

# 强化炼钢厂化验室仪器运维降低检测误差

张召峰

河北永洋特钢集团有限公司 河北 邯郸 057150

**摘要:** 强化炼钢厂化验室仪器全流程运维管控是降低检测误差、保障炼钢生产精准管控的核心手段。本文立足炼钢厂化验室实际生产工况,针对仪器运维各环节实操问题,从基础运维标准化、核心部件精细化管控、运维管理体系完善三个维度,提出具体可落地的运维措施,聚焦仪器日常养护、故障预判处置、运维流程规范等实操内容,解决运维环节导致检测误差的关键痛点,提升仪器运行稳定性和检测数据准确性,为炼钢生产工艺调整 and 产品质量管控提供可靠数据支撑。

**关键词:** 炼钢厂; 化验室; 仪器运维; 检测误差

引言: 炼钢厂化验室承担着原料成分检测、钢水质量把控、炉渣性能分析等关键任务,检测数据的准确性直接决定炼钢工艺调整的科学性和产品质量的稳定性。化验室各类检测仪器长期处于高温、多尘、强电磁干扰的复杂工况下,频繁启停和高负荷运行易导致仪器性能衰减、参数漂移,进而产生检测误差,影响生产管控效率。当前部分炼钢厂化验室仪器运维存在流程不规范、管控不到位、运维针对性不强等问题,导致检测数据偏差频发,难以满足生产精细化管控需求。本文结合炼钢厂化验室实际运维经验,提出强化仪器运维的具体措施,为炼钢生产高质量推进提供保障。

## 1 规范仪器基础运维流程,筑牢误差防控基础

### 1.1 优化仪器日常清洁养护流程

炼钢厂化验室仪器受生产环境影响,表面易附着粉尘、试剂残留、钢水飞溅物等杂质,这些杂质渗透至仪器内部,导致部件磨损、信号传输受阻,引发检测误差。日常清洁养护需结合仪器类型和使用频率制定差异化清洁标准。对于直读光谱仪(以斯派克SPECTROMAXx型为例)、碳硫分析仪等精密仪器,每日使用结束后需执行分级清洁流程:先用专用无尘麂皮布擦拭仪器表面及进样口,重点去除样品熔融后残留的金属飞溅物和试剂结晶,避免硬质杂质刮伤进样口密封垫;再用压缩空气(压力控制在0.3-0.5MPa)吹扫进样通道,防止样品碎屑堵塞。每周需进行光路深度清洁,使用光谱仪专用无水乙醇擦拭入射狭缝和出射狭缝,用镜头纸蘸取专用光学清洁剂轻擦光栅表面,清洁后启动仪器进行光路校准,确保光栅衍射效率符合仪器要求(衍射强度偏差不超过 $\pm 3\%$ ),避免光路污染导致的谱线偏移和检测强度失真。对于硬度计、金相显微镜等物理检测仪器,定期擦拭镜头和检测平台,清除表面油污和金属

碎屑,每月对滑动部件涂抹专用润滑油,防止卡顿影响检测精度。清洁过程避免使用腐蚀性清洁剂,防止部件腐蚀,清洁完成后做好密封防护<sup>[1]</sup>。

### 1.2 完善仪器开机校准与关机检查流程

仪器开机校准是确保检测数据准确的关键环节,多数检测误差的产生源于开机未进行规范校准或校准方法不当。炼钢厂化验室各类仪器需根据使用说明和检测需求制定标准化开机校准流程,每日开机后需按照校准规范,使用标准物质对仪器进行校准,校准过程中需严格控制校准环境条件,确保温度、湿度、电压等参数符合仪器校准要求。对于直读光谱仪等精密分析仪器,校准需遵循“三级校准”原则,确保参数精准:一级校准为波长校准,采用仪器配套的波长标准片(如铁谱标准片),校准范围覆盖炼钢检测常用波段(200-800nm),每个特征波长偏差需控制在 $\pm 0.02\text{nm}$ 以内,若偏差超标,需通过仪器自带的波长修正功能进行调整;二级校准为强度校准,使用标准钢样(如YSBC11101-2008标准样品),对C、Si、Mn、P、S等核心元素进行强度标定,确保标定强度与标准值偏差不超过 $\pm 2\%$ ;三级校准为重复性校准,对同一标准样品连续检测3次,相对标准偏差(RSD)需 $\leq 0.5\%$ 。校准完成后,需进行空白试验(使用纯铁空白样品),空白值需低于仪器检出限( $C \leq 0.001\%$ 、 $S \leq 0.0005\%$ ),再进行标准样品复测,复测结果与标准值的绝对误差需符合GB/T 223系列标准要求,方可开展检测工作。

### 1.3 规范仪器运行环境管控流程

炼钢厂化验室高温、多尘、强电磁干扰的环境特点,易导致仪器性能不稳定,引发检测误差,需规范仪器运行环境管控流程,为仪器运行提供适宜的环境条件。温度管控方面,化验室需配备恒温设备,将室内温

度控制在仪器要求的范围内,避免温度波动过大导致仪器电子元件性能衰减、参数漂移,对于温度敏感型仪器,如原子吸收光谱仪,需单独设置恒温区域,确保温度偏差控制在允许范围内。湿度管控需结合仪器特性细化标准,直读光谱仪、原子吸收光谱仪等精密仪器,室内相对湿度需严格控制在20%-80%之间,每日定时记录湿度数据,当湿度超标时,启动除湿机(除湿量 $\geq 1.2\text{L/h}$ )运行,同时在仪器内部放置硅胶干燥剂,每周更换1次,防止光路部件、电路主板受潮,避免因湿度问题导致的谱线漂移、电路短路等故障<sup>[2]</sup>。

## 2 强化核心部件运维管控,提升仪器运行稳定性

### 2.1 加强检测探头与传感器运维管控

检测探头与传感器是化验室仪器采集检测信号的核心部件,其性能状态直接决定检测数据的准确性,炼钢厂化验室仪器的探头和传感器长期接触高温、腐蚀性样品,易出现磨损、腐蚀、老化等问题,导致信号采集不准确,产生检测误差。需建立探头与传感器专项运维机制,定期对探头和传感器进行检查、清洁、校准和更换,确保其性能稳定。对于微机钢水测温仪的测温探头,每次使用后需及时清除表面的熔渣、氧化物及粘附物,避免影响热传导与测温元件响应,清洁时需使用与元件材质相容的工具,防止划伤或损坏敏感部位,存放时需置于干燥、无腐蚀性气体的环境,避免受潮或化学侵蚀。若探头护套受损或测温元件老化,需及时更换,不可勉强使用以免产生明显偏差或突发失效。对于直读光谱仪的检测探头(如光电倍增管探头),需执行“周清洁、月校准、季检测”的专项运维流程:每周清洁时,先关闭仪器电源、切断氩气供应,拆卸探头保护罩,用蘸取无水乙醇的无尘棉签轻轻擦拭探头窗口,去除表面污渍和氧化层,避免用力擦拭损坏窗口镀膜;清洁后检查探头与仪器的连接插头,确保针脚无氧化、连接牢固,拧紧固定螺丝,防止接触不良导致信号传输中断或失真。

### 2.2 强化仪器电路与电源系统运维管控

仪器电路与电源系统是仪器运行的动力保障,电路故障、电源不稳定易导致仪器运行异常,出现数据漂移、检测失灵等问题,进而产生检测误差。炼钢厂化验室电压波动较大,且存在强电磁干扰,易对仪器电路和电源系统造成损坏,需强化电路与电源系统的运维管控,确保仪器供电稳定、电路正常<sup>[3]</sup>。电源系统运维需针对炼钢厂电压波动特点优化管控:为每台精密仪器(尤其是直读光谱仪、原子吸收光谱仪)配备高精度交流稳压电源(稳压精度 $\leq \pm 0.5\%$ ),并加装浪涌保护器(响

应时间 $\leq 10\mu\text{s}$ ),防止电网浪涌、电压骤升骤降对仪器造成损坏。每周检查稳压电源的运行状态,核对输出电压(220V)和电流波动情况,记录运行参数,若输出电压偏差超过 $\pm 1\text{V}$ ,需及时调整稳压旋钮,故障无法排除时立即更换。

### 2.3 做好仪器耗材与试剂的运维管控

化验室仪器耗材与试剂的质量和和使用状态,直接影响仪器运行稳定性和检测数据准确性,劣质耗材、过期试剂或使用不当,易导致仪器堵塞、部件损坏,引发检测误差。炼钢厂化验室需建立耗材与试剂专项运维管控机制,规范耗材与试剂的采购、储存、使用和更换流程,确保耗材与试剂符合仪器使用要求<sup>[4]</sup>。耗材采购需严格遵循“型号匹配、质量达标、溯源可查”原则,针对光谱仪专用耗材,如直读光谱仪的钨电极(型号需与仪器激发光源匹配,如W-2%ThO<sub>2</sub>),采购时需核对电极直径(通常为1.0-1.5mm)、纯度( $\geq 99.95\%$ ),并要求供应商提供质量检测报告,杜绝使用杂质含量超标的劣质电极,避免电极损耗过快、激发强度不稳定导致的检测误差;光谱仪进样管需选用耐高温、耐腐蚀的石英材质(内径3-5mm),确保与进样系统密封良好,防止漏气影响氩气保护效果。耗材储存需分类精细化管理:光谱仪电极需置于干燥密封的金属盒中,防止氧化受潮,储存环境温度控制在15-25℃,相对湿度 $\leq 60\%$ ;石英进样管需单独存放,避免与硬质物品碰撞,防止管壁破损;碳硫分析仪的坩埚(石墨材质)需置于干燥炉中(温度80℃)烘干后密封保存,助熔剂(如钨粒、锡粒)需分类装入密封玻璃瓶,标注保质期,定期检查是否出现结块、氧化现象,每批次耗材投入使用前,需进行空白试验,确认无杂质干扰后方可使用,过期耗材一律清理,严禁投入使用。试剂管控方面,需严格把控试剂质量,采购符合国家标准试剂,避免使用纯度不足、过期或变质的试剂,试剂储存需按照特性分类存放,做好防潮、防晒、防腐蚀措施,使用时需严格按照检测规范控制用量和使用方法,使用后需及时密封试剂瓶,清理试剂残留。

## 3 完善运维管理体系,强化误差闭环管控

### 3.1 建立健全运维责任管理制度

运维责任不明确、管理不到位,是导致仪器运维不规范、检测误差频发的重要原因,炼钢厂化验室需建立健全运维责任管理制度,明确各岗位、各人员的运维职责,将运维任务细化到具体环节、具体人员,确保运维工作有序开展。成立仪器运维管理小组,明确小组职责,统筹推进仪器运维工作,制定运维工作细则,规范

运维操作流程、考核标准和奖惩机制,确保运维工作有章可循、有据可依。明确仪器操作人员、运维人员、管理人员的具体职责,操作人员负责仪器的日常使用、清洁和简单维护,做好使用和养护记录,发现仪器异常及时上报;运维人员负责仪器的定期校准、故障排查和部件更换,制定运维计划,落实运维任务,确保仪器性能稳定;管理人员负责运维工作的统筹协调、监督检查和考核评价,定期检查运维工作落实情况,及时发现和解决运维工作中存在的问题。

### 3.2 完善仪器故障预判与处置流程

仪器故障的突发发生,易导致检测工作中断,同时产生大量检测误差,炼钢厂化验室需完善仪器故障预判与处置流程,建立仪器故障预警机制,提前发现仪器运行异常,及时处置故障,减少故障对检测工作的影响。运维人员需定期对仪器进行全面排查,重点检查仪器关键部件的运行状态、参数设置和信号传输情况,结合仪器使用频率和运行年限,预判仪器可能出现的故障,提前做好防范措施,更换老化部件,调整仪器参数,避免故障突发<sup>[5]</sup>。建立仪器故障台账,详细记录仪器故障发生时间、故障现象、故障原因、处置过程和处置结果,定期对故障台账进行分析,总结故障发生规律,优化运维措施,减少同类故障的发生。故障处置需遵循“快速响应、科学处置、及时恢复”的原则,接到仪器故障报告后,运维人员需第一时间赶到现场,排查故障原因,制定处置方案,对于简单故障,及时进行维修,尽快恢复仪器正常运行;对于复杂故障,无法现场处置的,需及时联系仪器供应商或专业维修人员,协助处置,做好故障处置记录,确保故障处置过程可追溯。

### 3.3 强化运维培训与技能提升管控

运维人员的专业技能水平,直接决定仪器运维质量和检测误差控制效果,炼钢厂化验室部分运维人员存在技能不足、操作不规范等问题,导致运维工作不到位,

引发检测误差,需强化运维培训与技能提升管控,提升运维人员的专业技能和操作水平。制定常态化运维培训计划,结合化验室仪器类型、运维重点和常见问题,定期开展运维培训,培训内容聚焦实操技能,包括仪器清洁养护、校准操作、故障排查、部件更换等,避免理论堆砌,确保培训内容接地气、符合实际需求。培训方式采用现场实操教学、技能考核等形式,邀请仪器供应商技术人员、专业运维专家进行授课,重点讲解仪器运维的实操技巧和常见故障处置方法,让运维人员亲手操作、熟练掌握运维技能。

### 结语

强化炼钢厂化验室仪器运维是降低检测误差、保障检测数据准确性的关键举措,也是推动炼钢生产精细化管理、提升产品质量的重要支撑。通过标准化、精细化、系统化的仪器运维,能够有效提升仪器运行稳定性,减少各类因素导致的检测误差,为炼钢厂原料管控、工艺调整 and 产品质量提升提供可靠的数据支撑。后续需持续优化运维措施,结合化验室仪器更新和生产需求,不断完善运维管理体系,提升运维人员专业技能,确保检测数据精准可靠,为炼钢生产高质量发展提供保障。

### 参考文献

- [1]仇晨晨.煤质化验中挥发分析仪器的性能评估与优化[J].化工设计通讯,2025,51(4):114-116.
- [2]弓鹏飞,熊滢,南海涛.化验室化学试剂和化验仪器管理要点分析[J].实验室检测,2025,3(2):87-89.
- [3]申少斌.论化验室的仪器管理[J].中国石油和化工标准与质量,2021,41(12):69-70.
- [4]郑美玲.浅谈化验室常用分析仪器的使用与维护[J].天津化工,2022,36(5):34-37.
- [5]吴晶晶.煤质化验过程中误差问题与优化策略研究[J].中国设备工程,2025(10):189-191.