

法国工程师学历教育解读

——基于工业革命和社会变革分析

于黎明, 陈辉, 王乐梅, 张巍

(北京航空航天大学 中法工程师学院, 北京 100191)

摘要:以历史观和发展观透视法国工程师学历教育的产生与发展。对于成长于第一次工业革命、成熟于第二次工业革命、变革于第三次工业革命的法国工程师学历教育,以关键历史事件包括拿破仑帝国、法国工程师职衔委员会设立、博洛尼亚宣言等剖析法国工程师人才培养模式的特点与演进,从而探讨科学技术进步和国家利益驱动对人才需求的导向作用。并针对中国目前进入现代工业化进程所急需的卓越工程师人才的培养提供可参考意见,包括人才培养模式的定位、评估等。

关键词:法国工程教育; 工程师学历教育; 法国高等教育体制; 法国学位制度; 博洛尼亚进程

中图分类号: G649

文献标识码: B

文章编号: 1008-2204(2013)02-0106-06

Interpretation of French Engineer Diploma Education: Based on Industrial Revolutions and French Social Reforms

Yu Liming, Chen Hui, Wang Lemei, Zhang Wei

(Sino-French Engineer School, Beijing University of Aeronautics and Astronautics, Beijing 100191, China)

Abstract: The emergence and development of French engineer diploma education is analyzed from the historical and developing perspective. The characteristics and evolution of French engineer training mode is investigated based on key historical events including the Napoleon Empire, the French Commission of engineer's title, and the Bologna Declaration so as to explore the guiding role of scientific and technological progress and national interests drive on the demand for engineers. Some inspirations are presented to respond to the urgent need of the excellent engineers in China which includes the objectives and evaluation of training for the modern industrialization.

Key words: French engineering education; engineer diploma education; French higher education system; French degree system; Bologna Process

法国工程师学历教育历史悠久,特点鲜明,成就卓著。其所培养的工程师人才在法国近现代三次工业革命中发挥了巨大的作用,实现了工程建国、工程强国和工程富国的使命。涌现了一大批行业、社会和时代的领军人物,像法国的联军统帅福煦、总统德斯坦、诺贝尔奖得主贝古勒耳、热力学的奠基人卡诺和数学家柯西等,以及空客、法电、雪铁龙、阿尔斯通、路易威登斯伦贝谢等世界知名企业的创始人,促使法国在现代工业各个领域包括航空航天、高铁、核能、信息、建筑、农业、医药和艺术等都走在了世界前列。解读法国工程师学历教育首先需要从法国高等教育独特的双轨制和法国古老而常新的学位制度入

手。笔者针对法国工程师学历教育的发展历史,基于三次工业革命的进程与法国社会变革的影响分析其特点,通过关键历史事件解读法国工程师学历教育的转变,探讨科学技术进步和国家利益驱动对人才需求这一最大生产力资源的影响,以及所带来的人才培养模式改革,为中国高等工程教育改革和卓越工程师人才培养提供参考和借鉴。

一、法国高等教育体制和学位制度

(一) 法国高等教育体制

法国高等教育一直遵循拿破仑时代所建立的中

央集权制,赋予高等教育公共产品的属性,以促使高等教育为政府的政治利益和国家的经济发展服务。国家在政府层面、经费支持和政策导向上,给予稳定的支持,实现了高等教育的长期稳定发展。

法国高等教育实施双轨制,也有专家认为是三元机制^[1]。双轨制是由作为精神堡垒的大学和培养技术人才的大学校组成,如图 1 所示。主体是承担着大众化高等教育职责的综合大学(university)和实施法国精英教育的大学校(grande école)。法国大革命之前,大学教育把持在教会手中,面向的人群主要是贵族和富有的资产阶级;法国大革命期间,教会掌控的大学被废止,政府成立了更加有助于国家

发展的工程师院校,即大学校,为普通民众通过技术改变自身状况,晋升上流社会提供了一条可能的渠道。^{[2]93—100}基于国家发展需求以及民众的大力支持,大学校成长壮大起来。在法国,通过高中毕业会考(Bac)的学生都可直接申请进入大学本科阶段,或进入高等职业教育,攻读高级技师(BTS)、科技大学(DEUST)或大学技术(DUT)等文凭。但是只有通过严格入学考试的优秀学生,才能进入大学校读书。大学校分为三类:工程师院校(Ecole d'Ingénieurs)、商校(Ecole de Commerce)和其他类,包括高等师范学院(Ecole Normale)和政治学院(Ecole Politique)等院校,如图 2 所示。

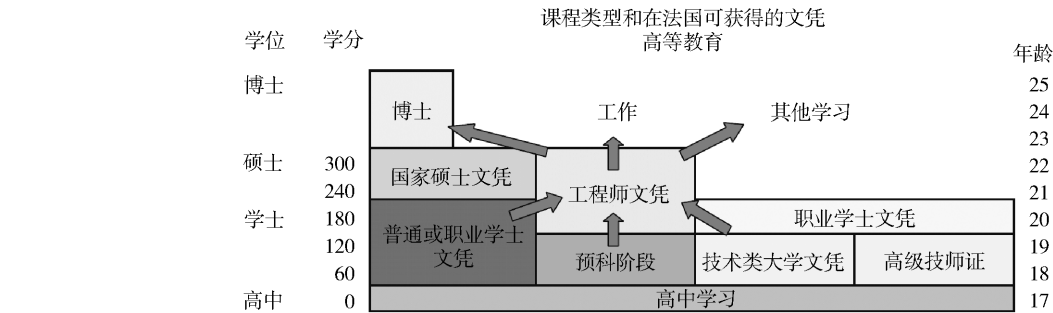


图 1 法国高等教育的双轨制



图 2 2007 年法国大学校的主体分类

为了促进 1999 年通过的欧洲高等教育一体化“博洛尼亚进程”,法国大学由原来的多元化学制和学位授予发展到今天的 3-5-8-LMD 形式,即高中毕业生进入大学后,三年学士毕业,5 年硕士毕业,8 年博士毕业,与国际上通行的大学学制和学历授予接轨。工程师学历教育历时 200 多年的发展,发生了显著变化,但其基本特色和原则仍保持不变,如一直坚持 5 年学制即 2 年预科学习和 3 年工程阶段学习以及工程师职衔所具有的职业和学位双重属性。^{[2]76}

(二) 法国学位制度

从法国高等教育的双轨制可以看出,以研究型学位文凭和职业型学位文凭并行的学位制度满足了不同层次的社会需求。中世纪大学是现代学位制度与大学的源头,与博洛尼亚大学一样,前身是索邦神学院的巴黎大学是中世纪最古老的大学之一。1180 年,法皇路易七世授予巴黎大学“universities”

称号。巴黎大学对人类文明与文化的传承载体——大学的成立以及机制的建立做出了非常重要的贡献。与博洛尼亚“学生型”大学不同的是,巴黎大学的“教师型”管理奠定了现代大学内部运行机制的管理模式。在巴黎大学诞生了世界上第一个学士学位和第一个博士学位,孕育出中世纪完整的学位制度^[3],并影响至今。

法国学位制度的产生如图 3 所示。从中可见,中世纪学位的产生是借鉴了欧洲的骑士制度和行会制度,仿效骑士制度的等级划分体现了荣耀和社会认可度;仿效行会制度的晋升方式以表征能力和职位之间的关系。中世纪大学学位的最初含义是对个人任教资格的认可,是学者进入教师行会资格的证明。尼古拉四世(1230—1292)规定,凡是获得巴黎大学硕士和博士学位者,有资格在任何地方任教,而无需另行考试与考察。

作为精神传承阵地的大学是中世纪留给现代社

学位制度 初期	业士 (baccalaureat) --- 执教许可 (licentia docendi) --- 就职礼 (inceptio)
现代学位 制度LMD	学士 (bachelor) — 硕士 (master) / 工程师 — 博士 (doctor)
骑士制度	扈从 (ecuyer) — 见习骑士 (bachelier) — 骑士 (chevalier)
行会制度	学徒 (apprenti) — 帮工 (compagnon) — 师傅 (maitre-master)

图3 法国学位制度的产生

会惟一完整的组织结构,历来是各朝代的君主们与教会的争夺之地。在宗教改革运动前,处于天主教管辖之下的大学主要培养宗教和社会管理人员。王权另辟蹊径,支持文艺复兴运动的法王弗朗索瓦一世(1494—1547)在1530年创办了皇家学院(Le College Royale),即后来著名的法兰西学院,与宗教保守的巴黎大学分庭抗礼,开另建大学之先河,为以后大学校的创建提供了模板。

18世纪初,法国对外扩张,急需一批军事与专业技术人员,于是在1720年创办了炮兵学院。随后一批以培养工程技术人才为主的学院孕育而生,这些学院统称为大学校(les grandes écoles)。相比于商业学院、师范学院和政治学院等有明显行业背景的大学校,其初期侧重工程技术与管理,以培养满足各个工业领域的工程师人才为目标,现在转变为以培养多学科交叉的工程科学精英人才为目标。

二、法国工程师学历教育与工业革命和法国社会变革

追寻三次工业革命和其间的法国社会变革可以分解出法国工程师学历教育的发展轨迹和特点。以蒸汽机为代表的第一次工业革命(18世纪60年代到19世纪40年代),使英国和法国一举成为“世界工场”,并建立起欧洲帝国,叱咤全球半个多世纪;以内燃机和电力技术为代表的第二次工业革命(19世纪70年代到20世纪初),使美国、德国和法国等国一跃成为发达工业国,跻身世界一流强国之列,驰骋世界民族之林;以计算机和信息技术为代表的第三次工业革命(20世纪40年代至今),虽然在这期间美国在多极化世界独领风骚,但仍使法国保持其领先地位。^[4]在法国工业化进程中,工程师学历教育发挥了巨大的作用,可以说,成长于第一次工业革命,成熟于第二次工业革命,变革于第三次工业革命的法国工程师学历教育有效地推动了工业革命的进程。

(一) 第一次工业革命和拿破仑帝国:明确了法国工程师学历教育的国家性、应用性和精英性

18世纪60年代,第一次工业革命开创了近代工程应用的“蒸汽时代”。机器的广泛采用、生产的规模化,使各个行业都对技术的发展和革新提出了更高的要求。保守的中世纪大学跟不上时代的步伐,于是波旁王朝的君主办起了军事学校和工程学校以培养应用性技术人才来满足社会科技进步和国家军事需要。如炮兵学校(1720)、军事工程学校(1749)、国立路桥学院(1747, Ecole Nationale des Ponts et Chaussées, 简称 ENPC)和巴黎高等矿业学校(1783)等,工程师教育开始形成和发展。

作为第一所能授予正式工程师文凭的国立路桥学院,其使命是培养具备高水平科学、技术和综合能力的工程师,能够在军事装备、领土整治、建筑、交通、工业和环境等领域担任领导职务。国立路桥学院从建校之初就表现出典型的法国“大学校”的主要特点:学校对学生的选拔要求极高;预科课程在整个课程体系中占据重要地位;繁重的学习压力要求学生刻苦勤勉;学生的淘汰率很高,竞争非常激烈,但最终获得学位的学生毕业后会有很好的职业前景。

第一次工业革命期间对法国工程师学历教育影响深远的历史事件是法国大革命和拿破仑帝国的建立。1789—1794年,以攻占巴士底狱为标志的法国大革命从根本上推翻了统治法国一千多年的封建制度,确立了资产阶级政权。新生的资产阶级认为,大学代表了教会和旧王朝的势力和传统,因此关闭了全部中世纪大学(后来拿破仑恢复了部分大学)。大革命后建立的各类专业化学校主要以某一特定学科领域为特色,或专门为某一职业服务,课程内容多为新兴的实用性科学和技术,主要培养应用型技术人才,其中包括许多著名的工程师学校,如在巴黎创办的综合理工学校(1794, École polytechnique)和巴黎高等师范学校(1794)等。可见,资产阶级政治经济体制的发展直接促进了工程师教育的

大发展。

1799—1814年拿破仑执政期间,法国确立了中央集权管理的教育体制,高等教育成为实现帝国政权目标服务的工具。为了帝国的迅速强大,拿破仑积极推进工程师教育的发展,先后开办圣西尔军校等一大批大学校,指明了大学校的国家性、应用性和精英性,完善了法国工程师教育体系,为法国的工业化发展培养了大批实用型、专业型人才,直接推动了法国工业化进程。如在1805年,拿破仑正式赠予巴黎综合理工大学校训:“为了祖国、科学和荣誉”。^[5]巴黎综合理工大学被当作一所军事院校,为帝国源源不断地输送军事科学技术和工业方面的人才。法国工程师学历教育在拿破仑帝国时代得以巩固和发展。

(二)第二次工业革命和法国工程师职衔委员会:确定了法国工程师学历教育的规模化、规范化和认证制

19世纪70年代到20世纪初,以电力的广泛应用为显著特点的第二次工业革命将人类由“蒸汽时代”带进“电气时代”,工业在国民经济中居主导地位,工业化社会建立。工程师学校在建校纲领中均提出了要通过培养高水平的毕业生来加速实现国家工业化的目标。生产技术的变革使法国国民经济得到了空前的发展,工业、金融、交通和商业等领域持续增长,农业现代化也初显规模。为加快科技成果向工业转化的速度,研究型工程师对工业技术发展的作用日趋重要,这些促进了工程师教育的快速发展。1890年前后,第二轮工程师教育机构的兴建和扩建潮开始涌现。

随着工程师学院的快速增长,社会上出现了对工程师文凭的社会价值和工程师人才培养质量的质疑。法国决定提高工程师文凭的含金量,强调文凭的发放只能针对真正有实力的领军人才。法国在1934年通过法律确定工程师职衔委员会(CTI)为工程师学历教育认证机构,并由此确立了法国及欧洲最早的针对工程师学历教育和工程师文凭的评估和认证体系。CTI负责工程师资格认定和工程师文凭发放,它是教育部下属的独立机构,但不具有行政权力。因此,具有职业和学历两种属性的工程师职衔及工程师学历教育在社会上享有极高的声誉。

CTI的评估和认证,对保证和提高法国工程师学历教育的质量发挥了推动和监督的作用。按照CTI的评估和认证要求,工程师学院具有小而精的特色,其在校人数只占法国大学生总数的5%左右。最优秀的高中毕业生需要通过两年艰苦的预科学

习,并通过严格的考试后才能进入三年的工程师学习阶段。工程师学习阶段既注重学生的基础知识学习,也重视学生实践能力的培养。通常情况下,第一学年为基础理论学习,强化学生在预科所学的知识;第二学年为专业理论课、实习课和实验课的学习;第三学年为部分专业课,毕业实习和答辩;每年实习一次,累计10—12个月;至少有三个月的国外游学经历;总计约2500到3000学时。如此规范化的培养模式使学生具有扎实的理论基础和解决实际问题的能力,培养质量得以保证,毕业生很受企业和社会欢迎。

(三)第三次工业革命和博洛尼亚宣言:促使法国工程师学历教育标准化、国际化和跨学科化

以核物理、空间、信息、生物等为代表的第三次工业革命带来了前所未有的现代工业的快速发展,其显著特点是科学与技术一体化、科技与产业一体化、理论与实践一体化。“信息时代”和“知识经济”使人类进入了“地球村”。^[4]

在第二次世界大战后的“光辉30年”里,法国高等教育进入跳跃式发展阶段,国家对学校发展进行了全面的统筹引导,教育基础设施得到极大改善。为适应百废待兴的国家发展战略,法国教育部决定从1950—1960年共发放12000份工程师文凭,到1971年,增加并达到20000份。自1968年的“五月风暴”之后,法国颁布了《高等教育发展方向指导法案》,在扩大规模、拓展办学方向和提高教学质量方面进行改革,提出高等教育办学自治、参与和多学科发展三项方针,使高等教育办学机构有了更多的自主权。1972年,法国在里尔、蒙伯利尔和克莱蒙-费朗三个城市的公立大学首创了工程师教育,形成了工程师的多元培养模式。20世纪的最后10年可以说是法国大学内部工程师教育飞速发展的10年,颁发了占法国18%的工程师文凭。这期间CTI于1994年颁布了第一部《法国工程师职衔委员会CTI认证指南》,作为指导工程师学院认证的标准化文件。1984年《萨瓦里》法规定,工程师培养可由工程师学院、综合大学(公立大学)等高等教育机构完成,在培养机构获得CTI认可后,才准予发放工程师文凭,并获得国家高等教育部的认可。

1999年,欧洲29个国家(包括法国)在意大利的博洛尼亚大学签订了博洛尼亚宣言^[6],推进了欧洲教育一体化进程。博洛尼亚进程(Bologna process)实现了欧洲诸国间在高等教育领域的统一性^①,确保了各国高等教育标准的一致性。这使法国工程师学历教育开始走向欧洲和全球。在2005年

5 月卑尔根(Bergen)欧洲峰会上,CTI 作为发起机构之一和其他成员机构一起成立了欧洲高等教育质量保证协会(ENQA)^②,2007 年,CTI 获欧洲工程师教育认证体系(EUR-ACE)标志。至此,法国工程师学历教育的认证及文凭授予的方法和标准符合欧洲统一标准,与 EUR-ACE 的评估和认证相互认可。同样在 2007 年,法国颁布了《综合大学自由责任法》,鼓励大学和大学校组合形成大学区,公立大学自治,资源共享,提高国际综合竞争力。

2009 年最新版的《法国工程师职衔委员会 CTI 认证指南》中指出^③:现代工程师科学是跨学科科学,工程师接受的教育应该建立在一个宽广的、多学科的科学基础上,重点放在学习方法、学习工具、工业背景或工业环境上。强调以多学科教育、多模式教育和多元化培养提高学生的创新能力和解决复杂问题的能力。其中:多学科教育涵盖了自然科学、技术科学、人文科学和社会科学范畴知识的融合;在工业背景下的多模式教育,是指以项目、案例研究、实验和实习为教育内容,使学生能够学以致用,培养创新能力;多元化培养方式有联合培养、校企合作和国际交流等。可见在 21 世纪,现代工程师学历教育在坚持原有的精英化培养,夯实坚实的数理基础,与工

业界紧密结合,培养团队精神和个性化因材施教等特征的基础上,按照国际化要求和现代工程科学跨学科特点,强调了多元文化背景和多学科交叉学习与实践能力的培养。这样才能获得具有管理国际项目和国际竞争力的创新型工程师人才,即国际型系统工程师。现代法国工程师学历教育的培养模式如图 4 所示。该培养模式既保留了法国工程师学历教育传统的基本原则,又有培养理念的变革。

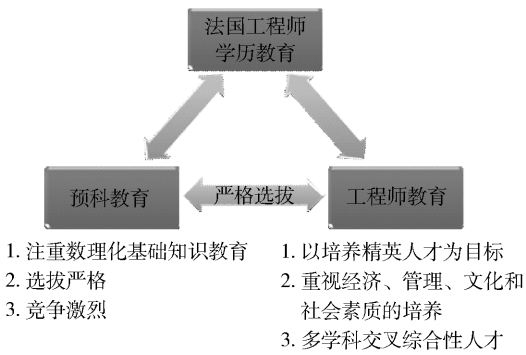


图 4 现代法国工程师学历教育的培养模式

法国工程师学历教育的产生与发展,如表 1 所示,可见,科学技术进步和国家利益驱动对人才需求和培养模式具有导向作用。

表 1 工业革命和社会变革对法国工程师学历教育的影响

参数	第一次工业革命	第二次工业革命	第三次工业革命
时间	18 世纪 60 年代到 19 世纪 40 年代	19 世纪 70 年代到 20 世纪初	20 世纪 40 年代至今
工业革命特征	以蒸汽机为代表 蒸汽时代 机器化,工厂产生	以内燃机和电力技术为代表,电 气时代 科技含量高,规模化	以计算机和信息技术为代表,信 息时代 科学、技术、人文和社会融合
关键历史事件	法国大革命和拿破仑帝国	CTI 成立	博洛尼亚宣言
法国工程师学历教育发展阶段	成长阶段	成熟阶段	变革阶段
工业革命和社会变革的影响	扩张/国家集权	质量/认证体系	统一/国际接轨
工程师人才特点	技术型工程师/技能	研究型工程师/科技	系统工程师/通用
法国工程师学历教育的发展特征	国家性,应用性,精英性	规模化,规范化,认证制	标准化,国际化,跨学科化

三、启示

(一)卓越工程师人才培养的定位

在三次工业革命进程中,因为历史原因,中国一直屈居在后。如今中国进入现代工业化时代,急需大量卓越的工程师人才,国内高等工程教育迎来了一个在变革中谋求发展的好时机。参照法国工程师学历教育的发展历程,系统工程师是目前中国最需要的人才,为了填补之前工业革命进程中部分没有

成熟发展起来的工业领域用人需求的空白,中国同时也需要大量的技术型工程师和研究型工程师。因此,中国工程师培养需要实施多层次和多元化培养模式,每个工科院校需要根据自己学校的特点,定位好卓越工程师人才的培养模式。只有明确了培养目标,是技术型、研究型还是系统型工程师,才能选择有针对性且合理的培养模式,协调所有资源,培育出有特色的工程师人才。

(二)培养质量的评估与社会认可度

法国工程师学历教育实施与学士、硕士和博士

学位制度并行的工程师学位,工程师学位相当于硕士,有工程师学位的学生可以直接读博士,但是在预科阶段没有相当于本科学士的学位。工程师学位在法国社会享有很高的认可度,政府、行业和企业对持有工程师学位证书的毕业生另眼相待,相比较于持有其他职业资格证书或是学位证书的毕业生来说,经济不景气对工程师学位证书持有者的失业率影响较小。

目前,中国高等教育的改革战略是“由高等教育大国向高等教育强国转变”,其核心就是提高教学质量。教育部实施的“卓越工程师教育培养计划”的“卓越”二字突出了质量的重要性。^④可参考法国工程师学历教育质量认证体系,依法设立专门机构,对实施工程师学历教育的工程师学院及其培养过程进行定期评估与认证,以监督、促进和保证工程师学历证书的质量和含金量。中国针对本科教育和研究生教育设有专门的机构进行本科和研究生教学评估,现急需建立针对“卓越工程师教育”的质量评估与认证体系。

(三) 培养模式的个性化与融合

为加快卓越工程师人才的培养,可以引进、借鉴国外优质的工程师教育资源,如法国工程师学历教育、美国的 CDIO 工程回归教育模式等,为我所用,建立中外合作办学模式。例如:成立于 2005 年的北京航空航天大学(以下简称“北航”)中法工程师学院^{[2]217—220},即是与在法国工程师学院排名前三的中央理工大学集团合作,引入法国工程师学历教育,结合北航高等工程教育的特色,因地制宜,培养具有中法两国文化教育背景的高水平国际通用工程师人才。2012 年 1 月,第一届毕业生同时持有法国 CTI 和欧洲 EUR-ACE 认证的工程师学历证书和北航硕士证书。这种引进、融合、再提高的工程师人才培养教育模式的锤炼可取长补短并能高效实施。同样,国内的高等教育要主动跨出国门,通过对比研究,凝练并保持自己的人才培养优势,并加以推广。随着中国地位的崛起,高等教育有责任和义务使更多的世界目光投向中国,甚或向中国看齐。

(四) 人才培养中的国家意识

面对即将到来的以“绿色能源、绿色科技”为代表的第四次工业革命,中国有了一个新的发展机遇。虽然在前三次工业革命中,中国落后于世,但如今是在同一起跑线,如何起跑并争取领跑,是中华民族面临的新机遇和新挑战。一切的关键是人才。培养的人才要引领这个时代,引领第四次工业革命;同样,培养的人才要引领这个国家。在国际化竞争如此激

烈的时代,国家意识在人才培养中的重要性越发突出。从人才培养的实效性、高效性和长远性考虑,首先,人才培养要紧密结合国家和行业的战略需求,有前瞻性地培养创新型领军人才,实践为国家大战略和民族利益服务的远景规划;其次,是人才培养的国际化。面对能源危机、气候变暖等全球性问题,培养出的人才要有国际化的视野、全球性的合作精神和沟通能力,这些是未来高等工程教育中需要充分关注并有待增强的责任意识和大系统能力的培养要素。

总之,解读法国工程师学历教育,尤其是基于工业革命和社会变革来分析法国高等教育的发展、演变和作用,可以清晰地看出科技进步和社会发展对人才需求的强大推动和导向作用,以及创新人才对国家发展的支撑作用。据此,预测中国面临第四次工业革命浪潮,如何准备好并在国际上占领重要地位,关键在于人才的培养和储备。培养具有全球视野和国际竞争力的人才,具有国家荣誉感和社会责任感的人才,国家和民族才能与时俱进,屹立于世。

注释:

- ① 参见:1999 年 Joint Declaration of the European Ministers of Education Convened 会议上发表的 Bologna Declaration: the European Higher Education Area。
- ② 参见:2005 年 Conference of European Ministers Responsible for Higher Education 会议上发表的 Bergen Communiqué: the European Higher Education Area-achieving the Goals。
- ③ 参见:Commission des Titres d'Ingénieur, Références et Orientations,载于 <http://www.cti-commission.fr/>。
- ④ 详见:《国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010—2020 年)》,载于 www.gov.cn,访问日期为 2010 年 7 月 29 日。

参考文献:

- [1] 朱华山. 传统与变革的抉择:细读法国教育[M]. 沈阳:辽宁人民出版社,2011:93—100.
- [2] 熊璋,于黎明,徐平,等. 法国工程师学历教育认证指南[M]. 北京:科学出版社,2012.
- [3] 杨少琳. 古老而常新的法国学位制度[M]. 重庆:重庆大学出版社,2010:43—48.
- [4] 党双忍. 中国崛起:领跑第四次工业革命[EB/OL]. (2011-06-06). <http://www.chinavalue.net/Finance/Article/2011-6-6/195497.html>.
- [5] 百度百科. 巴黎综合理工大学[EB/OL]. [2011-09-29]. <http://baike.baidu.com/view/249671.htm?subLemmaId=249671&fromenter=Ecole+Polytechnique>.
- [6] Béraud André. Questioning a tradition: a French way of excellence [J]. European Journal of Engineering Education, 2000, 25 (4): 369—375.