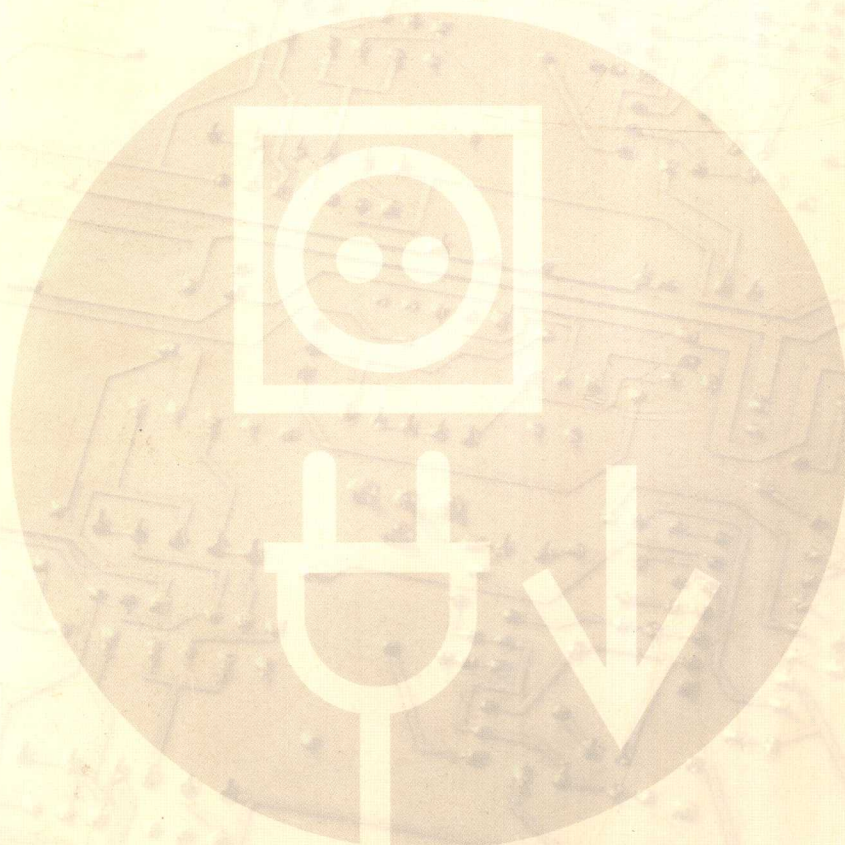


全国高等职业院校电工类专业教材


QUANGUO GAODENG ZHIYE JISHU YUANXIAO DIANGONGLEI ZHUANYE JIAOCAI

# 工程制图

GONGCHENG ZHITU



3

 中国劳动社会保障出版社

全国高等职业技术院校电工类专业教材

# 工程制图

劳动和社会保障部教材办公室组织编写

中国劳动社会保障出版社

图书在版编目(CIP)数据

工程制图/徐跃增主编. —北京:中国劳动社会保障出版社, 2004  
全国高等职业技术院校电工类专业教材

ISBN 7-5045-4258-X

I. 工… II. 徐… III. 工程制图 IV. TB23

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第015230号

**中国劳动社会保障出版社出版发行**

(北京市惠新东街1号 邮政编码:100029)

出版人:张梦欣

\*

新华书店经销

北京印刷集团有限责任公司印刷二厂印刷 北京顺义河庄装订厂装订

787毫米×1092毫米 16开本 10.75印张 268千字

2004年6月第1版 2005年6月第2次印刷

印数:2000册

定价:18.00元

读者服务部电话:010-64929211

发行部电话:010-64911190

出版社网址:<http://www.class.com.cn>

版权专有 侵权必究

举报电话:010-64911344

# 前言

为贯彻落实《国务院关于大力推进职业教育改革与发展的决定》，推进高等职业技术教育更好地适应经济结构调整、科技进步和劳动力市场的需要，推动高等职业院校实施职业资格证书制度，加快高技能人才的培养，劳动和社会保障部教材办公室在充分调研和论证的基础上，组织编写了高等职业院校系列教材。从2004年起，陆续推出数控类、电工类、模具设计与制造、电子商务、电子类、烹饪类专业教材，并将根据需要不断开发新的教材，逐步建立起覆盖高等职业院校主要专业的教材体系。

在高等职业院校系列教材的编写过程中，我们始终坚持了以下几个原则：一是坚持高技能人才的培养方向，从职业（岗位）分析入手，强调教材的实用性；二是紧密结合高职院校、技师学院、高级技校的教学实际情况，同时，坚持以国家职业资格标准为依据，力求使教材内容覆盖职业技能鉴定的各项要求；三是突出教材的时代感，力求较多地引进新知识、新技术、新工艺、新方法等方面的内容，较全面地反映行业的技术发展趋势；四是打破传统的教材编写模式，树立以学生为主体的教学理念，力求教材编写有所创新，使教材易教易学，为师生所乐用。

电工类专业教材主要包括《电工基础》《电子技术》《工程制图》《电气测量》《电气管理知识》《数控技术》《单片机原理与接口技术》《可编程控制技术》《工厂电气控制技术》《自动控制技术》《工厂变配电技术》《电机原理与维修》《变频技术》《高级维修电工基本技能训练》《高级维修电工专业技能训练》《高级维修电工综合技能训练》《高级电工技能训练》《电气设备安装技术》《高电压技术（2005年出版）》等，可供高职院校、技师学院、高级技校电气维修、企业供电等专业使用。教材的编写参照了《维修电工》以及其他相关的国家职业标准，有些教材还配套出版了习题册。

在上述教材编写过程中，我们得到有关省市劳动和社会保障部门、教育部门，以及高等职业院校、技师学院、高级技校的大力支持，在此表示衷心的感谢。同时，我们恳切希望广大读者对教材提出宝贵的意见和建议，以便修订时加以完善。

劳动和社会保障部教材办公室

2004年2月

## 简介

本书为全国高等职业技术学院电工类专业教材，供各类高职院校、技师学院、高级技校相关专业使用。主要内容有：制图的基本知识、投影基础、机械制图、电气工程制图基础、计算机绘图等。

本书也可用于高级技术人才培养。

本书由徐跃增主编，卜学军审稿。

# 目录

绪论 .....	( 1 )
<b>第一章 制图的基本知识 .....</b>	<b>( 3 )</b>
§ 1—1 绘图工具及其使用方法 .....	( 3 )
§ 1—2 制图国家标准的规定 .....	( 7 )
§ 1—3 几何作图 .....	( 19 )
复习思考题 .....	( 27 )
<b>第二章 投影基础 .....</b>	<b>( 28 )</b>
§ 2—1 正投影法和三视图 .....	( 28 )
§ 2—2 点、直线、平面的投影 .....	( 32 )
§ 2—3 基本几何体 .....	( 46 )
§ 2—4 轴测投影图 .....	( 53 )
§ 2—5 组合体 .....	( 60 )
复习思考题 .....	( 79 )
<b>第三章 机械制图 .....</b>	<b>( 80 )</b>
§ 3—1 图样画法 .....	( 80 )
§ 3—2 标准件与常用件 .....	( 96 )
§ 3—3 零件图 .....	( 110 )
§ 3—4 装配图 .....	( 126 )
复习思考题 .....	( 130 )
<b>第四章 电气工程制图基础 .....</b>	<b>( 131 )</b>
§ 4—1 电气工程制图基础知识 .....	( 131 )
§ 4—2 电气工程图的绘制和识读 .....	( 141 )
复习思考题 .....	( 144 )
<b>第五章 计算机绘图基础 .....</b>	<b>( 146 )</b>
§ 5—1 概述 .....	( 146 )
§ 5—2 CAXA 电子图板 V2 简介 .....	( 146 )

§ 5—3	CAXA 电子图板 V2 绘图全过程举例 .....	(151)
§ 5—4	应用程序管理器 .....	(159)
	复习思考题 .....	(160)

附录	常用电气图形符号及其字母代码 .....	(161)
----	----------------------	-------

(1)	.....	附录
(2)	.....	附录
(3)	.....	附录
(4)	.....	附录
(5)	.....	附录
(6)	.....	附录
(7)	.....	附录
(8)	.....	附录
(9)	.....	附录
(10)	.....	附录
(11)	.....	附录
(12)	.....	附录
(13)	.....	附录
(14)	.....	附录
(15)	.....	附录
(16)	.....	附录
(17)	.....	附录
(18)	.....	附录
(19)	.....	附录
(20)	.....	附录
(21)	.....	附录
(22)	.....	附录
(23)	.....	附录
(24)	.....	附录
(25)	.....	附录
(26)	.....	附录
(27)	.....	附录
(28)	.....	附录
(29)	.....	附录
(30)	.....	附录
(31)	.....	附录
(32)	.....	附录
(33)	.....	附录
(34)	.....	附录
(35)	.....	附录
(36)	.....	附录
(37)	.....	附录
(38)	.....	附录
(39)	.....	附录
(40)	.....	附录
(41)	.....	附录
(42)	.....	附录
(43)	.....	附录
(44)	.....	附录
(45)	.....	附录
(46)	.....	附录
(47)	.....	附录
(48)	.....	附录
(49)	.....	附录
(50)	.....	附录
(51)	.....	附录
(52)	.....	附录
(53)	.....	附录
(54)	.....	附录
(55)	.....	附录
(56)	.....	附录
(57)	.....	附录
(58)	.....	附录
(59)	.....	附录
(60)	.....	附录
(61)	.....	附录
(62)	.....	附录
(63)	.....	附录
(64)	.....	附录
(65)	.....	附录
(66)	.....	附录
(67)	.....	附录
(68)	.....	附录
(69)	.....	附录
(70)	.....	附录
(71)	.....	附录
(72)	.....	附录
(73)	.....	附录
(74)	.....	附录
(75)	.....	附录
(76)	.....	附录
(77)	.....	附录
(78)	.....	附录
(79)	.....	附录
(80)	.....	附录
(81)	.....	附录
(82)	.....	附录
(83)	.....	附录
(84)	.....	附录
(85)	.....	附录
(86)	.....	附录
(87)	.....	附录
(88)	.....	附录
(89)	.....	附录
(90)	.....	附录
(91)	.....	附录
(92)	.....	附录
(93)	.....	附录
(94)	.....	附录
(95)	.....	附录
(96)	.....	附录
(97)	.....	附录
(98)	.....	附录
(99)	.....	附录
(100)	.....	附录

# 绪 论

## 一、概述

在日常生活、学习和工作中，常常会遇到图，这是因为用图示的方法能形象地描绘事物，生动地交流思想。在工业生产和工程建设中，工程图样则是用来反映设计思想、指导施工及制造的重要文件。此外，建立在图示基础上的图解法，对解决生产、科研中所涉及的空间几何问题也有简便、快速、直观的优点。

在工程技术中，按一定的投影方法和有关规定绘制的用于工程技术设计、施工或产品制造的图样称为工程图样。工程图样是工程界的共同技术语言，是表达和交流技术思想的必备工具，也是工程技术部门的一项重要技术文件。因此，掌握这种工程语言，绘制和阅读工程图样，是每一个从事工程设计和技术工作的工程技术人员所必须具备的基本能力。

## 二、本课程的任务及要求

本课程包括画法几何、工程制图基础和计算机绘图基础等方面内容。画法几何以空间形体与平面图形之间的关系为研究对象；工程制图研究机电设备的表示方法、绘图方法及读图方法；计算机绘图基础则培养用现代化手段绘制工程图样的能力。

工程制图是一门既有系统理论又有较强实践性的技术基础课，其作用不仅在于培养学生的绘图和读图的能力，还在于培养学生对三维形状与相关位置的空间思维能力，图解空间几何问题的能力。因此这门课程在学生的形象创造能力的培养上有着不可替代的作用。本课程的任务是为学生学习后继课程和进行规划、设计、施工、科研提供图示及图解的理论和方法，为培养工程技术人员的绘图、读图和形象思维能力打下理论与实践的基础。

学生在学习本课程时，应注意掌握以下的基本内容和基本要求。

1. 正投影的基本理论和作图方法。正投影的原理，形体的表达和形象思维方法，以及简单的空间几何问题图解方法。
2. 制图的基本知识。表达物体及设备的方法和规定，尺寸、技术要求等的标注方法和规定，图例符号的画法，几何作图方法等。
3. 绘图的基本技能。仪器绘图和徒手绘图的方法和技能，计算机绘图的初步能力。

## 三、本课程的特点及学习方法

学习要注意方法。只有了解课程的特点并掌握相应的学习方法，才能提高学习效率，避免走弯路。

1. 联系几何知识。本课程中的图示法、图解法和一些几何作图方法都是以初等几何学的原理为基础的。因此，学习时注意联系和运用几何方面的知识，将有助于分析、理解和掌握课程内容。
2. 重视空间想像能力。本课程的一个很主要的内容是研究空间形体在平面上的投影规律。因此，学习时要注意分析和想像空间形体与投影图形之间的对应关系，重视由物画图、





## § 1—1 绘图工具及其使用方法

我国有句俗语：“工欲善其事，必先利其器”。正确合理地使用绘图工具，对保证绘图质量、提高绘图效率是非常重要的。现将几种常用的绘图工具及其使用方法介绍如下：

## 一、图板

图板是用来安放图纸进行画图的工具。图板有不同的规格，可根据需要选用。常见的有0号图板（900 mm×1 200 mm）、1号图板（600 mm×900 mm）和2号图板（450 mm×600 mm）。

图板均用木料制成，板面要求光滑平整，软硬合适。图板的两短边必须平直，这样才能确保线条平直，使用时要注意保护短边。图板不能用水洗或曝晒，更不能刻画致使板面凹凸不平（图 1—1）。

## 二、丁字尺

丁字尺主要用来画水平线。

丁字尺由尺头和尺身构成（图 1—1），尺头与尺身的工作边必须平直且相互垂直。尺头与尺身的连接必须牢固，否则画图不正确。画线时，只能沿其工作边画。尺头必须紧靠图板左边，以保持水平线互相平行（图 1—2）。

丁字尺使用后应挂起来，以免弯曲变形或折断。

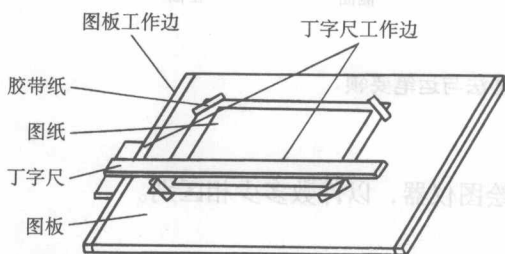


图 1—1 图板、丁字尺及其使用



图 1—2 用丁字尺画水平线

## 三、三角板

三角板是制图的主要工具之一。三角板每副有两块，由一块有两个 45°角和一块有 30°角和 60°角的直角三角板组成。

三角板与丁字尺配合使用，可以画出垂直线以及与水平方向成 15°或 15°倍角的斜线，还能画出这些线的平行线（图 1—3）。

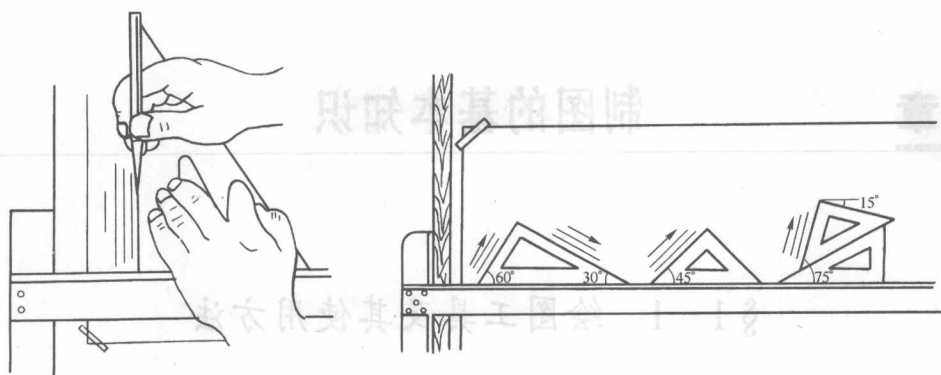


图 1—3 用三角板画垂直线和斜线

#### 四、绘图铅笔

绘图所用铅笔的种类很多，其型号由数字和字母组成，以区分铅心的软硬程度。“B”表示软、“H”表示硬，字母前面的数字越大表示越软或越硬，“HB”表示铅心软硬适中。绘图时一般用 3H 或 2H 铅笔画底稿，用 HB 或 B 铅笔加深图线，用 H 或 HB 铅笔写字。

使用铅笔绘图时，用力要适中，画细长线时要边画边转动铅笔，使笔心各方向磨损均匀，所画线条粗细保持一致。铅笔的削法及运笔时铅笔与纸面和尺身的相互位置如图 1—4 所示。



图 1—4 铅笔的削法与运笔要领

#### 五、绘图仪器

绘图仪器有单件的或成套多件的，成套的绘图仪器，以件数多少相区别。

##### 1. 圆规

圆规是用来画圆的，卸下铅心插脚，换上鸭嘴笔插脚可上墨画圆，换上钢针插脚可作分规使用，如图 1—5 所示。

画圆时，圆规的针尖应比铅心略长一点；使用针尖时一般用台阶形的一端；圆规中的铅心应比画直线的铅心软一号；针尖和铅心应垂直纸面。画大圆时可装上延伸杆（同样要保持针尖和铅心垂直纸面）。

##### 2. 分规

分规是用来量取线段或等分线段的，其两针尖合拢时应会合于一点（图 1—6）。

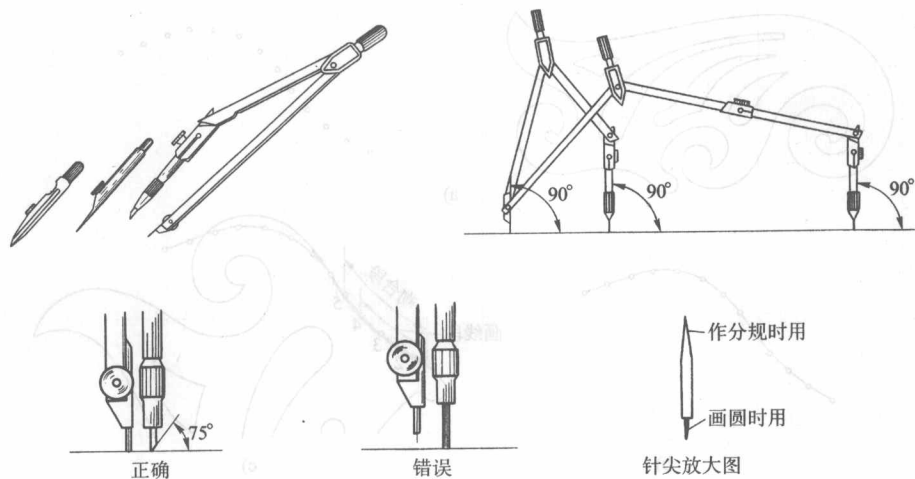


图 1—5 圆规及其用法

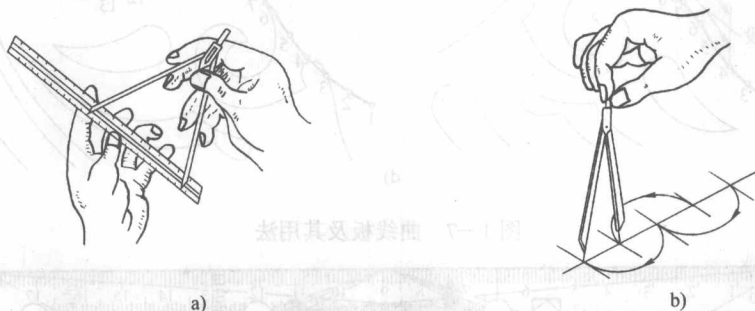


图 1—6 分规及其用法  
a) 量取线段 b) 等分线段

## 六、曲线板

曲线板是用来描绘各种非圆曲线的。画图步骤如图 1—7 所示。已知曲线上各点 (图 1—7a), 首先徒手用铅笔轻轻地将它们光滑连接起来 (图 1—7b); 再根据曲线在各点间的弯曲趋势, 找出曲线板与之相吻合的线段, 描画出来, 注意最末两点间的曲线不画 (图 1—7c); 如此逐一找出曲线板与徒手所画曲线相吻合的部分并描画出来 (图 1—7d), 即完成曲线的绘制。

## 七、制图模板

制图模板是一种量画结合的工具, 上面刻有各种形状不同的孔洞和比例尺, 能直接利用它们画出各种图形和符号。如图 1—8 所示。

制图模板的种类很多, 可适应绘制不同专业工程图的需要。

## 八、擦图片

擦图片是擦除多余图线的辅助工具, 如图 1—9 所示。使用时把擦图片的孔洞对准要擦去的图线, 然后用橡皮擦去。

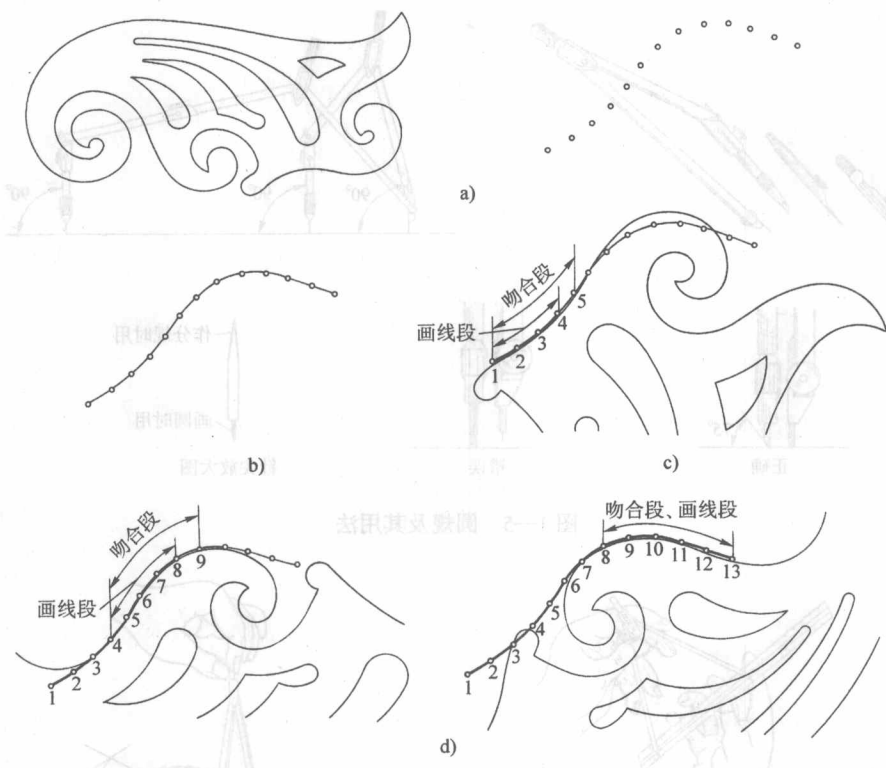


图 1—7 曲线板及其用法

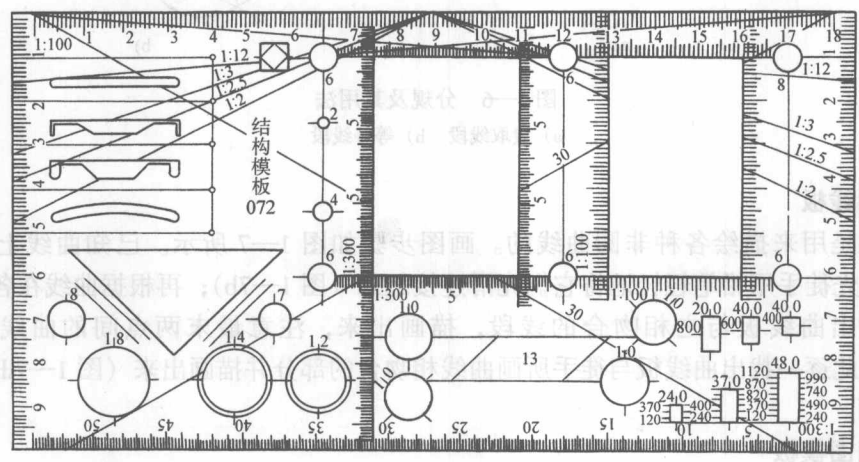


图 1—8 制图模板

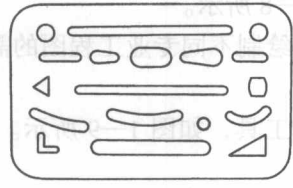


图 1—9 擦图片

## § 1—2 制图国家标准的规定

图样是工程界的共同语言，也是现代工业生产中最基本的技术文件。为了便于生产和技术交流，对图样的画法、尺寸标注、所用代号等均须进行统一的规定，使绘图和读图都有共同的准则。这些统一规定就是制图标准，由国家统一制定和颁布实施。

### 一、图纸幅面及格式

#### 1. 图纸幅面

为了便于图纸的装订、保管及合理地利用图纸，图纸幅面的大小应符合表 1—1 的规定。

表 1—1

图纸幅面

mm

幅面代号	A0	A1	A2	A3	A4
$B \times L$	841 × 1 189	594 × 841	420 × 594	297 × 420	210 × 297
$e$	20		10		
$c$	10			5	
$a$	25				

图纸幅面尺寸应用的是 $\sqrt{2}$ 系列，即  $L = \sqrt{2}B$ 。A0 幅面的面积为  $1 \text{ m}^2$ ，A1 幅面是 A0 幅面的对开，其他幅面依次类推。

必要时，图纸幅面可加长。幅面的尺寸，按基本幅面短边尺寸，整倍数增加后得出，见图 1—10。虚线为加长后的图纸幅面。

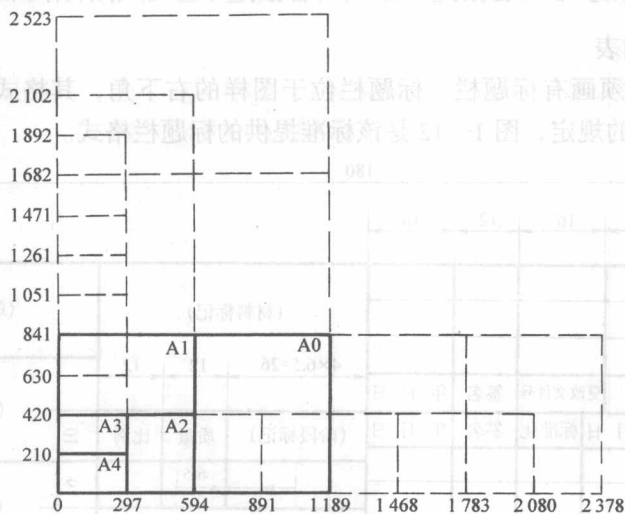


图 1—10 图纸幅面

#### 2. 图框

在图纸上必须用粗实线画出图框，图样必须绘制在图框内部。其格式分为留有装订边和不留装订边两种，见图 1—11，其尺寸规定见表 1—1。

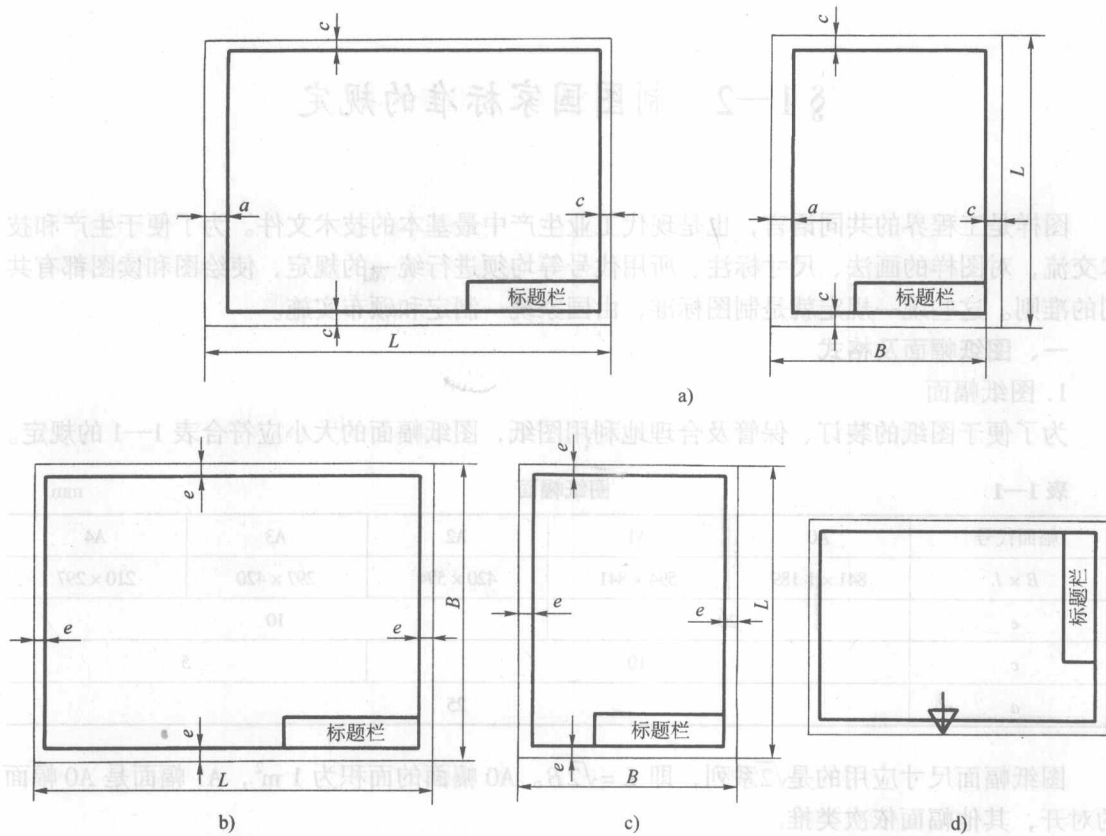


图 1—11 图框的格式

a) 留有装订边 b) 不留装订边 X 型 c) 不留装订边 Y 型 d) 有方向符号和对中符号

### 3. 标题栏和明细表

每张图样上都必须画有标题栏。标题栏位于图样的右下角，其格式和尺寸要遵守国标 GB/T 10609.1—1989 的规定，图 1—12 是该标准提供的标题栏格式。

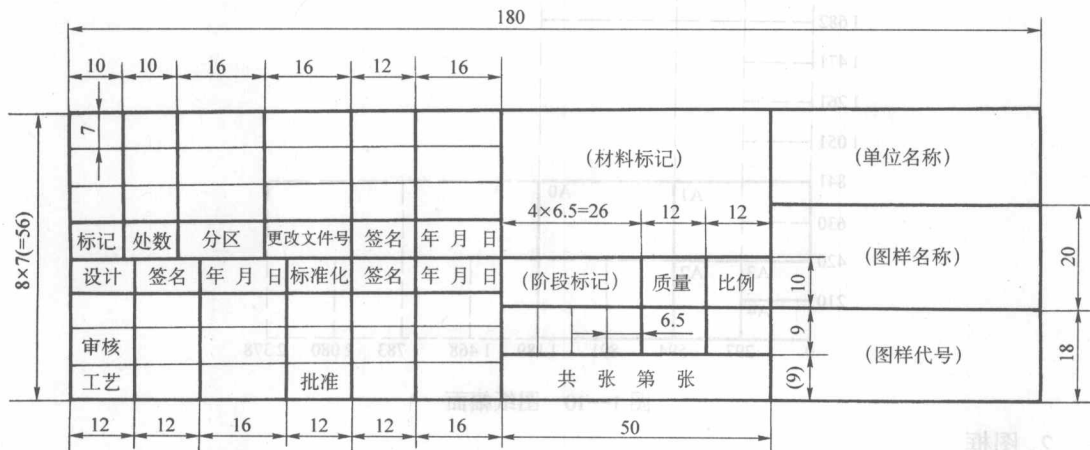


图 1—12 标题栏的格式

装配图中的明细表，按国标 GB/T 10609.1—1989 的规定，其格式、尺寸及位置见图 1—13。

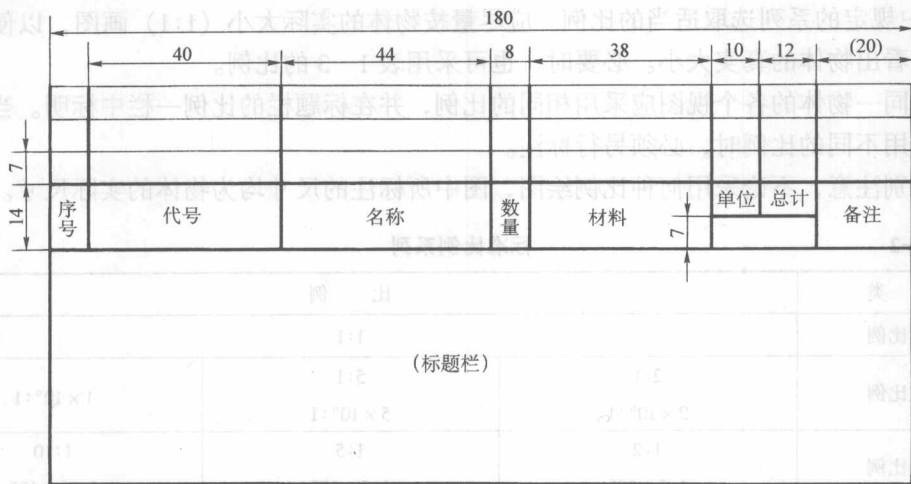


图 1—13 装配图中明细表的格式

根据教学过程中的实际需求，本教材对零件图的标题栏、装配图的标题栏及明细表进行了简化，并推荐零件图的标题栏采用图 1—14a 的格式，装配图的标题栏及明细表采用图 1—14b 的格式。

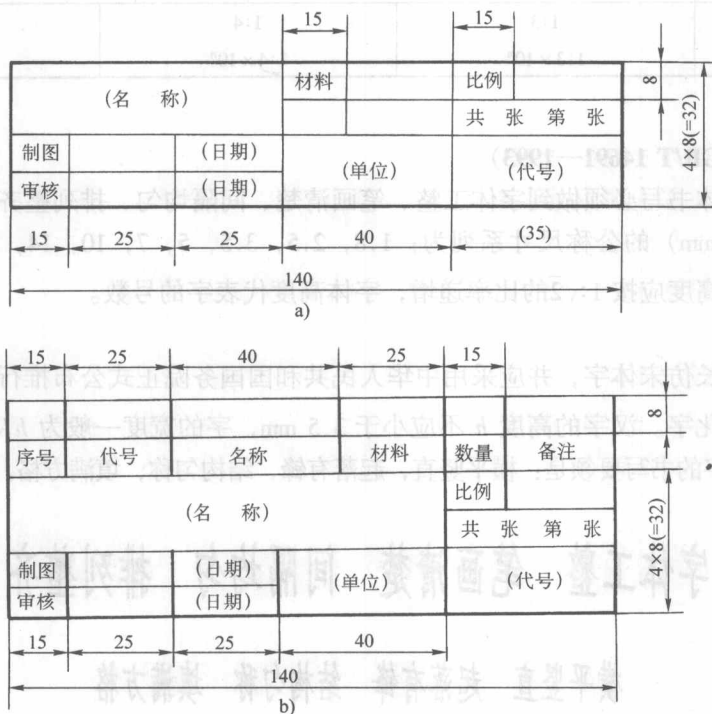


图 1—14 推荐使用的标题栏、明细表格式

## 二、比例 (GB/T 14690—1993)

图样的比例是指图形与其实物相应要素的线性尺寸之比。线性尺寸是指能用直线表达的



尺寸,例如直线长度、圆的直径等。

图样比例分为原值比例、放大比例、缩小比例等三种。绘制图样时,应根据实际需要按表 1—2 中规定的系列选取适当的比例。应尽量按物体的实际大小(1:1)画图,以便能直接从图样上看出物体的真实大小。必要时,也可采用表 1—3 的比例。

绘制同一物体的各个视图应采用相同的比例,并在标题栏的比例一栏中标明。当某个视图需要采用不同的比例时,必须另行标注。

应特别注意,不论采用何种比例绘图,图中所标注的尺寸均为物体的实际尺寸。

表 1—2 标准比例系列

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

注:  $n$  为正整数

表 1—3 比例系列

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

注:  $n$  为正整数

### 三、字体 (GB/T 14691—1993)

图样中的字体书写必须做到字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。字体高度(用  $h$  表示,单位为 mm)的公称尺寸系列为:1.8, 2.5, 3.5, 5, 7, 10, 14, 20。如需书写更大的字,其字体高度应按  $1:\sqrt{2}$  的比率递增,字体高度代表字的号数。

#### 1. 汉字

汉字应写成长仿宋体字,并应采用中华人民共和国国务院正式公布推行的《汉字简化方案》中规定的简化字。汉字的高度  $h$  不应小于 3.5 mm,字的宽度一般为  $h/\sqrt{2}$ 。

长仿宋体汉字的书写要领是:横平竖直,起落有锋,结构匀称,填满方格。参考字例如下:

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 起落有锋 结构匀称 填满方格

5 号字

机械制图 电气照明 工程测量 建筑施工

#### 2. 数字和字母