



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 I ——基本教程》(第2版) 龙驭球 包世华 主编

结构力学 I

——基本教程

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

丛书主编 清华大学 何联毅

本书主编 清华大学 陈晓东

◆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

结构力学 I

同步辅导及习题全解

华腾教育教学与研究中心

丛书主编 清华大学 何联毅

本书主编 清华大学 陈晓东

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 I——基本教程》(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 I 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 I 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 787×1092 1/16 本册印张 21.5 本册字数 418 千字

印 次 2007 年 8 月第 1 版第 2 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：清 华 大 学 王 飞

副主任：清 华 大 学 夏应龙

清 华 大 学 倪铭辰

中国矿业大学 李瑞华

编 委 (按姓氏笔画排序):

于志慧	王丽娜	王 焯	甘 露
-----	-----	-----	-----

师文玉	吕现杰	朱凤琴	刘胜志
-----	-----	-----	-----

刘淑红	孙怀东	严奇荣	杨 涛
-----	-----	-----	-----

李 丰	李凤军	李 冰	李 波
-----	-----	-----	-----

李南木	李炳颖	李 娜	李晓光
-----	-----	-----	-----

李晓炜	李 娟	李雅平	李燕平
-----	-----	-----	-----

时虎平	何联毅	邹绍荣	宋 波
-----	-----	-----	-----

张旭东	张守臣	张鹏林	张 慧
-----	-----	-----	-----

陈晓东	范亮宇	孟庆芬	涂兰敬
-----	-----	-----	-----

《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 I——基本教程》(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 I——基本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 I——基本教程》(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
第一章 绪 论	3
知识点归纳	3
第二章 结构的几何构造分析	5
知识点归纳	5
典型例题与解题技巧	7
历年考研真题评析	9
课后习题全解	11
第三章 静定结构的受力分析	21
知识点归纳	21
典型例题与解题技巧	27
历年考研真题评析	30
课后习题全解	33
第四章 影响线	65
知识点归纳	65
典型例题与解题技巧	67
历年考研真题评析	70
课后习题全解	75
第五章 虚功原理与结构位移计算	97
知识点归纳	97
典型例题与解题技巧	100
历年考研真题评析	104

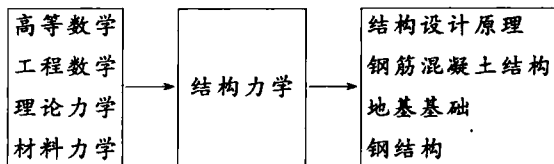
课后习题全解	106
第六章 力法	126
知识点归纳	126
典型例题与解题技巧	130
历年考研真题评析	134
课后习题全解	138
第七章 位移法	175
知识点归纳	175
典型例题与解题技巧	178
历年考研真题评析	183
课后习题全解	186
第八章 渐近法及其他算法简述	218
知识点归纳	218
典型例题与解题技巧	220
历年考研真题评析	223
课后习题全解	227
第九章 矩阵位移法	247
知识点归纳	247
典型例题与解题技巧	250
历年考研真题评析	253
课后习题全解	259
第十章 结构动力计算基础	291
知识点归纳	291
典型例题与解题技巧	294
历年考研真题评析	296
课后习题全解	301
考研考试指导	317
考研考点归纳	317
清华大学 2007 年考研试题	317
参考答案	319

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 I 共分四个部分。第一章至第三章为结构的几何构造分析和受力分析,主要包括杆件结构的分类,平面几何体系的组成分析和计算自由度,静定结构的受力分析等内容;第四章为影响线的作法及应用,主要包括静力法作影响线,机动法作影响线及影响线的应用等内容;第五章至第九章为力法计算和位移法计算,主要包括结构位移计算、超静定结构的力法计算、刚架的位移法计算、结构的力矩分配、渐近法、刚度矩阵方程等内容;第十章为结构的动力计算,主要包括单自由度体系的自由振动和强迫振动、两个自由度体系的自由振动和强迫振动。第一、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。

第一章

绪 论

III 知识点归纳

一、结构力学的学科内容和教学要求

1. 结构

建筑物和工程设施中承受、传递荷载而起骨架作用的部分称为工程结构,简称为结构。从几何角度看可分为杆件结构、板壳结构和实体结构。

2. 结构力学的研究对象

结构力学以杆件结构为主要研究对象,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。

3. 课程教学中的能力培养

包括分析能力、计算能力、自学能力、表达能力。

二、结构的计算简图及简化要点

1. 结构体系的简化

既要反应实际结构的主要性能又要分清主次,略去细节以便与计算。

2. 杆件的简化

杆件用轴线简化,连接区用结节表示,杆长用结点间距离表示,荷载作用点也转移到轴线上。

3. 杆件间连接简化

根据实际结构可简化为铰结点或刚结点。

4. 结构与基础间连接的简化

可简化为

- (1) 滚轴支座 被支承的部分可平移和转动,不能竖向移动。
- (2) 铰支座 被支承的部分仅可转动。
- (3) 定向支座 被支承的部分仅可沿一个方向平行滑动。
- (4) 固定支座 三个自由度均被固定。

5. 材料性质的简化

一般都简化为连续、均匀、各向同性、完全弹性或弹塑性的材料。

6. 荷载的简化

体积分力或表面力均简化为作用在杆件轴线上的力,分为集中荷载和均布荷载。

三、杆件的分类

通常分为梁、拱、桁架、刚架、组合结构。

四、荷载的分类

根据作用时间的久暂,分为恒载和活载。 V 根据作用性质,分为静力荷载和动力荷载。

五、学习方法

1. 加法

勤于积累、善于积累

2. 减法

概括、简化、提纲挈领

3. 善问

4. 会用

5. 创新

第二章

结构的几何构造分析

III 知识点归纳

一、几何构造分析的几个概念

1. 几何不变体系和几何可变体系

在几何构造分析中不考虑材料的微小应变,杆件看作刚片。几何位置和形状固定不变的刚片系称为几何不变体系;几何位置和形状可以改变的刚片系称为几何可变体系。

2. 自由度

体系的自由度,等于体系运动时可以独立改变的坐标参数的数目,也就是完全确定体系的位置所需要的独立坐标数。

一个点在平面内的自由度 $S=2$,在空间 $S=3$;一个刚片在平面内 $S=3$,在空间 $S=6$ 。

3. 约束与多余约束

(1) 约束

用于限制体系运动的装置称为约束。减少一个自由度的装置称为一个约束。

(2) 多余约束

不改变体系实际自由度的约束称为多余约束。

4. 瞬变体系

原为几何可变,在发生微小位移后又成为几何不变的体系,称为瞬变体系。

5. 瞬铰

两刚片由两根链杆连接(并联),这两根链杆的约束作用等效于链杆交点(或延长线交点)处一个铰所起的约束作用,这个铰可称为瞬铰。

6. 无穷远处瞬铰

若连接两刚片的两根链杆互相平行,则两链杆的约束作用相当于无穷远处的一个瞬铰。

二、平面几何不变体系的组成规律

1. 一个点与一个刚片之间的连接方式

规律 1

一个刚片与一个点用两根链杆相连接,且三个铰不在一直线上,则组成几何不变的整体且没有多余约束。

2. 两刚片之间的连接方式

规律 2

两个刚片一个铰和一要链杆相连,且三个铰不在一直线上,则组成几何不变的整体,且没有多余约束。

由此可推出

规律 3

两刚片用三根链杆相连,且三链杆不交于同一点,则组成几何不变的整体,且没有多余的约束。

3. 三刚片之间的连接方式

规律 4

三个刚片用三个铰两两相连,且三个铰不在一直线上,则组成几何不变的整体,且没有多余的约束。

三、平面杆件体系的计算自由度

1. 体系的实际自由度 S 、计算自由度 W 与多余约束数 n

设全部约束对象自由度总和为 a ,非多余约束数为 c ,全部约束总数为 d ,则有

$$\text{实际自由度} \quad S = a - c$$

$$\text{计算自由度} \quad W = a - d$$

$$\text{多余约束数} \quad n = d - c = S - W$$

2. 平面体系计算自由度的公式

(1) 刚片系 $W = 3m - (3g + 2h + b)$

式中: m ——刚片数;

g ——单刚结个数;

h ——单铰结个数;

b ——单链杆根数。

(2) 链杆系 $W = 2j - b$

式中: j ——结点数;

b ——单链杆数。

(3) 采用混合法 $W = (3m + 2j) - (3g + 2h + b)$

(4) 根据 W 值, 可以得出如下定性结论:

若 $W > 0, S > 0$ 体系是几何可变。

若 $W = 0$, 则 $S = n$, 如无多余约束则为几何不变, 如有多余约束则为几何可变。

若 $W < 0$, 则 $n > 0$, 体系有多余约束。

典型例题与解题技巧

例 1 试对图 2-1(a) 所示铰接体系作几何组成分析。

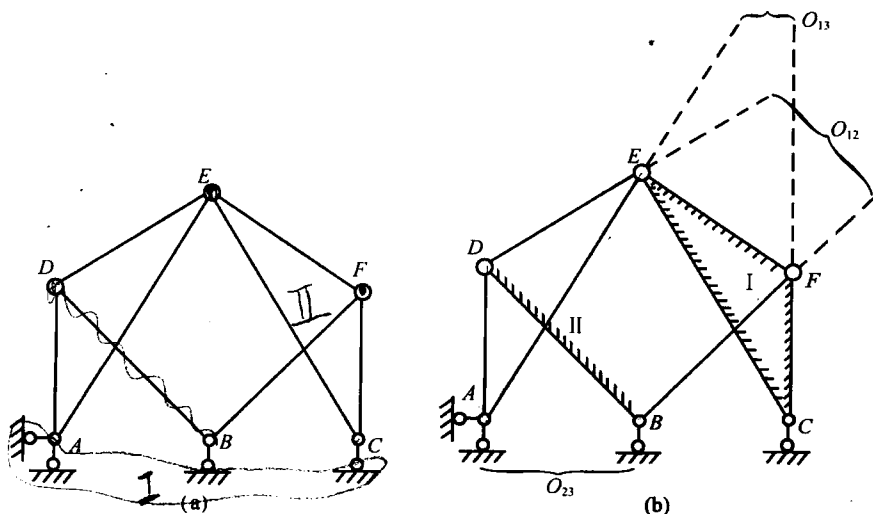


图 2-1

【分析】把地基看为一个刚片, 利用规律 4 解题。

解 视 $\triangle EFC$ 、杆件 BD 和地基为三刚片, 分别用链杆 DE 和 BF 、 AD 和 B

支座链杆、 AE 和支座链杆 C 两两构成的三虚铰相连,三铰不共线,故体系为几何不变,且无多余,如图 2-1(b)所示。

对于计算自由度 $W=3m-2h-b=0$, 支座链杆数 $b \neq 3$ 的体系,必须将体系内部与地基组成一个整体来分析,也就是说在所选的三刚片中,必须选地基为一个刚片。否则若不考虑地基,只分析体系内部的组成时,必然导致错误的结论。

例 2 试对图 2-2(a)所示体系作几何组成分析。

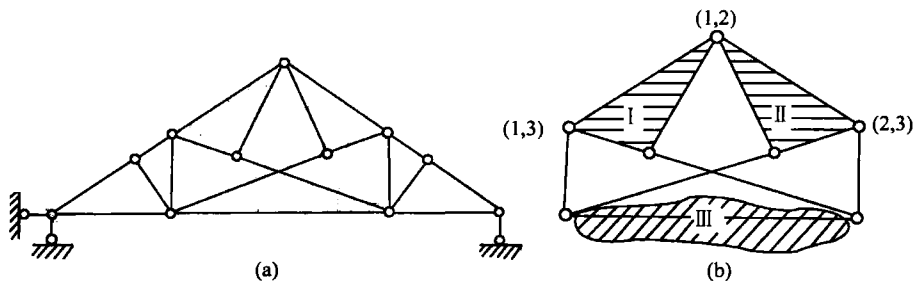


图 2-2

【分析】不考虑地基,利用三刚片规则解题。

解 (1) 拆去支座链杆,分析上部体系。

(2) 在上部体系中拆去二元片,选取刚片 I、II、III 如图(b)所示。三个刚片之间的连接符合三刚片规则。

(3) 结论 体系几何不变,无多余约束。

例 3 分析图 2-3 体系的几何构造。

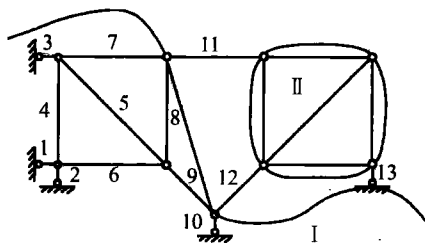


图 2-3

【分析】该题的分析技巧是不断地运用二元体规则,扩大刚片至无法扩大为止,得到大刚片,再找出其他刚片,使题目分析对象大为减少。然后找出刚片之间的联系,再根据规则判断体系的几何可变性。

解 从地基出发,增加二元体(1,2)、(3,4)、…、(9,10)。生成刚片 I,而刚片 II 由一个三角形加一个二元体得到,刚片 I 与刚片 II 之间用 11、12、13 交于一点的三根链杆相连,故体系是几何可变体系。

历年考研真题评析

题 1 (清华大学 2005 年)试对图 2-4 所示体系进行几何构造分析。

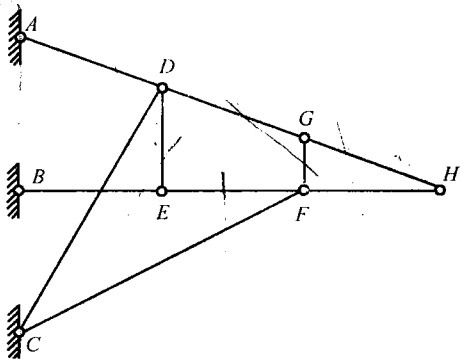


图 2-4

【分析】先考虑是否符合几何不变的必要条件,再进行验证。

解 (1)体系为链杆系,结点数 $j=5$,链杆数 $b=10$,故 $W=2j-b=0$,满足几何不变的必要条件。

(2)由地基开始,按二元体规律用链杆 AD 、 CD 固定结点 D ;再以链杆 BE 、 DE 固定结点 E ;继续添加二元体依次固定结点 F 、 G 、 H 。体系为几何不变,且无多余约束。

(3)讨论 也可用排除二元体方法分析。从体系右端开始依次排除结点 H 、 G 、 F 、 E ,余下铰结三角形 ACD 。因此,体系为几何不变,且无多余约束。

题 2 (武汉大学 2006 年)对图 2-5 所示体系进行几何构造分析。

【分析】去掉多余二元体,合理选择刚片,按三刚片法则解题。

解 1. 计算自由度

由于 $j=8$, $b=16$,故

$$W=2j-b=2\times 8-16=0$$

体系满足几何不变的必要条件。

2. 几何组成分析

此体系支座链杆数 $4>3$,应将地基与体系一起分析。在分析组成时,如取图 2-5(b)所示三角形 I、2-7-8,5-6-9 各作为一个刚片,加上地基,共有四个刚片,将不便根据基本组成法则判断是否为几何不变体系。正确的组成分析方案是:因增减一个二元体不改变体系的几何不变性,故可将杆 7 与杆 8 组成的二元体去掉。再选中部三角形作刚片 I,杆 13 作刚片 II,而杆 9 与地基间由不共点的三链杆 10,11,12 相连,满足两刚片法则,可把它们合起来视作刚片 III。现在考