



21 世纪高等院校经典教材同步辅导  
ERSHIYISHIJIG AODENGYU ANXIAOJINGDIANJIAOCAITONGBUFUDAO

与龙驭球、包世华主编结构力学 I、II(第二版) 配套

# 结构力学

## 全程导学及习题全解

主编 王瑞凤 李志萍

- ◆知识归纳 梳理主线重点难点
- ◆习题详解 精确解答教材习题
- ◆提高练习 巩固知识迈向更高



中国时代经济出版社  
China Modern Economic Publishing House



21 世纪高  
ERSHIYISHIJIGAO

TU311/46=3C

2007

同步辅导  
TONGBUFUDAO

与龙驭球、包世华主编结构力学 I、II(第二版) 配套

# 结构力学

## 全程导学及习题全解

主编 王瑞凤 李志萍

编委 郝金鑫 杨宪江 王文艳 胡耀国 王勇  
肖波 吴伟东 杜鑫 邢冰冰 方顺女

主审 王瑞凤 郝金鑫

- ◆ 知识归纳 梳理主线重点难点
- ◆ 习题详解 精确解答教材习题
- ◆ 提高练习 巩固知识迈向更高

中国时代经济出版社  
China Modern Economic Publishing House

## 图书在版编目(CIP)数据

结构力学(I)(II)全程导学及习题全解 / 王瑞凤,  
李志萍主编. —北京: 中国时代经济出版社, 2007.9  
(21世纪高等院校经典教材同步辅导)

ISBN 978-7-80221-370-8

I. 结... II. ①王... ②李... III. 结构力学—高等学校—教学参考资料  
IV. 0324

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 104193 号

结  
构  
力  
学  
(I)  
(II)  
全  
程  
导  
学  
及  
习  
题  
全  
解

王瑞凤  
李志萍  
主  
编

出版者	中国时代经济出版社
地 址	北京东城区东四十条 24 号 青蓝大厦 11 层东办公区
邮 编	100007
电 话	(010)68320825 (发行部) (010)88361317 (邮购)
传 真	(010)68320634
发 行	各地新华书店
印 刷	北京鑫海达印刷有限公司
开 本	880 × 1230 1/32
版 次	2007 年 9 月第 1 版
印 次	2007 年 9 月第 1 次印刷
印 张	19.125
字 数	360 千字
印 数	1~5000 册
定 价	23.00 元
书 号	ISBN 978-7-80221-370-8

版权所有 侵权必究

# 前 言

结构力学是土木工程专业的重要学科之一。龙驭球、包世华主编,由高等教育出版社出版的《结构力学》I、《结构力学》II(第2版)首创将内容明确地分为基本教程和专题教程,体系完整、结构严谨、层次清晰、深入浅出,深受广大读者好评,并被列入普通高等教育“十一五”国家规划教材,是这门学科的经典教材。

为了帮助读者更好的学好这门课程,我们根据多年的工程和教学实践经验编写了与此教材配套的《结构力学(第二版)全程导学及习题全解》。

本书是学习结构力学的辅导用书,全书每章分为三个部分:

(一)本章知识要点概述:明确学习要求和重点;

(二)典型例题分析与讲解:精选各类题型,涵盖本章所有重要知识点,详细讨论解题思路、方法与技巧,并指出容易出现错误的地方;

(三)习题全解:对配套教材的习题一题不漏的给出了详细的解题过程。

本书由王瑞凤和李志萍主编,郝金鑫、杨宪江、王文艳、胡耀国、王勇、肖波、吴伟东、杜鑫、邢冰冰、方顺女等同志也参与了本书的编写工作,并由王瑞凤和郝金鑫审稿。

对《结构力学》教材的作者龙驭球、包世华等老师表示衷心的感谢!由于编者水平有限,错误和不当之处在所难免,恳请读者批评指正。

编 者

2007年7月

# 目 录

## 第一部分 结构力学 I——基本教程

第一章 绪论 .....	3
第二章 结构的几何构造分析 .....	5
本章知识要点概述 .....	5
典型例题分析与讲解 .....	5
习题全解 .....	6
第三章 静定结构的受力分析 .....	16
本章知识要点概述 .....	16
典型例题分析与讲解 .....	16
习题全解 .....	21
第四章 影响线 .....	107
本章知识要点概述 .....	107
典型例题分析与讲解 .....	107
习题全解 .....	111
第五章 虚功原理与结构位移计算 .....	149
本章知识要点概述 .....	149
典型例题分析与讲解 .....	149
习题全解 .....	152

<b>第六章 力法</b> .....	192
本章知识要点概述 .....	192
典型例题分析与讲解 .....	192
习题全解 .....	195
<b>第七章 位移法</b> .....	250
本章知识要点概述 .....	250
典型例题分析与讲解 .....	250
习题全解 .....	254
<b>第八章 渐近法及其他算法简述</b> .....	306
本章知识要点概述 .....	306
典型例题分析与讲解 .....	306
习题全解 .....	309
<b>第九章 矩阵位移法</b> .....	367
本章知识要点概述 .....	367
典型例题分析与讲解 .....	367
习题全解 .....	372
<b>第十章 结构动力计算基础</b> .....	413
本章知识要点概述 .....	413
典型例题分析与讲解 .....	413
习题全解 .....	415

## 第二部分 结构力学 II —— 专题教程

<b>第十一章 静定结构总论</b> .....	441
本章知识要点概述 .....	441
典型例题分析与讲解 .....	441
习题全解 .....	444

<b>第十二章 超静定结构总论</b> .....	460
本章知识要点概述 .....	460
典型例题分析与讲解 .....	460
习题全解 .....	467
<b>第十三章 能量原理</b> .....	508
本章知识要点概述 .....	508
典型例题分析与讲解 .....	508
习题全解 .....	512
<b>第十四章 结构动力计算续论</b> .....	530
本章知识要点概述 .....	530
典型例题分析与讲解 .....	530
习题全解 .....	532
<b>第十五章 结构的稳定计算</b> .....	555
本章知识要点概述 .....	555
典型例题分析与讲解 .....	555
习题全解 .....	558
<b>第十六章 结构的极限荷载</b> .....	588
本章知识要点概述 .....	588
典型例题分析与讲解 .....	588
习题全解 .....	590

# 第一部分

## 结构力学 I ——基本教程





# 第一章 绪 论

结构力学是一门专业基础学科,是解决实际工程最主要也最基本的计算理论之一.本章主要从以下几个方面概括介绍了结构力学所包含的内容、计算理论和学习方法,旨在引导大家正确认识和了解本学科的重要地位和作用.

## (一)结构力学的研究对象和学习任务

首先,我们要认识什么是结构:建筑物和工程设施中承受和传递荷载而起骨架作用的部分称之为工程结构,简称结构.结构力学的研究对象主要是杆件结构,最常见的杆件结构如框架、排架和塔架、网架结构等.本书中讨论的结构形式主要是平面结构.

其次,我们要明确本学科的学习任务,就是根据力学原理研究在外力和其它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.

具体的说,主要包含以下几个方面:

- (1)讨论结构的组成规律和合理形式,以及结构计算简图的合理选择.
- (2)讨论结构内力和变形的计算方法,进行结构的强度和刚度的验算.
- (3)讨论结构的稳定性以及在动力荷载作用下的结构反应.

## (二)掌握基本概念,合理简化计算模型

实际工程中的结构都很复杂,如果将所有因素都予以考虑,则使计算十分复杂,也没有必要.计算简图的选择是力学计算的基础,极为重要,所以在建立力学模型前要对实际结构做合理的简化,存本去末,得出最终合理的计算简图.如何简化和优化结构计算模型是本章学习的重中之重,也是学习下面各章节的基础.我们要充分理解基本概念和结构计算模型的简化原则,做到从实际出发,分清主次,略去细节,为今后学习打下基础.

### (三) 培养正确、高效的科学学习方法

学习方法的得当与否直接影响到学习进度和学习效果,培养浓厚的学习兴趣和科学的学习方法,少走弯路,才能达到预期的学习目的和收到良好的效果.结构力学是一门专业基础课,它既有较强的理论性,又有较强的实践性,在学习时,必须贯彻理论与实践相结合的原则.同时,“加、减、问、用、创新”的学习方法是科学学习的理论精髓,值得借鉴,即:

加——广采后积,织网生根(博学)

减——去粗取精,弃形取神(学识)

问——知感解感,开启迷宫(学问)

用——实践检验,多用巧生(学习)

创新——觅真理立巨人肩上,出新意于法度之中(读破)

## 第二章 结构的几何构造分析

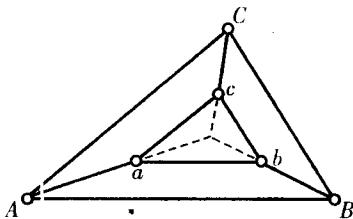
### 本章知识要点概述

1. 重点掌握平面体系几何构造分析的基本规律,能运用这些规律正确地判断体系是否属于不可变的.
2. 了解自由度的概念,能正确运用自由度公式确定体系的自由度或多余的约束数.

### 典型例题分析与讲解

例 2-1 试对例 2-1 图所示铰接链杆体系进行机动分析.

已知  $AB \parallel ab$ 、 $BC \parallel bc$ 、 $CA \parallel ca$ .



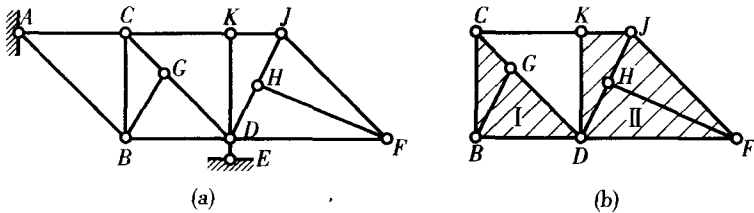
例 2-1 图

【解】 根据已知条件,由初等几何证明, $Aa$ 、 $Bb$ 、 $Cc$  的延长线交于一点,

例 2-1 图所示,故此体系为瞬变体系。

本题也可按三个刚片之间的联接来分析,即将  $Aa$ 、 $Bb$ 、 $Cc$  三根链杆各视为一刚片, $Aa$  与  $Bb$  之间用  $AB$ 、 $ab$  两平行链杆相连。 $Bb$  与  $Cc$  之间用  $BC$ 、 $bc$  两平行链杆相连, $Cc$  与  $Aa$  之间用  $CA$ 、 $ca$  两平行链杆相连,三对平行链杆构成的虚铰都在无穷远处。在无穷远处的三个铰可看成是同在无限远处的一条直线上,故此体系为瞬变体系。

例 2-2 试对例 2-2 图(a)所示体系进行机动分析。



例 2-2 图

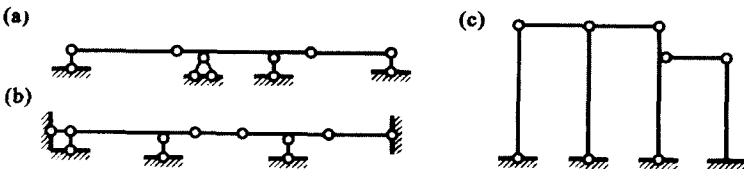
**【解】** 将  $AC$ 、 $AB$ 、 $DE$  视为链杆,体系  $BCJF$  与大地由三根既不全平行又不交于一点的链杆相连。体系  $BCJF$  与整个体系有相同的几何组成性质。因此,只需分析体系  $BCJF$  的几何组成。

在图(b)中, $BCD$  视为刚片 I、 $DKJF$  视为刚片 II。两刚片通过铰  $D$ 、链杆  $KC$  相连,根据二刚片规则,可知, $BCJF$  是没有多余约束的几何不变体系。

因此,图(a)所示体系是没有多余约束的几何不变体系。

## 习题全解

2-1 试分析图示体系的几何构造。

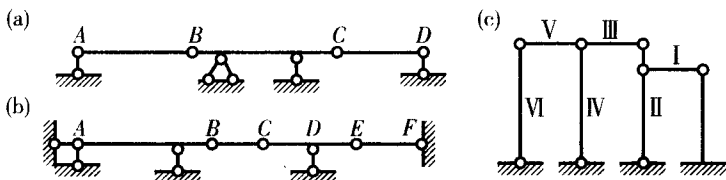


题 2-1 图

**【解】** (a)如图(a)所示,刚片  $BC$  通过不共点的三链杆与基础相连,形成几何不变体,铰  $A$  通过不平行二链杆与基础相连,形成几何不变体.同理,铰  $D$  也形成几何不变体,故体系为几何不变体,且无多余约束.

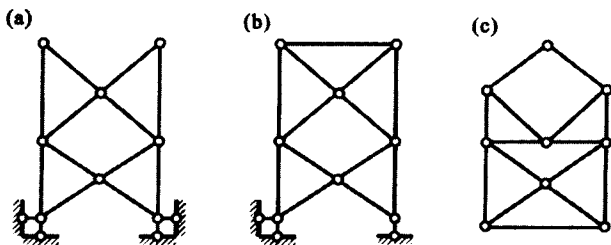
(b)如图(b)所示,刚片  $AB$  通过不共点三链杆与基础相连,形成几何不变体.刚片  $CE$  通过三链杆与基础相连,但三杆沿长线交于同一点  $D$ ,故体系为几何可变体.

(c)如图(c)所示,刚片 I 和 II 通过不共线的三铰与基础相连,形成几何不变体且无多余约束,故体系为几何不变体.



解 2-1 图

2-2 试分析图示体系的几何构造.

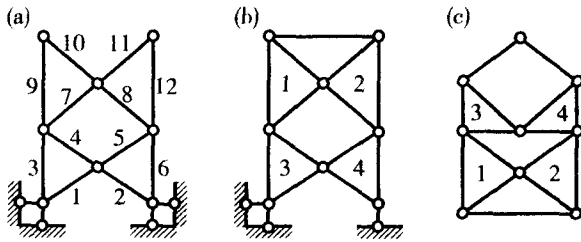


题 2-2 图

**【解】** (a)如图(a)所示,刚片 1 和 2 通过不共线的三铰与基础相连,形成几何不变体,且无多余约束,刚片 3 和 4、5 和 6、7 和 8、9 和 10、11 和 12 为依次追加的二元体,故体系为几何不变体系,且无多余约束.

(b)如图(b)所示,刚片 1、2 与顶部链杆通过不共线三铰相连,形成几何不变体,且无多余约束,并与刚片 3、4 通过不共线三铰相连,形成几何不变体,再与基础通过不共点三链杆相连,形成几何不变体,且无多余约束.

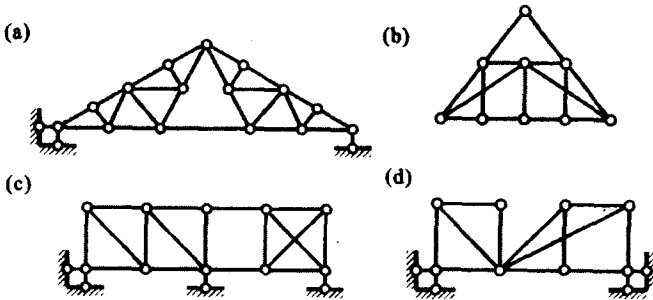
(c)如图(c)所示,刚片 1、2 与底部链杆通过不共线三铰形成几何不变体,



解 2-2 图

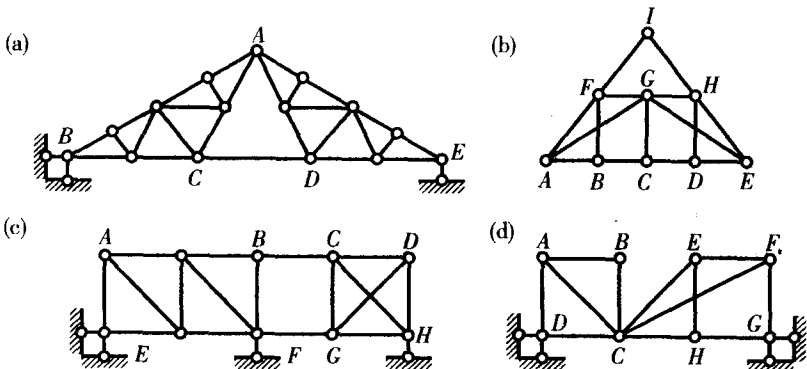
无多余约束, 并与刚片 3、4 通过共线三铰相连, 形成瞬变体, 故体系为瞬变体系。

### 2-3 试分析图示体系的几何构造。



题 2-3 图

**【解】** (a) 如图(a)所示,  $ABC$  与  $\triangle ADE$  均为由基本三角单元形成的几何不变体, 并通过不共线三铰  $A$ 、 $C$ 、 $D$  与刚片  $CD$  形成几何不变体  $ABE$ , 并通过不共线三铰与基础相连, 形成几何不变体, 并无多余约束。



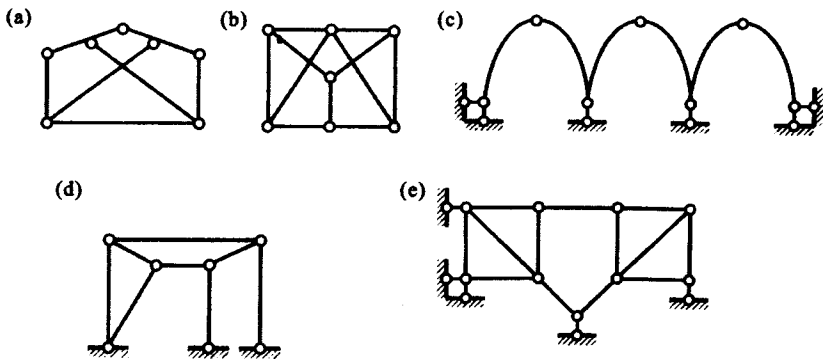
解 2-3 图

(b)如图(b)所示,刚片  $ABF$  追加二元体  $GF$ 、 $GA$  形成几何不变体 I. 同理,刚片  $DHE$  依次追加二元体  $GH$ 、 $GE$  和  $CG$ 、 $CD$ ,形成几何不变体 II,刚片 I 和 II 以及刚片  $BC$  通过不共线三铰  $G$ 、 $B$ 、 $C$  相连,形成几何不变体,再加二元体  $IF$ 、 $IH$  仍为几何不变体,且无多余约束.

(c)如图(c)所示, $ABFE$  为几何不变体,通过三链杆与基础相连,形成几何不变体 I,且无多余约束.  $CDHG$  为几何不变体,有一多余约束  $DG$  或  $CH$ ,并通过三链杆与基础相连,故体系为几何不变体系有一多余约束.

(d)如图(d)所示, $ABCD$ 、 $EFGC$  均为由基本三角单元和二元体组的几何不变体,且无多余约束,并通过共线三铰  $DCG$  与基础相连,形成瞬变体系.

#### 2-4 试分析图示体系的几何构造.



题 2-4 图

**【解】** (a)如图(a)所示,刚片  $AB$  与  $DE$  之间的链杆 1 与 3 相当于瞬铰  $F$ ,刚片  $BC$  与  $DE$  之间的链杆 2 与 4 相当于瞬铰  $G$ ,刚片  $AB$ 、 $BC$ 、 $DE$  通过三铰  $F$ 、 $B$ 、 $G$  两两相连.若  $F$ 、 $B$ 、 $G$  不共线,则体系为不变体系,且无多余约束;若共线,体系瞬变.

(b)如图(b)所示,刚片  $ABC$  与刚片  $GF$  之间的链杆 1 与 2 相当于瞬铰  $M$ ,刚片  $CDE$  与刚片  $GF$  之间的链杆 3 与 4 相当于瞬铰  $N$ ,三铰  $C$ 、 $M$ 、 $N$  连接刚片  $ABC$ 、 $CDE$ 、 $GF$ ,且不共线,故体系内部不变,无多余约束.

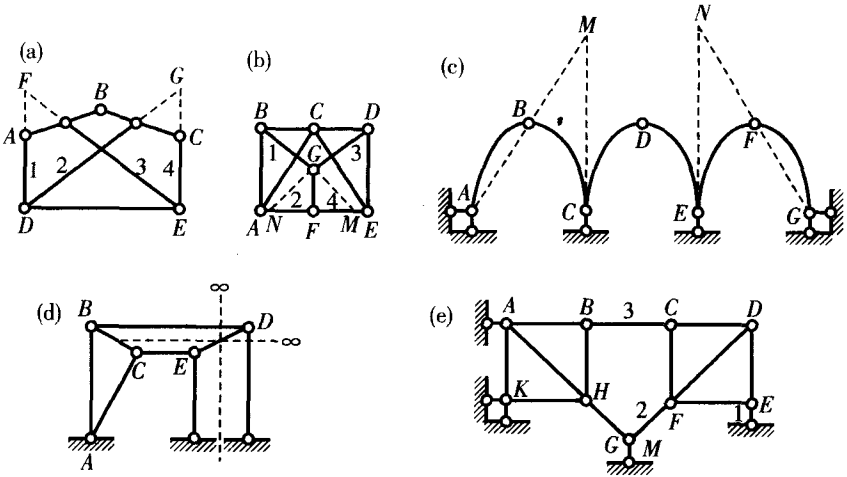
(c)如图(c)所示,刚片  $BCD$  通过瞬铰  $M$  与基础相连,刚片  $DEF$  通过瞬铰  $N$  与基础相连,刚片  $BCD$ 、 $DEF$ 、基础通过不共线的三铰  $M$ 、 $N$ 、 $D$  相连,故体系



为几何不变体系,且无多余约束.

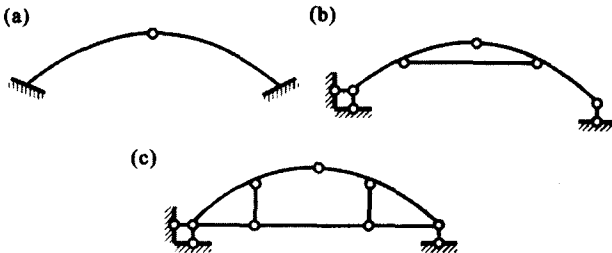
(d)如图(d)所示,刚片  $ABC$  与刚片  $DE$  之间的二链杆相当于无穷远瞬铰,刚片  $DE$  和基础之间的二链杆同样也相当于无穷远瞬铰,但两瞬铰并不平行.所以,在刚片  $ABC, DE$  与基础之间由一实铰  $A$  和不平行的两无穷远瞬铰相连,体系不变,且无多余约束.

(e)如图(e)所示,不变体  $ABHK$  通过三链杆与基础相连,形成几何不变体,追加二元体  $GH, GM$ , 仍为几何不变体.同时,与不变体  $CDEF$  通过链杆 1、2、3 相连,由于三链杆共点,体系瞬变.



解 2-4 图

2-5 试分析图示体系的几何构造.



题 2-5 图