



高等学校经典教材配套辅导丛书

建筑力学

同步辅导及习题精解

陈 平 周贵宝 于世海 编著

- ★ 主要概念原理归纳
- ★ 重点难点内容精讲
- ★ 解题方法技巧点拨
- ★ 教材习题详细解答



陕西师范大学出版社
SHAANXI NORMAL UNIVERSITY PRESS



高等学校经典教材配套辅导丛书

建筑力学

同步辅导及习题精解

陈 平 周贵宝 于世海 编著

本书适用于：

高教出版社·李前程主编·《建筑力学》



陕西师范大学出版社
SHAANXI NORMAL UNIVERSITY PRESS

图书代号:JF6N0939

图书在版编目(CIP)数据

建筑力学同步辅导及习题精解/陈平主编. —西安:陕西师范大学出版社,2006.9
(高等学校经典教材配套辅导丛书)

ISBN 7-5613-3734-5/T·22

I. 建… II. 陈… III. 建筑力学—高等学校—教学参考资料 IV. TU311

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 114177 号

责任编辑 陈光明 彭 青

装帧设计 王静婧

出版发行 陕西师范大学出版社

社 址 西安市陕西师大 120[#] (邮政编码:710062)

网 址 <http://www.snuph.com>

经 销 新华书店

印 刷 南京金阳彩色印刷有限公司

开 本 787×960 1/16

印 张 11.25

字 数 220 千

版 次 2006 年 9 月第 1 版

印 次 2006 年 9 月第 1 次印刷

定 价 14.80 元

开户行:光大银行西安电子城支行 账号:0303080—00304001602

读者购书、书店添货或发现印装问题,请与本社营销中心联系、调换。

电 话:(029)85307864 85233753 85251046(传真)

E-mail:if-centre@snuph.com

前言

建筑力学是高等学校建筑学、城市规划等专业的一门重要的必修课程。建筑学是一门介于工程类和艺术类之间的特殊学科,它需要将工程和艺术充分结合,同时兼顾严密的逻辑思维与跳跃性的抽象思维互相补充,在这个专业领域取得成就非常不容易。优秀的建筑作品都是结构形式与建筑理念的完美结合,建筑力学是做好建筑设计所必备的学科知识,也是国家注册建筑师考试的必考内容。

一般情况下,学习力学需要较好的数学、物理学基础,而高等学校建筑专业学生的数学、物理课程学时很少,从而给建筑力学的教学带来不小的困难。针对这种情况,我们组织编写了这本教学辅导书,目的就是给读者提供一点学习上的帮助。

现行的《建筑力学》教材可分为两类,一是由建筑专业的老师编写的,如虞季森编写的《建筑力学》;二是由力学老师编写的,如湖南大学、重庆建筑大学、哈尔滨建筑工程大学等编写的《建筑力学》(第一、第二、第三分册)等。本书选择了高等教育出版社出版的李前程等编著的《建筑力学》这本教材作为编写蓝本,主要是感到其内容的难度和篇幅都比较适中,且为普通高等教育“十五”国家级规划教材。

在本书中,作者首先对课程每个章节的主要内容进行了精炼的阐述,目的是为了加强学生对整个知识体系的全面理解和把握;其次对各种解题的方法和技巧进行了全方位的辅导,以帮助学生在解答问题时能运用自如、游刃有余;最后对主教材的全部习题进行了详细的解答,旨在帮助学生在解题训练的过程中进一步提升解题的能力。

本书由解放军理工大学应用力学教研室的陈平担任主编,参与编写的有周贵宝、于世海等同志,因此此书的编写也是集体智慧的结晶。

限于作者的水平,书中错误和疏漏之处在所难免,欢迎读者朋友们批评指正。同时,希望读者将发现的问题和好的建议及时赐教于编者,以便改进。

编者

2006年8月18日于广西柳州龙船山

目 录

第 1 章 绪论	(1)
1.1 内容提要	(1)
1.2 学习辅导	(3)
第 2 章 结构计算简图、物体受力分析	(4)
2.1 内容提要	(4)
2.2 学习辅导	(5)
2.3 习题详解	(6)
第 3 章 力系简化的基础知识	(13)
3.1 内容提要	(13)
3.2 学习辅导	(14)
3.3 习题详解	(15)
第 4 章 平面力系的简化与平衡方程	(23)
4.1 内容提要	(23)
4.2 学习辅导	(25)
4.3 习题详解	(27)
第 5 章 平面体系的几何组成分析	(45)
5.1 内容提要	(45)
5.2 学习辅导	(46)
5.3 习题详解	(48)
第 6 章 静定结构的内力计算	(50)
6.1 内容提要	(50)
6.2 学习辅导	(54)

6.3 习题详解	(58)
第7章 轴向拉伸与压缩	(74)
7.1 内容提要	(74)
7.2 学习辅导	(77)
7.3 习题详解	(77)
第8章 剪切和扭转	(83)
8.1 内容提要	(83)
8.2 学习辅导	(85)
8.3 习题详解	(86)
第9章 梁的应力	(91)
9.1 内容提要	(91)
9.2 学习辅导	(95)
9.3 习题详解	(98)
第10章 组合变形	(106)
10.1 内容提要	(106)
10.2 学习辅导	(106)
10.3 习题详解	(107)
第11章 梁和结构的位移	(111)
11.1 内容提要	(111)
11.2 学习辅导	(115)
11.3 习题详解	(118)
第12章 力 法	(130)
12.1 内容提要	(130)
12.2 学习辅导	(131)
12.3 习题详解	(133)

第 13 章 位移法	(147)
13.1 内容提要	(147)
13.2 学习辅导	(148)
13.3 习题详解	(149)
第 14 章 力矩分配法	(157)
14.1 内容提要	(157)
14.2 学习辅导	(157)
14.3 习题详解	(159)
第 15 章 压杆稳定	(166)
15.1 内容提要	(166)
15.2 学习辅导	(167)
15.3 习题详解	(168)

第1章 绪论

1.1 内容提要

1.1.1 建筑力学的任务和内容

1. 结构与构件

建筑物中承受荷载而起骨架作用的部分称为结构。组成结构的各单独部分称为构件。

按几何形状可将结构分成三类：

- (1) 杆系结构
- (2) 薄壁结构
- (3) 实体结构

建筑力学主要讨论杆系结构，它由其长度远大于横截面宽度和高度的杆件组成。

2. 建筑力学的任务和内容

(1) 建筑力学的任务

研究能使建筑结构安全、正常地工作且符合经济要求的理论和计算方法。

(2) 建筑力学的内容

建筑力学主要包含以下几部分：

- (a) 静力学基础
- (b) 内力分析
- (c) 强度、刚度和稳定性问题
- (d) 超静定结构问题
- (3) 强度、刚度和稳定性

强度是指结构或构件抵抗破坏的能力。强度问题就是研究构件满足强度要求的计算理论和方法。

刚度是指结构或构件抵抗变形的能力。刚度问题就是研究构件满足刚度要求的计算理论和方法。

稳定性是指结构或构件保持原有的平衡状态的能力。这里研究的稳定性问题是单根受压杆件的稳定性分析。

1.1.2 刚体、变形固体及其基本假设

1. 刚体

刚体是受力后不变形的物体。在研究平衡问题时，可将构件视为刚体。

2. 小变形假设

工程问题常要考虑构件与结构的变形，但这里只考虑小变形问题。所谓小变形通常是与构件自身的几何尺度相比的。

3. 变形固体及其基本假设

理想变形固体的基本假设:

- (1) 连续性假设
- (2) 均匀性假设
- (3) 各向同性假设

4. 弹性变形与塑性变形

物体受力后将产生变形,当外力撤去后,如果变形消失,物体恢复原状,则将此变形称为弹性变形,若变形不能恢复,则称为塑性变形。一般当物体受力较小时产生弹性变形,受力超过一定范围,变形中将包含塑性变形。

建筑力学中讨论的大部分问题,只涉及弹性变形,即讨论的构件为弹性体。

1.1.3 杆件变形的的基本形式

1. 杆件的类型

工程中杆件的类型很多,为了研究方便,建筑力学中主要讨论的杆件为其中最理想的一种,为细长等截面直杆。

2. 四种基本变形

工程中杆件的受力和变形也很复杂,建筑力学中将其分解为四种基本变形来分析:

- (1) 轴向拉伸或压缩
- (2) 剪切
- (3) 扭转
- (4) 弯曲

1.1.4 荷载的分类

结构工作时所承受的外力称为荷载。根据考虑问题的角度的不同,有各种分类方式:

1. 按作用范围分类

(1) 分布荷载

作用范围对问题有直接影响的荷载。有体分布、面分布、线分布三种。

(2) 集中荷载

作用范围与构件相比可以忽略,认为外力作用在一个几何点上。

2. 按作用方向分类

(1) 竖向荷载

通常是由地球引力产生的荷载,如物体的重量等。

(2) 横向荷载

方向不在铅垂方向的荷载,如风荷载、人群的侧推力、水或土对墙体的侧压力等。

3. 按作用时间的久暂分类

(1) 恒荷载

长期作用在构件上的荷载,如自重。

(2) 活荷载

作用时间不长的荷载,如积雪。

4. 按作用位置的变化分类

(1) 固定荷载

位置不变的荷载,如固定的机器设备。

(2) 移动荷载

位置移动的荷载,如车辆、移动的人群等。

5. 按作用的动力效应分类

(1) 静荷载

加速度很小,动力效应可忽略的荷载。

(2) 动荷载

动力效应不能忽略的荷载,如冲击、振动等。

1.2 学习辅导

1.2.1 建筑与结构

“坚固、适用、美观”。这就是举世公认的建筑三要素。

在三要素中,坚固是第一位的。而担负起这个重担的就是结构。结构就是建筑物的骨架。承荷传力,开辟空间,保证不坍塌。而建筑力学就是保证构件安全的理论基础。

为满足三要素,建筑工程科学可分为三大类专业:

(1) 建筑专业——建筑学、城市规划、园林等

(2) 结构专业——结构、施工

(3) 设备专业——给排水、暖通空调

各类专业间既有分工,也有合作。

在小型建筑中,结构的重要性不明显。而大型建筑的造型,完全依赖于结构。

进行总体设计规划的建筑师,其职责既是创作,更是协调。大量的工程实践表明,只有各专业人士之间相互理解,融会贯通各方思路,才能设计出结构合理,艺术性强的建筑物。这些就要求建筑专业的学生,也要掌握一定的结构工程知识。因此,必须重视对建筑力学的学习。

1.2.2 建筑力学讨论对象的力学模型

实际工程中的各种构件是复杂的,如果方方面面的问题一个不落的都考虑,就没有办法进行了,必须要进行简化,抽象出一个力学模型来研究。这个力学模型,要能反映出大多数构件的共性,保留其力学上的本质性的内容,同时还要便于建立数学模型,易于工程计算。

建筑力学中讨论对象的力学模型有两种,一是刚体,主要在研究平衡问题时使用;二是连续、均匀、各向同性的小变形弹性细长等截面直杆,在分析与变形有关的问题时使用。

1.2.3 结构上的作用

建筑结构上所承受的外界作用有两类:

1. 直接作用。也就是所谓的荷载。

2. 间接作用。主要有三种,地震、地基不均匀沉降和温度变化。

无论是直接作用还是间接作用,都有可能危害建筑物的安全,都要给予足够的重视。

第2章 结构计算简图、物体受力分析

2.1 内容提要

2.1.1 约束与约束力

限制非自由体位移的其他物体称为非自由体的约束。约束对非自由体的作用力称为约束力。

1. 柔索约束

柔索的约束力 F_T 通过接触点,沿柔索而背离物体。

2. 光滑面约束

光滑面的约束力作用于接触点,沿接触面的法线且指向物体。

3. 光滑铰链约束

铰链约束有两个相互垂直的约束力。

4. 铰支座

铰支座有固定铰支座和滚动铰支座两种。固定铰支座的约束功能与铰链约束相同,约束力用两个相互垂直的分力表示;滚动铰支座的约束功能与光滑面约束相同,约束力沿光滑面法线方向且指向构件。

5. 链杆约束

链杆是两端用光滑铰链与其他物体连接,不计自重且中间不受力作用的杆件。链杆对它所约束的物体的约束力必定沿着两铰链中心的连线作用在物体上。

6. 固定端约束

固定端的约束力是两个相互垂直的分力和一个力偶。

7. 定向支座

定向支座的约束力是一个沿链杆方向的力和一个力偶。

2.1.2 结构计算简图

实际结构比较复杂,往往无法按照结构的真实情况进行力学计算,为此,进行力学分析时,经选择用来代替真实结构的能反映结构主要工作特性的简化模型,称作结构计算简图。

工程中常见的平面杆系结构的计算简图有以下几种:梁、拱、刚架、桁架和组合结构。

2.1.3 物体受力分析

求解静力学的关键步骤是对物体进行受力分析。为了清晰地表示物体的受力情况,需要把所研究的物体(研究对象)从与它相关联的物体中分离出来,并画出它的简图,这个步骤叫做取分离体。在分离体上画出它所受的主动动力及周围物体对它的约束反力,这种描述物体的全部受力情况的简图称为受

力图。

2.2 学习辅导

2.2.1 约束力

约束力的方向必与该约束所能够阻碍的位移方向相反。应用这一准则,可以确定约束力的方向或作用线的位置,但约束力的大小则为未知。

2.2.2 柔索约束的单向性

属于这类约束的有绳索、链条、皮带等。柔索约束只能承受张力,所以约束反力沿柔索构件的轴线方向,背离被约束物体。

2.2.3 尖点约束

若物体搁在光滑的固定面上形成尖点接触,应把尖点视为极小的圆弧,约束反力的方向仍是沿接触面的公法线,指向被约束物体,约束反力的作用点,就是接触点。

2.2.4 二力杆

只在两铰链处受力作用平衡的构件,称为二力构件,简称二力杆。二力杆两铰中间必定不受力且不计自重,其所受两力必定沿两力作用点的连线,且等值反向。

2.2.5 光滑铰链约束的约束力方向

当主动力尚未确定时,约束力的方向预先不能确定,可先假定一个物体所受约束力的指向,另一物体所受的约束力指向按作用与反作用定律确定。

2.2.6 画受力图的步骤

1. 选取分离体,画分离体图;
2. 在分离体上画上主动力(载荷、重力等);
3. 根据约束的类型,画上相应的约束反力。

2.2.7 画受力图须注意以下事项

1. 被选定为分离体的可能是一个物体,也可能是几个物体构成的刚体系,不同的分离体的受力图是不同的。

2. 受力图上只画外力。内力和外力是相对于分离体而言的,凡是分离体以外的物体作用于分离体的力(包括载荷、重力、支座或连接件的反作用力等)都是外力,分离体内部之间的作用力为内力。内力总是等值、反向、共线的力,并且成对出现,故不影响物体的平衡。

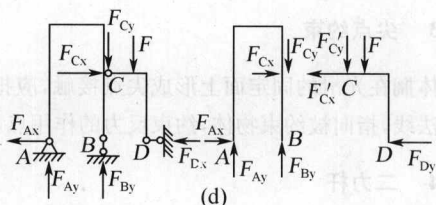
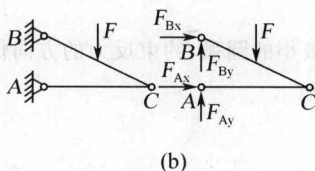
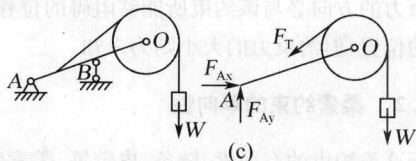
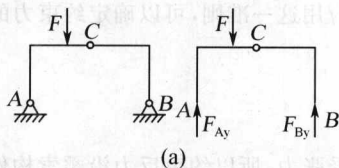
3. 必须正确的判断未知力(包括未知力偶)的方位,不能凭主观臆断。至于未知力的方向一般可以任意假设。柔索约束与光滑接触面约束的反力不可随意假设。

4. 在受力图中,有两种方法表示力和力偶:一种是用矢量表示;另一种是用它们的正交分量表示。

如果根据静力学公理(二力平衡公理、三力平衡汇交定理、作用与反作用定律等)可确定约束力的方向,则用矢量表示。否则,可用正交分量表示。

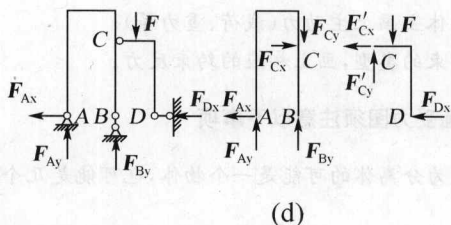
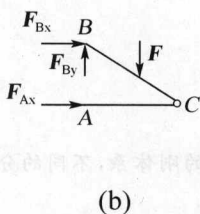
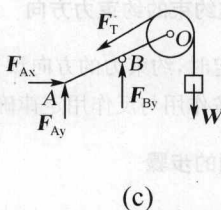
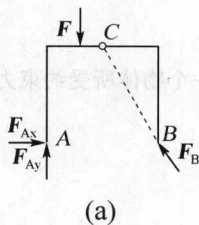
2.3 习题详解

题 2-1 指出以下受力图中的错误和不妥之处。



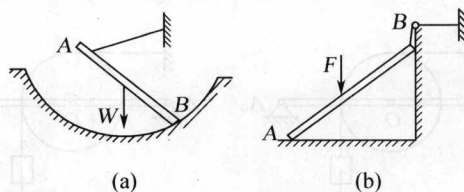
题 2-1 图

【解】 正确受力图如下:



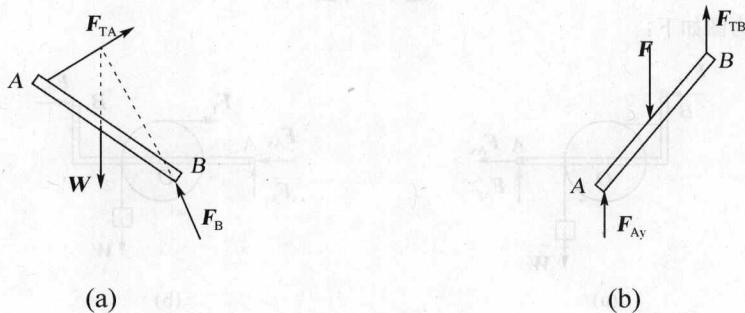
图解 2-1

题 2-2 作 AB 杆件的受力图。图中接触面均为光滑面。



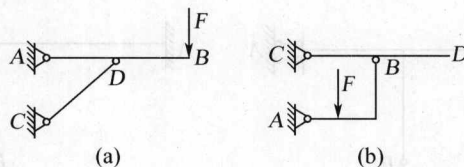
题 2-2 图

【解】 受力图如下：



图解 2-2

题 2-3 作杆件 AB 的受力图。



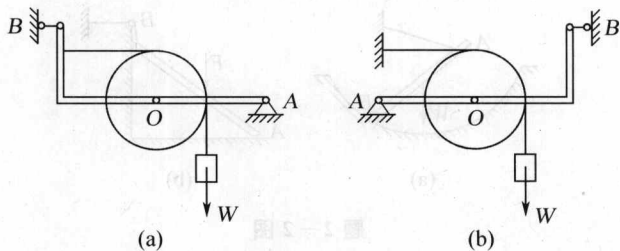
题 2-3 图

【解】 杆件 AB 受力图如下：



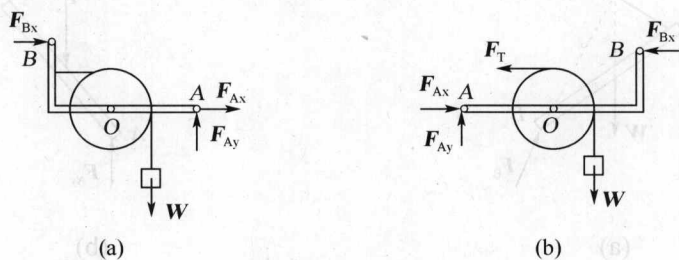
图解 2-3

题 2-4 作图示系统的受力图。



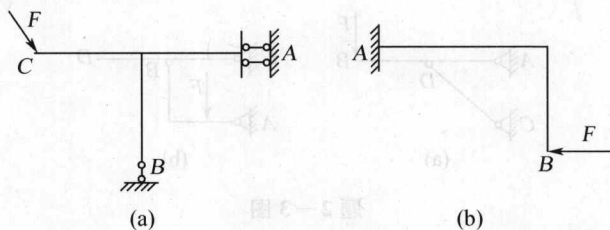
题 2-4 图

【解】 受力图如下：



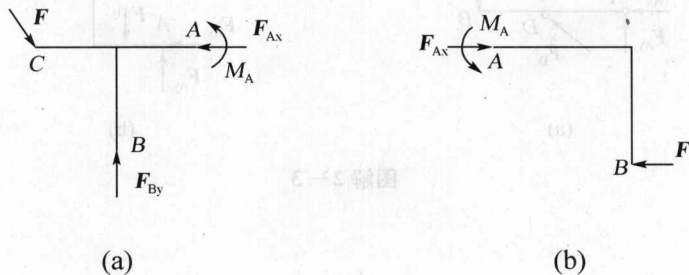
图解 2-4

题 2-5 作图示系统的受力图。



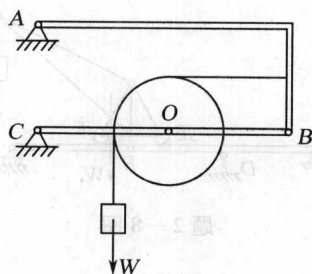
题 2-5 图

【解】 受力图如下：



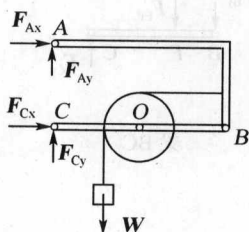
图解 2-5

题2-6 系统如图示。(1) 作系统受力图；(2) 作杆件AB受力图；(3) 以杆BC、轮O、绳索和重物作为一个分离体，作受力图。

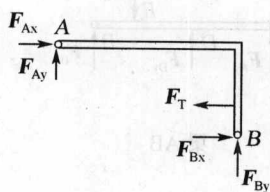


题2-6图

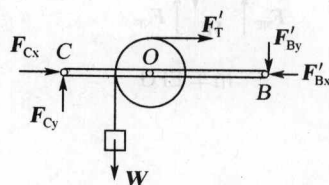
【解】 受力图如下：



(1)



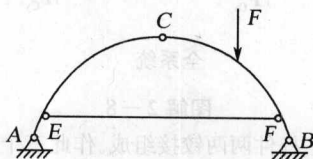
(2)



(3)

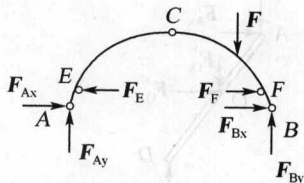
图解2-6

题2-7 作曲杆AB和BC的受力图。

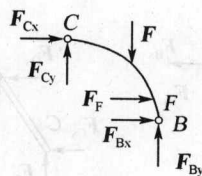


题2-7图

【解】 受力图如下：



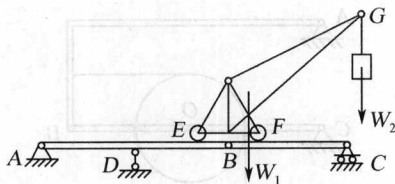
曲杆 AB



曲杆 BC

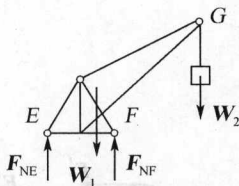
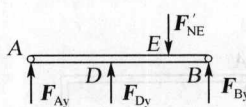
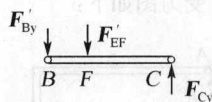
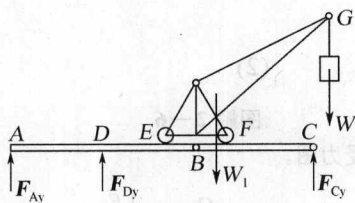
图解2-7

题 2-8 系统如图示,吊车的两个轮 E 、 F 与梁的接触是光滑的。作吊车 EFG (包含重物)、梁 AB 、梁 BC 及全系统的受力图。



题 2-8 图

【解】 受力图如下:

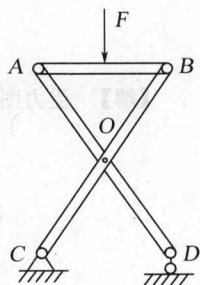
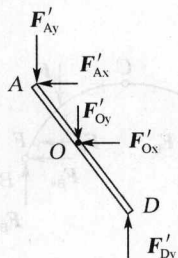
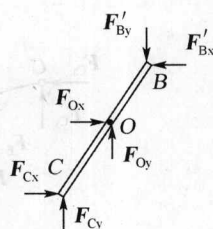
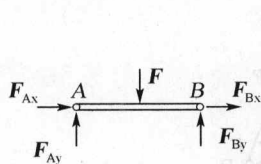
吊车 EFG 梁 AB 梁 BC 

全系统

图解 2-8

题 2-9 结构由 AB 、 BC 、 AD 三杆件两两铰接组成。作此三个杆件的受力图。

【解】 受力图如下:



题 2-9 图

图解 2-9