

基于“多维协同”模式的城市地下空间工程专业 毕业设计教学改革探索

时刚 张浩 郜新军 刘云龙 李洪欣
郑州大学 土木工程学院 河南郑州 450001

摘要: 伴随着我国城市地下空间的开发浪潮,城市地下空间工程专业(简称城地专业)应运而生。城地专业的毕业设计课题往往涉及多个学科交叉,体系性较强,传统的毕业设计模式难以适应培养复合型人才需要。本文结合郑州大学城地专业毕业设计的教学实践,在对毕业设计存在问题深入剖析的基础上,开展了基于“多维协同”模式的毕业设计教学改革探索,通过校企协同解决了指导教师实际经验缺乏的问题,通过多专业协同解决了毕业设计中设计方案的专业配合问题,使学生学习积极性和团队协作能力得到极大的提升,取得了良好的效果。

关键词: 毕业设计;教学模式;多维协同;校企协同;多专业协同

引言

随着我国城镇化进程的加速,城市空间需求急剧膨胀与空间资源有限之间的矛盾日益突出,城市地下空间的开发利用是解决这一矛盾的重要举措。进入21世纪,以轨道交通为主导的地下交通设施和以综合管廊为主导的地下市政设施引领了我国城市地下空间开发利用的发展。为适应我国城市地下空间发展,2012年城市地下空间工程专业(下称“城地”专业)正式列入教育部特设专业目录,截止目前,全国有一百多所高校设置了该专业,为我国培养了大批城市地下空间方面的人才。

在城地专业人才培养过程中,毕业设计是非常重要的环节,也是最为重要的实践教学环节。通过毕业设计,使学生有机会将理论知识与实际工程相结合;在毕业设计过程中,可以使学生综合运用所学专业基本理论和技能,培养其独立分析和解决问题的能力,同时培养和锻炼学生的创新思维能力和团队协作能力。

与土木类专业毕业设计课题(例如,混凝土框架结构、混凝土框架剪力墙结构设计等)不同,城地专业本科毕业设计课题尚不成熟,对于毕业设计的教学改革研究和探索相对较少^[1-6],大多数高校仍然沿用土木类毕业设计指导模式,忽视了城地专业毕业设计课题的自身特色和需求,使得毕业设计环节存在许多不完善之处。鉴

于此,本文结合郑州大学城地专业本科毕业设计的教学实践,以地铁车站主体设计为例,探索基于“多维协同”模式的毕业设计教学改革。

一、郑州大学城地专业毕业设计概况

郑州大学城地专业起源于土木工程专业地下工程方向,为更好的适应城市地下空间人才的培养,2013年城地专业正式在教育部备案,2014年招收首届学生,每届招生60人。结合我校城地专业毕业设计实践,简要介绍我校城地专业毕业设计的现状。

(一) 毕业设计课题开设情况

我校城地专业是在传统的土木工程专业地下工程方向基础上发展而来,因而具有浓厚的“建筑”行业背景,人才培养方案也具有浓厚的“工民建”特色,专业核心课程以基坑工程、地基处理、基础工程、隧道与地铁工程、地下建筑结构等课程为主。与此相对应,目前开设的毕业设计课题主要有三类:基坑支护设计与施工组织设计、地下车库设计和地铁车站主体设计,这些课题的工程背景主要集中城市区域。

(二) 指导教师情况

我校城地专业毕业设计指导教师共有15人,人均指导本科毕业设计3人。由于学校定位等原因,指导教师中具有工程背景的教师仅有3人,多数指导教师为“学院派”教师(指从高校到高校,缺乏实际工作经验的教师),所学专业以岩土工程、地下工程为主。

(三) 毕业设计的评价机制

毕业设计的质量控制和评价分为过程控制和毕业答辩两个环节,其中,过程控制包括毕业课题审核、开题

基金项目: 2022年度郑州大学教改项目“基于‘多维协同’模式的城市地下空间工程专业毕业设计教学模式改革”(编号:2022ZZUJG048)。

作者简介: 时刚(1978-),男,山东日照人,博士,教授,主要从事地基基础的教学与科研工作。

报告审核、中期检查和答辩前检查（指导教师打分与评阅教师打分）；答辩环节以学生挂图介绍（PPT介绍）、抽题回答和答辩教师质疑的形式。答辩小组主席通常为工程企业的技术专家，其余委员为本专业教师；评价方式以打分为主，没有专门针对设计优缺点的专业性评语。

二、毕业设计存在的问题及分析

现阶段毕业设计通常要求“真题实作”，该教学模式来源于产学研合作教育。基于“真题实作”模式的毕业设计，一般要求毕业设计课题来源于实际工程，例如，“某某地铁站设计”，通过对实际工程开展设计，使学生充分熟悉本行业相关技术标准，掌握实际工程设计的基本流程，促进理论知识与工程实践的有机融合，使学生真正成为能设计、会设计、敢创新的复合型人才。

我校城地专业已开设毕业设计课题中，基坑支护设计与施工组织涉及课程较少，开展较为顺利；地下车库设计虽然涉及到车库建筑设计内容，但设备用房、辅助用房相对较少，设计难度也不大；与上述课题不同，地铁站建筑设计和结构设计涉及多个专业，例如，风道设计涉及到建筑环境与能源应用工程专业，设备用房涉及到电气、机电等专业，设计难度较大。

本节以“地铁站主体设计”为例，介绍毕业设计“真题实作”过程中存在的问题，在此基础上深度剖析问题的原因。

（一）毕业设计存在的问题

“地铁站主体设计”内容包括地铁站总平面设计、站厅层和站台层平面和剖面设计，主体结构设计计算这几个部分。根据多年“真题实作”毕业设计实践教学，总结问题如下：

（1）设计选题不合理

受“一人一题”要求限制，部分指导教师为避免课题重复，选择部分复杂车站，例如，地铁换乘站、地铁与高铁（火车）联运站等，设计难度远超本科阶段能力，学生负面反馈较强烈。

（2）总平面设计力不从心、毫无头绪

地铁站总平面设计要求学生确定车站主体与周围环境（道路、建筑物等）的相对位置关系，确定出入口通道及风井位置等。学生通过对已有地铁站实地调研分析，虽然能获得部分灵感，但面对复杂的城区环境和众多因素，设计中地铁站与周围环境的配套协调力不从心，经常手足无措、毫无头绪。

（3）站厅层、站台层设备区的布置错误频发

地铁站站厅层与站台层公共区域建筑设计较为简单，需要考虑的因素也较少；然而，对于设备区域，由

于涉及到众多行业等，设备区域布置困难重重，错误频发。尽管设计中对学生放松要求，参考已有车站设备区布局进行设计，效果仍较差，特别是设备区中占“大头”的通风布置（包括风道及通风空调用房等），五花八门，由于缺乏通风空调方面的专业知识，甚至出现了常识性错误。

（4）车站埋深选择无据

地铁站剖面设计中，车站埋深的确定尤为关键，车站埋深不仅要考虑需要避让的地下管线等，还需要考虑整条线路的纵断面设计。然而，本科毕业设计中仅对线路上某一地铁站开展设计，无法考虑整条线路的纵断面情况，且指导教师也无法获取整条线路设计资料，因而确定车站埋深时仅仅考虑避让所在位置的地下管线，与实际工程存在较大差异。

（5）结构设计经验缺失

《地铁设计规范》（GB 50157）中并未给出地铁车站主体结构计算模型，实际设计时，不同设计院采用的计算模型不同，尽管相关教材和毕业指导书中对各种模型进行了详细的描述，但学生应用时仍存在众多疑惑，难以遵从。此外，配筋过程中，学生缺乏实际经验，仅仅考虑钢筋面积，未考虑实际工程条件，甚至出现配置 ϕ 受力钢筋的情况。

（二）问题剖析

“地铁站主体设计”之所以出现上述问题，产生的原因来源于下述三个方面：

（1）地铁车站工程的复杂性

地铁站是一个复杂系统工程，需要考虑众多因素，这些问题包括但不限于客流预测与分析、安全与疏散、周围环境影响、经济性、可持续性、地下空间的有效利用、地质条件的影响、未来可能得扩展和改造、与其他线路协调与换乘等问题^[7]。上述因素的存在，使得地铁站主体设计受到较大约束，即便在毕业设计过程中忽略上述部分因素，但一些基本因素如与周边道路、建筑的协调仍是必须考虑的问题。

（2）“多专业协同”的缺失

地铁站建筑设计过程中涉及到多个学科知识的相互配合，例如，建筑设计、通风设计、电气设计、结构设计等，这些专业之间相互交叉、相互影响，尤为复杂。实际工程设计时，一方面要求设计人员具备一定的跨学科知识背景和技能，另一方面要求多专业设计人员协同配合和信息交流。然而，城地专业开展毕业设计过程中，仅依靠本专业难以顺利完成地铁站建筑设计布局，亟需多个专业协同配合。

(3) 指导教师实际经验的缺失

毕业设计指导教师缺乏相关从业经验，对实际工程设计流程和设计方法不熟悉。然而，当前高校的科研任务重，考核严苛，在科研和教学双重压力下，指导教师也无意去企业实践以获取相关设计经验。

三、基于“多维协同”模式的毕业设计教学改革探索

为解决“地铁车站主体设计”毕业设计过程中存在的种种问题，切实提高毕业设计质量，基于对问题产生原因的分析，本节探讨采用“多维协同”模式开展毕业设计的教学改革探索^[8-9]。

“多维协同”模式的毕业设计如图1所示，包括校企合作^[10]和多专业协同^[11]两个维度。通过校企合作，依靠企业技术人员的专业知识和技能，解决指导教师实际经验缺乏的问题，以及地铁车站主体设计中面临与周围道路、建筑协同问题；通过“多专业协同”，解决地铁车站设计中建筑方案的多专业配合问题。其中，“多专业协同”仅涉及与通风空调相关的建环专业。

(一)“多维协同”模式的实施难点分析

为实现“多维协同”模式的地铁车站主体设计，需要从两个维度探讨该模式实施的难点。

(1) 校企合作维度

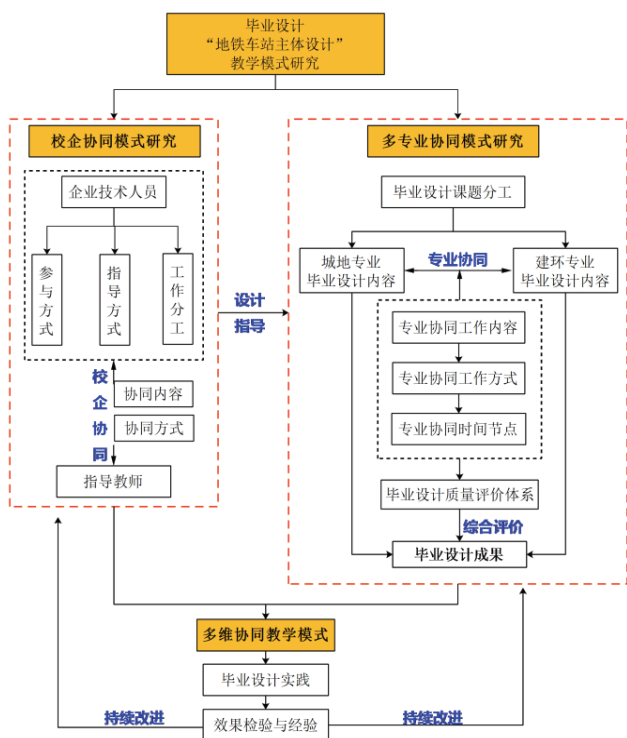


图1 “多维协同”模式的示意图

企业技术人员工程设计经验成熟、专业知识丰富，

但由于时间限制，加之知识体系与本科生知识结构的差异性，因此，企业技术人员如何与校内指导教师协同工作，即协同工作方式和协同工作深度，是“校企合作”需要解决的关键问题。

(2) 多专业协同维度

在“地铁车站主体设计”毕业设计课题中，城地专业和建环专业两个专业如何通过“专业协同”进行地铁车站建筑方案设计，专业协同的节点和毕业设计深度如何管控，是“多专业协同”需要解决的关键问题之一。

(二)“多维协同”模式的实施方法

为解决“多维协同”模式中存在的难点问题，采取如下实施方法：

(1)“多维协同”的工作划分

汇集城地专业、建环专业指导教师和轨道交通设计企业技术人员，以“地铁车站主体”的毕业设计成果要求为依据，探讨城地专业和建环专业的毕业设计内容划分、设计深度要求、专业间的协同工作节点和协同工作内容；探讨企业技术人员参与毕业设计的参与方式和指导方式，明确企业技术人员与校内指导教师的协同工作内容和方式。

“校企合作”环节，企业技术人员主要参与设计课题的审核、设计的集中培训（指导教师与学生）和毕业答辩和评价与反馈几个环节。课题审核阶段，企业技术人员可以根据专业知识评定设计课题的适宜性，并可辅助提供相关设计需要的部分资料。毕业设计的集中培训，邀请企业技术人员给本科生进行1~2次关于设计课题的专题讲座，与指导教师开展2~3次的学术交流（可采用网络会议等多种形式）。毕业答辩环节，邀请企业技术人员担任答辩小组主席，对毕业设计成果进行评价；答辩后，对本次毕业设计存在的问题进行集中反馈。

“多专业协同”环节，由城地专业指导教师和建环专业指导教师进行深度交流，划分两个专业各自设计主体内容以及专业间协同节点。根据各专业特点及毕业设计要求，由城地专业负责地铁车站主体设计中的除通风系统外的相关内容；由建环专业负责地铁车站通风系统设计，包括站台层风道设计、站厅层风道设计以及通风空调系统设计。专业协同时，由城地专业学生给出地铁车站的主体方案及对通风空调系统的限制条件，由建环专业学生给出通风空调系统设计并对建筑设计提出空间要求并由城地专业学生来实施。专业协同节点设置在地铁车站建筑设计阶段的中后段。同时，为保证专业协同的

同步性,在毕业设计开展前两专业学生开展设计对接和初步方案的研讨。

(2) 设计成果评价方式改革

传统的毕业设计评价采用指导教师评分和答辩评分相结合的方式,评价的依据主要根据设计图纸和设计计算书,同时参考毕业答辩情况进行综合评价,这种评价方式不合适与“多维协同”模式条件下的毕业设计成果的评价。

依据“多维协同”模式的实施方式,拟按“本专业评分(80%)+专业协同评分(10%)+企业专家评分(10%)”模式进行评价。本专业评分仍然按照传统毕业设计评价方法进行;专业协同评分由建环专业指导教师进行评价,对建筑方案中通风空调系统设计的合理性进行评价;企业专家评分由企业技术人员对毕业设计方案的整体合理性进行评价。其中,专业协同评分和企业专家评价在毕业设计答辩前开展。

(3) “多专业协同”模式的前期工作

为保证“多专业协同”模式毕业设计的顺利开展,在本科四年级上学期进行毕业设计动员,进行“多维协同”毕业设计模式的宣传工作,遴选参与“多维协同”毕业设计课题的毕业生人选,并由学生自行组队。同时,参与毕业设计指导的城地专业和建环专业教师也进行组队,共同对本组学生进行指导。

(4) “多维协同”模式的持续改进

每年度“多维协同”模式毕业设计完成后,由城地专业和建环专业参与本科学生填写调查问卷,充分收集毕业设计全过程中存的各种问题。毕业设计完成后,开展教学研讨活动,结合学生反馈信息,由企业技术人员和两专业指导教师集中分析“多维协同”模式实施过程中存在的问题,并给出相应的解决方案,进行毕业设计教学改革持续改进。

结论

本科毕业设计是高校人才培养过程中最为重要的实践环节,是锻炼学生理论联系实际的能力、培养学生独立分析和解决问题以及团队协作能力的重要一环。

由于城地专业毕业设计课题内在的复杂性,传统的毕业设计模式难以满足当前复合型专业人才培养的要求。本文以“地铁车站主体结构”毕业设计课题为例,深入分析了毕业设计过程中存在的问题,开展了基于“多维

协同”模式的毕业设计改革探索,给出了“多维协同”毕业设计实施的具体方法,并在2023年度和2024年度在我院城地专业和建环专业中开展了两次基于“多维协同”模式的毕业设计实践活动,极大的激发了学生的专业热情,提高了学生毕业设计质量,增强了学生对未来工作的适应能力,取得了良好的效果。

参考文献

- [1] 姜培杰.城市地下空间工程专业毕业设计教学改革的若干思考[J].四川建材,2017,43(1):203-204,206.
- [2] 蔡燕燕,刘士雨,涂兵雄.城市地下空间工程专业本科毕业设计的共性问题及教改探索—以华侨大学为例[J].教育教学论坛,2018,(10):107-108.
- [3] 李雪,张军伟,曲宏略等.城市地下空间工程本科毕业设计思考与改进[J].教育教学论坛,2018,(41):58-59.
- [4] 李顺群,柴寿喜,刘举等.城市地下空间工程专业毕业设计(论文)改革与实践[J].高教学刊,2020,(19):133-135.
- [5] 赵东平,汪波,和琦.以课程设置及教学优化提升本科毕业设计质量—以西南交通大学土木工程专业城市与地下空间工程方向为例[J].教育教学论坛,2023,(42):17-20.
- [6] 李新明,胡江春,于水生.基于CDIO-OBE理念的城市地下空间工程专业毕业设计模式探索[J].创新创业理论与实践,2023,6(14):116-118,128.
- [7] 费睿,赵洋.BIM在地铁车站建筑设计中的应用研究[J].工程技术研究,2019,4(06):169-170.
- [8] 夏石头,萧浪涛,彭克勤等.“多维协同”实践教学模式的构建与实践[J].实验科学与技术,2017,15(4):53-57.
- [9] 叶湄.多维协同下独立学院“真题实做”教学模式改革初探—以环境设计专业毕业设计课程为例[J].消费导刊,2020,5:74-76.
- [10] 张玉伟,宋战平,冯志焱等.校企合作培养城市地下空间工程专业人才的探索与实践[J].高等建筑教育,2021,30(2):15-21.
- [11] 钟秀玉,刘越畅,柯木超等.软件工程专业协同创新性实践教学体系的探索[J].实验室研究与探索,2014,33(4):175-178.