

“体系构建、项目驱动、实践环境”三位一体， 机械类专业应用型人才培养体系构建

孙树礼

浙大城市学院，浙江 杭州

收稿日期：2022年8月16日；录用日期：2022年9月14日；发布日期：2022年9月23日

摘 要

本文基于CDIO国际工程教育理念，在机械类专业应用型人才培养体系的建设上进行了较为详细的构想，分析了目前教学过程中存在的实际问题，对本专业学生应具有的知识、能力、素质进行了阐述，同时对“体系构建、项目驱动、实践环境”三位一体的培养体系实施方法进行了较为全面的论述。

关键词

CDIO，三位一体，培养体系，构想

The Trinity of “System Construction, Project Driven and Practice Environment” Construction of Training System for Applied Talents of Mechanical Specialty

Shuli Sun

Zhejiang University City College, Hangzhou Zhejiang

Received: Aug. 16th, 2022; accepted: Sep. 14th, 2022; published: Sep. 23rd, 2022

Abstract

Based on the CDIO international engineering education concept, this paper puts forward a more detailed conception on the construction of the applied talent training system of the mechanical specialty, analyzes the current practical problems existing in teaching processes, and clarifies the

knowledge, ability and quality that students in this major should have. At the same time, the implementation method of the trinity training system of “system construction, project driven and practice environment” is comprehensively discussed.

Keywords

CDIO, Trinity, Training System, Conception

Copyright © 2022 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

CDIO 是 21 世纪初美国麻省理工学院和瑞典皇家理工学院等四所大学工程教育改革研究团队提出的国际工程教育与人才培养的创新模式，它基于对学生构思(Conceive)、设计(Design)、实施(Implement)和运作(Operate)全过程培养[1]。CDIO 工程教育模式以产品从研发到运行的完整生命周期为载体，强调让学生在完整的工程项目全过程“做中学”，而不是浅尝辄止、简单、离散的实践环节的拼接[2]，CDIO 理念指出，学生的工程能力不仅包含专业知识，还包含学生的团队协作能力、学习能力和大系统掌控能力[3]。基于此，CDIO 工程教育理念对构建机械类专业应用型人才培养体系具有较高的借鉴价值。

2. 以往人才培养体系构建存在的一些问题

1) 培养目标：人才培养的具体目标与要求不清晰，重点特征不突出，特别是对学生的能力培养比较抽象，尚没有提出明确的目标、要求、方法和考核。

2) 教学模式：与培养目标、工程特性相悖，主要病症是采用科学教育的体系与模式培养工程技术人才，以科代技、以科代工，应用性的教学路径与方法不明确、未落实，学工不懂工、学工不姓工。

3) 课程体系：应用型人才培养的针对性弱，课程体系设置与学生能力实现之间的关系比较宏观、缺乏关联，理论教学与实践教学的配置失衡，缺少工程性和应用性。

4) 教学内容：教学内容主要传授知识，演绎性的知识将实际的工程问题零散化、抽象化、表浅化，缺少与能力的关联，教学缺乏活力。

5) 实践教学：实践与创新教育环节薄弱，缺少工程成分和动手机会，学生缺少感性认识与实践体验，动手实践能力和技术应用能力差、创新意识淡薄。

3. 知识、能力、素质分析

根据机械类专业学生的特点和产业发展要求，本专业学生毕业后应具有以下几个方面的知识、能力和素质。

1) 具有的知识结构包括：掌握与机械工程专业相关的自然科学基础知识；掌握机械工程专业的基础理论知识，熟悉与机械工程专业相关的技术标准、政策和法规等。

2) 具有的基本素质包括：热爱祖国，拥护中国共产党，具有爱国主义、集体主义、社会主义的良好思想品德；积极向上的人生价值观和科学发展观，具有责任心、社会责任感。

3) 具有的基本能力包括：学生应具有较好的自学习能力，一定的抽象思维能力，较强的阅读理解能力、资料查阅和信息收集能力；具有文字表达能力、语言表达能力和形象表达能力；学生必须具有较强的工程

实践能力，具有一定观察、发现、分析问题的能力，并能综合运用所学知识创造性解决复杂工程问题。

4. 具体构想与思路

设计与制造是工程的核心，工程实践能力和创新能力的培养是机械工程教育的灵魂。应用型、复合型、创新型人才培养模式的教育教学改革，应以培养能适应甚至能引导工程综合化发展，基础扎实、知识面广、综合能力强的高素质工程技术人才为根本目标。加强课程一体化建设，用实践项目贯穿于课程体系之中。加强教育教学的实践环节建设，积极推进学生到企业、事业单位实习实践，资助大学生开展创新性活动。

1) 基于 CDIO 国际工程教育理念，构建机械类专业应用型人才培养模式

以工程实践能力和创新实践能力培养为主线贯穿于培养体系之中，应用 CDIO (构思 - 设计 - 实现 - 运作)国际工程教育理念，对标产业界对人才的需求标准。在人才培养体系中，理论教学体系分为五个模块，实践教学体系分为四个层次。融合 CDIO 的能力大纲设计一体化课程体系，通过构建多级实践体系平台，培养学生的创新能力。机械类专业创新人才培养体系构架如图 1 所示。

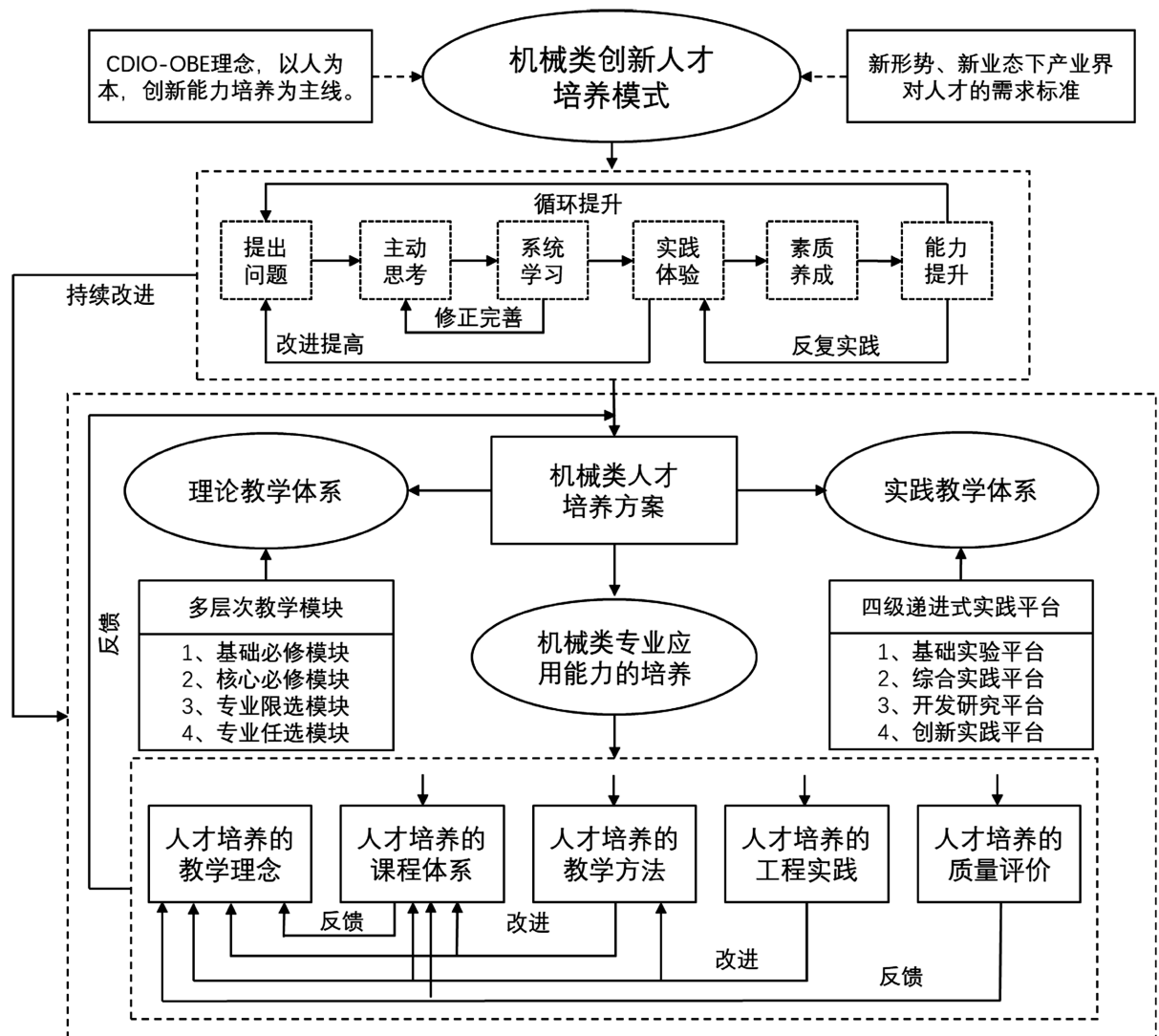


Figure 1. Conceptual diagram of mechanical talents training system

图 1. 机械类专业人才培养体系构想图

2) 进行课程体系再设计, 用工程项目贯穿于课程体系之中

课程体系建设与改革是人才培养模式改革的主要落脚点, 也是教育教学改革的重点和难点。根据 CDIO 大纲, 课程体系设计三个层次的项目, 落实到课程群以及有关课程。一层次为专业综合能力训练项目, 二层次为专业基本能力训练项目, 三层次为专业基础能力训练项目。课程之间相互配合、各有侧重, 实现知识、能力、素质有机结合。图 2 为机械类专业课程一体化建设鱼骨图。

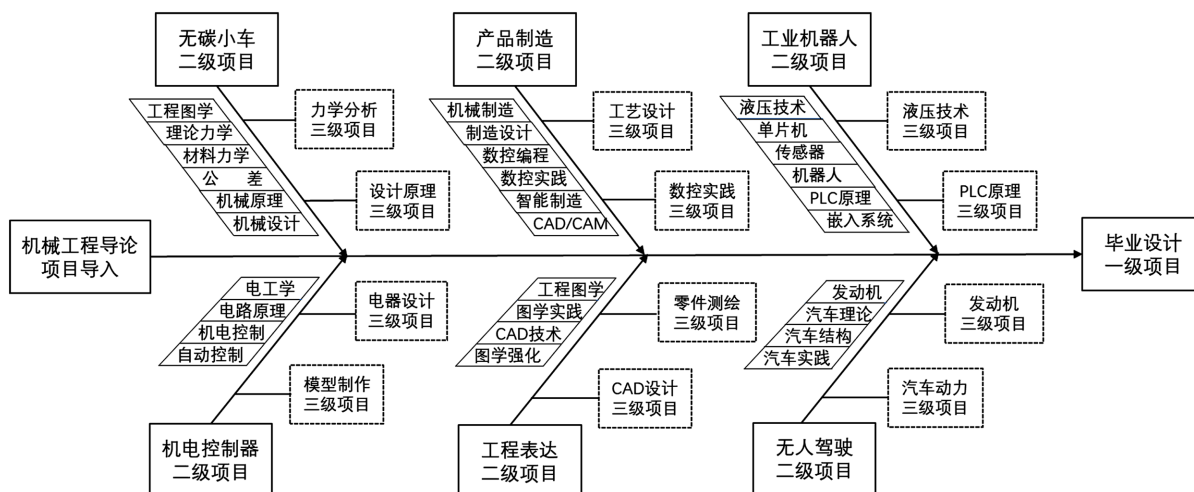


Figure 2. Fishbone diagram of integrated construction of mechanical courses

图 2. 机械类专业课程一体化建设鱼骨图

3) 着力工程实践能力培养, 构建四级递进式创新实践平台

构建四级递进式创新实践体系, 强化学生创新能力培养。创新实践体系按基础实验平台、综合实践平台、开发研究平台和创新实践平台的四层次递进式组织, 既有基本技能训练和综合实践, 同时又有开发研究和创新实践。

通过不同实践阶段的学习, 学生的专业技能得到持续的渐进式的培养。学生的专业技能从基本技能培养、专业技能培养到创新能力培养, 从单一技能培养到综合技能培养, 从实验室培养逐渐走向生产实际培养, 形成从初级到专业的多层次逐步深化的过程, 最终使学生获得相对独立的综合技能和创新素质。四级递进式创新实践平台构建见图 3。

4) 强化综合实践基地建设, 支撑四级递进式创新人才培养

充分利用已建成的工训中心、创新实践基地、专业实验室等教学基础设施, 保证各类项目组织实施, 鼓励学生充分利用教学实验设备, 营造工程教育的良好氛围和条件。

校外实践基地的建设对于培养应用型工程技术人才至关重要, 根据互惠互利的基本原则可以成立工程教育专家指导委员会, 全面指导学科的专业建设和人才培养, 加强产学研结合的紧密度, 聘请业界工程技术人员担任某些专业课的兼职教师, 兼职担任大学生社会实践的导师, 共同担负工程实践人才的培养重任。

5. 实施办法

1) 基于工程项目全生命周期实践, 加强工程实践能力和创新能力培养

1、工程实践项目设计。针对学生拿到的工程实践项目, 利用各阶段所学习的专业知识, 进行工程实践项目设计。主要包括项目原理设计与机构设计, 以及项目样品设计, 此阶段的实践课程依托是机械原理课程设计和机械设计课程设计。在实施过程中, 完全按照工程实际要求进行, 培养学生的大工程意识。在实施期间定期开展学术报告会、方案分析论证会等。

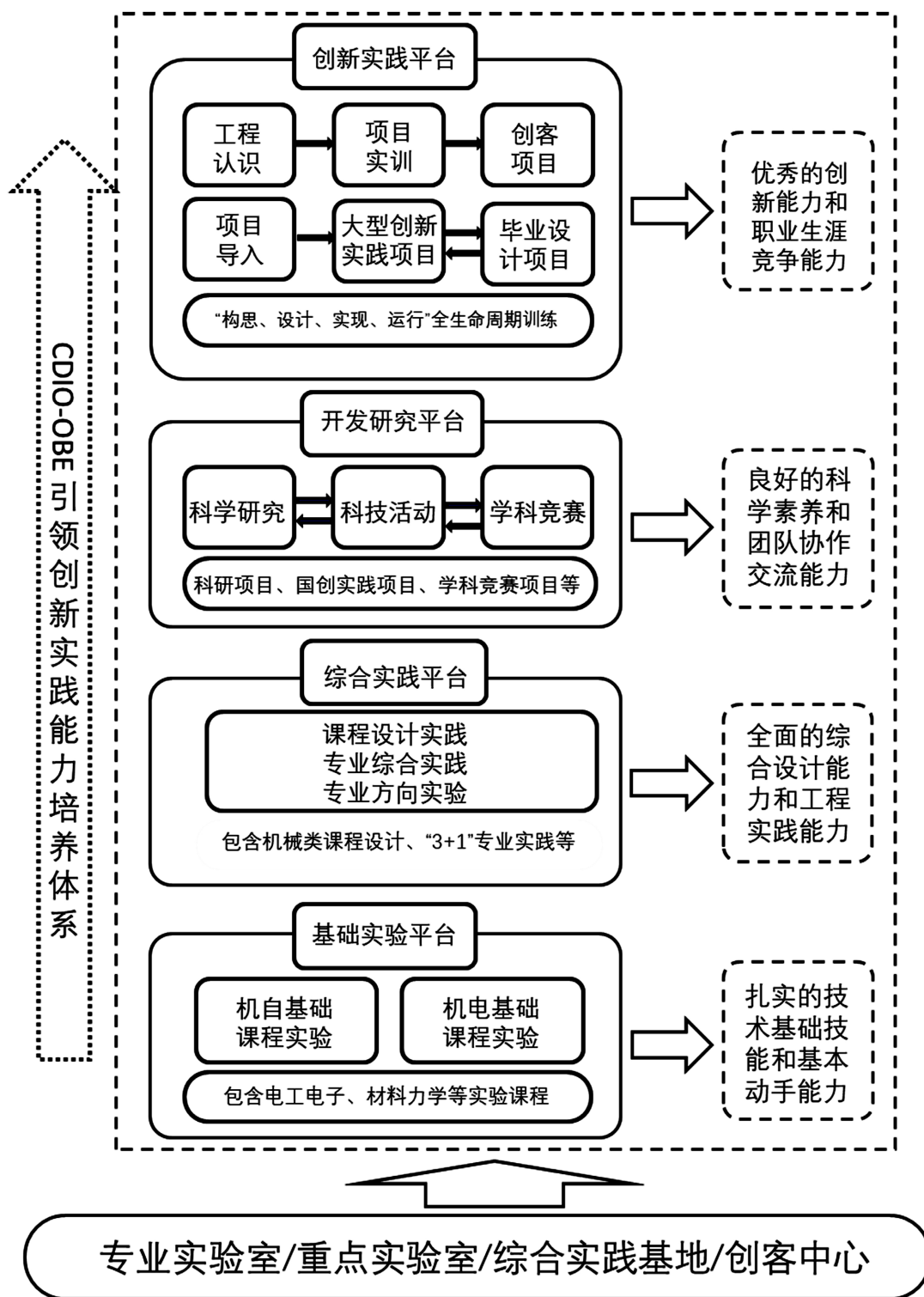


Figure 3. Construction of four-level progressive innovation practice platform

图 3. 四级递进式创新实践平台构建

2、工程实践项目制造。根据工程实践项目的设计，要求学生按照工程实际情况完成项目零部件的工艺方案设计，根据工艺方案完成零部件的加工制造，培养学生的零部件工艺分析设计能力和实际动手能

力。此阶段的实践课程依托是机械制造工程学课程设计。

3、工程项目的组装调试、成本核算与营销。根据项目要求制定装配工艺方案，完成项目的装配、调试。撰写成本核算书和市场营销分析报告，培养学生的市场经济意识和产品销售意识。

2) 突出职业道德和社会责任感，贯穿与渗透人文素质教育

1、“两项设计”。突出人文素质培养，强化学生的职业道德和社会责任感教育。将职业道德、诚信和理想信念教育贯穿和渗透到专业课程中，同时借助“名家讲坛”、“大学生发展论坛”以及各种文化社团等平台，进行“两项设计”，即从“学业进程设计”到“职业生涯规划设计”。培养学生如何规划人生、如何培养自信心、团队协作能力以及社会责任感，帮助学生理清自己的人生目标和方向，建立自信，从而培养具备健康完整人格、优秀职业道德、正直和高度社会责任感的工程师。

2、职场素质培训。聘请专业讲师进行职场培训，培养学生的团队合作精神和职业操守和职业道德，感受工程团队的氛围，培养学生在工作中、生活中相互信任，互相配合的意识。

3) 基于学科竞赛以及创新实践训练，加强创新素质培养

1、工程项目实施中进行创新。在实施的工程项目中，可以进行原理创新和结构创新。在实施项目过程中，积极鼓励学生进行原理和机构创新，利用所学习专业知识、创新理论和创新技能完成一定内容的创新。

2、各类学科竞赛活动。主要包括省部级、市校级、院(系)级的各类竞赛。目前有浙江省机械设计大赛、浙江大学“潍柴动力”汽车创新设计大赛、国家三维 CAD 设计大赛等。在参加竞赛过程中，激发学生的创新潜能，把所学习的知识应用于实际项目中。

3、科研训练。鼓励工程教育试点班的学生以团队形式积极申报学院大学生科研训练计划，鼓励学生积极申请创新实践训练计划，作为工程项目的补充。定期开展科技活动，向学生提供科学研究和技术开发的项目资助，帮助他们多出成果、出好成果，诸如论文、报告、专利等。

4) 工程项目的实施规范运作，加强学生与产业界的联系力度

工程项目实施采用科研模式：选题→查阅文献资料→确定设计方案、技术路线→设计计算→研制或方案实施→分析总结(发表论文、申请专利)→设计图纸→答辩→制作→评分评等级→奖励→教师点评。

积极推进学生去专业实践基地实习，充分利用院内外实践基地，使学生尽早接触实际工程问题，了解学科前沿和行业特点，培养工程素养，把握社会需求。

5) 基于工程项目实训，开展教育教学理论研究

全面贯彻 CDIO 世界工程教育理念，在工程项目运作过程中，基于 CDIO 工程教育理念进行人才培养方案设计、基于 CDIO 工程教育理念进行教学大纲设计研究，同时加强理论课程一体化建设研究和实践课程一体化建设研究，基于 CDIO 工程教育理念进行专业实践研究。完善人才培养方案，明确人才培养目标和专业发展定位，用教育教学改革成果全面指导工程教育和人才培养。

6. 结束语

大学生的综合素质培养是一个系统工程，无论从教学计划的安排上和实施上，还是实际环境的建设上都要付出极大的努力，需要各个方面的协调配合，需要社会企业的大力支持，这样才能创造一个良好的内外育人环境，才能不断向社会输出高素质应用型人才。

参考文献

- [1] 刘会英, 盖玉先, 徐宁. 探索适合我国国情的 CDIO 工程教育模式[J]. 实验室研究与探索, 2011, 30(7): 106-110.
- [2] 张培颖, 郑秋梅, 宫法明, 朱连章. CDIO 工程教育模式在软件工程核心课程教学中的应用[J]. 教育探索,

2014(12): 21-22.

- [3] Edward Crawley. 重新认识工程教育: 国际 CDIO 培养模式与方法[M]. 侯佩华, 沈民奋, 陆小华, 译. 北京: 高等教育出版社, 2009: 55-56.