

泵阀技术培训教材

随着人类社会的发展，泵阀设备应用越来越广泛了，泵阀设备可以应用到很多领域，大到化工厂、油田、药厂、水处理厂、小到各小咱小机械设备中和各种服务行业中。

第一章 泵阀材料

阀门是接通流体通路或改变流向、流量及压力的装置。其功能是接通或截断流体通路、调节流体流量、压力；防止流体倒流和释放过剩压力。为了保证阀门有效地实施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、材质等等。其中，材质的选择是十分重要的一个环节。

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，使材料的选择十分困难。但是，总的材料选择原则有以下三个方面

一、满足使用性能的要求

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。

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

从上式可看出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；提高一定成本带来性能更大的提高。

需要说明的是工艺性和经济性要服从使用性能的要求，也就是说要在保证使用性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，选材要综合考虑，解决主要矛盾。例如：在有些强腐蚀工况下使用的阀门，由于没有耐这种介质腐蚀的密封面材料，只能用本体材料作密封面，但是容易造成密封擦伤。密封面擦伤总比堆焊了其他密封面材料而造成严重腐蚀破坏要强。这种选材的处理方法就是解决腐蚀这个主要矛盾来保证阀门一定的使用周期。

可供制造阀门零件的材料牌号很多，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主要零件材料已经标准化了。例

如 JB/T 5300-1991《通用阀门材料》，SH 3064-94《石油化工钢制通用阀门选用、检验及验收》中对某些阀门的零件应选什么材质作了规定。某些产品标准中根据该产品的适用条件也对某些零件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，所以我们必须了解材料的特性、应用场合以便为了适应某一工况条件尽量正确、合理的选择材料和代用材料。

第一节 阀体、阀盖和闸板（阀瓣）的材料

阀体、阀盖和闸板（阀瓣）是阀门的主要零件之一，直接承受介质压力。其中阀体、阀盖是承压件，闸板（阀瓣）是控压件。承压件的定义是：一旦它们破坏，其所包容的流体会释放到大气中的零件。因此，所用的材料必须具有能在规定介质温度和压力作用下达到的机械性能和良好的冷、热加工工艺性。

大多数阀门的阀体、阀盖和闸板（阀瓣）形状都比较复杂，因此一般采用铸件较多。只有某些小口径阀或特殊工况要求的阀门采用锻件。

一、碳素钢

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-29~425℃。

1. 碳素铸钢

目前国内采用的现行标准是 GB 12229-89《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试验协会标准 ASTM A216-77《高温用可熔焊碳钢铸件标准规范》制定的。美国的这个标准至少已修改过两次而我们的 GB 12229-89 仍在使用的。目前见到的较新的版本是 ASTM A216-89。它与 ASTM A216-77 的区别（也即与 GB 12229-89 的区别）在于以下三个方面

A: 89 年的标准对 WCB 钢增加了一条规定，即含碳量最大限值每降低 0.01% 含锰量最大限值可增加 0.04% 直到最大值为 1.28%

B: WCA、WCB、WCC 三个牌号的杂质元素 Cu: 77 年为 0.50%，89 年修改为 0.30%；Cr: 77 年为 0.40%，89 年修改为 0.50%；Mo: 77 年为 0.25%，89 年修改为 0.20%。

C: 杂质元素的总合应 $\leq 1.0\%$ ，89 年加上了当有碳当量要求时此条不适用，并规定三个牌号的碳当量最大值为 0.5 以及碳当量的计算式。

注意事项:

A: 合格的铸件必须是化学成份合格，力学性能也合格，并且全面达到标准要求，特别是杂质元素的控制，否则影响焊接性能。

B: 标准中规定的化学成份是最大值。在制造过程中为了获得良好的焊接性能又能达到标准中规定的力学性能必须制订化学成分的内控标准和对铸件，试棒进行正确的热处理。否则制造不出合格的铸件。例如 WCB 钢的含碳量标准规定 $\leq 0.3\%$ 如果冶炼出来的 WCB 钢含碳量为 0.1% 或更低从成分上看是合

格的，但力学性能达不到要求。含碳量如果等于 0.3%也合格但焊接性能差，含碳量的控制以 0.25%左右为最佳。如果做“出口”有的外商会提出含碳量的控制要求。

C: 关于碳素钢阀门的温度范围

(a) JB/T 5300-91《通用阀门材料》规定碳素钢制阀门的适用温度为-30℃至 450℃。

(b) SH 3064-94《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为-20℃至 425℃（使用下限规定为-20℃是为了与 GB 150 钢制压力容器统一）。

(c) ANSI B16.34《法兰和对焊端阀门》压力——温度额定值基准中规定 WCB A105（碳素钢）适用温度范围为-29℃至 425℃不允许在 425℃以上长期使用。因碳素钢在 425℃以上有石墨化倾向。

2. 碳素钢锻材

JB/T 7746-95《缩径锻钢阀门》执行 GB 12228-89《通用阀门 碳素钢锻件技术条件》JB/T 450-92《PN16.0~32.0MPa 锻造角式高压阀门、管件、紧固件技术条件》中执行的 JB 755-85《压力容器技术条件》已废止，由 JB 4726-94《压力容器用碳素钢和低合金钢锻件》代替。

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 GB 699《优质碳素结构钢技术条件》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 号钢以下包括 25 号采用正火处理，30、35、40 根据产品设计需要的力学性能采用正火或调质处理。

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《管道部件用碳钢锻件》其主要化学成分（%）：

	C	Mn	Si	P	S
	≤0.35	0.60~1.05	≤0.35	≤0.04	≤0.05
力学性能：σ _b (MPa)	σ _s (MPa)	δ%	ψ%	HB	
	≥485	≥250	≥22	≥30	≤187

注意事项：

A: 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 含量的关系都有控制要求。

B 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份合格，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不到材料的性能符合设计要求。

二、不锈钢

阀门中常用的不锈钢是奥氏体不锈钢，用于腐蚀性介质适用温度范围很广，低温可用于-269℃（液氮）高温可达 816℃常用的温度范围为-196℃（液氮）至 650℃。

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，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。

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。

全面成膜腐蚀：腐蚀在金属的全部或大部面积上进行，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。

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。

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：

年腐蚀速率不超过 0.05mm 的材料为充分耐腐蚀材料；

年腐蚀速率在 0.05~0.1mm 的材料为耐腐蚀性材料；

年腐蚀速率 0.1~0.5mm 的材料为尚耐腐蚀性材料；

年腐蚀速率超过 0.5mm 的材料为不耐腐蚀材料。

《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，如表 1 所示。

表 1 耐蚀性能的评价

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）规定如表 2 所示。

表 2 金属材料耐腐蚀性的 10 级标准

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

按日本《配管》《装置用配管材料及其选定法》规定如表 3 所示。

表 3 耐蚀性能的评价

腐蚀率, mm/a	评 价
0.005	可充分使用
0.05~0.005	可使用
0.5~0.05	尽量不要使用
0.5 以上	不使用

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，外表看不出腐蚀迹象。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_{23}C_6 或 FeCr 化合物——称 σ 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 σ 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：一是钢的化学成分不合格，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°C 至 400°C 冷却速度不够快而析出碳化物造成贫铬。

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°C 水淬（急冷）使碳化物向固溶体中溶解；
- (2) 加入固定碳的元素钛或铌；
- (3) 采用含碳量 ≤ 0.03 的超低碳不锈钢。

奥氏体不锈钢作高温钢用。

高温是指温度超过 350°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 $18\text{Cr}-8\text{Ni} \sim 25\text{Cr}-20\text{Ni}$ 的高温强度高，特别是 $18-8\text{Ti} \sim 18-8\text{Nb}$ 等合金元素影响更为优越。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 、 Mo 可强化基体 Nb 、 Ti

则形成碳化物，从而可改善高温强度。具体什么牌号的不锈钢最高使用温度多少要查材料的温压表。

1. 不锈钢

制造阀体、阀盖、闸板（阀瓣）当采用铸件时常用的铸钢牌号为 GB 12230《通用阀门奥氏体铸钢件技术条件》和 GB 2100《不锈钢酸铸件技术条件》中的 ZG00Cr18Ni10、ZG0Cr18Ni9、ZG1Cr18Ni9、ZG0Cr18Ni9Ti、ZG1Cr18Ni9Ti、ZG0Cr18Ni12Mo2Ti、ZG1Cr18Ni12Mo2Ti；GB 2100 中的 ZG1Cr13、ZG2Cr13、ASTM A217《高温承压件用马氏体不锈钢和合金钢铸件标准规范》中的 CA15（相当我国 ZG1Cr13）以及 GB 12230 中的 CF3、CF8、CF3M、CF8M、CF8C（这五个牌号选自 ASTM A351《承压件用奥氏体、奥氏体—铁素体（双相）钢铸件标准规范》）。

60 年代初至 70 年代末我国的不锈钢阀的牌号只有两个，而且这两个牌号一直延用至今即 ZG1Cr18Ni9Ti（材料代号 P）和 ZG1Cr18Ni12Mo2Ti（材料代号 R），引进装置出现后，CF3、CF8、CF3M、CF8M 才在阀门制造中使用。

目前不锈钢阀最常用的不锈钢牌号为 ZG1Cr18Ni9Ti、ZG1Cr18Ni12Mo2Ti、CF3、CF8、CF3M、CF8M。此外 ZG1Cr13、ZG2Cr13 和 CA15 一般只作关闭件（闸板或阀瓣）用。

关于不锈钢使用中的注意事项：

（1）GB 12230 不适用于带焊接法兰的铸件，该标准中并没有说明为什么不适用，笔者认为主要是该标准中没有涉及有关焊接法兰铸件应有的有关焊接件的技术要求，焊接热处理等条款。

（2）GB 12230 中没有提到晶间腐蚀检验问题，该标准中的 CF3、CF8、CF3M、CF8M、CF8C 来自 ASTM A351，而 ASTM A351 中也没提到晶间腐蚀检验问题，这是因为 ASTM A351 中的钢号没有或不适于恶劣的腐蚀环境。美国标准分的很细，在恶劣条件下使用的不锈钢另有标准，即 ASTM A744《恶劣条件下用耐蚀铁、铬、镍铸件标准规范》在这个标准中就规定了 CF3、CF3M、CF8C 要在敏化试片上作晶间腐蚀检验，其余牌号的铬—镍不锈钢在交货产品的试样上作晶间腐蚀检验。GB 2100 中关于晶间腐蚀检验是按合同规定。

（3）晶间腐蚀检验：

晶间腐蚀检验用的试片是个 $80 \times 18 \times 3$ （长 \times 宽 \times 厚）上下两平面磨至 $\sqrt{0.8}$ 的薄片。

敏化：将试片在 650°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°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产生晶间腐蚀。

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° （铸件）或 180° （锻件）若有裂纹则不合格，不合格时铸件要重新热处理，但重复处理的次数不超过两次。

什么情况下要在敏化试片上作晶间腐蚀检验？

含碳量 ≤ 0.03 或添加了稳定化元素 Ti、Nb 以及 $0.03 \leq C \leq 0.08$ 不含稳定化元素用于焊接的奥氏

体铬—镍不锈钢要在敏化试片上进行晶间腐蚀检验，因为不敏化不易发现晶间腐蚀倾向。

什么情况下可不敏化？

含碳量大于 0.03 不含稳定化元素的奥氏体铬—镍不锈钢若不作焊接件可不敏化。

奥氏体不锈钢的晶间腐蚀问题是很严重的问题，因此，一定要根据客户要求，执行标准来生产。

(4) 使用马氏体不锈钢铸件时一定要进行正确的热处理，马氏体不锈钢 ZG1Cr13、ZG2Cr13、CA15 如果不作热处理一摔就碎，很脆，特别作止回阀阀瓣不处理很容易破坏，处理的方法可以退火，然后密封面高频淬火；也可以调质。调质即淬火后高温回火，ASTM A217 规定 CA15 的最低回火温度为 595℃。

(5) 奥氏体铬—镍不锈钢采用固溶处理即 1100℃加热保后水淬，其作用是消除焊接应力、恢复冲击值（韧性）、改善耐蚀性。

$$1^{\circ}\text{C} = (^{\circ}\text{F} - 32) \times 5/9$$

(6) 含碳量 ≤ 0.03 的超低碳不锈钢的温度限制

$$\text{CF3} \leq 800^{\circ}\text{F} (426.6^{\circ}\text{C}) \quad \text{CF3M} \leq 850^{\circ}\text{F} (454.4^{\circ}\text{C})$$

(7) 含碳量 ≥ 0.03 的不锈钢的最高使用温度按温压表确定。

2. 不锈钢棒材和锻件

国内牌号的不锈钢棒执行标准是 GB 1220 《不锈钢棒》常用牌号为：1Cr18Ni9Ti、1Cr18Ni12Mo2Ti、0Cr18Ni9、00Cr19Ni10、0Cr17Ni12Mo2、00Cr17Ni14Mo2 锻件的牌号与棒材相同，执行标准为 JB 4728 《压力容器用不锈钢锻件》。

美国牌号的不锈钢棒材和锻材分别执行 ASTM A276 《不锈钢与耐热钢棒材和型材》和 ASTM A182 《高温用锻制或轧制合金钢法兰、锻制管件、阀门和部件》。

常用棒材牌号为 ASTM A276 304、304L、316、316L

常用锻材牌号为 ASTM A182 F304、F304L、F316、F316L

关于不锈钢棒材和锻材使用中的注意事项

(1) ASTM A276 304 不等于 ASTM A182 F304。304 含 Ni 8.0~10.5%，F304 含 Ni 8~11%。

304L 不等于 F304L 304L 含碳 ≤ 0.03 含 Ni 8~12%，F304L 含碳 ≤ 0.035 含 Ni 8~13%。

316L 不等于 F316L 316L 含碳 ≤ 0.03 含 Ni 10~14%，F316L 含碳 ≤ 0.035 含 Ni 10~15%。

(2) 不要认为铸材与相应牌号的棒材化学成份是相同的。

例如 316L 含 Cr 量 16~18% 含 Ni 量 10~14%

CF3M 含 Cr 量 17~21% 含 Ni 量 9~13%

316 含 Cr 量 16~18% 含 Ni 量 10~14%

CF8M 含 Cr 量 18~21% 含 Ni 量 9~12%

304 含 Cr 量 18~20% 含 Ni 量 8~10.5%

CF8 含 Cr 量 18~21% 含 Ni 量 8~11%

304L 含 Cr 量 18~20% 含 Ni 量 8~12%

CF3 含 Cr 量 17~21% 含 Ni 量 8~12%

由以上看出如果用 316 或 316L 重熔变成 CF8 或 CF8M 往往 Cr 含量不够。

(3) GB 1220《不锈钢棒》中有一种牌号 Y1Cr18Ni9 含 C \leq 0.15 含 S \leq 0.15 这是一种易切削钢和 1Cr18Ni9 是不一样的前者不能用于耐酸的场合。

(4) 其余注意事项同不锈钢

三、高温阀用钢

这里说的高温阀是指用于火力发电，介质为高温、高压蒸汽的阀门和用于炼油厂催化系统，介质为有硫化物氢腐蚀的石油介质的阀门。

1. 用于高温、高压蒸汽的阀门主体的铸钢材料采用以下两个标准：

(1) ZB J 98015-89《锅炉管道附件承压件技术条件》，材料牌号如下：

材料牌号	适用温度范围
ZG20CrMo	$\leq 510^{\circ}\text{C}$
ZG20CrMoV	$\leq 540^{\circ}\text{C}$
ZG15Cr1Mo1V	$\leq 570^{\circ}\text{C}$

(2) JB/T 5263-91《电站阀门铸钢件技术条件》材料牌号为 WC1 (0.5Mo)、WC6 (1Cr-0.5Mo)、WC9 (2.5Cr-1Mo) 这三个牌号来自 ASTM A217《高温承压件用马氏体不锈钢和合金钢铸件标准规范》。这三种钢的适用温度范围，从 ASTM B16.34 温压表中查得的结果以及各阀门制造厂根据自己产品的特点和使用场合推荐的使用温度限制列于下表：

牌 号	推 荐 适 用 温 度 范 围 $^{\circ}\text{C}$			
	ANSI B16.34	美国费希尔	日本岗野	国内某厂
WC6	593	537.7	450~540 以下	552
WC9	593	565.5	540~580 以下	593
WC1	455	454.4	425~450 以下	454

注：WC1 在 468 $^{\circ}\text{C}$ 以上温度区域使用时要考虑高温下石墨化的可能性

WC6、WC9 在 565.5 $^{\circ}\text{C}$ 以上区域使用时要考虑生成氧化皮的可能性。

2. 用于炼油厂催化系统工作温度 $\leq 550^{\circ}\text{C}$ 的铸钢材料

这种阀门过去习惯上都叫铬 5 钼阀。可是铸钢铬 5 钼这个牌号的铸钢既无国家标准也无专业标准。长期以来各阀门制造厂均参照原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，阀门设计手册给出的牌号就是 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 G5151 中的 SCPH61、BS3100 中的 B5、ASTM A217 中的 C5 以及我国 GB 1221 中 1Cr5Mo 的化学成份将这种材料订为 ZG1Cr5Mo，但同

样只有个牌号并无标准规定它的化学成份、力学性能、热处理规范等等。70 年代末引进装置中这类阀门的材料为 ASTM A217 C5 从成份上看相当铸钢 1 铬 5 钼。笔者建议采用 ASTM A217 C5 来制造这类阀门。上述的钢号也叫 5 铬 0.5 钼钢。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，有抗氢腐蚀的能力。并有良好的热强性。

该钢种工艺性能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，所以该钢种焊前需予热，焊后要热处理，一般予热温度 300~400℃焊后处理温度 740~760℃。

ASTM A217 C5 适用温度≤593℃

3. 高温阀主体材料的棒材或锻材

对应 ASTM A217 C5 的锻材是 ASTM A182 F5 GB 1221 1Cr5Mo

对应 ASTM A217 WC6 的锻材是 ASTM A182 F11 GB 3077 15CrMo

对应 ASTM A217 WC9 的锻材是 ASTM A182 F22 GB 3077 12Cr1MoV

对应 ZG20CrMo 的棒材或锻材是 GB 3077 20CrMo

注意：对应的 GB 牌号只是相当但不等于。

主体材料的代用要经用户同意。

四、低温阀门用钢

一般低温系指小于-29 至-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，这种现象叫材料的冷脆现象。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至使某些密封部位发生泄漏的原因。因此，要研究各部位的材料、结构、防止低温时产生间隙。

几种常用气体的液化温度（一个大气压下的沸点）

液化气体	沸点℃	液化气体	沸点℃
氨	-33.4	液化天然气	-160
丙 烷	-45	甲 烷	-163
丙 烯	-47.7	氧	-183
硫化碳酰	-50	氩	-186
硫化氢	-59.5	氟	-187
二氧化碳	-78.5	氮	-195.8
乙 炔	-84	氖	-246
乙 烷	-83.3	氙	-249.6
乙 烯	-104	氢	-252.8

氮	-151	氮	-269
---	------	---	------

在引进装置进入我国以前的六十至七十年代间制作低温阀门的材料也就是铜合金，不锈钢，也没有低温阀门用钢标准。1976 年行业上第一次召开了低温阀门的交流会，了解了 30 万吨/年、11.5 万吨/年乙烯工程低温阀门要求、材料等情况。国家“七五”重大装备攻关项目中就列有低温阀门。直到 1994 年才制订了机械工业行业标准 JB/T 7248-94《阀门用低温铸钢件技术条件》1995 年制订了 JB/T 7749-1995《低温阀门技术条件》。到目前为止真正能按要求作出低温阀门的厂家也不多。

1. 低温阀门主体材料用钢（铸钢和锻材）

a. 首先介绍国外标准：

低温铸钢的材料标准是 ASTM A352/A352M《低温承压件用铁素体和马氏体铸钢件标准规范》。其类型、钢号、性能如下：

ASTM A352

类型	C 钢 WCA	C 钢 WCB	C-Mn 钢 WCC	C-Mo 钢 WC1	2 ¹ /2Ni 钢 LC2	Ni-Cr Mo 钢 LC2-1	3 ¹ /2Ni 钢 LC3	4 ¹ /2Ni 钢 LC4
钢号	LCA	LCB	LCC	LC1	LC2	LC2-1	LC3	LC4
C	0.25 ^A	0.30	0.25 ^A	0.25	0.25	0.22	0.15	0.15
Si	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.50	0.60	0.60
Mn	0.70 ^A	1.00	1.20 ^A	0.50-0.80	0.50-0.80	0.55-0.75	0.50-0.8	0.50-0.80
P	0.04	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40
S	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045
Ni	...	...	...	...	2.00-3.00	2.50-3.50	3.00-4.00	400-5.00
Cr	...	...	...	...	...	1.35-1.85	...	...
Mo	...	...	...	0.45-0.65	...	0.30-0.60	...	...
A、在规定的最大含碳量以下，碳每降低 0.01%，允许锰含量比规定的上限增加 0.04%，但 LCA 最大锰含量为 1.10%，LCC 最大锰含量为 1.40%。								
A352								
合 金			抗拉强度 ^B δ b ksi (MPa)		屈服强度 δ 0.2 ksi, (MPa)		延伸率 δ 2in (50 断面 收缩 mm) 时% 率ψ%	
类 型	钢号	热处理 ^A	(最小值)		(最小值)		(最小值) (最小值)	
C	LCA	NT/QT	60-85	(415-585)	30 (205)		24	35
C	LCB	NT/QT	65-90	(450-620)	35 (240)		24	35
C-Mn	LCC	NT/QT	70-95	(485-655)	40 (275)		22	35
C-Mo	LC1	NT/QT	65-90	(450-620)	35 (240)		24	35
2.5Ni	LC2	NT/QT	70-95	(485-655)	40 (275)		24	35
NiCrMo	LC2-1	NT/QT	105-130	(725-895)	30 (550)		18	30

3. 5Ni	LC3	NT/QT	70-95	(485-655) 40 (275)	24	35
4. 5Ni	LC4	NT/QT	70-95	(485-655) 40 (275)	24	35

A、QT = 淬火 + 回火

B、强度要求除给出范围者外均为最小值

NT = 正火 + 回火

NT/QT 表示 NT 和 QT 均可

A352

合金类型	钢号	热处理 ^B	最大有效 截面尺寸 in (mm)	试验温度 °F °C	冲击能量 (两试样为最 小值三试样 为最小平均值)	单试样 的最小 冲击 能量
C	LCA	NT/QT	— —	-25 (-32)	13 (18)	10 (14)
C	LCB	NT/QT	— —	-50 (-46)	13 (18)	10 (14)
C-Mn	LCC	NT/QT	— —	-50 (-46)	15 (20)	12 (16)
C-Mo	LC1	NT/QT	— —	-75 (-59)	13 (18)	10 (14)
2. 5Ni	LC2	NT/QT	— —	-100 (-73)	15 (20)	12 (16)
NiCrMo	LC2-1	NT/QT	— —	-100 (-73)	30 (41)	25 (34)
3. 5Ni	LC3	NT/QT	— —	-150 (-101)	15 (20)	12 (16)
4. 5Ni	LC4	NT/QT	— —	-175 (-115)	15 (20)	12 (16)

A、在一些钢中，淬透性和残余元素（主要是磷和硫）可能限制了能达到表中冲击能的最大截面尺寸。

B、QT = 淬火 + 回火 NT = 正火 + 回火 NT/QT 表示 QT 和 NT 均可

C、要求将由供需双方协议确定

各种材料的最低使用温度就是表中的试验温度。

低于-101~-196℃常用奥氏体钢，如 CF8、CF8M，目前笔者没有找到 CF8、CF8M 在-196℃下的冲击试验的指标，但我国 JB/T 7749-94《低温阀门技术条件》中作出了规定。内容为：奥氏体不锈钢铸件的化学成分和力学性能应按 GB 12230 规定，且冲击试验结果为：

试验温度	三个试样中一个试样最小值	三个试样最小平均值
-196℃	10~20 N·m (J)	20~27 N·m (J)

低温锻钢的材料标准是 ASTM A350/A350M《要求冲击韧性试验的管件用碳钢及低合金钢锻件标准规范》，其中最常见的三个钢种是 LF1、LF2、LF3 其低温冲击韧性试验要求如下：

钢 种	试验温度° F (°C)	三个试样所需 最小平均冲击能量 ft-lbf (J)	每组一个试样允许 最小冲击能量值
LF1	-20 (-28.9)	13 (18)	10 (14)
LF2	-50 (-45.6)	15 (20)	12 (15)

LF3	-150 (-101)	15 (20)	12 (15)
-----	-------------	---------	---------

低于-101℃~196℃所使用的棒材或锻材一般采用 ASTM A276 304、316 (棒材) 或 ASTM A182 F304、F316。

b. 国内标准的阀用低温钢

国内低温阀门铸钢件标准为 JB/T 7248 《阀门用低温铸钢件技术条件》该标准中只列了四种钢号：LCB、LC1、LC2 和 LC3，其要求完全和 ASTM A352 相同。

棒材和锻材我国还没有低温阀门用的碳钢及低合金钢锻件和棒材标准规范。

2. 对于低温阀门用钢需要说明或注意的问题

a. LCA、LCB、LCC 和 WCA、WCB、WCC 的化学成分相同，但使用的温度范围不同

WCB: -29~425℃ WCC: -29~425℃

LCB: -46~345℃ LCC: -46~370℃

要注意的是化学成分相同并不是一种钢，LCB 是要求低温冲击的钢种和 WCB 的标准化学成分相同但要达到规定的低温性能必须在化学成分上控制和通过热处理来达到，如果用 WCB 钢当 LCB 钢用则会造成事故。如果在-46℃作低温冲击试验 WCB 钢只能达到 4 焦耳，而 LCB 能达到 14 焦耳（单个试样最小）。

b. 3.5Ni 钢 (LC3、LF3) 的焊接：

3.5Ni 钢在最初研制时是作为-101℃以上的温度范围使用的。日本从经济观点出发，多用于-104℃沸点的液化乙烯装置上。为此，焊接材料的选用和施焊方法显得更为重要。

c. 根据 ASME/ANSI B31.5 规定，下列材料可不作深冷处理。

(1) 铝、304 或 CF8、304L 或 CF3、316 或 CF8M 和 321 奥氏体钢、铜、紫铜、铜镍合金和镍铜合金；

(2) 用于温度高于-46℃的 A193 B7 级螺栓材料；

(3) 用于温度高于-101℃的 A320 LT、L10 级、温度高于-143℃的 A320、L9 级的螺栓材料；(ASTM A320-93 中已无 L9、L10 级)

d. 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。

e. 深冷处理

定义：将零件浸入低温液氮箱中保温一定时间，以减少其由于温差和金相组织改变而产生的变形，

从而提高阀门在低温时的密封性能的一种处理方法。

奥氏体不锈钢在马氏体转变温度时，部分奥氏体变成马氏体而引起体积变化导致零件变形是阀门密封面泄漏的一个重要原因。此外，由于温度降低时零件产生冷缩和温差应力引起阀门零件不规则的变形也是引起低温泄漏的一个原因。为此，零件在精加工前（如密封面研磨前）对主要零件如阀体、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。

一般规定，在 101℃ 以下使用的阀门主要零件在精加工前要进深冷处理。但如果用户要求时，高于 -101℃ 工作的低温阀门零件也要进行深冷处理。

深冷处理方法：将要处理的零件浸放在液氮箱内进行冷却，当零件温度达到 -196℃ 时，开始保温 1~2 小时，然后取出箱外自然处理到常温，重复循环两次。

第二节 内件材料

内件是指密封面、阀焊、衬套（上密封座）以及内部小零件不同的阀类，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。有些通用阀门标准已规定了内件材料，有的对某种零件规定了几种材料让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 API 600《栓接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 $HB 200 \sim 275$ ，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则。

一、密封面材料（阀门关闭件密封面）

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和寿命。

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 到 816℃，有些工作温度可达 1200℃。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、剪切。从磨擦学的角度来看有磨拉磨损、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。

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以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。

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。

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。

软质材料为各种橡胶、尼龙、氟塑料等。见表 2-1

表 2-1

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等。
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 (三元乙丙橡胶)	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	耐介质腐蚀优于其它橡胶、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

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，强碱等。
12	对位聚苯		≤300	基本同聚四氟乙烯
13	尼龙（聚酰胺）		≤80	耐碱、氨

注：（1）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。

（2）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。

（3）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。

（4）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。

b. 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）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、ZuAl9Fe4Ni4Mn2。当然还有其它牌号如 H62、巴氏合金（ZCPbSb16-16-2 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≤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铸钢或锻件其牌号为 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 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 HB 50 材料牌号为 ASTM A182 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 堆 507 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 750~800℃退火软化。当加热至 900~1000℃空冷或油淬后可重新硬化。焊前须将工件予热至 300℃以上（也有资料介绍不需予热（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 GB EDCrA2-15 堆焊金属为 1 铬 13 半铁素体高铬钢，有空淬特性，焊前不予热，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 GB EDCrMn-C-15 焊前不予热焊后不处理抗裂性好 HRC≥28 与堆 507 钼配合使用。

说明：（I）D507Mo 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。

（II）堆焊层的高度加工后应在 5mm 以上以保证硬度和成份稳定。

（III）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份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锡硬质合金。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蚀。

常用牌号：STELLITE NO.6 符合 AWS ECoCr-A GB EDCr-A-03 也相当 D802（堆 802）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 也相当堆 812，焊后 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：RCrCo-A 也相当 HS 112 常温硬度 HRC 40~46；STELLITE NO.12 符合 AWS：RCrCo-B 也相当 HS 112 常温硬度 HRC 44~50。

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。

（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，但需要设备投资由于目前在此地尚无应用故不再介绍。

（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、多元复合氮化等。

（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。

（7）其它密封面材料见表 2-2

表 2-2

材 料	适用温度℃	硬 度 HRC	适用介质
-----	-------	---------	------

K-蒙乃尔 (CuFeAlNi)	-240~482	27~35	碱盐、食品稀酸氯化钠
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钠
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 (9Cr18)	-29~425	50~60	非腐蚀性介质

4. 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/10-8

代号为 Y 的配对 STC/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以上这些，我们以常用的内件材料组合来介绍

二、阀杆材料：见常用内件材料组合表（表 2-3）

常用内件材料组合 表 2-3

序 号	阀 杆	闸板（阀瓣）密封面	阀座密封面
1	13Cr	13Cr	13Cr
2	13Cr	13Cr	STL
3	13Cr	STL	13Cr
4	13Cr	STL	STL
5	13Cr	13Cr	蒙乃尔
6	17-4 PH	STL	STL
7	蒙乃尔	蒙乃尔	蒙乃尔
8	304 (304L)	304 (304L)	304 (304L)
9	316 (316L)	316 (316L)	316 (316L)
10	321 (0Cr18Ni9Ti)	321 (0Cr18Ni9Ti)	321 (0Cr18Ni9Ti)
11	1Cr18Ni9Ti	1Cr18Ni9Ti	1Cr18Ni9Ti
12	1Cr18Ni12Mo2Ti	1Cr18Ni12Mo2Ti	1Cr18Ni12Mo2Ti
13	序号 8、9、10、11、12	STL	STL
14	20 号合金	20 号合金 (CN7M)	20 号合金 (CN7M)
15	17-4 PH (0Cr17Ni4Cu4Nb)	17-4 PH (0Cr17Ni4Cu4Nb)	17-4 PH (0Cr17Ni4Cu4Nb)
16	哈氏合金 B	哈氏合金 B	哈氏合金 B

17	哈氏合金 C	哈氏合金 C	哈氏合金 C
18	38CrMoAlA	STL	STL
19	25Cr2Mo1VA	STL	STL
20	4Cr10Si2Mo	STL	STL

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章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。

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，并在有效期内亦可从事焊接作业。

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，以及完全生产，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。

二、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。特殊对不锈钢焊条堆焊焊条，铸铁焊条等更要小心。

三、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

常用焊条牌号

表 3-1

类 别	牌 号	型 号	AWS	标 准
碳钢焊条	J422	E4303		GB 5117-85
	J502	E5003		
	J507	E5015	E7015	
	CHE508-1	E5018-1	E7018	
不锈钢焊条	R507	E1-5MoV-15	E502-15	GB 983-85
	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-B ₂ VNb		
	R107	E5015-A ₁	E7015-A ₁	GB 5118-85
	R307	E5515-B ₂	E8015-B ₂	
	R407	E6015-B ₃	E9015-B ₃	

续表 3-1

类 别	牌 号	型 号	AWS	标 准
低合钢焊条	温 707Ni	E5515-C ₁		GB 5118-85
	温 907Ni	E5515-C ₂	E8015-C ₂	
	温 107Ni	E7015-G		
堆焊焊条	D507	EDCr-A ₁ -15		GB 984-85
	D507Mo	EDCr-A ₂ -15		
	D577	EDCrMn-C-15		
	D802 (钴基 1 号) D812 (钴基 2 号)	EDCoCr-A-03 EDCoCr-B-03	ECoCr-A 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 H0Cr21Ni10 H0Cr19Ni12Mo2 H00Cr21Ni10 H00Cr19Ni12Mo2		GB 4241-84

四、承压铸件补焊用焊条

- 基体材料为 WCB、WCC 采用 GB 5117-85 J502 (型号 E5003) 或 J507 (型号 E5015)
- 基体材料为奥氏体不锈钢类, 焊条选用见表 3-2
- 基体材料为低合金耐热钢类, 焊条选用见表 3-3
- 基体材料为低温钢类, 焊条选用见表 3-4

奥氏体不锈钢承压铸件补焊焊条选用

表 3-2

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

低合金耐热钢承压铸件补焊焊条选用

表 3-3

基 体 材 料	焊 条	
	牌 号	型 号

ZG1Cr5Mo	C5	R507	E1-5MoV-15
WC1		R107	E5015-A ₁
WC6	ZG20CrMo	R307	E5515-B ₂
WC9		R407	E6015-B ₃
ZG20CrMoV	ZG15Cr1Mo1V	R337	E5515-B ₂ V Nb

低温钢类承压铸件补焊焊条选用

表 3-4

基 体 材 料	焊 条	
	牌 号	型 号
LCB LCC	CHE508-1	E5018-1
LC1	R107	E5015-A ₁
LC2	温 707 Ni	E5515-C ₁
LC3	温 907 Ni	E5515-C ₂
	温 107 Ni	E7015-G

五、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、大面积疏松或无清除缺陷处，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。

六、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，无法进炉的也可采用局部消除应力的办法，消除焊接应力的工艺可参考焊条说明书进行。

2. 焊补深度超过壁厚约 20%或 25mm（取小值）或面积大于 65cm²或试压渗漏的焊补，焊后都要消除焊接应力。

七、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—反接，焊条接负极—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（按对接焊）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。

具体的工艺评定方法可参看 ASME《锅炉压力容器规范》第 1×卷 1998 版焊接和钎焊工艺评定和我国《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。

一、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·t≤650 MPa·℃
耐油石棉橡胶板	XB450		
	NY400		
改性或填充聚四氟乙烯		5.0	-196~260

二、半金属垫片使用条件

1. 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℃		

2. 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			200℃
纯铜板 T3	60			300

镀锡薄钢板	90	石棉橡胶板	2.0~15.0（150~900）	400
镀锌薄钢板 08F				
0Cr18Ni9	187			500
00Cr19Ni10				
00Cr17Ni14Mo2				

注：也可采用其他材料。

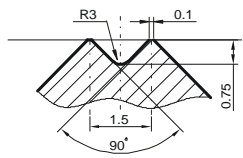
3. 缠绕式垫片

金属带材料 ^①	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 ^②
0Cr17Ni12Mo2	柔性石墨		200
00Cr17Ni14Mo2	聚四氟乙烯		

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

①齿形环材料	覆盖层材料 ^①	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 ^②	
0Cr18Ni9			650 ^②	
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℃

三、金属垫片

材 料 ^②	HB max ^①	压力等级 MPa（磅级）	适用温度℃
10 或 08	120	2.0～42（150～2500）	450
0Cr13	170		540
0Cr18Ni9	160		600
0Cr17Ni12Mo2			

注：① 金属环垫材料的硬度值应比法兰材料的硬度值低 30~40 HB

② 也可采用其他材料

四、其他资料中介绍的金属垫片工作条件

材 料	HB max	适用温度℃
软 铁	90	450
08 或 10	120	450

0Cr13	140	540
00Cr17Ni4Mo2	150	450
1Cr18Ni9Ti	160	600
0Cr18Ni12Mo2Ti	160	600
0Cr18Ni9	160	600

五、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，不能想要多厚就有多厚。
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，或垫片加内环，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. 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。

二、常用填料品种

国外资料介绍用于各种工况条件下的品种达 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

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、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箔扭制而成。

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。

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。

二、常用的紧固件材料(螺柱、螺母配对)见表 6-1、6-2、6-4

常用紧固件材料

表 6-1

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

GB 150

螺柱、螺母材料组合

表 6-2

螺柱	螺母	温度 ℃	螺柱	螺母	温度 ℃
A3 AY3	A2 AY2 A3 AY3	>-20~300	25Cr2MoVA	25Cr2MoVA	>-20~550
35	A3 AY3	>-20~300	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 1220-92 为 0Cr18Ni9

国际法兰用螺栓螺母材料

表 6-3

材料牌号	公称压力 MPa	温度 max℃	材料牌号	公称压力 MPa	温度 max℃
A3	≤2.5	300	25Cr2Mo1VA	42	550
25	≤5.0		20Cr1Mo1VNbB		570
35CrMo	≤42	500	20Cr1Mo1VTiB		

25Cr2MoVA		550	2Cr12WMoVNbB		600
-----------	--	-----	--------------	--	-----

低温管道法兰用螺栓、螺母

表 6-4

螺 栓 材 料	使 用 状 态	螺 栓 规 格	螺栓试 验温度 ℃	使用温度 ℃	螺母材料	使 用 状 态	螺 母 试验温度℃
35	正火	≤M22	-30	-30	A3 AY3	正火	免作
		M24~M48	-20				
	调质	≤M48	-30	-40	15	正火 或 调质	
40Cr			35				
40MnB		-40	40				
40MnVB			40Mn				
35CrMoA		≤M56	-100	-100	30Mn2	调质	
					30CrMo		
30CrMoA	35CrMo						
0Cr18Ni9	固溶	≤M48	免作	-196	0Cr18Ni9	固溶	免作
0Cr17Ni12Mo2		≤M32			0Cr17Ni2Mo2		

专用级紧固件材料要求

表 6-5

牌 号	标 准	热处理制度	规 格	机械性能 ≥			HB
				σ _b	σ _s	δ ₅	
				MPa		%	
30CrMo	GB 3077	调 质 (回火≥550℃)	—	—	—	234~285	
35CrMo			<M24	835	735	13	269~321
			>M24~M80	805	685	13	234~285
			>M80	735	590	13	234~285
25Cr2MoVA	GB 3077	调 质 (回火≥600℃)	≤M48	835	735	15	269~321
			>M48	805	685	15	245~277
0Cr18Ni9	GB 1220	固 溶	—	520	206	40	≤187
0Cr17Ni12Mo2			—				

16.0~32.0 双头螺柱

表 6-6

钢 号	σ _b	σ _s	δ	ψ	α _k	HB	备 注
	MPa		%		N • m/cm ²		
	≥						
40	580	340	19	45	60	207~240	JB/T 2773-92
40MnB	900	750	15		80	250~302	
35CrMoA	800	600		50		214~286	
40	568	333	19	45	49	187~229	中石化

35CrMo	784	588	15	50	78.4	241~285	管道器材
--------	-----	-----	----	----	------	---------	------

16.0~32.0 螺母

表 6-7

钢 号	σ_b	σ_s	δ	ψ	α_k	HB	备 注
	MPa		%		$N \cdot m/cm^2$		
			\geq				
35	540	320	20	45	70	179~217	JB/T 2775-92
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	

16.0~32.0 螺栓、螺母配对

表 6-8

螺栓材料	40	40MnB	35CrMoA	40	35CrMo
螺母材料	35	40Mn	40Cr	25	20CrMo
备 注	JB/T 2773-92		JB/T 2775-92		中石化管道器材

三、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 σ_b 、 σ_s 之间有一定关系，知道了硬度也即大约知道 σ_b 、 σ_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℃的紧固件应按 ASTM A320《低温用合金钢栓接材料》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。

第二章、美 标 阀 门

1.什么是美标阀门

凡阀门产品的技术要求，连接型式及尺寸、材料、压力—温度等级、检验与试验等符合美国标准，称美标阀门。

1.1 常用的美国标准代号

ANSI 美国国家标准

ASME 美国机械工程师学会标准

API 美国石油学会标准

AISI 美国钢铁学会标准

ASTM 美国材料试验学会标准

MSS 美国阀门及配件工业制造商标准化协会标准

AWWA 美国水道协会标准

AWS 美国焊接学会标准

1.2 常用的美国相关标准名称及标准号

1.2.1 产品标准

ASME B16.34 法兰、螺纹、焊接连端的阀门

API 593 法兰连接球墨铸铁旋塞阀

API 594 对夹式和凸耳对夹式止回阀

API 595 法兰连接铸铁闸阀

API 597 法兰和对焊接连接的钢制缩径闸阀

API 600 石油和天然气用阀盖螺栓连接钢制闸阀

API 602 法兰、螺纹、焊连接和阀体加长连接的紧凑型钢制闸阀

API 603 150 磅级铸造耐蚀法兰连接闸阀

API 604 法兰连接球墨铸铁闸阀

API 606 阀体加长的紧凑型钢闸阀

API 608 法兰、螺纹和焊接连接的金属球阀

API 09 凸耳对夹式和对夹式蝶阀

API 6D 管道阀门

MSS SP—42 150 磅级（PN20）法兰端和对焊端耐腐蚀的闸阀、截止阀、角阀和止回阀

MSS SP—70 法兰端和螺纹端铸铁闸阀
MSS SP—71 法兰和螺纹端旋启式灰铸铁止回阀
MSS SP—81 无阀盖的法兰端不锈钢刀型闸阀
ANSI/AWWA C500 供水系统用金属密封闸阀
ANSI/AWWA C504 橡胶密封蝶阀
ANSI/AWWA C507 6~48 英寸 (150~1200mm) 的球阀
ANSI/AWWA C509 供水系统用弹性密封闸阀
ANSI/AWWA C515 供水系统用薄壁弹性密封闸阀

1.2.2 连接尺寸标准

ASME B16.1 铸铁管法兰和法兰管件
ASME B16.5 管法兰和法兰管件
ASME B16.10 阀门的面至面和端至端尺寸
ASME B16.11 承插焊和螺纹连接的锻造管件
ASME B16.25 对接焊端
ASME B16.47 大直径钢制法兰 (26" ~60")
ASME B1.1 统一英制螺纹
ASME B1.20.1 牙型 60° 的内锥管螺纹

1.2.3 材料标准的标准号及名称

1.2.3.1 铸铁

ASTM A126 阀门、法兰和管道附件用灰铸铁件
ASTM A395/A395M 高温用铁素体球墨铸铁承压铸件
ASTM A536 球墨铸铁件
ASTM A439 奥氏体球墨铸铁件

1.2.3.2 铸钢

ASTM A216/A216M 高温可熔焊碳钢铸件标准规范
ASTM A217/A217M 高温承压用马氏体不锈钢和合金钢铸件标准规范
ASTM A351/A351M 承压件用奥氏体、奥氏体—铁素体 (双相) 钢铸件规范
ASTM A352/A352M 低温承压件用铁素体和马氏体铸钢件标准规范
ASTM A744/A744M 恶劣 (苛刻) 条件下用耐蚀铁铬镍铸件标准规范

1.2.3.3 锻钢和棒材

ASTM A105/A105M 管道部件用碳钢锻件
ASTM A182/A182M 高温用锻制或轧制合金钢法兰、锻制管件阀门和部件

ASTM A276 不锈钢棒材和型材

ASTM A350/A350M 要求冲击韧性试验的管件用碳钢及低合金钢锻件标准规范

ASTM B 462 腐蚀性高温用锻造或轧制的合金管法兰、锻制配件, 阀门和零件的标准规范

1.2.3.4 抗硫化应力材料

NACE MR 0175 油田设备用抗硫化应力裂纹的金属材料

1.2.3.5 紧固件材料

ASTM A307 碳钢螺栓和螺柱 60000PSI 抗拉强度标准规范

ASTM A320/A320M 低温用合金钢栓接材料

ASTM A193/A193M 高温用合金钢不锈钢螺栓材料

ASTM A194/A194M 高压或高温螺栓用碳钢及合金钢螺母

1.2.4 检验与试验标准

API 598 阀门的检验与试验

API 6D 管道阀门

API 607 转 1/4 周软阀座的耐火试验

API 6FA 阀门耐火试验规范

MSS SP—55 阀门、法兰、管件和其他管道部件用铸钢件质量标准—表面缺陷评定的目视检验方法

ANSI/FCI 70—2 (ASME B16.104) 控制阀阀座泄漏

ASTM A370 钢制品力学性能试验方法和定义标准

2. ASME B16.34 法兰、螺纹和焊接端连接的阀门

ASME B16.34 是美标阀门设计中最常用的基础标准. 该标准中关于压力—温度额定值的确定; 辅助连接的规定, 阀体最小壁的规定; 公称管道规格与内径的关系; 承压件无损检测以及阀门的压力试验是经常用到的。

对于应用该标准厚则, 也即应注意的事项, 如下所述

2.1 压力—温度额定值

2.1.1 压力—温度额定值用磅级数表示如 class 150 300 400 600 900 1500 2500 4500 每个磅级数进一步区分为标准磅级、专用磅级 (也称特殊磅级) 和限定磅级。

2.1.2 标准磅级和专用磅级的压力—温度额定值列于该标准中表 2, 限定磅级的确定方法在附录 G。

2.1.3 通过查表 2 可得知各材料组别在各压力等级的不同温度下所允许的工作压力。

2.1.4 注意事项

a. 法兰端阀门只接标准磅级定级, 不能用专用磅级, 也即法兰端阀门只能是标准磅级阀门。

b. 符合标准磅级的全部要求,又能完全符合 B16. 34 中第 8 条所规定的检验要求的螺纹端或焊接端的阀门可按专用磅级定级。(即专用磅级阀门)

c. $NPS \leq 2 \frac{1}{2}$ 寸的螺纹端或焊接端的阀门可定为限定磅级阀门 (法兰连接端的阀门没有限定磅级)

d. 4500 磅级仅用于焊接端阀门

e. 本标准 (ASME B16. 34) 不包括大于 2500 磅级或额定温度大于 $1000^{\circ} F$ ($537.8^{\circ} C$) 的螺纹连接端阀门

f. 本标准 (ASME B16. 34) 不包括 $NPS > 2 \frac{1}{2}$ 寸螺纹连接端和承插焊端的阀门

g. 本标准 (ASME B16. 34) 不包括 2500 磅级以上的螺纹连接端阀门和 4500 磅级以上的承插焊接端阀门

2.2 中间额定值

2.2.1 如何确定中间额定值

中间额定值可在一个磅级数内的温度之间或磅级数之间, 用线性插入法确定。但对法兰端阀门, 表列磅级之间插值是不允许的。

例 1: 一个磅级数的温度之间

WCB 钢 150 磅级 $300^{\circ} F$ 的额定值为 230psi

$400^{\circ} F$ 的额定值为 200psi, 求 $350^{\circ} F$ 的额定值

例 2: 磅级数之间 (仅限于对焊端阀门)

WCB 钢在 $100^{\circ} F$ 时 1500 磅级的额定值是 3750psi

2500 磅级在 $100^{\circ} F$ 时的额定值是 6250psi, 求 2000 磅级在 $100^{\circ} F$ 时的额定值。

2.2.2 压力—温度额定值的确定原则

a. 应用的压力—温度额定值由阀体材料确定, 不要求阀盖和阀体用同种材料或同类型材料, 但他们适用的额定值应一致

b. 对于承受压力和其他负荷的阀杆、阀瓣、螺栓等必须与应用的压力—温度额定值一致。

2.3 阀体壁厚

2.3.1 确定最小壁厚的厚则

a. 阀体最小壁厚的测量起始点是从接触介质的内表面量起, 但不应包括镶衬、衬套的厚度。

b. 为了确定壁厚 t_m , 内径 d 按流道最小直径选取, 但不小于阀门端部内径的 90%。

2.3.2 阀体壁厚计算公式

$$t_m = 1.5 * P_c d / (2S - 1.2P_c)$$

式中 t_m ——计算壁厚 in

d ——内径 in

S ——应力系数, 取 7000psi

Pc——额定压力磅级 (psi), 对于 CL150 Pc=150

CL300 Pc=300 CL600 Pc=600

本式不适用于 $P_c \geq 4500$

2.3.3 说明

a. 2.3.2 条所列计算式不适用于 Pc 值大于 CL4500

b. ASME B16.34 表 3 所列壁厚数值比 2.3.2 所列计算式算出的数值大约大 0.1in (2.5mm), 需要说明的是这 0.1in 不是附加裕量.

c. 计算出的最小壁厚不是保证阀门功能的壁厚。由于阀门承受装配负荷(安装)、操作负荷(开启和关闭)、非圆形状、及应力集中所需要的附加金属厚度必须由制造厂商各自确定。因为这些因素变化范围很大。特别是斜置阀杆的阀门, 加大了阀体内腔的相贯面和开口, 及一些组焊式阀体的阀门, 可能需要额外的加强, 以确保足够的刚性和强度。对于 CL2500 以上的阀体壁厚更应根据具体情况由别制造厂商确定。

d. ASME B16.34 附录 A 列出了公称管道规格与内径 d 的关系, 但它不是 B16.34 的强制性部份, 仅供参考。B16.34 标准没有限制内径必须是多少, 规定 d 只是为了确定壁厚。但有些标准对阀体流道口直径作了规定, 如 API600 等。

e. 不同标准对阀体壁厚的规定是不同的。确定壁厚首先要确定标准, 按规定确定壁厚。

2.4 ASME B16.34 对压力试验的规定

2.4.1 壳体试验

每个阀门都要作壳体试验, 试验压力为 100°F (38°C) 额定压力的 1.5 倍并圆整到下一个较高的 25psi 增量[即下一个较高的 1 巴 (25psi) 的整数倍]。ASME 第 16.5 规定, 圆整到下一个较高的 1 巴 (25psi) 的整数倍。

例 1: CL150 WCB 在 100°F 时额定压力为 285psi 则试验压力为 $1.5 \times 285 = 427.5$ 圆整到 450psi 增量为 23.5psi

例 2: CL300 WCB 在 100°F 时额定压力为 740psi 则试验压力为 $1.5 \times 740 = 1110$ 圆整到 1125psi 增量为 15psi

2.4.2 密封试验

a. 每个阀门都要作密封试验, 试验压力为了 1.1 倍 100°F 下额定压力水压。

b. 对于 $\text{NPS} \leq 12$ 寸压力级 $\leq \text{CL}400$ 和 $\text{NPS} \leq 4$ 寸的所压力级可作 80psi 气密性试验代替水压试验。

c. 应从最不利关闭的方向引入试验压力、截止阀应从阀瓣下方引入压力。作为单向密封的阀门并打标记而设计的止回阀、截止阀等其它型式的阀门只需作相应方向的密封试验。

d. 对于双密封座的阀门如闸阀、球阀, 试验压力应依次施加到关闭阀门的每一侧。对有两个独立密封面的阀门(如双闸板闸阀, 作为一个替代办法可将试验压力引入于阀体中腔)。

e. 对于在各方面都符合 B16. 34 只是关闭件承受压力局限于小于 100° F 额定压力而设计，并在高压差下会损坏关闭件的情况下，此时试验压力可降至最大给定压差的 1.1 倍，但要与用户协商且在铭牌上作标识。

2.4.3 泄漏量

a. 壳体试验不可有肉眼可见渗漏，通过阀杆密封处的渗漏不应作为拒收的理由，但阀杆密封至少应能保持 100° F 的额定压力而无明显渗漏。

b. 密封试验泄漏量的要求由于受作业用途而变化对此 B16. 34 标准内不作考虑。有关这方面的指导见 MSS SP—61 《钢制阀门压力试验》或 API598 《阀门的检查与试验》。

2.4.4 防护

当以气体作试验介质时存在危险性，应进行适当防护。

3. ANSI/API std600 石油和天然气工业用阀盖螺栓连接的钢制闸阀

3.1 适用范围

该标准规定了炼油厂及相关耐蚀，耐酸和其它使用条件指定需要全开，厚壁和加粗阀杆场合用的重型系列阀盖螺栓连接钢制闸阀的要求。

3.2 该标准规定的闸阀特性要求

- a. 螺栓连接的阀盖
- b. 明杆支架
- c. 升降阀杆
- d. 非升降手轮
- e. 单或双闸板
- f. 楔形或平行阀座
- g. 金属密封面
- h. 法兰端或对焊端

3.3 本标准包含的公称通径和公称管径

公称通径	DN	25	32	40	50	65	80	100	150	200
公称管径	NPS	1	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2	3	4	6	8
公称通径	DN	250	300	350	400	450	500	600		
公称管径	NPS	10	12	14	16	18	20	24		

3.4 本标准适用的压力等级和磅级

压力等级（公称压力）	PN	20	50	110	150	260	420
压力磅级（class）		150	300	600	900	1500	2500

3.5 压力—温度额定值

压力—温度定值应符合 ASME B16.34 表中适当材料的标准磅级和特殊磅级所列的压力—温度额定值，对使用特殊软密封或特殊密封件材料的阀门应在铭牌上标识限定的温度和压力条件。

3.6 设计

3.6.1 阀体壁厚，阀盖壁厚和阀盖颈部（填料函处）壁厚。

API600 第 11 版（2001 年）除规定了体、盖最小壁厚外，还规定了阀盖颈部最小壁厚。

3.6.2 结构长度

法兰端阀门的结构长度对于 cl 150、300、600 (PN 20 50 110) 应符合 ASME B16.10 大于 CL600 (PN>110) 法兰端阀门的结构长度与对焊端连接的阀门结构长度相同，对焊端阀门的结构长度已在本标准中给出。

3.6.3 对焊端的尺寸及误差已在本标准中给出。

3.6.4 规定了阀体、流道口直径（与 B16.34 同）

3.6.5 阀体端法兰和中法兰应当阀体整体锻造或铸造，但当用户规定时可以由有资格的焊工按工艺进行焊接且焊接法兰应采用对焊接，并按材料规范进行热处理。

3.6.6 阀座

- a. 阀座内径应不低于本标准规定即标准中的流道口直径，但带有装配用凸肩的螺纹阀座除外。
- b. 阀座密封面为奥氏不锈钢或硬表面材料 (Stellite) 即司太立合金，可直接在阀座上堆焊（即整体阀座，在阀体上直接堆焊），否则应为螺纹阀座或镶焊阀座。

3.6.7 上密封座

在阀盖上与阀杆圆锥面密封的上密封座有以下三种形式

- (1) 上密封衬套
- (2) 不锈钢阀门本体（在阀盖上直接车出）
- (3) 堆焊奥氏体钢或硬面（司太立）

3.6.8 密封件（内件）

密封件包括阀杆、闸板密封面，阀体（或阀座）密封面和上密封衬套。本标准规定了它们的材料及硬度要求，对某些密封件号还规定了配对要求。并注意 Cr13 密封面的最低硬度和最低硬度差。

3.6.9 闸板

- a. 闸板组件应设计成与阀门的安装位置无关，即闸阀可安装任何位置。
- b. 闸板密封面为整体式或堆焊式，堆焊硬质合金材料加工后的厚度应不低于 1.6mm。

3.6.10 磨损行程

由于密封面的磨损闸板下移的距离称磨损行程。

阀门规格 DN 25~50 65~150 200~300 350~450 500~600

最小磨损行程 mm 2.3 3.3 6.4 9.7 12.7

3.6.11 阀杆

- a. 阀杆 T 型螺纹为 ACME（爱克姆）螺纹或短牙 ACME 螺纹。牙型角 29° 。
- b. T 型接头应整体锻造不允许焊接（指阀杆与闸板的连接端），但对于双闸板连接端可以为螺纹。
- c. 在承压区域内阀杆与闸板的连接强度和阀杆各部位的强度均应超过阀杆螺纹根部的强度（在轴向载荷下）。
- d. 阀杆应设计有锥形上密封面，但并不表示制造厂推荐采购方在阀门受压情况下，添加或更换填料。

3.6.12 阀杆螺母

- a. 阀杆螺母应正装，拆手轮时才能保证阀杆保持在固定位置
- b. 当用螺纹压套（轴承压盖）将阀杆螺母固定在支架上，其压套要用焊接方法固定，不允许采用锤击的方法。
- c. 新阀门在关闭位置，阀杆螺纹露出阀杆螺母外的长度 $DN \leq 150$, 5 倍磨损行程, $DN > 150$, 3 倍磨损行程。
- d. $PN \geq 110$ $DN \geq DN 150$ 以上的阀门，阀杆螺母应采用轴承。

3.6.13 填料函

- a. 填料函的深度至少容纳 5 圈非压缩填料。
- b. 填料隔环只有订单要求才提供，此时填料函的深度至少等于填料隔环厚度加上隔环上、下各 3 圈非压缩填料的厚度。
- c. 当安装了隔环则应在填料函上对准隔环中央钻孔、攻丝，并配不小于 DN8（NPS1/4）的六角头螺塞。螺塞应符合 ASME B 6.11。

3.6.14 紧固件

- a. 阀体、阀盖连接螺栓为全螺纹（通丝）双头螺栓，配符合 ASME B18.2.2 规定的重型半光螺母。
- b. 直径 $\leq 25\text{mm}$ 的螺栓为粗牙，直径 $> 25\text{mm}$ 为英制每寸 8 牙（8UN）

3.7 材料

该标准中已有详细阐述，请参阅。

3.8 压力试验

3.8.1 关于压力试验的方法（壳体、阀座、上密封）同 API598

3.8.2 最大允许泄漏率

a. 最大允许液体泄漏率

阀门规格	DN	≤ 50	65~150	200~300	≥ 350
最大允许泄漏率	mm^3/s	0	12.5	20.8	29.2

滴/S	0	0.2	0.4	0.5
-----	---	-----	-----	-----

b. 最大允许气体泄漏率

阀门规格	DN	≤50	65~150	200~300	≥350
------	----	-----	--------	---------	------

最大允许泄漏率	mm ³ /s	0	25	42	58
---------	--------------------	---	----	----	----

滴/S	0	0.4	0.7	0.9
-----	---	-----	-----	-----

4、API 6D -2002 第 22 版 IS014313—1999 管线阀门

4.1 石油和天然气工业—管线输送系统—管线阀门的适用范围

适用于管线系统用球阀、止回阀、闸阀和旋塞阀。

本标准不包括压力等级超过 PN420（2500 磅级）的阀门。

4.2 采用 API6D 标准的几点提示

4.2.1 全通径阀门的最小内孔（mm）

本标准规定的全通径阀门的最小内孔，不同于其他标准（如不同于 ASME B16.34、API600 等）。因管线阀门有清管要求，要求通过清管装置。

4.2.2 制造厂商应向采购方提供以下数据。

a. KV 值。KV 是流量系数 用 m³/h(立方米/小时)表示。即，当水在温度 5~40℃时通过阀门造成 1 巴（14.7 磅/平方英寸）压降，流经阀门的每小时立方米数

$$KV=CV/1.156$$

CV:流量系数在美国 CV 以 usgal/min(美加仑/分)表示。即，水在温度 15.6℃时通过规定开启位置的阀门造成 1 磅/平方英寸压降，流经阀门的每分钟美制加仑数。

b. 新阀门在最大压差下的开启轴向力或力矩。

c. 驱动链上允许的阀杆轴向力或力矩。

驱动链：在驱动装置（操作装置）与关闭件之间，驱动阀门的全部零件，包括关闭件但不包括驱动装置。

4.2.3 设计要求

a. 压力泄放：制造商应确定在阀门开启或关闭位置在阀体腔内是否截留介质。如有截留则应提供自动腔压泄放装置。当在 38℃下超过压力额定值 1.33 倍时应能泄压。外接腔体泄压阀的尺寸应大于或等于 DN15（NPS 1/2）。

b. 手轮或板手上的圆周力不大于 360N（开、关阀门时作用在手轮或板手边缘上的力）。

c. 手柄长度（板手）应≤2 倍阀门的结构长度。

手轮直径应≤阀门结构长度或 1000mm 取小值。

除 DN≤40（NPS 1 1/2）的阀门外，轮幅不应伸出手轮周边，除非另有规定。

d. 对全部驱动链的计算其设计轴向力或力矩至少为操作阀门（开启或关闭）最大轴向力或力矩的

2 倍。且驱动链中零件的拉应力不超过最小屈服强度的 67%。

4.2.4 材料

a. 材料的采购，对于金属零件至少要规定以下内容

材料的化学性质； 热处理要求； 机械性能要求；
应作的试验； 质量证书。

b. 碳钢焊连接端对材料的要求

(1) 碳含量，炉前（热）分析应 $\leq 0.23\%$ ，炉后产品（检查）分析 $\leq 0.25\%$ 。

(2) 硫、磷含量 $\leq 0.035\%$

(3) 碳当量 CE，炉前（热）分析 $\leq 0.43\%$ ，炉后产品（检查）分析 $\leq 0.45\%$

$$CE = C\% + Mn\%/6 + (Cr\% + Mo\% + V\%)/5 + (Ni\% + Cu\%)/15$$

c. 奥氏体不锈钢焊连接端对材料的要求

(1) 含碳量应不超过 0.03%，下列在 (2) (3) 所述的条件除外

(2) 含碳量 $\leq 0.08\%$ 是允许的，只要材料用铌进行稳定化处理并且铌含量至少为 10 倍的碳含量。

(3) 对于用铌和钛稳定的钢，铌与钛的含量之和至少应是 8 倍的碳含量。

d. 对于其他材料制造的焊连接端的化学性质要求由协商确定。

e. 设计温度低于 -29°C (-20°F) 的阀门内的所有碳钢、低合金钢承压零件都应按 ASTM A 370 使用夏氏 V 形缺口的方法进行冲击试验。冲击试验结果按相关标准规定。

f. 具有 ASTM A193 B7 级以上的机械强度或硬度超过 HRC22 的螺栓材料，除另有协议外，不能用于可能发生氢脆的阀门。比如，氢脆能在带有阴极保护的埋地管线发生。

g. 在酸性气腐蚀操作条件下工作的承压件、控压件和螺栓螺母的材料应满足 NACE MR0175 的要求。

4.2.4 阀座密封试验

a. 除非另有规定，上密封试验应在壳体试验前进行

b. 软密封泄漏率按 ISO5208 A 级（无泄漏）

金属密封按 ISO5208 D 级。

第三章、焊接的质量控制

影响产品质量的因素不外乎 5 个方面：人、机、料、法、环，控制好这 5 个因素产品质量就有保证，焊接装置是我们生产中的一道工序而且是需要重点控制的特殊工序，阀门的焊接主要有堆焊、补焊、结构焊。

1、人的因素

1.1 焊工：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，持有合格证书或 ASME 授权单位颁发的证书并在有效期内方可从事焊接作业。

1.2 焊接检验员：由持证有经验的焊工或经过培训掌握一定的理论知识和操作技能的人员担任。

1.3 焊接技术人员：经过焊接专业的学习或培训，掌握各种焊接工艺过程的理论与实践知识，能正确制定焊接工艺的人员担任。

2、材料因素

2.1 焊接材料的采购

2.1.1 根据产品要求编制采购单

2.1.2 向合格的供应商采购

2.2 焊接材料的检验

2.2.1 焊条的检验

a. 外观检验：采用目视检验，检验焊条的同心度、药皮有无破损。

b. 工艺性能检验：采用试焊，按说明书规定的工艺参数进行试焊。检验、飞溅、脱渣、成型、气孔、裂纹、焊条发红、再引弧等。

c. 分析化学成分是否达标，堆焊焊条还要检验硬度。

2.2.2 其他焊材的检验：如 CO₂ 气体保护焊，检验其抗裂性、气孔、夹渣。等离子合金粉末，检验其工艺性，化学成分和硬度，其方法用试焊法。

2.3 焊材的保管

2.3.1 对焊材库房的要求

a. 专用库房：要求通风、干燥，温度≤5℃，空气相对湿度≤60%，大于 60%时应除湿。

2.3.2 保管

a. 焊材必须有完整的防潮包装，按种类（焊条、焊丝、焊粉）型号规格分类摆放，并有明确标识，跟墙面、地面不小于 30cm。

b. 定期检查温度、湿度等。

3、设备因素：

焊接设备包括焊接设备和工艺装备。

- 3.1 焊接设备必须符合相应的工艺要求。
- 3.2 焊接设备工作时网路电压波动范围 $380 \pm 38V$ 。
- 3.3 仪器仪表量程不得大于额定值的 2 倍。
- 3.4 焊接设备的仪器、仪表必须有使用期内的合格证明。
- 3.5 施焊中密切注意设备运行状况，发现故障立即停机、处理。
- 3.6 焊接工艺装备应保持良好的工作状态。

4、环境因素

- 4.1 焊接场地应整洁，不得有与产品无关的焊材，工件摆放整齐。
- 4.2 焊接环境通风良好，焊工防护用品齐全。

5、方法因素

5.1 焊前准备

5.1.1 检查设备完好情况

5.1.2 烘干焊接材料，焊条堆积厚度 $\leq 30mm$ ，焊粉烘干堆积厚度 $\leq 5mm$ ，烘粉放置 4 小时再用应重新烘干，烘干次数最多不超过两次。

5.1.3 烘干后的焊条使用时应放在保温筒内随用随取。

5.1.4 清除焊接基面缺陷，油渍、水渍、锈渍。

5.2 按规定的焊接工艺施焊

5.3 焊接工艺评定

评定依据 ASME 锅炉和压力容器第 IX 卷焊接评定。

5.3.1 工艺评定的范围

密封面堆焊、阀座与阀体镶焊、承压铸件补焊。

5.3.2 密封面堆焊工艺评定基本要求（手工电弧焊）

5.3.2.1 重要的参数

- a. 基体材料（母材）品种（材质）或厚度
- b. 堆焊用焊材的品种（材质）或焊第一层的焊条直径
- c. 堆焊层厚度
- d. 焊接位置
- e. 预热温度和层间温度
- f. 焊后处理
- g. 采用的电流（交流或直流）或极性的变化（焊条接正极——反接还是焊条接负极——正接）
- h. 焊接层数——单层或多层

a~h 条任何一项发生变化或超出 ASME 规定的范围，必须重新评定

5.3.2.2 密封面堆焊试板准备

a. 试板尺寸: $152.4(6\text{in}) \times 152.4(6\text{in}) \times \text{厚度 TS}$

TS(试板厚) $\text{TS} < 25.4\text{mm}$, 考核工件厚度 25.4mm 之间的堆焊

$\text{TS} > 25.4\text{mm}$, 考核工件厚度至 25.4mm 以上的堆焊。

b. 堆焊面积: $38.1(1.5\text{in}) \times 152.4(6\text{in})$

c. 堆焊厚度: 根据产品确定

5.3.2.3 需作的试验

a. 化学成份分析

b. 液体渗透检验

c. 硬度试验, 取三点

d. 腐蚀试验: 取 20×100 试样将焊缝横断面磨光, 放入盐酸与水体积比 1:1 并接近沸腾温度的溶液中浸蚀, 以显示焊缝金属, 用 5 倍放大镜检验基层金属及热影响区有无裂纹、未溶合或其它线性缺陷。

5.3.3 补焊和镶焊工艺评定基本要求

5.3.3.1 重要的参数

a. 基体材料(母材)品种(材质)或厚度

b. 补焊用焊材品种(材质)

c. 填充金属厚度

d. 预热温度或焊后处理

5.3.3.2 补焊或镶焊工艺评定准备

a. 基体材料(母材)试板

(1) 试样长度须能满足作四个侧弯试样, 两个拉伸试样

(2) 试板宽度为拉伸试样所需的长度和所需的加工余量

(3) 试板的厚度应能包容产品的补焊厚度

TS(试板厚) $3/8"$ (9.65mm) 至 $1\ 1/2"$ (38.1mm)。

$\text{TS} < 1\ 1/2"$ 可评定工件厚度为 2 倍试板厚度的工作, 试板厚度 $1\ 1/2"$ 试板可评定工件厚度为 $4.8 \sim 200\text{mm}$ 的工件厚度。

(4) 试板的焊接坡口钝边尺寸自定。

5.3.3.3 需作的试验

四个侧弯、两个拉伸

a. 侧弯, 弯到用 $1/8"$ (3.2mm) 塞压头与试板两侧间隙, 塞不进即达弯曲角度。右弯曲后的凸面上不得有 3.2mm 的开口缺陷。

b. 拉伸：断在焊材上不得低于（母材）的 σ_b ，断在母材上不得低于母材 σ_b 的 95%。

出售阀门图纸7万套 QQ1263719818