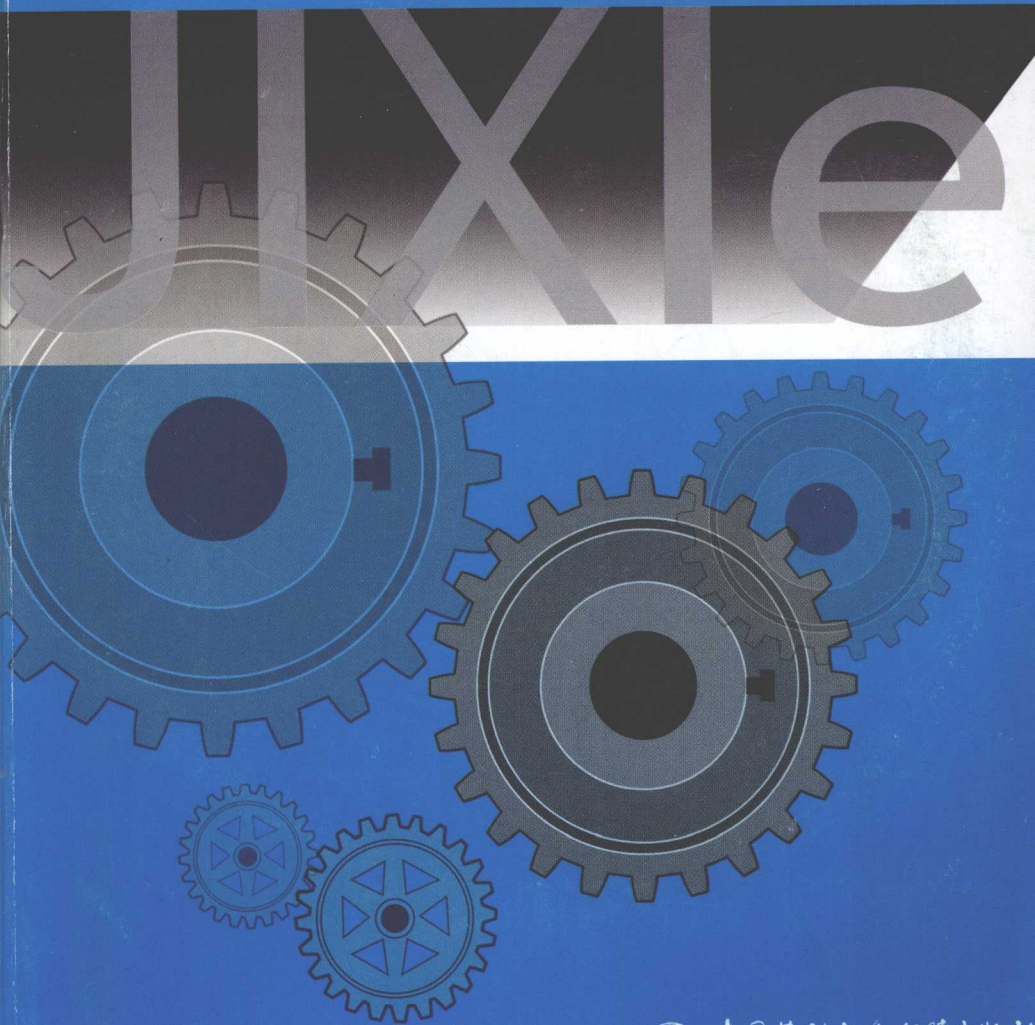




全国中等职业技术学校机械类专业

工程力学课教学参考书

与《工程力学（第四版）》配套使用



中国劳动社会保障出版社

全国中等职业技术学校机械类专业

工程力学课教学参考书

与《工程力学（第四版）》配套使用

中国劳动社会保障出版社

图书在版编目(CIP)数据

工程力学课教学参考书/钟少华主编. —北京:中国劳动社会保障出版社, 2007.

全国中等职业技术学校机械类专业

ISBN 978-7-5045-6246-3

I. 工… II. 钟… III. 工程力学-专业学校-教学参考资料
IV. TB12

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 118365 号

中国劳动社会保障出版社出版发行

(北京市惠新东街 1 号 邮政编码: 100029)

出版人: 张梦欣

*

北京市艺辉印刷有限公司印刷装订 新华书店经销
850 毫米×1168 毫米 32 开本 5.25 印张 129 千字

2007 年 8 月第 1 版 2007 年 8 月第 1 次印刷

定价: 18.00 元 (本书附光盘)

读者服务部电话: 010-64929211

发行部电话: 010-64927085

出版社网址: <http://www.class.com.cn>

版权专有 侵权必究

举报电话: 010-64954652

目 录

绪论	(1)
第一篇 静力学	(7)
第一章 静力学基础知识	(8)
第二章 平面基本力系	(20)
第三章 平面一般力系	(33)
第二篇 材料力学	(43)
第四章 材料力学基础	(45)
第五章 拉伸和压缩	(49)
第六章 剪切和挤压	(66)
第七章 圆轴扭转	(74)
第八章 直梁弯曲	(85)
附录一 课后习题参考答案	(99)
附录二 习题册参考答案	(129)
附录三 主要字符表	(162)

绪 论

一、教学目的和要求

绪论是本课程的第一节课，它具有导言课的性质，对学习本课程起着抛砖引玉的作用。因此，能否讲好这节课，对提高学生的兴趣、调动学生的学习积极性和主动性有着重要的意义。

通过本节课的介绍，应该：

1. 让学生了解工程力学的研究领域和内容，使其对工程力学课程有个概括性的了解。
2. 通过介绍工程力学在工程技术中的地位和作用，提高学生对本课程重要性的认识。
3. 介绍工程力学的实际意义，并指导学生如何学习工程力学。

二、重点和难点

教学重点：

使学生清楚地明白为什么要学习工程力学和怎样才能学好工程力学。

三、教学内容及学时分配表

章节内容	总学时	讲授	练习	实验
绪论	1	1		

四、教材分析与教学建议

绪论作为1个教学单元,安排1个学时。在本教学单元中,需要讲清楚以下几个问题:

1. 工程力学在实际中的应用

建议从3个方面考虑:

(1) 多例举一些日常生活中的力学问题,用以激发学生的学习兴趣。

(2) 多介绍一些机械工程中涉及到的力学的应用实例。

(3) 从专业知识方面介绍,说明工程力学是后续课程学习的需要;是机械工程技术人员必备的知识。

2. 工程力学所要解决的问题

讲述该问题时,要说明工程力学包括静力学、材料力学两部分。静力学属于理论力学范畴,所以工程力学涉及理论力学和材料力学两门学科。在教材中没有提及理论力学的运动学部分,静力学是研究机械运动的一种特殊情况的科学,它不等同于理论力学。

3. 怎样才能学好工程力学

介绍完“学习工程力学的实际意义”之后,还应向学生补充介绍“怎样才能学好工程力学”这个问题。建议从以下两个方面考虑:

一是介绍工程力学的研究方法。强调“从实践出发或通过实验观察,经过抽象、综合、归纳,建立公理或提出基本假设,再用数学演绎推理而得到定理和结论,然后再通过实践来证实理论的正确性”。工程力学的全部发展史就是通过无数次“实践—理论—实践”的循环反复过程。在这个过程中,认识不断提高和深化,逐步总结和归纳本学科的科学规律和方法。因此,在要求学生学习工程力学书本知识的同时,还应鼓励学生能在生产或生活实践中去应用它、验证它和发展它。

二是指导学生如何学习工程力学课程。工程力学是与工程实

际紧密联系的一门课程，它肩负着培养学生绘图、书写的能力，把物体抽象为力学模型的能力，归纳小结和分析问题与解决问题的能力等任务。

因此，对学生必须提出严格的要求，并贯彻在教学过程中。建议教师抓好以下工作：

(1) 课前预习 要求学生在上课前粗看一遍教材，记下不懂的内容。

(2) 认真听课 课上要求学生注意听教师的讲课，要求学生理解教师讲课的思路，弄清楚预习时不懂的内容，在教师的讲述与教材不同时，需扼要地记笔记。

(3) 课后读书 课后要认真复习，阅读有关的课外书籍，弄明白教材中的每个知识点及其相关的知识内容。

(4) 独立作业 课后的作业是加深和巩固所学知识的手段，可培养学生绘图和书写能力。因此，要求学生一定要自己独立完成作业，养成认真对待作业、对待工作的习惯。具体要求如下：

1) 作业书写要整洁，解题步骤和叙述要简明扼要。

2) 作受力图时要用圆规和三角尺，不允许徒手画，注字要清晰。

讲述以上内容时，语言要生动活泼，理论要联系实际。

五、参考资料

1. 工程力学是专业学习的需要

工程力学的知识在很多专业中都会有所应用，教师可根据自己所教的专业，选几个专业常用的机械设备，以这些设备需要大量的工程力学知识为例，来说明工程力学是专业学习的需要。教师所选的机械设备与专业结合得越紧密，越能提高学生学习本课程的兴趣。

一般机械设备需要工程力学知识可从以下几方面考虑：

(1) 在外力的作用下，机床设备正常工作时主轴的转速与变形及由此引起的加工误差之间的关系。

(2) 模具加工设计中夹具体与工件之间的受力分析、车床丝杠的扭转变形将引起进给误差。

(3) 机械设备各零件和传动装置各零件的受力分析，需要静力学知识。

(4) 机械设备受外力作用后，各零件所受的内力也不同，进行设计时需要材料力学知识。

2. 工程力学是工程技术人员必备的知识

工程技术人员必须懂得工程力学知识才能解释在生产 and 生活中遇到的一些问题。下面举一些例子供参考。

(1) 汽车是怎样开动的？是不是发动机一转，汽车就能跑起来？

汽车点火后，发动机转动，通过大轴首先使后轮逆时针方向转动，如图 0—1 所示。后轮与地面接触，摩擦力 F_1 使汽车向前运动，这时前轮被推动，前轮与地面接触，摩擦力 F_2 方向向后。汽车的后轮是主动轮，前轮是从动轮。汽车前进是因为 $F_1 > F_2$ ，是摩擦力使汽车向前运动。若后轮没有地面的摩擦力 F_1 ，如在稀泥中，汽车将不能前进。

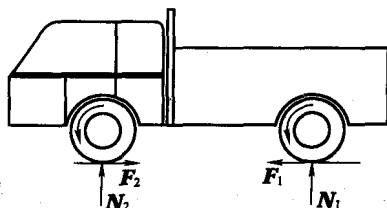


图 0—1

(2) 起吊重物的钢丝绳怎样计算才能保证安全？绑钢丝绳时应注意哪些问题？

计算直吊重物的钢丝绳的强度时，应考虑起吊重物上升时的最大加速度，因为这时钢丝绳所受拉力最大，然后加一定的安全系数以保证安全。起吊重物的钢丝绳如图 0—2 所示，一般来说，应使 $\alpha < 120^\circ$ ，而且越小越好，若 α 角等于 180° 时，钢丝绳受力是无穷大，所以很危险。

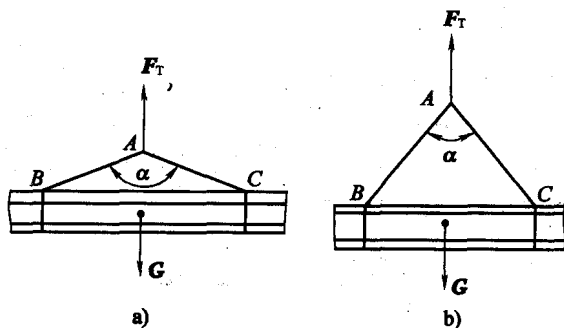


图 0—2

(3) 杂技演员表演用手开砖，为什么在砖的两边垫上物块比不垫物块易断？

砖是脆性材料，只能承受压力而不能承受拉力。在砖的两侧垫上物块，用手劈砖时，如图 0—3a 所示，砖的上表面受压，下表面受拉，故砖易断；若不垫物块，如图 0—3b 所示，砖承受压力，故不易断。

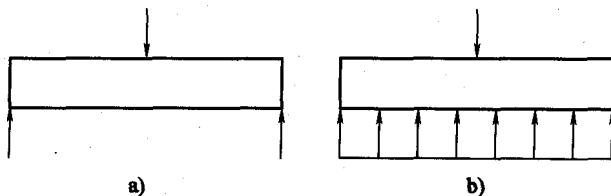


图 0—3

(4) 用长 4 m, 宽 400 mm, 厚 200 mm 的木板做成独木桥, 为什么宽面水平放置时, 人过桥感到颤动, 有危险感, 而宽面立放时, 就没有这种感觉?

因宽面立放时, 桥面抵抗弯曲的能力比平放时大得多。

(5) 将一支没削的铅笔水平放在两个食指上, 如图 0—4 所示。当食指向中靠拢时, 不管食指运动速度的快慢如何都将同时到达中点, 为什么?

因为食指与铅笔之间的摩擦力与铅笔压在食指上的重量有关。若左侧食指距中点较近, 右侧较远, 压在左侧食指上铅笔的重量大于右侧, 右侧摩擦力小, 故右侧向中点移动的速度会比左侧快, 直到两个食指同时到达中点。

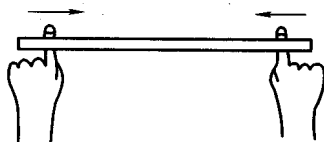


图 0—4

(6) 体操运动员在吊环上做十字立时, 双臂在根部受什么样的力的作用?

可将臂的根部视为固定端约束, 双臂根部受到压力、剪力和弯曲力矩作用。

第一篇 静力学

静力学主要研究物体在力作用下的平衡规律，具体包括两个问题：一是物体的受力分析；二是物体在力系作用下平衡的条件，即研究物体平衡时作用于物体上的力所应满足的条件。

一、教学目的和要求

1. 初步培养从简单的实际问题中提出静力学问题，抽象出静力学模型的能力，掌握简单物体的受力分析方法，并正确地画出被研究对象的受力图。

2. 明确力、平衡、刚体和约束等基本概念，掌握静力学四个公理及其所概括的力的基本性质，掌握力偶的性质及其作用效应，能熟练地计算力在坐标轴上的投影和力对点的矩。

3. 能正确地运用平衡条件求解简单的静力学平衡问题。

二、重点和难点

教学重点：

刚体与平衡的概念，静力学公理及其所概括的力的基本性质，物体的受力分析和受力图，力在坐标轴上的投影，力矩和力偶矩的计算，力偶的等效性质，平面力系的平衡条件及平衡方程，平衡问题的求解方法。

教学难点：

约束和约束反作用力，四个定理（三力平衡汇交定理、合力投影定理、合力矩定理、力的平移定理），受力图，力偶的概念及力偶的等效性质，平衡问题的分析方法。

第一章 静力学基础知识

一、教学目的和要求

1. 理解力、刚体和约束等概念。
2. 深刻理解静力学各公理的内涵。
3. 了解各种常见典型约束的性质，会正确表示各种典型约束的约束反力。
4. 初步学会对物体进行受力分析的方法，能正确画出研究对象的受力图。

二、重点和难点

教学重点：

力、平衡、刚体和约束等重要概念，力的基本性质——静力学公理及其推论。常见典型约束的性质，典型约束的约束反力。物体的受力分析和绘制物体受力图。

教学难点：

约束的概念，公理的应用，对物体的受力分析，画受力图。

三、教学内容及学时分配表

章节内容	总学时	讲授	练习	实验
第一章 静力学基础知识	10	8	2	
§ 1-1 静力学模型		1		
§ 1-2 力		1		
§ 1-3 静力学公理		2		

续表

章节内容	总学时	讲授	练习	实验
§ 1—4 约束与约束反力		2		
§ 1—5 物体的受力分析和受力图		2	2	

四、教材分析与教学建议

本章共 10 个学时，划分为 5 个教学单元。

第 1 单元安排 1 个学时，针对静力学模型的构建，要讲解清楚主要应考虑的三个方面的问题。

第 2 单元安排 1 个学时，讲解力的概念、力的作用效应、力的三要素。

第 3 单元安排 2 个学时，讲解静力学公理一、二（作用与反作用公理、二力平衡公理）和二力构件的定义，静力学公理三、四（加减平衡力系公理、力的平行四边形公理）和其应用（力的可传性原理和三力平衡汇交定理）。

第 4 单元安排 2 个学时，讲解自由体与约束、主动力与约束力的概念和区别，常见基本约束类型的特征及约束反力的性质。

第 5 单元安排 4 个学时，讲解画简单物体受力图的方法和步骤。其中 2 个学时作为画受力图的练习课。

§ 1—1 静力学模型

第 1 单元是 § 1—1 与第一篇导言内容合在一起组成的 1 个学时的教学单元，具体安排建议如下：

1. 举实例说明生产和生活中存在大量的静力学问题

提出“静力学是研究物体在力系作用下平衡规律的科学”这样一个观点，从而引出平衡、刚体的概念及静力学模型。强调静力学各章主要研究力系的简化和力系的平衡条件。

2. 刚体和平衡的概念是静力学中最基本的概念

讲解刚体的概念时要强调：

(1) 刚体是抽象化的力学模型，真正的刚体是不存在的，任何物体受力后都将或多或少地发生变形。刚体可分为自由体和非自由体。

(2) 当我们研究物体运动状态改变时（研究力的外效应时），即研究静力学时，物体的形状改变是次要的矛盾，可以略去不计，这时把物体抽象为刚体，将使物体的研究大为简化，而不会影响计算的结果。

(3) 当研究物体形状改变时（研究力的内效应时），即研究材料力学时，变形是主要矛盾，物体就不能抽象为刚体。

讲解平衡的概念时要强调：

(1) 物体的平衡总是暂时的、相对的，绝对的平衡是不存在的。例如，固定于基础上的机床床身，只是相对于地球处于静止状态，实际上床身随着地球在宇宙空间以极高的速度运行着。

(2) 工程问题中所遇到的平衡问题，绝大部分相对于地球是静止的。平衡是物体机械运动的特殊情况。

(3) 如果作用于物体上的力系满足一定条件，物体可以处于平衡状态。一旦物体所受的力发生变化，平衡的条件被破坏，物体就由平衡状态转变到不平衡状态。

§ 1—2 力

讲解力的概念时要强调：

(1) 力是物体间相互的机械作用，所以力不能脱离周围物体而单独存在。要求学生一遇到力就要思考这个力是哪个物体施予的，即分清这个力的施力物体和受力物体。

(2) 力的作用是使物体的运动状态或者形状发生改变。前者称为力的外效应，静力学就是研究力的外效应的；后者称为力的内效应，材料力学是研究力的内效应的。这两种效应通常是同时

发生的。

(3) 力是矢量，力对物体作用的效应取决于力的三要素，即力的大小、力的方向和力的作用点位置。这三个要素中如果有任何一个改变，力对物体作用的效应也随之改变。力的大小反映了物体间相互机械作用的强度，力的方向包含力的作用线在空间的方位及指向，力的作用点是物体相互作用位置的抽象化。实际上两物体接触处总有一定的面积，如果这个面积很小，就可将其抽象为一个点，称为力的作用点。

(4) 力的单位全书采用我国法定计量单位牛顿 (N) 或千牛 (kN)，不必介绍工程单位制。

本章中与力有关的概念还有力系、平衡力系、合力、作用力、反作用力、主动力、约束反力、二力平衡等。

§ 1—3 静力学公理

静力学公理是静力学研究作用在刚体上的力系简化和平衡这两个问题的依据。静力学的 4 个公理概括了力的一些基本性质，或者说总结了力对物体作用的最基本的规律，是建立静力学理论的基础。每一个公理都有其独立性，但它们之间又是相互关联和相互补充的。静力学公理是本章重点，应讲解透彻，并引导学生灵活运用。

1. 公理一（作用与反作用公理）

揭示了静力学最基本的矛盾，阐明了力是两个物体之间的相互作用，以及力在物体之间的传递关系，是研究由若干个物体所组成的物体系统平衡问题的基础。

力的作用与反作用的相等性。即两个物体间相互作用的力必是等值、反向、共线。要注意这两个力不是一对平衡力，而是作用在相互作用的两个物体上。它们同时存在、同时消失。

2. 公理二（二力平衡公理）

阐明了静力学最简单力系平衡的必要和充分条件，刚体受力

作用而平衡的最简单情况。即作用在刚体上只有两个力而处于平衡的情况，此两个力必然是大小相等、方向相反、作用线相同（简称等值、反向、共线）。

二力平衡公理是推证各种力系平衡条件的依据，是研究力系平衡的基础。必须注意公理一和公理二的区别。为加深对两者的认识，用列表的方法将其比较如下：

比较项目	平衡力	作用力与反作用力
三要素	等值、反向、共线	
力的量性	矢量	
作用点	同一物体	分别作用于两个不同的物体上
合力	合力为零	不存在力的合成，两个力同时存在，同时消失
作用效果	不改变物体原来的运动状态	两物体同时产生反向的运动（运动趋势）

3. 公理三（加减平衡力系公理）

阐明了任意力系的等效代换的条件，以达到将原力系简化的目的。它是力系简化的基础。在刚体上，加上或减去一组平衡力系时，刚体的运动或平衡状态不受影响。它是简化力系的依据。

公理三的应用：力的可传性原理。作用在刚体上的力可沿其作用线移到同一刚体内任意点，而不会改变它对刚体的作用效应。运用公理二与公理三可以证明此结论。

必须注意，运用力的可传性时不会改变力对物体的外效应，但会改变力对物体的内效应。

例如，直杆 AB 的两端分别受等值、反向、共线的二力 F_1 和 F_2 作用而处于平衡（图 1—1a）。将这两个力沿作用线分别移到杆的另一端（图 1—1b），显然直杆 AB 仍处于平衡。这说明

沿作用线移动并不改变力的外效应。但是在图 1—1a 的情况下，直杆产生拉伸变形，而在图 1—1b 的情况下，直杆产生压缩变形。可见力对直杆的内效应由于力沿作用线移动，直杆变形的情况发生了截然不同的改变。换句话说，力的可传性原理只适用于刚体而不适用于变形体。

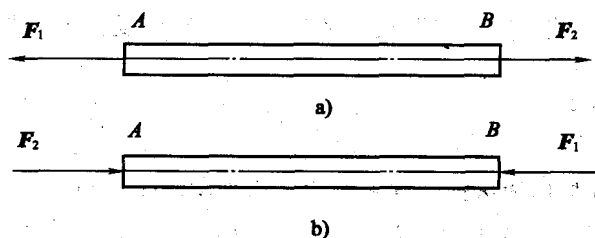


图 1—1

4. 公理四（力的平行四边形公理）

表明了静力学最基本的力系简化规律，阐述了在最简单情况下，合力与分力之间的关系，是力系合成和分解的基础。

讲解公理四的应用——三力平衡汇交定理时，要强调此三力的特点是，作用在同一刚体上、力的作用线共面且互不平行。此三力使刚体处于平衡的条件是三个力的作用线必汇交于一点。要指出这个定理的逆定理是不成立的，即作用在同一刚体，互不平行而共面的三个力汇交于一点，刚体不一定平衡。此逆定理不必证明，可举例说明。

上述 4 个公理中，适用于刚体而不适用于变形体的还有二力平衡公理和加减平衡力系公理。而力的平行四边形公理和作用与反作用公理不仅适用于刚体，对变形体也成立。

§ 1—4 约束与约束反力

静力学在工程中有着广泛的应用，常常需要在对各种工程结