

药芯焊丝稳定性分析与评价

戴军,王宝,高俊华

(中北大学焊接材料技术培训中心,山西太原 030051)

摘要:利用汉诺威弧焊质量分析仪对不同批次的五种药芯焊丝进行电弧物理特性参数测试,发现不同批次的同种焊丝焊接平均电流、短路大电流概率和平均短路时间等电弧物理参数存在着不同程度的波动,说明药芯焊丝普遍存在着不稳定现象。提出采用短路大电流概率和的变异系数 $s[\sum n(I_s)]$ 、大于1 ms的平均短路时间的变异系数 $s[t(T_s)]$ 作为判据,在实际生产中监测药芯焊丝的稳定性。

关键词:汉诺威弧焊质量分析仪;药芯焊丝;焊接电弧物理

中图分类号:TG422.3;TG403 **文献标识码:**B **文章编号:**1001-2303(2006)11-0075-03

Analysis and evaluation of stability of flux-cored wire

DAI Jun, WANG Bao, GAO Jun-hua

(Training Center of Welding Consumables Technology, North University of China, Taiyuan 030051, China)

Abstract: This paper use Analysator Hannover to test the arc physical characteristic parameters in different batches of five kinds of flux-cored wire, finding that average current, short-circuit high-current probability sum and average short-circuit time in the different batches of the same welding wire take different extent fluctuation. It instruct that flux-cored wire have instability phenomena by adopting coefficient of variation of short-circuit high-current probability sum and coefficient of variation of greater than 1 ms average short-circuit time as criterion, we can detect the stability of flux-cored wire in actual production.

Key words: Analysator Hannover; flux-cored wire; welding arc physics

0 前言

药芯焊丝在制造过程中由于原材料和生产工艺等因素的影响,产品往往存在不均匀现象,严重时直接影响焊接过程的稳定性和焊接质量。这是药芯焊丝较普遍存在的问题,受到业内人士的关注。本研究利用汉诺威弧焊质量分析仪具有的精确、快速统计和处理数据等特点,对几种典型的药芯焊丝进行检测,提出了一种科学评价药芯焊丝稳定性的方法,为企业监测产品的稳定性提供了新的手段。

1 试验方法和材料

为测试和评价药芯焊丝的稳定性,选取 DW100、GC-4、KFX、TR70、YJ502 五种直径均为 1.2 mm 焊丝,每种焊丝取五个不同批次的样品进行 CO₂ 气保焊试验,用汉诺威弧焊质量分析仪对焊接过程电参数进行测试。试验采用时代公司 ZP7-400 CO₂ 气保焊机,水平位置焊接,测试采样时间 30 s,预设焊接电流 190 A,电压 25 V,采用直流反接极性,携带焊枪的自动行走试验小车行走速度约 28 cm/min,CO₂ 气体

流量 20 L/min,焊丝干伸长度 20 mm。试件材料为 Q235,尺寸 400 mm×120 mm×10 mm。汉诺威弧焊质量分析仪电参数测试具体原理和方法可参考文献[1-2]。

2 试验结果

2.1 药芯焊丝焊接电流的测试结果

图 1 和图 2 分别是汉诺威弧焊质量分析仪测试得到的 DW100 焊丝和 GC-4 焊丝五个批次电流概率分布的叠加图。它的获取原理是将电流测量值分组,在整个测试时间内,每一组获取的点数为该组的频率,每组频率与所有组总频率的比值就是每组的概率。电流概率分布图就是反映各分组电流概率分布的曲线图。图 1 和图 2 中曲线靠左边概率较高的部分表示电弧正常燃烧时焊接电流的概率,它对应的焊接电流大体在 200 A 左右。图的左边与小电流对应的曲线反映熔滴在短路后电弧重燃时电流的概率。曲线中部较平缓的部分以及右边曲线下降的部分描述了熔滴短路产生的大电流概率分布,焊接过程中熔滴短路越少,这部分曲线越低,如果焊接过程没有短路发生,曲线则向中间收敛。图中的虚线右边部分为大于平均电流两倍的短路大电流区域,这一区域概率之和用 $\sum n(I)$ 表示。

收稿日期:2006-09-26

作者简介:戴军(1983—),男,江苏泰兴人,在读硕士,主要从事焊接冶金及焊接材料的研究。

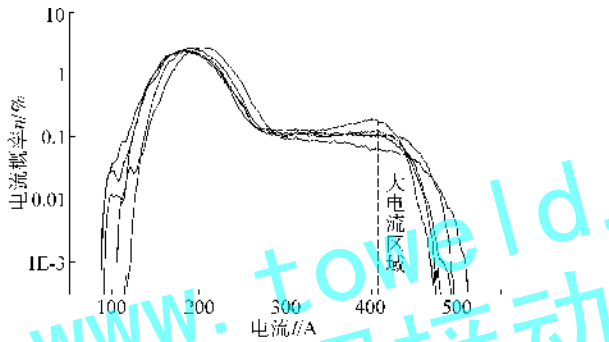


图 1 五个批次 DW100 焊丝电流概率分布叠加

Fig.1 Five batches of DW100 current probability distribution superimposition

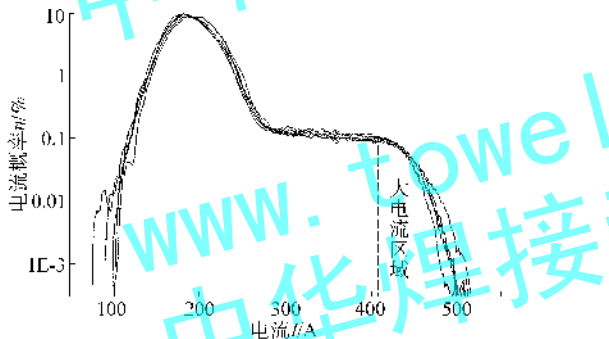


图 2 五个批次 GC-4 焊丝电流概率分布叠加

Fig.2 Five batches of GC-4 current probability distribution superimposition

由汉诺威弧焊质量分析仪提取的 DW100、GC-4、KFX、TR70、YJ502 五种试验焊丝五个批次焊接平均电流 I 以及统计出的 $\sum n(I)$ 数据如表 1 所示。

表 1 药芯焊丝焊接电流特征信息统计数据

Tab.1 Datas of welding current characteristic information of flux-cored wire

测试 批次	$I/\sum n(I)$ %				
	DW100	GC-4	TR70	KFX	YJ502
1	217.521/ 0.884 51	211.318/ 1.115 64	207.209/ 0.451 70	216.487/ 0.932 94	221.154/ 0.428 20
2	214.527/ 1.542 95	209.239/ 1.218 25	201.961/ 1.243 09	206.368/ 1.309 86	218.823/ 0.595 29
3	208.922/ 1.459 46	206.311/ 1.281 25	194.089/ 1.394 85	202.330/ 1.691 40	216.410/ 0.509 41
4	206.855/ 1.631 33	204.642/ 1.371 67	193.358/ 1.369 91	208.030/ 1.434 58	208.143/ 0.758 84
5	203.718/ 1.842 99	205.435/ 1.321 25	192.091/ 1.131 38	216.626/ 1.022 83	213.539/ 0.608 05

2.2 药芯焊丝短路时间的测试结果

汉诺威弧焊质量分析仪可以提供焊接过程中熔滴短路时间的相关数据。由汉诺威弧焊质量分析仪提取的 DW100、GC-4、KFX、TR70、YJ502 五种试验焊丝五个批次焊接时熔滴大于 1 ms 的平均短路

时间的数据如表 2 所示。

表 2 药芯焊丝大于 1 ms 平均短路时间统计结果

Tab.2 Datas of longer than 1 ms average short circuit time of flux-cored wire

测试 批次	DW100	GC-4	TR70	KFX	YJ502	ms
1	6.689 24	6.902 76	6.903 36	6.783 53	6.445 91	
2	6.588 07	6.872 58	7.017 76	6.797 75	6.492 43	
3	6.240 31	6.876 03	6.918 57	6.804 90	6.455 24	
4	6.685 10	6.887 36	6.839 49	6.894 95	6.435 53	
5	6.842 95	6.805 67	6.498 62	6.906 53	6.530 07	

3 试验结果分析

3.1 焊接过程平均电流的分析

焊接过程中电流是最基本的电参数,焊接电流的稳定性直接影响焊丝熔化速度、焊缝成形,最终影响焊接过程的稳定性。

焊丝在制造过程中出现的不均匀现象要反映出焊接电弧物理特性参数的变化,最终必然表现为焊接平均电流的变化。表 1 中 GC-4 焊丝平均电流最大为 211.318 A,最小为 204.642 A,相差较小,约为 7 A;而 KFX、TR70、YJ502 三种焊丝五个批次的平均电流相差均超过 10 A,TR70 焊丝五个批次中最大平均电流为 207.209 A,最小平均电流为 192.091 A,平均电流的变化幅度达到约 15 A,这说明每种焊丝不同程度地存在着不稳定的情况,GC-4 焊丝不稳定程度最小。

3.2 焊接过程大电流概率的分析

焊接过程中平均电流的大小与熔滴短路时出现的大电流有直接关系,大电流出现的概率越多,则焊接平均电流也相应增大。五种焊丝各批次之间大电流概率之和存在不同程度的差异,表 1 中 GC-4 焊丝短路大电流概率和 $\sum n(I)$ 五个批次中最大值为 1.371 67%,最小值为 1.115 64%,差异较小;而 TR70-01 的大电流概率和为 0.451 7%,TR70-03 的大电流概率和为 1.394 85%,两者之间相差三倍多,与上述提到的平均电流的差异一致。

每种焊丝五个批次大电流概率和 $\sum n(I)$ 波动程度可用它们的变异系数(数据的标准偏差除以其平均值)来表示,变异系数数值越大,表示波动程度越大,焊丝的稳定性越差。各焊丝大电流概率和变异系数数值见表 3,根据表 3 中列出的变异系数值作出图 3。

由图 3 可直观地看出,GC-4 焊丝大电流概率和的变异系数值最小,不到 0.1%,表明焊丝不同批次间差异最小,焊丝稳定性最好。由电流概率分布叠

表 3 药芯焊丝大电流概率和的变异系数 $s[\sum n(I_s)]$

Tab.3 Coefficient of variation of big current probability sum of flux-cored wire

焊丝名称	DW100	GC-4	TR70	KFX	YJ502
$s[\sum n(I_s)]$	0.243 3	0.078 5	0.346 3	0.241 3	0.213 0

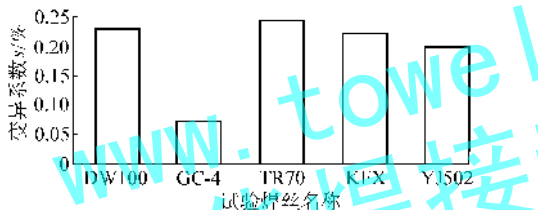


图 3 五种试验焊丝大电流概率和的变异系数

Fig.3 Coefficient of variation of big current probability sum of five welding wires

加图也可以看出,图 2 中 GC-4 焊丝曲线重现性明显好于图 1 中 DW100 焊丝,同样说明了 GC-4 焊丝的稳定性是试验的几种焊丝比较好的。五种焊丝中 TR70 焊丝变异系数数值最大,约 0.35%,是 GC-4 焊丝变异系数值的三倍多,可见此焊丝的稳定性相对最差,而其他三种焊丝变异系数值接近,稳定性介于 GC-4 焊丝和 TR70 焊丝之间。

3.3 焊接过程短路时间的分析

图 4 和图 5 分别是五个批次 GC-4 焊丝和 DW100 焊丝短路时间大于 1 ms 短路频次分布叠加图。由图可知五条曲线出现波动的情况,这一现象除去焊接过程中其他因素影响外,主要反映不同批次同种焊丝的不稳定性。与图 1 和图 2 中焊丝波动情况相同,DW100 焊丝波动较为明显,而 GC-4 焊丝则波动幅度不大,相对比较缓和,两图之间对比可以直观地看出不同焊丝稳定性的优劣。

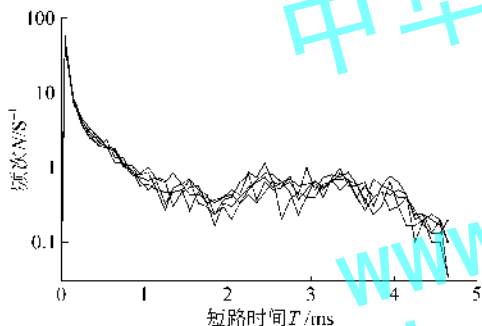


图 4 五个批次 GC-4 焊丝短路时间频次分布叠加

Fig.4 Five batches of GC-4 short circuit time frequency distribution superimposition

表 2 统计的是五种焊丝五个批次焊接时大于 1 ms 的平均短路时间数据。短路时间是指焊接时熔滴与熔池接触短路进行过渡的时间,因此短路时间可以反映熔滴的大小,短路时间越短,熔滴越细小;短路时间越长,熔滴越大,焊接过程中电流也随之增大。

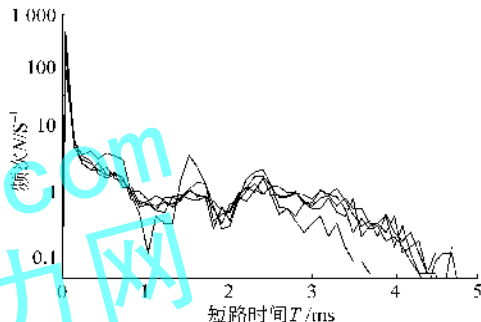


图 5 五个批次 DW100 焊丝短路时间频次分布叠加

Fig.5 Five batches of DW100 short circuit time frequency distribution superimposition

短路时间小于 1 ms 内频次的变化反映了熔滴的瞬时短路行为,其短路行为一般不伴随着熔滴的过渡,所以统计的短路时间没有考虑小于 1 ms 的短路时间。

焊接过程中短路时间的波动程度同样可以用变异系数值来反映。表 4 是根据表 2 中的数据计算得到各焊丝大于 1 ms 平均短路时间的变异系数 $s[t(T_1)]$ 。与图 4 和图 5 相一致,DW100 焊丝表现出的波动程度最大,平均短路时间变异系数值为 0.030 5%,而 GC-4 焊丝波动程度最小,变异系数值 0.004 9%,表明 GC-4 焊丝五个批次之间差异最小,说明它的稳定性最好,这与大电流概率和分析得到的结果是一致的。

表 4 药芯焊丝大于 1 ms 平均短路时间的变异系数 $s[t(T_1)]$

Tab.4 Coefficient of variation of longer than 1 ms average short circuit time of flux-cored wire

焊丝名称	DW100	GC-4	TR70	KFX	YJ502
$s[t(T_1)]$	0.030 5	0.004 9	0.026 0	0.007 6	0.005 4

4 结论

(1)利用汉诺威弧焊质量分析仪具有的精确、快速统计和处理数据的特点,可以用于药芯焊丝产品稳定性的检测。

(2)汉诺威弧焊质量分析仪测试的不同批次药芯焊丝平均电流、大电流概率和以及大于 1 ms 平均短路时间之间的差异反映了药芯焊丝存在的不稳定现象。以短路大电流概率和的变异系数 $s[\sum n(I_s)]$ 和大于 1 ms 的平均短路时间的变异系数 $s[t(T_1)]$ 作为判据,可以对药芯焊丝产品稳定性进行定量评价。

参考文献:

[1] Rehfeldt D, Bollmann A. Using Statistical Signal Analysis for Analyzing and Monitoring GMAW Processes[C]. Beijing: Proceedings of the Symposium on ' Strategy of Welding Research in 2000 and Possible Aspects of China-Germany Cooperation ', 1991: 10-25.

[2] 杨 林,王 宝,Rehfeldt D,等.焊接电参数的一种新型测试方法[J].华北工学院学报,2005,26(1):75-77.