

文章编号: 1673-9981(2007)04-0318-03

金相分析系统在金相定量分析中的应用

朱 峰, 伍超群, 唐维学

(广州有色金属研究院, 广东 广州 510650)

摘 要: 针对金相分析的现状, 提出应用金相分析系统对金属或其他材料的显微组织、夹杂物和晶粒度等进行精确分析的原理和方法, 阐述了金相分析系统在组织分析中的作用, 并列举出应用实例。

关键词: 金相; 显微组织; 晶粒度; 视场

中图分类号: TG113

文献标识码: A

材料的组织特征与其性能有密切的联系, 如单相合金的晶界面积增加, 硬度提高; 晶粒尺寸减小, 屈服强度增加。金相定性分析是由分析者根据目测进行评定, 评定时存在很大的主观性, 而且测定速度很慢。将普通的金相显微镜与图象分析仪结合起来组成金相定量分析系统, 利用计算机对所获得的数字图象数据进行分析 and 处理, 在材料的组织特征与材料的性能之间建立定量关系, 为材料的评价提供可靠的分析数据。

1 系统结构及工作流程

用金相显微镜将试样的观测面放大到合适的倍数, 选定分析区域后用数码相机采集图象, 经光电转换将光信号变成电信号, 再经 A/D 转换形成数字图象, 由计算机对其进行分析和处理, 可实现数字金相图的动态显示、保存和打印。对于效果不好的数字金

相图象, 利用软件通过调整图象的亮度、对比度、颜色等参数使材料的微观结构更好地展现出来。系统的工作流程如图 1 所示。

整个系统的放大倍数由两部分组成, 一是光学放大倍数, 即物镜的放大倍数, 二是数字放大倍数, 由软件设定。

用图象分析仪测量尺寸时采用定标系数表示, 定标系数是图象中的一个像素相当于某放大倍率下的观测长度。通常采用显微镜下一个标准长度单位, 来对应图象分析仪上一一定的像素数, 以此求出每个像素所对应的单位长度, 即可得出定标系数^[1]。图 2 为分别采用 4 倍、10 倍和 40 倍物镜对 0.01 毫米刻度标尺的放大结果, 通过定标系数求出试样的实际长度、面积等形状参数, 在实际测量中标尺与物镜要一一对应。

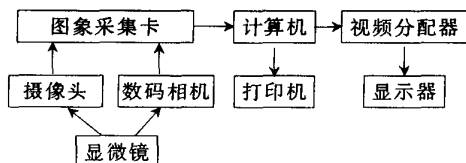


图 1 系统工作流程图

Fig. 1 System operating processes



图 2 不同物镜放大倍数下的标尺刻度

Fig. 2 Benchmark calibration under different lens magnifications

收稿日期: 2006-12-05

作者简介: 朱峰(1983-), 男, 湖北武汉人, 助工, 学士。

2 金相分析系统的应用

2.1 测定显微组织含量

2.1.1 测定钢中石墨碳的面积含量

按相关的产品标准或协议规定进行取样,检验面为垂直于钢材轴线的横截面.采用与标准评级图比较的方法评定钢中石墨碳的面积含量.将未经侵蚀的试样检验面在放大倍数为250倍的金相分析系统中进行全面观察,将石墨碳面积含量最多的视场(包括团絮状类和条片状类)与标准评级图比较,按石墨碳总量相近的级别评定.

2.1.2 测定奥氏体不锈钢中 α 相的面积含量

按照相关的产品标准或专门协议规定进行取样,试样的检验面与钢材的纵截面平行.将经过研磨抛光、腐蚀后的试样置于金相分析系统中先用较低的放大倍率全面观察整个检验面,然后选取检验面上 α 相面积含量最高的视场.检测时的放大倍率通常为100倍,将检验面上 α 相面积含量最高的视场与标准评级图比较评级,以确定钢材的 α 相面积含量.

当被测视场中的 α 相尺寸与标准评级图中的 α 相尺寸相差悬殊难以比较评级时,允许适当调整放大倍率,使被测视场中的 α 相尺寸尽量接近标准评级图中的 α 相尺寸,再依据不同放大倍率的标准评级图进行评定^[1].

若被测视场中 α 相的面积含量处于标准评级图的两个级别之间时,应评为较高的级别.

2.2 测定晶粒度^[2]

晶粒度的测定是金相检验工作中经常进行的检验项目,晶粒度是晶粒大小的量度.通常使用长度、面积或体积来表示不同方法评定或测定的晶粒大小,一般有比较法、面积法和截点法等.

比较法是参照有关国标中的标准图片评定出晶粒度的级别.评定时使用与标准评级图片相同的放大倍数,用有代表性的视场显微照片与相应的标准评级图片直接比较,选取与试样图象最接近的标准评级图,得出评定结果.此方法简便,但主观因素大,误差也较大.

面积法是通过统计给定面积内的晶粒数来测定晶粒度,将面积为 A 的圆形测量网格置于晶粒图象上,选取视场内至少能获得50个晶粒的放大倍数 M 作为观测时的放大倍数,统计出完全落在测量网格

内的晶粒数 n_1 和被网格所切割的晶粒数 n_2 ,由 $n = n_1 + \frac{1}{2}n_2$ 计算出测量网格内的晶粒数.通过 n ,就可

求出检验面上单位面积内的晶粒数 $n_a = M^2 \cdot \frac{n}{A}$.用面积法测晶粒度较繁琐.

截点法是通过统计给定长度的测量网格上的晶界截点数来测定晶粒度,利用金相分析系统可迅速地求出晶粒度级别.晶粒度级别指数 G 是表示晶粒度大小的一个参数,在100倍下 645.16 mm^2 内包含的晶粒数 n 与 G 的关系是 $n = 2^{G-1}$.晶粒度级别指数 $G = -3.2877 + 6.6439 \lg \left(\frac{M \cdot N}{L} \right)$.式中: N —在观测面上测量网格与晶界相交的截点数; L —测量网格的长度. L 和 M 为已知数,测得 N 即可得出晶粒度级别指数.

2.3 测定电镀层、脱碳层及渗碳层的厚度

2.3.1 电镀层厚度的测定

由于电镀前基体的表面粗糙度较大,或者受电镀工艺的影响,都可造成镀层的厚薄不均,所以测镀层厚度时,应在有意义的表面上的一处或多处取样,试样镶嵌时应使截面与待测镀层的表面垂直.金相分析系统在测量镀层时首先显示镀层截面的形貌,然后根据放大倍数设定标尺,测出不同位置的镀层厚度,将这些数据进行处理后便可以得到镀层的平均厚度和最大、最小厚度等.

2.3.2 脱碳层、渗碳层厚度的测定

试样的检验面应垂直于产品的纵轴,如无纵轴,检验面的选取应与有关方面商定.试样经过研磨抛光后用硝酸酒精进行腐蚀,在100倍的放大倍数下,先进行初步观察,找到均匀脱碳区,然后在均匀脱碳区的每一个显微视场内,随机进行几次测量(一般5次以上),取这些测量值的平均值做总脱碳层的厚度.用同样的方法也可测渗碳层的厚度.

2.4 钢中非金属夹杂物的评级

取样时自试样上切取的检验面应为通过试样轴心的纵截面,取样部位应按相应的产品标准或专门协议规定.检验步骤:检验面完全抛光,利用金相分析系统对其显微组织进行观察,通过图象调节功能获得清晰的图片,以测定非金属夹杂物的数量、形态、尺寸和分布等参数,将试样的每个视场与标准评级图进行比较.标准评级图分为A、B、C、D四个基本类型,根据夹杂物形态分为A-硫化物类型、B-氧

化铝类型、C-硅酸盐类型和 D-球状氧化物类型. 对于每类夹杂物,按细系或粗系记下与检验视场相符合的标准评级图的级别数,以确定钢中非金属夹杂物的级别.

3 结 论

金相分析系统以先进的电子光学和计算机技术代替人眼观察和统计计算,可迅速准确地进行有统计意义的测定及数据处理,同时具有放大倍数高,显示清晰,操作方便,精度高,重视性好,金相图片易于

保存与复制,避免了人为因素对金相定量分析结果的影响等优点,已成为定量金相分析中不可缺少的手段. 金相分析系统在金相定量中的应用,不仅拓展了金相检验的检测项目,并且提高了检测质量,能够比普通光学显微镜更好地完成金相检验工作.

参考文献:

- [1] 高强. 最新有色金属金相图谱大全[M]. 北京:冶金工业出版社,2005.
- [2] 赵伯恭,张振武. 金属材料金相热处理标准汇编[M]. 北京:中国标准出版社,1998.

Application of metallographic analysis system in quantitative metallographic analysis

ZHU Feng, WU Chao-qun, TANG Wei-xue

(Guangzhou Research Institute of Non-ferrous Metals, Guangzhou 510650, China)

Abstract: Based on the current status of metallographic analysis, this paper presents the principles and methods of accurately analyzing the microstructure, crystal granularity and impurity of a metallic or other material using metallographic analysis system, and describes the functions of metallographic analysis system in the structure analysis and provides some application examples about it.

Key words: metallography; microstructure; crystal granularity; field of vision