



基于公共资源开放的工程训练与实践体系

胡明宇, 龚晚林*, 张 树, 黄 河, 杨 岑

(武汉大学大学生工程训练与创新实践中心, 武汉 430072)

摘要: 分析了高校工程训练、创新实践平台存在的问题及对创新人才培养的不利影响, 提出了开放式工程训练与创新实践平台建设措施及公共资源开放管理模式, 探索形成了一个适合学生自主式学习、有利于学生个性发展的“实习实训、自主创新、学科竞赛、校企合作”多维度的创新实践与人才培养体系, 理念先进、结构科学, 对综合性大学工程训练中心建设具有一定的借鉴意义。

关键词: 实践平台建设; 创新实践体系; 公共资源开放; 创新人才培养

中图分类号: G642.0

文献标志码: A

DOI: 10.12179/1672-4550.20240020

Engineering Training and Practice System Based on Public Resource Openness

HU Mingyu, GONG Wanlin*, ZHANG Shu, HUANG He, YANG Cen

(College Students Engineering Training and Innovation Practice Center, Wuhan University, Wuhan 430072, China)

Abstract: This paper analyzes the problems existing in the engineering training and innovation practice platform of universities and their adverse effects on the cultivation of innovative talents. It puts forward the construction measures of the open engineering training and innovation practice platform and the open management mode of public resources. Furthermore, it has formed a multi-dimensional innovative practice and talent training system, which has combined practice and training, independent innovation, discipline competition and school enterprise cooperation as a whole. The system is suitable for students' autonomous learning and conducive to students' personality development, which has advanced concept and scientific structure. It has a certain reference significance for the construction of engineering training center of comprehensive university.

Key words: practice platform construction; innovative practice system; opening of public; cultivation of innovative talents

为实现中华民族伟大复兴, 把我国建设成为引领世界制造业发展的制造强国, 国家实行创新驱动发展、制造强国战略, 发布了“中国制造 2025”等行动纲领, 新经济、新产业、新技术、新业态不断涌现, 社会对人才的需求不断发生变化^[1-3], 卓越创新型人才^[4]的培养对于加快建设制造强国、创新型国家至关重要, 对高校培养高素质人才提出了新的要求。综合性大学具有多学科性、科学研究性、基础性等重要特点, 有利于学科的交叉融合和复合学科的综合创新, 具有培养

创新人才的肥沃土壤^[5-8]。本文在总结武汉大学多年工程训练平台建设经验的基础上, 提出了一系列具体措施, 充分发挥综合性高校的优势, 打破学科、院系壁垒, 探索工程训练与创新实践新体系, 实现公共创新资源的开放共享, 进而培养新时代高素质创新型人才。

1 高校传统工程训练平台的问题分析

围绕国家战略决策、高等教育现状及武汉大学人才培养目标等, 本研究调研了国内外高校特

收稿日期: 2024-01-19

基金项目: 湖北省教育厅教改项目 (HBSJ-2018-1); 武汉大学教改项目 (2021ZG335); 教育部 2021 年第二批产学合作协同育人项目 (202102385002)。

作者简介: 胡明宇, 博士, 实验师, 主要从事实践教学、空间物理、机器人技术等方面的研究。E-mail: mingyuhu@whu.edu.cn

* 通信作者: 龚晚林, 博士, 工程师, 主要从事电子技术、空间环境甚高频雷达探测技术方面的研究。E-mail: gongwl@whu.edu.cn

别是综合性研究型大学的工程训练平台建设及人才培养情况^[9-10],发现国内综合性研究型大学普遍存在工程实训与创新实践环节比较薄弱的情况,已经严重影响人才培养质量。

1.1 工程训练内容单薄,先进性不足

当前,新一轮科技革命与产业变革深入发展,大数据、云计算、人工智能、区块链、虚拟现实等前沿技术发展日新月异,随之催生了一批热门学科与专业,而传统的工程训练内容与信息化社会的技术发展脱节,先进性不足,学生对前沿科技和热门学科的认知不足,导致学校教育与企业需求不匹配。

原工程训练中心长期以来作为工科专业的金工实习场,主要为机械类、近机械类专业提供工程训练课程,主要包括车、铣、刨、磨、钳、铸、焊、热等传统项目,涉及的工程领域较窄,受益学科也较窄,已不能满足综合性大学宽口径、厚基础的人才培养要求,亟须构建新的工程训练体系以满足多学科创新人才培养的需求。

1.2 院系平台重复建设,融合性不足

高校实验室、实践平台多由院系单独建设、分散管理使用,缺乏校级层面的整体规划,造成相同功能实验室重复建设但利用率不高,功能相通实验室间缺乏有效合作、效率低等问题,造成实验资源的浪费。因此,统一规划各院系功能相同的实验室,发挥各院系优势技术力量,建设资源共享的校级公共平台,可极大提高资源的利用率及实验室的建设水平。近年来,学科交叉与融合已成为科学研究与高等教育发展的重要趋势之一^[11],而实验室大多遵循学科边界而形成,融合性不足,导致部分交叉学科实验室重复建设或者建设水平不高,难以达到预期效益。因此,建设公共基础实践平台十分重要,可将部分交叉学科如机器人等实验室在公共平台建设,推动基础实验室的测试测量仪器、加工设备共建共用。

1.3 公共资源共享模式单一,开放性不足

学生的第二课堂活动是对课堂教学内容的巩固与延伸,能够扩展学生的知识面,锻炼学生的创新思维和动手实践能力,是培养创新人才的重要环节。而第二课堂的顺利开展需要开放的实践场地、先进的设备等资源的支撑,换言之,第二课堂效果依赖于公共创新资源的开放共享程度。而高校实验室实验资源主要以实验、实训教学为

主,公共资源共享开放程度有限,影响学生创新实践活动开展的效果。

实验室建设存在“重建轻管”现象,造成了重复建设、资源浪费,在制度建设上缺乏行之有效的公共资源共享开放制度、责任追究制度、激励制度,管理方式落后,导致开放性不足,进而影响了创新人才培养的质量。

2 开放式工程训练与创新实践平台建设措施

实验教学是人才培养的重要环节,有学者把实验室比作大学的“心脏”,是培养高素质人才的摇篮。实践平台的硬件建设是保证实践教学、创新活动顺利进行的物质基础^[12-13],其开放力度不仅体现了实践平台的核心功能,也决定了包含学科在内的受益面的广泛性。

2.1 搭建公共资源实践平台

按照安全性、实用性、先进性、共享性等原则,武汉大学建设了以工程训练为主的教学实验室,包括基础制造、先进制造、智能制造、电工电子、传感与控制、虚拟仿真、机器人、综合设计共8大实验室。与国内外知名企业联合探讨校企合作协同育人模式,建设高水平联合实验室,先后共建了iOS技术实验室、NI技术实验室、苹果-RTC培训中心、小米金山软件基地、AR/MR虚拟仿真实验室共5个高水平联合实验室。建成开放式微型创意加工坊、DIY工作室、学科竞赛实训基地等创新实践场所,为学生提供丰富的创新资源,服务于创新实践活动的各个环节。

2.2 公共资源实践平台运行管理机制

传统的管理方式限制了实验室开放的深度和广度^[14],通过引入智能实验室管理系统、设备图书馆、智能监控系统等信息化设施,实现了实验室的数智化、信息化管理,提高了实验室管理效率,实现了无人值守、全天候开放。

智能实验室管理系统主要采用物联网技术,实现对实验室门禁和窗帘、空调、灯光等实验室物理环境的远程操控,可自动刷卡出入,工位自动刷卡上电断电,并可根据实验室使用情况自动运行,实现了开放预约、环境管理、仪器设备管理、实验教学管理等功能。设备图书馆是一套带有信息化管理系统的设备仓库,用于学生自助借用各类小型工具和标准化测试测量设备,方便学

生随时随地进行工程创新。同时对学生借用设备进行统计管理,设备出现损耗时提醒实验室管理人员进行维护或者设备换新。

智能监控系统主要用于保障实验室安全,应用机器视觉检测技术,可自动监测实验室人员行为以及学生使用设备情况。当学生违规操作大型危险设备时会断电处理,当学生离开时会自动提醒学生对实验数据进行保存以及是否需要对相关设备断电,并在学生离开一段时间后自动熄灯。教师可通过智能监控系统随时远程查看实验室使用情况,提高开放实验室的安全性。

2.3 公共资源实践平台开放共享制度

建立健全公共资源开放共享制度,实行分区分级管控。根据设备安全等级、易损程度、使用难易度将实验场地划分为全开放展示交流区、半开放自主学习区、相对封闭实验区。全开放展示交流区全天候开放给全校师生使用,该区域设备安全性较高、易于使用,包括掌上电脑、示波器、万用表、信号发生器、电烙铁等常见设备。半开放自主学习区需要提前在智能实验室管理系统上预约,工位自动刷校园卡上电断电,使用区内设备需要具备专业知识和技能,通常开放给竞赛团队、科创社团或学习过相关课程的学生使用,若无相关背景知识可在学生助教指导下使用,包括 3D 打印机、激光切割机等设备。相对封闭实验区设备需要经过专业培训后方可使用,使用区内设备通常需要高级的专业知识和技能,安全操作也更为复杂,包括高端数控设备、精密电子设备、机器人等设备。此外,只有相对封闭的实验区与实验课程场地重合,预约时只能选择没有课程的时间段,全开放和半开放区域不排课,避免了第一课堂与第二课堂活动的时空冲突。

2.4 公共资源实践平台维护与激励制度

实验教师实行轮班制,轮班期间配备相应的助教、助管。聘请学生担任助管参与实验室开放管理,聘请学生团队、竞赛团队的高年级学生担任助教,承担部分设备培训、技术普及任务,形成学习共同体,确保设备使用安全、学生人身安全,进而减轻实验室开放对实验教师的管理压力,促进实验室有序开放。开放期间高值易耗品自备,由学生向自己所在的科研团队、竞赛团队、课程组、指导教师等申请,仅提供电阻、电容等低值易耗品,存放在开放实验室的耗材柜

内,可按需取用。健全公共资源共享责任制度、激励制度,将实验室及大型仪器平台的运行及开放情况纳入年终绩效考核,提高了管理人员对实验室全面开放的积极性。健全开放实验室、共享设备的维修维护制度,学生发现设备损坏可通过系统上报给实验室,实验室负责人安排维修,开放实验室实行定期维修、定时维护,每学期初安排设备厂家进行质保服务,确保设备正常运行,提高实验室运行效率。

平台建成后,来自全校各专业学生开展各类科学研究、创新实践等活动蔚然成风,覆盖约 20 个学院 60 个专业 3 000 名学生。已成为具有综合性大学特色的“理念先进、设备精良、资源丰富”的像图书馆、体育场一样的公共教育资源,并服务于全校学生,成为全校开放规模大、影响深、效果好、最受学生欢迎的开放式平台之一。

3 工程训练与创新实践体系构建

依托开放式工程训练与创新实践平台,将工程训练体系内的课程作为夯实学生工程素养、渗透工程文化的肥沃土壤,以多维度的第二课堂活动为抓手,提升学生知识综合运用、工程实践、自主创新设计等方面的能力,探索“实习实训、自主创新、学科竞赛、校企结合”4 模块多维度的大学生工程训练与创新实践体系,4 模块既相对独立,又相互关联,如图 1 所示。实习实训、自主创新、学科竞赛、大学生科研等学生活动考核的都是学生专业知识的运用水平和能力,具有很多共同点,学生同时参与这些项目会因为时间、精力以及课程计划等产生冲突,我们将这些项目融会贯通,很好地解决了这一问题,也培养了学生自主学习、研究的兴趣,促进了学生能力培养和个性化发展,达到了事半功倍的效果。

3.1 大力开展工程训练课程改革

根据各学科专业人才培养目标,针对不同专业的知识结构和学生特点,为不同专业提供不同的工程训练课程“套餐”,因材施教;减少传统机加工课程模块比例,增加激光加工、3D 打印、智能制造、电工电子、iOS 移动技术、物联网技术、人工智能等当今现代技术模块,各模块之间既相对独立,又在技术逻辑上相互关联,形成知识链,解决原有金工实习技术落后、内容单一等问题^[15-16]。推进课堂学习与课下实践相结合,利

用开放的公共资源, 鼓励学生课后自主学习、创新设计, 延伸课堂内容, 将学生创新实践、科技

创新过程中的优秀实践案例应用于工程训练课程模块中, 实现科技创新反哺教学。

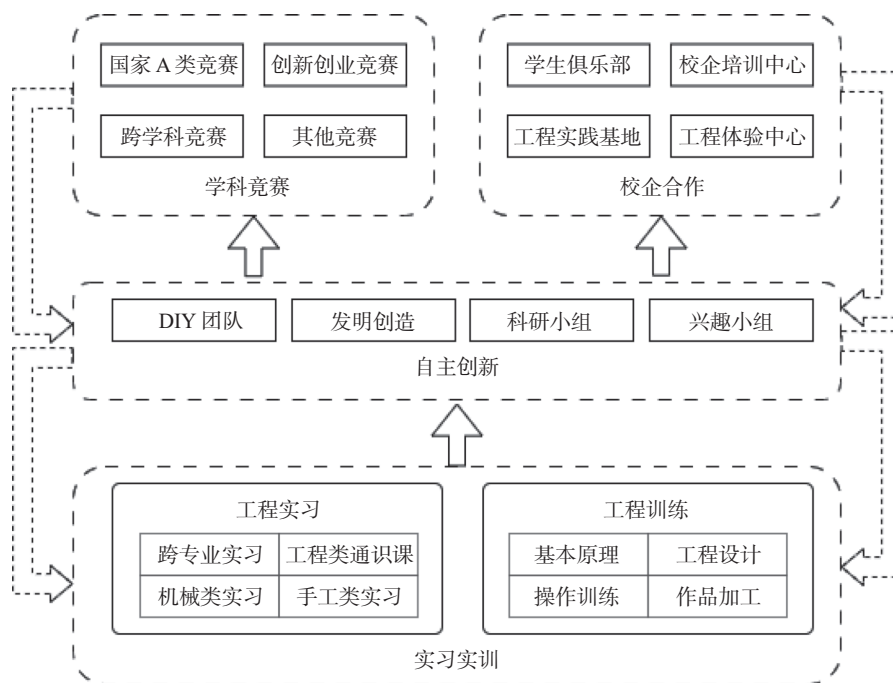


图 1 工程训练与创新实践体系结构图

3.2 抓好以学生为主体的第二课堂教与学活动

充分利用开放的公共资源平台, 建设以学生为主体、以专业技术为主题的多样化的跨学科、跨专业学生社团, 广泛开展自主学习、发明创造、社会实践、创新创业、大学生科研等多种形式的第二课堂教与学活动, 多学科交叉融合, 突破专业思维局限, 培养学生创新精神、提高创新设计能力。组建高水平、大规模的学术型学生俱乐部, 组织技术培训、学术讲座、科技竞赛、校际交流、研学访学等丰富多彩的社团活动, 仅 iOS 俱乐部和电子创意俱乐部两个校级俱乐部学员总数就达 400 余人/年; 组织成立科技兴趣小组, 以发明创造、专利申请、论文撰写为目标, 配备固定学习研究场地、耗材经费、师资培训, 指导学生制作创新作品, 实现理论到实践再到发明的产出。

3.3 探索学科竞赛新模式

越来越多的学科竞赛不再仅限于某一专业领域的技能考察, 综合性竞赛增多, 如机器人、工程训练类竞赛, 往往考查多学科专业知识及学生解决复杂、综合问题的能力, 然而各院系在开展竞赛时, 合作深度不够, 缺乏联动机制, 不能充分发挥各学科各院系优势解决竞赛技术难点,

我们利用校级创新实践平台优势, 通过加深院系合作及联动机制, 积极探索学科竞赛与学生专业培养间的内在关系, 促进不同团队的技术交流及学科交叉融合, 打破技术壁垒。近年来, 组织各院系学生参加了中国机器人大赛暨 Robocup 世界杯中国赛、中国机器人及人工智能大赛、中国大学生工程实践与创新大赛等竞赛, 获得国家级奖 80 余项, 竞赛成绩显著提升, 学生竞赛能力、实践能力明显增强。

3.4 探索多形式的“校企合作、协同育人”模式

引入企业科技作为公共资源开放共享给全校师生, 加大校企合作、校校合作力度, 与苹果公司、小米金山等共建了 iOS 俱乐部 & 体验中心、华中地区唯一的 RTC 培训基地、金山软件培训中心等高水平实践平台以及全国首个高校 iOS 创新实践联盟, 大力开展“新工科”“卓越工程师教育培养计划”以及各类形式的培训活动。将企业先进的工程理念、技术方法代入校园, 实现人才培养与行业发展、社会发展接轨。

4 结束语

经过几年的探索与实践, 学校建成了具有综合性大学特色的以工科为主、兼顾文科理科等多

学科的开放式创新实践平台, 开放规模大、受益面广, 满足了学校在工程能力培养及学生创新实践教育方面的需求, 每年为 20 余个院系 2000 余名学生开设实训课程, 选课学生新增 10% 左右, 20 余学院 30 多个创客团队、学生社团入驻, 受益 3000 余人。通过多种形式的第二课堂教学活动, 极大促进了学生自主学习、创新实践的热情, 学生动手实践、创新能力得到大幅度提升。

参考文献

- [1] 李正良, 廖瑞金, 董凌燕. 新工科专业建设: 内涵、路径与培养模式[J]. 高等工程教育研究, 2018(2): 20-24.
- [2] 胡蔓, 赵云龙, 栾晓娜, 等. 新工科背景下工程训练实践教学模式探索[J]. 实验技术与管理, 2022, 39(3): 256-259.
- [3] 朱玉平, 张学军. 基于新工科的工程训练培养体系构建与实践[J]. 实验技术与管理, 2021, 38(1): 8-11.
- [4] 邵桂芳, 刘瞰东, 祝青园, 等. 产教融合引领下的新工科创新人才联合培养[J]. 计算机教育, 2024(4): 75-80.
- [5] 史素青, 李安阳, 和媛, 等. 西部地方综合性大学化学拔尖创新人才“进阶式”贯通培养模式的探索与实践[J]. 大学化学, 2024, 39(6): 42-49.
- [6] 朱瑞富, 孙康宁, 贺业建, 等. 综合性大学工程训练中心发展模式设计与实践[J]. 实验室研究与探索, 2011, 30(4): 85-87.
- [7] 吴婧姗, 施锦诚, 吕正则, 等. 再谈综合性大学的工程教育振兴(下): 数据赋能工程教育转型的哈佛方案[J]. 高等工程教育研究, 2024(2): 174-181.
- [8] 陈建, 朱鲁闯, 王杰, 等. 新工科背景下工程训练创新实践课程体系研究[J]. 实验科学与技术, 2021, 19(6): 84-88.
- [9] 朱峰, 李双寿, 杨建新, 等. 工程训练以人为本的智能化转型升级[J]. 高等工程教育研究, 2024(1): 30-34.
- [10] 仝月荣, 陈江平, 姜艳霞. “新工科”背景下以智能技术为牵引重构工程实践课程体系[J]. 实验技术与管理, 2020, 37(12): 33-38.
- [11] 贾继文, 刘之广, 王淳. 学科交叉背景下的实验室建设新路径[J]. 实验技术与管理, 2022, 39(3): 252-255.
- [12] 韦相贵, 王玉军, 鲁娟, 等. 依托实训平台多元协同培养应用型人才的探索[J]. 实验室研究与探索, 2022, 41(10): 250-252.
- [13] 赵玉新, 许德新, 刘志林. “3I”特色新工科人才多维创新实践平台的建设[J]. 高等工程教育研究, 2024(2): 31-37.
- [14] 施翔, 金伟刚. 资源共享视角下的高校实验室管理体系研究[J]. 实验科学与技术, 2022, 20(4): 136-139.
- [15] 赵月, 杨雪峰, 刘杨, 等. 采用 PBL 模式进行工程训练教学的构成要素研究[J]. 实验科学与技术, 2022, 20(6): 126-130.
- [16] 王爱华, 阎冰洁, 霍国良, 等. 通识教育视野下的工程训练课程转化[J]. 实验科学与技术, 2022, 20(4): 86-90.

编辑 葛晋