

铁路职业教育铁道部规划教材

建筑力学 (上册)

JIANZHULIXUE

TIELU ZHIYE JIAOYU TIEDAOBU GUIHUA JIAOCAI

马晓倩 / 主编 王 强 / 副主编

高职

中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE



铁路职业教育铁道部规划教材
(高职)

建筑力学(上册)

马晓倩 主 编

王 强 副主编

朱耀淮 主 审

中国铁道出版社

2007年·北 京

内 容 简 介

本书为铁路职业教育铁道部规划教材。全书分上、下两册,本书为上册,主要内容包
括:静力学的基本知识,平面力系的合成与平衡,空间力系与重心,轴向拉伸与压
缩,剪切,扭转,平面图形的几何性质,梁的内力,梁的应力及强度计算,弯曲变形等。

本书可作为职业教育教材,也可作为复退军人学历教育用教材,还可作为职工培
训教材。

图书在版编目(CIP)数据

建筑力学.上册/马晓倩主编.—北京:中国铁道出版社,2007.8

铁路职业教育铁道部规划教材.高职

ISBN 978-7-113-08248-2

I. 建… II. 马… III. 建筑力学—高等学校:技术学校—
教材 IV. TU311

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 134084 号

书 名: 建筑力学 (上册)

作 者: 马晓倩 主编 王 强 副主编

责任编辑: 程东海 电话: 010-51873135

封面设计: 陈东山

责任印制: 金洪泽

出版发行: 中国铁道出版社

地 址: 北京市宣武区右安门西街 8 号

邮政编码: 100054

网 址: www.tdpress.com

电子信箱: 发行部 ywk@tdpress.com

印 刷: 北京新魏印刷厂

总编办 zbb@tdpress.com

版 次: 2007 年 8 月第 1 版 2007 年 8 月第 1 次印刷

开 本: 787 mm×1092 mm 1/16 印张: 8.75 字数: 210 千

书 号: ISBN 978-7-113-08248-2/O·168

定 价: 18.00 元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版的图书,如有缺页、倒页、脱页者,请与本社读者服务部调换。

电 话: 市电 (010) 51873171 路电 (021) 73171 (发行部)

打击盗版举报电话: 市电 (010) 63549504 路电 (021) 73187

前 言

本教材是根据新修订的《铁路高等职业教育建筑力学课程教学大纲》编写的,是适用于铁道工程、桥梁与隧道工程、房屋建筑与维修、给水排水工程、工程造价等土建类各专业的教学用书。

本教材分为上、下两册,上册主要介绍:力学的基本知识;力系的平衡方程及其应用;各种基本变形形式下杆件内力、应力、变形的计算以及强度和刚度条件。下册主要介绍:组合变形;压杆稳定;平面体系的几何组成分析;静定结构内力分析;超静定结构内力分析和影响线的基础知识。

在本教材的编写过程中,编者根据多年的教学实践经验,既考虑了教材内容的专业性和实践性,也考虑了力学本身的完整性和系统性,注重实际应用及实际计算。力求做到内容紧凑、深入浅出、理论叙述清楚、概念明确、计算简捷直观。

本教材由天津铁道职业技术学院马晓倩任主编,天津铁道职业技术学院王强任副主编,湖南交通工程职业技术学院朱耀淮任主审。具体参编章节分工:绪论、第六、七、八、九、十、十三、十四章由马晓倩编写;第二、三、四、五、十五、十六章由王强编写;第一、十一章由曹中平(石家庄铁道学院齐齐哈尔校区)编写;第十二章由汤池(湖南交通工程职业技术学院)编写。书中带星号的部分为选学内容。

在本书的编写过程中,不仅得到了全国铁路职业教育建筑工程专业教学指导委员会的指导和大力支持,还得到了诸多同事的帮助,在此谨表谢意!

目 录

绪 论	1
思考题	4
第一章 静力学的基本知识	5
第一节 基本概念	5
第二节 静力学基本公理	6
第三节 荷 载	9
第四节 力 矩	10
第五节 力 偶	13
第六节 力的平移定理	14
第七节 约束与反约束力	15
第八节 受力图	18
思考题	22
习 题	23
第二章 平面力系的合成与平衡	25
第一节 平面汇交力系合成与平衡	25
第二节 平面力偶系的合成与平衡	30
第三节 平面一般力系的简化	31
第四节 平面一般力系的平衡条件及应用	33
第五节 物体系统的平衡	36
思考题	37
习 题	38
第三章 空间力系与重心*	41
第一节 力在空间直角坐标轴上的投影	41
第二节 空间力对轴的矩	42
第三节 空间力系的平衡方程及其应用	43
第四节 重心和形心	48
思考题	50
习 题	51
第四章 轴向拉伸与压缩	52
第一节 轴向拉(压)杆的内力与内力图	52
第二节 轴向拉(压)杆横截面上的正应力	54

第三节 轴向拉(压)杆的强度计算	56
第四节 轴向拉(压)杆的变形计算	60
第五节 材料在拉伸和压缩时的力学性能	61
思考题	64
习 题	65
第五章 剪 切	67
第一节 概 述	67
第二节 剪切和挤压的强度计算	67
思考题	70
习 题	71
第六章 扭 转	73
第一节 扭转的概念	73
第二节 扭转时的内力——扭矩	73
第三节 圆轴扭转时强度计算	75
第四节 圆轴扭转的变形与刚度条件	78
思考题	79
习 题	80
第七章 平面图形的几何性质	82
第一节 静矩和形心	82
第二节 惯性矩、惯性半径和惯性积	84
第三节 惯性矩的平行移轴公式	85
第四节 形心主惯性轴和形心主惯性矩的概念	86
思考题	87
习 题	88
第八章 梁的内力	90
第一节 概 述	90
第二节 梁的弯曲内力——剪力和弯矩	91
第三节 用内力方程法绘制剪力图和弯矩图	93
第四节 剪力、弯矩与荷载集度间的关系	97
第五节 用微分关系法绘制剪力图和弯矩图	98
第六节 用叠加法画弯矩图	100
思考题	102
习 题	102
第九章 梁的应力及强度计算	104
第一节 纯弯曲梁横截面上的正应力	104
第二节 梁的正应力强度条件	108
第三节 梁的切应力强度条件	110
第四节 梁的合理截面	111
思考题	112

习 题	112
第十章 弯曲变形	114
第一节 弯曲变形的概念	114
第二节 梁的变形计算	114
第三节 梁的刚度计算	118
思考题	120
习 题	120
附录 型钢规格表	122
参考文献	131

绪 论

一、建筑力学的研究对象

在生产和生活实践中,广泛运用着各种建筑结构和机械设备(图 0-1)。建筑结构或机械设备的各组成部分,如建筑物的梁、柱、板、墙等,机器的齿轮、传动轴等,统称为构件。

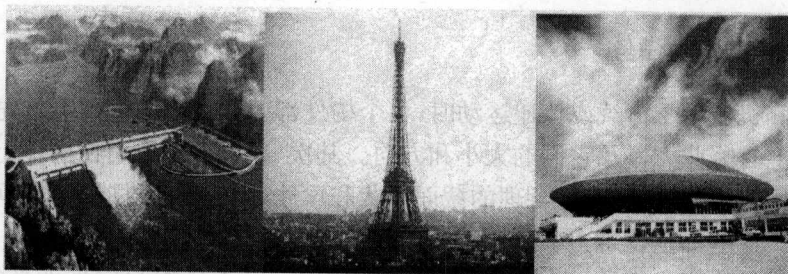


图 0-1

构件一般由变形固体制成。根据几何形状的不同,构件可分为如下四类:

1. 杆

空间一个方向的尺寸(长度)远大于其他两个方向的尺寸,这种构件称为杆或杆件(图 0-2)。垂直于杆件长度方向的截面称为杆的横截面,横截面形心的连线称为杆的轴线。工程上常见的很多构件都可以简化为杆,如梁、柱、连杆、传动轴等,而且大多为等直杆。

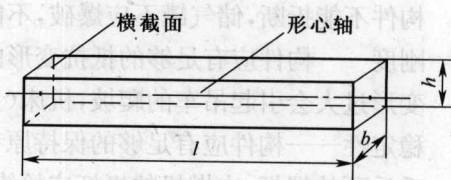


图 0-2

2. 板

空间一个方向的尺寸(厚度)远小于其他两个方向的尺寸,且各处曲率均为零,这种构件称为板[图 0-3(a)]。平分厚度的面称为中面。房屋楼板可简化为板。

3. 壳

空间一个方向的尺寸远小于其他两个方向的尺寸,且至少有一个方向的曲率不为零,这种构件称为壳[图 0-3(b)]。有些建筑物的屋顶和压力容器等可简化为壳。

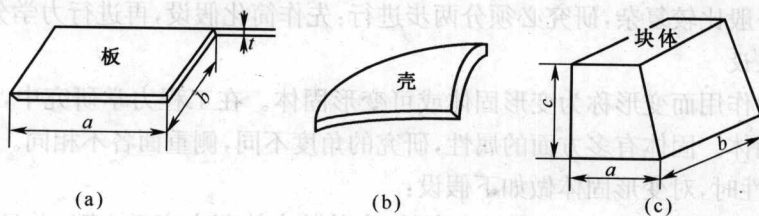


图 0-3

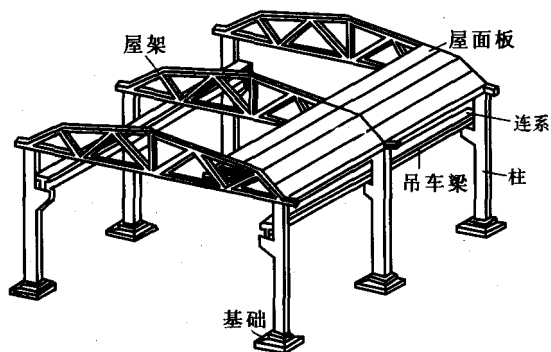


图 0-4

4. 块

空间三个方向的尺寸相差不很大的构件称为块或块体[图 0-3(c)]。例如机器底座,大坝坝体等可简化为块体。

如上所述,工程实际中的机器、建筑物等都是由许多构件组成的,而构件根据几何特征又可分为杆、板、壳、块,其中杆是工程中最常见、最基本的构件,如图 0-4 中所示的梁、柱、屋架等。

建筑力学研究的主要对象是杆件。

二、建筑力学的基本任务

当建筑物和机械承受荷载或传递运动时,各个构件都要受到力的作用。首先,必须确定作用在各个构件上有哪些力以及它们的大小和方向。其次,在确定了作用在构件上的外力后,还必须为构件选用合适的材料,确定合理的截面形状和尺寸,以保证构件既能安全可靠的工作又符合经济要求。这些都是建筑力学所要解决的问题。

为保证工程结构或机械的正常工作,构件应有足够的能力负担起应当承受的荷载。构件应满足以下的要求:

强度——构件应有足够的抵抗破坏的能力。

构件不能折断,储气罐不应爆破,不能产生永久性的变形。

刚度——构件应有足够的抵抗变形的能力。

变形过大会引起吊车的爬坡,机床(主轴)加工精度不够。

稳定性——构件应有足够的保持原有平衡形态的能力。

千斤顶的螺杆,内燃机的挺杆应始终保持原有直线平衡形态。

建筑力学课程的任务,概括起来可分为两类。

1. 研究物体的机械运动与所受力之间的关系。这里包括力的一般性质,力系的简化及物体在力系的作用下平衡规律的研究,物体运动几何性质的描述,物体运动状态改变与其所受力之间的关系,以便掌握物体机械运动的基本规律和研究方法。

2. 研究物体变形与所受力之间的关系。即研究物体在外力作用下变形和破坏的规律,为解决构件强度、刚度和稳定性问题提供基本理论和计算方法。

三、建筑力学的研究方法

实际构件一般比较复杂,研究必须分两步进行:先作简化假设,再进行力学分析。

(一) 简化假设

固体因外力作用而变形称为变形固体或可变形固体。在工程力学研究中,一般可把材料抽象为可变形固体。固体有多方面的属性,研究的角度不同,侧重面各不相同。研究构件的强度、刚度和稳定性时,对变形固体做如下假设:

1. 连续均匀性假设,即认为材料是密实的,在其整个体积内毫无空隙,并且从材料中取出的任何一个部分,不论体积如何,在力学性能上都是完全一样的。

2. 小变形假设,实际变形一般是极其微小的,材料力学研究的问题限于小变形的情况,认

为无论是变形或因变形引起的位移,其大小都远小于构件的最小尺寸。所以在分析计算时仍可用变形前的形状和尺寸,即把变形省略去不计,这种方法称为原始尺寸原理,使许多十分复杂的问题,变得较为简单了。

3. 各向同性假设,即认为材料在各个方向的力学性能都相同。根据这一假设可以简化应力—应变关系。对大多数金属来说,这一假设是成立的,但对很多复合材料则不能成立,因为它们具有明显的各向异性性质。

4. 线弹性假设,在小变形和材料中应力不超过比例极限两个前提下,可认为物体上的力和位移(或应变)始终成正比。这个假设使计算大为简化,而且在这一假设的基础上,一个较复杂的问题可以分解为一些简单的问题。

5. 平截面假设,认为杆的横截面在杆件受拉伸、压缩或纯弯曲而变形以及圆杆横截面在受扭转而变形的过程中,保持为刚性平面,并与变形后的杆件轴线垂直。这一假设使杆的无限自由度问题化为有限自由度问题。

(二)力学分析

对构件进行力学分析,首先应求得构件在外力作用下各截面上的内力。某截面上的内力是指分布在该截面上的力的合力。内力可通过取分离体利用平衡条件来确定。其次应求得构件中的应力和构件的变形。对此,单靠静力学的方法就不够了,还需要研究构件在变形后的几何关系以及材料在外力作用下变形和力之间的物理关系。根据几何关系、物理关系和平衡关系,可以解得物体内的应力、应变和位移。把它们和材料的允许应力、允许变形作比较,即可判断此物体的强度是否符合预定要求。若材料处于多向受力状态,则应根据强度理论来判断强度。

四、杆件变形的基本形式

1. 轴向拉伸或压缩

直杆受到一对大小相等、方向相反、作用线与轴线重合的外力作用时,杆件的变形主要是轴线方向的伸长或缩短,这种变形称为轴向拉伸或压缩,如图 0-5 所示。托架的拉杆和压杆、内燃机中的连杆、桁架的杆件、液压油缸的活塞杆、起吊重物的钢丝绳等的变形,都属于这种情况。主要发生拉伸(压缩)变形的杆件称为拉(压)杆。

2. 剪切

杆件受到一对大小相等、方向相反、作用线相互平行且相距很近的外力作用时,杆件的变形主要是两部分沿外力作用方向发生相对错动,这种变形称为剪切,如图 0-6 所示。机械中常用到的联接件,如螺栓、键、销钉等的变形,都属于这种情况。

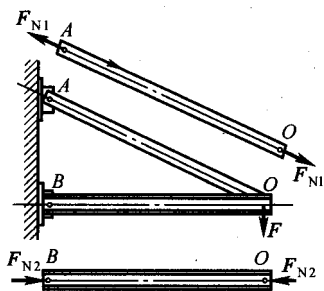


图 0-5

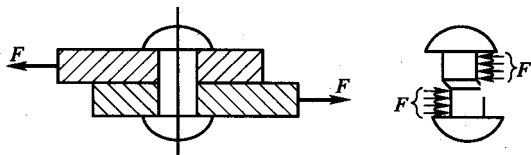


图 0-6

3. 扭转

杆件受到一对大小相等、方向相反、作用面垂直于轴线的力偶作用时,杆的变形主要是任意两个横截面发生绕轴线的相对转动,这种变形称为扭转,如图 0-7 所示。钻探机的钻杆、机器中的传动轴、水轮机的主轴等的变形,都属于这种情况。主要发生扭转变形的杆件称为轴。

4. 弯曲

直杆受到垂直于轴线的横向力或包含轴线的纵向平面内的力偶作用时,杆件的变形主要是轴线由直变弯,这种变形称为弯曲,如图 0-8 所示。桥式起重机大梁、火车轮轴等的变形,都属于这种情况。主要发生弯曲变形的杆件称为梁。

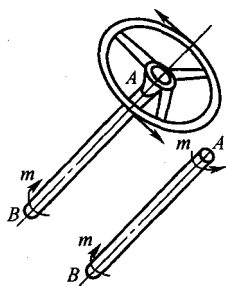


图 0-7

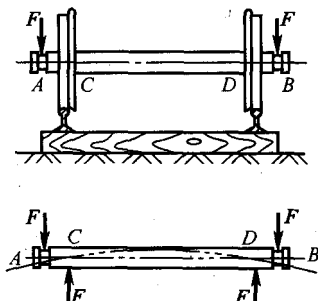


图 0-8

思考题

0-1 建筑力学对变形固体作了哪些基本假设? 假设的依据是什么? 对建筑力学研究问题起到了什么作用?

0-2 建筑中的构件分哪几类? 建筑力学主要研究哪一种杆件?

0-3 杆件有哪几种基本变形? 每种基本变形的特征是什么? 就工程实际和日常生活每种基本变形各举两个实例。

0-4 何谓构件的强度、刚度、稳定性? 就工程实际和日常生活各举两个实例。

0-5 建筑力学的任务是什么? 它能解决工程上哪些方面的问题?

0-6 何谓弹性变形? 何谓塑性变形? 两者的本质区别是什么?

0-7 何谓各向同性材料? 何谓各向异性材料? 何谓正交各向异性材料? 并分别举例说明之。

0-8 在小变形条件下,研究物体的静力平衡等问题时,都可以用原有尺寸代替变形后的尺寸,因此研究变形没有实用价值。这种说法是否正确? 为什么?

第一章

静力学的基本知识

第一节 基本概念

一、力、力的作用效果及力的三要素

1. 力

对力的概念,我们并不陌生,在中学物理中我们就知道相互接触的物体间一定存在力,有施力体就一定有受力体。力产生于人们的实践活动,在劳动中逐渐使人们认识到力是物体间的相互机械作用。这种相互机械作用存在着两种作用形式,一种是有形存在的,我们肉眼能够看到的,即物体间的相互直接接触的作用。例如,用手推车、抛铅球等;另一种是无形存在的,我们不能看到的,即场和物体间的相互作用,例如,电场力、磁场力、重力等。

2. 力的作用效果

作用在物体上的力,可以使物体产生下面两种效应:

(1)外效应:使物体的运动状态发生改变。

(2)内效应:使物体发生变形。

物体运动包括移动和转动,力对物体作用的外效应是使物体的运动状态发生改变,即使物体产生移动效应和转动效应。例如:①静止的小车在力的作用下发生移动。②如图 1-1 所示,物体在力的作用下绕 A 点发生转动。力对物体作用的内效应是使物体发生变形。例如,用手拉橡皮绳,橡皮绳变长。工程力学中,静力学研究的是力对物体作用的外效应,材料力学研究的是力对物体作用的内效应。

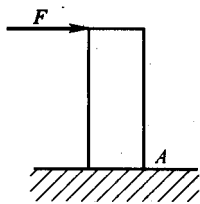


图 1-1

3. 力的三要素

力对物体的作用效果取决于力的三个要素,即力的大小、方向 and 作用点。

(1)力的大小:表示物体之间相互机械作用的强弱程度。例如,用手提一桶水,力小就提不动,力大就能提起来,说明力有大小。力的单位是牛顿(N)或者千牛顿(kN)。

(2)力的方向:包括方位和指向。即力的作用线在空间的方位(角度)以及力的指向(箭头方向)。例如,我们说物体的重力方向是铅垂向下,铅垂是重力的作用线在空间的方位,向下是力的指向。

(3)力的作用点:是指力对物体的作用位置。相互接触的物体存在力,而物体间相互接触的部位总是占有一定的面积,如果接触的面积很小时,就可看成是力作用在物体的一个点上,该点就称为力的作用点。

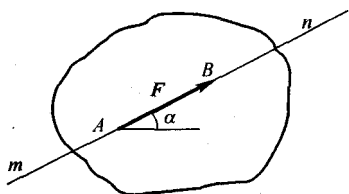


图 1-2

作用于物体一点上的力称为集中力。力是矢量,记作 F 。力的表示方法采用图示法,如图 1-2 所示。图中,力用带箭头的线段 AB 表示;线段 AB 的长度按一定的比例尺表示力的大小;线段 AB 与水平方向成的角度 α 和箭头的指向表示力的方向;作用在物体上力的起点 A 或终点 B 表示力的作用点。线段 AB 所在的直线 $m-n$ 称为力的作用线。

二、刚体 力系 平衡

静力学研究的主要内容是:研究刚体在力系作用下处于平衡的规律。

1. 刚体

在任何外力作用下,大小和形状都保持不变的物体称为刚体。

刚体是不发生变形的物体,而实际中,在力的作用下不发生变形的物体是不存在的,工程中绝大多数构件在力的作用下,都会发生微小的变形,但这种微小的变形在研究力对物体作用的外效应时影响甚微,从而忽略力使物体产生的微小变形,所以,静力学在研究力对物体作用的外效应时,把物体看成刚体。

2. 力系

把作用在物体上的一群力称为力系。

按照力系中各力作用线是否位于同一个平面内,可把力系分为:①平面力系;②空间力系。

按照力系在平面中或空间中各力的作用线的分布情况,可把力系分为:①平面(或空间)汇交力系;②平面(或空间)平行力系;③平面(或空间)一般力系。

汇交力系是指各力的作用线完全汇交于一点的力系;平行力系是指各力的作用线相互平行的力系;一般力系是指各力的作用线既不完全汇交于一点,也不完全平行的力系。

3. 平衡

平衡是指物体相对于地球保持静止或作匀速直线运动的状态。在实际中,工程结构相对于地球一般都保持静止不动,处于平衡状态。

能够使刚体保持平衡的力系称为平衡力系。

三、等效力系 合力 分力

把对物体作用效果相同的两个力系称为等效力系。也就是说一个力系对物体产生的效果完全可以用另一个对物体产生同样效果的力系来代替,这样我们就可把作用在物体上的复杂力系用一个作用效果相同的简单力系来代替。

当一个力与一个力系等效时,该力就称为此力系的合力。而力系中的各个力就称为这个力的分力。

把力系中的各个分力用一个合力来代替,称为力的合成。把合力用若干个分力来代替称为力的分解。力的合成结果只有一个,而力的分解结果却有无数个。

第二节 静力学基本公理

一、作用力与反作用力公理

两个物体间的作用力,总是大小相等,方向相反,沿同一直线分别作用在这两个物体上。

如图 1-3 所示,相互接触的 A、B 两物体,在接触点物体 A 受到物体 B 对它的作用力 F ,同时物体 B 也受到物体 A 对它的作用力 F' , F 与 F' 大小相等,方向相反,沿同一直线分别作用在 A、B 两个物体上。任何两个物体间的作用力都是作用力与反作用力的关系,两者同时存在,同时消失。

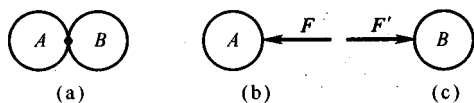


图 1-3

二、二力平衡公理

作用于刚体上的两个力,使刚体保持平衡的充分与必要条件是:这两个力大小相等,方向相反,作用在同一条直线上。如图 1-4 所示,在静止不动的刚体上施加一对大小相等,方向相反,作用在同一条直线上的拉力(F_A 、 F_B)或压力(F_A 、 F_B),刚体还保持平衡状态。二力平衡公理仅适用于刚体,对于变形体则不适用。

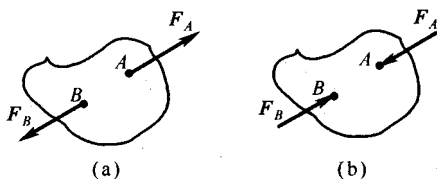


图 1-4

二力平衡公理在工程中最突出的是应用在二力杆和二力构件上。若杆件只在两点受力作用而处于平衡,此杆件称为二力杆,根据二力平衡公理可知,这两个力必通过其作用点的连线,或为拉力,或为压力。若只在两点受力作用而处于平衡的一般物体,我们称为二力构件。二力构件可为折杆、曲杆等。如图 1-5、图 1-6 所示,若杆件在两个端点受到力 F_1 、 F_2 (或 F 、 F') 的作用而处于平衡时, F_1 、 F_2 (或 F 、 F') 必大小相等,方向相反,且在这两个端点的连线上。



图 1-5

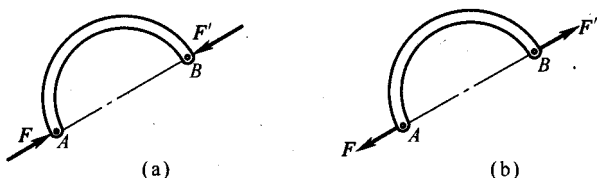


图 1-6

这里应注意,二力平衡公理和作用力与反作用力公理的区别,前者是平衡力,作用在同一物体上;后者是作用力与反作用力,分别作用在两个物体上。

三、加减平衡力系公理

在作用于刚体的任意力系中,加上或减去任何一个平衡力系,都不改变原力系对刚体的作用效应。

平衡力系中的各力等值、反向、共线,其对刚体的作用效应相互抵消。

推论 力的可传性原理

作用于刚体上某点的力,可沿其作用线移动到刚体上的任意一点,并不改变原力对刚体的作用效应。

证明 力 F_A 作用于刚体的某点 A,见图 1-7(a),根据加减平衡力系公理,在 F_A 的作用线上任意一点 B 加上一对平衡力 F_B 及 F'_B ,且使 $F_B = -F'_B = F_A$,不改变原力 F_A 对刚体的作用效果,见图 1-7(b)。这时 F_A 与 F'_B 等值、反向、共线,作

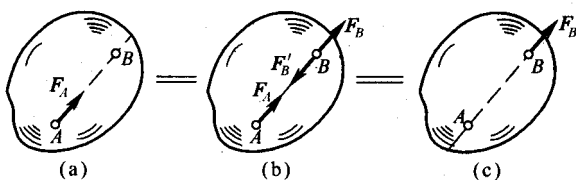


图 1-7

用在同一刚体上,则为平衡力,根据加减平衡力系公理可将其撤去,只剩下作用在 B 点的力 F_B ,见图 1-7(c)。 F_B 与原力 F_A 相等,可看成是力 F_A 沿其作用线由 A 点移动到 B 点的结果。

加减平衡力系公理及力的可传性原理只适合于刚体,不适用于变形体。

四、力的平行四边形公理

作用于刚体上同一点的两个力,可以合成为一个合力,合力也作用于该点,合力的大小和方向由这两个分力为邻边所构成的平行四边形的对角线来表示。其矢量表达式为 $F_R = F_1 + F_2$ 。见图 1-8 所示, F_1 、 F_2 作用于刚体上的 A 点,以 F_1 、 F_2 为边作平行四边形,对角线 F_R 即为分力 F_1 、 F_2 的合力。

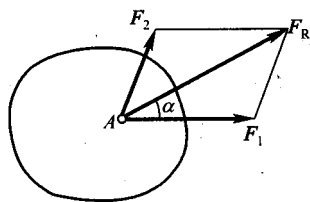


图 1-8

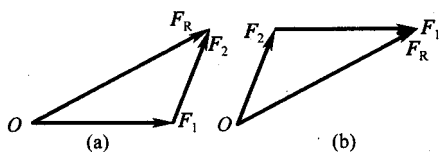


图 1-9

F_R 的大小:是平行四边形对角线的长。

F_R 的方向:方位是 F_R 与 F_1 的夹角 α ,指向沿对角线方向,或指向或背离。

F_R 的作用点:与分力 F_1 、 F_2 共点。

为了作图方便,只画出平行四边形的一半,三角形即可,见图 1-9 所示。

在实际计算过程中,为了方便起见,常常把一个合力分解成水平和竖直方向的两个分力。见图 1-10 所示,把合力 F 分解为沿 x 轴和 y 轴方向上的两个分力 F_x 和 F_y ,其分力大小为

$$\begin{cases} F_x = F \cdot \cos \alpha \\ F_y = F \cdot \sin \alpha \end{cases} \quad (1-1)$$

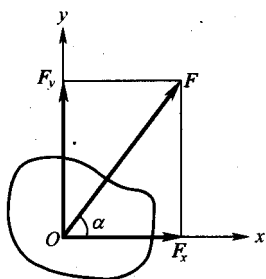


图 1-10

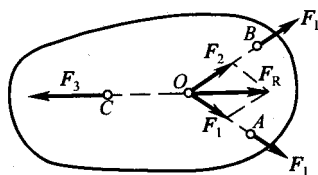


图 1-11

推论 三力平衡汇交定理

一个刚体受不平行三个力的作用而平衡时,此三个力的作用线必共面且汇交于一点。

证明 如图 1-11 所示,在刚体 A 、 B 、 C 三点分别作用着三个互不平行的三个力 F_1 、 F_2 、 F_3 ,根据力的可传性原理,将 F_1 、 F_2 移动到其作用线的汇交点 O ,根据力的平行四边形法则得出合力 F_R ,则 F_R 对刚体的作用效果等效于 F_1 、 F_2 对刚体共同作用的效果,若刚体保持平衡,则力 F_3 与 F_R 是平衡力,等值、反向、共线,则 F_3 的作用线必通过 O 点且与 F_1 、 F_2 共面。

三力平衡汇交定理的作用一般用来确定刚体在三个不平行力的作用下处于平衡时,在仅知道其中两个力的方向时,用来判断出另外一个未知力的方向。

三力平衡汇交定理的逆定理不成立。

第三节 荷 载

在工程结构中任何结构或构件都在起着承受和传递力的作用,无论是来自自身的还是外界的力,凡是能主动引起物体运动或使物体有运动趋势的力,都称为主动力,就像构件自重、风力、撞击力等,我们把这些作用在工程结构上的主动力称为荷载。

一、荷载的分类

工程实际中的荷载,按其作用在结构上的时间长短和性质,可分为三类,即永久荷载、可变荷载、偶然荷载。

1. 永久荷载

永久荷载也称恒荷载,是指在结构的寿命期内,其值不随时间变化,或其变化与平均值相比可忽略不计的荷载,例如,结构自重、土压力等等。

2. 可变荷载

可变荷载也称活荷载,是指在结构的寿命期内,其值随着时间发生变化,且变化程度与平均值相比不可以忽略的荷载。这种可变荷载可能时刻在随着时间发生变化,例如,吊车荷载、汽车荷载。可变荷载也可能有时存在、有时消失,北方地区屋面上的雪荷载随着季节的变化存在或消失。

3. 偶然荷载

偶然荷载是指在结构的寿命期内不一定出现,而一旦出现则量值很大,且持续时间很短的荷载,例如,地震力、爆炸力、撞击力等。

二、荷载的简化

作用在工程结构上的荷载是各种各样的复杂荷载,力学上必须切合实际的将其进行简化,简化成力学计算简图上的荷载,而荷载最终简化的结果有三种,即集中荷载、分布荷载、集中力偶。

1. 集中荷载

集中荷载也称集中力,当作用在结构上的荷载其分布的面积和结构尺寸相比很小时,可看成荷载作用在结构的某点上,而作用于物体一点上的荷载我们称为集中荷载。例如,吊车的轮压、次梁传给主梁的力等都可看成是集中荷载。用箭线 $\downarrow$ 表示,其单位一般为牛顿(N)或者千牛顿(kN)。

2. 分布荷载

分布荷载是指满布在结构某一表面上的荷载。

如果作用在结构一定范围内分布荷载的大小和方向都处处相同,称为均匀分布荷载,也称均布荷载。均布荷载包括线均布荷载和面均布荷载。例如,梁的自重是沿每米长度均匀分布的,称为均布荷载,用 q 表示,单位为“ kN/m ”或“ N/m ”。又如楼面的自重,是按每单位面积均匀分布的,称为面均布荷载,单位“ kN/m^2 ”或“ N/m^2 ”。

如果作用在结构一定范围内分布荷载的大小和方向分布不是处处相同时,称为非均匀分布荷载。非均匀分布荷载包括呈线性分布和非线性分布两种。工程上常见的有呈三角形规律变化和梯形规律变化的分布荷载。例如水压力的的大小随着深度的增加而增大,呈三角形线性分布。

均布荷载可以合成为一个合力,如图 1-12 所示。



图 1-12

三角形荷载可以合成为一个合力,如图 1-13 所示。

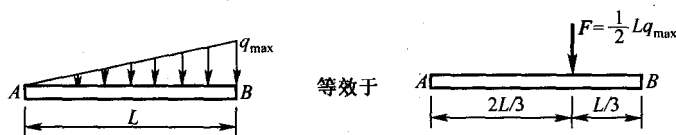


图 1-13

梯形荷载可分解成均布荷载和三角形荷载,再分别按照上述情况各合成为一个合力,如图 1-14 所示。

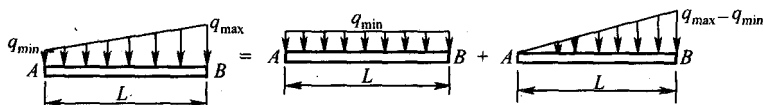


图 1-14

3. 集中力偶

集中力偶是使物体产生转动效应的荷载,具体详见本章第五节。

第四节 力 矩

一、力对点力矩

人类很早以前在生产实践中就认识了杠杆,并利用杠杆原理创造了很多服务于生产和生活的装置。在公园中,我们常见到这样一个装置,如图 1-15 所示。在座位的 A 点施加一个力 F ,装置将绕着轴 O 转动起来,就是说,力使装置产生了转动效应,转动的效果与力 F 的大小以及轴 O 到力 F 作用线的垂直距离 d 有关。当保持 d 不变时,力 F 越大,此装置转动得就越快;当保持力 F 不变时, d 越大,装置转动得也越快;当保持装置的转动效应(转速)不变时, d 值越大就越省力;当改变力的作用方向时,则装置的转动方向也随之改变。说明装置的转动效应与力 F 及 d 值成正比。用 $M_O(F)$ 表示装置的转动效应,称为力矩,则

$$M_O(F) = \pm F \cdot d \quad (1-2)$$

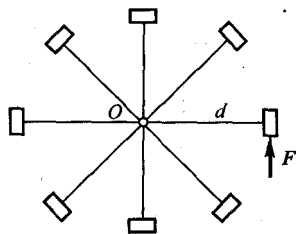


图 1-15

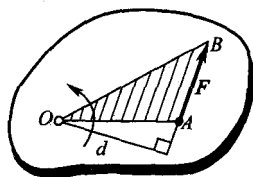


图 1-16