

无机非金属材料检测设备应用与维护研究

杜德位 宓宇 冉进华

北京紫衡轩建筑工程检测有限公司, 北京 102499

[摘要]无机非金属材料性能检测需要大量仪器设备支持,然而,许多实验室因经费有限,难以对这些设备进行充分维护。本篇文章介绍了各类检测仪器的作用以及其主要组成部分,从物理性能、化学组成、微观结构三个方面阐述了不同仪器的应用范围和技术优势,同时总结了影响这些设备正常工作的常见问题以及如何对这些问题进行预防或者解决的方法。最后提出了一套包括日常保养、定期校准、预警提示以及培训等在内的全面解决方案,证明科学有效的保养措施对于保证仪器设备的良好运行状态以及检测结果的真实性和准确性具有重要意义。据统计,约60%以上的设备故障源于日常保养不足或预防性维修缺失。

[关键词]无机非金属材料; 检测设备; 故障诊断

DOI: 10.33142/ect.v4i2.19201

中图分类号: TQ171.731

文献标识码: A

Research on the Application and Maintenance of Inorganic Non metallic Material Testing Equipment

DU Dewei, MI Yu, RAN Jinhua

Beijing Zihengxuan Construction Engineering Testing Co., Ltd., Beijing, 102499, China

Abstract: The performance testing of inorganic non-metallic materials requires a large amount of instrument and equipment support. However, many laboratories have limited funds and find it difficult to fully maintain these equipment. This article introduces the functions and main components of various detection instruments, and elaborates on the application scope and technical advantages of different instruments from three aspects: physical properties, chemical composition, and microstructure. At the same time, it summarizes common problems that affect the normal operation of these devices and how to prevent or solve these problems. Finally, a comprehensive solution including daily maintenance, regular calibration, warning prompts, and training was proposed, demonstrating the importance of scientific and effective maintenance measures in ensuring the good operating status of instruments and equipment, as well as the authenticity and accuracy of detection results. According to statistics, more than 60% of equipment failures are caused by insufficient daily maintenance or lack of preventive maintenance.

Keywords: inorganic non-metallic materials; testing equipment; fault diagnosis

材料检测技术是材料研究的眼睛和标尺,特别是对陶瓷、玻璃、水泥等无机非金属材料来说更是如此。因为它们在生产时要经过复杂的高温物理化学过程,最后的产品好坏除了与配方有关外,还与生产过程中的各种因素的变化密切相关。所以需要利用各种检测仪器来分析材料的成分、结构及性质等,以便更好地改进生产工艺、保证产品质量。但是我们在长期的工作中也发现很多检测仪器并没有发挥出应有的作用。一方面,操作人员对仪器原理与性能理解不深;另一方面,日常维护与检修的缺失使得问题进一步加剧。更为棘手的是,设备出现故障时,由于缺乏系统的诊断思路与方法,维修常流于简单的部件更换,不仅造成资金浪费,也影响检测工作的正常开展。

1 检测设备得分类与工作原理

无机非金属材料检测仪器一般可分为三类:物理性能测试仪器、化学分析仪器、微观结构表征仪器。物理性能测试仪器是用于测定材料力学、热学、电学等宏观性能,如万能材料试验机可测得抗压强度、弯曲强度,硬度计可测得洛氏硬度、维氏硬度。化学分析仪器主要用来测定元素成分及其含量,如电感耦合等离子体发射光谱仪可进行

元素定性和定量。微观结构表征仪器主要用来研究材料内部组织和形貌,如X射线衍射仪可用于物相分析,扫描电子显微镜可观察其表面形貌。

不同种类仪器依据不同的物理机制运行。比如X射线衍射仪就是根据X射线在晶体上发生衍射而工作的,在一定的条件下可以通过测量衍射峰的位置以及大小来判断出物质相组成,该方法为非破坏性的,样品准备方便快捷,操作简便快速并且结果稳定可靠,所以被用来研究各种各样的材料^[1]。光谱分析仪器则是根据原子或者分子的特征光谱来进行成分分析。激光诱导击穿光谱系统使用高能激光脉冲聚焦于样品表面形成微等离子体,然后通过分析等离子体发射出特征光谱从而对样品中所含元素进行定性和定量测定,它最大的优点就是不需要对样品进行繁琐的前处理,而且可以快速完成测量过程,在几毫秒内即可完成测量工作,同时还可以同时测定30多种不同元素并且其检出限可以达到ppm级别。热分析仪是在一定的程序升温下观察物质的某些物理性质随温度变化情况的一种仪器,它对于研究材料的热行为具有很重要的作用。

2 无机非金属材料检测设备的分析

2.1 物理性能检测设备应用

物理性能测试是无机非金属材料检测的重要内容之一。万能材料试验机加装相应夹具可进行陶瓷材料抗压、弯曲强度测量,加载速度不同会影响测试值大小。硬度测试根据不同材料性质需采取相应方式,一般情况下,硬度较高工程陶瓷可采用维氏硬度实验。另外,热性能也是衡量一个材料好坏标准之一,比如材料热分解温度以及热失重情况都会影响到生产过程及应用温度区间,在热重和差热联用技术中就可以同时得到样品热重图和差热信息,这将极大提高工作效率同时也便于两者之间对比分析。而对于有良好导热需求电子封装材料,则可以用激光导热仪来测量其导热系数。电学性能测试主要针对功能性无机非金属材料,综合物性测量系统可以进行电阻率、Hall系数等电性能检测。

2.2 化学性能检测设备应用

化学成分是决定无机非金属材料性质的根本原因,电感耦合等离子体发射光谱仪因其灵敏度高、线性范围宽、可同时测定多种元素等优点被广泛应用。样品经适当分解后进入等离子体炬内,在一定范围内,其发射光谱强度与其所含该元素的浓度成正比。氧、氮、氢等气体元素对陶瓷材料的密度以及力学性能有较大作用。氧氮氢分析仪用惰性气体熔融红外吸收法或者热导法来分析样品中气体成分,仪器可以有两个独立红外检测通道分析高氧和低氧,还可以有一个热导检测器分析氮和氢高低浓度,脉冲炉用水循环冷却,样品在大功率脉冲炉石墨坩埚内可以被加热至3500℃以上。X射线荧光光谱仪适合固体样品直接分析,对轻元素分析灵敏度不高,实际工作中常将X射线荧光分析与湿化学方法结合使用。

2.3 微观结构分析设备应用

微观结构决定无机非金属材料宏观性质。X射线衍射仪是常用的物相分析工具,通过与标准粉末衍射卡片对比,可快速确定样品的物相组成。小角X射线散射是研究材料亚微观结构的一种无损方法,该方法利用X射线与电子之间的散射作用来探测和表征样品纳米尺度下结构特征,在纳米材料研究中有着重要作用。对多孔材料、纳米复合材料等,这种方法可以给出一种统计意义下的结果。电子显微镜可以直接看到样品表面形态及其内部晶格结构。扫描电子显微镜联用能谱仪可得到二次电子像以及局部区域中元素分布。纳米力学测试仪可以在纳米尺度下进行材料力学性能测试以及表征,可以对薄膜材料或者复合材料进行纳米压痕、划痕等力学性质测试,从而得到硬度、模量、蠕变、屈服、黏结失效、断裂韧性、应力松弛、疲劳等性质。而这些技术的结合使用让研究人员可以从宏观到微观来了解材料的结构与性能的关系。

3 检测设备的常见故障与诊断方法

3.1 机械系统故障分析

机械系统负责样品放置、加载、移动等任务,在长时间工作过程中容易产生一些故障。传动件磨损是其中最常见情况,万能材料试验机丝杠和螺母用了一段时间后会有间隙,从而引起横梁移动不稳定造成位移测量不准。如果测试仪显示无振动,则要小心传感器断开连接的问题,弹性夹具老化可能会使得压电片与轴系分离,这可以采取涂上导电膏或者更换钨钢探针的方法解决信号中断。运动卡顿以及噪音也是比较常见的事情,X射线衍射仪测角仪使用时间较长后因为齿轮磨损或者缺油而导致转动不顺畅甚至完全不动。操作人员应密切关注设备运转声音及工作状态,一旦发现异常应立即停机检查,避免小故障扩大。

3.2 电气与控制系统故障分析

电气系统的稳定性直接影响到设备能否正常工作。电源问题是最基本的,比如PLC系统要有一个稳定而不间断的电源才能运行其程序,突然停电会造成存储器损坏、程序被打断或者意外关机。而对于分析仪器来说,电源纹波较大可能会影响到仪器的精度造成测量不稳定。当触摸屏出现无显示时,工程师应首先检查是否由于隔离电源谐波污染引起,用示波器观察高频干扰并加上LC滤波器可大大减小传导噪声^[2]。控制系统的故障一般表现为设备不能启动、运行中断或动作异常。可编程逻辑控制器是众多设备的核心部件,I/O模块故障将导致设备无法收发信息,进而中断测试,在检查这类问题时可以用万用表去检测各个位置的电压以及通断情况来一步步排除故障。

3.3 传感器与测量单元故障分析

传感器是检测仪器的感知器官,它的工作状况将影响到测量结果的精确性。使用光学原理的传感器,其光学窗口受到污染是一个比较常见的现象,光谱仪光学窗口被样品灰尘污染会使光强减弱甚至无信号。而在工业在线分析仪的实际应用中,测量值忽大忽小或者是噪声较大的原因常常是由电极污染或者结垢、流量不稳定、有气泡产生以及信号线被电磁干扰所引起的。定期给传感器探头及光学窗口进行清洗是防止上述情况发生的方法之一。另外传感器自身的质量问题也是造成测量误差的一个重要原因,在氧氮分析仪中,热导检测器如果在较高温度下长时间工作,热敏元件有可能会发生氧化或老化从而导致检测灵敏度降低。现场诊断时,通过测量传感器输出的原始毫伏值或频率值,并与历史正常数据对比,可快速判断传感器是否故障。

3.4 软件与数据处理异常分析

随着检测设备越来越先进,软件起着越来越重要作用。软件故障主要有程序不能启动、运行中断、保存数据失败等。系统更新新版本之后可能由于设备驱动程序和新版本系统不能很好地配合工作而出现设备不能正常通信等问

题。一些软件问题是由计算机病毒或者系统中存在很多无用文件所造成的,在平时做好系统的保养能够大大减少这些问题的发生。数据处理异常也是一种需要注意的问题,如果平衡质量计算有超出误差范围现象那么就要考虑是否在程序上存在问题。还有些软件问题是因为参数设置不合理造成的如量程选太大而导致的数据溢出或者是积分参数设置不合理而使得峰面积计算不准等。操作人员应熟悉软件基本操作及各参数含义,遇到问题时首先考虑参数设置是否合理。

4 检测设备的维护与管理策略

4.1 日常维护与定期保养

日常维护是保证设备正常使用的基本要求。每次使用前及后都应对设备做好清洁,去除剩余样品以及灰尘,查看各个部位是否完好无损。对需要加注润滑油的地方,按照规定时间添加润滑油可有效降低磨损程度。做好使用记录,记载每次使用的详细信息便于以后查阅和发现问题。对于分析仪器来说定期更换一些消耗性物品,例如密封圈、过滤芯等是保证设备良好运转的重要手段之一。Labthink提供的仪器守护服务包括设备故障维修、周期性维护、技术指导、在线支持等内容,是从被动维修到主动保护的一种尝试,具有很好的参考价值。

4.2 校准与精度验证

校准是保证测量结果准确可靠的必要手段,在使用新仪器之前首先要做的是做一次校准来确保其各项参数满足要求,而在使用一段时间后,因环境的变化或者零部件的磨损等都会对仪器产生一定的影响,因此需要在一定的时间间隔内做一次中间检查校准,而校准周期应根据该仪器的使用频率及重要程度决定;此外,校准还应该用到有证的标准物质并且严格按照规定的方法来进行^[3];通过对历次校准的结果进行分析可以预测出仪器的变化趋势,若某次校准结果超出规定范围,应立即停用并采取相应措施;另外一些实验室还设有精度验证,即定期利用标准样品进行测试并与标准的数值进行比较从而发现测量系统的偏差。

4.3 故障预防与预警机制

预防胜于维修这一原则对设备管理也是一样。通过对设备运行情况进行监控和分析,在故障出现之前就可以发现异常情况并及时处理。振动检测可以发现旋转部件不平衡或者轴承损坏问题,温度检测可以提前预防电气设备过热的问題。建议设置三级预警机制,每天用激光干涉仪进行光路校准并设定误差范围,每月使用扭矩扳手进行校准

保证装配时拧紧力矩处于正常水平,每季度进行一次FMEA失效模式与影响分析着重关注那些平均无故障时间较短的薄弱环节。对重要设备还可以设立一个备件库存放一些常用易损件以及重要零部件,一旦出现问题可以马上替换降低停机时间。进口检测仪器的维修常常会遇到反应慢、耗时长的情況,在配件方面也只能从厂家采购,而由于涉及跨越国界的维修服务链条以及其中的时间差和报关等问题都会影响到维修效率,所以这就更需要有本地化的备件存储及维修能力。

4.4 维护人员培训与管理制度

人是设备维护中最活跃的因素,对维护人员的培训至关重要,内容应涵盖设备基础知识、操作规程、常见故障识别与排除、保养知识等。通过讲授与实践相结合使设备维护人员熟练掌握设备维护技术。制定良好设备维护制度也必不可少,制度要明确不同人员职责,规定设备维护范围与时限。定期组织设备管理工作汇报会总结设备运行情况与存在问题。对反复出现的问题应专门研究查找原因。实行设备专人负责制每一台设备都有专人负责其日常维护与监控,有利于加强责任心并提高维修质量。

5 结束语

无机非金属材料检测设备使用及保养是一项涉及方方面面的工作。从选择适合设备开始,到平时的保养,再到出现问题维修甚至更换,每个方面都需要精心打理和专业人员支持。设备出现故障一般是由多个方面原因造成,所以在查找问题时候要全面考虑。维修工作意义不单是让设备保持良好状态,而且还要保障测量结果准确性。一台校准良好检测仪器与很少受到保养检测仪器之间差别很大,维修也是质量保证一部分。随着检测技术日益自动化与智能化,我们必须持续学习,方能使现代化检测仪器充分发挥其价值,在材料研究与质量管理中发挥积极作用。

[参考文献]

- [1]张泽晨,刘纪新,高巍,等.无机非金属脆性材料超声辅助磨削力学行为与磨削力解析建模研究进展[J].制造技术与机床,2026(1):134-153.
 - [2]杨健健.基于无机非金属材料应用的化工生产安全保障研究[J].全面腐蚀控制,2026,40(1):397-399.
 - [3]谭业强,郝亚楠.无机非金属材料学科重点项目资助成果与改革举措[J].硅酸盐学报,2026,54(2):351-352.
- 作者简介:杜德位(1987.6—),毕业院校:武汉大学,所学专业:法学,当前就职单位:北京紫衡轩建筑工程检测有限公司,职务:检测事业部经理。