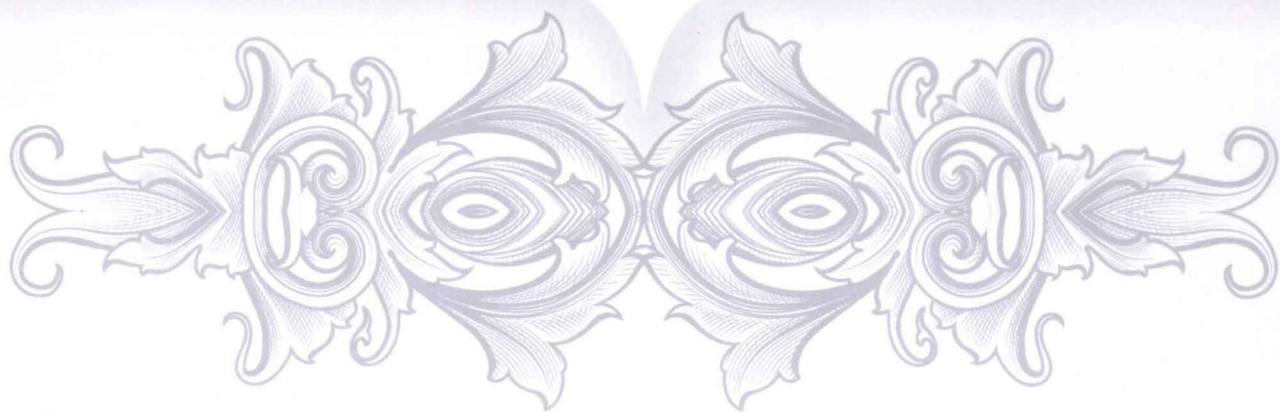


实用建筑结构 静力计算手册

国振喜 张树义 主编



Static Calculation Handbook
for Practical Structure



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



实用建筑结构静力计算手册

Static Calculation Handbook for Practical Structure

主 编 国振喜 张树义
副主编 国 伟 孙 湛



机械工业出版社

本书根据工程实践和多方著述,汇集了建筑结构静力计算基本知识,各种结构的实用计算方法、计算公式和计算用表与常用数学等供计算时查用;并且采用矩阵位移法计算结构的方法,使计算过程程序化、标准化和自动化,供应用计算机计算时参考。

本书内容包括:建筑结构静力计算基本知识,常用截面图形的几何及力学特性,单跨梁与水平曲梁的计算,连续梁计算,板的计算,桁架的计算,在均布荷载作用下井字梁计算,拱的计算,排架计算,刚架计算,结构实用算法,结构静力计算常用数学等。

本书强调应用,有大量的实用计算例题,便于读者从中掌握计算方法,内容丰富、实用,应用方便。

本书可供广大建筑设计人员、施工人员及监理人员使用,也可供大专院校土建专业师生及科学研究人员使用与参考。

图书在版编目(CIP)数据

实用建筑结构静力计算手册/国振喜,张树义主编. —北京:机械工业出版社,2009.1

ISBN 978-7-111-25282-5

I. 实… II. ①国…②张… III. 建筑结构—结构静力学—结构计算—技术手册 IV. TU311.1-62

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第156728号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:何文军 责任编辑:何文军 范秋涛

版式设计:霍永明 责任校对:刘志文

封面设计:鞠 杨 责任印制:洪汉军

北京铭成印刷有限公司印刷

2009年1月第1版第1次印刷

184mm×260mm·42.25印张·3插页·1157千字

0001—4000册

标准书号:ISBN 978-7-111-25282-5

定价:96.00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)88379510

封面无防伪标均为盗版

序 言

随着我国现代化建设步伐的加快，建筑规模正以前所未有的速度发展着。高层建筑、民用建筑、工业建筑、公共建筑、地下建筑、高速公路和铁路建筑、海港码头等现代化设施建筑，以及防治各种自然灾害的构筑物比比皆是，这些都需要进行各种不同的结构静力计算。为满足广大建筑结构设计人员的需求，我们编写了《实用建筑结构静力计算手册》工具书。以此，献给广大的建筑结构工程工作者！希望对他们理解建筑结构静力计算问题和处理建筑结构静力计算问题有所帮助，掌握计算方法和灵活应用。

虽说目前几乎各大设计单位多使用计算机解决结构计算问题，但是，并不能事事处处都依赖电算。在许多情况下，利用设计计算用表常常更能及时地解决计算问题。对经常亲临现场的设计人员，想必同样更需要这方面的工具书，来提高设计速度，更好地完成设计任务。况且，我国中小设计单位众多，所以这本工具书的出版就更具有现实意义。作为建筑结构设计人员，不但要具备用电算解决结构计算的能力，更应具备结构计算的基本功和理论水平，本书将提供这方面的基础知识和计算方法。

本书内容包括：建筑结构静力计算基本知识，常用截面图形的几何及力学特性，单跨梁与水平曲梁的计算，连续梁计算，板的计算，桁架的计算，在均布荷载作用下井字梁计算，拱的计算，排架计算，刚架计算，结构实用算法，结构静力计算常用数学等。

本书第1章建筑结构静力计算基本知识：包括常用基本概念，静定结构受力计算分析，结构的位移计算，力法，位移法，矩阵位移法等；还备有各种类型的实用计算例题，每一例题都是工程的应用。第2章至第10章是各种结构类型的实用计算用表，为一般计算提供准确、迅速的计算方法与计算公式及计算例题。第11章结构实用算法，包括力矩分配法、无剪力分配法、分层法、反弯点法及 D 值法等，都是工程中常用的计算方法。第12章结构静力计算常用数学，是计算的基础工具，必须掌握。

本书的主要特点如下：

(1) 简明实用。全书以建筑结构设计人员结构静力计算中最常用的、最急需的、最普遍的各种结构的计算方法、计算公式、简化计算用表、典型实用的计算例题等准确地提供给广大的建筑结构设计人员，供工程计算时参照应用，举一反三，从而节省广大设计人员的宝贵时间，提高工作效率，缩短设计周期，满足工程建设需要。

(2) 内容丰富。全书包括12章主要内容，完全可以满足建筑结构设计人员计算需要。

(3) 应用方便。全书将繁多的内容取其精华，均以条文化、表格化、公式化、计算例题等浓缩为一本书编写，携带方便，一目了然，可迅速找到你所需要解决的问题。

本书主编国振喜、张树义，副主编国伟、孙谔，参加编写的其他人员有李玉芝、高名游、国刚、陈金霞、李建强、司念武、郭玉梅、司浩然、李树彬、李树范、国英等。

在本书的编写过程中，曾参阅和引用了一些文献资料，在此谨向它们的作者表示真诚的

感谢和敬意!

在本书的编写和出版过程中，得到许多同志的支持和帮助，在此一并致谢！
由于我们水平有限，难免有不妥之处，敬请指教，以利改进。

国振喜 张树义

目 录

序言

第 1 章 建筑结构静力计算基本知识	1
1.1 常用基本概念	1
1.1.1 结构与结构的分类及杆件结构的计算简图	1
1.1.2 平面体系的几何组成构造分析	5
1.1.3 静定结构与超静定结构	9
1.1.4 计算例题	10
1.2 静定结构受力计算分析	12
1.2.1 静定结构受力计算基础	12
1.2.2 静定结构计算包括的内容	14
1.3 单跨静定梁	20
1.3.1 单跨静定简支梁计算	20
1.3.2 简支斜梁计算	25
1.3.3 计算例题	27
1.4 多跨静定梁	36
1.4.1 多跨静定梁计算	36
1.4.2 计算例题	36
1.5 静定平面刚架	39
1.5.1 静定平面刚架计算	39
1.5.2 计算例题	40
1.6 静定平面桁架	47
1.6.1 静定平面桁架计算	47
1.6.2 计算例题	48
1.7 三铰拱	52
1.7.1 三铰拱的计算	52
1.7.2 三铰拱的压力线及合理轴线	54
1.7.3 计算例题	56
1.8 静定组合结构	62
1.8.1 静定组合结构的计算	62
1.8.2 计算例题	62
1.9 悬索结构	67
1.9.1 悬索结构计算	67
1.9.2 计算例题	68
1.10 结构的位移计算	69
1.10.1 结构的位移计算简述	69
1.10.2 功和功能原理	70
1.10.3 结构位移计算的一般公式(单位荷载法)	75

1. 10. 4	静定结构在荷载作用下的位移计算	75
1. 10. 5	用积分法求结构位移计算例题	78
1. 10. 6	图形相乘法	83
1. 10. 7	用图形相乘法求结构位移计算例题	87
1. 10. 8	静定结构由于支座移动及温度变化引起的位移计算	92
1. 10. 9	静定结构由于支座移动及温度变化引起的位移计算例题	93
1. 10. 10	线性弹性体系的互等定理	97
1. 11	力法	99
1. 11. 1	超静定结构的组成及超静定次数	99
1. 11. 2	力法的基本原理及典型方程的建立	102
1. 11. 3	用力法计算超静定结构在荷载作用下的内力	109
1. 11. 4	力法计算例题	111
1. 11. 5	用力法计算超静定结构在支座移动和温度变化时的内力	121
1. 11. 6	用力法计算超静定结构在支座移动和温度变化时的计算例题	122
1. 11. 7	对称结构的简化计算	124
1. 11. 8	对称结构计算例题	126
1. 11. 9	用弹性中心法计算对称无铰拱	131
1. 11. 10	对称无铰拱计算例题	135
1. 11. 11	超静定结构的位移计算和计算校核	141
1. 12	位移法	144
1. 12. 1	位移法的基本概念	144
1. 12. 2	等截面直杆的转角位移方程	146
1. 12. 3	位移法基本结构的确定	156
1. 12. 4	位移法方程的建立	159
1. 12. 5	位移法计算例题	167
1. 12. 6	用典型方程法计算超静定结构在支座移动和温度变化时的内力	177
1. 12. 7	超静定结构在支座移动和温度变化时的计算例题	178
1. 12. 8	对称性的利用	181
1. 12. 9	对称性计算例题	182
1. 12. 10	直接利用平衡条件建立位移法方程	184
1. 12. 11	利用平衡条件计算例题	188
1. 13	矩阵位移法	194
1. 13. 1	矩阵位移法概述	194
1. 13. 2	局部坐标系中的单元刚度方程	197
1. 13. 3	整体坐标系中单元刚度方程	202
1. 13. 4	单元、结点及结点位移分量编号、结点位移分量和结点力分量	206
1. 13. 5	矩阵位移法的后处理法	210
1. 13. 6	非结点荷载的处理	218
1. 13. 7	矩阵位移法的先处理法	221
1. 13. 8	计算例题	222
第 2 章	常用截面图形的几何及力学特性	240
2. 1	简述及重心与形心	240
2. 2	面积静矩	241

2.2.1	面积静矩的定义与计算	241
2.2.2	计算例题	242
2.3	惯性矩	244
2.3.1	惯性矩的定义与计算	244
2.3.2	计算例题	248
2.4	常用截面的特性用表	253
2.4.1	常用截面的力学特性用表	253
2.4.2	常用截面的抗扭特性用表	259
2.5	型钢规格表	260
2.5.1	热轧等边角钢	260
2.5.2	热轧不等边角钢	260
2.5.3	热轧工字钢	268
2.5.4	热轧槽钢	269
第3章	单跨梁与水平曲梁的计算	270
3.1	单跨梁计算简述	270
3.2	单跨梁的计算公式	271
3.2.1	悬臂梁的计算公式	271
3.2.2	简支梁的计算公式	275
3.2.3	一端简支另一端固定梁的计算公式	285
3.2.4	一端固定一端滑动的支承梁计算公式	294
3.2.5	两端固定梁计算公式	295
3.2.6	计算例题	304
3.3	水平曲梁的计算	307
3.3.1	水平曲梁计算说明	307
3.3.2	水平圆弧梁和折线梁计算公式	308
3.3.3	均布荷载作用下固端圆弧梁的实用计算	309
3.3.4	连续水平圆弧梁在均布荷载作用下的弯矩、剪力和扭矩计算	310
3.3.5	计算例题	311
3.4	矩形截面直线加腋梁的形常数及载常数	313
3.4.1	对称直线加腋梁的形常数及载常数	313
3.4.2	一端直线加腋梁的形常数及载常数	314
第4章	连续梁计算	317
4.1	钢筋混凝土等跨等截面连续次梁、板的塑性计算	317
4.1.1	计算一般规定	317
4.1.2	均布荷载作用下连续次梁、板的内力计算用表	317
4.1.3	梯形(三角形)荷载作用下连续次梁的内力计算用表	317
4.1.4	在各跨相同的任意对称荷载作用下连续次梁的内力计算用表	317
4.2	等跨等截面连续梁的弹性计算	318
4.2.1	计算简述	318
4.2.2	两等跨等截面连续梁在常用荷载作用下内力及挠度计算系数用表	319
4.2.3	三等跨等截面连续梁在常用荷载作用下内力及挠度计算系数用表	320
4.2.4	四等跨等截面连续梁在常用荷载作用下内力及挠度计算系数用表	322

4.2.5	五跨等截面连续梁在常用荷载作用下内力及挠度计算系数用表	322
4.2.6	计算例题	322
4.3	不等跨等截面连续梁在均布荷载作用下的计算	329
4.3.1	两跨不等跨连续梁最大内力系数	329
4.3.2	两边跨相等的三跨连续梁最大内力系数	330
4.3.3	三跨不等跨连续梁最大内力系数	330
4.3.4	计算例题	330
4.4	钢筋混凝土等跨等截面连续深梁在均布荷载作用下的内力计算系数用表	337
4.4.1	两跨连续深梁在均布荷载作用下的内力计算系数	337
4.4.2	三跨连续深梁在均布荷载作用下的内力计算系数	343
4.4.3	四跨连续深梁在均布荷载作用下的内力计算系数	343
4.4.4	五跨连续深梁在均布荷载作用下的内力计算系数	343
4.5	钢筋混凝土等跨等截面连续深梁在集中荷载作用下的内力计算系数用表	343
4.5.1	两跨连续深梁在集中荷载作用下的内力计算系数	343
4.5.2	三跨连续深梁在集中荷载作用下的内力计算系数	343
4.5.3	四跨连续深梁在集中荷载作用下的内力计算系数	343
4.5.4	五跨连续深梁在集中荷载作用下的内力计算系数	343
4.6	钢筋混凝土等跨等截面连续深梁支座反力计算公式	349
4.6.1	连续深梁在均布荷载作用下支座反力计算公式	349
4.6.2	连续深梁在集中荷载作用下支座反力计算公式	351
4.7	钢筋混凝土等跨等截面连续深梁在支座沉陷影响下的反力计算系数	353
4.7.1	两跨连续深梁在支座沉陷影响下的反力计算系数	353
4.7.2	三跨连续深梁在支座沉陷影响下的反力计算系数	354
4.7.3	四跨连续深梁在支座沉陷影响下的反力计算系数	354
4.7.4	五跨连续深梁在支座沉陷影响下的反力计算系数	355
第5章	板的计算	357
5.1	平板的弹性计算	357
5.1.1	双向矩形平板的计算说明	357
5.1.2	均布荷载作用下双向矩形板的弯矩系数	362
5.1.3	局部荷载作用下双向矩形板的弯矩系数	362
5.1.4	均布荷载作用下两邻边固定两邻边自由的矩形板弯矩系数	364
5.1.5	三角形荷载作用下双向矩形板的弯矩系数	364
5.1.6	扇形板承受均布荷载 q (kN/m^2) 弯矩计算公式	370
5.1.7	具有一个或两个角柱的矩形板的计算系数	370
5.1.8	计算例题	372
5.2	钢筋混凝土圆形板和环形板的弹性计算	378
5.2.1	计算说明	378
5.2.2	圆形板在各种荷载下计算系数表	379
5.2.3	环形板在各种荷载下计算系数表	381
5.2.4	悬挑圆形板在各种荷载下计算系数表	385
5.2.5	圆心有支柱(有柱帽)的圆形板在各种荷载作用下计算系数表	388
5.2.6	圆形板和环形板及圆心加柱的圆形板在各种形式荷载作用下的计算公式	389
5.3	钢筋混凝土圆形板的塑性计算	396
5.3.1	计算说明	396

5.3.2	计算用表	397
5.3.3	计算例题	397
第6章	桁架的计算	399
6.1	桁架计算简述与等节间三角形桁架参数	399
6.1.1	桁架计算简述	399
6.1.2	等节间三角形桁架参数	399
6.2	豪式桁架	399
6.2.1	节间等长豪式桁架	399
6.2.2	不等节间豪式桁架	407
6.2.3	豪式单坡桁架	410
6.3	芬克式桁架与混合式桁架	414
6.3.1	等节间芬克式桁架	414
6.3.2	等节间混合式桁架	415
6.4	梯形桁架	417
6.4.1	上弦为四节间梯形桁架	417
6.4.2	上弦为六节间梯形桁架	418
6.4.3	上弦为八节间梯形桁架	419
6.4.4	四节间梯形桁架	420
6.4.5	六节间梯形桁架	421
6.4.6	八节间梯形桁架	422
6.4.7	四节间缓坡梯形桁架	423
6.4.8	六节间缓坡梯形桁架	424
6.4.9	八节间缓坡梯形桁架	425
6.5	单坡梯形桁架	427
6.5.1	上弦为四节间单坡梯形桁架	427
6.5.2	上弦为六节间单坡梯形桁架	428
6.5.3	单坡梯形豪式桁架	429
6.6	弧形桁架	430
6.6.1	下弦为三节间弧形桁架	430
6.6.2	下弦为四节间弧形桁架	430
6.6.3	下弦为五节间弧形桁架	431
6.6.4	下弦为六节间弧形桁架	432
6.7	平行弦杆桁架	433
6.7.1	上升式斜杆的平行弦杆桁架	433
6.7.2	下降式斜杆的平行弦杆桁架	434
6.8	四坡水屋面梯形桁架	435
6.8.1	四坡水屋面四节间梯形桁架($l/h = 2\sqrt{3}$)	435
6.8.2	四坡水屋面四节间梯形桁架($l/h = 4$)	436
6.8.3	四坡水屋面六节间梯形桁架($l/h = 2\sqrt{3}$)	437
6.8.4	四坡水屋面六节间梯形桁架($l/h = 4$)	438
6.9	计算例题	439
第7章	在均布荷载作用下井字梁计算	446
7.1	简述与计算公式	446

7.1.1 井字梁简述	446
7.1.2 井字梁计算公式	449
7.2 四边简支井字梁计算	449
7.2.1 四边简支井字梁计算用表	449
7.2.2 四边简支井字梁计算例题	463
7.3 四边固定井字梁计算	464
7.3.1 四边固定井字梁计算用表	464
7.3.2 四边固定井字梁计算例题	477
第8章 拱的计算	478
8.1 圆拱及抛物线拱的几何数据	478
8.1.1 圆拱的几何数据	478
8.1.2 抛物线拱的几何数据	479
8.2 三铰拱的计算	479
8.2.1 三铰拱的计算简述	479
8.2.2 各种荷载作用下三铰拱计算公式用表	481
8.3 双铰拱的计算	483
8.3.1 双铰等截面圆拱的计算	483
8.3.2 双铰抛物线拱的计算	484
8.3.3 计算例题	486
8.4 无铰拱的计算	488
8.4.1 等截面无铰圆拱的计算	488
8.4.2 无铰抛物线拱的计算	489
第9章 排架计算	492
9.1 排架计算说明	492
9.2 二阶柱的变位计算公式	493
9.3 按不动铰计算排架柱顶反力的公式	496
9.4 单跨排架内力计算公式	497
9.5 二跨等高排架内力计算公式	498
9.6 一高一低二跨排架内力计算公式	499
9.7 三跨等高排架内力计算公式	501
9.8 不等高排架内力计算公式	502
9.9 计算例题	505
第10章 刚架计算	507
10.1 两端为固定铰支座的“Γ”与“Γ”形刚架内力计算公式	507
10.1.1 两端为固定铰支座的“ Γ ”形刚架内力计算公式	507
10.1.2 两端为固定铰支座的“ Γ ”形刚架内力计算公式	509
10.2 柱端为固定支座、横梁端为固定铰支座的“Γ”与“Γ”形刚架内力计算公式	511
10.2.1 柱端为固定支座、横梁端为固定铰支座的“ Γ ”形刚架内力计算公式	511
10.2.2 柱端为固定支座、横梁端为固定铰支座的“ Γ ”形刚架内力计算公式	513
10.3 两端为固定支座的“Γ”与“Γ”形刚架内力计算公式	516
10.3.1 两端为固定支座的“ Γ ”形刚架内力计算公式	516
10.3.2 两端为固定支座的“ Γ ”形刚架内力计算公式	519
10.4 两柱端为固定铰支座与固定支座的门形刚架内力计算公式	522

10.4.1	两柱端为固定铰支座的门形刚架内力计算公式	522
10.4.2	两柱端为固定支座的门形刚架内力计算公式	525
10.5	两柱端为固定铰支座与固定支座的“\cap”形刚架内力计算公式	528
10.5.1	两柱端为固定铰支座的“ \cap ”形刚架内力计算公式	528
10.5.2	两柱端为固定支座的“ \cap ”形刚架内力计算公式	530
10.6	两柱端为固定铰支座与固定支座的“\cap”形刚架(横梁为抛物线形)内力计算公式	534
10.6.1	两柱端为固定铰支座的“ \cap ”形刚架内力计算公式	534
10.6.2	两柱端为固定支座的“ \cap ”形刚架内力计算公式	536
第 11 章	结构实用计算法	540
11.1	力矩分配法	540
11.1.1	力矩分配法计算	540
11.1.2	计算例题	546
11.2	无剪力分配法	556
11.2.1	无剪力分配法计算	556
11.2.2	计算例题	558
11.3	分层法	564
11.3.1	分层法计算	564
11.3.2	计算例题	565
11.4	反弯点法	568
11.4.1	反弯点法计算	568
11.4.2	计算例题	569
11.5	D值法	572
11.5.1	D 值法计算	572
11.5.2	计算例题	584
第 12 章	结构静力计算常用数学	591
12.1	初等代数	591
12.1.1	代数运算	591
12.1.2	二阶、三阶行列式与代数方程	600
12.1.3	计算例题	603
12.2	平面三角	605
12.2.1	角的两度测量制与三角函数的定义和基本关系	605
12.2.2	三角函数的诱导公式及三角函数的图形与特性	607
12.2.3	三角函数公式	610
12.2.4	三角形基本定理与斜三角形解法和三角形面积公式	611
12.2.5	反三角函数	613
12.2.6	三角方程	615
12.2.7	三角方程计算例题	616
12.3	线性代数	618
12.3.1	行列式	618
12.3.2	矩阵	621
12.3.3	线性方程组	628
12.3.4	计算例题	631
12.4	微积分	634

12.4.1	函数极限	634
12.4.2	函数的导数与微分	635
12.4.3	多元函数的偏导数与全微分	639
12.4.4	不定积分	643
12.4.5	定积分	653
参考文献	661

第 1 章 建筑结构静力计算基本知识

1.1 常用基本概念

1.1.1 结构与结构的分类及杆件结构的计算简图

结构与结构的分类及杆件结构的计算简图如表 1-1 所示。

表 1-1 结构与结构的分类及杆件结构的计算简图

序号	项 目	内 容
1	结构	<p>在建筑物中用以支承、传递荷载和起骨架作用的部分称为工程结构，简称结构。例如，在房屋建筑中，由屋盖、梁、柱、基础等构件组成的体系是在建筑物中起骨架作用的，这个体系叫做房屋结构。水工建筑物中承受水压力的闸口和水坝，公路和铁路上支承行车荷载的桥梁和隧洞等都可称为结构</p>
2	结构的分类	<p>(1) 按几何特性分</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 平面结构。在平面结构中，各杆的轴线和外力的作用线均在同一平面内的结构 2) 空间结构。在空间结构中，各杆的轴线不在同一平面内的结构，如空间刚架、电视塔等 <p>(2) 按几何角度分</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 杆系结构。由一个方向的尺寸(长度)远大于其他两个方向的尺寸(宽、高)的杆件组成的结构，称为杆系结构。如，梁和柱子等均属于杆系结构 2) 板壳结构。一个方向的尺寸(厚度)远小于其他两个方向的尺寸(长、宽)的结构，称为板壳结构。如，板和壳体等均属于板壳结构 3) 实体结构。三个方向的尺寸约为同量级的结构，称为实体结构。如，水坝、挡土墙等均属于实体结构 <p>(3) 按计算特性分</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 静定结构。其杆件内力(包括反力)可由静力学的平衡条件唯一确定 2) 超静定结构。其杆件内力(包括反力)仅由平衡条件还不能唯一确定，而计算时必须同时考虑变形条件才能唯一确定 <p>(4) 按受力和变形特性分</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 梁。梁(图 1-1a)是一种受弯构件，其轴线通常为直线。梁有单跨的和多跨的。其内力一般有弯矩和剪力，以弯矩为主 2) 刚架。刚架(图 1-1b)由梁和柱等直杆组成，结点多为刚结点。其内力一般有弯矩、剪力和轴力，以弯矩为主 3) 拱。拱(图 1-1c)的轴线为曲线，其力学特点是在竖向荷载作用下会产生水平反力(推力)。这使得拱内弯矩和剪力比同跨度、同荷载的梁小。其内力以压力为主 4) 桁架。桁架(图 1-1d)由直杆组成，所有结点都为理想铰结点。当仅受结点集中荷载作用时，其内力只有轴力(拉力或压力) 5) 组合结构。组合结构(图 1-1e)是由只承受轴力的桁架和主要承受弯矩的梁杆(梁或刚架杆件)组成的结构，其中含有组合结点 6) 悬索结构。悬索结构(图 1-1f)也是一种有推力的结构。因为索极为柔软，其抗弯刚度可以忽略，因此，索的弯矩为零，剪力也为零，通常以仅能承受拉力的柔性缆索作为主要受力构件
3	杆件结构的计算简图	<p>(1) 结构的计算简图</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 在结构计算时，实际结构是很复杂的，要完全按照结构的实际情况进行力学分析，既不可能，也无必要。结构的计算简图是力学计算的基础，极为重要

续表 1-1

序号	项 目	内 容
3	杆件结构的计算简图	<p>2) 在结构计算中, 必需忽略次要因素, 抓住主要因素, 经过科学抽象加以简化, 用以代替实际结构的计算图形, 这种用以计算的模型称为结构的计算简图</p> <p>(2) 选取的原则及要求</p> <p>1) 选取的原则是: 一要从实际出发, 二要分清主次, 抓住本质和主流, 略去不重要细节</p> <p>2) 选取的要求是: 既要尽可能正确地反映结构的实际工作性能, 又要尽可能使计算简化, 便于计算</p> <p>3) 有时, 根据不同的要求和具体情况, 对于同一实际结构也可选取不同的计算简图。例如, 在初步设计阶段, 可选取比较粗略的计算简图, 而在施工图设计阶段, 则可选取较为精确的计算简图; 用手算时, 可选取较为简单的计算简图, 而采用电子计算机计算时, 则可选取较为复杂的计算简图</p> <p>4) 工程中常见的建筑物已有了成熟的计算简图, 可以直接应用。但是对于一些新型结构, 则需要设计人员自己确定计算简图</p> <p>(3) 实际杆件结构计算简图的简化要点</p> <p>1) 结构体系的简化</p> <p>实际工程结构一般都是空间结构, 在大多数情况下, 常可忽略一些次要的空间约束而将其分解为平面结构, 使计算得到简化</p> <p>2) 几何形式的简化</p> <p>无论是直杆或曲杆, 忽略宽、高的影响后, 均可以其轴线(截面形心的连线)代替杆件, 而用按杆轴线形成的几何轮廓来代替原结构</p> <p>3) 材料性质的简化</p> <p>杆件材料一般均假设为连续、均匀、各向同性、完全弹性或弹塑性</p> <p>4) 结点的简化</p> <p>由两根或两根以上的杆件相互联结的地方称为结点</p> <p>实际平面结构各杆件连接的形式多种多样, 但通常可以简化为以下两种基本结点和一种组合结点:</p> <p>① 刚结点。其变形特征和受力特点是, 汇交于结点的各杆端之间不能发生相对转动的结点称为刚结点。刚结点处不但能承受和传递力, 而且能承受和传递弯矩, 如图 1-2a 所示</p> <p>② 铰结点。其变形特征和受力特点是, 汇交于结点的各杆端可以绕结点自由转动的结点称为铰结点。在铰结点处, 只能承受和传递力, 而不能传递弯矩, 如图 1-2b 所示</p> <p>③ 组合结点(又称不完全铰结点或半铰结点)。在同一结点上, 部分刚结、部分铰结的结点称为组合结点, 如图 1-2c 所示</p> <p>5) 支座的简化</p> <p>把结构与基础或其他支承物联系起来的装置称为支座。在计算简图中一般简化为以下几种类型:</p> <p>① 活动铰支座(或称可动铰支座、滚轴支座、辊轴支座), 构造如图 1-3a 所示, 图 1-3b、c、d 是它的几种常用简化表示形式。如果支承面是光滑的, 这种支座容许构件(杆端 A)沿水平方向(R_x)自由移动和绕 A 点的转动, 但沿竖向方向(R_y)不能移动。因此, 在荷载作用时, 这种支座约束力垂直于支承面, 通过铰链中心, A 点有竖向反力 R_y, 指向待定, 如图 1-3e 所示</p> <p>② 固定铰支座(或称铰支座、不动铰支座), 构造如图 1-4a 所示, 图 1-4b、c、d、e 是它的几种常用简化表示形式。结构可以绕 A 点自由转动, 但 A 点的水平移动和竖向移动则被限制。因此, 结构受荷载作用时, A 点有水平反力 R_x 和竖向反力 R_y。略去摩擦力作用, 反力 R_x 和 R_y 都通过铰的中心。图 1-4f 所示用支杆表示的铰支座的计算简图。支杆是专门用来表示支座的链杆。支杆通常被认为是刚性的, 即不考虑其长度的改变</p> <p>③ 固定支座, 固定端表示方法如图 1-5a、b 所示。结构 A 端的水平移动、竖向移动和转动全被限制。在荷载作用下, A 端有水平反力 R_x, 竖向反力 R_y 及反力矩 M。图 1-5c 所示用支杆表示的固定支座的计算简图, 图 1-5d 为支座 A 的约束力计算简图</p> <p>④ 定向滑动支座(或称定向支座、滑动支座、双链杆支座), 如图 1-6 所示。这种支座只能允许杆端</p>

续表 1-1

序号	项 目	内 容
3	杆件结构的计算简图	<p>沿一定方向自由移动, 而沿其他方向既不能移动, 也不能转动。沿自由移动的方向没有反力, 但产生垂直于自由移动方向的反力和约束杆端转动的力矩</p> <p>图 1-6a 及图 1-6c 代表允许沿 A 端水平滑动的定向支座(它们是同一支座的两种表示方法), 其反力如图 1-6b 所示, 图 1-6d 代表允许沿 A 端竖向滑动的定向支座, 其反力如图 1-6e 所示</p> <p>6) 荷载的计算与简化</p> <p>荷载是主动作用于结构的外力, 例如结构的自重, 加于结构的水压力和土压力。除外力以外, 还有其他因素可以使结构产生内力或变形, 如温度变化、基础沉陷、材料收缩等。从广义上来说, 这些因素也可以叫做荷载</p> <p>对结构进行计算以前, 须先确定结构所受的荷载。荷载的确定是结构设计中极为重要的工作。荷载如估计过大, 则设计的结构过于笨重, 造成浪费; 荷载如估计过低, 则设计的结构将不够安全。确定荷载需要周密地考虑和谨慎地工作</p> <p>荷载可以根据不同特征进行分类</p> <p>根据荷载作用时间的久暂, 可以分为恒荷载及活荷载两类。恒荷载是长期作用在结构上的不变荷载, 如结构的自重或土压力。活荷载是在建筑物施工和使用期间可能存在的可变荷载, 如楼面荷载、屋面荷载、吊车荷载、雪荷载及风荷载等</p> <p>对结构进行计算时, 恒荷载及大部分活荷载(如雪荷载、风荷载)在结构上作用的位置可以认为是固定的, 这种荷载叫做固定荷载。有些活荷载如吊车梁上的吊车荷载、公路桥梁上的汽车荷载, 在结构上的位置是可以移动的, 这种荷载叫做移动荷载</p> <p>根据荷载作用的性质, 可以分为静力荷载与动力荷载两类。静力荷载的数量、方向和位置不随时间变化或变化极为缓慢, 因而不使结构产生显著的运动。动力荷载是随时间迅速变化的荷载, 使结构产生显著的运动。结构的自重及其他恒荷载是静力荷载。动力机械产生的荷载或冲击波的压力是动力荷载的例子。车辆荷载、风荷载和地震力通常在设计中视作静力荷载, 但在特殊情况下要按动力荷载考虑</p> <p>荷载的确定, 常常是比较复杂的。荷载规范总结了设计经验和科学研究的成果, 设计中可以参考。在许多情况下, 设计者需要深入现场, 结合实际情况进行调查, 才能对荷载作出合理的决定</p> <p>在对结构进行分析时, 常将荷载简化为沿杆轴连续分布的线荷载或作用在一点的集中力</p> <p>例如, 对于横放的等截面杆, 可以将其自重简化为沿杆长均匀分布的线荷载; 对水坝进行计算时, 常取单位长度的坝段(例如 1m), 将水压力简化为作用在坝段对称面内, 与水深成正比的线性分布荷载</p> <p>又如, 当荷载的作用面积相对于构件的几何尺寸很小时, 可以将其简化为集中力。工业厂房中, 通过轮子作用在吊车梁上的吊车荷载, 由于轮子与吊车梁的接触面积很小, 可以将轮压看做是作用在吊车梁上的集中荷载</p>

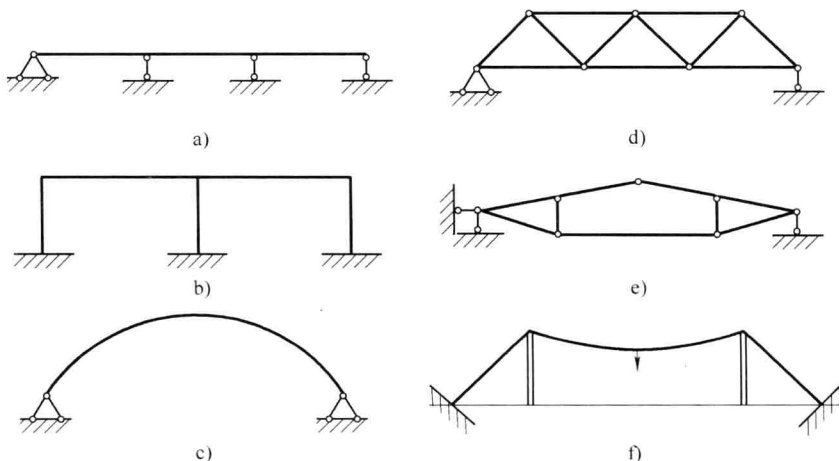


图 1-1 平面杆件结构

a) 梁 b) 刚架 c) 拱 d) 桁架 e) 组合结构 f) 悬索结构

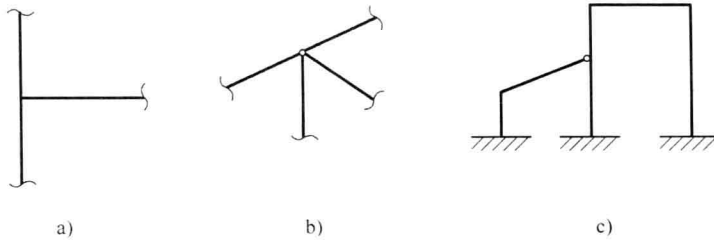


图 1-2 平面杆件结构的结点

a) 刚结点 b) 铰结点 c) 组合结点

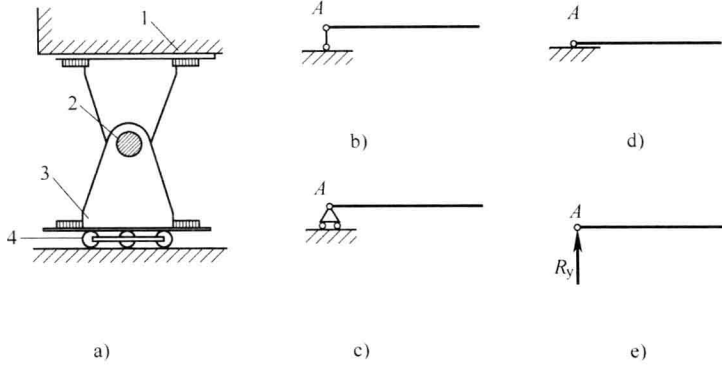


图 1-3 平面杆件结构活动铰支座

1—构件 2—销钉 3—支座 4—辊轴

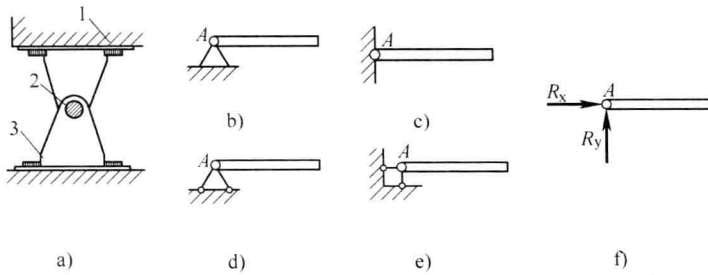


图 1-4 平面杆件结构固定铰支座

1—构件 2—销钉 3—支座

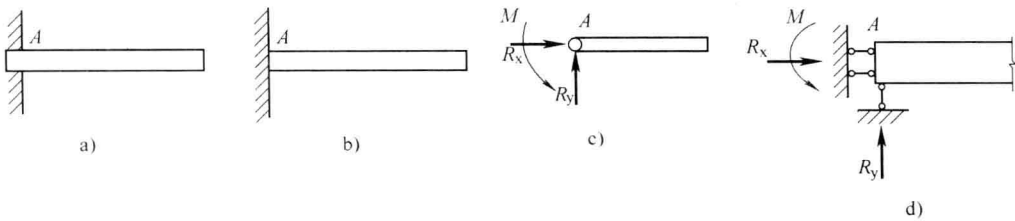


图 1-5 平面杆件结构固定支座