

卓越系列·21 世纪高职高专精品规划教材

机械制图

主 编 上官家桂 卢建源

天津大学出版社

卓越系列 · 21 世纪高职高专精品规划教材

机械制图

Mechanical Drawing

主 编 上官家桂 卢建源

参 编 于 剑 斌 方 力 宋全胜 张立君

主 审 赵 秀 玲

内 容 简 介

本书是专门为高职高专院校机械类专业和近机类专业编写的教材。其内容包括:机械制图的基本知识、机械制图国家标准、绘图工具和用品、基本几何作图、基本体的投影及表面取点、组合体的画图和读图方法、截交线和相贯线、轴测图、零件图、装配图、薄板类零件图的识读和展开画法。

本书也适合工程技术人员和相关技术工人使用。

图书在版编目(CIP)数据

机械制图/上官家桂,卢建源主编. —天津:天津大学出版社,2010.9

(卓越系列)

21世纪高职高专精品规划教材

ISBN 978-7-5618-3591-3

I. ①机… II. ①上… ②卢… III. ①机械制图—高等学校:技术学校—教材 IV. ① TH126

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 162299 号

出版发行 天津大学出版社

出 版 人 杨欢

地 址 天津市卫津路 92 号天津大学内(邮编:300072)

电 话 发行部:022—27403647 邮购部:022—27402742

网 址 www.tjup.com

印 刷 天津泰宇印务有限公司

经 销 全国各地新华书店

开 本 185mm×260mm

印 张 20.75

字 数 518 千

版 次 2010 年 9 月第 1 版

印 次 2010 年 9 月第 1 次

定 价 35.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请向我社发行部门联系调换

版权所有 侵权必究

前言

传统的《机械制图》、《机械识图》教材均是按照认知系统的规律来组织教学内容的,其内容大致包括机械制图的基本知识和几何作图的基本技能,投影理论基础,点、线、面的投影,基本体的三视图,组合体的三视图,机件的各种表达方法,剖视图,断面图,标准件和常用机械零件,规定画法和简化画法,零件图,装配图,展开图等。

这样组织教学内容,由点、线、面的投影,到基本体、组合体的投影,再到零件图、装配图的画法和读法,符合人们认识事物由简到繁、由局部到整体的规律和习惯,便于理解和记忆。但也存在诸多缺点和不足,主要是在学习上述知识和技能时没有一个“抓手”,不能带着问题学,从而使学生在学习时可能产生迷惘情绪:“学习这些枯燥的规定画法、条条框框到底有什么用呢?”此外,机械制图涉及到许多国家标准,还有诸多规定画法、简化画法,还涉及公差配合、形位公差、技术测量、工程材料、机械加工工艺、热处理、机械零件设计等方面的知识内容,要真正读懂机械图样必须阅读许多相关参考资料,使一线工作的工人、工程技术人员和初学者感到很不方便。

本书不同于其他同类教材,主要有以下特点。

1. 根据工作过程需要组织教学内容,即在学习时主要以图样为载体,图样上出现什么问题,就讲什么问题、学习什么问题。其优点是:学习时有“抓手”,使学生产生了学习的动力和兴趣,并能做到读图时无须查阅其他参考书,同时方便了现场工作人员。从传统习惯看,这似乎有些“凌乱”,但从工作过程需要的角度看,它却是系统的。本书有些内容并不属于机械制图的范畴,例如形位公差的解释与检测,零件的参考工艺,金属材料、热处理等的解释,但因现场工作人员的需要,还是把它们收编了进来;本书还有一些内容,例如平行度、垂直度、同轴度、对称度、圆跳动、全跳动等形位公差的检测与其公差带的解释曾多次重复出现,还有一些其他内容也重复出现过,亦是为了满足现场工作人员的需要。

2. 根据“理论认识依赖感性认识”的认识事物普遍规律,本书在学习点、线、面的投影时是从体中“拿”出来的点、线、面,其优点是使点、线、面和立体有机地结合了起来,点、线、面是体上的,增强了学习的针对性;从视图表达要求既“完整”又“清晰”这一对矛盾出发引出了剖视图、断面图、规定画法和简化画法;从提高画图、读图工作效率的角度出发,引出了螺纹、螺栓、螺钉、双头螺栓连接和螺旋弹簧、齿轮、齿轮啮合的规定画法、比例画法和简化画法以及滚动轴承的表示方法。这样可以使学生认识到这些规定是有原因、有道理的,学习这些知识、技能、方法是有用的。

3. 以模块为单位编写,每学习完一个模块就形成了一定的专门知识、专门技能和能力,将本书的全部知识和技能融汇、贯通、迁移就形成了较强的读图和画图能力。

4. 对于机械制图的重要规律(例如点、线、面、体的投影规律)、重要方法(例如组合体的画图方法、读图方法,零件图的画图方法、读图方法,剖视图的选择依据)、规定画法(例如螺纹的规定画法、齿轮的规定画法),为了便于读者的理解、记忆和应用,作者将其编成了“顺口溜”,目的是为了快速、牢固地记住和合理应用这些知识。

5. 每个模块开始均给出了认知、技能和情感等方面的学习目标,体现了重点培养、全面提高高职高专学生的职业素质和实践能力,特别是培养他们具有高尚职业道德的目的。

6. 本书配套有《机械制图习题集》,它内容新颖、形式独特,非常适合培养高职高专机械类专业、近机类专业学生的读图能力。尤其在装配图读图方面特色独具,令人耳目一新。其

内容、题目、方式、方法非常有利于高效培养读、画装配图,尤其是读装配图的能力。

7. 高职高专院校的教育目标与普通高等院校有明显的不同,其要逐步实现三个转变:将传统的以教材为中心向以职业岗位要求为中心转变,将以教师为中心向以学生为中心转变,将以课堂为中心向以工作过程、工作现场为中心转变。对机械制图课程教学而言,要把以培养学生的画图、读图能力并重,向以培养学生的读图能力为主转换。因此,在教学过程中,从基本体、组合体、截交线、相贯线、零件图到装配图的教学内容的组织、教学方法的选择,到课堂教学、课外练习,均应体现这种理念。

应用本书教学,须注意课程介绍,即介绍机械制图的作用、地位,主要内容,重点、难点、关键点和学习方法等。

①作用、地位。机械制图是机械工程技术界的共同语言,是表达设计思想、组织生产和进行技术交流的工具,地位重要。

②主要内容。机械制图的基本知识,机械制图国家标准和基本几何作图,点、线、面的投影,基本体,组合体,截交线,相贯线,轴测图,零件图,装配图等。

③重点、难点、关键点。重点是组合体的画图、读图,零件图,装配图;难点是截交线、相贯线,组合体读图,装配图读图;关键点是读、画零件图,读装配图。

④学习方法。学习机械制图的最终目的是读图和画图,为此,除掌握相关的基础知识和技能外,要从立体到视图,即三维到二维,再从二维回到三维,循环、反复练习。要看:看模型、看零件、看轴测图、看视图。要思:思考这个模型、这个零件、这个轴测图怎样表达成视图;思考这组视图、这个零件图的空间形状是什么。要不耻下问:问同学、问老师、问有实践经验的人、问有一技之长的人。要系统学习、立体化学习、结合工作学习,即不仅学习视图表达,还要学习尺寸标注,学习各项技术要求(尺寸公差、形位公差、热处理、表面处理等)。为了帮助教学,在每个模块前提出了教学提示,其内容有作用地位、物资材料、教法提示、学法提示。

8. 本书配套还有多媒体课件,其内容有零件测画,装配图的识读,基本几何作图,点、线、面的投影,AutoCAD 基础。多媒体课件为高效学习本课程提供了可靠、有力、先进的手段。提供多媒体课件编辑邮箱:hxi8321@126.com。

以工作过程需要为导向来组织机械制图教学内容的编写是一种尝试,缺点、错误在所难免,褒贬不一的反映也是预想得到的,但编者认为它是一个大方向,应该去尝试。其中错漏之处如蒙读者指出,我们将非常感谢。

在编写本书过程中,得到了天津中德职业技术学院副院长、教授吕景泉,机械工程系主任、副教授陈宽和天津大学出版社的大力支持,得到王笑娜同学的诸多帮助,在此一并表示感谢!

编者

2010 年 5 月

目 录

模块一 机械制图的基本知识	1
1.1 表达立体的几种图	3
1.2 三视图的形成及其相互关系	8
1.3 正投影的基本性质	11
模块二 绘图工具和绘图的基本技能	13
2.1 绘图工具及其使用	14
2.2 国家标准《机械制图》的基本规定	19
2.3 平面几何图形的画法	30
2.4 斜度和锥度	32
2.5 线段连接的画法	34
模块三 点、线、面的投影	39
3.1 点的投影	42
3.2 各种位置直线的投影	44
3.3 各种位置平面的投影	49
模块四 基本体的投影	54
4.1 平面基本体的投影	55
4.2 曲面基本体的投影	58
4.3 基本体的尺寸标注	67
模块五 组合体	69
5.1 叠加式组合体的画图	71
5.2 切割式组合体的画图	74
5.3 组合体的尺寸标注	77
5.4 叠加式组合体的读图	79
5.5 切割式组合体的读图	82
模块六 截交线和相贯线	89
6.1 截交线	90
6.2 相贯线	100
模块七 轴测图	110
7.1 轴测图的基本知识	110
7.2 正等测图	111
7.3 斜二测图	117
7.4 轴测剖视图	120
7.5 轴测草图	121
模块八 零件图	124
8.1 零件图的概念和分类	125

8.2 零件图的画图和读图	127
模块九 装配图	236
9.1 装配图的作用、内容及画法概述	237
9.2 画装配图	239
9.3 读装配图	257
9.4 第三角投影体系的装配图举例	287
模块十 薄板类零件图的识读和展开	291
10.1 平面立体零件图的识读和展开	292
10.2 曲面立体零件图的识读和展开	297
10.3 变形接头零件图的识读和展开	302
10.4 生产中画展开图要考虑的工艺因素	303
附录	304
参考文献	324

模块一 机械制图的基本知识

学习目标

- (1)了解机械制图中出现的几种图的用处。
- (2)了解三视图的形成过程,牢记并能熟练应用三视图的投影规律、对应关系、位置关系和方位关系。
- (3)掌握正投影的基本性质。

教学提示

1. 地位作用 该模块主要讲述机械制图课程的入门知识,它是该课程的基础。
2. 物资材料 讲解机械制图课程中常见的几种图是如何得来的课件。
3. 教法提示 本模块主要有三项内容:表达立体的几种图、三视图的形成及相互关系、正投影的基本性质。

本模块教学主要采用讲授法。

讲授表达立体的几种图时建议从分析各种图形的特点入手,逐一引出介绍。例如轴测图,其优点是立体感强,缺点是图形失真,由此引出视图,其优点是能真实反映立体的形状,缺点是只能表达立体的形状,不能反映其大小,而且没有立体感,由此引出了零件图。要避免机械式介绍。

讲授三视图的形成及相互关系时,要强调正投影是“正对着立体看得到的投影”,让学生知道三个投影面是怎样摊在同一平面上的。

牢记三视图的对应关系、位置关系和方位关系。学习三视图的对应关系时要强调“长对正,高平齐,宽相等”。对立体的总长、总宽、总高是这样,对立体的某一部分的长度、宽度、高度也是如此,见图 1-1。

学习三视图的位置关系要指出在“不加说明的状况下”它们的位置关系是:“正面放着主视图,俯视图就在它下面,右面放着左视图,三图位置不能变。”加了说明,这种位置关系可以改变。

学习三视图的方位关系时,须牢记:“以主视图为基准,远离主视图一面是前面。”记住这个规律对提高画图、读图效率有利。

讲授正投影的基本性质时,要求学生牢记投影的积聚性、真实性、类似性,记住正投影的性质是必要的,而更重要的是要掌握利用正投影的性质来分析投影,分析视图上的线和面的性质,分析它们的空间形状和位置,帮助学生想象出立体的空间形状,见图 1-2。

图 1-3 所示的视图上有许多线,它们都属于下列三种线之一。两平面的交线,例如 $3'4'$;平面的积聚性投影,例如 a' ;转向轮廓线的投影,例如 $1'2'$ 。同样,视图中也有许多“线框”,它们都属于下列三种面之一:平面的投影,例如 $3'4'5'6'$ 平面;曲面的投影,例如 $1'2'7'8'$

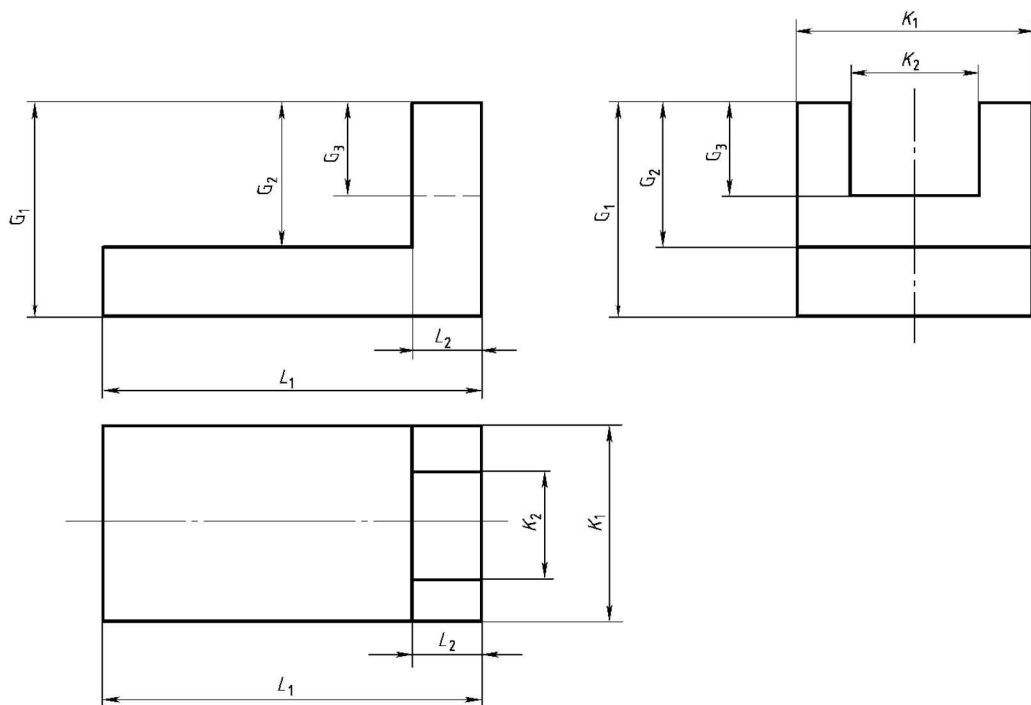


图 1-1 长对正,高平齐,宽相等

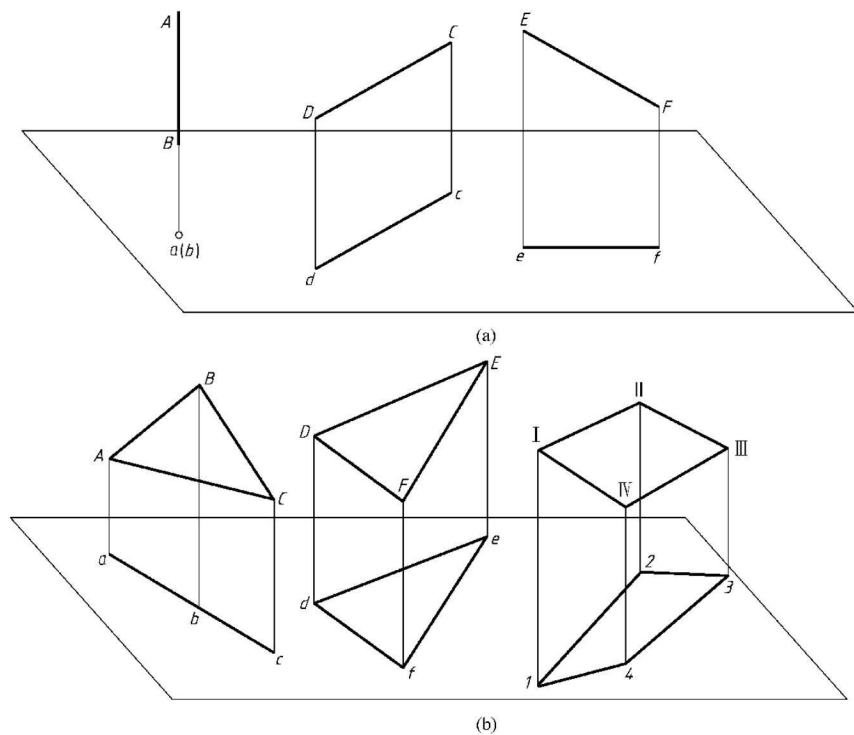


图 1-2 正投影的性质

(a)直线的投影;(b)平面的投影

平面;截平面与立体交线的投影,例如视图中的 m' 。牢记投影为线、为“线框”的状况,对分

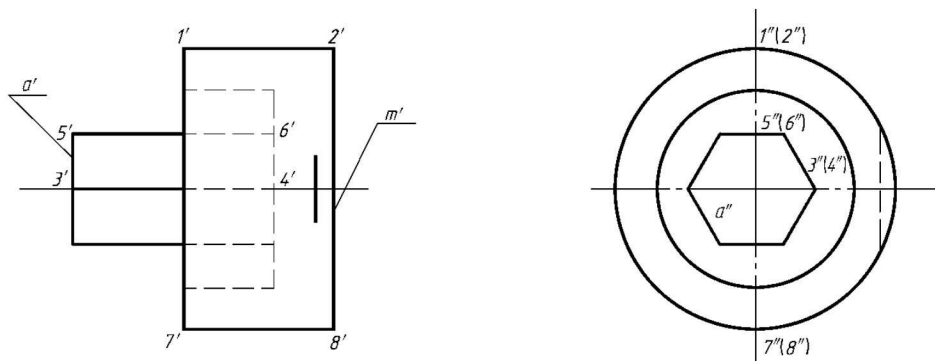


图 1-3 视图上的面和线

析视图,想象立体形状很有帮助。

4. 学法提示 学习表达立体的几种图时,不要机械性强记,而应在总结各种图特点的基础上记忆。例如,立体感强的叫轴测图,平面图形叫视图,标注尺寸和技术要求的叫零件图,有剖面线、少虚线的叫剖视图,若干个零件画在一起的叫装配图。

学习三视图的形成及相互关系时,清楚三视图是怎样形成的是掌握三视图三种关系的关键。主视图是从前向后看得到的视图,俯视图是由上而下看得到的视图,它们都反映同一立体的长度,所以有“主视、俯视长对正”;主视图是由前向后看得到的视图,左视图是由左向右看得到的视图,它们都反映同一立体的宽度,所以有“主视、左视高平齐”;由于同样的原因,还有“俯视、左视宽相等”。

对于方位关系,从三视图的形成过程来看,得出“以主视图为准,远离主视图一面是前面”的规律是非常自然的。

1.1 表达立体的几种图

1.1.1 轴测图

立体有长、宽、高三个方向的形状,在同一个图样上如果能够同时全部表达它们,就比较直观,有立体感。图 1-4(a)所示是个长方体,它由三对大小不同的平面组成;图 1-4(b)所示是个圆柱体,它的周围是圆柱面,两端面是圆形平面,这就是轴测图。它能使立体三个方向的形状在同一个图中表达,但形状失真,如长方形变成了平行四边形、圆形变成了椭圆形,而且比较难画,所以在生产中应用较少,仅作为辅助图样来使用。

本书中采用了一些轴测图,目的是利用它的直观性优点,作为辅助图样和视图对照,帮助学生理解视图与轴测图间的相互转化,即由平面到空间、再由空间回到平面的转化。在读轴测图时,要注意以下几点。

①轴测图上的平行四边形,一般反映的是立体上的正方形或长方形。

②轴测图上的椭圆,一般反映的是立体上的正圆。

③视图中的每一个“线框”(封闭的几何图形)都表示立体上的一个面,要能根据这些“线框”读懂立体的形状,还要读懂这些“线框”表示的是立体哪个方向的形状。这样,才会有立体感,也才能明白整个立体的形状。

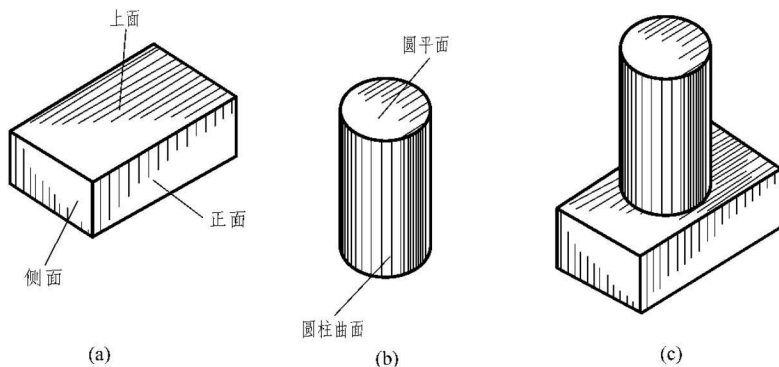


图 1-4 轴测图

(a) 长方体; (b) 圆柱体; (c) 长方体和圆柱体的组合体

1.1.2 视图和剖视图

1. 视图

轴测图失真,那么怎样才能使画出的图形不失真呢?实践证明,正对着立体去看,画出的图形就不会失真。如图 1-5(a)所示的立体,把它横拿在手中,正对着去看,就看到长方体的窄平面和圆柱体前半部的曲面,画出来的图形如图 1-5(a)所示;再把这个立体向前翻转 90° 后正对着看,画出来的便是图 1-5(b)所示的图形。

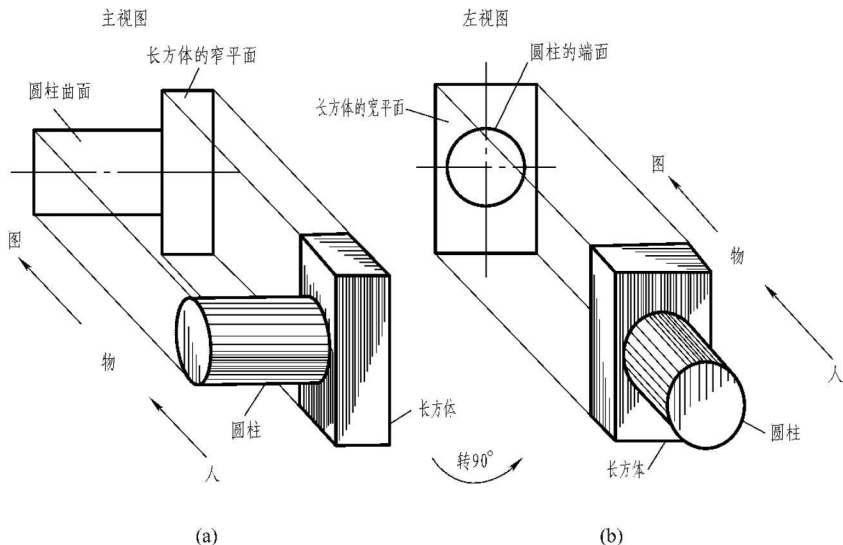


图 1-5 视图是怎样得来的

(a) 横拿正看; (b) 翻转 90° 后正看

每一个图形都能正确反映出立体某一个方向的形状,如果把这两个图按照图 1-6 所示结合起来读,整个立体的形状就能完整而又准确地表示出来。

这种正对着立体去看,画出的图形叫做视图。机械图就是用视图来表示机件形状的。

2. 剖视图

生产上要求视图能完整、正确、清晰地表示立体的形状。当需要清楚地表达立体的内部形状时,可假想用剖切平面把立体切开,拿去前面部分,正对着留下部分去看,画出留下部分的视图,并在切口上(假想立体与剖切平面接触到的部位)画上剖面符号(当材料是金属时,画成间隔相等、方向相同并且与水平线呈 45° 夹角平行的细实线),这种图形叫做剖视图,见图 1-7。

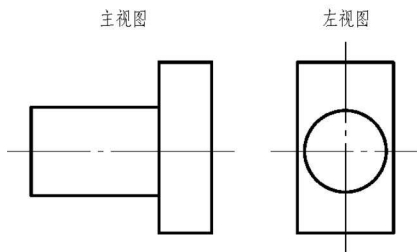


图 1-6 把两个视图结合起来

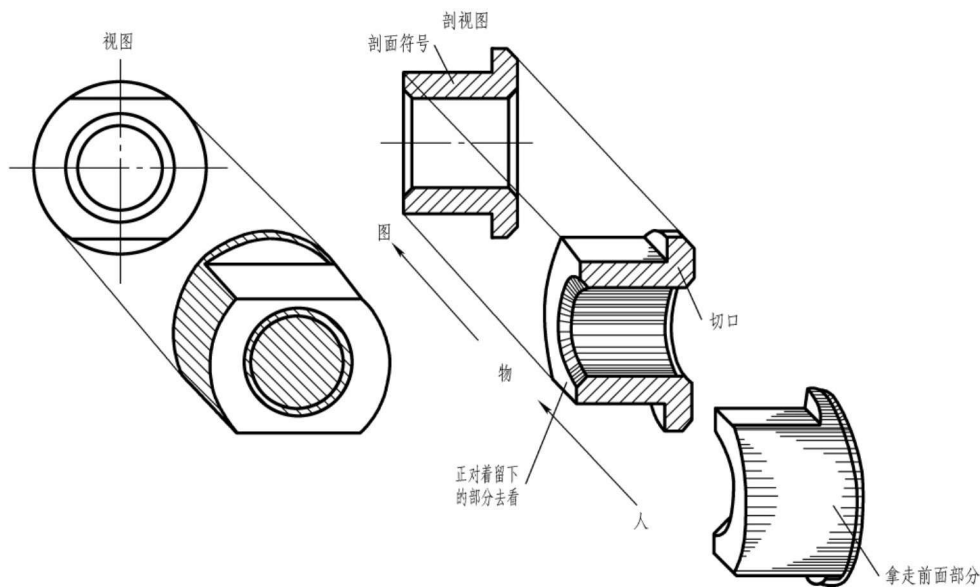


图 1-7 轴套的视图和剖视图

视图和剖视图相结合能够完整、清晰地表达立体的内、外形状,但一般要用几个视图来表达,立体感较差,不如立体图那样直观、易懂。本书着重讨论视图的投影规律,以便掌握它的画图和读图方法。

1. 1. 3 机械图

机械图包括零件图和装配图。

1. 零件图

视图和剖视图相结合用来表示立体的内、外形状,但仅有视图还不能用于生产。图 1-8 所示的图样不仅用视图表示零件的形状,而且用尺寸表示零件的大小,用符号或文字说明零件的技术要求,在标题栏中还说明了零件的名称、比例、材料、数量等,这种图样叫做零件图。

2. 装配图

图 1-9 所示的图样是把一定数量的零件,按设计要求装配在一起,以表达部件或机器的工作原理、零件的相对位置和配合、连接关系和主要零件形状,这样的图样叫做装配图。

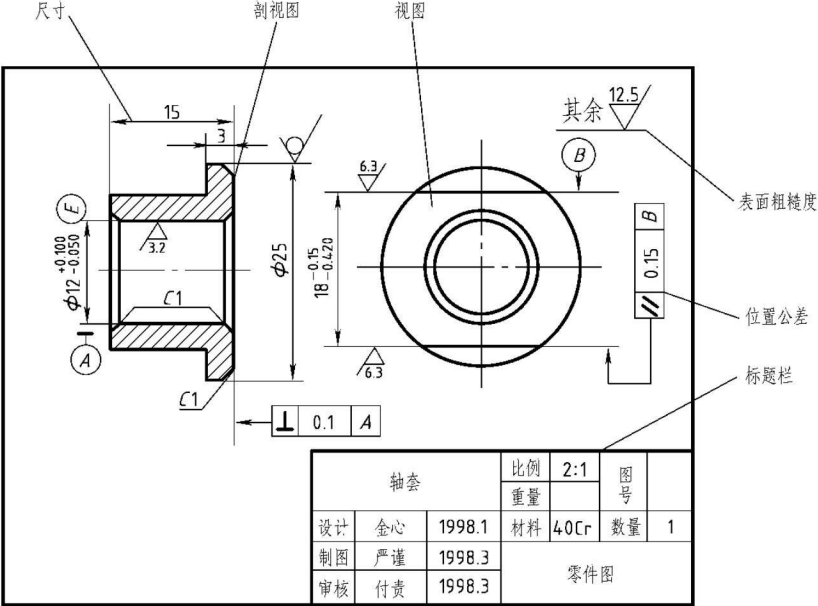


图 1-8 零件图

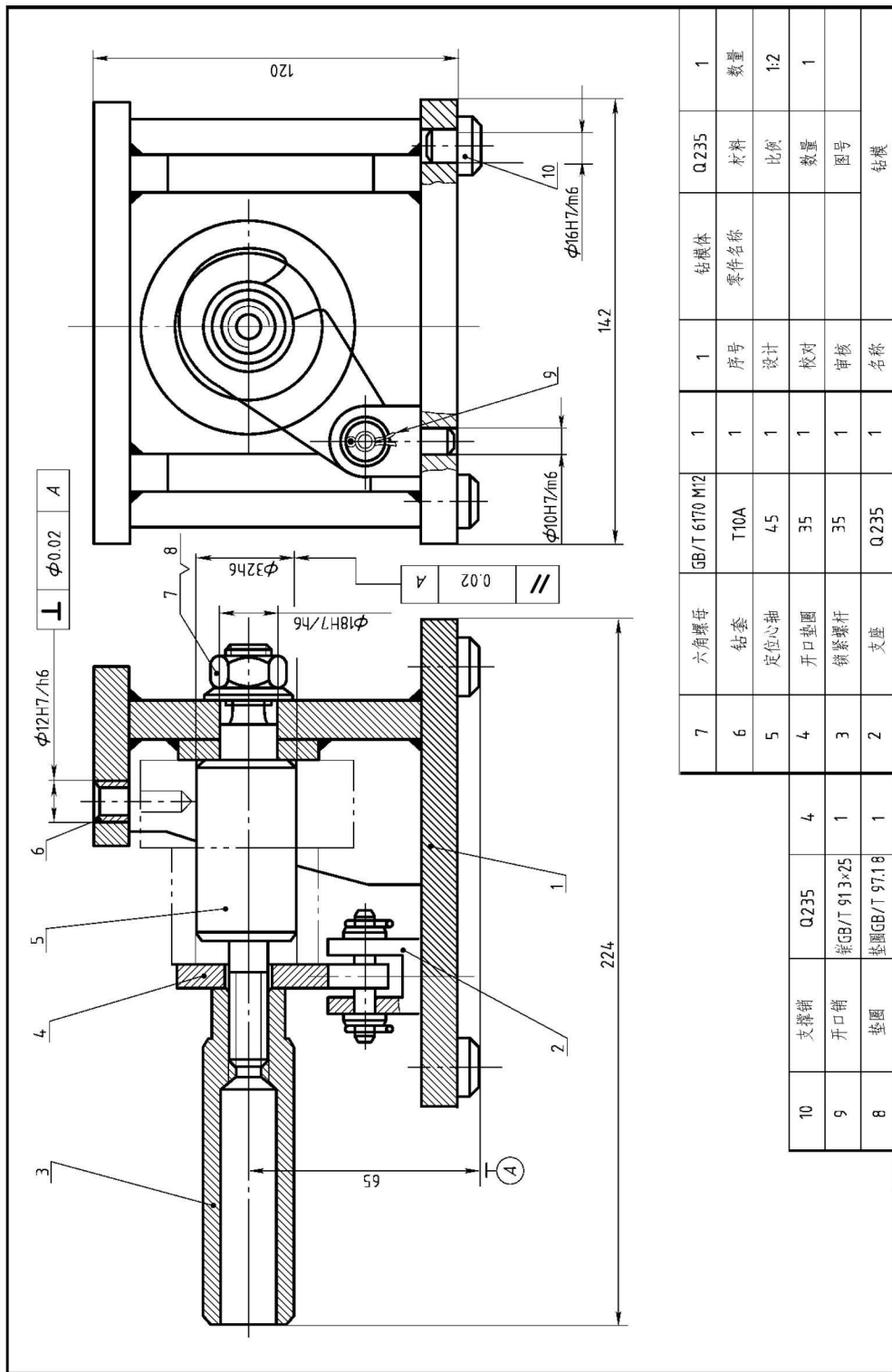


图 1-9 钻模装配图

1.2 三视图的形成及其相互关系

正对着立体去看得到的图形叫正投影图。在正投影图中,立体的立体感消失殆尽,固有的层次没有了,变成了平面图形,就像层次分明的高山、大河、平原、峡谷在一些地图上全部都变成了违背人们视觉习惯的平面图形,增加了读图的难度。

1.2.1 三视图的形成

立体在一个方向的投影具有片面性,如果从多个方向看,得到立体在多个方向的投影,读图时将他们联系起来分析、想象就能消除片面性,确定立体的真实形状。一般画出立体三个方向的视图就能做到这一点。为此,人们设立了三投影面体系,它由三个相互垂直的投影面组成。三个投影面的名称、代号、三个投影轴和其交点见图 1-10。

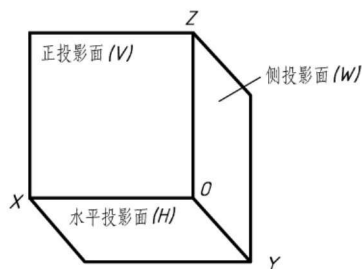


图 1-10 三面投影体系

1.2.2 三视图是如何得来的

将机械零件 V 形块放进三投影面体系中,假想将其悬空,而且使 V 形块表面与某一投影面平行,就是把物体“摆正”来看,见图 1-11(a)。

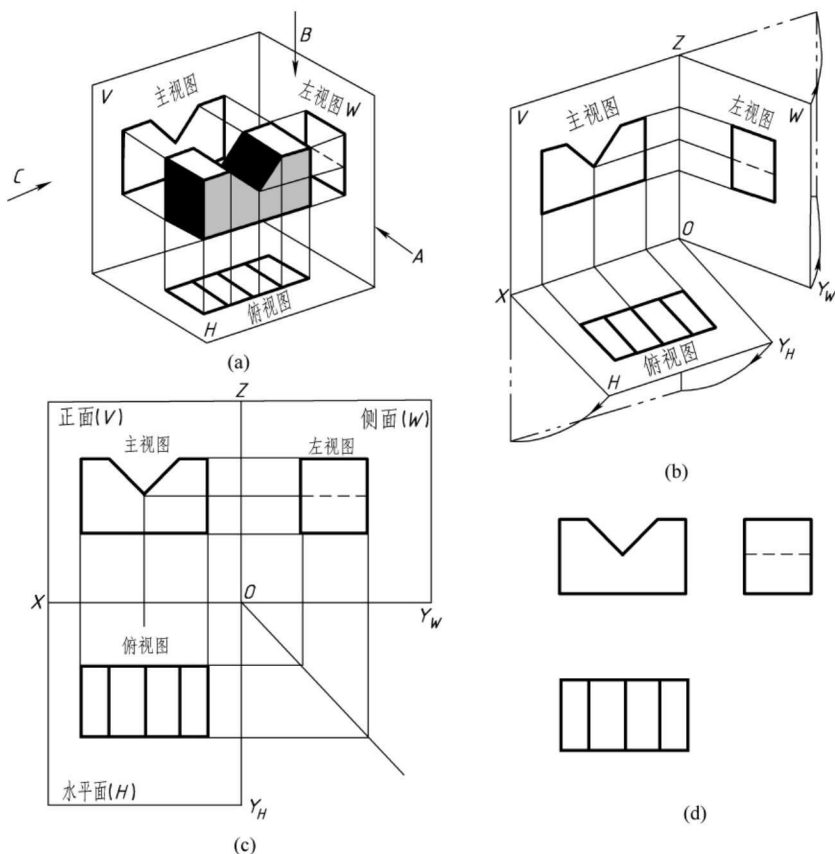


图 1-11 三视图的形成

(a) 立体向三个相互垂直的投影面投影;(b) 投影面展开;

(c) 展开后的三视图位置;(d) 三视图

如图 1-11(a)所示,按箭头 A 所示方向,由前向后正对着 V 形块看,在正面上得到的投影叫主视图;V 形块不动,改变观察者的方向,按箭头 B 所示方向,由上向下正对着 V 形块看,在水平面上得到的投影叫俯视图;同样,按箭头 C 所示方向,由左向右看,在右侧面上得到的投影叫左视图。画图时,立体看得见的轮廓线画粗实线,看不见的轮廓线画虚线。常用图线的画法及应用可见模块二的表 2-3,绘制图线的注意事项可见模块二的表 2-4。

当三视图摊在同一平面上时,规定正面不动,水平面绕 OX 轴向下转 90° 与正面重合,侧面绕 OZ 轴转 90° 与正面重合,所以就有“正面放着主视图,俯视图就在它下面,右面放着左视图”的状况。

1.2.3 三视图的关系

三视图有三种关系,分别是对应关系、方位关系和位置关系。

1. 对应关系

任何立体都有长、宽、高三个方向的尺寸,在机械制图中规定左右方向度量的尺寸叫长,前后方向度量的尺寸叫宽,上下方向度量的尺寸叫高。任何一个投影面的视图都反映立体两个方向的尺寸,主视图反映立体长度和高度方向的尺寸,俯视图反映立体长度和宽度方向的尺寸,左视图反映立体宽度和高度方向的尺寸。因此,三个视图之间存在着主视、俯视图长对正,主视、左视图高平齐,俯视、左视图宽相等的投影规律,简称为“长对正,高平齐,宽相等”。对于立体的总长、总宽、总高是如此,对于某一局部尺寸也是这样,见图 1-12。

2. 方位关系

方位指立体的上、下、左、右、前、后面六个位置。以图 1-13 所示的玩偶为例,说明三视图上立体的方位关系。

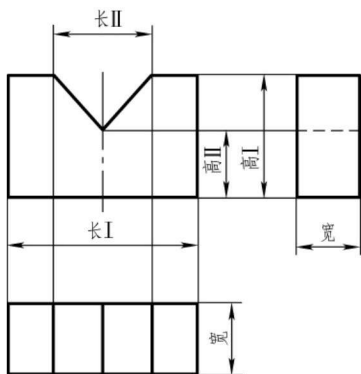


图 1-12 三视图的对应关系

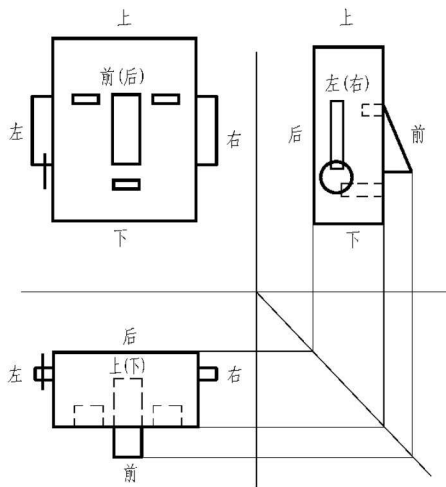


图 1-13 三视图的方位关系

读三视图时,容易把立体上的前后位置与视图上的前后位置弄混。例如玩偶的鼻子在前面,当把三个投影面都摊到同一个平面上时,它却在俯视图的下面、左视图的右面。这样就变成俯视图的下面表示立体的前面,左视图的右面也表示立体的前面,综合起来,就是“远离主视图的一面是立体的前面。”

3. 位置关系

位置关系是指三视图的摆放位置。如果以主视图为准,俯视图在它的下面,左视图在它

的右面。即“正面放看主视图,俯视图就在它下面,右面摆着左视图,三图位置不能变(在不加说明的状况下)”。

1.2.4 视图上线条、“线框”表示的几何意义

正对着立体去看画出的视图,是把组成立体每个表面的轮廓线用规定的线条画出来,因此了解视图上线条、“线框”的意义,对于画图和读图都是重要的,尤其对于读图就更为重要。

视图中每一条粗实线或虚线,分别反映了下列三种情况之一,见图 1-14(a)。

- ①表示立体上垂直于某一投影面的平面或曲面的投影。
- ②表示立体上表面交线的投影。
- ③表示立体上曲面转向轮廓线的投影。

视图中的封闭“线框”,分别反映了下列三种情况之一,见图 1-14(b)。

- ①表示立体上一个平面或曲面的投影。
- ②相邻两个封闭“线框”,表示立体上位置不同的两个平面。

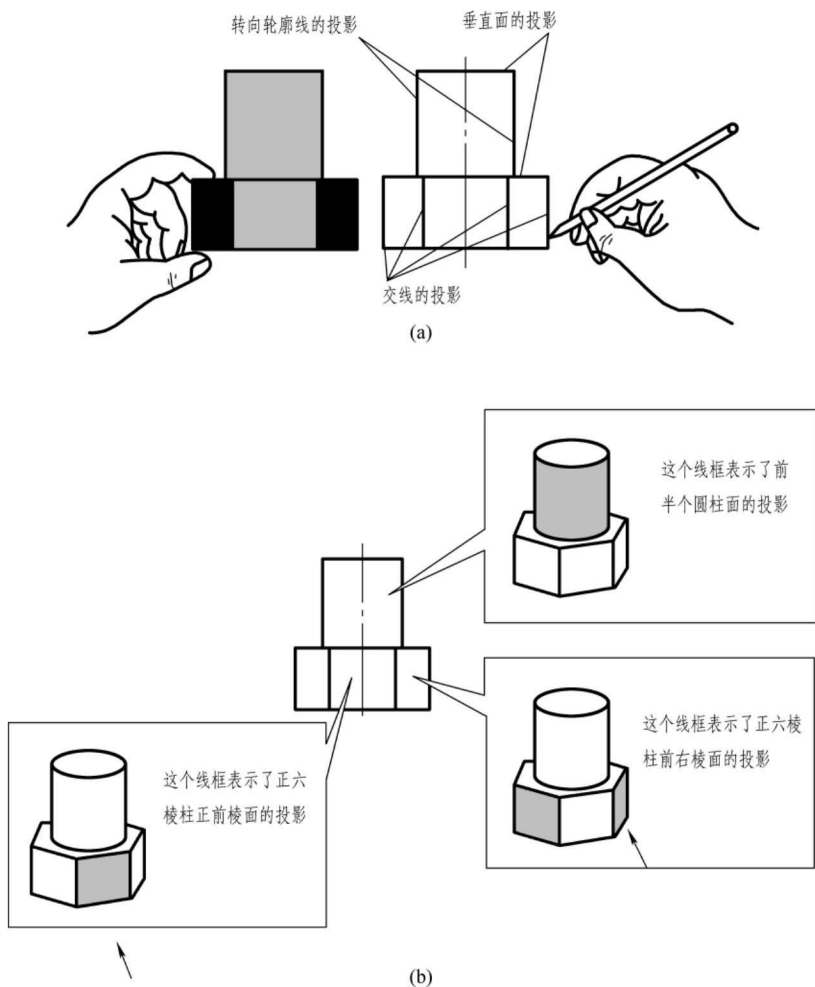


图 1-14 视图上线条、“线框”的意义

(a)线条的意义;(b)“线框”的意义

- ③在一个大封闭“线框”内所包括的各个小“线框”,表示在大平面(或曲面)内凸出或凹