

“两基双导分段式”实践教学体系在环境工程专业中的构建

焦琳娟* 郭会时

(韶关学院化学与环境工程学院, 广东 韶关 512005)

摘要: 根据韶关学院发展规划和人才培养定位, 为造就一批应用型创新人才, 实践教学环节显得尤为重要。本文分析了环境工程专业实践教学环节中存在的主要问题, 结合韶关学院环境工程专业实践教学的具体情况, 提出了构建“两基双导分段式”实践教学体系, 从实践教学内容、实践教学质量保障体系、实践教学运行保障体系三方面进行创新改革, 对提高大学生的工程实践能力、创新能力和综合素质起到了良好的推动作用。

关键词: 两基双导分段式; 实践教学; 环境工程

中图分类号: G642.0; O6

Constructing the Practical Teaching System of Two-Bases, Dual Guidance and Multi-Sections in Applied Environmental Engineering

JIAO Lin-Juan* GUO Hui-Shi

(College of Chemistry and Environmental Engineering, Shaoguan University, Shaoguan 512005, Guangdong Province, P. R. China)

Abstract: It is made clear in the development plan of Shaoguan University for the direction of talent cultivation that practical teaching is vital to producing application-oriented and creative students. In combination with the university's specific conditions of the practical teaching of environmental engineering major, this paper analyzes the main problems existing in the practical teaching of environmental engineering and proposes to construct the practical teaching system of two-bases, dual guidance and multi-sections, aiming to enhance college students' practical abilities in engineering and innovation as well as their comprehensive quality by reforming the practical teaching content, the quality support system and the operational support system.

Key Words: Two-bases, dual guidance and multi-sections; Practical teaching; Environmental engineering

中共中央国务院《关于深化教育改革全面推行素质教育的决定》中明确提出:“高等教育要重视培养大学生的创新能力, 实践能力和创业精神”。我国高等教育法第五条也明确规定:“高等教育的任务是培养具有创新精神和实践能力的高级专门人才”^[1]。为此, 就地方高校环境工程专业的教学而言, 实践课程已不能仅仅停留在帮助学生理解理论教学内容、训练学生的基本实验操作技能、了解企业日常管理和一些规章制度, 而应更加注重培养学生发现问题与解决问题的能力、工程实践与创新能

*通讯作者, Email: 1379266851@qq.com

基金资助: 2016年广东省高等教育教学研究和改革项目([2016]479); 2014年度广东省广东教育教学成果奖(高等教育)培育项目([2014]750); 2015年广东省高等教育教学研究和改革项目([2015]553); 韶关学院第十六批校级教育教学改革研究重点项目(SYJY20151609)

力、归纳总结与自我升华的能力等等。本文针对韶关学院环境工程专业实践教学存在的主要问题,探讨如何从实践教学内容、实践教学质量保障体系、实践教学运行保障体系三方面进行改革,力争构建“两基双导分段式”实践教学体系,推动高素质应用型环境工程专业人才的培养。

1 原有实践教学体系存在的问题

我校自2002年开始录取化学专业(环境工程方向)的学生,历时14年,环境工程已发展成一个独立的专业,拥有环境工程和环境监测与管理两个方向,已形成一套较严谨的课程体系。但由于其前身是从理科专业发展出来,所以潜移默化地形成了重理论、轻实践,重课堂、轻课外的现象,使得实践教学中凸显出许多问题,严重束缚了本科教学质量的提高和学生工程能力与创新能力的培养^[1]。

1.1 实践教学资源不足,严重制约实践教学发展

随着高校连续扩招,我校环境工程专业的学生由最初的40人,发展为现在的100人。学生人数增加了1.5倍,但实验场地增加缓慢,实验设备较难更新。本来应该开设的实验,只能停开;本来应该2人一组的实验,改为4至6人一组;用到大型仪器的实验,如水污染控制工程实验、大气污染控制工程实验,甚至是十几人一组实验。由于得不到足够的训练,学生实践操作技能的培养必然受到严重影响。

1.2 实践教学方法单一,严重阻碍学生能力发展

两年前大多数实验教师采用的是传统三步曲教学方法:教师讲授示范—学生模仿练习—教师现场指导。这种教学方法是以师为本,教师让学生如何做,学生就怎样做。简单的模仿实验,虽然能训练学生的基本操作能力,但无创新,严重制约了学生的灵活性和个性思维发展。现在的用人单位要求学生一上岗就要具备工程实践能力、管理能力、动手能力、科研能力、沟通能力和创新能力^[3]。显然光靠传统教学方法不能培养出这样的人才,教师需改变教育理念,坚持以生为本,鼓励学生多动手、多动脑,开展创新性实验研究。

1.3 教师缺乏工程能力,严重影响实践教学质量

环境工程专业的教师大多数是从学校到学校,没有在企业锻炼过,因此缺乏基本的工程实践经验,上课时必然重理论,轻实践。两年前由于受到旧体制的约束,学院不能安排这些教师深入企业学习;同时,学院又不能聘请企事业单位一线工作人员系统指导学生。学生长期在缺乏丰富实践经验的老师指导下,必然会工程能力低下、职场实战能力不足,严重影响其将来的就业。

1.4 实践基地较少,难以保障实践教学质量

虽然国家大力推崇校-企协同育人培养模式,但是由于缺乏校企结合的动力和社会保证机制,企业不愿意签订实习基地协议,即使签订了协议,也是接受短时间的见习或实习,对学生工程实践能力的培养效果甚微。由于没有足够的实习基地,两年前,环境工程专业大多数学生采用放羊式分散实习,根本达不到工程实训的培养目标,导致实践教学质量受到严重制约。

2 构建新型实践教学体系的原则

2.1 以生为本原则^[4,5]

以人为本是科学发展观的核心,以学生的发展为本是教育根本目的。实践教学活动中,教师时刻以学生为中心,尊重学生、理解学生,把培养学生的主动性、积极性、创造性做为教学宗旨,精心设计实践教学各环节、各层次、各阶段的教学活动,满足学生个性发展的需要。

2.2 整体设计原则

实践教学体系是一个包含多个元素的有机整体,涉及到实践教学的方方面面。在实践教学活动中,既要做到实践教学各环节协调统一,又要进行整体设计、统一优化;既要每个实践环节层次分

明,又要逐步递进、逐步升华;既要强调培养学生实践能力,又要注重培养学生的探索精神和创新思维。

2.3 思行合一原则

思行合一重在以学促思、以思助行。在整个实践教学活动中,无论是基础实验、专业实验,还是工程设计等,教师都要引导学生大胆想象、大胆尝试,将想象力转化为创造力,培养学生成为专业知识扎实、创新意识浓厚和有较强创造能力的高级人才。

2.4 校企协同原则

依托广东省轻工化工类专业应用型创新人才协同育人中心项目的建设,动脑筋、想办法,突破制约校企协同育人发展的阻力,增强企业合作的积极性,建设一批稳定的实习基地,聘请一支现场经验丰富的校外教师,构建资源共享、合作共赢、协同创新、共同发展的实践教学新体系。

3 构建“两基双导分段式”实践教学体系

如图1所示,“两基”是由校内实践教学基地(专业实验室、省级应用化学实验教学示范中心)与校外实践教学基地(校企合作单位)组成;“双导”由校内实践教学团队老师与外聘校外企事业单位指导教师组成;“分段式”教学是遵循工科技能的培养规律,基础训练→专业训练→综合训练→职业训练的四层次、递进式、立体化的实践教学体系,以课内实验、课程设计、技能训练、创新训练、校外见习、实习等形式为载体,满足实践教学体系要求,由低年级向高年级逐步推进实施^[6]。

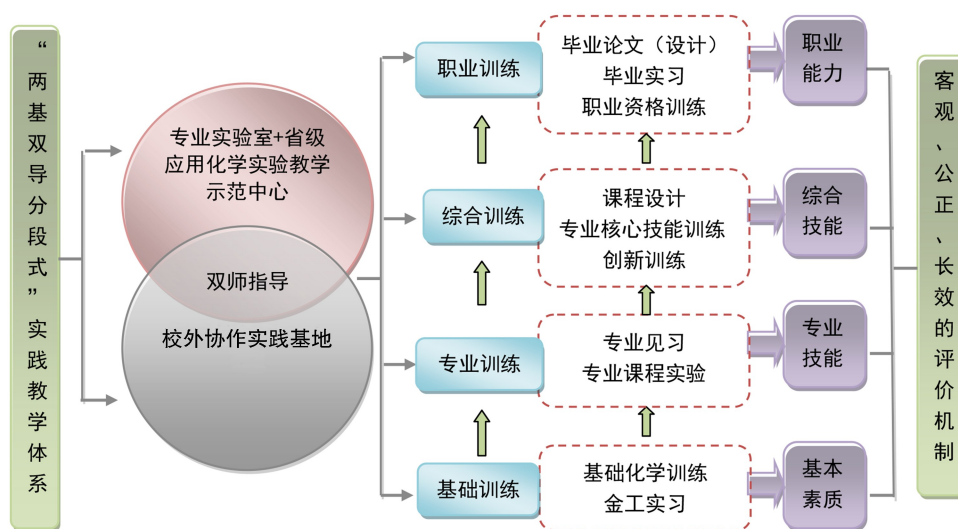


图1 “两基双导分段式”实践教学体系

3.1 改革实践教学内容

3.1.1 优化基础训练实践教学内容

结合环境工程专业人才培养要求,将基础课实验与部分环境专业实验进行融合,注重前后知识的衔接,避免重复的实验内容,重点强化培养学生的基础实验技能。以分析化学实验为例,改革后的环境工程专业分析化学实验(表1)紧紧围绕专业特色,通过选择水质常规检测对象为实验内容,一方面培养学生试剂的使用和保存、分析天平及其称量方法、化学滴定法基本操作、分光光度法基本操作以及量具的校正等分析化学必备的基础知识和技能;另一方面,将环境监测和环境化学中的验证型实验调整到分析化学实验中完成,实现了基础知识和专业知识的无缝对接,为学生进行第二阶段专业训练打下了坚实的基础。

表1 分析化学实验项目表

序号	实验名称	教学要求	实验时数/学时
1	HCl 和 NaOH 溶液的配制及比较滴定	掌握滴定管的使用操作技术 掌握酸碱标准溶液的配制方法 掌握滴定终点的正确判断及滴定操作	3
2	环境水样中酸度及碱度的测定	掌握标定盐酸、氢氧化钠标准溶液的方法和原理 掌握电子分析天平的称量方法 掌握容量瓶和移液管的使用操作技术 掌握滴定管的校正方法 掌握酸度和碱度的测定原理	4
3	废水中化学需氧量(COD)的测定	掌握容量瓶和移液管的校正方法 掌握氧化还原滴定法测定化学需氧量的原理和技术	4
4	碘量法测定不同水体中溶解氧(DO)	掌握重铬酸钾法标定硫代硫酸钠溶液浓度的方法和原理 掌握碘量法测定水中溶解氧的原理和操作要领	4
5	废水中重金属铬的测定	掌握 722s 型分光光度计的使用操作技术 掌握用分光光度法测定六价铬和总铬的原理和方法	5
6	环境水样中总磷量的测定	进一步掌握 722s 型可见分光光度计的使用操作技术 掌握总磷量的测定原理及方法 了解评价水体的富营养化状况	4
7	环境水样中亚硝酸盐含量的测定 ——盐酸萘乙二胺分光光度法	掌握测定亚硝酸盐氮的基本原理和方法 了解测定亚硝酸盐氮对环境化学研究的作用和意义	4
8	有机物的正辛醇-水分配系数测定	掌握有机物正辛醇-水分配系数测定的意义和方法 学习使用紫外分光光度计测定分配系数	4
9	环境水样中氟化物的测定和评价	掌握用电位法测定水中氟含量的原理和基本操作 初步了解氟与人体健康的关系	4

3.1.2 强化专业训练实践教学内容

专业训练实践教学内容主要包括专业课程实验和专业见习两部分。由于在基础训练中 学生已经具备了扎实的实验基础知识与操作技能，因此专业课程实验主要以综合型实验为主，每个实验都包含物理指标、化学指标和生物学指标的测定，并且将部分教师的科研成果开发成综合型、设计型实验，更新实践教学内容(表2)。为了能在专业课程实验中培养学生的创新意识、观察能力、动手能力、分析和解决问题的能力，教学形式采用“课堂 + 开放实验室”的形式进行，鼓励学生按照自己的实验方案大胆尝试、大胆摸索，淡化实验考核的“标准答案”，着重评估和考查学生实验设计方案的完备性和创新性^[7]。而专业见习则着重做好“实习前”“实习中”“实习后”三个环节工作，杜绝走马观花。见习前通过现代教育技术、网络辅助教学等手段向学生充分展示见习时将要学习的仪器设备及工作原理，让学生做到心中有数。见习中为了保证教学质量，一定会聘请有丰富实践经验的工程师现场讲

表2 专业课程实验内容与科研项目对照表

序号	实验名称	对应项目	承担教师
1	复合型 TiO ₂ 光催化剂降解染料废水的研究	甲基对硫磷磁性表面印迹复合光催化剂的研制及应用研究 (2016 年韶关市科技技术项目)	焦琳娟等
2	矿山污染土壤中重金属的迁移行为	矿山污染土壤中重金属铊的迁移行为与修复技术 (2011 年韶关市产学研合作引导资金项目)	梁凯等
3	水处理过程中活性污泥的活性测定	群乐村山塘废水的研究及治理(横向项目)	奚长生等
4	高效低耗禽畜粪便堆肥成套装备的设计	高效低耗禽畜粪便堆肥成套装备开发与应用示范 (2012 年韶关市科技创新项目)	陆伟东等

解, 并将学生分成10人左右若干小组, 分批进入现场。见习后要求学生结合理论知识写一份见习报告, 并评选一、二、三等奖, 激励学生重视见习。

3.1.3 增设综合训练实践教学内容

由于受到实验场地和办学条件的限制, 环境工程专业综合训练层次的实践教学一直处于停顿状态, 但新化学实验楼的竣工, 改变了这种格局。根据人才培养方案, 大三、大四的学生要学习环境工程综合设计、专业核心技能训练这两门重要的CAPSTONE课程。CAPSTONE课程是以团队的形式展开教学, 让3-5名学生共同完成一个题目, 从而突出培养学生的团队合作精神、动手制作和综合应用能力。为了提高学生开展实验研究的热情和兴趣, 题目的选择上注重贴近学生生活。如在专业核心技能训练中给学生布置的题目是: 校园生活污水处理与中水回用、韶关学院水环境监测、韶关学院空气中可沉降颗粒物检测、韶关学院四大人工湖不同断面微生物群落分布的测定、**法处理校园污水的试验研究、大学校园垃圾分类收集方案的研究等。

大学生创新创业训练也是培养学生综合技能的重要环节, 经过几年的摸索, 环境工程专业的大学生创新创业训练项目不再是学生-指导教师的单线索联系, 而是整合成大学生创新创业训练团队, 以团队联合作战的形式, 由学生一届届传下去, 使创新创业训练计划拥有顽强的生命力, 同时也减轻教师指导学生做毕业论文的压力。

3.1.4 力争“3+1”职业训练实践教学内容

充分利用校内外实践基地, 开展毕业实习、毕业论文(设计)和职业资格训练, 为学生提供足够的岗位锻炼, 积极探索“3+1”培养模式, 由以前的放羊式分散实习, 逐步转换为集中实习。经过两年的努力, 环境工程专业校外实习基地由2013年前的1家, 发展为现在的8家; 集中实习率由2015年的40%提高到2016年的80%; 实习指导由高校教师单一指导制转变为外聘实习基地教师 and 高校教师的双导师制; 实习内容由原来只能到韶关环境监测中心站参与环境样品分析测试, 到现在既可以选择做样品测试, 也可以选择到广东韶科环保科技有限公司、韶关市华天禹节能环保设备有限公司、广东广康生化科技股份有限公司等实习基地参与工程设计、工程施工、环境影响评价、环境规划、环境监理等工作, 全方位锻炼学生的职场能力。目前环境工程专业实习时间只有4个月, 离实习1年的培养目标还有很大差距, 这正是今后努力的方向之一。

3.2 改革实践教学质量保障体系

3.2.1 创建客观、公正、长效的质量评价机制

根据不同阶段课程特点, 尝试多元化、综合化评价方法, 改变传统的只从实验报告或实习(见习)总结, 评定学生成绩的单一实践教学评价方法。在“分段式”培养过程中, 基础训练主要是四大化学实验课, 旨在培养学生基础实验技能, 树立严谨的科学观, 因此采用“实验报告+实操考核+卷面笔试”的综合评价方法。专业训练实践教学阶段, 要在综合性、设计性实验中考查学生的动手能力、创新能力, 因此通过“实验报告+设计方案+第二课堂参与度”进行综合评价。综合训练阶段要依托实验项目完成情况+合作精神+创艺金点子, 实实在在考查学生的整体素质。职业训练的实践课程主要在实习基地完成, 因此将学生、指导教师、企业有机结合起来, 采取三元评价方式: 学生评价学生、企业评价学生、教师评价学生, 然后结合毕业论文(设计)或实习总结质量, 综合考查学生的职场能力、工程能力和创新能力。质量评价机制是知识转化为能力的催化剂, 其最终目的是调动学生的学习积极性, 督促学生重视实践教学。因此, 每门课程采用的评价方法都是抓住该课程的特点进行设计。

3.2.2 加强实践教学管理体系

首先, 完善了实践教学管理规章制度, 明确了各个实践教学环节的质量标准和操作规则, 为质量保障机制的运行提供较为完备的判定标准和衡量尺度, 促进教学管理的规范化、制度化^[7]。接着, 规范了两个标准化管理, 即《实验设施管理标准化》《实践资料管理标准化》。在这两个《标准化》中,

不仅明确了实验员日常管理工作细则、进出药品造册入库实施办法、开放实验室管理办法；而且强调科学、规范管理实践教学资料，建立学生实践档案；合理、有序安排实践教学计划；结合企业特点制定校外实践基地建设规划和外聘教师的管理工作等。其次是形成教务处、学院、系、企业四位一体齐抓共管实践教学质量的局面，使全体师生都自觉参与到实践教学质量监控的工作中。

3.2.3 改进实践教学方法

叶圣陶先生说过：教师之为教，不在全盘授予，而在相机诱导。可见，确定了实践教学内容后，教师要采用合适的教学方法，积极启发诱导学生亲自动手解决实际问题，最大限度地调动学生的求知欲和钻研精神。经过两年的尝试，教师总结出引导法、归纳法、设定问题法、独立探究法等实践教学方法，同时将微课引入实验教学，使学生真正成为学习的主体。在这种开放、自主的实验环境下学习，学生的探索 and 发现思维慢慢被打开，学习能力、交流能力、实践能力和创新能力在无形中获得提高。

3.3 改革实践教学运行保障体系

3.3.1 建设“双师双能型”实践教学团队

随着国家政策的鼓励和办学条件的改善，学校通过自身培养、人才引进、外聘协同育人实习基地专业技术人员等手段建立了一支学识水平高、教学能力强、实践操作能力硬、整体素质高的环境工程实践教学团队。目前，我院已外聘职称在副高或副高以上的14位专职人员为环境工程专业外聘教师。其中，4位有注册环评工程师资格证，2位有注册环保工程师资格证。同时，通过培养，我院环境工程专业教师中也有2位获得注册环保工程师资格证，1位获得注册环评工程师资格证。打铁还需自身硬，教师队伍实践操作能力增强了，才能培养出高素质人才。

3.3.2 加强校内实践教学资源

在建设一流地方应用技术型本科高校的推动下，一栋面积约为3200 m²的实验大楼在2017年1月竣工。这栋实验大楼的建设严格贯彻先进性、开放性、资源共享、综合建设、可扩展性、规范化管理六大原则^[8]。在此原则上，实验大楼内设置环境监测实验室、环境化学实验室、水处理实验室、大气污染控制实验室、固体处置和噪声污染控制实验室、环境工程设计室、环境工程模拟实训室，以及学生创新实验室。按照课程设置的实验室不仅彻底解决了环境工程专业实验场地严重不足的问题，而且更新和补充了一百万元的仪器设备，为培养创新型环境工程人才奠定了坚实的物质基础和条件。

3.3.3 建设校外实践教学基地

校外实践基地担负着建设特色专业与培养特色人才的重任，因此不断拓展好的实践基地和不断完善现有实践基地是保障专业见习、毕业实习等实践教学环节顺利进行的重中之重的的工作。围绕“资源共享、优势互补、多方共赢、协同共生”四个目标，目前已与韶关市环境保护局、韶关市环境监测中心站、广东韶科环保科技有限公司、韶关市华天禹节能环保设备有限公司、广东广康生化科技股份有限公司、乳源东阳光药业有限公司等8家单位建立了长期的产学研用合作，为“3+1”职业训练的开展提供了场地保障。

3.3.4 充分开放实验室

充分开放实验室是指实验时间、空间、项目、仪器、设备的开放。通过开放实验室，既做到教学资源共享，提高仪器设备使用率，又可以为搭建科研平台。随着新化学楼正常投入使用，学生通过网上预约，不仅可以在实验室内完成在规定的课内时间没有完成的课程实验，而且可以在环境工程设计室、环境工程模拟实训室、学生创新实验室里开展各项科技创新活动，有目的、有针对性地组织学生参加各级学科竞赛活动、参与教师的横向和纵向科研项目、完成大学生创新创业训练计划项目等。

4 结 语

实践教学环节对于工程技术人才的培养起着至关重要的作用，是培养工科学生动手能力、创新精

神、现场分析解决问题能力的必要保证和方法^[9]。2013级环境工程专业的学生是在“两基双导分段式”实践教学体系中培养出来的第一批学生,与同年级其他专业的学生相比,该班级学风正,动手能力、创新意识和职场欢迎度均明显占有优势。该班接近31%的学生参与过教师科研工作,大学生创新创业训练计划项目的结题率为100%,截止论文完稿时,该班级已有92%的学生签订了三方协议,考研录取率占报考人数的60%。上述数据充分说明新的实践教学体系对培养高素质工程人才是有明显推动作用的。

参 考 文 献

- [1] 张宝昌, 刘海峰. 实验技术与管理, **2012**, 29 (4), 248.
- [2] 兰善红, 范洪波, 武秀文. 东莞理工学院学报, **2011**, 18 (5), 109.
- [3] 杨宗强, 李 杰, 刘春英, 李广辉, 郑 珺. 实验技术与管理, **2014**, 31 (7), 124.
- [4] 王志伟, 张田梅. 黑龙江高教研究, **2008**, No. 5, 162.
- [5] 别荣海, 俞海洋. 实验技术与管理, **2013**, 30 (3), 1.
- [6] 刘 培, 曹 鹏, 王 双, 杨晓庆, 唐国民. 广东化工, **2015**, 42 (18), 201.
- [7] 李勇军, 李立明, 尹 新. 实验技术与管理, **2007**, 24 (9), 21.
- [8] 李学红, 王建波, 李东玲, 郭祖宝, 郑兆聚. 实验室研究与探索, **2008**, 27 (8), 136.
- [9] 蔡昌凤, 唐 海, 徐建平, 宫建龙, 颜西斌. 广州化工, **2012**, 40 (19), 129.