

# 高等工程教育下机械工程师预培养模式研究与实践

孙立华

(长春工业大学工程训练中心, 吉林 长春 130012)

**摘要:** 国际工程教育认证是国际通行的工程教育质量保障制度。目前各高校开展国际工程教育专业认证的根本困难是源于工程教育与工程实际的严重脱节。针对当前机械工程类专业学生实践动手能力弱、专业学习兴趣不高、教学效果差等问题, 从机械工程师人才培养目标角度出发, 打破“公共基础——专业基础——专业课”三段型课程设置模式, 以产品案例为教学抓手, 模拟机械工程师职业活动行为, 提出并开展高等工程教育下以职业能力预培养为教学目标的研究与实践。该研究的有序开展与适当推广, 可有效填补专业知识学习与职业能力培养之间的空白地带, 缩短学生向职业人才过渡周期, 直接降低社会育人成本, 同时对人才培养、国际工程教育专业认证具有双重借鉴意义。

**关键词:** 工程教育; 工程实际; 工程逻辑; 机械工程师; 预培养模式

随着产业与行业的快速发展与变革, 倒逼高等工程教育改革与时俱进。工程教育是我国高等教育的重要组成部分, 在高等教育体系中“三分天下有其一”。机械设计制造的能力是国家核心竞争力的重要评价指标, 机械专业人才培养目标是高素质机械工程师。

我国社会文化、教育就业等国情与欧美等发达国家差异较大, 不可作简单类比。但西方发达国家由于其大学与中学、学校与社会、专业与行业之间都具有良好的衔接, 大学中又拥有运行良好的学分制度, 学生可对专业、行业等进行充分认知, 高等工程教育与工程实际结合紧密是不争的事实。我国工程教育与工程实际之间一直存在壁垒, 现行的高等工程教育体系一味重视对显性的理论知识的检验和初步应用, 却弱化了对隐性的专业实践技能与工程逻辑思维的培育。虽然近些年我国实施了卓越工程师培养计划, 但受多种因素影响, 实施效果正变得越来越差。

目前机械专业高等教育中大多仍沿用公共基础课、专业基础课、专业课的“三段型”课程体系模式, 其教学内容体系陈旧且同质化现象严重, 各门课程过于注重其自身知识体系的完整性, 导致教学内容之间相互重叠又或甚割裂, 且教学形式多采用“知识传授”式, 不利于对系统专业知识主动架构能力的培养, 直接抑制学习兴趣与创新潜能的激发, 教学效果差。目前教学改革正在从宏观走向微观、从理论走向实践。2018年9月10日全国教育大会的, 足显对教育教学改革工作之重视。此外, 随着2016年我国正式加入国际工程教育《华盛顿协议》组织, 标志着我国工程教育质量认证体系实现了国际实质等效, 各高校国际工程教育专业认证工作开展得如火如荼, 教育教学改革势在必行。

目前尽管机械工程类专业每年毕业生人数众多, 却仍无法解决专业人才培养与社会职业需求严重脱节的问题。许多专家学者从多个角度对如何开展工程教育、如何提高机械专业教育教学质量开展了研究与探讨, 如林健学者从工程教育认证与教育教学理念改变等七个方面, 对工程教育认证与工程教育改革之间的联系进行系统的理论分析; 陆国栋教授从高校“水课”存在的环境及“金课”的特征, 给出治理“水课”、打造“金课”的若干途径; 此外, 还有许多专家学者从新工科建设到工程教育改革, 从高等教育教学模式、教学内容与方法、课程建设与考核等方面, 开展了大量、基于教学外在表现形式或理论分析方面的研究, 但大多在“知识传授”模式与“三段型”课程体系设置下开展的教学改革研究, 要么是对传统教学模式细枝末节的升级与修补, 要么是一般性方法总结, 对于在重实践的机械工程教育教学领域中如何落实与具体化应用, 仍十分令人费

解。根本原因在于没有从专业能力、职业行为等方面进行工程逻辑思维层面上深入的教学改革研究与实践。

## 一、高等教育机械工程师培养研究思路

学校高等教育中机械专业的培养目标是培养一批高素质、科技型现代化人才队伍, 为今后学生从事机械设计、自动化等工作打下坚实的知识储备基础。教育学生储备广泛而深入的专业知识, 在枯燥的理论知识学习中端正自身的学习态度, 树立不怕困难、不屈不挠的优良品质。

众所周知, 思维决定行为、逻辑思维能力是学习和职场中非常重要的硬核能力。机械工程师职业行为背后, 是深入骨髓的工程逻辑思维。

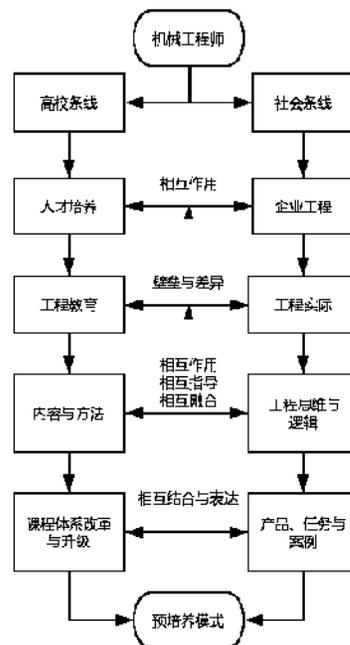


图1 机械工程师预培养

如图1所示, 从机械工程师职业能力培养角度出发, 可以分为高校条线与社会条线。首先要求高校人才培养要支撑社会企业职业人才需求, 知晓社会企业视角下工程实际所蕴含的工程逻辑内涵, 明确高校开展工程教育是解决工程实际问题的重要前提, 分析目前高等教育中专业学习与工程教育之间的差异, 工程教育与工程实际之间存在壁垒的深层次原因, 然后通过产品及任务案

例，遵从工程逻辑思维，重新设计并优化教学内容与方法、对课程体系进行改革与升级，最终打造机械工程师预培养教学新模式。

### 二、教学理念与践行原则

长久以来，“知识传授”式教学的一贯思想，即“教师只有‘一桶水’，才能教给学生‘一碗水’”。殊不知，教师讲的过多、占用大量时间，学生思考的就少，老师只拿出一桶水，而不引导学生尝试自己“修建水渠”或“开凿水井”，学生在将来仍有可能被渴死。简单地知识讲解与灌输，老师轻松，学生厌烦，机械工程类专业如果脱离了生产实践、产品案例的研究，便无法将知识学习与能力培养有机联系。所以重塑教学理念，重在引导、贵在实践，是此教学新模式运行与发展的灵魂。

高等教育教学新模式的运行要遵循工程逻辑，以产品案例为导向，基于 OBE (Outcomes-based Education) 培养模式，强化职业能力培养的教学目标，践行兴趣驱动教学新模式。原因有以下两点：其一项目产品是机械工程师职业活动主要内容，目前高等工程教育专业人才培养与社会职业人才需求相脱节。其二是当前国际、国内教育理论与实践研究表明，在三大类教育模式中，“兴趣驱动模式”是从人内心本质出发的源动力，相较于“压力驱动模式”与“利益驱动模式”，兴趣驱动模式是三种驱动模式中最有效、最长久的一种学习模式。

针对机械专业开展以教学产品案例为导向、兴趣驱动教学新模式的研究，说到底仍是教育教学返璞归真的过程，但在时间与空间上，具有创新性与挑战性。

### 三、课程教学设计实施举例

国际工程教育认证是国际通行的工程教育质量保障制度。机械工程课程教学涵盖了更多抽象且复杂的理论知识，但更注重的是学生的动手实践能力，机械实操模拟是课程中最引人入胜的环节。课程中往往以项目操作为导向，配合授课教师的实际指导完成既定任务，培养学生的职业能力。课程教学中遵循工程逻辑思维最好的方式是以项目产品案例为教学引导，模拟机械工程师职业行为，优化教学内容安排，重点改进表象认知教学环节，增加专业学习与工程思辩的环节与内容。

项目产品案例教学必须体现工程实际与工程逻辑，打破重知识学习、轻能力培养的教学模式现状，因此本案例采用智能寻迹小车(如图 2)作为教学产品引导项目，该小车可实现循迹行驶、搬运物品等功能，小车上的零部件可通过激光切割、数控铣、3D 打印等方式加工完成。因此完成小车的设计、制作与调试，便完成了类似于工程实际的一个产品。其中以小车上机械手爪(见图 3)为代表案例进行教学设计与分析，它可以实现 CAD/CAM/CAE 等教学内容的有机融合、实现专业与职业能力培养。



图 2 智能循迹小车 图 3 电驱动机械手爪

机械手爪部件同样类似于一个小产品，包括一对手爪(驱动爪和从动爪)、舵机架、舵机及部分标准件等，以实现手爪功能为教学产出小目标，完成其仿真设计、实物加工及装配调试等过程，

此过程非常类似于机械工程师的职业活动行为。二手爪及舵机架的 CAD 仿真设计可采用 Solidworks、Catia 等任一款三维设计软件，CAM 可采用 Mastercam、powermill 等软件，然后利用 PPCNC (PersonalportableCNCmachine，即个人便携式数控机床)进行数控加工，最后进行装配调试，手爪功能实现、循迹小车功能实现。整个过程不但涵盖了机械设计、制造、分析、驱动调试等过程，每一个阶段的进步都会令学生兴奋无比，在产生强烈兴趣的同时，对未来充满期待。机械手爪教学设计流程图见图 4。

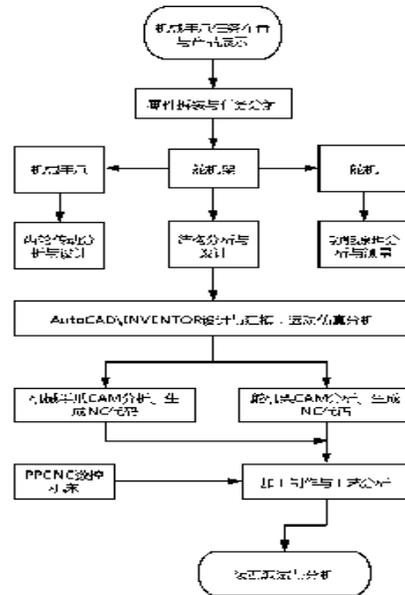


图 4 机械手爪教学设计流程图

### 四、结语

该教学模式具有重实践、强思辩特点，人人动手创新制作，具有较大难度与挑战性。其成功实施离不开具有丰富教学经验的团队支持与共同努力。以产品案例为教学抓手，遵从工程逻辑思维、模拟机械工程师职业活动，开展专业学习与职业教育，可消弥工程实际与工程教育之间壁垒，为当前机械工程高等教育教学改革提供参考范式与研究案例，加速国内工程教育与国际工程教育的接轨，实现专业人才培养与社会职业人才需求的合理过渡。

#### 参考文献：

- [1] 吴启迪. 中国工程教育的问题、挑战与工程教育研究 [J]. 清华大学教育研究, 2009, 30 (2): 4-8.
- [2] 习近平. 在全国教育大会上的讲话 [N]. 人民日报, 2018-09-11: 1.
- [3] 教育部课题组. 深入学习习近平关于教育的重要论述 [M]. 北京: 人民出版社, 2019.
- [4] 冯小红, 张尚毅. 习近平关于教育的重要论述对职业教育发展的价值与意义 [J]. 重庆行政, 2020 (1): 90-97.
- [5] 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 (2): 10-19.

本文系基金项目：2020 吉林省高等教育学会课题——“遵循工程逻辑构建一体化工训课程体系研究”(JGJX2020D128)；2020 吉林省教育科学规划课题——“产教融合机械工程师预培养模式研究”(GH20109)成果。

通讯作者简介：孙立华(1972)，女，高级实验师、硕士，长期从事机械工程专业教育教学研究及管理工作。