

第 1 章 静力学基础

1.1 基本知识点

1.1.1 基本概念

平衡——物体相对于惯性参考系保持静止或作匀速直线运动。

力——物体间相互的机械作用，这种作用使物体的机械运动状态（包括变形）发生变化。

力的三要素——大小、方向、作用点。

刚体——在力的作用下形状和大小都始终保持不变的物体。或者在力的作用下，其内部任意两点距离始终保持不变的物体。

力系——作用于同一物体或物体系上的一群力。

等效力系——对物体的作用效果相同的两个力系。

平衡力系——使物体维持平衡的力系。

合力——能和一个力系等效的一个力。

分力——一个力等效于一个力系，则力系中的各力称为这个力（合力）的分力。

约束——由周围物体所构成的、限制非自由体位移的条件。

约束力——约束对非自由体的作用力。

1.1.2 静力学公理

公理 1 作用反作用公理

当甲物体对乙物体有作用力的同时，甲物体也受到来自乙物体的反作用力；作用力与反作用力总是同时存在，并且等值、反向、共线。

公理 2 力的平行四边形公理

作用在物体上同一点的两个力，可以合成为一个合力。合力的作用点也在该点，合力的大小和方向，由这两个力矢为邻边构成的平行四边形的对角线确定。

公理 3 二力平衡公理

作用在刚体上的两个力，使刚体处于平衡的充分必要条件是：这两个力等值、反向、共线。

公理 4 加减平衡力系公理

在刚体上添加或减去任何平衡力系，不改变原力系对刚体的作用效果。

推论 1 力的可传性原理

作用在刚体上的力，可沿其作用线在刚体内（或在刚体延拓部分）任意移动，而不改变此力对刚体的作用效果。

推论 2 三力平衡汇交定理

若刚体在三个力作用下处于平衡，且其中两个力的作用线已知交于一点，则此三力共面，且作用线汇交于一点。

公理 5 刚化公理

当变形体在某力系作用下处于平衡时，若把这时的变形体假想成刚体，则此刚体在该力系作用下仍将保持平衡。

1.1.3 常见约束及约束反力

1) 柔索约束

特点：限制沿柔索方向脱离柔索的运动。柔索只能承受拉力。

约束力：沿柔索背离被约束的物体。

2) 光滑接触面约束

特点：限制沿接触处公法线方向的运动。

约束力：过接触点沿公法线方向指向被约束的物体。

3) 光滑铰链约束（包括向心轴承、圆柱形铰链、固定铰链支座等）

特点：限制沿径向的相对移动，而不限限制绕铰链中心的相对转动及轴向位移。接触点未知。

约束力：通过铰链中心垂直轴线，方向未知。一般用两个大小未知的正交分力表示。

4) 可动铰链支座

特点：限制接触处公法线方向的运动

约束力：通过铰链中心垂直于支撑面。

5) 光滑球铰链

特点：限制空间的位移。

约束力：通过球铰链中心，方向未知，一般用空间的三个正交分力表示。

6) 止推轴承

特点：限制空间的位移。

约束力：方向未知，一般用过轴线的三个正交分力表示。

7) 链杆约束

特点：沿两铰中心连线位移约束。

约束力：沿两铰中心的连线

1.1.4 受力图及受力分析

- 1) 研究对象：所确定的被研究的物体，并把它与周围的物体分离开，即为隔离体。
- 2) 受力图：隔离体上画出全部主动力与约束反力的简图。
- 3) 受力分析：确定研究对象，画出研究对象上受到的全部主动力与约束反力的过程称为受力分析。

1.2 重点及难点

1.2.1 重点

- 1) 静力学基本概念及公理。
- 2) 常见约束及约束反力。
- 3) 受力分析及受力图。

1.2.2 难点

- 1) 准确理解静力学公理。
- 2) 掌握常见约束的特点及正确画出约束反力。

1.3 学习指导

1.3.1 基本要求

通过本章学习，要求掌握平衡、刚体、力等基本概念和静力学公理；掌握各种约束类型的性质和约束特点画出约束反力；能熟练的进行受力分析并正确的画出受力图。

1.3.2 解题指导

进行受力分析的基本步骤如下：

- 1) 选取研究对象，画出其简图；
- 2) 画出所有主动力；
- 3) 按约束性质画出所有约束力。

注：

- 1) 不要漏画力，除重力、电磁力外，物体之间只有通过接触才有相互机械作用力，要分清研究对象都与哪些物体相接触，接触处必有力，力的方向由约束类型而定。
- 2) 不要多画力，受力体所受的每一个力，都应能明确地指出它是哪一个施力体施加的。
- 3) 能够准确判断二力构件，并根据平衡条件确定约束力的方向。
- 4) 若取整体为研究对象时，只画外力，不画内力。
- 5) 同一系统各研究对象的受力图必须整体与局部一致，相互协调，不能相互矛盾。

6) 注意作用力与反作用力的画法，这些力的方向要满足作用与反作用公理。

1.4 典型题解

例 1-1 如图 1-1 (a) 所示结构，直杆 AB 和曲杆 BC 在 B 处相互铰接， AB 杆上 D 处受载荷 F 作用。不计各杆自重，分别画出系统及两杆的受力图。

解：解题思路对本题进行受力分析时，要能够准确判断出链杆约束，在分析各物体受力图时，要注意物体之间的与反作用力的方向。

- (1) 分析系统，其中 A 处为固定支座，曲杆 BC 为链杆，其受力图为图 1-1 (b) 所示。
- (2) 作出 AB 的受力图如图 1-1 (c) 所示。
- (3) 作出系统的受力图如图 1-1 (d) 所示。

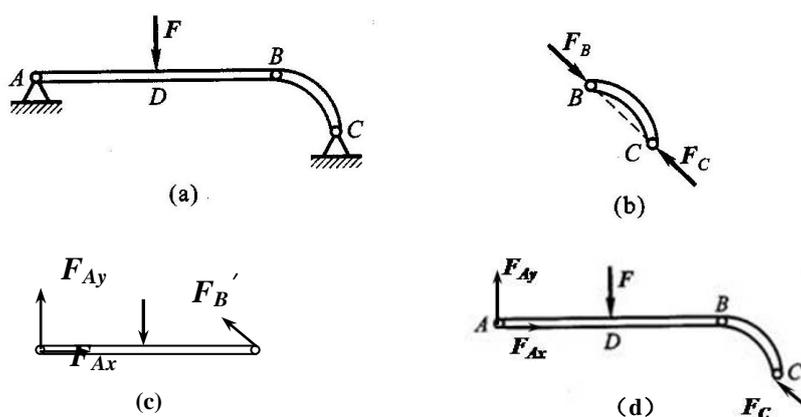


图 1-1

在该题中，杆 AB 的受力也可应用三力平衡汇交定理进行分析。

例 1-2 如图所示结构，各杆自重不计，作出图中杆 AB 的受力图。

解：分析杆 AB 的受力，首先观察结构中的约束，正确判断约束类型是解题的关键。作出杆 AB 的受力图如图 1-2 (b) 所示。

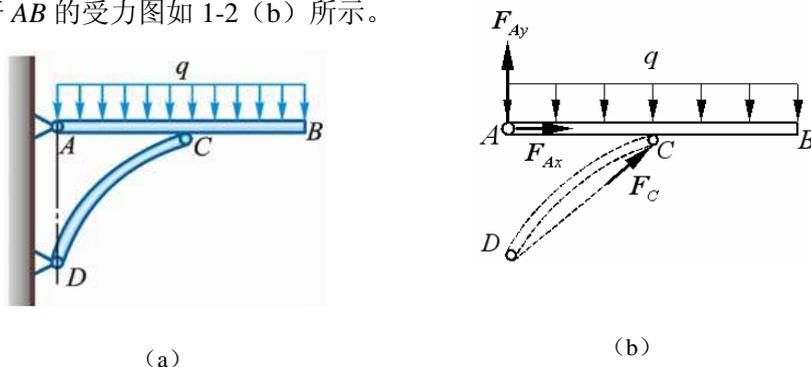


图 1-2

初学者在进行受力分析时，易犯的错误：

- 1) 不考虑约束类型，只凭粗浅的甚至是错误的平衡观念画约束反力，为避免此类错误，一定严格遵循“依据约束类型画约束反力”的原则。
- 2) 漏画或者多画力。一般由于对约束类型不熟悉或不细心造成的，认真分析约束性质，确认每个力的施力物体可以避免此类错误；

- 3) 将整体受力图与局部受力图画在同一受力图中，从而无法区分受力物体和施力物体，因此，在进行受力分析时，一定要将各分离体拿出来单独画受力图。