



普通高等教育“十二五”力学规划教材
湖北省精品课程教材

结构力学习题解答

Jiegou Lixue Xiti Jieda

李黎 主编



华中科技大学出版社

<http://www.hustp.com>

普通高等教育“十二五”力学规划教材
湖北省精品课程教材

结构力学习题解答

主编	李 黎	
编写	李 黎	江宜城
	龙晓鸿	樊 剑

华中科技大学出版社

内 容 简 介

本书是为配合由李黎主编、华中科技大学出版社出版的《结构力学》教材而编写的学习辅导书。全书各章节的内容和顺序(第1章绪论除外)与教材保持一致,主要包括结构的几何构造分析、静定结构的内力计算、静定结构的影响线、静定结构的位移计算、力法、位移法、力矩分配法和近似法、矩阵位移法、结构的动力计算、结构的稳定计算等内容。

本书可供开设“结构力学”课程的高等院校土建、水利类专业学生参考使用,也可作为报考相关专业研究生学生的复习资料,还可作为讲授结构力学课程教师的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

结构力学习题解答/李黎主编. — 武汉:华中科技大学出版社,2015.1
ISBN 978-7-5680-0660-6

I. ①结… II. ①李… III. ①结构力学-高等学校-题解 IV. ①O342-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 039040 号

结构力学习题解答

李 黎 主 编

策划编辑:徐正达

责任编辑:姚同梅

封面设计:刘 卉

责任校对:祝 菲

责任监印:朱 玢

出版发行:华中科技大学出版社(中国·武汉)

武昌喻家山 邮编:430074 电话:(027)81321915

录 排:武汉市洪山区佳年华文印部

印 刷:虎彩印艺股份有限公司

开 本:787mm×1092mm 1/16

印 张:16.5

字 数:432千字

版 次:2015年4月第1版第1次印刷

定 价:28.00元



本书若有印装质量问题,请向出版社营销中心调换
全国免费服务热线:400-6679-118 竭诚为您服务
版权所有 侵权必究

前 言

“结构力学”课程是土木工程专业最重要的核心学科基础课,是学生由前期的基础理论学习转入后期专业知识学习时的桥梁和纽带。解答习题是学好“结构力学”课程的重要环节。只有通过演算相当数量的习题,才能加深对基本概念的理解和对基本理论、基本方法的掌握,便于在今后的工作中灵活运用所学知识去创新并保障工程安全、经济。

为了方便学生的学习和老师的教授,我们编写了《结构力学习题解答》一书。本书对华中科技大学出版社出版、李黎主编的《结构力学》一书的所有习题做出了详细的解答。书中各章节的顺序与教材保持一致(第1章绪论除外,因教材中此章无习题),主要涉及结构的几何构造分析、静定结构的内力计算、静定结构的影响线、静定结构的位移计算、力法、位移法、力矩分配法和近似法、矩阵位移法、结构的动力计算、结构的稳定计算等内容。阅读本书,有助于学生复习和巩固所学的结构力学理论和方法,解决学习中的疑难问题,掌握解题技巧,提高分析问题和解决问题的能力。

本书可供高等院校土建、水利类专业学生学习“结构力学”课程时参考,也可作为报考相关专业研究生的复习资料,还可作为相关专业教师的教学参考书。

本书由李黎主编,江宜城、龙晓鸿、樊剑参加了相关章节的编写工作。本书的错误和不足之处在所难免,欢迎广大读者提出宝贵意见。

编 者

2015 年 3 月

目 录

第 2 章 结构的几何构造分析..... (1)

第 3 章 静定结构的内力计算 (10)

第 4 章 静定结构的影响线 (63)

第 5 章 静定结构位移计算 (90)

第 6 章 力法..... (105)

第 7 章 位移法..... (144)

第 8 章 力矩分配和近似法..... (179)

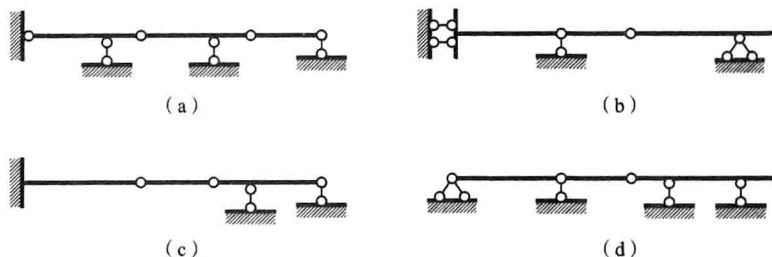
第 9 章 矩阵位移法..... (200)

第 10 章 结构的动力计算 (239)

第 11 章 结构的稳定计算 (251)

第 2 章 结构的几何构造分析

2-1 试分析图示体系的几何构造。



题 2-1 图

解 题 2-1 图(a):如图 2-1-1 所示,杆 1 与基础通过点 A 处的铰与链杆 2 连接,形成刚片 I,链杆 3、4 通过点 B 处的铰形成二元体 1,链杆 5、6 通过点 C 处的铰形成二元体 2,刚片 I 上搭上了二元体 1、2,因此该体系为无多余约束的几何不变体系。

题 2-1 图(b):如图 2-1-2 所示,杆 1 与基础通过三根不交于同一点的链杆连接,形成刚片 I,链杆 2、3 构成二元体,但两根链杆在同一直线上,是瞬变体系,故该体系为有一个多余约束的瞬变体系。

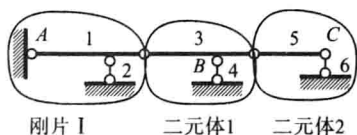


图 2-1-1

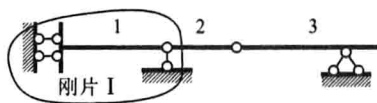


图 2-1-2

题 2-1 图(c):如图 2-1-3 所示,杆 5 与基础刚性连接,形成刚片 I,杆 1 与刚片 I 通过三根不交于同一点的链杆 2、3、4 连接,组成无多余约束的几何不变体系。

题 2-1 图(d):如图 2-1-4 所示,杆 1 与基础形成刚片 I,杆 3 与刚片 I 通过不交于一点的三根链杆 2、4、5 连接,组成无多余约束的几何不变体系。

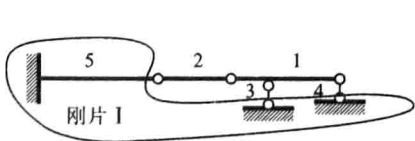


图 2-1-3

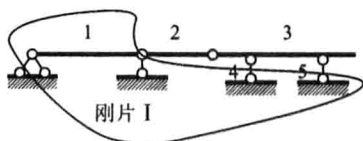
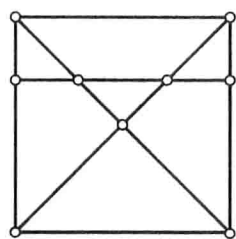


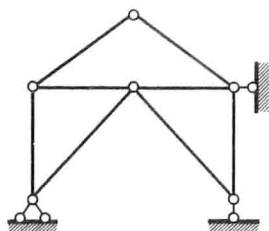
图 2-1-4

2-2 试分析图示体系的几何构造。

解 题 2-2 图(a):如图 2-2-1 所示,刚片 I 与刚片 II 通过链杆 1、2 连接,链杆 1、2 交于无穷远处的点 O_{12} 处,构成虚铰,刚片 I 与刚片 III 通过链杆 3、4 连接,链杆 3、4 交于点 O_{13} 处,刚片 II 与刚片 III 通过链杆 5、6 连接,链杆 5、6 交于点 O_{23} 处,而点 O_{13} 与 O_{23} 的连线分别与杆 1、2 重合和平行,故该体系为无多余约束的几何瞬变体系。



(a)



(b)

题 2-2 图

题 2-2 图(b):如图 2-2-2 所示,刚片 I 与基础通过不交于同一点的链杆 1、2、3 连接,形成一个大刚片,再搭上由链杆 6、7 和 4、5 形成的两个二元体,构成无多余约束的几何不变体系。

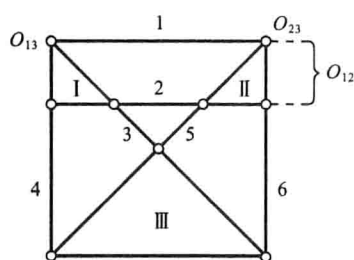


图 2-2-1

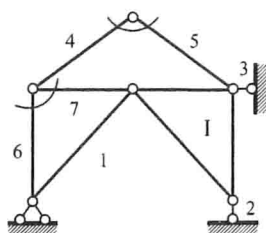
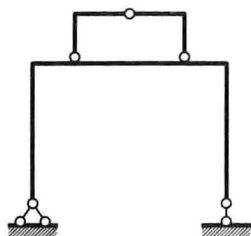
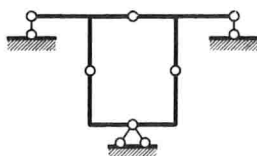


图 2-2-2

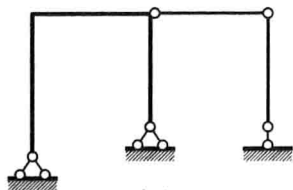
2-3 试分析图示体系的几何构造。



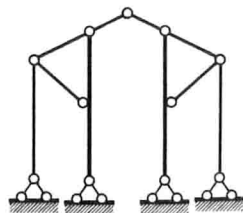
(a)



(b)



(c)



(d)

题 2-3 图

解 题 2-3 图(a):如图 2-3-1 所示,刚片 I 与基础形成大刚片,再搭上由杆 1、2 形成的二元体,构成的体系为无多余约束的几何不变体系。

题 2-3 图(b):如图 2-3-2 所示,设基础为刚片 III,刚片 I 和刚片 II 通过点 O_{12} 处的铰连接,刚片 I 和刚片 III 通过点 O_{13} 处的虚铰连接,刚片 II 和刚片 III 通过点 O_{23} 处的虚铰连接,且点 O_{12} 、 O_{13} 、 O_{23} 不共线,因此该体系为无多余约束的几何不变体系。

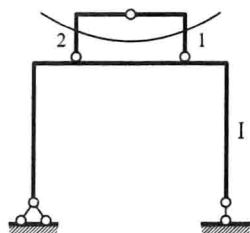


图 2-3-1

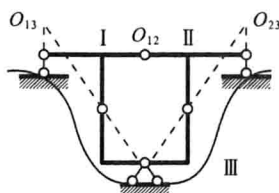


图 2-3-2

题 2-3 图(c):如图 2-3-3 所示,杆 1 与基础构成刚片 I,有一个多余约束,杆 3 与刚片 I 通过杆 2、4 连接,因此该体系为有一个多余约束、少一个必要约束的几何可变体系。

题 2-3 图(d):如图 2-3-4 所示,杆 1、4、5 形成刚片 I,与基础通过杆 3 和点 A 处的铰连接,形成大刚片,同理,杆 2、8、9 形成刚片 II,与基础通过杆 10 和点 B 处的铰连接,形成大刚片,两个刚片与基础形成一个大刚片,在大刚片上搭上杆 6、7 形成的二元体,因此该体系为无多余约束的几何不变体系。

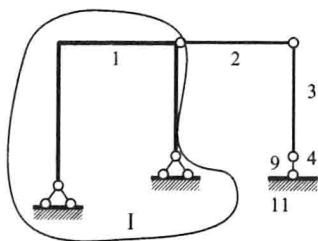


图 2-3-3

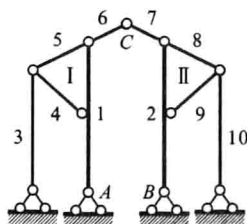
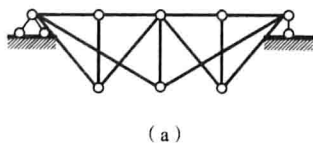
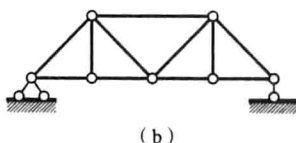


图 2-3-4

2-4 试分析图示体系的几何构造。



(a)



(b)

题 2-4 图

解 题 2-4 图(a):如图 2-4-1 所示,刚片 ABC 与杆 1、2 构成的二元体形成刚片 I,刚片 FDE 为刚片 II,刚片 I 与刚片 II 通过点 F 处的铰和杆 3 连接,构成一个大刚片 III,刚片 III 与大地通过点 B 处的铰和杆 4 连接,因此该体系为无多余约束的几何不变体系。

题 2-4 图(b):如图 2-4-2 所示,杆 1、2、3 构成刚片,再搭上杆 4 和杆 5、杆 6 和杆 7、杆 8 和杆 9、杆 10 和杆 11 分别构成的二元体,形成大刚片 I,大刚片 I 与基础通过一个铰和一根链杆连接,组成无多余约束的几何不变体系。

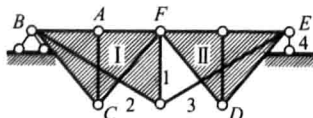


图 2-4-1

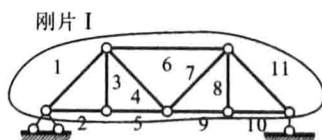
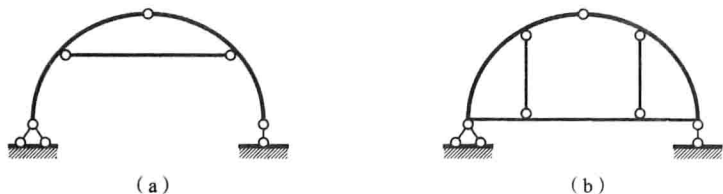


图 2-4-2

2-5 试分析图示体系的几何构造。



题 2-5 图

解 题 2-5 图(a):如图 2-5-1 所示,杆 1、2、3 通过不在一条直线上的三个铰相连,形成一个刚片,该刚片与基础通过一个铰和一根链杆相连,组成无多余约束的几何不变体系。

题 2-5 图(b):如图 2-5-2 所示,杆 1、2、3 通过不在一条直线上的三个铰相连,形成一个刚片,该刚片与基础通过一个铰和一根链杆相连,形成一个新刚片,故该体系为有两个多余约束的几何不变体系。

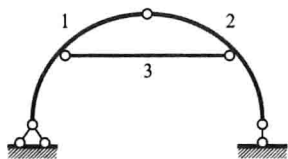


图 2-5-1

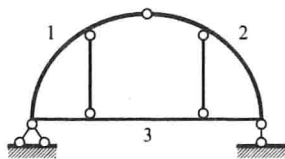
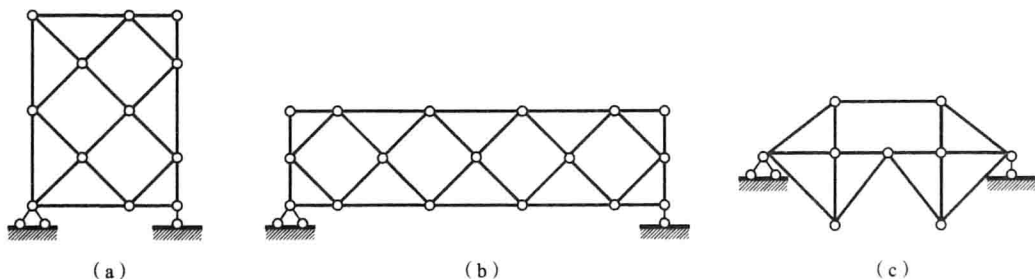


图 2-5-2

2-6 试分析图示体系的几何构造。



题 2-6 图

解 题 2-6 图(a):如图 2-6-1 所示,上部体系与基础直接通过一个铰和一根链杆相连,去除约束,选用上部体系进行分析。刚片 I、II 连接于点 O_{12} 处,刚片 I、III 相交于无穷远的点 O_{13} 处,刚片 II、III 相交于无穷远的点 O_{23} 处,且 O_{12} 、 O_{13} 、 O_{23} 三点不共线,再搭上 1、2 和 3、4 分别形成的二元体,因此该体系为无多余约束的几何不变体系。

题 2-6 图(b):如图 2-6-2 所示,去除约束,选用上部结构进行分析。去掉二元体(1, 2)、

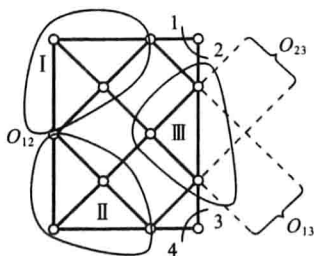


图 2-6-1

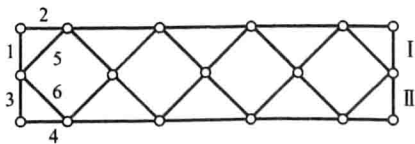


图 2-6-2

(3,4)、(5,6)……最后只剩下链杆 I 和 II, 这两根链杆通过一个铰相连, 构成可变体系, 因此该体系为无多余约束的几何可变体系。

题 2-6 图(c): 如图 2-6-3 所示, 刚片 I 和刚片 II 通过点 A 处的铰和杆 1 相连, 形成一个大刚片, 该刚片与基础通过点 B 处的铰和杆 2 相连, 因此该体系为无多余约束的几何不变体系。

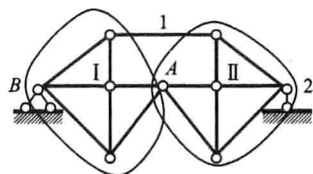
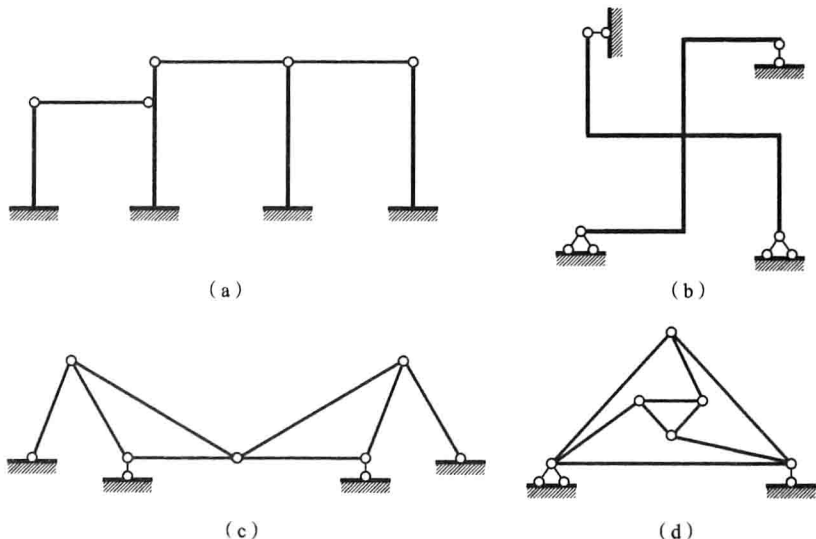


图 2-6-3

2-7 试分析图示体系的几何构造。



题 2-7 图

解 题 2-7 图(a): 如图 2-7-1 所示, 将基础与杆 1、2、3、4 看做一个刚片, 则可以看出该体系为有三个多余约束的几何不变体系。

题 2-7 图(b): 如图 2-7-2 所示, 刚片与基础通过点 A 处的铰和链杆 1 连接, 点 B 处的铰与链杆 2 为多余约束, 因此该体系为有三个多余约束的几何不变体系。

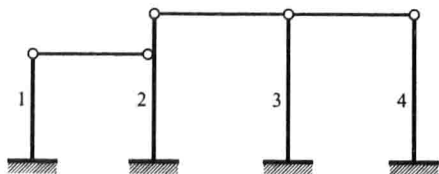


图 2-7-1

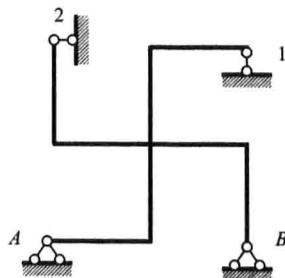


图 2-7-2

题 2-7 图(c): 如图 2-7-3 所示, 杆 2、3、4 构成刚片 I, 杆 6、7、8 构成刚片 II, 基础看做刚片 III, 刚片 I 与刚片 II 交于点 A, 刚片 I 与刚片 III 交于点 B。刚片 II 和刚片 III 交于点 C。点 A、B、C 不在同一直线上, 因此该体系为无多余约束的几何不变体系。

题 2-7 图(d): 如图 2-7-4 所示, 大三角形与内部小三角形分别形成刚片 I 和刚片 II, 刚片 I 和刚片 II 通过三根不交于同一点的杆 1、2、3 连接, 形成一个大刚片, 该大刚片与大地通过点

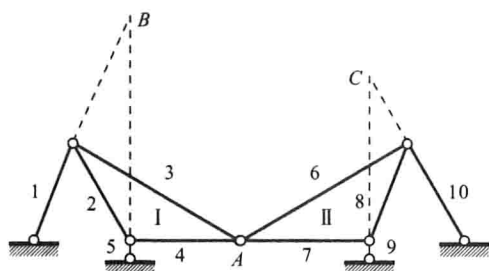


图 2-7-3

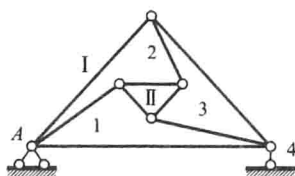
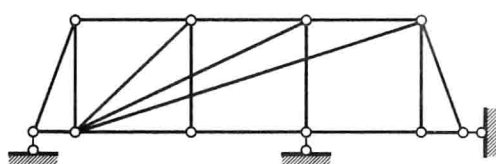


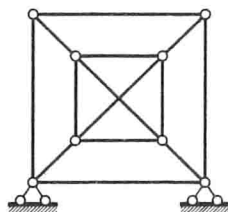
图 2-7-4

A 处的铰和杆 4 连接, 因此该体系为无多余约束的几何不变体系。

2-8 试分析图示体系的几何构造。



(a)



(b)

题 2-8 图

解 题 2-8 图(a): 如图 2-8-1 所示, 不考虑支座与基础, 去掉二元体(1,2)、(3,4)、(5,6)、(7,8)、(9,10)、(11,12)、(13,14)、(15,16), 剩下杆 17, 为一刚片, 上部体系与基础是通过三根不交于同一点的链杆相连, 因此该体系为无多余约束的几何不变体系。

题 2-8 图(b): 如图 2-8-2 所示, 杆 1、2、3、4、13 形成刚片 I, 杆 6 为刚片 II, 基础为刚片 III, 刚片 I 和 II 通过杆 9、10 连接, 交于点 A 处, 刚片 I 和 III 通过杆 11、12 连接, 交于点 B 处, 刚片 II 和 III 通过杆 5、7 连接, 交于无穷远的点 C 处, 三点共线, 杆 8、杆 14 是多余约束, 另外上部体系与基础直接通过两个铰相连, 有一个多余约束, 因此该体系为有三个多余约束的瞬变体系。

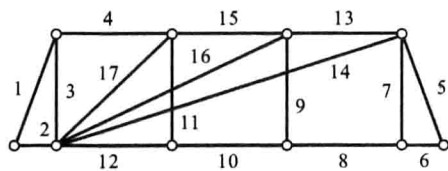


图 2-8-1

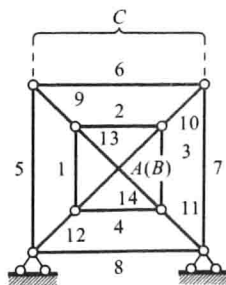
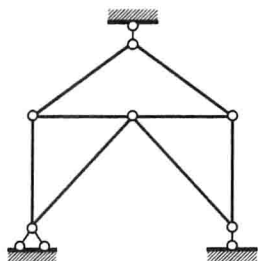


图 2-8-2

2-9 试分析图示体系的几何构造。

解 如图 2-9 所示, 杆 1 视为刚片 I, 杆 8、9、10 形成刚片 II, 基础为刚片 III, 刚片 I 和 II 通过杆 6、7 连接, 且杆 6 的延长线与杆 7 交于点 A 处, 刚片 II 和 III 通过杆 4、5 连接, 且杆 4 与杆 5 的延长线交于点 B 处, 刚片 I 和 III 通过杆 2、3 连接, 且杆 2、3 的延长线交于无穷远的点 C 处, A、B、C 三个点不在同一条直线上, 因此该体系为无多余约束的瞬变体系。



题 2-9 图

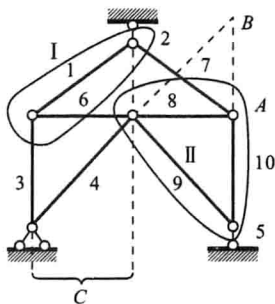


图 2-9

2-10 试计算习题 2-6、2-7、2-8、2-9 中各体系的自由度数目。

解 设体系刚片数为 m , 单铰个数为 h , 单结点个数为 g , 单链杆根数为 b 。

题 2-6(a) 图中, $m=21, h=30, g=0, b=3$, 故

$$W=3m-(3g+2h+b)=3\times 21-(3\times 0+2\times 30+3)=0$$

题 2-6(b) 图中, $m=30, h=43, g=0, b=3$, 故 $W=1$ 。

题 2-6(c) 图中, $m=15, h=21, g=0, b=3$, 故 $W=0$ 。

题 2-7(a) 图中, $m=7, g=4, h=6, b=0$, 故 $W=-3$ 。

也可按如下方式计算: $m=4, g=4, h=0, b=3$, 故 $W=-3$ 。

题 2-7(b) 图中, $m=1, b=6$, 故 $W=-3$ 。

题 2-7(c) 图中, $m=8, g=0, h=11, b=2$, 故 $W=0$ 。

题 2-7(d) 图中, $m=9, g=0, h=11, b=3$, 故 $W=0$ 。

题 2-8(a) 图中, $m=17, g=0, h=24, b=3$, 故 $W=0$ 。

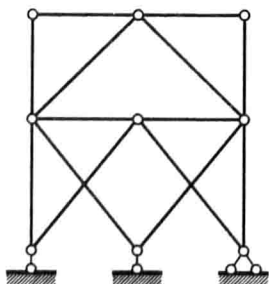
题 2-8(b) 图中, $j=8, b=14, r=4$, 故

$$W=2j-b=2\times 8-14-4=-2$$

2-11 试分析图示体系的几何构造和自由度数目。

解 如图 2-11 所示, 去掉杆 (1,2), (3,4), (5,6) 形成的二元体。刚片 I 与基础通过杆 7、8 相连且杆 7、8 的延长线交于点 O_{13} 处; 刚片 I 与 II 通过杆 11、12 相连, 且杆 11 的延长线和杆 12 交于点 O_{12} 处; 刚片 II 与大地通过杆 9、10 相连, 且杆 9、10 的延长线交于无穷远的点 O_{23} 处。点 O_{23} 所在直线与直线 $O_{12}O_{13}$ 平行, 因此该体系为瞬变体系。

也可以计算出自由度 $W=2j-(b+r)=2\times 9-14-4=0$



题 2-11 图

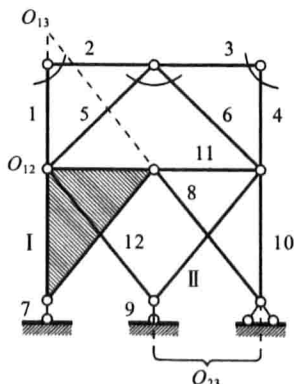


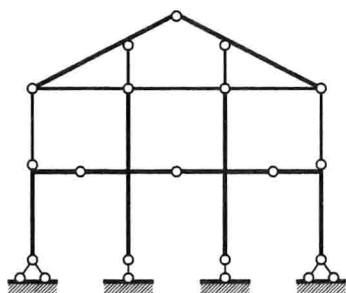
图 2-11

2-12 试分析图示体系的几何构造和自由度数目。

解 如图 2-12 所示,刚片 I 与 II 通过点 A 处的铰、链杆 1 相连形成一个大刚片。该刚片与刚片 III、IV 通过三个不共线点 B、C、D 处的铰连接形成刚片 V。杆 2、3 与刚片 V 分别通过一个铰和一根链杆相连形成一个几何不变体系。该几何不变体系与基础通过两个铰和两根链杆相连。因此该体系为几何不变体系,有三个多余约束。

因 $m=13, g=0, h=18, b=6$, 故自由度

$$W=3m-(3g+2h+b)=3\times 13-2\times 18-6=-3$$



题 2-12 图

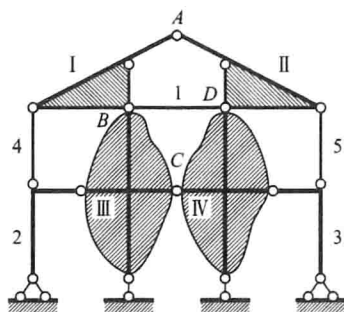


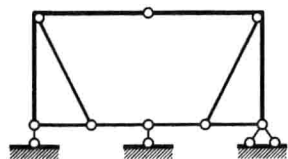
图 2-12

2-13 试分析图示体系的几何构造和自由度数目。

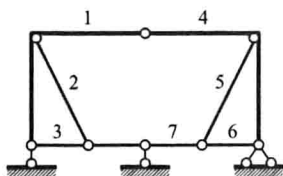
解 如图 2-13 所示,刚片 I 上搭上杆 2、3 组成的二元体构成刚片 I', 杆 7 为刚片 II', 刚片 4 搭上杆 5、6 组成的二元体构成一个大刚片,将该刚片等效为图 2-13(b)所示的刚片 III。刚片 I' 与大地通过杆 8、9 相连,且两杆的延长线相交于点 O_{01} 处;刚片 II' 与大地通过杆 10、11 相连,且杆 10 与杆 11 的延长线相交于点 O_{02} 处;刚片 I' 与刚片 II' 通过杆 12、13 相连,且两杆相交于点 O_{12} 处。 O_{01} 、 O_{02} 、 O_{12} 三点不共线,且没有多余约束,因此该体系为无多余约束的几何不变体系。

计算自由度。因 $m=8, g=0, h=10, b=4$, 故

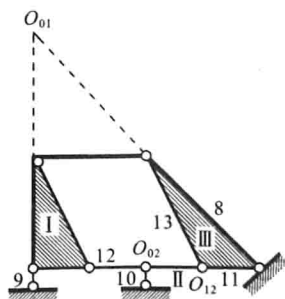
$$W=3m-(3g+2h+b)=3\times 8-2\times 10-4=0$$



题 2-13 图



(a)

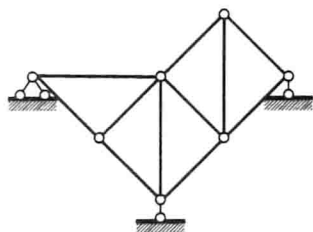


(b)

图 2-13

2-14 试分析图示体系的几何构造和自由度数目。

解 如图 2-14 所示,小刚片 I 搭上四个二元体形成一个大刚片 II,刚片 II 与基础通过一个铰和两根链杆相连,因此该体系为几何不变体系,有一个多余约束。



题 2-14 图

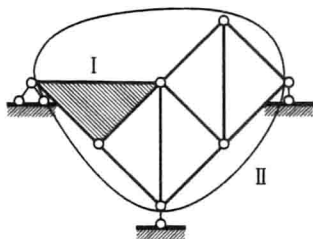


图 2-14

计算自由度如下：

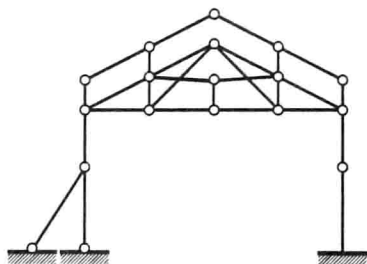
$$W = 2j - (b + r) = 2 \times 7 - 11 - 4 = -1$$

2-15 试分析图示体系的几何构造和自由度数目。

解 如图 2-15 所示,基础及下部三根杆件组成大刚片 1,去掉分别由杆 1 和杆 2、杆 3 和杆 4、杆 5 和杆 6 组成的二元体,杆 7、8 各有一个自由度;刚片 I、II、III 分别通过一个铰和两个虚铰相连,三铰不共线,构成大刚片 2,两个大刚片通过两根链杆相连,有一个自由度。因此,该体系为常变体系,有三个自由度。

计算自由度。因 $m=28, g=1, h=39, b=0$ 故

$$W = 3m - (3g + 2h + b) = 3 \times 28 - 3 - 2 \times 39 - 0 = 3$$



题 2-15 图

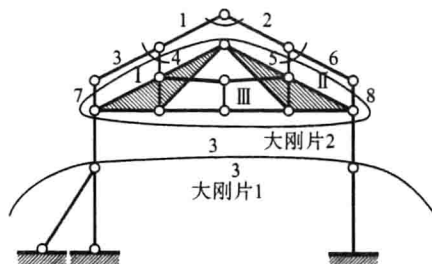


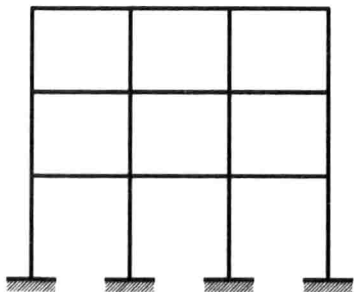
图 2-15

2-16 试分析图示体系的几何构造和自由度数目。

解 如图 2-16 所示,九处断开后变为无多余约束的几何不变体系,所以有二十七个多余约束(图中有九个封闭框,每个封闭框有三个多余约束,所以一共是二十七个多余约束),因此该体系为有二十七个多余约束的几何不变体系。

体系的自由度为

$$W = -3a = -3 \times 9 = -27$$



题 2-16 图

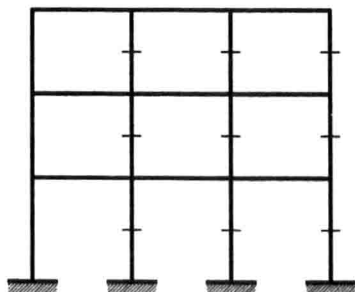
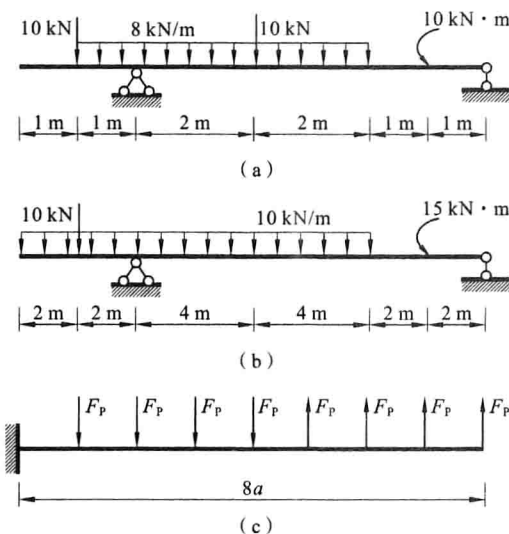


图 2-16

第3章 静定结构的内力计算

3-1 试作图示结构的弯矩图。



题 3-1 图

解 题 3-1 图(a):结构上各点的编号如图 3-1-1 所示。

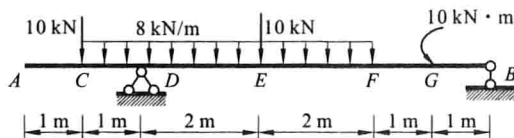


图 3-1-1

(1) 求支座反力。

$$\text{由 } \sum F_x = 0 \text{ 得} \quad F_{xD} = 0$$

$$\text{由 } \sum M_B = 0 \text{ 得} \quad 6 \times F_{yD} = 10 \times 7 + 8 \times 5 \times 4.5 + 10 \times 4 + 10$$

$$F_{yD} = 50 \text{ kN (向上)}$$

$$\text{由 } \sum F_y = 0 \text{ 得} \quad F_{yB} = 10 + 10 + 8 \times 5 - F_{yD}$$

$$F_{yB} = 10 \text{ kN (向上)}$$

(2) 求控制点弯矩。

$$M_{G\text{左}} = 10 \times 1 \text{ kN} \cdot \text{m} = 10 \text{ kN} \cdot \text{m} \text{ (下侧受拉, G 点有弯矩突变)}$$

$$M_{G\text{右}} = 20 \text{ kN} \cdot \text{m} \text{ (下侧受拉)}$$

$$M_F = (10 + 10 \times 2) \text{ kN} \cdot \text{m} = 30 \text{ kN} \cdot \text{m} \text{ (下侧受拉)}$$

$$M_E = (10 \times 4 + 10 - 8 \times 2 \times 1) \text{ kN} \cdot \text{m} = 34 \text{ kN} \cdot \text{m} \text{ (下侧受拉)}$$

$$M_D = (-10 \times 1 - 8 \times 1 \times 0.5) \text{ kN} \cdot \text{m} = -14 \text{ kN} \cdot \text{m} \text{ (下侧受拉)}$$

C点弯矩为零。图 3-1-2 所示为最终弯矩图。

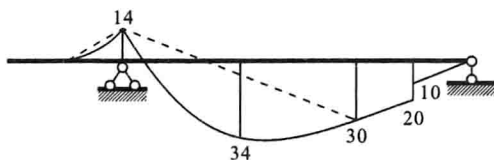


图 3-1-2

题 3-1 图(b): 结构上各点的编号如图 3-1-3 所示。

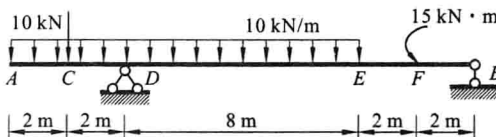


图 3-1-3

(1) 求支座反力。

$$\text{由 } \sum F_x = 0 \text{ 得} \quad F_{xD} = 0$$

$$\begin{aligned} \text{由 } \sum M_B = 0 \text{ 得} \quad 12F_{yD} &= 15 + 10 \times 14 + 10 \times 12 \times 10 \\ F_{yD} &= 112.92 \text{ kN (向上)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{由 } \sum F_y = 0 \text{ 得} \quad F_{yB} &= 10 + 10 \times 12 - F_{yD} \\ F_{yB} &= 17.08 \text{ kN (向上)} \end{aligned}$$

(2) 求控制点弯矩。

$$M_{F_{Li}} = 17.08 \times 2 \text{ kN} \cdot \text{m} = 34.16 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad (\text{下侧受拉, } F \text{ 点有弯矩突变})$$

$$M_{F_{Ri}} = (34.16 + 15) \text{ kN} \cdot \text{m} = 49.16 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad (\text{下侧受拉})$$

$$M_E = (17.08 \times 4 + 15) \text{ kN} \cdot \text{m} = 83.32 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad (\text{下侧受拉})$$

$$M_D = (-10 \times 2 - 10 \times 4 \times 2) \text{ kN} \cdot \text{m} = -100 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad (\text{上侧受拉})$$

$$M_C = -10 \times 2 \times 1 \text{ kN} \cdot \text{m} = -20 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad (\text{上侧受拉})$$

图 3-1-4 所示为最终弯矩图。

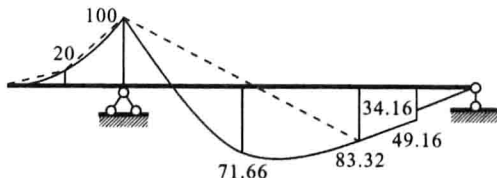


图 3-1-4

题 3-1 图(c): 结构上各点的编号如图 3-1-5 所示。

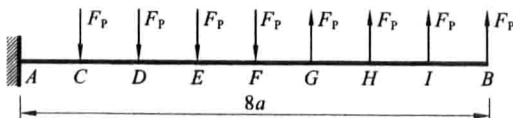


图 3-1-5

AB 为悬臂梁构件, 可以从自由端 B 往左分析。

$$M_B = 0, M_I = F_P a \quad (\text{下侧受拉}), \quad M_H = F_P a + F_P \cdot 2a = 3F_P a \quad (\text{下侧受拉})$$

$$M_G = F_P a + F_P \cdot 2a + F_P \cdot 3a = 6F_P a \quad (\text{下侧受拉})$$

$$M_F = F_P a + F_P \cdot 2a + F_P \cdot 3a + F_P \cdot 4a = 10F_P a \quad (\text{下侧受拉})$$

$$M_E = -F_P a + F_P \cdot 2a + F_P \cdot 3a + F_P \cdot 4a + F_P \cdot 5a = 13F_P a \quad (\text{下侧受拉})$$

$$M_D = -F_P a - F_P \cdot 2a + F_P \cdot 3a + F_P \cdot 4a + F_P \cdot 5a + F_P \cdot 6a = 15F_P a \quad (\text{下侧受拉})$$

$$M_C = -F_P a - F_P \cdot 2a - F_P \cdot 3a + F_P \cdot 4a + F_P \cdot 5a + F_P \cdot 6a + F_P \cdot 7a = 16F_P a \quad (\text{下侧受拉})$$

AC 段剪力为零, 故 $M_A = M_C = 16F_P a$ (下侧受拉)。图 3-1-6 所示为最终弯矩图。

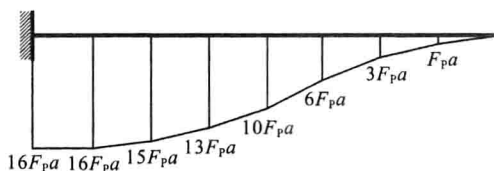
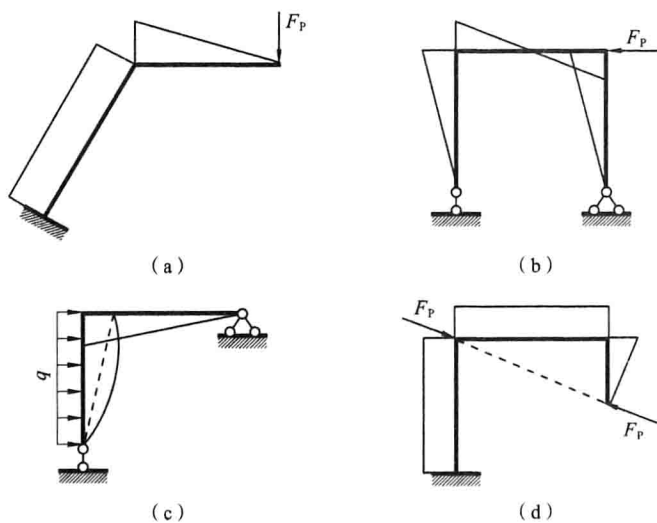


图 3-1-6

3-2 试找出下列各弯矩图错误之处, 并加以改正。



题 3-2 图

解 题 3-2 图(a); 杆 AB (见图 3-2-1(a)) 间有剪力, 弯矩不为定值。图 3-2-1(b) 所示为正确的弯矩图。

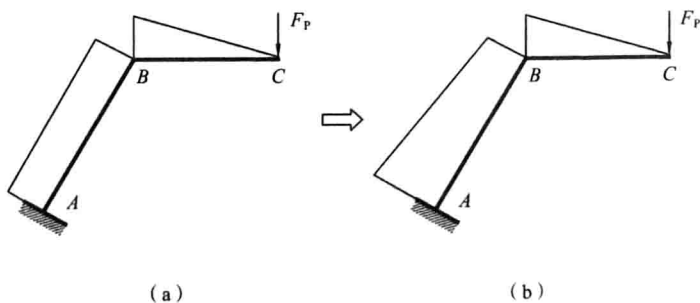


图 3-2-1