

面向新工科的交通运输专业课程实验教学体系探讨*

周峰 洪玲 王文昱

(同济大学 交通运输工程学院 道路与交通工程教育部重点实验室 上海 201804)

摘要: 新工科对交通运输人才的综合实践能力培养提出了更高的要求。实验教学作为新工科背景下本科教学的重要环节,需要自成体系,不断完善。本文探讨了交通运输专业课程实验教学体系设计的目的、原则、思路,将交通运输专业各门专业课程的实验进行有机串联,形成了渐进式多层次的课程实验教学体系,并提出了多维度的实验保障措施。该课程实验教学体系的初步应用取得了良好的效果,可为相关专业的课程实验教学体系设计提供借鉴。

关键词: 交通运输 新工科 专业课程 实验教学体系

中图分类号: G642.0 **文献标识码:** A

DOI: 10.12218/j.issn.2095-4743.2022.39.114

引言

2017年2月以来,教育部积极推进“新工科”建设,旨在主动应对新一轮科技革命和产业变革,构建新兴工科和传统工科相融合的新体系^[1-2]。为了满足未来新兴产业和新经济需要,我国高校着力培养实践能力强、创新能力强、具备国际竞争力的高素质复合型新工科人才^[3-5]。同时,随着“交通强国”“长三角一体化”等国家战略的贯彻落实,知识融合度高、综合能力强的复合型交通运输专业人才的培养方式和正在不断探索创新之中,而实验教学作为本科教学的重要环节,也需同步变革^[6]。

同济大学交通运输专业以培养铁路和城市轨道交通运输管理人才作为基本目标,融合了计算机科学、管理科学等多学科内容,具有极强的实践性和综合性,其学科交叉的特点具备开展新工科改革和探索的前提条件^[7-9]。随着我国交通运输信息化与智能化的快速发展,相关领域企业不断向集团化和综合化转型,对具有创新创业意识、数字化思维和跨界整合能力的新工科人才的需求愈加迫切。本文在新工科背景下,探讨交通运输专业课程实验教学体系设计的总体构思、实验项目和保障措施。

一、课程实验教学体系构思

交通运输虽然是一门工程性质的传统学科,但却是大数据、智能制造、云计算、人工智能等新兴技术应用最为广泛的学科之一,可以视为新工科的急先锋。面向“新工科”的建设需求,作为交通运输专业的学生,一方面要善于独立思考,努力培养动手实验与动脑思考密切结合的好习惯,及时

消化课堂所学理论知识;另一方面,针对交通运输行业应用性强、技术更新快的特点,需要更高层次的实践活动来进行专业技能、动手能力、创新能力的综合训练和培养,实现对行业发展新热点、新技术的有效适应和持续学习。

面对目前交通运输专业传统实验和实践教学体系各环节在内容的深度和广度上与新工科的要求存在的差距和问题,同济大学交通运输专业结合自身的课程体系和育人特色,大部分专业课程都增设了2-4个课时的实验环节,以进一步培养学生的动手实践能力和综合创新能力。为了使各门课的实验项目内容衔接优化、时序安排合理,需要进行课程实验教学体系设计。

1. 设计目的

交通运输专业课程实验教学体系需要达成如下四个方面的目标。

(1) 加深理论知识理解

绝知此事要躬行,单纯地讲授理论知识往往不能为学生留下深刻的印象,而通过形象的实验教学能够使学生在有限的专业学习时间内验证、掌握、巩固抽象的理论知识,加深印象,强理解。

(2) 提高动手实践能力

通过理论知识传授与实际动手操作相结合,锻炼学生的动手操作能力,使学生理论联系实际,由学习者向实践者转化,增强学生的获得感。

(3) 锻炼综合思维能力

实验能使学生发现各种各样的实际问题,通过在实践中

*基金项目: 同济大学“第十七期实验教学改革专项基金”、中国交通教育研究会“面向新工科的交通运输专业多层次实验和实践教学体系研究”。

领悟和创新,使学生具备遇到问题设计解决方案,并在实践中不断修正方案的能力,培养学生的自主学习能力和团队协作能力。

(4) 培养工程应用能力

通过模拟解决实际工程复杂问题,增强学生的工程实践训练,提高创新能力与设计水平,为走向工作岗位打好基础。

2. 设计原则

为了使课程实验切实可行、发挥实效,课程实验教学体系的设计需要遵循以下两项原则。

(1) 系统性原则

课程实验既要与专业课程相匹配,又要在一定程度上自成体系^[10]。交通运输专业各门课程实验的实验对象不同,实验方法不同,主要培养的能力也不同,需要将各门专业课程的实验有效衔接,形成体系,使学生的知识体系得以贯通。因此,课程实验教学体系设计要从宏观上确保各个实验项目环环相扣、层层递进,确保课程实验教学体系条理清晰、内容丰富,避免实验项目孤立割裂、纵横交错,使学生理解各课程实验设计的关联性及其在整个体系中的作用,符合其认知规律。

(2) 可实施性原则

同济大学面向本科生推行“大类招生,大类培养”的培养模式,实验教学改革是“大类招生,大类培养”模式的重要组成部分,是贯穿整个人才培养周期的重要教学环节^[11]。大类培养背景下,考虑专业分流前后大类基础知识和专业知识的内容有效衔接、实验资源分散在各院系以及实验课时有限的实际约束,课程实验的可实施性就显得尤为重要。教师在课程实验设计时必须协调好各院系的师资、教学资源,确保实验教学全过程各个环节可落地实施,为学生在短时间内提供有效的实验训练。

3. 设计思路

基于上述目的和原则,交通运输专业课程实验教学体系应使学生理解专业背景、应用专业知识、了解专业工具、产出专业成果、锻炼专业技能、培养专业素养,以下是课程实验教学体系设计的具体思路说明。

(1) 理解专业背景

通过实验项目,使学生掌握与交通运输相关的背景知识,理解本专业与工程领域相关的各类法律法规、标准规范、政策方针等,评估交通运输系统运输组织复杂工程问题的解决方案及其对社会、健康、安全、法律以及文化等方面的影响。

(2) 应用专业知识

通过对数学、自然科学、工程基础、专业知识等相关理论的应用,使学生能够知行合一,形成用以促学、学用相长的良性循环。

(3) 了解专业工具

通过新技术和新设备,使学生了解交通运输专业常用的现代仪器、信息技术工具、数据技术工具、工程工具和模拟软件,掌握基本的使用方法,使学生在实际操作过程中思考既有工具的适应性和局限性,使其具备选择、运用、开发专业工具的能力,促使专业发展不断推陈出新。

(4) 产出专业成果

通过结果分析、方案比选,使学生得到合理有效的结论,并用图纸和设计报告等形式呈现实验成果。

(5) 锻炼专业技能

通过选择研究方法、设计实验方案、安全开展实验的经历,培养学生理论联系实际、解决交通运输管理复杂工程问题的能力。

(6) 培育专业素养

通过整个实验过程,增强学生的质量意识、安全意识、经济意识、环保意识、创新意识,形成诚实公正、诚信守则的工程职业道德,培养吃苦耐劳的工匠精神、团结协作的精神。

二、课程实验教学项目设计

根据成果导向教育理念(OBE),教育者需要依据学生毕业时应达到的能力及水平,设计适宜的教育体系来保证学生达到预期目标^[12-14]。面向新工科交通人才培养的需求,以12项工程教育专业认证标准作为毕业要求的指标点,同济大学交通运输专业设计了支撑学生毕业要求的实验教学培养环节,形成了从理论到实践、从单一到综合、从重复到创新的多层次实验教学体系,认知型实验、操作型实验、设计型实验、创新型实验贯穿学生培养全过程^[15]。

1. 认知型实验

《智能交通与车辆工程导论》设置上海铁路局、申通地铁集团参观环节。通过带领学生到特大型运输企业实地参观学习,进行认知教学拓展,使刚刚进入交通大类学习的学生对交通运输专业有直观的认识,激发学生学习交通运输专业和投身交通运输事业的热情。

《轨道交通运营基础》设置运控一体化沙盘模型演示实验。使学生对铁路运输系统的主要组成——车、机、工、电、辆及其主要技术特点有初步、直观的认知,培养学生从系统层面思考轨道交通领域面临的基本问题和协调运输组织

过程各环节的基本能力。

2. 操作型实验

《轨道交通列车运行原理》设置列车牵引运行计算与仿真驾驶实验。实验要求学生通过高速列车模拟驾驶掌握列车的运行特征和牵引曲线，理解列车牵引运行的基本原理，认识到轨道交通线路设计对列车运行的重要作用。

《列车运行组织》设置铁路分散自律调度集中（CTC）区段行车作业仿真实验。实验要求学生理解并操作铁路CTC系统，使学生具备轨道交通列车运行调度与调整的能力，在传授知识的基础上，教会学生解决列车运行组织实际问题的思路、原理和方法。

《城市轨道交通运营管理》设置列车自动运行模拟实验、人工干预列车运行的基本操作实验、应急演练实验。实验要求学生了解基于通信的列车自动控制系统（CBTC）下的城市轨道交通应急调整ATS仿真演练系统，让学生模拟列车延误条件下的人工加开列车、抽线、下线、列车折返、出回场等运行调整演练，培养学生的专业技能。

《列车接发实践》设置既有线铁路车站接发列车实验。实验要求学生模拟铁路现场实际情况，掌握接发列车的实际操作技能，填写行车日志，初步具备车站值班员和信号员的工作能力，培养团队协作的意识。

3. 设计型实验

《运筹学》设置运筹决策优化编程实验。实验要求学生运用Lingo软件进行线性规划、整数规划、网络规划、排队论等问题和模型的求解，增加学生对运筹学优化思想的理解，将运筹学应用于交通领域，提升学生对交通建模和求解的兴趣。

《站场与枢纽规划设计》设置铁路单线中间站的平面设计实验。实验要求学生完成相关数据计算，并运用CAD或CASD软件绘制车站设计方案，使学生理解并运用设计规范，培养学生从事站场与枢纽规划设计研究和实际工作的基本能力。

《系统仿真基础》设置离散系统仿真编程实验。实验要求学生采用任意一种编程语言（C++、VB、C、MATLAB、Python等）实现排队系统仿真，使学生理解仿真在交通运输中应用的必要性和优势，培养学生的编程能力和仿真思维。

《运输规划》设置运输需求预测实验。实验要求学生运用TransCAD软件实现运输需求预测的基本过程，并完成设计方案评价，使学生掌握编制运输规划的内容和步骤，培养学生运用专业软件的能力和对交通运输规划方案进行设计与评估的能力。

4. 创新型实验

《RailSys实训》设置基础设施设计实验、运行图铺画实验、运行延误仿真实验、运营可靠性评估实验。实验要求学生熟悉RailSys软件的各个子系统，对真实的城市轨道交通线路建模，编制列车运行计划并运行仿真，最后完成运营质量分析，通过学生的“实战”，培养学生从系统整体优化的角度解决轨道交通系统规划设计、运营管理等问题的综合能力。

《运行图课程设计》设置铁路运行图铺画实验。实验要求学生掌握单线区段区间通过能力利用率的计算、列车运行图的编制、机车交路的勾画、列车运行图指标的计算、使用CAD软件编制列车运行图等方法，使学生适应未来现场工作的需求。

《站场课程设计》设置铁路区段站设计实验。实验要求学生初步掌握道岔号码选择、相邻道岔中心距离计算、车站线路有效长计算的方法，掌握利用铁路站场计算机辅助设计CASD系统进行绘图设计的基本技能，锻炼学生创新设计的能力。

《车站作业计划课程设计》设置车站装车计划、班计划、阶段计划设计实验。实验要求学生根据车场、列车编组辆数、列检组数、编组计划、车站技术作业时间标准、各方向到达列车编组内容等设计资料，进行车站作业计划设计，培养学生专业综合知识的运用和优化思维能力。

三、课程实验教学保障措施

与独立的实践课程不同，作为与课程配套的实验环节，其实施需要多方面的协调、支持和保障，在实验平台、师资队伍、管理制度、实验教材等方面提出了更高的要求。

1. 实验平台建设

完善的实验平台是各项课程实验开展的基础。同济大学建有道路与交通工程国家重点实验室、上海市轨道交通结构耐久与系统安全重点实验室以及校内基础实验室等实验平台，为了满足交通运输专业的课程实验需求，依托这些平台建设了轨道交通运输系统仿真实验室，配备了高速动车组多车联动运行仿真驾驶系统、轨道交通列车运行仿真沙盘系统、RailSys仿真系统、铁路模拟分散自律调度集中仿真系统以及列车接发教学模拟系统等实验设施设备，并紧跟新技术发展持续更新完善，以更好地为课程实验的开展提供支撑。

2. 师资队伍建设

师资队伍是实施实验教学全过程的重要保障。交通运输专业课程实验教学充分发挥专业教师和实验教师密切配

合的优势,将实验教学教师编入本科生教学团队,专业教师与实验教师共同参与实验设计、排课、实施、评估的全过程,从而为学生提供全方位的实验辅导。在每一项实验开展之前,做好专业教师与实验教师的有效对接,确保专业理论与实验项目相呼应、实验教学体系中各个实验项目相衔接,使得理论教学与实验教学相辅相成。

3. 管理制度建设

实验教学环节的高效运转离不开各项制度的合理建设。针对不同层次、不同目的的多元化实验需求,需要建设先进的实验室管理制度,引入专业的实验室管理系统,做好实验室安全管理,简化实验室预约流程,高效利用实验室资源,使各项实验活动有序开展。同时,为了调动学生参与实验的积极性,需要建设合理的学生鼓励措施,如根据培养目标丰富考核体系和成绩评定办法,通过成果展示、小组讨论、答辩点评等方式完善反馈机制,通过提高实验考核占总成绩比例的方式体现实验环节的重要性。

4. 实验教材建设

实验教学体系中各个实验项目所需的技能各不相同,实验操作步骤复杂,而实验课时有限。为了使学生能够在短时间内高效地掌握实验要点,交通运输专业各门课程的任课教师和实验教师共同编写了《轨道交通运营管理综合实验指导书》,对每一项实验的相关知识点、实验目的、实验内容、实验器材、实验方法、实验报告要求等都做了详细的说明,极大地提高了实验项目的可操作性^[6]。作为学生的实验参考用书,该教材使学生对整个实验教学体系和每个实验细节都有了清晰的认识。该教材自投入使用以来,得到了各位教师和同学的高度认可。

结语

面向新工科建设的要求,结合一系列国家战略对复合型交通运输专业人才的需求,本文探讨了交通运输专业课程实验教学体系设计的目的、原则和思路,优化并有效串联了各专业课程的实验内容,提出了多维度的实验保障措施。从培养效果来看,交通运输专业渐进式、多层次的课程实验教学体系设置激发了学生的学习热情,促进了学生对专业知识的深度认知,全方位培养了学生的工程实践能力和综合创新能力,使学生具备了良好的专业素养,企业对学生专业能力的认可度得到显著提升。交通运输是一门实践性强、涉及知识面广的综合性专业,其实验教学任重而道远,需要不断地结合新技术和新方法的发展进行探索完善,以适应国家对交通运输人才需求的变化,更好地满足社会需求。

参考文献

- [1]朱冰,赵健,高振海,邓伟文.智能汽车新工科人才培养实践教学体系探索[J].实验室研究与探索,2021,40(06):172-175.
- [2]张济民.新工科下轨道交通车辆工程本科生培养方案思索——同济大学车辆工程(四年制)本科建设[J].教育教学论坛,2018(52):42-44.
- [3]陈杰,洪玲,欧冬秀.新工科背景下“管理信息系统”课程实践教学设计——以交通运输类专业为例[J].教育教学论坛,2021(10):13-16.
- [4]姚忠平,宋英,范瑞清,吴晓宏.基于“新工科”建设的化工专业研究生线上课程教学实践与探索[J].大学化学,2022,37(04):37-42.
- [5]梅林,孙玲玲,钟嘉庆,张楠.新工科背景下电力系统综合实验教学改革[J].实验室研究与探索,2021,40(08):145-149+158.
- [6]徐志玲,王贵学,王伯初,刘万钱,吕永钢.新工科背景下教育部重点实验室建设对策探究[J].实验室研究与探索,2021,40(06):146-149.
- [7]倪颖,孙剑,惠英.交通工程“三全协同”虚拟实验教学体系建设[J].教育教学论坛,2021(36):5-8.
- [8]周立新,姚梦佳.独立学院交通运输应用型本科实践教学改革——以同济大学浙江学院为例[J].长春工程学院学报(社会科学版),2020,21(04):113-116.
- [9]叶玉玲,朱炜,贾咏明.交通运输专业培养方案调研与分析[J].教育教学论坛,2019(06):77-79.
- [10]王艳丽,王忠宇,吴兵.基于“三个面向”的交通工程专业实验教学改革探讨[J].教育教学论坛,2020(21):202-204.
- [11]王玲玲,富立,王秋生.虚拟仿真实验教学管理系统设计与应用[J/OL].实验技术与管理,2021(09):241-245[2021-09-26].<https://doi.org/10.16791/j.cnki.sjg.2021.09.048>.
- [12]任刚,曲翔,张国强.OBE导向的交通仿真实验课程建设与教学改革[J].公路交通科技(应用技术版),2020,16(09):402-404.
- [13]任非凡,戚梦霞,王冠,陈建峰.基于OBE教学模式的本科专业培养目标探讨——以同济大学地质工程专业为例[J].高等建筑教育,2017,26(04):18-21.
- [14]薛锋,任子兰.基于“互联网+OBE”理念的交通运输专业实践教学体系构建探索——以西南交通大学为例[J].成都师范学院学报,2021,37(05):50-55.
- [15]叶玉玲,刘佳林.基于工程教育专业认证的交通运输专业课程体系建设[J].教育教学论坛,2019(03):143-145.
- [16]洪玲,谢超.轨道交通运营管理综合实验指导书[M].上海:同济大学出版社,2017.