



21 世纪机械类课程系列教材

生产工程基础

大连理工大学 李剑忠



高等教育出版社
Higher Education Press

生产工程基础

大连理工大学 李剑忠

高等教育出版社

内容提要

本书以机电产品作为主线,以学生常见的全自动洗衣机作为范例,融合现有工程制图、工程材料、金属工艺学、机械设计基础、机械制造与工艺、电工技术、电机拖动以及自动控制等课程的主要内容,由点及面、循序渐进地介绍了与机电产品生产过程密切相关的机电产品组成、工程图纸识别、工程材料选用以及机械加工的工艺与装备、运动机构、机械传动、电机驱动、安全用电、自动控制等各个方面的基础知识。

全书共5章,第一章简要说明了机电产品的组成及其开发生产过程;第二章至第五章则按照机电产品的开发生产过程,分别概要地介绍了产品设计的工程技术交流语言和识读工程技术图纸的基本要领、常用工程材料的特点和选用材料的原则与方法、机械结构和加工制造产品的工艺与设备、电学基本知识和机电产品的驱动与控制原理。

本书适合理工科院校非工科专业,如工业管理、经济管理、科技外语等专业本科二三年级学生使用。

图书在版编目(CIP)数据

生产工程基础/李剑忠. —北京:高等教育出版社,
2007. 11

ISBN 978 - 7 - 04 - 022373 - 6

I. 生… II. 李… III. 机电工程 - 高等学校 -
教材 IV. TH

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 159423 号

策划编辑	庚欣	责任编辑	李京平	封面设计	杨立新	责任绘图	尹莉
版式设计	王莹	责任校对	殷然	责任印制	毛斯璐		

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街4号
邮政编码 100011
总 机 010 - 58581000

经 销 蓝色畅想图书发行有限公司
印 刷 北京机工印刷厂

购书热线 010 - 58581118
免费咨询 800 - 810 - 0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landracom.com>
<http://www.landracom.com.cn>
畅想教育 <http://www.widedu.com>

开 本 787 × 1092 1/16
印 张 14.75
字 数 360 000

版 次 2007 年 11 月第 1 版
印 次 2007 年 11 月第 1 次印刷
定 价 17.40 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 22373 - 00

前言

产品,从远古的石头工具到现代的宇宙飞船,都是人类社会创造的;产品又是人类须臾不可离开的,人们每时每刻无不与各种产品打着交道。可以说,正是产品的创造满足了人类的需求,同时推动了社会的进步。没有人类对产品的不懈追求与制造,世界就不会有今天的文明。

现在的人们仍在不停地从事与前人同样的工作,不断地从事创造各种产品的活动。通常,把人们生产、创造产品的各种活动统称为人类的生产活动,而把从规划、设计直到为社会提供适用产品的全过程称为产品的生产工程。由此可以说,产品可以满足人类日常生活以及生产活动各种各样的需要,是人类生产活动的结晶,而生产工程正是组织某种产品生产的整个过程。

产品大致可以分为农业产品和工业产品两大类。农业产品是人类赖以生存的基础,工业产品则为人类日常生活和生产活动提供了各种各样的方便适用的工具,包括各种设备。组织农业产品的生产过程就是农业生产工程,组织工业产品的生产过程就是工业生产工程。

工业产品又可划分为许多种类。本书力图以常见的生活用品——洗衣机作为典型范例,深入浅出、图文并茂、全面系统地向读者介绍机电类工业产品生产工程中所涉及的图纸识读、材料选用、加工制造、机电控制等各个方面的基本知识,使大专院校非机电类专业的学生尤其是工业管理、经济管理、科技外语以及社会科学等各专业的学生了解和掌握有关工业产品生产的规律、特点以及工作原理,拓宽专业知识领域,提高科技创新能力,最终能够成为知识与能力兼备、理论与实际皆通的高素质的综合型的优秀人才,迎接知识经济时代的挑战。

全书5章,第一章简要说明了机电产品的组成及其开发生产过程。第二章至第五章则按照机电产品的开发生产过程,分别概要地介绍了产品设计的工程技术交流语言和识读工程技术图纸的基本要领、常用工程材料的特点和选用材料的原则与方法、机械结构和加工制造产品的工艺与设备、电学基本知识和机电产品的驱动与控制原理(带*号的章节为选修内容)。书后附有各章的复习思考题。全书教学时数为48学时,若舍弃第五章则可压缩为32学时。如能结合一周左右的认识实习使用本书,效果将会更好。

本书由大连理工大学教务处资助编写,是大连理工大学深入教学改革成果之一。本书大纲由大连理工大学韩大卫教授主持策划,蒋贵善教授对本书进行了认真的审阅,冯刚、祝铁丽、苏铁明为本书编写提供了很好的建议,朴磊承担了后期的编辑校对工作,同时本书的编写也借鉴和参考了许多相关的教材与专著,在此一并向有关专家、学者表示感谢。

由于本书内容广泛,覆盖了机械制图、工程材料、机械制造以及电学和自动控制等多个学科,限于作者的水平,其中难免会有许多不妥和疏漏之处,真诚地欢迎各位专家和读者批评指正。

编者

2006年12月

目 录

第一章 机电产品的组成及开发过程	1	4.1.2 机械产品的制造过程	87
1.1 产品开发源自需求	1	4.2 常用零部件及机构简介	88
1.2 机电产品的一般组成	2	4.2.1 连接方法及连接标准件	88
1.3 机电产品的一般开发过程	4	4.2.2 其他常用零部件	99
第二章 产品设计的描述与识读	5	4.2.3 运动机构	106
2.1 设计构思的表达途径	5	4.2.4 传动机构	111
2.2 机械制图及识读方法	6	4.3 零部件加工工艺及设备	118
2.2.1 图样的一般性规定	6	4.3.1 塑料制品的成形与加工	119
2.2.2 投影方法与三视图	9	4.3.2 金属热加工及相应设备	121
2.2.3 视图表达与识读	15	4.3.3 金属切削加工及相应设备	126
2.2.4 零件图识读方法	26	4.3.4 机械零件加工工艺的制定	142
2.2.5 装配图的表达与识读	38	4.3.5 特种加工简介*	150
2.2.6 机械识图中外差异*	46	第五章 机电产品的动力与智能	160
2.3 电气制图及识读方法	50	5.1 驱动能量的来源与动力机械	160
2.3.1 电气图的一般规定与基本构成	50	5.2 电学基本知识	163
2.3.2 电气图用基本图形符号	51	5.2.1 电路的组成及基本物理量	163
2.3.3 电气图的种类与特点	57	5.2.2 正弦交流电基础	166
2.3.4 电气图的绘制规则	61	5.2.3 正弦交流电路的功率	169
2.3.5 电气图的识读技巧	64	5.2.4 三相交流电路	172
第三章 常用材料的特点与选择	68	5.2.5 用电安全	175
3.1 从洗衣机看产品对材料的要求	68	5.3 交流电动机及其控制	181
3.2 现有可供选择的材料	69	5.3.1 三相异步电动机的结构及转动原理	182
3.2.1 材料的分类	69	5.3.2 三相异步电动机的使用及控制	183
3.2.2 常用材料的特点	70	5.3.3 单相异步电动机的原理及应用	189
3.2.3 金属材料性能	75	5.4 智能洗衣机简介*	192
3.3 选用材料的原则与方法	79	5.4.1 智能化的概念与技术	192
3.3.1 选用材料的一般原则	79	5.4.2 智能全自动洗衣机的工作原理	195
3.3.2 选用材料的方法	81	5.4.3 模糊控制简介	201
第四章 产品制造的工艺与装备	86	复习思考题	208
4.1 机械产品的组成及制造过程	86	附录 电气图常用图形符号及新旧符号对照表	215
4.1.1 机械产品的组成	86		

第一章 机电产品的组成及开发过程

1.1 产品开发源自需求

洗衣是每个人都曾有过的切身经历。以往,人们一般是为讲究卫生而洗衣服,现在不仅如此,许多人还为穿着舒适而洗衣服,还有的是为杀菌和消毒而洗衣服。这样一个广泛而持久的人类社会需求必然推动洗衣产品的开发与不断地改进与创新。

过去没有洗衣机时,人们采用揉洗、搓洗、抓洗、压洗、振洗、擦洗以及锤洗、抛洗、踏洗、跳洗等方法,在尽可能不损坏衣物的前提下尽量多地把污垢从衣物的纤维上剥离下来。为了免于或逃避这种劳动,人们发明了洗衣机。洗衣机继承了人工洗衣的核心过程,采用外在能源作为动力,驱动波轮、旋转筒、搅拌器、振动器等简单机构产生特殊的水流方式,同时配合以洗涤剂的作用,通过对衣物摩擦、扭绞、振动、冲击等机械作用,迫使污垢与衣物纤维脱离。

随着社会发展和技术进步,人们对洗衣产品的要求越来越高,致使新型洗衣机不断出现,形成了一个庞大的家族。将其按自动化程度分类,可分成普通洗衣机、半自动洗衣机、全自动洗衣机三种;而将其按结构原理分类,又可分为波轮式洗衣机、滚筒式洗衣机、搅拌式洗衣机三大类及若干种新式洗衣机,如超声波洗衣机、电磁振动洗衣机、高温泡沫洗衣机、真空洗衣机、喷射式洗衣机等。

洗衣机洗衣的过程一般包括洗涤、漂洗和脱水三个步骤。普通洗衣机每个步骤的操作都需要人工转换实现;半自动洗衣机有两个步骤的转换可自动实现,不需人工操作;而全自动洗衣机三个步骤的功能转换均可自动实现,完全不用人工干预,真正实现省时省力,洗衣过程不用人工照看。

波轮式洗衣机依靠波轮连续转动或定时正、反转方式带动浸没于洗涤液中的被洗衣物进行洗涤;滚筒式洗衣机则通过浸没在洗涤液中的滚筒间歇正、反旋转,使滚筒内衣物反复经受抛落完成洗涤过程;搅拌式洗衣机则利用搅拌器的正反转,搅动洗涤液和衣物实现洗涤。其他若干种新式洗衣机则采用了近代新兴技术对衣物进行洗涤。

每一种类的洗衣机又可按照结构不同细分为各种各样的洗衣机。图 1-1 就是波轮式洗衣机按结构不同进行的分类。

事实上,人们日常生活中接触的每一工业产品都无不有着和洗衣机一样的发展过程。产品的开发诞生由需求推动,产品的改进创新同样也由需求推动。亦即每一种工业产品的发展过程都不是一蹴而就的事情,而是经历了一个长期的不断完善的过程,才使之具有了今天的模样与功能。近一百年来,洗衣机的动力由手摇发展为水力驱动再后来改为蒸汽驱动直到现在的电动机驱动,结构形式由单桶发展到双桶再发展为今天的套筒,控制方式由过去的手动发展为半自动再发展为今天的全自动,这一发展过程充分说明了这一点。

洗衣机虽然只是一个非常简单与普通的工业产品,但它的开发生产和制造却覆盖了生产工

程的每个方面,运用了当代工业产品的主要生产工艺与技术,涉及了材料、机械、电子以及自动控制等多个科学领域,因此是我们学习、研究生产工程的良好范例。

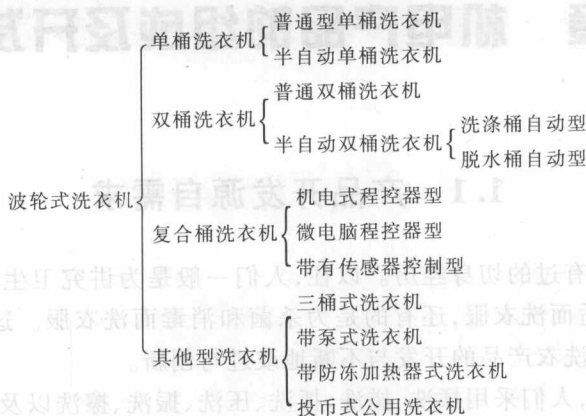


图 1-1 波轮式洗衣机的分类

1.2 机电产品的一般组成

洗衣机多种多样,但不论是哪一种类的洗衣机,其基本功能结构却几乎毫无二致,即它们都具有动力、传动、工作和控制四大功能部分。

这一点无论是从图 1-2 所示的普通型单桶洗衣机结构,还是从图 1-3 所示的半自动型双桶洗衣机结构,以及从图 1-4 所示的全自动套筒洗衣机的结构中,都可得到这样完全相同的结论。

以图 1-4 所示的波轮式全自动套筒洗衣机为例,其动力部分由电动机实现,传动部分由传动带、带轮、离合器、减速装置和刹车装置组成,工作部分包括外桶、外桶内的脱水桶、波轮、进水排水系统、减振平衡系统和箱体,控制部分则由控制台、控制器、仪表面板、电磁阀、各种按钮开关、琴键开关以及蜂鸣报警器等组成。

当接通水和电源以后,选择好程序即可让控制器开始工作,洗衣机就会按照编排的程序自动控制水位开关、进水电磁阀、排水电磁阀和电动机在规定的时间内按一定规律动作,自动完成整个洗衣过程。洗涤时,电动机驱动波轮以 $150 \sim 200 \text{ r/min}$ 的速度间歇正、反转;脱水时,通过离合器的动作使电动机同时驱动波轮和脱水桶高速旋转,在排完洗涤液的情况下离心甩出衣物中水分。当洗涤全过程完毕后,控制台的蜂鸣器发出鸣响通知使用者,同时进行刹车并停机。

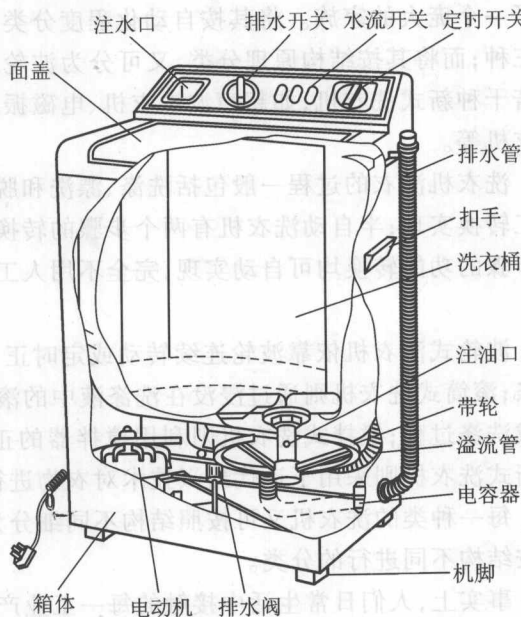


图 1-2 普通型单桶洗衣机的结构

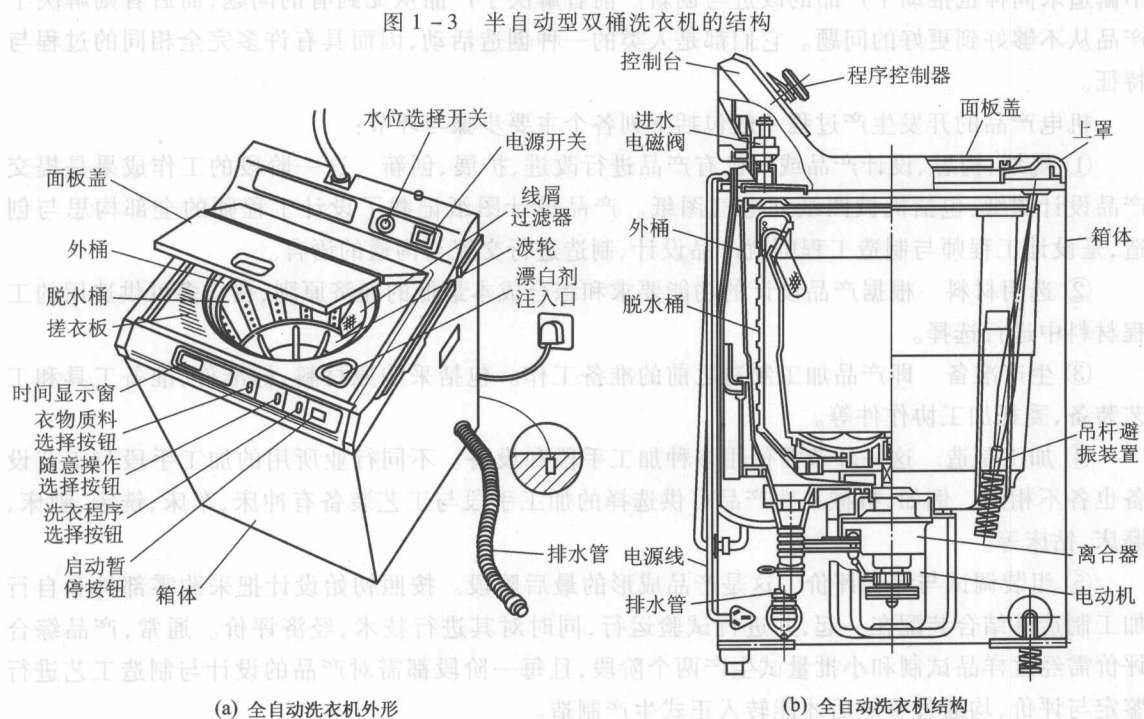
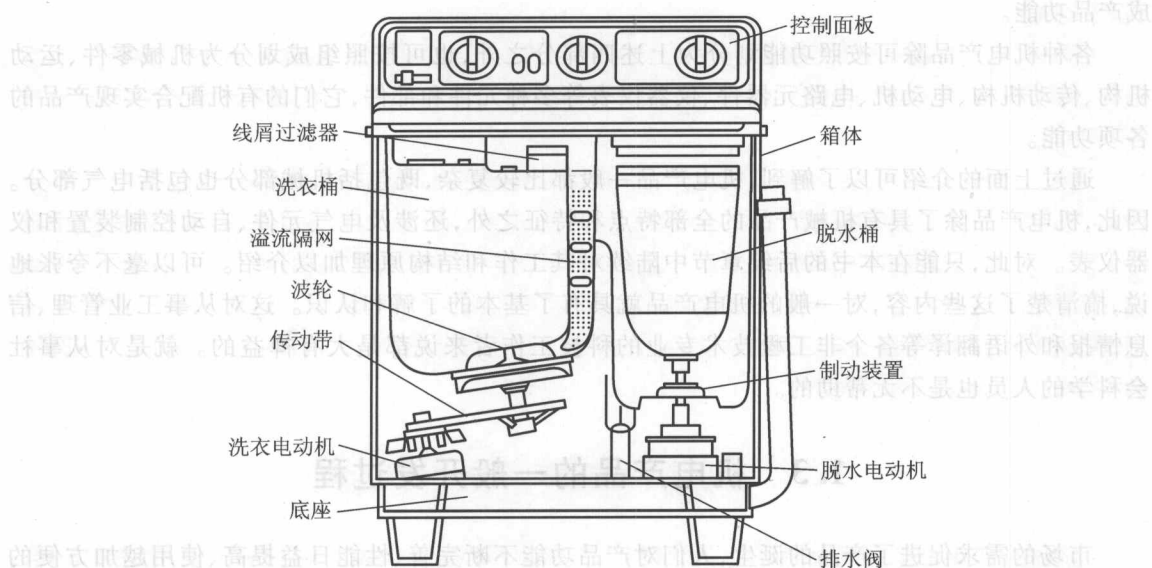


图 1-4 波轮式全自动套筒洗衣机的结构

洗衣机只不过是机电产品中的一种。实际上,不论哪一类或哪一种机电产品,都可以按照功能划分为上述的动力、传动、工作和控制四大功能部分。其中,动力部分把能源转换为需要的形式,为工作部分提供驱动力;传动部分负责把驱动力传递给工作部分;工作部分则负责实现和完成产品的主要功能;而控制部分则负责实现对整个产品功能的操纵与控制,辅助工作部分完

成产品功能。

各种机电产品除可按照功能划分为上述四部分之外,也可按照组成划分为机械零件、运动机构、传动机构、电动机、电路元器件、仪器仪表等多种元件和部件,它们的有机配合实现产品的各项功能。

通过上面的介绍可以了解到,机电产品一般都比较复杂,既包括机械部分也包括电气部分。因此,机电产品除了具有机械产品的全部特点和特征之外,还涉及电气元件、自动控制装置和仪器仪表。对此,只能在本书的后续章节中陆续对其工作和结构原理加以介绍。可以毫不夸张地说,搞清楚了这些内容,对一般的机电产品就具有了基本的了解和认识。这对从事工业管理、信息情报和外语翻译等各个非工程技术专业的科技工作者来说都是大有裨益的。就是对从事社会科学的人员也是不无帮助的。

1.3 机电产品的一般开发过程

市场的需求促进了产品的诞生,人们对产品功能不断完善、性能日益提高、使用越加方便的不懈追求同样也推动了产品的改进与创新。前者解决了产品从无到有的问题,而后者则解决了产品从不够好到更好的问题。它们都是人类的一种创造活动,因而具有许多完全相同的过程与特征。

机电产品的开发生产过程一般包括下列各个主要步骤与环节:

① 规划、构思、设计产品或对已有产品进行改进、扩展、创新 这一阶段的工作成果是提交产品设计图纸,包括机械图纸和电气图纸。产品设计图纸记载了设计工程师的全部构思与创造,是设计工程师与制造工程师就产品设计、制造进行交流与沟通的语言。

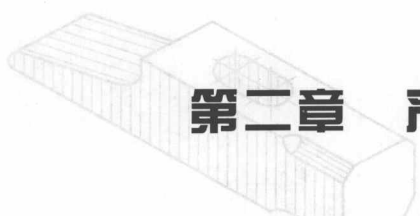
② 选用材料 根据产品设计的功能要求和综合成本最低的经济原则,在众多可供选用的工程材料中进行选择。

③ 生产准备 即产品加工制造之前的准备工作。包括采购原材料、标准件,准备工具和工艺装备,委托加工协作件等。

④ 加工制造 这一环节需使用多种加工手段和设备。不同行业所用的加工手段与工艺设备也各不相同。例如,机械工业产品可供选择的加工手段与工艺装备有冲床、车床、铣床、刨床、磨床、钻床等。

⑤ 组装调试与综合评价 这是产品成形的最后阶段。按照初始设计把采购零部件和自行加工制造件结合装配在一起,并进行试验运行,同时对其进行技术、经济评价。通常,产品综合评价需经过样品试制和小批量试生产两个阶段,且每一阶段都需对产品的设计与制造工艺进行鉴定与评价,均通过鉴定后才能转入正式生产制造。

可以说,每一工业产品的生产过程都包括上述步骤与环节。洗衣机作为一个了解和认识机电产品工作原理与结构的典型范例,当然也不能脱离这样一个诞生和创新过程。本书正是按照这一步骤与环节对生产工程的基础知识进行展开介绍的。



第二章 产品设计的描述与识读

产品设计是产品生产工程的首要环节或步骤。这一阶段的任务主要是针对用户需求,完成产品的设计,向制造工程师提供加工制造产品的依据。

产品设计可能面对两种情形。一种情形是用户需要的是—种在市场上从来没有过的新产品。这种情形下,设计工程师需要根据用户对产品的功能要求、操作使用要求、安装运输要求等对产品从原理、结构形状、外观等诸多方面进行创新式设计。另一种情形是用户需要的是—种在现有产品基础上对某些方面进行改进或增加功能附件即可满足其要求的所谓变型设计产品。不论上述哪一种情形,都只有在设计工程师对产品进行设计后,制造工程师才能把它加工制造出来。事实上,现代化大生产的生产方式已经对工业生产工程进行了非常细致的分工;除了农业、手工业尚能够自行构思、自行加工之外,—般情况下工业产品的设计和加工制造都是由不同的人群完成的。

如此,就产生了这样一个问题,即:设计工程师对产品设计的结果采用何种方式进行表示和描述?制造工程师怎样才能完全正确理解并顺利完成加工制造的使命呢?这正是本章内容所要阐明的问题。

2.1 设计构思的表达途径

社会化大生产方式使产品设计与制造往往由不同人群完成这样一个事实,导致了人际间交流产品设计构思的必要性。只有产品的设计者把自己的全部构思准确无误地传达给产品的制造者,换言之,只有产品制造者完整领会理解了产品设计的全部意图后,产品才能最终被满意地加工、制造、装配出来。那么如何实现这种沟通与交流呢?

语言是人类使用最广泛、最普遍的交流工具,即使是讲述不同语言的人类群体也可以通过翻译实现这种交流。但对于—个产品的设计来讲,语言仅能够说明极其简单的基本几何形状的产品,而对于形状复杂的产品,则只能说明产品的某些方面,例如材质、颜色、表面粗糙度等,却很难说明产品设计的全部。图2-1所示是一个十分简单的手锤的锤头。就是这样一个简单的产品,单用语言就已经十分难于准确表述。

另一方面,产品设计者和制造者并不都具备用语言直接沟通的条件。他们可能身处不同的地域,甚至是不同的年代。更何况,语言沟通难以留下凭据,当产品质量、性能或某些方面不能达到用户要求时无法明确设计者和制造者的责任。也就是说,产品的设计应能留下记录。既可使制造工程师在异地、异时依其制造,也可供事后分清是非曲直、查明责任、改正错误。显然,语言沟通无法满足这样的要求。

采用文字在设计工程师和制造工程师之间传达信息,克服了用语言直接沟通的许多不足。我国古代的许多技术、工艺、发明创造都是采用了文字记述的形式,才能留传到我们手中,在今天得以发扬光大。

但是,用文字进行书面交流,对于工业产品的设计与制造来讲,仍然具有十分明显的局限性,难以清楚描述复杂形状产品的设计。图2-1所示的手锤的锤头就是一例。

图形是人类很早就已经掌握了交流工具。它能够直观形象地描述实际物体的原形。我国古代的许多文化就是借助了图形表述才得以流传。从广义上来讲,图形包括以平面方式记载的绘图、绘画、照片和以立体形式记载的雕塑、沙盘,甚至还包括人类的各种肢体语言如旗语、哑语等。

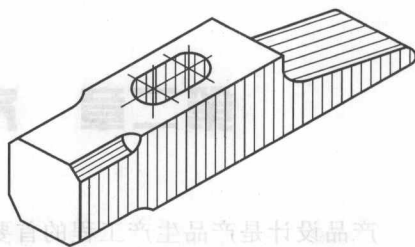


图 2-1 手锤锤头

显然,同文字符号以及语言比较起来,图形更加适宜表达一个实际物体或产品的复杂形状,同时又具有用语言直接沟通和用文字书面交流所具有的全部优点:形状一目了然,便于记载远传,发生差错时有案可稽。用图形描述工业产品的设计,可采用平面描述的方法,例如绘图、绘画和照片,也可采用立体描述的方法,例如模型、雕塑,或者采用功能描述的方法,例如计算机软件框图;各种电气、电子元器件的特定平面符号等。

对于机电产品来说,机械部分的重要特征是其中各个机件的几何尺寸及各机件之间的装配关系,电气部分的重要特征是其中各元器件的功能及其各元器件之间的电气连接。因此,根据上述讨论,可以确定:机电产品设计的机械部分应首选平面几何图形进行描述,机电产品设计的电气部分应首选功能图形进行描述,而尺寸、材质及其他技术要求则可借助文字进行说明。只有这样,才能将有关产品设计的全部构思翔实、准确、无误地记录下来,并传达给任何一个产品的制造者。实际上,这也正是世界各国普遍采用的方法,并且都相应地制定有国家标准。这些为进行技术交流而制定的国家标准称为工程交流语言。我国的工程交流语言,即工程制图国家标准已经先后修订了几次,工程技术界简称其为“国标”。在描述产品的设计构思时,必须严格遵守有关“国标”的规定。

2.2 机械制图及识读方法

生产中,机械图纸主要分为零件图和装配图两种。零件图表达零件的结构、大小及技术要求,装配图则表达产品及其组成部分的连接和装配关系。产品制造人员根据零件图加工制造零件,根据装配图的要求将零件装配成部件或产品。零件图和装配图以及其他一些生产中常用的图纸又称为“图样”。

2.2.1 图样的一般性规定

1. 图纸幅面及格式(国标号:GB/T 14689—1993)

对于图纸幅面,国标规定采用表2-1所列尺寸,其图框格式则示于图2-2。

表 2-1 图幅尺寸

幅面代号	A0	A1	A2	A3	A4
$B \times L$	841 × 1 189	594 × 841	420 × 594	297 × 420	210 × 297
a	25				
c	10			5	

图纸装订时,一般 A4 幅面以下采用竖装,如图 2-2a 所示;A3 幅面以上采用横装,如图 2-2b 所示。

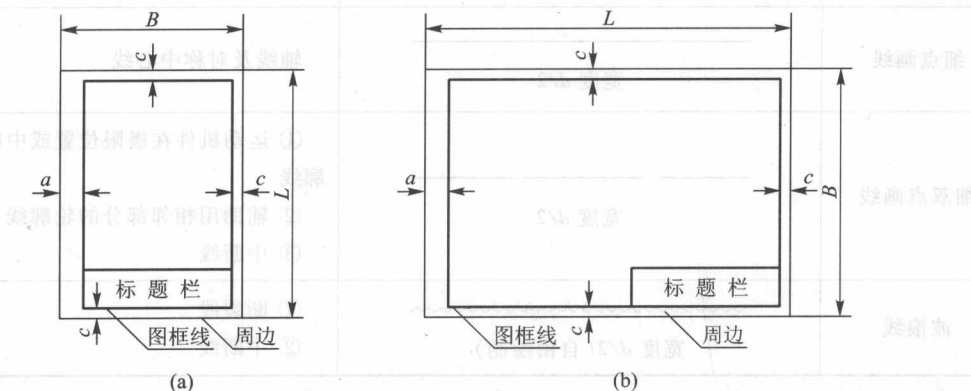


图 2-2 图框格式

2. 绘图比例(国标号:GB/T 14690—1993)

图样的比例,指的是图样中机件要素的线性尺寸与实际机件相应要素的线性尺寸之比。

绘制同一机件的图样应采用相同的比例,并填写在标题栏的比例一栏中,例如 1:1。当某个图样需采用不同的比例时,必须另行标注。绘制图样时应采用表 2-2 中规定的比例。

表 2-2 绘图比例

与实物相同	1:1
缩小的比例	1:1.5 1:2 1:2.5 1:3 1:4 1:5 1:10 ⁿ
	1:1.5 × 10 ⁿ 1:2 × 10 ⁿ 1:2.5 × 10 ⁿ 1:5 × 10 ⁿ
放大的比例	2:1 2.5:1 4:1 5:1 (10 × n):1

注: n 为正整数。

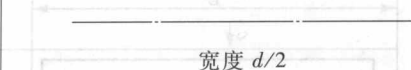
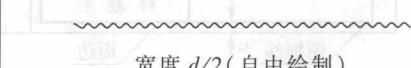
3. 图线(国标号:GB/T 4457.4—2002)

(1) 图线型式及应用。国标规定了各种图线的名称、型式、宽度以及在图纸中的一般应用,见表 2-3。

表 2-3 图线的型式及应用

图线名称	图线型式及宽度	应用举例
粗实线	 宽度 d (约 0.5 ~ 2mm)	① 可见轮廓线 ② 可见过渡线
细虚线	 宽度 $d/2$ 左右	① 不可见轮廓线 ② 不可见过渡线
细实线	 宽度 $d/2$	① 尺寸线及尺寸界线 ② 剖面线 ③ 重合断面的轮廓线 ④ 指引线 ⑤ 局部放大部分的范围线

续表

图线名称	图线型式及宽度	应用举例
细点画线	 宽度 $d/2$	轴线及对称中心线
细双点画线	 宽度 $d/2$	① 运动机件在极限位置或中间位置的轮廓线 ② 辅助用相邻部分的轮廓线 ③ 中断线
波浪线	 宽度 $d/2$ (自由绘制)	① 断裂线 ② 中断线

图线分粗细两种。粗线的宽度 d 应按图的大小和复杂程度,在 $0.5 \sim 2\text{mm}$ 之间选择,细线的宽度约为 $d/2$ 。

(2) 图线画法。在一张图中,同类图线的宽度应基本一致。虚线、细点画线及细双点画线的线段长和间隔应各自大致相等。

4. 剖面符号(国标号:GB 4457.5—84)

图样中,经常需用一种剖面图或剖视图来表达机件的某个复杂的局部或全部(后面会讲到),这时需用到剖面符号,见表 2-4。

剖面符号仅表示材料的类别。材料的名称和代号必须另行用文字加以注明。

表 2-4 剖面符号

金属材料 (已有规定剖面符号者除外)			线圈绕组元件		混凝土	
非金属材料 (已有规定剖面符号者除外)			转子,电枢, 变压器和电抗器 的迭钢片		钢筋混凝土	
木材	纵剖面		型砂,填砂, 砂轮,陶瓷及 硬质合金、粉 末冶金		砖	
	横剖面		液体		基础周围泥土	
玻璃及其他透明材料			胶合板 (不分层数)		格网 (筛网,过滤网等)	

5. 尺寸注法(国标号:GB/T 4458.4—2003)

在图样中,除需表达零件的结构形状外,还需标注尺寸,以确定零件的大小。尺寸标注是否正确、合理,直接影响图样的质量。为了便于交流,国家标准中对尺寸标注的基本方法有一系列的规定。本节仅介绍规定中部分内容。

(1) 基本规则

① 图样中(包括技术要求和其他说明)的尺寸,以 mm(毫米)为单位时,不需标注计量单位的代号或名称。如采用其他单位,则必须注明相应计量单位的代号或名称(如 $35^{\circ}30'$)。

② 图样中所注的尺寸数值为零件的真实大小,与图形大小及绘图的准确度无关。

③ 零件的每一尺寸,在图样中一般只标注一次。

④ 图样中所标注的尺寸,为该零件的最后完工尺寸,否则应另加说明。

(2) 尺寸要素

① 尺寸界线 尺寸界线表示尺寸的起止范围,用细实线绘制,如图 2-3a 所示。尺寸界线一般从图形的轮廓线、轴线或对称中心线处引出。也可用轮廓线、轴线或对称中心线代替尺寸界线。尺寸界线超出箭头 $2 \sim 3$ mm。尺寸界线一般与尺寸线垂直。

② 尺寸线 尺寸线用细实线绘制,见图 2-3a。标注线性尺寸时,尺寸线必须与所标注的线段平行。相同方向的各尺寸线之间的距离要均匀,间隔应大于 5 mm。

尺寸线不能用其他图线代替,一般也不得与其他图线重合或画在其延长线上,见图 2-3b。尺寸线不应互相交叉,也要避免和尺寸界线交叉,如图 2-3b 所示。

③ 尺寸线终端形式 尺寸线终端有两种形式,用箭头或斜线指到尺寸界线,不得超出,也不得离开。

④ 数字 线性尺寸的数字一般注写在尺寸线的上方或尺寸线的中断处,在一张图内最好一致;位置不够时,可以引出标注,如图 2-3(a)中的 $2 \times \phi 8$ 、 $R5$ 。

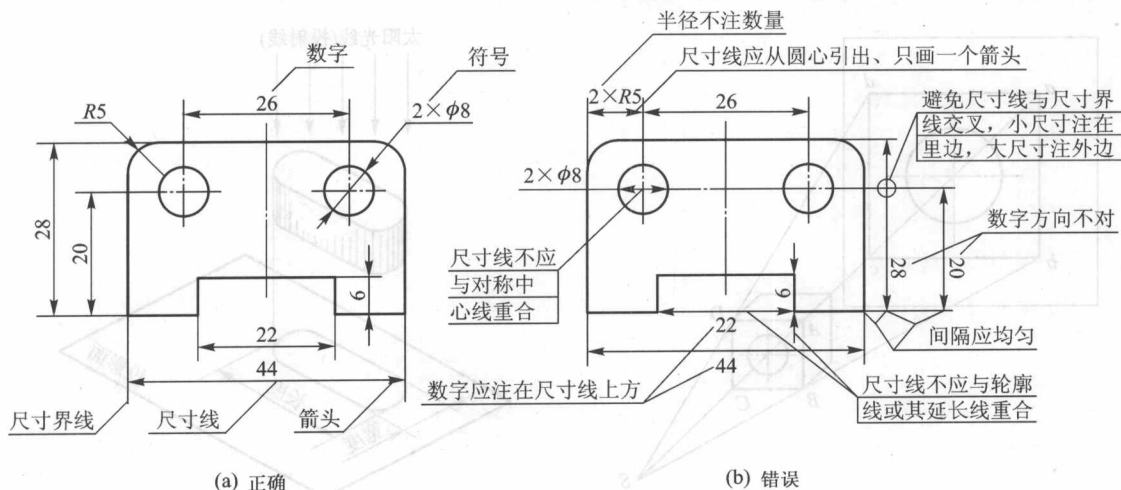


图 2-3 尺寸线标注规则

2.2.2 投影方法与三视图

1. 投影的基本知识

当物体在阳光或灯光的照射下,在地面或墙面上就会出现影子,如图 2-4 所示。光源称为投射中心,墙面称为投影面,光线称为投射射线,物体的影子称为投影。

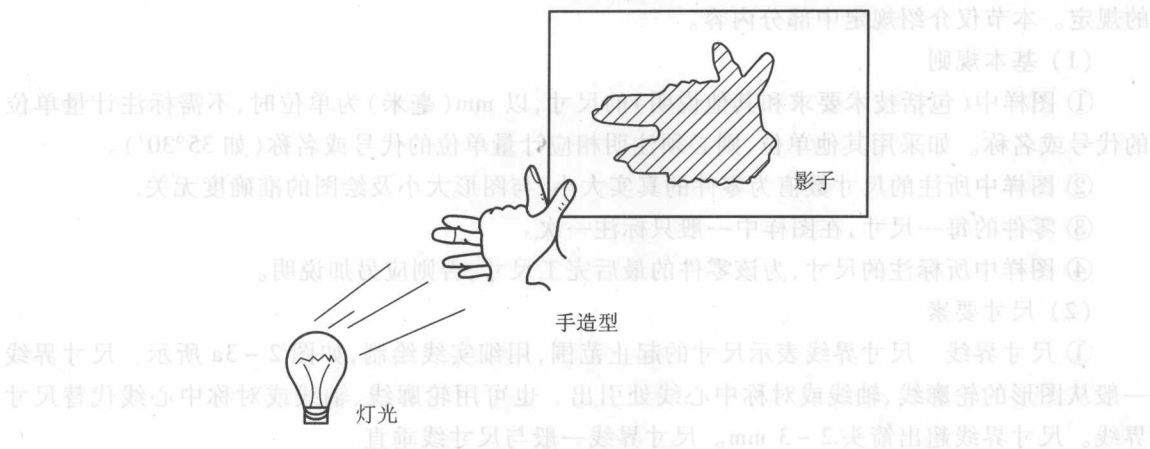


图 2-4 物体的投影

(1) 中心投影法 图 2-4 所示的投影,所有投射射线发自一个中心,这种投射射线交汇于一点的投影法,称为中心投影法。

图 2-5 所示为方形垫铁的中心投影。从图中可以看出,投影 $abcd$ 比垫铁的正面形状 $ABCD$ 要大得多,不能反映物体的真实大小,所以在机械制图中一般不采用中心投影法来绘制图样。

(2) 正投影法 太阳距地球很远,因而太阳光线可视为平行光线,当太阳光线垂直于投影面时,物体在该投影面上的投影就能反映物体某一面的真实形状和大小,如图 2-6 所示。这种投射射线与投影面相垂直的投影法称为正投影法。

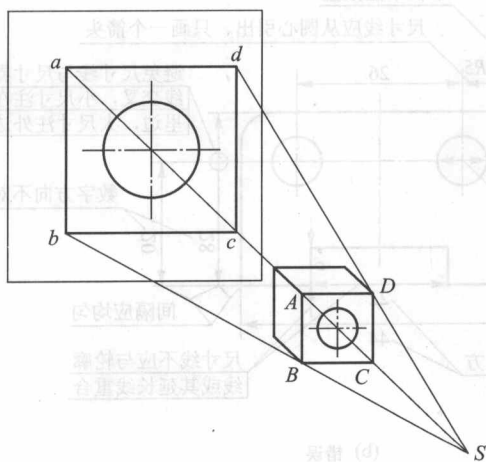


图 2-5 中心投影法

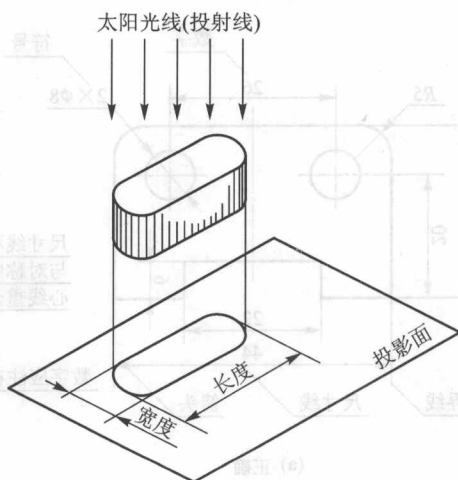


图 2-6 正投影法

用正投影法绘制的图形称为正投影。正投影能反映物体的真实形状和大小,且作图简便,因此是绘制机械图样的基本方法。其缺点是立体感较差,一般不易看懂,必须通过本课程的学习才能掌握。

2. 三视图

用正投影的方法绘制的物体的图形称为视图。

(1) 一面视图

物体在一个投影面上所得到的视图称为一面视图,图 2-6 所示即为平键的一面视图。由图中可知,平键的一面视图只反映了平键的长度和宽度,其高度在该视图没有反映出来。又如图 2-7 所示为几个不同物体的一面视图,这几个不同物体的视图却都是相同的。可见,只有一个视图是不能全面、准确地反映出物体的形状和大小的。

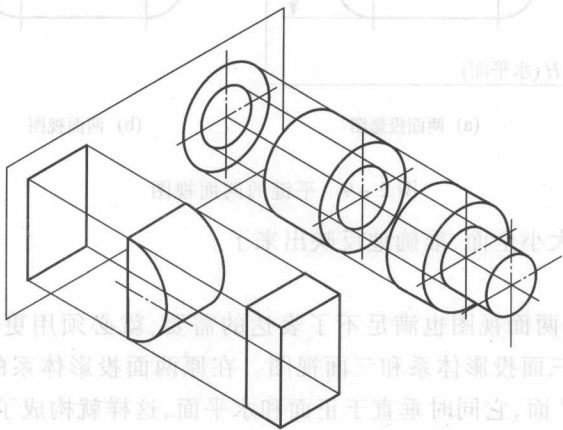


图 2-7 不同物体的一面视图

(2) 两面视图

为了全面反映出键的形状和大小,必须画出两个视图。为此由两个相互垂直的投影面组成两面投影体系。正立放置的投影面叫做正投影面,简称正面或 V 面;水平放置的投影面叫做水平投影面,简称水平面或 H 面;两投影面的交线称为 OX 轴。

将平键置于两面投影体系中,分别向 V 面和 H 面进行投射,如图 2-8 所示,得到平键的两个视图。从前向后投射在正面(V 面)上得到的视图称为主视图,从上向下投射在水平面(H 面)上得到的视图称为俯视图。为了便于绘图和识图,必须将两个投影面展开,摊平在同一平面上。展开的方法如下:正面保持不动,将水平面绕 OX 轴向下旋转 90° ,如图 2-8 所示。旋转后正面和水平面便摊平在同一平面上。在 OX 轴上方画出的是正面投影,即主视图;在 OX 轴下方画出的是水平投影,即俯视图。图 2-9a 所示为平键的两面投影图,图 2-9b 所示为省略投影面边框的两面视图的画法。

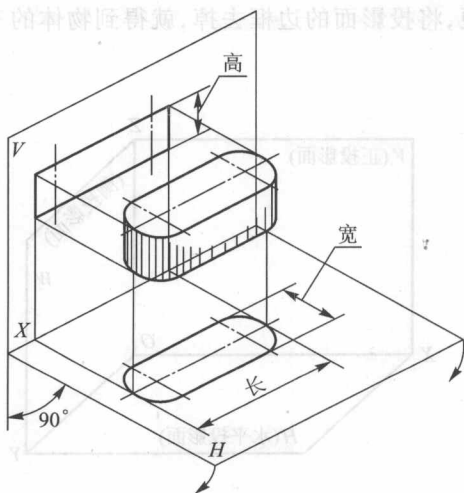


图 2-8 平键的两面投影

在平键的两面视图中,主视图反映了平键的长和高,俯视图反映了平键的长和宽及两端半圆的形状,

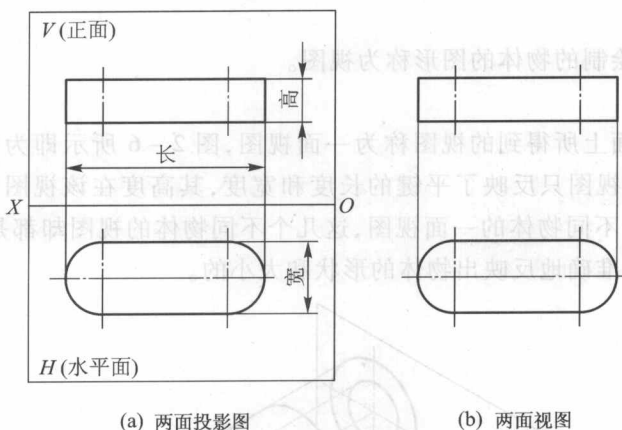


图 2-9 平键的两面视图

这样就把平键的形状和大小全面、准确地反映出来了。

(3) 三面视图

对于较复杂的零件,两面视图也满足不了表达的需要,就必须用更多的视图和各种不同的表达方法。在此仅介绍三面投影体系和三面视图。在原两面投影体系的基础上,再增加一个侧立投影面,简称侧面或 W 面,它同时垂直于正面和水平面,这样就构成了一个三面投影体系。三面投影体系中三个投影面相互垂直相交,分别是正面(V 面)、水平面(H 面)和侧面(W 面)。 V 面与 H 面的交线称为 OX 轴; V 面与 W 面的交线称为 OZ 轴; H 面与 W 面的交线称为 OY 轴。三轴的交点 O 称为原点,如图 2-10 所示。

将物体置于三面投影体系中,向三个投影面进行投射,分别得到主视图、俯视图和左视图,如图 2-11 所示。投影后将物体从三面投影体系中移出, V 面保持不动,将 H 面向下旋转 90° , W 面向右旋转 90° ,使 V 面、 H 面和 W 面摊平在同一个平面上,如图 2-12a、b 所示。为了画图方便,将投影面的边框去掉,就得到物体的三面视图,简称三视图,如图 2-12c 所示。

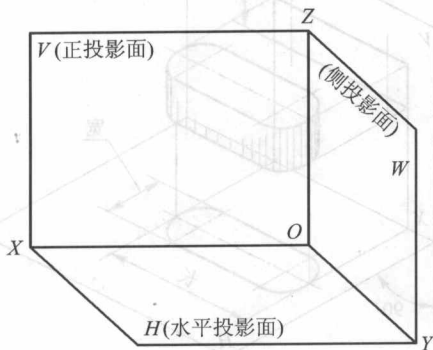


图 2-10 三面投影体系

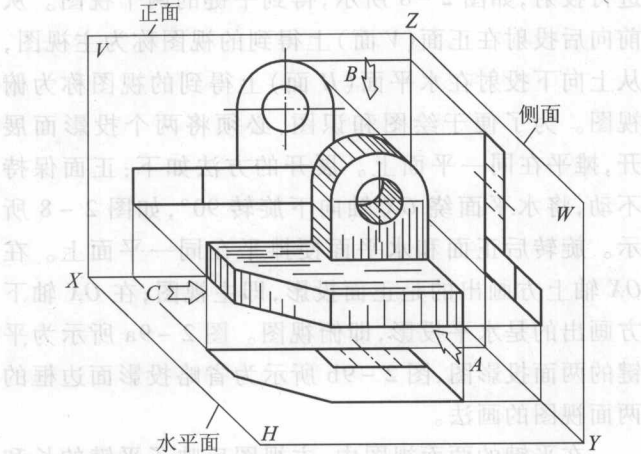


图 2-11 物体在三面投影体系中的投影