

高等学校**土木工程专业**规划教材

GAODENG XUEXIAO TUMU GONGCHENG ZHUANYE GUIHUA JIAOCAI

结构力学基本训练

(上册)

舒志乐 刘保县 ■ 主 编
孙家国 ■ 副主编

JIEGOU LIXUE
JIBEN XUNLIAN



重庆大学出版社

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

高等学校土木工程专业 规划教材

GAODENG XUOXIAO TUMU GONGCHENG ZHUANYE GUIHUA JIAOCAI

结构力学基本训练

(上册)

舒志乐 刘保县 ■ 主 编
孙家国 ■ 副主编

JIEGOU LIXUE
JIBEN XUNLIAN

重庆大学 出版社

内容提要

本书根据教育部制定的结构力学课程教学大纲和硕士研究生入学考试要求,以结构力学的基本概念、基本原理以及认识规律为出发点,以学生素质与能力提高为目的,为适应现代标准化测试方法而编写。每章均扼要概括各个知识点所对应的习题,其中不少是近年来各个高校研究生入学考试试题,并给出了全部答案。

本书可作为土建、水利、道桥等专业学生学习结构力学的辅导用书,也可作为土木工程专业研究生入学考试、注册结构工程师资格考试结构力学复习参考书。

图书在版编目(CIP)数据

结构力学基本训练.上册/舒志乐,刘保县主编.

—重庆:重庆大学出版社,2015.11

高等学校土木工程专业规划教材

ISBN 978-7-5624-9501-7

I. ①结… II. ①舒… ②刘… 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(2015)第 242020 号

高等学校土木工程专业规划教材

结构力学基本训练

(上册)

主 编 舒志乐 刘保县

副主编 孙家国

责任编辑:刘颖果 版式设计:刘颖果

责任校对:关德强 责任印制:赵 晟

*

重庆大学出版社出版发行

出版人:邓晓益

社址:重庆市沙坪坝区大学城西路 21 号

邮编:401331

电话:(023)88617190 88617185(中小学)

传真:(023)88617186 88617166

网址:<http://www.cqup.com.cn>

邮箱:fxk@cqup.com.cn(营销中心)

全国新华书店经销

重庆紫石东南印务有限公司印刷

*

开本:787×1092 1/16 印张:13 字数:324 千

2015 年 11 月第 1 版 2015 年 11 月第 1 次印刷

印数:1—3 000

ISBN 978-7-5624-9501-7 定价:26.00 元

本书如有印刷、装订等质量问题,本社负责调换

版权所有,请勿擅自翻印和用本书

制作各类出版物及配套用书,违者必究

前 言

为了适应新世纪课程分级教学的需要和对学生能力培养的要求,我们在总结多年教学实践的基础上,按照教育部“高等学校理工科非力学专业力学基础课程教学基本要求”和教育部工科力学教学指导委员会“面向 21 世纪工科力学课程教学改革的基本要求”,根据当前国内主流教材的基本内容,将结构力学中的基本概念,典型习题中普遍存在的具有代表性、易出错的问题,以客观习题的形式编写了这本《结构力学基本训练》。

结构力学是土木、水利等专业的重要专业技术基础课。掌握结构力学的基本概念、基本原理和分析计算方法,对学习后续专业课及解决工程实际问题十分重要,而且结构力学是报考结构工程专业研究生及注册结构工程师资格考试的必考课程。

本书的编写内容及顺序与目前国内出版的各类主流《结构力学》教材基本一致,分为上、下两册。上册包括结构的几何构造分析、静定结构的受力分析、影响线、虚功原理与结构位移计算、力法、位移法和渐进法及其他算法简述,共 7 章。下册包括矩阵位移法、结构动力计算基础、结构的稳定计算和结构的极限荷载,共 4 章。每章先是本章的重点、难点、考点以及习题分类与解题要点的归纳总结,后是本章的选择题、填空题、判断题和计算题等训练题目。同时,本书编有适用于多、中、少学时以及考研不同层次的结构力学模拟试题,旨在进一步强化解题训练,反映考试的重点、难点,培养学生综合能力和应变能力,巩固和提高复习效果。此外,相对于少、中学时有一定难度的基本部分或专题部分内容前标注了“※”;属专题部分内容前标注了“★”,主要供多、中学时选用。

本书上册由西华大学舒志乐、刘保县,武夷学院孙家国共同编写。舒志乐、刘保县担任主编,孙家国担任副主编。

本书可作为土建、水利、道桥等专业学生学习结构力学的辅导用书,也可作为土木工程专业研究生入学考试、注册结构工程师资格考试结构力学复习参考书。

由于编者水平有限,书中可能存在不妥和疏漏,恳请读者批评指正。

编 者
2015 年 9 月

目 录

第1章 结构的几何构造分析	1
第2章 静定结构的受力分析	11
第3章 影响线	31
第4章 虚功原理与结构位移计算	43
第5章 力法	55
第6章 位移法	76
第7章 渐进法及其他算法简述	97
模拟试卷1	114
模拟试卷2	120
模拟试卷3	126
模拟试卷4	132
模拟试卷5	138
模拟试卷6	144
参考答案	150
参考文献	200

第 1 章 结构的几何构造分析

【本章重点】

(1) 深刻理解几何不变体系、刚片、自由度、多余约束等重要概念。

(2) 深刻理解几何不变体系的组成规律。注意两刚片法则、三刚片法则中的铰与两根链杆可互相替换;注意二元体法则、两刚片法则、三刚片法则中“三铰不共线”、“三链杆不互相平行或相交于一点”的条件,若不满足,则为可变体系。

(3) 平面体系的计算自由度 W 的求法。

【本章难点】

平面体系的计算自由度 W 的求法,包括刚片法、结点法和组合法。

【本章考点】

(1) 几何不变体系、刚片、自由度、多余约束等重要概念。

(2) 无多余约束几何不变体系的组成规则。

(3) 平面体系的几何组成与静力特征之间的关系。

(4) 几何组成分析要点。

(5) 平面体系的计算自由度 W 的计算。

【本章习题分类与解题要点】

本章习题大致包含以下几类:

(1) 对结构几何构造的分析

① 若有基础,首先看基础以外部分与基础的约束数:如果等于 3,则只分析基础以外部分(若几何不变,则整体几何不变;若几何可变,则整体几何可变);如果不等于 3,则须将基础作为一个刚片来分析。

② 观察是否有二元体,剔除所有的二元体。

(2) 平面体系的计算自由度 W 的计算

① 刚片法:体系看成由刚片组成,铰接、刚接、链杆为约束。

② 节点法:体系由结点组成,链杆为约束。

③ 组合法:同时用刚片法和节点法进行计算。

一、选择题

【1.1】图 1.1 所示体系的几何组成为()。

A. 几何不变,无多余约束

B. 几何不变,有多余约束

C. 瞬变

D. 常变

【1.2】图 1.2 所示体系属于()。

A. 无多余约束的几何不变体系

B. 有多余约束的几何不变体系

C. 常变体系

D. 瞬变体系



图 1.1 题 1.1 图

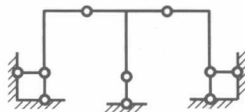


图 1.2 题 1.2 图

【1.3】在图 1.3 所示体系中,视为多余约束的三根链杆应是()。

A. 5, 6, 9

B. 5, 6, 7

C. 3, 6, 8

D. 1, 6, 7

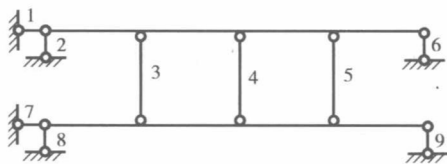


图 1.3 题 1.3 图

【1.4】两个刚片之间由一个铰和一个链杆相连接构成的体系是()。

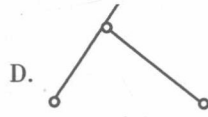
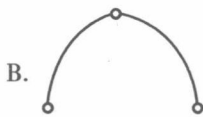
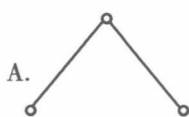
A. 几何可变体系

B. 无多余约束的几何不变体系

C. 瞬变体系

D. 体系的组成不确定

【1.5】图中哪一个不是二元体(或二杆结点)()。



【1.6】下列说法正确的是()。

A. 几何可变体系一定无多余约束

B. 静定结构一定无多余约束

C. 结构的制造误差不会产生内力

D. 有多余约束的体系是超静定结构

【1.7】已知某体系的计算自由度 $W = -3$, 则下列选项正确的是()。

A. 自由度 = 3

B. 自由度 = 0

C. 多余约束数 = 3

D. 多余约束数 ≥ 3 【1.8】设体系的计算自由度为 W 、自由度为 S 、多余约束数为 n , 那么由 W 可以确定()。A. S B. n

C. 体系是否几何不变

D. S 和 n 的下限

二、填空题

【1.9】图 1.4(a)、(b)、(c) 分别有几个多余约束? (a) _____ 个多余约束, (b) _____ 个多余约束, (c) _____ 个多余约束。

【1.10】图 1.5 所示结构有 _____ 个多余约束, 其中第 _____ 个链杆是必要约束, 不能去掉。

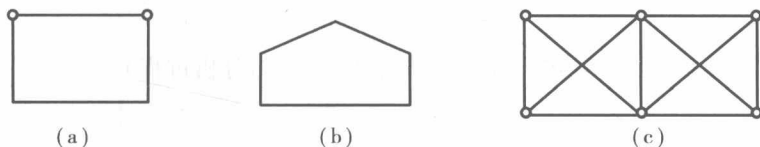


图 1.4 题 1.9 图

【1.11】图 1.6 所示体系在荷载作用下发生位移,则该体系为_____体系。

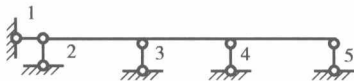


图 1.5 题 1.10 图

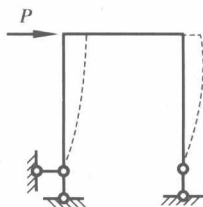


图 1.6 题 1.11 图

【1.12】体系几何不变的必要条件是_____。

【1.13】图 1.7 所示体系计算自由度 $W=1$, 是几何_____变体系, 若在 A 点加一竖向链杆支座, 则成为_____几何体系。

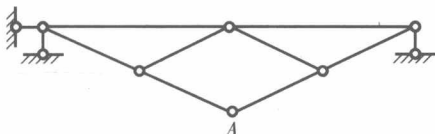


图 1.7 题 1.13 图

三、判断题

【1.14】几何不变且无多余约束的体系其自由度必定为零。 ()

【1.15】几个刚片之间只要用三个铰两两连接, 就能构成无多余约束的几何不变体系。 ()

【1.16】几何可变体系在任何荷载作用下都不能平衡。 ()

【1.17】三个刚片由三个铰相连的体系一定是静定结构。 ()

【1.18】有多余约束的体系一定是超静定结构。 ()

【1.19】图 1.8 所示体系是几何不变体系。 ()

【1.20】图 1.9 所示体系是由三个刚片用三个共线的铰 ABC 相连, 故为瞬变体系。 ()

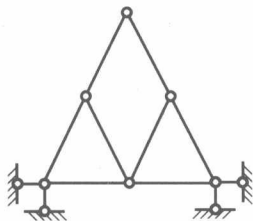


图 1.8 题 1.19 图

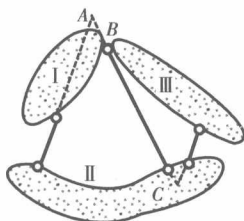


图 1.9 题 1.20 图

四、分析题(对下列平面体系进行几何组成分析,并写出分析过程)

【1.21】

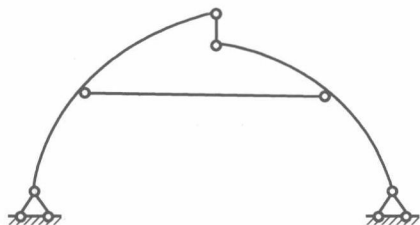


图 1.10 题 1.21 图

【1.22】

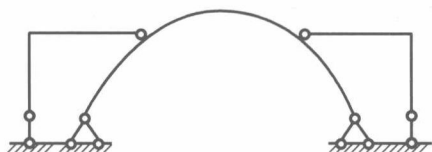


图 1.11 题 1.22 图

【1.23】

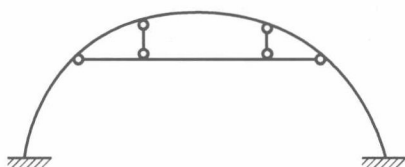


图 1.12 题 1.23 图

【1.24】

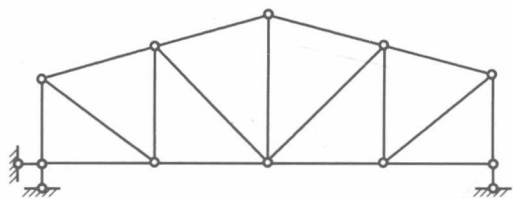


图 1.13 题 1.24 图

【1.25】

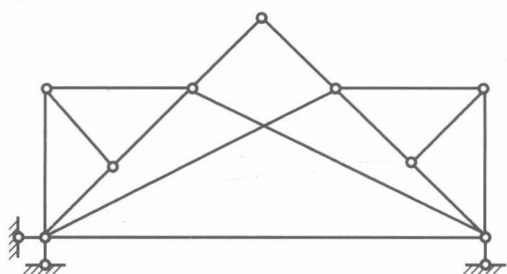


图 1.14 题 1.25 图

【1.26】

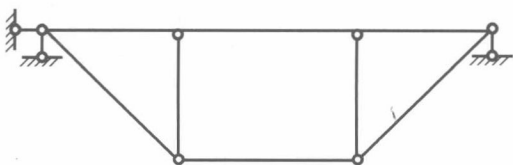


图 1.15 题 1.26 图

【1.27】

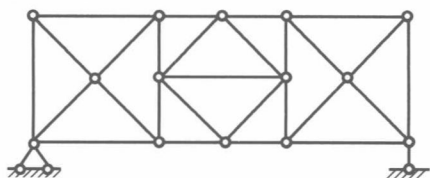


图 1.16 题 1.27 图

【1.28】*

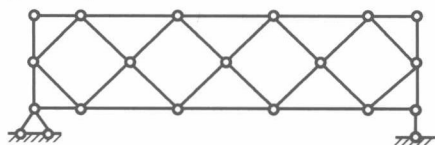


图 1.17 题 1.28 图

【1.29】

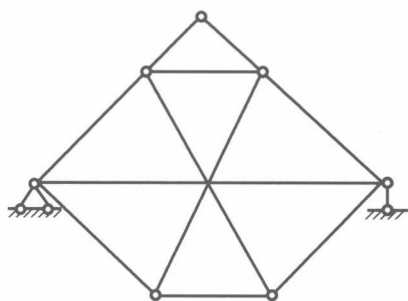


图 1.18 题 1.29 图

【1.30】

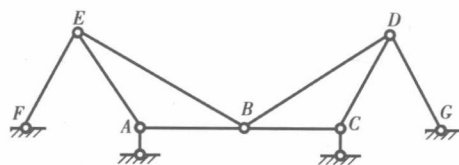


图 1.19 题 1.30 图

【1.31】

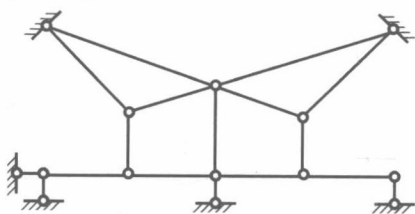


图 1.20 题 1.31 图

【1.32】

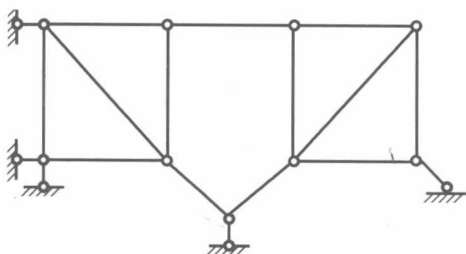


图 1.21 题 1.32 图

【1.33】*

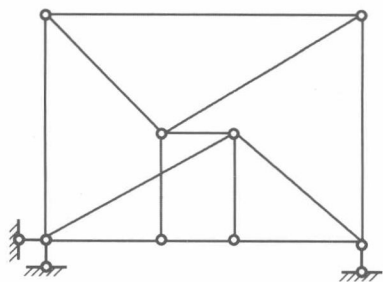


图 1.22 题 1.33 图

【1.34】

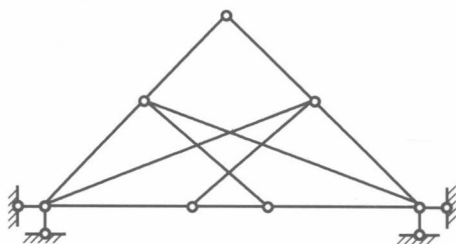


图 1.23 题 1.34 图

【1.35】

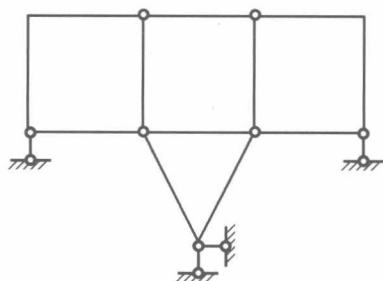


图 1.24 题 1.35 图

【1.36】

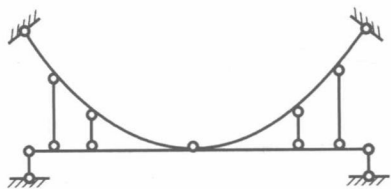


图 1.25 题 1.36 图

【1.37】*

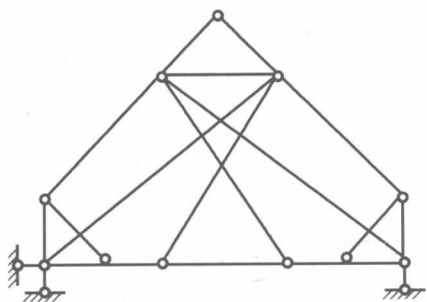


图 1.26 题 1.37 图

【1.38】*

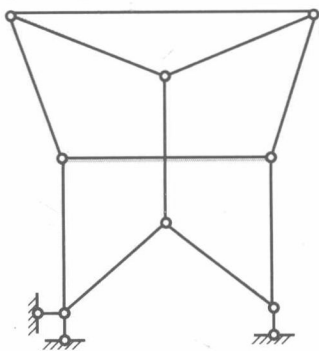


图 1.27 题 1.38 图

五、计算题(计算下列图示体系的计算自由度 W , 并写出计算步骤)

【1.39】

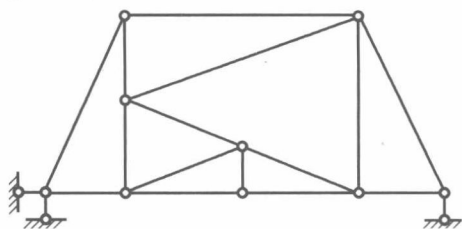


图 1.28 题 1.39 图

【1.40】

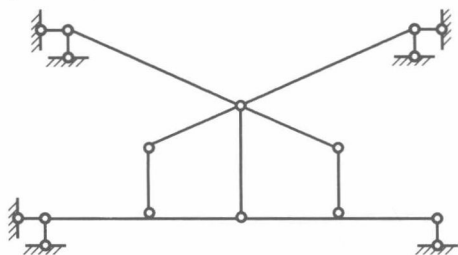


图 1.29 题 1.40 图

第2章 静定结构的受力分析

【本章重点】

- (1) 静定结构内力计算基本方法和步骤;
- (2) 静定多跨梁的内力分析;
- (3) 静定刚架的内力分析;
- (4) 静定桁架的内力分析;
- (5) 组合结构的内力计算。

【本章难点】

- (1) 静定桁架的内力分析;
- (2) 组合结构的内力计算;
- (3) 三铰拱的内力计算与合理拱轴线的确定。

【本章考点】

- (1) 内力符号规定

轴力以拉为正;剪力以顺时针转为正;弯矩不规定正负,弯矩图画在受拉侧。

- (2) 桁架零杆的判断

- ① 两根杆汇交于一铰结点,结点上无外荷载,此两杆皆为零杆;
- ② 三根杆汇交于一铰结点,其中两根杆共线,结点上无外荷载,另外一根不共线的杆为零杆;
- ③ 对称桁架(支座、几何形状、荷载皆对称),对称轴上K形结点无荷载时的两根斜杆为零杆。

- (3) 作内力图的方法

结构力学作内力图顺序为“先区段叠加作 M 图,再由 M 图作 F_Q 图,最后由 F_Q 图作 F_N 图”,这种作内力图的顺序对于超静定结构也是适用的。

【本章习题分类与解题要点】

本章计算题大致分为以下几类:

- (1) 作内力图

- ① 先求反力;
- ② 利用截面法求控制截面弯矩;
- ③ 在结构图上利用叠加法作每一单元的弯矩图,从而得到结构的弯矩图;
- ④ 以单元为对象,对杆端取矩可以求得杆端剪力,剪力图可画在杆轴的任意一侧,但必须标注正负号,以未知数个数不超过两个为原则,取结点由平衡求单元杆端轴力。

- (2) 多跨静定梁的内力分析

分析顺序:应先附属部分,后基本部分。

- ①荷载在基本部分上,基本部分受力,附属部分不受力;
 ②荷载在附属部分上,除附属部分受力外,基本部分也受力。

(3) 桁架的内力分析

- ①结点法;
 ②截面法。

(4) 静定组合结构的合理计算顺序

①组合结构既有梁、刚架结构(全为受弯构件)的特点,也有桁架结构(全为轴向拉压构件)的特点。一定要分清哪些是梁式杆,哪些是链杆。

②要根据体系的几何构成特点选择合理的计算顺序,选择合理的截面,在计算出所有链杆轴力前,不要截断梁式杆。一般顺序是:先求出支座反力;再用截面法切开两刚片或三刚片的联系部分,求出约束反力;再用结点法,或取梁式杆整体为对象,求出其他链杆的轴力;最后分析梁式杆的荷载,计算梁式杆的内力。

一、选择题

【2.1】在温度改变的影响下,静定结构将()。

- A. 有内力、有位移、无应变 B. 无内力、有位移、有应变
 C. 有内力、无位移、无应变 D. 无内力、无位移、有应变

【2.2】图 2.1 所示多跨梁的 M_B 等于(), Q_{DC} 等于()。

- M_B : A. M (上拉) B. M (下拉) C. $2M$ (上拉) D. $2M$ (下拉)
 Q_{DC} : A. M/a B. $-M/a$ C. $2M/a$ D. $-2M/a$

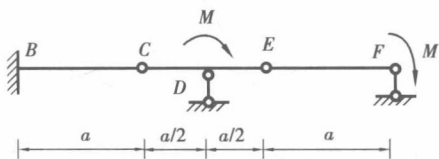


图 2.1 题 2.2 图

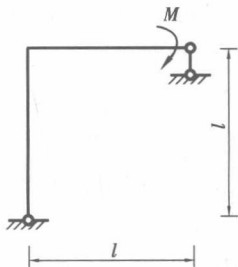
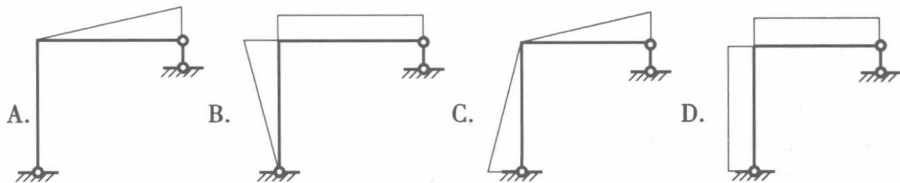


图 2.2 题 2.3 图

【2.3】图 2.2 所示结构弯矩图形状正确的是()。



【2.4】叠加原理用于求解静定结构时,需要满足的条件是()。

- A. 位移微小且材料是线弹性的 B. 位移是微小的
 C. 应变是微小的 D. 材料是理想弹性的