

2006 版新编

# 调节阀设计及应用实务全书

中国知识出版社

# 第三卷

牌号	UNS 牌号	钢种	质量分数(%)								Nb + Ta	Ta ≤	Ti
			C	Mn	P ≤	S ≤	Si	Ni	Cr	Mo			
F22 3级	K21590	Cr-Mo	0.05 ~ 0.15	0.30 ~ 0.60	0.040	0.040	≤ 0.50	—	2.00 ~ 2.50	0.87 ~ 1.13	—	—	—
F22V <sup>①</sup>	K31835	2.25% Cr, 1% Mo 0.25% V	0.11 ~ 0.15	0.30 ~ 0.60	0.015	0.010	≤ 0.10	≤ 0.25	2.00 ~ 2.50	0.90 ~ 1.10	其他元素 Cu ≤ 0.20 V 0.25 ~ 0.35 Cb ≤ 0.07 B ≤ 0.002 Ca ≤ 0.015 <sup>②</sup>		≤ 0.030
FR	K22035	2% Ni, 1% Cu	≤ 0.20	0.40 ~ 1.06	0.045	0.050	—	1.60 ~ 2.24	—	—	其他元素 Cu 0.75 ~ 1.25		—

## 马氏体不锈钢

F6a	S41000	13% Cr	≤ 0.15	≤ 1.00	0.040	0.030	≤ 1.00	≤ 0.50	11.5 ~ 13.5	—	—	—	—
F6b	S41026	13% Cr, 0.5% Mo	≤ 0.15	≤ 1.00	0.02	0.02	≤ 1.0	1.0 ~ 2.0	11.5 ~ 13.5	0.40 ~ 0.60	其他元素 Cu ≤ 0.50		—
F6NM	S41500	13% Cr, 4% Ni	≤ 0.05	0.5 ~ 1.0	0.030	0.030	≤ 0.60	3.5 ~ 5.5	11.5 ~ 14.0	0.5 ~ 1.0	—	—	—

## 铁素体不锈钢

FXM- 27Cb <sup>①</sup>	S44627	27Cr, 1Mo	≤ 0.010	≤ 0.40	0.020	0.020	≤ 0.40	≤ 0.50	25.0 ~ 27.5	0.75 ~ 1.50	其他元素 N ≤ 0.015 Cu ≤ 0.20 Cb 0.05 ~ 0.20		—
F429	S42900	15Cr	≤ 0.12	≤ 1.00	0.040	0.030	≤ 0.75	≤ 0.50	14.0 ~ 16.0	—	—	—	—
F430	S43000	17Cr	≤ 0.12	≤ 1.00	0.040	0.030	≤ 0.75	≤ 0.50	16.0 ~ 18.0	—	—	—	—

## 奥氏体不锈钢

F304 <sup>①</sup>	S30400	18Cr, 8Ni	≤ 0.08	≤ 2.00	0.040	0.030	≤ 1.00	8.0 ~ 11.0	18.0 ~ 20.0	—	—	—	—
F304H	S30409	18Cr, 8Ni	0.04 ~ 0.10	≤ 2.00	0.040	0.030	≤ 1.00	8.0 ~ 11.0	18.0 ~ 20.0	—	—	—	—
F304L <sup>①</sup>	S30403	18Cr, 8Ni, 低 C	≤ 0.035	≤ 2.00	0.040	0.030	≤ 1.00	8.0 ~ 13.0	18.0 ~ 20.0	—	—	—	—
F304N <sup>①</sup>	S30451	18Cr, 8Ni 加 N	≤ 0.08	≤ 2.00	0.040	0.030	≤ 0.75	8.0 ~ 10.5	18.0 ~ 20.0	—	—	—	—

牌号	UNS 牌号	钢种	质量分数(%)								Nb + Ta	Ta %	Ti
			C	Mn	P ≤	S ≤	Si	Ni	Cr	Mo			
F304LN <sup>⑥</sup>	S30453	18Cr, 8Ni 加 N	≤ 0.030	≤ 2.00	0.040	0.030	≤ 0.75	8.0 ~ 10.5	18.0 ~ 20.0	—	—	—	—
F310	S31000	25Cr, 20Ni	≤ 0.15	≤ 2.00	0.040	0.030	≤ 1.00	19.0 ~ 22.0	24.0 ~ 26.0	—	—	—	—
F316 <sup>⑤</sup>	S31600	18Cr, 8Ni 加 Mo	≤ 0.08	≤ 2.00	0.040	0.030	≤ 1.00	10.0 ~ 14.0	16.0 ~ 18.0	2.00 ~ 3.00	—	—	—
F316H	S31609	18Cr, 8Ni 加 Mo	0.040 ~ 0.10	≤ 2.00	0.040	0.030	≤ 1.00	10.0 ~ 14.0	16.0 ~ 18.0	2.00 ~ 3.00	—	—	—
F316L <sup>⑤</sup>	S31603	18Cr, 8Ni, 加 Mo, 低 C	≤ 0.035	≤ 2.00	0.040	0.030	≤ 1.00	10.0 ~ 15.0	16.0 ~ 18.0	2.00 ~ 3.00	—	—	—
F316N <sup>⑥</sup>	S31651	18Cr, 8Ni, 加 Mo 和 N	≤ 0.08	≤ 2.00	0.040	0.030	≤ 0.75	11.0 ~ 14.0	16.0 ~ 18.0	2.00 ~ 3.00	—	—	—
F316LN <sup>⑥</sup>	S31653	18Cr, 8Ni, 加 Mo 和 N	≤ 0.030	≤ 2.00	0.040	0.030	≤ 0.75	11.0 ~ 14.0	16.0 ~ 18.0	2.00 ~ 3.00	—	—	—
F317	S31700	19Cr, 13Ni, 3.5Mo	≤ 0.08	≤ 2.00	0.045	0.030	≤ 1.00	11.0 ~ 15.0	18.0 ~ 20.0	3.0 ~ 4.0	—	—	—
F317L	S31703	19Cr, 13Ni, 3.5Mo	≤ 0.03	≤ 2.00	0.045	0.030	≤ 1.00	11.0 ~ 15.0	18.0 ~ 20.0	3.0 ~ 4.0	—	—	—
F321	S32100	18Cr, 8Ni, 加 Ti	≤ 0.08	≤ 2.00	0.040	0.030	≤ 1.00	9.0 ~ 12.0	≥ 17.0	—	—	—	⑦
F321H	S32109	18Cr, 8Ni, 加 Ti	0.04 ~ 0.10	≤ 2.00	0.040	0.030	≤ 1.00	9.0 ~ 12.0	≥ 17.0	—	—	—	⑧
F347	S34700	18Cr, 8Ni, 加 Nb	≤ 0.08	≤ 2.00	0.040	0.030	≤ 1.00	9.0 ~ 13.0	17.0 ~ 20.0	—	⑨	—	—
F347H	S34709	18Cr, 8Ni, 加 Nb	0.04 ~ 0.10	≤ 2.00	0.040	0.030	≤ 1.00	9.0 ~ 13.0	17.0 ~ 20.0	—	⑩	—	—
F348	S34800	18Cr, 8Ni, 加 Nb	≤ 0.08	≤ 2.00	0.040	0.030	≤ 1.00	9.0 ~ 13.0	17.0 ~ 20.0	—	⑨	0.10	—
F348H	S34809	18Cr, 8Ni, 加 Nb	0.04 ~ 0.10	≤ 2.00	0.040	0.030	≤ 1.00	9.0 ~ 13.0	17.0 ~ 20.0	—	⑩	0.10	—
F XM-11	S21904	20Cr, 6Ni, 9Mn	≤ 0.040	8.0 ~ 10.0	0.060	0.030	≤ 1.00	5.5 ~ 7.5	19.0 ~ 21.5	—	—	其他元素 N 0.15 ~ 0.40	
F XM-19	S20910	22Cr, 13Ni, 5Mn	≤ 0.06	4.0 ~ 6.0	0.040	0.030	≤ 1.00	11.5 ~ 13.5	20.5 ~ 23.5	1.50 ~ 3.00	0.10 ~ 0.30	其他元素 N 0.20 ~ 0.40 V 0.10 ~ 0.30	

牌号	UNS 牌号	钢种	质量分数(%)								Nb + Ta	Ta ≤	Ti
			C	Mn	P ≤	S ≤	Si	Ni	Cr	Mo			
F10	S33100	20Ni, 8Cr	0.10 ~ 0.20	0.50 ~ 0.80	0.040	0.030	1.00 ~ 1.40	19.0 ~ 22.0	7.0 ~ 9.0	—	—	—	—
F44	S31254	20Cr, 18Ni, 6Mo, 低 C	≤ 0.020	≤1.00	0.030	0.010	≤0.80	17.5 ~ 18.5	19.5 ~ 20.5	6.0 ~ 6.5	—	—	其他元素 Cu 0.50 ~ 1.00 N 0.18 ~ 0.22
F45	S30815	21Cr, 11Ni, 加 N 和 Ce	0.05 ~ 0.10	≤0.80	0.040	0.030	1.40 ~ 2.00	10.0 ~ 12.0	20.0 ~ 22.0	—	—	—	其他元素 N 0.14 ~ 0.20 Ce 0.03 ~ 0.08
F46	S30600	18Cr, 15Ni, 4Si	≤ 0.018	≤2.00	0.020	0.020	3.7 ~ 4.3	14.0 ~ 15.5	17.0 ~ 18.5	≤0.20	—	—	—
F47	S31725	19Cr, 15Ni, 4Mo	≤ 0.030	≤2.00	0.045	0.030	≤0.75	13.0 ~ 17.5	18.0 ~ 20.0	4.0 ~ 5.0	—	—	其他元素 N ≤0.10
F48	S31726	19Cr, 15Ni, 4Mo	≤ 0.030	≤2.00	0.045	0.030	≤0.75	13.5 ~ 17.5	17.0 ~ 20.0	4.0 ~ 5.0	—	—	其他元素 N 0.10 ~ 0.20
F49	S34565	24Cr, 17Ni, 6Mn, 5Mo	≤ 0.030	5.0 ~ 7.0	0.030	0.010	≤1.00	16.0 ~ 18.0	23.0 ~ 25.0	4.0 ~ 5.0	0.1	—	其他元素 N 0.4 ~ 0.6

## 铁素体-奥氏体钢

F50	S31200	25Cr, 6Ni, 加 N	≤ 0.030	≤2.00	0.045	0.030	≤1.00	5.5 ~ 6.5	24.0 ~ 26.0	1.2 ~ 2.0	—	—	其他元素 N 0.14 ~ 0.20
F51	S31803	22Cr, 5.5Ni, 加 N	≤ 0.030	≤2.00	0.030	0.020	≤1.00	4.5 ~ 6.5	21.0 ~ 23.0	2.5 ~ 3.5	—	—	其他元素 N 0.08 ~ 0.20
F52	S32950	26Cr, 3.5Ni, 1.0Mo	≤ 0.030	≤2.00	0.035	0.010	≤0.60	3.5 ~ 5.2	26.0 ~ 29.0	1.00 ~ 2.50	—	—	其他元素 N 0.15 ~ 0.35
F53	S32750	25Cr, 7Ni, 4Mo, 加 N	≤ 0.030	≤1.2	0.035	0.020	≤0.8	6.0 ~ 8.0	24.0 ~ 26.0	3.0 ~ 5.0	—	—	其他元素 N 0.24 ~ 0.32 Cu ≤0.35
F54	S32740	25Cr, 7Ni, 加 N 和 W	≤ 0.030	≤1.0	0.030	0.020	≤0.80	6.0 ~ 8.0	24.0 ~ 26.0	2.50 ~ 3.50	—	—	其他元素 N 0.24 ~ 0.32 Cu 0.20 ~ 0.80 W 1.50 ~ 2.50
F55	S32760	25Cr, 7Ni, 3.5Mo 加 N 和 W	≤ 0.030	≤1.00	0.030	0.010	≤1.00	6.00 ~ 8.00	24.0 ~ 26.0	3.00 ~ 4.00	—	—	其他元素 N 0.20 ~ 0.30 Cu 0.50 ~ 1.00 W 0.50 ~ 1.00

① F2 钢原定为 w(Cr)1%、w(Mo)5%的,现在为 F12 钢。

② 现 F5a 钢 w(C) ≤ 0.25 按 1955 年以前的规定为 F5 钢。1955 年 F5 钢规定 w(C) ≤ 0.15,符合管子、管道、螺栓、焊接管件等这类产品的 ASTM 标准。

③ 对于 F22V 钢可加入稀土族金属(REM)以代替 Ca,需经制造商和买方商定。在这种情况下应确定 REM 的总量并提出报告。

④ FXM-27Cb 钢 W(Ni + Cu) ≤ 0.50%。产品分析中 W(C)和 W(N)在最大规定值的上极限偏差应为 0.002%。

⑤ F304, F304L, F316 和 F316L 钢的 W(N)<sub>max</sub> = 0.10%。

- ⑥ F304N, F316N, F304LN 和 F316LN 钢  $w(N) = 0.10\% \sim 0.16\%$ 。
- ⑦ F321 钢的  $w(Ti) \geq 5w(C)$ , 但不大于  $0.70\%$ 。
- ⑧ F321 钢的  $w(Ti) \geq 4w(C)$ , 但不大于  $0.70\%$ 。
- ⑨ 17347 和 F348 钢的  $w(Nb + Ta) \geq 10w(C)$ , 但不大于  $1.10\%$ 。
- ⑩ F347H 和 F348H 钢的  $w(Nb + Ta) \geq 8w(C)$ , 但不大于  $1.10\%$ 。

2) 力学性能见表 2-12。

表 2-12 力学性能

牌号	最小抗拉强度 MPa(klbf/in <sup>2</sup> )	最小屈服强度 <sup>①</sup> /MPa(klbf/in <sup>2</sup> )	最小伸长率(%) 50mm(2in)或4D	最小断面 收缩率(%)	HB
低合金钢					
F1	485(70)	275(40)	20.0	30.0	143 ~ 192
F2	485(70)	275(40)	20.0	30.0	143 ~ 192
F5	485(70)	275(40)	20.0	35.0	143 ~ 217
F5a	620(90)	450(65)	22.0	50.0	187 ~ 248
F9	585(85)	380(55)	20.0	40.0	179 ~ 217
F91	585(85)	415(60)	20.0	40.0	≤248
F11,1 级	415(60)	205(30)	20	45	121 ~ 174
F11,2 级	485(70)	275(40)	20.0	30.0	143 ~ 207
F11,3 级	515(75)	310(45)	20	30	156 ~ 207
F12,1 级	415(60)	205(30)	20	45	121 ~ 174
F12,2 级	485(70)	275(40)	20.0	30.0	143 ~ 207
F21	515(75)	310(45)	20.0	30.0	156 ~ 207
F3V	585 ~ 760(85 ~ 110)	415(60)	18	45	174 ~ 237
F22,1 级	415(60)	205(30)	20.0	35.0	≤170
F22,3 级	515(75)	310(45)	20.0	30.0	156 ~ 207
F22V	585 ~ 780(85 ~ 110)	415(60)	18.0	45.0	174 ~ 237
FR	435(63)	315(46)	25.0	38.0	≤197
马氏体不锈钢					
F6a,1 级	485(70)	275(40)	18	35.0	143 ~ 187
F6a,2 级	585(85)	380(55)	18	35.0	167 ~ 229
F6a,3 级	760(110)	585(85)	15	35.0	235 ~ 302
F6a,4 级	895(130)	760(110)	12	35.0	263 ~ 321

牌号	最小抗拉强度 MPa(klbf/in <sup>2</sup> )	最小屈服强度 <sup>①</sup> /MPa(klbf/in <sup>2</sup> )	最小伸长率(%) 50mm(2in)或4D	最小断面 收缩率(%)	HB
F6b	760~930(110~135)	620(90)	16	45.0	235~285
F6NM	790(115)	620(90)	15	45.0	≤295
铁素体不锈钢					
FXM -					
27Cb	415(60)	240(35)	20.0	45.0	≤190
F429	415(60)	240(35)	20.0	45.0	≤190
F430	415(60)	240(35)	20.0	45.0	≤190
奥氏体不锈钢					
F304	515 <sup>②</sup> (75)	205(30)	30	50	
F304H	515 <sup>②</sup> (75)	205(30)	30	50	
F304L	485 <sup>②</sup> (70)	170(25)	30	50	
F304N	550(80)	240(35)	30 <sup>④</sup>	50 <sup>④</sup>	
F 304LN	515 <sup>②</sup> (75)	205(30)	30	50	
F 310	515 <sup>②</sup> (75)	205(30)	30	50	
F 316	515 <sup>②</sup> (75)	205(30)	30	50	
F 316H	515 <sup>②</sup> (75)	205(30)	30	50	
F 316L	485 <sup>②</sup> (70)	170(25)	30	50	
F 316N	550 <sup>②</sup> (80)	240(35)	30 <sup>④</sup>	50 <sup>④</sup>	
F 316LN	515 <sup>②</sup> (75)	205(30)	30	50	
F 317	515 <sup>②</sup> (75)	205(30)	30	50	
F 317L	485 <sup>②</sup> (70)	170(25)	30	50	
F 347	515 <sup>②</sup> (75)	205(30)	30	50	
F 347H	515 <sup>②</sup> (75)	205(30)	30	50	
F 348	515 <sup>②</sup> (75)	205(30)	30	50	
F 348H	515 <sup>②</sup> (75)	205(30)	30	50	
F 321	515 <sup>②</sup> (75)	205(30)	30	50	
F 321H	515 <sup>②</sup> (75)	205(30)	30	50	
F XM - 11	620(90)	345(50)	45	60	
F XM - 19	690(100)	380(55)	35	55	
F 10	550(80)	205(30)	30	50	

牌号	最小抗拉强度 MPa(klbf/in <sup>2</sup> )	最小屈服强度 <sup>①</sup> /MPa(klbf/in <sup>2</sup> )	最小伸长率(%) 50mm(2in)或4D	最小断面 收缩率(%)	HB
F 44	650(94)	300(44)	35	50	-
F 45	600(87)	310(45)	40	50	
F 46	540(78)	24.0(35)	40.0	50.0	
F 47	525(75)	205(30)	40.0	50.0	
F 48	550(80)	240(35)	40.0	50.0	
F 49	795(115)	415(60)	35	40	

## 铁素体 - 奥氏体不锈钢

F 50	690 ~ 900(100 ~ 130)	450(65)	25	50	-
F 51	620(90)	450(65)	25	45	-
F 52	690(100)	485(70)	15	-	-
F 53	800(116)	550(80)	15	-	≤310
F 54	800(116)	550(80)	15	30	≤310
F 55	750 ~ 895(109 ~ 130)	550(80)	25.0	45	-

①通过0.2%残余变形法确定,仅对铁素体钢,也可使用载荷下的0.5%伸长。

② 截面厚度超过130mm(5in)的,其最小抗拉强度应为485MPa(70klbf/in<sup>2</sup>)。

③ 截面厚度超过130mm(5in)的,其最小抗拉强度应为450MPa(65klbf/in<sup>2</sup>)。

④ 纵向的50mm(2in)标距,横向最小伸长率为25%。

⑤ 纵向的,横向最小断面收缩率应为45%。

3)热处理要求见表2-13。

表2-13 热处理要求

牌号	热处理类型	最低奥氏体化/固溶 化温度 <sup>①</sup> /℃(°F)	冷却方式	淬冷低于 /℃(°F)	最低回火 温度/℃(°F)
低合金钢					
F 1	退火	900(1650)	炉冷	②	②
	正火加回火	900(1650)	空冷	②	620(1150)
F 2	退火	900(1650)	炉冷	②	②
	正火加回火	900(1650)	空冷	②	620(1150)
F 5、F 5a	退火	955(1750)	炉冷	②	②
	正火加回火	955(1750)	空冷	②	675(1250)



牌号	热处理类型	最低奥氏体化/固溶 化温度 <sup>①</sup> /℃(°F)	冷却方式	淬冷低于 /℃(°F)	最低回火 温度/℃(°F)
F 9	退火	955(1750)	炉冷	②	②
	正火加回火	955(1750)	空冷	②	675(1250)
F 91	正火加回火	1040~1095(1900~2000)	空冷	②	730(1350)
F 11, 1、2、3级	退火	955(1750)	炉冷	②	②
	正火加回火	955(1750)	空冷	②	620(1150)
F 12, 1、2级	退火	955(1750)	炉冷	②	②
	正火加回火	955(1750)	空冷	②	620(1150)
F 21、F 3V	退火	955(1750)	炉冷	②	②
	正火加回火	955(1750)	空冷	②	675(1250)
F 22、1、3级	退火	955(1750)	炉冷	②	②
	正火加回火	955(1750)	空冷	②	675(1250)
FR	退火	955(1750)	炉冷	②	②
	正火 正火加回火	955(1750) 955(1750)	空冷 空冷	② ②	② 675(1250)

## 马氏体不锈钢

F 6a、1级	退火	不指定	炉冷	②	②
	正火加回火 回火	不指定 不需要	空冷 ②	205(400) ②	725(1325) 725(1325)
F 6a、2级	退火	不指定	炉冷	②	②
	正火加回火 回火	不指定 不需要	空冷 ②	205(400) ②	675(1250) 675(1250)
F 6a、3级	退火	不指定	炉冷	②	②
	正火加回火	不指定	空冷	205(400)	595(1100)
F 6a、4级	退火	不指定	炉冷	②	②
	正火加回火	不指定	空冷	205(400)	540(1000)
F 6b	退火	955(1750)	炉冷	②	②
	正火加回火	955(1750)	空冷	205(400)	620(1150)
F 6NM	正火加回火	1010(1850)	空冷	95(200)	560~600 (1040~1120)

## 铁素体不锈钢

牌号	热处理类型	最低奥氏体化/固溶 化温度 <sup>①</sup> /℃(°F)	冷却方式	淬冷低于 /℃(°F)	最低回火 温度/℃(°F)
F XM-27Cb	退火	1010(1850)	炉冷	②	②
F 429	退火	1010(1850)	炉冷	②	②
F 430	退火	不指定	炉冷	②	②

## 奥氏体不锈钢

F 304	固溶处理加淬火	1040(1900)	液体	260(500)	②
F 304H	固溶处理加淬火	1040(1900)	液体	260(500)	②
F 304L	固溶处理加淬火	1040(1900)	液体	260(500)	②
F 304N	固溶处理加淬火	1040(1900)	液体	260(500)	②
F 304LN	固溶处理加淬火	1040(1900)	液体	260(500)	②
F 310	固溶处理加淬火	1040(1900)	液体	260(500)	②
F 316	固溶处理加淬火	1040(1900)	液体	260(500)	②
F 316H	固溶处理加淬火	1040(1900)	液体	260(500)	②
F 316N	固溶处理加淬火	1040(1900)	液体	260(500)	②
F 316LN	固溶处理加淬火	1040(1900)	液体	260(500)	②
F 317	固溶处理加淬火	1040(1900)	液体	260(500)	②
F 317L	固溶处理加淬火	1040(1900)	液体	260(500)	②
F 347	固溶处理加淬火	1040(1900)	液体	260(500)	②
F 347H	固溶处理加淬火	1050(1925)	液体	260(500)	②
F 348	固溶处理加淬火	1040(1900)	液体	260(500)	②
F 348H	固溶处理加淬火	1050(1925)	液体	260(500)	②
F 321	固溶处理加淬火	1040(1900)	液体	260(500)	②
F 321H	固溶处理加淬火	1050(1925)	液体	260(500)	②
F XM-11	固溶处理加淬火	1040(1900)	液体	260(500)	②
F XM-19	固溶处理加淬火	1040(1900)	液体	260(500)	②
F 10	固溶处理加淬火	1040(1900)	液体	260(500)	②
F 44	固溶处理加淬火	1150(2100)	液体	260(500)	②
F 45	固溶处理加淬火	1040(1900)	液体	260(500)	②
F 46	固溶处理加淬火	1040(1900)	液体	260(500)	②
F 47	固溶处理加淬火	1040(1900)	液体	260(500)	②
F 48	固溶处理加淬火	1040(1900)	液体	260(500)	②

牌号	热处理类型	最低奥氏体化/固溶化温度 <sup>①</sup> /℃(°F)	冷却方式	淬冷低于/℃(°F)	最低回火温度/℃(°F)
F 49	固溶处理加淬火	1120(2050)	液体	260(500)	②
铁素体 - 奥氏体不锈钢					
F 50	固溶处理加淬火	1050(1925)	液体	260(500)	②
F 51	固溶处理加淬火	1020(1870)	液体	260(500)	②
F 52 <sup>①</sup>					
F 53	固溶处理加淬火	1025(1880)	液体	260(500)	②
F 54	固溶处理加淬火	1050 ~ 1125(1920 ~ 2060)	液体	260(500)	②
F 55	固溶处理加淬火	1100 ~ 1140(2010 ~ 2085)	液体	260(500)	②

① 除列出温度范围外,为最低值。

② 不适用。

③ 牌号 F52 应在 995 ~ 10250℃(1825 ~ 1875°F) 温度,壁厚 25.4mm(1in),30min 固溶处理加水淬。

4)  $w(C)_{\max} \geq 4\%$  的低合金钢和不锈钢的产品分析极限偏差见表 4 - 14。

表 4 - 14  $w(Cr) \geq 4\%$  的低合金钢和不锈钢的产品分析极限偏差<sup>①</sup>

元素	规定范围的界限或最大质量分数(%)	高于上限或低于下线的极限偏差	元素	规定范围的界限或最大质量分数(%)	高于上限或低于下线的极限偏差
C	$\leq 0.030$	0.005	Mo	$\leq 0.20$	0.01
	$> 0.030 \sim 0.20$	0.01		$> 0.20 \sim 0.60$	0.03
Mn	$\leq 1.00$	0.03	Ti	$> 0.60 \sim 2.00$	0.05
	$> 1.00 \sim 3.00$	0.04		$> 2.00 \sim 7.00$	0.10
	$> 3.00 \sim 6.00$	0.05		所有范围	0.05
	$> 6.00 \sim 10.00$	0.06		Nb - Ta	所有范围
P	$\leq 0.040$	0.005	Ta	$\leq 0.10$	0.02
S	$\leq 0.030$	0.005	Co	$0.05 \sim 0.20$	0.01 <sup>②</sup>
Si	$\leq 1.00$	0.05	N	$\leq 0.19$	0.01
	$> 1.00 \sim 5.00$	0.10		$> 0.19 \sim 0.25$	0.02
				$> 0.25 \sim 0.35$	0.03
Cr	$> 4.00 \sim 10.00$	0.10		$> 0.35 \sim 0.45$	0.04

元素	规定范围的界限或最大质量分数(%)	高于上限或低于下限的极限偏差	元素	规定范围的界限或最大质量分数(%)	高于上限或低于下限的极限偏差
Ni	>10.00 ~ 15.00	0.15	Nb	>0.45 ~ 0.60	0.05
	>15.00 ~ 20.00	0.20		0.05 ~ 0.20	0.01
	>20.00 ~ 27.50	0.25	Al	≤0.05	0.01
	≤1.00	0.03		V	≤0.10
	>1.00 ~ 5.00	0.07	Ce	>0.10 ~ 0.25	0.02
	>5.00 ~ 10.00	0.10		0.03 ~ 0.08	-0.005
	>10.00 ~ 20.00	0.15	W	≤1.00	0.04
	>20.00 ~ 22.00	0.20		Cu	≤1.00

①本表不能用于熔炼分析。

②w(Co) < 0.05%的产品分析范围还未确立,制造商应考虑这一范围。

5) w(Cr) < 4%的低合金钢产品分析极限偏差见表 2-15。

表 2-15 w(Cr) < 4%的低合金钢产品分析极限偏差

元素 <sup>①</sup>	规定范围或最大质量分数(%)	对所列尺寸范围高于上限或低于下限的极限偏差(%) <sup>②</sup>			
		≤100in <sup>2</sup> (6.45 × 10 <sup>4</sup> mm <sup>2</sup> )	>100 ~ 200in <sup>2</sup> (1.290 × 10 <sup>5</sup> mm <sup>2</sup> )	>200 ~ 400in <sup>2</sup> (2.581 × 10 <sup>5</sup> mm <sup>2</sup> )	>400in <sup>2</sup>
Mn	≤0.90	0.03	0.04	0.05	0.06
	>0.90 ~ 1.00	0.04	0.05	0.06	0.07
P	≤0.045	0.005	0.010	0.010	0.010
S	≤0.045	0.005	0.010	0.010	0.010
Si	≤0.40	0.02	0.02	0.03	0.04
	>0.40 ~ 1.00	0.05	0.06	0.06	0.07
Ni	≤0.50	0.03	0.03	0.03	0.03
Cr	≤0.90	0.03	0.04	0.04	0.05
	>0.90 ~ 2.10	0.05	0.06	0.06	0.07
	>2.10 ~ 3.99	0.10	0.10	0.12	0.14

元素 <sup>①</sup>	规定范围或 最大质量分数(%)	对所列尺寸范围高于上限或低于下限的极限偏差(%) <sup>②</sup>			
		≤100in <sup>2</sup> (6.45 × 10 <sup>4</sup> mm <sup>2</sup> )	>100 ~ 200in <sup>2</sup> (1.290 × 10 <sup>5</sup> mm <sup>2</sup> )	>200 ~ 400in <sup>2</sup> (2.581 × 10 <sup>5</sup> mm <sup>2</sup> )	>400in <sup>2</sup>
Mo	≤0.20	0.01	0.01	0.02	0.03
	>0.20 ~ 0.40	0.02	0.03	0.03	0.04
	>0.40 ~ 1.15	0.03	0.04	0.05	0.06
Cu	≤1.00	0.03	0.03	0.03	0.03
	>1.00 ~ 2.00	0.05	0.05	0.05	0.05
Ti	≤0.10	0.01	0.01	0.01	0.01
V	≤0.10	0.01	0.01	0.01	0.01
	0.11 ~ 0.25	0.02	0.02	0.02	0.02
	0.26 ~ 0.5	0.03	0.03	0.03	0.03

①对 C、B、Cb 和 ca 的产品分析应符合要求。

②截面面积。

6) 焊补要求见表 2-16。

表 2-16 焊补要求

牌 号	焊条 <sup>①</sup>	推荐的预热和层间 温度范围/°C (°F)	最低焊后热处 理温度/°C (°F)
低合金钢			
F 1	E 7018 - A 1	95 ~ 205 (200 ~ 400)	620 (1150)
F 2	E 8018 - B 1	150 ~ 315 (300 ~ 600)	620 (1150)
F 5	E 502 - 15 或 16	205 ~ 370 (400 ~ 700)	675 (1250)
F 5a	E 502 - 15 或 16	205 ~ 370 (400 ~ 700)	675 (1250)
F 9	E 505 - 15 或 16	205 ~ 370 (400 ~ 700)	675 (1250)
F 91	9% Cr, 1% Mo, VCbN	205 ~ 370 (400 ~ 700)	705 (1300)
F 11, 1, 2, 3 级	E 8018 - B 2	150 ~ 315 (300 ~ 600)	620 (1150)
F 12, 1, 2 级	E 8018 - B 2	150 ~ 315 (300 ~ 600)	620 (1150)
F 21	E 9018 - B 3	150 ~ 315 (300 ~ 600)	675 (1250)
F 3V	3% Cr, 1% Mo, 1/4% V - Ti	150 ~ 315 (300 ~ 600)	675 (1250)
F 22, 1 级	E 9018. B 3	150 ~ 315 (300 ~ 600)	675 (1250)
F 22, 3 级	E 9018. B 3	150 ~ 315 (300 ~ 600)	675 (1250)
F 22V	2.25% Cr, 1% Mo, 0.25% V - Cb	150 ~ 315 (300 ~ 600)	675 (1250)

牌 号	焊条 <sup>①</sup>	推荐的预热和层间 温度范围/℃ (°F)	最低焊后热处 理温度/℃ (°F)
马氏体不锈钢			
F 6a, 1 级	E 410 - 15 或 16	205 ~ 370 (400 ~ 700)	675 (1250)
F 6a, 2 级	E 410 - 15 或 16	205 ~ 370 (400 ~ 700)	675 (1250)
F 6b	13% Cr, 1% Ni, 1/2% Mo	205 ~ 370 (400 ~ 700)	620 (1150)
F 6NM	13% Cr, 4% Ni	150 ~ 370 (300 ~ 700)	565 (1050)
铁素体不锈钢			
F XM - 27Cb	26% Cr - 1% Mo	NR <sup>②</sup>	NR
F 429	E 430 - 16	205 ~ 370 (400 ~ 700)	760 (1400)
F 430	E 430 - 16	NR	760 (1400)
FR	E 8018 - C2	NR	NR
奥氏体不锈钢			
F 304	E 308 - 15 或 16	NR	1040 (1900) + WQ <sup>③</sup>
F 304L	E 308L - 15 或 16	NR	1040 (1900) + WQ
F 304H	E 308 - 15 或 16	NR	1040 (1900) + WQ
F 304N	E 308 - 15 或 16	NR	1040 (1900) + WQ
F 304LN	E 308 - 15 或 16	NR	1040 (1900) + WQ
F 310	E 310 - 15 或 16	NR	1040 (1900) + WQ
F 316	E 316 - 15 或 16	NR	1040 (1900) + WQ
F 316L	E 316L - 15 或 16	NR	1040 (1900) + WQ
F 316H	E 316 - 15 或 16	NR	1040 (1900) + WQ
F 316N	E 316 - 15 或 16	NR	1040 (1900) + WQ
F 316LN	E 316 - 15 或 16	NR	1040 (1900) + WQ
F 317	E 317 - 15 或 16	NR	1040 (1900) + WQ
F 317L	E 317L - 15 或 16	NR	1040 (1900) + WQ
F 321 <sup>④</sup>	E 347 - 15 或 16	NR	1040 (1900) + WQ
F 321H <sup>④</sup>	E 347 - 15 或 16	NR	1050 (1925) + WQ
F 347	E 347 - 15 或 16	NR	1040 (1900) + WQ
F 347H	E 347 - 15 或 16	NR	1050 (1925) + WQ
F 348	E 347 - 15 或 16	NR	1040 (1900) + WQ
F 348H	E 347 - 15 或 16	NR	1050 (1925) + WQ
F XM - 11	XM - 10W	NR	NR
F XM - 19	XM - 19W	NR	NR
F 10 <sup>④</sup>	-	-	-
F 44	ENiCrMo - 3	NR	1150 (2100) + WQ
F 45 <sup>④</sup>	-	-	-
F 46	-	-	-
F 47	⑤	-	1150 (2100) + WQ
F 48	⑤	-	1150 (2100) + WQ
F 49	⑤	-	1150 (2100) + WQ
铁素体 - 奥氏体不锈钢			
F 50	25% Cr, 6% Ni, 1.7% Mo	NR	NR
F 51	22% Cr, 5.5% Ni, 3% Mo	NR	NR
F 52	26% Cr, 8% Ni, 2% No	NR	NR

牌 号	焊条 <sup>①</sup>	推荐的预热和层间 温度范围/℃ (°F)	最低焊后热处 理温度/℃ (°F)
F 53	25% Cr, 7% Ni, 4% Mo	NR	NR
F 54	25% cr, 7% Ni, 3% Mo, W	NR	NR
F 55	25% Cr, 7% Ni, 3.5% Mo	NR	NR

① 焊条应符合 ASME SFA5.4, SFA5.5 和 SFA5.9 或 SFA5.11 中的有关牌号 ER 的规定。

② NR = 不要求。

③ WQ = 水淬。

④ 要求买方同意。

⑤ 适用于相配的填充金属, 制造商也已采用 AWS A5.14, ER 级, NiCrMo-3 和 AWS A5.11, E 级, NiCrMo-3 填充金属。

关于不锈钢棒材和锻材使用中的注意事项:

1) ASTM A276 中的 304 不锈钢, 不等于 ASTM A182 中的 F304 不锈钢。304 不锈钢 Ni 的质量分数是 8.0% ~ 10.5%, 而 F304 不锈钢 Ni 的质量分数是 8.0% ~ 11.0%。

304L 不锈钢不等于 F304L 不锈钢。304LC 的质量分数  $\leq 0.03\%$ 、Ni 的质量分数 0% ~ 12.0%, 而 F304LC 的质量分数  $\leq 0.035\%$ 、Ni 的质量分数 8.0% ~ 13.0%。

316L 不锈钢不等于 F316L 不锈钢。316LC 量的质量分数  $\leq 0.03\%$ 、Ni 的质量分数 10.0% ~ 14.0%, 而 F316LC 的质量分数  $\leq 0.035\%$ 、Ni 的质量分数 10.0% ~ 15.0%。

2) 不要认为铸材与相应牌号的棒材化学元素的质量分数是相同的。例如:

316LCr 的质量分数是 16.0% ~ 18.0%、Ni 的质量分数是 10.0% ~ 14.0%; 而 CF3MCr 的质量分数是 17.0% ~ 21.0%、Ni 的质量分数是 9.0% ~ 13.0%。

316Cr 的质量分数是 16.0% ~ 18.0%、Ni 的质量分数是 10.0% ~ 14.0%, 而 CF8MCr 的质量分数是 18.0% ~ 21.0%、Ni 的质量分数 9.0% ~ 12.0%。

304LCr 的质量分数是 18.0% ~ 20.0%、Ni 的质量分数是 8.0% ~ 12.0%, 而 CF3Cr 的质量分数是 17.0% ~ 21.0%、Ni 的质量分数是 8.0% ~ 12.0%。

304Cr 的质量分数是 18.0% ~ 20.0%、Ni 的质量分数是 8.0% ~ 10.5%, 而 CF8 中 Cr 的质量分数是 18.0% ~ 21.0%、Ni 的质量分数是 8.0% ~ 11.0%。

从以上可看出, 如果用 316 或 316L 重熔变成 CF8 或 CF8M, 往往 Cr 的质量分数不够。

3) GB/T 1220 - 1992《不锈钢棒》中, 有一种牌号 Y1Cr18Ni9, C 的质量分数  $\leq 0.15\%$ 、含 s 的质量分数  $\leq 0.15\%$ 。这是一种易切削钢, 它和 1Cr18Ni9 是不一样的, 它不能用于耐酸的场合。

4) 其余注意事项同不锈钢。

### 第三节 高温调节阀用钢

这里所说的高温调节阀,是指用于火力发电、核电,介质为高温、高压蒸汽的调节阀,以及用于炼厂催化系统,介质为有硫化物轻腐蚀的石油介质的调节阀。

#### 1. 用于高温、高压蒸汽调节阀主体的铸钢材料

采用以下两个标准:

(1) JB/T 9625 - 1999《锅炉管道附件承压铸钢件 技术条件》材料牌号及适用温度范围如下:

材料牌号	适用温度范围
ZG20CrMo	≤510℃
ZG20CrMoV	≤540℃
ZG15Cr1Mo1V	≤570℃

(2) JB/T 5263 - 1991《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)。这三种牌号来自 ASTM A217/A217M - 1991《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可从 ASME B16·34 - 2004 温度—压力额定值表中查得,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表 2-17 中。

表 2-17 WC1、WC6、WC9 钢的适用温度

材料牌号	推荐适用温度范围/℃			
	ASME B16·34	美国费希尔	日本岗野	国内某厂
WC1	455	454.4	425 ~ 450	454
WC6	593	537.7	450 ~ 540	552
WC9	593	565.5	540 ~ 580	593

注: WC1 在 468℃ 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℃ 以上区域使用时要考虑生成氧化皮的可能性。

#### 2. ASTM A217/A217M - 2004《高温承压件用马氏体不锈钢和合金钢铸件标准规范》

(1) 化学元素的质量分数 见表 2-18。



表 2-18 化学元素质量分数

化学元素	质量分数 (%)									
	碳钨钢	镍铬钨钢			铬钨钢				铬钢	铬钨钒钢
	WC1 J12524	WC4 J12082	WC5 J22000	WC6 J12072	WC9 J21890	WC11 J11872	C5 J42045	C12 J82090	CA15 J91150	C12A J84090
碳	0.25	0.05 ~ 0.20	0.05 ~ 0.20	0.05 ~ 0.20	0.05 ~ 0.18	0.15 ~ 0.20	0.20	0.20	0.15	0.08 ~ 0.12
锰	0.50 ~ 0.80	0.50 ~ 0.80	0.40 ~ 0.70	0.5 ~ 0.80	0.40 ~ 0.70	0.50 ~ 0.80	0.40 ~ 0.70	0.35 ~ 0.65	1.00	0.30 ~ 0.60
磷	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.02	0.04	0.04	0.04	0.03
硫	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.40	0.01
硅	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.30 ~ 0.60	0.75	1.00	0.15	0.20 ~ 0.50
镍	—	0.70 ~ 1.10	0.60 ~ 1.00	—	—	—	—	—	1.00	0.40
铬	—	0.50 ~ 0.80	0.50 ~ 0.90	1.00 ~ 1.50	2.00 ~ 2.75	1.00 ~ 1.50	4.00 ~ 6.50	8.00 ~ 10.00	11.5 ~ 14.0	8.0 ~ 9.5
钨	0.45 ~ 0.65	0.45 ~ 0.65	0.90 ~ 1.20	0.45 ~ 0.65	0.90 ~ 1.20	0.45 ~ 0.65	0.45 ~ 0.65	0.90 ~ 1.20	1.50	0.85 ~ 1.05
钒	0.45 ~ 0.65	—	—	—	—	—	—	—	—	0.03 ~ 0.07
残留元素										
铜	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.35	0.50	0.50	—	—
镍	0.50	—	—	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	—	—
铬	0.35	—	—	—	—	—	—	—	—	—
钨	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	—	0.10	0.10	—	—
钒	—	—	—	—	—	0.03	—	—	—	0.18 ~ 0.25
残留元素总量	1.00	0.60	0.60	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	—	—

注:除标注者外,其余数值均为最大值。

(2)力学性能 见表 2-19。

表 2-19 力学性能

力学性能	抗拉强度/MPa (klbf/in <sup>2</sup> ) (最小)	屈服强度 <sup>Ⓢ</sup> /MPa (klbf/in <sup>2</sup> ) (最小)	延伸率 <sup>Ⓢ</sup> (%) (行距 50mm) (最小)	断面收缩率 (%) (最小)
牌 号				
WC1	450(65) ~ 620(90)	240(35)	24	35