

第一章 研究背景与研究设计

党的十九大报告指出,中国社会主要矛盾已经转化为人民日益增长的美好生活需要和不平衡不充分的发展之间的矛盾,社会主要矛盾的改变体现了中国特色社会主义新时代的特征,必然深刻影响中国工业化进程发展。如何为解决发展不平衡不充分的问题提供工程科技人力支撑,将是国际工程教育战略合作的重大挑战。同时,党的十九大报告提出,从 2035 年到 21 世纪中叶,中国将建成富强民主文明和谐美丽的社会主义现代化强国,工程科技人才是实现这一目标的关键,从现在起到 2035 年,也是中国建设工程教育强国的战略机遇期。

本章通过介绍研究背景,明确研究目标,即全面深入了解国际工程教育发展的趋势及战略合作的前沿问题,进而探讨国际工程教育中心学术网络的拓展,并为中国工程教育 2035 发展战略提供若干政策建议。为了实现上述研究目标,本章还对国际工程教育合作、趋势与前沿等核心概念的内涵和外延进行了界定。本研究主要采用了国际比较法、组织分析法、文献计量法、访谈调查法等方法。

一、研究背景

2016 年 6 月 6 日,由中国工程院和清华大学联合申请设立的 UNESCO 国际工程教育中心在北京签约揭牌,该中心是 UNESCO 明确以工程教育为活动主题的二类中心,标志着中国的工程教育正在深度融入国际工程教育共同体,将对推动国际工程教育合作,提升中国工程教育的国际话语权和影响力发挥极为重要的作用。

2017年5月22日,国际工程教育中心第一届理事会和顾问委员会成立。理事会和顾问委员会成员包括美国工程院、英国工程院、日本工程院的(前)现任主席,世界工程组织联合会(WFEO)主席、副主席,国际工程教育学会联盟(IFEES)、欧洲工程教育学会(SEFI)、非洲工程教育学会(AEEA)、麻省理工学院(MIT)等国际专家以及中国著名企业负责人、高水平大学校长等机构的专家,极大拓展了中心的学术网络,为将中心建设成为国际工程教育网络中最活跃、最活跃节点奠定了坚实的基础。

为了进一步拓展国际工程教育中心的学术网络,加深组织间深度合作,需要了解典型国家和经济体工程教育的最新发展趋势以及学术关注点,寻找与国际工程教育中心使命、愿景相符合,具有合作前景的潜在伙伴。本研究是在中国工程教育改革和国际工程教育合作的双重背景下,对2014年中国工程院咨询课题《国际工程教育合作战略研究》(之一)、2015年《国际工程教育合作战略研究》(之二):未来工程科技人才培养研究、2017年《国际工程教育合作战略研究》(之三):“一带一路”背景下的国际工程教育中心建设若干问题研究》的延续和深化。

本研究的重点在于深入了解中国外工程教育改革与发展的新趋势、国际工程教育合作新动态,探讨国际工程教育学术网络的拓展,并为国际工程教育战略合作提供咨询建议。

二、研究目标

本研究的总体目标是:通过对发达国家和新兴经济体工程教育发展与合作的趋势进行分析,明确国际工程教育合作的重点领域;通过分析国际工程教育合作网络的基本特征,识别开展国际合作的潜在伙伴,明确合作机制;为中国工程教育2035发展战略提供政策建议。

发达国家工程教育国际合作趋势研究。跟踪研究美国、德国、日本、英国、法国等发达国家工程教育组织、工程师学会,特别是对那些具有领导地位的组织的活动与事件进行分析,进一步了解其在工程教育变革和国际合作中所发挥的作用。本部分的子目标是了解主要工业国家和国际组织开展工程教育国际合作的特点和趋势。**新兴经济体国家工程教育国际合作趋势研究。**跟踪研究印度、巴西、俄罗斯、南非等新兴经济体国家工程师组织和工程教育学会的发展状况,分析其在工业与工程教育发展中所发挥的作用和存在的问题。本

部分的子目标是了解新兴经济体国家的工程教育国家合作的现状、特色与趋势。

国际工程教育合作重点领域研究。面向联合国 17 项可持续发展目标,探索全球产业升级和新技术革命背景下,国际工程教育中心进行双边、多边合作的重要领域与合作机制。本部分的子目标是:结合联合国可持续发展目标对工程科技的需求,围绕 UNESCO 优先领域,为国际工程教育重点合作领域提出建议。

国际工程教育合作网络分析。国际工程教育组织的治理越来越呈现出扁平化、网络化趋势,本部分主要采用组织分析(OA)、社会网络分析(SNA)方法,在前期研究的基础上,探索当前工程教育国际合作的网络特征与结构,对典型组织进行社会网络分析,对其会员组织的关联性和活跃性进行评价。本部分的子目标是:从整体上把握国际工程教育合作的宏观网络结构,对其中心性节点的运行模式有深入的了解。

国际工程教育组织合作机制研究。采用案例分析、实地调查、国际组织负责人访谈等方法和途径,对典型国际工程教育组织合作规则、合作形式、合作内容等进行研究。本部分的主要目标是与典型国际组织建立稳定的、常态的、有效的协作机制,为巩固和扩大现有国际合作渠道提供政策建议。

国际工程教育战略合作的政策建议。从工程教育实践与研究两个方面对国际工程教育合作战略发展的趋势与前沿做了总结,凝练了主要结论,并结合中国实际,从人才流动、组织、研究、高校合作的角度提出了促进中国工程教育国际战略合作的若干政策建议。

三、核心概念

(一) 国际工程教育

国际工程教育不仅指各国工程和工程教育改革与发展,还包括各国在工程教育方面开展的交流与合作机制。工程教育具有强烈的国际竞争性,即工业产品和工程性服务能够超越国家、社会制度和文化传统的界限,在全世界流通。随着全球化进程的深入,当前各国工程教育和工程实践活动之间的联系更加紧密,工程教育的国际交流与合作尤为重要。

(二) 合作战略

合作是个体或群体之间为达到共同的目的,在统一的认识和规范条件下确立协同关系的一种联合行动。在本研究中,国际工程教育合作的内涵有多个关系维度:一是指在工程教育的改革和发展中,政府、产业和大学或其他研究机构建立起来的协同关系;二是指工程教育面向世界与其他国家或国际组织建立起来的协作关系;三是指基于推进工程教育研究而在世界范围内形成的国际学术网络。合作伙伴主要有三类:产业伙伴、学术伙伴、国际伙伴。合作内容则体现在教育培训、合作研究、关系拓展等方面。

(三) 趋势与前沿

趋势是事物发展的方向,前沿是指科学研究中最新或领先的领域。趋势是带有时间维度的具有方向性和战略性的变化,前沿则是当前时间截面上的研究热点和关注点。在本研究中,以时间线和时间点来区分趋势和前沿。

四、研究方法

本研究从采用国内和国际合作、教育和产业合作的视角,采用国际比较、组织分析、战略分析、案例分析、实地调查以及深度访谈等综合性研究方法,对国际工程教育合作战略的历史路径、发展趋势及前沿等问题进行研究分析。

通过国际比较方法,跟踪研究发达工业国家以及新兴经济体国家和国际组织,进行工程教育国际合作主要趋势跟踪研究;从历史和国际比较的视角,梳理国际工程教育的发展历史、现状和未来发展机遇,进行工程教育国际合作需求研究,确定国际工程教育中心的发展定位。

以国内和国际合作、教育和产业合作的双重视角,认识工程教育国际合作存在的若干重大挑战,并提出若干方向性的战略咨询建议。

采用组织分析、战略分析和实地调查的方法,进一步调查研究典型的国际工程教育合作组织的治理模式,并对其基本特点进行归纳,深入分析典型国际工程教育组织的合作机制,全面总结国际工程教育合作网络的基本特征,总结提炼出若干种有效治理模式,为国际工程教育中心完善本组织的治理结构提供参考。

采用文献计量和社会网络分析方法,从国家、机构、作者、关键词四个方面

对国际工程教育研究合作网络与研究主题进行系统分析,试图呈现 2000 年以来工程教育研究开展的状况,识别国际工程教育研究领域的核心国家、核心机构、核心作者、前沿主题。本研究还关注中国机构和作者在国际合作网络中的表现情况,以期为中国工程教育研究的发展和提高国际影响力提供参考意见。本研究采用的研究工具包括 VOSviewer、UCINET、SPSS、NoteExpress 等。

五、主要研究内容

本研究主要包含以下内容:全球工程教育发展趋势与挑战、主要国家工程教育发展趋势指标分析、典型工程(教育)组织网络分析、国际工程教育研究合作网络分析、国际工程教育研究前沿分析和国际工程教育实践前沿分析。其中,趋势分析重点聚焦在宏观发展层面的时间变化,以及主要指标的国别比较;组织分析侧重国际组织层面的会员网络;国际工程教育研究合作网络侧重国家合作网络、机构合作网络和作者合作网络;研究前沿采用文献计量遴选研究热点;实践前沿通过国际会议主题分析来描述。最后,在以上研究基础上,提出若干政策建议(见图 1-1)。

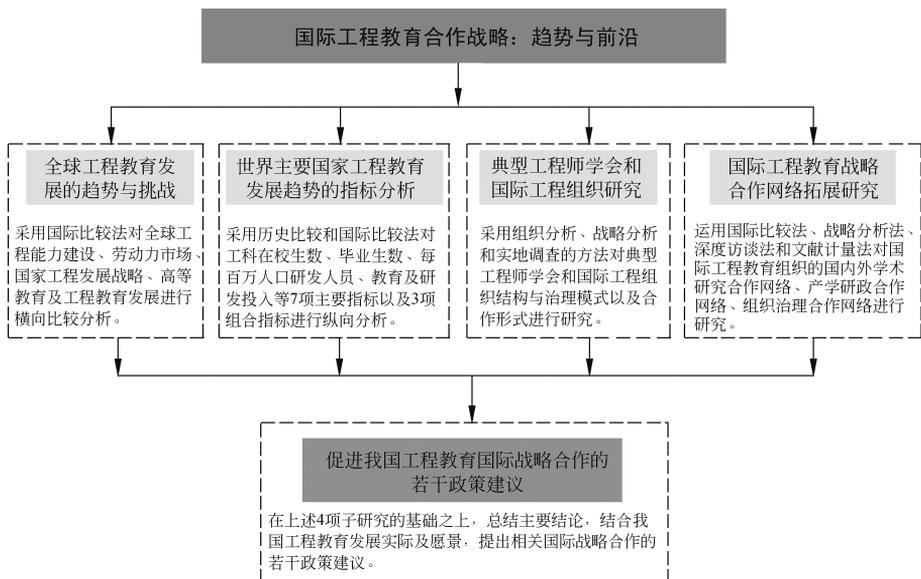


图 1-1 主要研究内容

第二章 国际工程教育发展的趋势与挑战

本章从宏观发展和国际比较的角度,对工程科技发展、工业劳动力市场、高等教育、高等工程教育发展的主要趋势和面临的挑战等进行扼要描述和分析。

一、工程在世界可持续发展中扮演日益重要的角色

2015年,联合国193个成员国通过了《2030年可持续发展议程》,这是继1992年《21世纪发展议程》、2000年《联合国千年目标》之后联合国提出的包含环境、经济、社会多个维度的全球性综合发展框架。可持续发展议程所包含的17个目标,必须借助于工程科技的支撑才能够实现。工程不仅在铁路、公路、桥梁、港口、机场、通信、水利等基础设施建设中扮演重要角色,必须通过持久不断的努力,减少工程快速发展的基础设施建设对环境的影响^①。与此同时,工程在应对能源安全、水安全、信息安全、气候变化、促进就业、减少饥饿、消除贫困、保护陆上和海洋生物等方面全球性挑战的重要性也日益凸显。

二、全球价值链分工体系下制造业竞争加剧

从全球价值链分工来看,发达国家和发展中国家扮演着不同的角色。从

^① Laurance, William F., Anna Peletier-Jellema, Bart Geenen, Harko Koster, Pita Verweij, Pitou Van Dijk, Thomas E. Lovejoy, Judith Schleicher, and Marijke Van Kuijk. 2015. Reducing the global environmental impacts of rapid infrastructure expansion. *Current Biology* 25 (7): R259-R262.

低参与国家到提供有限初级产品,从提供大量初级产品到初级制造业、先进制造业和开展创新活动,反映了处于不同发展阶段的国家,其发展动力从要素驱动到创新驱动的差别。

根据世界银行的《2020 年世界发展报告》的测算,中国已经在全球价值链上扮演先进制造业和服务业提供者的角色。与中国邻近的一些东南亚国家,也扮演着初级制造业提供者的角色。

历次工业革命,制造业发展是先声,也是国家竞争的核心。从制造业增加值^①的数据来看,进入 21 世纪以来,世界制造业的重心发生了历史性转移。主要特征体现为中美两个喇叭口,即美国的制造业增加值总额,从大向小收缩,中国的制造业增加值总额,从小到大扩张,而欧盟的制造业规模保持相对稳定(见图 2-1)。

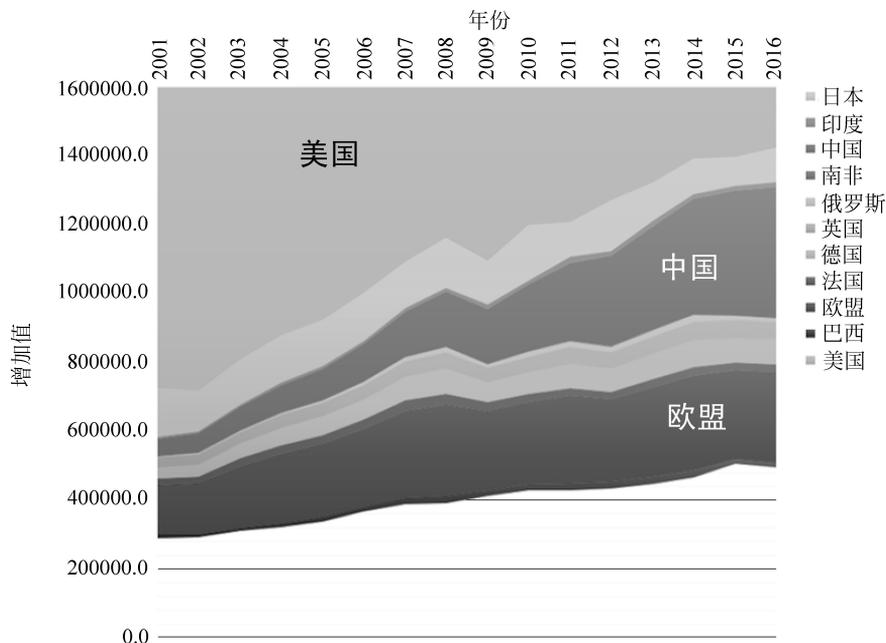


图 2-1 主要国家和地区制造业增加值的变化

数据来源:世界银行、国际工程教育中心

^① 制造业指的是属于国际标准产业分类 (ISIC) 中第 15~37 类的产业。增加值是一个部门在总计各项产值并减去中间投入之后的净产值。这种计算方法未扣除固定资产的折旧或自然资源的损耗。增加值的来源根据《国际标准行业分类》第 3 修订版确定。数据按现价美元计。

三、区域工程能力建设不平衡的趋势正在扩大

研发投入和研发人员是能力建设重要的财力资源和人力资源基础。联合国教科文组织统计所(UIS)的数据显示,非洲国家与欧洲、北美和亚太地区的部分国家在千名雇员中研发人员数量上存在着巨大的差距。这一差距在近10年来不仅没有缩小,反而有扩大的迹象。绝大多数非洲国家的研发投入总量很小、研发强度低于1%,每千名雇员拥有研发人员数量等指标,与欧美和亚洲一些国家相比,都存在着巨大差距(见图2-2)。

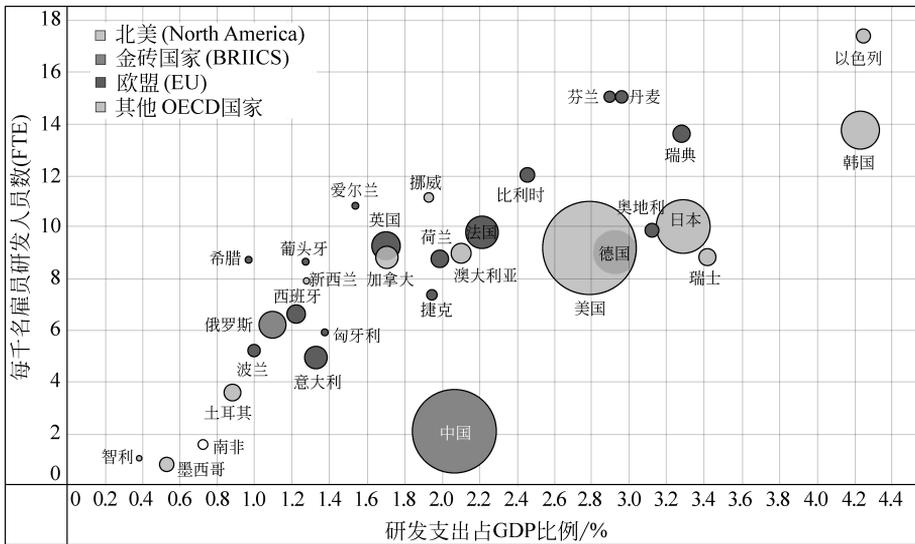


图 2-2 世界研发投入与每千名雇员研发人员数量

数据来源:联合国教科文组织统计所,国际工程教育中心

四、全球劳动力市场结构正在加快调整

随着世界范围的产业结构调整,全球劳动力市场的结构正在发生变化。国际劳工组织的数据显示,世界农业劳动力的规模正在快速下降,工业和服务业的劳动力规模正在快速上升(见图2-3)。总体上,工业就业人口仍然低于农业和服务业就业人口,工业就业人口的增长率也低于服务业就业人口的增长率。但是随着世界制造业的发展和分工的调整,工业就业人员的需求空间巨大。

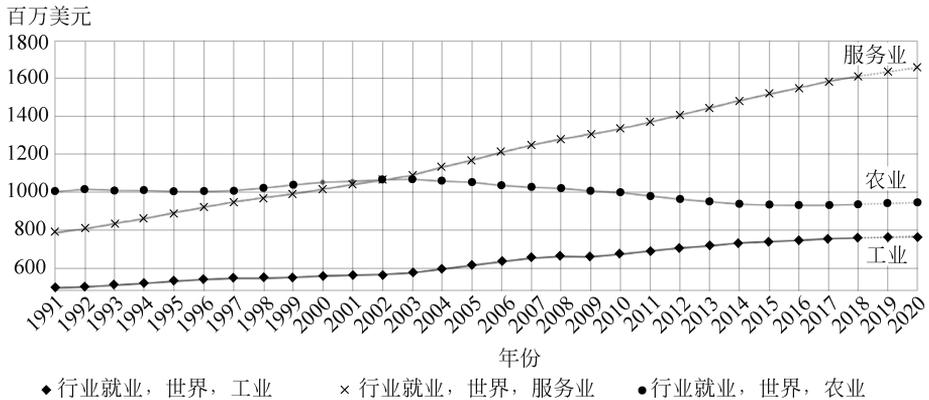


图 2-3 1991—2020 年全球劳动力产业结构

数据来源:国际劳工组织、世界银行

五、工业就业人口的区域分布正发生重要变化

从区域结构上看,由于工程技术对于发展中国家的经济社会发挥着更加重要的作用,亚洲和非洲地区的工业从业人员正在快速增长。根据国际劳工组织的估计,2018 年亚太地区工业从业人员数量超过 4.4 亿,非洲地区超过 6500 万(见图 2-4)。随着产业结构升级转型,这些工业行业从业人员的技能维持与更新将对各国工程教育和继续教育的能力提出新的挑战。

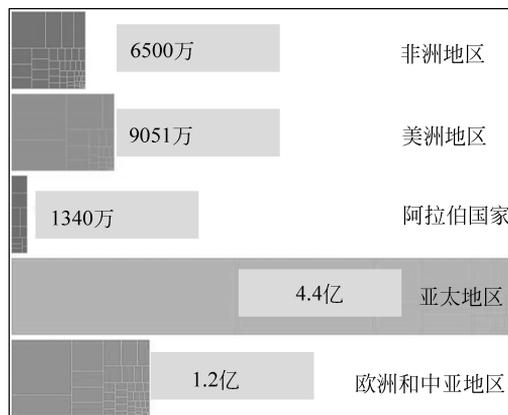


图 2-4 2018 年全球工业劳动力区域结构

数据来源:国家劳工组织,国际工程教育中心

从经济发展角度来看,工业就业人口占总就业人口的比例,在发达国家和地区、发展中国家和地区呈现出不同的特征。在发展中国家和地区,工业就业人口占总就业人口的比例,总体上呈现上升趋势;而在发达国家和地区,工业就业人口占比普遍呈下降趋势(见图 2-5)。这一变化,与工业在整个国民经济中的地位变化有密切的关系。工业就业人口的变化,对工程教育提出了新的要求。

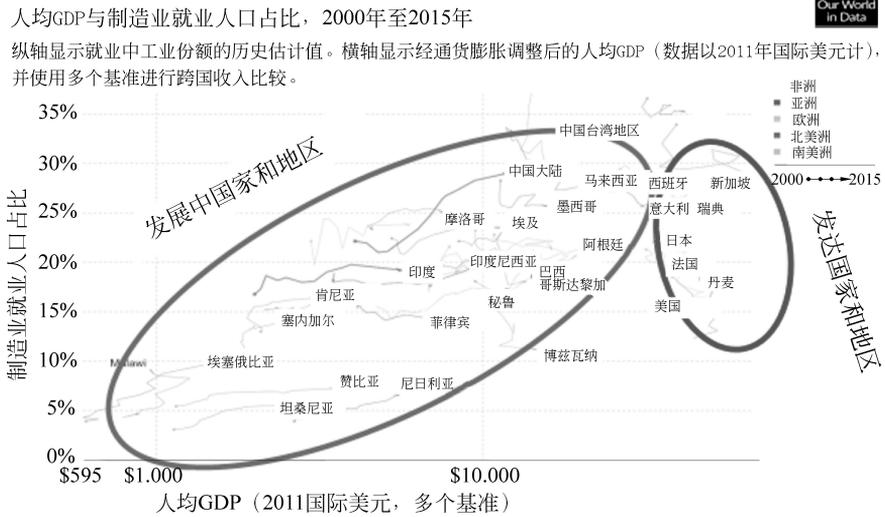


图 2-5 2000—2015 年各国或地区制造业就业人口比例与人均 GDP 变化

数据来源:Our World in Data

六、世界高等教育发展迈入快车道

从 1970 年到 2015 年,世界高等教育毛入学率持续增长,2015 年全球高等教育毛入学率达到 38%(见图 2-6)。特别是进入 21 世纪以来,在高收入国家和部分中等收入国家,高等教育的大众化、普及化进程在加快。其中中国的高等教育发展令人瞩目,毛入学率 2019 年年底已经达到 50%。

七、高等教育区域发展呈现出不同特点

世界高等教育规模的区域结构正在发生调整。根据联合国教科文组织的数据,2000—2015 年欧洲和北美地区的高等教育增长较为平缓,而亚洲高等教