

煤炭职业教育课程改革规划教材

MEITAN ZHIYE JIAOYU KECHENG GAIGE GUIHUA JIAOCAI

煤矿固定机械 运行与维护

MEIKUANG GUDING JIXIE YUNXING YU WEIHU

● 主 编 何全茂 王国文
副主编 商顺强 李文君

煤炭工业出版社

煤炭职业教育课程改革规划教材

煤矿固定机械运行与维护

主 编 何全茂 王国文

副主编 商顺强 李文君

煤炭工业出版社

· 北 京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

煤矿固定机械运行与维护/何全茂,王国文主编. -- 北京:煤炭工业出版社, 2011

煤炭职业教育课程改革规划教材

ISBN 978-7-5020-3910-3

I. ①煤… II. ①何… ②王… III. ①煤矿机械-运行-职业教育-教材 ②煤矿机械-维护-职业教育-教材 IV. ①TD4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 157691 号

煤炭工业出版社 出版
(北京市朝阳区芍药居 35 号 100029)

网址: www.cciph.com.cn

北京房山宏伟印刷厂 印刷

新华书店北京发行所 发行

*

开本 787mm × 1092mm¹/₁₆ 印张 20³/₄ 插页 1

字数 494 千字 印数 1—4 000

2011 年 8 月第 1 版 2011 年 8 月第 1 次印刷

社内编号 6680 定价 38.00 元

版权所有 违者必究

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,本社负责调换

内 容 提 要

本书主要包括工程力学基础、机械制图基础、金属工艺学基础、常用机构和机械零件、提升设备的使用与维护、离心式水泵的使用与维护、通风机的使用与维护、空压机的使用与维护等。

本书可作为煤炭职业院校矿山机电类专业的教学用书，也可作为相关工程技术人员和管理人员的参考书。

前 言

为满足煤炭工业新形势对煤炭职业教育发展的要求，加快煤炭职业教育教材建设步伐，依据培养技术应用型专门人才的要求和煤炭行业的自身特点，在广泛调研和征求意见的基础上，本着科学性、实用性、先进性的编写指导思想，我们组织有关教师编写了本教材。本教材在编写过程中注重职业教育的特点，简化了理论体系，以实用、必需、够用为原则，力求使所讲内容尽可能与现场实践相结合。

本教材由河南理工大学高等职业学院组织编写，由何全茂、王国文任主编，商顺强、李文君任副主编。具体编写分工如下：何全茂编写项目五，王国文编写项目六和项目七，商顺强编写项目四，李文君编写项目二任务三、四、五，薛宁平编写项目三，武书礼编写项目二任务一、二，郭伟编写项目一，董延军编写项目八。全书由何全茂统稿。

本教材在编写过程中，吸收和借鉴了同类教材和书籍的精华，在此谨对各位原作者表示衷心的感谢。

由于编者水平有限，书中可能存在错误和不妥之处，恳请有关专家和广大读者提出宝贵意见，以便再版时修改。

编 者

2011年6月

目 次

上篇 机械基础部分

项目一 工程力学基础	1
任务一 理论力学基本知识	1
任务二 材料力学基础	12
任务三 工程力学实验	25
项目二 机械制图基础	28
任务一 基础知识	28
任务二 机件常用表达方法	45
任务三 标准件和常用件视图识读	59
任务四 零件图的识读	73
任务五 减速器装配图识读	82
项目三 金属工艺学基础	89
任务一 金属材料的主要性能	89
任务二 金属材料的牌号及用途	90
任务三 钢的热处理工艺	97
任务四 机械工程材料的选用	101
任务五 金属热加工	104
任务六 金属切削加工	117
任务七 钳工工艺	130
项目四 常用机构和机械零件	136
任务一 概述	136
任务二 常用机构	139
任务三 常用机械传动装置	148
任务四 常用机械零件	164
任务五 常用机构及机械零件实训	179

下篇 煤矿固定机械部分

项目五 提升设备的使用与维护·····	183
任务一 提升系统的运行操作·····	183
任务二 提升容器、井架和天轮的使用与维护·····	190
任务三 提升钢丝绳的使用与维护·····	204
任务四 矿井提升机的使用与维护·····	210
项目六 离心式水泵的使用与维护·····	241
任务一 离心式水泵的运行操作·····	241
任务二 离心式水泵结构与拆装·····	250
任务三 离心式水泵的运行与调节·····	259
项目七 通风机的使用与维护·····	266
任务一 通风机的运行操作、维护·····	266
任务二 通风机的结构与故障处理·····	280
项目八 空压机的使用与维护·····	297
任务一 空压机的运行操作·····	297
任务二 空压机的结构与故障处理·····	302
参考文献·····	325

上篇 机械基础部分

项目一 工程力学基础

工程力学是研究物体机械运动一般规律和构件承载能力的一门学科，内容包括理论力学和材料力学。

任务一 理论力学基本知识

教学要点

知识点：力与力系的概念，力的性质，力矩、力偶矩的概念，摩擦的基本定律。

能力点：画受力图，进行受力分析；力系的平衡条件及应用。

情感点：培养学生对力学知识的综合运用能力，养成严谨的逻辑思考方法。

任务描述

理解理论力学的基本概念，熟悉力、力矩、力偶、摩擦、疲劳强度的性质；了解常见约束形式；理解常见力系平衡条件及其应用。

相关知识

一、基本概念

1. 力和力系

1) 力

力是物体之间的相互机械作用。力的作用效应包括两方面：一是使物体的运动状态发生改变（称为力的外效应），二是使物体的几何形状和尺寸发生改变（称为力的内效应）。实践证明，力对物体的作用效应取决于力的大小、方向和作用点，即力的三要素。若改变力的任意一个要素，力对物体的作用效应将随之改变。

力是矢量，常用一带箭头的线段来表示，线段的长度按比例表示力的大小，线段箭头的指向表示力的方向，线段的起点（或终点）表示力的作用点，该线段所在的直线称为力的作用线。

在国际单位制中，力的单位常用牛顿（N）或千牛顿（kN）来表示。如图 1-1 中 F 表示力的矢量， $F=50\text{ kN}$ 表示力的大小。

2) 力系及分类

同时作用在物体上的一群力称为力系。工程中,构件一般不受单一力的作用,而是受到力系的作用,如图1-2所示。

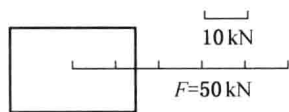


图1-1 力的表示

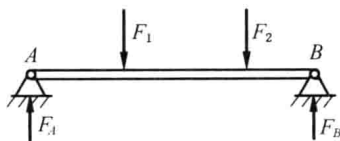


图1-2 力系

按照各力作用线是否位于同一平面内,力系常被分为平面力系(平面汇交力系、平面力偶系、平面一般力系和平面平行力系)及空间力系。本书只研究平面力系。

2. 刚体和平衡的概念

刚体是指在力的作用下不发生变形的物体。实际上,任何物体在力的作用下都会发生变形,但在一般情况下,工程中的零部件的变形与它们本身的尺寸相比都很小,对研究物体的平衡不是主要因素,可以忽略不计,因此我们把静力学中研究的对象均假设为刚体。

平衡是指物体相对于地球保持静止或匀速直线运动的状态。若刚体在某力系作用下保持平衡,则该力系中各力相互平衡,或者说,诸力对刚体产生的运动效应相互抵消。可见,平衡力系是对刚体作用效应等于零的力系。

3. 力的性质

性质1 (二力平衡条件) 作用在同一刚体上的两个力,使刚体保持平衡的充分必要条件是:两个力的大小相等,方向相反,作用在同一直线上(图1-3)。物体平衡,则 $F_1 = -F_2$ 。

性质2 (加减平衡力系公理) 在作用于刚体上的一个已知力系上,加上或减去一个平衡力系,不改变原力系对刚体的作用效果。它是力系替换与简化的等效原理。

性质3 (力的可传递性) 作用在刚体上某点的力,可沿其作用线移动到刚体上某一点,而不改变该力对刚体的作用效果(图1-4)。

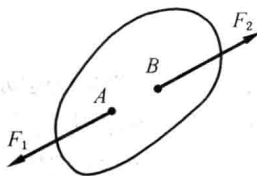


图1-3 二力平衡

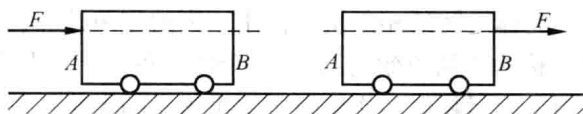


图1-4 力的可传递性

性质4 (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,合力等于两分力的矢量和。合力的作用线通过该点,大小和方向由这两个力为邻边所构成的平行四边形的对角线确定(图1-5)。

$$F = F_1 + F_2 \quad (1-1)$$

平行四边形 $ABCD$ 称为力的平行四边形, 这种求力的方法称为平行四边形法则。

性质 5 (作用与反作用定律) 两物体间的作用力和反作用力总是同时存在的, 且大小相等、方向相反、沿着同一直线, 分别作用在两个物体上 (图 1-6)。

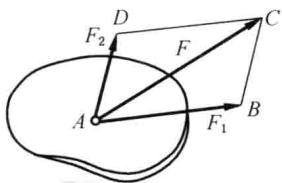


图 1-5 力的合成

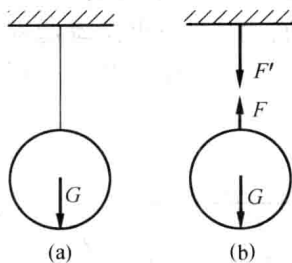


图 1-6 力的作用与反作用

4. 力矩及力偶矩

1) 力矩

一般说来, 力对刚体有移动效应, 也有使刚体绕某点 (或轴) 转动的效应, 力的这种转动效应的度量, 叫力矩, 记作 $m_o(F)$ 。转动点 O 到力 F 作用线的垂直距离 d 称为力臂, O 点称为矩心, 如图 1-7 所示。力矩的大小等于力 F 与力臂 d 的乘积, 即

$$m_o(F) = \pm Fd \quad (1-2)$$

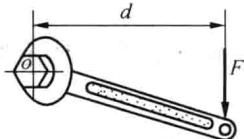


图 1-7 扳手

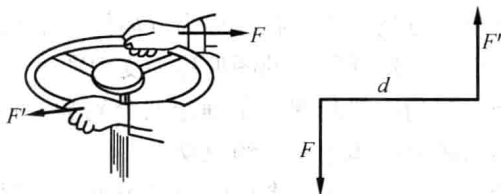


图 1-8 力偶实例

力矩是一代数量, 式中的正负号表示力矩的转向, 且力使物体绕矩心作逆时针方向转动时力矩为正, 反之为负, 图 1-7 中所示力矩为负值。力矩的单位是 $\text{N} \cdot \text{m}$ 或 $\text{kN} \cdot \text{m}$ 。

2) 力偶矩

在力学中, 我们将两个等值、反向、不共线的平行力所组成的力系称为力偶, 记作 (F, F') (图 1-8), 此二力之间的垂直距离称为力偶臂。

力偶使物体绕某点产生转动, 这种转动效应大小的度量叫力偶矩, 记作 $m(F, F')$ 或 m 。可证明力偶矩等于力偶中一力的大小 F 与力偶臂 d 的乘积, 即

$$m(F, F') = m = \pm Fd \quad (1-3)$$

力偶矩是一个代数量, 式中正负号表示力偶的转向, 规定力偶使物体逆时针转动时为正, 反之为负。力偶矩的单位用 $\text{N} \cdot \text{m}$ 或 $\text{kN} \cdot \text{m}$ 表示。必须指出: 力偶只能由力偶去平衡。

二、受力图

1. 约束和约束反力

能在空间自由运动的物体称为自由体,某些运动受到限制的物体称为非自由体(被约束体)。对非自由体的某些运动起限制作用的周围物体称为约束(约束体)。工程中常见的约束有柔性约束(图1-9a)、光滑面约束(图1-9b)和光滑圆柱铰链约束(图1-9c)等。

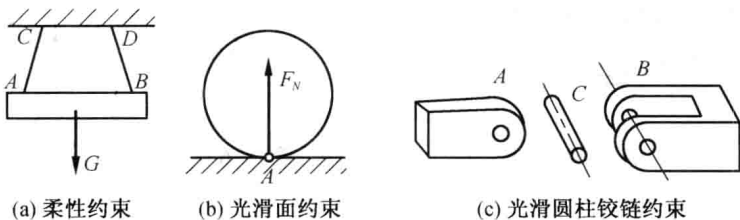


图1-9 工程中常见的约束类型

约束对被约束物体有力的作用称约束反力或约束力,约束力的作用点在被约束体与约束体的接触点处,其方向必与该约束所能阻碍物体的运动方向相反。

2. 受力图

在研究物体的平衡时,首先要确定所研究的对象,并把研究对象从周围物体中分离出来,这个单独分离出来的物体称为分离体。单独画出分离体的简图,再画出它的全部主动力和约束反力,这样得到的图形称为受力图。

画受力图的一般步骤:①确定研究对象,画出分离体;②画出该分离体上所有主动力;③画出该分离体上所有约束反力。

画约束反力时首先应考虑约束的类型,根据约束的类型画出相应的约束反力。下面举例说明受力图的画法。

【例1-1】水平杆AB的两端被两根绳子吊于天花板上,杆的自重为G,如图1-10所示。不计绳子的自重,试画出杆的受力图。

解 (1)取杆为研究对象,并画出分离体图。

(2)画出主动力G。

(3)画出约束反力,杆两端受到绳子的拉力,方向沿着绳子,作用点分别在A、B两点(大小未知)。水平梁AB的受力图如图1-10b所示。

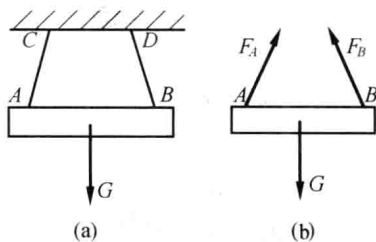


图1-10 受力图画法

三、力在坐标轴上的投影

过F两端向坐标轴引垂线(图1-11)得垂足a、b、a'、b'。线段ab和a'b'分别为F在x轴和y轴上投影,并规定从a到b(或从a'到b')的指向与坐标轴正向相同时投影为正,相反为负。F在x轴和y轴上的投影分别记作 F_x 、 F_y 。若已知F的大小及其与x轴所

夹的锐角 α ，则有

$$\begin{cases} F_x = \pm F \cos \alpha \\ F_y = \pm F \sin \alpha \end{cases} \quad (1-4)$$

若已知 F_x 、 F_y 值，可求出 F 的大小和方向，即

$$\begin{cases} F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2} \\ \tan \alpha = \left| \frac{F_y}{F_x} \right| \end{cases} \quad (1-5)$$

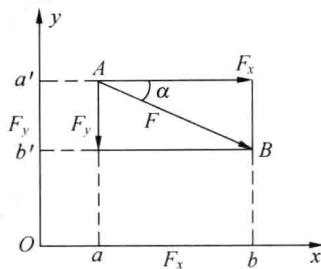


图 1-11 力在坐标轴上的投影

四、力系平衡条件及应用

1. 平面汇交力系的平衡方程及应用

所有力的作用线都汇交于一点的平面力系称为平面汇交力系。根据力学理论可知，平面汇交力系可以合成为一个力 R ，该力为平面汇交力系的合力， R 在坐标轴上的投影 (R_x , R_y) 等于该力系中各力在同一坐标轴上投影的代数和 ($\sum F_x$, $\sum F_y$)，此即合力投影定理。因此对于一已知平面汇交力系 F_1 、 F_2 、 $\dots$ 、 F_n ，根据合力投影定理，可得 $R_x = \sum F_x$ ， $R_y = \sum F_y$ 。由式 (1-5) 可求得该力系合力 R 的大小和方向为

$$\begin{cases} R = \sqrt{R_x^2 + R_y^2} = \sqrt{(\sum F_x)^2 + (\sum F_y)^2} \\ \tan \alpha = \left| \frac{R_y}{R_x} \right| = \left| \frac{\sum F_y}{\sum F_x} \right| \end{cases} \quad (1-6)$$

式中 α ——合力 R 与 x 轴所夹的锐角。合力 R 的指向由 $\sum F_x$ 与 $\sum F_y$ 的正负确定。

既然平面汇交力系可以用一个合力 R 来代替，那么要使平面汇交力系平衡，就必须使合力 R 等于零，即

$$\begin{cases} \sum F_x = 0 \\ \sum F_y = 0 \end{cases} \quad (1-7)$$

式 (1-7) 称为平面汇交力系的平衡方程。由此可知，平面汇交力系平衡的条件是：力系中所有各力在两个坐标轴上投影的代数和分别为零。

【例 1-2】如图 1-12a 所示，重为 G 的物块 A 在绳子和水平力 F 作用下处于平衡状态，已知 $G = 2.4 \text{ kN}$ ， $l = 13 \text{ cm}$ ， $a = 5 \text{ cm}$ ，求平衡时水平力 F 、绳子拉力 T 的值。

解 (1) 选物块 A 为研究对象。

(2) 画出物块 A 的受力图，如图 1-12b 所示。

(3) 建立直角坐标系 xAy ，画受力图，列平衡方程，即

$$\sum F_x = 0 \quad F - T \sin \alpha = 0 \quad (1)$$

$$\sum F_y = 0 \quad T \cos \alpha - G = 0 \quad (2)$$

将已知条件代入式 (2) 可得

$$T = \frac{G}{\cos \alpha} = \frac{2.4}{\frac{\sqrt{l^2 - a^2}}{l}} = 2.6 \text{ (kN)} \quad (3)$$

将已知条件和 (3) 式代入式 (1) 可得

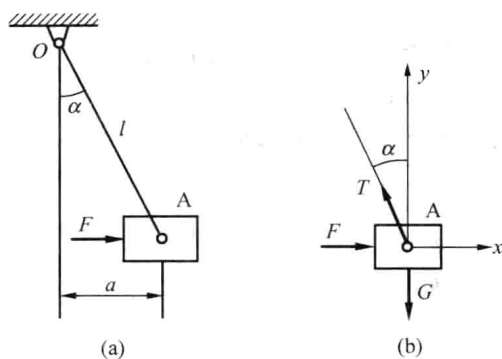


图 1-12 平面汇交力系

$$F = T \sin \alpha = 2.6 \frac{a}{l} = 1 \text{ (kN)}$$

2. 平面力偶系的平衡方程及应用

作用在物体上的多个力偶称为力偶系，作用在同一平面内的多个力偶组成的力偶系称为平面力偶系。如图 1-13 所示，设在刚体受平面力偶系 m_1 、 m_2 、 $\dots$ 、 m_n 的作用，它们对刚体的作用效果可以用一个新力偶 m 来代替，该新力偶称为原力偶系的合力偶，且新力偶的矩等于原力偶系各力偶矩的代数和，即

$$m = m_1 + m_2 + \dots + m_n = \sum_{i=1}^n m_i \quad (1-8)$$

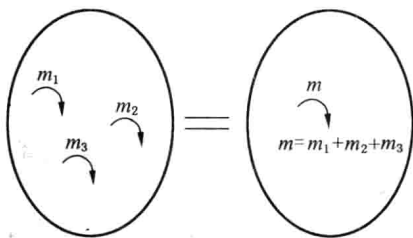


图 1-13 力偶的合成

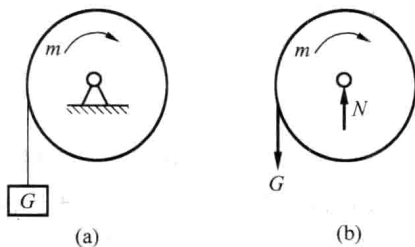


图 1-14 平面力偶系

既然平面力偶系可以合成为一个合力偶，那么要使平面力偶系平衡，就必须使合力偶矩等于零，即

$$m = \sum m = 0 \quad (1-9)$$

式 (1-9) 为平面力偶系的平衡方程，由此可知，平面力偶系平衡的充分和必要条件是：力偶系中各力偶矩的代数和等于零。

【例 1-3】如图 1-14a 所示，滑轮直径 $\phi = 2 \text{ m}$ ，重物 $G = 500 \text{ kN}$ ，系统处于平衡状态，求施加在滑轮上力偶 m 的大小（不计滑轮质量）。

解 (1) 取滑轮为研究对象，画受力图如图 1-14b 所示， G 与 N 构成力偶。

(2) 列平衡方程, 由 $\sum m = 0$ 得

$$m - G \times \frac{\phi}{2} = 0$$

解得

$$m = G \times \frac{\phi}{2} = 500 (\text{kN} \cdot \text{m})$$

3. 平面一般力系的平衡方程及应用

各力作用线在同一平面内, 且不全部交于一点, 也不全部平行的力系称为平面一般力系。由力的平移定理 (略) 可知, 平面一般力系向一点 O 简化后, 一般得到一力 R 和一力矩 m_o (图 1-15), 力 R 称为平面一般力系的主矢, 力矩 m_o 称为平面汇交力系的主矩。根据平面汇交力系的合成法可得

$$\begin{cases} R_x = \sum F_x = F_{1x} + F_{2x} + \cdots + F_{nx} \\ R_y = \sum F_y = F_{1y} + F_{2y} + \cdots + F_{ny} \\ m_o = \sum m_o(F) = m_o(F_1) + m_o(F_2) + \cdots + m_o(F_n) \end{cases} \quad (1-10)$$

式中

$F_{1x}, F_{2x}, \cdots, F_{nx}$ —— $F_1, F_2, \cdots, F_n$ 向 x 轴的投影;

$F_{1y}, F_{2y}, \cdots, F_{ny}$ —— $F_1, F_2, \cdots, F_n$ 向 y 轴的投影;

$m_o(F_1), m_o(F_2), \cdots, m_o(F_n)$ —— $F_1, F_2, \cdots, F_n$ 对简化点 O 的力矩。

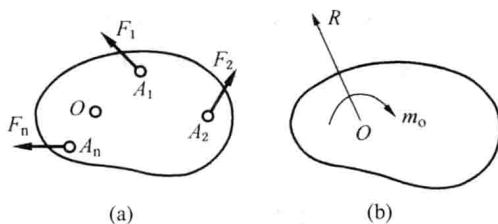


图 1-15 平面一般力系向一点的简化

由此可得平面一般力系平衡的充分必要条件为

$$\begin{cases} \sum F_x = 0 \\ \sum F_y = 0 \\ \sum m_o(F) = 0 \end{cases} \quad (1-11)$$

式 (1-11) 为平面一般力系的平衡方程。

【例 1-4】绞车通过钢丝牵引小车沿斜面轨道匀速上升, 如图 1-16a 所示。已知小车重 $P = 10 \text{ kN}$, 绳与斜面平行, $\alpha = 30^\circ$, $a = 0.75 \text{ m}$, $b = 0.3 \text{ m}$, 不计摩擦。求钢丝绳的拉力及轨道对车轮的约束反力。

解 (1) 取小车为研究对象, 画受力图 (图 1-16b)。小车上作用有重力 P , 钢丝绳的拉力 F_T , 轨道在 A 、 B 处的约束反力 F_{NA} 和 F_{NB} 。

(2) 取图示坐标系, 列平衡方程

$$\begin{aligned} \sum F_x = 0 & \quad -F_T + P \sin \alpha = 0 \\ \sum F_y = 0 & \quad F_{NA} + F_{NB} - P \cos \alpha = 0 \end{aligned}$$

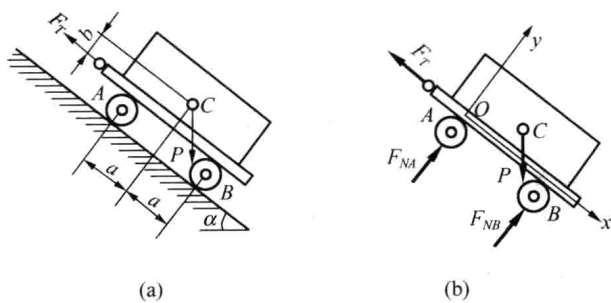


图 1-16 对小车的受力分析

$$\sum m_o(F) = 0 \quad F_{NB}(2a) - Pbsin\alpha - Pacos\alpha = 0$$

解得

$$F_T = 5 \text{ kN} \quad F_{NB} = 5.33 \text{ kN} \quad F_{NA} = 3.33 \text{ kN}$$

4. 平面平行力系的平衡方程及应用

各力作用线在同一平面内，且相互平行的力系称为平面平行力系，它是平面任意力系的特殊情况。因而，其平衡方程可从平面一般力系平衡方程推导。

设物体受到平面平行力系 $F_1, F_2, \dots, F_n$ 的作用（图 1-17），建立直角坐标系 xOy ，力的作用线与 x 轴垂直。无论力系是否平衡，各力在 x 轴上的投影恒等于零，即 $\sum F_x = 0$ 。显然，平面平行力系有两个独立的平衡方程，因此最多只能求解两个未知量。即

$$\begin{cases} \sum F_y = 0 \\ \sum m(F) = 0 \end{cases} \quad (1-12)$$

式 (1-12) 为平面平行力系的平衡方程。

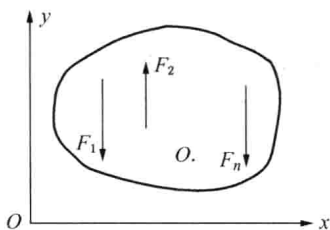


图 1-17 平面平行力系

【例 1-5】图 1-18 所示为起重机简图。已知 $G = 700 \text{ kN}$ ，最大起重量 $G_1 = 200 \text{ kN}$ ，试求保证起重机满载和空载时不翻倒的平衡块重。

解 首先，取起重机为研究对象，画出起重机的受力图如图 1-18b 所示。

(1) 满载时 ($G_1 = 200 \text{ kN}$)。若平衡块过轻，则会使机身绕点 B 向右翻到，因此须配一定重量的平衡块。临界状态下点 A 悬空， $F_A = 0$ ，平衡块重应为 G_{2min} 。由 $\sum m_B(F) = 0$ ，得

$$G_{2min} \times (6+2) \text{ m} - G \times 2 \text{ m} - G_1 \times (12-2) \text{ m} = 0$$

解得

$$G_{2\min} = 425 (\text{kN})$$

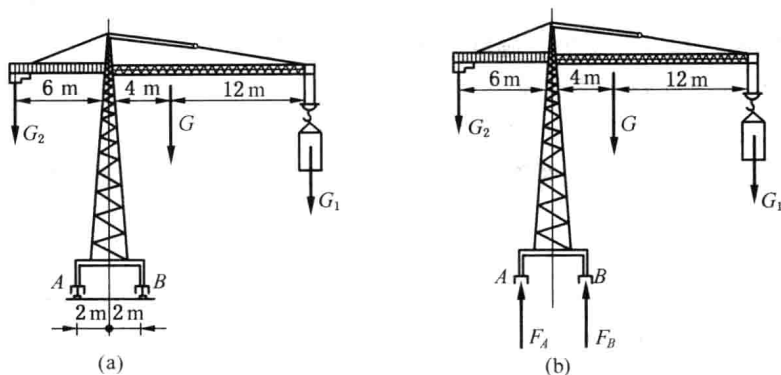


图 1-18 起重机受力分析

(2) 空载时 ($G_1 = 0$)。此时与满载情况不同, 在平衡块作用下, 机身可能绕点 A 向左翻到, 临界状态下, 点 B 悬空, $F_B = 0$, 平衡块重应为 $G_{2\max}$ 。由 $\sum m_A(F) = 0$, 得

$$G_{2\max} \times (6 - 2) \text{ m} - G \times (4 + 2) \text{ m} = 0$$

解得

$$G_{2\max} = 1050 (\text{kN})$$

由以上计算可知, 为保证起重机安全, 平衡块必须满足 $425 \text{ kN} < G_2 < 1050 \text{ kN}$ 。

五、摩擦

1. 滑动摩擦和滚动摩擦定律

当两物体相互接触, 有相对滑动或相对滑动的趋势时, 在接触面间产生的彼此阻碍滑动的现象称为滑动摩擦现象, 这种阻碍力称为滑动摩擦力, 如图 1-19 所示。滑动摩擦力可分为静滑动摩擦力 (F_f) 和动滑动摩擦力 (F'_f)。

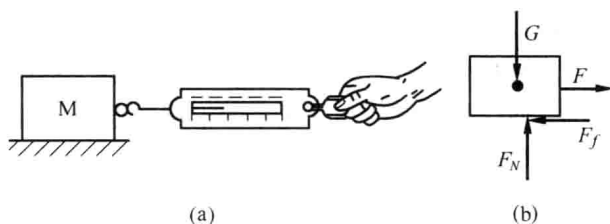


图 1-19 滑动摩擦

1) 静滑动摩擦力和静滑动摩擦定律

物体处于静止状态时受到的摩擦力称为静摩擦力。静滑动摩擦力的大小与物体的运动状态、物体间的接触面有关。当物体处于静止状态时, 静摩擦力 F_f 的大小与主动力 F 大小相等; 当物体处于临界状态时, 静摩擦力 F_f 达到最大, 其大小与接触面间的正压力 F_N 成正比, 即

$$F_f = f \cdot F_N \quad (1-13)$$

式中 f ——滑动静摩擦系数，它是无量纲的正数，其大小取决于接触物体的材料、接触面的粗糙程度、温度、湿度和润滑情况等因数。

式 (1-13) 为滑动静摩擦定律。

2) 动滑动摩擦力与动滑动摩擦定律

物体处于运动状态时受到的摩擦力称为动摩擦力。实验证明，动摩擦力的大小也与两物体间正压力 F_N 成正比，即

$$F'_f = f_s \cdot F_N \quad (1-14)$$

式中 f_s ——滑动动摩擦系数，它和物体的材料、表面情况有关，一般 $f_s < f$ ，但精度要求不高时可以认为 $f_s = f$ 。

式 (1-14) 是滑动动摩擦定律。

由上可知，当考虑摩擦问题时，首先要分清物体处于静止状态还是滑动状态，然后选用相应的方法来计算摩擦力。

2. 滚动摩擦简介

一个物体在另一物体表面上滚动时受到接触面的阻碍作用叫做滚动摩擦。滚动摩擦产生的原因是两物体接触面间因变形而产生阻碍滚动趋势的阻力偶，该力偶称为滚动摩擦力偶，用 m_f 表示 (图 1-20)。

实验证明，当物体处于滚动状态时，滚动摩擦力偶与接触物体之间的法向反力成正比，方向与滚动趋势方向相反，这就是滚动摩擦定律。有

$$m_{f_{\max}} = \delta F_N \quad (1-15)$$

式中 δ ——滚动摩擦阻力系数，与接触面的变形程度有关，而与接触面的粗糙程度无关。

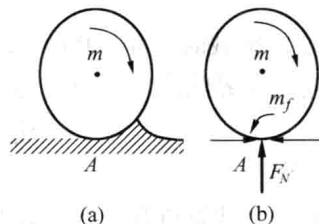


图 1-20 滚动摩擦

任务实施

通过对力、力系、力偶、力偶矩基本概念的理解，培养学生综合思考能力，严谨的逻辑思维，能够对常见受力问题进行分析；通过对平面汇交力系、平面一般力系、平面力偶系、平面平行力系的分析，使学生能够应用常见平面汇交力系、平面一般力系、平面力偶系、平面平行力系的平衡方程，并能计算常见的实例问题。

任务考核

静力学基本知识任务考核标准见表 1-1。

表 1-1 静力学基本知识任务考核标准

项 目	主 要 内 容	比重/%
情感态度	严谨的逻辑思维、综合思考能力、学习方法等	20
理论知识	力、力系、力偶、力偶矩，力系的平衡方程及应用	40
动手能力	能够进行受力分析，计算常见力系的平衡问题	40