

PDMS三维设计管理系统在环境专业工程制图课程中的应用

蒋敏^{1*}, 林玉珍², 潘君丽¹, 黄寿强¹, 程庆霖¹

¹江苏理工学院资源与环境工程学院, 江苏 常州

²维尔利环保科技集团股份有限公司, 江苏 常州

收稿日期: 2025年3月4日; 录用日期: 2025年4月17日; 发布日期: 2025年4月25日

摘要

文章以新工科背景下工程认证的新要求为依据, 以课程建设为契机, 重点研究PDMS三维设计管理系统在环境工程专业《工程制图与CAD》教学中的应用。文章着重围绕提升环境工程专业学生的工程设计能力展开, 目的是让学生更快掌握国际先进的工程设计理念和设计工具。该项目致力于解决环境类《工程制图与CAD》课程重理论轻实践的问题, 通过让学生掌握PDMS软件的使用, 使学生不但具备二维平面设计能力, 更具备国际先进的数字化三维设计能力。

关键词

工程制图与CAD, PDMS, 教学设计

Application of PDMS 3D Design Management System in Engineering Drawing Course of Environmental Specialty

Min Jiang^{1*}, Yuzhen Lin², Junli Pan¹, Shouqiang Huang¹, Qinglin Cheng¹

¹School of Resources & Environmental Engineering, Jiangsu University of Technology, Changzhou Jiangsu

²WELLE Environmental Group Co., Ltd., Changzhou Jiangsu

Received: Mar. 4th, 2025; accepted: Apr. 17th, 2025; published: Apr. 25th, 2025

Abstract

Based on the new requirements of engineering certification under the background of new engineering,

*通讯作者。

文章引用: 蒋敏, 林玉珍, 潘君丽, 黄寿强, 程庆霖. PDMS 三维设计管理系统在环境专业工程制图课程中的应用[J]. 创新教育研究, 2025, 13(4): 466-472. DOI: 10.12677/ces.2025.134269

this paper focuses on the application of PDMS 3D design management system in the teaching of “Engineering Drawing and CAD” for environmental engineering majors. This paper focuses on improving the engineering design ability of students majoring in environmental engineering, with the aim of enabling students to master international advanced engineering design concepts and design tools faster. This project is committed to solving the problem that the environmental course “Engineering Drawing and CAD” focuses on theory rather than practice. By allowing students to master the use of PDMS software, students will not only have the ability of two-dimensional graphic design, but also have the international advanced digital three-dimensional design ability.

Keywords

Engineering Drawing and CAD, PDMS, Instructional Design

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

作为高校环境工程专业的重要专业基础课程,《工程制图与 CAD》是环境工程专业学生必须掌握的知识技能。课程设置的目的是通过本课程的学习,培养学生以投影理论为基础用二维平面图形表达三维空间形状的能力,使学生掌握图形表达和理解工程设计的理论和方法,对空间物体具备较强形象思维能力,并学会阅读和绘制工程图样,从而培养学生耐心细致的工作作风和严谨认真的工作态度,提高其解决复杂性工程问题的能力。因此《工程制图与 CAD》课程的教学效果直接关系到环境工程专业学生的理论知识水平和工程实践技能。为使教育更有针对性、适用性、质量更高,特别是在工程教育认证以学生为主的理念下,专业课程的设计与学生学完课程后的成效评价,以及用人单位和老师对毕业生专业能力的评价愈发凸显其重要性,而这又与学生具有的工程实践能力密切相关。

应用型本科是对应新型本科教育和新层次职业教育相结合的教育模式,其人才培养目标是为适应地方经济发展需求培养应用技术型的本科专业人才,其突出特点是强调实践教学,注重学生实践能力和创新能力的培养。因此,新形势下的环境工程专业《工程制图与 CAD》课程应更加注重学生工程实践能力的培养,具体而言,可以从多元化教学方法、拓展专业绘图软件、引入案例式教学等方面,使课程教学更多样化,教学内容更贴合实际,激发学生的学习主动性,切实提高课程教学质量,从而为培养新工科背景下环境工程专业人才打下坚实基础。

2. 课程现状及存在问题

《工程制图与 CAD》课程内容具有抽象化特点,需要学生具备较强的空间思维能力。由于本课程与工程实践密切相关,且课程对专业后续课程设计、毕业设计及实习就业起到重要的支撑作用,因此学生不仅需要掌握工程制图必备的专业基础知识,更需要掌握运用所学知识解决工程实际问题的能力。但在课程实际教学中,还普遍存在以下问题。

2.1. 教学方式传统,教学软件单一

《工程制图与 CAD》传统的教学方式通常采用板书及多媒体相结合的方式进行授课,制图理论知识授课结束后学生再进行 CAD 上机训练。这种教学方式对于理论性较强的制图基础知识或许适用,但对于

新形势下工程认证要求的具备解决问题能力的培养目标还存在一定差距。且目前高校对于学生绘图软件上机操作的教学普遍以 CAD 为代表的平面辅助绘图为主,对于立体表现的三维模型表达,教学效果不明显。因此单一的传统软件教学方式已无法跟上新时期下工程实践和理论教学的目标[1]。

2.2. 理论知识抽象, 学生被动学习

工程制图理论知识较为抽象,许多学生对于平面二维图形的具象化形状难以理解,学生易产生畏难情绪,多数学生没有积极主动参与教师的课堂教学,普遍存在教师“一言堂”现象,师生之间缺乏必要的互动环节,此种情境下的学生往往处于被动学习状态,课上听不懂,课下学不进,造成学生学习的恶性循环,因此课程要求的空间思维能力没有得到很好的锻炼,学习效果大打折扣[2]。

2.3. 基础理论与软件教学脱节

常规的 CAD 软件操作与制图理论知识的联系并非密切,学生在制图理论知识课程结束后进入软件学习过程中,往往会对基础理论知识遗忘,造成学生在课程结束时需要大量时间复习基础理论知识,师生双方费心费力,但学生学习效果和教师教学效果均不尽人意。此外在软件的上机教学中,由于许多高校本课程的任课教师往往并非环境工程专业,因此许多老师更多注重 CAD 软件的基本操作,而对于环境工程专业图纸的讲解偏少。

3. 基于 PDMS 技术的环境工程专业《工程制图与 CAD》课程教学改革与实践介绍

3.1. PDMS 技术与《工程制图与 CAD》课程结合特点

随着现代工程技术的发展,工程设计也面临着更高的要求。传统的二维设计,由于设计者需要在二维与三维场景中不断切换,对设计者的空间思维能力要求较高。同时,现代环保工程往往具有多专业、跨系统的特点,对设计过程中的协同一体化要求越来越强。基于建筑信息模型技术的建筑协同一体化设计越来越凸显其重要性,而 PDMS (Plant Design Management System) 软件就是上述设计理念的典型代表[3]。PDMS 软件专为石油化工、电力、海洋平台等大型流程工厂设计,支持复杂管道系统和设备布置,内置行业数据库,支持材料统计、应力分析等工程需求,可以将项目的所有信息高度集成化、模型化,可以将构筑物以三维立体形式呈现出来,同时可以实现多专业、多场景、多工作组协同设计,软件利用编程语言也可以很好地与 AutoCAD 接口连接,方便将两者图纸互相转化,从而大大提高设计工作效率[4]。目前 PDMS 软件在国内高校部分工科专业的教学中已有应用,比如有学者在化工专业学生工艺设计教学中,应用 PDMS 软件帮助学生理解化工工艺设计,取得了较好的教学效果[5]。运用 PDMS 软件协助学生的制图课程教学,学生可以清晰地看到由 PDMS 创建的设备或者构筑物的三维结构模型,能够更好地帮助学生直观地理解和掌握制图理论知识。PDMS 的整体的空间规划和系统集成设计理念能够促使学生从全局角度思考工程问题。此外,PDMS 的多人协同设计管理,可以锻炼学生分组进行环保工程不同工艺段的设计,从而培养他们进行团队合作,协同设计的能力,提高设计效率。

目前,在三维设计领域,市面上也出现了一些其它的专业三维设计软件,比如 AutoCAD Plant 3D、SolidWorks、Smart 3D 等。各个软件也都有各自的优缺点,如表 1 所示。但随着未来环保工程项目趋于大型化、复杂化、多专业协同化等特点,PDMS 软件具有的优点能够显著提高学生对于环保工程设计的理解。因此通过课程中 PDMS 技术的引入,不仅能够使学生接触到先进的设计工具,很好地掌握工程制图的理论知识,也能够增强学生的动手实践和工程应用技能,同时为高等学校环境工程专业《工程制图与 CAD》课程的教学改革提供新的方法和途径。

Table 1. Comparison between PDMS and other 3D design software
表 1. PDMS 和其它三维设计软件优缺点对比

三维软件	优点	缺点
PDMS	专为大型流程工厂设计，支持多专业协同；内置行业标准数据库，工程交付高效；冲突检测与工程分析集成完善	学习成本高；非标建模依赖二次开发；硬件和许可证成本高昂
AutoCAD Plant 3D	基于 AutoCAD，易上手；适合中小项目，P&ID 联动便捷；成本较低	大型项目性能不足；多专业协作能力弱；元件库维护依赖人工
SolidWorks	机械建模与仿真分析顶尖；用户生态丰富，插件多样；适合精密设备设计	工厂设计需额外模块；工程化支持有限；多专业协作依赖外部系统
Smart 3D	规则驱动设计，自动化程度高；全生命周期数据管理；适合 EPC 总包项目	定制开发成本高；操作复杂，市场占有率低；中小项目性价比不足

3.2. 基于 PDMS 技术的环境工程专业《工程制图与 CAD》课程教学设计

基于新形势下环境工程专业对《工程制图与 CAD》课程教学的要求，结合环境工程专业的教学特点以及 PDMS 软件技术的特点，新的 PDMS 技术与《工程制图与 CAD》课程教学设计方案，如图 1 所示。

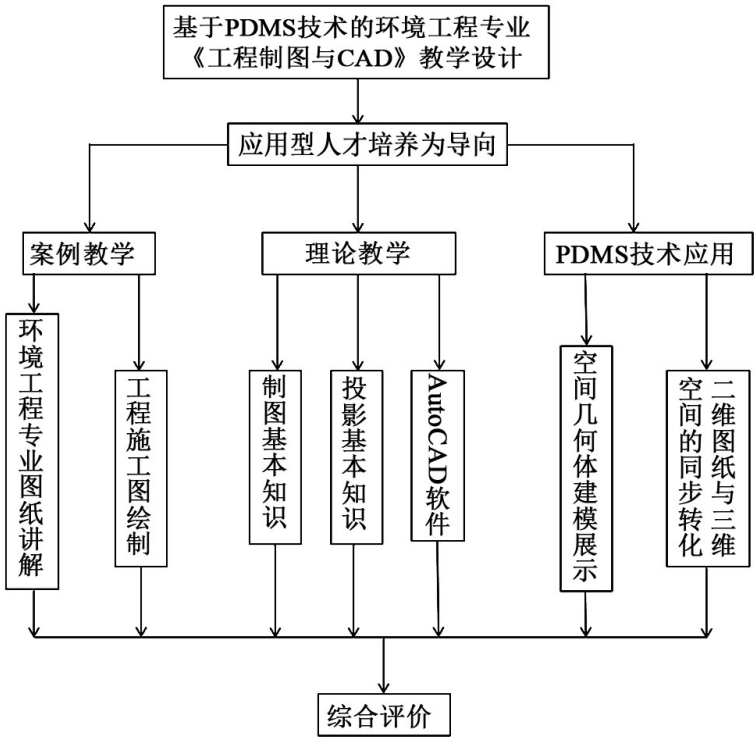


Figure 1. Teaching design of “Engineering Drawing and CAD” course for environmental engineering major based on PDMS technology

图 1. 基于 PDMS 技术的环境工程专业《工程制图与 CAD》课程教学设计

3.2.1. 以学生为中心，采用多元化教学方法

课堂是学生课程学习的主阵地，因此选择合适的教学方法，对提升学生学习兴趣，提高课堂教学效率起到关键作用。为适应新形势下的教学要求，课程组丰富了《工程制图与 CAD》课程体系，运用多元化教学方法，开发学生创造性思维，引导学生发挥主观能动性，从被动学习转向主动学习。创新授课体系，基于 OBE 理论，以学生为中心，采用课前预习、课上翻转、课后答疑的混合式教学模式。课前预习

主要通过雨课堂提前下发课堂重点知识点,学生按照要求以弹性方式进行预习,学生预习之后系统会设置 1~3 题试题测试,以检验并巩固相关知识点。课上采用翻转课堂教学,以问题为导向,边讲边评,着重于重要知识点的讲解和归纳,如投影的基本规律总结、点线面综合问题的一般解题思路等。鼓励学生上讲台题,鼓励进行小组讨论、团队配合,授课过程中注重知识点与生活实际相结合,避免老师“一言堂”,使学生能够快乐学习、身临其境学习。课后布置重点章节和重点知识点的题目,以加深学生对课堂所学知识的理解和掌握,同时鼓励学生之间互相探讨,采用多种解法、多种思路解决问题,从而达到举一反三的效果。

3.2.2. 拓展专业绘图软件,优化授课内容

计算机辅助绘图软件自问世以来,基本上成为目前工程领域必备的绘图工具,其中最为经典的软件当属 AutoCAD。目前高校环境工程专业《工程制图与 CAD》课程普遍以 AutoCAD 软件作为课程软件教学部分,这与 AutoCAD 软件在工程界的广泛应用具有很大关系。AutoCAD 的诞生主要是代替人工绘图,其本质还是属于二维平面绘图,与物体投影相关[6]。因此,AutoCAD 对绘图者的空间想象力有较高的要求,特别是在绘制复杂结构物体的投影图时,缺乏空间想象力的同学往往颇感吃力,难以准确进行绘图。而针对物体进行三维建模的 PDMS 软件能够让学生直观地感受物体的三维形貌,从而能够很好地弥补学生空间想象力的不足。有学者针对土木工程及相关专业学生的调查中发现,超过一半的受访者均表示希望通过三维绘图软件来弥补 CAD 在绘图中的不足[7]。因此,有必要在《工程制图与 CAD》的软件授课部分加入 PDMS 软件的教学。但需要强调的是,任何三维模型的构建,其基础与制图基本理论仍然密切相关,所以在软件授课过程中,学生依然需要具备必要的 CAD 软件操作技能。在理论教学部分,PDMS 软件能够帮助学生理解制图的基础理论,提高课堂教学效果。例如课程教材第七章、第八章主要涉及立体的投影作图,可以利用 PDMS 的三维建模形象地向学生表达立体的三维结构,以及立体表面的点和线的投影如何映射到平面上,从而更好地帮助学生理解立体投影的概念。而第九章三视图的绘制对学生的空间思维能力提出了更高的要求,在以往的授课过程中,学生普遍对给出两视图,补画第三视图这一类题型感到迷茫,引入 PDMS 软件的三维建模,能够较为清晰地辅助学生构建物体的立体结构,完成作图,从而能够培养学生的空间思维能力。而在软件教学部分,学生通过 PDMS 软件与 AutoCAD 软件的结合,也可以方便地将二维图纸和三维图纸互相转换。由此,《工程制图与 CAD》课程新的内容体系按照由浅入深、软件反哺的原则,分为制图理论部分及软件部分,制图理论部分学生需要掌握制图的基本标准、规范,以及物体投影的规律及方法,课程分配 40 学时,主要强化学生对于投影知识的理解和掌握。软件部分分为 AutoCAD 和 PDMS 软件两部分,课程分配 32 学时,其中 AutoCAD 软件教学分配 20 课时,PDMS 软件教学分配 12 课时,学生先掌握基本的 CAD 软件操作后,授课教师向学生讲解 PDMS 软件的使用。CAD 的教学除了软件的基本操作外,着重于运用 CAD 软件绘制实际的环保工程图纸。同时,在软件绘图过程也要对学生的绘图速度、质量、美观性提出一定要求,并在考核过程中体现。PDMS 软件的教学,学生除了掌握基本的软件操作方法外,也要掌握环保工程中常见构筑物或者设备的三维建模方法。同时授课教师对单体构筑物或者设备的三维建模讲解过程中,可以结合理论知识部分立体投影和立体三视图绘制部分的知识点,进一步强化学生对立体投影的理解。此外,PDMS 软件的教学过程中,学生也要掌握基本的软件协同一体化设计,能够对环保工程项目进行分段、分类,同时进行设计,掌握项目一体化设计过程中的协调组织能力。

3.2.3. 引入案例式教学,强化学生实践能力

案例式教学是一种以案例为基础的教学方法。通过典型案例的呈现,将学生带入特定的情景现场,通过学生的独立思考或集体协作,进一步提高其识别、分析和解决某一具体问题的能力,同时也能够培

养正确的管理理念、工作作风、沟通能力和协作精神的教学方式[8]。《工程制图与 CAD》作为环境工程专业基础课,其主要目的是使学生能够看懂和绘制工程图纸,因此在实际的教学过程中需要任课教师更加注重学生实践能力的培养,注重实际环保工程项目图纸的绘制。引入案例式教学,通过向学生讲解环境工程水、气、固不同专业方向具体工程项目设计和施工过程中的全套图纸,包含工艺流程、平面布置、构筑物及设备单体等不同类型的图纸,使学生掌握工程设计的基本流程和图纸绘制方法。此外,现代的环保工程项目由于工艺、设备、构筑物较为复杂,在设计过程中更加注重团队协作。因此,在本课程的案例教学过程中,在学生掌握基本的 CAD 和 PDMS 软件操作之后,可以进行一次实际项目的设计练习,将其作为大作业的形式纳入课程考核。例如某某污水处理厂工艺设计,将学生进行分组,一部分进行工艺 A 段设计,一部分进行工艺 B 段设计……,每一组设置组长一名,协调本组学生对本工艺段内的所有构筑物、设备、管线等进行设计,最后各组组长汇总设计资料,形成完整的图纸。此时,PDMS 软件的多专业、多场景实时协同设计特点就能很好地满足这种教学目标的实现。不仅同组成员之间,不同组成员之间都可以通过 PDMS 的协同管理系统,快速建立联系,每个设计者在设计过程中都可以随时查看其他设计者的工作。通过这种训练,学生可以切实体会工程项目中团队协作的重要性,学会将复杂问题细化,利用团队分工合作快速解决实际问题。

3.2.4. 基于 PDMS 技术的环境工程专业《工程制图与 CAD》课程教学评价

引入 PDMS 软件教学后,环境工程专业《工程制图与 CAD》课程体系更加实用化,也更面向实际工程应用,需要学生不仅掌握基本的制图理论知识、CAD 和 PDMS 软件的基本操作,也要掌握工程项目设计过程中的协同设计能力,这对于大型环保工程项目的设计尤其重要。在本项目实施过程中,针对环境工程专业 49 位学生开展了项目实施后教学效果的问卷调查,其中 81.6% 的受调查学生反映 PDMS 软件的学习对于自己理解立体的投影知识很有帮助,85.7% 的受调查学生也反映 PDMS 软件的协同设计对于提升自己的项目协调组织和一体化设计能力作用明显。而且 89.8% 的学生认为通过 PDMS 和 CAD 软件的学习能够提高自己本专业的就业能力。在理论知识考核方面,引入 PDMS 软件教学的学生班级理论考试平均成绩比未引入 PDMS 软件的学生班级高 15.8%。因此,从调查结果反馈情况看,PDMS 三维设计管理系统在制图课程中的应用,显著地提高了课程的教学效果。大部分学生对于本课程新的教学内容和教学方法持正面评价,而且大部分学生对于软件进行三维建模也表现出浓厚的兴趣,也显著提高了课堂的教学氛围。

4. 总结

在新工科背景下,应用型高校环境工程专业《工程制图与 CAD》课程也面临新的形势和要求,传统教学模式已不能满足人才培养的目标,因此融合 PDMS 技术的《工程制图与 CAD》课程,通过多元化教学方法改革、三维建模辅助、案例强化实践等手段,能够提升教学效果,调动学生的主观能动性,提升学生解决复杂环境工程问题的能力,为环境工程专业的学生打下良好的专业基础能力。

基金项目

江苏理工学院教学改革与研究项目(11610412122)。

参考文献

- [1] 张翔宇,徐立丹,李建,等. 基于 CDIO 模式下的“工程制图与 CAD 基础”课程改革[J]. 模具制造, 2024, 24(12): 122-124.
- [2] 张晶,潘立卫,满悦芝,等. 基于《环境工程制图与 CAD》课程系列教材的混合式教学实践[J]. 高教学刊, 2021,

7(14): 96-99.

- [3] 王倩. 给排水工程中基于 PDMS 的一体化设计应用[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2024(26): 193-195.
- [4] 李东方. 基于某 600 MW 电厂工程 PDMS 三维设计应用与研究[D]: [硕士学位论文]. 北京: 华北电力大学, 2016.
- [5] 王淳, 戎小飞, 吴莉莉. PDMS 三维软件在提高信息化教学中的应用——以均四甲苯氧化车间设计为例[J]. 化工设计通讯, 2021, 47(1): 117-118.
- [6] 丁楠. 浅谈计算机辅助设计绘图 AutoCAD 与建筑制图的融合[J]. 建筑结构, 2023, 53(17): 184.
- [7] 李小龙, 邹佳安. BIM 技术下的土木工程制图课程改革研究[J]. 安徽建筑, 2021, 28(11): 80+103.
- [8] 彭红霞, 陈卫. 材料化学专业《工程制图》课程案例式教学改革实践[J]. 广东化工, 2017, 44(23): 142+154.