

热点关注

编者按：“双一流”建设即将进入第二轮竞争。“双一流”建设是新时代的创新，是总结“211工程”和“985工程”经验后的又一国家战略。“双一流”建设的目标很明确，就是要在可以预期的若干年内使我国一流大学和一流学科的数量和实力进入世界前列。中国高等教育要完成从跟跑到领跑的角色转换。对此，高校纷纷出台“双一流”大学建设方案，清华大学优先发展9个学科群，4个独立学科；浙江大学重点建设12个学科；哈尔滨工业大学提出2个独立学科、6个学科群、1个交叉学科群的特色方案，等等，都各尽所能地挖掘潜力，让强者更强，优者更优。但是这种建设模式是否会带来一些问题，比如弱势学科如何生存？有人认为弱势学科让它变强，自然就可以生存，强不了就让它淘汰，就像大自然的物竞天择，弱肉强食。不过，大学不是自然界，大学是一个家庭，一个家庭里有强者也有弱者，哪个家庭都不会因为弱者弱小而将其赶出家门，学科也应该如此，扶持强者也要考虑如何照顾弱者。为此，我们专门组织一批国内有影响有思想的学者一起来观察、分析“双一流”建设，以及它带来的问题，也欢迎社会各界的朋友参与进来讨论和研究。

最后，借用某品牌的一句广告语，我们不生产水，我们是大自然的搬运工。我们期刊也是如此，我们不支持不代表任何一种观点和态度，我们只是这段历史的记载者。

建设世界一流工程学科：“双一流” 高校的愿景与挑战

周光礼

摘要：工程学科是“双一流”建设的重中之重。世界工程学科发展经历了经验技能阶段、工程科学化阶段和大工程阶段。面向国家工业化一直是中国重点理工大学的使命。一流工程学科在引领中国经济高质量发展中具有重要的战略地位。中国建设世界一流工程学科有五大愿景：强化工程学科的优势与特色；强化工程学科的育人功能；强化高水平学科团队建设；强化学科创新能力；强化学科组织模式创新。中国建设世界一流工程学科面临四大挑战：团队建设、内容建设、经费支持、评价体系。

关键词：“双一流”建设；一流工程学科；高水平理工大学；愿景

中图分类号：G649.21 **文献标识码：**A **文章编号：**1671-1610(2019)03-0001-10

“双一流”建设必须面向世界科技前沿、面向国家重大需求、面向国民经济建设主战场。基于工程学科对经济社会发展的直接支撑作用，工程学科是“双一流”建设的重中之重。事实上，中国拥有世界规模最大的工程教育体系，工科专业的学

生占世界三分之一以上，九成以上的大学拥有工程学科，呈现出“无工不成学”的现象。然而，国内工程学科“大而不强”，工程学科布局不合理，世界一流工程学科匮乏，无力支撑国家创新驱动发展战略。此外，工程专业与产业脱节严重，工程教

基金项目：教育部人文社会科学研究基金项目“学科生态视野中的我国一流工程学科发展战略研究”，项目编号：18JJDGC037。

收稿日期：2019-03-09

作者简介：周光礼（1970-），男，湖南武冈人，教育学博士，中国人民大学教育学院副院长、教授、博士生导师，从事高等教育政策与管理、院校研究、大学教学改革研究；北京，100872。Email: guanglizhou@ruc.edu.cn。

育与工作世界耦合度低, 高质量工程人才紧缺。要在复杂多变的世界中提高国际竞争力, 离不开科技创新与人才培养。中国政府深刻地认识到这一点, 将高水平理工大学置于“双一流”建设的突出位置。在42所“双一流”建设大学中, 理工大学占一半以上。可以说, 建设一批世界一流工程学科, 是“双一流”建设成败的关键。本文以清华大学、浙江大学、上海交通大学等13所高水平理工大学的“双一流”建设方案为分析对象, 研究其工程学科的建设愿景、面临的挑战及应对策略。这对其他理工大学一流工程学科发展战略具有重要的启示与借鉴, 对增强中国工程教育在世界的话语权具有重要意义。

一、工程学科的发展历史与战略地位

工程师虽然是一种延续六千年的古老职业, 但是工程知识进入大学并取得合法地位却是近代的事情。自人类诞生之日起就有工程。人猿揖别的标志是制造和使用工具, 人类在制造工具的过程中积累了经验技巧和工匠技术。随着经验技巧和技术积累的不断丰富, 工匠作为一个独立的社会职业诞生了。当然, 此时的工程知识主要是生产活动的经验、技巧和操作步骤, 工程知识的传播主要通过师傅和徒弟之间的单向传递。

18世纪60年代, 英国开启了工业革命, 开创了以机器代替手工劳动的时代, 这是技术发展史上的一次巨大革命。新技术开始脱离人的机体而独立存在, 工程技术人员也应运而生。但是, 此时的新技术依然来源于生产实践, 而非科学中的应用。尽管这一时期的物理、数学、化学等近代自然科学已进入大学并取得合法性地位, 但近代工程知识依然呈现出零散的、经验性的、面向实践的特点。工程学科取得合法地位是法国人对世界高等教育的巨大贡献。法国人将工程实践建立在现代自然科学的基础上, 推动了工程知识从以经验为基础向以科学原理为基础的转型, 在科学和实践之间架起了桥梁。法国率先将工程教育纳入高等教育范畴, 并将工程教育与精英教育相结合, 创办专业性的大学。1747年创办的国立路桥学校 (Ecole des Ponts Paris Tech) 标志着高等工程教育的诞生。其后,

一大批专门性的大学纷纷建立。影响所致, 德国创办工业大学, 美国建立专业学校, 英国创办城市大学。法国的创新推动了工程知识的学科化和科学化, 工程知识摆脱了个体化、经验化的状态, 开始具有系统化、理论化的特点, 工程学科最终产生并合法进入了大学。

美国人将工程科学化做到了极致。美国工程教育有两个传统, 一个是英国的“师徒制”工程教育传统, 一个是法国的“巴黎综合理工”教育传统。前者强调“实践知识”, 后者重视“数理基础知识”。20世纪20年代, 法国传统取得了主导地位, 美国开启了长达几十年的“工程科学运动”。麻省理工学院 (Massachusetts Institute of Technology) 最为典型, 在康普顿 (Arthur Holy Compton) 的推动下, 学校实现了由技术教育向科学教育的转型。直到20世纪80年代, 麻省理工学院发现工程科学化的钟摆“很可能已经荡过了头”, 强调要“回归工程”, 提出了“大工程观”。所谓“大工程观”, 就是综合工程学科的科学导向和实践导向, 在新的水平上整合科学和技术两种工程范式, 建立一种具备跨学科、系统化、整合型等特征的“大工程”。

中国现代工程教育体系主要来源于欧洲大陆。20世纪50年代, 中国实行“全面学苏”的文教政策, 通过两次“院系调整”建立了一大批“以培养工业建设人才和师资为重点”的专门学院, 建立起适应国家工业化需要的工程教育体系。在高校的学科专业设置上, 我们将文理科与工科截然分开; 在大学的定位上, 我们采取科教分离体制, 片面强调大学的教学功能。这种“苏联模式”与法国专业学院传统存在渊源关系。法国专业学院的突出特点是实施精英性的工程专业教育。受此影响, 高等工程教育在中国高等教育体系中处于核心地位, 众多的理工大学进入国家重点建设大学之林。

面向国家工业化一直是中国重点理工大学的使命。世界一流工程学科将在引领中国经济高质量发展中具有重要的战略地位。第一, 中国已经崛起为经济大国。1978年, 中国的国内生产总值总量只有2 683亿美元, 居世界第15位; 到2018年增长到13.6万亿美元, 居世界第2位。1978年, 中国人均国内生产总值只有156美元, 是世界上最贫穷的国家之一; 到2018年增长到9 768.8美元, 成为中等偏上收入国家。^[1]与此同时, 中国人口受教育程度也达到世界中上水平。中国的成功主要是

因为改革开放释放人口红利。另一个重要原因是拥有世界最大的工程教育体系,培养了大批工业需要的人才,提高了生产力。第二,有利于培育高端人力资本。一流工程学科为中国发展提供了拔尖创新人才。以一流工程学科为平台,培养了中国最优秀的人才和领导层。技术人才大面积担任各政府部门的重要领导是中国社会的一个特有现象,对推动中国工业化发挥了重要作用。受此启示,美国人提出加强工程领导力培养的改革,希望通过领导力的培养提升美国工程师的社会地位。第三,支撑国家创新驱动发展战略。改革开放40年,中国经济先后经历要素驱动发展和投资驱动发展两个阶段,现在进入创新驱动发展新阶段。在这个阶段,发达国家和能够进入创新驱动的发展中国家几乎在同一平台上你追我赶,如美国、中国、韩国的5G技术。技术快速发展使产品寿命大为缩短,劳动密集型和资本密集型产业开始大量使用机器人,或向低成本国家转移,发达国家的竞争优势日益内生,主要依靠知识和创新。一流工程学科在打造国际竞争力中的作用将越来越大。第四,中国工程教育体系难以满足知识经济发展需要。全球知识经济时代,国家间的差距在迅速拉开。由于世界一流工程学科匮乏,中国在科技创新上与英美国家差距很大,关键技术受制于人的状况没有得到根本改变。没有知识和拔尖人才,中国将丧失新一轮工业革命的机会。通过“双一流”建设培育世界一流工程学科,进而培养大批掌握最新知识和能够创造新知识的优秀人才,不仅将影响整个中国高等教育体系,而且将决定整个国家的发展。

二、中国一流工程学科建设的现状与愿景

(一) 高水平理工大学工程学科发展的现状描述

我们从教育部认定的“双一流”建设学科与基本科学指标数据库(Essential Science Indicators,简称ESI)工程学科的全球排名两个维度来描述13所高水平理工大学工程学科发展的现状(见表1^[2])。在教育部批准的一流工程建设学科中,清华大学入选19个,东南大学入选10个,浙江大学入选9个,上海交通大学、哈尔滨工业大学入选均为7个,西安交通大学、华中科技大学、同济大学

入选均为6个,中国科学技术大学入选4个,其余几所大学均在4个以下。值得指出的是,大连理工大学将整个工程学科群打包入选。按照美国基本科学指标数据库的学科分类,中国的工程学科主要对应工程学、材料科学、计算机科学三个学科。根据邱均平等发布的《世界一流大学与一流学科评价研究报告(2017—2018)》,这13所大学在工程学、材料科学、计算机科学的学术发表中呈现出良好的发展态势。清华大学计算机科学和材料科学均位居全球第一,工程学全球第三;哈尔滨工业大学的工程学居全球第一;浙江大学的工程学居全球第三;上海交通大学的工程学居全球第七,材料科学居全球第十一位;华中科技大学的工程学和计算机科学均进入全球前20位。当然,基本科学指标数据库强调的是学术论文的发表数量和引用频次,只能部分反映一个学科发展的水平。

(二) 高水平理工大学工程学科建设的五大愿景

一流学科是一个中国语境下的概念。“双一流”建设强调以学科为基础,认为没有一流学科就没有一流大学。根据这一逻辑,一流理工大学也必须拥有一流的工程学科。但对于什么是一流的工程学科,学术界和实务界缺乏深入讨论。当前对一流学科只有一个基本共识:一流学科意味着一流科学研究与一流人才培养。一流科学研究和一流人才培养取决于一支一流的学术团队,建设一流的学术团队有两个前提条件,一是充足而灵活的经费支持,二是有效的组织管理。可见,一流学科有五个基本要素:科学研究、人才培养、学术团队、经费支持、组织管理。本文主要从这五个方面对13所高水平理工大学的“双一流”建设方案进行梳理,以归纳出中国特色世界一流工程学科的建设愿景。

第一, 强化工程学科的优势与特色

没有重点就没有战略,一流工程学科建设的首要原则是集中有限资源打造比较优势。在确定优先发展的工程学科领域中,高水平理工大学主要遵循三条准则。

一是强化传统优势,即现有学科已经具备卓越品质,额外投入资源,能够迅速取得国际领先地位。^[3]传统优势学科又被分为两种类型,一是国内领先、国际前沿高水平的学科,强调加快培育国际领军人才和团队,实现重大突破,抢占未来制高点,率先冲击和引领世界一流;二是国内前列、有

表1 高水平理工大学“双一流”建设工程学科排名

大学名称	国家“双一流”建设学科	ESI 工程学科全球排名
清华大学	工程学科 19 个: 力学、机械工程、仪器科学与技术、材料科学与工程、动力工程及工程热物理、电气工程、信息与通讯工程、控制科学与工程、计算机科学与技术、建筑学、土木工程、水利工程、化学工程与技术、核科学与核技术、环境科学与工程、生物医学工程、城乡规划学、风景园林学、软件工程	工程学: 第 3 位 材料科学: 第 1 位 计算机科学: 第 1 位
浙江大学	工程学科 9 个: 机械工程、光学工程、材料科学与工程、电气工程、控制科学与工程、计算机科学与技术、工业工程、环境科学与工程、软件工程	工程学: 第 2 位 材料科学: 第 21 位 计算机科学: 第 24 位
上海交通大学	工程学科 7 个: 机械工程、材料科学与工程、信息与通讯工程、控制科学与工程、计算机科学与技术、船舶与海洋工程、电气工程	工程学: 第 5 位 材料科学: 第 11 位 计算机科学: 第 25 位
中国科学技术大学	工程学科 4 个: 材料科学与技术、计算机科学与技术、核科学与核技术	工程学: 第 13 位 材料科学: 第 20 位 计算机科学: 第 51 位
西安交通大学	工程学科 6 个: 力学、机械工程、材料科学与工程、动力工程及工程热物理、电气工程、信息与通信工程	工程学: 第 6 位 材料科学: 第 58 位 计算机科学: 第 36 位
哈尔滨工业大学	工程学科 7 个: 力学、机械工程、材料科学与工程、控制科学与工程、计算机科学与技术、土木工程、环境科学与工程	工程学: 第 1 位 材料科学: 第 19 位 计算机科学: 第 23 位
华中科技大学	工程学科 6 个: 机械工程、光学工程、材料科学与工程、动力工程及工程热物理、电气工程、计算机科学与技术	工程学: 第 11 位 材料科学: 第 47 位 计算机科学: 第 13 位
天津大学	工程学科 2 个: 工程热物理、化学工程与技术	工程学: 第 15 位 材料科学: 第 72 位 计算机科学: 未上榜
东南大学	工程学科 10 个: 材料科学与工程、电子科学与技术、信息与通讯工程、控制科学与工程、计算机科学与技术、建筑学、土木工程、交通运输工程、生物医学工程、风景园林学	工程学: 第 7 位 材料科学: 第 115 位 计算机科学: 第 19 位
大连理工大学	工程学科 1 个: 工程	工程学: 第 22 位 材料科学: 第 39 位 计算机科学: 第 45 位
同济大学	工程学科 6 个: 建筑学、土木工程、测绘科学与技术、环境科学与工程、城乡规划学、风景园林学	工程学: 第 17 位 材料科学: 第 112 位 计算机科学: 第 130 位
华南理工大学	工程学科 2 个: 材料科学与工程、轻工技术与工程	工程学: 第 71 位 材料科学: 第 7 位 计算机科学: 第 152 位
重庆大学	工程学科 3 个: 机械工程、电气工程、土木工程	工程学: 第 28 位 材料科学: 第 109 位 计算机科学: 第 232 位

一定国际影响力的学科, 主要围绕主干领域方向, 强化特色, 扩大优势, 打造新的学科高峰, 加快进入世界一流行列。^[4]二是满足社会重大需求, 即有些学科领域虽然尚不具备优势, 但它们能直接满足国家重大战略需求, 能够造福人类, 这些学科领域

尽管实力不强, 也应该进入优先发展的行列。高水平理工大学在“双一流”建设方案中, 都明确提出要与国家和区域发展战略需求紧密衔接, 加快建设对接区域传统优势产业, 以及先进制造、生态环保等战略型新兴产业发展的学科。三是学科交叉融

合,即注入资源能促进跨学科研究,能够提升学校综合优势,这样的领域应该优先发展。^{[3]73}在“双一流”建设方案中,高水平理工大学都提出,要立足学校办学定位和学科发展规律,打破传统学科之间的壁垒,以“双一流”建设学科为核心,以优势特色学科为主体,以相关学科为支撑,整合相关传统学科资源,促进基础学科、应用学科交叉融

合,在前沿和交叉学科领域培植新的学科生长点。根据这三条准则,高水平理工大学进行了一流工程学科的布局(见表2)。当然,在强化学科优势和特色的基础上,高水平理工大学也强调学科生态系统,注重工程学科与其他学科的支撑关系,从而形成以理工科为主干学科、人文社科为支撑学科的学科生态系统。

表2 高水平理工大学优先发展的工程学科领域

大学名称	优先发展的工程学科领域
清华大学 ^[5]	9个学科群: 建筑学科群,土木水利学科群,核科学技术与安全学科群,环境学科群,计算机学科群,机械、制造与航空学科群,仪器与光学学科群,材料与化工学科群,电子信息科学与技术学科群 4个独立学科: 电气工程、力学、动力工程与工程热物理、控制科学与工程
浙江大学 ^[6]	12个学科: 机械工程、光学工程、材料科学与工程、电气工程、控制科学与工程、计算机科学与技术、农业工程、环境与农业资源、软件工程、动力工程及工程热物理、土木工程、化学工程与技术
上海交通大学 ^[7]	8个学科群: 船海工程与科学学科群、制造科学与工程学科群、电子电气工程学科群、计算智能与系统控制学科群、先进材料科学与工程学科群、前沿化学与绿色化工学科群、创新设计学科群、人文与科技交叉学科群
中国科学技术大学 ^[8]	4个学科: 材料科学与工程、计算机科学与技术、核科学与技术、安全科学与工程 6个交叉学科: 量子信息与网络安全、医学物理与生物医学工程、脑科学与类脑智能技术、力学与材料设计、信息计算与通信工程、管理科学与大数据
西安交通大学 ^[9]	4个学科群: 能源科学与技术学科群、机械工程学科群、力学与空天技术学科群、信息科学与技术学科群 3个独立学科: 电气工程、材料科学与工程、电子科学与技术
哈尔滨工业大学 ^[10]	2个独立学科: 力学、材料科学与工程 6个学科群: 土木建筑学科群、环境科学与工程学科群、自动化与电气电子工程学科群、计算机科学与技术学科群、高端装备制造学科群、航天科学与工程学科群 1个交叉学科群: 大数据与管理科学学科群
华中科技大学 ^[11]	4个学科群: 先进制造学科群、光电信息学科群、类脑智能与医学工程学科群 4个独立学科: 电气工程、计算机科学与技术、动力工程及工程热物理、材料科学与工程
天津大学 ^[12]	9个学科领域: 化工能源学科领域、新材料学科领域、化学与生命科学学科领域、可持续建筑与环境领域学科领域、建设工程安全学科领域、智能制造学科领域、光电信息学科领域、环境生态学科领域、数据科学学科领域
东南大学 ^[13]	13个学科: 生物医学工程、交通运输工程、建筑学、电子科学与技术、风景园林学、土木工程、信息与通信工程、控制科学与工程、计算机科学与技术、材料科学与工程、城乡规划学、仪器科学与技术、动力工程及工程热物理
大连理工大学 ^[14]	5个学科群: 化学化工学科群、建设工程学科群、装备制造学科群、力学学科群、信息科学与管理工程学科群
同济大学 ^[15]	9个学科: 建筑学、土木工程、测绘科学与技术、环境科学与工程、城乡规划学、风景园林学、设计学、海洋科学、交通运输工程 2个交叉学科领域 “微结构模型、功能与应用”交叉学科领域、智能技术与绿色制造交叉学科领域
华南理工大学 ^[16]	6个学科群: 先进材料学科群、轻工食品与生物技术学科群、能源与环境学科群、绿色建筑与智慧生态城市学科群、生物医学工程与生命科学学科群、人工智能与高端制造学科群
重庆大学 ^[17]	3个学科群: 智慧能源学科群、先进制造学科群、新型城镇化学科群

第二, 强化工程学科的育人功能

在这些高水平理工大学的“双一流”建设方案中, 都提出要以一流工程学科建设为载体, 培养工程拔尖创新人才。这主要体现在三个方面:

一是强调科教融合, 促进知识学习与科学研究、能力培养有机结合。清华大学提出要“完善高水平科研支撑拔尖创新人才培养机制”^[5]; 中国科学技术大学提出“科教融合、系所结合、学术育人”^[8]。上海交通大学提出要“深化大学生创新能力训练体系建设, 引导本科生进入实验室开展科研工作”^[7]。

二是强调交叉培养, 通过通识学科交叉、跨学科课程、跨学科专业等方式培养学生批判意识、跨界能力和创新能力。清华大学提出要“推动建立一批学科交叉创新人才培养项目, 促进艺术、工科和文科之间、工科之间、工科和医学之间的跨学科研究”^[5]; 东南大学提出要“加强新工科建设, 深化复合型人才培养模式改革, 建立和完善工程和法学、医学和生命科学、计算机与网络空间安全等专业的复合培养模式”^[13]; 华中科技大学启动“学科交叉教育强化计划”, 提出要“打破学科壁垒, 健全跨学科交叉博士生培养机制”^[11]。

三是强调创新创业教育, 通过创新融合培养创新创业人才。哈尔滨工业大学提出, 要“大力培养学生的创新精神、创业意识、创新创业能力及工程实践能力”^[10]; 西安交通大学提出, 要“完善大学生创新创业实践教育体系, 引导学生积极参加高水平科创竞赛、社会实践, 积极投身大众创业、万众创新, 塑造青年学生独立人格、科学精神和社会责任感, 培养学生的创新精神与实践能力”^[9]; 同济大学提出, 要“把创新创业教育作为学校一流大学建设的重要内容, 争创国际一流”^[15]。

第三, 强化高水平学科团队建设

学科团队是一流工程学科建设的首要问题。一个学科要得到发展必须要有知识的探索者、知识的传播者和学术薪火的承接人。一流工程学科需要一流的学科团队。一个一流的学科团队首先需要一位具有卓越领导力的学术领军人物。这样的学者, 不但学术造诣获得学界普遍认可, 更重要的是他具备战略眼光, 能够为学科发展设定合理的目标并能整合资源实现这个目标。其次, 需要若干活跃的学术骨干, 他们在一个学科的不同方向从事前沿性的知识生产, 是一个学科的带头人。三是需要一大

批拥有学术潜力的青年学者, 他们一般拥有国际名校的博士学位, 思维活跃, 能够从事高水平知识生产。四是需要大批国内外优秀生源, 他们是学术薪火的承接人, 也是一个学科生生不息的关键。可见, 一流的学科团队是由最优秀的师生构成的。要保持学科团队的卓越水平, 必须用公认的国际标准来竞争。

高水平理工大学建设一流工程学科团队也主要从教师和学生两个方面着手。一是按照国际标准建设一流教师队伍。具体做法是: 引入准聘—长聘制建设核心教师队伍, 注重引进国际一流人才。这13所理工大学都提出以实施准聘—长聘制度为抓手建设高水平教师队伍。清华大学提出, “实施‘准聘—长聘’制度, 引进若干国际顶尖人才和一批杰出人才, 形成一支具有国际影响力的优秀教师队伍”^[5]。上海交通大学提出, “推进学术荣誉体系和长聘教职体系改革, 打造一支与世界一流大学比肩的卓越师资队伍。”^[7]西安交通大学提出, “实施准聘—长聘制度, 吸引国际领军人才和杰出青年人才……建成一支与世界一流大学可比的教师队伍”^[9]。

二是改革招生制度吸引一流生源。具体做法是: 本硕博连读、博士招生申请一审核制、吸引海外优秀生源。清华大学提出“吸引海外优质生源, 培养创新拔尖人才”^[5]。上海交通大学提出, 要完善“留学交大”计划, 提升国际学生的质量和数量。浙江大学提出, 要“重视生源质量, 学校对一流生源的吸引力显著增强, 生源质量位居全国前列。拓展海外招生渠道, 加大留学生奖学金力度, 增强对海外优秀学生的吸引力”^[6]。

第四, 强化学科创新能力

知识创新能力是一流工程学科建设的核心。知识创新能力不仅是拔尖创新人才培养的前提和学科整体质量衡量的标准, 而且是服务国家创新体系的保证。培育学科创新能力实质上是提升知识创新能力。工程学科的知识创新能力可以这样描述: 一是长期稳定有重要影响的学术方向, 二是有重大影响的研究项目, 三是有重大标志性研究成果, 四是有大批高水平论文。其中, 研究项目、研究成果和学术论文是外显性指标, 长期稳定有重要影响的学术方向是内隐性指标。培育学科创新能力, 内隐性指标更为根本。

在“双一流”建设方案中, 高水平理工大学

都十分重视凝练工程学科的研究方向。清华大学明确提出,要加强顶层设计,提升学科建设水平和科技创新能力,努力实现科学研究从跟踪到引领的跨越。强调要建立重大项目支持机构,充分发挥校学术委员会作用,每年遴选一批重大项目,学校给予长期稳定支持。要在重型燃气轮机、航空发动机、未来人工智能、下一代互联网、可重构计算芯片等应用研究领域开展重点部署。浙江大学提出,重点布局机器人及智能装备、饮用水安全与大气污染治理、多功能无人机、能源互联网、大数据与跨界云服务、网络空间防御与安全技术、柔性电子新器件新材料、食品制造与物流、智能农业与装备、煤炭清洁发电与资源利用技术、航空发动机高温合金材料等前瞻性研究领域。华中科技大学提出,要面向智能制造、新材料、云计算和大数据等领域,凝练一批重大项目。

由于工程学科本身具有综合性和应用性特点,因此,工程学科的知识生产主要面向国家创新体系,而非面向学术论文。如果说在工程科学化时代,工程学科的科学知识生产具有知识生产 I 模式特点,那么在大工程时代,工程学科的科学知识生产就有典型的知识生产 II 模式的特点。知识生产 I 模式是指在单一学科领域内生产学科知识、理论知识,知识生产 II 模式强调在学科交叉领域生产跨学科知识、应用知识。事实上,当代一流工程学科的科学知识生产都是应用引起的基础研究。因此,高水平理工大学的一流工程学科建设均强调兼顾社会需求逻辑和学术逻辑,但以社会需求逻辑为主。具体说来,一是强调学术探索与服务国家需求紧密融合,着力提高关键领域原始创新和自主创新能力。二是围绕国家和区域发展战略,凝练提出学科重大发展问题,加强对关键共性技术、前沿引领技术、现代工程技术、颠覆性技术的有组织攻关创新。三是加强重大科技项目的培育和组织实施,积极承担国家重点、重大科技计划任务,在国家与地方重大科技攻关项目中发挥积极作用。四是积极参与、牵头国际大科学计划和大科学工程,研究和解决全球性、区域性重大问题,在更多前沿领域引领科学方向。^[18]

第五, 强化学科组织模式创新

跨学科是当代科技发展的主导模式。“无论是回应内部诉求,还是外部需求,跨学科研究将成为高等教育多学科研究发展的一种趋势”^[19],也是一流工程学科建设创新的重要趋势。传统的知识生产

是建立在学科分化模式基础上的,跨学科意味着打破学科壁垒,实现多学科协同创新。在一流工程学科建设上,高水平理工大学进行了大量以“跨学科”为特征的组织模式创新。

一是围绕重大项目和重大问题组建学科群。在学科群中,主干学科引领发展方向,发挥凝聚辐射作用,支撑学科保持与主干学科的紧密联系,实现协同创新。^[20]比如,清华大学组建建筑学科群等 9 个工程学科群,上海交通大学组建 8 个工程学科群,西安交通大学组建 4 个工程学科群,哈尔滨工业大学组建 6 个工程学科群。

二是瞄准国家重大战略组建交叉学科研究中心。在一流工程学科建设中,为了满足国家对关键共性技术、前沿引领技术、现代工程技术、颠覆性技术的强烈需求,高水平理工大学建立一系列跨学科研究中心。比如,清华大学建立一批独立、跨学科门类的校级交叉研究平台,学校提供科研用房、基本运行经费和支撑人员方面的保障,促进跨学科交流、合作,强化交叉研究项目的组织。中国科学技术大学建立量子信息与网络安全、医学物理与生物医学工程、脑科学与类脑智能技术等 6 个交叉学科领域。

三是以联合聘任制度打破教师身份的学科固化现象。跨学科研究难以推进的一个重要原因是教师的学科归属问题。为了整合多学科人才团队资源,高水平理工大学纷纷推出教师“双聘制度”,即教师同时受聘两个学科,其中一个为主聘学科,往往与教师的博士学位及主攻业务一致;另一个是辅聘学科,主要与教师的知识储备和自身兴趣相关。比如,清华大学实施教师跨院系兼职制度。上海交通大学建立跨院系教师双聘机制,解决人员流动和平台考核评价问题,营造学科交叉的文化氛围。浙江大学提出,要积极推进全校范围内教师兼职工作,弱化行政和学科壁垒,促进教师跨单位、跨学科开展人才培养和科技创新活动,率先在舟山校区、国际校区以及重大科学研究平台进行试点探索并取得突破。

三、中国一流工程学科建设的四大挑战及其对策

实现世界一流工程学科建设的新愿景,需要在

全球范围内配置资源。由于中国还不是世界的经济中心、科技中心、学术中心以及人才中心,世界一流工程学科建设还面临团队建设、内容建设、经费支持、评价体系四大挑战。

(一) 团队建设问题

世界一流工程学科建设主要是两个问题,一个是人的问题,一个是钱的问题。一流的学术团队是争取和达到一流的基础。虽然高水平理工大学采取了很多措施,但在吸引世界一流学者上仍存在很大的挑战。虽然学术团队的组成在改善,但是教师的博士化率依然有待提高,拥有世界名校博士学位的教师数偏低,教师的国际流动性差。究其原因,主要有两个方面。一是中国不是世界科技中心和学术中心,对顶尖人才的吸引力有限。二是中国高校尚未建立现代大学制度,尤其是没有建立起世界通行的学术职业管理制度,也没有实施职称国际评审制度,学术软环境欠佳。

为此,国家首先要确立建设世界科技次中心、学术次中心和人才次中心的战略。在未来的一段时间,美国依然是世界的科技中心、学术中心和人才中心,这是我们要正视的现实。但我们可以采取有效措施,在全球范围内寻找人才,以建设世界科技次中心、学术次中心和人才次中心,为世界科技中心转移做准备。其次,“双一流”建设高校要按照世界一流标准招聘和激励人才。要树立师资质量是决定学科质量的第一要素,学科建设的首要工作是寻找和聘任世界各地最好的教师,为他们提供有竞争力的条件(薪水、设备、实验室等)。要逐步建立职称国际评审制度,职称晋升主要基于外部的学术评议,而不是内部的官僚式评审条件。要建立长聘—准聘制度,真正按照业绩和成就对教师实施激励。

(二) 内容建设问题

内容建设是一流工程学科建设的主体。一流工程学科的内容建设要明确学术方向和回应社会需求,坚持人才培养、学术团队、科研创新“三位一体”。^[21]目前,一流工程学科建设存在三个突出问题:一是重科研创新,轻人才培养,科研与教学无法实现有效整合共同支撑创新人才培养;二是重学科逻辑,轻社会需求逻辑,工程学科不能有效支撑国家创新驱动发展战略;三是重主干学科,轻支持学科,无法形成良好的学科生态系统以实现学科整体水平的提升。

为此,首先必须树立科教融合理念,以高水平的科学研究支撑高质量的人才培养。一流工程学科必须以科研为主导,但是科研必须与人才培养相结合。事实上,世界一流工程学科不仅是科研中心、人才汇聚中心、新学科形成的中心,而且是拔尖创新人才培养的中心、科技与产业相结合的中心。其次,要树立产教融合理念,围绕国家战略需求和国际学术前沿,遵循学科逻辑和社会需求逻辑,凝练学科方向、增强问题意识,服务国家和区域发展需求。一流工程学科的科研要面向国家创新体系,而不是面向发表学术论文。在国外发表《科学引文索引》(SCI)论文不应该是一流工程学科的追求,新技术、新专利、新产品才是一流工程学科的成果主要呈现形式。第三,要树立学科生态系统理念,以一流学科为引领,辐射带动学科整体水平提升,形成重点明确、层次清晰、结构协调、互为支撑的学科体系,支持大学建设水平整体提升。^[22]工程学科的最大特点是综合性、跨学科性,一流工程学科不但需要强大的理科做支撑,还需要与人文社会科学深度融合,在大学的融合中实现创新。

(三) 经费支持问题

建设一流工程学科,没有稳定而灵活的经费来源,就无法启动引领性的大项目,建设世界一流的工程学科目标也无法实现。在经费支持上,当前存在三个突出的问题:一是学科建设经费来源单一,主要依靠政府拨款;二是经费配置模式行政主导,学科活力不足;三是学科经费使用不灵活,学术自主性不强。

为应对这三个挑战,首先必须坚持学科建设经费来源多元化,增强学科的造血功能。一个学科要发展必须从社会获得足够的资金支持,一流工程学科要考虑满足社会需要。基于一流工程学科对国家的贡献,学科发展最大的资助者应该是政府。但与此同时,一流工程学科还必须从非政府渠道获得经费支持。其中,一个重要的方向是加强与产业界的合作,以服务求支持、以贡献求发展。一流工程学科可以通过转让专利和技术换取资金。第二,引入经费配置的市场模式。在一流学科建设经费配置上要综合运用计划与市场两种手段,强化竞争机制和绩效考核机制,将建设经费优先配置给真正优秀的学科和项目。按照真正的建设成效而不是搞平均主义实施激励是推动建设一流工程学科的重要手段。第三,建立适合大学组织的现代会计制度,增加经

费使用的灵活性。当前中国高校套用的是政府机构的会计制度,在这种会计制度下,大学所有的经费都是“三公”经费,有限定的用途。机动经费的缺乏导致学科很难做长期规划,一些重要的学术项目难以开展。

(四) 评价体系问题

在一流工程学科建设中,管理不一定保证学术水平,但管理不善一定导致失败。没有评估就没有管理,有效的管理在于建立评价体系及基于评估的问责制。当前的学科评估存在几个突出问题:一是重数量,轻质量。重视规模和数量指标,轻视内涵和质量指标,以科研成果和获取科研经费能力的量化方法取代了对科研质量和专业工作更均衡的评判。^[23]二是重投入,轻产出。由于学科产出难以测量,许多机构转而以投入指标代替产出指标,质量评价遵循“成本最大化”原理。三是重科学研究,轻人才培养。由于科研成果更为显性、更易量化,一流学科评估存在明显的科研导向。人才培养无法量化而逐步边缘化。四是重内部评价,轻外部评价。重视内部行政性评价,轻视外部第三方评价。

为此,评价体系建设刻不容缓。首先,要以内涵发展统领评价体系的建构。坚持定性和定量、主观和客观相结合,坚决破除唯规模、唯数量、唯论文、唯投入的顽瘴痼疾,从根本上解决学术评价指挥棒问题。学科办得好坏,不在于摊子铺得多大,关键是要突出特色,打造比较优势。第二,坚持多元综合评价的原则。要以立德树人成效作为根本标准,探索建立中国特色“双一流”建设的综合评价体系,把人才培养、创新能力、服务贡献和影响力作为评价一流工程学科核心要素。^[22]第三,建立学科国际评审制度。对于列入重点建设的一流工程学科,每5年左右要开展一次学科国际评估。学科国际评估一般包括两个方面,一个是委托专业机构进行文献计量评估,主要考察一个学科的科研产出;另一个是同行评估,主要了解相关学科的科研条件、科研活动和科研成就。同行评估需要进行实地考察,邀请国际知名专家对本学科的项目和人员独立评审。通过学科国际评估,可以找出一个学科的差距,排出项目的优先次序,确认真正高水平的成果,遴选出新的学科带头人。评估结果作为资源配置的依据。

建设创新型国家,需要一流工程学科。但目前

中国工程学科“大而不强”,难以满足国家创新驱动发展战略的需求。建设世界一流工程学科成为“双一流”建设的重中之重。世界一流工程学科的形成有着非常复杂的影响因素,既有外部环境因素,又有组织内部因素。社会需求是推动世界一流工程学科发展的外驱力,学科生态系统是推动世界一流工程学科发展的内驱力。中国“双一流”建设遵循社会需求的逻辑,是一种行政权力导向的路径,这种路径是建设世界一流工程学科的第一步,也是至关重要的一步。事实上,通过“985工程”建设,中国已经不缺乏指标意义上的世界一流工程学科,中国缺乏哲学意义上的世界一流工程学科,即能引领世界工程学科发展方向、具有国际话语权的工程学科。因此,真正意义上的世界一流工程学科还必须遵循学科生态的逻辑。学科生长的根本动力是组织自身的演化力量。作为自组织系统,一流工程学科的生长必须依靠学术权力和组织的自我更新,而不是依靠外部的规划和设计。□

参考文献

- [1]佚名. 印度公布最新 GDP 数据 印度 GDP 和中国 GDP 对比[EB/OL]. 至诚财经网. 财经. (2019-03-01) [2019-03-15]. <http://www.zhicheng.com/n/20190301/250573.html>.
- [2]邱均平 赵蓉英 王碧云,等. 世界一流大学与一流学科评价研究报告: 2017-2018 [M]. 北京: 科学出版社, 2018: 38-44.
- [3]周光礼. “双一流”建设中的学术突破——论大学学科、专业、课程一体化建设[J]. 教育研究, 2016(5).
- [4]张烁. “双一流”怎么建[N]. 人民日报, 2018-08-28(12).
- [5]清华大学. 《清华大学一流大学建设高校建设方案(精编版)》[EB/OL]. 清华大学新闻网. 要闻聚焦. (2017-12-28) [2019-03-09]. http://news.tsinghua.edu.cn/thunews/9658/2018/20180108144930424642173/20180108144930424642173_.html.
- [6]浙江大学. 浙江大学一流大学建设高校建设方案[EB/OL]. 浙江大学. 公告. (2017-12-31) [2019-03-09]. <http://www.zju.edu.cn/2017/1231/c503a773549/page.htm>.
- [7]上海交通大学. 上海交通大学“双一流”建设方案[EB/OL]. 上海交通大学. 学习动态. (2018-01-03) [2019-03-09]. <https://19th.sjtu.edu.cn/info/1004/2054.htm>.
- [8]中国科学技术大学. 中国科技大学世界一流大学建设方案[EB/OL]. 中国科学技术大学. 世界一流大学和一流学科建设. (2018-02-27) [2019-03-09]. <http://fc>.

- ustc.edu.cn/2018/0227/c14597a217659/page.htm.
- [9]西安交通大学. 一流大学建设高校建设方案[EB/OL]. 西安交通大学信息公开网. 基本信息. (2017-12-28) [2019-03-09]. <http://xxgk.xjtu.edu.cn/content.jsp?urltype=egovinfo.EgovInfoContent&wbtreeid=1001&identifier=xxjd%2F2017-1228001>.
- [10]哈尔滨工业大学. 一流大学建设高校建设方案[EB/OL]. 哈尔滨工业大学研究生院. 综合新闻. (2017-12-28) [2019-03-09]. <http://hitgs.hit.edu.cn/04/0b/c3501a197643/page.psp>.
- [11]华中科技大学. 华中科技大学一流大学建设高校建设方案[EB/OL]. 华中科技大学. 信息公开. (2017-12-11) [2019-03-09]. <http://xxgk.hust.edu.cn/info/1024/1348.htm>.
- [12]天津大学. 天津大学世界一流大学建设方案[EB/OL]. 天津大学. 信息公开. (2017-12-28) [2019-03-09]. http://www.tju.edu.cn/xxgkw/xxfzgh/201712/t20171228_302770.htm.
- [13]东南大学. 东南大学一流大学建设高校建设方案[EB/OL]. 东南大学. 信息公开. (2018-01-05) [2019-03-09]. <http://xxgk.seu.edu.cn/2018/0102/c13269a206457/page.htm>.
- [14]大连理工大学. 大连理工大学一流大学建设方案[EB/OL]. 大连理工大学. 信息公开. (2017-12-31) [2019-03-09]. <http://info.dlut.edu.cn/info/1169/6726.htm>.
- [15]同济大学. 同济大学一流大学建设方案[EB/OL]. 同济大学新闻网. 同济要闻. (2017-12-28) [2019-03-09]. <http://news.tongji.edu.cn/info/1002/6184.htm>.
- [16]华南理工大学. 华南理工大学一流大学建设方案[EB/OL]. 华南理工大学发展战略与规划处. 双一流建设. (2017-12-29) [2019-03-09]. <http://www2.scut.edu.cn/j2fg/2018/0104/c14239a246018/page.htm>.
- [17]重庆大学. 重庆大学一流大学建设方案[EB/OL]. 重庆大学. 信息公开. (2017-12-29) [2019-03-09]. <http://gongkai.cqu.edu.cn/info/1016/1911.htm>.
- [18]杨勇平. 高水平行业特色型大学的学科建设与内涵发展——以华北电力大学为例[J]. 高等工程教育研究, 2018(6):99.
- [19]王洪才, 汤建. 高等教育跨学科研究: 源起·机理·实践[J]. 现代大学教育, 2019(1):5.
- [20]雷环, 钟周, 乔伟峰. “双一流”建设背景下中美研究型大学“学科”发展模式比较研究[J]. 清华大学教育研究, 2018(6):72.
- [21]杨凯, 杨世关, 李惊涛. 一流学科建设中拔尖创新人才培养路径研究[J]. 北京教育(高教), 2019(1):53.
- [22]佚名. 教育部 财政部 发展改革委印发《关于高等学校加快“双一流”建设的指导意见》的通知[EB/OL]. 中华人民共和国中央人民政府. 国务院公报. (2018-08-18) [2019-03-03]. http://www.gov.cn/gongbao/content/2019/content_5355477.htm.
- [23]周光礼. 高校人才培养模式创新的深层次探索[J]. 中国高等教育, 2012(10):23.

(责任编辑 曾山金 莫甲凤)

MODERN UNIVERSITY EDUCATION

(Bimonthly)

No. 3 May 2019 (Serial No. 177)

Highlighted Abstracts

Building Universities with World-Class Engineering Disciplines in China: Strategies and Challenges

Zhou Guangli

P1

Abstract: As engineering disciplines are playing a very important role in economic development , building universities with world-class engineering disciplines has become the top priority of China's recent "Double First Class" initiative , which aims to build a number of world class universities and disciplines in China by the end of 2050. To build universities with world-class engineering disciplines in China , we can adopt the following five strategies , namely , strengthening our distinctive competence , promoting the cultivation of engineering talent , building a strong academic team , enhancing our innovative capacity and encouraging institutional innovation. At the same time , we also need to tackle four challenges concerning team building , curriculum development , financial support and performance evaluation.

Key words: the "Double First Class" Initiative; first-class engineering disciplines; top-ranking science and engineering universities in China; vision

Where should Admission without Examination Applicants Go? An Analysis of Postgraduate Enrollment in China from the Perspective of Academic Heterogeneity

Zhang Xufei Lu Xiaodong

P26

Abstract: Recommended candidates exempted from entrance exam form an important part of postgraduate applicants in China. Where should they go , stay in the same university , or apply for another one? Based on the data of 2495 academicians , we find that only 19.10% of those academicians received their undergraduate and postgraduate education in the same university; in other words , 80.9% of them experienced inter-institutional mobility. Therefore , we can draw a preliminary conclusion that academic heterogeneity is conducive to cultivating top-notch innovative talent , and will help us fulfill our target of building world-class universities and first-class disciplines in China. In line with our findings , we suggest that higher education institutions should encourage their graduates to apply for further study in a different university , rather than keep them in the same university for their postgraduate education. So-called "Integrated Postgraduate Programs" , where students are allowed to complete their postgraduate study in the same universities they get their bachelor's degrees , in fact , are not a well-proven and effective way of cultivating innovative talent.

Key words: first-class undergraduate education; top-notch innovative talent; Integrated Postgraduate Programs; academic heterogeneity; inter-institutional mobility