



中等职业教育国家规划教材
全国中等职业教育教材审定委员会审定

建筑力学与结构基础

(建筑装饰专业)

主编 王怀珍 吴国平



高等教育出版社

建筑力学与结构基础

(建筑装饰专业)

主 编 王怀珍 吴国平
责任主审 朱 熾
审 稿 孟宪海 华文全

高等教育出版社

内容简介

本书是根据教育部 2001 年颁发的《中等职业学校建筑装饰专业教学指导方案》中主干课程“建筑力学与结构基础教学基本要求”,并参照有关行业的职业技能鉴定规范及中级技术工人等级考核标准编写的中等职业教育国家规划教材。

本书主要包括:绪论,静力学基本知识,静定结构内力分析,杆件强度,刚度和稳定性问题,结构计算简图,超静定结构,结构设计原理,钢筋混凝土结构,砌体结构,钢结构和木结构。

本书可作为中等职业学校建筑装饰专业教材,也可作为相关行业岗位培训教材或自学用书。

图书在版编目(CIP)数据

建筑力学与结构基础/王怀珍,吴国平主编. —北京:
高等教育出版社,2002.12

中等职业教育国家规划教材

ISBN 7-04-011640-5

I. 建... II. ①王...②吴... III. 建筑结构 -
结构力学 - 专业学校 - 教材 IV. TU3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 099207 号

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市东城区沙滩后街 55 号
邮政编码 100009
传 真 010-64014048

购书热线 010-64054588
免费咨询 800-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>

经 销 新华书店北京发行所
印 刷 北京未来科学技术研究所
有限责任公司印刷厂

开 本 787×1092 1/16
印 张 9
字 数 210 000

版 次 2002 年 12 月第 1 版
印 次 2002 年 12 月第 1 次印刷
定 价 11.10 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

中等职业教育国家规划教材出版说明

为了贯彻《中共中央国务院关于深化教育改革全面推进素质教育的决定》精神,落实《面向21世纪教育振兴行动计划》中提出的职业教育课程改革和教材建设规划,根据教育部关于《中等职业教育国家规划教材申报、立项及管理意见》(教职成[2001]1号)的精神,我们组织力量对实现中等职业教育培养目标和保证基本教学规格起保障作用的德育课程、文化基础课程、专业技术基础课程和80个重点建设专业主干课程的教材进行了规划和编写,从2001年秋季开学起,国家规划教材将陆续提供给各类中等职业学校选用。

国家规划教材是根据教育部最新颁布的德育课程、文化基础课程、专业技术基础课程和80个重点建设专业主干课程的教学大纲(课程教学基本要求)编写,并经全国中等职业教育教材审定委员会审定。新教材全面贯彻素质教育思想,从社会发展对高素质劳动者和中初级专门人才需要的实际出发,注重对学生的创新精神和实践能力的培养。新教材在理论体系、组织结构和阐述方法等方面均作了一些新的尝试。新教材实行一纲多本,努力为教材选用提供比较和选择,满足不同学制、不同专业和不同办学条件的教学需要。

希望各地、各部门积极推广和选用国家规划教材,并在使用过程中,注意总结经验,及时提出修改意见和建议,使之不断完善和提高。

教育部职业教育与成人教育司

二〇〇一年十月

前 言

本书是根据教育部 2001 年颁发的《中等职业学校建筑装饰专业教学指导方案》中主干课程“建筑力学与结构基础教学基本要求”,并参照有关行业的职业技能鉴定规范及中级技术工人等级考核标准编写的中等职业教育国家规划教材。

本书在编写过程中注重建筑力学与结构相融,力求理论联系实际,降低难度,使学生在较少的课时内学会运用力学的基本原理解决建筑装饰工程中的实际问题。

全书共九章,一至五章为力学模块,六至九章为结构模块,带*号的内容为选用模块。

力学模块主要内容有静力学基本知识,静定结构的内力分析,杆件的强度、刚度和稳定性计算,结构计算简图及几何组成分析,主要讲述力学基础知识,力学、结构与装饰工程的关系,并配以建筑工程插图,以便学生认识和理解。

结构模块主要内容有结构设计原理,钢筋混凝土结构,砌体结构,钢、木结构。主要讲述建筑结构的基本知识,使学生能对建筑装饰工程中简单的常用构件进行验算。

带*号选用模块部分是指超静定结构、混凝土偏心受压柱,钢筋混凝土楼盖,学校可以根据实际需要选择教学内容。通过该部分的讲解,可使学生了解超静定的概念及在结构中的应用,适当地选择结构类型。

各章后附有复习思考题和习题,习题中的荷载形式考虑装饰工程的各种实际情况,并有多重答案,目的是按照各自的思维解答每一道习题,激活学生的个性,激发学生的创新意识和创新能力。

本书按 64 学时编写,具体学时分配见下表(供参考):

学时分配表

章 次	学时数			
	讲课	习题	参观	合计
绪 论	1			1
第一章	7	2		9
第二章	6	2		8
第三章	6	2		8
第四章	2	2		4
第五章	2			2
第六章	4			4
第七章	7	3	2	12
第八章	5	3	2	10
第九章	5	1		6
总 计	45	15	4	64

本书是根据《建筑结构制图标准》(GB/T 50105—2001)、《建筑结构荷载规范》(GB 50009—2001)、《混凝土结构设计规范》(GB 50010—2002)、《砌体结构设计规范》(GB 5003—2001)等新规范编写的,力学名词、单位和符号均采用现行国家标准。

参加编写的有南京建筑工程学校吴国平(第一、二章)、韩丽平(第五、六、九章),抚顺市建筑工业学校王怀珍(绪论,第七、八章)、李秀娴(第三、四章)。全书由王怀珍、吴国平主编。

本书通过全国中等职业教育教材审定委员会审定,由清华大学朱熾教授担任责任主审,清华大学孟宪海副教授和华文全讲师审稿。他们对书稿提出了很多宝贵意见,在此表示衷心感谢。

本书的编写是对建筑力学与结构基础教材内容改革的尝试,在编写过程中参考了许多资料,在此向有关作者表示感谢。

由于编者水平有限,书中难免有不足之处,恳请读者批评指正。

编 者

2002年10月

目 录

绪论	1	*第五章 超静定结构	63
第一章 静力学基础知识	5	第一节 超静定结构的概念	63
第一节 静力学基本概念	5	第二节 超静定次数的确定	63
第二节 约束与约束反力	7	第三节 力法的基本原理	64
第三节 物体的受力分析和受力图	10	第四节 超静定结构的特性	66
第四节 平面汇交力系	11	复习思考题	67
第五节 平面问题的力矩和力偶	15	习题	67
第六节 平面一般力系	19	第六章 结构设计原理	69
第七节 重心	23	第一节 结构的功能要求和极限状态	69
复习思考题	26	第二节 结构上的荷载和材料强度的取值	70
习题	26	第三节 概率极限状态设计法	72
第二章 静定结构内力分析	29	复习思考题	75
第一节 内力的概念	29	第七章 钢筋混凝土结构	76
第二节 轴力和轴力图	30	第一节 钢筋混凝土的概念及主要优缺点	76
第三节 单跨静定梁的内力分析	32	第二节 钢筋和混凝土材料的力学性能	77
复习思考题	39	第三节 受弯构件的构造要求	80
习题	39	第四节 受弯构件正截面承载力计算	83
第三章 杆件强度、刚度和稳定性问题	41	第五节 受弯构件斜截面承载力计算	89
第一节 应力的概念及计算	41	第六节 轴心受压构件	91
第二节 材料拉伸和压缩时的力学性质	45	*第七节 偏心受压构件	93
第三节 强度计算	47	*第八节 钢筋混凝土楼盖的分类与适用性	96
第四节 刚度问题	52	复习思考题	98
*第五节 压杆稳定问题	55	习题	99
复习思考题	56	第八章 砌体结构	100
习题	57	第一节 砌体结构的特点、适用性和材料	100
*第四章 结构的计算简图及体系的几何组成分析	58	第二节 房屋的承重体系及结构静力计算方案	102
第一节 结构的计算简图	58	第三节 砌体结构构件的承载力计算	104
第二节 平面体系的几何组成分析	59	第四节 砌体结构的构造措施	110
复习思考题	61	复习思考题	114
习题	61	习题	115

第九章 钢结构与木结构	116	第四节 木结构的特点、应用范围和材料	126
第一节 钢结构的特点、应用范围和材料	116	第五节 木结构的连接构造	128
第二节 钢结构的连接	119	复习思考题	131
第三节 钢结构构件的计算特点与截面 选型	124	习题	131
		参考文献	132

绪 论

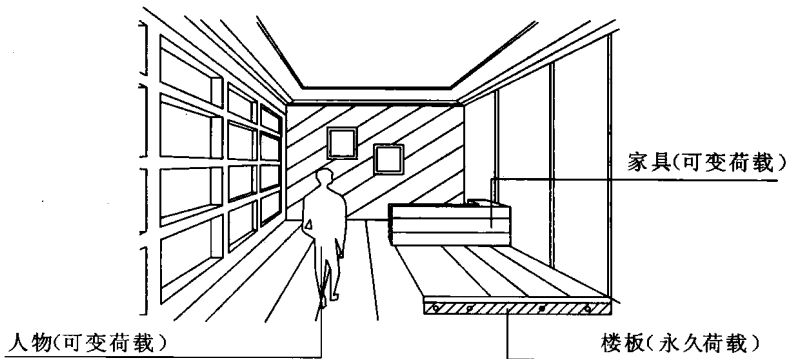
一、建筑力学与结构基础课程的任务与建筑装饰设计的关系

建筑力学与结构基础是一门综合课程,本课程的任务是使建筑装饰专业的学生在装饰设计中具有建筑力学的基础知识以及结构的总体知识,能在装饰设计中进行结构选型,能对常用结构构件进行受力验算,以满足建筑装饰工程施工的需要,并能在建筑装饰设计中与结构专业技术人员协作。

建筑力学研究建筑结构及其构件在荷载作用下维持平衡的条件以及承载力的计算问题,为建筑结构提供理论基础。建筑结构也研究建筑结构及其构件在荷载作用下的承载力的计算问题,是力学原理在建筑工程中的具体应用。所不同的是,建筑力学研究的是理想的弹性体或弹塑性体,而建筑结构研究的对象除钢结构材料接近理想的弹塑性体以外,钢筋混凝土结构、砌体结构和木结构等都是各向异性的,是非匀质、非弹性的。缺乏建筑力学与结构知识,很难做出受力合理、性能可靠、具有创造性的建筑装饰设计。

二、建筑结构的定义、分类、基本特点

结构是建筑的骨架,如图绪-1所示。它为建筑提供合乎使用的空间并承受建筑物的全部荷载,抵抗由于风雪、地震、土壤沉陷、温度变化等可能对建筑引起的损坏。即建筑结构是指房屋建筑中能承受荷载与作用,起骨架作用的体系,结构的坚固程度直接影响着建筑物的安全和寿命。

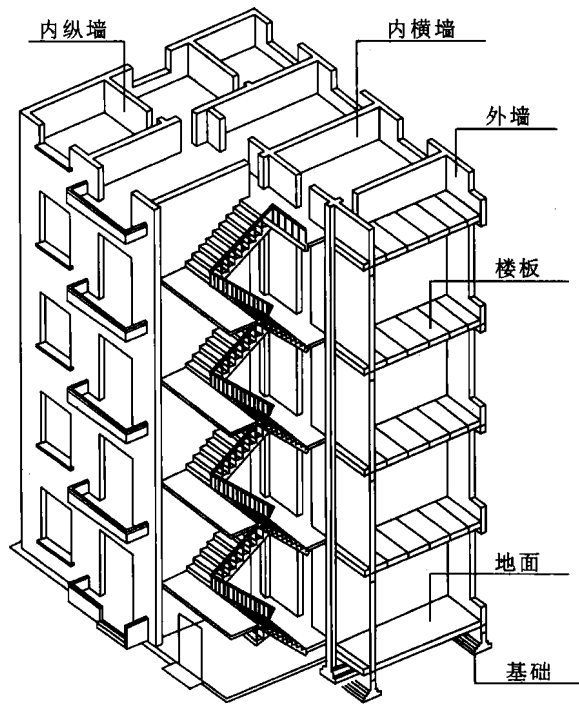


图绪-1

建筑结构按受力和构造特点的不同,可分砖混结构、排架结构、框架结构、框架-剪力墙结构、剪力墙结构、筒体结构等结构形式。

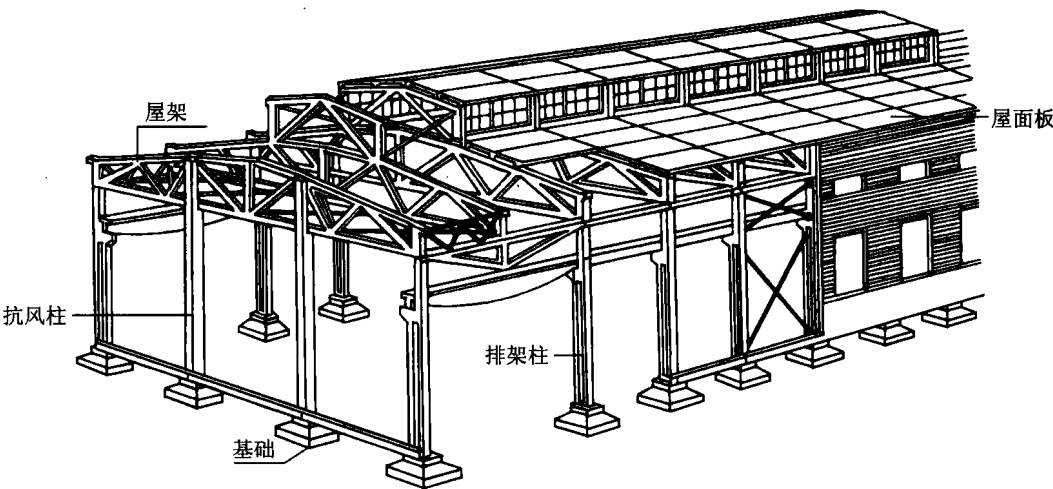
图绪-2所示砖混结构的主要承重体系是:屋盖荷载(如屋盖自重、雪荷载等)以及楼层荷载(如楼盖自重、楼面荷载等)由承重墙承担,墙下是条形基础,全部荷载通过墙、基础传到地基上。

一般层数不多的民用建筑如宿舍、住宅、教学楼、办公楼等采用砖混结构。



图绪 - 2

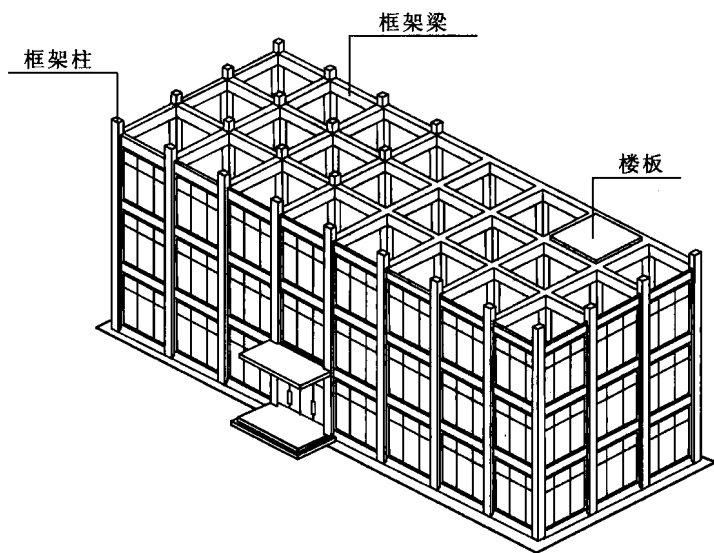
图绪 - 3 所示排架结构的主要承重体系由屋架(或梁)和排架柱(牛腿柱)组成。一般单层工业厂房结构采用排架结构。



图绪 - 3

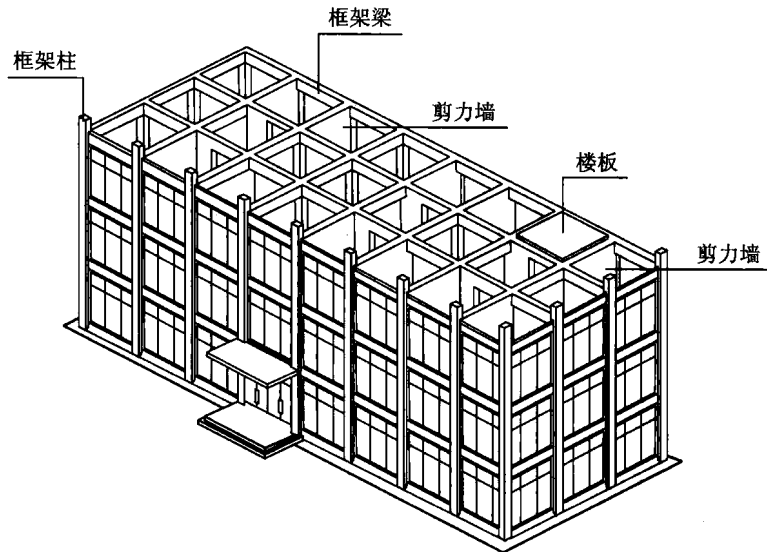
图绪 - 4 所示框架结构的主要承重体系由框架梁及框架柱组成,框架梁与框架柱整体浇筑在一起。一般多层工业厂房或多、高层房屋采用框架结构。

图绪 - 5 所示框架 - 剪力墙结构是在框架纵、横方向的适当位置,在柱与柱子之间设置几道



图绪 - 4

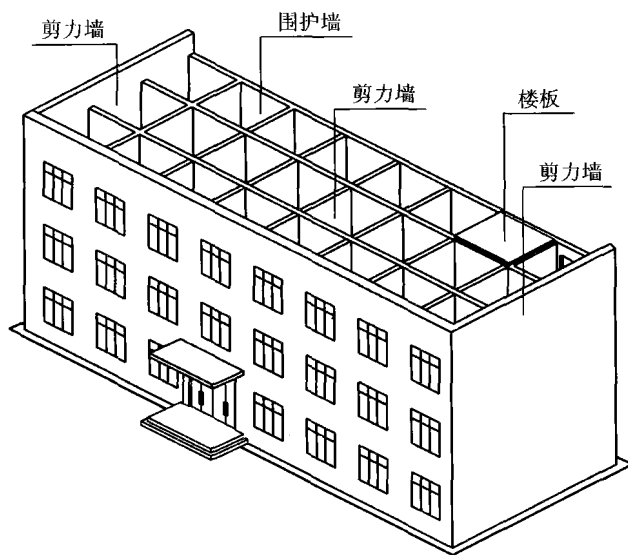
厚度大于 140 mm 的钢筋混凝土墙体(剪力墙)而成的房屋承重体系。该承重体系适用于 15 ~ 25 层的高层建筑。



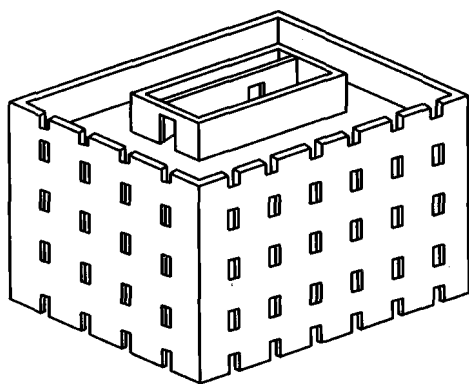
图绪 - 5

图绪 - 6 所示剪力墙结构是由纵、横向的钢筋混凝土墙体所组成的房屋承重体系。该承重体系适用于 12 ~ 30 层的高层建筑。

绪图 - 7 所示筒体结构是指用钢筋混凝土墙体围成的侧向刚度很大的筒体所组成的高层房屋承重体系。该承重体系适用于高层或超高层(高度 $H \geq 100$ m)建筑。



图绪 - 6



图绪 - 7

建筑结构按所用材料的不同分钢筋混凝土结构、砌体结构、钢结构和木结构。

钢筋混凝土结构是由钢筋和混凝土两种材料构成的结构。它的特点是强度大、耐久性好、抗震性好、具有可塑性,但自重大、费工时、模板用料多。

砌体结构是由块材(砖、砌块、石)通过砂浆砌筑而成的结构。它的特点是就地取材、成本低、耐久性和化学稳定性好,但砌筑施工进度缓慢,现场作业量大,结构自重大,不能满足建筑工业化发展的要求。

钢结构是由钢材制造的结构。它的特点是,钢材强度高、结构自重轻、塑性和韧性好,结构制作和安装的工业化程度高,结构的密闭性好,但耐腐蚀性差、防火性能差。

木结构是由木材或主要由木材制成的结构。它的特点是重量轻、强度较高,弹性和韧性好,保温隔热性能好,易于加工和安装,装饰性好,但结构的安全性较差,防火性能差。

第一章 静力学基础知识

第一节 静力学基本概念

一、力的概念

物理学中已经阐明,力的本质是物体间的相互作用。力可以使物体的运动状态发生变化,称为力的外效应;力同时可以使物体的形状发生变化,称为力的内效应。作用在同一物体上的两个或两个以上的力称为力系。

宇宙间不存在绝对的静止与绝对的平衡。但是,相对于地球来说,建于地上的建筑物可认为是静止的、平衡的。所以建筑力学与结构所涉及的力学范围主要是静力平衡。平衡是物体运动的一种特殊状态。

在自然界中,任何物体在力的作用下都将发生变形。但是,工程实际中许多物体(例如建筑结构中的梁、柱、受压的桥梁等)的变形相对于物体本身尺寸而言常常很微小,从而在研究物体的平衡问题时可以忽略不计,这种物体称为刚体。然而,当讨论物体受到力的作用后会不会破坏时,变形就是一个主要的因素,此时就不能再把物体看作刚体,而应看作变形体。

二、力的三要素

实践证明,力对物体的作用效应可由力的大小、方向、作用点三个要素来衡量。

1. 力的大小

力的大小表明物体间相互作用的强弱程度。其度量单位是 N 或 kN, $1 \text{ kN} = 1\,000 \text{ N}$ 。

2. 力的方向

力的作用效应与力的方向有关,力的方向通常包含其方位和指向两个涵义。例如重力的方向是“铅垂向下”,“铅垂”指其方位,“向下”为指向。

以图 1-1 为例,可以看出,不同方向的力 F 和 F' 的作用效果明显不同。

3. 力的作用点

力对物体的作用效应还与力的作用点有关,力的作用点就是力对物体作用的位置。在图 1-1 中, F 与 F'' 的作用点不同,其作用效应也不同。

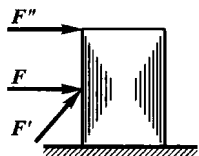


图 1-1

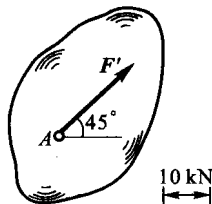


图 1-2

综合而言,力的三要素为大小、方向、作用点。

4. 力的表示法

通常可以用一段带箭头的线段来表示力的三要素。线段的长度(按选定的比例)表示力的大小;线段与某定直线的夹角表示力的方位,箭头表示力的指向;线段的起点或终点表示力的作用点,如图 1-2 所示。

力的符号常用黑体字母 $\boldsymbol{F}$ 表示,而白体字母 F 仅仅表示力的大小。

三、力的基本性质

1. 合力与分力

从物理学可知,作用于物体上同一点的两个力可以合成为作用于该点的一个合力,它的大小和方向由以这两个力为邻边所构成的平行四边形的对角线来表示,如图 1-3 所示。

另外,利用平行四边形的概念也可以把作用在物体上的一个力分解成两个作用于同一点的分力,如图 1-3 中的 F_1 、 F_2 可以看成是 F 分解而成。在工程实际中,通常遇到的是把一个力分解为沿直角坐标系 x 、 y 方向的两个分力,以便于计算,如图 1-4 所示。

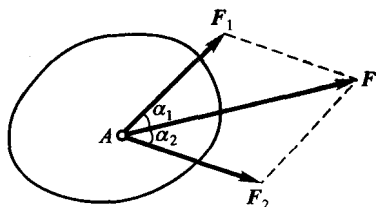


图 1-3

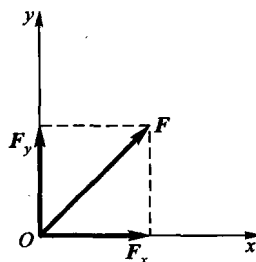


图 1-4

2. 作用力与反作用力

若甲物体对乙物体产生一个作用力,则同时乙物体对甲物体必有一个反作用力,这两个力大小相等、方向相反、沿同一直线相互作用。

前面已提到,力是物体间的相互作用,因而作用力与反作用力必然是成对出现且分别作用在两个不同的物体上。

如图 1-5a 中物体 A 放置在物体 B 上, F 是物体 A 对物体 B 的作用力,作用在物体 B 上; F' 是物体 B 对物体 A 的反作用力,作用在物体 A 上。 F 和 F' 为作用力和反作用力关系,即 F 和 F' 大小相等,方向相反,沿同一直线 KL ,如图 1-5b 所示。

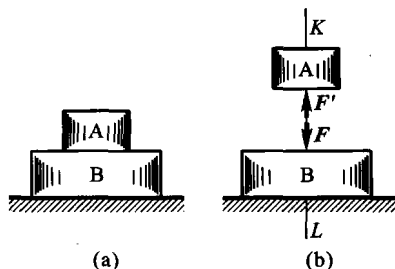


图 1-5

第二节 约束与约束反力

一、约束和约束反力的概念

自然界的物体可分为两类:在空间自由运动而不受任何限制的物体,称为**自由体**,如空间漂浮的星球。在空间某些方向的运动受到一定限制的物体,称为**非自由体**。在建筑工程中所研究的具体物体,一般都受到其他物体的限制、阻碍而不能自由运动。如图 1-6 中的阳台梁,由于受到墙的限制而不能水平运动、竖向运动或转动。

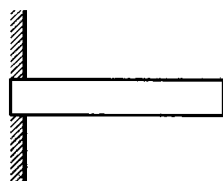


图 1-6

使非自由体在某一方向不能自由运动的限制装置称为**约束**。

约束必然产生一定的力以阻碍物体运动,这种力称为**约束反力**,约束反力的方向总是与非自由体运动或运动趋势的方向相反。

二、约束和约束反力的类型

约束是两个或两个以上物体间相互接触或连接的方式,由于实际结构形式的多样化,其连接构造方式不同导致约束情况比较复杂。通常对工程中最常见的约束情况进行简化,可归纳为三类八种最典型的类型。

1. 约束

(1) 柔体约束

由柔软的绳索、链条、皮带等形成的约束称为**柔体约束**(图 1-7a)。其约束形式只能阻止物体沿着柔体轴线方向离开柔体的运动;约束反力沿着柔体轴线方向并背离物体,称为**拉力**,用 F_T 表示(图 1-7b)。

(2) 光滑接触面约束

当物体在接触处的摩擦力很小而略去不计时,就是光滑接触面约束。由于光滑表面只能阻止物体沿接触面公法线方向指向接触面的运动,所以光滑接触面约束的约束反力方向沿着光滑接触面的公法线方向并指向被约束物体,称为**压力**,用 F_N 表示(图 1-8)。

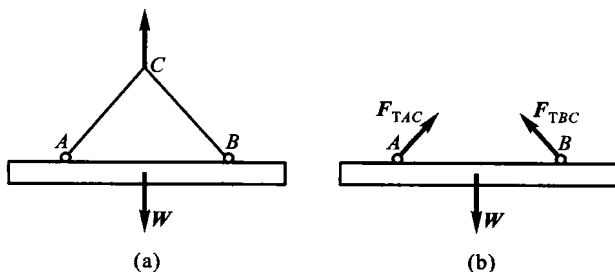


图 1-7

(3) 圆柱铰链约束

理想的圆柱铰链是由一个圆柱形销钉插入两个物体的圆孔中构成的,销钉与圆孔表面为光滑接触。销钉不能限制物体绕销钉转动,只能限制物体在垂直于销钉轴线的平面内沿任意方向的运动,如图 1-9a 所示。当两个物体有相对运动趋势时,销钉与圆孔壁有接触点,接触点产生约束反力 F , F 的作用线必通过销钉中心,指向未定,如图 1-9b 所示。通常可用两个互相垂直的分力 F_x 和 F_y 来代替。另外,两个物体所受的约束反力互为作用力与反作用力(图 1-9d)。

2. 支座

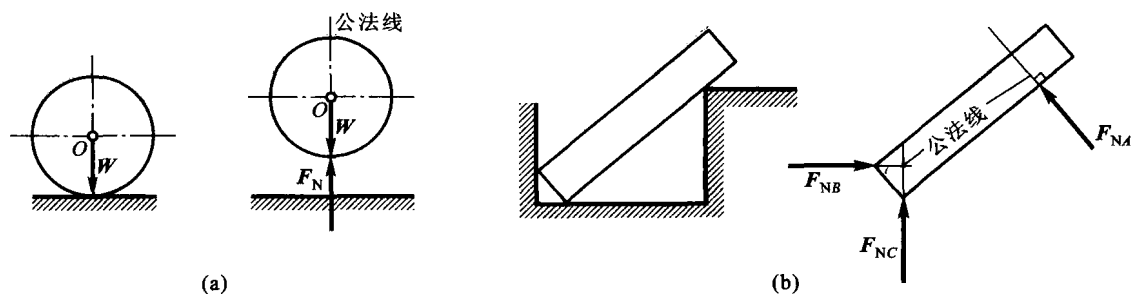


图 1-8

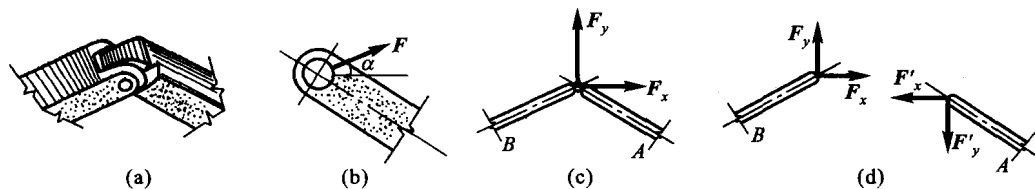


图 1-9

(1) 固定铰支座

将圆柱铰链约束中的一个物体视为固定不动的支座,而另一个视为结构,这种支承方式称为**固定铰支座**。如图 1-10a 所示。图 1-10c~f 为它的几种简化表示方式。其约束反力与圆柱铰链的情况相同(图 1-10b)。

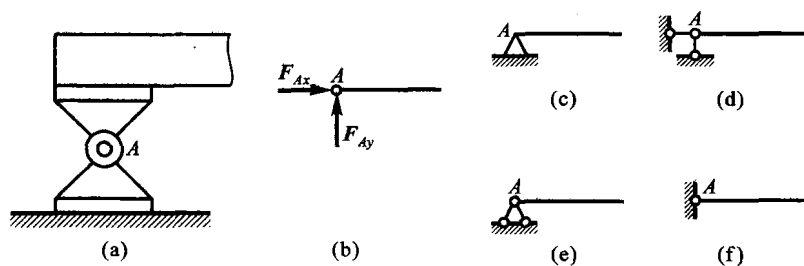


图 1-10

(2) 可动铰支座(链杆支座)

在固定铰支座的下面加上滚轴,使构件在支座处有水平移动的可能,这种支座称为**可动铰支座**,如图 1-11a 所示。这种支座只能阻止构件上下移动。因此,可动铰支座的约束反力垂直于支承面,通过销钉中心指向未定(图 1-11b)。图 1-11c~e 为它的几种简化表示方式。

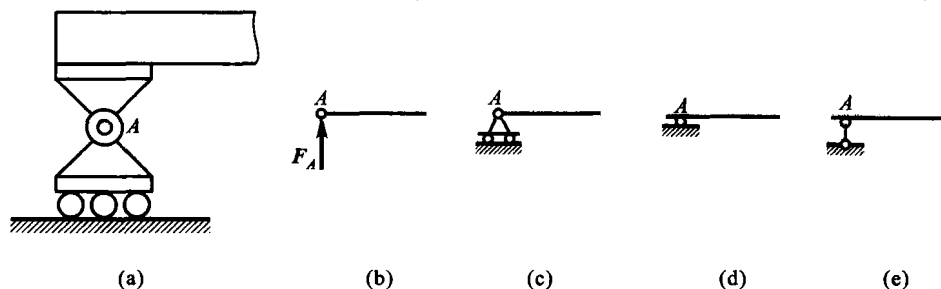


图 1-11

建筑工程中理想的可动铰支座少,有些构件的约束形式可近似视为可动铰支座。如图 1-12a 所示的门、窗过梁,其简化结构是:一端视为固定铰支座,另一端可视为可动铰支座。图 1-12b 给出了这种梁的计算简图,工程上称为简支梁。

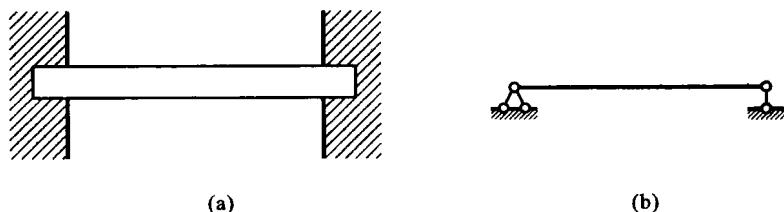


图 1-12

(3) 固定端支座

整浇钢筋混凝土的雨篷,它的一端嵌固在墙内,一端自由,如图 1-13a 所示,称为固定端支座。在嵌固端,构件既不能沿任何方向移动,也不能转动。固定端的约束反力为 F_{Ax} 、 F_{Ay} 及 M_A (阻止转动的力偶),如图 1-13b、c 表示。

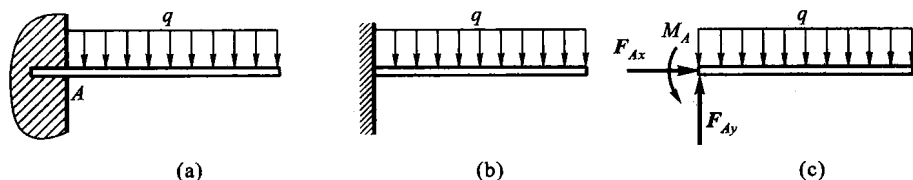


图 1-13

3. 节点

(1) 刚节点

各杆刚性连接,不能绕节点自由转动,如图 1-14a、c 所示。受力后各杆间夹角保持不变,刚节点对各杆端产生约束反力 F_x 、 F_y 及 M 。图 1-14b、d 为其简化表示方式。

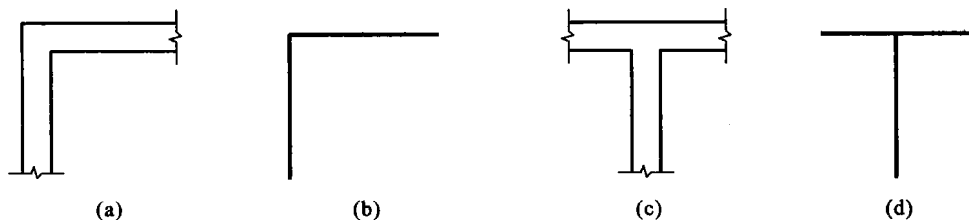


图 1-14

(2) 组合节点

该节点杆件既有铰接,又有刚接,约束反力应视所研究对象而定,如图 1-15a 所示,图 1-15b 为其简化表示方式。

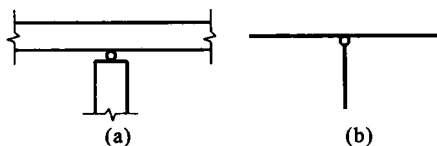


图 1-15