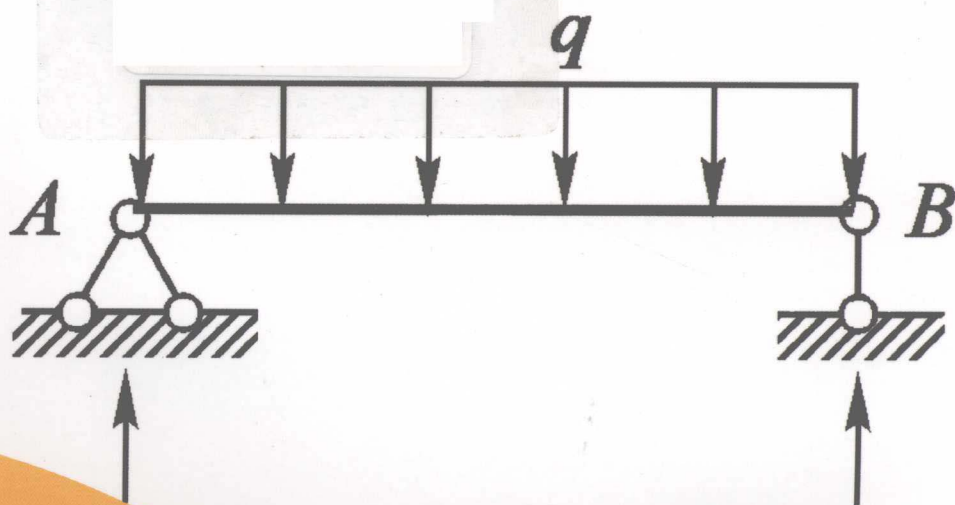


中等职业教育课程改革国家规划新教材配套用书

土木工程力学基础

学习指导

主编 孔七一 邓林



人民交通出版社
China Communications Press

Tumu Gongcheng Lixue Jichu

土木工程力学基础 学习指导



人民交通出版社
China Communications Press

内 容 提 要

本书是教育部中等职业教育课程改革国家规划新教材《土木工程力学基础(多学时)》、《土木工程力学基础(少学时)》配套教学辅导用书。本书涵盖了工程力学的能力要求和知识要点,体现了工学结合理念,内容丰富、深入浅出、注重培养学生的职业能力和通用能力。为突出职业教育实践性、应用性要求,本书设计了课程学习引导、趣味力学、内容要点、工程链接、习题解析等内容供教师和学生选用。

本书可作为中等职业学校的建筑工程施工、道路与桥梁工程施工、市政工程施工、水利水电工程施工、铁道工程施工与养护专业力学教学辅导用书,也可作为土木工程行业从业人员的学习参考书。

使用说明:人民交通出版社出版的中等职业教育课程改革国家规划新教材《土木工程力学基础(多学时)》、《土木工程力学基础(少学时)》习题答案分别见附录6、附录7。

图书在版编目(CIP)数据

土木工程力学基础学习指导/孔七一,邓林主编.

—北京:人民交通出版社,2010.8

ISBN 978-7-114-08515-4

I.①土… II.①孔… ②邓… III.①土木工程-工
程力学-专业学校-教学参考资料 IV.①TU311

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第153419号

书 名:土木工程力学基础学习指导

著 者:孔七一 邓 林

责任编辑:袁 方 张一梅

出版发行:人民交通出版社

地 址:(100011)北京市朝阳区安定门外外馆斜街3号

网 址:<http://www.ccpress.com.cn>

销售电话:(010)59757969,59757973

总 经 销:人民交通出版社发行部

经 销:各地新华书店

印 刷:北京鑫正大印刷有限公司

开 本:787×1092 1/16

印 张:5

字 数:76千

版 次:2010年8月 第1版

印 次:2010年8月 第1次印刷

书 号:ISBN 978-7-114-08515-4

印 数:0001-3000册

定 价:10.00元

(如有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)

前 言

本书是中等职业教育课程改革国家规划新教材《土木工程力学基础(多学时)》、《土木工程力学基础(少学时)》配套教学辅导用书,按照教育部中等职业教育课程改革国家规划新教材编写的指导思想和有关原则进行编写。内容涵盖了土木工程所需力学基础的能力要求和知识要点。为突出职业教育实践性、应用性要求,体现工学结合的教育理念。本书设计了课程学习引导、趣味力学阅读、工程项目链接、习题解析等内容供教师和学生选用,注重培养学生的职业能力和通用能力。

全书包括6个单元和8个附录。每单元主要包括了以下四项内容:

(1)学习引导。主要提出了本单元的能力、知识、素质方面的学习目标,明确学习流程和具体任务。

(2)趣味力学。以力学知识、力学原理在生活中的应用分析,引导学生对力学知识的理解与应用,体现对能力和素质的培养。

(3)内容要点。针对知识应用的重点和难点,以真实工程结构或构件进行分析和解答,对学生的学学习起到开阔视野、关注知识在本专业应用的目的。

(4)习题解析。以力学知识应用为主线,通过各种典型习题的解答,帮助学生基本概念、基本原理和基本方法的理解和应用。

本书由孔七一教授、邓林工程师担任主编并负责统稿工作。参加本书编写的有湖南交通职业技术学院孔七一(编写绪论、单元3、附录部分)、吴俊(编写单元6)、邓林(编写单元4、5)、肖珏(编写单元1、2)。

由于编者水平有限,难免出现错误和不妥之处,恳请读者批评指正。

编者

2010年7月

目 录

绪论	1
一、学习引导	1
二、趣味力学	2
三、内容要点	4
四、习题解析	4
单元1 力和受力图	6
一、学习引导	6
二、工程链接	7
三、内容要点	7
四、习题解析	8
五、模拟试题	9
单元2 平面力系的平衡	11
一、学习引导	11
二、趣味力学	12
三、工程链接	12
四、内容要点	13
五、习题解析	15
六、模拟试题	16
单元3 直杆轴向拉伸和压缩	19
一、学习引导	19
二、趣味力学	20
三、工程链接	22
四、内容要点	24
五、习题解析	25

六、模拟试题	27
单元4 直梁弯曲	29
一、学习引导	29
二、趣味力学	30
三、工程链接	32
四、内容要点	36
五、习题解析	38
六、模拟试题	40
单元5 受压构件的稳定性	43
一、学习引导	43
二、趣味力学	44
三、工程链接	45
四、内容要点	47
五、模拟试题	48
单元6 工程中常见结构简介	50
一、学习引导	50
二、趣味力学	51
三、工程链接	52
四、内容要点	54
五、模拟试题	55
附录1 《土木工程力学基础》考核评价表	56
附录2 《土木工程力学基础》课程课外考察(见习)报告单	57
附录3 《土木工程力学基础》课程学习小组活动记录评价表	58
附录4 《土木工程力学基础》课程学习任务报告单	60
附录5 模拟试题参考答案	61
附录6 《土木工程力学基础(多学时)》自我检测参考答案	64
附录7 《土木工程力学基础(少学时)》自我检测参考答案	68
附录8 参考文献与学习网站	73

绪 论

一 学习引导

1 学习目标

- (1) 能叙述土木工程力学的研究任务和研究对象;
- (2) 能解释结构、构件、刚体、变性固体、平衡、强度、刚度、稳定性等概念;
- (3) 会阐述静力学公理;
- (4) 能描述一起因强度不足而破坏的生活实例或工程事故;
- (5) 列举自己准备采用的学习方法;
- (6) 知道获取与专业相关信息的途径和方法。

2 学习步骤

认识
土木工程
力学

- 通过阅读教材, 清楚力学的作用;
- 弄清土木工程力学的研究任务和研究对象。

清楚
力学基本
概念

- 阅读教材的相关概念;
- 通过本单元典型例题分析, 理解强度、刚度、稳定性等概念。

二 趣味力学

自行车所应用的力学知识

① 运动和力的应用

(1) 增大和减小摩擦

自行车的外胎、车把手塑料套、踏板套、闸把套等处均有凹凸不平的花纹以增大摩擦。刹车时,手用力握紧车闸把,增大刹车皮对车轮钢圈的压力,以达到制止车轮滚动的目的。刹车时,车轮不再滚动,而在地面上滑动,变滚动为滑动后,摩擦力增大,所以车能够迅速制动。

车的前轴、中轴及后轴均采用滚动轴承以减小摩擦,在这些部件上,人们常常加润滑油进一步减小摩擦。

(2) 弹簧的减振作用

车的坐垫下装有粗的螺旋状弹簧,利用它的缓冲作用可以减小振动。

② 压强知识的应用

(1) 自行车负重

自行车的车胎上刻有载重量,明确告诉人们:自行车不能超载,如车载过量,因车胎受力面积不变,则车胎受到压强过大,使其被压破。

(2) 车座的形状与压强的关系

坐垫呈马鞍形,它能够增大坐垫与人体的接触面积以减小臀部所受压强,使人骑车时感到比较舒适。

③ 简单机械知识的应用

自行车制动系统中的车闸把与连杆是一个省力杠杆,可增大刹车皮的拉力。另外,链轮牙盘与脚蹬,后轮与飞轮,车龙头与转轴等都是轮轴,利用它们可以省力。

④ 功和能的知识运用

(1)人们在骑自行车上较陡的坡时,往往走S形路线,这是根据功的原理。如图0-1,坡长相当于斜面长 L ,坡高相当于斜面高 h ,根据功的原理: $W_1 = W_2$,即

$FL = Gh$, 亦可写作: $L = \frac{G}{F}h$, 可看出, 斜面长 L 是斜面高 h 的几倍, 所用的力 F 就是重力 G 的几分之一, 所以, 在高度 h 不变的情况下, 斜面越长越省力, 走 S 形路线是为了增大斜面长, 从而能顺利上坡。



图 0-1 人骑自行车

(2) 动能和势能的相互转化。骑自行车上坡前, 人们往往要加紧蹬几下, 使车的速度(动能)增大——“动能冲坡”, 以较大的动能转化为较大势能, 能够较容易到达坡顶。而骑车下坡时, 不用脚蹬, 车速也越来越快, 这时势能转化为动能, 动能不断增大, 所以车速也不断增大。

5 刹车和惯性

自行车高速行驶特别是下坡时, 不能只用前闸刹车, 否则会出现翻车事故, 其原因是: 前闸刹车, 前轮被迫静止, 而作为驱动轮的后轮车架和骑车人由于惯性还要保持原有的高速运动的趋势, 这时就会以前轮与地面接触处为支点, 向前翻转, 造成翻车事故。

6 测量中的应用

在测量道路的长度时, 可运用自行车。如 24 型车轮直径为 0.62m, 26 型车

轮直径为 0.66m, 车轮转过一圈长度为直径乘以圆周率 π , 得 1.95m 或 2.07m, 然后, 让车沿跑道滚动, 记下滚过的圈数 n , 则跑道长为 $n \times 1.95\text{m}$ 或 $n \times 2.07\text{m}$ 。

7 热膨胀知识的运用

在炎热的夏天, 车胎内的气不能充得太足, 更不能放在烈日下曝晒, 因为车胎内的空气受热急剧膨胀, 压强猛增会将车胎胀破。

8 机械能与内能的转化

用打气筒给车胎打气, 过一会儿, 筒壁会热起来, 这是因为压缩筒内气体和克服活塞与筒壁的摩擦做功, 使筒壁内能增加, 温度升高, 所以筒壁会发热。

摘自《第二届中国运动生物力学学术会议论文汇编(2)》, 1981 年

三 内容要点

重难点解析——强度和刚度的区别。

强度是指某种材料抵抗破坏的能力, 即材料破坏时所需要的应力。一般只是针对材料而言的。它的大小与材料本身的性质及受力形式有关。如某种材料的抗拉强度、抗剪强度是指这种材料在单位面积上能承受的最大拉力、剪力, 与材料的形状无关。

刚度指某种构件或结构抵抗变形的能力, 即引起单位变形时所需要的应力。一般是针对构件或结构而言的。它的大小不仅与材料本身的性质有关, 而且与构件或结构的截面和形状有关。

强度是抵抗塑性变形的能力, 刚度是表示材料发生弹性变形的难易程度, 通俗的讲: 刚度是指物体弯不弯, 物体并不断裂; 强度是指物体断不断。

四 习题解析

【例】试分析下列失效现象, 是因为不能满足强度、刚度、稳定性中的哪个要求而引起的?

- (1) 车削较长的轴类零件时, 未装上尾架, 使加工精度差。
- (2) 水塔的水箱由承压的 4 根管柱支撑, 忽然间管柱弯曲、水箱轰然坠地。

- (3) 起重机吊重物时钢索被拉断。
- (4) 吊车梁上的小车在梁上行走困难,总是在爬坡。
- (5) 积雪压断电线。

解析:

- (1) 属于刚度不满足要求。
- (2) 属于稳定性不满足要求。
- (3) 属于强度不满足要求。
- (4) 属于刚度不满足要求。
- (5) 属于强度不满足要求。

单元1

力和受力图

一 学习引导

① 学习目标

- (1)能解释力、力的两种效应等概念。
- (2)能叙述静力学的基本公理。
- (3)会根据约束的类型确定约束反力。
- (4)能画出单个物体的受力图。
- (5)能完成小组学习项目中的1个任务。

② 学习步骤

认识
力

- 阅读教材中力的基本知识；
- 总结力的三要素及力的作用效应。

理解
静力学
的基本公理

- 阅读教材中静力学的基本公理；
- 以生活实例说明静力学的基本公理。

绘制
物体的
受力图

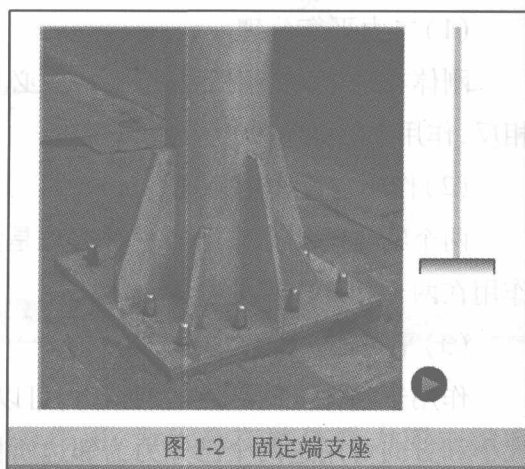
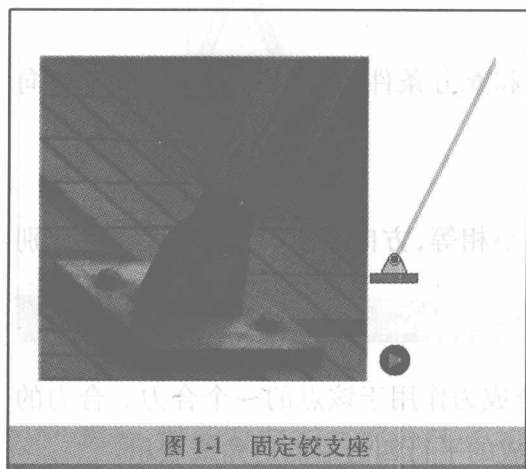
- 认识各种支座类型；
- 运用静力学基本公理正确绘制物体的受力图。

二 工程链接

支座的简化

图 1-1 所示支座其力学模型为固定铰支座,用此支座固定,杆件还可以自由转动。

图 1-2 所示支座其力学模型为固定端支座,此支座限制了杆件所有方向的运动。



三 内容要点

① 重难点解析

(1) 二力杆的概念

只受两个力作用而处于平衡的刚体称为二力杆。二力杆是一种不受弯杆件,杆的两端是铰接的,不传递弯矩,杆中不受力,杆只受来自杆两端的拉力或压力。

(2) 约束反力的概念

约束作用于被约束物体上的限制其运动的力,称为约束力,简称反力。约束反力是被动力,大小取决于作用于物体的主动力。作用位置在约束与被约束物体的接触面上。方向与约束所能限制的物体运动方向相反。

(3) 绘制受力图的步骤

绘制受力图的步骤如下:

① 明确研究对象。

②弄清研究对象受到哪些约束反力作用,然后解除研究对象上的全部约束,而单独画出该研究对象的简图。

③在简图上画上已知的主动力及根据约束类型在解除约束处画上相应的约束反力。

注:绘制内力图时只画外力,不画内力。

② 主要公式公理

(1) 二力平衡公理

刚体在两个力作用下保持平衡的必要和充分条件是:此两力大小相等,方向相反,作用在一条直线上。

(2) 作用与反作用公理

两个物体间相互作用的一对力总是大小相等,方向相反,沿同一直线且分别作用在两个相互作用的物体上。

(3) 平行四边形公理

作用于物体上同一点的两个力,可以合成为作用于该点的一个合力。合力的大小和方向可用这两个已知力为邻边所构成的平行四边形的对角线表示。

(4) 加减平衡公理

在作用于刚体的力系中,加上或去掉任何一个平衡力系,并不会改变原力系对刚体的作用效应。

四 习题解析

【例 1-1】 绘制图 1-3 所示中 AB 、 AC 杆件的受力图。

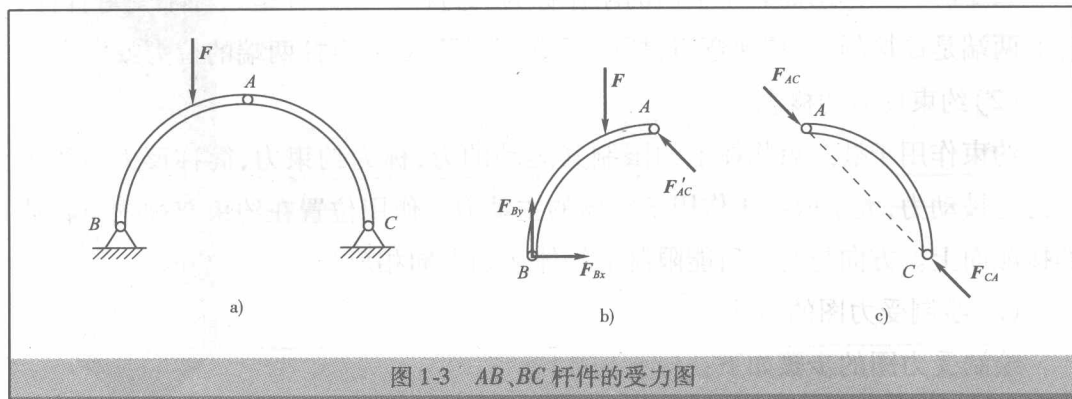


图 1-3 AB 、 BC 杆件的受力图

【例1-2】如图1-4a)所示,不计自重的梯子放在光滑水平地面上,画出绳子DE整个系统的受力图。

解析:绳子DE受力图如图1-4b)所示。

整体受力图如图1-4c)所示。

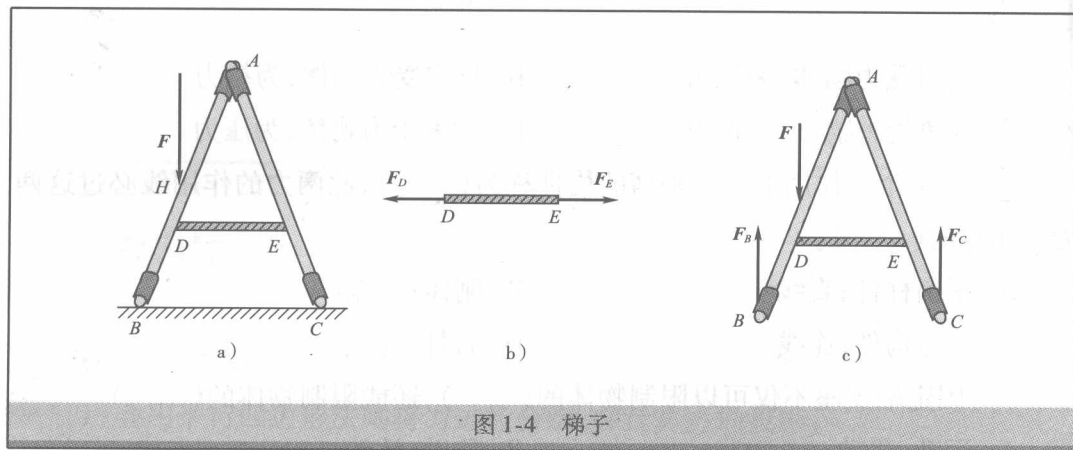


图1-4 梯子

思考:绳子对左右两部分梯子均有力作用,为什么在整体受力图中没有画出?

如果要绘制梯子的左右部分的受力图,A处所受力的方向能否确定?如何画?

五 模拟试题

1. 填空题

(1)强度是指构件抵抗_____的能力。刚度是指构件抵抗_____的能力。

(2)力的外效应是指力使物体的_____发生变化的效应;力的内效应是指力使物体产生_____的效应。

(3)作用在同一物体上的一组力称为_____;使物体保持平衡的力系,称为_____。

(4)当物体所受的力,是沿着某条线连续分布且相互平行的力系,称为_____。

(5)对于只受两个力作用而处于平衡的刚体,称为_____。

2. 选择题

(1) 由绳索、链条、胶带等柔体构成的约束称为()约束。

- A. 光滑面约束 B. 柔索约束 C. 链杆约束 D. 固定端约束

(2) 光滑面对物体的约束反力,作用在接触点处,其方向沿接触面的公法线()。

- A. 指向受力物体,为压力 B. 指向受力物体,为拉力
C. 背离受力物体,为拉力 D. 背离受力物体,为压力

(3) 在两个力作用下处于平衡的构件称为(),此两力的作用线必过这两力作用点的()。

- A. 平衡杆件;直线 B. 刚体;中点
C. 二力构件;连线 D. 直杆;连线

(4) 固定端支座不仅可以限制物体的(),还能限制物体的()。

- A. 运动;移动 B. 移动;活动
C. 转动;活动 D. 移动;转动

3. 作图题

画出图 1-5 中各杆件的受力图。

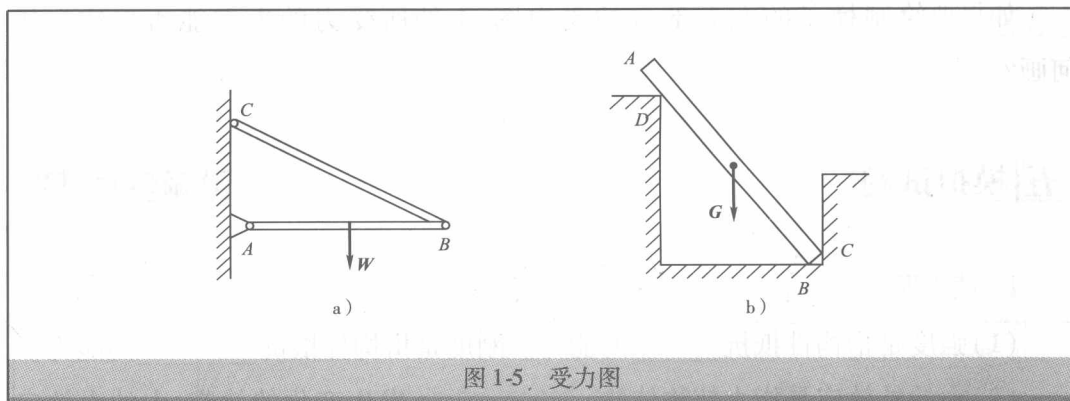


图 1-5 受力图

单元2

平面力系的平衡

一 学习引导

1 学习目标

- (1) 会用平行四边形法则将力进行分解,并计算力的投影;
- (2) 能解释力矩、力偶的概念及性质;
- (3) 会计算集中力与线分布荷载对某点的力矩;
- (4) 能叙述平面一般力系的平衡条件;
- (5) 能用平衡方程分析简单的平衡问题;
- (6) 能够计算单跨梁的支座反力。

2 学习步骤

绘制
力学简图

- 观察日常生活中各种结构构件;
- 认真阅读教材中关于结构构件的分类以及受力特点。

绘制
受力图

- 仔细阅读教材中关于力的各种定理;
- 熟悉平面力系的合成与分解方法。

分析
结构平衡
问题

- 思考日常生活中各种结构构件的平衡问题;
- 熟悉平衡条件。

计算
支座反力

- 运用平衡方程分析简单的平衡问题;
- 计算单跨梁的支座反力。