

工科类实验室数字技术 及人工智能赋能实 验室安全管理典型案 例



CONTENTS

目录

01

实验室安全管理现状与痛点

02

数字技术赋能的核心思路与技术体系

03

典型应用案例

04

实施成效与价值体现

05

未来展望与推广建议

06

总结

01

实验室安全管理现状与 痛点



传统管理模式局限

人工监管为主，存在盲区

工科实验室（机械、电气、化学、材料等）场景复杂，设备密集、操作流程多样，人工巡检难以实现24小时全覆盖，易遗漏风险隐患

风险预警滞后

依赖经验判断，对突发安全事件（如设备故障、气体泄漏、火灾前兆）响应不及时，易导致事态扩大

数据碎片化：安全检查记录、设备运维数据、人员培训信息分散存储，难以形成闭环管理和趋势分析

人员管理难度大：师生流动频繁，安全培训效果难以量化评估，违规操作行为难以及时发现和纠正

工科实验室核心安全风险点



工业安全关键点概览

设备安全（高速旋转设备、高压容器、电气设备）、危化品管理（储存、使用、废弃）、环境安全（通风、温湿度、气体浓度）、操作安全（违规操作、防护不到位）

02

数字技术赋能的核心思路与技术体系



核心思路



实验室安全主动防控体系建立

以“预防为主、智能预警、闭环管理”为核心，通过数字技术打通“风险感知-智能分析-精准处置-持续优化”全流程，实现实验室安全管理从“被动应对”向“主动防控”转变

核心技术体系

物联网（IoT）：部署传感器、摄像头、RFID等设备，实现对环境、设备、人员的实时数据采集

人工智能（AI）

计算机视觉（行为识别、火焰/烟雾检测）、机器学习（风险预测、设备故障诊断）、自然语言处理（安全文档分析、智能问答）

大数据分析：整合多源数据，构建风险评估模型，实现趋势预测和精准管控

云计算与移动互联网：搭建云端管理平台，支持PC端、移动端多终端访问，实现远程监控和快速响应

03

典型应用案例



案例一：AI视觉赋能违规操作智能监管

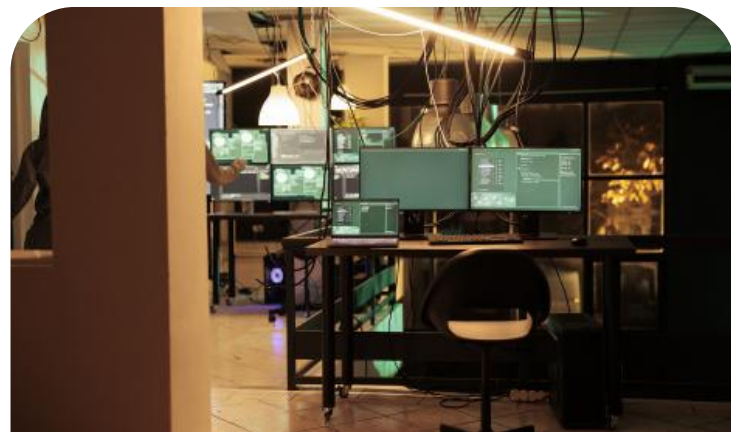


应用场景

机械加工实验室、电气焊接实验室等需规范操作的场景，重点监管未佩戴防护装备（安全帽、防护镜、手套）、违规动火、跨越安全围栏等行为

技术方案

部署高清AI摄像头，接入边缘计算节点，降低网络传输压力
基于深度学习的行为识别模型，通过大量标注数据训练，精准识别10+类违规操作行为，识别准确率 $\geq 95\%$
与实验室广播系统、门禁系统联动，实现实时预警



实施效果

违规操作发现响应时间从平均30分钟缩短至3秒内；通过实时语音预警和现场弹窗提示，违规操作发生率下降82%；自动记录违规行为并留存影像证据，为安全考核提供客观依据

案例二：物联网+大数据赋能危化品全生命周期管理

应用场景

化学实验室、材料合成实验室的危化品储存、领用、使用、废弃全流程管理



案例二：物联网+大数据赋能危化品全生命周期管理：2. 技术方案



危化品储存柜安装温湿度传感器、气体泄漏传感器（如有毒有害、易燃易爆气体）、RFID阅读器

单击此处添加项正文



危化品试剂瓶粘贴RFID标签，记录试剂名称、浓度、有效期、危险类别、领用人员等信息

单击此处添加项正文



云端管理平台整合数据，实现

- ① 储存环境实时监控，超阈值自动报警并联动排风设备；
- ② 领用审批电子化，避免违规领用；
- ③ 过期试剂自动提醒，实现闭环处置；
- ④ 危化品台账自动更新，无需人工录入

案例二：物联网+大数据赋能危化品全生命周期管理



实施效果

危化品管理台账出错率降至0；气体泄漏等风险隐患发现率提升100%；危化品违规使用、流失等问题得到彻底解决，通过教育部实验室安全专项检查验收

案例三：AI预测性维护 赋能设备安全运行



应用场景

大型精密仪器实验室（如电子显微镜、核磁共振仪）、高压设备实验室等，重点监控设备运行状态，预防设备故障引发的安全事故

案例三：AI预测性维护赋能设备安全运行：2. 技术方案



在设备关键部位（电机、轴承、管路）安装振动传感器、温度传感器、电流电压传感器，实时采集运行数据

单击此处添加项正文



构建设备故障预测模型

基于机器学习算法构建设备故障预测模型，通过分析历史运行数据和故障数据，识别设备异常运行特征，提前预测潜在故障（如轴承磨损、管路泄漏、电路过载）



平台自动生成设备维护提醒，推送至设备管理员移动端，明确维护内容和优先级

单击此处添加项正文

案例三：AI预测性维护 赋能设备安全运行

实施效果

设备故障停机时间减少65%；因设备故障引发的安全事故发生率降至0；设备维护成本降低30%，延长设备使用寿命15%以上



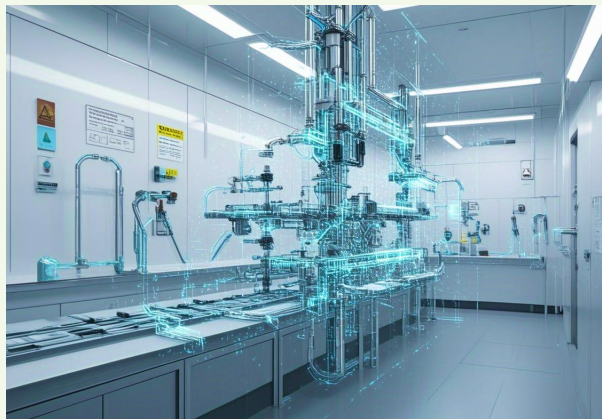
案例四：数字孪生实验室赋能应急演练与风险模拟



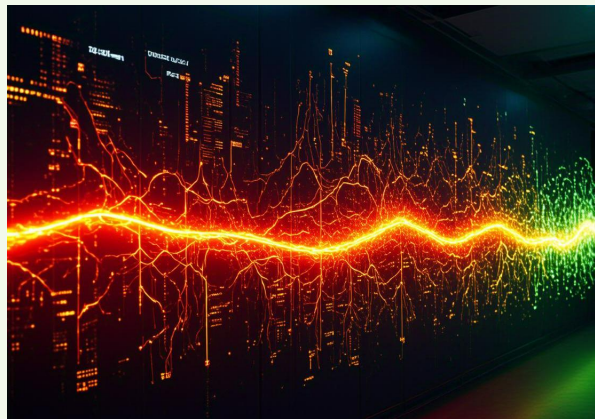
应用场景

实验室安全应急演练、复杂场景风险评估（如多区域火灾蔓延、危化品泄漏扩散模拟）

案例四：数字孪生实验室赋能应急演练与风险模拟：2. 技术方案



基于实验室实际布局，构建1:1数字孪生模型，还原设备、管路、安全设施（消防栓、应急通道）等关键要素



整合传感器实时数据，模拟火灾、气体泄漏等突发场景的扩散路径和影响范围



开发虚拟应急演练系统，师生可通过VR设备或PC端参与沉浸式演练，熟悉应急处置流程和疏散路线

案例四：数字孪生实验室赋能应急演练与风险模拟



实施效果

应急演练成本降低70%（无需实物耗材和场地清场）；师生应急处置能力评分提升68%；通过风险模拟优化实验室布局和安全设施配置，消除5处潜在重大安全隐患

04

实施成效与价值体现





安全防控能力显著提升

实验室安全零事故隐患全整改

● 实现实验室安全风险“早发现、早预警、早处置”，全年未发生一般性及以上安全事故，安全隐患整改完成率100%

管理效率大幅优化



智能管理提效明显

● 人工巡检工作量减少75%，安全台账整理时间缩短80%，设备维护响应效率提升60%，管理人员工作负荷显著降低

育人与管理协同增效

智能监管提升校园安全培训

通过智能监管和沉浸式演练，强化师生安全意识和规范操作习惯，安全培训覆盖率和考核通过率均达到100%，形成“技术赋能+全员共治”的安全管理氛围



示范推广价值突出

数字安全体系助力实验室管理升级

构建的数字安全管理体系可复制性强，已在本校3个工科学院、20余个实验室推广应用，为兄弟高校实验室安全管理升级提供可借鉴的方案

05

未来展望与推广建议



未来优化方向

深化AI模型迭代：结合更多场景数据优化行为识别、故障预测模型，提升复杂环境下的识别准确率

拓展跨系统联动：实现与学校智慧校园平台、消防系统、医疗急救系统的深度对接，提升应急处置协同能力

探索AI大模型应用：开发实验室安全智能问答机器人，为师生提供实时安全咨询、操作指导服务



推广建议

01

政策支持：建议教育主管部门出台相关政策，鼓励高校加大实验室安全数字化建设投入，设立专项扶持资金

02

资源共享：搭建高校实验室安全数字化技术交流平台，共享优秀案例、技术方案和模型算法

03

分步实施：针对不同类型、不同规模的实验室，提供差异化的数字化改造方案，降低推广门槛

06

总结



总结

数字技术革新实验室安全管

数字技术（含人工智能）为高校工科实验室安全管理提供了全新解决方案，通过“感知-分析-决策-执行”的智能闭环，有效破解了传统管理模式的痛点难点。未来，需持续深化技术创新与应用融合，推动实验室安全管理向更智能、更精准、更高效的方向发





THE END

谢谢