

通用阀门材料

# 目 录

序

## 第一篇 通用阀门材料

前言

### 第一章 钢制阀门主体和内件材料

第一节 钢制阀门的主体材料

第二节 钢制阀门的内件材料

第三节 焊接材料

第四节 垫片

第五节 填料

第六节 紧固件

### 第二章 铸铁阀门和铜合金阀门

第一节 铸铁阀门的主体材料

第二节 铸铁阀门其它零件材料

第三节 铜合金阀门主要零件材料

## 前言

阀门是管路附件中十分重要的装置，根据不同的阀门类型和结构，它的功能是接通或截断流体通路、改变流体方向、调节流体的流量和压力、阻止流体倒流以及释放过剩压力等。为了保证阀门能有效的实现这些功能，必须满足许多条件。例如选择合适的阀门类型、结构、材料等。其中材料的选择是保证阀门使用功能的关键因素之一。由于各工业领域的特性不同，至使流体的温度、压力、物理化学性质等均有各自的特点，从而使阀门材料的选择十分复杂。可供制造阀门零件的材料，包括各种铸铁、钢材、有色金属及其合金，各种非金属材料等等。为了减少供应和储备上的困难，在一定范围内使用的通用阀门材料已有了标准化的规定。例如 JB/T 5300《通用阀门 材料》、SH 3064《石油化工钢制通用阀门选用、检验及验收》中对通用阀门的主要零件应选用何种牌号材料作了具体规定，某些产品标准中根据产品的适用条件对一些阀门零件应选用何种类型的材料作了原则的规定。但是工业生产的各个领域其工况条件、介质特性十分复杂，对于特殊工况条件，阀门材料的选择还必须与用户的使用经验相结合或通过试验、验证，确定合适的材料。

由于各工业领域的特殊性以及考虑流体的温度、压力、特性、腐蚀以及材料的资源、制造的工艺性等情况，所以材料的选择原则总的有三个方面，即：满足使用功能的要求，有良好的工艺性（冷、热加工性能），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阀门功能的产品。以上三个原则中满足使用功能要求是主要的，也就是说工艺性和经济性要服从使用功能的要求，在保证使用功能的前提下力求有良好的工艺性和经济性。十全十美的材料是没有的。因此，选择材料要根据具体情况综合考虑，解决主要矛盾。

## 第一章 钢制阀门主体和内件材料

阀门的主体是指承受介质压力的阀体、阀盖（或端盖）、闸板（或阀瓣）。其中，阀体和阀盖（端盖）是承受介质压力的承压件，闸板（阀瓣）是控制介质流动的控压件。

内件是指接触介质的阀杆和闸板(阀瓣)、阀座两者的密封面。

承压件的定义是：一旦它们失效，其所包容的介质会释放到大气中的零件。因此，所用的材料必须能在规定的介质温度、压力作用下达到相应的力学性能、耐腐蚀性和良好的冷、热加工工艺性。

大多数阀门的阀体、阀盖（端盖）、闸板（阀瓣）形状比较复杂，因此采用铸件较多，只有某些小口径阀门根据阀类的不同或特殊工况的要求采用锻件。

### 第一节 钢制阀门的主体材料

#### 1、碳素钢

碳素钢适用于非腐蚀性介质，在某些特定的条件下，例如某些有腐蚀性的介质在一定范围内的温度浓度条件下也可采用碳素钢。

碳素钢的适用温度范围： $-29\sim 425^{\circ}\text{C}$ 。中石化标准 SH 3064《石油化工钢制通用阀门选用、检验及验收》规定碳素钢制阀门的适用温度范围为 $-20\sim 425^{\circ}\text{C}$ ，其下限定为 $-20^{\circ}\text{C}$ 的依据是 GB 150《钢制压力容器》。但当以 WCB、WCC 这两种钢作阀体、阀盖、闸板（阀瓣）、支架时，这两种钢的适用温度下限为 $-29^{\circ}\text{C}$ 。

常用的碳素钢铸件和锻件材料见表 1-1。

常用的碳素钢铸件、锻件材料

表 1-1

材料状态	国别	标准号	材料牌号		
铸件	中国	GB/T 12229	WCA	WCB	WCC
			ZG 205-415	ZG 250-485	ZG 275-485
	美国	ASTMA 216	WCA	WCB	WCC
			UNS J02502	UNS J03002	UNS J02503
锻件	中国	GB/T 699	25	25Mn 35	40
	美国		ASTMA 105		

注：

(1) 表 1 中 WCA、WCB、WCC 是按美国标准表示的牌号，ZG 205-415、ZG 250-485、ZG 275-485 是按 GB/T 5631 铸钢牌号表示方法分别对应 WCA、WCB、WCC 的牌号。UNS J02502、UNS J03002、UNS J02503 是以美国金属与合金统一系统编号方法，分别对应 WCA、WCB、WCC 的牌号。

(2) 表 1 中最常用的是 WCB 钢，其标准含碳量 $\leq 0.30\%$ ，但为了获得优良的焊接性能和力学性能，其含碳量应控制在 0.25%左右。

(3) 残留元素 Cr、Ni、Mo、V、Cu 也是必须控制并达标，其残留元素总量应 $\leq 1\%$ ，但有碳当量（CE）要求时此条不适用。

(4) 当阀门的连接端为焊连接时必须控制碳总量。ASTMA 216 补充要求中规定了使用于不同场合的碳素钢铸件

碳当量的要求。但不同的产品标准根据其工况条件,对碳当量的要求也不同,如 API 6D 则要求炉前分析  $CE \leq 0.43$ ,成品分析  $CE \leq 0.45$ 。同样为了保证焊接性能 API 6D 对焊接端的碳素钢铸件含碳量也作了规定,炉前分析  $CE \leq 0.23\%$ ,成品分析  $CE \leq 0.25\%$ ,硫磷含量  $\leq 0.035$ 。碳当量  $CE = C\% + Mn\%/6 + (Cr + Mo + V)\%/5 + (Ni + Cu)\%/15$ 。

(5) ASTM A 105 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 钢,但 ASTM A 105 对杂质元素 Cu、Ni、Cr、Mo、V、Nb 的控制以及 C、Mn 含量的关系和材料的热处理都有控制要求。

(6) 锻钢阀门是否需要进行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,其力学性能就是一定的,不像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门由设计决定采用的材料应达到的力学性能。根据所要求的力学性能确定回火温度以达到材料的性能符合设计要求。

## 2、不锈钢

### 2.1 奥氏体不锈钢

阀门中常用的不锈钢是奥氏体不锈钢,适用温度范围很广,低温可用于  $-296^{\circ}\text{C}$  (液氮),高温可达到  $816^{\circ}\text{C}$ ,常用的温度范围为  $-196^{\circ}\text{C}$  (液氮) 至  $700^{\circ}\text{C}$ 。

奥氏体不锈钢具有良好的耐腐蚀性、高温抗氧化性和耐低温性能。因此,奥氏体不锈钢广泛用于制作耐腐蚀阀门、高温阀门和低温阀门。

奥氏体不锈钢的耐腐蚀性是相对的,不是什么样的腐蚀介质它都能承受。金属的腐蚀现象或所谓的耐腐蚀性是根据腐蚀性介质的种类、浓度、温度、压力、流速等环境条件,以及金属本身的性质,即含有成分、加工性、热处理等诸因素的差异而分别有不同的腐蚀状态和腐蚀速度。例如不锈钢具有优良的耐腐蚀性能,可是因为腐蚀环境或使用条件的不同,也可能发生意想不到的腐蚀破坏事故。因此,应充分地了解腐蚀介质和耐腐蚀材料,才能选择合适的耐腐蚀材料。

#### 2.1.1 金属的腐蚀形态

金属的腐蚀形态可分为两大类:均匀(全面)腐蚀和局部腐蚀,均匀(全面)腐蚀包括全面成膜腐蚀和无膜腐蚀。

(1) 全面成膜腐蚀:腐蚀在金属的全部或大部分面积上进行,而且生成保护膜,具有保护性。例如:碳素钢在稀硫酸中腐蚀很快,当硫酸浓度大于 50% 时,腐蚀率达到最大值,此后浓度再继续增大腐蚀率反而下降。这是由于浓硫酸的强氧化性,在钢铁的表面生成一层组织致密的钝化膜,这种钝化膜不溶于浓硫酸,从而起到了阻碍腐蚀作用。

(2) 无膜腐蚀:无膜全面腐蚀很危险,因为它保持一定速度全面进行腐蚀。

(3) 局部腐蚀:局部腐蚀的形态有十三种,如缝隙腐蚀、脱层腐蚀、晶间腐蚀与应力腐蚀等等。据调查,化工装置中局部腐蚀约占 70%。在诸多局部腐蚀的形态中与阀门制造有关且常见的是晶间腐蚀。

一般对均匀腐蚀的程度用腐蚀率表示,但如何评价则有不同规定。

按《石油化工企业管道设计器材选用通则》规定,介质对金属材料的腐蚀速率,管道金属材料的耐腐蚀能力可分为下列四类:

年腐蚀率不超过 0.05mm 的材料为充分耐腐蚀性材料；

年腐蚀率在 0.05~0.1mm 的材料为耐腐蚀性材料；

年腐蚀率在 0.1~0.5mm 的材料为尚耐腐蚀性材料；

年腐蚀率超过 0.5mm 的材料为不耐腐蚀性材料。

《腐蚀数据手册》对均匀（全面）腐蚀的耐蚀性用均匀腐蚀率来评价，见表 1-2。

耐蚀性能的评价

表 1-2

腐蚀率, mm/a	评价
<0.05	优良
0.05~0.5	良好
0.5~1.5	可用, 但腐蚀较重
>1.5	不适用, 腐蚀严重

据《金属防腐蚀手册》（中国腐蚀与防护学会）对金属材料耐腐蚀性规定见表 1-3。

金属材料耐腐蚀性的 10 级标准

表 1-3

耐蚀等级	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
腐蚀率, mm/a	<0.001	0.001 ~ 0.005	0.005 ~ 0.01	0.01 ~ 0.05	0.05 ~ 0.1	0.1 ~ 0.5	0.5 ~ 1.0	1.0~5.0	5.0 ~ 10.0	>10
耐蚀性类别	完全耐蚀	很耐蚀		耐蚀		尚耐蚀		欠耐蚀	不耐蚀	

(4) 晶间腐蚀：局部地沿着结晶粒子边界向深度方向腐蚀的形式称晶间腐蚀。这种腐蚀，外面看不出腐蚀迹象。严重的晶间腐蚀可以穿过整个机体厚度。

产生晶间腐蚀的原因是由于沿晶粒边界析出碳化铬 Cr<sub>23</sub>C<sub>6</sub> 或 FeCr 化合物——称  $\sigma$  相，使晶界周围贫铬，在适合的腐蚀介质（产生晶间腐蚀的介质）中，就形成碳化铬（阴极）——贫铬区（阳极）电池，使晶界贫铬区产生腐蚀。

由上述可看出晶间腐蚀是有条件的。其内因是必须有碳化铬或  $\sigma$  相沿晶界析出使晶界贫铬。其外因是必须有腐蚀贫铬区的介质。水和一些中性溶液并不腐蚀贫铬区，所以即使存在贫铬区也不会产生晶间腐蚀。如果晶界不贫铬，即使有产生晶间腐蚀的介质也不会产生晶间腐蚀。所以产生晶间腐蚀的内因、外因缺一不可。

产生贫铬的原因：一是钢水化学成分不合格，如碳高、铬低或含钛、铌的不锈钢中碳钛比或碳铌比不够。二是热处理工艺不正确或焊接或加工时加热至碳化物析出温度，而在 900℃ 至 400℃ 冷却速度不够快而析出碳化物造成贫铬。

### 2.1.2 控制晶间腐蚀的方法

控制奥氏体不锈钢晶间腐蚀有三种方法：

(1) 执行正确的热处理工艺，将钢加热至 1100℃ 水淬（急冷）使碳化物向固溶体中溶解。但是，不同牌号的奥氏体不锈钢其淬火加热温度不完全都是 1100℃，执行中要按标准规定。

- (2) 加入固定碳的元素钛或铌;
- (3) 采用含碳量 $\leq 0.03\%$ 的超低碳不锈钢。

### 2.1.3 晶间腐蚀检验

晶间腐蚀检验的前提是试样的化学成分合格并经固溶处理。晶间腐蚀检验用的试片是  $80 \times 18 \times 3$  (长 $\times$ 宽 $\times$ 厚), 上下两平面磨至 Ra0.8 的薄片, 并分为敏化状态试片和交货产品状态试片两种。

敏化试片: 将试片在  $650^\circ\text{C}$  下加热, 保温 2 小时 (压力加工件) 或 1 小时 (铸件) 空冷。之所以在  $650^\circ\text{C}$  加热是因为奥氏体不锈钢在  $500\sim 700^\circ\text{C}$  碳化铬最易沿晶界析出造成晶界贫铬从而在产生晶间腐蚀的介质中发生晶间腐蚀。

交货产品试片: 即试片经固溶处理, 实际上是和铸件一同处理的试样上取下来的试片。

判别: 试片在酸中浸泡后弯曲  $90^\circ$  (铸件) 或  $180^\circ$  (锻件) 若有裂纹则不合格。不合格时铸件要重新处理, 然后再作试验, 但固溶处理的次数不得超过两次。

奥氏体不锈钢的晶间腐蚀是很严重的, 因此一定要按合同要求或按执行的标准来生产不锈钢阀门。

常用奥氏体不锈钢铸件、锻件材料见表 1-4。

### 2.1.4 奥氏体不锈钢作高温钢用

高温是指温度超过  $350^\circ\text{C}$  以上, 高温用钢是指在高温下具有较高强度的钢材。在石油化工装置里, 高温并伴有腐蚀的场合就必须使用既耐高温又耐腐蚀的材料。不锈钢 18Cr—8Ni、25Cr—20Ni 的高温强度高, 特别是 18—8Ti、18—8Nb 等合金元素影响使耐高温性能更为优越。一般在没有耐腐蚀性问题的场合, 在规定范围内, 含碳量高的不锈钢, 其高温强度也高。若在 18—8 钢内添加 Mo、Nb、Ti 等元素可强化基体, Nb、Ti 则形成碳化物, 从而可改善高温强度。具体何种牌号的不锈钢其最高使用的温度值, 要查材料的温压表。

## 2.2 马氏体不锈钢

马氏体不锈钢是一种铬不锈钢, 其金相组织为马氏体, 可通过热处理进行强化, 具有良好的力学性能和高温抗氧化性。该钢种在大气、水和弱腐蚀介质如加盐水溶液、稀硝酸及某些浓度不高的有机酸, 在温度不高的情况下均有良好的耐腐蚀性。但该钢种不耐强酸如硫酸、盐酸、浓硝酸等的腐蚀, 常用于水、蒸汽、油品等弱腐蚀性介质。由于铬不锈钢可通过热处理强化, 因此为了避免强度过高产生脆性, 应采用正确的热处理工艺。如 ASTM A 217 CA15 规定其最低回火温度为  $595^\circ\text{C}$ 。

常用马氏体不锈钢铸件、锻件材料见表 1-5。

## 2.3 奥氏体—铁素体双相不锈钢

双相不锈钢耐应力腐蚀破坏性好, 适用于含氯离子环境的腐蚀, 并具有较高的强度, 常用于化肥、炼油、海上采油、海水淡化等工作条件。

目前制造阀门主体 (承压件) 的双相不锈钢材料大多采用美国材料, 常用的奥氏体—铁素体双相

不锈钢铸件、锻件材料见表 1-6。

### 3、铬—钼钢和铬—钼—钒钢

铬—钼钢和铬—钼—钒钢主要用在高温、高压的场合，要求钢在高温下具有较好的抗蠕变强度和抗高温氧化性，适用温度-29~650℃，主要用于火力发电的高温、高压蒸汽，炼油企业的石油裂解、催化裂化、加氢等含有硫化物、氢腐蚀的石油介质。例如催化系统采用 5Cr—0.5Mo 钢，加氢系统温度较低的采用 1.25Cr—0.5Mo 钢，温度较高的加氢裂化、加氢脱硫煤液化等装置中采用 2.25Cr—1Mo 钢。

在 Cr—Mo 钢中需要说明的是 ZG1Cr5Mo，过去称铸钢铬 5 钼（ZGCr5Mo）用该钢制作的阀门习惯上都称铬 5 钼阀，可是铸钢铬 5 钼这个牌号在 1999 年以前即无国家标准也无专业标准，长期以来各制造厂均参照前苏联标准来制订自己的工厂标准其牌号为 ZGCr5Mo，其含碳量为 0.15~0.25%，因此实际牌号应定为 ZG2Cr5Mo。中石化在制订 SH 3064-94《石油化工钢制通用阀门选用、检验及验收》标准时参照 JIS G 5151 中的 SCPH61、BS 3100 中的 B5、ASTM A 217 中的 C5 及我国 GB/T 1221 中的 1Cr5Mo 的化学成分将这种材料定为 ZG1Cr5Mo，但同样只有牌号并无相关标准规定它的化学成分、力学性能、热处理规范等。70 年代末引进装置中这类阀门的材料为 ASTM A 217 C5，从化学成分上看相当铸钢 1 铬 5 钼，故建议用 ASTM A 217 C5 来制造这类阀门，一直到 1999 年在制订 JB/T 9625《锅炉管道附件承压铸钢件 技术条件》时才将 ZG1Cr5Mo 纳入该标准中。

ZG1Cr5Mo 称 5Cr—0.5Mo 钢，这种钢具有良好的抗石油裂化过程介质腐蚀的性能，对含有硫化物的热石油介质耐蚀性良好，具有抗氢腐蚀的能力，并有良好的热强性。

ZG1Cr5Mo 制造工艺性较差，易产生铸造裂纹，焊接时热影响区会出现马氏体组织而产生明显的脆化，所以要制订正确的焊接工艺，焊前需进行预热，焊后需进行热处理，一般预热温度 300~400℃，焊后热处理温度 740~760℃。

常用的铬—钼、铬—钼—钒钢铸件、锻件材料见表 1-7。



表 1-4

常用奥氏体不锈钢铸件、锻件材料

材料状态	国别	标准	材料牌号		适用温度℃	备注	
			GB/T 12230-89 牌号	GB/T 12230-2005 牌号			
铸件	中国	GB/T 12230	ZG00Cr18Ni10	ZG03Cr18Ni10	-196~425	1.适用温度范围参照 HG 2063 管法兰技术条件 2.GB 12224-2005 规定的适用温度如下: CF3≤427℃ CF3M≤454℃ CF8、CF8M 温度大于 538℃时只能用 C≥0.04%的材料 CF8C≤538℃	
			ZG0Cr18Ni9	ZG08Cr18Ni9			
			ZG0Cr18Ni9 Ti	ZG08Cr18Ni9Ti			
			ZG1Cr18Ni9Ti	ZG12Cr18Ni9Ti			
			ZG0Cr18Ni12Mo2Ti	ZG08Cr18Ni12Mo2Ti			
			ZG1Cr18Ni12Mo2Ti	ZG12Cr18Ni12Mo2Ti			
			CF3	CF3	-196~425		
			CF3M	CF3M			
			CF8	CF8			
			CF8M	CF8M			
	CF8C	CF8C					
	美国	ASTM A 351		ASTM 牌号	UNS 编号	适用温度℃	适用温度范围参照 ASME B16.34  a.温度超过 538℃时, 仅当 C≥0.04%时才使用 b.CL150 法兰阀门适用温度≤538℃ c.适用温度参照 ASME B16.34  ASME B16.34 材料组中无此牌号, 适用温度类 比于 CF8、CF8M 得出供参考
				CF3	J92500	≤425	
				CF3M	J92800	≤455	
				CF8	J92600		
				CF8M	J92900	≤816	
				CF8C	J92710		
CG8M				J93000	≤538		
CF10	J92950	≤816					
CF10M	J92901						

续表 1-4

常用奥氏体不锈钢铸件、锻件材料

材料状态	国别	标准	材料牌号		适用温度℃	备注
			JB/T 4728 牌号	GB/T 1220 牌号		
锻件	中国	JB/T 4728 GB/T 1220	00Cr19Ni10	00Cr19Ni10	-196~425	
			00Cr17Ni14Mo2	00Cr17Ni14Mo2	-196~700	
			0Cr18Ni9	0Cr18Ni9		
			0Cr18Ni10Ti	0Cr18Ni10Ti		
			0Cr18Ni11Nb	0Cr18Ni11Nb		
			1Cr18Ni9Ti	1Cr18Ni9Ti		
			0Cr17Ni12Mo2	0Cr17Ni12Mo2		
			0Cr18Ni12Mo2Ti	0Cr18Ni12Mo2Ti		
			1Cr18Ni12Mo2Ti	1Cr18Ni12Mo2Ti		
	ASTM 牌号	UNS 编号	适用温度℃			
	F304	S30400	≤816			
	F316	S31600	≤425			
	F304L	S30403	≤450			
F316L	S31603	≤528				
F321	S32100	≤816				
F347	S34700					
F317	S31700					
F304H	S30409					
F316H	S31609					
美国	ASTM A 182				a. F304、F316 当温度超过 538℃时, 仅当 C ≥ 0.04%时才使用, 且对于 CL150 法兰端阀门适用温度 ≤ 538℃ b. 适用温度参照 ASME B16.34  温度超过 538℃时仅当 C ≥ 0.04%才使用	

表 1-5

常用马氏体不锈钢铸件、锻件材料

材料状态	国别	标准	材料牌号	适用温度℃	备注	
铸件	中国	GB/T 2100	ZG1Cr13	-45~350	按 JIS 8243 许用应力表温度范围确定	
			ZG2Cr13			
	美国	ASTM A 217	ASTM 牌号	UNS 编号	-29~649	按 ASME 许用应力表确定
			CA15	J91150		
棒材	中国	GB/T 1220	CA40	J91153	≤450	
			1Cr13			
			2Cr13			
锻件	美国	ASTM A 182	ASTM 牌号	UNS 编号	适用温度℃	
			F6a	S41000		
棒材	美国	ASTM A 276	410	S41000	-29~649	
			420	S42000		

表 1-6

常用奥氏体—铁素体双相不锈钢铸件、锻件材料

材料状态	国别	标准	材料牌号	适用温度℃	备注
铸件	美国	ASTM A 995	CD3MWCuN CD4MCu	≤315	
			ASTM A 890		
锻件	美国	ASTM A 182	ASTM 牌号	UNS 编号	≤400
			F51	UNS S 31803	
			F53	UNS S 32750	
			F55	UNS S 32760	

表 1-7

常用铬-钼钢、铬钼钒钢铸件、锻件材料

材料状态	国别	标准	材料牌号	适用温度℃	备注	
铸件	中国	JB/T 9625	ZG20CrMo	≤510		
			ZG20CrMoV	≤540		
			ZG15Cr1Mo1V	≤570		
			ZG1Cr5Mo	≤550		
			WC1	≤468		
			WC6	≤593		
	美国	ASTMA 217	ASTM 牌号	UNS 编号	适用温度℃	CL150 法兰端阀门适用温度≤538℃, 其中 WC1、WC6、WC9、C5、C12 仅使用经正火和回火的材料。 日本电力标准 E101 规定 1.25Cr-0.5Mo(WC6), 2.25Cr-1Mo(WC9) 最高使用温度为 593℃, 另 WC6、WC9 在高于 566℃ 温度区域使用时要考虑发生过氧化作用即生成氧化皮的可能性。
			WC1		≤468	
			WC6	J12072	-29~648	
			WC9	J21890		
			C5	J42045		
			C12	J82090		
	C12A	J84090				
锻件	中国	JB/T 9626	15CrMo	≤550		
			1Cr5Mo	≤570		
			12Cr1MoV			
			15Cr1Mo1V			
			ASTM 牌号			UNS 编号
			F11 Class1	K11597		-29~593
	F22 Class1	K21590				
	F1	K12822	-29~468			
	F5	K41545				
	F9	K90941				
	F91	K90901				
		F92	K92460			
	美国	ASTMA 182			CL150 法兰端阀门适用温度≤538℃, 其中 F11 仅使用经正火和回火的材料	

#### 4、低温钢

一般低温指小于-29~-196℃范围内，小于-196~-269℃为超低温范围。石化企业规定低于-20℃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，这种现象称材料的冷脆现象。为了保证材料的使用性能，不仅要求材料在常温时有足够的强度、韧性、加工性能以及良好的焊接性能，而且要求材料在低温下也具有抗脆化的能力。另外材料在低温时会发生收缩，各个零件收缩率不同是致使某些密封部位发生泄漏的原因。此外，奥氏体不锈钢在马氏体转变温度时，部分奥氏体转变成马氏体而引起体积变化导致阀门泄漏也是一个重要原因。因此，要研究阀门各部位零件的材料、结构特点以防止低温时产生间隙而泄漏。

##### 4.1 常用气体的液化温度

几种常用气体的液化温度（一个大气压下的沸点）见表 1-8

表 1-8

常用气体的液化温度

液化气体	沸点℃	液化气体	沸点℃
氨	-33.4	液化天然气	-161.2
丙烷	-45	甲烷	-163
丙烯	-47.7	氧	-183
硫化碳酰	-50	氟	-186
硫化氢	-59.5	氖	-187
二氧化碳	-78.5	氮	-195.8
乙炔	-84	氙	-246
乙烷	-83.3	氡	-249.6
乙烯	-104	氢	-252.8
氦	-151	氩	-269

##### 4.2 美国标准的低温铸钢、锻钢

适用于低温下的钢材要求在低温下有足够的韧性，衡量其韧性的指标是在低温下的冲击能量，不同类型（或牌号）的低温钢适用于不同的低温温度。低温阀门按适用的温度划分，分为-46℃、-70℃、-101℃、-196℃四个等级，不同温度等级的阀门所选用的钢材必须在其所适用的温度下达到标准规定的冲击能量才是安全可靠的。

###### 4.2.1 美国标准的低温铸钢（铸件）

美国低温铸钢采用的标准是 ASTM A 352《低温受压零件用铁素体和马氏体铸件技术规范》。该标准规定的材料牌号、适用温度及冲击能量要求见表 1-8 和表 1-9。

表 1-8

低温铸钢件材料牌号和适用温度

类型	C	C	C-Mn	C-Mo	2.5Ni	C-Cr-Mo	3.5Ni	4.5Ni	9Ni	Cr-Ni-Mo
牌号	LCA	LCB	LCC	LC1	LC2	LC2-1	LC3	LC4	LC9	CA6NM
适用温度℃	-32	-46	-46	-59	-73	-73	-101	-115	-196	-73

表 1-9

低温铸钢件材料夏比 V 型切口冲击能量要求

牌号	LCA	LCB	LCC	LC1	LC2	LC2-I	LC3	LC4	LC9	CA6NM
试验温度℃	-32	-46	-46	-59	-73	-73	-101	-115	-196	-73
两个试样的最小值和三个试样的最小平均值 英尺每磅 (焦耳)	13 (18)	13 (18)	15 (20)	13 (18)	15 (20)	30 (41)	15 (20)	15 (20)	20 (27)	20 (27)
单个试样最小值 英尺每磅 (焦耳)	10 (14)	10 (14)	12 (16)	10 (14)	12 (16)	25 (34)	12 (16)	12 (16)	15 (20)	15 (20)

ASTM A 352 中共有十个低温铸钢牌号, 其中最常用的三个牌号分别是用于-46℃的 LCB、LCC, 用于的-101℃的 LC3。对于低于-101℃以下至-196℃的工作条件下一般采用奥氏体钢铸件, 如 CF8、CF8M, 其低温冲击能量要求在 JB/T 7749《低温阀门技术条件》中规定, 在试验温度为-196℃条件下夏比 V 型切口冲击能量三个试样最小平均值为 20~27 牛顿每米 (焦耳), 三个试样中一个试样的最小值为 10~20 牛顿每米 (焦耳)。

#### 4.2.2 美国标准的低温锻钢 (锻件) 材料

美国低温锻钢采用的标准是 ASTM A 350《要求进行缺口韧性试验的管道部件用碳素钢与低合金钢锻件技术规范》, 该标准规定的材料牌号, 适用温度及冲击能量要求见表 1-10。

表 1-10

低温锻件材料牌号适用温度、夏比 V 型切口冲击能量

牌 号	LF1	LF2	LF3	LF5	LF6	LF9	LF787
适用温度℃	-29	-46	-101	-59	-51	-73	-73
试验温度℃	-29	-46	-101	-59	-51	-73	-73
三个试样的最小平均冲击能量 英尺每磅 (焦耳)	13 (18)	15 (20)	15 (20)	15 (20)	15 (20)	13 (18)	15 (20)
单个试样的最小平均值 英尺每磅 (焦耳)	10 (14)	12 (16)	12 (16)	12 (16)	12 (16)	10 (14)	12 (16)

ASTM A 350 中共有七个低温锻钢牌号, 其中两个最常用的牌号分别是用于-46℃的 LF2 和用于-101℃的 LF3。对于-101℃以下至-196℃工作条件下一般采用奥氏体钢锻件, 如 F304、F316。

#### 4.3 中国低温阀门用的低温钢铸件和锻件材料

我国低温铸钢 (铸件) 材料采用的标准是 JB/T 7248《阀门用低温钢铸件技术条件》, 该标准中只规定了 LCB、LC1、LC2、LC3 四个牌号, 等同采用 ASTM A 352 中相应牌号与要求。至于低温钢锻件目前尚无阀门用低温钢锻件的标准, 因此锻造的低温阀门其材料可直接采用 ASTM A 350 中的材料及技术要求。

#### 4.4 低温冲击试验

由于钢材在低温下韧性降低, 特别是用铁素体钢如 LCA、LCB、LCC、LC3 等制造的低温阀门承压件, 在低温下有明显的低温脆性, 若在低温下使用, 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，其试验方法按 GB/T 4159《金属低温夏比冲击试验方法》或 ISO 148《钢-夏比冲击试验（V 型切口）》或 ASTM A 370《钢制品机械测试的标准试验方法和定义》的规定。有的产品标准规定（如 API 6D）所有用于设计温度低于-29℃的碳钢、低合金钢承压部件都应按 ISO 148 或 ASTM A 370 进行 V 型切口的冲击试验。

#### 4.5 深冷处理

深冷处理是减少材料由于温差和在低温下金相组织改变而产生变形，从而提高阀门在低温时的密封性能的一种处理方法。深冷处理的方法是将被处理的零件放入冷却介质中保温一定时间，然后取出，当零件温度升至室温后再重复进行一次处理。一般用于-101℃以下的阀门，主要零件在精加工前（如密封面研磨前）对阀体、阀盖、闸板（阀瓣）、阀杆、紧固件等进行低于工作温度下的深冷处理。对用于-101℃以上的低温阀门，当合同规定要作深冷处理时则也应按要求作深冷处理。

## 第二节 钢制阀门的内件材料

内件主要是指阀门关闭件的密封面和阀杆、衬套（上密封座），在国外常以 trim 表示内件。

内件材料的选用原则是根据主体材料的情况、介质特性、结构特点以及零件所起的作用、受力情况综合考虑的。对于常规的通用阀门在标准已规定了内件材料或规定了几种材料由设计者根据具体情况选用。对于一些有特殊要求的阀门，如高温、高压、介质有腐蚀等工况条件，则需按工况条件选择内件材料。

### 1、关闭件密封面材料

关闭件即闸板（阀瓣）、阀座。关闭件和阀座的密封面是阀门的主要工作面之一，材料选择是否合理以及它的质量状况直接影响阀门的功能和使用寿命。

#### 1.1 关闭件和阀座密封面的工作条件

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腐蚀性介质。从密封面的受力情况来看，它受挤压和剪切。从磨擦学的角度来看，有磨粒磨损、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适应的密封面材料。

##### (1) 磨粒磨损

磨粒磨损是指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以碎屑或疏松粒子的形式被推离物体的表面。

##### (2) 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，就会消除掉表面的氧化物，使裸露出来的金属表面受到进一步的腐蚀。

##### (3) 表面疲劳磨损

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。

##### (4) 冲蚀

材料的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。

##### (5) 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。

#### 1.2 对密封面材料的要求

理想的密封面要耐腐蚀、抗冲蚀、耐擦伤、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、密封面与本体有相近的线膨胀系数、有良好的焊接性能与加工性能。

上述的这些对密封面材料的要求只是个理想状态，不可能有这样十全十美的材料。因此，选材要



视具体情况解决主要矛盾。

### 1.3 密封面材料的种类

常用的密封面材料分为两大类：软质材料和硬质材料。软质材料为各种橡胶、尼龙、氟塑料等。硬质材料为各种金属和合金。

#### 1.3.1 软质材料

通用阀门密封面常用的软质材料为各种橡胶、尼龙、氟塑料等。见表 2-1

表 2-1 通用阀门密封面常用的软质材料

序号	名称	代号	适用温度℃	适用介质
1	天然橡胶	NR	-50~80	盐类、盐酸、金属涂层溶液、水、湿氯气
2	氯丁橡胶	CR	-40~80	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	-30~100	抗腐蚀、抗磨损、耐绝大多数无机酸和酸液
4	丁腈橡胶	NBR	-30~90	水、油品、废液等
5	乙丙橡胶 (三元乙丙橡胶)	EPDM (EPM)	-40~120	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	-20~100	耐酸性好
7	硅橡胶	SI	-70~200	耐高温、低温、电绝缘性好、化学惰性大
8	氟橡胶	FPM (Viton)	-23~200	耐介质腐蚀优于其它橡胶，抗辐射、耐酸
9	聚四氟乙烯	PTFE (TFE)	-196~200	耐热、耐寒性优，耐一般化学药品溶剂和几乎所有液体
10	可溶性聚四氟乙烯	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，强碱等
11	聚全氟乙丙烯	FEP (F46)	≤150	高温下有极好的耐化学性、耐阳光、耐候性
12	聚偏氟乙烯	PVDF (F2)	-40~150	耐化学性能很好，耐阳光和耐候性极好是强度最高和最硬的氟塑料
13	聚三氟氯乙烯	PCTFE (F3)	≤190	耐化学性能很好，耐阳光和耐候性极好，可在 198℃下连续使用，强度和硬度比 F46 和 PTFE 高
14	聚烯烃	PO	≤100	耐各种浓度的酸、碱、盐、及某些有机溶剂的腐蚀、耐冲蚀、防静电、无毒
15	聚丙烯	PP	-70~100	耐化学性能和耐应力开裂性能极好，耐候性差
16	聚醚醚酮	PEEK	-46~300	是一种有优异力学性能和耐化学品的高强度耐高温树脂、有出色的耐磨性和尺寸稳定性用于阀门密封件
17	对位聚苯	PP1	≤300	基本同聚四氟乙烯
18	尼龙(聚酰胺)	NYLON	≤80	耐碱、氨

注：(1) 表中的适用温度是推荐性的安全使用温度，根据密封面结构和受力的不同适用温度也不尽相同。

(2) 表中的适用温度范围是这类产品的一般范围, 每种产品都有多种牌号, 适用温度也不尽相同。此外, 使用场合不同推荐的使用温度范围也不同。

(3) 表中的名称是这类材料的统称, 每种都有几个牌号, 性能也不一样, 如尼龙就有尼龙 1010、尼龙 6、尼龙 66 等等。丁腈橡胶有丁腈 18、丁腈 26、丁腈 40 等, 选用时要注意不同牌号的性能。

(4) 氟塑料具有冷流倾向, 即应力达到一定值时开始流动, 例如聚四氟乙烯如果在结构上没有考虑保护措施, 在一定应力下即会流动、失效。

(5) 表中的推荐适用的介质范围也是笼统的, 应用时要查这些材料与某种介质的相容性数据。

### 1.3.2 硬质材料

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。

#### 1.3.2.1 铜合金

JB/T 5300《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: 铸铝青铜 ZCuZn25Al6Fe3Mn3、铸锰青铜 ZCuZn38Mn2Pb2、铸铝青铜 ZCuAl9Mn2、ZCuAl9Fe4Ni4Mn2, 当然还有其它牌号如 H62、巴氏合金 (ZChPhSh16-16-2 铅铋轴承合金) 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, 适用介质温度 $\leq 250^{\circ}\text{C}$ 。但巴氏合金耐氨及氨水腐蚀、熔点低, 强度低, 适用于温度 $\leq 70^{\circ}\text{C}$ , PN1.6MPa 氨阀。

#### 1.3.2.2 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 $-29\sim 425^{\circ}\text{C}$ 的碳素钢阀门。但铬不锈钢耐擦伤性能较差, 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 API 600、BS 1873 中对 Cr13 型密封面的硬度要求为最小 HB 250 硬度差至少 HB 50, 材料牌号为 ASTM A 182 F6a。对于大口径阀门其密封面往往采用堆焊, 下面介绍几种堆焊焊条。

① D507 符合 GB EDCr-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  $750\sim 800^{\circ}\text{C}$  退火软化。当加热至  $900\sim 1000^{\circ}\text{C}$  空冷或油淬后可重新硬化。焊前须将工件预热至  $300^{\circ}\text{C}$  以上, 焊后空冷 HRC $\geq 40$ 。焊后如进行不同热处理可获得相应硬度。

② D507Mo 符合 GB EDCrA2-15 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 $\geq 37$ 。

③ D577 铬锰型阀门, 堆焊焊条符合 GB EDCrMn-C-15, 焊前不预热, 焊后不处理, 抗裂性好, HRC $\geq 28$ , 与 D507Mo 配合使用。

说明: (1) D507Mo 和 D577 两种焊条是为了代替 Cr13 型焊条, 堆焊有硬度差的阀门密封面而配套研制的。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。

(2) 堆焊层的高度加工后应在 5mm 以上, 以保证硬度和成分稳定。

(3) 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。

### 1.3.2.3 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 80~100MPa，国外资料介绍 155MPa。适用温度范围-196℃~650℃，特殊场合可达 816℃。但是，它在硫酸、高温盐酸中不耐腐蚀。在一些氯化物中也不耐腐蚀。

常用牌号：STELLITE NO. 6 符合 AWS ECoCr-A、GB EDCoCr-A-03，也相当 D802，焊前根据工件大小进行 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。

其它牌号还有 STELLITE NO. 12 符合 AWS ECoCr-B、GB EDCr-B-03，也相当 D812，焊后其硬度 HRC≥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 HS 111，常温硬度 HRC 40~46；STELLITE NO. 12 符合 AWS：RCoCr-B 也相当 HS 112，常温硬度 HRC 45~50。

硬质合金（钴基）焊接都要对工件预热，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。

### 1.3.2.4 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。喷粉有许多优点，省材料、质量好，但需要设备投资。

### 1.3.2.5 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蚀性。

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、喷涂等。

### 1.3.2.6 不锈钢密封面

不锈钢密封面大多为以本体材料作密封面，即 304 或 CF8 的阀体在其上直接作出密封面，除了 304、CF8 外还有 316、CF8M、304L、CF3、316L、CF3M、FA20、CN7M 等。

### 1.3.2.7 其它密封面材料

其它密封面材料见表 2-2。

表 2-2

其它密封面材料

材 料	适用温度℃	硬 度 HRC	适用介质
K-蒙乃尔 (CuFeAlNi)	-240~482	27~35	碱盐、食品稀酸、氯化物
S-蒙乃尔 (CuMnSiNi)	-240~482	30~38 649℃时 HRC 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	有轻微腐蚀冲蚀场合
440C (11Cr17)	-29~425	50~60	非腐蚀性介质

## 1.4 阀门密封面焊接材料牌号和使用范围

阀门密封面的材料根据其焊接的方法不同,可用电焊条、焊丝、喷焊粉末对阀门密封面进行堆焊各种焊接材料,见表 2-3。

表 2-3

型号	牌号	标准	焊层硬度 HRC	加工后净高度 mm	应用范围	焊接方法
EDCr-A1-03	D502	GB/T 984	≥40	通用阀门 ≥3 电站阀门 ≥4	PN≤20MPa t≤450℃	手工电弧焊
EDCr-A1-15	D507					
EDCr-A2-15	D507Mo		≥37			
EDCr-B-03	D512		≥45			
EDCrMn-C-15	D577		≥28			
EDCrNi-A-15	D547		HB270~320			
EDCrNi-B-15	D547Mo		≥37			
EDCoCr-A-03	D802 STELLITENO. 6	GB/T 984 相当 AWS ECoCr-A	≥40	通用阀门 ≥2 电站阀门 ≥4	PN≤60MPa t≤670℃	手工氩弧焊 或手工氧乙 炔焊
EDCoCr-B-03	D812 STELLITENO. 12	GB/T 984 相当 AWS ECoCr-B	≥44		PN≤80MPa t≤670℃	
钴基 焊丝	HS111 (Co106)	相当 AWS RCoCr-A	40~46	≥2	PN≤60MPa t≤700℃	等离子弧焊
	HS112 (Co104)	相当 AWS RCoCr-B	45~50			
钴基 粉末	PT2101	GB/T 7744	40~45			
	PT2103		45~50			
镍基 粉末	PT1101		40~45			
	PT1102		45~50			
铁基 粉末	PT3108		40~50			
	PT3109		36~45			

## 2、阀杆与闸板（阀瓣）、阀座的材料组合

阀杆材料与闸板（阀瓣）、阀座的密封面材料定义为内件（trim）材料。常用的内件材料组合见表 2-4，API 600《石油和天然气工业用阀盖螺栓连接的钢制闸阀》规定的内件材料组合见表 2-5。

表 2-4 常用的内件材料组合

阀杆材料	密封面材料	阀杆材料	密封面材料
13Cr	13Cr/13Cr	321	321/321
13Cr	13Cr/STL	321	321/STL
13Cr	STL/STL	321	STL/STL
13Cr	13Cr/ Monel	1Cr18Ni9Ti	1Cr18Ni9Ti/1Cr18Ni9Ti
17-4PH	STL/STL	1Cr18Ni9Ti	1Cr18Ni9Ti/STL
17-4PH	17-4PH/17-4PH	1Cr18Ni9Ti	STL/STL
Monel	Monel/ Monel	1Cr18Ni12Mo2Ti	1Cr18Ni12Mo2Ti/1Cr18Ni12Mo2Ti
304	304/304	1Cr18Ni12Mo2Ti	1 Cr18Ni12Mo2Ti/STL
304	304/STL	1Cr18Ni12Mo2Ti	STL/STL
304	STL/STL	20 号合金	20 号合金/20 号合金
316	316/316	Hastelloy B	Hastelloy B/ Hastelloy B
316	316/STL	Hastelloy C	Hastelloy C/ Hastelloy C
316	STL/STL	F51	F51/ F51
304L	304L/304L	F51	F51/STL
304L	304L/STL	38CrMoALA	STL/STL
304L	STL/STL	25Cr2Mo1V A	STL/STL
316L	316L/316L	4Cr10Si2Mo	STL/STL
316L	316L/STL	4Cr14Ni14W2Mo	STL/STL
316L	STL/STL	Inconel	Inconel/ Inconel

注：（1）表中所列的材料组合仅是各种材料组合中的一部分，根据工况条件的不同应以使用条件为依据来选材，

或根据合同要求确定。

(2) 表中 13Cr 表示 Cr13 系不锈钢, 如 1Cr13、2Cr13 等。

(3) STL 即 STELLITE (硬质合金如钴基硬质合金等)。

(4) Monel 即蒙耐尔合金, Hastelloy 即哈氏合金。Inconel 即因科镍尔合金。

(5) 用斜杠分开的两种材料, 阀座密封面材料可选用两种材料之一, 闸板 (阀瓣) 密封面材料为另一种。

表 2-5 API 600 规定的内件材料组合

阀杆材料类型	硬度 HB	密封面		
		密封件号	材料类型	硬度
13Cr	200~275	1	13Cr	≥HB250
		4	13Cr	≥HB750
		5 或 5A	HF	≥HB350
		6	13Cr/NiCu	≥HB750/≥HB175
		7	13Cr/13Cr	≥HB250/≥HB750
		8~8A	13Cr/ HF	≥HB250/≥HB350
18Cr-8Ni	不规定	2	18Cr-8Ni	不规定
25Cr-20Ni		3	25Cr-20Ni	
镍铜合金		9	镍铜合金	
18Cr-8Ni-Mo		11 或 11A	镍铜合金/ HF	不规定/≥HB350
		10	18Cr-8Ni-Mo	不规定
19Cr-29Ni		12 或 12A	18Cr-8Ni-Mo/ HF	不规定/≥HB350
		13	19Cr-29Ni	不规定
		14 或 14A	19Cr-29Ni/ HF	不规定/≥HB350

注: (1) 阀杆材料应使用锻件。

(2) 13 Cr 类型材料不应使用易切削钢。

(3) 密封件号 1 的密封副硬度差 ≥HB50。

(4) 密封件号 1 和 4 至 8A 的上密封套表面硬度 ≥HB250。

(5) HF 为 CoCr 或 NiCr, 合金词尾 A 适用于 NiCr 合金。

(6) 表中斜杠分开的两种材料, 阀座密封面可选用两种材料之一, 闸板密封面为另一种材料。

### 第三节 焊接材料

焊接主要应用于阀门密封面的堆焊，铸件缺陷的补焊和产品结构要求焊接的地方。焊接材料的选择与其工艺方法有关，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。我们这里只介绍最普遍最常用的焊接方法——手工电弧焊所用的各种材料。密封面堆焊材料在第二节内件材料中已有介绍，本章重点介绍铸件补焊，结构焊的手工电弧焊所用的各种电焊条。

#### 1、对焊工的要求

焊工应通过中华人民共和国劳动人事部制订的《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，并在有效期内才可从事焊接作业。

阀门属于压力容器，焊工的技术水平和焊接工艺直接影响产品质量以及安全生产，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的手段，包括人员、设备、材料的管理和控制等。

#### 2、对焊条的保管要求

(1) 注意环境湿度防止焊条受潮，要求空气中的相对湿度 $<60\%$ ，并离开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、铸铁焊条等更要小心。

#### 3、阀门产品上用于铸件补焊、结构焊常用的焊条

阀门产品上用于铸件补焊、结构焊常用的焊条牌号见表3-1。

表3-1 常用焊条牌号

类别	牌 号	型 号	AWS	标 准
碳钢焊条	J422	E4303		GB/T 5117
	J502	E5003		
	J507 *CHE508-1	E5015 E5018-1	E7015 E7018-1	
不锈钢焊条	R507	E1-5MoV-15	E502-15	GB/T 983
	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	

续表 3-1

低合金耐热钢 焊条	R337	E5515-B <sub>2</sub> -VNB		
	R107	E5015-A <sub>1</sub>	E7015-A <sub>1</sub>	GB/T 5118
	R307	E5515-B <sub>2</sub>	E8015-B <sub>2</sub>	
	R407	E6015-B <sub>3</sub>	E9015-B <sub>3</sub>	
温 707Ni	E5515-C <sub>1</sub>			
低合金钢焊条	温 907Ni	E5515-C <sub>2</sub>	E8015-C <sub>2</sub>	GB/T 5118
	温 107Ni	E7015-G		
Monel 焊条	R-M3NiCu7		ERNiCu-7	
不锈钢焊丝		H0Cr20Ni10Ti H0Cr21Ni10 H0Cr19Ni12Mo2 H00Cr21Ni10 H00Cr19Ni12Mo2		GB/T 4241

\* CHE 508-1 相当于中国焊条牌号 GB E5018-1。

#### 4、承压铸件补焊用焊条

- (1) 基体材料为 WCB、WCC 采用 GB/T 5117 J502 (型号 E5003) 或 J507 (型号 E5015)。
- (2) 基体材料为奥氏体不锈钢类, 焊条选用见表 3-2。
- (3) 基体材料为低合金耐热钢类, 焊条选用见表 3-3。
- (4) 基体材料为低温钢类, 焊条选用见表 3-4。

表 3-2

奥氏体不锈钢承压铸件补焊焊条选用

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 一般缺陷的补焊焊条	
		牌号	型号	牌号	型号
CF8	ZG0Cr18Ni9			A102	E0-19-10-16
ZG0Cr18Ni9Ti	ZG1Cr18Ni9Ti	A132	E019-10Nb-16	A132	E019-10Nb-16
CF3	ZG00Cr18Ni10	A002	E00-19-10-16	A002	E00-19-10-16
CF8M	ZG0Cr18Ni12Mo2Ti	A212	E0-18-12Mo2Nb-16	A202 A212	E0-18-12Mo2-16 E0-18-12Mo2Nb-16
CF3M		A022	E00-18-12Mo2-16	A022	E00-18-12Mo2-16

表 3-3

低合金耐热钢承压铸件补焊焊条选用

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	ZG15Cr1Mo1V	R337	E5515-B <sub>2</sub> -VNB



表 3-4

低温钢类承压铸件补焊焊条选用

基 体 材 料	焊 条	
	牌 号	型 号
LCB LCC	CHE508-1	E5018-1 AWS 7018-1
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 107 Ni	E7015-G

### 5、铸件的焊补

(1) 铸件如有包砂、裂纹、气孔、砂眼、疏松等缺陷允许补焊，但在补焊前必须将油污、铁锈、水份、缺陷切除干净。切除缺陷后用砂轮打磨出金属光泽，其形状要平滑，有一定坡度，不得有尖棱存在。

(2) 承压铸件上有严重的穿透性裂纹、冷隔、蜂窝状气孔、大面积疏松或无法消除缺陷处，或补焊后无法修整打磨处不允许补焊。

(3) 承压铸件试压渗漏的重复焊补次数不得超过两次。

(4) 铸件补焊后必须打磨平整光滑，不得留有明显的补焊痕迹。

(5) 补焊后的无损检测要求按有关标准规定。

### 6、焊后的消除应力处理

(1) 重要的焊接件如保温夹套焊缝，阀座银焊于阀体上的焊缝，要求焊后处理的堆焊密封面等，以及承压铸件焊补超过规定范围的，焊后均要消除焊接应力。无法进炉处理的也可采用局部消除应力的方法，消除焊接应力的工艺可参考焊条说明书进行。

(2) 焊补深度超过壁厚的 20%或 25mm（取小值）或面积大于 65cm<sup>2</sup>或试压渗漏的焊补，焊后都要进行消除焊接应力处理。

### 7、焊接工艺评定

正确的选择焊条只是焊接这道特殊工序中的一个重要环节，只正确选用焊条如果没有前面诸条内容的保证也无法获得良好的焊接质量。

由于手工电弧焊的焊接质量和焊条本身的质量、焊条的规格、母材、母材的厚度、焊层的厚度、焊接位置、预热温度、采用的电流（交流或直流）极性的变化（焊条接正极一反接，焊条接负极一正接）、层间温度、焊后处理等都有关系，所以正式生产前要进行工艺评定，也即先进行验证，验证在给定的条件下所采取的措施是否能保证施焊产品的质量。这些给定条件也即重要参数一旦发生变化，就要重新进行评定。堆焊和补焊、银焊规定的重要参数不一样，要注意这些重要参数的变化。

阀门产品中需要进行焊接工艺评定的有密封面堆焊，阀座与阀体银焊（按对接焊评定）和承压铸件的补焊（按对接焊评定）。

具体的工艺评定方法可参看 ASME《锅炉压力容器规范》第 IX 卷——焊接和纤焊工艺评定标准和我国《压力容器焊接工艺评定》。

#### 第四节 垫片

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。金属垫片全部由金属制作，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。

##### 1、非金属垫片使用条件

非金属垫片使用条件见表 4-1。

表 4-1 非金属垫片使用条件

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	2.0	≤300 $P \cdot t \leq 650 \text{ MPa} \cdot \text{°C}$
耐油石棉橡胶板	XB450		
	NY400		
改性或填充聚四氟乙烯		5.0	-196~260

##### 2、半金属垫片使用条件

(1) 柔性石墨复合垫使用条件见表 4-2。

表 4-2 柔性石墨复合垫使用条件

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

续表 4-2

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

(2) 金属包覆垫使用条件见表 4-3。

表 4-3 金属包覆垫使用条件

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				500
0Cr18Ni9	187			
00Cr19Ni10				
00Cr17Ni14Mo2				

注: \* 也可采用其他材料。

(3) 缠绕式垫片使用条件见表 4-4。

表 4-4 缠绕式垫片使用条件

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 (150~1500)	650 <sup>②</sup>
0Cr17Ni12Mo2	柔性石墨		
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℃

(4) 齿形组合垫使用条件见表 4-5。

表 4-5 齿形组合垫使用条件

齿形环材料 <sup>①</sup>	覆盖层材料 <sup>①</sup>	压力等级 MPa (磅级)	适用温度℃	剖面
10 或 08	柔性石墨	2.0~42 (150~2500)	450	
0Cr13			540 <sup>②</sup>	
0Cr18Ni9			650 <sup>②</sup>	
0Cr17Ni12Mo2	聚四氟乙烯		200	

注: ① 也可采用其他材料 ② 用于氧化性介质≤450℃

### 3、金属垫片使用条件

金属垫片使用条件表 4-6。

表 4-6 金属垫片使用条件

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 (150~2500)	450

续表 4-6

0Cr13	170	2.0~15.0 (150~900)	540
0Cr18Ni9	160		600
0Cr17Ni12Mo2			

注：①也可采用其他材料

②金属环垫材料的硬度值应比法兰材料的硬度值低 30~40 HB

#### 4、其他资料中介绍的金属垫片使用条件

其他资料中介绍的金属垫片使用条件见表 4-7。

表 4-7

其他资料中介绍的金属垫片使用条件

材 料	HB max	适用温度℃
软 铁	90	450
08 或 10	120	450
0Cr13	140	540
00Cr17Ni14Mo2	150	450
1Cr18Ni9Ti	160	600
0Cr18Ni12Mo2Ti	160	600
0Cr18Ni9	160	600

#### 5、注意事项

(1) 阀门中法兰垫片的尺寸是没有标准的，垫片的厚度可以参照管道法兰垫片的有关标准，因垫片用的板材、带材都是有一定规格的，不能任意选择厚度。

(2) 垫片用聚四氟乙烯材料时在结构上要考虑防止冷流。

(3) 采用缠绕式垫片在结构上要防止垫片压散，解决办法是垫片加内环，外圆由止口定位。

(4) 垫片的选用不只是温度、压力，还要考虑介质的腐蚀性。

## 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漏。

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从填料自身的材质，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。

### 1、对填料自身的要求

- (1) 降低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。

### 2、常用填料品种

国外资料介绍用于各种工况条件下的填料品种达 40 余种，而我们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. 油浸石棉盘根：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℃、850℃
- e. 聚四氟乙烯编织填料、膨胀聚四氟乙烯方型编织填料
- f. 半金属编织填料：以夹有不锈钢丝、铜丝的石棉作为芯子，外表用夹铜丝、不锈钢丝、蒙乃尔丝、因科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箔扭制而成。

#### (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。

JB/T 1714 标准中规定的填充聚四氟乙烯为：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%石棉

- e、柔性石墨环

### 3、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 YS450F (视温度情况) 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材料, 也可填料函中间放隔环, 隔环上下分别成两组组合装配的填料。

(4) 石墨对阀杆、填料函壁有腐蚀, 使用中应选择加缓蚀剂的盘根。

(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。

(7) API 6D 标准关于使用石棉或其代用材料的重要信息中提到: 由于石棉与某些严重危害身体健康的疾病有关, 其中有些甚至是致命的, 如肺癌。因此, 目前正在使用和开发许多代用材料以取代在某些场合石棉的使用。

## 第六节 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。

### 1、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选用。

(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。

### 2、常用的紧固件材料 (螺柱、螺母配对)

常用的紧固件材料 (螺柱、螺母配对) 见表 6-1 至 6-8。

表 6-1

常用紧固件材料

螺柱	螺母	温度 max℃	螺柱	螺母	温度 max℃
35	25	425	0Cr18Ni9	0Cr18Ni9	600
35CrMo	35、45	425	0Cr17Ni12Mo2	0Cr17Ni12Mo2	600
35CrMo	30CrMo	500	25Cr2Mo1VA	25Cr2MoVA	600
25Cr2MoVA	30CrMo	550	25Cr2MoVA	35CrMo	600

表 6-2

GB 150 螺柱、螺母材料组合

螺柱	螺母	温度 °C	螺柱	螺母	温度 °C
35	Q235A	<-20~300	25Cr2MoVA	25Cr2MoVA	>-20~550
			35CrMoVA	35CrMoA 35CrMoVA	>-20~500
35	15	>-20~350	1Cr5Mo	1Cr5Mo	>-20~600
40MnB、40MnVB 40Cr	35、40Mn、45	>-20~400	2Cr13	1Cr13、2Cr13	>-20~450
30CrMoA	30CrMoA	-100~500	0Cr19Ni9*	25Cr2MoVA	>-20~550
35CrMoA	40Mn、45	>-20~400		0Cr19Ni9	-196~700
	30CrMoA 35CrMoA	-100~500	0Cr17Ni12Mo2	0Cr17Ni12Mo2	-196~700
25Cr2MoVA	30CrMoA	>-20~500			

\* GB/T 1220-92 为 0Cr18Ni9

表 6-3

国标法兰用螺栓螺母材料

材料牌号	公称压力 MPa	温度 max °C	材料牌号	公称压力 MPa	温度 max °C
Q235A	≤2.5	300	25Cr2Mo1VA	≤42.0	550
35	≤5.0		20Cr1Mo1VNbB		570
35CrMo	≤42.0	500	20Cr1Mo1VTiB		600
25Cr2MoVA		550	2Cr12WMoVNbB		

表 6-4

低温管道法兰用螺栓、螺母

螺栓材料	使用状态	螺栓规格	螺栓试验温度 °C	使用温度 °C	螺母材料	使用状态	螺母试验温度 °C
35	正火	≤M22	-29	-29	15	正火	免作
		M24~M48	-20				
40Cr	调质	≤M56	-29	-40	35	正火 或 调质	
40MnB			-40		40		
40MnVB			-100		40Mn		
35CrMoA			-100		30Mn2		
30CrMoA					30CrMo	调质	-70
0Cr18Ni9	固溶	≤M48	免作	-196	0Cr18Ni9	固溶	免作
0Cr17Ni12Mo2		≤M32			0Cr17Ni12Mo2		

表 6-5

专用级紧固件材料要求

牌 号	标 准	热处理制度	规 格	机械性能 $\geq$			HB
				$\sigma_b$	$\sigma_s$	$\delta_5$	
				MPa		%	
30CrMo	GB/T 3077	调 质 (回火 $\geq 550^\circ\text{C}$ )	—	—	—	234~285	
35CrMo			<M24	835	735	13	269~321
			>M24~M80	805	685	13	234~285
			>M80	735	590	13	234~285
25Cr2MoVA	GB/T 3077	调 质 (回火 $\geq 600^\circ\text{C}$ )	$\leq M48$	835	735	15	269~321
>M48			805	685	15	245~277	
0Cr18Ni9	GB/T 1220	固 溶	—	520	206	40	$\leq 187$
0Cr17Ni12Mo2			—				

表 6-6

PN 16.0~32.0MPa 双头螺柱

钢 号	$\sigma_b$	$\sigma_s$	$\delta$	$\psi$	$\alpha_k$	HB	备 注
	MPa		%		$\text{N} \cdot \text{m}/\text{cm}^2$		
	$\geq$						
40	580	340	19	45	60	207~240	JB/T 2773
40MnB	900	750	15		80	250~302	
35CrMoA	800	600		50	214~286		
40	568	333	19	45	49	187~229	中石化 管道器材
35CrMo	784	588	15	50	78.4	241~285	

表 6-7

PN 16.0~32.0MPa 螺母

钢 号	$\sigma_b$	$\sigma_s$	$\delta$	$\psi$	$\alpha_k$	HB	备 注
	MPa		%		$\text{N} \cdot \text{m}/\text{cm}^2$		
	$\geq$						
35	540	320	20	45	70	179~217	JB/T 2775
40Mn	600	360	17		60	187~229	
40Cr	800	600	15		80	235~277	
25	451	274	23	50	49	149~170	中石化 管道器材
20CrMo	686	490	16	45	78.4	197~241	

表 6-8

PN 16.0~32.0MPa 螺栓、螺母配对

螺栓材料	40	40MnB	35CrMoA	40	35CrMo
螺母材料	35	40Mn	40Cr	25	20CrMo
备 注	JB/T 2773 JB/T 2775			中石化管道器材	



### 3、关于阀门中法兰紧固件选材中的说明

(1) 表 6-1 至表 6-8 是根据有关管道法兰标准中规定的紧固件选配情况列出的。阀门中法兰用紧固件如何选材，没有标准规定。有的产品只规定中法兰螺栓根部总面积上的拉应力不超过多少，及材料的类型，如中法兰螺栓应使用合金钢，螺母采用优质碳素钢，并无具体的规定。在具体应用中，阀门中法兰螺栓、螺母的选材可参考管道法兰标准中的规定。

(2) 阀门中法兰紧固件一般均需热处理后使用。经过热处理达到一定的力学性能才能充分发挥材料的作用。

根据产品的需要有的高压阀门其紧固件要作力学性能检验。但对于一般产品而言，紧固件所用的材料达到一定硬度要求即可满足使用要求，而硬度要求是通过产品设计来确定，由热处理来实现的。由于材料的硬度和其  $\sigma_b$ 、 $\sigma_s$  之间有一定关系，知道了硬度也即大约知道  $\sigma_b$ 、 $\sigma_s$  的范围。

对于按国外标准制作的阀门，如果紧固件采用国外牌号则要注意这个牌号不只是化学成分符合此牌号要求，其力学性能也要达到要求。

(3) API 6D《管线阀门》规定用于低于  $-29^\circ\text{C}$  的紧固件应按 ASTM A 320《低温用合金钢螺栓材料规格》作低温冲击试验，其夏比 V 型切口冲击功三个试样平均值要达到 27J。

### 4、美标阀门用紧固件

#### 4.1 美标阀门用紧固件采用的标准

ASTM A 193《高温设备用合金钢和不锈钢螺栓材料》

ASTM A 194《高温和高压设备用碳素钢与合金钢螺栓和螺母材料规格》

ASTM A 320《低温用合金钢螺栓材料规格》

#### 4.2 常用的美标阀门用螺栓、螺母材料配对

常用的美标阀门用螺栓、螺母材料配对见表 6-9。

表 6-9 美标阀门用螺栓、螺母材料配对

螺栓		螺母		适用范围
标准	牌号	标准	牌号	
ASTM A 193	B7	ASTM A 194	2H	$-29\sim 425^\circ\text{C}$
	B7M		2HM	$-29\sim 425^\circ\text{C}$ 执行 NACE 标准的抗硫阀
	B16		7	$-29\sim 593^\circ\text{C}$
	B8		8	$-196\sim 700^\circ\text{C}$
	B8M		8M	
ASTM A 320	L7		4	$-46\sim -101^\circ\text{C}$ 低温阀

## 第二章 铸铁阀门和铜合金阀门

铸铁阀门是国民经济发展建设中不可缺少的管路附件，广泛用于水道、建筑、煤气、船舶、消防、石油化工等领域。铸铁的优点在于溶解温度低、耗能少、金属流动性好，适于铸造形状复杂的零件。此外，工艺成品率高、切削性能好，并且由于铸铁组织中含有石墨，它可夹杂在腐蚀生成物中间防止腐蚀继续进行。因此，铸铁有一定的耐腐蚀性，其耐水性比碳钢强，在一定条件下，也可耐碱腐蚀，缺点是耐酸性弱、韧性低，属脆性材料，使用中要尤其注意它的脆性。

铸铁是铁（Fe）、碳（C）、硅（Si）三种元素组成的合金。通过在该合金中添加其它元素或改变熔解方法、冷却条件、进行热处理等，可得到组织、机械强度不同的各种铸铁。

制作阀门承压件的铸铁主要有灰铸铁、可锻铸铁和球墨铸铁，分别在不同工况条件下使用。

### 第一节 铸铁阀门的主体材料

#### 1、灰铸铁

##### 1.1 适用范围

灰铸铁阀门用于公称压力  $PN \leq 1.0\text{MPa}$ ，温度  $-10 \sim 200^\circ\text{C}$  的水、蒸气、油品等介质。

##### 1.2 常用的灰铸铁牌号

制作阀门承压件的灰铸铁材料牌号见表 2-1-1。

表 2-1-1 灰铸铁承压件材料牌号

材料状态	国别	标准	材料牌号	备注
灰铸铁铸件	中国	GB/T 12226 GB/T 9439	HT200	GB/T 12226 是用于阀门、法兰、管件等承压的石墨为片状的灰铸铁件，是阀门的专业标准。
			HT250	
			HT300	GB/T 9439 不是范指阀门的灰铸铁件标准。
			HT350	
灰铸铁铸件	美国	ASTM A126	A 级	最小抗拉强度 145MPa
			B 级	最小抗拉强度 214MPa
			C 级	最小抗拉强度 283MPa

#### 2、可锻铸铁

##### 2.1 适用范围

可锻铸铁阀门用于公称压力  $PN \leq 2.5\text{MPa}$  温度  $-29 \sim 300^\circ\text{C}$  的水、蒸气、空气、油品等介质，一般制作  $DN \leq 65$  的截止阀、升降式止回阀。

##### 2.2 常用的可锻铸铁牌号

制作阀门承压件的可锻铸铁牌号见表 2-1-2。

表 2-1-2

可锻铸铁承压件材料牌号

材料状态	国别	标准	材料牌号		备注
可锻铸铁铸件	中国	GB/T 5679	KTH300-06		ASTM A 47 32510 近似对应 GB/T 5679 的 KTH350-10 ASTM A 47 35018 近似对应 GB/T 5679 的 KTH370-12
			KTH300-8		
			KTH350-10		
			KTH370-12		
	美国	ASTM A 47	ASTM 牌号	UNS 编号	
			32510	F22200	
35018			F22400		

### 3、球墨铸铁

#### 3.1 适用范围

球墨铸铁阀门用于公称压力  $PN \leq 4.0\text{MPa}$ 、温度  $-29 \sim 350^\circ\text{C}$  的水、蒸气、油品等介质。

#### 3.2 常用的球墨铸铁牌号

制作阀门承压件的球墨铸铁牌号见表 2-1-3。

表 2-1-3

球墨铸铁承压件材料牌号

材料状态	国别	标准	材料牌号		备注
球墨铸铁铸件	中国	GB/T 12227	QT400—15		GB/T 12227 是用于阀门、管件、法兰承压件的阀门专业标准。 GB/T 1348 不是泛指阀门的球墨铸铁铸件标准
			QT400—18		
		GB/T 1348	QT450—10		
			QT500—7		
	美国	ASTM A 395	ASTM 牌号	UNS 编号	表中 UNS 编号仅对应 ASTM A 536 ASTM A 395 中无对应的 UNS 编号
			60—40—18	F32800	
			65—45—12	F33100	
		80—55—06	F33800		
ASTM A 439	D—2	F43000	主要作阀杆螺母用		

## 第二节 铸铁阀门的其它零件材料

其它零件指除主体（承压件）外的内件材料（阀杆、密封面）、垫片、填料和紧固件，其材料牌号见表 2-2-1。

表 2-2-1 铸铁阀门阀杆、密封面、垫片、填料、紧固件材料

名称	标准	材料牌号	备注
阀杆	ASTMA 182	F6a	
	ASTMA 276	410、420	
	GB/T 1220	1Cr13、2Cr13	
密封面	GB/T 1175	ZCuZn25Al6Fe3Mn3	铸铝黄铜
		ZCuZn38Mn2Pb2	铸锰黄铜
		ZCuAl9Mn2、ZCuAl10Fe3	铸铝青铜
	GB/T 1220	1Cr13、2Cr13、1Cr18Ni9、1Cr18Ni9Ti	
	HG 2—538	聚四氟乙烯（PTFE）	适用范围参照表 2-1
		橡胶	
垫片	GB/T 3985	XB350、XB450	橡胶石棉板
	GB/T 2598	1Cr13 / XB450	缠绕式垫片
	GB/T 3985	1Cr18Ni9 / XB450	
填料	HG 2—538	聚四氟乙烯（PTFE）	
	JB/T 6617	柔性石墨环	
紧固件	GB/T 699	螺栓 35 / 螺母 25	
	GB/T 3077/GB/T 699	螺栓 30CrMo、35CrMo / 螺母 35、45	

### 第三节 铜合金阀门主要零件材料

铜合金阀门用于公称压力  $PN \leq 2.5\text{MPa}$  的水、海水、氧气、空气、油品等介质，一般情况下用于中低压阀门，也可用于常温高压的小口径气瓶阀。铜具有良好的塑性和耐低温性能，但强度较低，可用于温度  $\leq -196^\circ\text{C}$  的低压阀门。选择合适的铜合金牌号也可用于工作压力  $\leq 3.0\text{MPa}$  的氧气管路阀门，但铜不耐氨的腐蚀，对某些化工产品会产生腐蚀或污染介质，因而某些化工产品用的阀门禁止用铜内件，甚至外部零件也不准用铜制作。

铜合金阀门的主要零件材料见表 2-3-1。

表 2-3-1 铜合金阀门主要零件材料

名称	标准	材料牌号	备注
主体 (承压件) 及 密封面	GB/T 1176	ZCuSn3Zn11Pb4	铸锡青铜
		ZCuSn5Pb5Zn5	
		ZCuSn10Zn2	
		ZCuZn16Si4	铸硅黄铜用于氧气阀
		ZCuAl9Mn2、ZCuAl9Fe4Ni4Mn2	铸铝青铜
	ZCuAl10Fe3		
	GB/T 4424	H62	黄铜
HPb59—1			
GB/T 4429	QA19—2、QA19—4	铝青铜	
阀杆	GB/T 1220	1Cr13、2Cr13	不锈钢
		1Cr18Ni9、1Cr18Ni9Ti	
	GB/T 4429	QA19-2、QA19-4	铝青铜
填料	HG 2—538	聚四氟乙烯 (PTFE)	
	JC 68	YS250F、YS350F、YS450F	油浸石棉盘根
		油浸石墨石棉盘根	
		浸聚四氟乙烯石棉盘根	
垫片	HG 2—538	聚四氟乙烯 (PTFE)	
	GB/T 4622.3	0Cr18Ni9 / PTFE、0Cr18Ni9 / 柔性石墨	缠绕式垫片
	HG 20608	不锈钢柔性石墨复合垫	
紧固件	GB/T 699	螺栓 35 / 螺母 25	
	GB/T 3077 / GB/T 699	螺栓 30 CrMo、35CrMo / 螺母 35、45	
	GB/T 1220 / GB/T 1220	螺栓 1Cr18Ni9 / 螺母 1Cr18Ni9	