

高等学校教材

# 工程图学基础

杜秀华 曹喜承 王妍 主编  
杜永军 主审

石油工业出版社  
Petroleum Industry Press

高等学校教材

# 工程图学基础

杜秀华 曹喜承 王妍 主编

杜永军 主审

石油工业出版社

## 内 容 提 要

本书是按照教育部制定的“普通高等院校工程制图课程教学基本要求”,采用了国家标准《技术制图》和《机械制图》的最新版本编写的。

全书共分 12 章,按知识结构可分为四部分:(1)投影法基础,包括投影的基本知识、点、直线、平面的投影,投影变换,立体及其表面交线等内容;(2)制图基础,包括组合体的三视图、尺寸注法、轴测图、机件的各种表达方法等内容;(3)工程制图,包括标准件和常用件、零件图、装配图等内容;(4)计算机绘图基础,包括 AutoCAD(2006)绘图软件的基本命令的操作,以及绘制典型零件图的方法和技巧等内容。

为教学需要,另编写《工程图学基础习题集》一书,与本书配套使用。

本书可作为高等工科院校非机类各专业“工程制图”课程的教材,也可供函授、职业高等工科教育同类专业学生使用,同时也可供其他各专业学生、图学教育同行和工程技术人员使用和参考。

## 图书在版编目(CIP)数据

工程图学基础/杜秀华,曹喜承,王妍主编.

北京:石油工业出版社,2008.6

高等学校教材

ISBN 978 - 7 - 5021 - 6585 - 7

I. 工…

II. ①杜… ②曹… ③王…

III. 工程制图 - 高等学校 - 教材

IV. TB23

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 063202 号

---

出版发行:石油工业出版社

(北京安定门外安华里 2 区 1 号 100011)

网 址:www.petropub.com.cn

编辑部:(010)64523574 发行部:(010)64523620

经 销:全国新华书店

印 刷:中国石油报社印刷厂

---

2008 年 6 月第 1 版 2008 年 6 月第 1 次印刷

787×1092 毫米 开本:1/16 印张:17.75

字数:454 千字

---

定价:27.00 元

(如出现印装质量问题,我社发行部负责调换)

版权所有,翻印必究

# 前 言

工程图学是研究在平面上图示空间几何形体、图解空间几何问题以及绘制和阅读工程图样的理论和方法,是高等工科院校一门重要的技术基础课程。学习本课程的目的是培养学生绘制和阅读工程图样的能力,培养学生空间思维和构形设计的能力以及创新意识。这也是对新世纪高素质人才的要求。为此,本书是在总结和吸取多年教学改革经验的基础上,按照教育部制定的“普通高等院校工程制图课程教学基本要求”,参考国内外同类教材编写的。

本书按知识结构可分为投影法基础、制图基础、工程制图和计算机绘图基础四部分内容,本书具有以下特点:

(1)把教学改革项目的研究成果应用于本教材中,形成了一套较新的内容体系。例如:将较全面、系统的计算机绘图知识有机地融入本书中,为教学改革成果的实践提供平台;将尺寸注法单独成章,加强知识的连贯性和系统性等。

(2)本教材内容精练,实用性强,非常适合 48 ~ 64 学时的工程制图的教学,并且集中了大量的典型例题,它们是由多位具有丰富经验的教师提炼出来的,便于学生课后复习理解。

(3)采用国家标准《技术制图》和《机械制图》的最新版本,充分体现了工程图学学科的时代特征。

(4)本书引入了目前 AutoCAD 计算机绘图软件的新版本 AutoCAD(2006)的操作技巧,并且以三维为主线、二维为主体,注重培养学生三维立体造型技术,对培养学生空间分析能力和创新设计能力具有很强的现实意义。

另编写了《工程图学基础习题集》一书,与本书配套使用。

本书可作为高等工科院校非机类各专业“工程制图”课程的教材,也可供函授、职业高等工科教育同类专业学生使用,同时也可供其他各专业学生、图学教育同行和工程技术人员使用和参考。

本书由大庆石油学院杜秀华、曹喜承、王妍主编。

本书凝聚着大庆石油学院制图教研室全体教师多年来教学改革的经验 and 体会。参加本书编写的有(按所撰写的章次排序):杜秀华(绪论、第十二章、附录),王妍(第一章、第二章、第三章、第四章),曹喜承(第五章、第六章、第七章、第八章),祝娟(第九章、附录),骆华锋(第十章、第十一章、附录)。

全书由大庆石油学院杜永军教授主审。

本书在编写过程中,得到许多老师的帮助和支持,关丽杰教授、王春华教授提出了许多宝贵意见,在此表示衷心的感谢。

由于编者学识水平有限,若书中有不妥之处,欢迎读者批评指正。

编 者  
2008 年 2 月

# 目 录

|                                  |       |
|----------------------------------|-------|
| 绪论 .....                         | (1)   |
| 第一章 制图基本知识 .....                 | (3)   |
| 第一节 国家标准《技术制图》和《机械制图》的一般规定 ..... | (3)   |
| 第二节 制图的基本技能 .....                | (8)   |
| 第三节 几何作图 .....                   | (16)  |
| 第二章 正投影法基础 .....                 | (22)  |
| 第一节 投影的基本知识 .....                | (22)  |
| 第二节 点的投影 .....                   | (24)  |
| 第三节 直线的投影 .....                  | (28)  |
| 第四节 平面的投影 .....                  | (31)  |
| 第三章 换面法 .....                    | (36)  |
| 第一节 概述 .....                     | (36)  |
| 第二节 点的投影变换规律 .....               | (37)  |
| 第三节 四个基本作图问题 .....               | (39)  |
| 第四章 立体及其表面交线 .....               | (44)  |
| 第一节 三视图的形成及投影规律 .....            | (44)  |
| 第二节 平面立体的投影 .....                | (45)  |
| 第三节 回转体的投影 .....                 | (48)  |
| 第四节 平面与立体相交 .....                | (54)  |
| 第五节 立体与立体相交 .....                | (65)  |
| 第五章 组合体的三视图 .....                | (75)  |
| 第一节 组合体及其组合方式 .....              | (75)  |
| 第二节 组合体画图的方法和步骤 .....            | (78)  |
| 第三节 看图的方法和步骤 .....               | (83)  |
| 第六章 尺寸注法 .....                   | (94)  |
| 第一节 国家标准有关尺寸注法的规定 .....          | (94)  |
| 第二节 平面图形的尺寸分析及画图步骤 .....         | (97)  |
| 第三节 组合体的尺寸标注要求 .....             | (100) |
| 第四节 组合体的尺寸标注步骤 .....             | (105) |
| 第七章 轴测图 .....                    | (110) |
| 第一节 轴测图的基本知识 .....               | (110) |

|             |                            |              |
|-------------|----------------------------|--------------|
| 第二节         | 正等测 .....                  | (111)        |
| 第三节         | 斜二测 .....                  | (119)        |
| 第四节         | 轴测剖视图的画法 .....             | (120)        |
| <b>第八章</b>  | <b>机件的表达方法 .....</b>       | <b>(123)</b> |
| 第一节         | 视图 .....                   | (123)        |
| 第二节         | 剖视图 .....                  | (126)        |
| 第三节         | 断面图 .....                  | (134)        |
| 第四节         | 局部放大图和简化画法 .....           | (136)        |
| 第五节         | 机件表达方法的综合举例 .....          | (140)        |
| <b>第九章</b>  | <b>标准件和常用件 .....</b>       | <b>(141)</b> |
| 第一节         | 螺纹 .....                   | (141)        |
| 第二节         | 螺纹紧固件 .....                | (150)        |
| 第三节         | 键和销 .....                  | (155)        |
| 第四节         | 齿轮 .....                   | (159)        |
| 第五节         | 滚动轴承 .....                 | (163)        |
| <b>第十章</b>  | <b>零件图 .....</b>           | <b>(167)</b> |
| 第一节         | 零件图的内容 .....               | (167)        |
| 第二节         | 零件图的视图选择和尺寸标注 .....        | (168)        |
| 第三节         | 零件图上的技术要求 .....            | (174)        |
| 第四节         | 看零件图 .....                 | (182)        |
| <b>第十一章</b> | <b>装配图 .....</b>           | <b>(184)</b> |
| 第一节         | 装配图的内容 .....               | (184)        |
| 第二节         | 装配图的视图表达方法 .....           | (184)        |
| 第三节         | 装配图的尺寸标注 .....             | (187)        |
| 第四节         | 装配图的零、部件序号和明细栏 .....       | (188)        |
| 第五节         | 看装配图 .....                 | (189)        |
| <b>第十二章</b> | <b>计算机绘图基础 .....</b>       | <b>(193)</b> |
| 第一节         | AutoCAD 的基本知识 .....        | (193)        |
| 第二节         | AutoCAD 的绘图环境设置 .....      | (202)        |
| 第三节         | AutoCAD 常用绘图命令 .....       | (207)        |
| 第四节         | AutoCAD 常用编辑命令 .....       | (211)        |
| 第五节         | AutoCAD 图案填充 .....         | (224)        |
| 第六节         | 文字注释 .....                 | (226)        |
| 第七节         | AutoCAD 尺寸标注 .....         | (228)        |
| 第八节         | AutoCAD 图块与属性 .....        | (237)        |
| 第九节         | AutoCAD 绘制各类图形的方法和技巧 ..... | (242)        |

|                        |       |
|------------------------|-------|
| 第十节 AutoCAD 三维绘图 ..... | (252) |
| 附录 .....               | (261) |
| 附录1 螺纹 .....           | (261) |
| 附录2 常用标准件 .....        | (264) |
| 附录3 公差与配合 .....        | (273) |
| 参考文献 .....             | (278) |

# 绪 论

任何设备(包括机床、化工设备、电子设备等)的制造,都要首先进行设计,绘出其图样,然后根据图样进行零件的加工、设备的组装以及检验等。按投影理论和方法以及国家标准的相关规定,绘制出表达机器和零部件的结构形状、大小、材料以及加工、检验和装配等技术要求的图样,称为工程图样。工程图样是表达设计者的思想和进行技术交流的重要工具,是产品制造、检验和装配的指导性文件,也是组织生产、工程施工和编制工程预算的主要依据。在使用机器过程中,通过阅读图样能了解它们的结构、工作原理和性能等,并能指导机器维修。因此,工程图样是工程界的“技术语言”,每个工程技术人员都必须掌握这种语言,即具有绘制和阅读工程图样的能力。

## 一、本课程的性质和研究内容

“工程制图”课程是研究在平面上图示空间几何形体、图解空间几何问题以及绘制和阅读工程图样的理论和方法,是高等工科院校的一门重要的技术基础课程。

本课程的具体内容包括投影法基础、制图基础、工程制图和计算机绘图基础等部分。投影法基础介绍用正投影法图示空间基本几何形体和图解空间几何问题的基本理论和方法;制图基础部分介绍用投影图表达物体结构形状的绘图方法、尺寸标注以及根据投影图想象出物体结构形状的读图方法;工程制图部分以机械制图为主,介绍绘图和阅读机械图样的基本方法;计算机绘图基础部分介绍计算机绘图系统的功能和用计算机绘制工程图样以及尺寸标注的基本方法和技巧。

## 二、本课程的任务

学习本课程的目的是培养绘制和阅读机械图样的能力,培养空间想象和构形设计的初步能力以及创新意识。具备这种能力对学好后续课程和进行创新设计是非常必要的。

本课程的主要任务是:

- (1)理解、贯彻国家标准有关工程制图的各项规定,树立工程标准意识。
- (2)掌握正投影法的基本理论,并能应用该理论进行工程形体的观察和分析。
- (3)掌握绘制和阅读工程图样的基本方法和技能。
- (4)掌握利用一种典型的计算机绘图软件绘制工程图样。
- (5)掌握利用徒手轴测图和计算机三维实体造型技术进行读图和构形设计的能力。
- (6)培养认真负责的工作态度和严谨细致的工作作风。
- (7)培养并发展空间想象能力、形象思维能力和创新意识。

## 三、本课程的学习方法

本课程是一门既有系统理论又有较强实践性的技术基础课。要学好本课程必须在掌握投影理论和构形理论的基础上,由浅入深地通过一系列的绘图和读图实践不断地分析和想象空间形体与图样上图形的对应关系,逐步提高空间想象能力和分析能力,掌握正投影的基本作图



方法和构形规律,因此,在学习本课程时,应做到:

(1)认真听课,独立完成作业,及时上机操作复习。只有通过多想、多看、多画的反复实践和总结,才能很好地消化理论,特别要熟练掌握形体分析法和线面分析法,不断提高绘图和读图的能力。

(2)学习过程中,必须善于总结空间形体与其投影之间的相互联系,要不断“由物画图,由图想物”反复练习和思考。学习初期可借助模型,后来可利用徒手勾画轴测图和计算机三维实体造型技术来帮助想象。

(3)本课程的内容具有由浅入深、环环相扣的特点,如果对前面的知识点理解不透,将会影响对后续内容的理解,因此学习要持之以恒。

(4)本课程与工程实际联系紧密,工程知识越多,学习效果越好,因此,要有意识地通过各种途径了解有关设计和制造方面的工程知识。

(5)要善于利用计算机三维造型技术进行构形设计,一方面帮助读图,另一方面培养创新意识。

# 第一章 制图基本知识

本章重点介绍国家标准《技术制图》和《机械制图》中的基本内容,它是绘制图样的重要依据。同时介绍绘图的基本技能、常用几何作图方法等内容。

## 第一节 国家标准《技术制图》和《机械制图》的一般规定

工程图样是产品设计、制造、安装和检测等过程中的重要技术资料,也是工程技术人员表达设计思想和进行信息交流的工具,因此,对于图样的内容、格式和表达方法等必须做出统一的规定。我国于1959年首次发布了国家标准《机械制图》,并多次发布和修订了与工程图样相关的若干标准。

国家标准《技术制图》和《机械制图》规定了绘制和阅读机械图样应共同遵守的规则。《技术制图》适用于机械、电气和工程建筑等专业领域,在技术上、内容上具有统一和通用的特点,是通用性和基础性的技术标准;而《机械制图》则是只适用于机械图样的专业性技术标准。工程技术人员必须严格遵守、认真执行。

国家标准简称“国标”,以代号“GB”表示。如GB/T 14689—1993,其中“T”为推荐性标准,“14689”是标准顺序号,“1993”是标准颁布或修订的年份。本节主要介绍国标中有关图纸幅面和格式、比例、字体及图线等部分的内容。

### 一、图纸幅面和格式(GB/T 14689—1993)

#### 1. 图纸幅面

为了合理利用图纸和便于图样管理,国标中规定了5种标准图纸的幅面,其代号分别为A0, A1, A2, A3 和 A4,如表1-1所示。绘制图样时,应优先采用国标中规定的基本幅面。

| 表 1-1 基本幅面及图框尺寸 |            |           |           |           | mm        |
|-----------------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 幅面代号            | A0         | A1        | A2        | A3        | A4        |
| $B \times L$    | 841 × 1189 | 594 × 841 | 420 × 594 | 297 × 420 | 210 × 297 |
| $a$             | 25         |           |           |           |           |
| $c$             | 10         |           |           | 5         |           |
| $e$             | 20         |           | 10        |           |           |

必要时,可以按规定加长图纸的幅面。幅面的尺寸由基本幅面的短边成整数倍增加后得出,长边尺寸不变,如图1-1所示。

#### 2. 图框格式

画图时先要定出图纸幅面,无论图样是否装订,均应在图幅内画出图框,图框线用粗实线绘制。图框格式分为不留装订边和留装订边两种,但同一产品的图样只能采用一种格式。需要留装订边的图样,其图框格式如图1-2所示。不需要留装订边的图样,其图框格式如图1-3所示。周边尺寸 $a, c, e$ 见表1-1。一般采用A4幅面竖装, A3幅面横装。

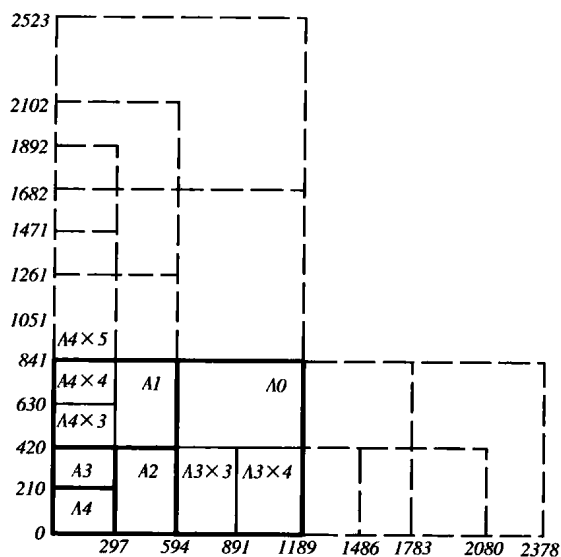


图 1-1 图纸幅面及加长边

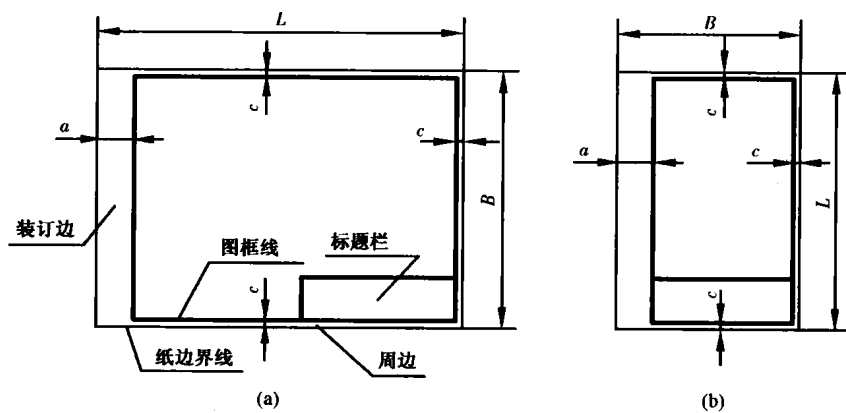


图 1-2 留有装订边的图框格式

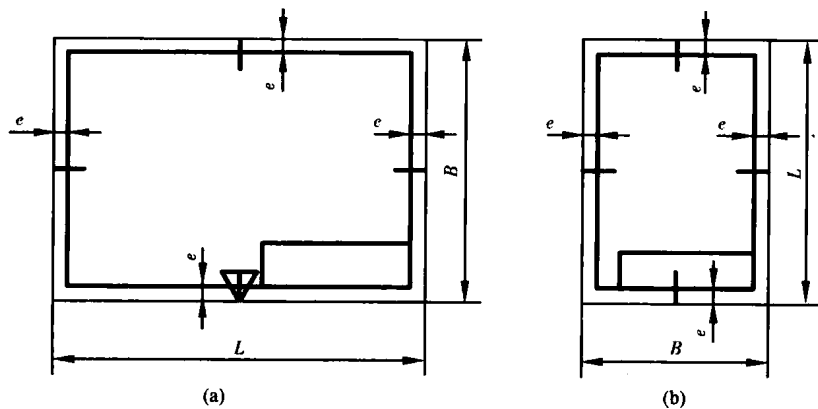


图 1-3 不留装订边的图框格式

有时为了复制或缩微摄影的方便,需要采用对中符号。对中符号用粗实线绘制,线宽不小于 0.5mm,长度从图纸周边画入图框内约 5mm,如图 1-3 所示。画在对中符号上的等边三角形即方向符号,用来确定看图方向。

### 3. 标题栏

每张图纸上都必须画出标题栏,标题栏用来填写图样上的综合信息,其基本要求、内容、尺寸和格式应符合 GB/T 10609.1—1989 的规定,如图 1-4 所示。标题栏一般位于图纸的右下角,并使其底边和右边分别与下图框线和右图框线重合,标题栏中的文字方向通常为看图方向。练习用的标题栏可简化,制图作业的标题栏建议采用图 1-5 所示的格式和尺寸。

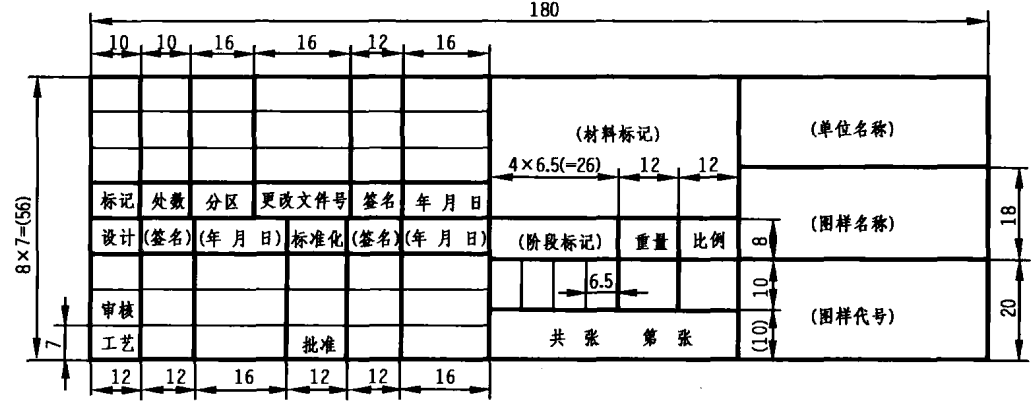


图 1-4 国家标准规定的标题栏

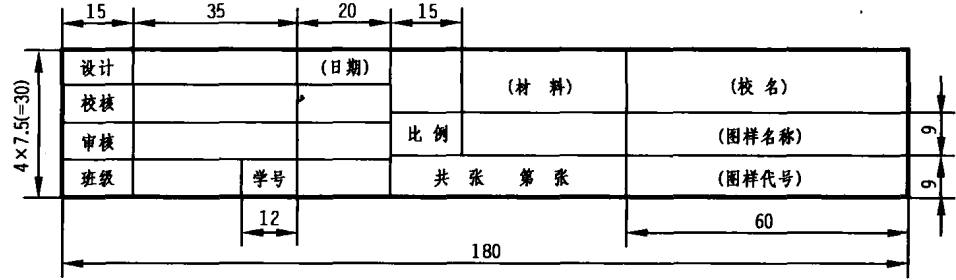


图 1-5 制图作业的标题栏

## 二、比例(GB/T 14690—1993)

比例是指图中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比。比值为 1 的比例称为原值比例,比值大于 1 的比例称为放大比例,比值小于 1 的比例称为缩小比例。

规定:

(1) 绘制同一机件的各个视图应采用相同的比例,当某个视图需要采用不同比例时,必须另行标注。比例一般应标注在标题栏中比例栏内,必要时,可标注在视图名称的下方或右侧。

(2) 为了看图方便,画图时尽量采用原值比例,当实物过大或过小时,则宜采用缩小或放大比例。

比例值已标准化,如表 1-2 所示。绘图时应尽量选取不带括号的适当比例,必要时也允许选取带括号的比列。

表 1-2 绘图的标准比例系列

| 原值比例 | 1:1                                                                                                                                   |
|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 缩小比例 | (1:1.5) 1:2 (1:2.5) (1:3) (1:4) 1:5 (1:6) 1:1×10 <sup>n</sup> (1:1.5×10 <sup>n</sup> )                                                |
|      | 1:2×10 <sup>n</sup> (1:2.5×10 <sup>n</sup> ) (1:3×10 <sup>n</sup> ) (1:4×10 <sup>n</sup> ) 1:5×10 <sup>n</sup> (1:6×10 <sup>n</sup> ) |
| 放大比例 | 2:1 (2.5:1) (4:1) 5:1 1×10 <sup>n</sup> :1 2×10 <sup>n</sup> :1 (2.5×10 <sup>n</sup> :1) (4×10 <sup>n</sup> :1) 5×10 <sup>n</sup> :1  |

注: $n$  为正整数。

### 三、字体(GB/T 14691—1993)

在图样上除了表示机件形状的图形外,还要用汉字、数字和字母等来说明机件的大小、技术要求和其他内容,它们是图样的重要组成部分。字体包括汉字、数字及字母的字体。

(1)在图样中书写的字体必须做到:字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。

(2)字体的号数,即字体高度 $h$ ,其公称尺寸系列为:1.8,2.5,3.5,5,7,10,14,20。单位为“mm”。

(3)汉字写成长仿宋体,并应采用国家正式公布推行的简化字,高度 $h$ 不应小于3.5mm,其字宽一般为 $h\sqrt{2}$ 。

书写长仿宋体的要领为:横平竖直、注意起落、结构匀称、填满方格,如图1-6所示。

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

图 1-6 长仿宋体汉字示例

(4)字母和数字分A型和B型。A型字体的笔画宽度为字高的1/14,B型字体的笔画宽度为字高的1/10。字母和数字可写成斜体或直体,常用斜体,斜体字字头向右倾斜,与水平线约成75°。

同一张图样上,只允许选用一种形式的字体。各种字体书写示例如图1-7所示。

1 2 3 4 5 6 7 8 9 0

(a) 阿拉伯数字

a b c d e f g h i j k l m

(c) 小写拉丁字母

A B C D E F G H I J K L M

(b) 大写拉丁字母

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

(d) 小写希腊字母

I II III IV V VI VII VIII IX X

(e) 罗马数字

图 1-7 各种字体书写示例

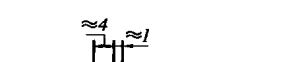
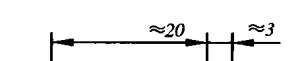
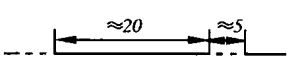
### 四、图线及其画法(GB/T 4457.4—2002、GB/T 17450—1998)

图形都是由不同的图线组成的,不同型式的图线具有不同的含义,用以识别图样的结构特征。

## 1. 图线型式及应用

国家标准规定了绘制各种技术图样的 15 种基本线型,以及线型的变形和相互组合。在制图中常用的线型有实线、虚线、点画线、双点画线、波浪线、双折线等,它们的使用在国标中都有严格的规定,应严格遵守。表 1-3 为工程图样中常用图线的名称、型式、宽度及其主要用途,表中第一列的代码是根据 GB/T 17450 给出的。常用各类图线的应用如图 1-8 所示。

表 1-3 图线的名称、型式、宽度及主要用途

| 代码   | 图线名称  | 图线型式                                                                                | 图线宽度    | 主要用途              |
|------|-------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------|-------------------|
| 01.1 | 细实线   |    | 约 $d/2$ | 尺寸线、尺寸界线、剖面线、引出线  |
| 01.1 | 波浪线   |    | 约 $d/2$ | 断裂处的边界线,视图和剖视的分界线 |
| 01.1 | 双折线   |    | 约 $d/2$ | 断裂处的边界线           |
| 01.2 | 粗实线   |    | $d$     | 可见轮廓线             |
| 02.1 | 细虚线   |    | 约 $d/2$ | 不可见轮廓线            |
| 02.2 | 粗虚线   |    | $d$     | 允许表面处理的表示线        |
| 04.1 | 细点画线  |    | 约 $d/2$ | 轴线,对称中心线          |
| 04.2 | 粗点画线  |   | $d$     | 限定范围的表示线          |
| 05.1 | 细双点画线 |  | $d/2$   | 假想投影轮廓线,中断线       |

注: $d$  是粗实线的宽度,  $d=0.5 \sim 2\text{mm}$

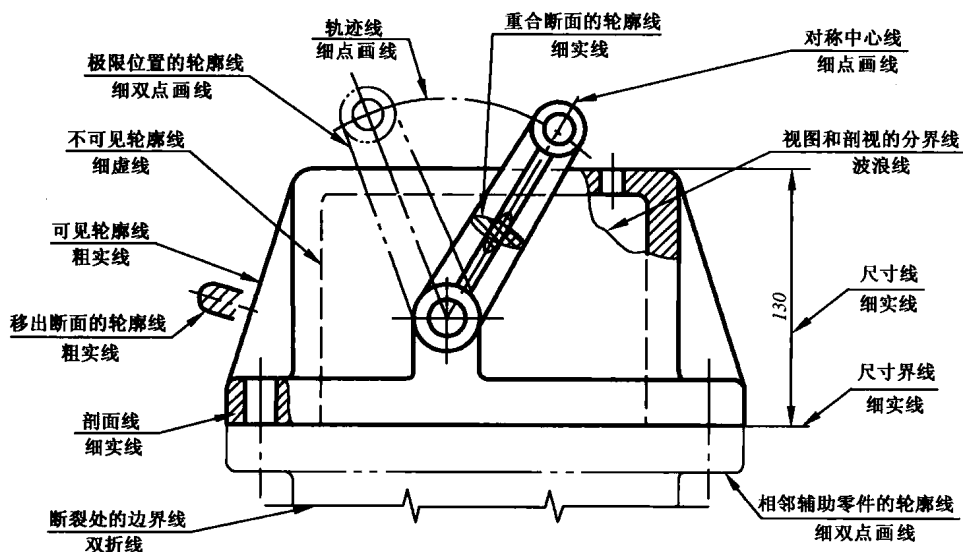


图 1-8 图线应用示例

## 2. 图线的宽度

工程图样中采用两种图线宽度:粗线和细线,其宽度之比为 2:1。

图线的宽度  $d$  应按图样的类型和尺寸大小在下列数系中选择:0.13,0.18,0.25,0.35,0.5,0.7,1,1.4,2,该数系的公比为  $1:\sqrt{2}$ 。在通常状况下,粗线的宽度应根据图形的大小和复杂程度在 0.5~2mm 之间选择。

## 3. 图线的画法

在绘图过程中,除了正确掌握图线的标准和用法以外,还应遵守以下原则(图 1-9):

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

(2)绘制圆的对称中心线时,圆心应为线段的交点。点画线和双点画线的首末两端应是线段而不是短画。在较小的图形上绘制细点画线或细双点画线有困难时,可用细实线代替。

(3)轴线、对称中心线、双折线和作为中断线的细双点画线,均应超出轮廓线 2~5mm。

(4)图线与图线相交时,应线段相交,不应有间隙。当虚线、点画线在粗实线的延长线时,在连接处需留有间隙。

(5)两条平行线之间的最小间隙不得小于 0.7mm。

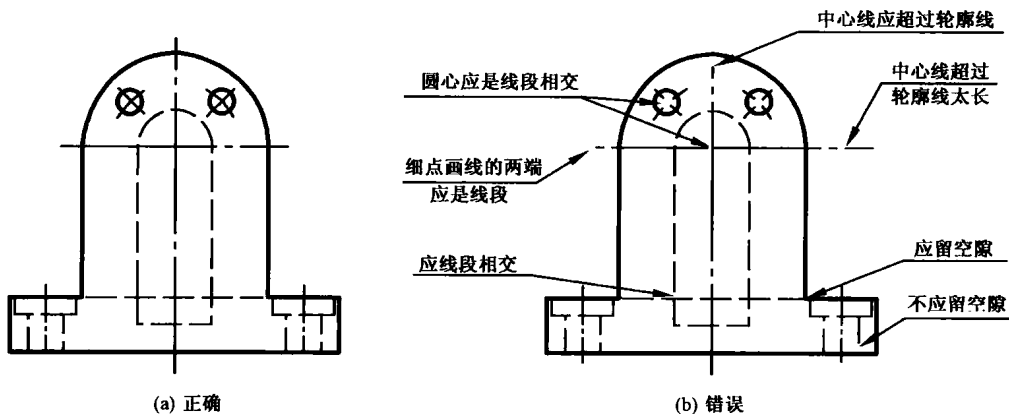


图 1-9 图线画法示例

# 第二节 制图的基本技能

绘图方法一般有仪器绘图、徒手绘图和计算机绘图。仪器绘图除了要掌握常用制图工具的使用外,还必须掌握正确的绘图步骤。工作中有时还需要徒手绘制草图,因此需要掌握徒手绘图的基本方法。计算机绘图将在第十二章中介绍。

## 一、仪器绘图

### 1. 制图工具及使用

正确使用绘图工具对提高绘图速度和图样质量起着重要的作用,因此,必须正确和熟练掌

握它们的使用方法。常用的绘图工具有：图板、丁字尺、三角板、分规、圆规、曲线板、擦图板、绘图铅笔、绘图橡皮、胶带纸和削笔刀等。

(1)图板。图板是用来铺放和固定图纸的,要求表面平整光洁,棱边光滑,左边用作导边,所以必须平直,以保证与丁字尺内侧边紧密接触,如图 1-10 所示。

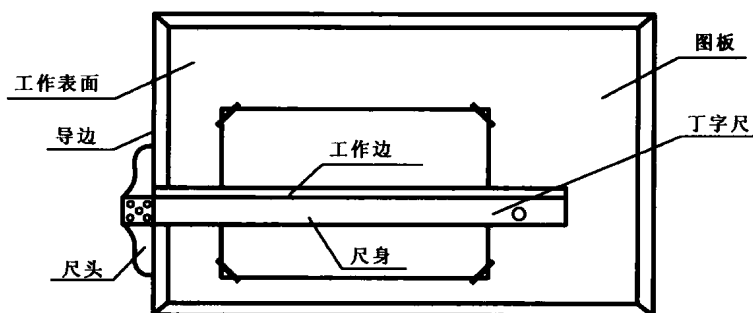


图 1-10 图板和丁字尺

(2)丁字尺。丁字尺由尺头和尺身组成,主要用来画水平线。尺头内侧边及尺身工作边必须垂直。绘图时,手扶住尺头,使其内侧边紧靠图板的左导边,执笔沿尺身工作边画水平线,笔尖紧靠尺身,笔杆略向右倾斜,自左向右匀速画线,如图 1-11 所示。将丁字尺沿图板导边上下滑动,可画一系列相互平行的水平线。

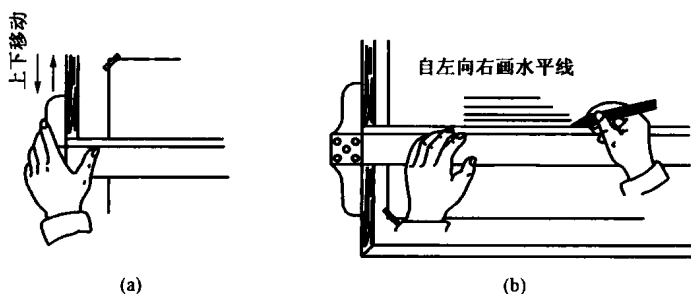


图 1-11 水平线的绘制

(3)三角板。一副三角板有  $45^\circ$  和  $30^\circ/60^\circ$  的直角板各一块。它与丁字尺配合使用,可画铅垂线和  $15^\circ$  倍角的斜线。画垂直线时,三角板的一直角边紧靠丁字尺工作边,左手按住尺身和三角板,右手自下而上画线,如图 1-12 所示。用两块三角板配合,可以画任意角度的平行线或垂直线,如图 1-13 所示。

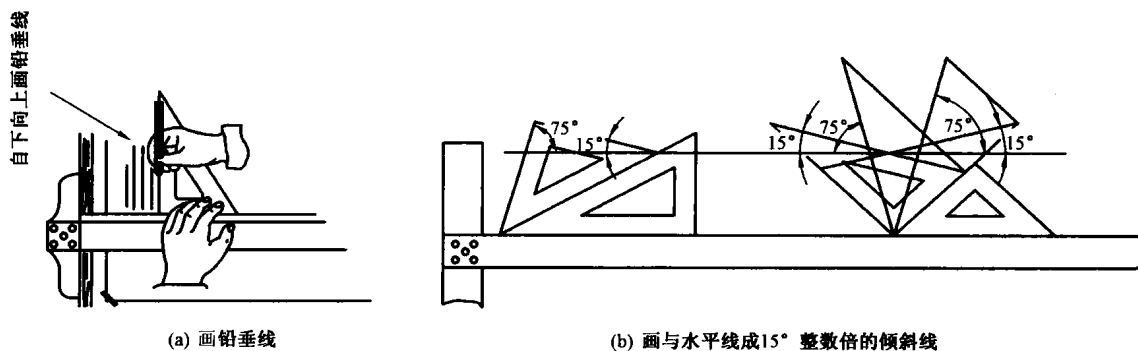


图 1-12 用三角板配合丁字尺画铅垂线和倾斜线



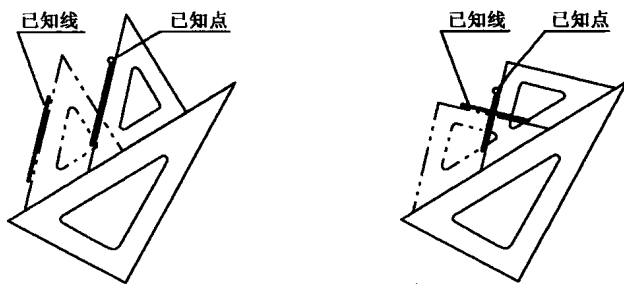


图 1-13 用两块三角板配合作已知直线的平行线和垂直线

(4) 铅笔。绘制工程图样时,要选择专用的“绘图铅笔”,一般需要准备以下几种型号的绘图铅笔:

B——用来画粗实线;

HB——用来画细实线、点画线、双点画线、虚线和写字;

H 或 2H——用来画底稿。

铅芯的软硬用字母 B 和 H 来表示,B 前的数值越大表示铅芯越软,画出来的图线就越黑;H 前的数值越大铅芯越硬,画出来的图线就越淡。由于圆规画圆时不使用力,因此圆规上使用的铅芯一般要比绘图铅笔软一级。用于画粗实线的铅笔和铅芯应磨成扁平形(铲状),其余的磨成圆锥形,如图 1-14 所示。

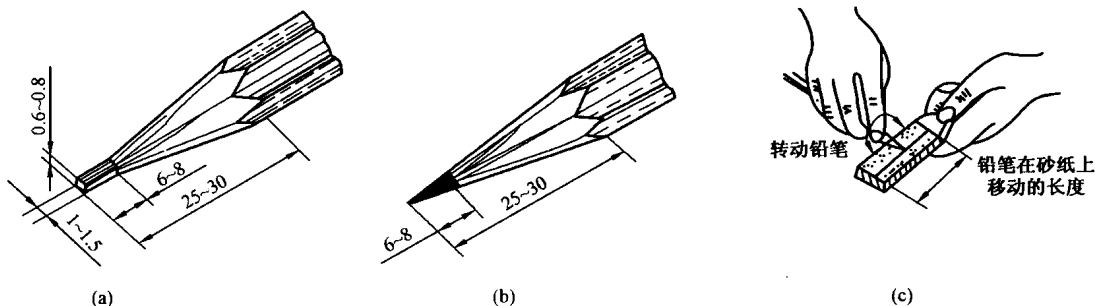


图 1-14 铅笔的削法

画图时,铅笔在前后方向应与纸面垂直,而且应向画线前进方向略倾斜,如图 1-15 所示。当画粗实线时,因用力较大,倾斜角度可小一些。画线时用力要均匀,匀速前进。

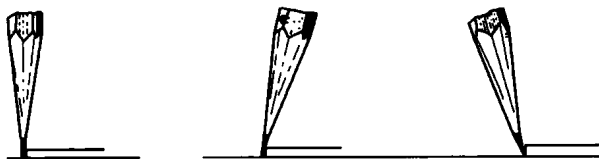


图 1-15 铅笔的使用方法

(5) 分规。分规是用来量取线段和等分线段的工具。为了准确地度量尺寸,分规两腿端部的针尖应平齐,常用的有大分规和弹簧分规两种,如图 1-16(a),(b)所示。使用时,用右手拇指和食指捏住分规手柄,使分规两针尖沿线段交替旋转前进,如图 1-16(c)所示。