

机械设计基础工程能力培养案例教学改革研究

李健 鹿霖 陈歆 王文琦 王英
苏州工业职业技术学院 智能装备学院

DOI:10.12238/er.v8i3.5888

摘要：培养学生解决实际工程问题的能力，是高校工科类学生关键的培养目标之一，同时追踪当前研究热点也是提升教师专业能力的有效手段之一。在双高建设的背景下，以机械设计基础课程师资团队结构化建设为基础，以复杂工程问题解决能力培养为目标，开展机械设计课程考核标准教学改革实践。

搭建多元化师资队伍，共同讨论理论相对成熟且具有一定研究热度的工程问题导入机械设计课程考核案例，在教学团队深入分析工程问题的基础上，充分发挥教学团队成员特长，以解决问题为主线，以学生能力培养为中心，合理选择课程考核题目、确定考核方案、优化教学方法、进行工程化应用，通过多元化的评价方式进行课程达成度分析。

关键词：师资团队建设；机械设计；工程能力；教学改革；教学案例

中图分类号：G420 **文献标识码：**A

Research on the Case Teaching Reform of Mechanical Design Basic Engineering Ability Training

Jian Li, Lin Lu, Xin Chen, Wenqi Wang, Ying Wang

School of Intelligent Equipment, Suzhou Vocational Institute of Industrial Technology

Abstract: Cultivating students' ability to solve practical engineering problems is one of the key training goals of engineering students in colleges and universities, and tracking the current research hot spots is also one of the effective means to improve the professional ability of teachers. In the context of the construction of "double first-class of higher vocational education", based on the structured construction of the teaching team of the basic course of mechanical design, and with the goal of cultivating the ability to solve complex engineering problems, the teaching reform practice of the assessment standard of the mechanical design course was carried out. On the basis of the in-depth analysis of engineering problems, teaching team should give full play to the strengths of the teaching team members, take problem solving as the main line, take student ability training as the center, reasonably select course assessment topics, determine assessment plans, optimize teaching methods, carry out engineering applications, and analyze the degree of course achievement through diversified evaluation methods.

Keywords: Faculty team building; Mechanical design; Engineering capabilities; Pedagogical reform; Teaching models

引言

将工程能力培养融入到课程体系中，改革课程内容，创新课程教学方法，是提高高校工科类毕业生的工程实践能力、为社会培养高质量工程科技人才的有效途径。随着我国的各行业高速发展、国家竞争力不断提升，产业升级和经济的蓬勃发展对高校工科类毕业生提出更高的能力要求。

“双高计划”对于引领职业教育服务国家战略、融入区域发展、促进产业升级，服务建设现代化经济体系和更高质量具有重大意义。机械设计基础是高校工科学生的重要专业基础课之一，本课题组在“双高建设”教师团队建设的背景

下，对机械设计基础课程考核标准提出一种面向能力培养的过程考核案例。

1 传统的机械设计基础课程教学中存在的问题

机械设计基础课程的核心是零部件设计，讲授机械设计的基本理论与方法，为学生未来走入企业奠定坚实的理论基础、培养学生综合分析能力、创新能力以及解决工程实际问题的能力。

机械设计基础课程教学模式一般按照机构类型进行分块讲解理论知识，并辅以连杆、齿轮、测量工具、齿轮箱等典型机构的实验课认知，最终成绩按照期末成绩、实践成绩

和平时成绩三方面按权重分配系数。学生在整门课的学习过程中理实结合，有较好的教学效果。

通过对在校生问卷调查、回访毕业生、调研企业对毕业生的评价，发现学生在机械设计课程学习过程中，只是机械的学习已有的机构名称、机构定义及原理公式，不知道工作中会碰到的未知难题是什么样、碰到了如何解决，关于机构的背景、应用场合知之甚少。

学生毕业后走向各行各业，为了使学生能够了解更多的行业知识、面对各行业就业竞争，学生在校期间，专业课程设置较多，因此造成单科课时少，所以单科不能够深入学习。教学要求的“广”和企业要求的“精”构成了一对矛盾。机械设计基础课程作为基础课程，此矛盾更加突出。解决此问题迫在眉睫。

另外，从教师团队角度分析，传统的教师团队主要由课程负责人主导，课程负责人通常为有丰富教学经验的专职教师担任，制定课程标准、教案、授课计划，团队成员多为相关专业毕业，以此为依据进行教学。课程标准、教案、授课计划是学校长期教学经验的总结，能够满足学校既定教学目标。但是，传统的教师团队存在一个问题：教师专业结构单一，教师行业经验单一，教师团队职称单一。

基于以上问题，在双高建设的背景下，进行机械设计基础课程师资队伍结构化改革，基于 OBE 理念开展机械设计课程考核标准教学改革实践。

2 多元化教师团队建设

教师团队建设以协同工作为指导，构建教研带头人、教学带头人、科研带头人、骨干教师共同组建的多元化教师团队，打造高水平结构化团队。

现在学校教师主要分为三类，第一类为有丰富教学经验的教师，多为本科、研究生学历，教学年限长、经验丰富；第二类为近些年招聘的博士，经过博士阶段的培养，有深厚的专业理论功底；第三类为来自企业的工程师，有丰富的实践经验。

由校双高建设小组牵头组织，根据专业建设需求，搭建机械设计基础多元教师团队。教师团队结构如表 1 所示，团队成员共 5 人，学历方面博士学历 3 人，研究生学历 1 人，本科学历 1 人；职称方面，副教授 2 人，工程师 1 人，讲师 2 人。

在培养案例教改过程中教研带头人主导改革方向，科研带头人主导贴合教学和实践的案例选择，教学带头人主导教学方法规划，骨干教师充分发挥在专业和教学方面的特长共同建设课程案例。

3 工程能力培养方案案例选择

OBE (Outcome based education, OBE) 教育理念，又称为成果导向教育、能力导向教育、目标导向教育或需求导向

教育。

解决工程能力培养有两个方向，一个是引入常见的、十分成熟的工程应用，一个是引入当今热点的工程应用。解决第一种问题，更多的是培养学生翻阅工具，套用课本现有公式进行设计。解决第二类问题对学生来说有一定难度，但对于拓宽学生视野、激发学生兴趣、培养学生解决未知问题的能力有很大帮助，但是要对此类问题精心设计，不能盲目提高。

结合本校机器人专业的特色，分析机器人核心零部件类型。机器人机械设计主要是机器人关节设计，机器人关节主要是 RV 减速器、谐波减速器，随着人形机器人发展的热潮，直线电缸现在逐步走进大家的视野。人形机器人中的直线电缸主要是反置式行星滚柱丝杠结构。行星滚柱丝杠可以说是历史悠久，但是现在它属于小众的机构，机械设计基础教材上没有包括这种机构，不过有很多人对其原理、优化设计进行了很多研究。经过教学团队仔细研究，认为反置式行星滚柱丝杠原理探究这个方向贴合学校专业设置、符合当前热点的要求、研究基础相对成熟、对于学生来说属于未知领域，适合用于培养学生工程能力。

4 解决工程能力培养方案案例课程设计

4.1 方案设计

OBE 理念的实施原则包括清楚聚焦、扩大机会、提高期待、反向设计。

清楚聚焦指课程设计与教学要清楚地聚焦在学生在学习过程完成后能达成的最终学习成果，并让学生将他们的学习目标聚焦在这些学习成果上。

扩大机会指课程设计与教学要充分考虑每个学生的个体差异，要在时间和资源上保障每个学生都有达成学习成果的机会。

提高期待指教师应该提高对学生学习的期待，制定具有挑战性的执行标准，以鼓励学生深度学习，促进更成功的学习。

反向设计指以最终目标（最终学习成果或顶峰成果）为起点，反向进行课程设计，开展教学活动。

工程能力培养考核教学改革，首先需要对此四方面深入研讨，有针对性的进行课程设计。

4.2 清楚聚焦

学生在校学习过程中，课程设置循序渐进，学习本课程式还有很多未学习的专业课程。同时，工程中难免碰到未知领域的问题。想通过学校某一门课程的工程能力培养，使学生完全全面的工程能力是不现实的。本工程能力培养方案聚焦学生能否掌握解决问题的步骤。

通过分析反置式行星滚柱丝杠的过程，学生逐步掌握检索文献、鉴别文献的能力，应用质点运动学、齿轮传动、螺

旋转动的专业知识，初步了解目前所学专业知识和应用场合。

4.3 扩大机会

机械设计基础班级一个班的人数在40至50人，如何选择一通用的课题让所有学生得到锻炼是教学改革的重点之一。将学生分为四组，各组学生分别完成反置式行星滚柱丝杠原理研究的任务。按照研究阶段，在不同阶段各组分别进行工作进度PPT展示。团队内部大家分工进行文献查阅、文献分析、原理总结、ppt制作及讲解展示。

4.4 提高期待

行星滚柱丝杠在人形机器人热潮的推动下被更多人认知，通过网络资源，可以观察到其是如何工作的，但是大部分人不明白其工作原理，对于行星滚柱丝杠如何将转动转化为直线运动充满好奇。

4.5 反向设计

工程能力培养案例首先指出学习的目标——反置式行星滚珠丝杠，引导学生思考如何一步一步分析一个机构的结构、原理，并能够根据结论进行正向设计。

5 案例实施过程

第一，首先提出问题——什么是反置式行星滚柱丝杠？反置式行星滚柱丝杠工作状态如何？能否思考清楚其传动原理？

学生搜索引擎搜索到相关资料。学生搜集的视频资料可以直观观察到各零件的相对运动，静态图片可以展示各零件的外形。此阶段，学生对反置式和正置式概念比较模糊，对滚柱上螺纹和齿轮同时存在的原因及工作机理不清楚。在搜索资料过程中，行星滚珠丝杠引起学生的好奇心，产生了解其细节的期望。

第二步，引导学生登录中国知网，查阅相关文献。

在前期资料搜集阶段结束时，同学建立了对行星滚柱丝杠的感性认识。同时，对于如何初步开始分析无从下手，原因如下：

第一，专业课程学习过程中，没有接触过行星滚柱丝杠的理论。机械设计基础课程中，分类讨论了连杆机构、凸轮机构、齿轮机构、间歇机构、螺旋传动、机械连接等内容。行星滚柱丝杠综合齿轮机构和螺旋传动，并且包含一些物理运动学的知识。虽然学习了基础的专业知识，但是不知道如何把这些知识综合在一起。

第二，即使有经验的工程师，开展一个新的项目时，也需要一定的基础资料支撑，真实的工作中，大部分工作是在现有的工作基础上进行改制，从无到有的发明性工作难度更大，不在本文讨论范围内。

总之，开展研究工作，要有基础知识和基础资料的支撑。学生已经掌握基础知识，重点是能够找到基础资料。

引导学生登录中国知网，查阅相关文献，使学生认识到其是中国权威的学术数据库，是科研的重要工具网站。

指导学生以行星滚柱丝杠为关键字，进行主题搜索，学生的搜索结果如图2所示，下载并对比学术期刊和学位论文两个栏目中的资料。

第三步，深入开展工作。

深入开展工作的过程即为读懂文献的过程，学生普遍反映此过程较难，这部分工作需要主要由专业知识扎实的同学解读，然后分析给同组同学，此过程能够帮助专业基础薄弱的同学理解行星滚珠丝杠的原理，同时在分析的过程中，提高讲授者对行星滚珠丝杠原理的熟练程度。在此过程中，专业知识扎实的同学也会碰到疑难点，由老师进行答疑，帮助学生理清思路。

在上述每一个阶段，由各组学生分工提供素材、组织素材搭建PPT，并且推选一名同学进行PPT演讲展示。随着每个阶段的进行，学生搭建的PPT逐渐由单调进化为丰富，学生的现场表达能力由青涩进化为稳重。

6 结论

在双高建设项目的支持下，组建了由多专业、多学历、多职称、多经历的多元化机械设计基础教学团队，整合教学和科研能力，选择难易适度、有一定前沿性的案例锻炼学生的工程实践能力。

通过此案例学习过程中，所有同学得到了锻炼：检索资料的同学掌握了鉴别文献的能力，分析公式的同学对理论结合实际有了更深的了解，做PPT展示的同学的表达能力得到进一步锻炼，在组内同学的合作过程中，加强了团队合作精神，在各组间的展示对比过程中，增加了大家的集体荣誉感，最后所有学生普遍反映对机械设计基础和运动学的知识有融会贯通的感觉。多元化教师团队基于OBE理念的机械设计基础工程能力培养是一个有效的提高学生工程能力的途径。

[参考文献]

- [1]潘懋元,陈春梅.高等教育质量建设的理论设计[J].高等教育研究,2016(3):1-5.
- [2]李红梅,江志斌,郑益慧.强化工程能力培养的高校课程体系改革[J].高等工程教育研究,2013(5):140-144.
- [3]刘征宏,姚固文,徐玉梁,等.新工科背景下“机械设计”课程教学改革[J].南方农机,2023,54(02):155-158.
- [4]党金良,刘更,马尚君,等.反向式行星滚柱丝杠机构运动原理及仿真分析[J].系统仿真学报,2013,25(7):1646-1651.
- [5]刘更,马尚君,佟瑞庭,等.行星滚柱丝杠副的新发展及关键技术[J].机械传动,2012,36(5):103-108.

作者简介：

李健 (1980.01-) 男，汉族，河北保定人，博士，职称讲师，研究方向：机械设计及理论。

基金项目：

(1) “双高”背景下高职院校师资团队结构化建设方案研究，项目编号 SGYJG2023A；

(2) 苏州工业职业技术学院科研启动经费资助，项目

编号：2017kyqd030；

(3) 第五期江苏省职业教育教学改革研究课题，项目编号：ZYB709；

(4) 2024 年度江苏省高校哲学社会科学研究一般项目“‘数字革命’背景下教师高质量培养与发展体系构建研究”，项目编号：2024SJYB1167