

机械制图

佟国治 王乃成 潘柏楷 编
王爱卿 宋子玉

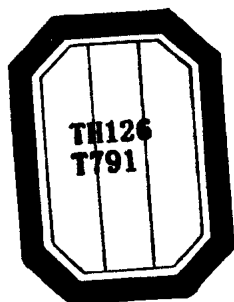


北京航空航天大学出版社

TH126
T791

机 械 制 图

佟国治 王乃成 潘柏楷 编
王爱卿 宋子玉



北京航空航天大学出版社

内 容 简 介

本教材是根据机械制图(机械类)教学大纲编写的。它的理论基础是画法几何。主要内容有:制图基本知识。标准件与常用件、零件图、装配图。有些重点章节的内容略深一些、宽一些,并按专题进行系统阐述,增加各种图例以便查阅。与它配合使用的还有《机械制图习题集》。

本书为工科专业教材,也可供电大、职大、自学者、技术人员教师参阅。

机 械 制 图

佟国治 王乃成 潘柏楷 编
王爱卿 宋子玉
责任编辑 许传安

北京航空航天大学出版社出版发行

北京国马印刷厂印装

* * *

787×1092 1/16 印张:19.5 插页1张 字数:502千字

1987年11月第一版,1998年7月第4次印刷 印数:24101~27700册

ISBN 7-81012-023-9/TH·001 定价:17.00元

D2-82 110

前 言

现代飞行器和一切机械设备的生产都离不开图样。所谓图样，即是准确地表达物体的形状、尺寸及其技术要求的图形。设计人员通过图样表达设计对象，工艺人员根据图样制造所设计的产品。所以，图样是工程技术人员交流技术思想的工具，是工程技术界的技术语言。

机械制图是研究图样的一门学科。它包含的内容比较多，涉及的知识面也很广泛。为此，对机械制图教材的编写更应加强理论性和系统性，要重视制图基本技能的培养。

本教材是根据机械制图（机械类）教学大纲编写的。有些重点章节的内容略深一些、宽一些，并按专题内容系统阐述，增加各种图例以便查阅。在编写机械制图教材的过程中，有如下的几个观点：

1. 机械制图应重点研究机件的构形问题。用构形的观点和形体分析、线面分析的方法贯穿全书。机件的视图表达与标注尺寸可以用构形分析统一起来。

2. 在零件图与装配图的关系上，以零件图为主；在各种零件中，又以壳体零件为主。壳体零件应作为主要研究对象，因为壳体零件包容了许多零件的构造特点，具有一定的典型性和综合性。

3. 常用件与标准件在教材中只是研究它们的结构参数、规定画法、标记与查表方法。有关图样中的技术要求，如公差配合、表面粗糙度、形位公差、材料等，主要研究它们在图样中的正确标注，不强调选用的正确性。

4. 本教材全面贯彻 1984 年颁布的机械制图国家标准。（GB 4457~4460-84，GB 131-83）

5. 本教材应与机械制图习题集配套使用。它的理论基础是《画法几何》，由 1987 年北京航空学院出版社出版。

本教材是在总结了北京航空学院制图教研室历届所编教材的基础上整理编写的，采用了过去教材中绝大部分题材与图例。参加编写的有：佟国治（第七、九章）、王乃成（第十一、十二、十三章）、潘柏楷（第八、十章）、王爱卿（第一、二、三章及附录）、宋子玉（第四、五、六章）等同志，由佟国治、王乃成、潘柏楷同志任主编，教材中的图稿、文稿由佟国治、王爱卿同志整理，刘美孝同志审阅。陈剑南、张士权、陈其明、黄振廉等同志曾参加过原教材方案的讨论、审图和校对工作。参加描图的有梅冰清、张魁等同志。

由于我们水平有限，书中的缺点和错误在所难免，希望读者批评指正。

编 者 于北京航空学院制图教研室

1987.3

目 录

第一篇 制图基本知识

第一章 机械制图国家标准一般规定

§ 1-1 标准化的意义与机械制图国家标准.....	(1)
§ 1-2 图纸幅面及格式.....	(2)
§ 1-3 比 例.....	(7)
§ 1-4 字 体.....	(8)
§ 1-5 图 线.....	(12)
§ 1-6 剖面符号.....	(15)
§ 1-7 尺寸标注.....	(17)

第二章 绘图工具的正确使用和几何作图

§ 2-1 绘图用品.....	(31)
§ 2-2 绘图工具及正确使用方法.....	(32)
§ 2-3 描图工具及正确使用方法.....	(37)
§ 2-4 其它绘图工具.....	(37)
§ 2-5 正多边形的画法.....	(38)
§ 2-6 椭圆的画法.....	(40)
§ 2-7 平面图形中的光滑连接.....	(43)

第二篇 标准件与常用件

第三章 螺纹与螺纹连接

§ 3-1 螺 纹.....	(50)
§ 3-2 螺纹连接.....	(59)

第四章 销、键与花键

§ 4-1 销.....	(73)
§ 4-2 键.....	(74)
§ 4-3 花键.....	(76)

第五章 齿轮与蜗轮蜗杆画法

§ 5-1 圆柱齿轮	(79)
§ 5-2 圆锥齿轮	(83)
§ 5-3 蜗杆和蜗轮	(86)

第六章 弹簧与轴承画法

§ 6-1 弹 簧	(92)
§ 6-2 滚动轴承	(96)

第三篇 零 件 图

第七章 零件形状的表现方法

§ 7-1 视 图	(100)
§ 7-2 剖面与剖视	(104)
§ 7-3 特殊表现方法	(112)
§ 7-4 零件歪斜部分表现方法	(115)

第八章 零件的合理构形

§ 8-1 零件的构形	(118)
§ 8-2 与零件设计有关的构形问题	(126)
§ 8-3 与零件的工艺有关的构形问题	(130)
§ 8-4 与装配有关的构形问题	(136)

第九章 零件的视图选择

§ 9-1 主视图选择的基本原则	(145)
§ 9-2 零件形状的“唯一确定”	(148)
§ 9-3 视图表达要“易于读懂”	(151)
§ 9-4 零件的视图选择	(153)
§ 9-5 壳体零件视图方案分析	(157)

第十章 零件图的尺寸标注

§ 10-1 尺寸标注的基本概念	(164)
§ 10-2 平面图形的尺寸	(168)
§ 10-3 几何体的尺寸	(171)
§ 10-4 尺寸与结构设计	(174)
§ 10-5 尺寸与工艺	(181)
§ 10-6 零件图的尺寸标注	(187)
§ 10-7 借助文字标注尺寸	(189)

第十一章 技术要求

§ 11-1 公差与配合的基本概念与标注法	(197)
§ 11-2 形状和位置公差的基本概念及标注法	(207)
§ 11-3 表面粗糙度及其标注法	(214)
§ 11-4 热处理与表面处理的基本概念	(224)

第四篇 装配图

第十二章 装配图的表达方法

§ 12-1 装配图的作用与内容	(226)
§ 12-2 装配图的表达方法	(228)
§ 12-3 装配体的视图选择	(234)
§ 12-4 装配图的尺寸标注	(235)
§ 12-5 装配图的技术要求	(236)
§ 12-6 序号和明细栏	(236)
§ 12-7 根据零件图画装配图	(237)

第十三章 读装配图和拆零件图

§ 13-1 一般设计过程与读装配图的要求	(248)
§ 13-2 读装配图的步骤与方法	(248)
§ 13-3 根据装配图绘制零件图的步骤	(252)
§ 13-4 零件结构与视图方案的确定	(253)
§ 13-5 拆图注尺寸的注意事项	(261)

附 录

一、基本尺寸至 500 的优先、常用和一般用途的极限偏差

表 1 轴的极限偏差	(263)
表 2 孔的极限偏差	(272)

二、常用螺纹及其结构

表 3 普通螺纹的直径和螺距	(280)
表 4 管路旋入端用普通螺纹尺寸系列	(281)
表 5 55°圆柱管螺纹尺寸	(281)
表 6 60°圆锥螺纹尺寸	(282)
表 7 米制锥螺纹尺寸	(282)

表 8	55°圆锥管螺纹尺寸	(283)
表 9	螺钉及双头螺柱末端形状	(284)
表 10	螺纹收尾、肩距、退刀槽、倒角	(285)
表 11	连接零件沉孔及通孔尺寸	(286)

三、螺纹连接件与销、键

表 12	螺 栓	(287)
表 13	双头螺柱	(288)
表 14	螺 钉	(289)
表 15	螺 母	(290)
表 16	六角槽形螺母	(291)
表 17	垫 圈	(292)
表 18	弹簧垫圈	(292)
表 19	圆柱销	(293)
表 20	圆锥销	(293)
表 21	开口销	(293)
表 22	平键键及键槽的剖面尺寸	(294)
表 23	半圆键键及键槽的剖面尺寸	(295)
表 24	矩形花键	(296)
表 25	滚动轴承	(297)

四、焊接表示法

表 26	焊缝的基本符号	(297)
表 27	焊缝的辅助符号	(298)
表 28	焊缝的画法、代号、标注示例	(299)

五、常用材料

表 29	黑色金属材料	(300)
表 30	有色金属材料	(303)
表 31	非金属材料	(305)

第一篇 制图基本知识

第一章 机械制图国家标准一般规定

§ 1-1 标准化的意义与机械制图国家标准

一、标准化的意义

室内的灯泡坏了,自行车上丢失了一个螺母,都可以买一个装上使用,不用任何加工修配。这是因为灯泡和螺母的形状、尺寸、材料和性能等,都是按统一的规定制造的,也就是说,这两者都是标准的。

所谓**标准**,是对需要协调统一的技术内容,所作的统一规定。

上述螺母称为**标准件**。标准件的需用量极大,可以由标准件工厂组织专业化流水线生产。例如,一架飞机上的各种各样的标准件,是由分布在各地的许多工厂提供的。

现代化流水线大生产,能提高产品质量与生产效率,节约材料,降低生产成本。

因此,在经济、技术、科学及管理等方面,都应制订和贯彻统一的标准,以求获得最优的处理,和最好的社会效益,这就是**标准化**。

二、贯彻机械制图国家标准意义

标准可分国际标准(ISO^①)、国家标准(GB^②)、专业标准或部颁标准(如航空标准 HB、机械工业部标准 JB 等)和企业标准等。为了国际交流的需要,GB 基本采用 ISO 标准;而国标以下的下一级标准,不得违反上一级标准,只能根据本专业或企业的特点与需要,作一些补充规定。

因此,机械制图国家标准是一种工程技术界通用的国际语言,所有设计、工艺、管理人员,都应熟悉实施,严格地遵守。任何一张图样,都要进行标准化检查,否则不能投入生产。所以,在本课程中,学习与掌握 GB,也是最重要的内容之一;只有图样是根据标准绘制的,才能成为交流技术思想的工具。

标准的主要内容,从本章开始,将在各章中逐步予以介绍。

随着科学技术、生产水平、绘图技能的迅速发展,标准中的一些内容会被淘汰,一些新的内容可能有必要添入。因此过了若干年之后,标准有必要修订,我们要注意新标准的颁布,以便及时地学习与实施。

本章着重介绍图样幅面及格式、比例、字体、图线、剖面符号和尺寸等六个标准的基本内容,并作一些必要的说明。

① ISO 为国际标准化组织(International Organization of Standardization)的简称。

② GB 为国家标准 Guojia Biaozhun 中“国”、“标”两字汉语拼音的第一字母,下面 HB、JB 也是同样的意思。

§ 1-2 图纸幅面及格式

为了便于图样的管理和使用，对图样的尺寸、格式都作了统一规定。在标准中规定了图纸长边和短边的尺寸及其比例关系。由图纸长边和短边尺寸所确定的图纸大小称为图纸幅面。按标准规定图纸幅面分为两大类：一类是优先采用的图纸幅面，称为基本幅面。另一类是加长后的图纸幅面。

一、基本幅面的尺寸及代号

绘制工程图样时，优先采用基本幅面。基本幅面有六种，其代号为：A0、A1、A2、A3、A4、A5。各种图纸幅面的长边和短边分别用 L 和 B 表示，其幅面代号和相应尺寸如表 1-1 所示。

表 1-1 基本幅面尺寸

表1-1 基本幅面尺寸						mm
幅面代号	A0	A1	A2	A3	A4	A5
B×L	841×1189	594×841	420×594	297×420	210×297	148×210
C	10			5		
e	20		10			

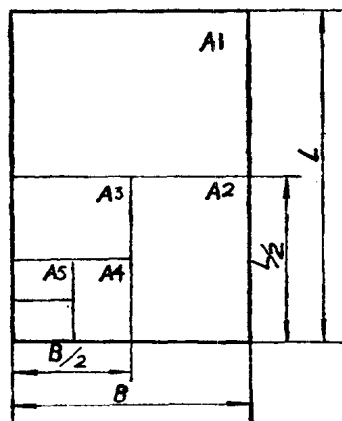


图 1-1 基本图幅

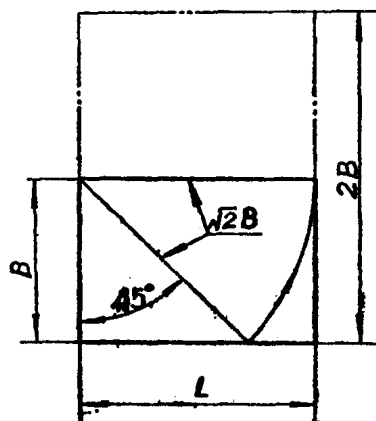


图 1-2 L 和 B 的关系

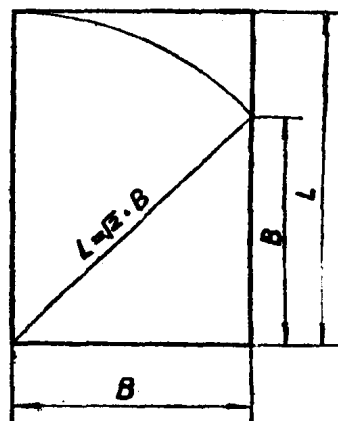


图 1-3 L 和 B 的关系

由表 1-1 和图 1-1 中可以看出：两相邻代号的图纸幅面大小是对开关系。如 A1 幅面是 A2 幅面的二倍，A1 的短边 (594mm) 等于 A2 的长边。图纸幅面长边 L 和短边 B 的关系，以 A0 为例，是根据如下原则确定的：

1. 为了便于计算图纸面积，A0 幅面为 1 平方米。
2. 为满足相邻图纸幅面的对开关系，即大一号图纸幅面沿长边对剪开，恰好为小一号图纸幅面，如图 1-1。由图 1-2、图 1-3 看，长短边可得出下列关系式：

$$L \cdot B = 1 \dots\dots\dots ①$$

$$L : B = 2B : L \dots\dots\dots ②$$

解①式与②式联立方程可得出:

$$L = \sqrt[4]{2} \approx 1.189 \text{ 米}$$

$$B = \frac{1}{\sqrt[4]{2}} \approx 0.841 \text{ 米}$$

所以, A0的长短边的尺寸(图1-3)应为:

$$L = 1189 \text{ mm}$$

$$B = 841 \text{ mm}$$

二、加长幅面

基本幅面不够用时,可采用加长的幅面。幅面加长的原则,对A0、A2、A4三种幅面的加长量,按A0幅面长边的八分之一(即148mm)的倍数增加;对A1、A3两种幅面的加长量,按A0幅面短边的四分之一(即210mm)的倍数增加。如图1-4中细实线所示。对A0及A1幅面也允许同时加长两边。但由于受绘图纸和晒图机尺寸的限制,A0幅面短边加长后最好不要超过1051mm。另外,为了减少加长幅面的种类,A1幅面短边的加长后尽量不要超过743mm。长短边同时加长的幅面如图1-4中的虚线部分。

三、图纸幅面格式

图纸幅面格式包括图框、标题栏和图幅分区等。

1. 图框线

图框线的尺寸是根据图纸是否需要装订和图纸幅面的大小来确定的。

需要装订时,装订的一边要留装订边,一般应留在图幅的左边,如图1-5,装订边的宽度一律为25mm。其余周边的尺寸c则根据图幅的尺寸分为两大类。如表1-1。

图幅可以横放,如图1-5中(a);也可以竖放,如图1-5中(b)所示。

装订时,一般采用A4幅面竖放,或A3幅面的横装。A5幅面很少使用。

当图纸张数较少或用其它方法保管而不需要装订时,图纸的四个周边尺寸相同,如图1-6。e的具体尺寸如表1-1所示。

2. 标题栏

目前我国尚无有关标题栏格式的统一标准。1981年机械部发布了指导性文件JB/Z 157-81《产品图样及设计文件格式》,该文件中规定了两种标题栏的格式,如图1-7(a)、(b)所示。

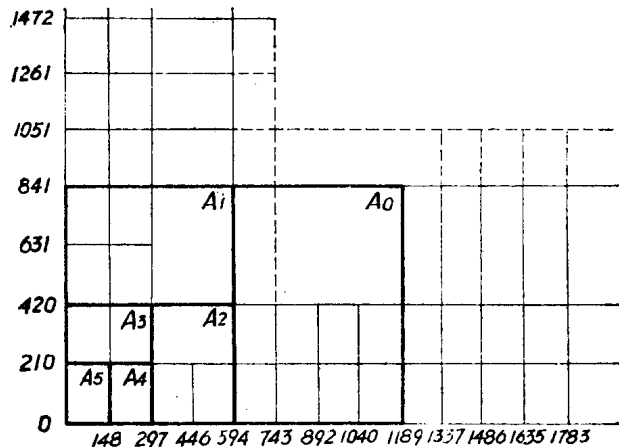


图1-4 图纸幅面的延长

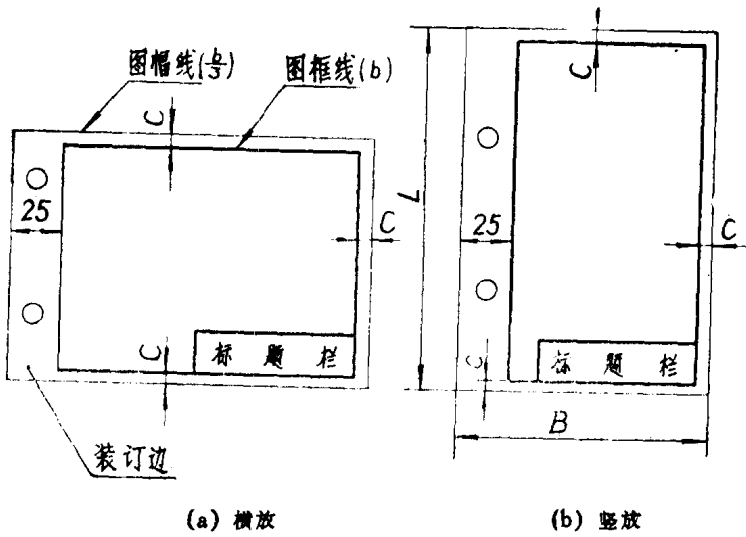


图1-5 图纸格式

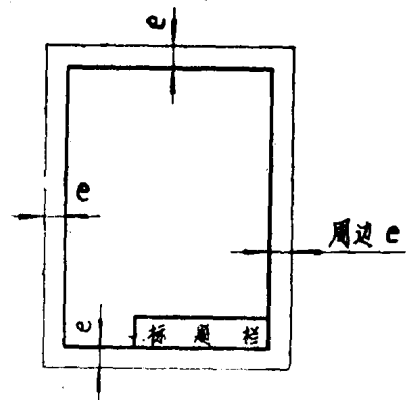


图1-8 无装订边的图纸格式

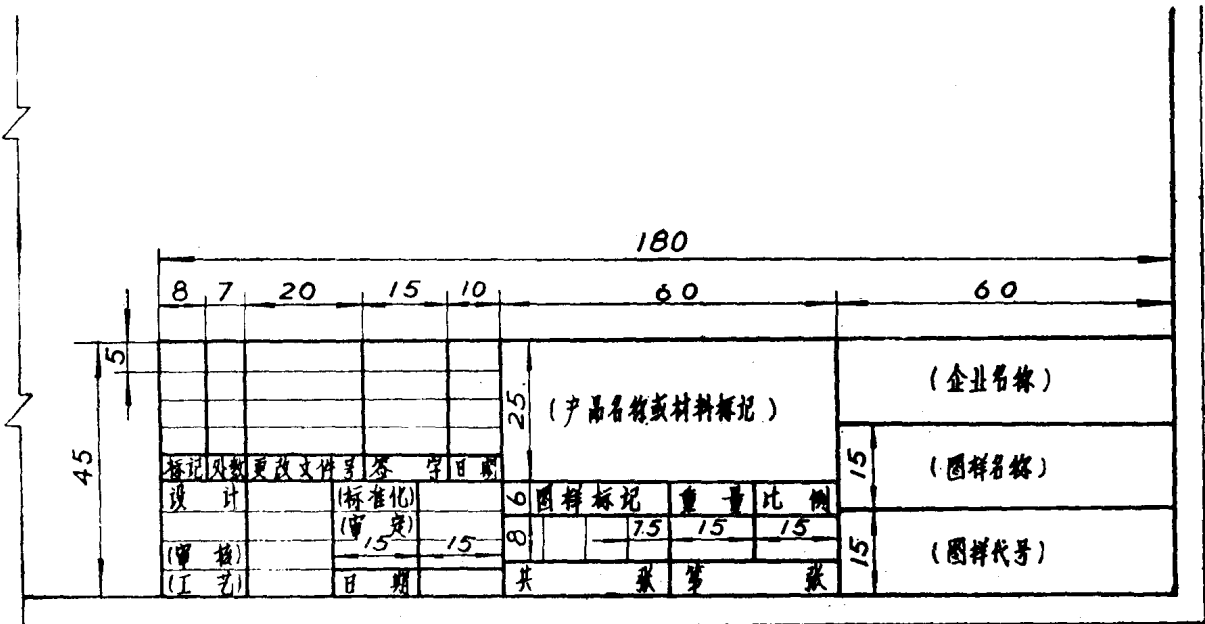


图1-7(a) 标题栏格式

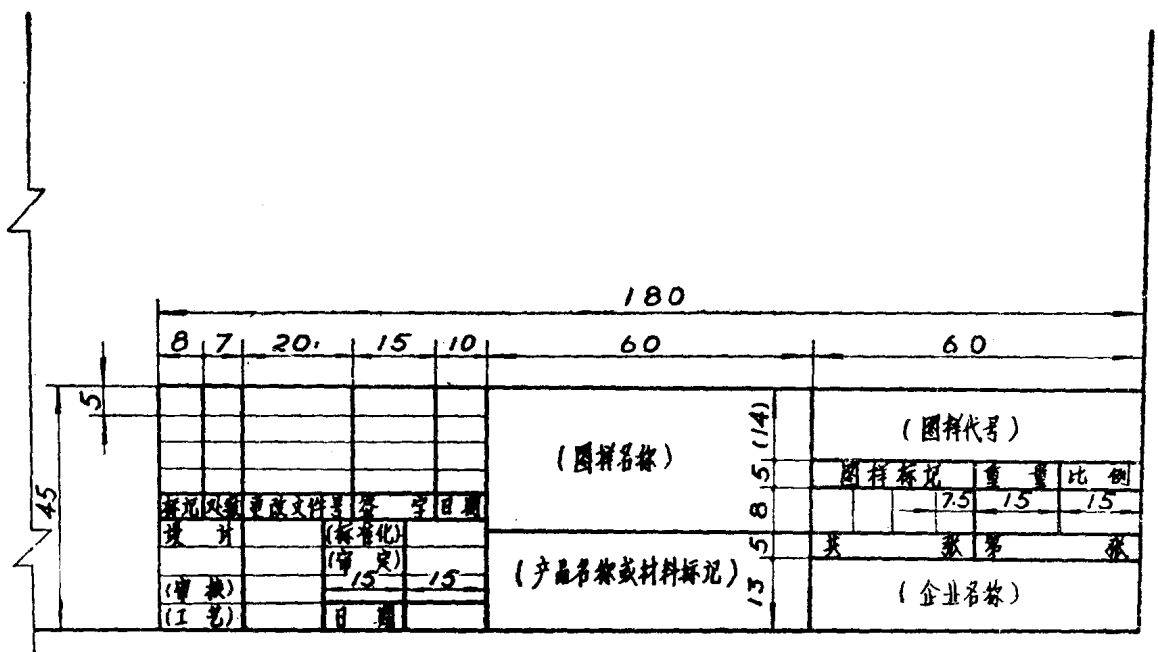


图1-7 (b) 标题栏格式

各部门、厂矿、学校现在所使用的标题栏格式不统一。为适应教学要求，推荐一种标题栏的格式，如图 1-8 所示。

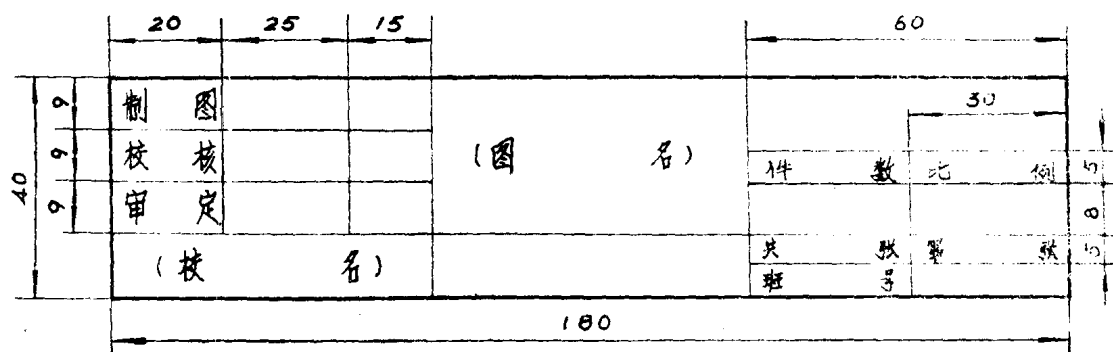


图 1-8 标题栏格式

标题栏在图样中的位置，一般按图 1-9 和图 1-10 所示。由于表达图样的需要，也可按图 1-11 和图 1-12 所示的位置布置。具体选用时应根据需求来确定。

国家标准规定，标题栏中的文字方向为看图的方向。就是指图样中所标注的尺寸数字、符号及说明文字等，均以标题栏中的文字方向为准，与装订边的方向无关。例如图1-11，图1-12，看图时应从右边看。这样读图不致产生误解。

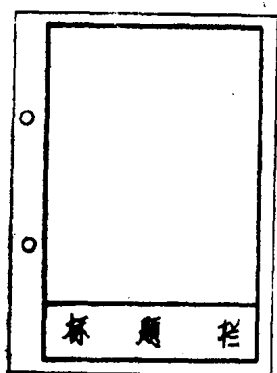


图 1-9 标题栏的位置

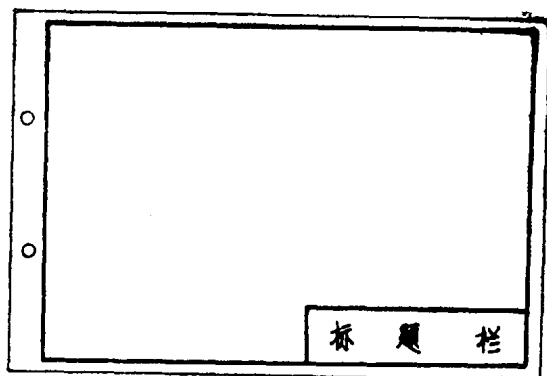


图 1-10 标题栏的位置

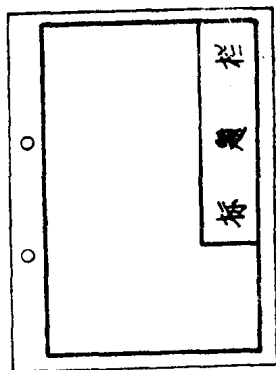


图 1-11 标题栏的位置

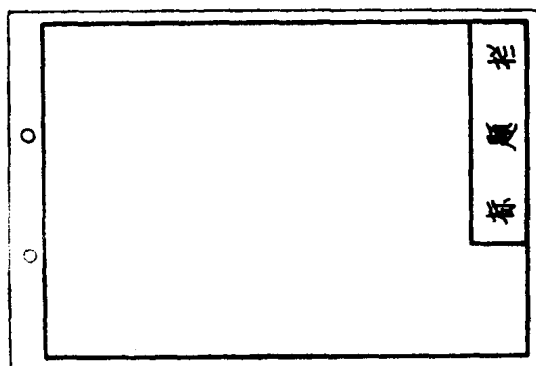


图 1-12 标题栏的位置

四、图幅分区和对中符号

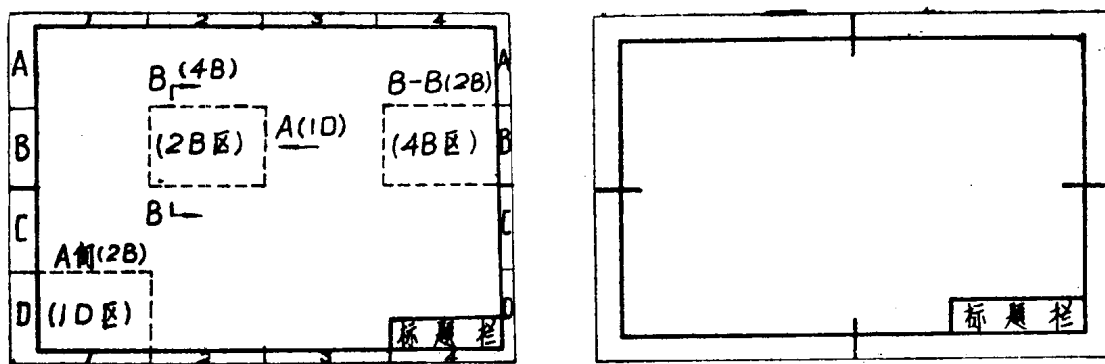
由于一张图样中包含的内容很多，尤其对于大的或复杂的图样，为了便于看图和查找图中的视图，将图幅分成若干区域，并编号。这样各种内容在图样中所在位置就清楚易找。

分区的方法是将图纸的四个周边加以等分。分区的数目按图样的复杂程度而定，但必需是偶数，每一分区的长度应在 25~150mm 之间选用。分区线用细实线画在周边内。如图 1-13(a)所示。

每个分区的代号由阿拉伯数字和拉丁字母组成。如图 1-13(a)中：2B区、1D区等。在图样中，阿拉伯数字按标题栏的长边方向从左至右顺序排列，拉丁字母按标题栏的短边方向从上至下顺序排列，数字和字母的号数相同。

图幅分区的规定适用于装订或不装订的各种基本幅面和加长幅面。

为了复制及缩微摄影的方便，可采用对中符号。对中符号一段为粗实线，从周边画入图



(a) 分区标注

(b) 对中符号

图 1-13 图幅分区和对中符号

框内约 5mm，如图 1-13(b)所示。

图幅是否分区、是否画出对中符号，均可根据具体情况分别考虑，互不影响。

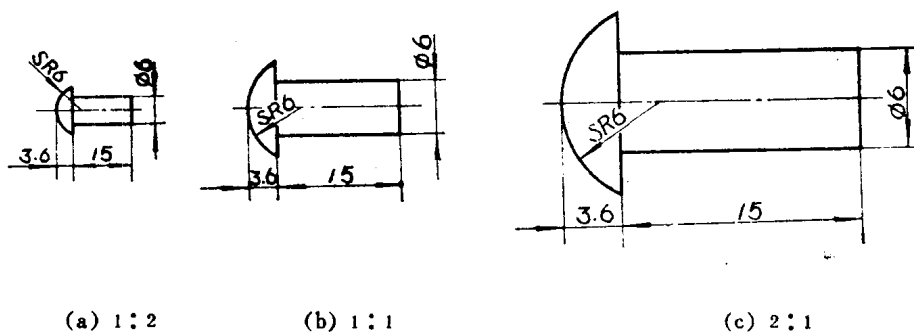
§ 1-3 比 例

机件的大小、结构形状复杂程度各不相同，为了在图纸上清晰地表达机件的结构形状、尺寸和技术要求，并使图纸幅面得到合理的使用，就要根据不同情况选用合适的比例。

一、比例的概念

绘制图样时，在表达清晰、布局合理的条件下，尽量使图形的大小与机件大小相同，但对大而简单的机件，可以缩小画出。而对小而复杂的机件，则应放大画出。

比例：指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，如图 1-14 所示。



(a) 1:2

(b) 1:1

(c) 2:1

图 1-14 图形的比例

图中所画为同一个铆钉，采用了不同比例。其中(a)为缩小比例1:2，表示图样中铆钉的线性尺寸与实际铆钉相应的线性尺寸之比为1:2。例如：铆钉的轴向尺寸为15mm，在图样上画出的长度为7.5mm。

二、比例的种类与选择

绘制图样时,规定了一般应采用的比例,见表1-2。

表1-2 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	1:2.5×10 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。

三、比例的应用和规定

1. 图样中所标注的尺寸数字,与所采用的比例无关,而应按机件的实际尺寸标注。例如,图1-14中铆钉的轴向实际尺寸为15mm,不管是采用了1:2,还是2:1的比例,在图样中仍标注为15mm。

2. 绘制同一机件的各个视图,一般应采用相同的比例,并在标题栏的“比例”一栏中填写,例如“1:1”。当某些视图需要采用不同的比例时,必须另行标注,如图1-15所示。

3. 绘制图样时,对于较小的斜度、锥度、直径 $\leq 2\text{mm}$ 的孔、厚度 $\leq 2\text{mm}$ 的薄片等结构,可不按比例,而夸大画出。

4. 表格图和空白图不需注写比例。

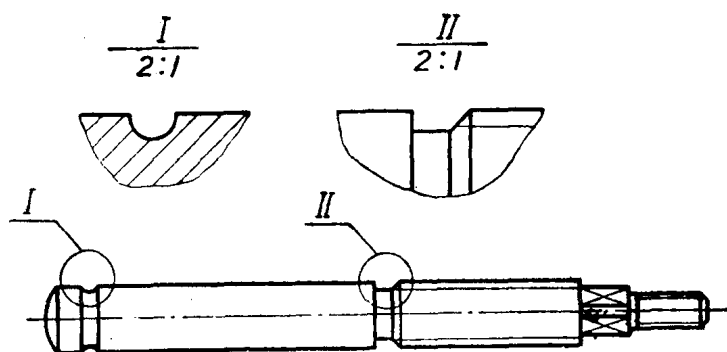


图1-15 采用不同比例的标注

§ 1-4 字 体

图样中除图线外,还有各种字体用以标注尺寸和说明设计、制造上的各项要求,因此字体是图样中的一个重要组成部分。

一、对字体的要求和一般规定

图样和技术文件上书写的字体包括汉字、数字、拉丁字母等。总的要求是易于辨认,便于书写,注意美观。书写时应做到:字体端正,笔划清楚,排列整齐,间隔均匀。

标准中规定,字体的号数分为:20、14、10、7、5、3.5、2.5共七种。字体的号数为字体的高度(单位为毫米)如图1-6。例如:字体的号数为5,其字体的高度为5mm。字体的宽度约等

10 号

字体端正 笔划清楚 排列整齐 间隔均匀

7 号

装配时作斜度深沉最大小球厚直网纹均布镍平镀抛光研视图
向旋转前后表面展开图两端中心孔锥销

5 号

技术要求对称不同轴垂线相交行径跳动弯曲形位移允许偏差内外左右
检验数值范围应符合于等级精热处理淬退回火渗碳硬有效总圈并紧其
余未注明按全部倒角

图 1-16 长仿宋体

于字体高度的三分之二。

数字及字母的笔划粗度，约等于
字体高度的十分之一。

数字、拉丁字母分为斜体和直体
两种形式，如图 1-17、图 1-18 所示。
斜体字的字头向右侧倾斜，与水平线
约成 75° 。

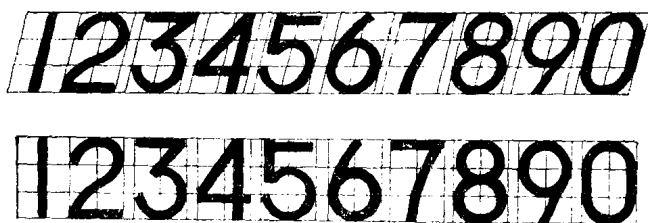


图 1-17 数 字

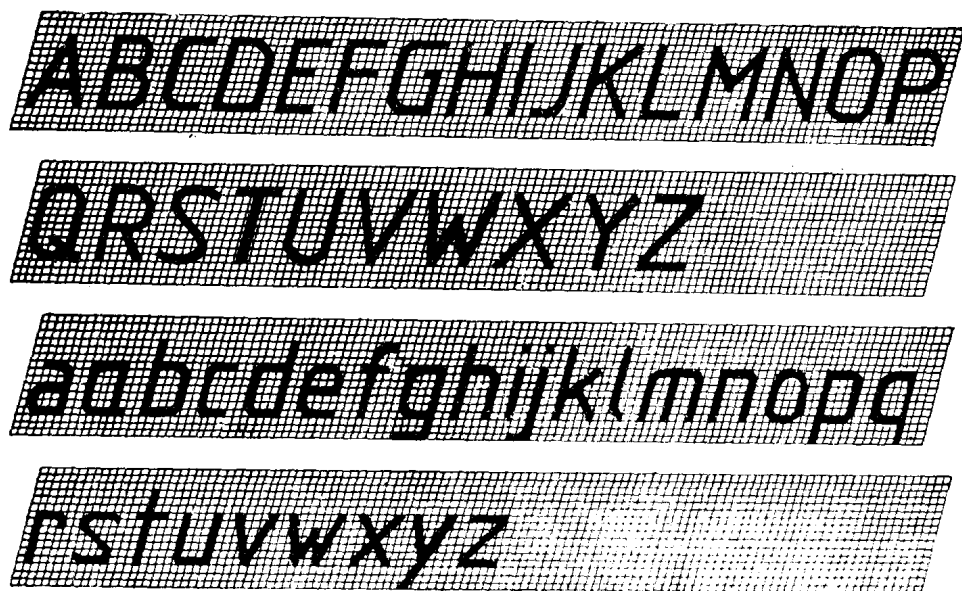


图 1-18 拉丁字母(斜体)