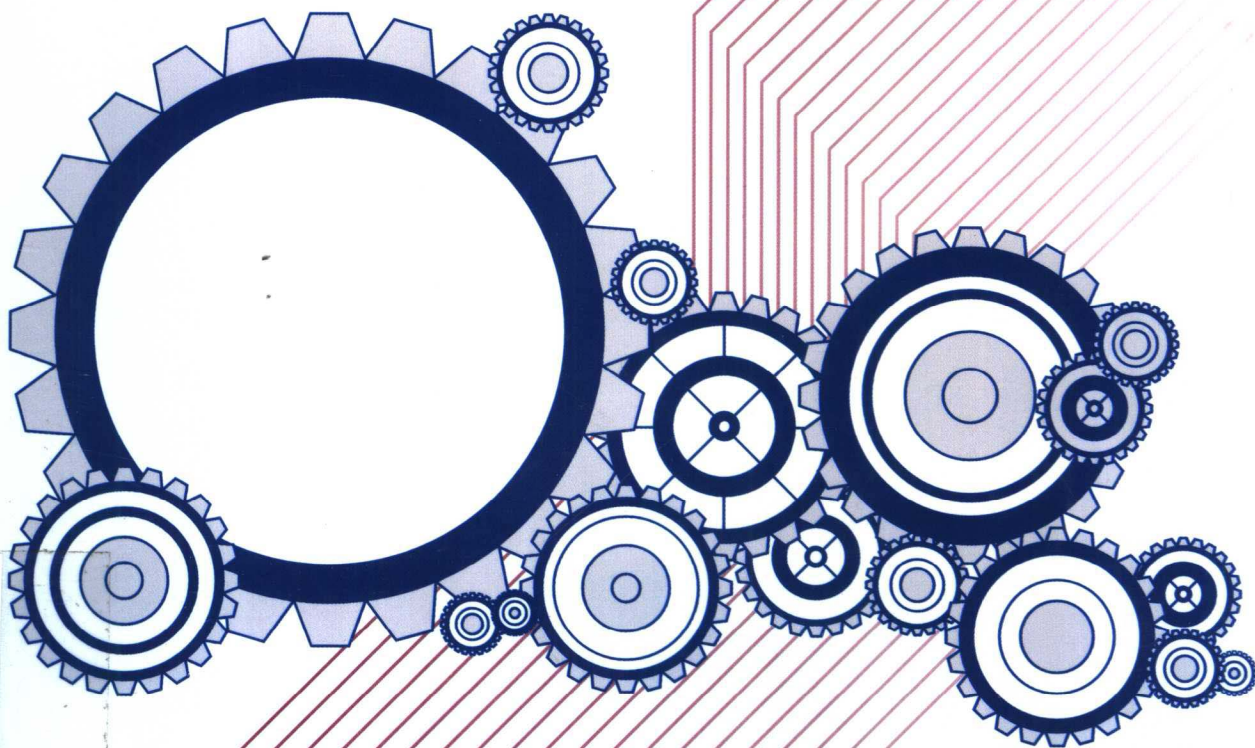


新编机械制图实用教程

王乃成 编著



國防工業出版社

National Defense Industry Press

新编机械制图实用教程

王乃成 编著

国防工业出版社

·北京·

内 容 简 介

本书按照机械类教学大纲根据最新机械制图和技术制图国家标准编著。强调理论的系统性和完整性,具有较强的特色和新意。对重点内容阐述密切联系实际,深入详尽。

本书特点为:结合设计和工艺实际,着重对最新国家标准的分析和介绍的前提下,对新、旧国家标准进行对比,并对一些重点内容进行正误对比,以加深理解。

本书内容包括:机械制图基本标准,平面图形画法,组合体的画图和读图,投影变换,机件表达方法,零件表面交线画法,标准基素和标准件的表示法,常用件的规定画法,零件图画法、尺寸注法、技术要求,典型零件图的识图,装配图的画法,读装配图和拆零件图,焊接件表示法,展开图的画法等。

本书读者对象为广大工程技术人员,用以提高掌握绘图和读图能力。也可供机械类大专院校学生作教科书或参考书。

图书在版编目(CIP)数据

新编机械制图实用教程 / 王乃成编著. —北京:国防工业出版社, 2006.2
ISBN 7-118-03900-4

I. 新... II. 王... III. 机械制图 - 教材
IV. TH126

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 033109 号

※

国防工业出版社 出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100044)

国防工业出版社印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 787 × 1092 1/16 印张 40½ 字数 725 千字

2006 年 2 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—4000 册 定价 60.00 元(含习题集)

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)68428422

发行邮购:(010)68414474

发行传真:(010)68411535

发行业务:(010)68472764

前 言

一切机械设备的制造,都需根据其机械图样。设计人员要用图样来表达他们的设计思想,工艺人员要根据图样来制造机件。所以,图样是设计、制造和管理人员交流技术思想的不可缺少的工具,成为工程技术人员的通用语言,而且还是国际性的技术语言。

一、本课程的性质

本课程是所有工科院校所必修的技术基础课。它以投影理论为基础,进一步学习绘制和阅读机械工程图样的技能与方法,为参加有关专业的学习与实际工作,创造必不可少的条件。

二、本课程的主要内容与要求

1. 建立和发展投影概念和空间想象能力。
2. 熟悉常见的表达机件的各种方法,并通过练习,加以掌握。
3. 能正确、完整、清晰、合理地标注尺寸。
4. 掌握绘图和读图的方法和技能。
5. 了解机械制图现行国家标准,并能应用于实践中。

三、本课程的学习方法

本课程是一门与生产实际紧密相关的工程训练课程,要学好本课程,必须在深入掌握基本理论、基本知识和基本方法的基础上,要多画、多读,反复实践,才能不断进步。

一张图样所包含的内容是极为广泛的,包含了设计和工艺等各方面的知识。学习时,应分清主次,把重点放在机件结构和表达图样之间的内在联系上;即如何通过正确合理的表现方法,去表达具有各种特点的机件;如何通过图样,来设想机件的形状和各项技术要求。

在零件图与装配图的关系上,以零件图为主;在各类零件图中又以壳体类零件为主;在图上各项内容中,又以投影表达为主。

四、本书的特点

1. 密切结合设计与生产实际,对实践中常见的问题,进行较深入地阐述。
2. 采用最新的国家标准,注意对新、旧国家标准的分析和对比,以便宣传和推广新的国家标准。
3. 以图文结合的方式,较形象地来说明有关概念和内容,并采用正确与错误对比的方法,以加深理解。

五、读者对象

本书主要读者对象为广大工程技术人员,特别是对机械制图虽有所了解,但画图和识图仍感困难的设计和工艺有关工程技术人员。也可供大、专院校有关专业师生参考。开设《画法几何》课程的专业、并对机械制图有较高要求的机械类专业,也可用作教科书。

随书附有一册《精选机械制图习题集》,以供读者在掌握理论的基础上进行练习。

对本书中错误与不妥之处,希望广大读者不吝指正。

王乃成于 2005 年 2 月北京航空航天大学

目 录

第一章 机械制图的基本标准	1
一、图纸幅面和格式	1
二、比例	8
三、字体	8
四、图线	10
第二章 平面图形画法	13
一、几何作图	13
二、曲线连接	15
第三章 组合体的画图和读图	22
一、组合体的形体分析	22
二、画组合体的三面投影	24
三、组合体识图的方法	28
四、组合体的练习	30
五、组合体注尺寸	33
第四章 投影变换	37
一、换面法	37
二、旋转法	44
第五章 机件表达方法	48
一、视图	48
二、剖视图	56
三、断面图	74
四、局部放大图	77
五、简化画法和规定画法	79
第六章 零件表面交线的画法	88
一、截交线的画法	88
二、相贯线的画法	94
第七章 标准基素和标准件的表示法	113
一、螺纹表示法	113
二、螺纹紧固件和螺纹联接的画法	123
三、花键表示法	134
四、中心孔表示法	138
第八章 常用件的规定画法	144
一、齿轮的规定画法	144

二、蜗轮、蜗杆的规定画法	153
三、弹簧的规定画法	157
四、滚动轴承的画法	163
第九章 零件图画法	174
一、绘制图样的要求	174
二、选择主视图的原则	175
三、选择视图方案的原则	177
四、零件的合理构形	193
第十章 零件图的尺寸注法	200
一、尺寸标注的正确性要求	201
二、尺寸标注的清晰性要求	223
三、尺寸标注的完整性要求	225
四、尺寸标注的合理性要求	228
第十一章 零件图的技术要求	238
一、极限与配合	238
二、形状和位置公差	247
三、表面粗糙度	259
第十二章 典型零件图的识图	274
一、轴套类零件	274
二、轮盖类零件	280
三、叉架类零件	287
四、壳体类零件	292
五、钣金类零件	296
第十三章 装配图的画法	298
一、装配图的作用和内容	298
二、装配件的表达方法	300
三、装配图的视图选择	306
四、装配图的尺寸注法	307
五、装配图的技术要求	308
六、序号和明细栏	308
七、根据零件图画装配图	309
第十四章 读装配图和拆零件图	321
一、一般设计过程和读装配图的要求	321
二、读装配图的步骤和方法	322
三、根据装配图绘制零件图的步骤	327
四、零件结构和视图方案的确定	328
五、拆图注尺寸的注意事项	336
第十五章 焊接件的表示法	338
一、焊缝接头型式和图示法	338
二、焊缝符号表示法	340

三、焊缝符号的简化表示法	347
四、焊接图分析	351
第十六章 展开图的画法	355
一、平面立体表面展开	355
二、可展曲面的展开	356
三、不可展曲面的近似展开	358
附录	361
一、极限与配合	361
附表 1 轴的极限偏差(GB/T 1800.4—1999)摘编	361
附表 2 孔的极限偏差(GB/T 1800.4—1999)摘编	367
附表 3 轴与孔优先、常用公差带(GB/T 1801—1999)	372
附表 4 基孔制优先、常用配合(GB/T 1801—1999)	373
附表 5 基轴制优先、常用配合(GB/T 1801—1999)	373
二、螺纹与螺纹紧固件	374
附表 6 普通螺纹螺距及基本尺寸(摘自 GB/T 196、193—2003)	374
附表 7 梯形螺纹直径与螺距系列(GB/T 5796.2—1986)、 基本尺寸(GB/T 5796.3—1986)	375
附表 8 55°非密封管螺纹(GB/T 7307—2001)	376
附表 9 普通螺纹倒角和退刀槽尺寸(GB/T 3—1997)	377
附表 10 零件倒角与倒圆尺寸(GB/T 6403.4—1986)	377
附表 11 紧固件通孔及沉孔尺寸(GB/T 5277—85、GB/T 152.2 ~ 152.4—88)	378
附表 12 六角头螺栓——A 级和 B 级(GB/T 5782—2000)	379
附表 13 双头螺柱($b_m = 1d$ GB/T 897—1988、 $b_m = 1.25d$ GB/T 898—1988、 $b_m = 1.5d$ GB/T 899—1988、 $b_m = 2d$ GB/T 900—1988)	380
附表 14 螺钉(开槽圆柱头螺钉 GB/T 65—2000、开槽盘头螺钉 GB/T 67—2000、 开槽沉头螺钉 GB/T 68—2000)	381
附表 15 紧定螺钉(GB 71—85、GB 73—85、GB 75—85)	382
附表 16 六角螺母(GB/T 6170—2000、GB/T 6171—2000、GB/T 6175—2000、 GB/T 6176—2000)	383
附表 17 六角开槽螺母(GB/T 6178—1986、GB/T 6179—1986)	384
附表 18 普通垫圈(GB/T 97.1—2002 等)	385
附表 19 弹簧垫圈(GB/T 93—1987、GB/T 859—1987、GB/T 7244—1987)	386
附表 20 开口销(GB 91—86)	387
三、键	388
附表 21 普通平键(GB/T 1095—2003、GB/T 1096—2003)	388
四、圆柱销和圆锥销	389
附表 22 圆柱销(GB/T 119.1—2000)、圆锥销(GB/T 117—2000)	389
五、砂轮越程槽(GB 6403.5—86)	390
附表 23 砂轮越程槽	390
六、常用材料及热处理	391

1. 金属材料.....	391
附表 24 铸铁(GB/T 9439—1988、GB/T 1348—1988、GB/T 9440—1988)	391
附表 25 钢(GB/T 700—1988、GB/T 699—1988、GB/T 3077—1988、 GB/T 1298—1986、GB/T 11352—1989)	392
附表 26 有色金属(GB/T 5232—1985、GB/T 1176—1987 等)	394
2. 常用热处理工艺.....	396
附表 27 热处理	396
3. 常用非金属材料.....	397
附表 28 非金属材料	397
七、中心孔	399
附表 29 中心孔(GB/T 145—2001)摘编	399
参考文献	400

第一章 机械制图的基本标准

本章学习重点

- (1) 了解国家标准图幅和格式及其各种符号、两类规定比例、各类字体的结构和写法。
- (2) 掌握各种线型的画法,大致了解其应用范围;各类线型的相交和连接时,应注意的问题。

一、图纸幅面和格式(GB/T 14689—93)

由图纸长边和短边尺寸所确定的图纸大小称为图纸幅面。国家标准等效采用 ISO 5457—1980。

国家标准规定的图纸幅面可分两大类,一类为优先采用的基本幅面,另一类则由基本幅面加长后的幅面。

(一) 基本幅面

基本幅面有 5 种,如表 1-1 所示。

表 1-1 基本幅面的图框尺寸 (mm)

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

图纸幅面可分为留装订边和不留装订边两种。留装订边的如图 1-1 所示,不留装订边的如图 1-2 所示。

图中周边尺寸 a 、 c 、 e 可见表 1-1。

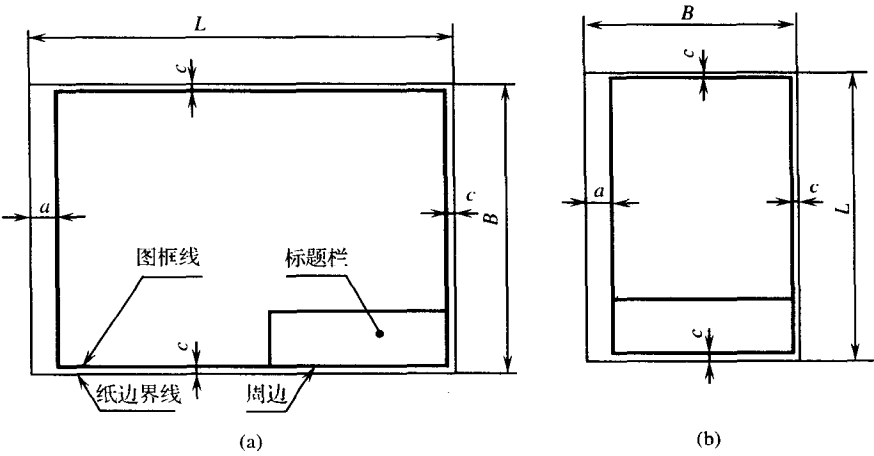


图 1-1 留装订边的图框格式
(a) X 型图纸; (b) Y 型图纸。

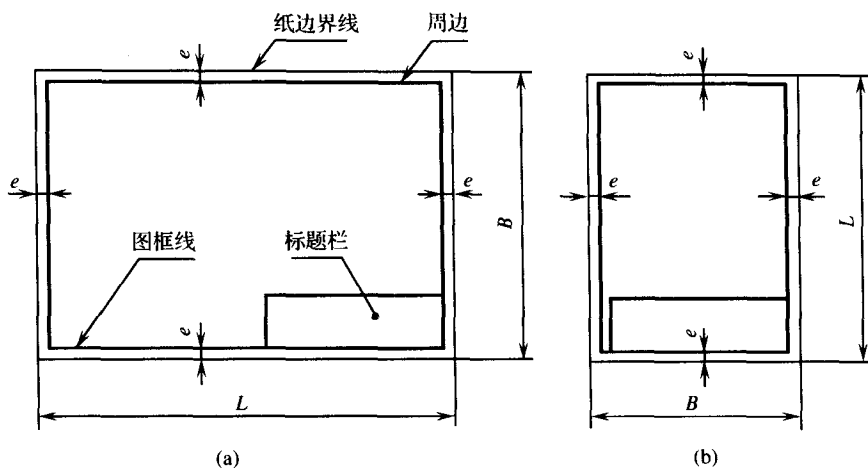


图 1-2 不留装订边的图框格式

(a) X 型图纸; (b) Y 型图纸。

上述两图中的(a)是X型图纸,(b)是Y型图纸。X型图纸长边 L 与标题栏长边平行;Y型图纸长边 L 与标题栏长边垂直。

由表 1-1 中可以看出两相邻的代号图纸幅面大小是对开关系。如 A1 幅面是 A2 幅面的二倍,A1 的短边长度即 A2 的长边长度,如图 1-3 所示。

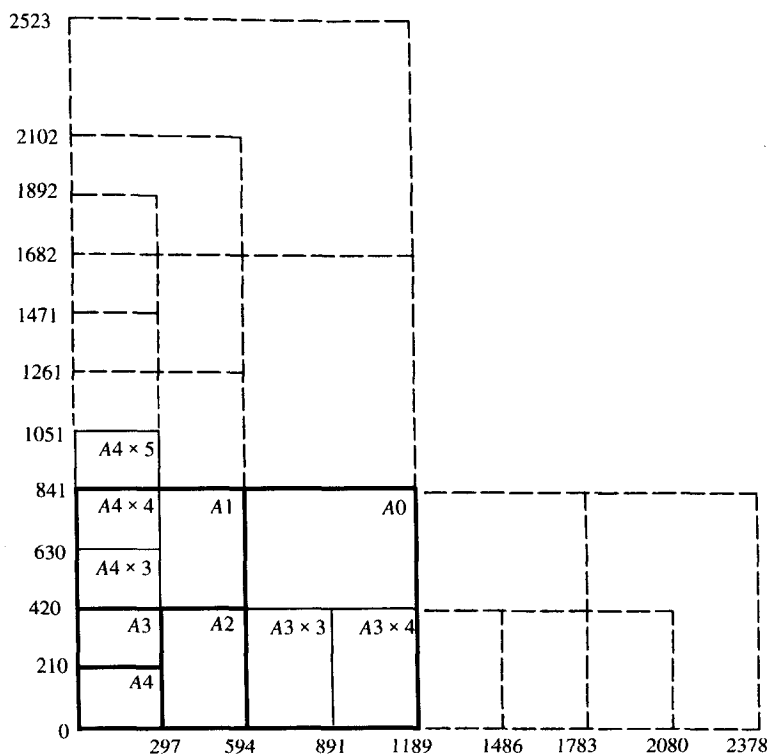


图 1-3 图纸幅面

图幅长边和短边要满足上述要求应符合什么比例关系呢?

由图 1-4 进行推算如下:

因为 $L/B = 2B/L$

$$L^2 = 2B^2$$

所以 $L = \sqrt{2}B$ 即 $L/B = \sqrt{2}$

为了便于统计图纸面积,使 A0 的面积为 1m^2 。其长边 $L = 1189\text{mm}$,短边 $B = 841\text{mm}$,试问这是如何计算出来的呢?

现计算如下:

因为 $L \times B = \sqrt{2}B^2 = 1\text{m}^2$

所以 $B = \sqrt{1/\sqrt{2}} \approx 0.841\text{m} = 841\text{mm}$

$$L = \sqrt{2} \times 814 = 1189\text{mm}$$

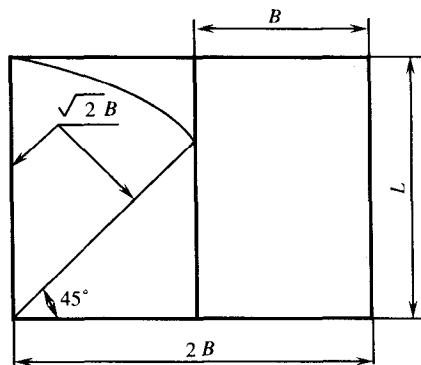


图 1-4 图幅长、宽比例关系

由表 1-1 中可知基本幅面代号由 A0 至 A4。ISO 216

《书写纸和印刷品类的裁纸尺寸——A 系列和 B 系列》中的 A 系列尺寸,即为表 1-1 中的各代号尺寸,“A”也由此而来。

旧国家标准 GB 4457.1—84(为了简化,以后本书均称“旧国标”,把对应新国家标准称“新国标”)还有 A5,以供电子、仪表等少数行业应用;由于不便装订,且 ISO 5457—1980 也没有 A5,所以,新国标已取消。

(二) 加长幅面

应优先采用上述基本幅面,必要时可采用加长幅面。旧国标系以 A5 为基本模式,以 A5 相应边尺寸成整倍数增加。

新国标则以基本幅面短边为基本模式,成整倍数地增加。

加长幅面是有限制的,旧 GB 4457.1—84 最大加长幅面只能止于旧国标图 1 两条虚线内。其加长幅面没有规定代号。

新国标幅面加长的倍数也是限定的,其加长幅面可分如下两类:

(1) 一般加长幅面(又称幅面的第二种选择)

包括有 5 种加长幅面,其代号为: A3×3、A3×4、A4×3、A4×4、A4×5。

加长幅面代号的含义是:

基本幅面×短边加长倍数

如 A4 尺寸是 210×297 , A4×3 尺寸则是 $297 \times (3 \times 210) = 297 \times 630$ 。

(2) 特殊加长幅面(又称幅面的第三种选择)

共有 14 种特殊加长幅面,其代号为: A0×2、A0×3、A1×3、A1×4、A2×3、A2×4、A2×5、A3×5、A3×6、A3×7、A4×6、A4×7、A4×8、A4×9。其中 A0×2、A0×3 已超过图纸与晒图纸尺寸,一般不用。

在图 1-3 中,基本幅面以粗实线表示,一般加长幅面以细实线表示,特殊加长幅面以虚线表示。

(三) 图框和标题栏、明细栏

图框和标题栏如图 1-1 和图 1-2 所示。

1. 图框

新、旧国标均有留宽 a 为 25mm 的装订边与不留装订边两种图框。基本幅面图框尺寸 a 、 c (有装订边时其它三边边宽)、 e (无装订边时四边边宽)新、旧国标相同,即 $a = 25\text{mm}$; A0、A1、A2 的边宽 c 为 10, A3、A4 的 c 为 5; A0、A1 的 e 为 20, A2、A3、A4 的 e 为 10。

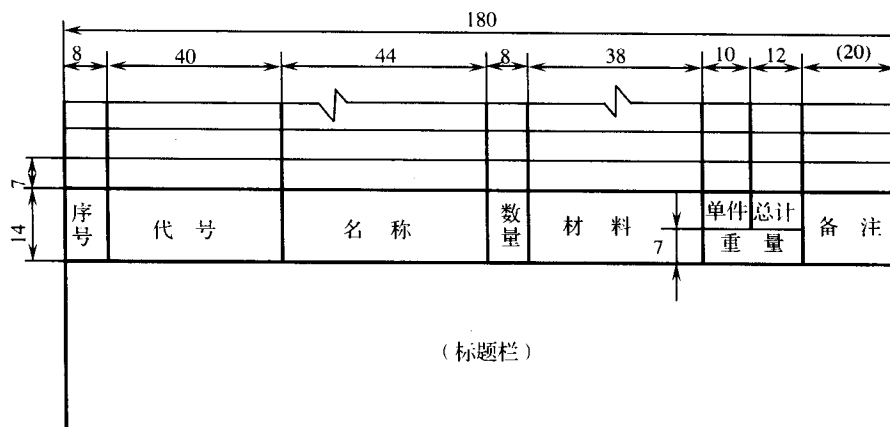


图 1-6 明细栏

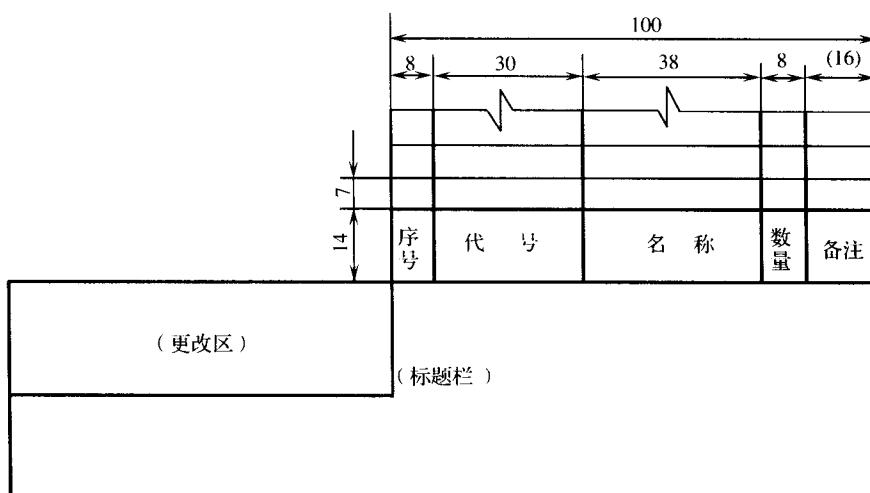


图 1-7 简化明细栏

在明细栏中填写下列内容：

- (1) 序号
- (2) 代号 标准件则填写标准号。
- (3) 名称 必要时也可写出其型式及尺寸。
- (4) 数量 在一件装配体中所需数量。不是加工的数量。
- (5) 材料 填写材料标记。
- (6) 重量
- (7) 备注 附加说明等。

(四) 图幅上的符号与代号

图样上的符号有方向符号、对中符号和剪切符号三种。

1. 方向符号

为了利用预先印制好的图纸,允许将 X 型图纸的短边置于水平位置使用,如图 1-8(a)所示;或将 Y 型图纸的长边置于水平位置使用,如图 1-8(b)所示。在这种情况下,为了明确绘图

和看图时图纸的方向,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 1-9 所示。

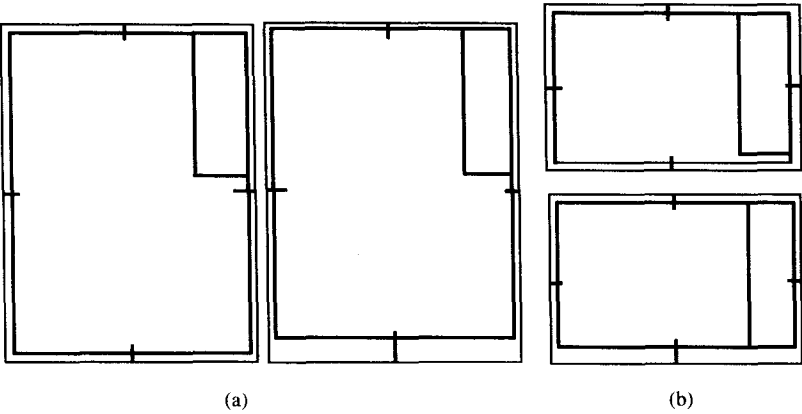


图 1-8 对中符号和方向符号
(a) X 型图纸竖放; (b) Y 型图纸横放。

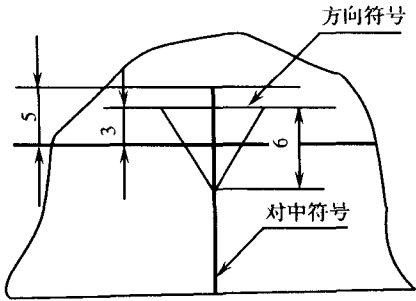


图 1-9 方向符号的尺寸和位置

此时,看图方向不再以标题中文字为准,而以方向符号为准。

2. 对中符号

为便于复制或缩微摄影,旧国标规定可采用对中符号,对于加长幅面是否采用,没有说明。

新国标规定对基本幅面和一般加长幅面的图纸,均应画出对中符号,此时“在图纸各边的中点处,分别画出对中符号;对中符号用粗实线绘制,线宽不小于 0.5mm,长度从纸界线开始,伸入图框内约 5mm”,见图 1-8 和图 1-9。

3. 剪切符号

在复制图样时可用于自动剪切。旧国标无此符号,新国标从 ISO 引进,见图 1-10。

4. 图幅分区和分区代号

(1) 图幅分区

图幅分区适用于图幅宽度大于 A0 的宽度、或一个零部件有几张图时,或图形复杂、视图很多时。一般情况下不必图幅分区。

图幅分区如图 1-11 所示。

(2) 分区注法和分区代号

分区注法新、旧国标相同。分区代号由阿拉伯数字和拉丁字母组成,新国标规定字母在前,

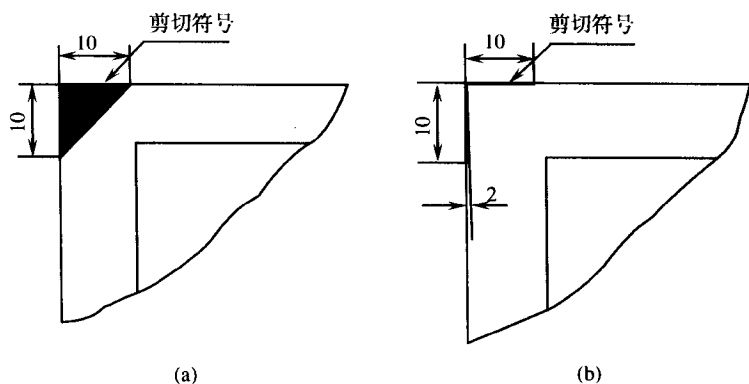


图 1-10 剪切符号
(a) 一般画法; (b) 简化画法。

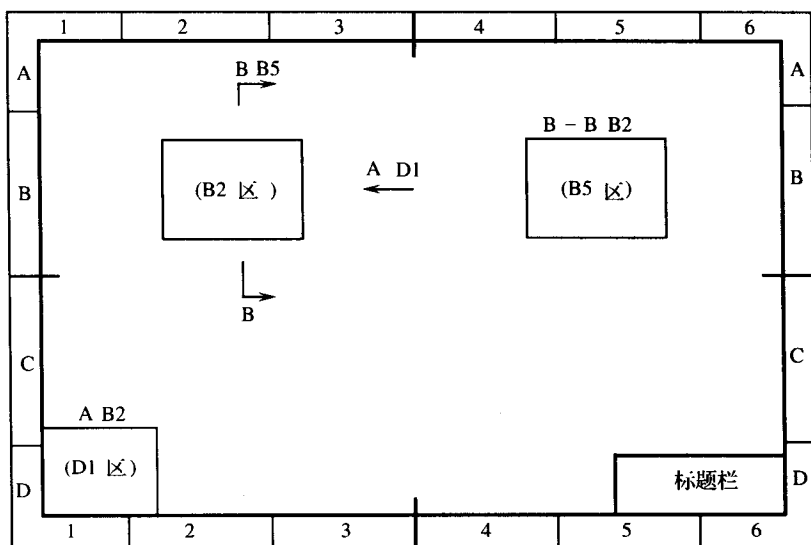


图 1-11 分区应用示例

数字在后,而旧国标正相反。

应用分区代号时,新国标规定当分区代号和图形名称同时标注时,则分区代号写在图形名称之后,中间应空出一个字母宽度间隔,以免混淆。例如 A 向 B3、B-B B2、 $\frac{D}{2:1}$ C3 等。应用方法实例可见图 1-11。如 B2 区的主视图上剖切符号 B-B 处,注有 B5,即 B-B 剖视图画在 B5 区,该图相当于左视图;其上方标注剖视图名称“B-B”之后,注有 B2,即该 B-B 剖视是从 B2 区的主视图上剖切的。同理,指示投影方向的箭头上字母 A 之后的 D1,表明该 A 向视图在 D1 区。当然,像这样简单的图,是不必分区的,在此仅说明分区应用中标注分区的方法。

裁边线与图框线之间的拉丁字母和数字均用正体。

若在技术要求中有“在 A 处(B2)胶接”,即表示 A 处位于图幅分区 B2 内。

当标题栏更改栏分区栏中写有 A3,即表示更改处在图幅分区 A3 处。

如明细栏备注栏中注写图幅分区号 C2、D3,可用以表示某序号有多个零件时,除图上已指明零件外,其余零件在 C2、D3 分区。

二、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形状、尺寸和技术要求,就应选用合适的比例。

所谓比例,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。

绘制图样时,在表达清晰、布局合理的情况下,尽量使图形大小与实物相同,即采用原值比例。旧 GB 4457.2—84 没有原值比例之名。

小而复杂的机件,应采用放大比例。而大且简单的机件,则应采用缩小比例。

图样的比例由 GB/T 14690—93《技术制图比例》规定,它等效采用 ISO 5455—1979,如表 1-2 所示。

表 1-2 比例系列

	种 类	比 例
规定 选用 比例	原值比例	1:1
	放大比例	5:1 2:1 $5 \times 10^n:1$ $2 \times 10^n:1$
	缩小比例	1:2 1:5 1:10 $1:2 \times 10^n$ $1:5 \times 10^n$ $1:10 \times 10^n$
允许选 用比例	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 $1:1.5 \times 10^n$ $1:2.5 \times 10^n$ $1:3 \times 10^n$ $1:4 \times 10^n$ $1:6 \times 10^n$

注意事项:

(1) 比例标注如:1:2,不要受早期旧国标影响注:M1:2。

(2) 图上较小的斜度、锥度、直径不大于 2mm 的孔、厚度不大于 2mm 的薄板等可不按比例,而放大画出。

(3) 草图、表格图、空白图均不标注比例。

旧国标没有 1:6 和 $1:6 \times 10^n$ 。

三、字 体

图样上书写的字体由 GB/T 14691—93《技术制图 字体》规定,它等效采用 ISO 3098/1—1974《技术制图——字体第一部分:常用字母》及 ISO 3098/2—1984 中的希腊字母;取代了 GB 4457.3—84。

(一) 字体的一般规定

新国标规定了字体的 8 种号数(即字高):20mm、14mm、10mm、7mm、5mm、3.5mm、2.5mm 和 1.8mm,其中 1.8mm 是新国标新增加的。如需书写更大的字,字高应按 $\sqrt{2}$ 的比率递增。

字母和数字分为 A 型和 B 型两种。A 型笔画宽度(d)为字高(h)的 1/14,B 型则为 1/10。在同一图上只允许采用其中一种。旧国标只有 B 型一种。

字母和数字还分为斜体与正体两种。斜体与水平基准线成 75°。

图样上一般用斜体,只有在与汉字连写时由于汉字只有正体,所以字母与数字也写正体。

(二) 汉字

图样中的汉字应采用长仿宋体的简化字。其高度应不小于 3.5mm,字宽一般为 $h/\sqrt{2}$ 。

长仿宋体字的书写要领为:横平竖直,注意起落,结构均匀,填满方格。即书写基本笔画时,