



全国电力高等职业教育规划教材
职业教育电力技术类专业培训用书

机械制图与CAD

林党养 吴育钊 主 编
颜宝塔 阮予明 副主编



中国电力出版社

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



全国电力高等职业教育规划教材
职业教育电力技术类专业培训用书

机械制图与CAD

主 编 林党养 吴育钊
副主编 颜宝塔 阮予明
编 写 周冬妮 王海霞
主 审 洪延艺



中国电力出版社

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

内 容 提 要

本书为全国电力高等职业教育规划教材。全书共分为九章, 主要内容包括制图的基本知识与技能、正投影法基本原理、立体及其表面交线、轴测图、组合体、机件的基本表示法、常用机件及结构要素的表示法、零件图、装配图。全书以机械制图体系, 将 CAD 的内容融入机械制图体系中, 在 AutoCAD 2006 绘图环境中分析讲解作图的方法、步骤, 使机械制图与 CAD 真正融合; 通过实例讲解, 任务驱动的方式, 讲解应用 CAD 绘制机械图样的基本技能和办法, 其内容涵盖了 AutoCAD 2006 的基本操作、基本绘图及编辑命令、尺寸及文字的标注、图块的操作等主要内容; 精选实例, 由浅入深, 将各个知识点融于实例操作中。

与本书配套编写的习题集, 有与各章节内容相适应的练习题。部分练习题提供相应的 CAD 格式电子版, 可方便读者在 AutoCAD 绘图环境中进行练习。

本书可作为高职高专院校工程技术类专业“机械制图与 CAD”等相关课程的教材, 也可作为相关工程技术人员的培训教材及参考用书。

图书在版编目 (CIP) 数据

机械制图与 CAD/林党养, 吴育钊主编. —北京: 中国电力出版社, 2008

全国电力高等职业教育规划教材

ISBN 978 - 7 - 5083 - 7669 - 1

I. 机… II. ①林…②吴… III. ①机械制图—高等学校: 技术学校—教材②机械制图: 计算机制图—高等学校: 技术学校—教材 IV. TH126

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 098057 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

*

2008 年 7 月第一版 2008 年 7 月北京第一次印刷
787 毫米×1092 毫米 16 开本 15.75 印张 380 千字
定价 25.00 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

本书为根据教育部《高职高专教育工程制图课程基本要求》，结合当前技术发展，融入CAD技术应用，并总结了近几年来高职高专院校的教学改革实践经验编写而成。书中紧密围绕以培养高素质技能型专门人才为目标，注重以应用为目的，将传统手工绘图与CAD技术有机结合，加强对学生识图及CAD绘图技能的培养，突出实践教学。书中内容与职业岗位要求相适应，准确导向专业技术，实现“工学结合”理念。

机械制图与CAD技术的有机结合，是现代社会生产发展的需要，如何掌握机械制图基本理论及基本知识，又能熟练应用CAD技术，是一个需要不断完善的课题，在这方面编者愿与读者一起探索学习。通过学习，可掌握工程图样的读识，零部件的测绘、以及利用CAD技术绘制工程图样的基本技能，为后续专业课程的学习打下良好的基础。全书共有九章，由福建电力职业技术学院林党养等老师共同编写。其中，林党养老师编写第四、七章以及各章节的CAD应用部分，吴育钊老师编写第八、九章，颜宝塔老师编写第二、三章，阮予明老师编写第六章，周冬妮老师编写第一章，王海霞老师编写第五章。

本书可作为高职高专电力技术类、机械设计制造类、自动化类以及电子信息类专业“机械制图与CAD”课程的教材，也可作为相关工程技术人员的培训教材及参考用书。

由于时间仓促，作者水平有限，书中错误之处难免，欢迎同仁及广大读者批评指正。

编者

2008.5

目 录

前言	
绪论	1
第一章 制图的基本知识与技能	3
第一节 国家标准《技术制图》和《机械制图》的一般规定	3
第二节 绘图的方法和工具	12
第三节 平面图形的画法	35
第二章 正投影法基本原理	50
第一节 正投影法与三面视图	50
第二节 点、直线、平面的投影	55
第三章 立体及其表面交线	65
第一节 基本体及其表面上点的投影	65
第二节 截交线	71
第三节 相贯线	78
第四节 基本体、切割体和相贯体的尺寸标注	84
第四章 轴测图	86
第一节 轴测图的基本知识	86
第二节 正等轴测图	87
第三节 斜二轴测图	91
第四节 用CAD画正等轴测图	92
第五章 组合体	98
第一节 组合体的形体分析	98
第二节 组合体三视图的画法	100
第三节 组合体的尺寸标注	102
第四节 组合体的读图方法	106
第六章 机件的基本表示法	110
第一节 视图	110
第二节 剖视图	114
第三节 断面图	125
第四节 局部放大图和简化画法	128
第五节 表达方法综合应用	131
第六节 第三角画法简介	133

第七章 常用机件及结构要素的表示法	135
第一节 螺纹及螺纹紧固件	135
第二节 齿轮	143
第三节 键和销.....	150
第四节 弹簧	152
第五节 滚动轴承.....	154
第八章 零件图	158
第一节 零件图概述	158
第二节 零件表达方案的确定	159
第三节 典型零件的表达分析	159
第四节 零件图的尺寸标注	163
第五节 零件图中的技术要求	168
第六节 零件的工艺结构	190
第七节 读零件图.....	193
第九章 装配图	196
第一节 装配图概述	196
第二节 装配图的规定画法和特殊画法	196
第三节 装配图上的尺寸标注及序号、明细栏	199
第四节 装配体上的工艺结构	203
第五节 装配体测绘及装配图画法	206
第六节 读装配图和拆画零件图	212
附录	219
参考文献	243

绪 论

一、图样及其在生产中的作用

根据投影原理并遵照国家标准或有关规定绘制的表达工程对象的结构形状、尺寸大小及技术要求的图,称为工程图样,简称图样。在现代工业生产中,不论是机器设备的设计和制造,还是工程的设计和施工,都离不开工程图样。在设计阶段,设计者通过工程图样表达设计思想;在生产施工阶段,图样是产品制造及工程施工中的主要技术依据;在设备维护、技术改造中,需要通过图样了解设备或工程的结构和性能。图样是工业生产中重要的技术资料,是工程界用于交流技术思想的“语言”。作为工程技术人员,都必须掌握这种“语言”。

不同的行业,对图样有不同的标准和名称,如机械图样、建筑图样、水利工程图样等。在机械行业用于表达机械设备、仪器等的图样,称为机械制图。

二、本课程的性质、主要任务和学习方法

工程图学是一门专门研究各种工程图样的理论和应用的学科。机械制图是工程图学的一部分,它专门研究绘制和识读机械图样的理论和方法。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。

本课程的主要任务是培养学生绘制和阅读机械图样的基本能力。

- (1) 学习贯彻《机械制图》、《技术制图》国家标准的有关规定。
- (2) 掌握正投影的基本理论及其应用。
- (3) 培养徒手和仪器绘图、特别是计算机绘图的基本能力。
- (4) 培养阅读机械图样的基本能力。
- (5) 培养空间想象和思维能力。
- (6) 培养认真负责的工作态度和严谨细致的工作作风。

学习本课程时,应注意理论联系实际,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,不断地由物画图、由图想物,分析和想象空间形体与图形之间的对应关系,逐步提高空间想象能力和空间分析能力,掌握正投影的基本作图方法及其应用。在做练习时,应养成正确的绘图方法和习惯,熟悉制图基本知识和基本规格,遵守《机械制图》国家标准的有关规定。由于图样在生产中起着极其重要的作用,绘图的一点差错,有可能给生产带来巨大的损失,所以在平时的练习中就要养成认真负责的工作态度和严谨细致的工作作风。

三、工程图学及绘图技术的历史与发展

我国是世界文明古国,在工程图学方面有着悠久的历史。在天文图、地理图、建筑图、机械图等方面都有过杰出的成就,既有文字记载,也有实物考证,受到举世公认。1959年,由第一机械工业部颁布了我国第一个机械制图标准,于1959年由国家科学技术委员会颁布了正式的国家标准《机械制图》。随着科学技术的发展和工业水平的提高,技术规定不断修改和完善,国家标准《机械制图》先后于1970年、1974年、1984年进行了修订。此后国家又颁布了《技术制图》与《机械制图》一系列标准。

近年来,随着科学技术的迅猛发展和计算机技术的广泛应用,计算机绘图技术应用于各行各业的生产、设计、科研和管理工作中。一系列绘图软件不断研制成功,给计算机绘图提供了极大的方便,设计制图的现代化手段日益普及,工程图学的内容也更加丰富了,在图学理论、应用图学、计算机图学、制图技术、制图标准、图学教育等方面都得到了更加广泛的应用和迅速的发展。

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》的一般规定

工程图样是工程界用于表达设计思想和进行技术交流的工具，是现代工业生产中最基本的文件，是工程界共同的技术语言。因此，工程图样的格式、内容、画法等必须有统一的规定，国家制定并发布了《技术制图》和《机械制图》的国家标准。熟悉有关标准和规定，掌握制图的基本知识和技能，是绘制和阅读工程图样的基础。

中华人民共和国国家标准（简称“国标”）的代号是“GB”。例如 GB/T4457.4—2002，其中“GB/T”表示推荐性国标，“G”、“B”、“T”分别为“国家”、“标准”、“推荐”汉语拼音第一个字母，“4457.4”表示发布的顺序号，“2002”表示该国标发布的年号。《机械制图》标准适用于机械图样，而《技术制图》标准则普遍适用于工程界各种专业技术图样。

本节仅介绍制图标准中的图纸幅面、比例、字体和图线等制图的基本规定，其他标准将在有关章节中叙述。

一、图纸幅面及格式（GB/T 14689—1993）

1. 图纸幅面

绘制图样时，应优先采用表 1-1 中规定的基本幅面尺寸。各基本幅面之间的尺寸关系如图 1-1 所示。必要时允许选用加长幅面。采用加长幅面时，长边不加长，短边加长，加长量按基本幅面短边的整数倍增加。

表 1-1 图 纸 幅 面 尺 寸 mm

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

2. 图框的格式

在图纸上必须用粗实线画出图框，其格式分为留装订边和不留装订边两种。如图 1-2、图 1-3 所示。但同一产品图样只能采用一种格式。

3. 标题栏的方位及格式

每张图纸上都必须画出标题栏，国标 GB/T 10609.1—1989 对标题栏的内容、格式及尺寸作了统一规定，如图 1-4 所示。标题栏的位置应位于图纸的右下角，如图

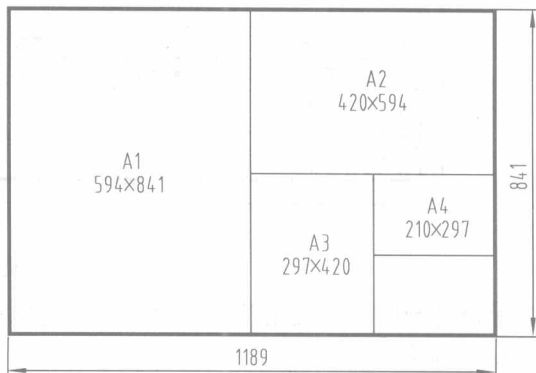


图 1-1 各基本幅面之间的尺寸关系

1-2、图 1-3 所示。

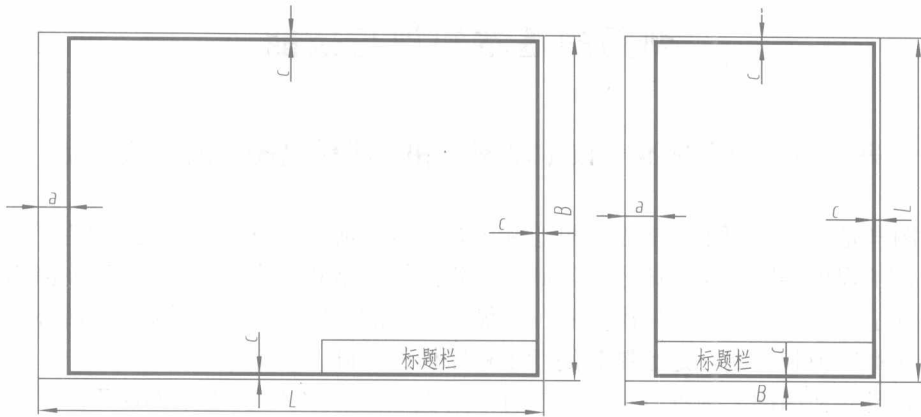


图 1-2 留装订边的图纸图框格式

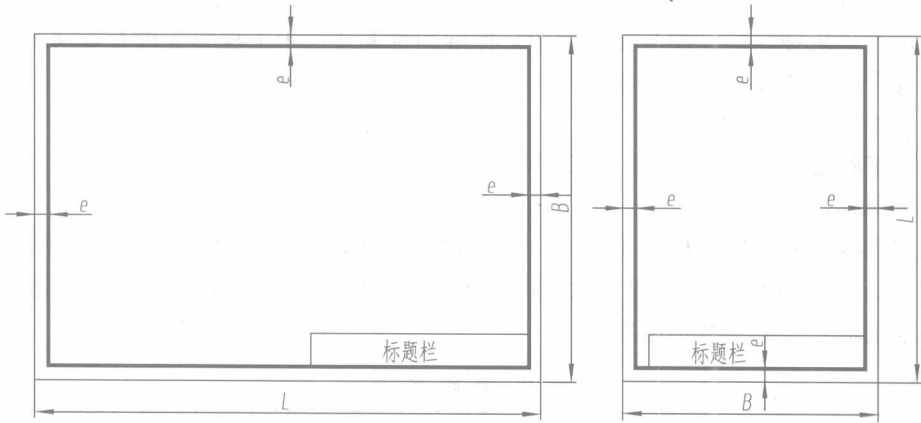


图 1-3 不留装订边的图纸图框格式



图 1-4 标题栏格式

学校的制图作业使用的标题栏可采用简化样式，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，各图纸均应在图纸边长的中点

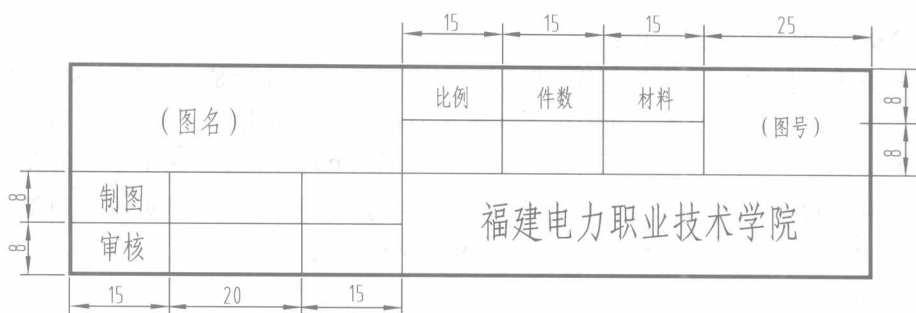


图 1-5 简化标题栏格式

处分别画出对中符号（线宽不小于 0.5mm 的粗实线），当对中符号处在标题栏范围内时，则伸入标题栏部分省略不画，如图 1-6 所示。

(2) 方向符号。对于使用预先印制的图纸，需要改变标题栏的方位时，必须将标题栏旋转至图纸的右上角。此时，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，如图 1-6 所示。

二、比例 (GB/T 14690—1993)

比例是指图样中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比。

绘制图样时，应优先在表 1-2 规定的系列中选取比例。必要时，也可选用表 1-3 中规定的比例。为了从图样上直接反映实物的大小，绘图时应优先采用原值比例——1:1。

选用比例的原则是有利于图形的清晰表达和图纸幅面的有效利用。绘制同一机件的各个视图应选用相同的比例，并在标题栏的“比例”栏中写明。当某个视图必须选用不同的比例时，应在该视图的上方另行标注。不论采用何种比例，在标注尺寸时，图中标注的尺寸数值必须是机件实际大小尺寸，与所采用的比例无关。

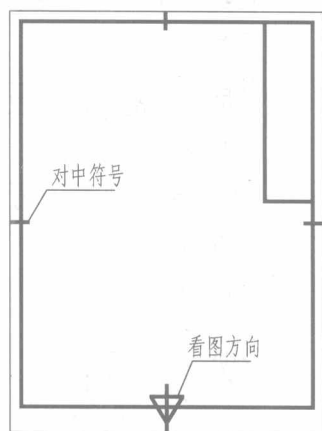


图 1-6 对中符号和看图方向

表 1-2 常用绘图比例 (GB/T 14690—1993)

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

注 n 为正整数

表 1-3 必要时选用的比例

种类	比例				
放大比例	4:1		2.5:1		
	$4 \times 10^n : 1$		$2.5 \times 10^n : 1$		
缩小比例	1:1.5	1:2.5	1:3	1:4	1:6
	$1:1.5 \times 10^n$	$1:2.5 \times 10^n$	$1:3 \times 10^n$	$1:4 \times 10^n$	$1:6 \times 10^n$

三、字体 (GB/T 14690—1993)

图样和技术文件中书写的字体必须做到：字迹工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。图样中的汉字应写成长仿宋体，并采用国家正式公布推行的简化字。字体的号数即字体的高度 (h) 分别为 20、14、7、5、3.5、2.5、1.8 (单位：mm) 8 种。汉字字体的宽度一般为 $h/\sqrt{2}$ 。数字和字母可写成直体或斜体，图样中常用的是斜体字，其字头向右倾斜，与水平线约成 75° 。数字和字母应按 ISO 3098—5：1997 字体书写。

字体示例：

汉字 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 汽车船舶 土木建筑 矿山井坑 港口纺织服装

3.5 号字

圆纹齿 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

变 $\frac{1}{2}$ $\frac{1}{2}$ 材 $\frac{1}{2}$ $\frac{1}{2}$ 章 $\frac{1}{3}$ $\frac{1}{3}$ $\frac{1}{3}$ 锻 $\frac{1}{3}$ $\frac{2}{3}$ 符 $\frac{2}{3}$ $\frac{1}{3}$ 塑 $\frac{2}{5}$ $\frac{3}{5}$ 泵 铍 $\frac{2}{5}$ $\frac{3}{5}$

汉字结构分析

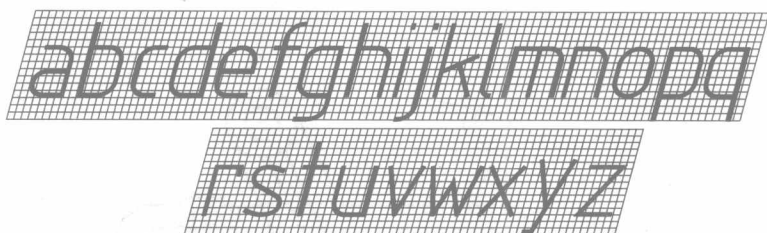
阿拉伯数字

0123456789

大写拉丁字母

ABCDEFGHIJKLMNO
PQRSTUVWXYZ

小写拉丁字母



罗马数字



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

1. 图线的线型与应用

国家标准 GB/T 17450—1998《技术制图 图线》及 GB/T 4457.4—2002《机械制图 图样画法 图线》中,详细规定了图线的形式、画法及应用。绘制图样时,应采用国家标准规定的图线和画法。机械制图的线型及应用见表 1-4,图 1-7。

表 1-4 图线的线型与应用 (摘自 GB/T 4457.4—2002)

图线名称	线 型	线宽	一般应用
细实线		$b/2$	过渡线 尺寸线、尺寸界线 指引线、基准线、剖面线 重合断面轮廓线 螺纹牙底线
波浪线		$b/2$	断裂处边界线:视图与剖视图的分界线
双折线		$b/2$	断裂处边界线:视图与剖视图的分界线
粗实线		b	可见轮廓线 剖切符号用线
细虚线		$b/2$	不可见轮廓线
粗虚线		b	允许表面处理的表示线
细点画线		$b/2$	轴线 对称中心线 孔系分布的中心线
粗点画线		b	限定范围表示线
细双点画线		$b/2$	相邻辅助零件的轮廓线 可动零件的极限位置的轮廓线 成形前轮廓线 轨迹线 毛坯图中制成品的轮廓线 中断线 工艺用结构的轮廓线

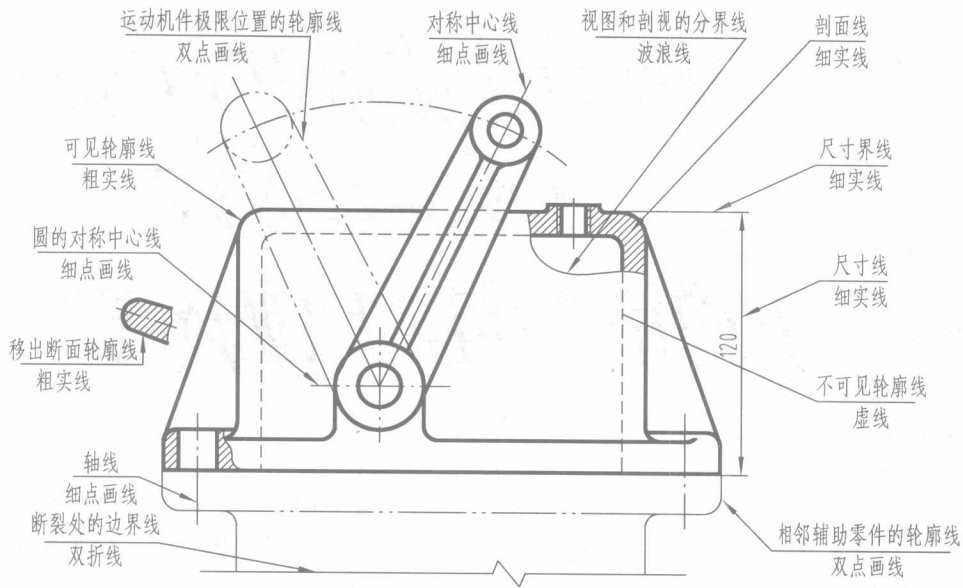


图 1-7 图线应用示例

2. 图线的宽度

国家标准 GB/T 4457.4—2002 明确规定，在机械图样中采用粗细两种线宽，它们之间的比率为 2:1，图线宽度符号为 b 。当粗线的宽度为 b 时，细线的宽度应为 $b/2$ ，见表 1-4。图线宽度的粗细有 9 种：0.13mm、0.18mm、0.25mm、0.35mm、0.5mm、0.7mm、1mm、1.4mm、2mm。粗线的宽度通常采用 $b=0.5\text{mm}$ 或 0.7mm 。

3. 图线绘制的注意事项

图线绘制注意事项见图 1-8。

(1) 同一图样中的同类图线的宽度应一致，虚线、点画线及双点画线的线段长度和间隔应大致相等。

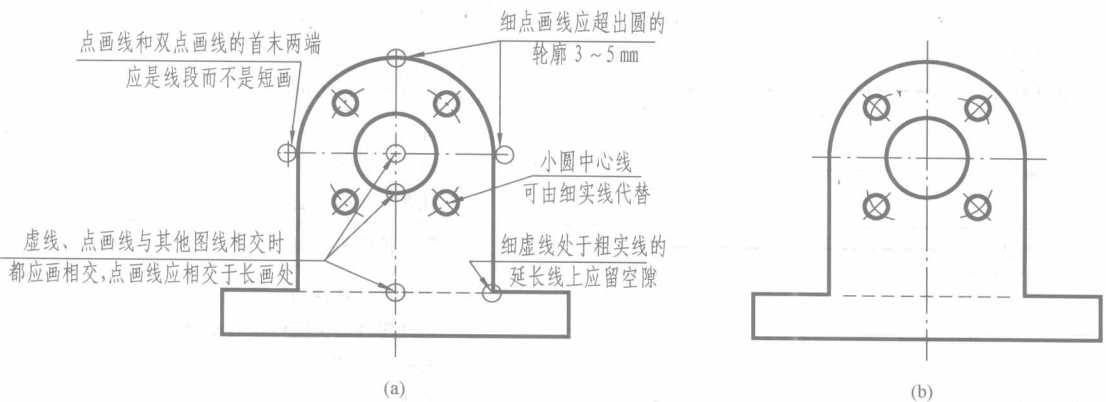


图 1-8 图线绘制注意事项

(a) 错误；(b) 正确

(2) 绘制圆的对称中心线时, 圆心应在线段与线段的相交处, 细点画线应超出圆的轮廓线 3~5mm。

(3) 当所绘制圆的直径较小, 画点画线有困难时, 细点画线可用细实线代替。

(4) 点画线和双点画线的首末两端应是线段而不是短画。

(5) 虚线、点画线与其他图线相交时, 都应画相交。当虚线处于粗实线的延长线上时, 虚线与粗实线之间应有间隙。

(6) 两条平行线(包括剖面线)之间的最小距离应不小于 0.7mm。

五、尺寸标注的规定 (GB/T 4458.4—2003, GB/T 16675.2—1996)

机械图样中的图形只能表示物体的形状, 而其大小是由标注的尺寸确定的。国标 GB/T 4458.4—2003, GB/T 16675.2—1996 中规定了标注尺寸的规则和方法。

1. 基本规则

(1) 机件的真实大小应以图样中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。

2. 尺寸的组成

一个完整的尺寸由尺寸界线、尺寸线和尺寸数字三部分组成, (见图 1-9)。

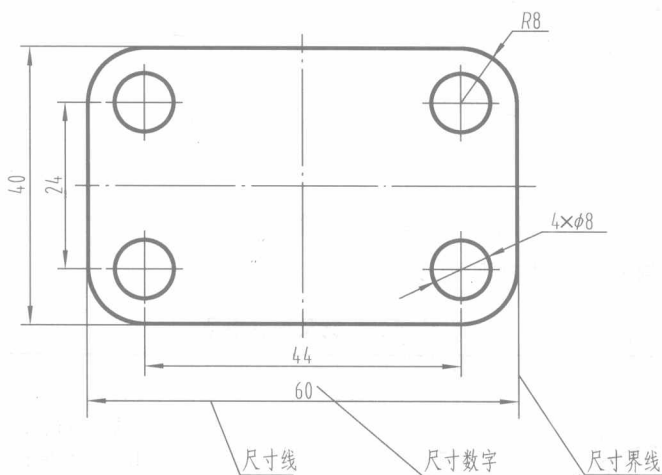


图 1-9 尺寸的组成

(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、轴线或对称中心线代替尺寸界线。尺寸界线一般与尺寸线垂直, 并超出尺寸线的终端约 2mm。

(2) 尺寸线。用细实线绘制, 不能用其他图线代替。其终端有箭头和斜线两种形式(见图 1-10), 同一张图样只能采用一种形式。机械图样中一般采用箭头作为尺寸线终端。标注线性尺寸时, 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, 大尺寸在外

小尺寸在内，避免尺寸线和尺寸界线相交（见图1-9）。在圆或圆弧上标注尺寸时，尺寸线或其延长线应通过圆心。

(3) 尺寸数字。水平方向的线性尺寸的数字一般应注写在尺寸线的上方，也允许注写在尺寸线的中断处，由左向右书写，字头向上；垂直方向的线性尺寸，数字应写在尺寸线的左侧或尺寸线的中断处，由下向上书写，字头向左（见图1-9）；倾斜方向尺寸数字应保持字头朝上趋势[见图1-11(a)]，并尽可能避免在图1-11(a)所示30°范围内标注，当无法避免时可按图1-11(b)的形式

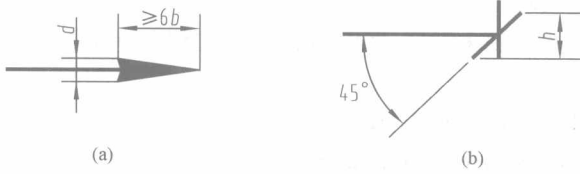


图1-10 尺寸线的终端形式
(a) 箭头；(b) 斜线
 b —粗实线的宽度； h —字体高度

标注。

角度、圆、圆弧、小尺寸等数字的标注方式参见表1-5。

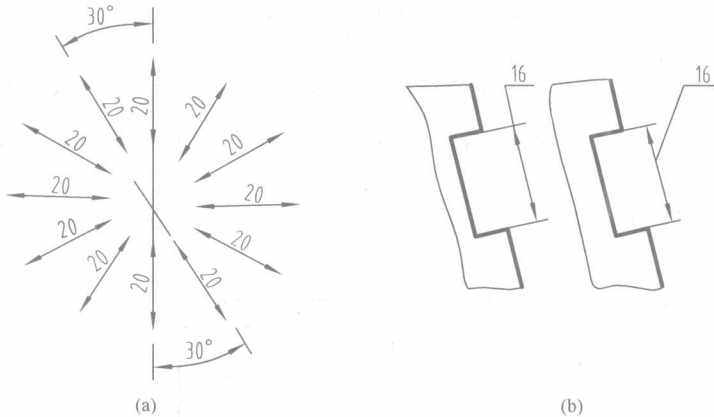


图1-11 线性尺寸数字的注写方向

3. 尺寸标注示例及注意事项见表1-5

表1-5 尺寸标注示例及注意事项

项目	图例	注意事项
角度		标注角度时，尺寸线应画成圆弧，其圆心是该角的顶点。角度的数字一律按水平方向书写，一般注写在尺寸线的中断处。必要时也可按图中的形式标注
圆		圆和大于半圆的圆弧尺寸应标注直径，直径尺寸线通过圆心，箭头指在圆周上，且应在尺寸数字前加注符号“φ”。 圆的直径和圆弧半径的尺寸线的终端应画成箭头

续表

项目	图例	注 意 事 项
圆弧		<p>小于或等于半圆的圆弧尺寸一般标注半径, 只在指向圆弧的一端尺寸线上画出箭头, 尺寸线指向圆心, 且应在尺寸数字前加注符号“R”</p>
大圆弧		<p>当圆弧的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; 不需标出圆心位置时, 可按右图标注</p>
小尺寸		<p>在没有足够的位置画箭头或注写数字时, 可按图的形式标注, 必要时, 允许用原点或斜线代替箭头。圆和圆弧的小尺寸, 可按图例标注</p>
球面		<p>标球面的尺寸, 如左侧两图所示, 应在ϕ或R前加注“S”。不致引起误解时, 则可省略, 如右图中的右端球面</p>
图线通过尺寸数字时		<p>尺寸数字不可被任何图线所通过, 否则应将该图线断开</p>
弦长和弧长		<p>标注弦长或弧长时, 尺寸界线应平行于弦的垂直平分线。标注弧长时, 尺寸线用圆弧, 并应在尺寸数字上方加注符号“\wedge”</p>