

高等工程教育产教融合实现路径探析

——法国工程师大学校“企业教席”案例

李敏 征琪 张炜

【摘要】产教融合是推动新工科建设、强化国家战略科技力量、实现创新驱动发展的必然要求。“企业教席”是法国工程师大学校与企业落实合作举措、推进产教融合的特色成果和有效机制。本文以案例结构化呈现了“企业教席”标准化的合作框架、市场化的运作机制、多元化的社会合作网络等特点,从法国税收制度设计、国家科教战略布局和工程教育认证标准等方面阐述了“企业教席”运作模式有效推动产教深度融合的内在动因。

【关键词】法国工程师大学校 企业教席 校企合作 产教融合

为应对新一轮科技革命和产业变革,世界各国大力推动再工业化战略布局,美国《先进制造业国家战略计划》、德国“工业 4.0 战略”、法国“新工业法国战略”等先后出台。2021 年 3 月,我国发布“十四五”规划和 2035 年远景目标纲要,加快建设科技强国,明确指出应“推进科研院所、高等院校和企业科研力量优化配置和资源共享”。^[1]

全球科技竞争态势和国家远景规划目标对提升高等工程教育质量提出了更高要求。我国高等工程教育产教融合在促进教育链、人才链与产业链、创新链有机衔接等方面作出了诸多探索和努力^[2],但与实现深度融合的目标依然存在较大差距。高等工程教育产教融合存在校企合作浅层次、产学相对脱节、体制机制不完善等困境,校企协同育人的人才培养模式远未成形。^[3]在加快“形成中国特色、世界一流工程教育体系,进入高等工程教育的世界第一方阵前列”^[4]目标要求下,深入研究世界工程教育强国运作成熟的产教融合机制,可为我国工程教育改革提供有益借鉴。

一、“企业教席”的概念内涵和发展成效

法国是世界上首个专业化开展高等工程教育的国家。历经 200 多年发展,法国工程师培养精英化的历史定位、高标准的选拔制度、通用型人才的培养理念、理论结合实践的培养方式、适应时代需求的国际化发展等特点受到广泛关注。^[5]产教融合方面,法国工程师大学校与企业的合作涵盖

教学师资、科学研究、实习就业、国际网络各环节,呈全链路双向合作和校企双方互利共赢的特点。“企业教席”(Chaire d'entreprise,又称“教学与研究教席”Chaire d'enseignement et de recherche),是法国工程师大学校推进产教融合的特色成果和有效机制。企业教席制度将校企合作模式从点对点、单向度的分散式发展归置于标准化合作框架下高效推进,被视为高校和科研机构对接经济社会的关键窗口,亦是面向学生、科教人员、企业人员及广大社会团体传播特定领域前沿知识的有效工具。^[6]

企业教席由一家或多家企业出资设立,各工程师大学校通过在教席类型、资金投入、行动范围、管理架构、运作期限等方面设置框架性规定,为各类规模企业主导设立或协同参与教席提供明确路径。企业教席淡化个体属性,强调多元且落地的团队合作。设立教席后,校企围绕科技创新前沿领域、共同关切重点议题组建团队。高校推选一位或多位主题相关领域教学科研人员主持教席,教席负责人除具备教席设定领域专业知识外,还需发挥联动政产学研各利益相关方的中枢作用。团队核心成员由学校教学、科研人员和企业管理人员、技术人员混编组成,根据教席运作需要,设置如研判发展方向的战略委员会、推动合作落地的行动工作组、衡量运作实效的评估委员会等。校企通过教席在教学、科研、创新、国际合作等方

收稿日期: 2022-03-02

基金项目: 国家自然科学基金面上项目“基于设计的工程学习作用机理及其学习有效性研究”(72074191);教育部新工科研究与实践项目“学习科学视域下我国新工科人才学习质量提升路径的探索与实践”(E-CCJYZL20 200812)

作者简介: 李敏,浙江大学国际合作与交流处处长、副教授;征琪,浙江大学国际合作与交流处职员;张炜,浙江大学中国科教战略研究院副院长、研究员。

面开展深度合作,充分融合学校教学科研力量和企业研发应用实际,推动教席可持续发展。

1986年法国高等经济商学院以“高耗能商品”为主题成立教席以来,企业教席制度持续发展^[7],已成为衡量法国200余所工程师大学校与企业合作关系的重要指标。据2021年法国权威教育媒体L'Etudiant的工程师大学校排名^[8],与企业合作紧密度位列前五的工程师大学校纷纷聚焦前沿主题发展教席(见表1)。

表1 五所顶尖工程师大学校企业教席情况

学校名称	教席数量	涉及主题和研究领域
中央理工-高等电力学院	20	人工智能、生物科技、数字技术、5G、供应链管理
巴黎高科路桥大学	15	四大领域:城市及出行系统,环境资源管理,未来工业,经济、作用与社会
巴黎综合理工学院	31	九大领域:可持续发展,能源,数据科学和人工智能,生物工程,创新经济和负责任的管理,金融,交通与出行,创新材料,艺术与社会
国立高等工程学院	19	未来工业、人工智能、通信前沿研究、网络安全、能源与社会转型等主题
巴黎高等电信学校	16	人工智能、数字变革、网络安全、复杂系统工程等主题

企业教席制度成功运作有力推动了法国高等工程教育产教融合长效机制的建立,实现了开创性教学实践项目设计、面向产业共性技术的科研创新攻关和高水平国际合作联合培养,极大促进了创新型、应用型工程科技人才培养。以巴黎综合理工学院与标致雪铁龙集团2011年合作的教学与研究型“雪铁龙教席”为例:该教席聚焦材料和机械结构等企业关切和行业关键领域。人才培养方面,教席开设“材料、结构、多物理建模”跨学科英文硕士项目,引入雷诺、法国电力、法国原子能和替代能源委员会等企业和机构行业专家,巴黎高等物理化学学院、康奈尔大学等国内外一流院校教学研究人员深入参与项目建设,毕业生人数从2012年5人增至2018年20人;科研攻关方面,教席支持固体力学实验室(LMS)等多个国家实验室发展,设立科技合作专项,每年分层次资助10个一般类项目和3个旗舰项目,在轻量化结构和纳米传感器等领域取得重要创新成果;国际合作方面,教席与加州理工学院、慕尼黑工业大学等结成伙伴关系,在聚焦领域开展博士联合培养。^[9]企业教席制度缘何能发展演化成为产教融合长效机制?本文拟将巴黎综合理工学院等法国顶尖工程师大学校作为典型追踪案例,阐述企业教席制度顶层设计和运作机制,以探索其成功动因。

二、法国工程师大学校企业教席运作机制

(一)以标准化合作框架明确企业教席功能定位

企业教席以企业资助为前提,共同主题为核心,在标准化框架下运作发展。设立教席意味着企业成为学校重点合作伙伴,学校充分调动资源,针对教席主题与企业共同组建教学科研和管理团队开展深度合作。各工程师大学校对教席类型、行动范围、运作期限等作出明确框架性规定,在合作框架下校企进一步匹配需求,发展特色。

合作框架将企业教席划分为不同类型并为各类型教席划定行动范围,使企业教席的校企合作重点明确、路径清晰。教学型和研究型是最常见的划分办法,教学型教席侧重以学校人才培养为中心,企业通过参与教学管理、开设专门课程和专业、设立奖助学金、提供企业参观和实习机会、培养企业博士等参与工程人才培养。研究型教席侧重以产业需求为导向,企业利用学校科教资源,针对企业难题组建跨学科团队开展专项研究,共同举办研讨会等学术活动,为企业发展提供创新思路。制度型(又称教学与研究型)教席融合两类教席的特点和优势,使校企合作易于实现多途径、全链路、深融合发展,成为最常见的教席类型。

企业教席下的校企合作兼具长期稳定和适应时代变化的特点。合作框架要求校企围绕主题开展至少三年的合作,到期后双方根据发展需要选择结束教席或继续新一轮合作并调整战略重点。每年新教席设立数量和已有教席延续情况是工程师大学校年度成果总结的重要部分。以巴黎高科路桥大学为例,学校2019年度报告总结了15个现有教席运作情况并着力介绍了教席更新情况。其与巴黎大区公共交通管理局合作成立的“区域交通”主题教席完成了2010-2019年第一阶段合作,启动同主题2020-2025新阶段合作,战略重点从“公共交通网络中的交通工具流量模型”调整为“公共交通经济和出行系统预测”。^[10]

(二)以市场化运行模式保障校企双方供需匹配

在标准化合作框架基础上,工程师大学校面向企业详细介绍学校师资力量、学科实力、科研水平等优势,对企业教席设立的资金投入、参与方数量、成果产出、资源支持等方面予以明确规定,使其运作呈现市场化特征。以国立里昂应用科学学院为例,该校向企业公开各类型教席投入要求、预期成果及学校资源保障情况^[11],以找寻匹配度、达成合作意向(见表2)。

除提供教学、科研、管理人员及设备设施等资源为注资企业解决实践问题、共享国家资助等硬性收益外,工程师大学校还列举提升形象声誉、面向学生推广雇主品牌等软性收益,以增强教席对

企业的吸引力。企业教席市场化运作机制保障了校企双方明确受益契合点和供需匹配度,大学校得以在标准化框架下面向企业吸引投资、实现特色发展,企业得以依据自身实际向院校投入人力与资金,推进合作、解决难题。

表2 国立里昂应用科学学院各类型企业教席

教席类型	研究型	教学与研究型	教学型
关注领域	- 技术难题 - 前沿研究	- 可持续能源、信息与数字社会、全球健康与生物工程等社会关切领域的研究与创新 - 性别平等、跨文化、弱势群体等人文社科领域的教学	跨学科工程教育、创新教学法、创业精神培育
资金要求	5年100万欧元/每年20万欧元	5年150万欧元/每年30万欧元	5年50万欧元/每年10万欧元
企业数量	1家	多家	1家或多家
预期成果	2-3篇围绕企业应用课题的博士论文 - 科研合同 - 国家资助	4-6篇围绕企业应用课题的博士论文	推动工程师职业变革
资源支持	1名教授负责主持教席,校企开展联合研究 23家实验室及技术平台支持 - 行政管理支持	1名教授负责主持教席并协调企业与科研机构推进合作 - 多家实验室及技术平台参与,推动跨学科合作 - 多家企业参与,共享合作网络 - 行政管理支持	组建一支致力于革新教学模式的教师队伍,对内发展教学旗舰项目,对外拓展企业关系

(三) 以多元化合作网络广泛吸引利益相关者深度参与

企业教席在标准化框架下和市场化运作中,构建丰富多元的合作网络。就企业规模而言,大企业可通过独家资助成立教席,中小微企业可选择赞助参与教席下设项目;就区位因素而言,学校可面向城市、大区、国家、欧洲、世界不同维度,发展区域性或国际化教席;就参与方性质而言,学校作为中心枢纽,连接高校、科研机构、企业和政府部门等利益攸关方,构建广泛社会合作网络。

光学是欧盟“地平线2020计划”认定的五大关键使能技术之一,以成立于2017年的法国唯一光学主题的中央理工—高等电力学院光学主题教席为例^[12],该教席由多方共同出资设立和支持运作,注资20万欧元可成为创始资助方,参与战略制定和管理;中小规模企业可通过每年投入5千至2万欧元不等的资金成为不同级别企业伙伴,参与教席下的一项或多项行动;学术合作方可通过共享学术资源、共建光学相关新专业及课程等,合力推进光学领域人才培养、基础研究和实际应用(见表3)。

工程师大学校在标准化框架下,针对性设计教席主题,经市场化运作吸纳各利益相关方构筑多元合作网络,从而加强与各类院校、各规模企业交流,推动区域一体化发展及城市—区域—国家—国际多层级联动,使教学、研究面向全球性创新议题和战略重点领域,形成多方互利共赢的局面。

表3 中央理工—高等电力学院光学主题教席网络

资助方性质	创始资助方	企业伙伴	学术伙伴
投入要求	20万欧元	最高级别:2万欧元/年 第二级:2万欧元/年 第三级:1万欧元/年 第四级:5千欧元/年	共享教学、实验室等资源,共建光学相关新专业及课程,合作推动光学人才培养、基础研究及应用研究。
参与单位	- 大型企业:法国空中客车集团 - 国际组织:欧盟 - 政府机构:法国政府、大东部大区、摩泽尔省议会、梅斯都会区	现有四家梅斯本土初创及中小规模企业注资,成为教席企业伙伴	特鲁瓦工程技术大学、洛林大学

三、法国工程师大学校“企业教席”有效运行内在动因

企业教席制度有效运作的关键,在于各参与方找到了利益契合点,共同构建产教融合长效机制,其内在动因是国家战略需求驱动、税收政策强化激励和工程认证体系制度保障。

(一) 国家战略需求驱动高校竞争市场资源

21世纪以来,法国以产学研协同创新为重点,为实现经济长期发展和“再工业化”,相继制定了系列战略和计划。国家战略为校企合作划定了优先领域并予以资源支持和政策保障,提振高等教育质量的同时提升产业参与人才培养意愿和科研创新需求,推进产教深度融合。企业教席作为学校和企业针对优先领域合作的落地平台,受国家战略需求引领而持续发展。

2010年法国启动“未来投资计划”,首期投入350亿欧元,近半用于支持高等教育与研究。^[13]2021年法国政府宣布第四期投入200亿欧元,其中125亿欧元用于资助数字技术、脱碳能源、环保农业、教育数字化等关键领域,75亿欧元用于高等教育、研究与创新生态系统建设。^[14]“未来投资计划”连续四期总投入金额高达770亿欧元,始终围绕产学研协同,明确资源配置,促进高校、科研机构与企业面向战略领域合作创新。

依托“未来投资计划”,旨在为法国打造十所世界一流大学的“卓越大学计划”(Idex)于2010年同步启动。“卓越大学计划”力图推动高等教育和科研机构合并成为新的大学共同体,共建共享资源和成果。该计划将入选院校划分为试期资

格和永久资格,现有 11 所入选院校,6 所已取得永久资格的院校包括巴黎中央理工—高等电力学院所属的巴黎萨克雷大学,巴黎高等物理化工学院、巴黎高等化学学院、巴黎高等矿业学院三所工程师大学校所属的巴黎文理研究大学。^[15]工程师大学校“小而精”发展模式在保障人才培养质量的同时,存在师资力量、科研资源、国际声誉等难以与世界一流综合性大学比肩的短板,限制其发展更广泛的合作关系。在国家战略需求引领下,工程师大学校或与综合性大学、研究机构合并重组,或加入本土和国际性工程联盟,极大丰富了自身教学科研资源^[16],为学生提供更丰富的双学位培养、国际交流、创新创业机会,为企业提供更多样的科研项目、创新实验室、继续教育选择,有力推动了企业教席各利益相关方围绕主题实现资源互置共享,构筑多元合作网络。

(二) 法定税收政策激励校企合作真正落地

企业资助是工程师大学校资金的重要来源,也是企业教席运作的基础条件。以巴黎高科路桥大学为例,该校 2019-2020 年度科研经费中 51% 直接源于企业,其基金会 2019 年所筹措资金的 79% 用于发展企业教席及合作伙伴。^[17]法国从企业利益角度出发破解企业积极性低的难题,在通过相关法律法规和税收政策激励企业投资学校和企业教席的同时,推动学校加强校企关系建设并积极面向企业吸引投资。

2003 年法国颁布《赞助、协会和基金会法》,规定企业赞助非营利性公共事业,当年上缴税款可免其赞助金额的 60%,减免最高额度不超过企业总营业额的 0.5%,超出部分可顺延至后五年继续享受减税。^[18]该政策有力推动了法国企业出资赞助教育等非营利性公共事业,加速了各类基金会发展。各工程师大学校及其基金会官网都详细介绍企业捐赠可享受的税收减免政策^[19],以期吸引企业投资。此外,法国为支持学徒制发展,向企业征收学徒培训税和学徒培训附加税两种税款。学徒制下,法国大学校工程师学生分为学生身份和学徒身份两类,学生身份为全日制攻读工程师学位,最后一年可通过与企业签订学徒合同或职业合同成为与学徒一样的半工半读状态(en alternance)。^[20]学徒为非全日制,在学校接受教育的同时需作为员工在企业进行实践培训并获得企业发放的津贴。

学徒培训税要求企业按上一年员工毛工资总数 0.68% 的标准缴纳,缴纳金额的 13% 为定额外学徒培训税,可由企业自主选择受益机构,受益机构可以是大学、工程师大学校或职业教育学校

等。^[21]学徒培训税是工程师大学校资金的重要来源,各校会在官网专设学徒税页面并提供宣传手册以招揽企业将 13% 的税款交付学校。以国立高等工程学院为例,其官网学徒税页面及宣传手册详细介绍了学校优势,承诺税款将 100% 用于人才培养,最终回馈企业。^[22]学徒培训附加税是法国政府针对员工规模在 250 名以上企业额外征收的税款,税额占企业员工毛工资总额的 0.05% 到 0.6% 之间。若企业招聘学徒数占其员工总数 5% 以上,或学徒数占员工总数 3%~5% 但较上年增长 10%,则免于缴纳学徒培训附加税。^[23]学徒制和学徒税既激励了工程学生参与企业实践,又推动了企业积极接收学生实习、向工程师学校投入定额外学徒培训税,为企业教席持续运作提供了动力。

(三) 工程认证体系贯通学历教育与职业能力教育

税收政策、学徒制度有效调动了企业参与工程人才培养的积极性和投入度,国家战略、专项计划为校企合作方向和教席设立主题指明了道路,工程认证则针对学校主体,将产学合作、科教融合纳入认证标准予以明确要求,保障工程师大学校以企业教席为抓手,对标认证细则落实相关要求,实现校企关系持续深入发展。

法国工程师职衔委员会(CTI)对工程师大学校和工程师学历教育进行评估认证,定期发布、更新工程教育领域标准文件和工程师学历教育认证指南。工程师大学校必须通过 CTI 的评估认证才有权颁发法国教育部认可的工程师学历证书,获得认证的学校每五年需接受 CTI 的评估检查。^[24]认证细则包括任务与组织、开放与合作、培养计划、招生、教学、就业、质量保证和持续发展七方面。其中,开放与合作部分从“立足企业、立足研究和创新、立足欧洲和国际、立足国家、立足区域和本土”五方面提出要求。^[25]产学合作方面,明确要求学校与企业保持长久且双向受益的合作关系,学校教学活动应对接职业环境需求,学校需与各类规模创新企业建立联系,吸纳企业人员进入学校决策机构并参与工程人才培养。科教融合方面,细则要求学校制定创新战略和政策,加大技术转移力度,服务企业研发需求。基于区位要素,细则引导学校从地区、国家、欧洲和世界多维度挖掘自身优势、发展伙伴关系、构建合作网络。

对照企业教席制度的特点,可见 CTI 认证细则各项要求在企业教席实际运作中得到充分体现,保障了法国工程技术人才培养面向企业、面向创新、面向区域和国际化实现高质量发展。

四、企业教席制度对我国高等工程教育产教融合的启示

产教融合是系统性工程,需各利益相关方协同推进。企业追求经济利益最大化,而高校以人才培养、科学研究、社会服务为使命,在此背景下,供需不匹配、受益不均衡,学校相对热、企业相对冷、合作缺乏可持续性等是我国高等工程教育校企合作、产教融合推进的痛点。法国工程师大学校和企业在国家战略引领下,精准匹配供需,明确合作主题,于标准化框架中设立教席。在税收政策提升企业积极性、学徒制度保证学生主体性、工程认证保障学校能动性多重推动下,企业教席得以持续发展。我国应充分借鉴有益经验,发挥高校和企业双主体作用,积极探索中国特色产教融合的实现路径。

(一) 战略驱动:国家部委协同设计产教融合政策

中央政府应进一步统筹发挥战略协同作用,通过聚焦产教融合、高校和企业双主体等重心,推动系列衍生战略出台,辅以配套政策和法规,引领工程教育校企合作特色机制发展,提升产教融合实效。一是完善激励机制。着眼于企业,除科技专项经费支持、成果奖励等措施外,应重点探索税收激励机制。由教育部协同国家发改委、财政部和税务总局,探索企业投资教育领域享受增值税、所得税抵扣和返还等强激励,充分发挥财政杠杆调节作用,提升各规模和多类型企业投入工程教育积极性。二是构建工程师实训体系。着眼于院校,由教育部、人力资源和社会保障部协同完善现代学徒制、大学生实习实训制度、工程教育专业认证制度,推动职业技术教育与高等教育发展有益经验互为借鉴、有机贯通。三是绩效考核机制。建立健全政府与高等教育机构、企业行业的对话与反馈机制,成立专家组,参与、监督、评估、指导校企合作,在“双一流”建设评价、学科评估等体系中提升校企合作成效权重。

(二) 机制创新:高校主动搭建“企业教席”运行平台

高校应充分借鉴法国企业教席模式,探索开创基于主题的深度校企合作机制,推动形成高校和企业师资“旋转门”制度。首先,明确教席主题。通过面向世界科技前沿、国家战略优先方面和产业核心技术领域,划定能将自身优势与企业需求匹配的合作领域和主题,形成目录清单。其次,制定标准框架。对企业规模、参与数量、投资金额等作出规定,在管理架构、投资收益、合作成果等方面细化条件,将校企合作举措归置于标准化框架

下开展市场化运作。再次,搭建战略平台。设立基金会、企业关系委员会等招商引资和战略统领平台,整体推动校企合作。积极搭建双向度人员流转平台,高校从教学、科研、管理队伍中选派人员并面向企业管理层、技术专家设置教席岗位,双方组建新团队在期限内共同开展与主题相关教学、科研、创新活动。教席合作到期后,高校可为企业人员提供企业关系咨询委员等岗位,高校教学科研人员亦可在企业研发部门担任学术咨询专家,延续校企合作成果。

(三) 统筹资源:利益相关者共筑工程教育生态系统

资源配置和生态体系是机制良好运作的关键,政府、高校和企业应协同构筑多维度和多层级工程教育生态系统。从政府维度看,国家应推动宏观战略规划与配套政策法规协同,高效联动各级政府及教育、财政、人社等职能部门,构建省市一区域一国家多级政策协调发展网络。从高校维度看,应大力构建院校、校校、校企合作网络,既针对自身优势、本土需求、中国特色发展内部协作网,又对标国际标准、对接世界一流高校和企业,加强合作、提升全球影响力。通过与国外特色工程院校开展联合办学,成立或加入区域性、国际性工程教育联盟、产学研联盟、科教联盟等,实现交流协作、资源共享。从企业维度看,应着眼于区位特点、行业特征等挖掘自身优势,鼓励中小企业秉持就近原则、量力而行原则发展校企合作,龙头企业与国内外院校合作加强创新攻关,推动形成大企业带头引领、中小企业协同参与的良好氛围,充分实现资源叠加。

参 考 文 献

- [1] 中华人民共和国政府. 中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要[EB/OL]. [2022-02-20]. http://www.gov.cn/xinwen/2021-03/13/content_5592681.htm.
- [2] 教育部办公厅. 关于印发《教育部产学研合作协同育人项目管理办法》的通知[J]. 中华人民共和国教育部公报, 2020(Z1): 44-49.
- [3] 沈黎勇, 齐书宇, 费兰兰. 高校产教融合背景下人才培养困境化解: 基于 MIT 工程人才培养模式研究[J]. 高等工程教育研究, 2021(6): 146-151.
- [4] 教育部, 工业和信息化部, 中国工程院. 关于加快建设发展新工科实施卓越工程师教育培养计划 2.0 的意见[J]. 中华人民共和国教育部公报, 2018(10): 13-15.
- [5] 许军华. 中国高等工程教育国际化战略路径研究[D]. 成都: 西南交通大学, 2017.
- [6][7] Frederique Letourneux. Chaires d'entreprise : qui con-

- trole qui? [EB/OL]. [2022-02-20]. <https://www.letudiant.fr/educpros/enquetes/chaires-dentreprise-qui-controle-qui/chaires-dentreprise-qui-controle-qui-6445.html>.
- [8] L'Etudiant. Classement des ecoles d'ingenieurs 2021[EB/OL]. [2022-02-20]. <https://www.letudiant.fr/palmares/palmares-des-ecoles-dingenieurs/excellence-academique-2.html#indicateurs=905847,905849,905850,905851&criterias>.
- [9] Chaire Andre Citroen. Compte rendu d'activite 2017-2018 [EB/OL]. [2022-02-20]. https://portail.polytechnique.edu/chaire-psa/sites/pf_159/files/bloc-sidebar/pdf/ra2018-chaire-citroen-siteweb.pdf.
- [10] Ecole des Ponts Paris Tech. Mobilite Territoriale[EB/OL]. [2022-02-20]. <https://www.ecoledesponts.fr/mobilite-territoriale>.
- [11] INSA Lyon. Campagne de Mecenat 2015-2020[EB/OL]. [2022-02-20]. <https://www.insa-lyon.fr/sites/www.insa-lyon.fr/files/livret-chaires-2017.pdf>.
- [12] Chaire Photonique. Nos Partenaires[EB/OL]. [2022-02-20]. <http://www.chairphotonics.eu/nos-partenaires/>.
- [13] 王雪,宋瑶瑶,刘慧晖,等. 法国科技计划及其对我国的启示[J]. 世界科技研究与发展,2018(3):261-269.
- [14] Le Gouvernement. Le Programme d'investissements d'avenir[EB/OL]. [2022-02-20]. <https://www.gouvernement.fr/le-programme-d-investissements-d-avenir>.
- [15] Ministere de l'Enseignement Superieur de la Recherche et de l'Innovation. Initiatives d'Excellence[EB/OL]. [2022-02-20]. <https://www.enseignementsup-recherche.gouv.fr/cid51351/initiatives-d-excellence.html><http://>.
- [16] 张力玮. 法国工程教育:传统特色与创新发展[J]. 世界教育信息,2017(3):31-34.
- [17] Ecole des Ponts Paris Tech. 建造未来世界学校数据[EB/OL]. [2022-02-20]. <https://www.ecoledesponts.fr/cn/>.
- [18] 中国经济网. “阿亚贡法”:法国公益赞助的引擎[EB/OL]. [2022-02-20]. http://m.ce.cn/lc/gd/201811/19/t20181119_30809694.shtml.
- [19] Fondation Ecole Polytechnique. Dispositions Fiscales[EB/OL]. [2022-02-20]. <https://www.polytechnique.edu/fondation/dispositions-fiscales>.
- [20] Ministere du Travail, de l'Emploi et de l'Insertion. Decouvrir l'alternance[EB/OL]. [2022-02-20]. <https://www.alternance.emploi.gouv.fr/decouvrir-lalternance>.
- [21] 方友忠,马燕生. 法国学徒制人才培养模式和资助方式[J]. 世界教育信息,2015(22):38-40.
- [22] IMT Atlantique. Taxe d'apprentissage[EB/OL]. [2022-02-20]. <https://www.imt-atlantique.fr/fr/entreprises/taxe-apprentissage>.
- [23] Bercy Infos. Tout savoir sur la taxe d'apprentissage[EB/OL]. [2022-02-20]. <https://www.economie.gouv.fr/entreprises/taxe-apprentissage>.
- [24] 熊璋,于黎明,徐平. 法国工程师学历教育认证解读与实例分析[J]. 高等工程教育研究,2012(5):77-83.
- [25] Commission des titres d'ingenieur. References et orientations de la Commission des titres d'ingenieur[EB/OL]. [2022-02-20]. https://api.cti-commission.fr/uploads/documents/backend/document_25_fr_references-et-orientations-livre-1_07-02-2020.pdf.

On Pathway of Industry-education Integration

—A Study of Industrial Chairs in French Engineering Schools

Li Min, Zheng Qi, Zhang Wei

Abstract: Integration of industry and education plays a pivotal role in innovating engineering education and promoting national scientific and technological development. In France, engineering grand schools (grandes ecoles d'ingenieurs) have developed “industrial chair” to enhance cooperation with enterprises and deepen industry-education integration. This paper presents structured case studies of “industrial chair” at top French engineering grand schools, focusing on its standardized framework, commercialized operation and diversified network. The paper analyzes in detail how corresponding systems and policies, national strategies, as well as accreditation of engineering programs empower the operation of industrial chairs and contribute to industry-education integration.

Key words: French engineering grand schools; industrial chair; university-enterprise cooperation; industry-education integration

(责任编辑 骆四铭)