

doi:10.11835/j.issn.1005-2909.2020.06.012

欢迎按以下格式引用:严健,晏启祥,富海鹰,等.工程教育认证背景下城市地下空间工程专业培养方案构建[J].高等建筑教育,2020,29(6):80-87.

工程教育认证背景下城市地下空间工程专业培养方案构建

严健,晏启祥,富海鹰,汪波

(西南交通大学 土木工程学院,四川 成都 610031)

摘要:针对行业特色型“双一流”建设高校城市地下空间工程专业人才培养方案的构建,作为国内最早创办地下工程相关专业的高等院校之一,在经由《华盛顿协议》开启的工程教育专业认证背景下,西南交通大学在实践中深度思考城市地下空间工程专业人才培养目标、课程体系建设以及人才培养方案的持续改进。以成果为导向,在国家城市轨道交通行业发展及双一流建设的内外需求下明确并细化人才培养目标,量化毕业要求并以此架构培养目标的实现矩阵;确立课程体系总框架,在兼顾标准、特色以及能力结构映射下,通过毕业要求对应指标点确定课程模块和实现矩阵;通过专业课程优化拓展、整合多元化课程,突出了实践能力培养核心、扩展了科研创新能力培养途径。

关键词:工程教育认证;城市地下空间工程专业;成果导向;课程体系;实现矩阵

中图分类号:G642 **文献标志码:**A **文章编号:**1005-2909(2020)06-0080-08

《华盛顿协议》目前已成为国际社会最具专业性和权威性的高等工程教育专业互认协议^[1]。中国作为《华盛顿协议》第18个正式成员国,以《华盛顿协议》要求为基础,开展工程教育专业认证,通过各成员国开展实质等效性人才培养,实现学位和执业资格互认,进而推动我国工程教育教学改革^[2]。

我国于2017年11月对2015版《工程教育认证标准》进行修订,新修订的版本由通用标准和专业补充标准组成,其中,通用标准包括学生、培养目标、毕业要求、持续改进、课程体系、师资队伍、支持条件等7个考核要素,并与《华盛顿协议》中“毕业要求与执业能力”框架性要求相适应^[3]。

成果导向、以学生为中心、持续改进是《华盛顿协议》的三个核心理念。成果导向教育(简称“OBE”,亦称“能力导向教育”),由Spady等人于1981年提出,指教学设计和教学实施的目标是学

修回日期:2019-12-11

基金项目:国家自然科学基金(U1134208,U1361210);国家科技支撑计划课题(2013BAB10B04)

作者简介:严健(1979—),男,西南交通大学土木工程学院讲师,工学博士,主要从事隧道及地下工程研究,(E-mail) sharefuture33@

163.com。

生通过教育过程最后所取得的学习成果^[4]。

为此,近年来国内诸多高校基于工程教育专业认证标准,利用成果导向理念,对城市地下空间工程教育专业建设和评估认证进行了实践探索和深入研究^[5]。部分学者以中南大学^[6]、哈尔滨工业大学^[7]等为依托,探索了城市地下空间工程专业的建设思路和建设途径。

作为一所轨道交通特色鲜明的双一流建设高校,西南交通大学是国内最早创办地下工程相关专业的高等院校之一。以 OBE 确立人才培养目标和实现矩阵,利用工程教育认证标准开展课程体系建设,进而构建城市地下空间工程专业培养方案,探索一条实现同类院校、近似专业间错位竞争和差异化发展的有效路径。

一、工程教育认证背景下的培养目标

(一) 以内外需求为导向确立培养目标

1. 国家城市轨道交通行业发展的外需动力

以国家政策走向、社会经济发展需求和行业发展趋势为导向确定城市地下空间工程专业培养目标。随着中国城镇化率不断提高,以地铁为代表的城市轨道交通在解决城市出行问题、城市空间资源方面问题提供了最佳解决方案。目前,我国城市轨道交通行业正处于大力发展阶段,截至 2018 年年底,中国内地共 34 个城市开通城市轨道交通运营服务,开通城市轨道交通线路 171 条,总长度 5 295.1 公里;仅 2018 年城市轨道交通投资达到 5 470.2 亿元,同比增长 14.9%。目前,国家已批复 43 个城市的轨道交通建设规划,规划总里程约 8 600 公里,“十三五”时期,我国还将继续加大城市轨道交通的发展力度,到 2020 年有望达到 6 000 公里^[8]。

轨道交通行业的快速发展对相关专业人才的培养提出了更高要求。结合工程教育认证通用标准中对培养目标评价与修订、课程体系设计及师资队伍等条款的相关要求,在专业培养方案制定之初,通过走访上海市城市建设设计研究院(集团)有限公司、南京地铁公司等多家企事业单位,让行业专家深度参与人才培养。通过深度调研,就学校城市地下空间工程专业的人才培养方案修订、学生实践创新训练基地建设、校企协同创新发展、产教深度融合等问题与走访单位进行了深入交流与探讨。将培育具有扎实理论基础、卓越工程实践能力和创新思维的人才需求目标体现在新的专业培养方案建设中,进而为城市轨道交通行业发展提供新的支撑。

2. 双一流高校轨道交通特色及专业定位

创建世界一流大学是行业高校实现自身使命的迫切要求。作为国家首批“双一流”建设的高水平轨道交通行业特色大学,学校始终以建设交通特色鲜明的综合性研究型一流大学为目标,始终站在行业领域科技创新和人才培养的前沿,以行业为依托,面向行业需求,针对行业特点展开人才培养。作为其中的典型代表,地下工程系是我国最早参与地下铁道、重大铁路隧道、公路隧道工程的规划、设计和修建关键技术研究的高校系所之一。近 10 年来,地下工程系共承担了国家、省部级及横向科研项目 100 余项,科研总经费超过 7 000 万元。地下工程系为国家培养了一大批工程技术骨干和高级管理人才,施仲衡院士、王梦恕院士,以及杨秀仁等 4 位全国工程勘察设计大师就是其中的杰出代表。

根据行业发展需求、学校自身的办学基础、办学特色和地域特点,对相关专业的人才培养类型、主要服务对象进行定位^[9]。目前,在土木工程专业本科大类培养之外,考虑“基础拓展、突出创新”,

新增城市地下空间工程本科特色专业。新专业在保持学校轨道交通特色人才培养外,更加注重城市地下空间领域人才的工程实践能力和创新能力培养,进而形成与原有大类培养专业的错位竞争、差异化发展。

3. “四维一体”“五有”交大人的内需动力

立德树人是当前高校人才培养的根本任务。面向国家和行业重大需求,培养更多的、高质量的专门人才和创新人才对高校而言是新挑战。在“培养什么人”和“怎样培养人”的问题上,各大高校都结合自身办学特色和传统,不断沉淀和凝练人才培养理念。西南交通大学在124年的办学中,凝练出了“有社会担当和健全人格、有职业操守和专业才能、有科学素养和人文情怀、有历史眼光和全球视野、有创新精神和批判思维”的“五有”交大人才培养目标。同时,在提高人才培养质量方面,提出了“四维一体”的培养模式,将构建与“价值塑造、人格养成、能力培养、知识探究”相适应的人才培养体系作为改革目标,为城市地下空间工程专业培养目标的实现提供了内需动力。

(二) 人才培养目标细化及基于毕业要求的实现矩阵

1. 城市地下空间工程专业培养目标及细化

培养目标是对毕业生在毕业后5年左右能够达到的职业和专业成就的总体描述,是构建专业知识、能力、素质结构,形成课程体系、开展教学活动、确定毕业要求的基本依据^[10]。西南交大城市地下空间工程专业总体培养目标是面向国家城市建设和城市地下空间开发需求,坚持学校“双严”传统,培养理论基础扎实、专业知识宽厚、具有创新能力和国际视野、能够引领城市地下空间工程建设未来发展的创新型高级专门人才。毕业生应德、智、体、美、劳全面发展,具有一定的文化内涵和广阔的国际视野,较强的社会担当和健全的人格修养,积极的创新精神和严谨的批判思维,良好的人文情怀和扎实的科学素养、高尚的职业操守和优秀的专业才能。毕业生掌握城市地下空间工程建设的基本原理和专业知识,获得工程师的良好训练,具备较强的实践能力,能从事城市地下空间工程的规划、设计、施工与管理工作。将上述培养目标细化为4个目标,如图1所示。

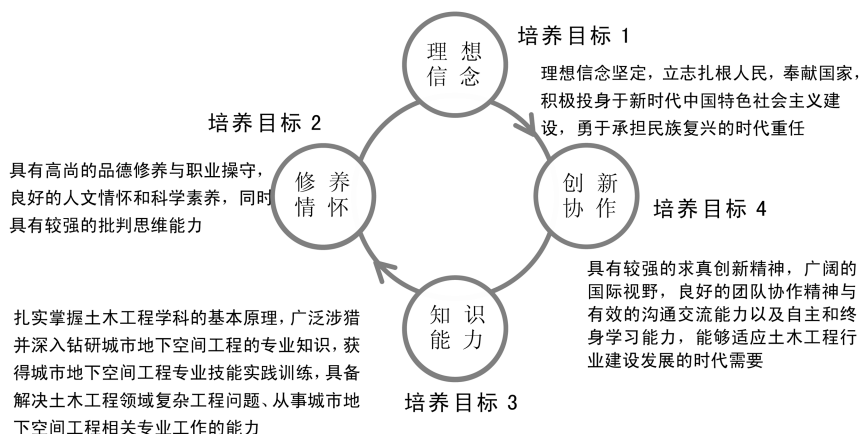


图1 城市地下空间工程培养目标分解图

2. 基于毕业要求的人才培养目标实现矩阵

毕业要求也称毕业生能力,是对学生毕业时所应该掌握的知识和能力的具体描述,是培养目标的前提和达成培养目标的支撑。毕业要求关注学生通过本专业学习后应掌握的技能、知识和能力,是学生完成学业时应该取得的学习成果。在工程教育认证通用标准中,从工程知识、解决方案、科

学研究等 12 个方面明确了学生毕业时应达到的要求,据此,在城市地下空间工程专业构建中,西南交大结合专业定位和培养目标,将毕业要求进一步细化,并分别将其与知识基础结构、能力应用以及图 1 中 4 个培养目标一一对应,进而形成毕业要求支撑培养目标的实现矩阵,如表 1 所示。

表 1 毕业要求支撑培养目标的实现矩阵

序号	毕业要求	知识基础	能力应用	培养目标			
				1	2	3	4
1	工程知识与问题分析	数学、自然科学、工程基础和专业知识	识别、表达、分析土木工程领域复杂工程问题,并获得有效结论	√		√	√
2	工程设计(开发)解决方案	综合考虑社会、健康、安全、法律、文化、伦理、环境及可持续发展	设计(开发)优化	√		√	
3	科学研究	相关科学原理、科学方法	设计开展实验;数据采集、分析与解释	√		√	√
4	现代工具使用	现代仪器设备、信息资源、工程工具和模拟软件	开发、选择与使用恰当的技术、资源、现代工程工具和信息技术工具进行预测、模拟、测试、分析、评价及二次开发	√		√	√
5	工程活动对社会、环境与可持续发展的影响	技术标准体系、知识产权、产业政策和法律法规理解	理解、分析和评价	√	√	√	
6	职业规范	科学人文素养,自觉遵守职业道德和行为规范	责任担当、服务社会、贡献国家	√	√		
7	个人和团队	团队协作精神和能力	承担个体、团队成员以及负责人的角色,并有效发挥作用	√	√		√
8	沟通与表达	口头、文稿、图表等表达能力,并具备一定的国际视野	撰写报告、设计文稿、陈述发言、清晰表达、回应指令,能够在跨文化背景下进行沟通和交流	√	√	√	
9	项目管理	项目管理原理与经济决策方法	掌握管理与经济决策方法,设计、开发项目解决方案	√	√	√	
10	终身学习	理解能力,归纳总结的能力和提出问题的能力等	具有自主学习和终身学习的意识,持续获取和应用新技术、新知识,适应土木工程领域的新发展	√		√	√

二、工程教育认证背景下的课程体系建设

课程体系是培养方案的核心内容,决定着专业人才培养目标达成度和专业人才的社会适应度。

(一) 课程设置与课程实现矩阵

1. 课程设置总框架

参考《工程教育认证标准》(2017 修订版)课程设置要求,各大高校在城市地下空间工程专业新一轮人才培养方案修订中,依据毕业要求确立了课程框架体系和课程比例。例如:哈尔滨工业大学 2012 版培养方案要求修满 167.5 学分,其中通识教育类课程 52 学分,专业教育类课程 81 学分,实践环节 34.5 学分;2016 版中要求修满 174.5 学分,其中通识教育课程 65 学分,专业教育课程 99.5 学分,个性化发展课程 10 学分;中南大学 2018 版中要求修满 180 学分,其中必修课程 141 学分,选修课程 39 学分。

西南交大在城市地下空间工程专业课程体系设置中,在总学分明显降低的趋势下反而增大了人文社会类通识教育课程和实践教学学分的占比(见表2)。其中,人文社会类通识教育课程较通用标准增加最多,实践教学学分较通用标准要求总体增加了3%,达到总学分的23%。

2. 毕业要求对应下的课程模块和实现矩阵

毕业要求是构建课程体系的依据,课程体系是达到毕业要求的支撑。在课程体系设置中,通过8个课程模块,体现毕业要求与课程体系之间的对应关系。将毕业要求逐条落实到与之相对应的课程体系中,合理确定各类课之间的学分比例,处理好各类课之间的关系,摒弃原来仅存在简单重复关系的课程,梳理具有互补、深化关系的课程,确保学生具备完整的知识结构。

通过课程模块与支撑毕业学分要求指标的一一对应构成课程实现矩阵,明确每门课程对毕业要求的“贡献率”,进一步梳理课程与课程之间,以及课程知识点之间的关系,从而为重组和优化课程教学内容提供依据。课程模块及实现矩阵如表2所示。

表2 毕业要求对应下的课程模块和实现矩阵

课程模块	学分要求						小计
	必修		限修		任选		
	理论	实践	理论	实践	理论	实践	
公共基础课程	思想政治类	14	2				16
	军事类	2	2				4
	外语类	6		2			8
	体育类	4					4
通识教育课程	核心通识课	4					4
	新生研讨课	2					2
学科与专业基础课程	数学与自然科学基础课	25	2.5				27.5
	工程基础类课程	30	8				38
	专业基础课	11	4				15
专业课程	专业方向课程	12	2	2			16
	专业限修课程			4			4
实习实践教学	基本技能训练、实习实训、综合课程设计、社会与文化素质实践、毕业实习与毕业设计		13.5		1		14.5
多元化课程	跨学科课程、美育专业类课程、个性化选修课程			4		1	5
创新创业实践	创新创业训练计划项目、个性化实验、学科竞赛、创新讲座,等		2				2
必修环节	大学生综合素质提升、学生体质达标测评						0
总计		110	36	12	1	1	160

在课程实现矩阵中,根据知识、能力、素质结构的纵向和横向关系,建立课程体系和课程模块。以通识教育类课程为例,核心通识课4个学分,要求在“历史、文化与人文情怀”“哲学智慧与批判性思维”“社会科学和责任伦理”“生态环境与生命关怀”“交通、工程与创新世界”模块中选择,且每个模块最多选修一门课程。本专业学生原则上不选本学院所开设的课程,即不得在“自然科学与科学精神”模块中选修通识课。

与此同时,合理规划课内外学时,将教学内容向课外延伸,明确学生课外学习的要求(如时间投入等),有效提升学生的自主学习能力;探索基于 MOOC 等教学形式的课程改革,实现课堂研讨与在线学习的深度融合;通过创新创业训练计划项目、个性化实验、学科竞赛、创新讲座等,增强第二课堂育人效果,处理好传统显性课程与隐性课程的关系。

(二) 兼顾标准与特色的课程体系设置

为突出自身专业特色,避免同类专业人才培养的同质化,学校对城市地下空间工程专业课程进行了优化,并对多元化课程进行了整合。

1. 优化专业课程,彰显专业特色

以城市地下空间工程专业工程教育标准和国家标准为依据进行课程设置,搭建城市地下空间工程专业课程框架体系,明确专业主干课程,专业方向课程和专业限选课程。如表 2 所示,将地下空间专业类补充标准中的学科与专业基础课程确定为必修课,以达成毕业要求为主线,以核心课程建设为牵引,优化课程体系,强化课程间的联系,提升课程的系统性和前沿性。

按照行业发展趋势及区域工程特点,在专业层面上,对各门课程授课内容进行全面梳理优化,使得知识结构更加合理、完整。在专业限选课程之外,设置专业拓展课程,这些课程的教学内容充分考虑行业特征、专业特色和学校定位。例如,除了力学拓展课程组(或房屋建筑工程)2 学分外,其余 3 学分按照 3 个课程组限修的形式进行选择,(1)施工、设计类:地基处理及支挡结构设计、地下工程风险评估与管理、地下工程围护结构设计原理;(2)运营、维护及管理类:地下工程通风与空调、地下工程防水、地下工程结构耐久性与评估;(3)其他类:地下结构地震响应与抗震设计、预制装配式地下结构与工程。

2. 多元化课程整合,突出个性化培养

多元化课程组中,做好通识课程体系建设与通识教育理念下的专业课程建设,探索建设跨学科课程体系。城市地下空间工程专业要求学生限选课学分达到 12 学分,并以课程组的方式开设,同时又突破课程组限制。例如:外语类课程群中,设置 2 个学分供选修,学生可根据爱好选择职场英语、交际与文化视听说、语言、文化与翻译、英语公共演讲等课程。跨学科课程要求的 2 个学分可在“交通天下”通识课程体系各模块中的跨学科课程中选修;美育专业课程要求的 2 个学分可在“交通天下”通识课程体系中由学院开设的相应美育专业课程中选修,如工程美学与文化、交通干线人文景观与美学、建筑装饰与室内设计美学或“艺术体验与审美修养”模块中的相应课程。个性化选修课程、其他个性化选修课程要求的学分可由学生根据自身需求、兴趣爱好和未来发展规划,在全校范围开设的课程中自由选择,以满足学生职业生涯规划以及个性化发展要求。

(三) 能力结构映射下的课程体系建设

1. 突出实践能力培养核心

实践环节是培养学生工程实践能力的重要途径。城市地下空间工程专业课程体系建设中,西南交大通过在能力结构与课程体系结构之间建立清晰的映射关系,按照“系统深入、强化实践”原则,以“专业实践课程-综合课程设计-毕业实习与毕业设计”为主线,通过基础能力、专业能力、综合设计能力、研究创新能力四个层次完善实践教学目标和培养要求,最终使学生达成预期的能力结构。同时,为优化实践教学过程,丰富实践教学模式,提升实验项目水平,在不断完善实体实验室建设的基础上,重点加强虚拟实验教学资源、虚拟教学实验室的建设与应用,扩大实验教学受益面,进

而突出能力培养核心。在实习实践课程组中,要求学生在4年中至少完成2个学分的课外创新实践学分,可选修拓展性和个性化实验,参加社会与文化素质教育实践、学科竞赛、SRTP项目、SITP项目、创新讲座等;创新学分由学生按照《西南交通大学创新学分认定与管理办法》和《土木工程学院创新学分补充规定》相关要求习得。

2. 扩展科研创新能力培养途径

建立融创新创业思想于一体的通识、大类基础、专业核心、个性化四大模块的课程体系。强化科教协同,以高水平科学研究支撑高质量本科人才培养^[11]。结合城市综合管廊、川藏铁路等重大、重点科技计划任务,将最新科研成果及时转化为教育教学内容,使学生早进课题、早进实验室、早进团队,在科研实战和现场实践中锻炼其科研创新能力。

为了实现教育与经济、技术、社会的深度融合,西南交大大力开展政产学研合作协同育人项目。一方面,作为中国基础设施建设人才培养的摇篮,学校与国家铁路集团、国家能源集团、中国中铁、中国铁建等单位和企业深度合作,参与了成都地铁、深圳地铁等实际工程建设项目;另一方面,利用教育部、国资委联合举办的“国企领导上讲台、国企骨干担任校外辅导员”活动,邀请“中铁二院张海波地铁创新工作室”张海波教授来校授课,将企业的最新发展成果融入案例带进课堂,将学校小课堂和社会大课堂相结合,为学生提供更大更好的科研创新平台。

三、工程教育认证背景下培养方案的持续改进

持续改进理念是工程教育认证的三个基本理念之一,该理念要求认证专业根据行业发展的新趋势、新技术、新产业、新业态和新模式,不断改进培养目标、毕业要求、课程体系及培养方法。基于这一理念,西南交大城市地下空间工程专业主要从培养结果导向和课程质量反馈两方面对人才培养方案进行持续改进。

(一) 建立以培养结果为导向的培养方案改进机制

按照工程教育认证通用标准要求,建立与毕业生的沟通渠道,以毕业生为纽带,与合作企业及用人单位建立有效沟通机制。通过座谈、拜访和回访等方法获取毕业生及用人单位的意见和建议,考察培养目标与国家、区域经济社会发展需求的适应度,以及培养效果与培养目标的达成度,并以此为依据改进人才培养方案。

(二) 建立以课程质量反馈的培养方案改进机制

基于学生学习产出为导向,建立本科人才培养方案持续改进机制。随社会的发展,各种新理念不断涌现,科技水平不断提高,各行业领域对人才的要求也在发生变化。为此,应建立人才培养方案随行业发展持续改进的机制,按照“策划—实施—检查—调整”的流程,在循环中不断改进人才培养方案。

四、结语

党的十九大报告指出,要“实现高等教育内涵式发展”。西南交大顺应行业发展和区域经济发展需求,融合学校定位和发展特色,在工程教育认证背景下积极创新构建城市地下空间工程专业建设,取得了显著成效:

(1)在城市地下空间工程专业人才培养模式的创新探索与实践,提升了高校专业建设内涵,

为学校“双一流”学科建设打下了坚实基础。

(2)以成果为导向,学生综合能力和整体素质高,受到用人单位整体好评。近5年来就业统计显示,学生一次性就业率高达98%以上,其中75%的毕业生就业于中国中铁、中国铁建、中交等世界500强企业,出现了“一生难求”的就业局面。

(3)2019年,在教育部高等学校土木类教学指导委员会全国城市地下空间工程专业教学指导组成立大会上,因鲜明的办学特色,优异的专业培养方案和人才培养成果,西南交通大学在20所高校中当选为主任委员单位。

参考文献:

- [1]姚韬,王红,余元冠.我国高等工程教育专业认证问题的探究——基于《华盛顿协议》的视角[J].大学教育科学,2014(4):28-32.
- [2]樊一阳,易静怡.《华盛顿协议》对我国高等工程教育的启示[J].中国高教研究,2014(8):45-49.
- [3]刘少东,马永财,刘文洋.工程教育认证背景下水利水电工程专业培养方案的构建——以黑龙江八一农垦大学为例[J].高等建筑教育,2019,28(4):48-54.
- [4]周应国,孙小梅.高等工程教育人才培养质量评价体系构建——国际专业认证背景下的思考[J].大学教育,2019(5):144-147.
- [5]华尔天,计伟荣,吴向明.中国加入《华盛顿协议》背景下工程创新人才培养的探索与实践[J].中国高教研究,2017(1):82.
- [6]蒋冲,唐礼忠,蒋青青,等.城市地下空间工程专业建设的思考——以中南大学为例[J].高等建筑教育,2013(6):29-32.
- [7]陈剑,宫莹.城市地下空间工程专业课程体系建设研究与实践[J].高等建筑教育,2015,24(2):25-27.
- [8]2019年城市轨道交通行业发展现状及发展前景分析[EB/OL].(2019-05-07)[2019-11-20].<http://www.chyxx.com/industry/201905/735757.html>
- [9]江学良,杨慧.城市地下工程建设人才培养的若干思考[J].创新与创业教育,2011,2(4):47-50.
- [10]李志义.解析工程教育专业认证的成果导向理念[J].中国高等教育,2014(17):7-10.
- [11]陈宝生.坚持“以本为本”推进“四个回归”建设中国特色、世界水平的一流本科教育[J].时事报告(党委中心组学习),2018(5):18-30.

Construction of training program of urban underground space engineering specialty under the background of engineering education certification

YAN Jian, YAN Qixiang, FU Haiying, WANG Bo

(School of Civil Engineering, Southwest Jiaotong University, Chengdu 610031, P. R. China)

Abstract: Southwest Jiaotong University is a “Double First-Class” university with clear-cut industrial characteristics, as the earliest founded one of underground engineering related majors in colleges and universities. For constructing the cultivation scheme for urban underground space engineering specialty, we deeply consider the training objectives, curriculum system construction and continuous improvement of talent training programs in practice, under the background of engineering education certification initiated by Washington agreement. Based on the concepts of engineering education certification, outcome based education, the talent training objectives for the needs of the development of national urban rail transit industry and Double First-Class construction of university were defined and refined, meanwhile, the graduation requirements and construct the realization matrix of the training objectives were quantified. The general framework of the curriculum system was established, and the curriculum module and realization matrix were determined through corresponding index points of graduation requirements under the mapping of standards, characteristics and capability structure. The the core of practical ability training cultivation is highlighted, and the cultivation approach of scientific research and innovation ability is expanded through the optimization of the combination of major courses and the integration of diversified courses.

Key words: engineering education certification; urban underground space engineering; OBE; curriculum system; realization matrix

(责任编辑 梁远华)