

# 工程力学中“内力”概念的常见误区分析与教学策略改进新结构

郭晓慧, 杨 剑, 关纪文\*

南宁学院交通工程与智能建造学院, 广西 南宁

收稿日期: 2026年6月10日; 录用日期: 2026年7月10日; 发布日期: 2026年7月17日

## 摘 要

内力是工程力学的核心概念, 对结构受力分析与工程设计具有重要作用。在学习过程中, 学生常因概念抽象、内容繁杂等原因出现理解偏差与应用错误, 主要表现为内力与外力、内力与应力易混淆, 截面法应用不规范及内力符号判断失误等。本文归纳了学生学习内力时的常见误区, 分析了误区产生的主要原因, 并从教学方式、方法工具、知识体系、学习资源与过程评价等方面提出相应改进策略。研究结果有助于改善工程力学的教学效果, 帮助学生更清晰、准确地掌握内力知识, 提升力学分析与工程应用能力。

## 关键词

工程力学, 内力, 教学误区, 教学改进

# Analysis of Common Misunderstandings of the Concept of “Internal Force” in Engineering Mechanics and New Structure for Teaching Strategy Improvement

Xiaohui Guo, Jian Yang, Jiwen Guan\*

College of Traffic Engineering and Intelligent Construction, Nanning University, Nanning Guangxi

Received: June 10, 2026; accepted: July 10, 2026; published: July 17, 2026

\*通讯作者。

文章引用: 郭晓慧, 杨剑, 关纪文. 工程力学中“内力”概念的常见误区分析与教学策略改进新结构[J]. 教育进展, 2026, 16(7): 898-904. DOI: 10.12677/ae.2026.1671448

## Abstract

Internal force is a core concept in engineering mechanics and plays an important role in structural stress analysis and engineering design. During the learning process, students often develop misunderstandings and application errors due to the abstract nature of the concepts and the complexity of the content. These errors mainly manifest as confusion between internal and external forces, confusion between internal force and stress, improper application of section methods, and errors in judging internal force signs. This paper summarizes common misconceptions students have when learning about internal force, analyzes the main causes of these misconceptions, and proposes corresponding improvement strategies from aspects such as teaching methods, methodological tools, knowledge system, learning resources, and process evaluation. The research results help improve the teaching effectiveness of engineering mechanics, assist students in mastering knowledge of internal force more clearly and accurately, and enhance their ability in mechanical analysis and engineering applications.

## Keywords

Engineering Mechanics, Internal Force, Teaching Misunderstandings, Teaching Improvement

Copyright © 2026 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

内力是工程力学中最基础、最重要的核心概念，是进行结构受力分析、强度校核与工程设计的前提。在课程学习中，内力知识贯穿始终，但其概念抽象、类型多样、计算步骤繁琐、符号规则复杂，导致学生在理解与应用中频繁出现混淆与错误，直接影响后续力学知识的掌握与工程实践能力的形成。为解决这一教学痛点，本文以内力的基本概念、计算方法、应力分布及变形特点为基础，系统梳理学生在学习内力过程中存在的典型误区，深入分析误区产生的原因，并提出针对性的教学改进策略，旨在帮助学生建立清晰、准确的内力认知，提升内力分析与计算的应用能力，为工程结构设计与安全评估奠定扎实的力学基础。

## 2. 基本概念及教学重点

### 2.1. 概念理解

工程力学中内力是一重要概念，其定义是当杆件受到外力作用后而变形时，杆件内部各质点之间的相互作用力发生了改变。这种由于外力作用而使杆件保持平衡状态或产生相应的变形，引起的杆件内各质点之间的相互作用力的改变量，称为附加内力，简称内力[1] [2]。

### 2.2. 内力与外力的关系

外力是指来自物体外部的力，如荷载、压力等；而内力则是物体内部因应这些外力而产生的反应力，两者相互作用，共同影响物体的结构性能。当物体受到外力作用时，引起物体内部作用力，使受力物体恢复原状，对变形起抵抗和阻止作用，而当内力到达一定限度时，则会引起物体的破坏[3]。

2.3. 内力的类型

内力主要分为轴力、剪力、弯矩，详见表 1。

轴力：当外力沿杆件轴线作用时，引起杆件轴向伸长或缩短的杆件截面上的内力称为轴力。轴力可以分为轴向拉力和轴向压力，根据外力的方向和作用点的不同而不同。

剪力：剪力是由于外力不通过截面的质心或不沿杆件轴线作用而产生的内力。它负责抵抗物体内部的滑动趋势。

弯矩：弯矩是由于外力对某轴的扭矩作用而产生的内力。它导致物体发生弯曲变形。

扭矩：绕 x 轴的内力偶矩，将使杆的左、右两侧截面发生绕轴 x 的相对转动，即引起扭转变形，故此称内力偶矩为扭矩。建筑力学中对扭矩不做研究。

Table 1. The meaning of internal force and external force [4]

表 1. 内力及外力的含义[4]

| 基本变形   | 内力 | 外力                 |
|--------|----|--------------------|
| 拉伸(压缩) | 轴力 |                    |
| 剪切     | 剪力 |                    |
| 扭转     | 扭矩 | 集中力，集中力偶，<br>均布荷载等 |
| 弯曲     | 剪力 |                    |
|        | 弯矩 |                    |

3. 学生学习内力的常见误区

1) 误区一：将“内力”与“外力”混淆，简单把内力当成外力理解

在工程力学学习中，部分学生对力的作用边界认知模糊，无法清晰区分内力与外力的本质差异，常将构件外部施加的荷载、约束反力等外力直接等同于内力。在受力分析与计算环节，学生常直接采用外力数值代替内力，忽略截面法的求解过程，无法建立“外力引起变形、变形产生内力”的内在逻辑，导致受力分析从根源上出现错误。

2) 误区二：轴力、剪力、弯矩概念不清，无法对应受力与变形

轴力、剪力、弯矩是杆件最基本的三种内力形式，是学生构建工程力学学习框架的基础，基础概念理解不透彻是后续思考混乱的关键因素，多数学生难以建立“受力形式 - 变形特点 - 内力类型”的对应关系，出现概念混用、判断失误的问题。学生在后续的学习中往往只记忆内力名称，不能够联想到对应的产生条件和作用机制，例如：无法识别轴向拉压荷载对应产生轴力，横向错动荷载对应产生剪力，弯曲作用下产生弯矩与剪力；在梁、柱等实际构件受力分析中，常将弯曲产生的弯矩误判为剪力，将轴向压力误判为剪力，无法根据构件的伸长、缩短、错动、弯曲等变形形态判断内力类型，更无法将内力与构件的破坏形式相关联，导致后续内力计算与强度分析全面偏差。

3) 误区三：截面法步骤混乱，不会正确使用截面法求内力

截面法是求解内力的核心方法，包含截开、留下、代替、平衡四个标准步骤，但学生在应用中只会对老师授予的计算方法进行生搬硬套，不理解每一步的原理，普遍存在步骤记忆不清、顺序混乱、逻辑缺失的问题。部分学生截开杆件后不选取分离体，直接对整体进行计算；部分学生仅完成截开步骤，忽略用内力代替弃去部分的关键环节；还有学生不会绘制受力图，直接列写平衡方程。

4) 误区四：内力符号规定记忆模糊、使用错误，导致计算结果相反

内力的符号规定是统一计算标准、正确绘制内力图的基础，但学生对轴力、剪力、弯矩的正负判断

规则记忆模糊,频繁出现符号反向错误。对于轴力,学生常混淆“拉正压负”的规定,将压力记为正值、拉力记为负值;对于剪力,不理解“使研究对象顺时针转动为正”的判断逻辑,符号判断完全相反;对于弯矩,无法准确识别“下侧受拉为正”的判定依据,在复杂受力下判断失误。符号错误虽不改变内力大小,但会使内力图方向完全颠倒,影响构件受拉、受压区域的判断,最终导致结构强度与刚度校核出现严重偏差。

#### 5) 误区五: 内力与应力概念混淆, 无法理解二者关系

内力与应力是工程力学中高度关联的核心概念,学生常将二者等同看待,认为内力大则应力大、内力小则应力小,无法厘清二者的物理意义与逻辑关系将其混为一谈。学生不理解: 内力是构件截面上所承受的总作用力,是合力与合力偶的概念;而应力是单位面积上的内力,反映内力在截面上的密集程度,直接决定构件是否发生破坏。在实际应用中,学生仅通过内力大小判断结构安全性,完全忽略截面面积、截面形状的影响,不会使用应力公式进行强度校核,无法建立“内力-应力-强度-结构安全”的完整分析思路,难以将理论知识应用于工程实际问题。

### 4. 误区产生的原因分析

#### 4.1. 概念抽象

内力是构件受到外力作用后,为抵抗变形、维持平衡而在内部产生的相互作用力,其产生与作用均发生在构件内部,无法通过肉眼直接观察,具有较强的抽象性与隐蔽性。初学者习惯于直观、具象的认知方式,面对“内力”这一抽象力学概念时,难以在脑海中形成清晰的物理图像,无法理解外力、变形与内力之间的内在联系。这种抽象性直接导致学生对概念的理解停留在文字表面,无法深入把握本质,甚至出现畏难情绪不愿深入学习,进而出现将内力与外力混淆、无法区分轴力/剪力/弯矩、混淆内力与应力等一系列认知错误,只能依靠机械记忆应对学习,难以灵活运用。

#### 4.2. 符号规则多

内力分析涉及轴力、剪力、弯矩等多种内力,每种内力均有独立且严格的正负符号规定,规则数量多、判定标准不统一,给初学者带来极大的记忆负担。轴力以“拉正压负”为准则,剪力以“使研究对象顺时针转动为正”,弯矩以“下侧受拉为正”,三类规则逻辑不同、表述各异,学生在未理解符号设定目的的情况下,只能进行强行记忆,在运用过程中极易出现混淆、记反、判错等问题。符号规则的混乱不仅会导致计算结果正负相反,还会直接造成内力图绘制错误,进而影响对构件受拉、受压区域的判断,为后续强度与刚度分析埋下隐患。

#### 4.3. 截面法步骤多及应用困难

截面法是求解内力的核心方法,流程较长、逻辑性强,对初学者的力学思维要求较高。在学习过程中,学生往往只机械记忆步骤文字,未能理解每一步骤的力学意义与目的,不明白“为何要截开”“为何要用内力代替”“为何要建立平衡方程”。这种只记方法步骤、不理解本质的学习方式,导致学生在实际应用中频繁出现步骤混乱、不取分离体、不画受力图、不列平衡方程等问题,无法正确建立力学模型,最终难以准确求解内力,使截面法这一核心工具难以发挥作用。

#### 4.4. 理论与实践脱节

当前工程力学教学多以理论讲解、公式推导、习题计算为主,课堂内容与工程实际结合不足,缺乏真实结构受力场景、典型构件破坏案例与直观受力演示。学生长期处于纯理论学习环境中,只能直白地

接受文字层面的解释,掌握内力“是什么”、“怎么算”,却不清楚“学来做什么”“如何用在工程上”,只能掌握如何面对考试的应试技巧,无法建立“外力 $\rightarrow$ 内力 $\rightarrow$ 应力 $\rightarrow$ 强度安全”的完整逻辑链条。这种理论与实践的脱节,使得学生难以将内力知识与结构安全、工程设计、构件校核等实际问题联系起来,知识呈现碎片化状态,疲于应对课程考核,既无法理解学习意义,也难以形成工程力学思维,最终导致知识应用能力薄弱。

#### 4.5. 学习资源单一及分层辅助支持缺乏

当前工程力学教学多以线下课堂讲授为主,学习资源形式较为单一,主要依赖教材与课堂课件,未能为学生提供多元化、可重复使用的课后辅助资料。受教学时空限制,学生在课后复习、查漏补缺、自主拓展时缺乏稳定可靠的资源渠道,无法根据自身学习情况进行针对性巩固。对于理解能力较弱的学生,难以获得概念图解、步骤拆解、易错点分析等基础辅导材料,导致抽象概念与复杂步骤理解不透彻,原有误区不断加深;对于基础较好的学生,则缺少拓展例题、工程案例等拔高内容,学习深度与广度不足。学习资源与获取渠道的局限,既破坏了完整的学习闭环,也无法满足分层教学需求,严重影响学生自主学习效果与知识体系构建,为后续课程学习埋下隐患。

### 5. 教学改进策略

结合前文对学生内力学习常见误区及产生原因的分析,针对概念抽象、符号易混、截面法难用、理论实践脱节等问题,提出以下系统化教学改进策略,从认知、方法、应用三个层面帮助学生突破学习难点。

#### 5.1. 生活类比教学

针对内力概念抽象、学生缺乏直观理解、易混淆内力与外力、无法区分轴力剪力弯矩等问题,采用生活化类比替代纯理论讲解,将不可见的内力转化为可感知的日常现象,降低认知难度。通过拔河、撑杆、挤压弹簧类比轴向拉压与轴力;用剪刀剪纸、搓毛巾类比剪切与剪力;用掰尺子、弯扁担类比弯曲与弯矩,让学生快速建立“受力 $\rightarrow$ 变形 $\rightarrow$ 内力”的直观联系。通过具象化引导,使学生从本质上理解内力是构件内部抵抗变形的相互作用力,而非外部荷载,从根源上减少概念混淆。

#### 5.2. 截面法步骤口诀化

针对截面法步骤多、逻辑复杂、学生易混乱、不会正确使用截面法求内力的问题,将“截开-留下-代替-平衡”四步流程简化为易记易用的口诀,如“一截二留三代四平”,强化步骤顺序与力学意义。教学中结合简单杆件例题,按口诀逐步演示,让学生理解每一步的目的和相互间的联系,避免只记文字不理解本质。通过口诀化、流程化训练,帮助学生规范使用截面法,减少因步骤缺失、不取分离体、不列平衡方程等导致的计算错误,提升内力求解能力。

#### 5.3. 符号规则可视化

针对轴力、剪力、弯矩符号规则多、易记混、易判反,导致内力图与受力分析完全错误的问题,采用图示、箭头、受力方向、颜色区分等可视化方式呈现符号规则。轴力以“拉正压负”用箭头向外、向内直观区分;剪力以“顺时针转动为正”用转向图示判断;弯矩以“下侧受拉为正”用受拉侧涂色标记。通过可视化手段替代机械记忆,让学生看得清、判得准、不易记反,从根本上改善符号混乱带来的一系列错误。

#### 5.4. 增加例题正解与错解对比

针对学生听懂不会做、一做就错、难以将理论转化为应用的问题,采用“正确解法+典型错解”对



照教学。每类内力配置简单例题，完整展示受力分析、截面法、平衡方程求解过程；同时将前文总结的外力内力混淆、内力应力不分、符号判反、步骤混乱等错误集中展示，进行对错对比讲解。教师由易到难，由浅入深，要以开放式问题引导学生主动思考，确保学生始终参与课堂活动，掌握学生的学习动态，并及时给予反馈和针对性的引导，让学生明确错误来源、掌握正确方法，实现从“理解概念”到“正确计算”的转变。注重过程性考核，根据学生的实时学习反馈，及时调整教学进度和方向，达成预设教学效果[5]。

### 5.5. 构建完整力学逻辑链

针对学生只懂计算、不懂应用、无法将内力与结构安全联系起来的问题，建立完整力学逻辑链：外力引起变形，变形产生内力，内力分布形成应力，应力决定构件强度与安全性。课堂中明确“内力是核心、应力是判据、强度是目标”，并结合简单工程构件，演示从受力分析到强度校核的完整流程，让学生理解内力知识在结构设计、安全评估中的实际价值，改变知识碎片化状态，培养工程力学思维。

### 5.6. 加强学习反馈及过程评估

针对学生在学习中出现误区不能及时发现、错误长期累积、学习效果难以精准掌握等问题，建立常态化学习反馈 + 过程性评估机制。在课堂内外通过提问、小练习、错题统计、问卷调查等方式，实时收集学生对内力概念、截面法、符号规则、应力与强度关系等内容的掌握情况，及时识别共性误区与个体薄弱点。同时优化学习评估方式，将概念判断、步骤书写、符号判定、例题计算、错误分析等纳入过程考核，以评促学、以评促改[6]。对发现的理解偏差与典型错误，第一时间进行针对性讲解与纠正，避免误区固化。通过及时、持续、双向的反馈与评估，让教师准确把握教学效果，让学生清晰认识自身不足，实现“学习 - 反馈 - 纠错 - 巩固”的闭环。

### 5.7. 线上线下混合教学

针对部分学生学习进度差异大、课后资源不足、理解渠道单一、难以自主巩固拓展等问题，引入线上线下混合教学模式。利用课程学习平台上传内力相关辅助资料，为理解能力较弱的学生提供概念图解、步骤拆解、易错点总结、微课视频等基础辅导材料，帮助其反复巩固核心内容；为理解能力较好的学生提供拓展例题、工程案例、结构受力分析实例等拔高资料，满足深度学习需求。通过线上资源补充与线下课堂讲解相结合，打破学生获取知识的时空局限，拓宽课程相关知识面，强化自主学习能力，为后续结构力学、建筑结构设计等课程的学习夯实基础[7] [8]。

## 6. 结论

内力是工程力学中的基础内容，学生对知识的吸收程度直接影响其结构受力分析、强度计算与工程设计能力的形成。本文归纳了学生在学习过程中常存的概念混淆、计算不规范、符号判断失误、知识应用薄弱等典型误区，并从概念抽象、规则繁杂、步骤较多、理论实践脱节及学习资源单一等方面剖析了产生原因。针对上述问题，文章从直观化教学、方法简化、逻辑构建、资源拓展与过程评价等方面提出了一系列教学改进策略，旨在帮助学生更清晰地理解内力本质、规范计算过程、建立完整力学思维。研究可为工程力学内力部分的教学优化提供参考，对提升学生力学分析能力与工程应用水平具有一定意义。

## 致 谢

本论文的顺利完成，首先衷心感谢我的指导教师。在论文写作过程中，老师从框架构思、内容完善到逻辑梳理都给予了耐心指导和细致建议，使我能够不断深化认识、规范表达。同时，感谢同学们在学

习与交流中给予的帮助与支持，让我在探讨中拓宽思路、受益良多。

此外，向所有参考文献的作者致以诚挚谢意，他们的研究成果为本文提供了重要的理论依据与参考。

## 参考文献

- [1] 石文明. 关于工程力学中的重要概念——内力的探讨[J]. 中国科教创新导刊, 2008(16): 191.
- [2] 飞俊杰, 蒋源. 工程力学教学中的难点探讨[J]. 教育现代化, 2020, 7(22): 132-134.
- [3] 谭永清. 浅论《工程力学》课程教学中几个基本概念的讲解[J]. 时代教育(教育教学版), 2011(5): 192.
- [4] 张志革, 王敏丰. 工程力学中构件内力求解方法的研究[J]. 科技展望, 2016, 26(9): 30.
- [5] 王菊. 工程造价专业工程力学课程教学改革[J]. 西部素质教育, 2026, 12(6): 171-174.
- [6] 于兵. 基于学生反馈的理论力学课程教学优化策略研究[J]. 高教学刊, 2026, 12(S2): 43-46.
- [7] 韩颖烨. “工程力学”课程混合教学模式研究与实践[J]. 科技风, 2024(3): 120-122.
- [8] 杨洁, 张明月, 杨兰. “互联网+”背景下“工程力学”教学改革的探索与实践[J]. 大学, 2023(17): 181-184.