



结构力学习题集



张永山 汪大洋 主编◆



科学出版社

结构力学习题集

张永山 汪大洋 主编

梁颖晶 蔡长青 参编

科学出版社

北京

内 容 简 介

本书涵盖了教育部高等学校力学基础课程教学指导分委员会指定的高等学校理工科非力学专业力学基础课程教学基本要求(A类)、住房和城乡建设部高等学校土木工程学科专业指导委员会制定的结构力学课程教学大纲和注册结构工程师考试大纲中的全部内容。全书分两大部分,第一部分(第一至九章)为结构力学习题部分,包括几何组成分析、静定结构内力计算、静定结构位移计算、力法、位移法、力矩分配法、影响线、矩阵位移法和结构动力计算;第二部分为习题参考答案,主要为习题的答案图解,即详细给出了第一部分各章习题精选的答案图解。

本书可作为高等院校土建类、水利类等本科专业的教学参考书,亦可用于考研辅导及工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

结构力学习题集/张永山,汪大洋主编. —北京:科学出版社,2018.6
ISBN 978-7-03-057567-8

I. ①结… II. ①张… ②汪… III. ①结构力学—高等学校—习题集
IV. ①O342-44

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第112478号

责任编辑:童安齐/责任校对:陶丽荣
责任印制:吕春珉/封面设计:东方人华

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

三河市骏杰印刷有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2018年6月第一版 开本:787×1092 1/16

2018年6月第一次印刷 印张:15

字数:350 000

定价:58.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换<骏杰>)

销售部门电话 010-62136230 编辑部电话 010-62135120-2019

版权所有,侵权必究

举报电话:010-64030229; 010-64034315; 13501151303

前 言

结构力学是土木建筑、道路桥梁和水利工程等专业的技术基础课程，也是这些专业研究生入学考试的主要科目。结构力学学习需要掌握清晰的力学概念，培养解题思维与技巧。力学概念的加强和综合解题能力的提高，既是结构力学学习的目标，也是学习的重点和难点。本书试图通过结构力学相关知识点习题的分类整理，让读者理解和掌握知识点分布与要求，提高概念分析和解决问题的能力。

本书的编写人员均为从事结构力学教学多年的高校教师，书中汇集了他们几十年的结构力学教学总结与经验。全书共分为两大部分，第一部分为结构习题部分。第二部分为习题参考答案，即以图形及公式等形式详细给出各章习题的精准答案。本书由张永山、汪大洋担任主编，梁颖晶、蔡长青参编。本书编者的学生林思齐、姚洪灿、徐艺哲、郭镗文、肖发平、黄文成、黎良辉、黄超群、刘梦泽、张俊、杨启涛也为本书做了大量工作，在此表示感谢。

由于编者水平所限，书中难免存在不足之处，恳请读者批评指正。

目 录

前言	
第一章 几何组成分析	1
1.1 概述	1
1.2 习题	2
第二章 静定结构内力计算	10
2.1 概述	10
2.2 习题	13
第三章 静定结构位移计算	46
3.1 概述	46
3.2 习题	47
第四章 力法	58
4.1 概述	58
4.2 习题	60
第五章 位移法	80
5.1 概述	80
5.2 习题	81
第六章 力矩分配法	98
6.1 概述	98
6.2 习题	100
第七章 影响线	108
7.1 概述	108
7.2 习题	110
第八章 矩阵位移法	118
8.1 概述	118
8.2 习题	120

第九章 结构动力计算	125
9.1 概述	125
9.2 习题	128
习题参考答案	133
主要参考文献	234

第一章 几何组成分析

1.1 概 述

1.1.1 名词解释

1. 几何不变体系——结构（静定或超静定）

在不考虑材料变形情况下，几何形状和位置不变的体系，称为几何不变体系。

2. 几何可变体系

在不考虑材料变形情况下，形状或位置可变的体系，称为几何可变体系。

3. 刚片

在平面上的几何不变部分，称为刚片。

4. 自由度

确定体系位置所需的独立坐标，称为自由度。独立坐标个数为自由度数。

5. 约束（联系）

能够减少自由度的装置称为约束。减少自由度的个数为约束个数。

(1) 链杆——相当 1 个约束。

(2) 铰——相当 2 个约束。

(3) 虚铰——相当 2 个约束。

(4) 复铰——相当 $n-1$ 个单铰的作用。

6. 多余联系

不能减少自由度的联系，称为多余联系。

7. 必要联系

去掉时能够增加自由度（或维持体系不变性必须）的联系。

8. 瞬变体系

几何特征：几何可变体系经过微小位移后成为几何不变体系。

静力特征：受很小的力将产生无穷大内力，因此不能作结构。

1.1.2 分析规则

在不考虑材料应变所产生变形的条件下，构成无多余约束几何不变体系（静定结构）的基本规则（图 1-1）如下。

1. 三刚片规则

三个刚片用不在同一条直线上的三个铰（或虚铰）两两相连。

2. 二刚片规则

两个刚片用不交于一点也不全平行的三根链杆相连，或两个刚片用一个铰和不通过该铰心的链杆相连。

3. 二元体规则

二元体（二杆结点）：两根不在同一条直线上的链杆连接一个新结点的装置，称为二元体。在一个体系上增加或减少二元体不影响其几何不变性。

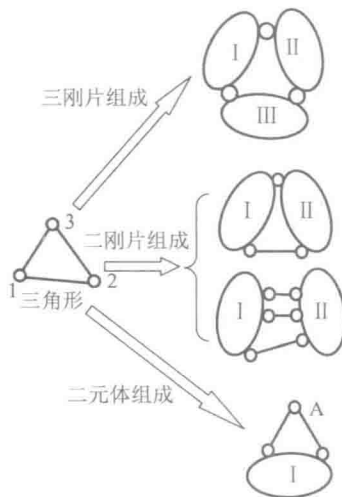


图 1-1 分析规则

1.1.3 几何组成分析步骤

1. 去二元体（二杆结点）

2. 分析地基情况

上部体系与地基之间，有如下特点。

- (1) 当有满足二刚片规则的三个联系时，去掉地基，仅分析上部体系。
- (2) 当少于三个联系时，必为几何常变体系。
- (3) 当多于三个联系时，将地基当作一个刚片进行分析。

3. 利用规则找大刚片

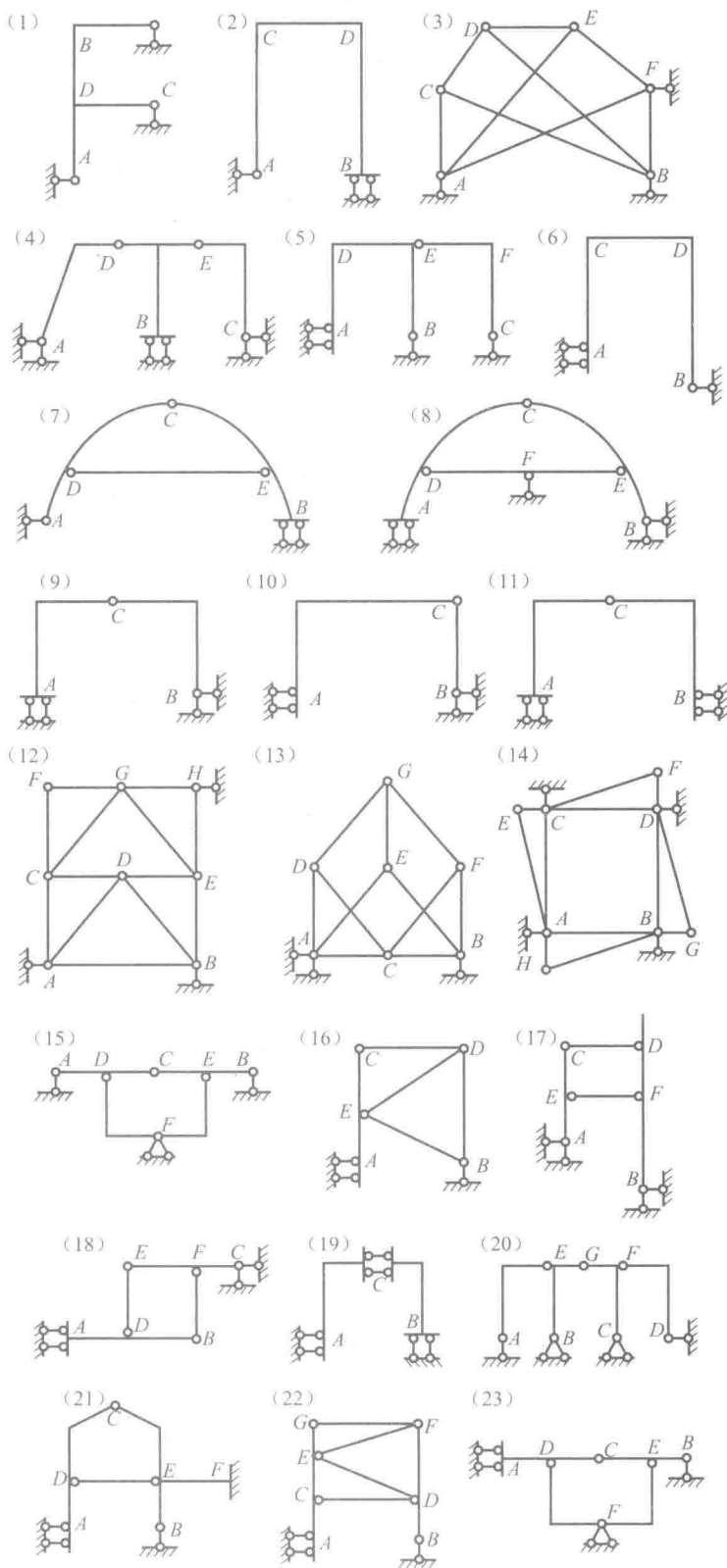
最简单情况为三个铰接杆件为刚片。

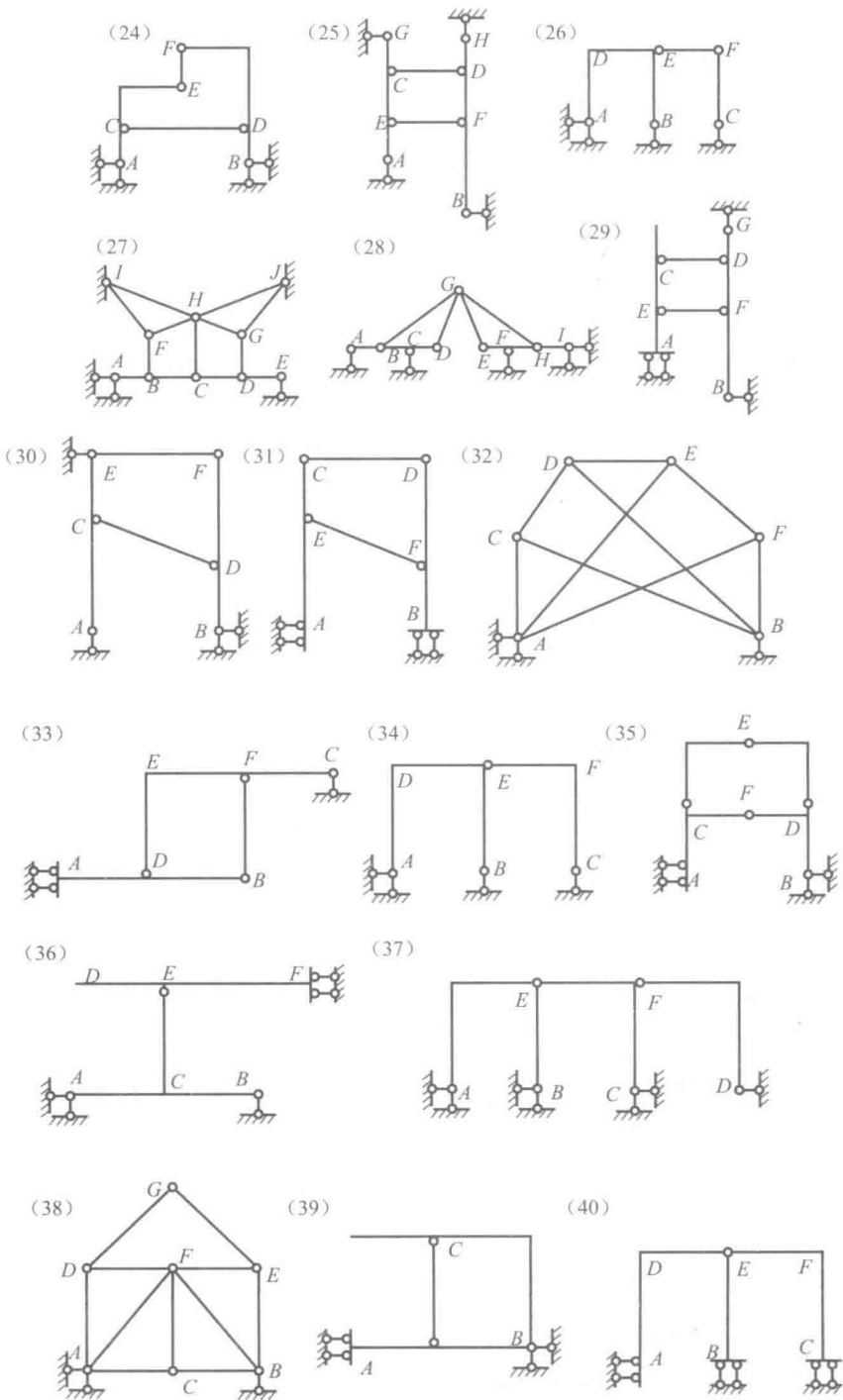
4. 使用几何组成规则进行分析

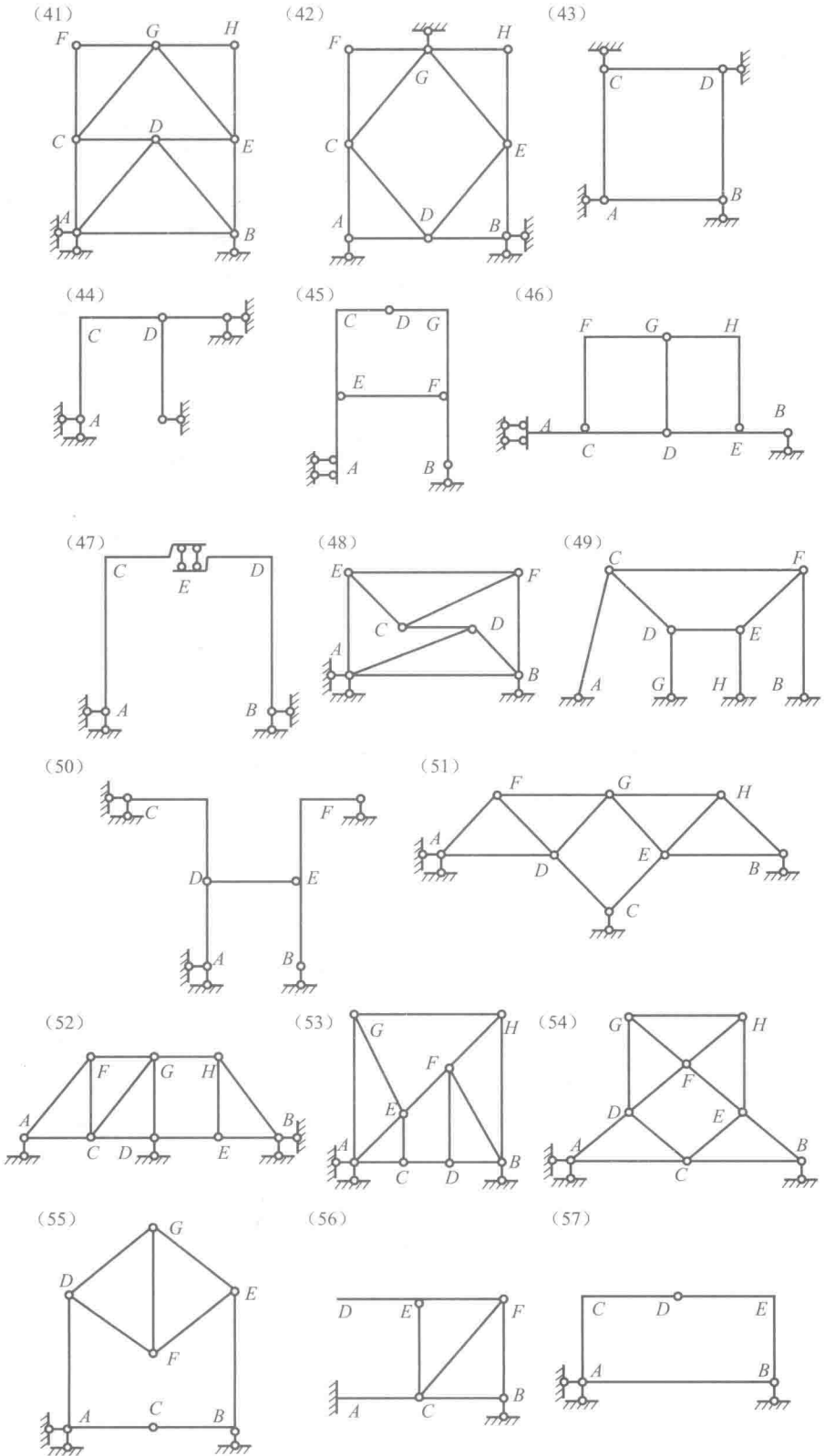
利用三刚片规则分析时，首先找出三个刚片，满足三刚片规则的连接条件，即每两个刚片间有一个铰（或虚铰），然后再标出虚铰位置，最后看三个铰是否构成三角形。

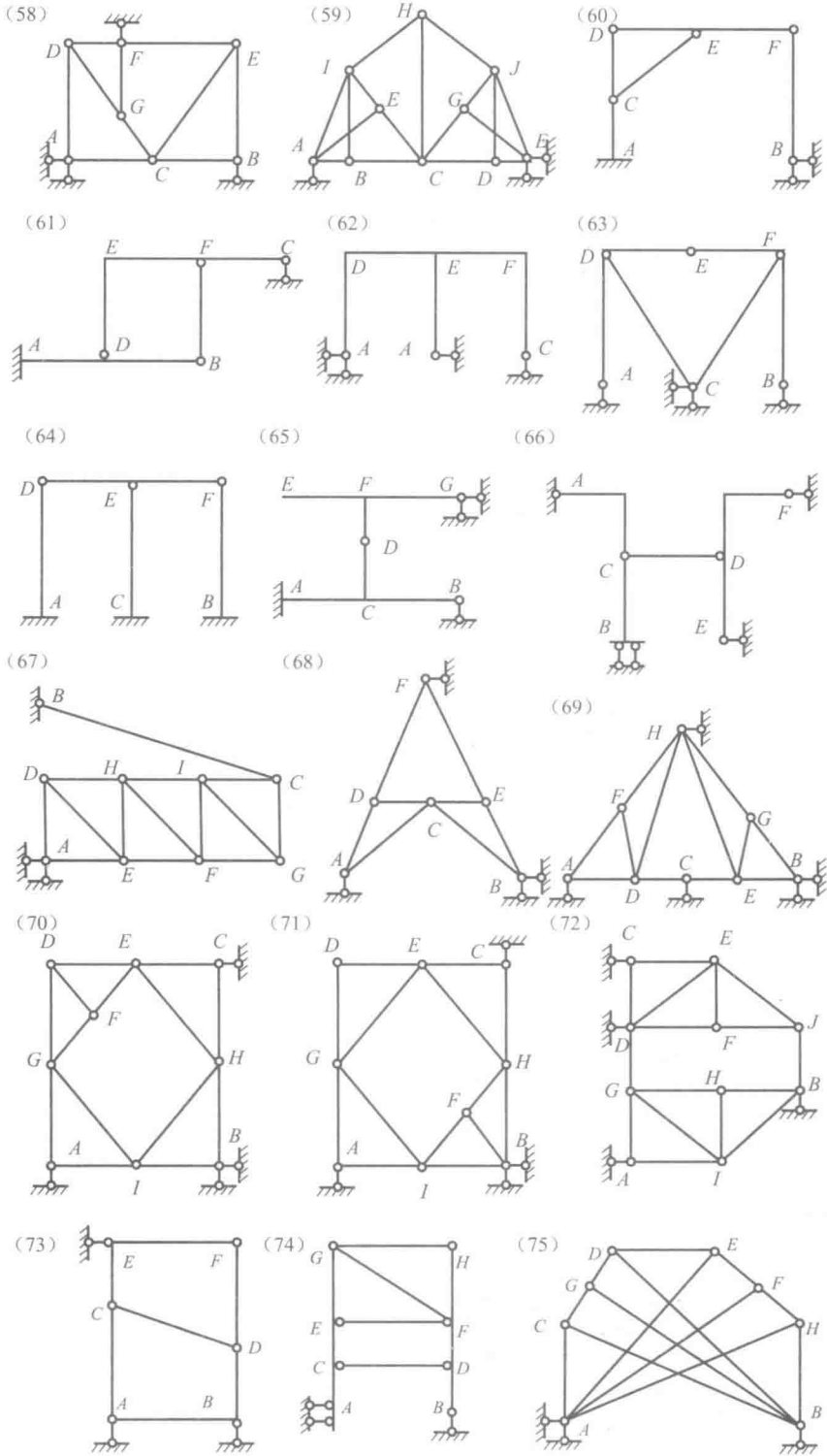
1.2 习 题

试用以下图体系 (1) ~ (125) 进行几何组成分析。

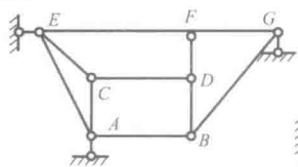




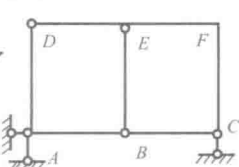




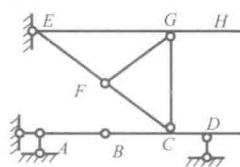
(76)



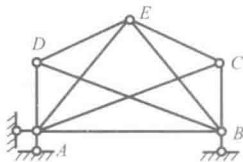
(77)



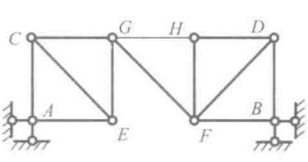
(78)



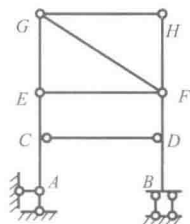
(79)



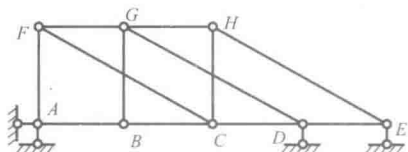
(80)



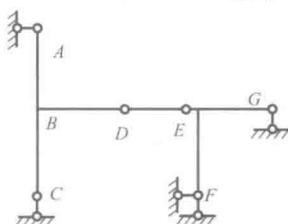
(81)



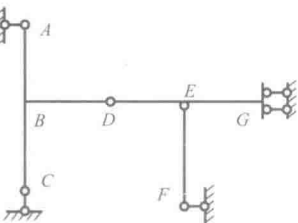
(82)



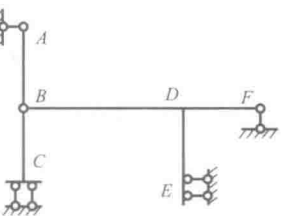
(83)



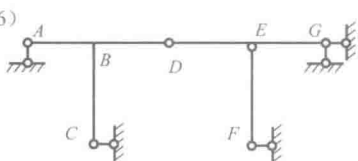
(84)



(85)



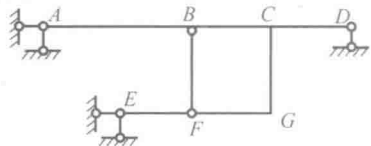
(86)



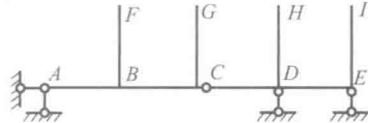
(87)



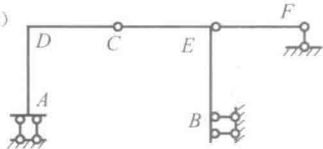
(88)



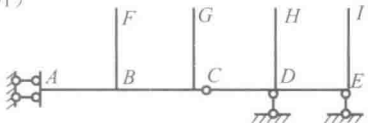
(89)



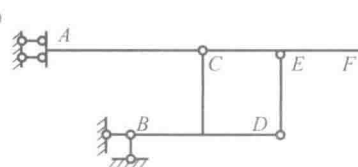
(90)



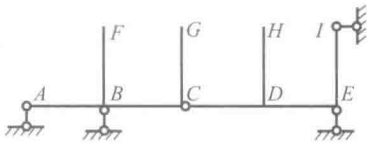
(91)



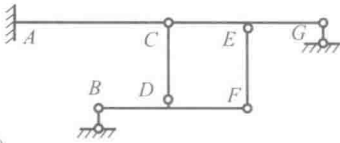
(92)



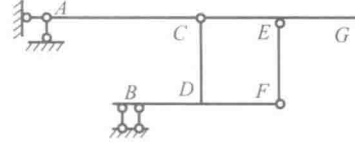
(93)



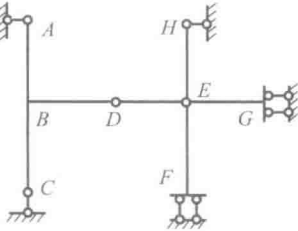
(94)



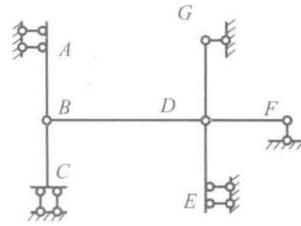
(95)



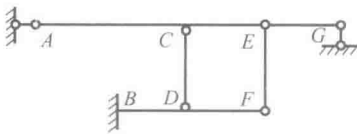
(96)



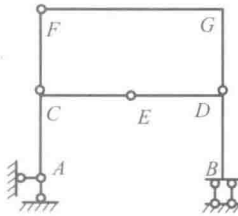
(97)



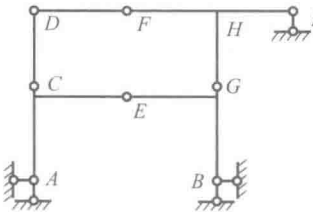
(98)



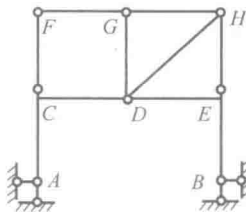
(99)



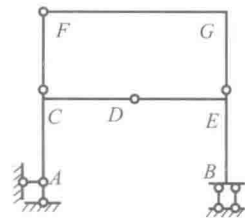
(100)



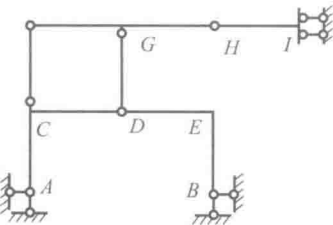
(101)



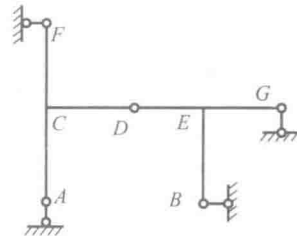
(102)



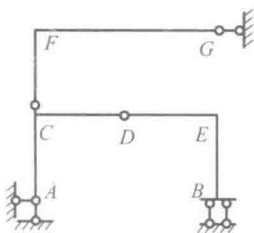
(103)



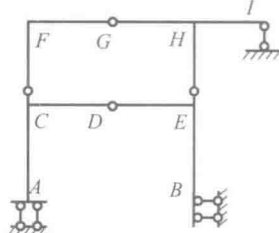
(104)



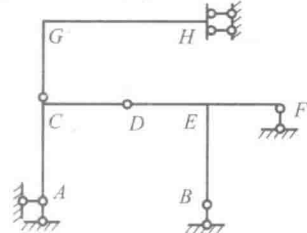
(105)



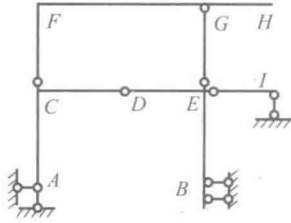
(106)



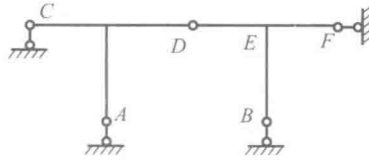
(107)



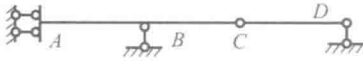
(108)



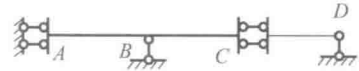
(109)



(110)



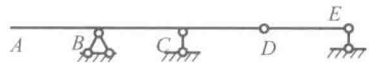
(111)



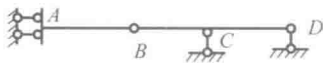
(112)



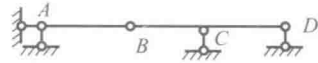
(113)



(114)



(115)



(116)



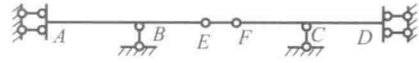
(117)



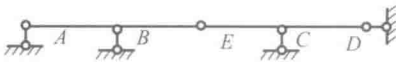
(118)



(119)



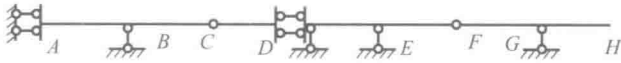
(120)



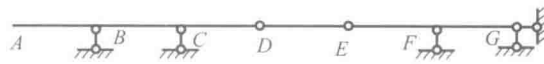
(121)



(122)



(123)



(124)



(125)



第二章 静定结构内力计算

2.1 概 述

2.1.1 支座反力（联系力）计算方法

1. 两刚片组成结构（单截面法）

满足两刚片规则的体系，两个刚片之间只有三个联系[如图 2-1 (a) 或图 2-1 (b) 所示]，可取出一个刚片作隔离体[如图 2-1 (c) 或如图 2-1 (d) 所示]，联系力个数与独立平衡条件个数相等，利用平衡条件

$$\sum F_x = 0 \quad \sum F_y = 0 \quad \sum M = 0$$

即可计算出两个刚片之间的三个联系力。

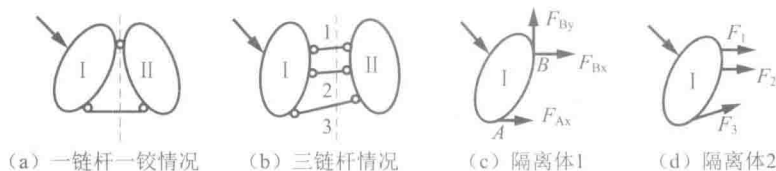


图 2-1 两刚片隔离体示意图

2. 三刚片组成结构（双截面法）

先求一个铰（或虚铰）的两个联系力。切断两个铰（或虚铰）得到一个隔离体，有两种情况的隔离体。

首先，如图 2-2 (a) 所示，切断 A 、 B 铰得到第一个隔离体[如图 2-2 (c) 所示]，求 B 铰的联系力，对 A 铰取矩列平衡方程为

$$\sum M_A = 0$$

然后，如图 2-2 (b) 所示，切断 C 、 B 铰得到第二个隔离体[如图 2-2 (d) 所示]，求 B 铰的联系力，对 C 铰取矩列平衡方程为

$$\sum M_C = 0$$

将上述两个平衡方程联立，即可求出 B 铰的联系力。

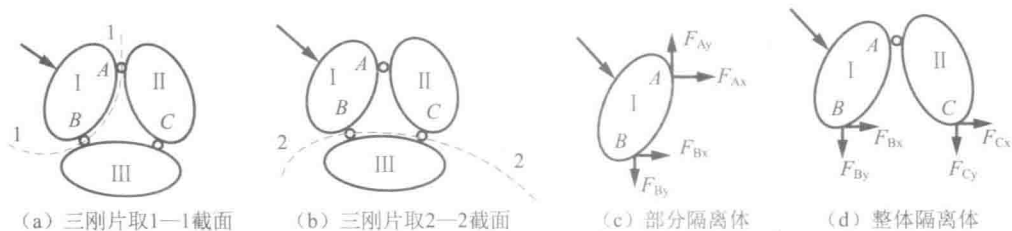


图 2-2 三刚片隔离体示意图

3. 基附型结构（先附后基）

所谓基本部分就是直接与地基构成几何不变体系的部分；而不能与地基直接构成几何不变体系的部分称为附属部分，这类型结构称为基附型结构。

基附结构求解顺序是先附后基，即先求解附属部分，后求解基本部分。

上述联系力或支座反力的求解方法对各类结构，只要是几何组成规则可以分析的结构都可以使用，多跨静定梁、刚架、桁架、三铰拱及组合结构都是适用的。

2.1.2 支座反力（联系力）计算方法

1. 利用微分关系

(1) 无外荷载的直杆段，剪力为常数，弯矩图为直线。

(2) 无外荷载的直杆段，若剪力为零，则弯矩图为常数。

(3) 铰（或自由端）附近无外力偶作用时，铰（或自由端）附近弯矩为零；有外力偶作用时，铰（或自由端）附近弯矩等于外力偶。

(4) 直杆段上有荷载时，弯矩图的凸向与荷载方向一致。

(5) 直杆段上仅有集中力偶作用时，剪力不变，弯矩图有突变但斜率相同。

2. 悬臂梁法作弯矩图

一端自由的直杆件，当将刚结点当作固定端时，如果得到悬臂梁，那么该杆件可以当作悬臂梁作弯矩图，将这种作弯矩图的方法称为悬臂梁法。

3. 简支梁法（区段叠加法）作弯矩图

从结构中任意取出的一个直杆段，若直杆段两端的弯矩已知，将两端弯矩当作外荷载（力偶），可以将该直杆段及其上作用的荷载一起放到简支梁上，得到一个简支梁，该直杆段可以按照简支梁方法作弯矩图。将这种作弯矩图的方法称为简支梁法。

4. 利用刚结点力矩平衡

取刚结点作隔离体，利用力矩平衡条件可得到如下结论。

(1) 当刚结点连接两个杆件，无外力偶作用时，两个杆端弯矩一定等值同侧。

(2) 当刚结点连接两个杆件，有外力偶作用时，两个杆端弯矩的突变值等于外力偶值。

(3) 连接刚结点的杆件只有一个杆端弯矩未知时，利用力矩平衡条件可以求出。

5. 几种结点的内力特点

(1) 铰结点传递剪力但不传递弯矩。

(2) 与杆轴线一致的定向结点传递弯矩但不传递剪力。

(3) 与杆轴线垂直的定向结点传递弯矩和剪力但不传递轴力。

(4) 与杆轴线一致的链杆结点传递轴力，但不传递弯矩和剪力。

(5) 与杆轴线垂直的链杆结点传递剪力，但不传递弯矩和轴力。