

doi:10.11835/j.issn.1005-2909.2020.02.012

欢迎按以下格式引用:谷音,罗素蓉,张挺.从德国高等教育看工程认证下的土木工程专业培养方式及评价体系[J].高等建筑教育,2020,29(2):89-94.

从德国高等教育看工程认证下的土木工程专业培养方式及评价体系

谷音,罗素蓉,张挺

(福州大学 土木工程学院,福建 福州 350116)

摘要: 随着科技发展,人才的竞争愈加激烈,而高等教育作为人才输送的关键环节,其重要性不言而喻。文章介绍了德国高等工程教育现状,详细阐述了德国土木工程专业培养目标、专业课程设置、学习模拟与评价体系,并与中国工程认证下的土木工程教育现状进行了比较,探讨中国土木工程人才培养与国际工程认证目标的差距,并提出培养方案及评价体系改革建议。

关键词: 高等工程教育;土木工程专业;培养方案;评价体系

中图分类号: G642.0; TU-4 **文献标志码:** A **文章编号:** 1005-2909(2020)02-0089-06

近年来,中国基础建设飞速发展,土木工程行业迎来了前所未有的挑战,社会需要大批基础好、创新能力强、综合素质高的多层次复合应用型土木工程专业人才^[1]。虽然中国高等工程教育经过多年改革,已经为生产一线输送了大量人才,然而业界仍然认为毕业生普遍缺乏工程实践背景,创新意识薄弱,理论与实践严重脱节,动手能力较差^[2],在进入企业工作后多数还需要重新进行工程学习。欧美一些发达国家高等教育课程设置所体现的工程实践特点及对工科学生技术能力的要求和非技术能力的要求都是比较合理的^[3]。因此,通过对外合作与交流,借鉴发达国家的人才培养模式,吸取国外成熟的教学理论及方法,对培养优秀的土木工程专业人才具有相当重要的作用。

通过比较德国和中国在高等教育上的不同,借鉴德国教育的优点,将其教学法等内容应用到中国课程改革之中。对于土木工程专业而言,急需将新型的高素质人才与现代化的建设理念和工艺相结合,推动基础建设与经济发展相适应。近二十年来,高层建筑、大跨桥梁及地下结构等土木工程建设,特别是港珠澳大桥等超级工程的建设,已使中国成为世界上的土木工程大国,然而,由于技术上仍存在诸多不足,还不能称为土木工程强国。当今世界科技和人才的竞争在国家发展中愈发重要,因此,如何

修回日期:2019-10-21

基金项目:福州大学一流本科教学改革建设项目;福州大学研究生教育教学改革项目(2019)

作者简介:谷音(1976—),女,福州大学土木工程学院教授,博导,博士,主要从事桥梁与隧道工程、地下结构方面的教学和科研,(E-mail)

cinoa@fzu.edu.cn。

改革中国高等工程教育,使工程技术人才的培养适应加速发展中的经济和科技是目前面对的主要问题。

一、培养目标和模式

德国大学土木工程专业的教学目标和我国基本相同。例如,德累斯顿工业大学土木工程专业教学目标:使学生成为受过学术教育的土木工程师,毕业生可在工程、管理、研究、培训和继续教育中工作,具有经济、社会和环境责任。德国高校在科学和技术科目的课程中有强制性和选修模块,包括环保、科技评估、工程伦理、能源和原材料节约、业务管理和语言的基本知识等领域,学生可获得高度的通识教育,成为具有社会责任的人,为职业发展和继续教育奠定基础。在培养目标上,德国土木专业培养目标与中国土木专业工程认证的目标基本一致。

近年来,国际上很多高校在课程设置中加入了社会发展需要的相关课程,特别是可持续性、信息科学、生态与环保等课程也越来越受到重视。国际中,政府和公众越来越期望土木工程师能提供可持续的基础设施建设和技术解决方案,设计具有弹性、可持续的基础设施,可在灾害后保留功能和结构能力,并在遇险事件后支持相互关联的交通、能源和其他社会系统^[4]。在德国高校的目标中也提到了培养学生社会责任感、关注生态环境等可持续发展问题。

虽然德国培养模式与中国大部分高校的设置基本相同,但德国的培养年限却有很大不同。德国高校大多是本硕连读,标准学习期间为10个学期,如果是远程学习,则为20个学期。大部分德国高校学生毕业时,颁发的是和中国硕士等同的研究生文凭,培养年限在5年以上。第5到6学期为专业基础课阶段,第6到7学期为专业主干课阶段,第8或第9学期为学位论文阶段。近年来德国增加了学士学位,学位生演变成3年或3.5年的学士+2年的硕士,形式上被分为两段,但实际上是完全相连的,和原来一样(但学士部分学完也会颁发学士学位)。而在应用技术型大学,学士读完就可以工作。德国已实现大众化教育,实行宽进严出的制度。大学学习期间学生必须通过中期考试,毕业以前还要参加学位考试。由于入学申请较为容易,在德国大学基础课上时常有千人教室的场景,但在第4学期基础课程完成时,需要进行综合考试,一旦在基础考试中出现3次不及格的情况,就会被取消继续在大学攻读学位的资格,被淘汰的学生可以选择工程技术学校或其他工程职业类学校继续学习。虽然入学容易,但毕业较难,德国大学本科实施淘汰制度,毕业率普遍较低,比较好的大学每年基本上稳定在50%的毕业率。以土木工程专业为例,考试的内容多、题目难,既有笔试,也有口试,还要考察读书报告、实习成绩和平时作业。学生考试的及格率大大低于中国高校,因此,德国大学生的实际就读时间平均超过13个学期。

二、专业课程设置

以德国老牌工科学校——德累斯顿工业大学的土木工程专业培养方案及课程设置情况为例进行介绍。专业课程采用模块化结构,通过完成模块学习授予学分。德国高校的基本培养模式分为基础课阶段和专业课阶段^[5]。基础课阶段一般延续4个学期,通过文凭预检考试才能进入下一阶段,这一过程中会有较多学生被淘汰,转入技术学校继续学习,通过考试的学生进入专业课阶段。专业课阶段分为专业基础学科和专业研究,专业研究阶段有6个选修专业,包括结构工程、建设管理、城市和交通、水和环境、计算工程、深化建筑能源管理,最后进行文凭考试。

可以看出,德国土木专业划分除了计算工程外,其他课程都与目前国内大多高校土木专业的划分

类似。各个学校同样根据自己的专业特色自行设置课程。国内许多高校实施的是大土木专业,大学前4个学期的课程相同,到3~4学期才根据学生相关科目的成绩以及个人的兴趣爱好再重点选择专业课,完成专业定向。这样使学生在前两年的学习中能根据社会发展和需求调整自己的专业方向。在德国高校的专业课程说明中提到:在专业化研究中,传授先进的工程知识,重点是使用有条理和创造性的方法解决问题,通过经济、生态及社会的相关问题来解决复杂的工程任务,同时促进表达能力的发展,以及跨学科合作和领导能力。可以看出,德国的课程设置以技术教育为主的同时,重视培养学生的创新、表达及领导能力。

德国高校在专业设置和课程上和中国大学有一些不同,选修课程相对较多,专业知识面宽,注重社会发展需要,并可根据社会发展随时调整专业方向。教授开课也基本不受限制,每年都可以自行开设选修课程,及时调整和补充知识结构。目前,中国高校教师较难随意开设课程,必修课占比过大,难以适应社会快速发展和就业市场的需求。

三、教学方法

国际先进的教育理念认为工科学习最重要的是自主学习能力。德国大学的教育多样化,除课堂授课外,还设置占有较多课时的练习课和讨论课等,许多课程以论文及项目汇报形式进行考核。教师侧重讲授示范性的科学方法,没有指定的教材,学生听讲、记笔记,教师通常只讲解一般理论,大量内容要求学生自学掌握。德国的课堂讲授并不重视灌输知识,但在课后作业和考试中对学生有较高要求。

德国的教授必须担任上课的教学任务,但具有较高的教学自由度,可以根据州定的教育法,自行制定上课的内容,这也是保证高校具有各自特点的主要原因。在教与学中,中国总是特别注重教。《三字经》中有言:“教不严,师之惰。”然而用于大学却并不合适。纵观国内高校教育现状,都是过于强调教师教学的部分,反而忽视了对学生学习能力的培养。由于在中学的传统学习中习惯了“教师讲,学生听”的上课模式,许多刚升入大学的学生并不具有自学能力。学生应尽快了解大学学习规律,掌握针对大学课程的学习方法,从而具有一定自学能力。大学教育,不仅使学生拥有一定的基础知识,更为重要的是获得学习知识的能力。大部分学生在以后的工作中,尤其是毕业后的五年内,需要继续学习岗位实践知识,因此,学生未来的成长,并不是教师勤奋灌输知识的结果,而在于教师是否能充分挖掘学生的学习能力。在教学方法上,虽然各大高校在慕课、教改等方面做了较多工作,但在学生能力培养上并没有突破性进展,还是以灌输知识为主要教学方式,大多数都没有看清工程认证中“以学生为本”的真正涵义。

教材方面,由于德国对出版要求非常高,通常德国教授很少编制教材,上课的内容取自大量的专业书籍。德国强调启发式教学,不使用统一教材,针对不同学生采取不同的教育方式,随时加入最新的学术研究成果,通过开列参考书目,要求学生自己钻研。国内通常对教材要求较高,反复强调形式上的内容,一门课程许多高校采用了部颁或者重点教材,并不能根据各自学生的特点因材施教。因此,在以学生为本,培养与工程实践结合的教学方法方面,依然需要更进一步的改革。

德国高校具有较多的练习课程,多数工科课程包括土木,作业较为繁重,对学生的要求总体比中国高,许多高校设置通宵图书馆,经常有学生在图书馆通宵达旦。国外在练习课和讨论课中,主要依靠学生助教,如本科高年级学生、硕士及博士生,缓解了教师的压力,使教师从一些相对简单和重复性的问题中解脱出来,有更多的精力投入科研,从而惠及学生。通常平时成绩也十分重要,练习课成绩带入最后的考试成绩,教师和助教共同批改学生的卷子。这样能调动各年级学生的积极性,增强学习的动力,加强各年级学生的交流。德国高校的研讨会可以各种形式举行,通常由学生小组准备并提出一个将在

之后讨论的主题。这就要求学生事先对某一专题深入钻研,阅读大量书籍资料,才有可能在课堂上发表见解,并相互提问或补充。在这种研讨课上,教师只起到主持和引导的作用。近年来,国内许多高校也加入了练习及研讨课,但国内教师通常把讲课辅导甚至考试的教学任务集于一身,反而难以保证教学和科研的精力,批改作业及课后辅导所消耗的时间较多。国内应借鉴国外完善的助教制度,提高教师教学自由度,增强学生自主学习能力。

德国高校非常重视教学与实践的结合,教师在教学的同时必须进行科研,普遍还有社会兼职,不断调整和补充知识结构。在工程科学领域,大学里的基础性研究和应用研究并重,教学内容和实例都紧密结合生产实践。另外,德国高校聘请较多的科研单位或企业技术人员到校兼职授课,充分利用社会力量,又可紧密联系实际。

德国实践环节中的项目设计也值得学习,类似于国内高校的课程设计环节,但德国的项目环节耗时较多,项目工作中获得的理论知识和方法技能用于解决与实践相关的具体任务,并以书面形式呈现结果。目的是使学生掌握执行项目的方法,获得以实践为导向的技能。国内大部分高校土木专业的课程设计,还是倾向于一个大作业,缺少思考和创新。

德国高校培养方案的特点是注重独立工作能力培养,在课程设置上比较灵活,实践性环节多,注重与学生的交流,并设有讨论环节,教学时注重讲授示范性的科学方法^[5]。和西方其他国家相比,德国的实践环节十分突出,土木工程专业学生必须到生产第一线实习13周,实习单位可由学生自行选择,也可由学校联系安排,对实习内容和要求有明确的规定。高年级学生还要完成实验设计,自己安排时间到实验室做实验,采集数据和分析数据,完成实验报告。

四、学习模式及评价体系

目前,国内工程认证如火如荼,工程认证理念反复强调教学应以学生为本,国内一些高校已在这方面进行改革,加入练习课和讨论课环节,如湖南大学和东南大学。加强学生的自学环节,减少教学环节的灌输量,是土木工程培养方案中大量缩减学时的原因之一,但减少课时并不是目的,在减少学时的同时,应增加对学生的自学要求,否则将导致培养质量下降。大部分高校的土木工程专业在近年来的培养方案调整中,将原有的180学分改为165学分甚至更少,东南大学土木工程交通土建方向缩减到150学分。缩减学分的同时要保证学生对所学知识的掌握,发挥学生自主性,在教学内容中加入更多的练习、作业和讨论。练习课和分组项目的成绩加入最后总成绩,多方面考察学生能力。特别要重视课程设计类等实践环节,分组及小组讨论的方式可加强学生的团队合作能力。

德国的设计作业,如果学生最后给出的产品设计是错误的,也可能得到高分,因为教师注重的是设计能力的体现;如果做出来的产品是完美的,也不一定得到高分,因为没有讨论改进的可能。教师注重的是对学生能力的评价。可以借鉴德国的能力培养模式,改善国内以最终考试结果为成绩评价的模式。德国的闭卷考试较为严格,对考试题目加以分类,死记硬背类的题目几乎没有。德国大学考试难度从1到5级,5级为最高级,分数从1到5分,1分为最高分。获得最高分的学生需要灵活解决问题,对知识掌握要求程度也较高,考题中必须包含2—5所有等级的难度。通常工科考试中没有等级1,也就是直接背诵的题目。德国学生通常避免在一学期修多门课程,因此,通常德国拿到学位的时间超过5年。德国大学没有学制的限制,通常只有一个规定学期数。

五、工程实践环节

重视工科发展的高等学校,对土木工程培养的共识是将学习过程中获得的理论知识与专业工作所

需技能联系起来,将实践纳入课程^[6]。德国工程类专业很显著的特点是与企业和建筑公司建立长期合作关系,企业和公司为学生安排短期实习、工作场所学习、职业日等,为毕业生提供临时和永久性工作^[7]。德国本科学位要求并不高,只要与企业合作完成论文即可,并不需要答辩,但对工程实践十分重视,本科毕业前到企业实习时间为3个月左右。德国大学对实践环节中的实验等也要求较高,在实验课程之前需要考试,考试通过才能进入实验课程的学习。

国内的土木工程专业也非常重视实践环节,各高校广泛开展的工程认证及土木本科指导性专业规范都要求本科课程实践占全部课程的40%以上,也提出了企业参与制定培养计划、校企联合建立实习基地、工程技术人员参与实践教学及加强校企双方人员交流等方法^[8],课程设计、四大实习及毕业设计都占了较大比重。然而,由于土木工程的特殊性,考虑到安全等因素,大多数国内高校都难以真正做到和工程界相互学习、融合,大四的学生通常按照培养大纲要求完成4周的生产实习,多数学生很难在如此短的时间内真正参与企业工作并被分配任务。

由于学生数量过多,难以实现较为完整的企业实习,但现在国内的一些企业开始重视与高校合作,例如,学生可申请参加夏令营或竞赛,获得录取资格的学员跟着最好的工程师学习,公司为其提供最好的数据应用场景,帮助他们通过实践创造独立的项目。土木工程专业有较多的竞赛,特别是力学竞赛、建模竞赛和高校参与度最高的全国结构大赛,在人才培养中也起到了重要作用。中交设计院和中国公路协会2016年提出世界桥梁大赛,参赛高校从一开始的十几个增加到上百所,桥梁博士软件公司2018年也提出了桥梁毕业设计大赛。企业对人才培养逐渐重视,并开始参与人才培养环节。土木工程作为传统学科,如何在本科培养中推动和业界的交流一直是各大高校努力的方向。

六、对培养方式及评价体系的建议

中国改革开放以来教育改革卓有成效,工程教育为国家基础设施建设提供了支撑,同时也应借鉴国外先进的教育理念,取长补短,继续开展工程教育的教学研究,并应用于实际课程建设,以适应日益激烈的国际竞争环境。通过与德国土木工程高等教育体系的比较,对培养方案和评价体系的改革如下:

(1) 教育指导原则需要改变,给予教师在教学上更多自由,给予学生学习上更多自由。着重发挥教师指导作用,允许教师在教学上具有更高的自由度。中国土木基础设施建设发展迅速,各种新材料和新结构层出不穷,教材通常落后于行业的发展,因此,对于教学和科研经验丰富的教师,不必过于强调统一规划教材,让教师随时把科研和实践心得融于教学,让学生脱离刻板的教学。

(2) 实行以学生为中心的教学原则,充分发挥学生的主动性,推行真正的学分制。增加选修的自由度,对于高年级的学生,允许适当延长学习年限。例如,在学习混凝土时,存在困难的学生可以把其他课程转移到下一年修习。

(3) 教学方法需要改革,注重培养学生的自学能力。虽然教学已采用多种方法,以及MOOC等各种教学手段,但是依然以灌输为主,没有开发学生探索问题的能力。对于土木类高年级专业课程,应以培养学生的自学能力为主,改革传统教学方法,可开设启发式教学实验班,对学生分层次教学。土木类的专业基础课程和专业课都较难,相对于90年代的课程,目前课程的课时大幅度缩减,因此,对于大部分的核心课程,应设立小班教学或探讨班,可增加研究生助教,对于需要综合性训练的课程开设课后辅导班,提高学生自学的信心,必要时可在低年级开设培养自学能力的课程。

(4) 专业课程的考察和评价应以学生多方面能力考察为主,而不仅仅考察知识掌握情况。可以借鉴德国的过程评价方法,提高学生对现有工程问题的思考能力。专业核心课程增加中间考核环节,如课堂汇报、小测、中期考试及课后作业。此外,借鉴工程执业资格考试,在高年级专业课程的考试中增

加开卷考试的比重,设置考察学生解决复杂问题能力的题目,减少强制性记忆的内容。

(5)加强工程学科和企业实践的联系,课程设计、毕业设计、毕业论文均以项目主导。有条件的可以和企业合作,在二年级或三年级开设创新课程,激发学生的学习积极性。在大三下或四上开设大课程设计或联合设计等课程,使学生提前将主干课程融会贯通。而毕业设计时间相对较长,采用与企业共同培养的方式,真题真做,较难的项目可由多位学生共同完成。由于土木工程是实践性非常强的学科,学习的内容应不断更新并与实践紧密结合,这也对教师提出了更高的要求,教师不仅教授知识,还需要带领学生了解未来专业领域的发展方向。

(6)加强导师制建设、增加导师数量,让低年级学生早日和专业教师接触,提高专业认识和社会责任感,提高学生学习兴趣。强调概论等课程的重要性,增加环保、法律法规等培养学生社会责任感的课程,提高学生对人类健康、环境、经济、生态和社会需求的认识。

参考文献:

- [1] 龚志起,陈柏昆,刘连新. 国内外土木工程专业实践教学模式比较[J]. 高等建筑教育, 2009, 18(1): 12-15.
- [2] 张敏霞,徐平,王有凯. 提高土木工程专业实践教学质量的思考与探索[J]. 中国现代教育装备, 2012, 12(21): 60-61.
- [3] 崔军. 我国高等工程教育课程改革研究[D]. 南京:南京大学, 2011.
- [4] Crofton F S. Educating for sustainability: Opportunities in undergraduate engineering[J]. Clean. Prod., 2000, 8(5): 397-405.
- [5] 朱健敏,万凤华,胡夏闯. 德国土木工程教育的发展趋势及启示[J]. 高等建筑教育, 2003, 12(4): 21-23.
- [6] Eva Vítková a, Jana Korytárová b, Vít Hromádka . Support work experience of students in civil engineering[J]. Procedia - Social and Behavioral Sciences, 2013, 93: 1940-1944.
- [7] Gamayunova, Olga. The civil engineering institute as a leader in training of specialists in the field of civil engineering[J]. Procedia Engineering, 2015, 117: 1043-1050.
- [8] 刘少东,郑鑫,张兆强. 土木工程专业校企联合人才培养机制探索与实践[J]. 高等建筑教育, 2016, 25(2): 32-35.

Training mode and evaluation system of civil engineering specialty under engineering certification compared with Germany higher education

GU Yin, LUO Surong, ZHANG Ting

(School of Civil Engineering, Fuzhou University, Fuzhou 350116, P. R. China)

Abstract: With the growth of science and technology, the competition for talents has become increasingly fierce. The higher education is an important key to talent development. The status of higher engineering education in Germany is introduced. The training objectives, professional curriculum setting, learning simulation and evaluation system of civil engineering specialty in Germany are elaborated. The civil engineering education under the engineering certification in China is compared with the system in Germany. The gap between the international engineering certification targets is proposed. The suggestions for training mode and evaluation system are proposed.

Key words: higher engineering education; civil engineering specialty; training program; evaluation system

(责任编辑 周沫)