

# 产教融合视角下高校实验室建设与管理探究

朱 丁<sup>1</sup>, 陈 晖<sup>2</sup>

(1. 南京信息工程大学 滨江学院 江苏 无锡 214000; 2. 无锡中科光电技术有限公司 江苏 无锡 214000)

**摘 要:** 日趋显著的高校教育结构性矛盾与企业对应用型人才的迫切需求很大程度上决定了企业与高校的命运共生性。鉴于此,在产教融合视角下,系统性分析目前高校实验室建设上缺失及成因。结果表明,对实验室管理认知不足是当前许多高校实验室建设面临的首要问题,进而在管理机制、开放程度、人才定位、安全、信息化等方面也相对较为薄弱。随着产教融合的深入推进,应用型高校转型也势在必行,高校实验室建设与管理更需与高校改革一起进行深入探索。为此,提出了对应的思考改善办法,包括转变思想认知,借助企业、政府的力量来共建实验室,让学生参与实验室管理,完善人才、教学、制度建设等。最后以物联网专业实验室建设与管理为案例,对改善建议进行了验证。

**关键词:** 产教融合; 实验室建设; 认知; 物联网

中图分类号: G 642

文献标志码: A

文章编号: 1006-7167(2021)04-0235-06



## University Laboratory Construction and Management under Industry-Education Integration Perspective

ZHU Ding<sup>1</sup>, CHEN Hui<sup>2</sup>

(1. Binjiang College, Nanjing University of Information Science & Technology, Wuxi 214000, Jiangsu, China;  
2. Wuxi CAS Photonics Co., Ltd., Wuxi 214000, Jiangsu, China)

**Abstract:** The contradictory structure of higher education and the urgent needs of enterprises for applied talents attract extensive attention in society. It also reflects new relationship between enterprises and universities. In view of such conditions, this paper systematically analyzes the current lack of universities laboratory construction and its causes from the perspective of the integration of industry-education. Cognition deficiency of laboratory building and management is the primary problem faced by many universities. and it is also relatively weak in terms of management mechanism, opening degree, unclear set target for the training of students, security management, and information technology. With the in-depth advancement of the industry-education integration, it is imperative to establish the training management system and operation mechanism for application-oriented undergraduate. The construction and management of university laboratories need to be further explored together with the reform of universities. Based on the characteristics, from the transformation of cognition, laboratory construction needs the help of enterprises and the government, students to participate in laboratory management, improvement of talent training, teaching and system construction. Finally, the IOT professional laboratory is used as an example to verify conclusions of the analysis.

**Key words:** industry-education integration; laboratory building; cognition; Internet of Things

收稿日期: 2020-08-15

基金项目: 国家自然科学基金面上项目(21976094)

作者简介: 朱 丁(1989-),男,江苏泰州人,硕士,助理研究员,主要从事高校实验室建设与管理工作。

Tel.: 13705195039; E-mail: ding1390@163.com

## 0 引言

随着我国经济结构调整和转型升级不断深入、高等教育结构性矛盾、高校培养同质化现象日趋凸显。

①毕业生就业困难、就业质量低、人才过剩问题已成为全社会关注的焦点;②适合企业生产服务的高素质应用技术型人才尤为紧缺<sup>[1]</sup>。积极探索高校与企业如何良性互动,实施“产教融合”有效解决供给侧人才培养与需求侧产业发展“两张皮”的错位现象表现出较强的生命力。党的“十八届三中全会”和“十九大”报告中相继明确提出:深化产教融合,培养高素质劳动者和技能型人才。特别是随着信息技术、新材料、物联网、人工智能等技术的广泛渗透,将逐步形成面向数字化、网络化和智能化的工业互联网平台,对深化产教融合,进一步优化人才培养模式、推动新技术成果转化成为具有重要意义的现实问题。

高校实验室在学科建设、教学和科学研究上承担着重要的角色<sup>[2]</sup>,也是提升学生实践能力、探索能力、创新意识等综合素质能力的重要实践课堂,是衡量一所大学科技创新能力的最基本标志<sup>[3]</sup>。近年来,随着高校教育、教学体制改革的实施,“双一流”建设的不断深入,对高校实验室的投入显著提升。特别是在“产教融合”背景下,本科院校人才培养定位由学术型转向应用型的本质性转变。实验室建设与管理应该何去何从?本文基于我国国情,系统性分析高校实验室管理的现状与困惑,厘清产教融合视角下实验室与高校、企业、政府之间的关系,并结合实际情况提出建议,最后结合物联网专业实验室建设与管理为例印证优化思路。以期对产教融合和实验室建设管理工作的完善与推广提供依据。

## 1 高校实验室建设与管理存在的问题分析

目前高校实验室建设,主要面临的问题:对实验室的认知、管理机制、开放程度、设备设施的应用状况、人才队伍的建设、技术安全、信息化水平等。

### 1.1 对实验室认知不足

在高校的发展过程中,实验室建设、管理的经费主要来源于国家财政拨款、校企合作项目经费、社会捐助、科研项目经费、科研项目技术转化等,往往将努力争取到有限资源放在重点学科的实验室建设,而其他学科因为人、财、物等因素制约其在满足正常的教学功能上再难进一步拓展,也使得实验室建设处于较为被动的发展状态<sup>[4]</sup>。“重科研轻教学,重理论轻实验”的认知广泛存在,课堂教学与实验室教学关系尚未明确,课程教师与实验室技术人员两者地位存在差异,进而导致实验室人员流失严重,素质普遍降低的现状。与近年来推进的教育改革,加大实验室资金扶持力度,完善制度建设,产教融合共建实验室等一系列策略难以契合。

### 1.2 管理机制不健全

我国大多数高校仍然沿袭“校-院-系”三级管

理模式,学校设备处进行宏观管理,具体实验室管理则在学院端。对实验室的建设按学院、专业进行划分,随着对学生综合素质要求的提高,专业设置逐步涵盖多学科,容易出现实验室重复建设等现象,导致很多设备利用率低,甚至闲置,不仅造成资源浪费而且增加了管理的难度。

随着社会的不断进步,一些新兴的学科、研究方向应运而生,传统的管理机制已不能适应高校的发展。推动实验室建设、教学模式的不断优化,也进一步推动实验室多样化教学模式和管理机制的变革。例如:通过薪酬、职称等方式激励高水平的教师参与实验室的建设与管理。

实验室安全是保障实验、教学的首要条件,与师生的身心健康息息相关。对于工科院校,实验设备多涉及危化、剧毒等物品。实验环境也不尽相同,高温、高速、高压等特殊环境下进行<sup>[5]</sup>,对实验室安全管理显得尤为重要。

随着教研活动的增加、高校实验室开放程度不断提高,参与人员也大量流动,涉及范围越来越广。然而,对参与实验的人员安全知识缺乏系统性、科学性的培训和评价体系,也就为实验室安全带来较大隐患,安全事故时有发生,给高校和社会较大的负面影响<sup>[6]</sup>。

### 1.3 实验室开放共享不到位

高校实验室开放涉及人员、安全、管理等多方面因素制约,且许多高校采用封闭式教学管理模式,实验内容局限于对理论性知识的重复验证,较难培养学生的独立思考和创新能力,实验自身的价值也难以得到认可。为此,有些高校尝试开放式管理,对交叉学科的实验室进行集中规划,扩大开放程度<sup>[7]</sup>。由于各个学科课程要求、学生的素质存在多样性,对不同专业学生同一实践课程的要求不尽相同,进而运用系统性思维建立进行资源合理配置需格外注意,否则可能会产生无效率、甚至负面的实施效果<sup>[8]</sup>。

### 1.4 基础设施设施利用率较低

实验室的基础设施数量与资产总值是衡量一所高校办学规模和办学条件的重要标志<sup>[9]</sup>,也是实现实验室功能的必备条件。许多高校对实验室的认知上存在一定的误区,加上实验室基础建设、购买专业设备、试验材料、日常运营维护等需要大量资金的投入,也就造成了一定的局限性,实验室设备相对落后。

近年来,随着本科院校向应用型进行转型。交叉型学科越来越多,各高校主要精力在原有专业调整优化,不断丰富理论教学,但对实验设备的引进改造上略显乏力。由于“校-院-系”三级管理模式的制约,对于成本投入较低的实验室会进行重复采购。加之实验室的开放不到位,造成了设备利用率低的现状。

### 1.5 人才队伍薄弱

长期以来,实验室管理和教学人员主要负责实验室教学平台建设,设备设施的基础维护保养、对外开放共享、保障实验教学效果等工作,对其角色定位为“教辅”<sup>[3]</sup>,进而造成了实验室人员在高校的地位、薪酬、职称、技能和业务培训长期得不到重视,这也就降低了实验室人员工作的积极性,导致人员稳定性较差。

此外,实验室人员整体素质不高。高素质人员比例较少,难以形成完善的人才管理梯队。实验室人员较专职教师待遇存在差距,使高水平的大学生、教师不愿意参与实验室的建设管理,实验室又将陷入人才匮乏、队伍薄弱的恶性循环。

### 1.6 实验室信息化水平不高

对实验室的信息化管理同样涉及人、设备、费用等诸多问题。通过信息系统平台来提高管理效率已成为大家的共识。由于涉及实验室的分布性,以及三层管理模式的制约,各学院、专业结合自身特点进行信息化系统的选型应用,由于建设厂家不同,各业务模块相互孤立,数据不互通,信息难以共享。而且,许多实验室资源的使用状态实时检测能力不足,或者人工滞后性录入平台使得广大师生员工无法准确获取实时信息等制约信息化系统在实验室管理中的深化应用<sup>[10]</sup>。

基于对实验室建设与管理存在的问题进行多角度剖析。不难发现,高校的实验室建设是一项复杂的系统性工程,既要考虑实验室建设、使用、人员、信息、安全等诸多因素,又要兼顾有限的资源能够得到合理利用,保障高校实验室作为提高学生实践能力、培养创新思维的重要课堂。

## 2 产教融合视角下实验室建设与管理探索

随着产教融合深入推进,对人才的定位也发生了变化,越来越多的本科院校向应用型本科院校转型。在此背景下,实验室建设与管理中,高校、企业、政府将充当何种角色,采取哪些有效措施来推进高校实验室建设与管理是个值得思考的问题。

### 2.1 产教融合视角下学校、企业和政府的角色定位

以 Etzkowitz 和 Leydesdorff 等人为代表的“高校-企业-政府”三螺旋结构理论一经提出便引起政界、学术界的广泛关注<sup>[11]</sup>。其强调在市场供求、价格、供求三大机制的激励下,三大主体在合作和创新模式的渗透,各自结合自身优势最大化发挥职能。逐步形成以政府为主体进行顶层设计、制度保障。学校主导知识生产对接企业、社会需求。企业主动将生产运营中实际需求反馈到高校人才培养意见中的生态系统<sup>[12]</sup>。

在此视角下,高校实验室的建设同样也需要依赖高校、政府、企业的三重参与来实现政府宏观调控引导干涉、高校知识输出、企业介入高校人才培养机制,进

而达到人才培养与社会需求相契合。

### 2.2 实验室建设与管理理念的转变

实验室建设与管理涉及实验室基础建设、实验课程、实验室人员、基础设备设施管理等方面。管理方式也仅限于为基础实验教学服务工作,也就间接造成了社会对高校毕业生“高知低能”的评价。

因此,在实验室的建设与管理中首先要转变认知,将实验室的改革提升到战略的高度;将实验课程与理论视为同等权重,摘掉实验人员定位为“教辅”的帽子,与教学人员分工协作,并且作为培养创新人才的重要岗位。逐步模糊教学实验室与科研实验室的界限,让更多有想法、会思考的学生参与科研项目,既实现了知识的输出,也提升了学生的综合素质。这也是推进“产教融合”的基础工作<sup>[13]</sup>。

### 2.3 探索校企合作共建实验室

传统的实验室建设主要依托国家财政资金、科研项目资金、社会捐助等,形成“校-院-系”三级管理模式,一些新型学科衍生的基础设备设施需要较大的投入,而且迭代较快,这也就给高校带来较大的经济负担。为此,许多高校也尝试引入企业等外部资源,共建资源共享、机制灵活、合作多样、校企双赢的校企共建实验室<sup>[14]</sup>。

政府通过专项资金扶持、减税降费、行业认证、投融资等政策引导,确保企业与高校之间充分交流、主动合作。校企共建实验室所带来的效益具有外部性,短时间内仍然依靠政府的引导。随着合作的深入,通过产教融合平台利用高校的知识输出,来帮助解决企业研发瓶颈,减少了企业在研发上人力、设备投入。高校需要根据行业发展特点与未来演变趋势来制定适合的人才培养方案,并以共建实验室为契机,引入先进的行业设备,从经费、师资、平台等方面提高参与产教融合程度,提高学生的实践创新能力,通过这个平台将先进技术转移、应用和创新。

身处太湖之滨的无锡作为中国物联网产业的发生地,经过10余年的政策引导和市场驱动,已逐步形成引领发展、辐射全国的物联网产业格局。滨江学院自迁址无锡以来,借助政府利好的政策优势,先后与江苏省气象科学研究所、江苏省无线电科学研究所有限公司、江苏骏安信息测评认证有限公司合作共同建设“江苏省物联网设备超融合应用与安全工程研究中心”,成为学校产学研合作的重要成果之一,将学校的知识输出与企业的实际需求有机结合。①建立校企合作人才培养机制,联合培养学生,更好培养符合企业需要的学生。②促进了一系列优秀科研成果转化和技术辐射。

### 2.4 师生深度融合到实验室的管理

通过建立以学生为主体,让同年级或高年级有较



强理论、实践能力,使学生参与实验室培训计划制定。

①减轻实验室人员的工作量,使其有更多的精力去思考提升实践教学质量。②定期组织以小组的形式交流和汇报实验室管理经验,通过学生之间头脑风暴容易形成更为大家接受的管理办法、教学形式,学生本人的专业技能、协调能力、组织能力、管理能力、沟通能力也会有较大幅度提升<sup>[15]</sup>。而且,学生主动参与校企实验室管理,更清楚企业的实际需求,为将来就业择业提供基础。

教师在该环节中要积极参与,帮助学生解决其不能解决的问题。同时,了解学生对实践课堂的有效反馈,便于提高后期的教学实践质量。

## 2.5 优化人才队伍建设

高校实验室人员队伍的建设直接影响实验和科研水平。由于高校实验室人才管理薄弱,难以形成人才管理梯队。首先完善实验室人员薪酬激励机制,将实验人员与教学人员提升到同等地位,将实验室人员的教学工作量、工作态度、科研能力、现场管理等指标纳入绩效考核,设立优秀实验室人员奖,评比优秀,提高实验室人员的积极性与认同感<sup>[16]</sup>。

此外,随着产教融合的不断深入,实验室人员应与时俱进,不断提升其技能水平。与企业或兄弟高校合作,让实验室人员去其他高校或企业现场学习锻炼。同时,鼓励其参加各种职业技术考试,提高其综合水平。

## 2.6 优化实验室教学内容

实验教学并非是理论教学的附属品,传统的教学方法为教师主导,给学生示范。而后,学生再重复老师的动作,重复验证理论教学的结论,而且实验时间也仅局限于课堂时间,存在诸多弊端。通过将实验教学纳入人才培养方案,丰富教学内容。

增加实验课时,增加实验教学的比重,并对实验教学效果进行合理评价。利用产教融合平台,及时收集需求侧人员的素质要求,适当变更培养计划。可以尝试验与企业合作建立校外实训基地,将学生校外实训技能作为评价指标。同时,根据学生的实际学习能力,将实验教学划分基础教学、强化学习、综合训练阶段,进一步提升学生的动手实践能力。

## 2.7 创新实验室管理制度

通过将流程制度化、操作规范化来实现实验室的标准化、形成新的管理制度体系。包括完善实验室人员的岗位职责,建立实验室管理考核制度,实验室现场管理标准,设备使用,设备设施对外开放制度等,保障实验室的有序运行。

在产教融合视角下,学校、企业和政府遵循“三螺旋理论”,形成以政府为主体,高校主导,企业主动的生态系统。对实验室建设和管理试图从观念转变,校

企合作实验室探索,以学生为主,师生深度融合的实验室管理机制;并且优化实验室人员队伍,丰富教学内容,创新管理制度,逐步完善实验室建设等来解决高校实验室建设方面存在的诸多困境。

## 3 产教融合视角下物联网专业实验室设计

物联网作为一项新兴的信息产业被广泛关注,对信息产业的发展 and 传统行业的转型升级具有重要的推动作用<sup>[17-18]</sup>。构建符合物联网专业建设需求的实验室,进而培养一批创新、实践能力较强的物联网专业人才显得尤为迫切。

### 3.1 物联网专业实验室建设现状

目前全国有近400所高校中设立了物联网专业,为适应该专业培养需要,许多高校开始部署物联网、大数据实验室或校企实训基地。但这些实验室也未摆脱原有实验室建设“重理论、轻实践;重验证、轻创新;重结果、轻过程;重基础、轻系统”的局限性。虽然在学生的动手操作能力赋予更大的权重,但也只达到“知其然”的效果。如何将学生的学习效果从“知其然”提升至“知其所以然”,实现学生综合素质的提升是当前物联网专业实验室建设的主要建设方向。

### 3.2 产教融合视角下物联网专业实验室建设

物联网技术是个庞大的学科,物联网专业是以物联网技术为基础,研究从传感器、射频识别和核心控制技术感知层到计算机网络、通信技术等网络层技术,再到技术成果转化为企业实际产出应用的理论、实践问题。需要许多课程教学的积累和应用实践来支撑,帮助学生充分理解物联网专业。

滨江学院针对物联网专业实验室通过基础专业教学、课程实验探索、专业知识竞赛、毕业设计以及校企合作实训等模式为学生、科研人员提供一个开放的环境平台(见图1)。加强师生与企业技术专家双向流动,促进产教深度融合,培养真正能服务于物联网产业发展的高素质创新应用型人才。

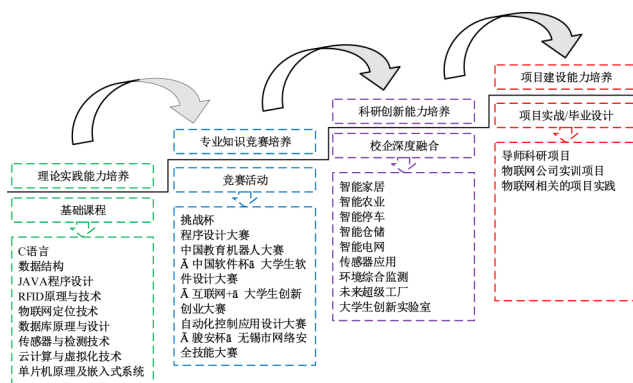


图1 滨江学院物联网实验室建设目标与具备功能

针对物联网专业实验室以校外企业实习基地和学校物联网创新实践为依托。按专业培养需求,构建感

知层、网络层、应用层的实验室建设<sup>[19]</sup>(见图2)。

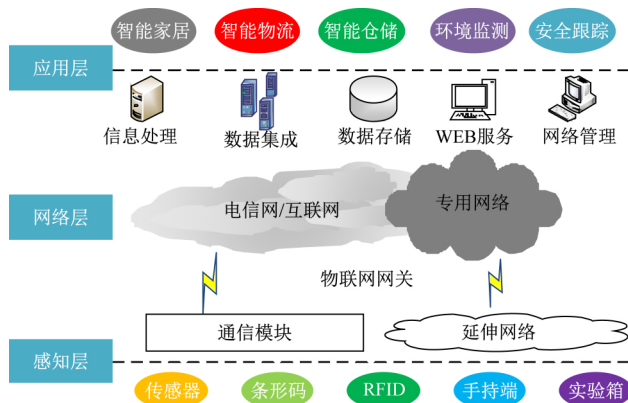


图2 物联网专业实验室建设网络架构

实验设备采用 ARM 处理器 + ARM 微控制器多核心方式设计,并准备多种传感器模块和常用接口,让学生全面了解嵌入式系统,并提供丰富的实验例程和文档资料供师生日常操作,实验室构造(见图3)。并逐步延伸至网络模块机理与配置,再到运用通信技术、云端开发技术,数据采集应用技术,移动端开发管理技术、机器人开发创新和数字制造等工具对数据的提取、清洗、存储、分析形成物联网技术成果输出。

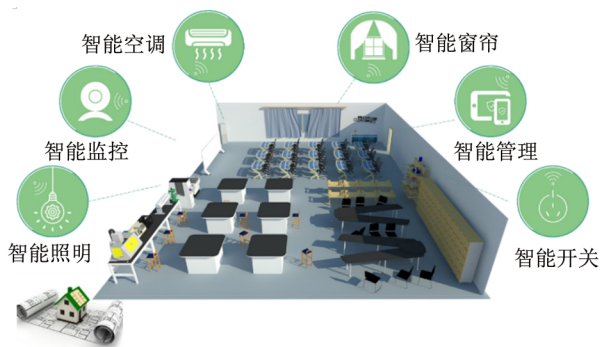


图3 滨江学院物联网专业实验室3D图

目前,以滨江学院为主体的江苏省物联网超融合应用于安全工程研究中心面向战略性新兴产业,重点突破农业、交通、自然灾害监测等领域的物联网关键技术,分别建立农业物联网、交通气象物联网、自然灾害监测物料网、物联网安全研究所,创建物联网超融合应用于安全服务云平台,形成人才集聚、国际合作的物联网技术创新的高端载体。

### 3.3 学生主动参与物联网实验室建设与管理

让学生主动参与实验室研究,提高个人的动手能力,需营造一种实验室探究的氛围,教师在平时的授课过程中需让学生有独立思考的空间。为此,学校探索性地开放多元化实验室模式,对实验室的功能进行分类,如基础性实验室、拓展性实验室、创新性实验室和能力培养性实验室<sup>[20]</sup>,将实验室多维度地开放给学生,并在专业教师的辅导下培养学生的兴趣,提高学生的实践能力,让学生成为实验室的主人。

(1) 在教师传授理论知识的同时设置基础性实验室,打破先理论后实验的传统模式,让学生感知基础性实验的必要性和重要性,培养和锻炼学生的动手能力,进而提高其对该学科的兴趣<sup>[21]</sup>。

(2) 由于现有的物联网实验平台大部分集成度较高,学生难以系统了解现有系统的设计,通过开放一些拓展性实验室,提前做好实验任务,让学生利用开放时间设计实验并动手实践,教师加以辅导,这样有利于提高学生的综合实践能力。

(3) 在学生学有余力的基础上开放创新性实验室,让低年级的学生与高年级学生或研究生形成互动,让学生参与科研型或企业应用型项目,促进教师的科研进展和企业的发展。

(4) 利用学工处义工平台或者定向选拔高年级或同年级优秀学生参与实验室建设与日常管理,通过教师的引导、交流、互动,形成实验室教学“教师主导,学生主体”的局面<sup>[22]</sup>。让学生之间建立的帮带关系使实验效果达到最佳,更有利于实验教学意见的收集。

## 4 结 语

结合当前高校实验室建设的现状,运用多学科研究方法,重新剖析了当前高校实验室管理存在的瓶颈问题。研究表明,对实验室的认知不足是制约高校实验室发展的根源,进而也有形成管理机制不健全、实验室开放共享程度不高、基础设备实施的利用率低、人才队伍薄弱、实验室安全管理机制不健全、实验室信息化管理水平不高等一系列问题。特别是随着“产教融合”应用型高校的转型,对高校学生的理论知识储备,实践创新技能提出了更高的要求。因此,在此视角下,首先要把握好高校-企业-政府的三方角色定位,进而实现人才培养与社会需求相匹配。然后解决实验室管理的缺失,需要从思想观念转变,将实验室定位与教研室同等地位;校企共建实验室,充分发挥“高校-企业-政府”三级联动效应;以及让学生主动参与到实验室管理中,通过群策群力,来提高实验室管理效率,并且有助于提升教学质量。优化人才队伍,在薪酬、职称、人员定位方面给予实验人员更多的关注;丰富教学内容,加大实验课程侧重点让更多有能力的人参与到创新实践中来;创新管理制度,一个好的实验室管理模式必然需要有一套完备可行的实验室管理制度支撑,并通过信息化建设改善实验室的管理,提高实验室管理效率。最后通过对“产教融合”视角下物联网专业的实验室建设与管理实例来印证,也从侧面反映出实验室作为高校知识输出、服务社会中充当着不可或缺的角色,其发展须与时俱进,既要有顶尖的科研成果,也要兼顾对输出人才的综合能力的培养,其中首要任务是思想观念的转变。进一步探讨“高校-企业-

政府”三重关系下的实验室运行机制设计、师生参与实验室管理的机制设计、高校实验室实践课堂如何与理论课堂有机结合、针对学生兴趣爱好与知识储备形成差异化实验室培养模式等。

#### 参考文献(References):

- [1] 华 婷. 高校“产教融合、校企合作”的困境及出路[J]. 中国高校科技, 2017(11): 58-59.
- [2] 刘 清, 周 璇, 吕敬祥, 等. 基于产教融合的专业实验室设置探析[J]. 教育教学论坛, 2017(12): 277-278.
- [3] 左铁镭. 高等学校实验室建设的作用与思考[J]. 实验室研究与探索, 2011, 30(4): 1-5.
- [4] 郭 鑫, 马同涛, 韩建新, 等. 高校实验室文化体系建设研究[J]. 实验技术与管理, 2018, 35(7): 233-235, 250.
- [5] 贺占魁, 黄 涛. 综合治理视角下的高校实验室安全管理体系构建[J]. 实验技术与管理, 2019, 36(1): 4-7.
- [6] 陆紫生. 世界一流实验室管理经验对“双一流”大学启示[J]. 实验技术与管理, 2019, 36(6): 267-273.
- [7] 王 海, 梁 群. 浅谈应用技术大学的实验室建设思路[J]. 教育界: 高等教育研究(下), 2015(1): 100.
- [8] 罗 锐, 袁志钟, 程晓农, 等. 产教融合理念下工科院校专业实验室的建设与管理[J]. 教育现代化, 2019, 6(89): 83-85.
- [9] 贾贤龙. 高校仪器设备资源使用现状分析与对策初探[J]. 实验技术与管理, 2011, 28(9): 203-206.
- [10] 马如停, 李 琰, 饶 星, 等. 多维度高校实验室管理平台的构建[J]. 实验室研究与探索, 2019, 38(3): 241-244.
- [11] Leydesdorff L, Etzkowitz H. Emergence of a Triple Helix of university-industry-government relations [J]. Science and public policy, 1996, 23(5): 279-286.
- [12] 李建奇, 孙 倩. “三螺旋”视角下地方高校产教融合生态系统构建[J]. 中国建设教育, 2019(5): 20-25.
- [13] 白泽朴, 张继延. 实验教学在创新人才培养中的作用及其实现[J]. 实验技术与管理, 2019, 36(7): 5-7, 28.
- [14] 黎 英, 林标声, 洪燕萍. 地方高校校企合作共建实验室特征与功能探析——基于产教融合的背景[J]. 河北农业大学学报(农林教育版), 2016, 18(6): 17-21.
- [15] 石 飞, 李洪涛, 王建英, 等. 高校创新实验室管理模式与实践人才培养体系研究[J]. 实验技术与管理, 2019(9): 259-262.
- [16] 左苏霞. 当前高校实验室管理的现状, 问题与对策[J]. 产业与科技论坛, 2008, 7(3): 189-190.
- [17] 朱参世. 物联网工程专业新工科人才培养路径研究与探索[J]. 当代教育实践与教学研究, 2018(9): 110-111, 144.
- [18] Khalid L. Software Architecture for Business [M]. Berlin: Springer, 2020.
- [19] Hamblen J O, Van Bekkum G M E. An Embedded Systems Laboratory to Support Rapid Prototyping of Robotics and the Internet of Things [J]. Education IEEE Transactions on, 2013, 56(1): 121-128.
- [20] 贾博轩, 徐 辉, 宫 兵. 多元化的实验室开放模式助推实验教学改革以物联网工程专业为例[J]. 黑龙江教育(理论与实践), 2019(22): 110-111.
- [21] 王在俊, 王吉豪, 宁 伟. 以实验室为平台加强学生综合素质培养[J]. 实验技术与管理, 2020, 37(3): 25-27.
- [22] 范哲意, 刘志文, 何冰松, 等. 开放式实验教学管理模式的探索与实践[J]. 实验技术与管理, 2017, 34(12): 215-217, 229.
- [13] Arnaud F, Sald H. The multi dimensional 0-1 knapsack problem—bounds and computational aspects [J]. Annals of Operations Research, 2005, 139(1): 195-227.
- [14] Michel V, Yannick V. Improved results on the multidimensional knapsack problem [J]. European Journal of Operations Research, 2005, 165(1): 70-81.
- [15] Wei D C. Implementation of route selection function based on improved floyd algorithm [C]//Proceedings 2010 WASE International Conference on Information Engineering, [S. l.]: [s. n.] 2010: 223-227.
- [16] Wei D C. An optimized floyd algorithm for the short-test path problem [J]. Journal of Networks, 2010, 5(12): 1496-1504.

#### (上接第230页)

- [8] 严晓凤, 陆济湘, 唐双平. 基于 Floyd 算法的校园最短路径问题分析与实现[J]. 武汉理工大学学报(信息与管理工程版), 2012, 34(6): 696-698.
- [9] 杨 谊, 喻德旷. 道路突发中断情况下实时最短路径快速求解算法[J]. 计算机应用, 2016, 36(S1): 90-94.
- [10] 何松柏, 康 凯, 张贤坤, 等. 应急物流配送公路网络最短路径模型的构建及优化[J]. 天津科技大学学报, 2017, 32(4): 75-78.
- [11] 左秀峰, 沈万杰. 基于 Floyd 算法的多重最短路问题的改进算法[J]. 计算机科学, 2017, 44(5): 232-234.
- [12] 吴红波, 王英杰, 杨肖肖. 基于 Dijkstra 算法优化的城市交通路径分析[J]. 北京交通大学学报, 2019, 43(4): 116-121.

#### · 名人名言 ·

想像力比知识更重要, 因为知识是有限的, 而想像力概括着世界的一切, 推动着进步, 并且是知识进化的源泉。严格地说, 想像力是科学研究的实在因素。

——爱因斯坦