耐热钢

5

- 手工焊条
- MAG・MIG材料
- TIG焊材料
- 埋弧焊材料

耐热钢用材料

根据对焊缝的要求性能，施工方法，材料的选定有时会有困难。请按照各种材料的使用特性及焊接工艺要点来选择合适的施工方法和材料。

耐热钢与其适用材料

钢　种	钢材标准例		手工焊条		MAG·MIG材料		TIG材料		埋弧焊材料	
	JIS	ASTM		刊载页码		刊载页码		刊载页码		刊载页码
碳　钢	SB 410,450 SB 480 SGV 410,450 SGV 480	A515 Gr.60.65.70 A516 Gr.60.65.70	BL-76	213	MG-S50	92	TG-S50	97	G-80/US-36 MF-38/US-36 G-80/US-49 MF-38/US-49 MF-38/US-40	246 247 246 246 247
Mn-Mo钢 Mn-Mo-Ni钢	SBV1B,2,3 SQV1A,2A,3A SQV1B,2B,3B SFVQ1A,1B SFVQ2A,2B	A302 Gr.B,C,D A533 Type A,B,C,D A508 CL.2.2a.3.3a	BL-96 BL-106 LB-L620 LB-L620N LB-L690	214 214 215 215 215	MG-S56	230	TG-S56 TG-S63S	236 236	MF-27/US-56B PF-200/US-56B MF-29AX/US-63S	249 249 260
0.5%Mo钢	SB 480 M STPA 12 STBA 12	A204 Gr .A,B,C A335 Gr .P1 A336 C1,F1	CM-A76 CM-B76	216 226	MG-M MG-SM	230 230	TG-SM	236	G-80/US-49 MF-38/US-49 MF-38/US-40	246 247 247
0.5%Cr-0.5Mo钢	SCMV 1 STPA 20	A387 Gr.2 A335 Gr.P2	CM-B83	217	–	–	–	–	–	–
1%Cr-0.5%Mo钢 1.25%Cr-0.5%Mo钢	SCMV 2,3 STPA 22,23 STBA 22,23	A387 Gr.12 A387 Gr.11 A335 Gr.P11 A213 Gr.T11 A336 Ce .F11 A182 Gr.F11	CM-A96 CM-A96MB CM-B93 CM-B95 CM-B96 CM-A98	218 218 226 226 226 226	MG-1CM MG-T1CM MG-S1CM	230 232 232	TG-S1CM TG-S1CML	236 238	G-80/US-511 MF-29A/US-511 PF-200/US-511N	252 252 253
2.25%Cr-1%Mo钢	SCMV 4 STPA 24 STBA 24	A387 Gr.22 A335 Gr.P22 A213 Gr.T22 A336 C1.F22 A182 Gr.F22	CM-A106 CM-A106N CM-B108	219 219 226	MG-2CM MG-T2CM MG-S2CM	232 232 232	TG-S2CM TG-S2CML	238 238	G-80/US-521 MF-29A/US-521 PF-200/US-521S	254 254 255
2.25%Cr-1%Mo-V钢	SCMQ4V	A542 Type D C1.4a	CM-A106H	220	–		TG-S2CMH	238	PF-500/US-521H	256
2.25%Cr-W— Nb-V钢(低C)	STBA24J1	A213 Gr.T23 A335 Gr.P23	CM-2CW	226	MG-S2CW	232	TG-S2CW	238	–	–
5%Cr-0.5%Mo钢	SCMV 6 STPA 25	A387 Gr.5 A335 Gr.P5	CM-5	221	MG-S5CM	234	TG-S5CM	240	MF-29A/US-502 PF-200S/US-502	260 260
9%Cr-1%Mo钢	STPA 26	A387 Gr.9	CM-9	222	MG-S9CM	234	TG-S9CM	240	–	–
9%Cr-1%Mo-Nb-V钢	STBA28	A387 Gr.91	CM-9Cb CM-96B9	224 223	MG-S9Cb	234	TG-S9Cb TG-S90B9	240 240	PF-200S/US-9Cb	257
9%Cr-W-V-Nb钢 12%Cr-W-V-Nb钢	–	A213 Gr.T92 A335 Gr.P92 A213 Gr.T122	CR-12S	225	MG-S12CRS	234	TG-S12CRS	240	PF-200S/US-12CRS	260

手工焊条

工艺要点

1）坡口内的氧化膜，锈，油等是引起气孔和凹坑的原因，请充分去除。

2）普通焊条（CM-B83、CM-B93）
①电流过大会导致X射线性能下降，咬边，飞溅增加。因此请保持在推荐电流范围内使用。
②焊条吸湿是导致凹坑，气孔的原因，使用前请在70～100℃进行30～60分钟的烘干。

3）低氢型焊条
①尽可能保持短弧，需注意摆动幅度不要太大。
②为防止在母材的起弧区可能成为裂纹源，请使用返回运条法或引弧板引弧。
③使用前请进行325～375℃烘干约1小时。

4）预热，层间温度的控制对焊缝金属硬度上升，促进氢的扩散，防止延迟裂纹上有重要作用。大致基准如下表。（普通焊条设定在上段）

5）焊后热处理不仅可以去除残余应力，对降低硬度和获得良好的力学性能也是有必要的。温度的大致基准如下表所示。热处理时间也要根据板厚选定合适的条件。

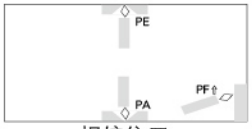
6）线能量是左右耐裂纹性和力学性能重要因素。请注意避免线能量的过大或过小。

预热・层间温度及焊后热处理温度基准

钢　种	预热层间温度	焊后热处理温度
Mn-Mo-Ni钢	150～250℃	590～650℃
0～0.5%Cr-0.5%Mo钢	100～250℃	620～680℃
1～1.25%Cr-0.5%Mo钢	150～300℃	650～700℃
2.25%~3%Cr-1%Mo钢	200～350℃	680～730℃
2.25%Cr-W-Nb-V钢 (低C)	100～250℃	680～730℃
5～9%Cr-0.5～2%Mo钢	250～350℃	710～780℃
9%Cr-1%Mo-Nb-V钢	250～350℃	710~760℃(9Cb系) 710~800℃(B9系)
9 %Cr-W-V-Nb钢 12%Cr-W-V-Nb钢	250～350℃ 250～350℃	730~800℃ 730~800℃

TRUSTARC™

BL-76



焊接位置

碳钢用
JIS Z3211 E 4916
AWS A 5.1 E 7016

用　途
用于压力容器等使用的SB480钢及同强度的碳钢焊接。

使用特性
含有少量的Mo，即使焊后长时间的热处理也能达到490MPa级别。
同时适用于同类型强度无法满足的情况。

工艺要点
①预热・层间温度 :100～200℃
②焊后热处理温度:600～650℃
③使用前请进行350~400℃约1小时的烘干。
④请参照212页。

○熔敷金属化学成分一例（%）

C	Si	Mn	P	S	Mo
0.08	0.63	1.01	0.011	0.003	0.14

○熔敷金属力学性能一例

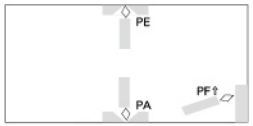
屈服强度 MPa	抗拉强度 MPa	延伸率 %	吸收功 J	热处理
500	600	26	190	焊态
440	530	28	230	620℃×10h

○主要尺寸及推荐电流范围　AC、DC(+)

直径　mm		2.6	3.2	4.0	5.0	6.0
长度　mm		300	350	400	450	450
电流范围 A	平焊	55~85	90~130	130~180	180~240	250~310
	立焊/仰焊	50~80	80~120	110~170	150~200	–

尾部着色/白色　　二次着色/浅蓝色
船级认证/NK，ABS，LR

TRUSTARC™
BL-96
TRUSTARC™
BL-106



焊接位置

Mn-Mo钢・Mn-Mo-Ni钢用

BL-96　AWS A5.5 E9016-G
BL-106 相当于 AWS A5.5 E10016-G

用　途

BL-96：用于ASTM A302B、A533B Cl. 1及A508Cl.3等钢的焊接。
BL-106：用于ASTM A533 B Cl.2等钢的焊接。

使用特性

Mn-Mo-Ni系的低氢型焊条，焊后长时间的热处理也有良好的力学性能。

工艺要点

①预热・层间温度: 150～250℃
②焊后热处理温度: 590～650℃
③请参照212页。

○熔敷金属化学成分一例（%）

牌　号	C	Si	Mn	P	S	Ni	Mo
BL-96	0.06	0.50	1.23	0.005	0.004	0.40	0.58
BL-106	0.10	0.53	1.41	0.009	0.005	0.76	0.50

○熔敷金属力学性能一例

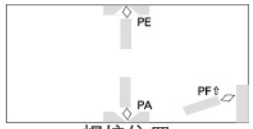
牌　号	屈服强度 MPa	抗拉强度 MPa	延伸率 %	吸收功 J	热处理
BL-96	620	700	26	150	620℃×1h
	540	620	28	160	635℃×26h
BL-106	670	770	26	110	595℃×3h
	570	670	28	120	635℃×26h

○主要尺寸及推荐电流　AC、DC(+)

直径　mm			3.2	4.0	5.0	6.0
长度　mm			350	400	400	450
电流范围 A	平焊	BL-96	90~130	130~180	180~240	240~300
		BL-106	90~130	130~180	180~240	–
	立焊 仰焊	BL-96	80~120	110~170	–	–
		BL-106	80~120	110~170	–	–

BL-96 ：尾部着色/红色　　二次着色/绿色
BL-106：尾部着色/白色　　二次着色/红色

TRUSTARC™
LB-L620
TRUSTARC™
LB-L620N
TRUSTARC
LB-L690



焊接位置

用于核电Mn-Mo钢・Mn-Mo-Ni钢用

LB-L620　相当于AWS A5.5 E9016-G
LB-L620N 相当于AWS A5.5 E9016-G
LB-L690　相当于AWS A5.5 E10016-G

用　途

LB-L620: 用于ASTM A302B、A533B Cl.1及A508Cl. 3 等钢。
LB-L620N:提高了LB-L620中Ni的含量，提高了在低温下的落锤性能。
LB-L690: 用于ASTM A533B Cl.2等钢。

使用特性

熔敷金属为Mn-Mo-Ni系的低氢型全位置焊条，长时间焊后热处理后也有良好的力学性能。

工艺要点

①预热・层间温度: 150～250℃
②焊后热处理温度: 590～650℃
③请参照212页。

○熔敷金属化学成分一例（%）

牌　号	C	Si	P	S	Mn	Ni	Mo
LB-L620	0.06	0.53	0.006	0.003	1.31	0.40	0.56
LB-L620N	0.06	0.46	0.007	0.003	1.42	0.74	0.57
LB-L690	0.10	0.38	0.006	0.003	1.18	0.80	0.44

○熔敷金属力学性能一例

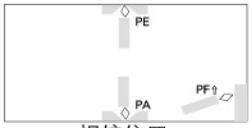
牌　号	屈服强度 MPa	抗拉强度 MPa	延伸率 %	吸收功 −12℃ J	热处理
LB-L620	575	663	25	174	620℃×1hr
	545	639	26	179	650℃×7.5hr
LB-L620N	590	690	22	160	595℃×8hr
	550	650	23	170	615℃×30hr
LB-L690	578	677	25	141	590℃×3hr
	542	640	25	163	640℃×26hr

○主要尺寸及推荐电流范围　AC、DC(+)

直　径　mm			3.2	4.0	5.0
长　度　mm			350	400	400
电流范围 A	平焊	LB-L620	90～130	130～180	180～240
		LB-L620N			
		LB-L690			
	立焊 仰焊	LB-L620	80～120	100～170	–
		LB-L620N			
		LB-L690			

TRUSTARC™

CM-A76



焊接位置

0.5%Mo钢用
JIS Z3223 E4916–1M3
AWS A5.5 E7016–A1

用　途
用于高温锅炉，石油化学设备等0.5%Mo钢的焊接。

使用特性
熔敷金属为0.5%Mo系的低氢型焊条，有如下特征。
标准型，使用0.5%Mo钢焊芯。

工艺要点
①预热・层间温度: 100～200℃
②焊后热处理温度: 620～680℃
③请参照212页。

○熔敷金属化学成分一例（%）

牌　号	C	Si	Mn	P	S	Mo
CM–A76	0.08	0.53	0.79	0.009	0.002	0.49

○熔敷金属力学性能一例

试验温度 ℃	屈服强度 MPa	抗拉强度 MPa	延伸率 %	吸收功 J	热处理
常温	550	630	26	210	620℃×1h
450	410	530	21	–	

○蠕变断裂强度一例

热处理	500℃×1000h
620℃×1h	360MPa

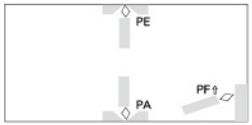
○主要尺寸及推荐电流范围　AC、DC(+)

直径　mm		2.6	3.2	4.0	5.0	6.0
长度　mm		300	350	400	400	400
电流范围 A	平焊	55~85	90~130	140~190	190~240	240~300
	立焊	50~80	80~120	110~170	–	–

尾部着色/茶色　　二次着色/无

TRUSTARC™

CM-B83



焊接位置

0.5%Cr–0.5%Mo钢用
相当于　AWS　A5.5　E8013–G

用　途
用于石油精炼、石油化学、火力发电所使用的ASTM S387Gr.2.JIS SCMV 1钢等的焊接。

使用特性
适于全位置焊接，焊道美观。
二氧化钛系，适用于薄板及装饰焊等。

工艺要点
①预热・层间温度：150~250℃
②焊后热处理温度：620~680℃
③请参照212页

○熔敷金属化学成分一例（%）

C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo
0.07	0.24	0.41	0.012	0.009	0.47	0.47

○熔敷金属力学性能一例

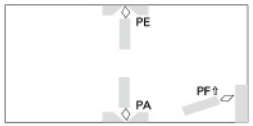
耐力 MPa	抗拉强度 MPa	延伸率 %	热处理
520	590	25	620℃×1h

○主要尺寸及推荐电流　AC、DC(–)

直径　mm		2.6	3.2	4.0
长度　mm		300	350	400
电流范围 A	平　焊	40~80	80~130	130~180
	立焊/仰焊	30~70	70~100	100~160

尾部着色/茶色　　二次着色/红色

TRUSTARC™
CM-A96
TRUSTARC™
CM-A96MB
TRUSTARC™
CM-A96MBD



焊接位置

1～1.25%Cr-0.5%Mo钢用

JIS Z3223 E5516–1CM

AWS A5.5 E8016–B2

用　途

用于石油精炼，石油化学，火力发电装置使用的ASTM A387Gr.11、Gr.12、JIS SCMV 2、3等的焊接。

使用特性

低氢型全位置焊条，有如下特性。

CM–A96　：标准型焊条，主要合金元素由焊芯过渡。

CM–A96MB：主要合金元素由焊芯过渡。可以得到低强度，高韧性的熔敷金属。

CM–A96MBD：直流(DC+)焊接用焊条。在DC电源下使用CM–A96MB时易造成韧性下降，CM–A96MBD是为直流焊接专用设计的焊条。

工艺要点

①预热・层间温度：150～300℃

②焊后热处理温度：650～700℃

③请参照212页。

○熔敷金属化学成分一例（%）

牌　号	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo
CM–A96	0.06	0.48	0.78	0.008	0.004	1.35	0.57
CM–A96MB	0.06	0.48	0.78	0.007	0.003	1.35	0.57
CM–A96MBD	0.06	0.37	0.76	0.006	0.004	1.29	0.57

○熔敷金属力学性能一例

牌　号	试验温度℃	屈服强度 MPa	抗拉强度 MPa	延伸率 %	吸收功 J	热处理
CM–A96	室温	570	650	23	210	690℃×1hr
	450	460	520	20	–	
CM–A96MB	室温	490	590	26	200(–20℃)	690℃×1hr
	450	360	450	24	–	
CM–A96MBD	室温	480	580	26	170(–20℃)	690℃×1hr
	450	350	445	23	–	

○主要尺寸及推荐电流范围　AC、DC(+)

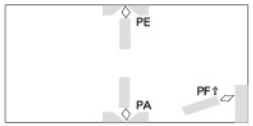
直径 mm				2.6	3.2	4.0	5.0	6.0
长度 mm				300	350	400	400	400
电流范围 A 极性	AC, DC(+)	平焊	CM–A96 CM–A96MB	55~85	80~120	125~175	185~235	240~300
	DC(+)		CM–A96MBD	55~85	80~120	125~175	185~235	
	AC, DC(+)	立焊 仰焊	CM–A96 CM–A96MB	50~80	75~110	100~160	–	–
	DC(+)		CM–A96MBD	50~80	75~110	100~160		

CM–A96　：尾部着色/银色　二次着色/黑色　船级认证/NK，ABS，LR，DNV，BV

CM–A96MB：尾部着色/银色　二次着色/银灰色　船级认证/BV

CM–A96MBD：尾部着色/黑色　二次着色/银灰色

TRUSTARC™
CM-A106
TRUSTARC™
CM-A106N
TRUSTARC™
CM-A106ND



焊接位置

2.25%Cr-1%Mo钢用

JIS Z3223 E6216–2C1M

AWS A5.5 E9016–B3

用　途

用于石油精炼，石油化学，火力・反应堆发电装置使用的ASTM A387Gr.22、JIS SCMV 4等的焊接。

使用特性

低氢型全位置焊条，有如下特性。

CM–A106　：最符合标准的焊条，主要合金元素由焊芯过渡。

CM–A106N　：合金元素由焊芯过渡。冲击值良好，回火脆化敏感性低。

CM–A106ND：直流(DC–EP)焊接用焊条。由于CM–A106N在DC电源下使用会造成韧性降低，是一种专为直流焊接而设计的焊条。

工艺要点

①预热・层间温度：200～350℃

②焊后热处理温度：680～730℃

③请参照212页。

○熔敷金属化学成分一例（%）

牌　号	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo
CM–A106	0.07	0.44	0.63	0.006	0.004	2.10	1.02
CM–A106N	0.11	0.38	0.76	0.005	0.002	2.25	1.02
CM–A106ND	0.11	0.32	0.84	0.004	0.002	2.41	1.04

○熔敷金属力学性能一例

牌　号	试验温度℃	屈服强度 MPa	抗拉强度 MPa	延伸率 %	吸收功 J			热处理
					试验温度℃	As SR	SR+SC※	
CM–A106	室温	630	730	20	0	120	–	690℃×1hr
CM–A106N	室温	510	650	26	–30	120	110	690℃×8hr
CM–A106ND	室温	501	635	24	–40	151	109	690℃×8hr

※　热处理+步冷脆化热处理

○主要尺寸及推荐电流范围　AC、DC(+)

直径 mm				2.6	3.2	4.0	5.0	6.0
长度 mm				300	350	400	400	400
电流范围 A 极性	AC, DC(+)	平焊	CM–A106 CM–A106N	55~85	90~130	140~190	190~240	240~300
	DC(+)		CM–A106ND	55~85	90~130	140~190	190~240	–
	AC, DC(+)	立焊 仰焊	CM–A106 CM–A106N	50~80	75~115	100~160	–	–
	DC(+)		CM–A106ND	50~80	75~115	100~160	–	–

CM–A106　：尾部着色/银色　二次着色/茶色　船级认证/NK，ABS，LR，DNV，BV

CM–A106N　：尾部着色/银色　二次着色/茶色　船级认证/BV

CM–A106ND：尾部着色/黑色　二次着色/白色

TRUSTARC

CM-A106H

TRUSTARC™

CM-A106HD

焊接位置

2.25%Cr-1%Mo-V钢

相当于 Z3223 E6216-2C1MV

用　途

用于ASTM A542 Type D Cl.4a，A832 Gr.22 V等钢种。

使用特性

低氢型焊条，具有以下特性。

CM-A106H　:以使用交流电源为前提所设计的焊条，可得到优异的强度、冲击性的最标准的焊条。

CM-A106HD:在直流电源下使用可得到良好的强度和韧性。

工艺要点

①预热·层间温度:200～350℃

②焊后热处理温度:680～730℃

③请参照212页。

○熔敷金属化学成分一例（%）

牌　号	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Nb	V
CM-A106H	0.09	0.28	0.87	0.004	0.001	2.13	1.03	0.018	0.39
CM-A106HD	0.08	0.24	1.18	0.005	0.002	2.48	1.05	0.015	0.27

○熔敷金属力学性能一例

牌　号	试验温度℃	屈服强度MPa	抗拉强度MPa	延伸率%	吸收功 J		热处理
					试验温度℃	As SR	
CM-A106H	室温	612	713	21	-18	147	705℃×7hr
CM-A106HD	室温	590	708	18	-30	100	705℃×8hr

※　热处理+步冷脆化热处理

○主要尺寸及推荐电流范围　AC、DC(+)

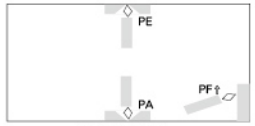
直　径　mm				3.2	4.0	5.0
长　度　mm				350	400	400
电流范围A极性	AC DC(+)	平焊	CM-A106H	80~130	140~180	190~230
	DC(+)		CM-A106HD	80~130	140~180	190~230
	AC、DC(+)	立焊仰焊	CM-A106H	75~115	100~150	–
	DC(+)		CM-A106HD	75~115	100~150	–

CM-A106H　：尾部着色/银色　二次着色/绿色

CM-A106HD ：尾部着色/银色　二次着色/茶色

TRUSTARC™

CM-5



焊接位置

5%Cr-0.5%Mo钢用

JIS Z3223 E5516-5CM

AWS A5.5 E8016-B6

用　途

用于石油精炼，化学工业中使用的ASTM A387 Gr.5、JIS SCMV 6 等的5%Cr-0.5%Mo钢焊接。

使用特性

可以得到与对象钢材同量的Cr，Mo的低氢型焊条。主要合金成分由焊芯过渡。

工艺要点

①预热·层间温度:250～350℃

②焊接后热处理:710～760℃

③请参照212页。

○熔敷金属化学成分一例（%）

C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo
0.08	0.45	0.60	0.008	0.002	5.39	0.56

○熔敷金属力学性能一例

屈服强度MPa	抗拉强度MPa	延伸率%	吸收功J	热处理
400	560	31	150	750℃×8h

○蠕变断裂强度试验一例

热处理	550℃×1000h
750℃×1h	130MPa

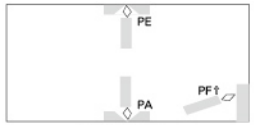
○主要尺寸及推荐电流范围　AC、DC(+)

直径　mm		2.6	3.2	4.0	5.0	6.0
长度　mm		300	350	400	400	400
电流范围A	平焊	50~80	75~115	120~160	160~220	220~280
	立焊/仰焊	50~75	70~110	90~150	–	–

尾部着色/橙色　二次着色/无

TRUSTARC™

CM-9



焊接位置

9%Cr-1%Mo钢用
JIS Z3223 E6216–9C1M
AWS A5.5 E8016–B8

用　途
用于焊接高温、高压锅炉的过热器管、封头等。

使用特性
含有9%Cr–1%Mo低氢型全位置焊条，适用于ASTM A387 Gr.9等的焊接。

工艺要点
①预热・层间温度：250～350℃
②焊后热处理温度：710～760℃
③请参照212页。

○熔敷金属化学成分一例 (%)

C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	Nb	V
0.08	0.46	0.68	0.007	0.004	–	9.56	1.01	–	–

○熔敷金属力学性能一例

屈服强度 MPa	抗拉强度 MPa	延伸率 %	吸收功 J	热处理
510	680	24	110	740℃×10h

○蠕变断裂强度一例

热处理	550℃×1000h	600℃×1000h
750℃×1h	210MPa	110MPa

○主要尺寸及推荐电流范围　AC、DC(+)

直径 mm				3.2	4.0	5.0
长度 mm				350	400	400
电流范围 A	AC, DC(+)	平焊	CM–9	75~115	120~160	160~200
		立焊 仰焊		70~110	90~150	–

CM–9：尾部着色/黄色　二次着色/绿色

TRUSTARC™

CM-96B9

焊接位置

9%Cr–1%Mo钢、9%Cr–2%Mo钢
9%Cr–1%Mo–Nb–V钢用
相当于 JIS Z3223 E6216–9C1MV
AWS A5.5 E9016–B9

用　途
用于焊接高温高压锅炉的过热管、封头等。

使用特性
属于9%Cr–1%Mo系低氢型焊条，蠕变断裂强度特性优良。
用于ASTM A387 Gr.91钢焊接。

工艺要点
① 预热・层间温度：250~350℃。
② 焊后热处理温度：710~780℃。
③ 请参照212页。

○熔敷金属化学成分一例 (%)

C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	Mo	V	Nb	N	Mn+Ni
0.10	0.27	0.88	0.005	0.001	0.03	0.44	9.08	1.06	0.22	0.04	0.03	1.32

○熔敷金属力学性能一例

屈服强度 MPa	抗拉强度 MPa	延伸率 %	吸收功 20℃ J	热处理
657	771	22	71	760℃×2h

○蠕变断裂强度一例

热处理	600℃×1000h
760℃×4h	140MPa

○主要尺寸及推荐电流范围　AC、DC(+)

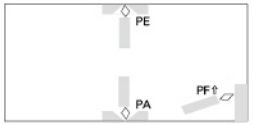
直径 mm			2.6	3.2	4.0	5.0
长度 mm			300	350	400	400
电流范围 A	平焊	DC(+)	55~85	75~115	126~160	160~220
	立焊 仰焊		50~80	70~110	90~150	–

尾部着色/黄色　二次着色/茶色

TRUSTARC™

CM-9Cb

9%Cr–1%Mo–Nb–V钢用
AWS A5.5 E9016–G



焊接位置

用　途

用于焊接高温高压锅炉的过热管、封头等。

使用特性

属于9%Cr–1%Mo–Nb–V钢（ASTM A387 Gr.91等）系低氢型焊条，蠕变断裂强度特性优良。

工艺要点

① 预热・层间温度：250~350℃。
② 焊后热处理温度：710~760℃。
③ 请参照212页。

○ 熔敷金属化学成分一例 (%)

C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	V	Nb
0.07	0.39	1.51	0.006	0.003	0.94	8.98	1.06	0.19	0.03

○ 熔敷金属力学性能一例

屈服强度 MPa	抗拉强度 MPa	延伸率 %	吸收功 J	热处理
600	750	23	81	750℃×5h

○ 蠕变断裂强度一例

热处理	600℃×1000h
750℃×5h	140MPa

○ 主要尺寸及推荐电流范围　AC、DC(+)

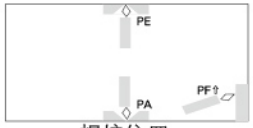
直　径　mm			2.6	3.2	4.0	5.0
长　度　mm			300	350	400	400
电流范围 A	平焊	DC(+)	55~85	75~115	120~160	160~220
	立焊 仰焊					

尾部着色/黄色　二次着色/紫色
船级认证：NK、ABS

TRUSTARC™

CR-12S

9%Cr-W-V-Nb钢，12%Cr-W-V-Nb钢用



焊接位置

用　途

焊接高温高压锅炉的过热管、封头等的全位置焊接。

使用特性

用于ASTM A213 Gr.T92,T122等的全位置焊接。

工艺要点

① 预热・层间温度：250~350℃。
② 焊后热处理温度：740~780℃。
③ 请参照212页。

○ 熔敷金属化学成分一例

C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	Mo	V	Nb	W	N	Co
0.07	0.38	0.94	0.008	0.001	0.02	0.46	9.52	0.21	0.30	0.03	1.56	0.05	1.57

○ 熔敷金属力学性能一例

屈服强度 MPa	抗拉强度 MPa	延伸率 %	吸收功 J	热 处 理
645	771	24	40	740℃ x 8h

○ 蠕变断裂强度一例

热处理	650℃×98MPa
740℃×8h	2650h

○ 主要尺寸及推荐电流范围　AC、DC(–)

直径　mm		3.2	4.0
长度　mm		350	400
电流范围 A	平焊	75~115	120~160
	立焊　仰焊	70~110	90~150

此种焊丝还有2.6和5.0两种线径

耐热钢用被覆棒

牌号	标准 JIS	标准 AWS	用途●使用特性	主要尺寸 mm		熔敷金属化学成分一例 % C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	熔敷金属力学性能一例 屈服强度 MPa	抗拉强度 MPa	延伸率 %	吸收功 J	热处理	鉴别色 尾部着色	二次着色	船级认证
CM-B76	Z3223 E4916-1M3	A5.5 E7016-A1	用于0.5%Mo钢。Mo由药皮添加过渡。用于高温锅炉、石油化学设备。	2.6 3.2 4.0 5.0 6.0		0.07	0.46	0.77	0.011	0.004	–	0.53	540	620	26	200	690℃ x1h	茶色	白色	–
CM-B93	–	相当于 A5.5 E8013-G	用于 1.25%Cr-0.5%Mo 钢。二氧化钛系焊条，全位置焊作业性能优越，焊道美观。用于薄板焊接，装饰焊等。	2.6 3.2 4.0 5.0		0.09	0.40	0.48	0.014	0.009	1.20	0.49	610	710	20	–	690℃ x1h	茶色	–	–
CM-B95	Z3223 E5215-1CML	相当于 A5.5 E7015-B2L	用于 1.25%Cr-0.5%Mo 钢。低强度、高延性，适用于易断裂，预热后能焊接的部位。直流专用焊条全位置焊接。从药皮里添加了合金元素。	2.6 3.2 4.0 5.0		0.02	0.93	0.74	0.005	0.004	1.20	0.52	470	580	28	78	690℃ x1h	黑色	黄色	LR
CM-B96	Z3223 E5516-1CM	A5.5 E8016-B2	适用于 ASTM A387 Gr.11，Gr.12，JIS SCMV 2.3 等。可全位置焊接，合金元素由药皮过渡。	2.6 3.2 4.0 5.0 6.0		0.07	0.46	0.77	0.011	0.004	1.35	0.50	560	650	23	190	690℃ x1h	茶色	绿色	–
CM-B98	Z3223 E5518-1CM	A5.5 E8018-B2	可得到熔敷金属为 1.25%Cr-0.5%Mo 的全位置焊手工焊条。药皮含铁粉，可用于高熔敷速度焊接。	2.6 3.2 4.0 5.0		0.07	0.73	0.78	0.012	0.006	1.31	0.54	590	690	22	–	690℃ x1h	黑色	嫩黄色	LR
CM-B105	–	A5.5 E8015-B3L	用于 2.25%Cr-1%Mo 钢。低强度、高延性，适用于比较容易产生裂纹的部位以及无法预热和热处理的部位。直流专用焊条，可以全位置焊接。合金元素由药皮过渡。	2.6 3.2 4.0 5.0		0.03	0.85	0.87	0.006	0.004	2.14	0.95	550	650	23	79	690℃ x1h	黑色	蓝色	–
CM-B108	Z3223 E6218-2CIM	A5.5 E8018-B3	可得到熔敷金属为 2.25%Cr-1%Mo 的全位置焊手工焊条。药皮含铁粉，可用高熔敷速度焊接。	2.6 3.2 4.0 5.0		0.07	0.72	0.72	0.012	0.007	2.23	0.97	610	720	20	–	690℃ x1h	黑色	桃色	–
CM-2CW	–	相当于A5.5 E9016-G	高温高压锅炉的过热管，封头的焊接用。是适合于、ASTMA 213Gr、T23 等的全位置的焊接焊条。	2.6 3.2 4.0 5.0		0.05	0.36	0.82	0.007	S: 0.004 V: 0.22	Cr: 2.25 Nb: 0.015	Mo: 0.08 W: 1.45	565	652	18	105	715℃ x2h	银色	绿色	NK LR
CR-10	–	–	用于焊接在火力发电机上的 9-12%Cr 铸钢修补用的低氢型焊条。	2.6 3.2 4.0 5.0		0.08	0.36	1.52	0.008	0.002	10.5	Mo：0.97 Nb：0.08 V：0.25	874	963	15	–	750℃ x8h	紫色	淡绿色	–

耐热钢（手工焊条）

MAG·MIG材料

1.种类与特征

- MG–XXX CO_2焊接用实心焊丝。
- MG–SXXX
  主要在喷射电弧过渡区焊接用焊丝。喷射电弧过渡区飞溅少，熔敷率高。但是焊接姿势仅限下向和平角焊。但是，低电流区形成短路过渡时也能进行全位置焊接。
- MG–TXXX
  主要用于短路过渡的焊丝。在短路过渡区可以进行全位置焊接。高电流区时形成熔滴过渡，可实现高熔敷速度的焊接。

2. 焊接工艺要点

保护气体的标准值

保护气体的流量 ℓ/min	导电嘴高度 mm	风速限制 m/s
20~25	20	≦2

1）电源极性使用DC(+)
2）坡口内的氧化膜，油等是产生气孔，凹坑的原因，请充分去除。
3）气体保护好坏是重要因素。表中列出了标准值。
4）使用Ar + O_2或Ar + 5 ~ 20%CO_2在喷射过渡区电压过低时会产生强烈的短路声音。这种情况容易产生气孔，需要注意。弧长应保持在4 ~ 5 mm。
5）冷却速度特别慢的焊接（线能量大，薄板，层间温度高），冲击韧性会下降。请按目标性能来选择合适的条件和材料进行焊接。
6）基本事项请参照212页的4–6项以及80页。

低合金耐热钢用气保护焊接材料和适用保护气体

保护气体 / 钢种 / 备注	CO_2	Ar+ 2~5% CO_2		Ar+ 5~20% CO_2		Ar+ 20~100% CO_2		Ar
	实芯焊丝	喷射过渡		低电流区域（短路过渡）	高电流区域（熔滴过渡）	低电流区域（短路过渡）	高电流区域（熔滴过渡）	TIG 焊接
Mn–Mo–Ni钢	–	–		MG–S56	MG–S56	–	–	TG–S56,TG–S63S
0.5%Mo钢	MG–M	MG–SM		MG–SM	MG–SM	–	–	TG–SM
1~1.25%Cr–0.5%Mo钢	MG–1CM	MG–S1CM		MG–S1CM	MG–S1CM	MG–T1CM	MG–T1CM	TG–S1CM,TG–S1CML
2.25%Cr–1%Mo钢	MG–2CM	MG–S2CM		MG–S2CM	MG–S2CM	MG–T2CM	MG–T2CM	TG–S2CM,TG–S2CML
2.25%Cr–1%Mo–V钢	–	–		–	–	–	–	TG–S2CMH
2.25Cr–W–Nb–V钢（低碳）	–	MG–S2CW		–	MG–S2CW	–	–	TG–S2CW
5%Cr–0.5%Mo钢	–	MG–S5CM		–	MG–S5CM	–	–	TG–S5CM
9%Cr–1%Mo钢	–	MG–S9CM		–	MG–S9CM	–	–	TG–S9CM
9%Cr–1%Mo–Nb–V钢	–	–		–	Ar+5%CO_2 MG–S9Cb	–	–	TG–S9Cb,TG–S90B9
9%Cr–W–V–No钢/12%Cr–W–V–No钢	–	–		–	MG–S12CRS	–	–	TG–S12CRS

TIG材料

1.特点

低合金耐热钢用TIG焊接材料有TG–S系列。TIG焊时采用Ar作为保护气体。由于Ar的保护作用，电弧及熔池与大气中的氧化环境完全隔离，故可得到纯净度高的，高质量接头。

2.焊接工艺要点

保护气体的标准值

保护气体的流量 ℓ/min	风速限制 m/s
10~15	≦1

1）电源极性使用DC(–)
2）气体保护好坏是重要因素。表中列出了标准值。
3）1.25%Cr以上的耐热钢，为了防止氧化及改善焊道背面成形，在背面页使用气体保护。
4）自动焊焊接时如果增加送丝量，冲击性会有所降低。使用前请先进行确认
5）基本事项请参照212页的4–6项以及80页。

MAG・MIG材料

牌号	标准 JIS	标准 AWS	保护气体	用途・使用特性	主要尺寸 mm	熔敷金属化学成分一例 % C	Si	Mn	P S	Ni	Cr	Mo	熔敷金属化学成分一例 屈服强度 MPa	抗拉强度 MPa	延伸率 %	吸收功 J	热处理	备注	船级认证
TMG-S56	–	相当于 A5.28 ER80S-G	Ar+ 5~20% CO_2	用于 Mn-Mo、Mn-Mo-Ni 钢。主要在喷射电弧区使用。	1.2 1.6	0.06	0.40	1.19	0.007 0.006	0.84	–	0.35	500	590	27	-40℃ 69	620℃ ×40h	Ar+ 20% CO_2	–
TMG-S63S	–	相当于 A5.28 ER90S-G	Ar+ 5~20% CO_2	用于 Mn-Mo-Ni 钢。适用于 A533B、C、C1.2 等。主要在喷射电弧区使用。	1.2	0.06	0.27	1.34	0.008 0.006	0.93	–	0.47	570	650	25	-12℃ 150	630℃ ×27h	Ar+ 15% CO_2	–
TMG-M	Z3317 G 49C-3M3T	相当于 A5.28 ER80S-G	CO_2	用于 0.5%Mo 钢。	1.2 1.6	0.07	0.46	0.98	0.010 0.009	–	–	0.49	530	640	24	69	620℃ x1h	–	–
TMG-SM	Z3317 G 52A-1M3	A5.28 ER80S-G	Ar+ 2~5% O_2 ・ Ar+ 5~20% CO_2	用于 0.5%Mo 钢。主要在喷射电弧区使用。	1.0 1.2 1.6	0.07	0.32	0.76	0.008 0.005	–	–	0.54	520	610	23	98	焊态	Ar+ 20% CO_2	LR ABS
													480	580	26	160	620℃ ×1h		
TMG-TM	Z3317 G 49A-3M3	相当于 A5.28 ER80S-G	Ar+ 20~100% CO_2	用于 1~1.25%Cr-0.5%Mo 钢。主要在短路过渡时使用。	1.2 1.6	0.06	0.34	0.70	0.010 0.007	–	–	0.48	470	570	23	78	焊态	CO_2	–
						0.05	0.45	0.81	0.008 0.008	–	–	0.52	500	590	26	110	焊态	Ar+ 40% CO_2	
TMG-1CM	Z3317 G 55C-1CMT1	相当于 A5.28 ER80S-G	CO_2	用于 1~1.25%Cr-0.5%Mo 钢。	1.2 1.6	0.07	0.56	1.06	0.011 0.010	–	1.32	0.57	510	630	21	88	690℃ x1h	–	LR ABS BV NK

耐热钢（MAG・MIG材料）

牌号	标准 JIS / AWS	保护气体	用途·使用特性	主要尺寸 mm	熔敷金属化学成分一例 % C	Si	Mn	P S	Ni	Cr	Mo	熔敷金属力学成分一例 屈服强度 MPa	抗拉强度 MPa	延伸率%	吸收功 J	热处理	备注	船级认证
MG-S1CM	Z3317 G 55A-1CM3 / A5.28 ER80S-G	Ar+2~5%O_2 · Ar+5~20%CO_2	用于1~1.25%Cr-0.5%Mo钢。主要在喷射电弧区使用。	1.0 1.2 1.6	0.07	0.34	0.74	0.008 0.005	–	1.23	0.52	570	680	20	69	620℃×1h	Ar+20%CO_2	NK LR ABS BV
												420	540	26	170	650℃×10h		
MG-T1CM	Z3317 G 55A-1CM3 / 相当于 A5.28 ER80S-G	Ar+20~100%CO_2	用于1~1.25%Cr-0.5%Mo钢。主要在短路过渡时使用。	1.2 1.6	0.06	0.39	0.65	0.009 0.008	–	1.24	0.53	440	570	23	49	690℃×1h	CO_2	LR
					0.06	0.45	0.68	0.008 0.006	–	1.27	0.54	460	580	25	140	690℃×1h	Ar+40%CO_2	
MG-2CM	Z3317 G62C-2C1MT1 / 相当于 A5.28 ER90S-G	CO_2	用于2.25%Cr-1%Mo钢。	1.2 1.6	0.10	0.32	1.22	0.010 0.008	–	2.30	1.01	580	690	21	78	700℃x1h	–	NK LR ABS
MG-S2CM	Z3317 G 62A-2C1M3 / A5.28 ER90S-G	Ar+2~5%O_2 · Ar+5~20%CO_2	用于2.25%Cr-1%Mo钢。主要在喷射电弧区使用。	1.0 1.2 1.6	0.05	0.34	0.76	0.007 0.005	–	2.29	0.98	550	670	24	110	680℃×1h	Ar+20%CO_2	LR NK
												430	570	28	140	690℃×15h		
MG-S2CMS	Z3317 G 62A-2C1M2 / A5.28 ER90S-G	Ar+10~20%CO_2	用于2.25%Cr-1%Mo钢。焊缝金属的冲击韧性优秀，回火脆化感受性低。主要在喷射电弧区使用。	1.2	0.12	0.25	0.65	0.006 0.005	–	2.26	1.01	600	720	21	-20℃ 120	670℃×1h	Ar+15%CO_2	–
												410	560	28	-20℃ 130	690℃×25h		
MG-T2CM	Z3317 G 62A-2C1M3 / 相当于 A5.28 ER90S-G	Ar+20~100%CO_2	用于2.25%Cr-1%Mo钢。主要在短路过渡时使用。	1.2 1.6	0.12	0.36	0.65	0.010 0.009	–	2.14	0.94	510	660	21	98	690℃×1h	CO_2	–
						0.43	0.75	0.008 0.008	–	2.31	0.99	550	680	21	120	690℃×1h	Ar+40%CO_2	
MG-S2CW	Z3317 G 57A-2CMWV-Ni / 相当于 A5.28 ER90S-G	Ar+5~20%CO_2	用于2.25%Cr-W-Nb-V钢（低C）。因自淬硬性大，容易产生裂纹，焊接时要要充分注意。主要在喷射电弧区使用。	0.8 1.0 1.2	0.05	0.33	1.02	0.005 0.004	0.47	2.23	Mo: 0.10 V: 0.24 Nb: 0.035 W: 1.96	656	727	20	38	715℃×2h	Ar+20%CO_2	LR NK

牌号	标准 JIS	标准 AWS	保护气体	用途·使用特性	主要尺寸 mm		熔敷金属化学成分一例% C	Si	Mn	P S	Ni	Cr	Mo	熔敷金属力学性能一例 屈服强度 MPa	抗拉强度 MPa	延伸率%	吸收功 J	热处理	备注	船级认证
TMG-S5CM	–	A5.28 ER80S-B6	Ar+2~5% O_2 · Ar+5~20% CO_2	用于5%Cr-0.5%Mo钢。自淬硬性大，容易产生裂纹，焊接时要充分注意。主要在喷射电弧区使用。	1.2 1.6		0.08	0.29	0.56	0.011 0.007	–	5.46	0.53	480	640	27	78	700℃×2h	Ar+2% O_2	–
TMG-S9CM	Z3317 G 55A-9C1M	相当于 A5.28 ER80S-B8	Ar+2~5% O_2 · Ar+5~20% CO_2	用于9%Cr-1%Mo钢。Cr量多，自淬硬性大，容易产生裂纹，焊接时要充分注意。主要在喷射电弧区使用。	1.2		0.08	0.38	0.49	0.005 0.008	–	9.01	1.04	480	640	22	130	720℃×2h	Ar+2% O_2	–
TMG-S9Cb	Z3317 G 62A-9C1MV2	A5.28 ER90S-G	Ar+5% CO_2	用于9%Cr-1%Mo-Nb-V钢。Cr量多，自淬硬性大，容易产生裂纹，焊接时要充分注意。主要在喷射电弧区使用。	1.2		0.08	0.27	1.29	0.007 0.006	0.38	8.86	0.98 Nb: 0.03 V: 0.19	570	700	25	98	740℃×8h	Ar+5% CO_2	ABS LR NK
TMG-S12CRS	Z3317 G 62A-10CMW-Co1	相当于 A5.28 ER90S-G	Ar+5~20% CO_2	ASTM A213 Gr. T92,T122钢用。Cr量多自淬硬性大，容易产生裂纹焊接时要充分注意。主要在喷射电弧区使用。	0.8 1.2		0.04	0.48	1.15	0.004 0.004	Ni: 0.52 Cu: 0.18 Nb: 0.04	Cr: 10.09 V: 0.32 W: 1.64	Mo: 0.42 N: 0.038 Co: 1.57	619	745	23	47	740℃×8h	80% Ar+20% CO_2	–

TIG材料

牌号	标准 JIS	标准 AWS	保护气体	用途·使用特性	主要尺寸 mm		熔敷金属化学成分一例% C	Si	Mn	P S	Ni	Cr	Mo	熔敷金属力学性能一例 屈服强度 MPa	抗拉强度 MPa	延伸率%	吸收功 J	热处理	鉴别色	船级认证
TG-S56	Z3316 W 55 P 2 N1M3	A5.28 ER80S-G	Ar	用于 Mn-Mo、Mn-Mo-Ni 钢。	1.0 1.2 1.6 2.0 2.4		0.05	0.41	1.54	0.008 0.006	0.66	–	0.52	520	590	25	-12℃ 290	620℃ ×1h	银灰色	–
TG-S63S	Z3316 W 62 P 2 N3M2J	A5.28 ER90S-G	Ar	用于 Mn-Mo、Mn-Mo-Ni 钢。	1.0 1.2 1.6 2.0 2.4 3.2		0.09	0.32	1.23	0.006 0.006	1.58	–	0.40	570	620	23	-47℃ 200J	620℃ ×15h	淡绿色	–
TG-S620	–	A5.28 ER80S-G	Ar	适用于核电压力容器用 A302B,A533B Cl.1 等。	1.2		0.07	0.40	1.58	0.006 0.005	0.68	–	0.51	526	620	29	-20℃ 208	610℃ x 2h	–	–
TG-S690	–	A5.28 ER90S-G	Ar	适用于核电压力容器用 A533B Cl.2 等 Mn-Ni-Mo 钢。	1.2		0.09	0.29	1.22	0.006 0.005	1.56	–	0.42	563	636	27	-12℃ 224	635℃ x 16h	–	–
TG-SM	Z3317 W 52-1M3	A5.28 ER80S-G	Ar	用于 0.5%Mo 钢。	1.2 1.6 2.0 2.4 3.2		0.07	0.44	1.02	0.006 0.005	–	–	0.53	500	580	27	280	620℃ ×1h	绿色	ABS
TG-S70SA1	–	A5.28 ER70S-A1	Ar	用于 0.5%Mo 钢。	0.8 1.0 1.2 1.6 2.0 2.4 3.2		0.07	0.58	1.08	0.005 0.008	0.03	–	0.56	530	610	32	260	620℃ ×1h	绿色	–
TG-S1CM	Z3317 W 55-1CM3	A5.28 ER80S-G	Ar	用于 1~1.25%Cr-0.5%Mo 钢。	1.2 1.6 2.0 2.4 3.2		0.06	0.50	0.99	0.007 0.005	–	1.22	0.54	540	630	25	270	690℃ ×1h	银色	NK ABS LR DNV BV KR

耐热钢（TIG材料）

牌号	标准 JIS	标准 AWS	保护气体	用途·使用特性	主要尺寸 mm		熔敷金属化学成分一例% C	Si	Mn	P S	Ni	Cr	Mo	熔敷金属力学性能一例 屈服强度 MPa	抗拉强度 MPa	延伸率%	吸收功 J	热处理	鉴别色	船级认证
TG-S80B2	A5.28	ER80S-B2	Ar	用于A387 Gr.11,Gr12等1.25%Cr-0.5%Mo钢。	1.2		0.11	0.50	0.67	0.004 0.004	–	1.41	0.55	490	625	30	-20℃ 246	620℃ x 1 h	银色	–
TG-S1CML	Z3317 W 52-1CML1	A5.28 ER80S-G	Ar	用于1~1.25%Cr-0.5%Mo钢。可以得到低C的熔敷金属,耐裂纹性优良。	1.2 1.6 2.0 2.4		0.02	0.48	1.10	0.009 0.006	–	1.38	0.50	480	580	29	300	620℃ ×1h	蓝色	
TG-S2CM	Z3317 W 62-2C1M2	A5.28 ER90S-G	Ar	用于2.25%Cr-1%Mo钢。	1.2 1.6 2.0 2.4 3.2		0.09	0.32	0.71	0.007 0.005	–	2.26	1.04	610	720	22	250	690℃ ×1h	茶色	NK ABS LR DNV BV KR
TG-S2CML	Z3317 W 55-2C1ML1	A5.28 ER80S-G	Ar	用于2.25%Cr-1%Mo钢。可以得到低C的熔敷金属,耐裂纹性优良。	1.2 1.6 2.0 2.4		0.03	0.49	1.09	0.009 0.007	–	2.22	1.01	520	630	25	250	690℃ ×1h	红色	–
TG-S2CMH	–	相当于 A5.28 ER90S-G	Ar	用于2.25%Cr-1%Mo-V改良钢。适用于JIS SCMQ 4 V等,高温强度,蠕变断裂性能优良。	1.2 1.6 2.0 2.4		0.10	0.14	0.42	0.005 0.008	–	2.30	1.04 V: 0.28 Nb: 0.034	623	730	20	-18℃ 300	705℃ ×7h	银色	–
TG-S2CW	Z3317 W 52-2CMWV	相当于 A5.28 ER80S-G	Ar	用于2.25%Cr-W-Nb-V钢(低C)。自淬硬性大,容易产生裂纹,焊接时要充分注意。	1.2 1.6 2.0 2.4		0.02	0.42	0.48	0.004 0.003	–	2.27	0.52 V: 0.32 Nb: 0.026 W: 1.20	467	578	24	205	715℃ ×2h	浅蓝色	LR

牌号	标准 JIS / AWS	保护气体	用途·使用特性	主要尺寸 mm		熔敷金属化学成分一例* %							熔敷金属力学成分一例					鉴别色	船级认证
						C	Si	Mn	P S	Ni	Cr	Mo	屈服强度 MPa	抗拉强度 MPa	延伸率%	吸收功 J	热处理		
TG-S5CM	Z3317 W 55-5CM A5.28 ER80S-B6	Ar	用于 5%Cr-0.5%Mo 钢。自淬硬性大，容易产生裂纹，焊接时要充分注意。	1.2 1.6 2.0 2.4		0.08	0.28	0.49	0.010 0.008	–	5.13	0.60	480	600	24	280	750℃ ×2h	白色	–
TG-S9CM	– A5.28 ER80S-B8	Ar	用于 9%Cr-1%Mo 钢。Cr 量多，自淬硬性大，容易产生裂纹，焊接时要充分注意。	1.2 1.6 2.0 2.4 3.2		0.06	0.25	0.56	0.011 0.009	–	8.70	1.09	410	590	30	220	750℃ ×2h	紫色	–
TG-S9Cb	Z3317 W 62-9C1MV1 A5.28 ER90S-G	Ar	9%Cr-1%Mo-Nb-V 钢。Cr 量多，自淬硬性大，容易产生裂纹，焊接时要充分注意。	1.2 1.6 2.0 2.4		0.07	0.16	0.99	0.007 0.006	0.68	8.97	Mo: 0.90 Nb: 0.04 V: 0.18	700	780	22	240	740℃ ×8h	灰色	NK LR
TG-S90B9	Z3317 W 62-9C1MV A5.28 ER90S-B9	Ar	用于 9%Cr-1%Mo-Nb-V 钢。Cr 量多，自淬硬性大，容易产生裂纹，焊接时要充分注意。	1.2 1.6 2.0 2.4		0.12	0.25	0.75	0.006 0.004	Ni: 0.49 Cu: 0.01 V: 0.21	Cr: 9.20 Nb: 0.05 N0: 0.04	Mo: 1.00 Mn + Ni: 1.24	706	809	22	160	760℃ x 2h	黑色	–
TG-S90B3	– A5.28 ER90S-B3	Ar	用于A387 Gr.22 等 2.25%Cr-1%Mo 钢。	1.2		0.11	0.64	0.67	0.006 0.006	–	2.44	1.09	596	726	25	-20℃ 237	690℃ x 1 h	茶色	–
TG-S12CRS	Z3317 W 62- 10CMWN-Co A5.28 ER90S-G	Ar	用于 ASTM A213 Cr,T92,T122 钢。Cr 量多，自淬硬性大，容易产生裂纹，焊接时要充分注意。	0.8 1.0 1.2 1.6 2.0 2.4		0.07	0.36	0.74	0.004 0.003	Ni: 0.51 Cu: 0.01 V: 0.21	Cr: 9.92 Nb: 0.04 N0: 1.45	Mo: 0.35 Mn 1.01 Ni: 0.04	686	790	21	44	740℃ x 8h	–	–

*说明：TG-S80B2，TG-S90B3 表示的是焊丝成分的一例。

埋弧焊材料

1.种类与特点

1）焊剂

耐热钢埋弧焊焊接用焊剂

牌 号	标准：JIS	特 点	粒 度
E MF-38	Z3352 SFCS1	焊缝金属的韧性良好，不容易受锈，污物等影响，耐凹坑性，X 射线性能优良。	20×200 20×D 12×65
T MF-27	Z3352 SFCS1	高碱性，可以得到耐高温裂纹性及力学性能优良的焊缝金属。同时也有考虑到中子线照射脆化和高温裂纹感受性而改良的 MF-27X 材料。	48×D
E G-80	Z3352 SFCS1	焊道外观，脱渣性良好，适合板厚到 100mm 的焊接。	20×200 32×200
T MF-29A T MF-29AX	Z3352 SFCS1	属于熔炼型高碱性焊剂，在焊接超厚板低合金的多层焊接时有优良的工艺性和耐裂纹性。MF-29AX 属于低氢，低 P 型高碱性焊剂。	48×D
T PF-200 T PF-200D	Z3352 SACG1	超低氢型烧结焊剂。延迟裂纹的敏感性低，可以得到良好的冲击韧性的焊缝金属。	10×48
T PF-200S	Z3352 SACG1	超低氢型烧结焊剂。延迟裂纹的敏感性低，与 Cr 量多的焊丝组合，有良好的工艺性。	10×48
T PF-500	Z3352 SACG1	超低氢型烧结焊剂。延迟裂纹的敏感性低，与 US-521H 组合，有良好的工艺性。	10×48
T PF-90B9	Z3352 FS-BN2	属于超低氢高碱性烧结型焊剂。延迟裂纹敏感性低，与 US-90B9 组合使用有良好的工艺性。	10×48

2）焊丝

耐热钢的埋弧焊焊接用焊丝

牌 号	JIS 标准	焊丝化学成分一例%						主要焊丝尺寸 mm	组合焊剂
		C	Si	Mn	Ni	Cr	Mo		
E US-36	Z3351 YS-S6	0.12	0.03	1.95	–	–	–	2.4 3.2 4.0 4.8	MF-38 G-80
T US-49	Z3351 YS-M4	0.10	0.02	1.58	–	–	0.53	2.0 2.4 3.2 4.0 4.8	MF-38 G-80
T US-40	Z3351 YS-M5	0.14	0.02	1.78	–	–	0.52	3.2 4.0 4.8	MF-38
T US-A4	–	0.09	0.04	1.59	–	–	0.52	3.2 4.0 4.8	MF-38
T US-56B	Z3351 YS-NM1	0.11	0.17	1.59	0.86	–	0.48	3.2 4.0 4.8	NF-27 MF-29A PF-200
T US-620	–	0.12	0.17	1.64	0.92	–	0.48	3.2 4.0	PF-200
T US-620N2	–	0.10	0.29	1.55	0.73	–	0.45	3.2 4.0	PF-200
T US-F3	–	0.11	0.17	1.65	0.89	–	0.49	3.2 4.0	PF-200
T US-63S	Z3351 YS-NCM1	0.11	0.14	1.70	1.47	0.16	0.47	3.2 4.0 4.8	MF-29AX PF-200
T US-690	–	0.10	0.13	1.65	1.50	0.15	0.49	3.2 4.0	PF-200
T US-511	Z3351 YS-1CM1	0.12	0.17	0.61	–	1.48	0.52	2.4 3.2 4.0 4.8	G-80 MF-29 MF-29A MF-29AX
T US-511N	Z3351 YS-1CM1	0.09	0.30	0.90	–	1.48	0.52	3.2 4.0 4.8	PF-200
T US-511ND	Z3351 YS-1CM1	0.13	0.11	0.83	–	1.48	0.52	3.2 4.0 4.8	PF-200D
T US-B2R	–	0.14	0.10	0.88	–	1.47	0.56	2.4 3.2 4.0	PF-200D
T US-521	Z3351 YS-2CM1	0.07	0.16	0.61	–	2.52	1.05	2.4 3.2 4.0 4.8	G-80 MF-29 MF-29A MF-29AX

牌 号	JIS 标准	焊丝化学成分一例%						主要焊丝直径 mm	组合焊剂
		C	Si	Mn	Ni	Cr	Mo		
TUS-521S	Z3351 YS-2CM2	0.16	0.13	0.93	–	2.45	1.00	3.2 4.0	PF-200
TUS-2CW	–	0.04	0.14	1.17	–	2.29	0.12 V: 0.26 Nb: 0.029 W: 1.20	1.6 2.4 3.2	MF-29A
TUS-521H	–	0.16	0.21	1.19	–	2.13	0.99 V: 0.36 Nb: 0.019	2.4 3.2 4.0	PF-500
TUS-502	Z3351 YS-5CM1	0.07	0.18	0.50	–	5.50	0.55	3.2 4.0	MF-29A PF-200S
TUS-9Cb	–	0.08	0.13	1.73	0.57	8.81	0.90 V: 0.23 Nb: 0.05	1.2 1.6 2.4 3.2 4.0	PF-200S
TUS-90B9	–	0.11	0.25	0.73	0.50	0.23	0.99 Mb: 0.053	2.4 3.2	PF-90B9
TUS-12CRSD	–	0.07	0.35	0.74	0.51	9.92	0.35 Nb: 0.035 V: 0.21 W: 1.45	2.4 3.2	PF-200S
TUS-12CRS	–	0.11	0.18	1.06	1.02	11.0	0.21	2.4	PF-200S

2. 焊接工艺要点

1）坡口内的氧化膜，锈，油等是引起气孔和凹坑的原因，请充分去除。

2）焊接保管时请避免高温多湿的地方，使用前应进行熔炼焊剂在150～350℃，烧结焊剂在200～300℃下进行约1小时烘干。

3）焊剂的散布高度对焊道外观及X射线性能有影响。焊剂粒度，坡口形状，焊接条件的不同散布高度也不同。建议单丝焊时25～35mm，多丝焊接时30～45mm。

4）预热，层间温度的控制对焊缝金属硬度上升，促进氢的扩散，防止延迟裂纹上有重要作用。预热，层间温度大致基准如下表。

5）焊后热处理不仅可以去除残余应力，对降低硬度和获得良好的力学性能也是有必要的。温度的大致基准如下表所示。热处理时间也要根据板厚选定合适的条件。

6）线能量过大可能引起高温裂纹发生和力学性能低下。请注意避免过大的线能量。

7）厚板的坡口底部焊接时，为了防止裂纹，请采用低电流，低速度焊接。

各种钢种的温度基准

钢　　种	预热・层间温度	焊后热处理温度
Mn–Mo–Ni钢	150~250℃	590~650℃
0~0.5%Cr–0.5%Mo钢	100~250℃	620~680℃
1~1.25%Cr–0.5%Mo钢	150~300℃	650~700℃
2.25~3%Cr–1%Mo 钢	200~350℃	680~730℃
低C~2.25%Cr–W–Nb–V钢*	100~250℃	680~730℃
5~9%Cr–0.5~2%Mo钢	250~350℃	710~780℃
9~12%Cr–Mo–(W)–Nb–V钢	250~350℃	710~780℃
9%Cr–W–V–Nb 钢 12%Cr–W–V–Nb 钢	250~350℃	730~800℃

FAMILIARC™ G-80 / FAMILIARC™ US-36 TRUSTARC™ US-49

碳钢、0.5%Mo钢用

US–36 相当于 JIS Z3183 S502–H
相当于 AWS A5.17 F7A2–EH14，A5.17 F6P2–EH14
US–49 相当于 JIS Z3183 S583–H
相当于 AWS A5.23 F7A0–EG–A2，A5.23 F7P0–EG–A2

用　途

用于压力容器、锅炉等，SB410～480、ASTM A516及0.5%Mo钢。

使用特性

坡口内脱渣性良好。
多层焊接时的力学性能良好，焊后热处理后的冲击韧性可以提高。
与US–36组合适用于SB450，与US–49组合适用于0.5%Mo钢。

工艺要点

①预热・层间温度：100℃～200℃
②焊后热处理温度：碳钢　600～650℃　0.5%Mo钢　620～680℃

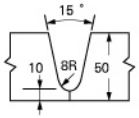
○ 焊缝金属化学成分一例 (%)

焊丝	C	Si	Mn	P	S	Mo	备　注	
							钢　种	板厚 mm
US–36	0.09	0.39	1.46	0.016	0.011	–	SB450	25
US–49	0.07	0.40	1.32	0.015	0.012	0.46	SB480	50

○ 焊缝金属力学性能一例

焊丝	屈服强度 MPa	抗拉强度 MPa	延伸率%	吸收功 J			备　注		
				20℃	0℃	–20℃	钢　种	板厚 mm	热处理
US–36	410	520	26	83	71	47	SB450	25	焊态
	350	480	29	110	93	71			620℃×1h
US–49	530	610	23	51	41	–	SB480	50	焊态
	480	540	26	80	57	–			620℃×4h

○ 焊接条件一例　AC

板厚 mm	焊丝直径 mm	坡口形状	道次	电流 A	电压 V	速度 cm/min	备　注
50	4.8		18	550 ～ 700	30 ～ 34	25 ～ 35	多层焊接

FAMILIARC™ MF-38 / FAMILIARC™ US-36 TRUSTARC™ US-49 TRUSTARC™ US-40

碳钢、0.5%Mo钢用

US–36 相当于 JIS Z3183 S502–H
相当于 AWS A5.17 F7P6–EH14
US–49 相当于 JIS Z3183 S584–H
相当于 AWS A5.23 F8P6–EG–A4
US–40 相当于 JIS Z3183 S624–H1
相当于 AWS A5.23 F8P6–EA3–A3

用　途

用于压力容器，锅炉等SB410~480、ASTM A516、0.5%Mo钢。

使用特性

对锈，污物不敏感，耐凹坑性优良。多层焊接时的力学性能良好。

工艺要点

①预热・层间温度：100℃～200℃
②焊后热处理温度：碳钢　600～650℃
0.5%Mo钢　620～680℃

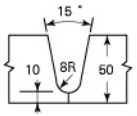
○ 焊缝金属化学成分一例 (%)

焊　丝	C	Si	Mn	P	S	Mo	备　注	
							钢　种	板厚mm
US–36	0.10	0.32	1.60	0.015	0.012	–	SB450	25
US–49	0.06	0.32	1.39	0.017	0.011	0.47	SB480	100
US–40	0.10	0.34	1.54	0.016	0.010	0.48	SB480	50

○ 焊缝金属力学性能一例

焊　丝	屈服强度 MPa	抗拉强度 MPa	延伸率%	吸收功 J			备 注		
				0 ℃	–20℃	–40℃	钢　种	板厚 mm	热处理
US–36	470	550	27	120	90	67	SB450	25	焊　态
	410	500	30	120	92	69			625℃×1h
US–49	560	620	26	98	76	–	SB480	100	焊　态
	500	570	27	98	83	–			625℃×4h
US–40	570	660	24	110	71	–	SB480	50	焊　态
	540	630	25	98	69	–			625℃×4h

○ 焊接条件一例　AC

板厚 mm	焊丝直径 mm	坡口形状	道次	电流 A	电压 V	速度 cm/min	备　注
50	4.8		18	550 ～ 700	30 ～ 34	25 ～ 35	多层焊接

船级认证/请参考504、505页。

TRUSTARC™ TRUSTARC™

MF-38/US-A4

0.5%Mo钢用

JIS Z3183 S584-H

AWS A5.23 F8A4-EA4-A4，F8P6-EA4-A4

用　途

用于压力容器、锅炉等SB410、SB450、SB480、ASTM A516及0.5% Mo钢的单层及多层焊接。

使用特性

焊缝金属的冲击值良好，不易受锈、污物等的影响，耐气孔性、X线性能合格率高。在多层焊接焊态及焊后热处理后都可得到优异的力学性能。

工艺要点

①预热・层间温度：100～200℃

②焊后热处理温度：碳钢600～650℃　0.5%Mo钢 620～680℃

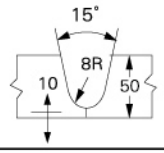
○焊缝金属化学成分一例 (%)

C	Si	Mn	P	S	Cu	Mo
0.10	0.39	1.35	0.013	0.013	0.11	0.52

○焊缝金属力学性能一例

屈服强度 MPa	抗拉强度 MPa	延伸率 %	吸收功 J	热处理
520	640	26	-40℃，37	焊态
510	600	27	-51℃，40	620℃×1hr

○焊接条件一例

板厚 mm	焊丝直径 mm	坡口形状	道次	电流 A	电压 V	速度 cm/min	备　注
50	4.8		18	550 ～ 700	30 ～ 34	25 ～ 35	多层焊接

TRUSTARC™ MF-27 TRUSTARC™ PF-200 / TRUSTARC™ US-56B

Mn-Mo钢 、Mn-Mo-Ni钢用

相当于 JIS Z3183 S642-MN

相当于 AWS A5.23 F9P4-EG-G

用　途

适用于ASTM A302B、A533B Cl.1及A508 Cl.3等的多层焊接。

使用特性

对100mm以上的厚板耐裂纹性优良。

长时间的热处理后也有安定的冲击韧性和足够的抗拉强度。

PF-200是超低氢的烧结焊剂。与焊丝组合，耐裂纹性优秀，可实现高效率的焊接。

工艺要点

①预热・层间温度：150～250℃

②焊后热处理温度：590～650℃

③线能量：50KJ/cm以下

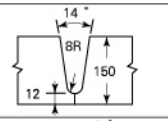
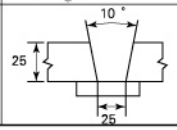
○焊缝金属化学成分一例 (%)

焊　剂	C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Mo	备　注	
									钢　种	板厚mm
MF-27	0.08	0.28	1.05	0.009	0.002	0.08	0.87	0.45	A533B Cl.1	150
PF-200	0.08	0.11	1.33	0.007	0.003	0.08	0.83	0.43	A533B Cl.1	25

○焊缝金属力学性能一例

焊　剂	试验温度 ℃	屈服强度 MPa	抗拉强度 MPa	延伸率 %	吸收功 J	备　注		
						钢　种	板厚 mm	热处理
MF-27	常温	480	560	30	-12℃ 180	A533B Cl.1	150	635℃×26h
	315	390	520	23				
PF-200	常温	490	580	28	-20℃ 210	A533B Cl.1	25	620℃×11h
	400	390	510	24				

○焊接条件一例　AC

焊　剂	板厚 mm	焊丝直径 mm	坡口形状	电流 A	电压 V	速度 cm/min	备注	
							焊接法	堆层法
MF-27	150	4.8		(L)650	32	55	AC-AC 双丝 丝间距 15mm	2道/1层
				(T)600	30			
PF-200	25	4.0		(L)550	31	55		
				(T)600	32			

TRUSTARC™ PF-200 / TRUSTARC™ US-620 TRUSTARC™ US-620N2

用于核电压力容器等Mn–Mo钢、Mn–Mo–Ni钢用

US–620 相当于 AWS A5.23 F9P4–EG–G

US–620N2相当于 AWS A5.23 F9P4–EGN–GN

用　途

用于核电压力容器ASTM A302B、A533B Cl.1、Cl.2及A508 Gr.2、Gr.3钢种的多层焊接。

使用特性

PF–200是超低氢型烧结焊剂，与焊丝组合能得到优异的抗裂纹性能及高效率的焊接。

可使用直流电源焊接，即使长时间的热处理后冲击值仍稳定，并且可获得较高拉伸强度。

工艺要点

①预热・层间温度：150～300℃

②焊后热处理温度：590～650℃

③线能量：35kJ/cm以下

○焊缝金属化学成分一例 (%)

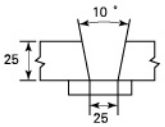
焊　丝	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo
US–620	0.06	0.46	1.42	0.007	0.003	0.74	–	0.57
US–620N2	0.07	0.22	1.52	0.005	0.001	0.71	–	0.50

○焊缝金属力学性能一例

焊　丝	屈服强度 MPa	抗拉强度 MPa	延伸率 %	吸收功 –20℃ J	RTNDT* ℃	热处理
US–620	560	640	25	200	–65	614℃×15h
	560	630	24	170	–70	610℃×30h
US–620N2	610	690	26	250	–85	焊态
	570	640	29	220	–75	610℃×48 h

RTNDT: 落锤试验结果

○焊接条件一例 DC(+)

焊　剂	板厚 mm	焊丝直径 mm	坡口形状	电流 A	电压 V	速度 cm/min	备注 堆层法
PF-200	25	4.0		600	32	35	2道/1层

TRUSTARC™ PF-200 / TRUSTARC™ US-690

用于核电压力容器等Mn–Mo钢、Mn–Mo–Ni钢用

相当于 AWS A5.23 F10PZ–EG–G

用　途

用于核电压力容器等ASTM A533B Cl.2。

使用特性

PF–200是超低氢型烧结焊剂，与焊丝组合、耐裂纹性优秀，可实现高效率施工。

可使用直流电源焊接，即使长时间的热处理后冲击值仍稳定，并且可获得高拉伸强度。

工艺要点

①预热・层间温度：150～300℃

②焊后热处理温度：590～650℃

③线能量：50KJ/cm以下

○焊缝金属化学成分一例 (%)

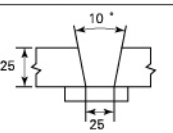
C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo
0.11	0.14	1.70	0.006	0.004	1.47	0.16	0.47

○焊缝金属力学性能一例

屈服强度 MPa	抗拉强度 MPa	延伸率 %	吸收功 –40℃ J	RTNDT* ℃	热处理
610	690	26	101	–	590℃×3hr
550	640	26	140	–18	600℃×16hr

RTNDT: 落锤试验结果

○焊接条件一例 DC(+)

焊　剂	板厚 mm	焊丝直径 mm	坡口形状	电流 A	电压 V	速度 cm/min	备注 堆层法
PF-200	25	4.0		600	32	35	2道/1层

FAMILIARC™ G-80 TRUSTARC™ MF-29A / TRUSTARC™ US-511

1~1.25%Cr-0.5%Mo钢用
相当于JIS Z3183 S641-1CM
相当于AWS A5.23 F7PZ-EG-B2

用　途

石油提炼、石油化学、火力发电等，ASTM A387 Gr.11,12、JIS SCMV2，3等的多层焊接。

使用特性

与G-80组合焊道外观和机械性能良好。
与MF-29A组合耐裂性好，适合厚板。
与G-80比冲击性好。

工艺要点

①预热・层间温度：150～300℃
②焊后热处理温度：650～700℃
③线能量：50KJ/cm以下

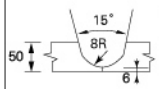
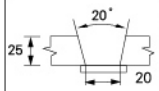
○焊缝金属化学成分一例 (%)

焊　剂	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	备　注	
								钢　种	板厚mm
G-80	0.06	0.36	1.03	0.013	0.007	1.24	0.52	A387Gr.11	50
MF-29A	0.09	0.25	0.78	0.010	0.007	1.32	0.52	A387Gr.11	25

○焊缝金属力学性能一例

焊　剂	试验温度℃	屈服强度 MPa	抗拉强度 MPa	延伸率%	吸收功 J		备　注		
					0℃	20℃	钢　种	板厚mm	热处理
G-80	常温	400	550	26	80	120	A387 Gr.11	50	680℃ X10h
	450	350	460	20					
MF-29A	常温	440	580	26	98	140		25	650℃ X20h
	427	360	470	20					

○焊接条件一例 AC

焊　丝	板厚mm	焊丝直径mm	坡口形状	电流A	电压V	速度cm/min	备　注	
							焊接法	堆层法
G-80	50	4.0		(L)650	32	60	AC-AC 双丝 丝间距15mm	2道/1层
				(T)600	38			
MF-29A	25			(L)500	30			
				(T)550	32			

TRUSTARC™ PF-200/US-511N
TRUSTARC™ PF-200D/US-511ND

1～1.25%Cr-0.5%Mo钢用
相当于 JIS Z3183 S642-1CM
相当于 AWS A5.23 F8P2-EG-B2

用　途

用于石油精炼，石油化学，火力发电使用的ASTM A387Gr.11~12、JIS SCMV2、3 等的多层焊接。

使用特性

PF-200/US-511N：与超低氢型高碱烧结焊剂PF-200组合，可得到优异的抗裂纹性能和低温冲击韧性良好的焊缝金属。
PF-200D/US-511ND：专为直流焊接而设计的焊接材料。基本上可得到与PF-200/US-511N同等的质量。

工艺要点

①预热・层间温度：150～300℃
②焊后热处理温度：650～700℃
③线能量 45KJ/cm 以下

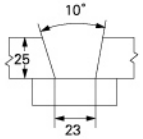
○焊缝金属化学成分一例 (%)

牌　号	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo
PF-200/ US-511N	0.10	0.10	0.74	0.005	0.005	1.43	0.54
PF-200D/ US-511ND	0.08	0.21	0.82	0.007	0.003	1.39	0.56

○焊缝金属力学性能一例

牌　号	屈服强度 MPa	抗拉强度 MPa	延伸率 %	吸收功 J	热处理	备注	
						钢种	板厚
PF-200/ US-511N	450	560	29	-20℃，160	690℃×8hr	A 387 Gr.11	25mm
PF-200D/ US-511ND	470	580	23	-30℃，120	690℃×4hr		

○焊接条件一例

板厚mm	焊丝直径mm	坡口形状	电流A	电压V	速度cm/min	堆层法
25	4.0		600	32	30	2道/1层

FAMILIARC™ G-80 / TRUSTARC™ US-521
TRUSTARC™ MF-29A

2.25%Cr–1%Mo钢用
相当于JIS Z3183 S571–2CM
相当于AWS A5.23 F8P2–EG–B3

用 途

ASTM A387 Gr.22、JIS SCMV 4 等的多层焊接。

使用特性

与G–80组合焊道外观和机械性能良好。
与MF–29A组合耐裂性好，适合厚板。
与G–80比冲击性好。

工艺要点

①预热・层间温度：200~350℃
②焊后热处理温度：680~730℃
③线能量：40KJ/cm以下

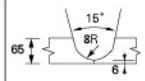
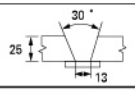
○焊缝金属化学成分一例 (%)

焊 剂	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	备 注	
								钢 种	板厚mm
G–80	0.05	0.35	0.96	0.014	0.010	2.22	0.99	A387Gr.22	65
MF–29A	0.09	0.17	0.79	0.011	0.009	2.38	1.02	A387Gr.22	25

○焊缝金属力学性能一例

焊 剂	试验温度℃	屈服强度 MPa	抗拉强度 MPa	延伸率%	吸收功 J		备 注		
					–20℃	0℃	钢 种	板厚 mm	热处理
G–80	常温	380	530	27	40	90	A387 Gr.22	65	720℃ X6h
	450	350	440	18					
MF–29A	常温	480	600	22	98	150		25	690℃ X10h

○焊接条件一例 AC

焊 剂	板厚 mm	焊丝直径 mm	坡口形状	电流 A	电压 V	速度 cm /min	备 注	
							焊接法	堆层法
G–80	65	4.0		(L)650	32	60	AC–AC 双丝 丝间距15mm	2道/1层
				(T)600	38			
MF–29A	25	4.0		600	31	30	单 丝	2～3道 /1层

TRUSTARC™ PF-200 / TRUSTARC™ US-521S
TRUSTARC™ PF-200D

2.25%Cr-1%Mo钢用
相当于 JIS Z3183 S642–2CM
相当于 AWS A5.23 F9P2–EG–B3

用 途

用于石油精炼，石油化学，各种发电厂使用的ASTM A387 Gr.22、JIS SCMV4 等多层焊接。

使用特性

PF–200/US–521S: PF–200为超低氢烧结焊剂，可以实现高效率的焊接。冲击性能良好，可以得到回火脆化敏感性低的焊缝金属。步冷脆化后55J（迁移温度–30℃以下）

PF–200D/US–521S: 专为直流焊接而设计的焊接材料。基本上可得到与PF–200/US–521S同等的质量。

工艺要点

①预热・层间温度：150～300℃　③线能量 45KJ/cm 以下
②焊后热处理温度：680～730℃

○焊缝金属化学成分一例 (%)

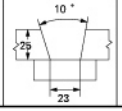
牌 号	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo
PF–200/US–521S	0.11	0.10	0.85	0.006	0.005	2.34	1.04
PF–200D/US–521S	0.09	0.16	0.81	0.006	0.003	2.41	1.07

○焊缝金属力学性能一例

牌 号	试验温度℃	屈服强度 MPa	抗拉强度 MPa	延伸率 %	吸收功 J		备 注		热处理
					As SR	SR+SC*	钢 种	板厚 mm	
PF–200 /US–521S	常温	470	610	25	–30℃ 150	120	A389 Gr.22	100	690℃×8hr
	450	360	460	19	–40℃ 120	88			
PF–200D /US–521S	常温	500	620	21	160	140		25	690℃×6hr
	450	410	480	18	–	–			

○焊接条件一例

＊步冷脆化热处理

牌 号	板厚 mm	焊丝直径 mm	坡口形状	电流 A	电压 V	速度 cm /min	备 注	
							焊接法	堆层法
PF–200 /US–521S	100	4.0		(L)550	31	47	AC–AC 双丝 丝间距 15mm	2道/1层
				(T)550	34			
PF–200D /US–521S	25	4.0		600	32	30	DC 单丝	2道/1层

TRUSTARC™ TRUSTARC™

PF-500/US-521H

2.25%Cr-1%Mo-V钢用

用　途

用于石油精炼装置、石油化工装置等的设备的ASTM A542 Type D Cl. 4a, A832 Gr.22 V的焊接。

使用特性

与超低氢型高碱烧结焊剂PF-500组合，可得到优异的抗裂纹性能和低温冲击韧性、且回火脆化敏感性低的焊缝金属。

工艺要点

①预热・层间温度：200～350℃
②焊后热处理温度：680～730℃

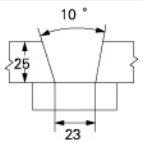
○焊缝金属化学成分一例 (%)

C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Nb	V
0.08	0.10	1.16	0.004	0.004	2.53	1.03	0.015	0.35

○焊缝金属常温力学性能一例

试验温度 ℃	屈服强度 MPa	抗拉强度 MPa	延伸率 %	吸收功 −18℃ J	热处理(SR)
				As SR	
常温	620	711	24	150	705℃×7hr

○焊接条件一例　AC

板厚 mm	焊丝直径 mm	坡口形状	电流 A	电压 V	速度 cm/min	堆层法
25	4.0		600	32	30	2道/1层

TRUSTARC™ TRUSTARC™

PF-200S/US-9Cb

9%Cr-1%Mo-Nb-V钢用

相当于AWS A5.23 F10PZ-EG-G

用　途

用于高压锅炉的主蒸汽管，封头等使用的ASTM A387 Gr.91焊接。

使用特性

PF-200S为超低氢烧结焊剂。
与US-9Cb组合工艺性优良。

工艺要点

①预热・层间温度：250～350℃　③线能量：40KJ/cm 以下
②焊后热处理温度：710～780℃　④Cr 量过多，自硬性容易变大，裂纹焊接时请注意。

○焊缝金属化学成分一例 (%)

C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	Nb	V
0.06	0.12	1.58	0.008	0.007	0.55	8.31	0.88	0.03	0.21

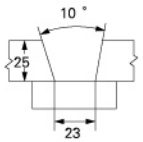
○焊缝金属力学性能一例

试验温度 ℃	屈服强度 MPa	抗拉强度 MPa	延伸率 %	吸收功 J	热处理
常温	580	710	22	66	740℃×8hr

○蠕变断裂强度一例

热处理	600℃-1000hr
740℃×8hr	140 MPa

○焊接条件一例　AC

板厚 mm	焊丝直径 mm	坡口形状	电流 A	电压 V	速度 cm/min	备注	
						焊接法	堆层法
25	4.0		480	32	30	单丝	2道/1层

TRUSTARC™ TRUSTARC™

PF-90B9/US-90B9

9%Cr-1%Mo-Nb-V钢用

相当于AWS A5.23 F10PZ-EB9-B9

用　途

用于高压锅炉的主蒸汽管，封头等使用的ASTM A387 Gr.91焊接。

使用特性

ASTM A387 Gr.91, A213 Gr.T91, A335 Gr.P91的焊接且可以满足ASME SFA 5.23 -2007版标准的化学成分及性能要求。

工艺要点

①预热・层间温度：250～350℃
②焊后热处理温度：710～780℃
③线能量：40KJ/cm 以下
④Cr 量过多，自硬性容易变大，裂纹焊接时请注意。

○ 焊缝金属化学成分一例 (%)

C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	Nb	V	N
0.09	0.21	0.92	0.008	0.004	0.47	8.87	0.93	0.03	0.21	0.04

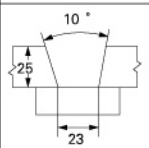
○ 焊缝金属力学性能一例

试验温度 ℃	屈服强度 MPa	抗拉强度 MPa	延伸率 %	吸收功 J	热处理
常温	593	728	22	47	760℃×4hr
600	284	372	20	–	

○ 蠕变断裂强度一例

热处理	600℃~1000hr
760℃×2hr	150 MPa

○ 焊接条件一例　DC（+）

板厚 mm	焊丝直径 mm	坡口形状	电流 A	电压 V	速度 cm/min	备注 焊接法	备注 堆层法
25	4.0		480	32	30	单丝	2道/1层

TRUSTARC™ TRUSTARC™

PF-200S/US-12CRSD

9%Cr-W-V-Nb钢、12%Cr-W-V-Nb钢用

用　途

用于高温・高压锅炉的过热器管、封头等ASTM A213 Gr. T92、T122、A335 Gr. P92、P122等的焊接。

使用特性

9%Cr-W-V-Nb和12%Cr-W-V-Nb等改良高铬铁素体钢用的埋弧焊接材料。专为直流焊接而设计的焊接材料，可与超低氢型的焊剂PF-200S组合使用。

工艺要点

①预热・层间温度：200～350℃
②焊后热处理温度：680～730℃

○ 焊缝金属化学成分一例 (%)

C	Si	Mn	P	S	Ni	Co	Cr	Mo	W	Nb	V
0.06	0.25	0.88	0.008	0.004	0.52	0.98	9.58	0.32	1.36	0.03	0.20

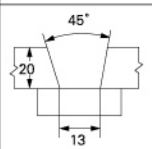
○ 焊缝金属力学性能一例

屈服强度 MPa	抗拉强度 MPa	延伸率 %	吸收功 J	热处理
652	775	21	64	740℃×8hr

○ 蠕变断裂强度一例

热处理	650℃~98MPa
740℃×8h	26064 hr 以上

○ 焊接条件一例　DC(+)

板厚 mm	焊丝直径 mm	坡口形状	电流 A	电压 V	速度 cm/min	备注 焊接法	备注 堆层法
20	2.4		400	29	30	单丝	2道/1层

埋弧焊材料

牌号	标准 JIS / AWS	用途●使用特性	焊缝金属化学成分一例 % C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	焊缝金属力学性能一例 屈服强度 MPa	抗拉强度 MPa	延伸率 %	吸收功 J	热处理	备注
▯PF-200/ ▯US-F3	– / A5.23 E9P8-EF3-F3	用于 Mn-Ni-Mo 钢。适于 ASTM A302B、A533B CL.1 及 A508 Cl.3 等的多层焊接。	0.07	0.23	1.47	0.007	0.002	0.80	–	0.49	550	640	25	-40℃ 130	焊态	–
											560	650	30	-40℃ 160	620℃ ×1h	–
▯PF-200D/ * ▯US-B2R	– / A5.23 F8P2-EB2R-B2R	用于 1~1.25%Cr-0.5%Mo 钢适于 ASTM A387 Gr.1 1~12 等的多层焊接。	0.10	0.20	0.84	0.007	0.002	–	1.42	0.55	470	580	29	-20℃ 150	690℃ ×6h	–
▯MF-29A/ ▯US-2CW	– / –	用于高温・高压锅炉的过热器管、封头的 ASTM A213 Gr.T23 等的焊接。	0.03	0.23	1.14	0.008	0.004	–	2.28	Mo:0.11 V:0.23 Nb:0.02 W:1.87	490	590	28	0℃ 120	740℃ ×2h	–
▯MF-29AX ▯PF-200/ ▯US-63S	相当于Z3183 S642-MN / 相当于A5.23 F10P2-EG-G	用于 Mn-Mo-Ni 钢。与(MF-27,PF-200/US-56B) 组合可以得到高强度，适用于 A533B CC1.2 等焊接。	0.10	0.21	1.49	0.006	0.005	1.35	0.17	0.51	640	740	26	-12℃ 120	595℃ ×3h	MF-29AX
			0.08	0.10	1.51	0.007	0.004	1.31	0.14	0.47	620	700	26	-20℃ 170	590℃ ×3h	PF-200
▯MF-29A ▯PF-200S/ ▯US-502	相当于Z3183 S502-5CM / 相当于A5.23 F7P2-EG-B6	属于5%Cr-0.5Mo钢用埋弧焊接材料。MF-29A为熔炼焊剂、PF-200S为超低氢烧结焊剂。自淬硬性强易产生裂纹，故在焊接时需充分注意。	0.08	0.13	0.72	0.013	0.008	–	4.49	0.52	420	570	28	170	730℃ ×1h	MF-29A
					0.78	0.012	0.008	–	5.25	0.55	460	590	30	170	720℃ ×1h	PF-200S
▯PF-200S/ ▯US-12CRS	– / –	用于 ASTM A213 Gr.T92,T122 钢。自硬性大，易产生裂纹，焊接时要充分注意。	0.09	0.15	0.9 Cu: 0.37	0.007 W: 1.77	0.003 V: 0.19	0.98 Nb: 0.027	10.74 Co: 0.14	0.23 N: 0.023	624	781	22	37	745℃ X8h	–

* 为焊丝成分