

# 基于传感信息集成化智能终端的实验室安全管理模式设计

池招招

(南京工业大学应急管理学院,江苏省南京市,210000)

**摘要** 大型重点化学实验室承担科研创新任务的同时,面临着设备仪器精密、物料危险性高、操作复杂等问题。针对大型重点化学实验室管理遇到的问题,设计了基于传感信息集成化智能终端的实验室安全管理模式。利用传感集成系统持续性地监测实验室人、机、物、环4个风险因素,并使用人工智能技术搭建的智能化终端实现超阈值预警、事故预测和应急决策建议,有助于实验室事故的预防以及事故发生后的快速响应。

**关键词** 传感信息集成;智能化终端;安全管理;设计

中图分类号:G647 文献标识码:B  
文章编号:1008-0899(2024)12-0030-02

## 1 引言

实验室是实验实践教学培训和科研创新的实现载体。实验室的实验设备、安全设施以及管理水平,能充分影响科技创新进展。除了对于实验室资产的保护、人员安全等方面的考虑,优化实验室的安全管理模式,对于提高科研创新水平大有裨益。

实验室智能化管理模式在逐步发展<sup>[1]</sup>,目前实验室智能化管理主要分为两个方向,一种是针对实验设备、实验物品和实验场所等方面的信息化管理模式,另一种是针对人员实验活动和实验环境的智能化监管。

针对教学管理、资产设备、数据填报以及实验耗材库存等,研究者们提出<sup>[2-3]</sup>使用物联网等手段实现信息采集及分析,实现实验室的智能信息化管理,使用智能门禁等硬件模块实现严格的实验室准入制度。上述管理模式对于人员实验活动的监管还不够到位,未能实现危险状态的智能识别和有效

控制。对此,许多学者提出基于大数据<sup>[4]</sup>、AI技术<sup>[5]</sup>、云计算<sup>[6]</sup>等技术手段,通过温度传感、烟雾报警等设备实现对危险源或者实验活动的监测,实现危险状态的智能识别及防范操作。如,Honghui Mu<sup>[7]</sup>提出针对实验室的温度、湿度和烟雾浓度进行数据采集,并将数据呈现于移动终端页面,同时由物联网手段进行设备及安全设施的操作控制。本文所提智能化管理模式也将通过实验室传感信息的集成分析,在智能终端进行数据展示及智能控制。不同的是,本文所提方案增加了红外热成像仪,并利用计算机视觉分析技术实现实验过程中危险动作及状态的识别。

针对大型重点化学实验室的危险特性,本文将从以下角度分模块进行基于传感信息集成化智能终端的实验室安全管理模式设计的介绍:为深化实验室智能管理的技术路径,将不同传感器的数据进行汇总集成,包括有毒有害气体监测、可燃气体检测、烟雾传感、红外热成像等数据。拟使用集成化智能分析系统,对传感器数据进行分析研判,监控实验室中人的不安全行为和失误、物的不安全状态和不安全的环境系统,并由分析系统给出应急决策建议。通过此模式,完成对实验室多角度、全方位的安全监管与事故处置决策。

## 2 基于传感信息集成的智能终端设计

### 2.1 总运行框架

基于传感信息集成的智能终端总体运行框架

基金项目:南京工业大学,2023年校级教改项目(编号:20230258)。

作者简介:池招招(1996~),女,汉族,浙江温州人,硕士,助理实验员,研究方向:实验室建设及安全管理。

如下:通过可燃/有毒有害气体监测仪、烟雾传感器、红外热成像仪、监控系统等对实验室数据等进行采集,并将采集信息传输到PC端的传感信息集成智能分析系统。每次实验前,在系统中输入实验涉及的药品,并从数据库中调取实验流程,保证智能分析系统能够针对不同实验涉及的危险化学品以及操作过程进行危险性判断。实验过程中,智能分析系统对可燃/有毒有害气体监测仪、烟雾传感器的异常值进行报警并记录,研判是否对设备进行开闭操作,并由联锁装置实现该功能。红外热成像仪获取的热成像信息和监控画面则通过计算机视觉技术进行处理,分别获得目前实验室不同区域温度状态和危险行为等情况,若实验室升温异常或者有危险行为,则进行告警并记录。除此之外,经过计算机视觉技术处理的热成像信息和监控画面可应用于可燃气体分析模块,综合判断是否会发生火灾爆炸事故。最终系统结合可燃/有毒有害气体浓度、烟雾信息、热成像信息和监控画面等,综合研判事故类型,并给出应急处置决策及建议。

在投入使用前,分析系统应当存有实验室涉及的各类实验流程、化学品MSDS表格、应急指挥、任务分配方案、人员疏散方案、事故处置流程等内容,以便分析决策时对相应内容进行调取。

## 2.2 可燃/有毒有害气体分析模块

可燃气体分析模块根据实验开始前输入的实验药品信息,明确实验过程中出现的可燃气体,后台数据库调取相应的化学品MSDS表格<sup>[8]</sup>,获取可燃气体的爆炸极限、最小点火能、引燃温度等信息。结合可燃气体监测仪得到的可燃气体浓度,判断是否达到爆炸极限,并根据红外热成像仪得到的周围温度,以及监控系统检测到的异常情况明确是否有点火源。最终综合气体浓度、周围温度和点火源,判断是否会发生燃烧爆炸。并由MSDS表格中的消防措施及泄漏应急处理提醒实验及管理人员后续应急处置措施。如:乙炔气体爆炸下限2.1%,上限80.0%,引燃温度305℃,判断气体检测仪得到的气体浓度是否在该浓度范围内(鉴于气体检测仪距离泄漏点有一定距离,因此爆炸极限范围需要进行修正),此时若周围温度达到305℃或者有点火源,则判断可能事故类型为爆炸事故。

有毒有害气体分析模块较可燃气体分析模块

简单,同样根据实验开始前输入的实验药品信息,明确实验过程中可能出现的有毒有害气体,一旦由有毒有害气体监测仪检测到发生泄漏,则进行异常告警,并根据MSDS表格的急救、防护和泄漏处理的内容对实验人员及管理人员进行提示。

## 2.3 红外热成像分析模块

红外热成像仪对整个实验室的温度进行监测,得到实验室空间的全局热能图像、升温速率和温度数据,系统根据实验前输入的实验药品及调取的实验流程,设定某些部位的温度及升温速率为正常值。通过计算机视觉技术实现分区域判定,判定不同区域温度是否超过阈值,除设定部位之外的其他地方若升温速率或温度异常,则进行报警并记录,并通过联锁装置实现设备的开闭。例如,进行实验时,反应釜中液体的反应温度200℃是正常温度的话,那在系统监测过程中,该部位不超过这个温度即为正常。除该部位之外的其他地方若升温速率或温度异常,则进行报警记录。

## 2.4 监控系统分析模块

监控系统分析模块工作原理为:监控画面不仅在大屏上实时显示,便于管理人员查看相关情况,也将实时传输至数据分析系统,使用计算机视觉技术实现对实验室操作人员的确认和人数记录;实验操作行为分析,判断是否有异常操作或者跌倒等受伤行为;其他异常情况检测,如实验操作过程中,是否有人员离岗等。若遇到上述异常情况,则将该画面传输至EasyCVR平台,方便观看、回放和告警推送等操作。系统记录的实验室操作人员及人数信息可用于事故发生时的救援处置。若有危险操作行为或者异常情况,将提示管理人员,且信号会传送至可燃气体分析模块。对操作违规人员进行记录,被记录超过一定次数的人员将予以警告,并要求重新进行实验室安全考试。

## 2.5 应急处置模块

由智能分析系统得到事故定位、事件情况汇总以及事故初步研判等信息,并进行应急决策。应急决策包括三个部分,应急指挥-任务分配,人员疏散方案,事故处置流程,这三个方面的内容应当在实验室投入使用前进行编制,并输入到智能分析系统,在发生事故时为管理人员提供决策依据。人员疏散方案根据实验室危化品种类、人(下转第34页)