

国外工程教育对我国机械类专业建设的启示

岳晓峰 于保军 朱 娟

长春工业大学机电工程学院, 中国·吉林 长春 130012

【摘要】机械类专业是我国的传统工科专业,随着“新工科”概念的提出,传统的机械类专业教育模式亟待改革,为了能更好的培养学生的工程实践能力,本文充分总结了国外比较成功的教育目标、教师培养、课程体系、教学方法、学习评价模式五大方面,针对我国机械类专业的工程教育,从各个方面给出借鉴建议。

【关键词】机械类专业;教育模式;工程体验

【基金项目】吉林省本科高等教育教学改革重点课题(202003):基于STEM理念的机械类一流专业新生态建设研究与实践;吉林省高等教育学会重点课题(JGJX2021B8):面向新工科的机械类专业STEM培养体系构建。

引言

随着新技术的不断涌现和广泛应用,全球迎来了新一轮的科技革命,传统工业正在被逐步削弱,智能化逐渐融入到工业中,世界各国纷纷部署工业发展新战略,推动发展新经济。在新一轮科技革命和产业变革的驱动下,我国于2017年开始了“新工科”建设,加快培养面向未来的“新工科”人才,积极迎接新工业革命带来的机遇与挑战,作为传统的工科专业机械类专业,亟待进行改革以适应新发展要求,为了培养新工科人才,落脚点是要培养学生的实战能力,对于机械类专业,就是要重视学生的工程实践能力。本文借鉴了国外的工程体验教育模式,从国外高校工程教育模式的培养目标、课程体系设置、教学方法、学习评价和支撑环境五个方面研究其具体措施,为我国机械类专业教育提供经验借鉴。

1 国外高校工程教育目标及对我国的启示

教育理念是一个学校的立身之本,在教育目标方面,各高校都是基本统一且有差异的,统一在于,各高校都力求培养学生的工程知识的理解能力、工程问题识别与分析能力、工程构思与设计能力、工程应用与操作能力、人际交往能力、工程管理能力、创新创业能力、批判性思维、系统性思维、全球化意识、终身学习能力、职业伦理道德意识、可持续发展意识等;差异在于,不同的高校有各自具体的教育思路。

英国伦敦大学以“全面集成”为核心观点,集成不同学科、技术与非技术能力、理论与实践,关注技能和态度培养,包括沟通和团队合作能力、分析性/创造性和批判性思维、综合和整体的工程设计能力、领导能力、国际化工作能力等,并将这种思想运用至本科课程框架的重构和工程体验的开展中,以培养符合现实需求的世界领先的工程人才。丹麦奥尔堡大学以问题导向型教育被列为工程教育改革的典范,问题导向型教育的实施关注专业与职业的需要,关注学生学习的需要,关注人与社会发展的需要,强调以问题为导向、以项目为载体、以课程为支撑、以合作为驱动的教育方法。新加坡科技设计大学开创了以“全面的设计服务范畴、完整的设计价值链、多视角的设计考量”为特点的“大设计观”教育理念,把社会和产业的需求准确及时地注入到大学教育中,实现“通过设计创造更加美好的世界”的美好愿景。

总体来说,各国工程教育在教育理念上都在注重回归工程,服务社会,重视与企业的密切联系,我国机械类专业为传统工科专业,在教育理念上要做到回归工程,服务社会。

2 教师培养对我国的启示

首先,工科教师的职业素质有待加强。工科教师的教育教

学技能欠缺和与工程实践脱节,已成为制约我国工程教育质量的关键。当务之急是建立一支高素质工程教育师资队伍,既熟练掌握教育教学专业技能,还具备丰富工程实践经验。

美国工程教育师资培养主要由研究型大学来承担,普渡大学等高校的一项重要使命就是培养工程教育师资,对未来的教师和在职教师进行培训,以提高工程教育质量。我国工程教育师资也来源于高校,培养高质量工程教育师资要从源头做起。高校课程设置可实行双学位,鼓励工科学生选择教育学辅修专业,掌握教育学基础理论和教学技能,有条件的可提供学生课堂教学实践。加强学校与社会间的交流沟通,为工科学生提供参与工程实践的机会。开展继续教育,利用“互联网+教育”的优势为在职教师提供培训,完善教育教学技能。荷兰特温特大学为教师开设关于如何设计模块课程、协调模块、掌握工程项目教学技巧、制定课程评估指标、学习教学技术应用等理论课程和时间课程培训。爱尔兰构建了STEM教师专业发展模式,通过加强入职教育、支持在职教育、推进数字化等途径来加强STEM教师的持续学习和专业发展。

其次,我国工程教育研究队伍有待充实、提高。美国工程教育研究队伍由专门研究人员和工科教师两类构成,研究人员兼具工科教师身份,多数具有跨学科背景,尤其具有工程学科和教育学科交叉的双重背景。与美国相比,我国工程教育研究队伍,主要由高等教育研究者构成,工科教师和工程实践者参与不足。研究人员学科背景较为单一,以工程学科或教育学为主。重点培养具有跨学科背景,尤其是工程学科和教育学科背景的研究人才,鼓励工科教师和工程实践者转向从事工程教育相关研究,建立一支高素质、具备跨学科研究能力的研究队伍。工程教育研究,需要教育研究人员、工科教师、工程实践者多方参与。

3 工程教育课程体系设置及对我国的启示

课程体系是指在一定的教育价值理念指导下,将课程的各个构成要素加以排列组合,使各个课程要素在动态过程中统一指向课程体系目标实现的系统,是育人活动的指导思想,是培养目标的具体化和依托,它规定了培养目标实施的规划方案。

伦敦大学构建了面向全院规模庞大的工程本科生,面向全院各本科专业推行共同的工程体验结构框架,主要包括七大模块:挑战模块、核心专业课程模块、设计和专业技能模块、场景模块、“如何改变世界”模块、辅修课程模块和专业综合体验课程模块。伦敦大学几乎所有工科课程模块都融入体验元素,将真实或仿真的复杂工程问题融于理论课程综合型实践课程中,为学生提供了系统化的独特的工程体验,在课程设置方面,伦敦大学打破了传统的基础理论课、专业基础课、专业方向课的先后顺序,将知

识应用贯穿整个学位过程, 课程设置聚焦于知识本身的相关性。美国欧林工学院设计和推行基于“欧林三角”的由五大模块构成的系统化课程, 且所有课程被纳入由“基础—专业化—实现”三阶段构成的整体, 以确保学生学习的连续性和统一性。课程将工程与数学、科学、人文和社会科学等领域结合起来, 课程体系中的各个模块交叉融合。荷兰特温特大学构建跨学科的课程体系, 以工程项目主题为导向, 根据具体工程项目顺序开设相关课程, 使先修课程与后续课程相互渗透, 打下良好基础, 并将科学知识、技术知识和工程知识有效整合, 形成跨学科课程体系。新加坡科技设计大学以1D实践、2D实践、3D实践、4D实践贯穿大学教育全过程, 充分在一门课、多门课、课程与实践、专业竞赛及综合实践等环节设计实践活动。麻省理工学院实行本硕博一体化的课程设置, 从本硕博课程内容的设置、选修课和必修课等方面综合设计本硕博课程体系, 强调基础、加强研究能力, 与社会需求和未来发展相适应。

国外各工程教育高校在课程体系设置上都重视学科交叉融合和重视实践, 为了提升我国机械类专业的培养效果, 在课程体系设置时, 可以借鉴国外的经验, 融合数学、科学、工程、技术等知识, 重视实践能力培养, 创新的设置课程体系。

4 教学方法分析

成功的工程教育在教学方法中都要做到重视实际、重视思考、重视团队、重视技能训练等。伦敦大学除了在课程中采用实地考察、课程设计等多种基础性、较为简单的传统体验方法为工科学生提供初级技能训练之外, 其工程教育设置的所有综合工程项目体验均涉及以开放式工程问题为背景, 以同一学科或跨学科团队为组织形式, 鼓励学生在主导项目工作的过程中运用多种视角和技能创造性地解决工程问题。欧林工学院几乎每一门课程都采用各类体验方式, 属于工程体验的开展方式有些是在课程内部采用团队项目的形式进行概念原理的验证和应用, 新加坡科技设计大学工程体验的教学方法包括1D课程设计法、2D项目需求链法、团队综合设计法等。卡耐基梅隆大学机器人学院充分利用现代教育技术媒介、方法, 所有教育机器人课程均形成内容完整丰富且形式多样的课程资源包, 且课程深度融合国际知名机器人竞赛体系。

国外教学方法对我国的启示在于, 教学过程中应注重团队合作、重视实际应用, 重视技能训练等, 课堂教学不能只有理论学习, 基本功训练, 应与实际应用接轨。

5 学习评价模式

在学习评价上, 为了使得评价结果更加准确, 主要有以下特点: 评价主体多元化, 形成性评价与终结性评价相结合, 能力导向评价。

伦敦大学评价主体包括教师、同伴、外部客户以及学生自身。团队工作评价内容包括项目中期进展、最终设计与展示情况、设计对客户要求的适用性等, 具体评价流程为: 教师事先与学生沟通团队工作的学习成果和评价标准; 确定团队成员及形成过程; 为处理团队工作可能遇到的障碍制定具体策略; 向学生明确分数的分配规则; 制定为评价工作开展进行资料搜集的计划机制; 确定团队工作评价的采用形式等。其次, 个体成员的贡献度评价主要通过团队中的同伴互评方式实现。同伴评议的一般程序为: 教师向学生解释同伴互评的意义; 对学生该如何撰写有建设性的反馈提供指导; 在可能的情况下确保评分的匿名性; 面向学生进行有关评议工作的事先培训与练习等。除此之

外, 自我评价、考勤表、作业等也是在各类体验中考量工科学生学习成果的重要方法。

在奥尔堡大学评价主体包括指导教师、外部审查人员。不同类型的课程评价方式不同, 通识性课程一般采用独立考试、独立评分的方法, 而项目课程不设独立考试, 和项目模块一起, 通过评估项目工作进行考核。评估的具体环节包括: 项目展示、联合讨论、个体评价。学生的成绩将基于书面的项目报告、学生对项目展示的贡献、在联合讨论中以及学生在个人问题环节中的表现四方面进行综合评定。欧林大学更加重视对学生能力的评估, 如定性/定量分析能力、团队合作能力、沟通能力、终身学习能力等。学生在接受课程指导的第一天就明确该门课程的具体目标以及对该课程的评估标准和方法。在评估过程中, 有时必须基于教师的专业判断, 需要根据他们的经验进行主观性评判。在新加坡科技设计大学, 学生学习成果评估方式多样, 例如, 在最后一年的顶峰设计项目中, 学生学习成果的评估主要基于团队提交的产品, 如工作原型和报告等, 而在工程体验中, 综合学期多门课程概念的2D设计体验的学生学习成果评估最具挑战性。

对我国的启示在于, 在进行学习评价时, 应该让评价方法与培养目标一致, 弱化应试水平评价, 重视对学生的实际能力的评价。

6 总结

作为传统的工科专业, 机械类专业改革亟待实施, 在已有成绩的基础上, 结合经济的飞速发展及国外的经验, 机械类专业需要在教育目标、教师培养、课程体系、教学方法、学习评价模式等方面进一步建设, 随着新技术的不断涌现和广泛应用, 全球迎来了新一轮的科技革命, 为了加快培养面向未来的“新工科”人才, 积极迎接新工业革命带来的机遇与挑战, 机械类专业要培养学生的工程实践能力。本文通过总结国外各个学校的成功经验, 总结出我国机械类专业教育经验借鉴的方法。

参考文献:

- [1] 潘海生, 彭乾刚. 工程教育学科建设: 美国的经验与启示[J]. 高等工程教育研究, 2019(3): 180-186.
- [2] 钟世云. 本硕博一体化培养的课程设置分析——以麻省理工学院材料科学与工程系为例[J]. 中国大学教学, 2018(6): 90-96.
- [3] 钟晨音, 朱佳扬. 从跟随者到领跑者: 爱尔兰STEM教师专业发展模式与实施路径[J]. 浙江师范大学学报(社会科学版), 2020, 45(6): 83-90.
- [4] 陈伟斌, 孙璠, 林健. 国外创业型大学建设一流学科的经验与启示——基于麻省理工学院、斯坦福大学和华威大学的案例研究, 合肥工业大学学报(社会科学版), 2021, 35(5): 125-132.
- [5] 李明慧, 曾绍玮. 国外高等工程教育与产业的契合经验及启示——基于德国、美国、法国三国的分析, 中国高校科技, 020,(4): 54-58.
- [6] 郑应友. 国外工程教育模式对我国新工科教育教学模式改革的启示, 郑州航空工业管理学院学报(社会科学版), 2018, 37(6): 122-128.
- [7] 潘海生, 杨慧. 荷兰特温特大学模块化工程教育模式及其启示, 高等工程教育研究, 2020(3): 164-169.
- [8] 朱娟, 岳晓峰, 张炜等. 单片机课堂中抽象指令具体化的教学方法探究, 电子制作, 2021(06): 60-61, 31.