



普通高等教育“十一五”规划教材

机械工程基础

主 编 潘玉良
副主编 孟爱华 张巨勇 吴海若



科学出版社
www.sciencep.com

普通高等教育“十一五”规划教材

机械工程基础

主 编 潘玉良

副主编 孟爱华 张巨勇 吴海若

科学出版社

北京

北京

内 容 简 介

本书是面向非机械类专业学生的综合性技术基础教材,由机械识图、工程材料与热处理基础、成型工艺基础、机械制造基础四篇共 18 章组成。编写充分考虑课程的特点,向电子工程、通信工程、自动控制、工业外贸、工程管理、经济管理、财务管理、会计、电子商务、物流管理等非机械类专业的学生传授机械制造的基础知识,使读者对机械产品从设计到成品的完整生产流程有一个初步的认识。

本书适用于教学时数为 30~68 的教学计划,同时也可供大专、高职非机械类专业学生以及相关工程管理技术人员了解机械工程基础知识时使用。本书还提供与教材配套的网络多媒体课件,欢迎需要的教师索取。

图书在版编目(CIP)数据

机械工程基础/潘玉良主编. —北京:科学出版社,2009
普通高等教育“十一五”规划教材
ISBN 978-7-03-023959-4

I. 机… II. 潘… III. 机械工程-基本知识 IV. TH

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 010453 号

责任编辑:孙明星 于宏丽 / 责任校对:鲁素
责任印制:张克忠 / 封面设计:耕者设计工作室

科学出版社出版

北京东黄城根北街 16 号
邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

源海印刷有限责任公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2009 年 2 月第 一 版 开本:787×1092 1/16
2009 年 2 月第一次印刷 印张:20 3/4
印数:1—4 000 字数:464 000

定价:36.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈环伟〉)

序

随着市场对复合型应用人才需求的增加,越来越多的高等院校为电子工程、通信工程、自动控制、工业外贸、工程管理、经济管理、财务管理、会计、电子商务、物流管理等非机械专业开设了“机械工程基础”课程。为了体现时代对人才培养的要求,使学生正确认识机械工程事务和工程问题,加深对机械工业生产过程的认知,在处理相关专业问题时具有良好的工程背景,杭州电子科技大学积极开展“非机械类专业学生工程知识培养”的探索和实践。本教材是他们多年教学改革实践所取得的成果。

本教材以建立工程观点为出发点,向非机械类专业学生传授机械制造的各种基础知识,按照机械识图—工程材料—毛坯成型—机械加工四个方面,通过机械识图、工程材料和生产工艺的认知,使学生了解机械产品从设计到成品的完整的生产流程。

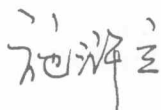
教材内容丰富、特色鲜明,主要特色如下:

(1) 侧重常识及概念认知。无复杂推导、实用性强,增加学生工程背景知识。

(2) 内容精炼,系统性好,已涵盖机械识图、工程材料及热处理工艺、毛坯工艺及零件工艺等相关知识,章节编排符合机械产品生产实际过程。

(3) 充分考虑课程的特点,同时编写了与教材配套的网络多媒体课件,做到静态教材与动态教材结合,课堂教学与课后训练结合,融知识性、趣味性、系统性及先进性为一体。

通过本课程的学习,还能使学生了解进行科学研究的基本方法,培养他们分析问题和解决实际问题的能力,从而达到提高学生综合素质的目的。



2008年12月8日

前 言

“机械工程基础”是一门面向非机械类专业学生开设的综合性技术基础课程。本课程主要讲解机械识图、工程材料和生产工艺三大方面的知识,使学生了解各类机械产品的生产特点、应用范围和经济性,了解新材料和先进制造技术的发展趋势。向非机械专业学生传授机械制造的基础知识,使读者对机械产品从设计到成品的完整生产流程有一个初步的认识。

本书适用于教学时数为 30~68 的教学计划,全书由机械识图、工程材料与热处理基础、成型工艺基础、机械制造基础四篇共 18 章组成,编写充分考虑课程的特点,同时提供了与教材配套的多媒体课件和网上在线练习。

本教材适合高等院校非机械类专业学生(如电子工程、通信工程、自动控制、工业外贸、工程管理、经济管理、财务管理、会计、电子商务、物流管理等)教学使用,也可供大专、高职非机械类专业学生以及相关工程管理技术人员了解机械工程基础知识。

本书的前一版在浙江大学出版社出版,编著者为全小平、潘玉良,改版后的《机械工程基础》由潘玉良任主编,孟爱华、张巨勇、吴海若任副主编,新版《机械工程基础》在章节上进行了优化,同时整合了机械识图篇章,使教材更为系统和实用。全书由潘玉良编写第 1~10 章,孟爱华编写第 13~15 章,张巨勇编写第 16~18 章,吴海若编写第 11 和 12 章。并由周建军和陈志平担任主审。

在此我们感谢前一版的主编全小平老师为教材的第一版所付出的辛勤劳动,教材的编写过程中我们还得到了周建军教授、胡小平教授和陈志平教授的大力支持和帮助,中国科学院国家天文台研究员、中国电子学会电子机械工程学会副主任委员、西安电子科大博士生导师施泚立教授为本书写了序言,在此一并表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,书中的不妥之处在所难免,敬请读者批评指正。

编 者

于杭州电子科技大学

2008. 12

目 录

序	1
前言	1
绪论	1
第一篇 机械识图	
第 1 章 投影基础	7
1.1 正投影和视图	7
1.2 点、线、面的投影	12
1.3 基本体的三视图	19
1.4 组合体的三视图	23
第 2 章 机件的表达方法	43
2.1 视图	43
2.2 剖视图	47
2.3 断面图	56
2.4 其他常用表达方法	58
第 3 章 标准件和常用件	61
3.1 螺纹和螺纹紧固件	61
3.2 齿轮	72
3.3 键、销、弹簧及滚动轴承	77
第 4 章 零件图	85
4.1 零件图的概念和内容	85
4.2 零件图的尺寸标注	86
4.3 零件图的技术要求	91
4.4 零件图标题栏内容	99
4.5 零件上常见结构的表达	100
4.6 零件图的视图表达特点	103
4.7 看零件图	105
第 5 章 装配图	111
5.1 装配图的用途、要求和内容	111
5.2 装配图的规定画法和特殊画法	113
5.3 装配图的视图选择	114
5.4 装配图的尺寸标注、零件编号和明细栏	117
5.5 看装配图的方法和步骤	119

第二篇 工程材料与热处理基础

第 6 章 金属材料的种类与性能	125
6.1 金属材料的机械性能	125
6.2 金属材料的晶体结构与结晶	130
复习思考题	134
第 7 章 铁碳合金	136
7.1 铁碳合金	136
7.2 碳钢	140
7.3 铸铁	148
复习思考题	151
第 8 章 钢的热处理	152
8.1 钢在加热和冷却时的组织转变	153
8.2 钢的基本热处理工艺	156
8.3 钢的表面热处理工艺	159
复习思考题	162
第 9 章 合金钢	164
9.1 合金元素在钢中的作用	165
9.2 合金钢编号方法及应用	167
复习思考题	175
第 10 章 有色金属	177
10.1 铜及其铜合金	177
10.2 铝及铝合金	179
复习思考题	182
第 11 章 其他结构及功能材料简介	183
11.1 高分子材料	183
11.2 陶瓷材料	189
11.3 复合材料	191
11.4 功能材料	192
复习思考题	198
第 12 章 材料的选用	199
12.1 工程材料选用原则和方法	199
12.2 典型零件选材和工艺路线简介	202
复习思考题	205

第三篇 成型工艺基础

第 13 章 金属液态成型	209
13.1 铸造工艺基础	209
13.2 砂型铸造	212
13.3 特种铸造	220

13.4 常用铸造方法的比较	224
复习思考题	225
第 14 章 金属的塑性成型	226
14.1 金属的塑性变形及可锻性	226
14.2 锻造	230
14.3 板料冲压	235
14.4 金属塑性成型新工艺简介	238
复习思考题	241
第 15 章 焊接成型	243
15.1 焊接过程与金属的可焊性	243
15.2 熔焊	246
15.3 压力焊	249
15.4 钎焊	253
15.5 焊接新技术简介	254
复习思考题	257
第四篇 机械制造基础	
第 16 章 切削加工基础	261
16.1 切削运动和切削用量	261
16.2 切削刀具的基本知识	263
16.3 金属切削过程	265
16.4 机床的机械传动方式及传动比	268
复习思考题	270
第 17 章 切削加工工艺	272
17.1 车削加工	272
17.2 铣、刨、拉、钻、镗、磨削加工	279
17.3 常见表面加工方法	291
17.4 典型零件的工艺流程	295
复习思考题	299
第 18 章 特种加工与机械制造自动化简介	302
18.1 电火花加工	303
18.2 超声波加工	305
18.3 快速成型制造技术	306
18.4 数控加工	309
18.5 自动生产线	311
18.6 工业机器人	313
18.7 柔性制造技术	315
18.8 集成制造系统	317
复习思考题	320
参考文献	321

绪 论

一、产品生产过程

生产过程是由原材料转化为成品时,各个相互关联的劳动过程的总和。其基本内容是人的劳动过程,即劳动者使用一定的劳动工具,按照合理的加工方法使劳动对象(如毛坯或工件、组件或部件)成为具有使用价值的产品并投放于市场的全过程。

图 0-1 是产品生产过程组成框图,从图中可以看出,制造企业根据市场需求设计产品,根据生产能力进行原材料和标准件的外购、协作件的外加工以及通过本企业进行零件的生产制造,将各零件(部件)装配成为产品。在此过程中,质量检验和控制保证企业内部上下工序的完善,并确保企业与用户的关系。制造企业、供应厂商和用户成为一种组织体,组成生产系统,通过生产系统将生产过程和管理过程有机地结合成整体。用户在生产系统中起到为企业产品需求信息的作用。

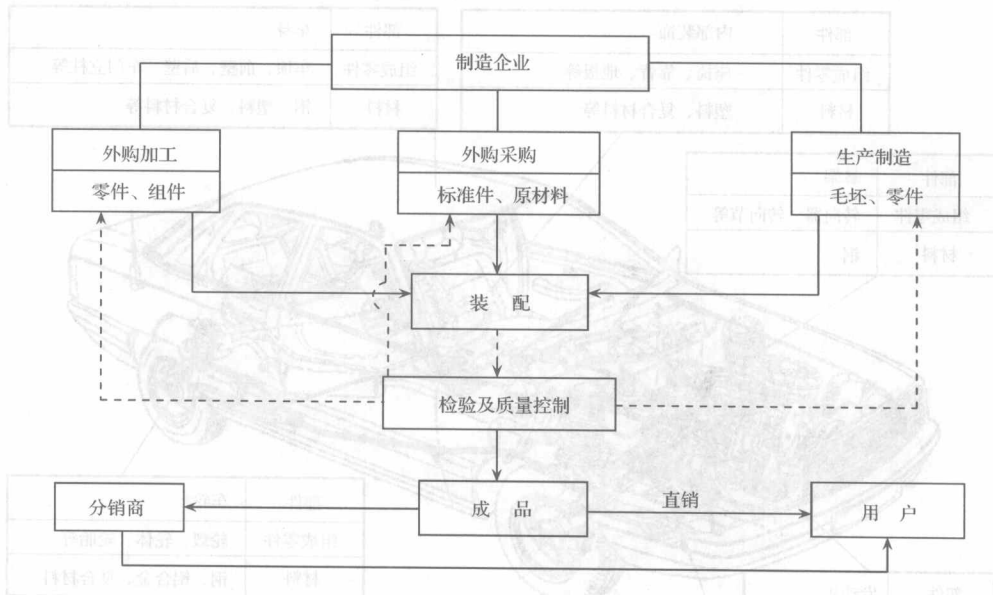


图 0-1 产品生产过程组成框图

供应商作为其组成部分与生产厂家建立利益共享的合作伙伴关系,他们不仅要按时制造和提交质量合格的材料和零部件,而且在一定范围内还要参与由他们生产的那部分产品零部件的开发和设计。现代产品的生产特点是将生产、管理和消费人群有机地结合起来,形成了活跃的市场经济。

二、机械制造工艺

在产品生产过程中,将各种原材料通过改变其形状、尺寸、性能或相对位置,使之成为

机械产品成品或半成品的方法和过程称为机械制造工艺。机械制造工艺流程由原材料和能源的提供、毛坯和零件成型、机械加工、材料改性与处理、装配与包装、质量检测与控制等多个工艺环节组成。

按其功能的不同,可将机械制造工艺分为如下三个阶段:

零件毛坯的成型准备阶段,包括原材料切割、焊接、铸造、锻压加工成型等;

机械切削加工阶段,包括车削、钻削、铣削、刨削、镗削、磨削加工等;

表面改性处理阶段,包括热处理、电镀、化学镀、热喷涂、涂装等。

在现代机械制造工艺中,上述阶段的划分逐渐变得模糊、交叉,甚至合二为一,如粉末冶金和注射成型工艺,则将毛坯准备与加工成型过程合二为一,直接由原材料转变为成品的制造工艺。

此外,检测和控制工艺环节附属于各个机械制造工艺过程,保证各个工艺过程的技术水平和质量。

图 0-2 所示的轿车生产,首先根据设计将各种原材料用相应的成型工艺获得毛坯再经过切削加工制得零件,或直接采用其他精密成型方法制得零件;再将零件装配成部件,最后将总装零件、部件、外协件、标准件等一起装配成为整辆轿车。

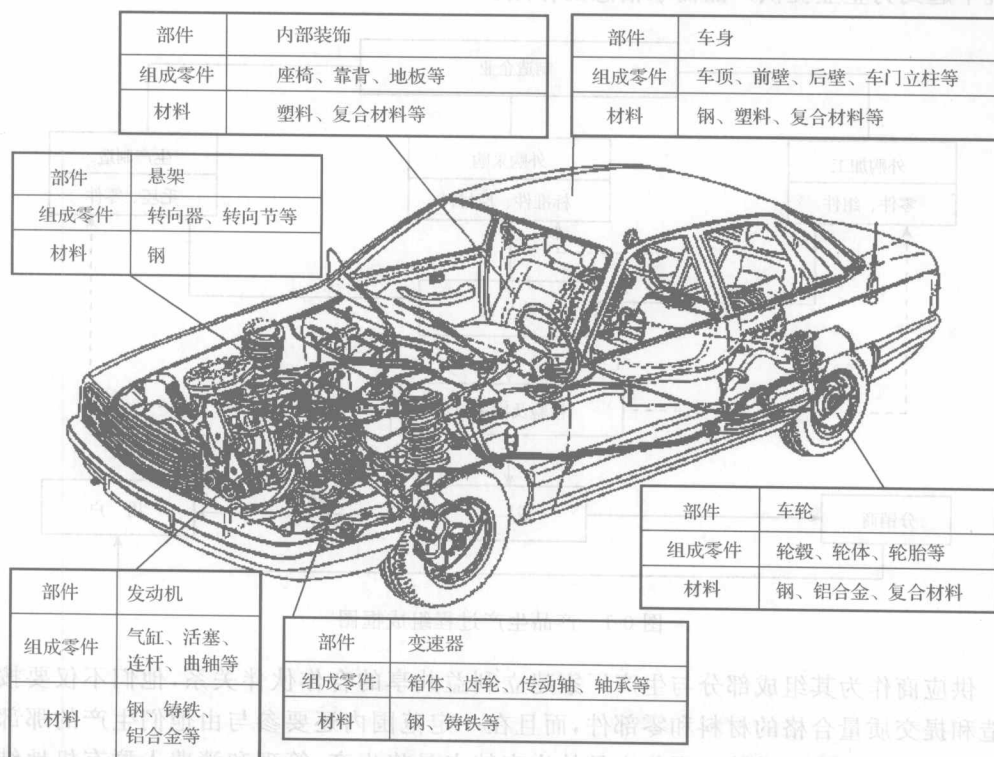


图 0-2 轿车主要机械部件组成示意图

三、制造技术与经济性

人类社会进行物质生产必不可少的两个方面是技术与经济,两者紧密联系,既相互促

进又相互制约。经济发展的需要是技术进步的动机和方向,而技术进步又是促进经济发展的重要条件和手段。技术进步,特别是机械制造技术的发展,为人类更好地利用自然、改造自然、创造物质财富、提高产品质量和劳动生产率提供了更为先进的装备。它是推动经济发展的重要基础和支柱,对促进国民经济发展和改善人民的物质生活都有着十分重要的意义。

当今世界,一个国家是否具有高度发达的制造业已成为衡量该国综合国力的重要标志。世界上发达国家诸如美国、日本、德国等,其综合国力之所以强大,最重要的原因是拥有世界一流的制造业。

在研究机械制造技术课题时,要从经济方面对它提出要求和指明方向,并取得尽可能大的经济效果;在考虑经济发展时,应为促进制造技术的进步开辟新的领域,尽量采用先进的技术手段和加工方法,以发挥最大的技术效果,更好地促进经济的发展。正确处理先进技术先进和经济合理两者之间的关系,使机械制造的发展做到既在技术上先进,又在经济上合理,而且是在技术先进条件下的经济合理,在经济合理基础上的技术先进,这就要求机械制造企业的管理人员和工程技术人员必须既懂技术,又懂经济。换言之,工程技术人员要有经济的头脑,经营管理人员要懂得工程技术。

现代工业生产必须采用先进的生产技术,同时应用现代科学经营方法,二者结合,才能获得最佳的生产经营效果。经济管理专业开设工业生产技术基础课程,就是为使未来的经营管理人员掌握必需的工业生产技术知识,以适应社会的需要,在未来的经营管理工作中能按照生产过程本身的客观规律有效地组织生产、组织经营活动。

四、生产类型与工艺特征

生产制造的任务概括起来就是低成本、高效率地制造出高质量的产品。具体来说,把材料或毛坯转变成一定形状和尺寸的零件;同时达到规定的形状精度、尺寸精度和表面质量;整个制造过程在综合考虑零件精度、生产效率、制造成本条件下进行。

不同的工业企业在产品结构、生产方法、设备条件、生产规模、专业化程度等方面,都有各自不同的特点。为了有效地组织生产和计划管理,就必须按一定的标准对生产过程进行分类,这就是生产类型。生产类型反映企业的工艺技术水平、生产组织方法和管理组织的特点,又在很大程度上决定了企业的技术经济效益。

最能反映生产类型的依据是产品生产的重复程度和生产的专业化程度,一般可将生产过程分为大量生产、成批生产和单件生产三种类型。

从表 0-1 中可以看出,工艺特征随着生产类型的变化而变化,很显然,不同生产类型的生产管理也是不相同的。大量生产类型由于产品产量大、品种少、相对稳定,故在生产计划与控制工作中,以保证生产连续地、不间断地进行为重点。此类企业的获利手段主要是依靠降低成本。成批生产的特点是轮番生产,生产管理工作的重点应放在合理安排批量上,做好生产的成套性和提高设备利用率之间的平衡。单件生产的产品种类复杂多变,因此生产计划应具有较高的灵活性,其管理重点是要及时解决不时出现的生产“瓶颈”,使生产通畅。

生产类型对企业的生产经营有着重要的意义。生产类型不同时,所采用的加工方法、工艺装备和工艺过程等都有很大的差别。例如,单件小批生产多采用通用的机床、刀具、

夹具和量具,毛坯常用手工造型的砂型铸件、自由锻件或轧制型材,对工人的技术要求较高;而大批大量生产则与此相反,多采用专用设备和自动生产线,毛坯常用机器造型的铸件或模锻件,以求达到高生产率和低成本的目的。

表 0-1 不同生产类型的工艺特征

比较项目		生产类型	单件生产	成批生产			大量生产
				小批	中批	大批	
零件年产量 (件/年)	重型零件		<5	5~100	100~300	300~1000	>1000
	中型零件		<10	10~200	200~500	500~5000	>5000
	轻型零件		<100	100~500	500~5000	5000~50000	>50000
产品特征			品种多,各品种数量小、品种变化大。很少有订货产品	品种较多,各品种数量较大。一般为自行设计的定型产品			均为标准产品。可为用户提供变型产品
机床设备			通用的(万能型)设备	大部分通用,部分为专用			高效率的专用设备
毛坯成型方法			砂型铸件和自由锻件	常采用金属模铸件和胎模锻件、模锻件			机器造型和压力铸造件,模锻和滚锻件
物料 库存	原材料		库存量少。通常接订单后才采购	库存量中等。部分材料接订单后采购,部分则有储备			库存大量。按生产计划做好储备
	成品		很少	变动不定			变动。一般直接发运给销售系统
对工人的技术要求			技术熟练	技术比较熟练			调整工技术熟练,操作工熟练程度要求较低
在线管理人员			生产线上管理人员数量多,职能管理人员较少	生产线上管理人员数量较多,是管理力量的关键;职能管理人员较单件生产多			生产线上管理人员仍很关键,但职能管理人员增多

当今市场的变化很快,工厂产品更新换代的周期越来越短,许多原来是大量生产的产品,如小轿车和手表等,为了适应市场对花色品种的需求,也在向增加品种、减少批量的方向发展。随着科学技术的迅速发展,微电子、计算机和自动化技术等高新技术与工艺、设备的紧密结合,形成了从单机到系统、从刚性到柔性、从简单到复杂等不同档次的多种自动化加工技术,使传统工艺发生了质的变化,使单件小批生产同样也可以进行高效率的自动化生产。由数控机床、自动传输设备和自动检测装置组成的柔性制造系统(FMS)使各种批量生产均可实现自动化。计算机集成制造系统(CIMS)将整个制造活动都集成到一个有人参与的计算机系统中,可使多品种小批量生产的成本和质量达到刚性自动线的大批量生产的水平,又能快速响应市场,改变生产的类型和品种。

第一篇 机械识图

机械识图是以介绍阅读机械工程图样方法为主的篇章。本篇章通过大量典型图例,深入浅出地阐述阅读机械工程图样的原理和方法,力图在较短的时间内,培养学生空间形象思维能力和初步阅读“工程图样”的能力,并结合识图掌握有关国家标准及基本绘图知识。

本篇由投影基础、机件表达方法、标准件和常用件、零件图、装配图等五个章节组成。

机械识图是非机械类专业学生掌握“机械工程基础”课程的先导知识内容。学生通过对机械识图篇章内容学习,了解有关工程图样的基本常识和国家标准,应用正投影原理初步掌握工程图样的阅读方法;为进一步学习零件加工工艺基础知识打下良好基础。

平面投影... (a) ... (b) ... (c) ... (d) ...

第 1 章 投影基础

1.1 正投影和视图

1.1.1 投影法

光线照射物体,在墙上或地面上就会出现这个物体的影子,这是生活中常见的现象。人们从物体与影子之间的对应关系规律中,创造出一种在平面上表达空间物体的方法,叫投影法。

如图 1-1 所示,将三角块放在光源和 H 平面之间,由于光线的照射,在 H 面上出现三角块的影子。将平面 H 称为投影面,光线称为投射射线,影子称为投影。

根据投射射线与投影面的相互位置,将投影法分为中心投影法和平行投影法。

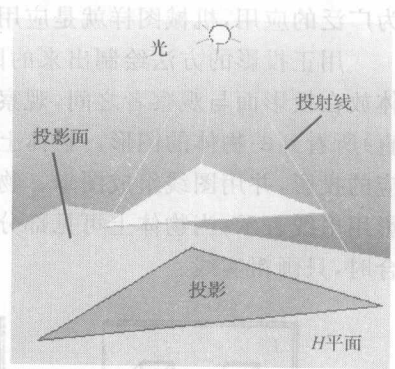


图 1-1 投影法示意图

1. 中心投影法

中心投影法的投射射线自一点 S (投影中心) 发出,物体投影的大小视物体离投影中心的距离而定,物体离投影中心越近,投影图形越大,物体远离投影中心,则投影图形变小,中心投影的图形有“近大远小”的特点(如图 1-2 所示)。

用中心投影法画出的图形较实物有变形,度量性较差,但是图形犹如照片,很符合人们的视觉习惯,看起来形象、逼真,图 1-3 是用中心投影法绘制的建筑物图形。

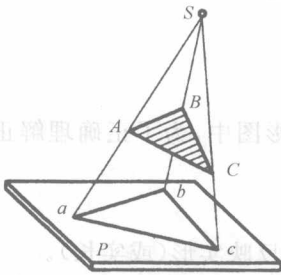


图 1-2 中心投影法图



图 1-3 用中心投影法绘制的建筑物图形

2. 平行投影法

如果把投影中心 S 移至无穷远处,此时投射射线互相平行,则形成了平行投影法。投

射线与投影面倾斜时的平行投影法称为斜投影法(如图 1-4(a)所示),投射射线与投影面垂直时的平行投影法称为正投影法(如图 1-4(b)所示)。

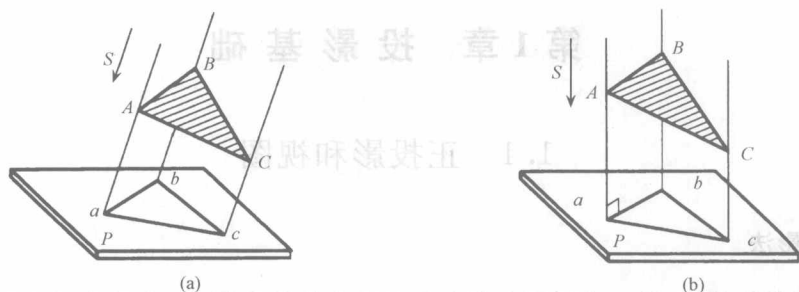


图 1-4 平行投影

用平行投影法表达物体形状准确,度量性强,绘制较为简便,因此在工程中得到了最为广泛的应用,机械图样就是应用正投影原理绘制的图形。

用正投影的方法绘制出来的图形称为视图(如图 1-5 所示)。视图也可理解为:将物体放在投影面与观察者之间,观察者站在很远的地方,正对着投影面(即视线与投影面垂直)所看到的物体的图形。物体上的每一要素,如点、线、面等,在投影面上都应有与之对应的投影,并用图线组成图形。物体可见部分的投影用粗实线表示;物体不可见部分的投影用虚线表示;当物体上可见部分的投影与不可见部分的投影重合时,即粗实线与虚线重合时,只画粗实线。

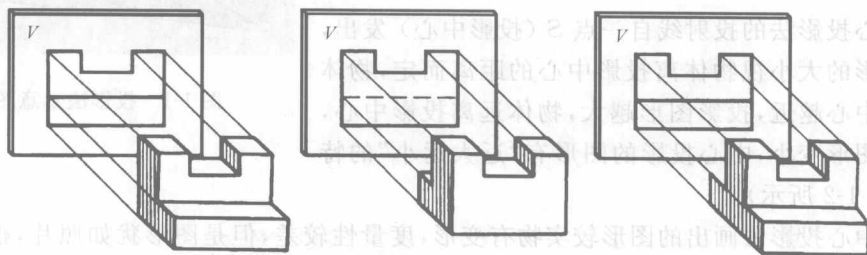


图 1-5 用正投影的方法绘制出来视图

3. 正投影的基本特性

正投影的基本特性体现在用正投影法绘制的所有正投影图中,为了正确理解正投影图,必须掌握这些特性。

1) 真实性

当物体上的平面图形(或棱线)与投影面平行时,其投影反映实形(或实长)。

图 1-6(a)所示物体上的平面图形 $ABCDE$ 与投影面 V 平行,其投影 $a'b'c'd'e'$ 反映平面图形的实形。物体上的棱线 AE 与 V 面平行,其投影 $a'e'$ 也反映棱线的实长。正投影的真实性非常有利于在图形上进行度量。

2) 积聚性

当物体上的平面图形(或棱线)与投影面垂直时,其投影积聚为一条线(或一个点)。

图 1-6(b)所示物体上的平面图形 $AEFG$ 与投影面 V 垂直,其投影 $a'e'f'g'$ 积聚为一条线段。物体上的棱线 EF 与 V 面垂直,其投影 $e'f'$ 也积聚为一个点。正投影的积聚性非常有利于图形绘制的简化。

3) 类似性

当物体上的平面图形(或棱线)与投影面倾斜时,其投影仍与原来形状类似,但平面图形变小了,线段变短了。正投影的类似性,有利于看图时想象物体上几何图形的形状。

图 1-6(c)所示物体上的平面图形 $MNTS$ 与投影面 V 倾斜,其投影 $m'n't's'$ 为平面图形的类似形,但变窄了。物体上的棱线 MN 与 V 面倾斜,其投影 $m'n'$ 仍为线段,但长度较 MN 短。

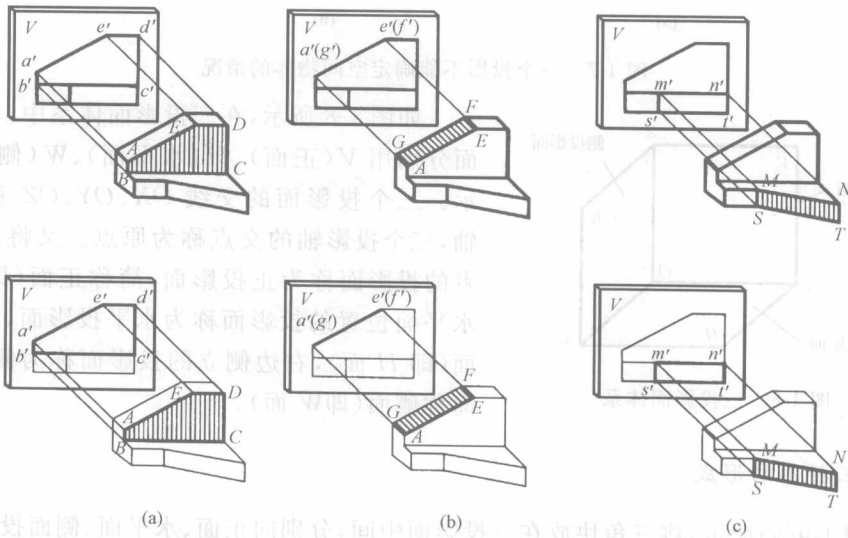


图 1-6 正投影的基本特性

由于正投影图能真实地表达物体形状,作图也比较简便,因此在工程上得到广泛采用。

学习看机械图,主要是学习看正投影图。

1.1.2 三视图的形成

点的一个投影不能确定点在空间的准确位置(如图 1-7(a)所示),图 1-7(b)所示的三种不同形状的物体,用正投影法从同一方面获得的视图是完全一样的,并不能完整地反映出机件的结构形状。因此,物体的一个视图不能唯一地确定该物体的形状和大小。

为了唯一地确定物体的形状和大小,必须采用多面投影,画出物体的几个视图。每一个视图侧重表示物体的一个方面,几个视图配合起来就能全面、清楚、准确地表达物体的形状。

1. 三投影面体系

为了画出物体的三个视图,人们选用三个互相垂直的投影面,建立三投影面体系。