

# 阀门基础知识

培训资料

## 企 业 培 训 手 册

# 目 录

前 言 .....	1
第一篇：基础篇 .....	2
第一节：阀门的分类 .....	2
第二节：阀门的术语 .....	3
第三节：阀门的参数 .....	4
第四节：阀门的编号 .....	6
第五节：各种阀门连接 .....	7
第六节：常用材料的密度 .....	8
第二篇：阀门的结构和原理 .....	10
闸 阀： .....	10
截止阀 .....	13
节流阀 .....	14
止回阀 .....	15
旋塞阀 .....	17
球 阀 .....	19
蝶 阀 .....	21
第三篇：材料 .....	
第一节：主体材料 .....	22
第二节：常见零件材料 .....	31
第三节：焊材 .....	39
第四节：垫片 .....	41
第五节：填料 .....	42
第六节：紧固件 .....	44
第四篇：阀门常用标准 .....	
第一节：产品标准 .....	44
第二节：材料标准 .....	46
第三节：其它标准 .....	46
第五篇：阀门检验 .....	47
第六篇：阀门的安装与操作 .....	48
第七篇：阀门报价事项 .....	49
参考文献 .....	50

---

# 前 言

阀门是流体管路的控制装置，其基本功能是接通或切断管路介质的流通，改变介质的流动方向，调节介质的压力和流量，保护管路的设备的正常运行。

随着现代工业的不断发展，阀门需求量不断增长，一幢现代高楼需要大量的阀门。一个现代化的石油化工装置就需要上万只各式各样的阀门，但往往由于制造、使用选型、维修不当，发生跑、冒、滴、漏现象，由此引起火焰、爆炸、中毒、烫伤事故，或者造成产品质量低劣，能耗提高，设备腐蚀，物耗提高，环境污染，甚至造成停产等事故，已屡见不鲜，因此人们希望获得高质量的阀门，同时也要求提高阀门的使用，维修水平，这时对从事阀门操作人员，维修人员以及工程技术人员，提出新的要求，除了要精心设计、合理选用、正确操作阀门之外，还要及时维护、修理阀门，使阀门的“跑、冒、滴、漏”及各类事故降到最低限度。阀门选择原则有以下三个方面：

## 一、满足使用性能

为了满足使用性能，就要根据阀门的工作条件即介质的温度、压力、介质的性质，例如有无腐蚀、有无颗粒、是否会被金属离子污染以及阀门零件在阀门中所起的作用，受力情况等来选择材料。而最最关键的是要保证阀门在相应的环境中可靠的工作。

## 二、有良好的工艺性

工艺性包括铸造、锻造、切削、热处理、焊接等性能。

## 三、有良好的经济性

经济性即是要用尽可能低的成本制造出符合性能要求的产品。评价经济性的好坏可以用价值与性能（功能）成本三者关系表示：

$$V(\text{价值}) = \frac{F(\text{性能})}{G(\text{成本})}$$

因此提高产品价值有三个途径：性能不变成本降低；成本不变提高性能；增加一定的成本带来性能更大的提高。

---

# 第一篇 基础篇

## 第一节 阀门分类

阀门的种类很多，且有多种分类方法。

### 一、按用途和作用分类

- 1、截断阀类 主要用于截断或接通介质流。包括闸阀、截止阀、隔膜阀、旋塞阀、球阀、蝶阀等。
- 2、调节阀类 主要用于调节介质的流量、压力等。包括调节阀、节流阀、减压阀等。
- 3、止回阀类 用于阻止介质倒流。包括各种结构的止回阀。
- 4、分流阀类 用于分配、分离或混合介质。包括各种结构的分配阀和疏水阀等。
- 5、安全阀类 用于超压安全保护。如安全阀。

### 二、按主要参数分类

#### 1、按压力分类

- (1) 真空阀 工作压力低于标准大气压的阀门。
- (2) 低压阀 公称压力 $PN < 1.6\text{MPa}$  的阀门。
- (3) 中压阀 公称压力 $PN < 2.5 \sim 6.4\text{Mpa}$  的阀门。
- (4) 高压阀 公称压力 $PN 10.0 \sim 80.0\text{Mpa}$  的阀门。
- (5) 超高压阀 公称压力 $PN \geq 100\text{Mpa}$  的阀门。

#### 2、按介质工作温度分类

- (1) 高温阀  $t > 450^\circ\text{C}$  的阀门。
- (2) 中温阀  $120^\circ\text{C} \leq t < 450^\circ\text{C}$  的阀门。
- (3) 常温阀  $-40^\circ\text{C} \leq t < 120^\circ\text{C}$  的阀门。
- (4) 低温阀  $-100^\circ\text{C} \leq t < -40^\circ\text{C}$  的阀门。
- (5) 超低温阀  $t < -100^\circ\text{C}$  的阀门。

#### 3、按阀体材料分类

- (1) 非金属材料阀门 如陶瓷阀门、玻璃钢阀门、塑料阀门。
- (2) 金属材料阀门 如铜合金阀门、蒙乃尔合金阀门、铸铁阀门、碳钢阀门、合金钢阀门
- (3) 金属阀体衬里阀门 如衬铅阀门、衬塑料阀门、衬搪瓷阀门。

### 三、常用分类

这种分类方法既按原理、作用又按结构划分，是目前国内、国际最常用的分类方法。一

---

般分为：闸阀、截止阀、旋塞阀、球阀、蝶阀、隔膜阀、止回阀、节流阀、安全阀、减压阀、疏水阀、调节阀。

## 第二节 阀门术语

### 一、阀门类别（中英文对照）

闸 阀	[Gate valve ; Slide valve]
截止阀	[Globe valve ; Stop valve]
止回阀	[Check valve ; Non-return valve]
球 阀	[Ball valve]
蝶 阀	[Butterfly valve]
旋塞阀	[Plug valve]
节流阀	[Throttle valve]
隔膜阀	[Diaphragm valve]
针型阀	[Pintlem valve]
低温阀	[Low temperatur valve]

### 二、结构及零件(中英文对照)

结构长度	[Face to Face ;End to End ;Face to End dimension]
结构形式	[Type of cons ruction]
角 式	[Angle type]
直通式	[Through way ty e]
保温式	[Steam jac et type]
连接形式	[Type of connecting]
电动装置	[Electri actuator]
气动装置	[Pneumatic actuator]
齿轮操作	[Gear operation]
手轮操作	[Hand wheel]
阀 体	[Body]
阀 盖	[Bonnet;cover;cap;lid]
阀 瓣	[Disc]
闸 板	[Wedge]
阀 杆	[Stem;Spindle]

---

阀杆螺母	[Stem nut;Yoke nut]
填料函	[Stuffing box]
填料压盖	[Gland ]
支 架	[Yoke]
上密封	[Back seat]
阀 座	[Seat]
螺 栓	[Blot]
螺 母	[Nut]
填 料	[Packing]
球 体	[Ball]
销 轴	[Hinge pin]
摇 杆	[Arm ;Hinge]
密封面	[Seal face]
主要性能参数	[Specification]
公称压力 (PN)	[Nominal pressure]
公称通径 (DN)	[Nominal diameter]
工作压力	[Working pressure]
壳体试验	[Shell test]
密封试验	[Seal test]

### 三、其它术语(中英文对照)

BW表示对焊连接方式    SW表示承插焊连接方式    F. P=全通径  
 BB-螺栓连接阀盖    PSB-内压自密封阀盖    G. O=齿轮操作    BG-伞齿轮  
 PWHT-焊后热处理    PCD-中心圆直径    H. F=硬质面  
 CS-碳钢    FS-锻钢    AS-合金钢    SS-不锈钢    CI-铸铁  
 OS&Y-明杆支架结构

## 第三节 阀门参数

### 一、公称通径

公称通径 DN 是管路系统中所有管路附件用数字表示的尺寸，以区别用螺纹或外径表示的那些零件。

阀门的公称通径DN与NPS对照如下。

DN 25	NPS 1	DN 125	NPS 5	DN 400	NPS 16
DN 40	NPS 1.5	DN 150	NPS 6	DN 450	NPS 18
DN 50	NPS 2	DN 200	NPS 8	DN 500	NPS 20
DN 65	NPS 2.5	DN 250	NPS 10	DN 600	NPS 24
DN 80	NPS 3	DN 300	NPS 12	DN 800	NPS 32
DN 100	NPS 4	DN 350	NPS 14	DN 1000	NPS 40

## 二、公称压力

公称压力PN 是一个用数字表示的与压力有关的标示代号,是供参考用的一个方便的圆整数。同一公称压力(PN)值所标示的同一公称通径(DN)的所有管路附件具有与端部连接型式相适应的同一连接尺寸。在我国,涉及公称压力时,为了明确起见,通常给出计量单位,以“MPa”表示。在英、美等国家中,尽管目前在有关标准中已列入了公称压力的概念,但实际使用中仍采用英制单位的磅级。由于公称压力和磅级的温度基准不同,因此两者没有严格的对应关系。两者间大致的对应关系参见表,日本标准中有一种“K”制,例如10K、20K、40K等。这种压力级的概念与英制单位中的磅级制相同,但计量单位采用米制,“K”级与磅级之间的关系参见下表

磅级Class	150	300	400	600	900	1500	2500
Mpa	1.6 2.0	2.5 4.0 5.0	6.3	10.0	15.0	25.0	42.0
K级(日标)	10K	20K		40K			

## 三、常用单位转换关系

$$1 \text{ in}=25.4 \text{ mm}$$

$$1 \text{ Mpa}=10 \text{ Kgf/cm}^2 \text{ (公斤力)}=10 \text{ Bar}$$

$$1 \text{ Psi}=0.0069 \text{ Mpa} \quad 1 \text{ Ksi}=6.9 \text{ Mpa}$$

Psi表示:磅/英寸<sup>2</sup>    kgf/cm<sup>2</sup>表示:公斤力    Bar表示:巴

$$\text{华摄氏度转摄氏度: } ^\circ\text{C}=(^{\circ}\text{F}-32)*5/9$$

$$\text{摄氏度转华摄氏度: } ^\circ\text{F}=^{\circ}\text{C}*9/5+32$$

例：100°F=(100-32)\*5/9=37.7℃

## 第四节 阀门编号



### 1、表示阀门的类型

D蝶阀	H止回阀和底阀	J截止阀
L节流阀	Q表示球阀	X旋塞阀
Z闸阀	Y减压阀	S疏水阀

⊕：一些特殊的阀，在其代号前表示，加以下字母代号如：

D表示低温阀，W表示波纹管阀，H表示缓闭阀 B表示带保温

### 2、表示阀门的驱动方式

0电磁动	3蜗轮传动	4正齿轮传动	7液动
5锥齿轮	6气动	9电动	8气-液动

⊕：如果阀门为handwheel手动时，此栏不写

### 3、阀门两端的连接形式

1内螺纹	2外螺纹	4法兰	6焊连接
7对夹	8卡箍	9卡套	

### 4、阀结构形式代号（用来表示阀门内部具体的结构）

1) 闸阀 0、楔式弹性闸阀 1、楔式明杆单闸板 2、楔式明杆双闸板  
3、明杆单闸板平板 4、明杆双闸板平板 5、暗杆楔式单闸板  
6、暗杆楔式双闸板 7、暗杆单闸平板阀 8、暗杆双闸平板阀

2) 截止阀 1、直通式阀 4、角式阀

3) 止回阀 1、升降直通式 2、升降立式 4、单瓣旋启式 6、双瓣旋启式 7、蝶式

4) 球阀 1、直通浮动式 7、固定直通式

5) 蝶阀 0、单偏心 1、中心垂直板 2、双偏心 3、三偏心

⊕：其它类型阀门请参阅JB/T308

### 5、密封面或衬里材料代号

---

B巴氏合金    C搪瓷    F氟塑料    H Cr13系列    J衬胶  
M蒙乃尔合金    N尼龙塑料    R奥氏体不锈钢    T铜    Y硬质合金  
X橡胶    P表硼钢

⊕：如果密封面代号用W表示，表示密封面材料为本体材料，即直接在阀体加工密封面，不用另外堆焊或用其它密封面材料。不锈钢阀体常用本体作密封面材料。

## 6、公称压力

国标或德标、俄标类常用公斤压力力表示，即10倍的MPa值。美标用磅表示Lb, 日标阀用K表示

- ⊕：1、当介质温度高于425℃时，标注最高工作温度下的工作压力  
2、公称压力小于等于1.6MPa的铸铁，阀体材料代号可以省略  
3、公称压力大于等于2.5Mpa的碳钢，阀体材料代号可以省略

## 7、阀体材料代号

C碳钢    H Cr13系列钢    I铬钼钢    K可锻铸铁  
P铬镍不锈钢    Q球墨铸铁    R铬镍钼不锈钢    T铜  
Ti钛及钛合金    V铬钼钒钢    Z灰铸铁

例：

Z40H-16C-250    表示：法兰连接的铸钢楔式弹性单闸板阀，密封面为13Cr, 16压力，公称通径为250（国标）

J41W-25P-50    表示：法兰连接的不锈钢直通式截止阀，密封面为本体材料，25压力，通径为50（国标）

H44Y-40C-80    表示：法兰连接的铸钢旋启式止回阀，密封面硬质合金钢，40压力，通径为80（国标）

Z40H-150LB-6”    表示：法兰连接的弹性楔式明杆闸阀，密封面为13Cr，150磅压力。通径6英寸（美标）

J961H-16C-250    表示：焊连接的电动直通截止阀，主体材料为铸钢，16压力，通径为250

Q41F-16P-80    表示：法兰连接的浮动不锈钢球阀，阀座为F4，16压力，通径为80（国标）

## 第五节 阀门各种连接

### 1、法兰连接：



2、对焊连接



3、对夹连接



#### 4、承插焊连接



#### 5、螺纹连接



#### 6、自密封结构



### 第六节 常用材料密度

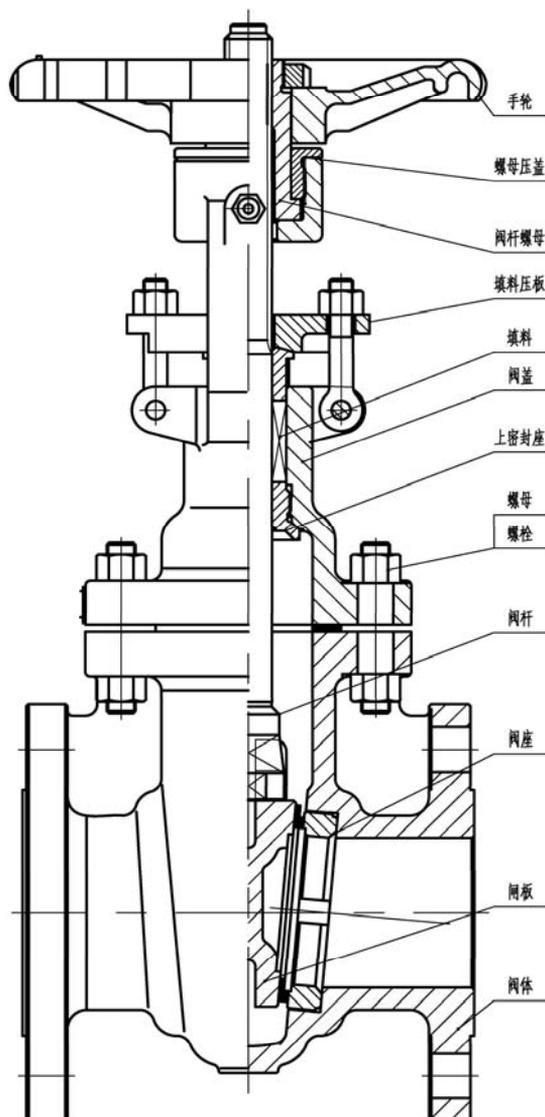
灰铸铁: 7.0 g/cm<sup>3</sup>  
铸钢: 7.8 g/cm<sup>3</sup>  
合金钢: 7.9 g/cm<sup>3</sup>

镍: 8.9 g/cm<sup>3</sup>  
黄铜: 8.4-8.8 g/cm<sup>3</sup>

## 第二篇 阀门的结构及原理

### 一、闸阀

#### 1、常用闸阀的结构图



#### 2、闸阀的特点

闸阀是指闸板沿通路中心线的垂直方向移动的阀门。闸阀在管路中主要作切断用。闸阀是使用很广的一种阀门，一般口径  $DN \geq 50\text{mm}$  的切断装置都选用它，有时口径很小的切断装置也选用闸阀，闸阀有以下优点：

- ①流体阻力小。
- ②开闭所需外力较小。
- ③介质的流向不受限制。

④全开时，密封面受工作介质的冲蚀比截止阀小。

⑤体形比较简单，铸造工艺性较好。

闸阀也有不足之处：

①外形尺寸和开启高度都较大。安装所需空间较大。

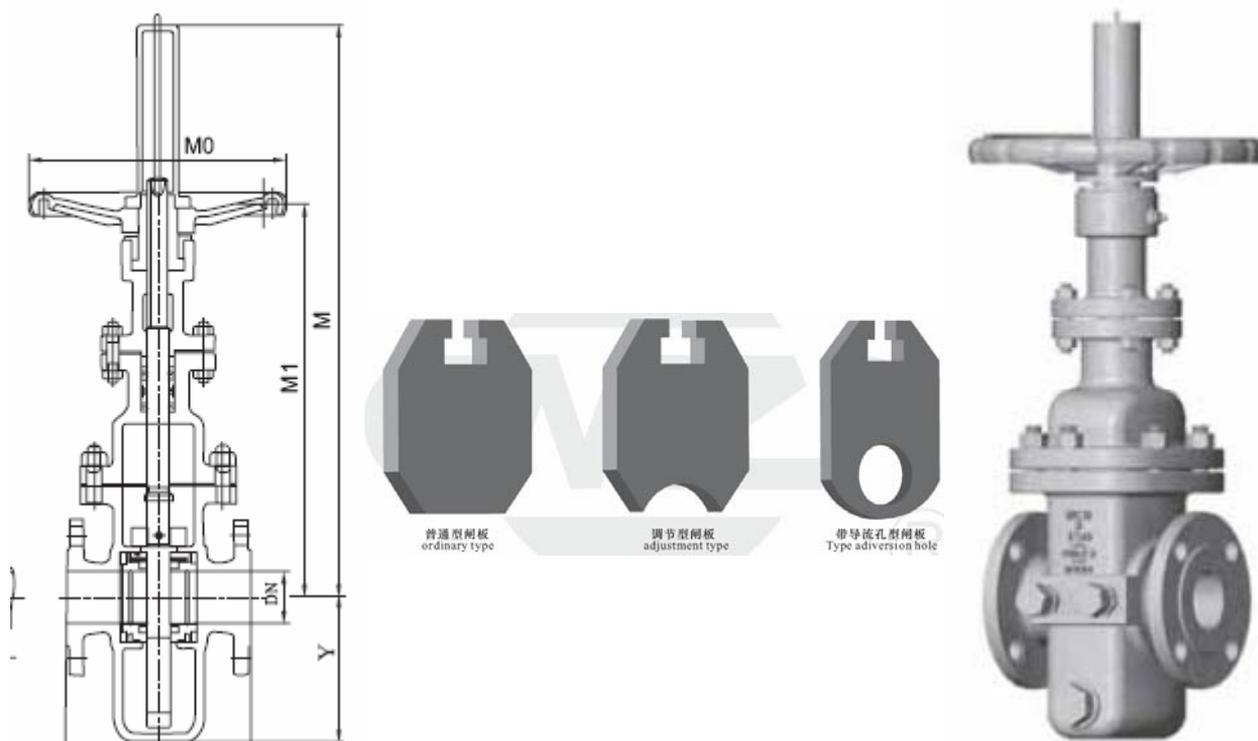
②开闭过程中，密封面间有相对摩擦，容易引起擦伤现象。

③闸阀一般都有两个密封面，给加工、研磨和维修增加一些困难。

### 3、闸阀的分类

#### 1. 按闸板的构造可分

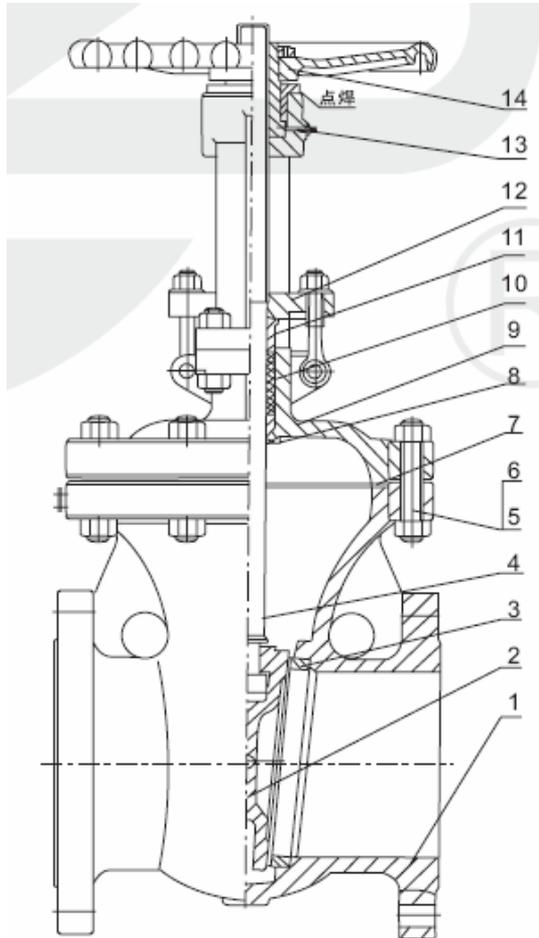
1) 平行式闸阀：密封面与垂直中心线平行，即两个密封面互相平行的闸阀。如图



在平行式闸阀中，分单闸板和双闸板，以带推力楔块的结构最为常见，既在两闸板中间有双面推力楔块，这种闸阀适用于低压中小口径（DN40—300mm）闸阀。也有在两闸板间带有弹簧的，弹簧能产生予紧力，有利于闸板的密封。

2) 楔式闸阀：密封面与垂直中心线成某种角度，即两个密封面成楔形的闸阀。密封面的倾斜角度一般有 $2^{\circ} 52'$ ， $3^{\circ} 30'$ ， $5^{\circ}$ ， $8^{\circ}$ ， $10^{\circ}$ 等，角度的大小主要取决于介质温度的高低。一般工作温度愈高，所取角度应愈大，以减小温度变化时发生楔住的可能性。在楔式闸阀中，又有单闸板，双闸板和弹性闸板之分。单闸板楔式闸阀，结构简单，使用可靠，但对密封面角度的精度要求较高，加工和维修较困难，温度变化时楔住的可能

性很大。双闸板楔式闸阀在水和蒸气介质管路中使用较多。它的优点是：对密封面角度的精度要求较低，温度变化不易引起楔住的现象，密封面磨损时，可以加垫片补偿。但这种结构零件较多，在粘性介质中易粘结，影响密封。更主要是上、下挡板长期使用易产生锈蚀，闸板容易脱落。弹性闸板楔式闸阀，它具有单闸板楔式闸阀结构简单，使用可靠的优点，又能产生微量的弹性变形弥补密封面角度加工过程中产生的偏差，改善工艺性，现已被大量采用。



(明杆闸阀)



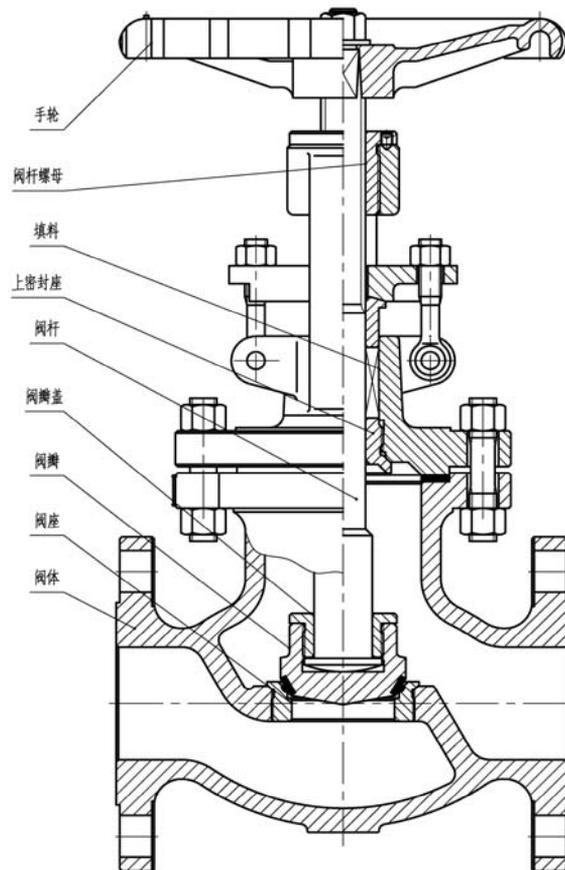
(暗杆闸阀)

## 2. 按阀杆的构造闸阀又可分为

- 1) 明杆闸阀：阀杆螺母在阀盖或支架上，开闭闸板时，用旋转阀杆螺母来实现阀杆的升降。这种结构对阀杆的润滑有利，开闭程度明显，因此被广泛采用。
- 2) 暗杆闸阀：阀杆螺母在阀体内，与介质直接接触。开闭闸板时，用旋转阀杆来实现。这种结构的优点是：闸阀的高度总保持不变，因此安装空间小，适用于大口径或对安装空间受限制的闸阀。此种结构要装有开闭指示器，以指示开闭程度。这种结构的缺点是：阀杆螺纹不仅无法润滑，而且直接接受介质侵蚀，容易损坏。（如上图所示）

## 二、截止阀

### 1、常见结构图



### 2) 截止阀特点

截止阀是阀瓣沿阀座中心线移动的阀门，截止阀在管路中主要作切断用。截止阀有以下优点：

1. 在开闭过程中密封面的摩擦力比闸阀小，耐磨。
2. 开启高度小。（通常为 DN 的 1/4-1/3）
3. 通常只有一对密封面，制造工艺好，便于维修。

截止阀使用较为普遍，但由于开闭力矩较大，结构长度较长，一般公称口径都限制在  $DN \leq 250\text{mm}$  以下。截止阀的流体阻力损失较大，因而限制了截止阀更广泛的使用。

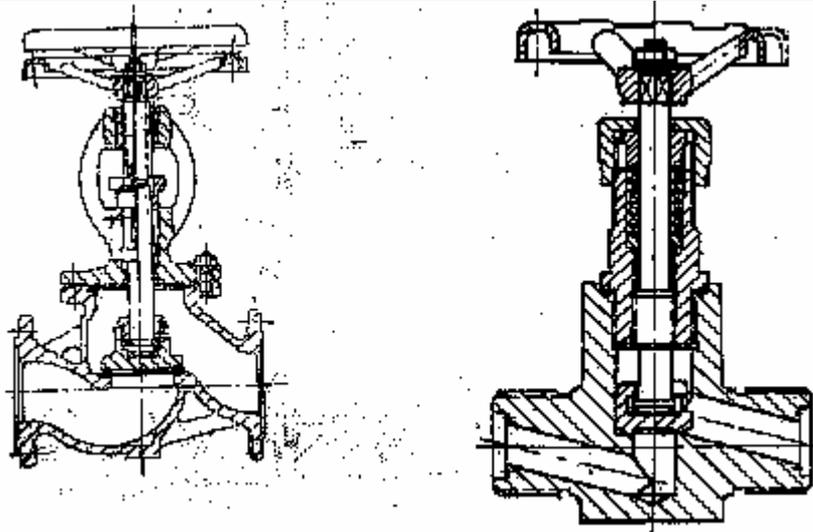
### 3) 截止的分类

#### 1、根据阀杆上螺纹的位置可分

##### 1) 上螺纹阀杆截止阀

截止阀阀杆的螺纹在阀体的外面。其优点是阀杆不受介质侵蚀，便于润滑，此种结构采用比较普遍。

2) 下螺纹阀杆截止阀截止阀阀杆的螺纹在阀体内。这种结构阀杆螺纹与介质直接接触，易受侵蚀，并无法润滑。此种结构用于小口径和温度不高的地方。



2、根据截止阀的通道方向，又可分为；直通式截止阀，直流式截止阀，角式截止阀和三  
通式截止阀，后两种截止阀通常做改变介质流向和分配介质用。



直通式



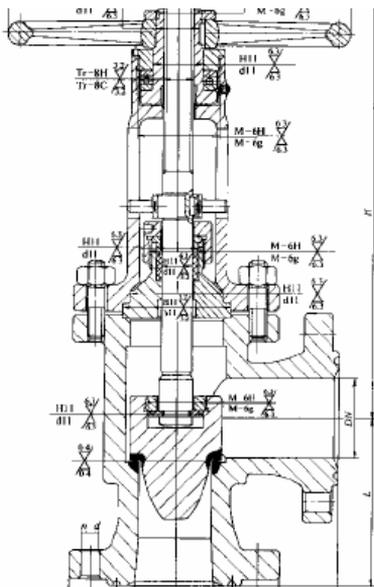
角式



直流式(Y型)

三、节流阀

1、结构图



## 2、节流阀的特点：

节流阀是指通过改变通道面积达到控制或调节介质流量与压力的阀门。节流阀在管路中主要作节流使用。

最常见的节流阀是采用截止阀改变阀瓣形状后作节流用。但用改变截止阀或闸阀开启高度来作节流用是极不合适的，因为介质在节流状态下流速很高，必然会使密封面冲蚀磨损，失去切断密封作用。同样用节流阀作切断装置也是不合适的。

## 3、节流阀的分类：

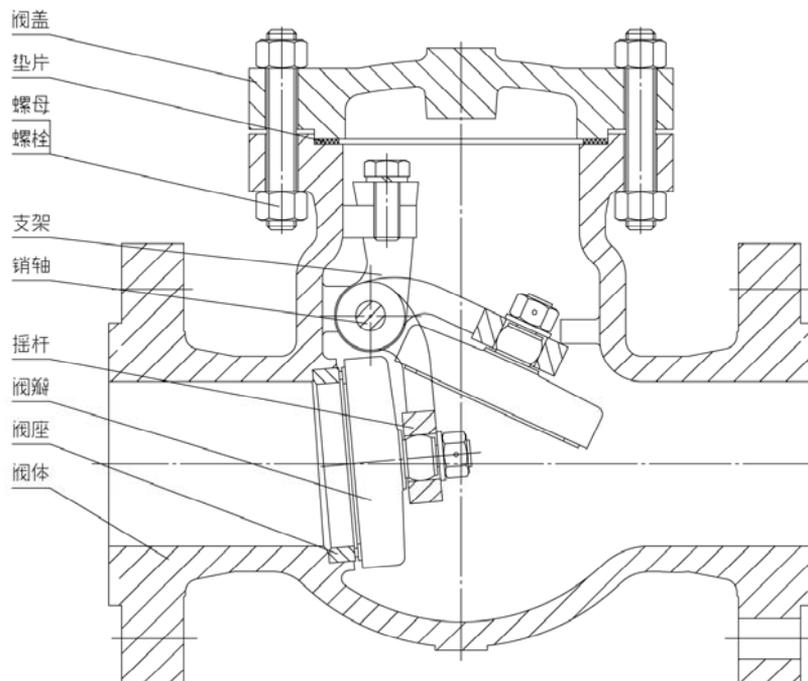
节流阀的阀瓣有多种形状，常见的有：

1. 钩形阀瓣，常用于深冷装置中的膨胀阀。如图 1 所示。
2. 窗形阀瓣，适用于口径较大的节流阀如图 2 所示。
3. 塞形阀瓣，适用于中小口径节流阀，使用较普遍。如图 3 所示。



## 四、止回阀

### 1、常见结构图：



## 2、结构特点：

止回阀是指依靠介质本身流动而自动开、闭阀瓣，用来防止介质回流的阀门。

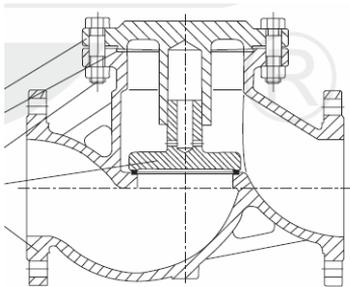
## 3、止回阀分类

止回阀根据其结构分为

### 1) 升降式止回阀：阀瓣沿着阀体垂直中心线滑动的止回阀

水平安装升降式止回阀安装在水平管道上，在高压小口径止回阀上阀瓣可采用圆球。

水平安装升降式止回阀的阀体形状与截止阀一样（可与截止阀通用），因此它的流体阻力系数较大。



垂直安装升降式止回阀：垂直安装。

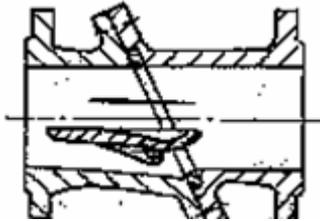


### 2) 旋启式止回阀：阀瓣围绕销轴旋转的止回阀

阀瓣围绕销轴旋转的止回阀，旋启式止回阀应用较为普遍。



3) 碟式止回阀：阀瓣围绕阀座内的销轴旋转的止回阀，碟式止回阀结构简单，只能安装在水平管道上，密封性较差。



4) 其它止回阀：



橡胶瓣止回阀



球形止回阀



底阀

## 五、旋塞阀

### 1、结构图



## 2) 结构及特点:

旋塞阀是指塞子绕阀体中心线旋转来达到开启和关闭的一种阀门。旋塞阀在管路中主要用作切断、分配和改变介质流动方向的。旋塞阀是历史上最早被人们采用的阀件。由于结构简单，开闭迅速（塞子旋转四分之一圈就能完成开闭动作），操作方便，流体阻力小，至今仍被广泛使用。目前主要用于低压，小口径和介质温度不高的情况下。旋塞阀的塞子和塞体是一个配合很好的圆锥体，其锥度一般为 1: 6 和 1: 7。

## 3) 分类:

### 1) 紧定式旋塞阀

紧定式旋塞阀通常用于低压直通管道，密封性能完全取决于塞子和塞体之间的吻合度好坏，其密封面的压紧是依靠拧紧下部的螺母来实现的。一般用于  $PN \leq 0.6 \text{Mpa}$ 。

### 2) 填料式旋塞阀。

填料式旋塞阀是通过压紧填料来实现塞子和塞体密封的。由于有填料，因此密封性能较好。通常这种旋塞阀有填料压盖，塞子不用伸出阀体，因而减少了一个工作介质的泄漏途径。这种旋塞阀大量用于  $PN \leq 1 \text{Mpa}$  的压力

### 3) 自封式旋塞阀

自封式旋塞阀是通过介质本身的压力来实现塞子和塞体之间的压紧密封的。塞子的小头向上伸出体外，介质通过进口处的小孔进入塞子大头，将塞子向上压紧，此种结构一般用于空气介质。

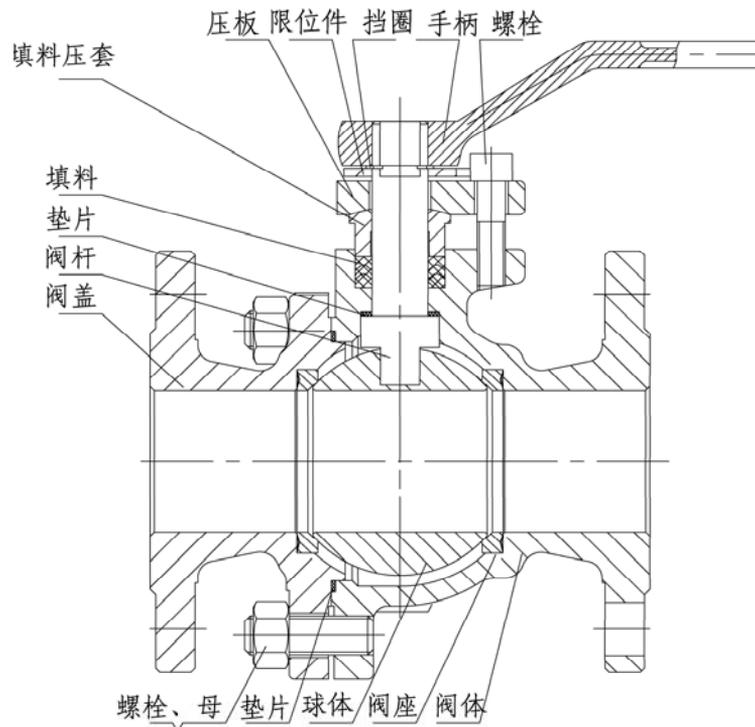
### 4) 油封式旋塞阀

近年来旋塞阀的应用范围不断扩大，出现了带有强制润滑的油封式旋塞阀。由于强

制润滑使塞子和塞体的密封面间形成一层油膜。这样密封性能更好，开闭省力，防止密封面受到损伤。

## 六、球阀

### 1、常见结构图



### 2、结构及特点：

球阀和旋塞阀是同属一个类型的阀门，只有它的关闭件是个球体，球体绕阀体中心线作旋转来达到开启、关闭的一种阀门。

球阀在管路中主要用来做切断、分配和改变介质的流动方向。

球阀是近年来被广泛采用的一种新型阀门，它具有以下优点：

1. 流体阻力小，其阻力系数与同长度的管段相等。
2. 结构简单、体积小、重量轻。
3. 紧密可靠，目前球阀的密封面材料广泛使用塑料、密封性好，在真空系统中也已广泛使用。
4. 操作方便，开闭迅速，从全开到全关只要旋转  $90^\circ$ ，便于远距离的控制。
5. 维修方便，球阀结构简单，密封圈一般都是活动的，拆卸更换都比较方便。
6. 在全开或全闭时，球体和阀座的密封面与介质隔离，介质通过时，不会引起阀门密封面的侵蚀。

7. 适用范围广，口径从小到几毫米，大到几米，从高真空至高压都可应用。

### 3、分类：

#### 1、球阀按结构形式可分：

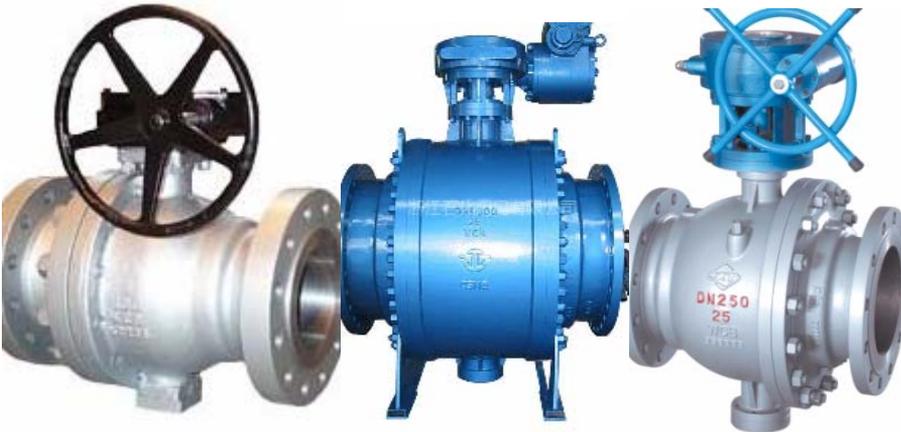
##### 1) 浮动球球阀

球阀的球体是浮动的，在介质压力作用下，球体能产生一定的位移并紧压在出口端的密封面上，保证出口端密封。浮动球球阀的结构简单，密封性好，但球体承受工作介质的载荷全部传给了出口密封圈，因此要考虑密封圈材料能否经受得住球体介质的工作载荷。这种结构，广泛用于中低压球阀。



##### 二、固定球球阀

球阀的球体是固定的，受压后不产生移动。固定球球阀都带有浮动阀座，受介质压力后，阀座产生移动，使密封圈紧压在球体上，以保证密封。通常在与球体的上、下轴上装有轴承，操作扭矩小，适用于高压和大口径的阀门。为了减少球阀的操作扭矩和增加密封的可靠程度，近年来又出现了油封球阀，既在密封面间压注特制的润滑油，以形成一层油膜，即增强了密封性，又减少了操作扭矩，更适用高压大口径的球阀。



##### 三、弹性球球阀

球阀的球体是弹性的。球体和阀座密封圈都采用金属材料制造，密封比压很大，依靠介质本身的压力已达不到密封的要求，必须施加外力。这种阀门适用于高温高压介质。弹性球体是在球体内壁的下端开一条弹性槽，而获得弹性。当关闭通道时，用阀杆的楔形头使球体涨开与阀座压紧达到密封。在转动球体之前先松开楔形头，球体随之恢复原形，使球体与阀座之间出现很小的间隙，可以减少密封面的摩擦和操作扭矩。2、通道位置可分为直通式，三通式和直角式。后两种球阀用于分配介质与改变介质的流向。

## 七、蝶阀

### 1、结构：



### 2、蝶板在阀体内绕固定轴旋转的阀门，叫蝶阀

(1) 结构简单，外形尺寸小。由于结构紧凑，结构长度短，体积小，重量轻，适用于大口径的阀门。

(2) 流体阻力小，全开时，阀座通道有效流通面积较大，因而流体阻力较小。

(3) 启闭方便迅速，调节性能好，蝶板旋转  $90^\circ$  既可完成启闭。通过改变蝶板的旋转角度可以分级控制流量。

(4) 启闭力矩较小，由于转轴两侧蝶板受介质作用基本相等，而产生转矩的方向相反，因而启闭较省力。

(5) 低压密封性能好，密封面材料一般采用橡胶、塑料、故密封性能好。受密封圈材料的限制，蝶阀的使用压力和工作温度范围较小。但硬密封蝶阀的使用压力和工作温度范围，都有了很大的提高。

### 3、分类：

---

根据连接方式：法兰式、对夹式。

根据密封面材料：软密封、硬密封。

根据结构形式，蝶阀可分成以下类型：

- 板式
- 蝶阀 ——斜板式
- 偏置板式
- 杠杆式

## 第三篇 材料

### 第一节 主体材料

#### 一、概述：

按使用工况分，现行国内外钢制阀门常用的主体材料按工况条件主要分为4 大类，即普通碳钢(WCB、WCC等)、普通低温钢(LCB、LC2、LC3 等)、高温钢(WC6、WC9、ZG15Cr1Mo 等)、不锈钢(CF8、CF8M、CF3、CF3M 等)。

按成型方法分，一般情况下采用铸件的形式较多。但由于有些工况条件要求不允许采用铸件或采用其他类毛坯更为合理等情况下，便应根据具体情况选用锻件、锻焊或板焊等结构，就需要采用铸件的变形合金。其变形合金与铸件的性能要求一般相同，但其化学成分略有差别，其原因是在保证性能的前提下，铸件需要有较好的铸造性能，其他的变形合金材料应有较好的塑性以便加工。阀门主体材料的变形合金主要有锻件、板材和管材。这样按材料的成型工艺不同，其主体材料又可分为铸件、锻件、板材和管材

#### 二、材料大类：

阀体、阀盖和闸板（阀瓣）是阀门主要零件之一，直接承受介质压力，所用材料必须符合“阀门的压力与温度等级”的规定。常用材料有下面几种：

- 1、灰铸铁：灰铸铁适用于公称压力  $PN \leq 1.0 \text{MPa}$ ，温度为  $-10^\circ\text{C} \sim 200^\circ\text{C}$  的水、蒸汽、空气、煤气及油品等介质。灰铸铁常用牌号为：HT200、HT250、HT300、HT350。
- 2、可锻铸铁：适用于公称压力  $PN \leq 2.5 \text{MPa}$ ，温度为  $-30 \sim 300^\circ\text{C}$  的水、蒸汽、空气及油介质，常用牌号有：KTH300—06、KTH330—08、KTH350—10。
- 3、球墨铸铁：适用于  $PN \leq 4.0 \text{MPa}$ ，温度为  $-30 \sim 350^\circ\text{C}$  的水、蒸汽、空气及油品等介质。常用牌号有：QT400—15、QT450—10、QT500—7。

---

鉴于目前国内工艺水平，各厂参差不齐，用户又往往不易检验。根据经验，建议  $PN \leq 2.5\text{MPa}$ ，阀门还是采用钢制阀门为安全。

- 4、耐酸高硅球墨铸铁：适用于公称压力  $PN \leq 0.25\text{MPa}$ ，温度低于  $120^\circ\text{C}$  的腐蚀性介质。
- 5、碳素钢：适用于公称压力  $PN \leq 32.0\text{MPa}$ ，温度为  $-30 \sim 425^\circ\text{C}$  的水、蒸汽、空气、氢、氨、氮及石油制品等介质。常用牌号有 WC1、WCB、ZG25 及优质钢 20、25、30 及低合金结构钢 16Mn。
- 6、铜合金：适用于  $PN \leq 2.5\text{MPa}$  的水、海水、氧气、空气、油品等介质，以及温度  $-40 \sim 250^\circ\text{C}$  的蒸汽介质，常用牌号为 ZCuSn10Zn2(锡青铜)，H62、Hpb59—1(黄铜)、QA19—2、QA19—4(铝青铜)。
- 7、高温钢：适用于公称压力  $PN \leq 17.0\text{MPa}$ 、温度  $\leq 570^\circ\text{C}$  的蒸汽及石油产品。常用牌号有 ZGCr5Mo, 1Cr5Mo, ZG20CrMoV, ZG15Gr1Mo1V, 12CrMoV, WC6, WC9 等牌号。具体选用必须按照阀门压力与温度规范的规定。
- 8、低温钢，适用于公称压力  $PN \leq 6.4\text{MPa}$ ，温度  $\geq -196^\circ\text{C}$  乙烯，丙烯，液态天然气，液氮等介质，常用牌号) 有 ZG1Cr18Ni9、0Cr18Ni9、1Cr18Ni9Ti、ZG0Cr18Ni9
- 9、不锈钢耐酸钢，适用于公称压力  $PN \leq 6.4\text{MPa}$ 、温度  $\leq 200^\circ\text{C}$  硝酸，醋酸等介质，常用牌号有 ZG0Cr18Ni9Ti、ZG0Cr18Ni10<耐硝酸>，ZG0Cr18Ni12Mo2Ti、ZG1Cr18Ni12Mo2Ti<耐酸和尿素>。

### 三、阀门常用主体材料

#### 1、碳素钢

##### 1) 碳素钢铸件

适用于非腐蚀性介质，在某些特定条件下，如在一定范围内的温度，浓度条件下也可用于某些腐蚀性介质。适用温度  $-29^\circ\text{C} \sim 425^\circ\text{C}$ 。(常用于水、蒸气、油等非腐蚀介质)

目前国内采用的现行标准是 GB12229-89《通用阀门 碳素钢铸件技术条件》，材料牌号为 WCA、WCB、WCC。该标准是参照美国材料实验协会标准 ASTM A216《高温用可熔焊碳钢铸件标准规范》制定的。另外国内还常用 ZG230-450 ZG25 等，常用 WCB 代替。

国外一般都制定了用于阀门主体材料的碳钢铸件标准。国际上常用的为 ASTM A216/A216M 中的 WCA、WCB、WCC，其牌号的基本含义是：W 表示可焊接的，C 表示为铸造的，A、B、C 则表示碳素铸钢的强度等级，其中 A 为较低强度的，B 为中等强度的，C 为较高强度的。一般最常用的为中等强度的 WCB 牌号的 可焊接的碳素铸钢。当强度要求

较高时，应采用WCC，因为WCC中的Mn的含量较高，对钢的强化作用提高， $\sigma_s$ 值也随之提高。

表1 WCA、WCB、WCC化学成分及力学性能

钢号	化 学 成 分 / %											力 学 性 能			
	C	Mn	P	S	Si	残留元素						抗拉强度 $\sigma_b$ /MPa	屈服强度 $\sigma_s$ /MPa	延伸率 $\delta$ / %	断面收 缩率 $\psi$ / %
						Cu	Ni	Cr	Mo	V	总和				
WCA	0.25	0.70	0.04	0.045	0.60	0.30(0.50)	0.50	0.50(0.40)	0.20(0.25)	0.03	1.0	415~585 (415)	205	24	35
WCB	0.30	1.00	0.04	0.045	0.60	0.30(0.50)	0.50	0.50(0.40)	0.20(0.25)	0.03	1.0	485~655 (485)	250	22	35
WCC	0.25	1.20	0.04	0.045	0.60	0.30(0.50)	0.50	0.50(0.40)	0.20(0.25)	0.03	1.0	485~655 (485)	275	22	35

## 2) 碳素钢锻件

我国根据需要也制定了适用于阀门主体材料要求的碳钢锻件标准。其常用的有GB 12228 和JB 4726。

制造锻造阀门主要承压件、阀体、阀盖的材料最常用的牌号是GB699《优质碳素钢结构钢技术条件》中的20、25、30、35、40以及25Mn。一般习惯上中压锻钢阀采用25号钢制作承压件，35号40号用于制作PN16.0Mpa、PN32.0Mpa锻造角式高压阀承压件。PN14.0Mpa的缩径锻钢阀承压件常用25或25Mn制作。应注意锻件锻造后必须进行热处理，25号钢（包括25号）以下采用正火处理。

国内阀门主体常用碳钢锻件材料化学成分及力学性能

牌号	标准	化 学 成 分 / %								力 学 性 能				
		C	Si	Mn	Cr	P	S	Ni	Cu	$\sigma_b$ /MPa	$\sigma_s$ /MPa	$\delta_5$ / %	$\psi$ / %	$A_{KV}$ /J
20	GB 12228	0.17~0.23	0.17~0.37	0.35~0.65	0.25	①	①	0.30	0.25	410	245	25	55	—
	JB 4726	0.17~0.24	0.17~0.37	0.35~0.65	0.25	0.035	0.035	0.25	0.25	370~520	215	24	—	27
25	GB 12228	0.22~0.29	0.17~0.37	0.50~0.80	0.25	①	①	0.30	0.25	450	275	23	50	71
	GB 12228	0.27~0.34	0.17~0.37	0.50~0.80	0.25	①	①	0.30	0.25	490	295	21	50	63
30Mn	GB 12228	0.27~0.34	0.17~0.37	0.70~1.00	0.25	①	①	0.30	0.25	540	315	20	45	63
16Mn	JB 4726	0.12~0.20	0.20~0.60	1.20~1.60	0.30	0.035	0.035	0.30	0.25	450~600	275	19	—	34

引进装置进入我国后，国外进口的锻造碳素钢阀门如800磅级锻钢阀采用的材料是

ASTM A105《管道部件用碳素钢锻件》其主要化学成分(%)：

	C	Mn	Si	P	S
化学成分	$\leq 0.35$	$\leq 0.60 \sim 1.05$	$\leq 0.35$	$\leq 0.04$	$\leq 0.05$
力学性能	$\sigma_b$ (Mpa)	$\sigma_s$ (Mpa)	$\delta$ %	$\phi$ %	HB
	$\geq 485$	$\geq 250$	$\geq 22$	$\geq 30$	$\leq 187$

注意事项：

- ASTM A105并不是我国的25号钢或25Mn钢，虽然其主要化学成分相当于我国的25Mn，但ASTM A105对其杂质元素Cu、Ni、Cr、Mo、V、Nb的控制以及C、Mn的含量的关系都有控制要求。
- 锻钢阀门是否需要材料的力学性能检测是根据产品设计要求决定的，对于低碳钢只要化学

成分合格，正火的热处理工艺正确，他的力学性能就是一定的，不象中碳钢和高碳钢可以按淬火后的不同回火温度得到不同的力学性能。对于锻造高压阀门如 PN16. 0Mpa. PN32. 0Mpa 或更高压力的锻钢阀由设计决定采用的材料应达到的机械性能。根据所要求的机械性能确定回火温度，以达到材料的性能符合设计要求。

ASTM A105 为适用于阀门主体材料的碳钢锻件标准。标准中对材料的化学成分和力学性能进行了规定，同时还对钢材的冶炼方法，制造要求、热处理方式和化学成分及力学性能的执行标准都作出了规定。

## 2、普通低温钢

### 1) 低温钢铸件：

一般低温系指小于 $-29^{\circ}\text{C}$ 至 $-196^{\circ}\text{C}$ 范围内。小于 $-196^{\circ}\text{C}$ 至 $-269^{\circ}\text{C}$ 为超低温范围。石化企业规定低于 $-20^{\circ}\text{C}$ 就算低温。一般碳素钢、低合金钢、铁素体钢在低温下韧性急剧下降，脆性上升，这种现象叫材料的冷脆现象。

ASTM A352/ 352M 标准中规定了适用于低温工况条件下阀门主体材料的马氏体和铁素体钢的铸件。该标准中共有LCA、LCB、LCC、LC1、LC2、LC2-1、LC3、LC4、LC9和CA6NM等9种低温钢铸件牌号，其适用的低温等级从 $-32^{\circ}\text{C}$  (LCA) 至 $-196^{\circ}\text{C}$  (LC9)。钢号中的L表示低温用钢，C表示材料的类型为铸件，后面的A、B、C表示属于碳钢类系列，是按钢适用温度的高低排列，越排后的其力学性能越好、低温性能越好及冲击试验的温度越低，分别是LCA ( $-32^{\circ}\text{C}$ ) > LCB 和LCC ( $-46^{\circ}\text{C}$ )。虽然LCB与LCC的冲击试验温度都是 $-46^{\circ}\text{C}$ ，但3个试样的平均值和3个试样中的最小值LCC都大于LCB。第3位用阿拉伯数字表示的表明其是属于合金钢类，数字越大表明其低温性能越好，低温冲击试验的温度越低。分别是LC1 ( $-59^{\circ}\text{C}$ ) > LC2 和LC2-1 ( $-73^{\circ}\text{C}$ ) > LC3 ( $-101^{\circ}\text{C}$ ) > LC4 ( $-115^{\circ}\text{C}$ ) > LC9 ( $-196^{\circ}\text{C}$ )。其中常用的LCB、LC1、LC2和LC3已被转化为我国的阀门用低温钢铸件标准JB/T 7248，按其主要化学元素依次被称为低碳钢、0.5Mo钢、2.5Ni钢、3.5Ni钢。

#### 注：低温冲击试验

用铁素体钢如LCA、LCB、LCC、LC1、LC2、LC3制造的低温阀门主要零件特别是铸件，在低温下有明显的低温脆性，在低温下使用时必须达到一定的韧性，在低温下使用必须达到一定的韧性指标才能使用。因此，这些材料要进行最低使用温度下的冲击试验。其方法是把试块放在冷却介质中浸15分钟，然后在5秒钟内迅速试验完毕。冲击试样为夏氏V形缺口冲击试样(10mm×10mm)。上述各种材料的冲击能量指标即为夏氏V形缺口冲击试样(10mm×10mm)指标。

ASTM A352/ A352M及JB/T7248中常用低温钢铸件化学成分和力学性能

钢种	牌号	化 学 成 分 / %										力 学 性 能						
		C	Mn	Si	P	S	Ni	Cu	Cr	Mo	V	$\sigma_b$ / MPa	$\sigma_s$ / MPa	$\delta$ / %	$\psi$ / %	夏比冲击试验 / $A_{KV}$		
																温度 / °C	最小值 / J	平均值 / J
碳钢	LCB	0.30	1.00	0.60	0.04	0.045	0.05	0.30	0.50	0.20	0.03	450~620	240	24	35	-46	14	18
0.5% 钼钢	LC1	0.25	0.50~0.80	0.60	0.04	0.045	-	-	0.45 ~0.65	-	-	450~620	240	24	35	-59	14	18
2.5% 镍钢	LC2	0.25	0.50~0.80	0.60	0.04	0.045	2.0 ~3.0	-	-	-	-	485~655	275	24	35	-73	16	20
3.5% 铸钢	LC3	0.15	0.50~0.80	0.60	0.04	0.045	3.0 ~4.0	-	-	-	-	485~655	275	24	35	-101	16	20

2) 低温钢锻件：ASTM A350/ 350M 中的LF1 、 LF2 、 LF3。

JB 4727 为我国低温压力容器用碳素钢和低合金钢锻件标准，阀门主体材料可以选用。在该标准中列出了20D、16MnD、16MnMoD、09Mn2VD、09MnNiD、20MnMoD、08MnNiCrMoVD和10Ni3MoVD等8种钢号。

#### 4、高温铬钼钢：

高温情况下金属材料的力学性能与常温下的力学性能存在很大差异，其总的特点是温度越高，强度越低。而且在一定应力的作用下，变形量随着时间的增加而增大。这种现象就是金属的蠕变现象。

##### 1) 高温钢铸件：

ASTM A217/ A217M 中的高温承压用马氏体不锈钢和合金钢铸件适用于高温工况条件的阀门主体材料。在该标准中共包括1个牌号的马氏体不锈钢和9个牌号的铁素体合金钢，按钢种可分碳钼钢(WC1)、镍铬钼钢(WC4、WC5)、铬钼钢(WC6、WC9、WC11、C5、C12)和铬钼钒钢(CA12、CA15)。钢中的W表示为可焊接性，说明其具有较好的焊接性能。C表示为铸钢，后面的数值表示高温合金钢适用工作温度高低的排列顺序。数值越大，表示其适用温度越高。以介质为水和蒸气为例。其可焊性的几种高温钢的最高使用温度分别是：WC1 ( ≤450 °C) < WC4 ( ≤540 °C) < WC5 ( ≤565 °C) ≤ WC6 ( ≤595 °C) < WC9 ( ≤600 °C) 等。在ASME B16134 中规定，当连接形式采用法兰连接时，使用温度的最高限额为540 °C，当超过540 °C时，适用的最高温度只适用于对焊连接的阀门。在这些钢种及钢的牌号中，使用最广泛的应属铬钼钢中的WC6、WC9和C5。WC6和WC9广泛应用于电力和热力系统等介质为水和蒸气的高温高压状态中，虽然这两个钢号我国没有正式转化为国内标准，但在JB/ T 3595电站阀门的技术条件中，已列入其选用的材料，并对其压力2温度等级做出了具体规定。C5适用于含S热态石油介质，同时还具有抗氢腐蚀能力，因此广泛应用于石油炼制及乙烯生产含硫介质的高温中。用于介质为蒸汽和

油品的阀门,应有足够的安全可靠性,通常规定的工作温度是WC6  $\leq 540$  °C, WC9  $\leq 570$  , C5  $\leq 550$  °C。

ASTM A217M中几种常用Cr2Mo 的化学成分和力学性能

钢号	化 学 成 分 / %										力 学 性 能				
	C	Mn	P	S	Si	Cr	Mo	残留元素				$\sigma_b$ / MPa	$\sigma_r$ / MPa	$\delta_5$ / %	$\psi$ / %
								Cu	Ni	W	合计				
WC6	0.05~0.20	0.50~0.80	0.04	0.045	0.60	1.00~1.50	0.45~0.65	0.50	0.50	0.10	1.00	485~655	275	20	35
WC9	0.05~0.18	0.40~0.70	0.04	0.045	0.60	2.00~2.75	0.90~1.20	0.50	0.50	0.10	1.00	485~655	275	20	35
C5	0.20	0.40~0.70	0.04	0.045	0.75	4.00~6.50	0.45~0.65	0.50	0.50	0.10	1.00	620~795	415	18	35

## 2) 高温钢锻件:

国际上应用于阀门主体材料高温铬钼钢锻件标准最具有代表性的应为ASTM A182/A182M 中的低合金钢种。其中的F11.2级和F11.3级、F22.1级和F22.3级、F5 和F5a 分别为常用铸件WC6 、WC9 和C5 的变形合金。

ASTM A182/ A182 中常用Cr2Mo 高温钢的化学成分和力学性能

牌号	化 学 成 分 / %							力 学 性 能					焊后	
	C	Mn	P	S	Si	Ni	Cr	Mo	$\sigma_b$ / MPa	$\sigma_r$ / MPa	$\delta_5$ / %	$\psi$ / %	HB	热处理温度/ °C
F11.2级	0.10 ~0.20	0.30 ~0.80	0.040	0.040	0.50 ~1.00		1.00 ~1.50	0.44 ~0.65	485	275	20	30	143 ~207	$\geq 620$
F22.3级	0.10 ~0.20	0.30 ~0.80	0.040	0.040	0.50 ~1.00		1.00 ~1.50	0.44 ~0.65	515	310	20	30	156 ~207	$\geq 620$
F22.1级	0.05 ~0.15	0.30 ~0.60	0.040	0.040	0.50		2.00 ~2.50	0.87 ~1.13	415	205	20	35	$\leq 170$	$\geq 675$
F22.3级	0.05 ~0.15	0.30 ~0.60	0.040	0.040	0.50		2.00 ~2.52	0.87 ~1.13	515	310	20	30	156 ~207	$\geq 675$
F5	0.15	0.30 ~0.60	0.030	0.030	0.50	0.50	4.0 ~6.0	0.44 ~0.65	485	275	20	35	143 ~217	$\geq 675$
F5a	0.25	0.60	0.040	0.030	0.50	0.50	4.0 ~6.0	0.44 ~0.65	620	450	22	50	187 ~248	$\geq 675$

## 5、奥氏体不锈钢:

Cr 是决定不锈钢抗腐蚀性的主要元素。Cr 可以使不锈钢在腐蚀介质中产生钝化现象,即表面上形成一层很薄的保护膜。同时Cr 能有效地提高电极电位。当含Cr 量达12.5%时,合金电极电位由负变正,因此不锈钢一般含Cr 量均需达13%以上。钢中含Cr 量越高,抗腐蚀性能越好。此外,Cr 对钢的力学性能和工艺性能都有很好的作用。

### 1) 不锈钢铸件:

目前国际上推荐使用的阀门主体材料用不锈钢很多。ASTM A351/ A351M 中就有20余种,其中大多数为奥氏体不锈钢,最常用的有CF3 、CF8 、CF3M、CF8M 和CF8C 等。其基型为18Cr - 8Ni奥氏体不锈钢。牌号中的C 表示为使用温度在650 °C 以下的不锈钢铸件,第2 个字母表示不锈钢中含Ni 量,其英文字母越靠后,含Ni 量越高,F的含Ni

量为8.0 %~12.0 %，数字代表含C 量的最大值(以万分之几表示)，后面的M 和C 等表示在铬镍含量为18 - 8 的基础上添加其他的不同合金元素，M 表示Mo，C 表示Nb 等。加Mo 是提高再结晶温度，增加了高温下抗蠕变的性能进而改善其耐热性，加Nb 是使Cr 的碳化物减少，增加晶间含钼量，提高抗晶间腐蚀的性能。

几种常用奥氏体不锈钢铸件化学成分和力学性能

牌号	化 学 成 分 / %									力 学 性 能		
	C	Mn	Si	P	S	Ni	Cr	Mo	Nb	$\sigma_y$ / MPa	$\sigma_b$ / MPa	$\delta$ / %
CF3	0.03	1.50	2.00	0.04	0.04	8.0~12.0	17.0~21.0	0.50		485	205	30
CF8	0.08	1.50	2.00	0.04	0.04	8.0~11.0	18.0~21.0	0.50		485	205	30
CF3M	0.03	1.50	1.50	0.04	0.04	9.0~13.0	17.0~21.0	2.00~3.00		485	205	30
CF8M	0.08	1.50	1.50	0.04	0.04	9.0~12.0	18.0~21.0	2.00~3.00		485	205	30
CF8C	0.08	1.50	2.00	0.04	0.04	9.0~12.0	18.0~21.0	0.50	C×8~1.0	485	205	30

我国于1989 年制定了GB 12230 阀门用奥氏体铸钢件技术条件。

常用不锈钢对比：

CF8==304 CF8M==316 CF3=304L CF3M==316L

口诀：带M的是316型，带3的后面加L。

带L的为低碳型不锈钢，例：304L比304的碳量要低，主要用防晶间腐蚀场合中。

## 2) 不锈钢锻件：

ASTM A182/ A182M 标准中列出的34 种奥氏体不锈钢锻件中，与前面提到的常用5 种铸件相对应的变形合金牌号为F304、F316、F304L、F316L 和F347。牌号中的F 表示制造工艺为锻造或轧制，3 表示为奥氏体不锈钢耐酸钢系列，304 为常用的含碳较低的18Cr - 8Ni 类奥氏体不锈钢(通用型为302)，316 为304 的基础上加Mo 用以改善钢的耐热性；后面加L 表示为低碳的304 或316，用来改善其耐蚀性能。F347 是在F304 的基础上加Nb 而增加奥氏体化进一步减小晶间腐蚀倾向。标准中对补焊要求做出了具体规定，如焊条牌号，焊后最低热处理温度等。

牌号	化 学 成 分 / %									力 学 性 能			
	C	Mn	P	S	Si	Ni	Cr	Mo	Nb	$\sigma_y$ / MPa	$\sigma_{0.2}$ / MPa	$\delta$ / %	$\psi$ / %
F304	0.08	2.00	0.045	0.030	1.00	8.0~11.0	18.0~20.0			515	205	30	50
F304L	0.03	2.00	0.045	0.030	1.00	8.0~13.0	18.0~20.0			485	170	30	50
F316	0.08	2.00	0.045	0.030	1.00	10.0~14.0	16.0~18.0	2.00~3.00		515	205	30	50
F316L	0.03	2.00	0.045	0.030	1.00	10.0~15.0	16.0~18.0	2.00~3.00		485	170	30	50
F347	0.08	2.00	0.045	0.030	1.00	9.0~13.0	17.0~20.0		C×10~1.10	515	205	30	50

在我国的JB 4728 压力容器用不锈钢锻件标准中，有6 种为奥氏体不锈钢，其中前

面提到的铸件变形合金有4种，分别为0Cr18Ni9、00Cr19Ni10、0Cr17Ni12Mo2和Cr17Ni14Mo2，而还有一种0Cr18Ni10Ti则与A182/A182M中的F321相当，F321是在F304的基础上加Ti而改善晶间腐蚀倾向，其作用与Nb相同。

国内钢制阀门常用主体材料简表

材料类别	铸件		锻件		板材		管材	
	牌(钢)号	标准号	牌(钢)号	标准号	牌(钢)号	标准号	牌(钢)号	标准号
普通碳钢	WCA	GB12229	20	GB12228	Q235A	GB700	20G	GB5310
	WCB		25	JB4726	Q235B	GB700		
	WCC		30	GB12228	20Q	GB6654		
			30Mn	GB12228	16MnR	GB6654		
低温钢	LCB	JB/T7248	16Mn	JB4726	15MnV	GB6654	09MnV	GB8163
	LC1		16MnD	JB4727	16MnDR	GB3531		
	LC2		16MnMoD		15MnNiDR			
	LC3		09Mn2VD		09MnNiDR			
铬钼高温钢	ZG16Cr1MoG	GB/T16253	15CrMo		JB4726		15CrMoR	GB6654
	ZG12Cr2Mo1G		12Cr2Mo1	12Cr2Mo		GB5310		
	ZG16Cr5MoG		1Cr5Mo	1Cr5Mo		GB6479		
不锈钢耐酸钢	CF8	GB12230	0Cr18Ni9	JB4728	0Cr18Ni9	GB4327	0Cr18Ni9	GB/T14976
	CF3		00Cr19Ni10		00Cr19Ni10		00Cr19Ni10	
	CF8M		0Cr17Ni12Mo2		0Cr17Ni12Mo2		0Cr17Ni12Mo2	
	CF3M		00Cr17Ni14Mo2		00Cr17Ni14Mo2		00Cr17Ni14Mo2	
	CF8C		0Cr18Ni10Ti		0Cr18Ni10Nb		0Cr18Ni10Nb	

#### 四、其它材料

##### 1、17-4PH:

此合金是由铜、铌/钨构成的沉淀硬化马氏体不锈钢，具有强度高、硬度高和抗腐蚀等特点。经过热处理后，机械性能更加好。

##### 2、INCONEL（英科镍）：如：Inconel800

##### 3、Monel（蒙乃尔）：

蒙乃尔的耐蚀性容一般情况下比镍铜更优越，它比纯镍更耐还原性介质的腐蚀，比纯铜耐氧化性介质的腐蚀对硫酸、磷酸、碳的耐蚀性非常好，特别是耐氢氯酸的腐蚀，对热浓碱也有优良的耐腐性。此外，还耐中性溶液、高温卤素、海水、大气及多种有机化合物的腐蚀。其典型的成分70%Ni和30%的Cu，如：Monel400

##### 4、20号合金：

##### 5、哈氏合金：

#### 五、各国材料对比

序号	种类	中国	德国	日本	美国			英国
		(GB)	(DIN)	(JIS)	ASTM	UNS	SAE	(BS)

1	奥	1Cr17Mn6Ni5N	—	SUS201	201	S20100	30201	—
2		1Cr18Mn8Ni5N	X8CrMnNi189	SUS202	202	S20200	30202	284S16
3		1Cr18Mn10Ni5Mo3N	—	—	—	—	—	—
4		2Cr13Mn9Ni4	—	—	—	—	—	—
5	氏	1Cr17Ni7	X12CrNi17.7	SUS301	301	S30100	30301	301S21
6		1Cr17Ni8	X12CrNi17.7	SUS301J1	—	—	—	—
7		1Cr18Ni9	X12CrNi18.8	SUS302	302	S30200	30302	302S25
8		Y1Cr18Ni9	X12CrNiS18.8	SUS303	303	S30300	30303	303S21
9	体	Y1Cr18Ni9Se	—	SUS303Se	303Se	S30323	30303Se	303S41
10		1Cr18Ni9Si3	X12CrNiSi18.8	SUS302B	302B	S30215	30302B	—
11		0Cr18Ni9	X5CrNi18.9	SUS304	304	S30400	30304	304S15
	型							
12		00Cr18Ni10	X2CrNi18.9	SUS304L	304L	S30403	30304L	304S12
13		0Cr19Ni9N	—	SUS404N1	304N	S30451	—	—
14		0Cr19Ni10NbN	X5CrNiNb18.9	SUS304N2	XM21	S30452	—	—
15	钢	00Cr18Ni10N	X2CrNiN18.10	SUS304LN	304LN	S30453	—	304S62
16		1Cr18Ni12	X5CrNi19.11	SUS305	305	S30500	30305	305S19
17		0Cr18Ni12	X5CrNi19.11	—	—	—	—	—
18		0Cr23Ni13	X7CrNi23.14	SUS309S	309S	S30908	30309S	—
19		0Cr25Ni20	—	SUS310S	310S	S31008	30310S	—
20		0Cr17Ni12Mo2	X5CrNiMo18.10	SUS316	316	S31600	30316	316S16
21		1Cr17Ni12Mo2	—	—	—	—	—	—
22		0Cr18Ni12Mo2Ti	X10CrNiMoTi18.10	—	—	—	—	320S31
								320S17
23		1Cr18Ni12Mo2Ti	X10CrNiMoTi18.10	—	—	—	—	—
24		00Cr17Ni14Mo2	X2CrNiMo18.10	SUS316L	316L	S31603	30316L	316S12

25		0Cr17Ni12Mo2N	—	SUS316N	316N	S31651	—	—
26		00Cr17Ni13Mo2N	X2CrNiMoN18.12	SUS316LN	316LN	S31653	—	316S61
27		0Cr18Ni12Mo2Cu2	—	SUS316J1	—	—	—	—
28		00Cr18Ni14Mo2Cu2	—	SUS316J11	—	—	—	—
29		0Cr18Ni12Mo3Ti	—	—	—	—	—	—
30		1Cr18Ni12Mo3Ti	X10CrNiMoTi18.12	—	—	—	—	—
31		0Cr19Ni13Mo3	X5CrNiMo17.13	SUS317	317	S31700	30317	317S16
32		00Cr19Ni13Mo3	X2CrNiMo18.16	SUS317L	317L	S31703	—	317S12
33		0Cr18Ni16Mo5	—	SUS317J1	—	—	—	—
34		1Cr18Ni9Ti	X12CrNiTi18.9	SUS321	321	S32100	30321	321S20
35		0Cr18Ni10Ti	X10CrNiTi18.9	SUS321	321	S32100	30321	321S12
36		1Cr18Ni11Ti	—	—	—	—	—	321S20
37		0Cr18Ni11Nb	X10CrNiNb18.9	SUS347	347	S34700	30347	347S17
38		1Cr18Ni11Nb	—	—	—	—	—	—
39		0Cr18Ni9Cu3	—	SUSXM7	XM7	S30430	—	—
40		0Cr18Ni13Si4	—	SUSXM15J1	XM15	S38100	—	—
41	奥氏体   铁素体   型钢	0Cr26Ni5Mo2	X8CrNiMo275	SUS329J1	329	S32900	—	—
42		1Cr18Ni11Si4AlTi	—	—	—	—	—	—
43		1Cr21Ni5Ti	—	—	—	—	—	—
44		00Cr18Ni5Mo3Si2	—	—	—	—	—	—
45		00Cr24Ni6Mo3N	—	—	—	—	—	—
46	铁	0Cr13Al	X7CrAl13	SUS405	405	S40500	51405	405S17
47		00Cr12	—	SUS410L	—	—	—	—
48	素	1Cr15	—	SUS429	429	S42900	51429	—
49		00Cr17	—	SUS430LX	—	—	—	—

50	体	1Cr17	X8Cr17	SUS430	430	S43000	51430	430S15
51		Y1Cr17	X12CrMoS17	SUS430F	430F	S43020	51430F	—
52	型	1Cr17Mo	X6CrMo17	SUS434	434	S43400	51434	434S17
53		00Cr17Mo	—	SUS436L	—	—	—	—
54	钢	00Cr18Mo2	—	SUS444	18Cr2Mo	—	—	—
55		1Cr25Ti	X8Cr28	—	446	S44600	51446	—
56		00Cr27Mo	—	SUSXM27	XM27	S44625	—	—
57		00Cr30Mo2	—	SUS447J1	—	S44700	—	—
58	马	1Cr12	—	SUS403	403	S40300	51403	403S17
59	氏	0Cr13	X7Cr13、X7Cr14	SUS410S	410S	S41008	—	430S17
60	体	1Cr13	X10Cr13	SUS410	410	S41000	51410	410S21
61	型	1Cr13Mo	X15CrMo13	SUS410J1	—	—	—	—
62	钢	Y1Cr13	X12CrS13	SUS416	416	S41600	51416	416S21
63		2Cr13	X20Cr13	SUS420J1	420	S42000	51420	420S37

## 第二节 常见零件材料

### 一、概述

内件是指密封面、阀杆、衬套（上密封座）等，不同的阀类，内件的名称要求也不尽相同。

内件材料的选用原则是根据主体材料的情况，介质特性，结构特点，零件所起的作用以及受力情况综合考虑的。有些通用阀门标准规定了内件材料。有的对某种零件规定了几种材料，设计者根据具体情况选用。国外标准规定的比较细，不仅规定材料还规定硬度，如 API600《螺栓和压力密封式阀盖的法兰和对焊连接的钢闸阀》规定 Cr13 的内件密封面最低硬度  $HB \geq 250$ ，两密封面间最小硬度差  $HB 50$ ，阀杆硬度  $HB200-275$ ，上密封座硬度  $HB \geq 250$ 。有些产品没有标准规定，就要根据具体情况来进行选择。

### 二、密封面材料

1、材料：关闭件的密封面是阀门的主要工作面之一，选材是否合理以及它的质量状况直接影响阀门的功能。

#### 1) 阀门密封面的工作条件

由于阀门用途十分广泛，因此阀门密封面的工作条件差异很大。压力可以从真空到超高压，温度可以从  $-269^{\circ}\text{C}$  到  $816^{\circ}\text{C}$ 、有些工作温度可达  $1200^{\circ}\text{C}$ 。工作介质从非腐蚀介质到各种酸、碱等强酸腐蚀性介质。从密封面的受力情况来看它受挤压、剪切。从摩擦

学的角度来看有摩擦磨损、腐蚀磨损、表面疲劳磨损冲蚀等等。因此，应该根据不同的工作条件选择相应的密封材料。

#### a. 磨粒磨损

这是粗糙的硬表面在软表面上滑动时出现的磨损。硬材料压入较软的材料表面，在接触表面就会划出一条微小的沟槽，此沟槽所脱落的材料碎屑或疏松粒子的形式被推离物体的表面。

#### b. 腐蚀磨损

金属表面腐蚀时产生一层氧化物，这层氧化物通常覆盖在受到腐蚀作用的部位上，这样就能减慢对金属的进一步腐蚀。但是，如果发生滑动的话，就会清除掉表面的氧化物，使裸露出来的金属表面受到进一步的腐蚀。

#### c. 表面疲劳腐蚀

反复循环加载和卸载会使表面或表面下层产生疲劳裂纹，在表面形成碎片和凹坑，最终导致表面的破坏。

#### d. 冲蚀

材料损坏是由锐利的粒子冲撞物体而产生的。它与磨粒磨损相似，但表面很粗糙。

#### e. 擦伤：

擦伤是指密封面相对运动的过程中，材料因摩擦引起的破坏能和寿命。

### 2) 对密封面材料的要求

理想的密封面要耐腐蚀、抗擦伤、耐冲蚀、有足够的挤压强度、在高温下有足够的抗氧化性和抗热疲劳性，密封面材料与本体有相近似的线膨胀系数，有良好的焊接性能，加工性能。

上述的这些要求是理想状态，不可能有这样十全十美的材料，因此，选材是要视具体情况解决主要矛盾。

### 3) 密封面材料的种类

常用密封面材料分为两大类，软质材料和硬质材料。

#### 1. 软质材料

序号	名称	代号	适用温度℃	适用介质
1	天然橡胶	NR	≤85	盐类. 盐酸. 金属的涂层溶液. 水. 湿氯气.
2	氯丁橡胶	CR	≤85	动物油植物油无机润滑油及 PH 值变化很大的腐蚀性泥浆

3	丁基橡胶	IIR	≤100	抗腐蚀, 抗磨损, 能耐绝大多数无机酸和酸液
4	丁腈橡胶	NBR	≤85	水, 油品, 废液等
5	乙丙橡胶 (三元乙丙)	EPDM/EPM	≤120	盐水, 40%硼水, 5%~15%硝酸及氯化钠等
6	氯磺化聚乙烯合成橡胶	CSM	≤100	耐酸性好
7	硅橡胶	SI	≤200	耐高温, 低温, 电绝缘性好, 化学惰性大
8	氟橡胶	FPM/VITON	≤200	耐介质腐蚀优于其他橡胶, 抗辐射, 耐酸
9	聚四氟乙烯	PTFE/TFE	≤150	耐热, 耐寒性优, 耐一般化学药品溶剂和几乎所有液体
10	聚醚乙丙烯	FEP/F46	≤150	高温下有极好的耐化学性, 耐阳光, 耐候性
11	可熔性聚四氟乙烯	PFA/Fs-4100	≤180	多种浓度硫酸, 氢氟酸, 王水, 高温浓硝酸, 各种有机酸, 强碱
12	对位聚苯	PPL	≤300	基本同聚四氟乙烯
13	尼龙 (聚酰胺)	NYLON	≤80	耐碱, 氨

## 2. 硬材料

硬质材料的密封面主要是各种金属, 如铜合金、不锈钢、硬质合金等

(1) 铜合金: JB/T5300《通用阀门材料》中规定的灰铸铁阀、可锻铸铁阀、球墨铸钢阀的铜合金密封面材料牌号有: 铸铝黄铜 ZCuZn25Al6Fe3Mn3, 铸锰黄铜 ZCuZn38Mn2Pb2, 铸铝青铜 ZCuAl9Mn2、ZuAl9Fe4Ni4Mn2. 当然还有其他牌号如 H64、巴氏合金

(ZChPbSb16-16-2 铝铋轴承合金)等。铜合金在水或蒸汽中的耐腐蚀性和耐磨性都较好, 但强度低不耐氨和氨水腐蚀, 适用于介质温度≤250℃。但巴氏合金耐氨及氨水腐蚀, 熔点低, 强度低, 适用于温度≤70℃ PN1.6MPa 氨阀。

(2) 铬不锈钢

铬不锈钢有较好的耐腐蚀性, 常用于水、蒸汽、油品、等非腐蚀性介质, 温度≤425℃的碳素钢阀门。但耐擦性能较差, 特别是在大比压的情况下使用很易擦伤。试验表明比压在 20MPa 下耐擦伤较好。对于高压小口径阀门常采用棒材或锻件, 其牌号为 1Cr13、2Cr13、3Cr13 制作的整体阀瓣。密封面经表面淬火(或整体淬火)其硬度值对 2Cr13 HRC41~47 3Cr13 HRC 46~52 为宜。国外标准中如 API600 BS1873 中对 ASTM A182 F6a, 对于大口径阀门其密封面往往采用堆焊下面介绍的几种堆焊焊条:

1. 堆 507 符合 GBEDCr-A1-15 堆焊金属为 1 铬 13 半铁素体高铬钢。焊层有空淬特性, 一般不需热处理, 硬度均匀, 亦可在 750℃~800℃退火软化。当加热至 900℃~1000℃空冷或油淬后可重新硬化。焊前须将工件预热至 300℃以上 (也有资料介绍不需预热 (阀门堆焊技术))。焊后空冷 HRC≥40, 焊后如进行不同热处理可获得相应硬度。

2. 堆 507 钼 符合 GBEDCr-A2-15 堆焊金属为 1 铬 13 半铁素体高铬钢。有空淬特性, 焊前不预热, 焊后不处理, 焊后空冷 HRC≥37

---

3. 堆 577 铬锰型阀门堆焊焊条符合 GBEDCrMn-C-15 焊前不预热,焊后不处理抗裂性好, HRC $\geq$ 28 与堆 507 钼配合使用。

说明(1)507Mo 和 D577 两种焊条是为代替 Cr13 型焊条堆焊有硬度差的阀门密封面面配套研制的。D507Mo 堆焊金属硬度较高,用于闸板;D577 堆焊金属硬度较低,用于堆焊阀体或阀座密封面。两者组成的密封面可获得良好的抗擦伤性能。

(a)堆焊层的高度加工后应在 5mm 以上保证硬度和成分稳定。

(b)堆焊要按焊接工艺规定操作,焊接电流不可过大,以防止焊条成分发生变化影响焊接质量。

### (3) 硬质合金

硬质合金中最常用的是钴基硬质合金,也称钴铬钨硬质合金。它的特点是耐腐蚀、耐磨、抗擦伤、特别是红硬性好,即在高温下也能保持足够的硬度,此外加工工艺性适中,其许用比压 8.0 MPa ~10.0MPa。适用温度范围-196℃~650℃特殊结合可达 816℃。但是,它在硫酸,高温盐酸中不耐腐蚀,在一些氯化物中不耐腐。

常用牌号:STELLITE NO. 6 符合 AWS ECoCr-A GBEDCoCr-A-03 也相当 D802(堆 802)焊前根据工件大 进行 250℃~400℃预热。焊时控制层间温度 250℃,焊后 600℃~750℃保温 1~2 小时后随炉缓冷或将工件置于干燥和预热的沙缸或草灰中缓冷。

其它牌号:STELLITE NO. 12 符合 AWS ECoCr-B GB EDCr-B-03 也相当堆 812,焊后 HRC $\geq$ 41 以上两种是钴基硬质合金电焊条,钴基硬质合金还有焊丝,可以进行氧—乙炔堆焊或钨极氩弧焊 牌号:STELLITE NO. 6 焊丝符合 AWS: RCoCr-A 也相当 HS111,常温硬度 HRC40~46;STELLITE NO. 12 符合 AWS: ECoCr-B 也相当 HS112,常温硬度 HRC44~50。硬质合金(钴基)焊接都对工件预热,焊时控制层间温度,焊后处理,要根据焊接工艺或焊条说明书施焊。

### (4) 等离子喷焊密封面

等离子喷焊用的是合金粉末,类型有铁基合金粉末,镍基合金粉末和钴基合金粉末。喷焊有许多优点,省材料,质量好,但需要大的设备投资。

### (5) 表面处理后作密封面。

有些阀类的关闭件不能堆焊如球阀的球体。如果是 Cr 不锈钢制的球体可通过热处理来提高表面硬度,如果是奥氏体钢制作的球体由于其表面很软就要用表面处理的方法来提高表面硬度,在提高硬度的同时还要考虑处理后表面的耐腐蚀。

常用的表面处理办法有：镀硬铬、化学镀镍、镀镍磷合金、氮化、多元复合氮化等。

### (1) 不锈钢密封面

不锈钢密封面大多为本体材料做密封面，即 304 或 CF8 的阀体在其上直接车出密封面，除了 304、CF8 外还有 316、CF8M、304L、CF3、316L、CF3M、FA20、CF7M 等

材料	适用温度℃	硬度 HRC	适用介质
K-蒙 B 尔 (CuFeAlNi)	-240~482	27~35	碱盐、食品、稀酸、氯化物
S-蒙 B 尔 (CuMnSiNi)	-240~482	30~38 649℃时 35	同上
哈氏合金 B	371	14	盐酸、湿 HCl 气、硫酸、磷酸
哈氏合金 C	538	23	强氧化性介质、盐酸、氯化物
20 号合金	-45.6~316		氧化性介质各种浓度硫酸
17-4PH	-40~425	40~45	有轻微腐蚀冲蚀结合
11Cr17 440C(9Cr18)	-29~425	50~60	非腐蚀性介质

### 密封面材料的配对

我国的阀门产品型号编制方法中第五单元为密封面材料代号：其代号 H—合金钢 Y—硬质合金 W—本体 而且规定当两密封面材料不同时用低硬度的材料表示

代号为 H 的配对 13Cr/13Cr 13Cr/STL 13Cr/18-8

代号为 Y 的配对 STL/STL

代号为 W 的配对 W/W W/STL

随着工业发展的需要其密封面的配对远不止这些

### 三、阀杆

阀杆在阀门开启和关闭过程中，承受拉、压和扭转作用力，并与介质直接接触，同时和填料之间还有相对的摩擦运动，因此阀杆材料必须保证在规定温度下有足够的强度和冲击韧性，有一定的耐腐蚀性和抗擦伤性，以及良好的工艺性。

常用的阀杆材料有以下几种。

#### 1、碳素钢

用于低压和介质温度不超过 300℃的水、蒸汽介质时，一般选用 A5 普通碳素钢。

用于中压和介质温度不超过 450℃的水、蒸汽介质时，一般选用 35 优质碳素钢。

#### 2、合金钢

用于中压和高压，介质温度不超过 450℃的水、蒸汽、石油等介质时，一般选用 40Cr（铬钢）。

用于高压、介质温度不超过 540℃的水、蒸汽等介质时，可选用 38CrMoALA 渗氮钢。

用于高压、介质温度不超过 570℃的蒸汽介质时，一般选用 25Cr2MoVA 铬钼钒钢。

### 3、不锈耐酸钢

用于中压和高压、介质温度不超过 450℃的非腐蚀性介质与弱腐蚀性介质，可选用 1Cr13、2Cr13、3Cr13 铬不锈钢。

用于腐蚀性介质时，可选用 Cr17Ni2、1Cr18Ni9Ti、Cr18Ni12Mo2Ti、Cr18Ni12Mo3Ti 等不锈耐酸钢和 PH15-7Mo 沉淀硬化钢。

### 4、耐热钢

用于介质温度不超过 600℃的高温阀门时，可选用 4Cr10Si2Mo 马氏体型耐热钢和 4Cr14Ni14W2Mo 奥氏体型耐热钢。

注：美标阀门中，一般 WCB 的阀体对应杆阀为 A182 F6a (13Cr)；CF8 阀体对应的阀杆为 A182 F304；CF8M 的阀体对应阀杆为 A182 F316；WC6 的阀体对应阀杆为 A182 F11

( 参照API600标准)

#### ■ TRIM MATERIAL

Trim <sup>(a)</sup> No.	Nominal Trim	Material Type	Body Seat Surface <sup>(b)</sup>	Disc Seat Surface <sup>(b)</sup>	Stem and Other Trim Parts	Available <sup>(c)</sup> Type of Body Seat Ring
1	F6	13Cr	13% Chromium	13% Chromium	13% Chromium	X
2	304	18-8 Cr-Ni	Type 304 Stainless Steel	Type 304 Stainless Steel	Type 304 Stainless Steel	X,Y,Z <sup>(d)</sup>
2H <sup>(e)</sup>	304(Hardfaced)		Stellite 6	Stellite 6	Type 304 Stainless Steel	X,Y,Z <sup>(d)</sup>
2S	304 and Hardfaced		Stellite 6	Type 304 Stainless Steel	Type 304 Stainless Steel	X,Y,Z <sup>(d)</sup>
5	Hardfaced	Co Cr-A	Stellite 6	Stellite 6	13% Chromium	X,Y,Z <sup>(d)</sup>
8	F6 and Hardfaced	13Cr Co Cr-A	Stellite 6	13% Chromium	13% Chromium	X,Y,Z <sup>(d)</sup>
8A	F6 and Hardfaced	13Cr Ni-Cr	Ni-Cr	13% Chromium	13% Chromium	X,Y,Z <sup>(d)</sup>
9	Monel	Ni-Cu Alloy	Monel	Monel	Monel	X,Y,Z <sup>(e)(f)</sup>
10	316	18-8 Cr-Ni	Type 316 Stainless Steel	Type 316 Stainless Steel	Type 316 Stainless Steel	X,Y,Z <sup>(d)</sup>
10H <sup>(e)</sup>	316(Hardfaced)		Stellite 6	Stellite 6	Type 316 Stainless Steel	X,Y,Z <sup>(d)</sup>
11	Monel and Hardfaced	Ni-Cu Alloy Trim 5 or 5A	Stellite 6	Monel	Monel	X,Y,Z <sup>(d)</sup>
12	316 and Hardfaced	18-8 Cr-Ni Trim 5 or 5A	Stellite 6	Type 316 Stainless Steel	Type 316 Stainless Steel	X,Y,Z <sup>(d)</sup>
13	Alloy 20	19-29 Cr-Ni	Alloy 20	Alloy 20	Alloy 20	X,Y,Z <sup>(e)</sup>
14	Alloy 20 and Hardfaced	19-29 Cr-Ni Trim 5 or 5A	Stellite 6	Alloy 20	Alloy 20	X,Y,Z <sup>(d)</sup>
15	304L		Type 304L Stainless Steel	Type 304L Stainless Steel	Type 304L Stainless Steel	X,Y,Z <sup>(d)</sup>
15H	304L(Hardfaced)		Stellite 6	Stellite 6	Type 304L Stainless Steel	X,Y,Z <sup>(d)</sup>

15S	304L and Hardfaced		Stellite 6	Type 304L Stainless Steel	Type 304L Stainless Steel	X,Y,Z <sup>(a)</sup>
16	316L		Type 316L Stainless Steel	Type 316L Stainless Steel	Type 316L Stainless Steel	X,Y,Z <sup>(a)</sup>
16H	316L(Hardfaced)		Stellite 6	Stellite 6	Type 316L Stainless Steel	X,Y,Z <sup>(a)</sup>
16S	316L and Hardfaced		Stellite 6	Type 316L Stainless Steel	Type 316L Stainless Steel	X,Y,Z <sup>(a)</sup>
17	347		Type 347 Stainless Steel	Type 347 Stainless Steel	Type 347 Stainless Steel	X,Y,Z <sup>(a)</sup>
17H	347(Hardfaced)		Stellite 6	Stellite 6		
17S	347 and Hardfaced		Stellite 6	Type 347 Stainless Steel	Type 347 Stainless Steel	X,Y,Z <sup>(a)</sup>
18	Hastelloy B		Hastelloy B	Hastelloy B	Hastelloy B	X,Y,Z <sup>(a)</sup>
18H	(Hard faced)		Stellite 6	Stellite 6	Hastelloy B	X,Y,Z <sup>(a)</sup>
18S	Hastelloy B and Hardfaced		Stellite 6	Hastelloy B	Hastelloy B	X,Y,Z <sup>(a)</sup>
19	Hastelloy C		Hastelloy C	Hastelloy C	Hastelloy C	X,Y,Z <sup>(a)</sup>
19H	Hastelloy C		Stellite 6	Stellite 6	Hastelloy C	X,Y,Z <sup>(a)</sup>
19S	Hastelloy C		Stellite 6	Hastelloy C		
20	Inconel		Inconel	Inconel	Inconel	X,Y,Z <sup>(a)</sup>
20H	Inconel		Stellite 6	Stellite 6	Inconel	X,Y,Z <sup>(a)</sup>
20S	Inconel		Stellite 6	Inconel	Inconel	X,Y,Z <sup>(a)</sup>
0 <sup>(e)</sup>	The Other Combination					

(a) Trim numbers correspond to API 600.

(b) Base material equal to or better than the body/bonnet material in corrosion resistance.

(c) Type of body seat ring X: Threaded renewable seat ring

Y: Seal-welded seat ring

Z: Integral seat

(d) These trim numbers are not included in API 600.

(e) Z type can be used when trim material is equal to that of body.

(f) Z type can be used for Globe and Lift Check valves.

#### 四、阀杆螺母

阀杆螺母在阀门开启和关闭过程中，直接承受阀杆轴向力，因此必须具备一定的强度。同时它与阀杆是螺纹传动，要求摩擦系数小，不生锈和避免咬死现象。

##### 一、铜合金

铜合金的摩擦系数较小，不生锈，是目前普遍采用的材料之一。对于  $P_g < 1.6\text{Mpa}$  的低压阀门可采用 ZHMn58-2-2 铸黄铜。对于  $P_g 16-6.4\text{Mpa}$  的中压阀门可采用 ZQAL9-4 无锡青铜。对于高压阀门可采用 ZHAL66-6-3-2 铸黄铜。

##### 二、钢

当工作条件不允许采用铜合金时，可选用 35、40 等优质炭素钢，2Cr13、1Cr18Ni9、Cr17Ni2 等不锈钢耐酸钢。

工作条件不允许指下列情况。

- 1、用于电动阀门上，带有瓜形离合器的阀杆螺母，需要进行热处理获得高的硬度或表面硬度。
- 2、工作介质或周围环境不适合选用铜合金时，如对铜有腐蚀的氨介质。

注：1、美标阀中，阀杆螺母一般用 A439-D2(高镍球墨铸铁)

2、选用钢制阀杆螺母时，要特别注意螺纹的咬死现象。

### 第三节 焊 材

#### 一、概述：

焊接主要应用于阀门密封面的堆焊，铸铁缺陷的补焊，和产品结构要求焊接的地方。焊接材料的选用与其工艺方法有关，手工电弧焊，等离子喷焊，埋弧自动焊，二氧化碳气体保护焊，所用的材料各不相同。

#### 一. 对焊工的要求

焊工应通过中华人民共和国劳动人事部制定的《锅炉压力容器焊工考试规则》基本知识与操作考试，持有合格证，并在有效期内方可从事焊接作业。

阀门压力容器，焊工的技术水平和焊接工艺直接影响产品的质量，以及安全生产。所以对焊工严格要求是十分重要的，在阀门生产企业中焊接是个特殊工序，特殊工序就要有特殊手段，包括人员、设备、材料的管理和控制。

#### 二. 对焊条的保管要求

1. 注意环境温度防止焊条受潮，要求空气中的相对湿度 $<60\%$ 并离地面与墙壁一定距离（约 30cm）
2. 分清焊条型号，规格不能混淆
3. 运输，堆放过程应注意不要损伤药皮。特别对不锈钢焊条、堆焊焊条，铸铁焊条等更要小心补焊和结构焊常焊条

类别	牌号	型号	AWS	标准
碳钢焊条	J422 低碳	E4303		GB5117-85
	J502 补焊焊条	E5003		
	J507	E5015	E7015	
	CHE508-1	E5018-1	E7018	
不锈钢焊条	R507	E1-5MoV-15	E502-15	GB983-85
	A102	E0-19-10-16	E308-16	
	A132	E0-19-10Nb-16	E347-16	
	A002	E00-19-10-16	E308L-16	
	A202	E0-18-12Mo2-16	E316-16	
	A212	E0-18-12MoNb-16	E318-16	
	A022	E00-18-12Mo2-16	E316L-16	

	A302	E1-23-13-16	E309-16	
	A402	E2-26-21-16	E310-16	
	铬 202	E1-13-16	E410-16	
低合金耐热 钢 焊 条	R337	E5515-B2 VNb		GB5118-85
	R107	E5015-A <sub>1</sub>	E7015-A <sub>1</sub>	
	R307	E5515-B <sub>2</sub>	E8015-B <sub>2</sub>	
	R407	E6015-B <sub>3</sub>	E9015-B <sub>3</sub>	
低合钢焊条	温 707Ni	E5515-C <sub>1</sub>		
	温 907Ni	E5515-C <sub>2</sub>	E8015-C <sub>2</sub>	
	温 107Ni	E7015-G		
类别	牌号	型号	AWS	标准
堆焊焊条	D507	EDCr-A <sub>1</sub> -15		
	D507Mo	EDCr-A <sub>2</sub> -15		
	D577	EDCrMn-C-15		
	D802 钴基 1 号	EDCoCr-A-03	ECoCr-A	
	D812 钴基 2 号	EDCoCr-B-03	ECoCr-B	
Monel 焊条	R-M3NiCu7		ERNiCu-7	上材所
CoCrW 焊丝	丝 111	HS111	RCoCr-A	
不锈钢焊丝		H0Cr20Ni10Ti		GB4241-84
		H0Cr21Ni10		
		H0Cr19Ni12Mo2		
		H00Cr21Ni10		
		H00Cr19Ni12Mo2		

#### 常用不锈钢补焊焊条

基体材料	铸件热处理后和 试压渗漏的补焊焊条		铸件热处理前或铸 件外表面一般缺陷补焊焊条	
	牌号	型号	牌号	型号
CF8 ZG0Cr18Ni9	A132	E019-10Nb-16	A102	E0-19-10-16
ZG0Cr18Ni9Ti			A132	E019-10Nb-16
ZG1Cr18Ni9Ti				
CF3 ZG00Cr18Ni10	A002	E00-19-10-16	A002	E00-19-10-16
CF8M	A212	E0-18-12Mo2Nb-1 6	A202	E0-18-12Mo2-16
ZG0Cr18Ni12Mo2Ti			A212	E0-18-12Mo2Nb-1 6
CF3M	A022	E00-18-12Mo2-16	A022	E00-18-12Mo2-16

#### 耐热合金钢焊条

基体材料	焊条	
	牌号	型号
ZG1Cr5Mo C5	R507	E1-5MoV-15
WC1	R107	E5015-A <sub>1</sub>
WC6 ZG20CrMo	R307	E5515-B <sub>2</sub>

WC9	R407	E6015-B <sub>3</sub>
ZG20CrMoV	R337	E5515-B <sub>2</sub> V NB
ZG15Cr1Mo1V	R337	E5515-B <sub>2</sub> V NB

#### 低温钢承压件补焊焊条

基体材料	焊条	
	牌号	型号
LCB LCC	CHE508-1	E5018-1
LC1	R107	E5015 A <sub>1</sub>
LC2	温 707 Ni	E5515-C <sub>1</sub>
LC3	温 907 Ni	E5515-C <sub>2</sub>
	温 707 Ni	E7015-G

### 第四节 垫 片

#### 一、概述：

常用的垫片有非金属垫片，半金属垫片和金属垫片。非金属垫片也称软垫片如：石棉橡胶板、橡胶、聚四氟乙烯等。软垫片用于温度，压力都不高的场合。半金属垫片由金属材料和非金属材料组合而成如：柔性石墨复合垫、缠绕式垫片、金属包覆垫等。半金属垫片比非金属垫片承受的温度压力范围较广。金属垫片全都由金属制作，有波形、齿形、椭圆形、八角形、透镜垫、锥面垫等。金属垫片用于高温高压场合。

⊕：石棉板在 API 中不使用，因为它有致癌物质，但密封效果好。

#### 二、各种垫片使用温度范围

##### 非金属垫片

名称	代号	压力等级 Mpa	适用温度℃
天然橡胶	NR	2.0	-50~90
氯丁橡胶	CR	2.0	-40~100
丁腈橡胶	NBR	2.0	-30~110
丁苯橡胶	SBR	2.0	-30~100
乙丙橡胶	EPDM	2.0	-40~130
氟橡胶	VITON	2.0	-50~200
石棉橡胶板	XB350 XB450	2.0	≤300
耐油石棉橡胶板	NY400	压力×温度=P·t≤650Mpa·℃	
改性或填充聚四氟乙烯		5.0	-196~260

半金属垫片使用条件：

##### 柔性石墨复合垫

芯板及包边材料	压力等级 Mpa (磅级)	适用温度℃
---------	---------------	-------

低碳钢	2.0~11.0 (150~600)	450
0Cr18Ni9	2.0~11.0 (150~600)	650
*用于氧化性介质时≤450℃		

#### 金属包覆垫

包覆金属材料	HB	填充材料	压力等级 Mpa (磅级)	适用温度℃
纯铝板 L3	40	石棉橡胶板	2.0~15.0 (150~900)	200
纯铜板 T3	60			300
镀锡薄钢板	90			400
镀锌薄钢板 08F				400
0Cr18Ni9	187			500
00Cr19Ni10				500
00Cr17Ni14Mo2				500

注：也可采用其他材料

#### 缠绕式垫片

金属带材料 <sup>①</sup>	非金属带材料	压力等级 Mpa (磅级)	适用温度℃
0Cr18Ni9	柔性石墨	2.0~26.0 (150~1500)	650 <sup>②</sup>
0Cr17Ni12Mo2	柔性石墨		650 <sup>②</sup>
00Cr17Ni14Mo2	聚四氟乙烯		200

注：①也可采用其他金属带材

②用于氧化性介质时≤450℃

#### 金属垫片

材料 <sup>①</sup>	HB max <sup>②</sup>	压力等级 Mpa (磅级)	适用温度℃
10 或 08	120	2.0~42.0 (150~2500)	450
0Cr13	170		540
0Cr18Ni9	160		600
0Cr17Ni12Mo2			600

## 第五节 填 料

填料是动密封的填充材料，用来填充填料室空间，以防止介质经由阀杆和填料室空间泄露。填料密封是阀门产品的关键部位之一，要想达到好的密封效果，一方面是填料自身的材质，结构要适应介质工况的需要，另一方面则是合理的填料安装方法和从填料函的结构上考虑来保证可靠的密封。

一. 对填料自身的要求

1. 减少填料对阀杆的摩擦力；
2. 防止填料对阀杆和填料函的腐蚀；
3. 适应介质工况的需要。

---

## 二. 常用填料品种

因为资料介绍用于各种工况条件下的品种达 40 余种，而通用阀门中最常用的不过几种或十几种

### 1. 盘根型

a. 橡胶石棉盘根：XS250F XS350F XS450F XS550F

b. 油禁石棉盘根：YS450F YS350F YS450F

c. 浸聚四氟乙烯石棉盘根；

d. 柔性石墨编织填料：根据增强材料的不同可分别耐温 300℃ 450℃ 600℃ 650℃ e. 聚四氟乙烯编织填料；

f. 半金属编织填料，以夹有不锈钢丝、铜丝的石棉做为芯子。外表用夹铜丝、不锈钢丝、蒙乃尔丝、固康镍尔丝的石棉线编织起来。根据用途其表面用石墨、云母、二硫化钼润滑剂处理。也有的以石棉为芯，用润滑的涂石墨的铜铂扭制而成。

### 2. 成型填料

成型填料即压制成型的填料其品种有

a. 橡胶

b. 尼龙

c. 聚四氟乙烯

d. 填充聚四氟乙烯（增强聚四氟乙烯）增强材料为玻璃纤维，一般为 8~15%玻璃纤维。JB1714-81 填充聚四氟乙烯为：聚四氟乙烯+20%玻璃纤维+5%MoS<sub>2</sub> 聚四氟乙烯+20%玻璃纤维+5%石墨

e. 柔性石墨环

## 三. 注意事项

1. 盘根型填料切断时用 45° 切口，安装时每圈切口相错 180°

2. 在高压下使用聚四氟乙烯成型填料时要注意其冷流特性

3. 柔性石墨环单独使用密封效果不好，应与柔性石墨编织填料或 YS450（看温度情况）组合使用，填料函中间装柔性石墨环，两端装编织填料，也可隔层装配即一层柔性石墨一层编织填料，也可在填料函中间放隔环，隔环上下分别成两组组合装配的填料。

4. 石墨对阀杆填料函隔有腐蚀使用中应选择加缓腐蚀剂的盘根。

5. 柔性石墨在王水、浓硫酸、浓硝酸等介质中不适用。

6. 填料函的尺寸精度表面粗糙度，阀杆尺寸精度和表面粗糙度是影响成型填料密封性的关键。

## 第五节 紧固件

阀门产品上用的紧固件主要指的是阀门中法兰用的螺栓和螺母，这个部位的紧固件是重要连接件。

### 一、 紧固件的选用原则

1. 按产品标准规定，产品标准如何规定就如何使用。
2. 根据用户提出的要求确定
3. 根据工况条件如：工作温度、工作压力、环境状况、垫片的类型等综合考虑。
4. 参照有关的管道法兰用的紧固件材料及对紧固件的要求确定材料。

常用螺栓&螺母配对:螺栓 ASTM A193; ASTM A320 螺母:ASTM A194

B7-2H: (用于一般的 WCB 材料)

B7M-2HM (用于要求抗 S 的场合，一般要求符合 NACE 0175 标准)

L7-7L (用于 LCB 等低温材质场合) A320 L7

B16-7 (用于 WC6 WC9 C5 高温材质的场合)

B8-8 (用于 CF8 304 材质的场合)

B8M-8M (用于 CF8M 316 材质的场合)

## 第四篇 阀门的常用标准

### 第一节 产品标准

#### 一、 闸阀:

GB12234-法兰和对焊连接钢制闸阀

GB12232-法兰连接铁制闸阀

JB/T7746-缩径锻钢阀

API595-法兰连接铸铁闸阀

API600 - 石油和天然气用螺栓连接钢制闸阀

API602 - 法兰端、螺纹端、焊连接端和延长阀体端部紧凑钢制闸阀

---

API603 - C150铸造耐腐蚀法兰连接闸阀  
API6D -石油和天然气工业-管线输送系统、管线阀门  
BS1414-法兰和对焊连接阀盖钢制闸阀  
BS5150-单闸板或双闸板铸铁闸阀  
BS5352-公称尺寸小于等于50钢制闸阀、截止阀、止回阀  
MSS SP42-CL150耐腐蚀法兰、对焊连接闸阀、截止阀、止回阀  
MSS SP80-铜制闸阀、截止阀、止回阀  
MSS SP81-无盖、法兰连接不锈钢刀型闸阀

## 二、截止阀:

JB/T7746-缩径锻钢阀  
GB12235-法兰和对焊连接钢制截止阀和升降止回阀  
BS1873-法兰和对焊端钢制截止阀或截止止回阀  
BS5352-公称尺寸小于等于50钢制闸阀、截止阀、止回阀  
MSS SP42-CL150法兰端和对焊端耐腐蚀闸阀、截止阀、止回阀

## 三、止回阀:

GB12236-钢制旋启式止回阀  
JB/T7746-缩径锻钢阀  
API6D -石油和天然气工业-管线输送系统、管线阀门  
API594-对夹式旋启式止回阀  
BS5352-公称尺寸小于等于50钢制闸阀、截止阀、止回阀  
BS1868-法兰和对焊连接钢制止回阀

## 四、球阀:

GB12237-法兰和对焊连接钢制球  
API6D -石油和天然气工业-管线输送系统、管线阀门  
BS5351-钢制球阀  
API608-法兰、螺纹、焊连接钢制球阀  
MSS SP72-法兰和对焊连接球阀

## 五、蝶阀:

GB12238-法兰和对夹连接蝶阀

---

API609-凸耳和平板式蝶阀

BS5155-铸铁和碳钢蝶阀

MSS SP67-蝶阀

## 第二节 材料标准

JB5300-材料

GB12225-铜合金技术条件

GB12226-灰铸铁技术条件

GB12227-球墨铸铁技术条件

GB12228-碳素钢锻件技术条件

GB12229-碳素钢铸件技术条件

GB12230-不锈钢技术条件

ASTM A105-碳素钢锻件

ASTM A126-灰铸铁件

ASTM A182-锻制或轧制的合金钢

ASTM A216-碳素钢铸件

ASTM A217-高温钢铸件

ASTM A276-耐热铬及镍不锈钢

ASTM A320-低温用合金钢螺栓材料

ASTM A350-低温用碳素钢或不合金钢锻件

ASTM A351-奥氏体或奥-铁素体铸件

ASTM A352-低温用铁素体或马氏体钢铸件

ASTM A439-奥氏体球墨铸铁

ASTM A747-沉淀硬化不锈钢铸件

## 第三节 其它标准

NACE MR 0175油田设备用抗硫化应力裂纹的金属材料

API598-阀门的检验和试验

API607-球阀耐火试验

API 6FA-阀门耐火试验

MSS SP55-阀门及管件表面缺陷目视检测方法

---

ASME B1. 1-统一英制螺纹  
ASME B1. 20. 1-60度内锥管螺纹  
ASME B16. 1-铸铁管件和法兰  
ASME B16. 5-管法兰及管件  
ASME B16. 10-阀门结构长度  
ASME B16. 11-承插焊口尺寸  
ASME B16. 25-对焊端  
ASME B16. 34-法兰、螺纹、焊连接端阀门  
ASME B16. 47-大口径钢制法兰(26-60” )  
GB12224-钢制阀门一般要求  
GB13927-阀门压力试验  
JB9092-阀门试验  
JB79-法兰尺寸  
GB9113-法兰尺寸  
GB-国家标准  
GB/T-国家推荐标准  
JB-机械部标准  
HG-化工部标准  
ISO-国际标准  
ANSI-美国国家标准  
ASTM-美国材料试验协会标准

GB12221 阀门结构长度  
ASME-美国机械工程师协会标准  
API-美国石油协会标准  
DIN-德国国家标准  
BS-英国国家标准  
EN-欧盟标准  
JIS-日本国家标准  
MSS-美国阀门管道协会标准

## 第五篇 阀门检验

### 一、壳体试验

对阀体和阀盖等联结而成的整个阀门外壳进行的压力试验。目的是检验阀体和阀盖的致密性及包括阀体与阀盖联结处在内的整个壳体的耐压能力。

### 二、密封试验

检验启闭件和阀体密封副密封性能的试验。

### 三、上密封试验

---

检验阀杆与阀盖密封副密封性能的试验。

#### 四、试验持续时间

在试验压力下试验所持续的时间。

#### 五、压力试验的项目包括：

- a. 壳体试验；
- b. 上密封试验（具有上密封结构的阀门应做该项试验）；
- c. 密封试验。

注：每台阀门出厂前均应进行压力试验

（具体请参照标准如 API598）

## 第六篇 阀门的安装与操作

正确地选择了阀门之后，还要正确安装、维护与操作，这样才能充分发挥其效能

阀门安装的质量、直接影响着使用，所以必须认真注意。

### （一）方向和位置

许多阀门具有方向性，例如截止阀，节流阀，减压阀、止回阀等，如果装倒装反，就会影响使用效果与寿命（如节流阀），或者根本不起作用（如减压阀），甚至造成危险（如止回阀）。一般阀门，在阀体上有方向标志；万一没有，应根据阀门的工作原理，正确识别。

截止阀的阀腔左右不对称，流体要让其由下而上通过阀口，这样流体阻力小（由形状所决定），开启省力（因介质压力向上），关闭后介质不压填料，便于检修。这就是截止阀为什么不可安反的道理。其它阀门也有各自的特性。

阀门安装的位置，必须方便于操作；即使安装暂时困难些，也要为操作人员的长期工作着想。最好阀门手轮与胸口取齐（一般离操作地坪 1.2 米），这样，开闭阀门比较省劲。落地阀门手轮要朝上，不要倾斜，以免操作别扭。靠墙机靠设备的阀门，也要留出操作人员站立余地。要避免仰天操作，尤其是酸碱、有毒介质等，否则很不安全。

闸阀不要倒装（即手轮向下），否则会使介质长期留存在阀盖空间，容易腐蚀阀杆，而且为某些工艺要求所禁忌。同时更换填料极不方便。

明杆闸阀，不要安装在地下，否则由于潮湿而腐蚀外露的阀杆。

升降式止回阀，安装时要保证其阀瓣垂直，以便升降灵活。

---

旋启式止回阀，安装时要保证其销轴水平，以便旋启灵活。

减压阀要直立安装在水平管道上，各个方向都不要倾斜。

## （二）施工作业

安装施工必须小心，切忌撞击脆性材料制作的阀门。

安装前，应将阀门作一检查，核对规格型号，鉴定有无损坏，尤其对于阀杆。还要转动几下，看是否歪斜，因为运输过程中，最易撞歪阀杆。还要清除阀内的杂物。

阀门起吊时，绳子不要系在手轮或阀杆上，以免损坏这些部件，应该系在法兰上。

对于阀门所连接的管路，一定要清扫干净。可用压缩空气吹去氧化铁屑、泥砂、焊渣和其他杂物。这些杂物，不但容易擦伤阀门的密封面，其中大颗粒杂物（如焊渣），还能堵死小阀门，使其失效。

安装螺口阀门时，应将密封填料（线麻加铅油或聚四氟乙烯生料带），包在管子螺纹上，不要弄到阀门里，以免阀内存积，影响介质流通。

安装法兰阀门时，要注意对称均匀地把紧螺栓。阀门法兰与管子法兰必须平行，间隙合理，以免阀门产生过大压力，甚至开裂。对于脆性材料和强度不高的阀门，尤其要注意。

须与管子焊接的阀门，应先点焊，再将关闭件全开，然后焊死。

## （三）保护设施

有些阀门还须有外部保护，这就是保温和保冷。保温层内有时还要加伴热蒸汽管线。什么样的阀门应该保温或保冷，要根据生产要求而定。原则地说，凡阀内介质降低温度过多，会影响生产效率或冻坏阀门，就需要保温，甚至伴热；凡阀门裸露，对生产不利或引起结霜等不良现象时，就需要保冷。保温材料有石棉，矿渣棉、玻璃棉、珍珠岩，硅藻土、蛭石等；保冷材料有软木、珍珠岩、泡沫、塑料等。

长期不用的水、蒸汽阀门必须放掉积水。

# 第七篇 阀门报价注意事项

- |                 |                     |
|-----------------|---------------------|
| 1、类型、口径及连接方式    | 5、设计&制造标准（包括长度，法兰等） |
| 2、压力（K级，MPa，磅级） | 6、试验标准              |
| 3、内件材料或内件代号     | 7、运输方式              |
| 4、主体材料          |                     |

---

## 参考文献

- [1]陆培文—阀门设计手册
- [2]杨源泉—阀门设计手册