



执业资格考试丛书
一级注册建筑师考试辅导教材

2007

第二分册
建筑结构
(第四版)

《注册建筑师考试辅导教材》编委会 编

中国建筑工业出版社

执业资格考试丛书

一级注册建筑师考试辅导教材

第二分册 建 筑 结 构

(第四版)

《注册建筑师考试辅导教材》编委会 编

中国建筑工程工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

一级注册建筑师考试辅导教材. 第二分册, 建筑结构/《注册建筑师考试辅导教材》编委会编. —4版. —北京: 中国建筑工业出版社, 2007

(执业资格考试丛书)

ISBN 978-7-112-08881-2

I. 一… II. 注… III. 建筑结构-建筑师-资格考试-自学参考资料 IV. TU

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 162453 号

责任编辑: 张 建

责任设计: 崔兰萍

责任校对: 张 虹

执业资格考试丛书
一级注册建筑师考试辅导教材
第二分册 建筑结构
(第四版)

《注册建筑师考试辅导教材》编委会 编

*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京西郊百万庄)

新华书店经销

北京密云红光制版公司制版

北京市彩桥印刷有限责任公司印刷

*

开本: 787 × 1092 毫米 1/16 印张: 23 $\frac{3}{4}$ 字数: 576 千字

2007 年 1 月第四版 2007 年 1 月第六次印刷

印数: 26 301—32 800 册 定价: 45.00 元

ISBN 978-7-112-08881-2

(15545)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

本社网址: <http://www.cabp.com.cn>

网上书店: <http://www.china-building.com.cn>

第四版前言

建设部和人事部自1995年起开始实施注册建筑师执业资格考试制度。

为了帮助建筑师们准备考试,本书的编写教师自1995年起就先后参加了北京市一、二级注册建筑师考试辅导班的教学工作。他们都是本专业具有较深造诣的高级工程师和教授,分别来自北京市建筑设计研究院、北京建筑工程学院、北京工业大学、北京交通大学、中国人民大学、清华大学建筑设计院和原北京市城市规划管理局。作者以考试大纲为依据,以现行规范、标准为基础,为学员们编写了本套考试辅导教材。教材的目的是为了指导复习,因此力求简明扼要、联系实际,着重对规范的理解与应用,并注意突出重点概念。

本教材严格按考试大纲编写,在每年教学实践中不断加以改进,深受考生们的欢迎。本教材于2001年正式出版,2003年按新的考试大纲及新的标准、规范对该版教材进行了全面修订;2004年除对部分内容作了增补和替换外,还增加了各章后参考习题的光盘;今年再次进行了修订。参加本教材编写的专家如下:第一及第八章,耿长孚;第二章,张思浩;第三章,王其明;第四章,姜中光;第五章,任朝钧;第六及第七章建筑部分,翁如璧;第九章,钱民刚;第十、十二、十三章及第七章结构部分,曾俊;第十一章,林焕枢;第十四章,汪琪美;第十五、十六章,李德富;第十七章,吕鉴、张英;第十八章及第七章空调部分,贾昭凯;第十九章及第七章电气部分,冯玲;第二十章,朋改非;第二十一章,杨金铎;第二十二章,周惠珍;第二十三章,刘宝生;第二十四章,李魁元。

为方便考生复习,本教材分5个分册出版。第一分册包括第一至第八章,内容为“设计前期 场地与建筑设计”部分;第二分册包括第九至第十三章,为“建筑结构”部分;第三分册包括第十四至第十九章,为“建筑物理与建筑设备”部分;第四分册包括第二十及第二十一章,为“建筑材料与构造”部分;第五分册包括第二十二至第二十四章,为“建筑经济 施工与设计业务管理”部分。

考生在复习本教材时,应结合阅读相应的标准、规范。每章后均附有参考习题,可作为考生检验复习效果和准备考试的参考。此外,我们曾于2001年组织编写了《一级注册建筑师考试模拟试题集》,这几年每年都进行修订,收录了单选题近三千道,每题均提供了答案和解题提示;《试题集》中还包括了作图题部分,并提供了参考答案;书后还制作了模拟试题光盘。《模拟试题集》一书对考生备考必定大有好处。

根据《行政许可法》,本书编委会不再冠以注册建筑师管理委员会的名义,但书的内容未变。经过每年的修订补充,书的质量每年都会更上一层楼。

祝各位考生考试取得好成绩!

《注册建筑师考试辅导教材》编委会

2007年1月

一级注册建筑师考试辅导教材

总 目 录

第一分册 设计前期 场地与建筑设计

- 第一章 设计前期与场地设计知识
- 第二章 建筑设计原理与标准、规范
- 第三章 中国古代建筑史
- 第四章 外国建筑史
- 第五章 城市规划基础知识
- 第六章 建筑方案设计（作图）
- 第七章 建筑技术设计（作图）
- 第八章 场地设计（作图）

第二分册 建 筑 结 构

- 第九章 建筑力学
- 第十章 建筑结构与结构选型
- 第十一章 荷载及结构设计
- 第十二章 建筑抗震设计基本知识
- 第十三章 地基与基础

第三分册 建筑物理与建筑设备

- 第十四章 建筑热工与节能
- 第十五章 建筑光学
- 第十六章 建筑声学
- 第十七章 建筑给水排水
- 第十八章 暖通空调
- 第十九章 建筑电气

第四分册 建筑材料与构造

第二十章 建筑材料

第二十一章 建筑构造

第五分册 建筑经济 施工与设计业务管理

第二十二章 建筑经济

第二十三章 建筑施工

第二十四章 设计业务管理

第二分册 建 筑 结 构

目 录

第九章 建筑力学	1
第一节 静力学基本方法	1
第二节 静定梁的受力分析、剪力图与弯矩图	6
第三节 静定结构的受力分析、剪力图与弯矩图	10
第四节 图乘法求位移	14
第五节 超静定结构	15
参考习题	21
答案	33
第十章 建筑结构与结构选型	34
第一节 概述	34
第二节 多层与高层建筑结构体系	39
第三节 单层厂房的结构体系	66
第四节 木屋盖的结构形式与布置	81
第五节 大跨度屋盖结构	87
参考习题	98
答案	101
第十一章 荷载及结构设计	103
第一节 建筑结构荷载及设计方法	103
第二节 砌体结构	122
第三节 钢筋混凝土结构	151
第四节 钢结构	214
第五节 木结构	245
参考习题	257
答案	263
第十二章 建筑抗震设计基本知识	264
第一节 概述	264
第二节 建筑结构抗震设计	275
参考习题	317
答案	321
第十三章 地基与基础	324
第一节 概述	324
第二节 地基土的基本知识	324

第三节 地基与基础设计	330
第四节 软弱地基	347
参考习题	350
答案	353
附录 1 全国一级注册建筑师资格考试大纲	355
附录 2 全国一级注册建筑师资格考试规范、标准及主要参考书目	358
附录 3 2007 年度全国一、二级注册建筑师资格考试考生注意事项	363
附录 4 培养职业化的建筑师	365
附录 5 解读《考生注意事项》(2007 年 1 月)	368

第九章 建 筑 力 学

建筑力学包括静力学、材料力学、结构力学三部分。

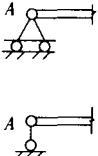
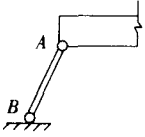
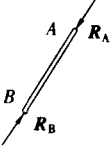
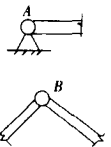
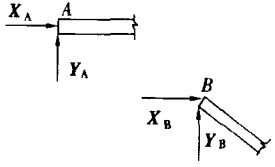
第一节 静力学基本方法

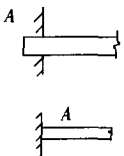
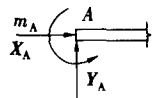
静力学研究物体在力作用下的平衡规律。

一、静力学基本概念

(一) 工程中常见的几种典型约束的性质以及相应约束反力的确定方法列于表 9-1 中。

表 9-1

约束的类型	约束的性质	约束反力的确定
 可动铰支座 (辊轴支座)	可动铰支座不能限制物体绕销钉的转动和沿支承面的运动, 而只能限制物体在支承面垂直方向的运动	 可动铰支座的约束反力通过销钉中心且垂直于支承面, 指向待定
 连杆约束	连杆约束只能限制物体沿连杆中心线方向的运动, 而其他方向的运动都不能限制	 连杆约束的约束反力沿着连杆中心线, 指向待定
 圆柱铰链与铰链支座	铰链约束只能限制物体在垂直于销钉轴线的平面内任意方向的运动, 而不能限制物体绕销钉的转动	 约束反力作用在垂直于销钉轴线的平面内, 通过销钉中心, 而方向待定

约束的类型	约束的性质	约束反力的确定
 固定端约束	固定端约束既能限制物体移动, 又能限制物体绕固定端转动	 约束反力可表示为两个互相垂直的分力和一个约束力偶, 指向均待定

(二) 力在坐标轴上的投影

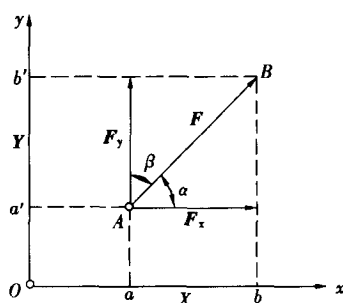


图 9-1

过力矢 F 的两端 A 、 B , 向坐标轴作垂线, 在坐标轴上得到垂足 a 、 b , 线段 ab , 再冠之以正负号, 便称为力 F 在坐标轴上的投影。如图 9-1 中所示的 X 、 Y 即为力 F 分别在 x 与 y 轴上的投影, 其值为力 F 的模乘以力与投影轴正向间夹角的余弦, 即:

$$\begin{aligned} X &= |F| \cos \alpha \\ Y &= |F| \cos \beta \end{aligned} \quad (9-1)$$

若力与任一坐标轴 x 平行, 即 $\alpha = 0^\circ$ 或 $\alpha = 180^\circ$ 时:

$$X = |F| \text{ 或 } X = -|F|$$

若力与任一坐标轴 x 垂直, 即 $\alpha = 90^\circ$ 时:

$$X = 0$$

(三) 力矩与力偶

1. 力对点之矩

力对刚体的运动效应包括两种: 移动和转动。力对点之矩是度量力使物体绕该点转动效应的物理量。

在空间问题中, 力对点之矩为矢量, 其方向由右手定则确定, 如图 9-2 所示。

在平面问题中, 力对点之矩为代数量, 表示为:

$$m_O(F) = \pm Fd \quad (9-2)$$

式中 d 为力到矩心 O 的垂直距离, 称为力臂。习惯上, 力使物体绕矩心逆时针转动时, (9-2) 式取正号, 反之取负号。

2. 力矩的性质

(1) 力对点之矩, 不仅取决于力的大小, 同时还取决于矩心的位置, 故不明确矩心位置的力矩是无意义的。

(2) 力的数值为零, 或力的作用线通过矩心时, 力矩为零。

(3) 合力矩定理: 合力对一点之矩等于各分力对同一点之矩的代数和, 即:

$$m_O(R) = m_O(F_1) + m_O(F_2) + \cdots + m_O(F_n) = \sum m_O(F) \quad (9-3)$$

3. 力偶

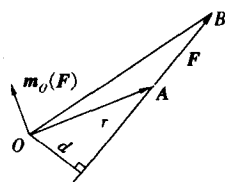


图 9-2

大小相等、方向相反、作用线平行但不重合的两个力组成的力系，称为力偶。用符号 (F, F') 表示。如图 9-3 所示。图中的 L 平面为力偶作用平面， d 为两力之间的距离，称为力偶臂。

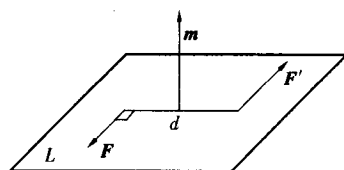


图 9-3

4. 力偶的性质

(1) 力偶无合力，即不能简化为一个力，或者说不可能与一个力等效。故力偶对刚体只产生转动效应而不产生移动效应。

(2) 力偶对刚体的转动效应用力偶矩度量。

在空间问题中，力偶矩为矢量，其方向由右手定则确定，如图 9-3 所示。

在平面问题中，力偶矩为代数量，表示为：

$$m = \pm Fd \quad (9-4)$$

通常取逆时针转向的力偶矩为正，反之为负。

(3) 作用在刚体上的两个力偶，其等效的充分必要条件是此二力偶的力偶矩矢相等。由此性质可得到如下推论：

推论 1 只要力偶矩矢保持不变，力偶可在其作用面内任意移动和转动，亦可在其平行平面内移动，而不改变其对刚体的作用效果。因此力偶矩矢为自由矢量。

推论 2 只要力偶矩矢保持不变，力偶中的两个力及力偶臂均可改变，而不改变其对刚体的作用效果。

由力偶的上述性质可知，力偶对刚体的作用效果取决于力偶的三要素，即力偶矩的大小、力偶作用平面的方位及力偶在其作用面内的转向。

图 9-4 (a)、(b) 表示的为同一个力偶，其力偶矩为 $m = Fd$

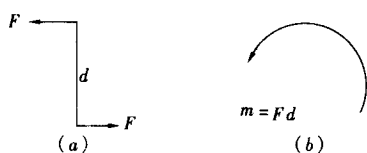


图 9-4

(四) 力的平移定理

显然，力可沿作用线移动，而不改变其对刚体的作用效果，现在要来研究如何将力的作用线进行平移。

如图 9-5 所示，在 B 点加一对与力 F 等值、平行的平衡力，并使 $F = F' = -F''$ ，其中 F 与 F'' 构成一力偶，称为附加力偶，其力偶矩 $m = Fd = m_B(F)$ 。

这样，作用于 A 点的力 F 与作用于 B 点的力 F' 和一个力偶矩为 m 的附加力偶等效。由此得出结论：作用于刚体上的力 F 可平移至体内任一指定点，但同时必须附加一力偶，其力偶矩等于原力 F 对于新作用点 B 之矩。这就是力的平移定理。

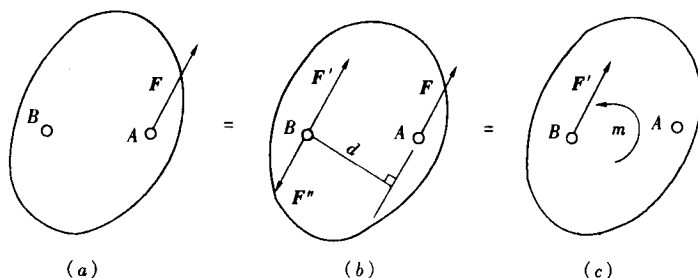


图 9-5

二、静力学基本方法

1. 选取适当的研究对象：整体或某一部分。
2. 画出研究对象的受力图：注意内力和外力，作用力与反作用力。
3. 列出平衡方程求未知力：平面问题 3 个方程求解 3 个未知力。

$$\begin{cases} \Sigma X = 0 \\ \Sigma Y = 0 \\ \Sigma m_A = 0 \end{cases} \quad \text{或} \quad \begin{cases} \Sigma m_A = 0 \\ \Sigma m_B = 0 \\ \Sigma X = 0 \text{ (或 } \Sigma Y = 0) \end{cases}$$

例 9-1 节点法解简单桁架，如图 9-6 (a) 所示。

桁架特点：

- (1) 荷载作用于节点（铰链）处。
- (2) 各杆自重不计，是二力杆（受拉或受压）。

节点法：以节点为研究对象，由已知力依次求出各未知力。

注意：所选节点，其未知力不能超过两个。

见图 9-6 (b)。

$$\text{节点 A: } \begin{cases} \Sigma X = 0: T_2 - T_1 \cos \alpha = 0 \\ \Sigma Y = 0: T_1 \sin \alpha - P = 0 \end{cases}$$

$$\text{求出: } T_1 = \frac{P}{\sin \alpha}, \quad T_2 = P \cot \alpha$$

见图 9-6 (c)。

$$\text{节点 B: } \begin{cases} T_4 = T_2 = P \cot \alpha \\ T_3 = P \end{cases}$$

见图 9-6 (d)。

$$\text{节点 C: } \begin{cases} T_1 \cos \alpha = T_5 \cos \alpha + T_6 \cos \alpha \\ T_6 \sin \alpha = T_5 \sin \alpha + T_1 \sin \alpha + T_3 \end{cases}$$

$$\text{求出: } T_6 = \frac{3P}{2 \sin \alpha}, \quad T_5 = -\frac{P}{2 \sin \alpha}$$

(与所设方向相反)

例 9-2 截面法求指定杆所受的力：不需逐一求所有的杆。

已知：\$P = 1200\text{N}\$，\$V = 400\text{N}\$，\$a = 4\text{m}\$，\$b = 3\text{m}\$。求 1、2、3、4 杆所受的力。

(1) 取整体平衡，求支反力，如图 9-7 (a) 所示。

$$\Sigma m_A = 0:$$

$$-P \cdot 2a - V \cdot b + Y_B \cdot 3a = 0$$

$$Y_B = \frac{2Pa + Vb}{3a} = 900\text{N}$$

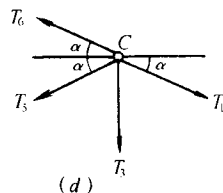
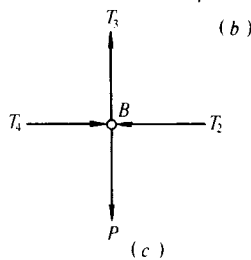
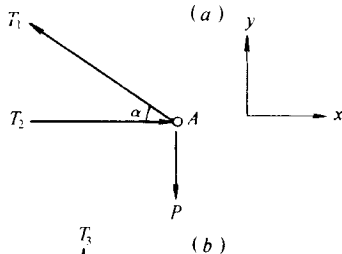
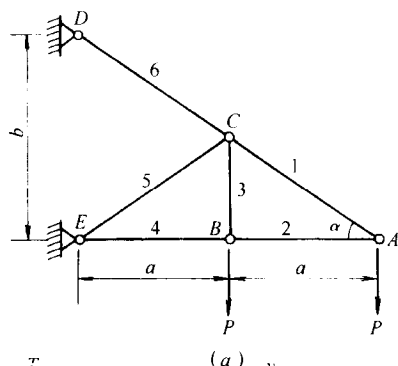


图 9-6 节点法解简单桁架

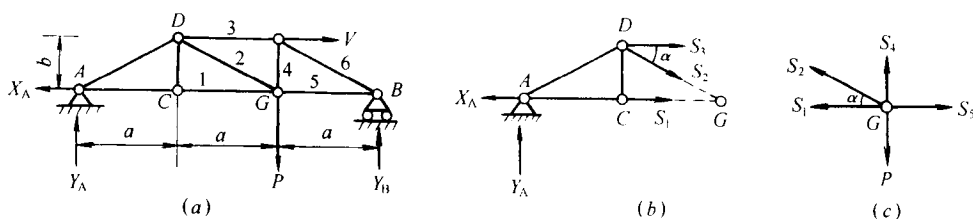


图 9-7 截面法解桁架受力

$$\sum X = 0;$$

$$X_A = V = 400\text{N}$$

$$\sum Y = 0;$$

$$Y_A + Y_B - P = 0$$

$$Y_A = P - Y_B = 300\text{N}$$

(2) 假想一适当截面，把桁架截开成两部分，选取一部分作为研究对象，如图 9-7 (b) 所示，求 S_1 , S_2 , S_3 。

$$\sum m_D = 0;$$

$$S_1 = \frac{X_A \cdot b + Y_A \cdot a}{b} = 800\text{N (拉力)}$$

$$S_1 b - X_A \cdot b - Y_A \cdot a = 0$$

$$\sum Y = 0;$$

$$S_2 = \frac{Y_A}{\sin \alpha} = 500\text{N (拉力)} \left(\sin \alpha = \frac{3}{5} \right)$$

$$Y_A - S_2 \cdot \sin \alpha = 0$$

$$\sum m_G = 0;$$

$$S_3 = -\frac{2aY_A}{b} = -800\text{N (压力)}$$

$$-S_3 \cdot b - Y_A \cdot 2a = 0$$

(3) 最后再用节点法求 S_4 ：取节点 G ，如图 9-7 (c) 所示。

$$\sum Y = 0;$$

$$S_4 + S_2 \sin \alpha - P = 0$$

$$S_4 = P - S_2 \sin \alpha = 900\text{N (拉力)}$$

注意：零杆的判断。

在桁架的计算中，有时会遇到某些杆件内力为零的情况。这些内力为零的杆件称为零杆。出现零杆的情况可归结如下：

(1) 两杆节点 A 上无荷载作用时 [图 9-8 (a)]，则该两杆的内力都等于零， $N_1 = N_2 = 0$ ；

(2) 三杆节点 B 上无荷载作用时 [图 9-8 (b)]，如果其中有两杆在一直线上，则另一杆必为零杆， $N_3 = 0$ 。

上述结论都不难由节点平衡条件得以证实，在分析桁架时，可先利用它们判断出零杆，以简化计算。

设以 $\oplus$ 代表受拉杆， $\ominus$ 代表受压杆， $\bigcirc$ 代表零杆，则下图所示桁架在图示荷载作用下

内力符号如图 9-9 所示。

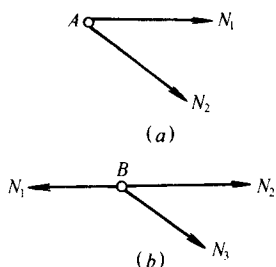


图 9-8

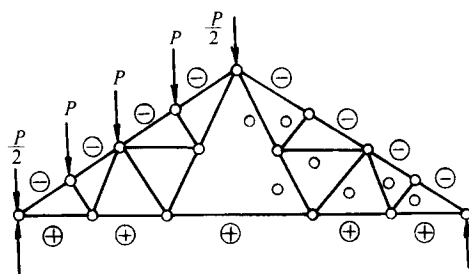


图 9-9

第二节 静定梁的受力分析、剪力图与弯矩图

例 9-3 见图 9-10 所示。

$$\begin{cases} \sum m_A = 0: Y_B \cdot L = P \cdot \frac{2}{3}L \text{ 得 } Y_B = \frac{2}{3}P \\ \sum m_B = 0: Y_A \cdot L = P \cdot \frac{L}{3} \text{ 得 } Y_A = \frac{P}{3} \\ \sum X = 0: X_A = 0 \end{cases}$$

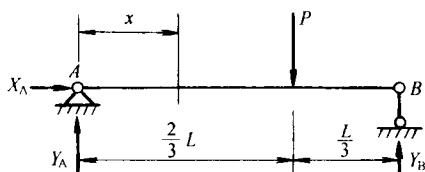


图 9-10

检验: $\sum Y = Y_A + Y_B - P = 0$ 。

1. 截面法求指定 x 截面剪力 V , 弯矩 M

- (1) 截开: 如图 9-11 所示;
- (2) 取左 (或右) 为研究对象;
- (3) 画左 (或右) 的受力图;
- (4) 列左 (或右) 的平衡方程

$$Q = Y_A$$

$$M = Y_A \cdot x$$

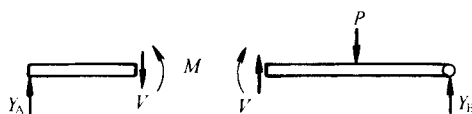


图 9-11

注意: V 、 M 方向按正向假设画出。

剪力与弯矩 +、- 号规定: 如图 9-12 所示。

剪力 V : 顺时针为正, 反之为负。

弯矩 M : 如图向上弯为正, 反之为负。

上题中, 如

$$X = \frac{L}{3} \text{ 时:}$$

则

$$V = Y_A = \frac{P}{3} \quad \oplus$$

$$M = Y_A \cdot \frac{L}{3} = \frac{PL}{9} \quad \oplus$$

从左、从右计算结果相同。



图 9-12

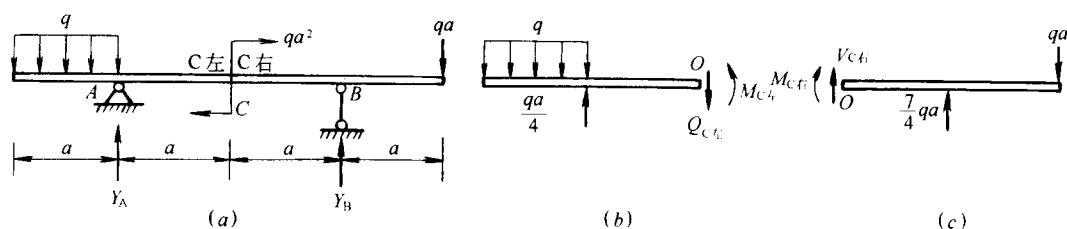


图 9-13

例 9-4 外伸梁如图 9-13 (a) 所示, 求 $V_{C左}$, $M_{C左}$, $V_{C右}$, $M_{C右}$ 。

$$\Sigma M_A = 0: qa^2 + qa \cdot 3a = Y_B \cdot 2a + qa \cdot \frac{a}{2}$$

$$Y_B = \frac{7}{4} qa$$

$$\Sigma M_B = 0: Y_A \cdot 2a + qa^2 + qa \cdot a = qa \cdot \frac{5}{2} a$$

$$Y_A = \frac{qa}{4}$$

检验:

$$\Sigma Y = Y_A + Y_B - qa - qa = 0$$

如图 9-13 (b) 所示: $\Sigma Y = 0: \frac{qa}{4} = V_{C左} + qa$

$$V_{C左} = \frac{qa}{4} - qa = -\frac{3}{4} qa \quad (9-5)$$

$$\Sigma M_O = 0: M_{C左} + qa \cdot \frac{3}{2} a = \frac{qa}{4} \cdot a$$

$$M_{C左} = \frac{qa}{4} \cdot a - \frac{3}{2} qa^2 = -\frac{5}{4} qa^2 \quad (9-6)$$

如图 9-13 (c) 所示: $\Sigma Y = 0: V_{C右} + \frac{7}{4} qa = qa$

$$V_{C右} = qa - \frac{7}{4} qa = -\frac{3}{4} qa \quad (9-7)$$

$$\Sigma M_O = 0: M_{C右} + qa \cdot 2a = \frac{7}{4} \cdot qa \cdot a$$

$$M_{C右} = \frac{7}{4} qa \cdot a - qa \cdot 2a = -\frac{1}{4} qa^2 \quad (9-8)$$

由式 (9-5), 式 (9-6), 式 (9-7), 式 (8-8) 可以看出以下求剪力和弯矩的规律。

2. 直接法求 V 、 M : 剪力 V = 截面一侧所有竖向外力的代数和。

弯矩 M = 截面一侧所有外力对截面形心 O 力矩的代数和。

式中各项的 +、- 号: 如图 9-14 所示为 +、反之为 -。

剪力图与弯矩图: 根据剪力方程 $V = V(x)$, 弯矩方程 $M = M(x)$ 画出。在图 9-15 中列出了几种常用的剪力图 and 弯矩图。

$q(x)$, $V(x)$, $M(x)$ 的微分关系: $\frac{dV}{dx} = q(x)$, $\frac{dM}{dx} = V(x)$, $\frac{d^2M}{dx^2} = q(x)$ 。根据微分关系可以得到荷载图、剪力图、弯矩图之间的规律, 如图 9-16 所示。

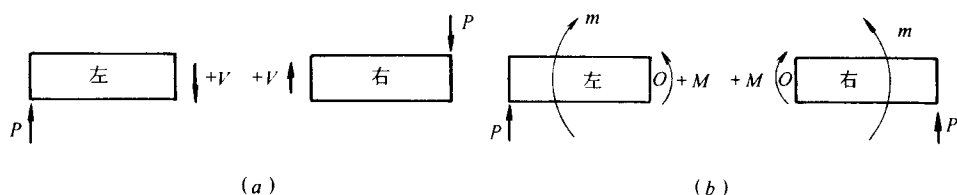


图 9-14

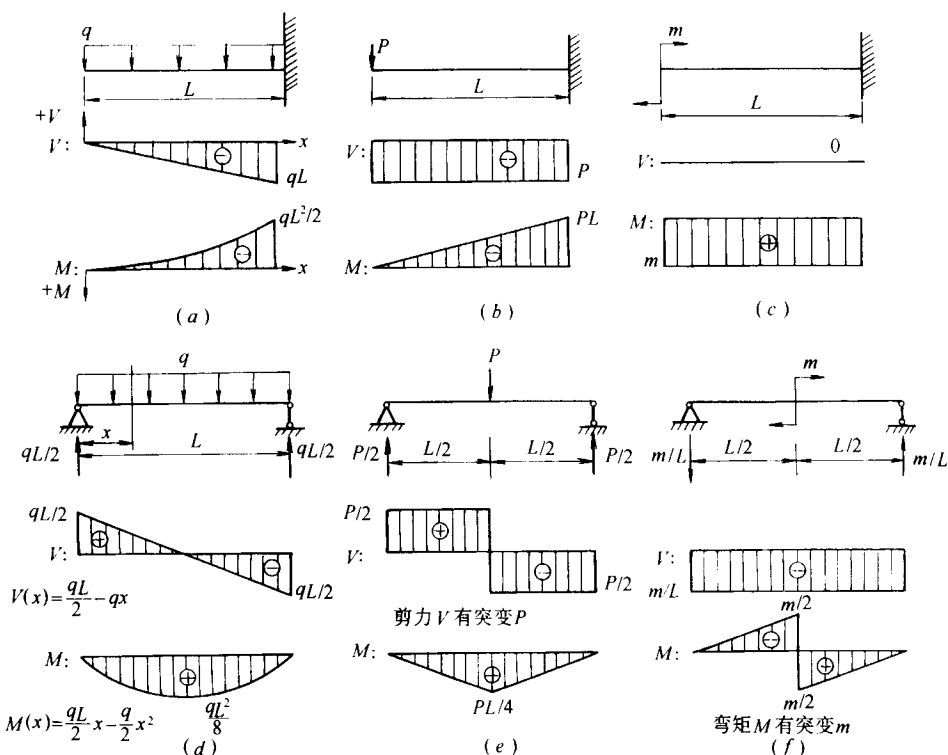


图 9-15

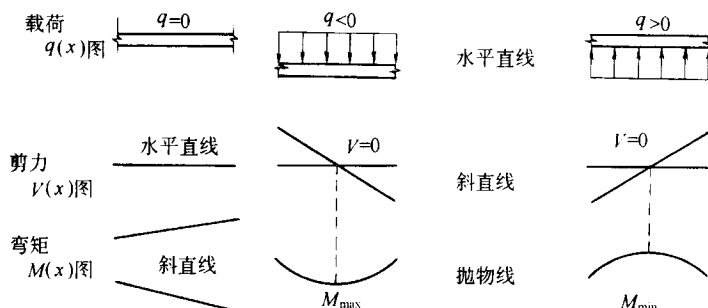


图 9-16

3. 快速作图法 (简易作图法), 如图 9-17、图 9-18 所示, 其步骤如下:

- (1) 求支反力, 并校核;
- (2) 根据外力不连续点分段;
- (3) 确定各段 V 、 M 图的大致形状;

(4) 由直接法求分段点、极值点的 V 、 M 值。

例 9-5 如图 9-17 所示。

例 9-6 如图 9-18 所示。

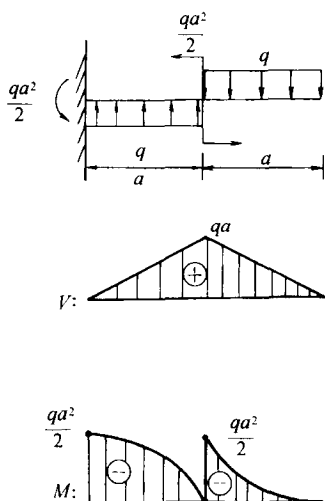


图 9-17

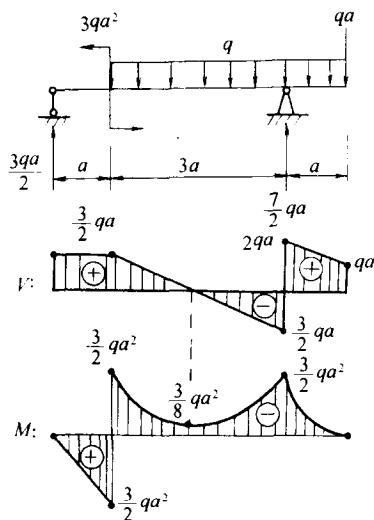


图 9-18

4. 叠加法作弯矩图

梁上同时作用几个荷载时所产生的弯矩等于各荷载单独作用时的弯矩的代数和。如图 9-19、图 9-20、图 9-21 所示。

例 9-7 如图 9-19 所示。

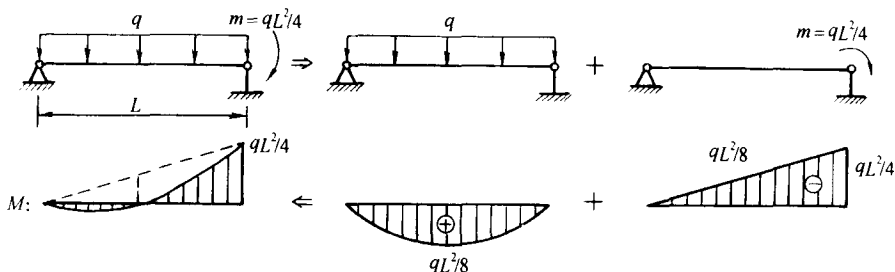


图 9-19

例 9-8 如图 9-20 所示。

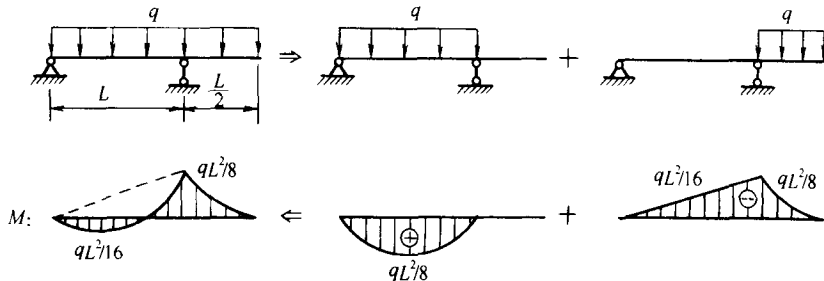


图 9-20

例 9-9 如图 9-21 所示。

本例中求 BC 段弯矩图的方法，可推广到求任一杆段的弯矩图：

(1) 先求出杆段两端的弯矩值，画出杆段在杆端弯矩作用下对应的直线图形。