

面向 21 世纪高等院校规划教材



# 工程制图 基础

主编 李广慧 萧时诚 主审 范书果

上海科学技术出版社

# 工程制图基础

主编 李广慧 萧时诚  
主审 范书果

上海科学技术出版社

### 图书在版编目(CIP)数据

工程制图基础/李广慧,萧时诚主编. —上海:上海科学技术出版社,2010.9

ISBN 978-7-5478-0364-6

I. ①工... II. ①李... ②萧... III. ①工程制图—高等学校—教材 IV. ①TB23

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 133219 号

上海世纪出版股份有限公司 出版、发行  
上海科学技术出版社

(上海钦州南路 71 号 邮政编码 200235)

新华书店上海发行所经销

苏州望电印刷有限公司印刷

开本 787×1092 1/16 印张:17.25

字数:390 千字

2010 年 9 月第 1 版 2010 年 9 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5478-0364-6/TH·8

定价:35.00 元

---

本书如有缺页、错装或损坏等严重质量问题,  
请向工厂联系调换

## 内 容 简 介

本书根据教育部颁布的《高等学校工科工程制图基础课程教学基本要求》,同时汲取了近年来大多数学校非机械专业工程制图课程教学改革的成功经验,并结合作者亲身教学经验编写而成。全书共10章,主要介绍了制图的基本知识和技能,投影基础,轴测图,组合体,机件表达法,标准件和常用件,机械工程图、房屋建筑图、电气工程图以及化工工程图的绘制与识读方法,介绍了使用仪器画图和徒手画图的能力和技巧。书后附录列出常用螺纹、标准件、键、轴承、公差与配合等最新国家标准,方便相关专业识读及绘制工程图样时查阅。

本书作为高等院校理工科类的平台课、基础课程(30~72学时)——工程制图基础的教材,适合于高等工科院校电子信息类、化工类、工业工程等非机械专业使用。也可作为高等专科学校、电大、职大、函授、成教及高等职业技术学院相关专业的教材或教学参考书。同时可供相关的工程技术人员参考。

与本教材配套的《工程制图基础习题集》同时出版发行。

### 配套电子课件下载说明

本书按其主要内容编制了各章课件,在上海科学技术出版社网站公布,欢迎读者登录 [www.sstp.cn/pebooks/download/](http://www.sstp.cn/pebooks/download/) 下载。

# 前 言

目前,全国高校开设工程制图课程的专业较多,并且各校各专业对该课程的教学要求差别也很大,因此,很难找到普遍适合各自专业的工程制图教材。为此,我们根据《高等学校工科工程制图基础课程教学基本要求》,综合相关专业对工程制图的教学要求,在借鉴其他院校的经验、吸收编者多年教改成果的基础上,对原非机械类专业工程制图的教学内容进行了适当的精简和调整,融入了房屋建筑图、电气工程图和化工工程图等新内容,以提高教材对不同专业的适应性,方便教师根据具体专业取舍相关授课内容。本书在课程体系、教学内容和教学方法等方面均进行了改革和创新。

全书共 10 章,内容包括制图基本知识和技能,投影基础,轴测图,组合体,机件表达法,标准件和常用件,机械工程图、房屋建筑图、电气工程图及化工工程图的绘制与识读方法。全部内容采用了最新的国家标准。教材力求“实用为主,必须和够用为度”的教学原则,满足相关专业识读和绘制机械图样、建筑工程图样、电气工程图样和化工工程图样的基本要求。与本教材配套的《工程制图基础习题集》同时出版发行。

本书由广东海洋大学李广慧、萧时诚担任主编,并由李广慧负责全书的统稿和定稿。具体编写分工如下:萧时诚编写第 1 章、第 2 章、第 4 章 4.1~4.3 节;周丹编写第 3 章、第 4 章 4.4 节、第 6 章;黄思庆编写第 4 章 4.5 节、第 8 章 8.3 节、第 10 章;李波编写第 5 章、第 8 章 8.1~8.2 节,李广慧编写第 7 章,尹凝霞编写第 9 章。

河北师范大学范书果教授作为全书主审,认真细致地审阅了全部书稿,提出了许多宝贵的建议。广东海洋大学刘龙华、陈加加参加了教材的插图绘制工作,广东海洋大学图学课程组全体教师积极地参与并给予了大力支持和帮助,谨表衷心感谢。

由于编者水平有限,时间仓促,不妥之处在所难免,殷切希望广大读者对书中的错误和欠妥之处提出批评指正。

本书按其主要内容编制了各章课件,在上海科学技术出版社网站公布,欢迎读者登录 [www.sstp.cn/pebooks/download/](http://www.sstp.cn/pebooks/download/) 浏览、下载。

编 者

# 目 录

|                            |    |
|----------------------------|----|
| 绪论 .....                   | 1  |
| 0.1 本课程的性质和主要内容 .....      | 1  |
| 0.2 本课程的主要任务 .....         | 1  |
| 0.3 本课程的学习方法 .....         | 1  |
| 第 1 章 制图的基本知识和技能 .....     | 3  |
| 1.1 制图国家标准的基本规定 .....      | 3  |
| 1.2 制图工具及其使用方法 .....       | 12 |
| 1.3 几何作图 .....             | 14 |
| 1.4 平面图形的画法 .....          | 17 |
| 1.5 徒手绘图 .....             | 20 |
| 第 2 章 投影基础 .....           | 21 |
| 2.1 投影的基本知识 .....          | 21 |
| 2.2 点、直线和平面的投影 .....       | 24 |
| 2.3 直线与平面、平面与平面的相对位置 ..... | 37 |
| 2.4 基本立体的投影 .....          | 41 |
| 2.5 立体表面的交线 .....          | 47 |
| 第 3 章 轴测图 .....            | 58 |
| 3.1 轴测图的基本知识 .....         | 58 |
| 3.2 轴测图的分类 .....           | 59 |
| 3.3 轴测图的画法 .....           | 59 |
| 3.4 轴测剖视图 .....            | 68 |
| 3.5 轴测图的尺寸标注 .....         | 70 |
| 3.6 轴测图的选择 .....           | 71 |
| 第 4 章 组合体 .....            | 73 |
| 4.1 三视图的形成及投影特性 .....      | 73 |
| 4.2 组合体的构形分析 .....         | 74 |
| 4.3 画组合体视图 .....           | 76 |
| 4.4 读组合体视图 .....           | 79 |
| 4.5 组合体的尺寸标注 .....         | 83 |
| 第 5 章 机件表达法 .....          | 88 |
| 5.1 视图 .....               | 88 |

|             |                       |            |
|-------------|-----------------------|------------|
| 5.2         | 剖视图 .....             | 91         |
| 5.3         | 断面图 .....             | 101        |
| 5.4         | 局部放大图和简化画法 .....      | 103        |
| 5.5         | 综合举例 .....            | 109        |
| 5.6         | 第三角画法简介 .....         | 111        |
| <b>第6章</b>  | <b>标准件和常用件 .....</b>  | <b>113</b> |
| 6.1         | 螺纹的规定画法和标注 .....      | 113        |
| 6.2         | 常用螺纹紧固件的规定标记和画法 ..... | 120        |
| 6.3         | 键连接和销连接 .....         | 124        |
| 6.4         | 齿轮 .....              | 129        |
| 6.5         | 滚动轴承 .....            | 133        |
| 6.6         | 弹簧 .....              | 136        |
| <b>第7章</b>  | <b>机械工程图 .....</b>    | <b>138</b> |
| 7.1         | 零件图 .....             | 138        |
| 7.2         | 装配图 .....             | 163        |
| 7.3         | 焊接图 .....             | 174        |
| <b>第8章</b>  | <b>房屋建筑图 .....</b>    | <b>182</b> |
| 8.1         | 房屋建筑图概述 .....         | 182        |
| 8.2         | 识读房屋建筑施工图 .....       | 189        |
| 8.3         | 识读房屋结构施工图 .....       | 194        |
| <b>第9章</b>  | <b>电气工程图 .....</b>    | <b>199</b> |
| 9.1         | 电气工程图制图基础 .....       | 199        |
| 9.2         | 系统图或框图 .....          | 205        |
| 9.3         | 电路原理图 .....           | 207        |
| <b>第10章</b> | <b>化工工程图 .....</b>    | <b>212</b> |
| 10.1        | 化工设备图 .....           | 212        |
| 10.2        | 化工工艺图 .....           | 226        |
| <b>附录</b>   | <b>.....</b>          | <b>245</b> |
| 一、螺纹        | .....                 | 245        |
| 二、标准件       | .....                 | 248        |
| 三、键         | .....                 | 256        |
| 四、轴承        | .....                 | 259        |
| 五、公差与配合     | .....                 | 261        |
| <b>参考书目</b> | <b>.....</b>          | <b>268</b> |

# 绪 论

## 0.1 本课程的性质和主要内容

工程图样是工程与产品信息的载体,是工程界用于表达和技术交流的工具,被人们称为“工程界的语言”。在生产活动中,设计人员用图样来表达设计思想;生产人员根据图样制造产品;管理人员根据图样组织施工建设。可见工程图样是工业生产的重要技术文件,每个工程技术人员都必须掌握这种“语言”,用它清楚、明确地表达自己的设计思想和设计意图。

本课程介绍工程图样基本的投影理论、阅读方法和绘制方法以及相关国家标准。工程制图的理论严谨,实践性强,与工程实践联系密切,对于掌握科学思维方法、增强工程意识和创新意识都将起到重要作用,是机械类和近机类工科专业的学科基础课。

## 0.2 本课程的主要任务

- ① 学习与工程制图有关的国家标准。
- ② 掌握正投影的基本理论。
- ③ 培养尺规绘图、徒手绘图、阅读工程图样的综合能力。
- ④ 培养空间想象和空间分析能力。
- ⑤ 培养分析问题和解决问题的能力。
- ⑥ 培养工程意识和贯彻执行国家标准的工程意识。
- ⑦ 培养认真负责的工作态度和细致严谨的工作作风。

## 0.3 本课程的学习方法

本课程主要介绍投影基础理论和机械等行业的国家制图标准及行业制图特点。投影基础理论是工程制图的理论基础,有较强的系统性和理论性;国家标准是绘制工程图样的法规依据,每一个工程技术人员都必须严格遵守,按照国家标准绘图和读图;工程制图则把国家标准与制图理论有机地结合在一起,根据各行业图形的特点,综合表达机械、电子、化工和建筑等行业的工程图样。针对本课程的内容和特点,提出以下学习方法:

(1) 注重理论与实际相结合 在掌握投影理论的基础上,坚持理论联系实际,勤于思考,反复实践,熟练掌握本课程的基本原理和基本方法。

(2) 注意形象思维和发散思维相结合 必须学会并掌握空间几何关系和各投影图之间对应关系的分析方法,不断地“由物画图”,再“由图想物”,既要想象物体的空间形状,又要反复思考投影特点,将投影分析与空间分析相结合,逐步提高空间想象能力和分析能力。

(3) 注重理解和记忆相结合 工程图样是工程界的通用语言,具有共同遵守的语法规则和规定,即国家标准中的有关内容。这些标准需要不断地在记忆中理解和理解中记忆,通过大量、反复的绘图和读图练习,逐步熟练掌握。

(4) 认真细致,一丝不苟 工程图样在生产建设中起着很重要的作用,任何绘图和读图的失误都会造成损失。因此,学习中要有意识地培养自己认真负责、严谨细心的工程素质。学会查阅并使用标准的方法,严格遵守国家标准的有关规定。

# 第 1 章 制图的基本知识和技能

工程图样是现代机器制造过程中的重要技术文件,是工程界的技术语言。为了方便指导生产和进行技术交流,对图样的格式、内容、表达方法等都必须作统一规定。我国在 1955 年颁布了《机械制图》国家标准,并于 1974 年进行修订。为适应工农业生产迅速发展和国际技术交流的需要,1984 年以后进行了多次修订。本章主要介绍国家标准《技术制图》和《机械制图》中尺规绘图和徒手绘图等制图的基本知识和技能。

## 1.1 制图国家标准的基本规定

### 1.1.1 图纸幅面和格式(GB/T 14689)

#### 1.1.1.1 图纸幅面

绘制图样时,应优先采用表 1.1 所规定的图纸幅面,必要时也允许选用国家标准所规定的加长幅面,加长幅面的尺寸查阅相关的国家标准。

表 1.1 图纸幅面代号及尺寸 (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        |         |         |         |         |

#### 1.1.1.2 图框格式

无论图样是否装订,均应在图幅内用粗实线绘制出图框,图样也必须画在图框之内。要装订的图样,应留装订边,如图 1.1 所示。不需要装订的图样,如图 1.2 所示。但同一产品的图样只能采用同一种格式。

#### 1.1.1.3 标题栏方位和格式

(1) 标题栏的方位 每张工程图样中都应画出标题栏,配置在图样的右下角,如图 1.1 所示,必要时允许按图 1.3 方式配置,而且线型、字体等都要遵守相应的国家标准。一般以标题栏的文字方向为看图方向。

(2) 标题栏的格式及填写 标题栏一般包括更改区、签字区、其他区、名称及代号区等内容,也可按实际需要增加或减少(图 1.4)。为了简化学生的作业,在此推荐制图作业用的标题栏,如图 1.5 所示。

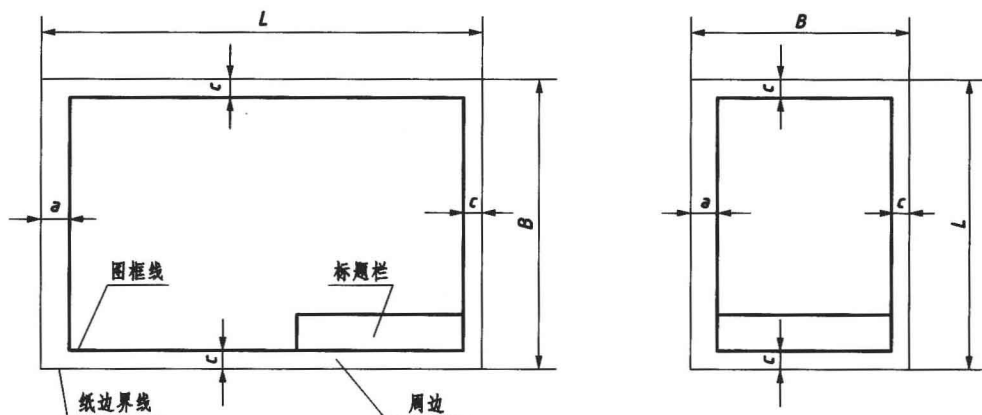


图 1.1 留装订边的图框格式

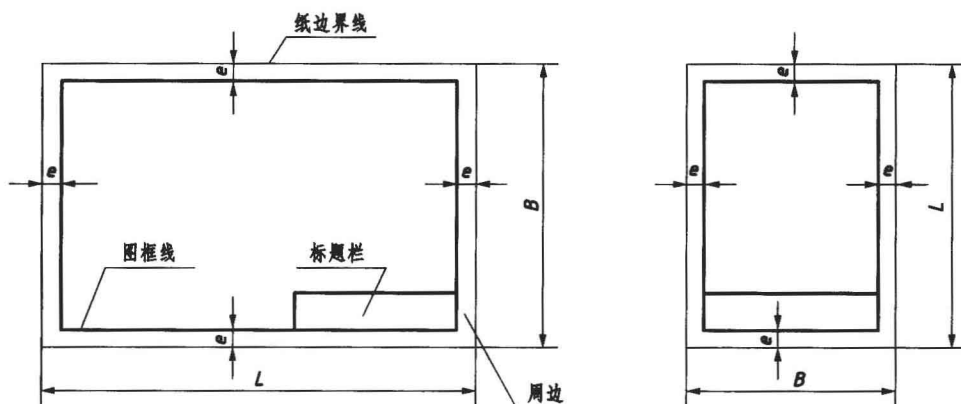


图 1.2 不留装订边的图框格式

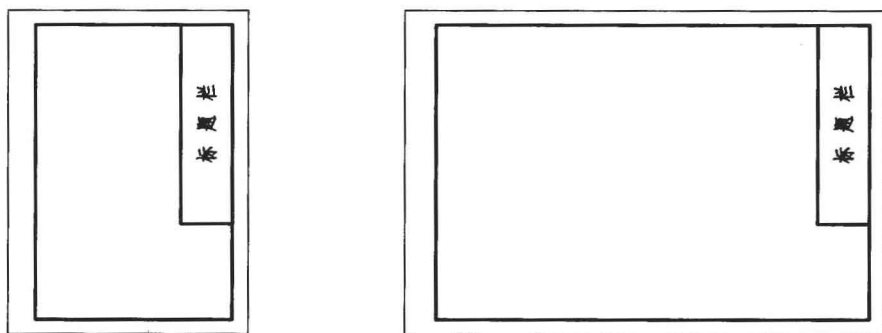


图 1.3 标题栏的方位

### 1.1.2 比例(GB/T 14690)

图样中机件的图形与其实物相应要素的线性尺寸之比称为比例。绘制图样时一般采用国家标准规定的比例,见表 1.2。优先选择第一系列,必要时允许选择第二系列。

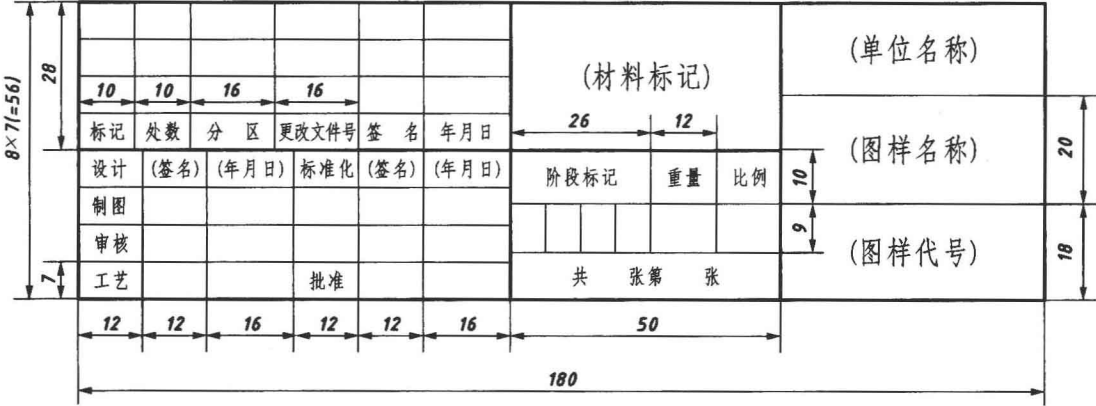


图 1.4 标题栏的格式及尺寸(参考画法)

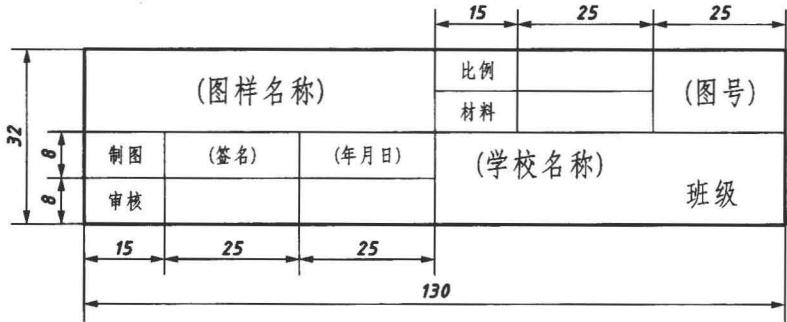


图 1.5 制图作业用标题栏

表 1.2 比例

| 种 类  | 第 一 系 列                                                                                             | 第 二 系 列                                                                                                                                                                         |
|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 原值比例 | 1 : 1                                                                                               |                                                                                                                                                                                 |
| 放大比例 | 2 : 1    5 : 1<br>1 × 10 <sup>n</sup> : 1    2 × 10 <sup>n</sup> : 1    5 × 10 <sup>n</sup> : 1     | 2.5 : 1    4 : 1<br>2.5 × 10 <sup>n</sup> : 1    4 × 10 <sup>n</sup> : 1                                                                                                        |
| 缩小比例 | 1 : 2    1 : 5    1 : 10<br>1 : 1 × 10 <sup>n</sup> 1 : 2 × 10 <sup>n</sup> 1 : 5 × 10 <sup>n</sup> | 1 : 1.5    1 : 2.5    1 : 3    1 : 4    1 : 6<br>1 : 1.5 × 10 <sup>n</sup> 1 : 2.5 × 10 <sup>n</sup> 1 : 3 × 10 <sup>n</sup><br>1 : 4 × 10 <sup>n</sup> 1 : 6 × 10 <sup>n</sup> |

注：n 为正整数。

每张图样均应将比例填写在标题栏的“比例”一栏中,为了直接从图样中获得机件的真实大小,绘图时尽可能按机件实际大小画出,即采用 1 : 1 的比例。但是由于不同机件结构形状和大小差别很大,所以对大而简单的机件可缩小比例,小而复杂的机件可放大比例。不论放大或缩小,标注尺寸时都必须标注机件的实际尺寸,如图 1.6 所示。

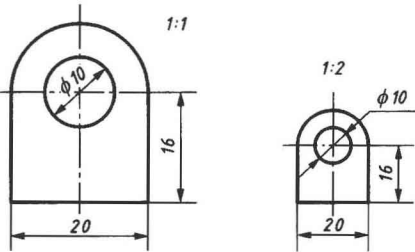


图 1.6 尺寸标注示例

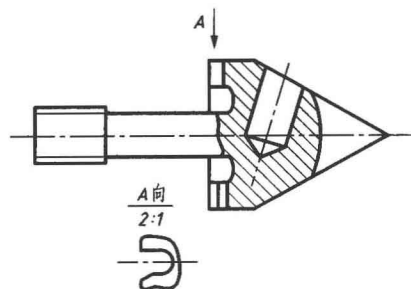


图 1.7 比例标注示例

绘制同一机件的各个视图时尽量采用相同的比例,当某个视图需要采用不同比例时,允许在同一视图中的铅垂和水平方向标注不同的比例,但必须另行标注,如图 1.7 所示。

### 1.1.3 字体(GB/T 14691)

《技术制图 字体》规定了技术图样中字体的大小和书写要求等。字体的大小以号数表示,字体的号数,即字体的高度(单位: mm),分为 20、14、10、7、5、3.5、2.5 七种,汉字的高度应不小于 3.5 mm,字体的

宽度约等于字体高度的 2/3。图样中书写的汉字、数字、字母必须做到: 字体端正,笔画清楚,排列整齐,间隔均匀,各种字体的大小要选择适当。

#### 1.1.3.1 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推行的《汉字简化方案》中规定的简化字。长仿宋体字的书写要领是横平竖直,结构均匀,注意起落,填满方格。常见汉字的结构示例,如图 1.8 所示。

字体端正 笔画清楚 排列整齐 间隔均匀

横平竖直,结构均匀,注意起落,填满方格

剖视图可按剖切范围的大小和剖切平面的不同分类

图 1.8 长仿宋体汉字示例

#### 1.1.3.2 字母与数字

数字和字母都有斜体和直体两种,斜体字字头向右倾斜,与水平线约成  $75^\circ$  角。用做指数、分数、极限偏差、注脚等的数字及字母,一般采用小一号字体。字体示例如图 1.9 所示。在同一图样上,只允许选用一种字体。

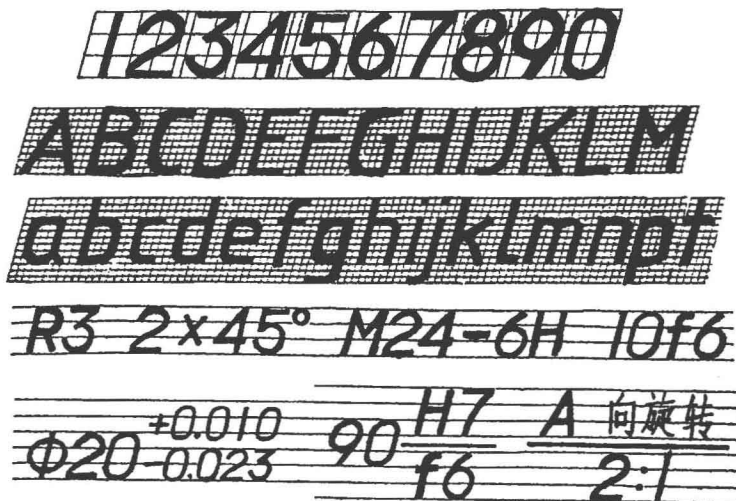


图 1.9 字体示例

#### 1.1.4 图线(GB/T 17450、GB/T 4457.4)

### 1.1.4.2 图线画法(图 1.11)

① 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短间隔应各自大致相等。

② 考虑微缩的需要,两条平行线之间的最小距离一般不小于 0.7 mm。

③ 虚线及点画线与其他图线相交时,都应以线段相交,不应在空隙或短画处相交。

④ 当虚线是粗实线的延长线时,粗实线应画到分界点,而虚线应留有空隙;当虚线圆弧和虚线直线相切时,虚线圆弧的线段应画到切点,而虚线直线须留有空隙。

⑤ 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,同时其两端应超出图形的轮廓线 2~5 mm。在较小的图形上绘制点画线或双点画线有困难时,可用细实线代替。

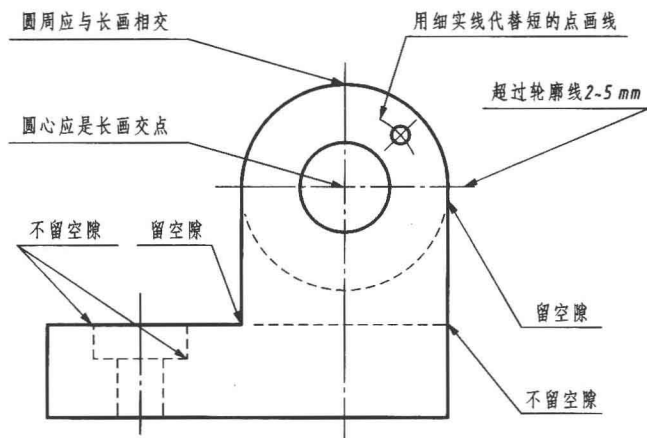


图 1.11 图线画法示例

### 1.1.5 尺寸注法(GB/T 4458.4、GB/T 19096)

图形只能表达机件的形状,而机件的大小则由标注的尺寸确定。国标中对尺寸标注的基本方法作了一系列规定,必须严格遵守。

#### 1.1.5.1 基本规则

① 机件的真实大小应以图样上所注的尺寸数值为依据,与图形的大小(即与绘图比例)及绘图的准确度无关。

② 图样中的尺寸,以毫米为单位时,无须标注计量单位的代号或名称,如采用其他单位,则必须注明相应的计量单位的代号(或名称)。

③ 图样中所注尺寸是该图样所示机件最后完工时的尺寸,否则应另加说明。

④ 机件的每一尺寸,一般只标注一次,并应标注在反映该结构最清晰的图形上。

#### 1.1.5.2 尺寸的组成

图样中标注的尺寸一般包括尺寸界线、尺寸线、尺寸数字和表示尺寸线终端的箭头或斜线,如图 1.12 所示。常见尺寸标注示例见表 1.4。

(1) 尺寸数字 线性尺寸的数字写在尺寸线的上方或中断处。同一图样内尺寸数字应大小一致,位置不够时可引出标注。尺寸数字不可被任何图线所通过,否则必须把图线断开。

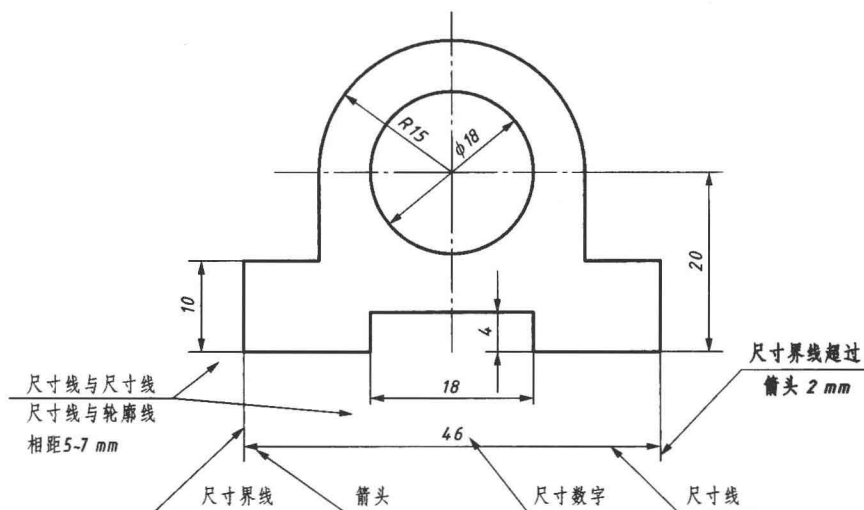


图 1.12 尺寸的组成

表 1.4 标注尺寸的符号

| 直 径          | 半 径     | 球直径      | 球半径   | 厚 度      | 正方形       | 45°倒角    | 均 布             |
|--------------|---------|----------|-------|----------|-----------|----------|-----------------|
| $\phi$       | $R$     | $S\phi$  | $SR$  | $t$      | $\square$ | $C$      | $EQS$           |
| 深 度          | 沉孔锪平    | 埋头孔      | 正负偏差  | 分隔符      | 弧 长       | 斜 度      | 锥 度             |
| $\Downarrow$ | $\perp$ | $\nabla$ | $\pm$ | $\times$ | $\frown$  | $\angle$ | $\triangleleft$ |

(2) 尺寸线 尺寸线用细实线绘制。尺寸线必须单独画出,不能与图线重合或在其延长线上。

(3) 尺寸界线 尺寸界线用细实线绘制,并应由图形的轮廓线、轴线或对称中心线处引出。也可利用轮廓线、轴线或对称中心线作尺寸界线。尺寸界线一般应与尺寸线垂直,并超出尺寸线终端 2~3 mm。

(4) 尺寸线终端 尺寸线终端有三种形式,如图 1.13 所示。

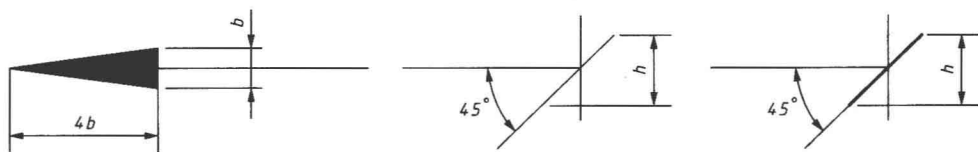


图 1.13 尺寸线终端形式

① 箭头。适用于各种类型的图样,箭头尖端与尺寸界线接触,不得超出也不得离开。箭头的宽度约为粗实线的宽度  $b$ ,长度约为  $4b$ 。

② 细斜线。主要用于建筑图,当尺寸线终端采用细斜线形式时,尺寸线与尺寸界线必须垂直,图中  $h$  为字体高度。

③ 中粗斜短线。建筑图样一般用中粗斜短线绘制。

同一图样中只能采用一种尺寸线终端形式,采用箭头形式时,在位置不够的情况下,允许用圆点或斜线代替;半径、直径、角度与弧长的尺寸终端,宜用箭头表示。

1.1.5.3 尺寸标注中常用符号

国家标准规定了一些注写在尺寸数字周围的常用符号,用以区分不同类型的尺寸,参见表 1.4,部分符号的比例画法和尺寸如图 1.14 所示,符号画法中的  $h$  为字体的高度。

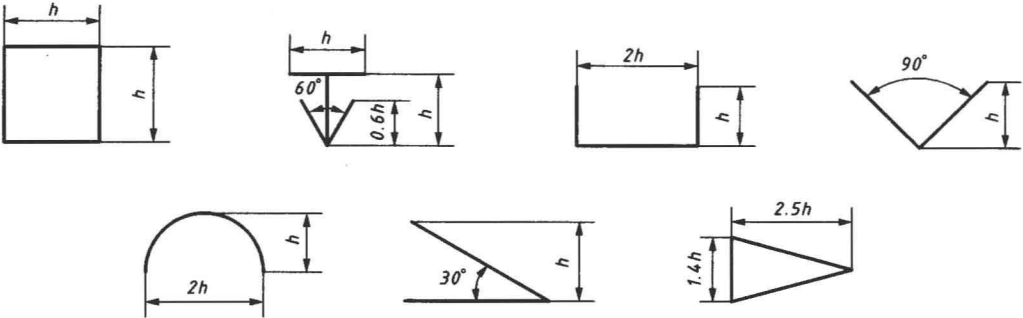


图 1.14 符号的比例画法

1.1.5.4 常见尺寸标注示例

常见尺寸标注示例见表 1.5。

表 1.5 工程图样尺寸标注示例

| 项 目  | 图 例 | 说 明                                                                                   |
|------|-----|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 线性尺寸 |     | 尺寸数字应按左图(a)中所示的方向注写,图示 30°范围内,尽量不要标注尺寸,必要时可引出水平标注。<br>尺寸数字不能被任何图线所穿过,否则必须断开图线,如图(b)所示 |
| 直径尺寸 |     | 标注圆或大于半圆的圆弧时,尺寸线通过圆心,以圆周为尺寸界线,尺寸数字前加注直径符号“ $\phi$ ”                                   |
| 半径尺寸 |     | 标注小于或等于半圆的圆弧时,尺寸线自圆心引向圆弧,只画一个箭头,尺寸数字前加注半径符号“R”                                        |