

# 建 筑 工 程 力 学

周 树 培 主 编

重 庆 大 学 出 版 社

掌握科学的学习方法、提高学习效率是学好本门课程的保证。学习中必须抓住基本线索和思路,弄清理论和概念,掌握分析方法。要重视预习、听课、复习和作业等环节,尤其要严格按解题思路与分析方法完成作业,自觉培养独立思考能力和创新精神。

作者希望学生以极大的兴趣、满腔的热情学好这门课,争取成为富于创造、勇于开拓的优秀人才。

此书由重庆建筑工程学院周树培主编。此外参加本书编写工作的还有重庆交通学院的陈启和、黄寿增、周熹和张光清。全书理论力学、材料力学、结构力学分别由孟怀江、欧茂才和冯翼然教授审阅,并提出了许多宝贵意见,对此表示衷心感谢。此外,邹小新给予了热情支持和协助,周环承担描图。

限于编者水平,难免有不足或者欠妥之处,欢迎读者批评指正。

编者

1990年3月

## 内 容 提 要

本书是为土建专业中少学时类编写的力学教材。全书分理论力学、材料力学和结构力学三个部分。可作为高等工科院校建筑学、给水排水、采暖通风、建筑材料、管理工程等专业的教材,也可供有关职工大学、函授大学、夜大学、证书班选用和参考。

## 建筑工程力学

周 树 培 主 编

责任编辑 姚利民

\*

重庆大学出版社出版发行

新华书店经销

重庆建筑工程学院印刷厂印刷

开本: 787×1092 1/16 印张: 27.5 字数: 534 千

1991年1月第1版

1991年1月第1次印刷

印数: 1-3000 册

标准书号: ISBN 7-5624-0330-9 定价: 5.42元  
TU·11

## 前 言

本书曾被多所院校采用作为土建专业中、少学时类力学的教材。这次出版前又作了进一步修订,以满足多种形式高等教育发展的需要。全书分理论力学、材料力学和结构力学三个部分,可作为高等工科院校土建类的建筑学、给水排水、采暖通风、建筑材料、管理工程等专业的教材,也可供职工大学、函授大学、夜大学、证书班有关专业选用和参考。

为了使本书更具特色,编写时充分注意了以下几个问题:

1. 在保持三部分内容各自的理论系统的同时,注意彼此的有机联系与配合,并对传统的体系作了较大的修改,以适应高等教育改革的需要;

2. 坚持理论联系实际,密切结合专业,贯彻“少而精”和“启发式”的原则,并适当提高教学起点,减少不必要的重复,节约课时;

3. 叙述力求简明扼要、重点突出、线索清晰、便于自学,以适应教学方法改革的需要;

4. 重视培养学生独立思考、逻辑思维、综合分析的能力及实事求是、开拓创新的精神。

明确《建筑工程力学》在专业中的地位 and 作用是学好本门课的前提。在宏伟的社会主义现代化建设中,大规模地兴建各种工程如工业厂房、桥梁、堤坝等,都必须贯彻国民经济建设的方针,保证各项工程既安全适用又经济美观。为此,应认真研究各工程项目的可行性,反复作综合技术经济比较,从中选出花钱少、效益高的方案,进行精心设计、精心施工。本课程就是为结构设计和施工提供基本理论和计算方法的一门重要的技术基础课。

# 目 录

## 第一部分 理论力学

### I 静 力 学

|                             |        |
|-----------------------------|--------|
| 第一章 绪论 .....                | ( 1 )  |
| §1-1 结构的计算简图 .....          | ( 1 )  |
| §1-2 结构与荷载的分类 .....         | ( 4 )  |
| §1-3 静力学的任务 .....           | ( 5 )  |
| 小结 .....                    | ( 6 )  |
| 习题 .....                    | ( 6 )  |
| 第二章 力 力的基本性质 .....          | ( 6 )  |
| §2-1 力的概念 .....             | ( 6 )  |
| §2-2 力的基本性质 .....           | ( 7 )  |
| §2-3 力的投影的计算 .....          | ( 9 )  |
| §2-4 力矩的计算 .....            | ( 10 ) |
| §2-5 约束和约束反力 .....          | ( 16 ) |
| §2-6 物体的受力分析与受力图 .....      | ( 17 ) |
| 小结 .....                    | ( 19 ) |
| 习题 .....                    | ( 20 ) |
| 第三章 力偶 力偶的基本性质 .....        | ( 23 ) |
| §3-1 力偶 力偶矩 .....           | ( 23 ) |
| §3-2 力偶的基本性质 力偶的等效条件 .....  | ( 24 ) |
| 小结 .....                    | ( 25 ) |
| 习题 .....                    | ( 26 ) |
| 第四章 平面力偶系和平面汇交力系 .....      | ( 26 ) |
| §4-1 平面力偶系的合成和平衡 .....      | ( 26 ) |
| §4-2 平面汇交力系的合成和平衡 .....     | ( 28 ) |
| 小结 .....                    | ( 33 ) |
| 习题 .....                    | ( 33 ) |
| 第五章 平面任意力系 .....            | ( 35 ) |
| §5-1 力的平移定理 .....           | ( 35 ) |
| §5-2 平面任意力系向一点简化 .....      | ( 35 ) |
| §5-3 平面任意力系的平衡条件 平衡方程 ..... | ( 38 ) |
| §5-4 静定与静不定概念 物体系统的平衡 ..... | ( 41 ) |
| 小结 .....                    | ( 43 ) |
| 习题 .....                    | ( 44 ) |
| 第六章 空间力系 .....              | ( 47 ) |
| §6-1 空间力系向一点简化 .....        | ( 47 ) |

|                          |       |
|--------------------------|-------|
| §6-2 空间力系的平衡方程           | ( 48) |
| 小结                       | ( 50) |
| 习题                       | ( 50) |
| 第七章 静力学基本理论的应用——摩擦 重心和形心 | ( 51) |
| §7-1 摩擦                  | ( 51) |
| §7-2 重心 形心               | ( 58) |
| 小结                       | ( 61) |
| 习题                       | ( 63) |

## II 运 动 学

|                         |       |
|-------------------------|-------|
| 第八章 点的运动                | ( 65) |
| §8-1 确定点运动的方法 运动方程      | ( 65) |
| §8-2 点的速度和加速度           | ( 67) |
| 小结                      | ( 74) |
| 习题                      | ( 75) |
| 第九章 刚体的基本运动             | ( 76) |
| §9-1 刚体的平动              | ( 76) |
| §9-2 刚体的定轴转动            | ( 77) |
| §9-3 转动刚体内各点的速度和加速度     | ( 78) |
| 小结                      | ( 82) |
| 习题                      | ( 82) |
| 第十章 点的合成运动              | ( 83) |
| §10-1 点的合成运动的概念         | ( 83) |
| §10-2 点的速度合成定理          | ( 84) |
| §10-3 牵连运动为平动时点的加速度合成定理 | ( 86) |
| 小结                      | ( 88) |
| 习题                      | ( 89) |
| 第十一章 刚体的平面运动            | ( 91) |
| §11-1 刚体的平面运动概述         | ( 91) |
| §11-2 平面图形上各点的速度        | ( 92) |
| §11-3 平面图形上各点的加速度       | ( 96) |
| 小结                      | ( 98) |
| 习题                      | ( 98) |

## III 动 力 学

|                  |       |
|------------------|-------|
| 第十二章 质点的运动微分方程   | (100) |
| §12-1 动力学基本定律    | (101) |
| §12-2 质点的运动微分方程  | (102) |
| §12-3 质点动力学的两类问题 | (102) |
| 小结               | (106) |
| 习题               | (106) |
| 第十三章 动量定理        | (107) |

## IV

|                             |              |
|-----------------------------|--------------|
| §13-1 动量定理 .....            | (107)        |
| §13-2 质心运动定理 .....          | (112)        |
| 小结 .....                    | (114)        |
| 习题 .....                    | (115)        |
| <b>第十四章 动量矩定理 .....</b>     | <b>(116)</b> |
| §14-1 动量矩定理 .....           | (116)        |
| §14-2 转动惯量 平行移轴定理 .....     | (119)        |
| §14-3 刚体定轴转动微分方程 .....      | (122)        |
| 小结 .....                    | (124)        |
| 习题 .....                    | (124)        |
| <b>第十五章 动能定理 .....</b>      | <b>(126)</b> |
| §15-1 力的功 .....             | (126)        |
| §15-2 质点系的动能 .....          | (128)        |
| §15-3 动能定理 .....            | (129)        |
| §15-4 普遍定理的综合应用 .....       | (133)        |
| 小结 .....                    | (136)        |
| 习题 .....                    | (137)        |
| <b>第十六章 达朗伯原理 动静法 .....</b> | <b>(138)</b> |
| §16-1 惯性力 达朗伯原理 .....       | (138)        |
| §16-2 惯性力系的简化 .....         | (139)        |
| 小结 .....                    | (142)        |
| 习题 .....                    | (143)        |

## 第二部分 材 料 力 学

|                           |              |
|---------------------------|--------------|
| <b>第一章 绪论 .....</b>       | <b>(145)</b> |
| §1-1 材料力学的研究对象和任务 .....   | (145)        |
| §1-2 材料力学的基本假设 .....      | (145)        |
| §1-3 构件变形的基本形式 .....      | (146)        |
| 习题 .....                  | (146)        |
| <b>第二章 轴向拉伸与压缩 .....</b>  | <b>(146)</b> |
| §2-1 工程中的轴向拉、压杆 .....     | (146)        |
| §2-2 轴向拉、压杆的内力——轴力 .....  | (147)        |
| §2-3 轴向拉、压杆横截面上的应力 .....  | (148)        |
| §2-4 材料在拉、压时的力学性能 .....   | (150)        |
| §2-5 拉、压杆斜截面上的应力 .....    | (154)        |
| §2-6 拉、压杆的强度计算 .....      | (156)        |
| §2-7 拉、压杆的变形计算 虎克定律 ..... | (158)        |
| 小结 .....                  | (160)        |
| 习题 .....                  | (161)        |
| <b>第三章 剪切 .....</b>       | <b>(162)</b> |
| §3-1 连接件的受力特点及破坏形式 .....  | (163)        |

|                                 |       |
|---------------------------------|-------|
| §3-2 剪切、挤压强度的假定计算法 .....        | (163) |
| 小结 .....                        | (165) |
| 习题 .....                        | (165) |
| <b>第四章 扭转</b> .....             | (166) |
| §4-1 受扭杆的外力偶矩 .....             | (166) |
| §4-2 受扭圆轴的内力——扭矩 .....          | (167) |
| §4-3 薄壁圆筒的扭转 剪应力互等定理 .....      | (168) |
| §4-4 圆轴的扭转 .....                | (169) |
| §4-5 极惯性矩 抗扭截面模量 .....          | (171) |
| §4-6 圆轴扭转时的强度和刚度计算 .....        | (172) |
| §4-7 受扭圆轴表层斜截面上的应力 扭转破坏分析 ..... | (174) |
| 小结 .....                        | (175) |
| 习题 .....                        | (176) |
| <b>第五章 梁的内力</b> .....           | (177) |
| §5-1 引言 .....                   | (177) |
| §5-2 梁的外力——荷载和反力 .....          | (178) |
| §5-3 梁的内力——剪力、弯矩 .....          | (178) |
| §5-4 剪力、弯矩图 .....               | (180) |
| §5-5 荷载集度、剪力和弯矩间的关系 .....       | (183) |
| §5-6 建筑施工中有关梁的内力计算 .....        | (187) |
| 小结 .....                        | (188) |
| 习题 .....                        | (188) |
| <b>第六章 梁的应力</b> .....           | (190) |
| §6-1 引言 .....                   | (190) |
| §6-2 纯弯曲时梁的正应力 .....            | (191) |
| §6-3 截面的惯性矩 惯性积 移轴公式 .....      | (194) |
| §6-4 对称弯曲的剪应力 .....             | (197) |
| §6-5 梁的正应力强度条件 .....            | (202) |
| 小结 .....                        | (204) |
| 习题 .....                        | (206) |
| <b>第七章 梁的变形</b> .....           | (208) |
| §7-1 概述 .....                   | (208) |
| §7-2 外力实功 应变能 实功原理 .....        | (209) |
| §7-3 虚功 虚功原理 .....              | (211) |
| §7-4 单位荷载法计算静定(梁)结构的位移 .....    | (213) |
| §7-5 图乘法计算位移 .....              | (214) |
| §7-6 叠加法求梁的挠度和转角 .....          | (218) |
| §7-7 梁的刚度校核 .....               | (219) |
| 小结 .....                        | (219) |
| 习题 .....                        | (220) |
| <b>第八章 应力状态理论和强度理论</b> .....    | (221) |
| §8-1 引言 .....                   | (221) |
| §8-2 平面应力状态下的应力分析 .....         | (222) |



|                                          |       |
|------------------------------------------|-------|
| §8-3 主应力 最大正应力及最大剪应力 .....               | (225) |
| §8-4 三向应力状态下的最大应力 .....                  | (231) |
| §8-5 广义虎克定律 .....                        | (233) |
| §8-6 体积应变 .....                          | (235) |
| §8-7 三向应力状态下的弹性变形能 .....                 | (235) |
| §8-8 三个弹性常数 $E$ 、 $G$ 、 $\mu$ 间的关系 ..... | (237) |
| §8-9 强度理论 .....                          | (237) |
| 小结 .....                                 | (242) |
| 习题 .....                                 | (244) |
| 第九章 组合变形 .....                           | (246) |
| §9-1 概述 .....                            | (246) |
| §9-2 斜弯曲 .....                           | (247) |
| §9-3 拉(压)弯组合 截面核心 .....                  | (251) |
| §9-4 弯扭组合 .....                          | (255) |
| §9-5 组合变形的合理设计 .....                     | (256) |
| 小结 .....                                 | (257) |
| 习题 .....                                 | (258) |
| 第十章 压杆稳定 .....                           | (260) |
| §10-1 压杆稳定的概念 .....                      | (260) |
| §10-2 细长压杆的临界荷载 .....                    | (260) |
| §10-3 临界应力 .....                         | (263) |
| §10-4 压杆的稳定计算 .....                      | (267) |
| §10-5 提高压杆稳定性的措施 .....                   | (269) |
| 小结 .....                                 | (270) |
| 习题 .....                                 | (271) |
| 第十一章 动荷应力 .....                          | (274) |
| §11-1 概述 .....                           | (274) |
| §11-2 构件作匀加速直线运动时应力的计算 .....             | (274) |
| §11-3 构件受冲击时应力的计算 .....                  | (276) |
| 小结 .....                                 | (277) |
| 习题 .....                                 | (278) |
| 附录 型钢表 .....                             | (279) |

## 第三部分 结 构 力 学

|                        |       |
|------------------------|-------|
| 第一章 平面杆系的几何组成分析 .....  | (294) |
| §1-1 结构力学的研究对象 .....   | (294) |
| §1-2 平面体系的几何组成分析 ..... | (294) |
| 小结 .....               | (299) |
| 习题 .....               | (299) |
| 第二章 静定结构的内力计算 .....    | (301) |
| §2-1 概述 .....          | (301) |

|            |                           |              |
|------------|---------------------------|--------------|
| §2-2       | 楼梯斜梁的内力图 .....            | (301)        |
| §2-3       | 多跨静定梁的内力图 .....           | (304)        |
| §2-4       | 静定平面刚架的内力图 .....          | (306)        |
| §2-5       | 三铰拱的计算 .....              | (311)        |
| §2-6       | 静定平面桁架的计算 .....           | (315)        |
| §2-7       | 组合结构的计算 .....             | (318)        |
| 小结         | .....                     | (320)        |
| 习题         | .....                     | (322)        |
| <b>第三章</b> | <b>静定结构位移计算 .....</b>     | <b>(325)</b> |
| §3-1       | 概述 .....                  | (325)        |
| §3-2       | 单位荷载法计算结构的位移 .....        | (325)        |
| §3-3       | 图乘法计算位移 .....             | (327)        |
| §3-4       | 静定结构由温度引起的位移 .....        | (329)        |
| §3-5       | 静定结构由支座移动引起的位移 .....      | (331)        |
| §3-6       | 弹性结构的互等定理 .....           | (332)        |
| 小结         | .....                     | (333)        |
| 习题         | .....                     | (334)        |
| <b>第四章</b> | <b>力法解超静定结构 .....</b>     | <b>(335)</b> |
| §4-1       | 超静定结构 超静定次数的确定 .....      | (336)        |
| §4-2       | 力法的基本原理 .....             | (337)        |
| §4-3       | 力法计算超静定结构 .....           | (339)        |
| §4-4       | 温度改变时超静定结构的计算 .....       | (351)        |
| §4-5       | 力法基本结构的合理选择 .....         | (353)        |
| §4-6       | 超静定结构的位移计算 最后内力图的校核 ..... | (359)        |
| §4-7       | 超静定结构的特性 .....            | (361)        |
| 小结         | .....                     | (362)        |
| 习题         | .....                     | (362)        |
| <b>第五章</b> | <b>位移法计算超静定结构 .....</b>   | <b>(364)</b> |
| §5-1       | 位移法的基本思路 .....            | (364)        |
| §5-2       | 等截面直杆的转角位移方程 .....        | (365)        |
| §5-3       | 位移法基本未知量的确定 .....         | (366)        |
| §5-4       | 利用平衡条件建立位移法方程 .....       | (367)        |
| §5-5       | 利用基本结构建立位移法方程 .....       | (373)        |
| 小结         | .....                     | (379)        |
| 习题         | .....                     | (382)        |
| <b>第六章</b> | <b>渐近法 .....</b>          | <b>(383)</b> |
| §6-1       | 力矩分配法的基本概念 .....          | (383)        |
| §6-2       | 力矩分配法的计算步骤 .....          | (385)        |
| §6-3       | 无剪力分配法计算单跨对称刚架 .....      | (392)        |
| §6-4       | 迭代法 .....                 | (396)        |
| 小结         | .....                     | (407)        |
| 习题         | .....                     | (408)        |

第七章 静定结构的影响线 ..... (410)

§7-1 影响线的概念 ..... (410)

§7-2 静力法作简支梁内力的影响线 ..... (411)

§7-3 机动法作静定梁的影响线 ..... (413)

§7-4 影响线的应用 ..... (415)

§7-5 简支梁的内力包络图和绝对最大弯矩 ..... (418)

小结 ..... (421)

习题 ..... (421)

答案 ..... (422)

# 第一部分 理 论 力 学

理论力学是工科院校里一门很重要的技术基础课。

理论力学的研究对象是刚体。物体在力的作用下，其形状和尺寸总要发生或多或少的变化，即发生变形。工程中，物体的变形通常是极微小的，在很多力学问题中不起主要作用因而可以忽略不计。于是，为了使问题简化，可把实际物体抽象为刚体。**刚体**是指在力作用下不变形的物体，是实际物体简化后的一个理想的力学模型。当问题需要考虑变形时，就不应视物体为刚体而应视为变形固体或弹性体。

理论力学的任务是研究物体机械运动的一般规律及其在工程中的应用。**机械运动**是指物体在空间的位置随时间的变化。例如，机器的运转、车辆的行驶、建筑物的振动等都是机械运动。

理论力学包括三个部分：静力学、运动学和动力学。

## I 静 力 学

### 第一章 绪 论

绪论包括：计算简图、平衡、力系的简化等概念及静力学的任务。

#### § 1-1 结构的计算简图

##### 一、计算简图的概念

建筑物中支承荷载并起骨架作用的部分称为**结构**。如厂房、桥梁、隧道、挡土墙、水闸、堤坝和电视塔等都是结构的实例。图1-1所示的工业厂房由屋架、吊车梁、柱子及基础等组成。组成结构的各个部分称为**构件**。横截面尺寸比长度小得多的构件称为**杆件**。

结构可分为三类：

(1) **杆件结构** 杆件结构由杆件组成（图1-1）。

(2) **薄壁结构** 薄壁结构又叫板壳结构，其厚度比长、宽要小得多。

(3) **实体结构** 实体结构在长、宽、厚三个方

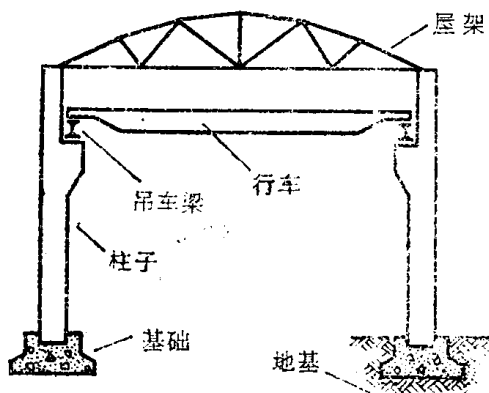


图1-1

向的尺寸为同一数量级。

薄壁结构、实体结构由弹性力学等学科去研究，《建筑工程力学》主要研究杆件结构。

进行结构设计前，需对各个构件作力学分析。由于实际结构很复杂，要完全按实际情况分析将是十分复杂的。因此，必须对实际结构进行简化，即用一个抽象简化后的图形代替实际结构。实际结构经简化后的图形称为**计算简图**或**力学模型**。今后，本书中的结构图都是结构的计算简图。

选择计算简图的原则是：既要反映结构的主要受力特征，又要使力学计算简化，且计算结果接近实际。计算简图一旦选定，一切力学计算都在简图上进行。因此，计算简图的选择十分重要。对常用结构，前人已为我们选好可以直接采用；对新型结构的计算简图，不仅要求我们有丰富的力学知识与设计、施工的经验，而且还要通过反复试验和实践才能确定。

二、结构的计算简图

实际结构的计算简图包括支座、结点、杆件的简图。

(一) 支座的简图

联结基础与结构的装置称为**支座**。支座把结构固定在基础上，并将结构受的荷载传给基础和地基。用于平面结构的支座简图有三种。

1. **活动铰支座** 辊轴支座（图1-2）是典型的活动铰支座，其特点是只限制结构上A点沿支承面法线方向的移动，允许结构绕A点转动和沿支承面移动。在不考虑支承面摩擦时，这种支座的计算简图可用图1-2b中任何一种来表示。

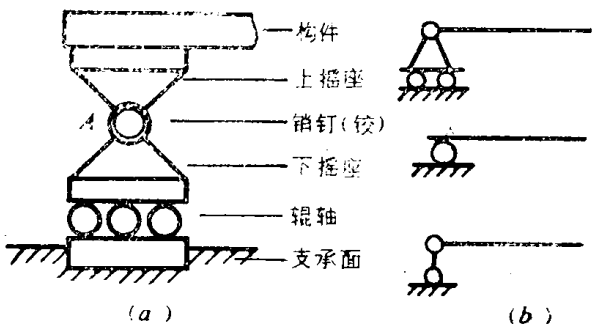


图1-2

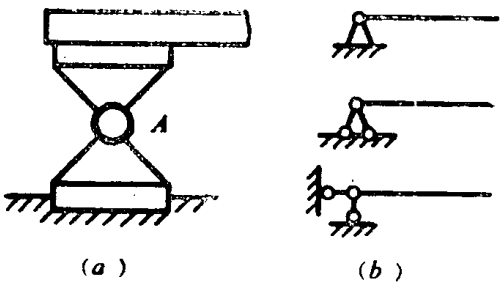


图1-3

2. **固定铰支座** 固定铰支座的构造简图如图1-3a，其特点是只允许结构绕A点转动。这种支座的计算简图可用图1-3b中任何一种来表示。例如，预制钢筋混凝土柱的杯形基础（图1-4a），当杯口四周填沥青麻丝时，柱端能发生微小转动，可简化为固定铰支座。

3. **固定端支座** 杯形基础内的预制柱（图1-5a）及嵌固在墙内的雨篷板（图1-5b）就

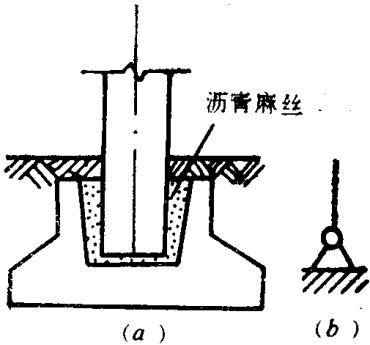


图1-4

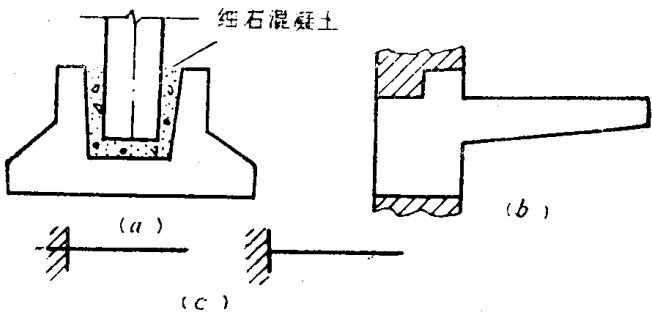


图1-5

属固定端支座，其特点是能限制结构的任何移动和转动。这种支座的计算简图可用图1-5c中任何一种来表示。

工程中的支座不一定都象图1-2a及图1-3a那样标准、典型，但一般总可根据基础的大小、地基的软硬及支承装置的具体情况，将平面结构的支承简化成活动铰支座、固定铰支座或固定端支座。

(二) 结点的简图

结构中各杆件的联结处称为**结点**。结点可分为两类。

1. **铰结点** 木屋架的结点及钢桁架的结点，不可能联结得很牢固，可认为各杆件在结点处用销钉连接，即将结点简化为铰结点，其计算简图可用一个小圆圈表示。铰结点的特点

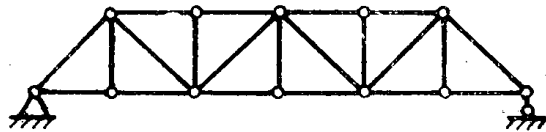


图1-6

是各杆可绕销钉轴转动。实际桁架简后化的计算简图如图1-6所示。

2. **刚结点** 图1-7a是房屋建筑中采用的钢筋混凝土多层框架边柱与梁联结处的结点，其上、下柱与梁用钢筋混凝土浇筑成整体，这种结点可简化为刚结点，其计算简图如图1-7b。刚结点的特点是结点处各杆之间的夹角保持不变。

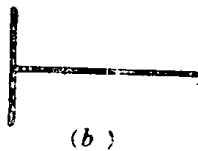
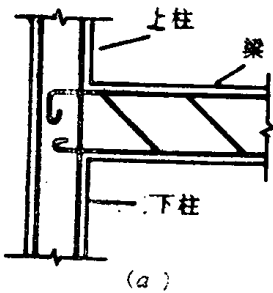


图1-7

(三) 杆件的计算简图

杆系结构由细长的杆件组成。杆件的计算简图有两种。

- 1. **直杆** 直杆的轴线是直线，其计算简图用直线表示。
- 2. **曲杆** 曲杆的轴线是曲线，其计算简图用曲线表示。

以上对结构的支座、结点、杆件作了简化，下面以实际结构为例，作出其计算简图。

(四) 结构计算简图

1. **简支梁** 图1-8a是搁在砖墙上的钢筋混凝土梁，其特点是：梁的两端不会发生竖直位移，但梁弯曲时两端可发生微小转动；梁不会发生水平移动，但梁受温度影响时，可以发生伸缩变形。于是，可把两端的墙一端简化为固定铰支座，另一端简化为活动铰支座，梁用其轴线代替。梁的计算简图如图1-8b所示。这种两端分别用固定铰支座及活动铰支座支承的梁，称为**简支梁**。

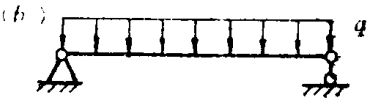
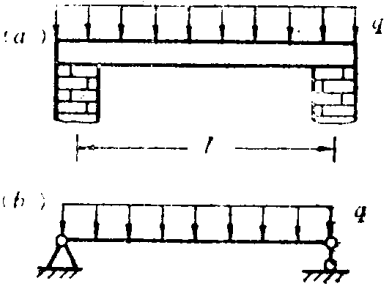


图1-8

2. **组合梁** 图1-9a是工业厂房中的组合吊车梁，其两端支承在两根柱子的牛腿上。横梁和竖杆是钢筋混凝土构件，竖杆的横截面积比梁的横截面积小得多。斜杆是钢杆。

(1) **支座简图** 吊车梁两端仅用较短的焊缝与牛腿上的预埋钢板相联结，整个梁不会发生上下和左右移动，但当温度变化时梁可发生伸缩变形。因此，两端支承可分别简化为固定铰支座与活动铰支座。

(2) **结点简图** 梁可视为一连续杆。竖杆和斜杆的两端都可看成铰。

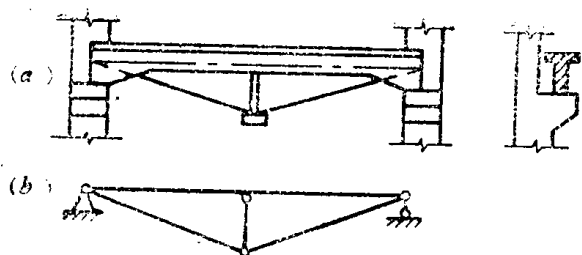


图1-9

(3) 杆件简图 各杆的计算简图都是直线。

吊车梁的计算简图如图1-9b所示。

3. 门式刚架 图1-10a是厂房中的装配式钢筋混凝土门式刚架。

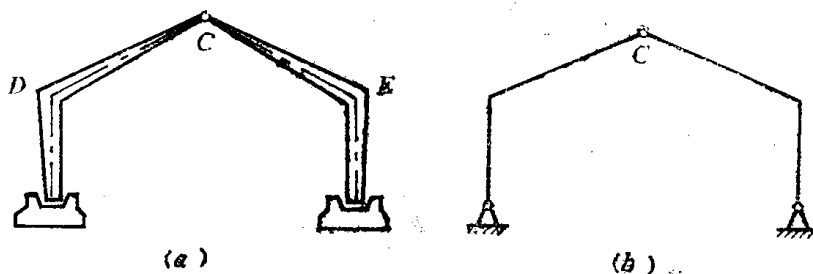


图1-10

(1) 支座简图 柱脚处简化为固定铰支座。

(2) 结点简图 构件是预制的，在它们的端点C处分别焊有一节和两节钢管，联结时用一圆钢插入钢管中，使左、右两构件能绕销轴C作相对转动，但不能作相对移动，是个较理想的铰结点。结点D、E则视为刚结点。

(3) 杆件简图 构件是变截面杆，各截面形心的连线是两条折线，故其计算简图是折线。

门式刚架的计算简图如图1-10b所示。

## § 1-2 结构与荷载的分类

### 一、结构的分类

结构的分类实际是指平面杆件结构计算简图的分类，通常分为五类。

1. 梁 (图1-11a、b、c、d)；
2. 拱 (图1-11e、f、g)；
3. 刚架 (图1-11h、i、j)；
4. 桁架 (图1-6)；
5. 组合结构 (图1-11k、l)。

### 二、荷载的分类

主动作用于结构的外力称为荷载，如结构的自重、水压力、土压力等。此外，温度改变、支座移动、材料收缩等因素也属荷载。对结构进行力学计算前，应根据有关的《荷载规范》确定结构受的荷载。对新型结构还要作专门的荷载试验，以确定荷载。确定荷载是结构设计中极为重要的工作。如荷载估计过大，则设计的结构会过于笨重，造成浪费；荷载估计过低，则设计的结构不够安全。

荷载可分为三类：

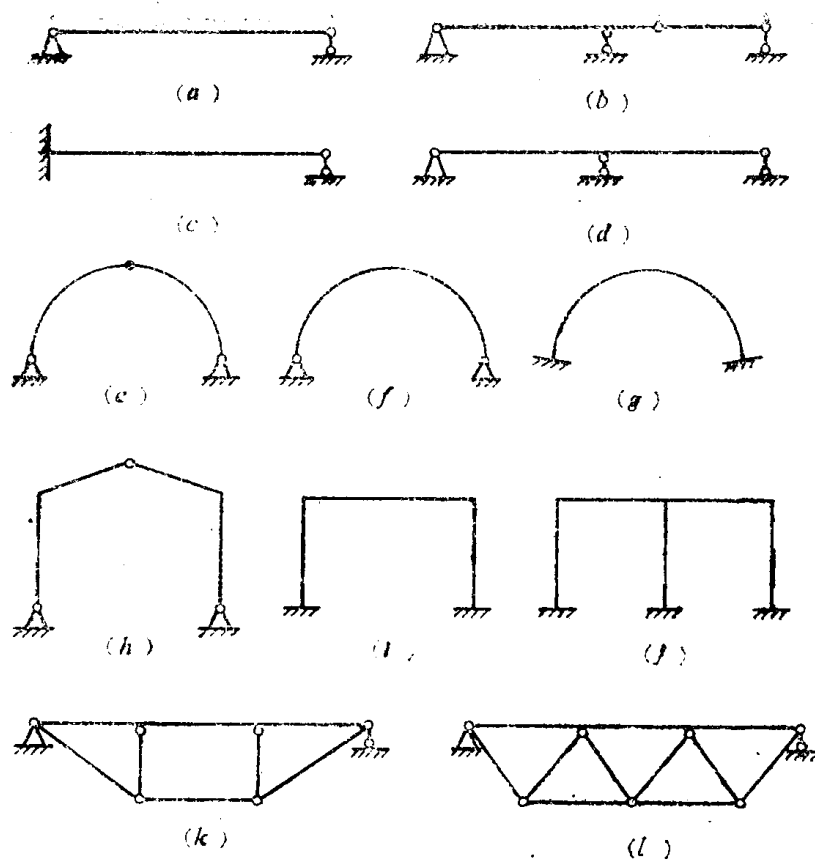


图1-11

(1) 按荷载作用时间的长短分为恒载与活载

**恒载** 指长期作用在结构上的荷载，如结构自重、土压力等。

**活载** 指暂时作用在结构上的荷载，如楼面荷载、雪载、风载、水压力等。在结构上的位置是移动的活载（吊车荷载、汽车及火车荷载），称为**移动荷载**。

(2) 按荷载作用的性质分为静荷载与动荷载

**静荷载** 指荷载的大小、方向和位置不随时间变化，或荷载由零缓慢增加到最后值不会使结构产生明显的加速度。结构自重及其它恒载都是静荷载。

**动荷载** 指荷载的作用使结构受到强烈冲击或振动，以致产生不可忽视的加速度。风荷载、动力机械、电梯升降等对结构产生的荷载，以及爆炸冲击、地震等对建筑物引起的荷载都是动荷载。

(3) 按荷载作用的方式分为集中荷载、分布荷载和集中力偶。

### § 1-3 静力学的任务

静力学的主要任务是：(1) 对作用于物体上的力系进行简化；(2) 研究物体平衡时力系应满足的平衡条件。

**力系** 作用在物体上的一群力称为力系。各力的作用线共面的是**平面力系**，不共面的是**空间力系**。

**平衡** 物体相对于地面处于静止或作匀速直线运动的状态称为平衡。平衡是相对的，又是有条件的。要使物体平衡，作用在它上面的力系必须满足一定的平衡条件。使物体平衡的



力系称为**平衡力系**。

**力系的简化** 一个较复杂的力系，总可用一个和它作用效果相等的简单力系来代替。在不改变作用效果的前提下，用一个简单力系代替复杂力系的过程，称为力系的简化或力系的合成。如果一个物体在两个力系分别作用下其效应相同，则此二力系称为**等效力系**。若一个力系与一个力等效，则此力称为力系的**合力**，而力系中的各力称为合力的**分力**。

## 小 结

本章介绍了计算简图、刚体、平衡等概念。

**计算简图** 实际结构简化后的图形。

**刚体** 受力后不变形的物体。刚体是实际物体简化后的力学模型。

**平衡** 物体相对于地面静止或作匀速直线运动的状态。

**平衡力系** 使物体平衡的力系。

**等效力系** 对同一物体具有相同效应的力系。

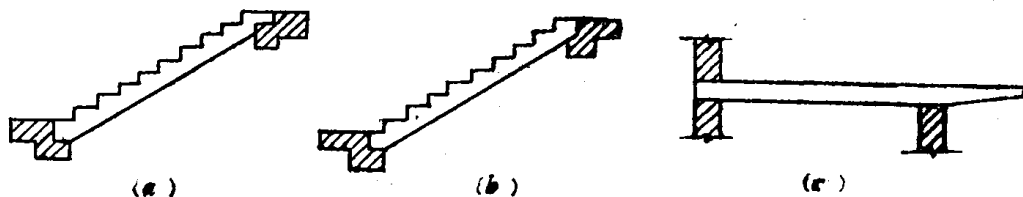
**合力** 与力系等效的一个力。

**力系的简化** 用简单力系等效代替复杂力系的过程。

静力学的任务是研究作用在物体上的力系的合成与平衡。

## 习 题

- 1-1 什么是计算简图？它在结构的力学计算中起何作用？
- 1-2 什么是平衡、刚体？
- 1-3 什么是力系的简化？什么是力系的合力？
- 1-4 什么是平衡力系、等效力系？举例说明。
- 1-5 静力学的研究对象与任务是什么？
- 1-6 分别画出下列结构的计算简图。



题1-6图

## 第二章 力 力的基本性质

本章包括：力、力的投影、力矩、约束反力、受力图、力的基本性质。

### § 2-1 力的概念

力是物体间相互的机械作用，这种作用使物体的运动状态发生改变或使物体变形。即力对物体作用要同时产生两种效应：运动效应与变形效应。改变物体运动状态的效应叫运动效