

全 国 高 等 教 育 自 学 考 试

结构力学 试题解答与分析

王淑清 朱勇军



武汉大学出版社

全国高等教育自学考试

结构力学试题解答与分析

王淑清

朱勇军

武汉大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

结构力学试题解答与分析/王淑清编. —武汉: 武汉大学出版社, 2001. 3

全国高等教育自学考试

ISBN 7-307-02708-9

I. 结… II. 王… III. 结构力学—高等教育—自学考试—解题

IV. O342-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 00143 号

责任编辑: 史新奎

出版发行: 武汉大学出版社 (430072 武昌 珞珈山)

(电子邮件: wdp4@whu.edu.cn 网址: www.wdp.whu.edu.cn)

印刷: 武汉市新华印刷厂

开本: 787×1092 1/16 印张: 12.75 字数: 312 千字

版次: 2001 年 3 月第 1 版 2001 年 3 月第 1 次印刷

ISBN 7-307-02708-9/O · 203 定价: 12.50 元

版权所有, 不得翻印; 凡购教材, 如有缺页、倒页、脱页等质量问题者, 请与当地教材供应部门联系调换。

前 言

《结构力学试题解答与分析》是根据全国高等教育自学考试房屋建筑工程专业（专科）考生的需求而编写的。

本书推荐了国内若干省、市的自学考试试卷，共计 10 套。编者对每套试题都作了详细的解答和分析，其目的是为了使考生了解众多的试题题型及深广度，引导考生深入学好本课程，增强自考的信心。同时也向考生提供了一份较为有益的学习辅导材料。

为了突出本书对辅导自学的作用，在试题解答和分析过程中，立足于使学生掌握知识，培养学生分析问题和解决问题的能力。为此，采用了如下的编写方式：

对每一试题指出所考核的知识点，说明本题考核的内容是什么，使考生明确每一试题考核的是教材中的哪些知识。与此同时，还指出每一题的考核能力层次，以明确本题考核内容的深浅程度。能力层次分为四级：识记、理解、简单应用和综合应用。

对客观试题（是非、选择、填空、简答、作图等题型），给出答案后，从理论和概念上作出简明分析，让读者知道答案是如何得出的。

对于计算题，首先从理论和计算方法上加以分析，指出本题特点及解题应注意的问题，然后给出详细的解题过程，其目的是使考生明确如何运用已学过的知识去具体分析每道试题。

限于编者的水平，书中难免有不少缺点和不足，敬请读者批评指正。

编 者

2000 年 12 月

目 录

前 言.....	1
试卷一解答与分析.....	1
试卷二解答与分析	21
试卷三解答与分析	39
试卷四解答与分析	60
试卷五解答与分析	82
试卷六解答与分析.....	102
试卷七解答与分析.....	120
试卷八解答与分析.....	138
试卷九解答与分析.....	158
试卷十解答与分析.....	179

试卷一解答与分析

一、选择题（选择正确答案的序号填在括号内。每题 3 分，共 9 分）

1. 图 1-1 所示体系为（ ）。

- A. 常变
- B. 瞬变
- C. 几何不变，且有多余约束
- D. 几何不变，且无多余约束

【考核知识点】 平面体系几何组成分析

【考核能力层次】 简单应用

【答案】 (C)

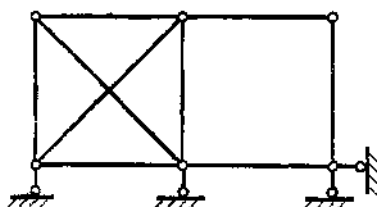


图 1-1

【分析】 首先去掉双杆系（二元体），余下的体系如图 1-2 (a) 所示。该体系和地面相连的杆件

有四根，这类题目应首先把大地视为刚片，且把右边的铰支座链杆（双杆系）加在大地上，称为刚片 I。桁架部分称为刚片 II。两刚片用三链杆 1, 2, 3 相互联接，三根杆既不完全平行，也不相交于一点，所以该体系为几何不变。

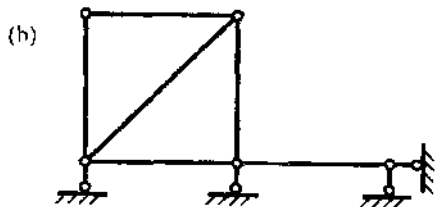
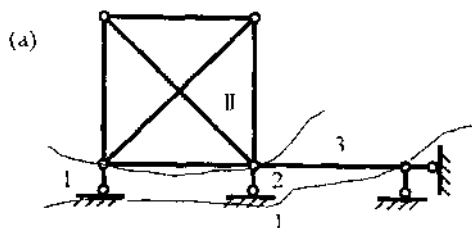


图 1-2

应注意，刚片 II 有一个多余链杆，随意去掉一个即可成为无多余约束的几何不变体系（图 1-2 (b) 所示）。可见，原体系是几何不变，且有多余约束。

2. 计算刚架时（只承受荷载），与杆件 EI 的绝对值有关的是（ ）。

- A. 内力
- B. 位移
- C. 内力和位移
- D. 既不是内力也不是位移

【考核知识点】 求位移公式

【考核能力层次】 理解

【答案】 (B)

【分析】 计算静定刚架时不涉及到 EI , 超静定刚架求内力时各杆 EI 的绝对值都被消掉, 其内力只与各杆刚度 EI 的相对比值有关, 与绝对值无关。求位移时则与抗弯刚度 EI 的绝对值有关。

3. 图 1-3 所示静定桁架中, 若 a 杆温度改变, 则 ()。

- A. 只有 a 杆所在节间各杆产生内力
- B. 整个桁架各杆均产生内力
- C. 整个桁架各杆均不产生内力
- D. 支座将产生反力

【考核知识点】 静定结构的一般性质

【考核能力层次】 理解

【答案】 (C)

【分析】 根据静定结构的性质, 温度改变不产生内力, 只产生变形, 故正确选项应为 C。

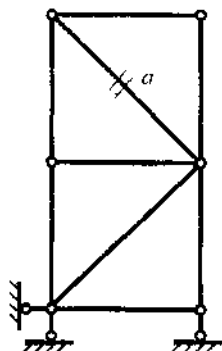


图 1-3

二、判断题 (若认为正确, 在括号内填上“√”; 若认为错误, 则填“×”。每题 2 分, 共 8 分)

1. 算得体系自由度 $W \leq 0$, 则可确定体系几何不变, 无需进一步分析。()

【考核知识点】 平面体系的自由度

【考核能力层次】 理解

【答案】 (×)

【分析】 $W \leq 0$ 是组成几何不变体系的必要条件; 而不是充分条件。 $W \leq 0$ 不能肯定该体系是几何不变, 必须对其进行几何组成分析。

2. 位移法方程反映的是位移协调条件。()

【考核知识点】 位移法的概念

【考核能力层次】 理解

【答案】 (×)

【分析】 位移法方程反映的是平衡条件。

3. 力矩分配法的基本原理与力法相同。()

【考核知识点】 力矩分配法的概念

【考核能力层次】 理解

【答案】 (×)

4. 图 1-4 (a) 所示结构用位移法计算, 只有一个未知量。()

【考核知识点】 无限刚梁对位移法计算带来的简化。

【考核能力层次】 简单应用

【答案】 (√)

【分析】 横梁 $EI = \infty$, 表明刚架受力时梁不弯曲, 仅发生刚体般的运动。

图 1-4 (a) 所示刚架由于柱子平行, 梁只作为刚体平行移动, 无论梁如何移动, 梁端部

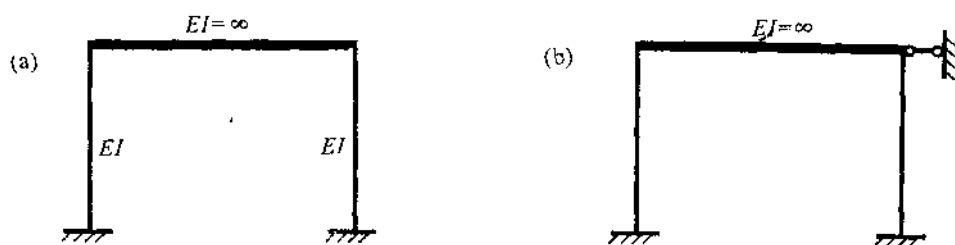


图 1-4

无转角，而柱顶与梁端又组成了刚结点，故柱顶也没有转角，不需要加附加刚臂，只需加一个支杆来限制其侧移即可。位移法基本体系如图 1-4 (b) 所示。

三、填空题（每题 3 分，共 6 分）

1. 图 1-5 (a) 所示对称结构在反对称荷载作用下，杆件 a 的轴力 $N_a = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

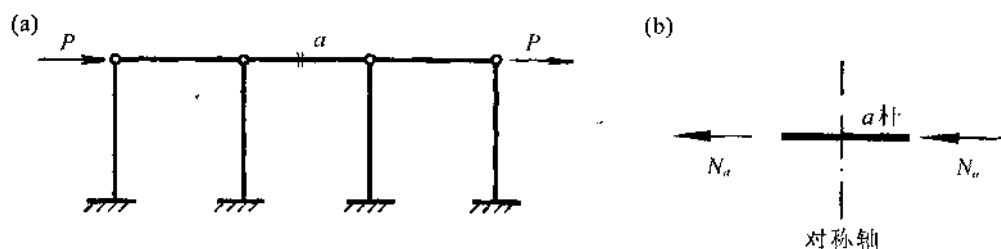


图 1-5

【考核知识点】 对称性的利用

【考核能力层次】 简单应用

【答案】 0

【分析】 图 1-5 (a) 所示排架是对称结构承受反对称荷载。位于对称位置上的构件，根据内力性质，其内力必须大小相等、符号相反。据此，垂直于对称轴的横杆 a ，其两端的作用力指向相同，一端为拉力，另一端为压力(图 1-4 (b))。按横杆的平衡条件：

$$\sum X = 0; \quad 2N_a = 0 \quad \therefore N_a = 0$$

即对称结构在反对称荷载作用下，垂直于对称轴的横杆轴力为零。

2. 图 1-6 (a) 所示结构为 次超静定。

【考核知识点】 超静定次数的确定

【考核能力层次】 简单应用

【答案】 3

【分析】 首先可把该结构视为三个封闭框，每个闭合框的超静定次数为 3 ($3 \times 3 = 9$ 次)。每个单铰能减少一次超静定，把复铰折合成单铰，各复铰所折合的单铰数目示于图 1-5 (b) 中。

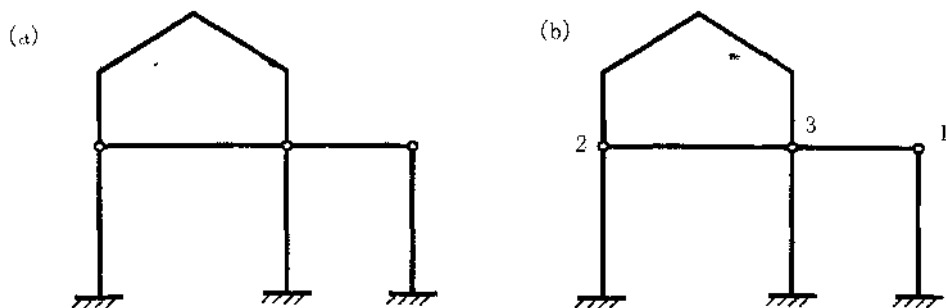


图 1-6

该结构的超静定次数为： $3 \times 3 - (2 + 3 + 1) = 3$ 次。

四、补充题（每题 3 分，共 9 分）

1. 已求得图 1-7 所示的三铰拱反力，试补充求系杆 AB 的内力。

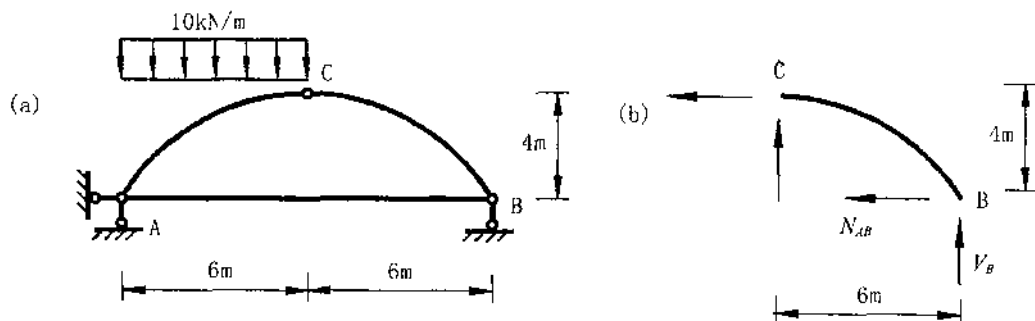


图 1-7

已知： $V_A = 45 \text{ kN}$

$V_B = 15 \text{ kN}$

$H_A = 0$

$N_{AB} = ?$

【考核知识点】 三铰拱的反力计算

【考核能力层次】 简单应用

【答案】 $N_{AB} = 22.5 \text{ kN}$

【分析】 图 1-7 (a) 所示结构是带拉杆的三铰拱。为求拉杆内力，取右半部 BC 为分离体，此时 AB 杆截断，其内力暴露出来变为外力 N_{AB} 。列方程：

$$\begin{aligned} \sum M_C &= 0; & 4N_{AB} - V_B \times 6 &= 0 \\ \therefore N_{AB} &= \frac{15 \times 6}{4} = 22.5 \text{ kN} \end{aligned}$$

2. 已求得图 1-8 (a) 所示超静定桁架的反力 R_B ，试补充求杆件 a 的内力。

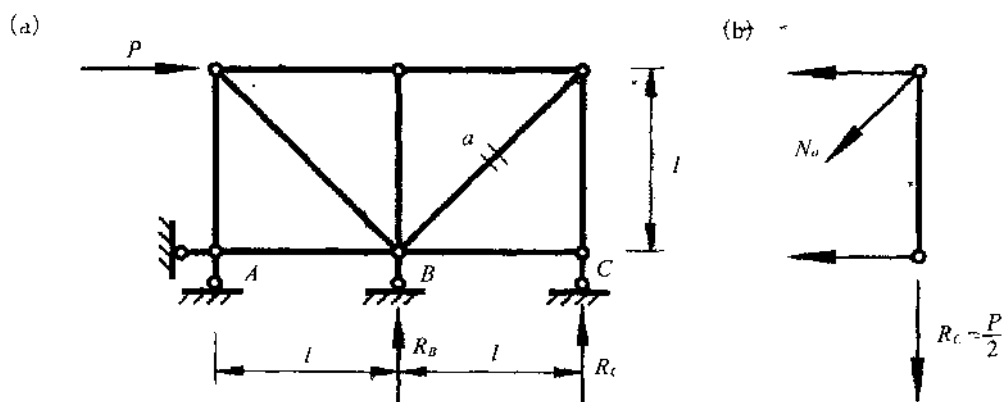


图 1-8

$$R_B = 2P$$

$$N_a = ?$$

【考核知识点】 截面法求桁架内力

【考核能力层次】 简单应用

【答案】 $N_a = \frac{\sqrt{2}}{2}P$

【分析】 按题意 R_B 为已知，原超静定桁架可视为静定桁架去求解，为求 R_C ，列方程：

$$\sum M_A = 0$$

$$\text{即 } R_C \times 2l + R_B l - Pl = 0$$

$$R_C = -\frac{P}{2} (\downarrow)$$

用截面法取分离体，如图 1-8 (b) 所示。为了求 N_a ，列投影方程：

$$\sum Y = 0$$

$$\text{即 } N_a \frac{1}{\sqrt{2}} + R_C = 0$$

$$\therefore N_a = -\frac{\sqrt{2}}{2}P$$

3. 图 1-9 (a) 所示刚架在荷载作用下其弯矩图如图 1-9 (b) 所示，试在图 1-9 (c) 上补充作出 ABC 段剪力图。

【考核知识点】 已知 M 图，作 Q 图

【考核能力层次】 综合应用

【答案】 图 1-9 (c) 所示

【分析】 取杆段 AB 为分离体，受力图如图 1-9 (d) 所示。已知力为给定的均布荷载 ($q = 10 \text{ kN/m}$) 及暴露出来的杆端弯矩 ($M_{BA} = 80 \text{ kN} \cdot \text{m}$)，未知力为 AB 杆两端的剪力 Q_{AB} 及 Q_{BA} 。按静力平衡条件列方程即可求得 Q_{AB} 及 Q_{BA} 。

$$(1) \sum M_B = 0:$$

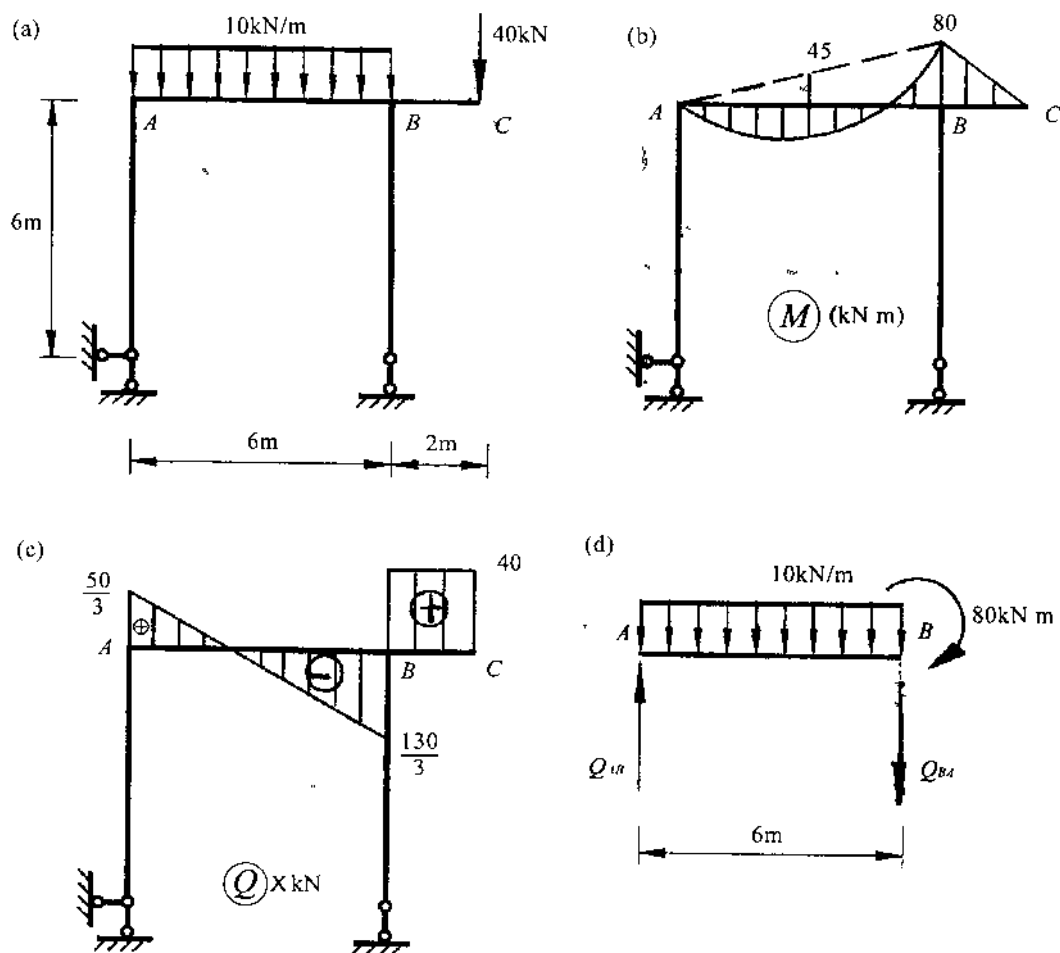


图 1-9

$$6Q_{AB} + 80 - 10 \times 6 \times 3 = 0$$

$$6Q_{AB} = 100$$

$$\therefore Q_{AB} = \frac{50}{3} \text{ (kN)}$$

$$(2) \sum M_A = 0;$$

$$6Q_{BA} + 80 + 10 \times 6 \times 3 = 0$$

$$6Q_{BA} = -260$$

$$\therefore Q_{BA} = -\frac{130}{3} \text{ (kN)}$$

受力图中的 Q_{AB} 及 Q_{BA} 事先均画成正向，计算结果为负者，说明剪力方向与图示相反。本题 Q_{AB} 为正， Q_{BA} 为负，因弯矩图是二次曲线，所以剪力图为斜直线。BC 段的弯矩图为斜直线，其剪力为常数，如图 1-9 (c) 所示。

五、改错题（每题 4 分，共 8 分）

1. 试改正图 1-10 (a) 所示多跨静定梁的 $Q_{B\text{右}}$ 剪力影响线(图 1-10 (b))。

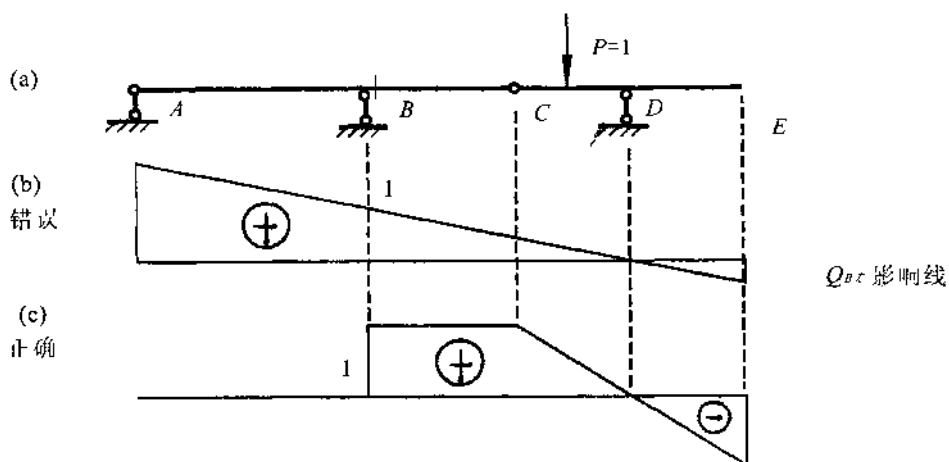


图 1-10

【考核知识点】 多跨静定梁影响线的绘制

【考核能力层次】 简单应用

【答案】 图 1-10 (c) 所示。

【分析】 作影响线的方法有静力法和机动法两种，对多跨静定梁来说，机动法最为方便。其具体做法是：先解除约束，在支座 B 右侧截面上加一对平行链杆(图 1-11 (a))，暴露出来的剪力沿其正向画出。然后，沿剪力的正向给以单位相对位移，所得位移图即是支座 B 右侧截面剪力的影响线。如图 1-11 (b) 所示。

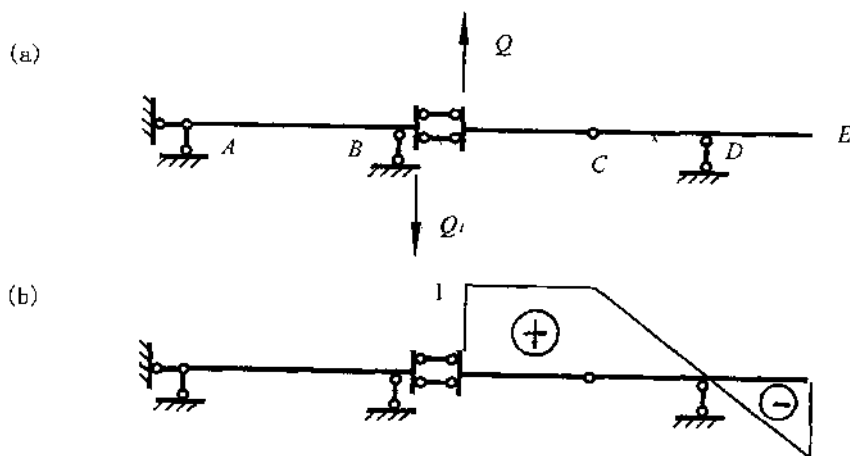


图 1-11

2. 试改正图 1-12 (a) 所示结构的 M 图 (画在受拉边)。

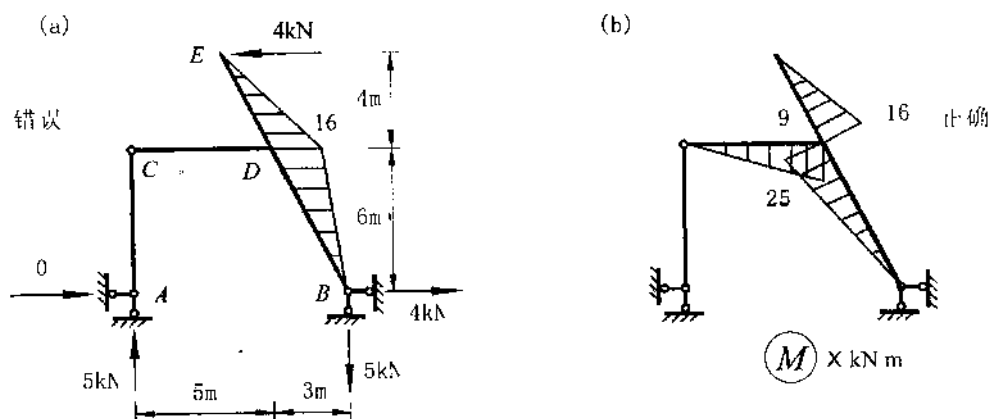


图 1-12

【考核知识点】 静定刚架的内力计算

【考核能力层次】 简单应用

【答案】 图 1-12 (b) 所示

【分析】 本题全部支座反力已经给定, 为了作 M 图应逐次去求各杆的杆端弯矩。

AC 杆: 杆上无横向力作用, 故 M 为零。

CD 杆: $M_{CD}=0$, $M_{DC}=5 \times 5=25 \text{ kN} \cdot \text{m}$, 下侧受拉。

ED 杆: $M_{ED}=0$, $M_{DE}=4 \times 4=16 \text{ kN} \cdot \text{m}$, 右侧受拉, 纵标应与杆件轴线垂直。

BD 杆: $M_{BD}=0$, $M_{DB}=4 \times 6 - 5 \times 3 = 9 \text{ kN} \cdot \text{m}$, 左侧受拉, 纵标 (影响线) 应与杆件轴线垂直。

正确的 M 图示于图 1-12 (b)。

六、结构位移计算题 (每题 5 分, 共 10 分)

1. 求图 1-13 (a) 所示刚架在荷载作用下 C 截面的转角 φ_C , 已知荷载作用下刚架的弯矩图 M_P 如图 1-13 (b) 所示。 EI = 常数。

【考核知识点】 荷载作用下静定刚架求位移。

【考核能力层次】 综合应用

【分析】 恰当地选取单位力是求位移问题的重要环节, 选取单位力的原则是广义力必须与广义位移相对应。欲求 C 截面的转角, 应在 C 截面处加一个单位力偶, 作出弯矩图 $\bar{M}_1$, 然后用图乘法求 φ_C 。

【解答】 作 $\bar{M}_1$ 图示于图 1-13 (c)。由 M_P 图可见, 杆件 BC 的弯矩图是由三角形和抛物线图形叠加得到的, 图乘时要把该杆 M_P 图加以分解 (图 1-13 (d)), 两图形分别与该杆 $\bar{M}_1$ 图相乘。

$$\varphi_C = \sum \frac{1}{EI} \omega_{yc}$$

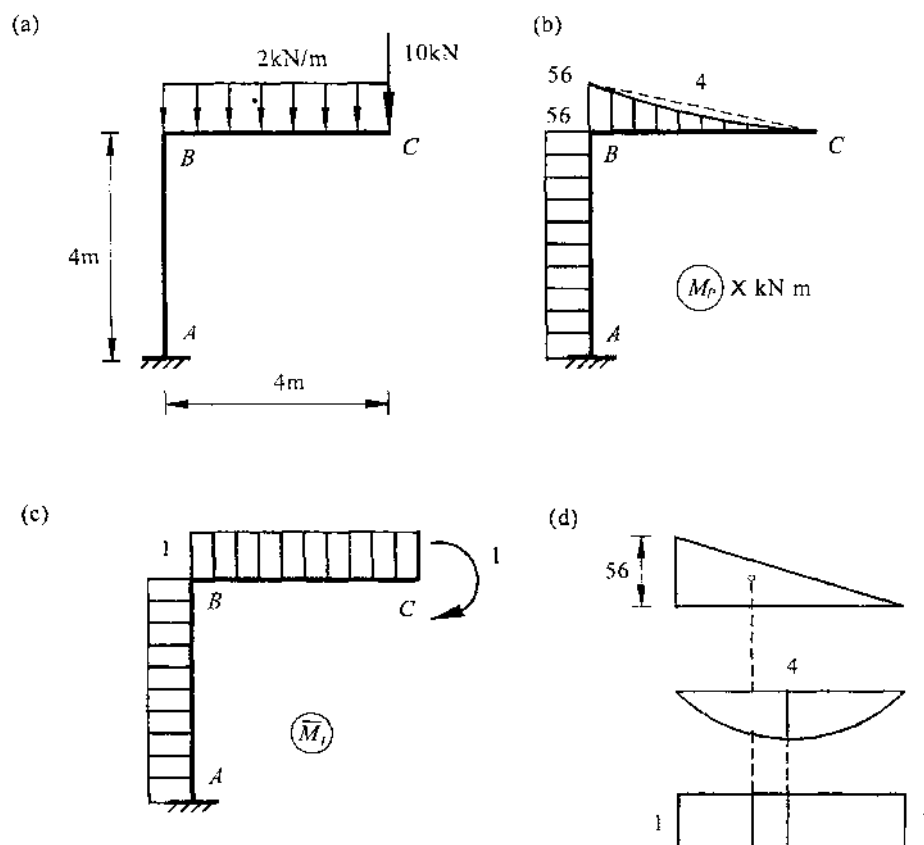


图 1-13

$$\begin{aligned}
 &= \frac{1}{EI} \left(\frac{1}{2} \times 56 \times 4 \times 1 - \frac{2}{3} \times 4 \times 4 \times 1 + 56 \times 4 \times 1 \right) \\
 &= \frac{325.3}{EI} \quad (\downarrow)
 \end{aligned}$$

计算结果为正, 说明 C 截面的转角与虚设单位力偶方向相同。

2. 求图 1-14 (a) 所示刚架在荷载作用下 C 点的竖向位移 Δ_{cv} , 已知荷载作用下刚架的弯矩图 M_P 如图 1-14 (b) 所示。各杆 $EI = \text{常数}$ 。

【考核知识点】 荷载作用下超静定刚架求位移

【考核能力层次】 综合应用

【分析】 图 1-14 (a) 给出的刚架是一次超静定。 M_P 图(图 1-14 (b)) 已由力法解超静定刚架得到, 计算位移时可取力法基本结构为任意静定结构(图 1-14 (c)) 这个基本结构承受外力 P 及暴露出来的多余未知力 X_1 的作用, 其受力情况与原体系(图 1-14 (a)) 没有差别, 因此基本结构的位移就是原体系的位移。于是, 求超静定结构的位移, 完全可以用求基本结构的位移来代替。这样, 虚拟状态的单位力就可加在基本结构上。

【解答】 在 C 点加一竖向单位力, 作 $\bar{M}_1$ 图如 1-13 (d) 所示。把 $\bar{M}_1$ 图与 M_P 互乘得 Δ_{cv} :

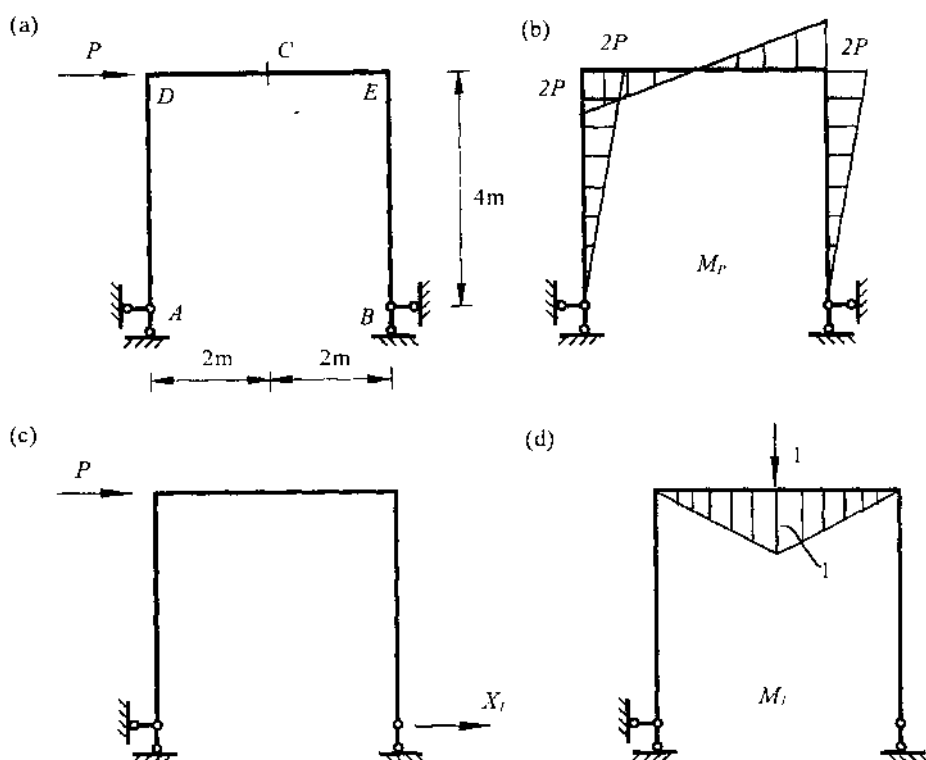


图 1-14

$$\begin{aligned}
 \Delta_{cv} &= \sum \frac{M_1}{EI} M_P \\
 &= \frac{1}{EI} \left(\frac{1}{2} \times 2P \times 2 \times \frac{1}{3} \times \frac{1}{3} \times 1 - \frac{1}{2} \times 2P \times 2 \times \frac{1}{3} \times 1 \right) \\
 &= 0
 \end{aligned}$$

计算结果为零，说明 C 点无竖向位移。

七、力法计算题（共 15 分）

1. 刚架如图 1-15 (a) 所示，现取图 1-15 (b) 为力法基本结构，试列出力法典型方程，并求出自由项 Δ_{1P} 。（7 分）

【考核知识点】 自由项 Δ_{1P} 的物理含义及其计算方法

【考核能力层次】 简单应用

【分析】 图 1-15 (a) 所示刚架是对称结构承受对称荷载。取基本结构时把铰 C 拆开，此处只能出现正对称的未知力 X_1 （反对称的未知力为零）。

Δ_{1P} 的意义是，单独在外荷载作用下所引起的沿 X_1 方向的位移。所以 Δ_{1P} 即为 $\overline{M}_1$ 图和 M_P 的相乘，实际上就是静定结构求位移问题。

【解答】

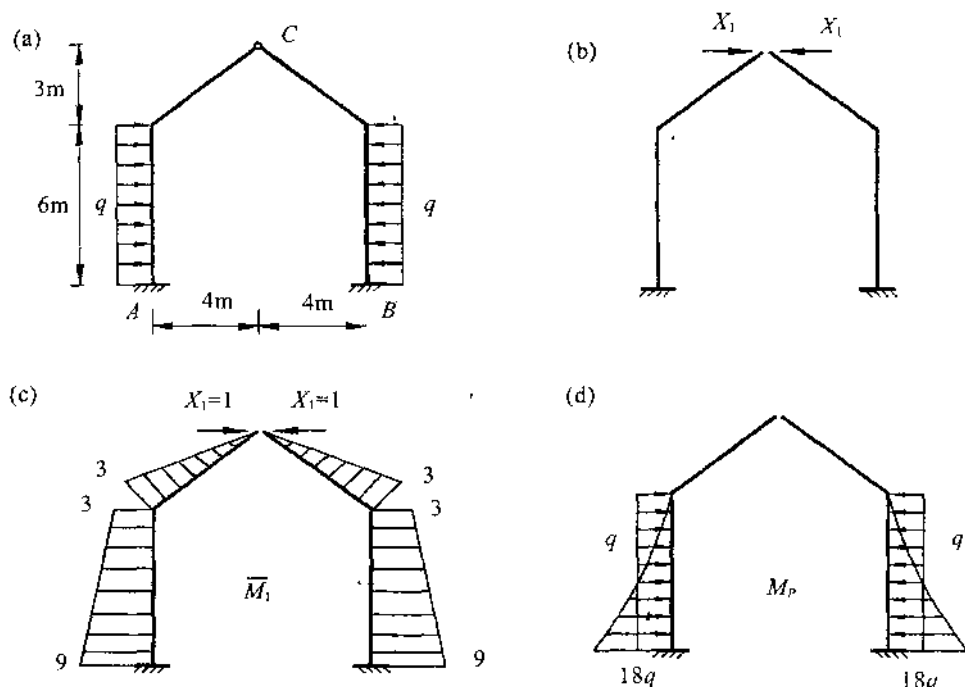


图 1-15

(1) 写力法典型方程如下:

$$\delta_{11}X_1 + \Delta_{1P} = 0$$

(2) 令 $X_1=1$, 作 $\bar{M}_1$ 图(图 1-15 (c))。

(3) 作荷载 q 引起的弯矩图 M_P (图 1-15 (d))。

(4) 图乘求位移:

$$\begin{aligned}\Delta_{1P} &= \frac{1}{EI} \left(\frac{1}{3} \times 18q \times 6 \times y_1 \right) \times 2 \\ &= \frac{1}{EI} \left[\frac{1}{3} \times 18q \times 6 \times \left(\frac{3}{4} \times 9 + \frac{1}{4} \times 3 \right) \right] \times 2 \\ &= \frac{540q}{EI}\end{aligned}$$

2. 刚架 A 支座发生移动如图 1-16 (a) 所示, 取图 1-16 (b) 所示力法基本结构, 试列出力法典型方程, 并求出自由项 Δ_{1C} 、 Δ_{2C} (8 分)

【考核知识点】 支座移动引起的力法方程中的自由项 Δ_C 的含义及其计算方法

【考核能力层次】 综合应用

【分析】 图 1-16 (a) 所示结构为两次超静定, 力法基本未知量有两个 (X_1 和 X_2), 力法典型方程也是两个。方程中的自由项 Δ_{1C} 的含义是, 基本结构由于支座移动引起的沿 X_1 方向的位移; Δ_{2C} 的含义是, 基本结构由于支座移动引起的沿 X_2 方向的位移。计算公式为:

$$\begin{aligned}\Delta_{1C} &= \sum -R_1C_i \\ \text{简写为} \quad \Delta_{1C} &= \sum -RC\end{aligned}$$

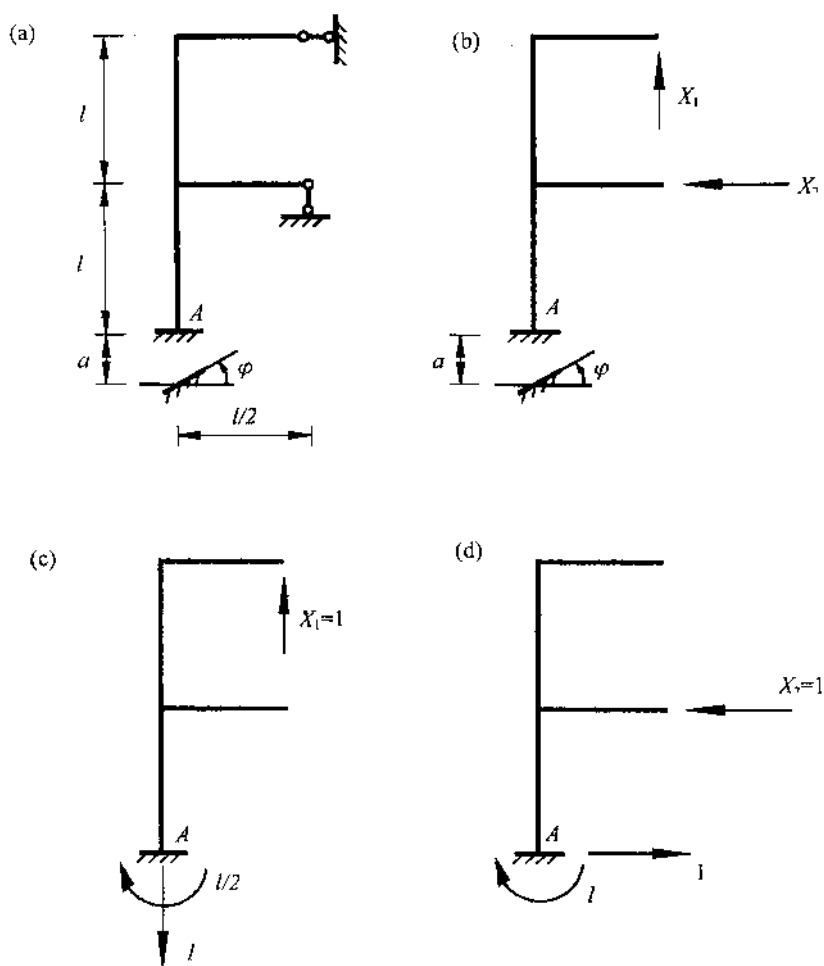


图 1-16

【计算】 力法典型方程为

$$\delta_{11}X_1 + \delta_{12}X_2 + \Delta_{1C} = 0$$

$$\delta_{21}X_1 + \delta_{22}X_2 + \Delta_{2C} = 0$$

为求 Δ_{1C} ，需求出在 $X_1=1$ 单独作用下引起的支座 A 处的各项反力，如图 1-16 (c) 所示。

为求 Δ_{2C} ，需求出在 $X_2=1$ 单独作用下引起的支座 A 处的各项反力，如图 1-16 (d) 所示。

$$\Delta_{1C} = - \sum RC = - \left(1 \times a - \frac{l}{2} \varphi \right) = \frac{l}{2} \varphi - a$$

$$\Delta_{2C} = - \sum RC = - (-l\varphi) = l\varphi$$