



中等职业教育课程改革国家规划新教材
全国中等职业教育教材审定委员会审定

土木工程力学基础

(少学时)

主编 骆毅 刘可定



免费下载

课件

www.ccpres.com.cn



人民交通出版社
China Communications Press

TU311

L992

职业教育课程改革国家规划新教材
中等职业教育教材审定委员会审定

1026439

Tumu Gongcheng Lixue Jichu

土木工程力学基础

(少学时)

主编 骆毅 刘可定

主审 吴承霞 宋小壮 (按姓氏笔画排序)



河南城建

210264391



人民交通出版社
China Communications Press

0018301

内 容 提 要

本书是中等职业教育课程改革国家规划新教材,由全国中等职业教育教材审定委员会审定。主要包括:绪论、力和受力图、平面力系的平衡、直杆轴向拉伸和压缩、直梁弯曲和受压构件的稳定性,共六个单元。每个单元都结合工程案例对知识点进行讲解,并附有习题供学生复习使用。

本书作为中等职业学校的土木、水利非施工类(如建筑装饰、水电设备安装等)专业指定教学用书,也可供行业继续教育或岗位培训使用,还可供行业从业人员学习参考。

使用说明:

1. 书中未标注“*”的内容是各专业学生必修的基础性内容和应该达到的基本要求。
2. 中标注“*”的内容为较高要求及适应不同专业、地域、学校差异的选修内容。

图书在版编目(CIP)数据

土木工程力学基础:少学时/骆毅,刘可定主编.

—北京:人民交通出版社,2010.6

ISBN 978-7-114-08351-8

I. ①土… II. ①骆… ②刘… III. ①土木工程—工
程力学—专业学校—教材 IV. ①TU311

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 060163 号

书 名:土木工程力学基础(少学时)

著 作 者:骆 毅 刘可定

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.ccpres.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:北京交通印务实业公司

开 本:787×1092 1/16

印 张:10.5

字 数:145 千

版 次:2010 年 6 月 第 1 版

印 次:2010 年 6 月 第 1 次印刷

书 号:ISBN 978-7-114-08351-8

定 价:15.00 元

(如有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)

中等职业教育课程改革国家规划新教材

出版说明

为贯彻《国务院关于大力发展职业教育的决定》(国发〔2005〕35号)精神,落实《教育部关于进一步深化中等职业教育教学改革的若干意见》(教职成〔2008〕8号)关于“加强中等职业教育教材建设,保证教学资源基本质量”的要求,确保新一轮中等职业教育教学改革顺利进行,全面提高教育教学质量,保证高质量教材进课堂,教育部对中等职业学校德育课、文化基础课等必修课程和部分大类专业基础课教材进行了统一规划并组织编写,从2009年秋季学期起,国家规划新教材将陆续提供给全国中等职业学校选用。

国家规划新教材是根据教育部最新发布的德育课程、文化基础课程和部分大类专业基础课程的教学大纲编写,并经全国中等职业教育教材审定委员会审定通过的。新教材紧紧围绕中等职业教育的培养目标,遵循职业教育教学规律,从满足经济社会发展对高素质劳动者和技能型人才的需要出发,在课程结构、教学内容、教学方法等方面进行了新的探索与改革创新,对于提高新时期中等职业学校学生的思想道德水平、科学文化素养和职业能力,促进中等职业教育深化教学改革,提高教育教学质量将起到积极的推动作用。

希望各地、各中等职业学校积极推广和选用国家规划新教材,并在使用过程中,注意总结经验,及时提出修改意见和建议,使之不断完善和提高。

教育部职业教育与成人教育司

2010年6月

本书根据中等职业学校《土木工程力学基础》教学大纲,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及有关原则进行编写。

为适应目前中等职业教育“校企合作,工学结合”的人才培养模式改革,结合土木、水利非施工类(如建筑装饰、水电设备安装等)专业的建设与改革,本书突出了知识的实践性和应用性要求,以满足培养土木、水利非施工第一线的技能型人才的需要。通过力学基础知识的学习使学生初步具备分析和解决土木工程基本构件、简单结构受力问题的能力,为学习专业技能打下基础。本教材以实践为导向,以应用为主旨、以学生为中心、以够用为原则,紧密结合专业精心设计学习项目,对学生进行职业意识培养和职业道德教育,使其形成科学严谨的作风和品质,为学生今后解决生产实际问题和职业生涯的发展奠定基础。本书内容精练,重点突出,应用性、实践性强;教学内容与生活、专业相结合,重在力学基础知识的应用。

土木工程力学是一门理论性和应用性都很强的学科。本书在编写过程中认真考虑中职培养目标的要求和中职学生的实际情况,着重基础知识和基本理论的讲解,力求做到内容精练、叙述清楚、文字流畅、便于阅读。同时,结合工程与生活实际,采用“想一想”、“学一学”、“练一练”这种图文并茂、生动活泼的编写模式,使理论知识讲解深入浅出,培养学生分析和解决工程实际问题的能力。全书主要内容有:绪论,力和受力图,平面力系的平衡,直杆轴向拉伸和压缩,直梁弯曲,受压构件的稳定性共六个教学单元。

本书的编写采取了校企合作的方式。参与本书编写的有广州航海高等专科学校、湖南交通职业技术学院、湖南城建职业技术学院、长沙市工商职业中专学校、长沙市中等城乡建设职业技术学校、湘潭市建筑设计院、湖南省第三建筑工程公司等单位的

教师和技术人员。具体分工如下:广州航海高等专科学校骆毅编写绪论、郭定林编写单元1,湖南城建职业技术学院黄颖玲编写单元2,长沙市工商职业中专学校彭浩编写单元3,湖南城建职业技术学院刘可定、长沙市城建职业技术学校刘广宇编写单元4,广州航海高等专科学校李可勤编写单元5。

湖南城建职业技术学院刘可定根据教育部中期检查意见对全书作了修改并完成本书的统稿工作。教育部聘请南京高等职业技术学院宋小壮、河南建筑职业技术学院吴承霞任本书主审。人民交通出版社另请四川建筑职业技术学院吴明军审阅了书稿。湘潭市建筑设计院高级工程师刘翔、湖南城建职业技术学院高级工程师伍文、谭敏根据施工企业的工作要求对本书编写提出了很多宝贵意见,在此深表感谢。

由于编者水平有限,加之时间仓促,书中难免有不足之处,恳请各位同行和广大读者提出宝贵意见,以便进行修改完善。

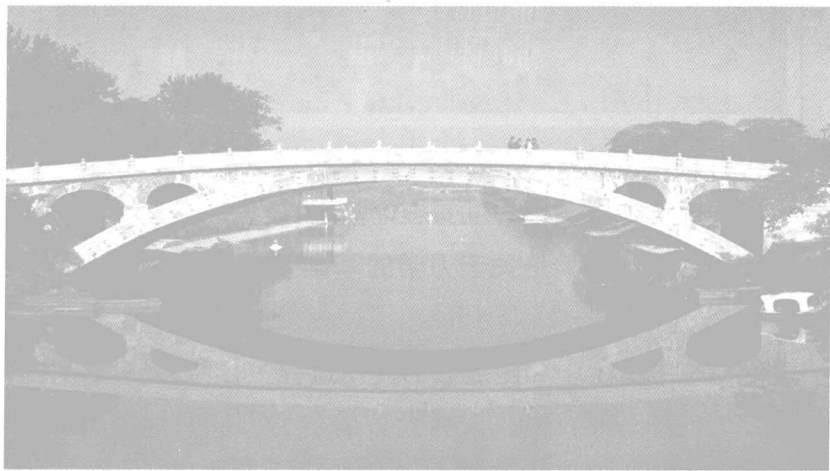
编者
2010年6月

绪论	1
0.1 土木工程力学的研究对象和基本任务	2
0.2 学习土木工程力学的意义	4
自我检测	4
单元 1 力和受力图	5
1.1 力的基本知识	6
1.2 静力学公理	10
1.3 约束与约束反力	14
1.4 受力图	20
1.5 结构的计算简图及分类	25
单元小结	31
自我检测	32
单元 2 平面力系的平衡	35
2.1 平面汇交力系	36
2.2 力矩	41
* 2.3 平面力偶系	44
2.4 平面一般力系的平衡	47
单元小结	54
自我检测	55
单元 3 直杆轴向拉伸和压缩	59
3.1 直杆四种基本变形及组合变形	60
3.2 轴向拉、压杆横截面上的内力	63
3.3 轴向拉、压杆横截面的正应力	66
* 3.4 轴向拉、压杆的变形	69
3.5 轴向拉、压杆的强度计算	75
3.6 轴向拉、压杆在工程中的应用	81
单元小结	84
自我检测	84

单元 4 直梁弯曲	87
4.1 梁的形式	88
4.2 梁的内力	91
4.3 梁的内力图——剪力图与弯矩图	96
4.4 梁的正应力及其强度条件	103
4.5 梁的变形	110
4.6 直梁弯曲在工程中的应用问题	113
单元小结	120
自我检测	121
单元 5 受压构件的稳定性	125
5.1 受压构件平衡状态的稳定性	126
5.2 影响受压构件稳定性的因素	131
5.3 受压构件失稳案例	133
单元小结	136
自我检测	136
附录 1 中等职业学校《土木工程力学基础》教学大纲	138
附录 2 型钢规格表	144
参考文献	157

绪 论

生活中,我们处处可以见到各种建筑物。我们对建筑物的施工过程稍加注意,便可以看到这些建筑物是由许许多多的构件组合起来的。一个庞大的建筑物,在建造之前,设计人员将对它的所有构件都一一进行受力分析,构件的尺寸大小、所用的材料、排列的位置都要通过计算来确定。这样才能保证建筑物的牢固和安全。



赵州桥——土木工程历史古迹

注:拱形建筑,充分利用砖石的抗压性,提高其承载能力。

0.1

土木工程力学的研究对象和基本任务

土木工程力学是为建筑结构提供受力分析方法和计算理论依据的一门学科,是土木、水利类各专业的一门重要的技术基础课程。

力学是一门既古老又散发着永恒活力的学科(图 0-1)。工程不断给力学提出问题,力学的研究成果又不断应用于工程实践并推动其进步。

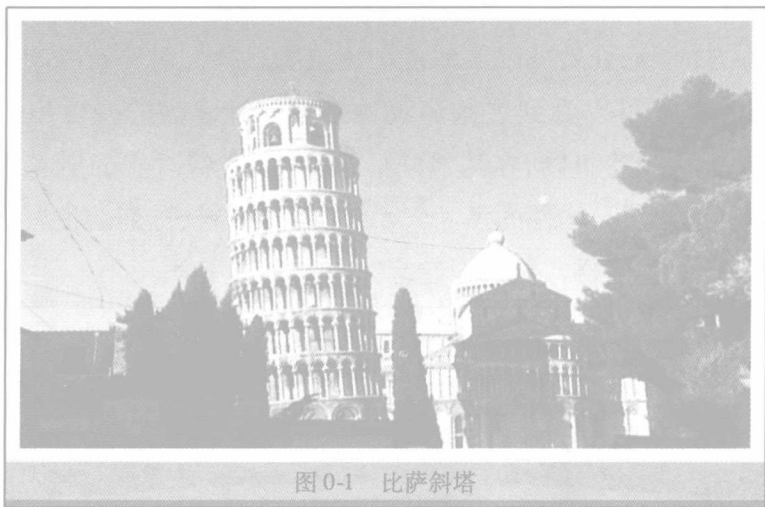


图 0-1 比萨斜塔

工程力学是各技术工程学科的重要理论基础,是沟通自然科学基础理论与工程实践的桥梁。土木工程力学是关于力学的基础知识及其在土木工程中应用的一门课程。

任何建筑物在施工过程中和建成后的使用过程中,都要受到各种各样的力的作用。例如,建筑物各部分的自重、人和设备的重力、风力、地震力等。构成建筑物的结构在这些力及其他因素的作用下,会产生内力和变形。这种力在工程上称为荷载。

在建筑物中承受和传递荷载而起骨架作用的部分称为结构,组成结构的部件称为构件,它们就是工程力学的研究对象。

图 0-2 是一个单层工业厂房承重骨架的示意图,它由屋面板、屋架、吊车梁、柱子、连系梁及基础等构件组成,这些构件都起着承受和传递荷载的作用。如屋面板承受着屋面上的荷载并通过屋架传给柱子,吊车荷载通过吊车梁传给柱子,柱子将其受到的各种荷载传给基础,最后传给地基。

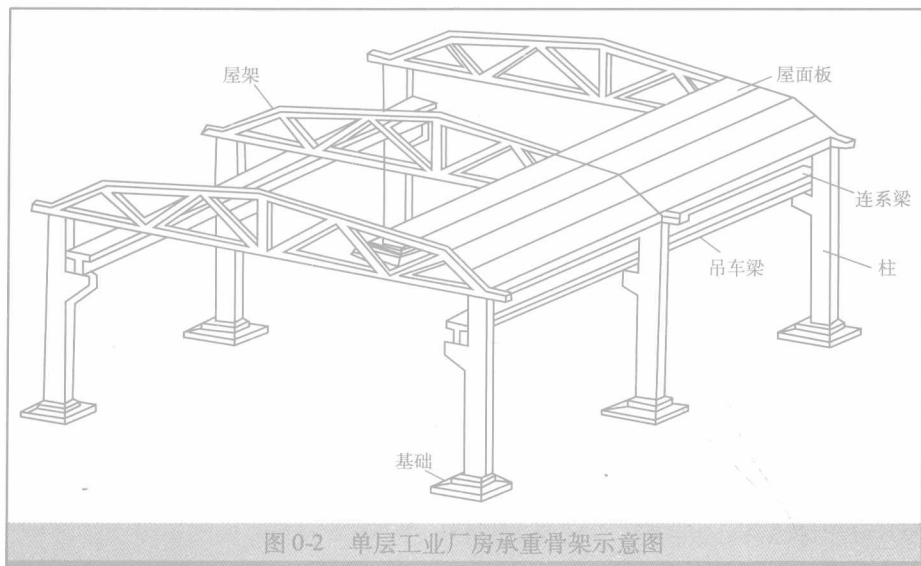


图 0-2 单层工业厂房承重骨架示意图

工程中,要求结构在承受和传递荷载时,必须安全正常地工作。

(1)在荷载作用下构件不发生破坏。例如:当吊车起吊重物时荷载过大,会使吊车梁发生弯曲断裂。

(2)在荷载作用下构件所产生的变形在工程的允许范围内。例如:吊车梁的变形如果超过一定的限度,吊车就不能在它上面正常的行驶;楼板变形过大,其上的抹灰就会脱落。

(3)承受荷载作用时,构件在其原有形状下的平衡应保持稳定的平衡。例如:细长的中心受压柱子,当压力超过某一定值时,会突然地改变原来的直线平衡状态而发生弯曲,以致构件倒塌。

在结构设计中,如果构件截面设计得过小,构件受力后会迅速破坏或因变形过大而影响正常使用;如果构件截面设计得过大,其所能承受的荷载过大于所受的荷载,则又会不经济,造成人力、物力上的浪费。为了安全,要选用较好的材料或采用较大的截面尺寸;为了经济,则要求选用廉价材料或减小截面尺寸,以节省材料用量。显然两者是矛盾的。工程力学的任务就在于力求合理地解决这种安全与经济的矛盾。

综上所述,土木工程力学是运用力学的基本原理,研究构件在荷载作用下的平衡规律及承载能力。

0.2

学习土木工程力学的意义

土木工程力学是打开进入结构设计和解决施工现场许多受力问题大门的钥匙。

作为现场施工技术和管理人员,必须掌握力学基础知识,才能很好地理解工程设计图纸的意图及要求,科学地组织施工,制订合理的安全和质量保证措施。

在学习土木工程力学时,应注意以下几点:

- (1)要注重如何将实际物体抽象化为不同的力学模型。
- (2)注意观察实际生活中的力学现象,学会用力学的基础知识去解释这些现象。
- (3)注重试验环节,通过试验验证理论的正确性,并提供测试数据资料作为理论分析、简化计算的依据。

土木工程力学是土木、水利类各专业的一门重要的技术基础课程,在基础课和专业课中起着承前启后的作用。通过本课程的学习和实验,使学生初步具有对建筑工程问题的简化能力;一定的力学分析与计算能力,其中也包含了理论分析和逻辑思维的能力。为学习专业课程和继续深造以及参加生产实践打下良好的基础。



自我检测

1. 土木工程力学的研究对象是什么?
2. 土木工程力学的基本任务是什么?

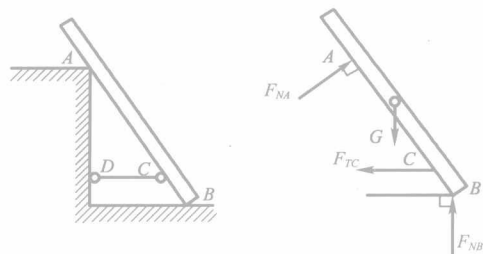
单元 1

单元 1

力和受力图

力和受力图

力的基本知识是土木工程中各种力学问题的理论基础,物体的受力分析是力学基本理论在实际工程中的具体应用。本单元主要介绍力、刚体和平衡的概念,力系的分类,静力学的基本公理,约束及其约束反力的性质,受力图,结构的计算简图及分类。



梯子的受力图

注:墙面与地面均光滑。

1.1

力的基本知识

本节讲述了力与刚体、力系和平衡的概念,重点介绍了力的三要素及力的图示法。

一 力与刚体的概念

力学的应用非常广泛。如图 1-1 所示是工地上的塔式起重机。起重机工作时,要受到多种力的作用。

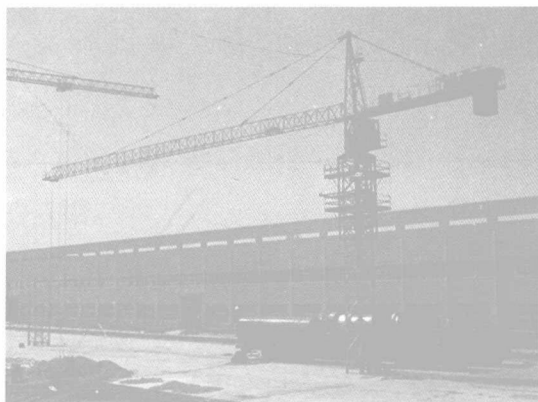


图 1-1 塔式起重机



想一想

在生活中,推小车,可以使小车由静到动;拉弹簧,弹簧会产生伸长变形。这些力对物体产生了哪些作用效果?



学一学

人们对力的认识是在长期劳动和生活实践中逐步形成的。比如,用手提起重物时,手臂的肌肉会感到紧张,我们说手臂正在用力。而手臂所起的作用也可以用其他物体来代替,比如,手可以拿住重物,绳子也可以拴住重物,这说明不仅人能对物体有力的作用,物体之间也有力的作用。用力推静止的小车,小车就会移动;用力拉弹簧,弹簧就会变形。

力是物体之间的相互机械作用。这种作用使物体的运动状态发生变化(运动效应)或者使物体的形状发生改变(变形效应)。

刚体是指在外力的作用下,不发生变形(形状和尺寸均不改变)的物体。这是一个理想化的力学模型。客观世界中,物体在受到外力作用时,其变形是必然发生的。

当物体的变形很小时,变形对研究物体的平衡和运动规律的影响很小,可以略去不计,这时可将物体抽象为刚体,从而使问题的研究大为简化。但当研究的问题与物体的变形密切相关时,即使是极其微小的变形也必须加以考虑,这时就必须将物体抽象为变形体。例如,在研究飞机的平衡问题或飞行规律时,我们可以把飞机视为刚体;但在研究机翼的问题时,虽然机翼的变形非常微小,也必须把飞机看作变形体。

二 力的三要素和力的图示法



想一想

冰面上放一物体,受水平力 F 作用,作用点在 A 点,力的大小 $F = 300\text{N}$,指向水平向右,如图 1-2 所示。如果保持该力大小和方向不变,作用线平行移动到 B 点,问该力 F 对物体的作用效果是否改变?

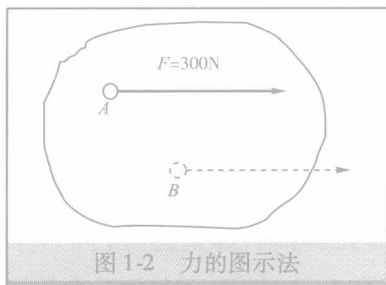


图 1-2 力的图示法



学一学

实践表明,力对物体作用的效应取决于力的大小、方向和作用点,也就是说:不论何种力作用,只要这三个因素一样,则对同一物体产生的效应一定是相同的,我们称之为力的等效,简称等效。这样相互等效的力是可以相互替代的。故力的大小、方向和作用点这三个因素称为力的三要素。反过来力的三要素中任何一个要素发生改变,对物体的作用效应都会产生变化。如图 1-2 所示,力移到 B 点后,由于该力 F 的作用点改变了,受力物体在移动同时旋转的方向将发生改变,所以力 F 对物体的作用效果将发生变化。

力的大小,反映物体之间相互作用的强弱程度。在国际单位制中,力的单位为牛顿(N)或千牛(kN), $1\text{kN} = 1000\text{N}$ 。

力的方向,包含力的作用线在空间的方位和指向,如铅直向下、水平向右等。

力的作用点,是指力在物体上的作用位置。

力是有大小和方向的量,所以力是矢量。用字母符号表示力矢量时,常用黑体字,如 F 、 F_p 等表示。力要严格按照矢量的运算规则进行计算。工程上常用的方法是力的图示法:用一段带有箭头的线段表示力。其中,线段的长度按一定的比例尺表示力的大小;线段的方位和箭头的指向表示力的方向;线段的起点或终点表示力的作用点;线段所在的直线表示力的作用线。

力的图示法完整地表示了力的三要素,是工程实际中广泛使用的方法。如图 1-3 所示,物体受力 F 作用,作用点在 A 点,力的大小 $F = 300\text{N}$,指向水平向右。

力来自物体的相互作用,故力总是占有一定的范围。但如果力所作用的范围比受力作用的物体小得多时,或作用在物体上力的合力。可视为力作用于一点上,这种力称为集中力。

对于作用范围不能忽视的力(荷载),称为分布力(荷载)。分布在物体的体积内的荷载,如重力等,称为体荷载。分布在物体的表面上,如楼板上的荷载,如图 1-4a)、水坝上的水压力等,称为面荷载。如果力(荷载)分布在一个狭长范围

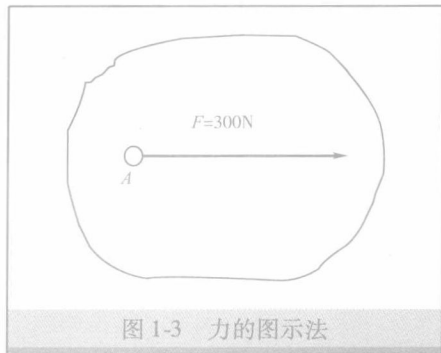


图 1-3 力的图示法

内而且相互平行,则可以把它简化为沿狭长面的中心线分布的力(荷载),如分布在梁上的荷载,如图 1-4b),称为线分布力或线荷载。

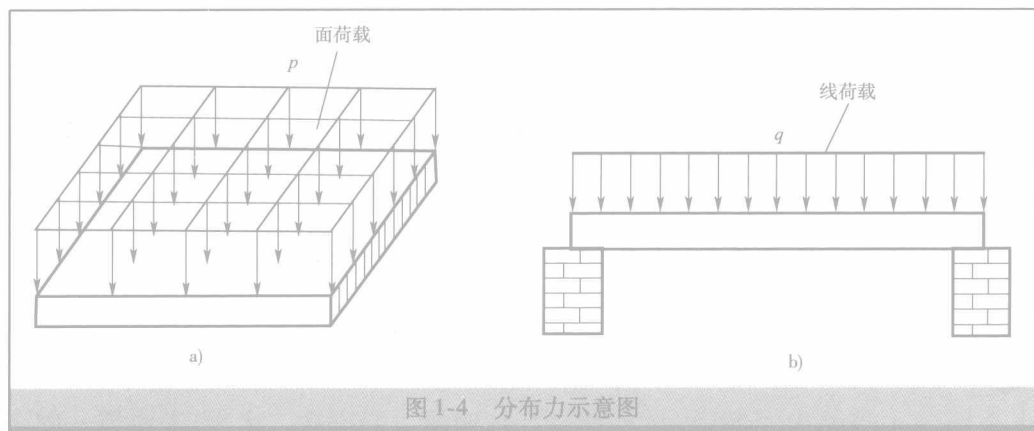


图 1-4 分布力示意图

当某一物体上所作用的分布荷载各处大小均相同时,称为均布荷载,如分布荷载各处大小不相同时,称为非均布荷载。由于工程中均布荷载较为常见,因此,本课程只讨论均布荷载。如图 1-4a)所示,板的自重即为面均布荷载,它是以每单位面积的重量来计算的,单位面积上所受的力,称为面集度,通常用 p 表示,单位为 N/m^2 或 kN/m^2 ;如图 1-4b)所示,梁的自重即为线均布荷载,它是以每单位长度的重量来计算的,单位长度上所受的力,称为线集度,通常用 q 表示,单位为 N/m 或 kN/m 。

三 力系和平衡的概念



学一学

作用在物体上的一群力,称为力系。

按照各力作用线是否位于同一平面内,上述力系可以分为以下两种:

- (1) 平面力系:各力作用线在同一平面内的力系。
- (2) 空间力系:各力作用线不在同一平面的力系。

按照力系中各力作用线空间位置的特点不同,力系可分为以下三种:

- (1) 汇交力系:各力作用线汇交于同一点的力系。
- (2) 平行力系:各力作用线相互平行的力系。