



第1章

概论

1.1 实验室概述

1.1.1 实验室的定义

实验室是根据不同的实验性质、任务和要求,设置相应的实验装置以及其他专用设施,由教学、科研人员与实验技术人员合作,有控制地进行教学、科研、生产、技术开发等实验的场所。工科实验室特指工程学科的实验室。

1.1.2 实验室的分类

随着科学技术的进步与发展以及实验手段与设备的不断更新和精确化,实验室的种类越来越多。为加深对实验室的认识与理解,更好地推动实验室建设与管理,有必要对工科实验室进行分类。

1. 根据建设与管理主体不同分类

根据建设与管理主体不同,分为国家级实验室、省市部委级实验室、学校实验室、科研机构实验室、实验实践社会化服务中心与企业实验室。

(1) 国家级实验室。国家级实验室是国家拨专款,根据国家重大战略需求,以国家现代化建设和社会发展的重大需求为导向,开展基础性、前瞻性、战略性科技创新研究和社会公益研究,承担国家重大科研任务,产生具有原始创新和自主知识产权的重大科研成果,为经济建设、社会发展和国家安全提供科技支撑的研究型实验室。管理上直接或间接接受国家主管部门的指导和控制。

(2) 省市部委级实验室。省市部委级实验室一般为省市部委级重点建设的实验室,多面向行业的应用型研究而设置,承担行业中大中型科研项目的研究和技术开发工作,同时还承担培养国家高级研究人员的任务。管理上直接或间接接受省市部委部门的领导。

(3) 学校实验室。学校实验室是指各级、各类学校建设与管理的实验室。根据隶属关系不同,学校实验室又可细分为校级实验中心、院(系)级中心实验室、教研室或课程级实验室。

(4) 科研机构实验室。科研机构实验室是指由各级、各类科研机构建设与管理的实验

室。科研机构实验室是进行科研实验活动的场所,其主要任务是提供科学实验方法及条件,客观地实施实验观察,准确地提供实验数据。科研机构实验室的建设目标应当是构筑科研技术平台,其工作水平主要体现为科研能力,其产品是科研实验服务。

(5) 实验实践社会化服务中心。实验实践社会化服务中心是指具有独立地位,不隶属于任何学校、科研机构及企业,创造社会化实验实践条件并有偿提供社会化实验实践服务的单位。

(6) 企业实验室。企业实验室是指由各级、各类企业建设与管理的实验室。随着经济的发展以及市场竞争的加剧,企业实验室将在企业工作中发挥越来越重要的作用。企业实验室必须达到以下条件:实验项目要满足企业的实验要求;实验流程要确保实验的可靠性;实验人员要具有较强的实验实践能力。企业实验室首先用于企业员工培训,其次用于企业应用研究。

2. 根据实验室承担的主要任务分类

实验室根据任务定位不同,分为教学型实验室、科研型实验室、科研教学型实验室、教学科研型实验室和综合服务型实验室。

(1) 教学型实验室。教学型实验室专门从事现代化人才的培养,其特点是以培养现代化应用型人才为目标和任务,有一定的实验教学任务和专门化的实验教学资源,能为进入实验室的学员提供相应专业的实验环境和学习资源,包括构造实验教学环境,提供实验教学教师、实验教学软件、教学实验项目和网上教学资源。单纯的教学型实验室一般设置在具有专门人才培养特色和基础的高等学院、专科层次和职业培训类院校以及部分大中型企业中。

(2) 科研型实验室。科研型实验室专门从事科学研究,其特点是以支持科研项目的申报、研究、开发为目标和任务,为进入实验室的科研项目和研究开发人员提供仪器设备、智力资源、技术资源和知识系统的支持,包括构造科学实验环境,提供配套的专业化科学实验仪器设备、专业计算机软件系统、专业数据库、专门方法库和专题文献库等。单纯的科研型实验室一般设置于科研院所中。

(3) 科研教学型实验室。科研教学型实验室以科研为主,兼顾人才培养,其特点是以支持科研项目的申报、研究、开发为主要目标和任务,同时承担一定实验教学任务。该类实验室能为进入实验室的科研项目和研究开发人员提供仪器设备、智力资源、技术资源和知识系统的支持,包括构造科学实验环境,提供配套的专业化科学实验仪器设备、专业计算机软件系统、专业数据库、专门方法库和专题文献库等,同时可作为实验教学场所。科研教学型实验室一般设置于研究力量较强,以研究生教育为主的高等学校中。

(4) 教学科研型实验室。教学科研型实验室以人才培养为主,兼顾科学研究,其特点是以现代化人才培养为主要目标和任务,有大量实验教学任务和实验教学资源,同时还肩负一定的科研任务。该类实验室除必须具备教学型实验室的基本功能外,还要提供特定学科、专业问题研究的研究环境和智力资源组织保障机制。教学科研型实验室一般设置在以应用型、复合型人才培养为目标的一般的高等学院和综合性大学中。

(5) 综合服务型实验室。综合服务型实验室承担的主要任务是为社会提供实验教学、科学研究、分析测试和开发服务,具有多种功能。为提高仪器设备的使用率,避免小而全、重复购置而造成不必要的浪费而建立这类实验室,如计算机中心、分析测试中心、显微镜使用

中心、电教中心等。这类实验室的特点是：配置多种技术装备、规模较大、实验能力较强；实验内容除兼有教学、科研实验室的某些性质外，还具有水平高、难度大和手段新的特点。综合服务型实验室一般设置在大中型企业和综合性高校中。

3. 根据实验室服务对象不同分类

可分为第一方实验室、第二方实验室、第三方实验室。

(1) 第一方实验室(供方实验室)。组织内的实验室,检测或校准自己生产的产品,数据为我所用。目的是提高和控制产品质量,一般使用企业标准、国家标准或国际标准。

(2) 第二方实验室(需方实验室)。组织内的实验室,检测或校准供方提供的产品,数据为我所用。

(3) 第三方实验室(检验检测机构)。独立于第一方实验室和第二方实验室,为社会提供检测或校准服务的实验室,数据为社会所用。第三方实验室是指依法成立,依据相关标准或者技术规范,利用仪器设备、环境设施等技术条件和专业技能,对产品或者法律法规规定的特定对象进行检验检测的专业技术组织。

4. 根据实验室相对应的学科性质分类

按照相对应的学科(课程)性质分为基础实验室、专业基础实验室和专业实验室三大类型。

(1) 基础实验室。基础实验室对应的学科(课程)性质为各专业公共的基础性学科(课程),如物理实验室、化学实验室等。

(2) 专业基础实验室。专业基础实验室对应的学科(课程)性质为专业内的基础性学科(课程),如计算机基础实验室、电气工程基础实验室等。

(3) 专业实验室。专业实验室对应的学科(课程)性质为专业内的特定学科(课程),如经济管理实验室、检测技术实验室等。

1.1.3 实验室的作用

1. 实验室在高等教育中的地位和作用

培养高级专门人才、发展科学技术以及服务社会是高等学校的三大职能。实验室是高等学校进行实践教学和从事科学研究的重要场所,在培养创新型人才和发展科学技术中具有重要的地位和作用。实验室的建设水平体现了学校教学水平、科研水平和管理水平。高水平实验室是培养创新型人才的重要阵地,是科技创新的主要场所,实验室的数量与水平是一所大学科技创新能力的基本标志之一。因此,实验室是最能体现高等学校三大职能的平台。

(1) 实验室是培养高级专门人才的重要保障。随着高等教育的发展,培养理论与实践并重、具有较高综合素质与创新能力、适应社会发展需要的人才,是高等学校在新形势下面临的新任务。实验室是开展实验教学,培养学生实践能力与综合素质的主要场所,也是实现高等学校培养高级专门人才的目标和学生完成学业的必备条件。

(2) 实验室是科技创新的基地。科学技术是第一生产力,发展现代科学、知识创新的两

大必要条件,一是人才,二是装备。高等学校创新型人才聚集,有良好的基础设施、自由的学术氛围和多学科交叉的影响,这些特点使高等学校成为产生新知识、新思想的沃土,是科技知识生产和传播的重要基地。高等学校是我国实施自主创新战略的一支十分重要的力量,高等学校的研究与开发人员承担了大量的科研项目。大多数的科研成果是在实验室产生的,而新的成果也需要仪器的检测作为支撑。

(3) 实验室是社会服务的基础。高等学校利用自身的知识(智力)和技术优势,为解决社会生产中实际问题和社会发展问题服务,以满足社会各方面对高等学校的需求。高等学校是我国科技活动的重要力量,尤其在基础研究活动中占有十分重要的地位。而这些都离不开实验室的支持。

2. 实验室在企业中的地位和作用

(1) 实验室成为企业开展应用基础研究和竞争前共性技术研究的重要载体。创新是一个企业生存和发展的灵魂,对于一个企业而言,创新可以包括很多方面:技术创新、体制创新、思想创新等。简单来说,技术创新可以提高生产效率,降低生产成本。依托企业建设的重点实验室开展应用基础研究和竞争前共性技术研究实现技术创新。在研究方向和研究内容上凝练形成适合于企业发展的研究方向,夯实企业长期开展应用基础研究的基础,增强企业的自主创新能力,不仅保持了企业发展核心竞争力,而且还引领和带动行业的发展。

(2) 实验室成为高水平科技人才聚集和培养的重要基地。人才是科技创新的主体,企业重点实验室重要任务之一就是吸引、聚集和培养国内外一流人才长期在重点实验室工作。企业研发能力弱的重要原因之一就是企业高水平科研人才不足。有些企业,特别是民营企业,由于地域位置、研究环境、学术氛围等因素影响,很难吸引高水平科技人才。企业重点实验室作为一个地区或国家同领域最高水平的研究基地,本身具有吸引和凝聚人才的自身魅力。有了重点实验室这样的创新科研环境,就能够为企业引来和留下人才提供重要支撑。

(3) 实验室创新促进企业夯实市场竞争基础。实验室是深化体制、机制创新的试验阵地。技术创新是根本,管理创新是灵魂,通过加强管理体制和运行机制的创新,进一步推动实验室行远升高、良性发展。一是引导完善企业的技术创新体系;二是加快推进以技术创新、人才培养、技术标准、知识管理等为主要内容的企业技术创新体系建设,形成技术标准化与成果产业化、产品市场化等创新环节的良性循环。

3. 实验室在科研中的地位和作用

(1) 实验室为科研成果提供有力保障。实验室是进行科研必不可少的重要基地。实验室拥有环境条件和人才方面的优势,聚集着科学技术的巨大潜力,是发展科学技术的重要基地。它不仅提供了大量的科研成果,还直接影响科研与开发的质量,对国家的政治、经济、文化和教育等方面起着保证和平衡的作用,在各国的科学研究事业中占有极为重要的地位。许多科学发现和重大发明都是从实验室里得来的。

(2) 实验室科研成果提升国家地位。第二次世界大战中,美国政府已经体会到实验室科研成果对加强美国军事力量所做的贡献,美、日、法、英等国在战后一段时间内,都把发展实验室科研事业视为关系到国家安危和生死存亡的大问题,因为实验室不仅为国家培养杰

出的人才,还以产出的科研成果提高国家地位。

(3) 实验室产出科研成果。没有实验室,科研成果无法产出。与之相关学科的队伍建设、研究方向的选择、对外交流和合作以及学术水平的提高都需要依托实验室的建设来完成。实验室能够利用综合优势,培养研究人员,探索新方法、新技术、新理论,并重点围绕科研成果的产出和应用进行,解决科研方面存在的诸多难题,攻克科研难关。

1.2 实验室建设与管理概述

1.2.1 基本概念

1. 实验室建设

实验室建设包括硬件建设和软件建设。硬件建设包括人员、场所、环境、设备、设施、材料等,软件建设包括实验室管理机制、管理制度、文化建设等。其中硬件建设主要内容为实验室的设计规划、设备设施建设、环境建设等。

2. 实验室管理

1) 实验室管理定义

实验室管理是指导人们管理实验室及其活动的一门科学,它运用自然科学、社会科学、人文科学、实验科学以及其他相关学科的原理和方法,研究实验室运行过程中各项活动的基本规律及方法。

2) 实验室管理方法

实验室管理方法是指在实验室管理过程中解决思想和行动问题的方法。实验室管理方法主要包括系统方法、计划方法、制度方法、目标方法、行为方法、数量方法、决策方法等。

(1) 系统方法

系统方法是指将实验室当作一个系统来运行和管理的方法,是实验室管理工作中最基本的思想方法和工作方法。该方法主要包括通观全局、分解结构、认识关系、区分层次、跟踪变化、调节反馈、控制方向、实现目标等环节。上述环节必须统一组织,同步运行,不能分割,以求实验室管理的整体效应。

(2) 计划方法

计划方法是指根据实验室目标与任务,利用计划体系对实验室相关工作及其相互关系进行协调平衡,从而促使经济管理实验教学和经济管理实验科研有序进行,人、财、物、时间与空间得以充分利用的一种方法。该方法包括制订计划、执行计划、分析计划、拟订改进措施4个阶段。

(3) 制度方法

制度方法是指通过科学制订并严格执行必要的、合理的、切实可行的实验室管理制度确保实验室管理工作规范化、程序化、条理化的一种方法。该方法是经济管理实验室管理工作中必须掌握和应用的一种方法。

(4) 目标方法

目标方法是指以现代管理理论为基础,以系统理论为指导,在实验室管理工作中用目标进行管理的一种先进方法。该方法按其过程,一般分为4个阶段:目标制订和展开、目标实施、目标完成情况检查、目标效果评价和总结。

(5) 行为方法

行为方法在某种意义上就是政治思想工作方法,是通过谈心、观察、满足、理解、奖惩等方法对实验室管理系统各类人员的行为、思想进行科学分析和有效管理的方法。行为方法的目的是为了及时解决实验室管理系统内部人员的思想情绪和实际问题,充分调动各类人员的积极性和创造性。

(6) 数量方法

数量方法就是在实验室管理过程中,借助数学规律分析和认识已经发生或尚未发生现象的一种方法。数量方法是人们认识实验室管理过程辩证发展的辅助手段。

(7) 决策方法

决策方法实际上是对未来不确定的事物认识的理论思维方法。它只有在辩证唯物主义思想指导下,在把握大量定性信息的基础上,才能做出符合客观实际、见之于行动的决策。

3) 实验室管理任务

实验室的管理任务主要包括实验室任务管理、实验室资产管理、实验室安全管理、实验室信息管理、实验室档案管理、实验室经费管理、实验室建设项目管理等。

(1) 实验室任务管理

实验室任务管理可以分为教学实验任务管理、科研实验任务管理、实验室社会服务管理和开放管理等。

(2) 实验室资产管理

实验室资产管理包括固定资产管理、流动资产管理、无形资产管理等,与一般资产管理并无重大区别,因此本书中不再做详细介绍。

(3) 实验室安全管理

实验室安全管理包括实验室防火防爆防水、实验室电气安全、实验室安全保卫、实验室劳动保护、实验室信息安全等。

(4) 实验室信息管理

实验室信息管理主要包括实验室管理基本信息、实验教学基本信息、实验队伍基本信息、实验室科研基本信息、实验室仪器设备基本信息等方面的管理。

(5) 实验室档案管理

实验室档案管理主要包括实验室档案资料的收集、整理、保管、签订、统计和提供利用等内容。重要的、需要长期保存的实验室档案材料还应定期向档案馆(室)移交。

(6) 实验室经费管理

实验室经费管理是指实验室管理者为了满足一定需要和达到目的,对实验室经济活动进行决策、计划、组织、指挥、监督和调节。实验室经费管理的目的在于以最小的劳动耗费获取最大的经济效益。

(7) 实验室建设项目管理

实验室建设项目管理主要包括实验室建设项目立项、基本建设可行性研究、实验室建筑

布局、实验室家具设计、实验室公用设施综合设计等内容。

1.2.2 存在的问题

目前实验室建设与管理主要面临问题有：管理模式僵化、重复建设率高、人员队伍建设相对落后、资金投入不足、管理手段落后、开放共享不到位、信息化水平不高、安全管理存在漏洞等。

1. 实验室实验管理模式僵化,管理体系不健全

长期以来,与我国传统“应试”教育配套的是一种僵化的传统型实验管理模式,在内容上局限于验证型的、较为单一的纵向专业知识领域,其形成与发展易于受到教材与教育大纲的限制和制约。实验室管理的实验内容及其形式易于趋向“常规化”和“标准化”,即便能够在量的方面有所变化,也很难取得质的规定方面的突破与创新,这种实验管理模式是传统的继承性学习模式的产物,停留在对已知经验和知识的总结和验证上,纯粹是为了配合课堂上理论知识传授而存在的,这就决定了其与理论教学相比,地位是从属的,相应的实验管理人员也居于较为次要的地位。与之相应的是,目前我国大多数高校仍然沿袭“校一院一系”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,相当一部分高校的实验室都隶属于专业教研室,处于“学科壁垒、自成体系、各自为政”的一种情况,管理体系极不健全,实验室课程设计中综合性、创新性项目所占比重较低,实验管理仍局限在传统管理模式上。然而,随着知识经济时代的莅临,以往以“应试”为目标导向的传统型教育模式已完全适应不了日新月异的时代变革,与之配套的传统型实验管理模式亦逐渐暴露出其各种弊端。随着社会不断进步,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,也进一步推动了实验室多样化教学模式和管理机制的变革。

2. 实验室建设缺乏长远规划,重复建设率较高

实验室的规划与建设是一项复杂的长期工作,必须与学科专业的建设规划统一。从理论上讲,实验室建设应包括长远规划和近期计划,要有明确的长期和短期建设目标。然而,目前仍有相当一部分高校未能切实按照国家教育部有关条例的规定和要求设置实验教学,实验室建设重复而分散,与学科建设联系不紧密,导致实验资源未能充分实现共享、浪费严重,整体布局也不尽合理,致使其效益得不到充分的发挥。许多高校由于在实验室建设上缺乏长远规划,造成实验用仪器设备的重复购置现象屡见不鲜,导致了实验经费和场地设施使用上的极大分散与浪费。与此同时,实验室规模较小、环境差,专业课实验开设不规范等现象亦在许多高校比比皆是。一方面,有一部分实验仪器设备闲置,不能得到充分有效的合理利用;另一方面,又有部分仪器设备使用频繁,数目相对不足,损坏报废率较高,从而严重影响了实验室功效的合理利用与发挥。

3. 实验室人员队伍建设相对落后,人员结构不合理且数量不足

众所周知,一支精干高效的实验室人员队伍是高校以“多层次、多功能、高水平、高效开放式”为目标的实验体系建设的可靠保证,这就要求我国高校必须拥有其专兼结合、一专多

能、结构合理、相对稳定的实验队伍。然而,由于受传统教育模式中“重理论,轻实践”观念的影响,在相当一部分高校中存在重视理论教学而忽视实验教学的现象,实验教学与管理并未得到应有的重视,高校实验教学与管理人员的地位和待遇亦相对较低,对其角色定位为“教辅”,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。一方面,存在日常的实验教学工作未被计入教学科研工作量、实验仪器设备的自主研发改造创新得不到承认、同理论课授课教师相比晋升专业技术职称的难度相对较高、课时报酬较低等较为普遍的现象,这些现象的存在大大降低了实验人员工作的积极性和主动性,并严重影响到实验教学与管理队伍建设的稳定性。另一方面,从事实验教学与管理工作的实验室人员外出进修和培训的机会极为匮乏,在相当大程度上制约了其业务能力和综合素质的提高,造成实验室人员队伍的整体素质偏低,人员结构不合理。

为满足教师科研需要和专业学科建设,工科专业实验室数目逐步增多,但是配套的实验管理人员或实验教师少,熟悉或应用设备的教师人数少。人员的缺乏导致了在设备管理上出现管理不到位,使用记录缺少,设备运行情况不明等现象。院校的实验室管理队伍中很多管理人员都是兼职人员,缺乏专业管理知识、设备的保养维护及使用知识,不能高效解决实验室运行过程中出现的各种问题,导致不能有效利用实验室资源。

4. 实验室建设资金投入力度相对不足,且利用效率不高

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。

许多高校对实验室的认知存在一定的误区,加上实验室基础建设、购买专业设备、实验材料、日常运营维护等需要大量资金的投入,也就造成相当一部分高校的实验室建设过程中存在资金投入力度相对不足的问题,实验室条件差、规模小、仪器设备老化陈旧等现象普遍存在,严重制约着实验内容及方法手段上的革新。即便如此,还存在已投入的建设资金利用效率不高等问题,在购置仪器设备之前,由于缺乏可行性和必要性等相关论证,有限的经费往往也不能得到合理调配和使用,性价比较高和急需的教学科研仪器设备往往不能及时采购,仪器设备重复购置及闲置等现象亦大量存在,实验设施及场地和仪器设备的利用效率亦因此受到极大影响。

5. 实验室设备设施管理手段落后

目前高校实验室仪器设备的维护、使用及其管理等都还是运用原来的传统管理模式。在实验室的日常管理中,设备的维修登记、使用登记、实验室的安全管理都还是需要学生在老师的帮助下共同完成。对于设备管理,部门也需要单独地通过询问老师和学生去了解实验设备的情况,不能达到实时监控的作用,很难达到同步同时将现状立即反映,时效性不高,缺乏智能管理,很难做到实时跟进。

工科实验室中的仪器设备较为贵重,很多设备必须进行定期检修护理,但由于仪器数量庞大、种类繁多,现阶段传统实验室可能缺乏对仪器集中管理的平台,对于不同时间购入的仪器难以精准定位、跟踪设备、进行定期维修和更换,这可能在一定程度上造成实验结果的

不准确,降低科研创新的速度。此外,由于不同院系和同院系不同专业需安排不同类型的实验课程,在基础课堂教学安排完毕后,对于各实验室内设备使用时间的安排可能出现不均衡的现象。

现下实验室一般采用人工管理,实验室中仪器、空调、多媒体设备及照明用具等在使用后的关闭均由人工操作,无智慧化管理手段,不仅十分耗费人力资源,而且在一定情况下可能会造成能源资源的浪费。

6. 实验室开放共享不到位

高校实验室开放受到人员、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。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。

目前,大部分实验室还是沿用原来的固定课程、固定时间的开放模式。仪器设备及其平台都需要在规定的课程时间内进行开放。随着社会的进步和发展,应用型创新人才越来越受到社会的青睐,创新型教学模式同时也在不断推陈出新,促使实践教学的内容和形式更加多样化和灵活化。同时实验室的开放也应随着教学方式的变化而变化,摒弃原始的固定时间,形成契合现阶段教学特点的开放模式,同时也可提高实验室和仪器设备的利用率。

7. 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员、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。由于受到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,又由于建设厂家不同,各业务模块相互孤立、数据不互通,存在“信息孤岛”现象,资源信息难以共享。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,制约了信息化系统在实验室管理中的深化应用。

8. 实验室安全管理存在漏洞

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,实验设备多涉及危险化学品、剧毒物品等,实验环境也不尽相同,高温、高速、高压等特殊实验环境,因此实验室安全管理显得尤为重要。但目前,大部分实验室的温湿度、有害气体浓度、粉尘浓度、噪声等环境指标无法实时监测,对存在的各类危险无法提前预知告警。

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,给高校和社会带来较大的负面影响。

现在很多高校都有实验室管理系统,但其个性化特性不高,没有根据高校各自特点进行

设计,与此同时实验管理者人数有限,需要一个人同时管理很多间实验室,且实验室会分布在不同位置,无法对实验室进行全天全时段的监管,这样便形成安全隐患,从而可能造成严重损失。

1.2.3 新时代实验室发展方向

1. 新工科方向

新工科是2017年2月18日在复旦大学举行的综合性高校工程教育发展战略研讨会上提出的一个新概念,于是形成了“‘新工科’建设复旦共识”;同月,中华人民共和国教育部(简称教育部)发布《教育部高等教育司关于开展新工科研究与实践的通知》(教高司函[2017]6号),希望全国各高校积极开展新工科研究实践活动,深化工程教育改革,推进新工科建设与发展。4月8日形成了“‘新工科’行动路线(天大行动)”,6月9日教育部在北京召开了新工科研究与实践专家组成立暨第一次工作会议,审议通过了《新工科研究与实践项目指南》,形成了“北京指南”,提出了新工科建设指导意见。阐述了对新工科建设的认识 and 探究,包括新工科专业创新与知识体系构建、新工科培养模式和关键因素,但因内涵丰富,涉及范围广,处于探索阶段,目前无准确定义。新工科对实验室建设及人才队伍建设提出更高要求,有待长远深入的思考和实质性改革。

新工科内涵是以立德树人为引领,以应对变化、塑造未来为建设理念,以继承与创新、交叉与融合、协调与共享为主要途径,培养未来多元化、创新型卓越工程人才。新工科中,“工科”指工程学科,是本质;“新”即新兴、新型和新生,是取向。既要把握好“新”,又不能脱离“工科”,具体体现为:理念新颖性、思维创新性、理技融合性、知识结构拓展性、设计思维广泛性、领导能力有效性。

新工科就是建设跨行业界限、跨学科界限的跨界新学科,具有引领性、交融性、创新性、跨界性、发展性、应用实践性、超前性和衍生性等特征。引领性为其前沿特征,表现在高等教育系统内外两方面,内部引领起示范作用,外部支撑新产业形成。交融性为其学科特征,是多学科的交叉、融合、渗透或拓展。创新性为其属性特征,是国家经济社会发展对新工科本质属性提出的要求。跨界性为其产业特征,新工科围绕产业链整合需要在自身构成中具跨越原有产业和行业界限特征。发展性为其动态特征,新工科需依据产业发展变化和趋势对学科内涵和要素进行及时、超前调整。应用实践性是基于知识生产模式Ⅱ(应用导向、跨学科导向、异质性互动导向、实践性反思导向及多维评价导向的生产模式)和模式Ⅲ(一种以知识集群、创新网络、分形研究、教育创新生态系统为核心模式,有多个主体、多种层次、多个节点和多种形态特点模式的知识创新系统)而言。超前性和衍生性基于服务,新工科将创生更多面向未来的新形态,具有强大生命力和衍生性。此外,新工科还具有多样性与个性化统一的特征。

2. 信息化方向

中共中央、国务院印发的《中国教育现代化2035》提出更加注重培养应用型、复合型、技术技能型人才,充分发挥实验室的作用,将实验教学信息化作为高等教育系统性变革的内生变量,以高质量的实验教学,助推教育现代化。实验室是高校开展实践课程、进行科学研究、