

引 言

世界工业强国普遍建立了以工程教育认证和工程师资格注册为基础的现代工程师制度。工程师国际认证是中国工程师走出去的必经之路,需求迫切,亟待突破。主动扩大与国际工程界的互信合作,推动工程教育(工程硕士层次)和注册工程师国际认证,能够有效和快速减少工程师流动障碍,是直接助力高质量共商共建“一带一路”的重要举措,是吸取国际经验加快完善我国注册工程师制度的重要途径,也是提高我国工程教育国际话语权,为人类命运共同体建设贡献工程力量的重要途径。

本课题研究首先采用文本分析、案例分析、专家访谈等方法,紧密追踪和深入分析北美、欧洲、亚太地区典型国家和工程教育认证组织工程硕士教育认证的新进展和新趋势,尤其是美国、英国、法国、德国、新加坡、日本、马来西亚、我国香港特别行政区工程硕士教育认证组织体系、标准体系、认证程序等内容以及实施情况的最新进展。其次,深入分析了典型国家注册工程师国际认证的新进展,包括法律基础、专业组织、能力标准、认证注册程序、CPD 等内容,特别是从操作层面介绍了认证与互认的机制、程序、所参照的标准等。再者,在充分研究前述国内外工程硕士教育认证与注册工程师国际互认的基础上,从学制年限、标准体系、评价方式、工程教育与工程师资格衔接、组织体系等方面,深入分析我国创建工程硕士教育认证《北京协议》的难点和关键挑战,并进一步提出、分析和比较了创建《北京协议》的“五条路径”及可行性。最后,提出实施我国工程硕士教育国际认证的《北京协议》的四条基本原则和七条关键策略建议。

第一章 研究背景与意义

2016年我国成为本科工程教育国际互认《华盛顿协议》的正式成员,为推进工程师国际互认奠定了基础。随着高质量共建“一带一路”更大范围、更深层次的推进,除了本科毕业生,必将有一批工程硕士毕业生活跃在国内外工程建设项目中。这就有必要加快构建工程硕士教育认证体系,并为他们在需要时进行国际流动做好准备。本研究在国内外实践的基础上,进一步探索工程硕士认证体系建设的重难点问题和推进国际互认的实施路径,对提高我国工程领域高层次人才培养质量,提升我国工程教育国际话语权具有重要意义。

一、提升我国工程教育国际话语权的重要措施

在全球化的背景下,工程领域的国际交流与合作日益增多,中国工程硕士教育规模大,发展迅速,独具特色。加快推动工程硕士教育国际互认有利于为我国工程硕士毕业生走出去、从事工程职业提供发展机会。首先,主导或参与国际教育规则制定、国际教育教学评估以及工程硕士认证,可以有效地提高我国高等工程教育的国际竞争力^①。其次,以《北京协议》为契机,倡导全球工程硕士国际互认有助于增强我国工程教育的国际影响力。工程领域是技术与创新的前沿,各国都十分重视培养高质量的工程专业人才。建立和推广《北京协议》有利于提升工程硕士教育的国际认可度和流动性。最后,工程硕士国际互认也有助于促进我国人才的对外合作与交流。工业是一个全球性的产业,各

^① 朱金明,韩婷婷,康建山. 欧洲工程教育认证体系对中国工程硕士教育认证的启示[J]. 学位与研究生教育,2018,(07):66-71.

国之间需要加强合作与交流,共同应对全球性挑战和各类问题。畅通工程硕士的国际认可,能够为我国工程人才提供更多机会,提高我国工程人才的全球胜任力和影响力,促进各国之间知识交流和分享,增进国际间合作共赢。

二、以外促内推动我国工程教育改革的迫切需要

肇始于 20 世纪末的工程硕士教育改革,在我国专业学位教育发展中具有标志性意义,对促进我国工程教育分类发展,提高工程领域高层次人才培养质量做出了重要贡献。根据教育部公布的数据,到 2021 年,专业学位硕士毕业生达到了 40.5 万人,占全国硕士毕业生总数的 57.80%;招生数达到了 64.9 万人,占全国硕士招生总数的 61.76%;在校生人数达到了 170.8 万人,占全国总在校硕士人数的 60.49%^①。从 2012 年到 2021 年,硕士专业学位授予人数的比例显著上升,从 35% 增加到了 58%^②。这表明当前越来越多的学生选择攻读硕士专业学位,以提高自身的竞争力和专业素养。相应地,社会对具备高深专业知识和实践能力的专业学位工程人才需求也日益增加。从世界各国工程教育实践来看,工程硕士教育受到普遍关注,美国尤为重视“回归工程”,不同规格人才培养模式较为多样,“五年本硕贯通制”主要面向本校本专业学生,“单独设置一年制”“远程教育三年制”,时间、空间上更加灵活^③。在英国的高等教育资格框架中,综合型工程硕士培养更加重视应用能力,要求参与更多工业界的相关任务和课题内容,培养获得综合工程硕士认证就相当于达到了特许工程师基础要求^④。可见,加强工程硕士教育已经成为全球工程教育改革的重点。在此背景下,构建工程硕士国际互认协议,是抢占工程教育改革先机、推动工程教育高质量发展、促进我国工程硕士国际流动的重要前提。

三、优化工程硕士层次结构,实现分层分类发展的需要

工程硕士制度的建立是世界工业强国在工程教育发展中不断优化和分类的必然需求。随着科技发展和社会进步,工程领域实践问题日益复杂多样,对

① 教育部. http://www.moe.gov.cn/jyb_sjzl/moe_560/2021/quanguo/202301/t20230103_1037980.html

② <https://baijiahao.baidu.com/s?id=1735583343171845524&wfr=spider&for=pc>

③ 张海英,张锦绣. 美国工程硕士教育模式观略[J]. 高等工程教育研究,2004,(06):67-71.

④ 郑娟,王孙禹. 英国硕士层次工程教育专业认证制度探讨[J]. 高等工程教育研究,2015,(01):83-90.

工程师专业知识和技能的要求愈发提高。我国设立工程硕士专业学位的初衷在于满足我国经济建设和社会发展对高水平专业人才的需求^①,解决以往只重视理论培养,弱化实践能力培养的问题。从现有协议来看,《华盛顿协议》主要面向本科层次工程师资格国际互认,《悉尼协议》主要面向工程技术专家培养。但从整体来看,有关硕士层次的国际互认协议还相对较少。加强工程硕士教育互认有利于促进工程硕士层次结构优化,推动形成高素质、高实践能力的工程师队伍,实现工程师的分类发展,加强工程行业的规范化管理。

四、提高工程师核心竞争力和地位的迫切需要

工程硕士是以工程性、实践性与应用性为核心特色的专业学位^②。目前,尽管我国工程硕士培养方面已初具经验,但从人才培养的实际结果来看,仍有较大改进空间,特别是在创新实践能力培养方面。有份调研报告表明,约73.4%的工程硕士生认为目前的学习方式未能有效培养他们解决实际问题的能力;近46.7%的工程硕士生要么参与的是偏向理论性的研究项目,要么干脆“没有参与过任何研究课题”^③。工程硕士和工学硕士目标定位不清晰、制度规范性不足、评价体系不到位,培养目标具有滞后性^④,影响了工程硕士的认可程度。不同国家和地区的工程教育体系存在差异,互认机制能够促使各国在课程设置、教学方法、实践环节等方面进行经验分享和借鉴,提高教育水平及培养质量。通过互认,高校将面临更高的要求,并需不断改进教学内容和方法,以适应国际化的标准和需求,从而增加毕业生的竞争力,为其提供更多就业机会和发展空间,提升整个工程硕士教育的价值。

① 教育部学位办. http://www.moe.gov.cn/s78/A22/tongzhi/201805/t20180511_335692.html?eqid=cbda009c000027de00000002643696f4

② 张淑林,钱亚林,裴旭,等. 产教融合标尺下我国工程硕士联合培养的现实审视与推进路径[J]. 中国高教研究,2019(3):77-82.

③ 张乐平,王应密,陈小平. 全日制工程硕士研究生培养状况的调查与分析——以Z大学为例[J]. 学位与研究生教育,2012(3):11-17.

④ 周玉容,邓舒予. 工程类专业学位硕士培养目标同质化问题的诊断与破解[J]. 黑龙江高教研究,2022,40(01):103-109.

第二章 国内外工程硕士教育 认证新进展

随着世界范围内受教育水平的普遍提升,工程教育层次结构向硕士层次拓展的趋势日益凸显,对硕士层次工程教育模式和专业认证的关注也随之增加。本章深入分析和比较国内外工程硕士教育认证的新进展和新趋势,分析了欧洲工程教育认证网络、英国、法国、德国、美国,以及亚洲国家如新加坡、日本、马来西亚和我国工程硕士教育认证的标准体系、毕业要求、胜任力等内容,以及实施情况的最新进展,为我国工程师培养改革和制定我国工程硕士国际认证标准提出建议。

一、欧洲 EUR-ACE 工程教育认证体系

(一) 组织体系

由于欧洲各国的工程教育体系非常多样化,为实现“博洛尼亚进程”(Bologna Process)即欧洲高等教育一体化和促进欧洲工程劳动力市场一体化这两大目的,欧洲工程教育认证网络(European Network for Accreditation of Engineering Education, ENAEE)于2006年由14个与工程教育相关的欧洲协会创建,现有正式会员组织22个,不完全资格会员8个。ENAEE致力于专门解决工程师的教育问题,目标是提高和促进工程毕业生教育质量,以促进他们的职业流动,并增强他们承担经济和社会责任的个人和集体能力。

ENAEE创建了欧洲范围内的互认体系,即欧洲工程教育 EUR-ACE[®]互认体系(EUR-ACE[®] system)。EUR-ACE[®]为工程学位项目(本科和硕士层次)提

供认证服务。这一体系得到了欧盟委员会“教育与文化”总司(DG “Education and Culture”)①资助项目的支持②,并与欧洲工程师(European Engineer, EUR ING)注册相衔接。由此,与国际工程联盟(International Engineering Alliance, IEA)共同构成全球两大工程教育互认体系。

ENAAE 不直接认证工程学位项目,而是授权认证机构(如法国工程师职衔委员会)为通过认证的工程教育学士和硕士项目授予 EUR-ACE®(European Accredited Engineer)标签③, EUR-ACE®标签证明通过认证的工程学位课程遵循了高质量的教育和培训标准,在欧洲范围内广受认可。而工程师的注册则由代表欧洲各国工程师协会的欧洲国家工程协会联合会(Fédération Européenne d'Associations Nationales d'Ingénieurs, FEANI)④负责,自 2023 年 1 月 1 日起,FEANI 更名为 Engineers Europe⑤。

EUR-ACE®体系作为“博洛尼亚进程”与欧洲工程师跨国流动日益频繁的双重需要的产物,旨在建立一个范围上以欧洲高等教育区(EHEA)为核心的“泛欧洲认可”(pan-European)⑥逐步扩散到全球更大范围,旨在使欧洲各国多样化的资历框架和工程师职业资格具有可比性、可转换性、更透明、兼容性和更广泛认可,从而使各成员国的工程教育学位项目和工程师的相互认可,促进工科生和工程师流动性。与《华盛顿协议》体系思路一致,欧洲专业工程师的流动与互认以工程教育认证为基础。

为便于实现上述比较和转换的功能,也产生了博洛尼亚进程的核心工具之一——欧洲学分转移和积累系统(European Credit Transfer and Accumulation System, ECTS)⑦,使得包括工科学生在内的欧洲范围内学生更容易在不同国家

① DG EAC - DG for Education and Culture | Knowledge for policy (europa. eu). https://knowledge4policy.ec.europa.eu/organisation/dg-eac-dg-education-culture_en

② About ENAAE - ENAAE. <https://www.enaee.eu/about-enaee/>

③ Home >> International Engineering Alliance (ieagreements.org). <https://www.ieagreements.org/>
EUR-ACE®体系正式实施始于 2007 年,授予了第一个 EUR-ACE 标签。

④ 虽然 ENAAE 和 FEANI 是两个独立的组织,但它们在工程教育和职业资格的质量和互认上都有共同的利益,工作是互补的。通过 ENAAE 认证高质量的工程教育,为工程师提供了一个坚实的基础,从而更容易满足 FEANI 的欧洲工程师职业资格要求。

⑤ Engineering Council (engc.org.uk). <https://www.engc.org.uk/international-activity/european-recognition/eur-ing/european-engineer-eur-ing-registration/>

⑥ <https://www.enaee.eu/eur-ace-system/standards-and-guidelines/#general-introduction>

⑦ 欧洲学分转移和积累系统(ECTS). <https://education.ec.europa.eu/education-levels/higher-education/inclusive-and-connected-higher-education/european-credit-transfer-and-accumulation-system>

之间转学和积累学分,还有助于使其他文件(如作为毕业证书补充说明的毕业证书附录)在不同国家更清晰易用。此外,也有助于同一学习项目或终身学习进程中不同学习方式的融合,如大学学习和基于工作的学习的融合,也允许在一所高等教育机构获得的学分被计入在另一所机构攻读的学位中。至于 ECTS 如何发挥作用,核心是通过对学习成果和工作量(learning outcomes and workload)的理解来实现的,具体使用指南参照《ECTS 用户指南》(*ECTS Users' Guide*)。目前,大多数欧洲高等教育区的国家已经采用了 ECTS 作为其国家的学分制度,并且在其他地区的使用也越来越多。

2014 年 11 月 19 日在比利时布鲁塞尔,13 家获得授权的机构就相互认可认证结果签署了一项互认协议(Mutual Recognition Agreement),即 UR-ACE[®]协议(EUR-ACE[®] Accord)。EUR-ACE[®]协议的签署是工程教育和工程职业实践领域内的重要一步,它为工程教育质量保证和学位互认提供了一个强有力的框架。根据该协议,成员接受彼此学士学位和硕士学位课程方面的认可决定。这意味着,如果一个课程被一个签署机构认可,那么其他签署机构也将认可这个课程。

ENAE 的运行主要依据《章程》《内部细则》^①等文件,包括成员资格的申请、选举等。ENAE 的治理结构包括:全体大会、管理委员会和 EUR-ACE[®]标签委员会。

1) 全体大会。全体大会是 ENAE 的最高决策机构,每年至少开会一次,每个会员组织派出一位代表参加,截至 2023 年 5 月共 29 个代表。大会任命授权机构的代表组成 EUR-ACE[®]标签委员会。

ENAE 采用机构代表制,其《章程》^②中明确指出,会员分正式会员(full members)和准会员(associate members)两种。

①正式会员。ENAE 的会员资格向整个欧洲高等教育区域和其他工程教育和职业标准的机构开放^③。目前,ENAE 正式会员组织有 22 个^④。

① Structure of ENAE - ENAE. <https://www.enaee.eu/about-enaee/structure-of-enaee/#statutes-and-bylaws>

② https://www.enaee.eu/wp-content/uploads/2021/09/English-version-New-Statutes_-GA-28-June-2021.pdf

③ <https://www.enaee.eu/eur-ace-system/standards-and-guidelines/#general-introduction>

④ Members - ENAE. <https://www.enaee.eu/members/>

②准会员。目前有 8 个准会员^{①②},准会员与正式会员的区别在于,可以参加全体大会,但不具备正式成员所具备的投票权和提议修改章程权。

2)管理委员会。管理委员会由 10 名成员组成,通常由大会选举,任期 3 年。领导层包括 1 位主席、2 位副主席和 1 位司库(Treasurer)。每位管委会成员的任期为 3 年,并且只能连任一次,每年都有 1/3 的管委会成员更替;主席由大会从 ENAEE 的会员组织提名的候选人中选举,任期 3 年,主席只能连任一次;司库由管委会从其成员中选举,任期 3 年;副主席由管委会在主席的提议下从其成员中提名,任期 3 年。副主席的职位在章程^③中有明确规定。

3)EUR-ACE[®]标签委员会。EUR-ACE[®]标签委员会(EUR-ACE[®] Label Committee, LC)由管理委员会任命每个被授权认证机构的代表组成^④。主席由会员组织提名,由管理委员会任命。标签委员会的角色是向 ENAEE 管理委员会提供是否要授权某些机构授予 EUR-ACE[®]标签的建议。这些被授权的认证机构的任务是对欧洲高等教育区域内的工程教育课程进行认证。简单地说,标签委员会主要负责认证机构的授权,而不是对具体项目或课程进行认证。

(二) 认证程序

EUR-ACE[®]既是一个框架也是一个标准体系,旨在识别欧洲和国际范围内质量较高的工程学位项目。具体标准见《EUR-ACE[®]框架标准和指南》(*Eur-Ace Framework Standards and Guidelines*, EAFSG)^⑤。

EUR-ACE[®]标签为工程资格赋予了国际互认价值,促进了学术和职业的双重流动^⑥。其不仅在欧洲被广泛认可,影响力也逐渐扩散到其他国家。截至

① <https://www.enaee.eu/about-enaee/structure-of-enaee/#ENAEE-member-organisations>

② 是指那些与 ENAEE 有某种形式的合作关系或者是对工程教育认证感兴趣但并不具有完全的成员资格的组织。它们可能参与 ENAEE 的某些活动,但在组织的决策过程中可能没有投票权或者投票权受限。

③ English-version-New-Statutes_-GA-28-June-2021. pdf (enaee. eu). https://www.enaee.eu/wp-content/uploads/2021/09/English-version-New-Statutes_-GA-28-June-2021. pdf,<https://www.enaee.eu/about-enaee/structure-of-enaee/#statutes-and-bylaws>

④ The General Assembly appoints representatives from authorised agencies to make up the EUR-ACE[®] label committee Structure of ENAEE - ENAEE. <https://www.enaee.eu/about-enaee/structure-of-enaee/#ENAEE-member-organisations>

⑤ EUR-ACE[®] Framework Standards and Guidelines - ENAEE. <https://www.enaee.eu/eur-ace-system/standards-and-guidelines/>

⑥ EUR-ACE[®] system - ENAEE. <https://www.enaee.eu/eur-ace-system/>

2023年10月30日, ENAEE 的授权组织认证活动涉及 47 个国家, 共计超过 4000 个项目获得了 EUR-ACE[®] 标签。获得 EUR-ACE[®] 认证的本科证书如图 1 所示。



图 1 EUR-ACE[®]认证的本科证书

《项目认证程序指引》(*Guidelines on Programme Accreditation Process*)^① 为高等教育机构、评审员和认证机构提供了认证的详细步骤和标准以确保认证过程的透明性、一致性和公正性。认证程序包括 6 个步骤：

1. 申请

认证程序应从高等教育机构提交认证申请开始。

^① EUR-ACE[®] 框架标准和指南 - ENAEE. <https://www.enaee.eu/eur-ace-system/standards-and-guidelines/#guidelines-on-programme-accreditation-process>

自我评估报告应考虑附录 1^① 中列出的所有问题,并在认证小组实地考察前至少一个月提交相关文件。

2. 认证小组组成

认证过程基于同行评审原则,通常认证小组的成员应来自所涉及高等教育机构的国家管辖区。认证小组应至少包括三人,最好是更多,包括一名学生。认证小组至少应有一名学术成员和至少一名实践工程专业人士。所有认证小组成员都应接受足够的培训,以便他们能够专业地参与认证过程,且他们的简历应公开可获取。认证机构应促进为潜在的认证小组成员提供短期培训课程。

为了促进认证中良好实践的传播,认证机构应考虑引入来自管辖区外的外部观察员。认证小组的每个成员都应提供一份声明,表明其与正在进行认证的一个或多个项目的高等教育机构之间不存在利益冲突。在分发任何文件之前,应收到此声明。

3. 实地考察的持续时间

实地考察应至少持续两天,包括评估文件的任何预备会议和对高等教育机构的访问。

4. 实地考察议程应包括

在访问之前召开认证小组的预备会议,以确定在访问期间将获得哪些信息;与部门/大学负责人会面;与学术和支持人员会面;与在校生和往届生会面;与雇主/行业/专业工程机构代表会面;参观设施(图书馆、实验室等);审查项目工作、期末考试试卷和其他评估工作(关于评估的标准和模式以及学生的学习成绩);在访问结束时向高等教育机构提供反馈。

5. 课程评估

(1) 根据经验中的良好实践,可以使用以下描述的判断有效分类对项目进

^① 认证机构申请表. https://www.enaee.eu/wp-content/uploads/2020/05/Re-authorization_EUR-ACE-Application-approved-AC-March-2017-002.pdf