

“物理性污染控制工程” 教学设计与实践

——率先以“创造的教育”融合串联打造混合式教学模式

王宪泽

(东北师范大学环境学院)

【摘要】百年大计，教育为本。“物理性污染控制工程”是环境工程专业的一门必修课程，同时还被评为专业主干课的荣誉课程。在“新工科”的大背景下，本课程旨在使学生了解物理性污染的基本知识，熟练掌握以噪声为主（振动、电磁、放射性、热和光污染等）的物理性污染的产生、作用机理及控制手段，培养学生对噪声控制工程进行独立设计的能力，使学生能够结合实际环境问题进行吸声降噪、隔声和消声处理。培养学生树立理论联系实际的逻辑思维，提高学生在实际工程应用中对科学的理论知识进行验证、深化和巩固的能力。最终通过培养学生调查、研究、分析和解决实际工程问题的能力，为环境工程专业课程、毕业设计及实习实践奠定坚实的基础。

一、专业人才培养目标下课程的教学创新思路和举措

随着教育体制改革和环境工程专业的发展，物理性污染控制工程被我国高等院校环境类专业 2020 版教学计划列为环境工程五大技术之一，“物理性污染控制工程”相应成为本专业的必修课程。东北师范大学环境学院根据专业发展特点、人才培养规划、专业认证需求，积极增设了本门课程，并将该课程设定为专业主干课的荣誉课程，面向环境科学与工程专业本科生开设。

环境工程专业人才培养的目标是通过教育教学、科学实验、专业实践等活动的系统培养，使学生具备环境工程领域专业技术人员应有的社会责任感、职业素养和创新精神，具备扎实的数学、物理、化学等自然科学知识和工程基础知识，具备废水、废气、固体废物及其他污染防治与控制的知识，掌握环境工程基础理论、工程设计与实践应用方法，具有进行污染控制工程设计及运营管理能力，以及环境工程方面的新理论、新工艺和新设备的研究和开发能力。增强实践在教育中的分量，有助于毕业生成为从事规划、设计、管理、教育、开发及具体工程实践方面工作的专业技术人员，深造成为环境工程领域后备人才。

二、专业人才培养中课程的地位和作用

本课程的设立紧紧围绕环境工程专业本科生培养目标，率先通过“创造的教育”形式将课程内容串联融合到环境工程本科毕业设计中，实现了东北三省地区的零突破，混合式

教学模式领先于吉林大学、大连理工大学等 985 院校。

“创造的教育”这个理念是刘益春校长作为全国人大代表在 2018 年全国“两会”特别报道中首次提出的，而其基本思想总结为两点：一是能够用归纳的方法，培养人的分析问题和总结问题的能力；二是在具备创新能力的前提下，还必须具有批判和反思的习惯和精神。这不仅是对国家政策的积极响应，而且彰显了新时期高校人才培养的目标和特色。



图 1 课程人才培养的目标和特色

在教学目标上以学生为核心；教学环节中，根据生产实习、毕业实习接触到的噪声超标情况，通过不同控制噪声手段的选取，体现教学智慧与教学创新。人才成长不仅需要扎实的知识素养，还需要丰厚的人文素养。课堂教学作为培养合格人才的主要渠道，理应成为教师既教书又育人的重要场所，从教学目的、教学内容、教学管理、教学互动、教学形象等方面体现课堂教学的育人功能，以更好地实现“教书育人”的职业目标。噪声控制的方法分为声源控制、传播途径控制、接受者的控制三个方面。声源控制是最有效和最直接的措施，可通过研制与选择低噪声设备，改进生产加工工艺，来降低声源辐射的声功率。传播途径控制方面，可以通过吸声、隔声、消声、隔振等常用的噪声控制技术措施，或使声波改变传播方向，或把声能转化成热能，从而达到减少到达接受者处声能量值的效果。吸声、隔声、消声控制技术是噪声控制过程中最核心的技术，在技术可行性与经济可行性上具有很强的可操作性。而接受者的控制主要是指对于作为噪声接受者的人或物，通过隔离或保护来降低其受噪声影响的程度。

三、实际教学过程中课程的重点和需突破的难点

(一) 实际教学过程中的重点

相比传统基础课程，本门课程在教学过程中应更侧重于理论与实际工程应用相结合，有三个方面值得我们高度重视：首先，实际生活中的污水处理厂、垃圾填埋场等大型环保场地的噪声控制途径和手段的设计；其次，如何根据噪声的产生机理及其频谱特性进行优化；最后，要通过吸声、消声和隔声等技术进行理论与实践的验证。受学科发展体系的影响，在整个物理性污染控制工程中，相较于其他几种工程技术（振动、电磁、放射性、热

和光污染等), 噪声控制工程技术的知识体系及研究框架处于重要地位并具有突出作用, 并且在今后的工程实践中有着最广泛和实际的应用, 是解决环境问题中噪声污染的基础。

(二) 实际教学过程中要突破的难点

在实际教学过程中, 首先要突破的难点是很难从科学研究方面引导学生提高物理性污染方面的基础知识与认知水平, 这主要受限于学科的科研发展进度; 其次是学生在大二学年刚刚进行认识实习, 对在课程中涉及的实际工程设计很难有深刻的理解; 最后是在实际课程学习中, 理解吸声与隔声的区别及处理过程中的侧重点对学生而言有一定难度, 教学内容中所涉及的相关知识点比较抽象, 导致学生难以理解, 理论结合实际不到位。这也是教学过程及工程实际案例设计过程中最容易混淆的难点。针对以上难点和痛点, 可以通过介绍化学性污染和生物性污染的特点, 引出它们与物理性污染之间的本质区别, 实现知识的迁移, 在归纳总结的思考过程中使学生比较容易地理解抽象的教学内容; 合理运用启发式教学, 寻找问题出发点的共性, 引导学生自我探究, 调动学生学习的积极性, 让学生学会主动提出问题并合理提出相应的策略; 运用现代化多媒体技术辅助教学, 使学生更好地理解教师在课前课后精心设计的问题, 融入到课堂氛围中。最终通过毕业设计环节, 以及对实际场地物理性污染控制工程的优化设计, 实现教学效果的提升。

四、课程教学设计的环节和理念

学生组成主要是环境工程专业与环境科学专业的本科生。经过大一学期的物理化学等理论基础知识的铺垫, 学生在物理性污染控制工程课程学习中可以对所涉及的相关公式进行演化和推导, 并且能够通过其他物理要素分析出声学系统的物理量的变化规律与本质特征。

但由于目前环境工程的学科体系建设将生产实习和毕业实习都设置在大三开始阶段, 导致上课的学生对实际工程中出现的噪声污染问题缺乏真实的认识和想法; 同时理论知识学习与实际应用脱钩, 使学生在设计和解决实际工程问题的思维方式上有所欠缺。因此, 在本届课堂教学过程中, 增加了更多的实践环节, 与课堂教学有机地结合, 并通过翻转课堂、案例教学、多媒体等手段多方位提高学生的理解能力, 为培养卓越工程师的教学理念奠定基础。



图2 课程教学设计的环节

本门课程的教学方法设计本着系统性、程序性、可行性、反馈性等原则。设计的内容包括：教学内容（教学课题）、教学目标、教学重点、教学难点、板书设计（及演示文稿ppt）、主要教学方法、教学工具、各阶段时间分配、教学过程（五个环节）、教师活动、学生活动、各阶段设计意图、课后评价与反思等。

在案例教学方面，从头至尾贯穿各种特色案例，引导学生经历从思考到认知，又从认知到思考的反复求证过程。通过课堂开始的对比案例、教学过程中的实践案例、教学结尾处的引发案例，形成具有逻辑性、引发性的课堂体验。

利用先进教学手段——翻转教学提高学生的课堂参与度，引发学生的深度思考。在教学效果上，利用跨领域不同类型环境污染的特点（化学性、生物性、物理性），培养学生对噪声控制技术的兴趣，深入理解噪声控制技术中吸声、隔声处理所针对对象的不同，根据降噪的机理探究如何在实际工程应用中设计出最佳的工程方案。课程通过设计使学生了解噪声治理工程设计的基本知识和原则，使学生的基本技能得到训练。目的是通过降噪设计的理念，使学生能够综合运用和深刻理解所学专业理论知识，培养其独立分析和解决一般实际工程问题的能力，为学生成为一名优秀工程师奠定一定的能力和素质基础。

针对环境工程专业“物理性污染控制工程”课程的特点，探讨了案例式教学在该课程教学中实施的可行性。同时，针对“物理性污染控制工程”课程教学存在的问题，以“噪声污染控制工程”教学内容为例，从工程案例的教案设计、课堂教学方式和实际工程综合训练三个方面对“物理性污染控制工程”课程开展案例式教学进行了探索。首先，利用工程案例进行教学，增强学生对课程教学内容的理解；其次，利用多种教学手段，增强学生的课堂参与度；最后，利用综合实践训练，增强学生对所学污染控制技术的应用能力。“物理性污染控制工程”课程案例式教学的实施，激发了学生的学习兴趣，提高了学生自主学习的能力，培养了学生解决复杂环境问题的能力，满足了环境工程专业教育认证的要求，培养了高质量的环境工程实践型专业人才。



图3 课程教学设计的理念

注重培养学生的批判性思维和创造力。深度剖析降噪机理，精心选择工程案例，提高

学生自主学习能力，选择不同的降噪方案以解决实际工程案例噪声问题。案例的筛选对开展案例教学至关重要，应选取学生熟悉的、与学生生活相关的工程项目或者著名的工程案例。筛选出的工程方案宜涵盖实际工程中降噪的所有技术（吸声技术、隔声技术）。为了使所选工程案例能涵盖这些降噪技术，教师可在原有工程案例的基础上通过增加工程条件使之囊括更多的教学内容，从而实现良好的教学效果。将工程案例提前布置给学生进行学习了解，之后由学生在课堂上以学习小组的形式汇报学习的内容，教师讲解各种控制技术的原理和使用条件，带领学生深入研究工程案例，以加强学生对各项控制技术的理解。

五、课程所挖掘的教学创新层面和教学反思过程

（一）教学创新层面

本课程的创新主要体现在“以学生为中心”的理念。理论学习教育从科学理论的角度介绍了噪声的产生、传播途径以及各种噪声污染控制技术（包括吸声、隔声和消声）的原理。在教学中，教师要从学生的视角思考，从学生生活实际出发，通过学生的关注点来教育和引导学生理解学习过程中的点点滴滴，让学生成为学习的主体、思考的主体、收获的主体。

首先，工程案例教案是一项实际建设工程的噪声污染控制方案。教师设计此教案旨在使学生在理论学习的基础上，熟悉、掌握和总结不同特征噪声的控制技术在工程中的使用条件和降噪效果。案例选取后，教师增加对学生的引导，并根据教学需要设计出一系列要求学生回答的问题，这些问题应与教学内容密切相关，问题的难度则需层层递进，可使学生触类旁通。

其次，在课堂上，教师鼓励学生按照教学内容对工程案例进行解析，通过设计的问题引导学生对教学内容进行消理解。例如，在长春天嘉污水处理厂、净月供热厂、伊通河道治理工程等教学工程案例中，教师先以项目运行中产生的噪声给正常工况带来烦恼为切入点，引导学生了解噪声的概念和噪声的本质，加深对噪声控制技术的理解；再根据主要污染源如锅炉房、泵站、引风机、鼓风机等在生产运行中产生的噪声，明确这些噪声具有的特征以及采用何种方法进行监测、如何评价这些噪声污染等问题，通过探索问题的答案，教师带领学生回忆理论教学及案例分析中各种噪声污染控制技术的使用条件和预期的降噪效果。



图4 教学案例的实际应用

最后，在课堂教学中始终坚持以人为本，树立“以创新为中心，以实践为基础，以知识为桥梁，培养创新精神和能力”的教学新理念。

（二）教学反思过程

在教学反思过程中，教师要善于捕捉教学的闪光点，把实践环节纳入课程体系，使之专业化、学科化，提高教学质量并关注有效性。例如通过本节课所涉及的贴近学生生活的噪声污染事件，使学生极大地增加了对噪声污染的研究兴趣。抓住噪声控制的核心有效技术，教师凸显物理性污染控制工程教学的发展点，并将上课过程中学生产生的教学疑惑点进行记录，通过实行翻转课堂及讲解课后习题等方式对学生疑惑的问题做进一步的解释。这样，教师鼓励学生在“创造的教育”中，具有更多批判和反思的习惯和精神。根据学生选题方向及兴趣点，教师选择不同噪声污染问题，进行实际工程的案例设计，提高学生解决实际问题的能力。

【备注】课程名称：物理性污染控制工程。课程性质：专业主干课。所在专业：环境工程。