

# Exploration of Material Mechanics Teaching Method Based on Numerical Simulation Guidance and Interpretation—Taking Compression Rod Stability as an Example

Xiaohu Zhang<sup>1</sup> Xiao Ren<sup>2</sup> Liuping Han<sup>1</sup> Mi Li<sup>1</sup> Sujun Zeng<sup>1</sup>

1. Guizhou Institute of Engineering and Applied Technology, School of Civil Engineering and Architectural Engineering, Bijie, Guizhou, 551700, China

2. Guizhou Institute of Engineering and Applied Technology, Library, Bijie, Guizhou, 551700, China

## Abstract

Numerical simulation has significant advantages in the auxiliary teaching of materials mechanics. It can simulate the behavior of various mechanical structures under external forces, and reveal their deformation and instability processes, thus enabling students to better understand the basic principles of materials mechanics. This paper integrates numerical simulation into the classroom teaching of pressure rod stability. Through numerical simulation, students can observe the deformation and instability of the pressure rod under the action of force, helping to understand the influence of different factors on the stability of the pressure rod, so as to better optimize the design process of the pressure rod. This method can improve students' practical and innovative abilities, lay a solid foundation for future engineering practice, and also explore the philosophical thinking inherent in pressure rod stability. The integration of theoretical teaching, numerical simulation, and philosophical thinking into the classroom promotes the all-round development of students.

## Keywords

materials mechanics; compression rod; numerical simulation; philosophy

# 基于数值模拟引导、解释的材料力学教学方法探索——以压杆稳定为例

张晓虎<sup>1</sup> 任晓<sup>2</sup> 韩六平<sup>1</sup> 李密<sup>1</sup> 曾素均<sup>1</sup>

1. 贵州工程应用技术学院土木建筑工程学院, 中国·贵州 毕节 551700

2. 贵州工程应用技术学院图书馆, 中国·贵州 毕节 551700

## 摘要

数值模拟在材料力学辅助教学中具有显著优势。它能够模拟各种力学构件在外力作用下的行为,并揭示其变形、失稳过程,从而使学生更深入地理解材料力学的基本原理。论文将数值模拟融入压杆稳定的课堂教学,通过数值模拟,学生可以观察到压杆在力作用下的变形和失稳情况,帮助了解不同因素对压杆稳定性的影响,从而更好地优化压杆的设计过程。该方法可以提高学生的实践能力和创新能力,为未来的工程实践打下坚实的基础,另外论文还挖掘了压杆稳定本身所蕴含的哲学思想,将理论教学、数值模拟和哲学思考融入课堂,促进了学生的全面发展。

## 关键词

材料力学; 压杆; 数值模拟; 哲学

## 1 引言

材料力学是土木工程专业的课程,主要研究材

**【基金项目】**贵州省高等学校教学内容和课程体系改革项目(项目编号: 2022304); 2022年贵州工程应用技术学院校级质量提升工程(项目编号: JK202208)。

**【作者简介】**张晓虎(1982-),男,中国河南南阳人,博士,副教授,从事岩土工程和工程力学等方面的教学研究。

料在各种外力作用下的行为和性能。该课程涵盖了材料的弹性、塑性、强度、刚度以及稳定性等方面的内容。在材料力学课程中,学生将学习到如何测试和描述材料的力学性质,包括拉伸、压缩、弯曲、剪切和冲击等基本应力形式。此外,学生还将学习到材料的失效准则和断裂理论,以及如何预测材料在不同环境下的行为和性能。材料力学课程还涉及到许多实际应用,如桥梁、建筑、汽车、航空航天等领域。通过该课程的学习,学生将掌握如何设计出既安全又经济的结构,并了解如何优化材料的选择和使用。总之,材料力学

课程是一门非常重要的学科，它不仅有助于学生理解材料的性质和行为，还能帮助学生掌握如何设计和优化结构，从而为未来的工程实践打下坚实的基础。

材料力学课程的难点主要在于理解和掌握材料的复杂行为和性能。材料在受到外力作用时，其内部结构会发生变化，从而影响其力学性质。此外，材料力学还涉及到许多复杂的理论和计算方法，需要学生具备较高的数学和物理基础。因此，材料力学课程需要学生付出更多的努力和时间来学习和掌握。大多数的材料力学知识点是枯燥乏味的，如何使得学生能够深入理解和掌握这些知识点，是相关老师非常关心的问题。

随着计算机计算能力的不断增强，各种数值计算软件层出不穷。数值模拟技术不仅是一种科学研究工具，同时还是一种拓展学习工具。将数值模拟引入材料力学教学可以帮助学生更好地理解和掌握材料的力学行为和性能。在材料力学教学中，教师可以采用一些常见的数值模拟软件，如 ANSYS、ABAQUS、SolidWorks、MSC. Marc、Itasca 软件等，通过这些软件演示材料的力学行为和性能<sup>[1-6]</sup>。同时，教师还可以让学生自己动手进行数值模拟实验，通过实验结果的分析 and 讨论，加深学生对材料力学性质的理解和掌握<sup>[7-8]</sup>。通过数值模拟，学生可以直观地观察到材料在不同外力作用下的响应和变化，同时也可以对材料的性能进行深入的分析 and 研究。此外，数值模拟还可以帮助学生更好地理解材料的失效和断裂过程，从而更好地掌握材料的失效准则和断裂理论。

论文从对压杆稳定的数值模拟结果出发，结合书本理论对比分析，引导、解释，直观、生动地调动了学生的注意力和好奇心，加深了学生对该部分知识的理解和掌握。在授课的同时，挖掘了压杆所蕴含的哲学思想，促进了学生素质的全面发展。

## 2 压杆稳定的数值模拟引导教学

### 2.1 利用数值模拟再现压杆稳定变形过程

图 1 为两端铰支座压杆的物理模型及其失稳过程的数值模拟结果，可以看出，随着  $F_p$  不断增大，达到临界应力后出现失稳弯曲。图 2 给出了压杆截面应力与中心点挠度的关系曲线，可以看出应力达到某临界力之后，挠度持续增加。压杆失稳过程是一个复杂的过程，涉及到材料力学、结构力学等多个领域，图 2 的结果仅作为参考解释。首先，从图 1 看出，当压杆受到轴向压力作用时，其初始状态是直的。随着压力的逐渐增加，压杆开始产生弯曲变形，在初始阶段压杆的弯曲变形是微小的，但随着压力的进一步增加，弯曲变形会逐渐积累。当压力增加到某一临界值时，压杆的弯曲变

形会突然增大，这一过程是失稳的标志，意味着压杆无法继续保持其平衡状态。需要注意的是，压杆的失稳过程是瞬态的，一旦发生失稳，压杆就会立即崩溃。因此，在进行压杆设计时，必须考虑到其失稳问题，并采取相应的措施来提高其稳定性。为了提高压杆的稳定性，可以采用多种方法。例如，可以增加压杆的截面尺寸、改变截面形状、采用弹性支撑等。这些措施都可以有效地提高压杆的稳定性，防止其发生失稳现象。通过以上的数值模拟的引导，让学生认识到压杆失稳的破坏性，比较有说服力，同时也形象地加深了对知识点的掌握。

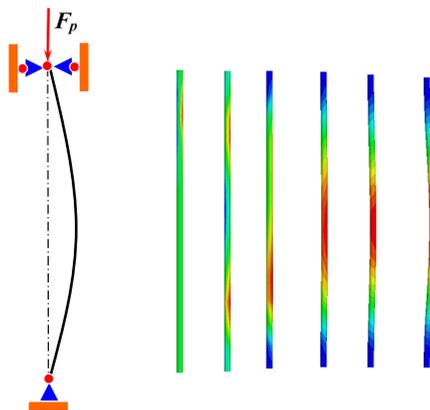


图 1 两端铰支压杆模型及数值模拟结果

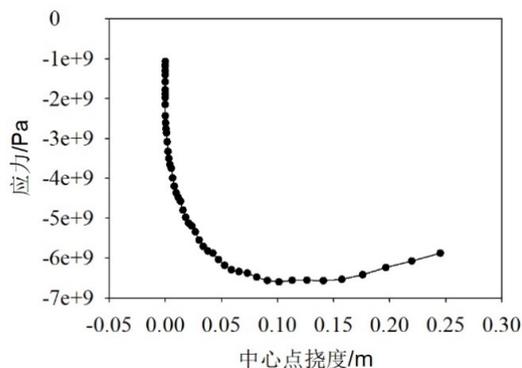


图 2 两端铰支压杆的压应力与中心点挠度关系曲线

### 2.2 不同截面形状压杆的失稳特征

从理论分析可以知道，压杆的失稳方向总是绕惯性矩小的方向。惯性矩是描述物体抵抗弯曲变形能力的重要参数，它的大小取决于物体的形状、尺寸和质量分布等因素。对于矩形截面压杆（如图 3），其惯性矩是绕  $x$  轴的惯性矩最小，因此失稳方向是绕  $x$  轴。对于等腰直角三角形截面压杆（如图 4），其惯性矩是绕与斜边的垂直平分线方向惯性矩最小，因此失稳方向为惯性矩最小的方向。

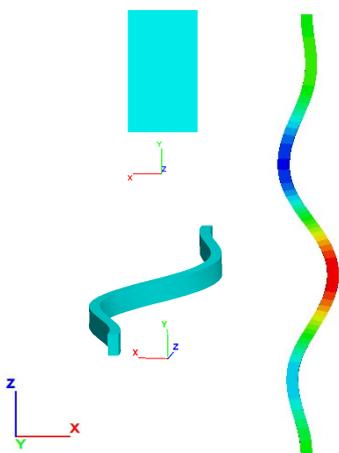


图3 矩形截面压杆失稳模拟

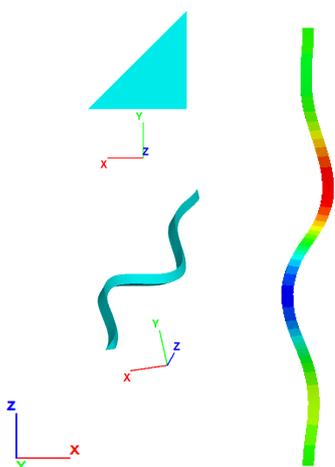


图4 三角形截面压杆失稳模拟

由于压杆总是绕惯性矩最小的方向发生失稳，为了提高压杆的稳定性，必须采取相应的措施来增加其惯性矩。例如，可以增加压杆的截面尺寸、改变截面形状、采用弹性支撑等。这些措施都可以有效地提高压杆的稳定性，防止其发生失稳现象。

总之，压杆的失稳方向总是绕惯性矩小的方向。为了确保压杆的安全使用，必须对其失稳过程进行深入的研究和理解，并采取相应的措施来提高其稳定性。通过数值模拟形象直观地给学生展示了不同截面形状压杆失稳的规律，让学生对惯性矩、柔度有了更深刻的认识。

### 2.3 压杆稳定的哲学内涵

压杆稳定的知识点可以给我们很多启示和指导。

首先，我们在面对挑战和压力时要保持冷静和坚韧。在人生的道路上，我们时常会遇到各种困难和挫折，这时我们要保持稳定的情绪和积极的心态，不能像压杆失稳一样，轻易放弃和崩溃。

其次，压杆的稳定也告诉我们要注重自我提升和成长，

不断减弱我们的薄弱面。只有不断地学习和进步，才能增强自己的能力和信心，更好地应对生活中的各种挑战。我们也需要不断地调整自己的状态和姿态，以适应不断变化的环境和需求。

此外，压杆的稳定还提醒我们要关注自己的身心健康。身心健康是保持稳定的基础，只有身体健康、心理平衡，才能更好地应对生活中的各种压力和挑战。

最后，压杆的稳定也告诉我们要注重团队合作和互助。在人生的道路上，每个人都有自己的弱点，我们需要与他人相互支持和合作，共同应对各种挑战和困难，与周围的人和事物保持良好的联系和互动，才能更好地发挥自己的作用和价值。

## 3 结语

将数值模拟融入压杆稳定的课堂教学，可以帮助学生更直观地理解压杆的稳定性和失稳过程。通过数值模拟，学生可以观察到压杆在不同压力下的变形和失稳情况，从而更好地掌握压杆稳定性的基本原理和计算方法。同时，数值模拟还可以帮助学生了解不同因素对压杆稳定性的影响，从而更好地优化压杆的设计。另外可以提高学生的实践能力和创新能力，为未来的工程实践打下坚实的基础。课堂教学还要根据压杆稳定所蕴含的哲学来指导我们克服困难、团结协作、迎难而上，帮助学生树立坚韧、勤奋、积极的心态，增强学生的思想政治素养。

### 参考文献

- [1] 李一帆,杨民献.数值模拟技术在材料力学课程教学中的应用[J].江苏教育学院学报(自然科学版),2010,26(1):33-34+45+92.
- [2] 康亚明.理论分析与数值模拟相结合的圣维南原理教学方法探索[J].山东工业技术,2016(5):222-223.
- [3] 杨青山.基于有限元数值模拟技术下的材料力学教学新策略[A].《决策与信息》杂志社、北京大学经济管理学院,“决策论坛——经营管理决策的应用与分析学术研讨会”论文集(下)[C].重庆科技学院:2016:197.
- [4] 胡可军,杨超,陈菊芳,等.基于MSC.Marc的有限元数值模拟技术在材料力学教学中的应用[J].河南化工,2018,35(12):47-49.
- [5] 乐建波,况小春,计燕华,等.数值模拟技术在“材料力学”教学中的应用研究[J].南方农机,2021,52(16):146-149.
- [6] 考四明,卢小雨,宫能平.数值模拟在材料力学教学中的应用[J].西南师范大学学报(自然科学版),2014,39(12):209-211.
- [7] 杜家政.基于有限元软件的材料力学教学[A].北京力学学会,北京力学学会第20届学术年会论文集[C].北京工业大学机电学院:2014:622-623.
- [8] 李霄琳,周立明,于莉,等.注重基础、立足工程、强化实践、融入模拟、激励创新——“材料力学”教学改革探索[J/OL].力学与实践.<https://link.cnki.net/urlid/11.2064.O3.20231112.2050.002>.