

高等院校教材同步辅导及考研复习用书

spark® 星火·燎原

丛书主编 马德高

# 结构力学

## 辅导及习题精解

(龙驭球 第2版)

I、II合订

本册主编 张代理 张宇

教材习题全解 指导同步学习  
考研真题精讲 剖析考研重点



延边大学出版社  
Yanbian university press

丛书主编 马德高

# 结构力学

## 辅导及习题精解

(龙驭球 第2版)

I、II合订

本册主编 张代理 张 宇

副主编 孔 敏 林 彦

于 蕾 赵全斌



延边大学出版社  
Yanbian university press

## 图书在版编目(CIP)数据

结构力学辅导及习题精解：龙驭球第2版 / 马德高  
主编. — 延吉：延边大学出版社，2011.7(2012.7重印)  
ISBN 978-7-5634-1829-9

I. ①结… II. ①马… III. ①结构力学—高等学校—  
教学参考资料 IV. ①0342

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第136237号

---

### 结构力学辅导及习题精解

---

主编：马德高

责任编辑：何方

出版发行：延边大学出版社

社址：吉林省延吉市公园路977号

邮编：133002

网址：<http://www.ydcbs.com>

E-mail：[ydcbs@ydcbs.com](mailto:ydcbs@ydcbs.com)

电话：0433-2732435

传真：0433-2732434

印刷：山东鸿杰印务有限公司

开本：880×1230 1/32

印张：16 字数：460千字

版次：2012年7月第1版第2次印刷

ISBN 978-7-5634-1829-9

---

定价：24.80元

## 前 言

《结构力学》是土木工程专业最重要的基础课之一,也是报考专业硕士研究生的专业考试科目。龙驭球等主编的《结构力学》(第2版)是一套深受读者欢迎并多次获奖的优秀教材,被全国许多院校采用,也是许多学校硕士研究生入学考试的指定教材。为帮助、指导广大读者学好这门课程,我们编写了这本与龙驭球等主编的《结构力学》(第2版)完全配套的《结构力学辅导及习题精解》,以帮助加深对基本概念的理解,加强对基本解题方法与技巧的掌握,进而提高学习能力和应试水平。

本书共分十七章。章节的划分与教材一致。每章包括五大部分内容:

一、知识结构及内容小结:先用网络结构图的形式揭示出本章知识点之间的有机联系,以便于学生从总体上系统地掌握本章知识体系和核心内容;然后简要对每节涉及的基本概念和基本公式进行了系统的梳理,并指出理解与应用基本概念、公式时需注意的问题以及各类考试中经常考查的重要知识点。

二、经典例题解析:精选部分反映各章基本知识点和基本方法的典型例题——其中部分例题选自名校考研真题,给出了详细解答,以提高读者的综合解题能力。

三、历年考研真题评析:精选全国众多知名高校的研究生入学考试真题,做了精心深入的解答。

四、教材习题精解:对教材里该章节全部习题作详细解答,与市面上习题答案不全的某些参考书有很大的不同。在解题过程中,对部分有代表性的习题,设置了“思路探索”以引导读者尽快找到解决问题的思路和方法;安排有“方法点击”来帮助读者归纳解决问题的关键、技巧与规律。有的习题还给出了一题多解,以培养读者的分析能力和发散思维能力。

五、同步自测题及参考答案:精选有代表性、测试价值高的题目(有些题目选自历年考研真题),以检测学习效果,提高应试水平。

全书内容编写系统、新颖、清晰、独到,充分体现了如下三大特色。

一、知识梳理清晰、简洁:直观、形象的图表总结,精炼、准确的考点提炼,权威、独到的方法归纳,将教材内容抽丝剥茧、层层展开,呈现给读者简明扼要、层次分明的知识结构,便于读者快速复习、高效掌握,形成稳固、扎实的知识网,为提高解题能力和思维水平夯实基础。

二、能力提升迅速、持续:所有重点、难点、考点,统统归纳为一个个在考试中可能出现的基本题型,然后针对每一个基本题型,举出丰富的精选例题、考研例题,举一反三、深入讲解,真正将知识掌握和解题能力提升高效结合、浑然一体,一举完成。

三、联系考研密切、实用:本书既是一本教材同步辅导,也是一本考研复习用书,书中处处联系考研:例题中有考研试题,同步自测中也有考研试题,更不用说讲解中处处渗透考研经常考到的考点、重点等,为的就是让同学们同步完成考研备考,达到考研要求的水平。

本书的编写分工如下,由山东建筑大学的张代理老师编写第一、三、九、十、十一、十二、十四、十六章,张宇老师编写第二、四、十三、十五章,孔敏老师编写第五章,于蕾老师编写第六章,赵全斌老师编写第七章,林彦老师编写第八章。并最终由张代理进行统稿。本书在编写的过程中参考了多本同类书籍,吸收了不少养分,在此向这些书籍的编著者表示感谢。由于我们水平有限,书中疏漏与不妥之处,在所难免,敬请广大读者提出宝贵意见,以便再版时更正、改进。

编者

# 目 录

第 1 章 绪 论 .....	(1)
第 2 章 结构的几何构造分析 .....	(2)
本章知识结构及内容小结 .....	(2)
经典例题解析 .....	(3)
考研真题评析 .....	(4)
本章教材习题精解 .....	(5)
同步自测题及参考答案 .....	(13)
第 3 章 静定结构的受力分析 .....	(15)
本章知识结构及内容小结 .....	(15)
经典例题解析 .....	(17)
考研真题评析 .....	(23)
本章教材习题精解 .....	(26)
同步自测题及参考答案 .....	(74)
第 4 章 影 响 线 .....	(78)
本章知识结构及内容小结 .....	(78)
经典例题解析 .....	(79)
考研真题评析 .....	(81)
本章教材习题精解 .....	(83)
同步自测题及参考答案 .....	(113)
第 5 章 虚功原理与结构位移计算 .....	(115)
本章知识结构及内容小结 .....	(115)
经典例题解析 .....	(119)
考研真题评析 .....	(121)
本章教材习题精解 .....	(123)
同步自测题及参考答案 .....	(149)
第 6 章 力 法 .....	(152)
本章知识结构及内容小结 .....	(152)
经典例题解析 .....	(153)

考研真题评析 .....	(158)
本章教材习题精解 .....	(161)
同步自测题及参考答案 .....	(193)
<b>第7章 位移法</b> .....	(196)
本章知识结构及内容小结 .....	(196)
经典例题解析 .....	(199)
考研真题评析 .....	(205)
本章教材习题精解 .....	(211)
同步自测题及参考答案 .....	(249)
<b>第8章 渐近法及其他算法简述</b> .....	(253)
本章知识结构及内容小结 .....	(253)
经典例题解析 .....	(256)
考研真题评析 .....	(259)
本章教材习题精解 .....	(266)
同步自测题及参考答案 .....	(308)
<b>第9章 矩阵位移法</b> .....	(311)
本章知识结构及内容小结 .....	(311)
经典例题解析 .....	(312)
考研真题评析 .....	(316)
本章教材习题精解 .....	(319)
同步自测题及参考答案 .....	(354)
<b>第10章 结构动力计算基础</b> .....	(357)
本章知识结构及内容小结 .....	(357)
经典例题解析 .....	(358)
考研真题评析 .....	(364)
本章教材习题精解 .....	(370)
同步自测题及参考答案 .....	(387)
<b>第11章 静定结构总论</b> .....	(390)
本章知识结构及内容小结 .....	(390)
经典例题解析 .....	(391)
本章教材习题精解 .....	(391)

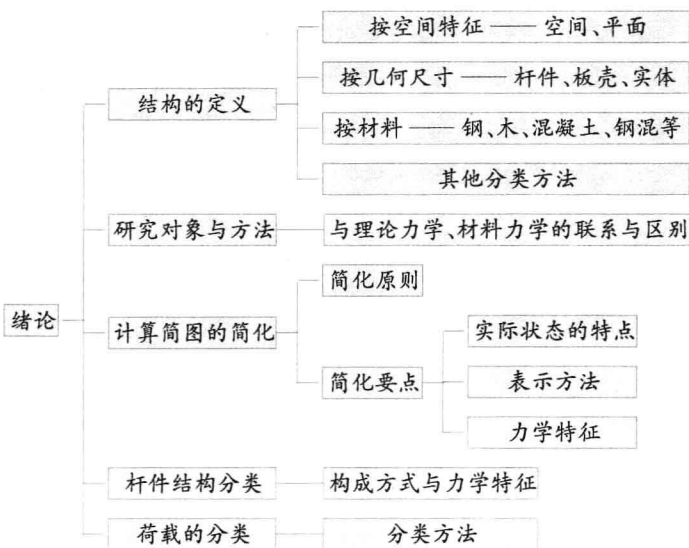
<b>第 12 章 超静定结构总论</b> .....	(397)
本章知识结构及内容小结 .....	(397)
考研真题评析 .....	(398)
本章教材习题精解 .....	(400)
<b>第 13 章 能量原理</b> .....	(418)
本章知识结构及内容小结 .....	(418)
经典例题解析 .....	(419)
考研真题评析 .....	(420)
本章教材习题精解 .....	(421)
同步自测题及参考答案 .....	(438)
<b>第 14 章 结构动力计算续论</b> .....	(440)
本章知识结构及内容小结 .....	(440)
经典例题解析 .....	(441)
考研真题评析 .....	(443)
本章教材习题精解 .....	(445)
<b>第 15 章 结构的稳定计算</b> .....	(464)
本章知识结构及内容小结 .....	(464)
经典例题解析 .....	(465)
考研真题评析 .....	(465)
本章教材习题精解 .....	(466)
同步自测题及参考答案 .....	(485)
<b>第 16 章 结构的极限荷载</b> .....	(487)
本章知识结构及内容小结 .....	(487)
经典例题解析 .....	(487)
考研真题评析 .....	(489)
本章教材习题精解 .....	(491)
<b>第 17 章 结构力学与方法论</b> .....	(504)



# 第 1 章 绪 论

## 本章知识结构及内容小结

【本章知识结构】



【本章内容小结】

1. 认识结构及其分类方法,从而认识课程在专业体系中的重要性。
2. 认识课程的研究对象、任务和方法。理解其与理论力学、材料力学的联系与区别。
3. 理解并细致掌握计算简图的简化要素及表示方法。

一方面是简图反映工程实际,来源于实际并指导设计、施工等环节;另一方面,简洁、统一的表示方法,是结构力学的“语言”。各种结点、支座等都有其确定的力学特点。

4. 杆件结构计算简图的分类,既是常见体系的表现形式,又是对结构的综合分析表现。

5. 荷载分类,主要是对分类方法的认识。

## 第 2 章 结构的几何构造分析

### 本章知识结构及内容小结

【本章知识结构】

结构的几何构造分析

几何构造分析的几个概念

几何不变体系和几何可変体系、自由度、约束、多余约束、瞬变体系、瞬铰、无穷远处的瞬铰

平面几何不变体系的组成规律

一个点与一个刚片之间的连接方式

两个刚片之间的连接方式

三个刚片之间的连接方式

平面杆件体系的计算自由度

$$W = 3m - (3g + 2h + b)$$

$$W = 2j - b$$

$$W = (3m + 2j) - (3g + 2h + b)$$

本章的重点是掌握用平面几何不变体系的组成规律对体系进行几何组成分析。

无多余约束的几何不变体系的组成规律都基于一个相同的几何事实：一个由不共线的三个铰通过杆件连接得到的三角形是没有多余约束的几何不变体。由于看法不同，其中的每一根杆件既可以看作一个刚片（强调它本身有三个自由度），也可以看作一根链杆（强调它起一个约束作用）；其中的每一个铰既可以看作一个点（强调它本身有两个自由度），也可以看作一个单铰（强调它起两个约束作用），从而可以得到不同的无多余约束的几何不变体系的组成规律。

2. 平面体系进行几何组成分析的常用方法

一个是去掉待分析体系中的二元体，对余下的部分进行分析，从而简化原体系的几何组成分析。当上部体系与基础之间只有三根杆件连接时，可以考虑从刚片内部出发进行分析；当上部体系与基础之间多于三根杆件连接时，一般应把基础当作一个刚片参与到分析中。注意所有基础是同一刚片，且自由度视为 0。

## 3. 利用平面杆件体系的计算自由度协助进行平面体系的几何组成分析

当体系的计算自由度数大于零时,体系是几何可变体系;当体系的计算自由度数小于零时,体系有多余约束。

## 经典例题解析

**例 1** 试对图 2-1 所示体系进行几何组成分析。

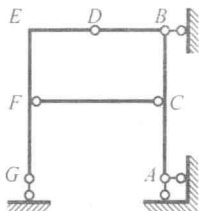


图 2-1

**解答:**刚片  $ACB$  通过铰  $A$  和过  $B$  点的支杆与基础相连,三铰不在同一条直线上,故形成扩大的基础刚片。刚片  $DEFG$  通过链杆  $DB$  和  $FC$  以及过  $G$  点的支杆与扩大的基础刚片相连,三杆不交于同一点,也不互相平行。结论:为无多余约束的几何不变体系。

**例 2** 试对图 2-2 所示体系进行几何组成分析。

**解答:**如图 2-3,三个刚片为  $CBE$ 、 $DF$ 、基础。 $CBE$ 、 $DF$  通过瞬铰  $G$  相连, $DF$ 、基础通过由链杆  $AD$  和过  $F$  点的支杆构成的无穷远瞬铰相连, $CBE$ 、基础通过链杆  $AC$  和过  $B$  点的支杆构成的瞬铰  $B$  相连,三铰不在同一条直线上。结论:为无多余约束的几何不变体系。

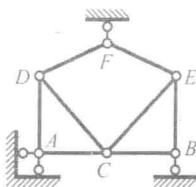


图 2-2

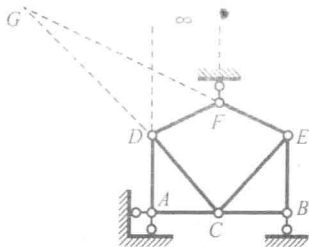


图 2-3

## 考研真题评析

**例 1** 试对图 2-4 所示体系进行几何组成分析。

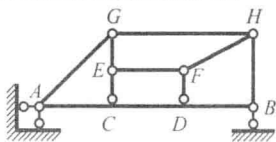


图 2-4

解答:如图 2-5,刚片 ACDB 通过铰 A 和过 B 点的支杆与基础相连,三铰不在同一条直线上,故形成扩大的基础刚片。

三个刚片为 EF、GH、扩大的基础刚片。EF、扩大的基础刚片通过由链杆 EC 和 FD 构成的无穷远瞬铰 I 相连, GH、扩大的基础刚片通过瞬铰 H 相连, EF、GH 通过瞬铰 C 相连,三铰不在同一条直线上。结论:为无多余约束的几何不变体系。

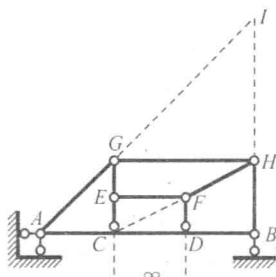


图 2-5

**例 2** 试对图 2-6 所示体系进行几何组成分析。

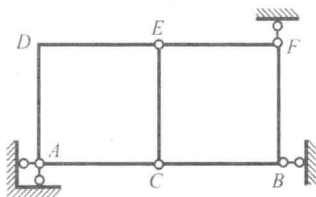
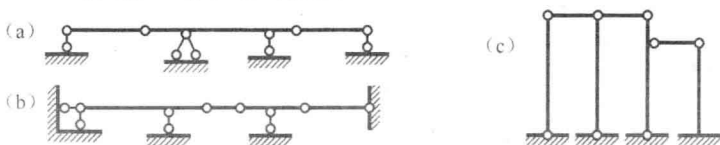


图 2-6

解答:CBF 为基本刚片,增加二元体 E-EC-EF,形成扩大的刚片 CBFE。该刚片再通过链杆 AC 和过 F、B 点的支杆与基础相连,三杆不交于同一点,也不互相平行。结论:为有一个多余约束的几何不变体系。多余约束为 ADE。

## 本章教材习题精解

2-1 试分析图示体系的几何构造。

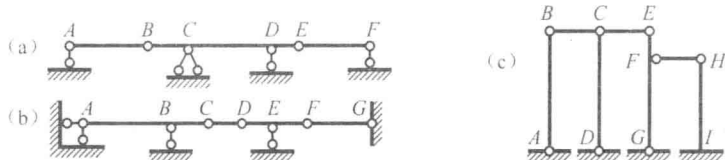


题 2-1 图

解答: (a) 如解答 2-1 图(a) 所示, 刚片 BCDE 通过铰 C 和过 D 点的支杆与基础相连, 三铰不在同一条直线上, 故形成扩大的基础刚片。刚片 AB(EF) 通过铰 B(E) 和过 A(F) 点的支杆与扩大的基础刚片相连, 三铰不在同一条直线上, 故又形成更扩大的基础刚片。结论: 为无多余约束的几何不变体系。

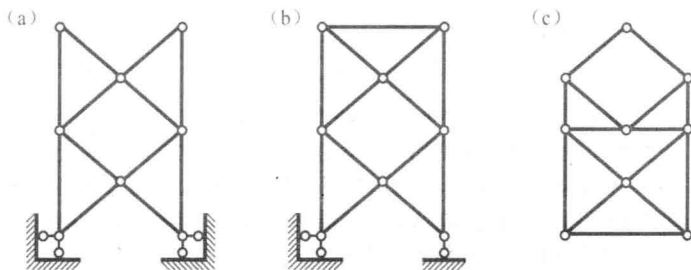
(b) 如解答 2-1 图(b) 所示, 刚片 AB 通过铰 A 和过 B 点的支杆与基础相连, 三铰不在同一条直线上, 故形成扩大的基础刚片。刚片 DEF 通过链杆 CD 和 FG 以及过 E 点的支杆与扩大的基础刚片相连, 三杆交于同一点 E。结论: 为有一个多余约束的几何瞬变体系。

(c) 如解答 2-1 图(c) 所示, 去掉二元体 B-BC-BA 和 C-CE-CD。刚片 HI 通过固定支座与基础相连, 故形成扩大的基础刚片。刚片 EFG、FH 及扩大的基础刚片通过不在同一条直线上的三铰 F、G、H 两两相连。结论: 为无多余约束的几何不变体系。



解答 2-1 图

2-2 试分析图示体系的几何构造。

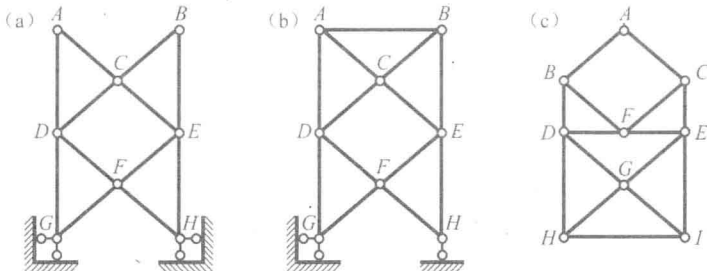


题 2-2 图

解答: (a) 如解答 2-2 图(a) 所示, 去掉二元体  $A-AC-AD$ 、 $B-BC-BE$ 、 $C-CD-CE$ 、 $D-DG-DF$  和  $E-EF-EH$ 。结点  $F$  通过不共线的链杆  $FG$  和  $FH$  与基础相连。结论: 为无多余约束的几何不变体系。

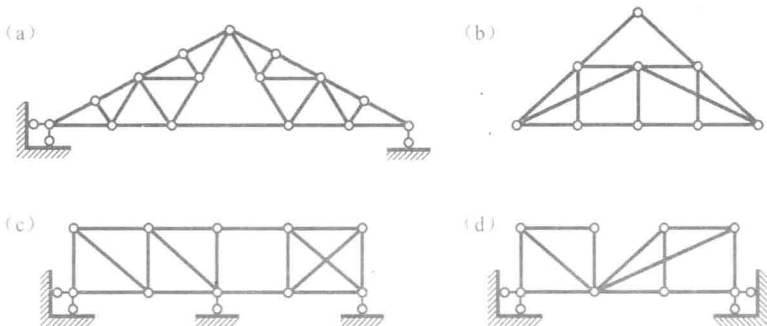
(b) 如解答 2-2 图(b) 所示, 先分析上部结构。铰接三角形  $ACB$  为基本刚片, 依次增加二元体  $D-DA-DC$ 、 $E-EC-EB$ 、 $F-FD-FE$ 、 $G-GD-GF$  和  $H-HF-HE$ , 故形成扩大的上部刚片。该刚片再通过铰  $G$  和过  $H$  点的支杆与基础相连, 三铰不在同一条直线上。结论: 为无多余约束的几何不变体系。

(c) 如解答 2-2 图(c) 所示, 去掉二元体  $A-AB-AC$ 、 $B-BD-BF$ 、 $C-CF-CE$ 。铰接三角形  $GHI$  为基本刚片, 依次增加二元体  $D-DH-DG$ 、 $E-EG-EI$ , 故形成扩大的刚片。该刚片与刚片  $EF$ 、 $FD$  通过在同一条直线上的三铰  $D$ 、 $F$ 、 $E$  两两相连。结论: 为有一个多余约束的几何瞬变体系。



解答 2-2 图

### 2-3 试分析图示体系的几何构造。



题 2-3 图

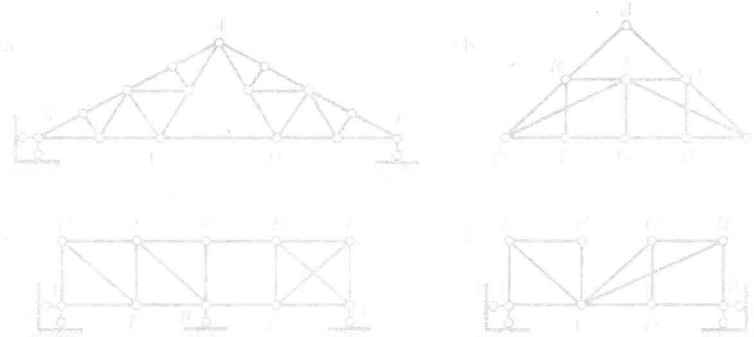
解答: (a) 如解答 2-3 图(a) 所示, 先分析上部结构。 $ABC$ 、 $ADE$  为分别从基本铰接三角形出发, 多次利用增加二元体得到的两个无多余约束的大刚片, 它们通过铰  $A$  和链杆  $CD$  相连, 三铰不在同一条直线上, 故形成扩大的上部刚片。该刚片再通过铰  $B$  和过  $E$  点的支杆与基础相连, 三铰不在同一条直线上。结论: 为无多余约束的几何不变体系。

(b) 如解答 2-3 图(b) 所示, 先去掉二元体  $A-AB-AC$ 。铰接三角形  $DBF$  为

基本刚片,依次增加二元体  $I-IB-ID$ 、 $G-GF-GI$ ,得到扩大的刚片 1。铰接三角形  $CEI$  为基本刚片,增加二元体  $H-HC-HE$  得到扩大的刚片 2。刚片 1、2 通过铰  $I$  和链杆  $GH$  相连,三铰不在同一条直线上。结论:为无多余约束的几何不变体系。

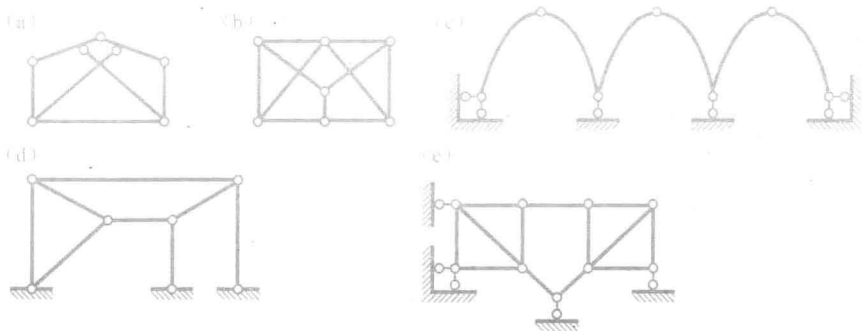
(c) 如解答 2-3 图(c) 所示,铰接三角形  $ADF$  为基本刚片,依次增加二元体  $E-ED-EF$ 、 $B-BE-BF$ 、 $G-GE-GB$ ,得到扩大的刚片 1。该刚片再通过铰  $A$  和过  $B$  点的支杆与基础相连,三铰不在同一条直线上,故形成扩大的基础刚片。铰接三角形  $CIJ$  为基本刚片,增加二元体  $H-HI-HJ$ ,得到扩大的刚片 2。刚片 2 与扩大的基础刚片通过既不交于同一点又不互相平行的链杆  $GH$  和  $BI$  以及过  $C$  点的支杆相连。结论:为有一个多余约束的几何不变体系。 $HC$  为多余约束。

(d) 如解答 2-3 图(d) 所示,铰接三角形  $ACE$  为基本刚片,增加二元体  $F-FE-FC$ ,得到扩大的刚片 1。同样,铰接三角形  $CDG$  为基本刚片,增加二元体  $H-HG-HC$ 、 $B-BD-BH$  得到扩大的刚片 2。刚片 1、刚片 2、与基础通过在同一条直线上的三铰  $A$ 、 $C$ 、 $B$  两两相连。结论:为有一个多余约束的几何瞬变体系。



解答 2-3 图

## 2-4 试分析图示体系的几何构造。



题 2-4 图

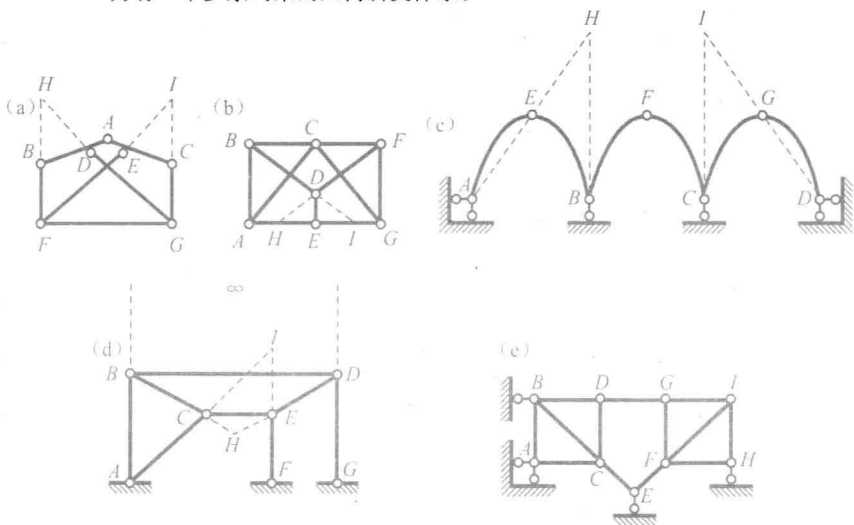
解答: (a) 如解答 2-4 图(a) 所示, 三个刚片为  $AB$ 、 $AC$ 、 $FG$ 。 $AB$ 、 $FG$  通过瞬铰  $H$  相连、 $AC$ 、 $FG$  通过瞬铰  $I$  相连、 $AB$ 、 $AC$  通过铰  $A$  相连, 三铰不在同一条直线上, 故形成扩大的刚片。结论: 为无多余约束的几何不变体系。

(b) 如解答 2-4 图(b) 所示, 三个刚片为  $ABC$ 、 $DE$ 、 $CFG$ 。 $ABC$ 、 $DE$  通过瞬铰  $I$  相连、 $DE$ 、 $CFG$  通过瞬铰  $H$  相连、 $ABC$ 、 $CFG$  通过铰  $C$  相连, 三铰不在同一条直线上, 故形成扩大的刚片。结论: 为无多余约束的几何不变体系。

(c) 如解答 2-4 图(c) 所示, 三个刚片为  $EBF$ 、 $FCG$ 、基础。 $EBF$ 、基础通过瞬铰  $H$  相连、 $FCG$ 、基础通过瞬铰  $I$  相连、 $EBF$ 、 $FCG$  通过铰  $F$  相连, 三铰不在同一条直线上。结论: 为无多余约束的几何不变体系。

(d) 如解答 2-4 图(d) 所示, 三个刚片为  $BD$ 、 $CE$ 、基础。 $BD$ 、 $CE$  通过瞬铰  $H$  相连、 $BD$ 、基础通过  $AB$ 、 $DG$  方向的无穷远瞬铰、 $CE$ 、基础通过瞬铰  $I$  相连, 三铰不在同一条直线上, 故形成扩大的基础刚片。结论: 为无多余约束的几何不变体系。

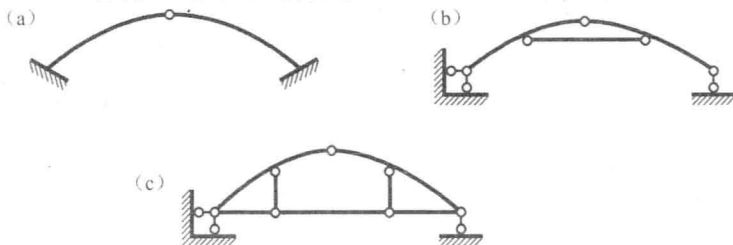
(e) 如解答 2-4 图(e) 所示, 铰接三角形  $ABC$  为基本刚片, 增加二元体  $D-DB-DC$ , 得到扩大的刚片。该刚片再通过铰  $A$  和过  $B$  点的支杆与基础相连, 三铰不在同一条直线上, 故形成扩大的基础刚片。 $E$  点通过不共线的链杆  $CE$  及过  $E$  点的支杆与扩大的基础刚片相连, 形成更加扩大的基础刚片 1。同样, 铰接三角形  $FHI$  为基本刚片, 增加二元体  $G-GI-GF$  得到扩大的刚片 2。刚片 1 与 2 通过交于同一点的链杆  $DG$  和  $FE$  以及过  $H$  点的支杆相连。结论: 为有一个多余约束的几何瞬变体系。



解答 2-4 图



## 2-5 试分析图示体系的几何构造。

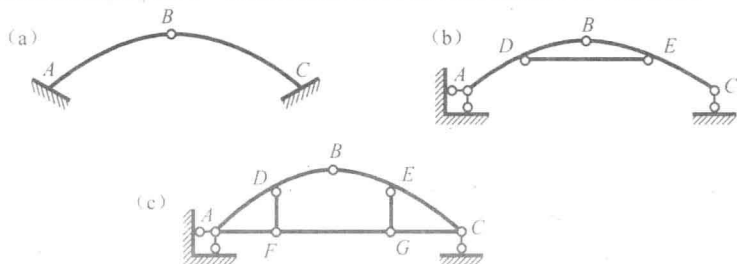


题 2-5 图

解答: (a) 如解答 2-5 图(a) 所示, 去掉单铰  $B$ , 得到无多余约束的几何不变体系。结论: 为有两个多余约束的几何不变体系。

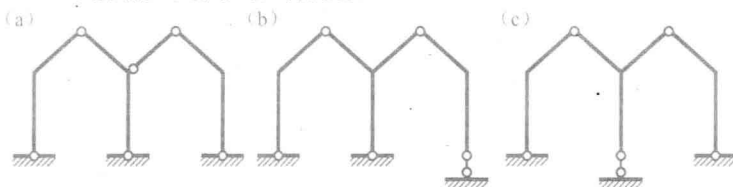
(b) 如解答 2-5 图(b) 所示, 先分析上部结构。刚片  $ADB$ 、 $BEC$  通过铰  $B$  与链杆  $DE$  相连, 三铰不在同一条直线上, 故形成扩大的上部刚片。该刚片又通过铰  $A$  与过  $C$  点的支杆与基础相连, 三铰不在同一条直线上。结论: 为无多余约束的几何不变体系。

(c) 如解答 2-5 图(c) 所示, 先分析上部结构。铰接三角形  $FADB$  为刚片 1, 铰接三角形  $GCEB$  为刚片 2, 刚片 1、2 通过铰  $B$  与链杆  $FG$  相连, 三铰不在同一条直线上, 故形成扩大的上部刚片。该刚片又通过铰  $A$  与过  $C$  点的支杆与基础相连, 三铰不在同一条直线上。结论: 为无多余约束的几何不变体系。



解答 2-5 图

## 2-6 试分析图示体系的几何构造。



题 2-6 图

解答: (a) 如解答 2-6 图(a) 所示, 三个刚片为  $ABC$ 、 $CDE$ 、基础。三个刚片通过不在同一条直线上三个铰  $C$ 、 $A$ 、 $E$  两两相连, 故形成扩大的基础刚片。然后, 三个刚片  $DF$ 、 $FGH$ 、扩大的基础刚片又通过不在同一条直线上三个铰  $D$ 、 $F$ 、 $H$