



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

王枕霞 张海萍 主 编
李军丽 孙安荣 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 王枕霞 张海萍
副主编 李军丽 孙安荣
编 写 刘福强 冀向永
主 审 张大庆



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。

本书主要包括：工程制图基本知识与技能、投影基础知识、立体及交线、轴测投影、组合体、机件的常用表达方法、标准件及常用件、零件图、装配图、其他图样、计算机绘图等。

本书可作为高职高专非机械类专业工程制图教材，也可供有关工程技术人员参考使用。

工程制图

王枕霞 主编
李 丽 主编
王 丽 主编
王 丽 主编
王 丽 主编
王 丽 主编

图书在版编目 (CIP) 数据

工程制图/王枕霞主编. —北京：中国电力出版社，2007

全国电力职业教育规划教材

ISBN 978-7-5083-5829-1

I. 工... II. 王... 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 (2007) 第 088751 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>)
汇鑫印务有限公司印刷
各地新华书店经售

*

2007 年 8 月第一版 2007 年 8 月北京第一次印刷
787 毫米×1092 毫米 16 开本 14.25 印张 357 千字
印数 0001—3000 册 定价 21.60 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

工程制图课是工科类专业的基础课程，高职工程制图课的教学目标为以培养识读、绘制工程图样能力为主。为了适应高职教育拓宽专业面、优化课程结构、精选教学内容的发展趋向需要，在集合编者多年来教学改革的经验基础上，编写了这本《工程制图》教材及与之配套的《工程制图习题集》。该套教材的建议学时数为 60~120 学时。

本书主要有以下特点：

(1) 淡化画法几何内容和手工作图部分。由于各院校对《工程制图》教学课时都作了不同程度的压缩，因此教材对传统工程制图的内容作了一定的删减，尤其对画法几何的内容，本书仅选用了最基本和必要的部分。教材其他内容的选择也力求做到少而精，针对性强，简练实用。

(2) 本书采用我国最新颁布的《机械制图》和《技术制图》国家标准。

(3) 为了适应非机械类不同专业需要，增设了其他图样一章。

(4) 本书计算机绘图部分选用 AutoCAD2004 版本，主要介绍其基本操作、绘图与编辑，通俗易懂，便于讲授与自学。

本书由保定电力职业技术学院的王枕霞、张海萍任主编，李军丽、孙安荣任副主编。参加编写的有冀向永（第一章）、张海萍（第二、五、六章）、王枕霞（第四、九、十章）、李军丽（第三、八章）、刘福强（第七章）、孙安荣（第十一章）。本书由华北电力大学的张大庆老师担任主审。在编写过程中，得到了所在单位有关领导及工程图学教师的支持与帮助，在此表示衷心的感谢。

由于编者水平所限，书中难免有错误与不当之处，敬请读者批评指正。

编 者

2007 年 4 月

目 录

前言	
绪论	1
第一章 工程制图的基本知识与技能	2
第一节 国家标准《技术制图》和《机械制图》的有关规定	2
第二节 绘图工具及其使用	10
第三节 几何作图	11
第四节 平面图形的分析与画法	15
第二章 投影基础知识	18
第一节 投影法及三视图	18
第二节 点的投影	22
第三节 直线的投影	25
第四节 平面的投影	27
第三章 立体及交线	32
第一节 平面立体	32
第二节 回转体	36
第三节 平面与立体表面相交	40
第四节 立体与立体表面相交	46
第五节 基本体的尺寸标注	52
第四章 轴测投影	55
第一节 轴测图的基本知识 (GB/T 4458.3—1984)	55
第二节 正等轴测图 (GB/T 4458.3—1984)	56
第三节 斜二测轴测图 (GB/T 4458.3—1984)	60
第四节 组合立体的轴测图画法	61
第五章 组合体	64
第一节 组合体组成分析	64
第二节 组合体三视图的画法	65
第三节 组合体的尺寸注法	67
第四节 读组合体的三视图	70
第六章 机件的常用表达方法	77
第一节 视图 (GB/T 4458.1—2002)	77
第二节 剖视图 (GB/T 4458.6—2002)	79
第三节 断面图 (GB/T 4458.6—2002)	89

第四节 其他表达方法	92
第五节 表达方法综合举例	95
第六节 第三角投影法简介 (GB/T 14692—1993)	96
第七章 标准件及常用件	99
第一节 螺纹	99
第二节 螺纹紧固件	106
第三节 键和销	112
第四节 齿轮	115
第五节 滚动轴承	120
第六节 弹簧	124
第八章 零件图	127
第一节 零件图的作用和内容	127
第二节 零件的视图选择	128
第三节 零件图的尺寸标注	133
第四节 零件图上的技术要求	138
第五节 看零件图	149
第六节 零件测绘	151
第九章 装配图	155
第一节 装配图的作用和内容	155
第二节 装配图的表达方法	156
第三节 装配图的尺寸标注和技术要求	158
第四节 装配图中零、部件的序号和明细栏	159
第五节 装配结构的合理性	160
第六节 装配图的画法	161
第七节 读装配图及拆画零件图	163
第十章 其他图样	168
第一节 展开图	168
第二节 电气图样	173
第十一章 计算机绘图	177
第一节 AutoCAD2004 简介	177
第二节 基本绘图命令	179
第三节 常用编辑命令	183
第四节 绘图工具与绘图环境	187
第五节 尺寸标注	191
附录	195

绪 论

一、本课程的性质和研究对象

图样是准确地表达物体的形状、大小以及技术要求的图。在现代工业中,设计、制造、安装各种设备时都离不开工程图样;在使用、维修、检测过程中也需要阅读工程图样来了解其结构和性能。图样是技术部门的一种重要技术文件,是表达和交流技术思想的重要工具,是工程界的技术语言,它可以用手工绘制,也可以有计算机绘制。因此每个工程技术人员都必须能够绘制和阅读工程图样。

本课程是研究绘制和阅读工程图样的基本原理和方法,手工和计算机绘图图样的基本技能以及工程制图国家标准的课程。通过本课程的学习能够具备读、画机械图样的能力,为后续专业课程的学习奠定良好基础。

本课程是一门既有系统理论又有较强实践性的技术基础课程。

二、本课程的主要任务

本课程主要包括工程制图的基础知识、机械图样、计算机绘图及其他图样四部分。本课程的主要教学任务是:

- (1) 掌握用正投影法图示、图解空间几何形体的基本原理和方法。
- (2) 掌握用绘图工具的尺规绘图和计算机绘图的操作技能。
- (3) 学习和贯彻国家标准《机械制图》和《技术制图》的有关规定,具有查阅标准的基本能力。
- (4) 能够绘制和阅读零件图和装配图。
- (5) 了解展开图、电路图等其他图样的绘制方法和国标规定。

此外,通过本课程的学习还应有意识地培养学生的分析问题和解决问题的能力;培养认真负责的工作态度和严谨细致的工作作风;加强标准化意识。

三、本课程的学习方法

本课程的实践性较强,既要掌握理论又要掌握技能,因此在学习时要注意:

- (1) 要认真学习投影原理,在理解基本概念的基础上,由浅入深地通过一系列的绘图和读图实践,分析和想象空间形体与图纸上图形之间的对应关系,逐步提高空间思维能力,掌握正投影的基本作图方法及其应用。
- (2) 作习题和作业时,应在掌握有关基本概念的基础上,按照正确的方法和步骤作图,养成正确使用绘图工具和仪器的习惯,学会计算机绘图的操作过程。
- (3) 熟悉工程制图的基本规定和基本知识,遵守有关国家标准的规定,会查阅和使用有关的手册和国家标准,通过习题和作业培养绘图和读图能力。
- (4) 由于图样在生产建设中起着很重要的作用,绘图和读图的差错都会带来损失。所以在做习题和作业时,应培养认真负责的工作态度和严谨细致的工作作风。

工程制图的基本知识与技能

第一节 国家标准《技术制图》和《机械制图》的有关规定

图样是用于表达设计思想、进行技术交流和指导加工制造的重要技术文件。国家标准的《技术制图》和《机械制图》是我国制定的技术标准之一，工程技术人员必须严格遵守国家标准的有关规定。本节仅介绍部分国家标准。

一、图纸的幅面及格式 (GB/T 14689—1993)^①

1. 图纸幅面

图样要画在图纸上，图纸的幅面应优先选用表 1-1 中规定的基本幅面。必要时图纸可按基本幅面短边的整数倍加长。

表 1-1

图 纸 幅 面

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

从表中可以看出 A0 图纸幅面最大，其余图纸幅面均为前一图号的图纸幅面沿其长边的对折。

2. 图框格式

图样要绘制出图框，图框是限制绘图区域的线框，用粗实线绘制。图框有留装订边和不留装订边两种格式，如图 1-1 和图 1-2 所示，图中的尺寸 a 、 c 和 e 按表 1-1 的规定选用。

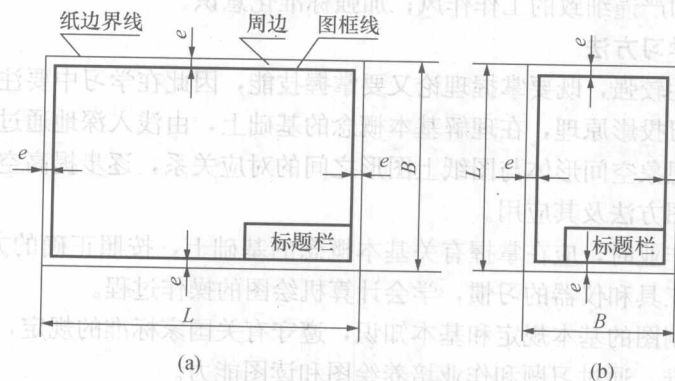


图 1-1 不留装订边图框格式

① GB/T 14689—1993 是图纸幅面和格式的国家标准代号，其中“GB”是“国标”两字汉语拼音的首字母组合，“T”为推荐性国标，发布顺序编号为 14689，发布的年号是 1993 年。

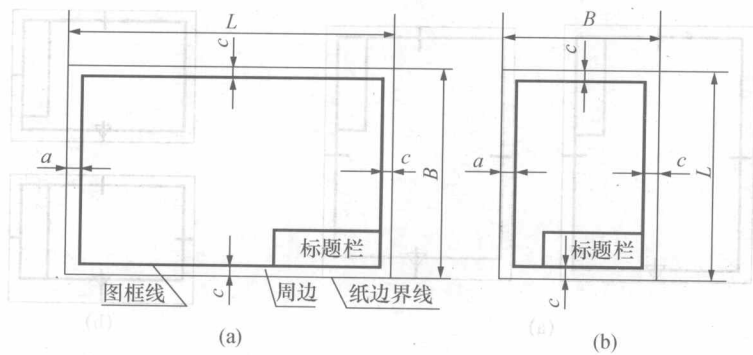


图 1-2 留装订边图框格式

3. 标题栏及其方位

每张图纸必须在图框的右下角绘制出标题栏，标题栏中的文字方向为看图方向。标题栏的内容、格式及尺寸按 GB/T 10609.1—1989 的规定，如图 1-3 所示。建议制图作业中使用图 1-4 的标题栏格式。

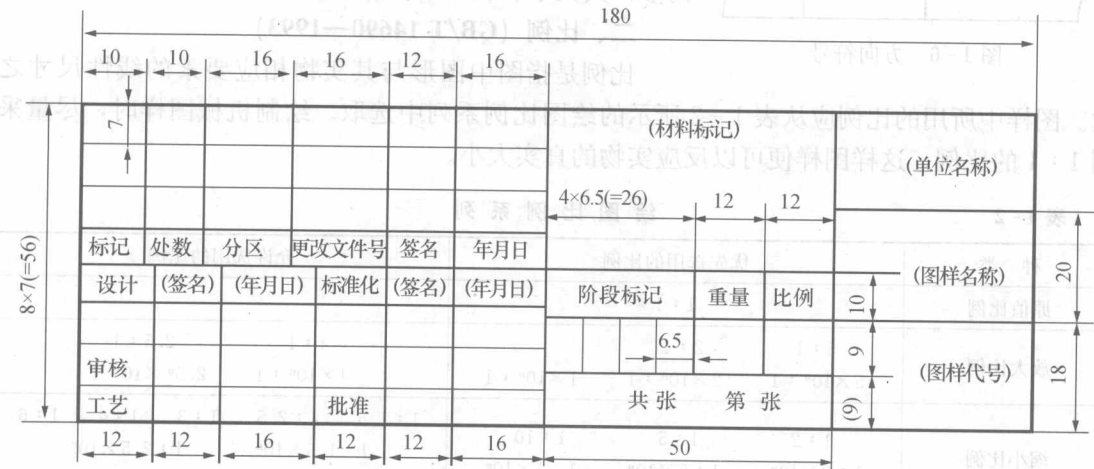


图 1-3 标题栏格式

如果标题栏的长边置于水平方向并与图纸的长边平行则构成 X 型图纸，如图 1-1 (a) 和图 1-2 (a) 所示；如果标题栏的长边与图纸的长边垂直则构成 Y 型图纸，如图 1-1 (b) 和图 1-2 (b) 所示。为了利用预先印制的图纸，允许将 X 型图纸的短边置于水平位置使用，将 Y 型图纸的长边置于水平位置使用，如图 1-5 所示。

4. 附加符号

(1) 对中符号。为了使图样复制和缩微摄影时定位方便，均应在图纸各边长的中点处画出对中符号，如图 1-5 所示。对中符号用粗实线绘制，线宽不小于 0.5mm，长度从图纸边界开

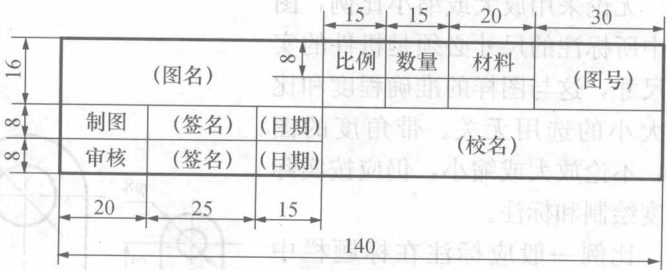


图 1-4 制图作业中使用的标题栏格式

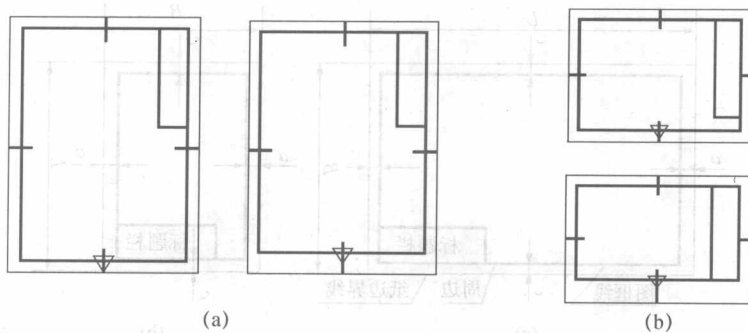


图 1-5 X 型图纸的短边置于水平、Y 型图纸的长边置于水平

始至伸入图框内约 5mm。当对中符号处在标题栏范围内时，则伸入标题栏中的部分省略不画。

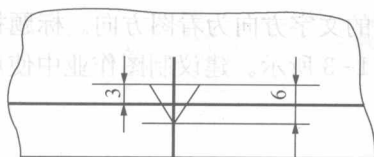


图 1-6 方向符号

(2) 方向符号。使用预先印制的图纸时，为了明确绘图与看图时图纸的方向，应在图纸的下边对中符号处画出一个方向符号，方向符号是用细实线绘制的等边三角形，其大小和所处的位置如图 1-6 所示。

二、比例 (GB/T 14690—1993)

比例是指图中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比。图样中所用的比例应从表 1-2 所示的绘图比例系列中选取。绘制机械图样时，尽量采用 1:1 的比例，这样图样便可以反应实物的真实大小。

表 1-2 绘图比例系列

种类	优先选用的比例			允许选用的比例				
原值比例	1:1							
放大比例	5:1	2:1		4:1	2.5:1			
	$5 \times 10^n : 1$	$2 \times 10^n : 1$	$1 \times 10^n : 1$	$4 \times 10^n : 1$	$2.5 \times 10^n : 1$			
缩小比例	1:2	1:5	1:10	1:1.5	1:2.5	1:3	1:4	1:6
	$1:2 \times 10^n$	$1:5 \times 10^n$	$1:1 \times 10^n$	$1:1.5 \times 10^n$	$1:2.5 \times 10^n$			
				$1:3 \times 10^n$	$1:4 \times 10^n$	$1:6 \times 10^n$		

注 n 为正整数。

无论采用放大或缩小比例，图样中所标注的尺寸必须是机件的实际尺寸，这与图样的准确程度和比例大小的选用无关。带角度的图形，不论放大或缩小，仍应按实际角度绘制和标注。

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。图 1-7 是采用不同比例画出的同一图形。

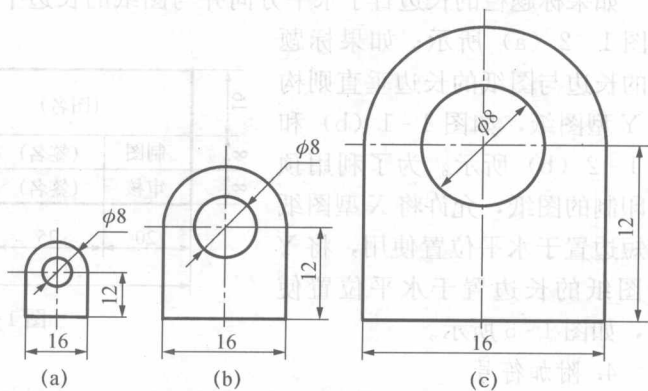


图 1-7 用不同比例画出的图形

(a) 1:2; (b) 1:1; (c) 2:1

三、字体 (GB/T 14691—1993)

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。

字体高度（用 h 表示）的公称尺寸系列为：1.8, 2.5, 3.5, 5, 7, 10, 14, 20mm。如需要书写更大的字，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。

汉字应写成长仿宋体字，见图 1-8，并应采用我国正式公布推行的简化字。汉字的高度 h 不应小于 3.5mm，字宽一般为 $h/\sqrt{2}$ 。长仿宋体字的书写要领是：横平竖直、注意起落、结构均匀、填满方格。

汉字应字体工整笔画清楚排列整齐间隔均匀

院校系专业班级姓名制图审核序号件数名称比例材料重量备注

螺栓螺母螺钉技术要求铸造圆角起模斜度深度均布旋转球销锥热处理精度等级淬火

图 1-8 汉字书写示例

数字和字母可写成斜体或直体。斜体字字头向右倾斜，与水平基准线约成 75° 。

字母和数字分 A 型和 B 型两种，B 型字体的笔画宽度（ d ）为字高（ h ）的 $1/10$ ，A 型为 $1/14$ ，见图 1-9。

0123456789

0123456789

ABCDEFGHIJKLMNO

abcdefghijklmnpq

图 1-9 B 型数字和字母书写示例

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

图样是用不同图线画成的。为了便于绘图和看图，利于统一，国家标准规定了图线的名称、形式，图线宽度的一般应用等。

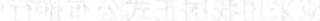
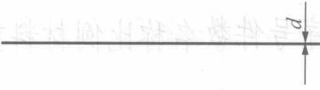
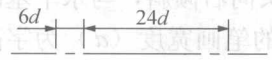
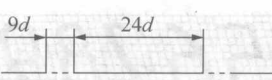
1. 图线的型式及应用

国家标准 GB/T 4457.4—2002《机械制图 图线》中规定了 10 种线型，表 1-3 列出了

机械制图中常用的图线型式及应用。

表 1-3

线 型 及 应 用

代码 No.	图线名称	图线型式	线宽	应用举例
01.1	细实线		$d/2$	过渡线、尺寸线、尺寸界线、指引线、基准线、剖面线、重合断面的轮廓线、短中心线、螺纹牙底线、投影线等
	波浪线		$d/2$	断裂处的边界线、局部剖视和局部视图的边界线
	双折线		$d/2$	断裂处的边界线、局部剖视和局部视图的边界线
01.2	粗实线		d	可见轮廓线、可见棱边线、相贯线、螺纹牙顶线、齿顶圆线、螺纹长度终止线等
02.1	细虚线		$d/2$	不可见轮廓线、不可见过渡线
04.1	细点画线		$d/2$	轴线、中心线、对称线、分度圆(线)
04.2	粗点画线		d	有特殊要求的线或表面的表示线
05.1	细双点画线		$d/2$	相邻辅助零件的轮廓线、可动零件极限位置的轮廓线、坯料的轮廓线、中断线等

2. 图线的基本尺寸

所有线型的图线宽度 d 应按图样的类型和尺寸大小在 0.13, 0.18, 0.25, 0.35, 0.5, 0.7, 1, 1.4, 2mm 数系中选择。在机械图样上采用粗、细两种线宽, 其线宽比率是 2 : 1。常用粗线的宽度建议采用 0.7 或 1mm。

3. 图线的画法

(1) 在同一图样中同类图线的规格应一致, 即图线的宽度、深浅应一致; 虚线、点画线及双点画线的线段长度和间隔应各自大致相等, 图线应用如图 1-10 所示。

(2) 图线相交时, 都应画线段相交, 而不应是点或间隙相交, 如图 1-11 所示。

(3) 点画线一般超出轮廓线 2~5mm, 如图 1-11 所示。直径较小可以用细实线代替, 如图 1-11 所示。

五、尺寸注法 (GB/T 16675.2—1996 和 GB/T 4458.4—2003)

物体的大小是由尺寸所决定的, 尺寸标注应严格遵守国家标准的有关规定, 必须做到正确、完整、清晰、合理。

1. 尺寸标注的基本规则

(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) 图样中的尺寸以毫米为单位时, 不需标注计量单位的代号或名称。

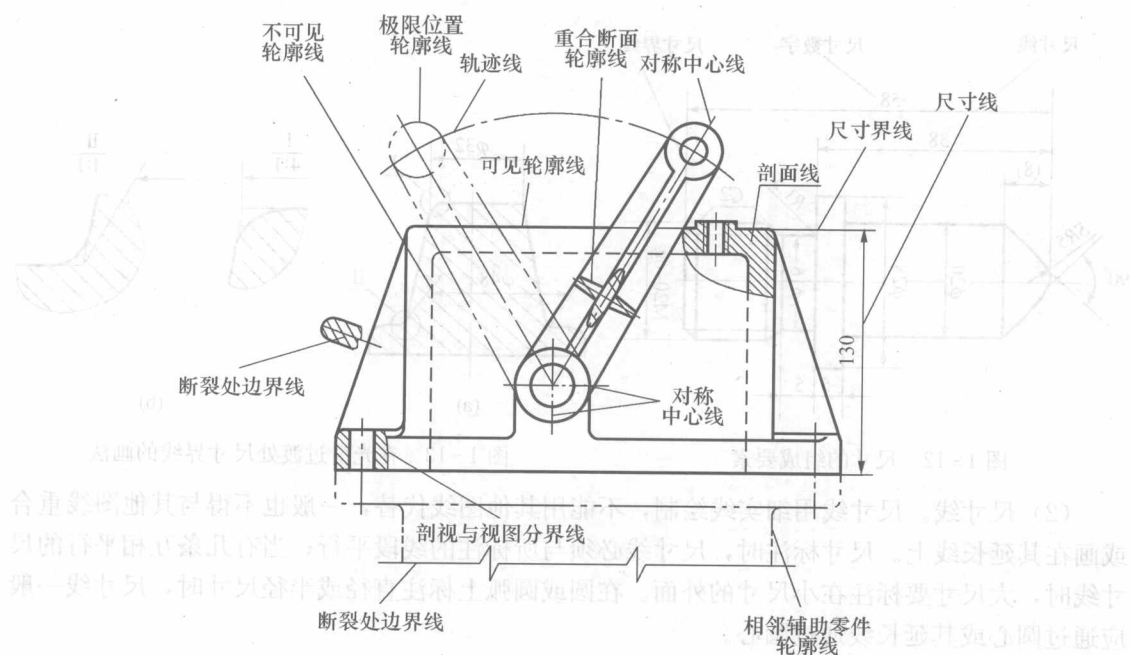


图 1-10 图线应用举例

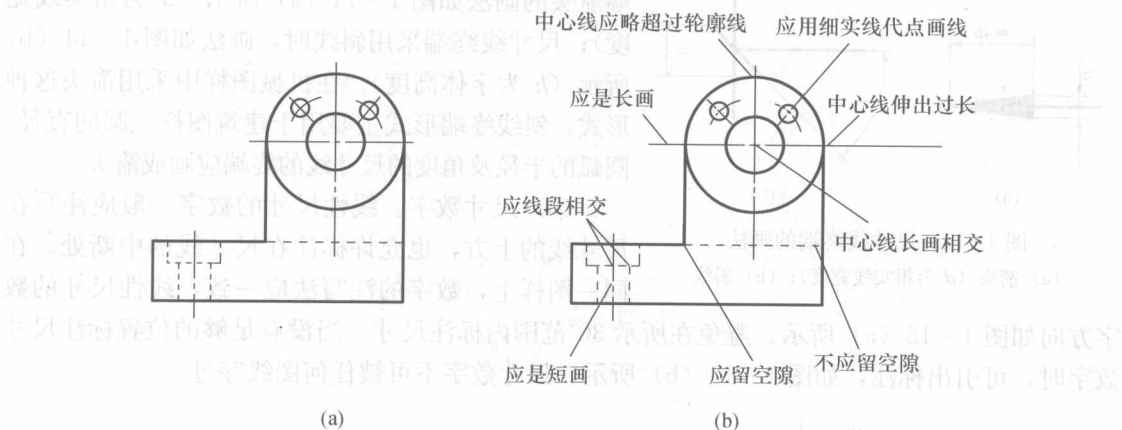


图 1-11 图线画法正误比较

(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. 尺寸的组成要素

图样上的尺寸主要由尺寸界线、尺寸线和尺寸数字 3 个要素组成。有时为了说明特殊含义，还在尺寸数字之前附加某种规定的符号，如 ϕ 、 R 等，如图 1-12 所示。

(1) 尺寸界线。尺寸界线表示尺寸标注的范围。用细实线绘制，并由图形的轮廓线、轴线或对称中心线引出，也可利用轮廓线、轴线或对称中心线作为尺寸界线。尺寸界线一般应与尺寸线垂直，并超出尺寸线终端 2~3mm。

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，如图 1-13 所示。

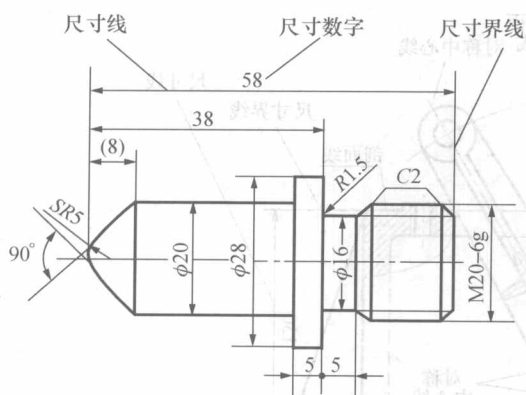


图 1-12 尺寸的组成要素

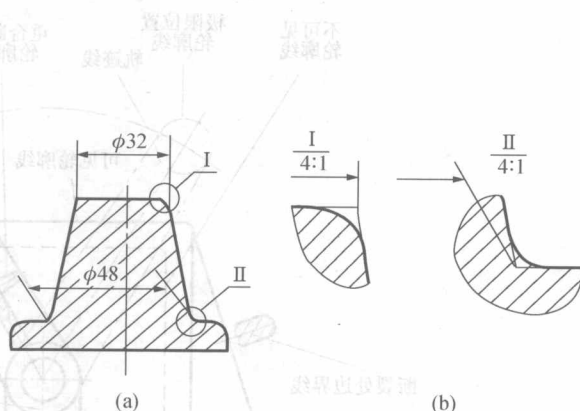


图 1-13 在光滑过渡处尺寸界线的画法

(2) 尺寸线。尺寸线用细实线绘制，不能用其他图线代替，一般也不得与其他图线重合或画在其延长线上。尺寸标注时，尺寸线必须与所标注的线段平行；当有几条互相平行的尺寸线时，大尺寸要标注在小尺寸的外面。在圆或圆弧上标注直径或半径尺寸时，尺寸线一般应通过圆心或其延长线通过圆心。

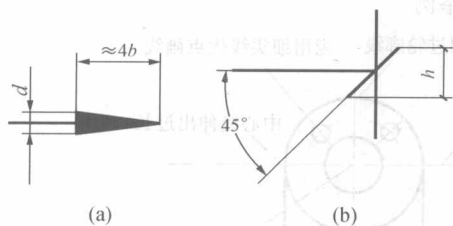


图 1-14 尺寸线终端的画法

(a) 箭头 (d 为粗实线宽度)；(b) 斜线

尺寸的终端有箭头和斜线两种形式，尺寸线终端箭头的画法如图 1-14 (a) 所示 (d 为粗实线宽度)；尺寸线终端采用斜线时，画法如图 1-14 (b) 所示 (h 为字体高度)。在机械图样中采用箭头这种形式，斜线终端形式主要用于建筑图样。圆的直径、圆弧的半径及角度的尺寸线的终端应画成箭头。

(3) 尺寸数字。线性尺寸的数字一般应注写在尺寸线的上方，也允许标注在尺寸线的中断处。在同一图样上，数字的注写法应一致，线性尺寸的数字方向如图 1-15 (a) 所示。避免在所示 30° 范围内标注尺寸，当没有足够的位置标注尺寸数字时，可引出标注，如图 1-15 (b) 所示，尺寸数字不可被任何图线穿过。

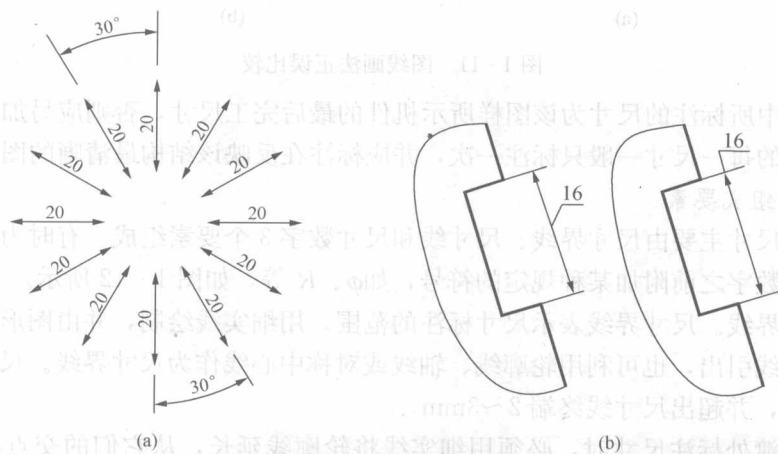


图 1-15 线性尺寸数字的注写

常见的尺寸标注示例如表 1 - 4 所示。

表 1 - 4 常见的尺寸标注示例

尺寸种类	图 例	说 明
直线尺寸		串连尺寸尺寸线画在同一直线上，并列尺寸，小尺寸在内，大尺寸在外，避免尺寸线与尺寸界线相交
		两排尺寸线间隔以能注写尺寸数字为准，一般不小于 7~10mm
圆和圆弧		圆或大于半圆的弧，一般标注直径，尺寸数字前加注符号“ ϕ ”；等于或小于半圆的弧，一般标注半径，尺寸数字前加注符号“ R ” 尺寸线要过圆心。如果圆的轮廓线未全部画出，尺寸线也可以相应断去一部分
大圆弧		当圆弧半径过大，或在图纸范围内无法标出其圆心位置时，可按左图形式标注；当不需标出圆心位置时，可按右图形式标注
小尺寸和小圆弧		没有足够的位置画出箭头或注写尺寸数字时，可将箭头画在尺寸界线外面，可以用小圆点或 45° 细斜线代替两个串联小尺寸间的箭头 尺寸数字也可写在外面，或者引出标注
角 度		尺寸界线沿径向引出，尺寸线是以角的顶点为圆心的圆弧 角度数字一般填写在尺寸线的中断处，并一律按水平方向书写。当角度尺寸线较短，填写数字有困难时，可将数字标注在尺寸线附近或引出标注
弧长和弦长		尺寸界线应平行于该弧（或弦）的垂直平分线，当弧度较大时，也可沿径向引出 标注弧长时，尺寸线用圆弧画，尺寸数字的上方要加注符号“ $\frown$ ”

第二节 绘图工具及其使用

正确使用制图工具可以提高图样质量, 加快绘图速度。下面介绍常用绘图工具及其使用方法。

一、图板、丁字尺、三角板

1. 图板

图板板面要平整, 图板工作边要光滑平直。用胶纸或胶布将图纸固定在图板左下方的适当位置, 如图 1-16 所示。

2. 丁字尺

丁字尺由尺身和尺头组成, 尺身和尺头的工作边都要光滑平直。使用时左手握住尺头, 使尺头工作边紧靠图板左侧工作边, 利用尺身工作边由左向右画水平线。由上向下移动丁字尺, 可画出一组水平线, 如图 1-17 所示。

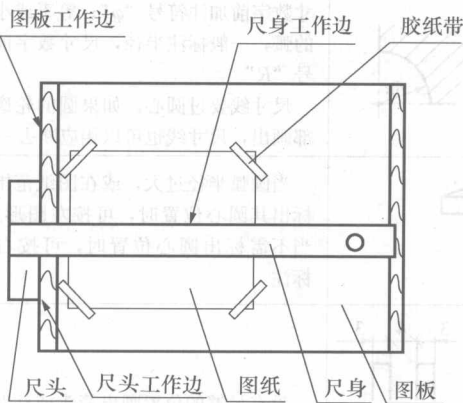


图 1-16 图板、丁字尺及图纸的固定

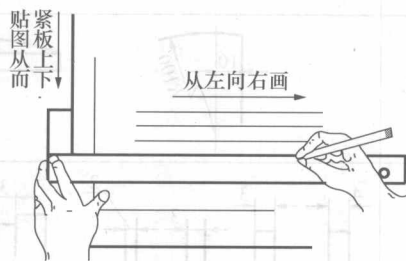


图 1-17 画水平线

3. 三角板

一副三角板有两块, 一块为 45° 等腰直角三角形, 另一块为 $30^\circ \sim 60^\circ$ 直角三角形。三角板各边要光滑平直, 各个角度应准确。

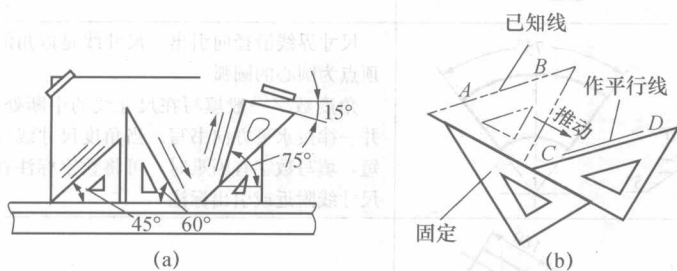


图 1-18 三角板的使用

三角板与丁字尺配合使用, 可以画垂直线及与水平线成 30° , 60° , 45° 的倾斜线, 如图 1-18 (a) 所示。利用两块三角板可以画出与水平线成 15° 倍数的倾斜线, 以及任意已知直线的平行线和垂直线, 如图 1-18 (b) 所示。

二、圆规、分规

1. 圆规

圆规主要用于画圆及圆弧。圆规的一条腿装铅芯, 另一条腿装钢针。使用时钢针尖要略长

于铅芯尖，并将钢针带有台阶的一端扎在圆心处，钢针台阶应与铅芯尖端平齐，如图 1-19 所示，使笔尖与纸面垂直。画圆时，一般按顺时针方向转动圆规并使圆规向前进方向稍倾斜。

2. 分规

分规用于量取尺寸和截取线段。当分规两条腿并拢时，两针尖应能对齐。用分规等分线段的方法如图 1-20 所示。

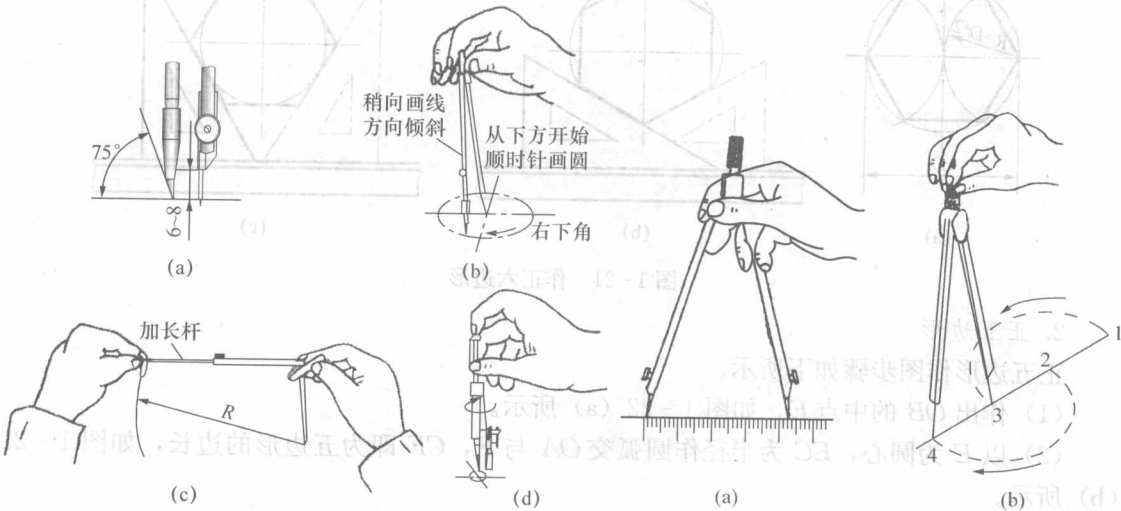


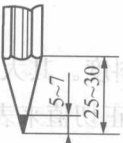
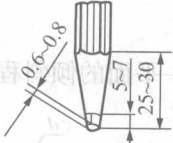
图 1-19 圆规的使用

图 1-20 分规的使用

三、绘图铅笔及铅芯

绘图铅笔铅芯的软硬用字母“B”和“H”表示。B 前的数值越大，表示铅芯越软；H 前的数值越大，表示铅芯越硬。HB 表示铅芯软硬适中。绘图时根据其不同用途，建议按表 1-5 选用适当的铅笔及圆规的笔芯，并将其削磨成一定的形状。

表 1-5 绘图铅笔及圆规笔芯的选用

类 别	铅 笔				圆 规		
笔芯软硬	2H	H	HB	B	H	HB	B、2B
用 途	画底稿线	画点划线、细实线	写数字、画箭头	描深粗实线	画底稿线	画点划线圆、细实线圆、虚线圆	描深粗实线圆
笔芯形式	 (圆锥形)			 (四棱柱磨斜)	 (圆柱磨斜)		 (四棱柱磨斜)

第三节 几 何 作 图

机件的结构形状多种多样，但它们基本上都是由圆弧、直线和其他曲线组成的几何图