

J557GR 高韧性焊条的研制及应用^{*}

汤文博 秦 军 潘继民
(郑州工业大学材料系)

摘 要 研究了碱性焊条工艺性的影响因素,探讨了焊缝金属的含氢量、焊条药皮的吸湿性、焊缝金属的强韧化特性等。在此基础上研制了高韧性、超低氢及操作工艺性优良的、适用于屈服极限为 $400\sim 450\text{N/mm}^2$ 级的低合金钢用 J557GR 高韧性焊条。

关键词 高韧性焊条;超低氢;工艺性

中图分类号 TG422.1

许多中厚板结构如矿山机械、纺织机械上的一些结构件,自身刚性较大,使用低合金钢后,接头的氢致裂纹敏感性增加了。市售的碱性焊条抗裂性及工艺性均较差,不能满足使用要求。因此,本文研究了碱性焊条工艺性的影响因素及焊缝金属的强韧化特性等,并在此基础上研制了高韧性、超低氢的 J557GR 焊条。

1 试验材料及方法

1.1 试验材料

研制焊条所用钢芯为 H08A 钢芯,其化学成分符合 GB1300—77。焊条用涂料主要有大理石、萤石、石英、钛白粉、铁合金、金属粉及微量特殊合金粉;粘结剂为 3:1 钾钠水玻璃,模数为 2.8~3.0,重度为 1.50 kg/L。对比焊条选用具有代表性的瑞士 Oerlikon E8018—B2 和国产 J557 焊条。

1.2 试验方法

- (1)焊条的工艺性试验,参照全国电焊条质量评比推荐的测试方法进行,电源用 ZXG—300 硅整流焊机,焊接电流 160~170A,直流反接。飞溅率的测试采用搜集飞溅物称重法。坡口内脱渣性能测试,采用 1.3m 落锤法,第 1 层焊后 1 min 锤击 5 次,第 2 层焊后 1 min 锤击 3 次。电弧电压电流波形的观察,采用 SC16 型光线示波器;
- (2)焊条熔敷金属中的含氢量测定,采用国标 GB3695—83 规定的甘油法;
- (3)焊条药皮的吸湿性,采用国标 GB5118—85 规定的《焊条药皮含水量试验方法》进行测试;
- (4)焊条熔敷金属的理化性能测试,按国标 GB5118—85 进行。

^{*} 河南省科技攻关资助项目(9000135)

收稿日期:1997—09—29

第一作者 男 1965 年 7 月生 硕士学位 讲师

2 试验结果及分析

2.1 碱性焊条工艺性的影响因素

CaO—CaF₂ 主渣系焊条中,大理石和萤石量是影响其工艺性的主要因素。它们对飞溅影响的试验结果如图 1,图 2 所示。药皮中加入适量的铁粉,对抑制焊条的飞溅,改善工艺性有一定的效果,如图 3 所示。在碱性低氢焊条中,提高药皮中 CaF₂ 的含量可改善脱渣性;适当提高熔渣的氧化性,可使焊渣横向自动开裂,坡口脱渣容易。

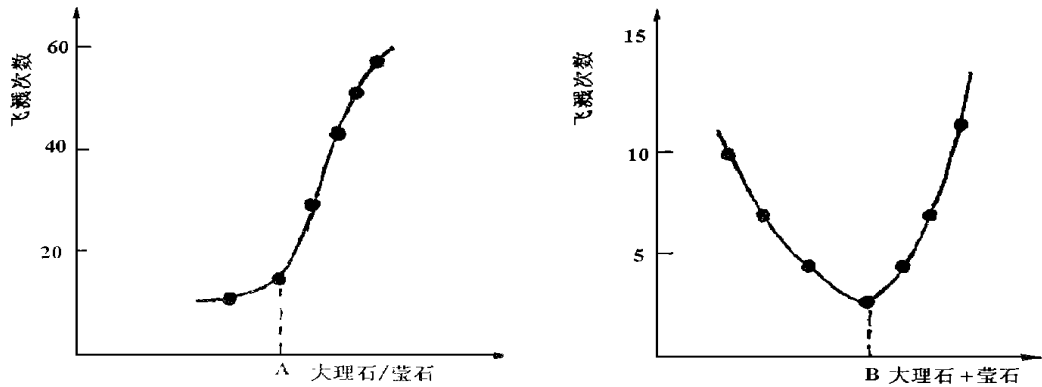


图 1 大理石/萤石比值对飞溅的影响 图 2 大理石+萤石比值对飞溅的影响

CaO—CaF₂ 主渣系焊条,通过调整配方,最大限度地限制了熔滴爆炸次数,电弧保持着良好的连续燃烧性,焊条具有较好的综合工艺性。

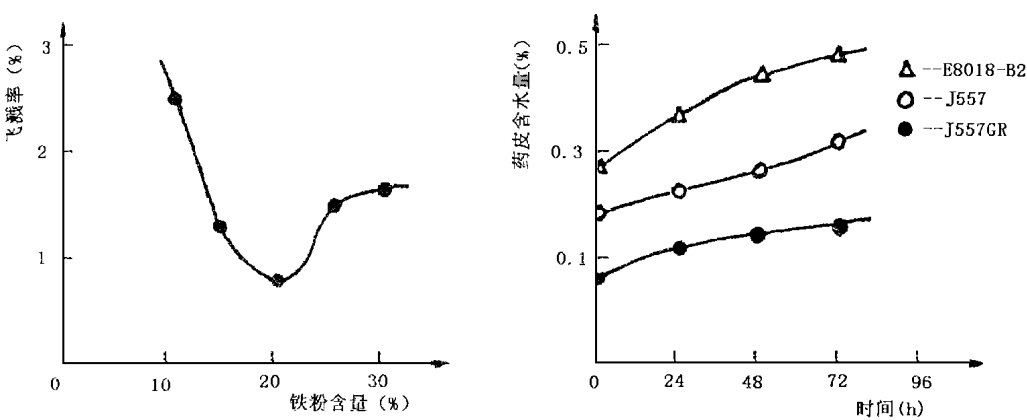


图 3 铁粉含量对飞溅的影响 图 4 药皮吸湿曲线

2.2 焊条金属的扩散氢含量和药皮含水量

为减少焊条熔敷金属的扩散氢含量,除了在药皮中尽量不加入有机物和含结晶水的矿物粉外,主要是采用微量特殊合金元素化学冶金去氢。将 J557GR 焊条经 400℃ 烘干 1h 后,采用国标 GB3695—83 多次测试,其熔敷金属扩散氢含量均小于 1.5ml/100g。

将国内外 3 种直径为 4mm 的低氢焊条经 400℃ 烘干 1h 后,在温度为 18~22℃、相对湿度为 60%~70% 的环境中放置不同的时间,测定药皮含水量,吸湿曲线如图 4 所示。由图 4

可见,J557GR 焊条药皮中因加有抗潮剂,其吸潮性已达到超低氢的要求。

2.3 焊缝金属的强韧化

在焊条工艺性较佳的配方基础上进行合金化设计,以满足焊缝金属的强韧化要求。焊条的研究途径是通过控制药皮中过渡合金元素,来控制 C 和 Si 的含量,适当提高 Mn 的含量,加入一些 Ni 和 Cr, Mo 及微量的 Ti 和 B。

一些研究工作表明,焊缝中加入一定量的 Ti 和 B,可以获得良好的低温韧性^[1,2]。在 50kg/mm² 级 Ti—B 系焊条的基础上,加入 Mn, Ni, Cr, Mo 多元合金化,可望获得高强度、高韧性的焊条^[1]。考虑到成本因素,我们确定 J557GR 焊条在焊缝金属成份为: C: 0.060%~0.090%; Si: 0.18%~0.38%; S, P≤0.030%; Cr: 0.03%~0.25%; Ni: 0.3%~0.6%; Mo: 0.13%~0.30%,在此范围内进行了大量的试验,确定了合理的成份范围,强度满足 $\sigma_b \geq 540\text{MPa}$, $\sigma_s \geq 440\text{MPa}$,延伸率 $\delta_5 \geq 17\%$, -40℃ V 形缺口冲击值 120J,达到了设计要求。

3 J557GR 焊条的检测 results 及应用情况

焊条的综合工艺性能测试对比结果如表 1 所示。新研制的 J557GR 焊条,一层脱渣率几乎达 100%,二层只进行 1 次锤击便可全部脱落。在同样的测试条件下,J557GR 焊条的飞溅率只有 0.78%。

焊条的理化性能测试结果如表 2, 3 所示。可见,焊缝金属的强度指标符合国标 GB5118—85 E5515—G 焊条规定,延伸率和冲击韧性远远高出标准要求,达到了高韧性。

J557GR 焊条通过了鉴定以后,在矿山机械、纺织机械的结构件焊接生产上进行了应用。它们是 10~40mm 的中厚板结构,采用国产 15MnV、15MnTi 及日产 SM58Q 钢板,结构本身的刚性较大,如果焊接材料选择不当或焊接工艺不注意,很容易产生冷裂纹。洛阳矿山机械厂和郑州纺织机械厂用 J557GR 焊条,工件焊前不预热,在 5℃的环境下施工,工艺性能和抗裂性能良好。

表 1 焊条综合工艺性能测试对比结果

焊条牌号	坡口脱渣率(%)		飞溅率 (%)	发尘量 (g/kg)	熔化系数 (g/Ah)	熔敷系数 (g/Ah)	熔敷效率 (%)
	一层	二层					
J557GR	94.5	100	0.78	9.13	8.00	8.82	110
结 557	6.2	73.4	1.62	9.92	8.32	8.25	99
E8018—B2	35.6	100	1.85	12.1	7.24	8.18	113

注:采用直径 4mm 的焊条,焊接电流 160~170A,各种数值为 3 个数的平均值。

表 2 J557GR 理化性能测试结果示例(焊缝金属机械性能)

序号	σ_b (MPa)	σ_s (MPa)	δ_5 (%)	-40℃冲击值(J)
1	583	478	26.8	168.7
2	570	466	26.6	133.3
3	574	468	27.0	150.0
4	580	470	26.6	140.7

表 3 J557GR 理化性能测试结果示例(熔敷金属化学成分(%))

序号	C	Mn	Si	S	P	Ni	Mo	Cr	Ti	B
1	0.061	1.30	0.24	0.024	0.026	0.34	0.20	0.17	0.025	0.003
2	0.063	1.13	0.29	0.019	0.025	0.34	0.16	0.16	0.032	0.004
3	0.067	1.20	0.27	0.020	0.014	0.40	0.15	0.18	0.041	0.003
4	0.070	1.29	0.27	0.015	0.014	0.35	0.16	0.18	0.028	0.004

4 结论

- (1)在 CaO—CaF₂ 主渣系焊条中,大理石和萤石的比值及其总加入量、铁粉的加入量,对焊接飞溅有明显的影响。提高萤石加入量同时控制熔渣氧化性,可以大大改善坡口脱渣性。调整配方,尽量限制爆炸过渡次数,使焊条具有良好的综合工艺性;
- (2)选用含结晶水少的涂料原材料,同时采用微量合金元素冶金去氢方法,使焊条熔敷金属含氢量、药皮平均含水量达到了超低氢焊条标准;
- (3)焊缝金属经多元合金综合强化后,具有高的韧性和抗裂性,对屈服极限为 400~450N/mm² 级的低合金钢如 15MnTi、15MnV 及日产 SM58Q 的焊接有良好的适应性;
- (4)生产应用表明,J557GR 焊条具有十分优良的操作性能,其焊接飞溅率、坡口脱渣率等工艺指标优于瑞士 Oerlikon E8018—B2 和国产 J557 焊条。

参考文献

1 李钟麟. 低合金钢焊缝金属韧化研究. 焊接学报, 1987(2): 83~86

Development and Application of High—toughness Electrode J557GR

Tang Wenbo Qin Jun Pan Jimin
(Zhengzhou University of Technology)

Abstract The influence factors such as the hydrogen content in weld metal, the hydroscopicity in electrode coating and the toughness of weld metal of basic electrodes are studied. A special electrode J557GR with high toughness and ultralow diffusible hydrogen in weld metal was developed. It has proved to have excellent adaptability in welding low alloy steel having a yielding strength of 400~500 N/mm².

Keywords high—toughness electrode; ultralow diffusible hydrogen; usability