

# Reflection on the Cultivating Engineering Thinking in Teaching of Mechanical Specialty

Lihua Sun<sup>1</sup> Songbiao Ma<sup>1</sup> Haifeng Liu<sup>1</sup> Baoqing Zhang<sup>2</sup>

1.Engineering Training Center, Changchun University of Technology, Changchun, Jilin, 130012, China

2.School of Mechanical and Electrical Engineering, Changchun University of Science and Technology, Changchun, Jilin, 130022, China

## Abstract

Machinery is the core of manufacturing, and manufacturing is the source of social wealth. Although there are a large number of mechanical engineering graduates each year, they still cannot meet the society's demand for strong practice and innovation in engineering and technical personnel. The paper aims at the widespread problems in the teaching of mechanical majors, combined with engineering education, summed up engineering thinking and its characteristics, it is believed that the effective integration of engineering thinking in the teaching process is an effective way to eliminate the barriers between engineering education and engineering practice, and provides a new research perspective for the reform and development of mechanical education and teaching.

## Keywords

mechanical engineering; engineering thinking; engineering education; teaching

# 机械专业教学中培养工程思维的思考

孙立华<sup>1</sup> 马松彪<sup>1</sup> 刘海峰<sup>1</sup> 张宝庆<sup>2</sup>

1. 长春工业大学工程训练中心, 中国·吉林 长春 130012

2. 长春理工大学机电工程学院, 中国·吉林 长春 130022

## 摘要

机械是制造业核心, 制造业是社会财富的源泉。虽然每年机械工程专业毕业生人数众多, 却仍然无法满足社会对强实践、重创新工程技术人才的需求。论文针对机械专业教学中广泛存在的问题, 结合工程教育、总结了工程思维及其特征, 认为教学过程中有效融入工程思维是消除工程教育与工程实际壁垒的有效途径, 可以为机械专业教育教学改革与发展提供新的研究视角。

## 关键词

机械工程; 工程思维; 工程教育; 教学

## 1 引言

人类区别于其他动物的根本标志, 是能够制造和使用工具。设计、制造和使用工具, 是机械工程师的核心内容。机械与社会生活密不可分, 机械与机械工程最早可以追溯到原始人与石器时代。木棒、石斧、石锤等简单粗糙的工具是后来出现的机械的先驱。从制造简单工具演变到制造由多个零件、部件组成的现代机械, 经历了漫长的过程, 直至与现代计算机技术相结合, 赋予设计、制造、运作等方面新的含义, 仍葆活力。人类发展的历史证明, 社会生产创造着人类的社会物质文明, 推动了人类社会的发展。据统计, 发达国家 60% 以上的财富来源于制造业生产的产品, 而制造业的最

主要的内容与核心是机械。

## 2 工程教育概述

工程教育是建立在专业化职业 (Profession) 理念基础上的专业化教育<sup>[1]</sup>。在西方资本主义社会, 早期只有医学和法律。随着社会分工的发展, 职业的范围逐渐拓展到工程、教育、社会工作等领域。中国工程教育的历史相对较短, 工程教育和职业建设正在积极借鉴其他国家成功经验。但目前中国已经成为工程建设大国, 对高质量的工程科技人才有着迫切的需求。德才兼备的工程科技人才是高质量工程的重要保障, 而德才兼备工程科技人才的成长离不开工程教育奠定的基础,

工程教育好比是“工程师的摇篮”<sup>[2]</sup>。

### 3 工程思维及其特征

思维活动和思维现象是宇宙中最复杂、最奇妙的现象之一<sup>[3]</sup>。思维活动的内容及形式非常复杂,但就其本质来讲,思维是一种认识活动。从唯物主义的观点,客观与主观之间是通过实践建立起的紧密联系,人类的认识是客观见之于主观的一种活动。所以,实践方式与思维形式相互对应。工程师这一群体的主要作用便是在工程活动中“创造”出自自然界中从来没有过而且永远也不可能自发出现的新的存在物。虽然实践中的工程思维对我们并不陌生,但对工程思维方式的研究只是迈出了探索性的第一步。高等工程教育的人才培养目标是具有工程思维的优秀工程师,所以开展高等工程教育首先要明确工程思维的以下几个特征,才有可能将成熟的工程思维融入教学模式<sup>[4]</sup>。

#### 3.1 科学性

现代工程与古代工程的根本区别在于思维的方式不同。尽管古代工程的规模与成就令后人惊叹不已,但它们是“经验性”工程思维的战利成果。现代工程则是建立在现代科学(包括基础科学、技术科学和工程科学)基础之上的,是“科学性”工程思维发挥作用所带来的结果。“科学性”工程思维与科学思维有明显的几个区别。区别之一,工程思维与科学思维分别是价值定向与真理定向的两个不同思维。区别之二,工程思维与科学思维联系对象不同,前者与具体的“个别对象”相联系,后者则是超越具体对象的“共相”思维。区别之三,

**【基金项目】**2020年吉林省高教科研课题——遵循工程逻辑构建一体化工训课程体系研究(项目编号: JGJX2020D128); 2020年吉林省高教科研课题——兴趣驱动下机械工程“浸入式”教学模式实践研究(项目编号: JGJX2020D68); 2019年吉林省重点教研课题——机械工程“浸入式”启蒙教育新模式的研究与实践; 2020年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; 2019年教育部产学研合作协同育人项目——“浸入式”智能制造数字化教学模式培训(项目编号: 201901172010)。

**【作者简介】**孙立华(1972-),女,硕士研究生学历,中国长春工业大学,副教授,硕士生导师,从事超精密制造技术研究。

从时间和空间维度看,工程思维具有“当时当地性”特征的思维;而科学思维则不受思维对象的具体时间和具体空间方面的约束,对“具体时空”具有“超越性”。

#### 3.2 逻辑性与艺术性

工程思维具有逻辑性与艺术性。其艺术性不同于艺术家在进行文艺创作时的特点,艺术家的思维是可以“不顾逻辑”的,也可以是完全自由想象的,但工程思维却不允许出现这种类型的逻辑错误和逻辑混乱。艺术性更多地表现在工程的决策者、设计师和工程师表现出“思维个性”,或者说“工程美”上。杰出的工程都渗透着决策者以及设计师和工程师独特的个性美,每一个好的工程都是一件艺术品。

#### 3.3 超协调逻辑

“不矛盾律”在一般的逻辑学中是基本的逻辑思维规律。即不允许在科学理论体系内部存在和出现逻辑矛盾,或者是不能出现悖论。然而,在工程思维中,决策者、设计师和工程师却常常不得不面对“矛盾的要求”,更明确地说,他们往往不得不对相互矛盾的观点或要求采取“权衡协调”的立场和态度。这也就产生了一种承认矛盾存在的“超协调逻辑”,可以容纳矛盾的逻辑系统。

#### 3.4 问题求解的非唯一性

科学思维和工程思维都可以被看作是一个问题求解的过程。前者解答的是自然界某种规律的原因,后者解答的是如何有效地建构一个新的存在物。所以两种问题求解在性质上有很大不同,结果是工程问题的答案是非唯一的,科学问题的答案一般来说具有唯一性。不难理解,技术要素中技术路线不是唯一的,非技术要素中,各种社会经济环境因素更是因时因地不断发生变化,再加上工程思维主体(工程师、管理者等)独特的思考方式(比如工程的个性美),都决定了工程思维问题求解的非唯一性。

#### 3.5 运筹性和集成性

紧随“问题求解非唯一性”所带来的问题就是如何对各种资源进行统筹协调,以找到最优的解决方案。映射到工程思维的一个基本内容就是如何才能合理地“运用”各种工具、机器、设备和其他手段等,从而组成合理的工艺流程、实现工程的目的。

#### 3.6 可错性

工程一定存在风险。这不但是因为主观方面人的认识存在一定的缺陷和盲区,更是因为客观上也存在着许多不确定

因素,使工程思维不可避免地带有风险性和不确定性。

### 3.7 价值追求和意志因素

虽然工程师常常与工具打交道、与物质生产相关,但却不能简单地认为工程师的思维主要是工具理性的思维。因为工具理性是为价值理性服务,或者说手段是为目的服务,就本质来讲,工程思维的灵魂和核心在更大程度、更深层次上看是价值理性,即它是以价值目标为导向和以价值目的为灵魂的思维。工程思维和工程活动不但必然追求一定的价值目标而且还希望这个价值目标能够尽可能地改进、改善或优化。

## 4 中国机械专业教学中存在的问题及思考

中国一直广泛延续着“灌输式”教育,教师扮演着知识传授者的角色。但随着社会的发展、科技的进步,传统的教育理念凸显其弊端,尤其在重视实践的工程教育上,教师的知识灌输导致学生学习积极性下降,无法将知识与能力融合运用,学习效果“事倍功半”<sup>[5]</sup>。

### 4.1 学习主动性差,缺乏学习热情

因为没有开展有效的专业学习与职业规划启蒙教育,也因为教学方式及方法问题,学生学习主动性差,缺乏学习热情。

“全国高校毕业生就业状况调查”显示,半数以上的大学毕业生对所选专业不感兴趣,约1/5的大学生明确表示要换专业,超过40%的大学生对所学专业不满意;如可重新选择,约65%的学生表示希望重新选择专业。从时间成本的角度来看,这无疑是生命资源的浪费。

### 4.2 实践能力弱,创新思维不够

钱学森的老师冯·卡门教授曾说:“科学家研究已有的世界,工程师创造未有的世界。”作为一名合格、甚至是优秀的机械工程师,“强实践、重创新”是其身份特征的标配,但目前中国由于产学研结合不够、教学资源不充足等方面,

导致学生进入实验室积极性不高、时长不够,进而导致学生实践能力较弱,创新性思维不够<sup>[6]</sup>。

### 4.3 授课知识与工程实际脱节

近二十年的工程实际已经发生了巨大的改变,而中国的教学改革相对滞后,目前教学内容与工程实际脱节严重,所以高等工程教育应与时俱进,加强校企合作、产学合作,使学生提早接触社会生产、行业实践。

## 5 结语

在机械专业教学实践中,只有深刻洞悉工程教育与工程实际之间的壁垒,明确优秀的工程科技人员应具备哪些知识、素质和能力,从当前专业教学情况出发去匹配工程实际,对现有教学模式及课程内容进行改革与升级,才能建设反映工程思维的机械专业教学新模式。具有工程思维是机械工程师的身份必备,但思维能力是隐性与内在的,所以培养专业的工程技术人才需要长期的努力与实践。

## 参考文献

- [1] 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.
- [2] 杨英杰, 邱俊, 金星. 基于现代工程师的科学思维与工程思维培养[J]. 现代教育科学, 2010(03):155-157.
- [3] 朱高峰. 工程教育中的几个理念问题[J]. 高等工程教育研究, 2011(01):1-5.
- [4] 崔军. 回归工程实践: 中国高等工程教育课程改革研究[D]. 南京: 南京大学, 2011.
- [5] 孙康宁. 浅谈工程实践教育中的问题、对策及通识性教育属性[J]. 中国大学教学, 2011(09):17-20.
- [6] 马鹏举. 工程实践教学现状分析与对策研究[J]. 高等工程教育研究, 2011(01):143-147.