

# 火花放电原子发射光谱法分析铜锌钎料中铜锌锰结果稳定性的探讨

刘满雨, 陈波, 王庆江, 陈鹏, 李丹晖, 郝增龙

(哈尔滨威尔焊接有限责任公司, 黑龙江哈尔滨 150028)

**摘要:**铜锌钎料中 Cu、Zn、Mn 的化学成分测定长期采用化学湿法, 但因为分析周期相对较长, 很难满足现代生产企业对分析效率的要求。实验主要探讨了采用火花放电原子发射光谱法分析焊材铜锌钎料中 Cu、Zn、Mn 时, 试样的制备、氩气输出压力、各项激发参数的设定等对 Cu、Zn、Mn 分析结果稳定性的影响。通过试验, 确定镍基块状样品进行压样分析、采取酒精湿磨的样品表面处理方式; 调节氩气输出压力为 3.0 MPa; 选择光源分析参数中冲洗时间为 4 s、预燃时间为 25 s、积分时间为 5 s 的改进措施。在优化的实验条件下, 对 1.5 mm 厚度铜锌钎料样品进行精密度考察, Cu、Zn、Mn 测定结果的相对标准偏差(RSD,  $n=10$ ) 分别为 0.14%、0.15% 和 0.98%; 测定值与其他单位实验室提供的参考值一致。

**关键词:**火花放电原子发射光谱法; 铜锌钎料; 铜; 锌; 锰; 结果稳定性

中图分类号: O657.31

文献标志码: A

文章编号: 1000-7571(2019)06-0042-07

钎焊是现代焊接技术的三大主要组成部分之一, 常用的钎料有铜基、银基、锡基等合金。随着科技水平的不断进步, 复合材料等诸多新结构形式的连接对钎焊技术提出了更高的要求, 出现了众多钎焊材料、技术和方法。铜锌钎料是以 Cu、Zn、Mn 为主要合金元素的焊接材料, 广泛应用于电真空器件、硬质合金刀具、石油和矿山钻头的钎焊焊接中。铜锌钎料主要以带状样品为主, 厚度由 0.05 至 2.0 mm 不等。因为 Cu、Zn、Mn 元素的化学成分影响着钎焊的焊接质量, 所以在铜锌钎料的生产过程中, 这 3 种元素质量控制方法的稳定性非常重要。

铜锌钎料中 Cu、Zn、Mn 的化学成分测定长期采用化学湿法、电感耦合等离子体原子发射光谱法(ICP-AES)等。这两种方法虽然准确度高, 但因为需要较长时间的溶样, 分析周期比火花放电原子发射光谱法长, 很难满足现代生产企业对分析效率的要求。对于铜锌钎料的带状样品, 火花放电原子发射光谱法具有分析速度快、准确度高等优势。本文使用火花放电原子发射光谱法测定铜锌钎料中的 Cu、Zn、Mn 含量, 探讨了校准曲线的拟合情况以及使用不同金属块压住分析样品、样品表面处理、氩气输出压力及其他测量参数等因素对测量稳定性的影响。通过精密度

和正确度的验证, 结果满意。

## 1 实验部分

### 1.1 仪器及其工作条件

QSN 750 型火花放电原子发射光谱仪(德国 OBLF 分析仪器公司); GM-4 型试样磨样机(山东济阳轻工机械厂)。

火花放电原子发射光谱仪参数如下: 检测器为 PMT; 光栅刻线数为 2400 条/mm; 一级谱线色散率倒数为 0.55 nm/mm; 真空度为 99.9%; 实验室环境温度 15~25 °C; 对电极为 W 电极, 直径为 4 mm, 顶角 90°, 极距 3.6 mm; 氩气入口压力为 0.30 MPa; 氩气纯度不低于 99.999%。元素分析线及检测范围见表 1。

### 1.2 实验方法和材料

#### 1.2.1 类型标准化样品

火花放电原子发射光谱仪的分析可采用控制样品法, 也称类型标准化方法, 该方法是对原始校准曲线的有限区域范围进行修正的方法<sup>[1]</sup>。分析样品与绘制校准曲线的标准样品往往存在冶金工艺过程和组织结构不同而带来分析误差。因此, 为了满足生产工艺对分析材料准确性的要求, 本文采用类型标

收稿日期: 2018-12-10

基金项目: 国家重点研发计划重点专项(2017YFB0305303)

作者简介: 刘满雨(1986—), 男, 工程师, 硕士, 研究方向金属材料理化检测; E-mail: 13796774989@139.com

表 1 分析元素波长及检测范围

Table 1 Wavelength and measured ranges of analyzed elements

分析元素 Analyzed element	分析线 Analytical spectral line/nm	内标线 Internal standard spectral line/nm	检测范围 Measured range w/%
Zn	334.502	310.86	5.00~45.00
Mn	403.449	310.86	0.001~5.50
Cu	310.86		32.00~90.00

准化方法,使用自制铜锌钎料控制样品 HD300 作为类型标准化样品,委托至哈尔滨焊接研究院国家焊材质量监督检验中心的化学室进行定值,根据定值结果进行类型标准化(TCS)校正。采用的类型标准化样品 HD300 化学成分及铜基钎料标准<sup>[2]</sup>的化学成分范围见表 2。

表 2 类型标准化样品的测定值和标准要求

Table 2 Values of TCS samples and the standard

项目 Item	w/%		
	Cu	Zn	Mn
标准要求	57.0~59.0	余量	3.7~4.3
HD300 化学湿法定值	58.92	36.99	3.92

注:化学湿法中,Cu 采用直接电解-原子吸收光谱法、Mn 采用硫酸亚铁铵滴定法、Zn 采用 ICP-AES。

### 1.2.2 试验材料

铜锌钎料是形状、尺寸多种多样的薄带状样品,厚度主要以 0.2、0.3、0.4、0.5 和 1.5 mm 为主。由于火花放电原子发射光谱仪激发能量较高,厚度规格在 0.5 mm 以下的样品因容易被击穿而不适合使用火花光谱分析。在铜基材料光电发射光谱分析标准<sup>[3]</sup>中明确规定了对于带状样品分析厚度应不小于 0.5 mm。因此,本文选用厚度为 0.5 mm(1# 样品)和 1.5 mm(2# 样品)两种规格的样品进行试验。1# 样品主要用于压样种类和样品表面处理对分析结果影响的研究,2# 样品作为其他项目对试验结果影响的研究。

### 1.2.3 带状样品的制备

薄带状铜锌钎料表面往往黏附油污,且存在表面易氧化和样品不平整等情况,直接分析无法保证仪器放电状态的稳定性。因此,在分析前需要对样品进行预处理。使用带材切割工具将 1# 和 2# 样品剪成长宽规格分别为 40 mm × 40 mm × 0.5 mm 和 40 mm × 40 mm × 1.5 mm 形状

使用磨样机对样品表面及毛刺进行打磨,并使用工具对样品表面进行平整处理,放在桌面上样品与桌面保持基本平行,制备完毕的试样装袋备用。

## 2 结果与讨论

### 2.1 压块金属种类对分析结果的影响

薄带状铜锌钎料由于含 Cu 量较高,具有样品质地柔软、延展性好、表面不易处理平整等特点,在使用火花光谱分析时,一般都要将一个块状金属压在待测样品上,之后再分析待测样品,压样分析示意图见图 1。

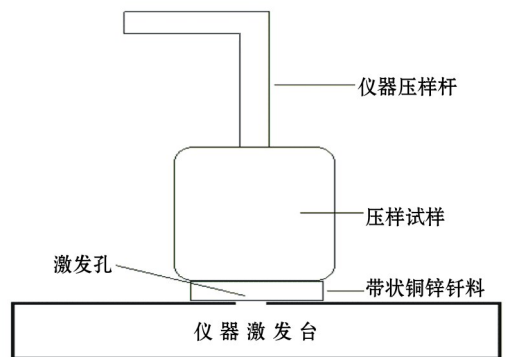


图 1 压样分析结构示意图

Fig. 1 Structural sketch of sample pressing analysis

压样分析主要有 4 个目的:(1)防止由于待测样品不平整导致样品激发时“漏光”从而产生分析误差;(2)仪器的“气动样品夹”是一个厚度规格为 10 mm,与样品垂直的圆柱体,样品夹对带状样品施加的作用力不如块状样品受力均匀,不压样可能会导致激发过程不稳定;(3)当样品夹夹住样品瞬间要对火花室进行吹氩,由于样品较薄,吹氩会使样品移动,压样可以使带材固定得更加牢靠;(4)火花光谱分析过程是电极和样品之间产生放电的过程。金属材料中不同基体的压样块由于基体导热性和导电性能的差异是否会对火花光谱放电过程产生影响需要进一步探究。实验对 1# 和 2# 样品分别使用铁基、镍基、铜基金属进行压样分析并采用不压样分析的方法测定铜锌钎料的 Cu、Zn、Mn 光强,以 Mn 为例,探讨压样基体对光强值的影响,结果见表 3。

表 3 结果表明:(1)铁基、镍基和铜基压样测量锰元素光强平均值基本一致,3 个基体激发数据的相对标准偏差(RSD)分别为 0.87%、0.84% 和 0.82%,即铁基压样分析数据的稳定性稍差一些。不同压样基体的金属尽管其导电性不同,但仪器的

表 3 不同金属压块及是否压块对锰元素光强的影响

Table 3 Effect of Mn with different metal block and without block on analyzed results

项目 Item	0.5 mm 铁基压样	0.5 mm 镍基压样	0.5 mm 铜基压样	0.5 mm 不压样	1.5 mm 不压样
光谱强度 测定值/ (cd)	86 102	85 855	85 122	96 120	84 921
	84 882	86 548	85 398	99 334	83 654
	85 594	85 790	84 247	103 949	84 852
	85 636	85 520	84 985	102 490	84 125
	84 329	85 810	86 627	96 078	85 923
	85 848	84 566	84 931	101 569	85 638
	85 685	84 797	85 988	103 039	86 323
	85 252	84 818	84 867	98 21	83 962
	84 322	86 907	86 025	99 256	85 628
	86 822	85 860	86 181	97 381	85 981
平均值/ (cd)	85 447	85 647	85 437	99 774	85 101
相对标准 偏差 RSD/%	0.87	0.84	0.82	2.7	1.0

光源发生器能够对光源峰电流、频率和电流波形进行有效控制,压样基体种类对分析结果影响小。在试验中发现,相同的分析条件下铜基材料导热系数低,电阻大,连续激发时会在较短时间产生样品过热现象。样品温度升高使得待测元素的原子所发射出光的强度变大,而内标元素所发射出光的强度基本不变,从而导致测量值偏高和测量数据不稳定,分析过程中一旦样品过热应等待样品冷却后分析。但是,冷却样品会影响分析效率,所以不宜采用铜基压样,而铁基压样的 RSD 比镍基压样稍高一些,因此,本文选择镍基块状样品进行压样分析。(2)不压样情况下 Mn 分析数值出现 RSD 较大且分析光强非常高的情况,压样分析的 RSD 优于不压样结果。(3)在不压样情况下,1.5 mm 厚度样品比 0.5 mm 厚度样品的 Mn 元素分析结果 RSD 更小。这是因为 0.5 mm 厚度的样品更容易被击穿,样品的击穿会影响到分析元素的解离、原子化、电离和激发,从而导致待测元素的信号发生变化,使放电性能和 RSD 受到影响<sup>[4]</sup>。另外,通过对 Cu、Zn 的光强值进行测量,分析结论与 Mn 一致。

## 2.2 样品表面处理方法对结果的影响

在标准 YS/T 482—2005(铜及铜合金分析方法-光电发射光谱)中仅规定了棒状和块状样品的试样处理方法。本文采用压样分析方法,对处理完的样品分别采用以下 3 种方法进行试样加工:(1)不打磨,直接使用丙酮清洗后吹干备用;(2)选用 80 目磨样砂纸(白鸽牌)进行手工打磨,要求纹路清晰细密,

无污染,然后使用丙酮清洗表面备用;(3)使用酒精在砂纸上湿磨,要求速度缓慢,样品不能出现过热现象,然后用丙酮清洗表面备用。分析以上 3 种试样加工后样品中的 Cu、Zn、Mn,不同处理方法与 3 个元素分析数据的 RSD 值关系见图 2。

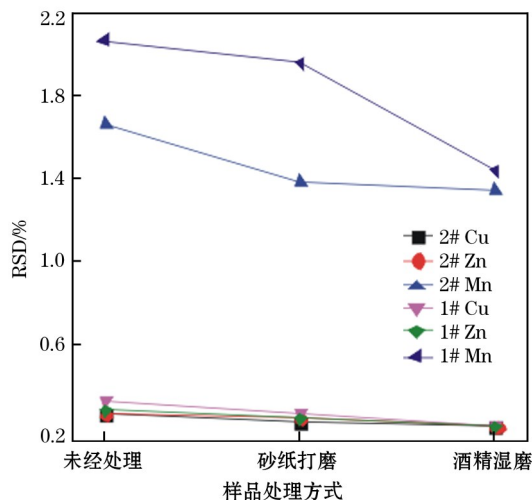


图 2 样面表面状态对分析结果精密度的影响

Fig. 2 Influence of sample surface state on analyzed results

由图 2 可知:分析结果的 RSD 受样品表面处理方式的影响较为明显。采用第 1 种处理方法由于样品表面质量差,激发不正常,实验结果的 RSD 值高;第 2 种方式处理样品时,尽管 RSD 值得到了改善,但由于在砂纸打磨过程中不可避免的出现样品过热产生氧化层,样品磨样质量一般,其 RSD 值不如第 3 种样品处理方式小。试验证明,采用酒精湿磨并进行丙酮清洗的方式对铜锌钎料表面进行处理,可以使分析精密度得到大幅度改善。

## 2.3 测量参数的优化

对 2# 样品表面进行酒精湿磨表面处理,调整氩气输出压力为 3.0 MPa,对仪器工作条件中的冲洗时间、预燃时间和积分时间进行优化。

### 2.3.1 冲洗时间

固定预燃时间和积分时间,改变冲洗时间为 3、4、5、6s,在不同冲洗时间下对 2# 样品进行 10 次平行测定,考察样品中 Cu、Zn、Mn 含量的 RSD 和时间关系,见图 3。

由图 3 可知:当冲洗时间达到 3~5s 时,Cu、Zn、Mn 测定结果的 RSD 不仅稳定,而且较小;当冲洗时间大于 5s 时,Mn 元素发射分析的 RSD 逐渐变大。为减少分析时间,提高分析效率,实验选择冲

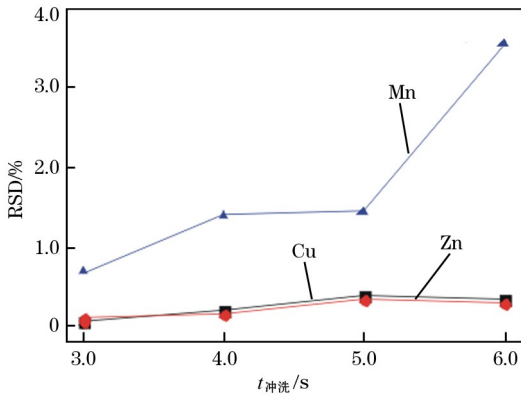


图3 冲洗时间对测定稳定性的影响

Fig. 3 Influence of flushing time on determination stability

洗时间为4s。

### 2.3.2 预燃时间

铜锌钎料试样在激发初期光谱强度波动较大,在一定时间后才出现激发稳定的状况。固定冲洗时间和积分时间,改变预燃时间为20、25、30、35s。在不同预燃时间下,将2#样品激发10点,考察样品中Cu、Zn、Mn含量的RSD和时间的关系,见图4。

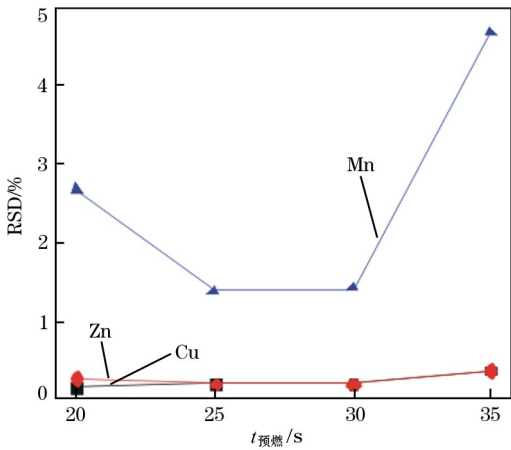


图4 预燃时间对测定稳定性的影响

Fig. 4 Influence of preburn time on determination stability

由图4可知:当预燃时间处于25~30s时,Cu、Zn、Mn含量的RSD趋于稳定且相对较小,因此实验选择预燃时间为25s。预燃时间的长短与被测试样的物理性质和化学性质有关,并直接影响分析元素的光强值。因为铜锌钎料质软且合金含量高,在比较长的预燃时间下样品激发的绝对强度和相对强度才更趋于稳定。

### 2.3.3 积分时间

延长积分时间可以增强火花源对样品的预熔能

力,有利于最大限度的原子化,但积分时间过长会导致光电倍增管疲劳,灵敏度降低<sup>[5]</sup>。因此,选择固定冲洗时间为4s,预燃时间为25s,改变积分时间依次为4、5、6、7s。在不同积分时间下,考察样品中Cu、Zn、Mn含量的RSD和时间的关系,见图5。

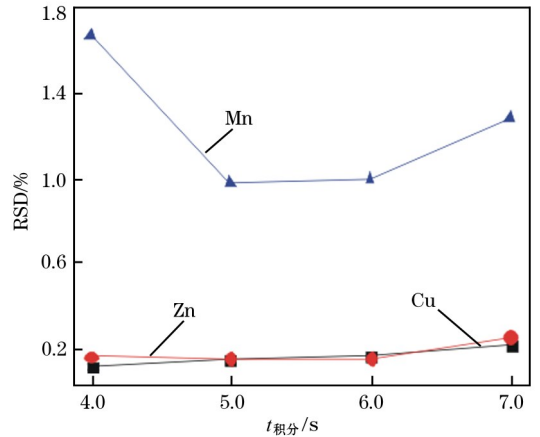


图5 积分时间对测定稳定性的影响

Fig. 5 Influence of integral time on determination stability

由图5可知:积分时间小于5s时,Mn含量的波动较大;当分析时间为5~6s时,3个元素数据的RSD趋于平稳且较低,因此,当积分时间为5s时分析铜锌钎料最佳。

### 2.3.4 氩气压力

在铜锌钎料分析过程中,由于Cu可能以CuO形式存在于铜锌钎料中,CuO会导致扩散放电,在它分解过程中产生的O<sub>2</sub>如果不及时冲走,过多的O<sub>2</sub>会与Zn、Mn等元素形成氧化物,这些都会导致放电不稳定,精度变差<sup>[6]</sup>。因此,实验过程中要保证冲走O<sub>2</sub>的氩气压力足够大。但并不是氩气压力越大越好,因为氩气压力越大光源越不稳定,各待测元素还有被带走的可能性。同时,过大的氩气压力会使各元素的相对光强下降。分别把氩气输出压力调整为2.5、3.0、3.5、4.0MPa,对比2#样品中各元素分析结果的RSD(图6)。从图6中可以看出,当氩气压力控制在3.0~3.5MPa之间时,Cu、Zn、Mn检测结果的RSD比较稳定,为了节省高纯氩气,选择氩气压力为3.0MPa。

### 2.4 谱线干扰和曲线拟合

实验用火花放电原子发射光谱仪显示的Cu、Zn曲线元素干扰信息和相应元素干扰系数见表4。

谱线干扰会影响校准曲线拟合质量,仪器曲线拟合质量是影响火花放电原子发射光谱仪分析精度



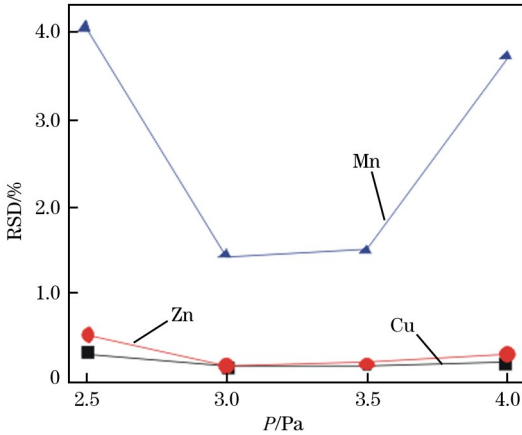


图 6 Ar 输出压力对分析结果精密度的影响

Fig. 6 Influence of Ar output pressure on analyzed results

和水平的重要因素。造成谱线干扰的原因是由于不同品牌的火花放电原子发射光谱仪针对同一元素可能采用不同的分析波长,在该元素分析线上会造成其他元素谱线重叠或部分重叠。同时,不同品牌火

表 4 干扰元素

Table 4 Interfering elements

分析元素 Analytical element	干扰元素 Interfering elements	干扰系数 Interference factor
Zn	Si, Mn	-0.030 2(Si)
		-0.005 40(Mn)
Mn	Al, Fe, Ni, Si	+0.034 2(Al)
		-0.031 4(Fe)
		+0.048 8(Ni)
		+0.036 8(Si)

花放电原子发射光谱仪的分辨率不同,导致同一波长位置谱线波峰识别能力不同。因此,不同仪器的元素干扰系数不同。

仪器原始曲线的拟合质量受到元素波长选择、标钢质量水平等多重因素影响,拟合质量以相关系数  $r$  进行评判<sup>[7]</sup>。本单位火花放电原子发射光谱仪原始曲线为三次拟合曲线,仪器自带 Zn 和 Mn(Cu 为基体元素,无拟合系数)的拟合系数  $A_0$ 、 $A_1$ 、 $A_2$ 、 $A_3$ (见表 5),相关系数  $r$  接近于 1.0,说明原始曲线

表 5 三次曲线回归参数表

Table 5 Regression parameters of cubic curve

元素 Element	曲线 Curve	$A_0$	$A_1$	$A_2$	$A_3$	$r$
Zn	三次曲线	$-1.64 \times 10^{-3}$	$3.52 \times 10^{-4}$	$4.27 \times 10^{-9}$	$-1.50 \times 10^{-14}$	0.999 6
Mn	三次曲线	$9.02 \times 10^{-3}$	$2.34 \times 10^{-5}$	$-4.50 \times 10^{-11}$	$1.95 \times 10^{-15}$	1.000 0

正确度良好。

### 2.5 精密度验证

按照优化后的实验参数对 2# 样品进行精密度

考察,结果见表 6。

由表 6 可以看出,Cu、Zn、Mn 3 个元素的相对标准偏差(RSD)值均较低,精密度结果较好。

表 6 各项条件优化后各元素精密度测试结果

Table 6 Precision testing results of elements after optimizing the conditions

项目 Item	Cu	Zn	Mn
测定值	58.56, 58.48, 58.62, 58.54, 58.67	36.76, 36.81, 36.79, 36.88, 36.74	4.11, 4.20, 4.19, 4.28, 4.23
$w/\%$	58.78, 58.58, 58.66, 58.72, 58.63	36.91, 36.74, 36.78, 36.83, 36.86	4.18, 4.20, 4.22, 4.18, 4.19
平均值 $w/\%$	58.62	36.81	4.20
RSD/ $\%$	0.14	0.15	0.98

## 3 样品分析

对分析条件和样品表面处理方式进行优化后对 2# 样品进行测定,同时委托至哈尔滨焊接研究院国家焊材质量监督检验中心的化学室进行对比分析,结果见表 7。由表 7 可以看出,优化后分析结果和委托定值结果(参考值,Cu 采用直接电解-原子吸收光谱法、Mn 采用硫酸亚铁铵滴定法、Zn 采用 ICP-AES)

表 7 铜锌钎料中各元素的测试结果

Table 7 Testing results of each element in copper-zinc brazing filler metal  $w/\%$

元素 Element	参考值 Reference value	测定值 Found
Cu	58.56	58.62
Zn	36.88	36.81
Mn	4.16	4.20

一致,进一步证明所采取优化措施的有效性。

## 4 结语

本文通过对火花放电原子发射光谱法分析铜锌钎料中 Cu、Zn、Mn 的分析探索,探讨了压样金属块基体、谱线干扰、样品处理方式等因素对分析数据的影响。结果表明,铜锌钎料样品的表面处理非常关键,在制样环节可采用酒精湿磨的制样措施。通过氩气压力和光源参数对铜锌钎料的分析参数进行探究,建立了一套最优的分析铜锌钎料的激发参数。铜锌钎料由于合金含量高、样品形状特殊、连续激发易导致样品过热等因素给分析过程带来了众多的干扰因素,在分析时应重视各项分析参数的控制。最后,火花放电原子发射光谱仪作为在线生产检验类仪器在分析铜锌钎料时可以极大地提高分析效率,节约分析成本,可以作为化学分析的一种替代方法。

## 参考文献:

- [1] 文孟喜,孙晓飞,贾云海,等.火花放电原子发射光谱测定镍基合金中铁元素的校准曲线探讨[J].冶金分析,2018,38(2):9-17.  
WEN Meng-xi, SUN Xiao-fei, JIA Yun-hai, et al. Discussion on calibration curve for determination of iron in nickel based alloy by spark discharge atomic emission spectrometry[J]. Metallurgical Analysis, 2018, 38(2): 9-17.
- [2] 中华人民共和国质量监督检验检疫总局, 国家标准化管

- 理委员会.GB/T 6418—2008 铜基钎料[S].北京:中国标准出版社,2009.
- [3] 中华人民共和国有色金属行业标准, 国家发展和改革委员会.YS/T 482—2005 铜及铜合金分析方法 光电发射光谱[S].北京:中国标准出版社,2005.
- [4] 吴金龙,晁小芳,赵挺,等.样品形状对直读光谱分析结果的影响[J].检验检疫学刊,2013,23(3):15-18.  
WU Jin-long, CHAO Xiao-fang, ZHAO Ting, et al. The effect of shape of specimens on the results with direct-reading spark spectrometry[J]. Journal of Inspection and Quarantine, 2013, 23(3): 15-18.
- [5] 刘满雨,李振华,冯伟,等.火花放电原子发射光谱法分析带极堆焊熔敷金属中 7 种元素[J].冶金分析, 2018, 38(11):1-6.  
LIU Man-yu, LI Zhen-hua, FENG Wei, et al. Determination of seven elements in strip surfacing deposited metal by spark discharge atomic emission spectrometry[J]. Metallurgical Analysis, 2018, 38(11): 1-6.
- [6] 金献忠,蔡继杰,丘寅.纯铜带的电火花-直读光谱分析[J].检验检疫科学(Journal of Inspection and Quarantine Science), 2010, 10(3):18-48.
- [7] 孙晓飞,杨丹丹,文孟喜,等.经验系数-X 射线荧光光谱法测定镁质耐火材料中 10 种组分[J].冶金分析, 2017, 37(5):12-18.  
SUN Xiao-fei, YANG Dan-dan, WEN Meng-xi, et al. Determination of ten components in magnesia refractory material by X-ray fluorescence spectrometry with empirical coefficient method. [J]. Metallurgical Analysis, 2017, 37(5): 12-18.

# Discussion on the results stability for determination of copper, zinc and manganese in copper-zinc brazing filler metal by spark discharge atomic emission spectrometry

LIU Man-yu, CHEN Bo, WANG Qing-jiang, CHEN Peng  
LI Dan-hui, HAO Zeng-long  
(Harbin Well Welding Co., Ltd., Harbin 150028, China)

**Abstract:** The chemical composition of copper, zinc and manganese in copper-zinc brazing filler metal was usually determined by chemical wet method. But the analytical periods were relatively long, which could not meet the requirements of analysis efficiency in modern production enterprises. The influence factors on determination stability of copper, zinc and manganese in copper-zinc brazing filler metal by spark discharge atomic emission spectrometry were investigated, including the preparation of samples, the setting of argon output pressure and various excitation parameters. The following conditions were selected by experiments: the nickel-based block sample was prepared for analysis by tableting method; the alcohol wet milling was selected for the sample surface treatment; the output pressure of argon was adjusted at 3.0 MPa; for light

source analysis parameters, the flush time was 4 s, the pre-combustion time was 25 s and the integral time was 5 s. Under the optimized experimental conditions, the copper-zinc brazing filler metal with thickness of 1.5 mm was used for precision test. The relative standard deviation (RSD,  $n=10$ ) of determination results was 0.14%, 0.15% and 0.98% for copper, zinc and manganese, respectively. The found results were consistent with the reference values provided by other laboratories.

**Key words:** spark discharge atomic emission spectrometry; copper-zinc brazing filler metal; copper; zinc; manganese; result stability

## 新品首发！奥林巴斯发布最新 DSX1000 数码显微镜！

奥林巴斯公司(代表董事兼总裁:竹内康雄)宣布在全球范围内推出 DSX1000 数码显微镜,它极大地改善了用户的检验工作流程,能够通过简易的操作实现对各种样品的分析。这款新产品由奥林巴斯科学事业于 2019 年 6 月 3 日面向全球发布。

DSX 系列数码显微镜将我们卓越的光学技术与先进的数字技术融为一体。DSX1000 数码显微镜用于观察和测量各种样品,包括电子元件和金属材料。此显微镜使用简单,只要放上样品,就可以轻松地完成 3D 观察、测量、报告自动生成等一系列操作。

您只需要一台 DSX1000 显微镜就可满足各种观察和分析需要,改善检验的工作流程。镜头数量增加至 15 个,涵盖 20-7,000X 的放大倍率。用户还可以利用该显微镜的六种观察方法,对各种样品进行观察与测量。比如突出显示样品表面的不规则和轮廓形貌。显微镜头部和载物台可以分别进行 $\pm 90^\circ$ 的自由角度调节,从而满足对各种复杂外形样品的任意角度观察。另外,新开发的算法可以实现更快的 3D 图像采集,与奥林巴斯传统数码显微镜相比,速度快了近十倍。最后,我们将根据每位用户的工作环境校准显微镜,以帮助用户实现精确、高效的观察和测量。

### 奥林巴斯科学事业

科学事业的主要产品为光学显微镜、工业视频内窥镜、无损检测设备和合金分析仪。通过这些产品,科学事业帮助维持社会基础设施的安全和稳定,包括医疗、生命科学和工业领域的研发;生产设施的质量改善;飞机和其他大型设备的检验等等。

奥林巴斯将于 2019 年 10 月 12 日迎来百年华诞。

我们向支持我们公司发展的客户和股东表示诚挚的感谢。我们期待秉承“实现世界人民的健康、安心和幸福生活”的使命,继续为社会做出贡献。