

— 高等学校教材 —

结构力学习题集

西安冶金建筑学院力学教研組
华南工学院建筑力学教研組 合編
华东水利学院工程力学教研組

钟 朋 主編

高 等 教 育 出 版 社

高等学校教材



结构力学习题集

西安冶金建筑学院力学教研组

华南工学院建筑力学教研组 合編

华东水利学院工程力学教研组

钟 朋 主編

高等教育出版社

本习题集是根据 1962 年 5 月审訂的高等工业学校工业与民用建筑专业用“结构力学教学大綱(試行草案)”及河川樞紐与水电站建筑等专业用“结构力学教学大綱(試行草案)”編写的。

本习题集内容包括: 平面体系的机动分析; 靜定结构的一般概念; 多跨靜定梁及靜定剛架; 实体三鉸拱; 靜定平面桁架; 靜定空間桁架; 靜定结构的影响綫; 彈性体系的基本定理及結構位移的計算; 用力法計算超靜定結構; 用位移法及混合法計算超靜定結構; 用漸近法計算超靜定結構; 用近似法計算超靜定結構; 结构的极限荷載; 结构的稳定計算; 结构的动力計算; 計算繪图作业。一般每章均附有計算公式和例題, 部分习题附有答案。

参加本习题集編写工作的有: 西安冶金建筑学院钟朋、刘錚、王蔭长, 华南工学院何逢康、朱耀鏗、梁月薇, 华东水利学院工程力学教研組结构力学教学小組全体同志, 并由钟朋同志担任主編。

本习题集可作为高等工业学校土建、水利专业“结构力学”課程的輔助教材, 也可供其他专业参考。

结构力学习題集

西安冶金建筑学院力学教研組

华南工学院建筑力学教研組 合編

华东水利学院工程力学教研組

钟 朋 主編

北京市书刊出版业营业許可証出字第 119 号

高等教育出版社出版(北京景山东街)

人民教育印刷厂印装

新华书店北京发行所发行

各地新华书店經售

統一书号K15010·1149 开本 850×1168 1/32 印张 7 1/16

字数 185,000 印数 0,031—3,000 定价(7) 0.85

1965 年 2 月第 1 版 1965 年 2 月北京第 1 次印刷

序

本习题集基本上是根据 1962 年 5 月审訂的高等工业学校本科(五年制)工业与民用建筑专业适用的“结构力学教学大纲(试行草案)”及河川枢纽与水电站建筑等专业适用的“结构力学教学大纲(试行草案)”編写的,可作为这些专业的结构力学课程的教学用书。

本习题集共有十五章,除某些章外,各章一般包括:计算公式、例题、习题和部分习题答案四个部分。全书共有例题 26 个,习题 426 个,另附计算繪图作业题目 7 个。

对較难或較繁的习题,在题号后均标有星号“*”。个别較难题目,附有提示。

各章所附的计算公式主要是一些实用公式,以供学生作习题时查用。至于那些需要学生牢固掌握的有关物理概念的公式,如力法及位移法典型方程等,則沒有列入。

各章編入了一定数量的典型或綜合性例题,解题过程中注意了问题的分析,以便引导学生全面地注意解题的思路、方法和步骤。

在各章习题中一部分附有答案,便于学生自己据以校核;另一部分未給答案,以便培养学生独立计算能力。

編写本习题集时,参考了西安冶金建筑学院、华南工学院、华东水利学院、清华大学、天津大学、同济大学、重庆建筑工程学院、武汉水利电力学院和南京工学院等校的结构力学学习题集原稿。这些兄弟院校的有关教研組教学中积累的宝贵經驗,給本习题集的編写以很大的帮助,謹致以衷心的謝意。

本习题集承天津大学張崇文同志审阅，并提出宝贵意见，对提高本习题集的质量有很大帮助，特此致谢。

诚恳地希望使用本习题集的同志们，提出宝贵意见，以便今后修订提高。

編 者

1964年8月

目 录

序		v
第一章 平面体系的机动分析		
I. 计算公式	1	III. 习题.....3
II. 例题	1	IV. 部分习题答案.....7
第二章 静定结构的一般概念		
I. 习题	8	II. 部分习题答案.....11
第三章 多跨静定梁及静定刚架		
I. 例题	12	III. 部分习题答案.....24
II. 习题	15	
第四章 实体三铰拱		
I. 计算公式	28	III. 习题.....32
II. 例题	29	IV. 部分习题答案.....35
第五章 静定平面桁架		
I. 例题	37	III. 部分习题答案.....49
II. 习题	40	
第六章 静定空间桁架		
I. 计算公式	51	III. 习题.....55
II. 例题	51	IV. 部分习题答案.....58
第七章 静定结构的影响线		
I. 计算公式	59	III. 习题.....66
II. 例题	60	IV. 部分习题答案.....75
第八章 弹性体系的基本定理及结构位移的计算		
I. 计算公式	79	III. 习题.....85
II. 例题	81	IV. 部分习题答案.....97
第九章 用力法计算超静定结构		
I. 计算公式	99	III. 习题.....111
II. 例题	101	IV. 部分习题答案.....121

第十章 用位移法及混合法計算超靜定結構

I. 計算公式.....	125	II. 习題.....	135
II. 例題.....	126	IV. 部分习題答案.....	143

第十一章 用漸近法計算超靜定結構

I. 計算公式.....	147	III. 习題.....	153
II. 例題.....	148	IV. 部分习題答案.....	160

第十二章 用近似法計算超靜定結構

I. 习題.....	164	II. 部分习題答案.....	166
------------	-----	-----------------	-----

第十三章 結構的極限荷載

I. 例題.....	167	III. 部分习題答案.....	176
II. 习題.....	170		

第十四章 結構的穩定計算

I. 例題.....	178	III. 部分习題答案.....	190
II. 习題.....	184		

第十五章 結構的动力計算

I. 計算公式.....	192	III. 习題.....	205
II. 例題.....	195	IV. 部分习題答案.....	212

計算繪圖作业

計算繪圖作业(一).....	213	計算繪圖作业(五).....	220
計算繪圖作业(二).....	214	計算繪圖作业(六).....	222
計算繪圖作业(三).....	216	計算繪圖作业(七).....	224
計算繪圖作业(四).....	218		

第一章 平面体系的机动分析

I. 计算公式

1) 平面体系自由度(W)的一般计算公式为

$$W = 3m - 2h - r, \quad (1-1)$$

式中: m ——刚片(或称盘体)数;

h ——单铰数;

r ——支承连杆数。

2) 平面铰接连杆体系自由度的计算公式为

$$W = 2j - b - r, \quad (1-2)$$

式中: j ——体系的结点数;

b ——体系内部的连杆数;

r ——体系的支承连杆数。

3) 平面体系和平面铰接连杆体系的内部可变量(V)的计算公式分别为:

$$V = 3m - 2h - 3; \quad (1-3)$$

$$V = 2j - b - 3. \quad (1-4)$$

II. 例题

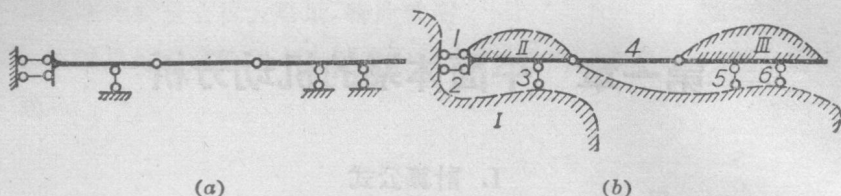
例 1-1 对图 a 所示体系进行机动分析。

[解] 1) 计算自由度 因为体系是具有支座的, 故用公式(1-1)来计算它的自由度。

本体系的 $m=3, h=2, r=5$, 故

$$W = 3m - 2h - r = 3 \times 3 - 2 \times 2 - 5 = 0,$$

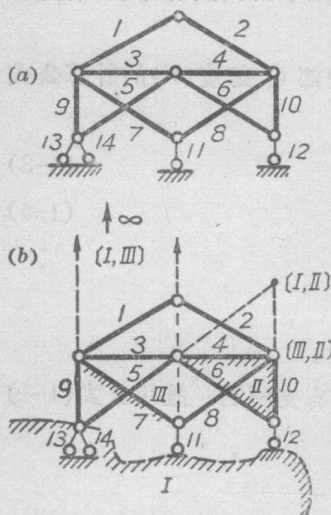
說明体系滿足几何不变的必要条件。



例 1-1 图

2) 几何組成的分析 組成分析图見图 *b*。首先以地基 *I* 及杆 *II* 为二剛片, 它們之間用三連杆(杆 1、2、3)联接, 而且三連杆不完全交于一点也不完全平行, 滿足二剛片三連杆規律, 故該部分是几何不变的。然后再把此部分(包括地基)当作一剛片, 它和剛片 *III* 又是用不完全交于一点也不完全平行的三連杆(杆 4、5、6)相联系, 也符合二剛片三連杆規律, 故整个体系是几何不变的。

3) 結論 根据以上的分析, 給定的体系是連續两次按二剛片三連杆規律組成的, 是几何不变且无多余联系的体系。



例 1-2 图

例 1-2 对图 *a* 所示体系进行机动分析。

[解] 1) 計算自由度 因为体系是具有支座的連杆系, 故用公式(1-2)来計算自由度。該体系的 $j=7, b=10, r=4$, 故

$$W = 2j - b - r = 2 \times 7 - 10 - 4 = 0.$$

說明体系滿足几何不变的必要条件。

2) 几何組成的分析 組成分析图見图 *b*。首先将杆 1 和 2 去掉, 这两杆符合用不在一直线上的两根連杆定出一新結点的規律, 去掉它們不影响其余部分的可变性。其次再将杆件 4、6、10 組成的鉸接三角

形当作刚片 II, 并将连杆 13 和 14 与地基合在一起作为刚片 I, 以杆件 7 作为刚片 III; 由于在 I、II 及 III 三个刚片间, 有杆 5 与 12、3 与 8、9 与 11 三对连杆, 它们在数目上满足三刚片六连杆的条件, 但是三对连杆所形成的三个虚铰 [I、II]、[III、II] 和 [I、III] 共线 (虚铰 [I、III] 在前二虚铰连线方向的无限远处), 故为瞬变体系。

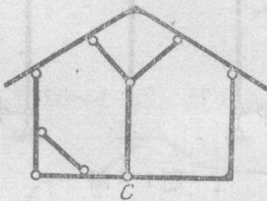
3) 結論 給定的体系是瞬变体系。

例 1-3 对图 a 所示体系进行机动分析。

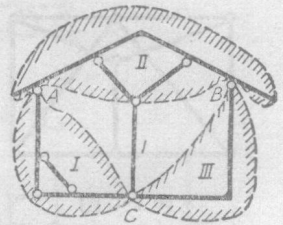
[解] 1) 計算可变量 因为本体系是与地面无联系的一般平面体系, 故用公式 (1-3) 来計算其内部可变量。这里 $m=8$, $h=11$, 故

$$V=3m-2h-3=3\times 8-2\times 11-3=-1.$$

說明体系内部具有一个多余联系。



(a)



(b)

例 1-3 图

2) 几何組成的分析 組成分析图見图 b, 取 I、II 及 III 为三刚片, 它們由不共线的三铰 (A、B、C) 相联, 因而体系是内部几何不变的, 显然杆 I 是多余的联系。

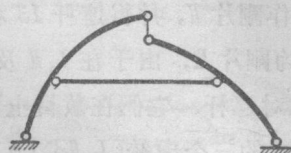
3) 結論 給定的体系是具有一个多余联系的内部几何不变体系。

III. 习题

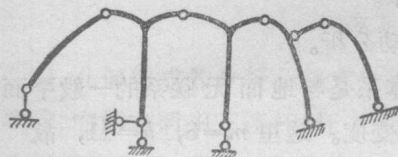
1-1~1-15 試对图示体系作机动分析。



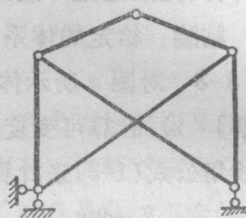
题 1-1 图



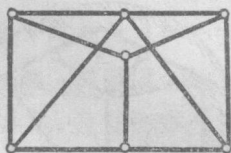
题 1-2 图



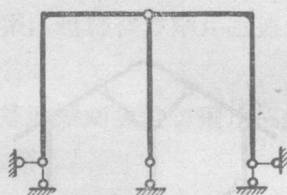
题 1-3 图



题 1-4 图



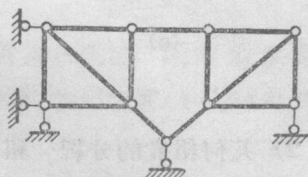
题 1-5 图



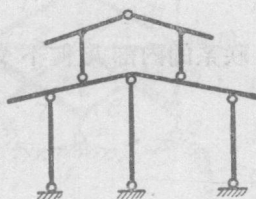
题 1-6 图



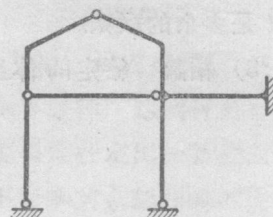
题 1-7 图



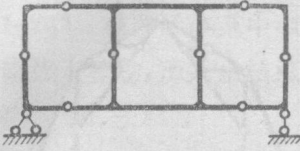
题 1-8 图



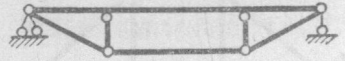
题 1-9 图



题 1-10 图



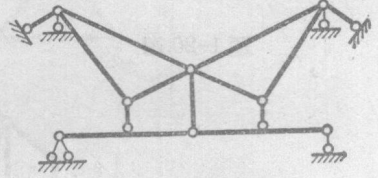
题 1-11 图



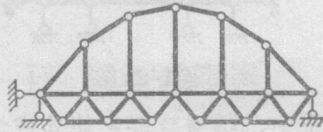
题 1-12 图



题 1-13 图

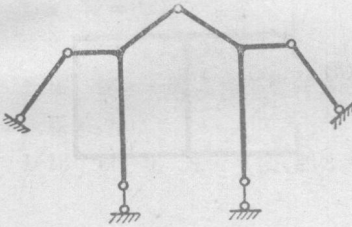


题 1-14 图

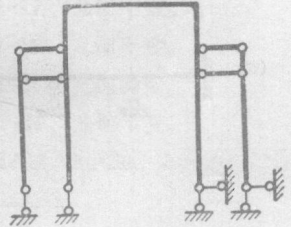


题 1-15 图

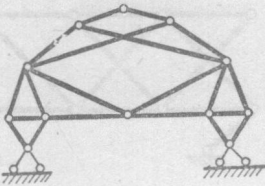
1-16~1-22 試分析图示体系的几何組成。



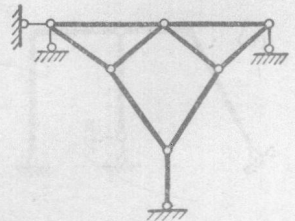
题 1-16 图



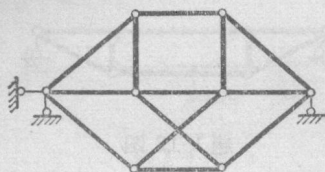
题 1-17 图



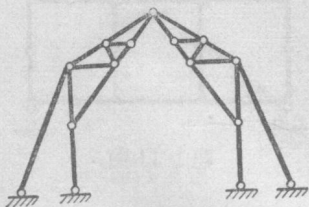
题 1-18 图



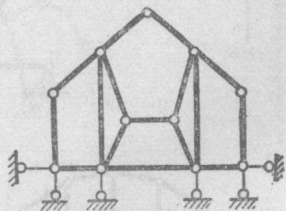
题 1-19 图



题 1-20 图

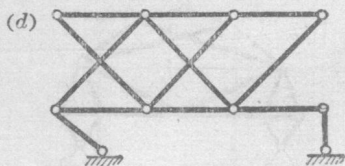
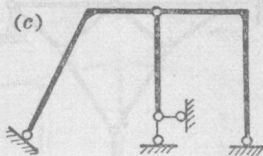
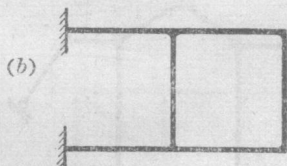
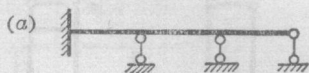


题 1-21 图



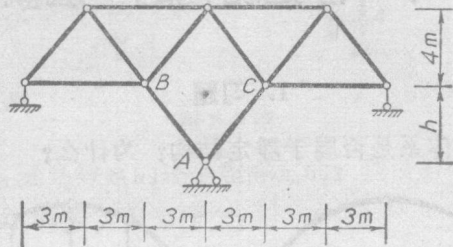
题 1-22 图

1-23 在图示体系中，试增减联系使其成为几何不变而又无多余联系的体系。



题 1-23 图

1-24* 在图示体系中, 设变动等长杆 $\overline{AB}$ 和 $\overline{AC}$ 的长度, 使 A 铰在竖直线移动, 而其余结点位置不变。若要此体系保持几何不变, 则 h 不能等于哪些数值?



题 1-24 图

IV. 部分习题答案

1-2 $W=0$, 几何不变。

1-4 $W=1$, 几何可变。

1-5 $V=0$, 几何不变。

1-6 $W=0$, 几何瞬变。

1-8 $W=0$, 几何瞬变。

1-10 $W=-3$, 几何不变并有三

个多余联系。

1-13 $W=0$, 几何可变(部分有

多余联系, 部分几何可变)。

1-14 $W=-2$, 几何不变并有两个多余联系。

1-17 几何不变。

1-19 几何不变。

1-20 几何瞬变。

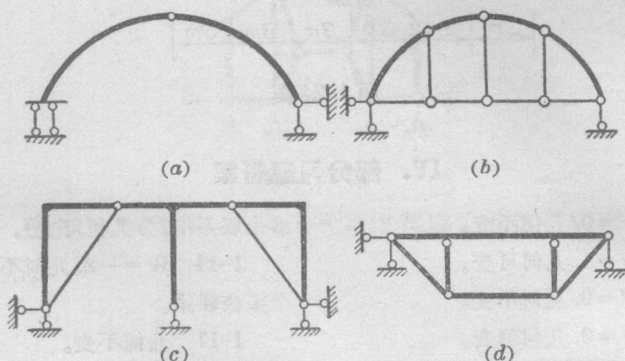
1-21 几何不变。

1-24 $h \neq 2m$; $h \neq \infty$ 。

第二章 靜定結構的一般概念

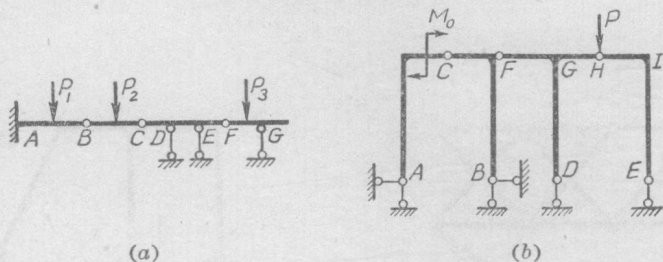
I. 習題

2-1 圖示各體系是否屬於靜定結構？為什麼？



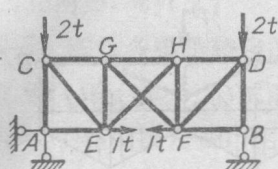
題 2-1 圖

2-2 試分析圖示結構的基本部分與附屬部分，並說明在各荷載分別作用下結構的哪些部分具有內力，為什麼？

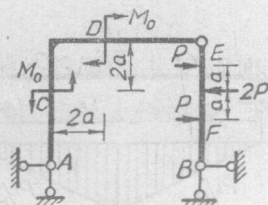


題 2-2 圖

2-3 圖示靜定結構在哪些杆段中具有內力？為什麼？



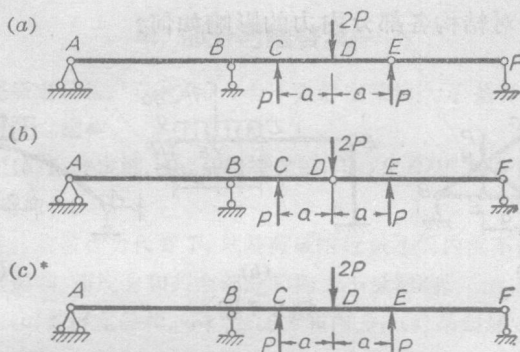
(a)



(b)

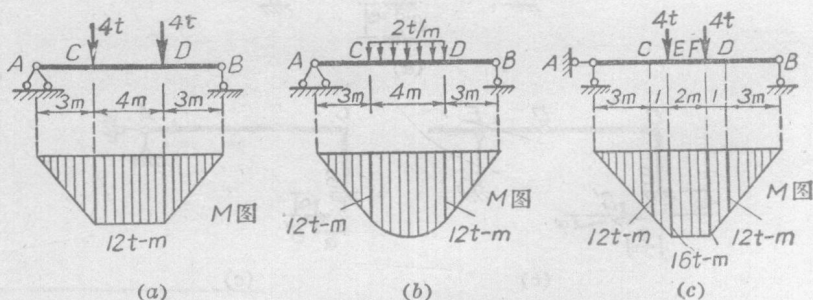
题 2-3 图

2-4 图示各梁是静定的还是超静定的？在所给平衡荷载作用下，各梁在哪些部分具有内力？为什么？

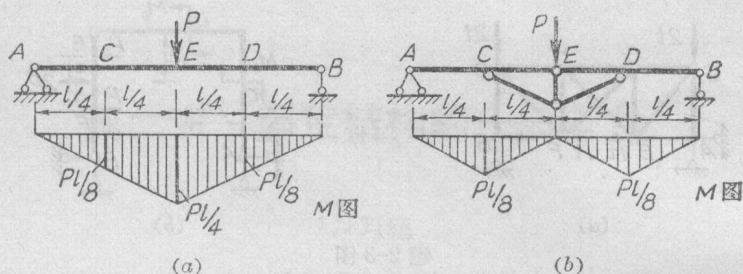


题 2-4 图

2-5~2-6 已知图示各梁的弯矩图，试按静定结构的特性来解释 CD 和 AC、DB 各对应部分弯矩图异同的原因。

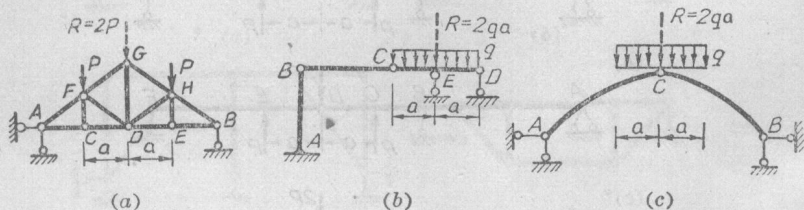


题 2-5 图



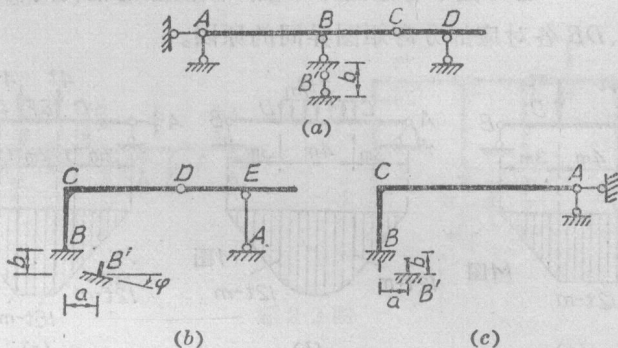
題 2-6 图

2-7 在图示靜定結構中，若將原荷載改用其合力 R (图中虛綫表示者) 代替，則对結構各部分內力的影响如何？



題 2-7 图

2-8 图示各結構是靜定的还是超靜定的？設支座 B 移动至 B' 处，試画出移动后結構軸綫的大体形状，并討論：在此情况下各結構是否产



題 2-8 图