



# 工程制图

唐嵬 主编 王林军 杨祖娱 副主编

北京理工大学出版社

# 工程制图

唐 菟 主编

王林军 杨祖娱 副主编

北京理工大学出版社



# 前 言

工程制图是高等工科院校一门必修的技术基础课。本教材按高等院校“画法几何及工程制图课程教学基本要求（非机类专业）”编写，适用于各非机类专业。

编写此书有两个主要目的，一是适应《技术制图与机械制图》最新国家标准的推广；二是使工程制图教材更实用、使用效率更高。

本教材有以下特点：

1. 全面采用了最新的国家标准。
2. 以图为主，文字精炼。图示能表达清楚的内容便省略了文字，提高了教材的实用性。
3. 内容安排合理。本教材突出投影基础和表达方法，淡化了机械制图内容，并将尺寸注法作为一节在剖视之后讲授。

本书由唐嵬副教授主编，王林军、杨祖娱任副主编，参加编写的有王林军（第1章、第2章、第3章），唐嵬（绪论、第4章、第5章、第6章、第10章），杨祖娱（第8章、第9章），沈美珍（第7章）。刁宝成教授为本书主审。在本书的编写过程中，得到北京印刷学院张小玲老师的帮助，编者在此表示由衷的感谢。

**编著者**

1999年4月

# 目 录

绪论 .....	( 1 )
<b>第 1 章 制图的基本知识 .....</b>	<b>( 3 )</b>
1.1 国家标准《技术制图与机械制图》的基本规定 .....	( 3 )
1.2 绘图工具和仪器 .....	( 13 )
1.3 几何作图 .....	( 17 )
1.4 平面图形的分析和画法 .....	( 24 )
<b>第 2 章 正投影基础 .....</b>	<b>( 27 )</b>
2.1 三视图的形成及其投影规律 .....	( 27 )
2.2 点的投影 .....	( 34 )
2.3 直线的投影 .....	( 37 )
2.4 平面的投影 .....	( 47 )
2.5 直线、平面的相对位置 .....	( 54 )
<b>第 3 章 立体及其表面交线的投影 .....</b>	<b>( 59 )</b>
3.1 平面立体 .....	( 59 )
3.2 曲面立体 .....	( 67 )
3.3 截交线 .....	( 73 )
3.4 相贯线 .....	( 82 )
<b>第 4 章 轴测图 .....</b>	<b>( 89 )</b>
4.1 轴测图的基本知识 .....	( 89 )
4.2 正等轴测图 .....	( 91 )
4.3 斜二等轴测图 .....	( 103 )
<b>第 5 章 组合体的视图 .....</b>	<b>( 105 )</b>
5.1 画组合体视图 .....	( 105 )
5.2 读组合体视图 .....	( 110 )
<b>第 6 章 机件的表达方法 .....</b>	<b>( 117 )</b>
6.1 视图 .....	( 117 )
6.2 剖视 .....	( 121 )
6.3 剖面 .....	( 133 )
6.4 尺寸注法 .....	( 135 )
6.5 局部放大图和简化画法 .....	( 147 )
6.6 表达方法的综合应用 .....	( 149 )
6.7 第三角投影法 .....	( 150 )
<b>第 7 章 标准件和常用件 .....</b>	<b>( 153 )</b>
7.1 螺纹及螺纹紧固件 .....	( 153 )
7.2 键和销 .....	( 166 )
7.3 滚动轴承 .....	( 168 )
7.4 齿轮 .....	( 170 )

7.5 弹簧.....	(175)
<b>第8章 零件图</b> .....	(177)
8.1 零件图的内容.....	(177)
8.2 零件结构分析.....	(178)
8.3 零件图的视图选择.....	(180)
8.4 零件图的尺寸标注.....	(187)
8.5 技术要求.....	(191)
8.6 零件测绘.....	(199)
8.7 读零件图.....	(200)
<b>第9章 装配图</b> .....	(204)
9.1 装配图的内容.....	(204)
9.2 装配图的规定画法和表达方法.....	(205)
9.3 装配图中的尺寸.....	(207)
9.4 装配图中的零件序号和明细表.....	(207)
9.5 画装配图.....	(208)
9.6 读装配图.....	(212)
<b>第10章 道路路线工程图</b> .....	(216)
10.1 城市道路路线工程图 .....	(216)
10.2 道路交叉口 .....	(221)
<b>附录</b> .....	(227)
一、螺纹 .....	(227)
二、常用的标准件 .....	(230)
三、公差与配合 .....	(239)
四、常用的金属材料与非金属材料 .....	(247)
五、常用的热处理和表面处理名词解释 .....	(251)
<b>参考文献</b> .....	(252)

# 绪 论

## 1. 本课程的研究对象

本课程主要研究用正投影的方法绘制和阅读工程图样。

当进行机械设计时，设计人员按照一定的绘图方法，将所设计的机器及其全部零件用图形表示在图纸上，并用文本标注出它们的大小和技术要求，这样的图纸称之为工程图样。图样是工程技术部门用来表达设计意图、指导生产的重要技术文件。

绘制工程图样（简称绘图）是根据投影原理和国家标准《机械制图》中有关的各种表达方法将机件的形状用二维图形表达在图纸上。阅读工程图样（简称读图）是根据投影原理和表达方法由二维图形想象出所表达的机件形状。

## 2. 本课程的性质和内容

工程制图是高等院校工科专业的一门技术基础课，本课程的内容分为三部分：

- (1) 制图的基本知识。制图的基本标准，制图工具的使用以及常用的几何作图方法。
- (2) 投影作图基础。用正投影图示各种形体的基本理论和方法。
- (3) 机械图。绘制和阅读零件图及装配图。

## 3. 图样在工业生产中的地位和作用

图样在工业生产中具有重要的地位和作用，它是设计的结果，是制造、检验、装配、维护的重要依据。图样广泛应用于机械、土建、航空航天、船舶、冶金、电力、化工、水利、等诸多行业。

任何机器都是由若干个零、部件组成的，若要制造机器，首先需要通过设计或测绘来获得制造机器的图样和技术资料，然后再依据图样制造出组成该机器的全部零件，并依据图样对零件进行检验，最后组装成机器。

除了作为生产过程中的主要依据外，在国内和国际间进行技术交流中，图样也是一种必不可少的重要技术资料，故图样又被喻为“工程界的语言”。对于学习和从事工程技术专业的人员，必须学会和掌握这种“语言”。

## 4. 本课程的主要任务

- (1) 学习正投影法的基本原理和方法。
- (2) 培养绘制和阅读工程图样的能力。
- (3) 培养空间想象和空间分析的能力。

## 5. 学习方法

由于本课程实践性非常强，因此，在学习本课程时必须完成一系列的作业。在学习和完

成作业的时候，需要将图形与三维空间结合，将图形与实物结合，反复对照，借助于手上的工具、仪器帮助想象，才能尽快培养画图、看图能力和空间想象力。多画图，多看图是学好本课程的最重要的方法。

# 第 1 章 制图的基本知识

本章介绍国家标准《技术制图与机械制图》的基本规定（图幅、比例、字体、线型）、制图工具的使用、几何作图方法、平面图形的分析和画法。

## 1.1 国家标准《技术制图与机械制图》的基本规定

为了适应现代化生产、管理以及便于技术交流，国家标准局制订并颁布了《技术制图与机械制图》国家标准，对绘图规则、图样的画法等作了统一规定。我国国家标准的代号是“GB”，简称国标。例如 GB/T 14690-93 为技术制图“比例”的标准，其中 14690-93 为标准的编号，93 表示该标准是 1993 年颁布的。

本节仅介绍其中的“图纸幅面和格式”、“比例”、“字体”和“图线”，其余有关标准在后面各章节中介绍。

### 1.1.1 图纸幅面及格式 (GB/T 14689-93)

#### 1. 图纸幅面

在绘图时，应优先采用表 1-1 所规定的图纸幅面（如图 1.1 中粗实线所示），图纸幅面代号有 A0、A1、A2、A3、A4 五种。必要时也允许选用表 1-2、表 1-3 所规定的加长幅面（分别见图 1.1 中的细实线和虚线所示）。

#### 2. 图框格式

在图纸上，无论何种幅面的图样，均需用粗实线画出图框线。其格式分为不留装订边和留装订边两种，同一产品的图样只能采用同一种图框格式。

不留装订边的图框格式如图 1.2 所示，其尺寸按表 1-4 来确定。留有装订边的图框格式如图 1.3 所示，其尺寸也按表 1-4 的规定。

加长幅面的图框尺寸，按所选用的基本幅面大 1 号的图框尺寸确定。例如 A3×4 的图框尺寸，应按 A2 的图框尺寸绘制，即  $e$  为 10 或  $c$  为 10。

表 1-1 (第一选择) 单位: mm

幅面代号	尺寸 $B \times L$
A0	841 × 1189
A1	594 × 841
A2	420 × 594
A3	297 × 420
A4	210 × 297

表 1-2 (第二选择) 单位: mm

幅面代号	尺寸 $B \times L$
A3×3	420 × 891
A3×4	420 × 1189
A4×3	297 × 630
A4×4	297 × 841
A4×5	297 × 1051

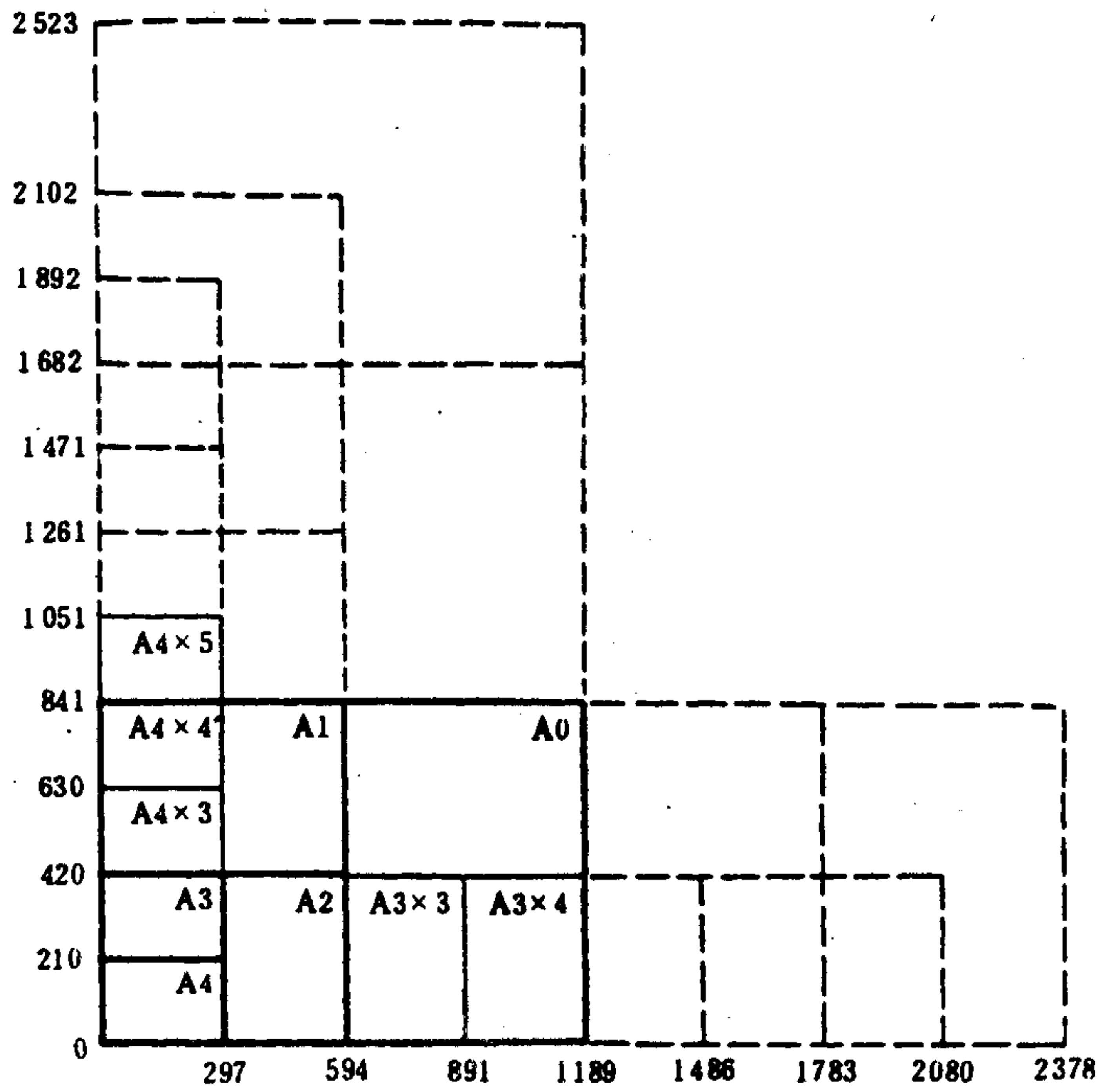


图 1.1

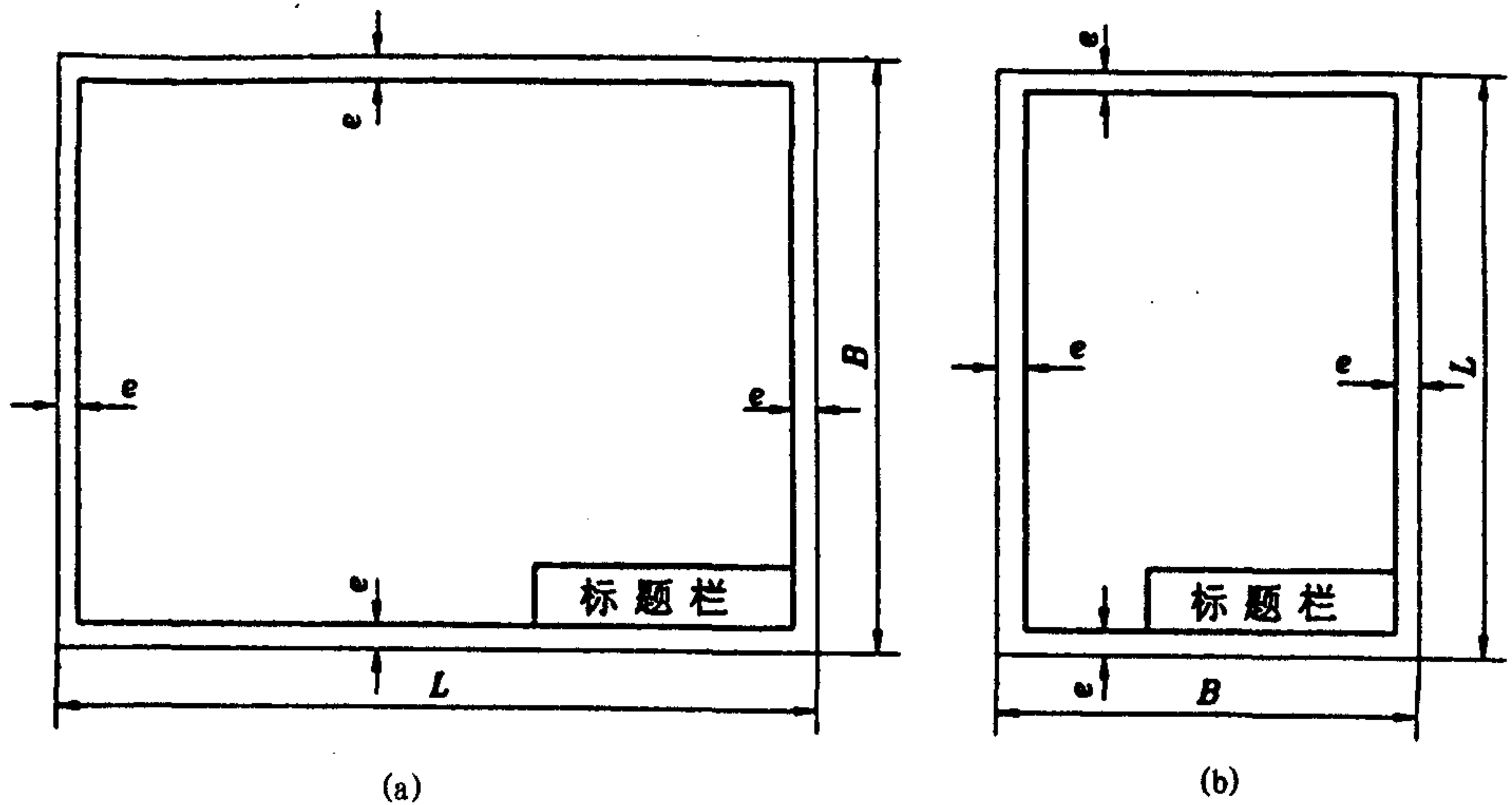


图 1.2

表 1-3 (第三选择)

mm

幅面代号	尺寸 $B \times L$	幅面代号	尺寸 $B \times L$
A0×2	1189×1682	A3×5	420×1486
A0×3	1189×2523	A3×6	420×1783
A1×3	841×1783	A3×7	420×2080
A1×4	841×2378	A4×6	297×1261
A2×3	594×1261	A4×7	297×1471
A2×4	594×1682	A4×8	297×1682
A2×5	594×2102	A4×9	297×1892

表 1-4 图框尺寸

单位: 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				

### 3. 标题栏 (GB10609.1-89)

图纸的右下角都必须画有标题栏, 如图 1.3 所示。

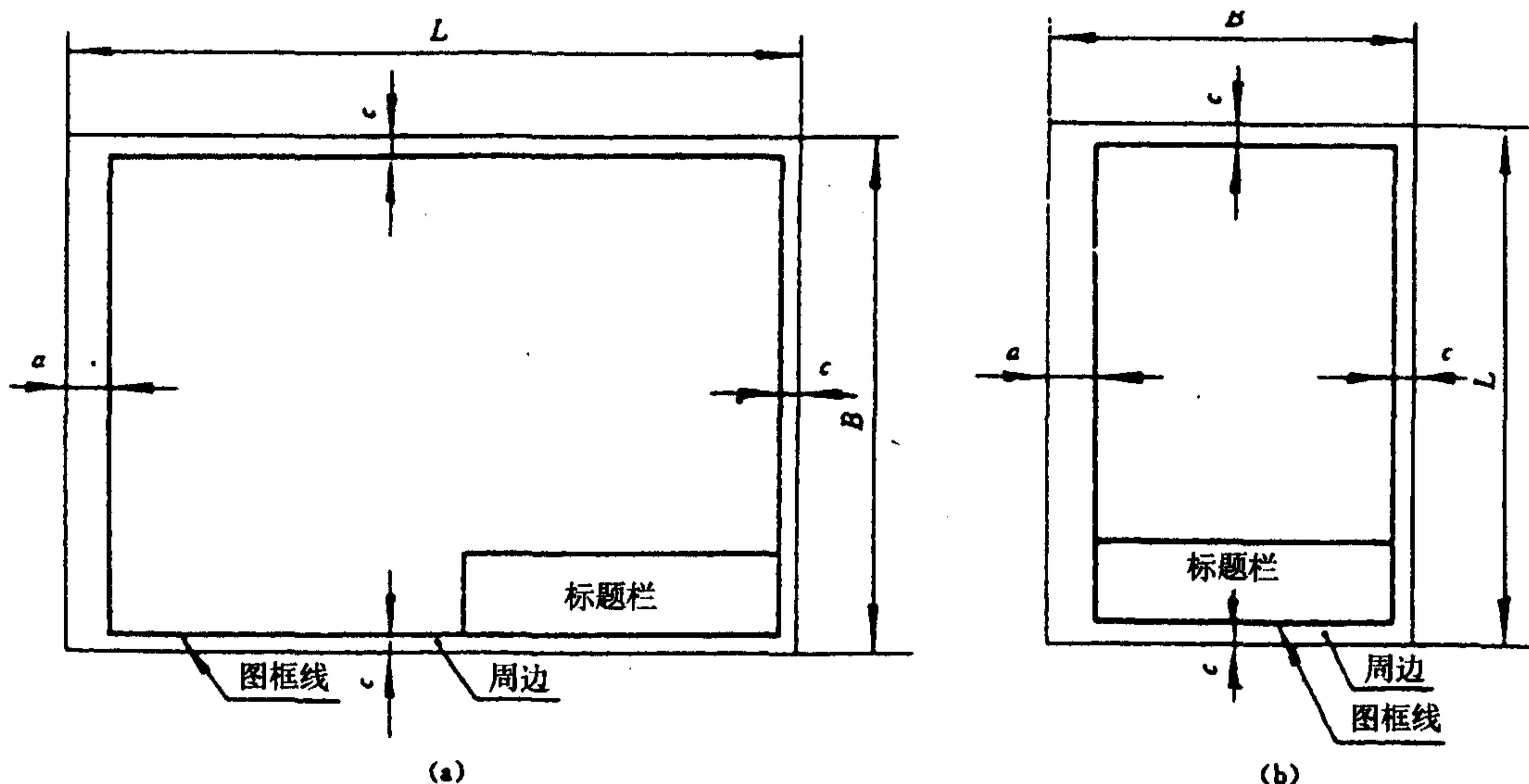


图 1.3

(1) 标题栏的构成 标题栏通常由更改区、签字区、其他区、名称及代号区组成, 如图 1.4 所示。也可按实际需要增加或减少。更改区一般由更改标记、处数、分区、更改文件号、签名和日期组成。签字区一般由设计、审核、工艺、标准化、批准、签名和日期组成。其他区一般由材料标记、阶段标记、重量、比例、共张、第张等组成。名称及代号区一般由单位名称、图样名称和图样代号组成。

(2) 标题栏的尺寸与格式 标题栏的尺寸与格式有两种, 如图 1.4(a)、(b)所示。当采用

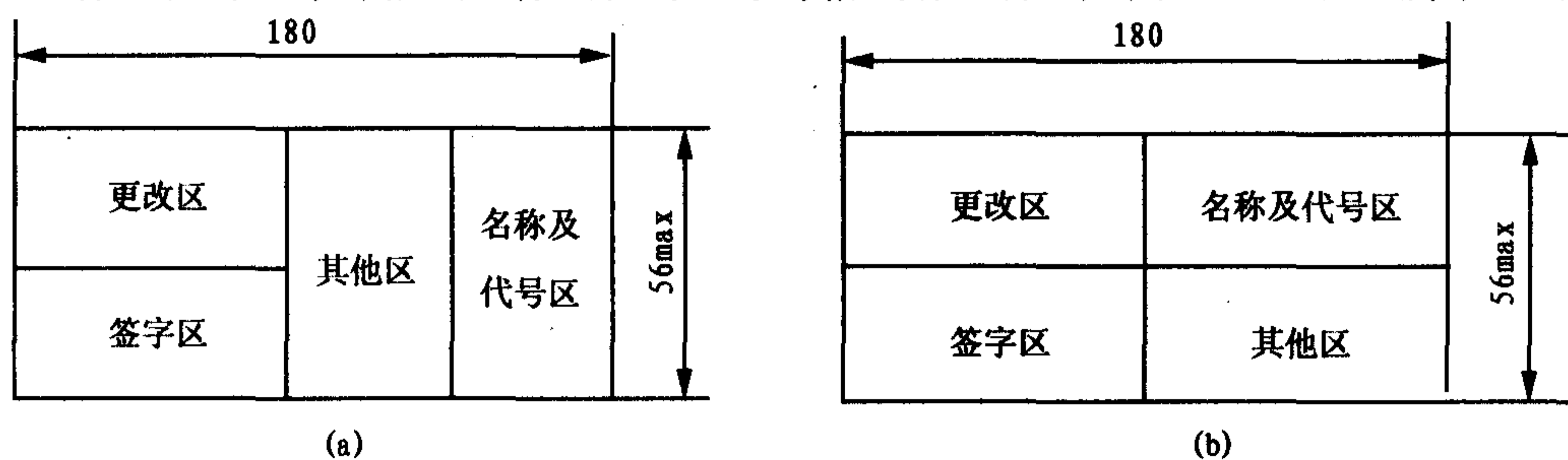


图 1.4

图 1.4(a)的形式配置标题栏时, 名称及代号区中的图样代号应放在该区的最下方, 如图 1.5 所示。图 1.5 是企业图样使用的标题栏参考格式, 在制图作业中可采用图 1.6 所示的简化格式。简化的标题栏外框是粗实线, 其右边和底边与图框重合, 框内为细实线。

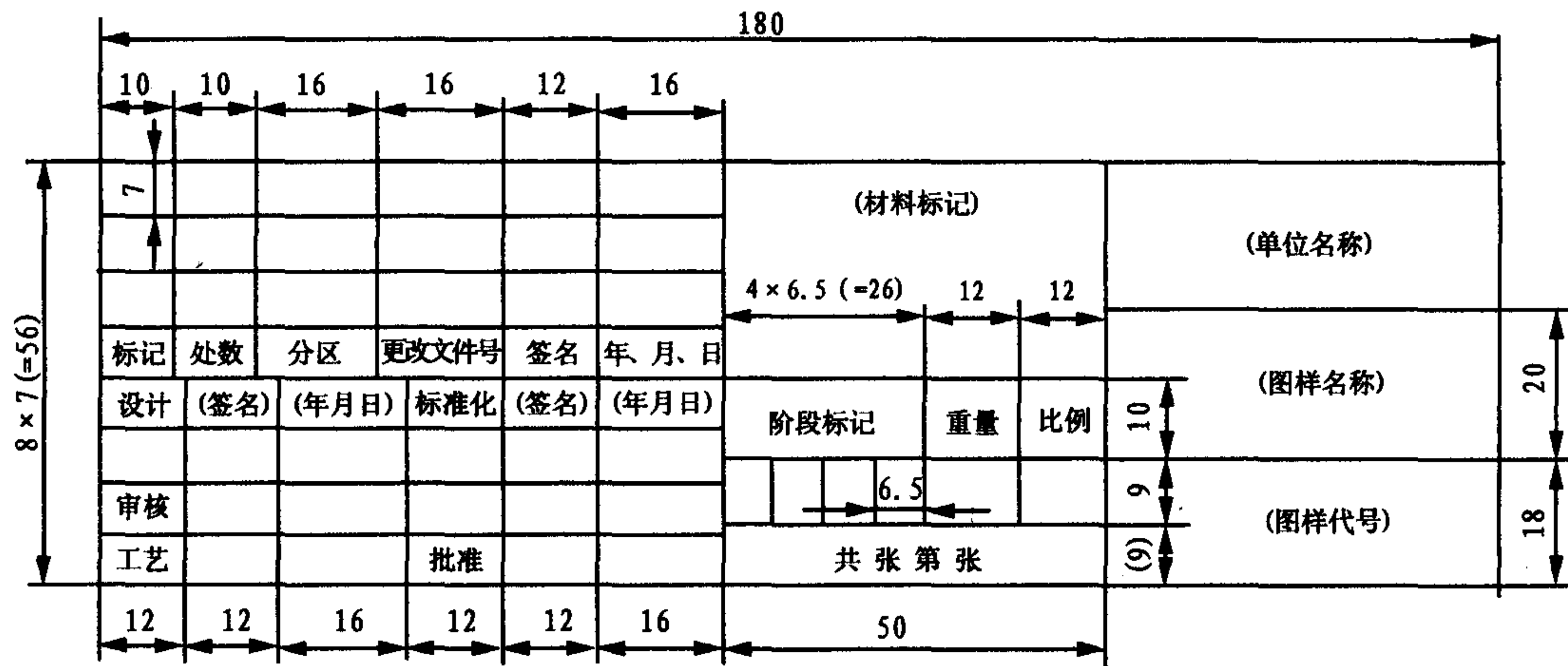
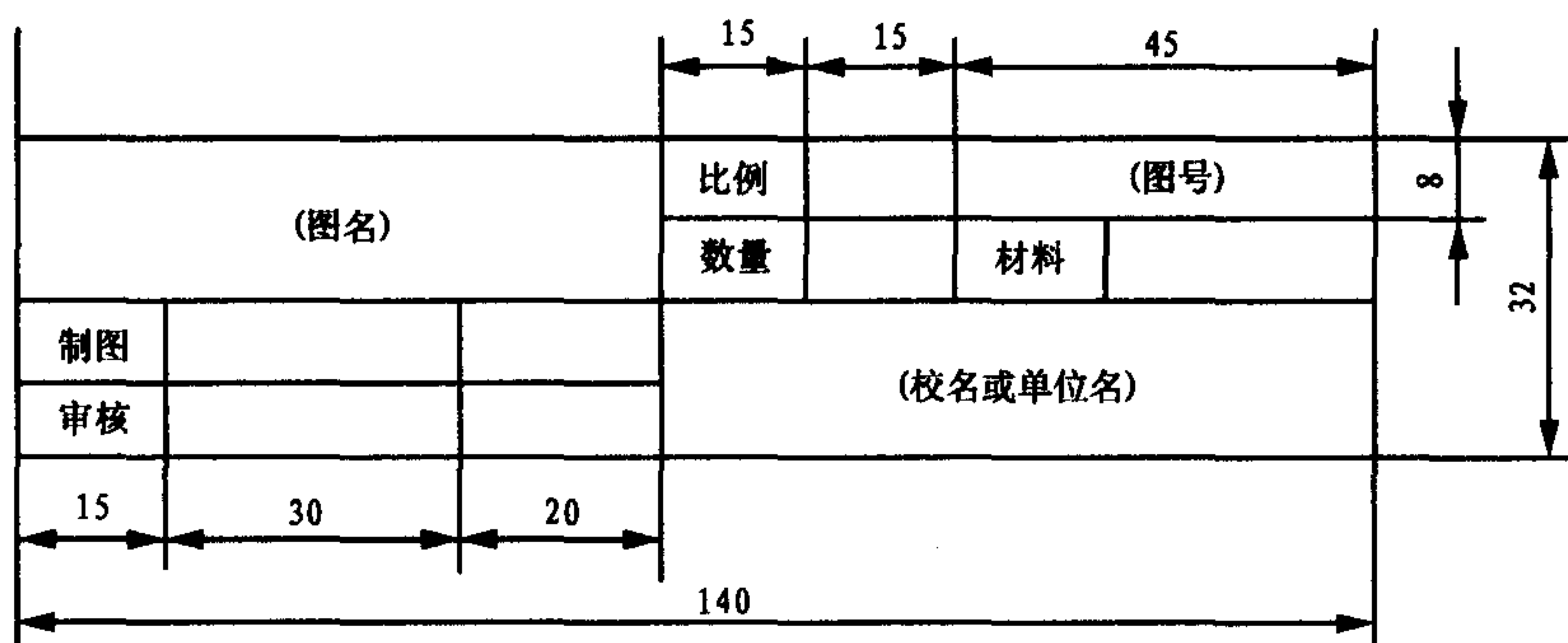
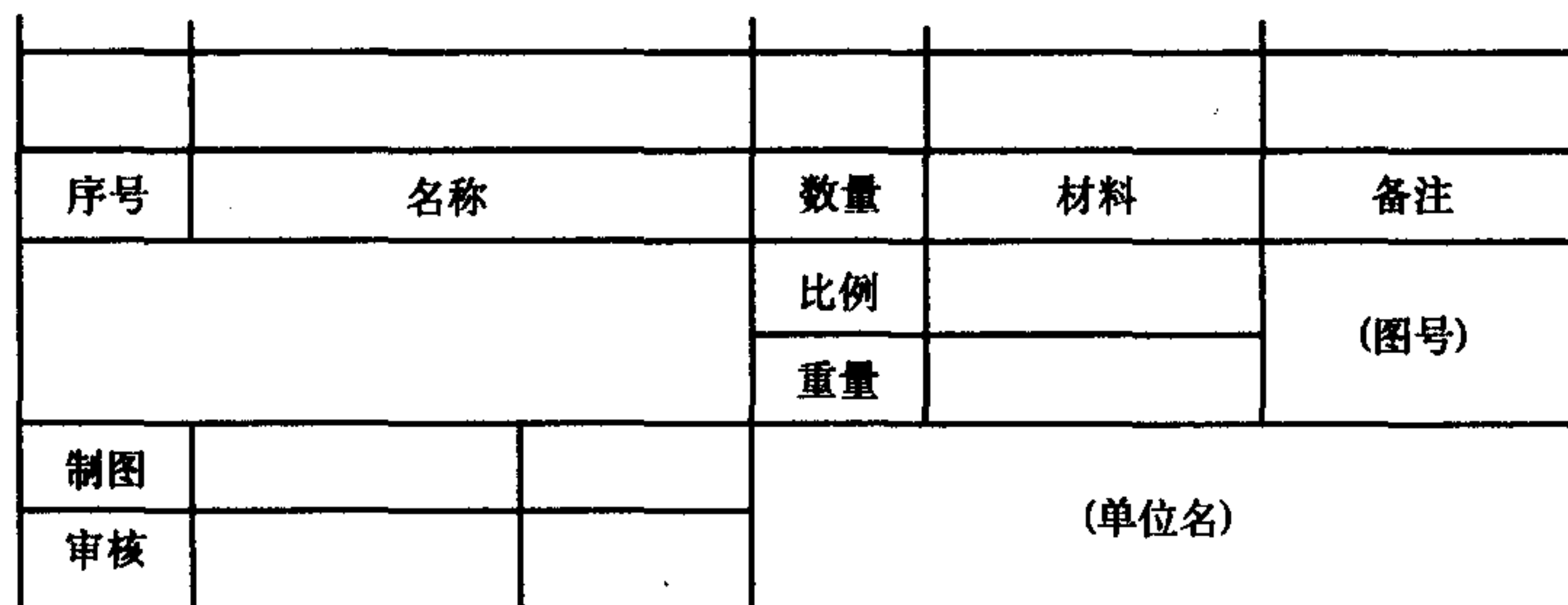


图 1.5



(a)



(b)

图 1.6

## 1.1.2 比例(GB/T 14690 - 93)

### 1. 比例的概念

图样的比例是指图样中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比。图样比例分原值比例、放

大比例、缩小比例三种。根据机件的大小与结构的不同，绘图时可根据情况放大或缩小。为了能使图样直接反映出机件的大小，绘图时应尽量采用 1:1 的比例。采用的比例应从表 1-5 规定的系列中选取，必要时也允许选用表 1-6 中规定的比例。

## 2. 比例的有关规定

(1) 无论采用哪种比例值，图形上所标注的尺寸数值必须是机件的实际大小，与图形的比例无关，如图 1.7 所示。

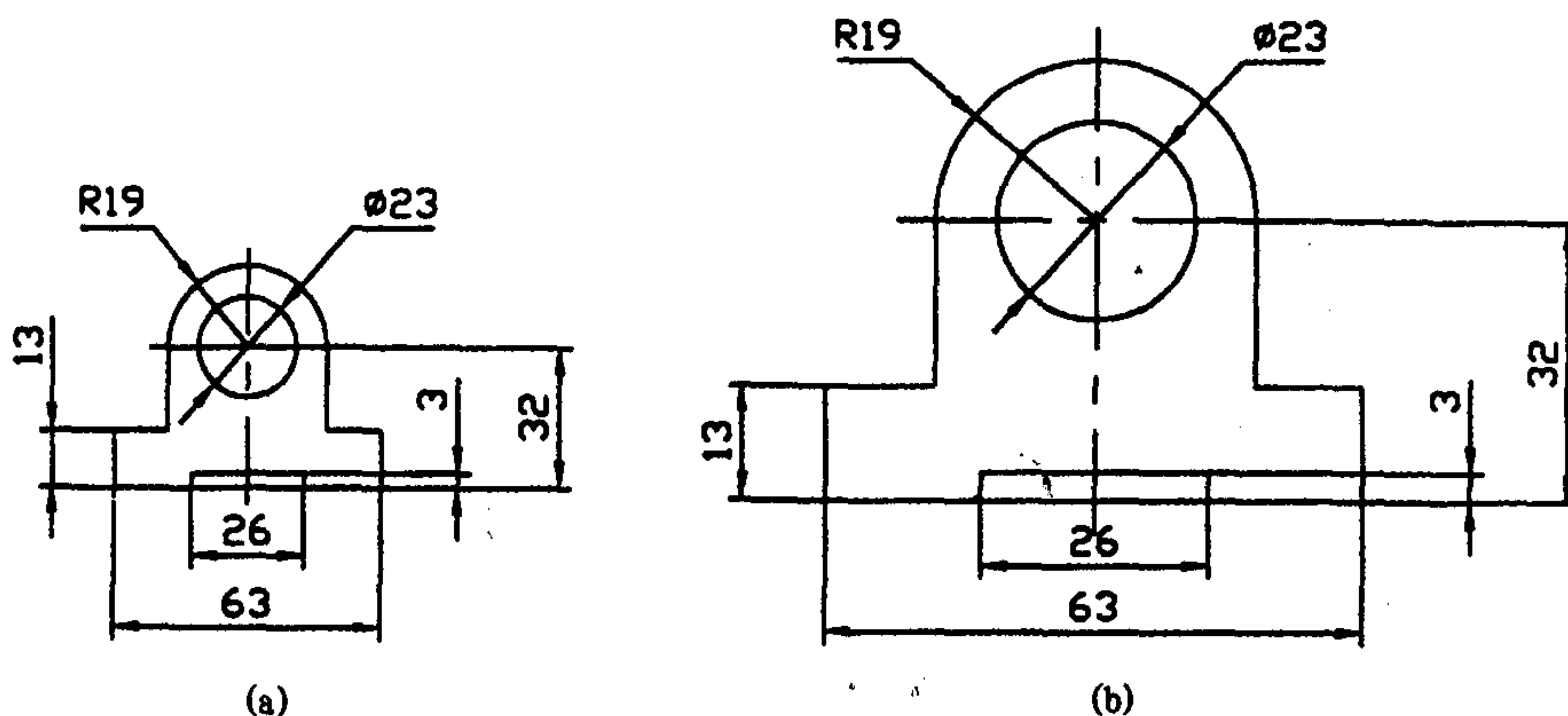


图 1.7

(a) 1:2 (b) 1:1

(2) 绘制同一机件的各个视图一般应采用相同的比例，并填写在标题栏中的比例栏内，例如 1:5。当某个视图采用不同于标题栏内的比例时，可在视图名称的下方或右侧另行标注，例如：

$\frac{I}{5:1}$        $\frac{A \text{ 向}}{1:200}$        $\frac{B-B}{3:1}$       平面图 1:100

表 1-5 一般选用的比例

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

注：n 为正整数

表 1-6 允许选用的比例

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

### 1.1.3 字体(GB/T 14691-93)

字体包括汉字、字母和数字三种。书写字体必须做到：字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。

字体的高度称为字体的号数。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, 20 mm 等8种。若需要书写大于20号的字，其字体高度应按 $\sqrt{2}$ 的比率递增。

字体分斜体和直体两种。斜体字字头向右倾斜，与水平基准线成 $75^\circ$ 。字母和数字可写成斜体和直体，而汉字只能写成直体。

#### 1. 汉字

汉字应写成长仿宋体字，并采用国务院正式公布推行的简化字。汉字的高度( $h$ )不应小于3.5 mm，字宽一般为 $h/\sqrt{2}$ (即约等于字高的三分之二)。

长仿宋体的书写要领是：横平竖直，注意起落，结构匀称，填满方格。

(1) 基本笔划的书写方法 有点、横、竖、撇、捺、挑、钩、折等8种，写法示例如图1.8所示。若想书写出合乎

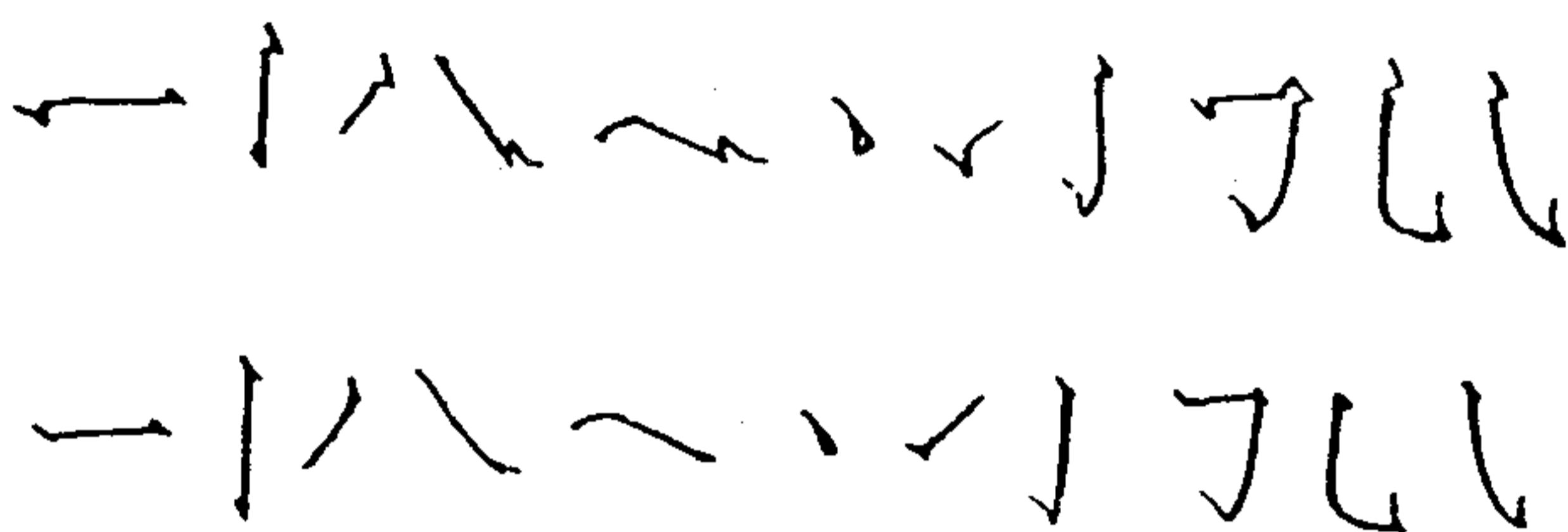


图 1.8

标准的长仿宋体字，必须要掌握其基本笔划的特点及运笔方法，每一笔划要按一定的运笔方法一笔写成，不宜勾描。

(2) 常用部首的书写方法 长仿宋体常用部首的书写方法如图1.9所示。

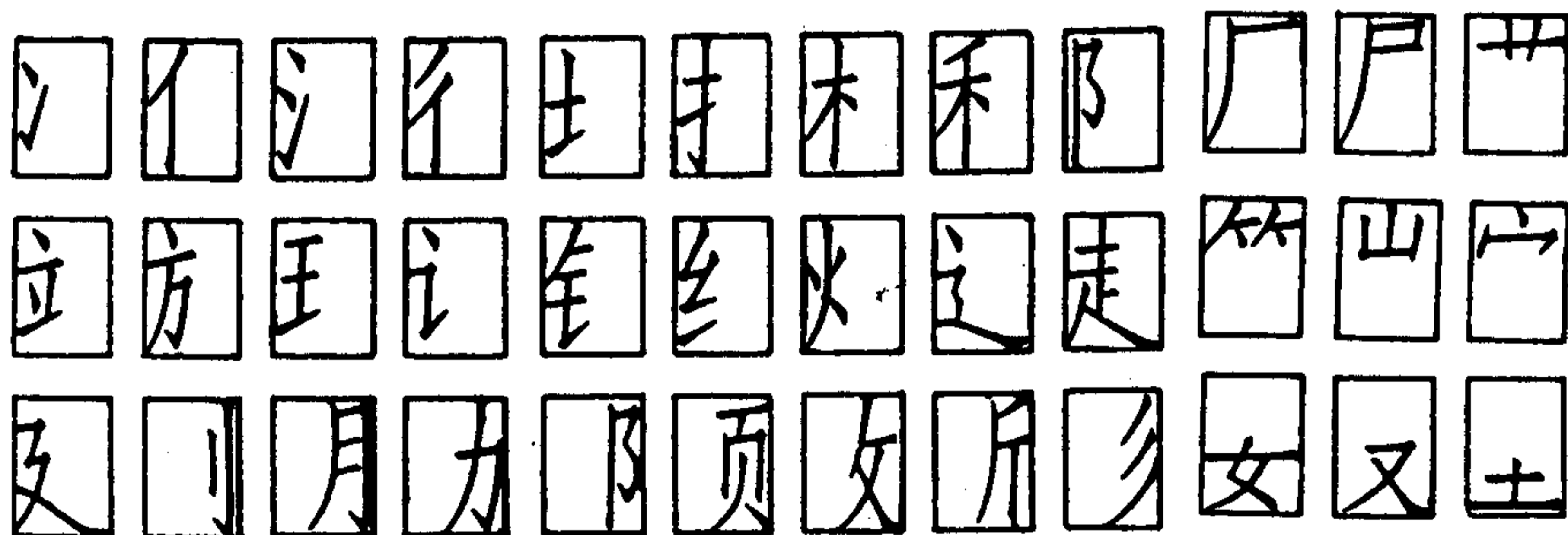


图 1.9

(3) 汉字的字形结构 汉字除单体字外，一般由上、下或左、右几部分组成，常见的情况是各部分分别占整个汉字宽度或高度的 $1/2$ 、 $1/3$ 、 $2/3$ 、 $2/5$ 、 $3/5$ 等，如图1.10所示。为了使书写的长仿宋体结构匀称，要注意字首、偏旁以及笔划间的位置安排和比例关系。

(4) 长仿宋体汉字示例 图1.11给出了一些长仿宋体示例，读者可照此模仿书写。开始练习时不要凭想象书写，应按照标准字样，仔细分析其字形结构进行模仿。

长仿宋字在图样中通常采用横式书写，为了得到好的宏观效果，字体之间的排列，行距应比字距大。字距一般为字宽的 $1/4$ ，行距为字高的 $2/3$ 。为了使长仿宋体的字形结构合理，写字前可用较硬的铅笔(如3H)轻轻画出字格，写时注意填满方格。字体用HB铅笔书写。

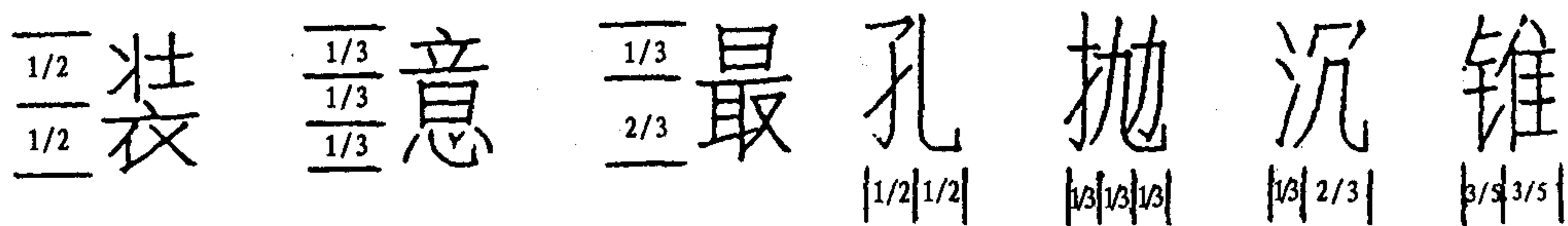


图 1.10



图 1.11

## 2. 数字和字母

字母和数字分 A 型和 B 型，在同一张图上只允许采用同一种型式的字体。A 型与 B 型字体的笔划宽度 ( $d$ ) 分别为字高 ( $h$ ) 的  $1/14$  和  $1/10$ 。

工程上常用的数字有阿拉伯数字和罗马数字，其示例见图 1.12。字母有拉丁字母和希腊字母，其示例见图 1.13。数字和字母常用斜体。用作指数、脚注、极限偏差、分数等的数字及字母一般应采用小一号的字体。



图 1.12



图 1.13




#### 1.1.4 图线 (GB4457.4-84)

##### 1. 图线的有关规定




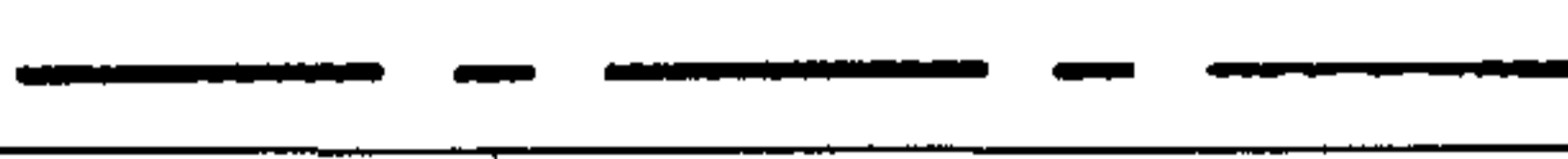

国标 (GB4457.4-84) 规定了图线的名称、型式、宽度和一般应用, 如表 1-7 所示。图线的宽度分为粗细两种。粗线的宽度  $b$  按图的大小和复杂程度, 在  $0.5 \sim 2 \text{ mm}$  之间选择, 细线的宽度约为  $b/3$ 。图线宽度  $b$  的推荐系列为:  $0.18$ 、 $0.25$ 、 $0.3$ 、 $0.5$ 、 $0.7$ 、 $1$ 、 $1.4$  和  $2$ , 需要复制的图样应避免采用  $0.18 \text{ mm}$  的宽度。

图 1.14 及图 1.15 说明了图线的用法。

表 1-7 图线

名称	型式及代号	宽度	一般应用
粗实线	 A	$b$	可见轮廓线、可见过渡线
细实线	 B	$b/3$	尺寸线、尺寸界线、剖面线、弯折线、牙底线、齿根线、引出线、辅助线
波浪线	 C	$b/3$	断裂处的边界线、剖视与视图的分界线

续表

名称	型式及代号	宽度	一般应用
双折线	 D	$b/3$	断裂处的边界线
虚线	 F	$b/3$	不可见的轮廓线、不可见的过渡线
细点划线	 G	$b/3$	轴线、对称中心线、齿轮节线
粗点划线	 J	$b$	有特殊要求的线或表面的表示线
双点划线	 K	$b/3$	相邻辅助零件的轮廓线、极限位置的轮廓线

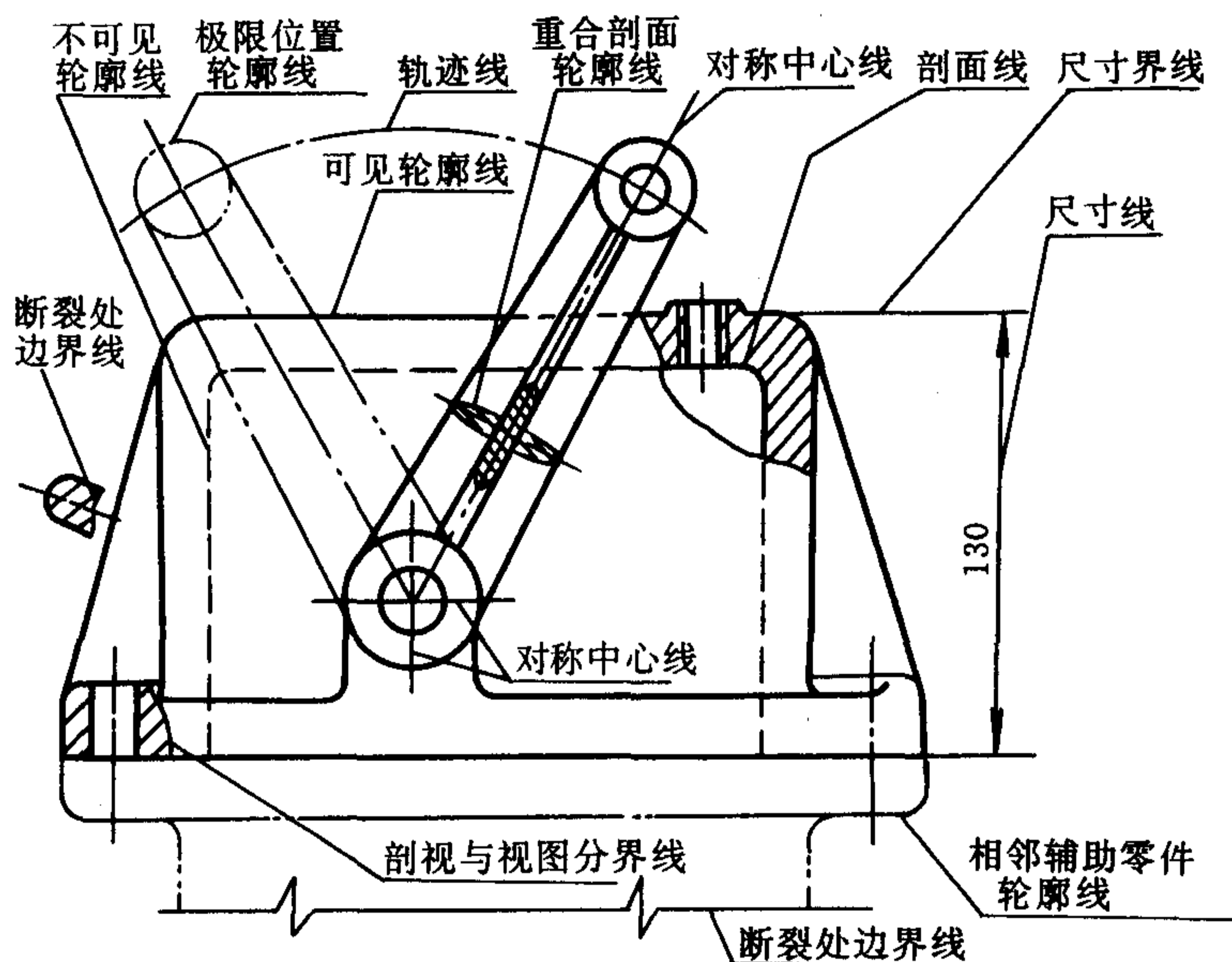


图 1.14

## 2. 图线画法

为了使所绘图形清晰、易读，国家标准《机械制图》对图线画法有如下规定：

(1) 同一图样中同类图线的宽度应基本一致。虚线、点划线及双点划线的线段长度和间隔应各自大致相等。

(2) 两条平行线（包括剖面线）之间的距离应不小于粗实线的两倍宽度，其最小距离不得小于 0.7 mm。

(3) 点划线和双点划线的首末两端应是线段而不是短划。画圆的中心线时，圆心应该是两细点划线线段的交点。在较小的图形上绘制点划线或双点划线有困难时，可用细实线代替。

(4) 两种图线重合时，只需画出其中的一种，其先后顺序为：可见轮廓线、不可见轮廓线、对称中心线、尺寸界线。

(5) 细点划线应超出轮廓线 2~5 mm；线段相交时应交于线段处；当虚线是粗实线的延长线时，在分界处应留空隙；虚直线与虚半圆相切时，虚半圆应画到中心线，空隙留在虚直