

# CDIO理念下《工程材料及成型技术基础》

## 课程教学模式设计探究

王庆航 赵玲玉 金朝阳

(扬州大学机械工程学院 江苏扬州 225127)

**摘要:** 在现代工业迅猛发展的洪流下,对工程材料的成型制备、加工和性能指标都提出了更高的要求。工程材料及成型技术基础是针对工程材料成型技术设计和后续热加工工艺规范制定的专业基础课程,具有内容繁多、知识量大、综合性强等特点。本文在分析目前该课程教学现状的基础上,提出基于CDIO理论下的先进教学模式,积极推行知识学习与能力培养并行的教学模式,以期通过开展多样化教学形式、引入课程实验、搭建实践教学平台、将竞赛融入教学内容和改革课程考核方式,进而提高课程教学效果的作用。由此,可以更好地帮助学生系统地掌握知识,锻炼学生的实践创新能力,提升其团队协作意识,使之逐步达到工程型人才的培养要求。

**关键词:** CDIO理念 工程材料及成型技术基础 教学模式设计 工程型人才

**中图分类号:** G642 **文献标志码:** A

**DOI:** 10.12218/j.issn.2095-4743.2022.27.137

《工程材料及成型技术基础》是农业机械化及其自动化专业重要的基础课,是进行农业机械设计与制造工作的起点,是农业机械工程领域技术人员的必备基础。作为一名工程人员,其工作性质无论是侧重于设计还是制造,都必然面对工程材料及成型工艺的选择和使用问题<sup>[1]</sup>。将设计好的零件进行加工制造、装配成产品,其过程常常包括成型工艺、连接、切削、加工、特种加工、改性处理、装配、检测、调试等加工工序,合理选择不同的加工工艺方法并安排好路线,使产品最终达到技术经济指标要求,就必须具备工程材料及成型技术知识。本文通过践行基于CDIO理论下的《工程材料及成型技术基础》课程教学设计,提高课程教学效果的作用,完善学生对课程的知识体系架构的理解,强调针对学生解决实际生产问题能力的培养,锻炼学生的实践和创新能力,同时该模式也为高等教育改革提供重要参考。

### 一、《工程材料及成型技术基础》课程教学内容与目标

《工程材料及成型技术基础》课程主要介绍金属的晶体结构和晶体缺陷及其对性能的影响。合金的结构和性能、铁碳合金状态图及其应用;钢的热处理原理、工艺方法、特点和应用;钢、铸铁和非铁金属材料的种类、牌号、性能及应用;常见材料成形工艺的特点、应用及设计。工程材料及成型技术是机械制造业的基础,机械制造业担负着向国民经济各个部门提供技术装备的任务。围绕大国制造、中国制造2025等国家制造业发展规划,引导学生树立民族自信心和积极正确的择业观,并将其融于个人的思想和行动中。其具体

目标在本课程中体现为以下四点:第一,正确认识材料与制造业的关系及绿色制造的重要性,培养学生的创新意识,增强学生的民族自信心,强化大学生的社会主义核心价值观;第二,掌握工程材料常见的晶体结构、晶体缺陷、相变及改性原理,并能够结合结构分析材料的相关性能;第三,能够结合金属材料的基本特性对农业机械中的材料制造、热处理等工艺流程进行分析与比较;第四,能够根据农业机械的工作环境和零部件性能要求,结合环境和社会可持续发展等因素选择合适的金属材料及成型方法并合理安排零件工艺路线。此课程教学内容在农业机械系统、零部件及工艺流程设计中体现了创新意识。具有解决农业机械工程问题所需的工程基础和专业基础知识。要求学生掌握农业机械工程领域复杂工程问题相关的物理现象、材料特性、机电系统的实验方法和基本原理。并且能分析与评价农业机械设计、制造或自动化控制等工程解决方案对环境、社会可持续发展的影响。该课程内容的设置旨在培养更多知识面广泛、基础理论知识扎实的优秀人才,落实宽专业、多方向的内涵要求。

### 二、现有教学模式下的问题

《工程材料及成型技术基础》课程与机械工业化密切相关,教学中存在内容多、知识面广、知识结构复杂等问题。随着教学方式的多样化,学生学习的积极性和参与度相较之前均有所提高,但是在教学过程中仍然能够发现一些问题。

#### 1. 学生缺乏知识系统性

就目前而言,在课程讲授的初期,学生能够跟着任课教

师的思路较好地学习每一章节的内容,并且也能够顺利完成课后的作业思考题。但是,我们发现当讲授完3~5个章节的内容后,随着内容的深入,学生明显出现“学习进度跟不上”“听课质量下降”以及“课后作业完成度偏低”等现象。经过调查发现,上述现象发生主要的原因归结于学生在学习、吸收和消化课程内容的过程中缺乏对已掌握知识内容的系统性总结和归纳,导致无法将已学到的知识融会贯通。因此,我们在教学过程中应当提高学生对已掌握知识的系统性总结归纳能力的培养。

## 2. 学生缺乏团队协作能力

团队协作能力是当代大学生步入工作岗位所必须具备的重要能力。在授课过程中,为了更好地让学生了解工程材料的成型技术以及对应的热处理工艺规范,我们往往会针对某种工程材料安排以分小组的形式,希望学生通过组内协作提出具体的成型技术和热处理工艺流程,以此来加深对课程内容的学习和理解。但是,我们发现即使对班级学生进行分组,要求各组学生合作完成一份作品,多数组员并不会去主动地相互交流并提出自己的看法,而是等待着小组组长给各组员分配相应的任务,机械性地完成自己的内容,然后将各组员的内容组合成一份小组作品。这种畸形的讨论方式无形中加重了小组组长的压力,削弱了各组员间的互动程度,从而大大降低了作品的完成质量。更重要的是,由于学生缺乏团队协作能力,使得通过小组讨论的方式无法达到我们预期的效果。因此,我们在教学过程中应当提高学生对团队协作能力的培养。

## 3. 学生缺乏自主创新能力

自主创新能力无疑是目前当代大学生学习和将来步入工作岗位后所必须具备的又一重要能力。然而,在教学过程中,我们发现缺乏创新意识是目前大学生普遍存在的问题,主要表现在以下三个方面:第一,缺乏创新性欲望;第二,缺乏创新性思维能力;第三,缺乏创新性毅力。陈旧僵化的书本知识严重与现代化发展相脱节,使得学生面对实际生活中遇到的工程问题无法运用已学习掌握的知识来解决,从而逐渐失去学习的欲望,更无从谈起对现有知识的创新。其次,以教师为主导的教学模式采用灌输式的授课方式,很大程度上扼杀了学生的创新思辨能力。再者,随着网络的盛行,现在中国社会所面临的各种压力等问题日益凸显,使得当代大学生的思想和行为活动也出现了很大程度上的分离和波动,这无疑给当代大学生的学习生活带来极大的负面影响,这将严重阻碍其创新能力的激发和提升<sup>[2]</sup>。因此,我们

在教学过程中应当积极引导激发学生激发他们的创新性欲望,提高创新性思维能力以及加强创新性毅力的培养。

## 三、CDIO理念下《工程材料及成型技术基础》课程教学模式设计

CDIO代表构思(Conceive)、设计(Design)、实现(Implement)和运作(Operate),体现了系统性、协作性和创新性的统一。CDIO工程教育理念是近年来国际工程教育改革的最新成果,代表了当代工程教育的发展趋势<sup>[3]</sup>。尤其是在“新工科”背景下,CDIO理念使工程教育改革更具有明确的方向性和系统性,更重要的是强调对学生解决实际问题能力的培养,是一种非常符合针对上文中所探讨的关于《工程材料及成型技术基础》课程现有问题的教育改革思路。基于CDIO教育理念下的《工程材料及成型技术基础》课程教学,任课教师将典型工程材料的成型技术和热处理工艺分配给学生自主完成,可以帮助学生将已掌握的专业知识系统地联系在一起,同时强调学生协作完成。在此过程中,不仅提高学生系统运用专业知识的能力,更能提升学生的团队协作能力和创新能力。

### 1. 开展多样化教学形式,促进知识内化

《工程材料及成型技术基础》是一门实用性很强的课程,而且需与高等数学、大学物理、工程材料热处理等课程的有机融合。在讲授过程中,单一的教学方法不能满足课堂需求。因此,本课程在CDIO理念指导下,引入四种教学形式:问题导向式、讨论式、案例式及读书指导法,使学生对理论知识的掌握更加清晰和透彻,让学生参与到课堂中去,充分调动学生学习的主动性和积极性,锻炼学生自主学习和协作交流的综合能力。其中,问题导向式教学形式可通过在开头设置多个工程问题,由浅入深地讲授本课程的基本概念与基本原理,帮助学生了解并掌握工程材料的结构、制备工艺、性能、热处理、成型的相关知识。讨论法教学形式可围绕“工程材料与农业机械”“农业机械中的成形技术”等主题组织学生进行深入讨论,促进学生保持高度的学习热情,从而更好地掌握课程的核心知识。演示法教学形式可通过课堂展示“大国工程”案例片段,使学生深入了解我国工程材料及成形技术的发展与应用,充分将书本知识和实际工程问题有机结合,激发学生的学习积极性,促使学生保持高度的学习热情和创新毅力。读书指导法教学形式可通过指导学生自主查阅农业机械中的工程材料种类及成形技术的相关最近研究进展,以前沿知识反哺现有的书本知识,使得学生能更加充分地理解书本上的核心内容及其对实际工程应用的价值和意义。

## 2. 引入课程实验, 辅助教学

在该课程教学中, 使学生具备一定的实验操作能力是《工程材料及成型技术基础》的重要教学目标。我们通过设计三个课程实验, 让学生能更好地掌握本课程所需要的实验操作知识, 提升自身的动手能力。

### 实验一: 金相显微镜使用及铁碳合金平衡组织观察

实验内容: 掌握金相显微镜的构造和使用方法, 熟悉碳钢和白口铸铁平衡状态下的显微组织。

实验目的和要求: 通过实验教学使学生学会用金相显微镜分析金属的显微组织, 识别铁碳合金在平衡状态下的显微组织特征, 建立铁碳合金成分、组织和性能之间的变化规律。

注意要点: 亚共析钢与过共析钢组织的区别及特点, 共晶铸铁的组织。

### 实验二: 碳钢的热处理

实验内容: 理解常用碳钢的热处理工艺。

实验目的和要求: 通过实验加深了解碳钢的基本热处理工艺方法, 含碳量、热处理工艺对钢性能的影响以及热处理操作。

注意要点: 热处理对钢组织与性能的影响。

### 实验三: 铸造合金流动性的测定

实验内容: 测定化学成分、浇注温度、铸型条件对合金流动性的影响。

实验目的和要求: 学会运用螺旋线流动试样来判别合金流动性的大小。

注意要点: 化学成分对流动性的影响。

在课程实验过程中, 5~6人为一组, 轮流完成以上三个实验后, 最终以实验报告形式提交并进行PPT汇报。课程实验的引入可以激发学生的学习兴趣, 调动学生自主学习的积极性, 与此同时, 通过PPT汇报的形式亦可以锻炼学生由静态观察到动态表达的能力, 进而加深对课程知识的理解。

## 3. 整合资源, 搭建实践教学平台

长期以来, 针对《工程材料及成型技术基础》课程实践环节薄弱的问题, 机械系要尽可能整合一切可利用的资源进行合理的改善, 从而搭建实践教学平台。一方面, 可以利用校友资源争取与本专业相关(甚至与本课程直接相关)单位的人力资源部建立长期合作关系, 实现在教学过程中穿插实习与现场教学活动。另一方面, 还可以定期组织学生到相关单位现场参观学习, 邀请合作单位从事材料热处理或者成型相关工作的专业人员到学校为学生开设讲座、答疑研讨, 促

使学生与从业人员之间的沟通交流, 更好地了解本课程的知识在实践生产过程中的应用。此外, 还可以利用信息技术搭建起信息化平台, 设立相关的网站, 定期发布与本课程相关的最新动态新闻。并在学生与专业从业者之间搭建信息桥梁, 进一步沟通交流, 为学生的学习实践带来便利的同时, 也为学生提前了解社会, 洞新业, 规划自己的职业生涯奠定基础<sup>[4]</sup>。

## 4. 竞赛项目融入课程, 以赛促学

扬州大学机械工程学院农业机械化及其自动化专业倡导以实践创新引领学科发展, 而将竞赛项目转化为教学任务融入课程, 将是体现实践和创新共发展的重要举措。在全国范围内与本专业相关的学科竞赛包括: “全国机器人大赛” “全国大学生数学建模大赛” “创青春” 以及 “全国大学生 ‘互联网+’ 创新创业大赛” 等等。鼓励学生通过自由组队(一般5~8人为一小组)的形式, 在本专业教师(指导老师)的指导下完成与本课程相关的项目。在参加学科竞赛过程中, 运用已掌握的专业知识探索有趣的未知领域, 一方面, 激发学生的学习欲望, 提升提出问题和解决问题的能力, 而且能极大程度上增进学生之间的团队协作意识; 另一方面, 通过竞赛反哺教学内容, 实现从 “旧” 知识到实践应用再到 “新” 知识的转变, 有助于学生 “再创造(创新)” 能力的培养<sup>[5]</sup>。

《工程材料及成型技术基础》课程开课学期为2、3学期, 第3学期, 即每年9~12月份, 恰为学科竞赛备赛学期。考虑学生学习能力较强因素, 该课程现有教学标准要求内容在教学班授课时, 会提前完成教学任务, 可以考虑利用1~2个月时间完成大纲要求内容, 剩下时间由任课教师和竞赛指导教师同时根据不同竞赛对学生进行分组培养的同时集中备赛。以参加全国大学生 “互联网+” 创新创业大赛为例, 可将班级学生分为6组, 一组6个人, 根据竞赛指导老师的课题每个组有一个题目(例如, 非对称之美——镁合金材料的挤压模具供应商)。从收集材料、筛选材料、组织材料、完成作品, 其中包含了对本专业知识的系统性梳理, 最后用专业术语来向评委展示相关的内容。将学科竞赛融入教学内容, 是一种全新的教学模式, 以赛促学, 以赛促智, 全面培养学生的学习能力、创新能力和团队协作能力。

## 5. 改革课程考核方式, 建立合理评价机制

课程考核是教学过程中的一个重要环节和组成部分, 是评定学生学习成绩、检查教师教学质量的主要手段。课程考核方法改革是教学改革的重要组成部分, 是促进教学质量提高的重要举措, 是构建能力与知识考核并重的考核评价体

系。通过课程考核及评价方法改革,丰富考核的内容和形式,注重学生学习过程考察和学生能力评价,调动学生学习积极性、主动性和自觉性,把学生注意力和兴奋点切实吸引到教学过程中,使教学工作的重点真正落实到学生的能力培养和素质提高上,全面提升课堂教学水平和人才培养质量。

### (1) 建立过程性考核评价机制

在教学过程中即时、动态、多次对学生实施的评价,注重及时反馈,用以强化和改进学生的学习是过程性评价机制的主要特征。其主要包括以下几种主要形式:课堂学习(如课堂提问、课堂讨论、学习笔记等)、课程作业(可包括小论文、研究报告等)、阶段性学习测验与期中考试(笔试或口试等)、教学实践活动(实验、创新等)、专题讨论、小组学习、自主学习等<sup>[6]</sup>。适当调整过程性评价成绩(平时成绩)和终结性评价成绩(期末成绩)的比重分配,加大过程性评价成绩在课程考核中的比重,能有效发挥平时考评的督促功能和期末考核的检测功能。在整个教学中科学合理地安排过程性评价内容,将考核作为一项动态过程贯穿于整个教学环节的始终,以实现“考核过程全程化”。

### (2) 建立能力与知识并重型考核评价机制

课程考核内容的设计要有利于培养学生分析和解决问题的能力,激励学生善于独立思考、敢于质疑并大胆创新,减少客观性、记忆性的考核内容,增加主观性、综合性、实践性的考核内容<sup>[7]</sup>。引导学生用已获取的知识,探究解决实际问题的途径和方法,完成学习任务,提升学生的实践创新能力。该部分是课程考核的重点,也是难点,是过程性评价的主要内容,建议在实际操作时,可采用课堂小组讨论、实例分析、答辩、课程论文、文献综述、探究式学习报告等多种形式对学生进行过程性和发展性评估,并根据实际需要,确定各项的考评标准。课程考核范围包括但不限于书本内容与课堂内容,鼓励在此基础上适当提高,侧重知识点的综合应用与创新,以实现“考核内容综合化”。

### (3) 建立多元主体评价考核机制

逐步改变仅由教师开展评价的方式,由校内外同行、企业行业专家、学生等多方参与的多元主体评价。旨在鼓励任课教师邀请校内外同行、企业行业专家参与课堂教学和考核,在教学内容上进行交流与比较,便于了解人才培养规格

能否符合社会需求,满足企业、行业对人才的需要。同时鼓励学生参与课程考核评价,开展学生自评、互评,提高学生积极性与主动性,以逐步实现“评价主体多元化”。

### 结语

本文基于备受关注的 CDIO 教育理念,将其应用于《工程材料及成型技术基础》课程教学设计之中,推行知识学习与能力培养并行的教学模式,提高课程教学效果的作用,完善学生对课程的知识体系架构的理解和系统性。与此同时,更加强调针对学生解决实际生产问题能力的培养,锻炼学生的实践和创新能力,在此过程中逐步提升学生的团队协作意识,为学生步入工作岗位打下了坚实的基础。同时,本教学模式设计可实施性较高,在理工科专业中具有较高的推广价值。

### 参考文献

- [1]丁金福,王琳琳,章建辉.基于工程能力培养的“工程材料及成型技术”教学改革实践[J].科教导刊,2020,(10):31-34.
- [2]徐玉菁.基于CDIO理念的应用型创新人才培养模式研究[J].大学,2021(22):102-104.
- [3]谢霞,马超,黄秋爽.基于CDIO理念的教学模式改革研究[J].高等教育研究学报,2022,45(2):108-111.
- [4]马准,殷晓英,刘颖,等.基于CDIO教育模式“双碳-新工科”的化工原理教学改革研究[J].广东化工,2022,49(10):213-215.
- [5]马振武,曹自洋,卢金斌,等.工程应用背景下《材料成型技术基础》课程教学改革探索[J].机电教育创新,2020,51(5):144-145.
- [6]徐小辉,李谷音,郭心毅.有效学习视角下过程性学习评价系统的思考与构建[J].教育教学论坛,2019,(1):218-220.
- [7]李倩,施瑞盟,李小明,等.新工科背景下专业课程考核的改革与实践[J].教育教学论坛,2022,(34):61-64.

### 作者简介

王庆航(1991—),男,福建宁德人,扬州大学机械工程学院讲师,博士,研究生导师,研究方向:高性能镁合金材料的开发及其控制成形。