

跨界·融合·协同

——地方高校工程教育改革
路径与实践

温和瑞 等 编著

高等教育出版社

跨界·融合·协同

——地方高校工程教育改革
路径与实践

温和瑞 等 编著



高等教育出版社·北京

内容提要

在我国高等教育体系中,地方高校占大多数,其中工科人才培养规模最大,地方高校的工科人才培养对于区域经济和产业发展起着重要的作用。随着新技术、新经济和新业态的快速发展,我国高等工程教育改革已吹响了从工程教育大国向工程教育强国进军的号角,新工科建设已迫在眉睫,地方高校的工程教育正面临着新的挑战。

本书结合高等工程教育的改革发展历程和环境,以江西理工大学持续十多年的工程教育改革与实践为例,总结了地方高校在新形势下进行工程教育改革的有效路径和成功经验,为地方高校传统工科专业的转型升级提供了示范和有益的借鉴。

图书在版编目(CIP)数据

跨界·融合·协同:地方高校工程教育改革路径与实践 / 温 and 瑞等编著. -- 北京:高等教育出版社, 2019.6

ISBN 978-7-04-052018-7

I. ①跨… II. ①温… III. ①地方高校-工科(教育)-教育改革-研究-中国 IV. ①G649.21

中国版本图书馆CIP数据核字(2019)第097872号

策划编辑 饶卉萍 责任编辑 饶卉萍 封面设计 赵阳 版式设计 张杰
插图绘制 于博 责任校对 刘娟娟 责任印制 刁毅

出版发行	高等教育出版社	网 址	http://www.hep.edu.cn
社 址	北京市西城区德外大街4号		http://www.hep.com.cn
邮政编码	100120	网上订购	http://www.hepmall.com.cn
印 刷	佳兴达印刷(天津)有限公司		http://www.hepmall.com
开 本	787mm×1092mm 1/16		http://www.hepmall.cn
印 张	16.25	版 次	2019年6月第1版
字 数	310千字	印 次	2019年6月第1次印刷
购书热线	010-58581118	定 价	50.00元
咨询电话	400-810-0598		

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换

版权所有 侵权必究

物料号 52018-00

前 言

我们是怀着忐忑的心情来编写本书的。面对地方高校工程教育改革这样一项重要的人才培养工程，我们担心很难全面准确地表述。江西理工大学是一所具有较长办学历史的地方性行业高校，有色金属学科特色鲜明。60年的办学历程，持续十多年的工程教育改革探索与实践，使我们有信心把学校的工程教育改革的成效和经验写出来与同行分享，面对新工科建设，让我们来共同探讨地方高校工程教育的改革。

跨界 工程教育改革要坚持学科交叉、综合发展，培养能适应新技术和未来新产业发展的工程技术人才。面对以互联网、大数据、人工智能、3D打印技术、基因工程、新能源、新材料等新技术引领的新经济，工程教育的改革必须具有更加宽广的视野，站在工程科学发展的前沿，推进具有创新精神、创意思维、创业意识的卓越工科人才培养。

融合 工程教育改革要坚持产教融合，面向产业和区域发展需求建专业、建学科平台，促进工程教育的人才培养供给侧与产业需求侧相适应，推动工程教育、人才培养与技术创新、产业发展的有机融合，为区域经济社会发展、传统产业转型升级和现代产业体系的发展壮大提供技术和人才支撑。

协同 工程教育改革要坚持校企协同育人，面向产业发展和企业人才需求，强化工科专业学生的工程实践能力培养。高校要树立工科人才培养的新理念，构建校企合作育人的新模式、新机制、新路径，让企业参与工科人才培养的全过程，调动企业参与育人的积极性和主动性，全面提升校企协同育人的效果。

本书以江西理工大学持续十多年的工程教育改革探索与实践为主要内容，结合对高等工程教育改革发展历程的回顾，面对新经济背景下的工程教育改革，以及对地方高校工程教育人才模式改革的思考而成。在学校持续十多年的工程教育改革过程中，先后有多位老师参与改革方案的设计与实施，无论是仍坚持在人才培养一线的，还是已经离开岗位的，虽然他们很多人的名字没有在书中出现，但是他们为工程教育改革和人才培养所做出的贡献是永远值得铭记的。因此，本书是学校教师集体智慧的结晶，是学校十多年工程教育改革实践和成果

的总结。希望通过本书的出版，既是对学校工科专业人才培养成效的总结，也是从更高水平和更深层次进一步思考如何推动地方高校的工程教育改革。

在本书的写作过程中，我们参阅了许多专家学者的论著和观点，限于篇幅，没有在书中一一注释说明，在此一并表示衷心的感谢。本书完成于全国高校新工科建设推进之时，它的出版若能为地方高校的新工科建设贡献一点力量，也就算实现了本书的价值。本书由温和瑞拟定提纲，由温和瑞、吴彩斌、周石其、潘春荣、林元璋、张彩霞、邱鑫、杨书新等执笔撰写，最后由温和瑞、吴彩斌统稿。本书的相关研究得到中国高等教育学会工程教育专项重点课题的资助（批准号2018GCLZD05），相关成果获得2018年高等教育国家级教学成果二等奖，正是这些支持和肯定激励着我们不断探索前行。本书写作过程中得到学校许多老师提供的思想和资料，正是有他们的理解、支持和帮助，我们才有信心来完成此项工作，在此表示诚挚的感谢！

编者

2018年10月于赣州

目 录

第1章 高等工程教育的发展历程	1
1.1 中国工程教育的发展	2
1.2 国际工程教育的发展	13
1.3 新经济与新工科建设	26
第2章 地方高校工科人才培养模式探索	35
2.1 构建工科人才培养新模式	36
2.2 坚持底线标准，培养特色拔尖人才	42
2.3 打通内外培养路径，建立协同育人机制	56
2.4 面向世界，培养国际化工程技术人才	64
2.5 创新大学组织模式，建设产业化学院	68
第3章 地方高校传统工科专业的改造转型	83
3.1 地方高校工科专业的现状	84
3.2 地方高校传统工科专业的变革	87
3.3 传统工科专业的转型升级路径	101
3.4 传统工科专业转型改造的成效	116
第4章 新工科建设与创新创业教育	123
4.1 认识创新创业教育	124
4.2 认识新工科建设	131

4.3	新工科建设与创新创业教育	141
4.4	新工科建设与创新创业教育的融合发展	150
第5章	“互联网+”时代的工程教育改革	155
5.1	信息技术与教育教学的深度融合	156
5.2	“互联网+”背景下的人才培养观	167
5.3	“互联网+新工科”建设	174
第6章	地方高校工程教育改革实践与成效	195
6.1	江西理工大学工科教育发展历程	196
6.2	面向需求,培养区域经济和产业发展需要的人才	198
6.3	面向产业转型升级,为企业定向培养专业技术人才	205
6.4	面向新经济和新业态,校企协同育人	216
6.5	地方高校的新工科建设路径	236
参考文献	246

第1章 高等工程教育的发展历程

高等工程教育对世界工业文明的发展发挥了关键性作用。本章将从中国工程教育的发展、国际工程教育的发展与新经济和理工科建设3个方面介绍中国高等工程教育的发展历程。伴随着第一、二、三次工业革命的浪潮和世界正在历经的第四次工业革命，国际工程教育发展从技术学徒模式到科学范式，再到今天的工程实践回归，展现了国际工程教育顺应时代发展而不断变革的精神。中国高等工程教育是在新中国建立后才步入快速发展的轨道，尤其是在中国高等教育进入大众化阶段，中国工程教育随着高等教育的巨大变革而发生了许多深刻的变化。面对新技术、新经济和新业态的快速发展，我国高等工程教育改革的“复旦共识”“天大行动”和“北京指南”堪称新工科建设三步曲，吹响了我国从工程教育大国向工程教育强国进军的号角。

我国现代高等教育的发展相对比较晚，直到19世纪末才开始，中国的工程教育是伴随着高等教育的发展而发展的，而且中国早期的高等教育是从高等工程教育开始的。在清末时期，一些思想进步人士看到了中国技术的落后和西方科技的进步，推动了向西方学习科学技术的运动，开始兴办以学习工程技术为主的近代高等教育学堂，中国开始走向近代工程教育的发展路程。

1.1 中国工程教育的发展

中国古代的工程技术虽然创造了许多辉煌的成就，但主要还是以实用经验为主，一些零散的工程技术学习，主要是通过师傅带徒弟的师徒制方式进行，没有形成系统的工程教育体系，工程教育也一直没有进入中国古代社会的正统教育行列。当西方国家兴起工业革命热潮、高等工程教育飞速发展的时候，我国仍处在以自给自足的小农经济为主的自然经济阶段，教育还陷入在科举功名中，还没有开展自然科学和工程技术教育。

鸦片战争以后，中国逐渐成为半殖民地半封建的社会，中国旧的教育体系难以继续维持下去。清末，部分思想先进人士陆续提出将书院改名为学堂，并主张“师夷长技以制夷”。在以办“洋务”、兴“西学”的潮流里，先后涌现出一批以学习工程技术为主的近代学堂。比如，1866年创办的福建船政学堂便是以训练制造及驾驶轮船的技术人才为目的的。从那以后，中国工程教育开始有了学校形态，走上了近代化发展历程。

我国具有现代意义上的工程教育始于天津中西学堂。1895年，盛宣怀奏办天津中西学堂，学堂设有工程、电学、矿务、机器和律例等科。1896年，盛氏又在上海创办南洋公学。1897年，杭州太守林启奏办求是学院，1920年起开设工科教育，1928年定名为国立浙江大学。在兴“西学”、办实业，振兴民族经济、争取国富民强的时代潮流推动下，高等工程教育的兴起不可逆转。1902年以后，清政府肯定并保障了工程教育的地位，于是，在大学课堂内开设工科或专设高等工业教育的学堂。到1909年，全国有7所高等工业学堂，学生人数达1000余人。

辛亥革命后，工程教育有了一定的新发展。1928年，政府制定了《大学组织法》《专门学校组织法》等一系列法律。大学的名称有了变化，大学的院系设置进一步完善，大学的工科系科称工学院，开始有了较系统的工程教育。然而，由于当时民族工业落后，导致工程教育主要还是以效仿西方国家为主，具有很强的模仿和依赖性，发展缓慢，培养规模也很小。

1947年，全国共有207所高等教育院校，其中高等工学院18所，开设了42所工学院或

工程系科的普通大学，在校就读的工科大学生达2.75万人，占全国大学生总数的六分之一。新中国成立以后，中国高等工程教育开始蓬勃发展。

1. 1952—1976年期间的工程教育

1952年，为适应国家建设的需要，国家开始对原有的高等学校进行全面的调整，以培养工业建设人才和师资为重点、发展专门学院、整顿和加强综合大学的方针为原则，大力发展独立建制的工科院校，相继设立钢铁、冶金、地质、航空、矿业、水利、纺织等专门学院和专业，基本建立了较完整的中国工科教育体系。

在高等学校设置调整后，1958年又新设了一大批工科院校，使我国的高等工程教育体系更加完备，基本建立了较完善的中国工程教育体系和教学模式。这期间，我国工程教育的主要特点是：首先，大多工科院校都是专业化的行业院校，当时几乎主要工业行业都建有自己独立的院校，学校也大多归属政府行业部门管理；其次，专业高度细化，以行业为背景设立的院校，大多专业是针对行业领域设置，专业面窄，适应面小；再次，专业服务面非常具体，一般都是面向工业生产的某领域或某工段培养专业技术人员；最后，培养目标和适应范围具体明确，培养了一批又红又专、适应各行业建设的技术人才。应该说1952年调整后的高等工程教育体系加上1958年新建的高等工科院校，为新中国工业体系的建立和发展培养了大批专业技术人员，为中国的工业体系建设和社会主义现代化建设做出了重要贡献。

这一时期，我国积极探索具有自身特色的高等工程教育发展道路。高等工程本科教育稳步发展，工程教育的培养目标进一步明确。高等工程专科教育的“专修科”形式一度也获得较快发展。但在1966年后，我国高等教育受到极大的冲击，高等工程教育也遭到极大的破坏，工程教育改革和人才培养几乎停止。直至1977年恢复高考制度，中国高等教育才开始走向快速的发展道路。

2. 1978—1998年期间的工程教育

1977年以后，一些被迫停办的院校或专业都按照原来的设置很快恢复了招生，我国工程教育又进入快速发展阶段，工程教育获得难得的发展机遇和良好的发展态势。一是工程教育重要性和战略性地位更加突出，我国提出了科教兴国战略以及建设创新型现代化强国的要求，把高等工程教育地位和作用提到了前所未有的高度。二是工程教育理念发生了很大变化，形成的“科学技术是第一生产力”的共识，现代化建设对工程技术人才的需求极大地推动了工程技术人才的培养，人才是第一资源，工程教育成为我国高等教育体系中规模最大的部分。三是工程教育的重大作用已日益凸显，充分体现了工程教育是使科技转化为生产力的结合点，是产、学、研的连接点，是经济社会发展战略的组成部分。四是各地各部门加强了

对工程教育改革发展工作的领导，不断加大投入，加强管理，高等工程教育开始步入法制化发展轨道，继天津、广东、北京和福建之后，陕西也完成了工程教育立法，同时，全国工程教育的发展也为各工程协会的发展提供了机遇。

我国这一时期的高等工程教育，经过近50年的发展，特别是改革开放20年的快速发展，已经形成规模大、层次多、结构较合理、学科门类全的体系。这一时期，我国从实际出发，立足当前，面向现代化，面向世界，面向未来，将高等工程教育的一般规律同我国的国情结合起来，走自己的道路，努力建设具有中国特色的社会主义高等工程教育体系。这一时期工程教育发展的主要特点如下。

① 高等工程教育的层次、标准和要求更加明确。我国探讨并提出了优化我国高等工程教育层次、规格和学习年限的指导思想和原则。确定高等工程教育划分为博士研究生、硕士研究生、本科和专科4个层次以及相应的规格和学习年限，工程硕士教育进入了新的发展阶段。高等工程职业专科教育出现了从未有过的新局面，恢复和新建了一大批高等工程职业专科学校。高等工程教育的结构进一步优化，普通高等工程教育中，长期存在的本科生与专科生比例不合理的状况已有了明显的改变。从我国工程教育的发展历史可以看出，建国初期建立的由专科、本科、研究生教育组成的高等工程教育层次结构的基本格局，虽然历经多次变动，甚至出现过停止招生、教育中断的情况，但其发展格局基本稳定，在社会主义现代化建设新的历史时期，走上了稳步快速的发展轨道，形成了多种层次、多种规格和多种形式的高等工程教育体系。

② 工程技术人才的培养方式更加多样化。我国探索并开展了多渠道培养应用型高层次工程科技人才的试点工作，取得了培养工程师型硕士研究生、博士研究生、第二学士学位生以及在职培养应用型高层次工程科技人才的经验，开展了继续工程教育。不断推进工程教育改革，培养多样化的工程技术人才，为我国的经济社会发展做出了重要贡献。

③ 工程技术人才的培养更加注重实践能力。我国探索在不断变化的新形势下贯彻教育同生产劳动相结合的方针，教学、科研、生产相结合，探讨了产学合作培养人才的目的、特点、理论和方法，开展了多层次、多类型的改革试点工作，使产教融合、科教融合、校企合作、联合办学有了很大的发展。

④ 工程教育的质量评价和保障体系日趋完善。我国探索了开展高等工程教育评估的目的、作用、理论和方法，开展了多层次、多类型的高等工程教育评估的实践活动，密切了高等工程教育与社会用人部门的联系，促进了高等工程教育办学水平和教育教学质量的提高及教育管理的科学化。

⑤ 工程教育体系不断完善。我国探索了高等工程教育改革的新理念、新结构、新模式，人才培养质量得到保障，高等工程教育得到了蓬勃发展，为我国工程技术人才的培养发挥了重要作用，为经济社会发展和现代化建设起到了重要的支撑作用。

3. 进入新世纪的中国工程教育

从1998年起，中国开始快速扩大高等教育的规模，高考录取人数从1997年的100万，增至2000年的220多万。20世纪70年代初，美国著名教育社会学家马丁·特罗根据一个国家或地区高等教育的毛入学率，将高等教育发展划分为3个阶段：精英阶段，毛入学率在15%以下；大众化阶段，毛入学率在15%~50%；普及阶段，毛入学率超过50%。在这3个发展阶段，高等教育的管理形式、教学方式和办学模式差异明显。中国从2000年开始步入高等教育大众化发展阶段，18~22岁年龄段的毛入学率从1997年的9.1%提高到2002年的15%以上，表明中国高等教育从21世纪开始进入大众化发展阶段。2016年，中国高等教育的毛入学率已达42.7%，中国高等教育已进入大众化阶段的发展后期。在大众化发展阶段，中国高等教育发生了巨大的变革，同样，中国高等工程教育也发生了许多深刻的变化。

面对高等教育的快速发展，中国高等工程教育面临着诸多挑战。中国工程教育从初创时期遵循“工业救国”的思想，逐渐形成以培养应用型工程技术专门人才为宗旨的办学模式。经过100多年发展，中国高等教育已进入大众化阶段。而进入21世纪以来，应用型高校的发展是最大的特点，目前全国应用型高校已超过600所，在校生占全国高校本科生的大多数。应用型本科院校的专业大多是工科专业，因此，认真分析应用型本科高校的工程教育的内涵和基本特征，明确其在高等工程教育体系中的作用，对应用型本科院校明确培养目标和定位，系统深入地探索和总结应用型本科人才培养规律，不断适应和满足社会多元化发展需求，具有重要的意义。下面我们从应用型本科与工程教育、应用型本科的工程教育、应用型本科工程教育改革、工程教育专业认证等方面来分析中国当下的高等工程教育。

(1) 应用型本科与工程教育

应用型本科的主要功能是培养面向经济社会发展，面向生产和服务一线的应用型高级专门人才，为地方经济社会发展提供人才、知识、技术乃至文化的支持。其人才的培养以经济社会的发展和市场的需求为基础，通过转变“精英”教育时期的质量观，不断强化应用能力的发展，培养学生的实践动手能力、可持续发展能力和创新精神。

工程教育培养的是理论与实践相结合，具有能够全面考虑经济、社会、技术、环境多种因素，解决实际问题的工程技术人才。应用型本科所提供的工程教育是考虑面向社会需求，培养能将科学技术转化为现实生产力的高级应用型人才，培养具有工程师素质和工程实践能

力的学生。这些学生毕业后可服务于公司、企业，就职于生产、管理和服务一线，从事科技含量较高、综合性强的技术或经营管理工作。因此，首先，工程教育是一种素质教育，工程教育的主要目标是培养具有解决现实工程问题能力的应用型人才；其次，工程教育本身是一种创造活动，因而应用型人才的培养需要强调创新精神；此外，工程教育培养的人才应该具备人文社会科学、管理科学、生态环境、技术伦理等多个领域的知识。

不同层次的高校有不同的人才培养目标和基本规格。以建设世界一流大学为目标的综合性大学，其工程教育应侧重培养开拓新工程和新技术领域的工程科学型人才，应以前沿性工程科学研究创新为主要工作目标。以追求教学与研究型并重的大学，应侧重培养从事新产品、新技术、新工艺、新设备的研制、开发和设计的工程师。而以教学为中心的应用型本科学校，应侧重培养从事现场工程技术和管理工作的工程师。据统计，在美国等发达国家的工程科技人员中，从事工程科学研究的约占5%，从事工程技术设计和开发的约占30%，从事生产营运、维修管理和销售服务的约占65%。根据中国经济的发展状况，应用型本科的工程教育应主要担负起培养能从事生产、维修管理和销售服务的各类人才，以适应社会经济的发展。但是，在之前的发展过程中，应用型本科过分推崇理论教学，忽略工程实践能力培养，容易产生培养的人才与社会实际岗位需求不一致的现象。因此，应用型本科工程教育应避免出现重研究轻设计、重设计轻制造、重制造轻运行维护管理等问题。

（2）应用型本科工程教育

我国本科教育教学改革的重要趋势之一是更加重视学生的能力培养。2005年教育部《关于进一步加强高等学校本科教学工作的若干意见》中提出要更加注重能力培养，着力提高大学生学习能力、实践能力、创新能力。2008年教育部《关于进一步深化本科教学改革全面提高教学质量的若干意见》中提出，要在以上3种能力基础上增加对交流能力和社会适应能力的要求。2007年下发的《教育部 财政部关于实施“高等学校本科教学质量与教学改革工程”（以下简称“质量工程”）的意见》指出，学生的实践能力和创新精神亟待加强，人才培养模式、教学内容和方法需要进一步转变。高等教育要通过“质量工程”的实施，在高校人才培养模式上取得突破，使学生的实践能力和创新精神得到明显增强。从实践、学习、交流、创新、社会适应能力5个方面开展应用型本科工程教育，是国家、社会和时代的要求，旨在培养“知识型、技能型、创新型”的人才。应用型本科工程教育应着重构建知识、技能、创新协调发展的人才培养体系，培养知识—技能—创新并重的应用型人才。

知识型人才需具备较宽广的专业理论水平，能将所掌握的理论知识用于指导生产实践，

创造性地开展工作。知识能力的构建，涵盖了专业理论、政治经济、科学技术、社会人文和生态环境等多方面的知识。从知识结构上讲，强调宽广的专业知识面，知识体系的完整性、系统性和科学性。知识结构的优化或适中，是知识型人才必须具备的条件之一。从能力结构上讲，不仅要在知识应用方面有较强的能力，还应具备较强的科学探索精神，较强的创新创业能力。知识型人才应能通过创新产品生产技术和工艺，提升产品科技含量，通过改进科学管理等方式创造经济价值，从而进一步推动经济社会发展。在知识型人才培养体系的构建中，要特别注意课程的整合、学科的交叉、知识的综合，构建少而精的专业核心课程+宽广的专业选修课程体系。

技能人才是在生产、服务等领域岗位一线的劳动者中，具备熟练的专业技能，能在关键环节发挥作用，能够解决生产操作难题的专业技术人员。在技工劳动者中取得高级工、技师和高级技师职业资格及相应职级的人才都是技能型人才，他们分布在农业、工业、服务业中技能含量较高的岗位。他们是各行各业产业大军的代表，是技术工人队伍的核心骨干，是产业人才队伍的重要组成部分。在技能人才培养的体系构建中，需要完善实践教学体系。实践教学体系是指在一定理论指导下，围绕专业人才培养目标，对组成实践教学的各个要素进行整体设计，通过合理的课程设置和实习、实训等环节的配置，建立起与理论教学体系相辅相承、着重培养创新精神和实践能力的教学体系。该体系是大学生进入工作岗位前必须经历的训练。培养高技能人才的影响因素主要包括完整的实践环节和高标准的实习基地等。只有通过系统的实践训练，才能基本具备适应社会发展的职业素质和实践能力。

创新是一个国家进步的灵魂，对企业而言，创新是其发展壮大的不竭动力。而创新的关键在于拥有创新型人才。所谓创新型人才，是具有创新精神和创业意识的人才，通常表现出灵活、开放、好奇的个性，具有精力充沛、坚持不懈、注意力集中、想象力丰富，以及富于冒险精神等特征。创新型人才一般具有强烈的好奇心、与众不同的求异思维和善学乐学、勇于实践的创新精神。对于任何类型和规格的人才，都应具备基本的创新素质。构建创新型人才培养体系，一是要坚持以学生为中心的教学理念，要全面开展启发式、探究式、讨论式课堂教学；二是要坚持理论与实践融合的学习方式，重视知识的应用，在学中做，做中学；三是要营造探索冒险的文化氛围，鼓励学生在学习和实践活动中开展探索。

相对职业院校培养的应用型人才而言，应用型本科工程教育培养的创新型人才具有更广的知识基础和自觉的学习能力，不仅具备胜任某种职业的能力，而且具备应用知识进行技术创新的能力。应用型人才的培养应着重提高学生的创新创业能力，把创新创业教育纳入人才培养体系，贯穿于教育教学的全过程。创新创业教育可从以下5个方面开展工作。首先，积

积极开展各类创新创业为主题的校园文化活动，营造创新创业大学校园文化；其次，加强开设与创新创业教育相关的重点课程，把创新创业教育纳入专业教育；第三，在所有的课程中融入创新创业教育的内容，把创新创业教育融入人才培养的全过程；第四，搭建一批创新创业实践的平台；第五，要特别注重师资队伍和其他教学资源及实践条件的保障，大力培养具有实践经验的“双师型”教师。

（3）应用型本科工程教育改革

20世纪90年代以来，特别是2000年以后，我国高等教育的改革力度之大前所未有，高等工程教育的改革以培养能够适应建设创新型国家、新型工业化发展需要的高素质人才为目的。我国高等工程教育在人才培养中具有突出地位，对国家经济发展起着举足轻重的作用。我国丰富而优质的工科生源是中国和世界工程教育的宝贵资源，工科学生数占我国高等教育学生数的三分之一。依靠高等工程教育所培养的人才，我国掌握了以三峡工程、青藏铁路、大型桥梁工程、高铁制造等为标志的重大工程建设的系统技术以及煤炭、冶金、石油化工、制造、电力、交通等主要产业中的创新性技术。

但与此同时，我国应用型本科工程教育也存在一些问题，例如，大多数应用型本科院校在课程体系、教学内容和人才培养模式等方面，模仿甚至照搬综合性重点大学，导致工程教育特色缺失、人才培养与社会需求脱节；工程技术人才培养与社会需求有所脱节，对于工程技术人才面向实际的工程技术教育有所欠缺；培养目标、层次和结构体系不完全合理；培养模式更新速度较慢，跟不上世界工程教育的发展；学生创新能力的培养未得到足够重视；工科院校的学生缺乏必备的人文知识等。因此，应用型本科工程教育的改革势在必行。应用型本科工程教育要更加注重工程应用能力培养，要改变本科教育中已经形成的应试知识教育思维模式，纠正本科教育中存在的“重知识、轻能力”的人才培养模式，使本科教育更加符合人才培养的规律，进而促进人才培养质量的提高。在未来，应用型本科工程教育必须注意以下4个问题。

首先，人才培养方案必须得到优化。以培养应用型人才为发展目标，以工程一线的实际和发展需要作为发展定位，以素质教育为主题，以工程教育为主线，使学生的知识能力、素质结构得到不断调整，培养科学素养高、工程实践能力强的高素质应用型人才。

其次，整合实际教学内容，改革现实课程体系，强调结合工程实际的整体性、应用性和先进性，使教学内容、教学方法、教学设施现代化。与此同时，应用型本科工程教育应积极搭建相对独立又与理论教学紧密结合的实践教学体系，体现工程实践教学，积极建设有重要意义的校内校外实践教学基地，沿着产学研相结合的道路发展。

再次，有力提升教师的学术水平和工程实践能力，建设具有“双师”型素质的适应应用型本科教育的师资队伍。“双师”型教师不仅仅要有工程技术的理论基础，更重要的是要具备真正的工程设计和工程实践能力。

最后，加强学科建设与工程教育相结合，是教学与生产实习相结合，学校与用人单位相结合，是开创应用型本科教育新局面的有效途径。把创新创业教育贯穿于人才培养的全过程，培育具有中国特色的现代工程教育文化体系。

（4）工程教育专业认证

2006年，我国启动工程教育认证工作，在借鉴国际先进经验的基础上，已逐步建立了国际实质等效的工程教育认证体系。2013年，我国加入《华盛顿协议》，成为预备成员。2015年，中国工程教育专业认证协会正式成立，标志着由第三方机构独立实施的工程教育专业认证体系基本确立。2016年，我国正式成为《华盛顿协议》成员国，标志着工程教育认证将在我国全面开展。我国工程教育专业认证坚持结果导向（Outcome-Based Education，简称OBE）、以学生为中心、持续改进的理念，按照国际实质等效的认证标准开展认证工作，各高校依据“国标”，结合实际，修订本校工科专业质量标准、优化人才培养方案。这些标准实际上是质量底线，面向所有工科专业，“上不封顶，下要保底”。

工程认证工作在推进我国高等工程教育改革方面取得了积极成效。一是建立了工程教育与行业企业的联系机制。在认证体系内，行业企业专家通过参与各级各类认证机构，与教育界专家共同完成认证工作，形成了工程教育和行业企业的制度化联系机制。二是为建立注册工程师制度奠定了基础。工程教育认证标准参照《华盛顿协议》的毕业生素质要求和工程师职业能力制定，保证认证结果为行业认可；认证专业的领域和种类也尽可能考虑未来的注册工程师分类，并推动业界最具影响力和权威性的有关行业组织承担相应领域的认证组织实施工作，做好有效衔接。三是推动了工程教育的国际化。采用国际可比的认证程序，认证结果与各正式成员组织实质等效，提升了工程教育的国际影响力和竞争力。四是推动了工程教育教学改革。认证所倡导的结果导向的教育模式，为高校开展工程教育改革提供了一整套系统化、科学化的改革思路和人才培养模式。各高校结合行业发展需要，按照结果导向重新梳理培养目标，重组课程体系，改革课程教学模式和评价模式，建立持续改进的质量保障机制，显著提高了工程教育质量。

（5）卓越工程师教育培养计划

2010年教育部推出卓越工程师教育培养计划（简称“卓越计划”），这是国家推进高水平工程教育建设提出的一项人才培养计划。“卓越计划”的总体思路是在总结我国工程教育

历史成就和借鉴先进国家成功经验的基础上，以走中国特色新型工业化道路为契机，以行业企业需求为导向，以工程实际为背景，以工程技术为主线，通过密集高校和行业企业的密切合作、制定人才培养标准、改革人才培养模式、建设高水平工程教育师资队伍、扩大对外开放，着力提升学生的工程素养，着力培养学生的工程实践能力、工程设计能力和工程创新能力，构建具有中国特色工程教育模式。

“卓越计划”是从更高水平推动我国高等工程教育的改革，培养高素质的工程技术人才。汕头大学顾佩华教授等指出，“卓越计划”的整个过程是根据麻省理工学院（Massachusetts Institute of Technology，简称MIT）和3所瑞典院校创立的CDIO工程教育模式来设计的。CDIO工程教育模式由构思、设计、实现、运行4个要素构成，以产品、过程和系统研发到运行的生命周期作为载体，指导工程教育专业建设，提高工程教育质量。自实施以来，“卓越计划”已经取得了显著的进展，对我国工程教育乃至整个高等教育的改革与发展都起到了重要的示范、引领和推动作用。

（6）我国工程教育的现状

改革开放以来，中国工程教育取得了巨大的成就，拥有世界上最大的工程教育体系和最大规模的工业化实践基地，每年培养数量最多的工程技术人才，支撑着我国经济社会的发展和现代化建设。然而，因我国高校肩负建设创新型国家、发展新型工业化道路、培养尽可能多的国际卓越工程人才的时代重任，且国际竞争日益激烈，这些都对我国高校的工程教育提出了更高的时代要求，我国的工程教育面临全面的改革。

21世纪前两个10年，中国全面建设小康社会和转变经济增长模式，是创新型工业化建设的关键时期。毋庸置疑，在这一伟大进程中，教育、科学和技术的发展对经济增长、社会进步和国防科技的提高，都具有非常深远的意义。正确把握我国未来教育、科学和技术发展的机遇和挑战，客观认识我国教育、科学和技术的发展基础，是指导我国未来高等工科教育发展，特别是深化高等工程教育改革的基本出发点。

在经济全球化发展过程中，中国的国际影响力不断增强，其作为世界工业产业基地的地位日益显现，我国经济持续发展的主要动力是以资源（包括人力资源）为基础的制造业以及由此带动的科技产业。但不容忽视的是，我们当下的工程教育因为时代的发展已经逐渐不适应或者说到了该改革的时候了。工程教育外部环境的重大变化，将对工程教育产生重要的影响，我们可以将其总结为3个方面。第一个方面是影响和改变工程专业的设置。面对新技术、新经济、新业态，工程专业的改造更新是必然的。第二个方面是互联网技术和智能制造将构建新的工程实践环境和模式。第三个方面是变革工程教育的要素和方式。新时代、新要