

耐大气腐蚀钢 · 耐海水腐蚀钢 · 耐硫酸腐蚀钢

- 手工焊条
- 气保焊材料
 - 药芯焊丝
 - 实心焊丝
- TIG焊材料
- 埋弧焊材料

2

耐大气腐蚀钢·耐海水腐蚀钢·耐硫酸腐蚀钢

1.材料的种类和选择方法

耐大气腐蚀钢用材料的熔敷金属化学成分如表所示。

Cu, Ni等耐大气腐蚀元素的含有量决定耐腐蚀性。请选择适合使用钢材的焊接材料。

熔敷金属成分系	对应钢种
Cu-Ni系	JRS 51304-2 (旧国铁标准) “耐大气腐蚀钢材”
Cu-Cr-Ni系	JIS G 3114 “耐大气腐蚀钢材” ASTM A588 “耐大气腐蚀钢材”
Cu-Ni-Ti系 Ni-Mo系 Cu-Ni系	镍基系高度耐大气腐蚀钢

耐海水腐蚀钢以及耐硫酸腐蚀钢用材料，要分别考虑使用环境下的耐腐蚀性，含有Cu, Cr, Ni等元素。参考所示的各焊接法来选择材料。

1) 各钢种和适用手工焊条的一例

	钢 种		牌 号
	标 准	钢号/级别	
耐大气腐蚀钢	JRS 51304-2	SPA-H SPA-C	TB-W52 LB-W52
	JIS G 3114: 2008	400及490MPa级	TB-W52B LB-W52B
		570MPa级	LB-W62G
	ASTM A588		LB-W588 LB-W62G
镍基系高度耐大气腐蚀钢	Cu-Ni-Ti系	400及490MPa级	LB-50WT
	Ni-Mo系	400及490MPa级	LB-W52CL
	Cu-Ni系	400及490MPa级	LB-W52CLB
耐海水腐蚀钢			LB-O52
耐硫酸腐蚀钢			BA-47 LB-A52

2) 各钢种和适用MAG焊丝以及TIG焊材料一例

	钢 种		牌 号	
	标 准	钢号/级别	全位置用	平焊·横焊·平角焊
耐大气腐蚀钢	JIS G 3114 -2008	400及 490MPa级	MG-W50TB DW-50W, TG-W50	MX-50W MG-W50B
		570MPa级	DW-60W	MX-60W MG-W588
	ASTM A588		DW-588	MX-588 MG-W588
镍基系高度耐大气腐蚀钢	Cu-Ni-Ti系	400~490 MPa级	DW-50WT	MX-50WT
	Ni-Mo系	400~490 MPa级	DW-50WCL	MX-50WCL
	Cu-Ni系	400~490 MPa级	DW-50WCLB	MX-50WCLB

3) 各钢种和埋弧焊材料一例

	钢 种		牌 号	
	标 准	钢号/级别	对接·船形焊	平焊·平角焊
耐大气腐蚀钢	JIS G 3114 -2008	400及 490MPa级	MF-38, MF-38A/US-W52B	MF-53/US-W52B
		570MPa级	MF-38/US-W62B	MF-63/US-W62B
镍基系高度耐大气腐蚀钢	Cu-Ni-Ti系	400~490 MPa级	MF-38, MF-38A/US-50WT	MF-53/US-50WT
	Ni-Mo系	400~490 MPa级	MF-38, MF-38A/US-W52CL	MF-53/US-W52CL
	Cu-Ni系	400~490 MPa级	MF-38, MF-38A/US-W52CLB	MF-53/US-W52CLB

①焊剂

牌 号	类型	标准 JIS	用途·使用特性	粒径(粒度)
MF-38	熔 炼	Z 3352 SFCS1	和各种焊丝组合, 适合单·多层的对接焊、船形焊。	212 μ m~1.40mm (12 \times 65) 75 μ m~1.40mm (12 \times 200) 75 μ m~850 μ m (20 \times 200) 0 μ m~850 μ m (20 \times D)
MF-38A	熔 炼	Z 3352 SFMS1	和各种焊丝组合, 适合单·多层的对接焊、船形焊。船形焊时抗表面气孔性优良。	212 μ m~1.40mm (12 \times 65) 75 μ m~850 μ m (20 \times 200) 0 μ m~850 μ m (20 \times D)
MF-53	熔 炼	Z 3352 SFMS1	和US-W52B组合, 适合低碳~490MPa级钢的平焊、平角焊。	300 μ m~2.36mm (8 \times 48)
MF-63	熔 炼	Z 3352 SFMS1	和US-W62B组合, 适合570MPa级钢的平焊、平角焊。	300 μ m~2.36mm (8 \times 48)

②焊丝

牌 号	标 准	化学成分—例 %						主要 尺寸 mm
	JIS AWS	C	Si	Mn	Cu	Cr	Ni	
US-W52B	Z 3351 YS-CuC2	0.10	0.03	1.51	0.36	0.62	0.14	1.6
	相当于A5.23 EG							2.0
US-W62B	Z 3351 YS-CuC3	0.09	0.03	1.54	0.38	0.66	0.18	2.4
	相当于A5.23 EG							3.2
US-50WT	—	0.10	0.05	1.47	0.61	— Ti: 0.15	3.15	4.0
								4.8
US-W52CL	—	0.10	0.03	1.66	—	— Mo: 0.53	2.37	4.0
US-W52CLB	—	0.10	0.04	1.45	0.60	—	3.14	4.8

2.焊接工艺要点

1) 综述

- ①坡口内的锈蚀、污垢等是出现表面、内部气孔的原因，因此要清除干净。
- ②进行冷却速度慢的焊接（高线能量焊接、薄板、高层间温度等）时，抗拉强度、韧性下降。根据目标性能选择焊接施工条件。
- ③根据需要选择预热。预热温度参照下表。
另外，非低氢型手工焊条，预热温度要稍高。
- ④高P型的耐大气腐蚀钢，母材稀释小，低速度的焊接施工对防止裂纹有效。

最低预热温度基准 (°C)

钢种	接头	材 料	板 厚 mm		
			t≤25	25<t≤38	38<t≤50
SMA400	对接角焊	手 工 焊 条	—	50	100
		上 述 以 外 材 料	—	—	50
SMA490		手 工 焊 条	50	100	100
		上 述 以 外 材 料	—	—	50
SMA570		手 工 焊 条 丝	50	100	100
		实 心 焊 丝 埋 弧 焊 材	50	50	50

注) 手工焊条电弧焊时，以使用低氢型焊条为标准。

2) 手工焊条

请参照低碳钢~550MPa级钢的焊接操作要点（37页）以及手工焊条的操作要点。

3) 气保焊材料以及TIG焊丝

请参照低碳钢~550MPa级钢的焊接操作要点（68, 88, 110页）。

4) 埋弧焊材料

请参照低碳钢~550MPa级钢的焊接操作要点（122页）。

手工焊条

牌 号	标 准	JIS	用 途 · 使 用 特 性	主要尺寸 mm	C
		AWS			
® TB-W52	Z 3214 E4903-NC A —	—	全位置用手工焊条。相当于日本的旧国铁标准JRS D5000A, 适合JRS耐大气腐蚀钢板的薄板。操作性能与TB-24相当。	2.6 3.2 4.0 5.0	0.08
® TB-W52B	Z 3214 E4903-CC A —	—	全位置用手工焊条。适合JIS耐大气腐蚀薄钢板的焊接。操作性能与TB-24相当。	2.6 3.2 4.0	0.07
® LB-W52	Z 3214 E4916-NC A U H15 相当于A5.5 E7016-G	—	低氢型全位置焊条。相当于日本的旧国铁标准JRS D5016A, 适合JRS耐大气腐蚀钢。操作性能与LB-52相当。	2.6 3.2 4.0 5.0	0.06
® LB-W52B	Z 3214 E49J16-NCC A U H15 相当于A5.5 E7016-G	—	低氢型全位置焊条。适合JIS耐大气腐蚀钢。操作性能与LB-52相当。	3.2 4.0 5.0 6.0	0.06
® LB-W588	— 相当于A5.5 E8016-C3	—	低氢型全位置焊条。适合ASTM A588、A242钢。与其他耐大气腐蚀钢用焊条相比, 含有较多的Ni, 其低温冲击性能优秀。操作性能与LB-52相当。	2.6 3.2 4.0 5.0	0.07
® LB-W62G	Z 3214 E57J16-NCC1 A U H10 相当于A5.5 E8018-W2	—	低氢型全位置焊条。适合JIS耐大气腐蚀钢及ASTM A588钢的焊接。操作性能与LB-62相当。	3.2 4.0 5.0	0.07
® LB-50WT	— —	—	低氢型全位置焊条。适合Ni系列高度耐大气腐蚀钢(Cu-Ni-Ti系列)。操作性能与LB-52相当。	2.6 3.2 4.0 5.0	0.06
® LB-W52CL	— —	—	低氢型全位置焊条。适合Ni系列高度耐大气腐蚀钢(Ni-Mo系列)。操作性能与LB-52相当。	3.2 4.0 5.0	0.06
® LB-W52CLB	— —	—	低氢型全位置焊条。适合Ni系列高度耐大气腐蚀钢(Cu-Ni系列)。操作性能与LB-52相当。	3.2 4.0 5.0	0.06
® LB-O52	Z 3211 E4916-G —	—	低氢型全位置焊条。适合耐海水腐蚀钢。X射线性能、力学性能良好, 操作性能与LB-52相当。	2.6 3.2 4.0 5.0	0.04
® BA-47	Z 3211 E4919-G —	—	全位置用手工焊条。适合耐硫酸腐蚀钢。操作性能与B-10同等优良。	3.2 4.0 5.0	0.08
® LB-A52	Z 3211 E4916-G —	—	低氢型全位置焊条。适合耐硫酸腐蚀钢。对海水的耐蚀性优良。操作性能良好。	3.2 4.0 5.0	0.06

熔敷金属化学成分一例 %								熔敷金属力学性能一例				鉴别色	
Si	Mn	P	S	Cu	Ni	其他	屈服强度 MPa	抗拉强度 MPa	延伸率 %	吸收功 J	尾部 着色	二次 着色	
0.20	0.54	0.014	0.007	0.23	0.31	—	480	540	24	98	银灰色	黄色	
0.20	0.49	0.013	0.008	0.33	0.47	Cr: 0.50	470	540	23	64	黄色	浅蓝色	
0.53	0.86	0.010	0.005	0.33	0.30	—	490	550	28	220	蓝色	粉红色	
0.59	0.65	0.010	0.004	0.32	0.22	Cr: 0.61	480	570	26	230	绿色	红色	
0.57	1.10	0.010	0.007	—	1.06	—	520	600	30	-40°C 120	白色	银灰色	
0.58	1.01	0.010	0.004	0.35	0.50	Cr: 0.57	540	640	25	-5°C 170	银灰色	银灰色	
0.46	0.83	0.009	0.002	0.35	2.26	Ti: 0.02	500	610	29	180	橙色	橙色	
0.51	0.40	0.016	0.006	—	1.56	Mo: 0.32	520	620	24	180	银色	银色	
0.45	0.46	0.009	0.003	0.35	3.05	—	510	610	26	180	黑色	黑色	
0.54	0.63	0.010	0.004	0.38	0.26	Cr: 0.80 Mo: 0.05	500	580	24	210	白色	银色	
0.14	0.50	0.014	0.008	0.30	0.33	Cr: 0.34 Sb: 0.12	460	520	23	100	橙色	蓝色	
0.50	0.57	0.009	0.005	0.30	0.30	Cr: 1.25	550	640	22	160	黄绿色	粉红色	

气保焊材料/药芯焊丝

牌 号	标 准	JIS	用 途 · 使 用 特 性	主要尺寸 mm
		AWS		
®DW-50W	Z 3320 T49J0T1-1CA-NCC-U —		适合耐大气腐蚀钢。可以全位置用，飞溅少，操作性能良好。	1.2 1.4
®MX-50W	Z 3320 T49J0T1-0CA-NCC-U —		适合耐大气腐蚀钢的角焊。焊道外观、形状优良，飞溅少，操作性能良好。	1.2 1.4 1.6
®DW-60W	Z 3320 T57J1T1-1CA-NCC1-U A5.29 相当于E81T1-W2C		适合570MPa级耐大气腐蚀钢。可以全位置用，飞溅少，操作性能良好。	1.2
®MX-60W	Z 3320 T57J1T1-0CA-NCC1-U A5.29 相当于E80T1-W2C		适合570MPa级耐大气腐蚀钢的角焊。焊道外观、形状优良，飞溅少，操作性能良好。	1.2 1.4
®DW-588	Z 3320 T57J1T1-1CA-NCC1-U A5.29 相当于E81T1-W2C		适合570MPa级耐大气腐蚀钢和ASTM A588钢。可以全位置用，飞溅少，操作性能良好。	1.2
®MX-588	Z 3320 T57J1T1-0CA-NCC1-U A5.29 相当于E80T1-W2C		适合570MPa级耐大气腐蚀钢和ASTM A588钢的角焊。焊道外观、形状优良，飞溅少，操作性能良好。	1.2 1.4
®DW-50WT	— —		适合Ni系列高度耐大气腐蚀钢（Cu-Ni-Ti系列）。可以全位置用，飞溅少，操作性能良好。	1.2
®MX-50WT	— —		适合Ni系列高度耐大气腐蚀钢（Cu-Ni-Ti系列）的角焊。焊道外观、形状优良，飞溅少，操作性能良好。	1.2 1.4
®DW-50WCL	— —		适合Ni系列高度耐大气腐蚀钢（Ni-Mo系列）。可以全位置用，飞溅少，操作性能良好。	1.2
®MX-50WCL	— —		适合Ni系列高度耐大气腐蚀钢（Ni-Mo系列）的角焊。焊道外观、形状优良，飞溅少，操作性能良好。	1.2 1.4
®DW-50AC	Z 3313 T 49J 0 T-1 C A-G-U —		具有与市售的耐盐酸、耐硫酸腐蚀钢同等或更高的耐腐蚀性。可全位置焊接。	1.2

熔敷金属化学成分一例 %									熔敷金属力学性能一例				保护气体
C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	其他	屈服强度 MPa	抗拉强度 MPa	延伸率 %	吸收功 J		
0.04	0.49	1.12	0.010	0.008	0.39	0.33	Cr: 0.48	510	590	26	140	CO ₂	
0.04	0.45	1.11	0.011	0.006	0.46	0.33	Cr: 0.51	480	560	27	67	CO ₂	
0.04	0.55	1.14	0.012	0.010	0.37	0.46	Cr: 0.50	550	620	26	-5°C 80	CO ₂	
0.04	0.52	1.26	0.013	0.009	0.39	0.58	Cr: 0.51	530	630	27	-5°C 72	CO ₂	
0.04	0.55	1.14	0.012	0.010	0.41	0.48	Cr: 0.52	550	620	26	-5°C 78	CO ₂	
0.04	0.50	1.24	0.013	0.009	0.40	0.57	Cr: 0.49	530	620	25	-5°C 71	CO ₂	
0.04	0.54	1.10	0.010	0.006	0.47	2.05	Ti: 0.04	490	590	26	117	CO ₂	
0.04	0.41	1.06	0.015	0.012	0.49	2.15	Ti: 0.03	510	585	28	98	CO ₂	
0.04	0.46	1.02	0.010	0.006	—	1.52	Mo: 0.33	520	600	25	91	CO ₂	
0.03	0.43	1.03	0.013	0.009	—	1.60	Mo: 0.33	510	580	26	65	CO ₂	
0.04	0.53	1.23	0.009	0.008	0.41	0.34	Cr: 0.02 Sb: 0.11	570	630	23	60	CO ₂	

气保焊材料/药芯焊丝·实心焊丝

牌 号	标 准	JIS	用 途 · 使 用 特 性	主 要 尺 寸 mm
		AWS		
®DW-50WCLB	— —		适合Ni系列高度耐大气腐蚀钢（Cu-Ni系列）。可以全位置用，飞溅少，操作性能良好。	1.2
®MX-50WCLB	— —		适合Ni系列高度耐大气腐蚀钢（Cu-Ni系列）的角焊。焊道外观、形状优良，飞溅少，操作性能良好。	1.2 1.4
®MG-W50B	Z 3315 G49JA0U C1-NCCJ A5.28 ER80S-G		适合耐大气腐蚀钢的对接焊、角焊，CO ₂ 、Ar+CO ₂ 都可使用。高电流区的电弧稳定性优良，操作性能良好。	1.2 1.4 1.6
®MG-W50TB	Z 3315 G49JA0U C1-NCCJ 相当于 A5.28 ER80S-G		适合耐大气腐蚀钢的对接焊、角焊，CO ₂ 、Ar+CO ₂ 都可使用。低电流区的电弧稳定性优良，全位置可用。	0.9 1.0 1.2 1.6
®MG-W588	Z 3315 G57JA1U C1-NCCJ A5.28 ER80S-G		适合ASTM A588、A242钢的对接焊、角焊，CO ₂ 、Ar+CO ₂ 都可使用。也适合JIS耐大气腐蚀钢。高电流区的电弧稳定性优良，操作性能良好。	1.2 1.4 1.6

TIG焊材料

牌 号	标 准	JIS	用 途 · 使 用 特 性	主 要 尺 寸 mm
		AWS		
®TG-W50	Z 3316 W 49 AP 3U 0 A5.28 ER80S-G		适合JIS耐大气腐蚀钢的SMA400W、SMA490W。	2.0 2.4 3.2

熔敷金属化学成分一例 %									熔敷金属力学性能一例				保护气体
C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	其他	屈服强度 MPa	抗拉强度 MPa	延伸率 %	吸收功 J		
0.03	0.44	0.97	0.008	0.010	0.43	2.85	—	510	600	26	100	CO ₂	
0.05	0.41	1.03	0.008	0.010	0.43	2.74	—	510	590	27	110	CO ₂	
0.05	0.54	1.10	0.010	0.013	0.41	0.20	Cr: 0.55	460	570	26	120	CO ₂	
0.04	0.61	1.20	0.010	0.013	0.42	0.20	Cr: 0.54	492	605	25	160	Ar+ 20%CO ₂	
0.07	0.47	0.92	0.012	0.010	0.36	0.16	Cr: 0.60	450	560	24	110	CO ₂	
0.06	0.55	1.03	0.008	0.010	0.37	0.18	Cr: 0.61	480	580	23	160	Ar+ 20%CO ₂	
0.06	0.53	0.93	0.010	0.012	0.42	0.55	Cr: 0.56	520	610	26	-5°C 110	CO ₂	
0.06	0.59	1.09	0.011	0.009	0.44	0.56	Cr: 0.56	570	650	25	-5°C 190	Ar+ 20%CO ₂	

熔敷金属化学成分一例 %									熔敷金属力学性能一例				保护气体
C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	其他	屈服强度 MPa	抗拉强度 MPa	延伸率 %	吸收功 J		
0.04	0.72	1.35	0.010	0.012	0.45	0.18	Cr: 0.57	500	575	32	-30°C 260	Ar	

埋弧焊材料

牌 号	标 准	JIS	用 途 · 使 用 特 性
		AWS	
^{FE} MF-38 ^{FE} US-W52B ^{FE} MF-38A		相当于Z 3183 S502-AW1 相当于A5.23 F7A2-EG-G	适合耐大气腐蚀钢的对接焊、船形焊。抗表面气孔性MF-38A良好，韧性是MF-38良好。
		相当于Z 3183 S502-AW1 相当于A5.23 F7A2-EG-G	
^{FE} MF-53/ ^{FE} US-W52B		相当于Z 3183 S501-AW1 相当于A5.23 F7A0-EG-G	适合耐大气腐蚀钢的平焊、平角焊。焊道外观、脱渣性优良。
^{FE} MF-38 ^{FE} US-W62B ^{TE} MF-63		相当于Z 3183 S582-AW1 相当于A5.23 F8A2-EG-G	适合570MPa级耐大气腐蚀钢。MF-38主要用在对接焊，MF-63主要用在平焊、平角焊。
		相当于Z 3183 S581-AW1 相当于A5.23 F8A0-EG-G	
^{FE} MF-38 ^{FE} MF-38A/ ^{FE} US-50WT ^{FE} MF-53		—	适合Ni系列高度耐大气腐蚀钢（Cu-Ni-Ti系列）。MF-38、38A主要用在对接焊，MF-53主要用在平焊、平角焊。
		—	
^{FE} MF-38 ^{FE} MF-38A/ ^{FE} US-W52CL ^{FE} MF-53		—	适合Ni系列高度耐大气腐蚀钢（Ni-Mo系列）。MF-38、38A主要用在对接焊，MF-53主要用在平焊、平角焊。
		—	
^{FE} MF-38 ^{FE} MF-38A/ ^{FE} US-W52CLB ^{FE} MF-53		—	适合Ni系列高度耐大气腐蚀钢（Cu-Ni系列）。MF-38、38A主要用在对接焊，MF-53主要用在平焊、平角焊。
		—	

熔敷金属化学成分一例 %									熔敷金属力学性能一例				焊剂
C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	其他	屈服强度 MPa	抗拉强度 MPa	延伸率 %	吸收功 J		
0.05	0.32	1.48	0.017	0.005	0.35	0.14	Cr: 0.51	490	590	23	85	MF-38	
0.06	0.39	1.36	0.018	0.006	0.36	0.15	Cr: 0.54	480	570	24	70	MF-38A	
0.05	0.58	1.35	0.009	0.007	0.36	0.18	Cr: 0.59	430	530	21	62	MF-53	
0.05	0.32	1.53	0.020	0.006	0.33	0.18	Cr: 0.59	540	620	23	120	MF-38	
0.05	0.52	1.36	0.013	0.009	0.31	0.12	Cr: 0.49	510	600	20	60	MF-63	
0.05	0.37	1.50	0.014	0.008	0.64	2.75	Ti: 0.02	560	670	24	150	MF-38	
0.03	0.73	1.54	0.006	0.009	0.64	2.94	Ti: 0.02	530	650	22	62	MF-53	
0.06	0.35	1.47	0.017	0.003	—	2.26	Mo: 0.47	570	690	22	78	MF-38	
0.05	0.70	1.50	0.010	0.003	—	2.20	Mo: 0.45	550	670	22	52	MF-53	
0.05	0.36	1.49	0.013	0.007	0.63	2.78	—	560	660	24	150	MF-38	
0.03	0.70	1.48	0.006	0.007	0.62	2.92	—	530	650	22	61	MF-53	