



全国电力职业教育规划教材
职业教育电力技术类专业培训用书

工程制图

陈德俊 主编



中国电力出版社

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



全国电力职业教育规划教材
职业教育电力技术类专业培训用书

工程制图

主编 陈德俊
编写 王玉梅 王伟霄 杨宏寅
吴兵 孟昊
主审 徐钢涛



中国电力出版社

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

内 容 提 要

本书为全国电力职业教育规划教材。

本书主要内容包括制图的基本知识与技能、投影作图基础、机件常用的表达方法、标准件和常用件的规定画法、零件图、装配图、展开图、焊接图、建筑图、管路安装图、设备安装图、电气图、计算机绘图等内容。本书注重针对性和实用性,具有体系新颖、内容精练、弹性和可操作性强等显著特点。本书与陈德俊编写的《全国电力职业教育规划教材 工程制图习题集》配套使用。

本书可作为高等职业院校相关专业的“工程制图”课程的教材,也可供有关专业工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

工程制图/陈德俊主编. —北京:中国电力出版社,
2009

全国电力职业教育规划教材

ISBN 978-7-5083-8590-7

I. 工… II. 陈… III. 工程制图—职业教育—教材
IV. TB23

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 037113 号

中国电力出版社出版、发行

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

航远印刷有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2009 年 6 月第一版 2009 年 6 月北京第一次印刷
787 毫米×1092 毫米 16 开本 18.75 印张 458 千字
定价 32.00 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

为了适应职业技术教育的改革与发展对人才的需求,突出职业技术教育的办学特色,满足职业技术教育培养高素质实用型人才的需要,编者结合“工程制图”课教学改革的经验而编写了本教材。

本书的编写具有以下特点:

(1) 为了编写出可操作性大、通用性强、适合不同层次学历教育和职工培训教学要求的教材,编写时对教材内容进行了充分的调整、取舍、兼容与优化,淡化了高职、中专、成人中专、技工、职工培训教材的使用界限,突出了以能力为本位、以职业(岗位)需求为依据的编写指导思想。

(2) 在遵循以必须够用为度、以突出技能培养为主、以强化应用为目的的原则基础上,强调教材所选内容的针对性和实用性,力求少而精、必须够用。如减少了点、直线、平面的投影、立体表面交线等内容,增加了展开图、焊接图、建筑图、管路安装图、设备安装图、电气图、计算机绘图等内容。

(3) 本书全部采用最新的国家标准,以方便学生(学员)在生产实践中查找。

(4) 本书重点突出,语言流畅,文字精练,插图清晰,图例丰富,所选图例紧密结合工程实际,便于学生(学员)自学和培养工程意识。

本书由河南电力技师学院陈德俊任主编。具体分工如下:陈德俊(前言、绪论、第二章~第六章、附录)、王玉梅(第一章)、杨宏寅(第七章第一、二节)、王伟霄(第七章第三、四节)、孟昊(第七章第五节)、吴兵(第八章)。

本书由郑州铁路职业技术学院徐钢涛教授主审。审稿人对书稿进行了认真、细致的审阅和修改,并提出了许多宝贵的意见,在此表示衷心的感谢。

由于编者水平所限,书中难免存在不当之处,恳请广大读者批评指正。

编者

2009年3月

目 录

前言

绪论	1
第一章 制图的基本知识与技能	3
第一节 制图国家标准的基本规定	3
第二节 尺规绘图工具与仪器的使用方法	13
第三节 几何作图	17
第四节 平面图形的分析及画法	24
第五节 绘图的方法和步骤	27
第二章 投影作图基础	30
第一节 投影法的基本知识	30
第二节 三视图的形成及其对应关系	31
第三节 点、直线和平面的投影	33
第四节 立体的投影	40
第五节 组合体的三视图	51
第六节 轴测图的画法	65
第三章 机件常用的表达方法	72
第一节 视图	72
第二节 剖视图	75
第三节 断面图	82
第四节 其他表达方法	84
第五节 各种表达方法的综合应用举例	87
第六节 第三角画法简介	89
第四章 标准件和常用件的规定画法	92
第一节 螺纹和螺纹紧固件	92
第二节 键、销及其连接	101
第三节 齿轮	104
第四节 滚动轴承	110
第五节 弹簧	112
第五章 零件图	115
第一节 零件图的作用和内容	115
第二节 零件图的视图选择	116
第三节 零件图的尺寸标注	120
第四节 零件上常见的工艺结构和尺寸标注	122

第五节 零件图的技术要求	126
第六节 零件的测绘	134
第七节 读零件图的方法与步骤	135
第六章 装配图	140
第一节 装配图的作用和内容	140
第二节 装配图的表达方法	143
第三节 画装配图的方法与步骤	146
第四节 读装配图及由装配图拆画零件图	148
第七章 其他图样	155
第一节 展开图	155
第二节 焊接图	165
第三节 建筑图	170
第四节 管路安装图和设备安装图	183
第五节 电气图	192
第八章 计算机绘图基础	216
第一节 AutoCAD 的基本知识	216
第二节 AutoCAD 绘图初步	218
第三节 标注基础与样式设置	251
第四节 标注尺寸与编辑标注对象	256
第五节 计算机绘图实例练习	260
附录	272
参考文献	293

绪 论

一、图样及其作用

根据投影原理、标准或相关规定,表示工程对象,并包含必要的技术说明的图,称为图样。

图样被誉为工程界的技术语言,是人们更形象、更直观地表达和交流技术思想的重要工具,是现代生产中的一项重要技术文件。设计者通过图样表达设计的对象;制造者根据图样了解设计要求并进行加工装配;使用者通过图样了解机器的构造与性能,并掌握正确的使用和维护方法。因此,每个工程技术人员都必须掌握这种技术语言,具备绘制和阅读工程图样的能力。绘制工程图样的方法有手工绘图和计算机绘图两种。随着计算机的发展与普及,使得图样的绘制发生了巨大的变化,计算机绘图技术也在各行各业中得到了日益广泛的应用。作为一名工程技术人员,除掌握手工绘图的方法外,还应该掌握这种先进的计算机绘图技术,具备计算机绘图的能力。

工程上常用的技术图样有机械图样、电气图样、建筑图样、水利图样等。用来表示机器、仪器等的图样称为机械图样。机械制图就是研究如何绘制和阅读机械图样的一门学科。在本教材中,为了满足不同专业对图样的学习要求,增加了展开图、焊接图、管路安装图、设备安装图和电气图等图样的绘制与阅读的内容,供学习时参考。

二、本课程的主要任务

- (1) 学习正投影法的基本理论和方法,培养空间想象和思维能力。
- (2) 培养尺规绘图、徒手绘图和计算机绘图的能力。
- (3) 培养绘制和阅读工程技术图样的能力,熟悉制图的有关标准和查阅标准的方法。
- (4) 培养严肃认真的工作态度和耐心细致的工作作风。

三、本课程的主要内容和学习特点

本课程是一门既有系统理论又有较强实践性的课程。学习时,必须注重理论联系实际,通过大量的绘图实践逐步掌握画图、读图的方法,提高绘制和阅读图样的基本能力。

1. 制图的基本知识与技能(第一章)

这部分内容贯穿在各种绘图实践中,学习时应养成正确使用绘图工具和仪器的习惯,逐步熟悉并掌握各种图样的绘图技巧和有关标准的规定。

2. 投影作图基础(第二章)

这部分内容是学习投影制图的基础,是本课程的理论部分,特点是内容体系比较严谨,系统理论性强,虽然原理和方法并不多,但应用较为灵活。学习时要以投影作图的方法与技巧为主,并注意观察、记忆,增加各种形体和图形的形象素材储备。在学习的过程中应该做到“形(基本形体)影(图形)不离”,反复地由物(空间)到图(平面)和由图(平面)到物(空间)的画图、读图训练,以提高画图、读图的基本能力。

(1) 点、直线、平面等基本几何元素的投影,可以视为立体几何与投影作图的结合。通过它们投影图的画法(空间到平面的转化)和读法(平面到空间的转化),可以直观地了解

绘(画)、读(看)三视图之间的关系和简单形体的看图原理。点、线、面的投影作图训练是学习以后投影作图的基础,应该注意加强训练与学习。

(2) 立体及其表面交线学习的关键是掌握立体与平面间的转化关系,在学习中应积累各种简单形体投影的形象素材储备。

(3) 组合体视图是投影制图的重点。它是“几何化”了机件的投影作图练习,是学习绘制和阅读工程图样的基础,可以这样说:能够读懂组合体视图,就能够读懂零件图。因此,学习时要以掌握投影作图的方法、技巧和积累更多的形象素材为主,并在“练”字上狠下工夫。尺寸标注的学习要从形体分析的观点出发,熟悉尺寸标注的有关规定,掌握尺寸标注的方法。

(4) 轴测图(俗称立体图)是一种立体感较强的平面图形。学习时,只要掌握其基本画法,多做练习,就能够掌握轴测图的画法。同时这部分内容也是学习计算机绘制三维图形的基础。

3. 图样常用的表达方法(第三章)

这部分内容是机件(工程上的零部件)具体的画法与规则,与组合体的三视图相比,具有表达方式灵活、内外形状兼顾、投射方向和视图位置多变等特点。在学习中,要注意各向规定的意义与适用范围,从工程上方便读图、方便画图、方便生产的角度,理解和掌握这些画法与规则。

4. 各种图样的绘制与阅读(第四章~第七章)

这几章内容是投影制图的应用部分,涉及了较多的与生产实际有密切联系的实践性内容。学习起来会给人繁琐、复杂、枯燥和不得要领之感,但只要抓住投影制图(复杂形体的投影表达)这一关键环节,从工程实际的角度出发,继续进行绘图和读图的技能训练,是能够掌握绘图和读图的方法,提高绘制和阅读各种图样的能力。

图样是生产中的一重要技术资料,要求绘图不能画错,看图时不能看错,否则会给生产造成严重的损失。因此,在绘图和读图时,必须养成严肃认真的工作态度和耐心细致的工作作风,所绘图样应该做到:投影正确,尺寸完整,字体工整,线型标准,图面整洁,并符合国标的规定。

5. 计算机绘图的基本知识(第八章)

这部分内容学习时应结合教材内容同步学习、同步操作。只有通过反复上机操作实践,才能掌握计算机绘制各类图样的方法与技巧。

制图的基本知识与技能

第一节 制图国家标准的基本规定

国家标准《技术制图》是一项基础技术标准,适用于工程界各种专业技术图样;国家标准《机械制图》是一项机械专业制图标准。它们是机械图样绘制和阅读的准则,所以在绘制机械图样时必须严格遵守、认真贯彻执行这些国家标准。

国家标准(简称国标)的代号是“GB”,推荐性国家标准加“/T”。例如,标准 GB/T 14689—2008,GB/T 为推荐性国标,14689 为该标准编号,2008 为该标准发布的年号。

本节主要介绍《技术制图》(GB/T 14689—2008 和 GB/T 14690—1993 和 GB/T 14691—1993 和 GB/T 16675.2—1996)和《机械制图》(GB/T 4457.4—2002 和 GB/T 4458.4—2003)国标中的图纸幅面和格式、比例、字体、图线、尺寸注法等基本规定。

一、图纸幅面和格式 (GB/T 14689—2008)

1. 图纸幅面尺寸

绘制机械图样时,应优先采用表 1-1 中规定的基本幅面。基本幅面的尺寸关系是大一号图纸幅面长边的一半(取整数),便是小一号幅面的短边尺寸,以此类推,如图 1-1 所示。必要时,也允许选用所规定的加长幅面,加长幅面的尺寸是由基本幅面的短边成整数倍增加后得出。

表 1-1	基 本 幅 面					mm
幅面代号	A0	A1	A2	A3	A4	
$B \times L$	841×1189	594×841	420×594	297×420	210×297	
e	20		10			
c	10			5		
a	25					

2. 图框格式

在图纸上必须用粗实线画出图框线,其格式分为留有装订边和不留装订边两种,但同一产品的图样只能采用一种格式。留有装订边的图纸,其图框格式如图 1-2 所示。不留装订边图纸,其图框格式如图 1-3 所示。图框尺寸 e 、 c 、 a 按表 1-1 的规定。对于加长幅面的图框尺寸,按所选用的基本幅面大一号的图框尺寸确定。

3. 标题栏的格式与方位

每张图纸均应画出标题栏。标题栏的格式、内容和尺寸在国标 GB/T 10609.1—2008 中已做了统一规定,如图 1-4 (a) 所示。制图作业中的标题栏建议采用如图 1-4

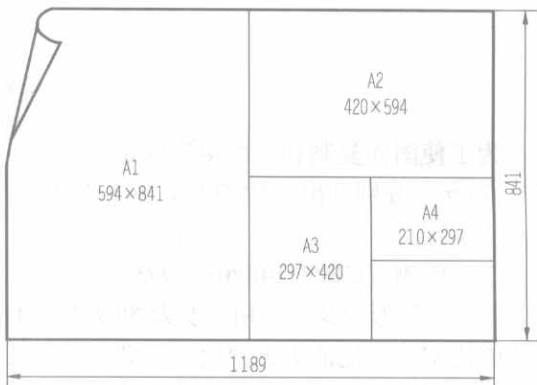


图 1-1 基本幅面的尺寸关系

(b) 所示的格式。

标题栏位于图纸的右下角，如图 1-2 和图 1-3 所示，看图及绘图方向与看标题栏的方向一致。若使用预先印制的图纸时，也允许将标题栏放在图纸的右上角，这时看图及绘图方向以方向符号的指向为准，如图 1-5 (a) 所示。方向符号是用细实线绘制的等边三角形，位于图纸下边的对中符号处，其大小如图 1-5 (b) 所示。当方向符号的尖角对着读图者时，其向上的方向即为看图的方向，但标题栏中的内容及书写方向仍按常规处理。

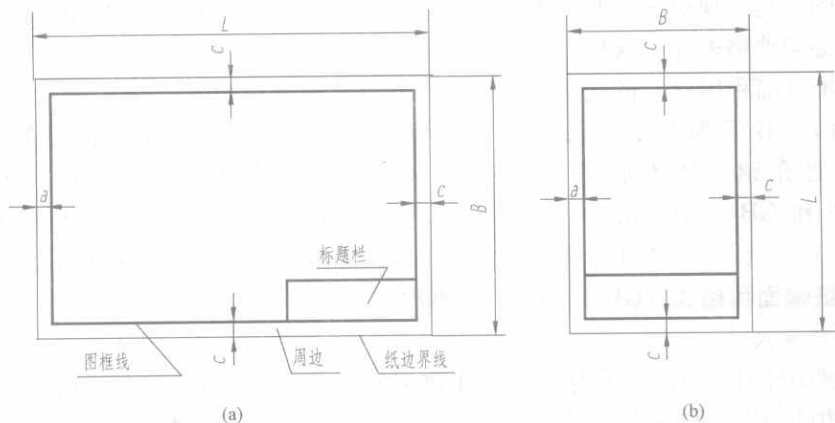


图 1-2 留有装订边的图框格式

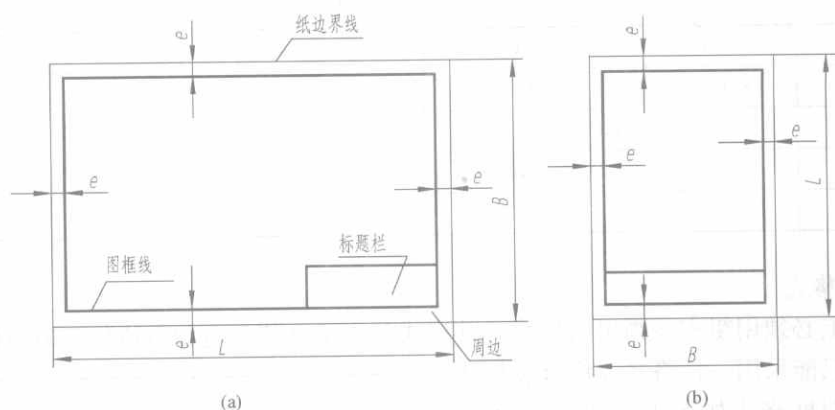


图 1-3 不留装订边的图框格式

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用粗实线（线宽不小于 0.5mm）分别画出对中符号，其长度从图纸边界开始至伸入图框内约 5mm，如图 1-5 (b) 所示。

二、比例 (GB/T 14690—1993)

图样中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比，称为比例。比例按其比值大小分为三种：

- ①原值比例——比值为 1 的比例，即 1:1；
- ②放大比例——比值大于 1 的比例，如 2:1 等；
- ③缩小比例——比值小于 1 的比例为，如 1:2 等。

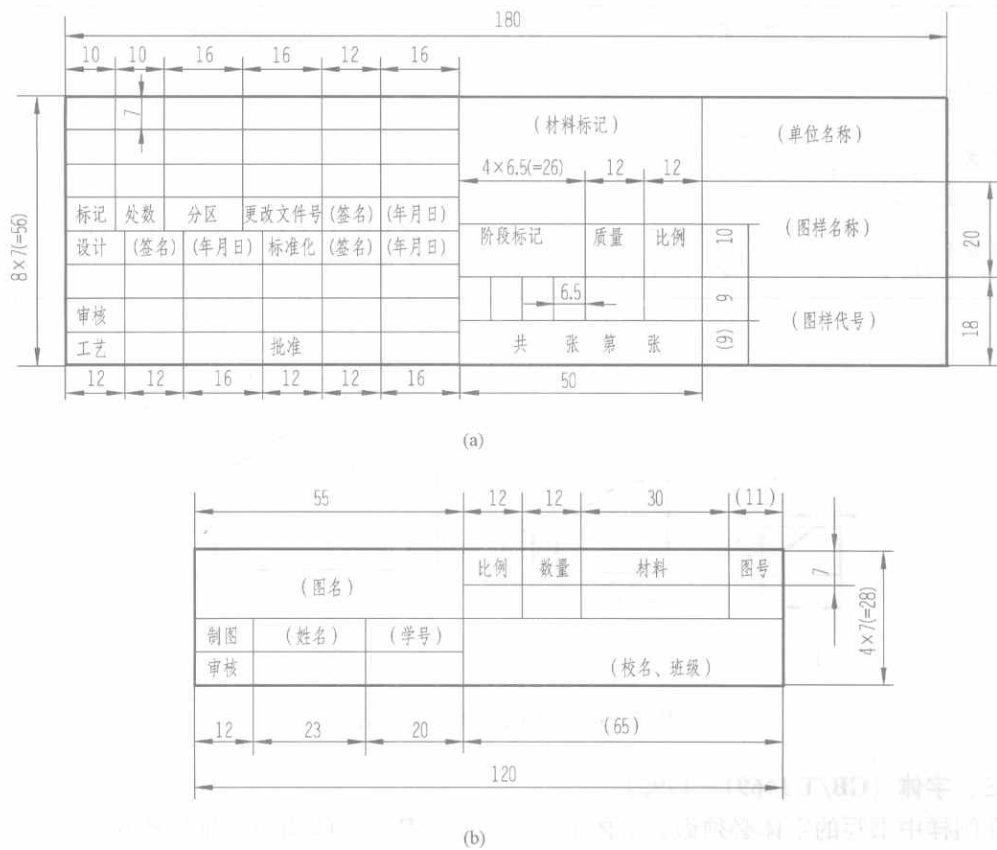


图 1-4 标题栏

(a) 标题栏的格式及其各部分的尺寸；(b) 制图作业的标题栏

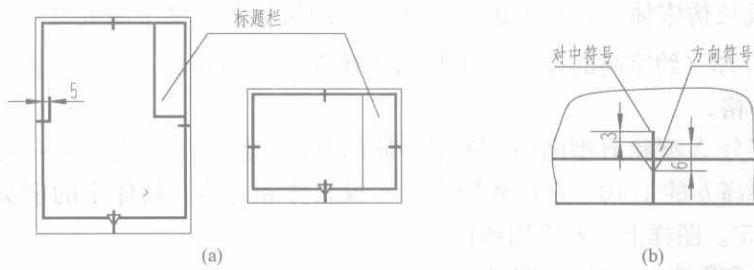


图 1-5 标题栏位于图纸右上角时的看图方向

绘制图样时，应由表 1-2 中规定的优先选用系列中选取适当的比例，必要时也允许选取允许选用系列中的比例。

比例一般应标注在标题栏中的比例栏内，必要时可在视图名称的下方或右侧标注比例，如平面图 1 : 1000 等。不论采用何种比例，图形中所注的尺寸数值都必须是实物的大小，与图形的比例无关，如图 1-6 所示。

表 1-2

国家标准规定的比例系列

种 类	优先选用系列	允许选用系列
原值比例	1:1	—
放大比例	5:1 2:1 $5 \times 10^n : 1$ $2 \times 10^n : 1$ $1 \times 10^n : 1$	4:1 2.5:1 $4 \times 10^n : 1$ $2.5 \times 10^n : 1$
缩小比例	1:2 1:5 1:10 $1 : 2 \times 10^n$ $1 : 5 \times 10^n$ $1 : 1 \times 10^n$	1:1.5 1:2.5 1:3 1:4 1:6 $1 : 1.5 \times 10^n$ $1 : 2.5 \times 10^n$ $1 : 3 \times 10^n$ $1 : 4 \times 10^n$ $1 : 6 \times 10^n$

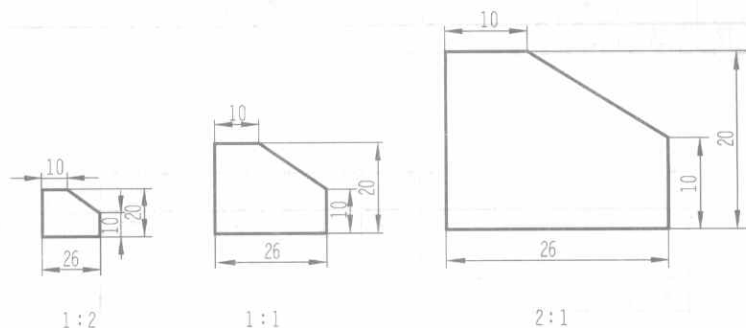


图 1-6 用不同比例画出的图形

三、字体 (GB/T 14691—1993)

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。

字体的号数即字体的高度，字体高度（用 h 表示）的系列为：1.8, 2.5, 3.5, 5, 7, 10, 14, 20，单位为 mm。如果需要书写更大的字，其字体高度应按 $\sqrt{2}$ 的比率递增。在同一图样中，只允许选用一种形式的字体。

汉字应写成仿宋体，并采用国家正式公布的简化字。汉字高度 h 不应小于 3.5mm，其字宽一般为 $h/\sqrt{2}$ （约字高的 2/3）。书写仿宋体汉字的要领是：横平竖直，注意起落，结构均匀，填满方格。

字母和数字分 A 型和 B 型两种。A 型字体的笔画宽度较细，为字高 h 的 1/14，B 型字体笔画宽度为字高 h 的 1/10。字母和数字可写成斜体和直体。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。

汉字、字母和数字的字体示例如图 1-7 所示。

字体工整笔画清楚间隔均匀排列整齐

横平竖直注意起落结构均匀填满方格

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

图 1-7 汉字、字母和数字示例（一）

A 型斜体拉丁字母示例



A 型斜体数字示例

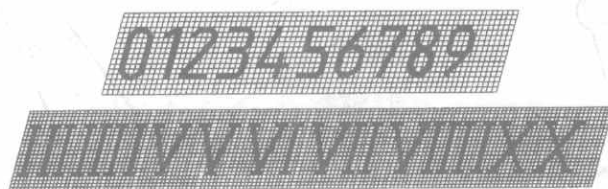


图 1-7 汉字、字母和数字示例 (二)

四、图线 (GB/T 17450—1998、GB/T 4457.4—2002)

图样中的图形是由各种图线组成的，不同的图线在图样中表示着不同的含义，绘制图样时，应遵守国家标准的有关规定。

1. 线型及其应用

国家标准 GB/T 17450—1998 规定了 15 种基本线型的代号、形式及名称。国家标准《机械制图 图线》(GB/T 4457.4—2002) 规定的 8 种线型，基本符合 GB/T 17450—1998 的规定，是目前绘制机械图样时使用的图线标准。线型及应用见表 1-3，线型应用示例如图 1-8 所示。

表 1-3 图线及主要用途

图线名称	图线形式	图线宽度	一般应用
粗实线		b	可见轮廓线、相贯线
细实线		$b/2$	尺寸线、尺寸界线、剖面线、重合断面的轮廓线及指引线
波浪线		$b/2$	断裂处的边界线、视图和局部剖视的分界线
双折线		$b/2$	断裂处的边界线
虚线		$b/2$	不可见轮廓线、不可见过渡线

续表

图线名称	图线形式	图线宽度	一般应用
细点画线		$b/2$	轴线、对称中心线、轨迹线
双点画线		$b/2$	极限位置的轮廓线、相邻辅助零件的轮廓线
粗点画线		b	限定范围表示线

注 表中虚线、细点画线、双点画线的线段长度和间隔的数值仅供参考。

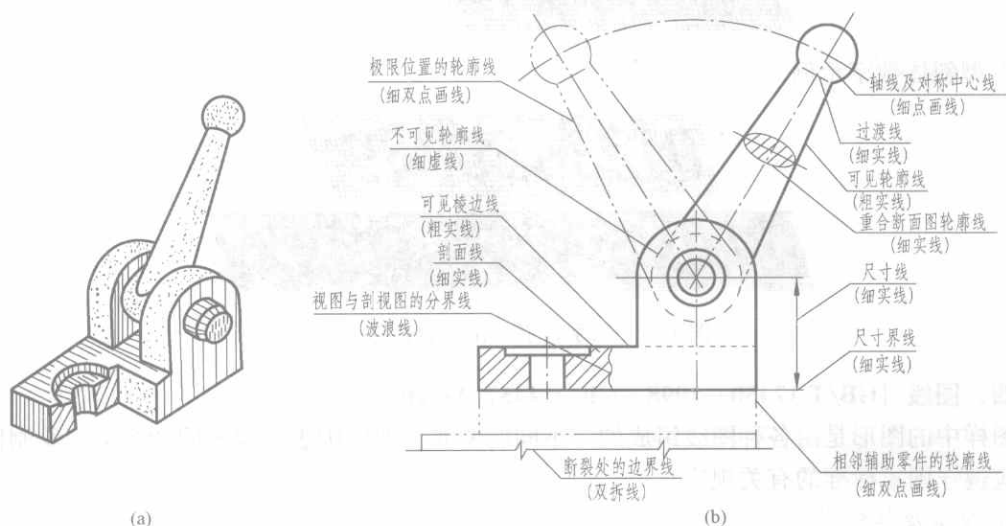


图 1-8 图线的应用举例

(a) 轴测图; (b) 投影图

2. 图线的尺寸

图线分为粗细两种。粗线的宽度 b 应按图形的大小和复杂程度在 $0.5 \sim 2\text{mm}$ 之间选择；细线的宽约为 $b/2$ 。图线宽度系列为 0.13 、 0.18 、 0.25 、 0.35 、 0.5 、 0.7 、 1 、 1.4 、 2mm 。

3. 图线的画法

(1) 同一张图样中，同类图线的宽度应基本一致。虚线、点画线和双点画线的线段长短和间隔应各自大致相等。两条平行线之间的最小间隙不得小于 0.7mm 。

(2) 绘制圆的中心线时，圆心应为线段的交点，首末两端应是线段而不是短画线或点，且应超出图形轮廓线 $3 \sim 5\text{mm}$ ，如图 1-9 (a) 所示。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，如图 1-9 (b) 所示。

(3) 各类图线相交时，都应在线段处相交，而不应在空隙处相交。当虚线、点画线或双点画线是粗实线的延长线时，连接处应留有空隙，如图 1-9 (c) 所示。

(4) 当各种线条重合时，应按粗实线、虚线、点画线的优先顺序画出。

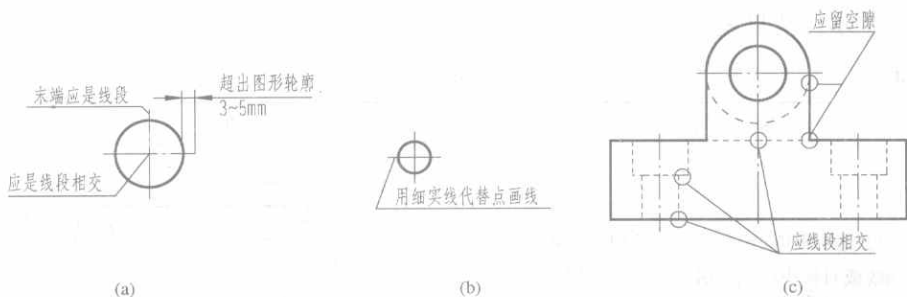


图 1-9 图线的画法

五、尺寸注法 (GB/T 4458.4—2003)

图形只能表达机件的结构形状，而机件的大小和各部分的相对位置关系必须通过尺寸标注才能确定。

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（mm）为单位时，不需标注计量单位的代号或名称。如果是采用其他单位，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. 尺寸的组成

一个完整的尺寸，一般由尺寸界线、尺寸线（含尺寸线终端）和尺寸数字（包括符号）等组成，如图 1-10 所示。

尺寸线的终端有箭头和斜线两种形式，如图 1-11 所示。一般机械图样的尺寸线终端画箭头，箭头尖端与尺寸线接触，不得超出也不得分开。尺寸线终端采用斜线形式时，尺寸线与尺寸界线必须垂直，斜线用细实线绘制。同一张图样中只能采用一种尺寸线终端形式。

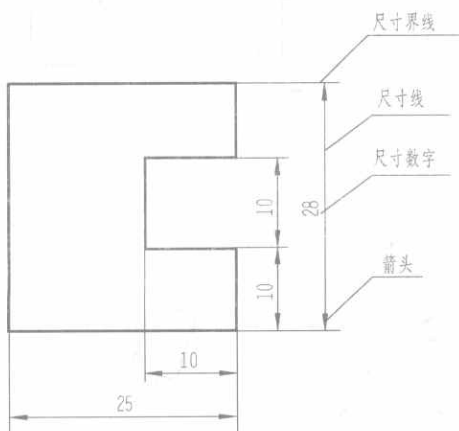
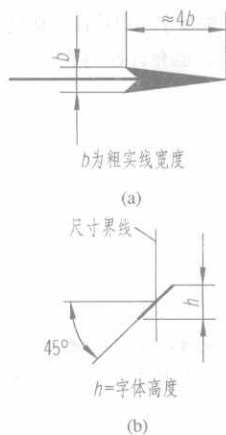


图 1-10 尺寸的组成

图 1-11 尺寸线终端形式
(a) 箭头；(b) 斜线

尺寸的基本注法见表 1-4。

表 1-4

尺寸的基本注法

要素	说 明	图 例
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为尺寸界线, 并超出尺寸线末端约 2~5mm	
尺寸线	尺寸界线一般应与尺寸线垂直, 当尺寸界线过于贴近轮廓线时, 必要时才允许倾斜。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	
尺寸线	尺寸线必须用细实线单独画出, 不能用其他图线代替, 也不能与其他图线重合或画在其延长线上。 标注线性尺寸时, 尺寸线必须与所标注的线段平行。 尺寸线与轮廓线、两平行尺寸线间的距离为 5~10mm。在标注平行尺寸时, 应将小尺寸放在里面, 大尺寸放在外面	(a) 正确 (b) 错误
尺寸数字	线性尺寸的数字一般应注写在尺寸线的上方 [见图 (a)], 也允许注写在尺寸线的中断处 [见图 (b)]	(a) (b)
尺寸数字	线性尺寸数字的注写方向, 一般应按图 (a) 所示的方向注写, 并尽量避免在图示 30°范围内标注尺寸。当无法避免时, 可按图 (b) 所示的形式标注	(a) (b)

续表

要素	说 明	图 例
尺寸数字	在不致引起误解时, 对于非水平方向的尺寸, 其数字也可以水平地注写在尺寸线的中断处。在同一图样中, 应尽可能采用同一种方法	
	尺寸数字不可被任何图线所通过, 否则必须把该图线断开	

3. 常见尺寸的标注方法 (见表 1-5)

表 1-5

常见尺寸的标注方法

项目	说 明	图 例
角 度	标注角度的尺寸界线应沿径向引出, 尺寸线应画成圆弧, 圆心是角的顶点。角度的数字一律水平书写, 一般注写在尺寸线的中断处, 必要时也可注写在尺寸线的上方或外面, 也可引出标注	
圆 的 直 径	圆和大于半圆的圆弧应标注直径, 并在数字前加注符号“ ϕ ”, 其尺寸线应通过圆心	
	标注小圆直径尺寸时, 箭头或数字可分别或同时布置在外面	
圆 弧 半 径	等于半圆和小于半圆的圆弧应标注半径尺寸, 并在数字前加注符号“R”, 其尺寸线应从圆心开始, 箭头指向轮廓线	
	半径过大或图纸范围内无法标出其圆心位置时, 可按图 (a) 所示的形式标注。若不需要标出其圆心位置时, 可按图 (b) 所示的形式标注	
	标注小半径尺寸时, 可按图示的形式标注	