




世纪高等教育工程管理系列规划教材

# 建筑力学

刘成云 主编  
徐道远 主审

 机械工业出版社  
CHINA MACHINE PRESS



21 世纪高等教育工程管理系列规划教材

# 建 筑 力 学

主 编 刘成云

副主编 李广军 顾爱军

参 编 何结兵 刘 香 刘书智 王琳鸽

主 审 徐道远

机 械 工 业 出 版 社

本书系统地阐明了建筑力学的基本理论与计算方法。全书内容包括绪论、力的概念与物体的受力分析、平面汇交力系与平面力偶系、平面任意力系、空间力系、杆件的内力、基本变形杆件的应力与变形、基本变形杆件的强度与刚度、应力状态和强度理论、组合变形、杆件的应力分析与强度计算、压杆稳定、静定结构的内力、静定结构的位移、超静定结构、影响线。各章均附有复习思考题、习题。书后还附有平面图形的几何性质、型钢表以及习题参考答案。

本书适合作为工程管理、建筑学等土建类非结构专业的教材，也可作为工程管理从业人员的学习参考书。

### 图书在版编目(CIP)数据

建筑力学/刘成云主编. —北京:机械工业出版社,  
2005.9

(21世纪高等教育工程管理系列规划教材)

ISBN 7-111-17498-4

I. 建... II. 刘... III. 建筑力学—高等学校—教材 IV. TU311

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 113111 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑:冷彬 版式设计:冉晓华 责任校对:陈延翔

封面设计:张静 责任印制:陶湛

北京铭成印刷有限公司印刷

2006年1月第1版第1次印刷

1000mm×1400mm B5·13.625印张·529千字

定价:30.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

本社购书热线电话(010)68326294

封面无防伪标均为盗版

# 序

随着 21 世纪我国建设进程的加快，特别是经济的全球化大发展和我国加入 WTO，国家工程建设领域对从事项目决策和全过程管理的复合型高级管理人才的需求逐渐扩大，而这种扩大又主要体现在对应用型人才的需求上。这使得高校工程管理专业人才的培养面临新的挑战与机遇。

工程管理专业是教育部将原有本科专业目录中的建筑管理工程、国际工程管理、投资与工程造价管理、房地产经营管理(部分)等专业进行整合后，设置的一个具有较强综合性和较大专业覆盖范围的新专业。应该说，该专业的建设与发展还需要不断地改革与完善。

为了能更有利于推动工程管理专业教育的发展及专业人才的培养，机械工业出版社组织编写了一套该专业的系列教材。鉴于该学科的综合性和交叉性以及近年来工程管理理论与实践知识的快速发展，本套教材本着“概念准确、基础扎实、突出应用、淡化过程”的编写原则，力求做到既能够符合现阶段该专业教学大纲、专业方向设置及课程结构体系改革的基本要求，又可满足目前我国工程管理专业培养应用型人才目标的需要。

本套教材的编写，在总结以往教学经验的基础上注重突出以下几个特点：

(1) 专业的融合性 工程管理专业是个多学科的复合型专业，根据国家提出的“宽口径、厚基础”的高等教育办学思想，本套教材按照该专业指导委员会制定的四个平台课程的结构体系方案，即土木工程技术平台课程及管理学、经济学和法律专业平台课程来规划配套。编写时注意不同的平台课程之间的交叉、融合，不仅有利于形成全面



的教学体系，同时可以满足于不同类型、不同专业背景的院校开办工程管理专业的教学需要。

(2) 知识的系统性、完整性 因为工程管理专业人才是在国内外工程建设、房地产、投资与金融等领域从事相关管理工作，同时可能是在政府、教学和科研单位从事教学、科研和管理工作的复合型高级工程管理人才，所以本套教材所包含的知识点较全面地覆盖了不同行业工作实践中需要掌握的各方面知识，同时在组织和设计上也考虑了相邻学科与有关课程的关联与衔接。

(3) 内容的实用性 教材编写遵循教学规律，避免大量理论问题的分析和讨论，提高可操作性和工程实践性，特别是紧密结合了工程建设领域实行的工程项目管理注册制的内容，与执业人员注册资格培训的要求相吻合，并通过具体的案例分析和独立的案例练习，使学生能够在建筑施工管理、工程项目评价、项目招投标、工程监理、工程建设法规等专业领域获得系统深入的专业知识和基本训练。

(4) 教材的创新性与时效性 本套教材及时地反映工程管理理论与实践知识的更新，将本学科最新的技术、标准和规范纳入教学内容，同时在法规、相关政策等方面与最新的国家法律法规保持一致。

我们相信，本套系列教材的出版将对工程管理专业教育的发展及高素质的复合型工程管理人才的培养起到积极的作用，同时也为高等院校专业教育资源和机械工业出版社的深入结合，实现相互促进、共同发展的良性循环奠定基础。

# 前 言

本书为 21 世纪高等教育工程管理系列规划教材之一。

本教材涵盖了静力学、材料力学以及结构力学的主要内容。教材编写过程中坚持“重基本理论、基本概念，淡化过程推导，突出工程应用”的宗旨。本教材特别注意了基本概念、基本理论和基本方法的讲述，与工程实际联系较密切，较好地体现了应用型教材的特点。在内容的叙述上力求做到文字简练，概念准确；注意了循序渐进，逐步加深，便于进行启发式、互动式课堂教学。各章都选配有适当的例题、复习思考题和习题，便于读者复习巩固、掌握要点。

本教材适用于工程管理专业及土建类非结构专业的建筑力学课程，适合于 64 学时(4 学分)~88 学时(5.5 学分)使用。

本教材组织了具有丰富教学经验的教师编写而成，参加编写工作的有：扬州大学刘成云(绪论、第 2 章、第 3 章、第 4 章、第 10 章、附录 B、附录 C)；佳木斯大学李广军(第 13 章、附录 A)；扬州大学顾爱军(第 1 章、第 5 章、第 8 章)；扬州大学何结兵(第 6 章、第 7 章、第 9 章)；内蒙古科技大学刘香(第 14 章)；内蒙古科技大学刘书智(第 12 章)；平顶山工学院王琳鸽(第 11 章)。全书由刘成云担任主编，李广军、顾爱军担任副主编。

本书特邀请河海大学博士生导师徐道远教授担任主审，徐道远教授对本教材提出了许多宝贵的审稿意见，在此特向他表示衷心的感谢。

在编写过程中编者参阅了有关专家、学者的一些教材及文献，吸取了它们的许多长处，谨在此表示诚挚的感谢。

由于编者水平所限，本书一定有不妥和疏漏之处，敬请读者批评指正。

编 者

## 主要符号表

符 号	含 义	符 号	含 义
$A$	面积	$W$	功, 体系的计算自由度
$D, d$	直径	$W_y, W_z$	弯曲截面系数
$E$	弹性模量	$W_p$	扭转截面系数
$F$	集中力	$w$	挠度
$F_P$	重力, 荷载	$X$	力法基本未知量
$f_s$	静摩擦因素	$\alpha$	线膨胀系数
$f$	动摩擦因素	$\gamma$	切应变
$F_{bs}$	挤压力	$\Delta$	位 移
$F_{cr}$	临界力	$\Delta l$	伸长(缩短)变形
$F_f$	静摩擦力	$\delta$	厚度, 延伸(或伸长)率, 虚位移, 柔度系数
$F_N$	法向反力, 轴力	$\varepsilon$	线应变
$F_Q$	剪力	$\varepsilon_u$	极限应变
$G$	切变模量	$\theta$	横截面转角, 单位长度相 对扭转角, 体积应变
$I_y, I_z$	惯性矩	$\kappa$	弯曲应变
$I_P$	极惯性矩	$\lambda$	柔度, 截面形状系数
$I_{yz}$	惯性积	$\mu$	长度因数
$i$	线刚度	$\nu$	泊松比
$i_y, i_z$	惯性半径	$\sigma$	正应力
$k$	刚度系数	$\sigma_b$	强度极限
$M, M_y, M_z$	力偶矩, 弯矩	$\sigma_{bs}$	挤压应力
$M_x$	扭矩	$\sigma_c$	压应力
$M_e$	外力偶矩	$\sigma_{cr}$	临界应力
$n$	安全因素, 转速	$\sigma_e$	弹性极限
$n_{st}$	稳定安全因素	$\sigma_p$	比例极限
$p$	总应力, 压强	$\sigma_r$	相当应力
$P$	功率	$\sigma_s$	屈服极限
$q$	分布荷载集度	$\sigma_t$	拉应力
$R, r$	半径	$\sigma_u$	极限应力
$S_y, S_z$	面积矩(静矩)	$[\sigma]$	许用正应力
$T$	扭转外力偶矩	$\tau$	切应力
$t$	时间, 温度	$[\tau]$	许用切应力
$V_e$	应变能	$\varphi$	相对扭转角, 折减因数
$\nu_d$	畸变能密度	$\varphi_m$	摩擦角
$\nu_v$	体积改变能密度		
$\nu_e$	应变能密度		

# 目 录

序	
前言	
主要符号表	
绪论	1
第 1 章 力的概念与物体的受力分析	5
1.1 力的概念	5
1.2 静力学公理	7
1.3 约束和约束反力	9
1.4 物体的受力分析和受力图	14
复习思考题	16
习题	17
第 2 章 平面汇交力系与平面力偶系	19
2.1 平面汇交力系合成与平衡的几何法	19
2.2 平面汇交力系合成与平衡的解析法	22
2.3 力对点的矩	27
2.4 平面力偶理论	30
复习思考题	34
习题	35
第 3 章 平面任意力系	39
3.1 平面任意力系的简化	39
3.2 平面任意力系的平衡	47
3.3 物体系统的平衡	53
3.4 考虑摩擦时物体的平衡	58
复习思考题	65
习题	66
第 4 章 空间力系	71
4.1 力沿空间直角坐标轴的分解与投影	71
4.2 空间汇交力系的平衡	74
4.3 力对轴的矩·力偶矩的矢量表示	75
4.4 空间任意力系的平衡	78



4.5 物体的重心 .....	82
复习思考题 .....	86
习题 .....	87
<b>第5章 杆件的内力</b> .....	<b>90</b>
5.1 杆件变形的基本形式 .....	90
5.2 轴力与轴力图 .....	92
5.3 扭矩与扭矩图 .....	96
5.4 梁的内力与内力图 .....	99
复习思考题 .....	112
习题 .....	113
<b>第6章 基本变形杆件的应力与变形</b> .....	<b>117</b>
6.1 变形固体基本假设及基本概念 .....	117
6.2 轴向拉压杆件的应力和变形 .....	120
6.3 扭转杆件的应力和变形 .....	132
6.4 平面弯曲杆件的应力和变形 .....	141
复习思考题 .....	163
习题 .....	164
<b>第7章 基本变形杆件的强度与刚度</b> .....	<b>170</b>
7.1 基本概念 .....	170
7.2 拉压杆件的强度计算 .....	172
7.3 扭转杆件的强度和刚度计算 .....	173
7.4 梁的强度和刚度计算 .....	175
7.5 剪切变形和联接件的强度计算 .....	182
复习思考题 .....	188
习题 .....	188
<b>*第8章 应力状态和强度理论</b> .....	<b>192</b>
8.1 应力状态的概念 .....	192
8.2 平面应力状态分析 .....	193
8.3 三向应力状态的最大应力 .....	201
8.4 广义胡克定律 .....	202
8.5 应变能和应变能密度 .....	204
8.6 强度理论 .....	206
复习思考题 .....	211
习题 .....	211
<b>第9章 组合变形杆件的应力分析与强度计算</b> .....	<b>215</b>



9.1	基本概念与工程实例	215
9.2	斜弯曲	216
9.3	轴向拉压与弯曲的组合变形	219
9.4	偏心压缩(拉伸)	221
9.5	截面核心	224
*9.6	弯曲与扭转的组合	226
	复习思考题	229
	习题	229
<b>第10章</b>	<b>压杆稳定</b>	<b>233</b>
10.1	概念与工程实例	233
10.2	细长压杆的临界压力	234
10.3	欧拉公式的适用范围·临界应力总图	237
10.4	压杆的稳定计算	242
10.5	提高压杆稳定性的措施	248
	复习思考题	249
	习题	249
<b>第11章</b>	<b>静定结构的内力</b>	<b>251</b>
11.1	结构的计算简图	251
11.2	平面杆系结构的分类	255
11.3	平面体系的几何组成分析	256
11.4	静定平面刚架	266
11.5	静定平面桁架	276
11.6	三铰拱	282
11.7	静定结构的特性	289
	复习思考题	291
	习题	292
<b>第12章</b>	<b>静定结构的位移</b>	<b>297</b>
12.1	位移计算概述	297
12.2	虚功原理·结构位移计算的一般公式	298
12.3	静定结构由荷载引起的位移	302
12.4	图乘法	308
12.5	静定结构由支座移动和温度改变引起的位移	314
12.6	互等定理	318
	复习思考题	320
	习题	321

<b>第 13 章 超静定结构</b> .....	325
13.1 超静定结构的一般概念 .....	325
13.2 力法基本原理与力法的典型方程 .....	328
13.3 力法计算举例 .....	335
13.4 对称性的利用 .....	342
13.5 等截面单跨超静定梁的杆端内力 .....	350
13.6 位移法基本原理与位移法典型方程 .....	353
13.7 位移法计算举例 .....	360
13.8 超静定结构的特性 .....	370
复习思考题 .....	372
习题 .....	372
<b>* 第 14 章 影响线</b> .....	376
14.1 影响线的概念 .....	376
14.2 静力法作单跨静定梁的影响线 .....	377
14.3 机动法作静定梁的影响线 .....	383
14.4 影响线的应用 .....	386
14.5 简支梁的内力包络图 .....	389
复习思考题 .....	390
习题 .....	391
<b>附录</b> .....	392
<b>附录 A 平面图形的几何性质</b> .....	392
A.1 截面的面积矩和形心的位置 .....	392
A.2 截面的惯性矩、极惯性矩、惯性积、惯性半径 .....	394
A.3 平行移轴公式和转轴公式 .....	396
A.4 截面的主惯性轴和主惯性矩 .....	398
习题 .....	400
<b>附录 B 型钢表</b> .....	402
<b>附录 C 习题参考答案</b> .....	414
<b>参考文献</b> .....	424

# 绪 论

## 1. 建筑力学的研究对象

建筑力学的研究对象为建筑结构及其构件。

建筑结构如厂房、桥梁、闸、坝、电视塔等，是由工程材料制成的构件(如梁、柱等)按合理方式连接而成，它能承受和传递荷载，起骨架作用。而其中结构的各组成部分称为构件。结构一般是由多个构件连结而成，如桁架、框架等。最简单的结构则是单个构件，如单跨梁、独立柱等。

结构按其几何特征可分为三类：

(1) **杆系结构** 长度方向的尺寸远大于横截面上两个方向尺寸的构件称为杆件。由若干杆件通过适当方式相互连接而组成的结构体系称为杆系结构。例如：刚架、桁架等。

(2) **板壳结构** 也可称为薄壁结构，是指厚度远小于其他两个方向上尺寸的结构。其中：表面为平面形状者称为板；为曲面形状者称为壳(见图 0-1)。例如一般的钢筋混凝土楼面均为平板结构，一些特殊形体的建筑，如：悉尼歌剧院的屋面及一些穹形屋顶就为壳体结构。

(3) **实体结构** 也称块体结构，是指长、宽、高三个方向尺寸相仿的结构。如：重力式挡土墙(见图 0-2)、水坝、建筑物基础等均属于实体结构。



图 0-1 壳体结构

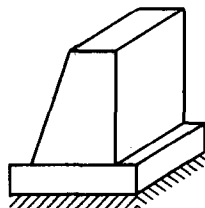


图 0-2 实体结构

组成结构的构件大多数可以视为杆件，如图 0-3 所示的厂房结构中组成屋架的构件以及梁和柱都是一些直的杆件。杆系结构可以分为平面杆系结构和空间杆系结构两类。凡组成结构的所有杆件的轴线都在同一平面内，并且荷载也作用于该平面内的结构，称为**平面杆系结构**。否则，为**空间结构**。对于空间结构，在进行计算时，常可根据其实际受力情况，将其分解为若干平面结构来分析，使计算得以简化。本书研究的对象主要是杆件及平面杆系结构。



## 2. 建筑力学的任务

建筑结构在承受荷载的同时还会受到支撑它的周围物体的反作用力，这些荷载和周围物体的反作用力都是建筑结构受到的外力。一般情况，结构在外力作用下，组成结构的各个构件都将受到力的作用，并且产生相应的变形。如房屋中的梁要承受楼板传给它的重力，同时还要受到支撑这个梁的柱子的反作用力，在这些力的共同作用下梁会产生一定的弯曲变形。如果构件受到的力太大，将会导致构件及整个建筑结构的破坏。

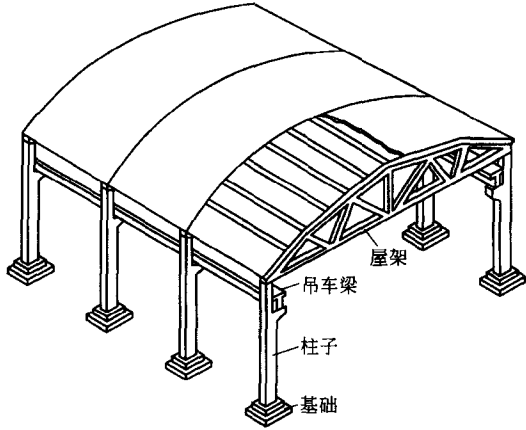


图 0-3 厂房结构

结构物若能正常工作，不被破坏，就必须保证在荷载作用下，组成结构的每一个构件都能安全、正常地工作。因此，结构物及其构件在力学上必须满足以下的要求：

1) 结构各构件之间以及结构整体与支承结构的基础之间不发生相对运动，使结构能承受荷载并维持平衡。

2) 构件必须具有足够的强度。所谓**强度**，是指构件抵抗破坏的能力。任何构件在正常工作情况下都不允许破坏，这就要求构件必须具有足够的强度。例如厂房中的吊车梁，在吊车起吊重物时可能因强度不足而发生弯曲断裂，这显然是不允许的。因此，在设计梁时就要保证它在正常工作情况时不会发生破坏。

3) 构件必须具有足够的刚度。所谓**刚度**，是指构件抵抗变形的能力。结构构件仅仅满足强度要求是不够的，如果变形太大，也会影响其正常工作和使用。例如在吊车起吊重物时，吊车梁产生的弯曲变形太大，就会影响吊车沿吊车梁行走；屋面上的檩条变形过大时，就会引起屋面漏水。因此，构件在外力作用下，所发生的变形需要限制在正常工作所容许的范围内，即构件必须具有足够的刚度。

4) 构件必须具有足够的稳定性。所谓**稳定性**，是指构件保持原有平衡形态的能力。有些构件在荷载作用下，其原有的平衡形态不能保持。可能丧失“稳定性”。例如图 0-4 所示的细长中心受

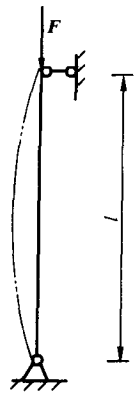


图 0-4 细长中心受压杆

压杆件，当压力  $F$  不太大时，它可以保持原有直线形态的平衡，这时杆件的平衡是稳定的。当压力  $F$  超过一定限度时，它就不能继续保持原有直线形态的平衡，而会突然从原来的直线形状变成弯曲形状，从而改变它原来中心受压的工作性质，导致构件丧失正常工作能力，这种现象称为丧失稳定（简称失稳）。显然，构件在外力作用下，必须能够始终保持原有的受力平衡形态，即具有足够的稳定性。

要满足第一个要求，除了作用于结构上的所有外力所构成的力系必须满足静力学的平衡条件以外，结构中的各构件还必须以合理的方式进行组合，结构与基础之间需以适当的方式进行连接。要满足强度、刚度及稳定性的要求，一般来说，可以为构件选用较好的材料和较大的截面尺寸，但是，这样又可能造成材料浪费和结构笨重。可见，安全与经济以及安全与重量之间存在矛盾。所以，如何合理地选用材料，如何恰当地确定构件的截面形状和尺寸，就成为构件设计中的重要问题。因此，建筑力学的主要任务是研究力系的简化和力系的平衡问题；研究结构的几何组成规则；研究结构及其构件的强度、刚度、稳定性的问题，在既安全又经济的原则下为结构构件设计提供必要的理论基础和计算方法。

### 3. 刚体与变形体的概念

所谓刚体是指无论受到什么样的力作用，其形状和大小都不会改变的物体。换句话说，刚体是指在任何情况下，物体内任意两点间的距离都不会改变的物体。这是一个理想化的力学模型。

事实上刚体是不存在的，任何固体都具有可变形性质，在受到力的作用时，都将发生不同程度的变形，所以又称为变形固体（简称变形体）。如房屋结构中的梁和柱，在受力后将分别产生弯曲变形和压缩变形。

在研究、分析力系的简化和力系的平衡问题时，我们往往将所研究的对象视为刚体，使问题的研究大为简化。这是因为构件的变形对于研究力系的简化和力系的平衡问题影响甚微，可略去不计，将其视为刚体。但是在研究构件的强度、刚度和稳定性方面的问题时，就需要与这些构件在荷载作用下的变形相联系，构件的变形虽然非常微小仍不能忽略，必须把它们看作变形体。另外，在对某些工程结构进行计算时，如果不考虑它们的变形，而仍使用刚体这一力学模型，则问题将成为不可解的。

### 4. 建筑力学的特点及学习方法

本书的主要内容为：第1章~第4章主要研究物体受力分析的基本方法、力系的简化和力系的平衡条件，这部分内容在力学上可归结为刚体静力学；第5章~第10章主要研究杆件的内力、强度、刚度及稳定性的计算问题，这部分内



容在力学上可归结为材料力学；第 11 章～第 14 章主要介绍静定结构(由静力平衡条件可以求解的结构)的内力和位移的计算以及超静定结构(不能完全由静力平衡条件求解的结构)的计算，这部分内容在力学上可归结为结构力学。

不难看出建筑力学内容的主线：分析和计算结构及其构件所受的外力→分析和计算静定结构及其构件的内力→杆件的强度、刚度及稳定性的计算→超静定结构的计算。由此可见建筑力学的主要特点：

(1) 内容的系统性比较强 由于内容的系统性较强，后面的内容总是以前面的为基础，因此，在学习过程中要及时掌握所学的概念、原理和方法。

(2) 与工程实际的联系比较密切 建筑力学必然会涉及到如何将工程实际问题上升到理论上进行研究，在理论分析时又如何考虑实际问题的情况等。例如，如何将实际的结构连同其所受荷载和支承等简化为可供计算的“力学模型”；在分析和计算时要考虑实际存在的主要因素以及设计建造上的方便性和经济性，等等。因此，读者需要多多注意观察工程上常遇到的一些结构，尝试用建筑力学方法去分析问题。

(3) 概念和公式较多 建筑力学中的基本概念，对于理解内容、分析问题及正确运用基本公式，以至于对今后从事工作时如何分析实际问题，都是很重要的，必须引起足够的重视。建筑力学中运算的工作量较大，公式不少，但基本的公式并不太多。只要能正确理解基本公式，用前后联系、互相对比的方法去学习，并多做思考题和习题，就能够做到融会贯通，掌握这些公式。在学习时切不可只满足于背条文、代公式、囫圇吞枣、不求甚解。做题也要避免各种弊病：不看书，不复习，埋头作题；只会对答数，不会自己校核；错题不改正，不会从中吸取教训等。

只要读者认真学习，勤思多练，善于发现问题，注意培养自己分析和解决问题的能力，同时注意培养一定的计算能力，就一定能学好这门课程。

## 第 1 章

# 力的概念与物体的受力分析

### 1.1 力的概念

#### 1.1.1 力

力是物体间的相互机械作用，这种作用使物体的运动状态发生变化，或使物体产生变形。

从力的定义可以看出，力对物体可以产生两种效应，即**运动效应**和**变形效应**。运动效应(或称为外效应)是指力使物体运动状态发生改变，变形效应(或称为内效应)是指力使物体形状和尺寸发生改变。

力对物体的作用效应决定于力的三要素：大小、方向和作用点。

力的三要素可以通过一个矢量来表示，记为粗体字母  $F$ 。当作图表示时，用线段的长度(按所定的比例尺)表示矢量的大小，用箭头表示矢量的指向，用箭尾或箭头表示该力的作用点，如图 1-1 所示。

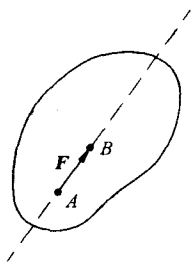


图 1-1 力的三要素

度量力的大小通常采用国际单位制(SI)，力的单位用牛顿(N)或千牛顿(kN)表示。

#### 1.1.2 力的分类

在建筑力学中，通常将作用在物体上的力分为两大类，一类是使物体运动或使物体有运动趋势的**主动力**，如结构自重、作用在结构上的土压力、风压力等；另一类是阻碍物体运动的**被动力**，被动力又称为**约束反力**，如结构受基础的支持力。





通常把作用在结构上的主动力称为荷载,根据《建筑结构设计统一标准》及《建筑结构荷载规范》,作用在结构上的荷载可按下列原则分类:

### 1. 按荷载作用在结构上的分布情况划分

(1) **分布力** 指分布作用于物体体积内或物体表面上的荷载,前者称为**体力**,与物体体积有关,如重力;后者称为**面力**,由物体之间的接触来传递,如土压力、雪压力、风压力、人作用于楼板上的力等。当分布力的作用线彼此平行时,称为**平行分布力**。平行分布力若沿着一狭长范围分布,则称为**线分布力**,如梁的重力可简化为沿梁轴线分布的线分布力。单位长度或单位面积上所受的力,称为分布力在该处的**集度**。如果分布力的集度处处相同,则称为**均布力**或**均布荷载**;否则就称为**非均布力**或**非均布荷载**。

(2) **集中力** 作用在结构上的荷载一般总是分布在一定的面积上,当分布面积相对小到可以不计其大小时,就抽象成为一个点,作用于这一点的力称为**集中力**。

### 2. 按荷载作用时间的长短划分

(1) **恒载(永久荷载)** 是长期作用在结构上的不变荷载。如结构自重以及永久固定在结构上的设备重量等。

(2) **活载(可变荷载)** 是临时作用在结构上的可变荷载。如:人群、风、雪、吊车荷载等。在具体进行结构计算时,通常把恒荷载及有些活载(如人群、风雪荷载)在结构上的作用位置被视作是固定的,这类荷载又称为**固定荷载**。有些活载(如吊车、列车荷载)在结构上的作用位置是可动的,这类荷载又称为**移动荷载**。

### 3. 按荷载作用的性质划分

(1) **静力荷载** 静力荷载的大小、位置和方向不随时间而变化或变化极为缓慢。荷载的加载过程比较缓慢,不会使结构产生显著的加速度,因而加速度的影响可以忽略。如:结构自重就是静力荷载。

(2) **动力荷载** 动力荷载是随时间迅速变化,使结构或构件产生不可忽略的加速度的荷载。如地震、设备震动引起的荷载等。

## 1.1.3 力系

力系是指作用在物体上的一群力。若两个力系对同一物体产生的运动效应相同,则此二力系互为**等效力系**。如果用一个简单力系等效地替换一个复杂力系,则称为**力系的简化**。若一个力与一个力系等效,则该力称为此力系的**合力**,而力系中各个力则称为**分力**。若作用在物体上的力系使物体处于平衡状态,则该力系称为**平衡力系**。