

刘玉彬 白秉三 等◎编

结构力学 [上册]

JIEGOU LIXUE



科学出版社

www.sciencep.com

结 构 力 学

上 册

刘玉彬 白秉三等 编

科 学 出 版 社

北 京

内 容 简 介

本书包括上、下两册。上册(第1章至第8章)主要包括绪论,结构的几何组成分析,静定梁和静定刚架,三铰拱、曲杆和悬索结构,静定桁架和组合结构,静定结构的影响线,虚功原理和结构的位移计算,力法;下册(第9章至第16章)主要包括位移法,渐进法和超静定结构的影响线,矩阵位移法,结构的极限荷载,结构的弹性稳定,结构的动力计算、单自由度体系的振动,多自由度体系和无限自由度体系的振动,结构自振频率和振型的近似计算。

本书可供高等院校工科类本科生及研究生阅读。

图书在版编目(CIP)数据

结构力学(上、下册)/刘玉彬,白秉三等编. —北京:科学出版社,2004
ISBN 7-03-013575-X

I. 结... I. ①刘... ②白... III. 结构力学 N. 0342

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 061321 号

责任编辑:童安齐 / 责任校对:刘艳妮
责任印制:吕春珉 / 封面设计:东方上林工作室

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

双青印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2004年7月第一版 开本:B5(720×1000)

2004年7月第一次印刷 印张:46 1/4

印数:1—4 000 字数:902 000

定价:59.00元(上、下册)

(如有印装质量问题,我社负责调换〈环伟〉)

前 言

本教材是根据原国家教育委员会 1995 年批准修正的《结构力学课程教学基本要求》(多学时)所规定的基本内容,结合教育部 1998 年颁布的普通高等学校本科专业目录中土木工程专业的业务培养目标、业务培养要求,参考现行的结构力学教材,根据一般普通院校人才培养目标,由大连民族学院、沈阳工业大学联合编写。本书可作为土木工程专业本科生的教材,也可供土建类其他各专业及有关工程技术人员参考。

结构力学是土木工程专业的一门重要的专业基础课,本书分上、下两册出版。上册包括绪论、结构的几何组成分析、静定结构的内力分析及位移计算、静定结构的影响线、超静定结构的力法计算等内容。下册包括超静定结构的位移法及渐近法计算、超静定结构的影响线、矩阵位移法、结构稳定计算、结构的极限荷载、结构动分析等内容。其中在节号上冠有*号的内容可供选学,不同专业可根据专业的需要酌情取舍。每章均有思考题,以活跃思维、启发思考,加深对基本概念的认识;精选的习题对掌握基本的运算技能具有重要作用。

本教材的编写反映了参编院校多年积累的教学经验,特别是结合新专业目录中对宽口径的土建类人才培养要求方面注意了吸取其他各兄弟院校教材的优点,加强了基本概念及理论知识的阐述,力图保持结构力学基本理论的系统性、内容的先进性,并恰当地掌握内容的深度和广度,贯彻理论联系实际、由浅入深、注意培养学生的解题能力及方便教学等原则。根据目前计算机的普及应用,特别是计算机在结构分析中的应用,在选定编写内容时与矩阵位移法紧密结合,编入了刚架静力分析的源程序,使学生初步具有编写和使用结构计算程序的能力,以为后续课程的学习奠定基础。

参加本书编写的有:刘玉彬(第 1、2、3、4 章),白秉三(第 10、11、12、13 章),陈长征(第 7、8 章),罗跃纲(第 14、15 章),栗青(第 5 章),宁宝宽(第 9 章),谭素杰(第 6 章),赵天雁(第 16 章)。

在编写过程中吸取了目前流行的结构力学教材中适合一般普通院校特点的内容;在此对这些教材的作者表示衷心的感谢。由于水平有限,书中可能存在一些错误或不妥之处,请读者批评指正。

目 录

前言

上 册

第 1 章 绪论	1
1.1 结构力学的研究对象、基本任务和学习方法.....	1
1.2 结构的计算简图	3
1.3 杆件结构的分类.....	10
1.4 荷载的分类.....	14
思考题	15
第 2 章 结构的几何组成分析	16
2.1 几何组成分析的基本概念.....	16
2.2 几何不变体系的组成规则.....	21
2.3 瞬变体系.....	24
2.4 几何组成分析举例.....	25
2.5 结构的几何组成和静定性的关系.....	31
思考题	31
习题	32
第 3 章 静定梁和静定刚架	36
3.1 单跨静定梁的计算.....	36
3.2 多跨静定梁的计算.....	45
3.3 静定平面刚架的计算.....	48
3.4* 静定空间刚架的计算	58
思考题	59
习题	60
第 4 章 三铰拱、曲杆和悬索结构	65
4.1 三铰拱的内力计算.....	65
4.2 曲杆的内力计算.....	77
4.3 悬索结构的计算.....	80
思考题	87
习题	88

第5章 静定桁架和组合结构	91
5.1 桁架的特点和组成分类	91
5.2 平面桁架的解法	93
5.3 平面桁架外形与受力特点	105
5.4 静定组合结构的计算	108
5.5* 静定空间桁架	111
5.6* 零载法判别复杂体系的几何组成	117
5.7 静定结构特性	120
思考题	123
习题	123
第6章 静定结构的影响线	130
6.1 影响线的概念	130
6.2 静力法作静定梁的影响线	132
6.3 结点荷载作用下梁的影响线	140
6.4 静力法作静定桁架的影响线	143
6.5 机动法作静定梁的影响线	149
6.6 影响线的应用	155
6.7* 公路、铁路的标准荷载制及换算荷载	166
6.8 简支梁的包络图和绝对最大弯矩	169
思考题	173
习题	174
第7章 虚功原理和结构的位移计算	179
7.1 位移计算概述	179
7.2 实功与虚功	180
7.3 广义力与广义位移	183
7.4 虚功原理	184
7.5 单位荷载法计算位移和位移计算的一般公式	192
7.6 静定结构在荷载作用下的位移计算	193
7.7 图乘法	201
7.8 静定结构由于初应变、温度改变和支座移动引起的位移计算	214
7.9* 具有弹性支座的静定结构的位移计算	219
7.10 线性变形体系的互等定理	223
7.11* 空间刚架的位移计算公式	225
思考题	226
习题	229

第 8 章 力法	236
8.1 超静定结构的概念和超静定次数的确定	236
8.2 力法基本原理与力法典型方程	239
8.3 荷载作用下各类超静定结构的力法计算	245
8.4 对称结构的计算	257
8.5 超静定拱的计算	268
8.6 温度改变和支座移动时超静定结构的内力计算	276
8.7 超静定结构的位移计算	283
8.8 超静定结构最后内力图的校核	286
8.9* 交叉梁系和超静定空间刚架	289
思考题.....	295
习题.....	297
习题部分答案	306

下 册

第 9 章 位移法	317
9.1 位移法的基本概念	317
9.2 等截面直杆的形常数和载常数	320
9.3 位移法的基本未知量和基本体系	327
9.4 位移法的典型方程	332
9.5 位移法计算连续梁和无侧移刚架	335
9.6 位移法计算有侧移刚架和排架	341
9.7 对称性的利用	350
9.8* 支座位移、弹性支承和温度变化时的计算	358
9.9 直接利用平衡条件建立位移法方程	365
思考题.....	368
习题.....	369
第 10 章 渐进法和超静定结构的影响线	377
10.1 概述.....	377
10.2 力矩分配法的概念.....	377
10.3 力矩分配法的基本运算.....	382
10.4 力矩分配法计算连续梁和无侧移刚架.....	387
10.5 力矩分配法与位移法的联合应用.....	399
10.6 无剪力分配法.....	402

10.7*	超静定结构的工程近似计算方法	412
10.8	超静定结构的影响线	417
10.9	连续梁的最不利荷载分布及内力包络图	424
	思考题	428
	习题	428
第 11 章	矩阵位移法	436
11.1	概述	436
11.2	局部坐标中的单元刚度矩阵	438
11.3	整体坐标中的单元刚度矩阵	443
11.4	单元集成法和连续梁的整体刚度矩阵	447
11.5	刚架的整体元刚度矩阵	455
11.6	等效结点荷载	460
11.7	平面刚架的计算步骤和示例	464
11.8	忽略轴向变形时刚架的整体分析	470
11.9	桁架和组合结构的整体分析	476
11.10*	平面刚架静力分析程序	486
	思考题	509
	习题	510
第 12 章	结构的极限荷载	513
12.1	概述	513
12.2	极限弯矩和塑性铰、破坏机构、静定梁的计算	514
12.3	超静定梁的极限荷载	518
12.4	比例加载时判定极限荷载的几个定理和基本方法	525
12.5	刚架的极限荷载	530
12.6*	用矩阵位移法求刚架的极限荷载	533
	思考题	544
	习题	545
第 13 章	结构的弹性稳定	547
13.1	概述	547
13.2	用静力法确定临界荷载	550
13.3	具有弹性支座压杆的稳定	556
13.4	变截面压杆的稳定	561
13.5	用能量法确定临界荷载	564
13.6	剪力对临界荷载的影响	577
13.7	组合压杆的稳定	579

13.8*	圆环及拱的稳定	583
13.9*	窄条梁的稳定	591
13.10*	弹性介质上压杆的稳定	594
13.11*	用矩阵位移法计算刚架的稳定	597
	思考题	606
	习题	607
第 14 章	结构的动力计算 单自由度体系的振动	613
14.1	概述	613
14.2	单自由度体系的自由振动	617
14.3	单自由度体系的无阻尼受迫振动	628
14.4	单自由度系统的有阻尼受迫振动	636
	思考题	640
	习题	641
第 15 章	多自由度体系和无限自由度体系的振动	645
15.1	两个自由度体系的自由振动	645
15.2	两个自由度体系在简谐荷载下的受迫振动	656
15.3	多自由度体系的自由振动	664
15.4	多自由度体系在任意动荷载作用下的受迫振动——振型分解法	674
15.5	无限自由度体系的自由振动	680
	思考题	689
	习题	689
第 16 章	结构自振频率和振型的近似计算	692
16.1	能量法——瑞利法	692
16.2	等效质量法	695
16.3	集中质量法	699
16.4	矩阵位移法	701
16.5	瑞利-里茨法	705
	思考题	708
	习题	708
	习题部分答案	712

第1章 绪 论

1.1 结构力学的研究对象、基本任务和学习方法

在土木工程中,由建筑材料按照合理的构造方式组成并能承受、传递荷载而起骨架作用的部分称为工程结构,简称为结构。房屋中的梁柱体系,水工建筑物中的闸门和水坝,公路铁路上的桥梁和隧洞等,都是工程结构的典型例子。

结构是由若干相互联系的构件组成的整体。按其构件的几何性质可分为三类:

(1) 杆件结构。

这类结构是由若干杆件按照一定的方式联结起来组合而成的体系,例如多高层房屋的钢筋混凝土框架或钢框架、大跨度钢桁架桥以及钢或钢筋混凝土电视塔架等(图 1.1)。杆件的几何特征是横截面尺寸要比长度小得多。

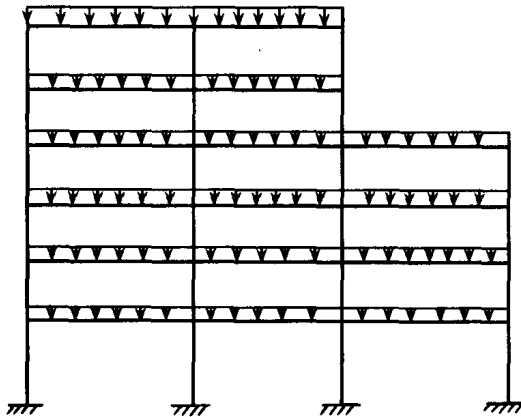


图 1.1 多高层框架结构简图

(2) 板壳结构。

这类结构由薄壁构件组成,故也可称为薄壁结构。其几何特征是厚度要比长度和宽度小得多。形状呈平面状的为板,曲面状的则为壳,例如楼板、薄壳屋面等(图 1.2)。

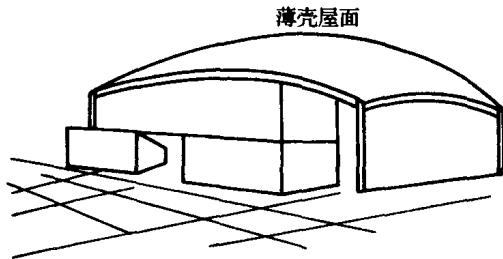


图 1.2 板壳结构

(3) 实体结构。

这类结构的长、宽、厚三个尺度大

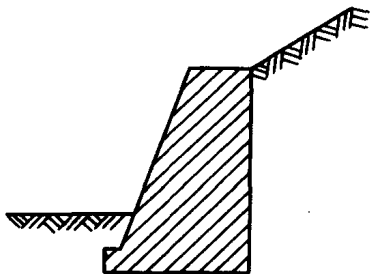


图 1.3 挡土墙

小相仿,例如水工结构的重力坝、块体基础以及挡土墙等(图 1.3)。

狭义的结构往往指的就是杆件结构,而通常所说的结构力学就是指杆件结构力学。因而结构力学的主要研究对象就是杆件结构。对于板壳结构(薄壁结构)和实体结构的受力分析将在弹塑性力学中进行研究。

结构力学的基本任务就是研究结构的组成规律和合理形式,研究结构在载荷和其他外界因素作用下的内力和变形,即结构的强度、刚度、稳定性以及动力反应的计算原理和计算方法。具体地说,包括以下几个方面:

- (1) 研究结构的组成规律、合理形式以及结构计算简图的合理选择。
- (2) 研究结构内力和变形的计算方法,以便进行结构强度和刚度的验算。
- (3) 研究结构的稳定性以及在动力荷载作用下的结构反应。

结构力学问题的研究手段包含理论分析、实验研究和数值计算三个方面。实验研究的内容在实验力学和结构检验课程中讨论,理论分析和数值计算方面的内容在结构力学课程中讨论。

在结构分析中,首先把实际结构简化成计算模型,称为结构计算简图,然后再对计算简图进行计算。结构力学的计算问题分为两类:一类为静定性的问题,只需根据下面三个基本条件的第一个条件——平衡条件,即可求解;另一类为超静定性的问题,必须满足以下三个基本条件,方能求解。三个基本条件是:

- (1) 力系的平衡条件或运动条件。

在一组力系的作用下,结构的整体及其中任何一部分都应满足力系的平衡条件。

- (2) 变形的几何连续条件。

连续的结构发生变形后,仍是连续的,材料没有重叠或缝隙;同时结构的变形和位移应满足支座和节点的约束条件。

- (3) 应力与变形间的物理条件(或称本构方程)。

把结构的应力和变形联系起来的物理性条件,即物理方程或本构方程。

以上三个基本条件,贯穿在本课程的全部计算方法中,只是满足的次序和方式不同而已。

结构力学与理论力学、材料力学、弹塑性力学有着密切的关系。结构力学的先修课程理论力学主要研究物体机械运动的基本规律和力学的一般原理;材料力学主要研究单个杆件的强度、刚度和稳定性。结构力学则以理论力学和材料力学的知识为基础,主要研究杆件结构的强度、刚度、稳定性和动力反应等问题,从而为钢筋混凝土结构、钢结构、组合结构等后续专业课程及以后结构设计提供一般的计算原

理与分析方法。结构力学的后续课程弹塑性力学主要分析研究实体结构和板壳结构。

学习时要注意结构力学与其他课程的联系。在学习结构力学的过程中,经常要运用高等数学、理论力学、材料力学等先修课程的知识,应当根据情况进行必要的复习,并在运用中得到巩固和提高。

学习时要注意理论联系实际。从解决工程实际问题的角度来看,结构力学的内容可分为三个部分:

- (1) 将实际结构简化为计算简图。
- (2) 研究各种计算简图的计算方法。
- (3) 将计算结果运用于实际结构的设计和施工。

显然,从分量来看,第二部分所占的比重最大。但从理论联系实际的角度来看,第一、三两部分则是重要环节,应予以充分重视。

学习时要注意分析方法与解题思路。在本课程中讲述了各种具体的计算方法,均是结构计算三个基本条件的具体体现,要注意各种方法在其计算过程中是怎样实现三个基本条件的要求的。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,例如:如何由已知领域逐步过渡到未知新领域的方法,如何将整体分解成局部再由局部综合成整体的方法,如何把有关几个问题加以对比的方法,等等。

学习时要注意多练。做题练习,是学习结构力学的重要环节。不做一定数量的习题,是很难掌握其中的概念、原理和方法的。但是做题也要避免各种盲目性:不看书,不复习,埋头做题,这是第一种;贪多求快,不求甚解,这是第二种;只会对答案,不会自己校核,这是第三种;错题不改正,不会从中吸取教训,这是第四种。

学好结构力学,掌握杆件结构的计算原理与方法,是学好工程结构课程的重要条件,同时也是作为一名结构工程师所必须具备的基础知识。因而在学习本门课程过程中,务必要充分重视和加倍努力,充分培养分析能力、计算能力、自学能力和表达能力,以顽强的毅力克服学习中可能遇到的各种困难,一定要学好它,也一定能学好它。

1.2 结构的计算简图

实际结构是很复杂的,完全按照结构的实际情况进行力学分析是不可能的,也是不必要的。因此,对实际结构进行力学分析时,总是需要做出一些简化和假设,略去某些次要因素,保留其主要的受力特征,把实际结构抽象和简化为既能反映实际受力情况又便于计算的图形。这种简化的图形就是计算时用来代替实际结构的力学模型,一般称为结构计算简图,或结构计算模型。

结构计算简图是对结构进行力学分析的依据,同时结构计算简图的力学分析

结果又是实际结构杆件截面设计的依据。如果结构计算简图不能准确地反映结构的实际受力情况或选择错误,就会使计算结果产生很大的误差,甚至造成工程事故。所以对结构计算简图的选择,必须持慎重的态度。

结构计算简图的选择应遵循下列两条原则:

(1) 结构计算简图应能正确地反映实际结构的主要受力情况和变形性能,使计算结果接近实际情况。

(2) 保留主要因素,略去次要因素,使结构计算简图便于计算。

应当指出,结构计算简图的选择在上述原则指导下,要根据当时当地的具体要求和条件来选用,并不是一成不变的。对于同一结构,根据不同的情况可以取不同的计算简图。例如在结构初步设计阶段,可以采用较为粗略但比较简单的计算简图;而在技术设计阶段则应采用较为复杂但比较精确的计算简图。在进行动力计算或稳定性计算时,由于计算比较复杂,可以采用较为粗略但比较简单的计算简图;在进行静力计算时,则应采用较为复杂但比较精确的计算简图。此外,由于使用的计算工具不同,所选取的计算简图也可不同。例如,手算时计算简图应力求简单,而用计算机计算时可采用较为精确的计算简图。

合理的结构计算简图,既要恰当地反映实际结构的受力情况,又要使计算简化。在选取计算简图时,对实际结构可从下列几个方面进行简化:

(1) 结构体系的简化。

严格地说,一般结构实际上都是空间结构,各部分相互连接成为一个空间整体,以承受各个方向可能出现的荷载。但在多数情况下,常可以忽略一些次要的空间约束而将实际结构分解为平面结构,使计算得以简化。本书主要讨论平面结构的计算问题。当然也有一些结构具有明显的空间特征而不宜简化成平面结构,本书也将涉及这方面的内容。

(2) 杆件的简化。

杆件的截面尺寸(宽度、厚度)通常比杆件长度小得多,截面变形符合平截面假设,截面上的应力可根据截面的内力(弯矩、剪力、轴力)来确定,截面上的变形也可根据轴线上的应变分量来确定。因此,在结构计算简图中,杆件用其纵轴线表示。如梁、柱等构件的纵轴线为直线,就用相应的直线表示;又如曲杆、拱等构件的纵轴线为曲线,则用相应的曲线表示。对由单个杆件联结起来的结构,杆件之间的连接区用结点表示,杆长用结点间的距离表示,而荷载的作用点也转移到纵轴线上。但当截面尺寸增大时(例如超过杆长的 $1/4$),杆件用其轴线表示的简化,将引起较大的误差。

(3) 杆件间连接的简化。

结构中杆件与杆件之间的相互连接处,简化为结点。钢结构、混凝土结构及组合结构中杆件与杆件之间相互连接的构造方式虽然很多,但其结点通常简化为以下两种理想情形:

1) 铰结点。被连接的杆件在连接处不能相对移动,但可相对转动,即在连接处可以承受和传递力,但不能承受和传递力矩。这种理想情况,实际结构中是很难遇到的,只是近似简化而已。理想铰结点可用一个小圆圈表示。如图 1.4 所示梯形钢桁架的结点,是通过结点板把各杆件焊接在一起的,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,因此计算时仍可将这种结点简化为铰结点。

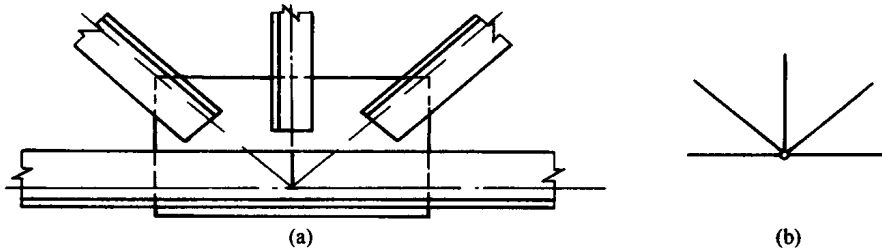


图 1.4 钢桁架结点——铰结点
(a) 钢桁架结点做法; (b) 铰结点计算图

2) 刚结点。被连接的杆件在连接处不能相对移动,也不能相对转动,即在连接处不但能承受和传递力,而且能承受和传递力矩。图 1.5 所示是一钢筋混凝土框架边柱和梁的结点,由于梁和柱之间的钢筋布置以及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,计算时简化为一刚结点。

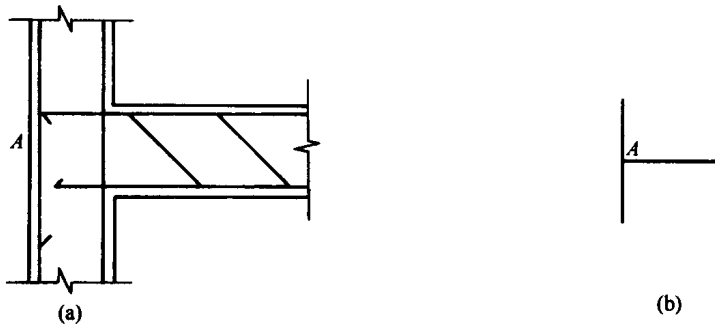


图 1.5 钢筋混凝土梁柱结点——刚结点
(a) 钢筋混凝土梁柱结点做法; (b) 刚结点计算图

(4) 支座的简化。

结构与基础或支承部分相连接的装置称为支座。支座的作用是把结构固定于基础或支承结构上,限制了结构沿某一个或几个方向的运动,同时结构所受的荷载通过支座传到基础或支承结构上。支座对结构的反作用力称为支座反力。平面结构的支座,一般简化为下面四种形式:

1) 可动铰支座。桥梁结构中常用的辊轴支座和摇轴支座均属可动铰支座。这种支座的特点是:它既容许结构在支承处绕圆柱铰 A 转动,又容许结构沿支承面

方向转动,但 A 点不能沿垂直于支承面的方向移动。当不考虑摩擦力时,这种支座的反力 R_A 将通过铰 A 的中心并与支承平面垂直,即反力的作用点和方向都是确定的,只有它的大小是一个未知量。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 1.6 所示。此时结构可绕铰 A 转动;链杆又可绕 B 转动,当转动很微小时, A 点的移动方向可看成是平行于支承面的。

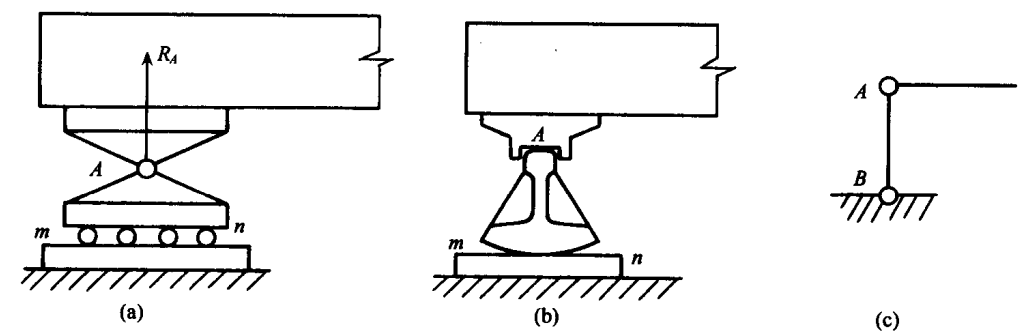


图 1.6 可动铰支座
(a) 辊轴支座;(b) 摇轴支座;(c) 可动铰支座计算简图

2) 固定铰支座。被支承的部分可以转动,不能移动,能提供两个反力 X_A 、 Y_A 。这种支座的构造如图 1.7(a)、(b)所示,常简称为铰支座,它容许结构在支承处绕圆柱铰 A 转动,但 A 点不能做水平和竖向移动。支座反力 R_A 将通过铰 A 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 X_A 和竖向反力 Y_A 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 1.7(c)或(d)所示。

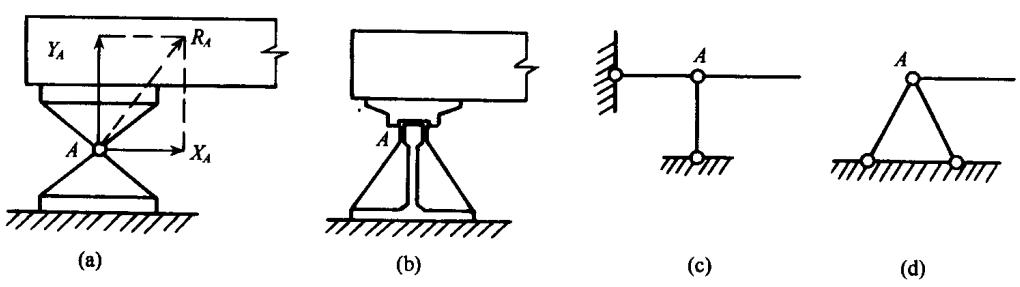


图 1.7 固定铰支座
(a)、(b)固定铰构造;(c)、(d)固定铰支座计算简图

3) 固定支座。被支承的部分完全被固定,即这种支座不容许结构在支承处发生任何形式的移动和转动,如图 1.8 所示。它的反力大小、方向和作用点位置都是未知的,通常用水平反力 X_A 、竖向反力 Y_A 和反力偶 M_A 来表示,计算简图如图 1.8 (b)所示。

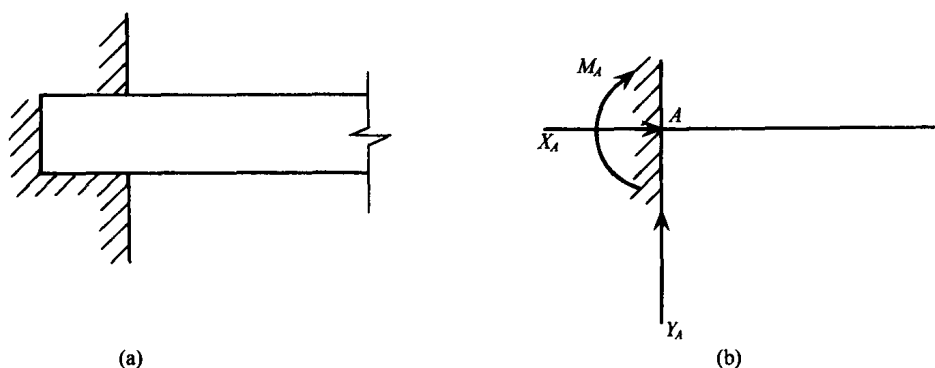


图 1.8 固定支座
(a) 固定支座构造; (b) 固定支座计算简图

4) 定向支座。被支承的部分不能转动,也不能沿垂直于支承面的方向移动,但可沿支承面方向滑动,其反力为一个垂直于支承面的力 Y_A 和一个反力矩 M_A ,在计算简图中用两根垂直于支承面的平行链杆表示,如图 1.9 所示。

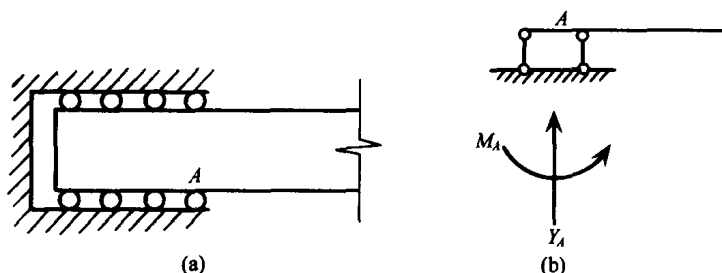


图 1.9 定向支座
(a) 定向支座构造; (b) 定向支座计算简图

(5) 材料性质的简化。

在土木、水利工程中结构所用的建筑材料通常为钢、混凝土、砖、石、木料等。在结构分析计算中,为了简化,对于组成各构件的材料一般都假设为连续的、均匀的、各向同性的、完全弹性或弹塑性的。

上述假设对于金属材料在一定受力范围内是符合实际情况的。对于混凝土、钢筋混凝土、砖、石等材料则带有一定程度的近似性。至于木材,因其顺纹与横纹方向的物理性质不同,故应用这些假设时应予注意。

(6) 荷载的简化。

实际结构构件受到的荷载,一般是作用在构件内各处的体荷载或称体积力以及作用在某一面积上的面荷载或称表面力两大类。体积力指的是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,如风压力、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。在计算简图中,都需要把它们简化为作用在构件纵轴线上的分布荷载、集中荷载或力偶。

下面给出两个选取结构计算简图的例子。

【例 1.1】 图 1.10(a)是房屋建筑的楼面中经常见到的梁板结构。一单跨梁两端支承在砖墙上,梁上放预制板以支持楼面荷载(人群、设备重量等)。试选取梁的计算简图。

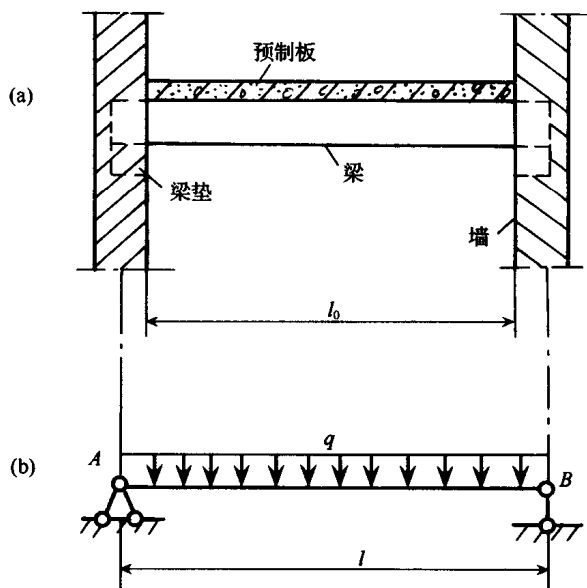


图 1.10 房屋建筑的楼面梁板结构

(a) 实际结构; (b) 计算简图

【解】

(1) 结构体系的简化。

略去预制板对梁所起的约束作用。并将预制板传给梁的荷载和梁垫反力简化到梁轴所在竖向平面内,以梁的纵轴线代表实际的梁如图 1.10(b)所示。

(2) 梁的跨度。

梁与梁垫间接触面上的压力分布是很复杂的,当接触面的长度不大时,可取梁两端与梁垫接触面中心的间距作为梁的计算跨度 l ,如图 1.10(b)所示。为了简化计算,有时也取 $l=1.05l_0$ 作为计算跨度,其中 l_0 为梁的净跨度。

(3) 支座的简化。

由于梁端嵌入墙内的实际长度比较短,加之梁与梁垫之间是用水泥砂浆联结的,坚实性较差,所以在受力后有产生微小松动的可能,不能起到固定支座的约束作用。另外,考虑到梁作为整体虽然不能有水平移动,但又存在着由于梁的变形而引起梁端部有微小伸缩的可能性。所以,通常把梁的一端简化为固定铰支座,另一