

# 跨界联合： 工科博士生 培养模式新探索

Cross-Border Joint: The New Exploration of  
Engineering Doctoral Education Mode

郑娟 著



社会科学文献出版社  
SOCIAL SCIENCES ACADEMIC PRESS (CHINA)

# 跨界联合： 工科博士生 培养模式新探索

China Research Center for the Policy Development of Engineering Doctoral Education

000000

# 跨界联合： 工科博士生 培养模式新探索

Cross-Border Joint: The New Exploration of  
Engineering Doctoral Education Mode

郑娟 著



社会科学文献出版社  
SOCIAL SCIENCES ACADEMIC PRESS (CHINA)

## 图书在版编目(CIP)数据

跨界联合：工科博士生培养模式新探索 / 郑娟著

— 北京：社会科学文献出版社，2017.12

(清华工程教育)

ISBN 978-7-5201-2024-1

I. ①跨… II. ①郑… III. ①工科(教育)-博士生-  
研究生教育-培养模式-研究 IV. ①G643.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 314604 号

清华工程教育

## 跨界联合：工科博士生培养模式新探索

---

著 者 / 郑 娟

出 版 人 / 谢寿光

项目统筹 / 宋月华 范 迎

责任编辑 / 范 迎

出 版 / 社会科学文献出版社·人文分社(010)59367215

地址：北京市北三环中路甲29号院华龙大厦 邮编：100029

网址：[www.ssap.com.cn](http://www.ssap.com.cn)

发 行 / 市场营销中心(010)59367081 59367018

印 装 / 三河市尚艺印装有限公司

规 格 / 开 本：787mm×1092mm 1/16

印 张：13.5 字 数：195千字

版 次 / 2017年12月第1版 2017年12月第1次印刷

书 号 / ISBN 978-7-5201-2024-1

定 价 / 69.00元

---

本书如有印装质量问题，请与读者服务中心(010-59367028)联系

 版权所有 翻印必究

# 目 录

第一章 引言 .....	1
第一节 中国工科博士生的跨界联合培养 .....	2
一 背景 .....	2
二 概念 .....	15
三 视角 .....	19
第二节 工科博士生培养模式改革的经验 .....	24
一 工程教育思想的发展和转变 .....	24
二 博士生培养模式改革的趋势 .....	27
三 工科博士生的联合培养 .....	32
第三节 研究方法 with 内容框架 .....	41
一 研究方法 .....	41
二 抽样方法和过程 .....	43
三 资料的收集、整理和分析 .....	50
四 效度、推论和反思 .....	54
五 内容框架 .....	57
第二章 中国工科博士生培养模式的现状 with 问题 .....	59
第一节 中国工科博士生培养模式概况 .....	59
第二节 高校工科博士生培养模式特色 .....	61
一 面向学术研究型人才的培养目标 with 评价标准 .....	61

二	以理论知识为基础的课程体系 .....	63
三	依托基础研究的科研训练 .....	63
四	导师负责制下的团队指导 .....	64
第三节	工程院所工科博士生培养模式特色 .....	65
一	面向行业的工程科技人才培养目标与评价标准 .....	65
二	依托高校开展课程教学 .....	66
三	依托应用研究的科研训练 .....	66
四	相对松散的导师指导 .....	67
第四节	企业通过设立项目参与工科博士生培养的模式 .....	67
第五节	中国工科博士生培养模式的问题与挑战 .....	69
一	培养目标和评价标准相对单一 .....	70
二	课程的系统性不足 .....	72
三	科研训练中理论与实践脱节 .....	73
四	培养主体的多元性不足 .....	73
第六节	小结 .....	74
<b>第三章</b>	<b>高校和工程院所联合培养博士生的试点效果与问题 .....</b>	<b>75</b>
第一节	总体效果评价 .....	75
第二节	培养目标的多元化 .....	78
一	优质人才输送 .....	78
二	知识和能力更加全面 .....	83
第三节	培养过程的优势互补 .....	85
一	科学与技术相结合的课程体系 .....	87
二	理论与实践相结合的导师团队 .....	89
三	基础与应用相结合的科研训练 .....	92
四	学术设备经费资源的综合利用 .....	94
第四节	评价标准的复合性 .....	94
第五节	科研合作的深入推进 .....	97

第六节	品牌效应和管理机制初步形成	101
第七节	存在的问题	102
一	国家项目与自发需求存在差距	103
二	培养过程中合作尚未落到实处	106
三	联合培养的管理制度仍不完善	109
四	联合培养博士生的社会认可度仍较低	113
第八节	导师和博士生对联合培养的建议	114
第九节	小结	118
第四章	高校和工程院所的资源差异与合作动力	121
第一节	资源禀赋差异	121
一	组织定位与地位	121
二	导师和研究资源	128
三	课程学术资源和生产实践资源	136
四	项目经费和设备资源	141
五	氛围环境与团队资源	143
第二节	导师和博士生的参与期待分析	146
第三节	资源禀赋与合作动力的关系	151
第四节	小结	152
第五章	高校和工程院所跨界联合的协同机制	154
第一节	联合培养的协同基础	154
一	匹配的合作需求	157
二	双方的合作基础	160
三	差异性与互补性	162
四	规范性与合法性	164
第二节	联合培养的协同框架	167
一	理念文化协同	168

二	人才培养协同	169
三	知识生产协同	170
第三节	联合培养的协同机制	171
一	宏观层面：政策支持和制度建设	171
二	中观层面：组织管理和团队沟通	174
三	微观层面：导师支持和学生遴选	175
第四节	小结	177
第六章	结论与启示	179
第一节	主要结论	179
第二节	研究启示	182
参考文献		184
附录		198
后记		209



# 第一章 引言

当前世界范围内新一轮科技革命的蓬勃开展引发了全球产业格局的重大调整，许多发达国家近年来均将强化创新驱动、大力发展先进制造业作为今后的战略重点，例如美国的“再工业化战略”，德国的“工业4.0”和法国的“新工业法国”概念等，全球性的竞争和挑战也对工程科技人才的能力提出了更高的要求，因此各国也相应地对本国的工程教育进行了诸多改革创新。当前我国面临着实现创新驱动、加快产业转型升级的紧迫任务，2015年国务院发布了《中国制造2025》规划，提出了强国制造战略和第一个十年行动纲领，明确了当前必须加快产业转型升级，实现创新驱动，把我国建设成为世界制造业强国的紧迫性。

我国制造业目前在总体规模上已位居世界第一，但也应看到我国制造业大而不强，存在着自主创新能力较差、产业结构水平有待升级等问题。“人才为本”是《中国制造2025》的基本方针之一，制造业强国建设也对我国博士层次工程科技人才的培养提出了更高的要求。但目前我国工科博士生教育仍普遍存在培养目标偏重学术性，博士生的创新能力和工程实践能力不足，解决产业关键技术难题的意识不强，与产业界需求存在差距等问题，高校和产业界协同机制的欠缺，产学研跨界合作存在障碍更是加剧了上述问题。

因此，本书以2010年教育部和中国工程院共同推动的“高校和工程院所联合培养博士生”试点项目（以下简称联合培养）为案例，对

我国工科博士生产学研跨界联合培养和协同创新机制进行研究和探讨，以适应制造业强国建设对工科博士生教育提出的新挑战和对高层次工程科技人才的新需求。

### 第一节 中国工科博士生的跨界联合培养

#### 一 背景

##### 1. 制造业强国和创新型国家建设

2006年，我国发布了《国家中长期科学和技术发展规划纲要（2006—2020年）》，明确提出到2020年进入创新型国家行列的目标，将创新型国家建设提上了发展日程。2015年5月8日国务院发布的《中国制造2025》规划，提出了强国制造战略和第一个十年行动纲领，认识到当前国际范围内新一轮科技革命，即工业4.0时代的兴起，以及国际制造业竞争和产业变革的格局对我国经济社会发展带来的新挑战和新机遇，明确了在当前形势下，为应对我国经济发展的新常态，必须抓住机遇，加快产业转型升级，实现创新驱动的目标，从而进一步提升我国制造业发展水平，把我国建设成为世界制造业强国。

“人才为本”是《中国制造2025》的基本方针之一。我国工科博士生教育肩负着培养高素质、高层次创新型科技人才的使命，承担着科技创新与传播、技术创新与应用的重任，是我国创新型国家建设和制造业强国建设的重要基石。《中国制造2025》的重点任务对我国高层次科技人才的质量和工科博士生的培养在以下三个方面提出了更高的要求。

需要进一步提升我国工科博士生的创新能力。创新是推动制造业转型升级和国家经济社会发展的根本动力，目前亟须解决限制我国制造业发展的具有共性的关键难题，打造创新体系，掌握关系国家经济发展和科技进步的核心知识产权。在科学技术创新体系和人才培养体系中，科

学创新和原始创新非常重要，是源头的创新，但现实中更多是技术创新，采用的是集成创新和消化吸收再创新的方式。<sup>①</sup> 因此我国工科博士生的培养需要进一步加强从原始创新到技术创新各个环节的要求，其培养目标应是多元化的，对创新所需的知识和能力要求也应更加综合和全面。

需要进一步强化我国工科博士生的知识转化和工程实践能力。实现制造业转型升级不仅需要先进的科学知识，还需要将创新性的研究成果进行有效转化，提升技术创新和设计创新等能力，通过产学研之间的紧密合作，将各创新环节更加有效地衔接。因此，我国工科博士生的培养在注重科研成果的理论深度、探索科学前沿和独立从事科学研究的能力等要求之外，还应进一步强化对科研成果的应用转化能力和工程实践能力的培养，例如，加强实践环节的训练力度，对博士生采取复合型的评价标准等，从而进一步提升博士生科研成果的实际生产力，促进我国工科博士生培养目标的多元化和就业适应性，满足众多行业企业对高层次科技人才的能力需求。

需要进一步加强我国工科博士生综合素质培养。工业 4.0 时代对科技人才的综合素质有了更高要求，跨学科、国际化、跨领域的科研和知识生产情境，要求工科博士生具备理论知识与实践能力和跨学科知识、团队交流与合作能力、技术管理的相关知识和能力、国际化视野等更加综合的素质，因此在工科博士生的培养中需要有针对性地加强跨学科和管理等相关知识和课程的要求，加大应用型培养情境和国际化交流环境的支持力度等。

## 2. 知识生产模式转型

自 20 世纪末以来，“知识经济”的概念在全球范围内广泛传播并日益深入人心。在知识经济时代，比起资本、劳动力等传统的生产要素，知识才是促进经济增长的根本动力。<sup>②</sup> 创新是知识经济的灵魂，

<sup>①</sup> 朱高峰：《创新人才与工程教育改革》，《高等工程教育研究》2007 年第 6 期。

<sup>②</sup> 赵蒙成：《知识经济与研究生教育》，《交通高教研究》2000 年第 1 期。

创新不仅指创造新的知识或技术，还包括如何在经济活动中创造性地运用知识和技术。知识规模的急速增长和知识生产水平的持续提升，一方面使知识生产的分工不断细化，另一方面也使不同的知识生产分工之间联系日益紧密，知识创新的周期大大缩短，研究、开发和应用紧密融为一体，跨学科研究和开发日益繁荣，世界经济全球化的程度不断加深。

虽然针对当前知识生产和经济发展的特点，不同的学者所持的观点和使用的术语存在差异，但毫无疑问的是，学术界和公众都注意到了在知识生产领域内发生了重大转变的这一基本事实。英国学者吉本斯等人经过系统的研究认为20世纪七八十年代以来，在当代的科学研究中存在着知识生产模式的转型，由此产生了一种新的知识生产模式，即知识生产“模式2”。与传统的基于特定学科的知识生产“模式1”不同，“模式2”基于应用情境，研究围绕特定的现实问题展开，因而常常具有跨学科的特点，研究团队也往往是临时组织起来的跨学科团队，知识生产从大学扩大到了以政府、企业、研究机构、咨询机构、社会团体为代表的众多社会机构之中，从而在整个社会弥散。由此带来的影响是，对知识生产的质量控制方式由“模式1”中基于学术共同体内部标准的同行评议转变为更广泛的社会问责，对质量的关注点也从追求高深知识本身而并不关注知识的应用转变为兼顾社会、政治、经济等多维度的广泛质量标准。<sup>①</sup>

博士生的培养与知识生产紧密结合、融为一体，知识生产模式的变化必然影响到博士生的培养模式。“模式1”背景下的博士生培养是一种“象牙塔”式的培养模式，主要采用“师带徒”的导师指导方式，强调对学科的忠诚，为理论生产服务。

知识生产“模式2”的到来，使博士生的培养模式发生了转变。首先，博士生的培养目标将不仅是培养从事科学研究的高层次人才，培养

---

<sup>①</sup> [英] 迈克尔·吉本斯等：《知识生产的新模式——当代社会科学与研究的动力》，陈洪捷等译，北京大学出版社，2011。

各行各业的高水平专业型人才同样重要；博士生从事科研和知识生产的目的也将不仅局限于理论创新，还在于知识的应用和转化。其次，知识生产呈现出社会弥散的状态，参与博士生培养的主体也发生了很大的变化，高校已无法独自在“象牙塔”里开展知识生产和博士生培养，科研院所、企业、政府和社会团体等组织都深度参与到了知识生产和博士生培养之中，博士生的就业也相应呈现出“社会弥散性”的特点。在这种情况下，对博士生培养的评价标准也相应发生了转变，从主要考察博士生的理论生产力转变为同时强调博士生的知识应用和转化能力以及可迁移能力；应用情景下的知识生产对博士生的知识和能力要求也更加全面，博士生要具有跨学科研究的能力并能够实现理论水平与实践能力的综合和平衡。知识生产模式的转变及其对博士生培养模式带来的挑战已在全球范围内引起了广泛的关注，欧洲和美国等很多发达国家都已针对这种挑战开展了相应的改革探索。<sup>①</sup>

在工科这种应用性较强的学科里，知识生产“模式2”对博士生培养模式的影响尤其突出。从认知特点和职业技能专业化程度来看，工科的人才培养模式有典型的过程性特征，侧重问题导向，强调在实践过程中掌握知识并学习技能，未来就业从事的职业技能专业化程度也较高。在培养过程中，除了理论学习之外，应更加注重加强实践环节，通过产学研合作等方式将理论学习与实践环节更好地融合在培养过程之中。<sup>②</sup>因此，在知识生产“模式2”的背景下，工科博士生的培养模式应该更加注重培养目标的多元化、知识和能力的全面性、参与主体的丰富性、评价标准复合性等。

### 3. 培养现状

随着高等教育大众化进程的不断推进，自20世纪末以来，我国博士生的规模实现了快速增长，目前已基本实现立足国内培养博士生层次

<sup>①</sup> 沈文钦、王东芳：《从欧洲模式到美国模式：欧洲博士生培养模式改革的趋势》，《外国教育研究》2010年第8期。

<sup>②</sup> 王孙禺、袁本涛、赵伟：《我国研究生教育质量状况综合调研报告》，《中国高等教育》2007年第9期。

的高水平人才。2013年，我国共招收工学博士研究生（学术学位）26410人，工程博士研究生（专业学位）178人，二者相加占当年博士生招生总数的37.76%，在所有学科大类中占比最高。我国博士生在发表高水平论文、申请专利等方面也都取得了显著的成果。<sup>①</sup>但当前我国的工科博士生培养仍存在一些问題，与知识生产“模式2”带来的挑战不相适应，也与国家对高层次创新型科技人才的需求存在差距。

首先，培养目标相对单一，与社会的多元化需求之间存在差距。我国工科博士生的培养目标仍集中在研究型人才的培养上，但随着博士生规模的扩大，学术劳动力市场已趋于饱和，人才吸纳能力有限，已有越来越多的工科博士生到其他行业领域就业。随着我国经济的发展和工业化程度的提高，企业作为创新主体的地位逐渐凸显，研究和开发能力不断增强，需要大量从事研发和设计工作的高层次科技人才；随着我国工业化和城镇化进程的不断加速，也需要大量从事大型工程项目建设和管理的高层次工程人才。这些工作的类型十分丰富，远远超出传统学术研究的工作范围，对博士生知识和能力的要求也更加多元。因此，我国工科博士生的培养目标设定应更加多元化，博士生也要具备更加广泛的就业适应能力。

其次，大量研究和调查显示，我国工科博士生的创新能力不足，全面素质的培养仍有待加强。上海交通大学曾对本校博士学位论文进行调研后指出，博士生论文选题普遍存在前瞻性和创新性不足，原创性的成果较少，解决关键技术难题的意识不强、能力不足，在行业中的影响力较弱等问题。<sup>②</sup>目前在我国工科博士生的培养过程中，也存在着重知识轻能力的问题，博士生全面素质以及创新能力的培养仍有待加强。

此外，工科博士生理论水平与实践能力的结合培养不足，不同类型的培养机构在博士生培养资源分布上的不均衡现状更是加剧了这一问

<sup>①</sup> 中国学位与研究生教育发展年度报告课题组、全国学位与研究生教育数据中心：《中国学位与研究生教育发展年度报告2013》，中国人民大学出版社，2014。

<sup>②</sup> 马德秀：《研究生教育战略转型期的挑战与思考》，《中国高等教育》2011年第8期。

题。从培养主体来看，高校一直是我国工科博士生培养的主要力量。由于历史和体制原因，以工程院所为代表的各类科研机构也担负了少量工科博士生的培养任务，但科研机构的首要使命是完成科研任务和进行应用开发，博士生培养并非其主要目标。

高校工科博士生的培养偏重于基础研究。高校有理论水平较高的导师队伍、完善的课程体系、丰富的教育资源和良好的学术氛围，因此博士生的理论基础和研究方法较为扎实全面，博士学位论文具有理论深度，博士生发表论文的水平较高，但高校自身在应用研究和生产实践等相关资源上存在欠缺，博士生的科研与生产应用结合得不够紧密，科研成果转化力不足，博士生的工程实践能力缺乏锻炼。工程院所的博士生培养偏重于应用研究和生产开发。工程院所有数量众多的国家重大科研项目、实践经验丰富的导师队伍和先进的大型设备条件，因此，博士生具有较强的应用研究和工程实践能力，博士生的科研工作与生产和应用转化联系紧密，但是在理论基础和研究方法上较为薄弱，博士学位论文虽具有实践意义，但理论深度明显不足，博士生对科研前沿和理论问题的把握能力存在欠缺。

高校和工程院所的工科博士生培养资源都有相应的不足，培养模式都在一定程度上存在着理论与实践相脱节的问题，并且二者在培养资源上呈现出鲜明的互补特征，亟须进行深度跨界合作以改进当前我国工科博士生培养模式存在的问题并促进协同创新。

#### 4. 改革试点

为应对上述挑战，解决目前我国工科博士生培养模式中存在的问题，近年来国家已开展了一些有益的改革探索，特别值得注意的是，2010年教育部与中国工程院共同推动了高校与工程院所联合培养博士生的改革试点，以促进工科博士生培养资源的整合和博士生理论水平与实践能力的协调发展，并通过联合培养进一步推动科教结合和协同创新。试点经验表明，联合培养是一种“深化教育体制改革、培养拔尖创新人才的重要模式，是促进教育与科研有机结合、提高自主创新能力

的得力举措，是充分发挥高等学校和工程院所的资源优势、实现强强联合的有效机制”<sup>①</sup>。2013年开展的旨在促进协同创新的高等学校创新能力提升计划（2011计划），2015年3月24日《人民日报》发表的《中共中央国务院关于深化体制机制改革，推动实施创新驱动发展战略的若干意见》等都说明了加快体制机制改革，打破行政界限分割，促进资源整合利用，加快科技成果的转化和应用，提高科研效率，协同完善高水平科技人才的培养模式，实现创新驱动发展战略，是当前及今后一段时间我国科技界和教育界的改革重点。

高校和科研机构的部分导师之间由于科研合作和取长补短等原因，长期以来都存在着研究生培养上的“私下合作”，这种“私下合作”形式灵活，需求强烈，体现了一定的优势，但缺乏制度保障，在规范性和合法性上存在着不足，并且合作层次难以提升，合作范围也不易拓展。2010年开始实施的联合培养博士生项目是第一次由国家层面大规模、制度化、规范化地来推行的联合培养博士生项目。2010年第一批共招收联合培养博士生88人，此后规模逐年增长，合作范围不断扩大。2014年共安排招生计划674人，参与其中的高校和工程院所分别达到40家和45家<sup>②</sup>，2015年安排招生计划706人（见表1-1）<sup>③</sup>；大部分参与单位也已经初步建立起科研合作和联合培养博士生的配套规章制度，取得了不少联合培养的经验，在人才培养和科研协同上的成效正在逐步显现。<sup>④</sup>

① 周济：《育人为本协同创新——在高等学校和工程研究所联合培养博士研究生2011年试点工作座谈会上的讲话》，《学位与研究生教育》2012年第10期。

② 中国学位与研究生教育发展年度报告课题组、全国学位与研究生教育数据中心：《中国学位与研究生教育发展年度报告2013》，中国人民大学出版社，2014。

③ 《2015年高等学校与科研机构联合培养研究生试点工作专项招生计划》，[http://www.moe.gov.cn/srcsite/A03/s7050/201504/t20150409\\_189447.html](http://www.moe.gov.cn/srcsite/A03/s7050/201504/t20150409_189447.html)。

④ 北京航空航天大学首都高等教育发展研究基地：《高校与科研院所联合培养研究生典型案例汇编（2012）》，北京大学出版社，2014。



表 1-1 2015 年高等学校与工程院所联合培养研究生试点工作专项招生计划

招生单位	联合培养单位	博士	高校 计划	院所 计划	硕士
		706	706		144
北京大学	中国地质科学院	16	16		
	中国工程物理研究院	16	16		
	中国石油勘探开发研究院	12	12		6
	钢铁研究总院	4	4		
	中国地震局地球物理所	5	5		
清华大学	中国环境科学研究院	8	8		
	中国电力科学研究院	7	7		
	中国航天科技集团公司第一研究院	2	2		
	中国航空气动力技术研究院	4	4		
	中国航天科工集团公司第二研究院	2	2		
	中国航天科工集团公司第三研究院	2	2		
	中国航空研究院	3	3		
	中国建筑科学研究院	4	4		
	中国工程物理研究院	10	10		
	机械科学研究总院	10	10		
	钢铁研究总院	10	10		
	中国水利水电科学研究院	12	12		
	北京科技大学	北京有色金属研究总院	10	10	
钢铁研究总院		10	10		
机械科学研究总院		8	8		
北京矿冶研究总院		8	8		
电信科学技术研究院		2	2		
北京邮电大学	电信科学技术研究院	7	7		
	武汉邮电科学研究院	2	2		
中国农业大学	中国农业科学院	30	30		
	中国农业机械化科学研究院	4	4		
	中国水利水电科学研究院	5	5		