

# 药芯焊丝焊接时的瞬时波动现象分析

高俊华,王 宝,彭铁建

(中北大学 焊接材料技术中心,山西 太原 030051)

**摘要:**由于制造因素的影响,药芯焊丝往往存在不均匀的问题,它导致焊接过程的瞬时波动,严重时将影响到焊接过程的稳定性。由汉诺威分析仪测试得到的电流概率分布曲线能够灵敏地反映这种瞬时波动现象,将测试过程获取的焊接电流相关数据进行分析,确定电流波动阈值,以电流异常波动区域概率密度之和 $\sum n(\%)$ 的大小,评价药芯焊丝的稳定性。

**关键词:**药芯焊丝;瞬时波动;汉诺威分析仪

**中图分类号:**TG422.3

**文献标识码:**A

**文章编号:**1001-2303(2006)11-0031-03

## Analysis of twinkling fluctuation phenomena of cored wires

GAO Jun-hua, WANG Bao, PENG Tie-jian

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

**Abstract:** For the effect of manufacture factors, cored wires usually have the problem of non-homogeneous, which results in twinkling fluctuation in the weld process and sometimes affects process stability of the welding. The current probability density distribution curve gained by HANNOVER ANALYSTOR can sensitively reflect the twinkling fluctuation phenomena in cored wires. With analyzing relative current data obtained in the detecting process, can define current fluctuation threshold and then the probability density total  $\sum n$  of current abnormal fluctuation area to evaluate the stability of cored wires.

**Key words:** cored wires; twinkling fluctuation; HANNOVER ANALYSTOR

## 0 前言

众所周知,药芯焊丝在焊接过程中存在瞬时波动现象,这种波动现象是多种因素引起的,有的是因制造因素的影响,造成药芯焊丝存在局部的不均匀,有的则与送丝系统中出现的不稳定因素有关。随着我国焊接自动化水平的提高,CO<sub>2</sub>气体保护焊药芯焊丝的应用越来越广,焊接过程瞬时波动严重时将影响到焊接过程的稳定性,不能不引起重视。汉诺威弧焊质量分析系统在焊接材料领域的应用,为测试药芯焊丝的瞬时波动现象提供了可能。文献[1]借助于汉诺威弧焊质量分析仪,通过采集分析焊接过程的电参数,提出了一种统计电弧电压和焊接电流标准偏差的试验方案,探讨定量描述药芯焊接时出现瞬时波动方法。本研究在这一研究工作的基础上,进一步探讨了由汉诺威弧焊质量分析仪生成的焊接电流概率密度分布,分析药芯焊丝焊接时出现的瞬时波动现象,提出了相应的评价方法。

收稿日期:2006-09-12

作者简介:高俊华(1982—),男,在读硕士,主要从事焊接材料及冶金性能的研究。

## 1 试验条件和试验方法

### 1.1 试验设备和材料

选用市售的不同厂家生产的 DW100、TR-70、RD502、KFX-71T 等多种药芯焊丝。焊丝直径 1.2 mm,试板为 Q235 低碳钢,尺寸为 400 mm×120 mm×6 mm。采用时代公司产 ZP7-400 型 CO<sub>2</sub> 气体保护焊机,试验预设电流 190 A,电压 25 V。焊接速度约 28 cm/min,CO<sub>2</sub> 气体流量 20 L/min,干伸长度 20 mm。采用德国汉诺威弧焊质量分析仪进行焊接电参数的测试。汉诺威弧焊质量分析仪的测试原理和方法已在文献[2-3]中做了详细介绍。

### 1.2 试验方法

对多种焊丝样品,按预设焊接电参数水平位置进行 CO<sub>2</sub> 气体保护平板堆焊。汉诺威弧焊质量分析仪对焊接过程中的电参数测试,系统设定时间为 30 s,试验得到电弧电压和焊接电流的波形图,电弧电压和焊接电流的概率密度分布(PDD)曲线,电弧电压和焊接电流的瞬时值、平均值以及标准偏差等相关数据。



## 2 试验结果和分析

### 2.1 典型药芯焊丝试验结果

为了测试药芯焊丝因不均匀造成的焊接电参数波动,需采取必要的措施保证焊机送丝的稳定性的。

两种焊丝多次实验,将汉诺威弧焊质量分析仪获取的焊接电流概率密度分布曲线进行叠加,得到图 1、图 2 的测试结果。RD502 焊丝的试验结果如图 1 所示。可以看出两次试验的 RD502-20 和 RD502-21 曲线基本上是重合的,而另一次试验 RD502-22 曲线与前两条曲线不同,左段明显有小电流概率分布,说明焊接过程的某一时间段发生了瞬时波动。

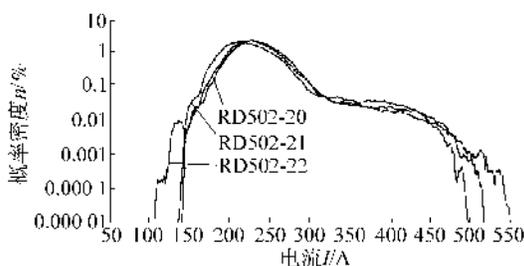


图 1 RD502 焊丝电流概率密度分布

Fig.1 Current probability density distribution of wire RD502

TR70 焊丝三次试验的电流概率密度分布叠加如图 2 所示。曲线分布情况与图 1 相似,两次试验结果即 TR70-20 曲线和 TR70-21 曲线是正常的,但 TR70-22 曲线左端出现了最小电流为零的概率,说明该焊丝焊接过程中某一时间段焊接电流陡降至零,也就是说曾出现了断弧现象。

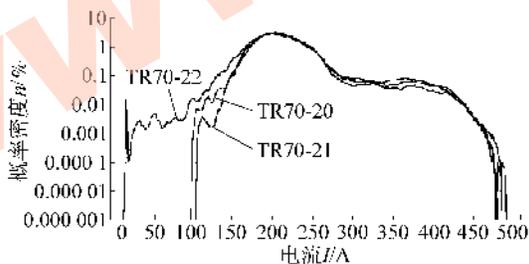


图 2 TR70 焊丝电流概率密度分布

Fig.2 Current probability density distribution of wire TR70

### 2.2 典型药芯焊丝试验结果的分析

文献[1]曾使用汉诺威弧焊质量分析仪,通过焊丝预制缺陷的试验,证实了药芯焊丝的不均匀会产生瞬时波动现象,由电流概率分布曲线能够十分灵敏地反映出来。

图 1 中的 RD502-22 曲线出现的波动,图 2 中的 TR70-22 曲线甚至还出现电流为零(即发生断弧)的概率分布,都说明试验的药芯焊丝极有可能存在

着不均匀的情况,且曲线波动幅度越大则对应焊丝不均匀程度越大。

由以上试验看出,焊接电流对焊丝焊接时电参数的稳定性十分敏感,因此可以方便地将焊接电流概率密度分布图作为基础,分析和评价药芯焊丝焊接时出现的瞬时波动。

## 3 药芯焊丝稳定性分析与评定

既然电流概率密度分布图能灵敏地反映出焊接过程的稳定性,因此对汉诺威弧焊质量分析仪提取的电流特征信息数据进行分析,探讨定量地评定焊接时电参数波动的方法。

为了对药芯焊丝焊接时出现瞬时波动进行分析与评定,设计了如下方法:将被测某焊丝在正常的焊接参数下焊接,采用汉诺威弧焊质量分析仪进行测试,测试时间设定为 30 s。在分析仪上,对 30 s 的采集电流数据以 1 s 为一段划分,得到 30 段焊接电流概率分布曲线,将 30 条曲线进行叠加得到如图 3 所示的曲线。

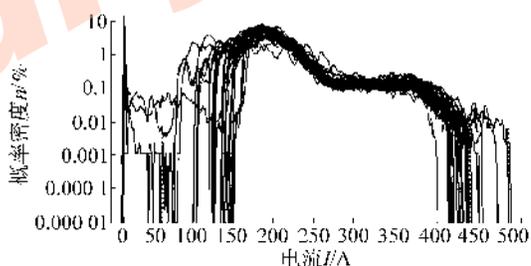


图 3 电流概率密度分布叠加

Fig.3 Current probability density distribution superimposition

按照上述划分方案,30 段曲线与横坐标应至少有 60 个交点,焊接过程中电流异常波动往往对应着小电流的出现,因此,研究区域定为图 3 左侧的 30 个交点所在位置。研究区域放大图如图 4 所示。由于曲线的波动,有时出现某条曲线和横坐标在研究区域内发生多次相交(如图 4 中曲线 1 所示),此时只取最左侧的交点(即最小电流点)。

在整个测试过程中虽然存在焊接电流波动,但波动大都出现在个别的分段中,其他分段的电流概率密度分布曲线大都集中在一个不太大的区域,其中图 4 椭圆所示区域曲线的交点分布最密集,这个区域反映了正常稳定的焊接过程的焊接电流概率密度分布。

如果把图 4 中的 30 个交点所对应的电流值,从大到小的顺序列出,见表 1,取 30 个有序值的中间十个数,计算它们的平均值。其所得值与横坐标



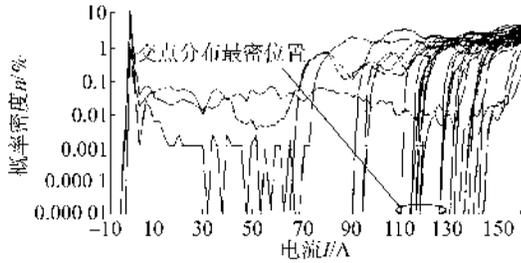


图 4 电流概率密度分布叠加图局部放大

Fig.4 Zoom in local of current probability density distribution superimposition

的交点就作为判断电流波动的阈值,小于阈值的焊接电流就视为是出现异常波动的焊接电流。

表 1 交点序值统计数据

Tab.1 Data of point value

序号	电流 I/A	序号	电流 I/A	序号	电流 I/A
1	0	11	113.281	21	130.859
2	0	12	115.234	22	132.813
3	0	13	115.234	23	134.766
4	64.453	14	115.234	24	134.766
5	85.938	15	117.188	25	136.719
6	89.844	16	117.188	26	136.719
7	93.750	17	125.000	27	138.672
8	93.750	18	125.000	28	140.625
9	109.375	19	125.000	29	142.578
10	113.281	20	128.906	30	142.578

被测焊丝的焊接电流概率密度分布如图 5 所示。取表 1 中中间十个数(序号为 11~20)的平均值 119.727 A 为阈值,阈值左侧 a 区域即对应着焊接电流出现异常波动的情况。将 a 区中电流概率密度曲线各点(实际上为一个设定的小的测试单元)所对应的概率  $n$ (单位:%)相加,得到  $\sum n$ (单位:%)为 2.96%。阈值对应的  $\sum n$  越大,则说明出现电流异常波动的幅度大。因此,只要计算比较各焊丝电流阈值确定的异常波动区域概率密度和  $\sum n$  的大小,就能比较各焊丝焊接时的出现瞬时波动的程度。显然可以用电流阈值确定的异常波动区域概率密度和  $\sum n$  的大小,来评价焊丝焊接时的稳定性。

对四种药芯焊丝进行焊接测试,得到的电流阈值和对应的  $\sum n$  值列于表 2。由表 2 的统计数据可以看出,焊丝 HS1 和 HS2 的电流波动区域概率密度和  $\sum n$  较小,不大于 0.25%,而焊丝 HS3 和 HS4 的  $\sum n$  相比较,特别是焊丝 HS4 的其中一组数据,  $\sum n$  甚至大于 1%。因此,可以据此评价焊丝 HS1、HS2 的焊接过程稳定性好,而焊丝 HS3、HS4 的稳定性较差。其他试验也证实  $\sum n$  大于 1%所对应的 HS4 焊

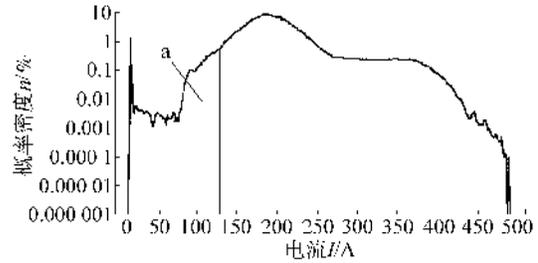


图 5 某药芯焊丝焊接电流概率密度分布

Fig.5 Current probability distribution of a flux-cored wire 丝在焊接过程中曾发生断弧现象。

表 2 几种药芯焊丝焊接特征信息统计数据

Tab.2 Datas of welding properties of flux-cored wires

编号	电流 阈值 I/A	电流概率 密度和 $\sum n$ /%	编号	电流 阈值 I/A	电流概率 密度和 $\sum n$ /%
HS1	148.828	0.117 10	HS3	169.141	0.281 79
HS1	125.000	0.176 39	HS3	169.922	0.359 20
HS2	137.120	0.133 87	HS4	132.422	0.303 34
HS2	135.983	0.240 83	HS4	120.313	1.008 96

如药芯焊丝按生产批次进行取样,对每批的焊丝测试电流阈值进行比较,得到各批次产品电流阈值之间的偏差,可以判断焊丝产品稳定性。这种方法可以用于不同批次药芯焊丝产品稳定性的测试,对于药芯焊丝的生产企业的质量管理提供了一种新的检测手段。

#### 4 结论

(1)由汉诺威弧焊质量分析仪统计得到的药芯焊丝焊接电流的相关数据特征信息,准确灵敏地反映出焊接过程的瞬时波动,为分析和科学评价药芯焊丝的稳定性提供了新手段。

(2)采用汉诺威弧焊质量分析仪在正常焊接条件下对焊丝进行测试,采样 30 s,将测试过程平均分割为 30 段,确定电流波动阈值和对应的电流异常波动区域概率密度之和  $\sum n$ (单位:%),可定量评价被测药芯焊丝焊接时的稳定性。

#### 参考文献:

[1] 王 宝,杨 林,王 勇.药芯焊丝焊接时电参数的瞬时波动现象分析与检测[J].焊接技术,2005(6):21-23.  
 [2] Rehfeldt D, Bollmann A. Using Statistical Signal Analysis for Analyzing and Monitoring GMAW-Processes[C]. Beijing: Proceedings of Symposium on " Strategy of Welding Research in 2000 and Possible Aspects of China-Germany Cooperation", 1991.  
 [3] 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.

