



21世纪 / 高等职业技术教育规划教材

工程制图

GONGCHENG ZHITU

主 编 李 嘉
副主编 张 颖 王 婷
主 审 缪凯歌



西南交通大学出版社
[Http://press.swjtu.edu.cn](http://press.swjtu.edu.cn)

21 世纪高等职业技术教育规划教材

工 程 制 图

主 编 李 嘉

副主编 张 颖 王 婷

主 审 缪凯歌

西南交通大学出版社

· 成 都 ·

图书在版编目 (C I P) 数据

工程制图 / 李嘉主编. —成都: 西南交通大学出版社,
2009.8

21 世纪高等职业技术教育规划教材
ISBN 978-7-5643-0347-1

I. 工… II. 李… III. 工程制图—高等学校: 技术学校—
教材 IV. TB23

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 140830 号

21 世纪高等职业技术教育规划教材

工程制图

主编 李嘉

| | |
|-------|---|
| 责任编辑 | 李 涛 |
| 特邀编辑 | 杨 勇 |
| 封面设计 | 墨创文化 |
| 出版发行 | 西南交通大学出版社 (成都二环路北一段 111 号) |
| 发行部电话 | 028-87600564 87600533 |
| 邮 编 | 610031 |
| 网 址 | http://press.swjtu.edu.cn |
| 印 刷 | 四川森林印务有限责任公司 |
| 成品尺寸 | 185 mm × 260 mm |
| 印 张 | 16.5 |
| 印 数 | 1—3 000 册 |
| 字 数 | 411 千字 |
| 版 次 | 2009 年 8 月第 1 版 |
| 印 次 | 2009 年 8 月第 1 次 |
| 书 号 | ISBN 978-7-5643-0347-1 |
| 定 价 | 28.50 元 |

图书如有印装质量问题 本社负责退换
版权所有 盗版必究 举报电话: 028-87600562

前 言

本书是根据教育部制定的《高职高专教育工程制图课程教学基本要求》，在广泛汲取各类高职学校制图教学改革经验的基础上编写而成。

本书可以作为高等职业技术学院与高等专科学校机械类、工程类、铁道运输类等各专业的通用教材，也可以作为其他相近专业的参考书以及广大自学者学习用书。另外，同时出版的《工程制图习题集》与本书配套使用。

本书主要有以下特点：

1. 书中内容体现了高职高专特色，突出了实用性，落实了以掌握概念、强化应用为重点的教学原则，基本理论以“必需、够用”为度。
2. 所选图例力求结合生产实际，紧密结合专业需要。
3. 本书采用了《技术制图》和《机械制图》现行有效的国家标准及与制图有关的其他标准。
4. 书中图形全部采用计算机绘制，提高了图形的清晰度和准确性，使表达效果大大增强，教材质量进一步提高。

本书主要内容共分十二章，其中：第四章、第七章、第八章、第九章由辽宁铁道职业技术学院李嘉编写；绪论、第二章、第十二章由辽宁铁道职业技术学院王婷编写；第一章、第五章、第六章、第十章由沈阳航空职业技术学院张颖编写；第三章由辽宁铁道职业技术学院李萌编写；第十一章由沈阳铁路局设计院周路舟编写。

全书由辽宁铁道职业技术学院李嘉任主编，沈阳航空职业技术学院张颖和辽宁铁道职业技术学院王婷任副主编。

本书由辽宁铁道职业技术学院缪凯歌担任主审。在本书编写过程中，他认真细致地审阅了书稿，并提出了很多宝贵意见，在此向其表示诚挚的谢意。

本教材按 100~120 学时编写，各使用单位可根据具体情况酌情增减。

由于水平所限，书中难免会有不当之处，欢迎广大读者提出宝贵意见和建议，谨此表示衷心感谢。

编 者

2009 年 6 月

目 录

| | |
|-----------------------------|-----------|
| 绪 论 | 1 |
| 第一章 制图的基本知识与技能 | 2 |
| 第一节 绘图工具和用品的使用 | 2 |
| 第二节 制图国家标准的基本规定 | 5 |
| 第三节 尺寸标注 | 11 |
| 第四节 几何作图 | 14 |
| 第五节 平面图形的画法 | 16 |
| 第二章 正投影法基础 | 19 |
| 第一节 投影法及三视图 | 19 |
| 第二节 点、线、面的投影 | 25 |
| 第三节 平面内的点与线 | 36 |
| 第三章 立体的投影 | 38 |
| 第一节 平面立体的投影 | 38 |
| 第二节 曲面立体的投影 | 41 |
| 第三节 截交线与相贯线 | 46 |
| 第四章 组 合 体 | 56 |
| 第一节 组合体的形体分析 | 56 |
| 第二节 组合体的尺寸标注 | 59 |
| 第三节 画组合体的视图 | 63 |
| 第四节 读组合体的视图 | 66 |
| 第五章 轴测投影图 | 73 |
| 第一节 轴测图的基本知识 | 73 |
| 第二节 正等轴测图 | 75 |
| 第三节 斜二轴测图 | 76 |
| 第六章 机件的常用表达方法 | 79 |
| 第一节 视 图 | 79 |
| 第二节 剖视图 | 83 |
| 第三节 断面图 | 92 |
| 第四节 其他表达方法 | 95 |
| 第五节 第三角画法简介 | 99 |

| | |
|------------------------------|-----|
| 第七章 标准件与常用件 | 102 |
| 第一节 螺纹及螺栓连接..... | 102 |
| 第二节 键连接与销连接..... | 112 |
| 第三节 齿 轮..... | 116 |
| 第四节 滚动轴承..... | 122 |
| 第五节 弹 簧..... | 124 |
| 第八章 零 件 图 | 126 |
| 第一节 零件图的作用和内容..... | 126 |
| 第二节 零件的表达方法..... | 128 |
| 第三节 零件上的工艺结构..... | 132 |
| 第四节 零件图的技术要求..... | 134 |
| 第五节 零件图的绘制..... | 145 |
| 第六节 读零件图..... | 152 |
| 第九章 装 配 图 | 155 |
| 第一节 装配图的作用和内容..... | 155 |
| 第二节 装配图的视图表达..... | 157 |
| 第三节 装配图的尺寸注法和技术要求..... | 162 |
| 第四节 装配图的零部件编号和明细栏..... | 162 |
| 第五节 常见的装配结构和装置..... | 164 |
| 第六节 读装配图..... | 167 |
| 第十章 展开图与焊接图 | 171 |
| 第一节 表面展开图..... | 171 |
| 第二节 焊 接 图..... | 178 |
| 第十一章 建 筑 施 工 图 | 186 |
| 第一节 建筑施工图的基本知识..... | 186 |
| 第二节 建筑平面图..... | 192 |
| 第三节 建筑立面图..... | 196 |
| 第四节 建筑剖面图..... | 198 |
| 第五节 建筑详图..... | 200 |
| 第十二章 计 算 机 绘 图 | 202 |
| 第一节 AutoCAD 2008 概述..... | 202 |
| 第二节 AutoCAD 2008 操作基础..... | 204 |
| 第三节 AutoCAD 2008 基本绘图命令..... | 210 |
| 第四节 AutoCAD 2008 编辑命令..... | 214 |
| 第五节 AutoCAD 2008 图层控制..... | 224 |
| 第六节 文字输入与编辑..... | 226 |
| 第七节 尺寸标注..... | 230 |
| 第八节 图块及其属性..... | 234 |

| | |
|--|-----|
| 附 录 | 237 |
| 附表 1 普通螺纹直径与螺距系列 (GB/T 193—2003) | 237 |
| 附表 2 六角头螺栓——A 和 B 级 (摘自 GB/T 5782—2000) | 238 |
| 附表 3 双头螺柱 | 239 |
| 附表 4 开槽沉头螺钉 (GB/T 68—2000)、开槽半沉头螺钉 (GB/T 69—2000) | 240 |
| 附表 5 1 型六角螺母——A 和 B 级 (摘自 GB/T 6170—2000) | 241 |
| 附表 6 小垫圈 (GB/T 848—2002)、平垫圈——倒角型 (GB/T 97.2—2002)、 大垫圈 (A 级) (GB/T 96.1—2002)、平垫圈 (A 级) (GB/T 97.1—2002) | 242 |
| 附表 7 标准型弹簧垫圈 (摘自 GB/T 93—1987)、 轻型弹簧垫圈 (摘自 GB/T 859—1987) | 243 |
| 附表 8 平键和键槽的剖面尺寸 (GB/T 1095—2003) | 244 |
| 附表 9 普通平键的形式尺寸 (GB/T 1096—2003) | 244 |
| 附表 10 圆柱销 (摘自 GB/T 119.1—2000, GB/T 119.2—2000) | 245 |
| 附表 11 圆锥销 (摘自 GB/T 117—2000) | 246 |
| 附表 12 开口销 (摘自 GB/T 91—2000) | 246 |
| 附表 13 标准公差数值 (GB/T 1800.3—1999) | 247 |
| 附表 14 轴的基本偏差数值 (GB/T1800.3—1999) | 248 |
| 附表 15 孔的基本偏差数值 (GB/T 1800.3—1999) | 250 |
| 附表 16 基本尺寸至 500 mm 优先常用配合轴的极限偏差表 (GB/T 1800.4—1999) | 252 |
| 附表 17 基本尺寸至 500 mm 优先常用配合孔的极限偏差表 (GB/T 1800.4—1999) | 254 |
| 参考文献 | 256 |

绪 论

一、本课程的性质

本课程是关于绘制和阅读工程图样的理论、方法和技术的入门技术基础课。在工程技术上，为了正确地表示机器、设备、建筑物的大小、形状、规格等内容，通常根据投影理论、国家相关标准或规定，把物体以图形的方式加以表达，这就是工程图样。

工程图样是信息的载体，在表达设计思想，描绘物体形状、大小、精度等方面，具有语言和文字无法相比的优势。在设计阶段，工程图样表达了设计意图；在生产阶段，工程图样是生产者了解设计要求，组织和指导生产的依据；在产品的使用阶段，它又是使用者了解机器设备的结构和性能，进行正确操作和维修的必备技术文件。因此，每名工程技术人员都必须掌握这种特殊的语言。

二、本课程的目的和要求

- (1) 学习正投影法的基本理论及其应用。
- (2) 正确使用常用绘图工具。
- (3) 培养一定的空间想象和思维能力。
- (4) 培养学习相关国家标准和有关规定，运用所学知识，绘制和阅读工程图样的基本能力。
- (5) 培养计算机绘图的基本能力。
- (6) 培养耐心细致的工作作风和严肃认真的工作态度。

三、本课程的学习方法

由于本门课程既有理论又有一定的实践性，因此，要求学生在学习过程中注意以下几点：

(1) 要多看、多想、多练，才能逐步提高空间逻辑思维能力和空间分析能力。只有不断地进行“理论到实践”的往复过程，才能达到学好的目的。

(2) 不断增强自己的工程意识，自觉遵守国家标准《机械制图》和《技术制图》的有关规定，培养良好的工作作风和工程实践意识。

(3) 认真独立地完成作业和习题，以此来巩固和提高学习基本理论及绘图和读图的能力。

(4) 培养一定的自学能力，在自学中要遵循渐进的原则，并且要善于抓住重点，准确把握知识点，然后深入分析、理解有关内容，逐步扩大自己的知识面。

(5) 学习时注意理论联系实际。不能仅仅满足于对理论、原则的理解，还要结合生产实际，在实践中做到两者的统一。

第一章 制图的基本知识与技能

第一节 绘图工具和用品的使用

正确使用绘图工具是保证绘图质量、提高绘图效率的一个重要方面。为此，必须养成正确使用绘图工具的良好习惯。在此只介绍学生常用的绘图工具及仪器。

一、图板和丁字尺

图板用做画图时的垫板以铺放、固定图纸，其板面要求平整、光滑，木质纹理细密，软硬适中，两端硬木工作边应平直，图板左边是丁字尺的导边。图板有不同的大小规格。绘图时用胶带纸将图纸固定在图板上。

丁字尺由尺头和尺身构成，与图板配合使用，主要用来画水平线，也可以与三角板配合绘制一些特殊角度的线。使用时左手握尺头，使内侧边紧靠图板的左边上下滑动，沿尺身工作边由左向右画水平线，如图 1.1 所示。

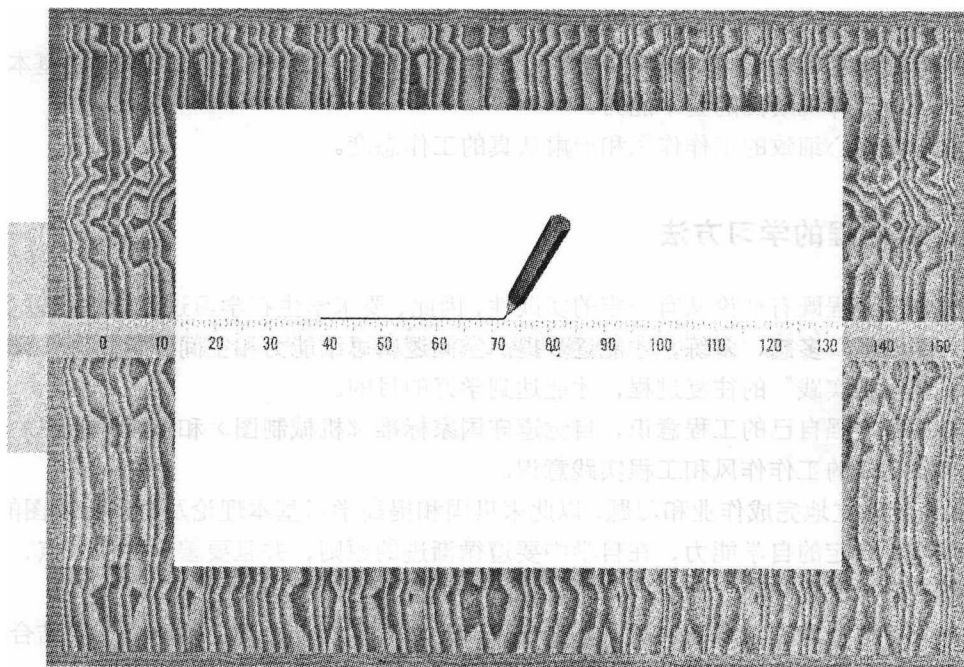
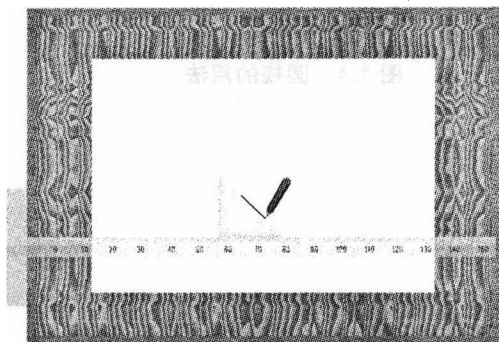


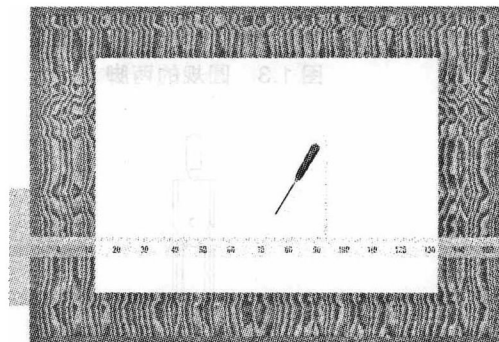
图 1.1 用图板和丁字尺作图

二、三角板

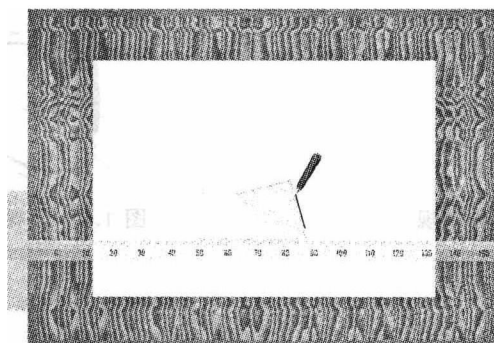
一副三角板有两块，一块是 45° 等腰直角三角形，另一块是 30° (60°) 直角三角形。三角板与丁字尺配合使用，可以画竖直线， 30° 、 45° 、 60° 倾斜线和 15° 、 75° 、 105° 等特殊角度。如图 1.2 所示。此外，利用一副三角板，还可以画出已知直线的平行线和垂直线。



(a) 画 45° 线



(b) 画 60° 线



(c) 画 75° 线

图 1.2 用三角板与丁字尺画线

三、圆规和分规

圆规主要用于画圆和圆弧。圆规的附件有钢针插脚、铅芯插脚、鸭嘴插脚和延伸插杆等。通常圆规的一条腿上装有铅芯，另一条腿上装有钢针，如图 1.3 所示。钢针两端的形状不同，一端为台阶状，一端为锥状，常用台阶状的那段做圆规用，锥状针尖做分规用。画大圆时需装延伸杆。使用时，针尖应比铅芯略长，钢针和铅芯垂直于纸面，特别在画大圆时更应如此。另外，使用圆规时应使其略向旋转方向倾斜，速度均匀，用力适当，如图 1.4 所示。

分规用来量取线段、等分线段和截取尺寸。分规两腿均装有锥形钢针。为了量取尺寸准确，分规的两针尖应平齐。分规及其用法如图 1.5 和图 1.6 所示。

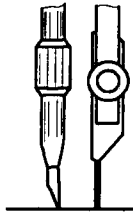


图 1.3 圆规的两脚

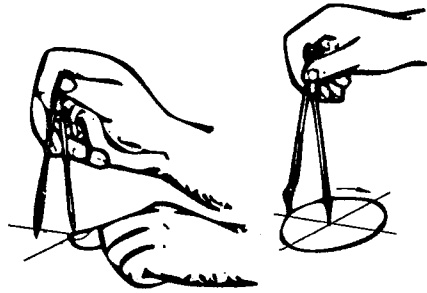


图 1.4 圆规的用法



图 1.5 分规



图 1.6 分规的用法

四、铅 笔

绘图所用铅笔的铅芯根据其软硬度分为软(B)、中性(HB)和硬(H)三种，B前的数字越大表示铅芯越软，H前的数字越大则铅芯越硬。绘图时根据不同使用要求来选择铅笔：HB、B或2B——画粗实线用；H或HB——写字用；HB、H或2H——画细线用。画粗实线的铅笔芯应磨成矩形，如图1.7所示。其余可磨成锥形。

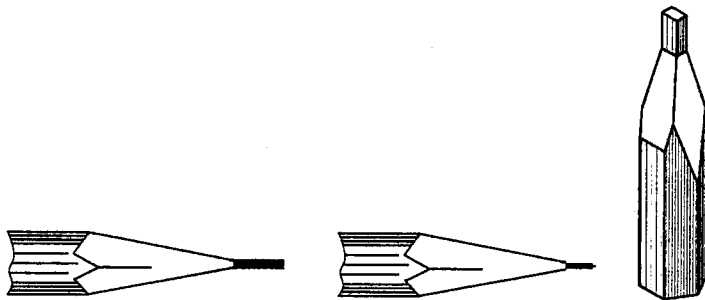


图 1.7 铅笔的削磨

五、曲线板

曲线板用来画非圆曲线，如图 1.8 所示。作图时，应先徒手将曲线上各点轻轻连接起来，然后，从一端开始选择曲线板上与所画曲线吻合的部分，沿曲线板逐段画出。每画一段时，至少应有三个点与曲线板上某一段重合，并与上次画出的曲线段重合一部分，以保证曲线圆滑。

六、比例尺

比例尺又称三棱尺，是用来绘制不同比例的图形用的，如图 1.9 所示。比例尺只用来量取尺寸，不可作直尺画线用。

使用时，将比例尺放在图纸的作图部位，根据所需的刻度用笔尖在图纸上作一个记号，也可以用针尖扎一个小孔。当同一尺寸需要次数较多时，可用分规在比例尺上量出，再在图线上量取。

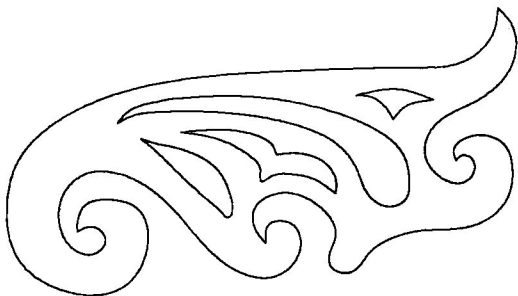


图 1.8 曲线板

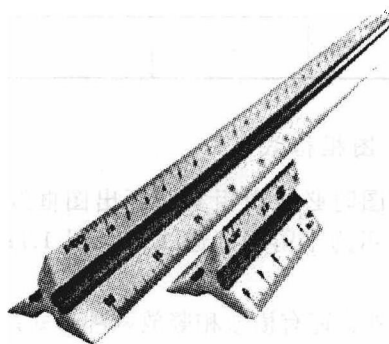


图 1.9 比例尺

七、其他用品

绘图时，还需要绘图纸、绘图橡皮、小刀、擦图片、量角器、胶带纸和修磨铅芯用的细砂纸等。

第二节 制图国家标准的基本规定

国家标准《技术制图》是一项基础性技术标准，国家标准《机械制图》则是机械专业制图标准，它们是图样绘制和使用的准绳。任何一名工程技术人员都必须学习和遵守这些有关规定。

“GB/T”为推荐性国家标准的代号，简称国标。如 GB/T 14689—1993，“14689”为标准的批准顺序号，“1993”表示该标准发布的年号。

一、图纸幅面及格式

1. 图纸幅面

根据 GB/T 14689—1993 的规定，绘制工程图样时，应优先采用基本图纸幅面，表 1.1 列出了规定中的基本幅面尺寸。必要时，也允许使用加长幅面，其尺寸必须是基本幅面短边的整数倍。

表 1.1 图纸基本幅面的尺寸

mm

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

2. 图框格式

绘图时必须用粗实线画出图框线，图框分为留有装订边和不留装订边两种格式。图 1.10 所示为不留装订边式样，图 1.11 所示为留装订边式样，同一产品图样只能采用一种格式。

另外，还有横放和竖放两种形式以及分区与不分区。如图 1.10 (a) 和图 1.11 (a) 所示为横放，图 1.10 (b) 和图 1.11 (b) 所示为竖放。

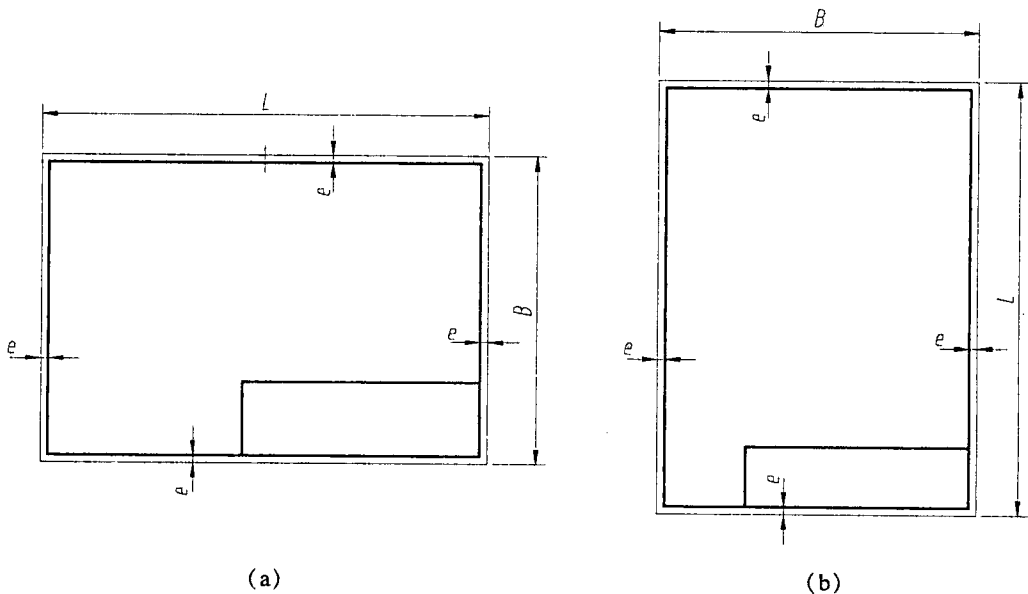


图 1.10 不留装订边的图框格式

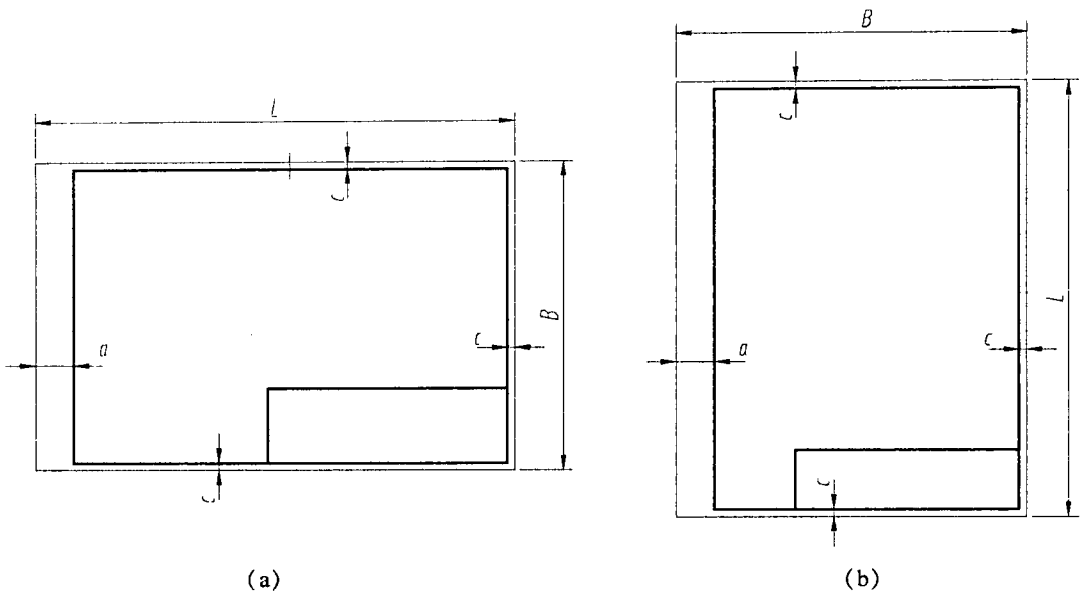


图 1.11 留有装订边的图框格式

3. 标题栏

每张图纸的右下角都应画出标题栏，GB/T 10609.1—1989《技术制图 标题栏》规定了两种标题栏格式，图 1.12 所示是一种常用的标题栏，其格式、分栏及尺寸如图所示。学生在制图作业中也可以采用简易标题栏格式。

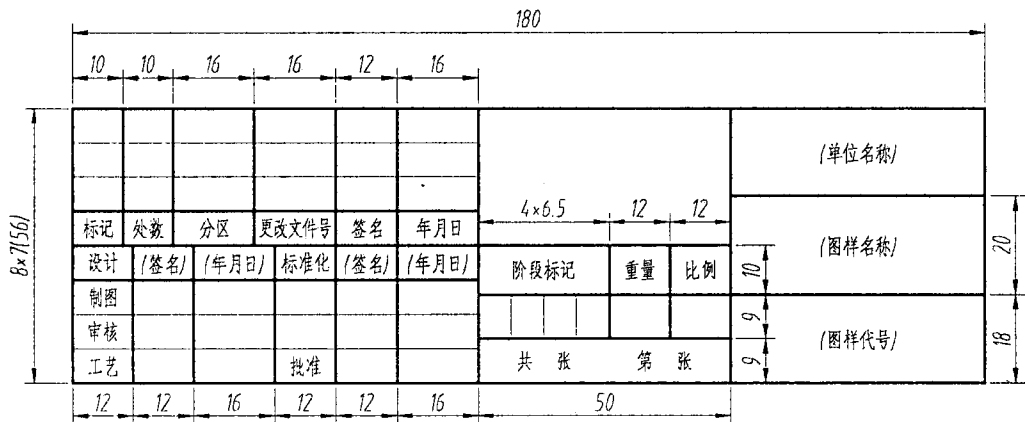


图 1.12 常用的标题栏格式

二、比例

比例是指图中图形与实物相应要素的线性尺寸之比，画图时应尽量采用 1:1 的比例，也可选择放大或缩小的比例，但必须在国家标准 (GB/T 14690—1993) 规定的比例系列中选取，如表 1.2 所示。绘制同一机件的各个视图应采用相同的比例，并在标题栏中填写，当某个视图需用不同的比例或局部放大时，必须另行标注。

无论采用何种比例值，图样中所标注的尺寸均为设计的真实尺寸，而与图形大小及比例无关。

表 1.2 为常用的比例系列。

表 1.2 比例系列

| 种 类 | 比 例 | |
|------|--|---|
| | 第一系列 | 第二系列 |
| 原值比例 | 1 : 1 | |
| 缩小比例 | 1 : 2 1 : 5 1 : 10 1 : 1 × 10 ⁿ 1 : 2 × 10 ⁿ 1 : 5 × 10 ⁿ | 1 : 1.5 1 : 2.5 1 : 3 1 : 4 1 : 6 1 : 1.5 × 10 ⁿ 1 : 2.5 × 10 ⁿ 1 : 3 × 10 ⁿ 1 : 4 × 10 ⁿ 1 : 6 × 10 ⁿ |
| 放大比例 | 2 : 1 5 : 1 1 × 10 ⁿ : 1 2 × 10 ⁿ : 1 5 × 10 ⁿ : 1 | 2.5 : 1 4 : 1 2.5 × 10 ⁿ : 1 4 × 10 ⁿ : 1 |

注：n 为正整数。

三、字 体

GB/T 14691—1993 规定，图样上的汉字应采用国家正式公布推行的《汉字简化方案》中规定的简化汉字，字的大小应按字号的规定打格书写，字体的号数代表字体的高度。字体高度尺寸 h 的尺寸系列为 1.8、2.5、3.5、5、7、10、14、20 mm。手写汉字时，字号一般不小于 3.5 mm，字宽一般为 $h/\sqrt{2}$ 。图样中的西文字符可写成斜体或直体，斜体字的字头向右倾斜，与水平基线成 75° ，字宽一般为 $h/2$ 。

在工程图样上填写标题栏、明细表和技术要求等栏目时，要按国家标准要求书写长仿宋体的汉字，材料牌号、尺寸数字等西文字符要按 ISO GP 字体书写。

书写长仿宋体字的要领是：横平竖直、注意起落、结构匀称、填满方格。初学者应打格书写。首先应从总体上分析字形及其结构，以便书写时布局恰当，一般部首所占的位置要小一些。书写时，笔画应一笔写成，不要勾描。另外，由于字形结构不同，切忌一律追求满格，如“国”字不能写得与格子同大。

示例如图 1.13 所示。

四、图 线

1. 机械制图的线型及应用

国家标准《技术制图 图线》(GB/T 17450—1998) 规定了 15 种基本线型，国家标准《机械制图 图样画法 图线》(GB/T 4457.4—2002) 在《技术制图 图线》的基础上规定了机械图样常用的 9 种线型，如表 1.3 所示。GB/T 17450—1998 中将图线分为粗线、中粗线和细线三种，它们之间的宽度比率为 4 : 2 : 1，这是对各种专业制图中图线宽度比率的总规定。GB/T 4457.4—2002 中规定，在机械图样中，采用粗、细两种线宽，它们之间的比率为 2 : 1。图线宽度的系数有 9 种：0.13、0.18、0.25、0.35、0.5、0.7、1、1.4、2 mm。

工程机械制图基本知识视图校核
 技术要求说明规格学校比例制核
 尺寸标注形体分析零件班级结构
 水木沙砖油毡玻璃钢铁纸漆橡胶
 桥房楼梯板框栏杆架杆墙坡坑池廊


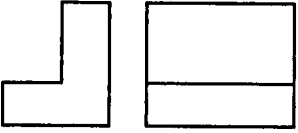

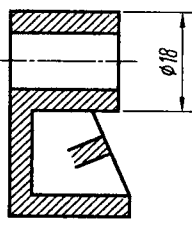
工程机械制图基本知识视图校核尺寸标注形体
 分析零件班级结构技术要求说明规格学校比例

ϕ S H A B C X Y Z a b c


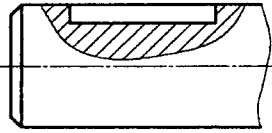
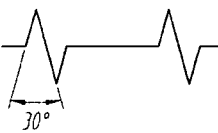
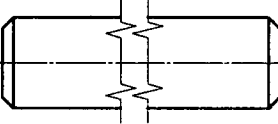

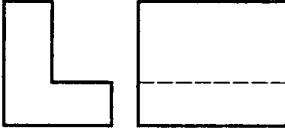
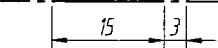
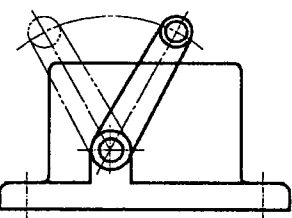
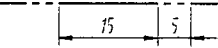
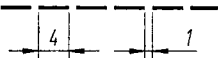
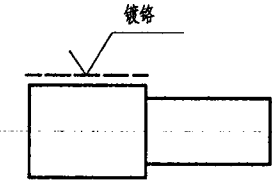
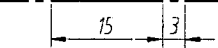
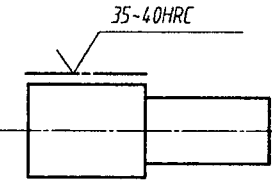
1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 R

图 1.13 字体示例

表 1.3 图 线

| 图线名称 | 图线型式及其代号 | 图线宽度 | 应用举例 | 图 例 |
|------|---|---------|--|--|
| 粗实线 |  | d | 可见轮廓线 |  |
| 细实线 |  | 约 $d/2$ | 1. 尺寸线和尺寸界线； 2. 剖面线； 3. 重合剖面的轮廓线 |  |

续表 1.3

| 图线名称 | 图线型式及其代号 | 图线宽度 | 应用举例 | 图例 |
|-------|---|---------|-------------------------------|--|
| 波浪线 |  | 约 $d/2$ | 1. 断裂处的边界线； 2. 视图与剖视的分界线 |  |
| 双折线 |  | 约 $d/2$ | 断裂处的分界线 |  |
| 细虚线 |  | 约 $d/2$ | 不可见轮廓线 |  |
| 细点画线 |  | 约 $d/2$ | 1. 轴线； 2. 对称中心线； 3. 轨迹线 |  |
| 细双点画线 |  | 约 $d/2$ | 1. 相邻辅助零件的轮廓线； 2. 极限位置的轮廓线 | |
| 虚线 |  | d | 允许表面处理的表示线 |  |
| 粗点画线 |  | d | 限定范围表示线 |  |

2. 图线的画法

在绘制虚线、点画线时，线和线相交处应为线段相交。当虚线在粗实线的延长线上时，在分界处要留空隙。点画线超出轮廓线的长度约为 $3 \sim 5 \text{ mm}$ 。当要绘制的点画线长度较小时，可用细实线代替（如图 1.14 所示）。