

我国常用 CO₂ 碳钢焊丝的 试验研究及生产应用

太原重型机械(集团)公司技术中心 (山西 030024) 赵 钰

CO₂ 气体保护焊技术以其独特的优势,在国际制造业中得到广泛应用。就碳钢焊丝而言,根据不同的要求,可提供的焊丝品种较多,美国碳钢焊丝有 7 种,如 ER70S—6;日本有 5 种,如 YGW11。我国碳钢焊丝的起步与发展,一直沿用前苏联标准,目前主要有 ER49—1 和 ER50—6 两个品种。因受原材料和传统观念的影响,许多企业在焊接碳钢时仍以 ER49—1 焊丝为主,只有少数企业使用 ER50—6 焊丝。我公司碳钢焊丝年用量为 200t 左右,近年来在实际生产中已普及使用 ER50—6 焊丝,较好地满足了产品要求。

1. ER50—6 与 ER49—1 焊丝的对比试验

(1) ER50—6 与 ER49—1 焊丝概况 我国 GB/T8110—1995《气体保护电弧焊用碳钢、低合金钢焊丝》标准,基本上参照美国相关标准制定。国产 ER50—6 焊丝与美国 ER70S—6 焊丝相当。ER49—1 焊丝即为传统的 H08Mn2SiA 焊丝,它是仿前苏联碳钢焊丝产品。

(2) 试验标准及材料 全部试验按 GB/T8110—1995《气体保护电弧焊用碳钢、低合金钢焊丝》和 TZL911—2000《常用气体保护电弧焊用碳钢焊丝》标准进行。

试验选用内蒙古集宁瑞泰金属工业有限公司的 ER50—6 ($\phi 1.2\text{mm}$)、ER49—1 ($\phi 1.2\text{mm}$) 焊丝。

(3) 焊丝化学成分分析 焊丝化学成分设计合理与否,直接关系到焊丝的工艺、拉拔及力学性能。为此,我们对焊丝取样进行化学成分分析,试验结果见表 1。

表 1 焊丝化学成分分析(质量分数)(%)

元素 含量	C	Mn	Si	S	P	Cu	Mn/Si
焊丝牌号 ER49—1	0.07	1.96	0.74	0.018	0.022	0.17	1.8
ER50—6	0.08	1.44	0.80	0.006	0.017	0.14	2.6

由表 1 可见,ER50—6 焊丝锰元素含量较低,硅元素含量较高, $Mn/Si \approx 1.8$ 。一般碳钢焊丝采用锰、硅联合脱氧,要求 $Mn/Si \approx 2.0$ 为宜。而 ER49—1 焊丝锰元素含量偏高, $Mn/Si \approx 2.6$ 。可见,ER50—6 焊丝因化学成分设计合理,可得到纯洁的、性能良好的焊缝。另外,硫、磷元素控制较严,对保证焊丝的拉拔与力学性能有利。

(4) 焊丝的制造 由于 ER50—6 焊丝成分设计合理,拉拔性能良好,对于 $\phi 1.0\text{mm}$ 以上的焊丝制造,可由 $\phi 5.5\text{mm}$ 直径盘条直接拔成。而 ER49—1 焊丝,因锰元素含量偏高,不仅在焊接碳钢时造成浪费,而且会给焊丝拉拔带来困难,需增加退火处理工艺,因而难以控制焊丝质量。

(5) 焊丝的抗拉强度、翘距试验 一般通过焊丝的抗拉强度来衡量其硬度,对于推丝式送丝,焊丝的硬度是衡量其工艺性能的重要指标。焊丝翘距对送丝也有一定影响,翘距较大时,会增大送丝阻力。试验结果见表 2。

表 2 焊丝抗拉强度、翘距

焊丝牌号	抗拉强度/MPa	翘距/mm
ER49—1	1101; 1050; 960 平均: 1037	25、35、30 平均: 30
ER50—6	1167; 1167; 1187 平均: 1174	2.0、1.5、2.5 平均: 2.0

从表 2 中看出:ER50—6 焊丝抗拉强度高,翘距小,送丝稳定,符合 TZL911—2000 标准要求,能保证焊接工艺性能要求;而 ER49—1 焊丝因拉拔和退火处理工艺影响,造成焊丝软、硬不均,翘距较大,这将直接影响送丝稳定性及焊接工艺性能。

(6) 焊丝工艺性能试验 通过对国内外常用碳钢焊丝的研究与应用,我们感到国产碳钢焊丝的力



学性能虽比国外同类焊丝差,但基本能满足产品要求,而焊丝的工艺性能问题却比较突出。焊丝工艺性能试验结果列于表3。

表3 焊丝焊接工艺性能

焊丝牌号	焊丝挺度	电弧稳定性	焊缝成形	飞溅	烟尘
ER49-1	较好	良好	较好	较少	较小
ER50-6	好	优良	美观	少	小

从表3中可以明显地看出,ER50-6焊丝各项工艺性能指标均优于ER49-1焊丝,可较好地满足公司产品技术要求。

(7) 焊丝熔敷金属力学性能试验 焊丝熔敷金属力学性能试验是焊接材料试验最重要的内容。对试板进行焊接,焊后经X射线探伤达到一级焊缝标准,试验结果见表4。

表4 焊丝熔敷金属力学性能

焊丝牌号	σ_b /MPa	σ_s /MPa	δ (%)	A_{KV}/J	
				常温	-40℃
ER49-1	524	410	25	140; 110; 127; 117; 100 平均: 115	40; 32; 51; 69; 49 平均: 49
				114; 122; 140; 129; 140 平均: 130	53; 44; 54; 54; 70 平均: 54
ER50-6	530	415	27		

表4表明,ER50-6焊丝强度与ER49-1焊丝相当,而塑性与韧性(尤其是低温韧性)显著优于ER49-1焊丝。由此可见,ER50-6焊丝完全可以替代ER49-1焊丝,并适用于在低温下工作结构件的焊接。

2. 碳钢焊丝的经济性分析

就技术经济角度而言,焊丝不仅要求有优良的性能,而且应有合理的价格,它直接关系到生产成本。ER49-1焊丝制造,需进行中间退火处理,一吨焊丝要增加400元生产成本。另外,因退火处理问题,一是出现焊丝软硬不均,不能正常送丝;二是因氧化皮未清理干净,影响了镀铜结合力,焊丝经过送丝轮时掉铜屑,堵塞导丝管,二者均造成半盘或整盘焊丝的报废,严重的只得换货或退货。

据不完全统计,我公司以前由于上述原因,每年有3%~5%的焊丝报废,焊丝换货或退货现象时有发生,严重影响生产周期,增大制造成本。

3. 碳钢焊丝的生产应用

ER49-1($\phi 1.2\text{mm}$)和ER50-6($\phi 1.2\text{mm}$)同属于细丝实芯焊丝,以前我公司生产以ER49-1焊丝为主。通过与国外合作生产机械产品,结合我们对国内外常用CO₂碳钢焊丝的试验分析,近年来,ER50-6焊丝被广泛应用于公司大型成套起重、锻压、轧钢、军工塔架及焦炉等设备的焊接生产中。一般施焊Q235、Q345、45等钢材,大多数为平焊位置,根据结构设计要求进行单道或多道多层焊,较好地满足了产品技术要求。目前,公司焊丝年用量约200t,有效地降低了产品成本,取得良好的技术、经济价值。

4. 我国碳钢焊丝发展前景探讨

ER49-1焊丝已不适应我国焊接生产发展要求,应逐步趋于淘汰。在目前情况下,焊接低碳钢应优选ER50-6焊丝。今后应根据不同结构要求,发展我国碳钢焊丝品种。美国ER70S-2和日本YGW15焊丝,除锰、硅含量相对较低外,还添加了锆、钛和铅等脱氧剂,焊接时对钢材表面锈、杂质不太敏感,适用于富氩混合气体保护焊。日本YGW12与YGW11焊丝比较,锰元素含量较低,而焊接碳钢时,因熔深较小,气泡容易浮出,产生气孔的倾向有所减少,所以锰与硅元素含量允许适当降低,因此YGW11焊丝适用于中厚板大电流焊接,YGW12焊丝适用于薄板小电流焊接。

5. 结语

(1) ER49-1焊丝为仿前苏联碳钢焊丝产品,化学成分比例不合理,锰元素含量偏高。焊丝制造工艺复杂,质量波动大,成本高。焊接工艺与力学性能相对较低,已不能适应我国焊接生产的发展要求,为与国际焊接材料技术发展接轨,应逐步淘汰ER49-1焊丝。

(2) ER50-6焊丝与美国ER70S-6焊丝相当,焊丝化学成分设计合理,拉拔性能好,工艺性能优良,与ER49-1焊丝等强,塑、韧性高,在焊接低碳钢时,应优选ER50-6焊丝,使我国CO₂碳钢焊丝结构趋于合理。

(3) 为进一步适应我国焊接生产的发展需求,应研制开发适用于薄板小电流焊接和低温韧性(-40℃)要求及富氩混合气体保护焊碳钢焊丝,更好地满足机械产品制造要求。

(20030118)