



“十二五”职业教育国家规划教材
经全国职业教育教材审定委员会审定



建筑力学

新世纪高职高专教材编审委员会 组编

主 编 王秋生 王洪枢

主 审 周广春

第二版

本书可作为高职高专院校建筑类专业及相关专业的教材，也可供从事建筑工作的工程技术人员参考。



● “互联网+”创新型教材

● 微视频助力，方便易学



大连理工大学出版社



“十二五”职业教育国家规划教材
经全国职业教育教材审定委员会审定



建筑力学

新世纪高职高专教材编审委员会 组编

主 编 王秋生 王洪枢

副主编 孙金芳 李 锐 卢 睿 关晓冬

主 审 周广春

第二版



大连理工大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

建筑力学 / 王秋生, 王洪枢主编. —2 版. —大连:
大连理工大学出版社, 2019. 2
新世纪高职高专建筑工程技术类课程规划教材
ISBN 978-7-5685-1823-9

I. ①建… II. ①王… ②王… III. ①建筑力学—力
学—高等职业教育—教材 IV. ①TU311

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2019)第 009527 号

大连理工大学出版社出版

地址:大连市软件园路 80 号 邮政编码:116023

发行:0411-84708842 邮购:0411-84708943 传真:0411-84701466

E-mail: dulp@dulp.cn URL: <http://dulp.dlut.edu.cn>

大连永盛印业有限公司印刷

大连理工大学出版社发行

幅面尺寸:185mm×260mm 印张:13.75 字数:332 千字

2014 年 6 月第 1 版

2019 年 2 月第 2 版

2019 年 2 月第 1 次印刷

责任编辑:康云霞 吴媛媛

责任校对:陈星源

封面设计:张莹

ISBN 978-7-5685-1823-9

定 价:39.80 元

本书如有印装质量问题,请与我社发行部联系更换。

本教材可作为高职高专院校土建类专业的通用教材,也可作为工程技术人员的自学用书和参考书籍。

本教材由哈尔滨工业大学王秋生、哈尔滨华德学院王洪枢任主编、滨州职业学院孙金芳、黑龙江建筑职业技术学院李锐、安徽城市管理职业学院卢睿和哈尔滨华德学院关晓冬任副主编,哈尔滨华德学院徐智参与了部分内容的编写。具体编写分工如下:王秋生编写第1、10章;孙金芳编写第2章;关晓冬编写第3章;王洪枢编写第4、6章及附录;李锐编写第5章;徐智编写第7章;卢睿编写第8、9章。全书由王秋生负责统稿和定稿。哈尔滨工业大学周广春教授审阅了全书并提出了许多宝贵的意见和建议,在此深表感谢!

限于编者的水平和经验,教材中仍可能存在不妥之处,恳请广大读者批评指正。

编 者

2019年1月

所有意见和建议请发往:dutpgz@163.com

欢迎访问教材服务网站:<http://www.dutpbook.com>

联系电话:0411-84707424 84706676

目 录

第1章 绪 论	1
1.1 建筑力学的研究对象、任务和内容	1
1.2 变形固体及其基本假设	4
1.3 杆件变形的形式 荷载的分类	4
第2章 静力学基本概念和物体的受力分析	7
2.1 静力学基本概念	7
2.2 约束和约束反力	9
2.3 结构计算简图 平面杆系结构的分类	12
2.4 物体的受力分析	16
2.5 力的投影 力的分解 合力投影定理	18
2.6 力对点的矩	19
2.7 力偶与力偶矩 力偶等效条件	20
2.8 力的等效平移	22
第3章 平面力系的平衡条件	27
3.1 平面汇交力系的合成与平衡条件	27
3.2 平面力偶系的合成与平衡条件	30
3.3 平面任意力系的合成与平衡条件	32
3.4 平面平行力系的平衡方程	36
3.5 物体系的平衡问题	37
第4章 平面体系的几何组成分析	44
4.1 几何不变与几何可变体系的概念	44
4.2 刚片、自由度、联系的概念	45
4.3 几何不变体系的组成规则	47
4.4 静定结构和超静定结构 常见的结构形式	50
第5章 静定结构的内力分析	58
5.1 轴向拉伸与压缩杆件	58
5.2 扭转杆件的内力	61
5.3 平面弯曲梁	62
5.4 荷载集度、剪力和弯矩之间的微分关系及利用微分关系画剪力图和弯矩图	70
5.5 用叠加法作剪力图和弯矩图	73
5.6 静定平面桁架	75
5.7 静定平面刚架	80
5.8 三铰拱的有关概念及内力计算	84

第 6 章 杆件的应力与强度计算	95
6.1 轴向拉压杆的应力与强度计算	95
6.2 材料在轴向拉压时的力学性质	99
6.3 剪切与挤压的应力与强度计算	103
6.4 圆杆扭转时的应力及强度条件	106
6.5 截面的几何性质	109
6.6 弯曲梁的应力与强度计算	113
6.7 组合变形杆件的应力与强度计算	122
第 7 章 结构位移计算和刚度校核	138
7.1 轴向拉压杆的变形及胡克定律	138
7.2 梁的挠曲线近似微分方程及二次积分法	140
7.3 用叠加法计算梁的位移	146
7.4 图乘法	148
7.5 梁的刚度条件及提高梁抗弯刚度的主要措施	150
第 8 章 力 法	155
8.1 超静定结构的概念和超静定次数的确定	155
8.2 力法的基本概念及典型方程	157
第 9 章 位移法	166
9.1 等截面单跨超静定梁的杆端力	166
9.2 位移法的基本概念	169
9.3 位移法基本未知量数目的确定	172
9.4 位移法基本体系及典型方程	174
9.5 力矩分配法的基本概念	181
9.6 超静定结构的特性	182
9.7 多跨连续梁、排架、刚架、桁架的受力特点	183
第 10 章 压杆稳定	188
10.1 压杆稳定的概念	188
10.2 两端铰支细长压杆的临界力计算公式	189
10.3 其他支承情况下细长压杆的临界力	191
10.4 临界应力及欧拉公式的适用范围	192
10.5 压杆的稳定计算	195
参考文献	200
附 录	201



3.1 平面汇交力系的合成与平衡条件

力系中各力的作用线都在同一平面内且汇交于一点,这样的力系称为平面汇交力系。平面汇交力系在工程中是常见的。例如,土建施工中用起重机吊装横梁(图 3-1(a))时,起重机吊钩所受的各力就组成一平面汇交力系,如图 3-1(b)所示。



微课

平面汇交力系的合成与平衡条件

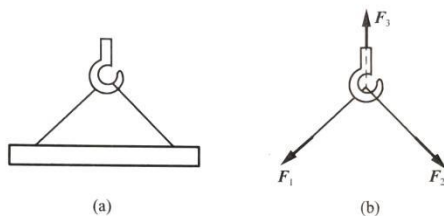


图 3-1

3.1.1 平面汇交力系合成的解析法

设作用于 O 点的平面汇交力系 $(F_1, F_2, \dots, F_n)$, 其合力矢量为 F_R (图 3-2)。

以汇交点 O 为原点建立直角坐标系 xOy (图 3-2)。按合力投影定理求合力 F_R 在 x, y 轴上的投影

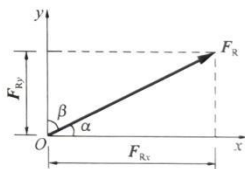


图 3-2

$$F_{Rx} = \sum_{i=1}^n F_{ix}$$

$$F_{Ry} = \sum_{i=1}^n F_{iy}$$

然后,即可按第 2 章的式(2-2)确定合力的大小和方向。

$$\left. \begin{aligned} F_R &= \sqrt{\left(\sum_{i=1}^n F_{ix}\right)^2 + \left(\sum_{i=1}^n F_{iy}\right)^2} \\ \cos\alpha &= \frac{F_{Rx}}{F_R} \\ \cos\beta &= \frac{F_{Ry}}{F_R} \end{aligned} \right\} \quad (3-1)$$

式中 α, β ——合力矢量 F_R 与 x 轴和 y 轴的正向夹角。

表 5-1

常见荷载作用下剪力图和弯矩图的形状

梁上外力情况	$q=0$	$q<0$	$q>0$	F	M_e
剪力图					
弯矩图					

5.4.3 画剪力图和弯矩图的简便方法

由表 5-1 可见,当梁上的外力已知时,梁在各段内的剪力图和弯矩图的形状及变化规律均已确定。因此,画内力图时,只要根据梁上外力情况将梁分为几段,每段只需计算出几个控制截面的内力值,然后根据表 5-1 荷载对应的剪力图和弯矩图连线,就可画出内力图。例如,水平线只需要一个控制截面的内力值,斜直线只需要两个控制截面的内力值,抛物线只需要两端控制截面的内力值和极值所在截面的内力值。这样,绘制剪力图和弯矩图就变成求几个截面的剪力和弯矩的问题,而不需要列剪力方程和弯矩方程,因而非常简便,故称为简便方法。

下面结合例题说明。

例 5-9 画出图 5-23(a) 所示梁的剪力图和弯矩图。

解: (1) 求支座反力。由平衡方程解得

$$F_{Ay} = F_{By} = \frac{M_e}{l}$$

(2) 以集中力偶的作用点 C 为界,将 AB 梁分为两段: AC 段和 CB 段。两段的各截面剪力相等,即

$$F_{SA} = F_{SB} = -\frac{M_e}{l}$$

所以梁的剪力图为一条水平直线,如图 5-23(b) 所示。

横截面 C 左侧弯矩为

$$M_{C左} = -F_{Ay} \times a = -\frac{a}{l} M_e \quad (\text{使梁上侧受拉})$$

横截面 C 右侧弯矩为

$$M_{C右} = F_{By} \times b = \frac{b}{l} M_e \quad (\text{使梁下侧受拉})$$

弯矩图如图 5-23(c) 所示。

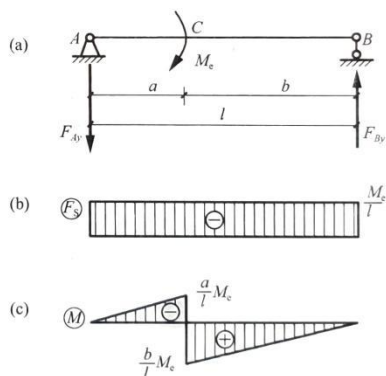
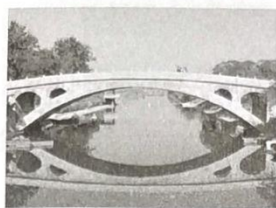


图 5-23

微课



画剪力图和弯矩图的简便方法



(a)

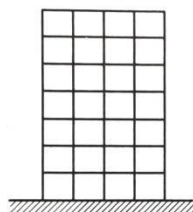


(b)

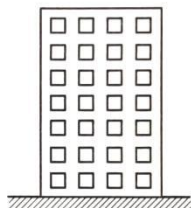
图 4-26

4. 框架、筒体体系

对高层建筑来说,水平荷载与铅垂荷载同样重要,十几层乃至上百层的高层建筑中采用的主要结构形式就是框架(图 4-27(a))或筒体(图 4-27(b))体系。框架结构的开窗及开间布置较灵活,是高层建筑中抗地震能力较好的结构形式。将框架结构的外墙连接起来,或在框架中心处做一刚性筒体与外部框架连接,就形成筒体结构。与框架结构相比,它可使建筑物具有更好的抵抗水平荷载的能力,具有更大的强度及刚度。图 4-28(a)、图 4-28(b)所示为实际的框架和筒体结构。



(a)



(b)

图 4-27



(a)



(b)

图 4-28

5. 悬索体系

悬索与拱相反,它用受拉性能好的材料代替受压材料。当材料的受拉性能很好时,用悬索体系代替拱结构体系常常更经济。悬索体系的优点是会发生压屈,总的跨高比可以达到 10 左右。在动力和局部荷载作用下,应特别注意加劲以增加稳定性,避免过大的柔度。

悬索通常采用高强度钢索。图 4-29(a)所示为一典型的悬索桥。悬索体系还常常应用于屋盖结构(图 4-29(b)),可形成具有独特造型风格的建筑。图 4-30 所示为实际悬索桥。

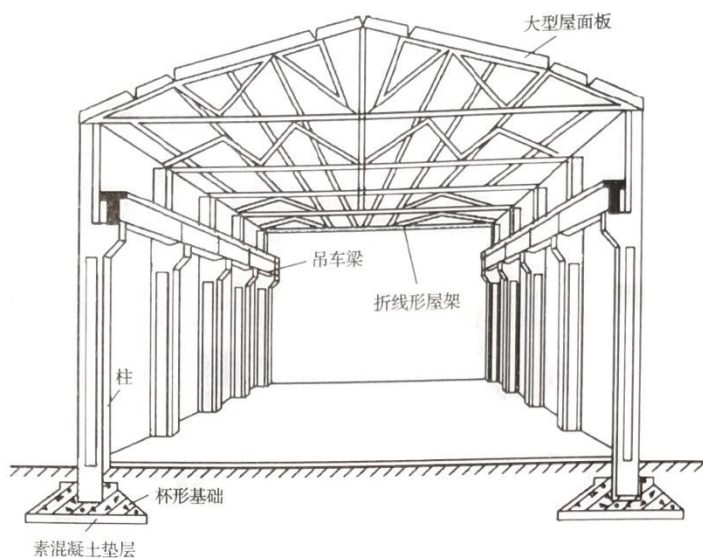


图 1-3

结构一般可按其几何特征分为三种类型：

1. 杆系结构

组成杆系结构的构件是杆件。杆件的几何特征是其长度远远大于横截面的宽度和高度。图 1-4 所示结构即为杆系结构。

2. 薄壁结构

组成薄壁结构的构件是薄板或薄壳。薄板、薄壳的几何特征是其厚度远远小于它的另两个方向的尺寸。图 1-5 所示结构即为薄壁结构。



图 1-4

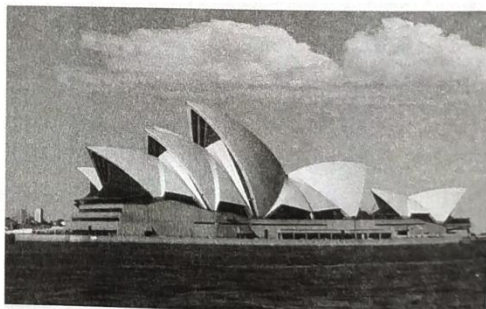


图 1-5

3. 实体结构

它是三个方向的尺寸基本为同量级的结构。图 1-6 所示水坝结构即为实体结构。建筑力学以杆系结构作为研究对象。