

历史建筑技术自学、培训丛书

房屋建筑力学

刘光栋 洪范文 彭绍佩 编著

湖南科学技术出版社

门富有实践经验的一些高级工程师编写。

本书为丛书的第三分册，其中第一、九、十一、十二、十三章由刘光栋同志编写；第十、十四、十五、十六、十七章由洪范文同志编写；第二、三、四、五、六、七、八章由彭绍佩同志编写。全书插图由王秀珍、郭宾同志描绘。书中不当之处，敬希读者指正。

湖南科学技术出版社

房屋建筑技术自学、培训丛书

房屋建筑力学

刘光栋 洪范文 彭绍佩编著

责任编辑：陈增林

*

湖南科学技术出版社出版

(长沙市展览馆路8号)

湖南省新华书店发行 湖南省新华印刷二厂印刷

*

1987年2月第1版第1次印刷

开本：787×1092毫米 1/32 印张：17.625 字数：398,000

印数：1—21,100

ISBN 7-5357-0023-3/TU·3

统一书号：15204·187 定价：3.35元

湘目85—16

房屋建筑技术自学、培训丛书

自学建筑技术的良师益友

广大建筑人员的技术向导

农村建筑队伍的培训课本

函授建筑专业的适当教材

出版说明

近年来，随着四化建设的进展，我国城乡的房屋建筑，无论从数量和规模来讲，都处于空前的发展之中。房屋建筑力量不断扩充，特别是乡镇建筑队伍，更在纷纷兴起，迅速成长和壮大。

为了提高技术业务水平，适应形势发展的需要，房屋建筑队伍的广大从业人员，迫切希望通过自学或进修等方式，较快地系统学习和掌握房屋建筑技术。许多房屋建筑单位，为了保证工程质量，提高竞争能力，也纷纷设法想使职工通过讲习班、培训班、函授班等形式，来提高职工的技术素质。这样，在全国就出现了一个大量需要适合于自学、培训及函授之用的房屋建筑技术书籍的问题。

为了满足这方面的需要，我们特意组织编辑出版这套《房屋建筑技术自学、培训丛书》。它们是一套较全面、系统的房屋建筑技术丛书，共计十四本，书名依次为：

- 《房屋建筑基础知识》
- 《房屋建筑制图》
- 《房屋建筑力学》
- 《房屋建筑材料》
- 《房屋建筑测量》
- 《房屋地基与基础》
- 《房屋建筑设计之一——建筑设计》
- 《房屋建筑设计之二——结构设计》
- 《房屋建筑设计之三——水、电、暖、通设计》
- 《房屋建筑预算造价》
- 《房屋建筑材料试验》
- 《房屋建筑机械》
- 《房屋建筑施工》
- 《房屋建筑施工管理》

由于全套丛书在编写过程中都注意了贯彻实用、深入浅出和尽量附图说明的原则，因此，它们适合于广大房屋建筑技术人员在工作中参考，特别适合于具有高中文化水平的中、初级建筑技术、业务人员自学，以及作为房屋建筑专业的短期培训或函授教材。

丛书各册主要由湖南大学土木系富有教学经验的一些教授、讲师编写，有几分册则由建筑设计院和施工部

目 录

第一章 绪论	(1)
第一节 《房屋建筑力学》的研究对象和任务	(1)
第二节 《房屋建筑力学》的基本内容	(3)
第二章 力、结构计算简图和受力图	(6)
第一节 有关力的基本知识	(6)
第二节 结构计算简图的概念	(13)
第三节 构件或结构的受力图	(27)
第三章 平面汇交力系	(34)
第一节 平面汇交力系的合成	(35)
第二节 平面汇交力系的平衡条件及其应用	(41)
第四章 力矩、力偶、重心	(49)
第一节 力矩、合力矩定律	(49)
第二节 力偶及其特性	(54)
第三节 平面力偶系的合成和平衡条件	(57)
第四节 平面平行力系的合成、分布荷载的合力的 计算	(59)
第五节 重心	(62)

第五章 平面一般力系	(70)
第一节 平面一般力系的简化	(70)
第二节 平面一般力系的平衡方程	(82)
第三节 考虑摩擦时物体的平衡问题	(96)
第六章 空间力系	(110)
第一节 力在空间直角坐标轴上的投影	(111)
第二节 空间汇交力系的平衡方程	(112)
第三节 力对轴之矩	(115)
第四节 空间一般力系及空间平行力系平衡方程	(117)
第七章 轴向拉伸和压缩	(123)
第一节 直杆轴向拉伸(压缩)时的强度计算	(124)
第二节 杆件轴向拉伸(压缩)时的变形计算	(137)
第三节 材料在拉伸和压缩时的力学性能	(142)
第四节 不同材料组合成的杆件在轴向拉伸(压缩) 时的应力计算	(149)
第八章 剪切与扭转	(152)
第一节 剪切的实用计算	(152)
第二节 杆件的扭转及其内力的计算	(163)
第三节 薄壁圆筒的扭转	(167)
第四节 圆轴的扭转	(171)
第九章 梁的内力	(179)
第一节 基本概念	(179)
第二节 指定截面的内力计算	(182)

第三节	梁的内力图·····	(189)
第四节	剪力、弯矩和荷载集度间的关系·····	(201)
第五节	绘制内力图的简便方法·····	(203)
第六节	伸臂梁计算实例(最大最小弯矩图)·····	(207)
第七节	楼梯斜梁的计算·····	(215)
第十章	梁的应力 ·····	(222)
第一节	梁的正应力计算·····	(222)
第二节	截面的几何性质·····	(228)
第三节	梁的正应力强度条件·····	(236)
第四节	梁的剪应力·····	(242)
第五节	梁的主应力·····	(248)
第六节	组合变形·····	(258)
第七节	钢梁和木檩条设计实例·····	(268)
第十一章	压杆的稳定性 ·····	(275)
第一节	压杆稳定性的概念、临界荷载公式·····	(275)
第二节	临界应力与柔度、临界应力总图·····	(279)
第三节	压杆的稳定计算·····	(281)
第十二章	体系的几何组成分析 ·····	(288)
第一节	一般概念·····	(288)
第二节	几何不变体系的简单组成规则·····	(290)
第三节	几何组成分析举例·····	(294)
第四节	静定结构和超静定结构·····	(296)
第十三章	静定平面桁架 ·····	(297)

第一节	平面桁架的计算简图·····	(297)
第二节	结点法·····	(301)
第三节	截面法·····	(309)
第四节	屋架(屋盖体系中的桁架)计算实例·····	(315)
第十四章	静定刚架和三铰拱 ·····	(324)
第一节	静定平面刚架·····	(324)
第二节	三铰刚架计算实例·····	(337)
第三节	三铰拱·····	(343)
第四节	拱的合理轴线·····	(351)
第五节	三铰屋架计算实例·····	(353)
第十五章	结构的位移计算 ·····	(364)
第一节	位移计算的目的·····	(364)
第二节	梁的挠曲线方程·····	(366)
第三节	梁的位移计算和刚度校核·····	(371)
第四节	功和变形位能·····	(379)
第五节	单位荷载法·····	(387)
第六节	图乘法·····	(396)
第七节	位移计算应用的实例·····	(406)
第十六章	用力法计算超静定结构 ·····	(410)
第一节	超静定结构和超静定次数·····	(410)
第二节	力法的概念和力法方程·····	(416)
第三节	力法计算超静定结构示例·····	(432)
第四节	铰接排架的计算简图和荷载确定·····	(441)
第五节	铰接排架的计算方法和实例·····	(450)

第六节	超静定结构的位移计算和内力图校核·····	(463)
第七节	对称性的利用·····	(469)
第八节	砖拱楼盖计算实例·····	(475)

第十七章 用位移法和力矩分配法计算超静定

结构	·····	(480)
第一节	单跨超静定梁的杆端内力·····	(480)
第二节	位移法的基本概念·····	(486)
第三节	位移法基本未知量的确定·····	(498)
第四节	位移法方程和示例·····	(501)
第五节	力矩分配法的基本概念·····	(511)
第六节	用力矩分配法计算连续梁和无结点线位移 的刚架·····	(520)
第七节	屋面板、屋架和肋形楼盖计算实例·····	(530)

第一章

绪 论

第一节 《房屋建筑力学》的研究对象和任务

在我国宏伟的社会主义建设事业中，要兴建大量的工业厂房和民用房屋，这是基本建设战线上一项十分艰巨而光荣的任务。

为保证各种建筑物能够安全正常地使用，必须进行结构设计，对结构的受力和变形进行分析，并给它们的每个构件选择适当的材料和几何尺寸。学习《房屋建筑力学》就是为解决问题打下必要的基础。

一般房屋的承重结构是由基础、墙、柱、梁、楼板、屋架等各种构件互相连接组成。使用期间，它们要受到风、雪、人群、家俱、设备和构件自重等各种荷载的作用(图1—1)以及温度变化、地基不均匀沉陷等种种影响，因此各个构件都必须具有足够的抵抗能力，来共同承受这些外部作用。这就首先要各个构件在荷载等作用下不致破坏。例如要求房屋楼面中的梁或楼板不因过大的荷载而弯断，造成楼面坍塌。因此设计时必须保证构件具有足够的抵抗破坏的能力，即具有足够的强度。在有些情况下，还要求构件在荷载等作用下不要产生过大的变形。例如屋盖中的檩条如变形过大，会造成屋面漏水。因此设

计时必须保证构件具有足够的抗抵变形的能力，使变形的数值不超过工程上所允许的范围，即具有足够的刚度。此外，象柱

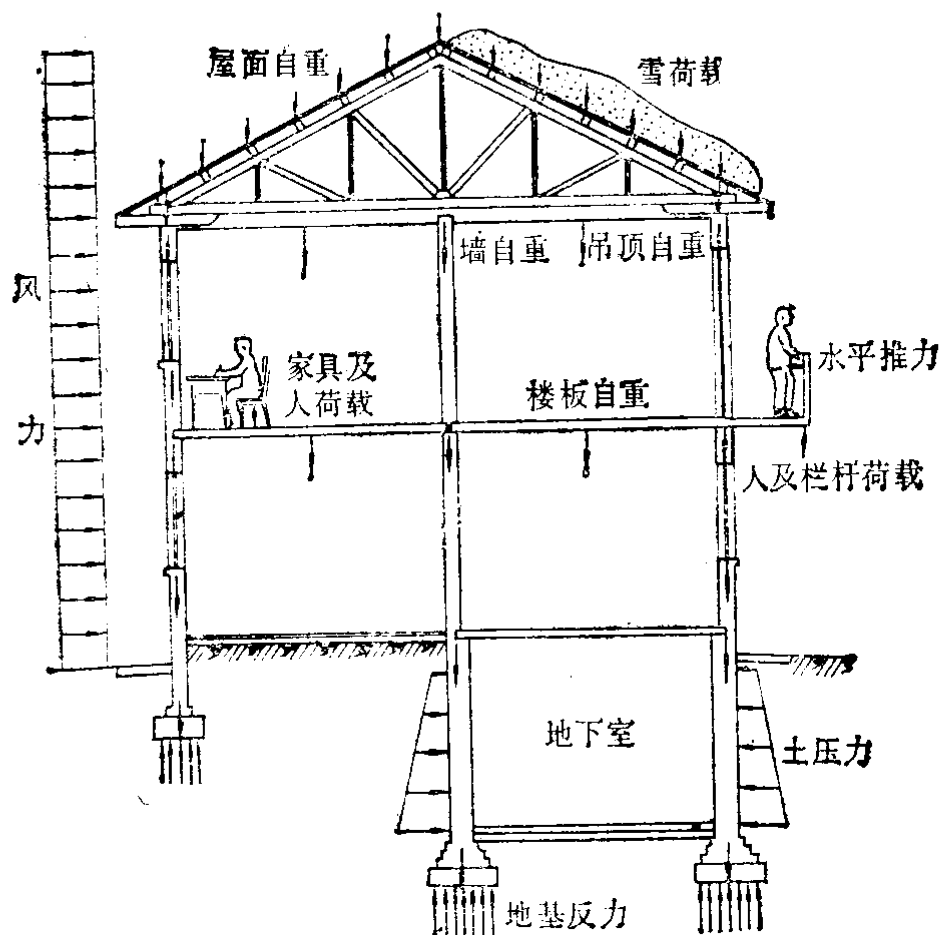


图1-1

子一类受压杆件，如果比较细长，则当压力达到一定程度时将突然变弯，而不能保持它原有的工作状态，致使整个结构破坏，这种现象叫做构件丧失稳定性。因此设计时必须保证这类受压杆件具有足够的稳定性。概括起来，为了保证构件或结构能安全正常地使用，要求它们具有足够的强度、刚度和稳定性。

要合理地解决构件或结构设计中的强度、刚度和稳定性问题，所涉及的因素很多，不是《房屋建筑力学》单独能够解决的。《房屋建筑力学》只是从力学方面介绍解决这一问题的基本方法与途径。读者要想较全面地掌握结构设计方面的有关知识，还

要进一步学习本丛书中有结构设计方面的书籍,如《房屋建筑设计之二——结构设计》。

第二节 《房屋建筑力学》的基本内容

上面已经指出,研究构件或结构在荷载等外部作用下的强度、刚度和稳定性问题是《房屋建筑力学》的任务。应该注意的是,这儿所说的“外部作用”除作用在构件或结构上的荷载等因素外,还包括基础或其它物体作用在构件或结构上的力(支座反力或约束反力)。例如图1—2所示的梁,一方面受到荷载 p 和 q 的作用,同时还受到墙的支座反力的作用。梁正是在荷载和支座反力 R 作用下才处于平衡状态。因此,对于图示梁来说荷载和支座反力都是它所受到的外部作用(外力)。这样,根据已知荷载来确定基础对构件的支座反力和构件之间的约束反力,显然是我们首先要研究的一个问题。

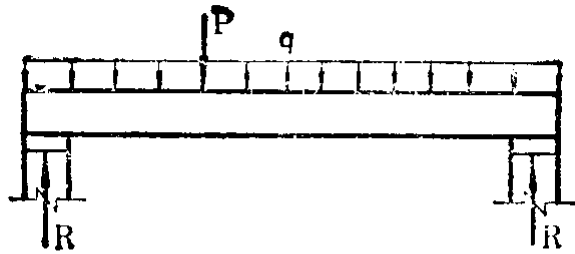


图1—2

在外力作用下构件或结构将产生变形。例如楼板和梁就会发生弯曲。由于变形,构件或结构内部各质点间的相对位置有了变化,同时其内部也就有了内力的作用。为了衡量外部作用对构件或结构的影响程度,还要知道构件或结构所产生的内力和变形的大小。因此,如何计算内力和变形,便成为我们需要研究的另一个问题。

相同的外部作用所引起的变形效果，会随着制作构件和结构的材料的不同以及它们截面的几何形状与尺寸的不同等而有差异，因此构件或结构本身的这些因素也就反映出它们的抵抗能力的强弱，例如相同尺寸的钢梁比木梁承受荷载的能力大；粗的钢丝绳比细的钢丝绳能吊起更重的物体；拱和桁架比梁能跨越更大的空间。因此，关于材料的力学性质、构件截面的几何形状与尺寸，以及结构形式等就成为我们所要研究的又一方面的问题。

为研究上述三方面的问题，我们把全书大致分成三个部分。

在第一部分(第二章至第六章)，我们将论述有关力的一些基本概念和基本规律；建立力系的平衡条件，并利用力系的平衡条件确定支座反力(或约束反力)。这部分所研究的内容是对构件或结构进行受力分析的基础。

在第二部分(第七章至第十一章)，我们将以直杆形式的构件为对象，比较详细地论述杆件的四种基本受力与变形形式(它们是根据杆件的变形特点归纳出来的)：

(1) 轴向拉伸与压缩

在杆件两端沿轴线方向有一对指向相反的力作用，使杆件产生拉伸或压缩变形(图1—3a、b)。

(2) 剪切

在杆件两侧有一对相距很近、指向相反、且垂直于杆件轴线的力，使杆件在两作用力中间的一段横截面发生错动，产生剪切变形(图1—3c)。

(3) 扭转

在杆件两端受有方向相反且位于与杆件轴线相垂直的平面内的两个力偶，致使杆件横截面绕轴线发生转动，产生扭转变形(图1—3d)。

(4) 弯曲

当杆件两端的纵向对称面内作用有两大小相等而方向相反的力偶时，原来直的轴线将变成曲线，而产生了弯曲变形（图1—3e）。

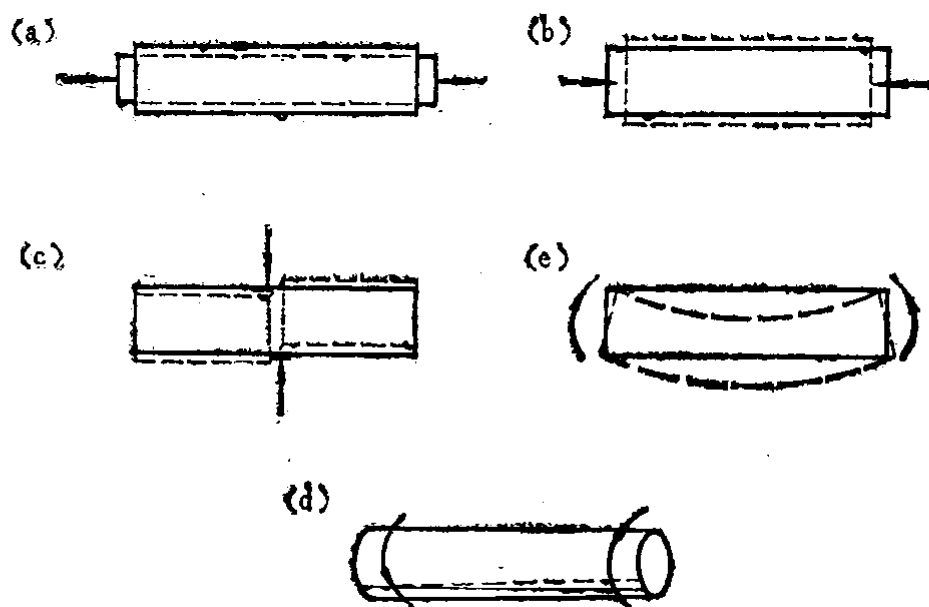


图1—3

各种实际杆件的受力与变形情况，总不外乎是这四种基本形式的某一种，或是几种基本形式的组合。

关于材料的力学性质，截面的几何性质等问题也将在这部分论述。

在第三部分(第十二章至第十七章)，我们先研究体系的几何组成规律，接着就房屋建筑中最常见的各种杆件结构，如桁架、拱、连续梁、刚架和铰接排架等，介绍计算它们的内力和变形的各种基本方法。

第二章

力、结构计算简图和受力图

第一节 有关力的基本知识

一、力

(一)什么是力 力对物体的两种作用效果

力的概念，是人类通过长期的生活和生产的实践逐步建立起来的。最初当人们用手推、拉、持、举或抛掷某一物体时，从手臂肌肉的紧张收缩中就感到对物体作用了力。当人们使用

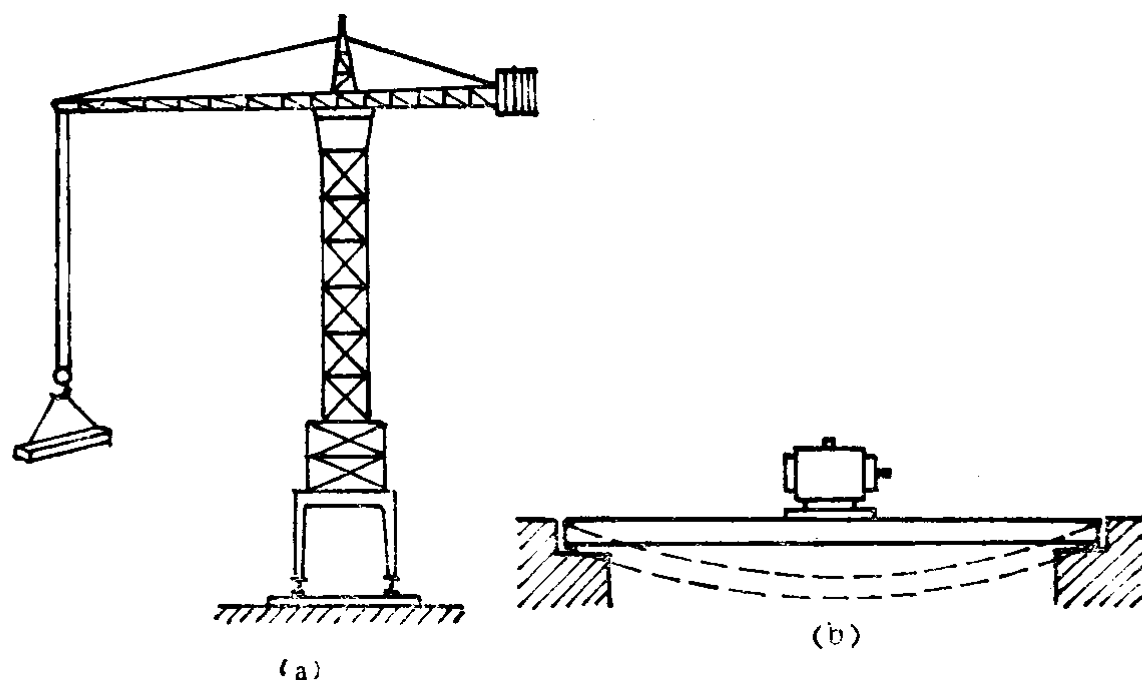


图2-1

工具或机械进行生产时，又观察到力对物体的作用效果。例如，起重机能吊起钢筋混凝土梁（图2—1a），说明力能使物体的运动状态发生变化。又如，楼房的自重可能使地基发生沉陷，安装在梁上的机器会把梁压弯（图2—1b），后两个例子，说明力能使物体产生变形，甚至破坏。人们从这些现象中逐步认识到力是一个物体和另一个物体之间的相互作用，这些作用的形式尽管有差别，但其作用效果不外乎两种，第一，引起物体的运动状态发生变化，称为力的运动效果。在本书中只限于研究物体（结构）在力系作用下的平衡问题，而平衡是运动的一个特殊情况。第二，使物体产生变形或破坏，称为力的变形效果。

（二）力的三要素

人们在长期的生产实践中，认识到力对物体的作用效果取决于：（1）力的大小；（2）力的方向；（3）力的作用点。人们称这三个因素为力的三要素。例如我们用钉锤拔钉子时，能否拔出钉子，不仅取决于加力的大小，还取决于加力的位置和加力的方向（图2—2）。显然，要想省力，就要使力 F 垂直于锤的把柄，指向上方，并要使力的作用点 A 远离锤头。

量度力的大小的单位，将随着采用的单位制而不同。本书采用工程单位制，以公斤(kg)或吨(t)作为力的单位。目前在工程实际中，许多仍采用工程单位制。另一种叫国际单位制(SI)，力的单位用牛顿，简写牛(N)，或千牛顿，简写千牛(KN)。两种单位制之间的换算关系是

$$1\text{公斤} = 9.8\text{牛}$$

（1）力的表示法

力既然是一个有大小和方向的量，所以力是矢量（或向量）。我们在印刷中用粗体字母（如 $\mathbf{F}$ 、 $\mathbf{P}$ 、 $\mathbf{G}$ ），书写时则在字母上加横线（如 $\bar{F}$ 、 $\bar{P}$ 、 $\bar{G}$ ）表示力矢量。画图时，为了清楚地表