



主编 江涛 汪晋 王晓澜 封延阳

# 水暖管道工

## 实用手册

江西科学技术出版社

SHUINUAN GUANDAOGONG SHIYONG SHOUC

# 水暖管道工

## 实用手册

主 编

江 涛 汪 晋 王晓澜 封延阳

编 写

王 平 许 强 邓祖禹

张华康 涂里萍 何国强

刘春根 王礼卿 李以里

江西科学技术出版社

## 图书在版编目(CIP)数据

水暖管道工实用手册/江涛 汪晋 王晓澜 封延阳主编. —南昌:江西科学技术出版社, 2002.9

ISBN 7-5390-2165-9

I. 水… II. 江… III. ①热水采暖—管道施工—技术手册

IV. TU832-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 064270 号

国际互联网(Internet)地址:

HTTP://WWW.NCU.EDU.CN:800/

---

### 水暖管道工实用手册

江涛等主编

---

出版 发行	江西科学技术出版社
社址	南昌市新魏路 17 号 邮编:330002 电话:(0791)8513294 8513098
印刷	江西科佳图书印装有限责任公司
经销	各地新华书店
开本	850mm×1168mm 1/32
字数	334 千字
印张	12.875
印数	3000 册
版次	2003 年 1 月第 1 版 2003 年 1 月第 1 次印刷
书号	ISBN 7-5390-2165-9/TU·148
定价	20.00 元

---

(赣科版图书凡属印装错误,可向出版社发行部或承印厂调换)

## 内容提要

本书较全面系统地阐述了水暖管道工所必备的知识与安装的基本技术。内容包括:水暖管道工的基本知识、常用工具、常用器材、基本操作技术、室内外管道安装、工业管道安装、锅炉安装以及水暖管道工安全施工技术。

本书内容通俗易懂,知识性与实用性较强,既可作水暖管道工的培训教材,也可供从事管道工程施工的工程技术人员及职业学校和技工学校师生阅读参考。

## 前 言

为了适应水暖管道工安装施工的需要,我们编写了这本手册。

在编写中,依据原机械工业部和劳动部颁发的《机械工业工人技术等级标准》及《国家职业技能鉴定规范》的基本要求,力求做到文化知识为技术基础服务,技术基础为专业服务,专业为提高施工能力服务。在内容上,以基本概念和原理为主,突出针对性和实用性,理论联系实际,使读者一读就懂,一学就会,在较短的时间内提高水暖管道安装施工的操作技术水平。

本书在编写过程中,得到了南昌地区的省、市机械和建材企业的一些行家的帮助和支持,在此一并表示谢意。由于编写者的水平有限,书中错漏之处敬请读者批评指正。

编者

2002年10月



# 目 录

<b>第一章 水暖管道工的基本知识</b> .....	(1)
第一节 水暖管道工的基本任务与职责.....	(1)
第二节 水暖管道工的基础知识.....	(4)
第三节 水暖管道工的识图知识 .....	(34)
第四节 水暖管道工程常用规范 .....	(65)
<b>第二章 水暖管道工常用工具</b> .....	(79)
第一节 水暖管道工常用手工工具 .....	(79)
第二节 水暖管道工常用机具 .....	(91)
<b>第三章 水暖管道工常用器材</b> .....	(102)
第一节 金属与非金属材料.....	(102)
第二节 常用管材与管件.....	(115)
第三节 常用阀门与仪表.....	(142)
<b>第四章 水暖管道工基本操作技术</b> .....	(171)
第一节 钳工基本操作技术.....	(171)
第二节 管道的焊接.....	(193)
第三节 管道的连接.....	(203)
<b>第五章 室内管道安装</b> .....	(215)
第一节 室内给水管道安装.....	(215)
第二节 室内排水系统管道安装.....	(228)
第三节 室内供暖供热水管道安装.....	(240)
第四节 室内燃气管道安装.....	(254)
<b>第六章 室外管道安装</b> .....	(260)
第一节 室外给水排水管道安装.....	(260)

# 第一章 水暖管道工的基本知识

管道是由管子和管子附件组装而成的,它是各种建筑物和生产场所中必不可少的组成部分。举凡冷热水、燃气、蒸气,以及中、高压液体和气体需经管道输送,才能供人们生活和生产使用。管道工是负责工业及民用建筑管道安装和维修的技术工人,是社会主义建设事业中的一支重要技术力量。

随着国民经济的发展和人民生活水平的不断提高,管道的应用范围越来越广泛。现在,几乎所有的工厂、矿山、公用及民用建筑都需要安装管道设施,都需要管道工。特别在机械行业中,工厂不仅有给排水、供热采暖和制冷空调工程,而且还有诸多的动力设施,如锅炉房、煤气站、氧气站、乙炔站、空气压缩站、燃油站、加压泵站,以及机器产品中的油冷、液压传动系统等,这些比较复杂的工艺管道的安装和维修需要大批熟练的管道工。因此,管道工不仅要学会传统的工艺操作技术,而且还要学会运用新工艺、新技术,才能适应管道工程的需要。

## 第一节 水暖管道工的基本任务与职责

### 一、管道工程的分类

在工业及民用建筑中,管道工程分布广泛,分属不同的学科,内容比较复杂。以机械工厂为例,管道工程既是重要的辅助设施,又是输送各种动能介质的大动脉。

根据机械工业的特点,管道工程的分类有以下一些:

### (一)按敷设方式分

(1)明设管——架设在支架或支墩上的管道。

(2)暗设管——敷设在通行地沟、半通行地沟和不通行地沟处的管道。

(3)埋设管——直接埋设在地下的管道。

### (二)按工作温度分

(1)低温管道——指工作温度低于  $-20^{\circ}\text{C}$  的管道。

(2)常温管道——指工作温度为  $-20 \sim 200^{\circ}\text{C}$  的管道。

(3)高温管道——指工作温度高于  $200^{\circ}\text{C}$  的管道。

### (三)按材料质量分

有陶土管、塑料管、玻璃管、有色金属管、铸铁管、钢管、石棉水泥管,以及钢筋混凝土管。

### (四)按输送的物料(介质)分

有给水排水管道、蒸气和热水管道、煤气管道、空调制冷管道、燃油管道、压缩空气管道、氧气管道、乙炔管道、化工产品管道,以及固体物质的水力、气动输送管道。

### (五)按设计压力 $P$ 分

(1)真空管道——指  $P < 0\text{MPa}$  的管道。

(2)低压管道——指  $0 \leq P \leq 1.6\text{MPa}$  的管道。

(3)中压管道——指  $1.6\text{MPa} < P \leq 10\text{MPa}$  的管道。

(4)高压管道——指  $10\text{MPa} < P \leq 100\text{MPa}$  的管道,如高压氧气管、水压机和油压机用管道等。

## 二、管道工的基本任务与工作的基本内容

管道工的基本任务,是按设计或施工图纸的要求,选择管子和管件、附件,经过规范的施工方法,将管子和管件组合安装成人们生活和生产所需要的管道系统。其工作的基本内容有以下两方面:

### (一)室内管道安装

根据生产或生活的需要,将液体、气体用管道输送到各供应点,同时又用管道将废污的液体、气体及时排除出去,这就需要安装室内



管道。在室内安装送进和排除液体、气体的管道及相应的配套设施,称为室内管道安装。

## **(二)室外管道安装**

生产或生活需要的各种液体、气体,通常是由专门的液(气)源经过管道输送进室内,同时又用管道将废污的液体、气体排放到室外的废液井中,这就需要安装室外管道。在室外安装送进和排除液体、气体的管道及相应的配套设施,称为室外管道安装。

## **三、管道工的技术要求、主要工作和职责**

### **(一)基本技术要求**

- (1)管道的安装应安全、牢固可靠。
- (2)管道输送和排放流体(液体、气体的总称)应畅通。
- (3)管道的排列应整齐美观。

### **(二)主要工作**

(1)安装民用管道,包括给水、排水、热水供应、采暖、煤气及通风等管道。

(2)安装工业生产用管道,包括蒸气、凝结水、压缩空气、煤气、氧气、乙炔、油类、给水、排水及通风等管道。

(3)安装和维修工业及民用供热锅炉。

(4)维修民用和工业管道。

(5)定期检修管道和锅炉,发生事故能及时判断,并能处理或修复。

(6)保证各种管道的正常运转,尽可能延长其使用寿命和检修期限,发挥其最大功效。

(7)拆卸检查和加工修复以及更换管道或锅炉上失效的附属设备,并能安装调试。

### **(三)基本技术职责**

- (1)掌握钳工基本操作知识与技能。
- (2)熟悉各种管道用料的性能和规格。
- (3)能识读民用和工业管道工程的基本图(包括管道和设备平面

表 1-3 国际单位制中具有专门名称的导出单位(节录)

量的名称	单位名称	单位符号	其他表示式例
频率	赫(兹)	Hz	$s^{-1}$
力,重力	牛(顿)	N	$kg \cdot m/s^2$
压力,压强,应力	帕(斯卡)	Pa	$N/m^2$
能量,功,热量	焦(耳)	J	$N \cdot m$
功率	瓦(特)	W	$J/s$
电位,电压,电动势	伏(特)	V	$W/A$
电容	法(拉)	F	$C/V$
电阻	欧(姆)	$\Omega$	$V/A$
摄氏温度	摄氏度	$^{\circ}C$	

表 1-4 用于构成十进倍数和分数单位的词头(节录)

所表示的因数	词头名称	词头符号
$10^6$	兆	M
$10^3$	千	k
$10^2$	百	h
$10^1$	十	da
$10^{-1}$	分	d
$10^{-2}$	厘	c
$10^{-3}$	毫	m
$10^{-6}$	微	$\mu$

## (二)几种常用计量单位及其换算关系

### 1. 长度

长度计量单位是管道工程中用得比较多的计量单位。常用法定计量单位制中的长度换算如表 1-5 所示。

如今,除用法定计量单位制的长度单位外,还习惯用英制长度单位,如管径和螺纹计量时常用到英制长度单位。

英制非十进制,1 英尺 = 12 英寸,1 英寸 = 8 英分。

英制单位的写法:1in = 1 英寸 = 8 英分,  $\frac{1}{2}$ in = 4 英分,  $\frac{3}{4}$ in = 6

表 1-5 法定计量单位制长度单位换算

名 称	千米	米	分米	厘米	毫米	微米
符 号	km	m	dm	cm	mm	$\mu\text{m}$
换算关系	1	$10^3$	$10^4$	$10^5$	$10^6$	$10^9$
	$10^{-3}$	1	10	$10^2$	$10^3$	$10^6$
	$10^{-4}$	$10^{-1}$	1	10	$10^2$	$10^5$
	$10^{-5}$	$10^{-2}$	$10^{-1}$	1	10	$10^4$
	$10^{-6}$	$10^{-3}$	$10^{-2}$	$10^{-1}$	1	$10^3$
	$10^{-7}$	$10^{-4}$	$10^{-3}$	$10^{-2}$	$10^{-1}$	$10^2$
	$10^{-8}$	$10^{-5}$	$10^{-4}$	$10^{-3}$	$10^{-2}$	10
	$10^{-9}$	$10^{-6}$	$10^{-5}$	$10^{-4}$	$10^{-3}$	1

英分,  $1 \frac{1}{4} \text{in} = 1 \text{英寸} 2 \text{英分}$ ,  $1 \frac{1}{2} \text{in} = 1 \text{英寸半}$ 等。

法定计量单位制的长度单位与英制长度单位换算,如表 1-6 所示。

表 1-6 常用法定计量单位制的长度单位与英制长度单位换算

名 称	毫米	厘米	米	英寸	英尺
符 号	mm	cm	m	in	ft
	1	0.1	0.001	0.0394	0.0033
	10	1	0.1	0.3937	0.0328
	1000	100	1	39.37	3.2808
	3.175	0.3175	0.0032	0.125	0.0104
	25.4	2.54	0.0254	1	0.0833
	304.8	30.48	0.3048	12	1
	914.4	91.44	0.9144	36	3

## 2. 面积

法定计量单位的面积单位与其他单位制的面积单位的关系,如表 1-7 所示。

## 3. 质量

常用质量计量单位为法定计量单位。

表 1-7 常用法定计量单位制的面积换算

名 称	平方公里	公 顷	亩
换算关系	1	100.00	1500.00
	0.0100	1	15.00
	0.0007	0.0667	1

1kg = 1000g, 1t = 1000kg。

#### 4. 体积和容积

体积和容积在施工中应用较广泛,它们之间的换算关系,如表 1-8 所示。

表 1-8 常用法定计量单位制体积和容积单位换算

名 称	立方米	升	立方厘米
符 号	m <sup>3</sup>	L, l	cm <sup>3</sup>
换算关系	1	1000	1 × 10 <sup>6</sup>
	0.001	1	1000
		0.001	1

#### 5. 压力和应力

流体之所以能在管道中流动,主要是流体受到压力的作用。压力和应力的单位应用比较多,它们的单位及换算如表 1-9 所示。

表 1-9 常用法定计量单位制的压力、应力单位换算

名 称	帕斯卡	工程大气压	标准大气压	毫巴	毫米水柱	毫米汞柱
符 号	Pa (N/m <sup>2</sup> )	at (kgf/cm <sup>2</sup> )	atm	mbar	mmH <sub>2</sub> O	mmHg
换算关系	1	1.02 × 10 <sup>-5</sup>	0.99 × 10 <sup>-5</sup>	0.01	0.102	0.0075
	98067	1	0.9678	980.7	10 <sup>4</sup>	735.6
	101325	1.0333	1	1013.3	10333	760
	100	1.02 × 10 <sup>-3</sup>	9.87 × 10 <sup>-4</sup>	1	10.2	0.7501
	9.807	1 × 10 <sup>-4</sup>	0.9678 × 10 <sup>-4</sup>	0.0981	1	0.0736
	133.32	1.36 × 10 <sup>-3</sup>	1.32 × 10 <sup>-3</sup>	1.3332	13.6	1

## 6. 功、能和热量

管道施工中经常会遇到功、能和热量的计算,它们的单位及换算关系如表 1-10 所示。

表 1-10 常用法定计量单位制的功、能和热量单位换算

名称	尔格	焦耳	千克力·米	马力·时	千瓦·时	千卡
符号	erg	J	kgf·m	PS·h	kW·h	kcal
换算 关系	1	$10^{-7}$	$0.102 \times 10^{-7}$	$3.777 \times 10^{-14}$	$2.778 \times 10^{-14}$	$23.9 \times 10^{-12}$
	$10^7$	1	0.102	$3.78 \times 10^{-7}$	$2.28 \times 10^{-3}$	$2.39 \times 10^{-4}$
	$9.8067 \times 10^7$	9.8067	1	$3.704 \times 10^{-5}$	$2.724 \times 10^{-6}$	$2.342 \times 10^{-3}$
	$26.48 \times 10^{12}$	$2.648 \times 10^6$	$2.70 \times 10^5$	1	0.7355	632.5
	$36 \times 10^{12}$	$3.6 \times 10^6$	$3.671 \times 10^5$	1.36	1	859.845
	$41.87 \times 10^9$	4186.8	426.935	$1.581 \times 10^{-3}$	$1.163 \times 10^{-3}$	1

## 二、长度、面积、体积和重量单位的计算

### (一) 长度计算

垂直或水平的管和杆的长度计算比较容易,但施工中经常会遇到倾斜的管和杆的长度计算,需要用平面几何与三角的知识。常用到的是直角三角形中,边与边、边与角的关系,如图 1-1,其边角关系公式如下:

$$r^2 = x^2 + y^2$$

$$\sin \alpha = \text{对边} / \text{斜边} = y / r$$

$$\cos \alpha = \text{邻边} / \text{斜边} = x / r$$

$$\tan \alpha = \text{对边} / \text{邻边} = y / x$$

$$\cot \alpha = \text{邻边} / \text{对边} = x / y$$

$$\sec \alpha = \text{斜边} / \text{邻边} = r / x$$

$$\csc \alpha = \text{斜边} / \text{对边} = r / y$$

$\alpha$  的值从三角函数表可查到,  $30^\circ$ 、 $45^\circ$ 、 $60^\circ$  等特殊角的函数值见表 1-11。

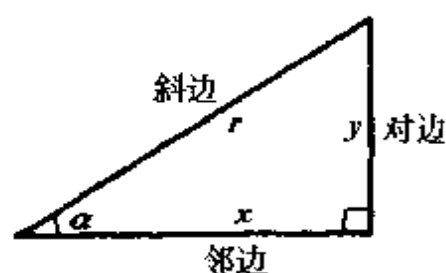


图 1-1 三角形边与角的关系

表 1-11 特殊角的三角函数值

$\alpha$	$\sin\alpha$	$\cos\alpha$	$\operatorname{tg}\alpha$	$\operatorname{ctg}\alpha$	$\sec\alpha$	$\csc\alpha$
$0^\circ$	0	1	0	$\infty$	1	$\infty$
$30^\circ$	$\frac{1}{2}$	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{\sqrt{3}}{3}$	$\sqrt{3}$	$\frac{2}{3}\sqrt{3}$	2
$45^\circ$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	1	1	$\sqrt{2}$	$\sqrt{2}$
$60^\circ$	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\sqrt{3}$	$\frac{\sqrt{3}}{3}$	2	$\frac{2}{3}\sqrt{3}$
$90^\circ$	1	0	$\infty$	0	$\infty$	1

有了以上边角关系公式,可以根据已知条件计算出倾斜管和杆的长度。

## (二)面积计算

### 1. 正方形面积求法

$$A = a^2$$

$A$ —正方形面积( $\text{m}^2$ )

$a$ —正方形边长

### 2. 长方形面积求法

$$A = ab$$

$A$ —长方形面积( $\text{m}^2$ )

$a$ —长方形长边( $\text{m}$ )

$b$ —长方形短边( $\text{m}$ )

### 3. 平行四边形面积求法

$$A = bh = basin\alpha$$

$A$ —平行四边形面积( $\text{m}^2$ )

$b$ —平行四边形底边( $\text{m}$ )

$a$ —平行四边形斜边( $\text{m}$ )

$\alpha$ —底边与斜边的夹角( $^\circ$ )

### 4. 三角形面积求法

任意三角形面积求法,如图 1-2。



$$A = \frac{1}{2} a \sin B = \frac{1}{2} ab \sin C$$

$$= \frac{1}{2} bc \sin A$$

或者写成  $A = \frac{1}{2} ah$

$A$ —三角形面积( $\text{m}^2$ )

$a$ —三角形底边( $\text{m}$ )

$h$ —三角形高( $\text{m}$ )

### 5. 梯形面积求法

$$A = \frac{1}{2} (a + b) h$$

$A$ —梯形面积( $\text{m}^2$ )

$a$ —梯形上底( $\text{m}$ )

$b$ —梯形下底( $\text{m}$ )

$h$ —梯形高( $\text{m}$ )

### 6. 圆面积求法

$$A = \pi r^2 = \frac{1}{4} \pi d^2$$

$A$ —圆面积

$\pi$ —圆周率

$r$ —圆半径

$d$ —圆直径( $\text{m}$ )

### 7. 球面积求法

$$A = 4\pi r^2 = \pi d^2$$

$A$ —球面积( $\text{m}^2$ )

$r$ —球半径( $\text{m}$ )

$d$ —球直径( $\text{m}$ )

### 8. 圆环面积求法

$$A = \frac{\pi}{4} (d_2^2 - d_1^2)$$

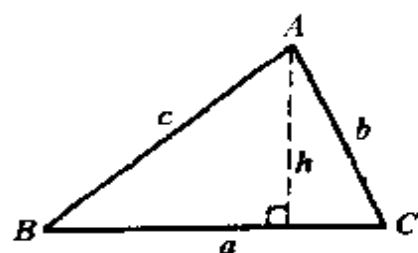


图 1-2 三角形面积与  
角、边关系

$A$ —圆环面积

$d_1$ —圆环内径

$d_2$ —圆环外径

#### 9. 管道表面积求法

$$A = 2\pi rl = \pi dl$$

$A$ —管道表面积( $\text{m}^2$ )

$r$ —管子半径( $\text{m}$ )

$d$ —管子直径( $\text{m}$ )

$l$ —管子长度( $\text{m}$ )

#### 10. 环式扇形面积求法

当计算变径管的展开面积时,应知道环式扇形面积的大小

$$A = \frac{\beta\pi}{360} (R^2 - r^2)$$

$A$ —环式扇形面积( $\text{m}^2$ )

$R$ —扇形的外半径( $\text{m}$ )

$r$ —扇形的内半径( $\text{m}$ )

$\beta$ —扇形的圆心角( $^\circ$ )

#### (三)体(容)积计算

##### 1. 正方体体积

$$V = a^3$$

$V$ —正方体体积( $\text{m}^3$ )

$a$ —正方体边长( $\text{m}$ )

##### 2. 长方体体积

$$V = abh$$

$V$ —长方体体积( $\text{m}^3$ )

$a$ —长方体长边( $\text{m}$ )

$b$ —长方体短边( $\text{m}$ )

$h$ —长方体高( $\text{m}$ )

##### 3. 圆柱体体积

$$V = \pi r^2 h$$

$V$ —圆柱体体积( $\text{m}^3$ )

$r$ —圆柱体底面积半径( $\text{m}$ )

$h$ —圆柱体高( $\text{m}$ )

#### 4. 圆球体体积

$$V = \frac{4}{3} \pi r^3 = 0.5236 d^3$$

$V$ —圆球体体积( $\text{m}^3$ )

$r$ —球半径( $\text{m}$ )

$d$ —球直径( $\text{m}$ )

#### 5. 圆锥体体积

$$V = \frac{1}{3} \pi R^2 h$$

$V$ —圆锥体体积( $\text{m}^3$ )

$R$ —圆锥体底圆半径( $\text{m}$ )

$h$ —圆锥高( $\text{m}$ )

#### 6. 截头圆锥体体积

例如计算下水井挖土的土方量:

$$V = \frac{\pi}{2} h (R^2 + Rr + r^2)$$

$V$ —截头圆锥体体积( $\text{m}^3$ )

$R$ —大圆半径( $\text{m}$ )

$r$ —小圆半径( $\text{m}$ )

$h$ —截头圆锥体高( $\text{m}$ )

#### 7. 梯形棱柱体体积

例如计算管沟土方量:

$$V = \frac{(B + b) hl}{2} = (b + mh) hl$$

$V$ —梯形棱柱体体积( $\text{m}^3$ )

$B$ —管沟上宽( $\text{m}$ )

$b$ —管沟底宽(m)

$h$ —管沟深(m)

$L$ —管沟长(m)

$m$ —管沟沟帮边坡系数,  $m = \cot \theta$  ( $\theta$  为沟帮对水平面的倾角)。

#### (四)质量计算

在管道施工中,通常需要计算管材或其他材料、物料的质量。

质量用  $m$  表示,其计算公式:

$$m = \rho V$$

$m$ —质量(kg)

$V$ —体积( $\text{m}^3$ )

$\rho$ —密度( $\text{kg}/\text{m}^3$ )

管道单位长度(每米)自重计算:

$$q = 0.001 \pi d \delta \rho$$

$q$ —管道单位长度自重( $\text{kg}/\text{m}$ )

$d$ —管道内、外径平均直径(m)

$\delta$ —管道壁厚(mm)

$\rho$ —管材密度( $\text{kg}/\text{m}^3$ )

### 三、材料的物理和力学性能

#### (一)材料的基本物理性能

##### 1. 密度

单位体积物体的质量称密度,用符号  $\rho$  表示。

$$\rho = \frac{m}{V}$$

$\rho$ —物体的密度( $\text{kg}/\text{m}^3$ )

$m$ —物体的质量(kg)

$V$ —物体的体积( $\text{m}^3$ )

不同的材料,密度也不同。几种常用材料的密度如表 1-12 所示。

表 1-12 几种常用材料的密度

材料名称	普通钢	铸铁	工业铝	纯(紫)铜	黄铜	铅	金	银
密度 $\rho/(\text{kg}/\text{dm}^3)$	7.8	7.0~7.5	2.7	8.94	8.65	11.37	19.32	10.5
材料名称	塑料	25%湿度红松	石灰石	水泥	混凝土	红砖	煤油	汽油
密度 $\rho/(\text{kg}/\text{dm}^3)$	1.3~1.6	0.5~0.7	2.65	2.9	2.5	1.5~1.8	0.85	0.76

## 2. 视在密度

材料在自然状态下单位体积的质量称视在密度,用符号  $\rho_0$  表示。

$$\rho_0 = \frac{m}{V_0}$$

$\rho_0$ —视在密度( $\text{kg}/\text{m}^3$ )

$m$ —体积为  $V_0$  时的材料质量( $\text{kg}$ )

$V_0$ —材料在自然状态下的体积

## 3. 紧密度

材料体积内固体物质所充实的程度称紧密度,即材料的绝对体积与自然状态下的体积比,用  $D = V/V_0$  表示。

因为  $V = m/\rho$ ,  $V_0 = m/\rho_0$ , 故  $D = \rho_0/\rho$ , 即紧密度为视在密度与密度之比,用百分数表示为:

$$D = \frac{\rho_0}{\rho} \times 100\%$$

## 4. 孔隙率

材料体积内孔隙所占的比率称孔隙率,即:

$$P_0 = \frac{V_0 - V}{V_0} = 1 - \frac{V}{V_0} = 1 - D$$

$$\text{或 } P_0 = (1 - \frac{\rho_0}{\rho}) \times 100\%$$

孔隙率在管道施工中常用到,因为材料的许多重要特性,如吸水

性、抗冻性和导热性等与它关系密切。

### 5. 热胀性

绝大多数物体受热都会膨胀,遇冷都会收缩,物体的这种性能称为热胀性。热胀性常用线胀系数和体胀系数表示。

温度上升  $1^{\circ}\text{C}$  时,固体材料所引起的长度增长,与它在  $0^{\circ}\text{C}$  时长度之比,称为线胀系数,用  $\alpha$  表示。

$$\alpha = \frac{L_t - L_0}{L_0 t}$$

$\alpha$ —线胀系数( $1/^{\circ}\text{C}$ )

$L_t$ —固体受热后( $t^{\circ}\text{C}$ 时)的长度(m)

$L_0$ —固体  $0^{\circ}\text{C}$  时的长度(m)

$t$ —固体受热后的温度( $^{\circ}\text{C}$ )

不同的物质,其线胀系数也不相同,如表 1-13 所示。

表 1-13 几种常用材料的线胀系数

材料名称	$\alpha$ 值/ $(1/^{\circ}\text{C})$	材料名称	$\alpha$ 值/ $(1/^{\circ}\text{C})$
碳素钢	0.0000117	铅	0.0000292
不锈钢	0.0000108	铝	0.0000231
铁	0.0000118	水银(汞)	0.0000182
铸铁	0.0000125	聚氯乙烯	0.00007
灰铸铁	0.0000108	聚乙烯	0.0001
铜	0.0000165	水泥	0.000014
锌	0.0000165	玻璃	0.000005

当知道线胀系数  $\alpha$  及  $0^{\circ}\text{C}$  时的长度  $L_0$  时,物体在任意温度  $t^{\circ}\text{C}$  时的长度  $L_t$ ,可以用以下公式算出:

$$L_t = L_0 (1 + \alpha t)$$

在实际运用时,一般是已知物体在  $t_1^{\circ}\text{C}$  的长度  $L_1$ ,要计算出物体在  $t_2^{\circ}\text{C}$  时的长度  $L_2$ ,可将上式改写成:

$$L_2 = L_1 + L_1 \alpha (t_2 - t_1)$$

如果要计算出伸缩长度  $\Delta L = L_2 - L_1$ ,可按以下公式计算:



$$\Delta L = L_{1a}(t_2 - t_1)$$

这个公式,在管道施工中常常用到。

## 6. 可熔性

金属材料加热到一定温度时开始熔化变成液态,物体的这种性能称为可熔性。焊接金属管道就要利用材料的可熔性。常用金属材料的熔点如表 1-14 所示。

表 1-14 常用金属材料的熔点

名 称	灰铸铁	铸钢	钢	纯铜	纯铝	黄铜	锡	巴氏合金
熔点/℃	1200	1450	1371 ~ 1500	1084	660	950	232	232 ~ 320

## 7. 导热性

热量由物体的一处传到物体的另一处,这种性能称为物体的导热性。

物体的导热性用热导率  $\lambda$  表示。物体的热导率是指:当物体表面积为  $1\text{m}^2$ ,厚度为  $1\text{m}$ ,两表面温差为  $1^\circ\text{C}$  时,单位时间内传导热量的数值称为物体的热导率。其单位是瓦特每米开尔文  $\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 。非法定计量单位是千卡每米小时开尔文  $\text{kcal}/(\text{m}\cdot\text{h}\cdot\text{K})$ 。

热导率的大小,表示材料导热性能的好坏。热导率大的物体传热速度快,称为热的良导体,如铜、铝、钢和铁等。纯铜的热导率为  $392\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ ,钢的热导率为  $46.4\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 。

热导率小的物体传热速度慢,称为热的不良导体,如水垢、石棉、木材和岩棉纤维等。水垢的热导率为  $0.6 \sim 2.4\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ ,岩棉的热导率为  $0.03 \sim 0.05\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 。一般把  $\lambda < 0.2\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$  的材料称为保温材料。

## (二)材料的基本力学性能

材料的力学性能通常包括:材料的弹性、塑性、强度、韧性、脆性与硬度等。通常用硬度、拉伸和冲击等试验来测定材料的力学性能。

### 1. 弹性与塑性

在外力的作用下,材料会产生变形。当外力消除后变形能完全

恢复者,称为弹性变形;不能恢复者,称为塑性变形。弹性是恢复变形的能力,塑性则是保持变形的能力。

钢的弹性(在熔化点前)随温度的升高而降低,而塑性则随温度的升高而提高。弹簧是利用弹性变形做功,钢管热煨弯则是利用塑性变形。

## 2. 应力与强度

在外力作用下,材料内部单位面积所产生的力称应力( $N/cm^2$  或  $P_a$ )。材料在应力作用下抵抗破坏的能力称强度。材料受到的外力有拉伸、压缩、弯曲和剪切等,因此材料的强度也分为抗拉、抗压、抗弯和抗剪强度等。

材料的强度取决于材料的组成与构造。材料不同,其组成不同,强度也不同。组成相同的材料,由于结构不同,强度也不同。如木材,其顺纹抗压强度比横纹抗压强度大。有些材料由于外力作用的方向不同,其强度也不相同。如砖、石、混凝土与铸铁有较高的抗压强度,但其抗拉强度却较小,而木材的抗拉强度却大于其抗压强度。

不少材料的强度与其含水量有关,材料含水量增加其强度有不同程度的降低。

材料的强度还与温度有关,温度升高材料强度降低。如钢材温度超过  $300^{\circ}C$  后,强度会显著降低。

## 3. 韧性与脆性

在外力作用下,材料虽有较大变形但不致破坏,这种性能称韧性。反之材料只有很小的变形而遭破坏,称为脆性。钢的韧性较好,铸铁的脆性较大。

## 4. 硬度

材料抵抗外界物体压力的能力称硬度。常用测量硬度的方法有布氏法和洛氏法,硬度的单位有布氏硬度(HBS、HBW)和洛氏硬度(HRC)。

## (三)材料的其他性能

### 1. 亲水性与憎水性

材料与水接触时,由于水分子的内聚力以及水与材料之间附着力的不同,可将材料分为亲水性与憎水性两种。亲水性材料的润湿角小于  $90^{\circ}$ ,表面可被水润湿。憎水性材料的润湿角大于  $90^{\circ}$ ,表面不被水润湿。

水在亲水材料的毛细管中形成凹液面,能沿毛细管上升,但在憎水材料的毛细管中则不能上升。

## 2. 吸水性和吸湿性

材料既能在水中吸收水分,从水中取出后又能保持水分,这种性质称为吸水性。材料能吸收空气中的水分,这种性质称为吸湿性。

## 3. 透水性

在水压作用下,材料能被水透过的性质称透水性。

## 4. 耐冻性

在水饱和状态下,材料既能承受多次冻融循环而不被破坏,又不显著降低强度的性能,这种性质称为耐冻性。

## 5. 耐久性

在长期使用中,材料承受各种外力作用的同时,在各种自然因素的作用下,仍旧能长期保持原来性质的能力称为材料的耐久性。

熟悉和掌握材料的各种性能,对正确使用材料,降低施工造价和提高施工质量关系密切。

# 四、流体的性质

凡能通过管道输送的且有连续流动性的物质称为流体,它包括液体、气体和汽体。常见的水、油是液体,煤气、压缩空气是气体,水蒸气是汽体,这些统称流体。流体有它的特殊性质。

## (一) 流动性

流体不能承受拉力和切力,对于外形的改变几乎没有抵抗力,在微小的外力作用下就会变形。它们没有固定的外形,是以容器的形状为形状,流体的这种性质叫流动性。

流体之所以有流动性,是由于构成流体物质分子间的内聚力极为微弱所致。

## (二)浮力

船能在水中航行,浮球阀的浮球能在水面漂起,是由于水对船和浮球产生浮力所致。任何物体放在流体中,流体都会对物体产生浮力。浮力的大小等于物体所排开同体积流体所受的重力,其方向向上。

## (三)传递外力

流体能传递外力。因此,对管道或容器中的流体施加外力,流体会很快将力传递到管道和容器的内壁。其传递的压力,方向总是垂直于管道和容器的壁面,压力的大小与壁面面积和外力的大小成正比。管道工施工用的手压泵、千斤顶以及常见的水压机、油压机等,都是根据这个原理传递外力而施工操作。

## (四)压缩性

当温度不变时,流体的体积随压力的增加而缩小,这种性质称为流体的压缩性。在流体中,气(汽)体和液体的压缩性是不同的。

气(汽)体所占有的体积与容器的大小是一致的。如对密封、等温的容器施加压力,其体积则缩小,撤出压力后体积又恢复原状,表明气(汽)体有压缩性,且压缩范围较大。

液体也有压缩性。对液体施加压力时,其体积也会缩小,撤出压力后体积也会恢复原状。但是液体的压缩性很小,在管道施工中可以忽略不计,可以认定液体的体积不随压力的变化而改变,即液体是不可压缩的。管道施工中可以利用液体的不可压缩性进行水压试验,当所受压力极大时,要考虑液体的压缩性。

## (五)胀缩性

当压力不变时,流体的体积随温度的升高(或降低)而增大(或缩小),这种性质称为流体的胀缩性。多数流体都具有胀缩性,气体最明显。但是水具有特殊性,在 $4^{\circ}\text{C}$ 以上时是热胀冷缩,在 $4^{\circ}\text{C}$ 以下时却是冷胀热缩。

流体受热,若受器壁的限制不能自由膨胀时,会增大对器壁的压力以至破坏器壁。在热水采暖系统的最高处设置膨胀水箱,就是保

证系统里的水能自由膨胀,避免胀坏管道和暖气片。

流体的胀缩性在管道施工中关系密切。如管道、阀门在冬季存水未放出时,由于水结冰后体积膨胀会使管道、阀门胀裂。而重力循环式热水采暖,则靠水的热胀冷缩来实现。

#### (六)粘滞性

各种流体流动的性能不相同。机油和水在相同条件下,机油比水流动慢。流体流动快慢不一的特点,说明流体有阻滞其质点相对滑动的性质,或者说流体具有一种阻抗流动的属性,这种属性称为粘滞性。机油比水流得慢,说明机油的粘滞性大。

流体粘滞性的大小用粘度来度量。同一流体的粘度,随流体的温度和压力的不同而不同。液体的粘度随温度的升高而减小(油品加温则容易输送),气体的粘度则随温度升高而增大。

#### (七)表面张力与毛细现象

向酒杯中斟酒,酒面高出杯边却不溢出;雨过天晴,荷叶上滚动着晶莹的水珠,这都是液体具有表面张力的表现。作用于液面上并力图使液体表面收缩成最小面积的力,称为表面张力。

表面张力的大小与液体的性质、温度和其所接触的介质有关,温度越高表面张力越小。

房间地面的水,会沿着墙向上“爬”得很高,使墙面润湿。细小的玻璃管插入水杯中,玻璃管中的水位会高出杯中水面。这种现象称为毛细现象。

在毛细现象中,毛细管(孔)中的液面与连通它们的大容器中的液面的高是不相等的。水在亲水材料中,毛细管中的液面是凹面,则大容器中的水沿毛细管上升;水在憎水材料中,毛细管中的液面是凸面,则低于大容器中的液面。毛细管越细,则液面差越大。

### 五、压力、真空、流速、流量与阻力

#### (一)压力与真空

盛满水的水箱,其箱壁与箱底会受到水的压力;而地球上一切物体都要受到大气层的大气压力。流体经管道从低处往高处送、从近

处往远处送,要用水泵、压气机等动力设备对其做功,才能按需要流动。可见,欲使流体在管道流动,管道系统内处处都受到一定的压力。管道系统内所受的压力是指压力的强度,简称压强,即物体单位面积上所受的力。其法定计量单位是  $\text{N/m}^2$  或  $\text{Pa}$ 。 $1\text{N/m}^2 = 1\text{Pa}$ 。

压力的单位除用单位面积承受的力表示外,还用液柱的高度来表示,一般用水柱、汞柱(即水银柱)的高度来表示:

1Pa 的水柱高度为 0.102mm;

0.1MPa 的水柱高度为  $10.2\text{m} \approx 10\text{m}$ ;

0.1MPa 的汞柱高度为 735.6mm。

压力表示方法还有多种:有标准大气压,工程大气压,真空度,相对压力和绝对压力,它们之间数值的关系可查阅表 1-9。

### 1. 大气压

地球表面有一层空气称为大气。由于地球的引力作用大气也有重力,因而大气对地球表面的一切物体都产生压力,这种压力(压强)称为大气压力。

地球表面的大气压其数值是不定的。地势越高空气层越薄,压力也越小。地势越低空气层越厚,压力则越大。可见,大气压力的大小因地球纬度、标高及温度等的不同而不同。一般取北纬  $45^\circ$  海平面处、温度为  $0^\circ\text{C}$  的大气压力为标准大气压力。它的绝对压力为 101325Pa,用汞柱高度表示则为 760mm,用水柱高度表示则为 10.332m。

### 2. 工程大气压

一般所说的大气压力,就是指工程大气压力。

1 个工程大气压的水柱高度为 10m。

1 个工程大气压的汞柱高度为 735.56mm。

### 3. 真空度、相对压力、绝对压力

真空度是指小于 1 大气压的压力,又称负压力。以 1 大气压为基准点,真空度则是不足于 1 大气压的部分。

相对压力和绝对压力,是从不同的基准点算起的压力。相对压



力,是以大气压力为零点向上算起的压力;绝对压力,是以没有气体存在的完全真空为零点算起的压力。它们之间的关系如图 1-3、图 1-4 所示。

相对压力与绝对压力的关系,用公式表示:

绝对压力 = 大气压力 + 相对压力

真空度 = 大气压力 - 绝对压力

工程上用压力表测量出的压力称为表压力,即相对压力,它是以大气压力为零点。如锅炉的压力表指针位置是  $0.6\text{MPa}$ ,则锅炉的绝对压力为  $0.6 + 0.1 = 0.7\text{MPa}$ 。

真空度是相对的,无论用何种真空泵都不可能造成绝对真空。

压力与真空度在管道施工中会经常遇到。举例来说,水泵从水池抽水送上水塔,查知水泵吸水口真空表的水银柱高为  $500\text{mm}$ ,泵出水口压力表指示为  $0.5\text{MPa}$ ,若泵进出口管道阻力不计,求出该泵能从多深的水池抽水送往多高的水塔。

解此例,泵吸水口真空表的水银柱高度为  $500\text{mm}$ ,则表示泵吸水口压力与大气压相差  $500\text{mm}$  汞柱高,换算出水柱高度为  $0.0136 \times 500 \approx 6.8\text{m}$ ,得知泵可从  $6.8\text{m}$  深处抽上水。泵出口的压力表指示为  $0.5\text{MPa}$ ,表示泵出口相对压力为  $0.5\text{MPa}$ ,即 5 工程大气压。可知,水泵能将水送到  $10 \times 5 = 50\text{m}$  高的水塔上。

## (二)流速与流量

流体在管道中,单位时间内流过的距离称为流速。流体在管道

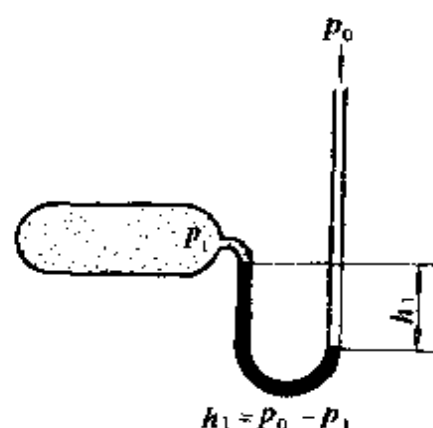


图 1-3 真空度与大气压力的关系

$P_0$ —大气压力  $P_1$ —绝对压力  $h_1$ —真空度

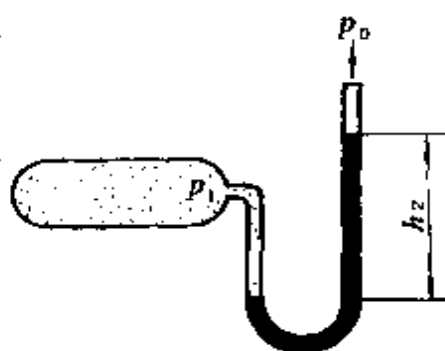


图 1-4 相对压力与大气压力的关系

$P_0$ —大气压力  $P_1$ —绝对压力  $h_2$ —相对压力

内,单位时间通过的介质数量称为流量。

按容积计算流量称为容积流量  $q_v$ , 它的单位是  $\text{m}^3/\text{s}$  或  $\text{L}/\text{s}$ 。按质量计算流量称为质量流量  $q_m$ , 它的单位是  $\text{t}/\text{s}$ 。它们分别用以下公式表示:

$$q_v = \frac{\pi}{4} d^2 v$$

$$q_m = \frac{\pi}{4} d^2 v \rho$$

其中:

$d$ —管道内径(m);

$v$ —流速(m/s);

$\rho$ —流体密度( $\text{t}/\text{m}^3$ )。

流体的容积流量与质量流量存在以下的关系式:

$$q_m = \rho q_v$$

不同的流体都有一个合理的流速。流速太大,阻力增大,能源消耗大、噪声大,但管材消耗少投资低。流速太小,则要增大管径,阻力和能耗虽少,但耗用管材多,投资高。

有些管道的流速有一个下限,如下水管道、水力或风力输送管道等,流速太低会使输送物质中的固体物料沉积于管底,致使管道堵塞而影响正常运行。当输送油类物质,以及易燃易爆流体和不良导体物质时,要求流速有一个上限,避免流速高摩擦产生大量静电,发生火灾。

在管道工程中,流速的选择取决于技术和经济上的要求。通常情况下,介质常用的流速如表 1-15 所示。

表 1-15 介质常用流速

介 质	管道种类及条件	流速(m/s)
给水管	$DN \leq 500$	0.5 ~ 1.5
	$DN > 500$	1.5 ~ 3.0
过热蒸气	$DN > 200$	45 ~ 60
	$DN = 100 \sim 200$	35 ~ 45
	$DN < 100$	15 ~ 35

续表 1-15

介 质	管道种类及条件	流速( $m/s$ )
饱和蒸气	$DN > 200$	30 ~ 45
	$DN = 100 \sim 200$	25 ~ 35
	$DN < 100$	10 ~ 30
热网循环水	供、回水	0.8 ~ 2
煤气	$DN \leq 50$	$\leq 4$
	$DN = 50 \sim 200$	4 ~ 8
	$DN > 200$	8 ~ 20
压缩空气	$DN \leq 50$	8 ~ 12
	$DN > 70$	10 ~ 25
氧气	$pN \leq 0.1\text{MPa}$	$< 20$
	$pN = 0.6 \sim 1.6\text{MPa}$	$< 10$
	$pN = 1.6 \sim 3.0\text{MPa}$	$< 8$
	$pN \geq 10\text{MPa}$	$< 4$
乙炔气	$pN = 0.007 \sim 0.15\text{MPa}$	4 ~ 8
	$pN < 2.5\text{MPa}$	2 ~ 4
重油	4 ~ 20 °E	$\leq 1.2$
	20 ~ 100 °E	$\leq 1$

从流量公式  $q_V = \frac{\pi}{4} d^2 v$ , 说明当流速一定时, 流量与  $\frac{\pi}{4} d^2$  成正比,  $\frac{\pi}{4}$  为常数, 可以看成流量与管子的内径平方( $d^2$ )成正比。管径扩大 1 倍, 流量便扩大  $2^2 = 4$  倍。如 2" 管与 4" 管比较,  $2^2 = 4$ ,  $4^2 = 16$ ,  $4:16 = 1/4$ , 即 2" 管的流量只有 4" 管流量的 1/4。换句话说, 4 根 2" 管才能顶上 1 根 4" 管的流量。在管道施工中必须考虑这种情况。

知道了流量, 又选定了介质的流速, 要选择管道的管径, 可按以下公式计算:

$$d = 18.8 \sqrt{\frac{q_V}{v}}$$

$$\text{或 } d = 594.7 \sqrt{\frac{q_m}{v\rho}}$$

其中:

$d$ —管道内径(mm);

$q_v$ —介质的容积流量( $\text{m}^3/\text{h}$ );

$q_m$ —介质的质量流量( $\text{t/h}$ );

$v$ —介质的流速( $\text{m/s}$ );

$\rho$ —介质的密度( $\text{kg/m}^3$ )。

### (三)管道阻力

同一根输送流体(水或蒸气)的管道上,沿途安装几块压力表,压力表上显示的压力,沿着流体流动的方向逐渐减少。其原因是,流体在流动中,由于自身的粘滞性以及流体同管壁产生摩擦和撞击,损失了一部分能量。这种损失称为阻力或压力损失,也就是管道的阻力。

管道阻力有两种,一是沿程摩阻力,另一是局部阻力。沿程摩阻力,是由流体自身的粘滞性以及同管壁之间的摩擦产生的;局部阻力,是因流体通过弯头、三通、变径管、阀门和孔板等处,改变了流动方向或流速大小,而使流体介质产生撞击和旋涡而产生的。沿程摩阻力和局部阻力之和即管道的总阻力。

管道阻力增大,需要消耗介质本身的压力能,因而增加动能消耗,运行费用提高。因此,在施工中应尽量做到减少管道阻力。

影响管道阻力大小有以下因素。

#### 1. 与管壁的粗糙度有关

管道内壁越粗糙,阻力越大;越光滑,阻力越小。在施工中不要用内壁锈蚀严重的管道,管道对接要平整,避免管口出现凹凸不平。焊接时,不要让溶渣在内壁上结疤,少用焊接弯头,多用煨制弯头。

#### 2. 与流体的流速有关

流速增大,阻力增加。管道阻力的变化与流体流速的平方成正比,流速增加1倍,阻力增大4倍。

#### 3. 与管径大小有关

管径大,阻力小。在施工中不要随意改变管径。

4. 与管道的材质、介质种类和介质温度等因素有关

5. 局部阻力与管道的组成有关

管道阀门、三通等附件越多,阻力越大。施工中应尽量减少弯头,必要的弯头弯曲半径应尽可能大,不必要的阀门不装,既节省材料,又减少了管道阻力,节省了能源。

## 六、热量、温度与水的三态

### (一)热与热量

热是能的一种形式,它是物体内部分子运动的结果。热和电一样,都是常用的能源。

热在传递过程中,物体内能改变的数量称为热量。

计算热量的常用单位是焦耳(J)。使 1g 纯水升高 1℃ 所需的热量为 4.1868J,使 1kg 纯水升高 1℃ 所需的热量为 4.1868kJ。

热量从一个物体转移到另一个物体,或从物体的一部分转移到邻近部分,这个过程叫热传递。热传递的方式有传导、对流和辐射三种。

#### 1. 传导

同一物体两处温度不同时,或者高温物体同低温物体接触时,温度高的部分的热量通过物体内部传递给温度低的部分,这种传热方式称为热的传导。热量的传导,是通过物质分子间互相碰撞传递动能而实现的,没有物质的迁移。

不同的物质导热能力也不同。有的物体导热速度快,称为热的良导体,如纯铜、钢铁等金属制品。有的物体导热速度慢,称为热的不良导体,如木材、石棉、纤维、水垢、烟灰和空气等。管道工程中的加热器、冷却器等热交换设备多用铜管、铜材或钢管、钢材制成,为的是提高传热效果。但绝热保温材料,则多用石棉和各种纤维等不良导体,用以提高保温效果。

#### 2. 对流

以流体的流动,实现热量从流体的高温部位传递给低温部位,这

种传热方式称为热的对流。例如,用水壶烧水,壶底的水受热后温度升高体积膨胀,密度减小而浮升向上;上部温度较低,密度较大的凉水则往下沉,受热后又上升。壶里的水经过这样上下循环流动,使全壶的水温度普遍升高。再如,采暖时用暖气片加热周围的空气使整个室内温度升高,锅炉内高温烟气流动冲刷锅炉受热面,这些都是对流传热。

流体都能进行对流传热。实现热的对流,是利用流体的热胀冷缩的特性,也可以用机械强制对流。但是,流体的对流传热能力和传导导热能力是完全不同的,如水与空气的导热能力都很低,可是对流传热能力却很强。

### 3. 辐射

不需要任何物质作媒介,而是热源直接向四周散热,这种传热方式称为热的辐射。热的辐射是借助于不同波长的各种电磁波传递内能而实现的,它是以直线方式传播的。辐射的速度等于光速。

太阳的直接照射,火炉的直接烤灼,锅炉炉膛内燃烧的火焰向炉膛水冷壁放热,工厂采暖用辐射板散热等,这都是辐射传热的例子。表面黑暗粗糙的物体,能迅速大量吸收辐射热,同时也能迅速大量辐射出自身的热量。

### (二)温度和温度计

物体冷热的程度称为温度。温度和热量是两个不同的概念,一滴开水温度很高,但热量不多;一池温水温度不高,而热量却不少。

在管道施工中,通常要知道介质的温度是多少,度量温度要用温标。温标有摄氏温标( $^{\circ}\text{C}$ )、华氏温标( $^{\circ}\text{F}$ )和热力学温标(K)等三种。

摄氏温标是把一个标准大气压(汞柱高度为 760mm)下,纯水开始结冰的温度(冰点)定为  $0^{\circ}\text{C}$ ,开始沸腾的温度(沸点)定为  $100^{\circ}\text{C}$ ,等分 100 份,每等份就是  $1^{\circ}\text{C}$ 。

华氏温标是把一个标准大气压下冰的融点和水的沸点,分别定在  $32^{\circ}\text{F}$  和  $212^{\circ}\text{F}$ ,将其中分成 180 等份,每份即为  $1^{\circ}\text{F}$ 。

热力学温标是以摄氏  $-273^{\circ}\text{C}$  时,气体分子停止热运动的温度为

绝对零度,用 K 表示。

三种温标之间的换算关系如下:

$$^{\circ}\text{C} = \frac{5}{9} (^{\circ}\text{F} - 32)$$

$$^{\circ}\text{F} = \frac{9}{5} ^{\circ}\text{C} + 32$$

$$\text{K} = 273 + ^{\circ}\text{C}$$

$$^{\circ}\text{C} = \text{K} - 273$$

举例:华氏温度为  $68^{\circ}\text{F}$  时,相当于摄氏多少度?

解:由  $^{\circ}\text{C} = \frac{5}{9} (^{\circ}\text{F} - 32)$  得

$$^{\circ}\text{C} = \frac{5}{9} (68 - 32) = \frac{5}{9} \times 36 = 20^{\circ}\text{C}$$

测量温度一般用温度计,常用的温度计有以下三种。

### 1. 玻璃管温度计

这种温度计是密封的真空细玻璃管(图 1-5),下面连有温包,温包内装有水银或酒精等受热后容易膨胀的液体。

温度变化时,水银或酒精就会在细管中升降,在玻璃管或靠板上划有刻度,可随时观察温度的度数。这种温度计价格便宜,而且准确,使用简单,但容易损坏,故多装在金属保护套内。

### 2. 压力式温度计

这种温度计温包受热时,测温系统中的碳氢化合物溶液蒸发而产生压力,迫使弹簧自由端转动,再通过杠杆和小齿轮带动指针转动,在指示盘上指出温度,如图 1-6 所示。这种温度计不怕振动,强度高,可以装在远离测点的地方。

### 3. 热电偶温度计



图 1-5 玻璃管  
温度计  
(装在金属  
护套内)

将两根材质不同的金属丝的一端 a 焊接在一起,另一端 b、c 用两根导线接到检流计上。将 a 端放在高温处,b、c 端放在温度不变的低温处。根据电学原理,不同金属的两端有温差,会使 b、c 两端产生电热,导线上有电流通过,检流计就使指针移动。温差越大,电流越大,指针移动也越多。图 1-7 是热电偶温度计示意图。

这种温度计是用直接刻有温度单位( $^{\circ}\text{C}$ )的二次仪表,如毫伏计来测定。因而测量范围大,可以远离测点测量,精确度高。

### (三)水的性质与三态

水是无色无味无臭的液体,在  $4^{\circ}\text{C}$  时密度最大,为  $1\text{t}/\text{m}^3$ 。它在  $4^{\circ}\text{C}$  以上时,与一般物质一样,具有热胀冷缩的性质,即受热后体积增大,密度变小。它的体胀系数不是一个固定的数值,即它的体积膨胀和温度之间不是直线关系。在  $4^{\circ}\text{C}$  以下时,温度越低,体积越膨胀。 $0^{\circ}\text{C}$  的水密度为  $999.87\text{kg}/\text{m}^3$ ,而  $0^{\circ}\text{C}$  的冰密度为  $916.8\text{kg}/\text{m}^3$ 。这说明一定数量的水结成冰之后,体积膨胀率达 8.3%。水的这种性质,在管道工程中应十分重视。冬季如管道系统中的水未放尽,防寒保温工作没做好,水受冻结冰后体积膨胀,管道设备将胀裂损坏。水在不同温度下的密度如表 1-16 所示。

水的压缩性很小,在工程应用上通常认为水是不可压缩的。水受压时,以相等的压力向各处传递。在管道施工中,利用水的这种性质进行水压试验,即可以检查管道及容器的强度及严密性。

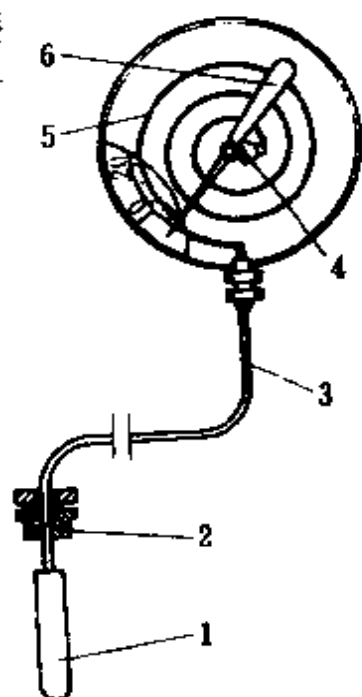


图 1-6 压力式温度计

1. 温包 2. 接头 3. 毛细管 4. 扇形齿轮  
5. 弹簧管 6. 指针

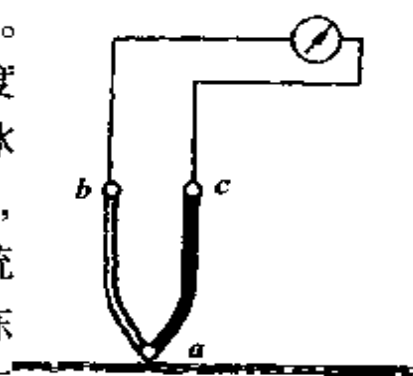


图 1-7 热电偶温度计示意图

a. 热端 b、c. 冷端



表 1-16 水在不同温度下的密度( $\text{kg}/\text{m}^3$ )

$t(^{\circ}\text{C})$	$\rho(\text{kg}/\text{m}^3)$
1	999.94
2	999.97
3	999.99
4	1000.00
5	999.99
10	999.74
15	999.15
20	998.26
25	997.11
30	995.72
35	994.09
40	992.24
45	990.25
50	988.07
55	985.79
60	983.24
65	980.59
70	977.81
75	974.89
80	971.83
85	968.65
90	965.34
95	961.92
100	958.38
110	948.93
120	939.83
130	929.97

水的比热容,即单位质量的物质温度升高  $1^{\circ}\text{C}$  所需要的热容较大,为  $4.187\text{J}/(\text{g}\cdot\text{k})$ ,也就是  $4186.8\text{J}/(\text{kg}\cdot\text{k})$ 。可见水的热容量大,是很好的热载体,因此采暖系统一般都用水作热载体。

在不同的温度与压力下,水有三种形态。水放出热量到  $0^{\circ}\text{C}$  时,成了固体冰;水吸收热量,汽化成了水蒸气。

水蒸气的形成与性质简述如下。

### 1. 蒸发与沸腾

水由液体变成气态称为汽化,汽化后水变成了水蒸气。汽化又分为蒸发和沸腾两种。

蒸发。水在加热过程中温度逐渐升高,首先在水的表面汽化。在液体表面进行缓慢的汽化现象称为蒸发,它在任何温度下都能进行。液体蒸发时需要吸收热量,蒸发的速度越快,吸收的热量就越多。利用这一原理可以制冷。如用液态氨或氟里昂在蒸发器内吸热蒸发,使介质的温度降低,达到制冷的目的。

沸腾。沸腾与蒸发不同,在一定的压力下,当水加热到一定温度时,汽化不仅在水的表面进行,而且水的内部也开始汽化。在液体表面和内部同时进行强烈汽化的过程称为沸腾。水沸腾时的温度称为沸点,也可称为饱和温度。沸腾的水称为沸水,亦称饱和水,俗称开水。

水的沸点随压力的变化而变化,在一个标准大气压下,水的沸点是  $100^{\circ}\text{C}$ 。压力越大,沸点越高;压力越小,沸点越低。高山上空气稀薄,气压较低,水不到  $100^{\circ}\text{C}$  便会沸腾汽化,因此饭不易煮熟。但在 100 大气压的高压锅炉里,水要加热到  $310^{\circ}\text{C}$  时才能沸腾。不同压力下水的沸点如表 1-17 所示。

不同压力下水的沸点不同,管道工程中的高温水采暖就是利用这个原理。由于水的沸点随压力的增大而提高,可以提高锅炉的压力,把水加热到相对此压力的沸点温度以上。如把压力提高到  $0.3\text{MPa}$ ,水的沸点就在  $132^{\circ}\text{C}$  以上。这时把水加热成  $110\sim 130^{\circ}\text{C}$  的过热水,但水并不沸腾汽化,而水的温度又较高。这就可以缩小采暖系统的管径,减少散热器的用量,节省工程造价。

### 2. 饱和蒸气和过热蒸气

饱和蒸气。对沸腾的水继续加热,水不断从液态变为气态,水蒸

表 1-17 不同压力下水的沸点

压力(MPa)	沸点(℃)	压力(MPa)	沸点(℃)
0.098(1)	99.1	0.784(8)	169.0
0.196(2)	119.6	0.882(9)	174.6
0.294(3)	132.9	0.980(10)	179.1
0.392(4)	142.9	1.470(15)	197.4
0.490(5)	151.1	1.960(20)	211.4
0.588(6)	158.1	2.450(25)	222.9
0.686(7)	164.2	2.94(30)	232.8

注:1. 表中压力为绝对压力

2. 括号内的数值为工程大气压(at)

气量逐渐增多。在这过程中,蒸气的温度 and 水的温度始终为沸点的温度,而且水和水蒸气同时存在,这种状况的蒸气称为饱和蒸气。

饱和蒸气的一个特点是,压力一定时,饱和蒸气的温度就是该压力下水的沸点,是一个定值,给定一个压力,对应一个温度。反之,一定的饱和蒸气的温度,也有一定的压力相对应,即饱和状态下的蒸气,温度和压力一一对应。饱和蒸气的性质如表 1-18 所示。

表 1-18 饱和蒸气性质表

绝对压力 (kPa)	温度 (℃)	汽化潜热 (kJ/kg)	密度 (kg/m <sup>3</sup> )	比容 (m <sup>3</sup> /kg)
9.81	45.4	2394.01	0.0669	14.9477
19.62	59.7	2360.10	0.1282	7.8003
29.43	68.7	2337.88	0.1876	5.3305
39.24	75.4	2321.99	0.2457	4.0700
49.05	80.9	2308.60	0.3027	3.3036
58.86	85.5	2296.88	0.3591	2.7847
68.67	89.5	2286.83	0.4149	2.4102
78.48	93.0	2277.62	0.4701	2.1272
88.29	96.2	2269.25	0.5249	1.9051
98.1	99.1	2261.71	0.5793	1.7262
101.36	100.0	2259.62	0.5972	1.6745

续表 1-18

绝对压力 (kPa)	温度 (℃)	汽化潜热 (kJ/kg)	密度 (kg/m <sup>3</sup> )	比容 (m <sup>3</sup> /kg)
107.91	101.8	2254.59	0.6334	1.5788
117.72	104.2	2248.31	0.6871	1.4554
127.53	106.5	2242.45	0.7406	1.3503
137.34	108.7	2236.17	0.7931	1.2599
147.15	110.8	2230.73	0.8468	1.1809
159.96	112.7	2225.28	0.8994	1.1119
176.58	116.3	2215.24	1.0042	1.9958
196.20	119.6	2206.02	1.109	0.9018
294.3	132.9	2167.51	1.621	0.6186
392.4	142.9	2136.94	2.124	0.4708
490.5	151.1	2110.57	2.620	0.3816
588.6	158.1	2088.79	3.112	0.3213
686.7	164.2	2069.12	3.600	0.2778
784.8	169.6	2050.69	4.086	0.2448
882.9	174.5	2033.95	4.570	0.2188
981.0	179.0	2018.45	5.052	0.1979
1471.5	197.4	1948.58	7.454	0.1342
1962.0	211.4	1892.85	9.857	0.1015
2943.0	232.8	1799.07	14.720	0.06794
3924.0	249.2	1718.68	19.70	0.05076

饱和蒸气又分湿饱和蒸气和干饱和蒸气两种。水在加热汽化过程中,温度保持沸点不变,水和汽共存的蒸气称为湿饱和蒸气。对水继续加热,继续汽化,直至最后一滴水完全变成水蒸气时,蒸气的温度仍然是沸点时的温度称为干饱和蒸气。

过热蒸气。如果对于干饱和蒸气继续加热,水蒸气的温度将超过沸点温度,这种水蒸气称为过热蒸气。过热蒸气的温度和压力没有对应关系,在同一压力下的过热蒸气,其温度可以是任意值。采暖工程中所用的蒸气一般是饱和蒸气,有蒸气过热器的锅炉才能产生过热蒸气。

### 3. 汽化潜热

水从沸点开始到全部汽化为水蒸气的过程中,温度并未上升,水及水蒸气的温度仍然保持沸点不变,对水加热的热量全部用来使水汽化。这部分热量称为汽化潜热,也称汽化热。

汽化潜热与水的沸点一样,与压力有关。在1个大气压下,水的沸点为 $100^{\circ}\text{C}$ ,汽化潜热为 $2259.62\text{kJ/kg}$ 。当水蒸气冷凝液化为同温度的水时,同样会放出与汽化潜热数值相等的液化热。不同压力下的蒸气汽化潜热的值可查表1-18。蒸气采暖就是利用水蒸气的汽化潜热实现的。

## 第三节 水暖管道工的识图知识

### 一、投影和视图

#### (一)投影及其分类

##### 1. 投影

日光或灯光照射物体,会在地上或墙上产生影子,制图是参照这个自然现象,利用假想光线将物体的形状投射到平面上,称为“投影”。

##### 2. 投影图

物体投影,要有投射的光线和承受影子的平面。投射的光线称“投影线”,承受影子的平面称“投影面”,在面上得到的图形称“投影”或“投影图”。

##### 3. 中心投影法

投影线不同,物体的投影也不同。投影线从一点出发得到物体的投影,称为中心投影法,如图1-8(a)所示。中心投影法产生的投影比实物大,它多用于绘制建筑透视图。

##### 4. 平行投影法

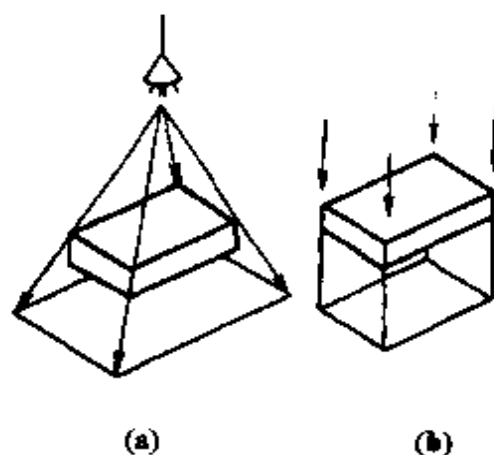


图1-8 投影概念

(a)中心投影法

(b)平行投影法

若光源距离无限大,投影线相互平行,称为平行投影法,如图 1-8(b)所示。

### 5. 正投影法

在平行投影中,当投影线垂直于投影面时,物体在投影面上得到的投影称正投影,这种投影方法称正投影法,如图 1-9 所示。正投影能反映物体的真实形状和大小,机械图和管道工程图大多数是用正投影法绘制出的。

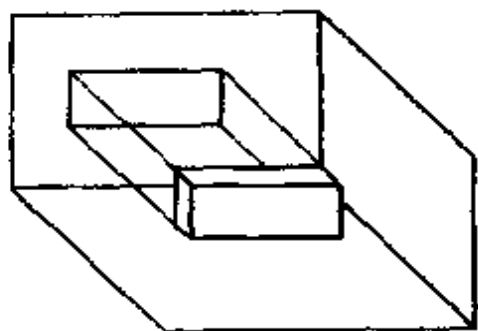


图 1-9 正投影法

正投影有以下特性:

(1)显实性。平面图形或直线与投影平面平行时,投影反映平面的真实形状或直线的实长,即形状和大小不改变,如图 1-10(a)所示。

(2)积聚性。平面图形或直线与投影平面垂直时,投影积聚为一条直线或一个点,如图 1-10(b)所示。

(3)类似性。平面图形或直线与投影面倾斜时,投影变小或变短,但投影的形状与原来形状相似,如图 1-10(c)所示。

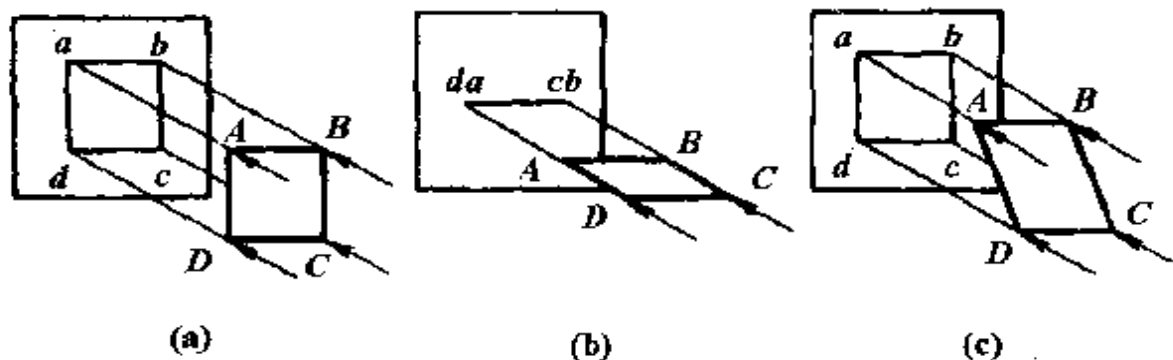


图 1-10 正投影特性

(a)显实性 (b)积聚性 (c)类似性

## (二)物体的三视图

用正投影法将物体向投影面投影,得到的图形称为投影图或视图。一个视图能准确地表示物体一个侧面的形状,但不能完整表达一个物体。因此,必须把物体向几个方向的投影面分别投影,综合起来方可完整表达物体的形状。

### 1. 三视图的形成

物体在展开的三个相互垂直的投影面上,所形成的投影称为三视图。

三视图是按以下方法形成的。把水平投影面 H、正立投影面 V 和侧立投影面 W 组成一个三投影面体系,如图 1-11(a)所示。这三个互相垂直的投影面,分别交于三条投影轴  $OX$ 、 $OY$ 、 $OZ$ ,  $OX$ 、 $OY$ 、 $OZ$  三轴的交点称为原点。把物体置于三投影面体系中投影,根据正投影的特性,分别作出物体在 V、H、W 三个投影面上的投影,如图 1-11(b)所示。在正立投影面 V 面上的投影图称为主视图,管道工程图中叫做立面图;在水平投影面 H 面上的投影图叫做俯视图,管道工程图中叫做平面图;在侧立投影面 W 面上的投影图叫做左视图,管道工程图叫做侧面图。

物体的三个投影图,分别投影在相互垂直的面上,如图 1-11(c)所示。为了把三视图画在同一平面上,V 面保持不动,将 H 面绕  $OX$  轴向下旋转  $90^\circ$ ,W 面绕  $OZ$  轴向右转  $90^\circ$ ,使 V、H、W 三个投影面都处于同一平面上,如图 1-11(d)所示。实际图样上,投影面的边框可不必绘出。

### 2. 三视图与投影的关系

物体一般可用三视图完整表达出来。在三视图中,每个投影图只能反映物体长、高、宽之中两个方向的尺寸。主视图反映物体的长度和高度,俯视图反映物体的长度和宽度,左视图反映物体的高度和宽度,见图 1-11(d)。

三个视图间的投影关系是:主、俯视图,长对正等长;主、左视图,高平齐等高;俯、左视图,宽相等宽。三视图的“三等”关系,是绘制和读识工程图的最基本的规则。

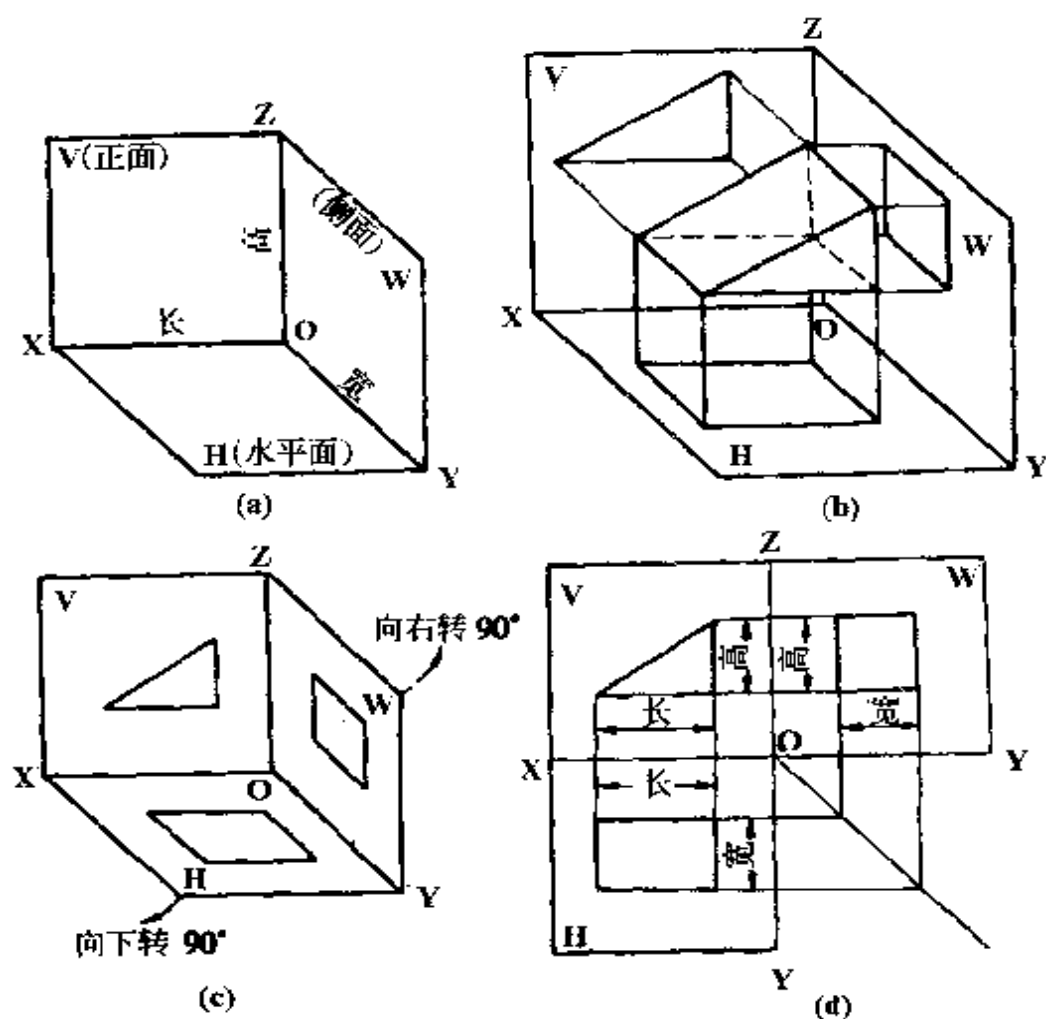


图 1-11 三视图的形成

(a)三投影面 (b)物体三面投影

(c)投影面的展开 (d)展开到一个平面上

### 3. 三视图与物体的方位关系

物体都有上、下、左、右、前、后等六个面,这六个面在视图上分别有反映,如图 1-12 所示。

主视图反映物体上、下、左、右四个方面的位置关系,还反映出物体平行于 V 面各平面的实形。俯视图反映物体前、后、左、右四个方面的位置关系,还反映物体上平行于 H 面的各平面实形。左视图反映物体上、下、前、后四个方面的位置关系,还反映物体上平行于 W 面的各平面的实形。



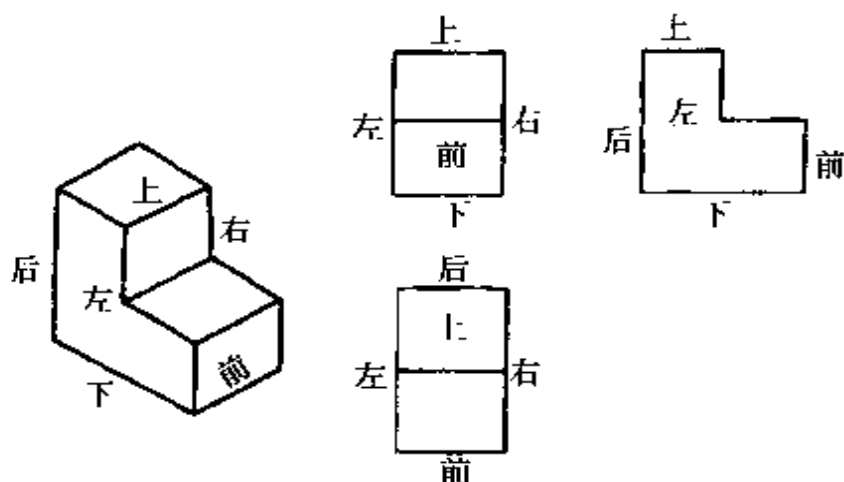


图 1-12 角形垫块三视图

应当注意,俯视图是沿  $OX$  轴向下旋转  $90^\circ$  形成的,图上的上、下位置实际是物体的后、前位置。左视图是沿  $OZ$  轴向右转  $90^\circ$  形成的,图上的左、右位置实际是物体的后、前位置。因此,对俯视图和左视图,有“远离主视是前边”或“里后外前”的投影关系。

### (三)基本形体的视图

管道设备和零部件的形状,通常都是由基本形体组合起来的。因此,熟悉基本形体视图的表达方法十分必要,它是识读管道工程图的基础。其中棱柱体、棱锥体、圆柱体、圆锥体、圆环和圆管等基本形体视图如图 1-13 所示。

## 二、识读管道支架图

管道支架图一般是按正投影的方法画出,是用两个视图来表示。管道支架一般由各种型钢、钢板及紧固件等组成,识读管道支架图,首先要把零部件的空间形状想象出来,再综合起来确定管道支架的确切形状和固定管道形式。

### (一)识读管道支架图的方法

识读管道支架图一般用形体分析法和线面分析法。

#### 1. 形体分析法

对管道支架形状分析的方法,称为形体分析法。支架可分为各个零部件,零部件是由一些基本形体组成的,因此,可以用基本形体

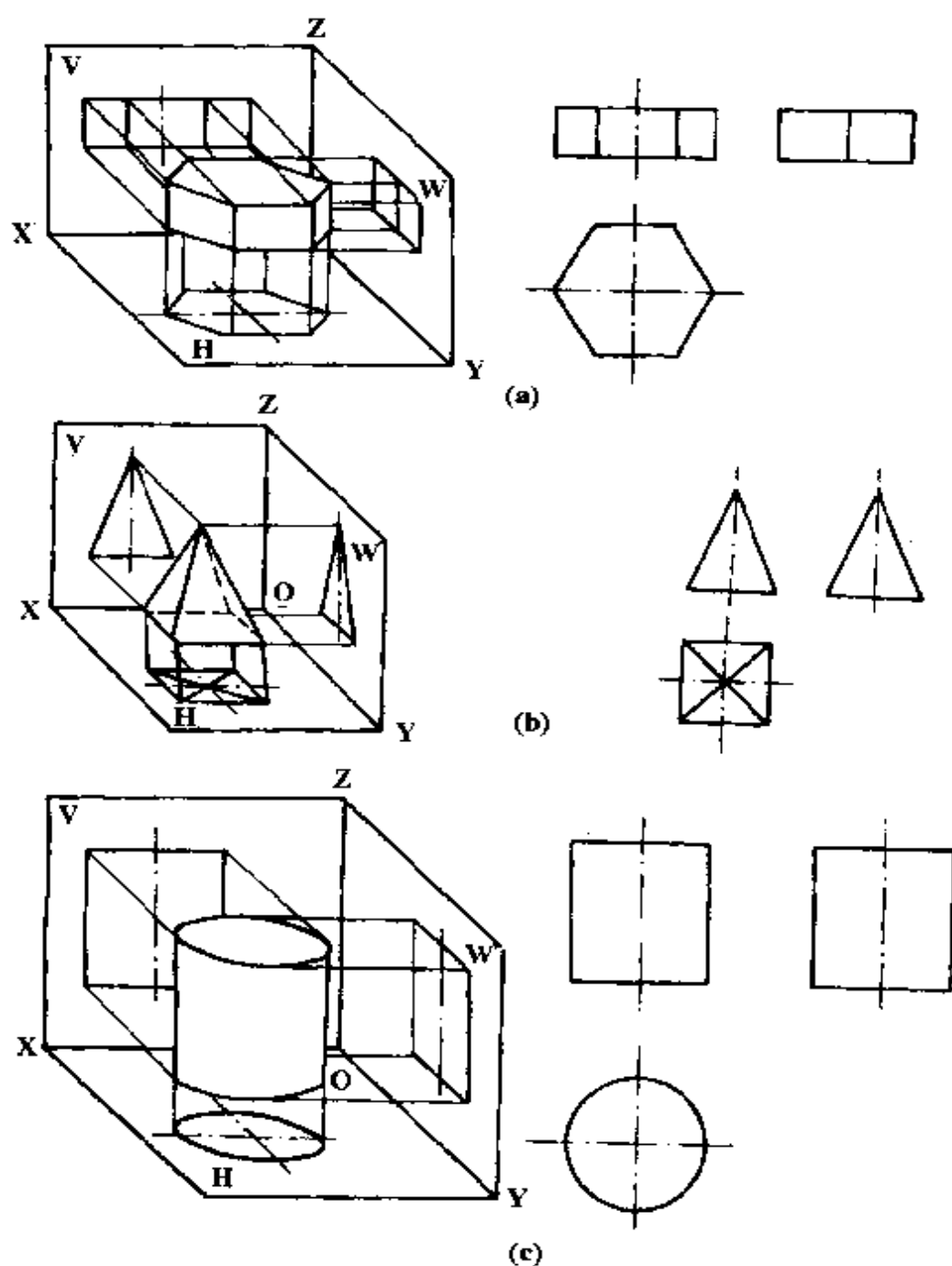


图 1-13 基本形体的视图

(a)正六棱柱的视图 (b)正四棱锥的视图 (c)圆柱体的视图  
的表达方法把支架设想分成几部分。

## 2. 线面分析法

对视图中某些线、面的投影关系分析,称为线面分析法。利用此

法,从中找出线、面间的联系,想象出物体的形状。视图中每一个闭合线框都表示物体的一个面,这个面是平面还是曲面,是反映了实形还是缩小了的面,要从另外视图中找出与这个线框相对应的投影来判定。视图上的线段,可能是两个平面的交线,也可能是曲线投影的轮廓线,或者是平面的积聚投影。判断线段是线、平面还是曲面,及其在空间的位置,要从另外视图中找出这个线段相对应的投影来判定。

识读支架图时,要充分运用正投影规律,即“长对正,高平齐,宽相等”,以“三等”关系衡量一个面、一条线及相互间的关系,再综合起来想象出物体的形状。还要注意三个视图表示的位置关系,即上、下、前、后、左、右六个方向,以进一步确定物体的具体形状和空间位置。

## (二)识读管道支架图的步骤

(1)将视图作大致分析。通常从主视图看起,用形体分析法将支架设想分成几个部分。

(2)将分解出的几部分,用线面分析法并结合投影规律,想象出其形状。

(3)把想象的各部分形状,根据空间位置关系,综合想象出整个支架的确切形状。

(4)将想象的物体形状与视图核对,得出物体的正确形状。

## (三)识读管道支架图的举例

如图 1-14 的管道支架图所示,识读时,大致可以看出管道固定在两个半圆形的卡箍中,卡箍由几块钢板支撑。

识读时,可以把支架分解成:卡箍 1,支承板 2,支承板 3,加强板 4,以及螺栓 5 等零部件。

### 1. 卡箍

立面图反映了卡箍 1 的正面形状,是两个带耳朵的半圆形。侧面图上卡箍 1 表现为四个矩形线框,两个大的线框是卡箍半圆形部分投影的轮廓线,两个小的线框是卡箍两个耳朵侧面的投影,反映了

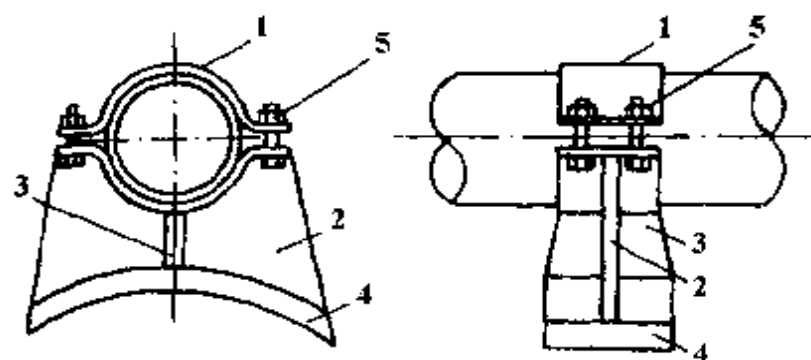


图 1-14 管道支架图  
卡箍的厚度,如图 1-15(a)所示。

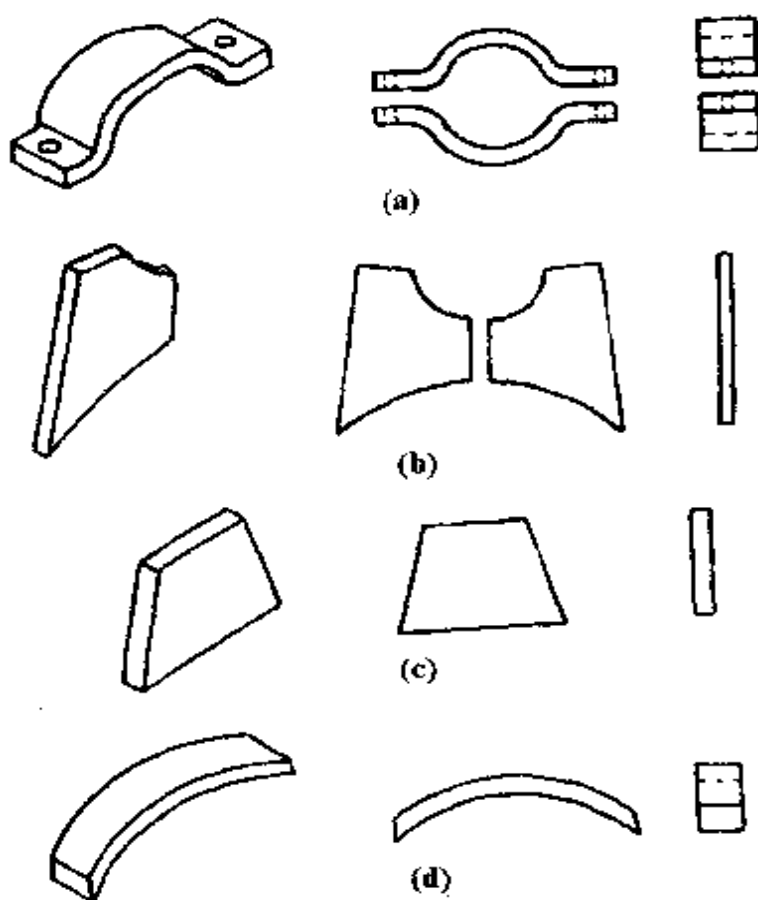


图 1-15 支架分解图

(a)反映卡箍的厚度 (h)反映支承板的厚度  
(c)反映支承板的厚度与实际高度 (d)反映加  
强板的真实弧形与厚度

## 2. 支承板 2

支承板 2 有两块,在立面图上反映了实形。它上面与箍 1 相连,下面与加强板 4 相连。侧面图上则是一个矩形线框,它反映支承板的厚度不反映实际高度,如图 1-15(b)所示。

### 3. 支承板 3

在立面图上,支承板 3 是一个矩形线框,反映了它的厚度和实际高度。它的左、右面分别与支承板 2 相连,上面与卡箍 1 相连,下面与加强板 4 相连。在侧面图上,支承板 2 的投影将它的投影分割成相等的两个梯形。支承板 3 的真正形状是连起来无分割的大梯形,如图 1-15(c)所示。

### 4. 加强板

在立面图上,反映了加强板 4 的真实弧形和厚度。侧面图上加强板 4 是三个矩形,下面一个长矩形是加强板横断面的投影,不反映加强板的真实厚度;上面两个矩形是加强板弧形面在侧面上的投影,如图 1-15(d)所示。

## 三、识读管线视图

### (一)管道的单线、双线图

在管道施工中,管线一般都是很长而且很多,为在图纸中完整显示这些管子和管件的线条,在图形中就用两根线条表示管子和管件的形状。用线条表示管子壁厚的方法称为双线表示法,由它画成的图样称为双线图。

因为管子的截面尺寸比管子的长度尺寸小得多,所以小比例尺的图中,通常把管子的壁厚和空心的管腔看成是一条线的投影。在图形中用单根粗实线表示管子和管件的图样称为单线图。

#### 1. 管子的单、双线图

如图 1-16(a)所示,管子用三视图表示。其双线图如图 1-16

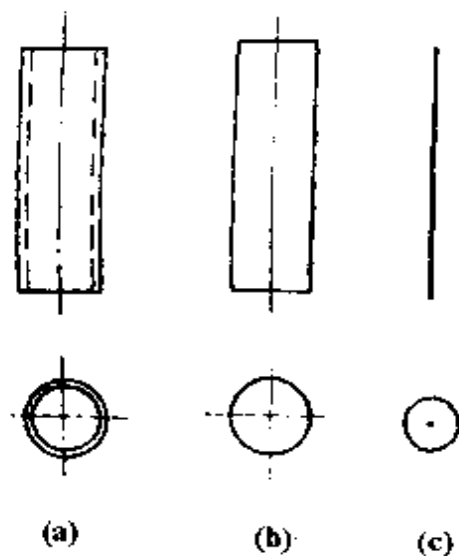


图 1-16 管子的单、双线图

(a)管子的三视图

(b)管子的双线图

(c)管子的单线图

(b)所示,单线图如图 1-16(c)所示。在单线图中,其平面投影应为一个点,为了便于识别,在小圆点外加画一个小圆。

## 2. 弯头的单、双线图

图 1-17(a)所示,是  $90^\circ$  弯头的三视图。其双线图如图 1-17(b)所示,单线图如图 1-17(c)所示。在单线图的侧面图上,是先看到立管,横管的断面在背面看不到,因此横管应画成小圆,立管画成小圆的圆心。图 1-18 所示为  $45^\circ$  弯头单、双线图,画小圆时只需画半小圆。

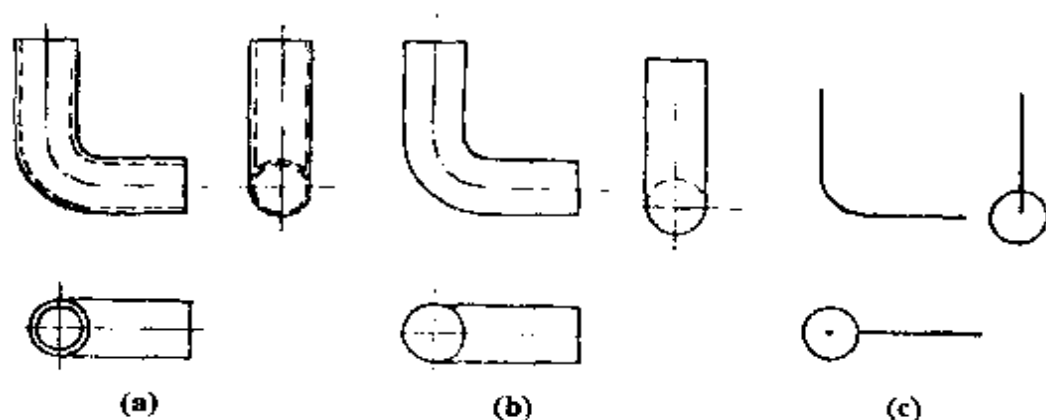


图 1-17 弯头的单、双线图

(a)  $90^\circ$  弯头的三视图 (b)  $90^\circ$  弯头的双线图 (c)  $90^\circ$  弯头的单线图

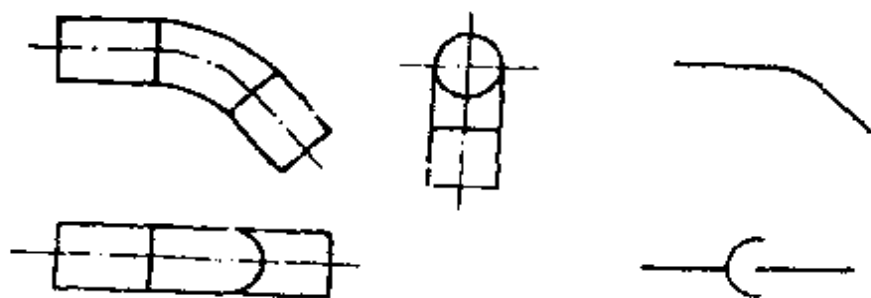


图 1-18  $45^\circ$  弯头的单、双线图

## 3. 三通的单、双线图

同径三通的单、双线图如图 1-19 所示。

## 4. 四通的单、双线图

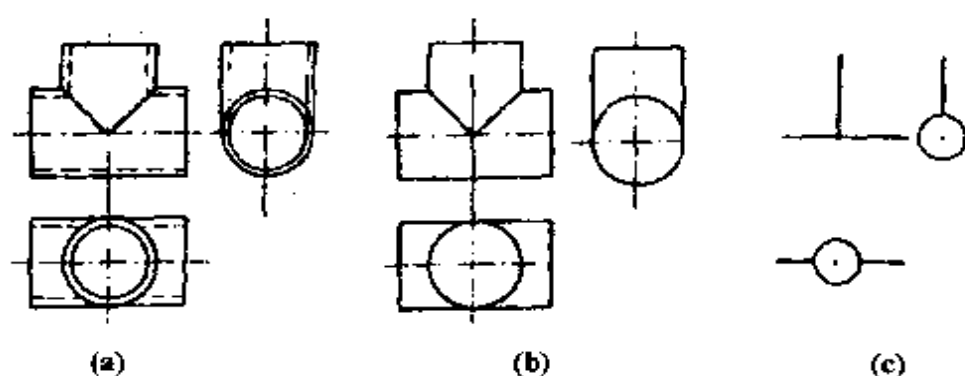


图 1-19 三通的单、双线图

(a)三通的三视图 (b)三通的双线图 (c)三通的单线图  
同径四通的单、双线图如图 1-20 所示。

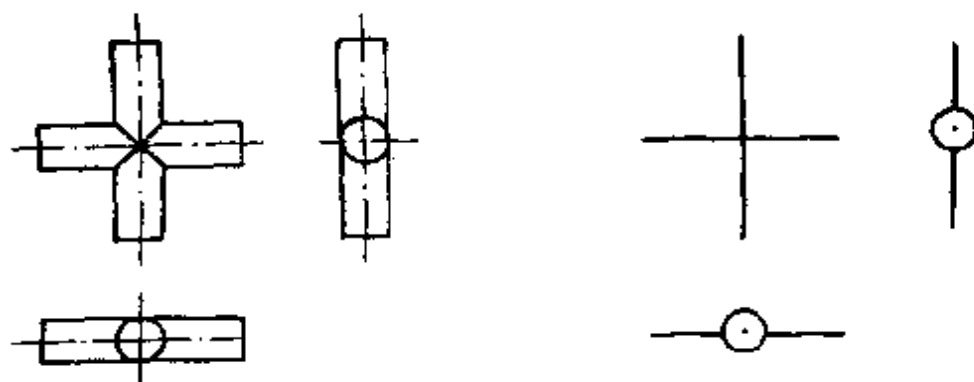


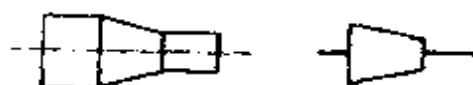
图 1-20 四通的单、双线图

### 5. 大、小头的单、双线图

同心大、小头的单、双线图如图 1-21 所示。

### 6. 阀门的单、双线图

阀门的单、双线图的几种表示方



法如表 1-19 所示。






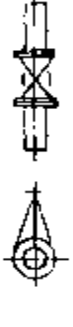
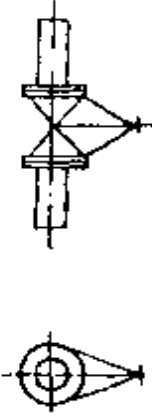
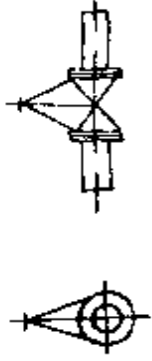
图 1-21 同心大小头的单、双线图

### 7. 管子的积聚

一根直管积聚的投影,用双线图形表示是一个小圆,用单线图形表示则是一个圆心带点的小圆(见图 1-16)。弯管的积聚投影如图 1-22 所示,管子与阀门的积聚投影如图 1-23 所示。

### 8. 管子的重叠

表 1-19 阀门的几种表示方法

	阀柄向前	阀柄向后	阀柄向右	阀柄向左
单线图				
双线图				

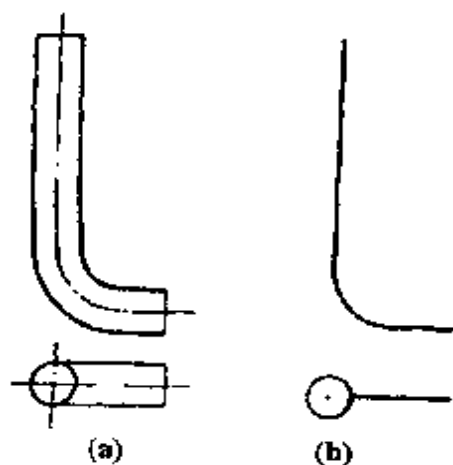


图 1-22 弯管的积聚  
(a)弯管积聚的双线图  
(b)弯管积聚的单线图

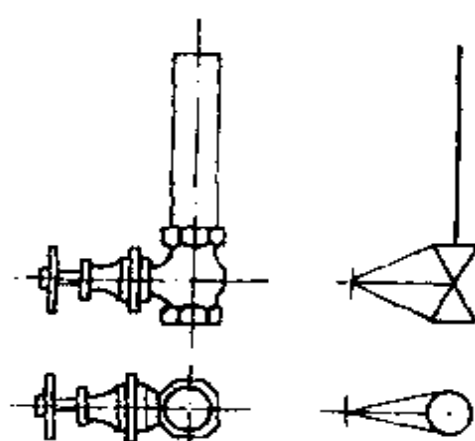


图 1-23 直管与阀门的积聚



两根管子叠合在一起,它们的投影则完全重合,在投影面上反映是一根管子的投影,称为管子重叠。为着方便识读,规定投影中出现两根管子重叠时,设想前(上)面一根管子截去一段(用折断符号表示),显露出后面(下面)一根管子,这种表示管线的方法称为折断显露法。

两根重叠直管的表示如图 1-24(a)所示,直管和弯管的重叠表示如图 1-24(b)所示,多根管线的重叠如图 1-24(c)所示。

运用折断显露法画管线时,只有折断符号为对应表示时,才能理解为原来的管线是相通的,如图 1-24(c)。

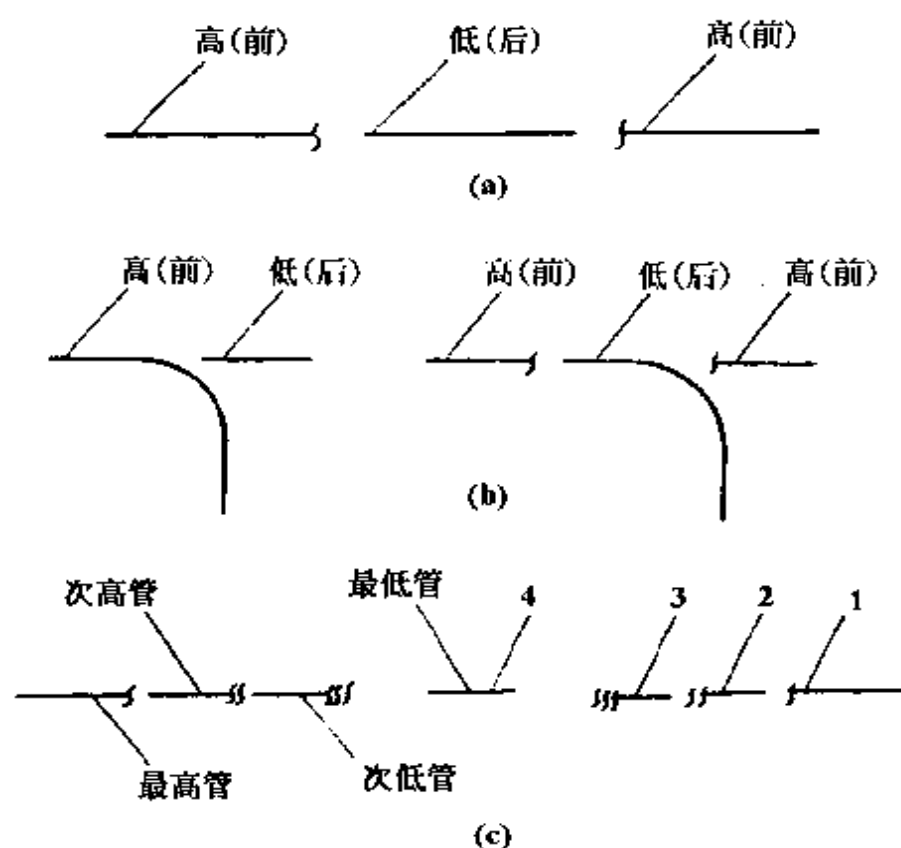


图 1-24 管子的重叠表示

(a)两根重叠直管的表示 (b)直管与弯管的重叠表示

(c)多根管线的重叠表示

## 9. 管子的交叉

两路管线投影如果交叉,高的管线不论用双线还是单线表示,都要显示完整;低的管线在单线图中要断开表示,在双线图中用虚线表

示,如图 1-25(a)、图 1-25(b)所示。

在单、双线图同时并存的平面图中,如双线高于单线,则单线投影与双线投影相交的部分用虚线表示,如图 1-25(c)所示。如单线高于双线时,就不存在虚线,如图 1-25(d)所示。多根管线的交叉如图 1-26 所示。

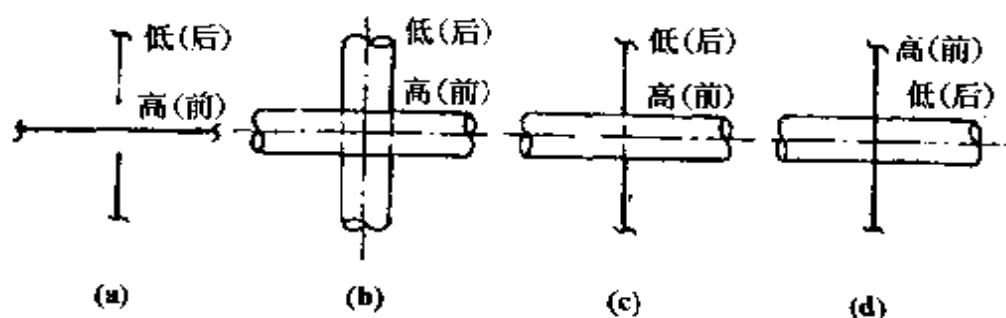


图 1-25 两根管线的交叉

(a)低管线的单线图 (b)低管线的双线图 (c)单双线相交的虚线图 (d)单线高于双线的虚线图

## (二)识读管线视图

识读管线视图,其方法有:

### 1. 看视图想形状

拿到一张管线视图,要先弄清它用哪几个视图表示这些管线的形状和走向,再看立面图与平面图、立面图与侧面图、侧面图与平面图之间有怎样的关系,然后想象这些管线的大概轮廓形状。

### 2. 对线条找关系

管线大概的轮廓想象出来后,利用对线条(即对投影关系)的方法,可以找出视图之间对应的投影关系。

### 3. 合起来想整体

读懂了各视图的各部分形状之后,再根据它们相应的投影关系综合想象,使之对各管线有一个完整的认识,在头脑中就可以将整个

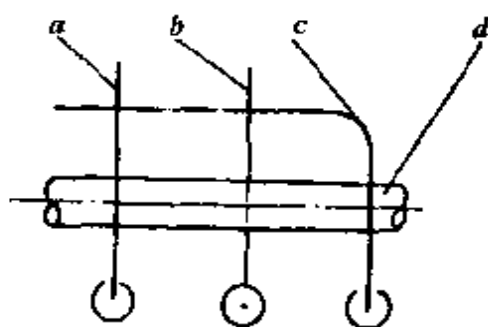


图 1-26 多根管线的交叉

管线的立体形状和空间走向完整地勾画出来。

图 1-27 为承插连接管线的双线图。从“看视图想形状”，知道这路管线是由两段立管 A、C 和两段横管 B、D 组成，形状大致如“Z”形。这路管线的连接形式就是承插连接。从“对线条找关系”，知道在立面图的左方看到的立管 C，它的上端有弯头与横管 B 连接；它的下端另有弯头同横管 D 连接，此处横管 D 积聚成为一个小圆。在侧面图上，横管 D 已完全显示清楚，而横管 B 则积聚成为一个小圆。在立面图和侧面图上可清晰看到立管 C，它在平面图上却积聚成一个小圆，同 C 管上端弯头的投影重合。最后“合起来想整体”，可知它是由来回弯和摇头弯共同组成的管线。

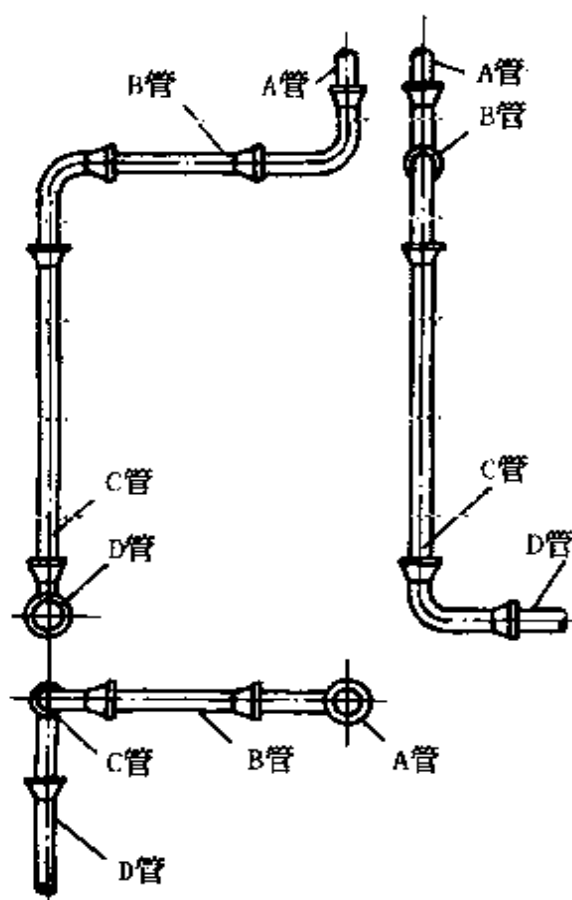


图 1-27 承插连接管线的双线图

#### 四、管道剖面图

管道图的图样，一定要完整、清楚地反映各路管线的真实形状和具体尺寸。按制图要求，看不见的管子、管件或机器设备应用虚线表示。当管线密集、布局复杂时，图样中虚线、实线纵横交错会难以辨认。为了清晰地表达管线真实形状以及管件、阀件内部或被遮盖部分的结构形状，制图中又规定了剖视图和剖面图的表达方法。

##### (一) 剖视图

为了清楚地反映管线的真实形状，以及管件、阀件的内部或被遮盖部分的结构形状，设想将物体剖切开，将在观察者和剖切面之间的部分移去，将其余部分向投影面投影，这样得到的图形称为剖视图，

如图 1-28 所示。

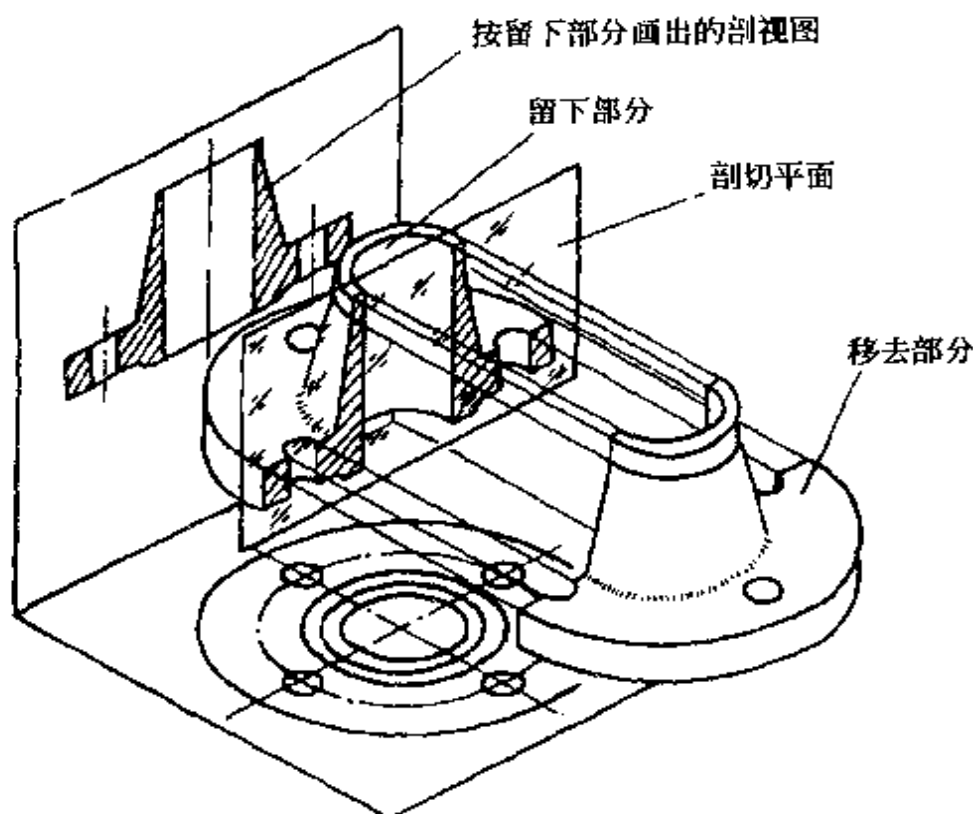


图 1-28 剖视图的基本概念

剖切物体之前,要先确定剖切位置,如图 1-29 所示。在平面图上对照剖切位置时,注上位置线并标清剖切符号和剖面编号,然后设想沿此位置线用平行于正立投影面的剖切平面将它切开,移去剖切平面的前面部分,把留下的部分向正立投影面重新投影,并在剖切平面剖到之处,画上  $45^\circ$  细斜线。

### 1. 剖视图标法

一组剖切符号应包括剖切位置、剖视方向和剖视图编号等。剖切位置用剖切位置线表示,绘制时用两小段粗短线表示,如图 1-29;投影方向用垂直于剖切位置线的带箭头的细实线表示;剖视图编号用阿拉伯数字或罗马数字按顺序编排,也可用大写汉语拼音字母或文字表示,标在各剖视图下方,并在该剖视图剖切位置的剖切线上标上相同符号,规定写在剖切线投影方向的一侧。

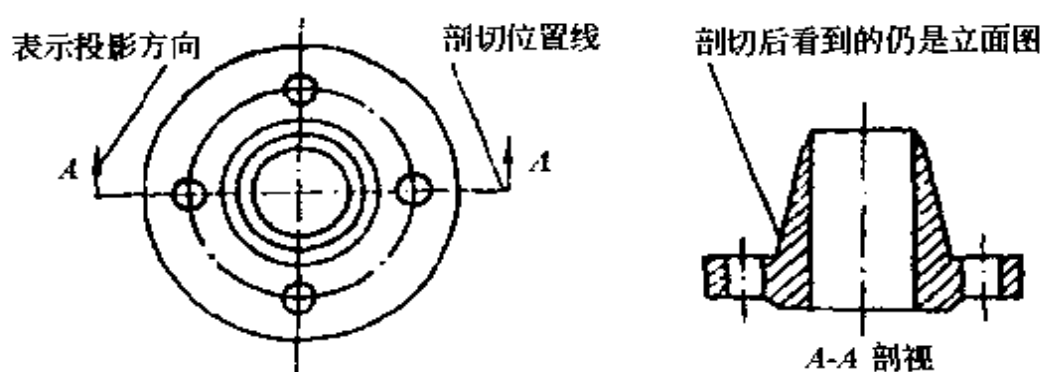


图 1-29 法兰的剖视图

## 2. 全视图

用一个剖切平面把物体完全剖开,然后重新投影画出的剖视图称为全剖视图。图 1-29 就是一个全剖视图。

## 3. 半剖视图

将有对称平面的物体向垂直于这一对称平面的投影面投影,所得到的图形以对称中心线为界,一半画成视图以显外形,另一半画成剖视图以示内形。以对称中心线为界,用半个视图反映物体外形,半个视图表示物体内形,这种图形称为半剖视图。图 1-30 所示,是内螺纹旋塞阀的半剖视图。

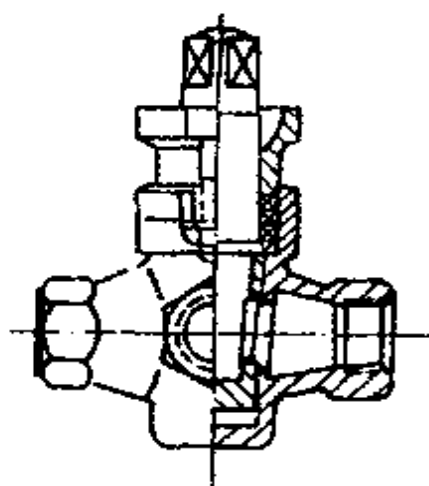


图 1-30 半剖视图

## 4. 局部剖视图

设想用剖切平面,把管件、阀件或设备的某一部分剖开画出的图形称为局部剖视图,剖视部分同视图间用波浪线分界,如图 1-31 所示。

### (二)剖面图

设想用剖切平面把物体的某一部分切断,将断面形状用正投影法重新投影,并在切断面上画上剖面符号,这种图样称剖面图。它与剖视图的区别是,

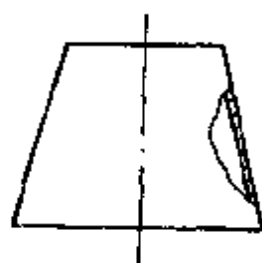


图 1-31 局部剖视图

只画出与剖切平面相接触的平面图形,不画出剖切平面后方未被剖切部分的投影,如图 1-32 所示。

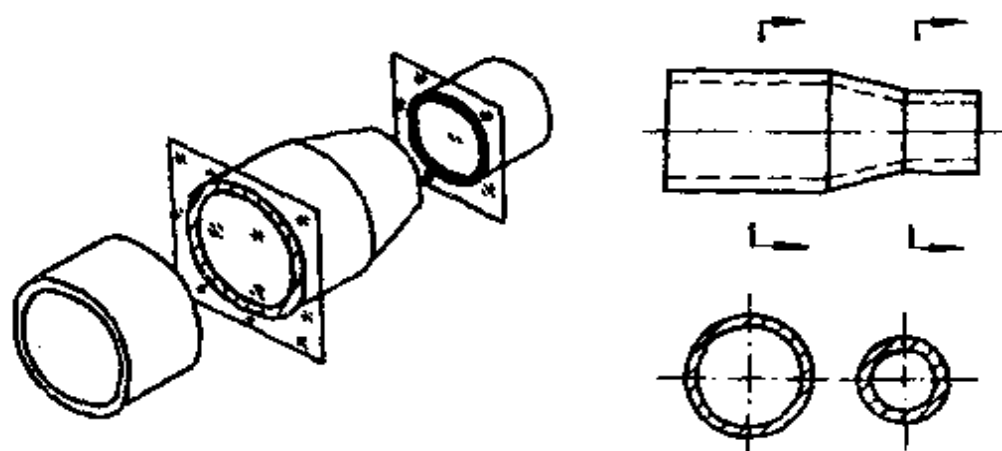


图 1-32 管子的剖面图

画剖面图时,要用剖切符号在正投影图中表示出剖切位置线及剖面图的投影方向。表 1-20 是一些材料的剖面符号。

表 1-20 剖面符号

金属材料(已有规定剖面符号者除外)			胶合板(不分层级)	
线圈绕组元件			基础周围的泥土	
非金属材料(已有规定剖面符号者除外)			混凝土	
格网(筛网、过滤网等)			钢筋混凝土	
玻璃及供观察用的其他透明材料			砖	
木材	纵剖面		液体	
	横剖面			

### 1. 重合剖面

在视图中将剖面旋转  $90^\circ$  后,重合在视图轮廓内画出的剖面称为重合剖面,如图 1-33 所示。重合剖面的轮廓线应画成细实线。

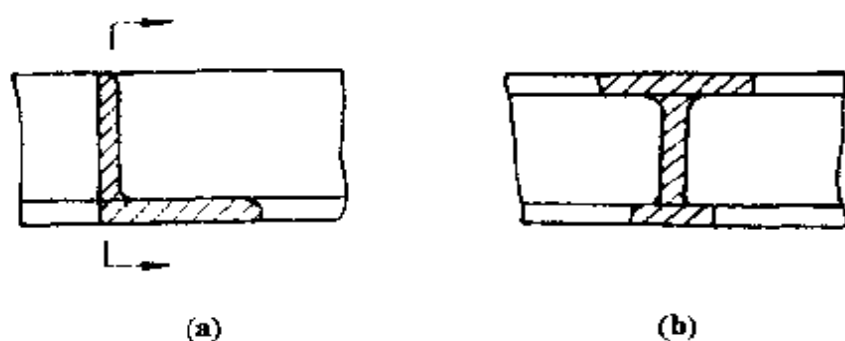


图 1-33 重合剖面  
(a)剖面 (b)重合剖面

## 2. 移出剖面

在视图中将剖面旋转  $90^\circ$ , 移到视图轮廓以外的位置画出的剖面称为移出剖面。它的轮廓线条要用粗实线表示, 如图 1-34 所示。

## 3. 分层剖面

在视图中用分层显示的方法表示物体剖面的图形, 称为分层剖面图, 如图 1-35 所示。

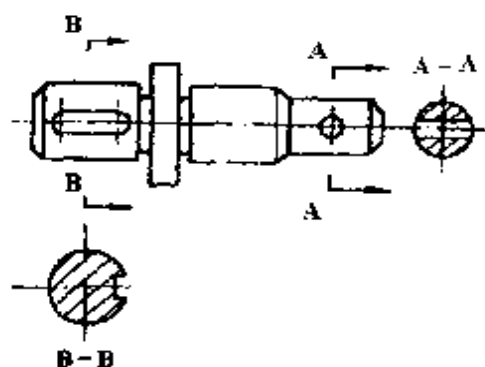


图 1-34 移出剖面

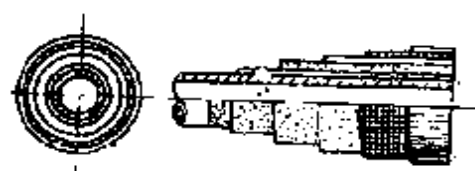


图 1-35 分层剖面

## 4. 转折剖面

用两个相互平行的剖切平面剖切, 得到的剖面图称为转折剖面, 也称阶梯剖。管线的转折剖面如图 1-36 所示。

## 五、识读管道施工图

在管道工程中, 管道施工图是用来表达和交流技术思想的重要

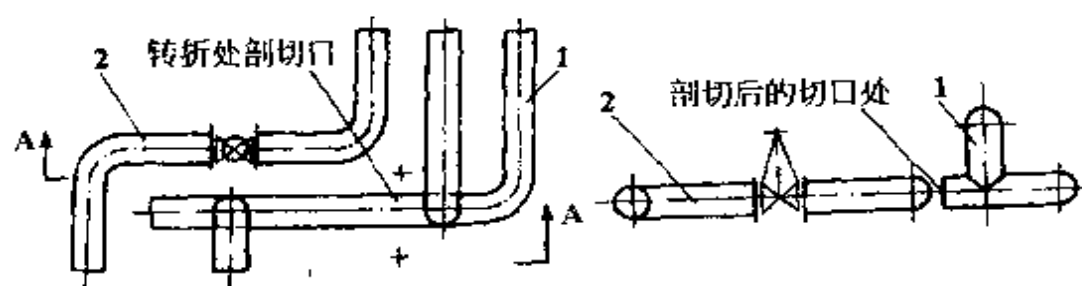


图 1-36 转折剖面





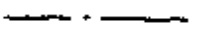

工具。设计人员用它来表达设计意图,施工人员依据它施工操作,故人们将其称为“工程的语言”。

### (一)符号及图例

#### 1. 线型

施工图中的管子与管件多半用统一的线型表示。表 1-21 是几种常用的线型,表中的  $b$ ,一般是  $0.4 \sim 1.2\text{mm}$ 。

表 1-21 管道图中常用的几种线型

序号	名称	线 型	宽度	适用范围及说明
1	粗实线		$b$	1. 主要管线 2. 图框线
2	中实线		$\frac{b}{2}$	1. 辅助管线 2. 分支管线
3	细实线		$\frac{b}{4}$	1. 管件、阀件的图线 2. 建筑物及设备轮廓线 3. 尺寸线、尺寸界线及引出线等
4	粗点画线		$b$	主要管线(在同一张图纸中,区别于粗实线所代表的管线)
5	点画线		$\frac{b}{4}$	1. 定位轴线 2. 中心线
6	粗虚线		$b$	1. 地下管线 2. 被设备所遮盖的管线



续表 1-21

序号	名称	线 型	宽度	适用范围及说明
7	虚线	-----	$\frac{b}{2}$	1. 设备内辅助管线 2. 自控仪表连接线 3. 不可见轮廓线
8	波浪线	~~~~~	$\frac{b}{4}$	1. 管件、阀件断裂处的边界线 2. 表示构造层次的局部界线

## 2. 管路的规定代号

输送各种液体和气体的管道,在管道图中一般采用实线表示。为要区别各种类型的管道,在线中应注上用汉语拼音字母表示的规定符号。其中介质为水的管路用 S 表示,上水管为 S,生产用上水管为 S<sub>1</sub>,生活用上水管为 S<sub>2</sub>,生产、生活和消防用水管为 S<sub>3</sub> 等。表 1-22 为液体和气体管路的代号。




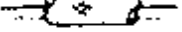
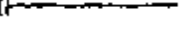
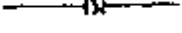



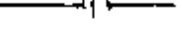
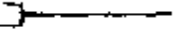


表 1-22 液体与气体管路的代号

类别	名 称	规定符号	类别	名 称	规定符号
1	上水管	S	13	氢气管	QQ
2	下水管	X	14	氯气管	YA
3	循环水管	XH	15	氨气管	AQ
4	化工管	H	16	沼气管	ZQ
5	热水管	R	17	乙炔管	YI
6	凝结水管	N	18	二氧化碳管	E
7	冷冻水管	L	19	鼓风管	GF
8	蒸气管	Z	20	通风管	TF
9	煤气管	M	21	真空管	ZK
10	压缩空气管	YS	22	乳化剂管	RH
11	氧气管	YQ	23	油管	Y
12	氮气管	DQ			









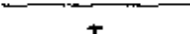
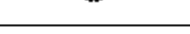






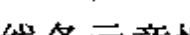





## 2. 管道图例

管件和阀件在施工图上多半用规定的图例表示,各种专业施工图都有各自不同的图例符号。表 1-23 是化工工艺管线常用管道图例符号。

表 1-23 化工工艺管线常用管道图例符号

名 称	图例符号	备 注
外露管		表示介质流向
管线固定支架		
保温管线		
带蒸气伴热的保温管线		
法兰盖(盲板)		注明厚度
8字盲板		注明操作开或操作关
椭圆形封头		
过滤器		箭头表示介质流向
孔板		注明法兰间距
活接头		内外螺纹连接(需要焊死 螺纹接口时应予注明)
快速接头		
方形补偿器		
波形补偿器		

续表 1-23

名 称	图例符号	备 注
闸 阀	 法兰连接	应注明型号
	 螺纹连接	
截止阀	 	①应注明介质流向 ②应注明型号
	 	
止回阀 (单流阀)	 	①应注明介质流向 ②应注明型号
	 	
旋塞阀		应注明型号
减压阀		应注明型号
取样阀		
疏水器	 	应注明型号
	 	
角式截止阀	 	应注明型号
	 	
液动阀 (气动阀)		应注明型号

#### 4. 设备图例

管道工程中设备的种类很多,设备的图例符号不仅在外形而且在内部的特征也要用简单的线条示意性地画出,图 1-37 是常用设备的图例。

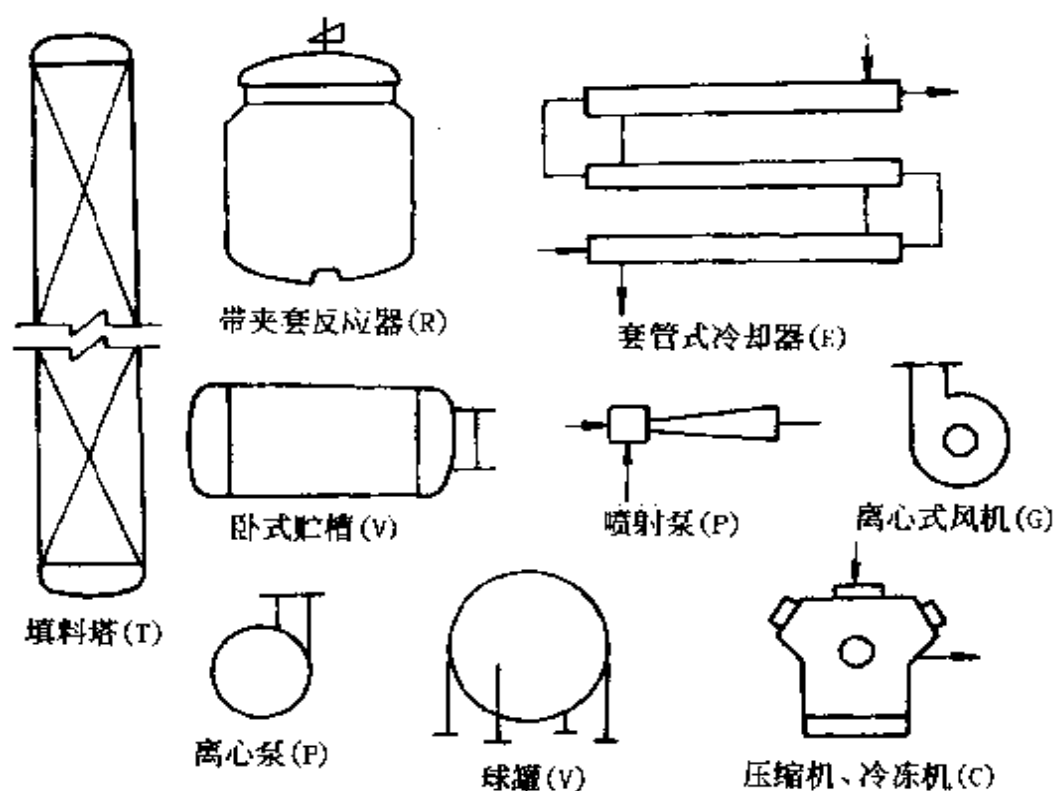


图 1-37 设备图例

## (二)管道施工图的表示方法

### 1. 标题栏

表 1-24 是常见标题栏的格式。

表 1-24 标题栏

(设计单位全称)					
设计			(图名或标题)		
校核					
审核					
设计项目			比例		图号
设计阶段					

### 2. 比例

管道图纸上的长短与实际大小相比的关系称为比例。画管道图

时,要根据管件、阀件的大小以及装置结构的复杂程度,选用不同的比例。表 1-25 为规定选用的比例,比例的代号为 M。

表 1-25 绘图比例

与实物相同	1:1					
缩小的比例	1:2	1:2.5	1:3	1:4	1:5	
	$1:10^n$	$1:2 \times 10^n$	$1:2.5 \times 10^n$	$1:5 \times 10^n$		
放大的比例	2:1	2.5:1	4:1	5:1	10:1	$(10 \times n):1$

注:表中  $n$  为正整数

### 3. 标高

标高用以表示管道的高度。在立面图中为表明管子的垂直间距,通常只注写相对标高而不注写间距尺寸。立面图的标高符号与平面图一样,在需要标注之处作引出线,如图 1-38 所示。管道的相对标高,一般以建筑物低层室内地坪为零,用 0.000 表示。低于地坪用负号表示,高于地坪用正号表示,单位一般为 m。远离建筑物的室外管道标高,多半用绝对标高表示。我国将青岛黄海平面定为绝对标高的零点。

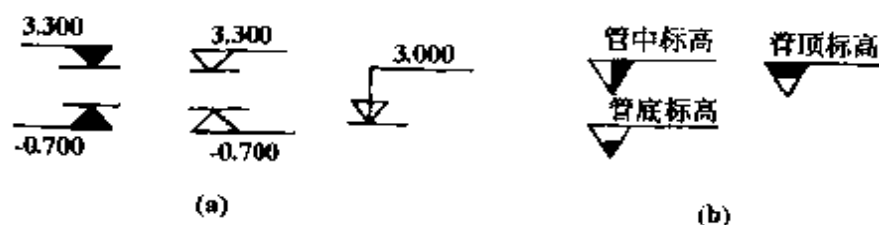


图 1-38 标高符号及标注

(a)管道的相对标高 (b)管道的绝对标高

### 4. 坡度与坡向

坡度的符号是  $i$ , 等号后应注上坡度值。坡向则用箭头表示, 如图 1-39 所示。

### 5. 方向标

管道图中的方向标一般是指北针。为便于实际施工时确定大方向, 指北针表示管道或建筑物的朝向, 如图 1-40 所示。

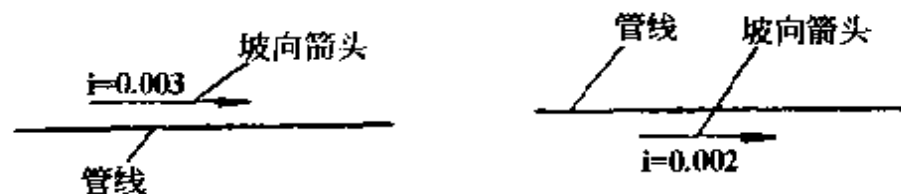


图 1-39 坡度及坡向的表示方式

## 6. 尺寸标注

管道施工图中注有详细尺寸,以作安装制作的主要依据,尺寸线则用来指出所注部位的尺寸。尺寸的符号由四部分组成,即尺寸界线、尺寸线、箭头(或起止线)及尺寸数字。尺寸数字单位取 mm,可免注单位,如图 1-41 所示。

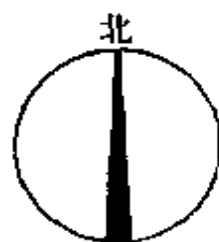


图 1-40 方向标

## 7. 管线的表示方法

管线的表示方法较多,有标编号和不标编号的,有标介质、温度和压力的,也有编管号和管子等级的。图 1-42 是简单的管线表示方法。图中  $L_1$  表示管线的编号; $\phi 159 \times 4$  表示管子的外径为 159mm,壁厚为 4mm;箭头表示介质流动的方向;还在平面图上标注管子的标高。

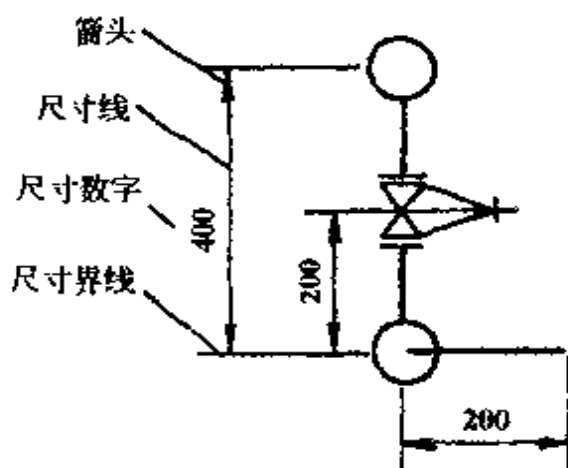


图 1-41 尺寸及尺寸单位的标注

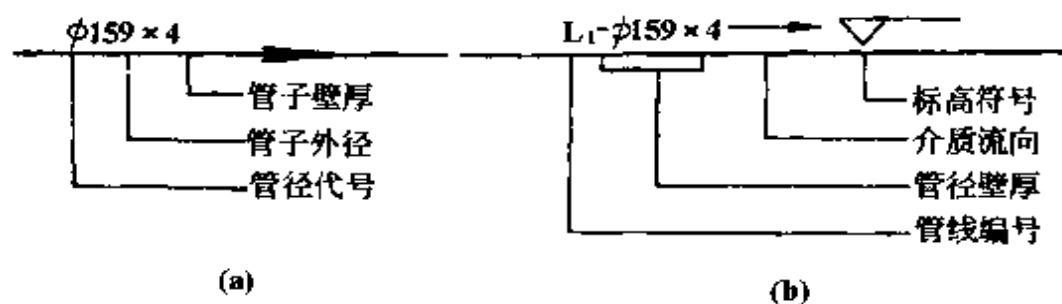


图 1-42 管线的表示方法

## 8. 识读管螺纹

连接管子所用的螺纹称为管螺纹,它分为圆柱形管螺纹和圆锥形管螺纹两种,如图 1-43(a)所示。圆柱形管螺纹的牙型代号为 G,如 G 1/2"表示管子的内径为 1/2 英寸。绘图时,管螺纹的外径即牙尖用粗实线画出,内径即牙底用细实线画出,管螺纹终止处用粗实线表示,如图 1-43(b)所示。

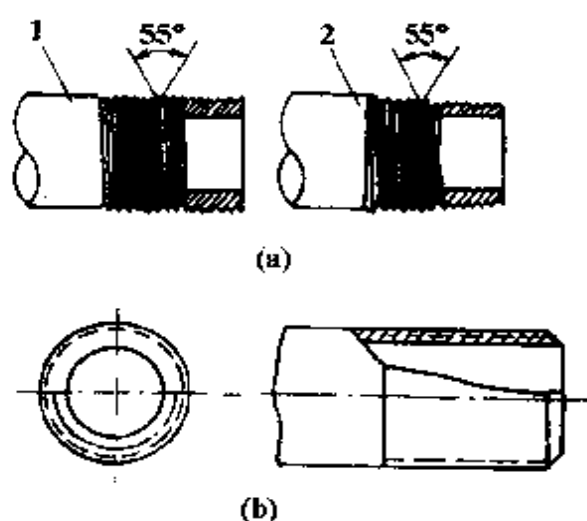


图 1-43 管螺纹及其画法

(a)两种管螺纹

1. 圆柱形管螺纹 2. 圆锥形管螺纹

(b)管螺纹的立体图和投影图

### (三)识读管道施工图

#### 1. 识读单张图纸

拿到图纸先看标题栏,再看图纸上所画的图样和数据。阅读标题栏可知图纸的名称、工程项目、设计阶段、图号以及比例等。

平面图的右上角一般画有指北针,表示管道和建筑物的朝向,施工操作时管道的走向以它来确定。图纸上的剖切符号、节点符号和详图等,应由大到小、由粗到细认真识读。对图上的每一根管线,要弄清其编号、管径大小、介质流向、管道尺寸、标高、材质以及管线的始点和终点。对管线中的管配件,应弄清阀门、法兰、温度计……的名称、种类、型号以及数量等。

#### 2. 识读整套图纸

管道施工图中,一般包括图纸目录、施工图说明、设备材料表、流程图、平面图、立(剖)面图以及轴测图等。拿到一套图纸时,先要看图纸目录,其次是施工图说明和材料设备表,再看流程图、平面图、立(剖)面图及轴测图。

(1)识读流程图应弄清以下内容:

①设备的数量、名称和编号。

②管子、管件、阀门的规格和编号。

③介质的流向及工艺流程的全过程。

(2)识读平面图应弄清以下内容:

①建筑物构造、轴线分布及其尺寸。

②各设备的编号、名称、定位尺寸、接管方向及其标高。

③各路管线的编号、规格、介质名称、坡度坡向、平均定位尺寸、标高尺寸以及阀门的位置情况。

④各路管线的起点和终点,以及管线与管线、管线与设备或建筑物之间的位置关系。

(3)识读立(剖)面图弄清以下内容:

①建筑物的构造、层次分布及其尺寸。

②各设备的立面布置、编号、规格、介质流向以及标高尺寸等。

③各路线的编号、规格、立面定位尺寸、标高尺寸和阀门手柄朝向及其定位尺寸。

④各路管线立面间以及管线与设备、建筑物之间的位置关系。

## 六、管配件的展开图

加工制作管道的管配件,应先求得展开图,再划线下料。将管配件的表面,按其实际形状和大小摊平在一个平面上,称为立体表面的展开,展开得到的图形称为展开图或放样图。

### 1. 圆管的展开图

根据投影图作展开图,其方法是在断面图上把圆管 12 等分,顺序标号为 1、2、3、4、5、6、7、6、5、4、3、2、1,这 13 点分的总长度即展开的管子的圆周长  $\pi D$ ,宽度为圆管宽度  $h$ ,如图 1-44 所示。

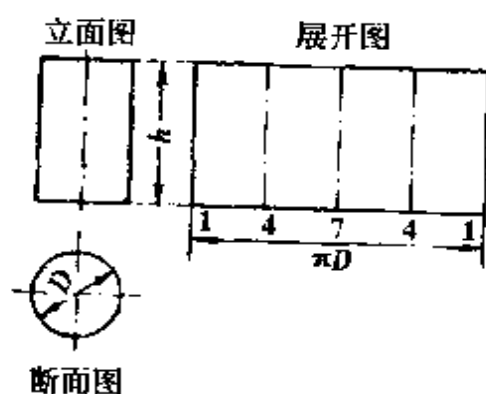


图 1-44 圆管的展开图

### 2. 马蹄弯的展开图

图 1-45(a)为任意角度马蹄弯的立体图和投影图,其展开图如图 1-45(b)所示。



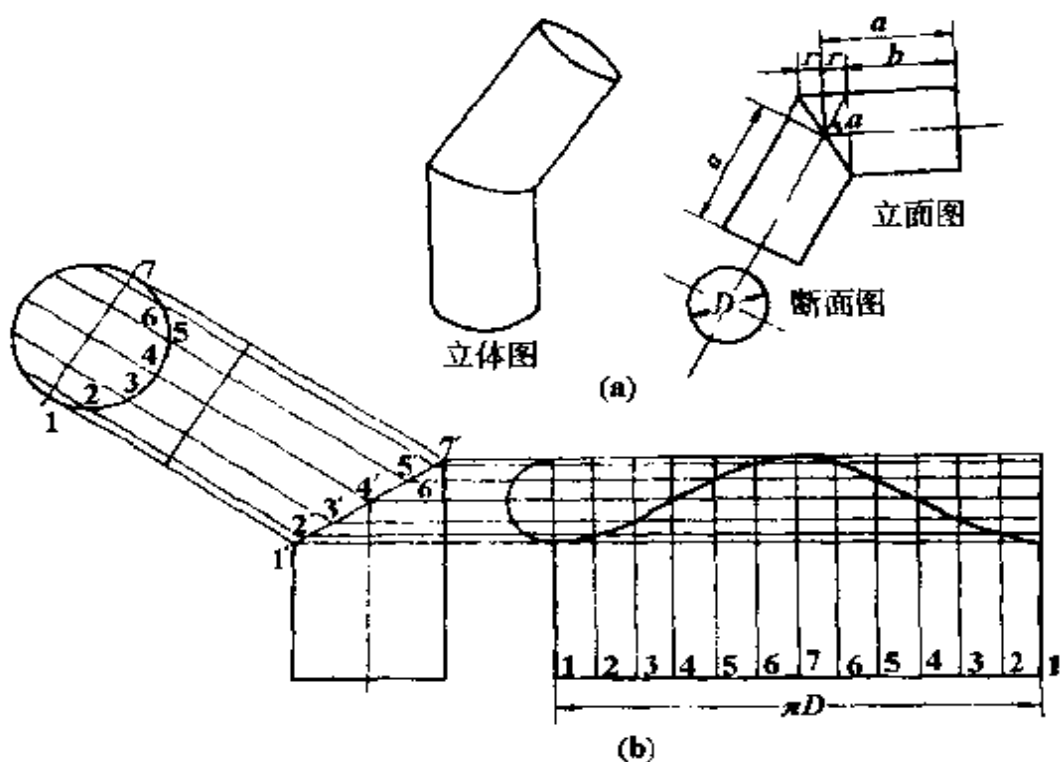


图 1-45 马蹄弯展开图

(a)马蹄弯的立面、断面图 (b)马蹄弯的展开图

马蹄弯展开图作图的步骤是：

(1)画出立面图和断面图。

(2)把断面图中半个圆分成 6 等分,顺序标号为 1、2、3、4、5、6、7。

(3)从圆周各等分点向下侧引圆管中心线的平行线,与投影接合线相交,得出交点为 1'、2'、3'、4'、5'、6'、7'。

(4)将圆管周长按 12 等分展开成水平线,自左至右得其相应点的标号为 1、2、3、4、5、6、7、6、5、4、3、2、1。

(5)在展开的水平线上,由各等分点作垂直线,并同由投影接合线上各点 1'、2'、3'、4'、5'、6'、7'引来的水平线相交。

(6)用光滑曲线连接各垂直线同水平线的相应交点,即得到展开图。

### 3. 虾壳弯的展开图

虾壳弯由若干带有斜截面的直管段构成,其组成的节一般有两

个端节与若干中节,端节为中节的一半。图 1-46(a)为  $90^\circ$  单节虾壳弯的立体图。

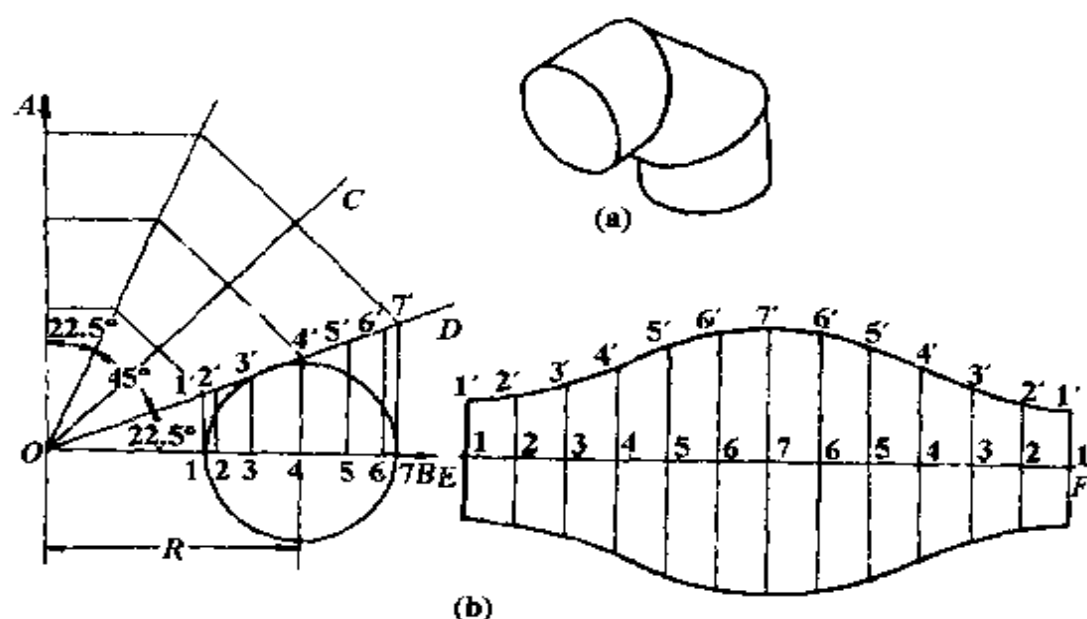


图 1-46 单节虾壳弯的展开图

(a)  $90^\circ$  单节虾壳弯立体图 (b) 单节虾壳弯的展开图

虾壳弯展开图的绘制步骤如下,见图 1-46(b):

(1) 作  $\angle AOB = 90^\circ$ , 以  $O$  为圆心, 弯头半径  $R$  为弯曲半径, 画出虾壳弯的中心线。

(2) 由于整个弯管由一个中节和两个端节组成, 故作端节的中心角  $\angle DOB = 22.5^\circ$ 。

(3) 以弯管的中心线与  $OB$  的交点为圆心, 以管子外径的  $1/2$  为半径画圆, 并将半圆 6 等分。

(4) 经半圆上的各等分点作垂直于  $OB$  的直线, 各垂直线与  $OB$  线相交各点的序号为 1、2、3、4、5、6、7, 与  $OD$  线相交各点的序号为 1'、2'、3'、4'、5'、6'、7'。四边形 1、1'、7'、7 是该弯头的端节。

(5) 把端节左右、上下对称展开, 在图右  $OB$  延长线上画直线  $EF$ , 在  $EF$  上量出管外径的周长并 12 等分, 自左至右等分点顺序标号为 1、2、3、4、5、6、7、6、5、4、3、2、1。通过各等分点作垂直线。

(6) 以直线  $EF$  上的各等分点为基点, 分别截取 11'、22'、33'、44'、

55'、66'、77' 线段长,画在  $EF$  相应的垂直线上,把所得的各交点用光滑的曲线连接,即成端节的展开图。若在端节展开图的另一半,同样对称地截取 11'、22'、33'、44'、55'、66'、77' 用光滑曲线连接,即成中节的展开图。

#### 4. 三通的展开图

图 1-47(a)是同径直交三通的立体图和投影图。

三通展开图的作图步骤见图 1-47(b)。

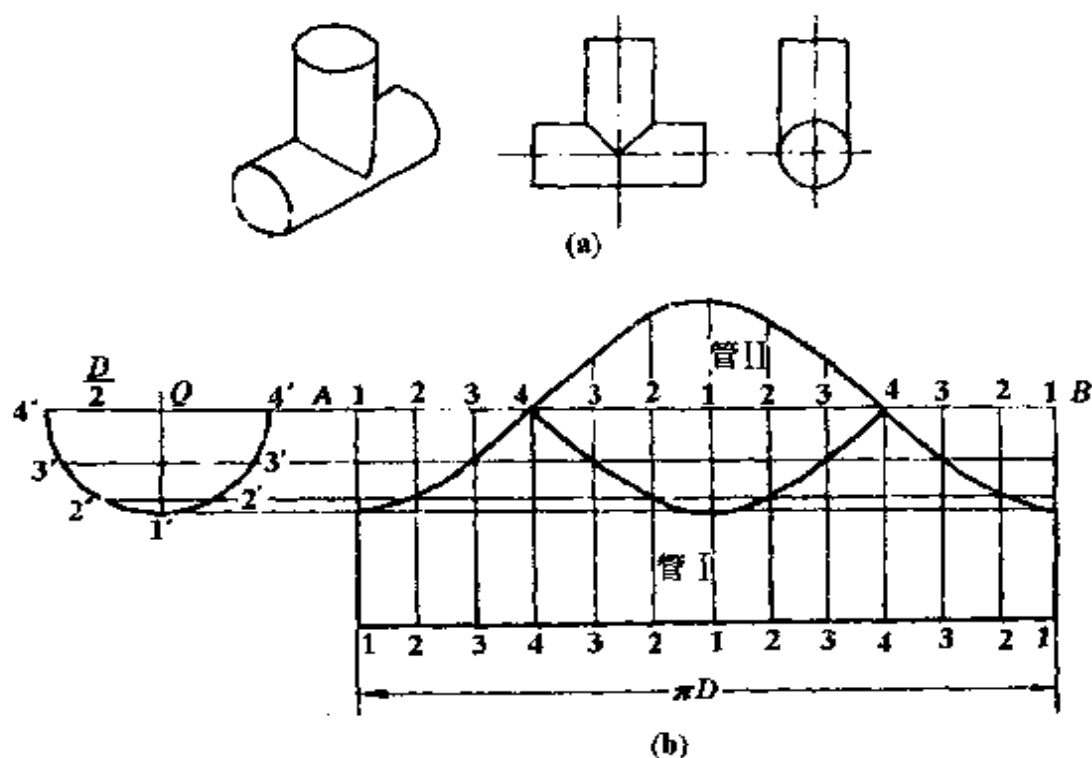


图 1-47 三通的展开图

(a)三通的立体图和投影图 (b)三通展开图

(1)以  $O$  为中心,以  $1/2$  管外径为半径作半圆并 6 等分,等分点为 4'、3'、2'、1'、2'、3'、4'。

(2)将半径上的直线 4' - 4' 向右引延长线  $AB$ ,在  $AB$  上量取管外径的周长并 12 等分,自左至右等分点的顺序标号为 1、2、3、4、3、2、1、2、3、4、3、2、1。

(3)作直线  $AB$  上各等分点的垂直线,并由半圆上各等分点(1'、

2'、3'、4')向右引水平线与各垂直线相交。

(4)以直线  $AB$  为对称线,将 4-4 范围内的垂直线对称向上截取,并连成光滑的曲线,即得管 II 展开图。

#### 5. 大小头的展开图

图 1-48 是同心大小头的展开图,其绘制的步骤如下:

(1)绘出大小头的立面图。

(2)以  $ac$  为直径作大头的半圆并 6 等分,每一等分的弧长为  $A$ 。

(3)以  $bd$  为直径作小头的半圆并 6 等分,每一等分的弧长为  $B$ 。

(4)延长斜边  $ab$  及  $cd$  相交于  $O$  点。

(5)以  $oa$  与  $ob$  为半径画圆弧  $EF$  与  $CH$ ,分别为大头及小头的圆周长,连接  $E$ 、 $F$ 、 $G$ 、 $H$  四点,即是大小头的展开图。

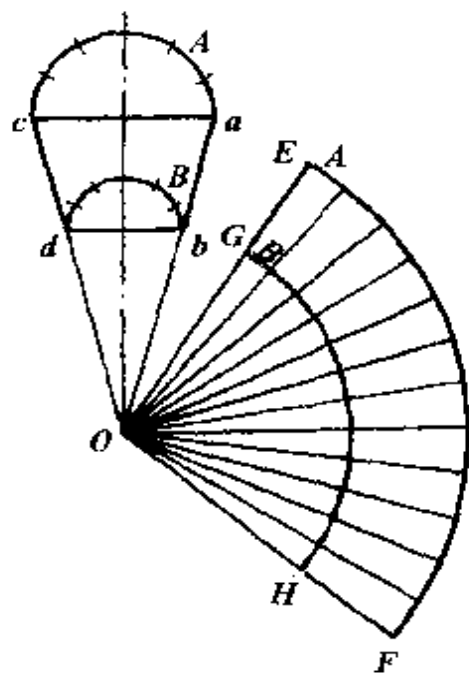


图 1-48 同心大小头展开图

## 第四节 水暖管道工程常用规范

### 一、总则

为了提高工业金属管道工程的施工水平,保证工程质量,制订本规范。本规范适用于设计压力不大于 42MPa,设计温度不超过材料允许的使用温度的工业金属管道(以下简称“管道”)工程的施工及验收。本规范不适用于核能装置的专用管道、矿井专用管道及长输管道。管道的施工应按设计文件施行。当修改设计时应经原设计单位确认,并经建设单位同意。现场组装的机器或设备所属管道,应按制造厂的技术文件施行,但质量标准不得低于本规范的规定。管道的施工除应执行本规范外,尚应执行国家现行有关标准、规范的规定。

## 二、术语

### 1. 管道

由管道组成件和管道支承件组成,用以输送、分配、混合、分离、排放、计量、控制或阻止流体流动的管子、管件、法兰、螺栓连接、垫片、阀门和其他组成件或受压部件装配总成。

### 2. 管道组成件

用于连接或装配管道的元件。包括管子、管件、法兰、垫片、紧固件、阀门及膨胀接头、挠性接头、耐压软管、疏水器、过滤器和分离器等。

### 3. 管道支承件

管道安装件和附着件的总称。

### 4. 安装件

将负荷从管子或管道附着件上传递到支承结构或设备上的元件。它包括吊杆、弹簧支吊架、斜拉杆、平衡锤、松紧螺栓、支撑杆、链条、导轨、锚固件、鞍座、垫板、滚柱、托座和滑动支架等。

### 5. 附着件

用焊接、螺栓连接或夹紧等方法附装在管子上的零件。它包括吊、吊(支)耳、圆环、夹子、吊夹、紧固夹板和裙式管座等。

### 6. 剧毒流体

如有极少量这类物质泄漏到环境中,被人吸入或与人体接触,即使迅速治疗,也能对人体造成严重的和难以治疗的伤害。这种物质相当于现行国家标准《职业性接触毒物危害程度分级》中Ⅰ级危害程度的毒物。

### 7. 有毒流体

这类物质泄漏到环境中,被人吸入或与人体接触,如治疗及时不致对人体造成不易恢复的危害。这种物质相当于现行国家标准《职业性接触毒物危害程度分级》中Ⅱ级以下危害程度的毒物。

### 8. 可燃流体

在生产操作条件下,可以点燃和连续燃烧的气体或可以汽化的

液体。

### 9. 流体输送管道

系指设计单位在综合考虑了流体性质、操作条件以及其他构成管理设计等基础因素后,在设计文件中所规定的输送各种流体的管道。流体可分为剧毒流体、可燃流体、非可燃流体和无毒流体。

### 10. 热弯

温度高于金属临界点  $AC_1$  时的弯管操作。

### 11. 冷弯

温度低于金属临界点  $AC_1$  时的弯管操作。

### 12. 热态紧固

防止管道在工作温度下,因受热膨胀招致可拆连接处泄漏而进行的紧固操作。

### 13. 冷态紧固

防止管道在工作温度下,因冷缩招致可拆连接处泄漏而进行的紧固操作。

### 14. 100%射线照相检验

对指定的一批管道的全部环向对接焊缝所作的全圆周射线检验和对纵焊缝所作的全长度射线检验。

### 15. 抽样射线照相检验

在一批指定的管道中,对某一规定百分比的环向对接焊缝所作的全圆周的射线检验。它只适用于对接焊缝。

### 16. 压力试验

以液体或气体为介质,对管道逐步加压,达到规定的压力,以检验管道强度和严密性的试验。

### 17. 泄漏性试验

以气体为介质,在设计压力下,采用发泡剂、显色剂、气体分子感测仪或其他手段等检查管道系统中泄漏点的试验。

### 18. 复位

已安装合格的管道,拆开后重新恢复原有状态的过程。

### 19. 单线图

将每条管道按照轴侧投影的绘制方法,画成以单线表示的管道空视图。

### 20. 自由管段

在管道预制加工前,按照单线图选择确定的可以先行加工的管段。

### 21. 封闭管段

在管道预制加工前,按照单线图选择确定的、经实测安装尺寸后再行加工的管段。

## 三、管道组成件及管道支承件的检验

(1)管道组成件及管道支承件必须具有制造厂的质量证明书,其质量不得低于国家现行标准的规定。

(2)管道组成件及管道支承件的材质、规格、型号、质量应符合设计文件的规定,并按国家现行标准进行外观检验,不合格者不得使用。

(3)合金钢管道组成件应采用光谱分析或其他方法对材质进行复查,并应做标记。合金钢阀门的内件材质应进行抽查,每批(同制造厂、同规格、同型号、同时到货,下同)抽查数量不得少于1个。

(4)防腐衬里管道的衬里质量应符合国家现行标准(工业设备、管道防腐蚀工程施工及验收规范)的规定。

(5)下列管道的阀门,应逐个进行壳体压力试验和密封试验,不合格者不得使用。

①输送剧毒流体、有毒流体、可燃流体管道的阀门。

②输送设计压力大于1MPa或设计压力小于等于1MPa,且设计温度小于-29℃或大于186℃的非可燃流体、无毒流体管道的阀门。

(6)输送设计压力小于等于1MPa且设计温度为-29~186℃非可燃流体,无毒流体管道的阀门,应从每批抽查10%,且不得少于1个,进行壳体压力试验和密封试验。当不合格时应加倍抽查,仍不合格时该批阀门不得使用。

(7)阀门的壳体试验压力不得小于公称压力的 1.5 倍,试验时间不得少于 1min,以壳体填料无渗漏为合格;密封试验宜以公称压力进行,以阀瓣密封面不漏为合格。

(8)试验合格的阀门,应及时排尽内部积水并吹干。除需要脱脂的阀门外,密封面上应涂防锈油,关闭阀门封闭出入口,做出明显的标记,并应填写“阀门试验记录”。

(9)公称压力小于 1MPa,且公称直径大于或等于 600mm 的闸阀,可不单独进行壳体压力试验和闸板密封试验。壳体压力试验宜在系统试压时按管道系统的试验压力进行试验,闸板密封试验可采用色印方法进行检验,结合面上的色印应连续。

(10)安全阀应按设计文件规定的开启压力进行试调。调压时压力应稳定,每个安全阀启闭试验不得小于 3 次。调试后应按本规范规定格式填写“阀门试验记录”。

(11)带有蒸气夹套的阀门,夹套部分应以 1.5 倍的蒸气工作压力进行压力试验。

(12)设计文件要求进行低温冲击韧性试验的材料,供货方应提供低温冲击性试验结果的文件,其指标不得低于设计文件的规定。

(13)设计文件要求进行晶间腐蚀试验的不锈钢管子及管件,供货方应提供晶间腐蚀试验结果的文件,其指标不得低于设计文件的规定。

(14)管道组成件及管道支承件在施工过程中应妥善保管,不得混淆或损坏,其色标或标记应明显清晰。材质为不锈钢、有色金属的管道组成件及管道支承件,在储存期间不得与碳素钢接触。暂时不能安装的管子,应封闭管口。

#### **四、管道加工**

##### **1. 切割管子**

(1)管子切断前应移植原有标记,低温钢管及钛管严禁使用钢印。

(2)碳素钢管、合金钢管宜采用机械方法切割。当用氧乙炔火焰



切割时,必须保证尺寸正确和表面平整。

(3)不锈钢管、有色金属管应采用机械或等离子方法切割。不锈钢管及钛管用砂轮切割或修磨时,应使用专用砂轮片。

(4)镀锌钢管宜用钢锯或机械方法切割。

(5)管子表面应平整,无裂纹、重皮、毛刺、凸凹、缩口、熔渣、氧化物和铁屑等。

①切口表面应平整,无裂纹、重皮、毛刺、凸凹、缩口、熔渣、氧化物和铁屑等。

②切口端面倾斜偏差  $\Delta$  (如图 1-49 所示)不应大于管子外径的 1%,且不超过 3mm。

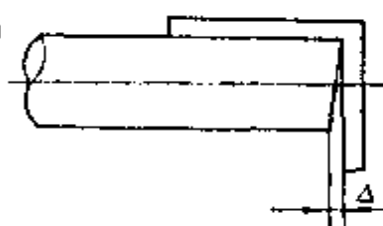


图 1-49 管子切口端面倾斜偏差

## 2. 制作弯管

(1)弯管宜采用壁厚为正公差管子制作。当用负公差的管子制作弯管时,管子弯曲半径与弯管前管子壁厚关系应符合表 1-26 的规定。

表 1-26 弯曲半径与管子壁厚的关系

弯曲半径 $R$	弯管前管子壁厚	弯曲半径 $R$	弯管前管子壁厚
$R \geq 60N$	$1.06T_m$	$5DN > R \geq 4DN$	$1.11T_m$
$6DN > R \geq 5DN$	$1.08T_m$	$4DN > R \geq 3DN$	$1.25T_m$

注:  $T_m$  为设计壁厚

(2)高压钢管的弯曲半径宜大于管子外径的 5 倍,其他管子的弯曲半径宜大于管子外径的 3.5 倍。

(3)有缝管制作弯管时,焊缝应避免受拉(压)区。

(4)钢管应在其材料特性允许范围内冷弯或热弯。

(5)有色金属加热制作弯管时,其温度范围应符合表 1-27 的规定。

(6)采用高合金钢管或有色金属管制作弯管时,宜用机械方法。当充砂制作弯管时,不得用铁锤敲击。铅管加热制作弯管时,不得充砂。

表 1-27 有色金属管加热温度范围

管道材质	加热温度范围(℃)	管道材质	加热温度范围(℃)
钢	500 ~ 600	铝锰合金	< 450
铜合金	600 ~ 700	钛	< 350
铝 11 ~ 17	150 ~ 260	铅	100 ~ 130
铝合金 LF2、LF3	200 ~ 310		

(7) 钢管的热弯或冷弯后的热处理,应符合以下规定:

①除制作弯管温度自始至终保持在 900℃ 以上的情况外,壁厚大于 19mm 的碳素钢制作弯管后,应按表 1-28 的规定进行热处理。

表 1-28 常用管材热处理条件

管材类别	名义成分	管材牌号	热处理温度(℃)	加热速率	恒温时间	冷却速率
中、低合金钢	C	10、15、20、25	600 ~ 650	当加热温度升至 400℃ 时,加热速率不应大于 $205 \times 25/T$ °C/h	恒温时间应为每 25mm 壁厚 1h,且不得少于 15min,在恒温期间内最高与最低温差应小于 65	恒温后的冷却速率不应超过 $260 \times 25/T$ °C/h,且不得大于 260°C/h,400℃ 以下可自然冷却
	C-Mn	16Mn、16MnR	600 ~ 650			
	C-Mn-V	09MnV	600 ~ 700			
		15MnV	600 ~ 700			
	C-Mo	16Mo	600 ~ 650			
	C-Cr-Mo	12CrMo	600 ~ 650			
		15CrMo	700 ~ 750			
		12Cr2Mo	700 ~ 760			
		5Cr1Mo	700 ~ 760			
		9Cr1Mo	700 ~ 760			
	C-Cr-Mo-V	12Cr1MoV	700 ~ 760			
	C-Ni	2.25Ni	600 ~ 650			
		3.5Ni	600 ~ 630			

注:  $T$  - 管材厚度

②当表 1-28 所列的中、低合金钢管进行热弯时,对公称直径大

于或等于 100mm,或壁厚大于或等于 13mm 的,应按设计文件要求进行完全退火、正火加回火处理。

③当表 1-28 所列的中、低合金钢管进行冷弯时,对公称直径大于或等于 100mm,或壁厚大于或等于 13mm 的,应按表 1-28 的要求进行热处理。

④奥氏体不锈钢制作的弯管,可不进行热处理。当设计文件要求热处理时,应按设计文件规定进行。

(8)弯管质量应符合下列规定:

①不得有裂纹(目测或依据设计文件规定)。

②不得存在过烧、分层等缺陷。

③不宜有皱纹。

④测量弯管任一截面上的最大外径与最小外径差,当承受内压时其值不得超过表 1-29 的规定。

表 1-29 弯管最大外径与最小外径之差

弯 管 名 称	最大外径与最小外径之差
输送剧毒流体的钢管或设计压力 $P \geq 10\text{MPa}$ 的钢管	为制作弯管前管子外径的 5%
输送剧毒流体的钢管或设计压力小于 10MPa 的钢管	为制作弯管前管子外径的 8%
钛管	为制作弯管前管子外径的 8%
铜、铝管	为制作弯管前管子外径的 9%
铜合金、铝合金管	为制作弯管前管子外径的 8%
铅管	为制作弯管前管子外径的 10%

⑤输送剧毒流体或设计压力  $P$  大于或等于 10MPa 的弯管,制作弯管前、后的壁厚之差,不得超过制作弯管前管子壁厚的 10%。其他弯管,制作弯管前、后的管子壁厚之差,不得超过制作弯管前管子壁厚的 15%,且均不得小于管子的设计壁厚。

⑥输送剧毒流体或设计压力  $P$  大于或等于 10MPa 的弯管,管端中心偏差  $\Delta$  不得超过 1.5mm/m。当直管长度  $L$  大于 3m 时,其偏差不得超过 5mm。

其他类别的弯管,管端中心偏差值  $\Delta$ (图 1-50)不得超过 3mm/m。当直管长度  $L$  大于 3m 时,其偏差不得超过 10mm。

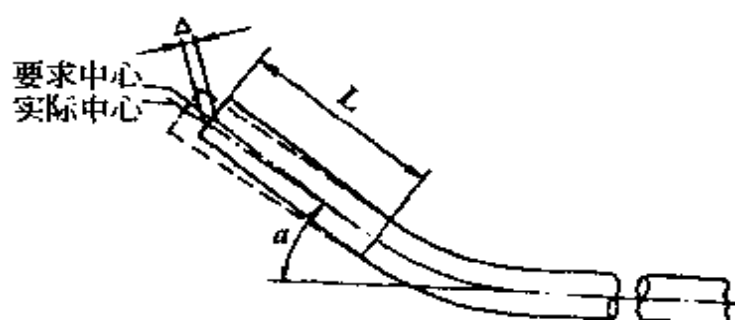


图 1-50 弯曲角度及管端中心偏差

(9) II 形弯管的平面度允许偏差  $\Delta$ (图 1-51)应符合表 1-30 的规定。

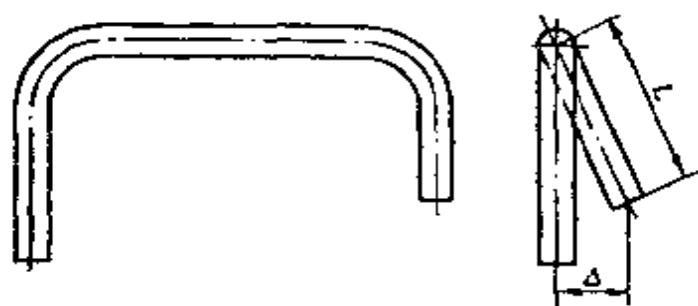


图 1-51 II 形弯管的平面度

表 1-30 II 形弯管的平面度允许偏差

II 形弯管(mm)	< 500	500 ~ 1000	> 1000 ~ 1500	> 1500
平面度 $\Delta$	$\leq 3$	$\leq 4$	$\leq 6$	$\leq 10$

(10) 高压钢管制弯管后,应进行表面无损探伤,需要热处理的应在热处理后进行。当有缺陷时,可进行修磨。修磨的弯管壁厚不得小于管子公称壁厚的 90%,且不得小于设计壁厚。

(11) 高压钢管弯管加工合格后,应按本规范规定的格式填写“高压管件加工记录”。

### 3. 加工卷管

(1) 卷管的同一筒节上的纵向焊缝不宜大于两道,两缝间距不宜小于 200mm。

(2)卷管组对时,两纵缝间距应大于 100mm。支管外壁距焊缝不宜小于 50mm。

(3)卷管对接焊缝的内壁错边量应符合表 1-33 的规定。

(4)卷管的周长偏差及圆度偏差应符合表 1-31 的规定。

表 1-31 周长偏差及圆度偏差 单位:mm

公称直径	< 800	800 ~ 1200	1300 ~ 1600	1700 ~ 2400	2600 ~ 3000	> 3000
周长偏差	± 5	± 7	± 9	± 11	± 13	± 15
圆度偏差	外径的 1%, 且不应大于 4	4	6	8	9	10

(5)卷管的校圆样板的弧长应为管子周长的 1/6 ~ 1/4,样板与管内壁的不贴合间隙应符合以下规定:

①对接纵缝处不得大于壁厚的 10%,且不得大于 3mm。

②离管端 200mm 的对接纵缝不得大于 2mm。

③其他部位不得大于 1mm。

(6)卷管端面与中心线的垂直偏差不得大于管子外径的 1%,且不得大于 3mm。平直度偏差不得大于 1mm/m。

(7)焊缝不能双面成型的卷管,当公称直径大于或等于 600mm 时,宜在管内进行封底焊。

(8)在卷管加工过程中,应防止板材表面损伤。对有严重伤痕的部位必须进行修磨,使其圆滑过渡,且修磨处的壁厚不得小于设计壁厚。

(9)卷管的加工规格、尺寸应符合设计文件的规定,质量应符合本规范相应质量等级的规定。

#### 4. 管口翻边

(1)翻边连接的管子,应每批抽 10%,且不得小于两根进行翻边试验。当有裂纹时,应进行处理重做试验。当仍有裂纹时,该批管子应逐根试验,不合格的不得使用。

(2)铝管管口翻边使用胎具时可不加热,当需要加热时,温度应为 150 ~ 200℃。铜管管口翻边加热温度应为 300 ~ 350℃。

(3)管口翻边后,不得有裂纹、豁口及褶皱等缺陷,并应有良好的密封面。

(4)翻边端面与管中心线应垂直,允许偏差为 1mm,厚度减薄率不应大于 10%。

(5)管口翻边后的外径及转角半径应能保证螺栓及法兰自由装卸,法兰与翻边平面的接触应均匀、良好。

#### 5. 加工夹套管

(1)夹套管预制时,应预留调整管段,其调节裕量宜为 50 ~ 100mm。

(2)夹套管的加工,应符合设计文件的规定。当主管有焊缝时,该焊缝应按相同类别管道的探伤比例进行射线照相检验,并经试压合格后方可封入夹套。

(3)套管与方管间隙应均匀,并按设计文件规定焊接支承块。支承块不得妨碍主管与套管的胀缩。

(4)主管加工完毕后,焊接部位应裸露进行压力试验。试验压力应以主管的内部或外部设计压力大者为基准进行,稳压 10min,经检验无泄漏,目测无变形后降至设计压力,停压 30min,以不降压、无渗漏为合格。

(5)夹套管加工完毕后,套管部分应按设计压力的 1.5 倍进行压力试验。

(6)弯管的夹套组焊,应在主管弯曲完毕并经探伤合格后进行。

(7)输送熔融介质管道的内表面焊缝应平整光滑,不得有突出的焊瘤,其质量应符合设计文件的规定。

(8)当夹套组装有困难时,套管可采用部分组焊的形式,其复原焊接应保证质量。

(9)夹套的主管管件应使用无缝或压制对接管件;不得使用斜接弯头。

(10)夹套弯管的套管和主管应保证其同轴度,偏差不得超过3mm。

## 五、加工管道

(1)管道焊接应按现行国家标准的有关规定进行。

(2)管道焊缝位置应符合以下规定:

①直管段上两对接焊口中心面间的距离,当公称直径大于或等于150mm时,不应小于150mm;当公称直径小于150mm时,不应小于管子外径。

②焊缝距离弯管(不包括压制、热推或中频弯管)起弯点不得小于100mm,且不得小于管子外径。

③卷管的纵向焊缝应置于易检修的位置,且不宜在底部。

④环焊缝距支、吊架净距不应小于50mm;需热处理的焊缝距支、吊架不得小于焊缝宽度的5倍,且不得小于100mm。

⑤不宜在管道焊缝及其边沿上开孔。

⑥有加固环的卷管,加固环的对接焊缝应与管子纵向焊缝错开,其间距不应小于100mm。加固环距管子的环焊缝不应小于50mm。

(3)管子、管件的坡口形式和尺寸应符合设计文件规定,当设计文件无规定时,可按本规范的规定确定。

(4)管道坡口加工宜用机械方法,也可用等离子弧、氧乙炔焰等热加工方法。用热加工方法加工坡口后,应除去坡口表面的氧化皮、熔渣及影响接头质量的表面层,并将凹凸不平处打磨平整。

(5)管道组成件组对时,对坡口及其内外表面进行的清理应符合表1-32的规定,清理合格后应及时焊接。

(6)除设计文件规定的管道冷拉伸或冷压缩焊口外,不得强行组对。

(7)管道对接焊口的组对应做到内壁齐平,内壁错边量应符合表1-33的规定。

(8)不等厚管道组成件组对时,当内壁错边量超过表1-33的规定或外壁错边量大于3mm时,应进行修整,如图1-52所示。

表 1-32 坡口及内外表面的清理

管道材质	清理范围(mm)	清理物	清理方法
碳素钢 不锈钢 合金钢	$\geq 10$	油、漆、锈、 毛刺等污物	手工或机械等
铝及铝合金	$\geq 50$	油污、氧化膜等	有机溶剂除净油 污,化学或机械法除 净氧化膜
钢及钢合金	$\geq 20$		
钛	$\geq 50$		

表 1-33 管道组对内壁错边量

管 道 材 质		内壁错边量
钢		不宜超过壁厚的 10%, 且不大于 2mm
铝及铝合金	壁厚 $\leq 5\text{mm}$	不大于 0.5mm
	壁厚 $> 5\text{mm}$	不宜超过壁厚的 10%, 且不大于 2mm
铜及铜合金、钛		不宜超过壁厚的 10%, 且不大于 1mm

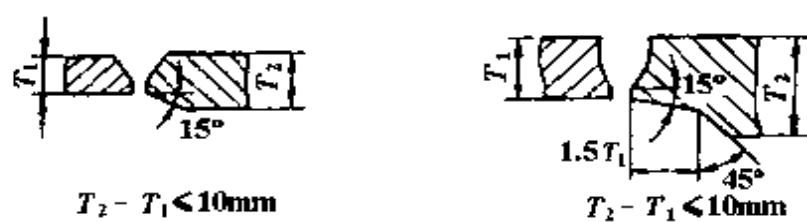
(9)在焊接和热处理过程中,应将焊件垫置牢固。

(10)当对螺纹接头采用密封焊时,外露螺纹应全部密封。

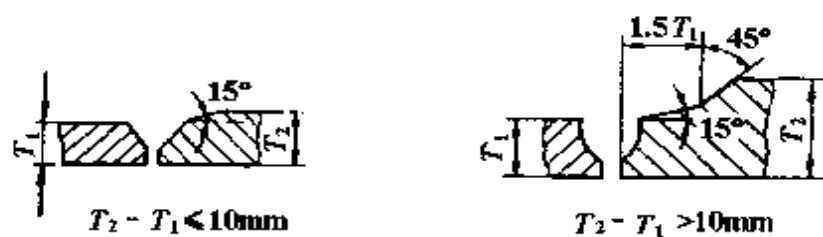
(11)对管内清洁要求较高且焊接后不易清理的管道,其焊缝底层应采用氩弧焊。机组的循环油、控制油、密封油管道,当采用承插焊时,承口与插口的轴向不宜留间隙。

(12)需预拉伸或预压缩的管道焊口,组对时所使用的工具应待整个焊口焊接及热处理完毕经焊接合格后方可拆除。

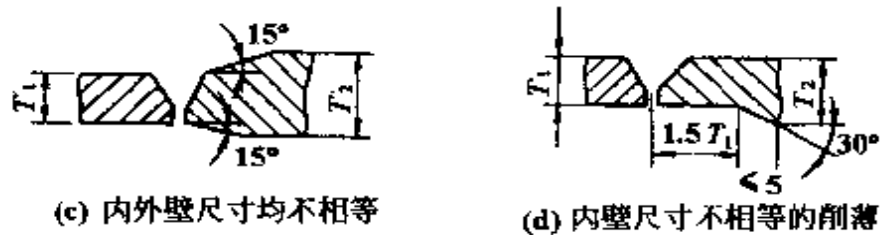




(a) 内壁尺寸不相等



(b) 外壁尺寸不相等



(c) 内外壁尺寸均不相等

(d) 内壁尺寸不相等的削薄

图 1-52 焊件坡口形式

## 第二章 水暖管道工常用工具

### 第一节 水暖管道工常用手工工具

水暖管道工常用的手工工具中,除一般机械安装钳工应有的工具外,还应有管钳、管子台虎钳、管子割刀、管子铰板、套筒扳手、梅花扳手、扳牙、丝锥,以及捻口工具和手动弯管器等。

#### 一、管钳

管钳包括管子钳与管子扳手。

##### 1. 种类与规格

管钳有张开式和链条式两种,如图 2-1 所示。

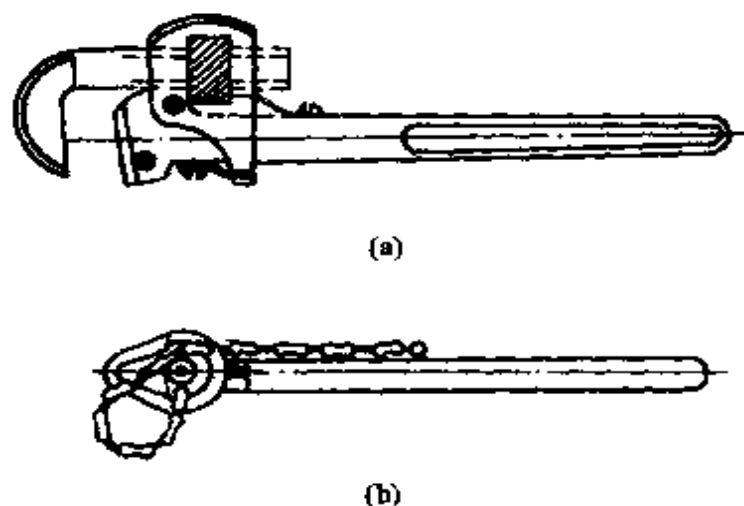


图 2-1 管钳  
(a)张开式 (b)链条式

管钳用于夹持和旋转各种管子和管路附件,也可用在扳动圆形工件。张开式管钳由钳柄、套夹和活动钳口组成。活动钳口与钳柄用套夹相连,钳口上有轮齿能咬住管子转动,钳口张开的大小用螺母调节。两种管钳的规格按长度划分,其规格见表 2-1,使用范围见表 2-2。

表 2-1 管钳规格(SG192-80) (mm)

扳手全长	150	200	250	300	350	450	600	900	1200
夹持管子最大外径	20	25	30	40	45	60	75	85	110

表 2-2 链式管钳规格 (mm)

扳手全长	900	1000	1200
夹持管子公称直径	40~125	40~150	>150

## 2. 操作要求

使用管钳两手动作应协调,松紧应合适,防止打滑。扳动管钳钳柄用力不应过大,不能在钳柄上加套管。钳柄末端高出使用者头部时,不要用正面拉吊的方法扳动钳柄。管钳不得用于拧紧六角螺栓和带棱的工件,也不得将它作撬杠和手锤使用。管钳的钳口和链条上通常不要沾油,当长期不用时要涂油保护。

## 二、管子台虎钳

管子台虎钳又称管压力钳或龙门压力钳。

### 1. 规格

管子台虎钳是安装在钳工工作台上,用来夹紧锯切的管子或对管子攻制螺纹等。按夹持管子直径分,管子台虎钳有  $\phi \leq 50\text{mm}$ 、 $\phi \leq 80\text{mm}$ 、 $\phi \leq 100\text{mm}$ 、 $\phi \leq 150\text{mm}$  四种规格。图 2-2 为管子台虎钳示意图。

### 2. 使用要求

使用管子台虎钳时,一定要牢固垂直固定在工作台上,钳口应与工作台边沿相平或稍往里一点,不要伸出工作台边沿。固定后,它的

下钳口要牢固可靠,上钳口应移动自由。管子只能夹装在符合规格的虎钳上,过长的工件伸出部分应支承稳固。脆性或软的管件要用布或铜皮垫在夹持部分,夹持不应过紧。工件夹装时应插上保险销,压紧螺杆,旋转时用力应适当,不能用锤击和加装套管旋转螺杆。若长期停用,要去污擦净并涂油存放。

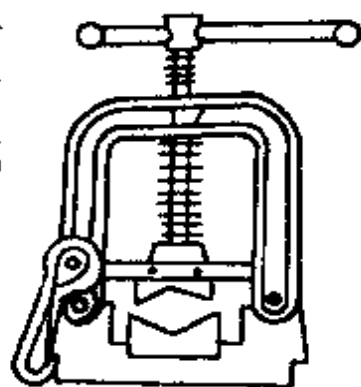


图 2-2 管子台虎钳示意

### 三、管子割刀

管子割刀又称割管器,用于切割各种金属管子。

#### 1. 规格与特点

图 2-3 是管子割刀图,其规格如表 2-3 所示。

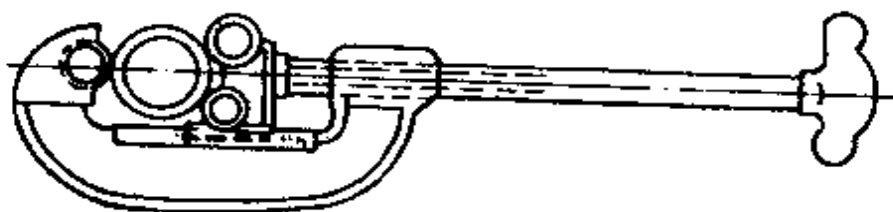


图 2-3 管子割刀

表 2-3 管子割刀规格

型 号	1	2	3	4
割断管子公称直径(mm)	≤25	15~50	25~80	50~100

常用的管子割刀是用于切割 50mm 以下的管子,其优点是操作简便,速度快,切口断面平整;缺点是管子断口受挤压管径缩小。

#### 2. 使用要求

(1)用管子割刀切割管子时,要将割刀的刀片对准切割线,不能偏斜。切割时不要急,每转动 1~2 圈,进刀一次,每次进刀量不可过大,避免管口受挤压而使管径变小。同时要对切口处加油冷却润滑。当管子将要割断时应松开割刀,取下管子割刀后折断管子,不能一割

到底。割断管子后,要用管刀刮去管口缩小部分。如切割时进刀量小,则管径收缩较小,可用刮刀代替铰刀刮去管口缩小部分。管子割刀用完后或长期不用时,要除净油污后涂油并妥善保管。

(2)切割硬而脆的铸铁管时,其方法不同于切割钢管,一般用铍刀或行锯割、磨割。铍切时,在管子的切断线下面两侧垫上木板,用扁铍沿切割线铍出一圈线沟,然后用手锤沿线沟敲打,同时转动管子,直至管子折断为止,如图 2-4(a)所示。

铍切时握铍要端正,与被切割管子的角度要正确,如图 2-4(b)所示。同时要戴好防护眼镜,以防铁屑飞溅刺伤眼睛。切割大直径铸铁管时要由两人操作,有时还需有人协助转动管子。

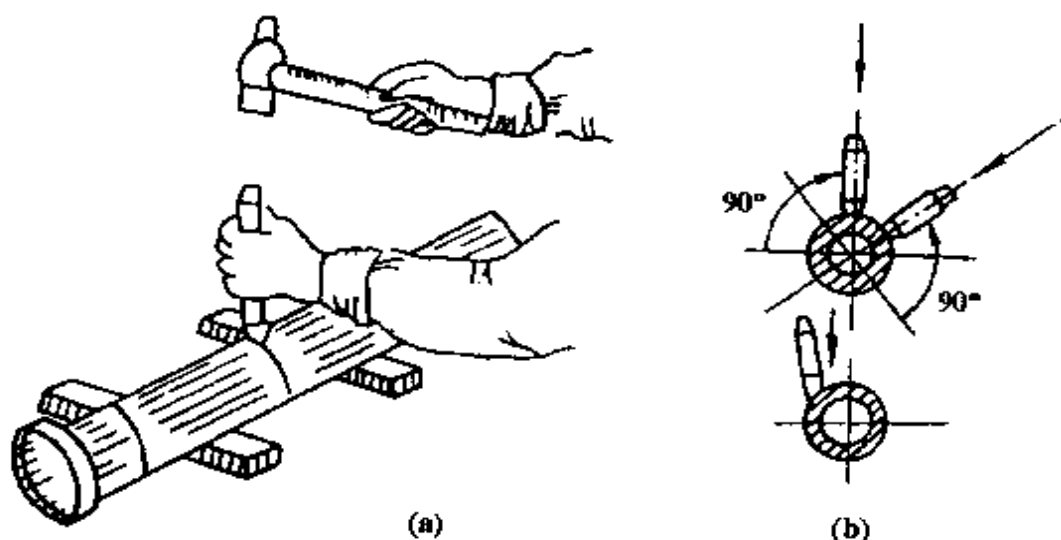


图 2-4 铸铁管切割

(a)铸铁管铍切 (b)铍切角度

(3)切割非金属管,如陶土管、钢筋混凝土管、塑料管、石棉管和陶瓷管等,不同的非金属管要用不同的切割方法。陶土管用尖钻截管;钢筋混凝土管先用铍子铍去表面混凝土,待露出钢筋后用手锯割断,不能用气割以免管子开裂;硬聚氯乙烯管行锯割或磨割;陶瓷管用钢筋制成的切断器切割,即把切断器烧红后夹于瓷管划线处,约 1 分钟后自动断开,或用锤轻敲或浇冷水也能立即断开。

#### 四、管子铰板

管子铰板又称代丝,是手工铰制外径为 6~100mm 各种钢管外螺纹(外丝扣)的主要工具。

##### 1. 规格与组成

管子铰板有轻便式和普通式两种,主要由板体、板把和板牙三部分组成,如图 2-5 所示。

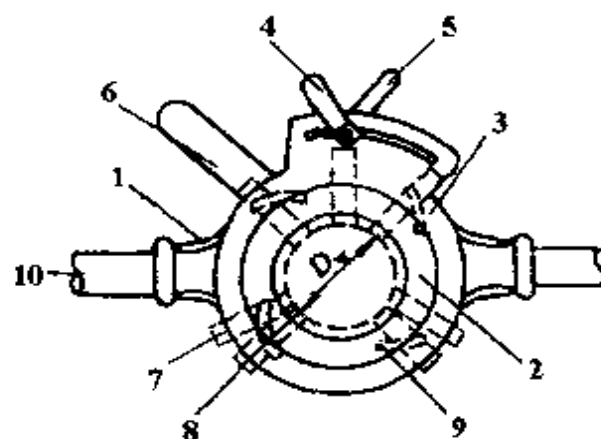


图 2-5 管子铰板

1. 铰板本体 2. 固定盘 3. 活动标盘 4. 标盘固定螺丝板 5. 板牙松紧螺丝 6. 后卡爪滑盘板 7. 后卡爪三个顶件 8. 板牙(共四块) 9. 板牙滑轨 10. 手柄

每种规格的管子铰板都分别附有几套相应的板牙,每套板牙可以套两种尺寸的螺纹。其规格如表 2-4 所示。

表 2-4 管子铰板规格

型式	型号	螺纹种类	螺纹直径 (mm)	每套板牙规格(mm)
轻便式	Q7A-1	圆锥	DN6~DN25	DN6, DN10, DN15, DN20, DN25
	SH-76	圆柱	DN15~DN40	DN15, DN20, DN25, DN32, DN40

续表 2-4

型式	型号	螺纹种类	螺纹直径 (mm)	每套板牙规格(mm)
普通式	114	圆锥	DN15 ~ DN50	DN15 ~ DN20, DN25 ~ DN32, DN40 ~ DN50
	117		DN50 ~ DN100	DN50 ~ DN80, DN80 ~ DN100

## 2. 使用要求

(1)使用时首先检查丝板和板牙规格是否符合要套的螺纹的要求,然后按板牙的顺序号 1、2、3、4 装入和板牙号相同的丝板牙室内,不可颠倒或装乱。再松开标盘固定螺钉将手柄向左推,转动活动标盘至管径相应的规格,与固定标盘对准拧紧固定螺钉,松开后爪,将管子丝板套在管子上(将标盘面向操作者),然后拧紧后爪,压紧螺钉轻压在管壁上。套丝时人应站在管子丝板前面,一手扶住板丝向内推,另一手按顺时针方向转动丝板手柄。当板牙进入管子二扣时,人站在丝板手柄一侧继续均匀用力旋转手柄,但不得用加套管等长手柄,使板牙缓缓而进。

(2)套丝中,当板牙进入管子二扣时,要经常向切削处加机油润滑并冷却板牙。套丝的切削深度应适当,管径不同应有不同次数的套丝。 $DN32\text{mm}$  以下最好两次套成, $DN32$  至  $DN50\text{mm}$  可分两次或三次套成, $DN50\text{mm}$  以上应在三次以上套成。任何管径不得一次套成。

(3)为使螺纹连接紧密,螺纹应加工成锥形。套成的螺纹应有一定的锥度即拔梢,一般是用在套丝中逐渐松开板牙的压紧螺钉达到的。加工螺纹达规定的长度后,应松开板牙压紧螺钉,然后轻轻取下板牙和手柄,不要回旋退出,并清理螺纹表面和管子丝板上的铁屑和油污。

(4)为了方便和省力,操作时可用小型丝板,如 ZG0.5 ~ 1.5 英寸只有一个手柄(扳手),扳手端头内部有 1/2 英寸管螺纹,便于工作时根据场所的大小选配长短适宜的手柄,结构如图 2-6 所示。其连接

手柄的端头有棘轮机构,调整棘轮机构两侧的调位销,可以使棘轮按顺时针方向或逆时针方向起作用,操作时方便套丝。

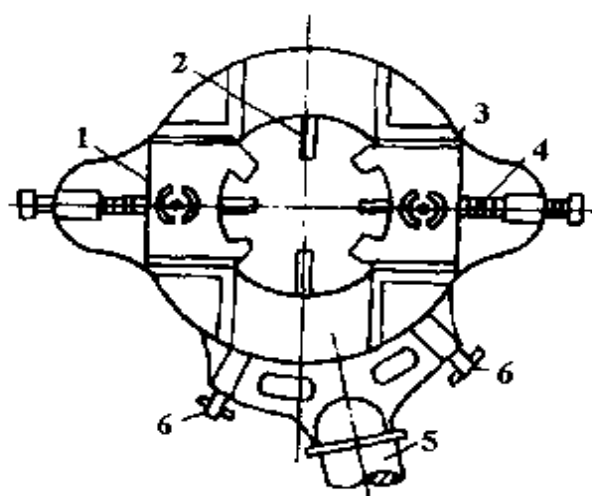


图 2-6 ZG0.5~1.5 英寸丝板

1. 螺母 2. 顶杆 3. 板牙  
4. 定位螺钉 5. 扳手 6. 调位销

## 五、套筒扳手和梅花扳手

### 1. 功用

套筒扳手和梅花扳手具有一般扳手的功用,还特别适用于各种空间狭窄和特殊位置部位,以及拧紧和松开六角头螺栓、螺钉和螺母等。

### 2. 规格

套筒扳手如图 2-7 所示,其规格如表 2-5 所示。

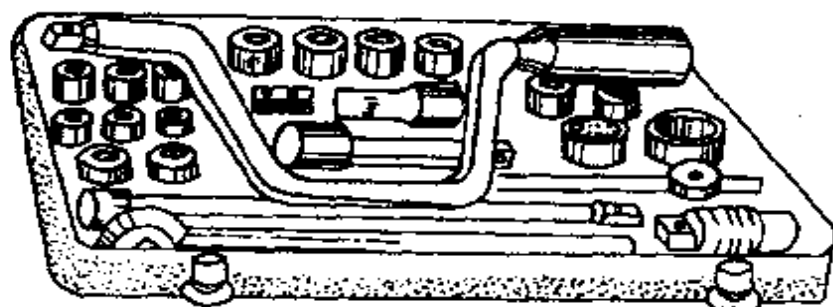


图 2-7 套筒扳手

梅花扳手如图 2-8 所示,分为乙字型(俗称钥匙型)、扁梗型和



矮颈型三种,其规格如表 2-6 所示。

表 2-5 套筒扳手规格表

品种	配 套 项 目			
	套筒头规格 (螺母对边距离)(mm)	方孔或 方棒尺 寸(mm)	手柄及接头	接头
小 12 件	4,5,5,5,7,8,9,10, 12	7	棘轮扳手,活络头手 柄,通用型手柄,长 接杆	
6 件	12,14,17,19,22	13	弯头手柄	
9 件	10,11,12,14,17,19, 22,24			
10 件	10,11,12,14,17,19, 22,24,27	13	弯头手柄	
13 件	10,11,12,14,17,19, 22,24,27	13	棘轮扳手,活络头手 柄,通用手柄	直接头
17 件	10,11,12,14,17,19, 22,24,27,30,32		棘轮扳手,滑行头手 柄,摇手柄,长接杆, 短接杆	
28 件	10,11,12,13,14,15, 16,17,18,19,20,21, 22,23,24,26,27,28, 30,32		直接头 万向接头 旋具接头	
大 19 件	22,24,27,30,32,36, 41,46,50,55,65,75	20	棘轮扳手,滑行头手 柄,弯头手柄,加力 杆,接杆	活络头 滑行头

表 2-6 梅花扳手规格表

(mm)

成套 扳手	6 件	5.5×7,8×10,12×14,14×17,19×22,24×27
	8 件	5.5×7,8×10,9×11,12×14,14×17,17×19,19×22,24×27
单件扳手		5.5×7,8×10,(9×11),12×14,(14×17),17×19,(19×22), 22×24,24×27,30×32,36×41,46×50

注:带括号的扳手尽可能不采用

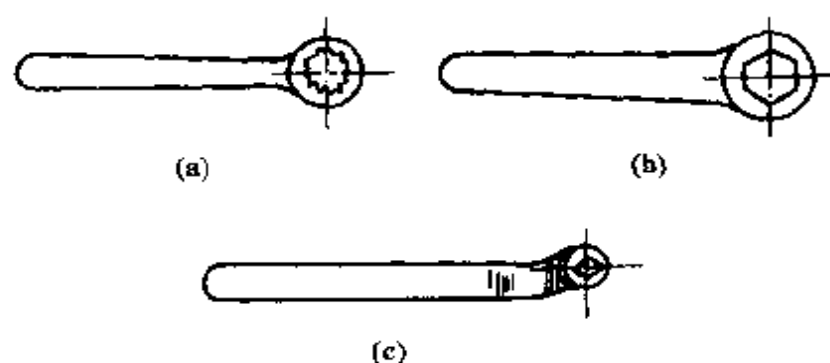


图 2-8 梅花扳手

(a)梅花形 (b)六角形 (c)正方形

## 六、管螺纹板牙

管螺纹板牙又称管子板牙,分为圆柱管螺纹板牙和圆锥管螺纹板牙两种,使用时安装在板牙架或机床上,用来套制管子或管件外螺纹。其规格如表 2-7 和表 2-8 所示。

表 2-7 圆柱管螺纹板牙(55°)规格(部分)

螺纹直径		每 25.4mm(每英寸) 牙数	板牙外径 (mm)	板牙厚度 (mm)
mm	英寸			
15	$\frac{1}{2}$	19	38	10
20	$\frac{3}{4}$	14	55	16
25	1	11	65	18
32	$1\frac{1}{4}$	11	75	20
40	$1\frac{1}{2}$	11	90	22
50	2	11	105	32

表 2-8 圆锥管螺纹板牙(55°、60°)规格(部分)

螺纹直径		每 25.4mm(每英寸) 牙数	板牙外径 (mm)	板牙厚度(mm)	
mm	英寸			55°	60°
15	$\frac{1}{2}$	19 18	38	18	18
20	$\frac{3}{4}$	14	45	18	18
25	1	11 11 $\frac{1}{2}$	65	30	28
32	1 $\frac{1}{4}$	11 11 $\frac{1}{2}$	65	30	28
40	1 $\frac{1}{2}$	11 11 $\frac{1}{2}$	75	32	30
50	2	11 11 $\frac{1}{2}$	105	36	32

### 七、对丝钥匙

对丝钥匙是用于拆卸对丝式散热片,如图 2-9(a)所示。拆卸时应用两把对丝钥匙伸进接口,穿入对丝,再按连接的螺纹方向(左旋或右旋)旋转钥匙,把一对对的对丝卸下来后,才能将散热器片一片片卸下来。

### 八、奶子扳手

奶子扳手用于装卸奶子管,如图 2-9(b)所示,也可用 6 英寸管钳代替奶子扳手。使用时将扳手开槽一端插入管子,与管子内壁中的两个凸棱吻合后,就能对散热片进行装卸。

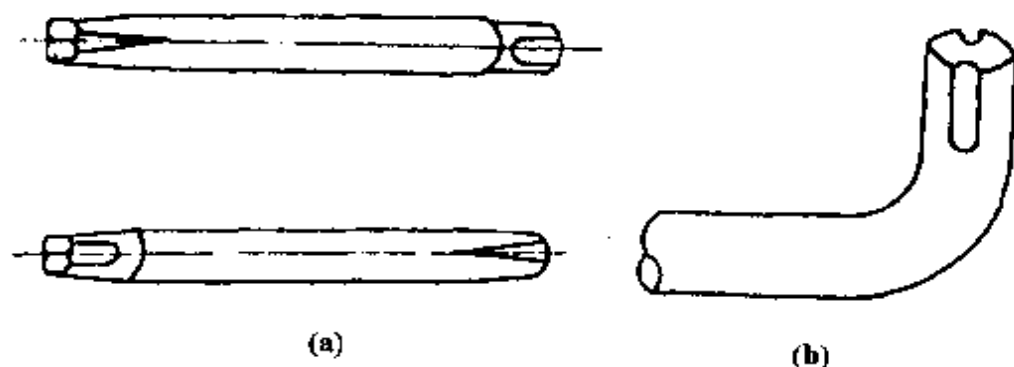


图 2-9 对丝钥匙和奶子扳手

(a)对丝钥匙 (b)奶子扳手

## 九、铸铁管捻口工具

铸铁管捻口工具用于铸铁管连接处捻口用,这类工具主要有手锤、麻凿(鑿)子、灰凿子、熔铅小锅等。

麻凿子和灰凿子应根据管径大小用圆钢或螺纹钢锻成,具体形状和尺寸如图 2-10 所示,括号内的数字为灰凿子。

熔铅小锅一般用  $\phi 219 \times 4.5\text{mm}$  一段无缝钢管制成,底和两边各加一个钢环焊制成。

## 十、手动弯管器

手动弯管器有多种结构型式,图 2-11 是一种自制的小型弯管器,用螺栓固定在工作台上使用。

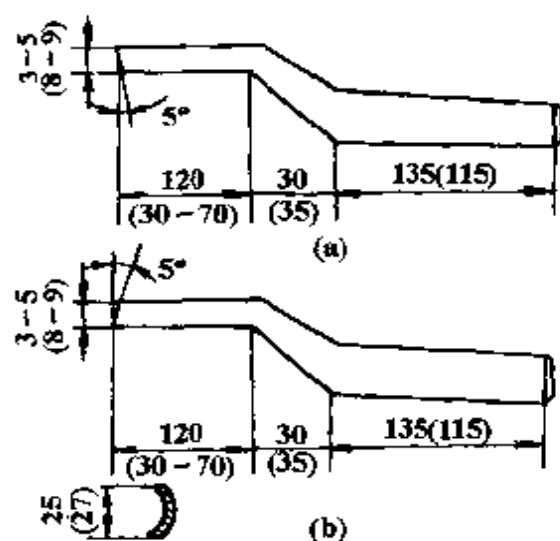


图 2-10 麻凿子、灰凿子  
(a)贴里打口 (b)贴外打口

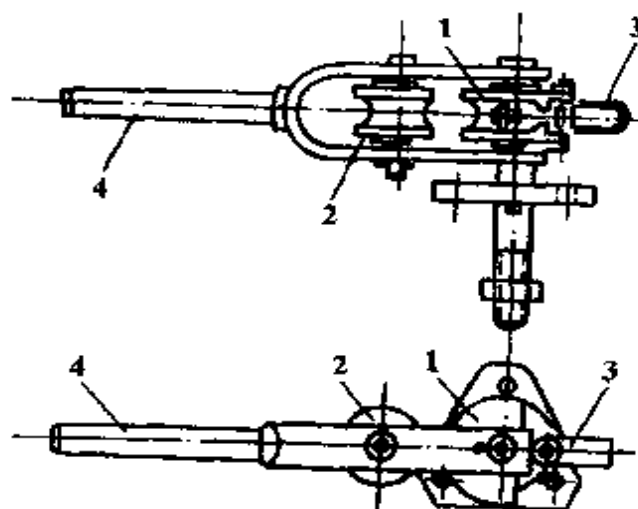


图 2-11 手动弯管器

1. 定胎轮 2. 动胎轮  
3. 管子夹持器 4. 煨杠

它一般可弯曲直径  $DN32\text{mm}$  以下的管子。

使用时,把要弯曲的管子插入管子外径相符的定胎轮和动胎轮之间,一端夹持固定推动煨杠,带动管子绕定胎轮转动,把管子弯成所需角度为止。一对胎轮只能煨一种管径的弯管。管子外径改变,胎轮也应更换。

## 十一、剪刀

水暖管道工施工中常用的剪切工具是剪刀,其种类有手剪(又称白铁剪)、台剪和动辊轮剪等。

### 1. 手剪

手剪可用于剪切薄钢板、薄铁皮、胶皮垫、石棉橡胶板等,其种类有直线剪和弯曲剪两种,外形如图 2-12 所示。

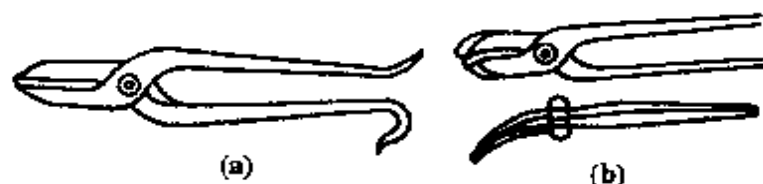


图 2-12 手剪

(a)直线剪 (b)弯曲剪

直线剪用于剪切直线和曲线的外圆,弯曲剪用于剪切曲线的内圆。手剪剪切钢板的厚度 $\leq 1.2\text{mm}$ ,适用于剪切剪缝不长的工件,不能剪切比刃口还硬的金属,也不能用手锤锤击剪刀背。当剪板材的中间孔时,要先用錾子开一个孔,便于剪刀尖插入。

### 2. 台剪

手工剪切厚度为 $0.6 \sim 2\text{mm}$ 的钢板应用台剪,如图 2-13 所示。使用时,台剪刀的下柄应固定,上柄则上下转动。

### 3. 手动辊轮剪

图 2-14 所示是手动辊轮剪。其构造是:机架下部有下辊刀,机架上部有上辊刀、棘轮和手柄。使用时,通过上下互成角度的辊轮相切转动,将板材切断。剪切时,一手握住钢板送入两辊刀之间,一手扳动手柄,使上下辊刀旋转把板材切下。

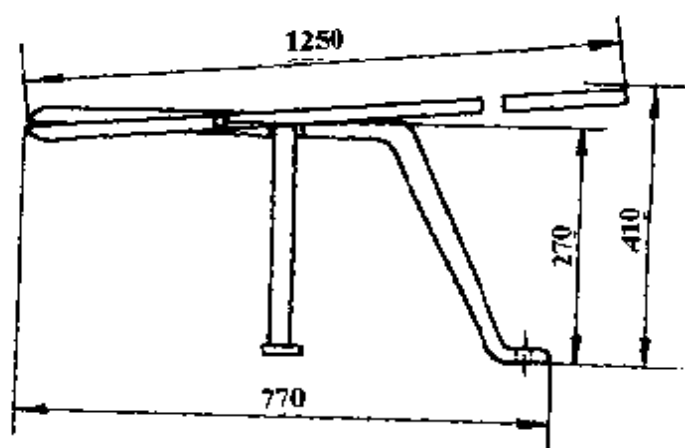


图 2-13 台剪

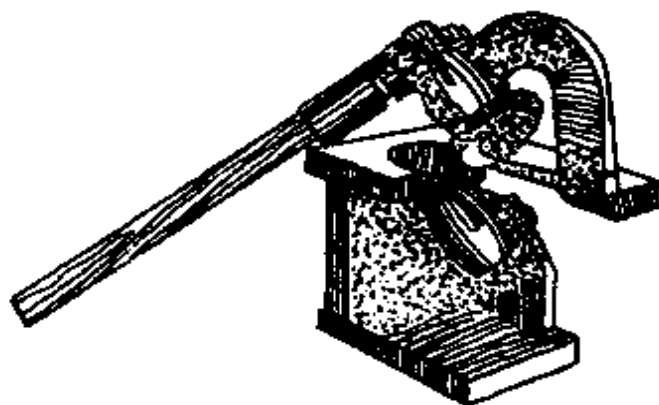


图 2-14 手动辊轮剪

## 第二节 水暖管道工常用机具

### 一、管道工程施工的常用工具

#### (一) 切割机械

##### 1. 电锯

电锯又称钢锯,用于切断管径较大的管子,它由电动机带动钢锯条作往复直线运动来完成。电锯所用的机用钢锯条规格可查阅有关规定标准。

##### 2. 砂轮切割机

砂轮切割机又称无齿锯,它由电动机带动砂轮片高速( $v > 40$  m/s)旋转切断金属管子。其效率高,比手工锯割工效高 10 倍以上,切断管子的端面光滑,虽有少数飞边,用锉轻锉即可除去。

### 3. 电剪

电剪用于薄钢板的直线和曲线的剪切,最大剪切厚度为 2.5mm,剪切最小半径为 30mm。

### 4. 自爬式电动割管机

自爬式电动割管机是一种切割金属管材(管径  $\phi 200 \sim 1000$ mm,壁厚 20mm)的电动工具,也可用于钢管焊接坡口加工。

### 5. 磁轮气割机

磁轮气割机有永磁行走车轮,能直接吸附在低碳钢管表面自动完成对管子周围方向的切割。其切割管径  $> \phi 108$ mm,切割表面粗糙度可达  $Ra 25\mu m$ 。

## (二)套丝机械

### 1. 套丝机

套丝机适用于切断各种管子和管端内口倒角,以及对管子和圆钢套外螺纹。一般套丝机最大套丝直径为  $DN 80$ mm,切断管子最大直径为  $DN 80$ mm,倒口内最大角度为  $3^\circ$ 。

### 2. 电动钻孔套丝机

电动钻孔套丝机适用于在铸铁管子直径  $DN 20 \sim 50$ mm 上钻孔及套丝,更适用于对已运行中的燃气管道上接口,以及安装新管线。

## (三)钻孔机械

### 1. 冲击电钻

冲击电钻(电锤、岩石钻孔机)主要用于混凝土、砖墙、岩石上钻孔、开槽等作业,它具有冲击、旋转、旋转冲击(调节工作头上的调节柄来实施)等多种功能。其技术规格主要有功率、转矩、钻头直径( $\phi 12 \sim 22$ mm)等。常用的冲击电钻型号有:Z<sub>3</sub>ZD-13、JZC1-12、回ZIJH-13、回ZJJS-16 四种。型号后面的数字表示该种电钻能钻的最大孔径。

## 2. 手枪电钻和手电钻

手枪电钻和手电钻可以移动,还能钻不同方向的孔,适用于不便在固定钻床上加工的金属材料的钻孔,以及检修安装现场的钻孔,如图 2-15。手枪电钻小巧灵便,钻孔直径有限,通常最大钻孔直径 $\leq \phi 13\text{mm}$ ,常用的有回 JIZ-6、回 JIZ-10、回 JIZ-13 三种。手电钻钻孔直径比手枪电钻大,最大钻孔直径可达 $\phi 32\text{mm}$ ,常用的有 JIZ2(单相)、J3Z(三相)两种。

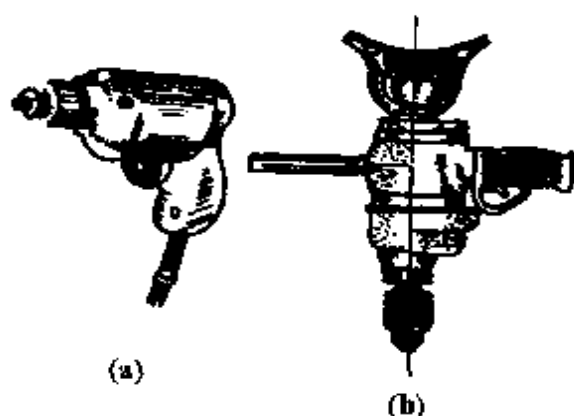


图 2-15 电钻

(a)手枪电钻 (b)手电钻

## 3. 电动钻孔机

电动钻孔机有直式——钻杆与电动机同轴,或平行及角式——钻杆与电动机轴成一角度等两种,其型号有回 JIZC-10、回 JIZC-20 等。

## 4. 金钢石钻机

金钢石钻机的钻孔直径为 $\phi 36 \sim 200\text{mm}$ (可扩展到 $\phi 250\text{mm}$ ),深度可达 $1\text{m}$ 左右(包括使用延伸杆)。机型分为电压 $220\text{V}$ 和 $110\text{V}$ 两种,用于钢筋混凝土、型钢、钢板、砖墙、瓷墙和耐火砖等材料的钻孔。

## (四)弯管机械

### 1. 液压弯管器

液压弯管器如图 2-16 所示,其操作方法与手动弯管器大致相同,省力省工,工效较高,弯管角度为 $90^\circ \leq \alpha < 180^\circ$ 。

### 2. 电动弯管机

图 2-17 是电动弯管机,其种类和型号较多,常用的有 WA-27-60、WB-27-108、WY27-159 三种。最大能弯制外径为 $\phi 159\text{mm}$ 的管子。它由电动机通过减速机构,带动固定在主轴上的弯管模旋转完成弯管操作。弯管时,使用的弯管模、导板和压紧模必须与所弯



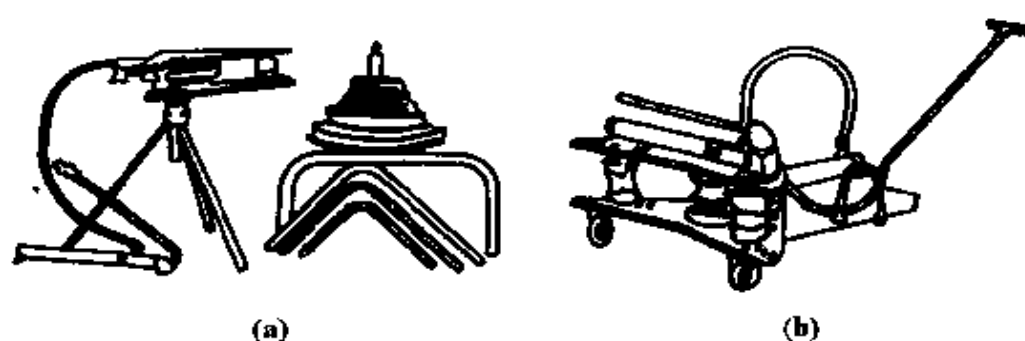


图 2-16 液压弯管器

(a)三角架式 (b)小车式

的管子外径相符,否则会使管子产生变形。

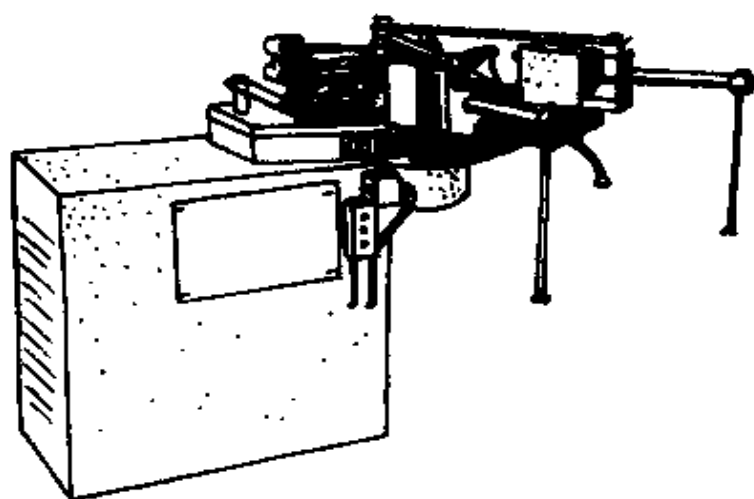


图 2-17 电动弯管机

### 3. 顶管机

顶管机弯管时,要先将管子顶靠在两端固定的支点上,并在管子弯曲的中心套上胎具,胎具应与管子直径配套,胎槽应深于管子半径 5mm,然后在中心点用顶棒加压顶到所需的位置,就可使管子弯成一定角度。

#### (五)通风(空调)管道工程机械

金属风管制作与安装用的机械,主要有剪切、卷圆、折方、咬口、法兰成型与折边机械等。

### 1. 剪切机械

(1)龙门剪板机。它适用于通风管预制加工厂成批制作,剪切长度可达 2000mm,剪切厚度为 4mm 以内,可剪切整张钢板或卷钢板,也可剪切塑料板。

(2)双轮直线剪板机。它适用于剪切厚度在 2mm 以内的直线或曲率不大的曲线板材零件。

(3)振动剪板机。它适用于板材厚度在 2mm 以内的曲线剪切。

(4)圆盘锯床。它用于对塑料板直线切割,手提式小直径圆盘锯可对板材作曲线切割。

(5)型材切割机。型材切割机又叫砂轮片切断机,专门用于金属型材的切割。它切割钢型材料工效高,切口整齐光洁。

(6)联合剪冲机。它适用于切断角钢、槽钢、方钢、圆钢和钢板等,还用于冲孔和开凹槽等。

(7)空气等离子切割机。它用于切割金属材料厚度为 1 ~ 32mm (如 G100 - D 型)的碳钢、合金钢、不锈钢、铝、铜和钛等材料。

### 2. 卷圆机械

(1)卷圆机。卷圆机又叫卷板机,适用于把金属板材(钢板最大厚度为 3mm)卷制成圆风管。

(2)螺旋卷管机。这类机械有螺旋咬口卷管机和螺旋焊缝卷管机两种,它可以使定宽度的薄钢带卷,分别卷制成螺旋咬口或螺旋焊口圆形直风管。

(3)卷板机。卷板机又叫滚板机,它按轴辊的数量和相对位置,可分为对称三轴辊、不对称三轴辊和四轴辊卷板机三种。操作时,通过上下轴辊旋转使钢板弯曲变形卷成圆筒或平直钢板,但卷圆板的厚度不能超过卷板机允许的最大板厚。

### 3. 折方机

折方机主要用于将薄板折成矩形通风管道。常用的有金属板材折方机,如 SHF - 9 型折方机,可以将 0.3 ~ 1.2mm 厚的薄钢板,弯曲成角度为 45°、90°、120°或 150°。塑料板电动折方机也是常用的一种,

可以完成厚度为 3~8mm、宽度为 2m 以内的硬聚氯乙烯塑料板通风管道的折方。折方成的管道其角度准确,曲率小(3mm),棱角光滑、挺直、美观。

#### 4. 咬口机

它是用机械方法,将厚度为 1.5mm 以下的金属薄板制成各种空调、通风工程用的方、矩、圆形(包括钢板卷制成型和卷板螺旋卷制成型)风管及方、矩形弯头、变径管的接缝结合紧密的专用设备。

咬口机械有平面曲线咬口机、弯头角形咬口机和小截面风管联合咬口成型机等多种。

#### 5. 风管法兰加工机械

(1)法兰弯曲机。法兰弯曲机有圆形法兰弯曲机和矩形法兰弯曲机,用以弯制螺旋式弹簧圈状圆形法兰和矩形法兰。

(2)风管双头法兰成型机。它用于加工成圆形和矩形风管法兰,还可用于圆形和矩形风管的端口折弯。其形成的端口折弯边垂直于风管轴线,以利于保证装配质量。矩形风管端口折弯时,边角要预先切开,每边分四次操作。

(3)风管部件法兰成型机。它主要用于风管弯头、十字管及三通的法兰成型,也用于风管法兰成型。

## 二、管道焊接机具

### (一)金属管材焊接机具

金属管子或管件焊接常用的是手工电弧焊和气焊(割)两种。手工电弧焊一般有交流电焊机(最常用的有 BX1-330 型和 BX3-500 型两种)和直流电焊机。手工气焊(割)主要有焊枪、氧气瓶和乙炔发生器等。

### (二)塑料电热焊接装置

塑料电热焊接装置主要由以下几部分组成。

#### 1. 电热(空气)焊枪

它由金属管状外表,内装有螺旋状电热丝加热空气的焊炬组成,如图 2-18 所示。其功率为 400~500W,使用电压为 36~45V。焊嘴

为可折式,按焊件形状选用直状或弯状焊嘴,焊嘴的直径应和塑料焊条的直径一致。

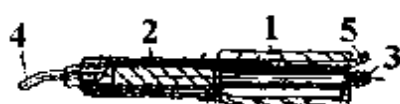


图 2-18 塑料电热焊枪

1. 手柄 2. 电阻丝

3. 压缩空气接头 4. 出风口 5. 电源线

## 2. 调压变压器

调压变压器的功率为  $1\text{kV}\cdot\text{A}$ , 将  $220\text{V}$  的外接电源电压调至  $36\sim 45\text{V}$  即可。

## 3. 气流控制阀

它的压力为  $0.5\sim 0.1\text{MPa}$ 。

## 4. 空气过滤器或油水分离器

它的主要功能是清除和分离空气压缩机送来的空气中混有的油脂和水分,其送出的压力为  $0.08\sim 0.1\text{MPa}$ 。

## 5. 输送压缩空气用的线麻橡皮胶管

## 6. 小型空气压缩机

它的压缩空气量通常为  $1.5\text{m}^3/\text{min}$ , 每把焊枪的耗气量为  $0.08\text{m}^3/\text{min}$ 。

塑料焊接装置的连接方式如图 2-19 所示。

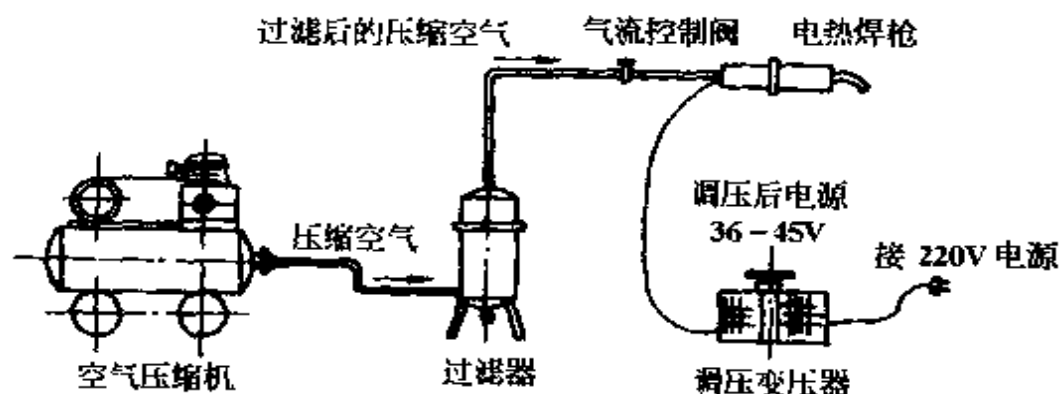


图 2-19 塑料焊接装置连接图

总之,管道焊接具有省材料,使用可靠,成本低,维修容易等优点。因此,在管径  $\geq 40\text{mm}$  的钢管焊接和各种规格的无缝钢管连接中,都以焊接为主,水、煤气管的安装有时也用焊接。但焊接的缺点是连接拆卸困难,清理或检修管道时要将管路切断。

### 三、管道常用吊装机具,即起重机具

根据管材、管径及敷设方法,常用的吊装(起重)机具有以下几种。

#### (一)千斤顶

千斤顶是一种起重工具,用来顶升、位移和校正较重的设备。它的结构简单,操作方便,安全可靠,但只适用于在垂直不能倒置的场所,切忌超载。常用的千斤顶按结构分,有齿条式、螺旋式和手动液压式等几种。

#### (二)倒链

倒链又叫链式手拉葫芦、链式起重机,如图 2-20 所示。

##### 1. 组成

倒链由链条、链轮及差动齿轮(或蜗杆、蜗轮)等组成,起重量为 0.5~30t。在管道施工中最常用的是 0.5~2t,用来起吊大直径的管子、阀门及小型设备等,使用和搬运都较方便。

##### 2. 使用要求

使用时,先将细链反拉,使起重的粗链有起重的距离,若起重距离不够,可借用能承受力的钢丝绳代替。起吊物的重量不得超过倒链的起重能力,拉链时用力要均匀。倒链使用频率较高,零件磨损较快,平时要重视检查和维护,每年要作负荷试验一次。

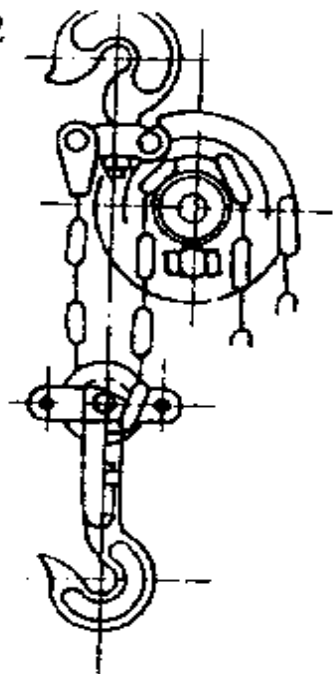


图 2-20 倒链

#### (三)滑轮

滑轮这种起重工具结构简单,使用方便。它可以独立工作,也能够配合其他起重机械作吊装和运输作业,起到承受荷载、导向、平衡钢丝绳分支拉力和增速、省力等重要作用。

滑轮按使用方式,可分为定滑轮、动滑轮、导向轮、平衡轮和滑轮组等,如图 2-21 所示。目前市场销售的有 0.5~140t 共十余种,可

根据情况选用。

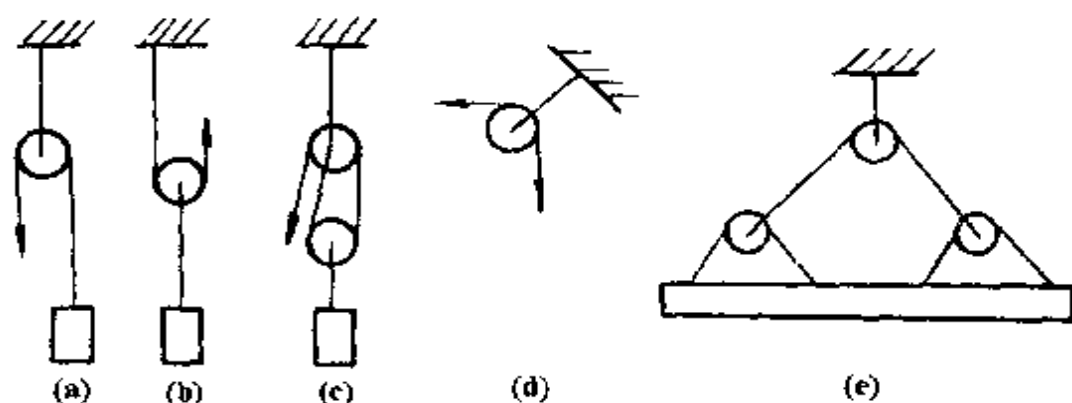


图 2-21 滑轮的形式

(a)定滑轮 (b)动滑轮 (c)滑轮组 (d)导向轮 (e)平衡轮

#### (四)索具

常用的索具有麻绳、尼龙绳和钢丝绳等三种。

##### 1. 麻绳

麻绳可分为素麻绳、油浸麻绳和白棕麻绳三种,用大麻、线麻和棕麻等机械拧制而成,其技术规格参阅有关规定。通常吊装用麻绳多由三股以上组成(绳股有三、四、九股等三种),它与滑轮配对吊装较轻的管子或设备。麻绳的拉力可按以下公式计算:

$$S = \frac{\pi d^2}{4} [\sigma] (N)$$

$S$ —麻绳所能承受的拉力(N)

$d$ —麻绳外圆直径(cm)

$[\sigma]$ —麻绳的许用拉力(MPa 或  $N/cm^2$ )。

对于素麻绳  $[\sigma] = 10\text{MPa}(100N/cm^2)$ ,  $S = 78.5d^2$

对于油麻绳  $[\sigma] = 9\text{MPa}(90N/cm^2)$ ,  $S = 70.6d^2$

##### 2. 尼龙绳

尼龙绳用尼龙纤维机械拧制而成,耐湿性和耐久性好,强度较高,但容易着火,打结易脱扣。

##### 3. 钢丝绳

钢丝绳又称钢索,用含碳量 0.5% ~ 0.8% 的优质钢丝制成。它的优点有:强度较大,耐磨损,弹性好,受力运转时平稳,没有噪音,工作可靠。其缺点是:不易打结,不易弯,使用不够方便。起重用的钢丝绳由多根钢丝先捻成股,再由数股捻成多股钢丝绳。常用钢丝绳的规格为  $6 \times 19$  (6 股,每股 19 根钢丝) 和  $6 \times 37$  (6 股,每股 37 根钢丝) 等。钢丝绳的破断拉力(或钢丝绳的强度)可查资料规定,也可用以下公式计算:

$$P = kd^2$$

$P$ —破断拉力(N)

$K$ —承力系数,等于  $50\text{N}/\text{mm}^2$

$d$ —钢丝绳直径(mm)

重量较大的材料或设备多用钢丝绳起重。钢丝绳在使用中,不能与盐、硫酸、泥沙、碱、油脂、水等接触,也不可超载使用,不能受冲击力。捆绑和吊运时,不能与管子或设备的尖棱或锐角直接接触,要加木板或布、胶皮等衬垫保护。

使用索具起重吊运管子或设备,绳索结扣和捆绑是一项技巧性较强的操作,既要能方便快捷把物体捆绑牢固不脱扣松结,又要在吊运后容易解开绳扣。常用的麻绳结扣方法和钢丝绳打结方法如图 2-22 和图 2-23 所示。

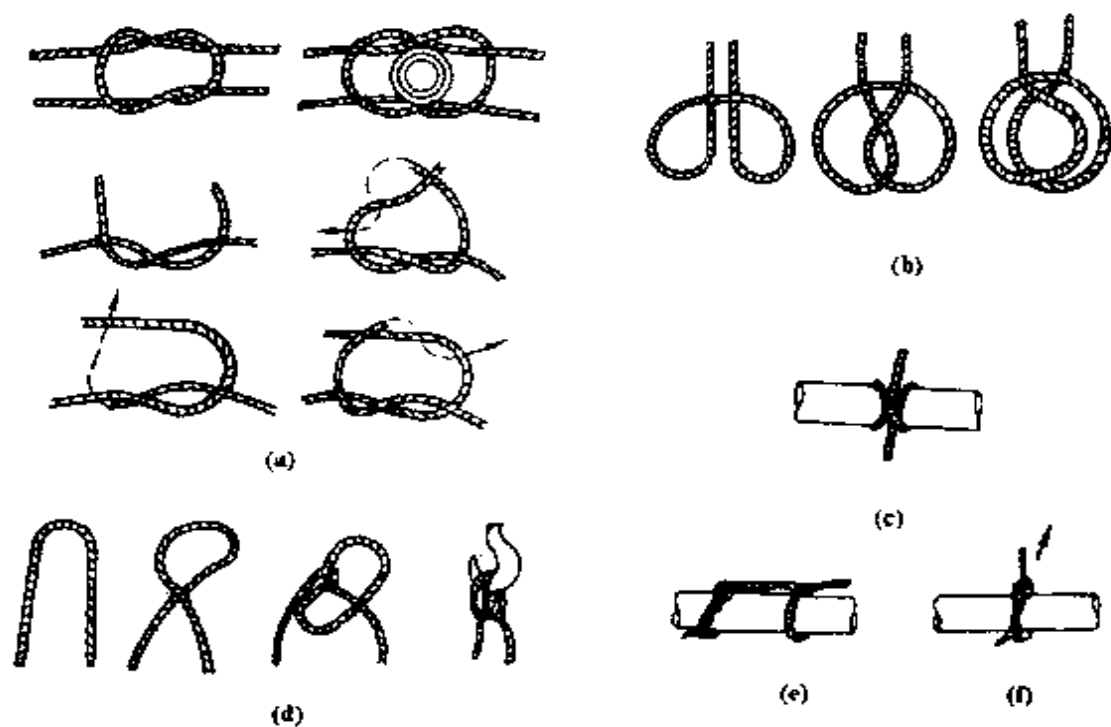


图 2-22 麻绳结扣形式

(a)平扣 (b)环扣 (c)梯子扣  
(d)吊钩扣 (e)双环绞缠扣 (f)管子扣

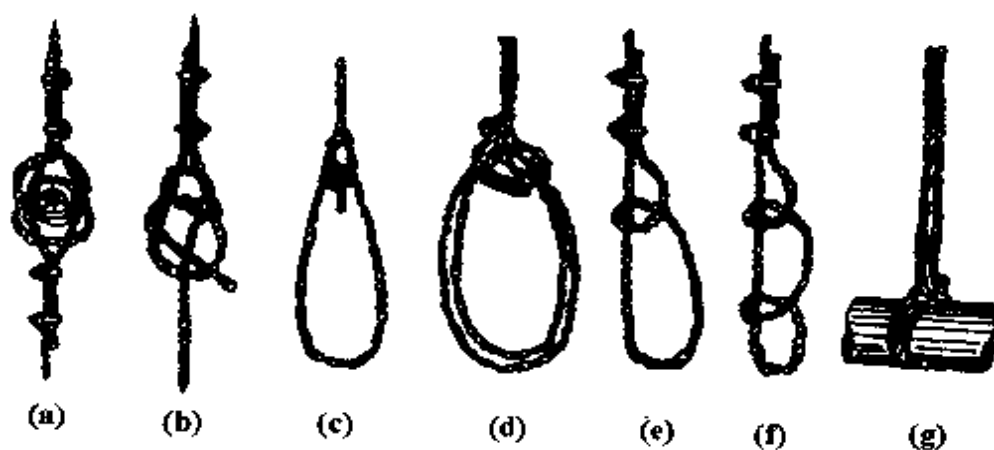


图 2-23 钢丝绳结扣形式

(a)平结 (b)双圈层帆结 (c)救生结 (d)双航海结  
(e)单套圈结 (f)双套圈结 (g)死套或单圈



# 第三章 水暖管道工常用器材

## 第一节 金属与非金属材料

管道工程中常用的材料种类繁多,总的可以分为金属材料与非金属材料两大类。

### 一、金属材料

金属材料可分为黑色金属和有色金属两类。以铁为主要成分 of 金属及其合金称为黑色金属,如钢、生铁与铁合金等。除黑色金属以外的金属及其合金称为有色金属,如铜、锡、铅、铝及合金黄铜等。

#### (一)黑色金属

生铁和钢统称黑色金属,铁是它的主要成分,还含有一定量的碳及其他微量元素。区别生铁和钢在于含碳量的多少及碳的存在形式。

##### 1. 铁

铁本身是银白色的金属,密度为  $7.86\text{t/m}^3$ ,熔点为  $1530^\circ\text{C}$ ,铁的塑性很强,冷热加工都比较容易。

生铁可分为炼钢用生铁(又称白口铁)和铸造用生铁两大类。铸造用生铁简称铸铁,铸铁又分为灰铸铁、球墨铸铁和可锻铸铁三种。

(1)灰铸铁。灰铸铁代号为 HT,断口呈灰色,脆性及硬度较低,容易加工,抗拉强度一般是  $100 \sim 400\text{MPa}$ ,抗弯强度为  $200 \sim 680\text{MPa}$ 。它在管道工程中应用很广,如给水排水工程中的铸铁管、普通阀门及疏水器等都由灰铸铁制成。

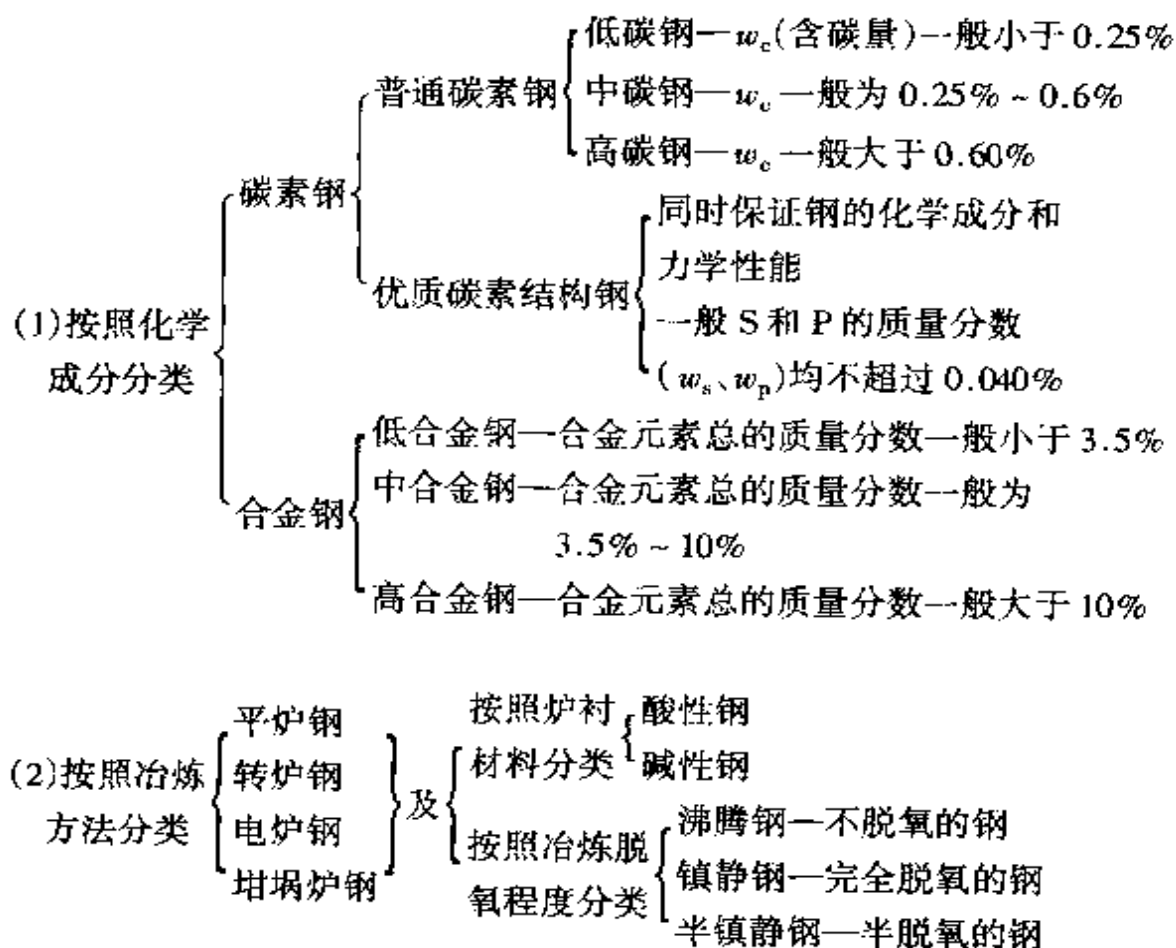
(2)球墨铸铁。球墨铸铁代号为 QT,它是在灰铸铁的铁水中加入镁和镁合金,经过处理后得到的优质铸铁。球墨铸铁的强度高,可达  $450 \sim 600\text{MPa}$ ,并且有一定的韧性、塑性、耐热性和良好的耐腐蚀性,许多阀门的外壳都是用球墨铸铁制造的。

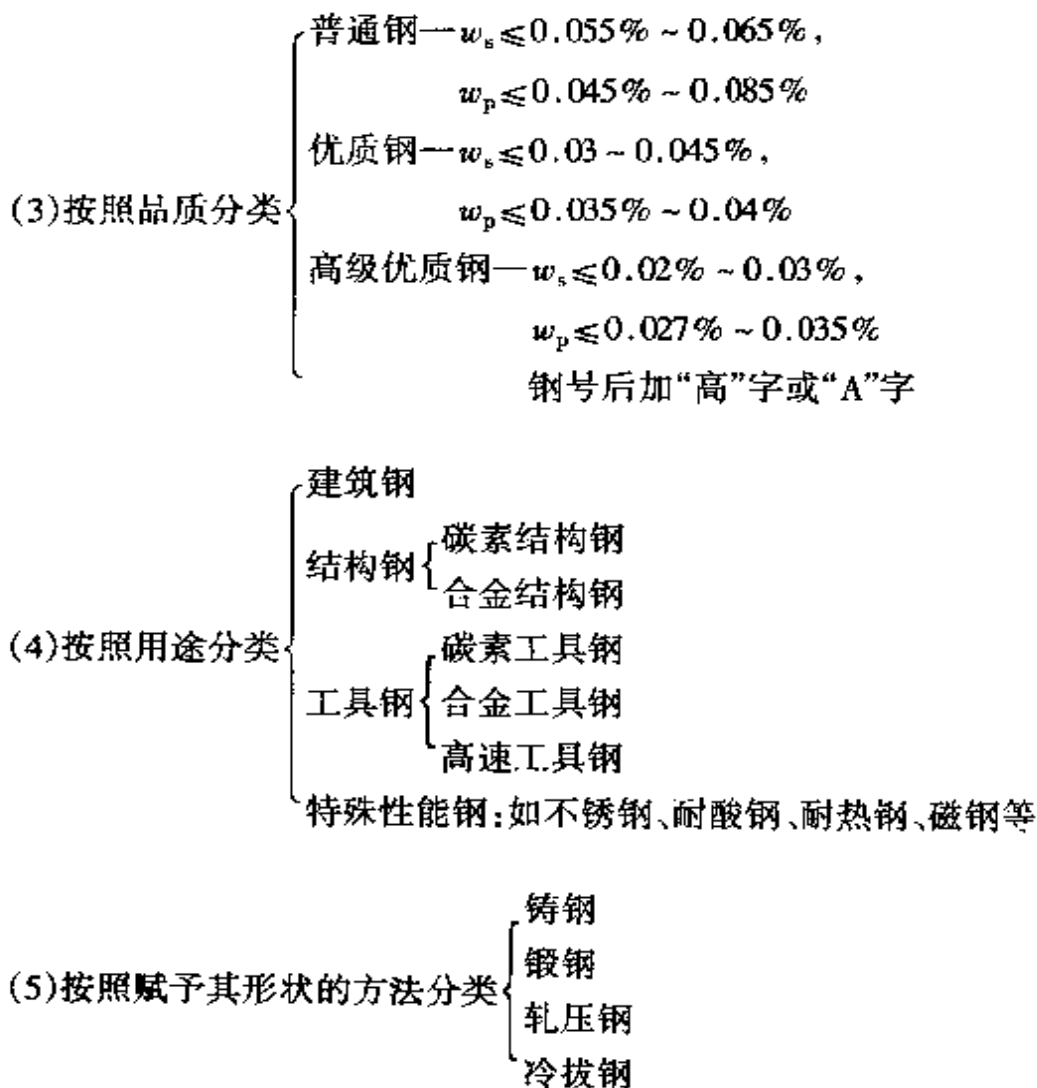
(3)可锻铸铁。可锻铸铁代号为 KT,又称玛钢,它是将白口铁经过处理后制得的。其质地较软,可以制成形状复杂而有韧性的机件,一般用以制造钢管连接件。

## 2. 钢

钢实质是一种合金,主要成分是铁和少量碳,还含有硅、锰、磷、硫、铬、镍、钼、钨和钒等微量元素。

钢的种类繁多,按不同方法分类如下:





管道工程中最常用的钢种如下。

(1)碳素钢。碳素钢的钢号表示方法是:Q215Cb。

其中;

Q—表示屈服点符号;

215—表示屈服点值;

C—为质量等级中 A、B、C、D 中的 C;

b—表示脱氧方法中的半镇静钢(沸腾钢为 F)。

碳素钢的牌号和化学成分见表 3-1,其力学性能见表 3-2。碳素钢的应用极为广泛,如低压流体输送管、各种卷焊管、建筑材料和型钢等一般都用它制造。

表 3-1 碳素钢的牌号和化学成分

牌号	等级	化学成分质量分数(%)					脱氧方法
		C	Mn	Si	S	P	
				不 大 于			
Q195	-	0.06 ~ 0.12	0.25 ~ 0.50	0.30	0.050	0.045	F、b、Z
Q215	A	0.09 ~ 0.15	0.25 ~ 0.55	0.30	0.050	0.045	F、b、Z
	B				0.045		
Q235	A	0.14 ~ 0.22	0.30 ~ 0.65	0.30	0.050	0.045	F、b、Z
	B	0.12 ~ 0.20	0.30 ~ 0.70		0.045	0.040	Z
	C	≤0.18	0.35 ~ 0.80		0.040		
	D	≤0.17			0.035	0.035	TZ
Q255	A	0.18 ~ 0.28	0.40 ~ 0.70	0.30	0.050	0.045	Z
	B				0.045		
Q275	-	0.28 ~ 0.38	0.50 ~ 0.80	0.35	0.050	0.045	Z

(2) 优质碳素钢。优质碳素钢既保证力学性能,又保证化学成分,而且钢中磷、硫杂质含量较低,焊接性好。如 08、10、15、20、25 钢均属低碳钢。无缝钢管大都用 10、20 钢制造,10、15 与 20 钢也常用来制造容器。30、40、45 与 50 钢为中碳钢,热处理后可以得到理想的力学性能,其中 45 钢应用较广泛。

优质碳素钢的钢号前面数字表示钢中平均含碳量的万分之几,如 20 钢表示钢中平均含碳量为万分之 20。钢中渗有合金元素时,在钢号后面加上其元素符号,如 Q345(16Mn)、Q390(15MnTi)。特殊用途的优质碳素钢,在钢号后面注有汉语拼音字母,如 20g(20 锅炉钢)。

(3) 碳素工具钢。碳素工具钢的常用钢号为 T7 ~ T13, T 表示碳素工具钢,后面的数字表示平均含碳量的千分之几。T7、T8 常用于制造风镐、冲压模具冲头, T10、T11 用于制造绞刀等。

(4) 合金钢。在钢中加入一种或几种特定元素,获得具有特殊性能的钢称合金钢。若加入适量的硅,钢便具有很好的弹性;加入适

表 3-2 碳素钢的力学性能

牌号	等级	拉 伸 试 验										冲击试验		
		屈服点 $\sigma_s$ (MPa)				抗拉强度 $\sigma_b$ (MPa)		伸长率 $\sigma_s$ (%)				温度 (°C)	V形冲击吸收功 (纵向) (J)	
		钢材厚度或直径(mm)						钢材厚度或直径(mm)						
		$\leq 60$	$> 16$ $\sim 40$	$> 40$ $\sim 60$	$> 60$ $\sim 100$	$> 100$ $\sim 150$	$> 150$	$\leq 60$	$> 16$ $\sim 40$	$> 40$ $\sim 60$	$> 60$ $\sim 100$	$> 100$ $\sim 150$	$> 150$	
		不小于						不小于						
Q195		(195)	-	-	-	-	33	32	-	-	-	-		
Q215	A B	215 205	195	185	175	165	31	30	29	28	27	26	- 20	- 27
Q235	A B C D	235 225	215	205	195	185	26	25	24	23	22	21	- 20 0 -20	- 27
Q255	A B	255 245	235	225	215	205	24	23	22	21	20	19	- 20	- 27
Q275	-	275	265	255	245	235	20	19	18	17	16	15	-	-

量的镍,钢便具有很高的强度、塑性和韧性;加适量的铬,钢具有较高强度,在高温下具有防锈、耐酸性等。

合金钢种类颇多,用途较广,在管道工程中,以不锈钢和低合金钢应用较多。

## (二)有色金属

管道工程中常用的有色金属有铜、铝、铅和锡等。

### 1. 铜

铜又分纯铜(俗称紫铜)、黄铜和青铜等。

(1)纯铜。纯铜面呈紫红色,有良好的导电性、导热性和耐大气腐蚀性,密度为  $8.93\text{t/m}^3$ ,熔点为  $1083^\circ\text{C}$ 。在管道工程中常用纯铜制成铜管和法兰垫片。因纯铜硬度较低,退火后变得更柔软,故常用作高压管道中的法兰垫片。纯铜管的低温性能比钢材好,故纯铜管常用于空分设备管道、冷冻管道和仪表管道。纯铜的高温性能差,在  $120^\circ\text{C}$  以下,容许抗拉强度为  $29.43\text{MPa}$ 。温度若再升高,其机械强度则急剧下降,当温度上升至  $250^\circ\text{C}$  时,其容许抗拉强度只相当于常温时的  $2/3$ ,已不宜在压力下使用。

(2)黄铜。黄铜是铜和锌的合金,其机械强度高,有较好的耐腐蚀性和浇铸性,可用来制作管子、管件和阀门等。作强度计算时,在  $120^\circ\text{C}$  以下,其容许抗拉强度为  $39.24\text{MPa}$ 。随着温度升高,其强度则急剧下降,当温度没超过  $225^\circ\text{C}$  时,黄铜阀件可用在压力不超过  $1.6\text{MPa}$  的管道中。

(3)青铜。青铜是铜和锡的合金,又称锡青铜。由于锡的价格较高,故制造青铜也常用其他元素代替,因而又有无锡青铜,如铝青铜、铅青铜、硅青铜等。青铜通常由浇铸而成,其强度、硬度及耐腐蚀性都比黄铜好。青铜常用于制造蜗轮、齿轮、轮,以及管道工程中的阀件和管件等。

### 2. 铝

铝的密度为  $2.7\text{t/m}^3$ ,熔点为  $527^\circ\text{C}$ ,它具有良好的导热性和导电性,强度和硬度较低,可塑性好。铝容易氧化,在空气中,铝的表面能

形成一层极薄的氧化铝保护膜,防止继续氧化。

纯铝的强度和硬度虽然很低,若加入其他元素可以提高。铝合金分为铸造铝合金和可压迫变形的铝合金两大类。管道工程中,常用 L2 和 L3 牌号的铝管输送硝酸和醋酸等,但是铝不能抵抗碱性腐蚀。当温度高于 150℃时,铝管不宜用作压力管道。

### 3. 铅

铅是一种暗灰色的金属,密度为  $11.4\text{t/m}^3$ ,熔点为 327℃,它有很好的耐腐蚀性能,常用来作硫酸设备和管道衬里。铅质软,可塑性好,管道工程中常用铅管。在安装铸铁管承插口时,常用铅做接口填塞材料,以牌号为 Pb-6 的铅较适宜。硬铝是铝和锑的合金,它的抗腐蚀性略低于纯铅,但机械强度较高,常用于制造耐酸设备。铅蒸气有毒,故熔化铅时,要防止烫伤和铅中毒。

### 4. 锌

锌呈浅灰色,密度为  $7.14\text{t/m}^3$ ,熔点为 419.4℃,它有较好的耐腐蚀性和力学性能。有些钢管和管件为增强耐腐蚀性能,常在表面镀一层锌,如室内给水工程中常用的镀锌管。

## (三)型钢

在管道工程中用得较多的金属材料,除钢管外,就是各种型钢、钢板和钢筋等。

### 1. 圆钢

圆钢用于制作管道的吊杆、吊环和拉杆等。它通常以其直径表示规格,如直 12mm 的圆钢表示方法是圆钢 d12。直径较大的圆钢常用于加工毛坯。常用热轧圆钢规格见表 3-3。

表 3-3 热轧圆钢规格

规格(mm)	5	5.5	6	6.5	7	8	9
理论重量 <sup>①</sup> (kg/m)	0.154	0.187	0.222	0.260	0.302	0.395	0.499

续表 3-3

规格(mm)	10	11	12	13	14	15	18
理论重量 (kg/m)	0.617	0.746	0.888	1.04	1.21	1.39	2.00

规格(mm)	20	22	24	26	28	30	32	35
理论重量 (kg/m)	2.47	2.98	3.55	4.17	4.83	5.55	6.31	7.55

规格(mm)	40	45	50	60	70	80	90	100
理论重量 (kg/m)	9.87	12.48	15.42	22.19	30.21	39.46	49.94	61.65

①重量为习惯叫法,实际是指质量,以下各表同

## 2. 扁钢

扁钢用于制作吊环、卡环、活动支架等。规格以扁钢宽度乘厚度来表示,如 50mm 宽、4mm 厚的扁钢写成—50×4。常用扁钢的规格见表 3-4。

表 3-4 常用热轧扁钢规格

宽度 (mm)	厚 度 (mm)											
	3	4	5	6	7	8	9	10	12	14	16	20
	理 论 重 量 (kg)											
10	0.24	0.31	0.39	0.47	0.55	0.63	—	—	—	—	—	—
14	0.33	0.44	0.55	0.66	0.77	0.88	—	—	—	—	—	—
18	0.42	0.57	0.71	0.85	0.99	1.13	1.27	1.41	—	—	—	—
20	0.47	0.63	0.79	0.94	1.10	1.26	1.41	1.57	1.88	—	—	—
25	0.59	0.79	0.98	1.18	1.37	1.57	1.77	1.96	2.36	2.75	3.14	—
30	1.71	0.94	1.18	1.41	1.65	1.88	2.12	2.36	2.83	3.36	3.77	4.71
32	0.75	1.01	1.25	1.50	1.76	2.01	2.26	2.54	3.01	3.51	4.02	5.02
36	0.85	1.13	1.41	1.69	1.97	2.26	2.51	2.82	3.39	3.95	4.52	5.65
40	0.94	1.26	1.57	1.88	2.20	2.51	2.83	3.14	3.77	4.40	5.02	6.28



续表 3-4

宽度 (mm)	厚 度 (mm)											
	3	4	5	6	7	8	9	10	12	14	16	20
	理 论 重 量 (kg)											
45	1.06	1.41	1.77	2.12	2.47	2.83	3.18	3.53	4.24	4.95	5.65	7.07
50	1.18	1.57	1.96	2.36	2.75	3.14	3.53	3.93	4.71	5.50	6.28	7.85
60	1.41	1.88	2.36	2.83	3.30	3.77	4.24	4.71	5.65	6.59	7.54	9.42

## 3. 角钢

角钢分为等边角钢与不等边角钢,用以制作管道支架。等边角钢的规格以角钢的外边宽乘以厚度表示,如边宽 45mm、厚 3mm 的角钢写作 L45×3。不等边角钢的规格以角钢的一外边宽乘以另一外边宽再乘以厚度表示,如一边宽为 75mm,另一边宽为 50mm,厚为 7mm 的角钢,写作 L75×50×7。常用热轧普通角钢规格如表 3-5 和表 3-6 所示。

表 3-5 热轧等边角钢规格

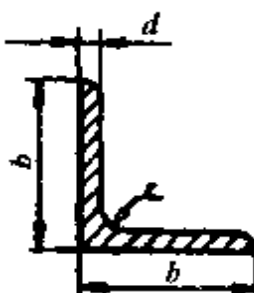
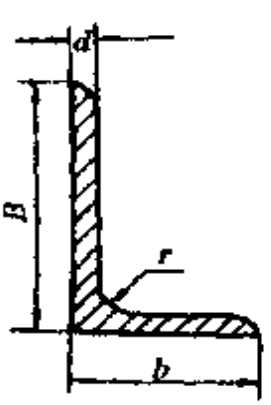
角钢号数	尺寸(mm)			截面面积 (cm <sup>2</sup> )	理论重量 (kg/m)	截面图示
	b	d	r			
2.5	25	3	3.5	1.432	1.124	
3	30	4	4.5	2.276	1.786	
4	40	4	5	3.086	2.422	
4.5	45	5	5	4.292	3.369	
5	50	5	5.5	4.803	3.770	
6.3	63	6	7	7.288	5.721	
7	70	8	8	10.667	8.373	
7.5	75	8	9	11.503	9.030	
8	80	8	9	12.303	9.658	
9	90	8	10	13.944	10.946	
10	100	10	12	19.261	15.120	
12.5	125	12	14	28.912	22.696	
14	140	12	14	32.512	25.522	
16	160	16	16	49.067	38.518	
20	200	20	18	76.505	60.056	

表 3-6 热轧不等边角钢规格

角钢号数	尺寸(mm)				截面面积 (cm <sup>2</sup> )	理论重量 (kg/m)	截面图示
	B	b	d	r			
3.2/2	32	20	4	3.5	1.939	1.522	
4.5/2.8	45	28	4	5	2.806	2.203	
6.3/4	63	40	6	7	5.908	4.638	
7.5/5	75	50	6	7.5	6.647	5.218	
10/6.3	100	63	8	10	12.584	9.878	
12.5/8	125	80	10	11	19.712	15.474	
14/9	140	90	12	12	26.400	20.724	
16/10	160	100	12	13	30.054	23.592	
20/12.5	200	125	14	14	43.367	34.436	

## 4. 槽钢和工字钢

槽钢和工字钢一般用于制作较大管道的支架或设备支架等。其规格分别以槽钢或工字钢的高度表示,如 12 号槽钢,其高度为 120mm。各种槽钢、工字钢规格如表 3-7 和表 3-8 所示。

表 3-7 热轧普通槽钢规格

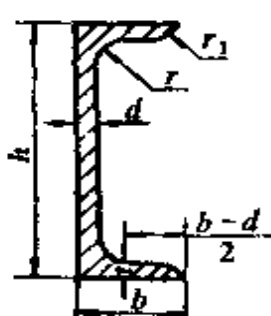
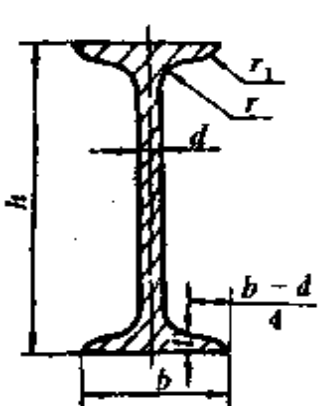
型号	尺寸(mm)						截面面积 (cm <sup>2</sup> )	理论重量 (kg/m)	截面图示
	h	b	d	t	r	r <sub>1</sub>			
5	50	37	4.5	7.0	7.0	3.50	6.93	5.44	
6.3	63	40	4.8	7.5	7.5	3.75	8.44	6.63	
8	80	43	5.0	8.0	8.0	4.0	10.24	8.04	
10	100	48	5.3	8.5	8.5	4.25	12.74	10.00	
12.6	126	53	5.5	9.0	9.0	4.5	15.69	12.37	
14b	140	60	8.0	9.5	9.5	4.75	21.31	16.73	
16	160	65	8.5	10.0	10.0	5.0	25.15	19.74	
18	180	70	9.0	10.5	10.5	5.25	29.29	22.99	
20	200	75	9.0	11.0	11.0	5.5	32.83	25.77	
25b	250	80	9	12	12	6	39.91	31.39	
30b	300	87	9.5	13.5	13.5	6.75	49.59	39.16	

表 3-8 热轧普通工字钢规格

型号	尺寸(mm)						截面面积 (cm <sup>2</sup> )	理论重量 (kg/m)	截面图示
	<i>h</i>	<i>b</i>	<i>d</i>	<i>t</i>	<i>r</i>	<i>r</i> <sub>1</sub>			
10	100	68	4.5	7.6	6.5	3.3	14.3	11.2	
12.6	126	74	5.0	8.4	7	3.5	18.1	14.2	
16	160	88	6.0	9.9	8.0	4.0	26.1	20.5	
18	180	94	6.5	10.7	8.5	4.3	30.6	24.1	
20b	200	102	9.0	11.4	9.0	4.5	39.5	31.1	
22b	220	112	9.5	12.3	9.5	4.8	46.4	36.4	
25b	250	118	10	13	10	5	53.5	42.0	
30b	300	128	11.0	14.4	11.0	5.5	67.2	52.7	
32b	320	132	11.5	16.0	11.5	5.8	73.45	57.7	
40b	400	144	12.5	16.5	12.5	6.3	94.1	73.8	

## 5. 钢板

管道工程中常用厚钢板制作设备、容器和法兰盘等,用薄钢板制作风管和保温层外壳等。

热轧厚钢板常用 Q235、20、35、45、Q345(16Mn)、20g 等钢种轧制成,厚度有 4.5、6、8、10、12、14、16、18、20mm 至 50mm 等多种,可根据需要选用,宽度从 0.6m 至 3m,长度从 5m 至 12m。

薄钢板常用 Q215、Q235、08、10、20、45、Q345(16Mn)等钢种轧制,规格按厚度分为 0.35、0.5、1、1.5、2、3、4mm 等七种,宽度从 500mm 至 1250mm,长度从 1000mm 至 4000mm。在薄钢板中有时还要给较薄的几种镀上锌,称为镀锌钢板或镀锌铁皮。其规格按厚度有 0.35、0.5、0.75mm 等三种,按宽度乘长度有 400mm×800mm、750mm×1500mm、800mm×1200mm、900mm×1800mm、1000mm×2000mm 等数十种。薄钢板在管道工程中主要用于制作通风管道和保温外壳。

## (四)钢材的热处理

钢材的热处理一般有淬火、回火和退火等三种。

### 1. 淬火

淬火是将钢加热到  $800 \sim 900^{\circ}\text{C}$ , 保持一定的时间后, 在水中或油中迅速冷却, 可以提高钢的硬度和耐磨性, 又增加了钢的脆性。

冷却的速度对淬火效果起决定作用。冷却越快, 钢的硬度与耐磨性越高, 但脆性也越大。钢的淬火性能随其含碳量的增多而提高,  $w_c$  在  $0.20\%$  以下的钢, 几乎不能淬火硬化。

当管道与法兰焊接时, 焊缝附近受热, 相当于淬火, 可能引起硬化。但  $w_c < 0.20\%$  的低碳钢不会淬火硬化, 这就是低碳钢具有良好的焊接性的原因之一。

## 2. 回火

淬火后的钢性质硬脆, 而且还会产生内应力。为减少这种硬脆性和消除内应力, 常常将淬火后的钢加热到  $550^{\circ}\text{C}$  以下, 经过保温后冷却, 就可以提高钢材的韧性和塑性, 达到使用的要求。

## 3. 退火

为降低钢的硬度和提高塑性, 便于加工, 或者为消除冷却与焊接时产生的硬脆性与内应力, 可将钢材加热到  $800 \sim 900^{\circ}\text{C}$ , 经过保温后缓慢冷却, 可达到使用的要求。如白口铁在  $900 \sim 1100^{\circ}\text{C}$  退火, 可降低硬脆性, 得到可锻性。

## 二、非金属材料

在管道工程中, 制作管道常用的非金属材料有水泥、塑料、石棉和橡胶等。

### (一) 水泥

水泥在工业与民用建筑中应用广泛。在管道工程中, 常用水泥制成混凝土管、预应力钢筋混凝土管和石棉水泥管等, 还用于管道接口、支架和设备基础, 以及防水层和保温层外壳等。

常用的水泥是硅酸盐水泥, 它是由石灰质原料如石灰石、白垩等与粘土质原料, 按适当比例在高温下煅烧成熟料, 再将熟料与适量的石膏混合研磨而成。硅酸盐水泥按强度分为 6 个标号, 即 625、525、425、325、275、225 等。标号一般是按标准试块, 在标准养护条件下经 28 天的抗压强度 (MPa 的 10 倍) 而定出。

水泥是硬性胶结材料,其凝结硬化速度与温度、湿度有关。气温高,湿度大,凝结和硬化就快,反之就慢。为迅速提高水泥的强度,应注意养护。为保持水泥构件和构筑物有足够的湿度和不太低的温度,一般方法是浇水或用蒸气养护。

水泥加入不同的骨料和填加剂,以不同的配比,可以制成用途不同的混凝土,如不同标号的混凝土、防水混凝土和加气混凝土等。水泥应贮存在干燥处,防止受潮结块,免受损坏或降低标号。

## (二)塑料

塑料是以高分子化合物为主要组成部分的有机合成材料。它在现代工业中应用广泛,几乎所有的行业都离不开它。

塑料具有其他材料无法比拟的性能。它的质量轻,密度一般为  $1.0 \sim 2.0 \text{ t/m}^3$  之间。同金属相比较,它比铝还轻,仅为钢、铜、铝等金属的  $1/4 \sim 1/6$ 。它的机械强度高,如用玻璃丝作填充料制成的玻璃增强塑料(又叫玻璃钢),其抗拉强度可达  $600 \sim 900 \text{ MPa}$ ,超过普通钢的强度。它的化学稳定性高,大部分塑料对酸、碱、盐、蒸气和水分等都有较高的抵抗能力,如四氟乙烯塑料,王水都不能与它起作用。因此在管道工程中,输送腐蚀性介质的管道与阀门设备,几乎都可用塑料制成。它的导热性很低,其导热率为  $0.024 \sim 0.814 \text{ W/(m} \cdot \text{k)}$ ,仅为金属的  $1\%$ ,热损失小,可以节约能源。它的加工性能好,容易加工成任意形状,可以铸造、模压、焊接、胶接、铆接和缝合,能显著提高机械化程度,节省劳力,降低造价。

塑料的缺点是耐热性差,最高使用温度为  $60 \sim 260^\circ\text{C}$ 。它易老化,不耐久。

管道工程常用的塑料管一般是用硬质聚氯乙烯制成,其主要成分是氯化乙烯树脂。用它制成的塑料管,其软化温度为  $80^\circ\text{C}$  左右,具有极好的耐腐蚀性和稳定性,不需要隔热层和防水层,管壁光滑,阻力损失小。用它作给水、排水、煤气和通风管道时,可以代替钢管,既节约金属又降低造价。

常用的玻璃钢,有聚酯玻璃钢和环氧玻璃钢两种。这两种玻璃

钢用途广泛,可用于制作防腐设备、水处理设备、管道设备等的防腐衬垫,还可以代替镀锌钢板和铝板做保温层外壳。

### (三)橡胶

橡胶富有弹性,不易断裂,防水性能好,可塑性强,可以制成输送各种介质的胶管。在管道工程中有:夹布空气、输油、蒸气胶管,铠装夹布空气、输油、蒸气胶管,以及高压钢丝编织胶管等。橡胶板可以做法兰垫片、活接头垫片,以及卫生设备下水口垫片等,还可以做动力设备基础的防振板。橡胶绝缘性好,在管道施工中常用来做绝缘垫板和垫片。

### (四)石棉

石棉是矿物纤维,其隔热性好,不燃烧,耐腐蚀。用石棉和硅酸盐水泥按一定重量比,通常是 1:5 ~ 1:6,加工可制成石棉水泥管。由于石棉纤维对水泥及其水化生成物有较强的吸附性,因此石棉纤维与水泥能牢固结合,使石棉纤维在水泥中形成了加强筋,造成石棉水泥制品有较高的抗拉和抗弯强度。

石棉可用于制成石棉板、石棉布、石棉绒、石棉绳、石棉灰和石棉纸等;还可用于做法兰垫片、阀门填料盒中的填料、管道接口填料,以及管道和设备的保温等。

## 第二节 常用管材与管件

### 一、常用管材

#### (一)公称直径与公称压力

##### 1. 公称直径

对管子和管路附件规定一种标准直径,这种标准直径称为公称直径或公称通径。公称直径用  $DN$  表示。

为什么要定出公称直径? 由于用途不同,需要不同外径的管子。同一外径的管子,由于壁厚不同,其内径也不同。加以管道系统还需要各种与直径相对应的管路附件,包括管件、阀门和法兰等,就使得

管材和附件的直径尺寸多,给制造、设计和施工造成困难。为能大批生产,降低成本,减少备件的贮量,使管子和管路附件具有互换性,应对管子和管路附件实行标准化,就产生了公称直径。

量度管子的大小,通常用管壁的外直径即外径  $D$  和内壁的直径即内径  $d$  表示。

阀门和铸铁管的内径通常与公称直径相等。钢管的实际内径和外径与公称直径一般都不相等,但它的内径都接近公称直径。如公称直径  $DN100\text{mm}$  的低压流体输送用焊接钢管,外径  $D114\text{mm}$ ,内径  $d106\text{mm}$ 。

因为低压流体输送用焊接钢管常用英制管螺纹连接,所以管径也常用英寸为单位。有一公称直径,就有一相应的管螺纹,如  $DN100\text{mm}$  相当于  $4''$ ,这样就简化了管子及管路附件的规格。

电焊钢管分为螺旋管和直缝管,规格用外径乘以壁厚来表示。

无缝钢管由于生产工艺不同,分为热轧和冷拔两种,而且每一种外径的管子又有多种不同的壁厚。因此无缝钢管的规格也是用外径乘以壁厚来表示,如  $D108\text{mm} \times 4\text{mm}$ 。

为方便起见,在中、低压管道设计施工中,常选用比较接近公称直径的无缝钢管和电焊钢管,这样可以提高管子的互换性。

管道公称直径与相应的管螺纹、无缝钢管的对应规格,如表 3-9 所示。无缝钢管的壁厚采用中、低压管道的常用壁厚。

表 3-9 管径规格对照表

公称直径 (mm)	相应管 螺纹 (in)	相应无缝钢管 (外径 $\times$ 壁厚) (mm)	公称直径 (mm)	相应管 螺纹 (in)	相应无缝钢管 (外径 $\times$ 壁厚) (mm)
10	3/8	18 $\times$ 2.5	40	1 $\frac{1}{2}$	45 $\times$ 3.5
15	1/2	22 $\times$ 3	50	2	57 $\times$ 3.5
20	3/4	25 $\times$ 3	70	2 $\frac{1}{2}$	76 $\times$ 4
25	1	32 $\times$ 3.5	80	3	89 $\times$ 4
32	1 $\frac{1}{4}$	38 $\times$ 3.5	100	4	108 $\times$ 4

续表 3-9

公称直径 (mm)	相应管 螺纹 (in)	相应无缝钢管 (外径×壁厚) (mm)	公称直径 (mm)	相应管 螺纹 (in)	相应无缝钢管 (外径×壁厚) (mm)
125	5	133×4.5	350	—	377×9
150	6	159×4.5	400	—	426×9
200	—	219×6	450	—	480×10
250	—	273×8	500	—	530×10
300	—	325×8	600	—	630×10

## 2. 公称压力

管道及其附件输送的介质是有压力的,不同压力的介质要用不同强度标准的管道及附件来输送。为使生产部门能生产出不同要求的管材,设计和使用部门能正确选用管材,于是便规定了一个系列的压力等级,这些压力称为公称压力。

公称压力用  $p_N$  表示,单位为  $\text{kgf}/\text{cm}^2$ 。根据计量法,计量单位已改为 Pa。为方便记忆和计算,取  $1\text{kgf}/\text{cm}^2 = 0.1\text{MPa}$ 。按照现行规定:低压管道的公称压力分为 0.1、0.25、0.6、1.0、1.6MPa 等五个压力级,中压管道的公称压力分为 2.5、4.0、6.4 和 10MPa 等四个压力级,公称压力大于 10MPa 的为高压管道。

现行规定还规定:以低于  $100^\circ\text{C}$  的水作水压试验的标准,以检查管道及管道附件的机械强度,即管件和管道的试验压力,用  $P_s$  表示。通常试验压力为公称压力的 2~1.5 倍,公称压力大则倍数值小。

## 3. 工作压力

管道在正常运行情况下,所输送的工作介质的压力称为工作压力。工作时介质具有温度,温度升高则会降低材料的机械强度。因此,管道及其附件的最高工作压力,随介质温度的升高而降低。

碳素钢、铸铁与铜制品管道及附件的公称压力、试验压力及工作压力见表 3-10、表 3-11、表 3-12。



表 3-10 碳素钢管道及附件的压力

公称压力 $p_N$ (MPa)	试验压力 (用低于 100℃的水) $P_s$ (MPa)	介质工作温度(℃)						
		200	250	300	350	400	425	450
		最大工作压力 $p$ (MPa)						
0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.07	0.06	0.06	0.05
0.25	0.4	0.25	0.23	0.2	0.18	0.16	0.14	0.11
0.4	0.6	0.4	0.37	0.33	0.29	0.26	0.23	0.18
0.6	0.9	0.6	0.55	0.5	0.44	0.38	0.35	0.27
1.0	1.5	1.0	0.92	0.82	0.73	0.64	0.58	0.45
1.6	2.4	1.6	1.5	1.8	1.2	1.0	0.9	0.7
2.5	3.8	2.5	2.3	2.0	1.3	1.6	1.4	1.1
4.0	6.0	4.0	3.7	3.3	3.0	2.8	2.3	1.8
6.4	9.6	6.4	5.9	5.2	4.7	4.1	3.7	2.9

表 3-11 灰铸铁、可锻铸铁管道及附件的压力

公称压力 $p_N$ (MPa)	试验压力 (用低于 100℃的水) $P_s$ (MPa)	介质工作温度(℃)			
		< 120	200	250	300
		最大工作压力 $p$ (MPa)			
		$p_{12}$	$p_{20}$	$p_{25}$	$p_{30}$
0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1
0.25	0.4	0.25	0.25	0.2	0.2
0.4	0.6	0.4	0.38	0.36	0.32
0.6	0.9	0.6	0.55	0.5	0.5
1.0	1.5	1.0	0.9	0.8	0.8
1.6	2.4	1.6	1.5	1.4	1.3
2.5	3.8	2.5	2.3	2.1	2.0

表 3-12 青铜、黄铜、纯铜管道及附件的压力

公称压力 $p_N$ (MPa)	试验压力 (用低于 100℃ 的水) $p_s$ (MPa)	介质工作温度(℃)		
		< 120	200	250
		最大工作压力 $p$ (MPa)		
		$p_{12}$	$p_{20}$	$p_{25}$
0.1	0.2	0.1	0.1	0.07
0.25	0.4	0.25	0.2	0.17
0.4	0.6	0.4	0.32	0.27
0.6	0.9	0.6	0.5	0.4
1.0	1.5	1.0	0.8	0.7
1.6	2.4	1.6	1.3	1.1
2.5	3.8	2.5	2.0	1.7

## (二)常用管材的种类及规格

管道工程所用的管材可分为金属管材和非金属管材两种。金属管又分为钢管、铸铁管和有色金属管,非金属管有钢筋混凝土管、石棉水泥管、塑料管和陶土管等,钢管又可分为无缝钢管和有缝钢管两种。

## 1. 无缝钢管

无缝钢管通常用普通碳素钢、优质碳素钢及合金钢制成,分为冷拔(冷轧)和热轧两种,常用品种规格如表 3-13 和表 3-14 所示。

表 3-13 冷拔(冷轧)无缝钢管常用规格

外径 (mm)	壁 厚 (mm)											
	2.5	3	3.5	4	4.5	5	5.5	6	7	8	9	10
	理论重量 (kg/m)											
12	0.586	0.666	0.734	0.789								
14	0.709	0.814	0.906	0.986								
18	0.956	1.11	1.25	1.38	1.50	1.60						
20	1.08	1.26	1.42	1.58	1.72	1.85	1.97	2.07				
25	1.39	1.63	1.86	2.07	2.28	2.47	2.64	2.81	3.11			

续表 3-13

外径 (mm)	壁 厚 (mm)											
	2.5	3	3.5	4	4.5	5	5.5	6	7	8	9	10
	理论重量 (kg/m)											
32	1.82	2.15	2.46	2.76	3.05	3.33	3.59	3.85	4.32	4.74		
38	2.19	2.59	2.98	3.35	3.72	4.07	4.41	4.74	5.35	5.92	6.44	
42	2.44	2.89	3.32	3.75	4.16	4.56	4.95	5.33	6.04	6.71	7.32	
45	2.62	3.11	3.58	4.04	4.49	4.93	5.36	5.77	6.56	7.30	7.99	8.63
48	2.81	3.33	3.84	4.34	4.83	5.30	5.76	6.21	7.08	7.89	8.65	9.37
50	2.93	3.48	4.01	4.54	5.05	5.55	6.04	6.51	7.42	8.29	9.10	9.86
57	3.36	4.00	4.62	5.23	5.83	6.41	6.99	7.55	8.63	9.67	10.65	11.59
60	3.55	4.22	4.83	5.52	6.16	6.78	7.39	7.99	9.15	10.26	11.32	12.33
63	3.72	4.44	5.13	5.81	6.49	7.14	7.77	8.41	9.57	10.81	11.90	13.05
76	4.53	5.40	6.26	7.10	7.93	8.75	9.56	10.36	11.91	13.42	14.87	16.28
83	4.96	5.92	6.86	7.79	8.71	9.62	10.51	11.39	13.12	14.80	16.42	18.00
89	5.33	6.36	7.38	8.38	9.38	10.38	11.33	12.28	14.16	15.93	17.76	19.48
102	6.13	7.32	8.50	9.67	10.82	11.96	13.09	14.21	16.40	18.55	20.64	22.69
108	6.50	7.71	9.02	10.26	11.41	12.70	13.90	15.09	17.44	19.73	21.97	24.17
133	8.05	9.59	11.18	12.75	14.26	15.75	17.29	18.79	21.75	24.66	27.52	30.33
140		10.11	11.80	13.42	15.05	16.65	18.24	19.83	22.96	26.04	29.08	32.06
150			13.53	15.38	17.25	19.09	20.96	22.79	26.41	29.99	33.51	36.99
180			15.20	17.30	19.50	21.59	23.67	25.75	29.87	33.93	37.95	41.92
200				19.67	21.65	24.00	26.38	28.70	33.32	37.88	42.39	46.85

表 3-14 热轧无缝钢管常用规格

外径 (mm)	壁 厚 (mm)											
	2.5	3	3.5	4	4.5	5	5.5	6	7	8	9	10
	理论重量 (kg/m)											
32	1.82	2.15	2.46	2.76	3.05	3.33	3.59	3.85	4.32	4.74		
38	2.19	2.59	2.98	3.35	3.72	4.07	4.41	4.74	5.35	5.92		

续表 3-14

外径 (mm)	壁 厚 (mm)											
	2.5	3	3.5	4	4.5	5	5.5	6	7	8	9	10
	理 论 重 量 (kg/m)											
45	2.62	3.11	3.58	4.04	4.49	4.93	5.36	5.77	6.56	7.30	7.99	8.63
50	2.93	3.48	4.01	4.54	5.05	5.55	6.01	6.51	7.42	8.29	9.10	9.86
57		4.00	4.62	5.23	5.83	6.41	6.99	7.55	8.63	9.67	10.65	11.59
60		4.22	4.88	5.52	6.16	6.78	7.39	7.99	9.15	10.26	11.32	12.33
63.5		4.48	5.18	5.87	6.55	7.21	7.87	8.51	9.75	10.95	12.10	13.19
76		5.40	6.26	7.10	7.93	8.75	9.50	10.36	11.91	13.42	14.37	16.28
89			7.38	8.38	9.38	10.36	11.33	12.28	14.16	15.89	17.76	19.48
102			8.50	9.67	10.82	11.96	13.09	14.21	16.40	18.55	20.64	22.69
108				10.26	11.49	12.70	13.90	15.09	17.44	19.73	21.97	24.17
114				10.83	12.15	13.44	14.72	15.98	18.47	20.91	23.31	25.65
133				12.73	14.26	15.78	17.29	18.79	21.75	24.66	27.52	30.33
140					15.04	16.65	18.24	19.83	22.96	26.04	29.08	32.06
159					17.15	18.99	20.82	22.64	26.24	29.79	33.29	36.75
168						20.10	22.04	23.97	27.79	31.57	35.29	38.97
194						23.31	25.60	27.82	32.28	36.70	41.06	45.38
219								31.54	36.60	41.63	46.61	51.54
245									41.09	46.76	52.38	57.95
273									45.92	52.28	58.60	64.86
325										62.54	70.14	77.68
377											81.68	90.51
426											92.55	102.59
530											115.62	128.23
630											137.81	152.89

常用无缝钢管的外径从 12mm 到 200mm, 壁厚从 2.5mm 到 10mm, 其中壁厚小于 6mm 者是最常用的。无缝钢管的优点是品种规格多, 强度高, 耐压高, 韧性强, 管段长, 容易加工焊接, 是管道工程中最常用的一种材料。缺点是价格高, 容易锈蚀, 使用寿命不长。用

镍铬不锈钢制成的无缝钢管,耐腐蚀,耐酸性强,常用于有特殊要求的化工管道。

无缝钢管多用于压力较高的管道,如氧气管道、压缩空气管道、热力管道、氨制冷管道、乙炔管道,以及除强腐蚀性介质以外的各种化工管道。

## 2. 焊接钢管

焊接钢管又称有缝管,有缝管又分为低压流体输送用焊接钢管和卷焊钢管两种。

(1)低压流体输送用焊接钢管。这种钢管用碳素软钢制造成,分成不镀锌(黑铁管)和镀锌(白铁管),有管端带螺纹和不带螺纹的几种;按壁厚又分为普通管、加厚管和薄壁管。

低压流体输送用焊接钢管应用广泛,通常的小直径低压力(压力在 1MPa 以下的介质)管道一般都用这种管子,如室内给水、采暖、煤气管道等。它也可用于公称直径不大于 65mm,工作压力不超过 0.8MPa 的压缩空气管道。

低压流体输送用焊接钢管和镀锌焊接钢管规格见表 3-15。

表 3-15 低压流体输送用焊接钢管、镀锌焊接钢管规格

公称直径		外径 (mm)		普通钢管			加厚钢管		
(mm)	(in)	外径	允许 偏差	壁厚		理论重量 (kg/m)	壁厚		理论重量 (kg/m)
				公称尺寸 (mm)	允许 偏差		公称尺寸 (mm)	允许 偏差	
8	1/4	13.5	±0.50	2.25		0.62	2.75		0.73
10	3/8	17.0		2.25		0.82	2.75		0.97
15	1/2	21.3		2.75	+12%	1.26	3.25	+12%	1.45
20	3/4	26.8		2.75		1.63	3.50		2.01
25	1	33.5		3.25	-15%	2.42	4.00	-15%	2.91
32	1 1/4	42.5		3.25		3.13	4.00		3.78
40	1 1/2	48.0		3.50		3.84	4.25		4.58
50	2	60.0		3.50		4.88	4.50		6.16

续表 3-15

公称直径		外径 (mm)		普通钢管			加厚钢管		
(mm)	(in)	外径	允许 偏差	壁厚		理论重量 (kg/m)	壁厚		理论重量 (kg/m)
				公称尺寸 (mm)	允许 偏差		公称尺寸 (mm)	允许 偏差	
65	2 $\frac{1}{2}$	75.5	$\pm 1\%$	3.75		6.64	4.50		7.88
80	3	88.5		4.00	+12%	8.34	4.75	+12%	9.81
100	4	114.0		4.00	-15%	10.85	5.00	-15%	13.44
125	5	140.0		4.50		15.04	5.50		18.24
150	6	165.0		4.50		17.81	5.50		21.63

(2)卷焊钢管。卷焊钢管有直缝电焊钢管、螺旋缝电焊钢管及直缝卷制电焊钢管等。

直缝电焊钢管的管壁较薄,故工业上用得较少,其常用的规格如表 3-16 所示。这种钢管一般用于工作压力不超过 1.6MPa、介质温度不超过 200℃的管道,如凝结水管道和废气管道等。

螺旋缝电焊钢管用碳素钢或低合金钢制造,通常用于工作压力不超过 2.0MPa、介质温度不超过 200℃的直径较大的管道,如室外煤气、天然气和凝结水管道。

螺旋缝电焊钢管常用的规格有  $\phi 219 \times 5\text{mm}$ 、 $\phi 273 \times 6\text{mm}$ 、 $\phi 325 \times 6\text{mm}$ 、 $\phi 426 \times 8\text{mm}$  等。这种管道的制成品长度较长,除外径为 219mm 的管子长度为 7~12m 外,其余规格的管子长度可达 8~18m。

直缝卷制电焊钢管是现场用钢板卷制焊接而成的,管段以钢板和卷板机而定,材料根据需要而确定。其常用的规格有: $\phi 325 \times 6\text{mm}$ 、 $\phi 426 \times 7\text{mm}$ 、 $\phi 530 \times 9\text{mm}$ 、 $\phi 630 \times 10\text{mm}$ 、 $\phi 720 \times 10\text{mm}$ 、 $\phi 820 \times 10\text{mm}$  等。

### 3. 铸铁管

铸铁管分为给水铸铁管和排水铸铁管,按连接方法又可分为承插式和法兰式两种。用得较多的是承插式,与带法兰的控制件(如阀门)相连接则常用法兰式,近来市政给水和地下煤气管线也大量采用法兰式铸铁管。给水铸铁管与排水铸铁管从外形上可分辨出,因为

表 3-16 直缝电焊钢管规格

公称直径 (mm)	外径 (mm)	壁厚 (mm)	理论重量 (kg/m)	公称直径 (mm)	外径 (mm)	壁厚 (mm)	理论重量 (kg/m)
10	15	1.0	0.345	70	76	3.0	5.40
		1.5	0.499			3.5	6.26
15	20	1.5	0.684			4.0	7.10
		2.0	0.888			4.5	7.93
20	25	1.5	0.869	80	89	3.0	6.36
		2.0	1.13			3.5	7.38
		2.5	1.39			4.0	8.38
25	32	1.5	1.13			4.5	9.38
		2.0	1.43	100	108	3.0	7.77
		2.5	1.82			3.5	9.02
32	38	1.5	1.35			4.0	10.26
		2.0	1.78				
		2.5	2.19	125	133	3.5	11.18
40	44.5	1.5	1.59			4.0	12.73
		2.0	2.10			4.5	14.62
		2.5	2.59			5.0	15.78
50		2.5	3.86	140	152	3.5	12.82
						4.0	14.60
		3.0	4.00			4.5	16.37
						5.0	18.13
		3.5	4.62			5.5	19.78

给水铸铁管要承受压力,故比排水铸铁管管壁要厚,承口(喇叭口)要深。

铸铁管是由灰铸铁铸造的,它含有耐腐蚀元素及微细的石墨,出厂时管内外表面涂有沥青,故具有良好的耐腐蚀性。因此,铸铁管的使用寿命比钢管长,但缺点是性质较脆,不能抗撞击。

铸铁管有低压、中压和高压三种承压范围。它的工作压力与试验压力见表 3-17。使用时要选用与实际工作压力相适应的管材,防止超压和发生事故。

表 3-17 铸铁直管工作压力与试验压力

类 别	工作压力 (MPa)	试验压力(MPa)	
		$DN \leq 450$	$DN \geq 500$
低压直管	$\leq 0.45$	1.5	1.0
普通直管及管件	$\leq 0.75$	2.0	1.5
高压直管	$\leq 1.0$	2.5	2.0

注:为便于记忆取  $1\text{kgf/cm}^2 = 0.1\text{MPa}$ ,下同

铸铁管的规格用公称直径表示。它的实际内径与公称直径基本上是相同的,通常从  $DN75\text{mm}$ 、 $DN100\text{mm}$ 、 $DN125\text{mm}$ 、 $DN150\text{mm}$ 、 $DN200\text{mm}$ ……直到  $DN1500\text{mm}$  近 20 种。管子长度一般为 3~6m。

铸铁管常用于埋设的给水、煤气、天然气管道和下水管道。硅铁铸铁管道则用于化工管道,因为它具有抵抗多种强酸腐蚀的性能。

#### 4. 有色金属管道

管道工程中常用的有色金属管有铝管、铜管和铅管等。

(1) 铝管。铝管用于输送浓硝酸、醋酸等,但它不能抵抗碱液。铝管一般用工业纯铝或铝合金制成,常用规格如表 3-18 所示。

表 3-18 铝及铝合金管的常用规格(摘自 GB4431-84)

外径 (mm)	18		25	32		38		45	
厚度 (mm)	1.0	1.5	1.5	1.5	2	1.5	2	2	2.5
理论重量 (kg/m)	0.150	0.218	0.310	0.402	0.528	0.482	0.633	0.766	0.925



续表 3-18

外径 (mm)	55		75	90		110	
厚度 (mm)	2	2.5	2.5	2.5	3	3	5
理论重量 (kg/m)	0.932	1.155	1.594	1.924	2.296	2.824	4.618

注:理论重量是按密度  $2800\text{kg/m}^3$  计算出

(2)铜管。铜管分纯铜管和黄铜管,按制造方法可分为拉制管和挤制管,一般中低压管道用的是拉制管。

纯铜管有软、硬两种,黄铜管有软、半硬和硬三种。铜管常用于氧气、制冷、热交换器及机械设备中的油路系统。管子规格以外径及壁厚表示。

纯铜管及黄铜管的常用规格如表 3-19 所示。

(3)铅管。铅管用纯铅或铅锑合金制成。纯铅制成的是软铅管,铅锑合金制成的是硬铅管。

铅管对硫酸有较好的耐腐蚀性,但其强度低,抗热性差。纯铅管常用规格如表 3-20 所示。

铅管的成材长度,内径  $\leq 100\text{mm}$ ,长度不小于  $2.5\text{m}$ ;内径  $> 100\text{mm}$ ,长度不小于  $1.5\text{m}$ ;铅合金长度不小于  $0.5\text{m}$ 。

## 5. 非金属管

管道工程中通常用的非金属管有陶土管、钢筋混凝土管、聚氯乙烯管和石棉水泥管。

(1)陶土管。陶土管主要用作下水管道,其耐腐蚀能力比钢管、铸铁管强,价格便宜,但强度低,不抗撞击,运输、安装和维修时需要小心,不能碰撞。其常用的规格有 2"、3"、4"、5"、6"等。

(2)混凝土管。混凝土管有一般混凝土管、钢筋混凝土管和预应力钢筋混凝土管。

一般混凝土管可分为承插式、企口式、平口式三种,管径有  $DN75\text{mm}$ …… $DN450\text{mm}$  等多种。

表 3-19 拉制纯铜管、黄铜管的常用规格

外径 (mm)	壁 厚 (mm)																		
	0.5		1.0		1.5		2.0		2.5		3.0		4.0		5.0		6.0		
	纯铜	黄铜	纯铜	黄铜	纯铜	黄铜	纯铜	黄铜	纯铜	黄铜	纯铜	黄铜	纯铜	黄铜	纯铜	黄铜	纯铜	黄铜	
5	0.063		0.112	0.107	0.147														黄铜
8	0.105		0.196	0.187	0.273	0.262	0.335	0.320											
10	0.133		0.252	0.240	0.356	0.340	0.447	0.427	0.524		0.587								
15			0.391	0.374	0.566	0.540	0.727	0.694	0.873	0.825	1.006	0.961							
20			0.531	0.507	0.775	0.741	1.006	0.961	1.223	1.168	1.425	1.361	1.778		2.096	2.002			
25				0.641	0.983	0.941	1.286	1.228	1.572	1.501	1.844	1.761	2.348	2.242	2.795				
30				0.774	1.195	1.141	1.565	1.495	1.922	1.835	2.264	2.162	2.906	2.776	3.493				3.843
35				0.907		1.341		1.761	2.168			2.562		3.309					4.644
40				1.041				2.028		2.502				3.843					5.444
50				1.308				2.562		3.169		3.763		4.911					
60				1.575				3.096				4.564		5.978					
70												5.364		7.047					
80								4.163		5.174				8.113					
100												7.766		10.250					

表 3-20 纯铅管的常用规格

内径 (mm)	管 壁 厚 度 (mm)									
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12
	理 论 重 量 (kg/m)									
5	0.5	0.9	1.3	1.8	2.3	3.0	3.7	4.7	5.3	7.3
8	0.7	1.2	1.7	2.3	3.0	3.7	4.5	5.4	6.4	8.5
10	0.8	1.4	2.0	2.7	3.4	4.2	5.1	6.3	7.1	9.4
16	1.3	2.0	2.8	3.7	4.7	5.7	6.8	8.0	9.3	12.0
20	1.6	2.5	3.4	4.4	5.5	6.7	8.0	9.3	10.7	13.7
25	-	3.0	4.1	5.4	6.6	8.0	9.4	10.9	12.5	15.8
30	-	3.5	4.9	6.2	7.7	9.2	10.8	12.5	14.2	17.9
35	-	4.1	5.6	7.1	8.8	10.5	12.3	14.1	16.0	20.1
40	-	4.6	6.3	8.0	9.8	11.7	13.7	15.7	17.8	22.2
50	-	5.7	7.7	9.8	12.0	14.2	16.5	18.9	21.4	26.5
60	-	-	9.1	11.6	14.1	16.7	19.4	22.1	24.9	30.8
80	-	-	12.0	15.1	18.3	21.7	26.0	28.5	32.0	39.3
100	-	-	14.8	18.7	22.8	26.7	30.8	35.0	39.2	47.8
125	-	-	-	-	28.0	32.9	37.9	42.9	48.1	58.6
150	-	-	-	-	33.3	39.1	45.0	50.9	57.1	69.3
200	-	-	-	-	-	-	59.3	67.0	74.8	90.7

注:铅的密度为  $11.34\text{g/cm}^3$

钢筋混凝土管有轻型和重型两种,它适用于工作压力不超过  $0.4\text{MPa}$  的低压给水、排水管道,规格有  $DN75 \sim 1200\text{mm}$  等多种。钢筋混凝土管的优点是使用寿命长,节约钢材,缺点是笨重,运输困难,要求有良好的基础。

承插式预应力钢筋混凝土管近年已被普遍采用,其优点是强度高,抗渗、抗裂性能好,抗腐蚀能力强,维护简便,施工方便,缺点是笨重,运输不便。其规格有  $DN400\text{mm} \cdots \cdots DN1400\text{mm}$ 。

(3)聚氯乙烯塑料管。聚氯乙烯塑料管分硬、软两种,其优点是化学稳定性高,能抵抗各种酸类、碱类和盐类的作用。它的重量轻,传热性差,管壁光滑阻力小,安装方便。其缺点是强度低,线胀系数

大,耐久性差,温度高于  $60^{\circ}\text{C}$  时多会变软。

硬聚氯乙烯管在工业管道已广泛应用,一般用作输送工作压力  $0.05 \sim 0.6\text{MPa}$  和  $-10 \sim 40^{\circ}\text{C}$  的腐蚀性介质及工业给水管道。硬聚氯乙烯管材的稳定剂中含有氧化铅,故不宜作生活给水管道。硬聚氯乙烯管道分轻型管和重型管两种,其规格如表 3-21 所示。

表 3-21 硬聚氯乙烯管规格

外径 (mm)	轻 型			重 型		
	壁厚 (mm)	近似重量		壁厚 (mm)	近似重量	
		(kg/m)	(kg/根)		(kg/m)	(kg/根)
10	-	-	-	1.5	0.06	0.24
12	-	-	-	1.5	0.07	0.28
16	-	-	-	2.0	0.13	0.53
20	-	-	-	2.0	0.17	0.68
25	1.5	0.17	0.68	2.5	0.27	1.07
32	1.5	0.22	0.88	2.5	0.35	1.40
40	2.0	0.36	1.44	3.0	0.52	2.10
50	2.0	0.45	1.80	3.5	0.77	3.09
75	2.5	0.85	3.40	4.0	1.34	5.38
90	3.0	1.23	4.92	4.5	1.82	7.30
110	3.5	1.75	7.00	5.5	2.71	10.90
125	4.0	2.29	9.16	6.0	3.35	13.50
160	5.0	3.65	14.60	8.0	5.72	23.00
200	6.0	5.48	21.90	10.0	9.00	36.00
250	7.5	8.56	34.20	-	-	-
315	9.5	13.70	54.80	-	-	-
400	12.0	21.90	87.60	-	-	-

软聚氯乙烯管可以代替普通橡胶管输送有腐蚀性的液体,其规格品种从内径 3mm 到 50mm 等多种。

(4)石棉水泥管。石棉水泥管用石棉与硅酸盐水泥制成,分有压管和无压管两种,又可分为 0.45、0.75、1.0MPa 三种标号,即水 4.5、水 7.5 和水 10 等。石棉水泥管一般管径为  $DN75\text{mm} \cdots \cdots DN500\text{mm}$ ,

管壁厚度根据其直径和压力不同有 7mm……38mm。无压管(排水管)的管壁较薄,管长有 3m 和 4m 两种。

石棉水泥管的优点是价廉,重量轻,耐腐蚀性能好,加工方便,管壁光滑等;缺点是质脆,抗冲击力差,容易损坏。

### (三)管材选用

选用管材的原则是,既要满足使用要求,又要考虑经济合理。选择管材的依据是,介质的性质,介质的工作参数,敷设的场合,管径的大小等因素。如蒸汽管道,压力在 1.3MPa 以下,又在室外安装,故选用无缝钢管。如在室内安装,管径在 2m 以内,输送压力低于 0.8MPa 的饱和蒸气,故选用有缝的水煤气输送管。但是给水管,无论室内室外,压力在 1.0MPa 以内的小口径都可用低压流体输送管,  $DN75\text{mm}$  以上的可选用铸铁管或预应力钢筋混凝土管等。选用管材不可以根据管材的来源、施工力量等因素综合考虑。一般工业管道的选用,可以参看表 3-22。

## 二、常用管件

管路连接部分的成形零件称为管件,如弯头、三通、管接头、异径管和法兰等。管道工程中常用的管件,一般有钢管件、铸铁管件和非金属管件等。

### (一)钢管件

钢管件一般有两种,一种是用优质碳素钢或不锈钢耐酸钢经特制模具压制成形;另一种是用可锻铸铁又称玛钢或软钢(熟铁)铸造成形。

压制弯头有  $45^\circ$ 、 $90^\circ$  和  $180^\circ$  三种,常用的是  $90^\circ$  的弯头,如图 3-1 所示。

弯曲半径有  $1.5DN\text{mm}$  和  $1DN\text{mm}$  两种,常用规格如表 3-23 所示。

压制异径管有同轴和偏心两种,见图 3-2 所示,常见规格尺寸如表 3-24 所示。

可锻铸铁制成的管件种类很多,其外形带有厚边,碳素钢制成的

表 3-22 管材选用表

介质	压力 $P_N/MPa$ (温度 $t/^\circ C$ )	敷设 位置	公 称 直 径 (mm)																卷制电焊钢管										
			≤20	25	32	40	50	65	80	100	125	150	200	250	300	350	400	>400											
蒸气	$P_N \leq 0.8$	室内	低压流体输送管										无 缝 钢 管  螺旋缝焊接钢管																
	$P_N \leq 1.3$	室外	不宜使用																										
煤气	高 中 低	室内 外	低压流体输送管																	无 缝 钢 管									
凝结水	$P_N \leq 0.8$	室内	不宜使用																	直缝焊接钢管									
	室外																												
热水	$t \leq 130$	室内	不宜使用																	无 缝 钢 管									
	室外																												
压缩空气	$P_N \leq 0.8$	室内																											
	室外																												
燃油	$P_N \leq 0.5$	卸油	不 宜 使 用																										
	$P_N \leq 2.5$	供油																											
氨制冷	$P_N \leq 2.0$ $t \leq -40$	室内	无 缝 钢 管																										
给水及冷水	$P_N \leq 10$ $t \leq 50$	室内	低压流体输送管										螺旋缝电焊钢管						钢筋混凝土管										
	室外	直缝焊接钢管										给水铸铁管																	
雨水	无 压	室内	不 宜 使 用										排水铸铁管、石棉水泥管、低压流体输送管、焊接钢管						—										
		室外																											
室内		排水铸铁管											陶土管 混凝土管 钢筋混凝土管																
室外		排水铸铁管																											
室内																													
生活污水		室内																											
		室外																											排水铸铁管 陶土管

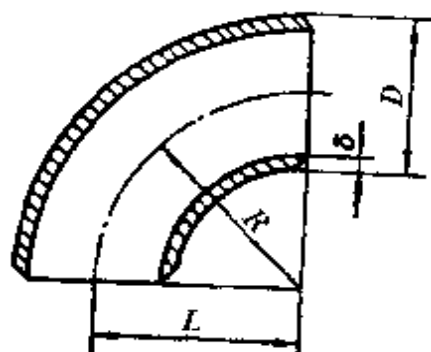


图 3-1 90°压制弯头

表 3-23 90°压制弯头尺寸

(mm)

公称直径 DN	外径 D	弯曲半径 R		结构长度 L		壁厚 $\delta$		
		$R=1.5$ DN	$R=1$ DN	$R=1.5$ DN	$R=1$ DN	pN40 级	pN60 级	pN100 级
25	32	38	25	38	25	3	—	4.5
32	38	43	32	48	32	3	—	4.5
40	45	60	40	60	40	3.5	—	5
50	57	75	50	75	50	3.5	—	5
65	76	100	65	100	65	4	—	6
80	89	120	80	120	80	4	—	6
100	108	150	100	150	100	4	6	8
125	133	190	125	190	125	4.5	7	10
150	159	225	150	225	150	5	8	12
200	219	300	200	300	200	7	10	14
250	273	375	250	375	250	8	11	16
300	325	450	300	450	300	9	12	20
350	377	525	350	525	350	10	14	22
400	426	600	400	600	400	11	16	—

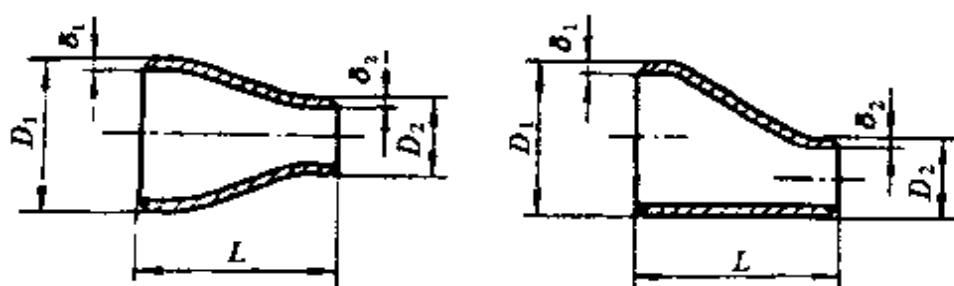


图 3-2 压制异径管

表 3-24 压制异径管尺寸

(mm)

公称直径 $DN_1 \times DN_2$	外 径 $D_1 \times D_2$	壁厚 $\delta_1 \times \delta_2$			结构长度 L
		pN4.0 级	pN6.4 级	pN10.0 级	
25 × 15	32 × 18	3 × 3	—	4.5 × 4.5	50
25 × 20	32 × 25	3 × 3	—	4.5 × 4.5	

续表 3-24

公称直径 $DN_1 \times DN_2$	外 径 $D_1 \times D_2$	壁厚 $\delta_1 \times \delta_2$			结构 长度 $L$
		$pN4.0$ 级	$pN6.4$ 级	$pN10.0$ 级	
32 × 15	38 × 18	3 × 3	—	4.5 × 4.5	50
32 × 20	38 × 25	3 × 3	—	4.5 × 4.5	
32 × 25	38 × 32	3 × 3	—	4.5 × 4.5	
40 × 20	45 × 25	3.5 × 3	—	5 × 4.5	65
40 × 25	45 × 32	3.5 × 3	—	5 × 4.5	
40 × 32	45 × 38	3.5 × 3	—	5 × 4.5	
50 × 25	57 × 32	3.5 × 3	—	5 × 4.5	



续表 3-24

公称直径 $DN_1 \times DN_2$	外 径 $D_1 \times D_2$	壁厚 $\delta_1 \times \delta_2$			结构 长度 $L$
		$pN4.0$ 级	$pN6.4$ 级	$pN10.0$ 级	
200 × 100	219 × 108	7 × 4	10 × 6	14 × 8	150
200 × 125	219 × 133	7 × 4.5	10 × 7	14 × 10	
200 × 150	219 × 159	7 × 5	10 × 8	14 × 12	
250 × 125	273 × 133	8 × 4.5	11 × 7	16 × 10	180
250 × 150	273 × 159	8 × 5	11 × 8	16 × 12	
250 × 200	273 × 219	8 × 7	11 × 10	16 × 14	
300 × 150	325 × 159	9 × 5	12 × 8	20 × 12	200
300 × 200	325 × 219	9 × 7	12 × 10	20 × 14	
300 × 250	325 × 273	9 × 8	12 × 11	20 × 16	
350 × 200	377 × 219	10 × 7	14 × 10	22 × 14	300
350 × 250	377 × 273	10 × 8	14 × 11	22 × 16	
350 × 300	377 × 325	10 × 9	14 × 12	22 × 20	
400 × 250	426 × 273	11 × 8	16 × 11	—	350
400 × 300	426 × 325	11 × 9	16 × 12	—	
400 × 350	426 × 377	11 × 10	16 × 14	—	

则外形不带厚边。可锻铸铁制品都是螺纹连接,碳素钢制品大多为焊接连接。可锻铸铁制品承压在 1.0MPa 之内,碳素钢制品承压可大于 1.0MPa。可锻铸铁制品有镀锌和不镀锌两种。常用的可锻铸铁制成的管件种类如图 3-3 所示。

可锻铸铁管件的用途如下。

### 1. 弯头

弯头又称 90°弯头,连接两根同径管子或管件,又使管道改变 90°方向。

### 2. 异径弯头

异径弯头又称异径 90°弯头,既能变径,又能使管道作 90°转向。

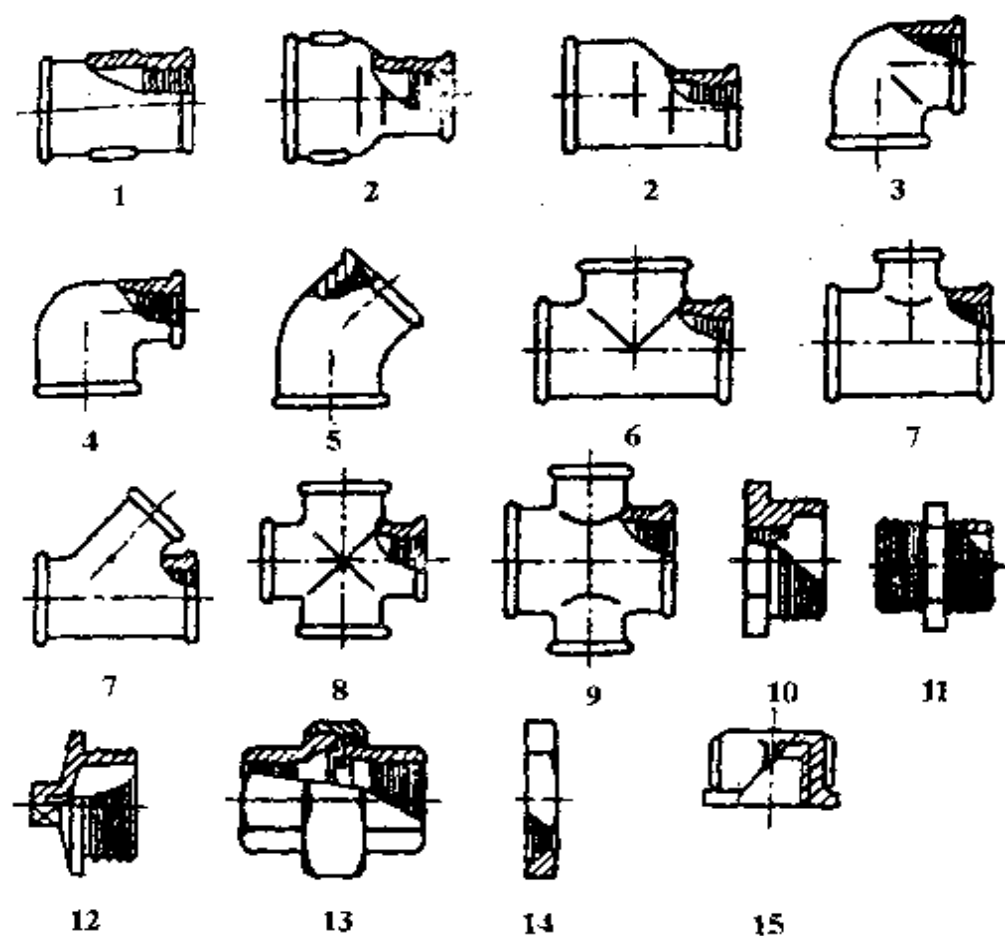


图 3-3 常用可锻铸铁管件

1. 管接头 2. 异径管接头 3. 弯头 4. 异径弯头 5. 45°弯头 6. 三通 7. 异径三通 8. 四通 9. 异径四通 10. 内外螺母 11. 六角内接头 12. 外方堵头 13. 活接头 14. 锁紧螺母 15. 管帽头

### 3. 45°弯头

45°弯头又称 135°弯头, 连接两根同径管子或管件, 又使管道改变 45°方向。

### 4. 管接头

管接头又称管箍、外接头, 用于直线连接两根直径相同的管子。

### 5. 异径管接头

异径管接头又称大小头、异径管箍, 有同轴(心)和偏心两种。同轴(心)的用于直线连接两根直径不同的管子, 偏心的用于连接同一

管底标高的两根不同直径的管子。

#### 6. 三通

三通又称丁字弯,用于管道分支,三个方向管子直径相同。

#### 7. 异径三通

异径三通又有异径直三通和斜三通,管道分支变径时用,直通管径大,分支管径小。

#### 8. 四通

四通又称十字接头,管道呈十字形分支,四个方向管子直径均相同。

#### 9. 异径四通

异径四通管道呈十字形分支,管子直径有两种,其中相对的两管直径相同。

#### 10. 六角内接头

六角内接头又称外径、内接头,当安装距离很短时,用于连接直径相同的内螺纹管件或阀门。

#### 11. 外方堵头

外方堵头又称丝堵、管堵,用来堵塞配件的端头或堵塞管道的预留口。

#### 12. 活接头

活接头又称由任,装在直管上需要经常拆卸之处。

#### 13. 内外螺母

内外螺母又称补心,用在管子由大变小或由小变大的连接处。

#### 14. 锁紧螺母

锁紧螺母又称抱母,用在锁紧外接头或其他管件,常与螺纹、管箍配套使用,可以代替活接头。

#### 15. 管帽

管帽又称管子盖,用在封闭管道的末端。

管件的常用规格以它所连接管道的公称直径标称。管道的公称直径种类较多,有同径和异径之分,因此管件的种类也多。通常使用

的 DN100mm 以内的螺纹连接管件,其各种规格的组合见表 3-25。

表 3-25 管道配件规格排列表

DN (mm)	DN (mm)							
15	15	20	25	32	40	50	65	80
20	20 × 15	-	-	-	-	-	-	-
25	25 × 15	25 × 20	-	-	-	-	-	-
32	32 × 15	32 × 20	32 × 25	-	-	-	-	-
40	40 × 15	40 × 20	40 × 25	40 × 32	-	-	-	-
50	50 × 15	50 × 20	50 × 25	50 × 32	50 × 40	-	-	-
65	65 × 15	65 × 20	65 × 25	65 × 32	65 × 40	65 × 50	-	-
80	80 × 15	80 × 20	80 × 25	80 × 32	80 × 40	80 × 50	80 × 65	-
100	100 × 15	100 × 20	100 × 25	100 × 32	100 × 40	100 × 50	100 × 65	100 × 80

管件规格表示的方法是:一般同径的管件用 DN 表示(也有用英寸表示),异径的用  $D \times d$  表示。 $D$  为大口径直径, $d$  为小口径直径。厂家生产的管件规格由 DN20 ~ 100mm,只有少数厂家生产 DN125mm 和 DN150mm 的。

管件不论三通、四通,只有两种途径,而且直通方向相同。但在管道工程中,有时需要在一处连接三种或四种不同的管径,只有通过内外螺母(补心)、六角内接头(外丝)和大小头等解决。

组装散热器用的内外螺母(补心)称为气包补心。外方堵头(丝堵)称气包丝堵,是采暖管道系统专用配件,通常用可锻铸铁制成,使用时切忌与用在一般管道上的补心和丝堵混淆。

## (二)铸铁管件

铸铁管已标准化,按材质可分为普通铸铁管件和高硅铁管件;按用途可分为给水铸铁管件和排水铸铁管件。排水铸铁管件比给水铸铁管件壁薄,承插口浅,几何形状较为复杂。异型管件种类也比较多。

### 1. 给水铸铁管管件

给水铸铁管管件有弯管、短管、套管、异径管、丁字管、十字管以

及各种型号的异形管件,其连接形式有承插式和法兰式。这些管件通常做成承插、双承、多承、单盘、双盘和多盘等形式,如图 3-4 所示。

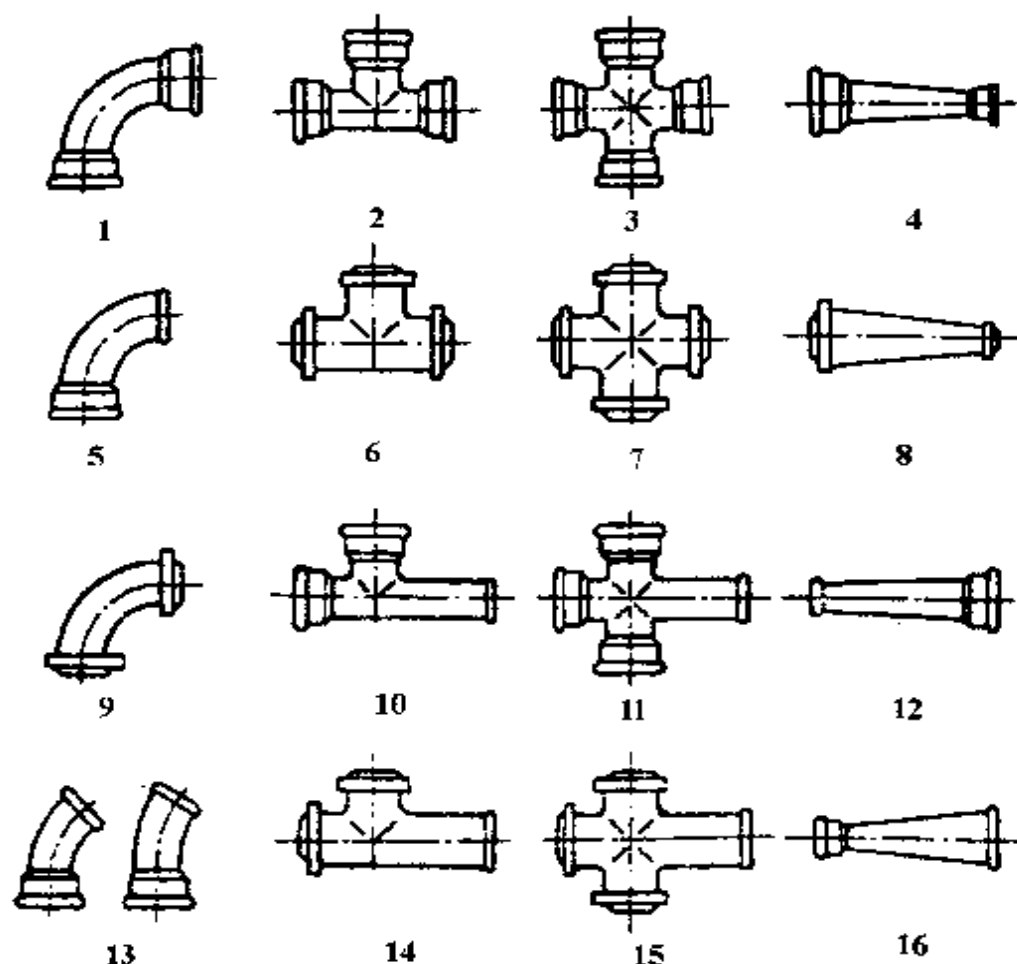


图 3-4 给水铸铁管管件

1. 90°双承弯管 2. 三承丁字管 3. 四承十字管 4. 双承渐缩管  
 5. 90°承插弯管 6. 三盘丁字管 7. 四盘十字管 8. 双盘渐缩管  
 9. 90°双盘弯管 10. 双承丁字管 11. 三承十字管  
 12. 承插渐缩管 13. 45°、22.5°承插弯管 14. 双盘丁字管  
 15. 三盘十字管 16. 承插渐缩管

## 2. 排水铸铁管管件

排水铸铁管管件用于无压力自流管道,其连接形式用承插式。这种管件种类较多,常用的有丁字管、十字管、弯管、弯曲形污水管、

扫除口、管箍、地漏、存水弯和异径管等,常用规格为  $DN50 \sim 200\text{mm}$ 。其外形如图 3-5 所示。

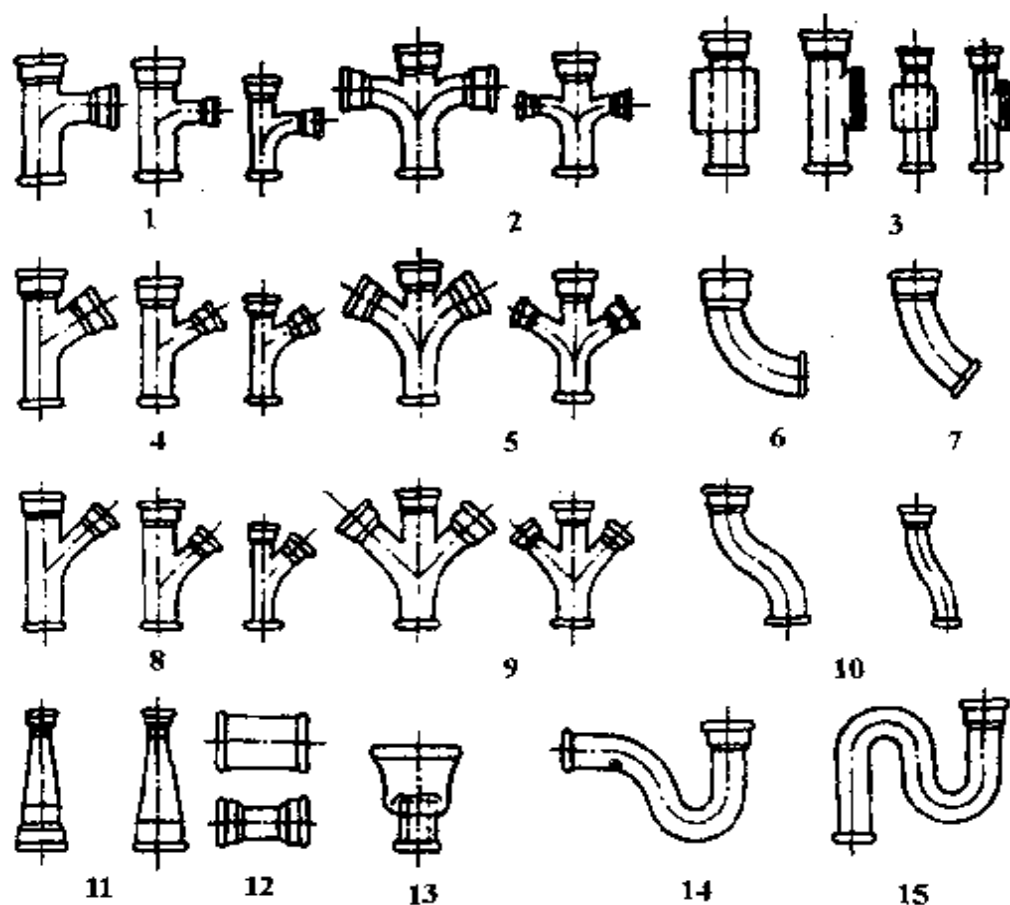


图 3-5 排水铸铁管管件

1. 直三通 2. 直四通 3. 扫除口 4. 60°斜三通 5. 60°斜四通  
6. 90°弯头 7. 45°弯头 8. 45°斜三通 9. 45°斜四通 10. 乙字管  
11. 异径管 12. 管箍 13. 地漏 14. P形存水弯 15. S形存水弯

### (三) 非金属管件

一般用的非金属管管件有陶土管管件和硬质聚氯乙烯管管件。

#### 1. 陶土管管件

陶土管又称缸瓦管,其管件已有统一标准,常用的有弯头、三通、四通和异径管等。其形状与铸铁管管件相似,都用承插连接,常用规格有 2"、3"、4"、5"和 6"等。

## 2. 塑料管管件

常见的硬聚氯乙烯管件有弯头、检查口、扫除口、伸缩节、存水弯、三通、四通,以及带螺纹的法兰等。其连接形式有承插的和螺纹的,承插的又分为粘接、焊接和胶接三种,一般规格为  $DN25 \sim 100\text{mm}$  多种。

## 三、其他材料

在管道工程中,除用金属材料和非金属材料外,还需用一些辅助性的材料,如密封材料、防腐材料和保温材料等。

### (一)密封材料

在管路连接中,密封材料起密封作用。这类材料除水泥外,还有麻、石棉绳、石棉橡胶板、铅油、铅粉和沥青胶等。

#### 1. 麻

管道系统中常用的麻有亚麻、线麻(大麻)、白麻(苘麻)。其中亚麻纤维长而细,强度较高,适宜做管螺纹的填充材料,线麻次之。亚麻或线麻经油浸透阴干后,成为油麻,它是铸铁管承插口的第一层填料。水泥或石棉水泥承插口的麻层中,第一道和第二道麻用油麻,第三道用浸水的白麻,使之加强麻与水泥的粘结力。

#### 2. 石棉绳

石棉绳又称“鸡毛绳”,分为普通石棉绳和石墨石棉绳,都有成型规格。普通石棉绳可以做阀门及根母填料,粗的盘成圈,用麻丝缠好可以做小型锅炉及水箱等处的人孔垫和手孔垫。石墨石棉绳有圆形和方形,主要用于做盘根。

#### 3. 石棉胶板

石棉胶板又称“鸡毛纸”,耐热性强,可以做蒸气管道中的法兰垫片和活接头垫片,以及一般耐热设备中的人孔垫和手孔垫。石棉胶板又分高压(深褐色)、中压(浅褐色)和低压(白色)三种,中压石棉橡胶板在管道中使用较多。

#### 4. 铅油

铅油种类较多,常用的是白铅油,即白厚漆。管螺纹在连接前一

般先涂白铅油,再将麻丝按规定方向缠 4~5 圈。安装人孔盖和手孔盖时,都要在石棉垫或石棉绳里、外部涂上一层铅油,用以增进连接处的密封性。铅油如太稠,可加入适量的机油调稀再使用。

### 5. 铅粉

铅粉性滑,用机油搅拌成糊状,涂在用石棉橡胶板制成的法兰垫片或活接头垫片上,即能增加连接处的严密性,又便于法兰垫片检修更换时的拆卸。

### 6. 沥青胶

沥青胶是沥青中加入适量的填充材料制成的粘性材料。它有较好的粘结性与耐热性,用作陶土管、铸铁管等的接口材料。沥青胶接口有弹性,不刚硬,当管子稍有沉降时,不会产生渗漏,常用于下水道的接口。

## (二)防腐材料

### 1. 沥青

沥青具有防水、防潮和防腐的性能,分石油沥青和焦油沥青两种。

石油沥青略呈黄色,燃烧无烟,有石油味,常用它制作油麻。

焦油沥青呈黑色,加热时有特殊臭味,燃烧冒黄烟,略有毒。其密度较大,夏季易软化,冬季性脆,难溶于油溶剂,具有较高的抗水性及抗微生物腐蚀能力,地下设施防水和埋地管道多烫涂这种沥青。

### 2. 油毡

油毡是油毡原纸浸渍后涂盖沥青的材料,并在其上撒布一层矿物质制成的防水材料,它主要用于管道工程中防水、防腐和放样。

### 3. 防锈漆

防锈漆种类较多,常用的有红丹(樟丹、铅丹)铁红防锈漆、各种调和漆、清油和铅油(厚漆)等。其中红丹防锈漆的防锈性能较好,但不能做面漆用,只能作底漆,再在外面涂上铁红防锈漆或各种调和漆。防锈漆如过稠,可加清漆或汽油稀释后使用。

### 4. 银粉漆



银粉漆由银粉、清漆和汽油配制而成,它多用于作面漆,如采暖管道和散热器等都涂用银粉漆。

### 5. 冷底子油

冷底子油是石油沥青和汽油各 50% 的混合物,用于铸铁管的防腐等。

### (三)绝热材料

绝热材料习惯上称保温材料,它包括保冷材料和保温材料。保温材料分为保温层材料和保护层材料。

#### 1. 保温层材料

保温层的作用在于隔热,减少管道或设备的热或冷量的损失,防止管道冻裂和结露。它的种类很多,通常热力管道用石棉、硅藻土、蛭石水泥、膨胀珍珠岩、泡沫混凝土、矿渣棉和玻璃棉等。低温管道则常用泡沫塑料、油毛毡、矿渣棉和玻璃棉等。以上材料还应根据不同场合和用途及气候,选用粉状、纤维状、毡状或瓦状。

#### 2. 保护层材料

保护层的作用在于保护保温层结构不受外界气候(如雨雪)以及外力的侵蚀破坏,以保持保温层的耐久性、完整性和美观性。保护层材料有沥青油毡、玻璃丝布、石棉水泥、玻璃钢薄铁板和薄铝板等,可根据不同情况选用。

## 第三节 常用阀门与仪表

### 一、常用阀门

#### (一)阀门的作用

阀门的作用,是对管道及设备内介质流量进行调节和控制,或者对流向进行控制(如逆止阀),以实现管道系统的正常运行。它是管道工程中不可缺少的管路附件,一般是通过改变管道通道的截面积来实现它的作用。

#### (二)阀门的分类

阀门的种类颇多,分类依据也不同。按介质分类,有水阀、蒸气阀、煤气阀等,按材质分类,则有铸铁阀、铸钢阀、锻钢阀等,按传动方式分类,则有手动阀、电动阀、气动阀等。现在一般是按压力和结构分类。

### 1. 按压力分类

(1) 低压阀:  $pN \leq 1.6\text{MPa}$  的阀门。

(2) 中压阀:  $pN$  为 2.5、4.0、6.0MPa 的阀门。

(3) 高压阀:  $10\text{MPa} \leq pN \leq 100\text{MPa}$  的阀门。

(4) 超高压阀:  $pN > 100\text{MPa}$  的阀门。

机械工厂常用中、低压阀门。

### 2. 按结构分类

(1) 切断阀: 包括闸阀、截止阀、旋塞和球阀, 它用于开启或关闭管道, 也可作一定程度的节流。

(2) 止回阀: 包括底阀, 用于自动防止管道内介质倒流。

(3) 节流阀: 用于调节管道介质的流量。

(4) 蝶阀: 用于开启或关闭管道内介质, 也可作调节用。

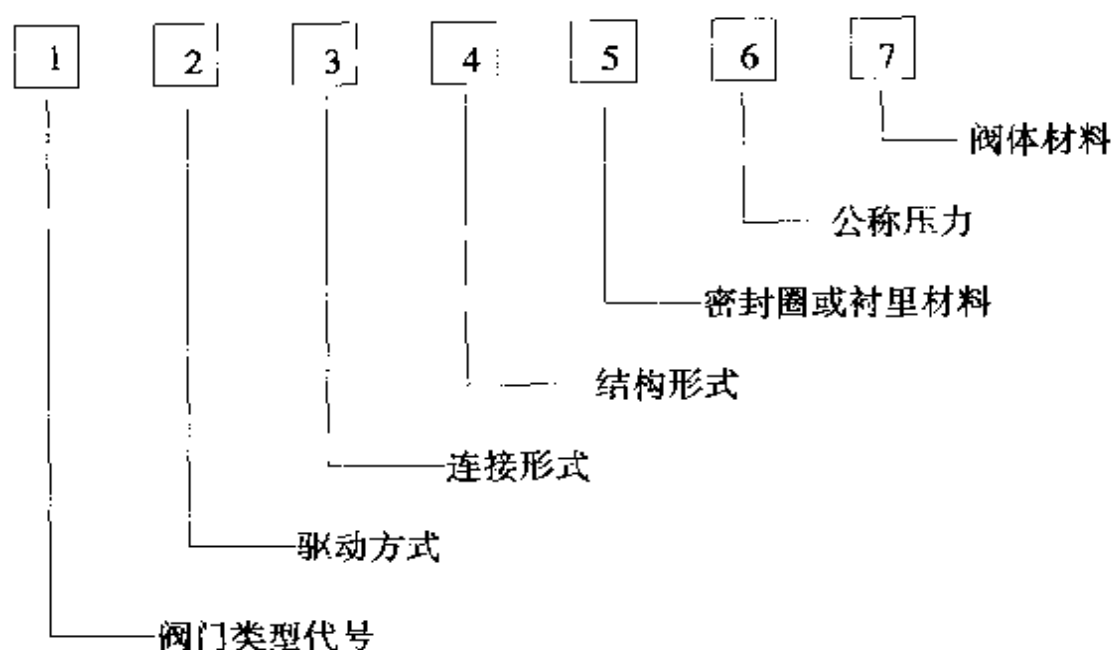
(5) 减压阀: 用于自动降低管道及设备内介质的压力。

(6) 安全阀: 用于锅炉、容器设备及管道上, 当介质压力超过规定数值时, 能自动排除过剩介质压力, 保证生产安全运行。

(7) 疏水阀: 用于蒸汽管道上自动排除冷凝水, 防止蒸气泄漏, 保证系统正常运用。

### (三) 阀门型号的意义

国产的任何一种阀门都应有一个特定的型号, 这个型号表示阀门的类别、驱动方式、连接形式、密封圈或衬里材料、公称压力及阀体材料等七个单元, 如下图所示:



各单元表示的方法如下:

第1单元为阀门类型代号,用汉语拼音字母表示,如表3-26。

表 3-26 阀门类型代号

类 型	代 号	类 型	代 号
闸阀	Z	止回阀、底阀	H
截止阀	J	安全阀	A
节流阀	L	球阀	Q
旋塞阀	X	蝶阀	D
隔膜阀	G	疏水阀	S
减压阀	Y		

注:低温(低于 $-40^{\circ}\text{C}$ )和带有加热套的阀门,在类型代号前分别加汉语拼音字母“D”和“B”

第2单元为驱动方式代号,用阿拉伯数字表示,如表3-27。

表 3-27 阀门驱动方式代号

驱动方式	代 号	驱动方式	代 号
电磁动	0	电-液动	2
电磁-液动	1	蜗轮	3

续表 3-27

驱动方式	代 号	驱动方式	代 号
直齿圆柱齿轮	4	液动	7
锥齿轮	5	气-液动	8
气动	6	电动	9

注:①手轮、手柄和扳手传动以及安全阀、减压阀、疏水阀省略本代号

②对于气动或液动,常开式用 6K、7K 表示;常闭式用 6B、7B 表示;气动带手动用 6S 表示

第 3 单元为连接形式代号,用阿拉伯数字表示,如表 3-28。

表 3-28 阀门连接形式代号

连接形式	代 号	连接形式	代 号
内螺纹	1	对夹	7
外螺纹	2	卡箍	8
法兰	4	卡套	9
焊接	6		

第 4 单元为结构形式代号,用阿拉伯数字表示,如表 3-29。

表 3-29 阀门结构形式代号

代号 类型	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
闸阀	明杆楔式单闸板	明杆楔式双闸板	明杆平行式单闸板	明杆平行式双闸板	暗杆楔式单闸板	暗杆楔式双闸板	暗杆楔式平行式单闸板	暗杆平行式双闸板	-	-
截止阀	直通式(铸造)	直角式(铸造)	直通式(锻造)	直角式(锻造)	直流式	-	隔膜式	节流式	其他	-
旋塞阀	直通式	调节式	直通填料式	三通填料式	保温式	三通保温式	润滑式	-	-	-
止回阀	直通升降式	立式升降式	直通升降式	单瓣旋启式	多瓣旋启式	-	-	-	-	-

续表 3-29

代号 类型	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
疏水阀	浮球式	-	浮桶式	-	钟形浮子式	-	-	脉冲式	热动力式	
减压阀	外弹簧 薄膜式	内弹簧 薄膜式	膜片 活塞式	波纹管 式	杠杆 弹簧式	气热 薄膜式	-	-	-	-
弹簧式 安全阀	封 闭				不 封 闭				带散热器微启式	带散热器全启式
	微启式	全启式	带扳手 微启式	带扳手 全启式	微启式	全启式	带扳手 微启式	带扳手 全启式		
杠杆 <sup>①</sup> 重锤式 安全阀	单杠杆 微启式	单杠杆 全启式	双杠杆 微启式	双杠杆 全启式	-	脉冲式	带扳手 微启式	-	-	-
调节阀	薄膜弹簧式				薄膜杠杆式		活塞弹簧式		浮子式	-
	带散热带散热 片气开式	带散热带散热 片气关式	不带散不带散 热片气开式	不带散不带散 热片气关式	阀前	阀后	阀前	阀后		

①杠杆式安全阀,在类型代号前加汉语拼音字母“G”

第5单元为密封圈材料或衬里材料代号,用汉语拼音字母表示,如表3-30。

表 3-30 阀座密封圈或衬里材料代号

材料	代号	材料	代号
铜合金	T	聚四氟乙烯	SA
橡胶	X	聚三氟乙烯	SB
耐酸钢、不锈钢	II	聚氯乙烯	SC
渗氮钢	D	石墨石棉	S

续表 3-30

材料	代号	材料	代号
巴氏合金	B	衬胶	CJ
硬质合金	Y	衬铅	CQ
蒙乃尔合金	M	衬塑料	CS
硬橡胶	J	搪瓷	TC
皮革	P	尼龙	NS
无密封圈	W	酚醛塑料	SD

注:由阀体直接加工的阀座密封面材料代号用“W”表示;当阀座和阀瓣(闸板)密封面材料不同时,用低硬度材料代号表示

第6单元为公称压力代号,直接用公称压力的数值表示,并以短线与第5单元隔开。阀门的公称压力系列为0.1、0.25、0.6、1.0、1.6、2.5、4.0、6.4、10、16、20、32MPa。

第7单元为阀体材料代号,用汉语拼音字母表示,如表3-31。

表 3-31 阀体材料代号

材料名称	代号	材料名称	代号
灰铸铁	Z	中镍钼合金钢	I
可锻铸铁	K	铬镍钛(钨)耐酸钢	P
球墨铸铁	Q	铬镍钼钛(钨)耐酸钢	R
铸铜	T	铬钼钒合金钢	V
碳钢	C		

注: $p_N \leq 1.6\text{MPa}$ 的灰铸铁阀门和 $p_N \geq 2.5\text{MPa}$ 的碳素钢阀体,省略本代号

了解阀门型号的意义后,只要提出阀门型号,就可以知道阀门的结构和性能特点。如,Z944T-10DN300 阀门,根据代号顺序:Z—闸阀,9—电动机驱动,4—法兰连接,4—明杆平行双闸阀,T—密封圈材质是铜,10—公称压力1MPa(10kgf/cm<sup>2</sup>)。第7单元表示阀体材料的代号,因为此阀门阀体材料为灰铸铁,故不标出。可见,此阀门为电动机驱动、法兰连接的明杆平行式双闸板灰铸铁闸阀,承压1.0MPa(10kgf/cm<sup>2</sup>),内径300mm。

再如,H11T-16DN50 阀门,根据各个代号便可知,此阀是内螺

纹、无密封圈、承压 1.6MPa(16kgf/cm<sup>2</sup>),内径为 50mm,即 2"电磁止回阀。

#### (四)阀门标志的识别

识别阀门的规格和性能方法如下。

(1)阀门的类别、驱动方式和连接形式可按阀门的外形加以识别。

(2)阀门的公称直径、公称压力或工作压力、介质温度以及介质流动方向,生产厂家已标注在阀体的正面,标志形式及含义如表 3-32 所示。

表 3-32 阀门标志的识别

标志形式	阀门规格及含义					
	公称直径 (mm)	公称压力 (MPa)	工作压力 (MPa)	介质温度 (℃)	阀门形式	介质流动方向
$\frac{pN40}{50} \downarrow$	50	4.0	—	—	直通式	介质进口与出口的流动方向在同一或相平行的中心线上
$\frac{pN_{51}100}{100} \downarrow$	100	—	10.0	510		
$\frac{pN40}{50} \rightarrow$	50	4.0	—	—	直角式	介质进口与出口的流动方向成 90°角
$\frac{pN_{51}100}{100} \rightarrow$	100	—	10.0	510		
$\frac{pN40}{150} \downarrow$	50	4.0	—	—		
$\frac{pN_{51}100}{100} \downarrow$	100	—	10.0	510		
$\frac{pN16}{50} \rightarrow$	50	1.6	—	—	三通式	介质具有几个流动方向
$\frac{pN_{51}100}{100} \rightarrow$	100	—	10.0	510		

阀体材料、密封材料以及带衬里阀件的衬里材料,可根据阀件各部位所涂油漆的颜色来识别。阀件材料涂漆规定如表 3-33 所示。

表 3-33 阀门零件材料的涂漆识别

零件名称	涂漆位置	颜色	零件材料
阀体材料	阀体	黑	灰铸铁、可锻铸铁
		银	球墨铸铁
		灰	碳素钢
		浅蓝或不涂色	耐酸钢或不锈钢
		蓝	合金钢
密封圈材料	手轮或自动阀门的盖或杠杆	红	青铜或黄铜
		黄	巴氏合金
		铝白	铝
		浅蓝	耐酸钢或不锈钢
		淡紫	渗氮钢
		灰色周边带红色条	硬质合金
		灰色周边带蓝色条	塑料
		棕	皮革与橡胶
		绿	硬橡胶
		与阀体涂色相同	直接在阀体上做密封面
衬里材料	阀门上法兰的外圆柱表面	红	搪瓷
		绿	橡胶及硬橡胶
		蓝	塑料
		黄	铅铋合金
		铝白	铝



## (五)常用阀门型号与结构性能

### 1. 闸阀

闸阀又称闸板阀,它是利用闸板控制启闭的阀门,其主要启闭零件是闸板和阀座。闸板与流体流向垂直,改变闸板与阀座间的相对位置,即可改变通道截面大小,起到调节流量的作用。为保证关闭严密,闸板与阀座之间要研磨,还要在闸板和阀座上镶嵌青铜、黄铜和不锈钢等耐磨耐腐蚀材料制成的密封圈。

闸阀按闸板的结构形状,可分为楔式闸阀和平行式闸阀两类。

楔式闸阀的结构如图 3-6 所示。其闸板呈楔形,利用楔形密封面之间的压紧作用起到密封的效果。

平行式闸阀,其阀体中有两块对称且平行放置的圆盘,圆盘中间有楔块。当阀门关闭时,楔块使圆盘张开,压紧阀体的密封面,截断通道;当阀门开启时,楔块随闸块一起上升,扩大了通道,以此增加流量。

由于闸阀启闭时阀杆运动情况不同,闸阀又分为明杆式(如图 3-6)和暗杆式(如图 3-7)两类。

明杆式在开启时,阀杆闸板同时做上下升降运动;暗杆式阀杆只能做旋转运动不能上下升降,但闸板可做升降运动。明杆式闸阀的优点是,能通过阀杆上升高度来判断管道开启的程度,缺点是阀杆占空间高度大;暗杆式闸阀则相反。

闸阀的结构比较复杂,其特点是:尺寸较大,价格较高;开启缓慢,无水锤现象,容易调节流量;流体阻力小,密封面大,容易磨损。

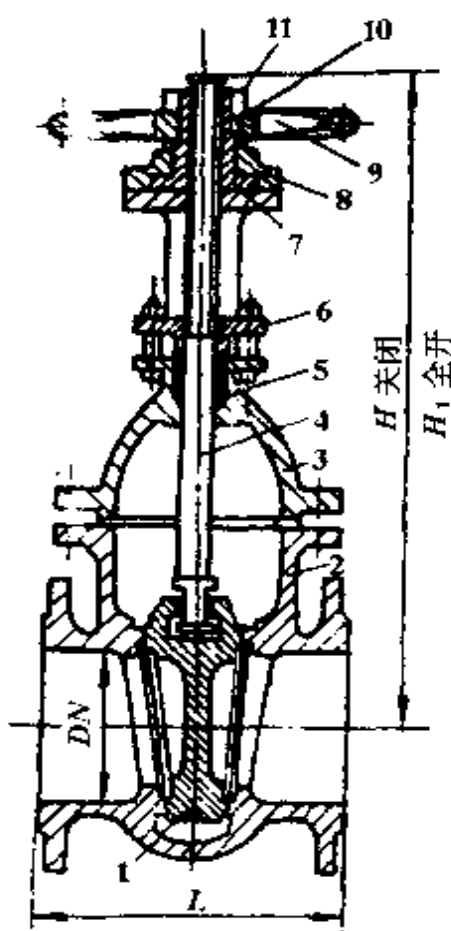


图 3-6 明杆式闸阀

1. 楔式闸板
2. 阀体
3. 阀盖
4. 阀杆
5. 填料
6. 填料压盖
7. 套筒螺母
8. 压紧环
9. 手轮
10. 压紧螺母
11. 键

在机械工厂,闸阀多用给水、压缩空气、热水采暖、燃油和煤气等管道上,低压蒸汽管道系统也可以应用。

闸阀的型号规格较多,一般常用的闸阀型号及基本参数见表 3-34。

## 2. 截止阀

截止阀又称气门,其结构如图 3-8 所示。它是由阀盘来控制启闭的阀门。

截止阀主要的启闭零件是阀盘和阀座,改变阀盘与阀座之间的距离,就可以改变通道截面积的大小,以控制和截断流量。为防止渗漏,阀盘与阀座接触面经过研磨配合。阀盘由阀杆控制,阀杆顶端有手轮,中间有螺纹及填料函密封段。小型内螺纹截止阀,阀杆螺纹则在阀体内。大型截止阀,螺纹则处在阀体外面。当阀杆旋转时,它在螺母中上下运动,因此可以从阀杆露出阀盖的高度,判断阀门开启的程度。

由于连接方式不同,截止阀可分为螺纹连接和法兰连接两种。由于结构形式不同,截止阀又分标准式、流线式、直流式和角式等多种。标准式又称球心阀,阻力较大。流线式、直流式阻力较小,使用较普遍。角式截止阀则用在管路直角转折处,高压截止阀多用这种截止阀。

截止阀有方向性,安装时应注意到,介质流动方向是由下向上流过阀盘。这样安装流体阻力小,开启省力,关闭时填料不接触介质,易于检修。

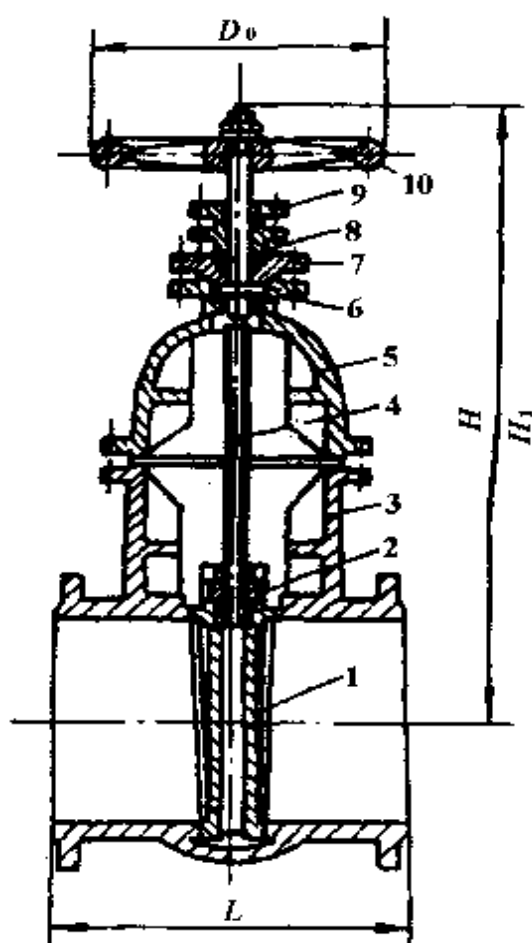


图 3-7 暗杆式闸阀

1. 楔式闸板 2. 套筒螺母 3. 阀体 4. 阀杆 5. 阀盖 6. 止推凸肩 7. 填料函法兰 8. 填料 9. 填料压盖 10. 手轮

表 3-34 常用闸阀型号及基本参数

闸阀名称	型号	公称压力 (MPa)	适用介质	介质最高温度 (°C)	阀体材料	公称直径(mm)
楔式双闸板闸阀	Z42W-1	0.1	煤气、油品	100	灰铸铁	300, 350, 400, 450, 500
暗杆楔式闸阀	Z45T-2.5	0.25	水	60	灰铸铁	500, 600, 800, 1000
内螺纹暗杆楔式闸阀	Z15T-10	1.0	水、蒸气	120	灰铸铁	15, 20, 25, 32, 40, 50, 65
暗杆楔式闸阀	Z45T-10	1.0	水、蒸气	120	灰铸铁	50, 65, 80, 100, 125, 150, 200, 250, 300, 400, 500
内螺纹暗杆楔式闸阀	Z15W-10	1.0	油品、煤气	100	灰铸铁	15, 20, 25, 32, 40, 50, 65
暗杆楔式闸阀	Z45W-10	1.0	油品、煤气	100	灰铸铁	50, 65, 80, 100, 125, 150, 200, 250, 300, 400, 500
平行双闸板闸阀	Z44T-10	1.0	水、蒸气	200	灰铸铁	50, 65, 80, 100, 125, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 450
平行式双闸板闸阀	Z44W-10	1.0	煤气、油品	200	灰铸铁	50, 65, 80, 100, 125, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 450
楔式闸阀	Z41H-16C	1.6	水、蒸气、油品	400	铸钢	250, 300, 350, 400
楔式闸阀	Z41H-16Q	1.6	蒸气、油品	300	球墨铸铁	50, 65, 80, 100, 125, 150, 200
楔式闸阀	Z41H-25Q	2.5	水、蒸气、油品	350	球墨铸铁	65, 80, 100, 125, 150, 200
楔式闸阀	Z41H-25	2.5	水、蒸气、油品	400	铸钢	65, 80, 100, 125, 150, 200, 250

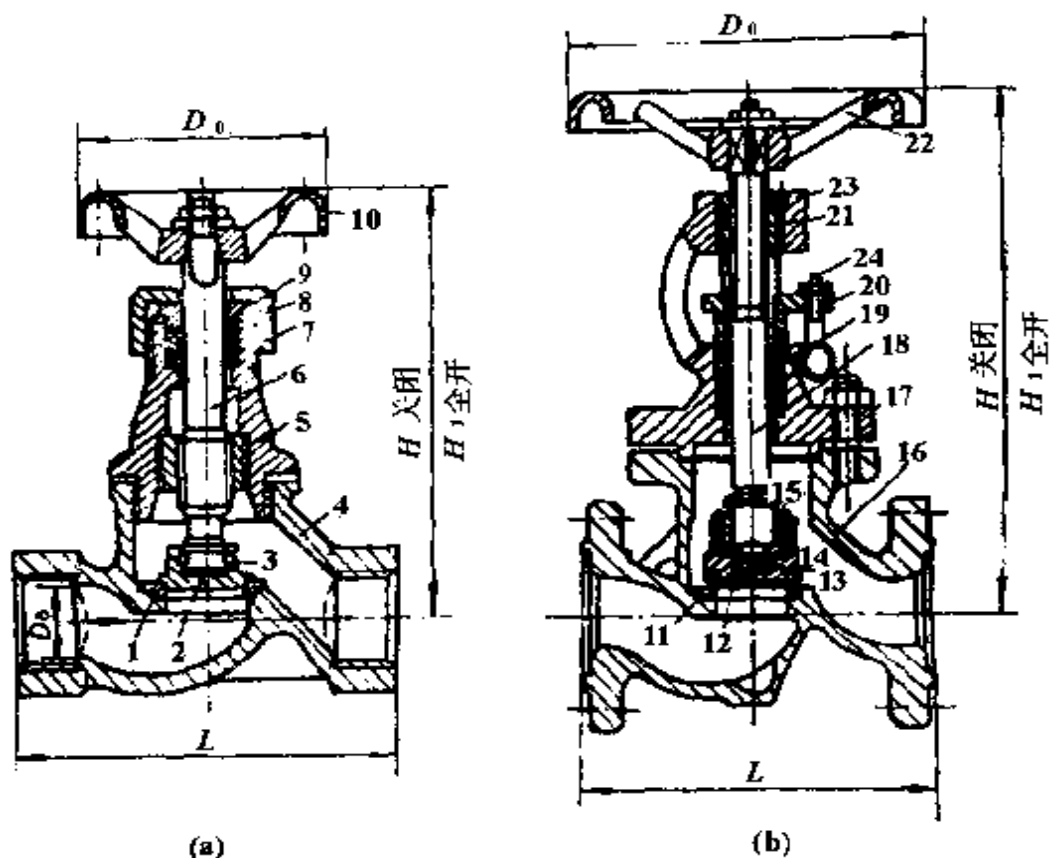


图 3-8 截止阀

(a)内螺纹连接 (b)法兰连接

1. 阀座 2. 阀盘 3. 铁丝圈 4. 阀体 5. 阀盖 6. 阀杆 7. 填料 8. 填料压盖螺母 9. 填料压盖 10. 手轮 11. 阀座 12. 阀盘 13. 垫片 14. 开口锁片 15. 阀盘螺母 16. 阀体 17. 阀盖 18. 阀杆 19. 填料 20. 填料压盖 21. 螺母 22. 手轮 23. 轭 24. 螺栓

截止阀的特点是操作可靠,开启关闭严密,容易调节和截断流量。但其结构复杂,流体阻力较大,启闭缓慢,价格较贵。

截止阀主要用于蒸气管路上,也可用于给水、压缩空气和真空等管路系统中。

常用截止阀规格型号如表 3-35 所示。

### 3. 旋塞阀

旋塞阀又名转心门、考克,如图 3-9 所示。它是由旋转带孔的锥形柱塞来控制启闭的。柱塞和阀体以圆锥形的压合面相配合,栓

表 3-35 常用截止阀型号及基本参数

闸阀名称	型号	公称 压力 (MPa)	适用介质	介质最 高温度 (℃)	阀体材料	公称直径(mm)
内螺纹截止阀	J11X-10	1.0	水	50	灰铸铁	15, 20, 25, 32, 40
内螺纹截止阀	J11P-10	1.0	水	50	灰铸铁	15, 20, 25, 32, 40
内螺纹截止阀	J11P-10K	1.0	水	50	可锻铸铁	50, 65
内螺纹截止阀	J11T-16	1.6	水、蒸气	225	灰铸铁	15, 20, 25, 32, 40
截止阀	J41J-10 J41J-10K	1.0	水	50	灰铸铁 可锻铸铁	25, 32, 40, 50, 65
截止阀	J41T-16	1.6	水、蒸气	225	灰铸铁	80, 100, 125, 150, 200
截止阀	J41T-16K	1.6	水、蒸气	225	可锻铸铁	25, 32, 40, 50, 65
截止阀	J41H-16	1.6	水、蒸气	225	灰铸铁	65, 80, 100, 125, 150, 200
截止阀	J41H-25	2.5	蒸气	300	铸钢	32, 40, 50, 65, 80, 100, 125, 150, 200
截止阀	J43H-25	2.5	蒸气	300	铸钢	10, 15, 20, 25
直流式衬铅截止阀	J43Q-16	0.6	腐蚀介质	100	硬铅	25, 40, 50, 65
耐酸截止阀	J43W-16R	1.6	酸性介质	200	耐酸钢	80, 100, 125, 150, 200

塞顶端有方头,当扳手套在方头上旋转栓塞时,即可沟通或截断管路,起到启闭作用。

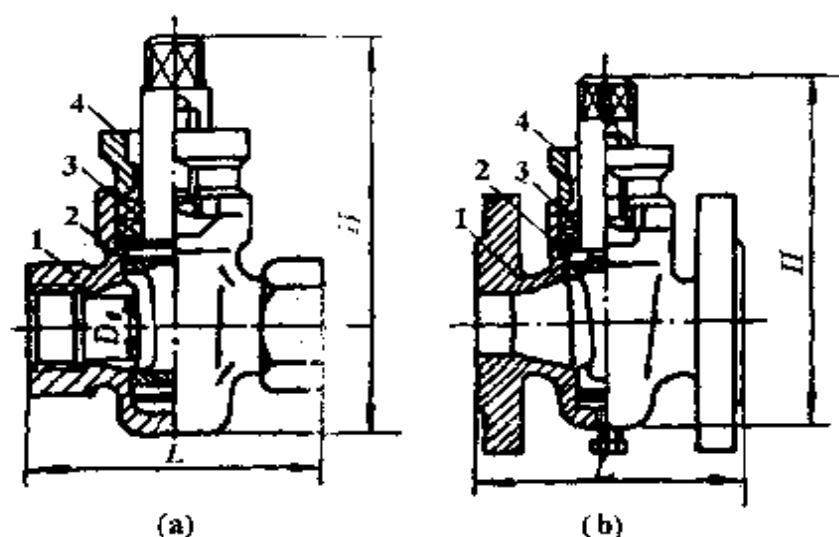


图 3-9 旋塞阀

(a)内螺纹连接 (b)法兰连接

1. 阀体 2. 栓塞 3. 填料 4. 填料压盖

由于连接方式不同,旋塞阀可分为螺纹连接和法兰连接两种。旋塞阀的特点:结构简单,启闭迅速,阻力小,流量大。但转动费劲,不适用于大于  $120^{\circ}\text{C}$  的高温场合,常用输送含有悬浮物和结晶颗粒的液体管路。

旋塞阀一般以转心上标出的沟槽或以转手上的手柄位置指示开关情况。沟槽或手柄与管道中心线成  $90^{\circ}$  角时,阀门为全关闭。常用的旋塞阀型号及参数如表 3-36 所示。

#### 4. 球阀

球阀的结构与旋塞阀相似,主要由阀体、阀盖、密封阀座、球体和阀杆等基本零件组成,带孔的球体是球阀的主要启闭件。

球阀的优点有:结构简单,零件少,重量轻,密封性能高,操作方便,开关迅速,流体阻力小。因此,球阀应用广泛,主要用于调节和控制输送低温、高压及粘度较大的介质管道和迅速开关的部位。它的缺点是不能用于精细的流量调节。

表 3-36 常用旋塞阀型号及基本参数

闸阀名称	型号	公称 压力 (MPa)	适用介质	介质最 高温度 (℃)	阀体材料	公称直径(mm)
旋塞阀	X43W-6	0.6	油品、煤气	100	灰铸铁	100, 125, 150
T形三通式旋塞阀	X44W-6	0.6	油品、煤气	100	灰铸铁	25, 32, 40, 50, 65, 80, 100
内螺纹旋塞阀	X13T-10	1.0	水、蒸气、油品	200	灰铸铁	15, 20, 25, 32, 40, 50
内螺纹旋塞阀	X13W-10	1.0	油品、煤气	100	灰铸铁	15, 20, 25, 32, 40, 50
旋塞阀	X43T-10	1.0	水、蒸气、油品	200	灰铸铁	25, 32, 40, 50, 65, 80, 100, 150
旋塞阀	X43W-10	1.0	油品、煤气	100	灰铸铁	25, 32, 40, 50, 65, 80, 100, 150
润滑旋塞阀	X47W-16	1.6	水、油品		灰铸铁	40, 50

## 5. 止回阀

止回阀又称逆止阀或单向阀,它的结构如图 3-10 所示。止回阀是由阀前阀后介质的压力差而自动启闭的阀门,其作用是使介质只作定向流动,阻止逆向流动。

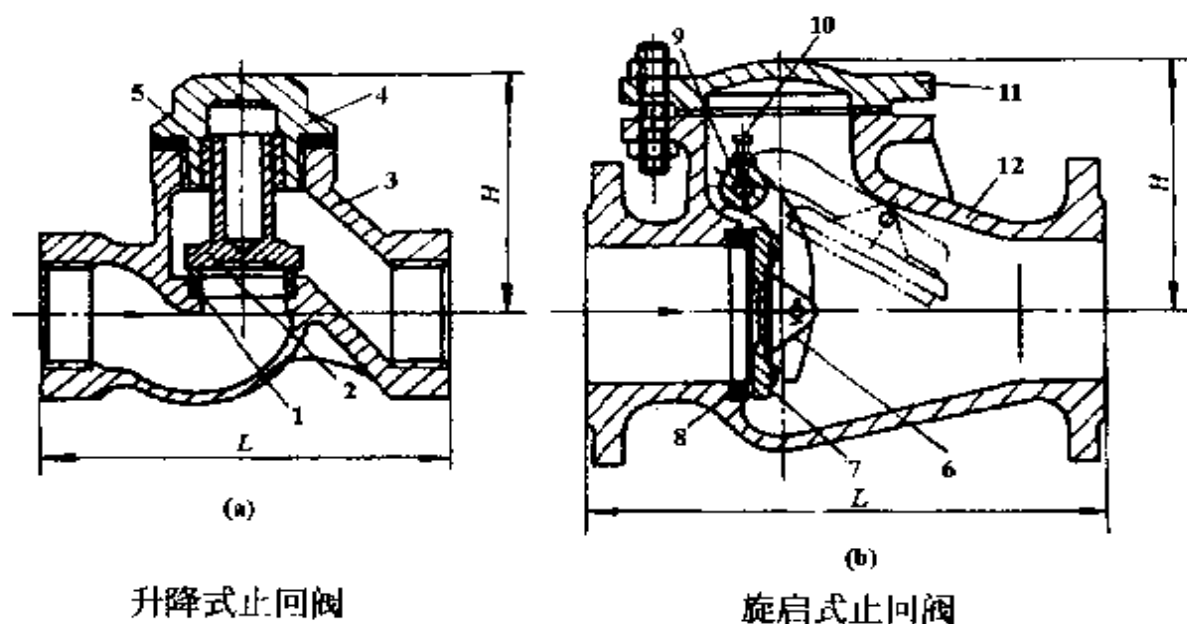


图 3-10 止回阀

1. 阀座 2. 阀盘 3. 阀体 4. 阀盖 5. 导向套筒 6. 摇杆 7. 摇板  
8. 阀座密封圈 9. 枢轴 10. 定位紧固螺钉与锁母 11. 阀盖 12. 阀体

止回阀按结构形式不同,可分为升降式(跳心式)和旋启式(摇板式)两种。

升降式止回阀的结构如图 3-10(a)所示。它的阀体与截止阀相同,但阀盘上有导杆,可在阀盖的导向套筒内自由升降。当介质自左向右流动时,推开阀盘流过。若流向相反,阀盘则下降,截断通路,阻止逆流。升降式止回阀应安装在水平管路上,阀盘的轴线应严格垂直于水平面,才能保证阀盘灵活升降与可靠工作。

## 6. 旋启式止回阀

旋启式止回阀如图 3-10(b)所示,它是用摇板启闭。摇板上的密封环用黄铜或橡胶制成。安装旋启式止回阀,只要保证摇板的旋



转枢轴呈水平,就可以任意安装在水平的、垂直的或倾斜的管路上。

有一种叫底阀的止回阀,又称莲蓬头、滤水阀,是专门安装在水泵吸入口上的止回阀,用来阻止水源中的杂物进入进水管中,以及阻止进水管的水倒流。

止回阀常用于泵和压缩机的管路上,以及疏水阀的排水管上,与其他不允许介质作反向流动的管路上。止回阀的型号较多,常用的型号及基本参数如表 3-37 所示。

### 7. 节流阀

节流阀的结构与截止阀相似,只是启闭件(阀心)的形状有所不同。截止阀的启闭件为盘状,节流阀的启闭件为锥状或抛物线状。节流阀的特点:启闭时流通截面的变化较缓慢,故比截止阀的调节性能好,但调节精度不如针形阀高,流体通过阀心和阀座时,流速较大,容易冲蚀密封面,因密封性较差,故不宜用作隔断阀。

节流阀适用于输送温度较低、压力较高的介质管路系统,以调节流量和压力。

### 8. 蝶阀

蝶阀主要由阀体、阀门板、阀杆与驱动装置等组成。工作时,旋转手柄使驱动装置带动阀门板,绕阀体内一固定轴旋转,由转动角度的大小达到启闭和节流的作用。

蝶阀的优点有,结构简单,重量轻,维修方便,阀门渗漏时只需更换橡胶密封圈。缺点是不能用于精确地调节流量,橡胶密封圈易老化失去弹性。它多用于低温低压管道系统。近年来正在研制既耐高温又耐油的密封圈,应用范围将会扩大。

### 9. 减压阀

减压阀是通过降低设备和管道内介质的压力,满足生产工艺的需要,依靠介质的能量使出口压力保持稳定。它是由膜片、弹簧等敏感元件,改变阀瓣位置实现减压的。

减压阀的种类较多,一般常用的有薄膜式、活塞式和波纹管式等三种。选用减压阀,要先确定进、出口压力的具体数值,因为不同的

表 3-37 常用止回阀型号及基本参数

闸阀名称	型号	公称压力 (MPa)	适用介质	介质最高温度 (℃)	阀体材料	公称直径(mm)
内螺纹升降式止回阀	H11T-16	1.6	水、蒸气	200	灰铸铁	15, 20, 25, 32, 40, 50, 65
内螺纹升降式止回阀	H11W-16	1.6	煤气、油品	100	灰铸铁	15, 20, 25, 32, 40, 50, 65
升降式止回阀	H41T-16	1.6	水、蒸气	200	灰铸铁	20, 25, 40, 50, 100, 125, 150, 200
升降式止回阀	H41H-25K	2.5	水、蒸气	300	可锻铸铁	32, 40, 50, 65, 80
升降式止回阀	H41H-40	4.0	水、蒸气、油品	400	铸钢	32, 40, 50, 65, 80, 100, 125, 150
旋启式止回阀	H44Y-10	1.0	水、蒸气	200	灰铸铁	50 ~ 600
旋启式止回阀	H44W-10	1.0	煤气、油品	100	灰铸铁	50 ~ 500
旋启式止回阀	H44X-10	1.0	水	60	灰铸铁	50 ~ 600
旋启式多瓣止回阀	H45T-10	1.0	水、蒸气	200	灰铸铁	800, 900, 1000, 1200, 1400, 1600
内螺纹升降式底阀	H12X-2.5	0.25	水	60	灰铸铁	50, 65, 80
升降式底阀	H42X-2.5	0.25	水	60	灰铸铁	100, 125, 150, 200
旋启式底阀	H45X-2.5	0.25	水	60	灰铸铁	250, 300, 350, 400, 450, 500

进出口压力配的弹簧等敏感元件不同。如活塞式减压阀,每种规格都备有 $0.1\sim 0.3\text{MPa}$ 、 $0.2\sim 0.8\text{MPa}$ 、 $0.7\sim 1.1\text{MPa}$ 三种弹簧来调节不相同的减压压力。选用时应提出具体减压要求,否则拿到公称压力的减压阀,就不一定适用。

减压阀的规格型号较多,常用的如表3-38所示。

### 10. 安全阀

容器和管路系统中的安全装置叫安全阀。系统中介质超过规定的工作压力时,安全阀会自动开启,将过量的介质排出,泄除压力。当压力恢复正常后,安全阀会自动关闭。故安全阀又称保险阀。

安全阀分为弹簧式和杠杆式两种,弹簧式使用较多。弹簧微启式安全阀结构如图3-11所示。

杠杆重锤式安全阀是用重锤的重量,通过杠杆的作用,产生压力平衡容器或管道的内压,根据工作压力的大小确定重锤的重量和杠杆的长度。

弹簧式安全阀是用弹簧的压力,平衡容器或管道的内压,根据工作压力的大小调节弹簧的松紧。

由于开启的高度不同,安全阀又可分为微启式和全启式两种。微启式安全阀主要用于液体介质场合,全启式安全阀则用于气体或

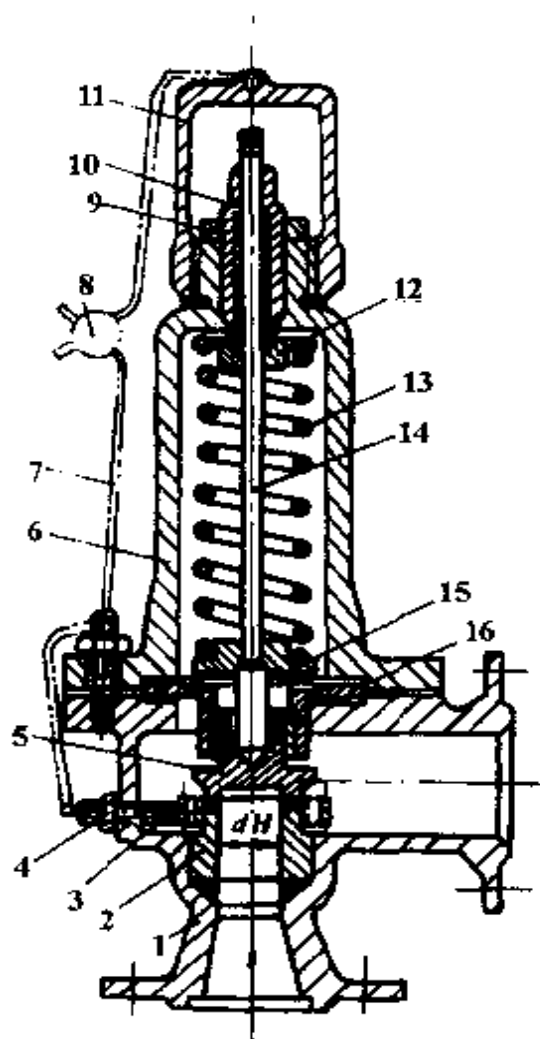


图3-11 弹簧微启式安全阀

- |          |          |          |
|----------|----------|----------|
| 1. 阀体    | 2. 阀座    | 3. 调节圈   |
| 4. 定位螺纹  | 5. 阀盖    | 6. 阀体盖   |
| 7. 保险铁丝  | 8. 保险铅封  | 9. 锁紧螺母  |
| 10. 套筒螺钉 | 11. 安全护罩 | 12. 上弹簧座 |
| 13. 弹簧   | 14. 阀杆   | 15. 下弹簧座 |
| 16. 导向套  |          |          |

表 3-38 常用减压阀型号及基本参数

闸阀名称	型号	进口处 最大压力 (MPa)	适用介质	介质最 高温度 (℃)	出口处 压力 (MPa)	阀体材料	公称直径(mm)
活塞式减压阀	Y43H-10	1.0	蒸气、空气	200	0.07~0.8	灰铸铁	40, 50
活塞式减压阀	Y43H-16	1.6	蒸气、空气	300	0.05~1.1	灰铸铁	65, 80, 100
波纹管式减压阀	Y44T-10	1.0	水、蒸气、空气	200	0.05~0.4	灰铸铁	20, 25, 32, 40, 50
薄膜式减压阀	Y42X-16C	1.6	水、空气	50	0.05~1.2	铸钢	300
(薄膜) 活塞式减压 阀	Y41T-16	1.6	水、蒸气	200	0.3~0.6	球墨铸铁	40, 50, 65, 80, 100, 125, 150

蒸气介质场合。弹簧式安全阀又有封闭和非封闭两种,一般易燃易爆或有毒介质要选用封闭式,蒸气、空气或惰性气体等则选用非封闭式。

选用安全阀,应根据实际工作压力而定。选用弹簧式安全阀,可以在公称压力范围内,根据不同的工作压力级进行选用。安装使用安全阀时,既要了解安全阀的型号、名称、介质和温度等,又要了解安全阀内弹簧工作压力的等级。

常用安全阀的型号及基本参数如表 3-39 所示。

### 11. 疏水阀

疏水阀又名回水器、阻汽排水阀或隔汽具。它能自动、间歇排除蒸气管道和蒸气设备系统中的冷凝水,防止蒸气泄出。

疏水阀种类很多,一般常用的有浮桶式、热动力式和脉冲式等。图 3-12 为浮桶式疏水阀。

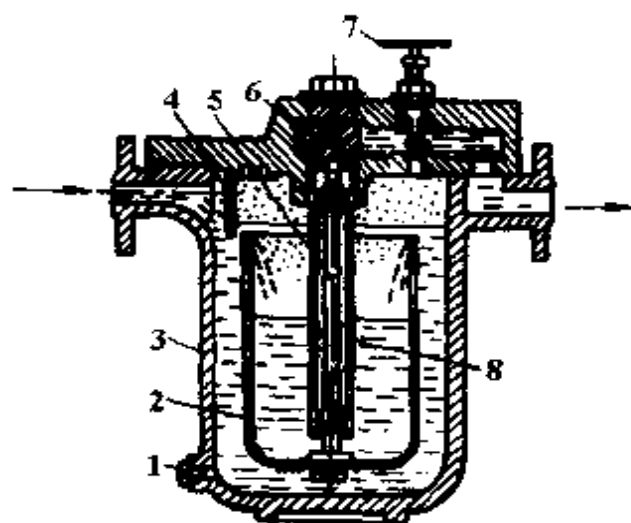


图 3-12 浮桶式疏水阀

1. 排污栓塞 2. 浮桶 3. 阀体 4. 挡板 5. 阀针 6. 阀座 7. 排气阀 8. 中央管

(1)浮桶式疏水阀。浮桶式疏水阀其构造如图 3-12 所示。它的工作原理是:蒸气和凝结水从左面的孔口进入阀体内,通过挡板作

表 3-39 常用安全阀型号及基本参数

闸阀名称	型号	公称 压力 (MPa)	适用介质	介质最 高温度 (℃)	阀体材料	公称直径(mm)
弹簧全启式安全阀	A48H-10	1.0	水、蒸气	300	灰铸铁	40, 50
弹簧微启式安全阀	A47H-16C	1.6	水、蒸气	350	铸钢	50, 80, 100
弹簧封闭微启式安全 阀	A21H-16C	1.6	水、空气、油品	200	不锈钢	15, 20, 25
弹簧微启式安全阀	A47H-25	2.5	水、蒸气	350	铸钢	50, 80, 100
弹簧封闭微启式安全 阀	A41H-25	2.5	水、空气、油品	300	铸钢	25, 32, 40, 50, 80, 100
单杠杆安全阀	A51T-16	1.6	水、蒸气	225	铁壳铜芯	50, 80, 100
双杠杆安全阀	A53T-16	1.6	水、蒸气	225	铁壳铜芯	50, 80, 100, 125, 150

用,冷凝水先充满下部,将浮桶浮起。当冷凝水的液面超过桶口时,冷凝水流入桶内,桶内水面达到一定高度时,桶下沉将针形阀开启。此时,借蒸气压力使桶内的水,通过中央管和阀座口的单向阀压出阀外。等大部分水排出后,浮桶又浮上,将针形阀关闭,继之进行下一个工作循环。

(2)热动力式流水阀。热动力式疏水阀的结构如图 3-13 所示。它是利用蒸气和水的热力性质不同,使阀片直接开启或关闭,起到排水阻气的作用。

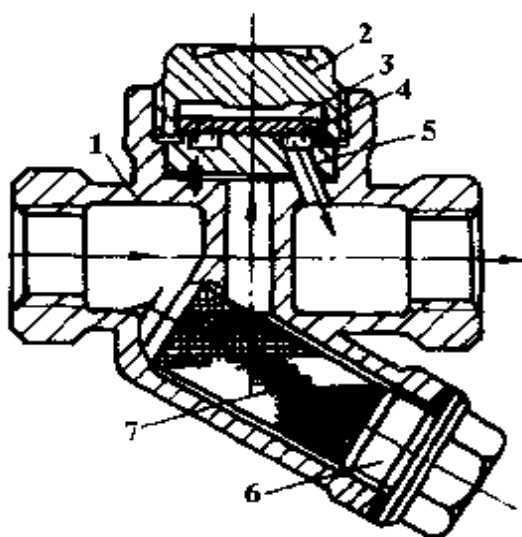


图 3-13 热动力式疏水阀

1. 阀体 2. 阀盖 3. 变压室 4. 阀片 5. 阀座 6. 螺塞 7. 滤网

当冷凝水从左侧流入,经过滤网进入阀内,因水和蒸气的热力性质不同,形成阀片上下两面的压力差,顶开阀片,保持开启状态,连续排水。水排尽后蒸气流入,因蒸气粘度小流速大,阀片与阀座间形成负压,加上阀片自重,使阀片下落,阻止蒸气泄漏。因疏水阀向外界散热,蒸气系统中又有冷凝水,疏水阀中阀片上下压力又出现新的不平衡,进行第二次工作循环,疏水阀就是这样间歇不断地工作的。

(3)脉冲式疏水阀。图 3-14 所示是脉冲式疏水阀的结构图。疏水阀内有一喷嘴状带控制盘的阀心,当冷凝水进入时,控制盘上下形成压力差,使阀心上升,开启主排水孔排水。当阀内高温凝结水从排出口大量排出时,压力迅速下降,使凝结水形成二次蒸气。部分二次蒸气进入排水阀阀心,形成压力使排水阀暂时关闭,阻止凝结水和蒸气排出。接着又重复上述过程,凝结水就这样排出。

现在使用较多的疏水阀还有钟形浮子式疏水阀。常用的疏水阀其规格型号如表 3-40 所示。它们的性能特点分别是:浮桶式疏水阀间歇排水,允许背压较大,不易堵塞,运行稳定可靠。但结构较复

杂,体积大,笨重,不防冻,不宜用于室外。热力式疏水阀也是间歇排水,允许背压为进口压力的50%,动作比较可靠,结构简单,重量轻,体积小。但运行噪声较大,应注意维护清理。脉冲式疏水阀排水接近连续性,允许背压为进口压力的25%,结构简单,体积小,重量轻,能防冻。但阀心易卡住或堵塞,应加强维护。

## 二、常用仪表

管道工程中,需要用仪表来计量管道内介质的流量、压力、温度参数等。计量管内输送介质数量用水表和各种流量计,显示管道或设备内介质压力用各种压力计,测定介质温度用各种温度计。

### (一)水表

叶轮式和螺翼式是两种常用

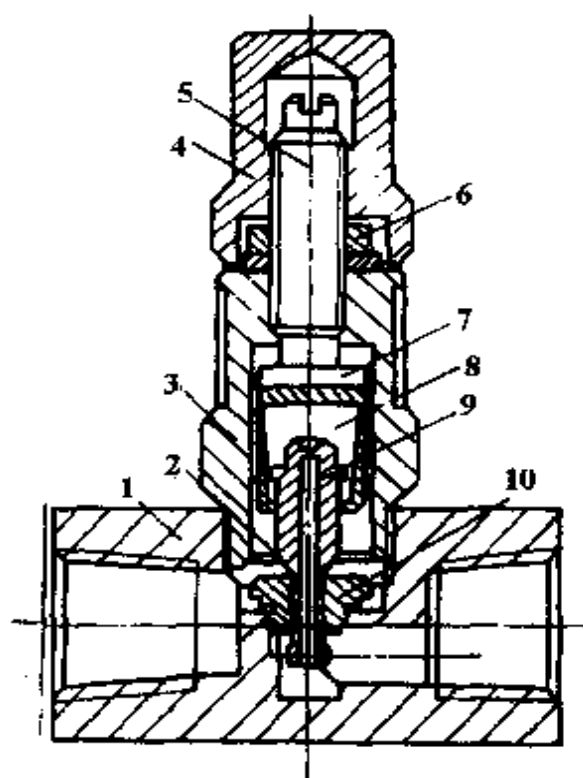


图 3-14 脉冲式疏水阀

1. 阀体 2. 立排水孔 3. 阀盖  
4. 安全罩 5. 调节螺钉 6. 锁母  
7. 倒锥形缸体 8. 控制室  
9. 带控制盘的阀心 10. 阀座

表 3-40 常用疏水阀型号规格

名称	型号	公称压力 (MPa)	适用介质	介质最高温度 (°C)	阀体材料	公称直径 (mm)
浮桶式疏水阀	S43H-10	1.0	冷凝水	200	灰铸铁	15, 20, 25, 40, 50
热动力式疏水阀	S19H-10	1.0	冷凝水	200	灰铸铁	15, 20, 25
热动力式疏水阀	S19H-16	1.6	冷凝水	200	灰铸铁	15, 20, 25, 40, 50



续表 3-40

名称	型号	公称压力 (MPa)	适用 介质	介质最 高温度 (℃)	阀体 材料	公称直径(mm)
热动力式疏水阀	SI9H-25	2.5	冷凝水	200	碳钢	15, 20, 25, 40, 50
脉冲式疏水阀	SI8H-25	2.5	冷凝水	200	优碳钢	15, 20, 25, 40, 50

的水表。它的工作原理是,当管径一定时,流速与流量成正比,并利用水流带动水表叶轮转动以指示水量。

### 1. 水表的结构性能

图 3-15(a)是常用的叶轮式水表。其表内有垂直的旋转轴,轴上装翼片,水流通过时冲动翼片使转轴旋转,转数则通过齿轮传动机构,显示在水表顶部的计量盘上。因传动变速机构的作用,计量盘上的指针转得比主动轴慢得多,故能在长时间内记录流量。但是这种表只能记录累计流量,不能指示瞬时流量。

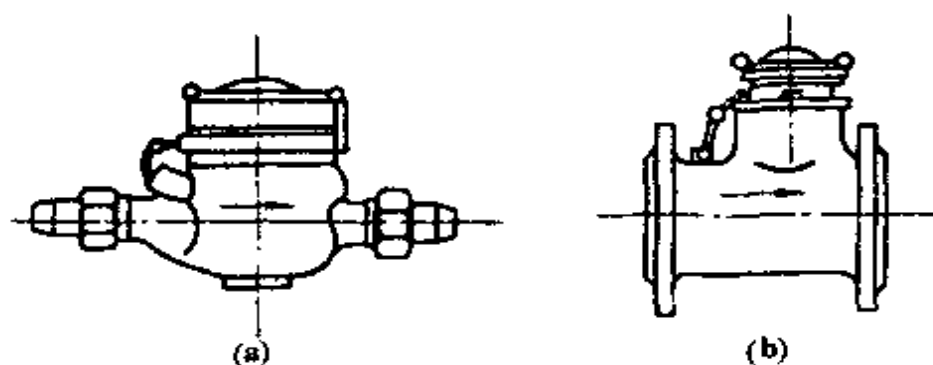


图 3-15 水表外形

(a) 叶轮式水表 (b) 螺翼式水表

叶轮式水表常用于测量小流量的管道,其规格为  $DN15 \sim 200\text{mm}$  多种型号,测定流量范围为  $1.5 \sim 100\text{m}^3/\text{h}$ 。

叶轮式水表根据计数结构又分为湿式和干式两种。湿式适用于  $4 \sim 30^\circ\text{C}$  的低温水,干式适用于  $90^\circ\text{C}$  以下的水。湿式比干式价格

便宜,读数准确。

螺翼式水表如图 3-15(b)所示,它适用于管径较大的水管,测量最大流量为  $100 \sim 280 \text{ m}^3/\text{h}$ 。大口径螺翼式水表的规格有  $DN80 \sim 400 \text{ mm}$  多种型号。

## 2. 水表读法

水表的规格各不一样,故刻度盘指针数目也不相同。以  $DN25 \text{ mm}$  水表为例,说明常用水表的读法。

水表顶部的刻度盘上有七个指针,表中央的指针是指示针,只要水表叶轮转动,该针很快地转动;其余六个指针都有相应的刻度盘,按顺时针方向排列在表顶端,并在刻度盘上分别标有  $X100$ 、 $X10$ 、 $X1$ 、 $X0.1$ 、 $X0.01$ 、 $X0.001$  等字样,意思是指各刻度盘单位分别为  $100 \text{ m}^3$ 、 $10 \text{ m}^3$ 、 $1 \text{ m}^3$ 、 $0.1 \text{ m}^3$ 、 $0.01 \text{ m}^3$ 、 $0.001 \text{ m}^3$ 。前一个指针走一刻度,后一个指针就要转一圈。读表时,按顺时针方向先记下各指针的位置(如指针分别在 4、0、3、5、7、2 等处),经过一段时间后,指针位置变动(变为 5、7、0、6、3、4 等处),指针位置改变的差值为  $570.634 \text{ m}^3 - 403.572 \text{ m}^3 = 167.062 \text{ m}^3$ ,表明这段时间内流过的水量为  $167.062 \text{ m}^3$ 。

其他规格的水表,读法基本相同。

## (二)流量计

测量管道流量的仪表有多种,如电磁流量计、转子流量计、节流式流量计和冲塞式流量计等。

### 1. 电磁流量计

电磁流量计是利用电磁感应原理来测量的,它由发送器和指示仪表两部分组成。发送器内导电液体流过一交变磁场,因液体在磁场中与磁力线成垂直方向运动产生一感应电势信号。信号传送至指示仪表,经过适当放大后可直接在指示仪表上读出流量。

电磁流量计主要用于测量各种酸、碱溶液,以及含有纤维或固体悬浮物的导电液体的流量。其常用规格型号有 LD-A 型和 LD-B 型,直径有  $DN50 \sim 1200 \text{ mm}$  等多种。

### 2. 转子流量计

图 3-16 是玻璃转子流量计,它的主要测量元件是一根垂直安装的倒锥形玻璃管和一个锥形玻璃管中能自由移动的转子。

工作时,当流体从下向上流动,流体使浮子浮起,因玻璃锥管截面是变化的,故管内流速也是变化的。当流体流速产生向上的作用力与浮子自身重量向下的作用力平衡时,浮子则稳定在一定的位置上。浮子的高度可作为流量的量度。浮子直径最大处的锐边即读数边,所指示的读数为瞬时流量值。转子流量计不能显示累计流量。

国产的玻璃转子流量计有 LZB 型,直径有 DN15 ~ 50mm 等数种。

### 3. 节流式流量计

在要测流的管道上安装的节流装置是节流式流量计,如孔板、喷嘴和文丘里管等。它使管道截面突然缩小,流体通过时流速增高,压力减小,使装置前后产生压力差,压差的大小与管内流量有关。根据这个原理,通过差压装置(如差压变送器或常用浮子式差压计等固定差压计)将信号传给计量装置,组成节流式流量计。它用来测量连续流动的液体、蒸气和气体的流量,单位为  $\text{kg/h}$ 、 $\text{t/h}$  或  $\text{m}^3/\text{h}$  等。

孔板是节流装置中最简单又常用的一种,制造简单,用不锈钢或碳钢作材料,孔板厚度一般在 3 ~ 10mm 之间。它的缺点是阻力大,流体中的杂质容易被截流在孔板前。

节流部件还有喷嘴和文丘里管等,但使用不普遍。

配合孔板等节流装置使用的元器件主要有:DBL、DBC 型差压变送器和浮子式差压计,通过这些元件将压力信号转变为电信号或带动齿轮,指示出流量数值。

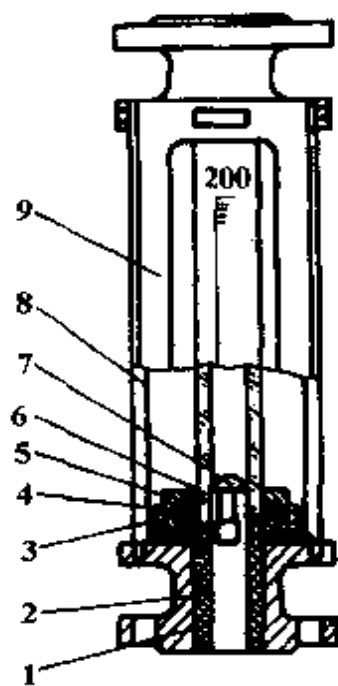


图 3-16 玻璃转子流量计

- |          |         |
|----------|---------|
| 1. 基座    | 2. 衬套   |
| 3. 压盖螺栓  | 4. 密封填料 |
| 5. 压盖    |         |
| 6. 锥形玻璃管 | 7. 浮子   |
| 8. 支板    | 9. 罩壳   |

#### 4. 冲塞式流量计

图 3-17 为冲塞式流量计,它主要由表头和表体两部分组成。

表头部分指示瞬时流量和累计流量,它由指示机构和计数机构组成。表体部分感受流量的变化,由阻尼筒、活塞、喷嘴、壳体、杠杆等组成。流体从喷嘴流出,推动锥体和杠杆运动。通过指示机构在表盘上指出运动,经计数机构将累计流量在表盘上显示出来。

冲塞式流量计用于测量对铜合金和铸铁不起腐蚀作用的连续流动的液体、气体和蒸气的流量,但不能用作脉冲流量的测量。它的规格有  $DN25 \sim 100mm$  等数种,最大测量范围为  $0 \sim 60m^3/h$ 。

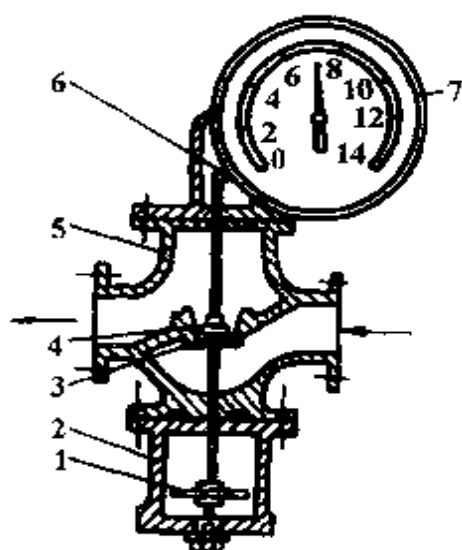


图 3-17 冲塞式流量计

1. 活塞 2. 阻尼筒 3. 锥体 4. 喷嘴 5. 壳体 6. 杠杆 7. 表盘

#### (三)压力计

压力计的种类较多,如膜盒式压力计、电接点压力计、弹簧管压力计和 U 型管压力计等。在这些压力计中,有的只能测正压力,如弹簧管压力计;有的只能测负压力,如弹簧管真空表;有的在小范围内正、负压力都能测,如 U 型管压力计。

##### 1. 膜盒式压力计

膜盒式压力计有矩形膜盒式和电接头矩形膜盒式两种,其测量范围在  $-40 \sim 40kPa$  之间,适用于测量无腐蚀性、无爆炸危险性的气体介质。这种表操作简单,使用方便。

##### 2. 电接点压力计

电接点压力计由单圈弹簧管压力表和电接点组、调节装置等部件组成。它适用于测量对钢和铜合金无腐蚀作用介质的压力和真空值,除就地指示外,还可对被测的压力自动发出信号和报警。

##### 3. 弹簧管压力计

弹簧管压力计又称压力表,如图 3-18 所示。其压力计内有一

根椭圆形截面的弹簧管,弹簧管一端固定于插座上与外部接头相通,另一端密封与连杆、扇形齿轮等连接,且可自由移动。当弹簧管内作用压力时,弹簧管变形带动指针旋转,就可测量出压力的大小。

弹簧管式压力计用途较广,可用在测定对钢和钢合金不起腐蚀作用的液体、气体或蒸气的压力。Y型弹簧管式压力计有  $DN60mm$ 、 $DN100mm$ 、 $DN150mm$  三种规格,测量范围从  $0 \sim 25.0MPa$ 。弹簧管真空表的测量范围是  $-101.325 \sim 0kPa$ 。

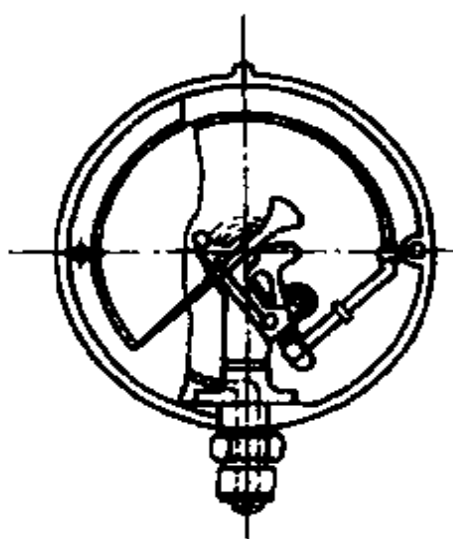


图 3-18 弹簧管式压力计

#### 4. U 型管压力计

U 型管压力计在一个 U 型玻璃管里盛有液体(水、水银或酒精),固定在一块板面上,板面刻有标,见图 3-19。测量前,U 型管内两侧液面在 0 刻度线处相平。测量时,管子一端用橡皮管与被测管道系统相接。此时,敞开一端的液面将发生变动,若所测管道内是正压,则左侧工作液的液面就下降,右侧液面则上升。反之,右侧液面下降,左侧上升,表明管道内是负压。

U 型管压力计构造简单,使用方便,可测低压下的正、负压力,一般用来测量低压管道、炉膛、风道和烟道的正负压力。

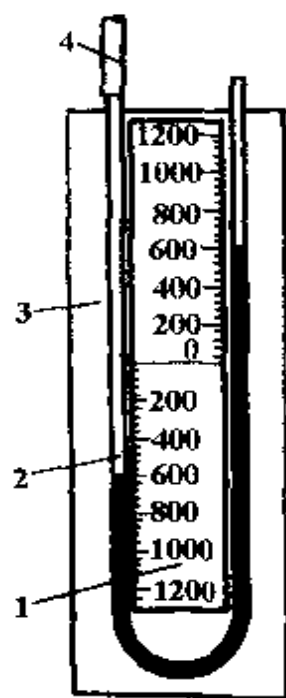


图 3-19 U 型管  
压力计

1. 刻度标尺 2.  
玻璃管 3. 板面  
4. 橡胶管

## 第四章 水暖管道工基本操作技术

### 第一节 钳工基本操作技术

管道工在管道安装和检修中,钳工基本操作技术是一项不可缺少的技术,不便于机械加工和难以进行的操作都要由钳工完成。

#### 一、工件画线

按照图样要求,用画线工具在毛坯或半成品上画出加工界线的操作称画线。

##### (一)画线的目的

(1)使加工有明确的尺寸界线,以及加工余量和加工位置。

(2)及时发现和处理不合要求的毛坯,以免造成损失和浪费。

(3)毛坯误差不大时,依靠画线借料补救,避免报废。

(4)复杂的工件在机床上安装时,可以按画线找正定位,便于机械加工。

##### (二)画线的准备

(1)为保证工件表面画出的线条清晰、正确,必须将毛坯上的氧化皮、残留型砂、毛边,以及半成品上的毛刺、油污等清除干净,用以增强涂料的附着力,保证画线的质量。

(2)有孔的部位需用木块或铅块堵塞,便于定心画圆。

(3)在画线表面涂一层薄而均匀的涂料,涂料应根据工件的情况选择。通常铸铁件涂熟石灰和水胶加水混合成的石灰水,小件可用笔涂抹;半成品已加工表面涂品紫或硫酸铜溶液。品紫用2%~4%

的紫颜料(如青莲、蓝油)、3%~5%漆片和95%~91%的酒精混合而成。

### (三)画线工具

#### 1. 画线平板

画线平板又称画线平台。它是经过精加工(精刨和刮研)的铸铁平板,是画线的基准工具,如图4-1所示。平板需水平放置,应平稳牢靠。因平板表面的平整性直接影响画线的质量。各部位要均匀使用,不得在平板上锤击工件。

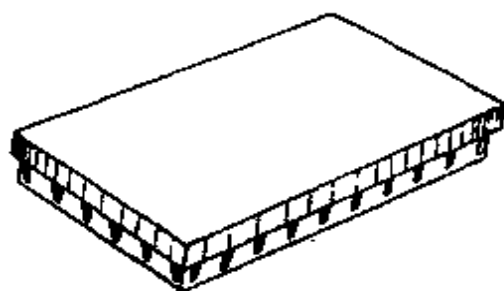


图 4-1 画线平台

#### 2. 画针

画针的形式如图4-2所示,它用于画线。画针用直径3~5mm的弹簧钢丝或碳素工具钢刃磨后淬火制成,也可以用碳钢丝端部焊硬质合金磨成。尖端应磨成 $15^{\circ}$ ~ $20^{\circ}$ ,画针长约150~200mm。

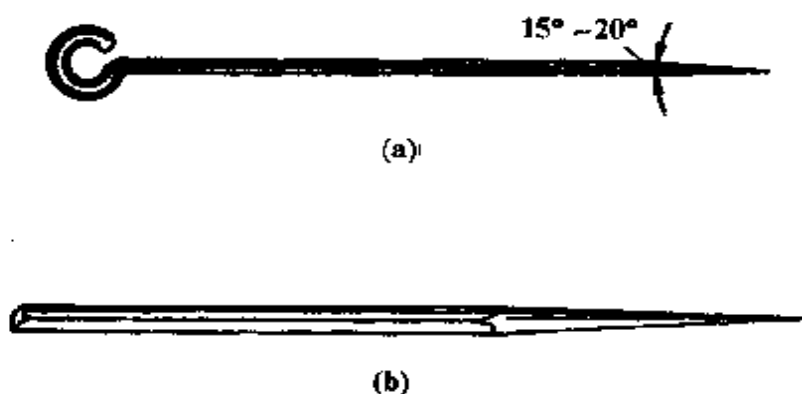


图 4-2 画针

(a)钢丝画针 (b)高速钢画针

画针的用法如图4-3所示。画线力求做到一次画成,重复画同一线会影响画线质量。

#### 3. 画针盘

画针盘是立体画线和找正工件位置的工具,它的结构如图4-4

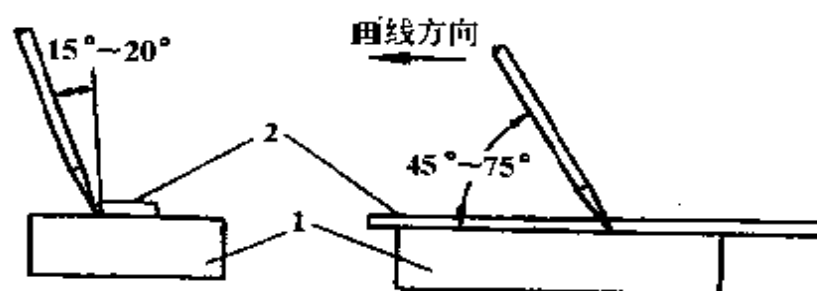


图 4-3 画针的用法

1. 工件 2. 钢板尺

所示。

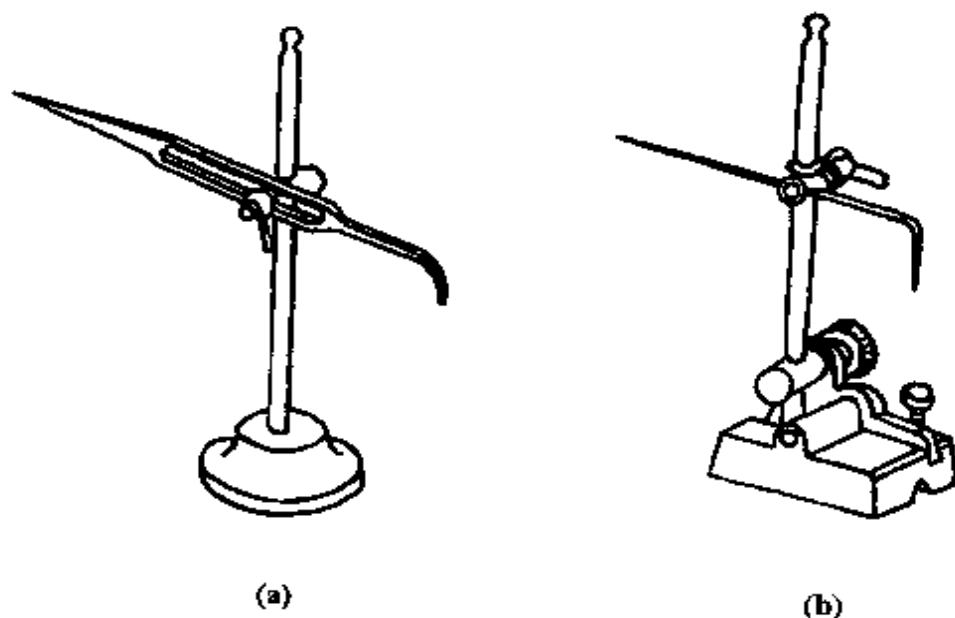


图 4-4 画针盘

(a) 普通画针盘 (b) 精密画针盘

使用画针盘时,画针的直头端用来画线,弯头端用以找正工件的位置。画针伸出部分应力求短,移动画针盘画线时,底座应与平板密贴,画针与画线移动方向应倾斜  $45^\circ \sim 75^\circ$ 。

#### 4. 圆规

圆规如图 4-5 所示,用以完成画圆、画圆弧、画角度、量取尺寸和等分线段等操作。

#### 5. 单脚规



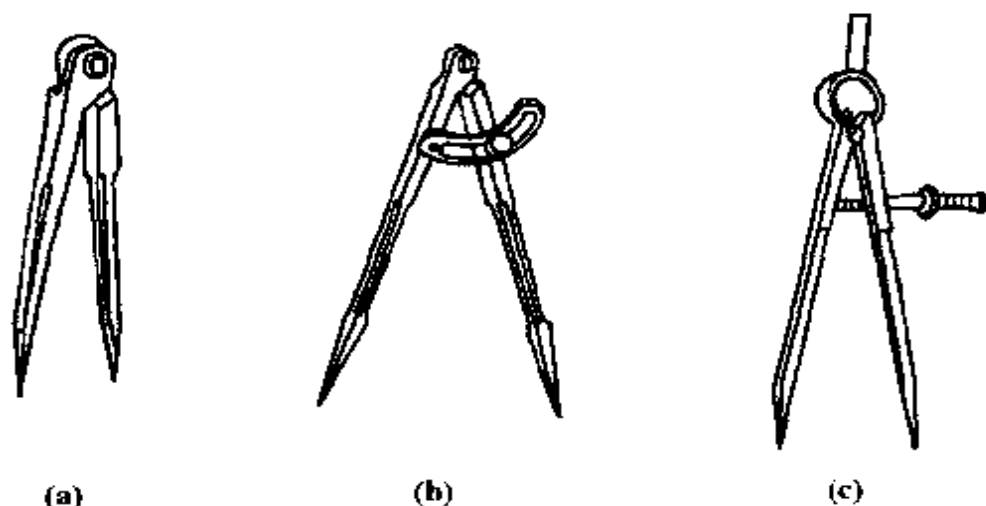


图 4-5 圆规

(a)普通圆规 (b)扁形圆规 (c)弹簧圆规

单脚规即画卡,如图 4-6 所示,用以确定轴及孔的中心位置。

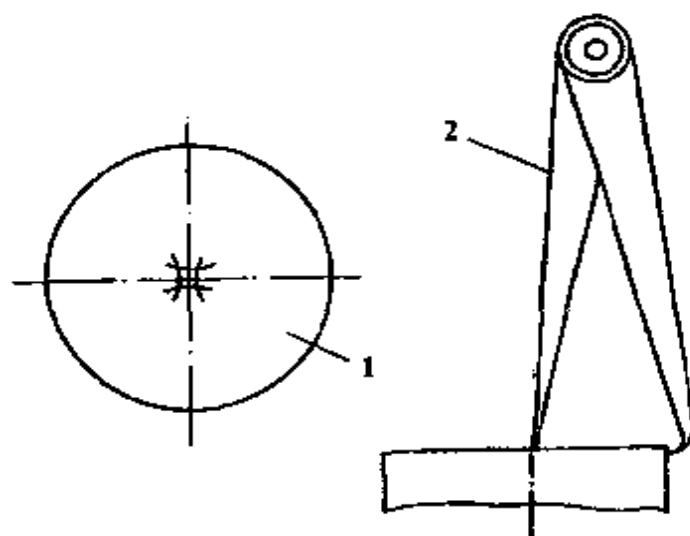


图 4-6 单脚规及其使用

1. 工件 2. 单脚规

## 6. 样冲

样冲用于工件表面画好的线条上,在其上冲出小而均匀的孔眼,以免画出的线条被擦掉。样冲是用工具钢或弹簧钢制作,尖端磨成  $45^\circ \sim 60^\circ$ ,经过淬火而硬化。样冲的形式及应用如图 4-7 所示。

### 7. V形铁和千斤顶

V形铁和千斤顶都是用来支承工件,供校验、找正及画线时使用。

千斤顶的结构如图4-8所示。

### 8. 方箱

方箱如图4-9(a)所示。它是一个空心的立方体,每个面都经过精加工,相邻平面相互垂直,相对平面相互平行。操作时,用夹紧装置把小型工件固定在方箱上,画线时只要把方箱翻90°,可以将工件

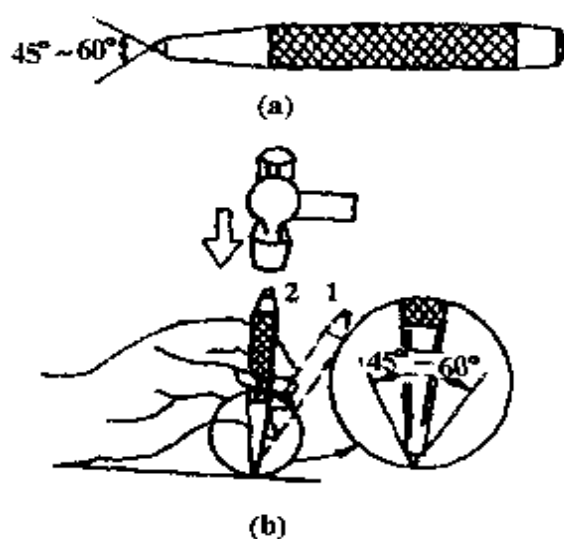


图4-7 样冲及其应用

1. 向外倾斜对准位置
2. 冲子垂直冲眼

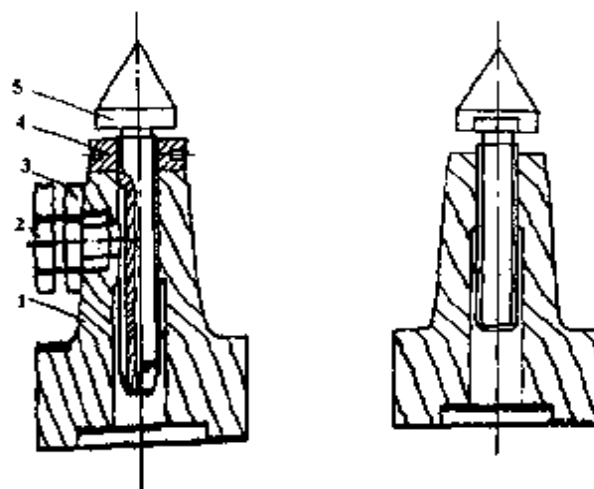


图4-8 千斤顶

1. 底座 2. 螺钉 3. 锁紧螺母 4. 调整螺母 5. 螺杆  
上相互垂直的线在一次安装中画出。

### 9. 角铁

角铁如图4-9(b)所示,它的两个相互垂直的平面经刨削和研磨加工而成。角铁一般与压板配合使用,把工件压紧在角铁的垂直面上画线,可使所画线条与原来找正的直线或平面保持垂直。

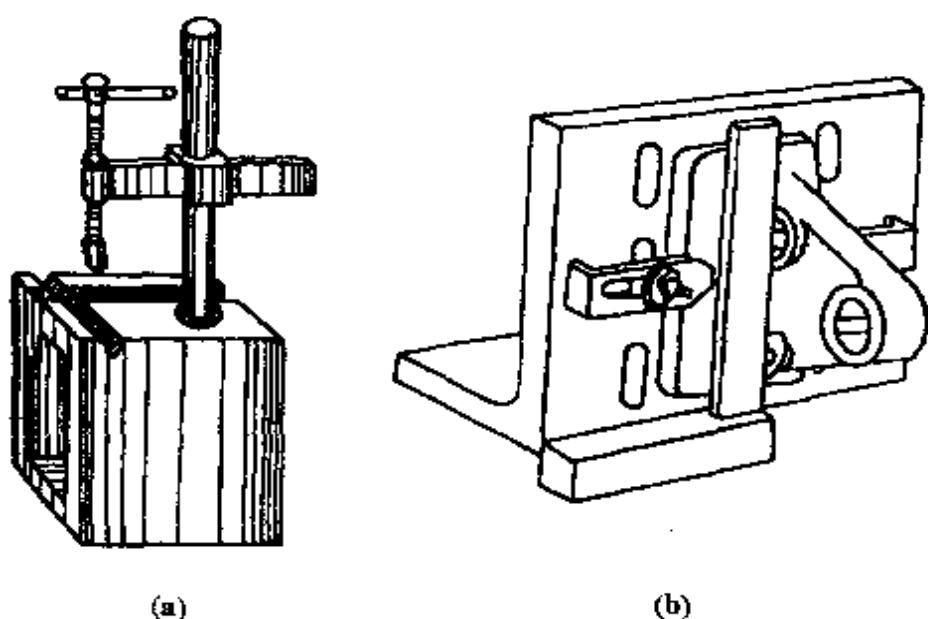


图 4-9 方箱与角铁及其应用

(a)方箱 (b)角铁及应用

#### (四)画线方法

##### 1. 选择画线基准

画线时首先要选择工件上某个点、线或面作依据,用以确定工件上其他部位的尺寸,以及几何形状的相对位置。所选的点、线或面称为画线基准。画线基准一般与设计基准一致。

画线分平面画线和立体画线两种。平面画线要画两个方向的线条,立体画线要画三个方向的线条。每画一个方向的线条必须有一个画线基准,平面画线要选两个基准,立体画线要选三个基准。为了保证画线正确而迅速,画线前必须认真分析图纸,正确选择基准。选择画线基准的要求如下。

(1)根据零件图样上标注尺寸的基准(即设计基准)作为画线基准。

(2)如毛坯有孔或凸起部分,应以孔或凸起部分中心为画线基准。

(3)如零件上只有一个加工表面,应以这个表面为画线基准,如都是未加工表面,则以较大的平面为画线基准。

## 2. 画线方法

平面画线与画机械投影图相似,不同的是,平面画线是用画线工具在金属材料平面上作图。为提高效率,也可用样板画线。此外,也有按原件实物进行模仿画线,以及在装配时用配合画线等方法。

## 二、基本操作技术

### (一) 锯割

锯割是一种粗加工,又称割削。它是用锯(手锯、锯床、摩擦锯)将金属材料或工件切断或切掉工件上多余部分,以及锯出沟槽的操作。现以手锯为例说明其操作方法。

#### 1. 手锯的组成

手锯由锯弓和锯条两部分组成。锯弓用以安装和张紧锯条,分固定式和调节式两种,如图 4-10 所示。锯条通常用渗碳钢冷轧而成,也可用碳素工具钢或合金钢制成,经热处理淬硬。

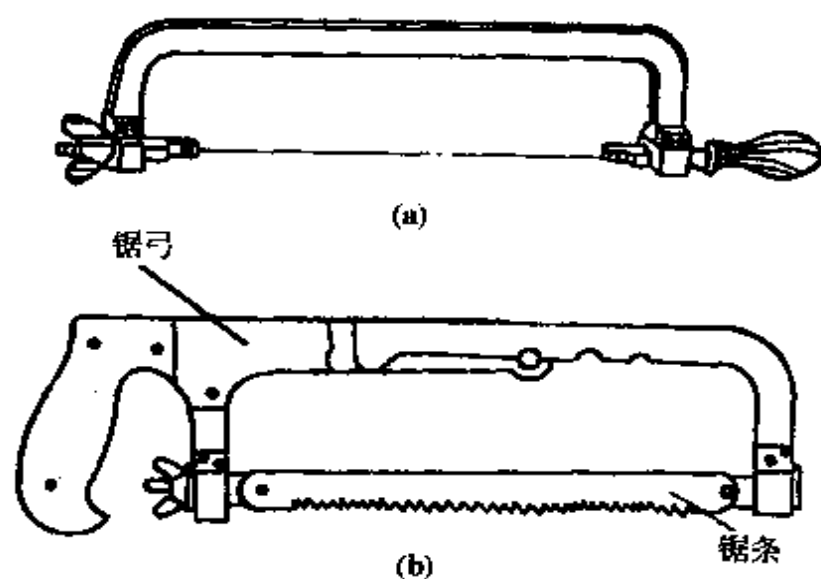


图 4-10 手锯

(a)固定式 (b)可调节式

钳工常用的锯条长 300mm(两安装孔的间距),宽 12mm,厚 0.8mm。锯条按锯齿的齿距  $t$  的大小,分为粗齿( $t = 1.6\text{mm}$ )、中齿( $t = 1.2\text{mm}$ )和细齿( $t = 0.8\text{mm}$ )等三种,如图 4-11 所示。锯条还可以

按锯条每条长 25mm 内的齿数表示,粗齿为 14~18,中齿为 22~24,细齿为 32。

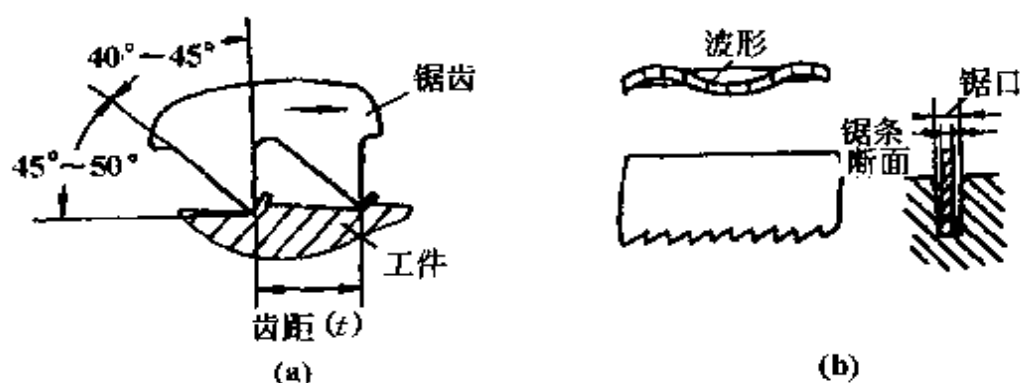


图 4-11 锯齿形状

(a)锯齿形状 (b)锯齿波形排列

选用锯条要根据加工材料的厚薄和软硬来确定,一般锯条上同时工作的齿数应不少于 2~4 个齿。粗齿锯条齿距大,容屑空间大,适于锯割软材料、厚材料或面积较大的材料。细齿锯条不易切入,适宜锯割硬材料、板料或薄壁管子。中齿锯条多用于加工普通钢材、铸铁以及中等硬度的材料。由于手锯是在向前推进时才起切割作用,因此安装锯条时,齿尖应朝前进方向装入锯弓的销钉上,还应拧紧。

## 2. 锯割操作

夹持在台钳上的工件,不应伸出钳口太长,以免锯割时产生振动。夹持圆管及圆形工件时,最好用带有 V 形块的夹具。

锯割操作时,往复距离应短,用力要轻,运动方向保持水平,如图 4-12 所示。手锯前进运动的方法有两种:其一是直线运动,适用于锯切底面要求平直的沟槽或薄壁工件;其二是弧线运动,前进时右手下压,左手上提,这种操作方法自然,可以减轻疲劳。锯缝尽量靠近钳口,快锯断时,速度要放慢行程要小,以免碰伤手臂。

## 3. 锯割方法

(1)锯割棒料。如果锯割断面要求平整,锯割方向应从起锯开始保持至锯割结束。如果要求一般,可以几次改变锯割方向,可使锯割面变小且容易锯入,提高工效。锯毛坯料时,每个方向可以不锯到中

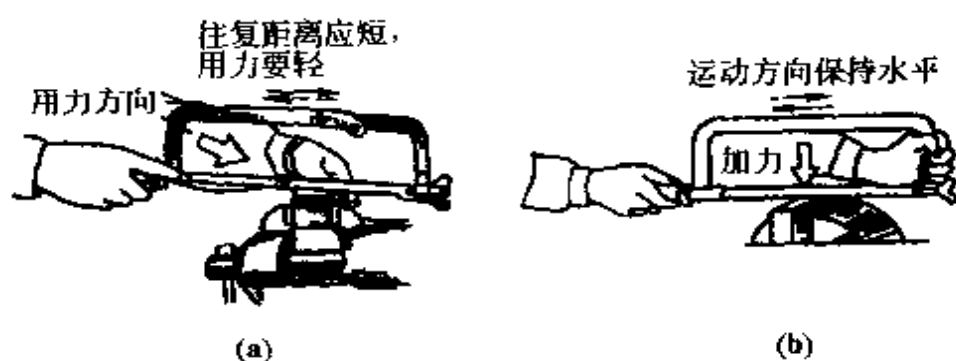


图 4-12 锯割方法  
(a)起锯姿势 (b)锯割姿势

心,最后将其折断。

(2)锯割管子。先将管子夹在 V 形垫块或木块中,当锯至内壁处,将管子转过一个角度,这样转几次角度,直至锯断为止,如图 4-13 所示。

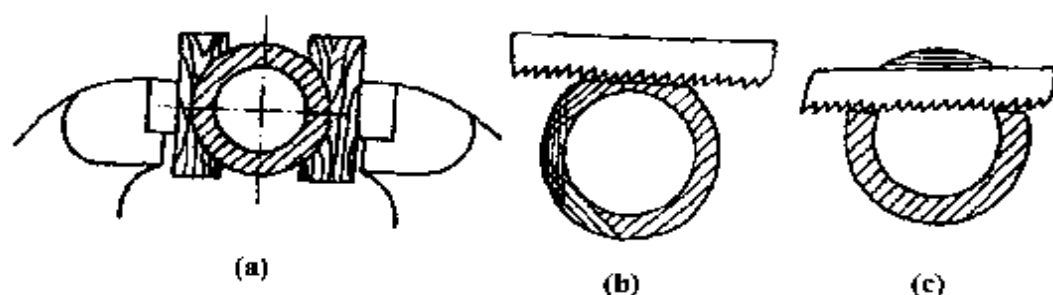


图 4-13 管子的锯割

(a)管子的夹持 (b)正确锯割 (c)不正确锯割

(3)锯割薄板。锯割薄板应尽可能从宽的面上锯下去,以免锯齿被钩住,如图 4-14 所示。

(4)锯割深缝。当锯缝的深度接近锯弓的高度时,要将锯条转过  $90^\circ$  安装,并将工件升高到钳口附近,不要离钳口过高或过低。如图 4-15 所示。

## (二) 錾削

錾削又称凿削。它是用手锤锤击錾子,对金属切削加工的方法,

可以用于加工平面、沟槽,分割金属,除去凸缘、毛刺、焊渣,以及不便于机械加工的工件加工。

錾削时,每次除去的金属厚度为 $0.5 \sim 2\text{mm}$ ,它的加工形式如图 4-16 所示。

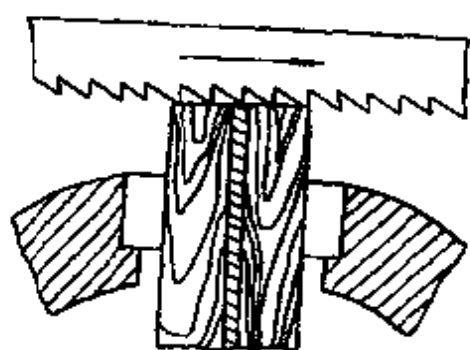


图 4-14 薄板料锯割

## 1. 錾削工具

(1) 錾子。錾子要能够切下金属,

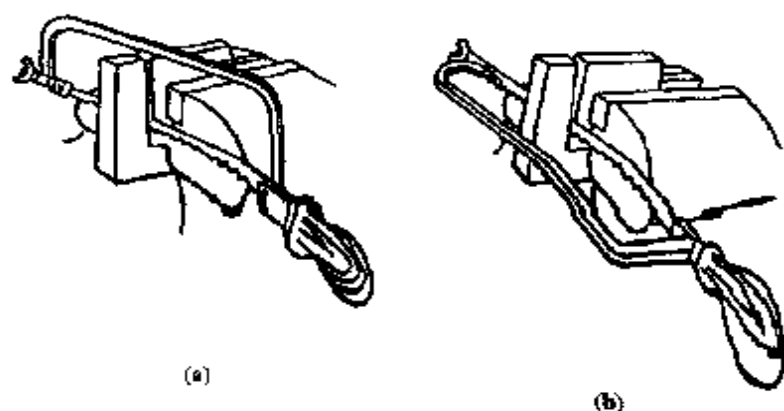


图 4-15 深缝的锯割

必须具备以下条件:

① 錾子的切削部分材料的硬度应比加工工件材料的硬度高。

② 錾子的切削部要有合理的角度,如图 4-17 所示,其中楔角  $\beta$  是主要的。楔角  $\beta$  愈小,阻力愈小,愈省力,但容易折断。在保证足够的强度下,力求选用小的  $\beta$  角。后角  $\alpha$  一般以  $5^\circ \sim 8^\circ$  为宜,它是保证錾削质量的关键。

錾子一般用碳素钢 T7 或 T8 锻制成,经过淬火和回火处理,切削部分硬度可比工件切削的硬度高,其硬度一般为 HRC56 ~ 62。

(2) 手锤。手锤通常重为 0.5kg,全长 350mm 左右。

## 2. 錾削方法

(1) 錾削平面。錾削平面一般分为三个阶段,如图 4-18 所示。起錾时,要从工件边缘着手(錾槽除外),切削刃要靠紧錾削部位后,

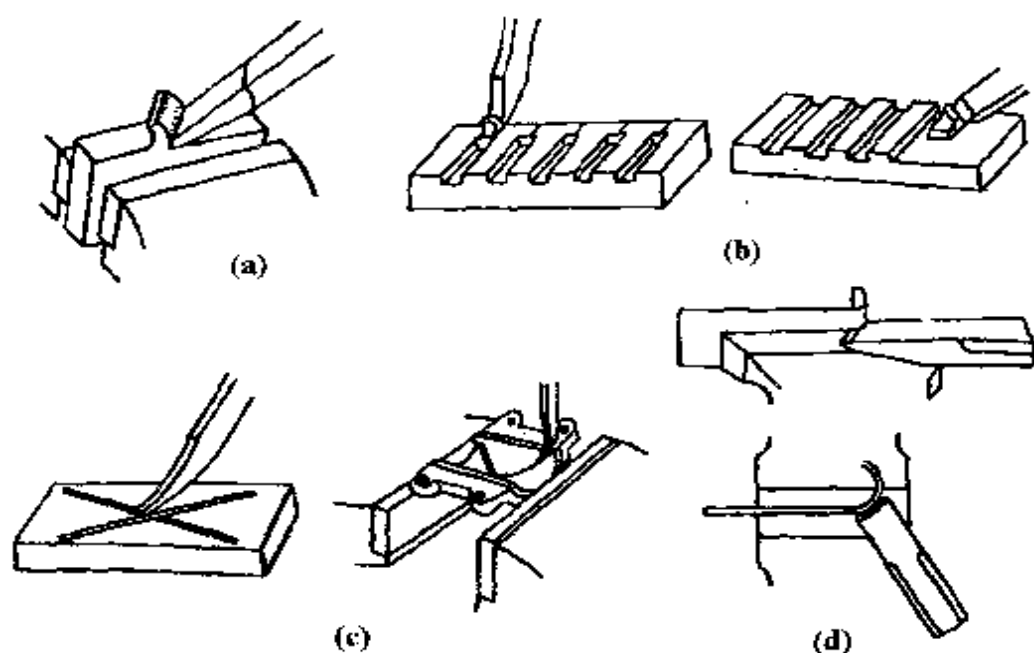


图 4-16 錾削的加工形式

(a) 錾窄平面 (b) 錾宽平面 (c) 錾油槽 (d) 板料切断法

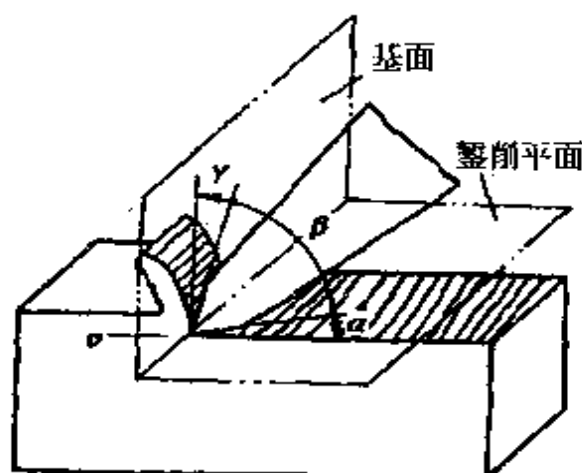


图 4-17 錾削时的角度

錾子与工件端面垂直,再轻击錾子以便切入。錾削时錾子要保持正确的位置和前进方向,锤击力应均匀并控制后角的大小。锤击数次后,将錾子退出,便于錾子散热并观察加工情况。錾削快到尽头(錾出时),通常离尽头 10mm 左右,要掉头錾去余下部分,避免边缘崩裂,特别是錾削青铜和铸铁等脆性材料时更应注意。



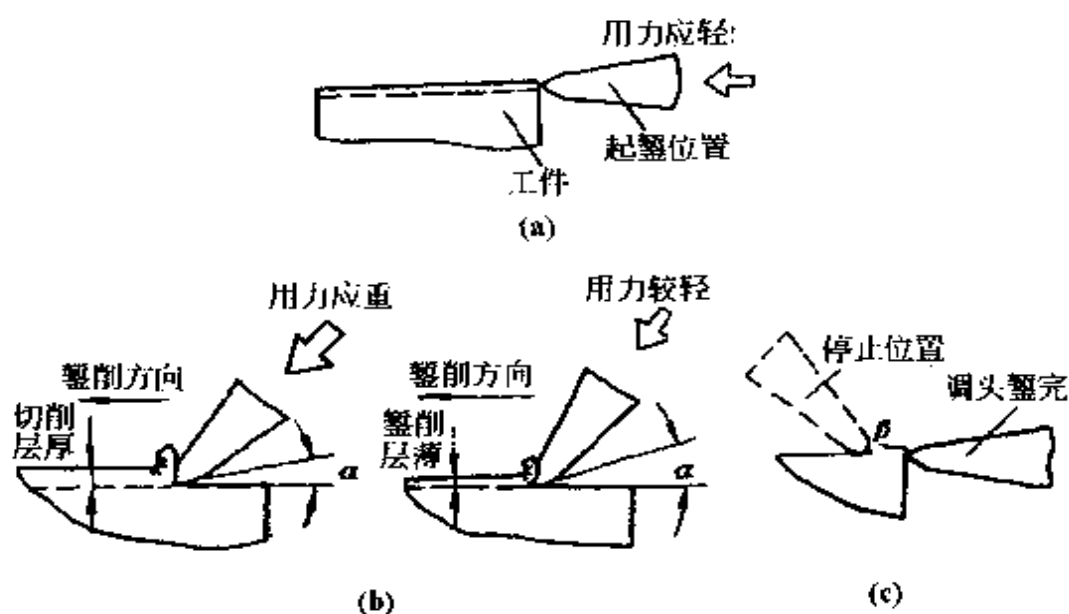


图 4-18 鑿削方法

(a)起鑿 (b)鑿削(粗鑿和细鑿) (c)鑿出

鑿削平面,当工件宽度小于鑿刀口宽度时,鑿子切削刃口应与鑿削前进方向倾斜一定的角度,以使鑿子平稳掌握和增加接触面。鑿削大平面,要先用尖鑿开槽,再用扁鑿把槽间及两边凸起部分鑿去。

(2)鑿断板料。鑿断不超过 2mm 厚度的薄板料时,要夹在台虎钳上鑿削;鑿断厚板料时,可在铁砧或平板上进行。

### (三)銼削

用銼刀对工件进行切削加工称銼削,其目的是去掉工件表面多余的金属,使工件符合图样要求。它一般用来对零件精加工,其精度可达 0.02mm 左右,表面粗糙度可达  $Ra3.2 \sim 1.6\mu m$ 。銼削可以加工工件的内外平面、曲面、沟槽和各种形状的复杂表面,以及修理和装配中对个别零件的修整。

#### 1. 銼削工具

銼刀是銼削的主要工具,它用高碳工具钢 T13 或 T12 制成,经热处理淬硬(HRC62 ~ 70)。銼刀由銼身(工作部分)和銼柄两部分组成,其结构如图 4-19 所示。

銼刀面的齿纹有两种:一是銼刀面上齿纹只有一个方向(与銼刀

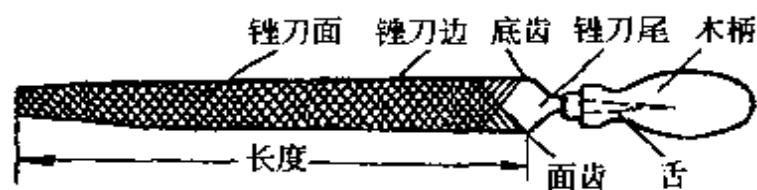


图 4-19 锉刀的各部分名称

面中心线成直角或  $70^\circ$  左右)的称单齿纹锉刀。这种锉刀锉削时,由于锉刀的全齿宽同时参加锉削,切削较费力,故只适用锉削软材料。另一是锉刀面上齿纹有两个方向交叉排列的称双齿纹锉刀。这种锉刀两齿纹角度不同,齿纹深浅也不同,构成交错排列的无数小齿,并向一边倾斜,锉削时锉痕交错而不重叠,锉出的表面较为光洁。锉刀的齿纹形式如图 4-20 所示。

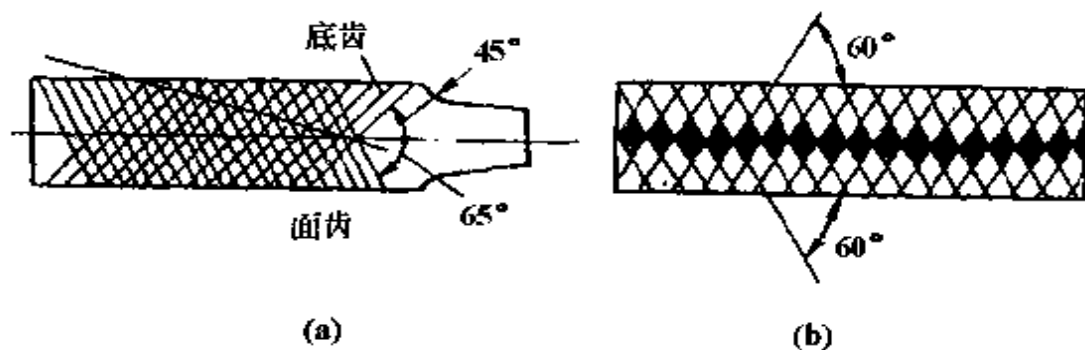


图 4-20 锉齿的排列

按齿纹距的大小划分,锉刀可分为粗锉刀、中粗锉刀、细锉刀、双细锉刀和油光锉等,分别用于加工钢、铸铁和有色金属等材料制成的各种工件的表面。选择粗细等级不同的锉刀,取决于工件加工余量、材料、加工精度和表面粗糙程度。粗、中、细三种锉刀适宜的加工余量和所能达到的加工精度如表 4-1 所示。

表 4-1 按加工精度选择锉刀

锉刀 类型	适 用 场 合		
	加工余量(mm)	加工精度(mm)	表面粗糙度( $\mu\text{m}$ )
粗锉	0.5 ~ 1	0.2 ~ 0.5	$R_{\text{a}} 50 \sim 12.5$

续表 4-1

锉刀 类型	适 用 场 合		
	加工余量(mm)	加工精度(mm)	表面粗糙度( $\mu\text{m}$ )
中锉	0.2~0.5	0.05~0.2	$R_a 6.3 \sim 3.2$
细锉	0.05~0.2	0.02~0.05	$R_a 3.2 \sim 1.6$

## 2. 锉削加工

(1) 平面锉削。平面锉削是锉削最基本的方法,常用的有顺锉法、交叉锉法和推锉法三种,如图 4-21 所示。

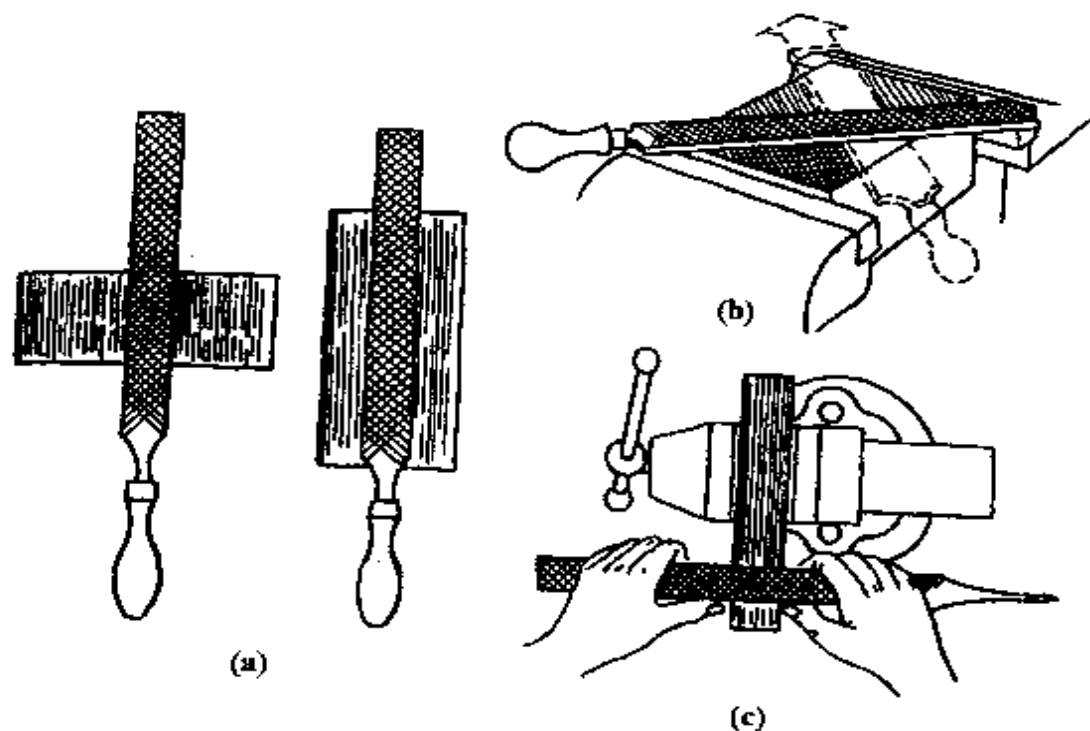


图 4-21 平面锉削方法

(a) 顺向锉法 (b) 交叉锉法 (c) 推锉法

① 顺锉法。顺锉法是锉刀沿其长度方向锉削,一般用于锉平或锉光,可以得到正确的锉痕。

② 交叉锉法。交叉锉法是先沿一个方向锉一遍,转  $90^\circ$  后再锉第二遍,依次交叉操作。这样可从锉痕上发现锉削表面高低不平的情况,它适用于加工余量较大或找平的场合。

③推锉法。推锉法是锉刀的运动方向垂直于其长度方向,它一般用于锉削窄长表面,或工件表面已锉平加工余量很小时,为的是修正尺寸或光洁表面。

(2)曲面锉削。曲面有外圆弧面、内圆弧面和球面三种,通常锉外圆弧面用平锉,锉内圆弧面用圆锉或半圆锉。

①锉外圆弧面。锉外圆弧面一般顺着圆弧面锉削,如图4-22(a)所示。锉削时,锉刀作前进运动的同时绕工件圆弧中心摆动,摆动时右手下压,左手将锉刀的前端往上提,使锉出的圆弧面光滑无棱边。这种方法适用于余量较小或精锉外圆弧面。若余量较大,可将圆弧面横着锉削,如图4-22(b)所示。

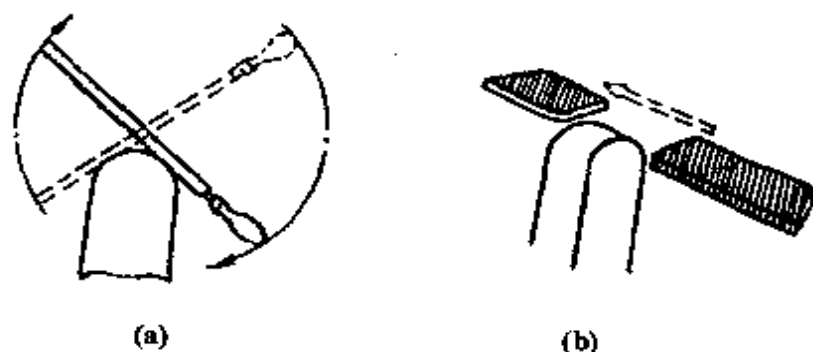


图4-22 外圆弧面的锉削方法

②锉内圆弧面。锉内圆弧面一般用滚锉法,如图4-23所示。锉削内圆弧面时,锉刀应同时完成前进或后退、向左或向右移动(约半个或一个锉刀直径)和绕锉刀中心线转动(顺时针或逆时针方向转动 $90^{\circ}$ 左右)等三个动作。这样方可锉出较好的内圆弧面。

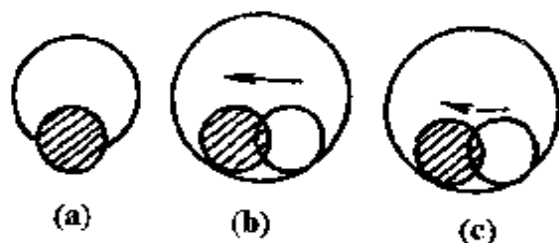


图4-23 内圆弧面的锉法

③锉球面。锉圆柱工件端部球面时,锉刀作外圆弧面锉削的同时,还须绕球中心向周边摆动,如图4-24所示。

#### (四) 钻削

钻削是装在钻床上的钻头与工件之间作相对运动,在工件上加工出孔,称为钻削法。因钻头的刚性差,故钻孔的精度不高,只适用于精度要求不高的打孔粗加工,主要用于装配和攻丝前的钻孔。

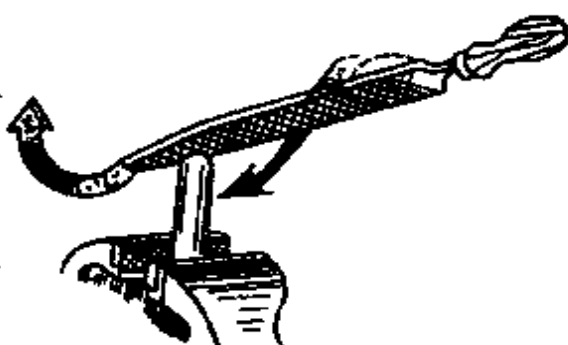
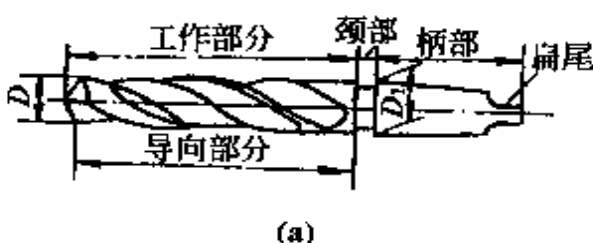


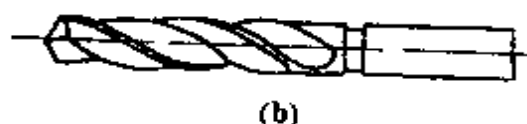
图4-24 球面的锉法

#### 1. 钻孔工具

钻头是钻孔的主要工具,常用的有麻花钻,其结构如图4-25所示。它的工作部分有切削和导向两部分,是钻头的主体;柄部是夹持钻头传递钻孔所需的扭矩。其形状有直柄和锥柄两种,直柄钻头是用钻夹头紧夹在钻床主轴上,传递的扭矩小,多用于 $\phi 13$ 以下的钻头;锥柄用莫氏锥度插入钻床主轴孔内,可传递较大的扭矩,多用于大于 $\phi 13$ 的钻头。



(a)



(b)

图4-25 麻花钻  
(a)锥柄钻 (b)直柄钻

#### 2. 钻孔操作要求

(1)钻孔前,应先对工件画线定中心,在孔的位置画出孔径,经检查无误可在孔径圆周上用样冲冲眼。孔中心的冲眼要大些,使钻孔时钻头容易对准部位。然后将工件牢固地固定在工作台上,否则工件会被钻头带着转动,导致损坏工件和钻床,直至危及人身安全。

(2)装夹时,应根据工件大小的不同,用不同的装夹方法。用台钻或立式钻床钻孔时,通常用手虎钳、平口钳或台虎钳装夹。若是长工件,可用手把持并用螺钉靠住工件(止转)。若是圆柱形工件要垫

在 V 形铁上装夹,对较大的工件应用压板螺栓直接装在工作台上。

(3)钻孔时,开动钻床移动钻头对准孔的中心冲眼试钻一浅锥坑,提起钻头观察钻出的锥坑与孔径画线圆是否同心,确认无误后即可钻孔。

(4)钻较大的孔时,大直径钻头的横刃较长定心较难,要先用中心钻钻出较大的锥坑或用小钻头钻一小孔后,再用孔径大的大钻头钻孔。孔径大于 30mm 的孔要分两次钻,先用 0.5 ~ 0.7 倍孔径钻头钻孔,再用所需的孔径的钻头扩孔。钻孔深大于孔径 3 倍以上的深孔时,进给量要小,钻头要适时退出排屑,否则会因铁屑堵塞而扭断钻头。

### (五)弯曲

将平直的板料、条料、棒料和管料弯成所需要的形状或一定的角度,这种操作称弯曲。弯曲时材料会产生塑性变形,故只有塑性好的材料才能作弯曲。材料弯曲时,其弯曲部分的断面积仍保持不变。

#### 1. 一般的弯曲方法

一般的弯曲方法有以下几种,如图 4-26、图 4-27 所示。

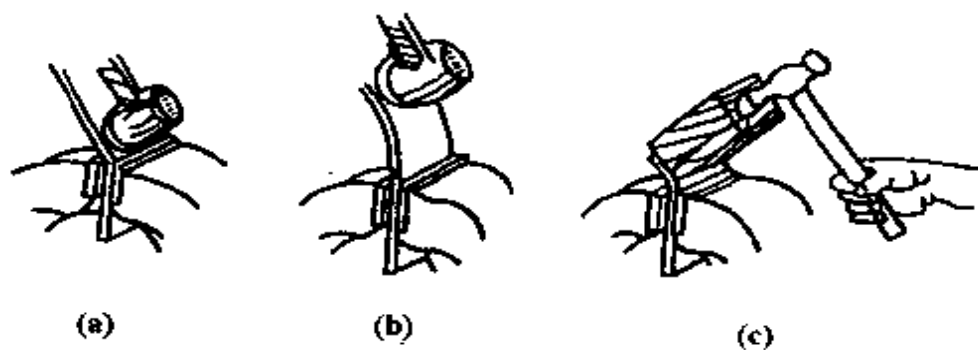


图 4-26 板料在台虎钳上弯直角

(a)弯较长工件直角的正确方法 (b)弯较长工件直角的  
错误方法 (c)弯较短工件直角的方法

#### 2. 如何确定毛坯材料的长度

材料弯曲后,材料的外层伸长内层缩短,中间层即中性层的长度不变。中性层不一定在材料断面的当中,有的会偏向内层的一边。

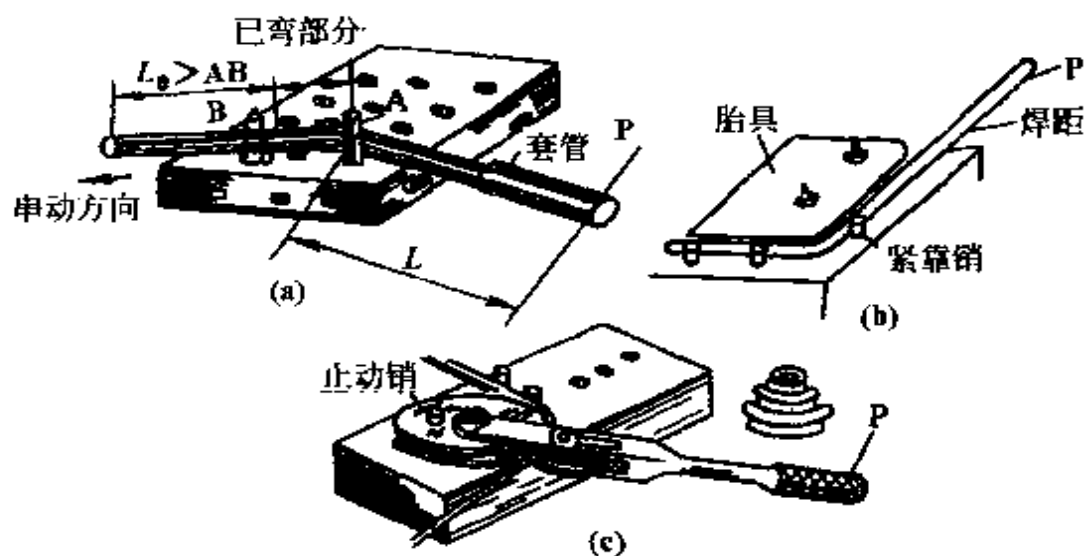


图 4-27 弯管方法

(a)不用胎具弯管 (b)用胎具弯管 (c)用辗压滚弯管

只有当弯曲半径  $r > 16t$  ( $t$  为材料的厚度) 时, 中性层才在材料厚度的中间。故计算弯曲前毛坯的长度时, 要按中性层的长度计算。其计算公式是:

$$A = \pi(r + t/2) \cdot \alpha / 180^\circ$$

其中:

$A$ —弯曲圆弧长度(mm);

$r$ —内层弯曲半径(mm);

$t$ —材料的厚度(mm);

$\alpha$ —与弯曲圆弧相对的圆心度( $^\circ$ )。

弯曲整圆(如图 4-28(a))时,  $\alpha = 360^\circ$ ; 弯曲直角形(如图 4-28(b))时,  $\alpha = 90^\circ$ ; 弯曲任意角度(如图 4-28(c))时,  $\alpha$  应按图纸要求确定; 对内侧弯曲成直角不带圆弧的工件, 按  $r = 0$  计算  $A$  值。

因材料本身的性质和弯曲方法的不同, 计算结果和实际会有差异, 所以生产中常用实验方法来确定毛坯材料的长度。

弯曲有冷弯和热弯两种, 当材料厚度  $> 5\text{mm}$  时一般用热弯。在弯曲过程中材料存在弹性变形, 材料弯曲后其弯曲部位会产生角度和半径的回弹(又称弯曲回弹变形), 会影响产品尺寸的正确性。因

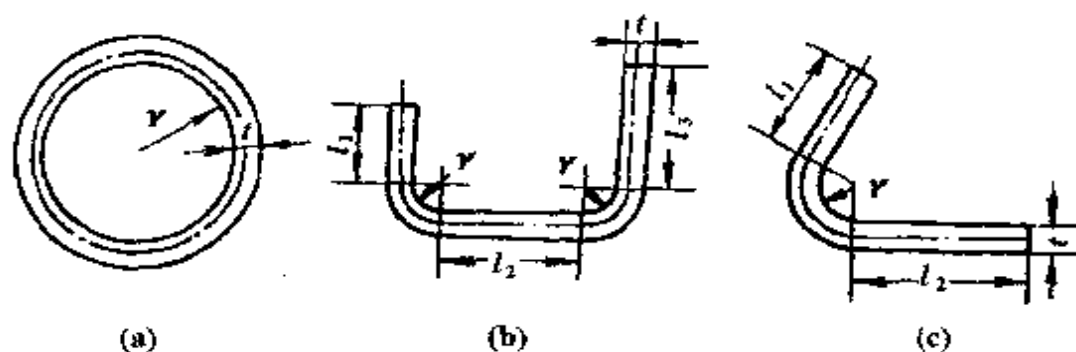


图 4-28 常见的几种弯曲形式

此弯曲工件时,要适当考虑其回弹变形的因素。

#### (六) 粘接

粘接技术用于各种材料的粘合,在一定条件下粘接可以部分地代替焊接、铆接、螺栓连接,以及常规工艺无法连接的零部件之间的连接。粘接的主要材料是粘接剂。

##### 1. 常用粘接剂

常用的粘接剂分有机粘接剂和无机粘接剂两种。

有机粘接剂一般由以下几种成分组成。

(1) 基本材料。主要有热固性树脂(包括环氧、酚醛、硅树脂等)、热塑树脂(包括聚丙烯酸酯、乙烯型、聚酰胺等)、丁腈橡胶等,其中环氧树脂应用较广。

(2) 固化剂。使环氧树脂固化而加入的添加剂称为固化剂,其种类有近百种,常用的有胺类、酸酐类、低分子聚酰胺和酚醛树脂等。其中胺类固化剂能在室温下快速固化,又可增加粘接强度。固化后的胶层性能较脆,固化剂易挥发,毒性较大,使用时应戴防护罩并注意通风。低分子聚酰胺也可在室温下固化,毒性低,固化物韧性好,耐冷热冲击,耐水性好,粘接性好,使用寿命长,在阴凉、干燥和密封处保存 2~3 年还可以使用。它是环氧树脂的优良固化剂,既是固化剂又是增韧剂。

(3) 稀释剂。使粘接剂调制和使用时的粘度降低且使用方便的稀释添加剂,称为稀释剂。用于环氧树脂的稀释剂有环氧丙烷丙烯醚、



环氧丙烷丁基醚和甘油环氧等。但是这些稀释剂都有毒性,容易使皮肤过敏。

(4)填充剂。为了减少粘接剂固化中的收缩率,增加导热性和机械强度的添加剂称填充剂,常用的有石英粉、刚玉粉和玻璃纤维等。

(5)促进剂。为缩短固化周期、降低固化温度的添加剂称促进剂,常用的有间苯二酚和四甲基、二氯基甲烷等。

(6)防老剂。为避免粘接剂过快老化的添加剂称防老剂,常用的有酮胺缩合物和芳香族胺等。

(7)增韧剂。为降低粘结脆性,提高韧性和粘接接头的耐久性的添加剂称增韧剂,常用的有低分子聚硫橡胶、丁腈橡胶和聚酰胺等。

无机粘接剂在工业上应用的是氧化铜—磷酸粘接剂,是由氧化铜和磷酸二氢铝溶液按一定比例调制而成。为获得不同性能的无机粘接剂,还可以加入辅助材料,如加入金刚砂或碳化硼可提高硬度,加入铁粉可改善导电性等。

粘接剂有两种供货方式,一是配制好的成品,用袋装或瓶及金属管供货;另一是以原料形式供货,使用时自行配制。粘接剂要现配现用,因为配制后如较长时间不用会失效。

## 2. 粘接的特点

粘接的优点有:工艺温度低,粘接处应力分布均匀,能连接各种不同的材料,机械加工简化,密封性能良好,具有耐水、耐油、耐酸和耐碱等性能。缺点是:粘接质量不稳定,质量检查较困难,机械性能较低等。

## 3. 粘接的工艺与用途

粘接工艺过程:粘接面的表面处理→预装→粘接剂的调制→粘接和固化→修整。

粘接可用于连接、堵塞孔洞、修补裂纹以及密封等。

## (七)攻丝

用丝锥(螺纹攻)在孔中切削出内螺纹的加工方法称攻丝;与之相似,用板牙在圆柱外表面切削出外螺纹称套丝。

## 1. 攻丝工具

攻丝的主要工具是丝锥、铰杠和机用攻丝安全夹头。

(1)丝锥。按使用方法不同分手用丝锥和机用丝锥两种,按牙型又分为粗牙和细牙两种。丝锥通常用合金工具钢和高速钢制造,经热处理淬火硬化。它由工作部分(包括切削与校准)和柄部组成,如图4-29所示。

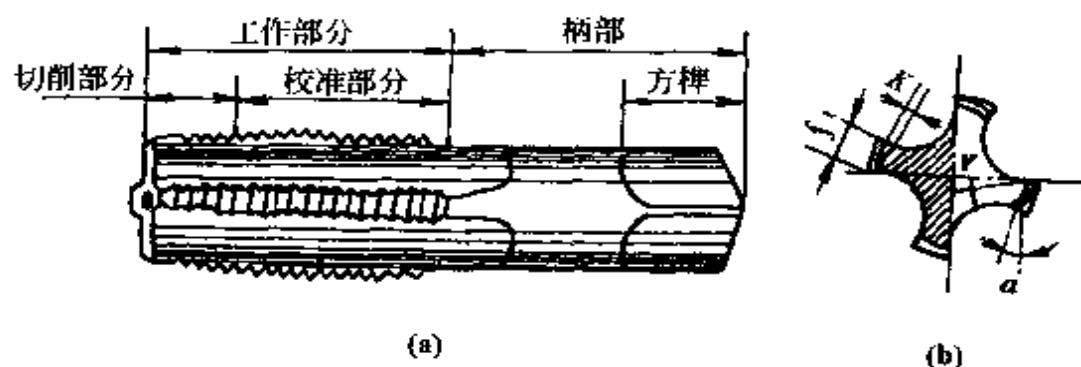


图4-29 丝锥

(a)外形 (b)切削部分和校准部分角度

丝锥的切削部分磨成锥角,利于攻丝时切入省力,便于切去牙间隙的金属。校准部分具有完整的牙型,用以校准和修光已切出的螺纹,引导丝锥沿轴向前进。丝锥还开有三个或四个沟槽,其作用是形成切削刃和排屑。柄部端头有方榫,用以连接铰杠、传递扭矩攻丝。

手用丝锥为减少切削力和提高使用寿命,将全部切削量分到几个丝锥承担,通常由二支或三支丝锥组成一套,即头锥、二锥或三锥。两支丝锥切削部分的长短和锥角的大小不相同,头锥的锥角小些、长些,约有六个不完整的牙型。

(2)铰杠。铰杠或丝锥扳手是用来夹持丝锥攻丝的,如图4-30所示。

## 2. 底孔直径的确定

攻丝要先钻出底孔,因其是在材料孔的内壁上加工。底孔直径的大小应按工件材料的塑性大小和钻孔的扩张量而定。底孔的直径可查有关手册,或由经验公式计算。常用的经验公式是:

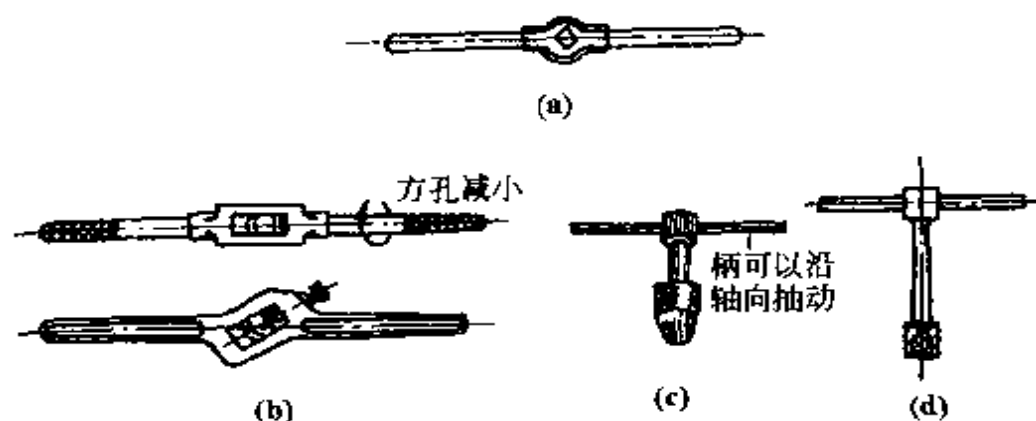


图 4-30 铰杠(或丝锥扳手)

(a)固定铰杠 (b)可调节铰杠 (c)活把丁字铰杠 (d)丁字铰杠

$d_0 = D - 1.1P$  (对加工钢和塑性较大的材料)

$d_0 = D - 1.2P$  (对加工铸铁和塑性较小的材料)

其中:

$D$ —螺纹大(外)径(mm);

$P$ —螺距(mm);

$d_0$ —攻丝底孔直径(mm)。

选择钻头直径不应小于计算直径  $d_0$ 。

对不通孔螺孔攻丝时,由于丝锥不能攻到底,钻孔深度要大于所需螺纹孔的深度,通常钻孔深度是螺纹孔深度的 1.2 ~ 1.3 倍, M10 以上的螺孔钻孔深度应更深。

### 3. 攻丝注意事项

(1)攻丝前应按计算或查表确定底孔直径,选择钻头钻出底孔,并在孔口倒角(用较大的钻头在孔口划钻一下),通孔螺纹的两端都要倒角。这样利于丝锥切入和切出,还可防止产生毛刺和避免孔口的螺纹开裂。

(2)对钢料螺纹攻丝时,要加乳化剂或机油润滑;对铸铁料攻丝时,应加煤油润滑;对盲孔螺纹攻丝时,应及时退出丝锥并清除切屑,还应注意是否攻到底,以防折断丝锥。

(3)开始用头锥攻螺纹时,应先旋 1 ~ 2 圈,并目测检查丝锥是否

与孔的端面垂直,再轻压铰杠均匀旋入。在丝锥的切削部分切入工件后,即可按顺时针方向不加压力转动,每转 1 圈应反转  $1/4$  圈,以利切屑断裂和排屑。用二锥或三锥攻螺纹时,也应先用手旋入几圈,再用铰杠转动即可。

## 第二节 管道的焊接

通过局部加热或加压的方法,将两个分离的金属管件连接成一个不可拆卸的整体,形成永久性接头,这个加工过程称为焊接。其优点是接口的强度和严密性高但成本低;缺点是不可拆卸,操作工艺复杂。常用的焊接方法有电弧焊即电焊、氧乙炔焊即气焊等。气焊通常用于  $DN > 57\text{mm}$ ,壁厚  $< 3.5\text{mm}$  的管道焊接。

### 一、手工电弧焊

#### 1. 分类与特点

供给焊接电流种类的不同,电弧焊可分为交流电弧焊和直流电弧焊两类。交流电弧焊设备简单,使用方便可靠,但电弧稳定性不足。直流电弧焊具有引弧容易、电弧稳定、焊接质量好的优点,但设备复杂,维修困难,使用时噪音大。

#### 2. 焊接规范

焊接规范主要包括焊条直径和焊接电流,焊接规范选择是否合适直接影响焊接的质量。焊条直径应根据管件的壁厚来选择,管壁越厚焊条直径一般应越大。焊接电流应根据焊条直径来选择,焊条直径越大一般焊接电流应越大。再则,焊接管壁较厚时还要用多层焊(如图 4-31 所示),多层焊的目的是保证焊缝根部熔透。

管件对接时,焊接的层数、焊条的直径和焊接电流的选择,可参考表 4-2。

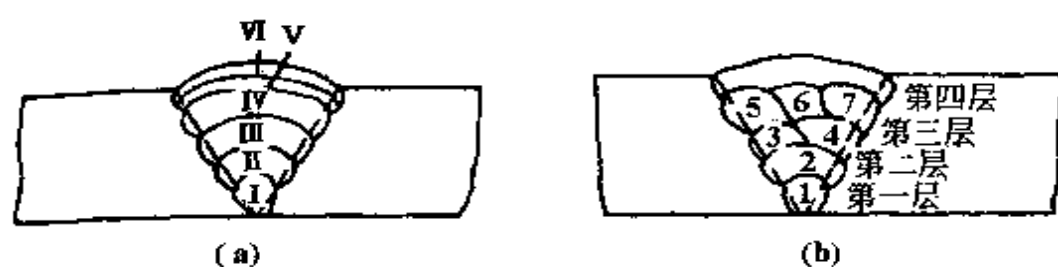


图 4-31 多层焊  
(a)单道多层焊 (b)多道多层焊

表 4-2 管道焊接时的焊接规范

管壁厚度(mm)	焊接层数	焊条直径(mm)	焊接电流(A)
3~6	2	2~3.2	80~120
6~10	2~3	3.2	105~120
		4	160~200
10~13	3~4	3.2~4	105~180
		4	160~200
13~16	4~5	3.2~4	105~180
		4	160~200
16~22	5~6	3.2~4	105~180
		4~5	165~250

### 3. 焊接接头型式和坡口型式

焊接接头常用的型式有:对接接头、搭接接头、丁字接头,如图 4-32 所示。

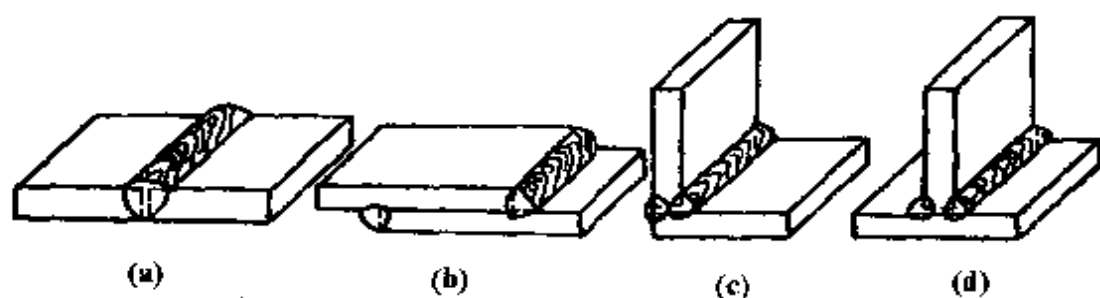


图 4-32 焊接接头型式  
(a)对接接头 (b)搭接接头 (c)角接头 (d)丁字接头

所谓坡口型式,即焊接中管件的待焊接处加工成所需的几何形状称为坡口型式。常用的坡口型式如图 4-33 所示。

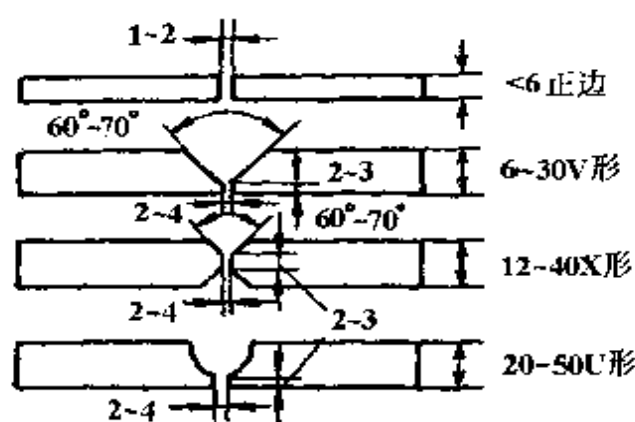


图 4-33 焊接坡口型式

#### 4. 焊缝的位置

根据焊缝的位置不同,焊接通常分为平焊、立焊、横焊和仰焊,如图 4-34 所示。其中平焊操作方便,生产率高,焊缝质量较好,故焊接时多用平焊。

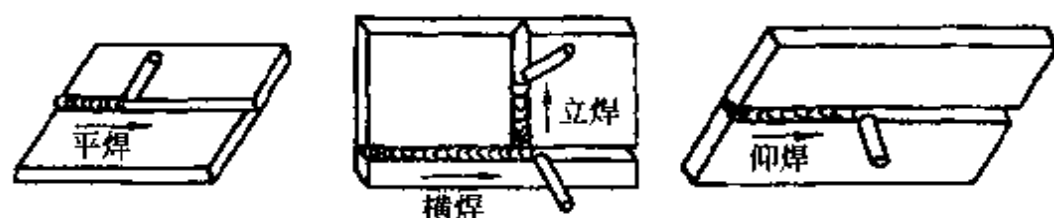


图 4-34 焊缝的空间位置

## 二、气焊

用气体火焰的热量进行焊接或切割的方法称为气焊,它一般采用的气体是氧气和乙炔。气焊焊接规范主要有:焊丝成分与直径、焊嘴直径、焊接速度等。

### 1. 焊丝直径

焊丝的成分一般应与焊件的成分相同或相近。其直径大小应根据焊件的厚度确定,还应考虑接头及坡口型式,通常焊件越厚焊丝直径越大。

## 2. 焊嘴直径

焊嘴直径应据焊件材料及厚度而定。焊件厚度越大、导热性越好、熔点越高,所选用的焊嘴直径也应越大。

## 3. 焊接速度

焊接速度与焊缝位置、焊件熔点及厚度有关。厚度大、熔点高的焊件,焊接速度应慢,以免产生未熔合现象。反之,焊接速度应快,以免烧穿或过热。

## 4. 焊炬倾斜角

焊接时,焊嘴与焊丝轴线的投影与焊缝应保持重合。焊炬与焊缝的夹角  $\alpha$  对焊接有较大的影响, $\alpha$  越大热量越集中。图 4-35 所示,是焊接低碳钢时  $\alpha$  与焊件厚度的关系,焊接开始时  $\alpha$  应大些。

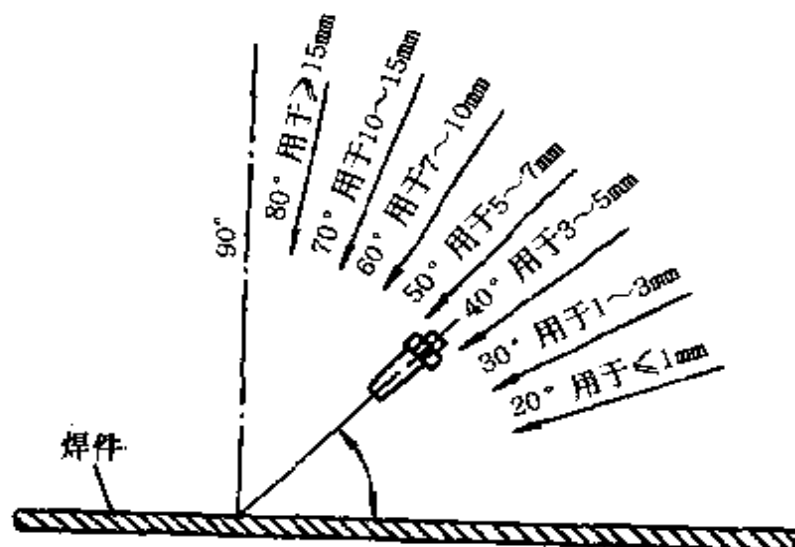


图 4-35 焊炬倾斜角与焊件厚度的关系

## 5. 焊接方向

按焊接方向,气焊分为右焊法和左焊法,如图 4-36 所示,其中右焊法较为常用。气焊的接头及坡口型式、焊接位置等与电焊相同。

## 三、管道焊接

### 1. 焊缝位置

(1) 钢板卷管时,每节管子纵向焊缝不能排列于同一直线上;相邻两节管子纵向焊缝间的距离需大于壁厚的 3 倍,且  $\geq 100\text{mm}$ ;同一

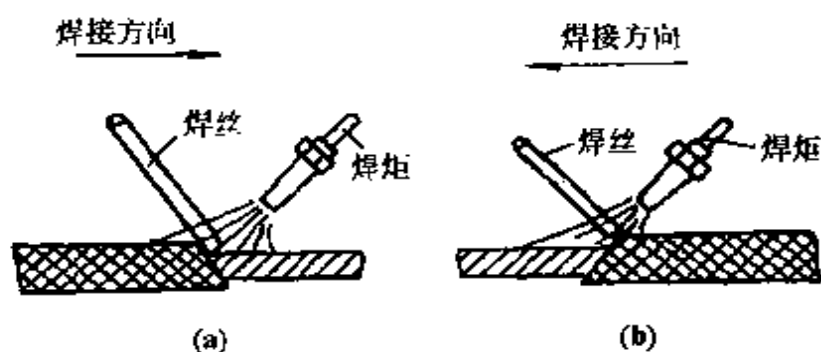


图 4-36 气焊的焊接方向

(a)右焊法 (b)左焊法

节管子相邻两纵向焊缝间的距离应 $\geq 300\text{mm}$ 。

(2)管道弯曲部位不得有焊缝,对接焊缝距起弯点不能小于管子的外径,且 $\geq 100\text{mm}$ (焊接弯头除外);对接焊缝距管道支架边缘的距离应 $\geq 50\text{mm}$ 。

## 2. 管道对接的要求

(1)应按管件壁厚和管径大小选择焊接方法。

(2)焊接前,清除接口处的浮锈、污垢及油脂。焊区自然温度低时应预热,预热温度通常为 $100 \sim 200^{\circ}\text{C}$ ,预热长度为 $200 \sim 250\text{mm}$ 。

(3)管壁较厚时应按规定开坡口,坡口型式及组对要求参见图 4-33。

(4)等径管对焊时,管壁厚度差应是 $\leq 3\text{mm}$ 。否则应将管壁较厚的管件端部适当加工,以保证管壁平滑过渡,如图 4-37。异径管对焊时,应将大管的管口压小成锥形,使对口处管径一致。不圆的管子组对前应作修整。

(5)管道接口处的断面需与管的中心线垂直,垂直度可用样板检查,如图 4-38。焊接前应仔细对正,保证两根管子的轴线重合。组对时,应用定心夹持器固定进行点焊,然后再正式焊接,图 4-39 为常用的固定方式。

(6)多采用平焊。管件对口焊接尽可能用活动焊口,使焊口能转动,保持平焊的最佳位置。焊接固定焊口或横焊口时,要用短弧焊接。



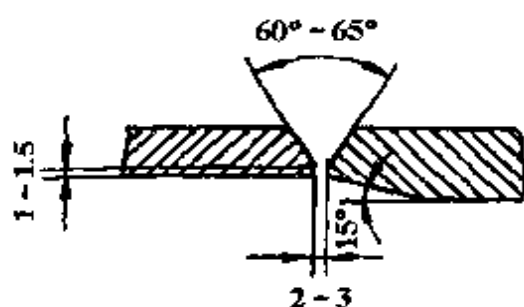


图 4-37 壁厚不等的管子端部坡口

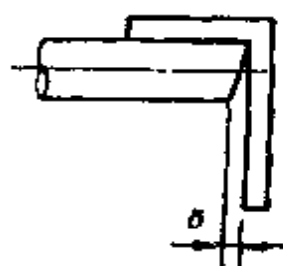


图 4-38 断面的检查

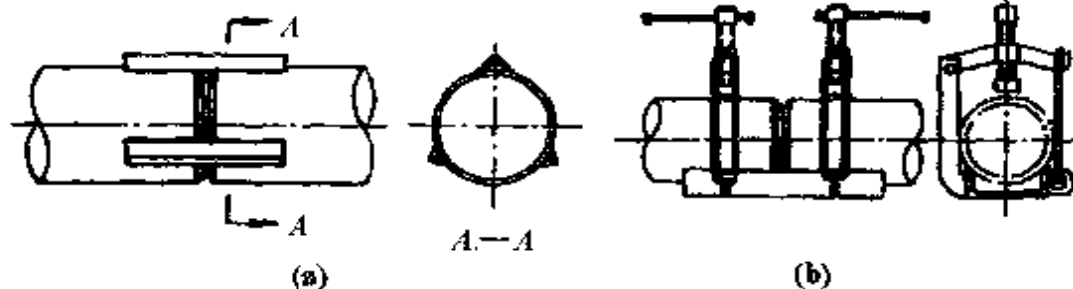


图 4-39 管道对口固定方法

(a)轴线重合 (b)用定心夹持器固定

(7)焊接公称直径  $DN \leq 200\text{mm}$  的转动焊口时,可单方向平焊完成。焊接公称直径  $DN > 200\text{mm}$  的管件时,应分段施焊。管壁厚度  $> 6\text{mm}$  时应分层施焊,每层方向应相反,焊接起点应错开,如图 4-40 所示。焊接另一层之前,应将前一层的焊渣和碎屑清理干净。

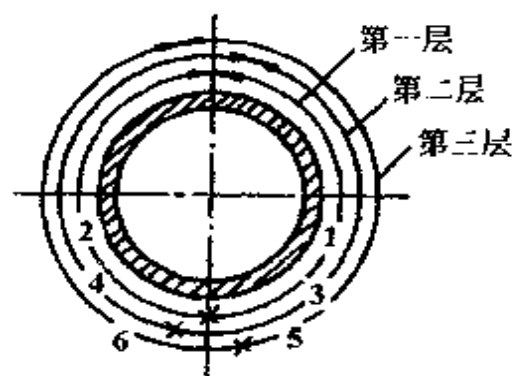


图 4-40 分层施焊顺序

(8)焊缝应有一定的加强面,如图 4-41 所示,其高度需符合表 4-3 的要求。

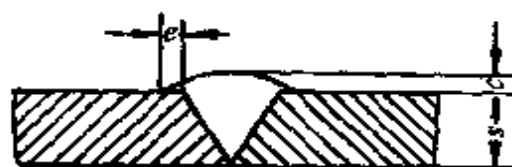


图 4-41 焊缝加强面

### 3. 三通焊接的要求

一般的三通分等径三通和异径三通。等径三通焊接的要求如下。

(1)按规定制作样板。

表 4-3 焊缝加强面的尺寸

(mm)

管壁厚度	< 10	10 ~ 20	> 20
加强面高度	1.5 ~ 2.5	2 ~ 3	2 ~ 4
遮盖宽度	1 ~ 2	2 ~ 3	2 ~ 3

(2)于主管和支管上画出定位十字线,且打上样冲眼。

(3)将雌、雄样板中心分别对准管子的中心线,并将样板紧贴在管子上画出切割线。要注意主管上开孔的大小,应与支管的内径相配。

(4)切割时应切出坡口,坡口要求如图 4-42 所示。支管上要全部开坡口,角焊处坡口的角度应为  $45^\circ$ 。从角焊处至对焊处坡口角度应逐渐均匀减小,对焊处为  $30^\circ$ 。主管角焊处不开坡口,在角焊与对焊处的中点开坡口,对焊处坡口角度为  $30^\circ$ 。

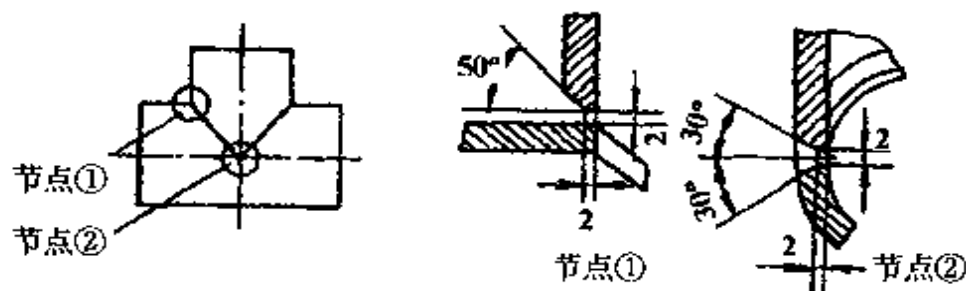


图 4-42 等径三通的坡口

(5)焊接前,应认真找正以保证两根管子的夹角为  $90^\circ$ ,再用夹持器固定操作点焊,如图 4-43。

(6)为避免应力集中,需将支管对接处的尖角去掉。

(7)其他要求与管道对接相同。

异径三通的焊接方法与等径三通大体相同。若支管口径小于主管口径的  $1/3$  时,可将支管插入主管孔内,用主管上开坡口的方法组对和焊接。但应保证支管管端与主管内壁相平,不能伸入主管管腔内。

#### 4. 法兰盘焊接要求

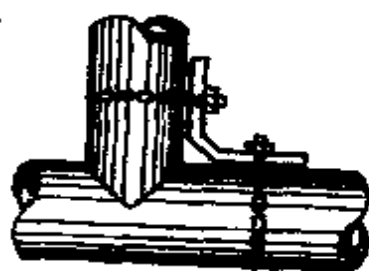


图 4-43 焊接三通时管子的固定

(1) 管件与法兰盘焊接时,应保证管子的中心线与法兰盘的端面即密封面垂直。其垂直度可参照图 4-44 所示的方法检验。

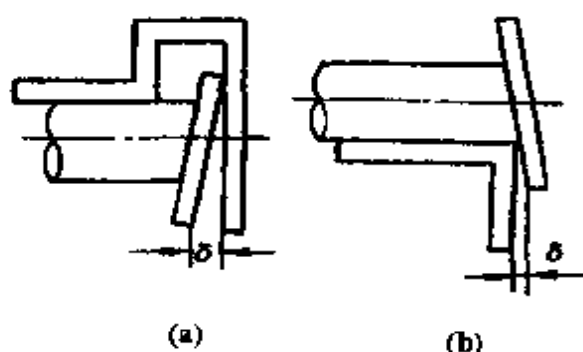


图 4-44 法兰盘焊接垂直度的检查

(a) 用法兰尺检查 (b) 用角尺检查

(2) 管件插入法兰盘时,距法兰盘的密封面应有一定的距离,一般为法兰盘厚度的  $1/2 \sim 2/3$ ,便于内口焊接。

(3) 找正后应先作点焊,再正式焊接。点焊时先点焊一处,转过  $180^\circ$  再点焊一处,然后在与之垂直的方向上点焊另外两点。

(4) 焊定后焊缝不能高出法兰盘的密封面,否则应将高出部分锉平,以保证密封性能。

(5) 其他要求与管道对接相同。

#### 5. 管道焊接工艺例举

图 4-45 所示,是一压力管道,该管道焊接工艺方法如表 4-4 所示。

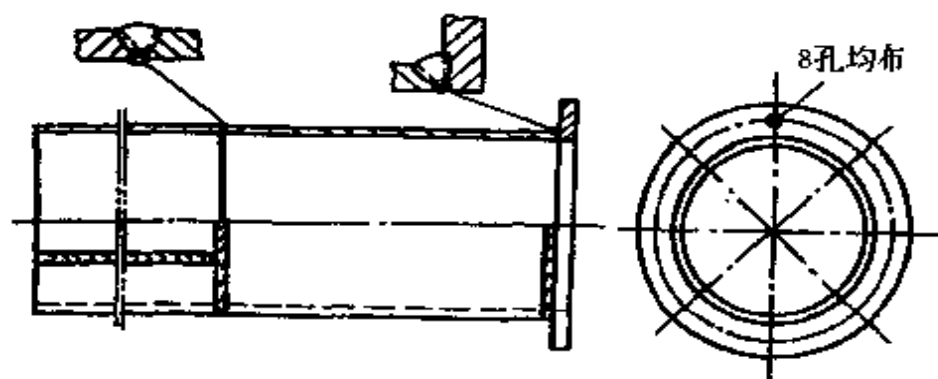
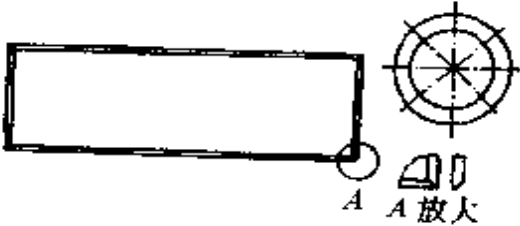
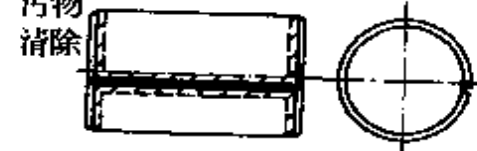
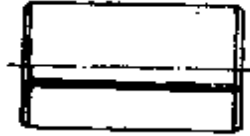
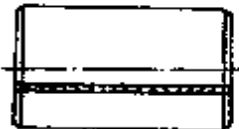
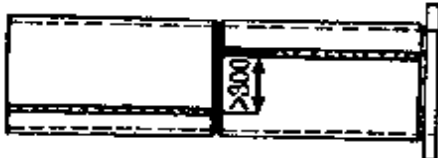


图 4-45 压力管道

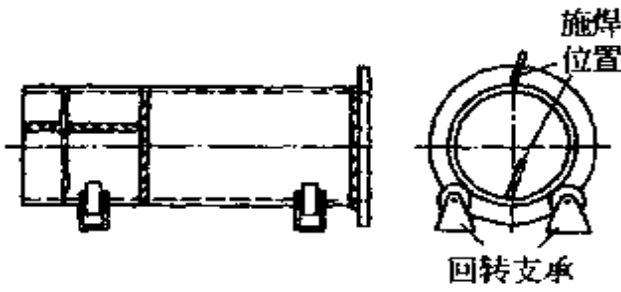
表 4-4 压力管道焊接工艺

工艺项目	附 图	说 明
1 备料		<p>①用剪床或气割切出两截圆筒的板料</p> <p>②用氧切割切出法兰坯料</p> <p>③用刨边机或风铲加工出坡口</p> <p>④在车床上加工法兰内外圆</p> <p>⑤在钻床上加工法兰上螺钉孔</p>
2 成型及清理		<p>①在卷板机上将板料卷成圆筒</p> <p>②清除圆筒及法兰上焊缝附近(20mm以内)的污物铁锈</p>
3 部件装配		<p>将卷好的圆筒接口处点焊固定</p>

续表 4-4

工艺项目		附 图	说 明
4	部件 焊接		<p>①选择焊接方法: 因批量小采用手工 电弧焊,开坡口,两 面焊,保证焊透</p> <p>②选焊条直径: φ4mm 焊条</p> <p>③选焊接电流:由 φ4mm 焊条选 200A</p> <p>④在平焊位置焊 接</p>
5	整体 组装		<p>①先将焊好的圆 筒在卷板机上整形 一次,清除焊接引起 的变形</p> <p>②将两节圆筒组 装,点焊组装时应将 圆筒上的焊缝至少 错开 300mm</p> <p>③将点焊好的两 节圆筒与法兰定位 点焊成一体</p>

续表 4-4

工艺项目	附 图	说 明
6 整体 焊接		<p>①将工件置于滚动支承上能方便地绕本身的中心轴线转动</p> <p>②在平焊位置焊接内外环焊缝(每焊一段使工作转一定角度)</p>
7 焊后 检验		<p>①作外观检验</p> <p>②作超声波探伤</p> <p>③修补消除已发现的缺陷</p>

### 第三节 管道的连接

#### 一、管道承插口连接

捻口即管道承插口的连接,即将承插式管道的插口插入承口内,在承口和插口的缝隙内填入填料,使管道连接起来。

承插口连接主要适用于铸铁管,一般的填料有石棉水泥、水泥、膨胀水泥、青铅及油麻或橡胶圈等,如图 4-46 所示。

承插口连接有刚性接口和柔性接口之分,以橡胶圈、胀圈、浸油麻绳等为填料的承插接口谓之柔性接口,其余各种填料的接口谓之刚性接口。

#### (一)管道检查与处理

铸铁管承插口连接前应对管件仔细检查。检查时,将管子支起用手锤轻轻敲击,若发出的声音清脆表明管子完好,发出破裂声音说明管子已有裂纹。此外还要用喷灯将承口和插口处的沥青除掉,再

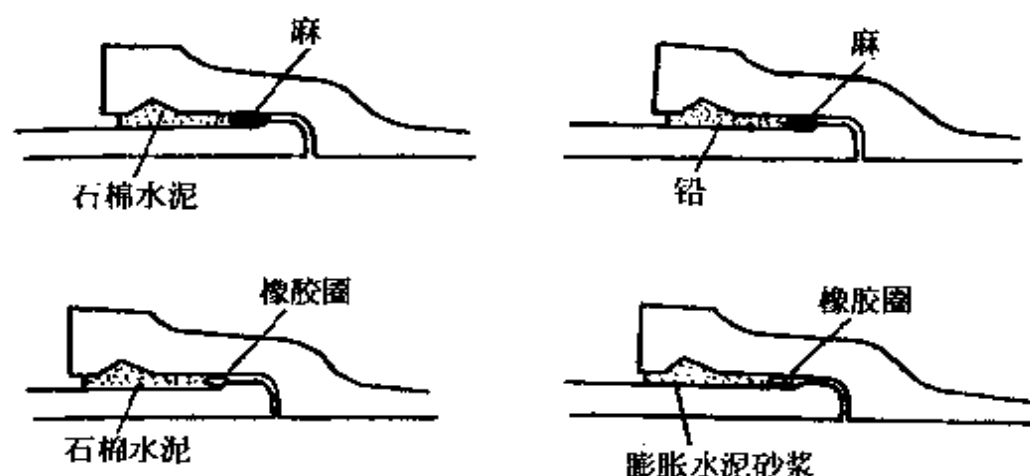


图 4-46 管道承插口连接

用钢丝刷除去尘埃。

## (二) 石棉水泥接口

### 1. 填料前的准备

油麻和石棉水泥用作石棉水泥接口的填料。制作油麻的方法是：将线麻或亚麻放入 5% 的石油沥青（3 号或 4 号）和 95% 的汽油混合液中浸透后晒干即成。在加工、存放、截断及填打中，油麻均应保持干净，不得随地乱放。

制作石棉水泥的方法是：用 325 号以上的硅酸盐水泥和 4 级以上的石棉绒，按 3:7（重量比）的比例均匀混合，然后加入 10% ~ 15% 的水拌和而成。混合前用木棍将石棉绒敲打松散，水的用量靠手感凭经验确定。拌和好的填料用手捏成团，如用手轻轻一碰即可松开，表明水量适宜。加水量也与施工季节有关，冬季应少些，夏季可多些。应注意石棉水泥应随用随拌，混合后的干石棉水泥存放最长时间不得超过 48 小时；拌和后的湿石棉水泥存放时间不得超过水泥的初凝时间，一般应在 0.5 ~ 1 小时内用完。

### 2. 打油麻

(1) 打油麻常用的方法有平打和挑打等多种，具体操作顺序如表 4-5。

表 4-5 油麻的填打程序及打法

圈次	第一圈		第二圈			第三圈		
遍次	第一遍	第二遍	第一遍	第二遍	第三遍	第一遍	第二遍	第三遍
击数	2	1	2	2	1	2	2	1
打法	挑打	挑打	挑打	平打	平打	贴外口	贴里口	平打

(2)操作时,将插口插入承口中,排水管道插到底,给水管或煤气管道插口与承口的档口间应留 3 ~ 9mm 的间隙,然后把两管对正找平,并将间隙调匀。

(3)把油麻拧成管口间隙的 1.5 倍左右,从接口下方逐渐向上塞入缝隙中,再用捻凿填打,直至锤击时发出金属声,捻凿被弹回,说明油麻已被打实。

(4)打实后的油麻应占间隙深度的 1/3 左右。所用的油麻可以是整根的,其长度至少应能在管子上盘绕三圈;也可以是几根短的,每根的长度应比管子的周长长 100 ~ 150mm,各根油麻的接头应错开,否则打时其深度会不一致。

打油麻的基本操作方法如图 4-47 所示。

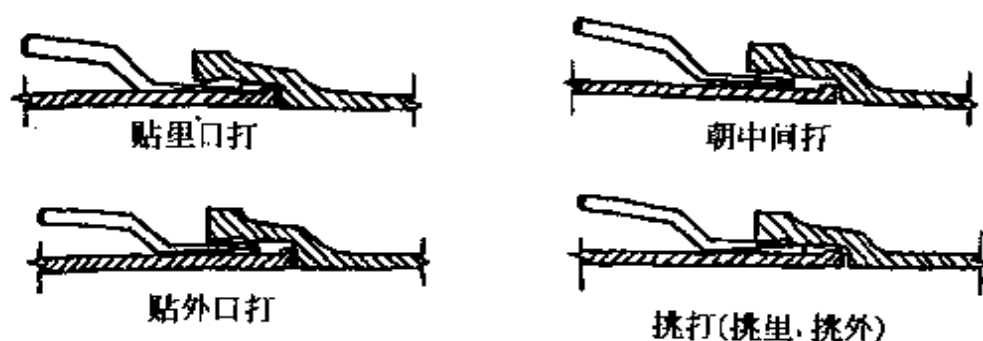


图 4-47 打油麻的基本操作方法

### 3. 填塞石棉水泥

将拌和好的石棉水泥用捻凿从下至上,填入打好油麻的承插口内,填满后用捻凿将其打实,打到表面呈灰黑色,锤击时感到有明显的反弹力时表明已打实。打实后再填入石棉水泥,再打实。通常要



打4~6层,每层至少打两遍,直至填料的凹入深度符合要求。要求的标准是,给水管道填料表面凹入承口边缘 $\leq 2\text{mm}$ ,排水管道 $\leq 5\text{mm}$ 。每个接口要求一次打完,不能中途间断。

#### 4. 养护

捻口结束后应养护,养护时间一般为3天。室外施工应用湿泥糊在接口外面,然后用疏松的湿土或草袋盖在接口处。春秋季节每天浇两次水,夏季每天浇四次水,冬季施工应注意防冻,并将管道两端的敞口封严。气温 $< -5^{\circ}\text{C}$ 时,不宜进行以上施工。室内施工时,冬季要用草帘包扎,保温防冻,其他季节可浇水养护。

#### 5. 修补

捻口完成后应试压,如漏水应及时修补。修补时可用捻凿将渗漏部位剔除,再用水冲洗干净,水流净后再按以上方法重新打实和养护。剔除范围应稍大于渗漏范围,应避免其他部位受震动,剔除深度以见到油麻为限。如漏水部位超过一半,应全部剔除,重新接口。

### (三)膨胀水泥接口

#### 1. 填料前的准备

利用膨胀水泥的膨胀性,使水泥砂浆与管壁牢固地结合在一起,这个操作称膨胀水泥接口。其所用的填料是由砂粒、膨胀水泥(又称自应力水泥)和水,按1:1:0.28~0.32的重量比拌和而成的砂浆。其中砂粒直径应在0.5~2.5mm之间,并洗净晾干。膨胀水泥对承口会产生内压力,故用在管壁较薄的铸铁管时,需适当降低水泥所占的比例。拌和后的砂浆应在1小时内用完,避免超过水泥初凝时间而失效。夏季气温高,拌和后应立即使用。

#### 2. 填塞砂浆

膨胀水泥接口的打麻方法与石棉水泥接口大体相同。打麻后应将砂浆填满承插间隙,再用捻凿沿管腔均匀捣实,不须用手锤敲打,直至表面捣出稀浆。捣实后如砂浆不能与承口平齐,应再填砂浆再捣实,然后将砂浆抹平。

#### 3. 养护

膨胀水泥接口完毕后,如有强烈日光照射,接口处要用草袋覆盖,2小时内不得在接口上浇水,常温下4小时后允许地下水淹没,12小时可充水养护。但水压不得超过 $0.1 \sim 0.2\text{MPa}$ ,1天内不能受较大碰撞。其他养护方法与石棉水泥接口大体相同。

膨胀水泥接口比石棉水泥接口操作简便,工程成本和劳动强度较低,但抗震性能较差。土质松软或管道穿越铁路和公路时,一般不用膨胀水泥接口;平均气温低于 $5^{\circ}\text{C}$ 时,一般也不用膨胀水泥接口。

#### (四)青铅接口

青铅接口有冷塞法和热塞法两种。

##### 1. 冷塞法

将条状或丝状的硬铅分层填入承插间隙中,并用捻凿打实,直至填满,称为冷塞法。因其成本较高且抗震性能较差,故只有用热塞法有困难时才用此法,如工作地点十分潮湿或地下水无法排除时等。

##### 2. 热塞法

将熔化的铅灌入承插间隙中,待铅凝固后用捻凿打实,称为热塞法。具体操作是:

(1)准备。在接口内打好油麻,深度可占接口深度的 $2/3$ ,再在承插口外部用密封卡箍或浸过湿泥的麻绳封好缝隙,在上方留出浇铅口。

(2)化铅。将铅锭截成碎块投入铅锅中,加热熔化。化铅时要掌握好火候,铅液表面呈紫红色时(约 $600^{\circ}\text{C}$ )表明已化好。

(3)灌铅。用铅勺除去熔铅表面杂质,将足够一个接口用量的熔铅灌入承口内。灌铅时速度应缓慢,铅勺离管口应有一定的距离,便于管内气体排出,每个接口要一次灌满。等铅凝固后,再取下密封卡箍或麻绳,用镊子剔除浇口处多余的铅。然后用捻凿由下而上打实,直至表面光滑,最后在接口处涂沥青防腐。

(4)修补。试压通水后如接口处有渗漏,可用捻凿捻打修补,必要时可向承口间隙内填补硬铅丝。

(5)安全防护:

①操作时必须戴防护眼镜、帆布手套和脚盖,脸部不可正对灌铅口。

②熔铅遇水后会发生爆炸(放炮)现象,因此化铅、灌铅应在干燥条件下进行,雨季施工应有防雨措施。灌铅时可在接口内灌入少量机油,可以防止放炮现象。

青铅接口的优点是,接口严密性、抗震性、刚性和弹性等都比其他接口好,而且操作简单,不需要养护时间,捻好口后可以立即通水。但其缺点是成本较高,应用时受到一定的限制,通常在管道穿越铁路和公路等震动性较强的地方或在停水时间有限时才用此法。

#### (五)橡胶圈接口

将橡胶圈放入承插口间隙内,使其受压缩将管道连接起来,称为橡胶圈接口。

(1)橡胶圈接口属柔性接口,抗震性能好,操作简单,但成本较高。

(2)橡胶圈接口的管件及所用的橡胶圈都是配套定型产品。

(3)橡胶圈连接时先要清理承插口端部,并涂润滑剂。无水操作时,可用皂化油、肥皂水等作润滑剂。有水操作时,需用不溶于水的润滑油作润滑剂,涂润滑剂前应将橡胶圈和承插口擦干。

(4)橡胶接口的操作(如图4-48),是将橡胶圈压成心形放入承口槽内,再用力一推即可。然后检查并调整橡胶圈的位置,使其符合要求后将插口推入承口内。

(5)安装完毕后,检查橡胶圈距承口外侧的距离是否一致,否则应重新安装。

## 二、管道法兰连接

用螺栓将固定在管件上的一对法兰盘拉紧密封,使管件连接成一个可拆卸的整体,称为管道法兰连接。其连接强度高又便于拆卸,故应用较广泛。

法兰盘从类型分,有整体法兰和钢法兰两大类;从连接方式分,有螺纹连接、焊接和卷边松套等几种。其中应用较多的是平焊钢法

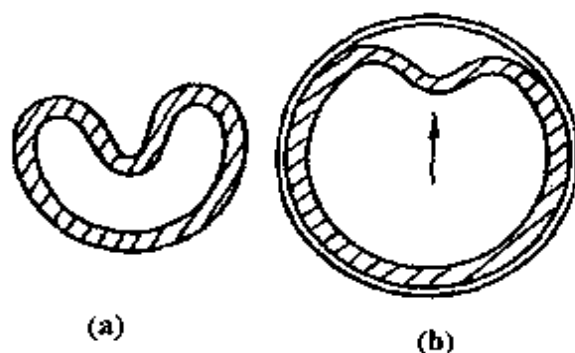


图 4-48 安装橡胶圈的方法

(a)先压成心形 (b)放入承口内展平

兰,焊接方法如前所述。焊完后,检查焊缝是否高出法兰盘的端面,如是则应将高出部分锉平,以保证法兰连接的严密性。

#### (一)法兰垫片

法兰连接时,法兰盘之间要用垫片密封。

##### 1. 垫片材料

法兰垫片有硬垫片和软垫片两类。硬垫片一般用于高温、高压和化工管道。金属类硬垫片的材质一般应与管件材质相同或相近。软垫片应根据管道输送介质的性质、温度和压力等合理选用,工程中常用软垫片如表 4-6 所示。

表 4-6 法兰连接常用软垫片

材 料	适 用 介 质	最高工 作压力 (MPa)	最高工 作温度 (℃)
普通橡胶	水、空气、惰性气体	0.6	60
耐热橡胶	水、空气、惰性气体	0.6	120
耐油橡胶	润滑油、燃料油、液压油	0.6	80
耐酸碱橡胶	浓度 $\leq 20\%$ 的硫酸、盐酸、氢氧化钠(钾)	0.6	60
夹布橡胶板	水、空气、惰性气体	1.0	60

续表 4-6

材 料	适 用 介 质	最高工 作压力 (MPa)	最高工 作温度 (℃)
低压橡胶石棉板	水、空气、惰性气体、蒸气、煤气	1.6	200
中压橡胶石棉板	水、空气、惰性气体、蒸气、煤气、 氧化性气体、酸碱溶液、氨	4.0	350
高压橡胶石棉板	蒸气、空气、煤气、惰性气体	10.0	450
耐酸石棉板	有机溶剂碳氢化合物、浓无机酸、 强氧化性盐溶液	0.6	300
浸渍过的白石 棉	具有氧化性的气体	0.6	300
耐油橡胶石棉 板	油、溶剂	4.0	350
软聚氯乙烯板	水、空气、酸碱稀溶液、 具有氧化性的气体		

## 2. 垫片厚度

垫片厚度应根据管件的直径而定,通常管件公称直径  $< 125\text{mm}$  时,垫片厚度为  $1.6\text{mm}$ ;管件公称直径  $> 125\text{mm}$ 、 $< 500\text{mm}$  时,垫片厚度为  $2.4\text{mm}$ ;管件公称直径  $> 500\text{mm}$  时,垫片厚度为  $3.2\text{mm}$ 。不能使用双层垫片和斜垫片。为便于将垫片插入法兰盘中间,垫片通常做成带把形状。大口径垫片应拼接时,要用斜口或迷宫形式,不得平口对接。

## 3. 垫片尺寸

垫片尺寸需与法兰盘密封面相符,内径应大于管子的内径,避免垫片突入管腔中。垫片的外径不能太大,以免挡住法兰盘的螺栓孔,影响螺栓穿过。垫片表面不得有沟纹和断裂等缺陷,材质应符合要求。

## (二) 法兰安装

(1) 法兰盘与支架或建筑物墙面的距离应  $> 200\text{mm}$ , 以便于安装和检修。

(2) 埋地管道的法兰连接处要设检查井, 不能将法兰连接处直接埋地。法兰不能装在楼板、墙壁和套管内。

(3) 安装法兰时应仔细找正, 两法兰盘的对接端应相互平行, 不能用强紧螺栓消除偏斜。两法兰盘的螺栓孔应对正, 以使螺栓能自由穿入。

(4) 对正后, 在水平管路法兰盘的底部或竖直管路法兰盘靠墙面的一侧, 穿入几根螺栓, 把垫片插入法兰盘之间, 再穿入其余的螺栓。

(5) 在水平管路上安装时, 最上面两个螺栓孔的连线应水平。在竖直管路上安装时, 靠近墙面的两个螺栓孔的连线要平行于墙面。

(6) 使用的连接螺栓应是同一规格。螺栓的长度应是拧紧后, 伸出螺母的长度为螺栓直径的一半左右。螺栓安装的方向应一致, 螺母要放在法兰盘的同一侧, 在立管上螺母应在下为好。若要加垫圈, 每个螺栓只能加一个。

(7) 拧紧螺栓应使用合适的扳手, 分两次进行, 拧紧顺序应对称均匀, 如图 4-49 所示。安装大口径的法兰盘, 应两人在对称位置同时拧紧。

(8) 对高温或低温管道试运转 24 小时后, 要将连接螺栓冷紧或热紧。

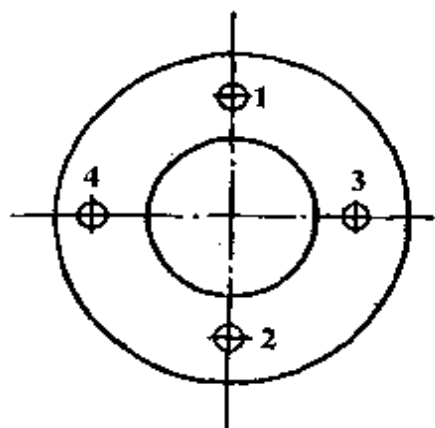


图 4-49 拧紧螺栓的顺序

### 三、管道螺纹连接

#### (一) 适用范围

通过内、外管螺纹的旋合, 将管道连接成一个整体, 称为螺纹连接又称丝扣连接。其范围如表 4-7 所示。

表 4-7 螺纹连接的适用范围

管道名称	最大公称直径(mm)	最大工作压力(MPa)
给水管道	100	1.0

续表 4-7

管道名称	最大公称直径(mm)	最大工作压力(MPa)
排水管道	50	
热水管道	100	1.0
蒸气管道	50	0.2
煤气管道	100	0.02
压缩空气管道	50	0.6

## (二)连接方法

(1)对口螺纹连接时,通常是在管子端部加工外螺纹,拧上带内螺纹的管子配件,再与其他管段连接构成管路系统。

(2)管螺纹的牙形角为  $55^\circ$ ,分圆柱形管螺纹和圆锥形管螺纹。连接方法有:圆柱形内螺纹与圆柱形外螺纹连接,圆柱形内螺纹与圆锥形外螺纹连接,圆锥形内螺纹与圆锥形外螺纹连接等三种。其中后两种方法连接较紧密,应用较普遍。

## (三)填料的选用

为了增强连接的严密性,常在螺纹连接时于外螺纹上缠抹适当的填料,常用的填料有铅油麻丝和聚四氟乙烯密封带。铅油麻丝的缠抹方法,是在外螺纹上涂一层铅油,再缠绕麻丝。缠绕时面对管口,按顺时针方向缠绕,即逆螺纹方向。这样缠,当螺纹拧紧时麻丝可越旋越紧。缠抹时要保持管口洁净,以免拧紧后填料挤入管腔中阻塞管路。若螺纹拆卸重新安装时,应重新缠抹填料,因填料只能一次性使用。螺纹连接如何选用填料,见表 4-8 所示。

表 4-8 螺纹连接所用填料的选用

管道名称	选 用 填 料			
	铅油麻丝	铅油	聚四氟乙烯密封带	一氧化铅甘油调和剂
给水管道	√	√	√	
排水管道	√	√	√	

续表 4-8

管道名称	选 用 填 料			
	铅油麻丝	铅油	聚四氟乙烯密封带	一氧化铅甘油调和剂
热水管道	√		√	
蒸汽管道		√	√	
煤气管道		√		√
压缩空气管道	√	√	√	√
乙炔管道			√	√
氧气管道				√

#### (四)操作要求

##### 1. 一般连接

(1)安装时先用手带扣拧上管件,当用手拧不动时再用管钳拧紧。管钳应与管径相对应,拧紧力矩要适当,不能过大,对铸铁管件更要注意这点,否则会将管件拧裂。

(2)拧紧时要注意管件的位置和方向,不能拧过头再倒拧,否则会影响接口的严密性。拧紧后还应留 2~3 圈螺尾,并清除掉挤在螺纹外面的填料。

##### 2. 长丝连接

长丝连接的构成,由一根一端为普通短丝管螺纹,另一端为长丝扣的短管和一个锁紧螺母组成。长丝连接一般用于管道的活动连接处。

下面以图 4-50 的散热器出、入口处的长丝连接为例,阐述其操作步骤。

(1)先将锁紧螺母 3 拧至长丝扣 1 的根部。锁紧螺母有方向性,凹端应背向长丝根部。

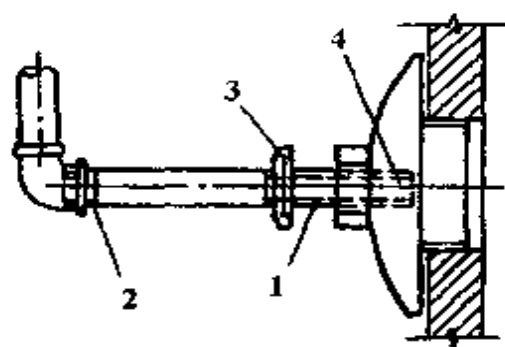


图 4-50 长丝连接

1. 长丝扣 2. 短丝扣 3. 锁紧螺母 4. 散热器内螺纹



(2)再将不缠抹填料的长丝扣1拧入散热器内螺纹4中。

(3)在短丝扣2上缠抹填料, 往回倒扣, 把短丝旋入另一管件的  
内螺纹中并拧紧。

(4)长丝扣上缠抹填料, 拧紧螺母3。

长丝的拆卸步骤与安装时相反。

### 3. 活接头连接

活接头连接的构成, 由公口、母口和套母组成, 如图4-51所示。  
公口的一端有内螺纹, 与管件的外螺纹相连接; 另一端为插嘴, 与母  
口的承嘴相扣合。母口的一端为承嘴, 与公口的插嘴相配。承嘴外  
圈有外螺纹, 与套母的内螺纹相连接。母口的另一端是内螺纹与管  
件的外螺纹相连接。

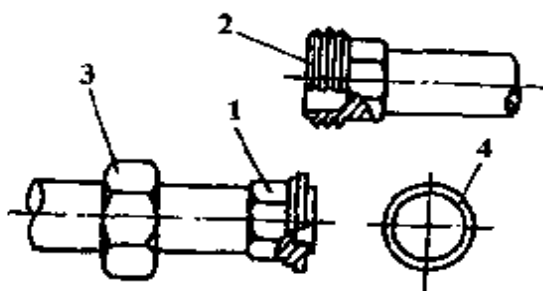


图4-51 活接头连接

1. 公口 2. 母口

3. 套母 4. 垫圈

活接头安装的步骤是:

(1)认真找正活连接两端的管件, 使中心线重合。

(2)套母有内螺纹的一端朝外套在来水一端的管件上。活接头  
有方向性, 可以保证安装后水流方向从公口到母口。

(3)公口和母口分别拧到应连接的管道上, 使承嘴与插嘴相对。

(4)将剪好的垫圈套在公口上, 再将套母旋到母口的外螺纹上拧  
紧。

安装活接头还应注意两端管件下料的尺寸, 尺寸太短或太长都  
难以安装。

## 第五章 室内管道安装

室内给水管道安装、室内排水管道安装、室内采暖和热水管道安装以及室内煤气管道安装等,都属于室内管道安装。

### 第一节 室内给水管道安装

室内给水是一个系统,其任务是输送有一定的水压和足够的水量至配水龙头、生产设备和消火栓上。因此,室内给水方式的确定,主要决定于系统供水水压和水量能否满足室内给水系统的要求,以及建筑物的高度、室内卫生器具、消火栓的设置和生产设备对用水的要求等。

#### 一、室内给水系统的种类

常用的室内给水系统有以下四种。

##### (一)直接给水系统

该系统适用于室外管网,其水压能经常满足室内用水的要求,可直接从室外供水管道接管将水引入,如图 5-1 所示。这种系统简单,使用可靠且经济。

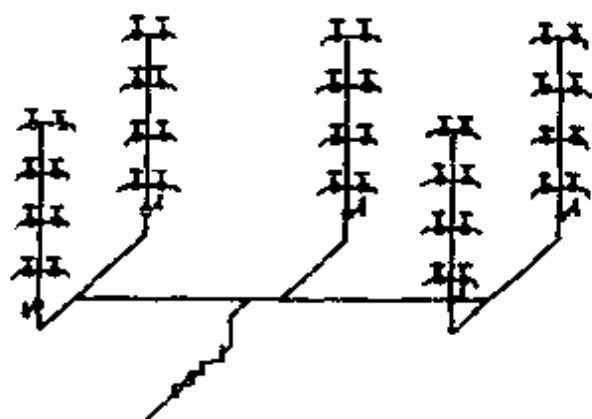


图 5-1 直接给水系统

##### (二)设有高位水箱的给水系统

该系统在屋顶设有水箱,如图 5-2 所示,用于室外给水系统大多数时间能满足室内最高点用水

要求。但是,在集中用水高峰时段内,随着用水量的增加,室外给水管网内水压下降,满足不了室内高层用水。当室外给水管网水压充足时,便向水箱加水,水压下降时再由水箱供水。该系统通常用于用水设备要求水压恒定和需要安全供水,但高层建筑上部供水水压又不能保证供水要求的场所。

### (三)设有水泵的给水系统

该系统一般用在室内用水量均匀,但室外供水系统压力不足,需要设水泵增加局部压力的给水系统,如图 5-3 所示。

### (四)设有水池、水泵和水箱的给水系统

该系统在室外给水管道的压力经常或用水高峰期低于建筑物内要求的水压,以及水量不均匀时采用。这种给水方式,水泵和水池是作为独立的备用给水装置,如图 5-4 所示,而且水泵和水箱联合使用,使水泵的出水量稳定,供水可靠。在水箱中还可利用浮球继电器等装置,以实现水泵开关自动,可以节约管理费用。

在高层建筑物中,因外给水管直接供水水压仅能供几层用水,而其他几层用水供应不到时,也可增设加压水泵和水箱来满足各层用水。总之,给水系统的选择,要根据具体情况,考虑水压和水量的要求来确定。

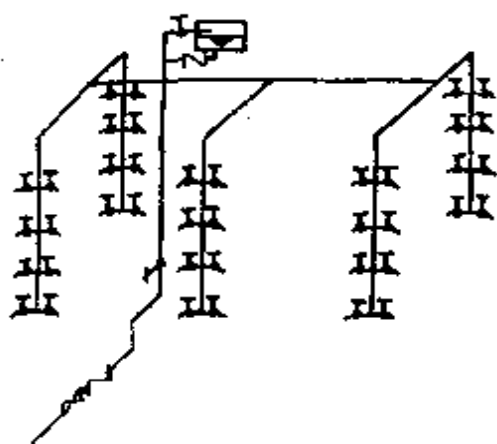


图 5-2 设有水箱的给水系统

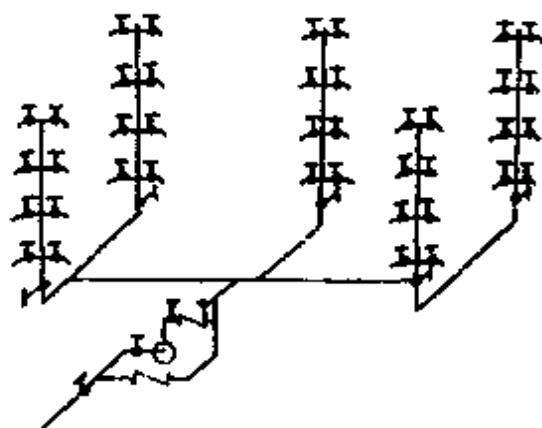


图 5-3 设有水泵的给水系统

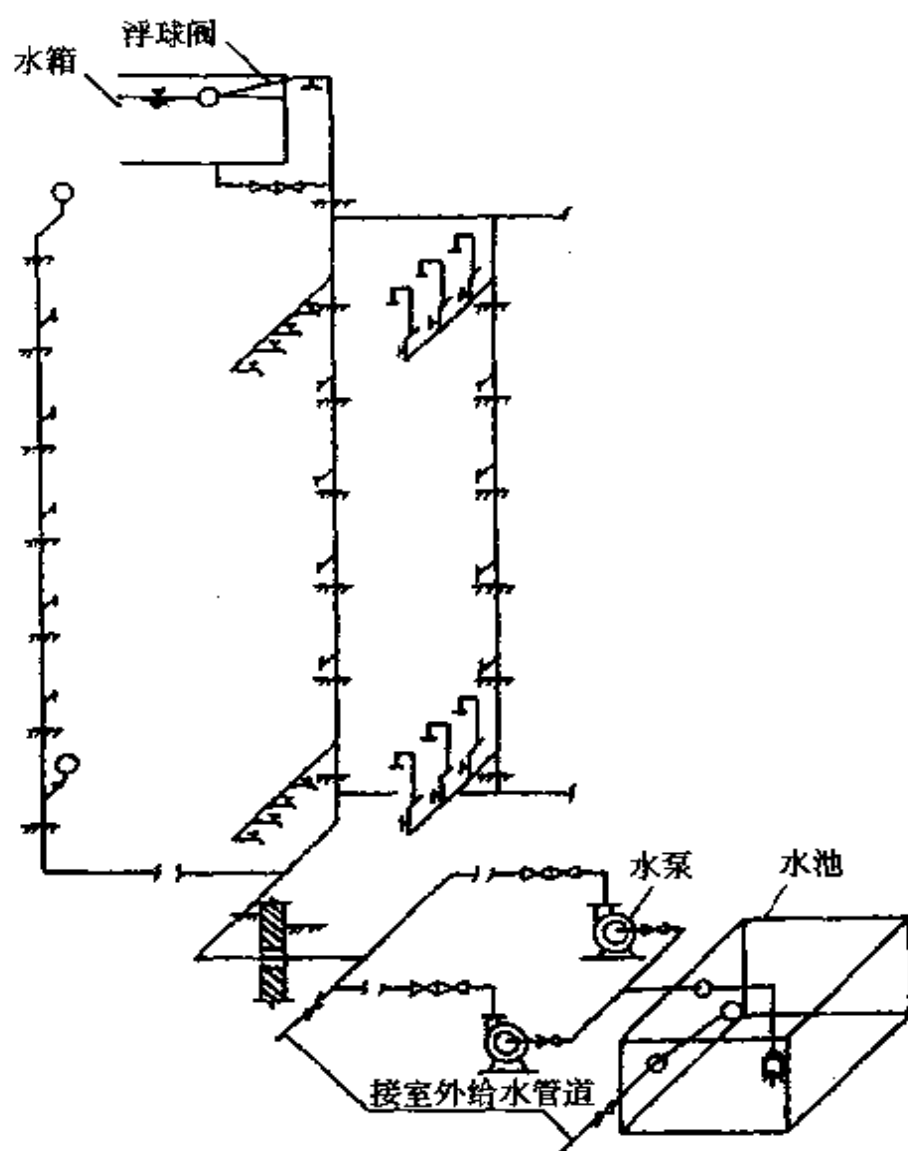


图 5-4 设有水池、水泵和水箱的给水方式

## 二、室内给水系统管道的安装

室内给水系统管道的安装,主要有引入管、干管、立管、支管、阀门及附属设备的安装。

### (一) 安装引入管

引入管的管径 $\geq 75\text{mm}$ 时,用铸铁管;管径 $< 75\text{mm}$ 时,用镀锌钢管。

引入管宜垂直敷设,应尽可能与建筑物外墙的轴线垂直。穿越

建筑物基础时,需防止因建筑物下沉而破坏引入管,按规定预留基础沉降( $\geq 100\text{mm}$ )或加装钢套管。同时还应保证引入管顶距孔壁的净空 $\geq 150\text{mm}$ ,并应有 $\geq 3\text{‰}$ 的坡度,坡向室外,便于维修时能排尽管内余水。如引入管直接埋入地下,应深埋在冰冻线以下  $20\text{mm}$ 。

## (二)安装干管

安装室内给水管一般有两种供式:一种是埋地式下供(暗装),即由室外进到室内各立管;另一种是架空上供(明装),即由顶层水箱引到室内各立管。

### 1. 安装埋地下供式干管

这种安装有地下埋设或地沟内敷设两种。敷设时,应按设计图的规定确定干管的管径、位置、标高,以及开挖土(石)方和所需的深度,如是地沟还要对周边和底面修整砌砖。埋设给水管道应有  $2\text{‰} \sim 5\text{‰}$  的坡度,坡向引入水管入口处,便于检修时管内的水放空。对直接接地的管道,要用防锈漆或按三油两布的方法作防腐处理。

当室内给水管与排水管平行敷设时,两管之间的水平净距应 $\geq 500\text{mm}$ ;当两管交叉或上下敷设时,垂直净距应 $\geq 150\text{mm}$ ,给水管要铺设于排水管上方,否则给水管应加套管。当煤气管和水管同时引入时,煤气管道、给水管道与供热管道的水平净距应 $\geq 1000\text{mm}$ ,与排水管道的水平净距应 $\geq 1500\text{mm}$ 。给水引入管与排水管之间的水平净距应 $\geq 1000\text{mm}$ 。

### 2. 安装架空上供式干管

应据图纸要求确定干管的位置、标高、坡度,以及支架安装的位置、间距和标高。操作时,先据图纸要求测出一端标高,再按管长坡度测出另一端标高。然后用拉线确定管道中心线或管底线的位置,再据图纸要求确定支架位置。若干管沿墙敷设,应先将支架固定在墙上,不能出现松动现象。然后在干管中心线上定出各分支管的位置,并测量记录各干管间的管段长度(分段长度以方便吊装为准),以便预制和组装。各分支管的管口应在同一直线上,组装好的干管应平直,不得歪斜扭曲,否则应调直。

安装时先将管道滚放在支架上,用准备好的 V 形卡将管子固定,以防管道滚落伤人。然后调整管道,使管道外皮与墙面净距为 30 ~ 50mm,整根管子的水平面和垂直面都应在同一直线上,整个管道应安装牢固。

### (三)安装立管

#### 1. 立管与墙面的净距

立管一般沿墙、柱或墙角敷设。立管外皮至墙面的净距应随管径大小的不同而不同,若  $DN \leq 32\text{mm}$  时,净距为 25 ~ 35mm;  $DN > 32\text{mm}$  时,净距为 30 ~ 50mm。

#### 2. 立管中心线的位置与孔洞

根据图纸要求与已铺设好的干管道上各立管口甩头位置,于建筑物顶层楼板面上确定立管中心线的位置。然后以中心线为圆心打出一直径约 20mm 的小孔,用线坠向下层楼板吊线,找出中心位置打一孔径为 20mm 左右的小孔,依次放长线坠往下层吊线,直至与干管上相应位置立管甩头处对准。再核对并修整各层上孔洞的位置,画出各层孔洞的圆,并用电钻或錾子扩大修整各层楼板孔洞尺寸和位置。孔洞孔径应比穿越立管的外径大 20 ~ 30mm。

#### 3. 预制和预装立管

据图纸、土建提供的各层标高线和有关规定,确定各层立管上各横支管的位置(中心线),将此中心线标高记在紧靠立管的墙面上。然后用尺自上至下逐一量取各层立管各横支管中心线标高的尺寸,记录在草图上。据草图尺寸数据对管材下料,管材端头加工连接用螺纹,并准备配件。在预制场地平坦的地面上,按立管管道连接顺序自下至上或由上向下层层连接。应注意各管段间横支管的方向,直到将整根立管连接完毕,再按图纸要求检查和调直。然后将每层各管段间的接头处(管端头)与另一管段上的管接头做上记号,然后依次拆开为各个管段,集中放置于一起。

#### 4. 安装立管

(1)安装前,首先清除立管上横支管上的污物、泥沙和封堵物,再

据立管上的记号从一层干管甩头处往上逐层安装。

(2)每层立管安装时,按预组装的记号连接每段立管,穿越楼板孔洞时应加套管。立管周围楼板的孔隙要用不小于楼板混凝土强度等级的细石混凝土填严、捣实。安装带有横支管的立管时,支管预留口位置的朝向应准确,用线坠从相差  $90^{\circ}$  的两个方向吊直立管,并用管卡子固定在墙上。

(3)如楼层层高  $\leq 5\text{m}$  时,每层应设一管卡,管卡安装高度,距地面为  $1.5 \sim 1.8\text{m}$ 。如楼层层高  $> 5\text{m}$  时,每层设管卡不能少于两个,管卡应均匀安装。

(4)当冷、热立管竖直并行安装时,热水管需装于面向的左侧。

(5)若立管为暗装式,在隐蔽前应做水压试验,合格后再隐蔽。如有防腐和防露要求,应作防腐和防露处理。

#### (四)安装支管

##### 1. 画线

支管安装之前,应是立管、卫生器具及用水设备已基本安装完毕。此时按图纸要求,从立管上预留的管口起,在墙面上画出水平支管安装位置的横线,并在横线上画出各分支管及给水配件位置的中心线,同时找准穿墙孔洞的中心位置,用十字线记在墙面上。

##### 2. 打孔洞

按穿墙孔洞的标记用钻或錾打孔洞,使孔洞的中心与管道中心对准,孔洞直径应大于管道外径  $20 \sim 30\text{mm}$ 。

##### 3. 预制和预组装

据墙上画出的中心线量出各支管的实际尺寸,记录于草图上。据图纸要求选定管材,并据记录尺寸预制,各管段的长度以方便安装为准。预组装后,检查合格时才能安装。

##### 4. 安装支架

据图纸设计的支管排列情况和规范规定,确定横支管支(托、吊)架的数量和间距,并备齐或预制。依据规定的坡度、坡向和管中心与墙面的距离(因支管通常沿墙敷设),把涂刷防锈漆的支架平正牢固

安装于墙上,然后将支管放置于支架上。找准横支管上各分支管留口的位置和朝向,用管卡固定,以确保连接卫生器具、给水配件以及各种用水设备等分支管位置正确。

支管安装好后,应检查所有支架和分支管留口,清除污物,用堵头或管帽将各个管口堵好。

### (五)安装阀门

用于改变管道通路截面,控制管道输送液体流量的大小,以及自动放入和放出的一种装置,称谓阀门。安装阀门前应做耐压强度试验,对安装在干管上起切断开启作用的闭路阀门,要逐个做强度和密封性试验。试验压力为阀门的额定压力。常用的阀门有以下几种。

#### 1. 闸阀

用控制调节闸板的开启和关闭,来调节管道流量大小和切断流量的装置称闸阀。闸阀的密封性能好,能以阀杆升降的高度调节流量大小;其通路口径与管径相同,流动阻力大。闸阀广泛用于不含杂质的冷、热水管道系统。因其密封面容易磨损,不宜用于频繁开启、关闭及经常调节流量的管路上。

吊装阀门时,应将绳索拴在法兰上,不能拴在手轮或阀杆上,以免折断阀杆。为防阀杆锈蚀,明杆阀门不可装在地下。闸阀不可倒装,以防液体长期存于阀体空间,不利于检修。

常用闸阀按闸板结构形式来分,有平行式和楔式两大类,如图 5-5 所示。

#### 2. 截止阀

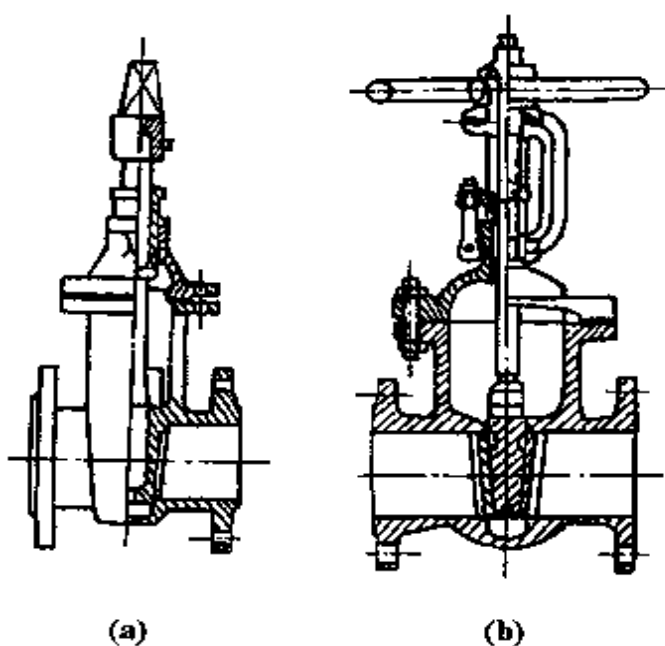


图 5-5 闸阀  
(a)平行式闸阀 (b)楔式闸阀



截止阀又称球阀,其结构比较简单,多用于冷、热水管道系统中,也适用于蒸气管道中。截止阀的种类很多,主要有角式、直流式和标准式等三种,如图 5-6 所示。

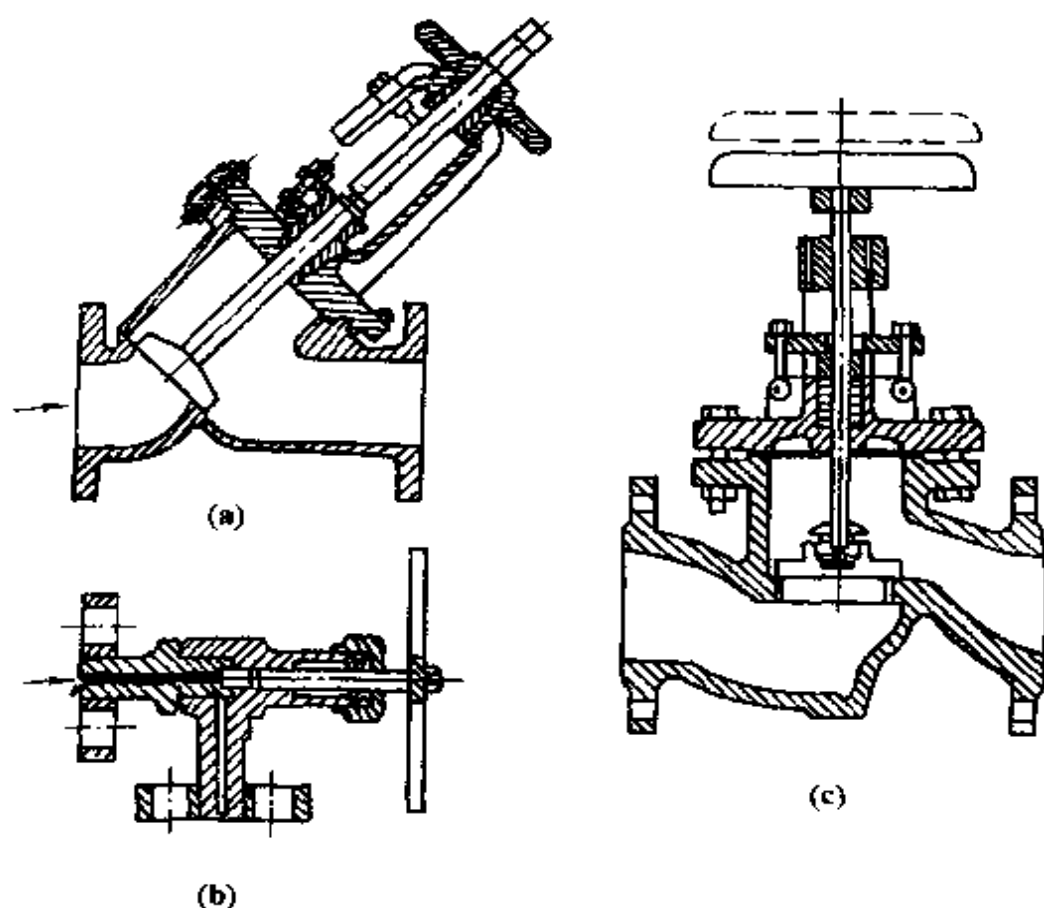


图 5-6 截止阀  
(a)角式 (b)直流式 (c)标准式

安装截止阀时,因其阀体内腔左右两侧不对称,必须注意液体流动的方向,要使管道中的液体自下向上流经阀盘。这样流动阻力小,开启省力,关闭后填料不与液体接触,检修方便。若在带有粘性的液体管道上,则不宜使用截止阀。

### 3. 止回阀

止回阀又称单流阀和逆止阀,有严格的方向性。它依靠液体在阀前和阀后的压力差来自动启闭阀门,用来防止管路中的液体倒流。

止回阀分升降式和旋启式两种,如图 5-7 所示。其中升降式有横式和立式两种,横式安装在水平管道上,立式安装在垂直管道上。旋启式应保证摇板旋转轴呈水平放置,水平和垂直管道上都可以安装。

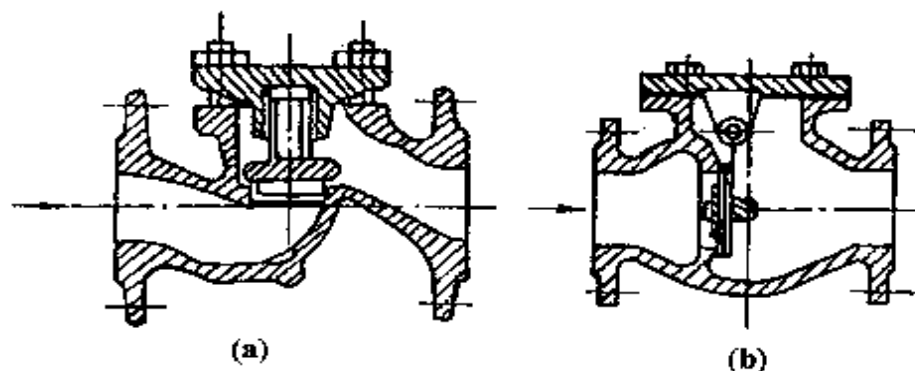


图 5-7 止回阀  
(a)升降式 (b)旋启式

#### (六)安装消防给水管道

通常在建筑物内,应设置消防给水管道。消防给水装置的形式一般有三种,即普通消防给水装置、自动喷洒装置和水幕消防给水装置。

##### 1. 普通消防给水装置

普通消防给水装置主要由消防给水管道、消火栓、水龙带、水枪和消防箱组成,如图 5-8 所示。

安装消防给水管道,一般是从室内给水干管上直接接出消防立管。在消防立管底部距地面 0.5m 处要安置球阀(截止阀),阀门应经常处于全开启状态,阀门上要有明显的开启标记,再从立管上接出支管直接到消火栓。通常消火栓安装在消防箱里,有时也安装在消防箱外,消火栓的出水口应朝外。消火栓安装的高度为栓口中心距地面 1.2m,偏差不超过 20mm,与安装消防箱的墙面成垂直或成  $45^\circ$  角。若消火栓在消防箱内,消火栓中心距箱侧面应为 140mm,距箱后面应为 100mm,偏差为 5mm。

在建筑物内,消火栓和消防给水管道一般是明装,有时也可用暗装或半明装,通常设在楼梯间或走廊内等明显易取处。

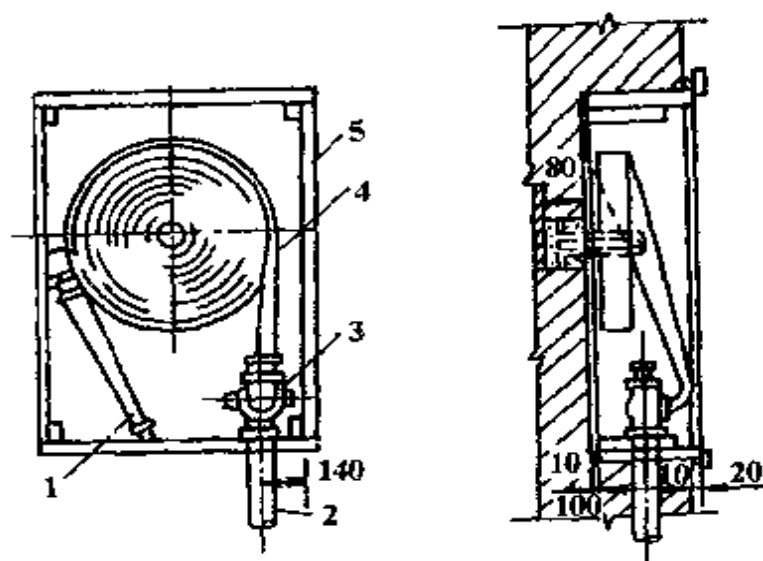


图 5-8 普通消防装置

1. 消防水枪 2. 消防给水管道 3. 消火栓 4. 水龙带 5. 消防箱

## 2. 自动喷洒灭火装置

自动喷洒消防装置和水幕消防装置都属自动喷洒灭火装置。这种装置在着火地点达到一定温度时(通过温控传感器得知),能自动喷水灭火,或形成水幕隔断火焰,防止火势扩大和外延,其结构如图 5-9 所示。它的安装顺序是:给水干管→配水立管→配水干管→配水支管→喷水(分布)支管→喷水喷头。

这种装置的管道连接,一般用螺纹连接或焊接。

如用螺纹连接,当管道变径时要用异径管即大小头,不能用内外接头变径。管道安装时应有一定的坡度,对充水系统应 $\geq 2\text{‰}$ ,对充气系统应 $\geq 4\text{‰}$ ,且充气系统管道只能用焊接。在管道系统中,信号管前要安装控制阀门。为发挥自动管网灭火效果,喷水头通常分装在支管上,最多只能安装六个。

水幕喷水头向上或向下安装都可以,应防止因障碍物造成空白点,使水幕喷不到应保护的部位。水幕喷头在天棚下或墙边安装时,距天棚为 8~40cm,距墙面、梁面水平距离应 $< 60\text{cm}$ 。窗口水幕喷水头一般设置在窗口下 50mm 处。各种喷水头的安装,应在管道系统

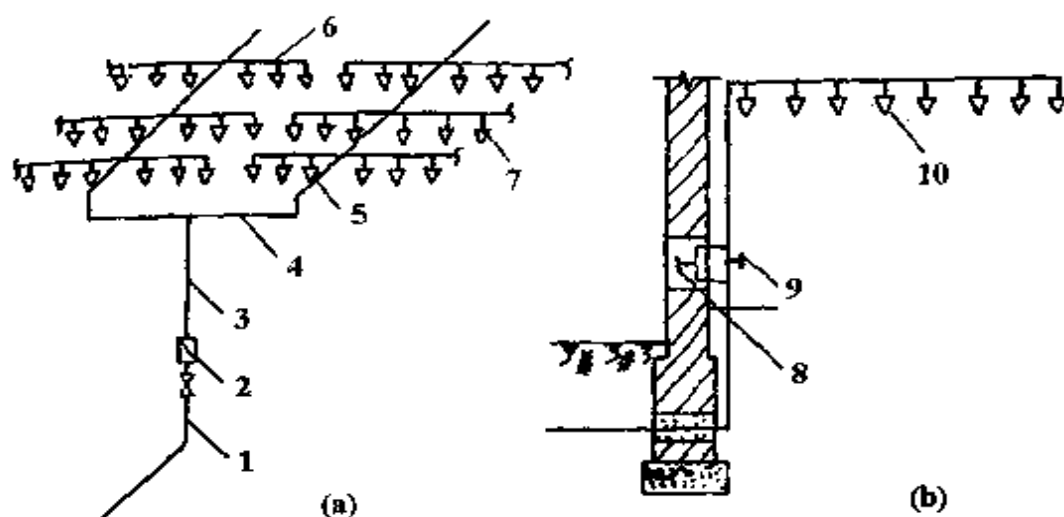


图 5-9 自动喷洒灭火装置

(a)自动喷洒灭火装置 (b)水幕灭火装置

1. 给水干管 2. 信号阀 3. 配水立管 4. 配水干管 5. 配水支管  
6. 分布支管 7. 喷头 8. 室外开阀门 9. 室内开阀门 10. 洒水喷头  
试压、冲洗之后。

### (七)安装水表

用水单位或用户计量用水量的工具称为水表。给水总管、单位建筑物的引入管或居室内应安装水表。水表通常安装在方便查看、检修,不受曝晒、污染、冻结及不易损坏的地方。

引入管上的水表,应装在室外水表井、地下室或专用室内,不可将水表直接放在水表井底的垫层上,而要用砖或混凝土预制块将水表垫起,如图 5-10(a)所示。

水表安装前应先用水清除管道中的污物,以免使水表堵塞。水表安装时应水平放置,水表箭头方向要与流水方向一致。螺翼式水表,其表前与阀门要有 8~10 倍水管直径的直线管段。水表前后还应装置阀门。

进入建筑内的分户水表,要明装于每户进水总管上(如图 5-10(b)所示),水表前要有一个阀门,水表前后应有  $\geq 300\text{mm}$  的直线管段,后面可不设阀门。其超出部分管段应弯曲沿墙面敷设,管中心距墙面为 20~25mm。支管长度  $> 1200\text{mm}$  时,要用管卡固定,水表安装

的高度为 600 ~ 1200mm。

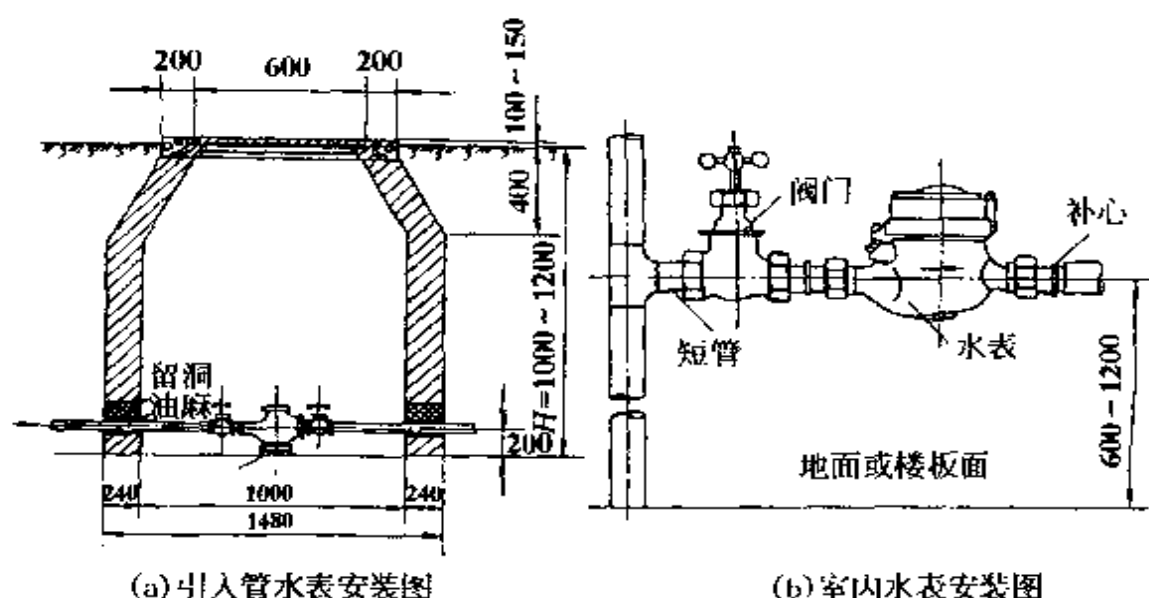


图 5-10 水表安装图示

### (八) 管道水压试验与吹洗

室内给水管道安装后,应对管道的材质与配件结构的强度和密封性能及管道安装质量进行评定,以保证正常运行,这就需要作水压试验。为确保给水管道畅通,应清除滞留和掉入管道内的灰土和污物,以免供水时产生管道堵塞与水质污染,为此要对管道消毒和用饮用水增压冲洗即吹洗。

#### 1. 水压试验

水压试验一般按区段或系统进行,试验压力通常应  $\geq 0.6\text{MPa}$ 。生活饮用水和生产、消防用水合用的管道,其试验压力为工作压力的 1.5 倍,不得超过 1MPa。操作步骤要求是:

(1) 试压准备。准备好试压用的材料(管材、阀门和管件等)和工具(手动试压泵、压力表和安装工具等),将其连接成如图 5-11 的形式,也可根据现场不同情况确定连接形式。

(2) 向管道系统注水。一般用自来水作水压试验,也可以用未污染、无杂质、无腐蚀的清水。试验前,打开阀门 1、2、3,把自来水不经

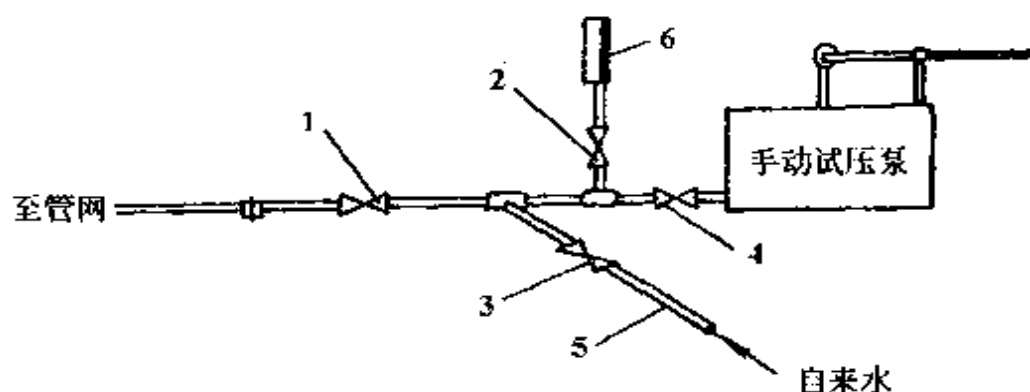


图 5-11 试压泵安装图示

1、2、3、4. 阀门 5. 自来水管 6. 压力表

试压泵直接注入管道中。注水前,先将管道系统最高处用水点的阀门打开,排除管道中的空气,及至见到水排出,再将阀门关闭,表明管道系统中水已注满。注水由下而上,压力不足时关闭阀 3,同时打开阀门 4,由水桶经泵供水,通过阀门 4 和 1 增压注水。

(3)对管道系统加压。管道注满水后,开动试压泵使管道内水压逐渐升高至工作压力,停泵检查整个系统有否泄漏现象。若否,再增水加压至试验压力。

加压时速度应缓慢均匀,分次进行。先加压至试验压力的一半,检查系统无问题后,再加压至试验压力。停泵关闭阀门,稳压一定的时间,动力管道为 10~15 分钟,化工工艺管道为 20 分钟以上。如压力下降 $\leq 0.005\text{MPa}$ ,又未发现管道变形,则将压力降到工作压力,并对外观检查,如敲击焊缝、法兰连接点等,以不发生渗漏和压力表指针不下降为合格。

(4)进行水压试验,环境温度一般应在  $5^{\circ}\text{C}$  以上。若低于  $5^{\circ}\text{C}$ ,应用防冻措施或用  $50^{\circ}\text{C}$  左右的热,在 5~10 分钟内充满管道系统进行实验。试压合格后将系统内水放净,拆除试压设备,以防管道冻裂。

## 2. 吹洗

试压合格后应按管道使用要求和管道内壁污染程度,对管道吹

洗,即吹扫和清洗。一般的吹洗方法有水吹和空气吹两种。

(1)吹洗准备。不允许吹洗的管道和管道上的附件应隔离或拆除。如:管道上的仪表应隔离保护,管道上的节流阀、单向阀阀芯应拆除。安装好的喷嘴、滤网和孔板也要拆除,待吹洗完毕后再复原。

(2)吹洗要求。吹洗时,管道内的流量和流速应不低于工作时的要求,吹洗压力不能超过设计压力。管道内的脏物不能进入设备内,设备内的残渣也不能吹入管道。吹洗中对管路中的焊缝和管子底部、死角进行敲击,使残存于管壁的焊渣、脏物受振动后顺水流吹出。

(3)水吹洗。对输送液体的管道一般用水冲洗,日常用水或工业用水都可,水流的速度应达到管内最大流速或 $\geq 1.5\text{m/s}$ 。吹洗出口的水色和透明度应与吹入时一致,才为合格。吹洗完毕,要把水排干净。在实际操作中,吹洗后和水压试验后放水一起进行。有的管道,吹洗完毕将水排尽后,还应用压缩空气吹干。

(4)空气吹洗。对输送气体的管道一般用空气压缩机将空气吹入管内进行吹洗。吹气流量为设计流量的40%~60%。

除以上两种吹洗方法外,还有蒸气吹洗,用于蒸气管道;酸吹洗,用于有特殊要求的油管道;油吹洗,用于润滑、密封管道;脱脂处理,用于忌油管道等。

## 第二节 室内排水系统管道安装

将建筑物内生产、生活和卫生器具内排出的污废水,以及降落在屋顶上的雨水、雪水等,用经济合理的管材迅速排到室外管道中的管路系统称室内排水系统管道。

### (一)室内排水系统分类

按排出污废水的性质,一般分为三类。

#### 1. 生活污水排水系统

排除人们日常生活中产生的洗涤污水和粪便污水。

#### 2. 工业废水排水系统

排除工矿企业生产中产生的废污水。对含有酸、碱等有害元素的废污水,经局部处理后才可排放到室外排水管路中。不含有害物质的废污水,可以直接排放到室外管路中。

### 3. 雨、雪水排水系统

排除屋顶的雨水和融化的雪水。

## (二) 安装室内排水系统

### 1. 室内排水管的组成

室内排水系统一般由排出管、立管、通气管、横管、支立管、卫生器具、清通设备等组成。它所用的管材一般为铸铁管,用承插连接。它的安装次序是:排出管→立管→通气管→横管(包括清扫口)→支管→器具排水管→卫生器具。

### 2. 安装排出管

室内排水管与室外第一检查井之间的连接管段称排出管。排出管的长度随室外检查井的位置而定,检查井中心至建筑物外墙的距离一般为 3 ~ 10m 之间。

(1) 排出管一般埋设在土内,也可敷设在地沟里。对部分管材和管件要预先捻口,按图纸要求找好标高、坡度及预留口的方向和中心,将预制好的管材按承接口顺进水方向放入沟中,然后捻好固定口。

(2) 灌水检查各接口有无渗漏现象。合格后,将各预留口封堵好,按规定要求回填土和填堵孔洞。

(3) 为了防备地下管道被地面机械损坏,通常排出管埋入深度最小为:混凝土、沥青混凝土地面应是  $\geq 0.4\text{m}$ ,其他地面应是  $\geq 0.7\text{m}$ 。

(4) 排出管穿过房屋基础或承重墙时,需预留孔洞,其尺寸是:管径 50 ~ 75mm,预留孔 300 × 300mm;管径大于 100mm 时,预留孔 400 × 400mm。

(5) 为防止污物堵塞管道,排出管穿过房屋基础或墙壁下返时,要用两个 45° 的弯头连接。管道系统中的横管与横管、横管与立管的连接,要用 45° 三通或 45° 四通,以及 90° 斜三通或 90° 斜四通。



### 3. 安装排水立管

排水立管通常沿卫生间墙角设置,穿过楼板应预留孔洞。立管与墙面距离及楼板预留孔洞的尺寸,应按设计要求或有关规定预留。

(1)安装立管时,先将管段吊正对准下层承口将管端插入,不可摇动挤入,用力应均匀。要注意将三通口即甩口方向,对准横管方向。

(2)安装后立即将立管固定,用不低于楼板标号的细石混凝土堵好立管洞口。若用塑料管则需加装伸缩节,将塑料管插入伸缩节承口的橡胶圈中。

(3)排水立管上应设置检查口,每两层设一个或按设计要求设置,其中最低层和卫生器具的最高层必须设置,若是二层建筑物可在底层设置检查口。有乙字管,应在该管上部设检查口,其高度应高于该层卫生器具上边缘 150mm。检查口的方向应便于检查,检查口中心距地面通常为 1m。

### 4. 安装通气管

立管向上延伸出屋顶面的一般管道称通气管。它可将下水管道中的有害气体排至大气中,并使管道中不产生负压。

(1)通气管不能与风道、烟道连接,不宜设在屋檐口、阳台下,要高出屋面 0.3m 以上,应大于最大积雪厚度。

(2)经常有人停留的平面屋顶,通气管应高出屋面 2m。如通气管出口 4m 以内有门窗,则应高出门窗顶 600mm,或引向无门窗的一侧。

(3)通气管出口上应加做铁丝球网罩或透气帽。通气管安装后,管道与屋面接触处应做防水处理。

### 5. 安装横管

(1)按设计要求或规范确定横管吊架的位置,再根据横管坡度、管中心与墙距及立管三通口底位置确定吊架具体位置,凿出吊架的楼板眼或墙眼。

(2)用线坠按横管位置线,将预制好的吊架固定、找正、找平。吊

架的卡圈要按管径选用,吊杆要用相应的可调吊架,保证横管的坡度要求。吊杆吊卡圈要垂直,下端不得偏向支管方向。

(3)由于横管甩口较多,为保证安装质量和安装方便,应先预制横管管段,将管段直立或水平预组装,同时以  $90^\circ$  的两个方向用线将管段吊直找正。并严格找准各甩口的方向,确保横管安装后连接卫生器具短管的承口水平。

(4)安装横管,应在预制管段接口和吊架固定砂浆达到规定强度后方可进行。

(5)安装时,用绳子从楼板眼将管段按排列顺序从两侧水平吊起,放在吊架卡圈上临时卡稳。调直各接口和各甩口的方向,各接口处不得产生拱、塌、歪斜和扭曲,使其坡度一致;也不得产生倒坡,保证三通口和弯头口在同一轴线上。若背对背开口用两个三通,应使背对背三通口的上侧夹角为  $180^\circ$ ,不得  $> 180^\circ$ 。然后按接口工艺将各接口接好,并紧固卡圈使其牢固,再用木塞将各甩口堵住封牢。

## 6. 安装卫生器具下排水支立管

(1)支立管安装前,应根据图纸和规范要求,核对各种卫生器具、排水设备、管件规格、型号和土建给定的预留孔洞位置尺寸,确认无误后在地面上画出大于支立管径的中心十字线和修正孔洞。

(2)按土建在墙上给定地面水平标高线,挂好通过支立管中心十字线的水平直线,如图 5-12 所示。再根据不同型号的卫生器具所需要的排水支立管的高度,从横管甩口处量准尺寸下料。并与土建配合,如地漏低于地面  $5 \sim 10\text{mm}$ ,则坐式大便器落水口的铸铁管应高出地面  $10\text{mm}$ 。

(3)安装支立管时将管托起,插入横管甩口内,在管的承口处绑上铁丝,临时吊住在楼板上。调整好坡度、垂直度后,打麻捻口固定在横管上,将管口堵住。然后用砖塞平楼板洞或墙孔,并填入水泥砂浆固定。水泥砂浆表面应低于建筑物表面  $10\text{mm}$  左右,作为表面装饰。

## 7. 安装检查口和清扫口

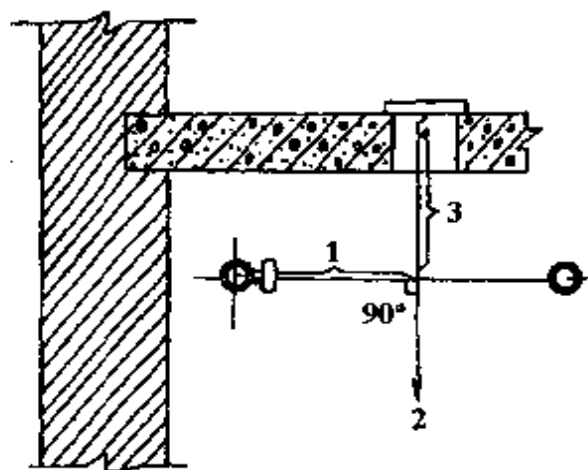


图 5-12 排水支立管安装尺寸测量

1. 横尺寸 2. 吊锤 3. 立尺寸

排放污水的管道应按规定设置检查口和清扫口,以便疏通管道中的污物。

(1)检查口一般设在立管上,其中心距地面为 1m 左右,应高于该层卫生器具上边缘 150mm。安装时口的朝向应以方便操作为准,若暗装应安检修门。

(2)清扫口一般设在横管上与地面相平。如横管在楼板下吊挂,则清扫口应设在排水横管的起点外,即以起点堵头代替。清扫口与墙面距离,以方便疏通为准。

#### 8. 通水试验

当室内排水管道系统安装完毕,外观质量和安装尺寸检查合格后,即可作通水试验。

(1)试验时,先将连接卫生器具的管口堵塞,然后将排水管灌满水,灌水高度不低于底层地面高度。用水管灌水高度为每根立管最上部的雨水漏斗。

(2)停止灌水 15 分钟后,接口未发现渗漏现象,再次向管道内灌满水,持续 5 分钟后,水面不下降为合格。

(3)对高层建筑的排水管道系统灌水试压,灌水高度不超过 8m,以接口不渗漏为合格。

### (三)安装室内卫生器具

#### 1. 室内卫生器具的分类

室内卫生器具按其作用分为:洗涤用卫生器具,如洗涤盆、污水池和地漏等;盥洗和沐浴用卫生器具,如洗脸盆、盥洗槽、浴盆和淋浴器等;便溺用卫生器具,如大便器、小便器等。

鉴于卫生器具的使用特性,它应具有不透水、耐腐蚀、表面光滑和坚固耐用等性质,以及方便清洗和成型等特点。一般的卫生器具多为陶瓷制品,也有不锈钢和大理石制品。

#### 2. 安装的一般要求

安装卫生器具一般在室内装修施工后,安装的高度和连接卫生器具排水管的管径,应符合设计要求或标准规定。

安装卫生器具按排水管道所留甩口位置进行,通常采用预埋支架,用木螺栓固定的方法。固定木螺丝预埋的木砖应经浸泡沥青防腐处理,埋入墙净面深 $\geq 10\text{mm}$ ,或用膨胀螺栓固定。卫生器具的陶瓷件与支架接触应平稳贴实(必要时可加软垫)。直接用螺栓固定时,螺栓上应加软胶皮垫圈,拧紧用力要适当,与管道或附件连接处应加垫胶皮、油灰等填料垫实。

#### 3. 安装架式洗涤盆

(1)在安装洗涤盆的墙上,安排水管甩口和给水管甩口的管径、坐标和标高,画出洗涤盆安装中心垂线和上沿水平线。再按盆与支架的组装尺寸,量出支架到盆垂直中心的尺寸及支架各固定孔到盆上沿的尺寸,定出支架固定孔中心位置,画十字线标明。

(2)在墙上钻孔,预埋防腐木砖或膨胀螺栓。预埋的零件应牢固,且表面平直。预埋的木砖外表应深入装饰后墙面 $8\sim 10\text{mm}$ 。

(3)墙面装饰好后,在墙壁上牢固地安装好支架,将符合要求的洗涤盆放到支架上,可用卡具将盆卡紧,使盆稳定、平整、牢固。再用水嘴、阀门、三通、弯头、钢管、接头及其他辅助材料连接水管甩口至洗涤盆上方。

(4)如有冷、热水给水管,热水管应安在冷水管上侧或左侧。如

为混合出水,进水三通一般通过铜管与水嘴连接。然后用排水栓、存水弯管、短管及其他辅助材料,连接洗涤盆排水口与排水管道甩口。

(5)连接后的管道应正直,坡度正确,上下水管接口连接严密不漏;水嘴、阀门位置朝向合理一致,使用方便,管内水流畅通。

#### 4. 安装地漏

在地面最低处安装地漏,用于排除地面的积水。

(1)楼层为预制板,应先安排水横管留口甩口位置,找出地漏在楼板上的实际位置,在楼板上画出地漏位置中心线。再以十字线交点为圆心,打出比地漏外径大 30~40mm 的孔洞。

(2)确定地漏安装标高。地漏上沿的安装标高可按以下公式确定:

$$h = D - P - 0.005(\text{m})$$

式中:  $h$ —地漏上沿安装标高(m);

$D$ —安装地漏房间地面边沿标高(m);

$P$ —距地漏最远的地面边沿至地漏中心的坡降(m)。

(3)再根据地漏至楼板下或地下排水横管甩口距离,确定地盒连接管长度。连接管与地盒(通过螺纹拧在一起)组成一体(地漏)。

(4)将组装好的地漏安装在打好或已留好的孔洞中,用水平尺找平地漏上沿,核对标高及位置。确认无误后,将地漏稳固和支好,用不低于楼板混凝土强度的细石混凝土灌入地漏四周的空隙中,均匀捣实,直灌至地漏上沿以下 30mm 深处。

#### 5. 安装洗脸盆

洗脸盆通常安装在卫生间或浴室内,安装方式有墙架式和柱脚式两种,如图 5-13 所示。

墙架式安装方法与洗涤盆安装基本相同,即先将支架安装锚固在墙壁上,放上洗脸盆,接装冷、热水嘴和排水栓,用根母锁紧装好。再固定洗脸盆,连接冷、热水管,连接排水栓和存水弯管。存水弯管下端套上护口盘插入地面排水短管内,周围用油灰填充塞紧盖上护口盘。



淋浴器因其占地小、耗水量少、造价低,且安装简便又清洁,故家庭和集体浴室中应用较多。

淋浴器有成套成品供应和管件现场制作两大类。为了安装和维修方便,淋浴器的冷、热水管一般是明装。成套成品和管件现场制作的淋浴器如图 5-14 所示。

还有各种型式燃气加热淋浴器和电加热淋浴器,其安装可按产品说明书的规定要求进行。

### 8. 安装低水箱坐式大便器

坐式大便器产品形式规格不统一,从其结构区分,有低水箱与坐便器连成一体和两者分离的两种。这两种都带有存水弯,安装方法基本相同,安装工艺要求如下。

(1)安装水箱。当卫生间墙面、地面防水层等工程完工后,依照排水甩出的下水管口中心和坐便器中心位置,于地面和墙面画出坐便器和低水箱的中心线,及低水箱安装的高度与低水箱上固定孔的位置。水箱底面距地面为 480mm。再用膨胀螺栓或钻孔埋防腐木砖的办法,木砖表面应与装饰前的墙一样平,将水箱即背水箱紧固在墙上,螺栓应高出装饰后的墙面 25mm,也可紧贴墙面。螺母拧紧时,与水箱面接触处需加软胶垫,再加镀锌或镀铬的防锈垫。

(2)安装坐便器。使坐便器对准地面上的中心线和水箱中心线,亦即坐便器出水口中心对准地面下水管口中心。再使坐便器进水口中心线对准低水箱出水口中心线,找正找平后在地面上划出坐便器底面的轮廓图,并固定坐便器四个孔眼的十字中心线。移开坐便器,钻打四个孔眼,但不要破坏防水层,再埋入膨胀螺栓。将坐便器对准下水管口,螺栓放在地面上,找正找干后,把螺栓加软垫用螺母拧紧。所用的螺栓螺母平垫,需作耐酸防腐处理。坐便器出水管与排水管下水管口的承插接头,不能用水泥砂浆填充,应用油灰填充。

(3)组装低水箱配件。水箱中带溢流管的管口,组装时应低于水箱固定螺孔 10~20mm。如有补水管,安装后应将其挪至溢水管口内。安装连接水箱出水口和坐便器进水口之间的冲洗管时,用锁紧

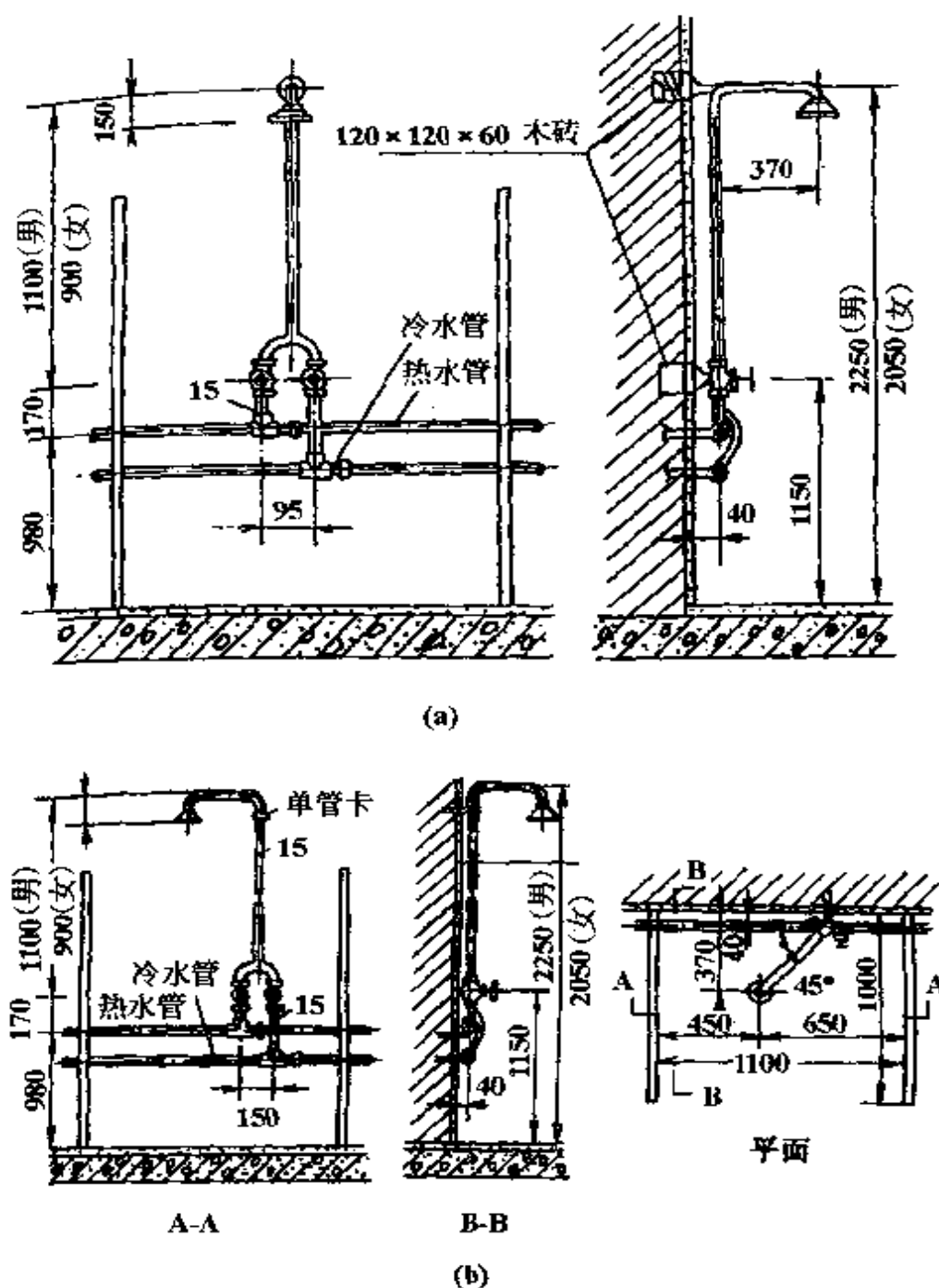


图 5-14 淋浴器安装示意

(a)成品淋浴器 (b)管件淋浴器

螺母与压盖等连接。安装后的冲洗管端应直立,横装端应水平或稍坡向坐便器。给水管口与水箱进水口,用镀锌管、弯头、截止阀、活接头和管箍等连接。



## 9. 安装高水箱蹲式大便器

(1)安装大便器。安装蹲式大便器时,应根据图纸尺寸和地面下水管口的位置,确定存水弯的位置,安装好存水弯。再将大便器安装在存水弯上面,找正找平后,用水泥砂浆砌大便器平台。当砌到与大便器底同高时,取下大便器,用油灰将连接下水口处抹严实,用砂子或炉渣填满存水弯管四周的空隙,存水弯承口内也抹上少量油灰,不得用水泥砂浆。再放上大便器,使其下水口挤压进存水弯承口内,找正找平,稳固严实,将挤出的油灰抹光刮平。然后用楔形砖在两侧将大便器挤牢,用水泥砂浆将砖与大便器接触处两侧抹成斜坡,留出大便器进水口安装胶皮碗的位置。

(2)安装水箱。安装时,对准大便器进水口中心在墙面十字中心线,再延长画至水箱安装高度处。据水箱安装的高度,于墙上中心线画出水箱底边水平线和固定水箱孔眼的十字中心线。然后在孔眼中心钻孔埋设膨胀螺栓或防腐木砖,将水箱内的配件组装好并加水试验。冲水和进水灵活可靠后,用膨胀螺栓或木螺丝加垫将水箱紧固在墙上。

水箱内部配件安装如图 5-15 所示。

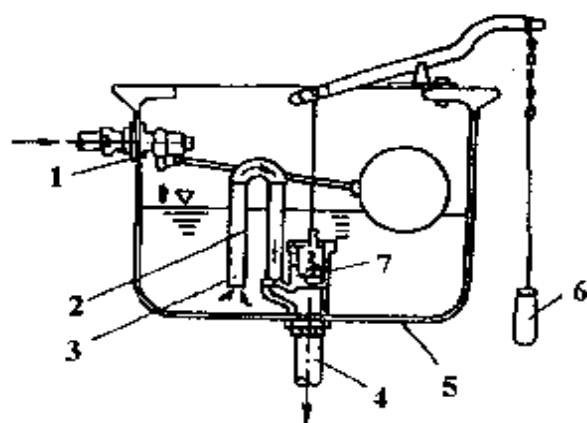


图 5-15 水箱内部配件安装示意

1. 浮球阀 2. 虹吸管 3.  $\phi 5$  小孔  
4. 冲洗管 5. 水箱 6. 拉链 7. 弹簧阀

(3)安装冲洗管。安装连接大便器和水箱间的冲洗管时,将加工好的乙字弯管上端套上锁母,端头缠密封胶带或麻线铅油插入水箱排水口上,用锁母拧紧至合适的松紧度。管的下端套上胶皮碗,即将新皮碗翻过来套入冲洗管,用铜丝绑好。将绑好的一端插入大便器进水口,再将皮碗翻过去,使皮碗紧套于大便器进水口的外边缘上,如图 5-16。再用铜丝绑牢在大便器上,同时在皮碗与冲洗管相连

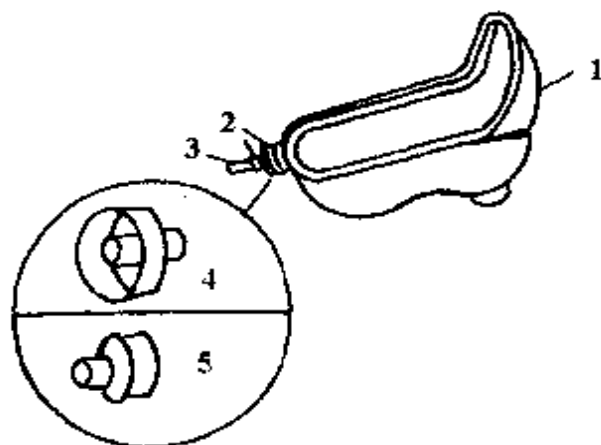


图 5-16 皮碗安装示意

1. 大便器 2. 铜丝 3. 冲洗管

4. 未翻边的胶皮碗 5. 翻边的胶皮碗

一端翻过后再用铜丝绑牢。

冲洗管连接好后,用砂土埋好,砂土上面抹一层水泥砂浆。也有用延时自闭式冲洗阀,直接安装在冲洗管上,可以不用水箱。

高水箱蹲式大便器的结构及安装如图 5-17 所示。

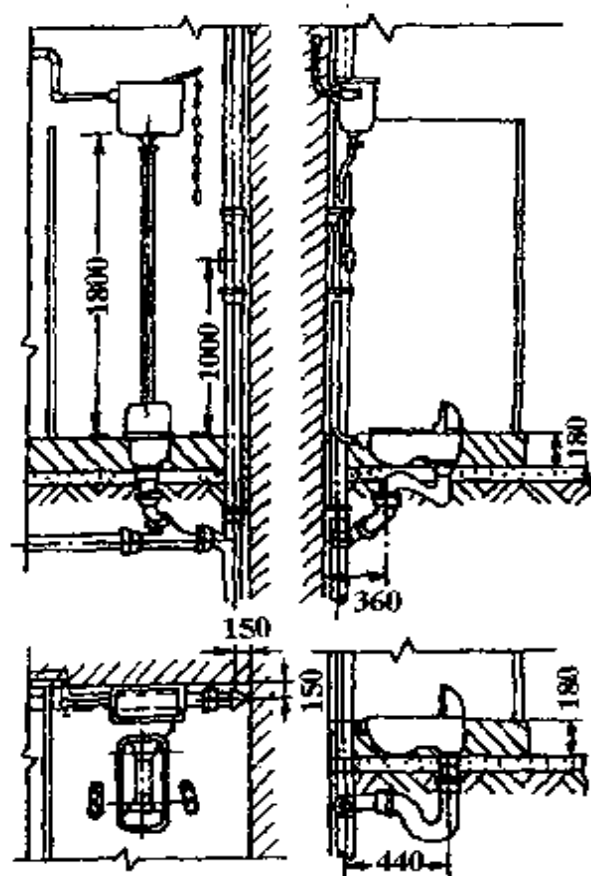


图 5-17 高水箱蹲式大便器安装示意

### 第三节 室内供暖供热水管道安装

室内供暖供热水多用集中供应系统,在加热设备内将冷水集中加热,用管道输送到建筑物内各用暖或热水点,满足生产和生活需要。

#### 一、室内供暖供热水管道安装的工艺流程

以饱和蒸气压力 $\leq 0.8\text{MPa}$ 、热水温度 $\leq 150^{\circ}\text{C}$ 的供暖供热水的管道为例,采用金属管道安装的工艺流程是:安装准备→预制加工→支架安装→干管安装→立管安装→支管安装→试压→冲洗→防腐→保温→调试。

##### (一)安装准备

在建筑物土建主体结构完成,墙面抹灰开始以后,始作供暖供热水管道施工。安装的准备主要有以下几项:

### 1. 阅读工程图

读懂并熟悉供暖供热水工程系统图,根据土建施工进度,了解预留槽孔和安装预埋件情况。

### 2. 绘制管件加工图

照图纸要求和实测情况画出供暖热管件加工图,并将实测的管道长度及设计图上表示不出的所有附属零配件在图上标清楚。这些零配件有:每段的管径,立管分支点,分支三通,弯头、变径、阀门等尺寸规格等。

### 3. 水暖器材到位

照供暖施工图和管件加工图的要求,提出供暖和供热水工程所需管材、散热器、阀门及其他设备和材料的种类、型号、规格和数量,并落实到位。

## (二)加工预制

### 1. 整修预留孔洞

修正预留管道穿楼板、墙体孔洞,孔洞直径一般应比套管外径大50mm左右。

### 2. 组装散热器

组装散热器片,试压检查无误后,除锈防腐刷银粉。

### 3. 加工管段

照管件加工图加工管段。管材下料时,须应用与测绘相同的钢卷尺量尺寸,并将管子编号标准尺寸。套丝时,先要弄清连接管件的螺纹尺寸、类型及连接时的松紧度要求,然后加工。加工好的管子,在螺纹处上好管件,并对管子调直和刷漆防锈。

### 4. 支管弯加工

按管件加工图标注的尺寸,对支管作气焊或冷弯加工成型。

### 5. 支架加工

支架有活动支架和固定支架两种,热力管道上固定支架之间—

般设若干活动支架。按结构型式支架又分为托架(托钩)、吊架和管卡三种,其中托架、吊架要自行加工。按施工图和管子加工图,选择和计算干管支架的型式、数量,然后按干管尺寸加工成型。

## 6. 套管加工

管道穿过楼板、墙体基础等处时,应该设置套管。套管应按标准图的规格尺寸以及规范的焊接工艺进行加工。套管的形式和数量应符合施工图纸的规定。普通套管加工时,套管管径应比穿墙板的干管、立管管径大1~2号,或套管内径不超过所通过管子外径6mm。

计算套管的长度方法:

过墙套管长度 = 墙厚 + 墙两面抹灰厚度

过楼板套管长度 = 楼板厚度 + 板底抹灰厚度 + 20mm(卫生间 + 30mm)

镀锌铁板卷制、咬口接缝的套管适用于过墙支管处,套管两端应平齐无毛刺,管身要除锈,管内外要作防腐处理。

## (三)安装支架

支架按作用和特点可分为两种,即固定支架和活动支架。固定支架是按设计规定的位置安装,本身能承受较大的力,能牢固固定管道,并能限制管道的位移。活动支架不妨碍管道由于热伸长引起的位移,即能使管道在支架横梁上自由滑动。活动支架安装在固定支架之间,按形式分有滑动支架(又分高低两种)、导向支架、滚动支架和悬吊支架等多种,适用于不同的场所。

### 1. 确定支架坡度和标高

先按设计图的要求,用水准仪测出各支架轴线位置上的标高,即标出各支架安装的实际高度,或确定管线(道)一端的标高,按以下公式计算出两支架间的高度差,即坡度:

$$H = iL$$

式中:  $H$ —两支架间的高度差(mm);

$i$ —管线的设计坡度;

$L$ —两支架间距(mm)。

据计算出的支架高度差,确定各支架安装的实际高度。如管线坡度要求不甚严格或管道不太长,可以先确定管线的标高,再在两端点拉一直线,目测确定直线无挠曲后,中间各支架的标高即可由此直线确定。

一般供暖钢管横向安装支架的最大间距,如表 5-1 所示。

表 5-1 钢管管道支架的最大间距

公称直径(mm)		15	20	25	32	40	50	65	80	100	125	150	200	250	300
支架的最大间距 (m)	保温管	1.3	2	2	2.5	3	3	4	4	4.5	5	6	7	8	8.5
	不保温管	2.5	3	3.5	4	4.5	5	6	6	6.5	7	8	9.5	11	12

## 2. 安装支架

沿建筑物和沿墙安装管道支架,其方法有以下几种:

(1)埋入式支架。支架埋入预留孔洞或墙内,在墙内的深度应按设计及标准图规定,一般应 $\geq 120\text{mm}$ ,洞口不宜过大。埋入时要把洞内杂、碎物扫干净,洞壁用水润湿,填入 1:3 水泥砂浆或细石混凝土,再插入防腐支架。若是角铁制作的支架,插入部分应劈叉,再加入碎石卡紧,用水泥砂浆填实抹平,洞口应略低于墙面,留待饰面找平。待水泥砂浆有一定强度后,方能搁置管道。

(2)焊接式支架。支架焊接在预埋于建筑物的钢板上,焊后应将焊接处污物清除。焊接要牢固,但不能随意在屋架钢筋上或承重梁上焊接支架。

(3)用射钉和膨胀螺栓安装支架。当建筑结构上没有预留孔时,可用射钉枪将螺杆射入结构内,再用螺母固定支架。或者用冲击电钻或电锤在结构上钻孔,孔轴线应与结构表面垂直,孔深应为膨胀螺栓套管长加 10~15mm,孔的外径与套管外径相等。装上套管螺栓打入墙孔内,再装上支架,放上垫圈螺母,用扳手将螺母拧紧。

(4)抱柱式支架。沿柱子安装管道或在木结构柱上安装支架,一般用抱柱式固定。固定时应除去支架与柱接触处的装饰层,螺柱应拧紧,以确保支架受力后不松动。

(5)立管卡。支托室内小直径供暖、给水及供热水立管的管道,一般用立管卡。安装立管卡时,如层高 $\leq 5\text{m}$ ,每层安装一个;层高 $> 5\text{m}$ ,每层安装两个以上。管卡安装高度,距地面是 $1.5 \sim 1.8\text{m}$ ,同一层数应设在同一高度内,两个以上管卡应匀称安装,埋入建筑物深度 $\geq 100\text{mm}$ 。

(6)安装吊架。吊架的吊杆应牢固固定在楼板、顶棚或其他建筑物上。吊架的锚固方法如图 5-18 所示。

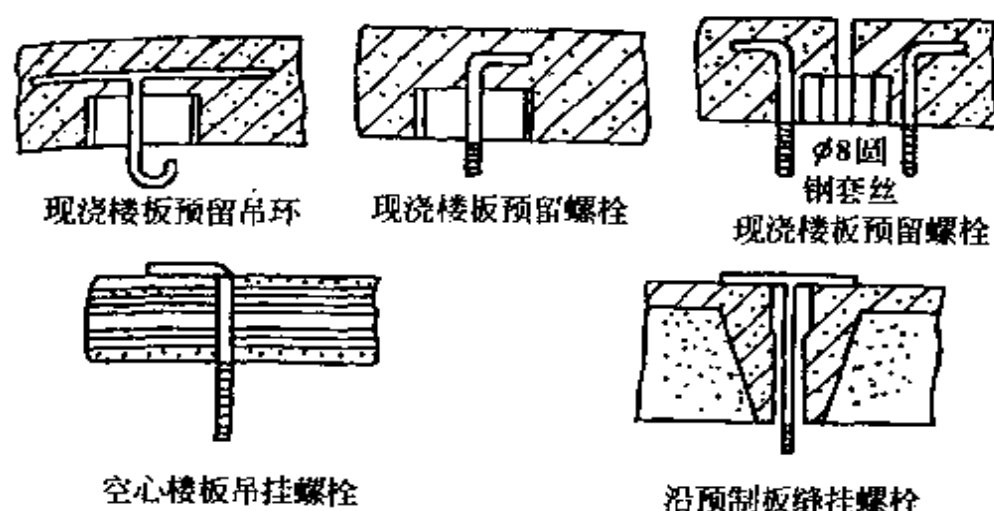


图 5-18 吊杆锚固方法

#### (四)安装干管

室外干管安装完后再安装室内干管,安时从进户处或分支点开始。

##### 1. 检查管子与管件

安装前应检查管内有无杂物,将预制的管子与管件对照加工图上的标记并编好,分别运到安装位置并按顺序散开放平。再核对所安支吊架的位置、标高和坡度是否符合图纸要求,安装是否牢固。然后逐根检查管子,并清理、调直和连接。干管可用螺纹、焊接及法兰连接。一般室内供热水和供暖的管径应 $\leq 40\text{mm}$ ,用螺纹连接;管径 $> 40\text{mm}$ ,采用焊接。

##### 2. 连接干管

连接干管螺纹时,将需连接的两管接头外螺纹用聚四氟乙烯生料带,简称生料带或生胶带,从管螺纹第二、三扣开始顺螺纹旋转方向缠绕少许。再在管接头处安上管件活节,拧进  $1/2$  活节长,然后将另一根管子接头拧进剩下  $1/2$  活节内,并将挤出的生胶清除干净。

连接管道时,若管径有变化,管道变径处通常应设置在三通中心 200mm 以外。连接管道的接头不得设在墙体和楼板结构处。热水管过门时应设置过门管,管道穿墙或楼板应有安全套管。

### 3. 安装干管

(1)用吊架安装干管时,先将吊卡按卡距套在管子上,吊杆应按坡度调整好长度,套上螺栓拧紧螺母,将管道找正坡度和位置紧固吊架。

(2)用支架安装干管时,将管子放在支架横梁上,再逐个套上 U 形卡,然后找直放平固定 U 形卡。

(3)安装天棚、地沟和地下室等隐蔽处的干管时,应根据实际尺寸,先在地面预组装、试压、除锈和刷防锈漆。

(4)安装供蒸气的干管时,坡度应与回水流动方向相反,而供暖和供热水干管的坡度则与热水流动方向相同,坡度大小应按设计图或有关标准放线。

### (五)安装立管

(1)安装完干管后再安装立管。安装立管应注意竖直,每米允许垂直偏差为 2mm,管长 5m 以上的总垂直偏差可  $\leq 8\text{mm}$ 。

(2)安装时先检查核对各层顶留孔的位置是否在垂直线上,孔径是否合适,必要时应修理。标出立管卡位置后,钻眼安装立管卡,将穿楼层的套管穿入立管,并预装好如活节等必要的管件。

(3)安装立管一般是两人操作,从上向下进行。由最上层第一根管子吊直向下,用螺纹连接下一根管子,放入立管卡并紧固。这样依次向下,直到全部装完。

(4)安装立管时,不保温的明装立管外径与墙壁饰面间的距离,当  $DN \leq 32\text{mm}$ ,为 25 ~ 35mm;  $DN > 32\text{mm}$  时,为 30 ~ 50mm。



(5)检查调正立管每个预留口的标高,朝向应平正、准确。立管与散热器之间的支管安装毕,校正扶直立管。扶正稳位套管后,按顺序填塞孔洞和套管、立管间的缝隙,穿墙套管用石棉绳填实,套管与管子之间的缝隙用油麻和防水油膏填实封闭,然后安装立管卡子并牢固紧固。

(6)最后连接立管和干管,如干管是螺纹连接,立管与干管间也应用螺纹连接,其他则可用法兰连接或焊接。

#### (六)安装散热器支管

先检查散热器安装的位置和立管预留口是否正确,再将预制的有灯叉弯的支管在散热器补心和立管预留口上试安装,若不合适则应修正调直,然后正式安装。

连接散热器的支管应有坡度,便于送进和排出散热器中的空气和液体。支管全长 $\leq 500\text{mm}$ 时,坡度值为 $5\text{mm}$ ;支管全长 $> 500\text{mm}$ 时,坡度值为 $10\text{mm}$ 。如一根立管连接两根支管,其中一根支管全长 $> 500\text{mm}$ ,则两根坡度值均为 $10\text{mm}$ 。

安装时,支管两端都应安装根母及可拆卸的活接头连接件。复核支管坡度和平行方向距墙尺寸,以及散热器的位置,合格后再固定套管,然后堵抹墙洞和缝隙。

#### (七)安装伸缩补偿器

在直管道上每隔一定的距离设置一个热胀的伸缩器,是为了减少管道热胀冷缩时产生热应力的影响。伸缩器有三种:常用的方形伸缩器,特殊情况下使用的套管填料伸缩器,通常情况不用的波形伸缩器。

方形伸缩器又称U形补偿器,由四个 $90^\circ$ 弯管组成。它有四种型式,如图5-19所示。

方形伸缩器用优质无缝钢管弯制而成,较多用于各种压力和不同温度的碳钢、不锈钢、有色金属和塑料管道上。

其他管道安装完毕后再安装伸缩器,安装在两个固定支架之间,成水平状态。其平行臂与管道坡度和坡向相同,垂直臂呈水平。如

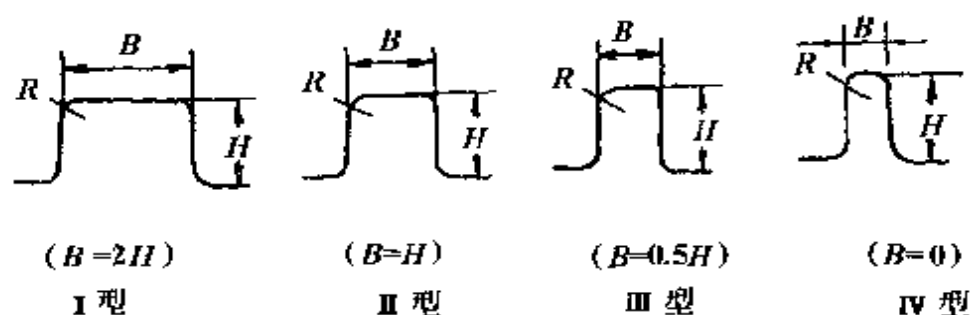


图 5-19 方形伸缩器型式

平面窄小无法水平安装时,可垂直安装。若管道是输送液体,要在伸缩器最高点安装排气阀门;若输送气体,应在伸缩器最低点安装疏水器。

安装时先将两端的支架焊牢,伸缩器两端的直管段和连接管端之间预留设计补偿量的  $1/4$  间隙,并对伸缩器作预拉伸。输送热介质应热拉,输送冷介质需冷拉。伸缩器与管道的连接用焊接,伸缩器两侧的支架距伸缩器弯头弯曲起点为  $0.5 \sim 1\text{m}$ 。

## 二、安装散热器

一般散热器有铸铁散热器和钢制散热器两种。铸铁散热器又分柱型和翼型两种,钢制散热器有排式、钢串片式和钢板式等三种。

散热器的安装工艺流程为:散热器组对→散热器试压→散热器安装。

下面以铸铁散热器为例,阐明散热器的安装工艺具体流程。

### (一)散热器组对

通过对丝将一定数量的散热器片组合成一组的过程,称为散热器组对。

(1)组对前,将散热器片内的铁渣、砂粒等脏物,以及对口处和散热器表面的铁锈全部清除,并涂刷防锈漆和银粉。螺纹和连接处用对丝除锈并涂机油。依据输送不同的介质选择衬垫,蒸气用  $1\text{mm}$  厚石棉垫,热水用机油垫,热水用密封材料垫。

对丝的正扣分别拧入散热器片的两个接口内 1~2 扣,然后将第二片散热器反扣分别对准前一片上对丝的反扣,再用两把钥匙扳手从第二片的正丝孔内分别插入,将钥匙卡住。此时先按逆时针慢慢转动一点,当听到“咔嚓”声,两端对丝已入扣,再按顺时针拧对丝。

(3)拧对丝时应缓慢用力,转动钥匙步调应一致,两个对丝同时并进,或均衡交替拧紧两个对丝,直到垫片挤出油为止,但不得使垫片露出来。这样依次一片连一片,直至拧紧到设计要求的片数为止。

(4)组对后的散热器各片间,应紧密平直。其一头为正丝扣,另一头为反丝扣,然后根据进出水方向,装上补心和丝堵。

(5)组对散热器需装放气阀。散热器组对前应用丝锥在散热器片上攻出螺纹。热水或高压蒸气供暖安装在散热器顶部,低压蒸气供暖则安装在离散热器下部  $1/3 \sim 1/4$  高度上。放气阀紧上试压后拆下,最后安装管路时再装上。

(6)带腿的散热器组对时,片数  $N < 15$  时,要有两片带腿;片数  $15 \leq N < 25$  时,中间要再加一片带腿散热器片。

## (二)散热器试压

散热器组对后,应逐组作水压试验,合格后才能安装。散热器水压试验方法如图 5-20 所示,试验压力则按设计要求或按表 5-2 的要求进行。

表 5-2 散热器试验压力 (MPa)

散热器型号	60 型、M <sup>132</sup> <sub>150</sub> 型、 柱型、圆翼型		扁 管 型		板式	串 片 式	
	≤0.25	>0.25	≤0.25	>0.25		≤0.25	>0.25
工作压力	≤0.25	>0.25	≤0.25	>0.25	-	≤0.25	>0.25
试验压力	0.4	0.6	0.6	0.8	0.75	0.4	1.4
要 求	试验时间为 2~3min,不渗不漏为合格						

当试验压力达到规定压力值时,应关闭进水阀门,稳压 2~3 分钟,再观察接口,以不漏不渗为合格。如有渗漏做上记号,将水放尽,卸下丝堵或补心,用组对扳手伸入记号处,将对丝上紧或卸下换垫,

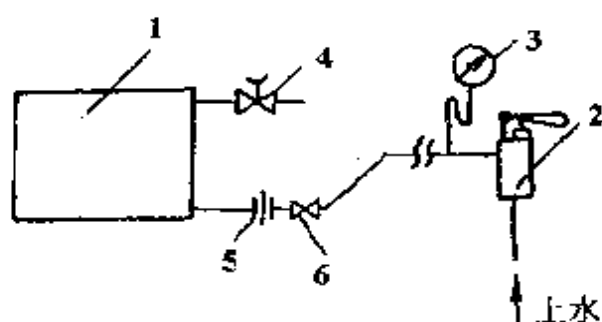


图 5-20 散热器水压试验示意图

1. 散热器 2. 手压泵 3. 压力表  
4. 排气阀 5. 活接头 6. 进水阀门

修理后再做水压试验,至合格为止。最后泄水,并将散热器和丝堵、补心保管好,以备安装。

### (三)安装散热器

散热器通常安装在内窗台下,安装的要求是:

(1)依据地面标高,于墙上画出安装位置的中心线,使散热器中心线与窗台中心线对齐,再画出散热器托钩和卡架的位置。然后在墙上钻或凿孔,预埋和固定托钩和卡架,找正托钩中心对准水平线和距墙尺寸。托钩和卡架安装的位置如图 5-21 所示。每组散热器所用托架与卡件的数量,不得少于设计要求和表 5-3 的规定。

(2)在轻质结构墙上安装散热器时,要根据具体情况而定。可以自制腿架支持,也可以制成钢质托钩焊在骨架墙体的预埋件上,或用穿墙螺栓固定在墙体上。在钢筋混凝土墙上安装时,先在钢筋混凝土墙上预埋铁件,再将托钩焊在预埋铁件上。

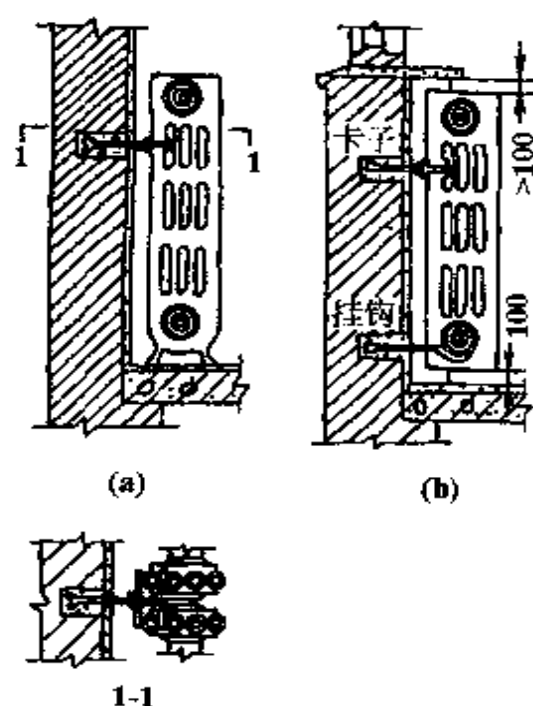


图 5-21 铸铁散热器托钩、卡架安装示意图

(a)卡子安装 (b)托钩安装

表 5-3 散热器支、托架数量表

散热器型号	每组片数	上部托钩	下部托钩	总计	备 注
		或卡架数	或卡架数		
60 型	1	2	1	3	
	2~4	1	2	3	
	5	2	2	4	
	6	2	3	5	
	7	2	4	6	
圆翼型	1	—	—	2	
	2	—	—	3	
	3~4	—	—	4	
柱型 M132 型 M150 型	3~8	1	2	3	柱型不带脚
	9~12	1	3	4	
	13~16	2	4	6	
	17~20	2	5	7	
	21~24	2	6	8	

续表 5-3

散热器型号	每组片数	上部托钩 或卡架数	下部托钩 或卡架数	总计	备 注
扁管式、板式	1	2	2	4	
串片式	每根长度 < 1.4m	$\leq 1\text{m}$		2	
	长度为 1.6 ~ 2.4m 多根串联的托钩间距			3	

注:①轻质墙结构,散热器底部可用特制金属托架支撑

②安装带腿的柱型散热器,每组所需带腿片数:14片以下为2片;15~24片为3片

③M132型及柱型散热器下部为托钩,上部为卡架;长翼型散热器上下均为托钩

(3)安装散热器,正面应水平平行于墙面,侧面则垂直。安装时与墙表面的距离应符合表5-4的规定,而圆翼型散热器则应水平安装。钢串片式散热器要尽可能放平,应减少竖放。

表 5-4 散热器中心与墙表面的距离 (mm)

散热器型号	60型	M132 型 M150	四柱型	圆翼型	扁管式、板式 (外沿)	串片式	
						平放	竖放
中心距墙表面距离	115	115	130	115	80	95	60

(4)安装组对散热器时,将丝堵和补心加垫片拧紧在散热器上,轻抬散热器。再将补心正丝扣的一侧置于进水管方向,缓缓放于托钩上,挂稳就位并找直垫平。散热器底部离地面应 $\geq 150\text{mm}$ ,若散热器底部有管道通过,底部距地面则应 $\geq 250\text{mm}$ 。同一房间内的散热器,其高度应一般。

(5)安装散热器支管时,将支管尺寸调整合适后再连接两端,支管与散热器连接处要用可拆卸的活接头。若需穿过墙时,应加设套管,支管接头不能在墙内,使散热器与管道形成一整体。水平安装圆翼型散热器时,两端要用偏心法兰与管道连接。

### 三、安装室内供暖系统的附属设备

在室内供暖系统中加设附属设备,是为了保证供暖系统正常运行及方便调节与维修。其常用的有以下几种。

#### (一)疏水器

疏水器又称阻气排水阀、回水盒,其作用是通过自动调节阀,自动排放蒸气管道系统中不断产生的凝结水及阻止蒸气泄漏。

安装疏水器时,阀体应与水平回水干管垂直,不能倾斜。进出口要在同一水平面上,介质流动方向应与阀体箭头方向一致。

疏水器的安装形式有水平安装、水平安装带旁通管、旁通管直立安装等三种,如图 5-22 所示。

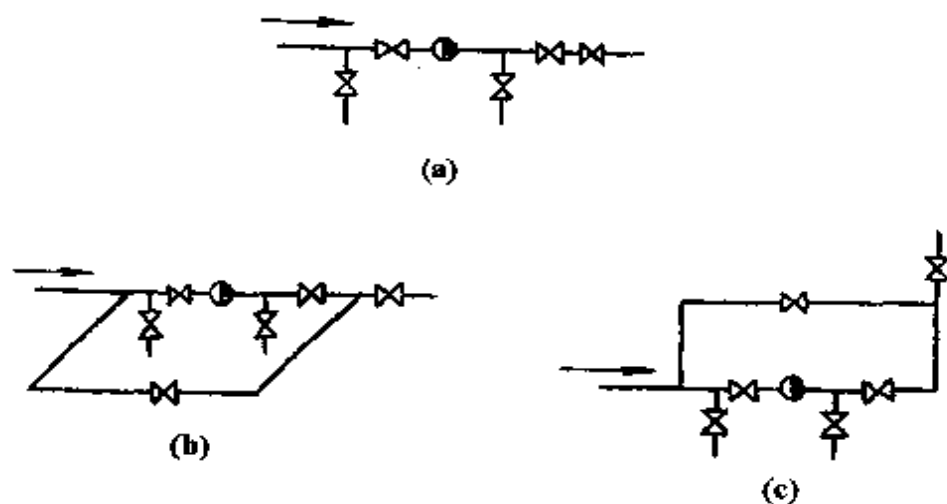


图 5-22 疏水器安装形式

(a)水平安装 (b)水平安装带旁通管 (c)旁通管直立安装

#### (二)膨胀水箱

膨胀水箱与大气相通,为开放式,分方形和圆形两种。它一般置于系统的最高点,其作用是排气、定压。判定系统内的水量,以及容纳系统中水加热后体积增大溢出的水量。膨胀水箱有五根管,其接管如图 5-23 所示。

#### (三)除污器

除污器通常设置在循环水泵入口处或用户引入口,用于定期排

除系统中的污物。安装时找准进出口方向,不得装反,应设旁通管和截止阀。

除污器与管道通常用法兰连接,如图 5-24 所示。

#### 四、室内供暖供热水管道的试压、冲洗与通热

##### (一)室内供暖供热水管道的试压

室内供暖管道水压试验的方法与进水管道的试压的方法相同。加压过程中,通常分 2~3 次升至试验压力,每次加压到一定数值时,应停下并全面检查管道,无异常时继续加压,如有异常应立即停止试压,紧急时应将水放尽。

蒸气供暖管道工作压力,即表压力  $\leq 0.07\text{MPa}$ ,则试验水压应为工作压力的 2 倍,管道系统的低点表压力为  $\leq 0.25\text{MPa}$ 。如热水供暖或蒸气供暖的工作压力  $> 0.07\text{MPa}$  时,应以管道系统顶点工作压力加  $0.1\text{MPa}$  作试验水压,系统顶点的试验压力应  $\geq 0.3\text{MPa}$ 。若系统低点的压力大于散热器所能承受的最大试验压力,应分别进行水压试验。

试压时,管道在试验压力状态下应保持 10 分钟,然后将压力降至工作压力,再作全面检查。有漏或渗水的接口应做记号,然后修复。在 5 分钟内,压力降  $\leq 0.02\text{MPa}$  为合格。

##### (二)室内供暖供热水管道的冲洗

室内供暖供热水管道冲洗方法与进水管道的冲洗方法相同。冲吹

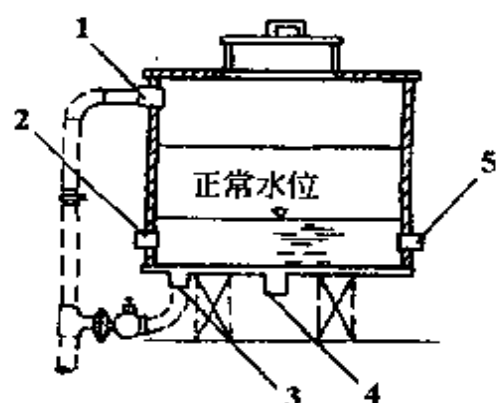


图 5-23 膨胀水箱接管示意

1. 溢流管 2. 检查管 3. 排污管  
4. 膨胀管 5. 循环管

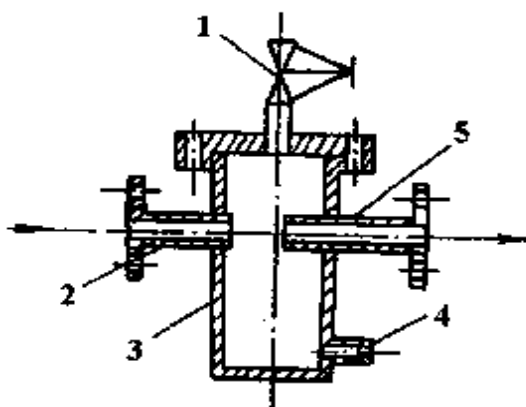


图 5-24 除污器示意

1. 排气阀 2. 进水管 3. 筒体  
4. 排污丝堵 5. 出水管



洗中,如管路畅通,无堵塞现象,排出的冲吹水、气是纯净的,则为合格。全部冲洗后,再以  $1 \sim 1.5\text{m/s}$  的流速全系统循环,延续在 2 小时以上,循环水色透明为合格。若是蒸气供热管路,以蒸气吹洗为好,也可用压缩空气吹洗。吹洗时应拆除疏水器等。

蒸气吹洗应缓慢升温,通常是恒温 1 小时左右后吹洗为好。然后自然降至室温,再升温、暖管、恒温,直至蒸气排出无锈蚀物及脏物为止。排出口可放置一块刨光的板。

蒸气吹洗时排出口的管口应朝上,排气管径不能小于被吹洗管的管径。

### (三)室内供暖供热水管道的通暖和调试

(1)通暖前做好准备工作,安排调试人员,备好修理工具和配件,制定处理紧急情况的措施。

(2)通暖时检查管路中的池水阀门是否关闭,各管路的阀门是否打开,再打开放气阀。然后慢慢打开总回水阀门,待放气阀见水后即关闭,并反复开闭数次。再打开总供热阀门,让热水在管路系统中形成循环,检查有无漏水现象。若发现问题,应迅速关闭该范围内的供、回水阀门,及时抢修,修好后再通暖。冬季通暖,开始阀门应开小些,使进水流速慢些,以防管子骤热而开裂。管子预热后,再开大阀门进热水。

(3)通暖后应调试,使系统内冷热度均匀,远近各环路阻力平衡,各个房间温度达到设计要求。若近端过热,末端不热,可用立管阀门调整;若顶层过热,底层不热或达不到设计温度,则调整顶层闭合管阀门;若各支路温度不均匀,可调整控制支路的回水阀门。还要测试热力入口处的压力是否符合设计要求。调试完后,在阀门的位置上做好定位记号,运行中不得随意拧动。

## 第四节 室内燃气管道安装

通过管道把优质而理想的气体燃料,如煤气、天然气或沼气等,

在一定压力下输送到用户的灶具及单位生产设备上的系统,称为室内燃气管道系统。

### 一、室内燃气管道安装的工艺流程

室内燃气管道安装的工艺流程通常为:凿打、修整穿墙和穿楼板管孔洞→绘制安装草图→下料、配管(预制管段、选择管件)和预装→安装管道(先装引入管,后装立管、水平管和支管)→安装气表(选择、检验和安装)→燃气管通气试验→安装灶具及设备。

室内燃气管道的安装工艺与排水、供暖管道基本相同。

### 二、室内燃气管道安装的要求与注意事项

#### (一)凿打、修整穿墙和穿楼板管孔

凿打孔洞不可将建筑结构主筋割断,孔洞应根据穿管外径而定,不宜过大,通常比穿管外径大 20~30mm。各层楼板孔洞的中心位置要在一条垂直线上,与地下铺设燃气管道的立管甩口中心对准。

#### (二)绘制安装草图

凿打孔洞完成后再绘制安装草图,将全部实测尺寸标注在草图上。

建筑长度,是指管道系统中管件与管件间或管件与设备间的尺寸,它是现场实际测出的管段尺寸。如:立管上所带横支管甩口中心之间的中心距离,立管上三通与三通中心距离,管件与设备接口间的中心距离等。

安装长度与建筑长度之间的关系,如图 5-25 所示。

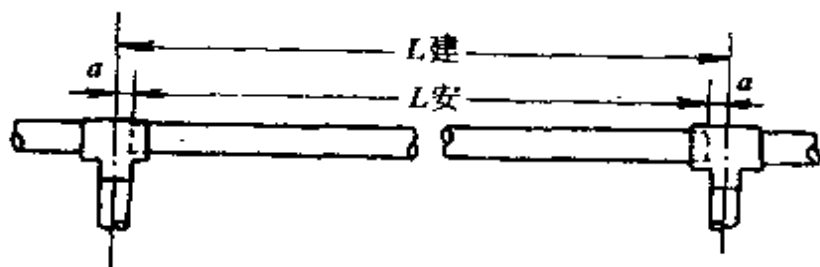


图 5-25 安装长度与建筑长度关系图

安装长度的计算公式是:

$$L_{安} = L_{建} - 2a$$

式中： $L$ —管道的安装长度(mm)；

$L$ —管道的建筑长度(mm)；

$a$ —管道预留量(mm)。

建筑长度是管道安装和管段加工的依据，在实测时应用钢卷尺，记录应清楚，读数要准确到1mm。

### (三)下料、配管和预装

(1)按先装立管后装横支管的顺序，或照图纸上管道排列的顺序，依草图标注的实测尺寸下料，并磨平下料所得管子两端的切口。用套丝方法将管端螺纹加工成型， $DN < 20\text{mm}$ 时，可一次套成； $DN = 25 \sim 50\text{mm}$ 时，分两次套成； $DN > 50\text{mm}$ 时，分三次套成。套成的螺纹应清洁、平整，断丝缺丝不大于螺纹全扣数的10%。若用黑铁管，应除锈、刷防锈漆后才能使用。连接管道螺纹，通常用圆锥外螺纹、圆柱内螺纹(又称锥接柱)，管接头、阀体和管件等多用圆柱内螺纹。

(2)照图纸所列明细表，结合燃气部门有关规定，选择管件、配件、气表规格、型号、性能和质量标准，对某些配件还应逐个检查并做必要的试验。

(3)配管，即管段加工、管(配)件选定以及内部污物清除完毕后，要在预制场地将管段和管配件按管路连接顺序，分段自上而下或自下而上层层连接预装，然后调直管道。符合要求后，将各管段连接处相邻两端，即管端头与另管段上的管件标出连接位置的记号，然后依次将带有管件的各管段拆开，再将一根立管管段和连接的横支管管段集中在一起。这样每根管道就可在室内安装就位。

### (四)安装燃气管道

安装室内燃气管道，通常先装引入管，后装立管、横支管(水平管)和支管。

#### 1. 安装燃气引入管

引入管的位置应与室内立管位置相适应，并符合以下要求：

(1)引入管  $DN \leq 50\text{MM}$ ，一般由地面上引入室内。

(2)引入管穿越墙基或墙壁时必须设套管，套管管径应比燃气管

管径大 20 ~ 30mm, 套管与燃气管间的间隙用油麻填堵。

(3) 引入管与室外分支管用螺纹接头, 用三通连接。

(4) 引入管进入室内伸向地面的立管转角应用弯头, 从弯头返向地面时用掣制鸭颈等办法使管子靠墙。

(5) 燃气引入管不能设置在卧室、浴室、地下室、配变电室、有易燃易爆物的仓库、有腐蚀介质的房间、电缆沟、烟道和进风道的部位。

## 2. 安装燃气立管

燃气立管一般设置在楼梯间、厨房、外墙壁或外走廊等便于操作之处。管道与墙面的距离为:  $DN \leq 25\text{mm}$  时, 应  $\leq 25\text{mm}$ ;  $DN$  为 32 ~ 50mm 时, 应  $\leq 30\text{mm}$ ;  $DN > 50\text{mm}$  时, 应  $\leq 80\text{mm}$ 。

## 3. 安装燃气横支管

(1) 燃气横支管设置在楼梯间或外走廊时, 距室内地面应  $\geq 2.2\text{m}$ , 距顶  $\geq 0.15\text{m}$ 。

(2) 跨越房梁时应作转弯处理, 当不影响气表安装的高度时, 可在梁下直接通过。

(3) 横管长度  $> 20\text{m}$  时, 应设凝水管, 可用同径短管, 下端设放水堵。横管总长度为 150 ~ 200m 时, 管道应坡向凝水管。凝水管应设在易放冷凝水及通风、无明火的部位。横管长度  $< 5\text{m}$  时, 可水平安装, 严禁倒坡。横管长度  $\geq 5\text{m}$  时, 应有 2‰ 左右的坡度, 表前管坡向立管, 表后管坡向支立管。横管长度  $> 10\text{m}$  时, 要在适当位置设三通清扫口。

## 4. 其他安装要求

(1) 安装燃气管道时, 有缝管的焊缝不应安装在靠墙处。管道接口为螺纹连接时, 接头材料应按其输送介质的不同而不同。

(2) 煤气管道与其他管道的最小平行或交叉净距应符合规定, 达不到时应做防护或绝缘处理。

(3) 煤气管道常用铅油涂抹丝扣后缠上麻丝, 而天燃气管道丝扣则用聚四氟乙烯生料带作密封填料。

## (五) 安装气表

独立核算单位和居民户均应安装气表。安装气表前应仔细检查,表的型号与所供燃气种类必须相符,距出厂检验或重新校验日期不得超过半年,外观完好无缺方能使用。安装过程中,不得倒置、敲击或碰撞,不能让杂物和油污进入表内。

### 1. 安装皮膜家用煤气表

安装应平正,下部要有支撑,表与周围设备间的水平净距应符合设计要求或有关规定。

气表的安装高度分三种:高位安装,表底距地面净距 $\geq 1.8\text{m}$ ;中位安装,表底距地面净距为 $1.4 \sim 1.7\text{m}$ ;低位安装,表底距地面净距 $< 1.4\text{m}$ 。室内一般用中位安装,在走道上应用高位安装。一只皮膜表的表前,一般只装一个旋塞。

### 2. 安装公共建筑单位气表

(1)干式皮膜表,流量为 $20\text{m}^3/\text{h}$ 、 $34\text{m}^3/\text{h}$ 时,可装在墙上,表下面要用钢支架固定;流量 $> 57\text{m}^3/\text{h}$ ,可安装在地面砖台上,砖台高 $0.1 \sim 0.2\text{m}$ ,要设置旁通管。

(2)腰鼓表又称罗茨表,应直安装,高进低出。

(3)气表安装完后要试运转,试验应在通气检查管道、阀门及连接部位无渗漏后再进行。试验时应慢开启阀门,观察表的指针是否均匀、平稳运转,若无异常则为合格,可正常工作。

### (六)室内燃气管道试验

燃气管道安装妥后要做强度和严密(气密)性试验,但室内低压燃气管道只做严密性试验。管道试验前,应先用压缩空气吹扫。吹扫时应将气表卸下,每次吹扫管道的长度,应根据介质、压力和气量来确定。

室内燃气管道试验分两步进行,先不带表试验,然后再带表作总体试验,即从引入管端总阀起到灶前气嘴止。燃气管道严禁用煤气和氧气做强度和严密性试压试验,而应用压缩空气。室内低压燃气管道做严密性试验前,应先检查外观,合格后再吹扫,直至吹净才可做气密性试验。

### 1. 不带气表试验

不带气表试验是从引入管旋塞至气表止的试验。试验温度应是常温,用压缩空气打进管道内,压力缓慢升高到 5kPa,稳住压力仔细检查,观察 10 分钟,压力不降或下降不超过 40Pa,不漏气(涂肥皂液检查)为合格。

### 2. 总体试验

总体试验是从引入管至灶前双叉气嘴止的试验。将压缩空气从引入管旋塞处打进管道内,压力缓慢升高到 3kPa,稳压 10 分钟,压力不降、不漏气为合格。试验完毕,应将管内的冷凝水和沉积物排放干净。

### 3. 燃气零星用户或用气设备的试验

安装热水器或用气设备所用的连接管道较短,通常不做严密性试验,可用打开燃气阀,及关闭热水器或用气设备上的燃气阀,用测漏仪或肥皂液检查各管道和接头,不漏气为合格。对改装连接的管道,一般用 3kPa 的压缩空气试验,稳压 10 分钟,不漏气和压力不降为合格。

在上述试验中,都不能紧固法兰螺栓和锁紧螺母,对全部管口、法兰等连接部位可用涂抹肥皂液的方法检查是否漏气。如连接处出现连续状或点状漏气,则应返工。返工的接口若超过试验管段接口的 5%,要重做强度试验,还要检查邻近接头是否受影响。最后点火运行试验,火焰良好为合格。

# 第六章 室外管道安装

## 第一节 室外给水排水管道安装

### 一、安装室外给水管道

#### (一)布置室外给水管道

##### 1. 总体要求

室外给水管道布置的要旨,是满足用户对水量和水压的要求,尽可能缩短管线长度,减少土方量,方便维修。

##### 2. 管网形式

管网布置形式分为枝状管网和环状管网。枝状管网结构简单,投资少,但可靠性差;环状管网投资大,但可靠性高。

---

## (二)室外给水管道敷设的要求

### 1. 加装套管保护

表 6-1 室外给水管道与其他设施之间的最小水平净距

建筑物及管线名称		水平净距(m)
铁路		5~10
建筑物		5
煤气管道	低压( $\leq 5\text{kPa}$ )	1.0
	中压( $\leq 5 \sim 150\text{kPa}$ )	1.0
	次高压( $\leq 150 \sim 300\text{kPa}$ )	1.5
	高压( $\leq 300 \sim 800\text{kPa}$ )	2.0
热力管道		2.0
污水管道		1.5
街道绿化树		1.5
通信、照明杆柱		1.0
高压电杆支座		3.0
电力电缆		1.0

管道穿过公路及铁路时,应加装套管保护。

### 2. 埋地敷设

室外给水管道采用埋地敷设。管道埋地的深度,应根据外部载荷、管材强度、管道布置情况,以及土质地基等因素确定。金属管道覆土深度通常 $\geq 0.7\text{m}$ ,非金属管道的覆土深度通常为 $1.0 \sim 1.2\text{m}$ 。冰冻地区,管道埋设的深度应在冰冻线以下。

### (三)室外直埋给水铸铁管

民用建筑的室外给水管道都采用埋地敷设。其直埋给水铸铁管施工流程是:测量放线→沟槽放线与开挖→基底处理→下管→清理管膛管口→承口下挖工作坑将管放平→插口对准承口撞入→找正中心和标高→检查调整对口间隙→接口→检查→养护→试压验收。



### 1. 测量放线

按施工图要求,用经纬仪等测定管道中心线、高程以及附属构筑物的位置,再用白灰撒出挖槽的边线。

放线前,选定沟槽的开挖断面,确定开挖宽度;根据管材的直径、材质、土壤的性质以及埋设的深度,选定开挖断面。

### 2. 开挖沟槽

开挖沟槽,可用机械和人工两种方法。人工开挖的出土方法,应根据沟的深度而定。沟深在 2.5m 以内,可一次扬甩出土;沟深大于 2.5m 时,可二次扬甩出土。开挖时,土方一般向沟两侧堆放。如人工下管,一侧的土方有影响时,应向一侧堆土。堆土与沟槽边的距离要  $>0.8\text{m}$ ,高度不得超过 1.5m,否则会造成塌方。机械开挖多用单斗挖土机。为确保槽底土壤不被破坏,开挖时应在基底标高以上留出 30cm 左右的一层不挖,留待人工清挖。

### 3. 基底处理

沟底应是自然土层,若是松土或砾石,应处理基底,防止管道发生不均匀下沉。处理基底应以施工图的规定为准。

### 4. 下管

(1)下管前,复测三通、阀门、消火栓的位置,以及排尺定位的工作坑位,尺寸如不合适调整,并清除槽底杂物。

(2)下管时,应从两个检查井的一端开始,若是承插管,应使承口在前,不要碰伤管道的防腐层。

(3)下管方法有人工和机械两种,根据管材、管径、沟槽及施工现场等条件来选择。

(4)人工下管有压绳法和三脚架法,如图 6-1 所示。它所用的大绳应坚固无断股,吊装时要统一指挥,动作协调一致。管子吊起后,沟内人员要避开,而且必须戴安全帽。下第一根管时,管中心应对准定位中心线,找准管底标高,管的末端应钉点桩挡住顶牢,严防打口时顶走管道。

(5)机械下管是用起重机将管道放入沟槽内。下管时起重机应

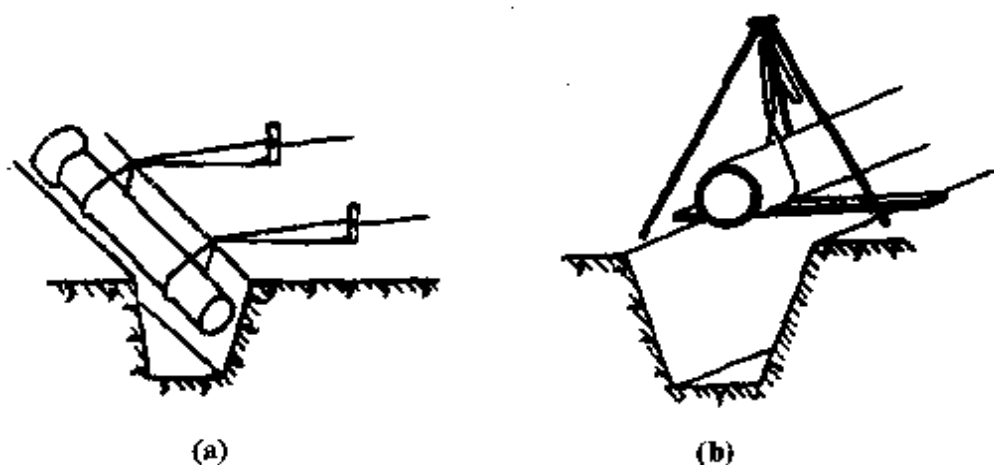


图 6-1 下管方法  
(a)压绳法 (b)三脚架法

沿沟槽开行,与沟边的距离不能  $< 1\text{m}$ 。

### 5. 稳管接口

按设计高程和位置,将管子安放在地基或基础上,叫做稳管。

(1)稳管前,应将管口内外洗刷干净。稳管时,将承插管的插口撞入承口内,对口四周的间隙要均匀一致,间隙的大小应符合规定。

(2)用套环接口时,稳好一根管子再安装一个套环。用承插接口时,稳好第一节管子后,要在承口下垫满灰浆,再将第二节管子插入,将挤入管内的灰浆从里口抹平。

(3)室外给水管道的管材,通常用铸铁管、钢管、石棉水泥管、预应力钢筋混凝土管及自应力钢筋混凝土管等。管道接口的具体方法见第四章第三节“管道的连接”有关内容。

(4)给水管道安装完毕,按规定试压。

(5)铸铁管道的铺设质量应符合表 6-2 的规定。

### 6. 回填土

管道验收合格,要及时回填土,切忌晾沟。回填土时,应确保管道和构筑物的安全,管道不移位,接口及防腐层不被破坏,土中不得有砖头、石块及冻土硬块。要从沟槽两侧同时填土,不能将土直接砸在接口抹带及防腐层上。管顶以上  $5\text{cm}$  内要用人工夯填,覆土在

1.5m 以上时才能用机械碾压。

表 6-2 室外给水管道铺设质量要求及检验方法

项 目			允许偏差 (mm)	检验方法	
坐 标	铸铁管		埋地	50	用 水 准 仪 (水平 尺)、 直 尺、 拉 线 和 尺 量 检 查
			敷设在沟槽内	20	
	碳素钢管		埋地	40	
			敷设在沟槽内及架空	15	
	预应力、自应力钢筋混凝 土管,石棉水泥管		埋地	50	
			敷设在沟槽内	20	
标 高	铸铁管		埋地	± 30	用 水 准 仪 (水平 尺)、 直 尺、 拉 线 和 尺 量 检 查
			敷设在沟槽内	± 20	
	碳素钢管		埋地	± 15	
			敷设在沟槽内	± 10	
	预应力、自应力钢筋混凝 土管,石棉水泥管		埋地	± 30	
			敷设在沟槽内	± 20	
水 平 管 道 纵、横 方 向 弯 曲	铸铁管		每 1m	1.5	用 水 准 仪 (水平 尺)、 直 尺、 拉 线 和 尺 量 检 查
			全长(25m 以上)	≤40	
	碳素钢管	每 1m	管径≤100mm	0.5	
			管径>100mm	1	
		全长(25m 以上)	管径≤100mm	≤13	
			管径>100mm	≤25	
	预应力、自应力钢筋混凝 土管,石棉水泥管		每 1m	2	
			全长(25m 以上)	≤50	

给水管道使用前,应按规定冲洗消毒,一般用漂白粉溶液消毒。

室外给水管道选材与接口形式,如表 6-3 所示。

表 6-3 室外给水管道的选材及接口形式

管 道 名 称		管径(mm)	适用工作压力 (MPa)	接 口 形 式
预应力钢筋混凝土管		400 ~ 1400	0.4 ~ 1.2	承插
自应力钢筋混凝土管		100 ~ 600	0.4 ~ 1.0	
给水铸铁管		75 ~ 1500	0.45 ~ 1.0	承插、法兰
焊接钢管		8 ~ 150	$\leq 1.0$	螺纹、焊接
无缝钢管		32 ~ 600	由设计确定	焊接、法兰
卷板钢管		150 ~ 2000		焊接、法兰、特制承插口
石棉水泥管		75 ~ 500	0.45 ~ 1.0	平口套管
硬聚氯乙烯管		10 ~ 400	轻型:0.6 重型:1.0	焊接、螺纹、法兰、粘结
聚乙烯管		16 ~ 160	低压:0.4 高压:0.6	
聚丙烯管	轻型	15 ~ 200	0.15 ~ 1.0	
	重型	8 ~ 6.5	0.25 ~ 1.6	

### (五)安装室外消火栓

#### 1. 室外消火栓的布置与安装要求

(1)室外消火栓布置在马路两旁,便于消防车通行和操作的地方,最宜设在十字路口附近。

(2)消火栓间距通常是 120m,距灭火点应  $\leq 150\text{m}$ ,距车道应  $\leq 2\text{m}$ ,距建筑物  $> 5\text{m}$ 。消火栓接管口径  $\geq 100\text{mm}$ ,其进水管下面应夯实,铺素混凝土或三合土。消火栓的主体应与地面垂直。其他安装要求,如图 6-2 和 6-3 所示。

(3)气温较高的地区应用地上式消火栓,北方寒冷地区用地下式消火栓。地上式消火栓应砌筑消火栓闸门井,地下式则应砌筑消火

栓井。井盖在路面上,表面要与路面相平;在其他位置时井盖应高出室外设计标高 50mm,井口周围向外应做坡度为 2‰的护坡。

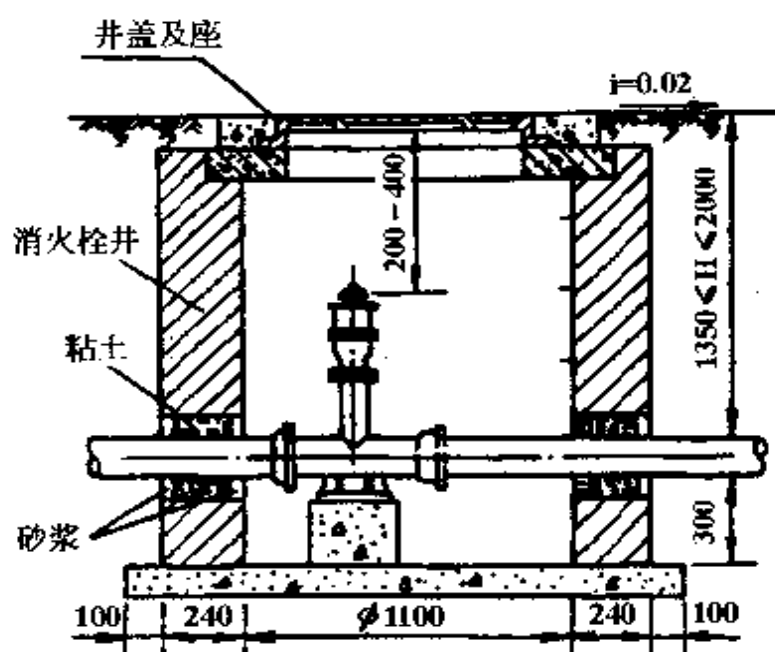


图 6-2 室外地下式消火栓安装要求

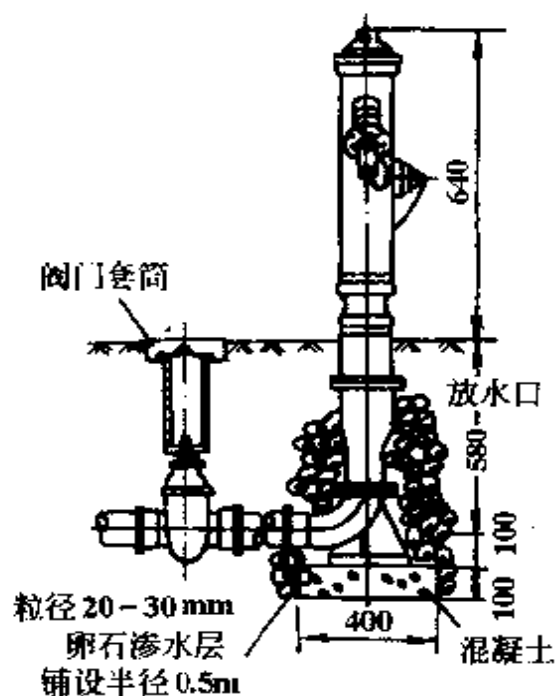


图 6-3 室外地上式消火栓安装要求

## 2. 常用消火栓的型号与连接形式

常用消火栓的型号及连接形式,如表 6-4 所示,连接的具体操作见第四章第三节有关内容。

表 6-4 常用消火栓的型号及连接形式

名称	型 号	工作压力 (MPa)	进水管		出水管		
			连接形式	直径 (mm)	连接形式	直径 (mm)	个数
地上式消火栓	SS100	$\leq 1.6$	承插式(承口)	100	内扣式 螺纹式	65 100	2 1
	SS100-10	1.0	承插式(承口)	100	螺纹式	100	1
	SS100-16	1.6	法兰式				
	SS150-10	1.0	承插式(承口)	150	螺纹式	65	2
	SS150-16	1.6	法兰式		内扣式	150	1
地下式消火栓	SX100	$\leq 1.6$	承插式(承口)	100	内扣式 螺纹式	65 100	1 1
	SX100-10	1.0	承插式(承口)	100	螺纹式	100	1
	SX100-16	1.6	法兰式				
	SX65-10	1.0	承插式(承口)		螺纹式	65	2
	SX65-16	1.6	法兰式				

## 二、安装室外排水管道

### (一)室外排水管道安装要求

室外排水管道起到排放污废水与雨水的作用,污废水在管道中依靠重力作用由高处流向低处。因此,排水道应有一定的下坡度。

为了检查及疏通排水管道,在管径改变处或管道坡度、支管接入处及管道转变处,都要设污废水检查井,直线段每隔一定距离也要设污废水检查井,检查井通常用砖砌筑。室外排水管道通常应与建筑物平行敷设,距建筑外墙不应 $<2.5\text{m}$ 。

### (二)室外排水管道施工流程

室外排水管道一般直接埋在地下,其施工流程是:施工准备→测量放线→开挖沟槽→基底处理→下管→稳管接口→检查与砌筑→闭

水试验→回填土。其中下管及其前面的项目,施工要求与室外给水管基本相同。

### (三)室外排水管道的管口与抹带

室外排水管道的管材,主要有缸瓦管、混凝土管和钢筋混凝土管。

混凝土管和钢筋混凝土管的管口形状,主要有承插口、平口和企口三种,如图 6-4 所示。其接口用水泥砂浆抹带接口,常见的抹带形式有圆弧形和梯形两种,如图 6-5 所示。

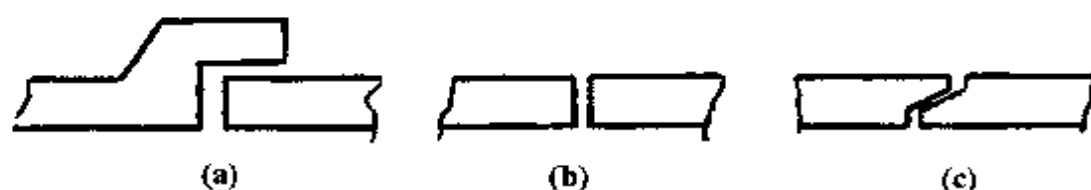


图 6-4 混凝土管和钢筋混凝土管的管口形状

(a)承插口 (b)平口 (c)企口

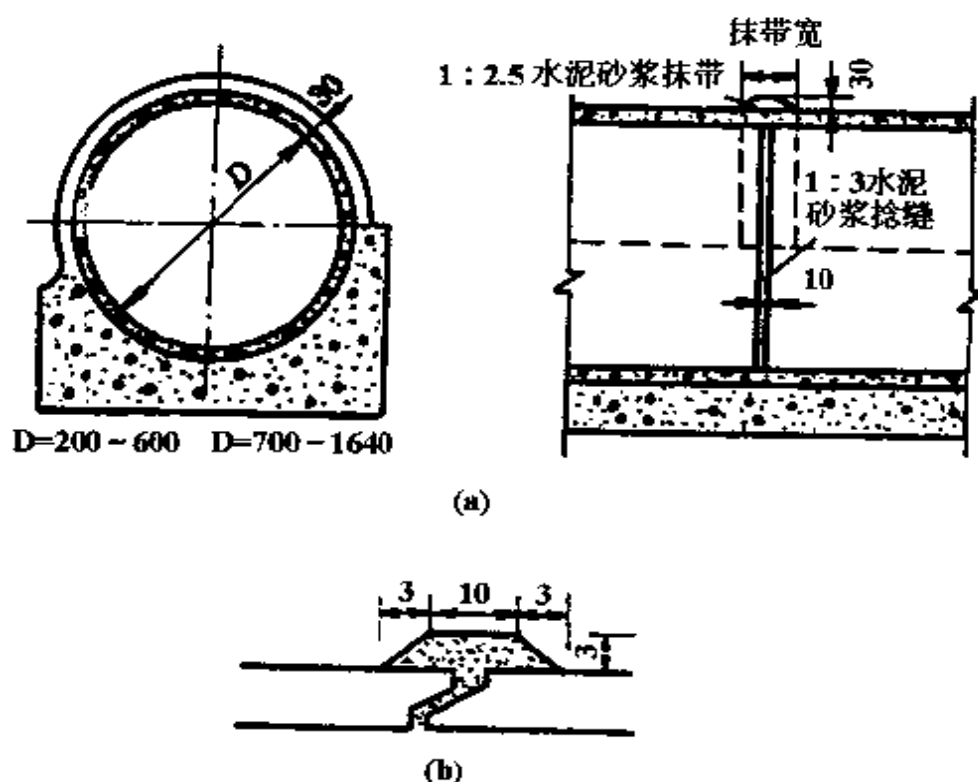


图 6-5 抹带形式

(a)圆弧形水泥砂浆抹带接口 (b)梯形水泥砂浆抹带接口

室外排水管施工完毕,要按规定做闭水试验。试验时按规定施加一定的压力,观察接口处及整个管道渗水情况,如有异常按规定处理。

## 第二节 室外供热管道与煤气管道安装

### 一、安装室外供热管道

#### (一)布置室外供热管道

##### 1. 基本要求

布置室外供热管道的基本要求是:保证运行安全可靠,力求管道路径短捷,节省投资。

##### 2. 布置形式

室外供热管道布置的形式主要有环状和枝状两种。环状布置的优点是具有供热后备能力,但材料消耗较多,投资大。枝状布置比较简单,造价较低,运行管理方便,但是无供热的后备能力,发生事故时,事故点以后的用户都会断绝供热。当前多采用枝状布置。

##### 3. 施工操作

(1)管道主要干线要布置在热负荷最大、最密集的地区,力求供热管道尤其是主干线最短。

(2)供热管道不得与输送易燃烧、易爆炸、易挥发以及有腐蚀性或毒性物质的管道同沟敷设。

(3)管道的走向应平行于建筑物或街道,尽可能布置在人行道或绿化带的上面或下面,距建筑物以及公路、铁路的水平距离要符合有关规定。

(4)多根管道同沟或共架敷设时,管道的排列方式及布置尺寸,要能够满足所有管道安装和维修的要求。共架敷设还应尽可能使支架两侧荷载均衡。

(5)尽量减少管道与公路、铁路交叉。必须交叉时,应采取必要的措施,管道与公路、铁路间的垂直距离应符合有关规定。

(6)供热管道与建筑物及其他管线的距离,应符合表6-5和表6



- 6 的规定。

表 6-5 直埋供热管道外壁或供热管道地沟

外壁与其他设施间的最小净距 (m)

设 施 名 称		水平净距	垂直交叉净距
建筑物基础		距边缘 1.5	
铁路钢轨		距外侧边缘 3.00	距轨面 1.20
道路		距边缘 1.00	距路面 0.70
照明、通信电线杆		距中心 1.00	
街道绿化树		距中心 1.50	
给水管道		距外壁 1.50	0.10
排水管道		距外壁 1.50	1.15
排水暗渠		距外壁 1.50	0.50
电力或电信电缆		2.00	0.50
煤气或天然气管道压力	$\leq 150\text{kPa}$	1.00	
	150 ~ 300kPa	1.50	0.15
	300 ~ 800kPa	2.00	

表 6-6 架空供热管道与其他设施间的最小距离 (m)

建筑物或管线名称		水平净距	垂直交叉净距
耐火等级为一、二级的建筑物		距墙壁 1.00	距屋顶 0.50
铁路		距钢轨外侧 3.00	距电气化铁路钢轨面 6.55
			距一般铁路钢轨面 6.00
公路		距路边缘 1.00	距路面 6.00
人行道路		距路边缘 0.50	距路面 3.00
架空输电线路电压	< 1kV	距外侧边缘 1.50	2.50
	1 ~ 10kV	距外侧边缘 2.00	2.50
	35 ~ 110kV	距外侧边缘 4.00	3.00

## (二)敷设室外供热管道

敷设室外供热管道有三种形式,即直接埋地敷设、地沟敷设和架空敷设等。

### 1. 直接埋地敷设

直接埋地敷设又称无地沟敷设,将管道直接埋设于地下,能较多减少土方工程量,节约大量建筑地沟的材料。由于保温材料直接接触土壤,故对管道防水和保温的要求较高。

直接埋地敷设适用于地下水位较低(最高地下水位至管道底部距离 $\geq 0.5\text{m}$ ),土质不下沉,土壤不太潮湿及腐蚀性小的地区。用直接埋地敷设管道时,管道附件处应设检查井,管道埋设深度应 $\geq 1\text{m}$ 。

### 2. 地沟敷设

将管道敷设在管沟内称地沟敷设。地沟断面的尺寸,应根据管道的数量、长度、管径及安装、检查所需的活动空间而定。按其断面尺寸的大小,敷设地沟又可分为通行地沟敷设、半通行地沟敷设和不通行地沟敷设等三种。

(1)通行地沟敷设。如管道根数超过 6 根,而且管径大,垂直排列高度 $> 1.5\text{m}$ ,宜用通行地沟敷设,其地沟高度 $\geq 1.8\text{m}$ ,通道宽度为 $0.6 \sim 0.7\text{m}$ 。为方便人员出入,每隔 $100\text{m}$ 左右,在地沟的适当部位应设检查井,通行地沟内还应设置自然或机械通风设备。管道在地沟的一侧或两侧敷设均可,管道下的支座应用滚动或滑动支座,隔一定距离应设一固定支座。

(2)半通行地沟敷设。如管道数量较少,可用半通行地沟敷设。其高度应在 $1.4\text{m}$ 以上,通道净宽 $0.6 \sim 0.7\text{m}$ ,便于操作者弯腰检修和行走。

(3)不通行地沟敷设。如管道数量较少,且用焊接连接,维修量又不大时,常用不通行地沟敷设。其地沟尺寸要根据管道布置情况而定,但地沟宽度不可超过 $1.5\text{m}$ ,否则可用双槽地沟。

用地沟敷设时,管道表面与地沟壁、地沟盖板的间距一般应 $\geq 100\text{mm}$ 。不保温的管道,管壁至沟底、沟壁及相邻两管道间的净距通

常 $\geq 100\text{mm}$ ;保温管道,保温层外表面至沟底、沟壁及相邻两管道保温层外表面间的净距通常 $\geq 150\text{mm}$ 。为了方便排水,地沟沟底的坡度通常 $\geq 2\text{‰}$ ,要在检查井位置底部设集水井,地沟覆土深度应 $\geq 0.8\text{m}$ 。地沟通常用混凝土作底层,沟壁用砖砌或用钢筋混凝土,用钢筋混凝土作盖板。

### 3. 架空敷设

(1)将供热管道敷设在地面的独立支架上,或者敷设在建筑物外墙支架上,称为架空敷设。施工时土方量少,运行时维修方便,是较经济的敷设方法。缺点是占地面积大,热损大。

(2)架空敷设适用于地形高低起伏较大,地形复杂,地下管线复杂,地下建筑物较多或有特殊障碍,地下水位高,以及有架空管道可共架敷设或有可利用的建筑物作支架等情况。

(3)由于支架高度不同,架空敷设又分高、中、低三种支架敷设。

高支架敷设:支架底部与地面净距通常为 $4\sim 6\text{m}$ ,适用于管道跨越公路、铁路。它通常采用套管伸缩器。

中支架敷设:支架底部与地面间的净距通常为 $2.5\sim 3\text{m}$ ,适用于有车辆通行处且人行频繁。敷设中支架采用方形伸缩器,其目的是为了减少管道热胀冷缩时对支架的作用力。

低支架敷设:由于管道高度低,受推力产生的力矩小,柱子的断面和基础均较小,故可节约材料,降低成本。为防止地面水的浸泡,支架底部与地面间的净距通常为 $0.5\sim 1\text{m}$ 。

### (三)安装室外供热管道

#### 1. 连接管道

(1)安装管道前,可根据介质的工作压力和工作温度选择附件,并按设计要求或有关规范检查管道及附件。

(2)通常除安装阀门处用法兰连接外,供热管道多用焊接连接。公称直径 $\leq 50\text{mm}$ 时,可用气焊;公称直径 $> 50\text{mm}$ 时,则用电焊。当管径和工作压力较小,且介质温度较低,只在便于检查处允许用螺纹连接,但不能用麻丝作填料。

(3)支管和干管相连时,鉴于管道的热膨胀,尽量不以直管相连,而要用弯管与干管相连,如图 6-6 所示。

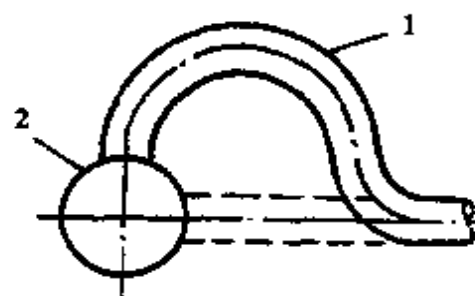


图 6-6 支管与干管连接

1. 支管 2. 干管

(4)室外供热管道的铺设质量应符合表 6-7 的要求。安装完毕后,按有关规范作水压试验。

## 2. 管道的坡度

表 6-7 室外供热管道铺设质量要求及检验方法 (mm)

项 目			允许偏差	检验方法
坐标		埋地	50	用水准仪(水平尺)、直尺、拉线和尺量检查
		敷设在沟槽内	20	
标高		埋地	± 15	
		敷设在沟槽内	± 10	
水平管道纵、横方向弯曲	每 1m	管径 ≤ 100	0.5	
		管径 > 100	1	
	全长 (25m 以上)	管径 ≤ 100	≤ 13	
		管径 > 100	≤ 25	
弯管	椭圆率 $\frac{D_{max} - D_{min}}{D_{min}}$	管径 ≤ 100	10/100	用外卡钳和尺检查
		管径 125 ~ 400	8/100	
	褶皱不平度	管径 ≤ 100	4	
		管径 125 ~ 200	5	
		管径 250 ~ 400	7	
减压器、疏水器、除污器、蒸汽喷射器		几何尺寸	5	用量尺检查

续表 6-7

项 目			允许偏差	检验方法
保温层	厚度		+0.1 $\delta$ -0.05 $\delta$	用钢针刺入保温层检查
	表面平整度	卷材或板材	5	用 2m 靠尺和楔形塞尺检查
		涂抹或其他	-10	

注： $D_{\max}$ 、 $D_{\min}$ 分别为管道的最大、最小外径， $\delta$ 为保温层厚度。

为方便放空管道内的积水和排除管道内的空气，管道应有一定的坡度。热水管的坡度应 $\geq 2\text{‰}$ ；与凝结水同向时，蒸汽管的坡度为 $2\text{‰}$ ；与凝结水反向时，蒸汽管的坡度应 $\geq 5\text{‰}$ ；凝结水管的坡度可在 $2\text{‰} \sim 5\text{‰}$ 之间。热水管的低位点应设泄水阀，高位点应设放气阀。

## 二、安装室外煤气管道

### (一)布置与敷设煤气管道

(1)城市煤气管道网有庭院煤气管道网和街道煤气管道网两部分，其布置有环状和枝状两种形式。庭院煤气管道网多成枝状布置，街道煤气管道网多成环状布置。

(2)煤气管道网多用埋地敷设，通常不设管沟，也不能与其他管道同沟敷设，以防止煤气泄漏时积聚在管沟内引发事故。

(3)穿过公路和铁路时，要将煤气管道敷设在套管或管沟内，并用砂将套管或管沟填实，或将套管两端密封。

(4)煤气管道要与道路或建筑平行埋入人行道或草地下。有以下情况之一都不得敷设煤气管道：

- ①不得平行敷设于有轨电车轨道之下；
- ②不得在堆放易燃易爆物品和有腐蚀性的场地下面通过；
- ③不得穿过建筑物。

(5)地下煤气管道与相邻的其他管线或建筑物之间的距离要符合表 6-8 和表 6-9 的规定。

(6)庭院煤气管道应埋在冰冻层以下 0.1~0.2m，管顶覆土深度

为 0.6 ~ 0.8m。

表 6-8 地下煤气管道与其他设施间的最小水平净距

设 施 名 称	地下煤气管道(m)			
	低压	中压	次高压	高压
建筑物基础	2.0	3.0	4.0	5.0
热力管沟外壁, 给排水管道	1.0	1.0	1.5	2.0
电力电缆	1.0	1.0	1.0	1.0
通信电缆: 直埋	1.0	1.0	1.0	1.0
在导管内	1.0	1.0	1.0	2.0
其他煤气管道: 公称直径 $\leq 300\text{mm}$	0.4	0.4	0.4	0.4
$> 300\text{mm}$	0.5	0.5	0.5	0.5
铁路钢轨	5.0	5.0	5.0	5.0
有轨电车钢轨	2.0	2.0	2.0	2.0
电杆(塔)基础: 电压 $\leq 35\text{kV}$	1.0	1.0	1.0	1.0
$> 35\text{kV}$	5.0	5.0	5.0	5.0
通信、照明电杆(中心)	4.0	1.0	1.0	1.0
街道绿化树(中心)	1.2	1.2	1.2	1.2

表 6-9 地下煤气管道与其他设施间的最小垂直净距

设 施 名 称	最小垂直净距(m)
给排水管道, 其他煤气管道	0.15
热力管道的管沟底(或顶)	0.15
电缆: 直埋	0.50
在导管内	0.15
铁路轨底	1.20
有轨电车轨底	1.00

## (二) 选用煤气管道材料

鉴于输送煤气的压力不同, 煤气管道分为高压(300 ~ 800kPa)、次高压(150 ~ 300kPa)、中压(5 ~ 150kPa)和低压(5kPa 以下)四种。

埋地高压和次高压煤气管用钢管,埋地中压和低压煤气管用给水铸铁管。煤气管道阀门不能用铜制密封圈。

### (三)安装煤气管道

#### 1. 连接管道

(1)用给水铸铁管时,应用承插口连接。低压煤气管道用石棉水泥接口,中压用耐油橡胶圈石棉水泥接口,特殊要求的用青铅接口。

(2)用  $DN \leq 50\text{mm}$  的焊接钢管及镀锌钢管时,可用螺纹连接,填料用聚四氟乙烯生料带、黄粉甘油调和料和厚白漆,不能用麻丝填料,也可用气焊连接。用  $DN > 50\text{mm}$  的钢管时,则用电焊连接。

(3)连接阀门和设备等,用法兰连接。 $DN = 300 \sim 450\text{mm}$  时,用油浸石棉纸作垫片; $DN < 300\text{mm}$  时,用  $3 \sim 5\text{mm}$  橡胶石棉板作垫片; $DN = 450 \sim 600\text{mm}$  时,用焦油或红铅油浸过的三股石棉绳衬垫; $DN > 600\text{mm}$  时,用焦油或红铅油浸过的石棉绳圈状网垫。

(4) $\phi 50\text{mm}$  以下的煤气管道转角处应装四通,以方便清扫。

(5)地下煤气管道铺设的质量应符合表 6-10 的要求。

#### 2. 管道的坡度

表 6-10 室外煤气管道铺设质量要求及检验方法 (mm)

项 目			允许偏差	检验方法
坐 标	铸铁管	埋地	50	用水准仪(水平尺)、直尺、拉线和尺量检查
		敷设在沟槽内	20	
	碳素钢管	埋地	50	
		敷设在沟槽内	20	
标 高	铸铁管	埋地	$\pm 30$	
		敷设在沟槽内	$\pm 20$	
	碳素钢管	埋地	$\pm 15$	
		敷设在沟槽内	$\pm 10$	

续表 6-10

项 目				允许偏差	检验方法
水平管道纵、横方向弯曲	铸铁管		每 1m	1.5	用水准仪(水平尺)、直尺、拉线和尺量检查
			全长(25m 以上)	≤40	
	碳素钢管	每 1m	管径 ≤100	0.5	
			管径 >100	1	
		全长(25m 以上)	管径 ≤100	≤13	
			管径 >100	≤25	
弯管	椭圆率 $\frac{D_{max} - D_{min}}{D_{min}}$		管径 ≤100	10/100	用外卡钳和尺量检查
			管径 125 ~ 400	8/100	
	褶皱不平度		管径 ≤100	4	
			管径 125 ~ 200	5	
			管径 250 ~ 400	7	
凝水管	凝水器缸体水平度			3	用水平尺和直尺检查
	抽水管垂直度(每 1m)			2	吊线和尺量检查
	纵向轴线			10	用直尺、拉线和尺量检查
井盖	抽水管顶端距防护罩或井盖盖顶高度			± 10	用水准仪(水平尺)、直尺、拉线和尺量检查
	标高			± 5	拉线和尺量检查

注:  $D_{\max}$ 、 $D_{\min}$ 分别为管道的最大、最小外径。

民用煤气管道的水平干支管应有 2‰的坡度,坡向引入管;引入管应有 5‰的坡度,坡向城市煤气管网。

#### (四)安装煤气调压站

##### 1. 调压站与调压器定位

调压站与其他设施间的最小水平净距应符合表 6-11 的规定。



表 6-11 调压站与其他设施之间的最小水平净距 (m)

调 压 器			距一般建筑物	距重要公共建筑物	距铁路或电车轨道
地上单独建筑	高压	采用钢管	10.0	30.0	15.0
		采用铸铁管	8.0	25.0	12.5
	中压	采用钢管	6.0	25.0	10.0
		采用铸铁管	6.0	25.0	10.0
地下单独建筑	中压	采用钢管	5.0	25.0	10.0
		采用铸铁管	5.0	25.0	10.0

多台调压器平行安装时,相邻调压器间的净距应  $> 1\text{m}$ ,调压器与墙面间的净距及室内主要通道的宽度应  $> 0.8\text{m}$ 。悬挂式调压箱的箱底距地面以  $1.5\text{m}$  为宜,落地式调压箱的箱底距地面的高度以  $30\text{cm}$  为妥。调压箱距门窗或通向室内孔槽的水平净距应  $\geq 1\text{m}$ 。

## 2. 安装调压站

(1)安装前,按设计要求检查设备和配件。

(2)试组装调压器、补偿器、过滤器及控制闸门,并量出组装后的尺寸。

(3)绘制安装草图,按相对标高量出各段的尺寸,将位置和标高标记在墙上,再将实际尺寸记在草图上。

(4)根据草图下料加工,并预组装。调压站管道应用法兰连接或焊接。

(5)按施工图砌支墩和临时支墩,并预制和安装管道支架。

(6)根据顺序,逐一安装水平管、立管和设备立支管。安装时应确保坡度、标高无误,使进出口方向正确。

(7)安装时应注意管道的焊缝、法兰与螺纹等接口,不能嵌入墙壁或基础中。管道穿过墙壁或基础时要设套管,焊缝与套管间的距离应  $\geq 30\text{mm}$ 。

(8)安装完毕,应按设计要求吹扫和做气密性试验。

## 3. 检查调压站的安装

调压站的安装,通常用水平仪、直尺、拉线和尺量作检查。其安装质量应符合表 6-12 的要求。

表 6-12 煤气调压站安装标高的允许偏差

项 目	允许偏差(mm)
调压器	$\pm 15$
过滤器	$\pm 15$
阀门、安全水封	$\pm 20$
进出口管	$\pm 20$
旁道放散管	$\pm 20$

### 第三节 室外管道故障处理与防腐保温

#### 一、室外管道一般故障与处理方法

表 6-13 为室外管道一般故障与处理方法。

表 6-13 室外管道一般故障及处理方法

故 障	故 障 原 因	处 理 方 法
	①热力管道管材质量或焊缝质量不合格	①更换管材,修补焊缝或重新焊接
	②支架下沉造成管道过度挠	②修复管道支架,定期检查支

续表 6-13

故 障	故 障 原 因	处 理 方 法
管道破裂	⑤管道埋得过浅,外部荷载致使管道被压坏 ⑥因给水管道水压过高而导致管道破裂	⑤将冬季停用的管道内的水全部放空 ⑥铸铁管破裂后,应更换新管
管道堵塞	①热力管道中的杂质不断沉淀,腐蚀生成物聚集及水垢脱落等引起管道堵塞 ②热力管道内的水冻结造成管道堵塞 ③排水管道的坡度太小,水流速度过慢使污水中的杂质沉降,堵塞管道	①在热力管道上安装排污器 ②将管道内的水加热解冻 ③增大排水管道的坡度,并在最低处安装排污阀,定期排污
管道下沉	①给水管道的接头打得太紧,当受水冲击时接头松动 ②基底或支架下沉,造成管道下沉 ③铺设管道时,未将基底夯实,或管道两侧的回填土不实	①将接头剔掉重打 ②夯实基底重新铺设 ③回填土应分层夯实

## 二、管道防腐与保温

### (一)沥青防腐绝缘

埋地管道通常用建筑沥青和玻璃布防腐绝缘。按管道埋地土壤腐蚀的性质可分为:普通防腐、加强防腐和特加强防腐三种,其等级及结构如表 6-14 所示。

表中的沥青底漆即冷底子油,是沥青和汽油按 1:2.25 ~ 1:2.5 的比例配置成,它能使沥青与管道较好地粘结在一起。

防腐绝缘时,沥青熬制的温度通常为 200℃左右,最高不得超过

240℃,应连续熬制 2~2.5 小时,以不产生气泡为止。玻璃布一般用网状结构,厚度为 0.1mm,宽度为 300~800mm,压边为 10~15mm,两卷间的搭接接头为 50~80mm。外保护层可用牛皮纸或聚氯乙烯薄膜。

表 6-14 石油沥青涂层等级及结构 (mm)

等 级	结 构	每层沥青厚度	总厚度
普通防腐	沥青底漆 - 沥青 - 玻璃布 - 沥青 - 玻璃布 - 沥青 - 外保护层	≈1.5	≥4
加强防腐	沥青底漆 - 沥青 - 玻璃布 - 沥青 - 玻璃布 - 沥青 - 玻璃布 - 沥青 - 外保护层	≈1.5	≥5.5
特加强防腐	沥青底漆 - 沥青 - 玻璃布 - 沥青 - 玻璃布 - 沥青 - 玻璃布 - 沥青 - 玻璃布 - 沥青 - 外保护层	≈1.5	≥7.0

## (二)涂料防腐

钢管及铸铁管等管道的内外壁作涂料防腐处理,其作用是防止管道因腐蚀而损坏,延长管道的使用寿命。

### 1. 选用涂料

涂料防腐是管道常用的防腐措施。常用涂料性能及主要用途如表 6-15 所示。

表 6-15 常用涂料的主要性能及用途

涂 料 名 称	主 要 性 能	耐 温 (℃)	主 要 用 途
红丹防锈漆	与钢铁表面附着力强,隔潮防水、防锈力强,干燥较慢	150	钢铁表面打底,不应暴露在大气中,必须用适当面漆覆盖

续表 6-15

涂 料 名 称	主 要 性 能	耐 温 (℃)	主 要 用 途
铁红防锈漆	覆盖性强,薄膜坚韧,涂漆方便,防锈力比红丹防锈漆稍差	150	钢铁表面打底或覆盖
铁红醇酸底漆	附着力强,防锈性和耐气候性较好	200	高温条件下黑色金属打底
锌黄防锈漆	对海洋气候及海水侵蚀有防锈性		铝合金或其他金属表面的防锈
厚漆(铅油)	漆膜较软,干燥慢,在炎热而潮湿的天气有发粘现象	60	用清油稀释后,用于室内钢、木表面打底或覆盖
油性调和漆	附着力及耐气候性均好,在室外使用优于磁性调和漆	60	作室内外金属、木材、砖墙面漆
银粉漆		150	专供采暖管道及散热器作面漆
耐温铝粉漆	防锈不防腐	< 300	黑色金属表面
有机硅耐高温漆		400 ~ 500	黑色金属表面
生漆(大漆)	漆层机械强度高,耐酸力强,有毒,施工困难	200	钢、木表面防腐
过氯乙烯漆	抗酸性强,也耐浓度不大的碱,不易燃烧,防水绝缘性好	60	钢、木表面,以喷涂为佳

选用涂料应结合考虑涂料与管道及各涂层间的配套性,涂料的性质与施工方法等。

## 2. 施工工序

金属涂料施工工序有两道,即表面处理和涂料喷刷。

(1)表面处理。将管道表面的油污、氧化皮和铁锈等清除掉,称

为表面处理,其作用是使防腐层能牢固地粘附在管道的表面。

表面处理的方法有:手工除锈、机械除锈和酸洗除锈等三种。若金属表面油污较多,要先用浓度为5%的烧碱溶液或汽油清洗,干燥后再除锈。

手工除锈一般用钢丝刷、铁砂布、砂轮片等工具磨刷管子表面。但其除锈的劳动强度大,效率低,质量不够好。

机械除锈一般用喷砂法或除锈机械除锈。喷砂法用工作压力为0.4~0.6MPa的压缩空气,将直径1~2mm的石英砂喷射到管道表面,利用砂子的冲击力将铁锈除净。喷砂法除锈效率高,质量较好。

钢管常用硫酸或盐酸溶液酸洗除锈。酸洗后必须用水冲洗,并用氨水或石灰水中和,最后再用水冲洗干净。钢材酸洗时,酸的浓度、温度及所需时间如表6-16所示。

表6-16 钢材酸洗时酸的浓度、温度及所需时间

酸液种类	浓度(%)	温度(℃)	时间(min)
硫酸	10~20	50~70	10~40
盐酸	10~15	30~40	10~50

(2)涂料喷刷。通常在管道试压合格后喷刷涂料,管道安装后不易喷刷的部位可预先喷刷。

喷刷涂料的方法有涂漆和喷涂等多种。手工涂漆应纵横交错,反复涂刷,保证涂料均匀。喷枪喷漆时,喷枪与漆面间相距250~350mm,喷枪移动速度10~18m/分钟。喷刷时要注意防水和防冻。

### (三)管道保温

为防止冻结,减少热量损失,采暖管道及配件应加强保温。保温材料应具备导热系数小、重量轻、不腐蚀金属、有一定强度等特点。

常用保温材料性能如表6-17所示。

管道保温层通常由保温层和保护层组成,其施工方法有填充法、涂抹法、预制块法和捆扎法等四种。

表 6-17 常用保温材料

材料名称	使用温度 (℃)	导热系数 (W/m.k)	密度 (kg/m <sup>3</sup> )
膨胀珍珠岩散料	- 256 ~ 800	0.029 ~ 0.0337	81 ~ 120
水泥膨胀珍珠岩瓦	< 600	0.0523	250 ~ 400
酚醛玻璃岩瓦	- 20 ~ 250	0.043	120 ~ 150
沥青玻璃棉毡	- 20 ~ 250	0.043	< 80
膨胀蛭石	- 20 ~ 1000	0.0523 ~ 0.0698	80 ~ 280
水泥蛭石管壳	< 600	0.0934	430 ~ 500
矿渣棉	< 400	0.0372 ~ 0.0523	80 ~ 135
石棉绳	< 500	0.0698 ~ 0.209	590 ~ 730
硅藻土石棉灰	< 900	0.0662	280 ~ 380
聚苯乙烯泡沫塑料	- 80 ~ 70	0.035 ~ 0.0442	15 ~ 50
聚氯乙烯泡沫塑料	- 35 ~ 60	0.043 ~ 0.0523	40 ~ 100
岩棉制品	- 268 ~ 700	< 0.035	40 ~ 250

### 1. 填充法

将松散的保温材料直接填充在管外的特制套子或铁丝网中,称为填充法。

### 2. 涂抹法

将保温材料用水调成胶泥状,分层涂抹在管道上,称为涂抹法。每层厚度通常为 10 ~ 15mm,前一层基本干燥后再涂抹保护层。保护层的厚度应符合规定要求。

### 3. 预制块法

工厂将保温材料预制成一定形状的瓦块,再用铅丝将预制块绑扎在管道上,称为预制块法。安装预制块前,要先在管道的外壁或预制块内面涂 3 ~ 5mm 厚的石棉灰泥,使预制块和管道严密结合。安装时,瓦块的横缝要错开,用石棉灰泥填满。

#### 4. 捆扎法

捆扎法,即用软质保温材料时,如矿渣棉毡或玻璃棉毡,可将棉毡剪成适当形状,直接捆扎在管道上。

#### (四)管道涂色

管道较多时,为便于区分和管理,避免产生差错,应在管道外涂刷不同的颜色、色环和表示流向的箭头。管道的涂色及色环颜色如表 6-18 所示,色环的宽度如表 6-19 所示。

表 6-18 管道的涂色及色环颜色

管道名称	颜 色		管道名称	颜 色	
	底色	色环		底色	色环
饱和蒸气管	红		低热值煤气管	黄	褐
过热蒸气管	红	黄	液化石油气管	黄	绿
废气管	红	绿	压缩空气管	浅蓝	
凝结水管	绿	红	净化压缩空气管	浅蓝	黄
热力网供水管	绿	黄	乙炔气管	白	
热力网回水管	绿	褐	氧气管	深蓝	
排水管	绿	蓝	氢气管	白	红
工业用水管	黑或灰		氮气管	棕	
生活饮用水管	蓝		盐水管	浅黄	
高热值煤气管	黄		油管	橙黄	

表 6-19 色环的宽度

管子或保温层外径(mm)	< 150	150 ~ 300	> 300
色环的宽度(mm)	50	70	100
色环的间距(m)	1.5	2	2.5
最后一个色环距墙的最小距离(m)	1	1.5	2



# 第七章 工业管道安装

## 第一节 安装条件与连接要求

### 一、安装管道的操作条件

(1)安装管道项目的设计图纸应齐全,施工方案已编制。技术员已向班组将图纸和施工方案交底,并下达工程任务单和领料记录。

(2)作业场地应平整,施工用水、电、气等临设工程达到施工要求。

(3)与安装管道有关的土建工程,如埋地敷设管沟和明管敷设的预埋或预留孔洞等,其位置与尺寸经核对验收合格,并已办妥交接手续。

(4)主材与辅材均已准备。主材包括管材、管件、阀门与附件等,按设计图纸核对其材质、规格、型号与数量等正确无误,检验合格且有合格证及相关资料。辅材料包括焊条、油麻、棉纱与垫片等按进度计划能满足需要,且能保证连续施工的要求。

(5)管子用胀口或翻边连接,施工前每批应抽 1%(不少于两根)作胀口或翻边试验,不合格的不能使用。

(6)管道两端起止点的设备已找正、找平安装好,设备的二次灌浆强度已达到要求。管道安装部位或车间内装饰工程已经完成。

### 二、连接管道的技术要求

连接管道的技术要求,一般包括定位、放线、上管架、安管、连接、接附件和试压等七个工序。

### (一)定位和放线的技术要求

(1)由于安装管道时应保持横平、竖直,故定位放线必须找好基准点,依次测量放线定位,转接点必须正确无误,并有一定的坡度,符合图纸要求。

(2)水平管应按坡度、坡向排列。汽、水同向流动的蒸汽和凝结水管道,坡度一般为  $2‰ \sim 3‰$ ; 汽、水逆向流动的蒸汽管道,坡度一般  $\geq 5‰$ , 以利于系统排水放气。

(3)水平管弯曲偏差为  $5‰ \sim 10‰$ , 垂直管应垂直,不能任意倾斜,垂直度偏差应  $\leq 3‰$ 。

### (二)管道焊接连接

(1)管道安装工程中,焊接连接是应用最多的连接方法,常用的有手工电弧焊,适用于管壁厚  $< 4\text{mm}$  的气焊,以及手工钨极氩弧焊。

(2)安装管道时,直线焊缝应放在管道受力弯矩最小,且易于维修和检查的位置,通常放在管道上半圆中心垂直线左侧或右侧  $45^\circ$  处。

(3)钢管对接焊缝不应置于套管内,有环焊缝之处不能开口焊接支管。如配管的管道壁厚薄不等时,应将相同壁厚的连接在一起,两根钢管对口的壁厚相差应  $\leq 5\text{mm}$ 。否则应在厚壁管上作削薄处理,如图 7-1 所示,削薄长度以  $L > 4(S_2 - S_1)$  处理。当管壁厚度不等的两管对接焊接时:薄管厚度  $\leq 10\text{mm}$ 、两管厚度差  $> 3\text{mm}$ , 或薄管厚度  $> 10\text{mm}$ 、两管厚度差  $>$  薄件厚度的  $30\%$  或  $5\text{mm}$  时,应按图 7-1 的规定削薄厚件的边缘。

(4)管子和管件组对对接焊接时,应按图 7-2 的规定对管件加工。

(5)不同类型管道焊接连接的要求:

①中、低压管道焊接连接。应按设计要求进行管道焊接,无设计要求时,可参照下列要求焊接。

a. 管子外径  $\leq 57\text{mm}$ , 壁厚  $\leq 3.5\text{mm}$  的碳素钢管,可用气焊焊接,其余规格的可用手工电弧焊。

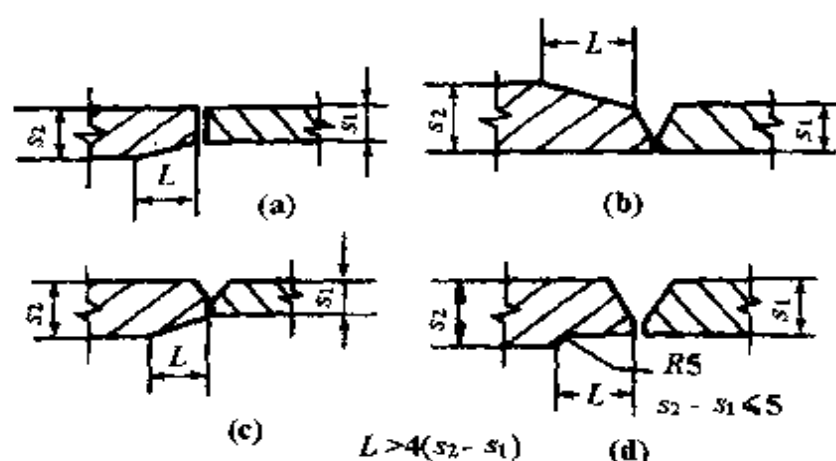


图 7-1 不等壁厚管子焊件对口型式

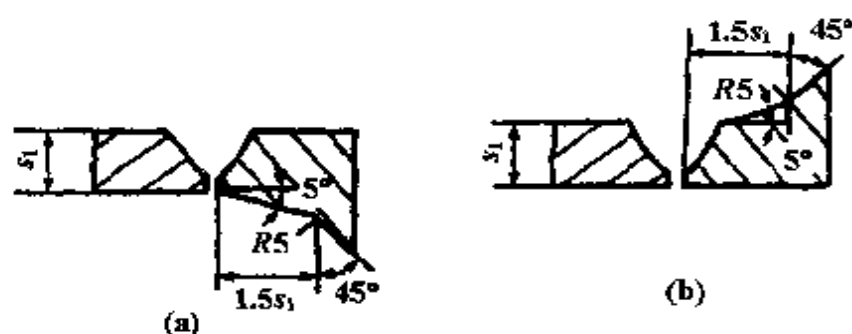


图 7-2 不等壁厚管子、管件组对焊口型式

b. 管子对接焊接的坡口型式、组对尺寸与间隙应符合表 7-1 的规定。

表 7-1 中、低压管子焊接坡口型式及组对尺寸

坡口型式	简 图	壁厚 $\delta$ (mm)	间距 $c$ (mm)	钝边 $p$ (mm)	坡口角度 $a(^{\circ})$
不开坡口		$< 4$	1.5 ~ 2.5		
V 形		3.5 ~ 8	1.5 ~ 2.5	1 ~ 1.5	60 ~ 70
		$> 8$	2 ~ 3	1 ~ 1.5	60 ~ 65

续表 7-1

坡口型式	简 图	壁厚 $\delta(\text{mm})$	间距 $c(\text{mm})$	钝边 $p(\text{mm})$	坡口角度 $\alpha(^{\circ})$
V 形(不同壁厚对接)		3.5 ~ 8	1.5 ~ 2.5	1 ~ 1.5	60 ~ 70
		> 8	2 ~ 3	1 ~ 1.5	60 ~ 65
三通接头支管坡口		$\geq 4$	0.5 ~ 2	1.5 ~ 2.5	40 ~ 50

c. 相等厚壁管子, 管件间组对对焊时, 其内壁应平齐。内壁间的错边量应符合以下尺寸要求:

I、II级焊缝, 应 $\leq 10\%$ 壁厚, 并 $\leq 1\text{mm}$ ; III、IV级焊缝, 应 $\leq 20\%$ 壁厚, 并 $\leq 2\text{mm}$ 。

d. 不等厚壁的管子, 管件间组对对焊时, 其错边量应符合以下要求:

内壁错边量超过前一项(C)规定要求时, 应按图 7-3a 的加工型式, 对厚壁件作削薄处理;

外壁错边量的要求, 薄壁件厚度 $\leq 10\text{mm}$ 、两件厚度差 $> 3\text{mm}$ , 或薄壁件厚度 $> 10\text{mm}$ 、两件厚度差 $>$ 薄壁件厚度的 30% 或 $> 5\text{mm}$  时, 应按图 7-3b 的加工型式, 对厚壁作削薄处理。

图 7-3 中削边长度  $L = 4(S_2 - S_1)$ 。

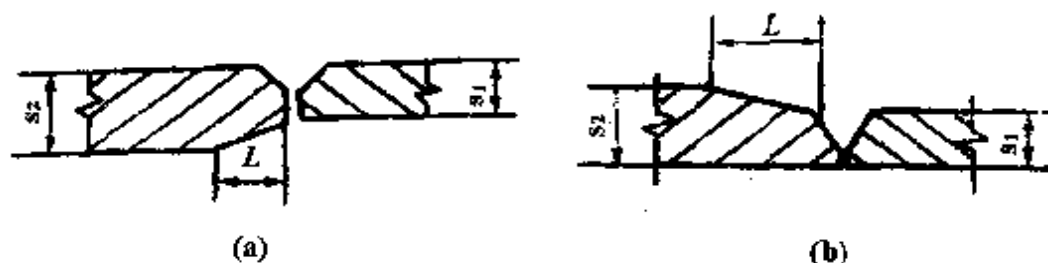


图 7-3 不等壁厚管子、管件组对的加工型式

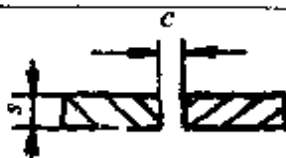


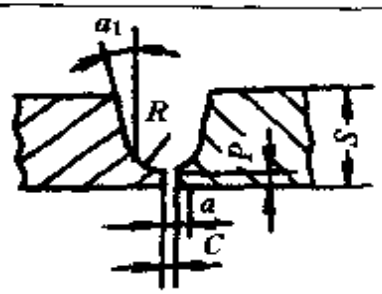
②碳素钢高压管管道焊接连接:

a. 焊接碳素钢高压管道,应严格按设计规定或规范操作。

b. 焊接用的焊条或焊丝,应有产品说明书和出厂合格证,其烘烤、焊接方法与技术要求等规定应与施工操作一致。焊接时,尽量用转动平焊。

c. 当管道对接焊的坡口型式、组对间隙与尺寸,设计无明确规定时,可按表 7-2 选定。

表 7-2 高压管手工焊坡口型式及组对间隙

序号	坡口名称	坡 口 型 式	手工焊坡口尺寸(mm)			
1	I形坡口		单面焊	S C	$\geq 1.5 \sim 2$ $0^{+1.0}$	$> 2 \sim 3$ $0^{+1.0}$
2	V形坡口		S $\alpha$ C P	$\geq 3 \sim 9$ $70^\circ \pm 5^\circ$ $1 \pm 1$ $1 \pm 1$	$> 9 \sim 23$ $60^\circ \pm 5^\circ$ $2^{+1}_{-2}$ $2^{+1}_{-2}$	
3	双 V 形坡口		$S \geq 30 \sim 60$ $C = 2^{+1}_{-2}$ $P = 2 \pm 1$ $\alpha_1 = 10^\circ \pm 2^\circ$ $\beta = 70^\circ \pm 5^\circ$ $h = 10 \pm 2$			
4	U形坡口		$S \geq 20 \sim 60$ $C = 2^{+1}_{-2}$ $P = 2 \pm 1$ $R = 5 \sim 6$ $\alpha_1 = 10^\circ \pm 2^\circ$ $a = 1.0$			

d. 壁厚不相等的管子、管件对焊的坡口型式与尺寸按图 7-4 的要求加工,组对间隙参看表 7-2 选定。

e. 壁厚相等的管子、管件间的组对对焊内壁应平齐。如设计无明确规定时,内壁间的错边量是:壁厚  $\leq 15\text{mm}$  时,错边量为  $\leq$

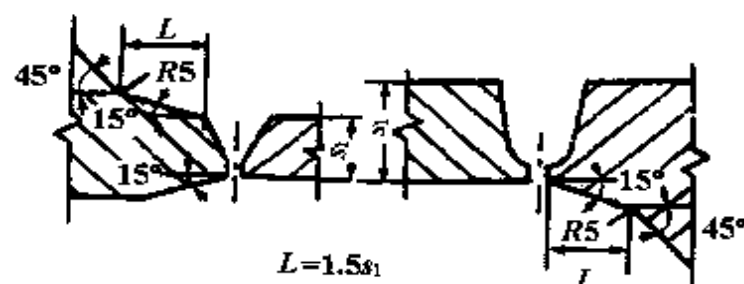


图 7-4 不等壁厚高压管件对焊坡口型式

0.5mm;壁厚 $>15\text{mm}$ 时,错边量为 $\leq 1\text{mm}$ 。接头组对后,两管口轴线的偏斜误差应 $\leq 1\%$ 。

③工作压力在 $32\text{MPa}$ 以下,温度为 $50\sim 570^{\circ}\text{C}$ 时,合金钢管的焊接连接:

a. 钢材焊接的性能主要由它的化学成分决定。钢中含合金元素量少,则焊接性能较好,通常情况焊接不必用特殊工艺措施。若钢中合金元素超过一定含量,钢材的淬硬倾向会增大,焊接性能也趋坏。

b. 为消除或降低焊接接头的残余应力,以防产生裂纹,改善焊接结构性能,焊前要预热,焊后应作热处理。常用管子和管件焊前预热和焊后热处理的加热规范,按表 7-3 的要求处理。

表 7-3 常用管子、管件焊前预热和焊后热处理加热规范

钢 号	焊前预热		焊后热处理	
	壁厚(mm)	温度( $^{\circ}\text{C}$ )	壁厚(mm)	温度( $^{\circ}\text{C}$ )
10, 20, ZG25	$\geq 26$	100 ~ 200	$> 36$	600 ~ 650
16Mn	$\geq 15$	150 ~ 200	$> 20$	600 ~ 650
15MnV				520 ~ 570
12CrMo				650 ~ 700
15CrMo	$\geq 10$	150 ~ 200	$> 10$	670 ~ 700
ZG20CrMo	$\geq 6$	200 ~ 300		
12Cr1MoV	$\geq 6$	200 ~ 300	$> 6$	720 ~ 750
ZG20CrMoV		250 ~ 300		
ZG15Cr1MoV				

续表 7-3

钢 号	焊前预热		焊后热处理	
	壁厚(mm)	温度(℃)	壁厚(mm)	温度(℃)
12Cr2MoWVB 12Cr3MoWVSrTiB Cr5Mo	≥6	250~300	任意	750~780
铝及铝合金	任意	150~200	—	—
铜及铜合金	任意	350~550	—	—

注:①当焊接环境温度 $<0^{\circ}\text{C}$ 时,表中未规定需作预热要求的金属(除有色金属外)均应作适当的预热,使被焊母材有手温感;表中规定需作预热要求的金属(除有色金属外)则应将预热温度适当提高。

②有应力因素的碳素钢、合金钢焊接,不论其壁厚条件如何,均应进行焊后热处理。

③不同种金属焊接时,预热温度应按焊接性差一侧钢种确定。

④焊前预热和焊后热处理加热范围以焊口中心为基准,每侧不应小于焊缝宽度的3倍,对于有淬硬倾向或易产生延迟性裂纹的管道,每侧 $\geq 100\text{mm}$ 。

c. 管道连接前,要弄清合金钢管的材质,按国际《工业金属管道工程施工及验收规范》的要求验收。合金钢管与管件使用前要用光谱等方法复查,应做记号,然后针对各种材质编制相应的施工工艺。

d. 焊接时要注意选用焊条,材质为16Mn的低合金钢管,一般用J426、J427焊条,焊接重要管道用J506、J507焊条。

不同材质钢管焊接时,可按表7-4的规定选用焊条。

表 7-4 不同材质钢管焊接焊条的选用

钢 号	10,20,20g	12CrMo	15CrMo	Cr5Mo
12CrMo	热 207			
15CrMo	热 307	热 307		
Cr5Mo	热 507	热 507	热 507	
1Cr18Ni9Ti	A107, A137	A107, A137	A107, A137	A107, A137

e. 合金钢管道焊接连接时,除上述要求外,其余要求同碳素钢管道焊接连接。

#### ④不锈钢管道焊接连接:

a. 不锈钢管道焊接可用手动或自动氩弧焊、埋弧自动焊或手工电弧焊。ICr18Ni9Ti 不锈钢管可用火焰钎焊,对  $\delta \leq 1.5\text{mm}$  的薄壁管则用气焊。为防止焊接接头产生晶间腐蚀和热裂纹,焊接中应选用低量的焊接参数,用小电流、快速焊、低电压和短弧多焊道。同时要注意焊接顺序,与腐蚀介质接触的焊缝要最后焊接,不使其受重复热循环作用。

b. 焊接不锈钢管道应由已取得不锈钢合格证并具有经验的焊工承担。

c. 不锈钢管子与管件间焊接组对卡具,要用硬度低于管材的不锈钢材制作,用螺栓连接,切忌把碳素钢卡具焊接在不锈钢管材上。

d. 不锈钢管道的焊缝应符合下列要求:直管段两环焊缝间的距离应  $\geq 100\text{mm}$ ;焊缝距弯管的起点,不包括压制和热弯管,应  $\geq 100\text{mm}$ ;环焊缝与支架、吊架净距应  $\geq 50\text{mm}$ ,需热处理的焊缝距支架、吊架应  $\geq 100\text{mm}$  或  $\geq 5$  倍焊缝宽度;管道开孔在焊缝上,焊缝需经无损探伤检查合格。

e. 不锈钢管道与碳钢、低合金钢及耐热钢之间的不同钢种焊接,应用 A302、A307 焊条。焊接不锈钢复合钢材,要用过渡层焊条。

f. 不锈钢管道焊接连接的方法以及基本要求,与碳素钢管焊接连接大体相同。

#### ⑤管道的法兰连接:

a. 法兰连接的特点。所谓管道的法兰连接,即由管子和管件的端部的法兰盘,或管道附属设备端部的法兰盘,将管子和管件连接在一起的一种管道连接方法。

法兰连接的特点,有较好的严密性和强度,可以连接管路和密封管道,装拆方便,适用范围较广,在工业管道工程中应用较多。

法兰连接是由一对法兰盘和一个垫片,以及若干螺栓和螺母组



成,种类较多,但有统一标准。使用时可按管子的公称直径和公称压力选择。

法兰盘可以依照国家标准制造,但螺孔位置的偏差不能超过表 7-5 的规定。

表 7-5 法兰盘螺孔允许偏差 (mm)

螺孔直径	18	23	27	34	41
螺孔允许偏差	$\pm 1$	$\pm 1$	$\pm 1$	$\pm 1.5$	$\pm 2$

b. 法兰盘的类型与用途,如表 7-6 所示。

表 7-6 法兰盘的类型及用途

序号	法兰类型	适用条件		说 明
		温度 ( $^{\circ}\text{C}$ )	压力 (MPa)	
1	平焊法兰 (用于低压 流体用钢 管)	$\leq 300$	$\leq 1$	水、空气、惰性气体等管路连接用
2	平焊法兰	$\leq 300$	$\leq 2.5$	水、蒸气、空气等一般工艺物料大量采用。采用橡胶石棉板垫片或石棉缠绕垫
3	凹凸面平 焊法兰	$\leq 300$	$\leq 2.5$	适于有刺激性、易燃、易爆、有毒、要求密封较严的气体、液体管路连接,如氨等介质。采用橡胶石棉垫片,PN $\leq 4\text{MPa}$ 时亦可采用石棉缠绕式垫片
4	榫槽面平 焊法兰	$\leq 300$	$\leq 2.5$	适于有刺激性、有剧毒、要求密封严格的管道连接,如氢氟酸等剧毒介质。一般情况不推荐使用
5	对焊法兰	350 ~ 450	$\leq 2.5$	水、蒸气、空气等一般物料大量采用。最高温度可达 $600^{\circ}\text{C}$

续表 7-6

序号	法兰类型	适用条件		说 明
		温度 (℃)	压力 (MPa)	
6	凹凸面对焊法兰	$\leq 450$	1.6 ~ 6.4	适于温度和压力不高,但为了密封可靠的易燃、易爆、有毒介质的管路连接。压力不高,温度 $\leq 300^{\circ}\text{C}$ ,要求密封较严的场合下也适用
7	高压用螺纹法兰	$\leq 400$	16.22 ~ 32	适于压力 10MPa 以上、32MPa 以下的工艺管路连接用。超高压管路不包括在内
8	铝管折边松套法兰	$\leq 150$	$\leq 0.6$	适于有腐蚀性介质的管路连接,以及要求纯净的工艺物料
9	耐酸钢平焊法兰	$\leq 450$	$\leq 1.6$	适于腐蚀性强的情况。 $DN > 100\text{mm}$ 时,用焊环活套钢法兰或管口翻边活套法兰
10	管口翻边活动法兰	$\leq 300$	$\leq 0.6$	适于有严重腐蚀性介质的管路连接,以节约不锈钢
11	焊环活动法兰	$\leq 300$	$\leq 1.6$	适于有腐蚀性介质的管路连接。如阴湿的 $\text{CO}_2$ 等,以节省不锈钢
12	棒槽面焊环活动法兰	$\leq 300$	$\leq 1.6$	适于有刺激性、有剧毒、有腐蚀的介质,要求密封严格的管路连接用。一般情况不推荐使用

c. 法兰连接的要求。安装法兰前,应检查法兰的外形尺寸,要符合设计要求,如外径、内径、坡口、凸缘高度和螺栓孔中心距等。

管道上采用法兰连接的有设备、阀件、仪表以及设计规定的部位,此外不得在管道中任意增设或削减法兰连接处。

法兰密封面不得有径向伤痕和毛刺,应光洁平整。

螺纹法兰的螺纹应完整且无损伤,凹凸面法兰应自然配合,凸面高度不能低于凹槽的深度。

法兰用的螺栓、螺母和垫圈等紧固件应符合设计要求。如设计无明确要求,要按法兰的公称压力和工作温度,从《管件和紧固件技术标准》中的规定选用螺栓及螺母。

选用的金属垫片,外形尺寸、精度、硬度及表面粗糙度应符合设计要求,且表面应平整、光洁。

选用的软垫片材质应与设计规定一致,要求质地柔韧,无老化变质和分层现象,表面无皱纹和折损。

d. 法兰与管道的焊接。中、低压的煤气、空气、蒸气和水等碳素钢管道常用的法兰是平焊钢法兰。当管道压力为  $0.25 \sim 1\text{MPa}$  时,用普通焊接;压力为  $1.6 \sim 2.5\text{MPa}$  时,用加强焊接。焊接时,于法兰端部靠近管孔周边开坡口施焊。

高压管道的法兰连接一般用螺纹法兰与对焊法兰连接,严格按照设计规定安装,不能随意变更。

铝与铝合金管道的法兰连接有:铝管对焊榫槽面松套法兰连接,适用于公称压力  $PN > 0.6\text{MPa}$ ;铝管卷边松套法兰连接,适用于公称压力  $PN \leq 0.6\text{MPa}$ 。选用卷边法兰时,应将卷边部分加工平整光洁,不能影响密封,卷边部分厚度不得小于管壁厚度的  $0.8$  倍。松套法兰用 Q235、Q275 钢制造,密封结合处用铝及铝合金制造,紧固件用 Q235 钢制造。

铜与铜合金的法兰连接,有翻边活套法兰、平焊法兰和对焊法兰等类型。管道压力  $< 2.5\text{MPa}$ ,选用光滑面铸铜法兰连接;管道压力  $> 6.4\text{MPa}$ ,选用凹凸面铸铜法兰连接。如管道用活套法兰连接则有两种类型,即管子翻边和管端焊接焊环。焊环材质与管道材质相同,具体尺寸规格按有关标准规定确定。

e. 平焊法兰与管子的连接。平焊法兰结构尺寸如图 7-5 所示,其连接步骤要求如下:

把法兰套入管端,管子的外径与法兰内孔的间隙  $\leq 2\text{mm}$ ,使管口端部进入法兰部分,与法兰盘内端面的距离为管壁厚度的  $1.3 \sim 1.5$  倍,还应使管子与法兰盘端面垂直。套入后,用法兰靠尺或直角尺在

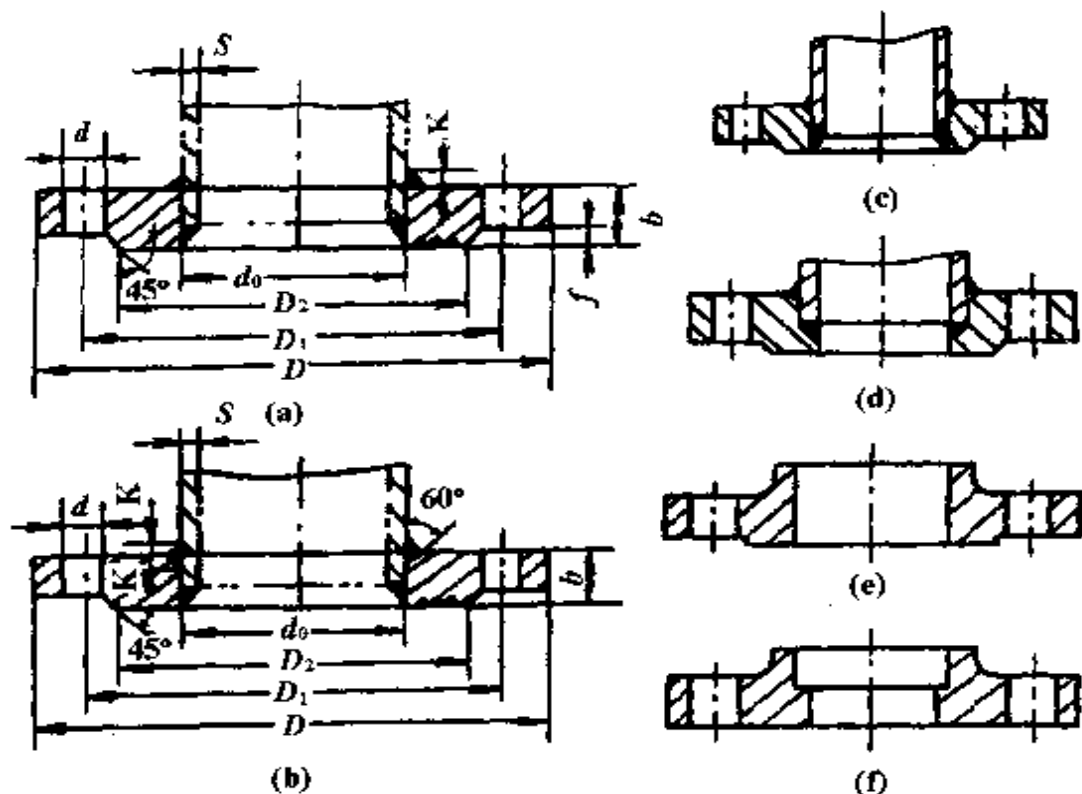


图 7-5 平焊法兰结构示意图

(a) pg0.25、pg0.6、pg1.0 法兰 (b) pg1.6、pg2.5 法兰 (c) 平焊管法兰

(d) 平焊设备法兰 (e) 带颈平焊法兰 (f) 带颈承插平焊法兰

互为  $90^\circ$  的两个方向作垂直度检查,如图 7-6 所示。

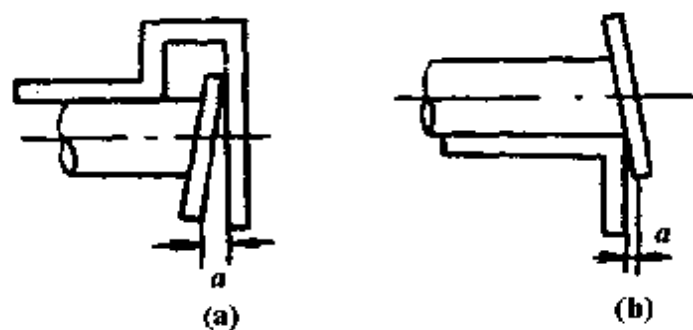


图 7-6 检查法兰垂直度

(a) 用法兰靠尺检查 (b) 用直角尺检查

于法兰内圆周上均匀设四处点焊。先于一侧点焊,再在点焊对面用法兰靠尺或角尺找正,使密封面与管子中心线垂直,然后在靠尺找正处作点焊。再将管子转动  $90^\circ$ ,用靠尺找正在靠尺两端点焊。之

后,还要用靠尺或角尺检查法兰与管子中心线的垂直度。管子中心线与法兰端面、法兰外径的垂直度允许偏差是:当  $DN \leq 300\text{mm}$  时为  $1\text{mm}$ ,  $DN > 300\text{mm}$  时为  $2\text{mm}$ 。

点焊位置合格后,将法兰与管子焊接,其焊接操作与管道焊接操作相同。

焊接完后,如焊缝有高出法兰盘内端面的部分应锉平,并将杂物清除干净。为保证法兰连接的严密性,切忌在法兰盘密封面留下任何残渣等杂物。

f. 对焊法兰与管子连接。对焊法兰与管子连接,用对焊法。其步骤是,法兰密封面与管子中心线的垂直度检查与找正方法,以及确定螺孔的位置,均同平焊法兰与管子的连接。焊接方法与要求,同该管道的焊接连接方法。

对焊法兰的结构、尺寸,如图 7-7 所示。

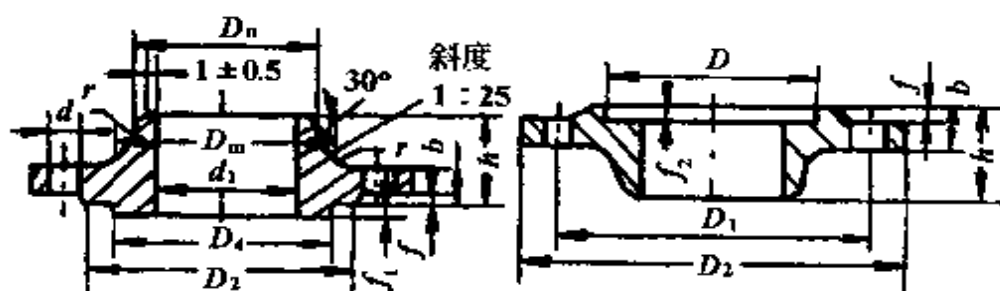


图 7-7 对焊法兰结构示意图

g. 活套法兰与管子连接。活套法兰与管子的连接结构有两种,一是管子翻边或卷边,另一是在管端焊接焊环。这种焊接方法多用于有色金属管道的连接,如铜管、铝管和铅管等。

图 7-8 为活套钢法兰结构型式示意图。

活套法兰与管子连接的步骤与要求如下:

卷边或翻边活套法兰与管子连接,将法兰或钢环套在管端卷边的管子上,法兰可在管端上活动。卷边则是管道连接处的密封面,法兰将其压紧,各种用途管道上的法兰都可用碳素钢制造。

活套法兰与管道连接,先将法兰套在管子上,然后将焊环对准管

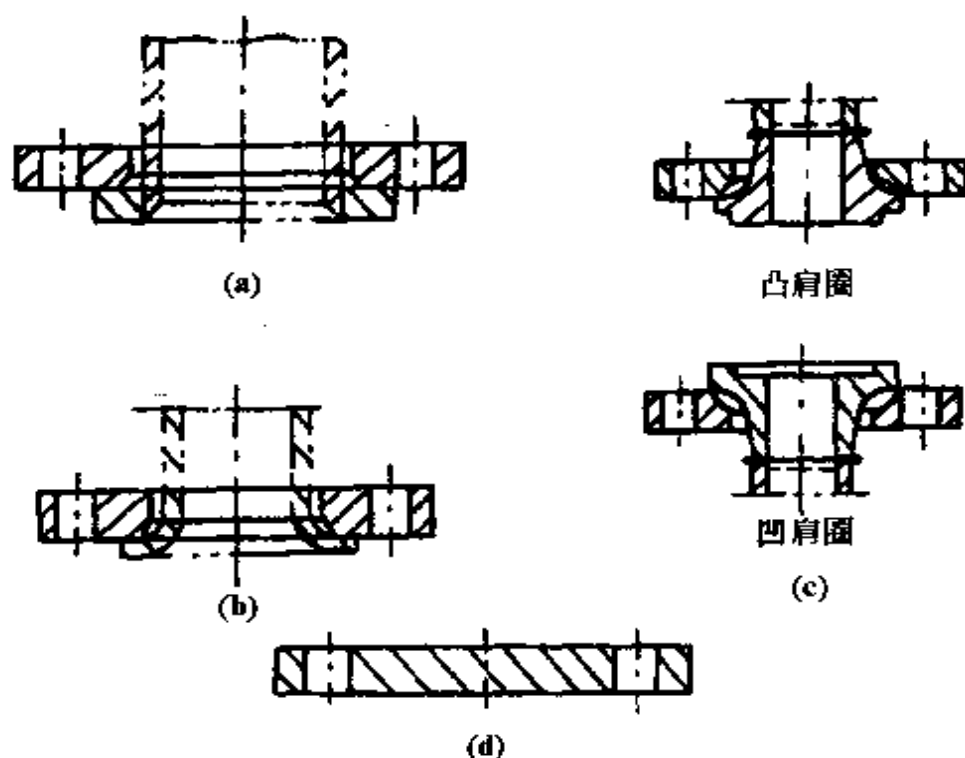


图 7-8 活套钢法兰结构型式

(a)平焊活套钢法兰 (b)卷边活套钢法兰  
(c)对焊活套钢法兰 (d)法兰盖

端焊接。若用翻边,同样先套上法兰再翻边。

铜与铜合金或铝与铝合金管道用活套法兰连接时,要用管端焊接焊环结构,焊环的材质要与管材相同。如用管子翻边的结构时,翻边前应按翻边宽度先划好线,再用气焊加热到  $450^{\circ}\text{C}$  左右,即再结晶温度以上,然后自然冷却或用水急冷。等管端冷却后,套上内、外模且固定,再用手锤或压力机翻边,然后敲平锉光,不得有影响密封的缺陷,如缩颈、皱褶、凹坑与裂纹等。翻边部分的厚度不得小于管壁厚度的 0.8 倍。

对焊活套法兰适用于高压、高温和有腐蚀性介质,以及法兰连接时螺栓孔易于对中的管道连接。

h. 法兰垫片。在法兰连接中,垫片起密封作用。为使垫片达到较好的密封效果,要选择合适的垫片材料和形状,还要设计合理的密封面型式。作垫片的材料应有一定的耐介质范围,在一定的工作温

度下不易软化或变质硬化,还应有一定的机械强度以及适当的柔软性、变形与回弹能力。常用的垫片材料有金属和非金属两大类。

金属垫片材料。常用的金属垫片材料有纯铜板、软铅板、铅板、软钢板、铬钢(含 Cr4% ~ 5%)、蒙乃尔合金(含 Ni62%、Cu30%)和 18—8 不锈钢板等。金属垫片材料要求软而韧及一定的强度,主要用于中、高温和高压(公称压力  $\geq 6.4\text{MPa}$ )介质的管道法兰连接。

金属垫片的材质要与管材一致,根据法兰的公称直径确定垫片的厚度。其加工尺寸、精度、表面粗糙度与硬度应符合要求,表面应无毛刺、划痕、裂纹与锈蚀等缺陷。

金属垫片通常加工成八角形、锯齿形、椭圆形和透镜垫片等多种。金属椭圆形或八角形法兰垫片,与法兰密封面的接触面积较小,可在较小拉紧力下获得较高的密封性能,适用于  $PN \geq 6.4\text{MPa}$  的梯形槽式法兰。金属锯齿形法兰垫片,每个齿都起密封作用,是一种多道密封垫片,密封性能好,适用于  $PN \geq 6.4\text{MPa}$  的凹凸法兰和光滑面法兰。

非金属垫片材料。又称软垫片材料,柔软和耐腐蚀,但耐压力和耐温度性能比金属垫片差,通常用在低、中压和低、中温管道及设备的法兰密封。此外,纸、皮革、麻等也可用作垫片材料,但只能用在低压管道和设备的法兰密封。

常用非金属垫片材料及适用范围,如表 7-7 所示。

非金属垫片制作方便,一般可从垫片材料直接剪成带柄的垫片。拼接大直径的垫片,要剪成能够斜口搭接,但不允许平口对接。垫片用量大时,应用划垫器制作,划割出的垫片周边应整齐,尺寸应与法兰密封面相符,允许偏差不能超过表 7-8 的规定。

表 7-7 非金属法兰垫片材料及适用范围

垫片材料	适用介质	最高工作压力 (MPa)	最高工作温度 (℃)
橡胶板	水、压缩空气、惰性气体	0.6	60

续表 7-7

垫片材料	适用介质	最高工作压力 (MPa)	最高工作温度 (℃)
夹布橡胶板	水、压缩空气、惰性气体	1.0	60
低压橡胶石棉板	水、压缩空气、惰性气体、蒸气、煤气	1.6	200
中压橡胶石棉板	水、压缩空气、惰性气体、蒸气、煤气,具有氧化性气体(二氧化硫、氧、氯等,酸、碱稀溶液、氨等)	4.0	350
高压橡胶石棉板	蒸气、压缩空气、煤气、惰性气体	10.0	450
耐酸石棉板	有机溶剂、碳氢化合物、浓无机酸(硝酸、硫酸、盐酸),强氧化性盐溶液	0.6	300
软聚氯乙烯板	水、压缩空气、酸、碱稀溶液,具有氧化性的气体	0.6	50
耐油橡胶石棉板	油品、溶剂	4.0	350
耐油橡胶板	油品、溶剂	1.0	60

金属与非金属材料组成的垫片。这种垫片主要有波形金属包石棉垫片和金属石棉缠绕式垫片。金属包垫片用镀锌薄钢板或不锈钢薄板,将石棉橡胶垫全部包封。这种组合能较好地提高非金属垫片的耐热性能和强度。它适用于公称压力为 1.6 ~ 4.0MPa, 温度  $\leq 480^{\circ}\text{C}$  的工业管道法兰。金属缠垫片用钢带和石棉带分层缠绕,钢带钢号为 08、10、15 或 0Cr18Ni9Ti、0CrB 的钢,还要将两端的金属用点焊焊牢。这种垫片弹性和耐热性能较好,还具有多道密封作用,可制



表 7-8 非金属垫片的允许偏差

(mm)

公称直径	法兰密封面形式					
	平面式		凹凸式		榫槽式	
	允许偏差					
	内径	外径	内径	外径	内径	外径
< 125	+2.5 0	0 -2	+2 0	0 -1.5	+1 0	0 -1
≥ 125	+3.5 0	0 -3.5	0 +3	0 +3	+1.5 0	0 -1.5

成较大直径的又无横向接缝,适用于高温中压( $PN1.6 \sim 4\text{MPa}$ )和温度与压力有较大波动的管道法兰。

选用垫片。垫片材料应根据管道输送的介质性质、工作压力和温度,以及需要密封的程度而选择。

中、低压水管道法兰,可用中压石棉橡胶板,但蒸汽管道法兰绝不能用橡胶垫。

中、低压法兰一般多用非金属垫片。

中温和中压法兰可用非金属或组合式垫片。

高温和高压法兰多用金属垫片,其材质应与管材一致。

橡胶石棉垫片用于水管及压缩空气管道法兰时,应涂鱼油与石墨粉的拌和物;用在蒸汽管道法兰时,应涂机油与石墨粉的拌和物;耐酸石棉板使用前应浸渍。

## 第二节 工业管道种类及安装

### 一、安装高压管道

工作压力  $> 10\text{MPa}$  的管道称为谓高压管道。高压管道按工作温度分为Ⅰ级( $-40 \sim 200^\circ\text{C}$ ),Ⅱ级( $201 \sim 400^\circ\text{C}$ ),Ⅲ级( $\geq 401^\circ\text{C}$ );按公称压力分为 10、13、16、20、25、32、40、50、64、80 和  $100\text{MPa}$  等 11 个等级,其中 16、20 和  $32\text{MPa}$  为常用级。

### (一)高压管道工作的特点

(1)输送介质压力高,管道要有高强耐压能力;输送介质温度高,管道又要有耐热性能。

(2)高压介质中常有强腐蚀性的介质,而且对管道的侵蚀随压力和温度的升高而加强,故要求管道有较强的耐腐蚀能力。

(3)管道里介质的渗透力随压力的升高而增强,故要求高压管道连接处应有良好的密封性。

(4)高压介质的压力波动大,容易引起管道振动,故高压管道应有防振措施。

### (二)高压管件具备的条件

(1)管材应是专用的高压无缝钢管或不锈钢耐酸钢管。

(2)管件结构型式应是能承受高压和热变形反复作用的加强结构,而且是专用的锻制、焊制和弯制的加强管件。

(3)管道连接的密封结构应用能耐高压的加强焊缝焊接,或者高压法兰透镜垫式、凸凹式和榫槽式等密封方式。

(4)高压管材和管件,以及高压螺纹法兰、螺栓和螺柱的材质,应以不同压力和温度的等级选用不同的材质。一般都选用铬钼钢和镍铬钢。但合成氨介质,当  $PN = 32\text{MPa}$ 、温度为  $-40 \sim 200^\circ\text{C}$  时,应选用 20 号优质碳素结构钢。

(5)所用的吊架和支架,应用能防止管道振动和热位移而擦伤管材的柔性结构。

### (三)高压管材的检查验收

安装用的管材应按标准检查验收,可分批进行,每批管子应同规格、同炉和同热处理条件。检查验收步骤要求如下。

#### 1. 检查管材的出厂合格证明书与标记

出厂的合格证明书上,应注明钢号、炉号和标准编号的印记。外径  $\leq 35\text{mm}$  的成捆供货的高压钢管,应有标牌、技术监督部门印记、管材规格、钢号、根数、重量、炉号、批号和标准编号。

#### 2. 逐根检查全部管子的规格和硬度

按全部钢管编号,以技术标准规定,逐根检查外径、壁厚、长度和硬度。还要从每批钢管中取出硬度最高和最低的各一根,每根制作五个试样,其中压扁试样一个,拉伸试样两个,冲击试样两个,按标准对其做机械性能检查,然后从试样中取样做成分分析。如发现与供货技术条件不符的或不合格的项目,应成倍增加试样的数量复查。复查只查原来不合格的项目,若再不合格则不能使用。

### 3. 按以下方法逐根作无损探伤

(1)高压钢管的外表面,公称直径  $> 6\text{mm}$  的磁性高压钢管,用磁力或喷砂擦伤;非磁性高压钢管通常用荧光法或着色探伤。

(2)公称直径  $> 6\text{mm}$  的管子,还应以《高压无缝钢管超声探伤标准》的要求,做内部与内表面探伤。探伤发现的缺陷,应做修磨使其消失。除去缺陷处的实际壁厚,管子的壁厚不得小于公称壁厚的90%和设计计算壁厚,探伤不合格部分应切除。

(3)若钢管工作温度  $< -40^{\circ}\text{C}$  时,钢管应有低温冲击韧性试验结果,其值不得低于规定值的下限,合格后才能应用在高压管道工程中。

### (四)管材预制加工

(1)建筑长度,即由施工图计算或由现场实测管道安装的长度。它包括管道系统中管子之间的焊口,法兰设置尺寸,弯管的弯曲半径,相邻管子间的间距尺寸及安装、检修条件等,由此确定管道的加工尺寸。

(2)管道通常是就地加工安装。按尺寸对管子加工时,一般高压钢管或合金钢管要用机械方法切割;若用气焊切割,则须将切割表面的热影响区段割除,并标上原有标记。

(3)高压钢管折弯通常用冷弯和热弯。

(4)折弯的要求:

①用于折弯的高压钢管,应是检验合格及壁厚为正公差的钢管。

②折弯前要计算好不同管径管子的弯曲长度,即折弯长度,并作出样板。

③管子弯曲的长度即弯管的展开长度。掰弯前在直管上画出弯管的展开长度,弯管展开长度  $L$  应按弯曲半径  $R$  与弯曲角  $\alpha$  而定。计算公式如下(其图解如图 7-9 所示):

$$L = \frac{2\pi R}{n} (\text{mm})$$

其中: $L$ ——弯管的展开长度(又称下料长度)(mm);

$R$ ——弯管的弯曲半径(mm);

$n$ ——分角数( $n = \frac{360^\circ}{\alpha}$ );

$\alpha$ ——弯管的角度( $^\circ$ )。

④钢管掰弯,其弯曲半径规定如下:

a. 热弯,不小于管子外径的 3.5 倍。

b. 冷弯,不小于管子外径的 4 倍。冷弯时,最小直边长度应不小于公称直径的 1.3 倍,且不应小于 60mm。

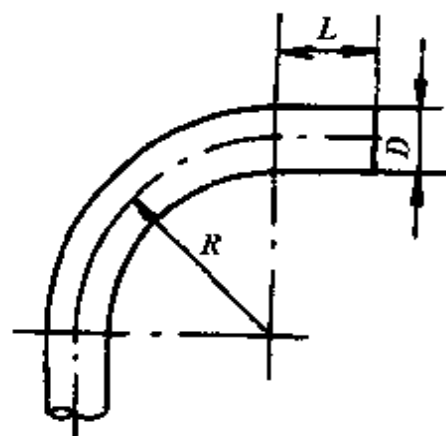


图 7-9 高压弯管

⑤高压钢管掰弯后,应做无损探伤,应无过烧、无裂纹和无分层等缺陷。钢管壁厚减薄率应  $\leq 10\%$ , 椭圆率应  $\leq 5\%$ , 弯曲角偏差  $\pm 1.5\text{mm/m}$ , 误差  $\pm 5\text{mm}$ , 最小壁厚不得小于钢管公称壁厚的 90%, 而且不小于设计计算壁厚。

⑥掰弯如用手动或电动弯管器时,管子要放平,用力要平直均匀,不能向上用力。弯曲处不能有凹坑、裂缝和褶皱。掰弯时应比预定弯曲角度略小  $2^\circ \sim 3^\circ$ , 以防止弯曲处在弯曲后回弹。高压钢管的管壁较厚时,掰弯通常不装砂。

⑦如在螺纹加工后对钢管掰弯,应将螺纹保护好。操作时在螺纹处旋上铸铁螺纹保护套,再用石棉布包紧。但保护套不能用钢制,以防加热后套和管子的内、外螺纹咬合。

(5) 钢管冷弯要求:

① 弯管的最小弯曲半径  $R$  的规定是: 中、低压钢管  $R \geq 4DW$ , 高压钢管  $R \geq 5DW$ 。

② 合金结构钢管和碳素结构钢管冷弯后, 应按规定做热处理。一般钢管冷弯后的热处理规范, 可查阅《工业管道工程施工及验收规范·金属管道篇》。

③ 不锈钢管适合冷弯, 弯管时可用芯棒弯管机或顶弯法等。芯棒用塑料制品, 将塑料圈套到金属棒上施行弯管, 可保持管子内壁不产生刮伤、划痕及其他损伤。

(6) 钢管热弯要求:

① 一般管子热弯温度和热处理规范, 通常按《工业管道工程施工及验收规范》的标准执行。高压管道热弯时的加热温度、终弯温度和热处理温度, 如表 7-9 所示。

表 7-9 常用高压钢管热弯规范 (°C)

管子材料	热弯加热温度	允许最高加热温度	终弯温度	热处理规范
20	850 ~ 900	< 1000	> 700	650 ~ 700°C 回火
15MnV	950 ~ 1000	< 1050	> 800	
12CrMo, 15CrMo	850 ~ 900	< 1050	> 750	890 ~ 930°C 正火
Cr5Mo	850 ~ 900	< 1050	> 750	850 ~ 875°C 退火 (热弯时禁止浇水回火)
奥氏体不锈钢	900 ~ 1000	< 1100	> 850	1100 ~ 1150°C 水淬
17CrMoV10(N8N)	920 ~ 980	< 1000	> 870	940 ~ 990°C 加热 1.5h 空淬, 640 ~ 690°C 加热 5h 回火

② 高压钢管热弯时, 为防止渗碳, 不能用焦炭或煤作燃料, 应以天然气或木炭作燃料。管子加热时应经常转动, 升温应缓慢均匀, 既不能过烧, 又要保证管子受热均匀和热透。可用热电偶在管内测定加热温度。

③合金钢管热弯和热处理后,应做硬度检查。如硬度值超过规定时,要重新做热处理,还要测定硬度。

④不锈钢管热弯时,热弯温度以  $1100 \sim 1200^{\circ}\text{C}$  为适当。热弯时,可在中频感应电热弯管机上操作。为使加热时管子受热均匀和防止烧坏管子(即氧化),要用保护装置。在弯管中还应用光源高温计检测温度,终弯温度应  $\geq 900^{\circ}\text{C}$ 。但在  $500 \sim 850^{\circ}\text{C}$  内长期加热,可能产生晶间腐蚀倾向。

⑤不锈钢高压钢管热弯后,应做无损探伤,若有缺陷应修磨掉,但管子壁厚减薄率不能超过 10%。并取同批弯管工件做晶间腐蚀倾向试验,若有不合格,应对这批弯管做热处理,但不得超过三次。如仍有不合格,弯管要报废。

⑥高压奥氏体不锈钢管热弯时,加热温度应  $\leq 1100^{\circ}\text{C}$ ,热弯温度以  $900 \sim 1000^{\circ}\text{C}$  为最合适,终弯温度应  $\geq 850^{\circ}\text{C}$ 。弯后做整体淬火处理,  $1015 \sim 1100^{\circ}\text{C}$  水淬。

⑦碳钢(20 钢)管子热弯时,温度以  $800 \sim 900^{\circ}\text{C}$  为宜,加热温度不能超过  $1050^{\circ}\text{C}$ ,终弯温度  $\geq 800^{\circ}\text{C}$ 。热弯中不浇水,热弯后不需热处理。

⑧热弯管子宜一次成形,若不符合设计规定要求时,允许重新加热回弯一次,回弯角度应  $\geq 10^{\circ}$ 。如在同一管子热多个弯时,应考虑以下因素:弯曲现场条件,操作方法与找正方法,以及不能让先弯的管子受力等,目的是为了防止产生角度变化等缺陷。

#### (五)安装高压管道的注意事项

安装高压管道的程序与方法与一般管道大体相同,其注意事项如下。

(1)安装支架、吊架。高压管支架、吊架的材质、尺寸、结构型式及标高,按图纸设计制造或设计规定确定。

(2)安装的间距,若设计无明确规定时,水平安装的管道支架、吊架参照表 7-10 的规定;垂直安装的管道每层最少设一个立管支架,层高  $> 7.5\text{m}$  时,应适当增加数量。合金钢支架、吊架要有材质标记。

表 7-10 工业管道钢管支、吊架的允许最大间距

管子公称直径(mm)	允许最大间距(m)	
	无绝热层管道	有绝热层管道
15	2.5	1.5
20	3	1.6
25	3.2	1.7
32	3.5	1.9
40	4	2.1
50	4.5	2.5
65	5	3
80	6	3.5
100	7	4
125	8	4.5
150	9	5.5
200	9.5	7
250	11	8.5
300	12	9.5
350	13	10
400	14	11
450	14.5	12
500	15	13
600	16	14

(3) 支架、吊架安装的方法很多,如螺栓固定法、锚固法、焊接法、包柱法和埋设法等。不论用何种方法,其偏差以不影响管道安装尺寸和标高要求为宜。

(4) 支架横梁应牢固固定在墙、柱子或其他结构上,当管道受内压力的反力和热补偿器引起的反力作用时也能固定管道。横梁的顶面应与管道中心线平行,长度方向应保持水平。

(5) 吊架的吊杆应与管道中心线垂直。有热位移的管道,吊杆要在位移相反的方向,以位移允许值的  $1/2$  倾斜安装。吊杆中间要有活接环,长度应能调节。如两根管子的热位移方向相反或位移值不等,不能使用同一吊杆,但设计有要求则除外。

(6) 补偿器的两侧至少安装一个导向支架,波形补偿器两侧  $2\text{m}$  以内应设导向支架,用以热胀、冷缩时保证管道不偏离支架中心线。

(7) 安装管道。安装前,先将高压设备、阀门操作台等找正并固定。

① 检查阀门。安装阀门前,要仔细核对规格、型号是否符合设计要求,阀杆、阀盘是否灵活,阀盘关闭是否严密,有无卡死和歪斜等现象。

② 对阀门做强度和严密性试验。中、高压阀门应用洁净水逐个试验。公称压力  $\leq 32\text{MPa}$  时,试验压力按规定执行。试验时间  $\geq 5$  分钟,壳体与填料无渗漏为合格。对合金钢阀门应将壳体逐个做光谱分析,复查材质,每批应抽取  $10\%$  (不少于一个)解体检查阀门内部零件,包括高压阀门。

③ 检查管子和管件。安装前,应将管子和管件内部清洗擦净,有些管段或预装成整体的组合件要做水压试验,对同径、同压的管段可连通试压,然后再清洗擦净。小径管子用压缩空气吹洗,大径管子用铁丝绑布条单向推拉清洗。还应检查管段的尺寸、角度、螺纹、密封面及密封垫有无损伤等缺陷,螺纹部分应涂机油调合剂和石墨粉等。

④ 安装管道:

a. 安装时,应按施工流程图“对号入座”,不得混淆,不得强扭、强拉、强推或修改密封垫厚度等来补偿安装误差。管线安装中如有间断,应及时用布包住敞开的管口。一段管口封堵前应检查,不得有杂物留在管内。管道上的仪表要与管道一同安装完成,工业管道的



坡向与坡度应符合设计要求。

b. 管道与设备连接应安置固定支架,便于设备的维修和运行,也可使管道的荷载或产生的其他力不作用到设备上。

c. 管道连接支管时,气体管道应从干管顶部接出,也可由管道侧面平接,液体管道则从干管底部接出。

d. 用法兰安装时,可按以上要求操作。两个连接的法兰应相互平行,即两个法兰间隙均匀,与管道同心,误差应 $\leq 1.2\text{mm}$ 。如管道设计温度 $> 100^{\circ}\text{C}$ 或 $< 0^{\circ}\text{C}$ 且置于露天,或有腐蚀性及大气腐蚀的场所,设计又无明确规定,螺母和螺栓要涂二硫化钼、石墨机油或石墨粉。用法兰连接的输送高温或低温介质的管道,其螺栓在试运行时应按表 7-11 要求,做冷紧或热紧。

表 7-11 法兰螺栓热紧、冷紧温度  $(^{\circ}\text{C})$

管道工作温度	一次热紧、冷紧温度	二次热紧、冷紧温度
250 ~ 350	工作温度	
$> 350$	350	工作温度
- 20 ~ - 70	工作温度	
$< - 70$	- 70	工作温度

e. 用焊接安装时,应按本章第一节中管道焊接连接的要求操作。安装时力求减少固定焊口,特别在竖直管道上,一般不设固定焊接头。平直段管道可用焊接法接长,但只能在 5m 长的管段内布置一个焊接口。

## 二、安装有色金属管道

工业中常用的有色金属管道,有铜及铜合金管、铝及铝合金管。

### (一)安装铜管道

(1)工业生产用的铜管道主要是工业纯铜的紫铜管和铜锌合金的黄铜管。铜管有较好的低温机械性能和耐腐蚀性能,多用于化工、电气、机械、航空和造船等部门。其中多数用于仪表测压管线、制造换热设备、深冷装置及输送有压液体等的管道。

(2)供安装用的紫铜管或黄铜管,表面及内壁应均匀光洁,无气孔、裂纹或疵孔;外表面纵向划痕深度应 $\leq 0.03\text{mm}$ ,局部凸或凹深度应 $\leq 0.35\text{mm}$ ;碰伤、凹坑或疤痕的深度应 $\leq 0.03\text{mm}$ ,其面积不得超过管子表面积的 $1/3$ ,用作导向时面积不得超过管子面积的 $0.5\%$ ,黄铜管不应有绿锈和脱锌。

### (3)铜管道的预制加工:

①铜管的调直。先在管内充砂,再用调直器调直。也可把管子置于平板上,其上垫木板,用方木或橡皮锤轻轻敲击,但用力不应过大,以不使管子表面产生凹坑和锤痕为准。逐段调直,调直后将内外清理干净。

②铜管的切断和开坡口,只能用冷加工方法将铜管切断和开坡口。一般切断用砂轮切割机或钢锯,开坡口用坡口机或锉刀,不能用氧-乙炔焰加工。

③制作弯管。制作铜管弯头应根据设计要求、材质、管径和施工条件,用冷弯、热弯和冲压弯等方法,管径较大的可用虾米腰弯头(焊接弯制)。

a. 热弯,适用于黄铜管。热弯前将无杂质的干细砂注入管内,用木锤敲实,然后用木塞堵住管子两端,并在管子表面加热热弯长度,其弯曲半径与铜管基本相同。一般用木炭加热,如用焦炭加热,应关闭吹风机并不断转动管子,使受热均匀。加热到 $600 \sim 700^{\circ}\text{C}$ 时,立即取出放在胎具上热弯。其时不得浇水,以防止浸水冷却产生裂纹。热弯后应将管内的砂清除净。

b. 冷弯,适用于紫铜管。其操作与热弯相同,只需加热至 $540^{\circ}\text{C}$ ,取出后在加热部分浇水急冷,冷却后置于胎具上热弯。管径小或壁厚的管子可不填充砂子。

### (4)安装铜管道:

①安装支架、吊架、托架。安装应牢固,且位置要正确、平正。支架与管子间要用石棉板、木垫或软金属垫片分开;吊架的吊杆应垂直,螺纹应完整;活动支架的活动面与支承面接触应良好,移动要灵

活。

②连接铜管道。其方法有螺纹连接、焊接连接和法兰连接三种。

a. 螺纹连接。其连接要求和安装操作与碳钢管道的螺纹连接基本相同,一般以带圆锥外螺纹管子与圆柱内螺纹管道附件连接,螺纹处应涂石墨甘油作密封填料。高压铜管的螺纹应由车床加工,按高压管道要求做连接操作。

b. 焊接连接。如设计无明确要求,对口焊接的管壁厚度 $\geq 3\text{mm}$ 时,要开坡口。焊接前,坡口面与边缘内外侧 $\geq 20\text{mm}$ 范围内的表面,要用化学方法除去氧化层和油污,使之显露金属光泽。焊接时,为增加接头处的强度和避免金属熔液进入管内,一般用承插(扩口长度不小于管径)、卷边和套管(套管长度不小于管径的2倍)等接头形式。

c. 法兰连接。铜管道选用法兰,要根据设计要求和管道承受压力的大小而定。法兰连接形式通常有平焊法兰、对焊法兰和翻边活套法兰等。压力 $< 2.5\text{MPa}$ 时,用光面铸铜法兰;压力 $> 6.4\text{MPa}$ 时,用凹凸面铸铜法兰;压力为 $0.25 \sim 6.4\text{MPa}$ 时,用铜套翻边活套法兰或铜管翻边活套法兰。设计无明确要求时,铜法兰间的密封垫片一般用石棉橡胶垫或铜垫片。

③铜管的焊接,一般用气焊、钎焊和电弧焊等方法。因铜在焊接中易氧化、易蒸发和易生成气孔等缺点,焊接时应合理选择焊接方法,注意场所通风,严格遵守操作规程。

a. 气焊是铜管道焊接中常用的方法,但应注意防止氧化和氢的溶解,以及焊后对焊缝应及时热处理, $600 \sim 650^{\circ}\text{C}$ 行退火处理。

b. 钎焊的焊口一般为搭接形式,搭接长度为管壁厚的 $6 \sim 8$ 倍。焊后的铜管件应在8小时内清洗,除去残留的溶剂和熔渣。一般用含 $10\% \sim 15\%$ 的明矾水溶液煮沸后数次涂刷接头处,再用水冲洗擦干。钎焊通常在不受冲击、不受弯曲或受较低冲击和振动的场合下使用。

c. 手工电弧焊。焊前应预热,温度为 $200^{\circ}\text{C}$ 左右。焊接时用直流反接接法(工件接负极),用较大的电流焊接。焊后趁热用小平锤

轻击焊缝,消除内应力,改善机械性能。

d. 设计无明确要求时,紫铜管道应用钨极氩弧焊,但通风应良好。

④管道试压,通常由设计或建设部门确定标准,如无具体规定,以工作压力的 1.25 倍试压,10 分钟后无渗漏为合格。

(5)安装铝和铝合金管道。铝的化学稳定性较好,其纯度越高耐腐蚀性能越好,是良好的耐腐蚀性材料,还具有良好的导热性和低温机械性等。

①铝与铝合金管道预制加工:

a. 铝管调直、开坡和切断的方法与铜管大致相同。为了防止管子电化腐蚀,对铝管切断和坡口加工不能用砂轮切割。

b. 制作弯管。弯制铝管可用热弯、冷弯和冲压弯等方法。由于加热温度难以控制,温度过高或过低都会使管壁变形破裂,故热弯采用较少。当  $DN < 100\text{mm}$  时宜用冷弯,操作可参照铜管冷弯方法。当  $DN > 100\text{mm}$  时,宜用冲压弯制或虾米腰弯头。铝锰材质管不能用冷弯。

②安装铝和铝合金管道:

a. 安装前,管道上需用的管子、管件和阀门等应检验合格,按设计要求核对无误。同一个建设项目中,若需两种以上不同材质的铝管时,管子应涂色作标记,且现场应分别堆放,不得与铜、铁和不锈钢等材料接触,以产生电化腐蚀。

b. 安装铝管支架。安装热轧(挤压)铝管支、吊、托架,其方法与碳钢管支架安装相同。但热轧铝支架的间距,按同直径、同壁厚碳钢管支架间距的  $2/3$  选取;冷作硬化铝管则按碳钢管支架的  $3/4$  选取。正电位金属及其合金制成的支架应涂油漆,或垫入隔离物才能与铝管接触,其目的是防止电化腐蚀破坏铝管。铝管道上的阀门应设置专用支架,不能以管道承重。

c. 连接铝管道,通常用焊接和法兰连接,情况特殊时可用螺纹连接。

d. 铝管道的焊接连接。安装现场一般用气焊或手工氩弧焊,通常应用对接接头和角接接头,尽量少用丁字接头,不宜用搭接。

铝管表面形成的氧化膜熔点很高,约  $2050^{\circ}\text{C}$ ,超过铝及铝合金本身的熔点,使焊接产生一定的困难。因此,用气焊、手工氩弧焊等焊接前,要用丙酮或四氯化碳等化学方法,或细铜丝刷等机械方法进行清洗,除去油污和氧化层,直至呈现金属本色为止。焊接后,应在空气中缓冷,不能用冷水急冷。焊后 2 小时以内可用手摸时,再用  $60\sim 80^{\circ}\text{C}$  的热水和刷子将焊缝上及其附近残余的溶剂冲刷干净。然后检查管道内有无熔渣流入,防止堵塞。焊接管子、管件坡口型式、尺寸以及管子、管件组对的要求,参照铜管焊接连接的要求。

e. 铝管道的法兰连接。 $DN < 40\text{mm}$  时,用平焊铝法兰; $DN > 40\text{mm}$  时,用翻边活套法兰。翻边各部尺寸参照同规格的法兰尺寸,法兰垫片的材质应根据管道输送的介质选用。安装铝管道应按设计图纸中的坡度、坡向施工,不能擅自更改,更不能任意敷设。铝不耐碱腐蚀,保温时不能用石棉板、石棉灰、石棉绳和玻璃棉等带有碱性的材料,应选中性材料做保温材料。管道脱脂清洗用的溶剂和溶液是有毒、易燃、易爆和有腐蚀性的材料,使用时要有必要的防护用品和良好的通风条件。操作中断时一定要将管口临时封闭,再次操作时应检查管内是否有异物。

### 三、安装不锈钢管道

#### (一) 不锈钢管道种类、规格、性能与用途

(1) 种类与规格。工业生产中输送酸、碱和盐等腐蚀溶液,通常用有一定耐腐蚀性能的钢材轧制的无缝不锈钢管。它有热轧和冷轧两种。热轧不锈钢无缝钢管规格有,  $\phi 4\sim 200\text{mm}$ , 长度为  $1.5\sim 10\text{m}$ , 冷轧不锈钢无缝钢管规格有,  $\phi 6\sim 200\text{mm}$ , 长度为  $1.5\sim 8\text{m}$ 。

(2) 性能与用途。国产的不锈钢管在常温下,通常能抗浓度为 95% 以下的硝酸、80% ~ 100% 的硫酸、10% 的铬酸和 70% 以下的氢氧化钠等介质的腐蚀,其中高硅奥氏体不锈钢管可抗浓度为 100% 的硝酸腐蚀。化工、医药、食品和石油等工业生产管道多用国产不锈

钢管道。

## (二)不锈钢管道的验收与加工

(1)验收。使用前,不锈钢管应按国家或部颁标准验收,检查出厂合格证标注是否完整,包括钢号、炉号、化学成分、机械性能与成品状况等,如标注不完整或无合格证,或合格证与到货钢管的钢号、炉号不符,应按有关规定鉴定合格后才能使用。还应按要求检查钢管的外观,包括外径偏差、壁厚偏差、弯曲度偏差等。

(2)清洗。清洗钢管有两种方法,即人工清洗和化学清洗。人工清洗用干净的布团在管内朝一个方向拖擦,或用压缩空气对管内吹扫,至管内无污物为止。化学清洗按要求将配制好的酸洗液倒入槽内,加温至  $49 \sim 60^{\circ}\text{C}$ ,再把钢管放入槽内浸 15 分钟后取出,然后用清水将管子内、外壁冲洗干净并吹干,再用木塞将两端管口堵牢。

(3)脱脂。管道需作脱脂处理时,应用设计规定的脱脂剂及按要求脱脂。如设计未作规定,可用四氯化碳脱脂。检验脱脂是否合格,应根据脱脂管件在生产中的不同作用及沾染油脂造成的危害程度而定。凡是可能或直接与浓硝酸等介质接触的管子、管件等,可用波长  $3200 \sim 3800\text{\AA}$  的紫外线检查脱脂表面,以无油萤光为合格。也可用洁净干燥的白色滤纸擦抹管子内壁,以纸上无油脂痕迹为合格;或用脱脂溶剂,以检测油脂含量  $\leq 350\text{mg/L}$  为合格。

## (4)钢管的切割与开坡口:

①不锈钢管不能用氧-乙炔焰切割和开口,因其有较大的韧性、较高的耐磨性和较强的切削粘结性,以及容易产生加工硬化等特性。

②切割不锈钢管的方法应根据管径的大小而定,管径  $DN < 25\text{mm}$ ,用手工钢锯或锯床切割;管径  $DN > 25\text{mm}$ ,用砂轮切割机切割,但砂轮片应是专用的,或者用等离子切割机切割。切割时要及时冷却。

③坡口加工型式按焊接规范而定,坡口可用手工、电动坡口机或车床加工。加工中应用冷却液润滑冷却,可以延长刀具使用寿命和降低坡口表面的粗糙度。

(5)管口翻边。不锈钢管口翻边宜用短管段冲压成型。其冲压模具用不锈钢或中碳钢制造,外模内径应比钢管外径大1mm,内口的圆弧半径应达到翻边的要求,折弯处为圆角,外径应等距,表面无褶皱、裂纹和刮伤等缺陷。不便冲压时,可用手工翻边。将翻边管段套上法兰,管口伸出法兰盘面长度应等于翻边肩圈的宽度,用不锈钢或铜锤头从管口内向外击打成翻弯90°的肩圈。翻边过程中用力应均匀适度,不得在法兰盘面上击打出麻点或凹坑。在设计允许的条件下,也可用焊环。

## (二)安装不锈钢管道的注意事项

安装不锈钢管道,除应参照安装管道的一般要求及输送酸、碱和盐类等腐蚀性溶液管道安装的规定外,还要根据不锈钢的特性注意以下事项。

(1)安装不锈钢管道应尽可能预制。若现场组装两种以上不同材质的管道时,要分清预制管线的不同编号,以免安装产生错乱。安装过程中,尽量减少敲击。必须敲击时,要用不锈钢或铜合金锤头,不能用普通钢铁器具敲击不锈钢及管件。

(2)安装不锈钢管前应严格检查,未清洗的管子、管件和弯头应清洗,并除去内部油渍与污物。弯头可用0.85倍管子内径的木球或不锈钢球试验,然后用压缩空气吹净。若设计另有要求应按要求处理。

(3)不锈钢管道穿越建筑物和楼板时,应加套管。套管与钢管之间的间隙应 $\geq 10\text{mm}$ ,间隙中应填绝缘物。

(4)安装支架时,除与高压管道安装的要求相同外,还应在不锈钢管与支架之间垫入不锈钢垫片及不含氯离子的塑料或橡胶垫片。不锈钢管不得直接接触碳钢支架,以防止不锈钢产生晶间腐蚀。

(5)不锈钢管道安装完成后,对管道系统应做压力试验,有检查管道机械性能的强度试验和检查管道连接状况的严密性试验。用水为介质的水压试验,不能用海水或氯离子含量 $> 25 \times 10^{-6}\text{ml/m}^3$ 的水。严密性试验的压力,通常为管道的工作压力。

### 第三节 工业生产用管道安装事项

工业生产用管道通常有液化石油气、煤气、油液、压缩空气、氧气、乙炔气、二氧化碳、氨气、氮气和蒸气等管道,其安装工序和技术要求参照本章前两节有关内容。现将安装有关事项说明如后。

#### 一、液化石油气管道

液化石油气管道安装施工与普通水、暖、气管道安装施工方法基本相同,其注意事项有:

(1)液化石油气管道接地为宜,接地电阻 $\leq 20\Omega$ ,法兰、螺纹连接处及阀门附件应有接地跨接线。室外直接埋地或架空管道,每间距80m应接地一次,室内管道每间距30m应接地一次。

(2)液化石油气管道要用无缝钢管,管径 $< 25\text{mm}$ 的低压管道可用水煤气焊接。管道与阀门、附件与设备的连接,可用法兰或螺纹连接,其余都用焊接。

(3)法兰连接垫应用石棉橡胶板或耐油橡胶板,螺纹连接可用聚四氟乙烯塑料带作填料。

(4)生产车间管道可沿墙、柱架空敷设,但不能穿过易燃易爆、热源以及有腐蚀性的液体和气体车间。

(5)直接埋地管道应有防腐措施,并且不设检查井、阀门井、集水井,而直接埋地。若在贮罐站区安装管道,通常不作地沟敷设,要用架空敷设,坡度一般为3‰。

(6)按规定,管道系统应设置各种安全装置,如压力表、紧急切断阀、截止阀和安全阀等。

(7)管道安装完毕应做强度和严密性试验,试验合格再用氢气吹扫置换,含氧量 $< 3\%$ ,方能贮、送液化石油气。

#### 二、工厂煤气管道

工厂煤气管道专指车间煤气管道和厂区煤气管道。

(1)车间煤气管道应沿墙、柱或房顶敷设,不得穿过配电间、油



库、有腐蚀性气体的车间及烟道和通风的部位。煤气管道通常不用地沟铺设,严禁与电缆及其他管道同时敷设。

(2)厂区煤气管道用架空敷设,距地面的净高度分别是:距厂区道路路面 $\geq 4.5\text{m}$ ,距人行道路面 $\geq 2.2\text{m}$ ,距铁路铁轨面 $\geq 5.5\text{m}$ 。

(3)在管道的最低点应设置与管道压力等级相适应的排水器,便于及时排除管道中的冷凝水和防止管道阻塞。低压管道冷凝水较少,中、高压管道冷凝水较多。排水器的间距以水量多少和管径大小而定,一般应 $\leq 500\text{m}$ 。架空敷设的低压煤气管道可用安全水封作排水器。

(4)煤气管道分段处应设截断阀门,车间煤气入口管径 $> 400\text{mm}$ 时,应设专用煤气控制平台,如图7-10所示。

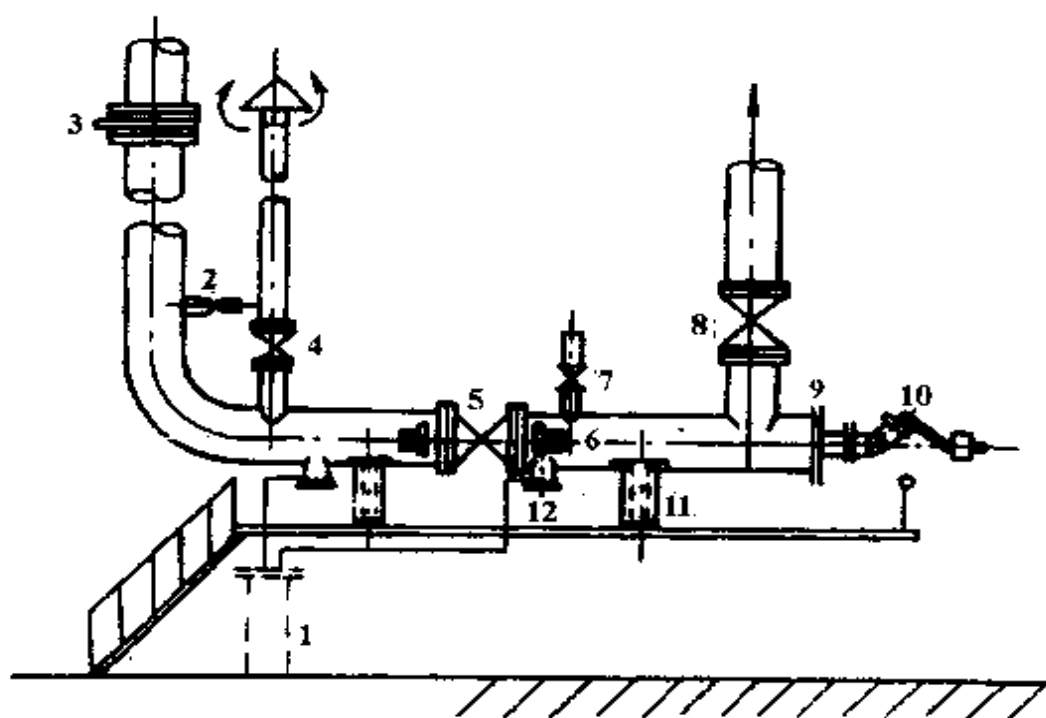


图7-10 车间煤气入口平台装置

1. 排水器 2. 取样 3. 流量孔板 4. 放散管 5. 总控制阀  
6. 撑铁 7. 吹扫口 8. 分配阀 9. 清理人孔 10. 防爆阀  
11. 煤气支座 12. 集水口

(5)煤气管道用的阀门,不得用钢质和铜密封圈的阀门,已脱硫

的煤气除外。如用蝶形阀门,应用聚四氟乙烯密封圈为宜。架空煤气管道两侧应设撑铁。

(6)敷设煤气管道应有坡度,室内坡度 $\geq 2\%$ ,室外坡度 $\geq 3\%$ 。

(7)工厂煤气管道安装的一般技术要求和施工方法,参看本书第五章室内管道安装和第六章室外管道安装,其他安装事项与本节稍后叙述的氧气、乙炔气管道安装基本相同。

### 三、压缩空气管道

(1)工业生产中使用压缩空气有两类:一类作动力用,如空气锤、造型机、喷砂机和风动工具等;另一类是作生产用的原料气。压缩空气由压缩空气站经管道输送至生产车间的各种设备中。

(2)压缩空气站配管事项:

①安装总体要求。压缩空气站管道由空气管道(进气管道与出气管道)、油管道、冷却水管道和仪表管道等部分组成。配置管道时,应以空气压缩机进气口和出气口为基准向外配管。安装管道时,应增设减振装置,以防止设备振动传到管道上,或者管道的重力、扭力传到设备上,损坏管道和设备。管道上的弹簧吊架和冷却器支座要用防振垫块。管道用法兰或焊接连接时,不得用外力找正,要在自由状态下操作。进气管道要短,弯头应尽量少。

②安装冷却水管。主要是供空气冷却器、压缩机气缸和油冷却器等冷却用水,分进水管和排水管道,通常用循环水冷却系统,供水温度不超过 $40^{\circ}\text{C}$ 。要求冷却水温度低的设备,可用工业复用水系统冷却。管道用有缝或无缝钢管焊接连接。排水管道为自流无压管路,安装操作要求与普通给排水管道安装要求大体相同。

③安装油管道。分润滑用油管道和冷却用油管道两种。润滑用油管道随设备配套供应,安装前应将管道清洗干净并烘干,钢管还用酸洗除锈,组装时用套管连接,安装位置应不影响设备维修。冷却用油管道口径较大,连接压缩机轴承,随设备安装一同在现场配置。

④安装仪表管道。分仪表测压管道和非电量测量的电线穿管两种,其管径较小。测压管道应保持其阻力小、反应灵敏的特性,安装

时尽量少用弯头,弯头的弯曲半径应以管径的 8 倍为宜,坡度应大,用套管连接为好。

### (3)压缩空气输送管道安装事宜:

①压缩空气在常温下于管道中运行。压缩空气管道在厂区内一般与蒸气及其他水管道敷设在同一支架或同一地沟内,若单独在室外敷设可做无沟敷设。长距离直线段的管道应设补偿器,其余一般不设补偿器。

②压缩空气管道入室口应安装以下设施:常用闸板阀式的截止阀;油水分离器,管径  $DN < 80\text{mm}$  为立式,管径  $DN > 80\text{mm}$  为卧式;排污阀,定期排除油水和污物;压力表,指示型弹簧压力表或记录式的压力表;流量孔板和流量计等管道附件。

### (4)降低压缩空气中水分的技术要求:

①空气压缩机产生的压缩空气中含有一定的水分,这些水分影响压缩空气的质量,使用气设备产生泄漏和锈蚀等缺陷。为了降低压缩空气中的水分,应在压缩空气机出气口的末端设置冷却器和排污装置,后面再设置油水分离装置。

②输送压缩空气管道的最低点设排水阀,各设备进气口再设专用油水分离器。连接设备的支管应从干管顶部接出,支管末端应设集水罐,几个用气设备接在一根支管上应设配气阀。

## 四、氧气管道

### 1. 氧气的特性

在常温下氧是无色透明和无味的气体,气态氧可溶于水,液态氧在弱放电长期作用下,会变成深蓝色液态臭氧。臭氧容易爆炸。

氧是强氧化剂、助燃剂,与乙炔和氢等可燃气体以一定的比例混合后遇火会爆炸。经过压缩后的氧,在管道输送中遇油脂、氧化铁以及煤粉、炭粒和有机纤维等小粒燃烧物和易燃介质时,随着氧气流动与管壁、附件壁体发生摩擦、碰撞发热,会导致管道或设备内的介质燃烧和爆炸。

### 2. 氧气管道管材和附件的技术事项

(1)一般技术事项。氧气管道的管材和附件应有出厂合格证和产品说明书,符合国家和部颁标准。外观上还应无严重锈蚀和损伤,经检查符合要求后才能安装。

高压氧气管道可用黄铜管或不锈钢管,中压氧气管道通常用厚壁无缝碳素钢管,低压氧气管道用无缝碳素钢管。氧气管道弯头用机械制或热压成形,弯曲半径 $\geq 4$ 倍管子外径,不能用拼焊弯头。

(2)连接技术事项。氧气管道与设备、附件用法兰连接时,工作压力 $\leq 2.5\text{MPa}$ ,应用钢制平焊法兰;工作压力为 $6.4\text{MPa}$ 左右,应用钢制凸缘对焊法兰;工作压力为 $2.5 \sim 4.0\text{MPa}$ ,用钢制对焊法兰。选用法兰垫片时,工作压力 $< 0.6\text{MPa}$ ,用石棉橡胶板或浸渍过铅粉、水玻璃溶液的石棉板;工作压力为 $0.6 \sim 2.5\text{MPa}$ ,用2号钢板;工作压力为 $4.0 \sim 16.5\text{MPa}$ ,用铅片或退火铜片、钢带环石棉缠绕式垫片或聚四氟乙烯垫片,垫片厚度 $2 \sim 4\text{mm}$ 为宜。用螺纹连接时,填料应是不含油、不易燃的材料,一般用铅粉(一氧化铅)和水玻璃(硅酸钠)调和成的铅油,或者蒸馏水调和成的铅油稀释浸渍的石棉绳和聚四氟乙烯薄膜等。切忌用油麻、机械油调制的铅油等含油和易燃的材料。

(3)选择脱脂剂。氧气管道与管道附件脱脂时,分别选择不同的脱脂剂:碳素钢管、不锈钢管和铜管管道、管件和阀门等,应用四氯化碳;铝合金管道和管件应用工业酒精;非金属垫片只能用工业四氯化碳。

### 3. 氧气管道的安装事项

(1)工业生产场所安装氧气管道,埋地铺设或架空均可,但氧气管道及附件不能铺设在建筑物及构筑物上面。

(2)埋地铺设。氧气管道在生产区内埋地铺设时,可直接埋地铺设或铺设在填满砂子地面不通行的地沟内,地沟上面应用非燃烧体作盖板,埋地深度应 $\geq 0.7\text{m}$ 。含湿氧气管道应埋在冰冻线以下,否则管道应有防冻措施。氧气管道穿过公路和铁路时,管道外面应加套管,套管两端伸出路基边应 $\geq 1\text{m}$ 。如路基两边有排水沟,套管应延伸到水沟边。套管埋地深度为:套管外径顶部距铁轨面应 $\geq$

1.2m,距公路路面应 $\geq 0.7\text{m}$ 。若管道铺设在腐蚀性土上,管道及附件都要涂防腐层。

#### 4. 氧气管道脱脂和检查

(1)氧气管道、管道附件、法兰和垫片等安装前,应作脱脂处理,经清洗干净才能安装。氧气管道安装完毕后,经检查脱脂合格后才能投入运行。

(2)脱脂操作。将管段一端用木塞堵住,把溶剂从另端灌入,也用木塞堵住,平放,保持 10~15 分钟,其间将管子转动 3~4 次,让管子内表面全部被溶剂洗刷,再将溶剂倒出(溶剂还可再使用)。然后将管子用无油、无水的压缩空气吹干或自然干燥,再将管子两端封堵好,以防再次污染。如用二氯乙烷脱脂,应用氢气吹干。管子外表面脱脂,要用浸有脱脂剂的布反复擦抹。阀件脱脂,应将阀件拆卸浸入装有脱脂剂的密封容器中浸泡 5~10 分钟。金属垫片也按此法脱脂,铝、铜垫片退火后不需脱脂,非金属片用四氯化碳在容器内脱脂。

(3)脱脂检查。用白色试纸擦拭脱脂件表面,试纸上不现油迹为合格。若不合格,应重新脱脂至合格为止。

### 五、乙炔管道

#### 1. 乙炔的特性

乙炔由电石和水反应后生成可燃气体,是吸热化合物,易分解,不稳定,爆炸性较高。为此,安装乙炔管道时应严格按照要求处理。

#### 2. 乙炔管道的分类

乙炔管道主要包括连接乙炔站内各设备间的管道,以及将乙炔气输送至各用户处的管道。按输送乙炔的压力,乙炔管道分为:低压管道,压力 $< 0.007\text{MPa}$ ;中压管道,压力为 $0.007 \sim 0.15\text{MPa}$ ;高压管道,压力为 $0.15 \sim 2.5\text{MPa}$ 等三种。乙炔站连接压缩机和灌瓶间的管道为高压管道,乙炔站连接乙炔发生器至压缩机之间的管道及输送至用户处的管道为低压或中压管道。

#### 3. 乙炔管道安装事项

(1)输送乙炔管道架空或埋地铺设均可。架空敷设可以与液体

管道、非燃气管道,以及同一使用目的的氧气管道共架敷设。分层架设时,乙炔管道应在上层,不能与电气线路共架敷设,用作支撑管道的支架应用非燃烧材料制作。在车间内,乙炔管道离地高度应为 $\leq 2.5\text{m}$ 。乙炔管道埋地铺设时,管道应作防腐处理,埋于冰冻线下,地沟应填砂,不能与其他管道共沟敷设。高压乙炔管道,每间距 $25\text{m}$ 应设置一个防爆膜。

(2)高压乙炔管道应用不锈钢管,管道内径 $\leq 20\text{mm}$ ,壁厚 $\geq 2 \sim 3\text{mm}$ ;中、低压管道用10钢或20钢制的无缝钢管。管道内径 $\leq 80\text{mm}$ ,壁厚 $2 \sim 4.5\text{mm}$ 。乙炔管道不能用铜和含铜量 $\geq 70\%$ 的铜合金制成的管子。

(3)乙炔管道的阀门和附件要用钢、可锻铸铁或球墨铸铁制造,或用含铜量 $< 70\%$ 的铜合金制造。阀门的阀芯、阀瓣、密封圈的材质,应用不锈钢、皮革和聚四氟乙烯等制成。但必须确保阀门启闭时不发生火花,符合用于乙炔管道的条件。

(4)乙炔管道阀门与管道附件按公称压力等级选用,用于低压乙炔管道, $P_N \leq 1.0\text{MPa}$ ;用于中压乙炔管道, $P_N$ 为 $1.0 \sim 2.5\text{MPa}$ 。

(5)乙炔管道与设备、附件的连接用法兰和螺纹连接,其他接口则用电弧焊接,不能用银焊和铜焊。

(6)乙炔管道接地应可靠,阀门与附件都要有接地跨接线。

(7)乙炔管道敷设时,应有 $\geq 2\text{‰}$ 的坡度,在最低点还应设排水器,以防乙炔中水分凝结堵塞管道。在寒冷地区,管道和排水器应有防冻措施。

## 六、二氧化碳气体管道

(1)二氧化碳气体管道室外用架空敷设,也可直接埋地铺设,其操作方法可参照本节压缩空气管道安装的有关内容。室内管道可与其他管道共架敷设,一般常与压缩空气管道共架敷设。工作点的连接管应从干管顶部接出,末端应设集水器定期排水。

(2)二氧化碳气体管道工作压力通常为 $0.4\text{MPa}$ ,管材可用无缝钢管,也可用水煤气焊接钢管,管道连接一般用电弧焊接。安装时,

应有 $\geq 2\text{‰}$ 的坡度,最低点还应设排水器,接入工作地时应设分配器。

## 七、氮气管道

氮气管道用无缝钢管制造,阀门和管道附件按输送氮气工作压力选用,管道连接用电弧焊接为主。氮气管道在室外用架空敷设,可与其他管道共架敷设,埋地敷设时管道外径应先作防腐处理。

## 八、氨气管道

(1)氨气的特性。氨气具有强烈的刺激性臭味,对人体毒害较大,能刺激人的眼睛和呼吸器官。

(2)氨气管道一般用无缝钢管,安装前应对管道内、外表面去污、除锈,清理干净后再刷防锈漆。管道弯曲或弯头,其弯曲半径通常为管子外径的2.5~3.5倍。管道连接一般用焊接,壁厚 $\leq 4\text{mm}$ 用氧-乙炔焊,壁厚 $> 4\text{mm}$ 用电弧焊,并开V形坡口。

(3)管道与设备或附件连接用法兰和螺纹连接。法兰连接用石棉橡胶板作垫片,厚度为2~3mm;螺纹连接用聚四氟乙烯胶带或黄铅油作填料。阀门应用专用氨气阀门,切忌使用一般供气、供水阀门。阀门安装前应拆开清洗干净,重新组装后才可安装在管道上使用。

(4)安装氨气管道时要有一致顺向的坡度,供气管件严禁有上拱的弧线,吸入气管不能呈下凹弧线。氨气管道安装完后,应对整个系统试压、吹扫和做气密试验,合格后方可灌气工作。

## 九、油液管道

(1)油液管道按用途可分为:燃料用油管道(包括供车辆用的汽油、柴油管道),工业炉用重油、渣油管道和热处理油槽用管道。

(2)由于使用情况不同,油液管道安装的具体要求也不同。安装前,应将管道内、外壁清洗、除锈和干燥。除锈应用酸除锈,不宜用喷砂等机械法除锈。管道连接用焊接,与设备或附件连接可用法兰和螺纹连接。

(3)油液在输送时,随着温度降低会导致流动困难,甚至凝固。故油液管道通常需用保温和扫线措施,重油和渣油管道应用蒸气伴

热管保温。如用套管伴热,内油管道的接头不能在套管内。扫线通常用蒸气或压缩空气,在油管的吹扫点留一个带接头的连接短管,连接短管上装一止回阀或盲板。油管道中用的阀门,通常用球形阀或旋塞阀。

(4)油管道通常设有供油管和回油管,以确保油压稳定。热处理油槽除接有供油管、回油管外,还应有事故排油管,一旦有事故可迅速排尽油槽中的存油。

## 十、蒸气管道

### 1. 生产用蒸气的特点

生产使用的蒸气与采暖用的蒸气不同。生产用蒸气不但用蒸气热能,而且还用它的压力做功,不同的生产设备要求蒸气的参数也不同。蒸气锻锤用蒸气作动力,蒸气工作压力应是  $0.6 \sim 0.8\text{MPa}$ , 温度不高于  $225^{\circ}\text{C}$ 。烘干箱、清洗机、溶液加热槽则是用蒸气的汽化潜热,蒸气压力一般为  $0.3 \sim 0.4\text{MPa}$ 。

### 2. 蒸气管道安装事项

(1)蒸气管道用作输送热能,输送介质的温度在  $100^{\circ}\text{C}$  以上,通常用无缝钢管和耐温、耐压的阀门以及其他管道组件组成。

(2)安装时,除按一般管道安装要求操作外,还应注意它的特性,即管道受热应力作用明显,停送蒸气时温度变化大,热胀冷缩的量也较大。故在安装补偿器时,应按设计文件要求的安装长度和温度变化留有收缩量,使它在供汽状态和停汽状态的膨胀量和收缩量保持一致,补偿器两端的导向支架、导向板的间隙无卡死和摩擦现象,固定支架受力后不产生扭曲和变形。

(3)蒸气管道开始输送蒸气时,因管道温度低使蒸气冷凝为凝结水,比正常运行时热损失冷凝的凝结水多很多。为排除凝结水,应设置起动疏水装置,由集水管、起动疏水管和排水阀组成。起动疏水装置每隔  $100 \sim 150\text{m}$  设一个,过热蒸气系统可适当减少,一般设在一段管道的最低位置或管道的最低点。在管道转弯的变向地段也应设起动疏水装置。起动疏水装置中的排水管应远离疏水管和排水阀,它



的出水口和朝向应以不破坏环境和建筑物以及不妨碍行人行走为宜。

### 3. 疏水器安装事项

(1)疏水器的作用,是排除蒸气管道系统正常运行中热损失冷凝的凝结水。每一个用汽设备应各自安装疏水器,若凝结水量多超过疏水器的排水量,可用几个疏水器并联安装。

(2)为便于检查和修理,疏水器应安装在管道的最低点,并应注意其运行的方向性。疏水器阀体上标有介质流向的箭头,安装时箭头指向应与凝结水流向一致。排水管口径不应小于进水口管径。进出口位置力求水平,不得倾斜安装。大型烘干设备及对加热温度要求严格的用汽设备还应装旁通管。

(3)疏水器前应安装过滤器即除污器,以防止杂物和污物进入堵塞疏水器阀孔。

# 第八章 锅炉安装

## 第一节 锅炉安装前的准备与本体安装

### 一、锅炉安装前的准备

#### (一)基础施工

锅炉的基础应经过沉降、回填和夯实等工序,符合设计要求后,才能进行混凝土浇注施工。施工应严格按设计图纸的要求实施。混凝土的水泥、砂料及钢筋的材质应符合要求,配合比要准确,才能保证混凝土浇注的质量。预埋件与预留孔的位置要齐全准确,基础其他部分的尺寸及与设备安装相关的尺寸,其误差应在设计图纸允许的范围内。

#### (二)基础验收

锅炉的设备安装前,应检查验收基础。检查验收基础,按下列技术要求进行。

(1)必须将基础表面的模板、地脚螺栓固定架及露在基础外面多余的钢筋等,全部拆除干净。地脚螺栓预留洞内木板盒及周围杂物要全部清除干净,基础表面的积水和脏物也要清除干净。

(2)根据图纸的技术要求,检查基础各部的尺寸是否超出了允许误差范围,检查所有的预埋件是否符合设计要求。

混凝土设备基础的允许偏差如表 8-1 所示。

#### (三)基础再处理

经验收后,基础有不符合技术要求之处,应按以下方法及时处理。

表 8-1 混凝土设备基础的允许偏差

序号	项 目		允许偏差(mm)
1	基础坐标高位置(纵横轴线)		$\pm 20$
2	基础各不同面的标高		0 + 20
3	基础上平面外形尺寸		$\pm 20$
	凸台上平面外形尺寸		- 20
	凹穴尺寸		20
4	基础上平面的平面度	每米	5
		全长	10
5	竖向偏差	每米	5
		全高	20
6	预埋地脚螺栓	标高(顶端)	+ 20 0
		中心距(根部或顶部)	$\pm 2$
7	预埋地脚螺栓孔	中心位置	$\pm 10$
		深度	+ 20 0
		孔壁铅垂度	10
8	预埋活动地脚螺栓锚板	标高	+ 20 0
		中心位置	$\pm 5$
		平面度(带槽锚板)	5
		平面度(带螺纹孔锚板)	2

(1)基础标高低于设计尺寸过多时,用垫铁不能满足要求时,要将基础表面凿掉重新浇铸。凿掉的高度应以新浇混凝土的高度不低于 120mm 为准。

(2)基础标高超过设计尺寸过多时,要将高出部分凿掉。

(3)二次浇注地脚螺栓预留孔中心位置偏差过大时,可用相应扩大预留孔尺寸的方法解决。

(4)当基础中心偏差不太大,能保证设备安全正常运行时,可用改变地脚螺栓的位置来补救。

(5)安装设备时,还要考虑混凝土的强度,混凝土的强度要达到设计值的 80% 以上才能安装。

(6)精调设备需拧紧地脚螺栓时,混凝土的强度达到 85% 以上才能实施。

(7)安装单台设备时,重点是把设备找平,对设备的横向和纵向位置以及标高的要求则较低,因为这两方面不会对设备正常运转产生大的影响。

## **二、锅炉本体安装**

### **(一)安装钢架平台**

#### **1. 安装的前期工作**

(1)基础验收。锅炉钢架平台结构件在安装前,应根据锅炉安装的技术要求及验收规范,对土建施工的基础检查验收。其步骤是:

首先检查基础外观,是否有裂纹、剥落面及钢筋裸露等缺陷;

再检查地脚螺栓预留孔内是否拆除干净,预埋件是否齐全正确;

然后按锅炉基础图纸检查基础各部位尺寸是否准确。

(2)基础划线。基础验收无误后,根据设计要求在基础上划出基准线,确定锅炉与锅炉房的位置。其步骤是:

复测土建施工时,确定的锅炉基础纵向中心线与锅炉房的位置是否符合要求,这条线即是锅炉纵向基准线。

划出锅炉横向基准线,检查纵横基准是否准确。

以纵横基准线为基础,划出锅炉各辅助中心线和各钢柱中心线,检查校验各中心的准确度,在相应的位置标出标记,为安装调整时用。

划出钢柱底板的轮廓线,将安装中心线延长到轮廓线以外并做

标记,为调整对中时用。

复测土建施工确定的标高,并测出各安装位置的标高,于相应位置划出锅炉标高的基准线。

用投影划线法划线。划线完毕,应检查校核基础的外形尺寸和各中心线的位置,其质量要求应符合以下规定:

①纵横中心线与各辅助中心线的尺寸偏差为 $\pm 1\text{mm}$ 。

②各基础相应的对角线偏差为 $5\text{mm}$ 。

③基础尺寸的误差范围应符合表 8-1 的规定。

④检查其他各部尺寸是否符合锅炉安装的技术要求,如无偏差应做验收记录。

(3)检验钢构件。锅炉安装前应检验钢架、平台构件等钢构件,其要求是:

按设备装箱清单,逐件检查构件有无裂纹、变形、锈蚀、损伤等;检查构件的规格与数量是否与清单一致。

按锅炉图纸与技术文件,检查各构件外形尺寸、焊缝质量是否符合要求;检查构件螺栓孔的位置、规格是否符合要求;检查随件带来螺栓螺母的规格、数量是否与构件配套。

详细记录检查结果,构件如有损坏或短缺应及早处理,以免影响施工进度。

(4)校正钢构件。钢架是锅炉的骨架,承受锅炉的重量,决定锅炉外形的尺寸。因此,钢架安装的质量影响整个锅炉的安装质量,对钢架及平台构件等校正十分重要。其校正方法如下:

冷态校正法,适用于刚性较小、变形不大的结构件;

加热校正法,适用于刚性大、变形大的结构件;

假焊校正法,适用于局部变形而且不重要的结构件。

(5)安装钢架前,应按图纸及规范要求,严格检查几何尺寸及变形情况,其偏差应符合表 8-2 的规定。

表 8-2 锅炉钢结构组装前的偏差

项次	项 目		允许偏差(mm)
1	立柱、横梁的长度		$\pm 5$
2	立柱、横梁的弯曲度	每米	$\leq 2$
		全长	$\leq 10$
3	平台框架的平面度	每米	$\leq 2$
		全长	$\leq 10$
4	护板、护板框的平面度		$\leq 5$
5	螺栓孔的中心距离偏差	两相邻孔间	$\pm 2$
		两任意孔间	$\pm 3$

## 2. 安装钢架平台

### (1) 安装钢架的准备:

①立柱对接。立柱应分段运至现场后再对接。对接前,按图纸的技术要求核对立柱的各分段,检查横梁托架的数量、位置及立柱长短是否符合要求,各段立柱的弯曲、扭曲变形等是否全部校正,符合要求后才能对接。

②标定立柱标高线和中心线。为方便安装钢架及锅炉辅助件,安装前应在立柱上标定出 1m 标高线和各横梁上平面的实际标高线,以及地脚中心线,作为安装时的测量基准。标定后用样冲打上印记,用油漆作出明显标记。

(2) 安装钢架。安装钢架通常有预组合安装法和单件安装法两种,应根据钢架的结构形式和施工现场的具体情况选用,以保证安装的质量。

①预组合安装法。预组合安装法适用于:钢架较大,刚性较好,单侧成排钢柱在一条线上,立柱高度相等或相近的锅炉钢架,而且施工现场较宽敞平整,吊装人员技术水平、吊装设备机械能满足安装的要求。

其安装顺序是:检查校正→预组合两侧钢架→吊装就位→连接横梁→托架安装→平台安装→扶梯拉杆安装→油漆防腐。

预组合钢架:为方便组合与保证组合件的精度,应先搭设组合架,将构件在组合架上预先组焊成若干组合件,然后安装。

组合钢架时,先将立柱吊放在组合架上测量调整间距和平行度,组装横梁后再装托板,然后组装平台扶梯。

吊装钢架:吊装前,应按吊装方案和规范对组合件全面检查,所有的焊缝与零部件都要合格、牢固,吊装设备与索具使用必须符合要求。

采用柱脚离地起吊法和柱脚不离地起吊法两种方法。前者用于起吊组合面积小、重量轻、刚度较好的组合件;后者则反之。

正式起吊前应试吊,在起吊物吊离地面 100 ~ 200mm 时,检查索具的绑扎与受力情况,吊装设备及组合件有无异常情况。如一切正常,即按吊装方案正式起吊。

钢架找正与焊接:钢架组合件吊装就位后,应调整立柱的中心位置与垂直度。调整合格的组合件应立即点焊固定,全部调整完后才可开始焊接。

固定钢架要在焊接检验合格之后,按钢架结构形式和基础的情况,将柱脚底板和找正垫铁及基础预埋件(钢板或钢筋)全部用电焊焊接固定在一起。全部焊接固定合格后再实施二次浇筑。

钢架组装的质量标准:钢架组装完后应作全面质量检查,质量标准应符合表 8-3 的要求,并填写详细的施工记录。

表 8-3 钢架组装的允许偏差

项次	项 目	允许偏差(mm)	附注
1	各立柱的位置偏差	$\pm 5$	
2	各立柱间距离偏差 最大	$\pm 1/1000$ $\pm 10$	
3	立柱横梁的标高偏差	$\pm 5$	
4	各立柱间标高差	3	

续表 8-3

项次	项 目	允许偏差(mm)	附注
5	立柱的垂直度 全高	1/1000 10	
6	两柱间铅垂面内两对角线不等长度 最大	1/1000 10	在每柱的 两端测量
7	各立柱上水平面内或下水平面内相应 两对角线的不等长度 最大	1.5/1000 15	
8	横梁的平行度 全长	1/1000 5	
9	支持锅筒的横梁的平行度 全长	1/1000 3	

②单件安装法。将校正好的钢架构件分别在基础上直接安装,不作预组合,称为单件安装法,适用于现场狭窄、起吊能力较薄弱的场所。

单件安装的顺序是:检查校正→立柱安装→横梁安装→托架安装→平台安装→扶梯拉杆安装→油漆防腐。

单件安装时重量相对轻,可设置抱杆或用走线滑子吊装,也可用现场建筑物设置起吊机具吊装,但事先应进行受力计算,以确保安全。

钢架找正时,应就位一件找正一件,不能在未找正的构件上安装下一个构件,否则会造成误差积累,以致难以纠正或无法纠正。

单件的焊接固定与预组合安装的方法基本相同,安装质量应符合表 8-3 的要求。

(3)安装平台扶梯拉杆。安装锅炉钢架平台扶梯,应配合安装钢架及早进行,用以保证钢架的稳定和安全生产。

①安装平台扶梯,可以预组合安装,也可单件安装。

②安装或组合一件就应找正一件,不能在未检查找正的构件上安装下一构件,否则会增加校正的难度并造成无法纠正的缺陷。



③平台扶梯的安装质量应符合表 8-4 的要求。

表 8-4 组装平台、扶梯、拉杆时的允许偏差

项次	项 目	允差(mm)	附 注
1	平台的标高	$\pm 10$	以托架顶面对标高基准线为准
2	平台的平面度(每米)	1.5	以托架顶面为基准
3	相邻两平台接缝处的高低不平度	5	
4	扶手立杆对平台或扶梯的垂直度全高	5	
5	栏杆的弯曲度(每米)	3	

④平台、托架、扶梯、拉杆、拉杆柱与踢脚板等组装焊接应牢固且平直美观。

⑤拉杆柱之间的距离应均匀,拉杆扶手应平直光滑,踏板应平整,扶梯角度应符合规定要求。

(4)安装钢架平台的注意事项:

①安装钢架是安装锅炉的关键工序之一,应严格按技术要求规范操作,施工操作中应严把质量关。

②按操作规程施工,确保人身及设备安全。

③安装钢架中应注意和防止出现以下质量弊病:

a. 钢架结构件未矫正或矫正不彻底。

b. 钢架变形。

钢架变形产生的原因:焊接顺序不对;安装时构件搭配误差,造成误差累加;支护拆除过早或支护措施不当。

c. 焊接不牢。

焊接不牢产生的原因:组装点焊后在正式焊接中漏焊;焊接质量差,出现气孔、夹渣、裂纹等;焊缝未清渣,尺寸不一;柱脚板、垫铁及预埋件未做联体焊接;垫铁超过三块且放置不整齐,接触面不符合要求。

(二)安装锅炉集箱

## 1. 安装的前期工作

### (1) 检查锅炉锅箱集箱:

①检查验收锅筒集箱。检验依据为《锅炉锅筒制造技术条件》与图纸设计要求,集箱检验依据为《锅炉集箱制造技术条件》与图纸设计要求。

②内件拆除,清理内部。

③外观检查:检查锅筒集箱表面、筒体焊缝和短管焊接等处有无裂痕或缺陷。检查锅筒集箱两端水平和铅垂中心线的位置是否正确:a. 检查筒体结构。检查筒体的几何尺寸是否符合图纸技术要求,包括筒体的长度、厚度、圆度及直线等。b. 检查锅筒的管孔。检查内容有外观、直径、圆度、圆柱度等,其数值应符合《锅炉胀接管尺寸及管端伸出长度》的规定,具体要求见表 8-5。c. 检查管孔中心距。锅筒管孔中心距的尺寸应符合表 8-6 与图 8-1 的规定要求。

表 8-5 管孔的直径和偏差

(mm)

管子外径	管孔直径	直径偏差	圆 度	圆柱度
			不应超过	
32	32.3	+ 0.34	0.27	0.27
38	38.3			
42	42.3			
51	51.3	+ 0.40	0.30	0.30
57	57.3			
60	60.5			
63.5	64.0			
70	70.5			
76	76.5	+ 0.46	0.37	0.37
83	83.6			
89	89.6			
102	102.7			

表 8-6 管孔中心距尺寸允许偏差

公称尺寸( $t, t_1, t_2, t_3, L, l$ )	允许偏差(mm)
$\leq 260$	$\pm 1.5$
261 ~ 500	$\pm 2.0$
501 ~ 1000	$\pm 2.5$
1001 ~ 3150	$\pm 3.0$
3151 ~ 6300	+ 4.0 - 3.0
> 6300	$\pm 5.0$

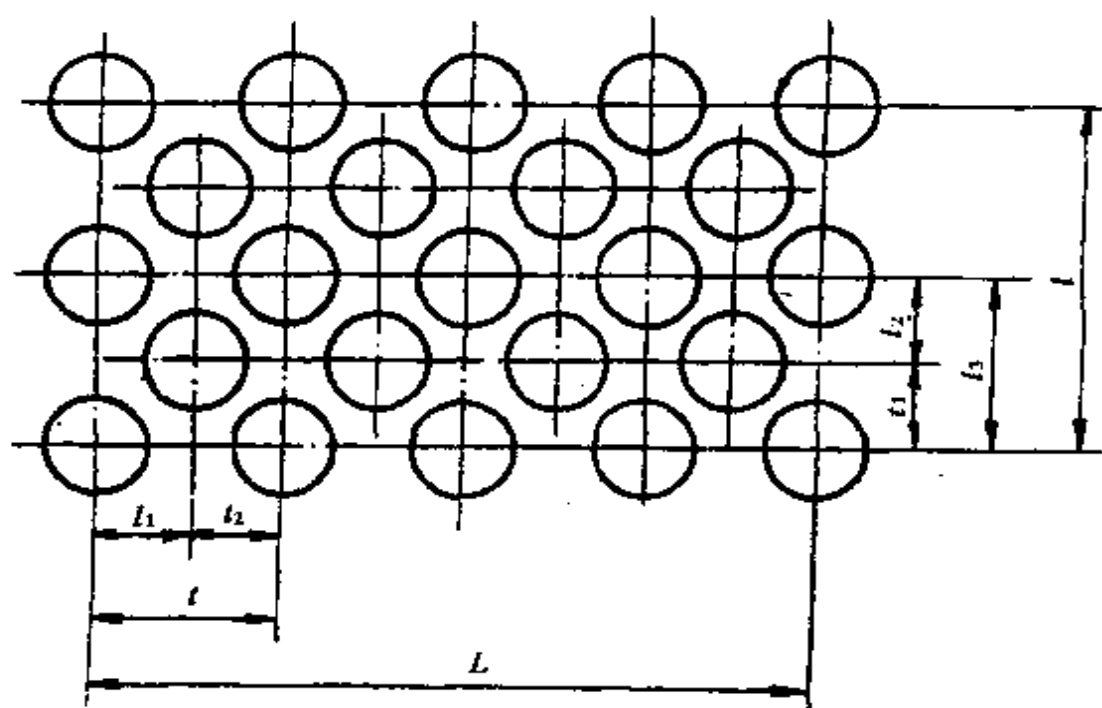


图 8-1 锅炉管孔中心距

(2)安装锅筒支座:

①安装支座式锅筒支座。安装的步骤为:

清理支座弧面上的毛刺,使其与锅筒外表面接触面积在 70% 以上,局部最大间隙不能超过 2mm。

于支座底板上画出纵横中心线,引至侧面用样冲打出标记,并测

量支座的高度。

于置锅筒支座的横梁上画出支座位置纵横中心线,校对其平行度。

确定纵横中心线的位置后安装支座,按中心线调整定位,符合要求后将其固定。

无支座的锅筒应按其结构形式,制造临时支座,并按设计要求调整好位置后将其固定。

②安装吊环式锅筒支座。安装的步骤为:

检查吊环螺栓螺母、球面座和球垫销钉等有无不灵之处或损伤,如有应及时处理;

对吊环作吻合性检查,即将吊环套在锅筒上,吊环与锅筒接触面积应在 70% 以上,局部最大间隙应  $\leq 1\text{mm}$ ;

于悬吊锅筒的顶板梁上画出吊环位置的中心线,在球面座、球面垫间涂上黑铅粉,连同吊杆螺母等都组装在悬吊梁上。

## 2. 安装锅筒与集箱

(1)吊装就位。其要求是:根据现场情况,吊装锅筒的方法应以便于施工和保证安全为准。吊装时应先弄清锅筒重量、吊装设备与吊装索具的承受力,需经必要的计算,编制吊装方案,由专业人员严格遵照安全操作规程吊装,不得违章作业。

(2)找正锅筒与集箱。锅筒与集箱是锅炉受压最重要的部件之一,安装正确与否,直接影响锅炉安装的质量。特别是胀接锅炉,位置稍有偏差就会影响对流受热面管的安装,严重影响胀管质量。因此,找正工序十分重要,应仔细认真实施。

找正锅筒时,应以基础的纵横中心线为准,先找平找正上锅筒,再根据上锅筒找正下锅筒或其他锅筒及集箱。

找正工序,包括单个锅筒中心位置的找平找正,其他锅筒集箱相互间位置距离的找正。找正通常采用以下方法:

①以基础纵横中心线为准找正。将锅筒的纵横中心线投影到基础面上,测量比较基础中心线与投影线的距离作找正。

②以钢架立柱中心线为准找正。先复核主要立柱中心线,将其标记在立柱外侧面,再测量比较立柱中心线与锅筒上边的孔中心线,或锅筒横向中心线及锅筒垂直中心线的距离并找正。

③找正集箱。集箱找正按技术图纸要求,参照基础纵横中心线的方法实施。找正符合要求后应临时固定,等受热面管安装完毕水压试验前拆除,便于其膨胀自由。

(3)临时固定。按各种胀管工艺的特点和要求,锅筒找正符合要求后应临时固定,用以保证锅筒找正的质量、位置以及胀接质量。临时固定一般用桅杆和螺栓托座,将锅筒与钢架横梁固定,不能用锅筒上焊接临时焊件的方法固定。

(4)锅筒集箱安装后的检验。锅筒安装完后应全面检查,其质量标准要达到表 8-7 和图 8-2 的规定。

表 8-7 锅筒集箱就位时的偏差 (mm)

项次	项 目	允许偏差
1	锅筒纵向轴线横向中心线与立柱的水平方向距离	$\pm 5$
2	锅筒集箱的标高	$\pm 5$
3	锅筒集箱的平行度,全长	2
4	锅筒间( $p, s$ ),集箱间( $b, d, l$ ) 锅筒与相邻过热器及集箱间( $a, c, f$ ) 上锅筒与上集箱间( $h$ )轴心线距离	$\pm 3$
5	水冷壁集箱与立柱间距离( $m, n$ )	$\pm 3$
6	过热器集箱两对角线( $x, y$ )的不等长度	3
7	过热器集箱与蛇形管最底部距离( $e$ )	$\pm 5$

### (三)安装水冷壁与对流管

安装前应检查校正管子。锅炉受热面管子较多,管子出厂经运输、装卸、存贮,容易产生损伤与变形。在安装前对管子进行清点、检查与校正,以保证受热面管的安装质量。

#### 1. 检查校正的方法

(1)放样平台的铺设。检查管子一般在平台上放样进行。按设计图纸给定的受热面管子的尺寸,选用面积大、厚度 $>10\text{mm}$ 的钢板作铺设地面,铺设完后测量其水平度。

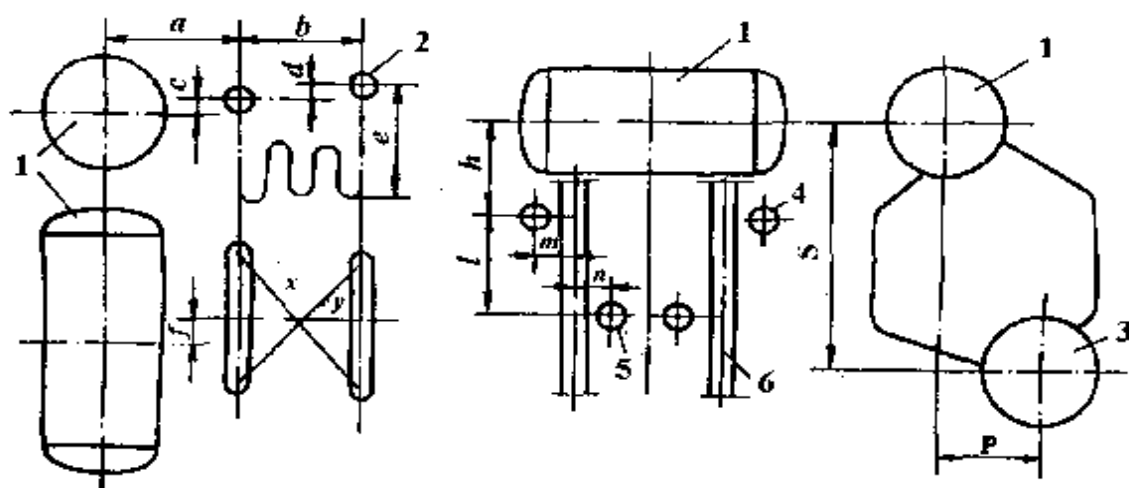


图 8-2 锅筒集箱间的距离

1. 上锅筒 2. 过热器集箱 3. 下锅筒  
4. 水冷壁上集箱 5. 水冷壁下集箱 6. 立柱

(2)放样。按设计图纸的要求,将锅筒、集箱、对流管与水冷壁管的尺寸与位置,在平台上准确无误地按实物(1:1)放样绘制。

绘制步骤如下:

画出上下锅筒的垂直中心线;

量出上下锅筒中心点并画出锅筒水平中心线;

画出最外排管的中心线,与锅筒水平中心线相交成矩形。矩形对角尺寸应等长,否则应及时核对,准确无误后才可实施下一步;

画出上下锅筒的内外圆。按设计图纸画出与锅筒连接的各炉管的角度;

画出各炉管的垂直中心线,并与对应的圆心角延长线相交。按图纸规定的弯曲半径计算并画出各弯管的圆心;

绘制各炉管的外径轮廓线,在外轮廓线上下方各点焊一对角铁,以此为样板槽检查受热面管子;

绘制出管端伸出锅筒的长度图。

(3)检查与校验。检查与校验的要求如下:

校验管子之前,要对管子排列顺序及管子上下端做出标记,以防安装时混乱。

检验时,在放样台上的样板槽对管子检验,与放样的外轮廓线吻合的管子则为合格。然后在锅筒上试装,检查是否符合胀接或焊接的要求。

不合格的管子要及时分析其原因,结合锅筒集箱制造质量和安装找正质量标准作调整。调整合格后再按上述要求检验,直至全部管子符合质量要求。

(4)质量标准:

①炉管材质应符合质量标准,否则不得使用,必要时可做相应的化学成分分析和机械性能试验。

②管子外表面不得有裂纹、变形和锈蚀等缺陷,管子表面的麻点和划痕等,最大深度不能超过管子壁厚的 10%。

③管子胀接端的公称外径为 32 ~ 42mm 的管子时,偏差范围为  $\leq 0.45\text{mm}$ ;公称外径为 51 ~ 108mm 的管子时,偏差范围不得超过其公称外径的 1%。

④管子胀接端的壁厚偏差应符合表 8-8 的规定。

表 8-8 管子壁厚允许偏差 (mm)

公称壁厚	允许壁厚		同一截面上壁厚的允许最大偏差
	最小值	最大值	
2.5	2.25	2.90	0.25
3.0	2.70	3.45	0.30
3.5	3.10	4.00	0.35
4.0	3.60	4.60	0.40
4.5	4.00	5.20	0.45
5.0	4.50	5.70	0.50

⑤直管的弯曲度每米 $\leq 1\text{mm}$ ,全长 $\leq 3\text{mm}$ 。长度偏差 $\leq 3\text{mm}$ 。

⑥弯曲管外形偏差应符合表 8-9 和图 8-3 的规定。

表 8-9 弯曲管外形允许偏差

项次	项 目	允许偏差(mm)
1	管口偏移( $\Delta a$ )	2
2	管段偏移( $\Delta b$ )	5
3	管口间水平方向距离( $H$ )的偏差	$\pm 2$
4	管口间铅垂方向距离( $h$ )的偏差	$\pm 2$

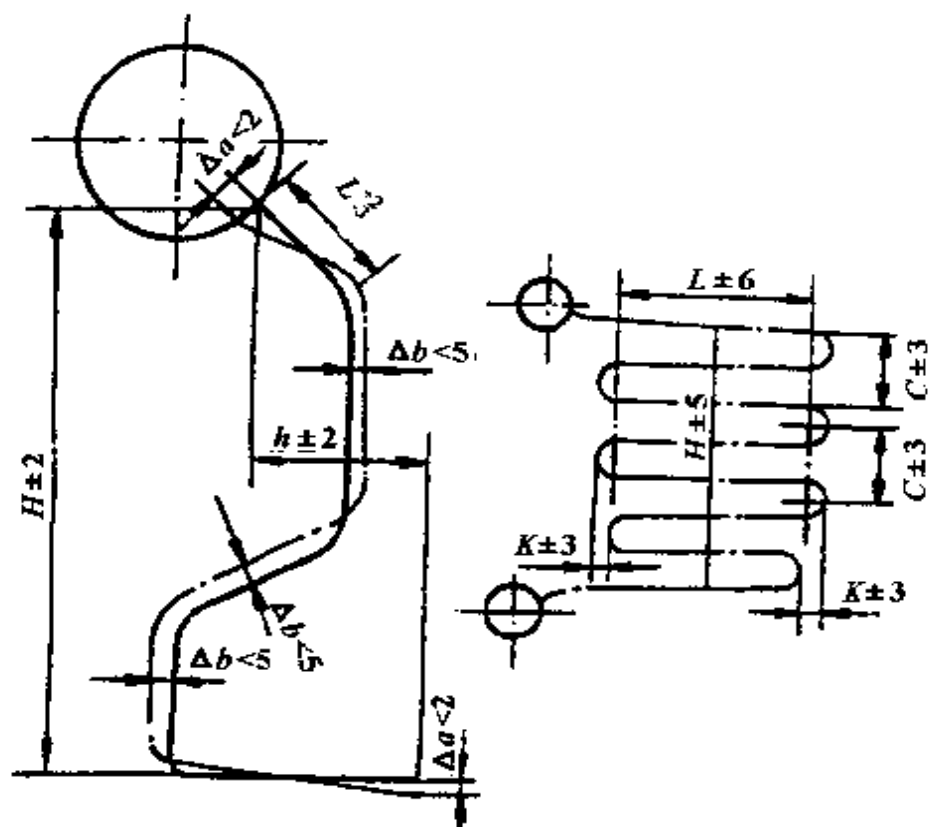


图 8-3 弯曲管的外形偏差

⑦弯曲管的平面度应符合图 8-4 和表 8-10 的规定。



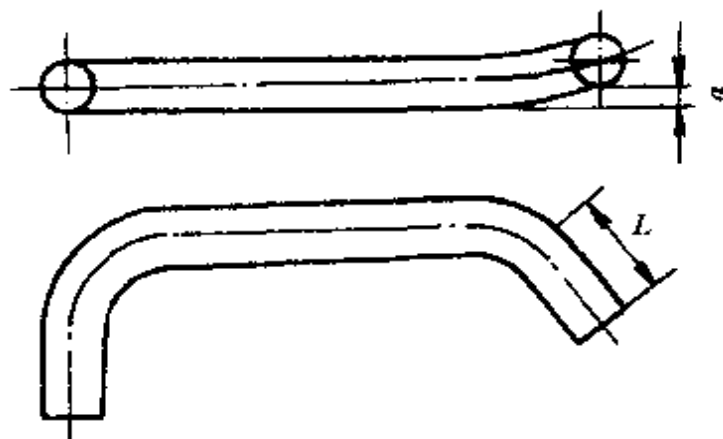


图 8-4 弯曲管的不平度

表 8-10 弯曲管的不平度 (mm)

长 度( $L$ )	不平度( $a$ )
$\leq 500$	$\leq 3$
$> (500 \sim 1000)$	$\leq 4$
$> (1000 \sim 1500)$	$\leq 5$
$> 1500$	$\leq 6$

⑧散装锅炉本体受热面管子要做通球试验,应该矫正的管子要在矫正后做通球试验,通球直径应符合表 8-11 的规定。

表 8-11 通球直径 (mm)

弯管半径	$< 2.5D$	$2.5D \sim 3.5D$	$\geq 3.5D$
通球直径( $\geq$ )	$0.70d$	$0.80d$	$0.85d$

注:1.  $D$ ——管子公称外径; $d$ ——管子公称内径;

2. 试验用球的材质一般为钢材或木材,不应用铅等易产生塑性变性的材料。

⑨胀接管口的端面倾斜度,应符合表 8-12 和图 8-5 的规定。

## 2. 安装水冷壁管与对流管

水冷壁管与集箱的连接一般为焊接,单根或多根安装均可。对流管与锅筒的连接通常为胀接,也可焊接,为单根安装。

表 8-12 焊接管口端面倾斜度

(mm)

管子公称外径	端面倾斜度( $h$ )
$\leq 108$	$\leq 0.8$
108 ~ 159	$\leq 1.5$
$> 159$	$\leq 2.0$

施工时,应根据锅炉结构的型式和现场情况,以保证安装质量和方便施工为原则进行。

(1)单根安装水冷壁管与对流管:

①安装前的检查。单根安装水冷壁管应先装集箱再装管子,然后焊接固定。这种方法适用于一端是锅筒,一端是集箱的水冷壁,也可用于两端都是集箱的水冷壁。用单根安装的方法,安装前应检查处理以下项目,使其达到规定要求。

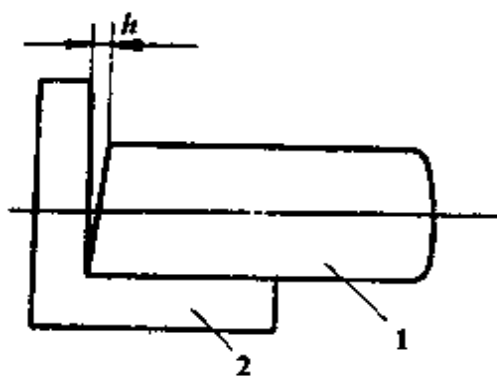


图 8-5 焊接管口端面倾斜度

1. 管子 2. 直角尺

- 复核锅筒集箱安装的中心位置、标高、水平度与相对位置。
- 清除集箱内的杂物,以及管子和管孔的油污锈蚀。
- 按安装要求,复核管子的长度与外形尺寸。
- 按表 8-13 的要求检查焊接管孔的尺寸偏差。

表 8-13 焊接管孔尺寸偏差

(mm)

管子公称外径	允许最大孔径	允许最小孔径
51	52.24	51.5
83	84.87	84.0
159	161.50	160.5

②安装检查依据的技术文件:

- 锅炉设计图纸的安装要求。

b.《机械设备安装工程施工及验收规范·工业锅炉安装》。

c.《锅炉受压元件焊接接头机械性能检验方法》。

d.《蒸气锅炉安全监察规程》。

③焊接。水冷壁的焊接包括水冷壁管子的对接焊接,以及水冷壁管子与集箱的角接焊接,施工时应严格按焊接工艺要求操作。

④调整。焊接完后应按图纸要求,把集箱临时找正用的固定支撑去掉,调整集箱的紧固螺栓。

⑤安装对流管。对流管与锅筒多为胀接连接,有时也用焊接连接。胀接施工应严格按胀接工艺要求操作。

(2)组合安装水冷壁。于地面将集箱和水冷壁管组装焊接在一起,再整体吊装,称为组合安装水冷壁管。这种方法适用于上下都是水冷壁管,以及吊装设备能力较强的情况。

①水冷壁组合。组合前,根据水冷壁结构型式和尺寸,制造组装水冷壁的组合架,形状、位置与稳定性应都能满足组装的需要。

②光管水冷壁组合。把清理后的上下集箱分别置于组合架上,使其纵向中心线相互平行,横向中心线相互重合,确认在同一平面内,再用U形螺栓或点焊将集箱临时固定。

③模式水冷壁。于组合架上组合模式水冷壁。操作时,将检查后的上下集箱就位、找正并临时固定,再检查管子对接后的尺寸与畅通情况,符合要求后与集箱组对焊接。

(3)吊装找正水冷壁:

①加固起吊件。水冷壁组合件在搬运起吊中容易变形,应采取加固措施。长度大、管径粗、弯曲度小的组合件要用小型钢和拉筋加固,长度大、管径细、弯曲度大的组合件要用型钢支架加固。

②吊装。水冷壁组合件选用架滑轮组、卷扬机或链条葫芦等工具吊装,以确保安全。

③找正。水冷壁组件吊装就位且临时固定后,即可调整中心位置、水平位置、标高等尺寸找正。符合要求后应立即固定,将锅筒与水冷壁集箱的连接管组对焊接好。

水冷壁组件安装完毕,应全面检查安装质量,并符合表 8-14 的规定要求。

表 8-14 水冷壁组件安装允许误差

项 次	项 目	允许误差(mm)
1	集箱中心位置	$\pm 5$
2	集箱标高	$\pm 5$
3	集箱水平,全长	2
4	间距	$\pm 3$

(4)安装水冷壁与对流管的注意事项。水冷壁与对流管是锅炉最重要的受热面,其焊接质量直接影响锅炉的正常运行。因此,用焊接连接时,应严格按技术规定施工,并认真检验校正,达到下列要求:

水冷壁与对流管的对接焊缝用固定方法焊接时,管子的材质、规格和坡口等要完全一致;

做焊接工艺评定试验,焊缝质量不低于Ⅱ级为合格;

做机械性能试验和无损探伤检查,都要合格。

#### (四)安装省煤器

锅炉尾部受热部件称为省煤器,它是用锅炉排放烟气中的热能加热锅炉给水的一种换热装置。它的种类,按材质分有钢管式和铸铁式两种,按给水加热程度分有沸腾式和非沸腾式。

铸铁肋片式即非沸腾式省煤器,通常用在中小型锅炉上。钢管蛇形式即沸腾式省煤器,多用在大型锅炉上。

##### 1. 安装铸铁肋片式省煤器

铸铁肋片式省煤器分单件安装和组合安装两种,根据现场施工情况与设备吊装能力而定。

##### (1)单件安装:

①适用条件。施工现场场地狭小,不便使用较大的吊装设备,可在安装省煤器的位置上搭设平台,于省煤器支撑架上直接安装。单件安装简便可靠,应用较广泛。

②安装前的准备。检查各管段弯头的密封面,不能有砂眼、气孔、裂纹和歪斜等缺陷,法兰结合面不得有凹坑、径向沟痕,并清理干净肋片管内部及法兰弯头上的残渣。

逐根检查省煤器肋片管,有破损的肋片管数与片数,不得超过总数的 10%。

检查测量每根肋片管的长度并选配组合,把长度近似的管选为一组,相邻两根肋片管的长度差应 $\leq 1\text{mm}$ 。选配组合后编号标记。

肋片管安装前应试压,试压应单根进行,不得数根连接在一起试验。

③安装省煤器。安装步骤与要求:

检查调整省煤器支撑钢架和省煤器底框的标高和平行度,使之符合图纸要求;

把选配组合好的肋片管逐根吊放到底座框上,调整安装位置,符合图纸要求后再稳妥置放;

底层肋片管组合好后,即将  $180^\circ$  弯头组对,弯头的两个法兰平面应在一个平面上;

组装弯头时,螺栓应自里向外装入孔内。螺钉安装前,应进行简单加工并在丝扣上涂铅粉,以便安装和拆卸;

为保证两法兰间的严密性,防止漏烟,省煤器肋片管法兰的四周槽内应按图纸规定嵌入石棉绳;

底层肋片管组装好后,依相同的要求和方法逐层组装。肋片管和法兰之间要垫涂铅粉的石棉橡胶垫。多层肋片管组装中应注意肋片管是否稳妥,防止倾倒,避免砸破和损坏。

④省煤器组装的质量标准。省煤器安装完后,要全面检查其质量,组装允许偏差应符合表 8-15 的要求。

⑤省煤器的水压试验。省煤器安装完后还要做水压试验。试验方法和标准应符合《机械设备安装工程施工及验收规范·工业锅炉安装》与《蒸气锅炉安全监察规程》中的有关规定,做好试验记录。

表 8-15 铸铁肋片管式省煤器组装允许偏差

(mm)

项次	项 目	允许偏差
1	支撑架的水平方向位置	$\pm 3$
2	支撑架的标高偏差(以主锅筒为准)	$\pm 5$
3	支撑架纵、横向的平行度	1/1000
4	支撑架两对角线的不等长度	3
5	各肋片管中心线的平行度(全长)	1
6	相邻两肋片管的中心距离	$\pm 1$
7	相邻两肋片管的不等长度	1
8	每组肋片管两端法兰密封面所组成的面应为一铅垂面	5
9	每根肋片管上的有破损的肋片数	10%
10	整个省煤器中有破损片的管数	10%

水压试验合格后,要利用水压调整省煤器的安全阀。调整后铅封,将调整记录存入锅炉技术档案。

(2)组合安装。将肋片管在地面组装成整体,再整体吊装,这种施工方法称为组合安装。地面组装便于操作,但要求现场有较大的操作场地,以及能满足起吊能力的起重设备和人员。

其步骤与要求是:

①地面组合。先检查肋片管和弯头,合格后按技术要求作地面组合。吊装前应将省煤器组合体横向捆扎牢固。

②检查校正。检查与校正省煤器钢架支撑,以及省煤器底框的标高和平行度,划出省煤器安装位置的纵横中心线和标高线。

③编制吊装方案。根据钢架结构形式和省煤器组合体的重量及现场条件,编制吊装方案,安好吊装设备。向操作人员进行技术交底,然后按规程和顺序吊装。

④找正固定。省煤器吊装就位后即可找正,符合要求后再固定。

⑤全面检查。省煤器组合体就位后,应全面检查,安装质量应符合表 8-15 的要求。

(3)安装铸铁肋片管式省煤器的注意事项:

①省煤器用单件安装时,要在省煤器安装的位置搭设平台。平台应宽敞牢固,要设置安全护栏或安全绳。组合安装时应根据现场条件,合理设置吊装设备,以免吊装方法不当发生事故。

②焊接省煤器墙板应保证质量,不得漏烟,施焊时应防止焊接变形。

③省煤器如装有除灰器,应装好除灰器框架,使除灰器能灵活自如。

## 2. 安装蛇形钢管式省煤器

蛇形钢管式省煤器安装方法有:单件安装和组合安装两种。这种省煤器多用在大型锅炉上。

其安装顺序是:

按技术图纸检查零部件,应符合要求;

散件应搭设平台,在平台上逐件安装。组合件可整体吊装;

安装完后做水压试验。

## 3. 安装省煤器散件

其安装顺序是:

安装集箱,找正标高和位置,并加固;

按图纸尺寸安装基准蛇形管,依次安装其余管排。

## 4. 安装省煤器组合件

其安装顺序是:

检查省煤器组合体外形尺寸与焊接质量是否符合规定,外观有无缺陷;

为确保管路畅通,应用压缩空气吹净管内污物;

安装之前,水压试验应合格,安全阀应调整试压完毕;

吊装前,应调整支撑架的平行度和标高,吊装时组合体不应受力。

## 5. 省煤器安装的质量标准

省煤器安装完毕,应全面检查安装质量,其允许偏差应符合表 8-16 的规定。

表 8-16 蛇形钢管式省煤器组装允许偏差

项次	项 目	允许偏差(mm)
1	支撑梁标高	$\pm 5$
2	支撑梁水平	$\pm 2$
3	宽度	$\pm 5$
4	组合件对角线	10
5	边排管垂直	$\pm 5$
6	集箱中心矩形管弯头端部长度	$\pm 10$
7	边缘管与炉墙距离	符合图纸要求

## 6. 安装省煤器的注意事项

以蛇形钢管式省煤器为例,其注意事项有:

(1)蛇形管的对接焊缝应正对同心,不能有错口和别劲,焊接质量应符合技术要求。

(2)蛇形管的卡子应保持平直,不能将管子卡死。卡子一般为耐热合金钢材料,不得用错。

(3)蛇形管应做无损伤探伤检查和通球试验。

# 第二节 锅炉汽、水系统的安装

## 一、安装管道

### (一)安装前的检查

#### 1. 检查管子

(1)借助光线用肉眼检查管子内外壁,其表面应光滑且无裂纹、划痕、锈坑、凹陷及重皮等缺陷。



(2)用卡尺、千分尺等检查管径及壁厚,尺寸偏差应符合不同用途的标准规定。

(3)检查管子的直线度,应符合以下要求:

冷轧管的直线度每米 $\leq 1.5\text{mm}$ ;

热轧管的直线度,壁厚 $< 20\text{mm}$ 时,每米 $\leq 1.5\text{mm}$ ,壁厚 $= 20 \sim 30\text{mm}$ 时,每米 $\leq 2.0\text{mm}$ ,壁厚 $> 30\text{mm}$ 时,每米 $\leq 4.0\text{mm}$ 。

(4)若管子用于中高压,应将管子逐根做水压试验,试验压力计算公式是:

$P(\text{MPa}) = 200 \times S(\text{最小壁厚 mm}) \times \delta(\text{允许应力取屈服极限的 } 0.85 \text{ 倍}) / d(\text{钢管公称内径 mm})$ 。

(5)按标准检查管子的圆度,一般要求相对圆度偏差不超过0.05。

## 2. 检查管件

安装前,应按要求检查管件的材质、规格、数量,以及外表缺陷和尺寸偏差,符合设计要求后才能安装。

### (二)管子的弯制与校正

#### 1. 管子的弯制

(1)管子受力弯曲时,背部金属拉伸变长,管壁变薄,腹部金属受压变短,管壁变厚,从而使管子截面出现不圆度变形,影响到截面变形管段承受内部介质压力的能力。因此,管子弯制时应采取措施,将圆度限制在规定的范围内,其许可值如表8-17所示。

表 8-17 管子弯曲后圆度的许可值

管弯曲半径(mm)		75	100	125	160	200	300	400	500	600	> 800
外径 (mm)	单位	最 大 许 可 值									
38	(%)	9	8	6.5	5.5	4.5	4				
	(mm)	3.42	3.04	2.47	2.09	1.67	1.25				

续表 8-17

管弯曲半径(mm)		75	100	125	160	200	300	400	500	600	> 800
外径 (mm)	单位	最 大 许 可 值									
51	(%)		9	7	6	5.5	5				
	(mm)		4.59	3.57	3.06	2.8	2.55				
60	(%)				7	6	5	4	3	2.5	2
	(mm)				4.2	3.6	3	2.4	1.8	1.5	1.2
76	(%)						6	5	4	3	2.5
	(mm)						4.56	3.8	3.04	2.28	1.9
89	(%)							6	5	4	3
	(mm)							5.34	4.45	3.56	2.67
108	(%)							7.5	6.5	5.5	4
	(mm)							8.1	7.02	5.94	4.32

(2)常用弯管的方法有冷弯、热弯及可控硅中频加热弯管等方法。在弯管前,应全面检查管子,按图纸要求配制弯管样板。

①冷弯。在常温下弯制管子,管内可不装砂,称冷弯,它一般用于手动弯管器或电动弯管器的操作。

②热弯。热弯是预先在管内装砂子,再用气焊炬或炉子加热,其温度为:碳钢 950 ~ 1000℃,合金钢 1000 ~ 1050℃。加热合适后,送至弯管平台弯制。

③可控硅中频加热弯管。用中频电源和感应线圈,将管子局部加热,管内不需装砂,这种机械弯管操作称为可控硅中频加热弯管。此法占地面积小,劳动强度低,操作速度快,弯管质量好且安全。

(3)校正管子。当搬运或保管不当时,会使直管变弯或弯管角度发生变化等,应在安装前校正。其方法有冷校和热校两种。直径 < 42mm 的管子常用冷校,直径较大的管子多用热校。

### (三)配制管道附件

#### 1. 管道支吊架的配制与用途

(1)管道支吊架的配制,通常按设计图纸的技术参数配制,也可自行制作。

(2)常用管道支吊架的用途有:

①固定支架。在不允许管道有位移的部位设置固定支架,用以承受管子的重量和固定管子的位置。

②活动支架与刚性支架。在管道没有或只有很小垂直位移的部位设置活动支架或刚性支架,以增加管道的稳定性。

③导向支架。在水平管道上允许管道轴向位移的部位设置导向支架,以限制管道位移方向,并承受管道的重量。

④弹簧支吊架。在管道有垂直位移的部位设置弹簧支吊架,以限制管道位移方向,并承受管道的重量。

#### 2. 管道连接法兰与零件的配制

(1)法兰与垫片的选用与配制。安装汽、水系统管道前,应按其公称压力、介质和工作温度,选择法兰类型和垫片类别,再按公称压力和公称直径对照法兰标准图集,加工配制。

(2)配制螺纹零件。在低压常温的小口径汽、水管道中连接,或与带有螺纹的设备连接,一般用螺纹连接。常用螺纹连接的方式有三种,即:

①圆锥形内螺纹与圆锥形外螺纹连接。

②圆柱形内螺纹与圆柱形外螺纹连接。

③圆柱形内螺纹与圆锥形外螺纹连接。

#### 3. 管道的热胀与补偿

(1)蒸气热力管道在常温下安装,高温下运行,应该考虑管道受热伸长的情况,以免造成管路变形或损坏。

(2)管道补偿器有 U 形、L 形和 Z 形三种。U 形补偿器对管道热伸长量消化能力最强,是最常用的补偿器。L、Z 形补偿器又称自然补偿器,在管路中多处设置,虽然它不是专为解决管道受热膨胀而

设,但也起到了补偿器的作用。

#### (四)安装管道

##### 1. 测量施工

- (1)根据图纸要求定出主干管转角的位置。
- (2)按管段长度和坡度要求,测出水平主干管端头的两个标高。
- (3)于主干管中心线,确定各分支管的位置及各管道附件的位置。
- (4)测量各管段的长度和弯头角度。
- (5)根据测量的结果,绘制管道安装图,以此图为管道组合与安装的依据。

##### 2. 预制管道

- (1)为保证工程质量和缩短工期,有些管道宜在加工厂或现场预制。预制时应留出适当的余量,还要照顾到便于运输和安装。
- (2)预制好的管道内应清理干净,并应采取措施防止杂物进入。

##### 3. 安装支吊架

- (1)按管件与输送的介质以及保温材料的重量,确定支吊架的间距。
- (2)安装固定支架时,为使管子不转不窜,托架、管箍与管壁要抱紧。
- (3)安装活动支架时,要留出位移量,以保证管子轴向自由膨胀。
- (4)安装吊架的吊杆时,要留出倾斜量,倾斜量为热长量的一半。
- (5)两个固定支架之间应装补偿器。
- (6)活动支吊架的活动部分必须裸露,不能被保温层或水泥覆盖。
- (7)安装弹簧支吊架,不能随意安装,应严格遵循技术要求。

##### 4. 敷设管道

- (1)敷设前应清理和检查管道,准备好吊装工具与脚手架,以及安装管道用的工具和量具。
- (2)把管段与管件安装成组件,吊放于支架上,再进行组件之间

的连接。

(3)按施工图纸认真安装,对口焊接、法兰连接与螺纹连接等都应符合图纸要求。

#### 5. 安装管道的要求

(1)用靠尺或垂线等检查立管的垂直度。

(2)安装蒸气管、冷凝水管要有一定的坡度,如坡度无明确规定,通常取  $2‰ \sim 3‰$ 。

(3)法兰连接的对口用焊接,不能强行连接。

(4)管路的管径  $> 200\text{mm}$ 、蒸气温度  $> 300^\circ\text{C}$  时,应加装膨胀指示器。

(5)蒸气管道的最高点要安装放汽阀与放汽管,最低点应安装疏水阀。

(6)管道密集之处,为便于检修和保温,要留有足够的间隙。

(7)选择法兰垫片,应根据输送介质的性质、温度及压力而定。

表 8-18 为常见介质适用的垫片。

表 8-18 常见介质适用的垫片

介质	材料名称	最大工作压力 (MPa)	最高工作温度 ( $^\circ\text{C}$ )	垫片厚度 (mm)	备注
水	油渍纸板	0.2	120	1~3	
	橡胶	0.3	40	4~6	
	带帆布的橡胶	0.6	60	3	
	石棉橡胶板	5.0	300	2~3	
	皮革	16.0	30		
蒸气	石棉板	0.15	110	2~3	
	石棉橡胶板	4.0	300	1~2	
	铜	4.5	350		

续表 8-18

介质	材料名称	最大工作压力 (MPa)	最高工作温度 (℃)	垫片厚度 (mm)	备注
酸碱	聚氯乙烯	0.6	50	2~3	
	橡胶	0.6	100	3	
	石棉橡胶板	4.0	300	2~3	
重油	工业布造的厚纸	1.0	30	<4	
	纤维	1.5	80		
	防油石棉橡胶板	7.5	350	1~2	
烟气	石棉	0.1	650	<4	

## 6. 管道试压与清洗

(1)管道安装完后,应按设计要求做强度和严密性试验。

(2)水管道用水清洗,其末端排出口管的截面不得小于被冲洗管的截面的 60%。

(3)汽管道用蒸气吹洗,其末端排出口管的截面不得小于被冲洗管的截面的 75%。为克服排汽时的反作用力,排汽管应固定。

(4)清洗水管,要用系统的最大压力和最大流量进行,冲洗水要清洁。

(5)蒸气吹洗应先暖管。吹洗压力应为设计压力的 75%,不得低于设计压力的 25%,吹洗时应保持压力恒定。吹洗流量应是管道设计流量的 40%~60%。吹洗次数不得少于二次,每次间隔为 6~8 小时,每次持续 15~20 分钟。蒸气管道投产前,压力升至 0.3~0.5MPa 时,检查并热紧一次所有的法兰螺栓;压力升至工作压力时,维持 10 分钟工作压力,做严密性检查。

(6)投产前,汽、水系统应在工作压力下做通气、通水检查,确定系统各部位无问题后才能投产。

## 二、安装阀门

### (一)安装前的检查

阀门用于控制和调节流体的流量,是锅炉房汽、水系统的主要附件之一,对锅炉的安全运行十分重要,安装前必须严格检查。其方法是:

(1)先检查外观,解体抽查同规格同型号阀门中的垫片与填料等是否符合使用规定。

(2)阀门应逐个做水压强度和严密性试验。壳体强度试验压力为公称压力的 1.5 倍,阀盖与填料室、阀座与阀瓣结合面的严密性试验压力按公称压力计。

(3)阀门检验合格后,应将水放尽并涂防锈油,封闭出入口,及时填写试验记录。

(4)安装安全阀前,按设计规定的压力进行整定,由锅炉管理部负责实施。

(5)高压主蒸汽管道和主给水管道用的阀门,以及内部有合金钢零件的阀门,都要做详细的解体检查。

## (二)一般阀门的种类和用途以及安装要求

### 1. 闸阀

在阀体内放置一块与介质流向相垂直的闸板,故称闸阀。闸板提起时闸阀即打开,闸板放下时闸阀即关闭。闸阀主要由闸板、阀体、填料室和手轮等构成。按闸板结构型式不同,闸阀可分为楔式和平行式两种,阀杆螺纹也可分为明杆和暗杆两种。楔式阀多为单闸板,只有一个密封面;平行式闸阀的闸板有两个密封面。安装一个密封面的闸阀时,不能倒置,要按介质流动的方向安装。

闸阀通常用于输送水、蒸汽的系统中,使用时闸板应经常保持在全开或全闭两个极端的位置上,不作调节介质流量用。故正确开启闸板有助于延长闸阀的使用寿命。闸阀的流动阻力小,密封性能好,但密封面易磨损,结构复杂,检修较困难。

### 2. 截止阀

截止阀的整体型式有直通、直流和角式三种,按密封面型式有平行密封面和锥形密封面两种,按阀杆螺纹位置可分为明杆和暗杆两

种。小口径阀门多用暗杆螺纹和锥形密封面。明杆螺纹和平行密封面的截止阀,一般用于大口径或温度较高且有腐蚀性流体系统管路中。

截止阀的优点是结构简单,维修方便,但比闸阀阻力大5~10倍,且阀体占空间位置大。安装时要考虑介质流向,遵循“低进高出”的原则,不能装反。截止阀多用在需经常启闭和经常调节介质流量的系统中。

### 3. 止回阀

止回阀又称逆止阀,按结构型式分为升降式止回阀、旋启式止回阀和底阀三种。升降式止回阀噪音小,密封性能好,多用于水平管道上,故又称卧式止回阀。旋启式止回阀噪音大,密封性能较差,通常用于大口径管道或垂直管道上。底阀仅用于水泵吸水管底部。

### 4. 节流阀

节流阀是截止阀的一种。其阀芯的形状是针形,又称针形阀,分为直通式和角式两种。阀座的直径较小,通过阀芯与阀座之间间隙的微小变化精确地调节流量或压力。节流阀外形尺寸小,重量轻,密封性能好,制造精度高,常作精细调节用,常用于锅炉房的仪表系统、取样系统和表面排污系统。

### 5. 减压阀

按结构型式,减压阀可分为波纹式、活塞式、薄膜式和弹簧式等几类。通常要求减压阀能自动调节,使低压侧的压力保持稳定。当锅炉蒸气压力较高而用户需要较低的压力时,可用减压阀降低蒸气压力。

### 6. 疏水阀

疏水阀用于蒸气管道中,可以自动将蒸气系统中的冷凝水排除,避免管道中发生水击现象,还能防止蒸气泄漏提高热利用率。

### 7. 排污阀

通常锅炉的排污装置有两个串联的排污阀,其中一个为快开式排污阀,装在慢开式排污阀的外面;另一个慢开式排污阀装在靠近锅



炉的一侧。排污阀的种类有旋塞式、摆动闸门式和齿条闸门式等几种。

## 8. 安全阀

常用的安全阀有弹簧式、杠杆式、脉冲式和静重式等几种。

(1)弹簧式安全阀又分为带手柄和不带手柄、封闭和不封闭两类。其特点是结构紧凑轻便,严密性好,经得起震动,泄漏现象较少,故移动式锅炉采用较多。工业锅炉一般用弹簧带手柄不封闭式的安全阀。

(2)杠杆式安全阀又分单杠杆式和双杠杆式两种。它通过杠杆和重锤重力矩对阀芯的作用,使蒸气压力平衡,故又称重锤式安全阀。这种安全阀通过移动重锤的位置,可以改变重力矩的大小。它的结构简单,工作性能可靠,调整方便,应用较广泛。

(3)脉冲式安全阀多用于高压锅炉。

(4)静重式安全阀体积大、笨重,运行过程中无法调整,灵敏度低,故采用较少。

## 三、试验水压

### (一)试验水压的作用

水压试验是以水为介质,以等于或高于锅炉工作压力水压,检验锅炉受压部件的严密性和有无残余变形,也是全面检验锅炉的材料质量、制造质量和安装质量,保证锅炉安全运行的重要措施之一。检验的内容与要求:

(1)检验锅炉各受压部件的耐压强度,检查有无残余变形,即肉眼能看到的不能恢复的变形。

(2)检验锅炉各受压部件的焊口、胀口以及金属表面的严密性,有无泄漏。

(3)不可以试压压力代替锅炉工作压力。水压试验通常在常温下进行,不可能完全检查出锅炉在热态工作时可能出现的问题,因为材料强度和承压系统的严密性都会随工作温度的升高而降低。

(4)国家锅炉监察法规定,锅炉安装质量应分段验收和总体验

收。为此,锅炉监察部门、建设部门、安装部门的有关人员应参加水压试验,并认真检查和验收,做好记录和签证。

## (二)试验水压前的准备

### 1. 检查外部

(1)试验范围内的受热面与锅炉本体管路支吊架应安装牢固,临时试压放水和放气管路应安装完毕,放水管应从存水最低处接出,确保积水排尽。

(2)管道与锅筒上全部阀门应安装齐全,除排气阀外各阀门均处关闭状态。安全阀不做水压试验以防失灵,暂时不装仪表的出口及与其他系统连接的出口应临时封闭。

(3)为保证试压时锅炉各受压部件自由伸缩变形,应清理干净水冷壁管及锅筒上所有的临时加固支撑和支架等。

### 2. 检查内部

(1)应彻底清除锅筒内部的杂物、焊渣和污垢等,清除干净后按要求封闭人孔和手孔。

(2)焊缝与胀口应无腐蚀和裂纹,管端伸出的长度与角度应符合要求。

### 3. 其他准备

(1)准备好水源和试压泵,以及压力表(至少两只),精度 1.5 级,量程为工作压力的 2 倍,水温以 20 ~ 50℃为宜。

(2)备好照明设备,通常用行灯或手电筒,行灯电压应为 12 ~ 24V。

(3)受热面管及焊口、胀口处,试压合格前不能刷漆,应搭设脚手架便于观察。

(4)水压实验通常在环境温度 > 5℃时进行,气温 < 5℃时应有防冻措施,以防水压试验完后积水冻坏管道和阀门等试压部件。

(5)配备好试验人员,他们必须熟悉试验规程,明确检查范围,认真填好试验记录。

(6)准备好施工记录,便于检查和验收。

### (三) 试验水压的依据

(1) 锅炉部件和组件的水压试验, 通常由制造厂按《锅炉水压试验技术条件》的规定完成。

(2) 锅炉总体水压试验, 按《机械设备安装工程施工及验收规范·工业锅炉安装》的规定完成。

(3) 锅炉本体水压试验, 按《蒸气锅炉安全监察规程》的规定完成。快装锅炉本体水压试验通常在制造厂完成。

(4) 试压应严格按相应的水压试验标准规定操作, 不得提高或降低试验压力, 以免发生事故或造成隐患。

### (四) 试验水压的程序

(1) 开启全部放空门和压力表连接门, 关闭全部放水门和本体管路阀门。

(2) 开启试压进水阀门注水, 应注意放空门出气, 放水门是否关严。试压水温如比环境温度高, 进水速度应放慢。注满水后 10 分钟进行满水检查, 观察有无异常或泄漏。

(3) 锅炉满水后如无异常则开始升压。2t/h 以下的小锅炉, 可用手压泵加压; 4t/h 以上的大锅炉用电动泵加压。在工作压力范围以内升压速度为  $0.20 \sim 0.30 \text{ MPa/min}$ , 在工作压力以上升压速度为  $0.10 \text{ MPa/min}$ 。试压时应以锅筒省煤器上压力表数值为准。

(4) 为尽快发现泄漏点, 试压升至试验值之前应选定几个压力点进行定压检查。其要求是:

①通常中小锅炉当压力升至  $0.3 \text{ MPa}$  时, 进行定压全面检查。如法兰、人孔或手孔泄漏时, 可予以紧固处理。

②试压升至工作压力时, 应定压进行全面检查, 如发现异常即时做记录。

③试压升至工作压力后, 如问题不影响升压, 则继续升压至试验压力, 在试验压力下停泵检查并做记录。

④焊接锅炉应保持压力 5 分钟, 再降至工作压力, 在此压力再进行一次全面检查。

⑤试验结束时缓慢降压,降压速度为  $0.2 \sim 0.3 \text{MPa/min}$ 。

⑥试验结束后放尽试验水,冬季防止结冰冻坏设备。若余水排不尽则用压缩空气吹出。

⑦排放试验水时应将排污阀开至最大,便于沉淀物与污物排出。

#### (五)试验水压合格的标准

(1)升至试验压力停泵后,5分钟内自然压力下降  $\leq 0.05 \text{MPa}$ 。

(2)全部焊缝与受压部件表面没有水痕、水雾与漏水现象。

(3)胀口无水珠向下流的漏水现象,渗水和有泪水的胀口数不能超过胀口总数的3%,其中有泪水的胀口数不能超过胀口总数的1%。

(4)法兰、阀门、人孔和手孔处不得有渗漏。

(5)水压试验完成后,锅炉受压部件没有肉眼可见的残余变形。

#### (六)处理缺陷

水压试验中缺陷如超过标准要求,应即处理直至符合标准为止。

(1)渗漏焊缝应铲除,并返修重焊,不得进行表面堆焊修补。

(2)有裂缝、重皮等线状缺陷的管子应更换。

(3)渗漏的胀口应补胀,同一管子补胀不能超过两次。补胀后的管内径应认真测量记录,并计算出补胀后的胀管率。

(4)补胀后仍然渗漏的管子应割换,割换时不得损伤锅筒管孔。

#### (七)试验水压注意的事项

(1)试验水压时要密切注意不同位置的压力表是否同步上升,防止出现意外。

(2)对试验压力不同的受热面的水压试验,如可分式省煤器,要在锅炉本体达到试验压力后将不同压力受热面隔开,单独升至各自相应的压力试验。

(3)试验水压升至  $0.30 \text{MPa}$  以上时,严禁对锅炉各受压部位加以拧紧或进行各种敲打动作。

(4)试验压力时,工作人员要远离泄漏点,降至安全压力后,才能进行认真检查。

### 第三节 锅炉附属设备安装与试运行

#### 一、安装锅炉附属设备

##### (一)安装除尘器

锅炉燃烧时产生烟尘会污染大气。为保护环境起见,除改善燃烧条件外,还要用除尘器消除烟尘中的粉尘。

##### 1. 除尘器种类、结构与作用

(1)简易布袋除尘器。这是一种高效率的干式除尘器。当含尘烟气由下部进入布袋后,又从袋内腔向外流出,在布袋的过滤下,烟尘被粘附在布袋的内表面。风机停转后,布袋内表面的灰尘在重力作用下落入集灰箱,烟气净化后从烟囱排入大气中。

(2)静电除尘器。这是一种较好的干式除尘器。它的优点是除尘效率高,阻力小,能捕捉到极细的灰尘粒,对高温烟气的适应性较好。缺点是占地面积大,安装要求高,技术复杂,造价高,不宜在小型锅炉上使用。

(3)C型除尘器。它是一种性能较好的除尘器,由带切向进烟口的旋风筒、烟尘隔离室、下部排灰斗和上部烟气出口等部分组成。

(4)双级蜗旋除尘器。它是由窝壳型浓缩分离器,和带灰尘隔离室C型除尘器组合成,是复合式的旋风除尘装置。它已成为定型系列产品,应用范围较广。

(5)沉降式除尘器。这种除尘器结构简单,阻力小,但占地面积大,除尘效果较差,在工业锅炉中应用较少。

(6)管式水膜除尘器。它是一种湿式除尘器,由水箱、管束、水封、排水沟和沉淀池组成。由于供水方式不同,这种除尘器又分为上水箱式和压力式两种。

##### 2. 安装除尘器

(1)安装双级蜗旋除尘器。这种除尘器应用范围较广,可用于链条炉排等锅炉。通常装在锅炉出口与引风机之间,除尘器处于负压

段。安装时要注意接口与排灰板处的密封,不可有漏风,否则会严重影响除尘效果。双级蜗旋除尘器的布置方式如图 8-6 所示。

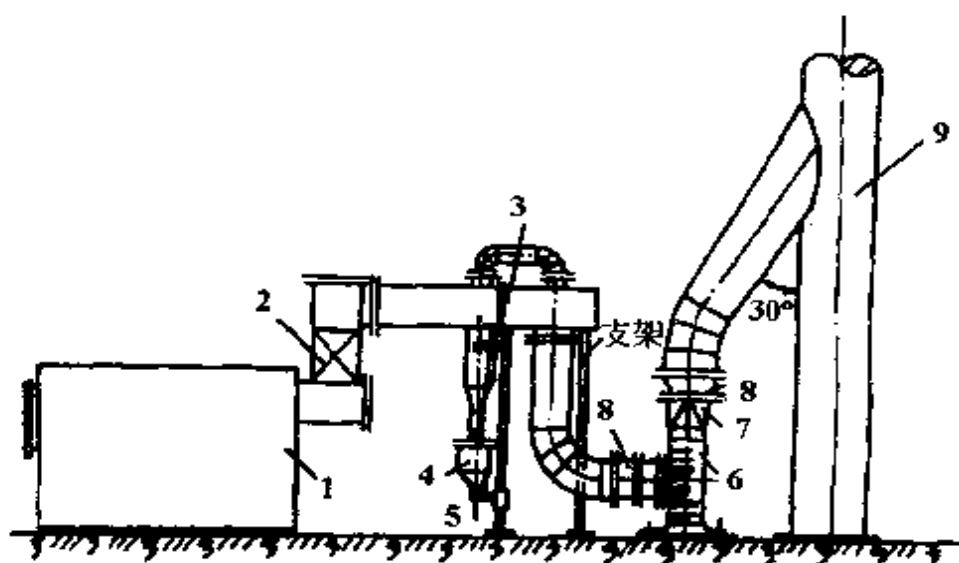


图 8-6 双级蜗旋除尘器布置方式

1. 锅炉 2. 省煤器 3. 除尘器 4. 贮灰斗 5. 放灰阀  
6. 引风机 7. 变径管 8. 软接头 9. 烟囱

双级蜗旋除尘器的安装要求:

①安装前,应对双级蜗旋分离器内外进行检查,看是否有堵塞和损坏,耐磨涂层是否完整和符合设计要求,并注意固定叶片方向不可倒装。

②画出基础上中心位置线,支架安装好并找正。

③除尘器吊装在架子上,调整好除尘器与烟道的位置,对接要严密,使其密封性能良好。

④支架安装垂直度允许偏差应 $\leq 1/1000$ ,除尘器平行度允许偏差为 $1/1000$ ,全长允许偏差 $\leq 5\text{mm}$ 。

⑤支架找正后拧紧螺栓,再将支架地脚灌浆固定。

(2)安装管式水膜除尘器:

①安装前,根据技术资料清点数量,检查设备制造质量及规格。

②安装支架后再安装管子。安装管子散件时要注意垂直度,否则管子四周形成不了均匀的水膜,将严重影响除尘效果。

③如除尘器为整体供货,安装时水平允许偏差为  $1/1000$ 。除尘器的前后应有一段水平烟道,用以防止烟气通过弯曲烟道和截面变化烟道产生紊流,影响除尘效果。

④安装除尘器烟道时要留一定的坡度,坡向除尘器水封的水槽,让溢出的水自动流回水槽。

⑤注意事项。正确制造和安装除尘器,才能有效发挥除尘器的作用。除尘器系统的气密性是影响除尘效果的重要因素,微量漏风也会使除尘效果下降,必须引起注意。

选用除尘器要结合具体情况,根据锅炉的类型、燃料性能、燃烧方式和负荷变化等技术参数正确选择。

引风机和除尘器的布置方式如图 8-7 所示。

## (二)安装水泵

锅炉系统用的水泵,除蒸气往复泵外,使用较多的是中低压离心泵。这种离心泵效率较高,出水量均匀,启动迅速,运行可靠,容易调节,选用灵活,维修方便,应用较普遍。

### 1. 安装前的准备

(1)开箱清点,按图纸规定要求检查泵体、电机、零配件、技术文件和合格证等,以及规格数量是否符合要求,各类文件是否齐全有效。

(2)检查泵壳、泵座和装备等外观,以及泵轴、叶轮、平衡盘、轴承和轴套等部位,是否符合规定要求,否则不得使用。

(3)检查混凝土基础的外观和各部尺寸,以及地脚螺栓、垫铁、对轮零件与安装工具的准备情况。

### 2. 泵体就位

(1)将水泵台板吊放在混凝土基础上,按基础标定的中心线找正,并调好水平与标高。

(2)安装台板时,纵横向不平行度应  $< 1/1000$ ,符合要求后再二次浇注固定,4 天后才可安装电动机与泵体等机组。

(3)安装机组时,通常先安装泵体并找正固定,然后根据泵轴中

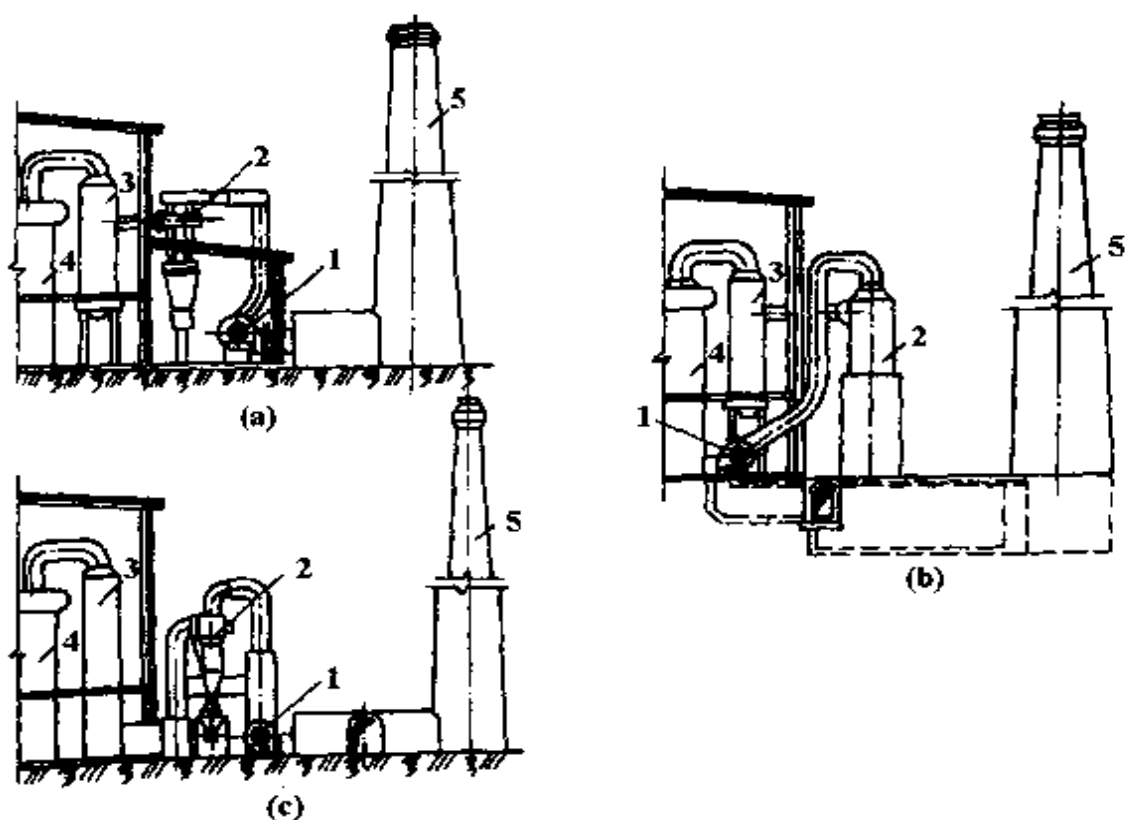


图 8-7 引风机和除尘器的布置

(a)室内布置 (b)引风机室内布置 (c)室外布置

1. 引风机 2. 除尘器 3. 省煤器 4. 锅炉 5. 烟囱

心线找正电动机。

(4)按技术规定要求严格进行联轴器的找正。如无明确要求,则按《机械设备安装工程施工及验收规范·通用规定》施行。

### 3. 离心泵解体清洗及装备

(1)离心泵就位找正合格后,应按技术规定对泵体解体清洗与装备。如无明确规定,则按《机械设备安装工程施工及验收规范·通用规定》施行。

(2)认真调整密封环间隙与平衡盘间隙,填料与填料盒等密封部



位要保证装备质量。

#### 4. 试运转的方法及要求

(1)电动机转动方向与泵要求的转向应一致,单独试转 2 小时应无异常。

(2)安装联轴器连接螺栓前,泵轴用手盘转动应灵活、无异常才能安装连接螺栓。

(3)排空进水后,关闭出水阀启动电动机,泵正常运转后缓慢打开出水阀。

(4)停泵时应先关闭出水阀,出水阀关闭后水泵连续运转不能超过 3 分钟,然后切断电动机电源停泵。

#### (三)安装鼓风机及引风机

鼓风机与引风机通称风机,是锅炉的主要辅助设备,对锅炉机组安全经济运行具有重要作用。风机按其作用分为两种,一种是向锅炉内输送空气的鼓风机,另一种是从锅炉内抽出烟气的引风机。按工作原理又分为轴流式和离心式。离心式风机效率高,结构简单,流量大,噪音小,操作方便,应用较普遍。

##### 1. 安装前的准备

(1)开箱检查。根据图纸和装箱清单开箱清点,检查配件是否齐全,型号规格是否符合规定,以及电机容量、风机回转方向和风机出风口角度等是否符合要求。

还应检查风机的重要部件和重要部位的装配质量,如风机主轴的弯曲度、链配合间隙和转子的叶轮片,以及滚动轴承和滑动轴承等部件和部位。

(2)准备安装。按图纸要求加工垫铁,平垫铁用钢板直接切割而成,楔形垫铁用机床切削加工或锻打加工而成。

检查基础浇注质量和主要尺寸,并清理基础,在基础上标出安装中心线和布置垫铁。

##### 2. 安装风机

(1)安装底座。底座放在基础上找正,用垫铁调整标高和平行

度,纵横向平行度偏差应 $\leq 5\%$ ,调整后穿入地脚螺栓。复查底座的位置、标高与平行度无误后,即对地脚螺栓灌浆。为防止地脚螺栓倾斜,灌浆要均匀捣实。灌浆后应养护,混凝土强度达到75%以上时方可操作下一步工序。

(2)安装风机外壳。将风机外壳下部就位找正,再安装转子和轴承座。如转子和轴承座不在一起安装,应先找正和固定轴承座,再将风机外壳下部就位,按基础中心线找正,外壳本身应保持垂直。转子就位后再安装风机外壳上部。

(3)安装转子。将检验合格的叶轮转子,按图纸要求吊放在轴承座上找正。检查以下部位是否符合要求:滑动轴承与轴瓦间隙及轴与瓦接触情况,滚动轴承与轴承盖的装备情况,轴承与轴度。符合要求后应加适量的润滑油脂。

(4)找正风机外壳。上部风机外壳装配至已找正的下部风机外壳上(装配前在结合面上放好填料以利密封),并拧紧连接螺栓,调整外壳的舌与叶轮之间的间隙。

安装集流器,调整它与叶轮的间隙,复核风机外壳安装工序。符合要求后,调整外壳拧紧地脚螺栓,最后固定。

(5)风机试运转:

①准备和检查:

a. 彻底清理和检查风机的内外部,螺栓不能有松动现象,外露传动部分应装好安全防护罩。

b. 全部测量和监视仪表的工作应正常可靠,照明系统、集控室通讯系统与操作控制系统应验收合格。

c. 手动盘车应灵活平稳,无杂音和异常现象。

②试运转:

a. 拆去联轴节连接螺栓,将电动机单独试运转2小时后,检查电动机有无异常,转动方向是否正确,电控系统是否正常可靠。

b. 接好联轴节的连接螺栓,关闭进口阀门或调节挡板,以免电动机启动时过载。风机正常运转后,逐渐打开进口阀门或调节挡板。

c. 风机启动第一次达到全速后,测试事故停车按钮。两次启动的间隔应 $\geq 20$ 分钟。电动机运转中,电动机电流、轴承温度与震动程度等应符合规定。

d. 正式试运转连续运行时间应 $\geq 8$ 小时,试运转合格后停车切断电源,填写好试运转记录。

#### (四)安装除渣运渣设备

##### 1. 工业锅炉常用除渣机

##### (1)马丁除灰机:

①工作原理。它由电动机带动凸轮转动,凸轮带动连杆,一面带动推灰板往复推灰,另一面带动滚筒转动破碎灰渣,落灰管则与锅炉相通。槽内设有水封,以避免漏风。马丁除灰机结构如图 8-8 所示。

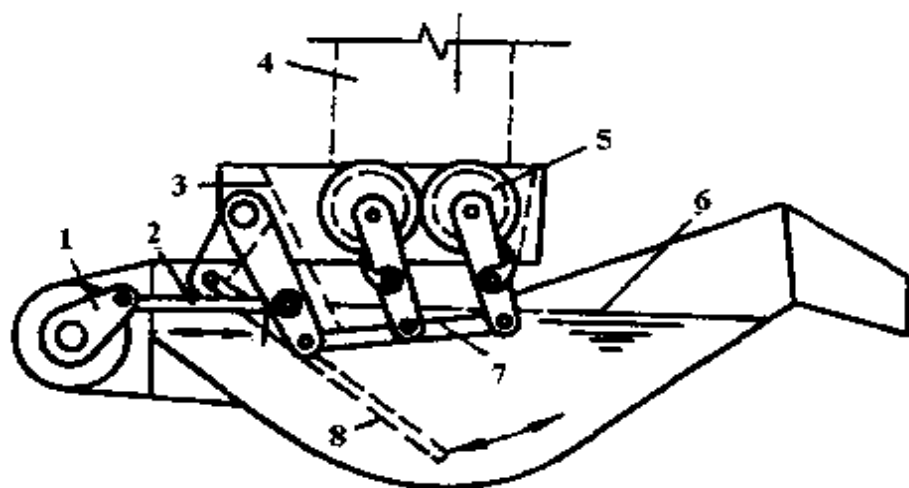


图 8-8 马丁除灰机结构示意图

1. 凸轮 2. 连杆 3. 水封挡板 4. 落灰管 5. 齿轮  
6. 水封 7. 杠杆 8. 推灰板

②马丁除灰机体积小,结构紧凑,运行可靠,布置方便,多用于 6.5t/h 链条炉排的锅炉上。安装时应按照设备安装规范,各连接部位应严密,使用时应防止大量排渣。

##### (2)螺旋除渣机:

①主要构造。它由驱动装置、电器设备、螺旋机本体、进灰装置和除灰装置等部分组成。其构造及安装部位如图 8-9 所示。

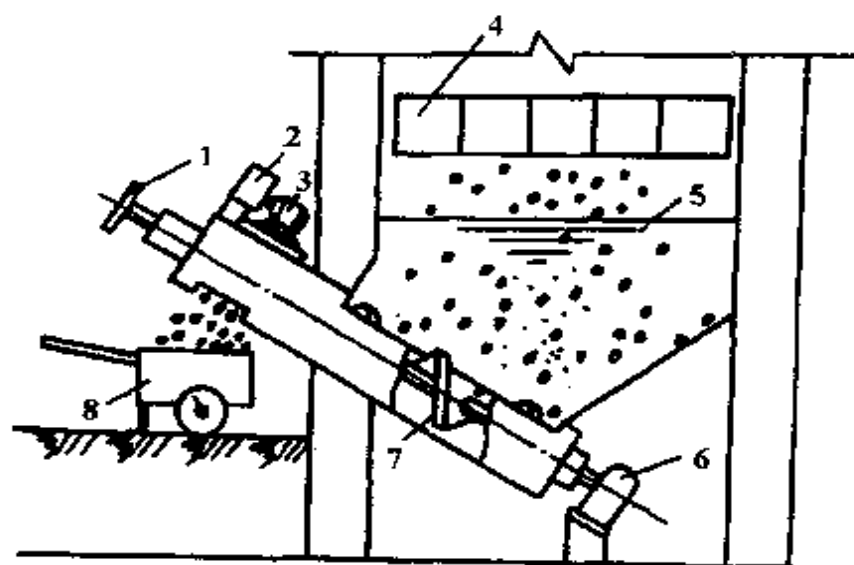


图 8-9 螺旋除渣机

1. 链轮 2. 变速箱 3. 电动机 4. 老鹰铁 5. 水封  
6. 轴承 7. 螺旋轴 8. 运渣车

②灰渣落入灰坑后,由螺旋搅龙将灰渣送到外面的小车上。为利于大块灰渣粉碎和防止向炉膛漏风,下部设有水封,大块灰渣遇水则爆破成碎渣,水封还能减少设备的磨损。

③安装除渣机应符合设备安装规范,各连接部位应严密,坡度要适当。

## 2. 锅炉运渣设备

(1)链式刮板除灰。链式刮板除灰用于多台锅炉的除灰,其工作情况如图 8-10 所示。锅炉灰渣直接落入有水封的灰沟内,链条则带动刮板由灰沟底部将灰渣不断刮出。灰沟无水封的干式刮渣法,则因灰渣常卡刮板而影响正常运行,灰渣过热时会烧毁链条和刮板,因而此法逐渐被淘汰。

刮板材料有钢板和铸铁两种,刮板链条有环链和框链两种。最简单的是平刮板,刮板用链式连接,链式刮板机传动装置应设在机首。安装应符合设备安装规范和制造厂的安装图纸要求。操作时,

可参照刮板运输机和皮带运输机的安装方法进行。

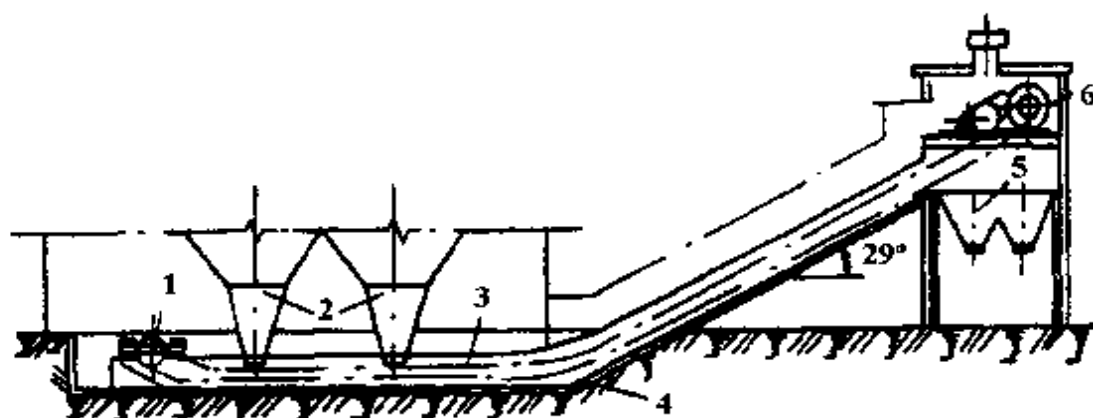


图 8-10 链式刮板除灰机除灰方式

1. 牵引装置 2. 落灰管 3. 链条 4. 灰沟  
5. 灰渣斗 6. 传动装置

(2)卷扬机牵引有轨小车除尘。卷扬机牵引装有炉灰的小车,锅炉灰可直接落入小车,也可经除渣机送入小车。小车沿铺设的轨道将灰渣送至指定的堆灰场,灰车可制成翻斗式或底开门式以方便卸灰。这种灰车多用于 2 台容量较小锅炉的锅炉房。铺设轨道时坡度不能太陡,通常限制在  $40^{\circ}$  以下。(参见图 8-11)

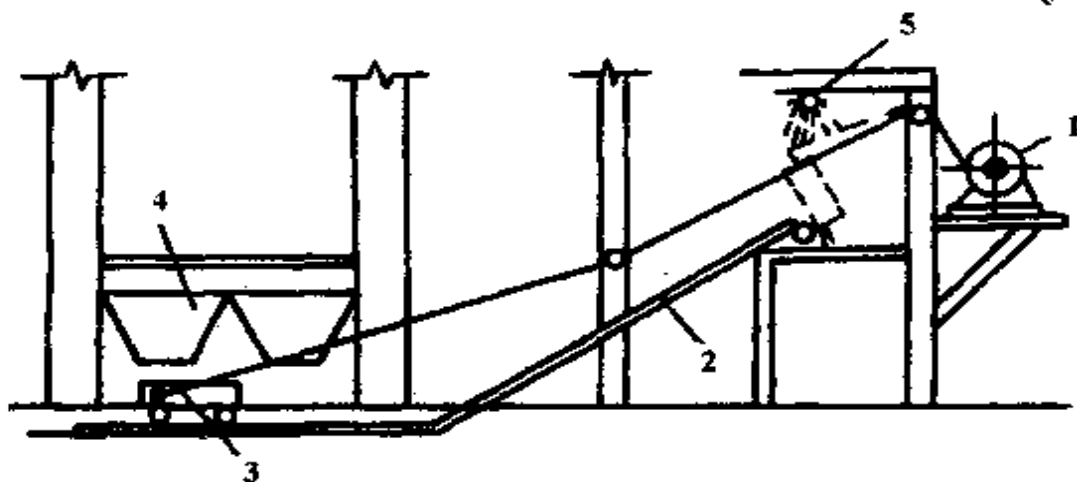


图 8-11 卷扬机牵引小车除灰方式示意图

1. 卷扬机 2. 导轨 3. 小灰车 4. 灰渣斗 5. 降尘装置

#### (五)安装仪表

## 1. 安装测温元件

### (1) 选择安装地点:

①测温元件通常安装在温度变化灵敏和具有代表性的地方,如气流流通良好的内部炉墙上,以及水、风、蒸气管道的直管段上或弯头处,不能安装在管道、烟道和炉膛以及阀门附近等气流阻滞的地方。

②安装地点应选择无大震动的地方,以保证测温元件运行安全。

③安装热电偶地点周围不得有强磁干扰,水银温度计应安装在光线充足、便于读数之处。

④安装的地方要便于检修和维护。

### (2) 安装程序:

#### ①于管道上安装:

a. 安装位置应按设计图纸和安装规范确定。  
b. 管道开孔应用机械加工或气焊方法,要除去管内外的残留物和毛刺。

c. 用焊接方法将温度计插座焊接在管道上。

d. 用合适垫圈将测温元件固定在插座上。

#### ②于炉壁和烟道壁安装:

a. 安装位置应按设计图纸和安装规范确定。  
b. 安装的固定部件应在砌筑炉壁时埋入,否则应预留安装孔。但安装元件后应封堵严密,以防冷空气窜入影响测量数值的准确性。

c. 将测温元件插入固定部件中并固定,有填料盒应填入石棉绳,随后拧紧压盖,把测温元件固定在部件上。

#### ③于管道上安装测温元件的方式:

a. 倾斜安装方式。将测温元件的中心线与工艺管道的中心线倾斜相交,探头则逆介质流向安装。

b. 垂直安装方式。将测温元件中心线与工艺管道中心线呈垂直安装。

c. 弯头处安装方式。在工艺管道拐弯处安装,元件中心线与工

艺管道中心线重合,探头则逆介质流向安装。

④于管道上安装测温元件插入的深度:

a. 热电偶插入的深度应根据现场实际需要而定,最少不能低于保护套管外径的 8~10 倍。

b. 保护管插入管道内的长度为 75~250mm,依照实际情况在此范围内取值。

c. 测温元件的感温点应处于管道中流速最大处。

⑤扩大管的安装:

a. 于管径 < 80mm 过小的管道上安装测温元件时,应安装扩大管,用以保证探头在介质中的有效长度,使测温示值误差最小。

b. 扩大管的材质应与工艺管道相同。

c. 安装扩大管应与原管道同轴。

## 2. 安装测压元件

(1)选择安装地点:

①安装测压元件,应选择流速稳定、能真实反映介质压力之处,如选择介质按直线方向流动的管道上安装。

②于工艺阀门上游安装测压元件时,安装地点与阀门的距离应比工艺管道直径大 2 倍;在下游安装时应比工艺管道直径大 5 倍。

③于测温元件上游安装测压元件时,两者之间的距离应 > 60mm;在下游安装时,两者距离应 > 300mm。

(2)测压元件的型式:

①测量蒸气、水压力 > 2.5MPa 的测压元件,应由取压插座、导压管和一次阀门组成;压力在 1.6MPa 以下的测压元件,可直接将短管焊接在管道上。

②测量风压的测压元件由短管和活接头组成。

③测量炉膛压力的测压元件,导压管为直径 60mm 的钢管,堵头用法兰连接。

④测量烟道压力的测压元件,导压管为直径 25~40mm 的水煤气管,堵头用丝扣连接。

### (3)安装程序:

#### ①管道上安装:

- a. 根据设计图纸和安装规范确定开孔位置。
- b. 用气焊切割法或机械加工法在管道上开孔,并除去孔内外残留物和毛刺。
- c. 用电焊方法将取压管焊接在取压口上,短管端头应整齐,短管焊接不能进入管道里面,两者中心线应垂直相交。
- d. 阀门安装在短管上端丝扣部分。

②砌体上安装。将炉膛压力、烟道压力的测压元件按标准图纸组装好,或用耐火材料安装在预留孔内。

#### (4)在水平或不同介质倾斜管道上测压元件方位的确定:

①介质为水时,测压元件在管道下半部与水平中心线成  $0^{\circ} \sim 45^{\circ}$  夹角范围内取压,用以防止少量气体进入,利于析出气体的排出,也可防止水中沉淀杂质进入。

②介质为蒸气时,在管道上半部取压,便于测压元件内析出水的流出。

③介质为空气时,在管道上半部取压,避免水分侵入,利于元件析出水流。

### 3. 安装水位计

锅炉中的水位过高或过低都会影响锅炉正常运行。因此将锅炉中的水位保持在正常范围,是保证锅炉安全运行的必要条件。规范要求,锅炉应安装两个以上相对独立的水位计,观察监视锅炉的水位。

锅炉常用的水位计种类及其安装有以下四种。

#### (1)双色水位计:

①双色水位计利用水和蒸气的折射率不同,以及在不同界面有不同的反射角度原理制成。这种水位计出厂时,已将通气阀、通水阀以及光源和棱镜等组装在一起,现场只要整体安装。

②双色水位计方便观察,适宜于远距离和夜间监视用。它又分



为反射式和透射式两种。安装前,应将水位计所有紧固部分再紧固一次,运行3天后又紧固一次。阀与锅炉间的法兰连接应加垫,螺栓应均匀紧固。

③安装好以后作调整,松开打头的固定螺钉,调整打头的位置,调整到蒸气红色、水绿色,汽满全红、水满全绿为止,此时可正常工作。

## (2)玻璃管水位计:

①玻璃管水位计结构简单,主要由气旋塞、水旋塞、排水塞与玻璃管组成。

②安装时,旋塞以法兰连接时,应用石棉橡胶作垫片;旋塞以螺纹连接时,要在螺纹上缠绕密封带防止泄漏。

③安装旋塞时,应保证汽旋塞、水旋塞在同一中心线上且垂直于地面,以免玻璃管受扭曲而损坏。

④安装玻璃管时,应填充好石棉绳,拧紧压盖并注意观察,使之既不损坏玻璃管又不泄漏。

## (3)玻璃板水位计:

①玻璃板水位计主要由玻璃板、蒸气阀、水阀和旋塞阀等组成。

②安装前应认真检查:汽、水通道是否畅通,玻璃板面是否平整严密,各汽、水阀门开关是否灵活和严密不漏。

③水位计与锅炉的连接管应尽可能短,以确保畅通,还应做出正常水位、最高和最低水位的明显标记。

④水位计检修后各个螺栓一定要拧均匀,并分几次拧紧,以保证玻璃板结合面不泄漏。

## (4)安装场致发光水位显示器:

①这种水位显示器用场致发光屏,即电致发光屏对水位作模拟显示。其结构主要由抽头、联线及仪表本体组成。

②安装这种显示器主要是安装抽头即电极。抽头由耐热、耐腐蚀的聚四氟乙烯垫片和镍铬铝合金丝构成。安装时,抽头的地线应与仪表本体良好接触,信号线则与表体绝缘。

#### 4. 敷设仪表管路

仪表管路主要是将蒸气、水、风、炉膛压力和烟道负压力,以及蒸气和水的流量等脉冲信号,从一次元件传递到变送器转变成信号,以便控制、调节和显示。仪表安装的重要工作之一,是连接参数控制点和检验仪表的脉冲导管即仪表管路的敷设。

##### (1) 敷设管路:

①管路应敷设在便于维修之处,避免在易受机械损伤、靠近电源和有腐蚀性物及震动场所敷设。

②集中敷设时应注意整齐美观。

③敷设前应清扫,使管内清洁畅通。

④蒸气和水位的压差管路应远离热源,正负压管应靠近敷设,用以减少环境温度影响测量精度。

⑤水平敷设管路时,要保持一定的坡度。蒸气、水和炉膛等压力管路坡度应 $>1\%$ ,或集中设置排水、排汽装置。锅筒水位和蒸气流量的管路坡度应 $>10\%$ 。

##### (2) 管路连接与弯管:

①管路连接除必须拆卸的部分用法兰和丝扣连接外,通常选用气焊连接。

②弯管方法有冷弯和热弯两种,一般直径 $<14\text{mm}$ 的细管多用手动弯管器冷弯。

③管子最小弯曲半径不能低于管外径的3倍,弯后不能有裂纹和凹陷等缺陷。

##### (3) 固定管路:

①管子须用管卡固定在管架上,如成排敷设间距要均匀一致。

常用的管卡有单孔双管卡、单孔单管卡和双孔单管卡。如现场加工制作,单孔双管卡、单孔单管卡可参见图8-12、表8-19,双孔单管卡可参见图8-13、表8-20。

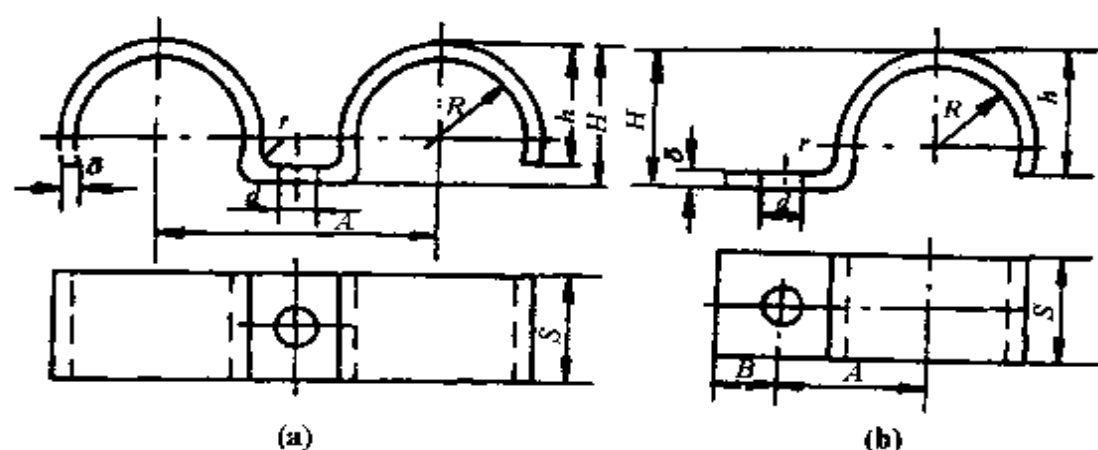


图 8-12 管卡加工图

(a)单孔双管卡 (b)单孔单管卡

表 8-19 单孔双管卡和单孔单管卡加工参考尺寸

种 类	主要尺寸(mm)																
	单孔双管卡								单孔单管卡								
	H	h	R	r	d	δ	S	A	H	h	R	r	d	δ	S	A	B
φ10 管卡	9	7	5	1	7	2	14	30	9	7	5	1	7	2	14	15	7
φ14 管卡	13	11	7	1	7	2	15	35	13	11	7	1	7	2	15	18	8
φ16 管卡	15	13	8	2	7	2	15	40	15	13	8	2	7	2	15	20	9
1/2"管卡	20	18	11	2	7	3	18	45	20	18	11	2	7	3	18	22	10
3/4"管卡	25	22	14	2	7	3	20	50	25	22	14	2	7	3	20	25	11

表 8-20 双孔单管卡尺寸

种 类	主要尺寸(mm)							
	R	H	r	A	B	S	d	δ
φ10 管卡	5	9	1	24	35	14	7	2
φ14 管卡	7	12	2	28	40	15	7	2
φ16 管卡	8	14	2	30	42	15	7	2

续表 8-20

种 类	主要尺寸(mm)							
	$R$	$H$	$r$	$A$	$B$	$S$	$d$	$\delta$
1/2"管卡	11	19	2	38	50	18	7	2
3/4"管卡	14	24	2	45	58	20	7	3
1"管卡	17	31	3	52	65	22	7	3

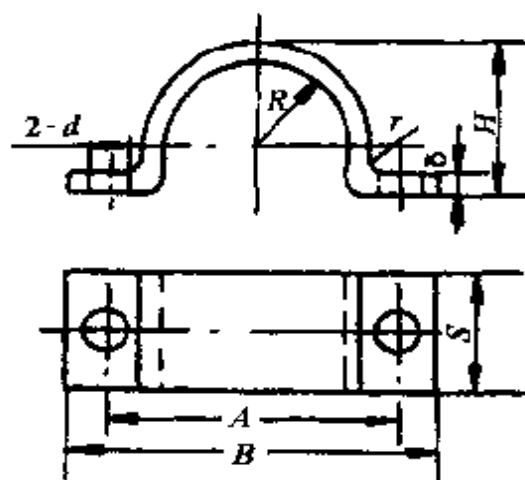


图 8-13 双孔单管卡加工图

②固定管子的支架可埋设在砖结构与混凝土中,也可焊接在金属结构上,如图 8-14 所示。

③管路支架的间隔应均匀,通常管路水平敷设间隔为 1~1.5m,垂直敷设间隔为 1.5~2m。

(4)管路试压检验:

①管路敷设完后应全面检查,无漏和堵塞才能试压。

②蒸气和水系统的管路做水压试验时,试验压力应为设计压力的 1.25 倍,在试验压力下 5 分钟无泄漏为合格。

③风道、炉膛和烟道等压力管路应做气压试验,应在试验压力下停压 5 分钟,压力下降 < 1% 为合格。

④试验压力合格后,从管路的另一端泄压,检查管路有无堵塞。

⑤试验压力的压力表须在检验的有效期内,精度不能低于 1.5

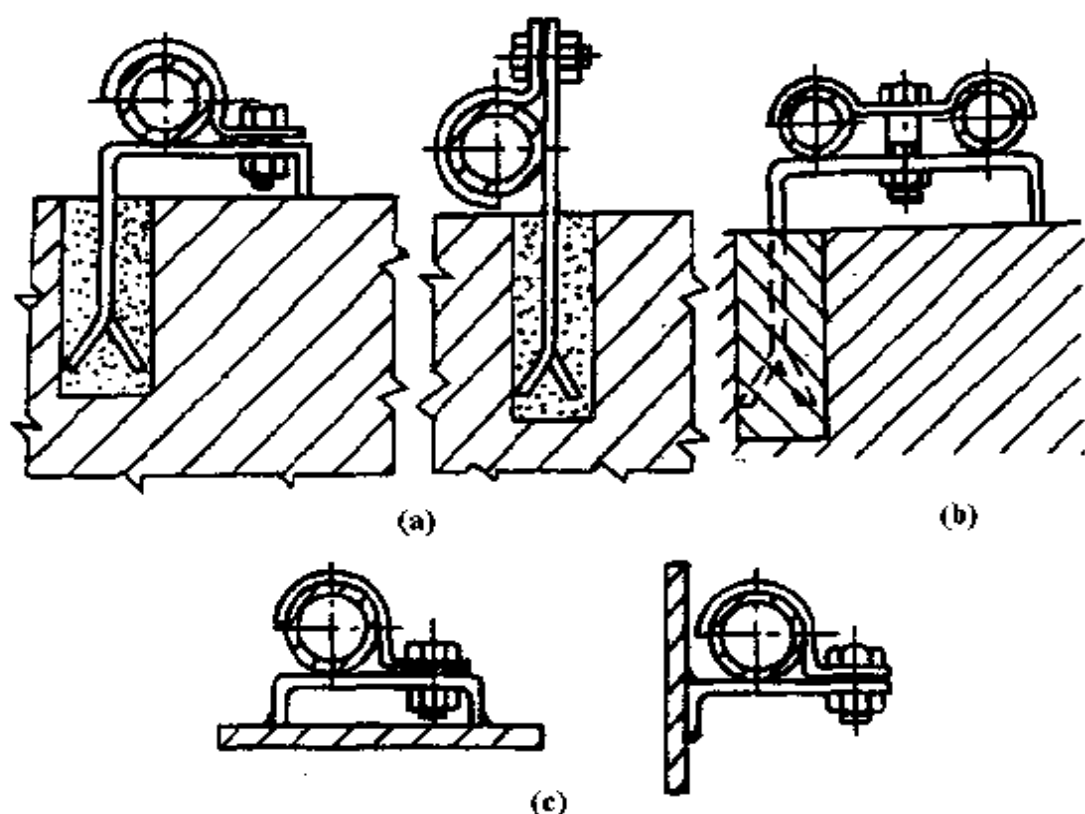


图 8-14 支架固定示意图

(a) 支架固定在混凝土中 (b) 支架固定在砖墙中

(c) 支架固定在金属构件上

级,其刻度范围应是试验压力的 2 倍。

⑥管路试压应及时填写试验记录,发现泄漏不能带压检修。

(5)敷设管路的要求:

①敷设管路的路径应根据图纸要求和现场情况而定。

②管路的排列应根据管内介质性质、坡度和走向等因素而定,尽量避免交叉,力求整齐美观。

③支架的规格应根据区段管子的根数、规格和管卡形式而定。

④制作和安装支架。

⑤管子所弯的角度应根据敷设要求确定,用气焊把管子连接,再用卡子固定管子。

⑥按规定进行试压检验,填写试压记录,做好管路防腐处理。

## (六)安装低压电器开关箱

### 1. 安装低压电器配电盘箱

(1)搬运与安装低压配电盘箱时,应实施防震、防潮、防框架变形和防盘面受伤等防范措施。盘内怕震元件和可动元件应拆下。

(2)检查以下情况:盘箱内部元件与接线是否完整无损,装配质量是否符合要求,产品是否有牌名与合格证。

(3)安装用的紧固件,除地脚螺外,都要用镀锌制品。

(4)安装基础槽钢的允许偏差需符合表 8-21 的规定,槽钢安装后顶部应高出抹地平面 10mm。

(5)单独或成列安装盘箱时,垂直度、平行度,以及盘箱的平面和盘箱接缝的允许偏差,应符合表 8-22 的规定。

表 8-21 基础槽钢安装允许偏差

项 次	项 目		允许偏差(mm)
1	直线度	每米	1
		全长	5
2	平面度	每米	1
		全长	5

表 8-22 盘箱安装允许偏差

项 次	项 目		允许偏差(mm)
1	垂直度(每米)		1.5
2	平行度	相邻两盘顶部	2
		成列盘顶部	5
3	平面度	相邻两盘边	1
		成列盘面	5
4	盘间接缝		2

(6)盘箱内各类端子板应固定牢固、绝缘良好、无损坏,各电器端子和端子板接线应按设计要求标明编号,盘箱接地应符合要求。

## 2. 二次回路接线

(1)应按图正确接线,各端子接线牢固可靠,所有接线应有线号标识,字迹要清晰不退色。

(2)配线线束应整齐美观、横平竖直,导线绝缘良好无损伤。端子接线桩头的接线不宜超过两根,通常是一根。经常活动的部位要用软芯线,截面在无要求时应 $\geq 1\text{mm}^2$ 。

(3)电缆进盘的盘内要设电缆梁,电缆应避免交叉,要排列整齐,绑扎牢固。引入电缆在盘箱下应留出适当余量,备用芯线要按最远处端子板留足长度。

(4)盘箱内不能进入铠装电缆的钢带,钢带断处要扎紧,橡胶绝缘芯线外应套绝缘管作保护。

## 3. 安装母线

(1)母线不能有裂纹和夹入杂物,表面应光洁平整。其搭接面应平整并紧密接触,涂有易导电和防氧化的导电膏等物质,连接要用镀锌的螺栓和螺母。

(2)按以下规定涂刷母线颜色漆:

①直流母线,正极(+)赭色,负极(-)蓝色。

②三相交流母线,A相黄色,B相绿色,C相红色,D相黑色。

(3)母线固定在支持瓷瓶上时应符合以下规定:

①为使母线不受额外应力,母线固定金具与支持瓷瓶之间应平整牢固。

②母线安装后(对 500V 以下的装置),相间、相对地的距离通常应 $\geq 20\text{mm}$ 。

③在同一平面或垂直面上安装的支持瓷瓶应位于同一平面,中心线位置应符合要求。

## 二、锅炉的试运行

### (一)烘炉

#### 1. 烘炉的目的

新安装的锅炉以及大修或改造后的锅炉,在炉墙内、耐火混凝土

及抹面层内部都含有大量水分。若未充分烘干即投入使用,炉膛内燃烧产生的高温与高温烟气会使炉墙与混凝土中水分急剧蒸发,而使炉墙和混凝土产生裂缝和变形,严重时损坏设备。又因水分蒸发要吸收大量热能,促使炉膛内温度下降,会导致锅炉起火、燃烧。故锅炉正式运行前,必须进行烘炉,使其缓慢干燥,保证锅炉安全投入正常运行。

## 2. 烘炉的条件

(1)锅炉本体与管道全部安装完成,试验水压合格,炉墙砌筑与管道保温亦已全部完成。拆除了炉膛与风道脚手架,清除干净了内外部及周围场地。

(2)锅炉附属设备,如鼓风机、引风机和除尘器等单体试车合格,电气仪表与热工仪表安装调试完成。

(3)炉墙测温点和取样点按设计要求选好,并准备好取样工具和温度计。

(4)使用旁通烟道,应关闭旁通烟道主烟道挡板。无旁通烟道时,应开启省煤器循环管路上阀门。打开过热器集箱上的疏水阀和锅炉所有排气阀。

(5)备好煤和木材等燃料,链条炉排上的备用燃料中不得杂有铁钉等铁器。锅炉冲洗干净后,注入合格的软化水至正常水位。

(6)制定烘炉方案,绘制烘炉升温曲线图,向烘炉操作者作技术交底,并拟好烘炉记录表。

## 3. 烘炉方法

锅炉砌筑完后,将风道与炉膛的全部孔、门打开,经自然通风对炉膛与风道干燥,以减少炉墙含水率。耐热混凝土墙,应在养护期满后烘炉,通常矾土水泥养护期为3昼夜,硅酸盐、矿渣硅酸盐水泥养护期为7昼夜。

常用烘炉方法有蒸气烘炉和火焰烘炉两种。

(1)蒸气烘炉。向锅炉内注入软化水至正常水位,通过水冷壁集箱的排污管将0.4MPa的饱和蒸气连续均匀地送入受热面管内。利



用水自然循环逐渐提高水温至 90℃左右,通过炉水的温度烘烤炉墙,使炉墙各部位均匀干燥。烘炉要开启炉门和烟道闸板排除湿气。烘烤时间重型炉墙一般为 14~16 天,轻型炉墙则为 4~6 天。为保证烘炉干燥质量,烘炉后期应增加火焰烘炉。

(2)火焰烘炉。这种烘炉是利用燃料在炉膛内燃烧释放的热量和烟气产生的热量来提高炉壁温度,起到烘干炉墙的作用。烘炉时间的长短,由锅炉的蒸发量、炉墙的结构型式、炉墙的潮湿程度和当地的气候条件而定。通常重型炉墙需 2 周左右,轻型炉墙约 1 周左右。

火焰烘炉的步骤与要求:

①打开炉门和烟道闸板,开启引风机,炉膛烟道加强通风 10 分钟后关机。

②点燃木柴用小火烘烤炉排前端中部,但不接触炉墙。少量开启烟道闸门,约 1/5 左右,炉膛内保持微小负压让烟气缓慢流动。

③按照烘炉曲线逐渐加大燃烧强度,以过热器后的烟气温度为准调节控制。

#### 4. 烘炉注意事项

(1)火焰应在炉膛中央燃烧,升温应缓慢均匀,不可骤然升温 and 降温。

(2)按技术要求和烘炉方案排污,注意观察和及时补水,以防锅炉出现假水位和污水。

(3)用煤炭烘炉要尽量少开火门、人孔门,防止冷空气进入产生炉墙开裂。

(4)烘炉过程中要经常检查炉拱、炉墙等情况,并控制温度,以防炉墙发生裂纹和变形。

#### 5. 烘炉合格标准

(1)烘烤后的炉墙不能有裂纹和变形,混凝土不应有塌落等缺陷。

(2)达到下列标准的任一项,即为干燥合格:

①测温法。燃烧室两侧墙中部炉排上方 1.5 ~ 2m 处,或燃烧器上方 1 ~ 1.5m 处,测量红砖外表面向内 100mm 处的温度如达到 50℃,或测量过热器两侧墙耐火砖与隔热层结合处温度如达到 100℃,能继续维持 48 小时,即为达标。

②炉墙灰浆试样法。燃烧室两侧墙中部炉排上方 1.5 ~ 2m 处,或燃烧器上方 1 ~ 1.5m 处,以及过热器中部两侧墙处,各取耐火砖、红砖的丁字交叉缝的灰浆约 50 克,经化验其含水率 < 2.5%,即为达标。

## (二)煮炉

锅炉在制造、运输、保管及安装中受到灰尘和油垢的污染,对锅炉的运行有危害,影响热交换和蒸气的品质。故锅炉运行前要煮炉,即用化学方法清除污染物,以保证锅炉安全正常运行。

### 1. 煮炉的方法与要求

(1)烘炉末期当灰浆含水率降至 10% 以下时,或过热器两侧墙耐火砖与隔热层结合处温度达到 100℃ 时,即可煮炉。这样,可以节约燃料和时间。

(2)中小型锅炉一般用碱性溶液煮炉,药剂量按技术要求加入。如无技术要求时,可按表 8-23 的要求计算药剂用量。

表 8-23 碱性溶液煮炉药剂用量

药品名称	分子式	加药量(kg/m <sup>3</sup> )		备 注
		铁锈较薄	铁锈较厚	
氢氧化钠	NaOH	2 ~ 3	3 ~ 4	药品纯度按 100% 计算,纯度不足可按实际含量换算
磷酸三钠	Na <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> ·12H <sub>2</sub> O	2 ~ 3	2 ~ 3	

(3)药品加水溶解后,配制成浓度为 20% 的药液,在锅炉最低水位时一次加入锅炉内,但不能将固体药品直接投入锅炉内。

(4)煮炉前期,锅炉蒸气压力应保持在 0.4MPa 左右,末期应保持在工作压力的 75%。煮炉时间为 2 ~ 3 天,要防止碱溶液进入过热器,保持炉水的碱度。煮炉后应放尽碱水,用清水冲洗锅炉内部,彻

底清除残留的沉淀物。

## 2. 煮炉合格标准

锅炉经清洗后,打开人孔、手孔检查,符合以下要求即合格:

(1)擦去附着物,金属表面应无锈斑。

(2)锅筒和集箱内壁无油垢。

## (三)锅炉试运行

锅炉安装好后,经烘炉、煮炉合格,在正式运行前要先经 72 小时的满负荷试运行,以考核制造和安装质量,为正式运行做最后的调试和准备。

### 1. 试运行的条件

(1)燃料的供给、供水供电和除灰除渣等,都能满足锅炉满负荷连续运行的要求。

(2)在单体试车、烘炉和煮炉中发现的问题及故障都经正确处理,全部设备处于备用状态。

(3)锅炉试运行的操作者,必须取得司炉工的合格证,并熟悉各系统的流程。各个岗位的操作者应各司其职,分工明确。

### 2. 试运行步骤与要求

(1)准备就绪后,操作者应严格按照规程操作。新装锅炉生火时间不得少于 4 小时,生火后应注意保持水位。

(2)锅炉燃烧稳定后,可逐渐升压和增加负荷。升压速度通常控制在  $0.2 \sim 0.3 \text{ MPa/h}$ ,不可过快。

(3)锅炉升压至  $0.05 \sim 0.1 \text{ MPa}$  时,应清洗波动水位计。每班至少

(5)空气预热器出口烟气温度超过 120℃时,应送入冷空气。只有锅炉投入运行后方能开启通往省煤器的烟道口,并关闭旁通烟道。如无旁通烟道,可关闭省煤器循环管阀门。

(6)依照锅炉机组设计参数调整工况,并调试自动控制信号系统及仪表工作状态,使其符合设计要求。再检查配套辅机和附属设备的运行情况,发现故障应及时排除。

(7)试运行中,应调整安全阀的定压,以及定压后的开启试验和铅封。还应加强对锅炉各部位的巡视,按操作规程及时给水、排污与吹灰,填写试运行记录。

### 3. 锅炉总体验收

(1)锅炉机组经过 72 小时满负荷运行试验后,当各种工作参数、汽和水的品质、燃烧工况、各类辅机、各控制系统参数以及炉墙状况等都达到设计要求后,要进行总体验收。

(2)验收由安装单位施工单位以及当地劳动部门的锅炉监察管理单位共同参加,对以下方面进行检查:

①安装单位提供的锅炉、锅炉附属设备、管道施工安装记录、质量检验记录、材质证明,以及仪器、仪表和电器调试记录等,是否具备。

②锅炉、附属设备与管道安装是否符合设计要求,热力设备与管道保温是否合格。

③压力容器有无合格证明,锅炉及压力容器安装附件是否正确、合理,性能是否可靠。

④锅炉房电器设备安装是否安全可靠,自动控制信号系统调试是否合格且灵敏可靠。

⑤锅炉各伸缩部位与热力管膨胀器的安装质量如何,以及锅筒膨胀指示器安装是否正确可靠。

⑥上煤、燃烧与除渣系统的运行,以及消烟除尘设备是否符合环保要求。炉墙的砌筑质量是否可靠。

⑦水处理与给水设备的质量,以及炉水的水质是否符合国家规

定的标准。

⑧烘炉、煮炉与安全阀调整记录是否具备,锅炉试运行是否符合要求。

⑨锅炉安全运行有关的规章制度落实和执行情况是否正常。

(3)总体验收合格后,安装单位应按锅炉监察部门的要求整理好竣工技术资料,交建设单位保管,作为向当地劳动部门登记申办《锅炉使用登记证》的证明文件之一,存入锅炉档案。

# 第九章 水暖管道安全施工技术

## 第一节 管道工一般安全技术与作业安全技术

### 一、一般安全技术

#### (一)管道工容易发生的安全事故及主要原因

管道施工现场较为复杂,在管道安装和维修中容易发生事故。

- (1)被工具及运输车辆撞伤。
- (2)被动力机械绞伤或碰伤。
- (3)被土石塌方压伤。
- (4)被高温物体烫伤或烧伤。
- (5)被高空下落物体打伤。
- (6)不小心摔伤或跌伤。
- (7)缺氧窒息或中毒。
- (8)触电。

事故产生的主要原因:

- (1)思想麻痹,不重视生产安全。
- (2)人员缺乏必要的安全技术教育和训练,作业中缺少完整的安全管理制度和作业规程,职工不知如何进行安全生产,乃至无章可循。
- (3)有章不循,不认真贯彻执行安全技术规程和安全管理制度。

#### (二)管道工一般安全知识

为防止事故发生,确保人身和设备安全,应对人员进行以下安全

知识教育。

### 1. 安全技术教育

(1)作业前,应对施工人员进行严格的安全技术教育,学习国家有关安全施工和安全生产的各项规定及安全技术规程,考试合格后才能进入现场作业。没有经过安全技术教育和培训的人员不得施工作业。

(2)每天作业前,施工负责人根据当天作业的特点,具体明确安全注意事项。作业前,禁止喝酒,操作中思想须集中,严禁在工作时争吵或打闹。作业时,除注意本身的安全外,还应注意周围人员的安全,对违章违纪行为应设法制止或向领导报告。集体操作的作业,操作前应明确分工,操作时统一指挥,互相配合,步调一致。特殊部位与特殊现场,应有专门的安全措施,并认真贯彻执行。

### 2. 安全防护教育

(1)进入现场时,要穿好防护衣、鞋,戴好防护手套。进入高空作业处要戴好安全帽,配合电气焊作业时要戴好黑色护目镜,与火、热水、蒸气接触时应戴上防护脚盖或穿上石棉防火衣。

(2)进入阴暗、潮湿的场所(地沟或地下井),以及有水的金属容器内施工或检修时,应穿好绝缘胶鞋和戴好绝缘手套,还应用电压为12V的安全照明灯照明。

(3)进入有毒性、窒息性、刺激性或腐蚀性气体、液体和粉尘管道现场作业或抢修时,施工人员应戴上口罩、护镜或防毒面具,事先还应进行通风和除尘。特别是进入空气停滞、通风不畅的死角,如管道容器、地沟隧道时更应加倍小心。必要时应取样化验分析,合格后方可进入。

### 3. 安全施工教育

(1)进入施工现场前,应检查其周围环境是否符合安全要求,道路是否通畅,安全设备是否完好,机具设备是否牢固可靠。如存在危险因素,应向有关方面报告,采取措施消除隐患后再施工。

(2)要随时注意作业现场中运转的机器、尖锐的物体和木板上的

钉子等,避免意外伤害。严禁在起吊的物体下面停留或行走,不准任意从危险地区通过。必须通过高空作业现场下面时,应事先与高空作业人员取得联系。严禁乱动施工现场内的电气开关和电气设备,未经允许不得乱动非本职工作范围内的一切设施和机具。

(3)在施工现场禁止随意存放易燃易爆材料,应将其存放在指定地点。现场动火要谨慎,在易燃易爆区域动火应办理动火申请手续,批准动火并有有效的安全措施后方能动火。氧气瓶、乙炔瓶或乙炔发生器与火源的距离不得小于 10m。一般现场用火,如气焊、烘炉等,应在指定的安全地点设置,而且周围不能有易燃物。必要时应有专人看管,并设水桶、砂箱及泡沫灭火器等消防器材。

## **二、作业安全技术**

### **(一)地槽和地沟作业安全技术措施**

地槽和地沟作业中,容易发生塌方压人、中毒窒息或因光线不足发生碰伤跌伤事故等,在安全技术上应有以下措施。

(1)开挖管道沟槽或路堑时,应据地下水情、土质和开挖深度确定合理的边坡度,必要时应有加固措施。

(2)开挖较深的沟槽作业时,即松软土壤挖深在 0.75m、中等紧密土壤挖深在 1.25m、紧密土壤挖深在 2m 以上时,沟槽壁应有适当支柱和支撑。

(3)在封闭地沟或热力管沟作业时,预先应打开两个沟口,使之对流通风,有条件的应进行空气取样化验,确认合格后才能进入。

(4)进入盖好沟盖的地沟中安装检修时,应有充分的照明设备。

### **(二)高空作业的安全技术措施**

所谓高空作业,即在坠落高度基准面 2m 以上(含 2m),有可能坠落的高空进行作业。管道安装维修中经常要在高空作业,容易发生人员从脚手架或高空坠落,或工具、材料掉下打伤地面人员。为杜绝发生这类事故,安全技术应有以下措施。

(1)高空作业人员必须体检合格,且熟悉高空作业安全知识。凡年老体弱、精神不佳和酗酒等人员,或者患有心脏病、高血压、低血压



者,都不能参加高空作业。

(2)高空作业人员操作前应检查脚手架、跳板、斜道、靠梯等防护设施,看是否牢固可靠。跳板宽度和厚度应能保证安全作业,探头板必须捆牢。所用跳板、踏板不得装在活动的跳板头上,高空作业人员不准踏跳板头。

(3)高空作业人员,必须戴好、挂牢安全带。行走时应将安全带缠在身上,不得拖着走。另外还要扎好衣袖和裤脚,不得穿硬底鞋和带钉子的鞋。

(4)高空作业使用的工具应放在工具袋内,工具袋应背在身上。不便入装的工具应放在稳妥的地方,使用时应特别注意防止掉落伤人。

(5)高空堆放的物品、材料和设备不得超负荷,堆积材料处操作人员不可聚集在一起。

(6)梯子对地面的角度以  $60^{\circ} \sim 70^{\circ}$  为宜,梯子和高凳应放稳放牢,防止滑倒。操作时不得站在梯子的最上两级,也不能二人以上同时在一个梯子上操作,梯阶的间距不得大于 400mm。使用人字梯两梯间的安全挂钩应挂牢,梯子应放稳。

(7)高空作业人员距普通电线至少应在 1m 以上,距普通高压电线应在 2.5m 以上,距特高压电线应在 5m 以上。在车间内高空作业要注意吊车滑线,防止触电;运送管道等导体材料,切忌触碰电线。必须在吊车附近工作,应事先联系停电,设专人看管电源开关或设警告牌。

(8)高空用火炉,不得放在木架或木质跳板上。高空焊接作业的下方或附近严禁有易燃易爆物品,必要时应有隔离措施。

(9)多层交叉作业时,若上下空间同时有人作业,中间应有专用的防护棚或其他隔离设施,否则不能在下面操作。

(10)遇 6 级以上强风或暴雨、雷电和大雾时,禁止露天高空作业。冬季施工遇大风雪时,工作前应将斜道、跳板和平台上的积雪打扫干净,还应有防滑措施。

### (三)电焊和气焊作业安全技术措施

电焊和气焊作业容易发生烧伤、触电和火灾等事故,应有以下安全技术措施。

(1)从事电焊和气焊的人员,须经专门训练,考试合格后才能独立操作。操作时,应穿戴好白色工作服、皮手套、绝缘胶鞋等劳保用品。电焊时还应戴面罩,清除焊渣时应戴平光镜。气焊时要戴适度的有色眼镜,以防止损伤视力。

(2)焊接前应使周围无易燃物,焊接地点与易燃物的距离应在10m以上。在易燃易爆处焊接时,预先应办好动火手续,落实防火措施,并有专人看管。高空焊接时,应搬开下面的易燃易爆物品,或者遮盖严密。如安全无保证,应禁止施焊。

(3)电焊机的电源线路安装与检修应由电焊工完成。严禁两台电焊机使用一把刀开关,且开关应装在防火防水的闸箱内。经常移动电焊机应有防雨罩,裸线与传动部分须有防接触的防护罩。发现电焊机外壳有电时应立即停止工作,迅速切断电源,请电工检修。

(4)电焊机运转时温度不可超过 $60^{\circ}\text{C}$ ,直流电焊机工作电压不可超过110V,交流电焊机工作电压不可超过80V。

(5)气焊用乙炔时应严格实施安全措施。乙炔发生器或溶解乙炔气瓶应与氧气瓶保持一定距离,并与其他明火相距10m以上。溶解乙炔气瓶应有劳动部门签发的合格使用证。

(6)氧气瓶、乙炔瓶应单独运送,切忌与易燃气体、油脂及其他易燃物混在一起搬运,满瓶时不得受外力振动。气阀冰冻时不能用明火烧烤,要用热水或蒸气融化。

(7)氧气瓶与乙炔瓶或乙炔发生器不得放在离油脂较近的地方,也不可放在高温场所,夏季露天作业要放在阴凉处。

(8)对储存过易燃易爆及油、煤气、氧气、乙炔等有毒物品的容器和管道焊接时,以及对喷漆防腐层的设备焊接时,应吹洗清扫干净,有可能时还应经取样化验合格,之后才能焊接。对铜、铝、铅等有色金属施焊时,应戴加厚口罩或防毒面具,并加强通风。在容器内焊接

时,容器应垫稳,人应站在木板或橡胶板等绝缘物上,避免人体与容器接触,容器应保持良好通风。

#### (四)吊装作业安全技术措施

(1)安装和检修管道时,对管件和阀门等设备需要移动、拆卸或升运。因此,容易产生物件掉下或脱落,造成人身或设备事故。究其原因有:绳索或吊链断裂,悬吊不准确,起动机失灵及指挥有误等。

(2)为防止以上事故发生,应采取以下安全技术措施:

①作业前要制定方案,操作中由一人统一指挥,其他人统一行动和步调,严禁各行其是。

②吊装人员应熟悉指挥信号,准确按信号行动。

③吊装前应细致检查起重用的机具是否符合要求,绳索和钢丝绳是否有足够的强度。用麻绳时,通常安全系数  $n \geq 6 \sim 8$  为当;用于重要起重时,  $n = 10$ ;用于捆扎时,  $n \geq 12$ 。用钢丝绳时,通常安全系数  $n = 5 \sim 6$  为当;用于做吊索或重要起重时,  $n = 8 \sim 10$ 。

④系结管材和设备时要用特制的长环,避免用打结的方法。重物的重心应在重物系结处之间的中心,绳索系结尽量避开在重物棱角处。无法避开时,要在棱角处垫入软垫物或木板。物体吊离地面后要用木棒敲打系结绳索,检查是否牢固,确认牢固后才可升运。重物起吊后不宜快速施转或摆动,要用牵引绳控制方向。

⑤大风或雨天不得在露天吊装作业。

⑥起重吊装区域禁止非工作人员入内,应设置临时围挡,吊起的重物下面严禁有人停留或通过。

## 第二节 防火与防爆安全技术

### 一、火灾原因与燃烧原理

#### (一)火灾事故原因

(1)使用明火作业,如明火烘烤、火炉取暖、煨管和化胶、熬油等。

(2)易燃易爆物质存放不合理,物质相互作用、外界碰撞或摩擦

引起火灾。

(3)作业中用电设备过载、短路,或管路设备接地不良造成电火花或静电放电,引起爆炸着火。

(4)电焊、气焊时,焊接火花或溶渣引起可燃、易燃物着火。

## (二)燃烧原理与条件

(1)燃烧原理。可燃物质与氧或氧化剂剧烈化合放出光和热的化学反应称燃烧。木材的燃烧是固体物质在高温下分解出部分气体和液体,然后与氧进行剧烈的化学反应。重油的燃烧是油蒸气和油滴与氧的剧烈化学反应。气焊火焰的燃烧是乙炔气体与氧气的剧烈化学反应。

(2)燃烧的条件。不论固体、液体或气体物质,要燃烧必须有一定的条件。这些条件是:

①有可燃物质,如汽油、木材、棉纱等。

②有助燃物质,如纯氧、氧化剂和空气中的氧。

③有一定的热能量,即达到可燃物质的燃点。

以上三者称谓燃烧的三要素。三者必须同时存在,缺少任一项都不能燃烧,能自燃的物质除外。

## 二、爆炸分类与爆炸浓度极限

(1)爆炸分类。大体分物理性和化学性爆炸两大类。

物理性爆炸,就是由于气体或蒸气压力太大,超过器具或容器本身所能承受的极限压力而引起的爆炸。这类爆炸,物质不发生质的变化。如汽车、自行车内胎气打得太足而爆炸,气瓶在露天曝晒但未达到自燃点而爆炸等。但是物理性爆炸有时伤害力很大,管道施工给容器设备打压时应注意防止爆炸。

化学性爆炸较复杂,有爆炸性混合物引起的爆炸,也有爆炸物自身分解引起的爆炸。其特性都是由一种状态迅速转变为另一种状态,并在一瞬间以机械功的形式释放出大量能量。

在化学性爆炸中,爆炸性混合物引起的爆炸称瞬间燃烧,它所生成的气体受高温作用,急剧膨胀而产生很高的压力,形成气浪。因

此,爆炸也可看成是气体或蒸气膨胀力作用的瞬间表现。

(2)爆炸浓度极限。不是所有气体任意的混合比都能发生化学性爆炸,而是需要一定的条件。不同的气体有不同的爆炸范围,即爆炸浓度极限。在常温常压下,可燃气体在空气中形成混合物,其最低质量分数的百分比浓度为爆炸下限,其最高质量分数的百分比浓度为上限。可燃气体其混合物的含量在上限和下限之间都会引起爆炸,不同的可燃气体爆炸的上、下限也不相同,即爆炸浓度极限不同。

常见的可燃气体与空气混合时的爆炸浓度极限如表 9-1 所示。

表 9-1 常见可燃气体与空气混合时的爆炸浓度极限

物质名称	爆炸下限 (体积分数 $\phi$ )(%)	爆炸上限 (体积分数 $\phi$ )(%)
氢	4.0	75.0
一氧化碳	12.5	75.0
甲烷	4.9	15.0
乙烷	2.9	13.0
丙烷	2.1	9.5
丁烷	1.5	8.5
乙炔	2.3	82
苯	1.2	8.0
汽油	1.4	6.0
硫化氢	4.3	46
高炉煤气	30.84	89.5
无烟煤发生炉煤气	15.5	84.4
烟煤发生炉煤气	14.6	76.8
天然气	4.96	15.7

表 9-1 所列举的都是可燃气体和蒸气,但是一些固体粉状物质也会引起爆炸。如可燃固态物质颗粒的直径小于  $10^{-3}\text{cm}$ ,在火源作用下达到其燃点时,也会发生爆炸的。各种粉尘爆炸特性如表 9-2 所示。

爆炸物与空气混合虽然达到了爆炸范围,如果没有外界的能量作用,使其温度达到物质的燃点,通常是不会发生爆炸的。外界能量

在管道施工中一般有：明火，电火花，雷电，静电放电，化学能，聚集的日光，摩擦和冲击等。

表 9-2 各种粉尘爆炸特性表

粉尘类别	云状粉尘的自燃点 (℃)	爆炸下限 (g/m <sup>3</sup> )	最大爆炸压力 (MPa)
烟煤	610	35	0.312
玉米淀粉	470	45	0.490
铝	645	35	0.605
镁	520	20	0.441
聚苯乙烯	490	20	0.299

### 三、防火防爆的原则与安全技术措施

#### (一)防火防爆的基本原则

防火防爆在管道施工中十分重要，其基本原则是：①使其不具备燃烧、爆炸条件，即极力避免和阻止易燃易爆物达到燃烧或爆炸的危险状态。②消除一切足以导致着火、爆炸的火源即能量。

#### (二)防火防爆的一般安全技术措施

##### 1. 对易燃易爆物进行安全技术处理

(1)隔离法。用不燃材料或惰性气体与可燃物质隔离，以防燃烧扩散蔓延。

(2)密闭法。将易燃易爆物密闭于容器或设备中，阻止其任意扩散，使临近的大气或建筑物不能达到爆炸浓度下限。

(3)稀释法即置换法。用惰性气体置换或吹扫，或加强通风换气，以降低设备或建筑物中可燃物质的浓度。

(4)代用法。以难燃或不燃溶剂代替易燃溶剂，或者尽量使用危险性小的溶剂，以保证生产安全。

##### 2. 消除火源

火源一般来自明火和电气设备等。消除火源的安全技术措施如下。

(1)在油库、煤气站、乙炔站和氧气站等有爆炸危险的车间、厂房施工时，应禁止点火、吸烟，严格遵守防火管理制度。

(2)在爆炸危险区施工,应禁止用铁器敲击或摩擦,以防止产生火花引燃引爆。

(3)在有爆炸危险的场所、贮罐内修理管道设备时,必须使用防爆型电器。

(4)经常检查所用电器设备是否有短路、局部接触不良和过载等现象,以防止产生电火花或电弧等。

(5)加热易燃液体应用蒸气、过热水、中间载热体或电热等,尽量避免用明火。如必须用明火,要有相应的安全措施。

(6)凡需在禁火区或盛过易燃易爆物的设备及容器中动火,应先清洗或吹扫置换并进行空气分析,准备好灭火器材,确认安全可靠后才能动火。

### 3. 防止静电起火

(1)限定流速。易燃易爆介质有一定的设计流速,流速过大则易产生静电,会引起燃烧爆炸。因此,施工中不可随意缩小管径增大流速。

(2)安装煤气、乙炔、氧气和燃油等管路设备时,必须安装好静电接地装置,使静电导入地下。

(3)汲取汽油的管道和盛汽油的容器设备必须确定接地。

(4)易燃易爆介质进出容器应有缓冲装置,以防猛烈冲击产生静电。

(5)安装输送粉尘(尤其是镁粉、煤粉)管道时,必须安装静电接地装置。

## 四、灭火物质与方法

### (一)灭火物质

不同的火灾要用不同的灭火物质扑救,常用的灭火物质有水、砂土、水蒸气、固体粉末、惰性气体、化学液体、化学泡沫和空气泡沫等。

(1)水、水蒸气。水的热容量大,1升水变成水蒸气能吸收2633kJ的热量,灭火时能吸收大量的热量。水蒸气形成蒸气幕能隔离空气,阻止氧气与燃烧物接触。故水是常用的灭火物质,但是以下物质着火时不能用水扑灭。

①电气设备或带电系统着火,用水扑灭会引起触电或爆炸事故。

②钢水包和浇铸场地等有灼热金属或熔融物体的地方,不能用水灭火,否则会引起爆炸。

③密度小于水的易燃液体,如汽油、苯、丙酮、酒精等,着火后不能用水灭,否则会越烧越旺。

④金属钾、钠、镁、铝粉、过氧化钠和碳化钙等化学药品着火后也不能用水灭,否则会起化学反应。

(2)固体粉末灭火剂。通常是在碳酸氢钠中加入质量分数为45%~90%的细砂或滑石粉。固体粉末灭火剂,一般用于某些不能用水来扑灭的火焰。

(3)惰性气体灭火剂。它之所以能灭火,其原理是隔绝空气或稀释空气中的氧气。应用最多的是二氧化碳,因其不导电,故多用于对电气设备的灭火。

(4)化学液体灭火剂。这种灭火剂常见的有四氯化碳、溴甲烷、溴氯甲烷等。其中四氯化碳是一种阻燃能力很强的灭火剂,它的沸点只是76.8℃,其蒸气是空气重量的5.5倍,最适用于对带电设备的灭火。由于四氯化碳受热与水蒸气作用生成盐酸和光气,危害设备和人,用其灭火时应站在上风方向,或带防毒面具。

(5)化学泡沫灭火剂。这种灭火剂主要含有硫酸铝和碳酸氢钠两种化学药品,以及少量的“稳定剂”或“发泡剂”。当它们的溶液混合时,产生二氧化碳和化学泡沫,能扑灭多种固体和液体的火焰,对扑灭易燃液体的火焰效果更好。

(6)空气泡沫灭火剂。空气泡沫的组成,按体积分数计,由90%的空气、9.4%~9.7%的水分、0.3%~0.6%的发泡剂等充分接触混合生成。它能扑灭一般固体和液体的火情,特别是能扑灭石油及其他有机化合物的火焰。

## (二)灭火方法

灭火方法有冷却法、分散法、破坏法和窒息法等。

(1)冷却法。这种方法是在用水浇,用于扑灭一般火灾,不能用于对油



类和未切断电源的电器以及遇水起化学反应的危险品的灭火。

(2)分散法。它是将燃烧物移开,孤立火源,使其不能扩大。

(3)破坏法。又称开火道,即拆除部分建筑物和附着物,以避免火势蔓延。这种方法适用于防止火灾扩大和救护人员等。

(4)窒息法。用窒息性灭火剂隔绝燃烧物与空气的接触,燃烧物得不到氧气助燃而致火焰熄灭。窒息性灭火剂有专用灭火剂、砂子、泥土、蒸气及棉被等。这种方法适用于油类及非爆炸性危险品的灭火。

## 五、消防器材的使用

消防器材有多种,常用的通常为以下三种:

(1)泡沫灭火机。在它的钢筒里装有小瓶硫酸铝以及碳酸氢钠和发泡剂的混合水溶液。灭火时,平稳将其提到火情现场,然后将筒身倒转过来,使两种溶液混合,产生二氧化碳气体的浓厚泡沫从喷嘴喷出,遮盖燃烧面,使之隔绝空气窒息火焰。它适用于易燃液体的灭火。露天放置泡沫灭火机应给予遮盖保护,以免日晒雨淋。冬天要保温,但不能放在高温场所。还要经常检查药液是否失灵。

(2)二氧化碳灭火机,又称干冰灭火机。这种灭火机有多种型号,一般有轻型式、闸刀式、手枪式和鸭舌式等,其使用方法是:

①轻型式。按轮型开关上的指示方向旋开即可使用。

②闸刀式。其形状及打开方法与轮型式相同,但旋开后不能关闭。

③手枪式。使用时,起动把柄上的开关,即可喷出二氧化碳。

④鸭舌式。灭火时,先拔掉保险销子,再将上面的鸭舌拨下。

使用二氧化碳灭火机时,手应握在喷筒木柄上,以防“干冰”冻伤皮肤。

## 第三节 管道涂色与安全

输送液体和化工气体的管道需要涂上各种颜色,其目的是为了识别各种管道中的介质,以便起到安全、防腐、醒目和美观、整洁的作用。

## 一、管道颜色类型

管道上颜色的类型有：基本识别色、保护色、管本色和安全色等。

### (一)基本识别色

基本识别色用于识别管道内的流体及其状态,按以下三种方法涂刷。

(1)全管路涂刷。

(2)在管道上涂刷宽 150mm 的色环。

(3)在管道上用基本识别色胶带缠绕宽 150mm 的色环。

基本识别色色环应涂刷在所有管交叉点、阀门和穿孔两侧的管路上,以及其他需要识别的部位。地沟和室外窖井的接头处,也应按介质基本识别色涂刷色环。

若用第(2)、第(3)种方法涂刷,当管道的保护色或管本色与基本识别色相近而不易识别时,要在保护色或管本色与基本识别色之间用对比明显的白色或黑色涂刷 50mm 的色环。

不同介质的管道基本识别色如表 9-3 所示。

表 9-3 不同介质管道的基本识别色

颜色		介 质 名 称
编号	名称	
G02	淡绿色	水
B05	海灰色	蒸气
YR0	淡棕色	矿物油、植物油、动物油、易燃液体
Y09	铁黄色	气态或液态气体(空气和氧气除外)
P01	淡紫色	酸和碱
PB06	淡酞蓝色	空气和氧气
	黑色	其他气体

### (二)保护色

如基本识别色用前面第(2)、第(3)种方法涂刷时,管道全长的其他部分应进行防腐处理,需涂刷保护色油漆。

不同介质的管道保护色如表 9-4 所示。

表 9-4 不同介质管道的保护色

颜 色		介质名称	颜 色		介质名称
编号	名称		编号	名称	
B05	黑色	生活污水、化学污水	B01	深灰色	盐酸、可燃液体
Y09	海灰色	热水、热软水	RP01	粉红色	纯碱
Y06	铁黄色	氨水	PB02	深酞蓝色	烧碱
	草绿色	氯气、液氯	R01	铁红色	煤气

以下情况可以不用保护色：

(1)保温后已涂青防腐。

(2)室外地沟的防腐。

(3)若同一区域受空间环境影响,必须用同一种颜色的涂料才能耐用时,这个区域所有管道或部分管道可以涂刷这种单色的涂料。

### (三)管本色

当基本识别时选用前面第(2)、第(3)种方法涂刷后,管道其他不需要防腐的外露部分称为管本色。以下为管本色,不需涂色。

(1)保温管外包铝板和镀锌板等。

(2)用铝箔保温的管道等。

(3)不锈钢管、铝管和塑料管等。

### (四)安全色

国际安全色规定了其使用范围,大红色用于消防,淡酞蓝色用于引用水,淡黄色与黑色间隔斜条用于危险警告。另外,也可以根据本企业的原料、成品和中间品的性能自行规定。

涂刷安全色有以下三种方法：

(1)若管道全长涂刷基本识别时,可在基本识别色上涂刷宽10mm的安全色色环。

(2)在两个各宽150mm的基本识别色色环之间,涂刷一道宽100mm的安全色色环。

(3)或在两个各宽150mm的基本识别色色环之间,用安全胶带缠绕一道宽100mm的安全色色环。

## 二、识别符号

识别符号是用来标识管内流体的性质、名称和流向。

(1)流体名称应写全称。如氧气,其表示方法是:名称用化学符号或英文符号写出( $O_2$ );写为  $O_2 \uparrow$ ,其中  $\uparrow$  表示气体,液体则不写。写为 WS 则表示上水;井水用 WW 表示。流体名称要用对比明显的白色或黑色标写,应写在基本识别色或基本识别色色环附近。

(2)流体的流向要用对比明显的白色或黑色在基本识别色或基本识别色色环附近涂刷箭头标明,如是双向流动应涂刷双箭头。

(3)字体写成中文仿宋体,化学符号与英文代号应是正体大写。为求美观一致,要制成模板并涂漆。

字体的大小应小于管子或保温层外径 90mm。当不易识别时,可在需要识别的部位挂设标牌(大小为  $250 \times 100\text{mm}$ ),标牌上要标明流体名称,还应在标牌一端标出流体流向。若用安全色,标牌底亦用安全色。如管子或保温直径大于或等于 90mm 时,一律在管道上注字,其大小如表 9-5 所示。

表 9-5 管道注字字体

管子或保温直径(mm)	90	130	160	240	> 240
注字代号字体高度(mm)	25	40	50	63	80 或 100

(4)标识符号要从设备的管接头和阀件上方醒目处开始,相距不超过 2.5m。注字的间距要方便操作,要涂刷在所有管道的交叉点。如管道穿过楼板或墙时,应在楼板或墙上方 1m 注字,在管段部分应以管架跨度为标注间距,并列管的标注要相互错开,应与标识符号同步。

(5)流体的其他标识符号,如流体的浓度、压力和温度等,可由使用单位根据情况涂刷,但不能与基本识别色色环的识别符号混同。

公用常用管道的涂色规定,见表 9-6。

表 9-6 公用常用管道涂色规定

序号	介质名称	安全色环		基本色		识别方法	保护色颜色		管道注字		
		编号	名称	编号	名称		编号	名称	名称	化学代号或英文符号	颜色
1	工业上水			G02	淡绿色	全长			上水	WS	白色
2	井水			G02	淡绿色	全长			井水	WW	白色
3	生活水	PB06	淡酞蓝色	G02	淡绿色	全长			生活水	WD	白色
4	过滤水			G02	淡绿色	全长			过滤水	WF	白色
5	循环水(上)			G02	淡绿色	全长			循环水(上)	WCS	白色
6	循环水(回)			G02	淡绿色	全长			循环水(回)	WCR	白色
7	低胶硅水			G02	淡绿色	全长			低胶硅水	WCS	白色
8	全脱盐水			G02	淡绿色	全长			脱盐水	WI	白色
9	软化水			G02	淡绿色	全长			软化水	SW	白色
10	清浄下水			G02	淡绿色	全长			清浄下水	CWW	白色
11	化学污水			G02	淡绿色	色环		黑色	污下水	CS	白色
12	生活污水			G02	淡绿色	色环		黑色	粪便水	SS	白色
13	热水循环(上)			G02	淡绿色	色环	B05	海灰色	热水(上)	WHS	黑色

续表 9-6

序号	介质名称	安全色环		基本色		识别方法	保护色颜色		管道注字		
				颜色	颜色				名称	化学代号或英文符号	颜色
编号	名称	编号	名称	编号	名称	编号	名称	名称	名称	名称	颜色
14	热水循环(下)			G02	淡绿色	色环	B05	海灰色	热水(下)	WHR	黑色
15	热软水			G02	淡绿色	色环			热软水	WHT	黑色
16	消防水	R03	大红色	G02	淡绿色	全长			消防水	FPW	白色
17	泡沫消防	R03	大红色	G02	淡绿色	全长			泡沫消防	PPF	白色
18	冷冻水(上)			G02	淡绿色	全长			冷冻水(上)	RWS	白色
19	冷冻水(回)			G02	淡绿色	全长			冷冻水(回)	RBS	白色
20	冷冻盐水(上)			G02	淡绿色	全长			冷冻盐水(上)	RBS	白色
21	冷冻盐水(回)			G02	淡绿色	全长			冷冻盐水(回)	RBS	白色
22	蒸气			B05	海灰色	全长			蒸气	SP	黑色
23	过热蒸气			B05	海灰色	全长			过热蒸气	SSM	黑色
24	回收的蒸气冷凝液			B05	海灰色	全长			蒸气冷凝液		黑色
25	废弃的蒸气冷凝液			B05	海灰色	全长			蒸气冷凝液		黑色
26	采暖			B05	海灰色	全长					

续表 9-6

序号	介质名称	安全色环		基本色		识别方法	保护色颜色		管道注字		
				颜色	颜色		编号	名称	名称	化学代号或英文符号	颜色
27	润滑油			YR05	淡棕色	全长			润滑油		黑色
28	空气 (工艺用)			PB06	淡酞蓝色	色环		白色	空气 (工艺用)	As ↑	黑色
29	空气 (仪表用)			PB06	淡酞蓝色	色环		白色	空气 (仪表用)	AI ↑	黑色
30	富氧空气			PB06	淡酞蓝色	色环		白色	富氧空气	ARO ↑	黑色
31	氧气			PB06	淡酞蓝色	全长			氧气	O <sub>2</sub> ↑	黑色
32	氢气			YR01	淡棕色	全长			氢气	H <sub>2</sub> ↑	白色
33	氮气 (工艺用)			YR01	淡棕色	全长			氮气 (工艺用)	N <sub>2</sub> ↑	白色
34	氮气 (仪表用)			YR01	淡棕色	全长			氮气 (仪表用)	N <sub>2</sub> ↑	白色
35	氮气 (消防用)	RO3	大红色	YR01	淡棕色	全长			氮气 (消防用)	N <sub>2</sub> ↑	白色
36	高纯氮			YR01	淡棕色	全长			高纯氮	N <sub>2</sub> ↑	白色
37	二氧化碳			YR01	淡棕色	色环		黑色	二氧化碳	CO <sub>2</sub> ↑	白色
38	一氧化碳			YR01	淡棕色	色环		黑色	一氧化碳	CO ↑	白色
39	氧化氮			YR01	淡棕色	色环			氧化氮	NOX ↑	黑色

续表 9-6

序号	介质名称	安全色环		基本色		识别方法	保护色颜色		管道注字		
				颜色	颜色		编号	名称	名称	化学代号或英文符号	颜色
40	二氧化硫			YR01	淡棕色	色环		黑色	二氧化硫	SO <sub>2</sub> ↑	白色
41	真空			—	白色	全长			真空		黑色
42	氨气			YR01	淡棕色	全长			氨气	NH <sub>3</sub> ↑	黑色
43	液氨			YR01	淡棕色	全长			液氨	NH <sub>3</sub>	黑色
44	氨水			—	黑色	色环		淡棕色	氨水	NH <sub>4</sub> OH	黑色
45	氯气			YR01	淡棕色	色环		草绿色	氯气	Cl ↑	白色
46	液氯			YR01	淡棕色	色环		草绿色	液氯	Cl	白色
47	纯碱溶液			PO1	淡紫色	色环	RPO1	粉红色	纯碱溶液	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	白色
48	烧碱溶液			PO1	淡紫色	色环	PBO2	深酞蓝色	烧碱溶液	NaOH	白色
49	盐酸			PO1	淡紫色	色环	BO5	海灰色	盐酸	HCl	白色
50	硫酸			PO1	淡紫色	色环	RO3	大红色	硫酸	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	白色
51	硝酸			PO1	淡紫色	色环			硝酸	HNO <sub>3</sub>	黑色
52	醋酸			PO1	淡紫色	色环			醋酸	Hal	黑色



续表 9-6

序号	介质名称	安全色环		基本色		识别方法	保护色颜色		管道注字		
				颜色			编号	名称	名称	化学代号或英文符号	颜色
		编号	名称	编号	名称		编号	名称			
53	煤气等可燃气体			Y09	铁黄色	色环	R01	铁红色	煤气等可燃气体	CG	白色
54	可燃液体			Y06	淡棕色	色环	B05	海灰色	可燃液体	Oil	白色

### 三、阀门、疏水器及其他管道涂色规定

#### (一) 阀门和疏水器涂色规定

这类涂色应符合原机械工业部产品样本规定,其中阀体材料涂色规定如表 9-7 所示;密封面材质,以涂刷在手轮、扳手和手柄的颜色识别,规定如表 9-8 所示;色样对照如表 9-9 所示。

表 9-7 阀体材料涂色规定

序号	阀体材料	涂 色		序号	阀体材料	涂 色	
		编号	颜色名称			编号	颜色名称
1	灰铸铁	—	黑色	6	不锈钢	PBO4	中酞蓝色
2	可锻铸铁	—	黑色	7	合金钢	PBO6	淡酞蓝色
3	球墨铸铁	—	黑色	8	铜合金	—	不涂色
4	碳素钢	B02	中灰色	9	铝合金	—	不涂色
5	耐酸钢	PBO4	中酞蓝色				

表 9-8 密封面材质涂色规定

序号	密封面材质	涂 色		序号	密封面材质	涂 色	
		编号	颜色名称			编号	颜色名称
1	铜合金钢	R03	大红色	7	渗硼钢	PBO4	中酞蓝色
2	锡基轴承合金	R06	淡黄色	8	硬质合金	PBO4	中酞蓝色
3	巴氏合金	Y06	淡黄色	9	塑料	R04	紫红色

续表 9-8

序号	密封面材质	涂 色		序号	密封面材质	涂 色	
		编号	颜色名称			编号	颜色名称
4	耐酸钢	PB04	中酞蓝色	10	橡胶	G04	中绿色
5	不锈钢	PB04	中酞蓝色	11	铸铁		黑色
6	渗氮钢	PB04	中酞蓝色				

表 9-9 色样对照表

标准	GB7231-87	GB3182-82		标准	GB7231-87	GB3182-82	
	名称	编号	名称		名称	编号	名称
颜色	绿色	G02	淡绿色	颜色	紫色	P01	淡紫色
	铝色	B05	海灰色		浅蓝色	PB06	淡酞蓝色
	棕色	YR01	淡棕色		黑色		黑色
	黄褐色	Y09	铁黄色				

## (二)其他管道涂色规定

管道使用单位可根据本节规定的原则要求,规定基本识别色和保护色。如乙醇是易燃液体,可涂刷淡棕色全长或色环,若刷色环则保护色可自行规定;磷酸属酸类,可涂刷淡紫色全长或色环,若刷色环则保护色亦可自行规定;放空管线按管内介质规定涂刷颜色,画上流向,注明“排空”字样。

SHUIHUAN GUANDAO GONG SHIYONG SHOUCE

# SNGDG

责任编辑 周喜中

装帧设计 赵颖

ISBN 7-5390-2165-9



9 787539 021652 >

定价：20.00 元