

# 基于案例教学法构建现代流体机械设计思想 ——以《流体机械结构设计及强度计算》课程为例

苟秋琴，陈小明

西华大学 能源与动力工程学院，成都 四川 610039

DOI: 10.61369/ETR.2025380024

**摘要：**本论文介绍了基于文献案例教学法在“流体机械结构设计及强度计算”课程教学中的应用，构建学生现代流体机械的设计思想。论文以活动导叶设计这一节教学内容为例，详细阐述了包括内容设计、组织与实施以及考核评价的过程和方法。通过文献案例教学的应用不仅能解决“流体机械结构设计及强度计算”课程中存在的问题，还能建立适用于能源动力类专业工程创新能力培养的流体机械核心设计思想，帮助学生更好的进入工作岗位。

**关键词：**流体机械；案例教学法；设计思想；教学改革

## The Construction of the Design Idea of Modern Fluid Machinery based on the Case Teaching Method

### —The course "Structural Design and Strength Calculation of Fluid Machinery" as an Example

Gou Qiuqin, Chen Xiaoming

College of Energy and Power Engineering, Xihua University, Chengdu, Sichuan 610039

**Abstract :** The case teaching method based on literature is applied in the teaching of " Structural Design and Strength Calculation of Fluid Machinery." This method can help students construct the design idea of modern fluid machinery. Taking the teaching of activity guide vane design as an example, this paper provides a detailed explanation of the process and methods involved in content design, organization, implementation, assessment, and evaluation. The application of literature case teaching can not only solve the problems existing in the course of " Structural Design and Strength Calculation of Fluid Machinery, " but also establish the core design idea of fluid machinery suitable for the cultivation of engineering innovation ability of energy and power majors, to help students better enter the work position.

**Keywords :** fluid machinery; case teaching method; design ideas; teaching reform

## 引言

我校能源与动力工程专业作为国家级一流专业建设点和省级一流专业，拥有西南地区唯一的流体及动力机械教育部重点实验室，在创新人才培养上承担着重要责任。能源与动力工程专业其下设置的“流体机械及工程”专业方向是响应西部水电大开发而设置的专业方向，一直以立足四川、辐射西部，围绕国家能源战略需求培养技术与管理人才，助力成渝地区双城经济圈建设。“流体机械结构设计及强度计算”是能源与动力工程专业的专业核心课，通过该课程学习构建学生具有工程设计、运行管理、安装检修、设备制造、技术改进、科研创新等方面综合能力。在新工科建设的教育大环境下<sup>[1-3]</sup>，如何通过创新教学方式以强化学生的实践创新能力尤为关键。为构建学生现代的工程设计思想，本文基于文献案例进行介绍，具象展示课程内容与理论知识、将前序原理课程，后续工艺课程关联、同时学生了解行业的前沿科研和现有课程的联系，培养学生基于理论知识分析和解决科研问题的能力。

#### 项目基金：

2023年度西华大学教改项目——“双一流”背景下能源动力类拔尖创新人才实践教学体系构建与探索(xjjg2023090)；

2025年度西华大学能源与动力工程学院教育教学改革项目“现代流体机械核心设计思想构建”ndjg202504；

2024-2026年四川省高等教育人才培养质量和教学改革项目“学科竞赛与科研项目互补融合能源动力类创新型人才培养探索与实践”(JG2024-0785)。

#### 作者简介：

苟秋琴（1987—），女，四川宜宾，西华大学能源与动力工程学院，硕士，讲师，研究方向为流体机械数字化设计及制造；

陈小明（1987—），男，博士（在读），副教授，研究方向为流体机械数字化设计及制造。

## 一、流体机械结构设计及强度计算课程的现存问题

“流体机械结构设计及强度计算”课程是能源与动力工程专业的核心课程，主要研究流体机械设备结合工程应用的结构设计，以及设备在各种运行工况下的结构安全性能，揭示流体机械设备“水力设计—结构设计—产品加工工艺—性能测试”的关系，是流体机械产品设计的重要环节。课程内容中结构设计需要学生掌握大量的零部件图纸，非常抽象；强度计算内容又要使用复杂的力学计算公式和晦涩的理论。课程教学中主要问题包括：（1）流体机械结构图纸讲解无法具体显示抽象结构和概念；（2）结构变化对流体机械水力学特性，就够的特性影响只能定性而不能定量描述；（3）工程案例不够新颖，前沿。为了提高授课质量，传统的“流体机械结构设计及强度计算”课程会采用零部件图纸配合讲解，采用示例进行结构强度计算。以往教学结果显示，通采用图纸讲授的知识对于学生来讲依然不够具体，学生不能理解为何会产生此影响的疑问。此外，传统的教学方式忽略了学生引导式、探究式的学习，弱化了学生分析和解决实际工程问题的实践能力。在新工科建设的教育大环境下，如何采用创新的教学方式强化学生的实践创新能力尤为关键<sup>[4]</sup>。

## 二、教学案例法概述

案例教学通过引入典型工程项目如墨脱电站，南水北调工程等，向学生传授我们重大工程项目所承载的工程实践知识。文献案例是一类来源于学术期刊上的科技成果的案例，包括文献中的图、表、计算方法、设计思路等<sup>[6-10]</sup>。文献案例采用高水平的现代测试，展现技术帮助学生了解抽象概念，同时文中可以具体展示结构设计，定量的分析结构变化对强度的影响，深刻了解强度计算公式在解决科研问题时的使用过程。教师在教学中使用文献案例法可以串联起科研工作中的“水力设计理论学习—结构设计强度计算—工艺设计—科研实践”流程，更好地服务于新工科建设背景下材料专业人才培养。本文讨论文献案例教学法在“流体机械结构设计及强度计算”课程中的教学内容的创设、课程实施过程的探究式学习引导中的应用，并以“导水机构”一章的“活动导叶设计”一节为例具体说明。

## 三、案例教学法应用（以活动导叶设计为例）

### （一）教学内容设计

文献案例教学法是基于文献资料对理论教学内容进行阐释、分析、关联实践的教学方法。采用现代网络信息技术，从电子信息库中获取文章案例；另一方面，浏览能源领域科研动态的新媒体，如“热能与动力工程”“流体机械”“中国水利水电”等公众号，选择性地积累前沿技术，视频教学内容。在该过程中关注文献的时效性、真实性和可读性，从而在保证理论内容讲解规范性和准确性的基础上，提升授课质量和效率，提升课程内容的高阶性和创新性<sup>[11]</sup>。

下面以“活动导叶设计”这一节为例阐述文献案例教学法的内容设计方法。活动导叶是水力发电机组中的关键部件。传统教学中对于活动导叶的设计往往局限于该部件功能，零件特点，工程图纸展示，这种模式不仅显得枯燥，而且缺乏真实感，导致课程内容的高阶性和创新性不足。基于文献案例构建现代水力机械设计思想指导活到导叶设计的教学实施内容和组织流程如图1所示

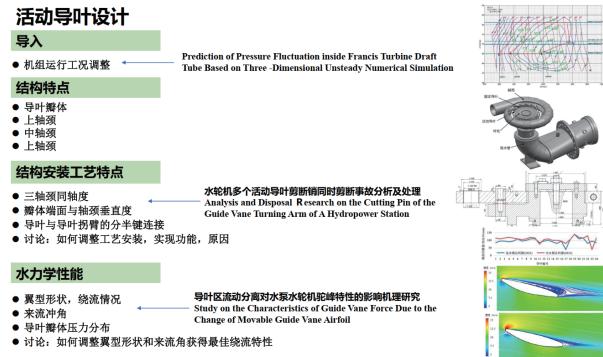


图1 “活动导叶设计”的文献案例教学内容

### （二）组织与实施

流体机械结构设计及强度计算”课程的组织与实施以内容为主线，在完成教学内容设计的基础上，合理地组织与实施案例分析讲解，才能够充分发挥案例教学法的效果。图1同时展示了“活动导叶”这一小节的案例式教学的组织与实施流程，下面具体说明。

引入部分是影响授课质量的关键，教师在引入时不仅要告知学生本节课的主要知识点，还要充分激发学生学习兴趣，关联授课内容引发学生思考，从而使得学生可以全程关注授课内容。“活动导叶”这一节的引入选用的文献案例是“Prediction of Pressure Fluctuation inside Francis Turbine Draft Tube Based on Three -Dimensional Unsteady Numerical Simulation”<sup>[12]</sup>，该文献案例结合水轮机运转综合特性曲线讨论机组工况变化，最后引出活动导叶的调整来达到调节工况的作用。由此引出活动导叶所在位置，以及结构特点。根据结构特点引出安装工艺，再结合工艺特点引入“水轮机多个活动导叶剪断销同时剪断事故分析及处理”和论文“Analysis and Disposal research on the Cutting Pin of the Guide Vane Turning Arm of A Hydropower Station”讨论装配部件的受力问题，运行中的常见故障。再完成这一部分的讲解以后就进入到绕流特性，翼型形状的分析<sup>[13]</sup>。随后学生结合课前通过学习发布的文献“导叶区流动分离对水泵水轮机驼峰特性的影响机理研究”、“Study on the Characteristics of Guide Vane Force Due to the Change of Movable Guide Vane Airfoil”的阅读先简要分析如何调整以保证导水机构水力损失最小，进一步讨论翼型绕流对流体性能的影响<sup>[14-15]</sup>。完成这四部分的讨论后，再次按正向设计顺序讨论活动导叶的设计问题，引出基于现代流体机械结构设计的活动导叶设计思路。

### （三）教学效果

“流体机械结构设计及强度计算”课程的考核侧重于过程考核。下文主要说明如何在过程中融入文献案例教学法。

形成性考核要求学生根据介绍的活动导叶设计方法，利用CFturbo软件或UG软件设计一个活动导叶，并利用ANSYS软件分析该导叶的流体绕流特性和结构力学特性，加深对活动导叶设计的关键理论方法的认识，提升学生运用理论知识解决科研问题的能力。同时，要求学生选择一篇自己感兴趣或者与科研方向相关的文献，首先基于课堂的理论知识，对文献展开全面分析解读，相关的讨论点包括但不限于：（1）文献的研究对象存在的问题及造成该问题的原因；（2）文献采用了什么解决途径及其中依据。

通过课程改革可以帮助学生构建一个系统的现代水力机械设计思想，支持学生从理论基础到实践创新的渐进发展，特别关注能源动力类专业的特点。重新构建适用于本科教学和科研项目的核心课程知识体系，加强在“流体机械设计方法”、“流体机械结构设计及强度计算”、“流体机械数字化设计与仿真”等核心课程中融入科研项目实践内容，并明确这些课程在工程实践创新能力培养中的作用；建立各课程内容间的递进关系、与科研项目需求的对应关系，确保学生在完成课程后具备参与工程实践项目的

能力。

#### 四、结语

（1）构建一套基于本科教学与科研项目互补融合的本科生创新能力培养方法。通过课程教学与科研项目的互补融合，让学生了解理论课程学习的必要性，在工程实践中的应用情况。同学通过了解实际的工程问题，解决思路，解决方法，采取的解决措施，以及最后解决问题后的效果，激起学生对专业知识的兴趣。通过项目式的推进，可以形成完善的实践模式，提升学生对知识的综合运用和解决复杂工程技术问题的能力。

（2）建立适用于能源动力类专业工程创新能力培养的流体机械核心设计思想。从基础课程机械设计、工程材料、互换性公差开设着手，结合专业基础课流体力学及叶栅理论，流体机械设计原理课程展开流体机械结构设计的教学，为学生构建完善的工程概念，工程设计思维方式，使学生能够快速掌握核心知识与关键技能，并能举一反三。

#### 参考文献

- [1] 杨宏印, 马鑫源, 陈旭勇, 等. 案例式教学在桥梁结构诊断与加固课程中的应用 [J]. 西部素质教育, 2025, 11(15).
- [2] 杨兰兰, 刘文化, 王登峰, 等. 新工科建设背景下“岩石力学”课程教学探索——以江南大学土木工程专业为例 [J]. 教育教学论坛, 2025, (31).
- [3] 徐立丹, 张翔宇, 李建. 新工科背景下“工程制图与CAD基础”课程教学改革探索 [J]. 科技风, 2025, (18): 111-112.
- [4] 童汝根, 王红, 安宁, 等. 实践导向的教育硕士职前职后一体化培养探索 [J]. 高教学刊, 2023, 9(33): 29-32. DOI: 10.19980/j.CN23-1593/G4.2023.33.007.
- [5] 惠蓉. 实践教学在应用型本科人才培养中的重要意义——评《Python数据分析与挖掘实战（第2版）》[J]. 中国教育学刊, 2023, (11): 148.
- [6] 董建锴, 苗艳姝, 曹慧哲.“双创”人才培养模式下建筑环境与能源应用工程专业实践教学调研分析 [J]. 黑龙江教育(高教研究与评估), 2023, (11): 26-29.
- [7] 易兵, 刘婷, 万琴, 等. 基于工程教育专业认证的地方高校“卓越计划”人才培养模式探索与实践 [J]. 高等工程教育研究, 2023, (06): 54-58.
- [8] 汪洋, 何小蕾, 周笑莉, 等.“项目式实践教学”模式在医学检验专业人才培养中的实践与探索 [J]. 高教学刊, 2023, 9 (30): 142-145.
- [9] 徐善永, 曹珍贵, 韩涛, 等. 工程创新能力导向的实践教学改革探索——以电工电子实践教学为例 [J]. 科技风, 2023, (29): 152-154.
- [10] 李泽彬, 孔敏, 张刚, 等. 机器工程专业虚实结合实践教学模式探索与实践 [J]. 皖西学院学报, 2023, 39 (05): 24-28.
- [11] 李琪飞, 卞旭, 唐红强, 等. 活动导叶翼型改变对导叶力特性的研究 [J]. 液压气动与密封, 2025, 45 (02): 1-8.
- [12] 黄大俊, 田吉军, 李星宇. 水轮机多个活动导叶剪断销同时剪断事故分析及处理 [J]. 水电站机电技术, 2023, 46(11).
- [13] 刘碧武, 张芯萁, 李旭明, 等.A水电站导叶拐臂剪断销剪断分析及处置研究 [J]. 大电机技术, 2024, (S1): 58-62.
- [14] 司序. 某混流式水轮机无叶区压力脉动及振动的测试和数值计算分析 [D]. 西华大学, 2021.
- [15] 陆国成. 导叶区流动分离对水泵水轮机驼峰特性的影响机理研究 [D]. 清华大学, 2018.