

职业高中试用教材

高等教育出版社

建筑力学

建筑施工、城镇建设专业用

下 册

范继昭 编

ZHIYE GAOZHONG SHIYONG JIAOCAI

• 职业高中试用教材

建 筑 力 学

下 册

范继昭 编

高等教育出版社

内 容 提 要

本书根据国家教育委员会和城乡建设环境保护部制订的职业高中建筑施工、城镇建设两专业的教学计划和教学大纲,由国家教育委员会职业技术教育司和城乡建设环境保护部教育局组织编写,并审定有关职业高中的试用教材。

全书共十三章,分上、下两册出版。内容包括:静力的简化与平衡;杆件强度、刚度、稳定性计算;静定结构的内力分析和简单超静定结构的内力计算;建筑施工中的一些力学问题。书中单位采用了国际单位制。

阅读本书不涉及高深的数学知识,只要有初中文化程度就可读懂。

本书也可作为有关专业的中级培训教材,还可供从事建筑施工、城镇建设工作的管理干部、技术人员学习和参考。

职业高中试用教材

建 筑 力 学

下 册

范继昭 编

*

高等教育出版社出版

新华书店北京发行所发行

人民教育出版社印刷厂印装

*

开本 787×1092 1/32 印张 11.625 字数 250,000

1986 年 1 月第 1 版 1987 年 7 月第 3 次印刷

印数 72,651—127,650

书号 15010·0808 定价 1.55 元

下 册 目 录

第八章 直梁弯曲	1
§ 8-1 弯曲的概念	1
一、弯曲变形和平面弯曲	1
二、梁的支座及支座反力	4
思考与讨论(一)	8
§ 8-2 弯曲内力——剪力和弯矩	8
一、梁的内力——剪力和弯矩	9
二、剪力和弯矩的正、负符号的规定	10
三、截面法计算指定截面的内力	12
思考与讨论(二)	17
练习(一)	17
四、用截面法计算梁内力时的规律	18
练习(二)	22
§ 8-3 梁的内力图——剪力图和弯矩图	23
一、建立剪力方程和弯矩方程, 绘制剪力图和弯矩图	23
二、梁上只有集中力作用时的内力图	25
练习(三)	28
三、梁上只有力偶作用时的内力图	28
练习(四)	33
思考与讨论(三)	33
四、在均布荷载作用下梁的内力图	33
练习(五)	37
练习(六)	42
五、应用内力图的规律绘制内力图	43
练习(七)	49

思考与讨论(四)	49
六、用叠加法画内力图	50
思考与讨论(五)	55
练习(八)	56
§ 8-4 截面的几何性质	56
一、形心、面积矩	57
练习(九)	63
二、惯性矩	64
练习(十)	65
三、惯性矩的平行移轴公式	65
练习(十一)	68
§ 8-5 梁的正应力	69
一、实验观察	70
二、应变和应力分布规律	72
思考与讨论(六)	74
三、梁的正应力	74
练习(十二)	80
思考与讨论(七)	82
§ 8-6 梁的正应力强度条件	83
练习(十三)	92
§ 8-7 提高梁承载能力的措施	93
一、选用合理的截面形状	94
二、合理布置荷载和支座位置	97
三、采用变截面梁	99
思考与讨论(八)	100
§ 8-8 梁的剪应力	101
一、矩形截面梁的剪应力	101
二、工字形截面梁的剪应力	102
三、圆形及薄壁圆环截面梁的剪应力	103
四、剪应力互等定理	104
练习(十四)	106

§ 8-9 梁的剪应力强度校核	106
练习 (十五)	112
§ 8-10 梁的变形	112
一、梁的变形	112
二、用叠加法计算梁的挠度	114
三、梁的刚度校核	121
练习 (十六)	127
小结	128
第九章 斜弯曲和偏心受压	131
§ 9-1 斜弯曲	132
一、应力计算	132
二、强度条件	134
思考与讨论 (一)	139
练习 (一)	139
§ 9-2 偏心压缩	140
一、偏心压缩的简单情形	140
练习 (二)	148
二、偏心压缩的一般情形	150
三、截面核心	154
小结	155
第十章 压杆稳定	157
§ 10-1 稳定的概念	157
一、小球的比拟, 三种平衡状态	158
二、压杆的稳定性	159
§ 10-2 临界力	161
一、欧拉公式计算临界力	161
思考与讨论 (一)	165
二、临界应力	165
三、欧拉公式的适用范围	166
思考与讨论 (二)	170

§ 10-3 压杆的稳定计算	171
练习(一)	177
§ 10-4 提高压杆稳定性的措施	178
一、选择合理的截面形状	178
二、改善支座情况	179
三、选择适当的材料	180
小结	180

第十一章 静定结构的内力计算

§ 11-1 结构计算简图	182
一、支座的简化	182
二、结构的简化	185
三、荷载的简化	186
§ 11-2 杆件结构的分类	187
§ 11-3 平面结构的几何构造分析	189
一、基本概念	189
二、几何不变体系的组成规律	192
三、超静定结构的概念	196
练习(一)	198
§ 11-4 静定多跨梁	198
一、静定多跨梁的组成分析	198
二、静定多跨梁的内力计算	201
练习(二)	204
思考与讨论(一)	205
§ 11-5 斜梁	205
一、作用在斜梁上的荷载	205
二、斜梁的内力	206
练习(三)	210
三、用叠加法作斜梁的弯矩图	211
练习(四)	213
§ 11-6 静定刚架	213
一、刚架的特点及应用	213

二、静定刚架的内力计算	214
练习(五)	227
§ 11-7 三铰拱	228
一、拱结构的特点	228
二、三铰拱的计算	229
思考与讨论(二)	234
三、拱的合理轴线	234
§ 11-8 几种桁架的力学特性	236
一、梁式桁架	236
二、有推力的桁架	241
思考与讨论(三)	241
§ 11-9 静定结构的受力分析	242
一、静定结构的受力分析方法	242
二、几种结构型式的受力特点	243
思考与讨论(四)	246
小结	246
第十二章 超静定结构	248
§ 12-1 图形相乘法计算位移	248
一、图形相乘法计算位移的步骤	249
二、图乘法的应用条件和规则	251
练习(一)	258
§ 12-2 用力法计算超静定梁	258
一、超静定次数	258
二、力法的概念	260
练习(二)	266
三、两端固定的等截面单跨梁	267
练习(三)	272
四、支座移动时单跨超静定梁的内力	272
练习(四)	278
§ 12-3 力矩分配法	279
一、有关的定义	279

二、力矩分配法的概念	283
思考与讨论(一)	293
练习(五)	293
三、用力矩分配法计算多跨连续梁	294
练习(六)	304
四、用力矩分配法计算无侧移的刚架	305
练习(七)	309
五、对称性的利用	310
练习(八)	315
§ 12-4 连续梁的弯矩包络图	315
§ 12-5 单跨铰接排架的计算	320
一、排架的计算简图	320
二、铰接排架的内力计算	321
练习(九)	329
§ 12-6 超静定结构的特性	329
一、多余约束的存在及其影响	329
二、超静定结构各部分的刚度比值对结构内力和反力的影响	331
三、温度变化、支座移动等因素对超静定结构的影响	335
思考与讨论(二)	336
小结	336

第十三章 建筑施工中常见的力学问题举例 338

一、独立拔杆怎样架设好?	338
二、吊装大型构件时,为什么要用横吊梁(铁扁担)?	339
三、常见的省力装置	340
四、巧搭脚手板	343
五、用过的铅丝能不能砸直了再用?	345
六、桁架跨中下垂时,能不能在跨中加一根支柱?	347
七、不消除伸缩缝、沉降缝里的杂物有什么害处?	353
八、阳台、挑檐等悬挑结构施工中的力学问题	355
九、卷扬机在起动和紧急刹车时的力学问题	356

第八章 直梁弯曲

弯曲的类型有多种,本章只讨论等截面直梁的平面弯曲。

§ 8-1 弯曲的概念

一、弯曲变形和平面弯曲

运动员在单杠上表演的时候,我们可以看到单杠的横杆被弯曲(图 8-1);钓鱼杆在鱼自重作用下,明显的由直杆变成曲杆(图 8-2)。生活中有许多事例都是直杆在垂直于杆轴的外力作用下,杆轴由直线变成了曲线。这种变形形式叫做**弯曲变形**。以弯曲变形为主要变形的构件叫做**梁**。变形前轴线是直线的梁叫**直梁**。



图 8-1

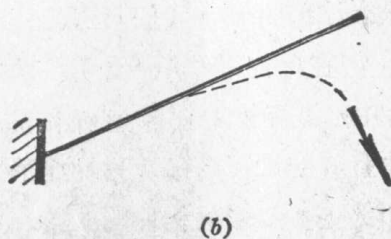
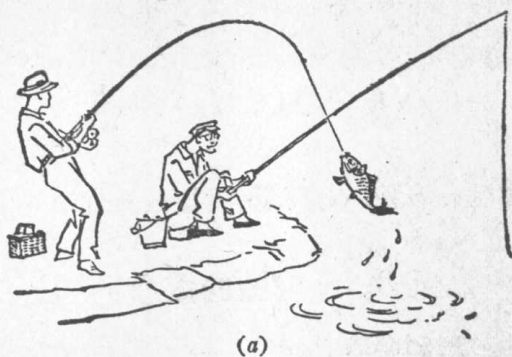


图 8-2

工程中弯曲变形的构件很多。特别是在建筑工程中，梁占有重要的地位。例如厂

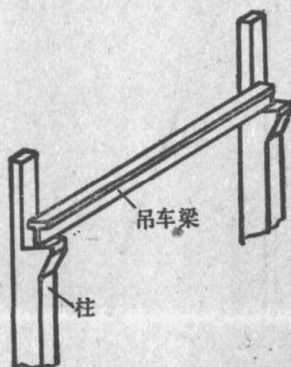


图 8-3



图 8-4

房中的吊车梁(图 8-3), 阳台的挑梁 (图 8-4), 支承楼面的主梁、次梁(图 8-5), 以及门、窗过梁等等。

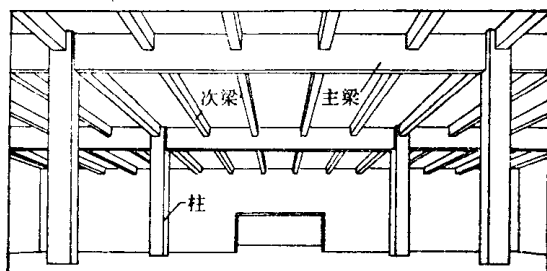


图 8-5

图 8-6a 表示一公路桥梁。它的主梁的计算简图如图 8-6b 所示。作用在梁上的汽车所产生的轮压荷载可简化为集中力 P ; 梁及桥面的自重则可简化为沿梁轴分布的均匀分布荷载 q , 桥台通过支座传给主梁的支座反力 R_A 和 R_B , 这些力都作用在通过主梁轴线的纵向对称平面内, 而其作用线都与

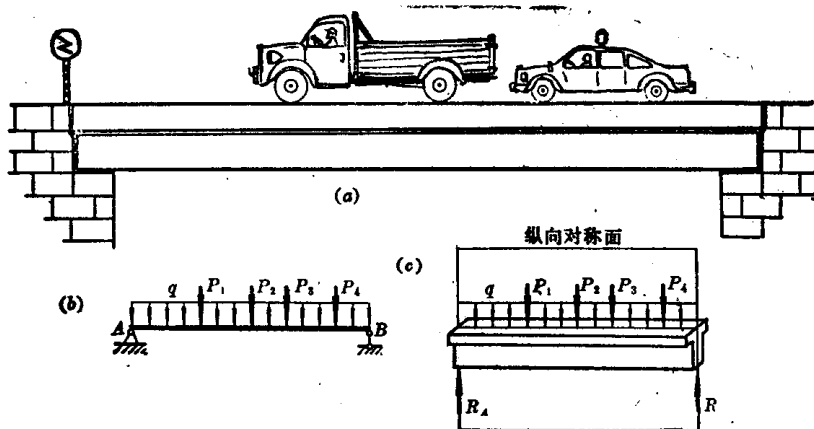


图 8-6

主梁的轴线垂直(图 8-6c)。

在这种情况下, 主梁就发生如图 8-7 所示的弯曲变形, 梁的轴线弯曲成为曲线, 称为**挠曲线**或**挠曲轴**。事实上, 工程中使用的梁变形很小, 用肉眼往往看不出梁轴变弯, 这种微小的变形可以借助仪器来测量。

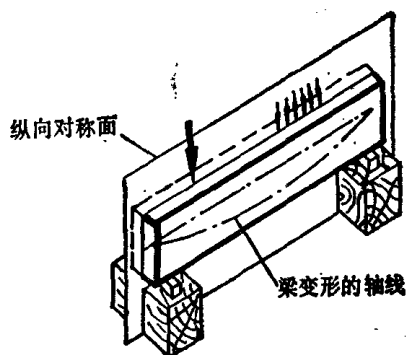


图 8-7

建筑工程中常用的梁的横截面多为矩形、圆形、工字形、T 形、槽形等(图 8-8)。这些梁的横截面都有一个竖向对称轴, 梁上各横截面的竖向对称轴就构成了一个纵向对称平面。显然, 这个纵向对称平面与梁的横截面是垂直的。当外力都作用在这个纵向对称平面内时, 梁变形后的挠曲轴线也在此纵向对称平面内。这种梁的弯曲平面(即挠曲轴所在的平面)与外力所在平面(即荷载和支座反力所在的平面)相重合的弯曲, 称为**平面弯曲**。平面弯曲是最简单、最常见的一种弯曲形式。本书只讨论等截面直梁的平面弯曲问题。

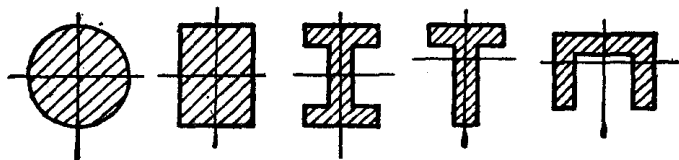


图 8-8

二、梁的支座及支座反力

为了研究梁在外力作用下产生的内力和变形, 首先需要弄清作用在梁上的外力。外力包括荷载和支座反力。通常荷

载是已知的, 支座反力则需要通过梁的静力平衡条件去求解。

支座的_{概念}在第一章中曾讨论过, 这里作一简要地复习。

梁的_{支座}就是将梁与地球或其他固定结构联系起来的装置。梁的_{支座}把梁连接在其他结构或基础上, 并把梁上的荷载传递给其他结构或基础。工程实际中, 梁的_{支座}是多种多样的, 在力学计算中, 总是根据_{支座}对梁的约束情况, 将_{支座}加以简化。这种简化, 要求与工程实际的受力情况相接近, 并能简化计算。通常将_{支座}简化为以下三种形式:

(1) **可动铰支座** 这种_{支座}允许梁在水平方向移动和绕支点转动, 但不允许梁端有竖向移动。在梁上有荷载作用时, 在_{支座}处产生竖向的_{支座}反力 Y_A , 其计算简图如图 8-9a 所示。

(2) **固定铰支座** 梁可以绕支点 A 转动, 但不允许梁端有水平方向和竖直方向的移动。因此, 在荷载作用下, 固定铰_{支座}可以产生水平方向和竖直方向的反力 X_A 和 Y_A , 如图 8-9b 所示。

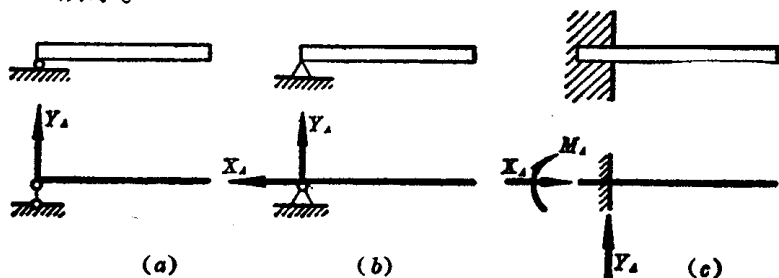


图 8-9

(3) **固定支座(固定端)** 当梁端 A 牢固地嵌入其他结构内时, 不允许梁端 A 产生水平方向和竖直方向的移动, 还不允许梁端 A 转动。梁上有荷载作用时, 梁端 A 一般产生水平和竖

向反力 X_A 和 Y_A , 还有反力偶 M , 如图 8-9c 所示。

工程中常见的简单梁通常按支座情况分为以下三种形式:

(1) 简支梁——梁的一端是固定铰支座, 另一端是可动铰支座(图 8-10a)

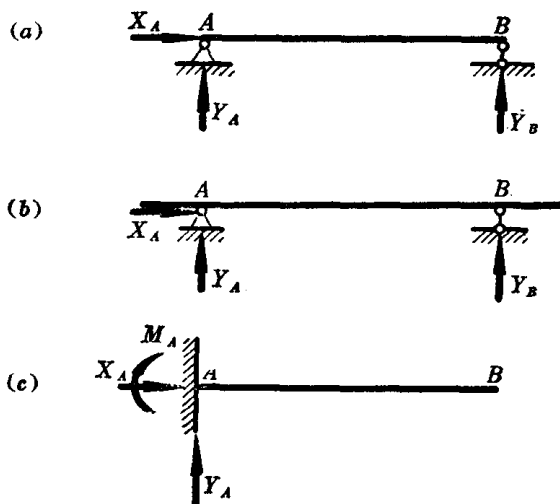


图 8-10

(2) 外伸梁——梁身的一端或两端伸出支座以外的简支梁(图 8-10b)

(3) 悬臂梁——一端有固定支座, 另一端自由的梁(图 8-10c)。

以上三种梁的支座反力都是三个。在平面弯曲问题中, 荷载和支座反力都作用在梁的纵向对称平面内, 它们构成了平衡的平面力系。所以, 用平面力系的三个平衡方程, 可以求解出三个支座反力。

例 8-1 计算图 8-11 所示简支梁的支座反力。

解 此梁所承受的荷载垂直于梁的轴线，故其支座反力只有两个，即 Y_A 和 Y_B ，设其方向如图 8-11 所示。作用在梁 CB 段上的均布荷载用其合力 $2qa$ 代替，合力作用在 CB 段的中点。

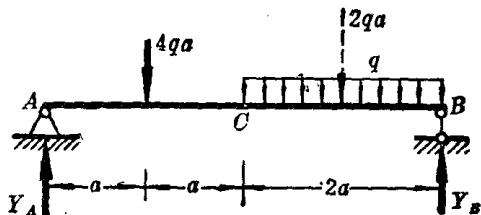


图 8-11

$$\Sigma m_A = 0 \quad Y_B \cdot 4a - 4qa^2 - 2qa \cdot 3a = 0$$

$$Y_B = \frac{4qa^2 + 6qa^2}{4a} = 2.5qa \quad (\uparrow)$$

$$\Sigma m_B = 0 \quad -Y_A \cdot 4a + 4qa \cdot 3a + 2qa \cdot a = 0$$

$$Y_A = \frac{12qa^2 + 2qa^2}{4a} = 3.5qa \quad (\uparrow)$$

$$\text{校核: } \Sigma Y = Y_A + Y_B - 4qa - 2qa$$

$$= 2.5qa + 3.5qa - 4qa - 2qa = 0$$

经校核计算结果正确。

例 8-2 计算图 8-12 所示悬臂梁的支座反力。已知梁悬臂长 $L = 2\text{m}$; $q = 5\text{kN/m}$; $P = 20\text{kN}$, $\alpha = 60^\circ$ 。

解 作用在梁上的荷载有均布荷载 q 和斜向的集中力 P ，所以在固定支座处将产生反力 X_A 、 Y_A 和反力偶 M_A 。

$$\Sigma X = 0 \quad X_A - P \cdot \cos 60^\circ = 0$$

$$X_A = P \cdot \cos 60^\circ = 20 \times 0.5 = 10\text{kN} \quad (\rightarrow)$$

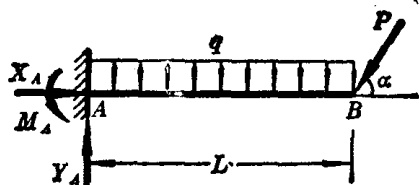


图 8-12

$$\Sigma Y = 0 \quad Y_A - q \cdot L - P \cdot \sin 60^\circ = 0$$

$$\begin{aligned} Y_A &= q \cdot L + P \cdot \sin 60^\circ \\ &= 5 \times 2 + 20 \times 0.866 = 27.32 \text{ kN } (\uparrow) \end{aligned}$$

$$\Sigma m_A = 0 \quad M_A - q \cdot L \cdot \frac{L}{2} - P \cdot \sin 60^\circ \cdot L = 0$$

$$\begin{aligned} M_A &= \frac{q}{2} \cdot L^2 + P \cdot \sin 60^\circ \cdot L \\ &= \frac{5}{2} \times 2^2 + 20 \times 0.866 \times 2 \\ &= 44.64 \text{ kN} \cdot \text{m } (\swarrow) \end{aligned}$$

$$\text{校核: } \Sigma m_B = q \cdot L \cdot \frac{L}{2} + M_A - Y_A \cdot L$$

$$= 5 \times 2 \times 1 + 44.64 - 27.32 \times 2 = 0$$

经校核计算结果正确。

思考与讨论 (一)

8-1 平面弯曲的受力特点和变形特点各是什么?

8-2 列举出一至二个平面弯曲的实例。

§ 8-2 弯曲内力——剪力和弯矩

在求解出梁的支座反力后，作用于梁上的外力就完全确