

## 控制阀的材料选择

控制阀的材料选择对控制阀的使用质量至关重要，对不同零件的选材也有所区别。阀体、阀盖要求能承受介质的压力、温度和腐蚀；阀内件主要是节流件，阀芯、阀座除要求耐温、耐蚀外，还要求能耐磨、耐冲刷，而耐热、耐蚀与耐磨、耐冲刷在材料选择上往往是一对矛盾，这就需要作合理权宜，如当常规材料配置 304 不能满足要求时，可选用其它不锈钢或选用特种材料，或采取其它特殊工艺手段使之兼顾。

材料选择主要考虑介质压力、温度，介质的腐蚀性，冲刷和气蚀及产品经济性。

### 一、材料与介质压力、温度

控制阀常用材料在介质不同温度下的最大许用工作压力。

调节阀常用材料在介质不同温度下的最大许用工作压力 表一

材 料	公称压力 MPa	基准温度 ℃	介质温度℃															
			200	250	300	350	400	425	435	450	480	520	550	590	620			
			最大许用工作压力 Mpa															
HT200	0.6	120	0.49	0.44														
	1.6		1.27	1.09														
ZG 25 II 230-450	0.6	200		0.55	0.5	0.45	0.40	0.36	0.32	0.30								
	1.6			1.4	1.20	1.1	0.9	0.80	0.70	0.60								
	4.0			3.5	3.0	2.6	2.3	2.0	1.8	1.6								
	6.4			5.4	4.8	4.0	3.70	3.2	2.8	2.5								
ICr18Ni9 ZGICr18Ni9	0.6	250			0.56		0.5				0.45		0.36	0.32	0.30			
	1.6				1.4		1.25				1.1		0.9	0.8	0.75			
	4.0				3.5		3.0				2.6		2.3	2.0	1.9			
	6.4				5.4		4.8				4.0		3.7	3.2	3.0			

铜制调节阀的工作温度和许用压力 表二

材 料	公称压力 MPa	介质温度℃		
		120	200	250
		最大许用工作压力 Mpa		
铜合金	0.25	0.25	0.2	0.17
	0.6	0.6	0.5	0.4
	1.6	1.6	1.3	1.1
	2.5	2.5	2.0	1.7

电站钢制阀门压力—温度等级表(JB/T3595-93)

表三

钢 号		基准温度 ℃	工作温度 t ℃													
20 25 ZG20II ZG25II		200	250	300	350	400	425									
15CrMo ZG20CrMo		200	320	450	490	500	510	515	525	536	545					
12Cr1MoV 15Cr1MoIV ZG20CrMoV ZG15Cr1MoIV		200	320	450	510	530	540	550	560	570						
1Cr5Mo ZG1Cr5Mo		200	325	390	430	450	470	490	500	510	520	530	540	550		
1Gr18Ni9Ti ZG1Cr18Ni9Ti 1Cr18Ni 12Mo2Ti ZG1Cr18Ni12Mo2Ti		200	300	400	480	520	560	590	610	630	640	660	675	690	700	
PN Mpa	Ps (试验压力) MPa	最大允许工作压力PMax Mpa														
0.1	0.2	0.10	0.09	0.08	0.07	0.06	0.05	0.05								
0.25	0.4	0.25	0.22	0.20	0.18	0.16	0.14	0.12	0.11	0.10	0.09	0.08	0.07	0.06	0.06	
0.4	0.6	0.39	0.35	0.31	0.27	0.25	0.22	0.20	0.18	0.16	0.14	0.12	0.11	0.10	0.09	
0.6	0.9	0.59	0.55	0.49	0.4	0.39	0.3	0.31	0.27	0.25	0.22	0.20	0.18	0.16	0.14	
1.0	1.5	0.98	0.88	0.78	0.69	0.63	0.55	0.49	0.44	0.39	0.35	0.31	0.27	0.25	0.22	
1.6	2.4	1.57	1.37	1.23	1.08	0.98	0.88	0.78	0.69	0.63	0.55	0.49	0.44	0.39	0.35	
2.5	3.8	2.45	2.16	1.96	1.76	1.57	1.37	1.23	1.08	0.98	0.88	0.78	0.69	0.63	0.55	
4.0	6.0	3.92	3.53	3.14	2.74	2.45	2.16	1.96	1.76	1.57	1.37	1.23	1.08	0.98	0.88	
6.3	9.5	6.27	5.49	4.90	4.41	3.92	3.53	3.14	2.74	2.45	2.16	1.96	1.76	1.57	1.37	
10.0	15	9.80	8.82	7.84	6.96	6.27	5.49	4.90	4.41	3.92	3.53	3.14	2.74	2.45	2.16	
16.0	24	15.68	13.72	12.25	10.98	9.8	8.82	7.84	6.96	6.27	5.49	4.90	4.41	3.92	3.53	
20.0	30	19.60	17.64	15.68	13.72	12.25	10.98	9.80	8.82	7.84	6.96	6.27	5.49	4.90	4.41	
25.0	38	24.50	22.05	19.60	17.64	15.68	13.72	12.25	10.98	9.80	8.82	7.84	6.96	6.27	5.49	
32.0	48	31.36	27.44	24.50	22.05	19.60	17.64	15.68	13.72	12.25	10.98	9.80	8.82	7.84	6.96	
42.0	58	41.16	37.04	32.93	28.81	25.73	23.15	20.58	18.52	16.46	14.41	12.86	11.53	10.29	9.26	
50.0	70	49.00	44.10	39.20	35.28	31.36	27.44	24.50	22.05	19.60	17.64	15.68	13.72	12.25	10.98	
63.0	90	62.72	54.88	49.00	44.10	39.20	35.28	31.36	27.44	24.50	22.05	19.60	17.64	15.68	13.72	
80.0	110	78.40	69.58	62.72	54.88	49.00	44.10	39.20	35.28	31.36	27.44	24.50	22.05	19.60	17.64	
100.0	130	98.00	88.20	78.40	69.58	62.72	54.88	49.00	44.10	39.20	35.28	31.36	27.44	24.50	22.05	

## 二、控制阀有关材料牌号对照

表四

国内牌号	ASTM、AISI (美)	JIS (日)	主要成份	主要用途
ZG230-450	A216、WCB	SCPH2	$C \leq 0.30$	阀体、阀盖、支架
ZG20CrMoV	A217、WC6	SCPH21	C: 0.17~0.24; Cr: 0.8~1.1; Mo: 0.15~0.25; V: 0.15~0.3	阀体、阀盖
12Cr1MoV			C: 0.08~0.15; Cr: 0.9~1.2; Mo: 0.25~0.35; V: 0.15~0.3	阀体、阀盖
38CrMoAlA	6470E	SACM645	C: 0.35~0.42; Cr: 1.35~1.65; Mo: 0.15~0.25; Al: 0.7~1.1	渗氮件,如轴、齿轮,气、油缸、导套。
ZG0Cr18Ni9	A351、CF8	SCS 13、 SCS 13A	$C \leq 0.08$ ; Cr: 17~19; Ni: 8~11	阀体、阀盖、阀杆、阀芯、 阀座
ZG0Cr18Ni12 Mo2Ti	A351、CF8M	SCS 14、 SCS 14A	$C \leq 0.08$ ; Cr: 16~19; Ni: 11~14; Mo: 1.8~2.5	阀体、阀盖、阀杆、阀芯、 阀座
1Cr18Ni9	302、S30200	SUS 302	$C \leq 0.14$ ; Cr: 17~19; Ni: 8~10	阀体、阀盖、阀杆、阀芯、 阀座
0Cr18Ni9	304	SUS 304	$C \leq 0.08$ ; Cr: 17~19; Ni: 8~11	阀体、阀盖、阀杆、阀芯、 阀座
0Cr17Ni12Mo2	316、S31600	SUS 316	$C \leq 0.08$ ; Cr: 16~18; Ni: 10~14; Mo: 2~3	阀体、阀盖、阀杆、阀芯、 阀座
00Cr17Ni14Mo2	316L、S31603	SUS 316L	$C \leq 0.03$ ; Cr: 16~18; Ni: 12~15; Mo: 2~3	阀体、阀盖、阀杆、阀芯、 阀座
0Cr17Ni7Al	17-7PH	SUS 631	$C \leq 0.08$ ; Cr: 16~18; Ni: 6.5~7.75	阀芯、阀座
0Cr15Ni7MO2Al			$C \leq 0.08$ ; Cr: 14~16; Ni: 6.5~7.75	弹性阀座、金属膜片、弹簧
0Cr17Ni4Cu4Nb	17-4PH	SUS 630, SCS24	铸造性能好,耐蚀性与SCS13 相近。 $C \leq 0.08$ ; Cr: 15.5~17.5; Ni: 3~5; Cu: 3~5; Nb: 0.15~0.45	阀芯、阀座、阀杆、弹簧
0Cr15Ni40TiAlB				耐尿素, 阀芯、阀座、阀杆
00Cr25Ni22Mo2N				阀芯、阀座、阀杆
Cr20Ni25Mo4 Mn2	ISO A-4			阀体、阀盖、阀芯、阀座、 阀杆
1Cr18Mn10Ni5Mo3N				耐尿素, 阀芯、阀座、阀杆
00Ni70Mo28V	HastelloyB-2 A296-N-12M-1		$C \leq 0.03$ ; Mo: 28, Fe: 5 其余: Ni	耐尿素、盐酸、氢氟酸、硫酸、 磷酸、草酸的阀构件
0Cr15Ni60Mo16W4	HastelloyC-276 A494-C12M-1		$C \leq 0.08$ ; Mo: 16, Cr: 15.5, W: 4, Fe: 5.5, 其余: Ni	耐温氯、氢氟酸、草酸、磷 酸、氯化锌的阀构件
Ni70Cu30Al	MonelK-500			耐无气氢氟酸、氯化钙、碳 酸、铬酸、 $\leq 7\%$ 硫酸的阀 件

0Cr21Ni60Mo9 Nb	Inconel625B166			耐硝酸阀件
Cr29Ni20	Duriment20 A296 CN-7M			耐醋酸、冷磷酸、≤7%硫酸、氯化锌的阀构件
Co-Cr 合金 6	Stellite 6			类似哈氏 B、C、20 合金
GH1140 (GH140)			C: ≤0.06-0.12; Cr: 20-23, Ni: 35-40, Mo: 2-2.5, W: 1.4-1.8, Ti: 0.7-1.2	≤850℃的高温阀件
1Cr13	403	SUS 403	C: 0.08-0.15; Cr: 12-14	焊接、切削性能好, 常作紧固件
2Cr13	420	SUS420	C: 0.16-0.24; Cr: 12-14	阀杆、轴
4Cr13		SUS 420J2	C: 0.35-0.45; Cr: 12-14	弹簧
9Cr18	440C	SUS 440C	C: 0.9-1.0; Cr: 17-19,	M 体不锈钢, 作导套
3J23 (Co40CrNiMoWce)	Diaflex, Elcolloy	NAS604PH, K.R.N	C: 0.08-0.15, Mn: 1.8-2.2, Cr: 18-20, Co: 39-41 Si: ≤0.5	耐腐蚀、耐热、耐震、耐磨、 高强度弹性元件
F91	GRADE、F91		C: 0.05-0.12, Mn: 0.3-0.6, Cr: 8-9.5, Mo: 0.85-1.05, Nb: 0.06-0.10, N: 0.03-0.07, Al: 0.04max, V: 0.18-0.25	超临界 (PN24.2MPa, t=570℃) 管阀件
QA19-4	C61900, AmpcoloyE-5		Al: 8~10; Fe: 2~4	耐海水, 阀体、阀芯、阀座、 阀杆, 轴瓦、齿轮
TA1	GB/T2965-96		杂质: Fe: 0.15, Si: 0.10, C: 0.05, N: 0.03, H: 0.015, O: 0.15。余量 Ti。	耐次氯酸钙、次氯酸钠、 50%热、冷磷酸。 阀体、阀芯、阀座、阀杆。
TA2	GB/T2965-96		杂质: Fe: 0.3, Si: 0.15, C: 0.1, N: 0.05, H: 0.015, O: 0.20。余量 Ti。	
5083 (LF4)	GB/T3190-1996		杂质: Cu: 0.1, Mg: 4-4.9, Mn: 4-1, Fe: 0.49, Si: 0.4, Zn: 0.25, Al: 余量	低温阀材料之一

### 三、.耐高温材料的选择

金属在高温下长期承受载荷会发生蠕变, 同时氧化和晶间腐蚀的作用都将加剧, 所以选用高温材料必须考虑材料的热强性及高温耐腐蚀性。常用的耐高温材料: -29~+425℃有 WCB, WC1, ≤550℃时有 WC6、12CrMoV、15Cr1MoV、Cr5Mo; ≤600℃时有 WC9、1Cr18Ni9Ti、Cr18Ni11Nb (需要焊接的应采用含 Nb 钢)、0Cr17Ni12Mo2 (SUS316)、0Cr18Ni2Mo2Ti, 阀芯阀座 SUS316L 基体堆焊司太莱合金; 超过 600℃以上时有可以固溶强化、沉淀强化和弥散强化的铁基、镍基、钴基合金, 如≤650℃时推荐使用 GH1040、GH2038、2132 等高温合金, 钴铬钨合金 适用温度-196~+650℃, 但不耐硫酸和高温盐酸; ≤850℃时推荐用 GH1140 铁基、3039、3044 (Fe-Ni 基合金); 用于≤1035℃时用 1Cr16Ni35、0Cr25Ni20、R640。当弹性元件与高温介质直接接触时, 可选用高温弹性合金 Ni43COTiAlNb, 使用温度-40~400℃, 甚至可在 500℃下使用。0Cr15Ni26Ti2MoAlVB(3YC-17)是一种廉价的高温弹性合金, 可作高温构件和弹性元件, 使用温度可达 550℃, 弹性比 3J2、3J3 优良。

0Cr15Ni7Mo2Al(15-7PH)使用温度为 $\leq 400^{\circ}\text{C}$ 。

目前 P91 (9Cr1MoV,  $\phi$  体合金钢) 钢的管件已成功地应用于电厂 1000MW 机组的 300bar 压力和  $600^{\circ}\text{C}$  蒸汽的超临界系统, (60MW 超临界机组主蒸汽阀门系统的温度为  $576^{\circ}\text{C}$ , 压力 26.7MPa), 并正寻找新材料, 以满足  $700^{\circ}\text{C}$ , 350-375bar 主蒸汽的超超临界应用。

#### 四、耐低温材料的选择

低温调节阀 ( $-29\sim-196^{\circ}\text{C}$  为低温,  $-196\sim-269^{\circ}\text{C}$  为超低温) 的材料选择要考虑低温时材料有足够的冲击韧性及温度梯度和低温时组织转变导致的零件变形, 故选择的材料其马氏体转变温度  $M_s$  点要低于使用温度范围。在  $-101^{\circ}\text{C}$  以下使用时, 由于这些钢的  $M_f$  点都低于室温, 所以应对主要零件作深冷处理 (冷至  $M_f$  点附近), 以使 A (或 A')  $M_f$  转变, 使组织和尺寸稳定。当然也增加钢的硬度、降低韧性, 其程度取决于  $M_s$  点,  $M_s$  点低, A' 多, 硬度增加大。

常用的材料有面心立方晶格的奥氏体不锈钢, 如  $-101^{\circ}\text{C}\sim-196^{\circ}\text{C}$  采用 0Cr18Ni9 (304 或 CF8)、0Cr18Ni12Mo2Ti (316 或 CF8M),  $-104^{\circ}\text{C}$  以上用 3.5Ni 钢 (ASTM A352 LC3), 此外还有 2.5Ni 钢 (A352 LC2)、LF4、ZHSi80-3、镍铜、硅黄铜等。

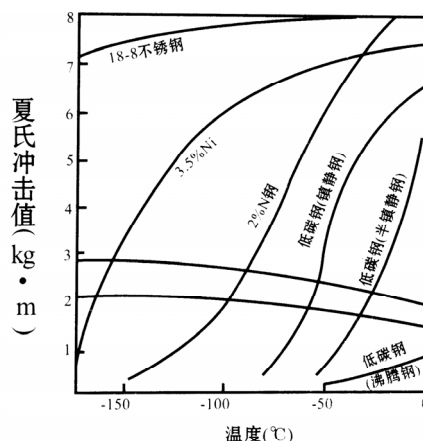
下列图表表示一些材料的低温冲击值和最低使用温度。

注: 选低温材料时, 要充分考虑材料的低温冲击值,

材料韧性下降那点的温度称做迁移温度。

常把 15ft-Lb (2.07kg-m) 夏氏冲击值的温度叫做 15ft-Lb 迁移温度

奥氏体不锈钢的低温机械性能比较稳定, 所以经常采用。



各种材料的低温冲击值 (5mmU型缺口)

#### 几种材料的最低使用温度。

表五

材料名称	JIS 钢号				主要成分 (%) (铸钢)	标准最低温度 (°C)
	铸钢	(相当于 ASTM 钢号)	锻钢	(相当于 ASTM 钢号)		
碳钢	S C P H 2	A 216 WCB	—	A 181 G 2	C $\leq$ 0.30	-5
(低温) 碳钢	S C P L 1	A 352 LCB	—	A 350 L F 1	C $\leq$ 0.30	-45
(低温) 0.5 钼钢	S C P L 11	A 352 LC1	—	—	Mo 0.5	-60
(低温) 2.5 Ni 钢	S C P L 21	A 352 LC2	—	—	Mo 2.5	(-70)
(低温) 3.5 Ni 钢	S C P L 31	A 352 LC3	—	A 350 L F 3	Ni 3.5	(-100)
304 不锈钢	S C S 13	A 351 L F 8	SUSF 304	A 182 F 304	Cr 19 Ni 9	-195
316 不锈钢	S C S 14	A 351 C F 8M	SUSF 316	A 182 F 316	Cr 19 Ni 12 Mo 2.5	-195

几种常用气体的液化温度(1atm 下的沸点)

表六

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	氙	-246
乙烷	-83.3	氡	-249.6
乙烯	-104	氢	-252.8
氦	-151	氪	-269

摘自“调节阀设计及应用实务全书”

## 五、材料与介质腐蚀性

除了聚四氟乙烯外，没有一种材料能全面抵御各种介质的腐蚀，但聚四氟乙烯往往又难于满足压力和温度的要求，使其应用受到局限。所以对不同温度、压力的腐蚀性介质只有选用不同的材料才能达到预期的效果。

1、不同材料的耐腐蚀性能（见表 五）

2、常见腐蚀性介质的材料选择：

(1) 盐酸（HCL）

盐酸是强酸，最容易与金属反应，对金属的腐蚀性最为严重，即使是不锈钢，耐腐蚀也不理想。100℃时 100%的浓盐酸只有钽、锆等贵金属才有耐蚀性。在沸点以下的一切浓度的 HCL 溶液可用哈氏 B-2（00Ni70MO28V 或称 3Y21，以耐盐酸著称，使用温度为 370℃，晶间腐蚀的敏化温度为 600-800℃，）、哈氏 C，耐蚀耐热镍基合金或陶瓷、玻璃、TEFLON 等。也可在不锈钢基体上作电沉积 Ni-W 合金，或化学镀 Ni-W 合金镀层，经 500℃1 小时（HV1050-1100）或 2 小时（HV1180-1260）热处理，在 30℃1Mol/L HCL 溶液中腐蚀率仅 0.008-0.003mm，比 Ni-P 镀层 0.04mm/a 低一个数量级。

(2) 硫酸（H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>）

硫酸对金属的腐蚀性也很严重，而稀硫酸比浓硫酸的腐蚀性更大。14%硅铸铁对室温至沸点、浓度为 20-100%的 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 具有较好的耐蚀性，但对 10%浓度不耐腐蚀，只有 duriment20 合金（使用温度为-45~316℃），蒙乃尔合金才能满足耐蚀要求，使用温度为-240~480℃，哈氏 B 对室温至沸点的各种浓度 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 具有耐蚀性，使用温度 370℃。在铸铁表面化学镀 Ni-p 也可耐硫酸腐蚀。硬质聚乙烯，TEFLON 也可在室温低压下使用。316、化学镀 Ni-p 耐亚硫酸腐蚀。

(3) 硝酸（HNO<sub>3</sub>）

奥氏体不锈钢对硝酸具有较好的耐蚀性，主要有 1Cr18Ni9Ti（SUS302）、0Cr17Ni14MO2Ti（SUS316）、0Cr18Ni12MO2Ti、Ti、duriment20 合金，0Cr21Ni36MO3Mn2Cu3Nb（CW7M）、Incone1625(0Cr21Ni60MO9Nb)，还有 14%的高硅铸铁、钽、锆、陶瓷、玻璃、TEFLON 等。6Y2（NiCr40AL），在各种浓度的硝酸液体都相当稳定。在饱和的 H<sub>2</sub>S 溶液中也相当稳定，但不耐盐酸腐蚀。

(4) 磷酸（H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>）

磷酸的腐蚀性没有硫酸强，但含有氟化物，氟化物杂质的情况就不同。耐腐蚀材料有 0Cr18Ni12MO2Ti、钛、哈氏 B、C、CerPenter20、Incone1625（0Cr21Ni60Mo9Nb）、Cu、Cu-Ni 合金、磷青铜、铝青铜、246 型氟橡胶等。SUS316、SUS304 可耐 10%冷磷酸和 80%的冷热磷酸。氯丁橡胶可耐各种浓度的磷酸腐蚀。

### (5)、醋酸 (HAC)

醋酸往往含有甲酸、铬酸、酯醛、硫酸盐、亚硫酸盐、氯化物等。14%硅铸铁、钛、1Cr18Ni9Ti、SUS316、0Cr18Ni12Mo2Ti、CerPenter20 合金 (与 duriment 配对), 从室温到沸点在任意浓度下都具有很好的耐蚀性。00Cr18Ni12Mo2Ti 在 50%浓度在 70℃时年腐蚀速率为 0.008mm, 在沸腾时为 0.009mm。

### (6) 氢氧化钠 (NaOH)

金属对碱的耐蚀性要比酸强得多, 因为在稀碱溶液中容易形成氧化膜。在 100℃以下可以用 1Cr18Ni9, 温度高时可用纯镍, 蒙乃尔合金和哈氏 B, 司太莱堆焊层对碱也具有耐蚀性。碳钢和铸铁对在 60℃以下 30%浓度的碱液也有较好的耐蚀性。

### (7) 氨 (NH<sub>3</sub>)

对氨气和氨水除了铜和铜基合金不能用外, 其它金属都有耐蚀性。铸铁和碳钢都可以用, 但在高温高压时, 由于分解出 H 和 N 会产生氢脆和氮化现象, 使材料变脆、表面硬化, 所以应选用不锈钢。

### (8) 氯 (Cl<sub>2</sub>)

湿氯对金属材料的腐蚀最为严重, 耐蚀材料只有钛 (Ta, 即 3YC23)、钽、锆、铂、TEFLON 和玻璃。14%的高硅铸铁。Hastelloy Alloy C-276, 即哈氏 C-276 (3YC24, 即 00Cr15Ni60Mo16W4, 固溶处理 1150-1200℃水冷) 也可使用。干氯气的耐蚀材料多些, 低温干氯可选用铸铁和碳钢。高温可选用 14%硅铸铁、哈氏 C、0Cr18Ni12Mo2Ti。

### (9) 氢氟酸 (HF)

氢氟酸腐蚀性较强, 沸点以下 30%浓度的耐蚀材料有蒙乃尔、哈氏 B、C、钼、F4 和橡胶。在温度低于 120℃的各种浓度 HF 中, 蒙乃尔 K-500 (3YC22, 即 Ni70Cu30Al) 都较稳定, 且酸中含有还原性物质时也不影响其腐蚀速度, 但当酸中有氧化性铜盐、铁盐存在时, 腐蚀加速, 在潮湿的 HF 蒸汽中会发生应力腐蚀开裂。无气的 HF 也可使用碳钢。

(10) 尿素 (氨基甲酸铵, H<sub>2</sub>NCONH<sub>2</sub>、分子量 60.02, 熔点 135℃, 加热到 160℃左右会分解产生氨气, 同时变为氰酸),

耐尿素腐蚀和冲刷的材料有经合理热处理的 0Cr15Ni40CuTiAlB (3YC7)、NiCr40AL (6YC2)、00Cr25Ni22Mo2N、1Cr18Mn10Ni5Mo3N、Cr17Mn14Mo2N (即 A4, 俗称尿素钢)、1Cr17Mn13Mo2CuN、和低碳 3RE60。耐尿素钢一般均含 N 元素。

### (11) 海水

海水对金属易产生电化学作用, 所以最好用衬橡胶或 F46 的铸铁, QA1 9-4、QA1 9-9 铝青铜, 或用奥氏体不锈钢 0Cr17Ni12Mo2Ti、00Cr24Ni6Mo3N (A+φ 体钢)。

## 六、耐气蚀、耐冲刷材料的选择

气蚀对调节阀节流件的破坏是十分严重的, 除了在阀的结构设计上采用多级降压等措施以避免气蚀, 减少冲刷, 在材料选用上也需要认真对待, 一般选用耐磨耐冲刷的高硬度材料, 常用的是经过恰当热处理的半奥氏体沉淀硬化型不锈钢 Cr17Ni7AlTi (17-7PH, SUS631, 经固溶处理、低温调质处理、时效处理), 析出硬化型超高强度不锈钢 0Cr12Ni4Co12Mo5(NASMA-164)和马氏体不锈钢 9Cr18。CO43CrNiWNB 合金 (6YC1) 尤其适用于高压调节阀的阀芯、阀座。

常采用的材料和工艺方法也有以 1Cr18Ni9 为基的阀芯阀座密封面堆焊司太莱合金或超音速 WC、Ni (Co) 喷涂, 用 YG6、YG8N 硬质合金整体制造等。用 YG 系列制作的阀芯、阀座最高工作压力可达 300MPa, 适用温度可达 -268~+850℃。

## 七、兼具耐磨耐蚀性的工艺方法——自溶合金粉末喷焊。

单一材料对于耐磨耐蚀性一般较难兼具，经济而有效的办法是采用金属表面强化技术。如化学镀层，化学热处理、堆焊、电火花表面强化、复合粉冶、真空溶烧、物理气相沉积等。

化学热处理、电火花表面强化、物理气相沉积等表面强化工艺用于耐气蚀时，零件的基体也必须有足够的硬度。化学镀 Ni-P15-20  $\mu\text{m}$  (Hv500-550) 经 280 $^{\circ}\text{C}$  16h 或 400 $^{\circ}\text{C}$  1h 达 Hv1000。化学镀 Ni-P 技术是近几年

七十年代中期国内推广应用自溶合金粉末喷焊，成效显著，编者在实践中的试验数据表明，例 G112Ni 基喷焊层的耐磨性是 STELLITE 堆焊层的 8 倍，YC-61 的 16 倍，17-7PH 的 60 倍，1Cr18Ni9Ti 的 130 倍，而耐腐蚀性在 10%HCL 溶液中是 1Cr18Ni9 的 5 倍，在其它碱液中也有较好的耐蚀性。又如粉 104 喷焊层其耐磨性是 1Cr18Ni9Ti 的 92 倍，是 Stellite 堆焊层的 6 倍，是 17-7PH 的 42 倍，是 YC-61 的 11 倍，而耐腐蚀性在 10%HCL 溶液中是 1Cr18Ni9Ti 的 2 倍，是 Stellite 堆焊层的 120 倍，其高温硬度和高温抗氧化性也优于 18-8 和 Stellite 合金。WC 喷焊层（或真空溶烧）可耐硅粉等磨损。

## 八、常作调节阀、自力式阀密封或膜片用的非金属材料。

天然橡胶 (NR): 耐盐类、盐酸、水、湿氯，使用温度为 85 $^{\circ}\text{C}$ 。

丁腈橡胶: 耐油、耐水、耐热性好，能在 120 $^{\circ}\text{C}$  连续使用，热油中能耐 150 $^{\circ}\text{C}$ ，但耐低温性能差， $\leq -30^{\circ}\text{C}$  会变硬脆。一般使用温度为 -20 $\sim$ +120 $^{\circ}\text{C}$ 。

乙丙橡胶 (EPDM, 三元乙丙): 耐老化、耐 40% 硼水、5-15% 硝酸、氯化钠、冲击弹性好，但耐油性差，使用温度为 -50 $\sim$ +150 $^{\circ}\text{C}$ 。

硅橡胶: 无味、无毒、对人体无不良反应，常用于医疗、食品卫生阀密封。甲基硅橡胶使用温度为 -60 $\sim$ +250 $^{\circ}\text{C}$ ，低苯基 (苯基 6~11%) 硅橡胶在 -100 $^{\circ}\text{C}$  下仍有弹性，是所有橡胶中低温性能中最好的一种。中苯基 (苯基 20~40%) 硅橡胶具有耐燃烧的特点。甲基苯基 (苯基 40~50%)，有优异的耐幅射性能。

26 型氟橡胶的使用温度为 -73 $\sim$ 277 $^{\circ}\text{C}$ ，能耐热、耐各种酸、碱，耐过热水蒸汽，能用于超高真空场合，有较高的强度和硬度。

硼硅橡胶的使用温度为 -60 $\sim$ +400 $^{\circ}\text{C}$ ，耐热、耐幅射、耐油。

聚四氟乙稀 (PTFE) 有优良的热稳定性，在 -250 $^{\circ}\text{C}$  超低温下仍不脆而有挠性。在 260 $^{\circ}\text{C}$  时， $\sigma_b$  还有 5MPa，1/5 室温时  $\sigma_s$  有 1.4MPa。几乎能耐所有不同浓度的酸、碱及有机酸，使用温度 -30 $\sim$ +120 $^{\circ}\text{C}$ 。缺点是有冷流和蠕变，用作阀座时，常用 20% 玻璃纤维+5% MOS<sub>2</sub> 增强。用作薄形件时其工艺为：模压  
烧结 车削 压延  $\rightarrow$   $\rightarrow$   $\rightarrow$

F46 即聚全氟乙丙烯，国外称 Teflon FEP，是四氟乙烯和六氟丙烯的共聚物，它基本上保持了聚四氟乙稀 (PTFE) 的性能，其机械强度、耐腐蚀性能，电绝缘性，耐磨性，不粘性，耐老化性均非常优良，与聚四氟乙稀相仿。但更有流动性，弹性，低温柔软性和透明性，高温极限比 F4 低 50 $^{\circ}\text{C}$ ，长期使用温度为 -85 $\sim$ 205 $^{\circ}\text{C}$ ，脆化温度为 -90 $^{\circ}\text{C}$ ，熔点 263 $^{\circ}\text{C}$ ，热分解温度为 400 $^{\circ}\text{C}$ ，耐一般化学品和溶剂 (包括浓硝酸和王水)，不耐熔融氢氧化钠和碱金属、发烟硝酸，能与氟、强氟化剂 (DF<sub>2</sub>, CIF) 发生作用。

F46 性能指标满足模塑和挤塑，常作耐腐阀的衬里、隔膜片。

对位聚苯使用温度为 300 $^{\circ}\text{C}$ ，适用介质同聚四氟乙稀。

柔性石墨不适用于王水、浓硫酸、浓硝酸，并与阀杆等金属件有微电池腐蚀。应加缓蚀剂，并与其它填料组合使用。