

基于 CDIO 理念的教学模式改革研究

——以“机械制造工程原理与技术”为例

谢霞¹, 马超¹, 黄秋爽²

(陆军军事交通学院 1. 基础部; 2. 教务处, 天津 300161)

摘要: 科技革命与产业革命的快速发展, 对工程教育的改革提出了新的挑战。以实施 CDIO 工程教育模式为主线, 从合理优化教学内容、科学设计教学流程、积极开展实践教学活、系统构建评价方式、全面建设支撑条件等五个方面, 对“机械制造工程原理与技术”课程进行了教学改革, 以期形成一套用于机械类课程的切实可行的 CDIO 教学模式方案和成果, 提升学员工程素养、创新能力和综合素质, 更好地满足岗位任职及未来发展需求。

关键词: CDIO 理念; 教学模式; 项目式教学; 教学设计

中图分类号: G642 **文献标志码:** A **文章编号:** 1672-8874(2022)02-0108-04

On Teaching Model Reform Based on CDIO Teaching Concept: The Case of the Mechanical Manufacturing Engineering Principle and Technology Course

XIE Xia¹, MA Chao¹, HUANG Qiu-shuang²

(1. General Courses Department; 2. Dean's Office, Army Military Transportation University of PLA, Tianjin 300161, China)

Abstract: The rapid development of scientific and technological revolution and industrial revolution has posed new challenges to the reform of engineering education. Taking the implementation of CDIO engineering education mode as the main line, teaching model reform of the mechanical manufacturing engineering principle and technology course is carried out from the following aspects: optimizing the teaching content, scientifically designing the teaching process, actively developing practical teaching activities, systematically constructing evaluation methods and providing all-round supporting conditions. Aimed at forming a set of feasible CDIO teaching mode for mechanical courses, this reform can enhance students' engineering literacy, innovative ability and comprehensive quality, and can better meet the requirements of their future posts and development.

Key words: CDIO teaching concept; teaching model; project-based teaching; teaching design

随着新一轮科技革命与产业革命的兴起, 科学知识激增, 多学科交叉与融合现象越来越突出, 这些都对工程教育的改革与发展提出了新的挑战。军队院校的工科军事教育也应顺应潮流, 积极创新教学模式。本文借鉴“CDIO”发展理念, 对“机械制造工程原理与技术”课程教学模式改革进

行了探索, 以期提升教学效益, 提高人才培养质量。

一、改革背景及意义

CDIO 代表构思 (Conceive)、设计 (Design)、实现 (Implement) 和运作 (Operate), 是由美国

收稿日期: 2021-09-08

基金项目: 军队重点学科建设项目 (4142ZB101)

作者简介: 谢霞 (1970-), 女, 山东昌邑人。陆军军事交通学院基础部副教授, 博士, 硕士研究生导师, 主要从事机械创新设计及制造的教学研究。

麻省理工学院和瑞典皇家工学院等四所大学共同倡导并建立的一套工程教育理念和实施体系。它采用项目式教学,让学生以主动的、探索的、实践的方式进行有效学习。作为近年来国际工程教育改革的最新成果^[1],自2005年引入中国以来,CDIO受到了国内大学的高度关注和重视。汕头大学、清华大学^[2-3]、燕山大学^[4-5]、上海交通大学、华中科技大学、北京交通大学等高校都先后进行了CDIO的改革,在提升学生创新思维、创新能力等方面都取得了良好效果。

“机械制造工程原理与技术”是我院机械工程、车辆工程专业重要的背景课程,对于军事科学技术创新具有重要的支撑作用。课程在整体上由金工实习、工程材料和机械制造三大部分构

成,内容多、涉及面广,又具有很强的实践性、综合性和跨学科性。实施CDIO将有助于提升课程教学质量,有效改善当前教学满堂灌、研讨课水平低、理论与实践脱节等问题。

二、改革内容

(一) 合理优化教学内容

基于CDIO和“基于项目的教育和学习”理念,对“机械制造工程原理与技术”课程整体内容进行优化重组,按照一条教学主线、两个紧密结合的思路,构建层次清晰、层层递进的知识体系,如图1所示。

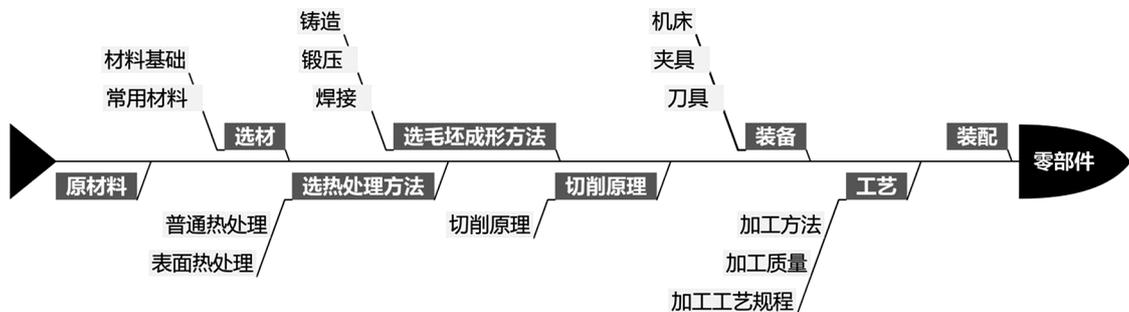


图1 课程知识体系图

1. 一条主线

贴近岗位任职需求及部队装备实际,以车船典型零件的加工制造作为课程教学主线,引领、贯穿整个教学内容。

2. 两个结合

在传统材料、传统工艺方法等传统知识基础上,增加新材料、智能制造等前沿科技知识,实现传统与现代的结合;适当减少铁碳合金相图等理论知识,降低理论难度,突出理论与实践相结合。

依据上述思路,根据学员专业背景(机械工程/车辆工程),选取车船装备中最典型的零件(齿轮)作为CDIO大项目对象,将课程主要内容通过大项目、子项目串联起来,形成一个有机融合的整体。按照“选材-选热处理-选成型方法-选加工方法”的生产制造流程,将齿轮的加工制造项目划分为齿轮的选材、齿轮热处理工艺的选择、齿轮成型方法选择、齿轮加工方法选择四个子项目,最终完成总的项目目标。本课程CDIO

项目总体架构如图2所示。

(二) 科学设计教学流程

教学设计是教学实施的重要一环,也是保证教学质量的关键。CDIO的教学设计是以培养学员工程化思维为抓手,以需求牵引教学,以项目驱动实践,按照“构思、设计、实现、运行、反思”逻辑链路,系统科学地设计实施步骤,构建“学为主体、教为主导”的问题式、互动式、探究式教学模式。

本课程CDIO项目具体实施流程如图3所示。每个子项目分解为课前、课中、课后三个环节进行。在课前,教员布置作业,学员以小组(每组4-6人)为单位,充分利用各类公共网络资源及教学团队自行开发的网络课程、微课程等资源,自学相关内容,并经过小组头脑风暴得到初步方案;在课中,教员讲解重、难点,进行点拨、指导,学员再次讨论、修改,形成较为完善的方案并进行汇报演示与答辩,教员及其他学员可进行提问,最后由教员进行点评;在课后,学员撰写书面总结

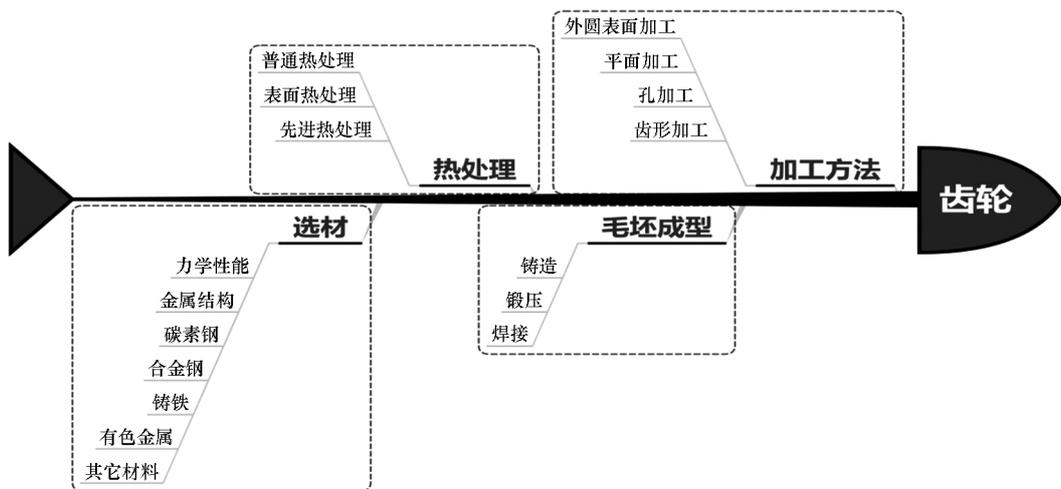


图2 CDIO项目总体架构鱼骨图

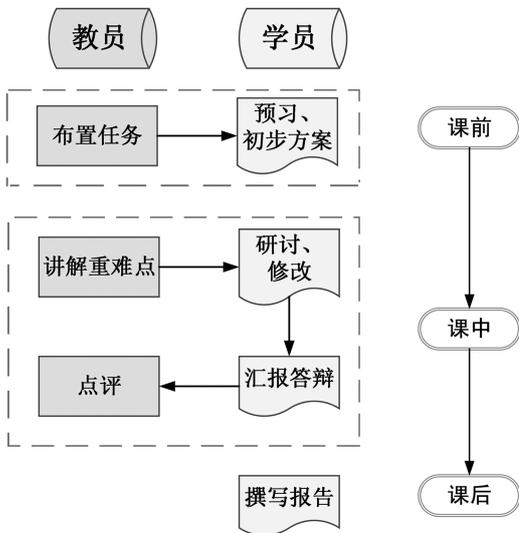


图3 CDIO项目实施流程图

报告。在整个教学过程中，学员是教学的主体，教员主要起引导作用。引导学员利用各类信息资源，独立探寻问题的答案；对重要的知识点和学员不易理解的难点，进行重点讲解；对学员的方案进行提问及点评。

(三) 积极开展实践教学活

结合实际应用，遴选主题进行实践，鼓励学员参加学科竞赛活动，实现赛课融合，以赛促课。

1. 课上实验

根据CDIO对学员能力素质的要求，将实验分为基础实验、拓展实验、综合实验和创新实验四种类型。其中，基础实验为验证性实验，也是必做实验，主要目的是巩固课堂所学知识，加强对概念的理解；其余为选做实验，对课堂知识进行

延伸和提升，供学有余力的学员利用课余时间选做。验证性实验与综合性实验、设计性实验相结合的方式实现了实验内容由“单一型”向“综合型”的转变，实验方法由“示范型”“验证型”向“参与型”“开发型”“研究型”的转变^[6]。

本课程通过钢铁材料的火花鉴别、显微组织观察、钢的热处理、钢的硬度测量、齿轮精度测量等必做实验，分别对学员所设计的材料选择、热处理等项目方案进行验证，检验项目的合理性。

2. 课上实习

实习是对学员综合能力的训练和培养。本课程实习主要包括实际操作练习和见习实习两部分。其中，实际操作练习包括车工、钳工、焊工、机械装调装置实训等，为基本训练，使学员掌握基本的操作技能，培养学员基本的工程实践能力；见习实习包括铣削、刨削、磨削和齿轮加工等传统加工方法以及数控加工、3D打印、五轴数控模拟加工等先进加工技术，这些可以充分体现课程的信息（智能）元素，在课内学时有限的情况下，帮助学员了解更多先进的制造工艺方法和发展趋势，了解学科前沿，开阔视野，拓展思维。在实习过程中，可以实现对前面CDIO项目的验证。

3. 课外创新实践活动

鼓励学员将所学知识应用到课外实践中，如参加“机械创新设计大赛”“天津市挑战杯”“天津市TRIZ创新大赛”等学科竞赛活动。在这个过程中，培养学员创新意识、工程思维、实践能力以及团队合作意识、交流沟通能力。近两年，我室教员指导学员参加国家级、市级和学院级各类

机械创新竞赛活动,获奖近20项,充分展示了CDIO的实践效果。

(四) 系统构建评价方式

CDIO从理论知识到实际应用,强化学习过程的动态性,强调评价方式的科学性和合理性。因此,需要引入多阶段考核方案,实现全过程评价,强化过程性考核,增加实践环节的比重。

针对本课程内容多、实践性强等特点,以能力素质和发展潜力的综合考查为目标,建立基于CDIO的多元化评价方式,进行多阶段、多角度和全过程考核,重点突出实践性考核和能力考核。在考核成绩上,区分团队考核、小组考核和个人考核;在考核方式上,形成性考核和终结性考核相结合。其中,形成性考核采用汇报演讲、撰写报告、答辩、作业、实验实操等多种形式,占比提高到40%;终结性考核以笔试为主,题目类型以能力测试类为主、知识测试类为辅,真正实现由考知识向考能力转变。

(五) 全面建设支撑条件

配套支撑条件建设也是CDIO教学模式实施的基本基础和重要保障。

1. 编写CDIO项目教学文件

根据前述CDIO实施流程,按照项目式教学的特点,突出工程案例应用特色,编写适合本课程CDIO项目教学的教学设计和讲义,为课程教学实施提供指导和依据。

2. 完善实验实训条件配套

通过对金工实习车间进行改造升级,新建机械创新实验室等实践场地,为学员开展项目提供了良好的平台。目前,3D打印机、五轴数控模拟机床、装调装置、机械手臂等相关设备已经到位,并进入实际应用,为学员的创新实践活动提供了更便利的条件。

3. 建设相关教学资源

近年来,本课程积极开展各类信息化、网络化教学资源建设,不仅为教员课堂教学提供了丰富多彩的教学素材,也拓展了学员的课外学习空间,为开展创新实践提供了资源支持。

目前,本课程已经开发完成“机械制造工程原理与技术”网络课程1门、微课7门、工程材料

虚拟实验项目1个,编写了《机械制造工程原理与技术实践教程》《机械制造工程原理与技术学习指导与习题集》等辅助教材2本。这些资源各有侧重,如微课程主要针对教学重难点内容,通过视频展示,帮助学员加深理解;虚拟实验室软件则通过文本、图形、动画和视频等多媒体技术,实现了实验的虚拟演示,不仅有利于学员的自主学习,也为新型信息化教学手段和教学模式的实施奠定了良好基础。此外,教员还可以利用课程网站平台开展“在线点评”“在线实训指导”,实现学员课内课外、线上线下的一体化学习,不受时间空间限制。

三、结语

本文基于CDIO理念,从优化重组教学内容、科学设计教学流程、积极开展实践教学、系统构建评价方式、全面建设支撑条件等五个方面,对“机械制造工程原理与技术”课程教学模式的改革进行了探索。实践表明,教学模式改革在提升学员创新思维、工程意识、创新能力等方面取得了良好的效果,主要体现在学员竞赛获奖成果增多,考试成绩提高等方面。目前,该教学模式仍在探索和实践,期待有更多成效出现。

参考文献:

- [1] 王艳,钱炜.基于CDIO工程教育模式的《机械制造技术》教学改革探索[J].教育教学论坛,2019(40):72-73.
- [2] 顾学雍.联结理论与实践的CDIO——清华大学创新性工程教育的探索[J].高等工程教育研究,2009(1):11-23.
- [3] 朱桂萍,于歆杰,陆文娟.“电路原理”课程深度改革的理念探索[J].电气电子教学学报,2013,35(5):1-5.
- [4] 蔡星周,赵石岩.CDIO教育理念下的机械类课程改革与实践[J].教学研究,2014,37(3):73-76.
- [5] 王军,吴风和.以工程能力为导向的CDIO项目式教学模式探索[J].教学研究,2016,39(3):99-102.
- [6] 谢霞,路学成,王宾.多位一体 改革实践教学模式[J].高等教育研究学报,2014,37(1):116-119.

(责任编辑:邢云燕)