



建筑工程概论

罗福周 主 编
徐勇戈 副主编
万 杰

中国建材工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

建筑工程概论/罗福周 编著. —北京:中国建材工业出版社,
2002.1

ISBN 7-80159-202-6

I. 建... II. ...罗 III. 建筑工程—概论 IV. TU

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 000606 号

建 筑 工 程 概 论

罗福周等 编著

*

中国建材工业出版社出版

(北京海淀区三里河路 11 号 邮编:100831)

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

北京丽源印刷厂印刷

*

开本:787mm×1092mm 1/16 印张:30.375 字数:700 千字

2002 年 1 月第 1 版 2002 年 5 月第 2 次印刷

印数:3 001~7 000 册 定价:40.00 元

ISBN 7-80159-202-6/TU·098

前 言

编写《建筑工程概论》的目的在于为广大读者提供一本既有基础理论知识，又有一定的实践经验总结，并富有简明性和实用性的教学或参考用书，使读者能在较短的时间内获得比较系统而全面的有关建筑力学、建筑材料、建筑识图与构造和建筑施工技术等方面的基本知识，从而提高其业务能力。

本书共分为四篇：第一篇为建筑力学，主要介绍静力学的基本公理与概念、平面杆件的变形和内力计算以及结构受力分析等方面的知识；第二篇为建筑材料，系统地讲述常用建筑材料的基本性能和用途；第三篇为建筑识图与构造，主要介绍有关建筑识图的基础知识和建筑构造的基本原理和方法。第四篇为建筑施工技术，重点介绍建筑施工当中各主要分部分项工程的施工方法及操作要点。

本书第一篇和第二篇第一章、第二章、第四章由徐勇戈编写，第二篇第三章由董民录编写，第五章由罗福周编写，第六章由徐莉编写，第七章、第八章由张庆山编写，第九章、第十章由戴维忠编写，第十一章由高峰编写，第十二章由卢萍编写，第三篇第一章、第二章、第三章、第六章由万杰编写，第四章由何梅编写，第五章由岳鹏编写，第七章由郭华编写，第八章、第九章由杜高潮编写，第四篇由罗福周编写。

本书主编为：罗福周，副主编为：徐勇戈、万杰。

《建筑工程概论》是一门综合性很强的学科，其包括的内容十分广泛。但由于编者的水平有限，加之时间仓促，缺点和错误实难避免，敬请读者批评指正。

编 者

2001年11月

目 录

第一篇 建筑力学

第一章 静力学	(1)
第一节 静力学基本概念及公理	(1)
第二节 约束和约束反作用力	(5)
第三节 汇交力系	(11)
第四节 力偶及力偶矩	(20)
第五节 平面一般力系	(24)
第二章 材料力学	(33)
第一节 材料力学主要研究对象的几何特征	(33)
第二节 杆件变形的基本形式	(33)
第三节 变形和内力	(34)
第三章 结构力学	(49)
第一节 杆件结构力学的研究对象和任务	(49)
第二节 杆件结构的计算简图	(52)
第三节 平面杆件结构的分类	(56)
第四节 体系的几何组成分析	(58)
第五节 几何组成分析的步骤和举例	(63)
第六节 静定结构和超静定结构	(64)

第二篇 建筑材料

第一章 概 述	(66)
第一节 建筑材料的定义与分类	(66)
第二节 建筑材料的历史和发展	(67)
第二章 建筑材料的基本性质	(69)
第一节 材料的基本物理性质	(69)
第二节 材料的基本力学性质	(76)
第三章 建筑钢材与铝合金	(79)
第一节 钢材的分类	(79)

第二节	建筑钢材的主要技术性能·····	(80)
第三节	建筑钢材的标准与选用·····	(84)
第四节	铝及铝合金·····	(93)
第四章	胶凝材料·····	(95)
第一节	气硬性胶凝材料·····	(95)
第二节	水硬性胶凝材料·····	(100)
第五章	混凝土和砂浆·····	(117)
第一节	概 述·····	(117)
第二节	普通混凝土·····	(118)
第三节	其他混凝土·····	(140)
第四节	建筑砂浆·····	(143)
第六章	墙体材料与屋面材料·····	(150)
第一节	墙体材料·····	(150)
第二节	屋面材料·····	(157)
第七章	天然石材·····	(159)
第一节	建筑中常用的岩石·····	(159)
第二节	石材的主要技术性质·····	(159)
第三节	常用建筑石材·····	(161)
第八章	木 材·····	(163)
第一节	木材的分类和特点·····	(163)
第二节	木材的主要性质·····	(165)
第三节	人造板材·····	(168)
第九章	建筑塑料·····	(170)
第一节	塑料的组成和特性·····	(170)
第二节	常用建筑塑料制品·····	(172)
第三节	建筑胶粘剂·····	(174)
第十章	绝热材料和吸声、隔声材料·····	(175)
第一节	绝热材料·····	(175)
第二节	吸声材料与隔声材料·····	(177)
第十一章	防水材料·····	(179)
第一节	沥 青·····	(179)
第二节	防水卷材·····	(182)
第三节	防水涂料·····	(185)
第四节	密封材料·····	(188)
第十二章	建筑装饰材料·····	(190)
第一节	建筑玻璃·····	(190)
第二节	建筑陶瓷·····	(193)
第三节	建筑涂料·····	(195)

第四节 其他装饰材料·····	(197)
-----------------	-------

第三篇 建筑识图与构造

第一章 概 述·····	(200)
第二章 建筑识图基础知识·····	(208)
第一节 建筑图的基本表示方法·····	(208)
第二节 施工图的编制与制图标准·····	(210)
第三节 建筑施工图图纸内容·····	(227)
第三章 基础与地下室·····	(231)
第一节 概 述·····	(231)
第二节 基础的构造类型及埋置深度·····	(231)
第三节 地下室防潮与防水·····	(236)
第四章 墙 体·····	(238)
第一节 墙体的类型及设计要求·····	(238)
第二节 砖墙构造·····	(239)
第三节 隔墙构造·····	(244)
第四节 板材墙体构造·····	(247)
第五节 墙体装修·····	(250)
第六节 墙体的保温隔热·····	(253)
第五章 楼板与地面·····	(256)
第一节 楼板层的基本组成及其分类·····	(256)
第二节 钢筋混凝土楼板·····	(258)
第三节 楼板层其他构造·····	(266)
第四节 地坪与地面构造·····	(269)
第五节 阳台与雨棚·····	(273)
第六章 屋 顶·····	(277)
第一节 屋顶的作用、设计要求及类型·····	(277)
第二节 平屋顶构造·····	(279)
第三节 坡屋顶构造·····	(290)
第四节 屋顶保温与隔热·····	(295)
第七章 楼 梯·····	(301)
第一节 楼梯的组成及尺度·····	(301)
第二节 预制装配式钢筋混凝土楼梯构造·····	(304)
第三节 现浇钢筋混凝土楼梯构造·····	(305)
第四节 楼梯踏步及栏杆扶手·····	(306)
第五节 室外台阶及坡道·····	(309)
第八章 门和窗·····	(311)

第一节	门窗的形式与尺度	(311)
第二节	木门窗	(314)
第三节	彩板门窗	(322)
第四节	铝合金门窗	(325)
第五节	塑钢门窗	(329)
第九章	变形缝	(330)
第一节	伸缩缝	(330)
第二节	沉降缝	(334)
第三节	防震缝	(336)

第四篇 建筑施工技术

第一章	土方工程	(338)
第一节	土的分类及基本性质	(338)
第二节	土方工程的种类	(344)
第三节	施工准备与辅助工作	(345)
第四节	土方工程机械化施工	(351)
第五节	土方的填筑与压实	(353)
第二章	地基与基础工程	(357)
第一节	概 述	(357)
第二节	地基处理	(359)
第三节	桩基础	(363)
第三章	钢筋混凝土工程	(372)
第一节	建筑结构概述	(372)
第二节	钢筋混凝土结构	(380)
第三节	模板工程	(393)
第四节	钢筋工程	(400)
第五节	混凝土工程	(404)
第四章	砌筑工程	(413)
第一节	脚手架工程	(413)
第二节	垂直运输设施	(417)
第三节	砖砌体施工	(418)
第五章	预应力混凝土工程	(424)
第一节	基本概念	(424)
第二节	预应力混凝土材料及预应力混凝土施工	(425)
第六章	钢结构工程	(433)
第一节	概 述	(433)
第二节	钢结构的连接	(435)

第三节 钢结构基本构件.....	(437)
第七章 结构安装工程.....	(441)
第一节 起重机械.....	(441)
第二节 单层工业厂房结构吊装.....	(447)
第三节 多层房屋结构安装.....	(458)
第八章 防水工程.....	(462)
第一节 屋面防水工程.....	(462)
第二节 地下防水工程.....	(466)
第九章 装饰工程.....	(470)
第一节 抹灰工程.....	(470)
第二节 饰面工程.....	(473)

第一篇 建筑力学

第一章 静力学

第一节 静力学基本概念及公理

本章将讨论静力学的基本概念、静力学公理和物体的受力分析。静力学公理是静力学理论的基础。物体的受力分析是力学中的重要基本技能。

静力学 (Statics) 研究物体在力系作用下处于平衡的规律。

一、平衡的概念

所谓平衡 (Equilibrium), 是指物体相对于惯性参考系处于静止或作匀速直线运动的状态。显然, 平衡是机械运动的特殊形式。在工程实际中, 一般可取固连于地球的参考系作为惯性参考系。这样, 平衡是指物体相对于地球静止或作匀速直线运动。运用静力学理论来研究物体相对于地球的平衡问题, 其分析计算的结果具有足够的精确度。

二、刚体的概念

实践表明, 任何物体受力时多少总要产生一些变形。但是, 工程实际中的机械零件和结构构件在正常工作情况下的变形, 一般是很微小的, 甚至只有用专门的仪器才能测量出来。例如一般机械中的轴, 其允许的最大挠度都在轴承间距的万分之五以下, 最大扭转角每米轴长不超过 $0.5 \sim 1^\circ$ 。在许多情况下, 这样微小的变形对物体的机械运动影响甚微, 可以略去不计, 从而使问题的研究得以简化。这样, 通过对实际物体进行抽象简化, 在理论力学中提出了物体的一种理想模型——刚体 (Rigid body)。刚体是在任何情况下保持其大小和形状不变的物体。静力学中所研究的物体只限于刚体, 所以又称刚体静力学, 它是研究变形体力学的基础。

三、力的概念

力 (Force) 的概念是从劳动中产生的。人们在长期的生活和生产中, 当推、拉、提、掷物体时, 从肌肉的紧张收缩中, 感觉到人对物体施加了作用, 影响了物体的运动。进一步的观察发现, 物体与物体之间也有这样的相互作用。这种作用就是力。通过长期的生产实践和科学实验, 人们建立起力的概念: 力是物体间的相互机械作用, 这种作用使物体的运动状态发生变化 (包括变形)。例如, 人用力拉车可使车的速度增大; 地球对月球的引力使月球不断改变运动方向而环绕地球运转; 锻锤作用于锻件的冲击力

使锻件变形，等等。早在两千多年前，墨翟（公元前 468～376 年）在他的著作《墨经》中就提出了：“力，形之所以奋也。”这是世界上关于力的概念的最早记载。

力对物体的效应表现在物体运动状态的改变和变形。我们把力使物体整体的运动状态发生变化的效应称为外效应，而把力使物体变形的效应称为内效应。若将物体看作是刚体，就意味着不考虑力的内效应。

力对物体的效应取决于以下三个要素：(1) 力的作用点；(2) 力的方向；(3) 力的大小。在国际单位制中，力的大小的单位为牛顿 (N)。本书采用国际单位制。目前工程实际中采用的工程单位制，其力的单位为公斤力 (kgf)。两者的换算关系为

$$1 \text{ kgf} = 9.80665 \text{ N}.$$

力的三要素 (Three elements of a force) 可用有向线段来表示。通过力的作用点 A、沿着力的方向引出的直线，称为力的作用线，它表示力的方位。在作用线上截取有向线段 AB，线段的始端表示力的作用点。在线段末端所画的箭头应符合力的指向。线段的长度按一定比例代表力的大小，如图 1-1-1 所示。力是有大小的和方向的量，而且力的相加服从矢量加法规则，因此力是矢量。本书中用黑体字母 (如 $\mathbf{F}$) 来标记矢量。矢量的大小称为它的模，矢量的模用对应的普通字母 (如 F) 来表示。

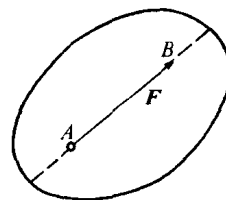


图 1-1-1

作用在物体上的一群力，称为力系 (System of forces)。

在一定条件下，刚体受到力系作用时可以保持运动状态不变，即处于平衡状态。作用于刚体上使刚体处于平衡状态的力系称为平衡力系；平衡力系应满足的条件称为平衡条件。静力学中研究刚体的平衡规律，就是研究作用于刚体的力系的平衡条件。为了弄清已知力系对刚体的效应，静力学中还研究力系的简化。所谓简化就是将作用于刚体的力系代换为与它等效的比较简单力系。通过力系的简化，就可进一步探求力系的平衡条件。

综上所述，静力学研究的基本问题为：(1) 力系的简化 (Reduction of force system)；(2) 力系的平衡 (Equilibrium of force system)。在这一章中，将按照力系中各力作用线在空间的分布情况，由特殊到一般，逐步深入地讨论这两个基本问题。

静力学在工程实际中有广泛的应用。许多机械零件和结构构件如机床主轴和梁、屋架等，它们在工作时都处于或近似处于平衡状态。设计这些零件、构件时，需要用静力学的知识进行受力分析，并根据平衡条件来确定其所受的某些未知力。力系简化的理论不仅是推导平衡条件的依据，而且在动力学和其它力学学科中也有应用。

四、静力学公理

人们通过长期观察和实验，根据大量的客观事实，对力的基本性质进行了概括和总结，得出了静力学公理。这些公理是静力学的基本规律，它们构成了静力学理论的基础。静力学公理的正确性为大量的实践所证实。

(一) 公理一 (二力平衡公理)

作用于刚体上的两个力，使刚体处于平衡的必要与充分条件是：此两力大小相等、指向相反且沿同一作用线。

公理一阐明了作用于刚体上的最简单力系的平衡条件。它是推证平衡条件的基础。必须注意,这里说的是刚体的平衡;对于变形体来说,以上所述只是必要条件而不是充分条件。例如,软绳的两端受到等值、反向、共线的两力拉伸时处于平衡;但如改为受压,则即使两力仍等值、反向、共线,软绳也将蜷曲而不能平衡。

只受两个力作用并处于平衡的物体称为二力体(二力杆)。根据公理一,我们能够立刻确定这两个力的方位:必定沿着两力作用点的连线,如图1-1-2所示。

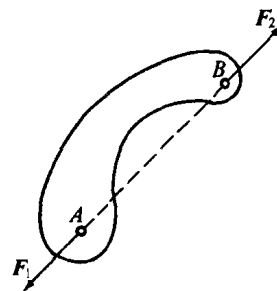


图 1-1-2

(二) 公理二 (加减平衡力系公理)

在作用于刚体的已知力系中加上或减去任一平衡力系,并不改变原力系对刚体的效应。

作用于刚体的力系如果可以用另一适当的力系来代替,而对刚体产生相同的效应,则该两力系互称等效力系 (Equivalent force system)。公理二指出,作用于刚体的已知力系,与加上(或减去)任一平衡力系后的力系等效。必须注意,此公理也只适用于刚体而不适用于变形体。对于实际物体,在它所受的已知力系中加减任一平衡力系后,力系对物体的外效应不变,但内效应一般将有所不同。

由公理一和公理二可以导出如下重要推论:

推论(力的可传性) (Transmissibility of force)

作用于刚体上的力可沿其作用线移至刚体的任一点,而不改变此力对刚体的效应。

证明:设力 F 作用于刚体上的 A 点。如图1-1-3(a)所示。在其作用线上任取一点 B ,在 B 点加上等值、反向、共线的一对力 F_1 、 F_2 ,并使 $F_1 = -F_2 = F$,如图1-1-3(b)所示。显然, (F_1, F_2) 是平衡力系。根据公理二,添加这一对力并不影响力 F 的效应,即力 F 与力系 (F, F_1, F_2) 等效。但从另一角度看, (F_1, F_2) 也是一对平衡力,可将它们减去而不改变其效应,如图1-1-3(c)所示。即力系 (F, F_1, F_2) 又与力 F_1 等效。这样,力 F 与力 F_1 等效。图1-1-3(a)和(c)说明,力 F 可沿其作用线等效地移至任意点 B ,这就证明了力的可传性。

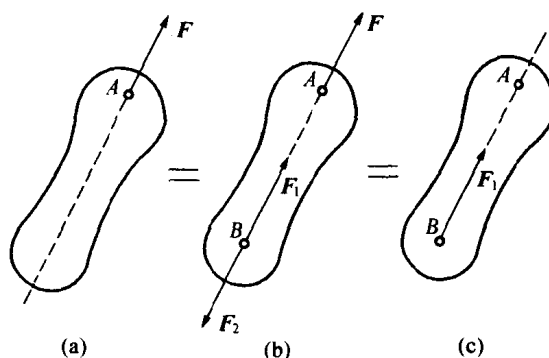


图 1-1-3

力的可传性指出,力对刚体的效应与力的作用点在作用线上的位置无关。因此,对于刚体来说,力的三要素之一的作用点可代之以作用线。在这种情况下,力矢可沿其作用线任意滑动,成为滑动矢量 (Sliding vector)。

必须注意,推证力的可传性时引用公理一、二,因此力的可传性只适用于刚体而不适用

用于变形体,或者说只适用于力对物体的外效应,而不适用于力对物体的内效应。例如:直杆 AB 的两端受到一对平衡力 F_1 、 F_2 作用而处于平衡,如图 1-1-4(a) 所示。现将这两个力沿其作用线分别滑动到杆的另一端,如图 1-1-4(b) 所示。显然,直杆仍处于平衡,即力 F_1 、 F_2 对杆的外效应不变。但是,经过力矢的滑动,力 F_1 、 F_2 对杆的内效应却变得性质截然不同:直杆由产生拉伸变形转压缩变形。因此,在考虑物体变形时,力矢不得离开其作用点,成为固定矢量 (Fixed vector)。

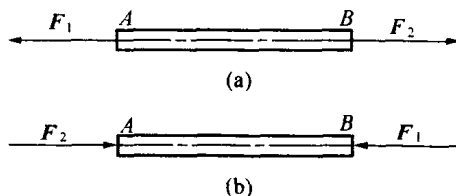


图 1-1-4

顺便指出,为了使表示物体受力情况的图画得清晰,如图 1-1-4 (b) 那样,也可将力矢的末端取在力的作用点。

若已知力系与单个力等效,则此等效力称为该力系的合力 (Resultant)。

(三) 公理三 (力的平行四边形定律)

作用于物体上同一点的两个力可合成为一个力,此合力也作于该点,合力的大小和方向由以原两力矢为邻边所构成的平行四边形的对角线来表示。

图 1-1-5 (a) 中,力 R 为力 F_1 、 F_2 的合力;力 F_1 、 F_2 为力 R 的分力。合力矢和分力矢间的关系可用如下的矢量等式表示:

$$\mathbf{R} = \mathbf{F}_1 + \mathbf{F}_2 \quad (1-1-1)$$

显然,当分力 F_1 、 F_2 已知时,合力 R 的大小和方向不难根据力的平行四边形应用三角公式算出,或通过几何作图直接量得。根据公理三求合力的几何方法称为力的平行四边形法则。

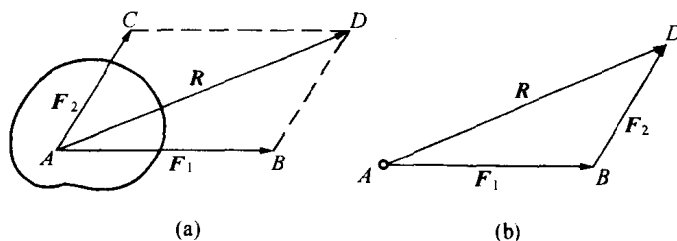


图 1-1-5

由图 1-1-5 (b) 可见,在求合力矢 R 时,实际上不必作出整个平行四连形,只要以力矢 F_1 的末端 B 作为力矢 F_2 的始端而画出 F_2 ,即两分力矢的首尾相连,则矢量 $\vec{AD}$ 就代表合力矢 R 。这样画成的三角形 ABD 称为力三角形 (Force triangle)。这一求合力的几何方法称为力三角形法则。

利用力的平行四边形法则或力三角形法则,也可以把一个力分解为与它共作用点的两个分力。在工程实际中,通常遇到的是在平面内把一个力分解为方向已知的两个分力,特别是分解为方向相互垂直的两上分力。

公理二和公理三是进行力系简化的依据。

(四) 公理四 (作用与反作用定律)

两物体间的相互作用力,总是大小相等、指向相反、没同一直线分别作用于这两个物体上。

公理四指出,力总是成对出现的。甲物体给乙物体一作用力时,乙物体必给甲物体一反作用力,且两者等值、反向、共线。应当注意,作用力和反作用力并非作用于同一物体上,而是分别作用于不同的两物体上。因此,对于每一物体来说,不能把作用力和反作用力看成是一对平衡力。在分析若干个物体所组成的系统的受力情况时,借助于公理四,我们能从一个物体的受力分析过渡到相邻物体的受力分析。

公理三和公理四的适用范围不限于刚体,它们对变形体也是成立的。

(五) 公理五(刚化公理)

若变形体在某个力系作用下处于平衡状态,则将此物体变成刚体(刚化)时其平衡不受影响。

公理五指出了刚体静力学的平衡理论能应用于变形体的条件:若变形体处于平衡状态,则作用于其上的力系一定满足刚体静力学的平衡条件。也就是说,对已知处于平衡状态的变形体,可以应用刚体静力学的平衡理论。然而,刚体平衡的充分与必要条件,对于变形体的平衡,只是必要条件而不是充分条件。关于这一点,前面已就二力平衡的简单情形以软绳平衡为例作了说明。

第二节 约束和约束反作用力

可以在空间任意运动的物体,例如航行中的飞机,称为自由体(Free body)。工程实际中的大多数物体,往往受到一定限制而使其某些方向的运动不能发生,这样的物体称为非自由体。例如,在钢轨上行驶的火车、安装在轴承中的电机转子,等等,都非自由体。限制物体自由运动的条件称为约束(Constraint)。这些限制条件总是由被约束物体周围的其它物体构成的。为了方便起见,构成约束的物体也常称为约束。在上述的例子中,钢轨是对火车的约束,轴承是对电机转子的约束,等等。

物体受到约束时,物体与约束之间相互作用着力。约束对被约束物体的作用力称为约束反作用力(Constraint reaction),简称约束反力或反力。约束反力的方向总与非自由体被约束所限制的运动方向相反,因为约束对被约束物体运动的限制,正是借助于约束反力才得以实现。约束反力的特点是,它们的大小不能预先独立地确定。约束反力的大小与被约束物体的运动状态和作用于其上的其它力有关,应当通过力学规律(包括平衡条件)才能确定。与约束反力不同,约束反力以外的力,如重力、电磁力、流体阻力等,它们的特点是其大小可以预先独立地测定,这类力称为主动力。在一般情况下,约束反力是由主动力引起的,所以它是一种被动力。

下面介绍几种常见的约束类型,并分析其约束反力的特点。

一、柔软的绳索

柔软的绳索只能承受拉力,而不能抵抗压力和变曲。当物体受到柔索的约束时,柔索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一定沿着柔索,且只能是拉力。工程实际中的胶带、钢丝绳、链条等可以承受很大的的拉力,但不能承受压力和变曲;因此,可以把它们简化为柔索这一理想模型。图 1-1-6 所示为两根绳索悬吊一重物。根据柔索反力的特点,可知绳索作用于重物的力是沿绳索的拉力 T_1 、 T_2 (图 1-1-6 至

图 1-1-15) 中均未画出主动力。同理, 可以确定在机械的带传动中胶带作用于带轮的力都是沿胶带方向的拉力, 如图 1-1-7 所示。

二、光滑接触面

若两物体间的接触面是光滑的, 则接触面对被约束物体在接触点切面内任一方向的运动不加阻碍, 接触面也不限制物体沿接触点的公法线方向脱离接触, 但不允许物体沿该方向进入接触面。因此, 光

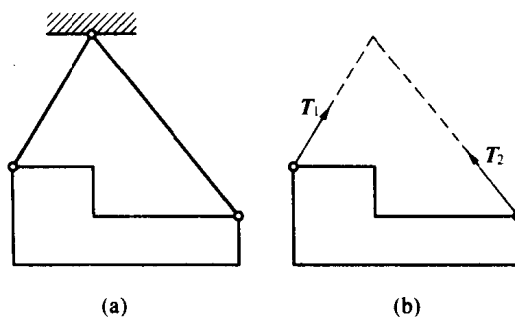


图 1-1-6

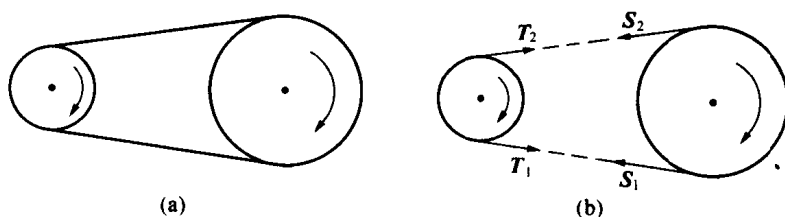


图 1-1-7

滑接触面的约束力必通过接触点, 方向沿着接触面在该点的公法线, 指向被约束物体内部, 亦即必为压力。在工程实际中, 物体接触面之间总存在着或大或小的摩擦力。但若摩擦力远小于物体所受其它各力而可以略去时, 就可把接触面简化为光滑面。这也是一种理想模型。图 1-1-8 所示为光滑接触的几个例子。当略去摩擦时, 齿轮传动中一对齿的齿廓曲面间的接触也是光滑接触。因而两齿轮的相互作用力 P_n 、 P'_n 一定沿着齿廓曲面在啮合点 K 的公法线方向, 如图 1-1-9 所示。

三、光滑的圆柱形铰链

如图 1-1-10(a) 所示, 物体 A 上的圆柱形孔套在属于另一物体 B 的圆柱形销子 C 上, 物

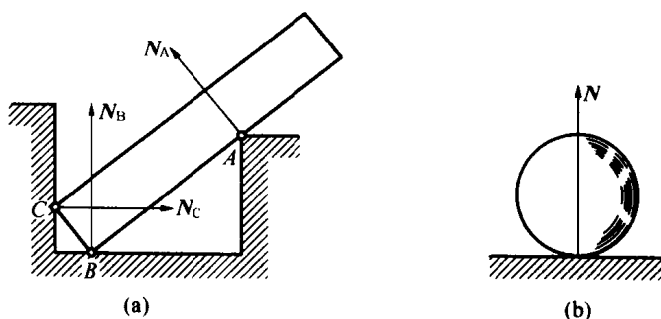


图 1-1-8

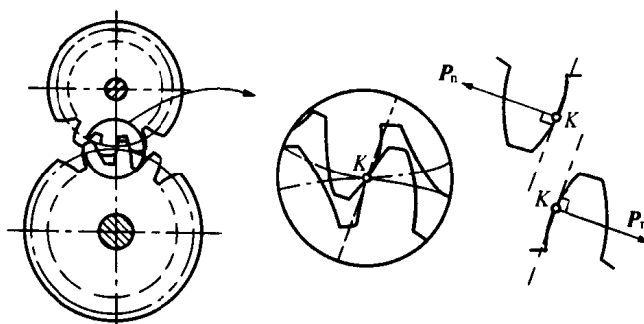


图 1-1-9

体 A 的运动受到了销子的限制,就构成了圆柱形铰链约束。由图可见,若略去摩擦力,则物体 A 与销子 C 实际上是以两光滑圆柱面相接触。按照光滑面约束反力的特点,销子 C 作用于物体 A 的反力 N 应沿圆柱面在接触点 K 的公法线,即反力 N 在垂直于销子轴线的横截面内,沿着通过 K 点的半径方向。但单从约束的构造无法预先确定接触点 K 的位置,因而反力 N 的方向也不能预先确定。反

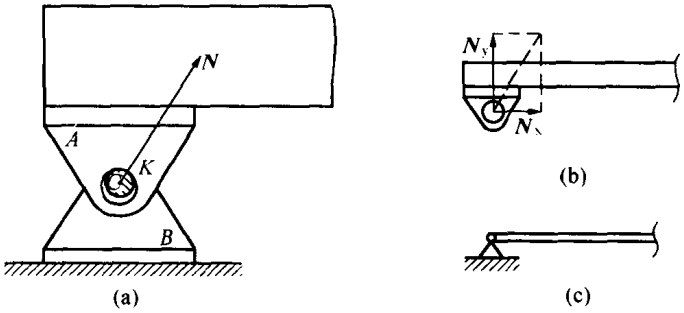


图 1-1-10

力 N 的方向必须结合其力学规律(包括平衡条件)才能确定。因此,在受力分析时,圆柱形铰链的反力可表示为相互正交的两个分力 N_x 、 N_y 如图 1-1-10(b) 所示。

如果利用铰链将物体与另一固定部分(如机座、桥墩)相连接如图 1-1-10,则构成固定铰支座,图 1-1-10(c) 表示其简图。曲柄滑块机构的曲柄 OA 用圆柱销钉 O 与机座相连接, O 处成为固定铰链支座如图 1-1-11 所示。如果用铰链将两个零件连接起来,通常称为铰链连接,这种铰链称为中间铰链。图 1-1-11 中 A(连接曲柄 OA 和连杆 AB) 和 B(连接连杆 AB 和滑块) 处都是铰链连接。

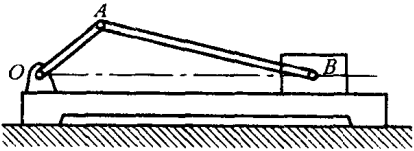


图 1-1-11

机械中常见的向心轴承实际上也构成圆柱铰链约束,如图 1-1-12 所示。可以断定轴承作用于轴颈的反力 N 在垂直于轴线的横截面内,但不能预先确定其方向,可以用正交分力 N_x 、 N_y 来表示轴承反力。

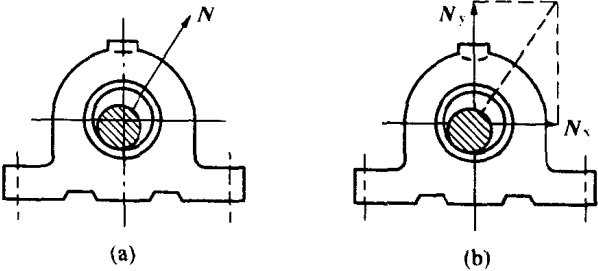


图 1-1-12

四、光滑的球形铰链

物体 A 的圆球形部分嵌入物体 B 的球形窝内,就构成了球形铰链约束,如图 1-1-30(a) 所示。汽车变速箱的操纵杆就是用球形铰链支承的。若略去摩擦,按照光滑面约束反力的特点,物体 A 受到的约束反力 N 必通过球心,但它在空间的方位不能预先确定。通常,球形铰链的反力可表示为沿直角坐标轴的三个分力 N_x 、 N_y 、 N_z , 如图 1-1-13(b) 所示。

从上所述可见,这两种光滑铰链可理解为某一类约束的理想模型,这类约束只限制物体在受约束处的移动,而不限制物体绕该处的转动。凡经抽象简化后具有这种特性的约

束,纵然其具体构造与图示铰链构造有相当差异,仍可视为光滑铰链。

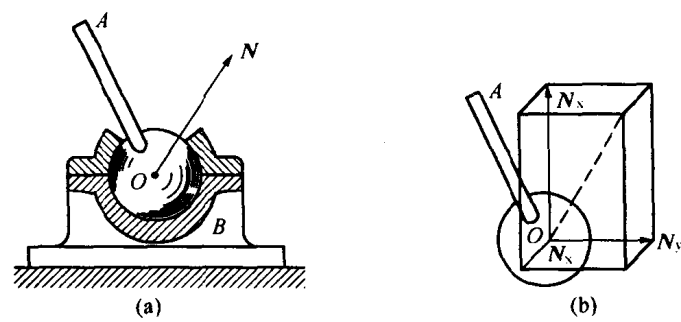


图 1-1-13

五、辊轴铰链支座

在铰链支座与支承面之间装上辊轴,就成为辊轴铰链支座(或称可动铰链支座),如图 1-1-14(a) 所示。如略去摩擦,这种支座不限制物体沿支承面的运动,而只阻止垂直于支承面方向的运动。因此,辊轴铰链支座的反力 N 必垂直于支承面。图 1-1-14(b)、(c) 是这种支座的简化表示法。

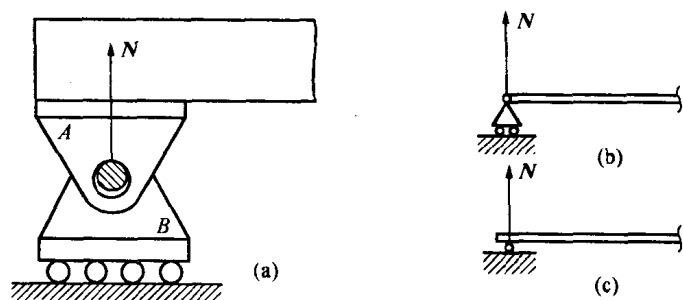


图 1-1-14

六、双铰链刚杆连接

刚杆的两端借助光滑铰链将两物体连接起来,就构成这种约束,如图 1-1-15(a) 所示的杆 CD 。如不计杆重,又没有其它主动力作用在杆上,则双铰链刚杆是二力杆。作用于杆 CD 上的力 S'_c 、 S'_d 必定沿着 CD 连线,如图 1-1-15(b) 所示。因此,刚杆 CD 对所连接物体 AB 的反力 S_c ,也必沿此直线,如图 1-1-15(c) 所示。即不受主动力作用的双铰链刚杆,其反力必沿着两铰链中心

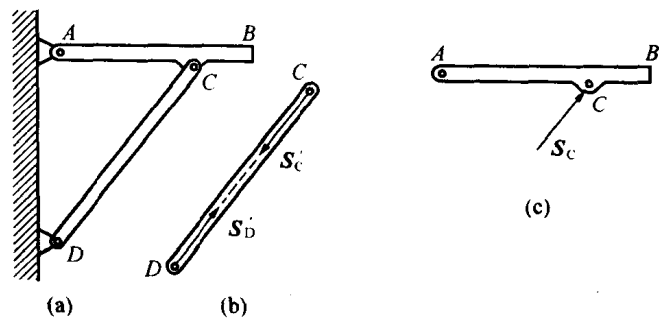


图 1-1-15