

建筑施工特种作业人员考核培训系列丛书

建筑架子工

本书编委会 编

JIANZHU
JIAZIGONG

中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

建筑施工特种作业人员考核培训系列丛书

建筑架子工

那建兴 张 锐 王国胜 主编

中国铁道出版社

2009年·北京

内 容 简 介

本书以国家建筑安全生产法律法规和特种作业安全技术规范标准为依据,详尽阐述了普通脚手架、附着升降脚手架等建筑架子工和高处作业吊篮安装拆卸工应掌握的专业基础知识,有助于读者掌握建筑架子工和高处作业吊篮安装拆卸工操作技能,取得建筑施工特种作业操作资格证书。

图书在版编目(CIP)数据

建筑架子工/那建兴、张锐、王国胜主编. —北京:中国铁道出版社,2009.7

(建筑施工特种作业人员考核培训系列丛书)

ISBN 978-7-113-09961-9

I. 建… II. 那… III. 脚手架—技术培训—教材 IV. TU731.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 105421 号

书 名: 建筑施工特种作业人员考核培训系列丛书
 建筑架子工
作 者: 那建兴 张 锐 王国胜 主编

责任编辑: 江新锡 电话: 010-51873018 电子信箱: Jxinxi@sohu.com
封面设计: 薛小卉
责任校对: 张玉华
责任印制: 李 佳

出版发行: 中国铁道出版社 (100054, 北京市宣武区右安门西街 8 号)
网 址: <http://www.tdpress.com>
印 刷: 三河市华丰印刷厂
版 次: 2009 年 7 月第 1 版 2009 年 7 月第 1 次印刷
开 本: 787 mm×1 092 mm 1/16 印张: 17.5 字数: 437 千
书 号: ISBN 978-7-113-09961-9/TU·1028
定 价: 39.00 元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版的图书,如有缺页、倒页、脱页者,请与本社读者服务部调换。

电 话: 市电 (010) 51873170, 路电 (021) 73170 (发行部)

打击盗版举报电话: 市电 (010) 63549504, 路电 (021) 73187

《建筑架子工》编委会

主 任：徐向东

副 主 任：方永山 袁玉贵 张双群 李路昆

主 编：那建兴 张 锐 王国胜

编写人员：那建兴 张 锐 王国胜 周宗满

吕家骥 范利霞 刘庆余 田占稳

张喜敬 潘红亚 古慧春 张国栋

于洪友 张艳斌 李卫锋 闫寿丰

前 言

为认真贯彻“安全第一，预防为主”的方针，提高建筑施工特种作业人员的素质，防止和减少建筑施工生产安全事故，通过安全技术理论知识和安全操作技能考核，确保取得《建筑施工特种作业操作资格证书》人员具备独立从事相应特种作业能力，落实住房和城乡建设部《建筑施工特种作业人员管理规定》和《关于建筑施工特种作业人员考核工作的实施意见》，我们依据国家建筑安全生产法律法规和特种作业安全技术规范标准，组织编写了建筑施工特种作业人员考核培训系列丛书，包括：《建筑电工》、《建筑架子工》（高处作业吊篮安装拆卸工）、《建筑起重机械作业》、《建筑施工特种作业安全生产基本知识》等专业技术书籍。

本书以普及安全生产知识，增强特种作业人员安全意识和自我保护能力，提高施工现场安全管理水平为出发点，系统地介绍了建筑施工特种作业人员应掌握的知识点，希望通过我们的努力，达到掌握相关操作技能，提高专业技术水平的目的。本书在编写过程中，得到了河北亿安工程技术有限公司等单位的大力协助，在此表示感谢。

由于编写时间仓促，编者水平有限，书中难免有疏漏和不当之处，敬请批评指正。

编 者
2009年4月

目 录

专业基础知识

第一章 力学基本知识	3
第一节 力和力系.....	3
第二节 静力学公理.....	4
第三节 汇交力系的简化与平衡.....	6
第四节 力矩和力偶.....	8
第五节 约束与约束反力	10
第六节 受力分析	13
第七节 内力和应力	15
第二章 杆件受力特点	17
第一节 概述	17
第二节 轴向拉伸与压缩	17
第三节 剪切和挤压	20
第四节 扭转	22
第五节 直梁弯曲	23
第六节 压杆稳定	24
第三章 建筑识图知识	26
第一节 图纸的基本标准	26
第二节 尺寸的标注	28
第三节 投影的基本知识	31
第四节 建筑施工图概述	32
第五节 建筑总平面图	34
第六节 建筑平面施工图	35
第七节 建筑剖面施工图的阅读	36
第四章 电工基础知识	37
第一节 电路的基本知识	37
第二节 欧姆定律和基尔霍夫定律	39
第三节 用电安全知识	39
第五章 机械基础知识	42
第一节 机械概述	42

第二节 机械常用材料	44
第三节 公差和配合的基本概念	44
第四节 运动副及机构运动简图	46
第六章 液压基础知识	48
第一节 液压系统概述	48
第二节 液压的基本参数	49
第三节 液压传动的优缺点	50
第四节 液压系统的使用与维修	50
第七章 钢结构基础知识	55
第一节 钢结构材料	55
第二节 钢结构的连接方法	56
第三节 焊接连接	56
第四节 普通螺栓连接	58
第八章 起重吊装基本知识	61
第一节 常用起重绳索与吊具	61
第二节 常用起重机具安全技术	63
第三节 常用起重机安全技术	66

专业技术理论

第九章 普通脚手架	71
第一节 脚手架的种类、形式	71
第二节 脚手架材料的种类、规格和材质要求	74
第三节 脚手架搭设图样	80
第四节 扣件式钢管脚手架的构造	84
第五节 碗扣式脚手架的构造	97
第六节 门式脚手架的构造	110
第七节 脚手架的搭设和拆除方法	113
第八节 门式钢管脚手架	118
第九节 安全网的挂设方法	121
第十节 专项施工方案的主要内容	124
第十一节 脚手架的验收内容和方法	127
第十章 附着升降脚手架	136
第一节 附着升降脚手架的类型和结构	136
第二节 基本构造及架体结构主要组成	139
第三节 基本工作原理	146
第四节 基本技术参数	149

第五节	防倾覆和防坠落安全装置	154
第六节	升降系统及控制柜工作原理	164
第七节	升降机构及安全装置的维护保养与调试	174
第八节	安全操作规程	176
第九节	专项施工方案主要内容	179
第十节	验收内容和方法	181
第十一章	脚手架常见事故原因及处理方法	187
第十二章	高处作业吊篮安装拆卸工	190
第一节	高处作业吊篮分类及标记方法	190
第二节	常用高处作业吊篮的构造特点	191
第三节	高处作业吊篮主要性能参数	194
第四节	高处作业吊篮提升机的构造性能、工作原理及调试方法	196
第五节	高处作业吊篮安全锁的构造、工作原理	198
第六节	钢丝绳的性能、承载能力和报废标准	200
第七节	电气控制元器件的分类和功能	202
第八节	悬挂机构的结构和工作原理	203
第九节	高处作业吊篮安装、拆卸的安全操作规程	205
第十节	高处作业吊篮安装自检内容和方法	205
第十一节	高处作业吊篮的维护	207
第十二节	高处作业吊篮安装、拆除事故原因及处置方法	209
第十三章	复习题	211
第一节	普通脚手架	211
一、单项选择题		211
二、多项选择题		227
三、判断题		245
第二节	附着升降脚手架	257
一、单项选择题		257
二、多项选择题		258
三、判断题		260
第三节	高处作业吊篮安装拆卸工	261
一、单项选择题		261
二、多项选择题		264
三、判断题		268

专业基础知识

第一章 力学基本知识

第一节 力和力系

一、什么是力

力是物体间相互的作用。

相互作用是指一个物体的运动会因为其他物体的存在而改变。一个物体受到力的作用,一定有另外的物体施加这种作用。前者是受力物体,后者是施力物体,只要有力发生,就一定有受力物体和施力物体。有时为了方便,只说物体受了力,而没有指明施力物体。但施力物体一定是存在的,而且施力体也会受到自己所施力的影响,所以说,力的作用是相互的。

二、力的基本特性

作用在物体上的力可以使物体的运动状态发生改变,也可以使物体产生变形。这些是力产生的效应,前者称为运动效应,后者称为变形效应。

力对物体的作用效果由力的大小、方向和作用点这三个要素决定,改变其中任何一个要素,力对物体的作用效果就会随之改变,所以,称力的大小、方向和作用点为力的三要素。

由此看出力是一个矢量,不能简单地用某个数值来代替。力可以用示意图来表示,用一条有向线段把力的三要素准确的表达出来的图叫力的图示。如图 1-1 所示,线段 AB 的长度按一定比例表示力的大小,线段的方位和箭头所指的方向表示力的方向,线段的起点 A 或终点 B 表示力的作用点。

力的大小可以用测力计(弹簧秤等)来测量。弹簧测力计的工作原理是弹力。弹力是因物体发生弹性形变而具有的力。在国际单位制中,力的单位是牛顿,简称牛,符号是 N ,能使 1 kg 质量的物体获得 1 m/s^2 加速度所需的力定义为 1 N 。

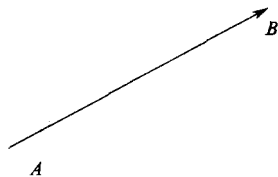


图 1-1 力的三要素

三、力 系

作用在物体上的一组力称为力系。如果两个力系对同一个物体的作用效果相同,则这两个力系彼此互称等效力系。如果一个力 R 对物体的作用效果和一个力系对该物体的作用效果相同,则力 R 称为该力系的合力,力系中的每个力都称为合力 R 的分力。由已知力系求合力叫力系的合成;相反,由合力求分力叫力的分解。

作用在物体上的力,常以下面两种形式出现。

1. 集中力

如果力的作用面积很小,可把它近似看成集中作用在某一点上,这种力称为集中力。

2. 分布载荷

连续分布在较大面积或较大体积上的力称为分布载荷。如果载荷的分布是大小均匀的,

则称为均布载荷,例如:匀质等截面杆的自重就是均布载荷。均布载荷的大小用载荷集度 q 表示,即单位长度上承受的载荷数值,其单位是牛顿/米(N/m)。均布载荷的合力作用点在受载部分中点,方向与载荷集度 q 的方向一致,大小等于载荷集度 q 与受载部分长度 l 的乘积,即:

$$Q = ql \tag{1-1}$$

第二节 静力学公理

静力学是研究物体在力系作用下处于平衡的规律。若物体相对于参照物静止或作匀速直线运动,则称此物体处于平衡。

刚体是静力学中所采用的一种理想模式,它是指在力的作用下不变形的物体。任何物体在力的作用下,或多或少地都会产生变形,但在一般的工程问题中,一些物体的变形是极其微小的,或虽有变形但不影响研究物体的平衡,可以忽略不计。这时,该物体可以抽象为刚体。将物体抽象为刚体是有条件的,在一些特殊研究中,物体的变形即使很小,分析过程中仍不能忽略,这时不能将该物体抽象为刚体。静力学所研究的物体只限于刚体,所以也称为刚体静力学。

公理 1 二力平衡条件

作用于刚体上的两个力,使刚体保持平衡的充分和必要条件是:这两个力大小相等,方向相反,且作用在同一直线上。即:

$$F_1 = F_2 \tag{1-2}$$

如图 1-2 所示。

也就是说:如果刚体上的两个力平衡,那么这两个力一定大小相等,方向相反,且作用在同一直线上;反过来,如果作用在刚体上的两个力大小相等,方向相反,且作用在同一直线上,那么,这两个力一定平衡。

但是,对于变形体,他们只是平衡的必要条件。例如:如果作用在软绳上的两个力平衡,那么这两个力一定大小相等,方向相反,且作用在同一直线上;反过来就不成立。若用在软绳上两个大小相等,方向相反,且作用在同一直线上的压力,就不能平衡。

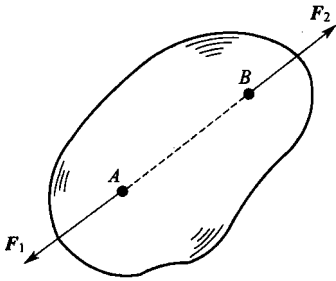


图 1-2 二力平衡条件

工程上,把只受两个力作用而处于平衡的刚体称为二力构件。根据二力平衡公理,作用在二力构件上的两个力,它们必定通过两个力作用点的连线,且大小相等、方向相反,而与刚体形状无关。这一性质对刚体受力分析极为有用。

公理 2 加减平衡力系公理

作用于刚体上的已知力系上加上或减去任意的平衡力系,并不会改变原力系对刚体的作用效果。

所谓的平衡力系是指刚体在该力系作用下处于平衡。

作用于刚体上的力系如果可以用另一个适当的力系来代替,且对刚体产生相同的效应,则称两个力系互为等效力系。由此公理可知,作用于刚体上的已知力系,与加上或者减去任意的平衡力系后的力系,互为等效力系。

推论 1:力的可传性

由公理 1 和公理 2, 可以推出一个重要推论: 作用在刚体上某点的力, 可沿其作用线在刚体内移动, 并不会改变此力对刚体的作用效果, 这个推论称为力的可传性原理。如图 1-3 所示。

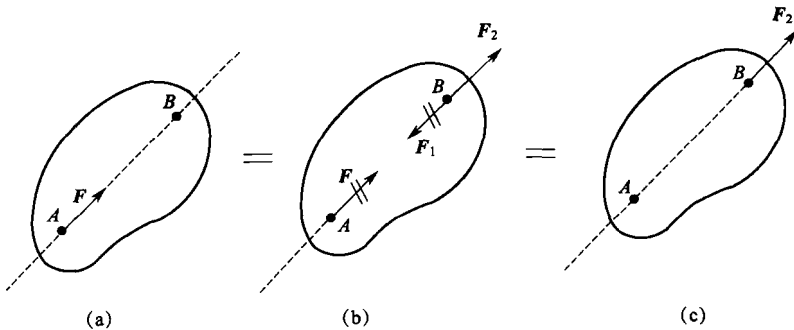


图 1-3 力的可传性

公理 3 力的平行四边形法则

作用在刚体上某点的两个力, 其合力也作用在该点上, 合力的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。如图 1-4 所示。

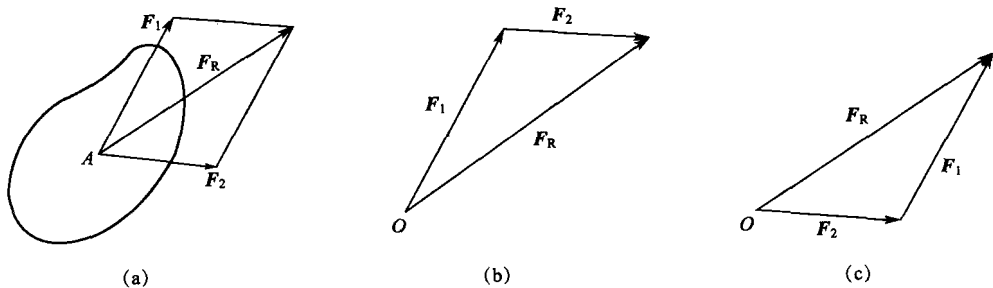


图 1-4 力的平行四边形法则

作用在 A 点的两个已知力 F_1 、 F_2 的合力为 R , 可以用公式表示为:

$$F_R = F_1 + F_2 \quad (1-3)$$

由于上述公式不仅是单纯的数字加法, 还包含了 F_1 、 F_2 和 R 的大小和方向, 所以称上述公式为矢量等式。

利用力的平行四边形法则, 也可以将一个力分解成相互垂直的两个分力, 这种分解称为力的正交分解。

推论 2: 三力平衡汇交定理

由公理 1、公理 2 和公理 3, 可以推出一个重要理论: 作用于刚体上的 3 个互相平衡的力, 若其中两个的作用线汇交于一点, 则此 3 个力必在同一平面内, 且第 3 个力的作用线通过汇交点。如图 1-5 所示。

公理 4 作用与反作用公理

两刚体间的作用力与反作用力总是大小相等, 方向相反, 并沿同一直线, 分别作用在两个不同的刚体上。

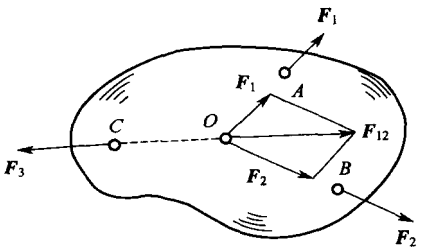


图 1-5 三力平衡汇交定理

应当注意,作用力与反作用力和二力平衡公理中的一对力是有区别的。作用力与反作用力是分别作用在两个不同的刚体上,而二力平衡公理中的一对力是作用在同一刚体上的。

公理 5 刚化原理

变形体在某一力系作用下处于平衡,如将此变形体刚化为刚体,其平衡状态保持不变。

第三节 汇交力系的简化与平衡

各力的作用汇交于一点的力系称为汇交力系。

一、几何法

1. 力的多边形法则

设刚体上受到一平面汇交力系 F_1, F_2, F_3, F_4 的作用,各力的作用线汇交于点 O ,如图 1-6(a) 所示。为将此力系简化(即合成),首先将各力沿其作用线滑移到汇交点,如图 1-6(b) 所示。根据力的可传性原理,移动后的力系与原力系等效。然后根据力的平行四边形法则,逐步将各力两两合成,最后求得一个通过汇交点的合力。

也可以在任意一点,将平行四边形法则简化为三角形法则,即将 F_2 力平移到 F_1 力箭头终点,以 F_1, F_2 为两条边组成三角形,第三条边即为两力的合力。再依次用求得的合力与另一个力,使用三角形法则最终得到的合力就是四个力的总合力。如图 1-6(c) 所示。

还可继续简化,省略中间求得各合力的过程,将四个力依次首尾相连,把第一个力的起点与最后一个力的终点连接,方向箭头指向最后一个力的终点,而得到的力即为最终合力。这种用力作为多边形求合力的作图规则成为力的多边形法则。若改变分力合成的先后顺序,可得到不同形状的力多边形,但最终得到的合力大小和方向不变。如图 1-6(d) 所示。

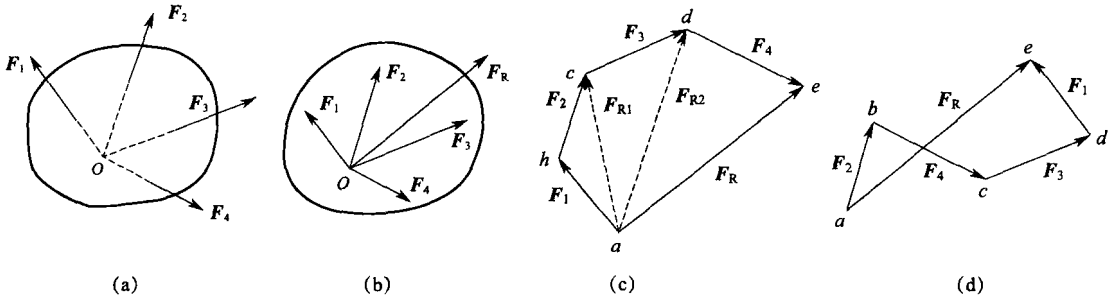


图 1-6 汇交力系的简化

用矢量等式表示为:

$$\mathbf{F}_R = \mathbf{F}_1 + \mathbf{F}_2 + \cdots + \mathbf{F}_n = \sum \mathbf{F} \quad (1-4)$$

2. 汇交力系平衡的几何条件

如上所述,汇交力系可简化为一合力。因此,汇交力系平衡的必要充分条件是合力等于零。用矢量式表示为:

$$\mathbf{F}_R = \sum \mathbf{F} = 0 \quad (1-5)$$

根据力的多边形法则,在平衡情形下,力多边形中最后一力的终点与第一力的起点重合,构成自行封闭的力多边形。即:汇交力系平衡的必要充分条件是该力系的力多边形自行封闭,

这就是汇交力系平衡的几何条件。

例 1.1 一固定吊钩,其上作用有三个拉力 F_1 、 F_2 、 F_3 ,构成一平面汇交力系,如图1-7(a)所示。试用几何法画出此力系的合力。

画法如图 1-7(b) 所示。

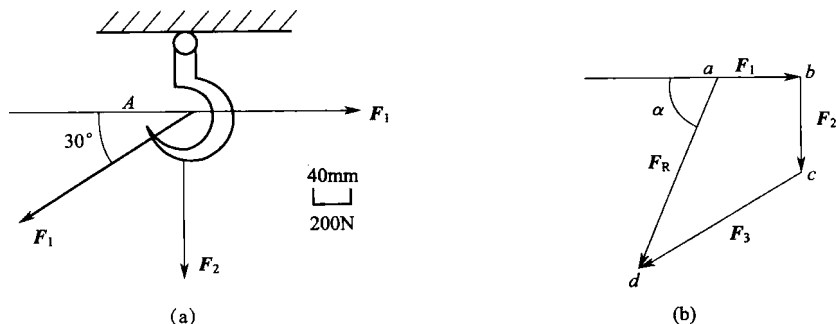


图 1-7 例 1.1

二、解析法

1. 力在直角坐标轴上的投影

(1) 一次投影法

若已知力 F 与立体直角坐标系三轴的正向夹角分别为 α 、 β 、 γ ,如图 1-8 所示,则力 F 在这三个轴上的投影可表示为:

$$F_x = F \cos \alpha, F_y = F \cos \beta, F_z = F \cos \gamma \quad (1-6)$$

(2) 二次投影法

当正面夹角不好确定时,可把力投影到坐标平面后,再向坐标轴投影。如图 1-9 所示,力 F 在 xy 平面上的投影 F_{xy} 与 x 轴的夹角为 γ ,力在 x 、 y 轴上的投影可表示为:

$$F_x = F \sin \gamma \cos \alpha, F_y = F \sin \gamma \sin \alpha \quad (1-7)$$

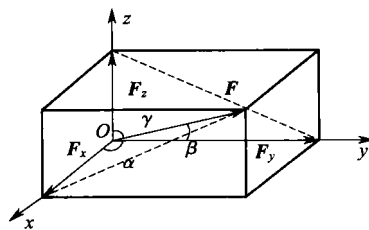


图 1-8 一次投影法

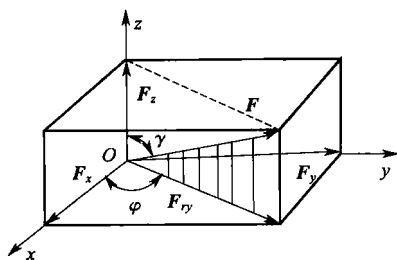


图 1-9 二次投影法

由图 1-9 可以看出,二次投影法与一次投影法得到的结果是相同的。

2. 合力投影定理

由式(1-4) 所得,力系合力在某一轴上的投影等于力系中各合力在同一轴上投影的代数和。计算公式为:

$$\begin{aligned} F_{Rx} &= F_{1x} + F_{2x} + \cdots + F_{nx} = \sum F_x \\ F_{Ry} &= F_{1y} + F_{2y} + \cdots + F_{ny} = \sum F_y \\ F_{Rz} &= F_{1z} + F_{2z} + \cdots + F_{nz} = \sum F_z \end{aligned} \quad (1-8)$$

3. 汇交力系合成的解析法

合力的方向为以 F_{Rx} 、 F_{Ry} 、 F_{Rz} 为边的立方体的立体对角线,指向对角点。

合力的大小和方向公式为:

$$F_R = \sqrt{F_{Rx}^2 + F_{Ry}^2 + F_{Rz}^2} = \sqrt{(\sum F_x)^2 + (\sum F_y)^2 + (\sum F_z)^2} \quad (1-9)$$

$$\cos\alpha = \frac{F_{Rx}}{F_R} = \frac{\sum F_x}{F_R}, \cos\varphi = \frac{F_{Ry}}{F_R} = \frac{\sum F_y}{F_R}, \cos\gamma = \frac{F_{Rz}}{F_R} = \frac{\sum F_z}{F_R} \quad (1-10)$$

通过以上定理,只要去掉立面的纵轴因素,不难推出力的平面直角坐标投影及平面汇交力系的解析。

$$F_x = F\cos\alpha, F_y = F\cos\beta \quad (1-11)$$

$$F_R = \sqrt{F_{Rx}^2 + F_{Ry}^2} = \sqrt{(\sum F_x)^2 + (\sum F_y)^2} \quad (1-12)$$

$$\cos\alpha = \frac{F_{Rx}}{F_R} = \frac{\sum F_x}{F_R}, \cos\varphi = \frac{F_{Ry}}{F_R} = \frac{\sum F_y}{F_R} \quad (1-13)$$

4. 汇交力系平衡的平衡方程

$$F_R = \sqrt{(\sum F_x)^2 + (\sum F_y)^2 + (\sum F_z)^2} = 0 \quad (1-14)$$

$$\sum F_x = 0, \sum F_y = 0, \sum F_z = 0 \quad (1-15)$$

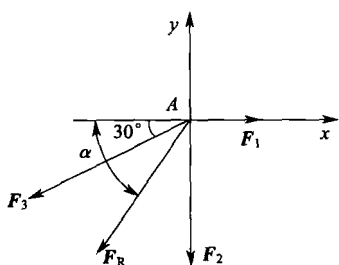


图 1-10 例 1.2

例 1.2 试用解析法求例 1 中吊钩所受合力的大小及方向。

解: 例 1 中吊钩的受力图中,力系为平面汇交力系,建立平面直角坐标系,如图 1-10 所示。计算如下:

$$F_{Rx} = \sum F_x = F_1 + 0 + F_3 \cos 30^\circ = -1\,000\text{ N}$$

$$F_{Ry} = \sum F_y = 0 + F_2 + F_3 \sin 30^\circ = -1\,732\text{ N}$$

$$F_R = \sqrt{(\sum F_x)^2 + (\sum F_y)^2} = 2\,000\text{ N}$$

$$\cos\alpha = \frac{F_{Rx}}{F_R} = \frac{1}{2}, \alpha = 60^\circ$$

第四节 力矩和力偶

一、力 矩

1. 力矩的概念

如图 1-11 所示,用扳手拧螺母时,力 F 使扳手和螺母绕 O 点转动,由经验知道,使螺母转动的强弱,不仅与力 F 的大小有关,还与 O 点到力 F 作用线的垂直距离 h 有关,点 O 称为矩心(即刚体的转动中心),点 O 到力 F 作用线的垂直距离 h 称为力臂,力 F 的大小与力臂 h 的乘积称为力对点的矩,简称为力矩。力矩为代数量,没有方向,仅有数值,记为:

$$M_O(F) = \pm Fh \quad (1-16)$$

力矩是用来描述力对刚体的转动效应的。在平面内,力使刚体转动时,有两种不同的转向,为了区分这两种转向,对力矩的正负号规定如下:力使刚体逆时针转动时,力矩为正,反之为负。

力矩的单位取决于力和力臂的单位,常用的单位为牛·米($\text{N} \cdot \text{m}$)或千牛·米($\text{kN} \cdot \text{m}$)。

从力矩的计算公式可看出,如果力的作用线通过矩

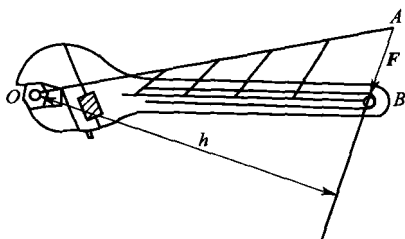


图 1-11 力对点的矩

心,因力臂为零,所以力矩也等于零,这时力不能使刚体绕矩心转动。

2. 合力矩定理

设一平面力系由 $F_1, F_2, \dots, F_n$ 组成,其合力为 R ,根据合力的定义,合力对刚体的作用效果等于力系中各分力对刚体作用效果的总和,因此力对刚体的转动效果亦等于力系中各分力对刚体转动效果的总和。而力对刚体的转动效应是用力矩来度量的,所以合力对平面内某点的力矩,等于力系中各分力对该点力矩的代数和。这一结论称为合力矩定理,写成表达式为:

$$M_o(R) = M_o(F_1) + M_o(F_2) + \dots + M_o(F_n) = \sum M_o(F) \quad (1-17)$$

计算力矩时,如力臂容易求出,可用式(1-17)直接计算;如力臂不容易求出,可将力正交分解成两个力(沿最利于寻找力臂的方向分解),用合力矩定理来计算力矩。

例 1.3 力 F 作用于支架上的 B 点,如图 1-12 所示。已知力 F 的大小和 F 与铅垂线间的夹角 α 及长度 L_1, L_2, L_3 ,求力 F 对 A 点产生的力矩。

解:直接按力矩定义求解比较麻烦,所以将力分解后用合力矩定理较容易,计算如下:

$$M_A(F) = M_A(F_x) + M_A(F_y) = -FL_2 + F(L_1 - L_3)\cos\alpha \quad (1-18)$$

二、力 偶

1. 力偶的概念

如图 1-13 所示,由大小相等、方向相反、作用线平行但不重合的两个力组成的力系,称为力偶,常用 (F, F') 表示。力偶中两个力所在的平面称为力偶作用面,力偶中两力作用线之间的垂直距离 d 称为力偶臂。

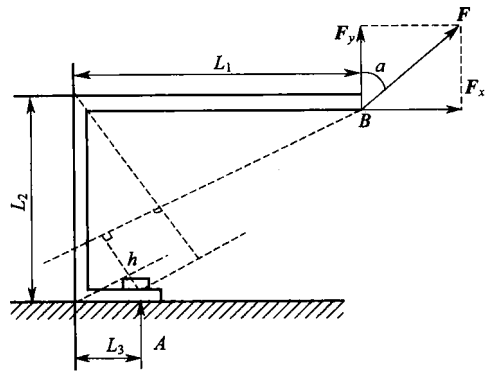


图 1-12 例 1.3

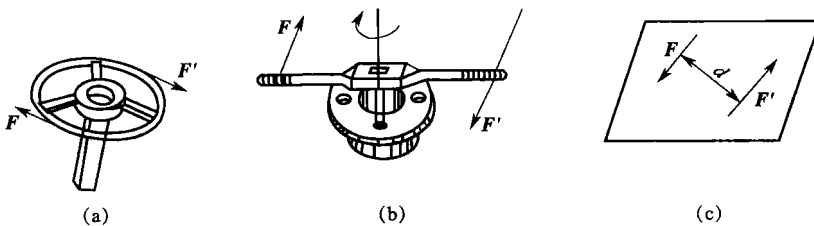


图 1-13 力偶的概念

2. 力偶矩

力偶对刚体只产生转动效应。力偶对刚体的转动效应,可用力偶矩来度量。将力偶中一个力的大小与力偶臂的乘积定义为力偶矩,记作 $M(F, F')$ 或简单地用 M 表示,即:

$$M = M(F, F') = \pm Fd \quad (1-19)$$

上式中的正负号规定如下:力偶使刚体逆时针转动时,力偶矩为正,反之为负。力偶矩的单位与力矩的单位相同,也是牛顿·米($N \cdot m$)或千牛顿·米($kN \cdot m$)。

力偶对刚体的转动效应,由力偶矩的大小、力偶的转向、力偶的作用面这三个要素决定,称为力偶三要素。力偶的表示方法如图 1-14 所示。