

doi:10.11835/j.issn.1005-2909.2025.05.005

欢迎按以下格式引用:李翠敏,李春莹.新工科背景下建环专业实践课程体系的改革与完善[J].高等建筑教育,2025,34(5):37-43.

新工科背景下建环专业实践课程体系的改革与完善

李翠敏¹, 李春莹²

(1.苏州科技大学环境与科学工程学院,江苏苏州 215009;2.深圳大学建筑与城市规划学院,广东深圳 518060)

摘要:实践教学体系作为新工科人才培养目标落地的关键载体,在新工科建设进程中发挥着举足轻重的作用。针对建筑环境与能源应用工程(以下简称建环)专业实践教学体系现存的一系列问题,如课内实验设置未能充分彰显学校或专业特色、实践课程培养目标未清晰界定“能力”与“技能”、参与设计类学科竞赛的程度不足等,从体系调整、内容丰富、方法改良、拔尖提升四个维度提出了具体实施方案。具体包括增设凸显建环专业特色的实验与实习体系群、构建工程案例库与实验线上微课程群、革新实践课程体系的实施路径与方案、开辟以毕业设计为依托的工程设计竞赛通道。旨在构建适应新工科发展需求、契合学校地域与院校优势、体现建环专业行业特性的实践教学体系,全方位、精准提升实践教学能力与技能培养水平。

关键词:实践教学;新工科;实施途径;技能培养

中图分类号:G642.0

文献标志码:A

文章编号:1005-2909(2025)05-0037-07

相对于传统的工科人才,未来新兴产业和新经济需要的是工程实践能力强、创新能力强的高素质复合型“新工科”人才^[1-3]。实践教学体系是新工科人才培养目标得以落实的主要载体,在新工科建设中起着至关重要的作用^[4-6]。实践教学可以辅助学生形成或强化工程思维,积累工程经验,从而培养出具有创新精神和实践能力的工程人才^[7]。建筑环境与能源应用工程专业(以下简称“建环”专业)行业特点鲜明,是典型的新工科专业。传统工科建环专业拥有涵盖实验、课程设计、实习,以及毕业设计四个维度的完备实践课程体系。然而,面对新工科所提出的更高人才培养目标要求,当前的实践教学体系仍暴露出一些亟待改进的问题。同时,教育部发布“新工科研究与实践”课题的主要内容中明确提出,新工科建设和发展以新经济、新产业为背景,探索实施工程教育人才培养的

修回日期:2024-09-18

基金项目:苏州科技大学“本科教学工程”教学改革与研究项目“新工科背景下建环专业实践课程体系的改革与完善”(202303);苏州科技大学本科品牌课程建设项目《传热学》(202315);江苏省高等教育教改研究课题重点项目“‘数智赋能’地方高校环境类专业卓越工程师培养的探索与实践”(2023JSJG177)

作者简介:李翠敏(1982—),女,苏州科技大学环境与科学工程学院副教授,博士,主要从事建筑节能研究,(E-mail)li_cuimin@163.com。

“新模式”。课题项目以工科优势高校、综合性高校和地方高校三组展开,其中地方高校组由地方高校参加,要求地方高校发挥自身优势,推动传统工科专业改造升级,开展地方高校新工科研究和实践。因此,地方性院校的新工科专业实践教学更需要体现地方特色、地方院校优势和专业特点。

首先,一般学校课内实验设置覆盖范围较广且数量较多,但凸显学校地方特点与建环专业特色的实验不足。据统计,一般学校建环专业设置的课内实验个数均超过20个,包括沿程阻力系数测定等综合性实验和除尘器性能测定等验证性实验。然而,在南方地区,为了展现学校在建筑环境与能源应用工程方面的特色,通常会设置一些演示性实验,如中央空调模拟实验、全空气空调系统模拟仿真实验、喷淋水室热工性能实验。作为观察者的学生,通过这些实验获得的知识往往仅停留在感性认识层面,难以转化为深入理解和实践应用的能力,更难以对空调系统的复杂问题进行深入剖析。

其次,实践课程的培养目标未真正分清“能力”与“技能”,使得发现问题和解决问题的能力培养不足。“能力”是指体现创造性价值的发现和解决问题的素质,而“技能”则是通过操作、训练形成和巩固下来的自动化动作系统^[8]。以空调系统的研究为例,空调系统与建筑相互融合,且与材料科学、机械工程、电气工程、自动控制技术、给排水工程、建筑消防工程等领域紧密关联,构建起一个庞大的体系。此外,空调系统的全生命周期是一个包含设计规划、制造安装、运行维护、更新改造,以及报废回收的复杂且系统的过程,涉及多个环节和多方面的工作。学生除了要熟悉工作原理、了解系统的设计和安装,还要熟悉系统的运行方式和故障诊断等。在此过程中,学生需要具备发现问题和解决问题的能力。然而,由于场地、现实条件和规章制度等因素的影响,目前的设计、实习与实验多侧重于“观察和动手”,而在“发现和解决”方面的探索与创新明显不足。

最后,尽管学科竞赛种类繁多,但与毕业设计紧密相关的专业设计类竞赛却相对较少。建环专业经过多年的教学积累和体系建设,已构建起较为成熟的学生创新培养模式。设立了全国大学生节能减排社会实践与科技竞赛、全国高等学校人工环境学科奖专业基础竞赛等多项旨在考查学生创新思维的学科竞赛,这些竞赛由于与升学和评奖等因素直接挂钩,吸引了大量学生参与。然而,在涉及实践能力的建筑设计、建筑设备与系统设计、建筑工程施工等基础性设计竞赛中,普遍反映参与度不高,仍有待进一步提升。

实践教学在新工科领域中占据着举足轻重的地位,对于培育具备实际应用能力与创新精神的专业人才具有决定性作用。新工科概念的提出,对建环专业本科阶段的实践教学提出了更高要求。鉴于当前建环专业实践教学体系存在的若干问题,本文将从实践课程体系内容、实施手段与方法、考核方式、学科竞赛四个维度,提出相应的改革与完善举措。

一、“精准服务”——调整体系,增设体现学校特色和专业特点的实验和实习体系群

建环专业领域主要涵盖对建筑物理环境、建筑节能建筑设施智能技术等方面的深入理解与实际应用,涉及空调、供热、通风及燃气供应等公共设施系统的知识与技术。以苏州科技大学为例,该校位于长江中下游地区,属于典型的夏热冬冷气候区,该区域的建筑环境调控措施主要依赖空调系统。调研发现,该校毕业生的就业范围主要集中于江浙地区,且以空调领域为主。因此,为契合学校、行业及地区的特色与优势,建环专业的课程设置及专业方向均以空调系统为核心。相应地,实习、实验和设计等实践环节也主要围绕空调方向展开,从而构建以空调方向为主导的实践教学体系。“精准服务”技术路线如图1所示。

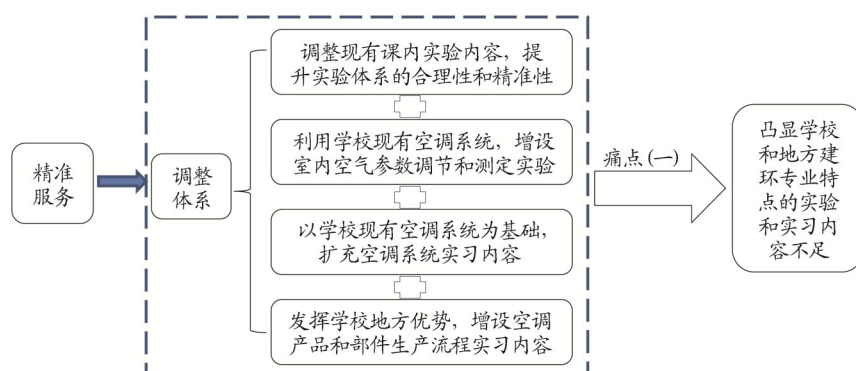


图1 “精准服务”技术路线图

(一) 调整现有课内实验内容,提升实验体系的合理性和精准性

一般建环专业普遍设置20多个实验,包括毕托管实验、双泵串、并联工作性能实验、中温辐射时物体黑度测试等基础课程综合性实验,除尘器性能测定等专业课程验证性实验,以及全空气空调系统模拟仿真实验、制冷循环演示装置实验等演示性实验。设置课内实验的课程超过十门,包括流体力学、传热学等基础课程和工业通风、空气调节等专业课程。总之,实验数量众多,且涵盖课程范围广泛。若能在现有实验设置的基础上,合理调整实验的数量和用途,便可构建一个更为合理且具有学校特色的实验体系。例如,在原有基础上增加体现地方特色的空气调节实验。通过与设备厂家合作,选用相应的空调箱内喷淋水室作为实验台,增设对喷淋水室的热工性能测试。该实验主要测定喷淋水室热工参数变化过程中,相应的空气处理过程变化,使学生能够更直观地理解空气参数的变化过程。

(二) 以现有条件为基础,增设室内空气参数调节和测定实验

以学校现有空调系统条件为基础,增设室内空气参数调节和测定实验。学校普遍装设中央空调系统,可以以该系统为基础,利用风速仪、照度计、温湿度测定装置、黑球温度计等,增设室内空气参数调节和测定实验。学生可以分组分时段进行实验,体验对不同送风方式下气流组织的异同。在此基础上,提升学生发现问题和解决问题的能力。以现有空调系统为基础,引导学生开展运行数据测试和收集,进行能量消耗计算、能量平衡计算、能效比计算。将运行能效比值与国家 and 地区有关节能标准进行比较,评价系统的能效等级和方案优劣。若运行能效偏低,再指导学生找出原因并提出改进措施。

(三) 以现有条件为基础,扩充空调系统实习内容

以学校现有空调系统为基础,增加空调系统实习内容。按照常规设置,学校体育馆比赛大厅通常采用全空气系统,球形喷口送风,系统附带的机组通常为组合式空调器。经过空调器处理后的空气由送风机送出,经设在水平风管上的球形可调风口射向比赛场地。可以将体育馆空调机房作为实习场地之一,学生可直观了解组合式空调机组的工作原理、主要功能、运行状态、接管形式,以及比赛大厅的送风方式等。在确保安全的前提下,学生还可以尝试进行如调整温度控制器、检查压力表等简单操作,以便学生更好地理解空调系统的运行过程。

(四) 发挥地方优势,增设空调产品和部件生产流程实习内容

苏州科技大学可依托苏州地区装备制造业与电子制造业发达的优势。该地区空调设备制造企业集聚,同时,作为空调系统重要分支的洁净工业也应用广泛,众多电子制造厂均设有空气洁净室,相应的洁净设备制造、设计与施工企业数量也较多。学校可借此地方优势,与本地相关企业建立长期合作关系,通过签订实习基地协议、拓展实习实训内容等方式,进一步完善和升级建环专业

的实践教学体系。

二、“讨论判断”——丰富内容,创建工程案例库和线上实验微课程群

在实践课程中,能力培养和技能培养有其独特的定义和特点。能力培养是非动作性行为方式,主要关注学生的内在思维活动和过程,表现为学生对知识的掌握和应用。技能培养侧重于外在的动作性行为,主要特点是具有可观察性和可操作性,学生通过反复的练习和实践,掌握某种任务的执行方法,比如操控空调运行状态等。而在建环这种特点鲜明的新工科专业中,应明确能力培养和技能培养的区别,建立工程案例库实现以能力培养为主的实践教学目的,同时建立线上实验微课程群,夯实以技能培养为主的实践教学目的。

(一) 收集并创建工程案例库,加强讨论与判断

收集并构建工程案例库,以供实习和课程设计过程进行讨论与评判。为达成能力培养的目标,学生需广泛接触并深入了解众多工程实例,方能透过表象,通过检查空调的运行状态(如温度、湿度、风速等),并结合用户反馈,准确判断空调是否存在故障,进而发掘并解决潜藏于建筑中的空调系统问题。为此,建立涵盖各类空调系统实际问题的解决方案数据库,旨在为实习和课程设计等环节提供一个参考与学习的平台。案例库主要内容可以包括但不限于:(1)不同品牌的空调系统解决方案,如空调厂家官网提供的中央空调经典案例,针对不同目标建筑提供精准的解决方案;(2)具体场景下的空调系统设计和运行,比如大型商场空调系统的方案设计和备份;(3)空调系统的特定设备和部件问题,如空调水系统的双管制、异程式设计,以及各种设备的回路划分、系统方式等;(4)空调维修经验和故障案例,如空调缺氟而结霜较多造成的制冷效果差的问题等;(5)结合具体公司的管理需要及生产、设备现状,对中央空调系统进行节能改造案例分析。案例库的来源多样,包括空调设备厂家、设计院的真实设计实例、施工单位的施工流程简介和视频、空调系统故障诊断视频和实例、节能设计和改造案例等。

(二) 以案例库为基础和出发点,深化实习过程和内容

在设计阶段,以案例库为出发点,对方案的可行性、优劣势等展开讨论与判断。在实习期间,基于案例库,着重探讨空调系统在安装、调试和运维过程中可能出现的问题,以及在出现具体症状后,如何判定问题所在,进而解决问题。在查找问题与进行故障诊断的过程中,引导学生认识空调系统问题具有多样性。部分问题可能源于与空调系统本身看似“不相关”的因素,例如因流量不足导致空调系统出力不足,其原因可能是连接管道垫片质量欠佳发生变形堵塞、设备出厂时管口保护盖未撤除、氟系统铜管连接时因操作不当致使接口处轻微破裂等。这些问题不易察觉,可能因施工不当或材料质量差等引起,虽然与空调设计安装无关,但仍是故障诊断的重要环节。学生也应学会寻找这些“意外”问题的方法。

(三) 建立实验线上微课程群,强化实验预习、复习和补充

课内实验作为培养学生专业技能的重要途径,在提高教学质量、培育学生核心素养方面发挥着重要作用。学生通过亲自动手操作,能够将抽象的理论知识转化为具体的实践应用,进而更为深入地理解和掌握知识内容。此外,还构建了基本操作微视频、实验讲座微视频等线上教学资源。

线上实验微课程群可以解决两个主要问题:一是,线上实验微课程有助于解决预习效率不高的问题,使得学生可以更深入地了解实验的目的、原理和步骤。通过线上实验微课程,学生可以在任何时间、任何地点进行自主学习、预习和复习,从而提高了学习的灵活性和效率;二是,这种新型的实验教学模式使实验教学内容更加丰富,不仅培养了学生的自主学习能力,提高了人才培养质量,

同时也降低了教育成本,解决了一些实验无法或不宜开展等问题。“讨论判断”技术路线如图2所示。

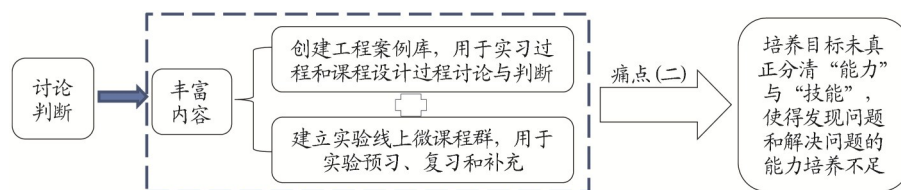


图2 “讨论判断”技术路线图

三、“指导反馈”——革新方法,改革实践课程体系实施途径与方案

在实践能力和技能的培养过程中,实施的途径与方法具有关键性的作用。因此,在调整实践教学体系合理性和丰富实践教学内容的基础上,需要相应调整实施方法与方案,主要包括师资建设、授课内容调整、授课方式、评价方式等。

(一) 从师资队伍建设的角度加大实践教学力度

加强师资队伍对于提升实践教学质量具有重要意义。(1)组织教师参与各类实践教学培训活动,以提升教师的实践操作能力和指导学生实践的能力。与此同时,激励教师投身企业实习、科研项目等实践活动,增强教师的实践经验与技能,掌握行业最新动态与技术发展趋势。(2)通过与企业开展合作、聘请企业专家等途径,拓展教师的实践视野,提高教师的实践教学水平。(3)构建教师实践教学团队,鼓励教师协同开展实践教学项目,提升实践教学的整体水准。

(二) 强化基础,优化授课内容,构建实践课程构架

基础课程不仅向学生传授理论知识和基本概念,更致力于构建其学科的基础知识框架。实践课程则强调学生在实际环境中运用所学进行各种实际操作和实践活动。基础课程在实践中起到指导作用,因此基础课程授课过程中应与专业实践课程密切配合。例如,在工程热力学课程中,讲授露点温度和湿球温度知识点时,应引入具体空调系统使用场景,加深基础与工程实践的联系,强化指导作用。实践课程则为学生提供将理论知识运用于实际的机会,从而加深对基础课程的理解,完善知识结构,并将其学习效果反馈于基础课程的优化。理论课程与实践课程相互引导、相互反馈,二者相辅相成,共同为学生的全面发展筑牢根基。例如:编制实习课程指导手册,传统实习一般以教师现场讲授为主要,由于缺乏相关资料,提前预习环节难以达成。为此,针对建环专业常见的几类典型实习内容,将所涉及的知识点和理论提取出来,依照合理逻辑编撰实习指导手册,供学生预习、复习及现场查阅。这一举措有助于学生有目的地预判工程现场实际问题,并自主发现问题和解决问题,在基础知识的引导下有效提高实践能力,同时反馈巩固基础知识,形成指导—反馈的良好机制。

(三) 多方位、全过程的教学评价,形成“评价—反馈—指导”的持续改进过程

评价过程是检验实践教学成效的重要环节,针对实践教学进程应采用全方位、全流程的评价机制。根据教学内容,合理融入团队协作、个人陈述、设计展示等多样化模式,以培养团队合作能力、专业素养、职业道德以及创新实践能力。在评价手段上,充分利用数据统计与分析技术,帮助教师实时把控学生的学习进度与学习态度的动态变化。评价结果可切实反映改革的实际成效,同时为下一年度的实施方案提供指引,构建起“评价—反馈—指导”的持续改进流程,进一步优化和完善建环专业的实践教学体系。“指导反馈”技术路线如图3所示。

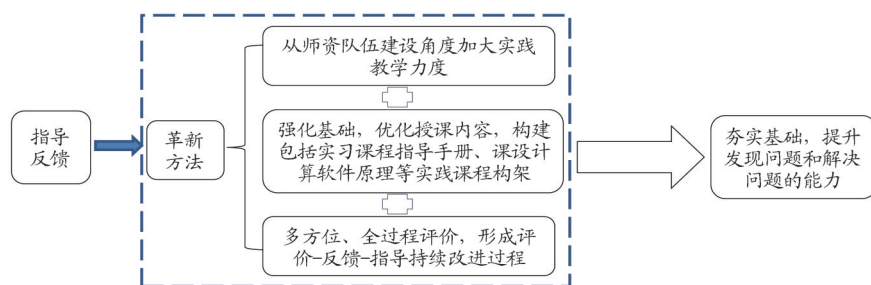


图3 “指导反馈”技术路线图

四、“升级拔尖”——开辟新路,开设以毕业设计为基础的系统设计竞赛通路

以赛代练是提升实践教学水平的有效方法,学生在准备和参加比赛的过程中,可以运用所学的理论知识解决实际问题,从而提升实践操作能力和解决问题的能力。此外,科技赛事往往需要设计新颖的解决方案来应对挑战,这有助于培养参赛者的创新思维 and 创新能力。同时,通过参与竞赛,团队成员能够更为有效地学习分工协作,提升团队协作能力。竞赛可分为两类:一是侧重于科技创新的学科类竞赛,二是侧重于工程应用的系统设计类竞赛。后者与毕业设计紧密关联,是工程学科的基石,更能体现新工科对实践能力的培养要求。

(一) 以竞赛为抓手,深化创新实践

团队教师利用课余时间组织学生参加“全国高等学校人工环境学科奖专业基础竞赛”“全国大学生节能减排社会实践与科技竞赛”以及大学生创新训练计划项目等赛事,强化综合实践环节在创新能力培育中的作用,逐步形成“以赛代练”的学生创新培养模式,全面提升学生的创新能力。

(二) 开设以毕业设计为基础的工程设计竞赛通路

针对本专业在建筑设计、建筑设备与系统设计、建筑工程施工竞赛等基础性设计竞赛中参与度较低的问题,依托毕业设计,积极组织学生参加以工程应用为导向的系统设计类竞赛,以培养学生的工程实践能力。

(1) 筑牢设计根基。遴选具有丰富设计经验的工程设计人员参与毕业设计指导,构建专业教师提供学术支持与指导(涵盖研究方法、理论框架等方面建议)、工程导师提供实践经验与行业知识的模式,确保设计步骤与计算过程精准高效,助力学生实现基础理论与实际应用的有机结合。

(2) 融入节能技术。从能源消耗、节能方案、节能措施等多个维度研习先进技术,选取适宜的切入点与毕业设计相融合。例如:依据能源消耗分析结果,提出相应的节能方案。可考虑采用高效节能设备、优化系统运行参数、改进工艺流程等手段,形成具有可操作性的新型节能方案。

(3) 以创新设计方案为基石,参与行业内的系统设计类竞赛,包括CAR-ASHARE、海尔磁悬浮杯节能竞赛、省级优秀毕业设计等设计类赛事,构建新型“以赛代练”模式。

(4) 在校级层面增设与设计、施工相关的赛事,进一步丰富竞赛类型。例如:空调系统现场测试竞赛、查找空调系统故障竞赛、节能改造方案评比竞赛、空调工程招标模拟竞赛等。

“升级拔尖”技术路线如图4所示。

五、结语

新工科为建环专业本科实践教学改革提供了契机,也提出了更高的要求。实践教学体系的改革和提升立足于建环专业的行业特点,依托地方优势,实现与行业、地方精准对接。本次改革以提升学生实践创新能力为根本目标,在夯实理论基础的前提下,明晰能力与技能培养的差异。通过从

体系调整、内容丰富、方法创新到拔尖培养的逐级推进、相互贯通的措施,确保了改革的全方位覆盖与强可操作性。

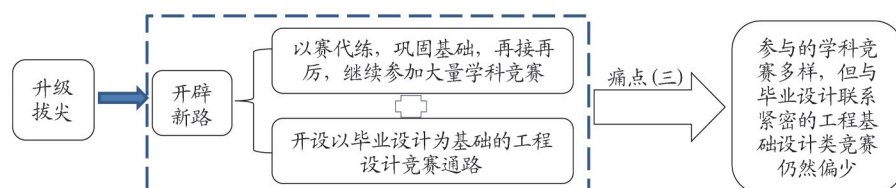


图4 “升级拔尖”技术路线图

参考文献:

- [1] 林佳妮, 胡德鑫, 夏淑倩, 等. 新工科研究与实践的发展现状、成效评价与未来趋势[J]. 高等工程教育研究, 2024(2): 38-43.
- [2] 陈磊磊, 李嘉琪, 顾成军, 等. 新工科背景下材料力学教学体系探索与实践——以土木交通大类专业为例[J]. 高等建筑教育, 2024, 33(4): 76-83.
- [3] 李楠, 文一鸣, 谢李杰, 等. 新工科背景下建环专业人才培养与实践[J]. 高等建筑教育, 2023, 32(4): 49-55.
- [4] 李文秀, 毕颖, 于三三, 等. 新工科背景下创新创业教育的实践探索[J]. 化工高等教育, 2018, 35(2): 1-5.
- [5] 朱为鸿, 彭云飞. 新工科背景下地方本科院校产业学院建设研究[J]. 高校教育管理, 2018, 12(2): 30-37.
- [6] 李翠敏, 王晓春. 新工科背景下地方高校人才培养新模式探索[J]. 大学教育, 2020, 9(4): 154-156.
- [7] 郝雪弟, 葛世荣, 刘波, 等. 智造创新中心新时代工程实践教育平台建设[J]. 高等工程教育研究, 2024(4): 54-58.
- [8] 刘秀清, 葛文庆, 李波. 基于能力本位培养的新工科人才培养模式改革与实践[J]. 中国大学教学, 2023(11): 30-37.

The practical curriculum system reform and improvement for the construction and environmental engineering major under the background of new engineering disciplines

LI Cuimin¹, LI Chunying²

(1. School of Environmental Science and Engineering, Suzhou University of Science and Technology, Suzhou 215009, P. R. China; 2. School of Architecture & Urban Planning, Shenzhen University, Shenzhen 518060, P. R. China)

Abstract: The practical teaching system is the main carrier for implementing the training objectives of new engineering talents and plays a crucial role in the construction of new engineering disciplines. To solve the series of problems in the practical teaching system of the construction and environmental engineering major, such as the lack of emphasis on the school's professional characteristics in the setting of in-class experiments, the failure to truly distinguish between ability and skill in the training objectives of practical courses, and the insufficient participation in the design process of design-related academic competitions, the article focuses on four aspects: adjusting the system, enriching content, improving methods, and elevating excellence. It proposes the establishment of experimental and internship system groups that reflect the characteristics of environmental construction, the creation of engineering case libraries and online micro course groups, the implementation methods and plans for reforming the practical course system, and the opening of an engineering design competition channel based on graduation design. The article aims to propose a practical teaching system that meets the needs of new engineering disciplines, caters to the geographical and institutional advantages of schools, and reflects the characteristics of the construction and environmental engineering industry, comprehensively and accurately improving practical teaching capabilities and skill development levels.

Key words: practice teaching; new engineering; implementation approach; skill development

(责任编辑 梁远华)