

项目中心法在《光机电一体化》课程中的应用

杨兰英^{1*}, 黄名星¹, 杨健¹, 李成兵², 胡川妹¹

¹ 成都理工大学机电工程学院 四川成都

² 西南石油大学机电工程学院 四川成都

【摘要】中国智能制造 2025 战略中要求把培养学生面向复杂工程问题的解决能力作为重要的培养目标。本研究聚焦于通过《光机电一体化》课程改革, 培养机电类专业学生解决复杂工程问题的能力。课程采用项目中心教学法, 强化实践环节, 着重提升学生的文献综述、问题发现与解决技能, 并在考核中加大创新思维、团队协作及沟通表达能力的比重。实施结果显示, 学生在处理复杂工程问题上的能力显著提升, 且在学科竞赛、专利申请、科技论文发表及学术会议交流等方面取得显著成就。

【关键词】光机电一体化; 面向复杂工程问题的综合解决能力; 教学改革; 项目中心法

【基金项目】2021—2023 年成都理工大学高等教育人才培养质量和教学改革项目 (JG212025)

【收稿日期】2024 年 8 月 12 日 **【出刊日期】**2024 年 9 月 27 日 **【DOI】**10.12208/j.jer.20241027

Application of Project-Based Learning in Opto-Mechatronics course

Lanying Yang^{1*}, Mingxing Huang¹, Jian Yang¹, Chengbing Li², Chuanmei Hu¹

¹School of Mechanical and Electrical Engineering, Chengdu University of Technology, Chengdu, Sichuan

²School of Mechanical and Electrical Engineering, Southwest Petroleum University, Chengdu, Sichuan

【Abstract】 Under the framework of China's "Made in China 2025" strategy, cultivating students' ability to address complex engineering problems has been identified as a critical educational goal. This study focuses on reforming the Opto-Mechatronics course to enhance the problem-solving capabilities of Mechatronics engineering students. A project-based learning approach was adopted, emphasizing hands-on practice while strengthening skills in literature review, problem identification, and solution development. The assessment scheme was adjusted to place greater weight on innovation, teamwork, and communication abilities. Implementation results indicate significant improvements in students' ability to handle complex engineering challenges, with notable achievements in academic competitions, patent applications, scientific publications, and conference presentations.

【Keywords】 Opto-mechatronics; The ability to solve complex engineering problems comprehensively; Teaching reform; Project-centric curriculum

引言

在当今经济全球化的时代大背景下, 我国开展了“一带一路”、科技强国和中国智能制造 2025 等一系列国家战略, 对新工科人才的需求日渐增多, 同时对人才的质量要求也越来越高。其中培养新工科人才对复杂工程问题的解决能力不仅是我国新工科人才培养的重要内容, 同时也是国际工程教育界教学改革的重点^[1,2]。现代工程问题的复杂性, 主要表现在系统性、集成性、协调性、创新型和社会性等

各个方面^[3]。1989 年美国工程与技术认证委员会 (Accreditation Board for Engineering and Technology, ABET) 成立的《华盛顿协议》, 要求工程教育认证工作应按照国际实质等效原则培养新工科人才解决复杂工程问题的能力^[4]。我国在 2016 年 5 月 2 日成为了《华盛顿协议》正式缔约的成员国, 标志着我国的工程教育正式开始与国际工程教育接轨^[5]。这对我国工程人才教育提出了更高的要求, 当下正需要进一步深化改革工程教育教学实际。对培养新工科

*通讯作者: 杨兰英

人才解决复杂工程问题的能力也体现在在工程教育认证标准中。标准对本科教学提出了 8 点毕业要求, 主要体现在对学生分析、解决、评价复杂工程问题能力的培养^[6]。工程认证标准中要求把培养学生面向复杂工程问题的解决能力作为培养目标。培养学生把所学知识和技能与实际工程相联系, 解决现实中的工程问题, 使其成为新时代具有面向复杂工程问题的综合解决能力的复合型人才^[7,8]。

项目中心法, 即项目制学习 (Project-Based Learning, PBL), 是一种以项目为核心的教学策略, 强调通过解决实际问题或完成具体项目来驱动学生的学习过程^[9]。PBL 具有以问题为导向、以学生为中心、深度学习、持续探究、综合评价等特点, 既能培养学生运用跨学科的知识 and 技能来解决问题的能力, 又能培养学生团队协作、项目管理和领导力等综合技能, 特别适合用于工科课程培养学生面向复杂工程问题的解决能力。这种教学模式目前已在全球范围内的高等教育得到广泛应用, 并且在不同的学科领域和职业培训中均表现出较高的教学效果和适应性^[10]。

项目中心式课程是当下教学改革的热点, 光机电一体化课程教学十分地契合项目中心法的特性。这门课程的学习, 对于提升学生的工程实践能力、创新能力和综合素质具有重要意义。《光机电一体化》这门课程, 是机械类本科专业的专业课, 涉及到机械结构设计、现代控制技术、传感器技术等多门学科知识, 非常适合用于培养机械类本科学生面向复杂工程问题的分析解决能力。

光机电一体化技术, 作为现代工程技术的重要组成部分, 在推动教育改革与创新方面展现出了显著优势。近年来, 随着项目中心式课程成为教学改革的热点, 光机电一体化课程凭借其丰富的项目实践经验, 成为了一种契合这一特性的教学模式。通过引入实际工程项目案例, 该课程不仅强调了知识的实际应用, 还培养了学生的问题解决能力、团队协作和沟通交流能力, 为他们未来的职业发展和社会挑战提供了坚实基础。同时, 光机电一体化课程具有跨学科串联的特点, 它将机械、电子、光学、控制、计算机、信息等多学科知识体系有机集成, 构建了一个庞大的知识体系, 为学生解决复杂工程问题提供了坚实的知识和能力基础^[11]。通过学习这门课程, 学生不仅可以拓宽知识面, 还能培养创新精神、

实践能力以及综合素质, 如沟通、协作、项目管理等。此外, 光机电一体化技术在解决复杂工程问题中发挥着重要作用, 它要求学生具备系统思维能力, 学会从整体和全局的角度看待问题, 了解不同系统之间的联系和影响。因此, 光机电一体化技术不仅是一门具有深厚实践经验的现代化工程技术, 还是一种促进教育改革、培养学生综合能力、解决复杂工程问题的有效手段。

然而, 以该门课程的综合性和交叉性的学科特点, 其本应该是一门能全方面培养工科学生面向复杂工程问题的综合解决能力的良方, 但是在之前的教学过程中发现一些弊端:

a) 学生在学习这门课程时, 仅仅掌握了涉及不同学科的一些零散的理论知识, 却未能形成将这些知识整合并综合应用的能力。如果缺乏实际项目的锻炼, 学生将难以真正掌握将理论知识转化为工程实践的能力;

b) 过去的课程教学中, 讲授法占据了主导地位, 缺乏教学方法的多样性。这种单一的教学方式缺乏探索性元素, 未能充分重视学生的主体地位, 因而难以有效激发学生的学习兴趣 and 主动性;

c) 传统的教学方式往往采取“填鸭式”教学, 教师单方面地向学生灌输知识, 而缺乏有效的教学反馈机制。这种方式不仅限制了学生的学习主动性, 也影响了教学效果的深度和广度。

综上所述, 《光机电一体化》课程在教学改革中具有重要性和必要性。它不仅能够培养学生的综合能力、创新思维和工程素养, 还能够契合项目中心式课程的发展趋势, 培养学生的跨学科串联能力和解决复杂工程问题的能力。因此, 应该高度重视《光机电一体化》课程的教学改革和创新, 为培养更多优秀的工程师和复合型人才做出贡献。

在学校教改项目“新工科愿景下机械工程专业纵贯横通递进式课程项目学习活动研究与实践”的支持下, 本研究在《光机电一体化》课程中设置了机器人、无人机等专题报告的环节, 形成以生产实际中的典型光机电一体化产品为课题, 旨在强调 OBE 教育理念, 以成果为目标导向, 重视教学过程中学生的主体地位, 并以项目为中心开展教学的方式, 来提升学生面向复杂工程问题的解决能力。

1 培养学生解决复杂工程问题能力的必要性

1.1 对复杂工程问题的理解

工程是一种系统的、有计划的、有组织的活动,旨在为特定的目的和需求创造、设计、建构、操作或维护某种产品、系统或服务。其目标是通过系统性的方法解决问题、满足需求或实现特定的目标^[1]。充分认识复杂工程问题的性质是培养解决复杂工程问题能力的首要条件。复杂工程问题 (Complex Engineering Problems), 根据《华盛顿协议》和中国工程教育认证标准, 是指复杂的工程问题, 而不是复杂工程的问题, 具备必须运用深入的工程原理, 经过分析才可能得到解决的特征^[12]。“涉及多方面技术、工程和其它因素, 并可能相互有一定冲突; 需要通过建立合适的抽象模型才能解决, 在建模过程中需要体现出创造性; 不是仅靠常用方法就可以完全解决的; 问题中涉及的因素可能没有完全包含在专业工程实践的标准和规范中; 问题相关各方的利益不完全一致; 具有较高的综合性, 包含多个相互关联的子问题”, 需同时具有这些特征中的部分或全部^[13]。从这些特征中可以看出, 复杂工程问题不仅仅是技术问题, 还涉及一些存在利益冲突、矛盾和复杂关联特征等工程问题。高校对新工科人才的培养应根据复杂工程问题的特性有针对性地培养学生对复杂的工程问题的解决能力。

1.2 国家和学生个人发展的需要

当下是经济全球化的时代, 我国正处于新时代的新发展阶段, 经济开始向高质量发展转型, 进一步推进高水平对外开放, 提出“一带一路”国家倡议, 深入实施科教兴国战略、人才强国战略、创新驱动发展战略和中国制造 2025 等重大战略, 国家对具备高水平就业竞争力的国际型人才的需求与日俱增, 社会对具备面向复杂工程问题的综合解决能力复合型工程技术人才的需求也日益增长^[14,15]。培养学生面向复杂工程问题的综合解决能力, 既有助于适应国家经济发展和技术创新的需要, 推动科技进步和社会发展, 也利于提升学生的实践能力和应用能力, 培养创新精神和团队合作能力, 增强学生的就业竞争力。

从国家发展需要的层面分析, 高校对学生面向复杂工程问题的综合解决能力的培养是适应国家经济发展和技术创新的需要而生的, 随着国家经济的快速发展和技术的不断创新, 越来越多的复杂工程问题出现, 需要有高水平的工程人才来解决。通过

培养学生的综合解决能力, 可以为国家培养高水平的工程人才, 推动科技进步和社会发展。

从学生个人发展的角度, 培养自身对复杂工程问题的解决能力, 有利于提升学生的实践能力和应用能力, 培养创新精神和团队合作能力, 以及增强学生的就业竞争力。首先, 实践应用能力的培养, 不仅有助于学生在校期间更好地学习和实践, 也能够在今后的职业生涯中更好地适应和应对各种挑战, 在实际问题的解决中更加得心应手。其次, 复杂工程问题往往需要创新精神和团队合作能力来解决。通过培养学生的综合解决能力, 可以激发学生的创新精神, 提高学生的团队合作能力, 让学生在解决问题过程中更加高效、创新和有成就感。最后, 通过上述综合能力的培养, 学生在就业市场上会更加具有竞争力, 更容易获得心仪的工作机会。

2 复杂工程问题解决能力在《光机电一体化》课程中的培养

光机电一体化是我校机械专业本科专业大四上学期课程, 在这门课程后面就紧邻着毕业设计内容, 在课程之前, 学生已经通过《大学物理》学习了光学基础知识, 通过《机械原理》、《机械设计》、《机械制造技术》学习了机械类专业基础知识, 通过《工程测试技术》、《单片微机原理》、《机床电气控制》学习了传感器、控制器知识, 储备了对光机电一体化技术这门多学科交叉课程进行学习的基础知识。根据课程特点, 本研究采用了以项目为中心的教学改革, 在内容上, 除理论知识的讲授外, 以无人驾驶汽车、机器人、无人机、医用 CT 设备等典型光机电一体化产品为项目题目, 引导学生进行初步的探索和研究, 以培养学生发现问题、分析问题、解决问题的科学思维能力, 通过分组完成、汇报答辩的方式, 培养学生团队协作、学术交流和沟通能力。

2017 年世界一流学府麻省理工学院创造性地提出了 NEET (New Engineering Education Transformation) 思维方式, 其中项目中心式课程是一个重要的教学实现方式^[16,17]。即通过实际项目的开展来促进学生的学习, 学生通过参与和完成项目, 从而在解决实际问题的过程中应用他们在课堂上学到的知识和技能。这种教学方法旨在使学生更好地理解和应用所学的概念, 同时培养解决问题、团队协作和实际应用技能^[18-20]。我国新工科建设要求培养的

学生具有批判性思维和国际视野、人才质量与国际标准接轨。以项目为中心的教学形式能够将枯燥的理论与实际应用结合起来, 教师主要起引导作用, 调动学生学习的积极性, 培养学生面向实际工程项目时的处理能力, 同时将项目研究成果作为课程考核的一个重要组成部分, 从多维度培养学生能力, 更好地匹配了复杂工程问题解决能力^[21-24]。具体到《光机电一体化》这门课程, 本研究提出“理论、调研和实践三元一体化”的课程培养模式。除理论知识的课堂讲授外, 在课程中还增加了“项目调研和改进”的项目中心式实践环节, 重视学生在教学过程中的主体地位, 以增强学生的学习主观能动性, 培养学生对复杂工程问题的解决能力。

2.1 实施流程

在光机电一体化课程的项目中心式教学体系中, 实施流程如图 1 所示, 被设计为选题、调研综述、方案分析和改进、汇报、总结五个核心环节, 旨在全面培养学生的综合能力。

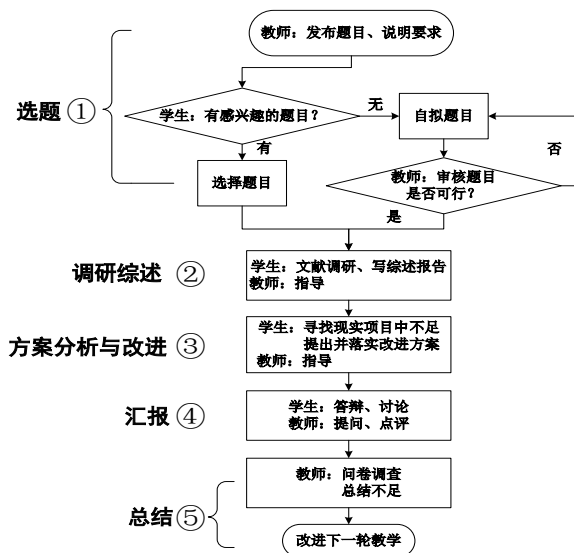


图 1 实施流程

(1) 选题：

选题环节是流程的起点。教师首先提供一系列与课程内容紧密相关的初步选题, 这些选题均基于实际工程应用和前沿科技趋势。随后, 学生根据个人兴趣和职业规划, 自主选择感兴趣的选题或提出新的选题方向, 并由教师进行审核。在大题目确定后, 教师引导学生细化题目, 比如同样是机器人, 结合其工作场所, 细化到工业机器人、水下机器人、医

疗机器人、物流机器人、巡逻机器人等。这一环节不仅尊重了学生的自主选择权, 还激发了学生的探索热情, 促使他们深入思考选题背后的意义和价值。

(2) 调研和综述：

调研综述环节紧接着选题展开。学生需利用课余时间, 通过查阅近 5-10 年的相关文献, 对所选技术领域进行深入的调研和分析。教师会指导学生如何利用学校提供的数据库资源, 有效筛选和评估文献的价值。学生需将调研成果整理成综述报告, 这既锻炼了他们的文献查阅能力, 也提升了他们的文字表达和逻辑思维能力。

(3) 方案分析和改进：

方案分析与改进环节是流程中的关键环节。学生需要深入剖析所选项目的各个功能模块, 提炼出功能需求和初步技术要求。在此过程中, 教师会引导学生将课堂上学到的理论知识与实际应用相结合, 分析现有设计的合理性和改进空间。学生还会运用 SolidWorks、MATLAB 和 ANSYS 等工业软件进行联合仿真, 以验证和改进他们的设计方案。在项目中, 学生展现了卓越的创新思维。如图 2 和图 3 所示, 有同学针对水下机器人推进效率低的问题, 提出仿螳螂虾结构的解决方案; 另一组则观察到常规轮足式变胞机器人在爬墙方面存在不足, 为变胞机器人增设吸盘, 实现了爬墙功能, 拓展了应用范围。这一环节不仅培养了学生的问题分析和解决能力, 还强化了他们的工程实践技能。

(4) 汇报：

汇报环节则为学生提供了一个展示和交流的平台。在课程后期, 各小组会按照专题进行汇报答辩, 模拟学术会议的形式。小组主讲人会详细介绍项目的研究成果和创新点, 其他学生和教师则可以提问和进行进一步交流。这一环节不仅锻炼了学生的工程语言表达能力, 还增强了他们的沟通能力和团队协作能力。

(5) 总结：

最后, 总结环节在整个流程起到承上启下的作用。项目汇报答辩结束后, 教师会发放问卷给学生, 让他们对参与的项目进行全面总结。通过学生的反馈, 教师可以更好地了解学生的想法和感受, 并对整个项目实施过程进行反思和总结。这一环节不仅帮助学生巩固了所学知识, 也为未来的教学改进提供了宝贵的参考。

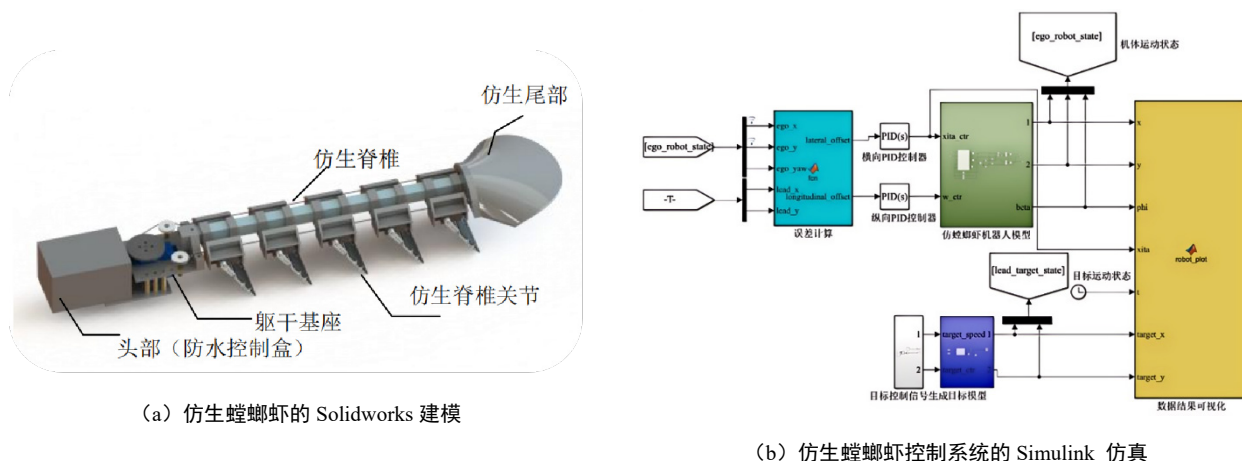


图2 仿生螳螂的联合仿真

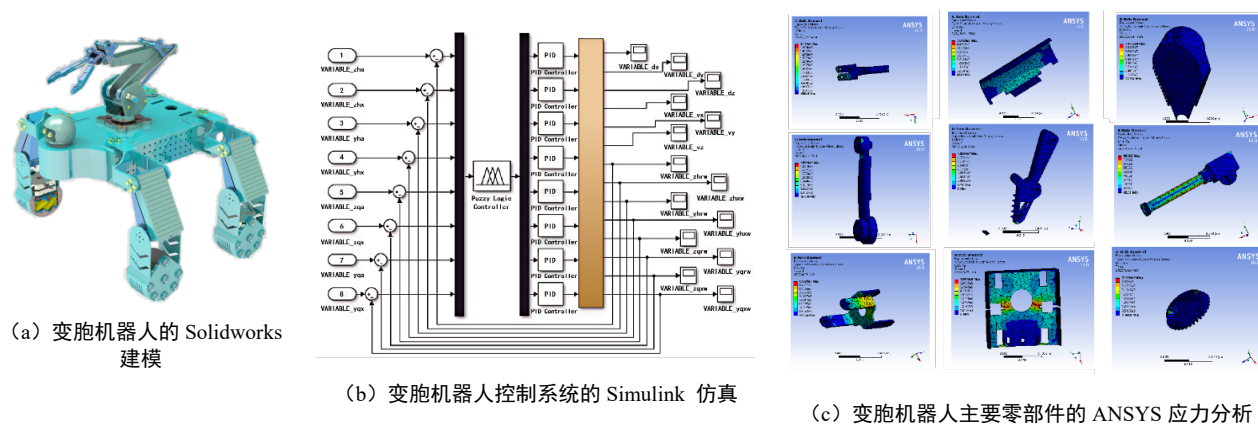


图3 变胞机器人的联合仿真

2.2 能力培养和评价

整个流程考核点及对应能力培养表如表 1 所示,项目中心式的实践环节主要培养了学生的团队协作能力、批判新思维、沟通能力、综述能力和逻辑思维能力。

(1) 首先,在组队、课题内容任务分配和汇报三个模块中都有培养学生的团队合作和沟通能力。学会团队合作和沟通表达是学生学习过程中的必修课,光机电一体化课程中的项目环节需要学生以团队的形式完成,这可以培养学生的团队合作能力,学会与他人协作、沟通、解决问题,为解决复杂工程问题提供更好的支持。在报告题目布置之后,学生可以课下自由分组,根据他们自身的实际情况选择合适的队友,通过团队协作的形式完成每个专题的调研和汇报。教师在课堂上鼓励学生积极地寻找队友,为他们提供一个组建团队的良好氛围。这对学

生今后的学习和工作是十分有意义的事。其一,当今社会中完成一个优秀的项目离不开一个好团队的沟通合作,单凭个人之力很难实现一个复杂性的大工程。这个过程就是在为学生适应今后的团队性工作打下良好的基础,既可以培养学生的表达沟通和团队协作能力,又可以培养学生的团队组织能力。其二,不同的团队成员可能会带来不同的观点、经验和创新思维。通过自由分组,学生能够从不同的角度思考问题,促使团队更容易提出创新性的解决方案。其三,学生在团队中可以根据自己的专长和兴趣发挥个体优势。这样的分组方式有助于每个学生发挥其最擅长的领域,提高整个团队的综合水平。总而言之,在专题汇报中让学生自由分组为其提供了更灵活的学习环境,促进了团队协作和个体能力的发展。这有助于培养学生在未来工作和学术领域中所需的综合素养。

(2) 其次, 在报告内容的行业现状中培养学生的文献调研和综述能力, 在模块解析部分培养学生将所学光机电一体化各模块的知识应用到具体产品中的分析能力, 对产品的各模块进行拆解, 掌握其工作原理, 为后续改进方案奠定基础。

(3) 再次, 在发现问题中培养创新思维能力。发现问题是解决复杂工程问题的首要前提, 伟大的物理学家爱因斯坦^[25]曾说过: “提出一个问题比解决一个问题更为重要。因为解决一个问题也许是一个数学上或实验上的技巧, 而提出新的问题, 新的可能性, 从新的方向看旧问题, 则需要创造性的想象力, 而且标志着科学的真正进步”。提出问题的能力对学生今后的发展至关重要, 它有助于增强学生的自主学习能力、创新思维能力和综合素质, 为在快速变化的社会中立足并取得成功奠定基础。针对这一点, 《光机电一体化》课程的实施过程中, 老师引导学生思考所调研的现有光机电一体化产品的各模块设计是否合理? 有没有改进或提升的地方? 鼓励学生将所学知识与前沿技术相结合, 提出自己对这类工程问题的解决方案, 并与已有的方案进行对比, 深入分析所提方案与已有方案之间的优缺点。该过程不仅可以调动学生自主学习的积极性, 而且可以培养学生提出问题的能力和深入分析的能力, 并且能锻炼学生的批判性思维。

(4) 从次, 在答辩阶段培养学生的科研综合能力。答辩过程中先让学生互相提问和探讨, 然后教师提问和点评。首先, 鼓励学生参与提问, 以培养学生善于思考, 善于发现问题的能力。其次, 对汇报的内容, 针对不足以提高学生科研能力为目的进行提问。在背景调研部分的答辩环节, 引导学生对选题的背景做更深入的了解和思考。比如对软体机器人的调研, 可以询问学生国内外哪些团队擅长此类机器人的研发和制作, 取得了哪些重大成果, 主要应用于哪些领域等问题, 以此教授学生如何拓展背景调研的宽度和深度, 并将背景调研的重要性传达给学生。在方案改进部分, 如果学生对项目改进没有很好的想法, 则鼓励学生从功能扩展、性能提升或者优化成本这几个维度去思考, 比如六足机器人是否可以通过优化现有结构来减轻重量? 机器人的抓取动作精度如何优化控制来进一步提高? 如果学生已经有好的改进想法, 则引导学生去实现自己的想法, 在条件允许的情况下为学生提供实验平台。

(5) 最后, 在汇报完成后的总结阶段, 让学生总结项目实施过程中的问题、解决办法以及收获的经验, 进一步提升学生的概括能力和科研素养, 同时还发放了调查问卷, 调研学生对此类教学方式的态度、认可情况以及建议, 作为项目式中心实践环节的反馈, 为后续课程的优化提供思路和经验。

表 1 考核点、权重及对应培养能力项

选题和组队 (5%)		报告内容 (60%)			答辩情况 (35%)			
选题新颖、 组队合理 (15%)	行业研究现状 (15%)	模块解析(机械本体、传感系统、 驱动控制系统、智能系统) (20%)	创新部分 (15%)	任务分工合理明确 (10%)	观点明确 (10%)	论据充分 (10%)	陈述清晰和准确 (10%)	团队合作意识 (5%)
沟通能力、 组织能力	文献查阅、 综述能力	分析能力	创新思维能力	团队协作能力	逻辑思维能力	沟通能力	团队协作能力	

3 教学改革实施效果

经过本次教学改革实践, 在《光机电一体化》课程中培养学生面向复杂工程问题的综合解决问题的能力效果显著。学生对科研的基本过程有了清晰的认知, 各方面的能力有了较大的提升, 综合能力和学科专业素养得到了很好的锤炼, 对复杂的工程实践问题有了进一步的了解, 可以通过调研相关文献发现问题并提出自己的见解。根据统计结果显示, 大多数

学生对机器人工程十分地感兴趣, 学生调研的主题主要集中于变胞机器人、医疗机器人、软体机器人、纳米机器人、物流机器人和水下机器人等内容上。学生通过团队合作的形式调研后, 在最后的汇报和提问环节踊跃发言, 并且对其调研的题目有了较为深刻的了解。学生在创新能力上有所提升, 通过仿真、实验验证改进方案, 如对改进的水下机器人的控制系统进行 Matlab 仿真, 对设计的变胞机器人进

行结构 建模及强度仿真等。大部分学生经过本次专题调研形式的学习过后, 对所学专业产生了浓厚的兴趣, 进一步提升了自身的综合能力和学科素养。

《光机电一体化》课程教学改革对培养学生面向复杂工程问题的综合解决能力的成效有了较好的体现, 具体表现在对学生文献综述、沟通交流、团队协作以及创新思维等综合能力的培养, 学生综合能力的提升, 使得学生更积极更自信地参与各类竞赛和科研活动, 并在竞赛、专利、论文方面取得了一定的成果。

3.1 参与竞赛种类增加

对学生解决复杂工程问题能力的培养, 提升了学生的综合能力, 使学生能够更积极更自信地参加

各类考察综合能力的赛事。如表 2 所示, 除侧重考察学生创新能力的全国三维化数字创新设计大赛、全国大学生机械创新设计大赛外, 学生还参加了四川省大学生工程训练综合能力竞赛、中国机器人及人工智能大赛、中国大学生机械工程创意大赛物流技术(起重机)创意赛、四川省大学生机器人大赛等考察学生综合能力的比赛, 且都获得了不错的名次。

有多名学生在历年参加的全国三维数字化创新设计大赛获得包括一等奖在内的国家级奖项, 新参加的中国高校智能机器人创意大赛也取得了国家二等奖的好成绩。传统的大学生工程训练综合能力竞赛也屡创佳绩。

表 2 竞赛获奖情况统计

序号	竞赛种类	竞赛成绩
1	中国大学生工程实践与创新能力大赛	获省一等奖 13 项, 省二等奖、三等奖 50 余项
2	全国大学生机械创新设计大赛	获全国二等奖 1 项, 省一等奖 11 项, 省二等奖、三等奖 40 余项
3	全国三维数字化创新设计大赛	获全国一等奖 9 项, 二等奖 7 项, 省级以上奖励 100 余项
4	中国高校智能机器人创意大赛	2022 年首次参与该赛事, 最终取得全国一等奖和三等奖
5	中国机器人及人工智能大赛	获全国一等奖 1 项, 省级优秀奖 2 项

3.2 学术交流活动增加, 专利与论文产出增加

除参与竞赛外, 学生创新能力和科研写作能力的提升使得学生敢于积极申请专利、撰写学术论文、参与国际学术会议。比如变胞机器人、管道机器人、水下机器人组的同学就申请了相应的专利并获得授权, 在 Institute of Physics、安防科技等期刊上发表了论文。国际学术会议交流这一块, 实现了零的突破, 数名同学参与了计算机技术与机械电气工程国际学术论坛、人工智能与工业技术应用国际学术会议的交流。

4 结束语

总体而言, 成都理工大学机电工程学院对《光机电一体化》课程的教学改革取得了显著成效, 但仍存在提升空间。具体结论如下:

首先, 教学改革有效提升了学生解决复杂工程问题的综合能力。通过借鉴麻省理工学院 NEET 思维方式, 实施“理论、调研和实践三元一体化”的课程培养模式, 注重在教学的过程中加入对实际光机电一体化项目的分析与改进的项目中心式实践环节, 学生在文献综述、发现问题和解决问题等方面的能

力得到了显著提升。这一改革不仅符合我国工程教育认证工作的重点, 也为中国智能制造 2025 战略的实施提供了有力的人才支撑。

其次, 教学实践成果丰硕, 学生在多个方面取得了突出成绩。通过参与项目中心式的实践环节, 学生在学科竞赛、专利申请、科技论文发表以及学术会议交流等方面均取得了不错的成果。这些成果不仅体现了学生综合能力的提升, 也验证了教学改革的有效性和可行性。

然而, 尽管教学改革取得了显著成效, 但仍存在一些不足之处。由于建设时间较短, 课程改革在细节上可能还存在不完善之处, 且针对每个学生的个性化指导和解答尚显不足。因此, 在未来的教学过程中, 需要更加紧密地关注学生的需求, 提供更有针对性的指导和帮助, 以进一步提升教学效果。

最后, 总体来看, 本次教学改革是对为中国制造 2025 培养全面型复合人才教学模式的一次有益探索。通过不断优化和完善教学模式, 相信能够更有效地提升学生的综合能力, 为我国工程教育事业和智能制造战略的发展做出更大的贡献。

参考文献

- [1] 王章豹,张宝,陈翌庆.工程哲学视域下卓越工程人才培养体系的构建[J].中国大学教学,2019,(05):29-33+42.
- [2] 杨毅刚,王伟楠,孟斌.以提升解决“复杂工程问题”能力为目标的工程教育培养模式改进研究[J].高等工程教育研究,2017,(04):63-67.
- [3] 王章豹,张宝.培养新工科人才解决复杂工程问题能力的探讨[J].高教发展与评估,2019,35(06):74-85+111.
- [4] 蒋宗礼.本科工程教育:聚焦学生解决复杂工程问题能力的培养[J].中国大学教学,2016,(11):27-30+84.
- [5] 林健.如何理解和解决复杂工程问题——基于《华盛顿协议》的界定和要求[J].高等工程教育研究,2016,(05):17-26+38.
- [6] 林健.工程教育认证与工程教育改革发展[J].高等工程教育研究,2015,(02):10-19.
- [7] 白艳红.工程教育专业认证背景下课程目标的形成性评价研究与实践[J].中国高教研究,2019,(12):60-64.
- [8] 林有胜,何清,陶实,等.以培养解决复杂工程问题能力为目标的专业综合设计课程教学改革与实践[J].科技与创新,2023,(03):168-171+175.
- [9] Katznelson,Y., & Yahav,T. Project-Based Learning in Higher Education: Trends and Challenges[J]. Journal of Education and Practice,2018,9(17):131-138.
- [10] Kokotsaki D, Menzies V, Wiggins A. Project-based learning: A review of the literature[J]. Improving schools, 2016,19(3):267-277.
- [11] 刘志,朱文坚.光机电一体化技术[J].现代制造工程,2001,(12): 53-55.
- [12] 李明.后《华盛顿协议》时代我国高等工程教育质量治理探究: 内涵诠释、环境剖析与战略构想[J].高等建筑教育,2023,32(05):31-38.
- [13] 朱露,唐浩兴,胡德鑫,等.工科本科生解决复杂工程问题能力评价模型[J].高等工程教育研究,2023,(04):86-99.
- [14] 王宏燕,张晓静,陈超,等.工程认证背景下复杂工程问题驱动的新工科人才培养模式探究[J].高等建筑教育,2022,31(05): 15-22.
- [15] 李颖,张胜楠.基于解决复杂工程问题的人才培养研究[J].教育教学论坛,2018,(22):3-4.
- [16] LAVI R E A, BATHE M, HOSOI A P, et al. The NEET Ways of Thinking: Implementing them at MIT and Assessing their Efficacy[J]. Advances in Engineering Education,2021,9(3):56-64.
- [17] 覃丽君,王建梁.如何培养新工科人才的思维能力——以麻省理工学院新工程教育转型为例[J].高教探索, 2023,(05):70-76.
- [18] Crawley E F, Bathe M, Lavi R, et al. Implementing the NEET ways of thinking at MIT and assessing their efficacy[J]. 2020,35(4):43-52.
- [19] Crawley E F. Redesigning undergraduate engineering education at MIT—the New Engineering Education Transformation (NEET) initiative[C]//2018 ASEE Annual Conference & Exposition. 2018:67-78.
- [20] Long G L, Kassis T, Dickson W, et al. Moving Forward with the New Engineering Education Transformation (NEET) program at MIT-Building Community, Developing Projects, and Connecting with Industry[C]//2019 ASEE Annual Conference & Exposition. 2019:34-46.
- [21] Melenbrink N, Mitra A, Lavallee J, et al. Revising the Requirements of a Cross-Departmental Project-Centric Undergraduate Engineering Program and Launching a new Sustainability and Climate-themed Track[C]//2022 ASEE Annual Conference & Exposition. 2022:125-134.
- [22] 曲云霞,张建辉,郭兰申,等.基于解决复杂工程问题能力培养的课程体系建设[J].教育教学论坛,2023,(28):14-17.
- [23] 盛精,陈鼎,王平,等.考虑思政与解决复杂车辆工程问题能力培养的核心课程案例设计[J].中国教育技术装备, 2023, (20):84-89.
- [24] 廖翠姣,张继红,张灵.面向解决复杂工程问题能力培养的机械创新设计课程改革研究[J].造纸装备及材料, 2023, 52(02):222-224.
- [25] Einstein A, Infeld L. Evolution of physics[M]. Simon and Schuster, 1966:95-96.