

建筑施工特种作业人员考核培训系列丛书

建筑电工

本书编委会 编

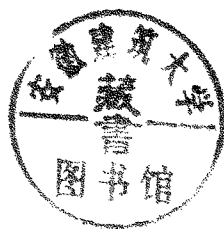
JIANZHU
DIANGONG

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

建筑电工

那建兴 吕家骥 刘庆余 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,详尽阐述了建筑电工应掌握的专业基础知识,有助于读者提高建筑施工临时用电操作技能,取得建筑电工操作资格证书。

图书在版编目(CIP)数据

建筑电工/那建兴、吕家骥、刘庆余主编. —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 978-7-113-09906-0

I. 建… II. 那… III. 建筑工程—电工—技术培训—教材 IV. TU85

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 105420 号

书 名: 建筑施工特种作业人员考核培训系列丛书
 建 筑 电 工
作 者: 那建兴 吕家骥 刘庆余 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: 北京新魏印刷厂
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: 19.5 字数: 487 千
书 号: ISBN 978-7-113-09906-0/TU·1022
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

《建筑电工》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 吕家骥 刘庆余

编写人员：那建兴 吕家骥 刘庆余 张 锐

范利霞 田占稳 张喜敬 王国胜

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 力的概念及性质	3
第二节 力的合成与分解	4
第三节 力矩和力偶	7
第二章 机械基础知识	9
第一节 机械图的基本常识	9
第二节 机械传动基础知识	10
第三节 常用机械传动件	12
第三章 液压传动知识	14
第一节 液压传动系统的特点与组成	14
第二节 液压系统的基本回路	16
第三节 液压系统的使用	17
第四章 电工基础知识	19
第一节 电流、电压、电阻、电功率等物理量的含义	19
第二节 直流电路、交流电路和安全电压的基本知识	23
第三节 常用低压配电装置的基本知识、构造及其作用	37
第四节 常用电动机的分类、构造、使用及其保养	48

专业技术理论

第一章 施工现场临时用电保护系统的特点	65
第一节 接地与接零	65
第二节 中性点不接地系统的保护接地(IT 系统)	69
第三节 中性点接地系统中的保护接地(TT 系统)	71
第四节 中性点接地系统的保护接零(TN 系统)	73
第二章 施工现场临时用电 TN—S 系统的特点	77
第三章 施工现场常用电气设备的种类和安全使用与维护	84
第一节 单相设备	84
第二节 手持式电动工具	85
第三节 移动式电气设备	89

第四节 安全技术要求	93
第四章 施工现场临时用电专项施工方案的主要内容	97
第一节 临时用电施工组织设计编写要求	97
第二节 临时用电施工组织设计编写要点	98
第五章 施工现场配电装置的选择、安装和维护	101
第一节 配电箱的设置	101
第二节 配电箱、开关箱电器装置的选择	103
第三节 配电箱、开关箱的技术要求与使用维护	115
第六章 施工现场配电线路的选择、敷设与维护	117
第一节 电气线路种类及特点	117
第二节 电缆线路	120
第三节 室内配线要求与施工	122
第四节 施工现场配电线路的技术要求	128
第七章 施工现场照明线路的敷设和照明装置的设置	131
第一节 照明方式与种类	131
第二节 导线截面选择	131
第三节 照明设备的安装	132
第四节 照明电路故障的检修	134
第五节 施工现场照明的技术要求	136
第八章 施工现场外电防护、防雷知识	138
第一节 施工现场的外电防护	138
第二节 雷电的种类及危害	139
第三节 防雷装置与防雷措施	140
第九章 电工仪表的分类和基本工作原理及使用	143
第一节 电工仪表基本知识	143
第二节 电流和电压的测量	144
第三节 功率的测量	145
第四节 电能的测量	146
第五节 万用电表	147
第六节 绝缘电阻表	149
第七节 钳形电流表	151
第十章 施工现场临时用电安全技术档案的主要内容	153
第十一章 电气防火、防爆与防静电	157
第一节 电气火灾与爆炸的原因	157
第二节 防爆电气设备和防爆电气线路	159
第三节 电气防爆技术	162

第四节	静电危害及防护·····	164
第五节	高频电磁场的危害与防护·····	166
第十二章	施工现场临时用电常见事故原因及现场急救·····	170
第一节	电流对人体的伤害·····	170
第二节	常见的触电方式·····	172
第三节	触电事故的发生规律及一般原因·····	174
第四节	触电救护·····	175
第十三章	复习题·····	180
一、单项选择题	·····	180
二、多项选择题	·····	243
三、判断题	·····	257
四、复习题答案	·····	292

专业基础知识

第一章 力学基本知识

了解结构静力分析的初步常识,掌握设备机构的受力特点,是特种作业人员必须学习的专业基础知识。

第一节 力的概念及性质

所谓力,就是物体间的相互作用,而这种作用使物体的运动状态发生改变或使物体产生变形。力是通过物体间相互作用所产生的效果体现出来的,物体间的相互作用有两种:即直接作用(如人用手提水)和间接作用(如地心对地球上各种物体的引力作用等)。

物体在力的作用下将产生两种效果,一种是力使物体运动状态发生改变,称其为力的外效应,另一种是力使物体的形状发生变化,则称为是力的内效应。

一、力的单位和力的三要素

1. 力的单位:国际单位为牛顿(N)。

2. 力的三要素:力的大小、方向和作用点称为力的三要素。

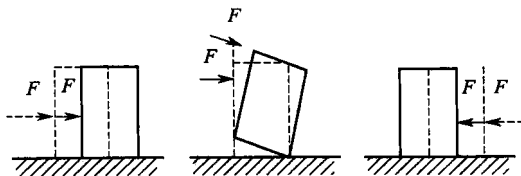


图 1-1 力的作用

例如用手推一物体,如图 1-1 所示,若力的大小不同,或施加力的作用点不同,或施力的方向不同都会对物体产生不同的作用效果。由此可见,力的大小表示物体间相互作用的强弱程度,力的方向包含力的方位和指向,力的作用点表示力对物体作用的位置。力的三要素中任何一种改变都将会改变力对物体的作用效果。

力是具有大小和方向的物理量,这种量叫做矢量,在图中通常用带箭头的线段来表示力,线段的长度表示力的大小,箭头所指的方向表示力的方向,线段的起点或终点画在力的作用点上。

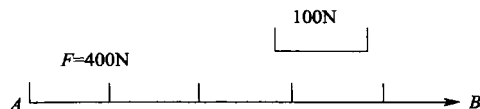


图 1-2 力的矢量图

如图 1-2 所示从力的作用点 A 点起,沿着力的方向画一条与力的大小成比例的线段 AB

(例如用1 cm长的线段表示100 N的力,那么400 N就用4 cm的线段表示),再在线段末端 B 画出箭头表示力的方向。

二、力的基本性质

1. 作用力与反作用力原理

力是物体之间的相互作用。两个物体间的作用力和反作用力总是同时存在而且大小相等,方向相反,沿同一直线分别作用在两个物体上,由此说明,一个物体受到力的作用,必定有另一个物体对它施加这种作用,同时施力物体也受到了力的作用。这就是力的作用与反作用原理。

作用力与反作用力是分别作用在两个物体上的,不能互相抵消。

如图 1-3 所示,绳索下端吊有一重物,绳索给重物的作用力为 T ,重力给绳索的反作用力为 T' , T 和 T' 等值、反向、共线且分别作用于两个物体上。

2. 二力平衡规则

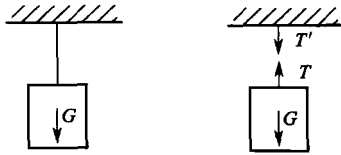


图 1-3 作用力与反作用力

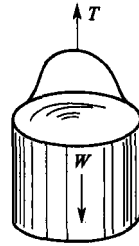


图 1-4 二力平衡

一个物体上作用两个力使物体保持平衡时,这两个力必须是大小相等、方向相反、作用在同一直线上。这就是二力平衡定律。例如,用手提着一桶水保持不动,如图 1-4 所示,桶受到向下的重力 W 和手给予的提力 T , W 和 T 构成一对平衡力。

物体平衡时,作用力的合力一定等于零,否则物体就会发生运动。同时二力平衡中的两个力必须是作用在同一物体上,这点应与作用力与反作用力区分开来。

第二节 力的合成与分解

一、荷载的分类

要研究力的合成与分解,首先要分析物体上受到哪些力的作用。工程上把作用在结构上的外力称为荷载。

荷载根据其作用可分为永久荷载、可变荷载和偶然荷载三大类。

永久荷载是指长期作用在物体上的不变荷载,例如构件的自重,在构件使用期间,一经计算或查阅有关资料得知,不会随时间而改变。

可变荷载是指物体在使用期间,其大小随时间发生变化,且其变化值与平均值相比是不可忽略的荷载。如楼面使用荷载、施工荷载、风荷载、雪荷载等。

偶然荷载是指在物体使用期不一定出现,一旦出现,往往力量很大,且持续时间较短的荷载。如爆炸力、撞击力、地震力等。

二、合力与分力

作用在同一物体上的力,如果可以用一个力来代替而不改变对构件的作用效果,这个力称为力系的合力,力系中各个力则称做合力的分力。由于力是矢量,所以力的合成或分解都应遵循矢量加减的法则——平行四边形法则。

1. 力的合成

作用与物体上的同一点的两个力,可以合成为一个合力,由分力计算合力的过程称为力的合成。合力也作用于该点上。合力的大小和方向由这两个为邻边所构成的平行四边形的对角线确定。如图 1-5 所示。合力 $R = F_1 + F_2$,由平行四边形对边相等,也可将此法简化为三角形法则,如图 1-5(b)中各分力首尾相接,由第一个分力始点指向最后一个分力的终点就得合力 R 。

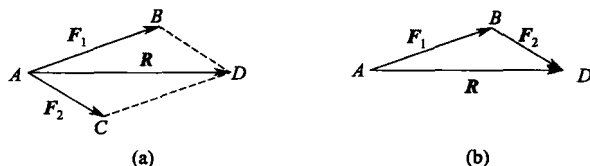


图 1-5 力的合成

2. 力的分解

由合力计算分力的过程称为力的分解。力的分解是力的合成的逆运算,分力与合力仍然遵循平行四边形法则。但是一根对角线可以作出许多平行四边形,所以一个合力分解时,可以得到许多结果。要得到唯一的解答,就必须给出其他限制条件:给出两个分力的方向或者给出一个分力的大小及方向。工程上经常需要将一个力沿直角坐标分解为两个力,即给出了两个分力的方向,这样便能得到两个分力的大小(图 1-6)。如果知道力 R 与 x 轴的夹角 α ,两个分力的大小为

$$F_x = \pm R \cos \alpha$$

$$F_y = \pm R \sin \alpha$$

如果力的方向与坐标轴方向一致,取正值,反之取负值。

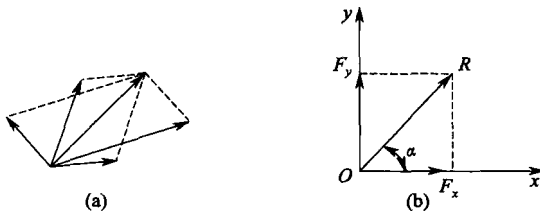


图 1-6 力的分解

三、物体的受力分析

为了分析某一物体的受力情况,往往将该物体从与它相联系的周围物体中分离出来,分清作用在物体上哪些是主动力,哪些是约束力,并用力的矢量表示出来,这样才能确定主动力与约束力之间的关系。这种分析就称为物体的受力分析。简明地表示物体受力情况的图称为受

力图。画物体的受力图是对物体进行静力分析的关键,必须反复练习,熟练掌握。

画受力图的步骤及注意事项如下:

1. 明确研究对象,把与研究对象有联系的物体或约束全部去掉,单独画出所研究对象。
2. 先画可能引起物体运动的主动动力,即荷载。
3. 根据约束性质确定约束反力方式和方向。如果约束反力方向不易直接判定时,可以暂设方向。
4. 注意二力平衡原理和作用力与反作用力的应用。

四、杆件的受力特点

如果在杆件两端受到一对沿着杆件轴线,且大小相等、方向相反的外力作用时,杆件将发生轴向的拉伸或压缩变形。在工程实际中,有很多产生拉(压)变形的杆件,如桁架结构中的杆件,吊桥及斜拉桥中的拉索,单立柱式桥墩,千斤顶的顶杆,房屋中的柱子及起重机的吊索等。

杆件的受力特点是:作用在杆件上的外力(或外力的合力)的作用线与杆轴线重合,使杆件沿轴向发生伸长或缩短,即主要变形是长度的改变。

当两个外力相互背离杆件时,杆件受拉而伸长,称为轴向拉伸。当两个外力相互指向杆件时,杆件受压而缩短,称为轴向压缩。因此,拉伸与压缩变形是受力杆件中最简单、最基本的变形形式。

下面举例说明:

【例 1-1】 由水平杆 AB 和斜杆构成的支架,如图 1-7 所示。在 AB 杆上放置一重为 P 的物体, A 、 B 、 C 处都是铰链连接。各杆的自重不计,各接触面都是光滑的。试分别画出重物 W ,水平杆 AB 、斜杆 BC 和整体的受力图。

【解】 1) 先作重物 W 的受力图。主动力是重物的重力 P ,约束反力是 N 。(图 1-7 (b))。

2) 再作斜杆 BC 的受力图。 BC 杆的两端是铰链连接,约束反力的方向本来是不定的,但因杆中间不受任何力的作用,且杆的自重也忽略不计,所以斜杆 BC 只在两端受到 R_B 和 R_C 两个力的作用而处于平衡。由二力平衡规则可知,此两力的作用线必定沿两铰链的中心 B 和 C 的连线,指向可任意假定(图 1-7(d))。只受两力作用而平衡的杆件称为二力杆。

3) 作水平杆 A 的受力图。 A 处为铰链约束,其反力可用 X_A 和 Y_A 表示,而 D 和 B 处的约束反力 N_D 和 N_D' 、 R_B 和 R_B' 分别是作用力和反作用力的关系(图 1-7(c)、(d))。

4) 最后作整体的受力图。其受力图如图 1-7(e) 所示。此时不必将 B 、 D 处作用的力画出,因为对整个支架来说,这些力相互抵消,并不影响平衡。

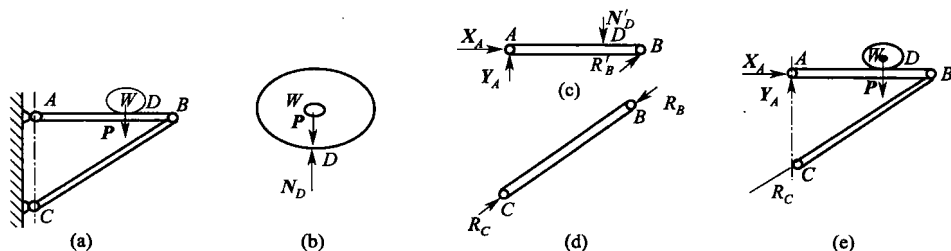


图 1-7 支架

第三节 力矩和力偶

一、力 矩

力矩是力对物体的转动效应的体现。在生产实践中,人们利用各式各样的杠杆,如撬动物体的撬杠、称东西用的秤等,都是力使物体转动的典型例子。

以扳手拧螺帽为例说明力的转动效应。如图1-8所示,矩中心 O 是物体的转动中心。力臂 L 为矩心 O 到力 F 作用线的垂直距离。实践表明转动效应与力 F 的大小成正比,还与力臂 L 成正比,与力的方向有关。所以引进力矩这一物理量来度量力对物体的转动效应。

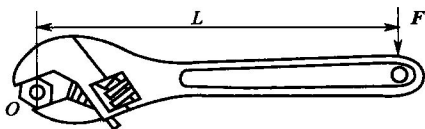


图1-8 力矩

$$\text{力矩} = \text{力} \times \text{力臂}$$

通常规定正号表示逆时针转向,负号表示顺时针方向,力对矩心 O 点的矩简称为力矩。力矩的单位为牛顿·米或千牛顿·米。

二、力矩的平衡

力矩平衡的条件是:两个力矩大小相等,且顺时针力矩之和等于逆时针力矩之和。力矩平衡的例子很多,如起重吊装中经常使用的平衡梁,就是典型例子。

【例1-2】 图1-9所示为用1根撬棍找正卷扬机。已知 ac 长为4 000 mm, cb 长为150 mm,卷扬机的重力为50 kN,请问在 a 点要加多大的力 F 才能从凸处将卷扬机的一头撬起来?

解:计算时考虑到是将卷扬机的一头撬起来,所以撬杠上 b 点所受的阻力为 25 kN。

$$F = \frac{25 \text{ kN} \times 150 \text{ mm}}{4\,000 \text{ mm}} \approx 0.94 (\text{kN})$$

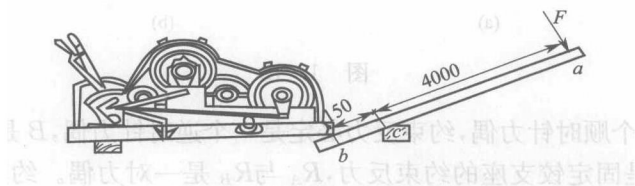


图1-9 用撬棍找正卷扬机

三、力 偶

如图1-10所示,木工用麻花钻钻孔时,两手加在钻把上的大小相等、方向相反、不共线的两个平行力,在力学上称为力偶。力偶是反映力对物体的转动效果的另一度量,常用 (F, F') 表示,单位为牛顿·米。

力偶的性质:

1. 力偶可以在作用面内任意搬动,不改变它对物体的转动效果;
2. 在力偶矩不变的情况下,可以调整力偶的力及力偶臂的大

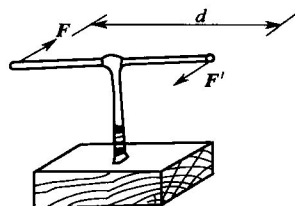


图1-10 力偶

小,不改变力偶对物体的转动效果;

3. 力偶在任何轴上的投影等于零。

力偶的作用效果也取决于三个要素:即力偶矩的大小、力偶的转向和力偶的作用平面。力偶所在的平面称为力偶作用面,两个反力之间的距离称为力偶臂。力偶的大小用力偶中的一个力与力偶臂的乘积来表示。

四、力偶的合成

合力偶的力偶矩等于作用在同一平面上的各个分力偶矩的代数和。

【例 1-3】 在图 1-11 中,一物体受三对平行力作用, $P_1 = P_1' = 10 \text{ kN}$, $P_2 = P_2' = 20 \text{ kN}$, $P_3 = P_3' = 30 \text{ kN}$;求合力偶的力偶矩。

$$\begin{aligned}\text{解: } M &= m_1 + m_2 + m_3 \\ &= P_1 d_1 + P_2 d_2 + P_3 d_3 \\ &= -10 \times 1 + 20 \times 0.25 - 30 \times 0.25 / \sin 30^\circ \\ &= -20 \text{ kN} \cdot \text{m}\end{aligned}$$

得负值说明合力偶是顺时针。

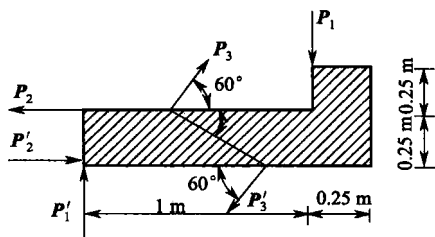


图 1-11

五、平面力偶系的平衡

平面力偶系的平衡条件是合力偶的力偶矩为零。

【例 1-4】 在图 1-12 中,梁 AB 受一力偶作用力偶矩 $m = 20 \text{ kN} \cdot \text{m}$,梁长 $l = 5 \text{ m}$, $\alpha = 30^\circ$,自重不计,求支座 AB 的反力。

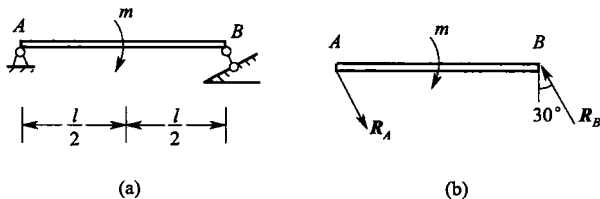


图 1-12

解:主动力是一个顺时针力偶,约束反力必定是一个逆时针力偶, B 是活动铰支座,约束反力沿链杆方向, R_A 是固定铰支座的约束反力, R_A 与 R_B 是一对力偶。约束反力的实际指向与假设指向相同。

$$\begin{aligned}\Sigma M &= 0 \quad R_B l \cos \alpha - m = 0 \\ R_B &= \frac{m}{l \cdot \cos \alpha} = \frac{20}{5 \cdot \cos 30^\circ} = 4.62 \text{ kN} \\ R_A &= R_B = 4.62 \text{ kN}\end{aligned}$$

第二章 机械基础知识

机械是机器和机构的总称,是指把如热能、电能等其他能量转换成机械能,并利用机械能完成某些工作的装置。

第一节 机械图的基本常识

起重机械特种作业人员要掌握机械的操作、维修、保养等必备的专业技术,就必须看懂起重机械的有关图纸,了解构成起重机械的各零部件之间的装配关系,下面就简单介绍看图的基本方法,对机械图的基本常识有初步的了解。

看图的基本方法就是投影分析法。

一、建立物体的三面投影体

每个人看一件物体都能从上、下、左、右、前、后六个位置看到物体的六个方面,但是要表达物体的形状,通常采用相互垂直的三个平面,进行投影,从而得到物体的三面投影体,得到三个视图,即主视图 V (反映了物体的高度和长度)、俯视图 H (反映了物体的长度和宽度)和左视图 W (反映了物体的宽度和高度),如图 2-1 所示。

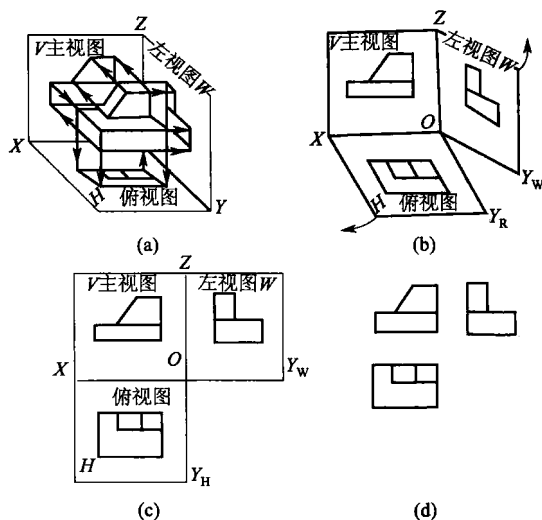


图 2-1 三视图

二、分析投影

一般主视图能够较多地表达物体的形态特征,因此要先读懂主视图,根据主视图的特点,了