



工程实践系列丛书
高等职业教育技能型人才培养规划教材

工程制图与电气CAD实用教程

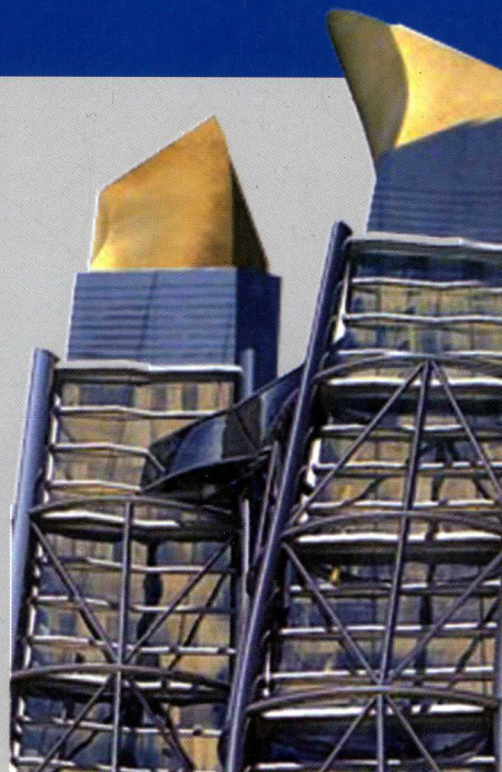
GONGCHENG ZHITU YU DIANQI CAD SHIYONG JIAOCHENG

主 编 ● 徐 健 吴长贵 常允艳
副主编 ● 曾小波 冉书明 张立娟
主 审 ● 段正忠

GONGCHENG ZHITU YU DIANQI
CAD SHIYONG JIAOCHENG



西南交通大学出版社



工程实践系列丛书

高等职业教育技能型人才培养规划教材

工程制图与电气CAD实用教程

主 编 徐 健 吴长贵 常允艳
副主编 曾小波 冉书明 张立娟
主 审 段正忠



西南交通大学出版社

· 成 都 ·

图书在版编目 (C I P) 数据

工程制图与电气 CAD 实用教程 / 徐健, 吴长贵, 常允艳主编. —成都: 西南交通大学出版社, 2014.8

(工程实践系列丛书)

高等职业教育技能型人才培养规划教材

ISBN 978-7-5643-3290-7

I. ①工… II. ①徐… ②吴… ③常… III. ①工程制图—
高等职业教育—习题集 ②电气设备—计算机辅助设计—
AutoCAD 软件—高等职业教育—习题集 IV. ①TB23-44②TM02-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 192019 号

工程实践系列丛书

高等职业教育技能型人才培养规划教材

工程制图与电气 CAD 实用教程

主编 徐健 吴长贵 常允艳

责任编辑	李晓辉
助理编辑	罗在伟
封面设计	柯东琳设计工作室
出版发行	西南交通大学出版社 (四川省成都市金牛区交大路 146 号)
发行部电话	028-87600564 028-87600533
邮政编码	610031
网 址	http://www.xnjdcbs.com
印 刷	成都市书林印刷厂
成品尺寸	185 mm × 260 mm
印 张	16
字 数	422 千字
版 次	2014 年 8 月第 1 版
印 次	2014 年 8 月第 1 次
书 号	ISBN 978-7-5643-3290-7
定 价	36.00 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

随着我国的工业技术水平不断提高,“工学结合”为主的职业教育思想也得到了前所未有的发展。特别是近年来计算机技术的更新换代,更是给传统的手工制图带来了新的变革。本教材是以教育部颁发的《高职高专工程制图课程教学基本要求》为依据,结合多所院校一线制图教师的教学经验,并在广泛吸取同类教材优点的基础上编写而成的。全书注重培养学生的实践能力,可操作性强,符合职业教育“工学结合”的教学思路,为广大职业院校提供实用又好用的工程制图教材。

全书分为上中下三篇,并全面地贯彻了最新的国家标准。

上篇主要介绍工程制图基础。内容包括制图的基本知识和基本技能,点、直线、面投影原理,组合体的视图与尺寸注法,工程结构的常用表示法,零件图与装配图等基本制图方法。对传统的画法几何内容进行了合理的取舍,并以典型立体为载体进行讲解,突出基本绘图、识图能力的培养。在基本体、组合体、表达方法等章节中穿插画轴测图的内容,既可作为提高空间想象能力、又可降低学生的学习难度。

中篇主要介绍 AutoCAD 2010 软件及应用。内容包括 AutoCAD 2010 的安装与设置、二维绘图命令、基本图形绘制与编辑、图层与图块和尺寸与文字标注等。由于计算机 CAD 技术日新月异,CAD 软件种类较多,比如 AutoCAD 系列、Protel 99、Microsoft Visio 等,我们选择工程上比较具有代表性的 CAD 软件来向学生介绍,即 AutoCAD 2010。在编写过程中注重理论与实践训练相结合,突出了应用能力与技能的培养与提高,力求达到高职教育提倡“工学结合”的目的。

下篇主要介绍电气工程图的绘制。内容包括电气工程制图的技术要求、电气工程制图的绘制实例、电子线路绘制实例和建筑电气绘制实例。电气工程的应用十分广泛,因此电气工程图种类也就很多,它是电气工程师用来表达各种设计意图的有效工具,也是电气工程师用来制造、安装、调试的依据,因此有它特殊的绘制要求和绘制技巧。

本教材由重庆水利电力职业技术学院徐健、江苏城市职业学院吴长贵、重庆水利电力职业技术学院常允艳担任主编,湖南理工职业技术学院曾小波、重庆水利电力职业技术学

院冉书明、吉林电子信息职业技术学院张立娟担任副主编。全书由徐健筹划、统稿，段正忠审定。在教材的编写过程中，参考了部分相关教材和文献，并得到了重庆水利电力职业技术学院、江苏城市职业学院、湖南理工职业技术学院和吉林电子信息职业技术学院的领导及老师们的支持与帮助，在此，一并表示衷心的感谢。

本教材可作为高职高专和中专电气工程类、机电工程类等各专业 80~120 学时的工程制图与电气 CAD 课程的教材，也可供有关工程技术人员参考。

由于时间仓促、调查不够深入，加之编者学识水平有限，书中难免有疏漏和欠妥之处，敬请各教学单位和广大读者提出宝贵意见，以便修订时改进。

编者

2014 年 4 月

目 录

上篇 工程制图基础

第 1 章 制图的基本知识和基本技能	1
1.1 制图基本规定	1
1.2 尺规制图工具及其使用	16
1.3 尺规基本几何作图	19
1.4 平面图形的尺寸分析及画图步骤	24
1.5 徒手绘图	26
本章小结	29
第 2 章 点、直线、面投影原理	30
2.1 投影的基本知识	30
2.2 点的投影	31
2.3 直线的投影	37
2.4 平面的投影	44
2.5 直线与平面、平面与平面的相对位置	51
本章小结	54
第 3 章 组合体的视图与尺寸注法	55
3.1 三视图的形成及其特性	55
3.2 组合体的形成方式及其表面间的连接关系	56
3.3 画组合体的视图	59
3.4 组合体的尺寸标注	63
3.5 组合体读图	71
本章小结	80
第 4 章 工程结构的常用表示法	81
4.1 视图	81
4.2 剖视图	84
4.3 断面图	96
4.4 轴测图	98
本章小结	105
第 5 章 零件图与装配图	106
5.1 零件图	106

5.2 装配图	111
本章小结	116

中篇 AutoCAD 2010 软件及应用

第 6 章 AutoCAD 2010 的安装与设置	117
6.1 AutoCAD 2010 的安装	117
6.2 AutoCAD 2010 基本操作	119
6.3 AutoCAD 2010 坐标系使用	125
6.4 AutoCAD 2010 绘图设置	127
本章小结	134
第 7 章 AutoCAD 2010 二维绘图与 编辑命令	135
7.1 二维绘图命令	135
7.2 二维编辑命令	143
本章小结	156
第 8 章 文本与尺寸标注	157
8.1 文本注写	157
8.2 尺寸标注	162
8.3 AutoCAD 的尺寸标注	165
本章小结	179

下篇 电气工程图的绘制

第 9 章 电气制图的基本知识	180
9.1 电气工程图的分类及特点	180
9.2 电气工程 CAD 制图规范	182
9.3 电气图形符号	186
9.4 电气技术中的文字符号和项目代号	197
第 10 章 电气常用部件的画法	207
10.1 电气部件图的画法	207
10.2 接线图	220
第 11 章 电气制图 AutoCAD 2010 上机操作	231
11.1 上机实践操作一——绘制功能图	231
11.2 上机实践操作二——绘制接线图	234
11.3 上机实践操作三——绘制位置接线图	238
11.4 上机实践操作四——绘制电路工程图	240
11.5 上机实践操作五——绘制建筑电气平面图	244
参考文献	250

上篇 工程制图基础

本篇主要介绍工程制图基础,内容包括制图的基本知识和基本技能,点、直线、面投影原理,组合体的视图与尺寸注法、工程结构的常用表示方法,零件图和装配图等的基本制图方法。内容上对传统的画法几何进行了合理的取舍,并以典型立体为载体进行讲解,突出基本绘图、识图能力的培养。

第1章 制图的基本知识和基本技能

■ 学前导读

工程图样是按照国家标准的规定和投影原理绘制的,用于表达工程结构或机件的形状和技术要求,它是制造和加工的依据,是工程技术界的共同语言,是用来进行信息交流的载体,规范性要求很高。为此,对于图纸、字体、图线、作图比例以及尺寸标注等,均由国家标准作出了统一严格的规定,每个制图者都必须掌握并坚决遵守。

要正确地绘制出工程图样,除了熟悉国家标准的有关规定外,还要能正确地使用绘图工具,掌握几何作图的方法和技巧,并通过绘图技能的训练以保证绘图质量,提高绘图速度。

1.1 制图基本规定

随着科学技术的高速发展和相互渗透,自1998年起,我国开始制订并颁布了《技术制图》国家标准。在内容上将机械、土木建筑、电气、制造等行业的基础部分达到统一,并将一些专业画法、注法、代号和符号等不能统一的部分,均同时纳入专业标准。

1.1.1 图纸幅面和格式

图纸幅面和格式由国家标准 GB/T 14689—1993《技术制图 图纸幅面和格式》规定。

1. 图纸幅面

图纸幅面是指图纸宽度与长度组成的图面。绘制技术图样时,应优先采用表 1.1 所规定的基本幅面,如图 1.1 所示。

必要时,也允许选用由基本幅面的短边成整数倍增加后所得出的加长幅面(具体规格可查阅相关标准)。

绘图时,图纸可以竖用(短边水平)或横用(长边水平)。

表 1.1 图纸基本幅面及图框尺寸

(单位: mm)

幅面代号	A0	A1	A2	A3	A4
$B \times L$	841 × 1 189	594 × 841	420 × 594	297 × 420	210 × 297
a	25				
c	10			5	
e	20		10		

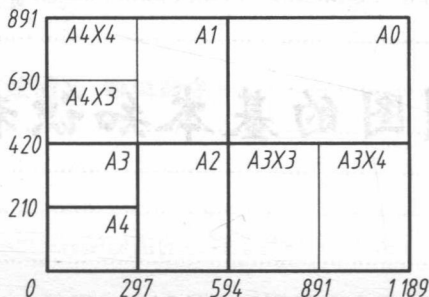


图 1.1 图纸幅面的尺寸关系

2. 图框格式

图纸上限定绘图区域的线框称为图框。在图纸上必须用粗实线画出图框，其格式分为不留装订边和留有装订边两种，但同一产品的图样只能采用同一种格式。图 1.2 所示为不留装订边的图框格式，图 1.3 所示为留有装订边的图框格式。

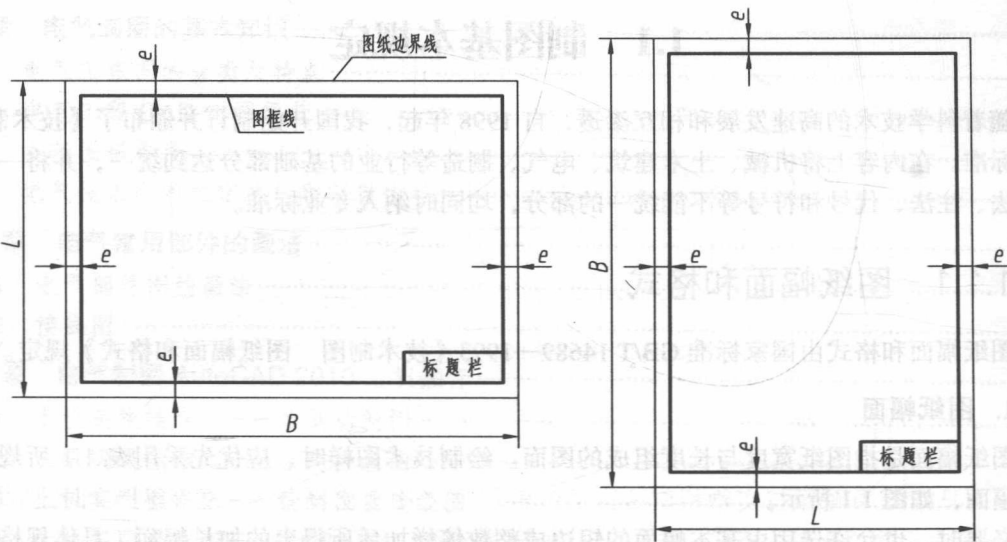


图 1.2 不留装订边的图框格式

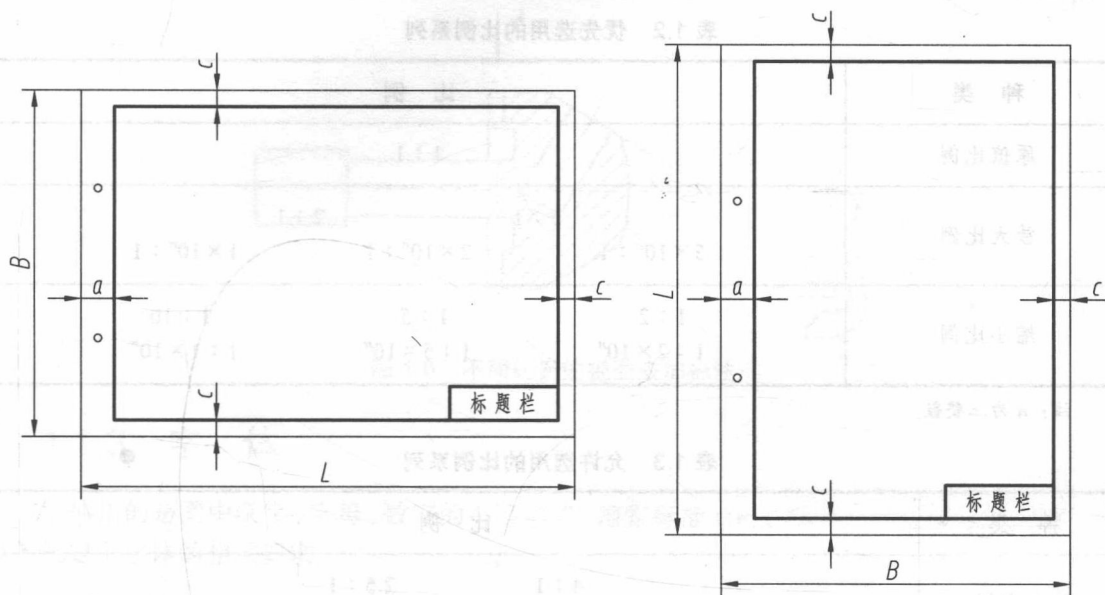


图 1.3 留有装订边的图框格式

3. 标题栏的方位

每张图纸上都必须画出标题栏。标题栏可提供图样自身、图样所表达产品及图样管理的若干信息，是图样不可缺少的内容。

国家标准对标题栏的基本要求、内容、尺寸和格式已作详细规定，可查阅 GB/T 10609.1—1989《技术制图 标题栏》，在此不作介绍。在常规的工程制图时常用图 1.4 所示格式。

标题栏的位置应在图纸的右下角，标题栏中的文字方向为看图方向。

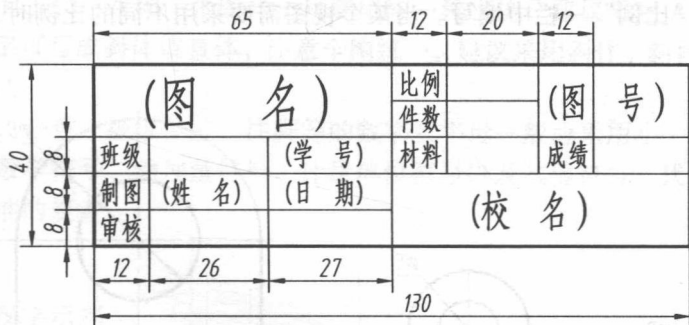


图 1.4 常用标题栏的格式和尺寸

1.1.2 比 例

比例是指图中图形与实物相应要素的线性尺寸之比。比例分为原值比例（即比值为 1，1 : 1）、放大比例（比值大于 1，如 2 : 1）和缩小比例（比值小于 1，如 1 : 2）。

国家标准 GB/T 14690—1993《技术制图 比例》对比例的选择作了规定。绘图时，首先应由表 1.2 规定的系列中选取适当的比例；必要时，也允许选取表 1.3 中的比例。

表 1.2 优先选用的比例系列

种类	比例			
原值比例	1 : 1			
放大比例	$5 \times 10^n : 1$	5 : 1	2 : 1	$1 \times 10^n : 1$
缩小比例	1 : 2 $1 : 2 \times 10^n$	1 : 5 $1 : 5 \times 10^n$	1 : 10 $1 : 1 \times 10^n$	

注：n 为正整数。

表 1.3 允许选用的比例系列

种类	比例				
放大比例		4 : 1 $4 \times 10^n : 1$	2.5 : 1 $2.5 \times 10^n : 1$		
缩小比例	1 : 1.5 $1 : 1.5 \times 10^n$	1 : 2.5 $1 : 2.5 \times 10^n$	1 : 3 $1 : 3 \times 10^n$	1 : 4 $1 : 4 \times 10^n$	1 : 5 $1 : 5 \times 10^n$

注：n 为正整数。

在绘制图样时，应根据实际需要选择放大或缩小比例，但标注尺寸时，则必须按机件的实际尺寸填写，图 1.5 所示为按不同比例绘制的图形。

绘制同一机件的各个视图应采用相同的比例，绘制同一机件的各个视图应采用相同的比例，并在标题栏的“比例”一栏中填写。当某个视图需要采用不同的比例时，必须另行标注，如图 1.6 所示。

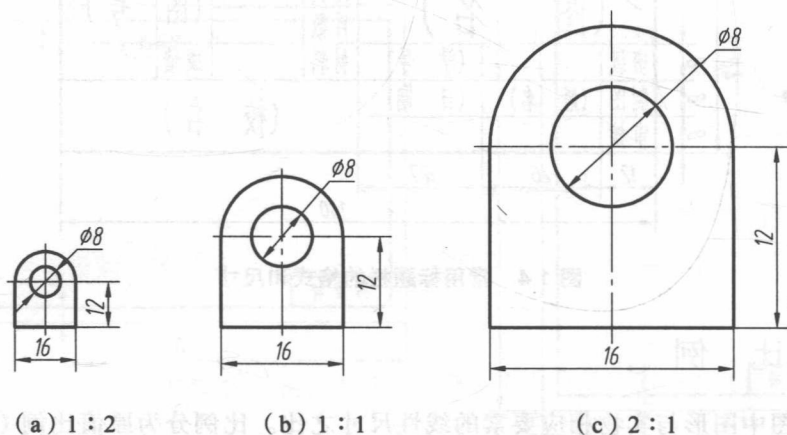


图 1.5 尺寸数字与绘图比例无关

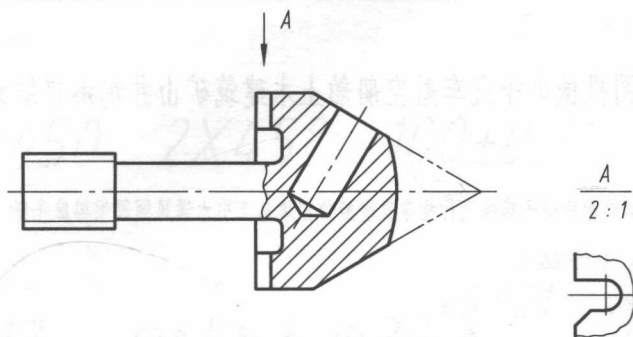


图 1.6 不同比例的视图应加标注

1.1.3 字 体

字体指的是图中汉字、字母、数字的书写形式。国家标准 GB/T 14691—1993《技术制图 字体》规定了字体的相关要求。

1. 基本规定

(1) 图样和技术文件中书写的汉字、数字和字母都必须做到：字体工整、笔画清楚、间隔均匀，排列整齐。

(2) 字体的号数即字体的高度（用 h 表示）必须规范，其公称尺寸系列为：1.8 mm、2.5 mm、3.5 mm、5 mm、7 mm、10 mm、14 mm、20 mm。

(3) 汉字应写成长仿宋体字，并应采用国家正式公布推行的《汉字简化方案》中规定的简化字。汉字的高度 h 不应小于 3.5 mm，其字宽一般为 $h/\sqrt{2}$ 。

(4) 字母和数字分为 A 型和 B 型两种。A 型字体的笔画宽度 d 为字高的 $1/14$ ，B 型字体的笔画宽度 d 为字高的 $1/10$ 。在同一张图样上只能用同一种字体，建议采用 A 型字体。

(5) 字母和数字可写成斜体或直体，注意全图统一，建议采用斜体。斜体字字头向右倾斜，与水平基准线成 75° 。

(6) 用作指数、分数、极限偏差、注脚等的数字及字母一般应采用小一号的字体。

(7) 图样中的数学符号、物理量符号、计量单位符号以及其他符号、代号，应分别符合国家的有关法令和标准的规定。

2. 字体示例

(1) 长仿宋体汉字示例

长仿宋体汉字书写的要领在于：横平竖直，注意起落，结构均匀，填满方格。

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

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) 字母示例 (A型字体)

拉丁字母大写斜体:

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

O P Q R S T U V W X Y Z

拉丁字母小写斜体:

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

o p q r s t u v w x y z

常用希腊字母小写斜体:

α β γ δ φ λ μ ν π θ

(3) 数字示例 (A型字体)

阿拉伯数字斜体:

1 2 3 4 5 6 7 8 9 0

罗马数字斜体:

I II III IV V VI VII VIII IX X



(4) 综合应用示例

$$R8 \quad \phi 50 \quad 2 \times 45^\circ \quad 100 \pm 0.1 \quad \frac{II}{4:1}$$

$$\phi 80 H7 \quad \phi 65 h7 \quad \phi 30 \begin{matrix} +0.021 \\ 0 \end{matrix} \quad \phi 30 \frac{H7}{f6}$$

1.1.4 图线

对于图线, 国家标准 GB/T 17450—1998《技术制图 图线》有详细规定, 此处仅介绍工程图样中常用的线型。

1. 基本线型及应用

工程图样的基本线型及应用规定见表 1.4。

表 1.4 图线的基本线型及应用

图线名称	图线线型	图线宽度	一般应用
粗实线		d	可见轮廓线 电阻、电容元器件 电气线路
细实线		$0.5d$	尺寸线及尺寸界线 剖面线 重合断面的轮廓线 可见过渡线 引出线 分界线及范围线 弯折线 辅助线 不连续的同—表面的连线 成规律分布的相同要素的连线
波浪线		$0.5d$	断裂处的边界线 视图和剖视的分界线
双折线		$0.5d$	断裂处的边界线 视图和剖视的分界线
细虚线		$0.5d$	不可见轮廓线 不可见过渡线
细点画线		$0.5d$	轴线 对称中心线
粗点画线		d	有特殊要求的线或表面的表示线
双点画线		$0.5d$	相邻辅助零件的轮廓线 极限位置的轮廓线 轨迹线 坯料的轮廓线或毛坯图中制成品的轮廓线 假想投影轮廓线 试验或工艺用结构(成品上不存在)的轮廓线 中断线

图 1.7 所示为图线应用示例。

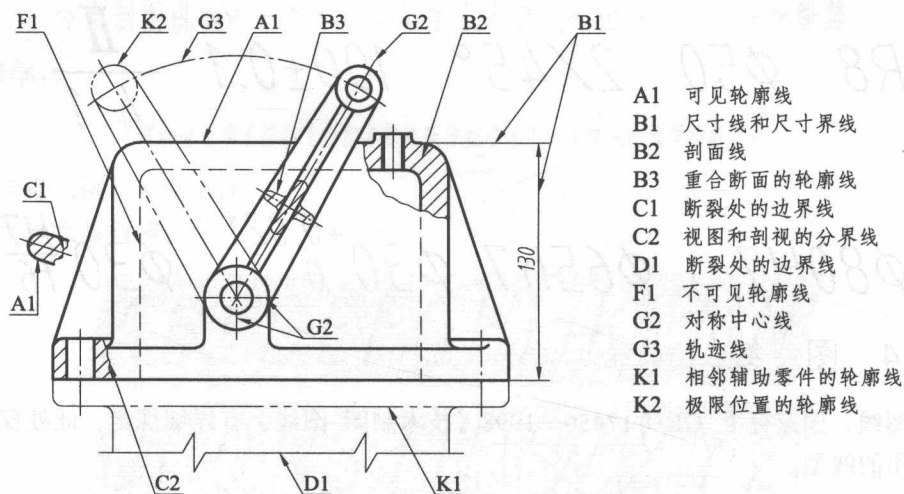


图 1.7 图线应用示例

2. 图线的尺寸

(1) 图线的宽度

所有线型的图线宽度 (d) 应按图样的类型和尺寸大小在下列数系中选择: 0.13 mm、0.18 mm、0.25 mm、0.35 mm、0.5 mm、0.7 mm、1.0 mm、1.4 mm、2 mm。

在同一图样中, 同类图线的宽度应一致。

工程图样上采用两类线宽, 称为粗线和细线, 其宽度比例关系为 2 : 1。

(2) 线素的长度

线素是指不连续线的独立部分, 如点、长度不同的画和间隔。手工绘图时线素的长度如图 1.8 所示。

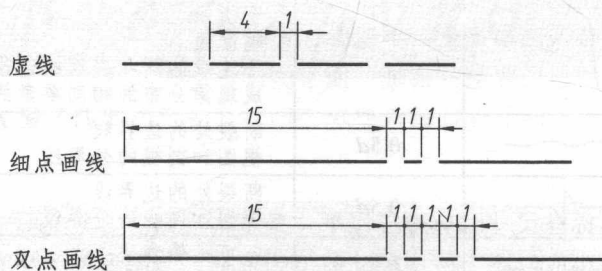


图 1.8 线素的长度

3. 画线时注意事项

(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度和间隔也应大致相等。

(2) 点画线和双点画线的首末两端应为“长画”而不应为“点”。

(3) 绘制圆的对称中心线时, 圆心应为“长画”的交点。首末两端超出图形外 2 ~ 5 mm。

(4) 在较小的图形上绘制细点画线和细双点画线有困难时, 可用细实线代替。

(5) 虚线、点画线或双点画线和实线相交或它们自身相交时,应以“画”相交,而不应为“点”或“间隔”。

(6) 虚线、点画线或双点画线为实线的延长线时,不得与实线相连,应留有空隙。

(7) 图线不得与文字、数字或符号重叠、混淆。不可避免时,应首先保证文字、数字或符号清晰。

(8) 除非另有规定,两条平行线之间的最小间隙不得小于 0.7 mm。

以上注意事项如图 1.9 所示。

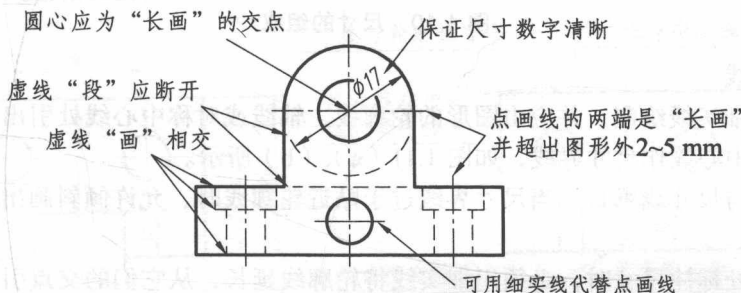


图 1.9 图线注意事项

1.1.5 尺寸注法

图样中的图形只能表示物体的形状,物体各部分的真实大小及准确的相对位置则要靠标注尺寸来确定。尺寸也可以配合图形来说明物体的形状。

图形和图形上的尺寸是加工制造机件的主要依据,如果尺寸标注错误、不完整或不合理,将给生产带来困难,甚至生产出废品而造成浪费。因此,标注尺寸是一项非常重要的工作,必须以极端负责的态度来对待。

图样上标注尺寸的基本要求如下:

- (1) 正确——尺寸注法要符合国家标准的规定。
- (2) 完整——尺寸必须注写齐全,不遗漏,不重复。
- (3) 清晰——尺寸的布局要整齐清晰,便于阅读、查找。
- (4) 合理——所注尺寸既能保证设计要求,同时又要考虑加工、装配、测量方便。

1. 尺寸标注的基本规则

按国家标准规定,标注尺寸时应遵守以下 4 条基本规则。

- (1) 机件的真实大小应以图上所注尺寸数值为依据,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。
- (3) 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。
- (4) 图样中的尺寸,以 mm 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,则必须注明相应的计量单位的代号或名称。

2. 尺寸的组成

每个完整的尺寸,一般应由尺寸界线、尺寸线和尺寸数字组成,通常称为尺寸的三要素,如图 1.10 所示。

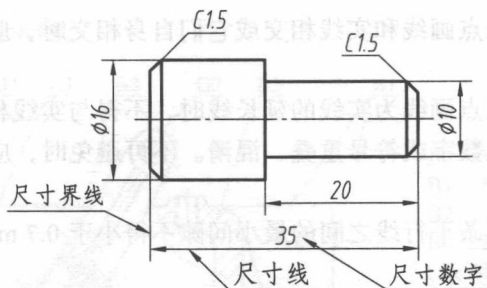


图 1.10 尺寸的组成

(1) 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，如图 1.11 (a)、(b) 所示。

尺寸界线应与尺寸线垂直。当尺寸界线过于贴近轮廓线时，允许倾斜画出。如图 1.11 (c) 所示。

在光滑过渡处标注尺寸时，必须用细实线将轮廓线延长，从它们的交点引出尺寸界线。如图 1.11 (d) 所示。

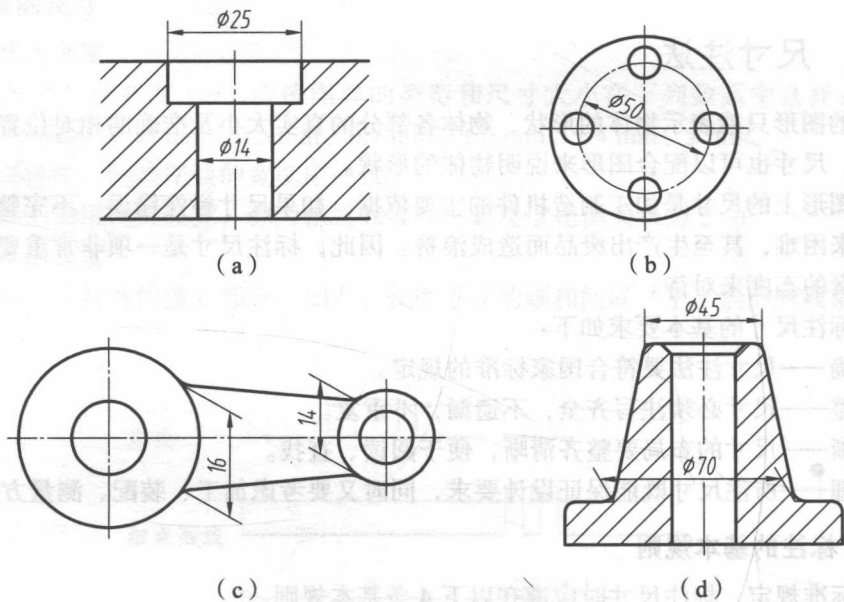


图 1.11 尺寸界线的画法

(2) 尺寸线

尺寸线用细实线绘制。其终端可以有箭头和斜线两种形式。同一图样上只能采用一种尺寸线终端的形式。机械电气制图中多用箭头形式，土建制图中多用斜线形式。

箭头的形式如图 1.12 所示，适用于各种类型的工程图样。

斜线用细实线绘制，其方向以尺寸线为准，逆时针旋转 45° ，如图 1.13 所示。