

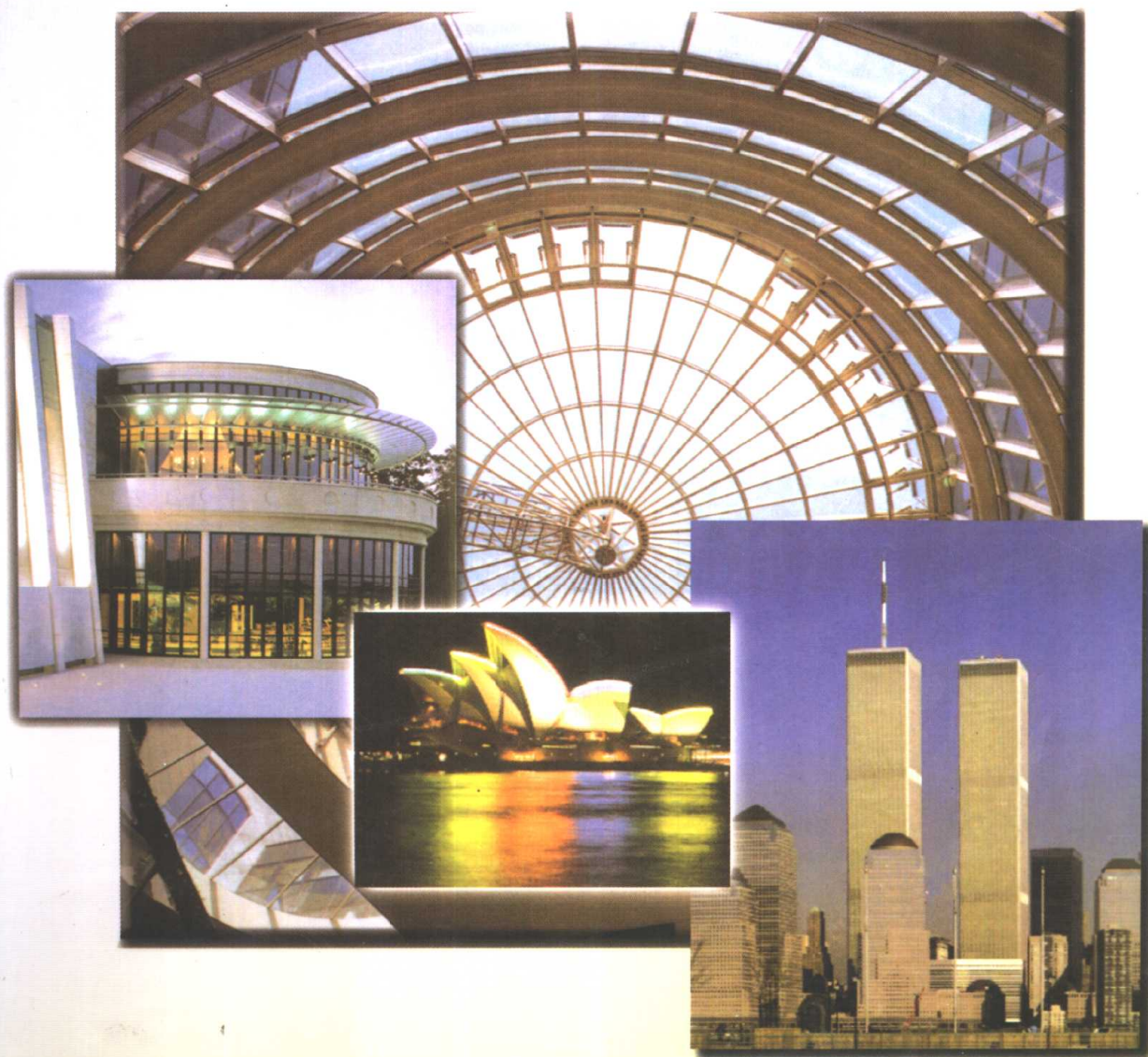
总主编 罗固源

结构力学

I

(13)

孙 俊 张长领 主编



重庆大学出版社

TU311

54

:1

结 构 力 学

I

孙 俊 张长领 主 编

重 庆 大 学 出 版 社

内 容 提 要

结构力学教材系高等工科院校本科四年制土木工程专业系列教材之一,由结构力学 I 和结构力学 II 组成。结构力学 I 主要突出对结构力学经典理论、方法的介绍。目的在于使读者建立起结构力学的基本概念,掌握结构力学的基本理论及基本方法,了解各类结构的受力性能,进行简单的结构分析。内容包括:平面体系的几何组成分析,静定结构的内力计算、位移计算,力法、位移法、渐近法计算超静定结构,影响线及其应用,结构的极限荷载,结构动力计算基础。

本书可作为土木、水利等专业“结构力学”课程的教材,也可作为有关土建类非结构专业的教材,还可供土建类相关技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

结构力学 I / 孙俊主编. — 重庆:重庆大学出版社,2001.9

土木工程专业本科系列教材

ISBN 7-5624-2368-7

I. 结... II. 孙... III. 土木结构—结构力学—高等学校—教材

IV. TU311

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 061075 号

结构力学

I

孙 俊 张长领 主 编

责任编辑 谭 敏

*

重庆大学出版社出版发行

新华书店经销

重庆华林印务有限公司印刷

*

开本:787×1092 1/16 印张:18 字数:449 千

2001 年 11 月第 1 版 2001 年 11 月第 1 次印刷

印数:1—5000

ISBN 7-5624-2368-7/O·198 定价:25.00 元

前言

“结构力学”是土木工程专业的一门主要专业基础课,在高等工科院校土木工程专业系列教材中,由结构力学 I 和结构力学 II 组成。与同类教材相比,结构力学 I 侧重对经典内容、理论与方法的介绍,结构力学 II 注重结构力学的计算机方法。

结构力学 I 具有以下特点:注意与相关课程的贯通、融合,尽可能减少不必要的相互重叠;注重对基本概念、基本原理、基本方法的介绍,将繁杂的计算交由计算机解决;既注重吸取现行同类教材各家之长,又注意融入参编教师各自的教学经验和体会;注意符合宽口径土木工程专业对本课程的基本要求,考虑到课时有限,既注意基本理论的系统性,又不求全,一些未涉及的问题大多在“可深入讨论的问题”中提出,并指出参考书,我们认为这样有助于启发式教学,有助于不同层次的学生选学,有助于培养学生的自学能力。

参加本书编写工作的有龙建云(第 3,6,7 章),郭顺军(第 1,4 章),张长领(第 8,10 章)、孙俊(第 5,9 章)、张科强(第 2 章)。全书由孙俊统稿。本书承蒙丁圣果教授主审,提出不少宝贵意见,为提高本书质量作出了重要贡献,在此表示衷心的感谢。本书在编写过程中,参阅了有关参考文献,并引用了其中的部分习题,在本书出版之际,谨向各文献的作者及支持本书编写、出版的人们致谢。

限于编者水平,书中难免有疏漏、缺点和不足之处,恳请使用本书的教师和读者批评指正。

编者
2001 年 6 月

目 录

第1章	绪 论	1
1.1	结构力学的研究对象、任务及特点	1
1.2	结构的计算简图及分类	2
1.3	荷载分类	8
第2章	平面体系的几何组成分析	10
2.1	概述	10
2.2	相关基本概念	11
2.3	平面体系的几何组成分析	13
2.4	平面体系的几何组成与结构静定性的关系	17
●	可深入讨论的几个问题	18
	思考题	18
	习题	18
第3章	静定结构的受力分析	21
3.1	概述	21
3.2	结构内力分析基础	22
3.3	单跨静定平面刚架的内力分析	27
3.4	多跨静定梁及多跨静定平面刚架的内力图	38
3.5	三铰拱的受力分析	43
3.6	静定平面桁架及组合结构的内力计算	55
3.7	静定结构的静力特性	73
●	可深入讨论的几个问题	75
	思考题	75
	习题	76
第4章	静定结构的位移计算	85
4.1	概述	85
4.2	虚功原理	86
4.3	结构位移计算的一般公式	92
4.4	静定结构荷载作用下的位移计算	94

4.5	图乘法	99
4.6	静定结构支座移动、温度变化等原因引起的位移计算	103
4.7	线性变形体系的互等定理	106
●	可深入讨论的几个问题	109
	思考题	109
	习题	110
第5章	力 法	115
5.1	超静定结构概述	115
5.2	力法的基本原理及三要素	117
5.3	力法计算示例	121
5.4	超静定结构的位移计算、最终弯矩图的校核	127
5.5	温变、支移时超静定结构的内力计算	130
5.6	超静定结构的特性	133
5.7	对称性的利用——力法计算的简化	134
5.8	超静定拱的计算	138
●	可深入讨论的几个问题	145
	思考题	145
	习题	146
第6章	位移法	151
6.1	概述	151
6.2	等截面直杆的转角位移方程	151
6.3	位移法的基本原理	154
6.4	位移法应用举例	164
●	可深入讨论的几个问题	178
	思考题	178
	习题	179
第7章	渐近法计算超静定结构	183
7.1	概述	183
7.2	力矩分配法的基本原理	183
7.3	力矩分配法的应用举例	187
7.4	无剪力分配法	199
●	可深入讨论的几个问题	202
	思考题	202
	习题	203
第8章	影响线及其应用	206
8.1	概述	206
8.2	静力法作影响线	208

8.3	机动法作影响线	215
8.4	影响线的应用	220
8.5	梁的内力包络图	227
●	可深入讨论的几个问题	230
	思考题	230
	习题	230
第9章	结构的极限荷载	233
9.1	概述	233
9.2	基本概念	234
9.3	静定梁及单跨超静定梁的极限荷载	236
9.4	比例加载时判定极限荷载的一般定理	239
9.5	连续梁及刚架的极限荷载	241
●	可深入讨论的几个问题	245
	思考题	245
	习题	246
第10章	结构动力计算基础	248
10.1	概述	248
10.2	平衡法建立体系的运动方程	251
10.3	单自由度体系的振动分析	256
●	可深入讨论的几个问题	267
	思考题	267
	习题	268
	习题参考答案	270
	主要参考书目	277

第 1 章

绪 论

内容摘要 作为结构力学的开篇,本章主要介绍结构力学的研究对象、任务、特点及与其他课程的关系、结构力学与结构工程的关系、结构计算简图的选择原则及方法、作用在结构上的荷载的分类等。

1.1 结构力学的研究对象、任务及特点

在实际工程中,各类建筑、构筑物在使用过程中,都要承受一定的荷载,在这些建筑、构筑物中,承担荷载、起骨架作用的部分称为结构,例如工业与民用建筑中的屋架、框架,公路、铁路上的桥梁,水坝,电视塔等。而其中组成结构的各组成部分称为构件。结构按照几何形状可分三类:

(1) 杆系结构

长度方向的尺寸远大于横截面尺寸的构件称为杆件。由若干杆件通过适当方式连接起来组成的结构体系称为杆系结构。例如框架结构、桁架结构等。

(2) 板壳结构

厚度方向的尺寸远小于长度和宽度方向尺寸的结构。其中:表面为平面的称为板,表面为曲面的称为壳。例如一般的钢筋混凝土楼面均为平板结构,一些特殊形体的建筑如悉尼歌剧院的屋面就为壳体结构。

(3) 块体结构

长、宽、厚三个方向尺寸相近的结构。如挡土墙、重力式堤坝、建筑物基础等。

在建筑工程领域内,杆系结构是应用最为广泛的一种结构形式,几乎在所有工程的结构设计中都含有杆系结构的设计,故结构力学将杆系结构作为主要研究对象。通常所说的结构力学指的就是杆系结构力学。

一个好的结构必须能满足安全、经济和美观的要求,结构力学就是为满足它的安全、经济、美观要求提供理论支持,其主要任务包括以下几方面:

- 1) 研究结构的组成规律,使结构具有可靠的几何组成及合理的组成方式。
- 2) 研究结构在荷载作用下的内力,位移计算的原理和方法,满足结构对强度、刚度的要

求。

3) 研究结构的稳定性及动力效应。

结构力学与结构工程密切相关,是土建工程类专业的一门主要专业基础课。之所以称其为专业基础课,一方面它为后续专业课程提供了力学基础,学好结构力学,掌握杆件结构的计算原理和方法是学好后续课程的必备条件。另一方面,它将直接用于工程实际。结构分析是结构设计中非常关键的一环,而结构力学就是为结构分析提供理论依据。结构力学的分析结果,是各类结构的设计依据。在结构的施工过程中,也应掌握结构的受力、变形特征、规律。应该说在结构的整个设计、建造过程中,结构分析所起的作用是基础性的,是有限的,但一个优秀的结构工程师必须是一位优秀的结构分析家,以便将他的分析能力应用到工程实践中去。

由于结构力学是为后续专业课程提供理论依据的,所以它基本研究了所有的杆系结构在满足强度、刚度、稳定性要求时的力学原理和方法,所涉及的内容也比较广泛。本课程主要有以下内容:结构的组成分析;静定结构的内力和位移计算;超静定结构的内力和位移计算;静定及超静定结构影响线;结构的极限荷载;结构的动力计算;结构的稳定计算。

结构力学的特点是:理论概念性较强,方法技巧性要求高。理论概念需要通过练习来加深理解,方法技巧则需要多做练习来熟练掌握,特别是从具体算法中学习分析问题的一般方法和解题思路,由此及彼,学会由特殊到一般,从而培养分析和解决问题的能力。

结构力学以高等数学、理论力学、材料力学为基础,高等数学为其提供了公式推导和具体计算的依据,理论力学为其提供基本的力学原理,材料力学为其提供单个杆件的力学性能分析的原理和方法,而结构力学在此基础上研究整个结构的力学性能。

1.2 结构的计算简图及分类

实际结构的几何形状及受力状态一般都很复杂,如果想完全按照结构的实际工作状态进行力学分析,往往都比较困难,故一般在力学分析中都将实际结构加以简化并略去某些次要因素,得到一个既能反映结构主要受力特征,又比较简单的计算图形,称为结构的计算简图。

由于结构计算简图一方面是对实际结构进行力学分析的基础,另一方面我们将运用其力学分析结果来指导实际结构设计,所以合理选取结构计算简图是必须首要解决的问题。

1.2.1 结构的计算简图

(1) 结构计算简图选择的原则

1) 尽可能符合实际:计算简图应尽可能符合实际结构的工作状态及主要受力特征。

2) 尽可能简便直观:计算简图在符合实际的条件下应尽可能简单,便于力学分析。

需要说明的是,对于同一结构,计算简图不是惟一不变的。计算简图的选择与结构的重要性、设计阶段、计算问题的性质有关,随着人们认识水平的提高,科学水平的进步及计算目的、手段不同,同一结构也可能出现不同的计算简图。例如对于初步设计和施工图设计,前者计算简图主要用于初步受力分析,后者则要在精确分析基础上进行实际设计,故前者的计算简图可简单一些,便于初步受力分析;后者的计算简图则应精确一些,以保证结构设计精度。对于手算和电算,前者则应简单一些,后者则可以尽量按结构的实际受力选择计算简图。

(2) 确定结构计算简图的要点

确定结构的计算简图时,应从结构体系、材料、支座、荷载四个方面进行简化。

1) 结构体系的简化

结构体系的简化包含了体系、杆件及结点的简化。实际结构一般均为由各部件连接的空间结构,以承受来自各方面的荷载。但一般来说,均可忽略一些次要的空间约束而将实际空间结构简化为平面结构,使计算大大简化。对组成结构的各杆件而言,截面上的应力可由截面内力来确定。故在计算内力时,杆件(无论直杆还是曲杆)用其轴线表示,杆件间的连接区域在计算中均简化为结点,结点常归纳为以下两种理想情况。

① 铰结点

铰结点的特点是与铰结点相连接的各杆件在连接处可以相对转动,但不能相对移动,同时假定不存在转动摩擦,铰结点能传递力,但不能传递力矩。这种理想情况在实际结构中并不存在,但螺栓、铆钉、榫头的连接处,其刚性不大,而变形、受力特征与此近似,可作为铰结点处理,如图 1.1(a),(b)所示。

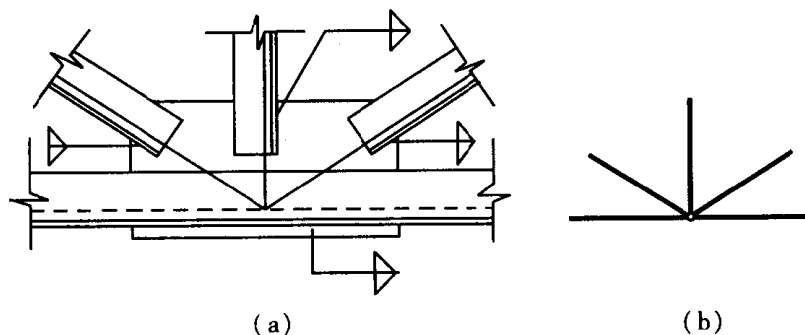


图 1.1

② 刚结点

刚性结点的特点是与刚结点相连接各杆件在连接处既不能相对转动,也不能相对移动,刚结点既能传递力,也能传递力矩。如现浇钢筋混凝土框架结点或其他连接方法使结点的刚性很大,即属于此种情况。如图 1.2(a),(b)。

在实际结构中,结点构造是复杂多样的,除以上两种常见结点形式外,还可能出现组合结点、定向结点、旋转弹性结点等。

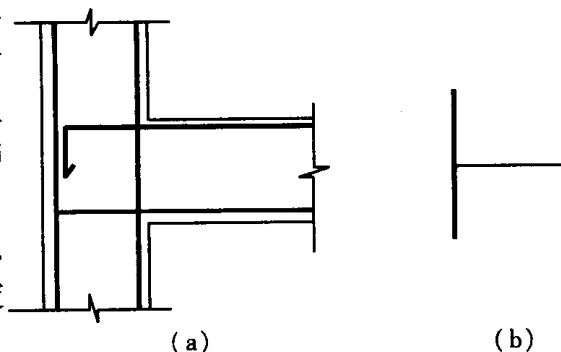


图 1.2

2) 材料性质的简化

常用的建筑材料有钢材、木材、混凝土、钢筋混凝土、砖、石等,在结构受力分析时,为简化计算,一般均可将这些材料假定为均匀、连续、各向同性、完全弹性或弹塑性体。此时材料的物理参数为常量,使计算大为简化。但要注意上述假定对象对金属材料,在一定受力范围内是适合的,但对其他材料都只能是近似的,特别是木材的顺纹与横纹方向的物理性质是不同的,在应用计算结果时给予适当考虑。

3) 支座的简化

支座是支承结构或构件的各种装置。它具有两方面作用:一是限制位移(限制结构朝某

方向移动或转动);二是传递力(将上部结构或构件的力传递给下部结构或构件)。按约束效用区分,平面结构的支座一般可分为以下几类。

①活动铰支座

如图 1.3(a)。其特点是:支座只约束结构的竖向移动,不约束其水平移动和转动;只有竖向约束反力 F_Y 。活动铰支座可简化为一根竖向支杆,如图 1.3(b)。一般实际结构中,对自由放于其他构件上的构件,如放于墙上的梁等,其支座可简化为此种支座形式。

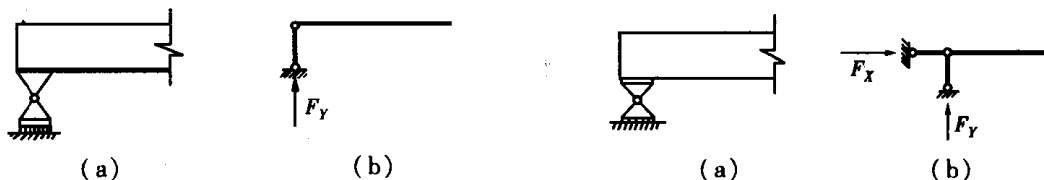


图 1.3

图 1.4

②固定铰支座

如图 1.4(a)。其特点是:支座除了约束结构或构件竖向移动外,还要约束结构或构件水平移动,但不约束其转动;支座反力除竖向约束反力 F_Y 外,还有水平约束反力 F_X 。固定铰支座可简化为交于一点的两根支杆,如图 1.4(b)。实际结构中,如柱子插入预制杯形基础内,若柱子与杯口之间用沥青麻丝填实,则可简化为此种支座形式。

③定向支座

如图 1.5(a)。其特点是支座约束结构的转动和垂直于其支承面的移动,它可沿其支承面移动;支座反力为一约束力矩 M 和垂直于支承面的约束反力 F_Y 。定向支座可简化为两根平行支杆,如图 1.5(b)。

④固定支座

如图 1.6(a)。其特点是:支座约束结构的任何移动及转动;支座反力有水平和竖向的约束反力 F_X, F_Y 及约束力矩 M 。固定支座可简化为既不平行亦不交于一点的三根支杆,见图 1.6(b), (c)。

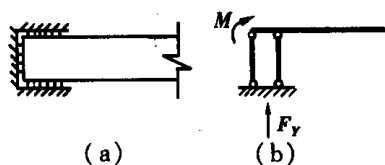


图 1.5

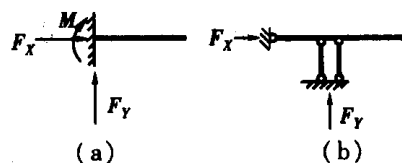


图 1.6

⑤弹性支座

如图 1.7(a)。其特点是:支座主要约束结构的某种位移,同时其本身又要产生一定的位移;其约束反力与位移有关。在实际结构中,井字楼盖的交叉梁系之间及桥梁结构的纵梁支承于横梁上均属于此种情况,见图 1.7(b)。

在实际结构中,如果支承体的刚度远大于被支体的刚度,则应将支座视为刚性支座,不考虑支座本身变形,按前四种支座形式简化。如果支承体的刚度与被支承体的刚度相近,则应将支座视为弹性支座,考虑支座本身变形,按第五种支座形式简化。另外支座不是绝对的,应视分析对象而定,若只分析结构中的某一构件,则支承该构件的构件即为其支座;若分析整个结构,则基础为其支座。

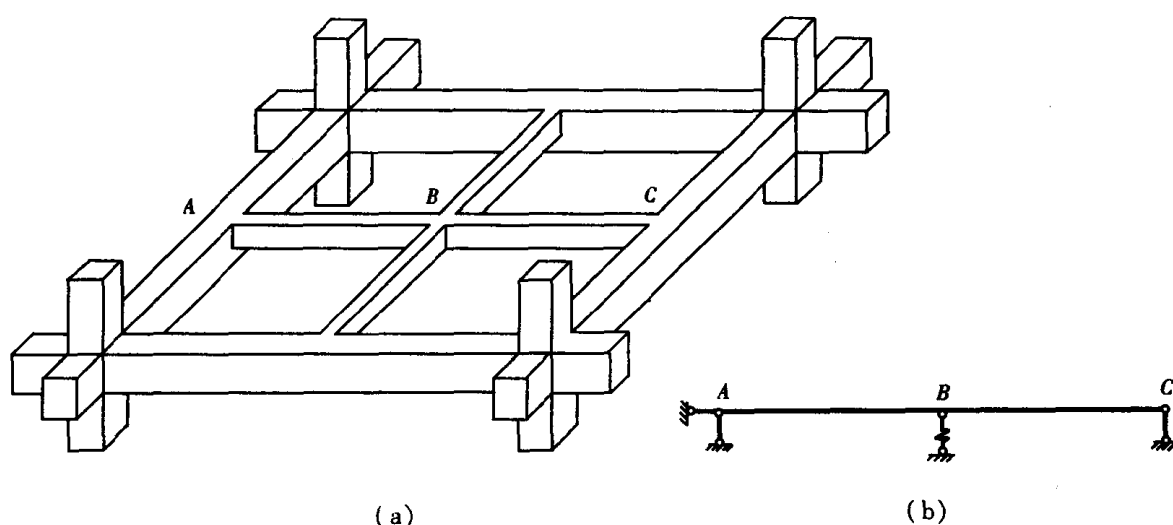


图 1.7

4) 荷载的简化

作用于结构上的荷载可分为体力与表面力。体力为分布于物体体积内的力,与物体体积有关,如自重、惯性力等。表面力为作用于物体外表面的力,由物体之间的接触而传递,如土压力、水压力、人作用于楼板上的力等。在一般的结构受力分析中,由于杆件用其轴线代替,故不论体力还是表面力,均简化为作用于杆轴上的力。当荷载作用区域与结构本身的区域相比很小时,可简化为集中荷载,较大时,则简化为分布荷载。

结构计算简图的确定是一个综合性较强的问题,本书仅仅是介绍了选择结构计算简图的原则、应考虑的因素及简化的方向。能否正确确定结构计算简图,关键在于对结构本身的认识。这有赖于对后续结构课程的学习及在实际工程中积累经验。

下面以一简单实例来说明结构计算简图的确定方法。

例 1.1 如图 1.8(a) 所示为一砖木结构中的木屋架,屋架两端支承于砖柱上,屋架上弦搭檩条,檩条上放椽条,椽条上放瓦片,现就其说明屋盖结构的简化。

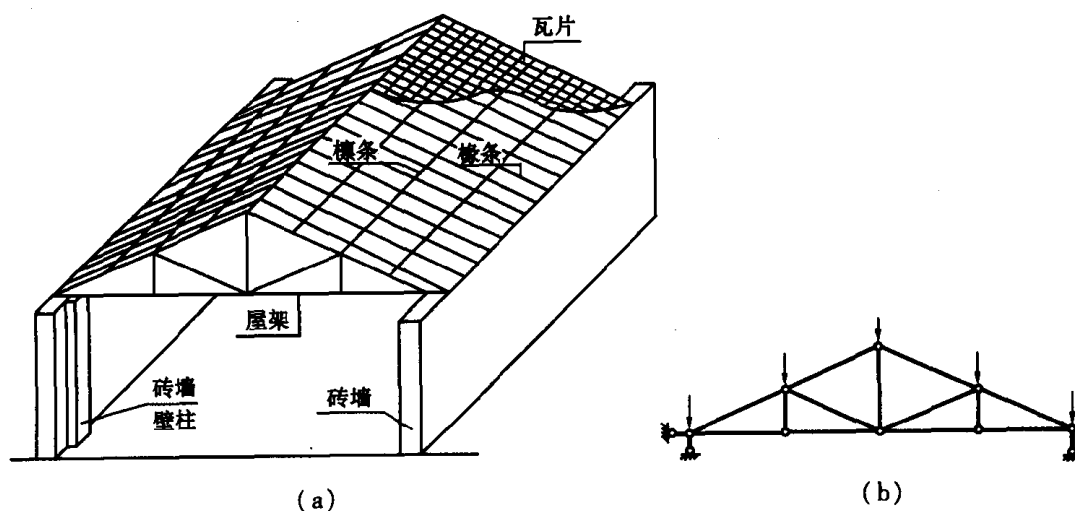


图 1.8

(1) 结构体系的简化

由图 1.8(a) 可知, 此屋盖结构是由平面屋架经檩条连接而成的一个空间受力结构, 其传力路线是: 瓦片→椽条→檩条→屋架→砖柱, 在力的每一传递过程中, 都由相应的平面结构承受。例如雨、雪、风载传递给瓦片这一平面结构, 而瓦片及其上面的荷载传递给椽条这一平面结构, 而椽条及其上面的荷载传递给檩条这一平面结构, 而檩条及其上面的荷载传递给屋架这一平面结构, 既然力在传递过程中都是由相应平面结构来承受, 那么在受力分析时完全可以将每一传递过程的受力分解为平面结构来处理。这样将空间结构简化为若干平面结构, 使计算大为简化。

对以上简化所得平面木桁架, 其中各杆均由轴线代替, 将杆件间的连接区域即上下弦杆间、上弦杆与腹杆及下弦杆与腹杆的交汇处作为铰结点。

木桁架中由于腹杆与上、下弦杆连接时削弱了其连续性, 上、下弦杆及腹杆在交汇处抵抗转动的能力较弱, 不考虑其摩擦作用, 其性能近似于铰, 故将结点作为铰结点, 且贯穿上、下弦杆即使上、下弦杆在铰结点处不连续。

(2) 材料性质的简化

对屋盖结构中的瓦片、椽条、檩条及木屋架都假定其材料为连续、均匀、各向同性的弹性材料或弹塑性材料, 但应指出, 木材实际存在横纹与顺纹的物理性质不同的差别。

(3) 支座的简化

屋盖结构在力的传递过程中, 椽条对瓦片、檩条对椽条、屋架对檩条、砖柱对屋架都形成了支承, 它们所支承的上部构件允许在其支承处有一定的转动, 但限制其竖向位移和水平位移, 故将其两端支承简化为一个固定铰支座和一个活动铰支座, 与实际结构的受力情况基本一致。

(4) 荷载的简化

瓦片一般连续均匀分布于椽条上, 为简化起见, 假定瓦片每块均匀简支于椽条上, 这样按梁的计算理论求出椽条对瓦片的支承反力。那么对于椽条来说, 其承受的荷载就是将瓦片的支承反力反向作用于椽条上, 然后再求出檩条对椽条, 木屋架对檩条的支承反力。对檩条来说, 其承受的荷载就是将椽条的支承反力反向作用于檩条上; 对屋架来说, 其承受的荷载就是将檩条的支承反力反向作用于木屋架上。要说明的是檩条传给木屋架的力并非都恰好作用于上弦铰结点处, 如果不考虑上弦的弯矩影响, 将这些荷载都简化为作用于上弦杆相邻铰结点处的荷载。

经以上简化最后得到木屋架的计算简图及其承受的荷载如图 1.8(b)。这样简化后, 不仅计算简便, 而且计算简图基本反映了结构的主要受力性能, 其计算精度一般都符合实际需要。

1.2.2 结构的分类

本书所研究的主要是平面杆系结构, 可按以下方式进行分类。

(1) 按计算特点分

1) 静定结构

结构在荷载作用下, 其反力和内力均可由静力平衡条件惟一确定的结构, 如图 1.9(a), (b)。

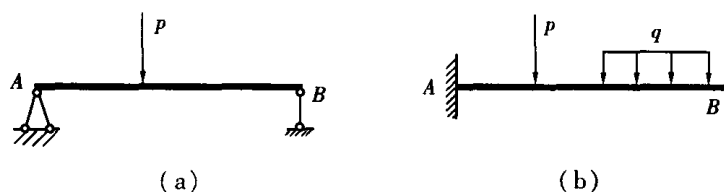


图 1.9

2) 超静定结构

结构在荷载作用下,其反力和内力须由静力平衡条件和变形协调条件及物理条件(压力应变关系)共同确定的结构,如图 1.10(a),(b)。

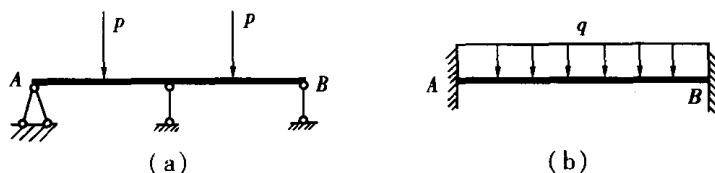


图 1.10

(2) 按结构组成及受力特征分

1) 梁

杆轴通常为直线(也可能为曲线或折线)的一种受弯构件,可以是单跨或多跨,见图 1.11(a),(b),(c)。

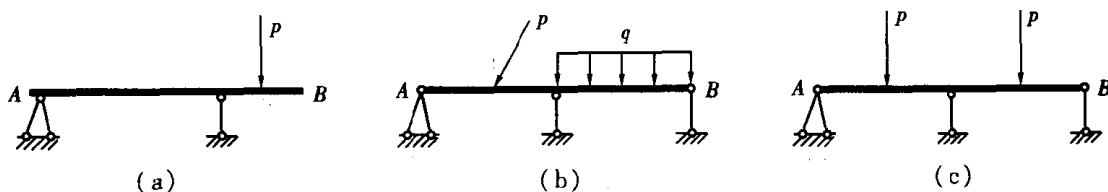


图 1.11

2) 拱

杆轴通常为曲线,其力学特点是:在竖向荷载作用下有水平反力产生。由于水平反力可减小拱截面内的弯矩,拱体内力以受压为主。可作为大跨度结构的一种应用形式,见图 1.12(a),(b)。

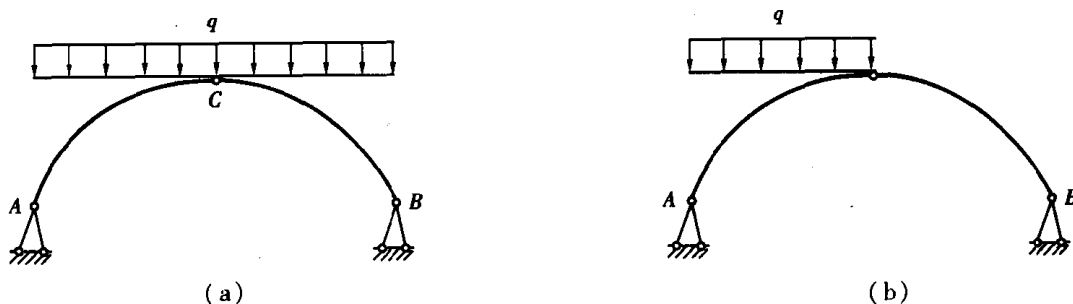


图 1.12

3) 桁架

由直杆组成,所有结点均为铰结点。在结点荷载作用下,各杆只受轴力作用,见图 1.13。

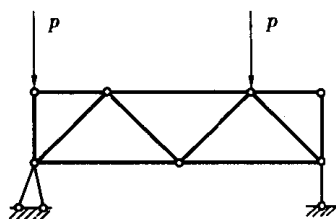


图 1.13

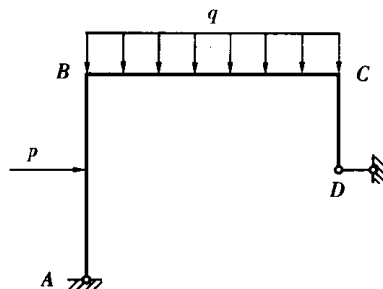


图 1.14

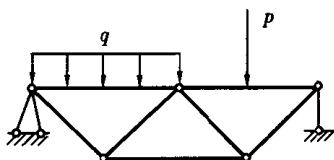


图 1.15

4) 刚架

由直杆组成,全部或部分结点为刚结点,各杆内力以受弯为主,见图 1.14。

5) 组合结构

是由梁与桁架或刚架与桁架组合而成的结构,结构中,梁式杆内力以受弯为主,而桁杆(二力杆)只承受轴力,见图 1.15。

1.3 荷载分类

作用于结构上的外力可分为主动力与被动力,主动作用于结构上的外力称为荷载:如结构自重、固定设备的重量、土压力、水压力、风载、雪载等。通常所指荷载即为此类狭义荷载,由它所产生的被动力称为反力。除此之外,温度变化、材料收缩、土基沉降、制造误差等也可能使结构产生内力或变形,广义上讲这些外在因素也可称荷载。

根据《建筑设计统一标准》及《建筑结构荷载规范》,作用在结构上的荷载可按下列原则分类:

(1) 按随时间的变异分为永久荷载(恒载)、可变荷载(活载)及偶然荷载

恒载:指在结构使用期间,其值不随时间变化,或其变化与平均值相比可忽略不计的荷载。如结构自重、土压力等。

活载:指在结构使用期间,其值随时间变化,且其变化值与平均值相比不可忽略的荷载。如楼面活荷载、风荷载、吊车荷载等。

偶然荷载:指在结构使用期间不一定出现,一旦出现,其值很大且持续时间较短的荷载。如爆炸力、撞击力、地震荷载等。

(2) 按随空间位置的变异分为固定荷载与可动荷载

固定荷载:指在结构空间位置上具有固定分布,作用位置不变的荷载。如结构自重、固定设备等荷载。

可动荷载:指在结构空间位置上的一定范围内可任意分布,或作用位置可移动的荷载。如人群荷载、吊车荷载等。

(3) 按结构的反应分为静态荷载和动态荷载

静态荷载:荷载的大小、方向和作用位置不随时间变化或变化极为缓慢,不使结构或构件

产生加速度或所产生的加速度可忽略不计的荷载。如结构自重、楼面活载等荷载。

动态荷载:荷载的大小、方向和作用位置随时间迅速变化,使结构或构件产生不可忽略的加速度的荷载。如地震、设备振动、高耸建筑上的风荷载等。

荷载的确定一般来说都比较复杂,在结构设计中所需考虑的各种荷载,在《建筑结构荷载规范》与《建筑抗震设计规范》中都列有,供设计时加以合理的取舍与组合,但合理组合的前提是对实际结构及现场的深入了解。同一结构其使用环境或对象不同,其荷载的大小就可能不一样,所以应当注意其使用环境和对象。

第 2 章

平面体系的几何组成分析

内容摘要 在工程实际中,人们把能承担一定荷载的杆件体系称为结构,不能承担荷载的杆件体系称为机构。结构是土木等工程的研究对象,而机构是机械等工程的研究对象。本章的任务是学习平面结构组成的概念及其规则,学习对平面体系进行几何组成分析。

2.1 概 述

在绪论中谈到结构力学的研究对象是若干杆件组成的结构,那么若干杆件是否随意组合都能成为结构呢? 讨论图 2.1(a)所示体系,体系受到荷载作用后,若不考虑材料的应变,其几何形状和位置均能保持不变,这种体系能承受一定的荷载,称为**几何不变体系**,在工程实际中可以作为结构。图 2.1(b)所示体系,即使不考虑材料的应变,在很小的荷载作用下也会引起体系几何形状和位置的改变,这种体系称为**几何可变体系**。几何可变体系不能承担荷载,在工程实际中无法应用,因此不能作为结构。为确定体系是否几何不变所进行的分析,称为体系的几何组成分析。

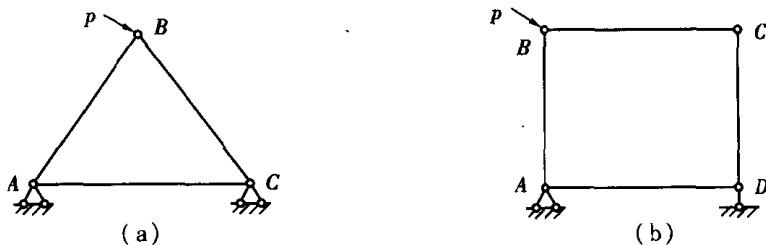


图 2.1

体系几何组成分析的目的在于:

- 1) 保证杆件组成为几何不变体系。
- 2) 研究几何不变体系的组成规则,改善和提高结构的性能。
- 3) 区分静定结构和超静定结构。

在几何组成分析中,由于不考虑材料的应变,可以把一根梁、一根链杆、一个不变的体系或其中不变的部分看做一个刚片。图 2.1(a)中,ABC 三角形可视为一刚片;杆 AB, AC, BC 也可