

# “新工科”背景下轻工特色高校机械实验室建设探索与实践

曹琳<sup>1,2</sup>, 张峻霞<sup>1,2</sup>, 房德磊<sup>1,2</sup>, 张琰<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>天津科技大学机械工程学院, 天津

<sup>2</sup>天津市轻工与食品工程机械装备集成设计与在线监控重点实验室, 天津

收稿日期: 2023年5月12日; 录用日期: 2023年7月13日; 发布日期: 2023年7月24日

## 摘要

“新工科”发展建设背景下, 为更好的培养创新意识和实践能力的复合型人才, 对接企业需求, 文章分析了轻工特色高校机械实验室现状及存在的问题, 提出了实验室建设与管理新举措, 即引入先进设备和技术建立数字化实验室、建立实验室管理与服务体系、健全实验室安全体系, 实现“机-人-环境”三位一体实验室建设新模式。以机械工程学院实验室建设为例, 新模式应用推广后效果显著, 促进了特色高校人才培养和科研创新的发展。

## 关键词

新工科, 轻工特色, 机械实验室, 实验室建设与管理

# Exploration and Practice of Mechanical Laboratory Construction in Light Industry Universities under Emerging Engineering

Lin Cao<sup>1,2</sup>, Junxia Zhang<sup>1,2</sup>, Delei Fang<sup>1,2</sup>, Yan Zhang<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>College of Mechanical Engineering, Tianjin University of Science & Technology, Tianjin

<sup>2</sup>Tianjin Key Laboratory of Integrated Design and On-line Monitoring for Light Industry & Food Machinery and Equipment, Tianjin

Received: May 12<sup>th</sup>, 2023; accepted: Jul. 13<sup>th</sup>, 2023; published: Jul. 24<sup>th</sup>, 2023

## Abstract

Under the background of the development and construction of “New Engineering”, in order to bet-

文章引用: 曹琳, 张峻霞, 房德磊, 张琰. “新工科”背景下轻工特色高校机械实验室建设探索与实践[J]. 创新教育研究, 2023, 11(7): 1839-1845. DOI: 10.12677/ces.2023.117273

ter cultivate composite talents with innovation consciousness and practical ability, and to meet the needs of enterprises, this paper analyses the current situation and problems of mechanical laboratories in light industry colleges and universities, and proposes a new mode of laboratory construction and management. In other words, it introduces advanced equipment and technology to establish digital laboratory, establishes laboratory management and service system, and improves laboratory safety system, so as to realize the new model of “machine-human-environment” trinity laboratory construction. Taking the laboratory construction of the School of Mechanical Engineering as an example, the new model has been applied and promoted with remarkable effect, which has promoted the development of talent cultivation and scientific research innovation in special universities.

## Keywords

New Engineering, Light Industry Characteristics, Mechanical Laboratory, Laboratory Construction and Management

Copyright © 2023 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

“新工科”是基于国家战略发展新需求、国际竞争新形势、立德树人新要求而提出的工程教育改革方向[1]，是面向全球化和信息化的新经济和新技术的发展[2]。“新工科”对高校人才培养提出了更高的要求，培养具备广博的知识和扎实的专业技能，注重实践能力、创新能力、国际化视野和团队合作能力的高校人才。在新工科建设过程中，要突出优势、突出特色，必然要进行教学模式等方面改革，与之相匹配的实验室建设及管理也将随之发生变革。高校实验室是推进高校人才培养和科研创新的重要基础设施。在实验室信息化、数字化发展过程中，需要从信息化教学、科研等方面入手[3]，提升实验室设备的信息化程度[4]。利用多媒体、互联网等技术，探索培养学生综合实践能力和创新能力的实验教学模式[5] [6]。在实验室管理与运行机制中，多维度探讨高校实验室资源共享网络平台的建设路径[7]，构建实验室资源共享网络平台的管理机制等[8]，对于培育更具实践能力的大学生人才等诸多方面都具有重要意义[9]，实验室安全体系建设在实验室建设中起到了至关重要的作用[10]，保障了实验室的安全运行。规章制度、实验人才教育培训等方面的实验室安全管理对策，为完善实验室安全管理体系提供保障[11]。

基于以上实验室建设和管理的创新模式，本文从轻工特色机械实验室建设和管理实际出发，提出引入先进设备和技术建立数字化实验室、建立实验室管理与服务体系、健全实验室安全体系三个方面的新举措，探索实现“机-人-环境”三位一体实验室建设新模式，以“新工科”发展为背景，探索实验室建设与管理发展新模式对高校人才培养具有重要意义。

## 2. 轻工类机械实验室现状及存在问题

### 2.1. 实验室设备陈旧

轻工类机械实验室因其专业发展特色需要，现存的实验设备大多年限已久，所开设的实验课程设备购置率较低，现代化设备更新更新速度慢。“新工科”所需的复合型人才实验环境大多停留在传统实验设备，智能化实验设备如传感器、数据采集器等技术不能及时引入实验室，实验课上由于设备精度不够

等原因,造成实验数据大多不准确,学生不能更加直观地感受到实验现象及实验结果的变化,从而使实验教学的互动性和趣味性较低。

## 2.2. 实验室开放共享机制欠缺

实验室预约和指导服务是提高实验室使用效率和质量的重要途径。机械实验室大多依靠线下实验室开放机制进行预约使用,实验室的开放和借用缺乏有效管理,未建设实验教学资源共享平台,不能实现实验资源有效共享和互动。学生预约实验、查看实验教学材料、提交实验报告等需要线下进行,实验室未实现教学的信息化、网络化、智能化,实验教学管理的效率和质量大打折扣。因此,加强实验室管理信息化建设,加大实验室开放共享机制,建立实验室管理信息系统,实现实验室设备的数字化和信息化管理,从而提高实验室设备的使用效率和管理水平。

## 2.3. 实验室安全管理手段单一

实验室安全是实验室建设和使用的前提条件。机械实验室安全管理体制如果缺乏精细化、系统性的机制,就为实验室安全埋下隐患。机械实验室因为其特殊属性,大多大型设备仪器无法做到专人专管,没有制定详细的实验室安全责任人制度以及安全巡查机制,管理上存在一定的安全隐患。对于高校机械专业实验室经常存在的火灾事故、机电伤人事故、机械设备出现损坏性事故等,需要制定详细的安全管理机制,在硬件和软件两方面杜绝安全事故的发生。

# 3. 建设与管理模式创新举措

高校实验室建设需要不断探索新举措,加强实验室设备和技术的更新和升级,建立数字化实验室,推动实验室共建共享,建立健全实验室安全管理体系,实现“机-人-环境”三位一体实验室建设新模式,以适应新工科背景下人才培养的需求,促进高校人才培养和科研创新发展。具体以机械学院机械类实验室为例进行新模式的探索,取得了显著效果。

## 3.1. 引入新技术,建立数字化实验室

机械实验室的教学目的是帮助学生掌握机械学科的基础理论和实践操作技能。引入新技术,建立数字化实验室将其应用于机械教学和实验中,可以使学生更加深入地理解机械学科的知识,激发他们的学习兴趣和创新能力。数字化实验室不仅可以解决实验室资源有限的问题,还可以提高实验教学的效率和质量,使学生更加便捷和高效地进行实验操作,同时也有助于培养学生的实验能力和创新能力。

在机械实验室中,3D打印、虚拟现实、人工智能、智能制造方面仪器设备的引入,让学生更直观地了解机械结构和工作原理以及人工智能技术在机械领域的应用和发展。利用智能化设备进行自动化生产和机器人操作实验,可以实现实验内容的数字化、实验设备的智能化,方便了实验数据的管理和分析。

### 3.1.1. 实验内容数字化

学生在实验中,通过拍摄实验操作视频、采集实验数据和图像等方式,将实验内容数字化处理成可供在线上进行实验操作和实验数据分析的形式。数字化实验内容不仅满足实验内容完整、数据真实、分析准确等要求,还保证了实验教学的质量和效果。

### 3.1.2. 实验设备智能化

智能化设备可以通过网络实现与数字化实验平台的连接,实现实验数据的自动化采集和传输,提高实验效率和减少误差。同时,智能化设备还可以配合数字化实验内容进行互动操作,实现实验过程的自主控制和数据分析。

3.1.3. 方便实验数据的管理和分析

数字化实验室的建设需要建立相应的实验数据管理和分析系统。系统可以对实验数据进行采集、存储、处理和分析，为学生和教师提供实验数据分析和评估的支持。同时，数字化实验数据的管理和分析还可以为实验教学的改进提供数据支持，为学生提供更加个性化和优质的实验教学服务。

3.1.4. 实验平台智能化建设

数字化实验室的建设需要建立相应的数字化实验平台。数字化实验平台可以提供在线上实验操作、实验数据采集、实验数据管理和实验数据分析等服务，实现学生在线上进行实验操作和实验数据分析的目的。同时，数字化实验平台还可以提供实验报告的在线提交、评分和反馈等服务，实现实验教学的全过程管理和质量控制。

以我校机械工程学院机械实验室为例，实验教学中心积极建立数字化实验室，引入一批高端智能化仪器设备，涉及到人工智能、智能制造、自动化教学平台等多个方向，共支撑 11 个机械专业的 123 门实验教学课程，实验项目共计 264 个，1690 个实验教学学时。实验课程规划图如图 1 所示。

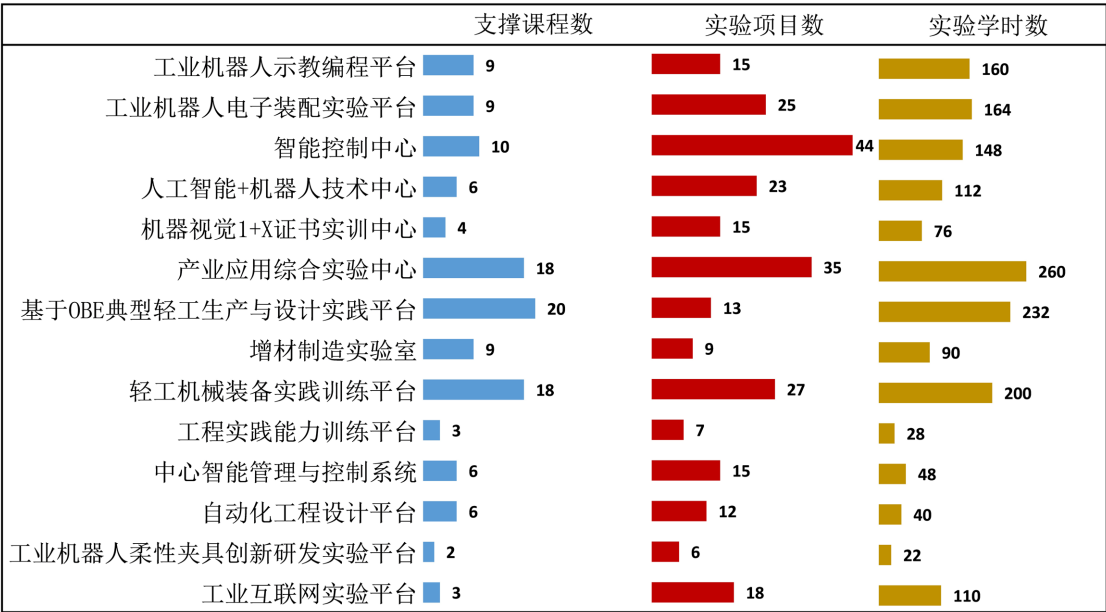


Figure 1. Intelligent platform equipment experimental course planning map  
图 1. 智能平台设备实验课程规划图

3.2. 实验室管理与服务体系建设

实验室管理和服是实验室建设的重要组成部分。注重实验室管理和服务的改进，制定实验室管理规章制度，加强设备维护和保养，提高实验室管理水平，加强实验室信息化建设，为学生和科研人员提供实验室预约、指导和技术支持等服务，提高实验室的使用效果和质量，做到实验室以人为本的宗旨，保证实验资源的可持续性，以适应新工科背景下机械实验室管理的需求。

3.2.1. 优化资源，建立三级实验室开放制度

实验教学及设备由实验教学中心统一进行管理，实验室用房、仪器设备和物品根据实验教学需要统一进行调配，建立实验室开放制度，提高实验室及实验设备的利用率，实现资源共享，有利于实验教学的整体安排。实验教学中心的成立，建立三级实验室开放制度，将有效推动实验室的开放及管理。其中，

学生、教师以及校外团体和个人作为申请人通过线上和线下两种方式进行实验室开放申请，实验室开放所涵盖的项目包括课外科技活动、科研项目以及校外合作项目等，审批人包括主任和副主任分别对项目进行审批。在此开放制度的前提下，实现了管理形式的开放、实验室设备、实验场地、实验时间的全方位开放。学生可以根据实验要求预约、借用实验设备、实验仪器和使用实验系统，由此实现了实验设备、系统的开放。实验中心的部分专业实验室实现全天开放，基础实验室完成本科生实验教学任务后，按系统预约实现部分开放。三级实验室开放制度如图 2 所示。

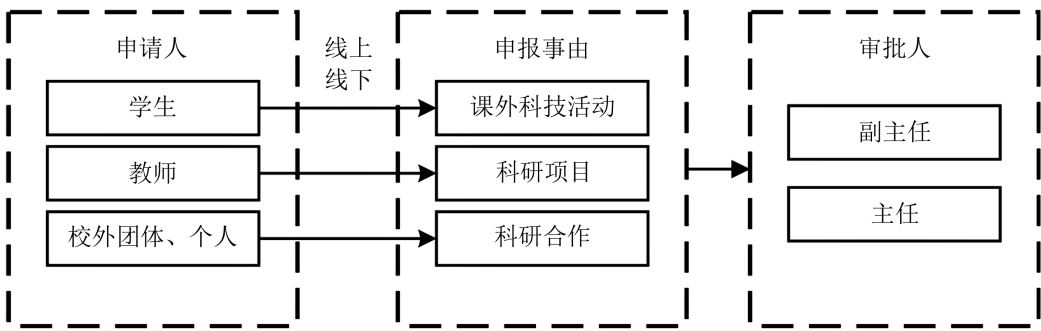


Figure 2. Level III laboratory opening system  
图 2. 三级实验室开放制度

3.2.2. 加强实验室信息化建设及应用

搭建实验室信息化管理平台，建立实验室管理信息系统，通过信息化手段，实现实验室设备的数字化和信息化管理，实现实验教学管理的信息化、网络化、智能化，方便学生在线预约实验、查看实验教学材料、在线提交实验报告等。实验室管理的信息化建设是提高实验室管理效率和质量的重要途径，信息化建设实现实验教学管理的数据化、标准化，方便实验教学管理的统计和分析，提高实验教学管理的效率和质量。

3.2.3. 实验教学团队的建设培养

实验室队伍建设是实验室建设与服务的核心。充分调动教师和实验技术人员的积极性与创造性，着力提高他们的全面素质和业务水平是建设的根本。成立实验教学中心，通过合理规划，采取资源共享，科研和实验教学结合，基础课程和专业课教师队伍整合，建立一支以实验教学为主、实验教学和科学研究结合的稳定的实验教学团队，大大提升实验教学水平。

3.3. 实验室安全体系规划建设

实验室是实验教学、科学研究和技术服务的基础，实验室安全管理是实验室建设的重要组成部分。实验室的管理必须以人为本，认真贯彻“安全第一、预防为主”管理方针，开展实验室安全管理，从而防范安全事故的发生。结合机械实验室实际情况，制定实验室管理规章制度，加强设备维护和保养，提高实验室管理水平，建立行之有效的安全管理体系，是保证实验教学的重要途径。特以我校机械工程学院实验室安全举措为例。

3.3.1. 落实安全管理三级责任人制度

为加强实验室安全管理工作，建立实验室安全管理的长效机制，全面建立实验室安全管理三级责任体系。根据“谁使用、谁负责，谁主管、谁负责”的原则，学院党政主要领导为三级责任人；按照“统一领导、分级负责、责任到人”的实验室安全管理模式，实验教学、科研实验室负责人为二级责任人；



实验用房责任人与进入实验室工作的师生为一级责任人。实验室安全管理三级责任体系的建立是结合学院实际制定安全责任制度，将责任进一步细化，以确保将实验室安全责任逐级落实到位，从而确保教学科研工作安全顺利进行。

3.3.2. 建立实验室安全台账

实验室管理规章制度是实验室安全管理的基础和保障。高校大多建立了本校的实验室安全管理体系，明确实验室管理的职责和权利，保障实验室的安全和稳定运行。“三查”制度，即日查、周查、月查制度将实验室安全内容细化，实现实验室的全方位保障体系，自查机制的建立将实验室安全隐患降到最低。

我院实验室共计 199 间，按照实验室属性划分为三类实验室，其中包括教学类实验室 58 间，科研类实验室 96 间，行政及其他用房 45 间。我院严格落实“三查”制度，即日查、周查、月查。根据实验室的不用用途进行分类管理，对于科研类实验室，研究生在进入科研团队前，进行实验室安全专题教育，通过实验室安全知识测评考试，成绩合格者才能进入到教师的科研实验室。科研实验室每天安排值班生，记录实验室日查、周查、月查整改台账。研究生会各个部门进行轮岗，每周对学院 3 栋科研楼 96 间科研实验室进行一次安全检查，以确保实验室台账的落实；对于本科实验教学类实验室，由学院实验教学中心统一进行管理，根据校实验室管理规定，明确每间实验室责任人，学生进出实验室做实验要进行记录，一周一次的实验室安全检查；对于行政等使用用途的实验室进行一周一次的安全隐患排查工作。学院日查周查月查详图如图 3 所示。

| 日查表 | 水电安全                                                      | 仪器设备                                                            | 消防安全                              | 环境卫生                                      |                                              |                                                      | 化学品安全                    |                                    |                   | 气体钢瓶                   | 废弃物处理              | 整改情况                    |
|-----|-----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------------|----------------------------------------------|------------------------------------------------------|--------------------------|------------------------------------|-------------------|------------------------|--------------------|-------------------------|
|     | 功率匹配、无私拉乱扯，用火、用电无违章，线路、管路无老化                              | 设备完好，无超期服役，使用记录完整，无开机过夜现象                                       | 消防设施、器材和消防安全标志在位、完整               | 整洁、消防通道通畅、无与实验不相关物品                       | 实验区与学习区明显分开，无睡觉、进食现象                         | 实验服、女生束发、无穿戴短褂、短裙、凉鞋、拖鞋                              | 台账、清单更新及时，标签、标识规范合理      | 分类合理，不超量，隔热、通风                     | 公安管控药品是否执行“五双管理”  | 标识、固定、安全帽、防震圈齐全，防震圈不超量 | 液体分类存放，废弃物处理是否正确及时 | 是否大量堆放，是否存在液体直接导入下水道的现象 |
| 周查表 | 实验室安全体系                                                   | 水电安全                                                            | 环境卫生                              | 仪器设备                                      | 化学品安全                                        | 特种设备                                                 | 废弃物处理                    | 基础设施                               | 备注                |                        |                    |                         |
|     | 房屋安全责任人是是否明确；规章制度、操作规程和应急预案是否齐全；日常检查真实可靠；是否认真落实学校、学院通知规定等 | 是否存在功率超负荷现象；线路、管路有无老化现象；大功率仪器（包括空调等）有专用插座、无多个接线板串联、接线板直接放在地面的现象 | 空间布局是否符合消防要求，卫生是否整洁；学生衣着是否符合安全规定等 | 设备是否完好、维修是否及时、有无超期服役、使用记录是否完整、大型仪器有无操作规程等 | 公安管控药品是否实施“五双管理”；药品购买是否符合学校规定，药品存放、使用是否合理等   | 是否配备操作员和管理员；是否按照国家有关规定操作、管理等                         | 废弃物是否大量堆积；是否按照有关规定处理废弃物等 | 消防器材、安全防护用品的配置是否合理；墙面、屋顶、地面等是否有损坏等 | 负责人应详细记录团队情况并签字确认 |                        |                    |                         |
| 月查表 | 设备、水电                                                     | 环境卫生                                                            |                                   | 消防安全                                      | 化学品安全                                        | 特种设备                                                 | 责任人签字                    |                                    |                   |                        |                    |                         |
|     | 有无设备运行、水龙头开着无人值守、私拉乱扯；接线板等                                | 整洁度、实验区与学习区明显分开、无与实验不相关物品等                                      |                                   | 消防通道；杂物堆积；灭火器、灭火毯位置等                      | “五双管理”；分类；清单、台账；密液标签、标识；购买渠道；存放位置；不超量；废弃物处理等 | 压力容器操作员、管理员标识及规章制度履行情况；气瓶使用规程、标识、固定、安全帽、防震圈齐全，数目不超量等 | 责任人签字，立即整改，并提交整改报告       |                                    |                   |                        |                    |                         |

Figure 3. Detailed diagram of daily, weekly and monthly checks  
图 3. 日查、周查、月查表详图

3.3.3. 定期开展安全自查整改行动

实验室安全是实验室建设和使用的前提条件，也是实验教学的重中之重。建立和完善实验室管理制度和安全标准，加强对实验室的管理和监督，加大实验室安全检查力度及频次。对于科研实验室和教学实验室进行一周一次的安全自查行动。将安全隐患及时上报学院形成安全自查清单，形成动态表格，边整改边上报，以确保实验室设备和仪器的正常运行和使用安全。加强实验室安全宣传和教育，提高学生和实验室管理人员的安全意识和自我保护能力。开展形式多样的安全主题教育，定期对师生组织开展实验室管理和安全培训，提高其实验室管理和安全意识，确保校园安全。

3.3.4. 加强实验室安全知识、技能培训

实验室安全是实验室管理和服务的的重要组成部分，通过实验室安全知识讲座、实验室安全模拟演练等方式，提高教师的实验室安全知识和应急能力。除了理论知识的培训外，通过实验教学培训班、实验

教学模拟操作等方式,为教师提供实验教学技能方面的培训,提高教师的实验教学技能和实验操作技能,从而为学生提供更加专业和高质量的实验教学服务。

#### 4. 结语

轻工特色高校机械实验室建设是机械专业教学的重要组成部分,为提高学生的实践能力和创新能力,需要不断探索创新。随着新工科的提出,机械实验室建设和管理面临着更高的要求 and 更广阔的发展空间。轻工特色高校在机械类实验室建设和管理方面应利用自身专业特色和地域优势,通过创新管理模式和方法,建设符合行业需求和发展趋势的实验室,优化资源配置和使用效率,提高实验教学质量和效果,从而更好地适应新工科的发展需求,为培养具有创新能力和实践能力的人才做出更大的贡献。

#### 基金项目

天津科技大学教育教学改革研究项目:一流专业建设背景下机械应用型创新人才培养体系的构建与实践(KY202302)。

#### 参考文献

- [1] 张宇敬. 产教融合和多学科交叉背景下计算机科学与技术专业改造升级探索与研究[J]. 软件, 2021, 42(6): 53-55+61.
- [2] 任灵玲. 郑州航空港区建设与河南省高素质应用型人才培养[J]. 全国商情, 2016(36): 25-26.
- [3] 杨海峰, 周威佳, 贾彬彬, 赵洪运. 工科高校教学实验室信息化建设和管理研究[J]. 中国现代教育装备, 2018(1): 29-31.
- [4] 盘茂杰, 吴启超. 新工科视域下高校实验室信息化建设与管理探析[J]. 电脑知识与技术, 2023, 19(11): 75-78.
- [5] 杜飞龙, 黄海松, 唐世灏. 新工科背景下高校实验室设备智能化管理研究[J]. 设备管理与维修, 2019(7): 28-30.
- [6] 孔晓璇, 卢海峰, 等. “新工科”背景下高校智能建造实验室建设探索[J]. 实验室研究与探索, 2022, 41(12): 281-285+308.
- [7] 陈浪城. 面向“新工科”的高校实验室建设与管理模式创新和实践[J]. 实验技术与管理, 2019, 36(10): 273-276.
- [8] 张斌, 于干. 高校实验室资源共享网络平台建设及管理机制研究[J]. 吉林农业科技学院学报, 2023, 32(1): 27-31.
- [9] 谭小平, 师琳. 新形势下高校实验室安全管理问题与对策[J]. 大学教育, 2021(12): 190-192.
- [10] 马淼, 罗爱, 张盼盼, 赵冬梅. 地方高校实验室安全建设及管理的研究[J]. 自动化应用, 2023, 64(6): 202-204.
- [11] 刘景超, 袁泽华. “新工科”背景下高校实验室安全管理体系建设探讨[J]. 实验室研究与探索, 2022, 41(8): 327-332.