



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

李 阳 主 编

李爱国 副主编



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 李 阳
副主编 李爱国
编 写 蔡 玲 袁东麟 李 音
主 审 卢 杉



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。

本书共由四个模块组成,每个模块包含若干章节,既相互衔接,又自成体系。模块一为绘图识图基础,保证具有足够的基础知识,教学内容循序渐进,通俗易懂;模块二为计算机绘图基础,采用 AutoCAD 最新版本编写,体现了教材的先进性,可适应学生就业对计算机绘图的要求;模块三、模块四为机械图样和专业图样,为满足机械类、近机类专业及相关电力专业的不同要求,紧密结合专业课程、职业技能鉴定和相关的实习内容,增强了专业的针对性。不同专业、不同学时可以根据需要选用不同模块。本书与李阳主编的《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/李阳主编. —北京:中国电力出版社,2010

全国电力职业教育规划教材

ISBN 978 - 7 - 5083 - 9802 - 0

I. ①工… II. ①李… III. ①工程制图—职业教育—教材
IV. ①TB23

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 217334 号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街 19 号 100005 <http://jc.cepp.com.cn>)

北京市同江印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2010 年 2 月第一版 2011 年 11 月北京第二次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 14 印张 335 千字

定价 22.40 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

《工程制图》教材是根据教育部制定的“高职高专教学的基本要求”，结合高等电力职业教育人才培养的需要，推行模块式课程结构，实行一体化教学改革，由具有丰富教学经验的教师在长期教改实践的基础上编写而成的。

本书在编写过程中，努力体现高等职业教育教学的特点，全面贯彻最新《技术制图和机械制图》国家标准，更新课程体系，把握办学定位及培养模式的深刻内涵，力求以专业、职业需要为依据，以应用为目的，以能力为核心，以理论“必须、够用”为度，精选教学内容。

本书共由四个模块组成，每个模块包含若干章节，既相互衔接，又自成体系。模块一为绘图识图基础，保证具有足够的基础知识，教学内容循序渐进，通俗易懂；模块二为计算机绘图基础，采用 AutoCAD 最新版本编写，体现了教材的先进性，可适应学生就业对计算机绘图的要求；模块三、模块四为机械图样和专业图样，为满足机械类、近机类专业以及相关电力专业的不同要求，紧密结合专业课程、职业技能鉴定和相关的实习内容，增强了专业的针对性。不同专业、不同学时可以根据需要选用不同模块。例如，供用电技术、高压输电线路施工及运行与维护、电气自动化等专业可以采用第一模块和第二模块；发电厂及电力系统专业可以采用第一模块、第二模块和第四模块的十一章部分；热动、火电厂集控运行、汽轮机设备安装与检修等专业可以采用第一模块、第二模块、第三模块和第四模块的十二章部分内容；机械类和近机类专业可以采用第一模块、第二模块和第三模块；当然还可以根据需要取舍第二模块计算机绘图部分。同时，不同专业还可以根据需要选择模块中“※”号的内容。

本书由长沙电力职业技术学院李阳担任主编，李爱国担任副主编。参加本书编写工作的有：长沙电力职业技术学院李阳（第一章、第四章、第五章、第八～十章、附录），长沙电力职业技术学院李爱国（第二章、第三章），长沙电力职业技术学院蔡玲（第六章），长沙电力职业技术学院袁东麟（第七章、第十二章），长沙电力职业技术学院李音（第十一章）。

本书由焦作大学卢杉主审。主审老师提多了许多宝贵的意见和建议，在此表示感谢。

由于编者水平所限，书中不妥之处在所难免，恳请广大读者批评指正。

编者

2009.10

目 录

前言

模块一 绘图识图基础

第一章 制图的基本知识	1
第一节 《技术制图与机械制图》国家标准基本规定	1
第二节 几何作图	14
第三节 平面图形	19
第二章 正投影与三视图	21
第一节 正投影法	21
第二节 三视图的形成及其投影规律	22
第三节 点、直线、平面的投影	24
第三章 基本体	32
第一节 平面立体的投影	32
第二节 回转立体的投影	34
第三节 基本体的尺寸注法	38
第四章 切割体与相贯体	39
第一节 切割体的投影	39
第二节 相贯体的投影	45
第五章 组合体	49
第一节 组合体的组合形式	49
第二节 组合体三视图的画法	50
第三节 组合体三视图的尺寸标注	54
第四节 轴测图	57
第五节 组合体三视图的识读	62
第六章 机件常用的表达方法	69
第一节 视图	69
第二节 剖视图	72
第三节 断面图	80
第四节 局部放大图和简化画法	83
第五节 表达方法综合应用	86

模块二 计算机绘图基础

第七章 计算机 AutoCAD 绘图基础	89
第一节 操作界面	89
第二节 创建及保存图形文件	90
第三节 绘图基本步骤	91
第四节 命令的操作方法	94
第五节 常用绘图工具	94
第六节 二维绘图命令	97
第七节 二维编辑修改命令	103
第八节 尺寸标注	106
第九节 绘图实例	107

模块三 机械图样

第八章 标准件与常用件	113
第一节 螺纹与螺纹紧固件	113
第二节 键与销	124
第三节 齿轮	127
第四节 滚动轴承	130
第五节 弹簧	134
第九章 零件图	138
第一节 零件图视图的选择	138
第二节 零件图的尺寸	140
第三节 零件图上常见的技术要求	144
第四节 零件图的识读	153
第十章 装配图	160
第一节 装配图的视图	160
第二节 装配图的尺寸标注、技术要求及编号	163
第三节 装配图的画法	165
第四节 识读装配图	168

模块四 专业图样

第十一章 电气图	171
第一节 电气制图的规则与符号	171
第二节 电气图绘制简介	175
第三节 电气图的种类	176

第四节 电气图识读.....	177
第十二章 热动专业图.....	182
第一节 布置图.....	182
第二节 系统图.....	186
第三节 热力系统图.....	189
第四节 管道安装图.....	193
第五节 设备安装图.....	199
附录.....	202
参考文献.....	214

模块一 绘图识图基础

第一章 制图的基本知识

工程图样是生产过程的重要的技术文件之一，是信息的载体。它传递着设计的意图，集合着加工制造的指令，是工程界共同的技术语言。因此，工程技术人员都必须熟悉和掌握制图的基本知识和基本技能。

第一节 《技术制图与机械制图》国家标准基本规定

为适应现代化的生产和管理，国家质量技术监督局根据国际标准化组织制定的国际标准，制订并发布了我国的国家标准《技术制图》和《机械制图》。本节将主要介绍《技术制图》和《机械制图》国家标准中有关图纸幅面、格式、字体、比例、图线和尺寸标注的规定。

一、图纸幅面和格式 (GB/T 14689—2008)

国家标准 (GB/T 14689—2008) 规定了图纸的幅面尺寸和格式，适用于技术图样及其有关技术文件。

1. 图纸幅面

图纸幅面是指绘制图样时所采用的纸张的大小，为了便于图纸管理及合理利用，国家《技术标准》规定：在绘制技术图样时，应优先采用表 1-1 的基本幅面。

表 1-1 图纸幅面及周边尺寸 mm

幅面代号	幅面尺寸 $B \times L$	周 边 尺 寸		
		a	e	c
A0	841×1189	25	20	10
A1	594×841			
A2	420×594		10	5
A3	297×420			
A4	210×297			

必要时，也允许加大幅面，其尺寸由基本幅面的短边成整数倍增加后得出的。

2. 图框格式

绘图时，必须在图纸上用粗实线画出图框，且图样必须绘制在图框内部。国家标准规定图框格式分为留装订边和不留装订边两种。不留装订边的图框格式如图 1-1 (a)、(b) 所示，留装订边的图框格式如图 1-1 (c)、(d) 所示，其周边尺寸规定详见表 1-1。

同一产品的图样只能采用同一种图框格式。

二、标题栏 (GB/T 10609.1—2008)

每张图样上都必须绘制标题栏。标题栏的方位一般按图 1-1 所示的方向配置在图纸的

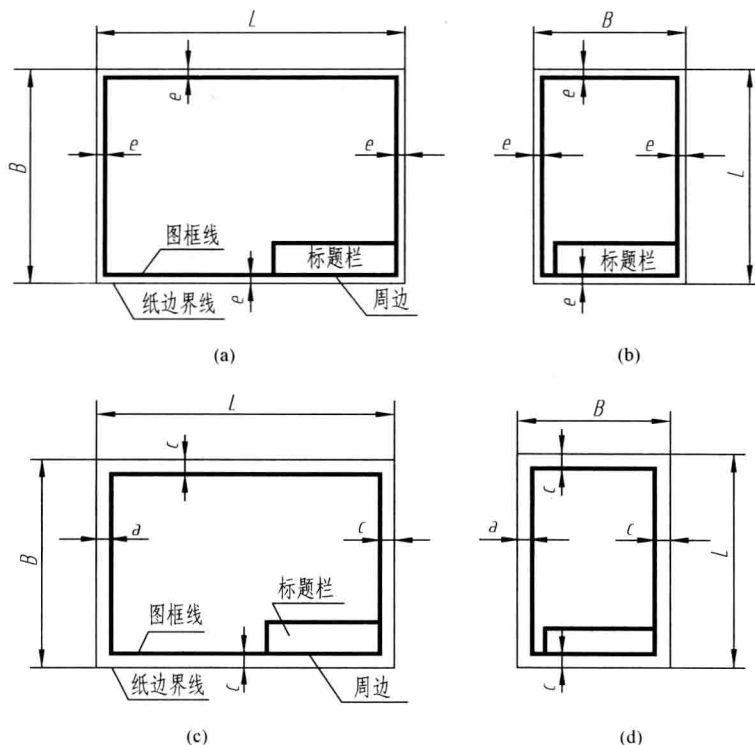


图 1-1 图框格式

- (a) 不留装订边横放格式；(b) 不留装订边竖放格式；
(c) 留装订边横放格式；(d) 留装订边竖放格式

右下角，标题栏中的文字通常与看图的方向保持一致。需要时也可将标题栏放在右上角。这种情况以方向符号指示的方向为看图方向，方向符号为边长 6mm 的等边三角形，如图 1-2 所示。

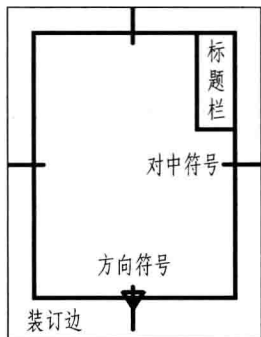


图 1-2 方向符号

国家标准 (GB/T 10609.1—2008) 规定了标题栏的格式和尺寸，如图 1-3 (a) 所示；国家标准《技术制图 明细栏 GB/T 10609.2—1989》规定了装配图中的明细栏的格式和尺寸，如图 1-3 (b) 所示。

根据教学的实际需要，本书对零件图和装配图的标题栏及明细表进行了简化，建议学生做制图作业时采用如图 1-4 (a) 所示的零件图标题栏的格式和如图 1-4 (b) 所示装配图明细栏的格式。

三、比例 (GB/T 14690—1993)

图样的比例是指图样中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比。

图样比例分为原值比例、缩小比例、放大比例三种。

原值比例，即比值为 1 的比例，写作 1:1；

缩小比例，即比值小于 1 的比例，写作 1:n，如 1:2 等；

放大比例，即比值大于 1 的比例，写作 n:1，如 2:1 等。

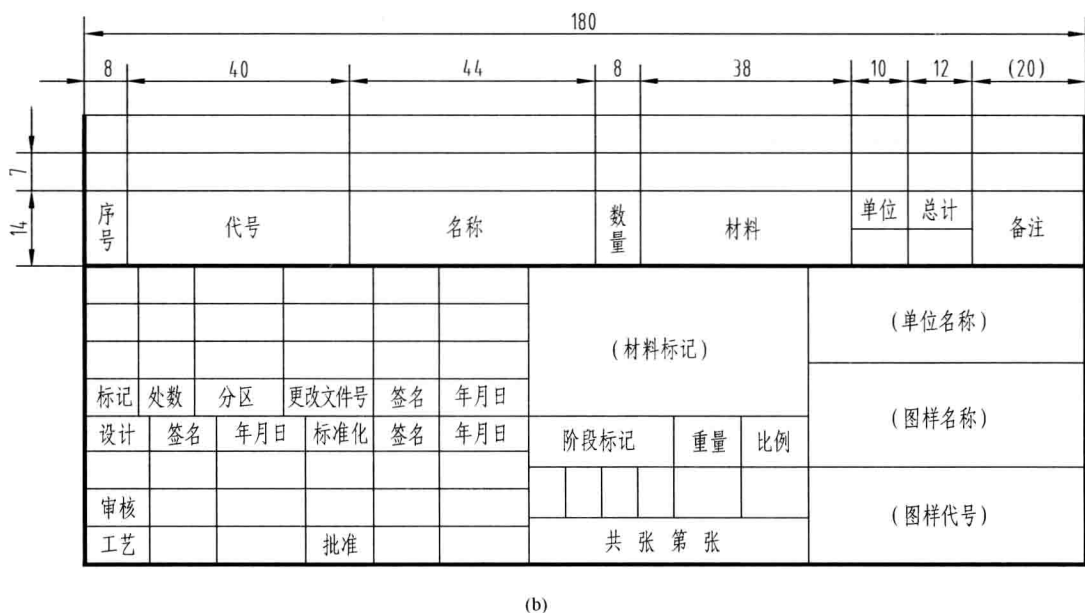
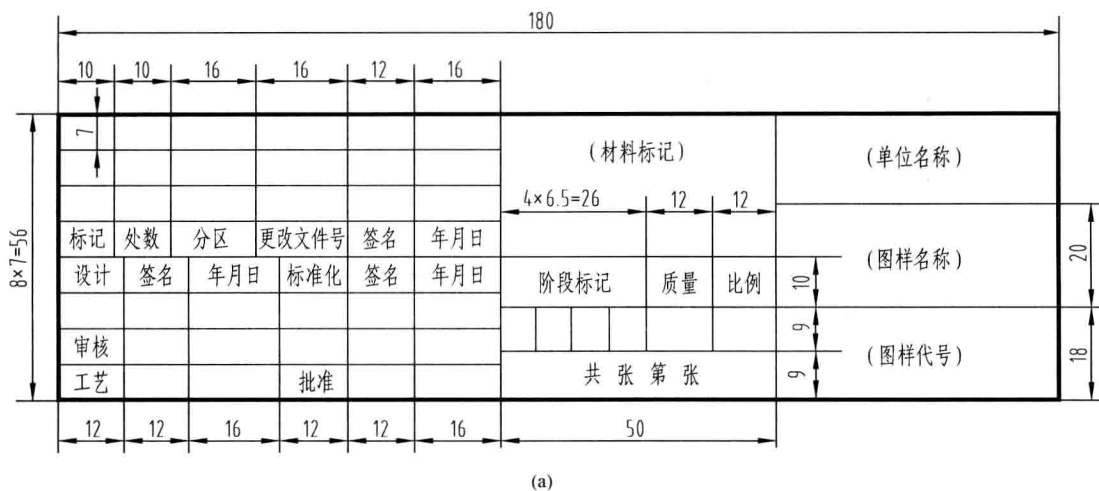


图 1-3 标题栏与明细栏

(a) 标题栏的格式和尺寸; (b) 明细栏的格式和尺寸

绘制图样时, 为方便画图 and 看图, 应尽量采用能够直接反映机件真实大小的原值比例画图。但在实际过程中, 受机件大小和复杂程度的影响, 需要用比例绘制图样时, 应优先选用表 1-2 所示的比例系列。

表 1-2

优先选用的比例系列

种 类	比 例	种 类	比 例
原值比例	1 : 1	放大比例	2 : 1
缩小比例	1 : 2		5 : 1
	1 : (2×10 ⁿ)		(2×10 ⁿ) : 1
	1 : 5		(5×10 ⁿ) : 1
	1 : 10		(1×10 ⁿ) : 1
	1 : (5×10 ⁿ)		
	1 : (1×10 ⁿ)		

注 n 为正整数。

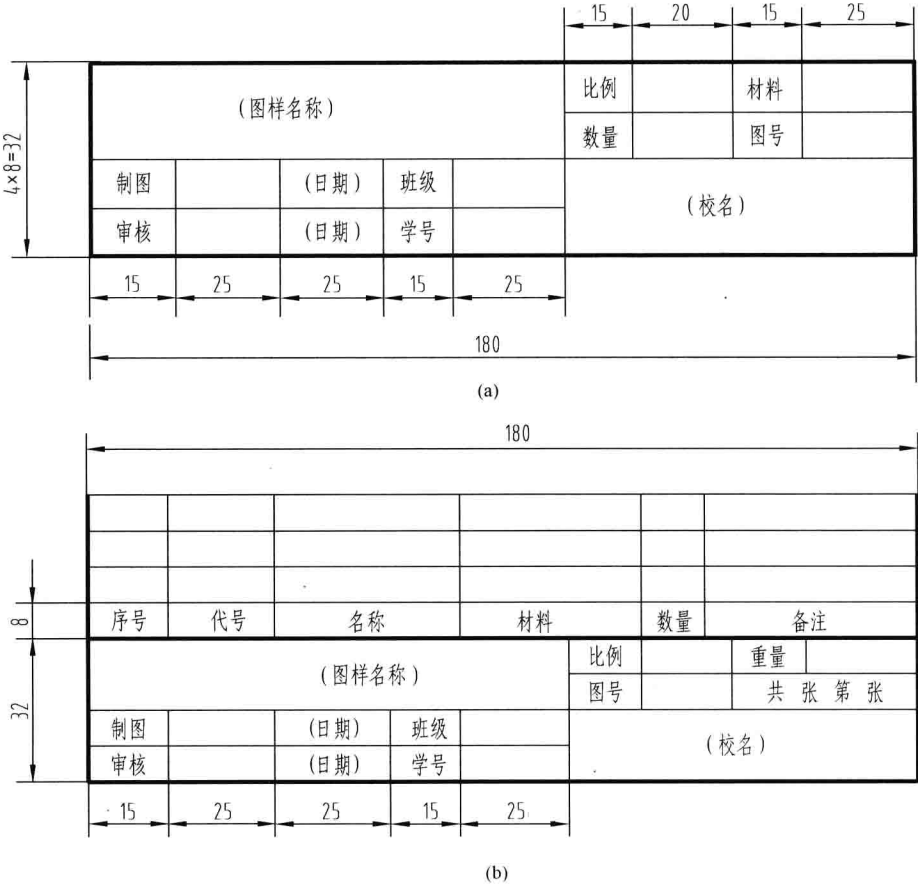


图 1-4 建议使用的标题栏与明细栏格式
(a) 作业中的标题栏；(b) 作业中的明细栏

必要时，也允许选用表 1-3 的比例。

表 1-3 比 例 系 列

缩小比例	1 : 1.5	1 : 2.5	1 : 3	1 : 4	1 : 6
	1 : (1.5×10 ⁿ)	1 : (5×10 ⁿ)	1 : (3×10 ⁿ)	1 : (4×10 ⁿ)	1 : (6×10 ⁿ)
放大比例	4 : 1	2.5 : 1			
	(4×10 ⁿ) : 1	(2.5×10 ⁿ) : 1			

注 *n* 为正整数。

注意：不论采用何种比例绘图，图样上所标注的尺寸数值均应为机件的实际尺寸，必须按原值标注，与图样的比例大小、绘图的准确度无关，如图 1-5 所示。

绘制机件同一图样的各个视图时，应尽量采用相同的比例，并在标题栏比例栏中统一标明。

当某视图需要采用不同的比例时，必须另行标注，可以标注在视图名称的右侧或下方。例如：

$\frac{I}{5:1}$ $\frac{A \text{ 向}}{1:200}$ $\frac{B-B}{10:1}$ $\frac{\text{墙板位置图}}{1:500}$ 平面图 $1:200$

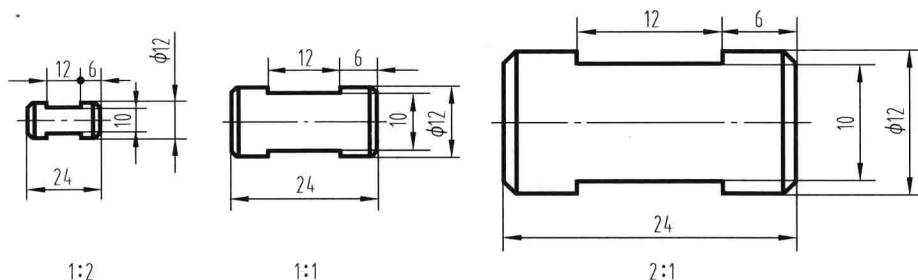


图 1-5 比例和尺寸数值

四、字体 (GB/T 14691—1993)

图样上除了用图形表达机件的结构形状外，还需要用文字、数字和字母等注明机件的大小和技术要求等。

国家标准 (GB/T 14691—1993) 对字体 (汉字、字母和数字) 的正确书写作了规定。要求书写图样中的字体时必须做到：字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。

字体的大小要选择适当。字体号数 (即字体高度数字，字体高度单位为 mm) 的公称尺寸系列为 1.8、2.5、3.5、5、7、10、14、20，如果需要书写更大的字体，则字体号数可以按 $\sqrt{2}$ 的比例递增。

1. 汉字

规定汉字的字体为长仿宋体，并且采用中华人民共和国国务院正式公布推行的《汉字简化方案》中的简化字。

汉字的高度不得小于 3.5mm，字宽一般为 $h/\sqrt{2}$ 。

长仿宋体汉字的书写要领是：横平竖直、结构均匀、注意起落、填满方格。

汉字书写示例如下所示：

字体工整 笔画清楚
间隔均匀 排列整齐

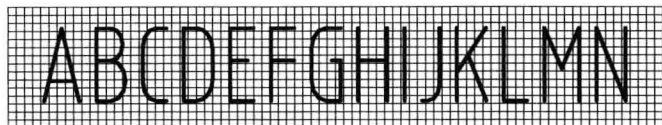
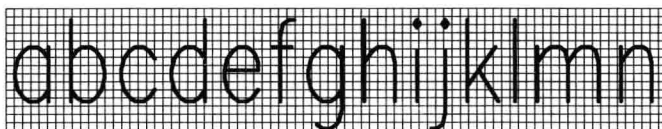
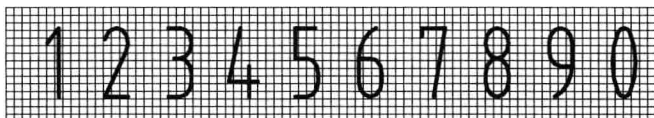
2. 字母和数字

字母和数字分为 A 型和 B 型字体。A 型字体的笔画宽度是字高的 1/14，B 型字体的笔画宽度是字高的 1/10。

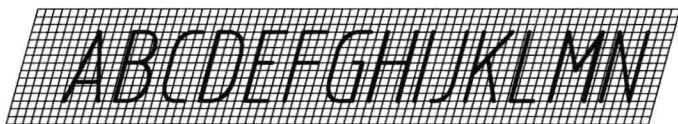
字母和数字可以写成直体或斜体两种形式。斜体字字头向右倾斜，与水平基准线呈 75° 角。

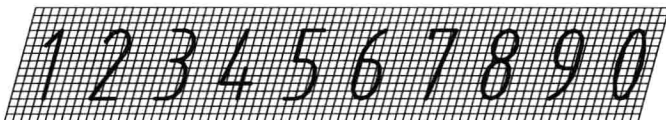
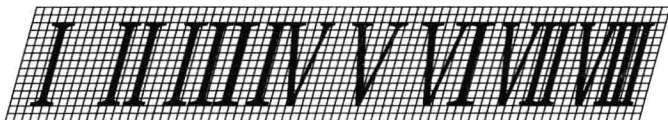
在同一图样中，只能选用一种类型的字体。

A 型直体字母和数字书写示例：

A 型斜体字母和数字书写示例:



3. 图样中的书写规定

用做分数、指数、极限偏差、注脚等的字母和数字一般应采用小一号的字体:

Tr 10^2 $\phi 30 \begin{smallmatrix} +0.012 \\ -0.025 \end{smallmatrix}$ $\pm 20 \begin{smallmatrix} +0.021 \\ -0.011 \end{smallmatrix}$ D_1

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和代号应分别符合国家的有关规定和标准。

五、图线 (GB/T 17450—1998, GB/T 4457. 4—2002)

1. 线型

图样中的图形是由各种图线构成的。国家标准 GB/T 17450—1998《技术制图 图线》

规定了绘制技术图样的 15 种基本线型的结构、尺寸、标记和绘制规则,并且规定了线型的变形和相互组合。国家标准 GB/T 4457.4—2002《机械制图 图线》对本标准进行了补充。常用图线的名称、形式和应用见表 1-4。

表 1-4 常用图线线型及其应用

序号	代码 No.	形 式	一 般 应 用
1	01.1	细实线 	1. 过渡线 2. 尺寸线和尺寸界线 3. 指引线和基准线 4. 剖面线 5. 重合剖面的轮廓线 6. 短中心线 7. 螺纹的牙底线 8. 表示平面的对角线 9. 范围线及分界线 10. 辅助线 11. 投影线 12. 辅助线 13. 不连续的同一表面的连线 14. 成规律分布的相同要素的连线
2	01.1	波浪线 	1. 断裂处边界线 2. 视图与剖视图的分界线
3	01.1	双折线 	1. 断裂处的边界线 2. 视图与剖视图的分界线
4	01.2	粗实线 	1. 可见棱边线 2. 可见轮廓线 3. 相贯线 4. 螺纹牙顶线和终止线 5. 齿顶圆(线) 6. 剖切符号用线
5	02.1	细虚线 	1. 不可见棱边线 2. 不可见轮廓线
6	02.2	粗虚线 	允许表面处理的表示线
7	04.1	细点画线 	1. 轴线和中心对称线 2. 分度圆(线) 3. 孔系分布的中心线 4. 剖切线
8	04.2	粗点画线 	限定范围表示线

续表

序号	代码 No.	形 式	一 般 应 用
9	05.1	细双点画线 	1. 相邻辅助零件的轮廓线 2. 可动零件的极限位置的轮廓线 3. 重心线 4. 成形前轮廓线 5. 剖切面前的结构轮廓线 6. 轨迹线 7. 毛坯图中制成品的轮廓线 8. 工艺用结构的轮廓线 9. 中断线

2. 图线应用

图线的应用如图 1-6 所示。

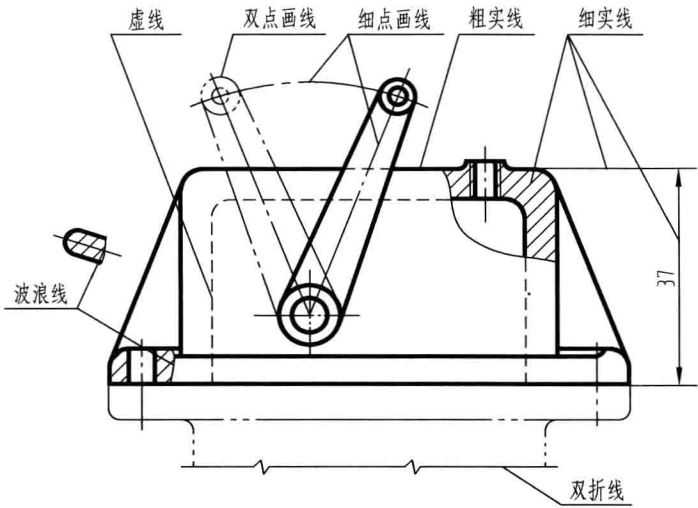


图 1-6 图线的应用

3. 宽度

图线分为粗、细两种。国家标准 GB/T 4457.4—2002《机械制图 图线》规定粗、细两种线宽比例为 2 : 1。规定图线宽度组别为 0.25mm、0.35mm、0.5mm、0.7mm、1mm、1.4mm、2mm。

粗线的宽度应按图的大小和复杂程度选用，绘图时，优先选用粗线宽度 0.5mm 或 0.7mm。同一图样中，相同线型的宽度应一致。

4. 画法

- (1) 同一图样中，相同线型的宽度应保持一致。
- (2) 点画线、虚线、双点画线及粗点画线的短画或长画的长度和短间隔应该大致相等。
- (3) 除非另有特殊规定，两条平行线（包括剖面线）之间的距离不得小于粗实线宽度的两倍，即两条平行线的最小距离不得小于 0.7mm。
- (4) 基本线型应该恰当相交于画线处，即粗实线、点画线、虚线、双点画线各自或相互

相交时必须相交于画线处,如图 1-7 (a) 所示。

(5) 在较小的图形上绘制点画线或双点画线比较困难时,可以用细实线代替,如图 1-7 (b) 所示。

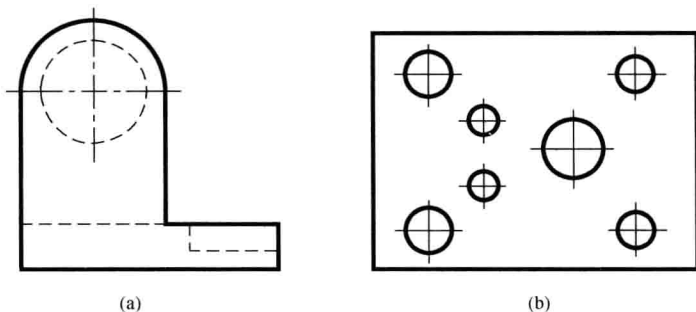


图 1-7 图线画法

(a) 基本线相交于画线处; (b) 用细实线代点画线

六、尺寸注法 (GB/T 16675.2—1996, GB/T 4458.4—2003)

在图样中,图形只能表达机件的结构形状,而要确定机件的大小及各部分之间的相互位置关系还必须标注图样的尺寸。因此,标注尺寸也是图样中不可缺少的重要组成部分。

(一) 基本规则

(1) 机件的真实大小应以图样上所标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,不需标注单位符号(或名称),如采用其他单位,则应注明相应的单位符号。

(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。

(二) 标注尺寸的要素

一个完整的尺寸标注由尺寸界限、尺寸线和尺寸线终端、尺寸数字和符号三组要素组成。

1. 尺寸界线

尺寸界线表示所注尺寸的起止范围,用细实线绘制。尺寸界线应由图形的轮廓线、轴线、对称中心线处引出,也可以利用轮廓线、轴线、对称中心线作为尺寸界线,如图 1-8 所示。

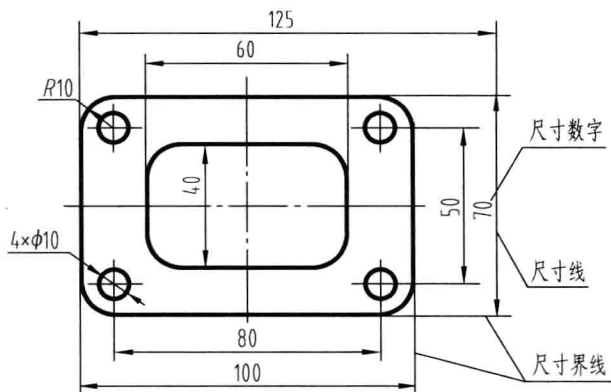


图 1-8 标注尺寸的要素

2. 尺寸线和尺寸线终端

(1) 尺寸线。尺寸线用细实线绘制。尺寸线必须单独画出,尺寸线不能用其他图线代替,一般也不得与其他图线重合或绘制在其延长线上,标注时应尽量避免与其他尺寸线或尺寸界线交错。标注线性尺寸时,尺寸线必须与所标注的线段平行,平行线的间隔不得小

于 5mm。

(2) 尺寸线终端。尺寸线终端有箭头和斜线两种形式, 箭头适用于各种类型的图样, 其

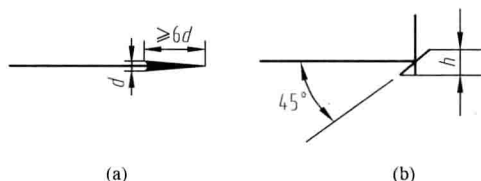


图 1-9 尺寸线的终端形式

(a) 箭头的画法; (b) 斜线的画法

形式如图 1-9 (a) 所示。斜线用细实线绘制, 当尺寸线的终端采用斜线形式时, 尺寸线必须与尺寸界线垂直, 斜线形式如图 1-9 (b) 所示。图中 d 为粗实线的宽度, h 为字体的高度。

同一张图样中尺寸线终端只能采用一种形式。通常机械图样中尺寸线终端采用箭头的形式。在地位不够的情况下, 还允许用圆点或斜线

代替箭头, 如图 1-19 所示。

尺寸界线应超出尺寸线约 2~5mm, 一般情况下尺寸线应与尺寸界线垂直, 如图 1-8 所示。必要时才允许倾斜, 如图 1-17 所示。

3. 尺寸数字和符号

(1) 尺寸数字。一般线性尺寸的数字注写方向如图 1-10 (a) 所示, 并尽可能避免在图示 30° 范围内标注尺寸。当无法避免时的标注形式如图 1-10 (b) 所示。

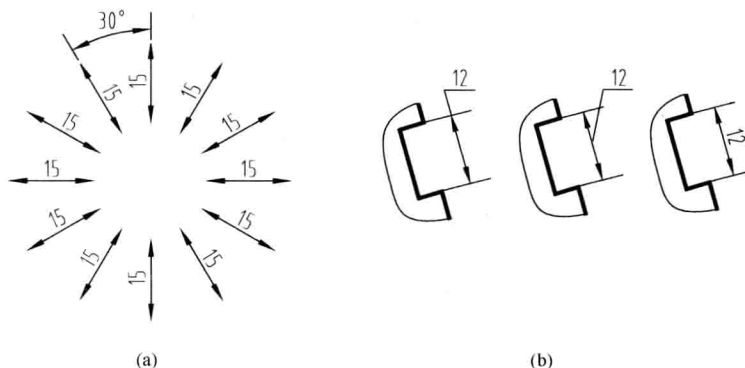


图 1-10 线性尺寸数字的注写方向

(a) 数字的一般注写方向; (b) 数字的特殊注写方向

在不致引起误解的情况下, 对于非水平方向的尺寸, 也允许其数字水平地注写在尺寸线的中断处, 如图 1-11 所示。

在同一张图样中, 应尽可能采用同一种注写方法。

(2) 符号。

1) 圆和圆弧。标注直径尺寸, 应在尺寸数字前加注符号 “ ϕ ”, 如 $\phi 40$; 标注半径尺寸, 应在尺寸数字前加注符号 “ R ”, 如 $R20$ 。

2) 球面。标注球面的直径或半径时, 应在符号 “ ϕ ” 或 “ R ” 前再加注符号 “ S ”, 如 $S\phi 30$ 。标注螺钉或铆钉的头部、轴 (包括螺杆) 或手柄的端部等, 在不致引起误解的情况下, 可以省略符号 “ S ”。

3) 弧长。标注弧长时, 应在尺寸数字左侧加注符号 “ $\frown$ ”。

4) 正方形。标注断面为正方形结构的尺寸时, 应在正方形边长尺寸数字前加注符号

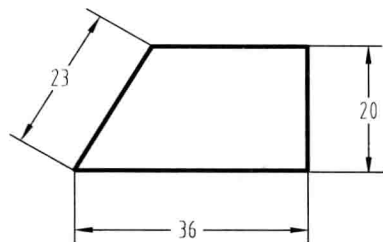


图 1-11 线性尺寸数字的注写方向