

# 基于物联网云平台大数据技术的实验室安全管理

郑劲松

浙江工业大学机械工程学院, 浙江 杭州

收稿日期: 2022年4月19日; 录用日期: 2022年5月23日; 发布日期: 2022年5月31日

---

## 摘要

针对当前高校实验室安全管理普遍存在的管理模式落后、管理效率低下、安全隐患难以消除的难题, 提出了一种融合全域设备互通互联、整场实时监测、智能化管控、信息化运维和物联网云端教育平台的五位一体的实时智能实验室安全管理系统模式。通过利用现有成熟的传感技术、物联网、云服务器及大数据分析技术, 实现实验室安全管理全时全域智能化管理, 有效提升实验室安全管理水平, 满足实验室高效运行需求, 为实验室安全提供强有力的保障。

## 关键词

物联网, 大数据, 实验室安全, 传感技术

---

# Laboratory Safety Management Based on Mass Data & IOT & Cloud Technology

Jinsong Zheng

College of Mechanical Engineering, Zhejiang University of Technology, Hangzhou Zhejiang

Received: Apr. 19<sup>th</sup>, 2022; accepted: May 23<sup>rd</sup>, 2022; published: May 31<sup>st</sup>, 2022

---

## Abstract

In view of the problems that the traditional management concept and management mode are widely used in university laboratory safety, such as backward management means, low management efficiency and being difficult to eliminate various potential safety hazards, a laboratory safety management mode of real-time monitoring, integral management, intelligence and networking is proposed. By using the existing mature sensing technology, Internet of things, cloud

server and big data analysis technology, realize the full-time and global intelligent management of laboratory safety management, effectively improve the level of laboratory safety management, meet the needs of efficient operation of the laboratory, and provide a strong guarantee for laboratory safety.

## Keywords

IOT, Mass Data, Laboratory Safety, Sensor Technologies

Copyright © 2022 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

近年来随着我国加大科研经费投入, 全国高校的教学科研各类实验室建设力度非常大, 实验室的数量越来越多, 实验室的规模越来越大, 实验室种类越来越全, 实验仪器设备数量也得到快速扩增。另外, 高校实验室往往承担各个领域的前沿的研究探索, 未知因素多, 科研任务重, 专业性和复杂性高, 安全隐患多, 安全管理难度大, 实验室安全事故出现的数量呈现上升的趋势[1] [2]。近年来, 虽然国家层面和学校层面都加强了实验室安全检查力度, 但实验室安全事故频有发生。利用新技术加强实验室安全管理, 规避安全隐患, 保障实验设备高效安全, 保护科研人员安全, 保证教学科研工作的正常进行, 已变得刻不容缓。

国内高校和科研院所在实验室安全建设和管理方面目前相对比较落后, 大多数单位尚处于实验室安全建设和管理的初级阶段[3] [4]。在各种实验仪器设备高频复杂作业的实验室内, 保障实验室安全运行大都还是靠传统管理模式: 设立实验室规章制度和实验室安全人员, 很少有安全监管体系和安全检测设备, 安全监管基本依赖安全员日常巡检和上级单位抽检。但是随着实验室种类越来越多, 仪器设备越来越复杂, 专业性越来越强, 对于安全巡检人员很难掌握全部安全风险点, 导致巡检和抽检很多都流于形式。事实上, 保证实验室安全有序运行, 参与实验任务和操作实验仪器的实验技术人员才是关键核心。只有充分加强他们的安全责任意识, 提高他们对于实验室安全的主观能动性, 才能从根本上保证实验室的安全有序运行。随着大数据、云计算、物联网技术的快速发展, 如何构建一种实验室信息高度共享、实时全域监管、高效安全可控的智能化模式, 从被动层面和主动层面加强实验参与人员的安全责任, 推动高校实验室安全管理的科学化、规范化、高效化和网络化, 成为研究的主要方向之一[5] [6] [7]。本文重点介绍利用目前的物联网技术、云平台及大数据分析技术, 对实验室安全管理进行系统设计, 并结合我国的实验室管理现状, 对其改进方法和措施进行讨论。

## 2. 仪器设备智能化、物联网化改造

实验室安全, 首先要保证环境、人、物的安全, 需要利用各种传感器技术进行基础信息数据的采集, 能有效接入物联网, 这是基础。这里的物通常就是指实验用到的仪器设备。利用传感器技术和智能设备软件, 保证每一台仪器设备都是物联网中一个智能节点, 采集最基础的数据信息。非仪器设备的物品, 如危化品、有毒物品的存储容器, 可以通过 RFID 电子标签、二维码识别等技术被安全卫士机器人上的接收装置所识别, 存放位置也可以通过做标记被安全卫士机器人识别, 保证不能随意存放。环境中的有

毒气体等环境监测，目前也有很多相关的传感器可以采用。所有的仪器设备和传感器数据都通过物联网模块可以被安全卫士机器人所采集、存储、处理，如图 1 所示。

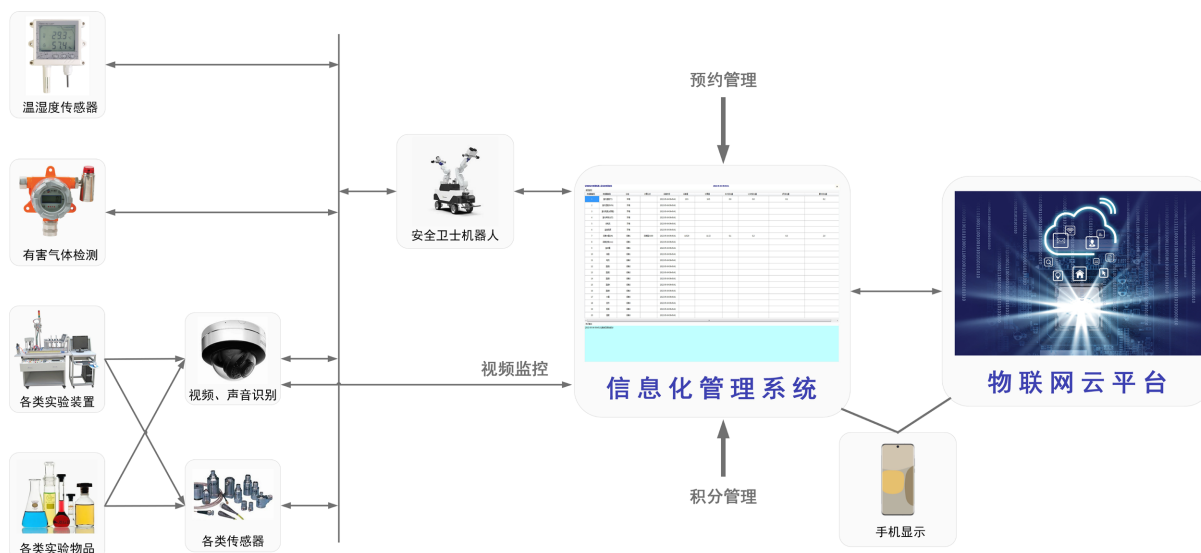


Figure 1. Overall system frame diagram

图 1. 系统整体框架图

### 3. 实验室安全卫士机器人引入

用传统方法对高校的实验室安全进行管理时，主要还是依靠以实验室管理人员为主体的人工安全检查来确保实验室的安全，实验室的安全系数高低程度与管理人员的安全管理重视程度与细致程度密切相关。实验室安全卫士机器人基于传感器技术及物联网等信息化技术，可以把实验室管理人员解放出来，让他们做自己擅长的工作，从而提高实验技术人员的积极性。

实验室安全卫士机器人能够 24 小时实时自动监测保障实验室安全的方方面面安全因素。正常状态下可以不定时进行语音安全提醒；当监测到异常情况发生时，系统自动启动应急处置程序，确保实验室以及实验设备和开展实验活动的实验人员的安全。例如，一旦实验室的环境条件如温度、湿度、照明度、空气等的采集值超出限定范围，出现异常情况，系统便会在第一时间自动发出指令，通过控制安置在实验室中的各种智能反应装置，来解除相应的安全隐患。

要引入实验室安全卫士机器人，首先需要对实验室及实验室内关键设备进行智能化改造。通过对检测设备工作状态、故障状态的采集，温湿度传感器、光照度传感器、电源质量传感器、气体传感器等信号的采集，通过图像处理技术对于一些物品识别和位置识别，这些信息再利用物联网数据节点传输至安全卫士机器人，试验人员可通过显示控制终端或手机 APP 实时了解实验室安全状态。安全卫士机器人建立基于数据流、控制流和网络流的信息聚合框架，通过制定原子可疑状态特征和规则，实现对实验室试验设备综合感知信息的聚合，将完整试验的信息汇聚到每个实体中，通过将图模型转换为向量集合，实现试验过程状态监测特征抽象；基于协同半监督的训练机制和基于机器学习的试验过程检测模型构建方法。安全卫士机器人建立专家库接口，建立规则和专家专业知识模型，利用神经网络进行自学习等，对整个采集信息进行加工处理，形成报警或决策，保证实验室整体安全。

实验室安全卫士机器人是基于物联网、5G、大数据分析、人工智能、和先进技术的检测设备，构建成为一个具有智能感知、各种信息深度融合，并能科学自主决策和分析、实现多业务综合集成的实验室安

全管理机器人。实验室安全卫士机器人分为：信息感知，深度学习智能决策，执行机构三部分。

### 3.1. 信息感知

#### 3.1.1. 设备监控

通过物联网技术，对所有的检测设备运行状态和故障状态的实时监控、并自动记录设备使用状态和设备的使用人员建立数据互通。

#### 3.1.2. 环境监测

实现对给排水、空调、通风、净化、照明、隔声、供电、接地、气体、粉尘等环境要素实时监测、环境数据分析和智能调节。

#### 3.1.3. 视频监控

利用 RFID 和二维码，采用图像处理技术等手段，监控危化品，有毒物品等的存放位置。也可以采用北斗技术的容器存放这些物品，高精度全方位监控物品在使用过程中的位置。保证在人员离开实验室后物归原处。

### 3.2. 深度学习智能决策

利用图像识别、音频/语音/声音识别、室内定位、生理和心理状态检测获取深度学习基础内容；采用深度学习模型，对于内容和内容中隐含的关于在过去的经验，进行无监督的特征提取和有监督的网络训练相结合，深层特征提取、多层学习和表达能力，拟合复杂的规律，利用深层神经网络良好的记忆、联想、泛化和并行计算能力，对实验室所采集的数据进行分析与管理，并总结经验、发现规律、预测趋势，为各种决策提供数据依据，实现对决策方案的快速预测和评估。

### 3.3. 执行机构

对检测结果进行响应动作的执行机构。实现实验室的设备、环境等所有方面的危险源的安全预警和相关事故的处理。安全预警可以采用实验过程中进行随机安全知识提问(如：可以询问实验人员实验室安全员姓名，紧急救援电话等)，在出现可疑或问题操作是，进行语音提醒，严重问题甚至可以推送到实验室指定安全管理员手机中，进行提前干预。

实验室安全卫士机器人的资源管理平台支持模块化设计，方便集中管理物联网设备，如：温湿度传感器、光照度传感器、电源质量传感器、温度传感器、水浸传感器、接地传感器、噪声传感器、风速传感器、粉尘传感器、气体传感器、开关量传感器、模拟量传感器等设备的上下线、授权激活、添加删除功能，制定联动策略将营造智能应用场景，既人性化又智能化，给用户良好的体验效果。

## 4. 信息化管理系统

信息化管理系统，可部署在公有云、私有云和实验室局域网等，集检测设备集中管理、智能物联策略、便捷基础运维、数据分析系统于一体，精细化的设备管理和联动设置的人性化，满足智慧实验室的安全需求。资源管理平台支持各类物联网终端，支持透传，通过用物联网关，实现实验室各种类据的采集分析，并联动物联网执行设备，构建各种智慧实验室应用场景。

### 4.1. 预约管理

预约管理利用互联网技术，采用 B/S 框架，让实验室管理纳入信息化管理系统。预约管理让实验室管理更加有序，透明，高效，也提升了用户的体验度。同时，学校通过对系统中实验室和实验设备的预



约情况统计,可以实时掌握校内实验室和实验设备的使用情况,为实验课程设置和实验设备采购的科学决策提供依据。实验预约系统纳入实验室安全管理信息化系统,打通了实验预约和实验操作安全资格认证,也为后续实验安全管理提供了基础。在实验预约平台,对于安全操作资格不够的人员,预约系统会提醒用户需要哪些资格积分,通过何种途径获得,或者进行主动推送,用户可以在平台上进行安全学习。预约管理系统方便实验室安全员进行黑名单管理和积分管理。

## 4.2. 积分管理

让参与实验室的操作人员,安全管理员都纳入积分管理系统,类似学分管理。采用线上积分和线下积分管理。线上积分管理可以参考学习强国平台形式,采用阅读安全知识文章,实验室安全案例,视频等学习资料,采用安全知识竞赛,游戏等形式提高趣味性,实施分类积分,以确定每一个类别的资格参考。分类积分可以分为:危化品积分、高温高压类积分,用电安全积分,有毒物品管理积分等。为了规避积分流于形式,可以在学习后进行安全知识考试,安全知识综合训练获得积分。积分获得渠道可以是安全知识线上阅读和观看,安全知识问答,安全知识竞赛和游戏,线下已培训获得的认可证书(需经过安全管理员认可获得相应积分,谁审核谁负责原则)。分类积分还采用积分失效如和积分奖励和惩罚扣分管理,如长时间不学习或不培训,部分积分就可能失效,在实验中被安全卫士机器人或实验室安全管理员发现问题,就进行相应积分的扣除。

积分用作进入实验室唯一资格认证。如果实验人员在进行某个实验室预约时,系统会自动匹配相关类别积分或必修积分,是否符合要求进行审核。如果没有达到要求,则预约系统进行智能提醒实验人员进行何种途径,参加何种培训或线上学习。对于某些特别重要的实验室,可能还要通知相关实验室安全人员进行现场陪同,有些实验操作可能需要多个人员在场,每一个人员都需要达到相应的积分要求,才能在预约系统预约成功。同样在进入实验室时,可以通过人脸识别等技术进行相应的身份认证和积分认证,杜绝无关人员进入,实现全方位的,全程无人化监管。

## 4.3. 视频监控

利用智能视频监控设备,对参与实验活动或安全管理人员进行视频监控,视频自动保存,以便事后分析调查。视频设备采集的视频图像、移动视频、语音、报警等全部信息,能在监控管理平台的显示设备上集中、综合、同时显示。能够体现监控信息与其物理位置的对应关系,并可分别显示监控信息和物理位置。视频监控能有效提高实验参与人员和实验室安全管理员的责任意识。

## 5. 物联网云平台

保障实验室的安全平稳运行,除了需要健全和完善实验室安全管理措施和安全管理手段,提高实验室安全管理信息化、智能化水平之外,对广大开展实验实践活动的参与者和实验室安全的管理者有必要开展知识全面、内容丰富、手段多样的实验室安全教育,使他们能够全面掌握实验室安全管理制度、实验的正确操作流程、实验设备的安全使用规范以及实验室的安全逃生知识,提高实验室安全防范和应变能力,将灾害事故发生的概率降至最低,确保实验室人身和财产安全。

在物联网、云计算技术及虚拟现实技术迅速发展的环境下,我们可以带上特制 VR 设备,就可以感受虚拟环境中的实验室现场,应用于实验室安全教育,可以使学生身临其境地直面各种危险情境,并采取相应措施,极大地提高了安全教育的效果;在数据层面可以与所有实验室设备、设施打通,人们佩戴 VR 设备就可以看到实验室实际状态,我们可以进行“身在现场”的远程操作。另外,我国已于 2013 年启动开展国家级虚拟仿真实验教学中心建设战略,把一些高危的可以用虚拟仿真技术实现的实验,放到

物联网平台，对于实验室安全运行，意义重大。

数字化的实验室安全教育平台能够为师生提供在线的、便捷的、交互式的自主学习平台。该平台针对实验室安全制度教育、实验操作流程教育、实验设备使用教育以及安全逃生知识教育等方面的学习文献资料进行数字信息化处理，采用包括文字、声音、视频等多种媒体展现形式，根据实验室安全教育知识内容的不同，建立不同的媒体知识库。开发基于 Windows、ios、安卓等系统移动手机终端 APP 应用或微信公众应用平台，师生借助手机等移动终端可方便地阅读、浏览这些电子文献资料或视频教程，自主学习实验室安全知识，更迅捷地掌握实验室安全知识。在实验室安全教育信息平台中可建设实验室安全知识在线测试考核系统，在预先建立的实验室安全知识题库中，系统可以随机生成测试题目，系统自动完成答卷评改打分，纳入积分管理系统。

## 6. 结语

基于大数据、云计算和物联网等技术基础构建的实时智能实验室安全管理系统，规避了传统实验室安全管理中仅仅靠规章制度和安全管理人来保证的很多的不足，充分发挥基于万物互联、实时全程互联的大数据云计算的优势。让实验室安全管理技术人员更专注于影响实验室安全的危险因素，实现人与大数据安全管理平台优势互补，让实验室安全更加细致，更加智能，值得在更广范围内推广应用。

## 参考文献

- [1] 贾贤龙. 高等学校实验室安全现状分析与对策[J]. 实验室研究与探索, 2011, 30(12): 193-195.
- [2] 谷长栋, 房迪, 王玉萍, 等. 浅谈高校实验室安全管理[J]. 实验室研究与探索, 2010, 29(10): 178-180.
- [3] 阳富强, 朱伟方. 基于 WSR 方法论的高校实验室安全管理[J]. 实验技术与管理, 2017, 34(3): 249-252.
- [4] 黄坤, 李彦启. 我国高校实验室安全管理现状分析与对策[J]. 实验室研究与探索, 2015, 34(1): 280-283.
- [5] 周春月, 闫子淇. 基于物联网技术的智慧实验室架构研究[J]. 实验室研究与探索, 2014, 33(5): 239-243.
- [6] 崔贯勋. 基于物联网的实验室智能化综合管理系统设计与实现[J]. 实验室研究与探索, 2015, 34(11): 217-218.
- [7] 田光兆, 顾宝兴. 基于移动互联网的实验室开放式设备管理机制研究[J]. 教育教学论坛, 2016(10): 13-15.