

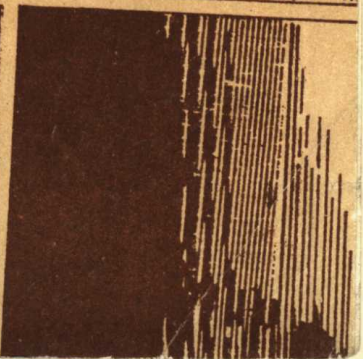
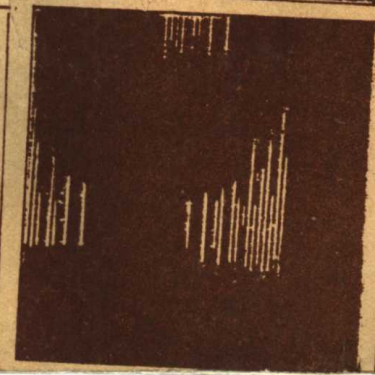
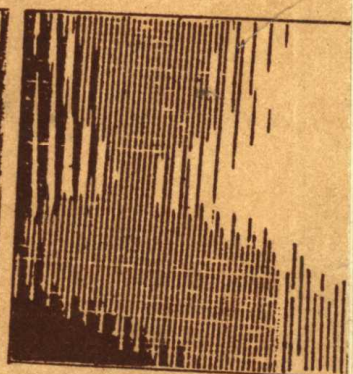
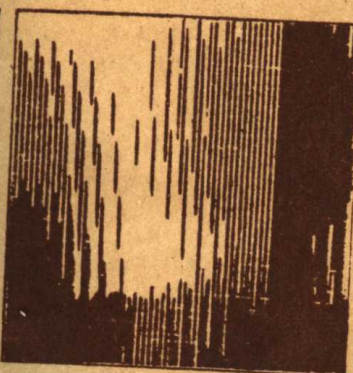
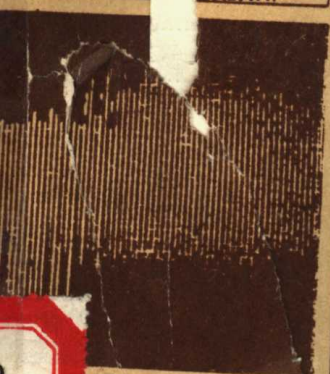
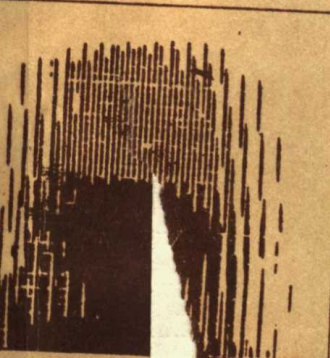
# 化工机械基础

化工防腐工人中级技术培训教材

HUAGONGFANGFU  
GONRENZHONG JIJISHU  
PEIXUNJIAOCAI

马锡廷 编

成都科技大学出版社



# 化工机械基础

马锡廷 编

成都科技大学出版社

## 内 容 提 要

本书是防腐工人中级技术培训的一门技术基础课教材。内容包括：流体力学知识与流体输送机械、工程力学知识、化工机械常用金属材料、化工容器及设备、化工管路及其施工、机械传动基础知识及设备起重吊装中的吊具、索具与机具七部分。本书也可供化工系统其它工种的技术工人参考。

化工防腐工人中级技术培训教材

化工机械基础

马锡廷 编

成都科技大学出版社出版

四川省新华书店经销

四川省三台县印刷厂印刷

开本：787×1092

1/32

印张：6.125

1988年8月第1版

1988年8月第1次印刷

印数：1-9000

字数：132千字

ISBN7-5616-0146-8/TQ·24 (课)

定价：1.90元

F053/24

## 前 言

本套教材是受全国化工技术培训教材编审委员会的委托，根据一九八七年一月化工部教育司颁发的《化工防腐工人中级技术理论培训教学计划、教学大纲》，由吉林化学工业公司组织编写的。

这套教材共六本书：包括《化学基础》、《机械制图与钣金展开》、《电工基础》、《化工机械基础》、《化工企业全面质量管理及环境保护》和《化工腐蚀与防护技术》。

《化工机械基础》这本书讲述化工机械及设备的简单构造、工作原理、性能及操作维护知识，化工管路及施工的基本知识以及正确选择、使用起重吊装中常用的索、吊具与机具的基本知识，这些知识是防腐蚀中级技术工人必须掌握的内容。

本书由马锡廷编写，杨凤山审订。全国化工技术教材编审委员会东北、华北组的同志，吉林化学工业公司领导 and 防腐专业技术人员参加了本书的审稿会，并对本书的编写工作提出了宝贵的意见。在此谨向以上有关同志致以衷心的感谢。

由于编者水平有限，时间仓促，缺点错误在所难免，不

当之处，请使用本教材的学员和教师提出宝贵意见，以便今后进一步修改完善。

化工防腐工人中级技术理论  
培训教材编写组  
一九八八年四月

# 目 录

前言 .....	( I )
<b>第一章 工程力学知识</b> .....	( 1 )
第一节 力的概念 .....	( 1 )
第二节 力学的几个基本公理 .....	( 4 )
第三节 约束和约束反力 .....	( 8 )
第四节 受力图 .....	( 11 )
第五节 平面汇交力系 .....	( 14 )
第六节 力矩和力偶 .....	( 24 )
第七节 摩擦 .....	( 29 )
第八节 在外力作用下杆件的变形与应力 .....	( 33 )
第九节 许用应力及安全系数 .....	( 41 )
第十节 拉伸和压缩时的强度计算 .....	( 43 )
第十一节 焊缝的强度计算 .....	( 47 )
第十二节 弯曲时的强度计算及梁的合理截面 .....	( 49 )
<b>第二章 流体力学知识及流体输送机械</b> .....	( 52 )
第一节 流体力学基础知识 .....	( 52 )
第二节 离心泵 .....	( 62 )
第三节 活塞式压缩机 .....	( 72 )
第四节 真空泵 .....	( 82 )
<b>第三章 化工机械常用的金属材料</b> .....	( 85 )
第一节 金属材料的一般性质 .....	( 85 )
第二节 钢、铁及碳钢的热处理 .....	( 90 )

第三节	有色金属	( 96 )
第四章	中、低压化工容器及设备	( 99 )
第一节	容器的分类、组成及标准化	( 99 )
第二节	内压薄壁容器的筒体与封头	(102)
第三节	外压容器	(105)
第四节	容器附件	(106)
第五节	换热设备	(113)
第六节	塔设备	(118)
第五章	化工管路及其施工	(125)
第一节	化工管路的分类及标准化	(125)
第二节	管子及其连接	(127)
第三节	管件及阀门	(134)
第四节	弯管尺寸的现场测绘及制作中的下料计算	(142)
第五节	管路的热延伸与补偿	(156)
第六节	管路的施工	(161)
第六章	机械传动基本知识	(164)
第一节	概述	(164)
第二节	带传动	(166)
第三节	齿轮传动	(170)
第四节	轴承与润滑	(175)
第七章	设备起重吊装常识	(182)
第一节	常用的索具及吊具	(182)
第二节	常用的起重机具	(188)

# 第一章 工程力学知识

## 第一节 力的概念

### 一、力的概念

力是物体对物体的作用。一个物体受到了力，一定有另一个物体对它施加了这种作用。没有物体间的相互作用，就无所谓力。例如，推车的时候，人用了力，车受到了力的作用，人就是施力主体，车是受力物体。在研究物体受力时，必须分清哪个是受力物体，哪个是施力物体。有时为了简便起见，只说物体受到了力的作用，而不特别指明谁是施力物体。但是必须知道，施力物体是一定存在的。

物体在力的作用下会发生什么变化呢？用力拉车，车就会由静止状态开始运动。继续用力拉车，车的运动速度就会越来越快。要想使车拐弯，必须对车施加一个拐弯的力量。这说明力能改变物体的运动状态。在弹簧上吊一个重物，弹簧就被拉长，改变了形状。一个铁球落在桌子上，桌面受到了力的作用，被打出一个凹坑，也改变了形状。推而论之，重物挂在钢丝上或压在桌子上，钢丝或桌子也要改变形状，只不过变形很小，不易观察到罢了。这些例子说明力还能改变物体的形状。



综上所述，力就是物体间的相互作用，这种作用的结果，将使物体的运动状态或形状发生改变。

## 二、力的单位

力是有大小的，为了衡量力的大小，必须确定力的单位。在我国法定计量单位中规定，力的单位为牛顿，简称为牛，用符号N表示。1牛的力是多大呢？质量为1/9.8千克的物体，用手提着时，手所受到的拉力为1牛。

工程上过去采用的是工程单位制，力的单位是公斤力（用符号Kgf表示）。二者的关系是：

$$1\text{Kgf} = 9.8\text{N}$$

例如，过去说某物体重为70Kgf，现在用法定单位表示就应为

$$70 \times 9.8 = 686\text{N}$$

## 三、力的三要素

力对物体的作用效果不仅取决于力的大小，还跟力的方向和力在物体上的作用点（作用位置）有关。例如，用同样大小的力，拉弹簧时，弹簧伸长；压弹簧时，弹簧缩短。说明力的方向不同，作用效果就不同。再如开门时，在离门轴较远处推，就比在离门轴较近处推省力。说明力在物体上的作用点不同，作用效果也不一样。因此，要说明或表示力对物体的作用效果时，必须一并指明力的大小、方向和作用点，三者缺一不可。

力的大小、方向和作用点称为力的三要素。

#### 四、力的图示法

在表示物体的受力情况时，为使问题简单明了，我们只画出受力物体，不画施力物体。施力物体对受力物体的力的作用，用一带箭头的线段来表示，如图1—1所示，这种方法就叫做力的图示法。图中，线段的长度（按一定比例画出）表示力的大小，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。

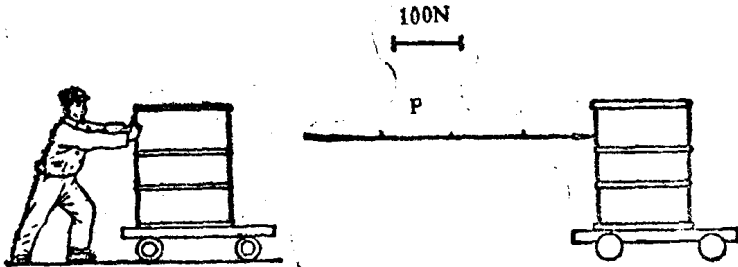


图1—1 力的图示法

用图示法表示物体受力的作用情况时，先画出受力物体（图1—1中的筒和车）的简图，再确定力的比例尺（如取1cm长的线段表示100N的力），后由力的作用点按比例长度画一带箭头的线段（4cm长），表示物体所受的作用力。要注意，因为力总是作用在物体上的，所以做力的图示时，力的作用点一定要画在受力物体上。

通过力的作用点，沿力的方向所画的直线，称为力的作用线。

## 五、重 力

地球上的一切物体，都受到地球的吸引作用，这就是重力。重力的方向总是竖直向下（地球吸引的方向）。

每个物体，其各部分都受重力的作用，但是在考虑整个物体所受重力时，可以认为各部分所受重力都集中于一点，这个点就是重力的作用点，也称为物体的重心。如果物体的质量分布是均匀的，而且在形状上又有对称中心，那么对称中心就是它的重心。例如，均匀薄圆板的重心在圆心，均匀球体的重心在球心，均匀圆柱体的重心在轴心的中点，等等。

重力常用符号  $G$  表示。如某物体的重力  $G = 800\text{N}$  等。

## 第二节 力学的几个基本公理

在长期的生活和生产实践中，人们总结出了许多力所遵循的规律，其中的几个基本规律——力学基本公理，是我们学习力学的基础。

### 一、二力平衡公理

一个物体受到的力一般都不只一个，而是同时受到两个或几个力的作用。例如，用绳子起吊重物时，重物上就受到向下的重力和绳子向上的拉力这样两个力的作用；拔河比赛时，绳子同时受到两队人向相反方向的拉力作用，等等。

静止的物体在两个或几个力的作用下，可能会运动，也可能仍然保持静止状态。如果仍然保持静止状态，那么我们

就说作用在物体上的这几个力是平衡的。若是两个力，就说这两个力是平衡的，或者说是一对平衡力。

作用在物体上的两个力在什么条件下才能平衡呢？通过对前面的例子分析可知，二力平衡条件是：作用在同一物体上的两个力，大小相等、方向相反、作用线在同一直线上。只有这样，两个力才能互相平衡、抵消，物体才能保持静止状态。这就是二力平衡公理。

利用二力平衡条件，我们可以分析一些在两个力的作用下，处于静止状态的物体的受力大小。例如，吊在电线上静止不动的电灯（如图1—2所示），受到重力 $G$ 和电线拉力 $T$ 两个力的作用。因为这是一对平衡力，故电线的拉力 $T$ 等于电灯的重力 $G$ 。再如放置在地面上的设备受到重力 $G$ 和地面支撑力 $N$ 两个力的作用而静止不动。因两力平衡，故地面支撑力 $N$ 等于设备重力 $G$ 。

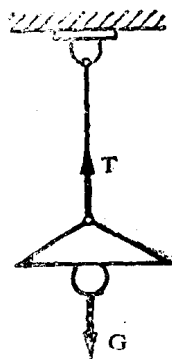


图1—2 二力平衡

## 二、平行四边形公理

一个物体可以由一个人来提，也可以由几个人一起提。一辆马车可以由一匹马拉，也可以由几匹马一起拉。这说明一个力的作用常常可以跟几个力的共同作用达到相同的效果。即一个力可以由几个力来代替；反之，几个力也可以由一个力来代替。

如果一个力作用在物体上，它产生的效果跟几个力共同作用的效果相同，那么这个力就叫做那几个力的合力，那几个力就叫做这个力的分力。已知几个力，求它们的合力，

叫做力的合成；反之，已知一个力，求它的分力，则叫做力的分解。当一个物体上受几个力共同作用时，我们可以把它们合成为一个合力，用合力代替这几个力对物体的作用；反之，一个力对物体作用，我们也可以把它分解为几个分力，用分力对物体的共同作用来代替它。

怎样进行力的合成求其合力呢？两个力的合成是最简单、也是最基本的情况。如图1—3所示，设在物体上O

点作用两个力 $P_1$ 、 $P_2$ ，求其合力的方法是：以这两个力的线段为邻边，做平行四边形，它的对角线就表示合力 $R$ 的大小和方向，合力的作用点仍

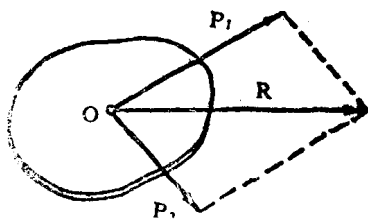


图1—3 二力的合成

为两个分力的共同作用点。这就是力的平行四边形公理，也叫做力的平行四边形法则。

在特殊情况下，当两个力的作用线在同一直线上时（如图1—4），如果两个力的方向相同，合力的大小为两个分力大小之和，方向与分力方向相同；如果两个力的方向相反，合力的大小为两个分力之差，方向与分力中数值大的那个分力相同。

力的分解是力的合成的反过程。可以这样设想：作用在物体上的一个力是由两个力合成而得到的合力，现在再把它分解为两个力。因此，力的分解就是以这个力为平行四边形的对角线做平行四边形，两个邻边即为所求的两个分力。不过，这时可做无穷多个平行四边形，因而可以分解为无穷多个分力，到底分解为哪一对，这要根据分析、解决问题的需

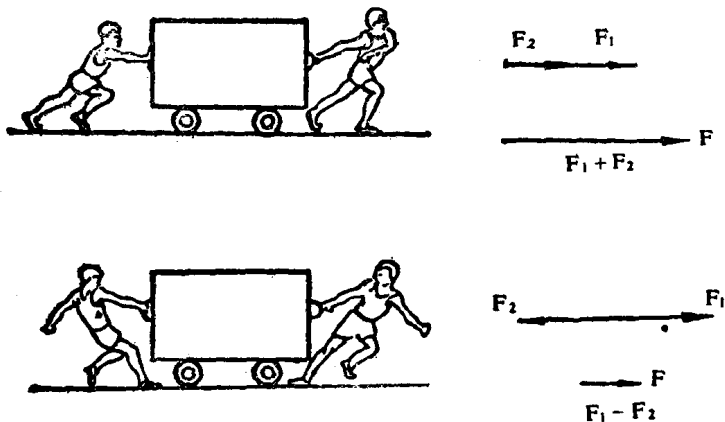


图1-4 共线力的合力

要而定，后面结合具体问题再讲。

### 三、作用与反作用公理

用手提物体时，物体受到一个向上的拉力，但同时也会感到手受到物体向下的拉力。可见，手对物体施加了力的同时，物体对手也施加了力。这说明物体间力的作用是相互的，即一个物体对另一个物体施力时，同时也受到另一物体对它的力的作用。这就是所谓的“作用与反作用”。其中，可以把任一个力称为作用力，另一个就称为反作用力。

作用与反作用公理指出：分别作用在两个物体上的作用力和反作用力总是大小相等，方向相反，作用在一条直线上。

在学习和运用这个公理分析问题时，要特别注意：作用力与反作用力是分别作用在两个物体上的，因而不能把它们

看成是一对平衡力（一对平衡力是指作用在同一物体上的两个力）。还要注意，作用力与反作用力总是同时存在，同时消逝。有作用力，必定同时存在反作用力；作用力去掉了，反作用力必然同时消逝。

下面通过一个例子来说明这个公理，以及它与第一个公理的区别。如图1—5所示，在桌面上放一球，球对桌面有一作用力（压力） $N$ ，

同时桌面对球产生一反作用力（支撑力）

$N'$ ，力 $N$ 作用在桌面上。力 $N'$ 则作用在球上，这是一对作用力与反作用力。由作用与反作用公理知，此二力

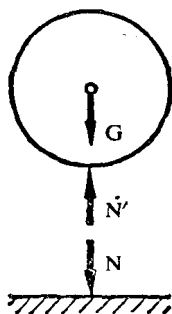
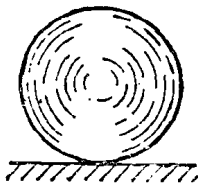


图1—5 作用力与反作用力

大小相等，方向相反，作用在同一条直线上。再分析球上的受力情况，可知，球上受重力 $G$ 和桌面对球的支撑力 $N'$ 的作用。因为球是静止不动的，所以这是一对平衡力。根据二力平衡公理，它们大小相等，方向相反，作用在同一条直线上。

### 第三节 约束和约束反力

自然界中的一切物体都受重力的作用，但是一般它们都处于静止平衡状态而不运动。这是因为它们的运动受到其它物体的限制、阻碍（或者说约束）。例如，放在桌面上的物体，因桌面的阻碍而不能下落；吊在电线上的电灯，因电线

的限制而不能下落等。还有一些物体，在力的作用下也只能沿着允许的方向运动，在其它方向上则受到限制。例如，桥式吊车因受到轨道的限制，只能沿轨道运行；转动的轴因受到轴承的限制，只能绕自身轴线转动等。

在力学中，凡是对某一物体的运动起限制、阻碍（或者说约束）作用的其它物体，都称之为约束。如上面说的桌子、电线、轨道、轴承等。

约束既然限制、阻碍了物体沿某一方向的运动，物体就必然沿这个方向对约束有一力的作用。与此同时，约束对物体就产生了一个反作用力，简称约束反力。正是由于这个约束反力的作用，才限制、阻碍了物体的运动。因而可知，约束反力的方向总是与约束所能阻碍的运动方向相反。这是确定约束反力方向的基本依据。

作用在物体上的力一般可分为两类：一类是使物体产生运动或运动趋势的力，称为主动力，如物体所受到的重力、推力、拉力等；另一类是限制、阻碍物体运动的力，就是约束反力。约束反力是由于主动力对物体的作用而随之产生的，所以是从动力。通常，主动力的大小、方向、作用点是已知的，约束反力的大小、方向是未知的，也往往是我们所要求得的。不过，在一般情况下，约束反力的方向可根据约束情况确定，剩下的只需求约束反力的大小了。

工程上，常见的约束可归纳为如下几种类型，下面分别分析其约束反力方向的确定方法。

### 一、柔性约束

由柔软的绳索、皮带、链条等柔性物体构成的约束，称



为柔性约束。由于柔体只能承受拉力，因而只能限制物体沿柔体离开的方向运动，不能限制物体向其它方向的运动。所以柔性约束反力的方向是沿柔体的拉力方向，作用点是柔性约束与物体的连接点，如图1—6所示。柔性约束反力常用符号 $T$ 表示。

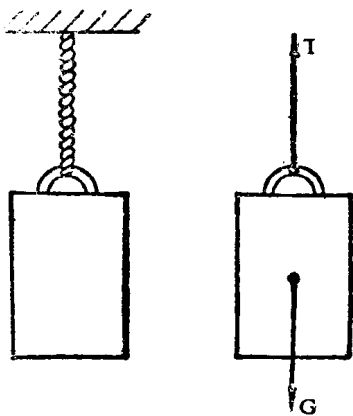


图1—6 柔性约束

## 二、光滑面约束

光滑面约束就是由完全光滑的表面所构成的约束。如桌面、地面、槽面等，在不计摩擦的情况下都可认为是光滑面约束。光滑面约束只能阻碍物体沿支承面的垂直方向（即法线方向）压向支承面的运动，所以光滑面约束反力是沿着接触面的法线方向的支承力。光滑面约束反力常用符号 $N$ 表示。

## 三、铰链约束

如图1—7所示，将杆件2和支座1钻孔后，用圆柱形销钉

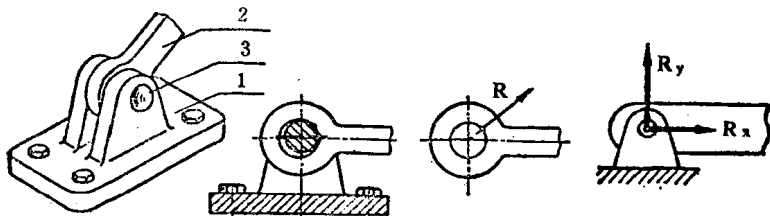


图1—7 固定铰链约束