

普通高等院校机电工程类规划教材

工程制图 与计算机绘图

主 编 郭钦贤

副主编 顾东明 王农 戚美 袁义坤

普通高等院校机电工程类规划教材

工程制图 与计算机绘图

主 编 郭钦贤

副主编 顾东明 王农 戚美 袁义坤

清华大学出版社

北京

内 容 简 介

本书是经过多年的工程制图和计算机绘图教学实践改革,并经集体探讨分析整合后,针对非机类少学时专业而编写的通用教材。

本书旨在满足工科院校非机类少学时各相关专业的实际教学需要,在保留工程制图基础知识的同时,增加了计算机绘图部分的内容。因此,全书包括工程制图基础和 AutoCAD 计算机绘图两大部分内容。主要包括:工程制图的基本知识、工程制图投影理论、基本形体的三视图、组合体的构成及三视图、轴测投影图的画法、机件图样的表达方法、计算机绘图基础、AutoCAD 修改命令、AutoCAD 文字注释及尺寸标注、AutoCAD 三维绘图基础等。

本书可作为高等工科学校本科和高职、高专少学时专业的工程制图和计算机绘图课程的通用教材,也可供其他专业师生和工程技术人员学习参考。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

工程制图与计算机绘图/郭钦贤主编. —北京:清华大学出版社,2009.9

(普通高等院校机电工程类规划教材)

ISBN 978-7-302-21014-6

I. 工… II. 郭… III. ①工程制图—高等学校—教材 ②计算机制图—高等学校—教材 IV. TB23 TP391.72

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 161830 号

责任编辑:庄红权

责任校对:王淑云

责任印制:杨 艳

出版发行:清华大学出版社

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

<http://www.tup.com.cn>

邮 编:100084

社 总 机:010-62770175

邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 装 者:北京国马印刷厂

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印 张:14.75 字 数:354 千字

版 次:2009 年 9 月第 1 版 印 次:2009 年 9 月第 1 次印刷

印 数:1~4000

定 价:28.00 元

本书如存在文字不清、漏印、缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请与清华大学出版社出版部联系调换。联系电话:(010)62770177 转 3103 产品编号:034918-01

前 言

本书是多年来在对一些非机类少学时专业课堂教学实践的基础上,经过认真研究分析、整合后而编写的实用性较强的通用教材。随着高等教育教学改革的深化,大学课堂内的教学时数逐渐压缩,而学生需要的知识和技术信息量不断增加。要求学生既掌握必需的工程制图基本理论和技能,又拥有很好的计算机绘图技术实用能力。因此,必须将工程制图和计算机绘图进行有效整合,删去专业性较强的零部件制图内容,使少学时的工程制图课程体系更加完善。

本教材主要适用于工业艺术设计、材料、化工、电子信息和教育理学等相关专业。在培养学生利用所学工程图学知识正确表达构形设计能力的同时,进一步借助计算机绘图技术提升自己的创新思维能力和想象空间,从而培养学生创造性学习的综合素质。

所以,本教材不仅保证了基本的工程制图知识,又对内容的基本点和重点、难点作了更加科学的整合与归纳,尽可能发挥学生的空间思维优势和充分利用计算机绘图技术表达个人思维创造能力的兴趣,并为后续专业课程的学习铺垫较为扎实的技术基础。

本教材共分 10 章,前 6 章主要介绍工程制图的基本知识和基本理论、基本形体三视图和组合体构成、轴测图绘制和机件表达方法;后 4 章的计算机绘图部分,主要介绍 AutoCAD 基本绘图和修改命令、文字注释和尺寸标注、三维图形及编辑。其中的工程制图基本理论和基本形体三视图部分主要以特殊实用性为主,即线面的相对位置以投影面的垂直元素为主,平面截切和两立体表面相交以棱柱和圆柱体为主,其次可根据实际情况要求学生掌握球体截切和圆锥体截切。对于两立体表面相交的一般情况虽有介绍,但不作重点叙述。

与本教材配套的《工程制图与计算机绘图习题集》(郭钦贤,清华大学出版社,2009)可以帮助读者在学习完每一部分内容后及时检查、巩固所学的知识。同时,习题集后面附有 AutoCAD 绘图能力测试题目和工程制图考试试题样卷,以供课程学习之后自我测试。

本教材是大家长期实践教学研究的结晶。由于编者水平有限,时间紧迫,错误在所难免,恳请广大读者及时来信批评指正。来信请发到 guoqinx@126.com。

编 者
2009 年 9 月

目 录

第 0 章 绪论	1
第 1 章 工程制图的基本知识	5
1.1 国家技术制图标准的基本规定	5
1.1.1 图纸幅面及格式	5
1.1.2 比例	7
1.1.3 字体	8
1.1.4 图线	9
1.1.5 尺寸标注	11
1.2 绘图工具及使用方法	15
1.3 几何作图	17
1.3.1 正多边形的画法	17
1.3.2 斜度和锥度	18
1.3.3 圆弧连接	19
1.4 平面图形的分析及画法	20
1.5 绘图技法	22
第 2 章 工程制图投影理论	24
2.1 投影面体系的建立	24
2.2 点的投影	24
2.2.1 点在三投影面体系中的投影	24
2.2.2 投影面和投影轴上的点	26
2.2.3 两点的相对位置及重影点	27
2.3 直线的投影	28
2.3.1 各种位置直线及投影特性	28
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	31
2.3.3 直线上点的投影特性	32
2.3.4 两直线的相对位置及投影特性	33
2.4 平面的投影	37
2.4.1 平面的表示法	37
2.4.2 各种位置平面及投影特性	38

2.4.3	平面内的点和直线	40
2.5	几何要素之间的相对位置	43
2.5.1	直线与平面及两平面平行	43
2.5.2	直线与平面及两平面相交	46
2.5.3	直线与平面及两平面垂直	48
第3章	基本形体的三视图	53
3.1	三视图的形成及投影规律	53
3.2	平面形体及表面取点	54
3.2.1	棱柱	54
3.2.2	棱锥	56
3.3	曲面形体及表面取点	57
3.3.1	圆柱体	57
3.3.2	圆锥体	59
3.3.3	圆球体	60
3.3.4	圆环体	61
3.4	平面与形体表面相交	62
3.4.1	平面与平面形体表面相交	63
3.4.2	平面与回转体表面相交	65
3.5	两基本体表面相交	73
3.5.1	两形体表面相交后相贯线的作图——表面取点法	74
3.5.2	辅助平面法	76
3.5.3	相贯线的特殊情况及变化	78
第4章	组合体的构成及三视图	82
4.1	组合体的构成及表面界线分析	82
4.2	组合体三视图的绘制	86
4.2.1	组合体构形分析方法	86
4.2.2	画组合体三视图的方法和步骤	86
4.3	组合体的尺寸标注	90
4.4	读组合体视图	98
4.4.1	读图的基本要领	99
4.4.2	读图的基本方法	101
4.4.3	读图举例	103
4.5	组合体的构形设计	104
4.5.1	组合体的构形原则及方式	105
4.5.2	组合体构形设计应注意的问题	107

第 5 章 轴测投影图的画法	109
5.1 轴测投影的基本知识	109
5.2 正等轴测图及画法	110
5.2.1 轴间角和轴向变形系数.....	110
5.2.2 平面立体正等轴测图的画法.....	111
5.2.3 曲面立体正等轴测图的画法.....	112
5.2.4 截切体、相贯体正等轴测图的画法	113
5.2.5 画组合体正等轴测图举例.....	114
5.3 斜二等轴测图及画法	116
5.3.1 轴间角和轴向变形系数.....	116
5.3.2 平行于坐标面的圆的斜二等轴测图画法.....	116
5.3.3 斜二等轴测图画法举例.....	118
第 6 章 机件图样的表达方法	119
6.1 视图	119
6.1.1 基本视图.....	119
6.1.2 向视图.....	120
6.1.3 斜视图.....	120
6.1.4 局部视图.....	121
6.2 剖视图	123
6.2.1 剖视图的概念.....	123
6.2.2 剖视图的种类.....	127
6.2.3 剖切面的种类及常用的剖切方法.....	132
6.2.4 剖视图中的规定画法.....	138
6.2.5 剖视图在特殊情况下的标注.....	138
6.3 断面图	140
6.3.1 断面图的概念.....	140
6.3.2 断面图的种类.....	140
6.4 局部放大图及简化画法	143
6.5 表达方法综合应用举例	147
6.6 第三角画法简介	150
第 7 章 计算机绘图基础	153
7.1 AutoCAD 绘图基本操作知识	153
7.1.1 AutoCAD 工作界面简介	153
7.1.2 命令输入方式.....	155
7.1.3 坐标点的输入方式.....	157
7.1.4 文件管理.....	158

7.1.5	二维绘图设置	160
7.1.6	显示控制	160
7.2	基本绘图命令	161
7.2.1	点与直线命令	162
7.2.2	曲线命令	163
7.2.3	几何图形命令	164
7.3	状态栏命令简介	166
7.4	图案填充和表格命令	168
7.4.1	图案填充命令	168
7.4.2	表格制作命令	170
第8章	AutoCAD 修改命令	174
8.1	AutoCAD 选择及查找命令	174
8.1.1	常用编辑	174
8.1.2	查找命令	176
8.1.3	选择修改	177
8.2	AutoCAD 基本修改命令	178
8.2.1	删除、复制命令	179
8.2.2	移动、旋转命令	181
8.2.3	图形修改命令	182
8.2.4	编辑对象特性	185
8.3	AutoCAD 绘图次序命令	186
第9章	AutoCAD 文字注释及尺寸标注	188
9.1	设置图层、颜色、线型、线宽	188
9.2	设置文字样式及注释文字	192
9.2.1	建立文字样式	192
9.2.2	输入编辑文字	192
9.3	建立尺寸样式及标注尺寸	194
9.3.1	尺寸类型	194
9.3.2	尺寸样式设置	195
9.3.3	公差尺寸标注	199
9.4	各种二维图样的绘制方法	200
9.4.1	绘制平面几何图形	200
9.4.2	绘制组合体三视图	201
9.4.3	建立图块	203

第 10 章 AutoCAD 三维绘图基础	206
10.1 绘制平面正等轴测图	206
10.1.1 设置正等轴测投影图模式	206
10.1.2 正等轴测面的变换	207
10.1.3 绘制正等轴测投影图	207
10.2 三维建模简介	208
10.2.1 三维空间概述	208
10.2.2 三维视觉样式	210
10.3 三维建模命令	211
10.3.1 基本体绘图命令	211
10.3.2 由面域生成实体的命令	214
10.4 三维实体组合的布尔运算	219
10.4.1 布尔运算概述	219
10.4.2 三维操作	220
10.4.3 三维建模构形举例	222
参考文献	224

第 0 章 绪 论

1. 工程制图课程的研究对象

工程制图是工科学生必须掌握的一门技术基础课。随着计算机绘图技术的广泛应用,还要求学生必须具有一定的计算机绘图能力。工程制图以图样作为研究对象,主要研究如何准确表达工程对象的形状、大小和技术要求。在产品设计过程中,图样是表达设计者思想的综合性信息载体,也是制造、检验、调试产品应严格遵守的技术文件。因此,图样是国内外工程技术人员进行技术交流的一种特殊工程语言。

随着现代科学技术的不断出现,要求每一个工程技术人员必须掌握完整的工程制图理论,同时还要具备绘制专业图样的各种技术能力。尤其是计算机绘图的普及使得计算机辅助设计具有更高的效率,使得工程技术人员在表达设计思想方面更加快捷完善,从而大大缩短了产品更新换代的周期。本课程主要研究工程制图的基本理论和基本方法以及计算机绘图基本技术,是一门实践性较强的技术基础课。读者在学习期间,应很好地掌握工程图学的基本知识、投影理论和机件的表达方法,并具备较好的计算机绘图能力。

2. 工程制图课程的主要任务

工程制图运用投影理论研究基本几何元素和立体的投影规律,以及空间形体与二维视图之间的转化规律,要求学生通过画图、读图实践,训练对工程制图的思维方式和掌握绘制工程图样的技术。同时,在具备计算机绘图能力的同时,可以更好地帮助学生运用工程图学的思维方式和构形表达识别形体形状。因此,学习本课程的主要任务是要求学生:

- (1) 掌握国家技术制图标准的有关规定;
- (2) 学习正投影法的基本原理,培养空间想象和构思能力;
- (3) 培养使用仪器绘制图样和计算机绘图的基本能力;
- (4) 培养自学能力和创新审美能力;
- (5) 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) 投影的形成

工程图样是利用投影方法得到的。如图 0.1 所示,用光线照射物体,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。光源 S 称为投射中心,光线 SA 称为投射射线,预设的平面 P 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。

2) 中心投影法

投射射线汇交于一点的投影方法称为中心投影法,如

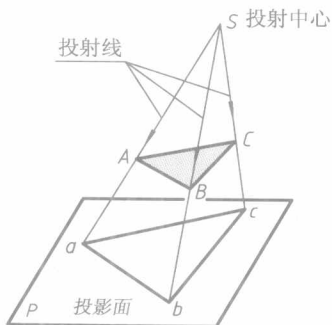


图 0.1 中心投影法

图 0.1 所示。

3) 平行投影法

投射方向相互平行的投影方法称为平行投影法,如图 0.2 所示。

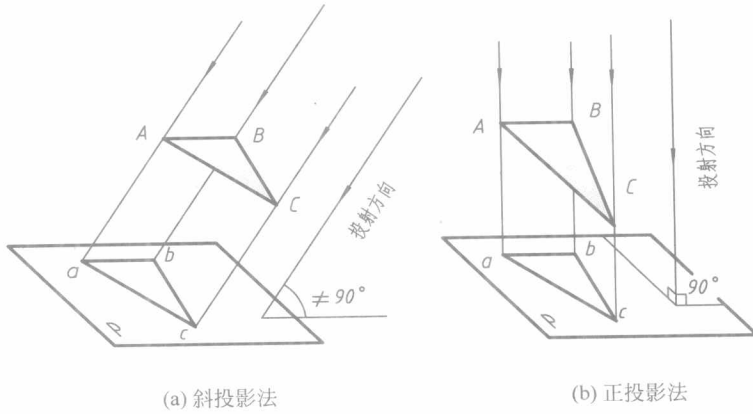


图 0.2 平行投影法

根据投射方向与投影面是否垂直,平行投影法又分为两类:

- (1) 斜投影法——投射方向倾斜于投影面,如图 0.2(a)所示;
- (2) 正投影法——投射方向垂直于投影面,如图 0.2(b)所示。

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. 工程上常用的投影图

虽然工程制图的基本理论是共同的,但根据这些理论可以绘制不同的图样以满足不同工程专业的实际需要。下面是工程上常用的几种投影制图。

1) 多面正投影图

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,如图 0.3 所示。正投影图作图简便,度量性好,广泛应用在机械、电子、化工等工程设计行业;其缺点是图样直观性差。

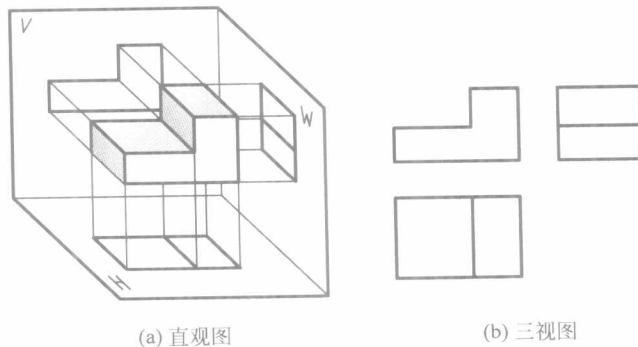


图 0.3 正投影图

2) 轴测投影图

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，但度量性较差且作图较繁，如图 0.4 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。

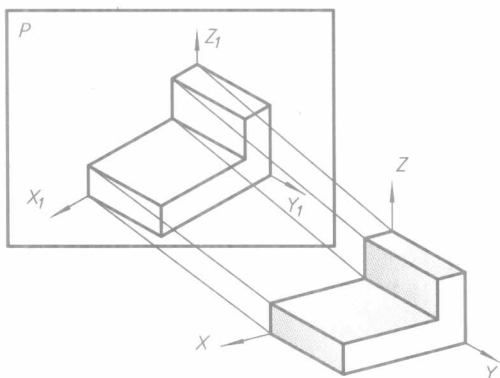


图 0.4 轴测投影图

3) 标高投影图

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 0.5 所示。标高投影图常用于土建、水利、地质图样及不规则曲面设计中。

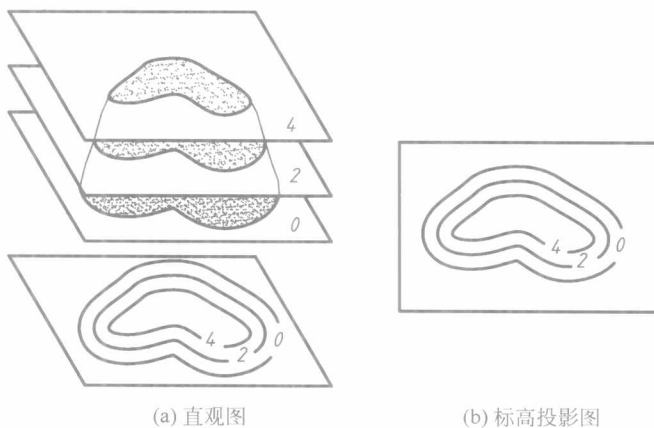


图 0.5 标高投影图

4) 透视投影图

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 0.6 所示。透视投影图常用于广告及建筑效果图图中。

5. 工程制图课程的学习方法

工程制图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和技巧。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。而计算机绘图必须多上机绘图才可以熟练掌握 AutoCAD 各种命令的使用方法和绘图技巧。

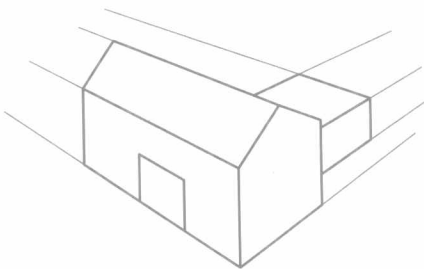


图 0.6 透视投影图

第 1 章 工程制图的基本知识

图样是设计者表达设计思想的信息载体,也是生产过程的技术文件。要学会绘制和阅读工程图样,就必须掌握工程制图的基本知识和图样绘制技能。

1.1 国家技术制图标准的基本规定

图样既然是工程界交流技术思想的共同语言,就必须有统一的理论和严格的标准要求才有利于制图和阅读。同时,为了科学地进行生产和管理,必须对图样的内容、画法、格式做出统一的规定。我国于 1959 年首次发布了《机械制图》国家标准,对图样作了统一的技术规定。随着科学技术的发展先后于 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 年代后,为了与国际技术接轨,我国发布了《技术制图》国家标准。每位工程技术人员在绘制图样时,必须严格遵守《技术制图》国家标准的各项规定和准则。

本节摘要介绍《技术制图》国家标准中有关图幅、比例、字体、图线、尺寸标注的基本规定,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(GB/T 14689—1993)

1. 图纸幅面尺寸

绘制样图时,应优先采用表 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。如果不能满足实际绘图需要,应根据标准规定扩大图纸幅面。

表 1.1 图纸幅面尺寸

幅面代号	A0	A1	A2	A3	A4
$B \times L$	841×1189	594×841	420×594	297×420	210×297
a	25				
c	10			5	
e	20		10		

2. 图框格式

图幅的粗实线框内为有效作图区域,幅面格式分为留有装订边或不留装订边两种,如图 1.1 和图 1.2 所示。

3. 标题栏

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,内部分格为细实线。制图作业中建议采用图 1.3 所示的格式。

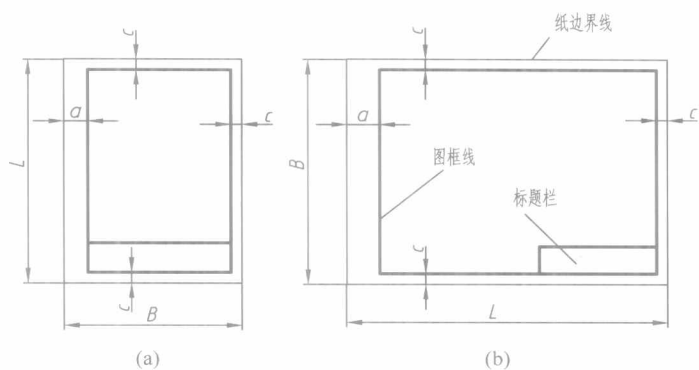


图 1.1 图框格式(一)

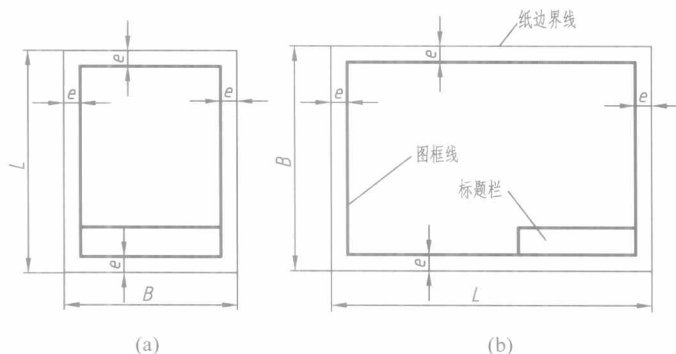


图 1.2 图框格式(二)

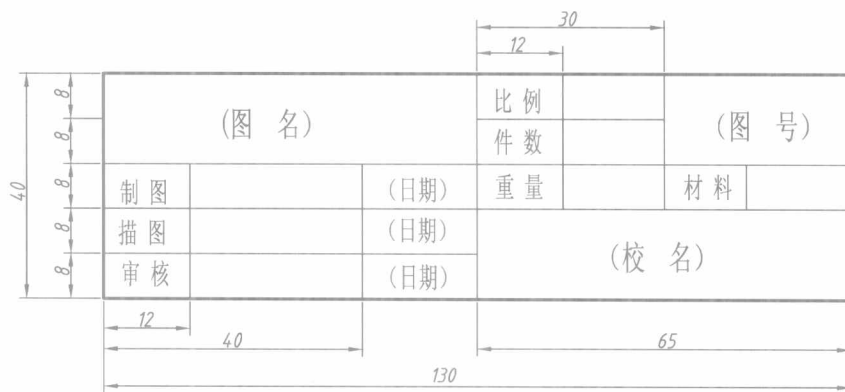


图 1.3 标题栏的格式与尺寸

一般情况下,看图方向与标题栏中的文字方向应一致。当两者不一致时,为看图方便可采用方向符号,如图 1.4(a)所示,即方向符号的尖角对着读图者。方向符号是用细实线画出的等边三角形,如图 1.4(b)所示。

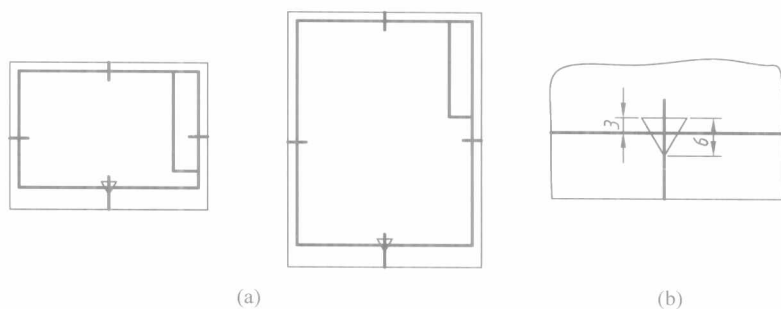


图 1.4 方向符号

思考要点：绘制图样前应根据所绘图形大小选择合适的图纸幅面，而填写标题栏中的每一项内容是技术制图的最后一道程序，必须认真完成。

1.1.2 比例(GB/T 14690—1993)

图样中图形与其机件相应要素的线性尺寸之比称为比例。绘制图样时，应尽可能按机件实际大小采用 1 : 1 的比例画出，以便从图样上看出机件的真实大小。由于机件的大小及结构复杂程度不同，作图时对于大而简单的机件可采用缩小比例；对于小而复杂的机件则可采用放大比例。绘制图样时，应优先从表 1.2 规定的系列中选取适当的比例，必要时也可选用表 1.3 中所给出的比例。一般情况下，工程设计人员不得自行规定标准系列以外的比例进行绘图。

表 1.2 比例系列(I)

种 类	比 例		
原值比例	1 : 1		
放大比例	5 : 1	2 : 1	
	$5 \times 10^n : 1$	$2 \times 10^n : 1$	$1 \times 10^n : 1$
缩小比例	1 : 2	1 : 5	
	$1 : 2 \times 10^n$	$1 : 5 \times 10^n$	$1 : 1 \times 10^n$

注：n 为正整数。

表 1.3 比例系列(II)

种 类	比 例				
放大比例	4 : 1		2.5 : 1		
	$4 \times 10^n : 1$		$2.5 \times 10^n : 1$		
缩小比例	1 : 1.5	1 : 2.5	1 : 3	1 : 4	1 : 6
	$1 : 1.5 \times 10^n$	$1 : 2.5 \times 10^n$	$1 : 3 \times 10^n$	$1 : 4 \times 10^n$	$1 : 6 \times 10^n$

注：n 为正整数。

绘制图样时，所选用的比例应在标题栏“比例”一栏中注明。标注尺寸时，不论选用放大比例还是缩小比例，都必须标注机件形体的实际尺寸。

机件的各视图应尽量选取同一比例；否则，可在视图名称的上方或右侧标注比例，如： $\frac{I}{2:1}$ 、 $\frac{A}{1:100}$ 、 $\frac{B-B}{1:200}$ ，或注释平面图 1:100。

1.1.3 字体(GB/T 14691—1993)

图样中书写的汉字、数字、字母，必须做到：字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。字体的号数即为字体的高度 h ，分为 1.8、2.5、3.5、5、7、10、14、20 等 8 种，单位 mm。

1. 汉字

图样上的汉字应写成长仿宋体，并应采用国家正式公布的简化字。长仿宋体的特点是：字形长方、笔画挺直、粗细一致、起落分明、撇挑锋利、结构均匀。汉字高度 h 不应小于 $3\sim 3.5\text{mm}$ ，其字宽度 b 一般为 $h/\sqrt{2}(\approx 0.7h)$ ，如图 1.5 所示。

字体工整 笔画清楚 间隔均匀 排列整齐

横平竖直 注意起落 结构均匀 填满方格

技术制图 计算机绘图 工业设计 材料化工 地质工程 广告艺术

图 1.5 长仿宋体汉字示例

2. 数字和字母

数字和字母可写成斜体和直体。斜体字头应向右倾斜，与水平线约成 75° 。当与汉字混合书写时，可采用直体。如图 1.6 和图 1.7 所示。

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9
 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9
 I II III IV V VI VII VIII IX X
 I II III IV V VI VII VIII IX X

图 1.6 数字示例

ABCDEFGHIJKLMNO P Q
 RSTUVWXYZ
 abcdefghijklmnopq
 rstuvwxyz

图 1.7 拉丁字母示例

3. 字体应用示例

用作指数、分数、注脚、尺寸偏差的字母和数字，一般采用比基本尺寸数字小一号的字体，如图 1.8 所示。

10^3 5^{-1} D_1 T_d $\phi 20_{-0.023}^{+0.010}$ $7^{\circ \pm 1'}$ $R3.5$
 $10\text{Js}5(\pm 0.003)$ $M24-6h$ $\sqrt{Ra 6.3} \frac{Ar}{5:1}$

图 1.8 字体应用示例

思考要点：字体的训练是一个长期过程，首先应书写好图样中经常使用的尺寸数字和字母，以保证读图时清晰准确。例如 R 、 ϕ 等字母。