

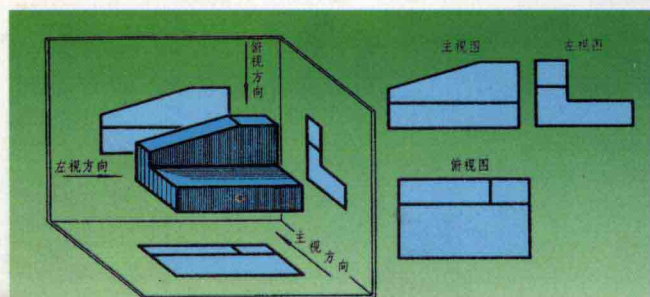
高职高专工程专科教材

机械制图

上册

(机类及近机类适用)

主编 魏祥伍 李景仲 卢艳军



NEUPRESS

东北大学出版社

高职高专工程专科教材

810005.1

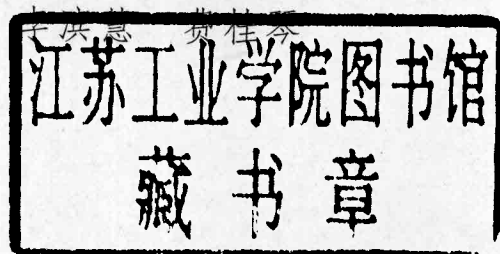
号 08522/第(0005)号 科技图书 CIP 数据 号 08522/第(0005)号 科技图书 CIP 数据

机 械 制 图

上 册

(机类及近机类适用)

主 编：魏祥伍 李景仲 卢艳军
副主编：吴 聪
主 审：韩 梅



东北大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

机械制图/魏祥伍等主编. —沈阳:东北大学出版社, 2000. 8

ISBN 7-81054-549-3

I. 机… II. 魏… III. 机械-制图 IV. TH·19

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 35780 号

©东北大学出版社出版

(沈阳市和平区文化路 3 号巷 11 号 邮政编码 110006)

北宁市印刷厂印刷

东北大学出版社发行

开本: 787×1092 1/16

字数: 593 千字

印张: 24.25

印数: 1—2060 册

2000 年 8 月第 1 版

2000 年 8 月第 1 次印刷

责任编辑: 任彦斌

责任校对: 张淑萍

封面设计: 唐敏智

责任出版: 秦 力

定价: 39.00 元

前 言

本教材以高职、高专工科机械类《机械制图教学大纲》的基本要求为依据,以适应社会对专科生绘图、读图能力的需要为目标,按照 1998 年技术制图国家标准,机械制图国家标准编写而成。另外还编写了《机械制图》(下册)(习题集),与本教材配套使用。

本书适用于高职、高专机械类专业,亦可供相近专业使用。在教材编写过程中,注重基础理论教学,以应用为目的,以必需、够用为度,以掌握基本概念、基本知识、强化应用为教学重点,反映专科特色。其主要特点是:画法几何学的内容,对机械零件表达、识读起主要作用的组合体表达有所侧重,对线面求解、体表面交线、轴测图一般掌握;机械制图部分,对机件的表达方法,零件图的识读较侧重;计算机绘图也给了一定的篇幅,基本能保证读者独立完成机械图样及 AUTOCAD 的绘图、出图。

本教材由辽宁交通高等专科学校魏祥伍、李景仲、卢艳军任主编,沈阳铁路机械学校吴聪,辽宁交通高等专科学校李滨慧、费桂琴任副主编,参加编写的还有王梅、李靖老师。部分插图由辽宁交通高等专科学校多媒体制作室郗传宾完成。

本书经东北大学任彦斌老师审阅,提出许多宝贵建议,同时得到辽宁省交通高等专科学校机械系、多媒体制作室和沈阳铁西交通技校的大力支持,在此表示深切的谢意。

由于编者水平有限,加之时间仓促,内容安排欠妥之处或其他方面的问题一定不少,恳请广大读者批评指正,以便为本教材将来的修订、完善,21 世纪初形成全国交通类高职、高专统编教材提供宝贵的素材。

编 者

2000 年 4 月

目 录

绪 论	1
第 1 章 制图基本知识	3
1.1 绘图工具及用品的使用	3
1.2 机械制图国家标准摘录	6
1.3 几何作图	16
1.4 平面图形的画法	22
1.5 徒手画图的方法	24
第 2 章 正投影基础	26
2.1 投影法的基本知识	26
2.2 点的投影	27
2.3 直线的投影	29
2.4 平面的投影	33
2.5 变换投影面法	42
第 3 章 基本几何体的投影	48
3.1 平面立体的投影	48
3.2 回转体的投影	50
第 4 章 立体的表面交线	54
4.1 立体的截交线	54
4.2 相贯线	60
第 5 章 轴测投影	67
5.1 轴测投影的基本知识	67
5.2 正等轴测图	68
5.3 斜二等轴测图	73
第 6 章 组合体	75
6.1 组合体的形体分析	75
6.2 组合体视图的画法	76
6.3 组合体视图的尺寸标注	78
6.4 组合体的看图方法	81
第 7 章 机件的表达方法	89
7.1 视图	89
7.2 剖视图	92
7.3 断面图	99
7.4 其他表达方法	102
7.5 第三角投影简介	105
第 8 章 标准件与常用件	107

8.1	螺纹及螺纹件联接	107
8.2	齿轮	118
8.3	键、销联接	124
8.4	滚动轴承	127
8.5	弹簧	130
第9章	零件图	134
9.1	零件图的作用和内容	134
9.2	零件图的视图选择	134
9.3	零件图的尺寸标注	136
9.4	表面粗糙度	141
9.5	公差与配合、形位公差	145
9.6	零件上的工艺结构	153
9.7	几类零件的分析	156
9.8	读零件图	167
9.9	零件测绘	168
第10章	装配图	173
10.1	装配图的作用和内容	173
10.2	装配图的表达方法	173
10.3	装配图的尺寸、技术要求、零件序号及明细栏	178
10.4	装配结构的合理性	179
10.5	部件测绘	181
10.6	装配图的画法	182
10.7	读装配图和由装配图拆画零件图	183
第11章	计算机绘图	190
11.1	计算机绘图概述	190
11.2	AUTOCAD 的操作基础	192
11.3	AUTOCAD 基本绘图和编辑方法	199
11.4	高级绘图技巧	209
11.5	尺寸标注	214
附 录		222
参考文献		240

绪 论

1. 本课程的地位和研究对象

在工程技术中,按一定的投影原理、标准和技术规定,将物体的结构形状、尺寸和必要的技术要求正确地表示在图纸上,称为工程图样。

本书所研究的图样主要是机械图样,以此来准确地表达机件(机器或零、部件)的形状、尺寸及制造和检验该机件时所需要的技术要求。

人类在现代生产活动中,无论是机器的设计、制造、维修或是公路、桥梁的设计与施工,都必须依赖图样才能进行。图样已成为人们表达设计意图和交流技术思想的工具。因此说,图样是工程技术界的语言,它既是人类语言的补充,也是人类的智慧和语言在更高发展阶段上的具体体现。

《机械制图》是研究机械图样的绘制和读图规律与方法的一门学科。在机械类各专业的教学计划中,都设置了《机械制图》这门主干技术基础课,为学生绘图和读图打下基础,并在后继课程、生产实习、课程设计和毕业设计中,得到继续培养和提高,从而使学生在绘图和读图方面的训练。

2. 本课程的学习目的和任务

本课程是一门理论严谨、实践性强的课程。其目的是培养学生具有绘图、读图和空间想象能力。本课程的主要任务是:

- (1)掌握用正投影法图示空间物体的基本理论及其应用;
- (2)培养较强的绘图技能;
- (3)学习、贯彻《机械制图》国家标准和有关技术规定;
- (4)培养绘制(零、部件测绘)和阅读机械图样的能力;
- (5)提高学生空间想象能力和图解空间几何问题的基本能力;
- (6)使学生具有计算机绘图的初步能力;
- (7)培养学生认真负责的工作态度和严谨细致的工作作风。

此外,还必须重视对自学能力、分析问题和解决问题的能力以及审美能力的培养。

3. 本课程的学习方法

(1)在学习本课程的理论基础(画法几何)时,必须掌握正投影基本理论、基本作图方法和图解方法。要把基本概念理解透彻,做到融会贯通,并灵活运用这些概念、原理和方法进行解题。

(2)为了培养空间想象能力和空间形体的图示表达能力,必须注意对物体进行几何分析,以及掌握不同形体在各种相对位置的投影特性,由浅入深、由简到繁地多画、多看、多想,不断地由物画图、由图想物,反复深化空间形体与平面图形之间的对应关系,逐步提高空间想象能力和图示空间物体的能力。

(3)理论联系实际,在掌握基本知识、基本理论的同时,必须完成一定数量的作业和练习。通过一系列的绘图和读图实践,逐步掌握绘图和读图的方法和步骤,从而提高绘图和读图能力。

(4)严格遵守国家标准《机械制图》的有关规定,养成正确使用绘图工具和仪器的习惯,进行绘图技能的操作训练。

(5)机械图样在生产中起着重要作用,工程技术人员不能画错或看错图样,否则会造成重大损失。因此,在学习中要养成实事求是的科学态度和严肃认真、耐心细致、一丝不苟的工作作风,为成为一名有创造性的机械工程技术人员奠定坚实的基础。

4. 我国工程图学发展概况

我国是世界文明古国之一,在工程图学方面有着悠久的历史,自远古以来就会用图表达感情、记录事物、研究问题、交流思想,随着科学的发展、工程技术的进步、生产规模的扩大,工程图学日趋完善。特别是中华人民共和国成立后,科学技术、工农业生产的迅速发展,为古老的工程学注入了新的活力,制图技术不断完善。我国先后于1959年、1970年、1974年、1984年、1993年、1997年、1998年制订或修订了《机械制图》国家标准。从1977年开始,为了培养高层次的工程图学人才,我国已有70所高等院校先后招收工程图学硕士研究生,近期又设立了我国第一个工程图学博士点。

从20世纪50年代诞生第一台计算机绘图仪开始,就能由计算机直接输出图形了。目前,计算机绘图技术迅速普及,已在很多部门用于生产、设计、科研和管理工作中。

随着我国科学技术的进步,国民经济的迅速发展,工程图学必将得到更加广泛的应用和发展,在生产实践中将起到愈来愈重要的作用。

第1章 制图基本知识

1.1 绘图工具及用品的使用

“工欲善其事，必先利其器”。正确地使用与维护绘图工具，是提高绘图质量和速度的前提。

1.1.1 图板

图板一般用胶合板制成，板面要求平整光滑，左侧为导边，使用时，应当保持图板的整洁完好。

1.1.2 丁字尺

丁字尺由尺头和尺身构成，主要用来画水平线。使用时，尺头内侧必须靠紧图板的导边，用左手推动丁字尺上、下移动(图 1-1(a))；由左至右画水平线(图 1-1(b))。由下至上画垂直线(图 1-1(c))。

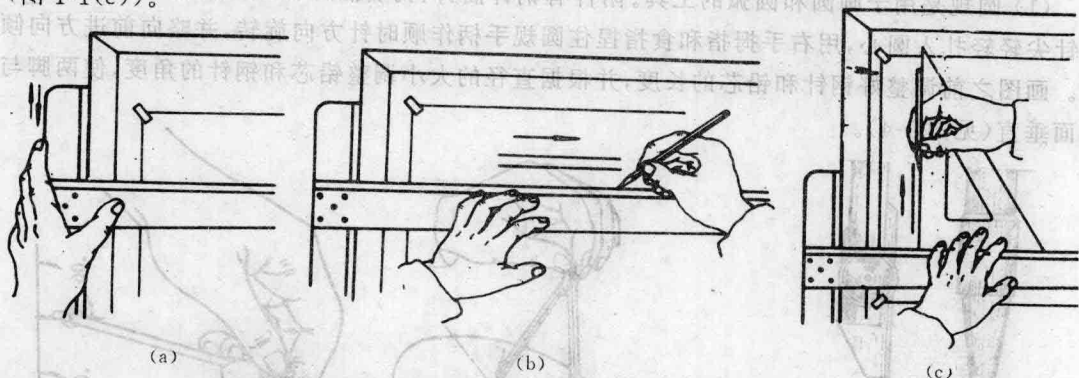


图 1-1 丁字尺的正确使用及水平、垂直线画法

绘图时，禁止用尺身下缘画线，也不能用丁字尺画垂直线。为保持丁字尺平直准确，用完后应吊挂在墙上，以免尺身弯曲变形。

1.1.3 三角板

三角板与丁字尺配合使用时，可画垂直线以及与水平线成 30° , 45° , 60° 的斜线。若同一副三角板配合使用，还可画成 15° , 75° 的斜线(图 1-2(a))。三角板的配置和画线时的运笔方向如图 1-2 所示。绘图时，通常用丁字尺和三角板作已知直线的平行线或垂直线，具体作法如图 1-3 所示。

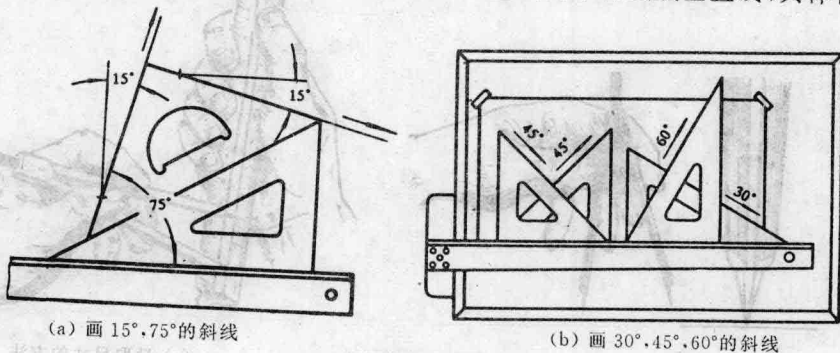


图 1-2 斜线的画法

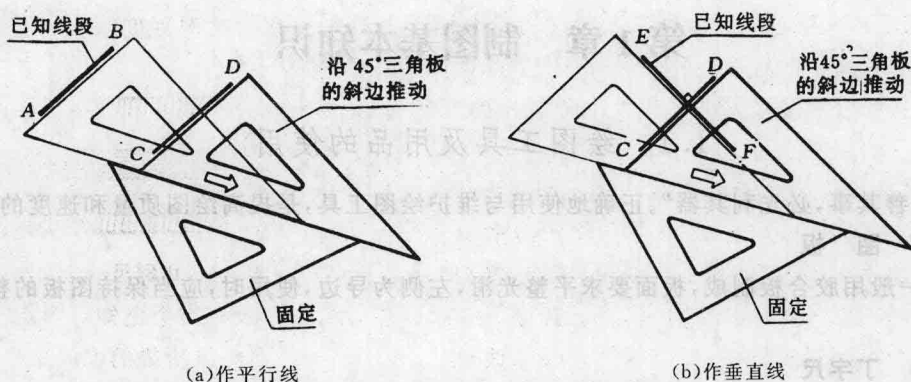


图 1-3 作已知线段的平行线和垂直线

1.1.4 圆规与分规

(1) 圆规是用于画圆和圆弧的工具。附件有钢针插脚、鸭嘴插脚和延伸插杆等。画圆时,使钢针尖轻轻扎入圆心,用右手拇指和食指捏住圆规手柄作顺时针方向旋转,并略向前进方向倾斜。画图之前调整好钢针和铅芯的长度,并根据直径的大小调整铅芯和钢针的角度,使两脚与纸面垂直(见图 1-4)。

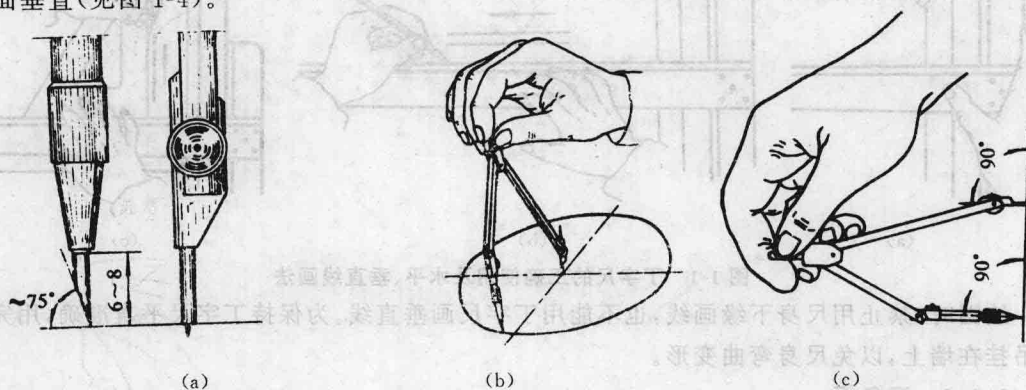


图 1-4 使用圆规的方法

(2) 分规是用来从尺上量取尺寸、等分线段和移置线段的工具。使用前应将两脚的钢针调齐,分规的使用方法如图 1-5 所示。

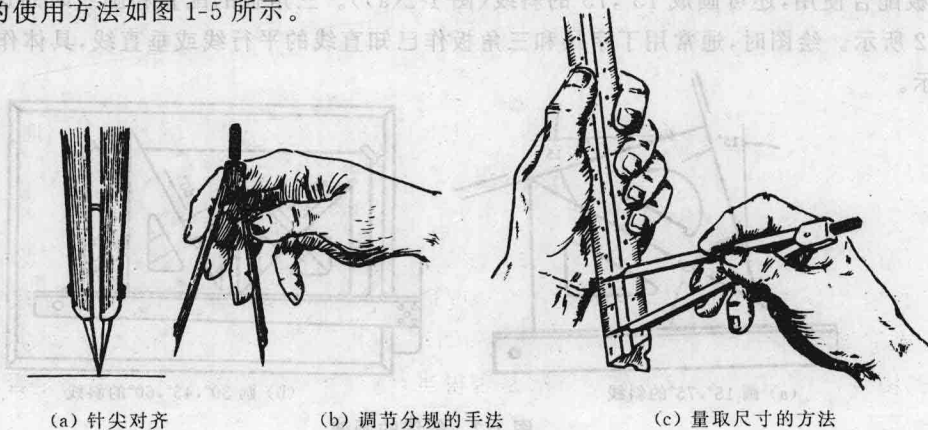


图 1-5 分规的使用

1.1.5 比例尺

比例尺也叫三棱尺(见图 1-6)。在它的三个棱面上有六种常用比例刻度,如 $1:100$, $1:200$, $1:500$ 等。按照比例尺上的任一种比例作图时,可直接按尺寸数值从相应的刻度上量取长度。

1.1.6 曲线板

曲线板是用来描画非圆曲线。使用时,应先徒手将所求曲线上各点轻轻地依次连成圆滑的细线,然后从曲率大的地方着手,在曲线板上选择曲率变化与该段曲线基本相同的一段进行描画。一般每描一段最少应有四个已知点与曲线板的曲线重合。为保证连接圆滑,每当描后一段曲线时,应有一小段与前一段所描的曲线重叠,后面再留一小段待下次描画,具体方法如图 1-7 所示。

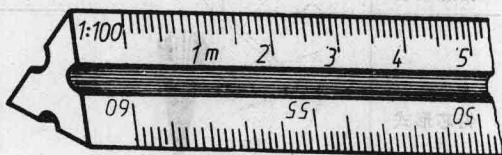


图 1-6 比例尺

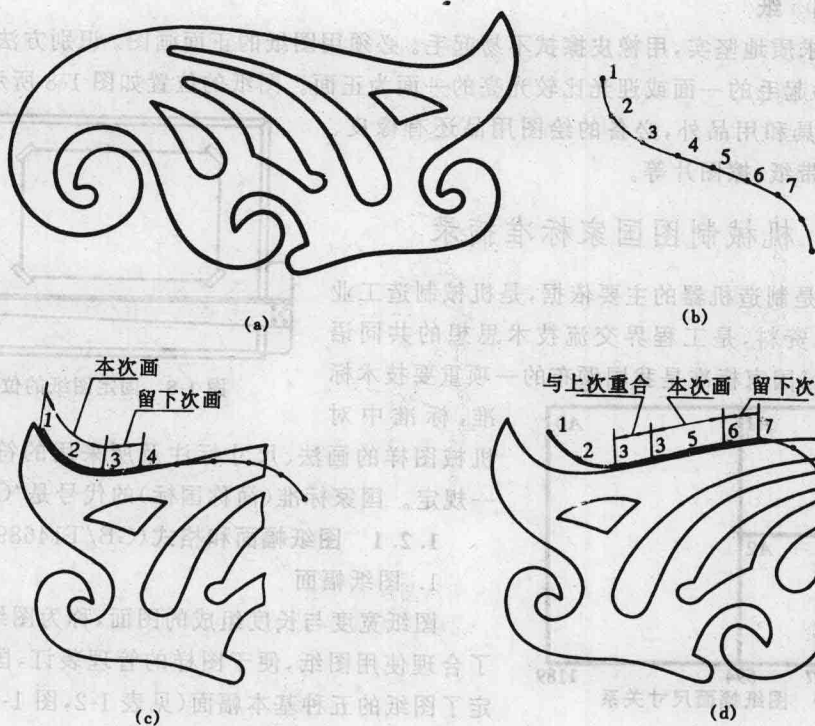


图 1-7 曲线板的用法

描画对称曲线时,最好先在曲线板上标上记号,然后翻转曲线板,便能方便地按记号的位置描画对称曲线的另一半。

1.1.7 绘图铅笔

绘图铅笔的铅芯有软硬之分。“B”表示铅芯的软度,号数越大铅芯越软;“H”表示铅芯的硬度,号数越大铅芯越硬;“HB”的铅芯软硬程度适中。绘图常用 2H 或 3H 铅笔画底稿;用 HB, B, 2B 铅笔描深图线;用 HB 铅笔写字。描画图线时,圆规所用铅芯应比铅笔的铅芯软一号。

画图时,铅笔的削法与铅芯的修磨是否得当,将直接影响所画线条的粗细是否均匀,边缘是否光滑。

铅笔与圆规铅芯的规格、形式及用途见表 1-1。

表 1-1

铅笔与圆规铅芯的规格、形式及用途

类 别	铅 笔			圆 规		
铅 芯 软 硬	3H	H, HB	HB, B	2H	2B	2B
铅 芯 形 式	 (圆锥形)		 (四棱柱形)	 (圆柱磨斜)	 (四棱柱磨斜)	
用 途	画底稿线	描深点划线、细实线、 画箭头, 写数字等	描深粗实线	画底稿线	描深点划线、细实 线、虚线等	描深粗实线

1.1.8 图 纸

绘图纸要求质地坚实,用橡皮擦拭不易起毛。必须用图纸的正面画图。识别方法是用橡皮擦拭几下,不易起毛的一面或迎光比较光亮的一面为正面。图纸的位置如图 1-8 所示。

除上述工具和用品外,必备的绘图用品还有橡皮、小刀、砂纸、胶带纸、擦图片等。

1.2 机械制图国家标准摘录

机械图样是制造机器的主要依据,是机械制造业中的重要技术资料,是工程界交流技术思想的共同语言。《机械制图》国家标准是我国颁布的一项重要技术标准,

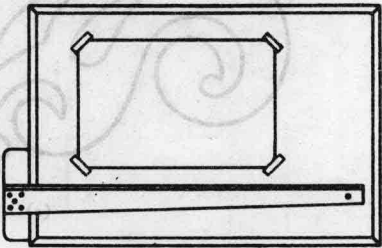


图 1-8 固定图纸的位置

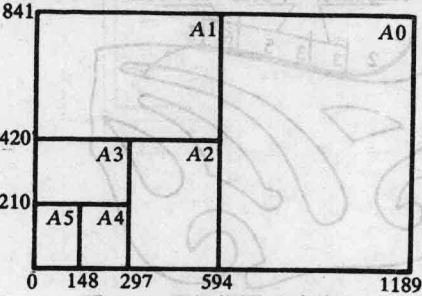


图 1-9 图纸幅面尺寸关系

标准中对机械图样的画法、尺寸标注及所采用的符号作了统一规定。国家标准(简称国标)的代号是“GB”。

1.2.1 图纸幅面和格式(GB/T14689-93)

1. 图纸幅面

图纸宽度与长度组成的图面,称为图纸幅面。为了合理使用图纸,便于图样的管理装订,国家标准规定了图纸的五种基本幅面(见表 1-2,图 1-9)。

表 1-2

图 纸 幅 面 尺 寸

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

绘图时,应优先选用基本幅面。必要时,允许采用加长幅面,但加长后幅面的尺寸必须是由基本幅面的短边成整数倍增加得出。

2. 图框格式

(1) 在图纸上必须用粗实线画出图框,其格式分为留有装订边和不留装订边两种,但同一产品的图样只能采用一种格式。

(2) 留有装订边的图纸,其图框格式如图 1-10 所示,尺寸按表 1-2 的规定。

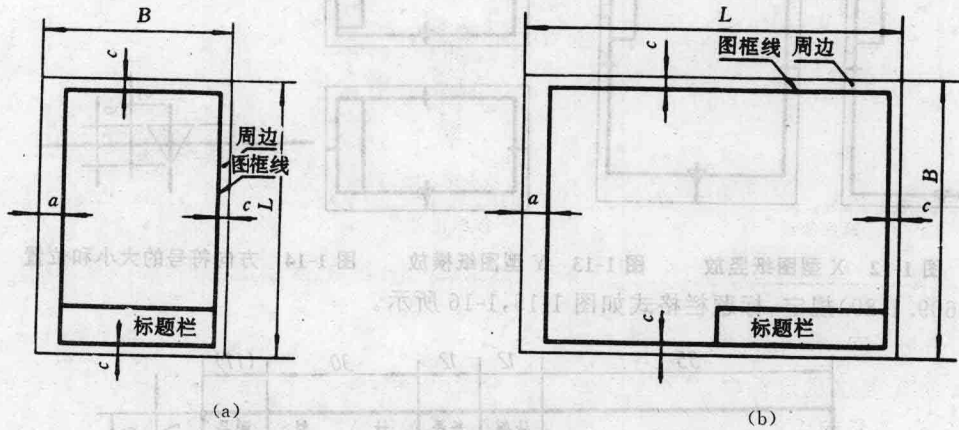


图 1-10 图框格式

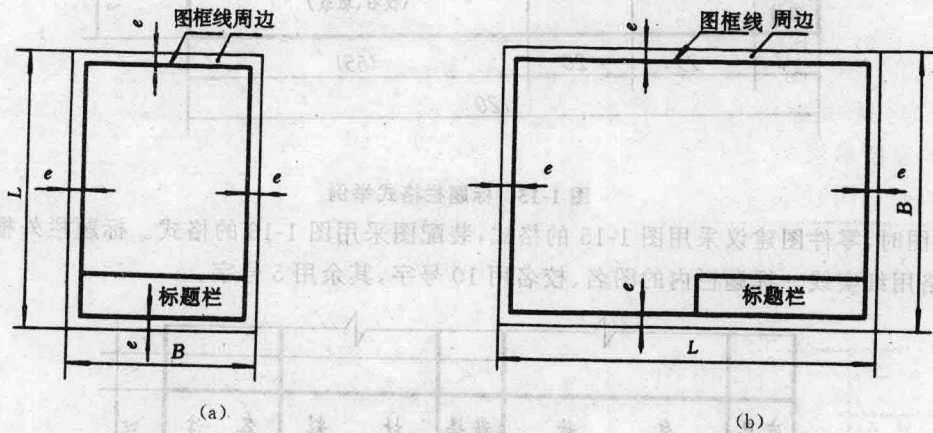


图 1-11 图框格式

(3) 不留装订边的图纸,其图框格式如图 1-11 所示,尺寸按表 1-2 的规定。

3. 标题栏的方位

每张图纸必须绘制标题栏,标题栏的位置如图 1-10,1-11 所示。标题栏的配置方向与读图方向一致,所以标题栏中的文字方向为看图方向。

4. 附加符号

(1) 对中符号。为了图纸复制和微缩摄影定位方便,可采用“粗实线绘制,线宽不小于 0.5mm,长度从纸边界开始至伸入图框内约 5mm”的对中符号如图 1-12,1-13 所示。

(2) 方向符号。为了明确绘图与读图时图纸的方向,应在图纸的下边对中符号处画出一个方向符号。方向符号是用细实线绘制的等边三角形,其大小和位置如图 1-12,1-13 所示。

方向符号是用细实线绘制的等边三角形,其大小和位置见图 1-14。

5. 标题栏

每张图样必须绘制标题栏,其位置如图 1-10,1-11 所示。国家标准《技术制图 标题栏》

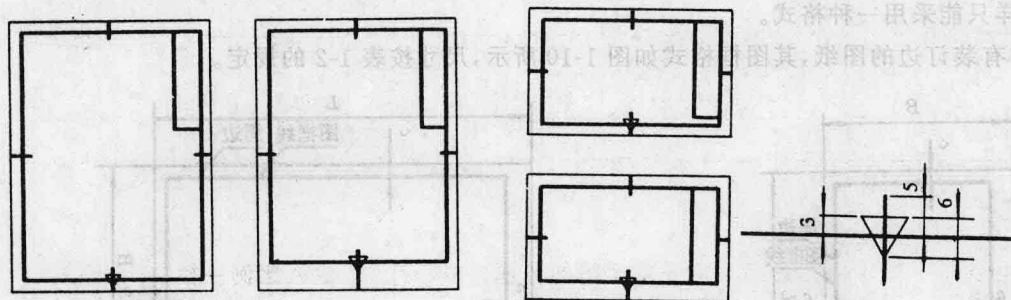


图 1-12 X 型图纸竖放 图 1-13 Y 型图纸横放 图 1-14 方向符号的大小和位置
(GB10609.1-89) 规定,标题栏格式如图 1-15,1-16 所示。

55			12	12	30	(11)	7 4 × 7 = (28)
(图名)			比例	数量	材 料	图号	
制图	(姓名)	(学号)	(校名、班级)				
审核							
12	23	20	(65)				
120							

图 1-15 标题栏格式举例

制图时,零件图建议采用图 1-15 的格式,装配图采用图 1-16 的格式。标题栏外框用粗实线,内格用细实线。标题栏内的图名、校名用 10 号字,其余用 5 号字。

							7
							14
序号	名 称		数量	材 料		备 注	
(图名)			比例		共 张	(图号)	4 × 7 = (28)
			质量		第 张		
制图	(姓名)	(学号)	(校名、班级)				
审核							
12	23	20	12	12	18	(23)	
120							

图 1-16 标题栏格式

1.2.2 比例(GB/T14690-93)

1. 比 例

图样的比例是图中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比。需要按比例绘制图样时,应由表 1-3 所规定的系列中选取适当的比例值。

表 1-3

比 例

原值比例	1:1					
缩小的比例	1:1.5	1:2	1:2.5	1:3	1:4	1:5
	1:1.5 $\times 10^n$	1:2 $\times 10^n$	1:2.5 $\times 10^n$	1:3 $\times 10^n$	1:4 $\times 10^n$	1:5 $\times 10^n$
放大的比例	2:1	2.5:1	4:1	5:1	(10 $\times n$):1	

2. 应用比例的一般规定

(1) 绘制同一机件的各个视图应采用相同的比例,并填写在标题栏比例一栏中。

(2) 当某一个视图需要采用不同比例时,必须另行标注。

(3) 当图形中孔的直径或薄片的厚度小于或等于 2mm,斜度和锥度较小时,可不按比例而夸大画出。

(4) 绘图时不论采用何种比例,图样中所注的尺寸数值必须是实物的实际大小,与图形的比例无关(见图 1-17)。

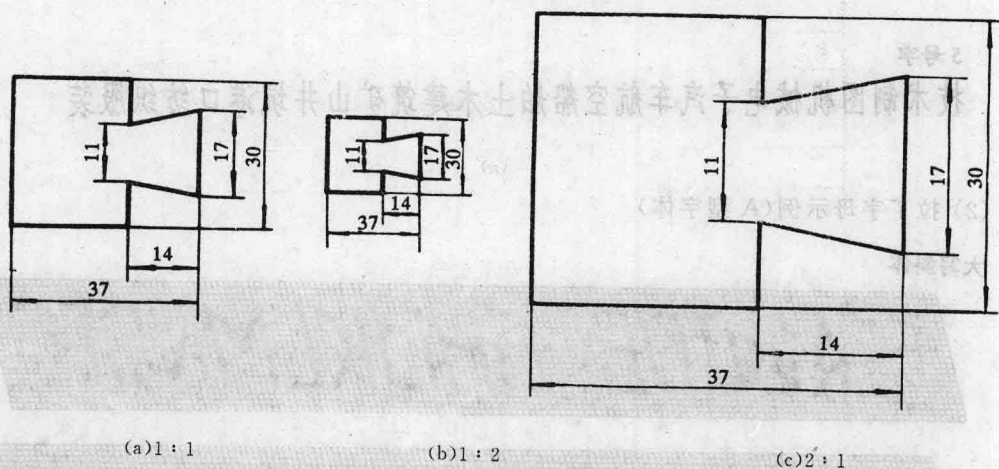


图 1-17 图形比例与尺寸数字

1.2.3 字体(GB/T14691-93)

1. 基本要求

(1) 在图样中书写的汉字、数字和字母,都必须做到“字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐”。

(2) 字体高度(用 h 表示)的公称尺寸系列为:1.8, 2.5, 3.5, 5, 7, 10, 14, 20mm。如需要书写更大的字,其字体的高度应按比率递增。字体高度代表字体的号数。

(3) 汉字应写成长仿宋体字,并应采用国家正式公布的简化字。汉字的高度 h 不应小于 3.5mm,其字宽一般为 $h/\sqrt{2}$ 。

书写长仿宋体字的要领是:横平竖直,注意起落,结构匀称,填满方格。初学者应打格子书写,首先应从总体上分析字形及结构,以便书写时布局恰当,一般部首所占的位置要小一些。书写时,笔画应一笔写成,不要勾描。另外,由于字型特征不同,切忌一律追求满格,对笔画少的字尤应注意,如“月”字不可写得与格子同宽;“工”字不要写得与格子同高,“图”字不能写得与格

子同大等。

(4) 字母和数字分 A 型和 B 型。A 型字体的笔画宽度(d)为字高(h)的 $1/14$, B 型字体的笔画宽度(d)为字高(h)的 $1/10$, 在同一图样上, 只允许选用一种型式的字体。

(5) 字母和数字可写成斜体和直体。斜体字字头向右倾斜, 与水平基准线成 75° 。

2. 字体示例(见图 1-18(a)、(b)、(c)、(d))

(1) 长仿宋体汉字示例

10 号字

字体工整 笔画清楚 间隔均匀 排列整齐

7 号字

横平竖直 注意起落 结构均匀 填满方格

5 号字

技术制图 机械电子 汽车航空 船舶土木 建筑矿山 井坑港口 纺织服装

(2) 拉丁字母示例(A 型字体)

大写斜体

A B C D E F G H I J K L M N O P

Q R S T U V W X Y Z

小写斜体

a b c d e f g h i j k l m n o p q

r s t u v w x y z

(b)

(3) 阿拉伯数字示例(B 型字体)

斜体

0123456789

直体

0123456789

(c)

(4) 罗马数字示例(B 型字体)

斜体

IIIIIIIVVVVVVVVVIIIIIXX

直体

IIIIIIIVVVVVVVVVIIIIIXX

(d)

图 1-18 字体示例

1.2.4 图线(GB4457.4-84)

1. 图线的型式及应用

(1) 图中所采用各种型式的线,称为图线。国家标准《机械制图》规定了图线的名称、型式、代号、宽度以及在图上的一般应用,见表 1-4,图 1-19。

表 1-4

图线的型式及应用

图线名称	图线型式及代号	图线宽度	主要用途
粗实线	 A	b	A1 可见轮廓线
细实线	 B	约 $b/3$	B1 尺寸线和尺寸界线 B2 剖面线 B3 重合剖面的轮廓线
波浪线	 C	约 $b/3$	C1 断裂处的边界线 C2 视图与剖视的分界线
双折线	 D	约 $b/3$	D1 断裂处的边界线
虚线	 F	约 $b/3$	F1 不可见轮廓线
细点画线	 G	约 $b/3$	G1 轴线 G2 对称中心线 G3 轨迹线
粗点画线	 J	b	J1 有特殊要求的线或表面的表示线
双点画线	 K	约 $b/3$	K1 相邻辅助零件的表面轮廓线 K2 极限位置的轮廓线

(2) 图线宽度 图线分为两种。粗线宽度按图形大小和复杂程度,在 $0.5 \sim 2\text{mm}$ 之间选择,细线宽度约为 $b/3$ 。