

数字化技术在铁基合金铜元素可见光谱分析中的应用

Investigation of Digital Spectroscopic Analysis on Copper in Ferroalloy

刘 平¹, 杨军红²

(1 北京航空材料研究院, 北京 100095;

2 北京莱特锐科技发展有限公司, 北京 100081)

LIU Ping¹, YANG Jun-hong²

(1 Beijing Institute of Aeronautical Materials, Beijing

100095, China; 2 Beijing Spectrum-tech Co. Ltd., Beijing 100081, China)

摘要: 使用数字化可见光谱自动分析系统研究了铁基合金中 Cu 元素的可见光谱, 制作了数字化彩色图谱, 模拟了 Cu 元素可见光谱图。研究了铁基合金中 Cu 元素的 Cu510.55 分析谱线组的特征, 给出了分析用谱图。研究了铁基合金中 Cu 元素的数字化分析技术, 结果可用于铁基合金中 Cu 元素的定性、定量分析和牌号鉴别。

关键词: 数字化; 铜; 铁基合金; 可见光谱

中图分类号: O657.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-4381(2008)12-0078-03

Abstract: The visible light spectrum was studied on copper in ferroalloy by digital analysis system. The digital spectra were simulated by computer and digital spectra were shot with digital analysis system. The researches were made on character of Cu510.55 line groups in ferroalloy and the analysis charts were obtained. The method was developed for spectroscopic analysis of copper in ferroalloy. The results can meet the qualitative and the quantitative analysis on copper in ferroalloy, can be used to exactly examine alloy and avoid the commixing of material on spot.

Key words: digital; copper; ferroalloy; visible spectrum

材料可见光谱分析技术常用于材料成分的快速分析。传统的分析手段是看谱镜, 它具有成本低、样品损伤小、可现场使用等优点, 在材料研制过程中和加工现场有着广泛的应用。

看谱镜以人眼目视测光为基础, 进行材料成分分析时需要熟悉所分析元素的光谱特征, 牌号鉴别时要掌握不同牌号材料的谱图结构。由于看谱分析技术对操作者经验的依赖性较大, 阻碍了可见光谱分析技术的发展和推广。为解决可见光谱分析技术存在的诸多问题, 北京莱特锐公司研制了可见光谱数字化自动分析系统, 有效解决了分析过程中的视场定位、谱线辨别、谱图自动分析和记录问题。系统具有的定量分析和谱图记录功能也为可见光谱分析技术在质量控制领域的应用提供了基础。

本工作使用数字化分析系统进行了铁基合金中铜元素可见光谱的测定分析技术研究, 得到了理想的结果。

1 实验

1.1 仪器

WKT-6 型棱镜看谱镜; WK1 型光栅看谱镜; 光谱范围: 390~700nm; 使用电弧放电光源。

1.2 试样和实验条件

采用块状或棒状光谱试样, 表面经细砂纸打磨处理。分析间隙为 0.5~2mm; 电弧电流为 6A; 预燃时间为 20s; 电极采用纯铁对电极。谱图摄制和处理采用莱特锐数字化可见光谱自动分析系统。

2 结果与讨论

2.1 铁基合金中铜元素可见光谱特征

在计算机上利用光谱线波长表模拟了铜元素可见光谱^[1], 模拟结果如图 1 所示。从图 1 可看到, 铜元素

的可见光谱线数量较少,但有几条相对强度较高的谱线,有利于测定分析工作。

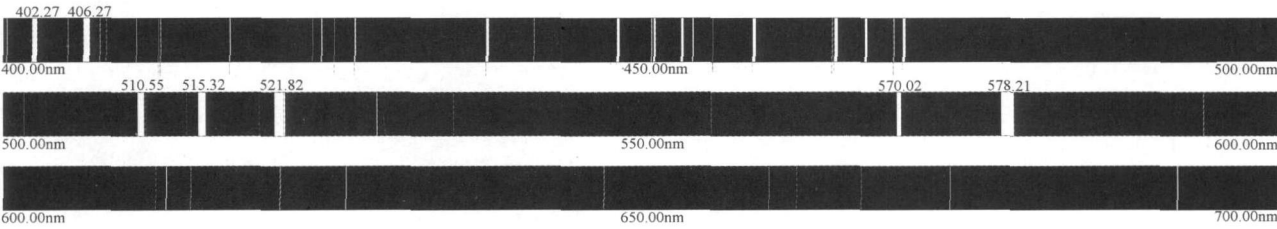


图 1 铜元素可见光谱图
Fig. 1 Spectrometric chart of Cu

本工作选用 Cu510. 55nm 谱线组进行光谱分析研究,该谱线组也常用于合金基体的鉴别^[2]。

本工作采用的实际样品数字谱图均为棱镜看谱镜谱图,棱镜看谱镜与光栅看谱镜色散率不同^[3],图 2 - 图 5 可在光栅看谱镜上参照使用。

2 2 Cu510. 55nm 谱线组

Cu510. 55nm 谱线组的视场如图 2 所示,主要由 Cu510. 55nm 和 Cu515. 32nm 两条铜元素谱线组成。Cu510. 55nm 谱线强度比 Cu515. 32nm 谱线强度稍高。分析测定过程中以 Cu510. 55nm 为主,Cu515. 32nm 为辅。

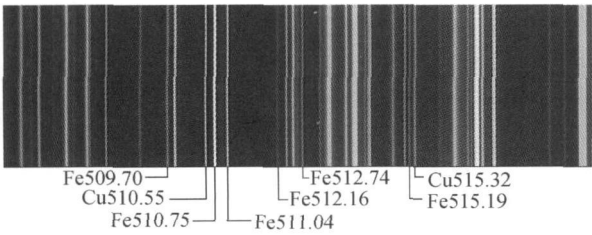


图 2 Cu510. 55nm 谱线组谱图
Fig. 2 Spectrometric chart of Cu510. 55nm

Cu510. 55nm 谱线灵敏度很高,检出限可以达到 0.05% 以下,能够满足铁基合金中铜元素分析的需要。定性分析时可以凭 Cu510. 55nm 谱线的出现与否判定样品中是否含有铜元素。

看谱分析经常使用铜对电极, Cu510. 55nm 谱线是看谱分析操作人员较为熟悉的一条谱线,像钨元素 W505. 33 谱线组常借助 Cu510. 55nm 谱线定位分析谱线组的视场^[4]。进行铜元素含量分析测定时需要注意,由于大部分铁基合金中都含微量的铜元素,许多组分中无铜元素成分的铁基合金谱图中也会出现很弱的 Cu510. 55nm 谱线。

2 3 Cu510. 55nm 谱线组的视场定位及谱线辨别

在数字化可见光谱自动分析系统中集成了视场定

位和谱线识别功能,数字化指导功能会导引操作者顺利地定位所需要的视场和辨别分析谱线。

图 3 所示为数字化分析系统 Cu510. 55nm 谱线组测定示意谱图,上半部分所示为观测区显示的测试样品实际图谱,下半部分所示为对比标定区的对比图谱和分析用谱线标定部分。对比标定区给出了铁基合金中 Cu510. 55nm 谱线组典型谱图,并对主要谱线进行了标定。在启动系统的 Cu510. 55nm 谱线组分析功能后,系统会指导操作者调节看谱镜鼓轮到指定读数。启动光源后,观测区中视场显示图谱与对比区中的图谱基本符合,参照对比区图谱通过细调鼓轮可使观测区视场与对比区图谱完全对应,调整好的视场如图 3 所示。视场定位后,可参照对比区的谱线标定辨别需要的分析谱线和比较谱线。

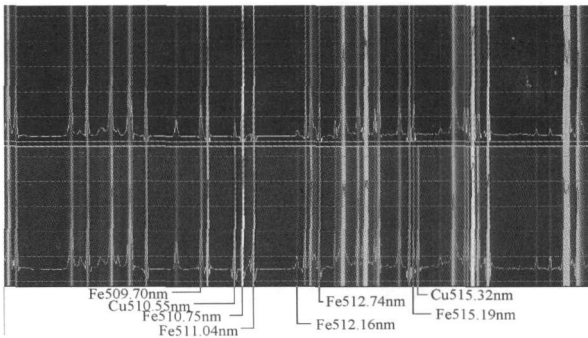


图 3 视场定位及谱线辨别
Fig. 3 Visible field determining & line distinguishing

Cu510. 55nm 谱线组的分析谱线确定后,首先观测 Cu510. 55nm 和 Cu515. 32nm 两条铜元素谱线处有无谱线同时出现,可判定样品中是否含有铜元素。如果有谱线同时出现,根据谱线的强度可初步判断铜元素含量的高低。

2 4 数字化分析

影响看谱分析可靠性的因素较多,造成分析精度

和准确性较低的主要原因是人眼视觉误差较大。数字化可见光谱自动分析系统利用数字视频技术进行材料可见光谱的观测分析和记录,可有效提高看谱分析的可靠性与可追溯性,为可见光谱分析技术在质量管理方面的应用奠定了基础。

图 4 为 Cu510 55nm 谱线组的视场经数字化分析系统进行图像采集、数据处理、图谱记录和自动分析后的结果。视场中所有谱线的强度都由计算机自动测定出强度,避免了人眼的视觉误差。操作人员可以使用系统的定量分析功能得到所测元素的含量。

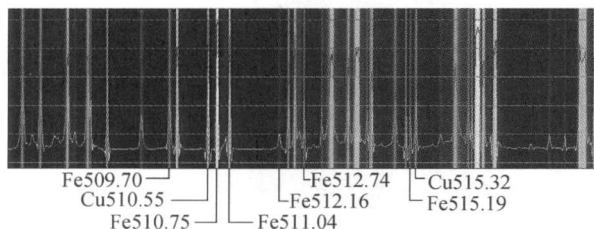


图 4 计算机数字化分析谱图

Fig 4 Digital analysis chart of Cu510 55nm

采用数字化分析技术可得到视场中谱线的强度数据,可以进行任意两条谱线间的比对,不受谱线间的强度差别和距离的限制。在分析谱线和比较谱线的选用上限制条件很少,仅选用一条稳定、线性好的分析线和一条比较谱线即可利用标准试样制定出定量的工作曲线进行定量分析工作。

2.5 牌号鉴别

看谱分析工作的一个主要内容是进行牌号鉴别,借助数字化分析系统的自动分析功能将牌号鉴别工作内容大为简化。

图 5 为自动分析系统对三种样品进行数字化处理后的谱图对比。三种样品的铜元素质量分数分别为: 1[#]: 不含铜; 2[#]: 含铜 0.106%; 3[#]: 含铜 0.267%。由图 5 可以看到 1[#] 不含铜,图谱中铜元素谱线处没有谱线出现,或者说图谱中铜元素谱线处没有谱线出现的为 1[#] 材料。2[#] 铜元素质量分数为 0.106%, Cu510.55nm 谱线强度与 Fe512.16nm 接近,而 Cu515.32nm 谱线也明显出现,与这些特征相符的是 2[#] 材料。3[#] 铜元素质量分数为 0.267%, Cu510.55nm 谱线与 Fe509.70nm 谱线强度比达到 3:2, Cu515.32nm 谱线的强度也达到 Fe515.19nm 谱线强度的 50%,利用这些量化特征可以简捷可靠地辨别 3[#] 材料。初学者利用数字化系统给出的量化数据也能很方便地进行牌号鉴别。

对于一些含量较为接近,人眼判定容易出错的情况,借助数字化分析系统能够很好地解决问题。尤其

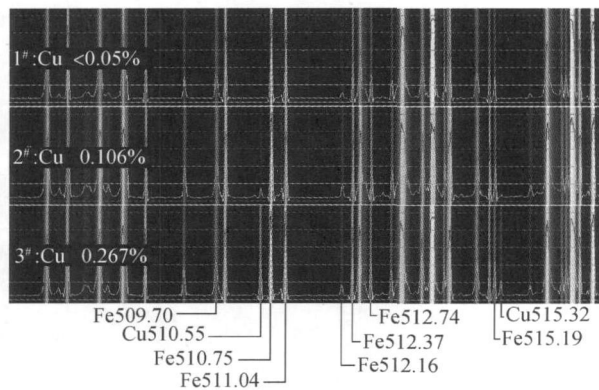


图 5 牌号鉴别

Fig 5 Distinction of alloy mark

是系统的记录功能可将视场即时记录成电子谱图,后期再进行分析处理,为看谱分析技术在质量控制领域的应用奠定了基础。

3 结论

(1) Cu510 55nm 谱线组可用于铁基合金中铜元素可见光谱的数字化定性分析和定量分析。

(2) Cu510 55nm 谱线组视场定位和谱线辨别可借助数字化分析系统的视场定位和谱线辨别功能。

(3) 进行定量分析时使用数字系统给出的谱线相对强度,可避免人眼视觉误差的影响。

(4) 数字化系统简化了牌号鉴别工作,且结果更加可靠,便于初学者掌握。

(5) 数字化系统可即时记录观测的谱图,完善了技术的可记录性和可追溯性,为质量管理应用提供了前提。

参考文献

- [1] 冶金工业部情报产品标准研究所. 光谱线波长表[M]. 北京: 中国工业出版社, 1971. 44- 269.
- [2] 刘平, 庞晓辉, 杨军红, 等. 铜合金可见光谱特征及其应用[J]. 岩矿测试, 2006, 25(4): 337- 340.
- [3] 刘平, 庞晓辉, 杨军红, 等. 棱镜看谱镜色散率及应用研究[J]. 材料工程, 2006, (1): 27- 31.
- [4] 刘平, 庞晓辉, 杨军红, 等. 铁基合金中铜元素的看谱分析技术应用研究[J]. 中国钨业, 2005, 20(6): 41- 44.

收稿日期: 2008-03-28; 修订日期: 2008-08-15

作者简介: 刘平(1961—), 男, 研究员, 从事航空材料及性能研究工作, 联系地址: 北京市 81 信箱 49 分箱(100095). E-mail: lp9291@sina.com; ping2000_liu@biam.ac.cn