文章类型：论文|刊号（ISSN）：2630-5178 /（中图刊号）：380GL019

工程情景化下土木流体力学教学设计探索

孔玮　陈曦
淮安大学建筑工程学院
DOI:10.32629/mef.v9i9.22177

[摘　要] 流体力学作为土木工程专业的一门专业基础课程,因其理论抽象、概念复杂,传统教学常面临知识碎片化、缺乏工程情境等问题。针对这一现状,本文提出了基于工程情景化的教学改革方案。文章以典型水利枢纽为母工程情景,将课程内容重组为“挡水—泄洪—消能”三大递进模块,贯通理论讲授与实验教学,构建“情景导入—任务驱动—理实联动—关联分析”的教学实施框架。该方案为同类工程基础课程的教学改革提供了可操作的设计路径。
[关键词] 工程情景化；土木工程；流体力学；教学设计；实践能力
中图分类号：G42　文献标识码：A

Exploration of Teaching Design for Civil Engineering Fluid Mechanics in Engineering Contexts

Wei Kong　Xi Chen
School of Architectural Engineering, Huai'an University

[Abstract] As a fundamental professional course in civil engineering, fluid mechanics often faces issues such as fragmented knowledge and lack of engineering context in traditional teaching due to its abstract theory and complex concepts. To address this, an engineering scenario-based teaching reform proposal is proposed. Using a typical hydraulic project as the primary scenario, the course content is reorganized into three progressive modules—"water retention, flood discharge, and energy dissipation." This approach integrates theoretical instruction with experimental teaching, establishing a teaching framework that includes "scenario introduction, task-driven learning, theory-practice linkage, and correlation analysis." The proposal provides a practical design pathway for teaching reform in similar foundational engineering courses.
[Key words] engineering scenario; civil engineering; Fluid mechanics; Instructional design; practical ability

1 引言

流体力学是土木工程专业的一门专业基础课程,旨在向学生传授流体力学基础理论的系统知识,使得学生掌握流体力学的基本知识、基本概念、原理和相关计算,培养能够以基础理论为前提,获得必要的实验技能和一定的分析、解决问题的能力。流体力学课程一般于大二下学期至大三上学期开设,在整个课程体系中起着承上启下的桥梁作用。作为力学体系的自然延伸,流体力学课程以高等数学、大学物理和理论力学为基础,为后续土力学、基础工程等专业课程提供不可或缺的分析工具与方法。在工程实践中,从建筑给排水系统设计、城市供排水管网规划,到水利水电工程中的水流计算、基础工程施工中的基坑降水和止水帷幕分析,流体力学知识无处不在。因此,无论从知识结构体系的完整性,还是从工程应用的直接性来看,流体力学都是一门必须学深、学透的重要课程。

但是,当前流体力学课程在教学实践中普遍存在以下三个方面的突出问题[1-2]：

1.1理论教学与工程情境脱节,学习动机难以建立

课程内容往往侧重于严密的公式推导,大量抽象的概念缺乏直观的物理映射。例如学生并不清楚这些理论如何决定一座大坝的体型设计。课程内容与真实工程场景的割裂,导致学生难以回答“学它有什么用”这一根本问题,从而缺乏持续的学习内驱力[3]。

1.2知识呈现碎片化,缺乏系统性工程视角

各章节内容依循学科自身的知识逻辑展开,学生依次学完各章,头脑中存储的是零散的公式和概念,而非一个完整的工程分析框架。这种碎片化的认知结构,直接制约了学生将理论知识综合运用于实际工程问题的能力[4]。

1.3教学过程中“工程思维”训练缺位

传统教学侧重于训练学生对特定公式的套用与计算,学生习惯于“知道用什么公式”而非“判断该分析什么问题”。当面对一个真实的工程场景时,学生难以完成“从工程现象到力学模型的抽象、从理论公式到工程判断的回归”这一完

Copyright © This work is licensed under a Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.

整的思维过程，缺乏工程师应具备的简化建模能力与量级判断力。

针对上述问题，本文引入工程情景化教学模式。该模式的核心内涵是：以真实的工程场景为教学载体，将抽象的理论知识点有机融入“发现问题—分析问题—解决问题”的工程任务链条之中，使学生在处理实际工程问题的过程中习得并运用流体力学知识[5-6]。

2 工程情景化教学设计的理论基础和基本思路

2.1理论基础

本文的教学设计主要依据以下三种教育理论。

2.1.1情境认知理论

知识是在真实情境中习得和应用的，而非脱离语境的抽象符号。学习的最有效方式是让学习者“进入”一个真实或拟真的实践情境。对本设计的启示在于：工程情景化的本质是为流体力学知识提供一个“使用场景”，让学生像工程师一样在场景中调用知识解决实际问题。

2.1.2建构主义学习理论

学习者通过主动建构而非被动接收来获得知识，真实的问题情境能够激发认知冲突，驱动学生主动寻求解决方案。基于此，本设计将工程问题前置——当学生面对“拱坝承受多大水压力”这一真实关切时，静水压强公式便不再是硬性灌输的教条，而是学生主动求解的工具。

2.1.3 CDIO工程教育模式

教学以“构思—设计—实施—运行”的全生命周期为主线。例如：一个水利枢纽的“挡水—泄洪—消能”链条本质上就是工程系统的运行逻辑，天然契合CDIO的整体性思维，为课程的情景化串联提供了清晰的结构框架。

2.2基本思路

摒弃以往分散、割裂的案例碎片，以一个贯穿课程始终的“母工程场景”(如某典型水利工程)为核心主线，将理论教学的知识点(静水压强、运动方程、能量方程、动量方程等)与实验教学的实操环节(水头测量、流速测量、作用力测定等)全部统合于同一工程链条之中，帮助学生构建系统化的流体力学知识框架与工程分析思维。

3 基于工程情景化的《流体力学》教学设计

根据课程大纲规定，流体力学课程理论教学24课时、实验教学8课时，教学内容按教材章节顺序推进。本设计在不改变大纲基本框架的前提下，以“情景贯穿”为主线，构建一套工程情景化的教学实施方案。本节从母工程情景的构建、教学内容的工程化重组、教学实施流程、评价体系设计以及情景贯穿方案五个方面展开论述。

3.1母工程情景的构建

3.1.1选取依据

选取某山区河流“小型水利枢纽”作为贯穿课程始终的母工程情景，主要基于以下三方面考量。

①知识点覆盖度高。一座完整的水利枢纽从上游到下游，涉及流体的主要物理性质(绪论)、静水压强分布与静水总压力计算(第二章静力学)到最后一章堰流(第九章)等全部核心章节，几乎可以实现对大纲知识点的全覆盖。

②因果链条清晰。枢纽运行遵循“挡水→泄洪→消能”这一天然的物理因果链，三个环节首尾相衔、层层递进，便于学生建立“因—果”逻辑关联，而非孤立记忆若干个不相干的公式。

③专业关联直接。水利工程是土木工程的重要专业方向之一，且拱坝、溢洪道、消力池等工程结构形态直观，相比抽象的管道与水箱更易激发学生的学习兴趣。

3.1.2情景描述

某山区河流拟建一座小型水利枢纽，工程由三部分组成：枢纽主体为混凝土拱坝，用于拦蓄来水、形成调节库容；坝顶中部设溢流坝段，用于洪水期宣泄多余来水；下游河床设置消力池，用于消减下泄水流的巨大动能，防止河床冲刷。枢纽设计参数如下：正常蓄水位高程185.0 m，坝址处河床高程160.0 m，最大坝高30 m；溢流坝净宽20 m，堰顶高程182.5 m；设计洪水标准下，水库来流量为150 m^3/s，需全部安全下泄。

3.1.3工程情景中蕴含的流体力学问题链

该母情景最核心的价值在于，它将课程中分散的公式和定律串联成一条完整的工程因果链，如图1所示。

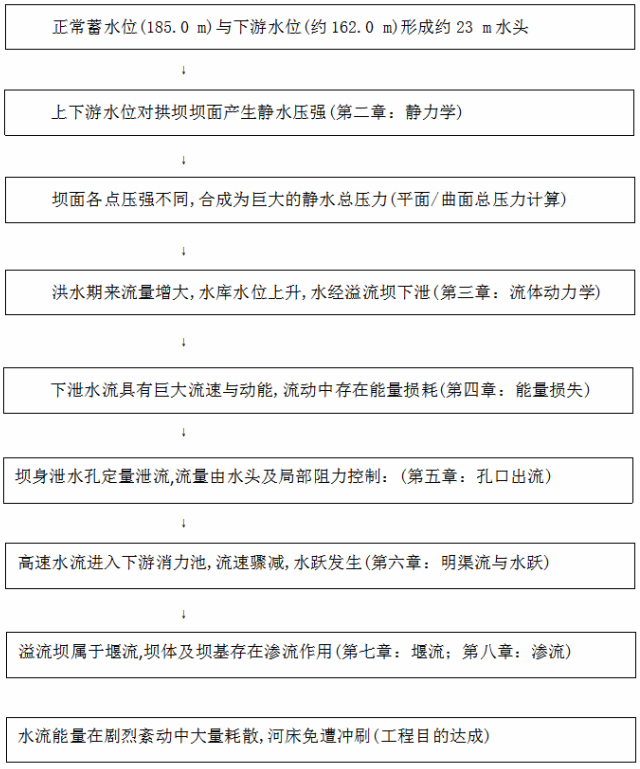


图1 工程情景中的流体力学知识链条

这一链条清晰呈现了“水从哪里来—水对结构产生什么作用—水如何流动—流动的能量到哪里去”的完整物理过程。学生在每一章节学习时，都能据此定位所学知识在工程因果链中

Copyright © This work is licensed under a Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.

文章类型：论文|刊号（ISSN）：2630-5178 /（中图刊号）：380GL019

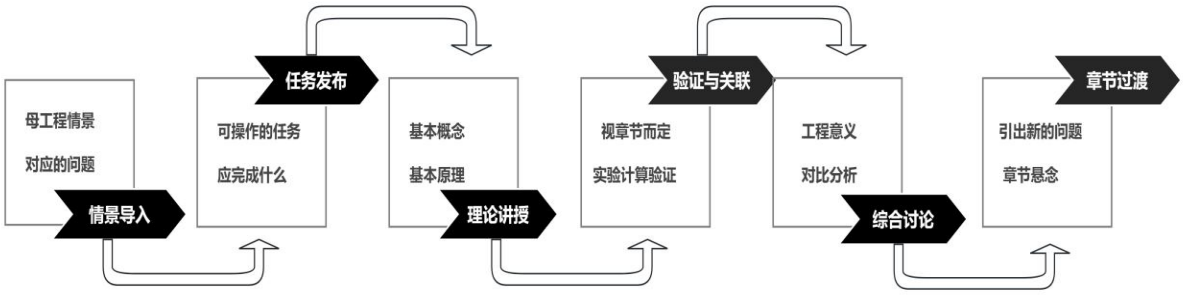


图2 教学实施流程

的位置：学习静力学时，知道它是为了设计坝体荷载；学习能量方程时，知道它是为了算泄洪能力；学动量方程与水跃时，知道它是为了算消力池设计。知识割裂的问题，从课程设计的根源上得到了回应。

3.2教学内容的工程化重组

本设计不改变章节顺序，而是以母工程情景中的“挡水—泄洪—消能”运行逻辑为线索，将各章节知识点映射为三个工程模块。所有大纲要求的知识点均予以保留、依序讲授，但其导入方式、应用语境和实验配合发生了根本变化——不再是“先讲公式、后举例子”，而是“先抛出工程关切、再引入所需公式”。

同时，大纲规定8课时实验，共四个独立实验，分别为：毕托管测速实验(2课时)、不可压缩流体恒定流能量方程实验(2课时)、雷诺实验(2课时)、动量定律实验(2课时)。本设计不对实验项目、课时、操作内容及指导书做任何改动，仅在实验课前的讲解环节(约5～10分钟)进行工程情景导入，由实验指导教师向学生说明本次实验与母工程情景中哪个环节相对应、所测参数在工程中对应什么问题。

以上工程化重组解决了“教什么”与“为什么教”之间的逻辑对应问题。但面临一个具体的操作性问题：如何将工程情景真正贯穿到按章节展开的教学过程中，使学生在学习静力学时就已感知后续章节的工程指向，而不至于将各章视为孤立的知识片段？本文提出“情景切片”的操作方法——在每个章节(绪论除外)的教学中，于开头、关键推导点和结尾嵌入短时段的情景化环节，使工程情景成为贯穿章节讲授的认知线索。

3.3教学实施流程设计

理论课章节教学遵循统一的六环节实施流程，如图2所示：

该流程的核心设计思想是：以工程问题为“锚点”，理论讲授服务于问题解决，各环节环环相扣形成闭环，并在章节结尾通过“悬念”向后续章节自然过渡。其中，情景导入的功能是在章节学习开始前，将该章知识定位于母工程情景的相应环节，回答“这章知识在工程中对应什么问题”；任务发布的功能是将工程情景中的核心关切转化为具体、可操作的学习任务，明确本章学习结束时学生应完成什么；理论讲授是按大纲要求完成基本概念、原理和公式的系统讲授；验证与关联的功能是使理论推导的结论在实验或计算中得到验证，并将其与工程情景建立定量关联，视章节情况，灵活安排；综合讨论部分回扣章节开头的工程任务，检验任务完成情况，延伸讨论工程判断层面的问题；最后，总结本章内容，设置悬念向下一章过渡，保持模块内章节之间的逻辑连贯。

实验课不做内容和操作上的改动，仅在实验前的讲解环节进行工程情景对应。理论与实验的联动体现在以下两个层面：

(1)内容呼应。理论课中讲授的原理(如毕托管测速原理对应能量方程、雷诺实验对应水跃紊动形态)，在实验前的讲解中被明确提示，让学生意识到实验是对课堂理论的直观印证。

(2)工程指向一致。理论课的导入和锚点以水利枢纽工程问题为引导，实验课的提示同样指向母情景中对应部位，两者朝向同一个工程目标，学生在理论课和实验课中面对的是同一个问题的不同侧面。

对于无实验配置的章节(如静力学、流动阻力)，验证环节由“工程算例”完成。算例同样基于母情景参数，与有实验课的章节在功能上等价。

3.4教学评价体系设计

本设计对课程评价体系的调整遵循两个基本原则：一是“最小干预”——不改变大纲规定的成绩构成、考核方式及评分标准；二是“价值导向”——通过评价内容和表述方式的微调，使学生在应考和完成作业的过程中感受到工程情景的存在，从而强化“学有所用”的认知。

3.4.1过程性评价(占总评30%)

大纲规定过程性评价由课后作业和课程实验两部分组成，各占一定比例。本设计不改变这两部分的评分维度和权重，仅对课后作业和实验报告中的部分题目表述方式进行适度调整。在课后作业中，维持原作业题量与评分标准，在题目表述中尽可能将抽象的“物体”“壁面”替换为具体的工程对象。需要说明的是，此类调整不影响题目的计算难度和评分标准，仅改变其工程语境。对于课程实验，实验内容、操作步骤、数据记录和报告格式均维持原状，不做任何改动。原因在于：实验部分已在3.3节中通过“讲解提示”实现了工程情景对应，评价环节不再叠加额外要求，避免增加学生的报告负担和教师的批阅工作量。

3.4.2终结性评价(占总评70%)

Copyright © This work is licensed under a Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.

文章类型：论文|刊号（ISSN）：2630-5178 /（中图刊号）：380GL019

期末考试维持大纲规定的试卷形式、题型结构和评分标准不变。在命题方向上，遵循与课后作业相同的调整逻辑：在不改变计算方法和评分细则的前提下，将部分题目的表述从抽象的“物体”“壁面”替换为具体工程场景。需要强调的是，上述调整仅适用于部分题目（约20%～25%的分值占比），其余题目仍按常规方式表述，确保对基本计算能力的全面考查。全卷的难度、题量和评分标准均不因表述方式的改变而发生变化。

4 结论

本文以土木工程专业流体力学课程为研究对象，针对当前教学中存在的教学与工程情境脱节的突出问题，提出了基于工程情景化的教学设计方案。方案以小型水利枢纽为贯穿课程的母工程情景，将零散的章节知识统合为“挡水—泄洪—消能”一条工程因果链，并通过“情景切片”的方式将该链条嵌入现有章节式教学体系之中，使学生在学习每一章内容时都能感知其在整个工程系统中的位置与作用。

需要指出的是，本文的设计定位于一种可操作的课程改革路径，其核心价值不在于提供唯一的解决方案，而在于展示一种将工程情景与理论教学深度融合的可能性。以水利枢纽为母情景的做法——虽然不可避免地以水利工程为主线——并不排斥其他土木工程方向的知识迁移。学生在母情景中建立的分析框架，完全可以迁移至基坑降水、桥涵设计水力计算等其他工程场景。在后续教学中，可通过在综合讨论环节引入对比案例、在作业与考试中设置跨场景题目等方式，帮助学生完成知识的工程迁移。该设计框架亦可供其他土木工程专业基础课程参考借鉴。

[课题项目]

中国电力教育协会2026年电气类、能动类、土建类专业本科教育研究课题“人工智能驱动土木类流体力学课程教材开发研究”。

“AI赋能土建类专业启蒙课课程思政融合路径与实践研究——以《城市地下空间导论》为例”。

[参考文献]

[1]Brown J S,Collins A,Duguid P.Situated cognition and the culture of learning[J].Educational Researcher,1989,18(1):32-42.

[2]陈琦,张建伟.建构主义学习观要义评析[J].华东师范大学学报(教育科学版),1998(1):61-68.

[3]顾佩华,包能胜,康全礼,等.CDIO在中国(上)[J].高等工程教育研究,2012(3):24-40.

[4]杨庆,杨丽.基于工程案例的流体力学课程教学改革探索[J].力学与实践,2022,44(3):708-712.

[5]江帆,张春良.基于CDIO的工程流体力学课程改革与实践[J].高等工程教育研究,2020(4):186-190.

[6]兰景岩,莫红艳,曹振中.工程教育专业认证背景下少学时流体力学教学改革探索与实践[J].高等建筑教育,2021,30(2):112-118.

作者简介：

孔玮(1986--),男,汉族,安徽省潜山市人,博士,副教授,研究方向：流体力学,淮安大学建筑工程学院。

陈曦(1993--),男,汉族,江西省宜春市人,博士,副教授,研究方向：岩土工程,淮安大学建筑工程学院。

Copyright © This work is licensed under a Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.