



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 陈安生

中国建筑工业出版社

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
全国建设行业中等职业教育推荐教材

建筑力学与结构基础

(建筑装饰专业)

主编 陈安生

审稿 孟宪海 华文全

中国建筑工业出版社

C9

图书在版编目 (CIP) 数据

建筑力学与结构基础/陈安生主编. —北京: 中国建筑工业出版社, 2003

中等职业教育国家规划教材. 建筑装饰专业

ISBN 7-112-05401-X

I. 建... II. 陈... 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 (2003) 第 009130 号

本书共有十章, 主要内容为: 静力学基本知识, 静定结构内力分析, 杆件的强度、刚度和稳定性计算, 结构计算简图, 超静定结构, 建筑结构设计基本原理, 钢筋混凝土结构, 砌体结构, 钢结构与木结构, 建筑装饰中常见结构问题等。

本教材可作为中等职业学校建筑装饰专业教学用书, 也可作为建筑装饰企业施工、设计、管理人员以及建筑装饰从业人员的培训教材和自学用书。

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
全国建设行业中等职业教育推荐教材

建筑力学与结构基础

(建筑装饰专业)

主编 陈安生

审稿 孟宪海 华文全

*

中国建筑工业出版社出版(北京西郊百万庄)

新华书店总店科技发行所发行

北京市彩桥印刷厂印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 14 $\frac{3}{4}$ 字数: 353 千字

2003 年 4 月第一版 2003 年 4 月第一次印刷

印数: 1—3000 册 定价: 18.00 元

ISBN 7-112-05401-X

TU·4725(11015)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

本社网址: <http://www.china-abp.com.cn>

网上书店: <http://www.china-building.com.cn>

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

2002 年 10 月

前 言

本书是中等职业教育建筑装饰专业试用教材，是根据教育部、建设部颁发的建筑装饰专业教学大纲编写而成。

全书分建筑力学和建筑结构基础两篇共十章。内容包括静力学基本知识、静定结构内力分析、杆件的强度刚度和稳定性计算、结构计算简图、超静定结构、建筑结构设计基本原理、钢筋混凝土结构、砌体结构、钢结构与木结构、建筑装饰中常见结构问题。

本书内容是根据《建筑结构可靠度设计统一标准》(GB50068—2001)、《建筑结构荷载规范》(GB50009—2001)、《混凝土结构设计规范》(GB50010—2002)、《砌体结构设计规范》(GB50003—2001)、《钢结构设计规范》(GB50017—2001)等新修订的结构设计规范编写的。

编写时，注重基本概念和基本知识，突出技能培养特色，注重实用，突出重点，文字精练，力求通俗易懂，激发读者学习兴趣。本书附有较多的例题，每章均附有思考题及习题。

本书由衡阳铁路工程学校陈安生主编。绪言、第一、二、四、六、九、十章由陈安生编写，第三、五、八章由长沙建筑工程学校贺金诚编写，第七章由衡阳铁路工程学校唐小平编写。

本书由孟宪海、华文全主审，

限于编者水平，书中不妥或错误之处难免，欢迎批评指正。

目 录

绪论	1
----	---

第一篇 建 筑 力 学

第一章 静力学基本知识	4
第一节 静力学基本概念	4
第二节 平面力系	10
第三节 重心	21
思考题	22
习题	24
第二章 静定结构内力分析	28
第一节 内力的基本概念	28
第二节 静定结构内力计算	31
第三节 内力图	36
思考题	46
习题	47
第三章 杆件的强度、刚度和稳定性计算	50
第一节 截面几何性质	50
第二节 轴向拉、压杆件的强度	53
第三节 梁的强度	57
* 第四节 刚度计算	65
第五节 压杆稳定	69
思考题	72
习题	73
第四章 结构计算简图	76
第一节 平面体系几何组成分析	76
第二节 结构计算简图	80
思考题	82
习题	82
* 第五章 超静定结构	84
第一节 超静定结构的一般概念	84
第二节 力法	85
思考题	94
习题	94

第二篇 建筑结构基础

第六章 建筑结构设计基本原理	95
第一节 建筑结构的性能要求与极限状态	95
第二节 结构上的作用、作用效应与结构抗力	96
第三节 概率极限状态设计法	99
思考题	104
习题	105
第七章 钢筋混凝土结构	106
第一节 钢筋和混凝土材料的力学性能	107
第二节 受弯构件一般构造	115
第三节 受弯构件正截面承载力计算	118
第四节 受弯构件斜截面承载力计算	133
第五节 受弯构件的其他构造要求	138
* 第六节 钢筋混凝土受压构件	140
* 第七节 钢筋混凝土楼盖	145
思考题	156
习题	157
第八章 砌体结构	159
第一节 概述	159
第二节 砌体的承载力	161
第三节 混合结构房屋承重体系和静力计算方案	164
第四节 墙柱高厚比的验算	166
第五节 无筋砌体受压构件承载力计算	169
第六节 砌体局部受压承载力计算	173
第七节 过梁、挑梁及墙体构造措施	176
思考题	180
习题	180
第九章 钢结构与木结构	182
第一节 钢结构概述	182
第二节 钢结构的连接	185
第三节 钢结构构件的截面选型与计算要点	193
第四节 木结构概述	202
第五节 木结构的连接构造	203
思考题	205
习题	206
第十章 建筑装饰中常见结构问题	207
第一节 建筑装饰中梁板结构问题	207
第二节 建筑装饰中墙体结构问题	212

思考题.....	213
附录.....	214
附录 I 荷载取值.....	214
附录 II 钢结构用表.....	216
参考文献.....	225

注：带 * 号内容为选用模块内容

绪 论

一、建筑力学的任务和主要内容

建筑物无论是在建造过程中还是使用时都会受到各种力的作用，例如图 0-1 所示某混合结构的民用房屋通常会受到下列一些作用力：①楼面活荷载——人群、家具设备等；②屋面活荷载——积雪、上人屋面的人群、施工（检修）荷载，③各构件自身重量——如楼板重、墙身自重；④外墙面上的风力。这些力在工程上通常称为荷载。

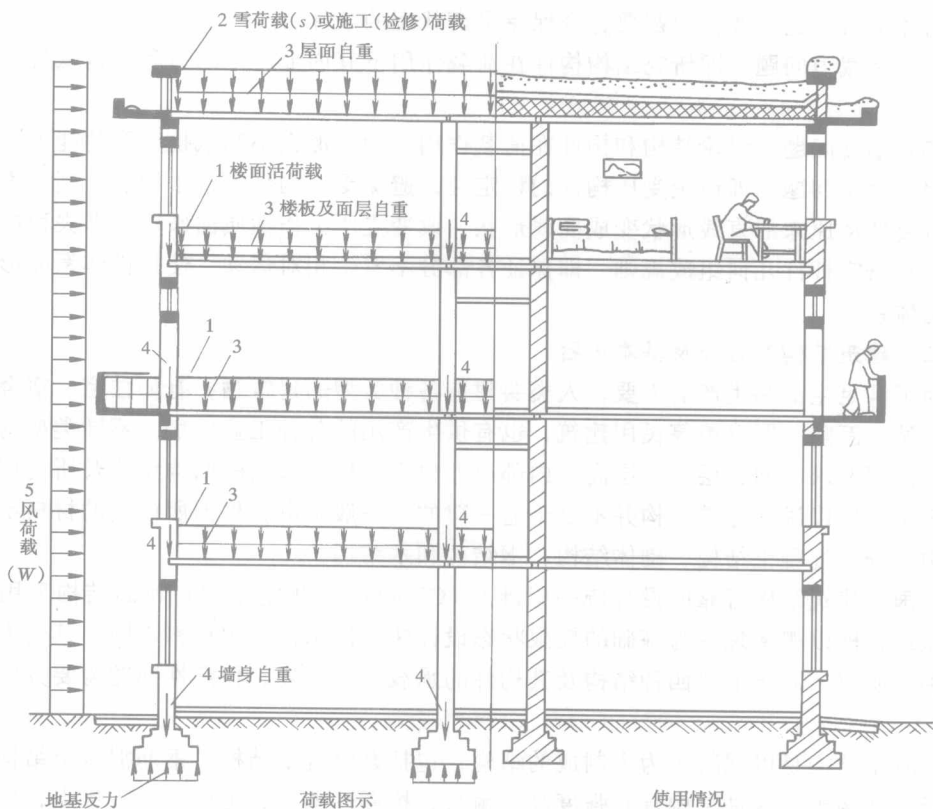


图 0-1 某混合结构房屋荷载示意

建筑物中支承和传递荷载而起骨架作用的部分称为结构，而一个结构往往是由许多构件按一定形式组成，如房屋结构由梁、板、墙、柱和基础等部件构成。这些结构和构件在承受荷载和传递荷载时会引起周围物体对它们的反作用（如图 0-1 中的地基对基础的反力），同时结构和构件本身因受荷载作用而将产生内力和变形，但结构本身具有一定的抵抗变形和破坏的能力。合理的结构及构件应该在施工和使用过程中满足下列两个方面的基本要求：

(1) 结构和构件在荷载作用下不能破坏, 同时也不能产生过大的形状改变, 即保证结构安全正常使用。

(2) 使结构和构件所用的材料尽可能少, 降低工程造价, 做到经济节约, 但盲目强调结构及构件的安全性势必会用好的材料、大的截面尺寸而造成浪费; 反之, 过分强调节约只会采用低等级材料、小的截面尺寸。所以, 要合理解决安全与经济这对矛盾, 使所设计的构件做到既安全合理, 又经济耐用。

为了完成以上任务, 必须建立科学的计算方法, 弄清作用在结构上的荷载是什么形式? 大小怎样? 结构在这些荷载作用下会产生哪些内力和变形? 结构在安全正常使用时的工作能力有多大? 这些问题都需要建筑力学及建筑结构的理论来解决。

建筑力学将讨论下列几方面的内容:

(1) 力系的简化和力系平衡问题。即结构及构件相对地球必须处于静止平衡状态, 所以, 物体上所受到的各种力都要符合保持平衡状态的条件。

(2) 承载力问题 即研究结构构件在荷载作用下其内部产生的力和结构抵抗破坏的能力。

(3) 刚度问题 讨论结构和构件在荷载作用下的变形大小和抵抗变形的能力。

(4) 稳定问题 即讨论受压构件的稳定性, 避免受压构件因过于细长, 当压力超过一定值时突然从原来的直线形状变成曲线形状, 改变受压工作性质而破坏, 即失稳破坏。

(5) 研究杆件几何组成规则 即保证各部分不发生相对运动, 使杆件体系能形成稳固的结构体系。

二、建筑结构的分类及基本内容

为了满足生活和生产的需要, 人类要建造各种类型的建筑物, 有如住宅、宿舍、办公楼、车站、医院、图书馆等民用建筑, 也有供生产用的各种工业厂房。不同类型的建筑物由于其使用要求不同, 层数、层高、内部尺寸也不一样, 采用的结构型式及所使用材料应有所区别。所以说, 建筑结构并不是千篇一律的。一般来讲, 根据所使用的材料不同, 建筑结构可分为混凝土结构、砌体结构、钢结构和木结构。

我国《建筑结构可靠度设计统一标准》(GB50068) 规定不同材料的结构采用统一的设计原理, 即以概率理论为基础的极限状态设计法。但结构所用材料不同, 其受力性能也有区别, 所以, 对于上述四种结构及其构件的承载力、刚度、稳定性问题需要分别进行讨论。

混凝土结构是以混凝土为主制成的结构, 包括素混凝土结构、钢筋混凝土结构和预应力混凝土结构等, 这种结构具有强度高、耐久、抗震性能好、可模性强等优点, 但也具有自重大、抗裂性能差、现浇构件工期长等缺点。混凝土结构是当前工业与民用建筑中应用最广泛的一种结构。在这里将主要讨论常见的钢筋混凝土受弯构件(梁、板)、受压构件(柱)等基本构件的承载力计算、构造要求及其在房屋建筑中的应用。

砌体结构是指各类砌块(普通粘土砖、空心砖、中小型砌块等)或石材通过砂浆组砌而成的建筑结构, 这种结构有着悠久的历史。其优点是就地取材, 材料来源广泛, 造价较低、施工简单、保温、隔热性能好, 但缺点是自重大, 强度较低、结构抗震性能较差, 砌筑工作量大。砌体结构一般用于五六层及以下的民用房屋中, 本书将主要讲授砌体结构受压构件的承载力、刚度、稳定性计算及其在房屋建筑中的应用。

钢结构是由钢板、型钢通过连接组成的建筑结构，在装饰工程中也应用较多。本书将重点介绍钢结构的连接构造要求，简介受力构件的计算，讨论合理选择钢结构受力构件的截面型式。

木结构是指全部或大部分用木材制成的结构。但由于我国木材资源缺乏，木材的用途又很广泛，在房屋建筑中应尽量少用木结构。在装饰工程中木材也大多用作方料、板材等细木工材料。本书将重点介绍木结构的连接构造及受力特点。

三、建筑力学及结构知识与建筑装饰工程的关系

建筑装饰、装修工程与建筑力学及结构知识密不可分。为了创造一个舒适、优美的室内外生活环境，人们对建筑室内外进行装饰的规模和档次不断推新，在装饰施工过程中，随时会遇到各种力学和结构问题，如各种外挑罩、外挑梁的构造，玻璃幕墙的安装等，就需要知道结构或构件的受力情况，要弄清危险截面在哪里，力的传递途径怎样，结构和构件在这些力作用下将发生怎样的破坏等。无论多么华丽的装饰都离不开相应的结构构件来支承，装饰工程中的诸多事故就是由于相关人员不懂或缺乏力学与结构知识造成的。例如，在原有结构上任意拆墙开洞，在楼板面上任意堆放施工荷载，盲目减少钢筋混凝土梁板中的钢筋，雨篷或阳台受力钢筋位置放错造成折断，没有力矩平衡的概念造成阳台倾覆，不懂几何不变体系组成规则，少加或拆除必要支撑，造成结构构架及脚手架倾塌等等。

因此，作为一名装饰技术人员或操作人员，必须具备必要的建筑力学知识及建筑结构知识，只有这样，才能合理、经济、安全地完成房屋装饰，为人们创造美好、舒适的生活环境。

第一篇 建 筑 力 学

第一章 静力学基本知识

一般情况下,一个物体总是同时受到许多力的作用。例如建筑物的楼板除承受自重外,还承受人、设备或家具等重量作用。通常我们将作用在物体上的一群力称为力系。

物体在力系的作用下,只要它相对于地面处于静止状态或保持匀速直线运动的状态,就称该物体处于平衡状态。例如,房屋、桥梁等建筑物,以及匀速提升的电梯都处于平衡状态。

静力学就是研究物体在力系作用下平衡规律的科学。静力学主要研究两个基本问题:

(1) 力系的简化 就是将作用在物体上的复杂力系简化成与原力系作用效果相同的简单力系。

(2) 力系的平衡条件 就是研究物体处于平衡状态时作用在它上面的力系必须满足哪些条件。

第一节 静力学基本概念

一、力的概念

力是物体之间的相互作用,力不能脱离物体而单独存在。并且,有受力体必定有施力体。例如,在建筑工地上,当我们推车或弯钢筋时,这时手对车或对钢筋就施加了力,我们的手是施力物体,车和钢筋受到力的作用,是受力物体。

力的作用方式一般分为二类:一类是两物体间互相接触的,称为接触力,如楼板上的设备对楼板的压力作用;另一类是不接触的,称为非接触力,例如物体所受的地心引力(重力)。

物体在力的作用下可能产生如下效应:一是使物体的运动状态发生变化,称为外效应或运动效应。如手推车使车运动;二是使物体的形状发生变化,称为内效应。任何物体在力的作用下都会发生变形。但是,工程实际中许多物体(例如建筑中的梁柱)的变形都很微小,对物体平衡问题的研究影响不大,可以忽略不计。这种在任何外力作用下形状和大小始终保持不变的物体称为刚体。静力学中研究的物体都是指刚体。

力对物体的作用效果取决于力的三要素:

(1) 力的大小 力的大小是指物体间相互作用的强弱程度,力的度量单位是牛顿(N)和千牛顿(kN)。

(2) 力的方向 力的作用方向不同,对物体产生的效果也不同,如图 1-1(a)的小车在推力 F 的作用下,会产生由左向右的运动;而当小车在同一位置受到图 1-1(b)所示同样大小的拉力作用时,则运动方向正好相反。

(3) 力的作用点 力对物体的作用效果还与力的作用点有关, 将长方形木块搁置在桌面上, 如推力作用点较低, 木块将向前移动 (如图 1-2a); 如推力作用点较高, 木块将翻倒 (如图 1-2b)。

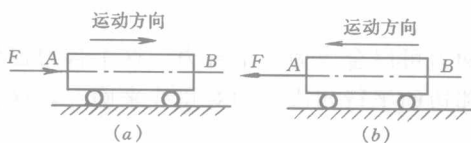


图 1-1

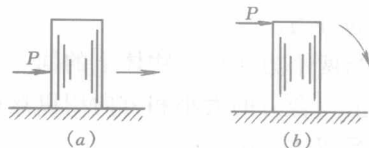


图 1-2

由于力对物体的作用效果由上述三要素决定, 所以说力是矢量, 可以用一个带箭头的线段来表示, 如图 1-3 所示, 线段的长度按一定的比例尺表示力的大小; 箭头指向表示力的方向; 箭尾或箭头表示该力的作用点, 本书中用黑体字母表示矢量, 如力 $\mathbf{F}$ 、 $\mathbf{P}$, 用普通字母表示矢量的大小, 如 F 、 P 。

二、静力学基本公理

静力学基本公理, 是人们在实践中经过反复观察和实验总结出来的, 它反映了作用在物体上的力的基本性质。

(一) 二力平衡公理

作用在同一物体上的两个力, 使刚体平衡的必要和充分条件是: 这两个力的大小相等, 方向相反, 且作用在同一直线上。简言之, 两力等值、反向、共线, 如图 1-4 所示。

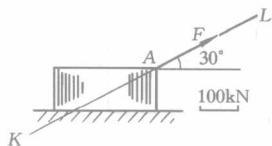


图 1-3

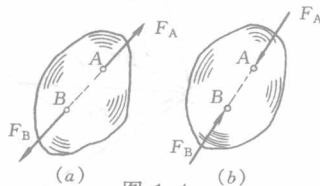


图 1-4

(二) 加减平衡力系公理

在受力刚体上加上或去掉任何一个平衡力系, 并不改变原力系对刚体的作用效果。

推论: 力的可传性原理——作用于刚体上的力可沿其作用线移动到刚体内任意一点, 而不会改变该力对刚体的作用效果。如图 1-5 (a) 所示, 某人用同样大小的力在力的作用线上的 A、B 两点分别推车或拉车, 对车的运动效应是相等的。

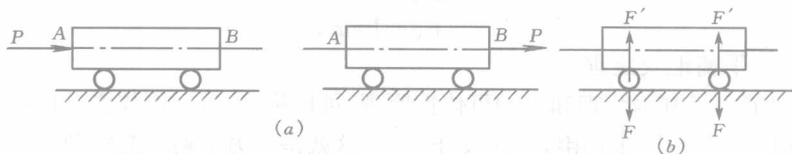


图 1-5

(三) 作用力与反作用力公理

当一个物体给另一个物体施加作用力时, 另一物体也同时给该物体以反作用力, 如图 1-5 (b) 所示, 放在地面上的小车, 对地面会施加向下的压力 F , 而地面也会对小车施加向上的支承力 F' 。

作用力与反作用力大小相等, 方向相反, 沿同一直线且分别作用在两个相互作用的物体上。必须注意: (1) 力是成对出现的, 有作用力必有一反作用力且两者同时产生又同时消失。 (2) 与二力平衡条件的区别是: 平衡力是作用在同一个物体上; 而作用力与反作用力

是分别作用在相互作用的两个物体上。所以，它们不能互相平衡。

(四) 力的平行四边形法则

如果一个力与一个力系等效，则该力称为此力系的合力。而力系中的各个力称为这个合力的分力。

当两个力作用在物体上的同一点时，该两力可以合成为一个合力，这个合力也作用在该点上，合力的大小和方向用以这两个力为邻边的平行四边形的对角线来确定。这就是力的平行四边形法则。

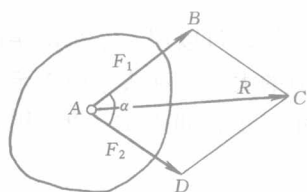
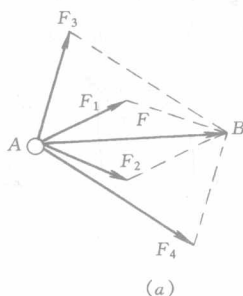


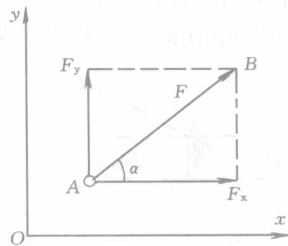
图 1-6

力的平行四边形法则是力的合成与分解的基础，如图 1-6，已知 F_1 、 F_2 两力作用在某一物体上的 A 点，两力的夹角为 α ，则过 A 点按比例画 F_1 、 F_2 ，以 F_1 、 F_2 为边作平行四边形 ABCD。那么，对角线 AC 线段的长度就是合力的大小，其方向就是合力 R 的方向。即矢量 R 就是合力。

应用力的平行四边形法则也可以将一个力分解成为两个分力。但是，将一个已知力分解为两个分力可得无数的解答。例如图 1-7 (a) 的情况，力 F 既可分解为 F_1 和 F_2 ，也可分解为 F_3 和 F_4 。若要得到惟一解答就必须给以附加的条件。例如：给定两个分力的方向，或者其中一个分力的大小和方向均已知。



(a)



(b)

图 1-7

在工程实际中，经常将一个力 F 沿直角坐标轴 x 、 y 方向分解，得到两个互相垂直的分力 F_x 和 F_y ，如图 1-7 (b) 所示。这样每个分力的大小可以用三角函数公式求得：

$$\begin{cases} F_x = F \cos \alpha \\ F_y = F \sin \alpha \end{cases} \quad (1-1)$$

(五) 三力平衡汇交定理

应用上述静力学基本公理和力的可传性原理，可以推出：若一刚体受共面不平行的三个力作用而平衡时，这三个力的作用线必汇交于一点，这就是三力平衡汇交定理。

三、约束与约束反力

任何建筑结构及其构件，一般都要受到其他物体的限制而不能自由运动，这样才能承受荷载的作用，达到稳固的目的。例如，梁受到墙或者柱子的限制，墙、柱受到基础的限制，而基础又受到地基的限制等。某物体由于受限制，使其在空间某些方向的位移成为不可能，称该物体为非自由体。对该物体起限制作用的另一物体称为该物体的约束。如上面提到的地基是基础的约束等。

由于约束限制了被约束物体的运动，因此，约束必然对被约束物体有

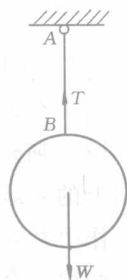


图 1-8

力的作用，我们称这种力为约束反力，简称反力。

下面介绍在工程实际中经常遇到的几种简单的约束类型与约束反力。

(一) 柔体约束

由绳索、链条、皮带等软体构成的约束称为柔体约束。因为柔体只能受拉，不能受压，故约束反力一定通过接触点，沿着柔体中心线背离物体的方向，且只能是拉力，用 T 表示，如图 1-8 所示。

(二) 光滑接触面约束

当物体与光滑支承面接触时，不论支承面的形状如何，它只能限制物体沿着接触面的公法线方向、指向光滑面的运动，而不能限制物体沿着接触面的公切线方向或者离开光滑面的运动，所以光滑接触面的约束反力必通过接触点，并沿着接触面的公法线指向被约束的物体，且只能是压力，如图 1-9 所示。

(三) 圆柱形铰链约束

圆柱形铰链简称铰链或铰。如门窗上的合页、机器上的轴承。这种约束只能限制物体在垂直于销钉轴线的平面内的任何方向的移动，但是，它不能限制物体绕销钉的转动和沿销钉轴线方向的滑动。故其约束反力作用在圆孔与销钉接触线上某一点，垂直于销钉轴线，并通过销钉中心，但方向未定，如图 1-10 (a) 所示的 R_c 。圆柱形铰链可用图 1-10 (b) 所示的简图来表示。

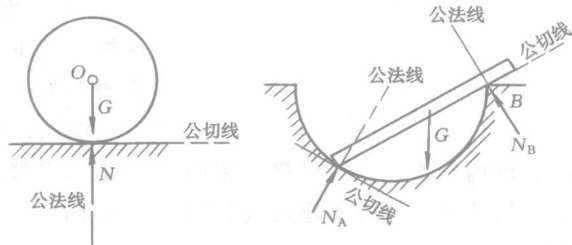


图 1-9

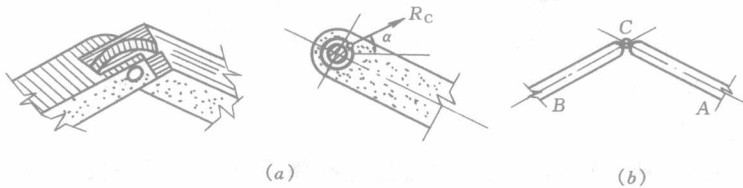


图 1-10

(四) 链杆约束

链杆就是两端用铰与其他物体相连而中间不受力（不计自重）的直杆。如图 1-11 所示的支架，BC 杆就可以看成是 AB 杆的链杆约束。这种约束只能限制物体沿链杆轴线方向的运动，其约束反力沿链杆的轴线，指向未定。

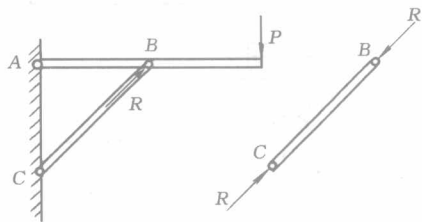


图 1-11

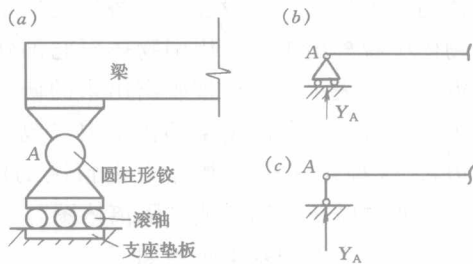


图 1-12

(五) 可动铰支座 (滚轴支座)

图 1-12 (a) 为理想的可动铰支座示意图, 这种支座既允许构件绕铰 A 转动, 又允许构件通过滚轴沿着支座垫板水平方向移动, 即只限制构件沿垂直于支承面方向的移动。所以, 其支座反力只有垂直于支承面的法向反力 Y_A , 反力方向通过铰心 A , 指向受力体。这种支座的简图有两种表示方法, 如图 1-12 (b)、(c) 所示。

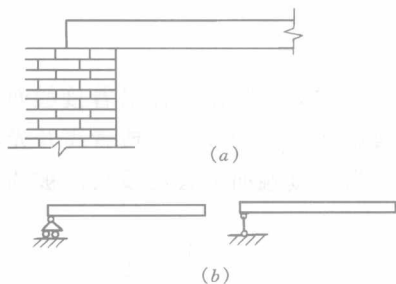


图 1-13

例如, 图 1-13 是一根搁置在砖墙上的梁, 砖墙就是梁的支座, 如略去梁与砖之间的摩擦力, 这样就可以将砖墙视为梁的可动铰支座。

(六) 固定铰支座

图 1-14 是理想的固定铰支座的示意图, 它与可动铰支座的区别是最下部没有滚轴, 因而只允许构件绕 A 铰转动, 不能产生沿任何方向的移动。所以这种支座在 A 点有水平反力 X_A 和竖直反力 Y_A , 其简图如图 1-14 (b)、(c) 所示。

例如, 图 1-15 是一根木梁, 用预埋在混凝土垫块内的螺栓相连接, 这样梁在端部 A 处的水平移动和竖向移动受其限制, 但仍可绕 A 点作微小的转动, 这种支座可视为固定铰支座。

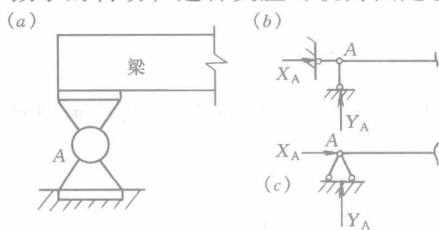


图 1-14

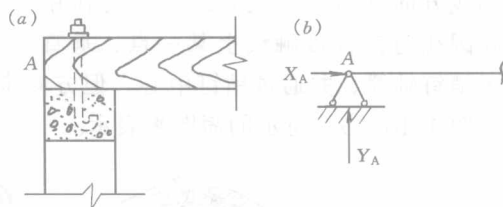


图 1-15

(七) 固定 (端) 支座

如图 1-16 (a) 所示钢筋混凝土雨篷板与雨篷梁整浇, 雨篷板在 A 端的水平、竖向移动和转动均受到限制, 这种支座称为固定端支座。可用图 1-16 (b) 所示简图来表示, 其反力可简化为水平反力 X_A 、竖直反力 Y_A 和限制物体转动的支座反力矩 M_A 。

四、物体的受力分析及受力图

讨论静力学问题, 首先要对物体进行受力分析, 明确该物体受到哪些力 (包括荷载) 的作用, 而工程实际中经常遇到几个物体联系在一起的情况。因此, 为了能清晰地表示物体的受力情况, 一般要设法将研究的物体从它周围的物体中脱离出来, 把周围物体对它的作用用相应的约束反力来表示。这样被脱离出来的研究对象称为脱离体。在脱离体上画出全部作用力 (包括荷载和约束反力), 这种用来表示物体受力情况的图形叫受力图, 也可叫“脱离体图”或“隔离体图”。

画受力图的基本步骤如下:

(1) 选取研究对象——脱离体, 它可以是一个物

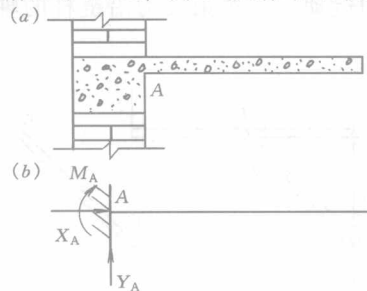


图 1-16

体，也可以是若干物体组成的一个系统。

(2) 画出研究对象的大概形状。

(3) 画出脱离体上已知主动力(外力)，主动力既不能任意改动，也不能遗漏。

(4) 逐个解除约束，画出相应的约束反力，并用字母标注。

由于画受力图时，有些力大小还是未知的，所以受力图上只要求用箭头明确表示出它们的作用点和方向，而不必按比例尺画出它们的大小。一般来说，箭头应画在它的实际作用处，不要应用力的可传性原理将其移动，某些箭头的指向如果暂时无法确定，可先行假定，待计算后根据计算结果的正负号再进行修正。现举例说明物件受力图的画法。

【例 1-1】 小球重量为 G ，用绳系住，如图 1-17 (a) 所示，试画出球的受力图。

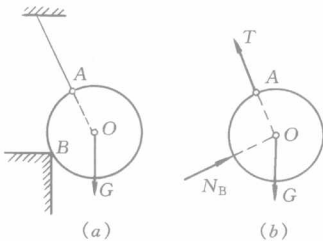


图 1-17

解 (1) 根据题意取小球为研究对象。

(2) 受到的主动力为小球所受重力 G ，作用于球心，方向竖直向下。

(3) 约束反力为绳子的约束反力 T ，作用于接触点 A ，沿绳子的方向，背向小球；以及光滑面的约束反力 N_B ，作用于球面支点 B ，沿着接触点的公法线(沿球半径，过球心)，指向小球。

把 G 、 T 、 N_B 全部画在小球上，就得到小球的受力图，如图 1-17 (b) 所示。

【例 1-2】 试画出如图 1-18 (a) 所示搁置在砖墙上的梁的受力图，梁的自重为 q 。

解 梁搁置在砖墙上，梁在支承端处不会有水平和竖直方向的移动，但可转动。根据实际支承情况，我们可按梁一端为固定铰支座，另一端为可动铰支座来分析。其简图如图 1-18 (b) 所示，这种梁称为简支梁。

(1) 取梁为研究对象

(2) 已知主动力为梁的自重，其荷载连续作用，大小各处相同，这种荷载称为均布荷载，大小为 q 。

(3) 约束反力： B 端为可动铰支座，其支座反力 Y_B 与支承面垂直，假设指向向上； A 点为固定铰支座，支座反力过铰中心点，通常用水平反力 X_A 和竖直反力 Y_A 表示，假设指向如图 1-18 (c) 所示。

【例 1-3】 如图 1-19 (a) 所示，装饰施工用的人字梯在 A 点铰接，又在 D 、 E 两点用水平绳连接。梯子放在光滑的地平面上，人站在梯的 F 点处，重量为 P 。如不计梯重，试分析并画出人字梯整体、 AB 及 AC 部分的受力图。

解 从整体考虑，人字梯所受的外力有铅垂力 P 与 B 、 C 处的约束反力。因梯子 B 、 C 端放在光滑的地平面上，由于光滑接触面(线)的约束反力只能是压力，它作用在接触面处，方向为沿着接触表面在接触处的公法线而指向物体，所以， B 、 C 端受到地面垂直向上的约束反力 Y_B 、 Y_C 。图 1-19 (b) 为人字梯整体受力图。

取 AB 为研究对象，图 1-19 (c) 所示。 DE 水平绳只能受拉力，从作用力与反作用

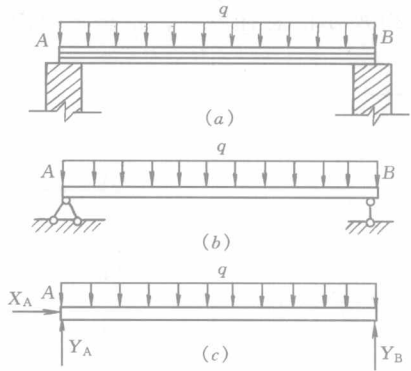


图 1-18