

建筑力学与结构



第 2 章 静力学的基本概念

2.1 力和力系的概念

1. 力

力是物体间相互的机械作用。

力对物体的作用效应：

一是使物体的运动状态发生改变，称为力的运动效应或外效应；二是使物体的形状和尺寸发生改变，称为力的变形效应或内效应。

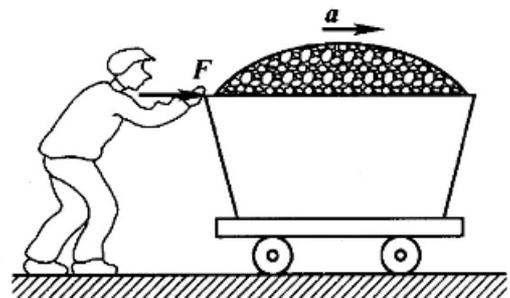


图2-1 手推小车

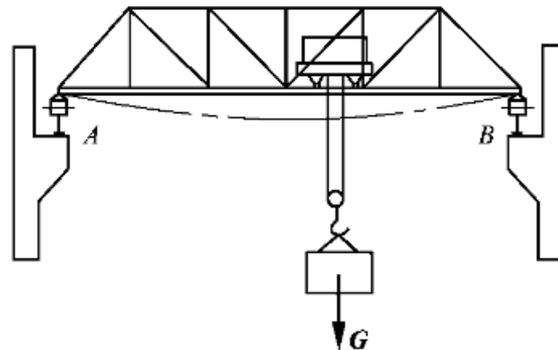


图2-2 梁弯曲变形

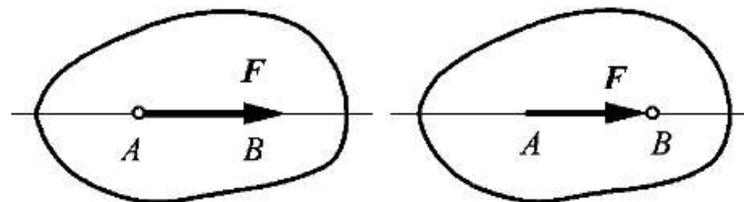
力的三要素：大小、方向和作用点。

力的单位是牛或千牛，记作N或kN。

力的方向包含方位和指向两个含义。

力的作用点是物体间相互机械作用位置的抽象化。集中力和分布力。

力的三要素表明力是矢量，且为定位矢量。



(a) 力作用在 A 点

(b) 力作用在 B 点

图2-3 力的表示

2. 力系

力系是指作用在物体上的一群力。

按其作用线所在的位置：分为平面力系和空间力系两大类。

按其作用线的相互关系：分为共线力系、平行力系、汇交力系和一般力系。

3. 平衡

物体在力系作用下，相对于地球保持静止或作匀速直线运动，称为平衡。如房屋、桥梁、水坝相对于地球保持静止；在直线轨道上作匀速运动的火车、沿直线匀速起吊的构件等相对于地球是作匀速直线运动。

4. 静力学的研究对象

静力学的主要研究对象是刚体。

静力学中，我们将研究以下三个问题：

- (1) 物体的受力分析
- (2) 力系的等效替换（或简化）
- (3) 建立各种力系的平衡条件

第 2 章 静力学的基本概念

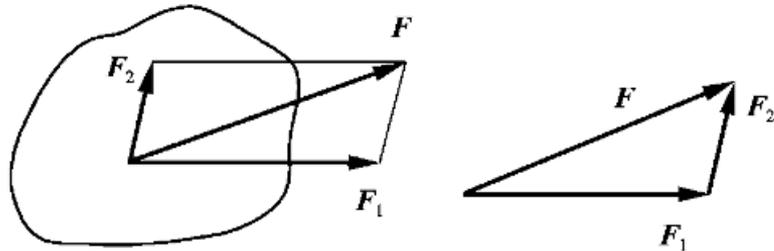
2.2 静力学公理

公理1 力的平行四边形法则

作用于物体上同一点的两个力，可以合成为一个合力。

矢量表达式： $F=F_1+F_2$

即合力矢等于这两个分力矢的矢量和。



(a) 平行四边形法则

(b) 三角形法则

图2-4 合力

公理2 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、作用在同一直线上。

矢量表达式： $F = -F'$

在两个力作用下处于平衡的杆件称为二力杆件，也称二力杆。

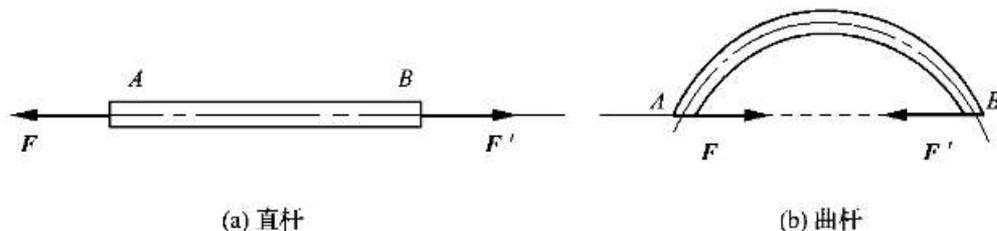


图2-5 二力件

公理3 加减平衡力系公理

在作用于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。

推论1 力的可传性原理：作用于刚体上某点的力，可以沿着它的作用线移动到刚体内任意一点，并不改变该力对刚体的作用效应。

力的三要素可改为：力的大小、方向和作用线。

力的可传性原理只适用于刚体，不适用于变形体。

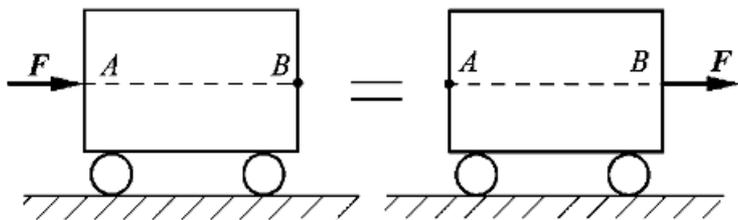


图2-6 刚体上力的可传性

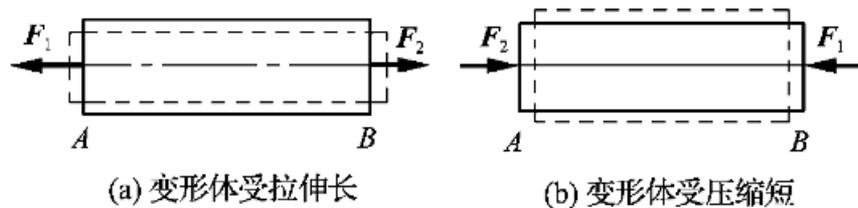


图2-7 力在变形体上沿作用线移动

推论2 三力平衡汇交定理：作用于刚体上三个相互平衡的力，若其中两个力的作用线汇交于一点，则此三力必在同一平面内，且第三个力的作用线通过汇交点。

证明：如图2-8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 。根据力的可传递性，将力 F_1 和 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 应与 F 平衡。由二力平衡条件可得出 F_3 必定与合力 F 共线，即力 F_1 、 F_2 、 F_3 的作用线都通过O点。

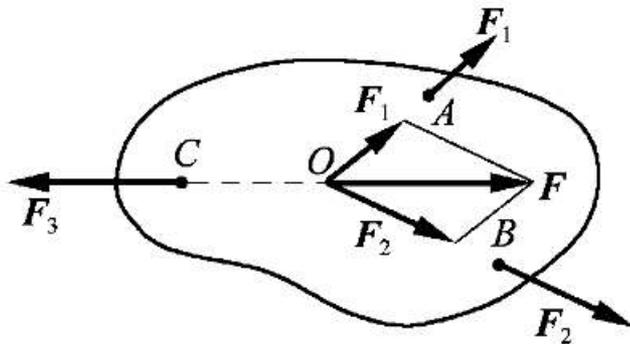
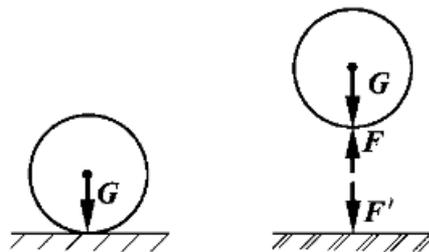


图2-8 三力平衡汇交定理示意

公理4 作用和反作用定律

作用力和反作用力总是同时存在，两力的大小相等、方向相反，沿着同一直线，分别作用在两个相互作用的物体上。

圆球对桌面有一个作用力 F' 作用在桌面上，而桌面对圆球同时也有一个反作用力 F 作用在圆球上，力 F' 和 F 的大小相等，方向相反，沿同一直线，分别作用在桌面和圆球上。



(a) 圆球静止在桌面上 (b) 受力示意图

图2-9 作用力和反作用力

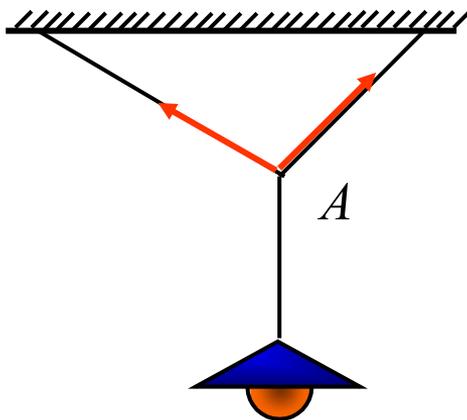
第 2 章 静力学的基本概念

2.4 几种基本类型的约束及其约束反力

1. 柔性约束

由柔软的绳索、链条或胶带等柔性体构成的约束为柔性约束。

约束特点：只能承受拉力。



柔性体约束对物体的约束反力是通过接触点，方向沿着柔性体中心线且背离物体，即为拉力，用 F_T 表示。

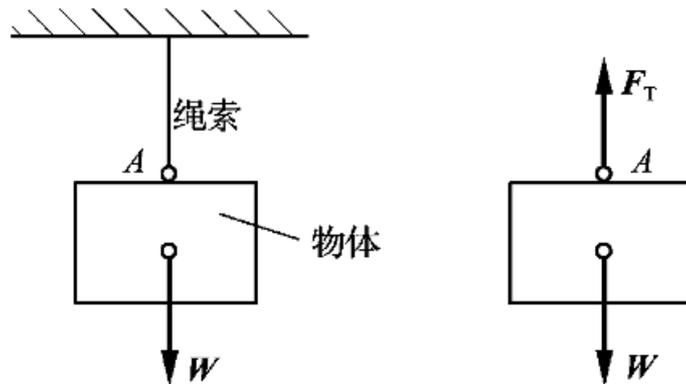
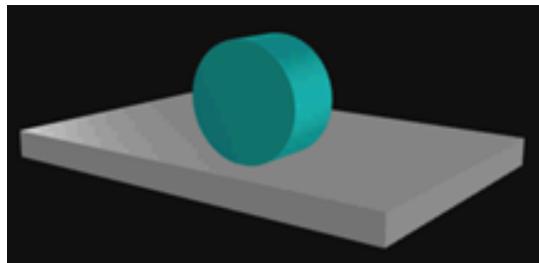


图2-10 柔性约束及其反力

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时，就是光滑接触面约束。

约束特点：不能限制物体沿约束表面公切线的位移，只能阻碍物体沿接触表面公法线并向约束内部的位移。



约束反力的方向：通过接触点，方向沿接触面的公法线，且指向被约束的物体，即为压力。这种约束反力又称为法向约束反力。常用 F_N 表示。

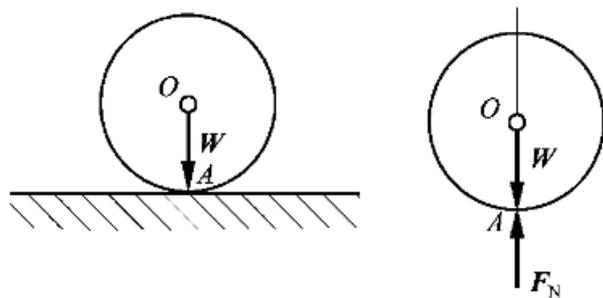
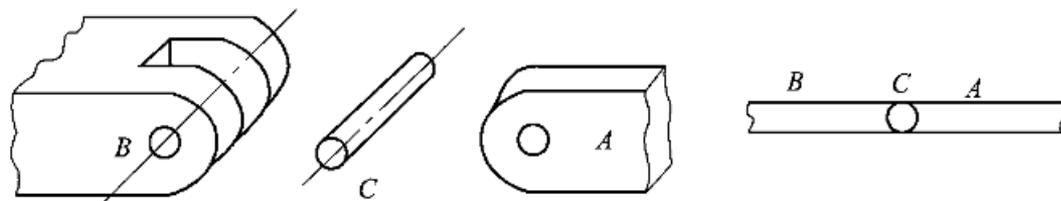


图2-11 光滑接触面约束及其反力

3. 光滑圆柱铰链约束

销钉对所连接物体形成的约束称为光滑圆柱铰链约束，简称铰链约束或中间铰。

约束特点：只限制物体在垂直于销钉轴线的平面内任意方向的相对移动，而不能限制物体绕销钉轴线的相对转动和沿其轴线方向的相对滑动。



(a) 光滑圆柱铰链约束的构成

(b) 计算简图

图2-12 光滑圆柱铰链约束

约束反力方向：约束反力 F_C 作用在接触点，且沿接触面公法线方向。
为计算方便，铰链约束的约束反力通常用通过铰链中心两个大小未知的正交分力 F_{Cx} 和 F_{Cy} 来表示。

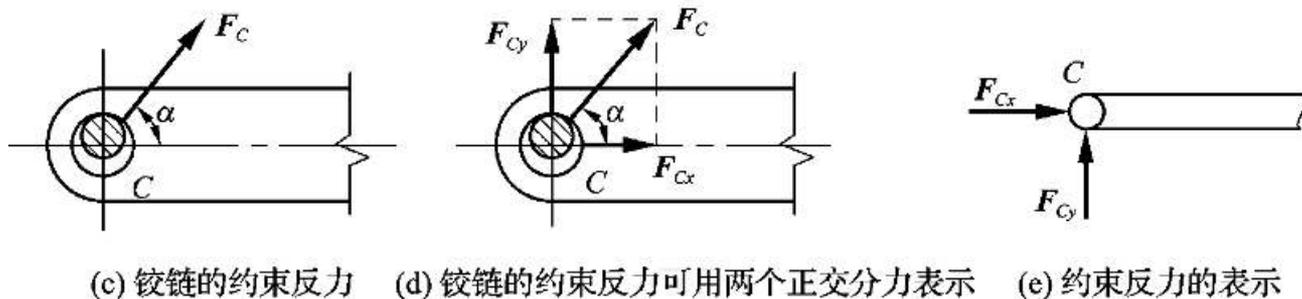


图2-12 光滑圆柱铰链约束

4. 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。

约束特点：只能限制物体沿链杆中心线趋向或离开链杆的运动，而不能限制其他方向的运动。

约束反力的方向：沿着链杆中心线，其指向未定，或为压力，或为拉力。

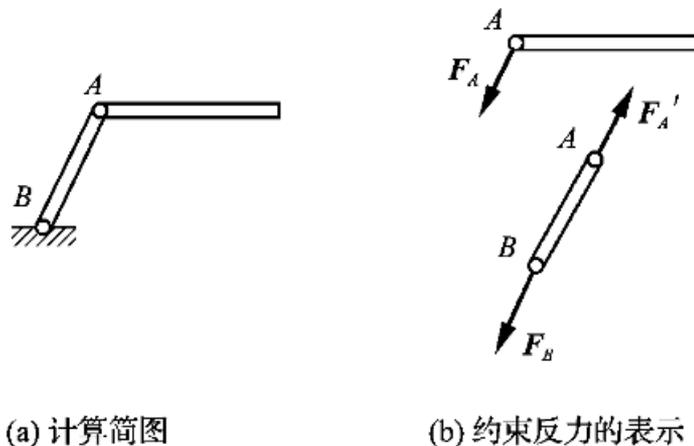
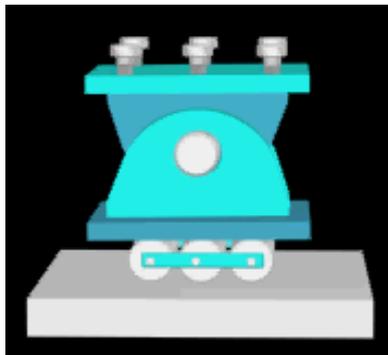


图2-13 链杆约束

5. 可动铰支座

在固定铰支座底板与支撑面之间安装若干个辊轴，就构成了可动铰支座，又称辊轴支座或滚动支座。

约束特点：只能限制物体垂直于支承面方向的运动，而不能限制物体沿支承面切线方向的运动，也不能限制物体绕销钉转动。



约束反力的方向：支座反力通过销钉中心，且垂直于支承面，指向未定，常用 F_N 表示。

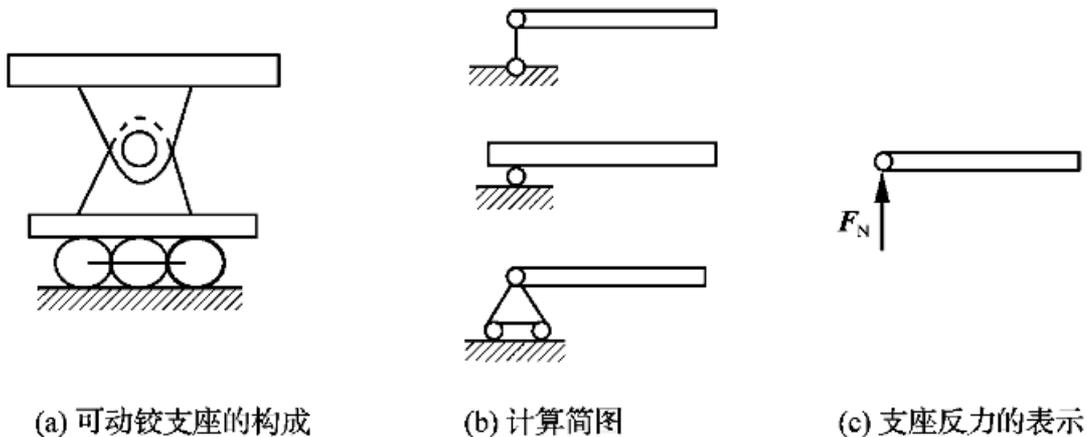
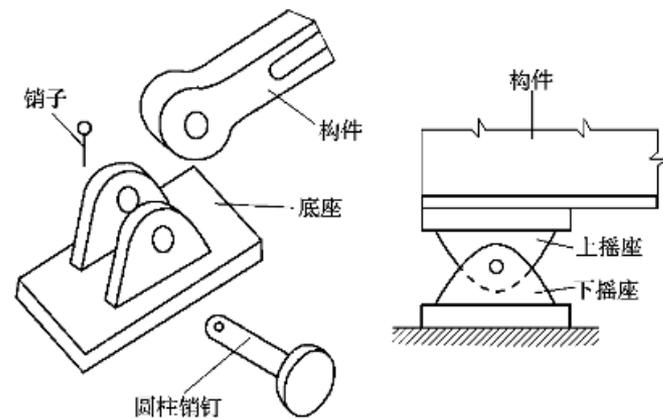


图2-14 可动铰支座

6. 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。

约束特点：允许绕销钉转动，但不能移动。



(a) 固定铰支座的构成

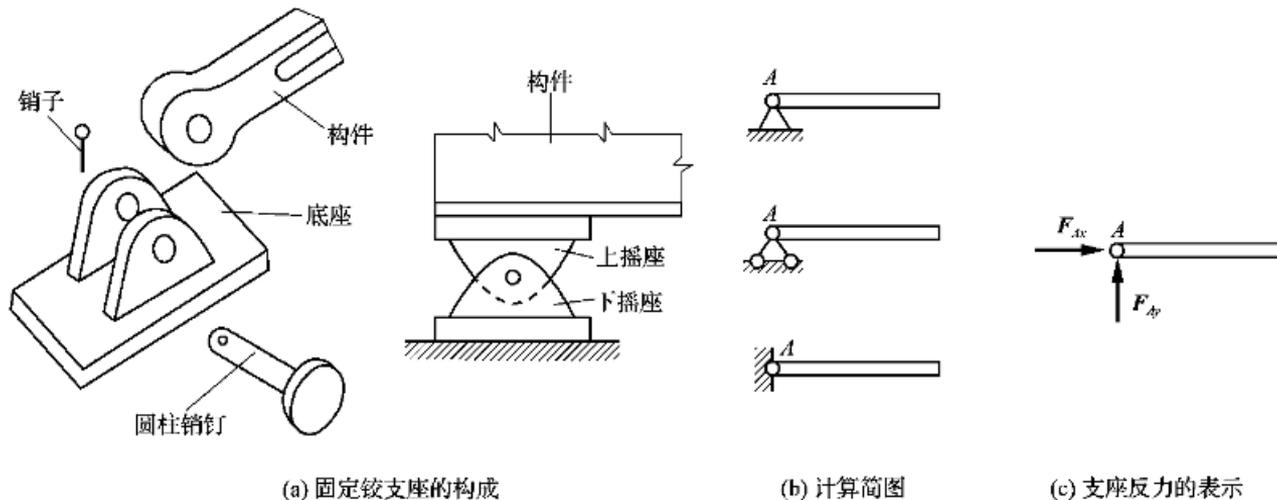
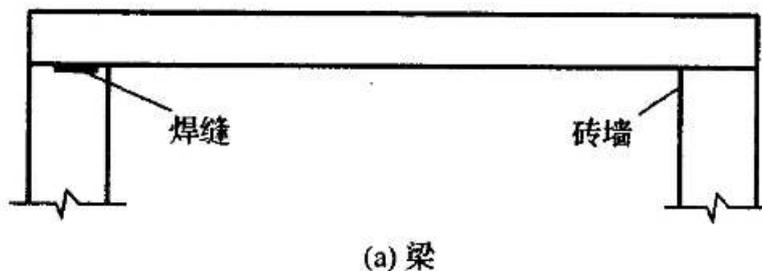


图2-15 固定铰支座

为计算方便，通常用通过铰链中心两个大小未知的正交分力 F_{Ax} 和 F_{Ay} 来表示。

在实际工程中，将预埋在钢筋混凝土梁和墙里的两块钢板焊接起来，就可以简化为固定铰支座。

如钢筋混凝土梁搁置在砖墙上，就可将砖墙简化为可动铰支座。



(a) 梁



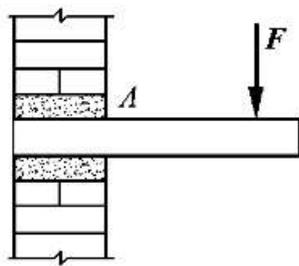
(b) 梁的计算简图

7. 固定端支座

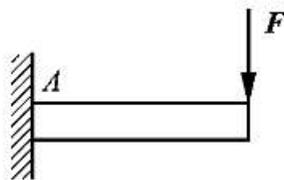
把构件与支承物固定在一起，构件在固定端既不能沿任意方向移动，也不能转动的支座称为固定端支座。

约束特点：既限制构件的移动，又限制构件的转动。

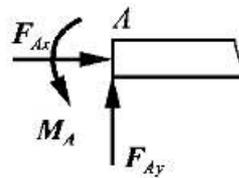
约束反力：水平反力、竖向反力和一个阻止转动的约束反力偶。



(a) 梁的一端嵌固在墙内



(b) 计算简图



(c) 支座反力的表示

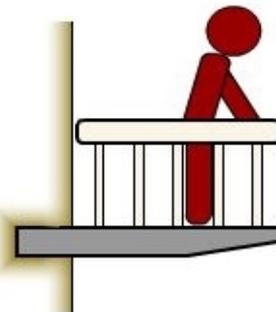


图2-16 固定端支座

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/745120233220011304>