



普通高等教育土建类教材

工程结构力学

● 程选生 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

普通高等教育土建类教材

工 程 结 构 力 学

主编 程选生
参编 张贵文 党 育 陈 明
主审 杜永峰



机 械 工 业 出 版 社

本书是按照全国非力学类结构力学及弹性力学课程教学指导委员会制定的《结构力学课程教学基本要求》编写的。全书共分 13 章, 内容包括: 绪论, 平面结构的几何构造分析, 静定结构的内力分析, 结构的位移计算, 超静定结构内力分析的基本理论——力法, 拱结构的内力分析, 工程结构实用分析的基本理论——位移法, 杆系结构的计算机分析, 工程结构的定性分析, 平面结构的影响线及其应用, 结构的动力分析, 结构稳定性计算, 结构的极限荷载等内容。

本书的特点是概念清晰、内容精练、深入浅出, 文字力求通俗流畅, 满足结构力学与工程结构紧密结合的需要。

本书可作为高等院校土木、水利、工程力学专业本科教材, 也可供非力学类专业研究生、高等院校力学教师及相关工程技术人员参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

工程结构力学/程选生主编. —北京: 机械工业出版社, 2009. 3

普通高等教育土建类教材

ISBN 978-7-111-26043-1

I. 工… II. 程… III. 工程结构-结构力学-高等学校-教材
IV. TU311

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 003009 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑: 马军平 版式设计: 张世琴 责任校对: 姜婷

封面设计: 张 静 责任印制: 邓 博

北京诚信伟业印刷有限公司印刷

2009 年 2 月第 1 版第 1 次印刷

184mm×260mm·18.25 印张·448 千字

标准书号: ISBN 978-7-111-26043-1

定价: 32.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

销售服务热线电话: (010) 68326294

购书热线电话: (010) 88379639 88379641 88379643

编辑热线电话: (010) 88379711

封面无防伪标均为盗版

前 言

本教材是根据全国高等学校土建类专业本科教育的培养目标和培养方案编写而成的，是土木工程类、水利工程类、理论及应用力学等专业的一门专业基础课教材。

在编写本书时，贯彻《中国教育改革和发展纲要》的精神，本着“厚基础、重能力、求创新、以培养应用型人才为主”的总体思路，在保证课程体系完整的基础上，注重加强基本理论、基本技能和基本知识的训练，做到以教学为主、深入浅出、内容精练，文字力求通俗流畅，满足结构力学与工程结构紧密结合的需要。

本教材的具体内容是按照全国非力学类结构力学及弹性力学课程教学指导委员会制定的《结构力学课程教学基本要求》和编者多年的教学和科研经验编写的。本教材共分13章，内容包括：绪论，平面结构的几何构造分析，静定结构的内力分析，结构的位移计算，超静定结构内力分析的基本理论——力法，拱结构的内力分析，工程结构实用分析的基本理论——位移法，杆系结构的计算机分析，工程结构的定性分析，平面结构的影响线及其应用，结构的动力分析，结构稳定性计算，结构的极限荷载等内容。为了使學生能较好地掌握基本概念和基本理论，章后附有习题。

本书由程选生主编，编写分工如下：第1、8、9、12、13章及第7.2~7.4节由兰州理工大学程选生编写；第2、3、6章及7.1节由兰州理工大学张贵文编写，第4、10、11章由兰州理工大学党育编写，第5章由兰州理工大学陈明编写。此外，兰州理工大学苏佳轩、谢颖川和李万润参编了部分章节的内容。本书由兰州理工大学杜永峰教授主审，在此表示衷心的感谢。

在编写本书过程中，参考了许多同行专家的研究成果，在此向这些专家表示诚挚的谢意；同时，本书的出版得到了“兰州理工大学优秀青年教师培养计划”项目的资助，在此表示感谢。

在本书出版之际，特向兰州理工大学教务处表示感谢，他们对本书的出版给予了多方面的支持和帮助。

限于编者的水平，书中缺点和错误在所难免，敬请读者不吝指正。

编 者

目 录

前言

第 1 章 绪论	1
1.1 结构及结构的分类	1
1.2 研究内容和学习方法	3
1.3 结构的计算简图	3
1.4 杆系结构的分类	9
1.5 荷载的分类	11

第 2 章 平面结构的几何构造分析	12
2.1 概述	12
2.2 几何构造分析的几个概念	12
2.3 平面几何不变体系的组成规则	15
2.4 平面体系几何构造分析示例	19
2.5 平面杆系结构的计算自由度	20
习题	22

第 1 篇 结构的静力分析

第 3 章 静定结构的内力分析	23
3.1 概述	23
3.2 静定梁的内力分析	24
3.3 静定平面刚架的内力分析	34
3.4 静定平面桁架的内力分析	40
3.5 静定桁—梁组合结构的内力分析	49
3.6 静定结构的一般性质	51
习题	54

第 4 章 结构的位移计算	56
4.1 概述	56
4.2 变形体的虚功原理	57
4.3 荷载作用下的结构位移计算	60
4.4 图乘法	62
4.5 非荷载作用下的结构位移计算	66
4.6 互等定理	67
习题	68

第 5 章 超静定结构内力分析的基本理论——力法	71
5.1 力法的基本概念	71
5.2 力法的典型方程	73
5.3 力法计算超静定结构示例	77
5.4 对称性的利用	86
5.5 非荷载因素作用下结构的内力计算	94
5.6 超静定结构的位移计算	96
5.7 超静定结构内力图的校核	98

习题	101
第 6 章 拱结构的内力分析	105
6.1 概述	105
6.2 三铰拱的内力计算	106
6.3 两铰拱的内力计算	112
6.4 无铰拱的内力计算	115
6.5 单铰拱的内力计算	117
习题	118

第 7 章 工程结构实用分析的基本理论——位移法	120
7.1 位移法的基本概念	120
7.2 等截面直杆的刚度方程	121
7.3 直接利用平衡条件建立位移法的基本方程	126
7.4 位移法的典型方程	128
习题	133

第 8 章 杆系结构的计算机分析	135
8.1 概述	135
8.2 单元刚度矩阵	136
8.3 连续梁的整体刚度矩阵	142
8.4 刚架的整体刚度矩阵	148
8.5 等效节点荷载	151
8.6 用先处理法计算平面刚架	154
8.7 桁架的整体分析	158
习题	163

第 9 章 工程结构的定性分析	165	习题	192
9.1 概述	165	第 10 章 平面结构的影响线及其应用	195
9.2 弯矩分配法的基本原理	165	10.1 移动荷载和影响线的基本概念	195
9.3 弯矩分配法计算连续梁和无侧移刚架	168	10.2 静力法作影响线的基本原理	195
9.4 弯矩分配法和位移法的联合应用	174	10.3 机动法作影响线的基本原理	200
9.5 无剪力分配法的基本原理	176	10.4 影响线的工程应用	203
9.6 剪力分配法的基本原理	181	习题	211
9.7 平面刚架结构的实用计算	186		

第 2 篇 结构的动力分析、稳定分析和极限荷载

第 11 章 结构的动力分析	214	12.6 组合压杆稳定	255
11.1 概述	214	12.7 刚架稳定	259
11.2 单自由度体系的自由振动	216	习题	263
11.3 单自由度体系的受迫振动	221	第 13 章 结构的极限荷载	265
11.4 多自由度体系的自由振动	227	13.1 概述	265
11.5 多自由度体系的受迫振动	232	13.2 极限弯矩和塑性铰·破坏结构·静定梁的计算	266
11.6 近似法求频率	234		
习题	236		
第 12 章 结构稳定性计算	240		
12.1 概述	240		
12.2 用静力法确定等截面压杆的临界荷载	242		
12.3 用静力法确定变截面压杆的临界荷载	244		
12.4 用能量法确定临界荷载	247		
12.5 等截面直杆稳定	251		

第 1 章 绪 论

1.1 结构及结构的分类

在土木工程中，由建筑材料构成的能承受和传递荷载而起骨架作用的建筑物和构筑物（如房屋、桥梁、隧道、挡土墙、水坝等）统称为工程结构（简称结构），如图 1-1 所示。

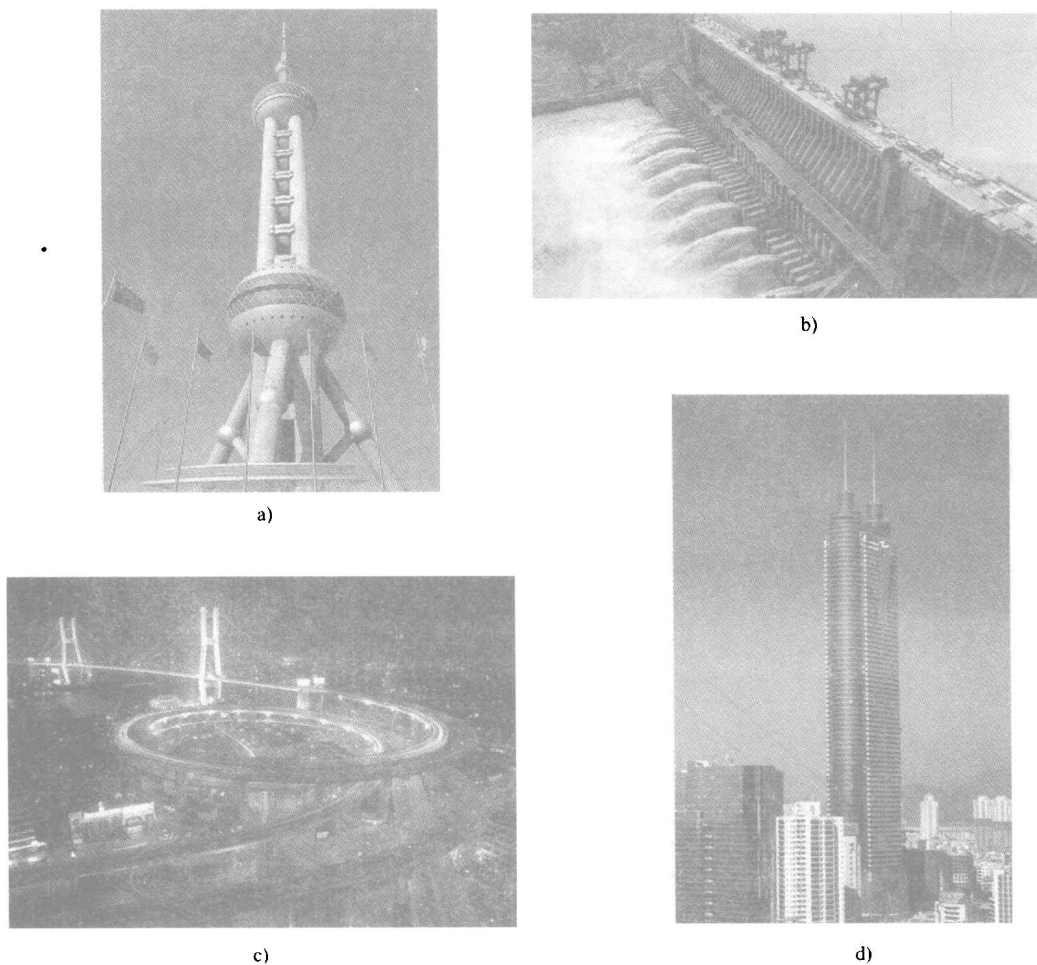


图 1-1 工程结构

a) 东方明珠电视塔 b) 长江三峡水利工程 c) 上海南浦大桥 d) 深圳帝王大厦

根据结构在空间的几何特征，可分为杆系结构、板（壳）结构、实体结构和薄膜结构

四类。

(1) 杆系结构 如图 1-2 所示, 当结构的长度 l 远大于厚度 h 和宽度 b 时称为杆件。由杆件所组成的结构称为杆系结构, 如梁、拱、桁架、刚架等。

(2) 板(壳)结构(又称薄壁结构) 如图 1-3 所示, 当结构的厚度 h 比长度 l 和宽度 b 小得多时称为板(壳)。由板所组成的结构称为板结构, 如图 1-4 所示; 由壳所组成的结构称为薄壳结构, 如图 1-5 所示。

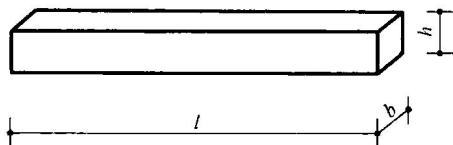


图 1-2 杆件

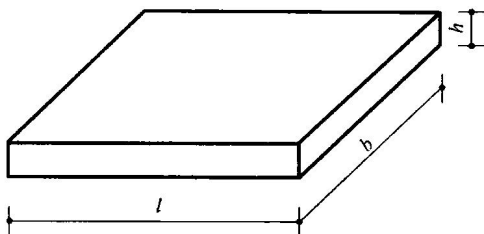


图 1-3 平板

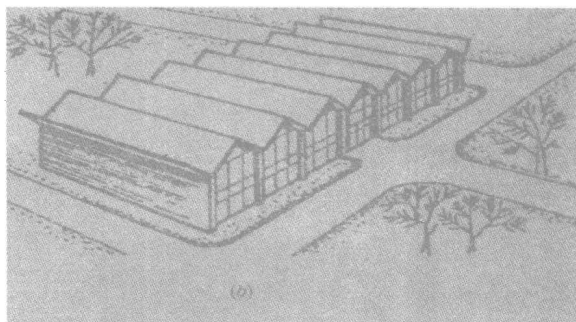


图 1-4 折板结构

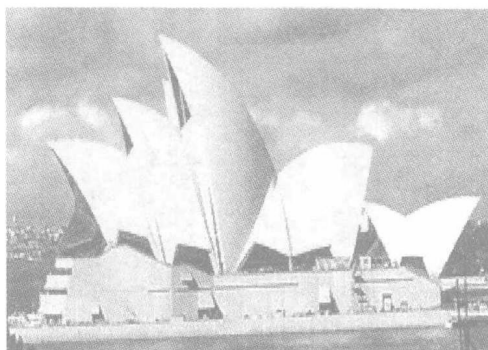


图 1-5 薄壳结构(悉尼歌剧院)

(3) 实体结构 如图 1-6 和图 1-7 所示, 当结构的长度 l 、宽度 b 、厚度 h 大体相当时称为实体结构。

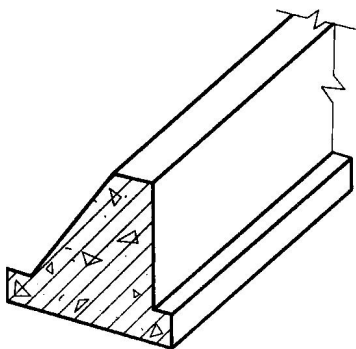


图 1-6 挡土墙

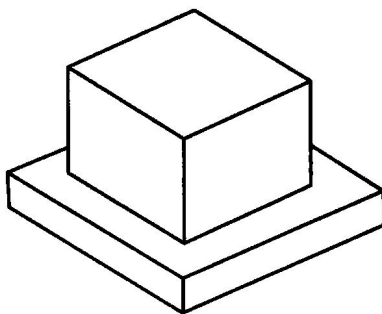


图 1-7 块体基础

(4) 薄膜结构 当结构的厚度 h 与长度 l 和宽度 b 相比接近零时称为薄膜结构, 它是将薄膜材料通过一定方式使其内部产生拉应力, 以形成某种空间结构形状作为覆盖结构, 并能承受一定外荷载的空间结构形式。薄膜结构可分为张拉式薄膜结构(也称帐篷结构), 又称

预应力薄膜结构、充气式薄膜结构。

1.2 研究内容和学习方法

限于篇幅,本书仅讨论平面杆系结构的力学规律及其在工程中的应用,简称工程结构力学。它是土木工程专业的一门重要的专业基础课,在各门课程的学习中起着承上启下的作用。

工程结构力学是理论力学和材料力学的后续课程。理论力学研究的是刚体及刚体体系的机械运动(包括静止和运动)的基本规律;材料力学研究的是单根杆件的强度、刚度和稳定性问题;而工程结构力学则是研究杆件体系的强度、刚度、稳定和动力学规律。因此理论力学和材料力学是学习工程结构力学的基础课程,为工程结构力学提供了力学分析的基本原理和基础。同时,工程结构力学又为后续的弹性力学、混凝土结构、砌体结构和钢结构等专业课程提供了进一步的力学知识基础。因此,工程结构力学课程的学习在土木工程的房屋建筑、道路、桥梁、水利及地下工程各专业方向的学习中均占有相当重要的地位。

工程结构力学的研究内容包括以下几个方面:

- 1) 结构的几何构造规律、合理形式以及计算简图的合理选择。
- 2) 结构内力和变形的计算方法,以便进行结构的强度计算和刚度验算。
- 3) 结构动力反应、结构的稳定性和极限荷载。

工程结构力学的计算问题必须满足平衡和约束两个条件;对于超静定结构问题,还必须满足变形的连续条件。学习工程结构力学时要注意其与其他课程的联系。对于已学过的理论力学和材料力学的知识,应根据具体情况作必要的复习,并在运用中得到巩固与提高。

学习工程结构力学过程中应注意分析方法与解题思路。学习时要着重掌握各种方法的解题思路,特别是要从这些具体的算法中学习分析问题的一般方法。

1.3 结构的计算简图

1.3.1 计算简图及其选择原则

工程中的结构是十分复杂的,完全按照结构的实际工作状态进行力学分析是不可能的,同时也没有必要。因此,在对实际结构进行力学分析之前必须进行简化,略去一些次要因素的影响,用一个能反映其基本受力和变形性能的简化图形来代替实际结构。这种代替实际结构的简化计算图形称为结构的计算简图。结构的受力分析都是在计算简图中进行的。因此,选择计算简图是结构受力分析的基础。若选择不当,则计算结果不能反映构件的实际工作状态,甚至引起严重的工程事故。所以,对计算简图的选取一定要给予充分的重视。

计算简图的选择应遵循下列两条原则:①正确地反映实际结构的受力情况和主要性能;②略去次要因素,便于分析和计算。

计算简图是在上述原则的指导下根据具体结构的具体要求和条件来选择的,并不是一成不变的。如对重要的结构应采用比较精确的计算简图;对于次要结构可以考虑较为简单的计算简图。如在方案的初步设计阶段,可以使用粗略的计算简图;而在技术设计阶段再使用比

较精确的计算简图。如用手算，则可采用较为简单的计算简图；若用计算机计算，则可以采用较为复杂的计算简图。

工程结构力学的计算是在假设构件的材料为连续、均匀、各向同性和完全弹性的前提下进行的，这种假设在小变形情况下，对于金属材料是符合实际的，但对于混凝土、砖石等材料具有较大的近似性。

1.3.2 结构的简化

1. 结构体系的简化

实际工程中的结构都是空间结构，各部分连接成为一个整体，用以承受来自各个方向的荷载。但在土木、水利、铁路和公路、地下结构等工程中，有着大量的空间杆件结构，在一定条件下，通常可以简化为平面杆系结构进行计算。本书讨论平面杆系结构的计算问题。

2. 杆件及杆件间连接的简化

杆件结构中，杆件的横向尺寸（宽度、厚度）通常比杆件的长度小得多（一般地说，横向尺寸小于长度的 $1/4$ ），可以近似地采用平截面假定，因此截面上的应力可根据截面的含力（为简单方便起见，以下称为“内力”）来确定。由于内力只是沿杆长变化的一元函数，因此，在计算简图中，杆件可用其纵轴线表示。对于由杆件相互联结而成的结构，杆件之间的联结区，用位于各杆轴线的交点处的结点来表示。由不同材料制作的平面杆系结构，在杆件的联结方式上各有不同的做法。根据它们的受力变形特点，在计算简图中常归纳为以下三种情况：

（1）刚结点 刚结点的特点是被连接杆件在结点处不能相对移动，也不能相对转动；在刚结点处不但能承受和传递力，而且能够承受和传递弯矩。如钢筋混凝土框架边柱和梁的结点（图 1-8a），由于梁和柱之间的钢筋布置以及用混凝土将它们浇筑成整体，使梁和柱不能产生相对移动和转动，计算时简化为一个刚结点，其计算简图如图 1-8b 所示。

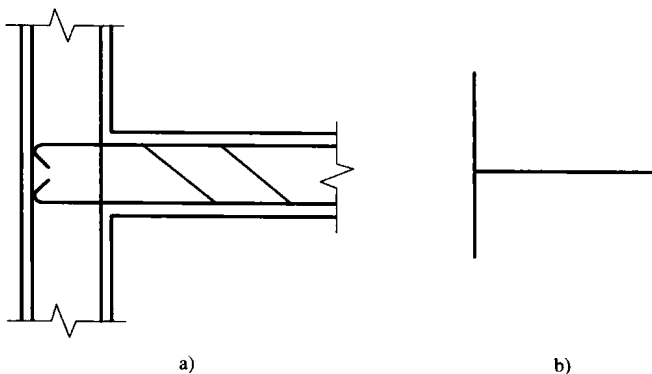


图 1-8 钢筋混凝土框架梁柱结点

（2）铰结点 理想的铰结点的特点是被连接的杆件在结点处不能相对移动，但可以绕铰自由转动；在铰结点处可以承受和传递力，但不能承受和传递弯矩。这种理想情况在实际结构中是很难遇到的。如木屋架端结点（图 1-9a），由于连接的作用使各杆件之间不能相对移动，但相互间有微小的转动，计算时简化为一铰结点，其计算简图如图 1-9b 所示。另外，如钢桁架的结点（图 1-10a），由于杆件通过结点板焊接在一起，实际上各杆端是不能相对转动的，但在桁架中各杆主要是承受轴力，因此计算时仍把这种结点简化为铰结点（图

1-10b)。

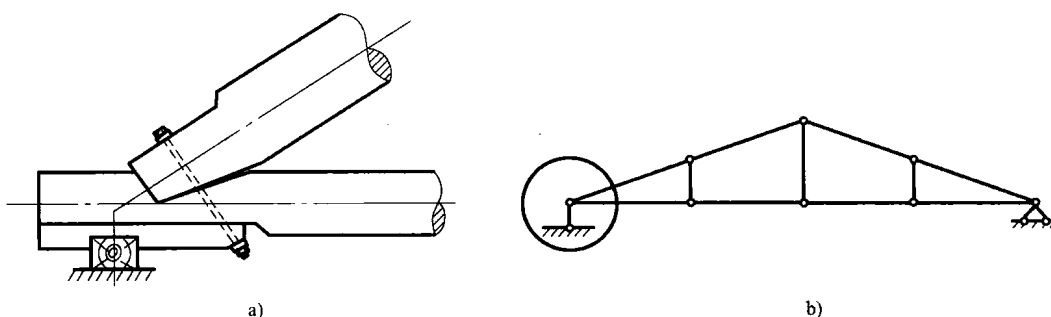


图 1-9 木屋架结点——铰结点

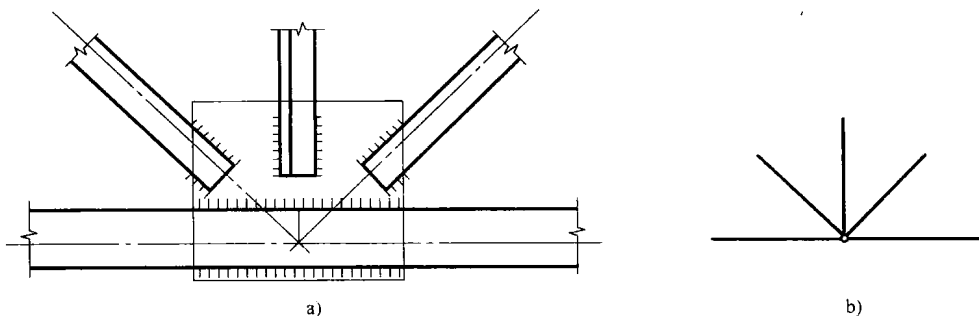


图 1-10 钢桁架结点——铰结点

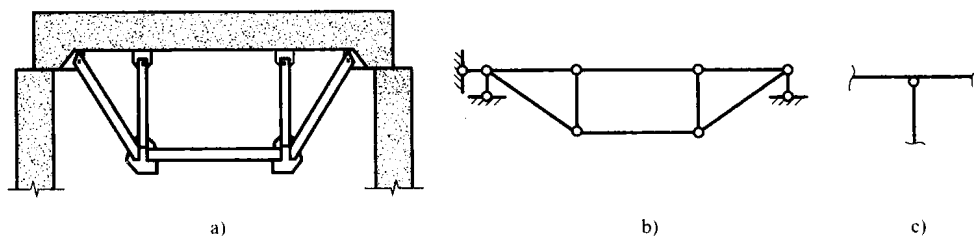


图 1-11 加劲梁

(3) 组合结点 若各杆件汇交于同一结点，当其中某些杆件的联结视为刚结，而另一些杆件间简化为铰结更符合实际时，便形成了组合结点，如图 1-11 所示的加劲梁，图 1-11b 所示为其计算简图，梁两端放置于支座上。当横向荷载作用于实际工程中的加劲梁时，横梁以受弯为主，其他杆件主要承受轴力。为了表示这种受力特点，结点 C 即可视为一个组合结点，如图 1-11c 所示。

3. 结构与基础间连接的简化

结构与基础的连接装置为支座。支座的作用是把结构固定于基础上，同时，结构所受的荷载，通过支座传递到基础和地基。支座对结构的反作用称为支座反力。平面结构的支座，一般简化为如下四种情形。

(1) 活动铰支座（滚轴支座） 图 1-12a 所示为一桥梁结构活动铰支座的照片；图 1-12 b、c 所示为桥梁结构中辊轴支座和摇轴支座的简化图形。它们允许结构在支承处绕圆柱 A 转动和沿平行于支承面 $m-n$ 的方向移动，但 A 点不能沿垂直于支承面的方向移动。当不考虑摩擦时，支座反力 F_{yB} 将通过铰 A 的中心并与支承平面 $m-n$ 垂直，即反力的作用点和方向都是

确定的，只是大小是一个未知量。根据活动铰支座的位移和受力特点，在计算简图中可以用一根垂直于支承面的链杆 AB 来表示，如图 1-12d 所示。此时，结构可绕铰 A 转动；链杆又可以绕 B 点转动。当转动很小时， A 点的移动方向可以看成是平行于支承面的。

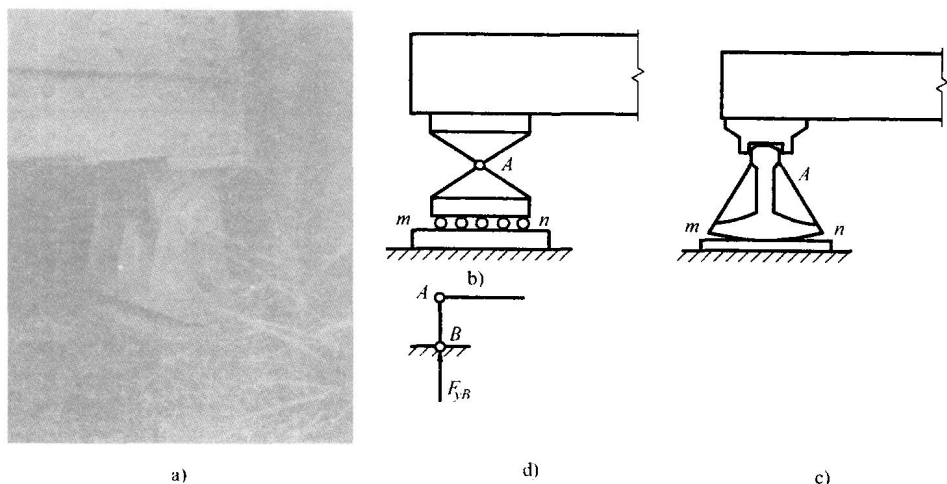


图 1-12 活动铰支座

(2) 固定铰支座 这种支座的构造如图 1-13a、b 所示，通常简称为铰支座，它们允许结构在支承处绕圆柱铰 A 转动，但 A 点不能在水平和垂直方向移动。支座反力 F_A 将通过 A 点的中心，但大小和方向都是未知的，通常可用沿两个确定方向的分反力，如水平反力 F_x 和垂直反力 F_y 来表示。这种支座的计算简图可用交于 A 点的两根支承链杆来表示，如图 1-13c 或图 1-13d 所示。

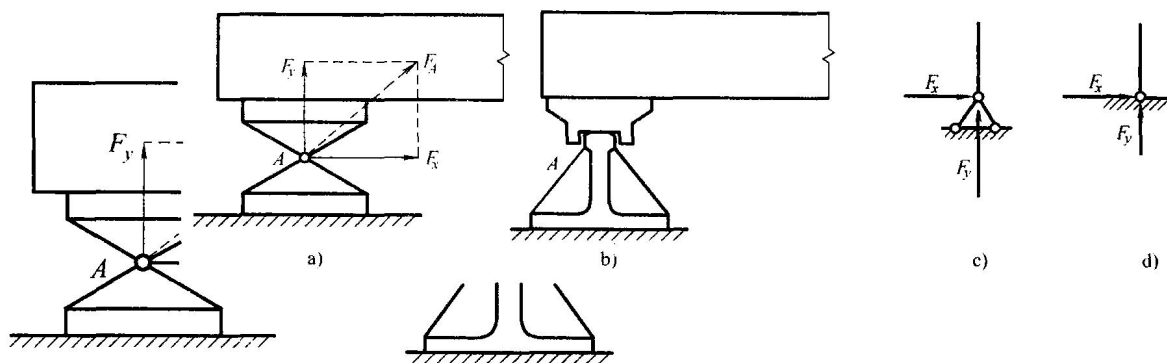


图 1-13 固定铰支座

图 1-14a 所示的预制混凝土柱，插入杯形基础，杯口的空隙用沥青麻丝填充，柱子可以有微小的转动，但在水平方向和垂直方向的移动受到限制，可以简化为一个铰支座。图 1-14b 中 A 处所示为一水工结构弧形闸门铰支座，闸门开启时可绕固定圆轴 A 旋转。

(3) 固定支座 这种支座不允许结构在支承处发生任何移动和转动，其反力的大小、方向和作用点的位置都是未知的，通常用水平反力 F_x 、垂直反力 F_y 和弯矩 M 来表示，计算简图如图 1-15b 所示。

图 1-15a 所示悬臂梁，当梁端插入墙身有相当深度且与四周有良好密实性时，梁端完全被固定，即可视为固定支座。

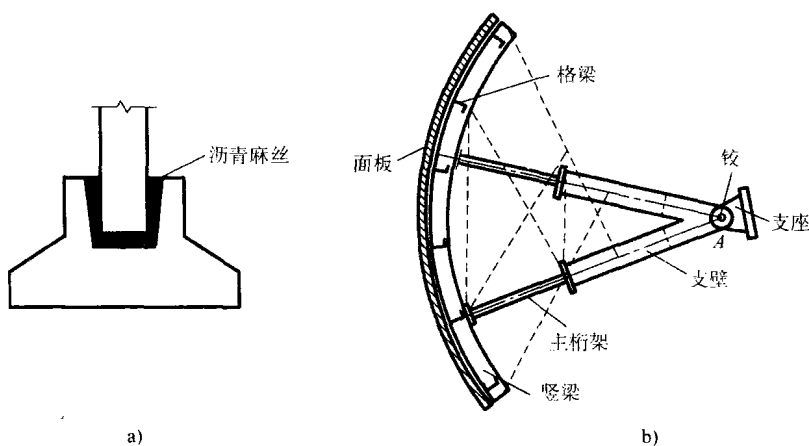


图 1-14 预制混凝土柱

图 1-15c 所示为一预制钢筋混凝土柱，插入杯形基础，杯口的空隙用细石混凝土填实。当预制柱插入基础有一定深度时，柱在基础内的移动和旋转均受到限制，可以简化为固定支座。

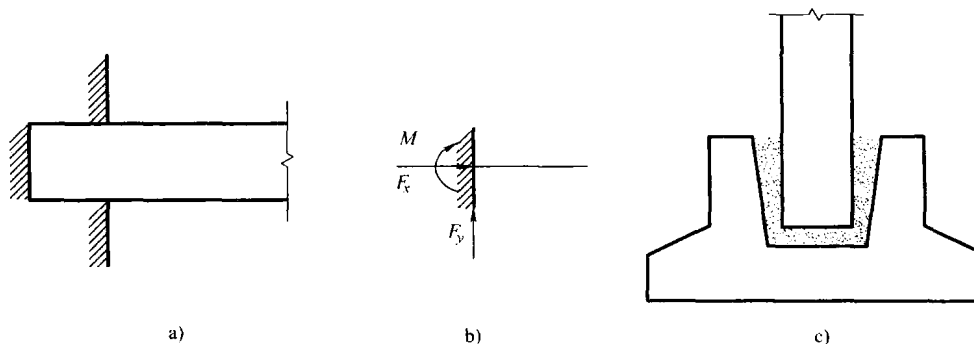


图 1-15 固定支座

(4) 定向支座 结构在支承处不能转动，不能沿垂直于支承面的方向移动，但是可以沿支承面方向滑动，其反力为一个垂直于支承面的力 F_y 和一个反力矩 M_A ，计算简图可用垂直于支承面的两根平行链杆表示（图 1-16）。

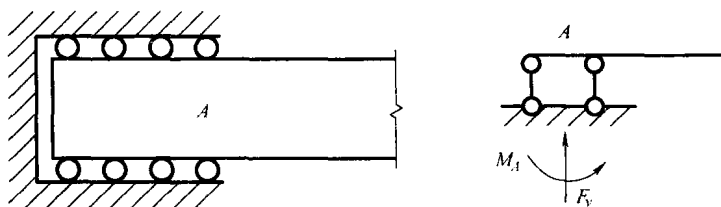


图 1-16 定向支座

1.3.3 荷载的简化

结构承受的荷载可分为体积力和表面力两大类。体积力是指结构的重力或惯性力等；表面力则是由其他物体通过接触面而传给结构的作用力，如土压力、车辆的轮压力等。在杆件结构中把杆件简化为轴线，因此不管是体积力还是表面力都可以简化为作用在杆件轴线上的

力。荷载按其分布情况可以简化为集中荷载和均布荷载。荷载的简化与确定比较复杂，下面还要专门论述。

1.3.4 结构计算简图示例

图 1-17a 所示为一厂房结构示意图，现讨论其计算简图。

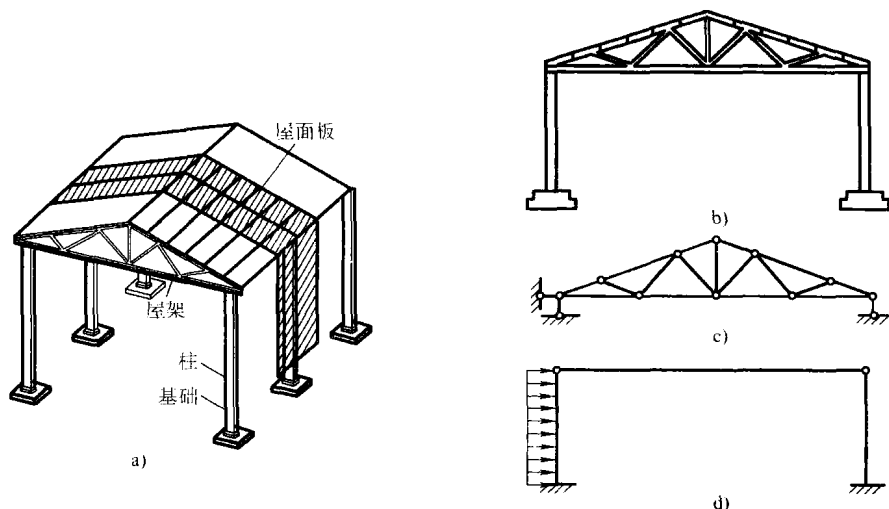


图 1-17 单层厂房结构的计算简图

该厂房结构是由一系列屋架、柱和基础组成的平面单元（图 1-17a 中的阴影线部分）沿厂房的纵向有规律地排列起来，再由屋面板等纵向构件连接组成的空间结构。作用在厂房上的荷载，通常沿纵向是均匀分布的。因此，可以从这个空间结构中，取出柱间距中线的部分作为计算单元；作用在结构上的荷载，则通过纵向构件分配到每个计算单元平面内。在计算单元中，荷载和杆件都在同一平面内，这样，就把一个空间结构分解成为平面结构（图 1-17d）。

下面对图 1-17b 所示平面结构，分别讨论其屋架和厂房柱的计算简图。

（1）垂直荷载作用下屋架的计算简图 在垂直荷载的作用下，屋架的计算简图如图 1-17c 所示。这里采用了以下简化：

- 1) 屋架的杆件用其轴线来表示。
- 2) 屋架杆件之间的连接简化为铰结点。
- 3) 屋架的两端通过钢板焊接在柱顶，可将其端点分别简化为固定铰支座和活动铰支座。
- 4) 屋面荷载通过屋面板的四个角点以集中力的形式作用在屋架的上弦上。

（2）横向水平荷载作用下厂房柱的计算简图 厂房柱的计算简图如图 1-17d 所示。这里采用了以下的简化：

- 1) 柱用其轴线表示。
- 2) 屋架在两端均以铰与柱顶联结；计算柱时，屋架的作用如同一个两端为铰的链杆，将两柱在顶部连接在一起。

3) 柱插入基础后，用细石混凝土填实。柱基础视为固定支座。

图 1-17d 所示的结构，成为铰接排架，是单层工业厂房常用的一种结构形式。

结构计算简图的选择十分重要，又很复杂；需要选择者有较多的实际经验，并善于判断各种不同因素的相对重要性。对一些新型结构，往往要通过多次的试验和实践，才能获得比较合理的计算简图；但对于常用的结构形式，已有前人总结的经验，可以直接取其常用的计算简图。所以，选择结构计算简图的能力是在本课程、后续结构课程以及长期工程实践中逐步形成的。

1.4 杆系结构的分类

杆系结构的分类，实际上是计算简图的分类。常用的结构按其组成和受力特点，可以分为以下几类。

(1) 梁 梁的轴线通常可以认为是直线，水平梁在垂直荷载的作用下无水平支座反力，内力有弯矩和剪力。梁有单跨梁（图 1-18a、b）和多跨梁（图 1-19a、b）。

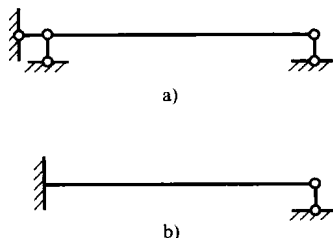


图 1-18 单跨梁

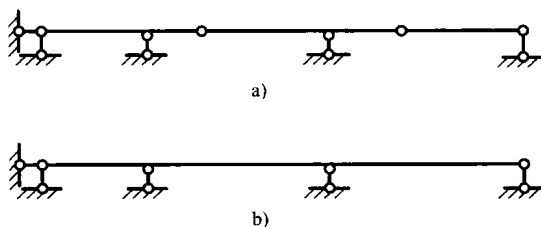


图 1-19 多跨梁

(2) 拱 拱的轴线为曲线，在垂直荷载的作用下水平推力（图 1-20a、b）。水平推力的存在大大改善了拱的受力特性。

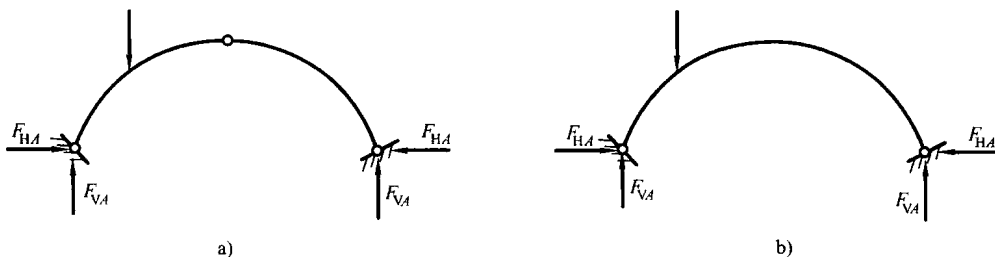


图 1-20 拱结构

(3) 刚架 刚架是由全部和部分刚结点所组成的结构（图 1-21）；杆件内力一般有弯矩、剪力和轴力，其中弯矩为主要内力。

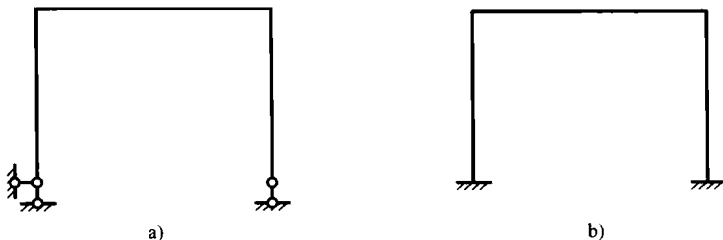


图 1-21 刚架

(4) 桁架 桁架是由两端为铰的直杆（链杆）所组成的结构；当荷载作用于结点时，各

杆只受轴力作用（图 1-22）。

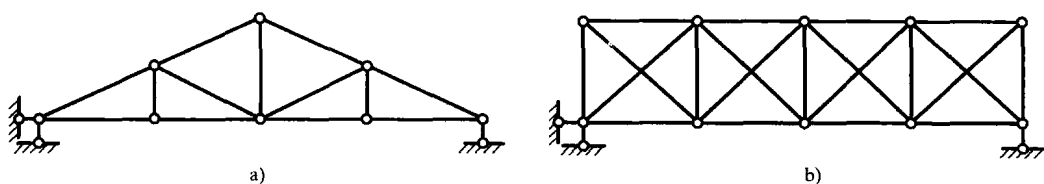


图 1-22 桁架

(5) 组合结构 组合结构是由梁式杆（以弯矩为主的杆）和链杆组成的结构，如图 1-23 所示。

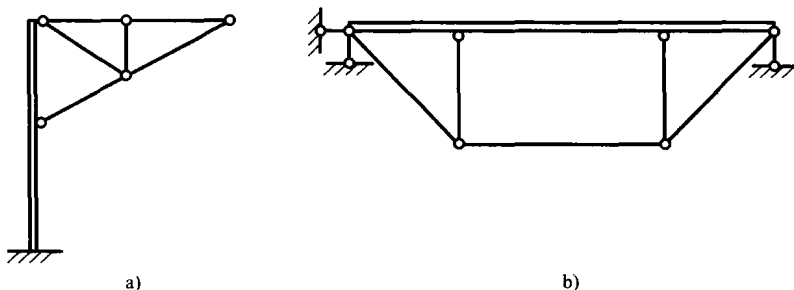


图 1-23 组合结构

根据杆件结构的计算特点，组合结构可分为静定结构和超静定结构两大类。

1) 静定结构。凡用静力平衡条件可以确定全部支座反力和内力的结构称为静定结构，如图 1-18~图 1-23 中的分图 a。

2) 超静定结构。凡不能由静力平衡条件确定全部支座反力和内力的结构称为超静定结构，如图 1-18~图 1-23 中的分图 b。

根据杆件和荷载在空间的位置，组合结构可以分为平面结构和空间结构。若杆件的轴线和荷载都在同一平面内，称为平面结构。若杆件的轴线和荷载不在同一平面内，或各杆件轴线在同一平面上，但荷载不在该平面内时，则为空间结构。图 1-24a 所示为一空间刚架，各杆的轴线不在同一平面内；图 1-24b 中各杆轴线虽在同一平面内，但荷载不在该平面内，亦为空间结构。

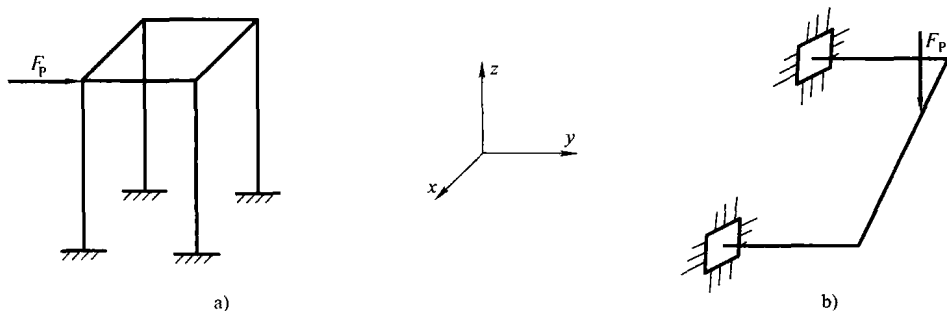


图 1-24 空间结构

1.5 荷载的分类

荷载是主动作用于结构上的外力，如结构的自重、工业厂房结构上的起重机（吊车）荷载、行驶在桥梁上的车辆荷载以及作用在水工结构上的水压力等。

根据荷载作用时间的长短，可以分为如下几类：

（1）恒载 永久作用在结构上的不变荷载，如结构的自重、固定于结构上的设备重量等。

（2）活载 暂时作用在结构上的可变荷载，如楼面上的人群、起重机的荷载以及风荷载和雪荷载等。

活载按其作用位置的变化情况，还可以分为：

1) 可动荷载：能作用于结构的任意位置的荷载，如风荷载和雪荷载等。

2) 移动荷载：一系列相互平行、间距保持不变，但能在结构上移动的活载，如列车的荷载和起重机的荷载等。

根据荷载的作用性质，可以分为：

（1）静力荷载 静力荷载的大小、方向和位置不随时间变化而变化或变化极为缓慢，不会使结构产生显著的振动，因而可略去惯性力的影响。结构的恒载都是静力荷载。只考虑位置改变，不考虑动力效应的移动荷载，也是静力荷载。

（2）动力荷载 动力荷载是随时间迅速变化的荷载，使结构产生显著的振动，因而惯性力的影响不能忽略。如机械运转时产生的荷载，地震时由于地面运动对结构的动力作用以及爆炸引起的冲击波等。

除此以外，还有其他一些因素也可以使结构产生内力或位移，如温度变化、支座沉陷、制造误差、材料收缩以及松弛、徐变等。从广义上来说，这些因素也可视为广义荷载。