



21世纪高职高专规划教材

# 机械制图

主 编 张桂云  
副主编 孙向馨 袁训东 苏建国



中国电力出版社

[www.infopower.com.cn](http://www.infopower.com.cn)



21世纪高职高专规划教材

# 机械制图

■ 主 编 张桂云  
■ 副主编 孙向馨 袁训东 苏建国  
■ 参 编 林勇祥 陈 伟 谭永顺 丁荣涛

江苏工业学院图书馆  
藏书章



中国电力出版社

www.infopower.com.cn

## 内容提要

本教材以培养学生绘图和阅读工程图样的能力为主要目的,以实际应用为指导,突出了高职高专教育特色。本书内容主要包括绪论,制图的基本知识和技能,点、直线和平面的投影,基本几何体的投影,立体的表面交线,组合体的视图,轴测图,机件的表达方法,标准件和常用件,零件图,装配图,展开图,房屋建筑图、计算机辅助绘图简介等 13 章及附录。

本书可作为高等职业院校、高等专科学校、成人高校、高级技校等机械类或近机械类专业的教材,也可供有关工程技术人员参考。

另外,与本书配套的《机械制图习题集》,由中国电力出版社同时出版,供各院校使用。

## 图书在版编目(CIP)数据

机械制图 / 张桂云主编. —北京:中国电力出版社, 2007

21 世纪高职高专规划教材

ISBN 978-7-5083-5687-7

I. 机... II. 张... III. 机械制图—高等学校:技术学校—教材 IV. TH126

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 114423 号

丛 书 名: 21 世纪高职高专规划教材

书 名: 机械制图

出版发行: 中国电力出版社

地 址: 北京市三里河路 6 号

邮政编码: 100044

电 话: (010) 68362602

传 真: (010) 68316497, 88383619

服务电话: (010) 58383411

传 真: (010) 58383267

E-mail: infopower@cepp.com.cn

印 刷: 汇鑫印务有限公司

开本尺寸: 185mm×233mm 印 张: 20.5 字 数: 500 千字

书 号: ISBN 978-7-5083-5687-7

版 次: 2007 年 9 月北京第 1 版

印 次: 2007 年 9 月第 1 次印刷

印 数: 0001—4000 册

定 价: 29.00 元

## 敬告读者

本书封面贴有防伪标签,加热后中心图案消失  
本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究

# 前 言

本书是根据教育部新修订的“高等学校工程专科机械制图课程教学基本要求”(机械类专业适用),总结多年的教学经验编写而成的。同时,与本教材配合使用的由张桂云主编的《机械制图习题集》(机械类或近机类学生使用)由中国电力出版社同时出版。

本教材是 21 世纪高职高专规划教材之一,主要由山东科技职业学院工程制图课程教材编审组织编写。在教材编写过程中,注意贯彻“基础理论教学要以应用为目的,以必须、够用为度,以掌握概念、强化应用、培养技能为教学重点”的原则。在内容取舍上,适当降低了难度,如变换投影面法、回转体“偏交”的相贯线、直线与平面及两平面相交、截交线、相贯线的正等轴测投影等学生不易接受又无多大实际应用意义的内容进行了删减。同时,在章节的编排上也作了适当调整,尽量采用模块式结构,使之易教易学,体现了高等职业技术教育的特色。为了使本教材尽可能满足机械类(或近机类)各专业教学的需要,内容与本课程教学基本要求相比略有增补,其中,立体的表面展开、房屋建筑图等内容为选学内容。全书采用了我国最新颁布的技术制图和机械制图国家标准。

参加本书编写的有张桂云(绪论、附录、第 9~13 章),苏建国、陈伟(第 1~4 章),袁训东、谭永顺(第 5~8 章),孙向馨、林勇祥、丁荣涛也参加了相关内容的编写工作。全书由张桂云统稿并任主编,孙向馨、袁训东、苏建国任副主编。

由于时间仓促,限于作者水平,书中难免有缺点和错误,敬请广大读者和同仁指正。

编 者  
2007 年 6 月

# 目 录

|                             |     |
|-----------------------------|-----|
| 前 言                         |     |
| 绪 论                         | 1   |
| 第 1 章 制图的基本知识与基本技能          | 4   |
| §1-1 国家标准《技术制图》、《机械制图》的一般规定 | 4   |
| §1-2 绘图工具和使用方法              | 16  |
| §1-3 几何作图                   | 20  |
| §1-4 平面图形的分析与画法             | 27  |
| §1-5 绘图方法和步骤                | 29  |
| 第 2 章 点、直线、平面的投影            | 35  |
| §2-1 投影的基本知识                | 35  |
| §2-2 点的投影                   | 36  |
| §2-3 直线的投影                  | 40  |
| §2-4 平面的投影                  | 47  |
| 第 3 章 基本几何体的投影              | 55  |
| §3-1 平面立体的投影                | 55  |
| §3-2 回转体的投影                 | 58  |
| 第 4 章 立体的表面交线               | 66  |
| §4-1 截交线                    | 66  |
| §4-2 相贯线                    | 77  |
| 第 5 章 组合体的视图                | 86  |
| §5-1 三视图的形成及其投影规律           | 86  |
| §5-2 组合体组合形式及其形体分析          | 88  |
| §5-3 组合体视图的画法               | 91  |
| §5-4 组合体的尺寸标注               | 96  |
| §5-5 看组合体视图                 | 102 |
| 第 6 章 轴测图                   | 113 |
| §6-1 轴测投影的基本知识              | 113 |
| §6-2 正等轴测图                  | 114 |
| §6-3 斜二等轴测图                 | 120 |
| §6-4 轴测剖视图                  | 123 |

|               |                |     |
|---------------|----------------|-----|
| <b>第 7 章</b>  | <b>机件的表达方法</b> | 126 |
| §7-1          | 视图             | 126 |
| §7-2          | 剖视图            | 129 |
| §7-3          | 断面图            | 141 |
| §7-4          | 局部放大和简化画法      | 143 |
| §7-5          | 表达方法的综合应用      | 146 |
| §7-6          | 第三角画法简介        | 147 |
| <b>第 8 章</b>  | <b>标准件和常用件</b> | 149 |
| §8-1          | 螺纹             | 149 |
| §8-2          | 螺纹紧固件及其连接      | 158 |
| §8-3          | 键及其连接          | 164 |
| §8-4          | 销及其连接          | 166 |
| §8-5          | 滚动轴承           | 167 |
| §8-6          | 齿轮             | 169 |
| §8-7          | 弹簧             | 181 |
| <b>第 9 章</b>  | <b>零件图</b>     | 185 |
| §9-1          | 零件图的作用和内容      | 185 |
| §9-2          | 零件的视图选择及尺寸标注   | 186 |
| §9-3          | 零件上常见的工艺结构     | 204 |
| §9-4          | 表面粗糙度          | 207 |
| §9-5          | 公差与配合、形位公差及其注法 | 212 |
| §9-6          | 看零件图           | 222 |
| §9-7          | 零件测绘           | 225 |
| <b>第 10 章</b> | <b>装配图</b>     | 229 |
| §10-1         | 装配图的作用与内容      | 229 |
| §10-2         | 部件的表达方法        | 230 |
| §10-3         | 装配图中的尺寸和技术要求   | 233 |
| §10-4         | 装配图中的零部件序号和明细栏 | 235 |
| §10-5         | 机器上常见的装配结构     | 237 |
| §10-6         | 由零件图画装配图的方法和步骤 | 239 |
| §10-7         | 部件测绘           | 241 |
| §10-8         | 看装配图的方法步骤      | 251 |
| §10-9         | 由装配图拆画零件图      | 256 |
| <b>第 11 章</b> | <b>展开图</b>     | 261 |
| §11-1         | 概述             | 261 |
| §11-2         | 平面立体的表面展开      | 262 |
| §11-3         | 可展曲面的表面展开      | 264 |

|        |                      |     |
|--------|----------------------|-----|
| 第 12 章 | 房屋建筑图 .....          | 271 |
| §12-1  | 房屋建筑图概述 .....        | 271 |
| §12-2  | 房屋建筑施工图 .....        | 275 |
| 第 13 章 | 计算机辅助绘图简介 .....      | 283 |
| §13-1  | 微型计算机图形系统 .....      | 283 |
| §13-2  | 基于二维绘图的 CAD 软件 ..... | 284 |
| 附录     | .....                | 288 |
| 参考文献   | .....                | 320 |

# 绪 论

## 一、本课程的研究对象

机械制图是研究机械图样的一门科学。根据投影原理、标准或有关规定，表示工程对象，并有必要的技术说明的图，称为图样。不同行业或不同性质的生产部门对图样有不同的要求和名称，如建筑工程中使用的图样称为建筑图样，水利工程中使用的图样称为水利工程图样，机械制造业中使用的图样称为机械图样等。

在现代工业生产中，机械图样是应用最多的一种，各种机器、工具、车辆、船舶的设计、制造都要以图样为依据。工程设计人员通过图样来表达设计思想；使用机器、仪表和设备时，也要通过阅读图样来了解它的结构和性能；人们还通过图样进行科学技术方面的交流。因此，图样是表达设计意图、交流技术思想与指导生产的重要技术文件，是工程界共同的“技术语言”，每位工程技术人员都必须掌握这种技术语言，即具有绘图和阅读工程图样的能力。

## 二、本课程的学习任务

- (1) 掌握平行投影原理，特别是用正投影表达空间形体的图示法。
- (2) 掌握阅读和绘制机械图样的基本知识、基本方法和技能。
- (3) 培养空间想象和形象思维能力。
- (4) 学习贯彻国家标准《技术制图》、《机械制图》及其有关规定。
- (5) 培养耐心细致的工作作风和严肃认真的工作态度。

## 三、本课程的特点和学习方法

机械制图是高职高专教育机械类（或近机类）专业必修的一门技术基础课，该课程既有较抽象的投影理论又有较强的实践性，学习本课程应坚持理论联系实际的方法。

理论部分是以初等几何为基础，运用正投影原理，把空间物体的形状和结构表达在平面图纸上。因此，必须认真学习正投影的基本原理和图示方法，加强基本技能训练，结合生产实际，由浅入深，由简到繁地多画、多看、多想。只有不断地由物画图，由图想物，反复联系空间形体与平面图形之间的对应关系，才能逐步提高空间想象能力和空间构思能力。

绘图和读图能力主要通过大量的绘图、读图实践来培养。在绘图实践中，要养成正确使用绘图工具和仪器的习惯，熟悉并遵守国家标准《技术制图》和《机械制图》的有关规定，掌握正确查阅和使用制图有关手册的方法。通过一定数量的作业和练习，最终能正确地绘制和阅读较复杂的零件图和装配图。制图作业应该做到：投影正确、视图选择和配置恰当、尺寸齐全、字体工整、图面整洁，符合国家标准的规定和要求。

工程图样是进行生产的主要依据,绘图和看图的差错都会给生产建设带来很大损失。因此,在学习和做作业时切记马马虎虎、潦草从事,必须持严肃认真的态度,以养成良好的工作作风。

#### 四、我国工程图学的发展概况

中国是世界文明古国之一,在工程图学方面有着悠久的历史。工程图学与其他学科一样,是伴随着生产的发展而产生和日趋完善的。

早在 2000 多年前,我国已有图样史料的记载。例如,在春秋时代的技术著作《周礼·考工记》中,有画图工具“规、矩、绳墨、悬、水”的记载;在《周髀算经》中,有关于勾股和方圆相切的几何作图问题的记载。自秦汉以来,建筑宫室都有图样。宋代李诫所著《营造法式》一书,总结了我国两千年来的建筑技术成就,不仅用文字阐述营造技术、材料规格,而且附有大量的图样。全书 36 卷,其中有 6 卷是图样(包括平面图、轴测图、透视图)。这是一部闻名世界的建筑图样的巨著,图中运用投影法表达了复杂的建筑结构。图 0-1 殿堂举析图是正投影图,图 0-2 方栌科和令拱是斜轴测投影图,这在当时是极为先进的。

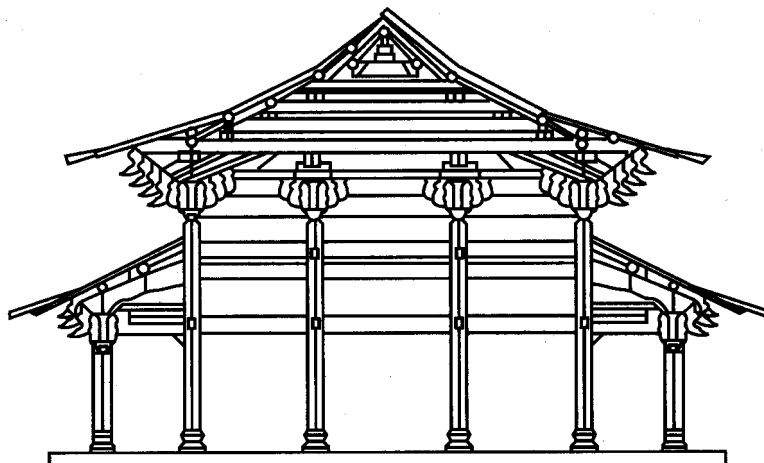
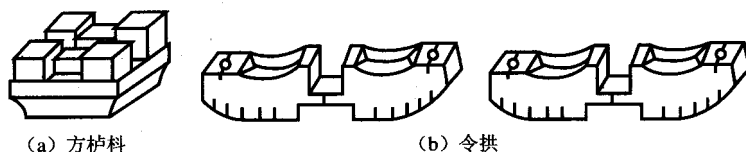


图 0-1 殿堂举析图



(a) 方栌科

(b) 令拱

图 0-2 方栌科和令拱

随着生产技术的不断发展,农业、交通、军事等器械日趋复杂和完善,图样的形式和内容也日益接近现代工程图样。如清代程大位所著《算法统筹》一书中的插图,有丈量步车的装配图和零件图。这些都说明我国在工程图样发展上不仅有悠久历史,而且有较高的水平。但因长期处于封建制度的统治下,在理论上缺乏完整、系统的总结。新中国成立前的近百年,又遭受帝国主义的侵略,处于半封建半殖民地的状态,致使工程图学停滞不前。

中华人民共和国成立后，党和政府十分关心、重视工程图学的发展。1956 年原第一机械工业部颁布了第一个部颁标准《机械制图》，1959 年国家科学技术委员会颁布了第一个国家标准《机械制图》，随后又颁布了国家标准《建筑制图》，使全国工程图样标准得到统一，标志着我国工程图学进入了一个崭新的阶段。随着科学技术的发展和工业水平的提高，技术规定的不断修改和完善，国家先后于 1970 年、1974 年、1984 年修订了国家标准《机械制图》。为了进一步向国际标准化组织（ISO）标准靠拢，此后，国家又陆续颁布了《技术制图》与《机械制图》一系列新标准。此外，在改进制图工具和图样复制方法、研究图学理论和编写出版图学教材等方面，都取得了可喜的成绩，有力推动了工程图学的发展。

随着科学技术、生产建设的高速发展，人们对绘图的精度和速度提出了更高的要求。计算机及其绘图机的相继出现适应了这些要求。近年来，计算机绘图技术已在很多领域或部门用于设计、生产、科研和管理工作中，显示了它的极大优越性。随着我国改革开放的不断推进，工程图学在图学理论、图学应用、计算机图学、制图技术、制图标准、图学教育等方面，定能得到更加广泛的应用和迅速的发展。

# 第 1 章 制图的基本知识与基本技能

机械图样是设计和制造机械过程中的重要资料。它是交流技术思想的一种共同语言,因此,对机械图样的内容、画法、格式等必须作出统一的规定。国家标准《技术制图》和《机械制图》是我国的一项重要技术标准,统一规定了一些画图的规则,供生产部门、设计部门共同遵守。国家标准(简称“国标”)的代号是“GB”。本章介绍国家标准《技术制图》和《机械制图》中的“一般规定”和“尺寸注法”的部分内容。

我们在学习机械制图的过程中,必须认真遵守国家标准《技术制图》和《机械制图》的有关规定,重视制图基本技能的训练,正确使用制图工具和绘图仪器,掌握基本的绘图方法,培养耐心细致的工作作风和严肃认真的工作态度。

## § 1-1 国家标准《技术制图》、《机械制图》的一般规定

### 一、图纸幅面及格式 (GB/T 14689—1993)

#### 1. 图纸幅面尺寸

绘制技术图样时,应优先采用表 1-1 中所规定的图纸基本幅面。

表 1-1 图纸幅面及图框尺寸

mm

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

必要时,允许采用加长幅面。这些幅面的尺寸是由基本幅面的短边成整数倍增加后得出的,如图 1-1 所示。图中粗实线所示为基本幅面(第一选择),细实线所示(第二选择)和虚线所示(第三选择)均为加长幅面。

#### 2. 图框格式

在图纸上必须用细实线画出表示图幅大小的纸边界线;用粗实线画出图框,其格式分为不留装订边和留有装订边两种,但同一产品的图样只能采用一种格式。

不留装订边的图纸，其图框格式如图 1-2 所示，周边尺寸  $e$  按表 1-1 中的规定选取。

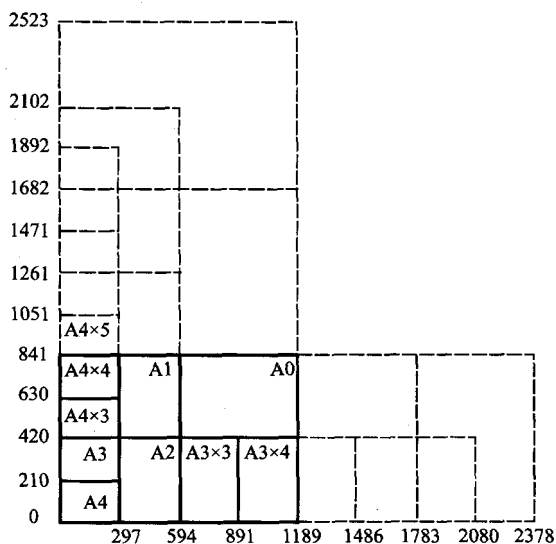


图 1-1 基本幅面与加长幅面

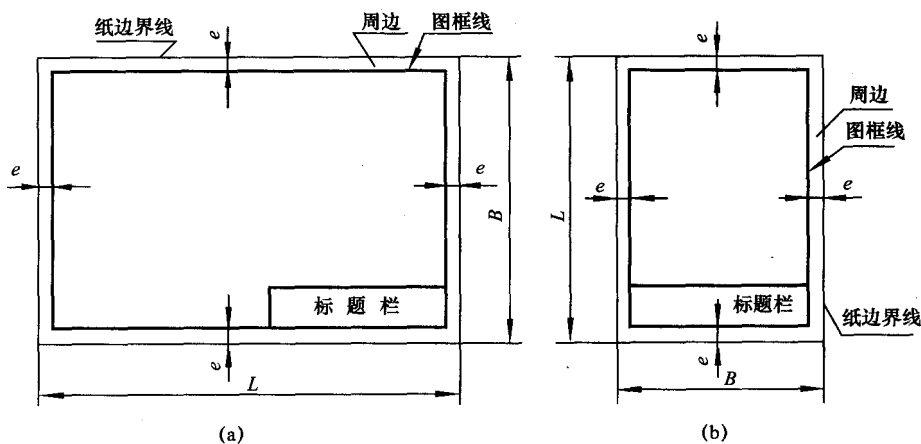


图 1-2 不留装订边的图框格式

留有装订边的图纸，其图框格式如图 1-3 所示，周边尺寸  $a$  和  $c$  按表 1-1 中的规定选取。加长幅面的周边尺寸，按所选用的基本幅面大一号的周边尺寸确定。如  $A2 \times 3$  的周边尺寸，按  $A1$  的周边尺寸确定，即  $e$  为 20 或  $c$  为 10。

### 3. 标题栏的方位与格式

绘图时，必须在每张图纸的右下角画出标题栏。

当标题栏的长边置于水平方向并与图纸的长边平行时，则构成 X 型图纸，如图 1-2 (a)

与图 1-3 (a) 所示。当标题栏的长边与图纸的长边垂直时, 则构成 Y 型图纸, 如图 1-2 (b) 与图 1-3 (b) 所示。此时, 看图的方向与看标题栏的方向一致。

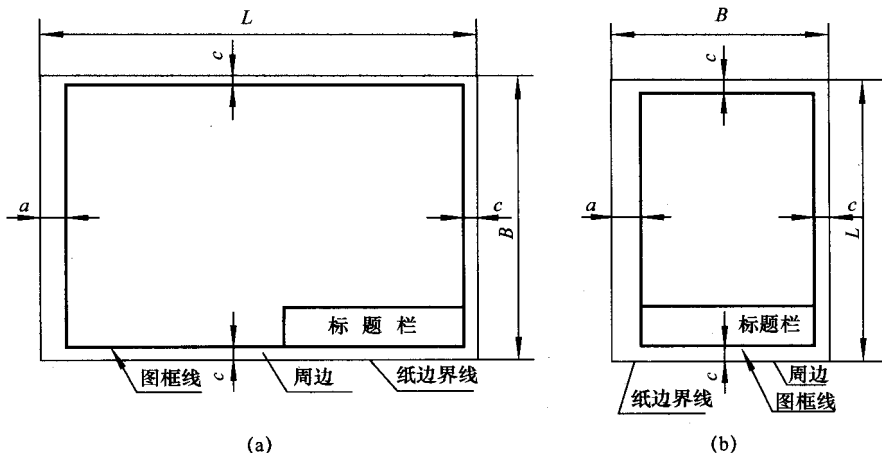


图 1-3 留有装订边的图框格式

为了使图样复制和缩微摄影时定位方便, 应在图纸各边长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, 长度从纸边界线开始至伸入图框内约 5mm, 如图 1-4 所示。对中符号的位置误差应不大于 0.5mm。当对中符号处在标题栏范围内时, 则伸入标题栏部分省略不画, 如图 1-4 (b) 所示。

若使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 [见图 1-4 (a)]; 或将 Y 型图纸的长边置于水平位置 [见图 1-4 (b)]。此时, 为了明确绘图与看图时的图纸方向, 应在图纸下边对中符号处加画一个方向符号, 如图 1-4 所示。

方向符号是一个用细实线绘制的等边三角形, 其大小及所在位置如图 1-5 所示。

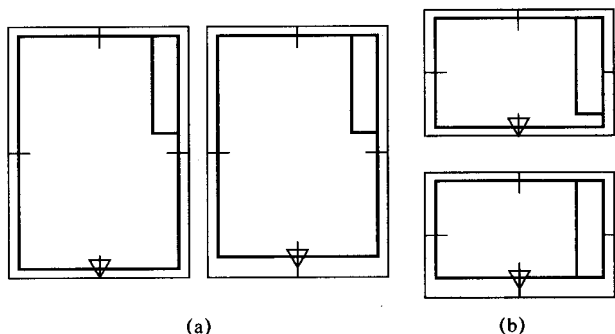


图 1-4 对中符号和方向符号

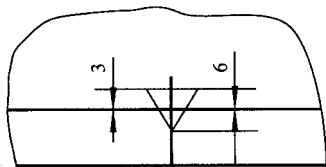


图 1-5 方向符号的大小与位置

对于标题栏的格式, 国家标准 GB/T 10609.1—1989 已做了统一规定, 如图 1-6 所示, 标题栏中各区的布置见图 1-6 (a), 标题栏的格式和尺寸见图 1-6 (b)。

为了学习方便, 在学校的制图作业中, 建议采用图 1-7 所推荐的格式。

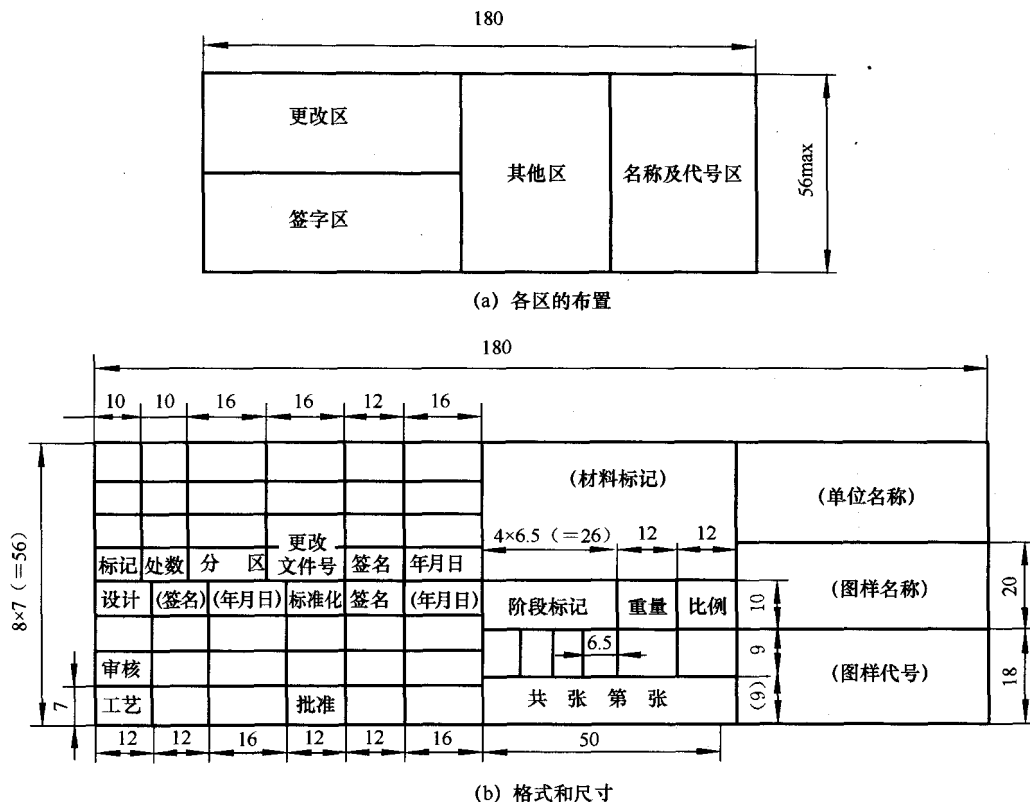
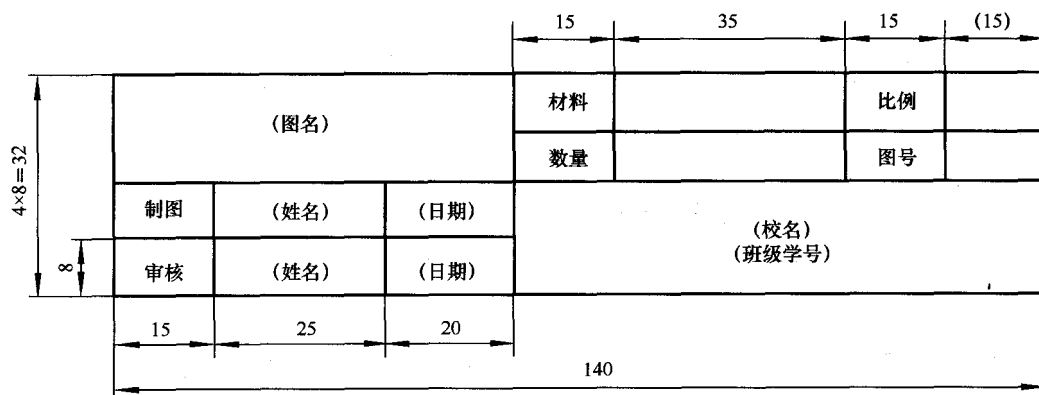


图 1-6 标题栏的格式及其各部分的尺寸



## 二、比例 (GB/T14690—1993)

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。

比值为 1 的比例, 即 1:1, 叫做原值比例, 是常用的比例。根据机件大小和复杂程度可放大或缩小, 比值大于 1 的比例叫做放大比例, 比值小于 1 的比例叫做缩小比例。表 1-2 所示为优先选用的比例。

不论采用何种比例, 图样中标注的尺寸数值必须是机件的实际尺寸, 与图样的准确程度、比例大小无关。图 1-8 表示同一机件采用不同比例所画出的图形。

表 1-2 比 例

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

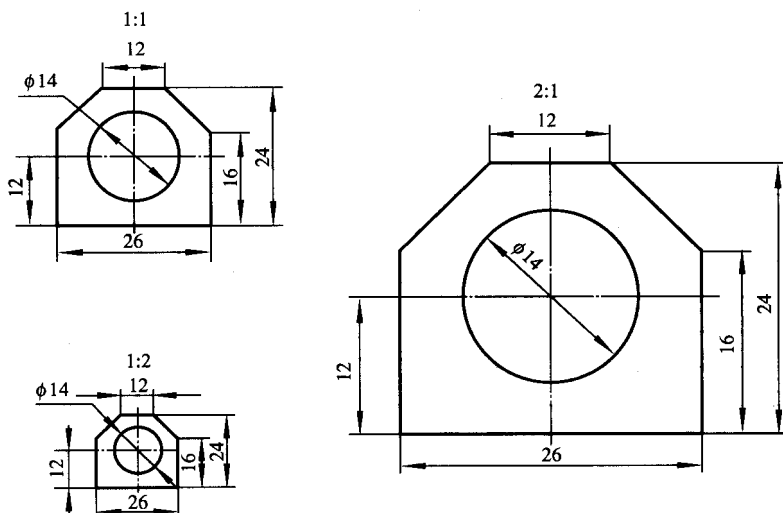


图 1-8 以不同比例画出的同一零件的图形

对于同一张图样上的各个图形, 原则上应采用相同的比例, 并在标题栏内的“比例”一栏中进行填写。比例符号以“:”表示, 如 1:1、1:2、2:1 等。当某个图形采用不同比例绘制时, 可在视图名称的下方或右侧以分数形式标注出该图形所采用的比例, 如:

|                 |                   |                     |                              |
|-----------------|-------------------|---------------------|------------------------------|
| $\frac{I}{2:1}$ | $\frac{A}{1:100}$ | $\frac{B-B}{2.5:1}$ | $\frac{\text{墙板位置图}}{1:200}$ |
|-----------------|-------------------|---------------------|------------------------------|

### 三、字体

#### 1. 一般规定

图样中除图形外, 还需用汉字、字母、数字等来标注尺寸和说明机件在设计、制造、装配时的各项要求。

图样中书写汉字、字母、数字时必须做到字体工整, 笔划清楚, 间隔均匀, 排列整齐。

字体的号数, 即字体的高度 (用  $h$  表示, 单位为 mm), 分为 20、14、10、7、5、3.5、2.5、1.8 等八种。字体的宽度约等于字体高度的三分之二。

汉字应写成长仿宋体（直体），并应采用国家正式公布推行的简化字。汉字字高不应小于3.5mm。长仿宋字体的特点是：字体细长，字形挺拔，起、落笔处均有笔锋，显得棱角分明。书写长仿宋体字的要领是：横平竖直，结构匀称，注意起落，填满方格。要写好长仿宋体字，应从基本笔画和结构布局两方面下功夫。

汉字的基本笔画及运笔方法可参考表1-3。

表1-3 汉字的基本笔画及运笔法

| 名称       | 点                     | 横        | 竖      | 撇              | 捺        | 挑        | 折                    | 勾                                                   |
|----------|-----------------------|----------|--------|----------------|----------|----------|----------------------|-----------------------------------------------------|
| 基本笔画及运笔法 | 尖点<br>垂点<br>撇点<br>上挑点 | 平横<br>斜横 | 竖      | 平撇<br>斜撇<br>直撇 | 斜捺<br>平捺 | 平挑<br>斜挑 | 左折<br>右折<br>斜折<br>双折 | 竖勾<br>左曲勾<br>右曲勾<br>平勾<br>竖弯勾<br>横折弯勾<br>竖折折勾<br>包勾 |
| 举例       | 方光<br>心活              | 左七<br>下代 | 十<br>上 | 千月<br>八床       | 术分<br>建超 | 均公<br>技线 | 凹周<br>安及             | 牙子代买<br>孔力气码                                        |

字母和数字分A型和B型。A型字体的笔划宽度为字高的十四分之一，B型字体的笔划宽度为字高的十分之一，但在同一图样上，只允许选用一种型式的字体。

字母和数字可写成斜体或直体。斜体字的字头向右倾斜，与水平基准线成75°。图样上一般采用斜体字。

用作指数、分数、极限偏差、注脚等的数字及字母，一般采用小一号字体，如10<sup>3</sup>、S<sup>-1</sup>、5/3、 $\phi 20^{+0.010}_{-0.023}$ 、T<sub>d</sub>、5%等。

## 2. 字体示例

### (1) 汉字——长仿宋体示例。

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（B型）示例。

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

(3) 希腊字母(A型)示例。

小写斜体

$\alpha \beta \gamma \delta \epsilon \zeta \eta \theta \iota \kappa \lambda \mu \nu$

$\xi \omicron \pi \rho \sigma \tau \upsilon \phi \chi \psi \omega$

(4) 罗马数字(A型)示例。

斜体

I II III IV V VI VII VIII IX X

(5) 阿拉伯数字示例。

A型斜体

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

A型直体

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

B型斜体

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

B型直体

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9