



高职高专“十二五”建筑及工程管理类专业系列规划教材

建筑力学 (上册)

主 编 安 晶 高 卿

副主编 孙晓丽 孟 琳 李子成 葛志华

赠 送
电子课件



西安交通大学出版社
XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY PRESS



高职高专“十二五”建筑及工程管理类专业系列规划教材

建筑力学 (上册)

主 编 安 晶 高 卿

副主编 孙晓丽 孟 琳 李子成 葛志华

Construction
Project



西安交通大学出版社
XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY PRESS

图书在版编目(CIP)数据

建筑力学.上册/安晶,高卿主编.—西安:西安交通大学出版社,2013.12
高职高专“十二五”建筑及工程管理类专业系列规划教材
ISBN 978-7-5605-3307-0

I. ①建… II. ①安… ②高… III. ①建筑科学-力学-高等职业教育-教材
IV. ①TU311

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 321679 号

书 名 建筑力学(上册)
主 编 安晶 高卿
责任编辑 祝翠华

出版发行 西安交通大学出版社
(西安市兴庆南路 10 号 邮政编码 710049)
网 址 <http://www.xjtpress.com>
电 话 (029)82668357 82667874(发行中心)
(029)82668315 82669096(总编办)
传 真 (029)82668280
印 刷 陕西元盛印务有限公司

开 本 787mm×1092mm 1/16 印张 13.75 字数 327 千字
版次印次 2014 年 1 月第 1 版 2014 年 1 月第 1 次印刷
书 号 ISBN 978-7-5605-3307-0/TU·101
定 价 26.80 元

读者购书、书店添货,如发现印装质量问题,请与本社发行中心联系、调换。
订购热线:(029)82665248 (029)82665249
投稿热线:(029)82668133 (029)82665375
读者信箱:xj_rwjg@126.com

版权所有 侵权必究

内 容 提 要

本教材依据高职高专建筑力学课程教学的基本要求,按照高等职业技术教育的教学特色、特点编写而成。本教材体现了培养高等应用型人才的特点,坚持理论与实践相结合,突出针对性、适用性和实用性。本教材结合建工类专业特点,依照其专业对建筑力学课程的要求,精选了理论力学、材料力学和结构力学的相关内容,形成了简练且相对完整的教学体系。本教材强调基本概念,重视宏观分析,降低了计算难度,突出工程应用,注重职业技能和素质的培养。本教材内容安排合理,理论概念阐述清楚,深入浅出、通俗易懂,文字简明扼要,图文并茂,方便教与学。

本教材分为上、下册。上册(第1章—第11章)内容包括:绪论、静力学的基本知识、平面汇交力系、力矩与平面力偶系、平面一般力系、材料力学的基本概念、轴向拉伸和压缩、平面图形的几何性质、剪切与扭转、梁的弯曲、组合变形、压杆稳定。下册(第12章—第18章)内容包括:平面体系的几何组成分析、静定结构的内力分析、静定结构的位移计算、力法、位移法、力矩分配法、影响线。各章均有学习要点、思考与练习。

本教材适用于高职高专院校的建工类专业,包括建筑工程技术、建筑设计技术、建筑工程管理、建筑装饰工程技术、工程造价、工程监理等,同时也可供成人高校、继续教育学院以及二级职业技术学院建筑类教学使用,还可作为相关从业人员的培训教材,以及相关技术人员的参考用书。



前言

《建筑力学》是土木工程类专业的一门重要的专业基础课程,它不仅为后续课程的学习作准备,而且为学生今后从事工程技术工作打下良好的基础。

本教材依据高职高专建筑力学课程教学的基本要求,按照高等职业技术教育的教学特点编写的。本教材体现了培养应用型人才的特点,坚持理论与实践相结合,突出针对性、适用性和实用性。本教材结合专业特点,依照土建类专业对建筑力学课程的要求,精选了理论力学、材料力学和结构力学的相关内容,形成了简练且相对完整的教学体系;强调基本概念,重视宏观分析,降低了计算难度,突出工程应用,注重职业技能和素质的培养。教材内容安排合理,理论概念阐述清楚,深入浅出、通俗易懂,文字简明扼要,图文并茂,方便教与学。

本教材共分十八章,分为上、下册,上册(第1章—第11章)内容包括:绪论、静力学的基本概念、平面汇交力系、力矩与平面力偶系、平面一般力系、材料力学的基本知识、轴向拉伸和压缩、平面图形的几何性质、剪切与扭转、梁的弯曲、组合变形、压杆稳定。下册(第12章—第18章)内容包括:平面体系的几何组成分析、静定结构的内力分析、静定结构的位移计算、力法、位移法、力矩分配法、影响线。各章均有学习要点和思考与练习,便于读者学习与复习。

本教材由无锡城市职业技术学院安晶、石家庄理工职业学院高卿担任主编,石家庄城市职业学院孙晓丽、陕西交通职业技术学院孟琳、石家庄铁路职业技术学院李子成、沧州职业技术学院葛志华担任副主编。编写具体分工为:绪论、第1章由孙晓丽和高卿编写,第2章由高卿和石家庄城市职业学院冯晓莹共同编写,第3章、第4章由葛志华编写,第5章、第6章由石家庄城市职业学院周旭红编写,第7章由石家庄城市职业学院张成立和河北行政学院张晓红共同编写,第8章、第10章由石家庄铁路职业技术学院张爱菊编写,第9章、第17章、第18章由安晶编写,第11章、第16章由李子成编写,第12章、第13章由孟琳编写,第14章、第15章由张涛编写。全书由安晶统稿、定稿。

本教材在编写过程中,参考和借鉴了大量文献资料,在此谨向有关作者表示衷心的感谢。

鉴于编者水平有限,教材难免存在不足和疏漏之处,恳请广大读者给予批评指正。

编者

2013年11月

目 录

绪 论

0.1 建筑力学的性质	(1)
0.2 建筑力学的研究对象	(1)
0.3 建筑力学的任务	(2)
0.4 建筑力学的研究内容	(2)
0.5 学习建筑力学的意义	(3)

第1章 静力学的基本知识

1.1 力的概念及性质	(4)
1.2 静力学公理	(6)
1.3 约束与约束反力	(7)
1.4 物体的受力分析和受力图	(10)
1.5 结构计算简图	(13)
思考与练习	(16)

第2章 平面汇交力系

2.1 平面汇交力系合成的几何法	(19)
2.2 平面汇交力系平衡的几何条件	(21)
2.3 平面汇交力系合成的解析法	(21)
2.4 平面汇交力系平衡的解析条件	(26)
思考与练习	(29)

第3章 力矩与平面力偶系

3.1 力对点之矩与合力矩定理	(32)
3.2 力偶及其基本性质	(34)
3.3 平面力偶系的合成与平衡	(36)
思考与练习	(38)

第4章 平面一般力系

4.1 力的平移定理	(40)
4.2 平面一般力系向平面内任一点简化	(41)
4.3 平面一般力系和平面平行力系的平衡条件及应用	(42)
4.4 物体系统的平衡	(46)
思考与练习	(49)

第5章 材料力学的基本知识

5.1 变形固体及其基本假设	(52)
5.2 杆件变形的的基本形式	(53)
5.3 内力、应力	(54)

5.4 变形和应变·····	(55)
思考与练习·····	(56)
第6章 轴向拉伸与压缩	
6.1 轴向拉(压)杆的内力·····	(57)
6.2 轴向拉(压)杆的应力·····	(60)
6.3 轴向拉(压)杆的变形与胡克定律·····	(62)
6.4 材料在拉伸和压缩时的力学性能·····	(64)
6.5 轴向拉(压)杆的强度条件及其应用·····	(69)
6.6 应力集中的概念·····	(73)
思考与练习·····	(74)
第7章 平面图形的几何性质	
7.1 重心和形心·····	(78)
7.2 静矩·····	(79)
7.3 惯性矩、惯性积与惯性半径·····	(81)
7.4 形心主惯性轴和形心主惯性矩的概念·····	(84)
思考与练习·····	(84)
第8章 剪切与扭转	
8.1 剪切与挤压的概念·····	(86)
8.2 剪切与挤压的强度计算·····	(87)
8.3 剪切胡克定律与剪应力互等定理·····	(92)
8.4 圆轴扭转时的内力·····	(93)
8.5 圆轴扭转时的应力·····	(96)
8.6 圆轴扭转时的强度计算·····	(97)
8.7 圆轴扭转时的变形及刚度计算·····	(99)
8.8 矩形截面杆自由扭转时的剪应力及变形·····	(101)
思考与练习·····	(102)
第9章 梁的弯曲	
9.1 梁的平面弯曲·····	(107)
9.2 梁的弯曲内力——剪力和弯矩·····	(108)
9.3 用内力方程法绘制梁的剪力图和弯矩图·····	(112)
9.4 用微分关系法绘制梁的内力图·····	(115)
9.5 用叠加法绘制梁的弯矩图·····	(119)
9.6 梁弯曲时的应力计算·····	(123)
9.7 梁的强度计算·····	(133)
9.8 梁的变形·····	(139)
9.9 梁的应力状态·····	(146)
9.10 强度理论及其应用·····	(153)
思考与练习·····	(157)

第 10 章 组合变形

10.1 组合变形概述.....	(167)
10.2 斜弯曲.....	(168)
10.3 拉伸(压缩)和弯曲组合变形.....	(173)
10.4 偏心拉伸(压缩).....	(175)
思考与练习.....	(180)

第 11 章 压杆稳定

11.1 压杆稳定概述.....	(183)
11.2 临界力和临界应力.....	(184)
11.3 压杆的稳定计算.....	(188)
11.4 提高压杆稳定性的措施.....	(192)
思考与练习.....	(193)

附录 型钢规格表

附表 1 热轧等边角钢(GB 9787—88)	(195)
附表 2 热轧不等边角钢(GB 9788—88)	(200)
附表 3 热轧工字钢(GB 706—88).....	(204)
附表 4 热轧槽钢(GB 707—88).....	(207)

绪 论

0.1 建筑力学的性质

建筑力学是建筑类专业的一门专业基础课程,是高职高专建筑类专业培养高素质技能和高级专门人才必须开设的课程。通过本门课程的学习,学生可以掌握建筑力学的基础理论知识,同时具备对一般工程结构作受力分析的能力、对构件作强度、刚度及稳定性验算的能力、了解材料的主要力学性能并具有测试强度指标的初步能力、对常用杆件结构能正确选择计算简图的能力,为今后学习专业课程、培养实践能力打下必要的基础。该课程中科学的思维方式和研究问题、解决问题的方法,对学生今后的学习和工作起着开阔思路、激发创新精神、增强社会适应能力的作用。

0.2 建筑力学的研究对象

建筑物从开始建造之时,就需要具备承受各种力的作用,如建筑物各部分的自重、人和设备的重量、风力等。在工程中习惯把这些直接作用在建筑物上的力叫做荷载。

结构是建筑物或构筑物中能承受和传递荷载起骨架作用的部分。

构件是组成结构的基本部件,工程中构件的形状是多种多样的,根据构件的几何特征,可以将构件归纳为以下几种:

(1)**杆**:如图 0-1(a)和(b)所示,它的几何特征是长度远大于其横截面的宽度和高度,即 $l \gg h, l \gg b$,杆又可以分为直杆和曲杆。

(2)**板和壳**:如图 0-1(c)、(d)所示,它的几何特征是长度和宽度远大于其厚度,即 $a \gg t, b \gg t$,平面形状的称为板,曲面形状的称为壳。

(3)**块体**:如图 0-1(e)所示,它的几何特征是长、宽、厚三个方向的尺寸为同一量级。

(4)**薄壁杆**:如图 0-1(f)所示,它的几何特征是长、宽、厚三个方向的尺寸都相差很悬殊,即 $l \gg b \gg t$ 。

建筑力学的研究对象是构件或结构。由杆件组成的结构称为杆件结构,它是建筑工程中应用最广的一种结构。按照空间特征,杆件结构又可分为**平面杆件结构**和**空间杆件结构**两类。凡组成结构的所有杆件的轴线都位于同一平面内,并且荷载也作用于该平面内的结构,称为平面杆件结构。否则称为空间杆件结构。实际结构多属于空间结构,但在计算时,根据其实际受力特点,有许多可简化为平面结构来处理。本教材的研究对象是平面杆件结构。

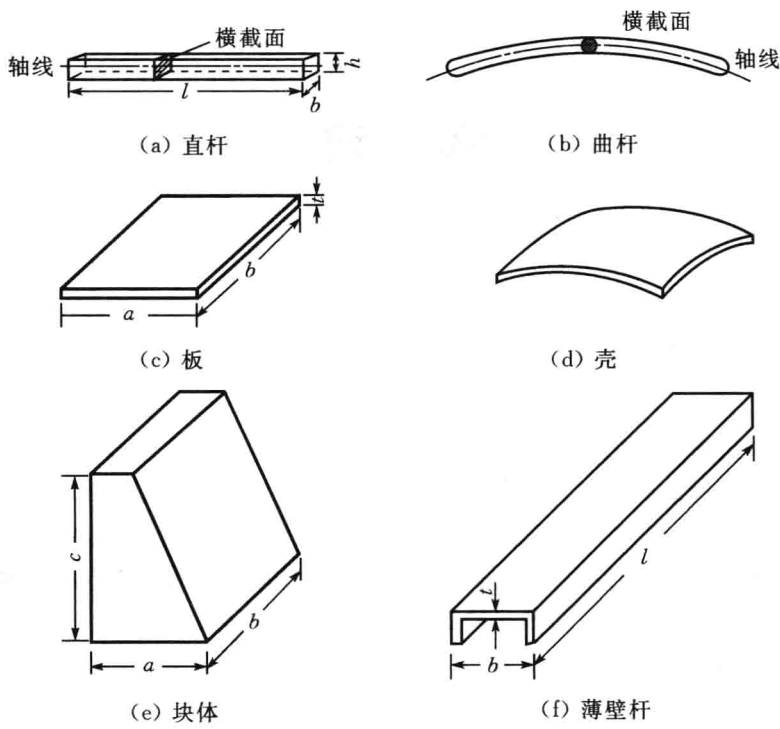


图 0-1 构件的类型

0.3 建筑力学的任务

建筑力学的任务为：研究和分析作用在结构(或构件)上力与平衡的关系，结构(或构件)内力、应力、变形的计算方法以及构件的强度、刚度和稳定条件，为保证结构(或构件)安全可靠又经济合理提供计算理论依据。

结构或构件必须具备可靠、适用、耐久的功能，应满足强度、刚度、稳定性的要求。

(1)强度。结构和构件抵抗破坏的能力称为**强度**。在使用期内，务必使结构和构件安全可靠，不发生破坏，具有足够的承载能力。

(2)刚度。结构或构件抵抗变形的能力称为**刚度**。在使用期内，务必使结构和构件不发生影响正常使用的变形。

(3)稳定性。**稳定性**是结构或构件保持原有平衡状态的能力。在使用期内，务必使结构和构件平衡形态保持稳定。

0.4 建筑力学的研究内容

建筑力学的内容是三大力学中最基本的应用最广泛的部分。它将理论力学中的静力学、材料力学、结构力学三门课程的主要内容贯通融合成为一体。建筑力学的研究内容主要包括：物体的平衡条件；杆件或结构的内力问题；杆件或杆件结构在荷载作用下不发生破坏的条件，

即强度问题;杆件或杆件结构不发生过大变形的条件,即刚度问题;细长压杆不发生突然屈曲而引起结构倒塌的条件,即压杆稳定问题;结构的组成规则和合理形式等问题。

0.5 学习建筑力学的意义

建筑力学是研究建筑结构的力学计算理论和计算方法的一门科学,它是建筑结构、建筑施工技术、建筑工程概预算、土力学与地基基础等课程的基础,它将为读者打开进入结构设计和解决施工现场许多力学问题的大门。作为建筑结构设计人员必须掌握建筑力学知识,才能正确的对结构进行受力分析并能进行准确的力学计算,保证所设计的结构既安全可靠又经济合理。

作为现场施工技术及施工管理人员,也要掌握建筑力学知识,了解结构和构件的受力情况,知道什么位置是危险截面、各种力的传递途径以及结构和构件在这些力的作用下会发生怎样的破坏等。这样才能很好理解设计图纸的意图及要求,科学的组织施工,制定出合理的安全和质量保证措施。在施工过程中,要将设计图纸变成实际建筑物,往往要使用一些机械设备,还要搭建一些临时设施,确定施工方案、施工方法和施工组织措施。如对一些重要的梁板结构施工时,为了保证梁板的形状、尺寸和位置的正确性,对安装的模板及其支架系统必须要进行设计或验算;基础施工时,若进行深基坑(槽)开挖,需采用土壁支撑的施工方法防止土壁塌落;对支撑特别是大型支撑和特殊的支撑必须进行设计和计算,这些工作都是由施工技术人员来完成。因此,只有懂得力学知识才能很好的完成施工任务,避免发生质量和安全事故,以确保建筑施工正常进行。

第 1 章

静力学的基本知识

本章学习要点

1. 了解力的概念、力的三要素
2. 掌握静力学的公理
3. 掌握约束的概念及常用的几种约束类型的约束反力
4. 重点掌握物体受力分析的要点,会画物体受力分析图
5. 掌握结构的计算简图的确定

静力学是研究物体在力系作用下的平衡规律,以及如何建立各种力系的平衡条件。静力学的主要研究对象是刚体。所谓**刚体**就是在外力的作用下,其内部任意两点之间的距离始终保持不变的物体。这是一个理想化的力学模型。而实际物体受力时内部各点间的相对距离都会发生改变,其结果使物体的形状和尺寸发生改变,这种改变称为**变形**。任何物体受力都会发生变形。但当物体变形很小时,变形对物体的影响甚微,在研究力的作用效应时可忽略不计,此时物体便可抽象为刚体。

1.1 力的概念及性质

1.1.1 力的概念

1. 力是物体间相互的机械作用

这种作用使物体的运动状态或形状发生改变。例如用手推小车,使它由静止开始运动,如图 1-1 所示;桥式起重机大梁,在起吊重物时大梁会发生弯曲变形等,如图 1-2 所示。



图 1-1 手推小车受力示意图

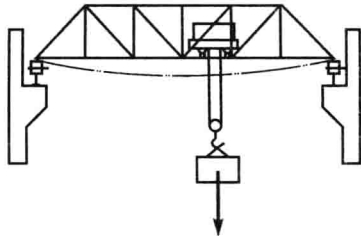


图 1-2 桥梁式起重机大梁受力示意图

力对物体的作用结果称为**力的效应**。力对物体的作用效应一般分为两个方面:一个是力使物体的运动状态改变,通常称为**运动效应或外效应**;另一个是力使物体形状的改变,通常称

为变形效应或内效应。

2. 力的三要素

力对物体的作用效应取决于力的大小、方向和作用点,称为**力的三要素**。力的大小是指力的强弱程度,力的方向是指力的方位和指向,力的作用点是物体间相互机械作用位置的抽象化。实际上,物体相互作用的位置一般来说并不是一个点,而是分布作用于物体的一定面积或体积上。当力的作用面积或体积很小时,可将其抽象为一个点,此点称为力的作用点。当这三个要素中的任何一个发生改变时,力的效应也将发生改变。

力的三要素表明力是矢量,且为定位矢量。例如力的方向“水平向右”,其中“水平”是说明力的方位,“向右”是说明力的指向。

力可以表示为一个有方向带箭头的线段,线段的长度表示力的大小,线段所在的方位和箭头表示力的方向,线段的起点或终点表示力的作用点。如图1-3所示。

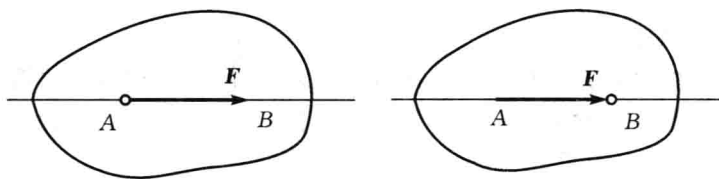


图1-3 力的示意图

3. 力的单位

在国际单位制(SI)中,力的单位是牛顿,简称牛,记作 N,有时也用千牛,记作 kN。

► 1.1.2 力系的含义和种类

1. 力系的含义

力系是作用在物体上的一群力。若两力系对物体的作用效应相同,则称它们为**等效力系**,简称等效,若一个力与一个力系的作用等效,则称这个力为该力系的**合力**,而这个力系中的每个力则称为该力系的**分力**。一个力系等效地转化为一个力的过程,称为力系的**合成**;反过来,则称为力系的**分解**。用一个简单力系等效替换一个复杂力系,称为力系的**简化**。

2. 力系的种类

按力系中各力作用线的分布情况,通常将力系进行分类。各力作用线在同一平面内的力系称为**平面力系**,各力作用线不在同一平面内的力系称为**空间力系**。本教材中主要讨论平面力系。在平面力系中,各力作用线汇交于一点的力系称为**平面汇交力系**;各力作用线相互平行的力系称为**平面平行力系**;各力作用线既不相交又不完全平行的力系称为**平面任意力系**或**平面一般力系**。

► 1.1.3 刚体与平衡

1. 刚体

在外力作用下,物体的形状和大小(尺寸)保持不变,而且内部各部分相对位置保持恒定(没有形变),这种物体称之为**刚体**。

事实上任何物体受到外力,不可能不改变形状。实际物体都不是真正的刚体。但是许多物体受力前后的形状改变比较小,例如建筑物中的大梁,梁中间部位的挠度只有梁跨度的1/500。这样微小的变形,对于研究物体的平衡和运动规律的影响很小,可以忽略不计,可以把这些物体看成是没有变形的。

2. 平衡

一物体在受到力作用时,如果能保持静止或匀速直线运动,我们就说物体处于平衡状态。使物体处于平衡状态的力叫做平衡力,静力学中重点研究静止状态时的物体受力情况。

1.2 静力学公理

公理是人们在长期的观察和实践中总结出来,又经过实践的反复检验,被确认是符合实际客观存在的普遍规律,它无需任何证明,已被大家所公认。静力学公理是静力学的基础。

公理 1 二力平衡公理

作用于同一刚体上的两个力,使刚体保持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。受两个力作用处于平衡的构件称为二力构件。由公理知,该二力必沿作用点的连线。如图 1-4 所示,写出其矢量表达式,即

$$F = - F'$$

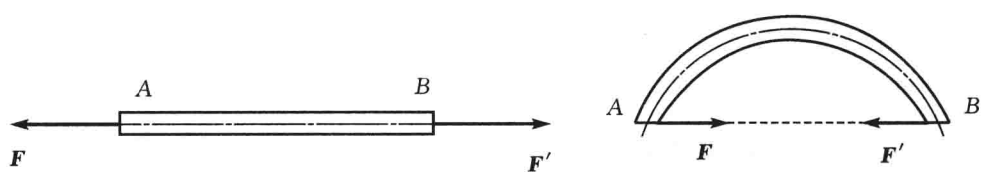


图 1-4 二力平衡示意图

公理 2 加减平衡力系公理

在作用于一个刚体上的任意力系中,增加或减少任一平衡力系,并不改变原力系对刚体的作用效应。也就是说,增加或减少的平衡力系对刚体的平衡或运动状态是没有影响的。

此性质是力系等效变换的重要依据。

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该刚体上任一点而不改变此力对刚体的作用效应。

必须指出,二力平衡公理、加减平衡力系公理及推论只适用于刚体,不适用于变形体。

公理 3 力的平行四边形法则

作用于物体上同一点的两个力,可以合成一个合力。合力的作用点仍在该点。合力的大小和方向,由以这两个力为邻边所构成的平行四边形的对角线确定,如图 1-5(a)所示,其矢量表达式为:

$$F = F_1 + F_2$$

即合力等于这两个分力的矢量和。

用矢量加法求合力时,也可不必作出整个平行四边形,可由简便方法来求。

合力 F 与两力 F_1 、 F_2 的共同作用等效。如果求合力 F 的大小和方向,可以不必作出整个

平行四边形,而是将两力 F_1 、 F_2 的首尾相连构成开口的力三角形,而合力 F 就是力三角形的封闭边,如图 1-5(b)所示。这种求合力的方法又称为力的三角形法则。

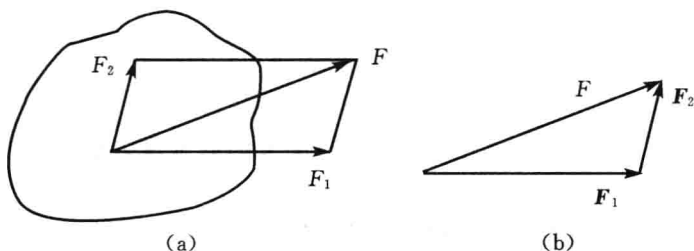


图 1-5 力的平行四边形和三角形法则示意图

推论 三力平衡汇交定理:刚体受到三个共面但互不平行的力作用而平衡时,三力必汇交于一点。

具体证明如下:

如图 1-6 所示,在刚体的 A 、 B 、 C 三点上,分别作用三个相互平衡的力 F_1 、 F_2 、 F_3 。根据力的可传性,将力 F_1 、 F_2 移到汇交点 O ,然后根据力的平行四边形法则,得合力 F 。则力 F_3 与 F 平衡。由二力平衡条件可得出 F_3 与 F 共线,即力 F_1 、 F_2 、 F_3 的作用线都通过 O 点。

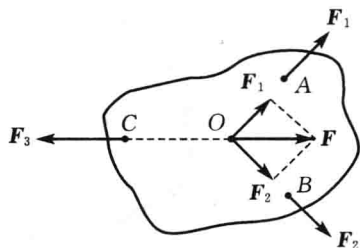


图 1-6 三力平衡汇交定理示意图

公理 4 作用力与反作用力公理

两物体之间的作用力和反作用力总是同时存在,而且两力的大小相等、方向相反、沿着同一直线分别作用于两个物体上。

这个公理概括了物体间相互作用的关系,表明作用力与反作用力总是成对出现的。应该注意,本公理中的一对力与二力平衡公理中的一对力,虽然都是等值、反向、共线的,但作用力与反作用力分别作用于两个不同的物体上,二者不能相互平衡,因而不是一对平衡力;而二力平衡公理中的一对力是作用在同一物体上的一对平衡力。

1.3 约束与约束反力

1. 自由体与非自由体

在空间位移不受任何限制的物体称为**自由体**,如在空中飞行的飞机、炮弹和火箭等。工程实际中的大多数物体的运动,往往受到某种限制。这种受到周围物体的阻碍、限制而不能作任意运动的物体称为**非自由体**。如:机车受轨道的限制,只能沿轨道运动;电机转子受轴承的限制,只能绕轴线转动;重物由钢索吊住,不能下落等。

2. 约束

对非自由体的某些位移起限制作用的周围物体称为**约束**。例如铁轨对于机车、基础对墙柱、钢索对于重物,都是约束。约束作用于被约束物体上的力称为**约束力**,也称**反力**。**约束力方向总是和所限制的位移方向相反,大小不能预先确定**。应用这个准则,可以确定约束力的方向或作用线的位置。除约束反力外,物体上受到的各种荷载如重力、风力、水压力等,称为**主动**

力。约束反力取决于约束本身的性质、主动力和运动状态,它是一种被动力。在静力学问题中,约束力和主动力组成平衡力系,因此,可用平衡条件求出未知的约束力。

3. 工程中常见的约束类型

下面介绍几种在工程中常见的约束类型和约束力方向的表示方法。

(1)柔索约束。由柔软的绳索、链条或胶带等所形成的约束称为柔索约束。这种约束的特点是只能限制物体沿柔索伸长方向的运动。因此,柔索的约束反力的方向只能沿柔索的中心线且背离物体,即为拉力,用 F_T 表示,如图 1-7 所示。

(2)光滑接触面约束。物体与其他物体接触,当接触面光滑,摩擦力很小可以忽略不计,就是光滑接触面约束。光滑接触面只能限制被约束物体沿接触点处公法线朝接触面方向的运动,而不能限制沿其他方向的运动。因此,光滑接触面的约束反力只能沿接触面在接触点处的公法线,且指向被约束物体,即为压力。这种约束反力也称为法向反力,用 F_N 表示,如图 1-8 所示。

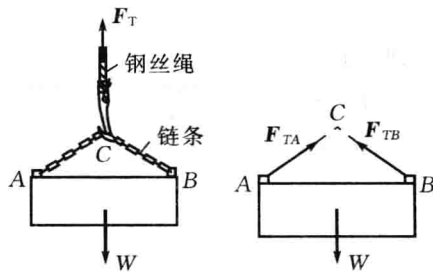


图 1-7 柔索约束

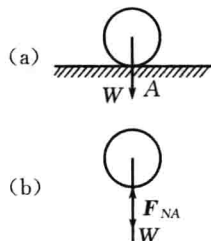


图 1-8 光滑接触面约束

(3)光滑圆柱铰链约束。如图 1-9(a)所示,在两个构件上各钻有同样大小的圆孔,并用圆柱形销钉连接起来。圆柱铰连接可用简图 1-9(b)表示。如果销钉和圆孔都是光滑的,那么销钉只限制两构件在垂直于销钉轴线的平面内相对移动,而不限制两构件绕销钉轴线的相对转动,如图 1-9(c)所示。这样的约束称为光滑铰链,简称铰链或铰。如机器的轴承、门窗的合页等。

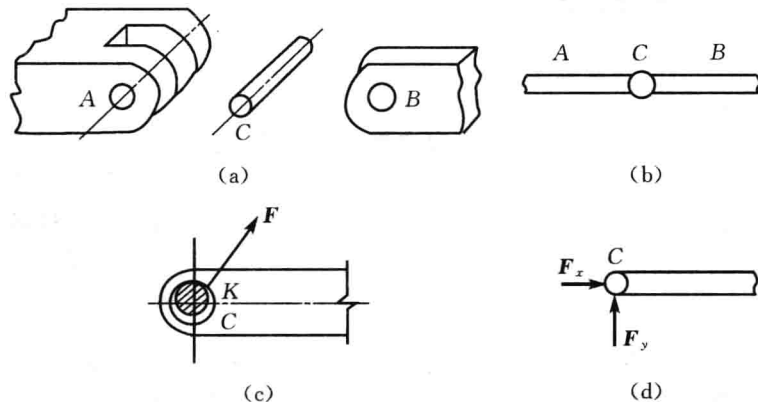


图 1-9 光滑圆柱铰链约束

铰链约束反力作用在垂直于销钉轴线的平面内,通过圆孔中心,方向由系统的构造与受力状态确定(以下简称方向待定)。通常用两个正交分力 F_x 和 F_y 来表示铰链约束反力,两分力的指向是假定的,如图 1-9(d) 所示。

(4) 固定铰支座。当圆柱铰连接的两构件中的任意构件固定于基础、墙、柱和机身等支撑物上时,便构成固定铰支座,如图 1-10(a)、(b) 所示,计算简图如图 1-10(c) 所示。这类支座的特点和圆柱铰相同,所以约束反力的分析与圆柱铰也相同,通常表示为两个相互垂直的分力 F_{Ax} 和 F_{Ay} ,如图 1-10(d) 所示。

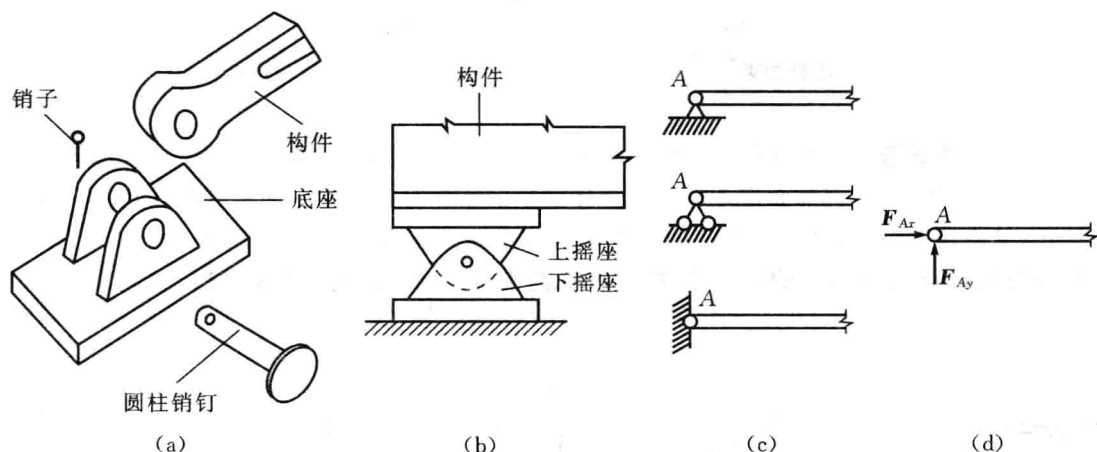


图 1-10 固定铰支座

(5) 活动铰支座。工程上,为了保证构件变形时既能发生微小转动,又能发生微小的移动,可将结构和构件的铰支座用几个滚柱支撑在光滑支撑面上,构成活动铰支座,又称辊轴支座、滚动支座,如图 1-11(a) 所示,计算简图如图 1-11(b)、(c)、(d) 所示。这种支座的约束特点是只能限制构件沿垂直于支承面方向的运动,不限制构件沿支承面的移动和绕销钉轴线的转动。因此这类支座的约束反力垂直于支承面,且通过铰中心,指向待定,如图 1-11(e) 所示。

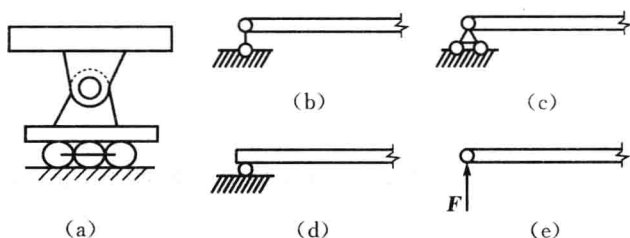


图 1-11 活动铰支座

(6) 链杆约束。不计自重且没有外力作用的刚性构件,其两端借助铰将两物体连接起来,就构成刚性链杆约束,如图 1-12(a) 所示。显然刚性链杆是二力杆,所以约束反力必沿着两铰中心的连线。链杆可以是直杆,如图 1-12(b) 所示,也可以是曲杆,甚至是其他形状的构件。一般情况下,链杆约束的约束反力的指向不能预先判定,可先任意假设链杆受拉力或压力,实际指向可由平衡方程确定,若由平衡方程求得的力为正值,说明原假设力的指向正确,反之实际指向与所设相反。