



机械制图 计算机绘图

主 编 ◎郭钦贤

副主编 ◎顾东明

戚 美

梁会珍

袁义坤



北京航空航天大学出版社

TH126/283

2008

机械制图与计算机绘图

郭钦贤 主编

顾东明 戚美 梁会珍 袁义坤 副主编

图书在版编目(CIP)数据

机械制图与计算机绘图/郭钦贤等编. —北京:

航空航天大学出版社, 2008.8

ISBN 978-7-81124-397-0

I. 机… II. 郭… III. ①机械制图—教材 ②计算机绘图—教材

③自动绘图—高等学校—教材 W. TH126

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第091312号

机械制图与计算机绘图

主编 郭钦贤

副主编 袁义坤 戚美 梁会珍 顾东明

责任编辑 孙克全

北京航空航天大学出版社

内 容 提 要

本书包括机械制图和计算机绘图两大部分,在强化理论知识和培养思维能力的同时,注重学生手工仪器绘图和计算机绘图能力的综合培养。全书共 11 章,内容包括画法几何、制图基础、机械制图和计算机绘图基础四部分。主要讲述制图基本知识、正投影的基本理论、形体的构造及轴测投影图的画法、机件的常用表达方法、螺纹紧固件等标准件和常用件的绘制、零件图及装配图的绘制与阅读以及计算机绘图等。

本书是在原《工程图学与计算机绘图》(ISBN 7-81077-206-6)教材的基础上,根据学科的发展和教学要求修订而成。本书可作为高等工科学校机械类、近机类各专业画法几何与机械制图及机械基础系列课程的教材,也可供各专业师生和工程技术人员参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

机械制图与计算机绘图/郭钦贤等编. —北京:北京

航空航天大学出版社,2008.8

ISBN 978-7-81124-397-0

I. 机… II. 郭… III. ①工程制图—高等学校—教材
②自动绘图—高等学校—教材 IV. TH126

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 091312 号

机械制图与计算机绘图

郭钦贤 主编

顾东明 戚 美 梁会珍 袁义坤 副主编

责任编辑 金友泉

*

北京航空航天大学出版社出版发行

北京市海淀区学院路 37 号(100083) 发行部电话:010-82317024 传真:82328026

<http://www.buaapress.com.cn> E-mail: bhpressell@263.net

北京市松源印刷有限公司印装 各地书店经销

*

开本:787 mm×1 092 mm 1/16 印张:21.5 字数:550 千字

2002 年 8 月第 1 版 2008 年 8 月第 3 次印刷 印数:5 000 册

ISBN 978-7-81124-397-0 定价:33.00 元

前 言

机械制图及计算机绘图是高等工科院校的一门技术基础课。本教材旨在打破传统教学模式,在介绍理论技术的同时强化思维方式的培养,教材的着重点主要是解决形体的图示和表达方法。为满足现代工程技术人员基本素质的需要,集中介绍计算机绘图命令的使用方法和作图技能,同时本教材中的插图基本上全是使用计算机绘制的。

本教材是将机械制图的基本内容与计算机绘图有机地融合在一起,较好地处理了经典内容与现代技术、继承与创新、理论教学与技能训练的关系。教材内容具有一定的新颖性。因此,建议读者在学习过程中应善于思维,积极创新。

本书的主要特点是:

1. 恰当、合理地处理计算机绘图内容是本书最显著的特点。经过实践发现,将计算机绘图集中介绍既有利于学习也便于查阅,以 AutoCAD 2006 版本为主介绍计算机绘图。因为各种版本的 AutoCAD 基本绘图和修改等命令,其功能并没有发生太大的改变,读者只要掌握了这些基本技术,就可以自行深入探讨 AutoCAD 的其他绘图技术。

2. 增加了组合体构形设计以及计算机三维实体造型的内容,两者的有机结合在培养读者空间想象能力、几何形体和机件表达能力以及创造思维能力、创新意识、创新能力等方面将会发挥更大的作用。

3. 精选传统内容。由于课时的减少和融入新知识的需要,必须精简部分章节内容。本书删掉了“曲线与曲面”、“立体的表面展开”等内容,对于“投影变换”,只讲述常用的换面法。同时,语言的精练易懂也是本教材的特色之一。

4. 本教材注重手工仪器绘图和计算机绘图综合能力的培养,并将这两种绘图方法贯穿于整个教材之中,从而培养提高学生的综合动手能力和图形处理能力。

5. 零件图和装配图两章,按认识规律对内容体系作了调整。根据标准件、常用件的结构特点,将其作为特殊零件,穿插在零件图和装配图中介绍其画法、标记及连接图画法。并根据机械零件加工制造的实际要求,强调了图形结构设计和尺寸标注的实战技术。

6. 本教材中给出了该课程常用的名词、术语的英语单词及词组。

7. 全书采用最新国家标准,表面结构要求为 2006 年最新标准,并介绍标注实例。

本书由山东科技大学郭钦贤负责主编,顾东明、戚美、梁会珍、袁义坤为副主编。本教材由山东科技大学王颖教授主审,王农教授、杨德星老师对图形处理技术提出了许多宝贵意见,在此一并表示真挚的感谢。

由于编者水平有限,书中缺点错误在所难免,敬请各位读者及同仁提出批评和建议,来信请发到:guoqinx@126.com 邮箱。

绪 论	1
第 1 章 工程图学的基本知识与绘图技能	5
1.1 制图国家标准的基本规定	5
1.1.1 图纸幅面及格式	5
1.1.2 比例(Scale)	7
1.1.3 字 体	8
1.1.4 图 线	9
1.1.5 尺寸标注	11
1.1.6 机械工程 CAD 制图规则	15
1.2 尺规绘图工具及仪器的使用方法	17
1.3 几何作图	18
1.3.1 正多边形的画法	18
1.3.2 斜度和锥度	19
1.3.3 圆弧连接	20
1.4 平面图形的分析及画法	21
1.4.1 平面图形尺寸分析	21
1.4.2 平面图形线段分析	22
1.4.3 平面图形的画图步骤	22
1.5 绘图技能	23
1.5.1 尺规绘图的方法和步骤	23
1.5.2 徒手绘草图的方法	24
第 2 章 形体几何要素的投影	26
2.1 投影面体系的建立	26
2.2 点的投影	26
2.2.1 点在三投影面体系中的投影	26
2.2.2 投影面和投影轴上的点	28
2.2.3 两点的相对位置及重影点	28
2.3 直线的投影	30
2.3.1 各种位置直线及投影特性	30
2.3.2 求一般位置直线段的实长及其与投影面的倾角——直角三角形法	32
2.3.3 直线上点的投影特性	34
2.3.4 两直线的相对位置及投影特性	35
2.4 平面的投影	38

2.4.1	平面的表示法	38
2.4.2	各种位置平面及投影特性	39
2.4.3	平面内的点和直线	42
2.5	几何要素之间的相对位置	44
2.5.1	直线与平面及两平面平行	44
2.5.2	直线与平面及两平面相交	47
2.5.3	直线与平面及两平面垂直	51
2.5.4	综合性问题的解法举例	54
2.6	换面法	55
2.6.1	换面法(Auxiliary Plane Method)的基本概念	55
2.6.2	点的投影变换规律	56
2.6.3	直线在换面法中的基本应用	58
2.6.4	平面在换面法中的基本应用	60
2.6.5	换面法解题举例	62
第3章	基本形体的三视图及尺寸标注	65
3.1	三视图的形成及投影规律	65
3.2	平面形体及表面上取点	66
3.2.1	棱柱(Prism)	66
3.2.2	棱锥(Pyramid)	67
3.3	曲面形体及表面上取点	68
3.3.1	圆柱体(Cylinder)	68
3.3.2	圆锥体(Cone)	69
3.3.3	圆球体(Sphere)	71
3.3.4	圆环(Torus)	71
3.4	平面与形体表面相交	72
3.4.1	平面与平面形体表面相交	73
3.4.2	平面与回转体表面相交	75
3.5	两回转体表面相交	83
3.5.1	表面取点法	84
3.5.2	辅助平面法	86
3.5.3	相贯线的特殊情况	88
3.5.4	圆柱、圆锥相贯线的变化规律	89
3.5.5	相贯线的近似画法	90
3.6	形体的尺寸标注	91
3.6.1	基本形体的尺寸标注	91
3.6.2	截割、相贯体的尺寸标注	92

第 4 章 组合体的构成及三视图	93
4.1 组合体的构成及表面界线的有效性分析	93
4.1.1 组合体的构成方式	93
4.1.2 组合体中相邻表面界线的分析	93
4.2 组合体三视图的绘制	96
4.2.1 组合体构形分析方法	96
4.2.2 画组合体三视图的方法和步骤	97
4.2.3 组合体的草图绘制	100
4.3 组合体的尺寸标注	100
4.3.1 尺寸标注的基本要求	100
4.3.2 尺寸基准的确定	100
4.3.3 尺寸的种类	100
4.3.4 常见板状结构的尺寸标注	103
4.3.5 尺寸布置的要求	103
4.3.6 标注尺寸举例	105
4.4 读组合体视图	107
4.4.1 读图的基本要领	107
4.4.2 读图的基本方法	109
4.4.3 读图举例	111
4.5 组合体的构形设计	112
4.5.1 组合体的构形原则及方式	112
4.5.2 组合体构形设计应注意的问题	115
第 5 章 轴测投影图的画法	116
5.1 轴测投影的基本知识	116
5.1.1 轴测投影的形成	116
5.1.2 轴向变形系数和轴间角	117
5.1.3 轴测图的投影特性	117
5.1.4 轴测图的分类	117
5.2 正等轴测图及画法	118
5.2.1 轴间角和轴向变形系数	118
5.2.2 平面立体正等测图的画法	118
5.2.3 曲面立体正等测图的画法	119
5.2.4 截切体、相贯体正等测图的画法	121
5.2.5 画组合体正等测图举例	121
5.3 斜二轴测图及画法	123
5.3.1 轴间角和轴向伸缩系数	123
5.3.2 平行于坐标面圆的斜二测图画法	123

5.3.3 斜二轴测图画法举例	124
第6章 机件图样的表达方法	126
6.1 视图	126
6.1.1 基本视图	126
6.1.2 向视图	127
6.1.3 斜视图	127
6.1.4 局部视图	128
6.2 剖视图	129
6.2.1 剖视图的概念	129
6.2.2 剖视图的种类	133
6.2.3 剖切面的种类及常用的剖切方法	137
6.2.4 剖视图中的规定画法	142
6.2.5 剖视图在特殊情况下的标注	143
6.3 断面图	144
6.3.1 断面图的概念	144
6.3.2 断面图的种类	144
6.4 局部放大图及简化画法	147
6.4.1 局部放大图	147
6.4.2 简化画法	148
6.5 表达方法综合应用举例	151
6.6 第三角画法简介	153
第7章 零件图	156
7.1 零件图的作用和内容	156
7.2 零件的构形分析与设计	157
7.2.1 设计要求决定零件的主体结构形状	157
7.2.2 工艺要求对零件局部结构设计的补充	158
7.2.3 零件结构设计要形象美观	162
7.3 特殊零件的结构画法及标记	163
7.3.1 螺纹的结构及表示	163
7.3.2 螺纹紧固件及标记	170
7.3.3 键、销及标记	171
7.3.4 齿轮的结构及规定画法	173
7.4 零件的视图选择及尺寸标注	179
7.4.1 零件表达方案的选择	179
7.4.2 零件图中尺寸的合理标注	182
7.4.3 典型零件图例分析	188
7.5 零件的技术要求	193

7.5.1 表面结构要求	193
7.5.2 极限与配合	198
7.5.3 形状公差和位置公差(简称形位公差)	206
7.6 读零件图	209
7.6.1 读零件图的方法步骤	209
8.6.2 读图举例	209
7.7 零件的测绘	210
7.7.1 测量工具及测量方法	211
7.7.2 零件测绘的方法步骤	213
第8章 装配图	215
8.1 装配图的作用和内容	215
8.1.1 装配图的作用	215
8.1.2 装配图的内容	215
8.2 装配图的表达方法	217
8.2.1 规定画法	217
8.2.2 特殊表达方法	218
8.2.3 简化画法	219
8.3 常见装配结构的画法	219
8.3.1 螺纹紧固件的连接画法	220
8.3.2 键连接画法	223
8.3.3 销连接画法	224
8.3.4 滚动轴承在装配图中的画法及代号	224
8.3.5 弹簧的表示及在装配图中的画法	226
8.4 部件测绘	230
8.5 装配图的绘制	232
8.6 装配图的尺寸标注和技术要求	233
8.6.1 装配图的尺寸标注	233
8.6.2 装配图的技术要求	235
8.7 装配图的零(部)件序号及明细栏	235
8.7.1 序号的编排方法及规定	235
8.7.2 明细栏	236
8.8 装配结构的合理性简介	236
8.9 读装配图和拆画零件图	239
8.9.1 读装配图的基本要求	239
8.9.2 装配图的读图方法和步骤	239
8.9.3 由装配图拆画零件图	242

第9章 计算机绘图基础	247
9.1 AutoCAD 绘图基本操作知识	247
9.1.1 AutoCAD 工作界面简介	247
9.1.2 命令输入方式	249
9.1.3 坐标点的输入方式	250
9.1.4 文件管理	251
9.1.5 二维绘图设置	253
9.1.6 显示控制	253
9.2 常用绘图命令	255
9.2.1 点与直线命令	255
9.2.2 曲线命令	257
9.2.3 几何图形命令	258
9.3 状态栏命令简介	259
9.4 基本编辑命令	261
第10章 文字注释及尺寸标注	269
10.1 设置图层、颜色、线型和线宽	269
10.1.1 图层的创建和使用	269
10.1.2 设置颜色	270
10.1.3 设置线型	271
10.1.4 设置线宽	271
10.1.5 设置线型比例	271
10.2 设置文字样式及注释文字	272
10.2.1 建立文字样式	272
10.2.2 输入编辑文字	273
10.3 建立尺寸样式及标注尺寸	274
10.3.1 尺寸类型	274
10.3.2 尺寸样式设置	275
10.3.3 公差尺寸标注	279
10.4 各种二维图样的绘制方法	279
10.4.1 绘制平面几何图形	279
10.4.2 绘制组合体三视图	281
10.4.3 建立图块	282
10.4.4 AutoCAD 图案填充	285
10.4.5 绘制零件图及装配图	286
第11章 三维绘图基础	288
11.1 绘制平面正等轴测图	288

11.1.1	设置正等轴测投影图模式	288
11.1.2	正等轴测面的变换	289
11.1.3	绘制正等轴测投影图	289
11.2	三维造型简介	290
11.2.1	三维空间概述	290
11.2.2	三维实体绘图命令	291
11.3	三维实体布尔运算	294
11.3.1	布尔运算概述	294
11.3.2	三维实体造型基础	295
附 录		297
附录一	螺 纹	298
附录二	螺纹紧固件	301
附录三	键、销	309
附录四	公差与配合	312
附录五	形状公差和位置公差	323
附录六	滚动轴承	327
参考文献		331

绪论

1. 本课程的研究对象

工程图学(Engineering Graphics)以图样作为研究对象。在工程技术中,将表达机器及其零件的机械图和表达房屋建筑的土建图等统称为工程图样(Engineering Drawings)。这些图样能准确而详细地表示工程对象的形状、大小和技术要求。在机械或建筑设计时,设计者通过图样表达自己的设计思想;在加工制造或施工过程中,制造者依据图样加工制作、检验、调试产品或借助图样了解结构性能等。因此,图样是产品设计、生产、使用全过程信息的集合。同时,图样也是国内外工程技术人员进行技术交流或传递技术信息的主要工具,是工程界的共同语言。

21 世纪为工程制图课程的理论技术又赋予了新的概念和任务。随着计算机绘图技术的发展和普及,人工设计与计算机辅助设计的高效结合正在不断改变着工程师和科学家的思维方式和程序。本课程主要研究绘制和阅读机械工程图样的基本原理和基本方法,这也是所有工科学生必须学习的实践性较强的一门技术基础课。本课程内容包括制图基础知识、投影理论、机件的表达方法、机械零件图和装配图以及计算机绘图等。

2. 本课程的主要任务

本课程是通过研究三维形体与二维图形之间的投影规律,要求学生通过画图、读图实践,训练对工程图学的思维方式和绘制工程图样的技术素质。即运用工程图学的思维方式,构造、表达、识别形体形状。因此,学习本课程的主要任务是:

- ① 学习正投影法的基本原理及其应用;
- ② 培养空间想象能力和空间构思形体能力;
- ③ 培养徒手绘制草图、仪器图、计算机绘图的三种绘图能力;
- ④ 培养绘制和阅读机械工程图样的基本能力;
- ⑤ 培养自学能力、创新能力和审美能力;
- ⑥ 培养认真负责的工作态度和严谨细致的工作作风。

3. 投影的基本概念

(1) 投影(Projection)的形成

工程图样是利用投影方法得到的。在图 0.1 中,用光照射物体,在预设的平面上绘制出被投射物体轮廓形状的方法称为投影法(Projection Method)。光源 S 称为投射中心,光线 SA 称为投射射线,预设的平面 H 称为投影面,投影面上所绘的图形 $\triangle abc$ 称为空间几何图形 $\triangle ABC$ 的投影。

工程上常用的投影方法有两大类:中心投影法和平行投影法。

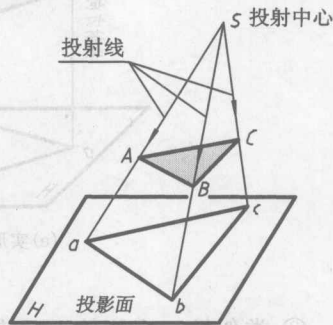


图 0.1 中心投影法

(2) 中心投影法(Central Projection Method)

投射射线汇交于一点的投影方法称为中心投影法,如图 0.1 所示。

(3) 平行投影法(Parallel Projection Method)

投射射线相互平行的投影方法称为平行投影法,如图 0.2 所示。

根据投射方向与投影面是否垂直,平行投影法又分为两类:

斜投影法(Oblique Projection Method)——投射射线倾斜于投影面,如图 0.2(a)所示。

正投影法(Orthographic Projection Method)——投射射线垂直于投影面,如图 0.2(b)所示。

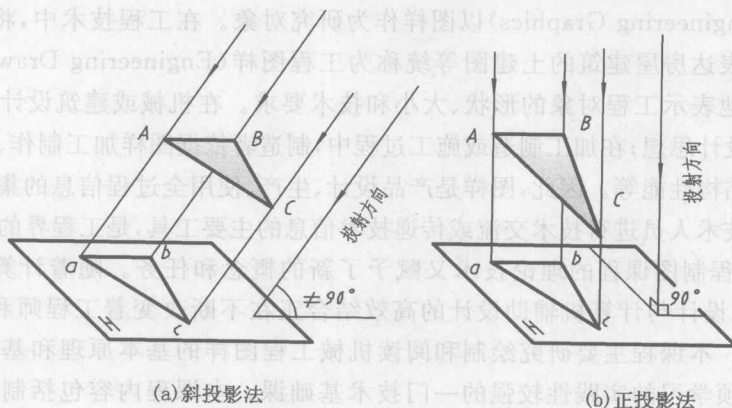


图 0.2 平行投影法

用正投影法得到的图形称为正投影图;用斜投影法得到的图形称为斜投影图。工程图样一般都是采用正投影法绘制的。

(4) 正投影的基本性质

由于物体上的直线或平面与投影面的相对位置不同,所得到的正投影有下列不同的性质:

① 实形性 当物体上的直线或平面平行于投影面时,其投影反映直线的实长或平面的实形,如图 0.3(a)所示。

② 积聚性 当物体上的直线或平面垂直于投影面时,直线的投影积聚为一点,平面的投影积聚为直线,如图 0.3(b)所示。

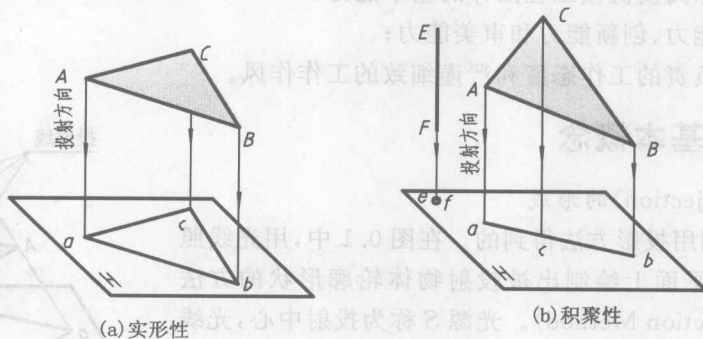


图 0.3 正投影基本特性

③ 类似性 当物体上的直线或平面与投影面倾斜时,直线的投影长度缩短,平面的投影成为一个与原形类似的图形,如图 0.2(b)所示。

思考要点:正投影的特性是本课程最基本的法则,读者必须在直观上理解清楚,认识投影的性质。

4. 工程上常用的投影图

工程上使用的投影图,必须能唯一地确切地反映出物体的形状和空间几何关系。因此,工程上常用的投影图主要有正投影图、轴测投影图、标高投影图和透视投影图。

(1) 多面正投影图(Multiplanar Orthogonal Projection Drawing)

用正投影法将物体投影在按一定要求配置的几个投影面上,由两个以上正投影组合的图称为多面投影图。这种图作图简便,度量性好,但直观性差;多用于机械、电子、化工等工程设计行业,如图 0.4 所示。

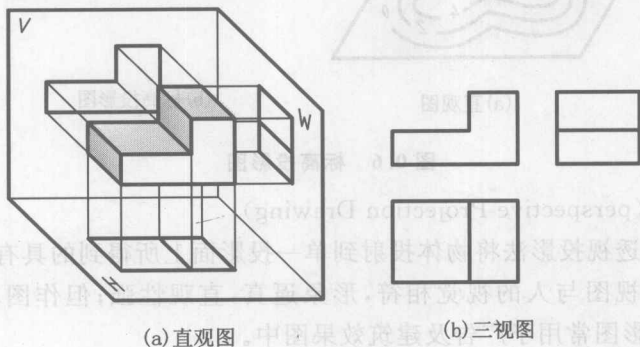


图 0.4 多面正投影图

(2) 轴测投影图(Axonometric Projection Drawing)

用平行投影法将物体及确定该物体的直角坐标轴 OX 、 OY 、 OZ ,沿不平行于任何坐标轴的方向投射在单一投影面上,所得的具有立体感的图形称为轴测投影图。轴测投影图直观性较好,容易看懂;但度量性较差,作图较繁,如图 0.5 所示。轴测投影图常作为正投影图样的辅助工程图表达设计者的思维。

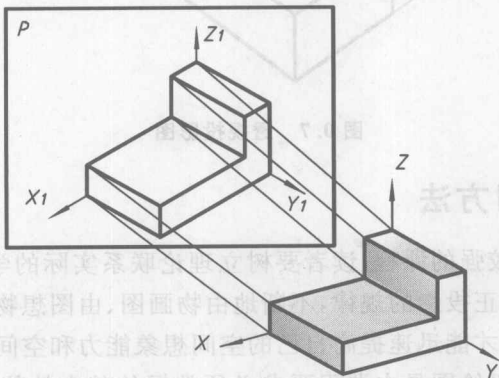


图 0.5 轴测投影图

(3) 标高投影图(Indexed Projection Drawing)

用正投影法把物体投射在水平投影面上,为了在投影图上确定物体的高度,图中画出一系列标有数字的等高线。所标尺寸为等高线对投影面的距离,又称为物体的标高。这样的投影

图称为标高投影图,如图 0.6 所示。标高投影图常用于土建、水利、地质图样及不规则的曲面设计中。

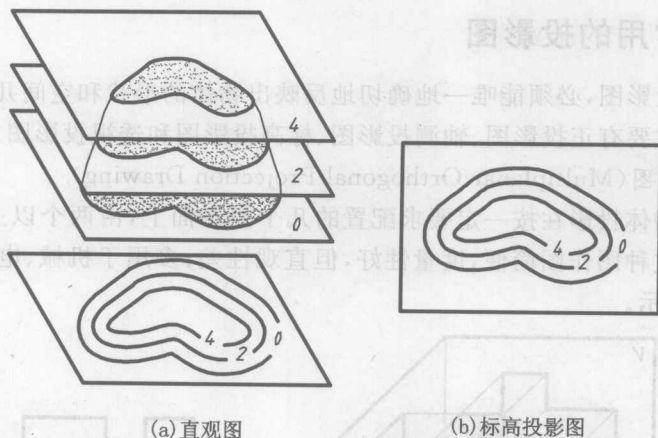


图 0.6 标高投影图

(4) 透视投影图 (perspective Projection Drawing)

用中心投影中的透视投影法将物体投射到单一投影面上所得到的具有立体感较强的图形称为透视投影图。透视图与人的视觉相符,形象逼真,直观性强;但作图较繁,度量性差,如图 0.7 所示。透视投影图常用于广告及建筑效果图中。

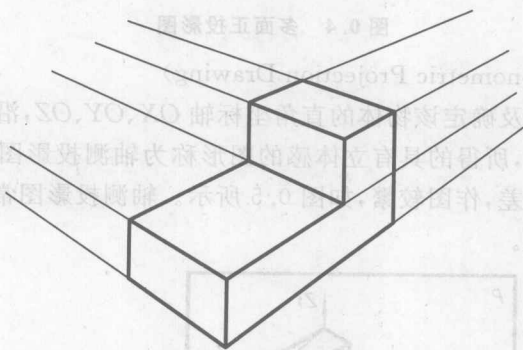


图 0.7 透视投影图

5. 本课程的学习方法

本课程是一门实践性较强的课程,读者要树立理论联系实际学风。只有通过一系列绘图和读图的实践,正确运用正投影的规律,不断地由物画图、由图想物,分析和想象平面图样与空间形体之间的对应关系,才能迅速提高自己的空间想象能力和空间构思能力。

手工仪器绘图和计算机绘图是本课程要求必须掌握的基本技能。手工作图时,应养成正确使用绘图工具和仪器的习惯;上机操作应掌握计算机绘图的技能 and 技巧。同时,读者在设计制图时应严格遵守《技术制图》及《机械制图》国家标准的有关规定,培养认真负责、一丝不苟的工作作风。

第 1 章 工程图学的基本知识与绘图技能

图样是高度浓缩的工程信息的载体,是生产过程的技术资料。要学会绘制和阅读工程图样,就必须掌握工程制图中有关图样的基本知识和绘图基本技能。

1.1 制图国家标准的基本规定

图样是工程界交流技术思想的共同语言。为了科学地进行生产和管理,必须对图样的内容、画法和格式做出统一的规定。我国于 1959 年首次发布了《机械制图》(《Mechanical Drawings》)国家标准,对图样作了统一的技术规定。为适应国内生产技术和国际技术交流的要求,我国先后于 1970 年,1974 年,1984 年重新修订了《机械制图》国家标准。进入 20 世纪 90 年代之后,为了与国际接轨,先后发布了《技术制图》(《Technical Drawings》)部分国家标准。学习和掌握制图国家标准是每位工程技术人员在绘制图样时必须严格遵守和认真执行的准则。

本节摘要介绍标准中有关图幅、比例、字体、图线、尺寸标注以及关于机械工程 CAD 制图的基本规定,其余部分将在以后有关章节中分别叙述。

1.1.1 图纸幅面及格式

图纸幅面及格式可阅读 GB/T 14689—1993 规定。

1. 图纸幅面尺寸 (Sheet Size)

绘制样图时,应先采用表 1.1 中规定的 5 种基本图纸幅面尺寸。其中,A4 为基本装订幅面。

表 1.1 图纸幅面尺寸 单位: mm

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	
e	20		10		

2. 图框格式 (Sheet Layout)

在图纸上必须用粗实线画出图框,其格式分为不留装订边或留有装订边两种,分别如图 1.1 和图 1.2 所示。粗实线框区域内为有效作图面积。

3. 标题栏 (Title Block)

每张图纸的右下角均应有标题栏,标题栏的格式和尺寸按 GB 10609.1—1989 的规定,边框为粗实线,内部分格为细线。制图作业中建议采用图 1.3 所示的格式。

一般情况下,看图方向与标题栏中的文字方向一致。当两者不一致时,可采用方向符号为

