第42卷第2期
2019年6月
高等教育研究学报
Journal of Higher Education Research
Vol. 42, No. 2
Jun. 2019

基于能力产出导向的教学科研协同育人模式研究

王 鹏，郑 伟，张洪波，杨跃能
（国防科技大学 空天科学学院，湖南 长沙 410073）

摘 要：基于能力产出导向的人才培养思路，以航天领域研究生培养为例探讨了教学科研协同育人模式问题。首先，根据航天领域研究生培养目标梳理出了核心能力模型；然后，通过教学和科研两类培养手段的有机融合，设计了核心能力支撑矩阵，给出了一种基于教学科研协同的育人模式；最后，对该育人模式中的课程体系和创新实践体系设计问题进行了讨论。本文研究成果提供了一种从知识传授到能力培养的有效实现途径，对工科人才培养具有一定参考价值。

关键词：以学生为中心；教学；科研；协同育人模式

中图分类号：G640 **文献标识码**：A **文章编号**：1672－8874（2019）02－0059－05

Research on the Ability Outcome Based Co-education Mode of Teaching and Scientific Research

WANG Peng, ZHENG Wei, ZHANG Hong-bo, YANG Yue-neng
(*College of Aerospace Science and Engineering*, *National University of Defense Technology*, *Changsha* 410073, *China*)

Abstract: According to the ability outcome based education concept, the co-education mode of teaching and scientific research for training graduate student majoring in aerospace is discussed. Firstly, the core competence model is sorted out according to the training objectives of graduate students in the aerospace field. Then, the core competence support matrix is designed based on the integration of teaching and scientific research. Thus, a kind of co-education mode based on teaching and scientific research is obtained. Finally, the design of curriculum system and innovative practice system in the co-education mode is discussed. The research results provide an effective way to realize the transformation from knowledge imparting to ability training, which may shed light on the cultivation of graduate students majoring in engineering.

Key words: student-centered; teaching; scientific research; co-education mode

一、“以学生为中心、以产出为导向”的教育理念

1952年，著名心理学家卡尔·罗杰斯在哈佛大学教育学院举办的一次主题为“课堂教学如何影响人的行为”的学术研讨会上，首次提出“以学生为中心”的观点[1]。随即，“以学生为中心”的理念在教育界引起热议，并开启了一场由“以教师为中心”向“以学生为中心”转变的教育理

收稿日期：2018－08－10
基金项目：国防科技大学研究生教育教学改革研究课题（yjsy2016006）；国防科技大学本科教育教学研究课题（U2017004，U2017005）

作者简介：王 鹏（1984－），男，吉林洮南人。国防科技大学空天科学学院副教授，博士，主要从事飞行器动力学与控制方向的教学研究。

念革命。受到传统观念的影响，“以学生为中心”的新理念一时难以被人们普遍接受和认可，但仍有不少大学和教师开展了新理念的实践探索，并在不同学科领域总结了很多新型教学模式。随着实践经验的积累，“以学生为中心”的教育理念在提高教学效果上的优势逐渐显现。1998 年，联合国教科文组织在巴黎召开“世界高等教育大会”，通过了与主题同名的大会宣言《21 世纪的高等教育：展望和行动》，指出“在当今日新月异的世界，高等教育显然需要‘以学生为中心’的新视角和新模式”。此后，“以学生为中心”的教育理念逐渐成为全球教育工作者的共识。

“以学生为中心”的教育理念的本质特征是以学生为本，强调学生在教学活动中的主体地位，遵从一切教学活动应从学生需要出发的基本原则，采用非指导性的教学方法，了解学生、理解学生、尊重学生、服务学生，充分激发学生的内在兴趣和学习动力，着力培养学生的开拓精神和创新能力，变被动听讲为主动学习，变消极应付为积极参与，变强记应试为研讨应用，真正实现学生的全面发展。“以学生为中心”的教学模式的优势主要体现在如下四个方面[2]：一是打破了传统的以教师、教材和课堂三者为教学中心的传统模式，发挥了学生的主体作用；二是推进了学生从知识学习向方法学习的转变，在文献检索、问题分析的过程中，有助于培养学生收集信息和自主解决问题的能力；三是以小组为基本形式的合作学习，可以相互启发、相互借鉴、相互学习，同时还可以培养学生与人交往和沟通的能力；四是通过要求学生报告个人的研究方法、观点和成果，并设疑提问，锻炼学生的语言表达能力和应变能力。

为了真正落实“以学生为中心”的教育理念，仅仅尊重学生的主体地位是远远不够的[3]，还必须关注学生的培养目标是否得到有效实现，即学生是否通过教学科研活动获得了应有的能力。这就要求人才培养中还必须坚持“以产出为导向”[4]，关注学生的培养目标和核心能力[5]，以及实现核心能力培养的手段。于是，更全面准确的教育理念应表述为“以学生为中心、以产出为导向”。从某种意义上看，“以产出为导向”的作用和重要性甚至高于“以学生为中心”，因此研究落实“以产出为导向”的途径和方法具有十分重要的意义。教学和科研是实现人才培养目标的两类基本手段，其在核心能力的培养中发挥着不同的作用。本文拟通过研究，探索一种实现教学科研有机融合的协同育人模式，为研究生培养方案的制定提供参考和借鉴。

二、教学科研协同育人模式设计

高质量的人才培养必须回答好两个问题：一是人才培养目标是什么，即要培养什么样的人；二是实现培养目标的途径是什么，即怎么样培养我们需要的人。下面以航天领域研究生培养为例，阐述如何通过教学和科研的有机结合提高研究生培养质量。

（一）人才培养目标

航天领域所研究的问题普遍具有系统特性复杂、涉及学科门类多、工程实践性强等特点，要求解决这些问题的人必须具备综合的知识、系统的思维、创新的意识和实践的手段。因此，航天领域专业研究生培养具有综合性、复合性、创新性和实践性的特点。综合性主要体现在航天工程涉及数学、力学、电子、信息、控制、通信、材料以及大气物理、地球物理、天文学等多个学科方向；复合性体现在完成航天工程项目中要求工程素养好、实践能力强、有系统性思维和团队合作意识；创新性体现在航天工程领域是一个追求卓越、创新性强的领域，在解决诸如飞行器怎样才能飞的更远、更快、更经济等问题时，需要创新思维；实践性体现在航天工程具有鲜明的实践特征，学生需要通过构思、设计、操作飞行器来理解书本知识，提高解决实际问题的能力。基于此，航天领域研究生培养目标可以概括为“具备能够创造性解决飞行器系统设计中复杂工程问题的能力”。

（二）核心能力模型

上述培养目标的描述比较笼统，通过分析其内涵可具体化为若干个核心能力。为了获得这些核心能力，可以从不同层面进行分析。例如，知识层面、个人素质层面，以及在团队中工作的能力层面。首先，从知识层面来看，为了能够解决航天领域复杂工程问题，必须具备扎实的专业基础；其次，从个人素质层面来看，必须具备不断更新知识、进行知识创新和开展工程实践等方面的能力；第三，从在团队中工作的能力层面来看，还应该具备与人沟通交流、协同工作的能力。因此综合来看，航天领域人才培养的核心能力主要

包括专业基础能力、自主学习能力、知识创新能力、实践应用能力和团队协作能力。如图 1 所示，这五个能力是分别从不同层面提出的，构成一个完整的统一整体，共同支撑培养目标中要求的创造性解决复杂工程问题的能力。

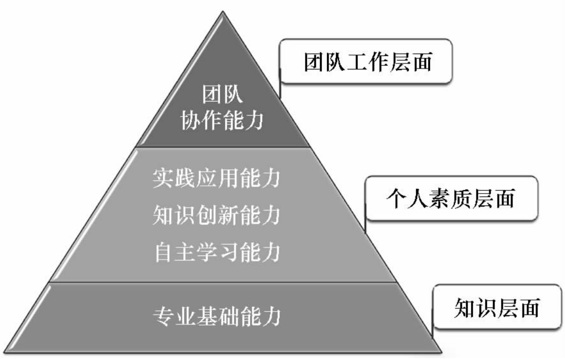

图 1　航天领域研究生培养核心能力模型

（三）基于教学科研协同的核心能力支撑矩阵

为了将上述核心能力的培养转化为具体的实施环节，可以从教学和科研两个角度入手。教学方面的培养手段主要包括理论课程、课程实践和学科竞赛等；科研方面的培养手段有创新训练项目、实际工程项目和论文研究等。根据这些培养手段对核心能力培养的不同作用，可以划分为三类培养手段，即课程教学、创新实践和论文研究。其中，课程教学主要包括核心基础课程、特色专业课程和前沿拓展课程，构成三级课程体系；创新实践主要包括课程综合设计、专业学科竞赛、创新训练项目和实际工程项目，构成四级项目实践体系；论文研究主要指学位论文的选题和创新研究工作。

综上分析可知，由教学和科研两方面培养手段按照其能力培养功能重新划分，则可形成“课程固基础 + 实践练应用 + 论文育创新”三位一体的教学科研协同能力支撑矩阵（如表 1 所示），对核心能力的培养形成全方位的支撑，为研究生培养质量提供根本保证。

“课程固基础”是指通过课程学习夯实学生的专业基础；“实践练应用”是指通过课程实践、参与科研项目等实践活动提高利用所学知识解决实际问题的能力；“论文育创新”是指通过开展论文研究达到提高创新意识、培育创新成果的目的。由表 1 的横行来看，课程教学对专业基础能力的支撑作用最强；创新实践对实践应用能力和团队协作能力的支撑作用最强；而论文研究对自主学习能力和知识创新能力的支撑作用最强。

表 1　教学科研协同培养手段对核心能力的支撑矩阵

培养手段		核心能力				
		专业基础能力	自主学习能力	实践应用能力	知识创新能力	团队协作能力
课程教学	核心基础课程	●	⊙	○	⊙	○
	特色专业课程	●	⊙	○	⊙	○
	前沿拓展课程	●	⊙	○	⊙	○
创新实践	课程综合设计	●	⊙	●	⊙	●
	专业学科竞赛	⊙	●	●	⊙	●
	创新训练项目	⊙	●	●	●	●
	实际工程项目	⊙	●	●	●	●
论文研究		⊙	●	⊙	●	⊙

注：“●”表示核心支撑作用；“⊙”表示一般支撑作用；“○”表示少量支撑作用。浅色填充方格对应教学培养手段，深色填充方格对应科研培养手段。

三、三维课程体系设计

根据航天领域学科方向特点，按照“夯实基础、强化专业、瞄准前沿”的思路，面向高素质新型军事人才培养需求，可以构建“核心基础课程 + 特色专业课程 + 前沿拓展课程”的三维课程体系，为夯实学生学科方向的知识体系和能力结构提供根本保证。表 2 给出了三维课程体系的示例，共由 30 门课程组成。其中，核心基础课程分为控制理论和航空宇航两个系列，主要作用是帮助学生打牢控制理论与航空宇航的学科基础；特

色专业课程分为总体设计、系统应用、动力学与控制、分析评估等多个方向，主要作用是强化学生航天领域的专门知识；前沿拓展课程则根据技术最新进展和国际研究热点灵活设置和动态调整，主要作用是拓展学生的学术视野，密切跟踪学术前沿。

表 2　三维课程体系示例

课程分类	课程名称	课程性质	备注
核心基础课程	自动控制原理	必修课	控制理论系列
	最优控制	选修课	
	鲁棒控制	选修课	
	空天飞行力学	必修课	航空宇航系列
	空气动力学	必修课	
	飞行器导航、制导与控制	必修课	
	航天任务分析与设计	必修课	
	飞行器总体设计方法	选修课	
	天文学基础	选修课	
	飞行器系统辨识	选修课	
特色专业课程	导弹总体设计	必修课	总体设计
	临近空间飞行器总体设计	必修课	
	航天器设计	必修课	
	航天系统应用	必修课	系统应用
	航天时代的天文学	必修课	
	分布式卫星系统理论及应用	选修课	
	航天器轨道力学基础	必修课	动力学与控制
	导弹飞行动力学与控制	必修课	
	航天器轨道动力学与控制	必修课	
	航天器姿态动力学与控制	必修课	
	飞行器定位与导航技术	选修课	
	导弹精度分析与评估	必修课	分析评估
前沿拓展课程	宇航科学与技术进展	必修课	
	深空探测技术	选修课	
	航天器交会对接技术	选修课	
	空间推进技术	选修课	
	高超声速推进技术	选修课	
	临近空间飞行器技术	选修课	
	航天遥感技术及应用	选修课	
	并行分布仿真技术	选修课	

四、四维创新实践体系设计

实践应用能力是指学生在科研实践活动中提出问题、分析问题和解决问题的能力，是创新型人才的核心能力。结合航天领域创新应用能力培养需求，综合利用教学和科研两个方面的教学手段，可以构建“课程综合设计 + 专业学科竞赛 + 创新训练项目 + 实际工程项目”的四级创新实践体系，形成以“项目为驱动、学生为主体、创新为核心、平台为依托”的四维一体创新实践教学模式，为学员创新应用实践能力培养提供有力支撑。

区别于传统的理论教学模式，航天领域专业实践教学应该强调根据学生个体的研究基础和个性特点、以开放式的实践项目为载体，引导和鼓励学生结合所学专业知识开展实践实训，做到“在实践中学习、在学习中实践”。以第二届中国研究生未来飞行器创新大赛全国二等奖作品“充气式火星再入气动减速系统设计”为例，项目实施全过程以项目为驱动，贯穿整个创新实践全过程、统揽“构思、设计、实现和运作”各阶段、涵盖实践应用能力培养的各个方面。以学生为中心，突出学生的主体地位，通过“双向选择”和“自由组合”方式组建了研究团队，实行组长负责制下的自主管理制度，团队成员之间既分工明确又密切协作，共同完成研究目标。由此，不仅将飞行控制相关的专业知识、基础理论、基本方法融会贯通起来，而且将学生的创新思维、项目管理能力和协作交流能力的培养有机结合起来。通过实践教学，巩固和加深学生对专业知识的理解和掌握，进而在实践中拓展和应用专业知识，强化动手实践能力。以平台为依托，兼顾教学科研双重需求，科学规划、统筹整合校内外多渠道教学资源，通过开设创新实践基地、开展校企合作实践教学等，构建复合型创新实践环境平台。

五、结语

“以学生为中心、以产出为导向”的教育理念是实现“从知识传授到能力培养”的根本途径。教学和科研作为能力培养的两类手段，具有不同的作用和优势，若能将二者有机结合构建协同育人模式，则可有效提高培养手段对能力的支撑作用，有效提升研究生培养质量。

参考文献：

[1] 李嘉曾.“以学生为中心”教育理念的理论意义与实践启示[J]. 中国大学教学,2008(4):54 –56.

[2] 刘伦斌,孙可娜. 高等教育“以学生为中心”的有效课堂教学[J]. 教育与职业,2014(32):157 –158.

[3] 李伟. 高校中贯彻“以学生为中心”理念存在的问题与对策[J]. 教育与职业,2014(15):42 –43.

[4] Edward F. Crawley,Johan Malmqvist,Sören Östlund,etc. 重新认识工程教育——国际 CDIO 培养模式与方法[M]. 顾佩华,沈民奋,陆小华,等,译. 北京:高等教育出版社,2009:44 –57.

[5] 郑伟,李健,张为华,等. 创新人才培养体系研究与建设——空天工程 CDIO 与领导力计划实践[M]. 北京:高等教育出版社,2017:14 –21.

（责任编辑：邢云燕）