

# 人工智能技术在实验室设备管理与维护中的应用探索

吴浩杰

(西安航空职业技术学院,陕西省西安市阎良区,710089)

**摘要** 实验室设备是科研活动的基础支撑,其管理效率直接影响实验数据的可靠性、科研进度和资金使用效益。随着实验室设备向智能化、精密化方向发展,传统管理模式与新需求之间的矛盾日益凸显。本文分析了目前实验室设备管理与维护存在的问题,提出人工智能技术在实验室设备管理与维护中的具体应用,希望能够为实验室数字化转型提供理论依据与实践参考。

**关键词** 人工智能;实验室;设备管理;维护

中图分类号:TP18 文献标识码:B

文章编号:1008-0899(2026)06-0044-02

## 1 实验室设备管理与维护存在的问题

### 1.1 数据管理低效缺乏时效性

据统计,仍有43%的实验室采用纸质台账记录设备信息,37%使用Excel等非结构化电子表格,仅有20%部署专业设备管理系统。纸质记录易丢失、篡改,且无法实现动态更新。某高校实验室的电脑仍在用Intel Core i3处理器和4GB内存,学生需运行Python数据分析和虚拟机软件。学生在使用计算机过程中,经常产生设备卡顿,20%的学生因死机未能按时提交实验报告,教师被迫改为理论课。现代设备普遍配备传感器(如温度、压力、振动监测模块),但不同品牌设备的通信协议互不兼容。这就导致实验室不同设备之间由于系统封闭,大量原始数据未能被有效分析。受制于实验室计算机设备数据处理能力低下,大量实验数据未能及时更新,影响科研进度。

### 1.2 维护策略被动,无法主动干预

当前主流实验室仍采用定期维护模式,但该模式存在两大缺陷:一是过度维护,对稳定性高的设备(如光学显微镜)实施固定周期保养,造成30%~45%的维护资源浪费;二是维护不足,对高负荷设备(如24h运行的质谱仪)缺乏动态调整,某第三方检测机构因此遭遇仪器突发故障,导致检测合同违约

赔偿率达17%。在故障诊断方面,严重依赖固有经验。75%的设备故障诊断依赖工程师个人经验。例如,一些高校实验室未定期清理电脑内部灰尘,夏季室温达30℃时,电脑因CPU过热烧毁主板。现有的计算机维护管理员仅依赖“报修后才处理”,未执行季度除尘计划。

### 1.3 资源分配失衡,设备共享率低

目前,高校实验室设备利用率存在显著差异。高校实验室调查显示,高端设备(如扫描电镜)日均使用时长不足4h,闲置率超60%,而基础设备却因排队冲突导致日均等待时间达2.3h,这种“旱涝不均”现象使设备全生命周期成本增加25%~40%。在设备共享方面,高校不同部门之间缺乏实验室设备共享机制,由于缺乏智能调度系统,不同研究组间的设备共享存在以下障碍:①预约冲突,人工排班导致32%的设备时段被重复预约;②权限管理混乱,未授权操作引发设备损坏的概率增加5倍,使用成本分摊纠纷,电镜等设备的机时费核算误差率达18%。在实验室设备能耗管理上,由于缺乏能耗监控,导致实验室设备能耗较大,增加了电量消耗,不利于高校资金的集约利用。

### 1.4 维护人员依赖性过高,存在知识断层与安全风险

现有的实验室设备管理与维护人员,面临技能断层危机。精密设备操作高度依赖资深技术员,但其培养周期需3~5年。例如,某国家级实验室因核心工程师退休,导致新购的原子探针断层仪(APT)闲置9个月,直接损失超800万元。在实验室设备维

作者简介:吴浩杰(1999~),男,陕西宝鸡人,本科,助理实验师,研究方向:计算机科学与技术。

护中,操作标准化不足。人工操作失误引发事故占比达设备总故障的42%,此外,现有的安全监控存在盲区,传统安防系统难以覆盖设备运行隐患。一些高校学生私自插入感染蠕虫病毒的U盘,实验室未禁用USB端口且无杀毒软件,容易引发病毒攻击导致数据泄露。例如,一些病毒通过局域网传播,加密了50台电脑的科研数据,勒索比特币解锁,严重影响了高校的信息安全。

## 2 人工智能技术在实验室设备管理与维护中具体应用

### 2.1 设备状态监测与异常检测

通过部署物联网传感器(振动、温度、电流等)与视觉检测系统(工业相机、红外热成像),实时采集设备运行数据。在技术实现方式上,使用卷积神经网络(CNN)分析振动频谱图像,识别轴承磨损、转子失衡等机械故障。利用人工智能建立多模态学习框架,融合声纹数据(麦克风阵列)与热力图(红外传感器),检测超声波破碎仪的探头空化异常。预警方面,在设备端部署边缘AI芯片,实现数据本地化处理与毫秒级响应。例如,某大学实验室部署了实验室管理系统(LIMS),实现自动监控,实时检测CPU温度、硬盘健康度,预警过热或故障设备,实验室设备故障率下降40%,利用率提升至75%。

### 2.2 预测性维护与剩余寿命评估

利用人工智能技术,建立时间序列预测模型,利用设备历史运行数据构建寿命衰减曲线,预测关键部件更换周期。采用Prophet模型,该模型适用于周期性明显的设备(如培养箱的加热模块),预测误差 $\leq 12\%$ 。对于非线性衰退数据(如质谱仪离子源的性能衰减),采用LSTM神经网络评估模型,能够对实验设备剩余寿命实现精准评估,在FDA某实验室的验证中,剩余使用寿命预测精度达89%。对于实验室设备故障针对,结合知识图谱与深度学习,实现故障的精准定位与解决方案推荐。构建包含5万+节点(故障现象、部件参数、维修记录)的领域图谱,并利用图神经网络(GNN),分析故障传播路径。

### 2.3 资源调度与使用优化

对于实验室设备使用不平衡的问题,利用智能排程算法,通过优化设备使用计划,解决高端仪器闲置与基础设备拥堵的矛盾。利用遗传算法,以设备空闲率、能耗成本、用户优先级为优化目标,某高校实验室的电镜使用率从31%提升至65%。利用AI强化学习,训练AI代理动态调整PCR仪预约时段,使日均处理样本量增加40%。在使用优化上,增加能耗智能管控,基于设备运行状态与环境参数,动态调节能源消耗。在采用技术方面,运用随机森林回归方法,预测不同时段实验室电力负荷,优化空调与通风系统联动策略。模拟超低温冰箱开关门频次对能耗的影响,制定最佳管理规程。

### 2.4 智能维护辅助系统

运用AR远程协作维护结合增强现实(AR)与计算机视觉,提升现场维修效率。在技术运用上,运用物体识别技术,通过眼镜自动识别设备型号并叠加3D维修指引,支持远程专家在虚拟界面标注故障点,维修时间缩短35%。随着人工智能技术的发展,开发具备AI视觉与机械臂的机器人,执行高危环境下的维护任务。对于一些放射性环境,采用AI视觉与机械臂的机器人处理放射性设备维护,人员辐射暴露量降低90%。

## 3 结语

人工智能技术已渗透到实验室设备管理的各个环节:从振动传感器数据中“听见”故障先兆,在数字孪生体中“预见”维护方案,通过AR眼镜“透视”设备内部结构。实际应用表明,AI可使设备综合效率(OEE)提升15%~30%,维护成本降低20%~45%。未来随着联邦学习、因果推理等技术的发展,实验室设备管理将向“零停机、零误差、零人为事故”的终极目标持续迈进。

## 参考文献

- [1] 胥刚,季金林,冯琦胜,等.人工智能技术在高校实验室与设备管理中的应用展望[J].高校实验室科学技术,2024(1):124-130.
- [2] 郑忱.人工智能在变电站设备维护管理中的应用案例研究[J].新潮电子,2024(11):148-150.
- [3] 路平.人工智能在电厂设备故障预测与维护中的应用[J].造纸装备及材料,2024,53(8):44-46.