

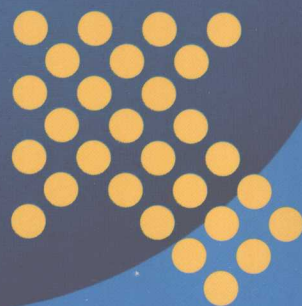
21世纪高等学校规划教材



GONGCHENG ZHITU

工程制图 (近机类)

张琳 於辉 主 编
滕绍光 马晓丽 副主编
莫正波 李日春



中国电力出版社

<http://jc.cepp.com.cn>

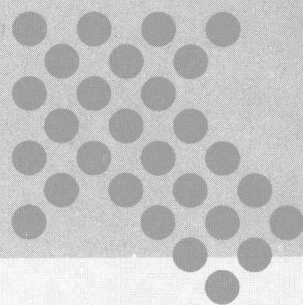
21世纪高等学校规划教材



GONGCHENG ZHITU

工程制图 (近机类)

主 编	张 琳	於 辉
副主编	滕绍光	马晓丽
	莫正波	李日春
编 写	杨月英	宋 琦
	张效伟	高丽燕
	徐 林	张学秀
主 审	魏兆连	
	刘 平	



中国电力出版社

<http://jc.cepp.com.cn>

内 容 提 要

本书为 21 世纪高等学校规划教材。全书共分九章, 主要内容为制图的基本知识, 投影法和点、直线、平面的投影, 立体的投影, 组合体的视图与尺寸标注, 轴测图, 机件的常用表达方法, 标准件和常用件, 零件图, 装配图。全书采用最新的技术制图与机械制图标准, 内容由浅入深, 由简及繁, 环环相扣, 具有较强的系统性。

本书可作为高等院校近机类、机械类等专业的教材, 也可作为工程技术人员的培训教材和参考资料。

图书在版编目(CIP)数据

工程制图/张琳, 於辉主编. —北京: 中国电力出版社, 2009

21 世纪高等学校规划教材. 近机类

ISBN 978-7-5083-9075-8

I. 工… II. ①张…②於… 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 (2009) 第 110254 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)

北京丰源印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2009 年 8 月第 1 版 2009 年 8 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 17 印张 414 千字

定价 27.00 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

本书是根据教育部制定的高等学校工科本科“画法几何及工程制图课程教学基本要求”，在充分总结了同类院校工程制图课程教学改革成果的基础上编写而成的，在教材中兼顾了理论学习和实践技能培养两方面的要求。使在学习制图基本知识、进行制图基本训练的同时，得到科学思维方法的培养以及空间思维能力和创新能力的开发与提高。

《工程制图（近机类）》作为一门重要的专业技术基础课，为近机类、机械类、汽车类和工业工程等专业的学生提供制图知识和技能两方面的训练。

全书共分为九章，书后增加了附录，并列出了与本书有关的参考文献。

本书的主要内容有：制图的基本知识，投影法和点、直线、平面的投影，立体的投影，组合体的视图与尺寸标注，轴测图，机件的常用表达方法，标准件和常用件，零件图，装配图。内容由浅入深、由简及繁，环环相扣，具有较强的系统性。

本书的特点主要有以下几个方面：

1. 在注重学生使用手工仪器工具绘图、徒手画草图等绘图能力培养的同时，注意培养学生分析和解决工程实际绘图问题的能力和创造能力。
2. 文中叙述力求简捷明了，重要的作图大多选择了分步图的形式，对基本概念、投影规律以及较为复杂的投影图，绘制了空间示意图。
3. 全书贯穿了最新的技术制图与机械制图国家标准及有关的其他标准。

本书可作为普通高等学校本科近机类、机械类、机械交通类相关的各专业的教材，也可作为工程技术人员的培训教材和参考技术资料。与本书配套的张琳、马晓丽主编的《工程制图习题集（近机类）》也由中国电力出版社同时出版。

本书由青岛理工大学张琳、於辉任主编，青岛理工大学滕绍光、马晓丽、莫正波、李日春任副主编。本书由青岛理工大学刘平主审，参加编写和整理工作的还有：青岛理工大学杨月英、宋琦、张郊伟、高丽燕、徐林、张学秀、魏兆连。

在编写过程中，作者吸收和借鉴了国内外同行专家的一些先进经验和成果，也得到了中国电力出版社的热情帮助，在此表示衷心的感谢！

由于水平有限，书中难免会有不足之处，敬请广大同仁和读者批评指正。

编者

2009年3月

目 录

前言	
绪论	1
第一章 制图的基本知识	2
第一节 国家标准《技术制图》和《机械制图》	2
第二节 绘图工具及仪器的使用方法	11
第三节 几何作图	14
第四节 绘制平面图形	17
第二章 投影法和点、直线、平面的投影	26
第一节 投影法	26
第二节 点的投影	30
第三节 直线的投影	35
第四节 平面的投影	43
第五节 直线与平面、平面与平面相对位置	48
第三章 立体的投影	58
第一节 平面立体的投影	58
第二节 曲面立体的投影	61
第三节 平面与平面立体相交	68
第四节 平面与曲面立体相交	71
第五节 两曲面立体相交	79
第四章 组合体的视图与尺寸标注	87
第一节 三视图的形成及其特性	87
第二节 画组合体的视图	89
第三节 读组合体视图	96
第四节 组合体的尺寸标注	104
第五章 轴测图	113
第一节 轴测图基本知识	113
第二节 正等轴测图	115
第三节 斜二轴测图	121
第六章 机件的常用表达方法	126
第一节 视图	126
第二节 剖视图	131
第三节 断面图	143
第四节 局部放大图、简化画法和其他规定画法	145
第五节 第三角画法简介	151

第七章 标准件和常用件..... 155

第一节 螺纹..... 155

第二节 螺纹紧固件..... 162

第三节 键联结和销连接..... 169

第四节 齿轮..... 172

第五节 滚动轴承..... 177

第六节 弹簧..... 179

第八章 零件图..... 183

第一节 零件图的作用与内容..... 183

第二节 零件表达方案的选择与尺寸标注..... 184

第三节 零件的结构工艺性简介..... 193

第四节 零件图的技术要求..... 199

第五节 读零件图..... 213

第九章 装配图..... 220

第一节 装配图的内容..... 220

第二节 装配图的表达方法..... 221

第三节 装配图中的尺寸和技术要求..... 223

第四节 装配图中的零、部件序号和明细栏..... 224

第五节 装配结构简介..... 225

第六节 画装配图的方法和步骤..... 227

第七节 读装配图及由装配图拆画零件图..... 230

附录..... 235

参考文献..... 265

绪 论

一、课程的研究对象和学习目的

工程制图是一门研究图示、图解空间几何问题和绘制与阅读工程图样的课程。

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。随着生产和科学技术的发展，图样在工程技术上的作用显得尤为重要。设计人员通过它表达自己的设计思想，制造人员根据它加工制造，使用人员利用它进行合理使用。因此，图样被认为是“工程界的语言”。它是设计、制造、使用部门的一项重要技术资料，是发展和交流科学技术的有力工具。

本课程的研究对象是：

- (1) 在平面上表示空间形体的图示法。
- (2) 空间几何问题的图解法。
- (3) 绘制和阅读机械图样的方法。

学习本课程的主要目的是培养学生的绘图、读图和图解空间几何问题的能力；培养和发展的学生的空间想象力以及分析问题与解决问题的能力。

二、课程的学习方法

(1) 本课程是实践性很强的技术基础课，在学习中除了掌握理论知识外，还必须密切联系实际，更多地注意在具体作图时如何运用这些理论。只有通过一定数量的画图、读图练习，反复实践，才能掌握本课程的基本原理和基本方法。

(2) 在学习中，必须经常注意空间几何关系的分析以及空间几何元素与其投影之间的相互关系。只有“从空间到平面，再从平面到空间”，进行反复研究和思考，才是学好本课程的有效方法。

(3) 认真听课，及时复习，独立完成作业；同时，注意正确使用绘图仪器，不断提高绘图技能和绘图速度。

(4) 画图时要确立对生产负责的观点，严格遵守《技术制图》和《机械制图》国家标准中的有关规定，认真细致，一丝不苟。

第一章 制图的基本知识

机械图样是现代机器制造过程中重要的技术文件之一，是工程界的技术语言。设计师通过图样设计新产品，工程师依据图样制造新产品。此外，图样还广泛应用于技术交流中。

在各个工业部门，为了科学地生产和管理，对图样的各个方面，如图幅的安排、尺寸注法、图纸大小、图线粗细等，都需要有统一的规定，这些规定称为制图标准。

本章介绍由国家颁布的机械制图国家标准（简称国标）、绘图工具的使用、几何作图和平面图形尺寸分析等有关的制图基本知识。

第一节 国家标准《技术制图》和《机械制图》

国家标准《机械制图》是我国颁布的一项重要技术指标，它统一规定了生产和设计部门所共同遵守的画图规则，每个工程技术人员在绘制工程图样时必须严格遵守这些规定。

一、图纸幅面式与格式（GB/T 14689—1993）

1. 图纸幅面

绘制技术图样时，应优先选用表 1-1 所规定的基本幅面。必要时，允许选用规定的加长幅面，这些幅面的尺寸是由基本幅面的短边成整倍数的增加得出，如图 1-1 所示。

2. 图框格式及方向符号

图纸既可横放也可竖放。画图前先用粗实线画出边框线，尺寸在表 1-1 中可查到。格式分为留有装订边和不留装订边两种，分别见图 1-2。同一产品的图样，只能采用一种格式。

图纸上必须有标题栏。一般情况下，标题栏画在图纸的右下角，紧贴下边框线

和右边框线。标题栏主要内容如图 1-3 所示。国家标准对标题栏内容并没有硬性规定，企业可以根据情况添加或删减其他需要的内容。

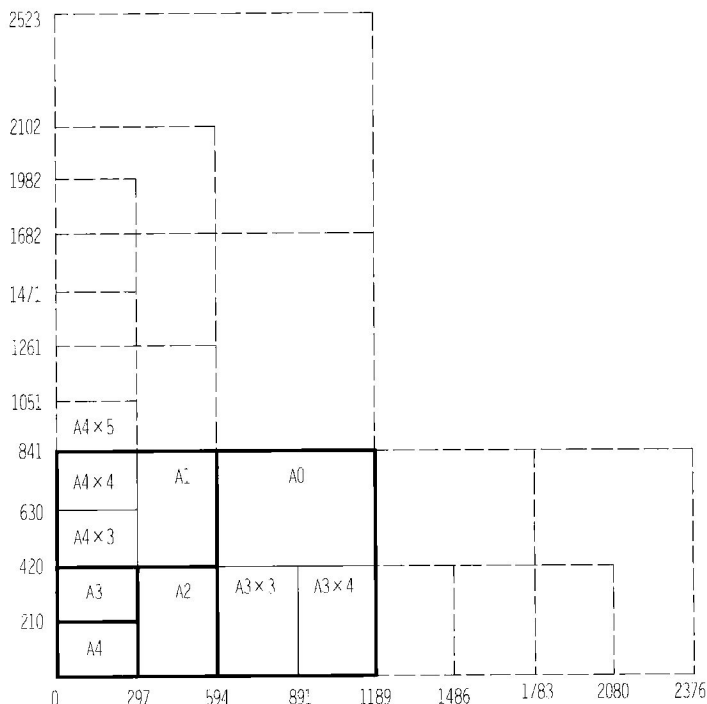


图 1-1 图纸幅面及加长幅面

表 1-1		图纸幅面尺寸				mm
幅面代号		A0	A1	A2	A3	A4
幅面尺寸 ($B\times L$)		841×1189	594×841	420×594	297×420	210×297
周边尺寸	e	20		10		
	c	10			5	
	a	25				

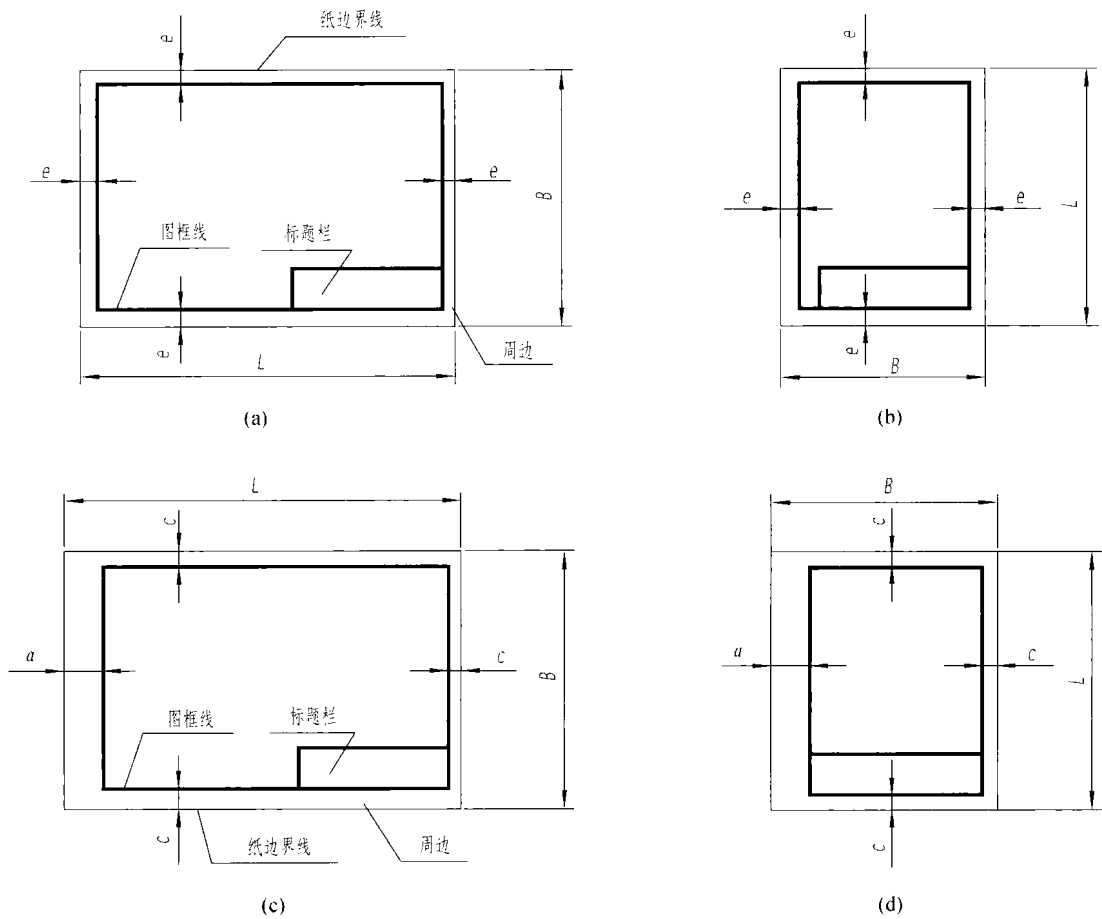


图 1-2 图框格式

(a)、(b) 不留有装订边图样的图框格式；(c)、(d) 留有装订边图样的图框格式

二、比例 (GB/T 14690—1993)

比例是图样中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比。作图时，应尽量采用原值比例。如果机件太大或太小，可适当选用缩小或放大的比例画图。表 1-2 左半部分为国家标准中推荐优先选用的比例，必要时也允许选用表右半部分的比例。但是不论采用何种比例，图中所注的尺寸数值应为机件的实际尺寸。

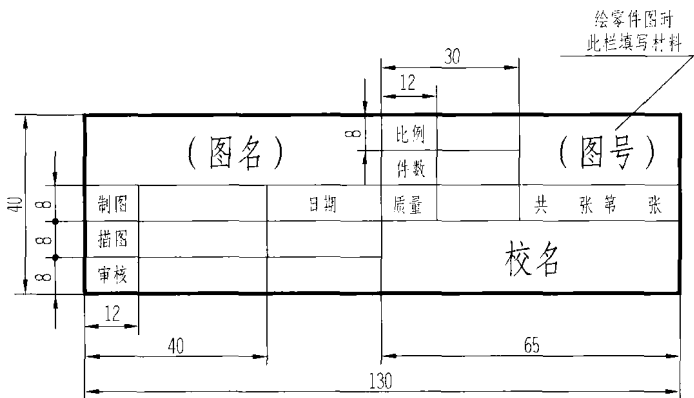


图 1-3 制图作业标题栏尺寸

表 1-2

标准比例系列 (n 为正整数)

种类	优先选用比例	允许选用比例
原值比例	1 : 1	
放大比例	5 : 1 2 : 1 5 × 10 ⁿ : 1 2 × 10 ⁿ : 1 1 × 10 ⁿ : 1	4 : 1 2.5 : 1 4 × 10 ⁿ : 1 2.5 × 10 ⁿ : 1
缩小比例	1 : 2 1 : 5 1 : 2 × 10 ⁿ 1 : 5 × 10 ⁿ 1 : 1 × 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

三、字体 (GB/T 14691—1993)

书写字体必须做到：字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。字体高度（用 h 表示）的公称尺寸系列为：1.8mm、2.5mm、3.5mm、5mm、7mm、10mm、14mm、20mm。如果要书写更大的字，其字体高度应按 $\sqrt{2}$ 的比率递增。字体高度代表字体的号数，图样中的字体可分为汉字、字母和数字。表 1-3 给出了字体与图幅的关系。

表 1-3

字体与图幅的关系

图 幅	A0	A1	A2	A3	A4
汉 字	7	7	5	5	5
字母与数字	5	5	3.5	3.5	3.5

1. 汉字

汉字应写成长仿宋体，并应采用国家正式公布的简化字。汉字的高度 h 应不小于 3.5mm，其字宽一般为 $h/\sqrt{2}$ 。书写汉字的要点为：横平竖直、注意起落、结构匀称、填满方格。汉字的示例如下：

10 号字

字体工整笔画清楚间隔均匀排列整齐

7 号字

横平竖直注意起落结构匀称填满方格

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

3.5 号字

螺纹齿轮端子接线飞行指导驾驶舱位挖填施工引水通风闸坝棉麻化纤

2. 字母和数字

字母和数字分为 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 $1/10$ 。在同一图样上，只允许选用一种字型。一般采用 A 型斜体字，斜体字的字头向右倾斜，与水平线成 75° 。以下字例为 A 型斜体字母、数字和 A 型直体拉丁字母：

拉丁字母大写斜体：

ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ

拉丁字母小写斜体：

abcdefghijklmnopqrstuvwxyz

罗马数字斜体：

IIIIIIIVVVVVIIIIIXX

阿拉伯数字斜体：

0123456789

拉丁字母大写直体：

ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ

拉丁字母小写直体：

abcdefghijklmnopqrstuvwxyz

3. 字母和数字应用示例

(1) 用作指数、分数、极限偏差、注脚等的字母及数字，一般采用小一号字体，其应用示例如下：

10^3 S^{-1} D_1 T_d $\phi 20^{+0.010}_{-0.023}$ $7^{\circ \pm 1'}$ $\frac{3}{5}$

(2) 图样中的数学符号、计量单位符号，以及其他符号、代号应符合国家标准有关法令和标准的规定。量的符号是斜体，单位符号是直体，如 m/kg ，其中 m 为表示质量的符号，应用斜体，而 kg 表示质量的单位符号，应是直体。例如：

l/mm m/kg $460r/min$ $380kPa$

(3) 其他应用示例如下：

10Js5 (± 0.003) M24-6h

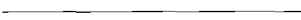
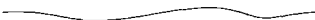
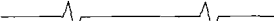
$\phi 25 \frac{H6}{m5}$ $\frac{II}{2:1}$ $\frac{A}{5:1}$ $\frac{6.3}{\nabla}$

四、图线 (GB/T 17450—1998)

图线是图中所采用各种型式的线，国家标准规定图线的基本线型有 15 种，所有线型的图线宽度 (b) 应按图样的类型、大小和复杂程度在数系：0.13mm，0.18mm，0.25mm，0.35mm，0.5mm，0.7mm，1mm，1.4mm，2mm 中选取，此数系的公比为 $\sqrt{2}$ 。

机械图样通常采用表 1-4 列出的 8 种图线；按线宽分为粗线和细线两种，宽度比为 2 : 1。在本课程作业中，粗实线宽度 (b) 一般以 0.7~1mm 为宜。

表 1-4 基本线型

图线名称	图 线 型 式	图线宽度	应 用 举 例
粗实线		b	可见轮廓线，可见过渡线
细实线		约 $b/2$	尺寸线，尺寸界限，剖面线，重合断面的轮廓线，引出线
虚线		约 $b/2$	不可见轮廓线，不可见过渡线
波浪线		约 $b/2$	断裂处的边界线
双折线		约 $b/2$	断裂处的边界线，视图和剖视图的分界线
细点画线		约 $b/2$	轴线，对称中心线
粗点画线		b	有特殊要求的线和表面的表示线
双点画线		约 $b/2$	相邻辅助零件的轮廓线，极限位置的轮廓线，假想投影轮廓线，中断线

注 虚线中的“画”和“短间隔”，点画线和双点画线中的“长画”、“点”和“短间隔”的长度，国标中有明确规定。

图 1-4 是常用图线的用途示例。

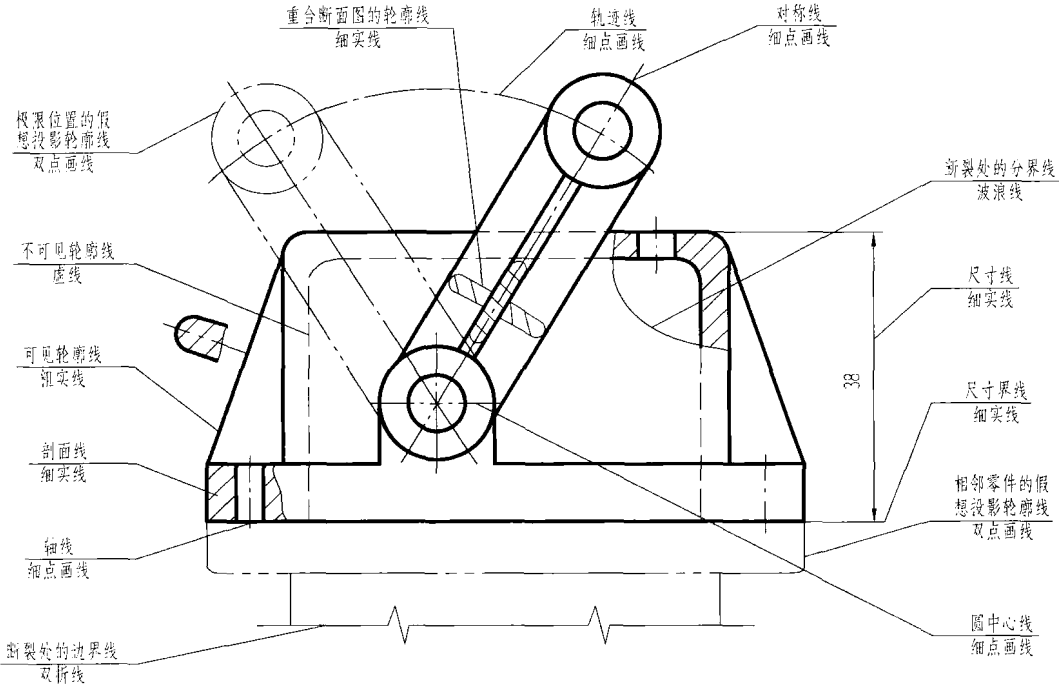


图 1-4 图线及其应用

画图线应注意以下几个问题（图 1-5）：

- （1）同一图样中，同类图线的宽度应一致。同一条虚线、点画线和双点画线中的短画、短间隔、长画和点的长度应各自大致相等。点画线和双点画线的首尾两端应是长画而不是点。
- （2）细点画线和细双点画线的首末端一般应是长画而不是点，细点画线应超出图形轮廓 2~5mm。当图形较小难以绘制细点画线时，可用细实线代替细点画线。
- （3）当图线相交时，应是线段相交。当虚线在粗实线的延长线上时，在虚线和粗实线的分界点处应留出间隙。
- （4）当不同图线互相重叠时，应按粗实线、细虚线、细点画线的先后顺序只画前面一种图线。

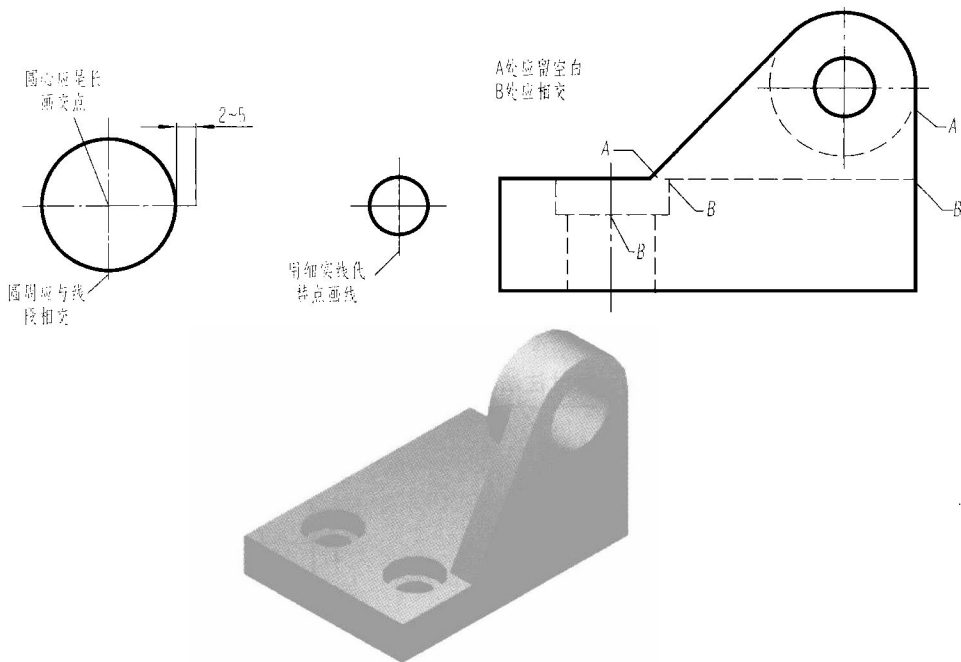


图 1-5 图线画法注意事项

五、尺寸注法（GB/T 4458.4—2003）

图形只能表达机件的结构形状，其真实大小应由尺寸确定。一张完整的图样，其尺寸注写应做到正确、完整、清晰、合理。本节只就尺寸的正确注法摘要介绍国家标准中有关注写尺寸的一些规定，对尺寸注写的其他要求将在后续章节中介绍。

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，与图形的大小及绘图的准确度无关。
- （2）图样中（包括技术要求和其他说明）的尺寸，以毫米为单位时，不需标注计量单位的代号或名称，若采用其他单位，则必须注明相应计量单位的代号或名称。
- （3）图样中所标注的尺寸，应为该图样所示机件的最后完工尺寸，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。

2. 标注尺寸的基本规定

图样上标注的每一个尺寸，一般由尺寸界线、尺寸线和尺寸数字（包括必要的计量单

位、字母和符号)组成,其相互间的关系如图1-6所示。

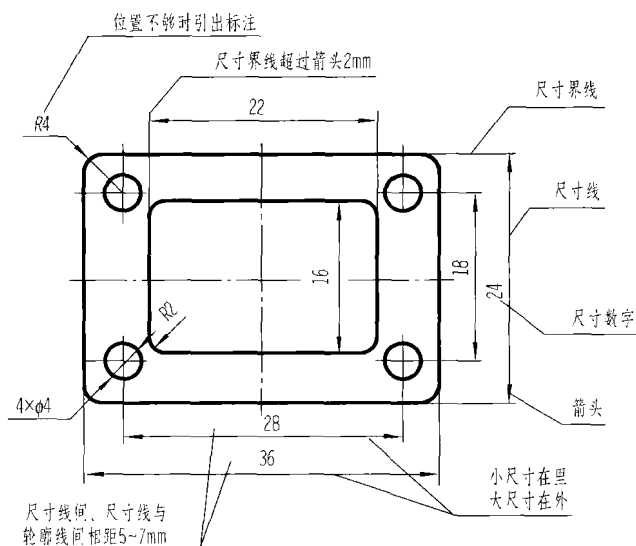


图 1-6 尺寸的组成部分

有关尺寸数字、尺寸线、尺寸界线以及必要的符号和字母等有关规定见表1-5。

表 1-5

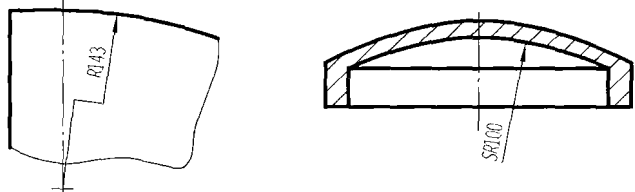
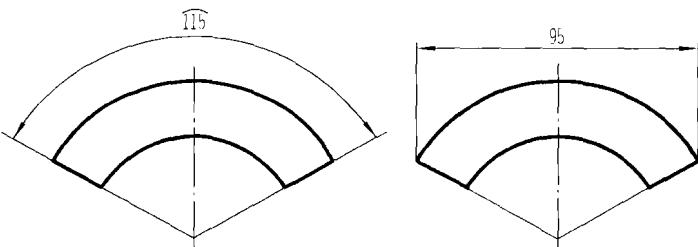
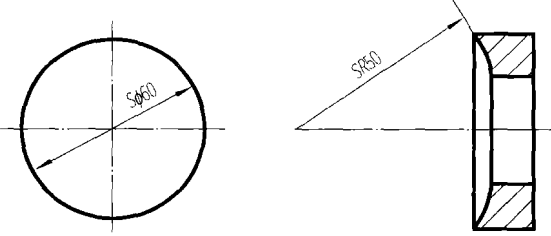
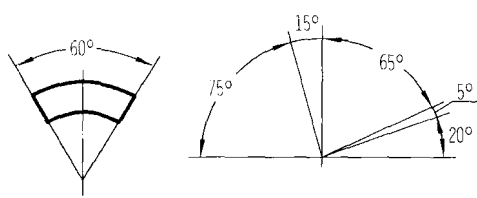
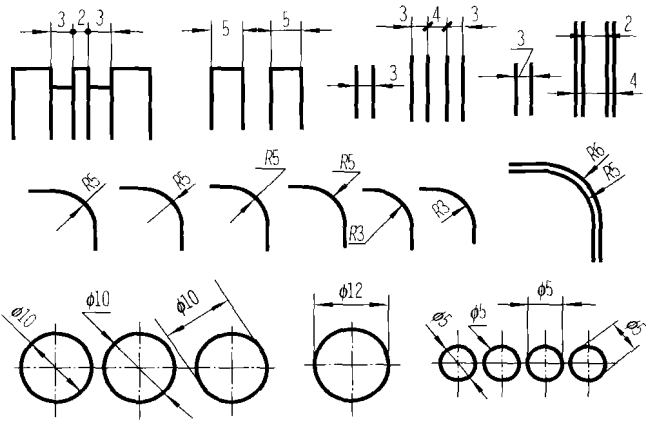
尺寸注法的基本规则

项目	说 明	图 例
尺 寸 数 字	1. 线性尺寸的数字一般应注写在尺寸线的上方,也允许写在尺寸线的中断处	
	2. 线性尺寸数字的方向,一般按(a)图所示方向注写。并尽可能避免在图示30°范围内标注尺寸。当无法避免时,允许按(b)图标注	
	3. 尺寸数字不可被任何图线所通过,否则必须将该图线断开	

续表

项目	说 明	图 例
尺寸线	1. 尺寸线用细实线绘制, 不能用其他图线代替, 一般也不能与其他图线重合或画在其延长线上。 2. 标注线性尺寸时, 尺寸线必须与所标注的线段平行	正确 错误
尺寸终端	1. 箭头: 适用于各种类型的图样。 2. 斜线: 当尺寸线的终端采用斜线形式时, 尺寸线与尺寸界线必须相互垂直。 3. 一张图样中只能采用一种尺寸线终端的形式, 不能混用	
尺寸界线	1. 尺寸界线用细实线绘制, 并应由图形的轮廓线、轴线和对称中心线处引出。 2. 也可利用轮廓线、轴线和对称中心线作尺寸界线	
	3. 尺寸界线一般应与尺寸线垂直, 当尺寸界线过于接近轮廓线时允许倾斜画出。 4. 在光滑过渡处标注尺寸时, 必须用细实线将轮廓线延长, 从它们的交点处引出尺寸界线	
直径与半径的注法	1. 标注直径时, 应在尺寸数字前加符号 ϕ。标注半径时, 应在尺寸数字前加符号 R。 2. 当圆弧大于 180° 时, 应标注直径符号; 小于或等于 180° 时标注半径符号。	

续表

项目	说 明	图 例
直径与半径的注法	3. 若大圆弧在图纸范围内无法标出圆心位置时, 可不标出	
弧长及弦长	1. 标注弧长时, 应在尺寸数字上方加注符号“ $\overset{\frown}$ ”。 2. 标注弦长和弧长的尺寸界线应平行于该弦的垂直平分线	
球的注法	标注球面的直径和半径时, 应在符号“ Φ ”和“ R ”前加符号“ S ”	
角度的注法	1. 角度数字一律写成水平方向。 2. 数字一般注写在尺寸线中断处, 必要时可按图示形式标注。 3. 标注角度时, 尺寸线应画成圆弧, 其圆心是该角的顶点	
狭小部位的注法	在没有足够的位置画箭头或注写数字时, 可按图示形式标注	

续表

项目	说 明	图 例
锥度和斜度	1. 标注斜度和锥度时，应在数字前加注斜度和锥度符号。 2. 符号方向应与锥度和斜度方向一致	
对称图形	1. 当图形具有对称中心线时，分布在对称中心线两边的结构要素，仅标注其中的一组要素尺寸。 2. 当对称机件的图形只画出一半或大于一半时，尺寸线应超过对称中心线或断裂处的边界线，此时仅在尺寸线一端画出箭头	
正方形结构	标注断面为正方形结构的尺寸时，可在正方形边长尺寸数字前加注符号“□”或用“B×B”注出	

第二节 绘图工具及仪器的使用方法

手工绘图是工程技术人员一项基本技能，绘图时，不仅需要一套绘图工具和仪器，而且还应正确地使用和维护，这样才能发挥它们的作用，保证绘图质量，提高绘图效率。下面简要介绍几种常用的绘图工具。

一、绘图工具

常用的手工绘图仪器及工具：铅笔、图板、丁字尺、三角板、比例尺、圆规、分规、曲线板等。

1. 铅笔

绘图采用绘图铅笔（图 1-7）。铅笔端部的标号（如 2B、B、HB、H、2H 等）用来表明铅芯的软硬和黑度。H 前的数值越大，铅芯越硬，所绘图线颜色越浅；B 前的数值越大，铅芯越软，所绘图线颜色越深。常用的绘图铅笔其硬度一般为 2B~H；通常打底稿时选用 HB~H；写字时选用 HB；加深粗实线时选用 HB~B；加深圆弧时，一般要比粗实线的铅芯软一些，圆规用铅芯可选 B~2B。

削铅笔时应从无标记的一端开始，以便保留标记，识别铅芯硬度。画粗实线时，铅芯磨成铲形，其余线型的铅芯磨成圆锥形。