



高等学校教材经典同步辅导丛书力学机械类

配高教社《结构力学II——专题教程》(第2版) 龙驭球 包世华 主编

结构力学 II

——专题教程

龙驭球 第2版

同步辅导及习题全解

华腾教育教学与研究中心

陈晓东 主编

◆紧扣教材 ◆知识精讲 ◆习题全解
◆应试必备 ◆联系考研 ◆网络增值

中国矿业大学出版社

高等学校教材经典同步辅导

结构力学(II)

同步辅导及习题全解

华腾教育教学与研究中心

陈晓东 主编

中国矿业大学出版社

内 容 提 要

本书是高等教育出版社出版,龙驭球等编的《结构力学Ⅱ——专题教程》(第2版)教材的配套辅导书。全书由课程学习指南、知识点归纳、典型例题与解题技巧、历年考研真题评析、课后习题全解及考研考试指导等部分组成,旨在帮助读者掌握知识要点,学会分析问题和解决问题的方法技巧,并且提高学习能力及应试能力。

本书可供高等院校结构力学课程的同步辅导使用,也可作为研究生入学考试的复习资料,同时可供本专业教师及相关工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

结构力学Ⅱ同步辅导及习题全解/陈晓东主编.

徐州:中国矿业大学出版社,2006.8

(高等学校教材经典同步辅导丛书)

ISBN 7-81107-397-8

I. 结… II. 陈… III. 结构力学—高等学校—教学参考资料 IV. O342

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 086947 号

书 名 结构力学Ⅱ同步辅导及习题全解

主 编 陈晓东

责任编辑 罗 浩

选题策划 孙怀东

特约编辑 王丽娜

出版发行 中国矿业大学出版社

印 刷 北京市昌平百善印刷厂

经 销 新华书店

开 本 720×960 1/16 本册印张 9.75 本册字数 220 千字

印 次 2008 年 7 月第 1 版第 1 次印刷

总 定 价 143.00 元

(图书出现印装质量问题,本社负责调换)

高等学校教材

经典同步辅导丛书编委会

主 任：王 飞

副主任：夏应龙 倪铭辰 李瑞华

编 委（按姓氏笔画排序）：

于志慧	王海军	王 焯	韦爱荣
甘 露	丛 维	师文玉	吕现杰
朱凤琴	朵庆春	刘胜志	刘淑红
严奇荣	李 丰	李凤军	李 冰
李 波	李炳颖	李 娜	李晓光
李晓炜	李雅平	李燕平	何联毅
邹绍荣	宋 波	张旭东	张守臣
张鹏林	张 慧	陈晓东	陈瑞琴
范亮宇	孟庆芬	高 锐	

《结构力学》是土木工程力学专业重要的课程之一,也是报考该类专业硕士研究生的考试课程。

龙驭球、包世华主编的《结构力学Ⅱ——专题教程》(第2版)以体系完整、结构严谨、层次清晰、深入浅出的特点成为这门课程的经典教材,被全国许多院校采用。

为了帮助读者更好地学习这门课程,掌握更多的知识,我们根据多年的教学经验编写了这本与此教材配套的《结构力学Ⅱ——专题教程同步辅导及习题全解》(第2版)。本书旨在使广大读者理解基本概念,掌握基本知识,学会基本解题方法与解题技巧,进而提高应试能力。

本书作为一种辅助性的教材,具有较强的针对性、启发性、指导性和补充性的特点。考虑到《结构力学》这门课程的特点,我们在内容上作了以下安排:

1. 课程学习指南 从该课程的知识体系出发,对各个章节在全书的位置,以及与其他章节的联系作了简明扼要的阐述,使学习更有重点。

2. 知识点归纳 串讲概念,总结性质和定理,使知识全面系统,便于掌握。

3. 典型例题与解题技巧 精选各类题型,涵盖本章所有重要知识点,对题目进行深入、详细地讨论和分析,并引导学生思考问题,能够举一反三、拓展思路。

4. 历年考研真题评析 精选历年名校考研真题并进行深入地讲解。

5. 课后习题全解 给出了龙驭球、包世华主编的《结构力学Ⅱ——专题教程》(第2版)各章习题的答案。我们不仅给出了详细的解题过程,而且对有难度或综合性较强的习题做了分析和小结,从而更好地帮助学生理解掌握每一知识点。

6. 考研考试指导 首先归纳了本课程的考研考点,然后精选了清

华大学等名校的最新考研考试试题并给出了参考答案,以帮助学生顺利通过相关考试。

本书在编写时参考了大量的优秀教材和权威考题。在此,谨向有关作者和所选考试、考研试题的命题人以及对本书的出版给予帮助和指导的所有老师、同仁表示衷心的感谢!

由于编者水平有限,本书难免出现不妥之处,恳请广大读者批评指正。

联系我们

华腾教育网:

<http://www.huatengedu.com.cn>

电子邮件:

huateng@huatengedu.com

华腾教育教学与研究中心

目 录

CONTENTS

课程学习指南	1
第十一章 静定结构总论	3
知识点归纳	3
课后习题全解	5
第十二章 超静定结构总论	11
知识点归纳	11
典型例题与解题技巧	13
历年考研真题评析	16
课后习题全解	18
第十三章 能量原理	42
知识点归纳	42
典型例题与解题技巧	44
历年考研真题评析	45
课后习题全解	47
第十四章 结构动力计算续论	59
知识点归纳	59
课后习题全解	61
第十五章 结构的稳定计算	80
知识点归纳	80
典型例题与解题技巧	83

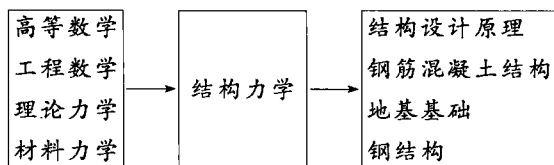
历年考研真题评析	86
课后习题全解	88
第十六章 结构的极限荷载	110
知识点归纳	110
典型例题与解题技巧	112
历年考研真题评析	114
课后习题全解	118
第十七章 结构力学与方法论	127
知识点归纳	127
考研考试指导	130
考研考点归纳	130
清华大学 2007 年考研试题	130
参考答案	132

课程学习指南

结构力学课程是土木、交通、水利等专业必修的一门重要的技术基础课程,又是学习后续技术基础课程和专业课程的重要基础,也是土木工程等专业研究生入学的考试科目之一。

学习结构力学的目的是根据力学原理研究在外力和其他外界因素作用下结构的内力和变形、结构的强度、刚度、稳定性和动力反应以及结构的组成规律,掌握一般结构的力学计算方法,为分析和解决实际问题提供科学依据,同时也为后续专业课程的学习打下良好的基础。

结构力学课程具有很强的理论性和逻辑性,需要有一定的数学和力学基础,所以在修读本课程之前应熟练掌握高等数学、工程数学、理论力学、材料力学等课程的相关内容。同时,结构力学又有很强的基础性和延续性,是结构设计原理、钢筋混凝土结构、地基基础、钢结构等课程最重要的必修课程。



结构力学Ⅱ分四个部分,第十一章、第十二章为总论,主要包括静定结构总论和超静定结构总论;第十三章为能量原理,主要包括势能原理、余能原理、分区混合能原理及能量偏导数定理;第十四、十五、十六章为结构的计算,主要包括结构的动力计算、稳定计算、极限载荷计算;第十七章为方法论,主要包括超定结构算法中蕴含的方法论、超静定结构算法中蕴含的方法论、力学常用的三种方法论。第二、三部分是本书的重点,而且第三部分是本书的难点也是考点。

结构力学的研究对象是杆件结构,一方面它较其他理论课程更加结合工程实际;另一方面,它只是对结构的共性问题进行研究,具有一定的概括性。为了帮助广大同学学好这门课程,建议在学习过程中应按以下方法学习:

1. 记清基本概念,理解基本原理,掌握基本方法。
2. 要分析综合,将各个细节知识结合起来去综合分析结构。
3. 要对比联系,注意不同方法之间的区别与联系。
4. 要适度开拓,在掌握基本知识的基础上,不断研究更加复杂的结构。

此外,结构力学课程能够对学生在各个方面都有所培养,希望广大同学在学好专业知识的过程中培养自己以下几方面的能力:

1. 分析能力,培养自己正确、灵活运用所学知识对实际事物的分析能力。
2. 计算能力,培养自己选择计算方法、确定计算步骤、严格校核判断、熟练使用程序的计算能力。
3. 自学能力,培养自己通过消化和摄取把别人的知识变为已有的能力。
4. 表达能力,培养自己书写整洁、思路清晰、表达严谨的科学能力。

第十一章

静定结构总论

III 知识点归纳

一、几何构造分析与受力分析之间的对偶关系

从计算自由度 W 的力学含义和几何含义看对偶关系：

若 $W > 0$ ，则平衡方程个数大于未知力个数。

若 $W < 0$ ，则平衡方程个数小于未知力个数。

若 $W = 0$ ，则平衡方程个数等于未知力个数。

二、零载法

1. 零载法

对于 $W = 0$ 的体系，如果是几何不变的，则在荷载为零的情况下，它的全部内力都为零；反之，如果是几何可变的，则在荷载为零的情况下，它的某些内力不为零。

2. 从虚功原理角度看零载法

自内力状态能(否)存在是体系有(无)多余约束的标志。

三、空间杆件体系的几何构造分析

1. 空间几何不变体系的组成规律

(1)空间中一点与一刚体用三根链杆相连，且三链杆不在同一条平面内，则组成几何不变的整体，且无多余约束。

(2)一刚体与另一刚体用六根链杆相连，如链杆中有三根交于一点，而不在同一平面内，当六根链杆不交于同一直线时，组成几何不变的整体，且无多余约束。

(3)一刚体与另一刚体用六根链杆相联,如链杆中有三根位于同一平面内而不交于一点,当六根杆不交于同一直线时,则组成几何不变的整体,且无多余约束。

2. 空间链接体系的计算自由度 W

$$W = 3j - b$$

j 为体系结点的总数, b 为链杆与支杆总数。

四、静定空间刚架

1. 内力计算

采用截面法。由于一个物体在空间有六个自由度,故可对所取隔离体建立六个平衡方程,由此求出截面六个内力分量: F_N 、 F_{Q1} 、 F_{Q2} 、 M_t 、 M_1 、 M_2 。

2. 位移计算

$$\Delta = \sum \int \frac{\bar{M}_y M_{yp}}{EI_y} ds + \sum \int \frac{\bar{M}_z M_{zp}}{EI_z} ds + \sum \int \frac{\bar{M}_t M_{tp}}{GI_t} ds$$

五、静定空间桁架

1. 空间桁架几何构造

计算自由度 $W = 3j - b$, $W > 0$, 则体系可变; 若体系几何不变, 且无多余约束的空间桁架, 则必有 $W = 0$ 。

2. 结点法和截面法

结点法是截取结点为隔离体, 利用每个结点所受的空间汇交力系的三个平衡条件, 求各杆的轴力。其平衡条件为

$$\sum F_x = 0, \sum F_y = 0, \sum F_z = 0$$

3. 分解成平面桁架法

六、悬索结构

1. 悬索结构的特点

悬索结构是由一系列受拉的索作为主要承重构件, 按一定规律组成各种不同形式的体系, 并悬挂在相应的支承上的结构。分为单层索系, 双层索系, 鞍形索网、斜拉式屋盖, 索梁体系等。

2. 单根悬索的计算方法

基本假设

(1) 索为理想柔性, 即不能受压, 不能受弯, 只能受拉。

(2) 索在使用阶段时应力和应变符合胡克定律。

基本平衡微分方程为

$$\left. \begin{aligned} \frac{dF_H}{dx} + q_x &= 0 \\ \frac{d}{dx} \left(F_H \frac{dy}{dx} \right) + q_y &= 0 \end{aligned} \right\}$$

七、静定结构的一般性质

1. 温度改变、支座移动和制造误差等因素在静定结构中不引起内力。
2. 静定结构的局部平衡特性。
3. 静定结构的荷载等效的特性。
4. 静定结构的构造变换特性。

八、各种结构形式的受力特点

1. 在静定多跨梁和伸臂梁中, 利用杆端的负弯矩可以减小跨中的正弯矩。
2. 在有推力结构中, 利用水平推力的作用可以减少弯矩峰值。
3. 在桁架中, 利用杆件的链接和合理布置及荷载的结点传递方式, 可使桁架中的各杆处于无弯矩状态。

九、简支梁的包络图和绝对最大弯矩

连接各截面内力最大值的曲线称为内力包络图。

弯矩的包络图中最高的竖距称为绝对最大弯矩。

十、位移影响线

设有一方向不变的单位力 $F_P = 1$ 在结构上移动, 结构上拟求位移 Δ_K 的影响系数 δ_{KP} 亦随之变化。表示 δ_{KP} 变化规律的图线称为位移影响线。

III 课后习题全解

11-1 【分析】(a) 用零杆判定方法即可求得各杆 N 均为 0, 体系几何不变。

(b) 由 1, 2 杆开始判定零杆最终全部杆 N 均为 0, 体系几何不变。

(c) 由 BE 开始判定, 依次为 $AB, BC \rightarrow AF, AD, CD, CF \rightarrow DE, EF$, 全部杆轴力均为 0, 体系几何不变。

(d) 设 $AB = BC = x$ 则各杆轴力如图 11-1(d), 有无数解可令体系平衡, 体系几何可变。

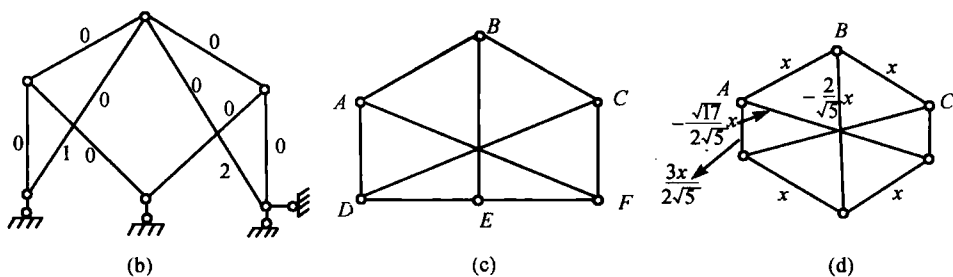


图 11-1

11-2 【分析】(a)以铰接四面体 $BEFG$ 开始判定,按照规律,体系几何不变,无多余约束。

(b)体系的自由度, $W=0$,再补充进行构造分析,可知体系几何不变,无多余约束。

11-3 【分析】应用截面计算结构的内力,由平衡方程可求得内力的大小分别为

(a) $M_{tA}=2 \text{ N} \cdot \text{m}$, $M_{yA}=320 \text{ N} \cdot \text{m}$ (上边受拉) $M_{zA}=80 \text{ N} \cdot \text{m}$

(b) $M_{tA}=-1.125\% \text{ KN} \cdot \text{m}$, $M_{yA}=5\% \text{ KN} \cdot \text{m}$ (上边受拉), $M_{zA}=0$

(c) $M_{xAB}=2 \text{ KN} \cdot \text{m}$ (左边受拉), $M_{yAB}=1 \text{ KN} \cdot \text{m}$ (后边受拉), $M_{tAB}=0$

(d) $M_{xAB}=2 \text{ KN} \cdot \text{m}$ (左边受拉), $M_{yA}=2.5 \text{ KN} \cdot \text{m}$ (后边受拉), $M_{tAB}=0$

11-4 【分析】根据截面法求出弯矩和扭矩,利用位移计算公式即可求得。

解 实际荷载作用下的弯矩 M_P 图和扭矩 M_{tP} 图,如图 11-2(b)和(d)所示。

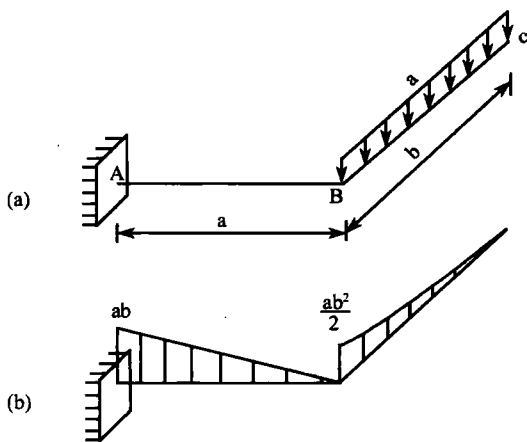


图 11-2

c 点虚设竖向单位力作用下弯矩 $\bar{M}$ 图和扭矩 $\bar{M}_t$ 图,如图 11-2(c)和(e)所示。

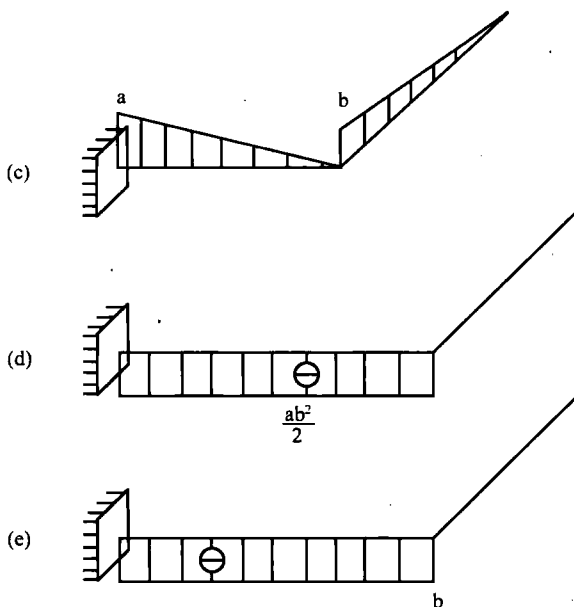


图 11-2

弯矩引起变形的位移为

$$\Delta_1 = \sum \int \frac{\overline{M} M_P}{EI} ds = \frac{q}{EI} \left(\frac{1}{3} a^3 b + \frac{1}{8} b^4 \right)$$

扭转引起的位移为

$$\Delta_2 = \sum \int \frac{\overline{M}_t + M_{tP}}{GI_t} ds = \frac{q}{GI_t} \left(\frac{1}{2} b^3 a \right)$$

直径 $d=3$ cm 的圆钢

$$I = \frac{\pi d^4}{64} = 3.976 \times 10^{-8} \text{ m}^4$$

$$I_t = \frac{\pi d^4}{32} = 7.952 \times 10^{-8} \text{ m}^4$$

$$q = 20 \text{ N/cm} = 2 \times 10^3 \text{ N/m}$$

$$\begin{aligned} \Delta_1 &= \frac{2 \times 10^3}{2.1 \times 10^{11} \times 3.976 \times 10^{-8}} \left(\frac{1}{3} \times 0.6^3 \times 0.4 + \frac{1}{8} \times 0.4^4 \right) = 7.7 \times 10^{-3} \text{ m} \\ &= 7.7 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\Delta_2 = \frac{2 \times 10^3}{0.8 \times 10^{11} \times 7.952 \times 10^{-8}} \times \frac{1}{2} \times 0.4^3 \times 0.6 = 6.0 \times 10^{-3} \text{ m} = 6.0 \text{ mm}$$

$$\Delta_1 + \Delta_2 = 13.7 \text{ mm}$$

故 C 点竖向位移为 13.7 mm (↓)

11-5 【分析】 同题 11-4, 求出弯矩后计算扭转。

解 实际荷载作用下弯矩 M_P 图和扭转矩 M_{tP} 图见图 11-3(c) 和 (e) 所示。

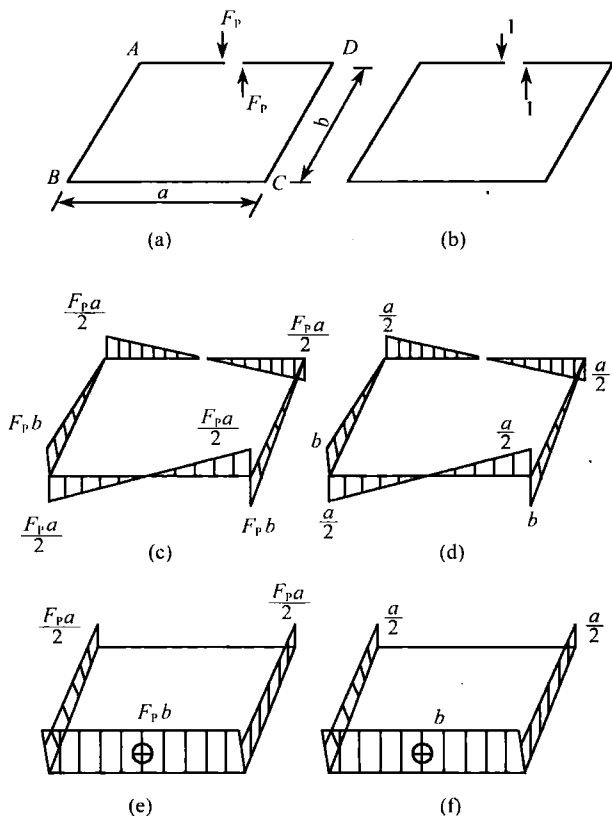


图 11-3

在切口边加虚设单位力(如图 11-3(b)所示)产生的变弯矩图 $\bar{M}$ 图和扭转矩图 $\bar{M}_t$ 图见图 11-3(d) 和 (f) 所示。

弯矩变形引起位移为

$$\Delta_1 = \sum \int \frac{M_P \bar{M}}{EI} ds = \frac{F_P}{EI} \left(\frac{1}{6} a^3 + \frac{2}{3} b^3 \right)$$

扭转变形引起位移为

$$\Delta_2 = \sum \int \frac{M_{tP} \bar{M}_t}{GI_t} ds = \frac{F_P}{GI_t} \left(\frac{1}{2} a^2 b + ab^2 \right)$$

总位移为

$$\Delta_1 + \Delta_2 = \frac{F_P}{EI} \left(\frac{1}{6} a^3 + \frac{2}{3} b^3 \right) + \frac{F_P}{GI_t} \left(\frac{1}{2} a^2 b + ab^2 \right)$$

11-6 解 实际荷载作用下弯矩 M_P 图和扭矩 M_{tP} 图分别如图 11-4(c) 和 (a)

所示。在虚设单位力(如图 11-4(b) 所示)作用下弯矩 $\bar{M}$ 和扭矩 $\bar{M}_t$ 图分别如图 11-4(d) 和(f) 所示。

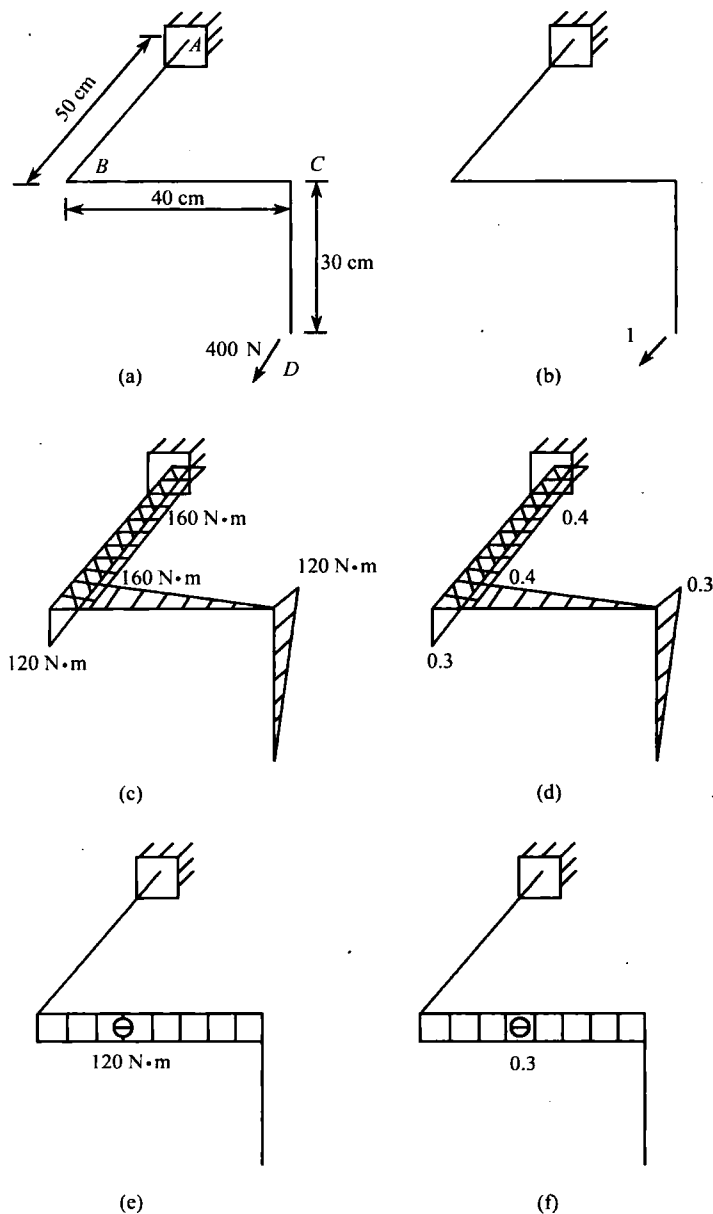


图 11-4

弯矩变形引起位移为