

机械工人职业技能培训教材

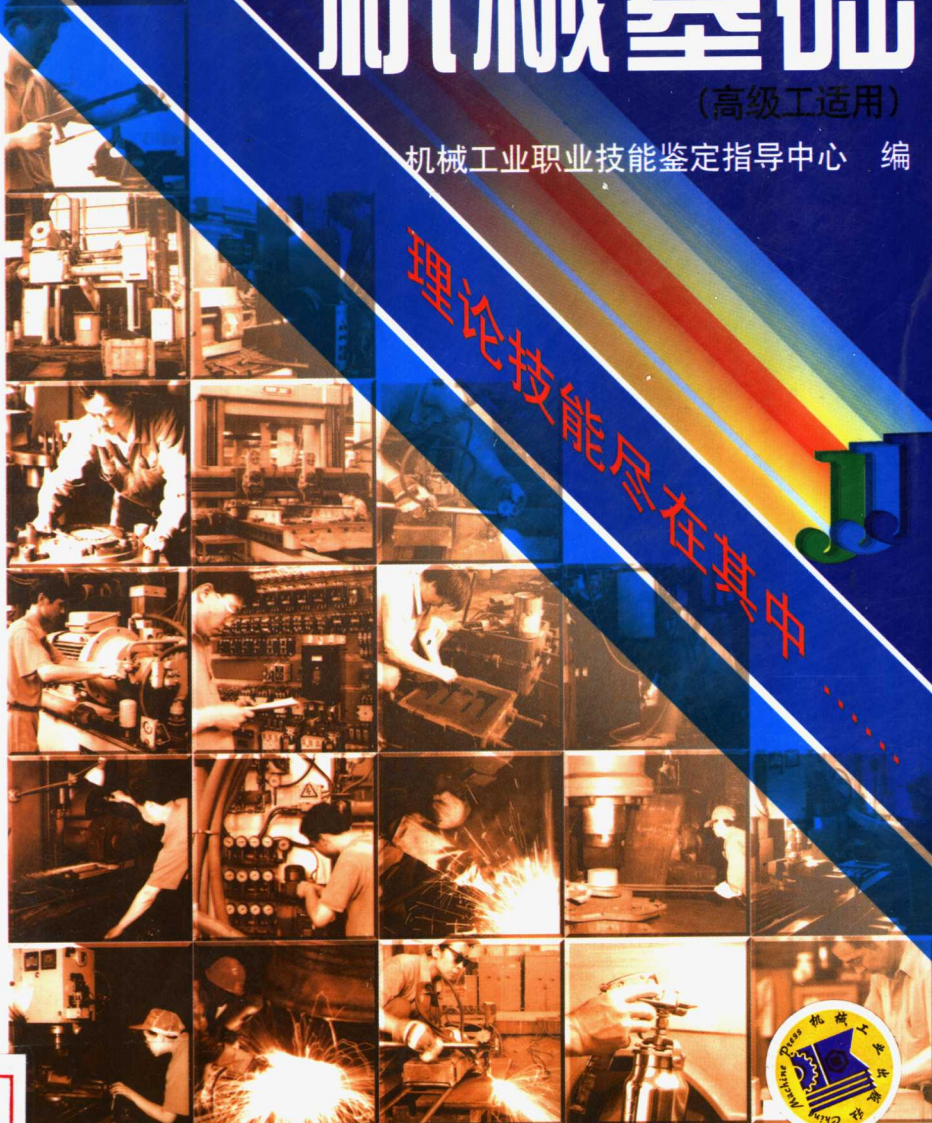


机械基础

(高级工适用)

机械工业职业技能鉴定指导中心 编

理论技能尽在其中



机械工业出版社

机械工人职业技能培训教材

机 械 基 础

(高级工适用)

机械工业职业技能鉴定指导中心 编



机械工业出版社

本书根据原劳动部、机械工业部联合颁发的机械工业《职业技能鉴定规范》有关内容而编写的。主要内容有：力学基础知识、常用机构、机械零件、液压传动、机床电气控制知识等。

本书是高级车工、镗工、铣工、刨插工、磨工、钳工、工具钳工、机修钳工的基础课。

图书在版编目 (CIP) 数据

机械基础/机械工业职业技能鉴定指导中心编.-北京:机械工业出版社, 1999.3

机械工人职业技能培训教材: 高级工适用

ISBN 7-111-06989-7

I. 机… II. 机… III. 机械学-技术培训-教材
N. TH11

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (1999) 第 03705 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑: 朱 华 版式设计: 霍永明 责任校对: 李秋荣

封面设计: 姚 毅 责任印制: 路 琳

北京机工印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2004 年 1 月第 1 版·第 8 次印刷

850mm×1168mm $1/32$ ·9 印张·1 插页·235 千字

34 001—39 000 册

定价: 15.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

本社购书热线电话 (010) 68993821、88379646

封面无防伪标均为盗版

机械工人职业技能培训教材与试题库 编审委员会名单

(按姓氏笔画排列)

主任委员	邵奇惠			
副主任委员	史丽雯	李成云	苏泽民	陈瑞藻
	谷政协	张文利	郝广发	(常务)
委 员	于新民	田力飞	田永康	关连英
	刘亚琴	孙 旭	李明全	李 玲
	李超群	吴志清	张 岚	张佩娟
	邵正元	杨国林	范申平	姜世勇
	赵惠敏	施 斌	徐顺年	董无岸
技术顾问	杨溥泉			
本书主编	吴志清	李培根		
参 编	蔡慧萍	卢小平	夏奇兵	徐荣华
	刘 秦	陈 锴		
本书主审	姚兴发			
参 审	金瑞樑	罗智英	宋侠伦	

前 言

这套教材及试题库是为了与原劳动部、机械工业部联合颁发的机械工业《职业技能鉴定规范》配套，为了提高广大机械工人的职业技能水平而编写的。

三百六十行，各行各业对从业人员都有自己特有的职业技能要求。从业人员必须熟练地掌握本行业、本岗位的职业技能，具备一定的包括职业技能在内的职业素质，才能胜任工作，把工作做好，为社会做出应有的贡献，实现自己的人生价值。

机械制造业是技术密集型的行业。这个行业对其职工职业素质的要求比较高。在科学技术迅速发展的今天，更是这样。机械行业职工队伍的一半以上是技术工人。他们是企业的主体，是振兴和发展我国机械工业极其重要的技术力量。技术工人队伍的素质如何，直接关系着行业、企业的生存和发展。在市场经济条件下，企业之间的竞争，归根结底是人才的竞争。优秀的技术工人是企业各类人才中重要的组成部分。企业必须有一支高素质的技术工人队伍，有一批技术过硬、技艺精湛的能工巧匠，才能保证产品质量，提高生产效率，降低物质消耗，使企业获得经济效益；才能支持企业不断推出新产品去占领市场，在激烈的市场竞争中立于不败之地。

机械行业历来高度重视技术工人的职业技能培训，重视工人培训教材等基础建设工作，并在几十年的实践中积累了丰富的经验。尤其是在“七五”和“八五”期间，先后组织编写出版了《机械工人技术理论培训教材》149种，《机械工人操作技能培训教材》85种，以及配套的习题集、试题库和各种辅助性教材共约700种，基本满足了机械行业工人职业培训的需要。上述各类教材以其行业针对性、实用性强，职业工种覆盖面广，层次齐备和成龙

配套等特点,受到全国机械行业工人培训、考核部门和广大机械工人的欢迎。

1994年以来,我国相继颁布了《劳动法》、《职业教育法》,逐步推行了职业技能鉴定和职业资格证书制度。我国的职业技能培训开始走上了法制化轨道。为适应新形势的要求,进一步提高机械行业技术工人队伍的素质,实现机械、汽车工业跨世纪的战略目标,我们在组织修改、修订《机械工人技术理论培训教材》,使其以新的面貌继续发挥在行业工人职业培训工作中的作用的同时,又组织编写了这套《机械工人职业技能培训教材》和《技能鉴定考核题库》,共87种,以更好地满足行业和社会的需要。

《机械工人职业技能培训教材》是依据原机械工业部、劳动部联合颁发的机械工业《工人技术等级标准》和《职业技能鉴定规范》编写的,包括18个机械工业通用工种。各工种均按《职业技能鉴定规范》中初、中、高三级“知识要求”(主要是“专业知识”部分)和“技能要求”分三册编写,适合于不同等级工人职业培训、自学和参加鉴定考核使用;对多个工种有共同要求的“基本知识”如识图、制图知识等,另编写了公共教材,以利于单科培训和工人自学提高。题库分别按工种和学科编写。

本套教材继续保持了行业针对性强和注重实用性的特点,采用了国家最新标准、法定计量单位和最新名词、术语;各工种教材则更加突出了理论和实践的结合,将“专业知识”和“操作技能”有机地融于一体,形成了本套教材的一个新的特色。

本套教材是由机械工业相对集中和发达的上海、天津、江苏、山东、四川、安徽、沈阳等地区机械行业管理部门和中国第一汽车集团公司等企业组织有关专家、工程技术人员、教师、技师和高级技师编写的。在此,谨向为编写本套教材付出艰辛劳动的全体人员表示衷心的感谢!教材中难免存在不足和错误,诚恳希望专家和广大读者批评指正。

目 录

前言

第一章 力学基础知识	1
第一节 力	1
第二节 约束和约束反力	5
第三节 受力分析和受力图	8
第四节 力矩	10
第五节 摩擦	14
第六节 功率、转矩和机械效率	18
复习思考题	20
第二章 常用机构	23
第一节 平面连杆机构	23
第二节 凸轮机构	32
第三节 齿轮传动	35
第四节 蜗杆传动	63
第五节 轮系	73
第六节 普通 V 带传动	82
第七节 滚子链传动	93
复习思考题	101
第三章 机械零件	104
第一节 键联结和销联结	104
第二节 螺纹联接及螺旋机构	112
第三节 联轴器与离合器	126
第四节 轴	134
第五节 滑动轴承	141
第六节 滚动轴承	150
第七节 弹簧	159
复习思考题	162

第四章 液压传动	165
第一节 液压泵	165
第二节 液压缸	186
第三节 液压控制阀	197
第四节 液压辅助元件	222
第五节 液压基本回路	229
第六节 液压系统实例分析	235
第七节 液压系统常见故障分析及排除	239
复习思考题	242
第五章 机床电气控制知识	246
第一节 常用低压电器及其在控制电路中的作用	246
第二节 异步电动机电气控制知识	254
第三节 典型机床的电气控制	261
第四节 直流电动机电气控制的基本知识	269
复习思考题	276

第一章 力学基础知识

培训要求 熟悉力的基本概念，掌握约束类型及约束反力的表示方法、物体的受力分析及受力图的画法和力矩及力矩的平衡计算；理解摩擦的概念、摩擦角和自锁的概念，掌握自锁条件在工程实际中的运用；理解功和功率的概念，掌握功率、转速和转矩之间的换算方法，并理解机械效率的概念。

第一节 力

一、力的概念

人们在生产与生活实践中，随时能感受到力的存在。当人推车时，可使车子由静止转为运动，同时推车人还能感受到车子对他的手有抵抗性作用；手拉弹簧，可使弹簧伸长，手同样也能感受到弹簧的抵抗性作用。由此可见，力是物体间相互的机械作用，力的作用效果是使物体的运动状态或形状发生改变。力不能脱离实际物体而存在，所以在研究物体受力时，必须分清哪个物体是施力物体，哪个物体是受力物体。

力对物体的作用效果完全取决于力的三个要素，即：力的大小；力的方向；力的作用点。三个要素中任何一个改变时，力对物体的作用效果也随之改变。

如用手推一重物（图 1-1），若作用力 F 的大小、作用点或方向不同，都会产生不同的作用效果。

力的法定单位是牛顿，符号为 N，有时也用千牛顿作单位，符号为 kN。

力是具有大小和方向的量，所以是矢量。力的三要素可用带箭头的有向线段（矢线）表示（图 1-2），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。通过力的作用点沿力的

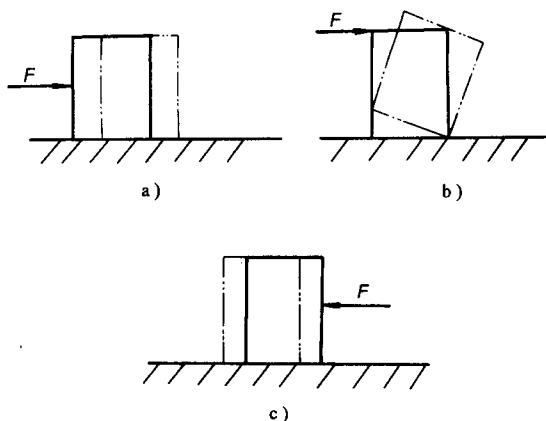


图 1-1 力的三要素

方向所画的直线称为力的作用线。本书中，矢量均用黑体字表示，如 F 。

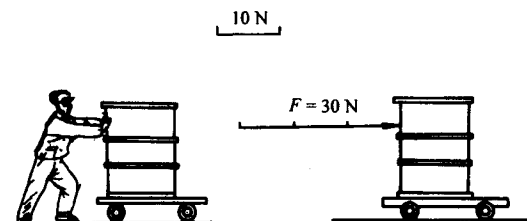


图 1-2 力的图示法

二、力的合成与分解

两人共提一桶水（图 1-3a），桶受到 F_1 与 F_2 两个力的作用，若改由一个人提它时，则可用一个力 R 代替 F_1 与 F_2 ，其效果相同。 R 就是 F_1 和 F_2 的合力。对于方向成一定角度的两个力，其合力的大小不能在数量上直接相加，而要运用力的平行四边形法则进行力的合成。

力的平行四边形法则是：作用在物体上同一点的两个力，可合成为一个合力，合力的作用点也在该点，合力的大小和方向由以这两个力为邻边所构成的平行四边形的对角线来表示。在图 1-

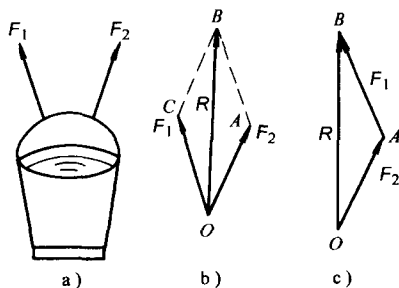


图 1-3 力的合成

3b 中, F_1 、 F_2 为作用于 O 点的两个力, 以这两个力为邻边作出平行四边形 $OACB$, 则从 O 点作出的对角线 OB , 就是 F_1 与 F_2 的合力 R 。

求合力时, 可以不画出整个平行四边形 $OACB$ 。因为平行四边形的对边平行且相等, 所以只要作出对角线一侧的一个三角形 ($\triangle OAB$ 或 $\triangle OCB$) 就可以了。如图 1-3c 所示, 只要将矢线 F_1 与 F_2 首尾相接, 再用直线 OB 将其封闭成一个三角形, 则矢线 OB 就代表合力 R 。这种求合力的方法称为力的三角形法则。显然, 在用力的三角形法则求合力时, 合成的结果与作 F_1 、 F_2 的先后次序是无关的。

运用力的平行四边形法则或力的三角形法则, 也可解决力的合成的逆问题——力的分解。在生产实际中, 经常要用力的分解来求解力沿两个相互垂直方向的分力。在图 1-4 中, 圆柱齿轮的轮齿受法向力 F_n 作用, 在不计摩擦的情况下, 力 F_n 可分解为沿齿轮圆周的切向分力 (又称圆周力) F_t 和径向分力 F_r 。

由此可见, 力的平行四边形法则或力的三角形法则是进行力的合成与分解的重要依据。

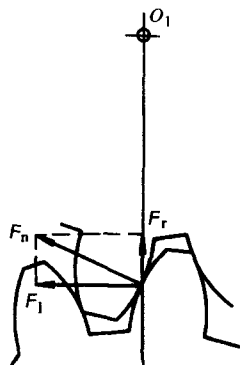


图 1-4 力的分解

三、共点力的平衡

要使作用在一个物体上的两个力平衡,其必要和充分条件是:这两个力大小相等,方向相反且作用在同一条直线上(简称二力等值、反向、共线)。这个条件称之为二力平衡条件。

在图 1-5a 中, T 与 Q 反向且共线,当 T 与 Q 等值时,则整体处于平衡状态。单就吊钩来看(图 1-5b),吊钩受到 T_1 、 T_2 和 T 三个共点力的作用, T_1 与 T_2 可先用力的平行四边形法则合成为一个合力 T_{12} ,由二力平衡条件可知, T_{12} 与 T 等值、反向、共线,说明 T 、 T_1 和 T_2 三个力的合力等于零,吊钩处于平衡状态。同理,单就重物来看(图 1-5c),因为重物上所受的 T_1 、 T_2 与 Q 三个力的合力等于零,所以重物也处于平衡状态。

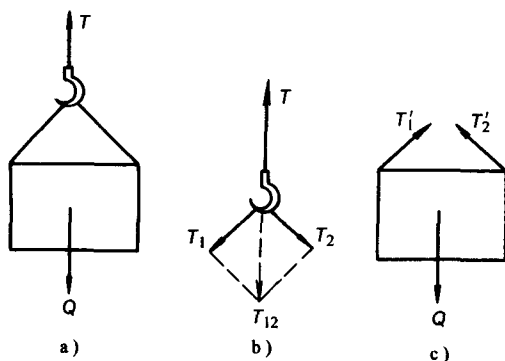


图 1-5 共点力的平衡

由此,说明了一条重要的规律:当物体上的一点同时受到几个力作用时,若这些力的合力等于零,则物体必定处于平衡状态。

四、作用与反作用定律

物体间的作用是相互的,在图 1-6 中,用绳索吊一重物,重物对绳子的作用力 T 与绳子对重物的反作用力 T 总是同时产生,且大小相等、方向相反。所以作用力与反作用力总是成对出现,并且大小相等、方向相反,沿同一直线。必须特别注意,作用力与反作用力是分别作用在两个物体上的,与前面讨论的作用在同一

物体上的两力平衡是完全不同的概念。

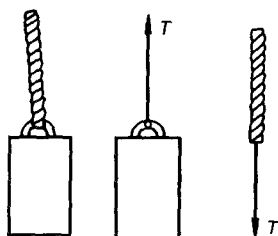


图 1-6 作用力
与反作用力

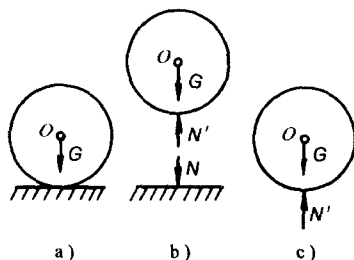


图 1-7 球的受力情况

如有一重力为 G 的球放在桌面上（如图 1-7a 所示），球对桌面有作用力 N ，桌面对球也有一个反作用力 N' ，前者作用于桌面，后者作用于球上（图 1-7b），两者为作用力与反作用力，不能平衡。如果再分析球的受力情况（图 1-7c），球受重力 G 和桌面给球的反作用力 N' 的作用，这两个力同时作用在球上为两个平衡力使球处于平衡状态。

第二节 约束和约束反力

一、约束和约束反力的概念

在生产与生活实际中，物体总是与它周围的物体存在着联系，它的运动也总是受周围物体的限制。如悬挂着的日光灯，由于受到链条的限制而不能向下运动；车床主轴由于受到轴承的限制，只能绕自身轴线转动。因此，周围物体对某一物体以一定的方式阻碍它运动时，就构成了对该物体的约束。凡是对物体的运动起阻碍作用的周围物体称为约束。约束作用在物体上的力称为约束反作用力（简称约束反力）。例如，链条是日光灯的约束，日光灯受到链条对它的约束反力作用；轴承是车床主轴的约束，车床主轴受到轴承对它的约束反力作用。

由此，我们将物体受到的力分为两类：一类是使物体产生运动的力，称为主动力（如物体受到的重力，作用在物体上的外力

等)；另一类是阻碍物体运动的力，即约束反力。

二、常见的约束类型

1. 柔性约束 由绳索、胶带、链条等柔性物体所构成的约束称为柔性约束。绳索、胶带和链条等柔性物体由于自身的特点，只能承受拉力。所以柔性约束的约束反力作用于联接点，其方向沿着约束而背离受力物体。通常以 T 表示柔性约束反力，如图 1-8 所示。

2. 光滑面约束 两个相互接触的物体，如果接触面上的摩擦力很小以至可略去不计时，这种接触面所构成的约束，称为光滑面约束。由于支承面不能限制物体沿其切线方向的运动，因此，光滑面约束的约束反力通过二物体的接触点，沿接触面的公法线方向指向受力物体。光滑面约束反力通常用 N 表示。

图 1-9a 所示为 V 形块对工件的约束反力；图 1-9b 为轮齿 A 受到的约束反力；图 1-9c 为沟槽对斜放物体的约束反力。它们的约束反力都是通过接触点沿着接触面的公法线方向指向所研究的物体。

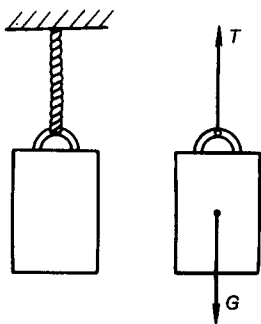


图 1-8 柔性约束

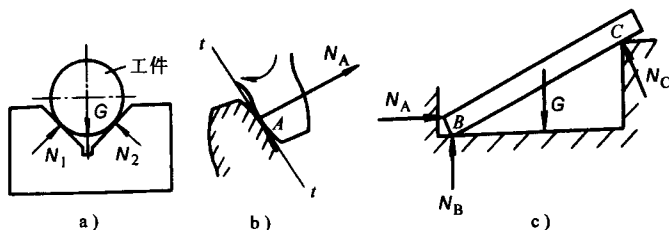


图 1-9 光滑面约束

3. 圆柱形铰链约束 由圆柱形铰链所构成的约束，称为圆柱形铰链约束。圆柱形铰链约束是由两个端部带圆柱孔的杆件用销轴联接而成的。圆柱形铰链约束分为固定铰链支座约束和活动铰

链支座约束两类。

(1) 固定铰链支座约束 如图 1-10a 所示, 它是一种常用的圆柱形铰链约束, 由固定底座 1 和杆 3 用销轴 2 联接而成。图 1-10c 为其简图。当杆 3 受载荷作用时, 销轴通过接触点给杆 3 的约束反力 R , 如图 1-10b 所示的作用线必通过销轴的中心。所受的载荷情况不同, 杆 3 与销轴接触点位置也随之不同。因此, 固定铰链支座的约束反力方向需要根据物体所受的载荷情况来确定。在画支座约束反力时, 我们常用经过铰链中心的两个相互垂直的分力 R_x 和 R_y 来表示, 如图 1-10c 所示。

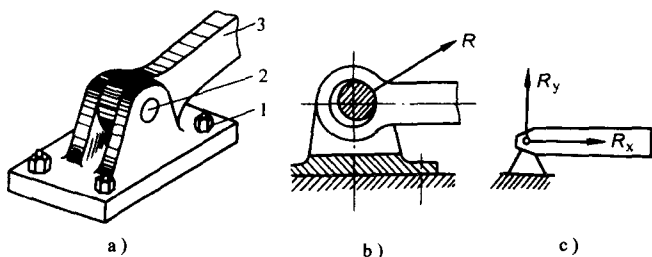


图 1-10 固定铰链支座约束

1—固定底座 2—杆 3—销轴

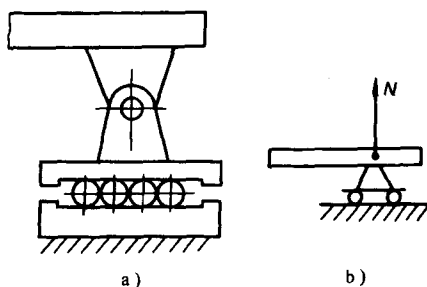


图 1-11 活动铰链支座约束

(2) 活动铰链支座约束就是在铰链支座下加几个圆柱形滚子, 再搁置在平面上如图 1-11a 所示, 这种约束称为活动铰链支座约束。活动铰链支座约束与光滑面约束一样, 不能限制物体沿接

触面切线方向移动，只能限制物体沿垂直于支承面的法线方向移动。所以活动铰链支座约束反力的作用线必定通过铰链中心，方向垂直于支承面指向受力物体（图 1-11b）。工程上常将桥梁、屋架等结构的一端用固定铰链支座，另一端用活动铰链支座，当环境温度变化引起桥梁或屋架伸长、缩短时可以适应支座间距的变化。

第三节 受力和受力图

为清楚地表示物体的受力情况，我们将被研究的物体从其周围物体中分离出来，单独画出它简单的轮廓图形，分析它所受的全部力（包括主动力与约束反力的作用点与作用方向），这种分析过程称为受力分析。同时，在研究对象上画出它所受的全部力，这样所得的图形称为受力图。

画受力图一般有以下三个步骤：

1. 确定研究对象 把所要研究的物体从其周围物体中分离出来，画出它简单的轮廓图形。
2. 进行受力分析 首先分析作用在研究对象上的主动力（如重力、切削力等），然后分析周围物体对它的约束情况，弄清约束类型与约束反力的表示方法。
3. 画出作用在研究对象上的全部力（即主动力与约束反力）
下面通过例题，进一步说明受力图的画法。

例 1 圆柱形工件重 G ，放在 V 形块上如图 1-12a 所示，试画出工件的受力图。

解 （1）取工件为研究对象，画出工件的简单轮廓图形。

（2）受力分析，工件受重力 G （主动力），铅垂向下作用在工件的重心处； V 形块的两斜面对工件的约束系光滑面约束，故约束反力 N_1 、 N_2 过接触点沿接触面的公法线方向指向工件。

（3）画受力图，由上分析可知，工件受 G 、 N_1 和 N_2 三个力作用，画出其受力图如图 1-12b 所示。

例 2 球重为 G ，用绳吊住，靠在光滑的斜面上（图 1-13a），

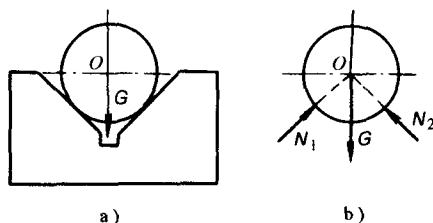


图 1-12 V 形块上工件受力图

试画出球的受力图。

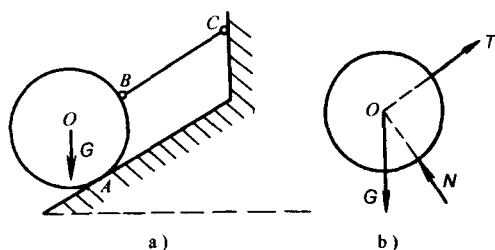


图 1-13 球受力图

解 (1) 取球为研究对象，画出它的轮廓图形。

(2) 受力分析，球受重力 G （主动力），铅垂向下，作用在球的重心处；绳索对球的约束反力 T ，沿绳索背离球（拉力）；斜面对球的约束反力 N ，垂直于斜面指向球心。

(3) 画受力图，由上分析可知，球受 G 、 T 和 N 三个力作用，其受力图如图 1-13b 所示。

例 3 某起重装置如图 1-14a 所示，水平横梁 AB 重 G ， A 端以铰链固定， B 端用绳索 BC 拉住，起重吊车连同物重为 F ，试画出横梁 AB 的受力图。

解 (1) 取横梁 AB 为研究对象，画出它的轮廓图形。

(2) 受力分析，横梁受到的主动力有重力 G 和载荷 F ； B 端受绳索 BC 的拉力 T ； A 端受到固定铰链的约束反力 R ，因其方向尚不能确定，故用一对相互垂直的分力 R_x 、 R_y 表示。

(3) 画受力图，由上分析可知，梁 AB 受到主动力 G 和 F 及