



安全智慧管理系统

高校应用版

南京鼎瑞能源科技有限公司

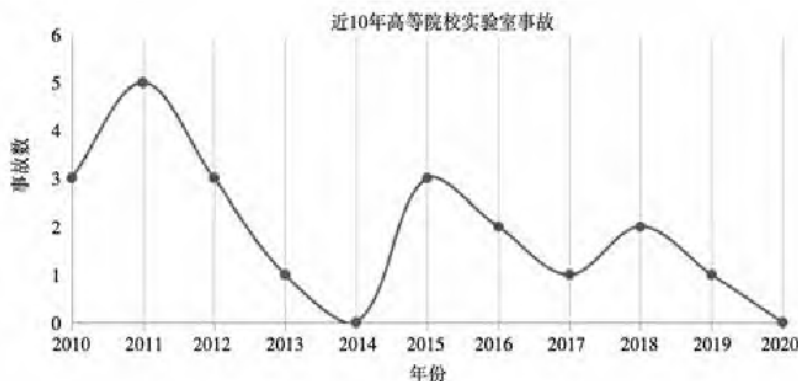
“智能+”时代背景下高校实验室安全智能管控系统

实验室是高校教学科研活动的重要场所，做好实验室安全防范不仅是建设平安和谐校园的重要基础，更是培养高素质创新型人才的重要保障。近年来，高校各类教学科研实验室无论从规模还是质量上都有了大幅提高，同时实验室安全管理工作也面临着更大的挑战和更高的要求。尽管目前我国高校实验室安全管理理念和制度建设越来越完善，但安全事故却仍时有发生。

因此，借助“智能+”的科技手段排除“制度+人防”的漏点，成为除管理理念和制度化建设之外的重要辅助手段。基于此，以现代信息技术、智能技术为依托，建设“开放、共享、实用、标准、安全”的高校实验室安全智能监测与管控系统，利用物联网、大数据等新一代信息化技术，以先进的机防手段辅助传统的人防模式，用于实验室用电和环境安全的监测来实现高校实验室的科学化、信息化、智能化、数字化。用“智能+”先进技术为实验室安全理念从“要我安全”向“我要安全”“我能安全”转变提供保障，为师生员工营造更加安全和优质的工作环境和实验环境。

高校实验室通常涉及的专业和研究方向种类多，一般将实验室分为化学类、生物类、物理类、机械类及其他类 5 种类别。按职能实验室分，主要分为：教学类职能实验室（包括各级各类实验教学示范中心等）、科研类职能实验室（包括各级各类重点实验室、工程研究中心、工程技术研究中心、创新中心等）、创新创业类职能实验室（如各级创新创业教育中心和基地等）、国际联合类实验室等。

传统的实验室管理是用制度夯实责任，用责任约束人，制定完善学校实验室安全管理规章制度，明确各级安全责任，形成学校-学院-实验室-实验人员四级实验室安全责任体系，“谁使用、谁负责，谁主管、谁负责”层层落实安全责任，确保安全责任“横向到边，纵向到底”，签订实验室安全责任书，明确校领导、职能处室、二级学院、学院安全员、实验室主任、实验人员的安全责任，确认研究生导师对研究生和本人科研室的安全责任，确认实验讲课教师对实验学生的安全责任、实验学生个体的安全责任。层层分解安全责任，克服工作惰性，落实到每一个人，每一个房间。



高校实验室安全状况从2010到2020是这样的：10年全国高等院校发生的21起实验室事故，共造成6人死亡，多人受伤，具体分布年份上图所示。

发生的21起实验室事故主要包括爆炸、火灾等类型。对事故发生的原因进行分析，引起实验室火灾的原因主要有线路老化、设备没有及时维修、实验后未按规定关闭电路等。引起实验室爆炸的原因主要是实验过程中操作不当、废弃物处置不当、气体泄漏、违反操作规程、设备故障等。在以下案例我们可以看一下：

案例一：2010年，昆明理工大学莲花校区矿业大楼六楼的电化学综合测试室发生火灾，原因就是学生结束实验后忘记关闭电路导致的。2010-06，宁波某大学一重点实验室发生大火，事故原因为两名粗心的学生在该实验室做实验，用电磁炉熔化石蜡时暂时离开了一会，结果发生了火灾；2016年1月10日，北京化工大学科技大厦实验室冰箱起火，原因是电线短路。

案例二：2011年9月，华东理工大学学生进行实验过程中发生爆炸，实验中学生未按要求在实验过程中落下通风橱，并且没有穿防护服，造成重伤。2011-09，某理工大学实验室发生爆炸，该事故是由于做实验的学生在添加双氧水和乙醇时，未按照要求拉下通风橱门，学生未穿戴个体防护服，最终导致2人受伤。

案例三：2012年南京某大学一实验室发生甲醛泄漏，虽然未造成人员伤亡，但也反映出高校实验室安全管理中存在的问题。2015-12，北京某大学化学系实验室发生一起爆炸事故，导致1名博士研究生死亡，事故原因为没有意识到氢气有泄漏，从而在高温实验中引发氢气爆炸。

安全是学校头等要紧的大事，没有安全，教育改革发展无从谈起，学生成长成才也无从谈起。高校实验室是人才培养环节中提高学生实践动手能力的一个重要环节，同时也是学生参与教师科研项目、参与社会服务的重要场所。如何保障实验室安全、实现高效稳定运行，已成为实验室管理及使用人员面临的一个重要挑战。

一、系统构架

针对实验室安全管理存在的技防手段不足、预警水平较低以及实验室安全全要素、全流程、全过

程管控不足等问题，实验室安全智能监测与控制系统基于“三全要素”理念（如图1.1 ），从人、物、环、管进行多维监测，对实验室进行安全预警和应急。

实验室安全实现了全方位感知，系统采用物联网技术、人工智能 AI 算法、AR/VR 等现代信息技术，实现了人员与危险源管理、环境监测与安全设施控制、应急通讯与指挥等各项功能，有效解决了假期、周末、夜间等无人值守时面对的各类突发情况，大大提高了实验室安全技防水平。

全方位感知是有安全监测与控制终端、无线传输、手机APP、网络客户端、监控大屏组成。并建立统一的平台管理系统对智能化实验室实施科学化管理

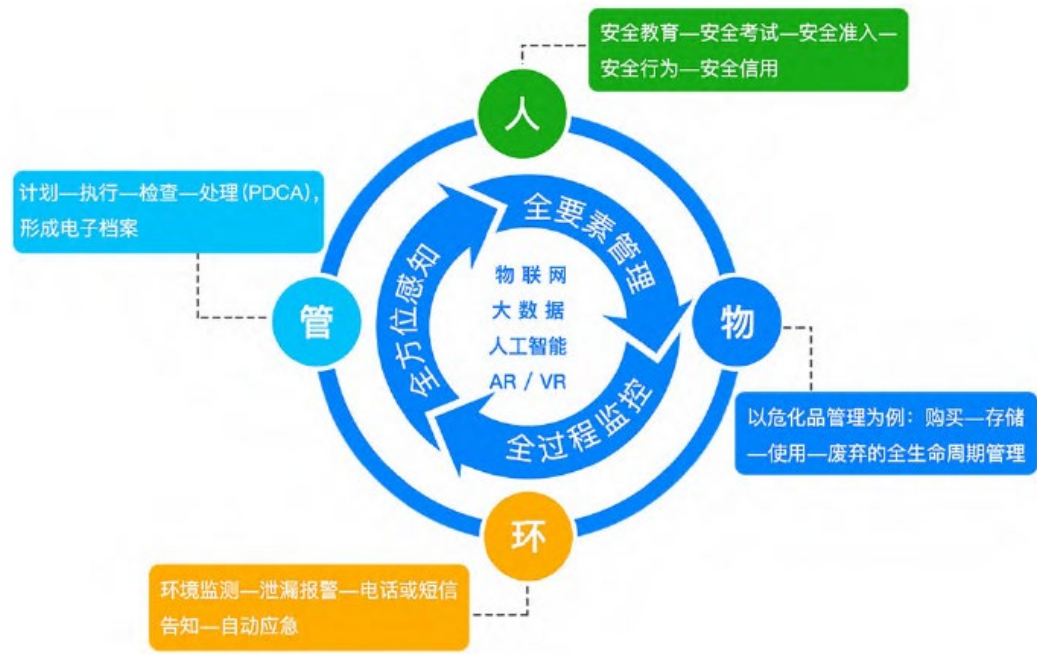


图1.1 “三全要素” 理念图

实验室安全智能监测与控制系统是一款集硬件资源、一体的智能化管理系统。实验室安全实现了全过程管控。根据影响实验室安全的人、物、环、管四大影响因素，实现了每类要素的全过程管控。在人员管理方面，系统通过安全教育—安全考试—安全准入—安全行为—安全信用等方式实现；在危险源管理方面，系统通过监管购买—存储—使用—废弃的全生命周期流程实现。在环境监控方面，系统通过环境监测—泄漏报警—电话或短信告知—自动应急等方式实现；在管理方面，系统通过计划—执行—检查—处理（PDCA）等方式实现，最终形成电子档案。

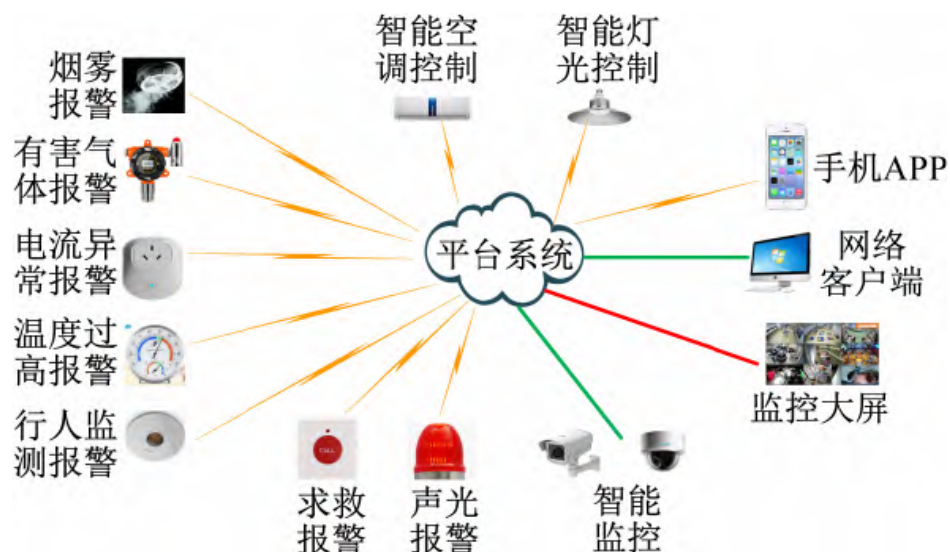


图1.2 平台系统结构图

1，实验室安全监测项目：

（1）智能烟雾监测。实验室通过安装智能烟雾监测系统，自动监测实验室烟雾浓度。当实验室发生火灾等情况时，系统能自动监测并发出报警信息。

（2）智能气体监测。实验室通过安装智能气体监测系统，自动监测实验室有害气体浓度，当实验室出现有害气体泄漏等情况时，系统能自动监测并发出报警信息。

（3）智能电源监测。实验室安装多个智能电源控制器，可以实现远程查看电源状态，实时监测设备能耗，实现用电设备、回路运行情况可控、可监、可测、可视。远程控制设备电源的开关等功能，开关电源的权限可以设定，有效帮助实验室管理员掌握实验室设备使用情况和安全管控设备。当智能电源控制器监测到设备电流异常时会及时断电，同时发出报警信息。能够识别用电设备的特征以防恶性负载在实验使用。（如冬天防止不安全取暖器在实验使用）

（4）智能温湿度监测。实验室通过安装智能温湿度监测器，可以实时监测实验室的温度和湿度。在实验室温湿度异常时，自动发出报警信息，并能自动开启空调降温和通风换气设备。

（5）行人防闯入监测。通过在实验室安装行人监测系统和门窗红外监测系统，可以对非法侵入实验室的行为进行监测，对布防时间实验室行人活动情况进行监测，对非法侵入行为发出报警信息。

（6）实验室智能门禁管理。该功能主要用于识别实验室使用人员身份，符合要求才获准进入，以确保实验室的安全。门禁系统采集器利用 RFID 射频技术识别目标标签并获取相关信息，并和数据库中信息进行比对，信息一致，便获准进入实验室。

（7）实验室智能监控。实验室安装了摄像机，实现对实验室的监控，指导老师或实验室管理员可通过网络客户端或手机App，远程查看实验室监视频。

2，实验室智能控制要素：

（1）智能灯光控制。实验室通过安装智能灯光控制器，实现远程查看灯光的开关状态，控制灯光的开关，实现行人进入实验室时自动开灯和离开实验室时自动关灯的功能。

（2）智能空调控制。实验室安装了智能空调控制器，系统可以远程查看实验室空调开关状态，

实现远程开启空调、关闭空调和设定空调温度等功能。通过与温湿度监测系统联动，在实验室温度超过设定值后，自动开启空调降温。

（3）实验室设备控制。实验台用电安全可控，1KW以上用电设备安全可控，新风系统安全可控等。

3，报警信息处理要求：

（1）紧急求救按钮。每个实验室都安装有紧急求救按钮，当学生在实验室发生危险情况时，可以按实验室的紧急求救按钮发出求救信息。

（2）智能声光报警器。实验室的每层楼都安装有智能声光报警器，当实验室发生火灾、有害气体泄漏或学生按紧急求救按钮等情况时，会将信息发送给智能声光报警器。智能声光报警器会闪光，并发出刺耳的报警声，提醒楼道内其他实验室的人员注意安全并及时撤离。安全应急处理系统建立了整个实验室安全应急处理流程，当实验室环境安全监测设备监测到实验室发生火灾、有害气体泄漏、设备电流异常、实验室温度过高和行人非法侵入等情况时，会自动将信息上传到中心管理系统，中心管理系统将信息发送到监控大屏或安全人员的手机APP，安全人员在收到信息后，通过实验室智能监控视频对危险信息进行确认，并与现场人员进行电话沟通，第一时间作出安全应急处理。

二、工程技术实现中的关键装置

1，智能柔性终端控制板卡（如图2.1 所示）

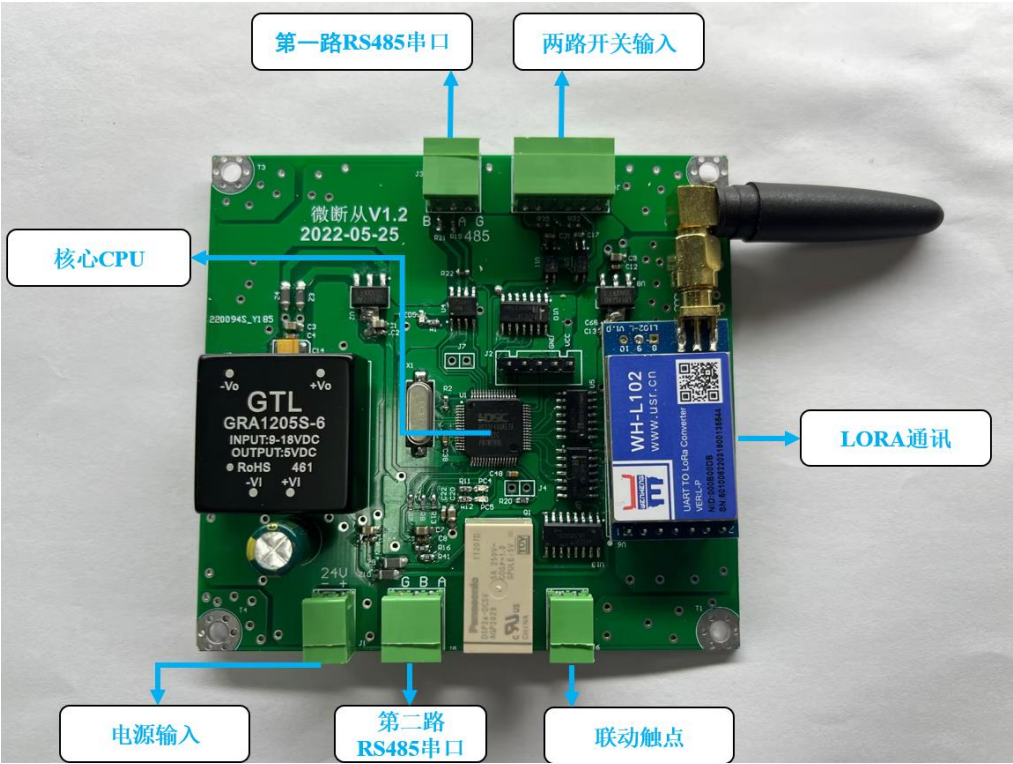


图2.1 智能柔性终端控制板卡

智能柔性终端控制板卡有24V电源输入，两路RS485串口，两路开关量输入，LORA无线通信接口，一路联动触点输出，CPU按程序管控外设硬件在设备层通过RS485串口或开关量输入接口读取不同功

能传感器的，控制用电设备开或关，用LORA无线通道与主控器报文交换。

2，智能微断装置（如图2.2 所示）

除常规功能外，还具备以下功能：

恶性负载监控，漏电智能试跳，接触电阻异常判别，多重保护（过载双重保护路双重保护、漏电双重保护、过温保护），有序用电，电能计量，故障原因语音播报，绝缘监测，零地带电告警，夜间负荷管理，断零监测。

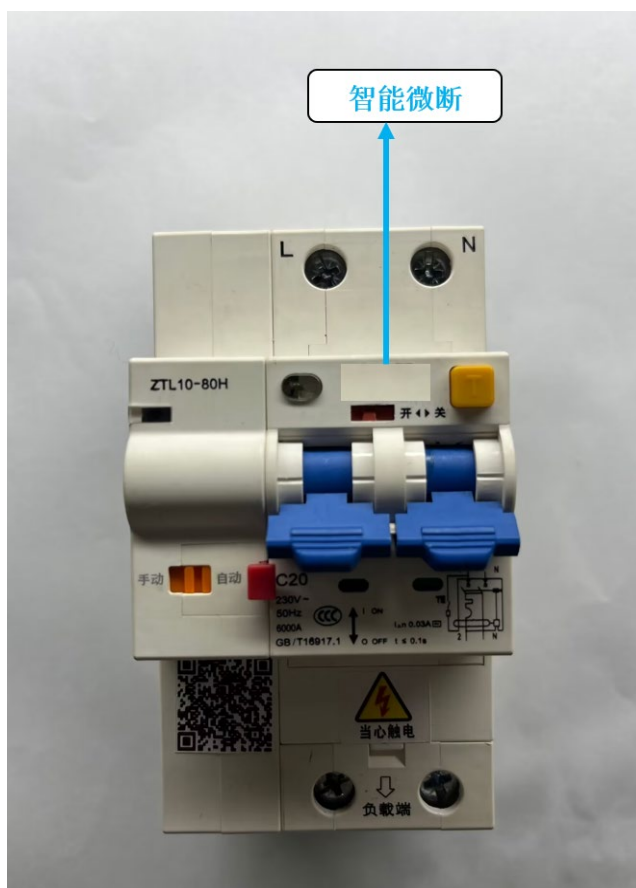


图2.2 智能微断装置

3，实验安全用联动设备

智能柔性终端控制板卡有一组无源触点，交直流两用触点容量10A，可以联动报警指示有灯、广播喇叭，实验实灯光明、空调、通风换气风机、远程控制实验电源总控配电装置，以及其它用电设备。电压直流交流都能，电压高低、功率大小都行。图2.3 是常见的联动设备。

2. 联动设备	
	
报警指示灯	广播喇叭
	
日光灯	空调
	
通风设备	电源安全总控

图2.3 常见联动设备

4，实验安全用传感器

传感器可以通过串口或并口方式接入智能柔性终端控制板卡，通过选配不同的传感器组合来适应不同类型实验室的需求，最大程度来确保各类实验室的安全运维。图2.4 是常见的实验安全用传感器。

1. 传感器	
	
一氧化碳报警器	气体报警器
	
二氧化硫报警器	温湿度传感器
	
烟雾报警器	水浸报警器
	
门禁传感器	考勤装置

图2.4 常见安全传感器

5，智能主站控制板卡

图2.5 是智能主站控制板卡，它包含GRA1205S-6 电源转换器，高性能核心CPU, RS232接口电路和LORA通信模组。其功能是往上用RS232串口与图2.6 的4G LTE DTU对应RS232串口对接，通过4G与云端系统网络客户端建立联系，往下通过LORA通信模组与以智能柔性终端控制板卡核心构建的不同功能的智能终端组成局域无线网络。

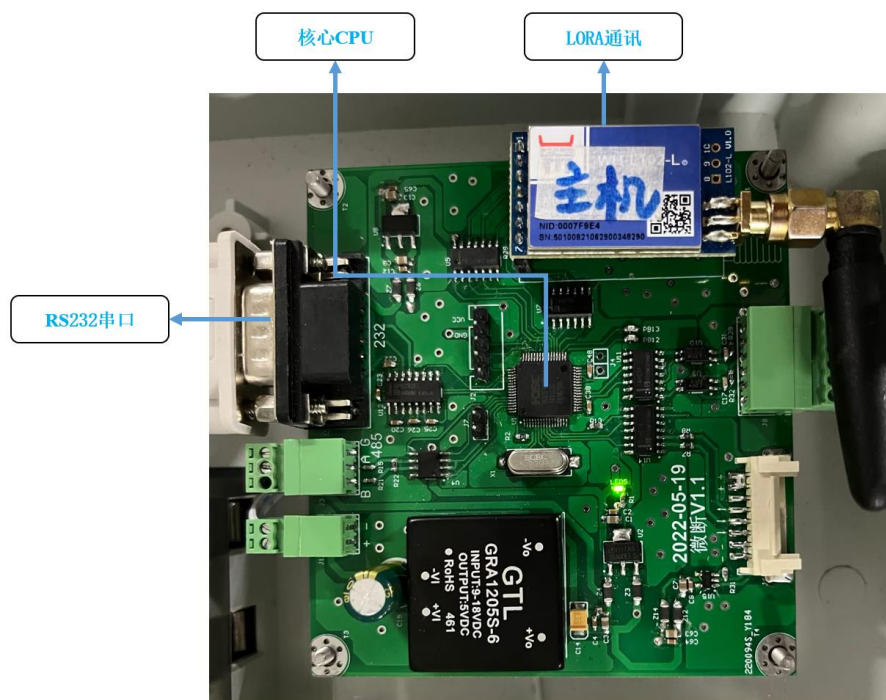


图2.5 智能主站控制板卡



图2.6 4G LTE DTU

6，手机APP, 网络客户端及大屏显示。

云监测控制中心包括集中管理服务器、控制终端及实验室安全监管平台、实验室安全监管 App 等，实现对实验室环境及安全的集中监测管控。接收通过智能主站控制器转发来的各智能柔性终端控制器采集的数据，对数据进行记录、分析、处理、显示。



图2.7 手机APP、网络客户端及大屏显示效果图

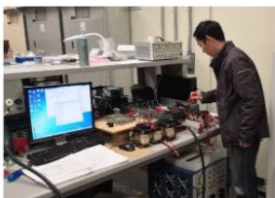
7，积木式工程实现（图2.9）

图2.9 搭积木组成的设备层、网络互联层、应用层组成高校实验室安全智能监测管控系统。

设备层有智能柔性终端控制板卡+智能微断+（可选传感器）+（可选联动设备）组成，可按不同实验室不同工位选配：

如电气自动化类实验室，电气及自动化类实验室包括电力电子、电力拖动、电力系统自动化、传感器、可编程逻辑控制器、计算机控制、自动控制、过程控制等基础类实验室，支持学生自选课题创新实验、科研扩展性实践的大学生科研创新基地等，以及以研究生为主涵盖多方向的科研实验室。对电气及自动化类实验室来说主要有电气火灾和学生触电两个重要的安全问题。实验室的电气火灾分为以下几种：a 漏电火灾；b 短路火灾；c 过负荷火灾；d 接触电阻过大火灾等。电气及自动化类实验室另一个重大安全隐患就是触电，对于电气工程及自动化专业的学生来说，电是学科的研究对象，因此无法像其他专业一样把电进行封闭式保护，必须给学生提供用电操作的接口，然而学生并非专业人员，容易误操作而造成触电。当人体同时触及不同电位的导电部分时，电位差使电流流经人体，称之为电接触。目前国际上公认，当流过人体电流大于30mA时，即可能引发人体心室纤维颤动而致死。

那这类场的配置就是：实验总电源柜，智能柔性终端控制板卡。



高校电气自动化类实验室

图2.8 高校电气自动化类实验室应用案例

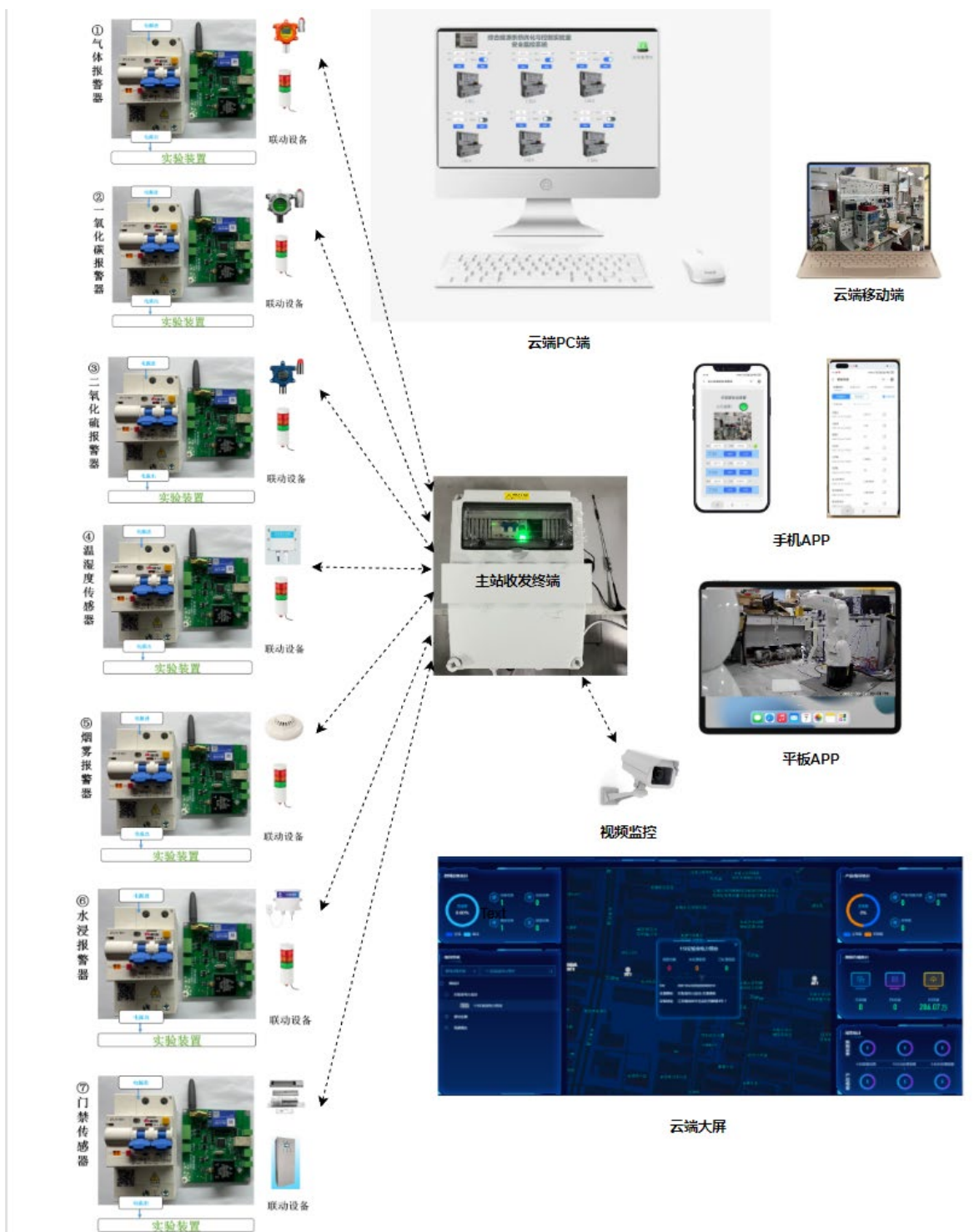


图2.9 搭积木组系统

智能微断+（门禁传感器）+（联动电源安全总控），实验台，智能柔性终端控制板卡+智能微断+（烟雾报警器）+（联动报警指示灯），其它不同组合整合在一起确保电气自动化实验安全。

再如化学实验室，其危险源相对集中，包括易燃易爆品、易挥发化学品、危险化学品，以及气体钢瓶、高温高压设备、大型仪器设备等。由于化学实验室的这些特点，其发生火灾、爆炸等事故的可能性高且危害性大。它需要把实验室安全的环境变量、消防状况、危险源使用等因素全面纳入系统的监测、报警、自动控制范围内，实现了实验室的环境监测及自动调节、物品看护、突发事件应急指挥、报警、远程巡查等功能，保证了实验室安全运行的智能管控。



高校化学类实验室

图2.10 高校化学类实验室应用案例

那这类场的配置就是：实验总电源柜，智能柔性终端控制板卡+智能微断+（门禁传感器）+（联动电源安全总控），实验台1，智能柔性终端控制板卡+智能微断+（火灾报警器）+（报警指示灯），实验台2，智能柔性终端控制板卡+智能微断+（气体报警器）+（联动报警指示灯），实验台3，智能柔性终端控制板卡+智能微断+（一氧化碳报警器）+（联动通风设备），等等其它不同组合整合在一起确保化学实验安全。

网络互联层

为信息传输提供网络基础，使物与物、物与人之间实现及时信息沟通，使移动手机、PC 端等设备能够及时收到信息，进而实现智慧管理。

应用层

应用层是高校智慧实验室智慧管理和智慧监控的具体体现，综合通过设备层和网络互联层，实现对实验室的有效监管，避免实验室出现意外、危险等对人体和实验室设备有害的事故。满足智慧实验室的环境监测、设备管理、远程监控及资源获取功能。由此，智慧实验室能有效实现“设备管理自动化、环境监测实时化、信息获取信息化、实验管理高效化”。

应用层监控终端可以多样化，云端PC端，云端移动手提电脑，手机APP, 平板APP, 云端大屏，终端的数量可以按需求配置。按“谁使用、谁负责，谁主管、谁负责”的原则，给对应人员配置他权限必须的监控终端，技术赋能每一级相关人员，真正从“要我安全”向“我要安全”转变 最终转到“我能

安全”。

三、实际应用场景

场景一

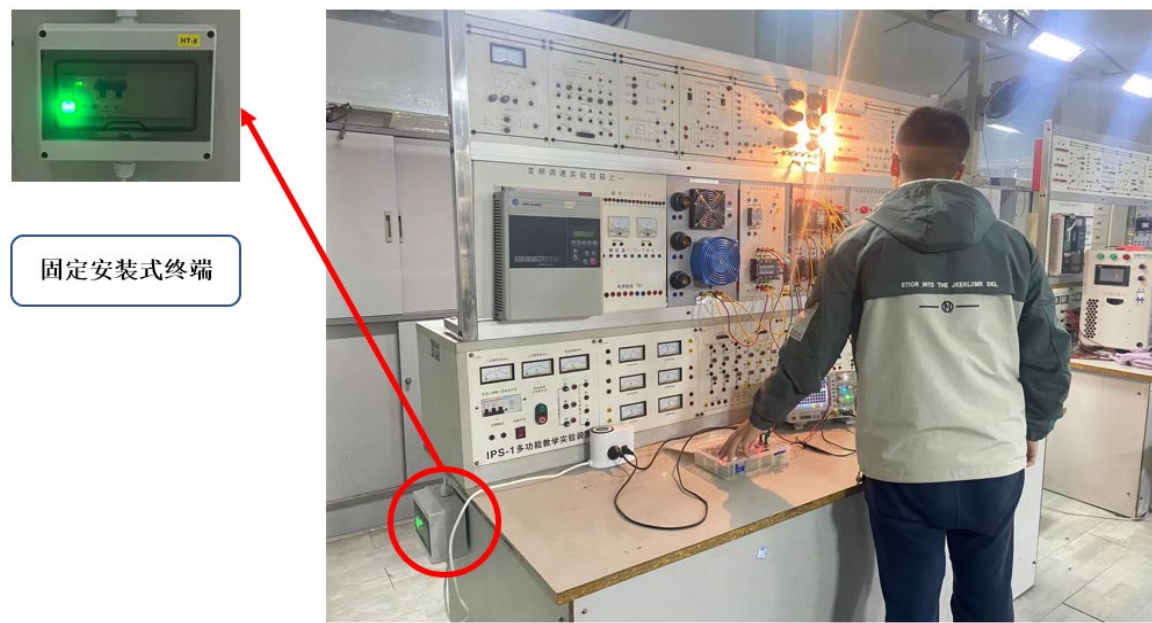


图3.1 某985高校自动化课程实验室应用案例

某985高校自动化专业学生课程实验室已全面安装了我们的固定安装式终端图3.1，课程实验有：《自动化元件》、《电力电子》、《运动控制》等。实验供电电源是三相四线，每次实验最大的安全痛点就是学生触电和接线短路跳闸（南京某高校2007同类实验实学生做实验时一学生触电身亡）。触电保安、短路保护，学生实验接线只有指导老师确认正确安全后，老师通过手机APP给实验台上电，老师手机APP全程实时监控学生实验，有安全问题可及时处理。实验过程数据信息，安全状态云端实时存储，网络PC端或移动电脑相关人员实时关注，手机APP按需求按全限可多人配置。

情景二



图3.2 985高校研究生科研创新实验实-移动安装式终端案例图

某985高校研究生科研创新实验实已全面安装了我们的移动安装式终端图3.2，用电设备从防水

插座引出，示波器、电烙铁、创新智能控制硬件多受控于移动安装式终端，人员设备安全得到保障。如再发生实验室学生在晚上离开时忘记关闭示波器、电烙铁等设备，实验室老师可以通过手机 App 查看到这些设备在实验室无人期间还在运行，通过远程控制，即可关闭用电设备，达到节能省电、消除安全隐患的目的。导师也可以通过有时间标识的用电信息从侧面来了解课题工作进程。



图3.3 系统监控大屏数据组态效果图

情景三



图3.4 某985高校本科竞赛实验实-导轨安装式终端应用案例

某985高校本科竞赛实验实安装了我们导轨安装式终端图3.4，让原来实验实总电源控制柜秒变远程安全可控，竞赛实验室学生流动性大，对参加竞赛的学生的安全教育工作不够及时，学

生的 安全意识薄弱 ，经常发现人离开实验室电源还在工作状态的事情。现在有了这套系统，老师通过APP手机远程切断实验实总电源来确保最低程度的安全。



图3.5 系统监控大屏主页效果图