



中等职业教育“十一五”规划教材（焊接专业）

机械制图与AutoCAD基础

王英杰 高伟卫 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



中等职业教育“十一五”规划教材
(焊接专业)

机械制图与 AutoCAD 基础

主 编	王英杰	高伟卫
副主编	安宏宇	金巧珍
参 编	赵建英	段荣寿
	王美玉	石爱军
主 审	郭晓平	



机械工业出版社

本书是中等职业教育“十一五”规划教材,是根据教育部颁发的“中等职业学校机械制图教学大纲(试行)”,并参照相关国家最新标准编写的,适用于机械类专业。

全书共10章,主要包括:机械制图国家标准知识和制图基本技能、正投影法基础和基本体视图、轴测图、组合体、图样的表示方法、常用件的特殊表示方法、零件图、装配图、展开图与焊接图、AutoCAD 基础知识等。

本书具有以下特点:第一,注重在理论知识、素质、能力、技能等方面能对学生进行全面的培养;第二,注重吸取现有相关教材的优点,采用新标准,简化过多的理论介绍;第三,突出职业技术教育特色,做到图解直观形象,尽量联系现场实际,突出培养识图能力;第四,注重语言文字叙述精炼,通俗易懂;第五,配备了《机械制图与 AutoCAD 基础习题册》,培养学生的分析能力和动手能力。

本书主要面向中等职业技术学校的学生,也可作为职工培训和技工学校用教材。

图书在版编目(CIP)数据

机械制图与 AutoCAD 基础/王英杰,高伟卫主编. —北京:机械工业出版社,2008.9

中等职业教育“十一五”规划教材(焊接专业)
ISBN 978-7-111-24786-9

I. 机... II. ①王...②高... III. 中等职业—教材 IV. O241

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 005861 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:崔占军 齐志刚 责任编辑:崔占军 齐志刚

责任校对:李秋荣 封面设计:鞠 杨 责任印制:杨 曦

北京机工印刷厂印刷(北京樱花印刷厂装订)

2008 年 9 月第 1 版第 1 次印刷

184mm×260mm·16 印张·395 千字

0 000—4 000 册

标准书号:ISBN 978-7-111-24786-9

定价:26.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换
销售服务热线电话:(010) 68326294

购书热线电话:(010) 88379639 88379641 88379643

编辑热线电话:(010) 88379201

封面无防伪标均为盗版

前 言

本书是中等职业教育“十一五”规划教材,是根据教育部颁发的“中等职业学校机械制图教学大纲(试行)”,并参照相关国家最新标准编写的。

针对目前中等职业技术教育缺少内容新、针对性强、实践性突出的《机械制图与 AutoCAD 基础》教材,并结合目前机械制图课程教学过程中出现的新要求、新情况以及某些教材中存在的问题,我们认真查阅了大量的参考资料,进行了多次专题交流与研讨,并且在编写过程中积极汲取各种现有教材的精华,对新的《机械制图与 AutoCAD 基础》教材进行了合理的编写。

本教材的教学目标是:

- 1) 比较系统地介绍机械制图与 AutoCAD 的基础知识。
- 2) 培养学生的识图能力、分析能力和基本的绘图技能。
- 3) 培养学生严谨的学习习惯。

本书在内容上尽量做到布局合理、丰富、新颖;在文字介绍方面做到精炼、准确、通俗易懂和插图形象生动;在内容组织上注意逻辑性、系统性和层次分明,突出实践性;在时代性上尽量采用新标准,使师生的认识在一定层次上能跟上新要求。本书配备了《机械制图与 AutoCAD 基础习题册》,供学生自学时自我检查是否掌握和理解了所学的基础知识。本教材建议课时为 60 学时。

本书主编:王英杰、高伟卫;副主编:安宏宇、金巧珍。全书由王英杰、王美玉、石爱军负责拟定编写提纲和配置复习思考题与附表,并对所有稿件进行补充、修改、校对和统稿。第一章至第四章由太原铁路机械学校高伟卫编写;第五章和第七章由张家口职业技术学院安宏宇编写;第六章由无锡交通高等职业技术学校金巧珍编写;第八章和第九章由太原铁路机械学校段荣寿编写;第十章由太原铁路机械学校赵建英编写。为便于教学,本书另配备了电子教案和部分习题答案,选用本书作为教材的教师可来电(010-88379201)索取,或登录 www.cmpedu.com 注册免费下载。

本书由郭晓平主审,最后由《机械制图与 AutoCAD 基础》教材编写组审定通过。

由于编写时间及编者水平有限,书中难免有错误和不妥之处,恳请广大读者批评指正。同时,本书在编写过程中参考了大量的文献资料,在此向文献资料的作者致以诚挚的谢意。

《机械制图与 AutoCAD 基础》编写组

目 录

前言

第一章 机械制图国家标准基础知识和

制图基本技能 1

第一节 图纸图幅和格式 1

第二节 比例和字体 3

第三节 图线 4

第四节 尺寸注法 6

第五节 常用的平面图形画法 10

复习思考题 14

第二章 正投影法基础和基本体视图 15

第一节 投影法基本知识 15

第二节 三视图的形成及其投影规律 17

第三节 点的投影 19

第四节 直线的投影 22

第五节 平面的投影 27

第六节 基本体 33

第七节 带切口、穿孔的基本体的投影及

尺寸标注 42

第八节 基本体的截交线 47

第九节 基本体的相贯线 54

复习思考题 59

第三章 轴测图 61

第一节 轴测图的基本知识 61

第二节 正等轴测图及其画法 62

第三节 斜二轴测图及其画法 66

复习思考题 67

第四章 组合体 68

第一节 组合体的形体分析 68

第二节 组合体的三视图画法 71

第三节 组合体的尺寸标注 74

第四节 读组合体的视图 77

复习思考题 84

第五章 图样的表示方法 85

第一节 视图 85

第二节 剖视图 88

第三节 断面图 96

第四节 其他图样表示方法 98

复习思考题 100

第六章 常用件的特殊表示方法 101

第一节 螺纹 101

第二节 螺纹联接件 108

第三节 键联接和销联接 115

第四节 齿轮 119

第五节 弹簧 133

第六节 滚动轴承 136

复习思考题 140

第七章 零件图 142

第一节 零件图的组成 142

第二节 零件的视图选择 143

第三节 零件图的尺寸标注 145

第四节 零件图上的技术要求 147

第五节 零件图分析 152

复习思考题 158

第八章 装配图 160

第一节 装配图概述 160

第二节 装配图表达方案及画法规定 162

第三节 装配图中的尺寸标注 167

第四节 装配图中的零部件序号、明细栏和

技术要求 168

第五节 分析装配图 170

复习思考题 172

第九章 展开图与焊接图 174

第一节 展开图 174

第二节 焊接图 178

复习思考题 185

第十章 AutoCAD 基础知识 187

第一节 AutoCAD 的基本功能、启动与

退出 187

第二节 用户界面与文件操作 188

第三节 基本操作知识 193

第四节 图形绘制 198

第五节 图形编辑 203

第六节 对象特性与图层 209

第七节 工程图标注	212	附录 A 普通螺纹直径与螺距	233
第八节 块与图案填充	220	附录 B 标准件	236
第九节 绘制工程图	223	附录 C 滚动轴承	244
复习思考题	227	附录 D 极限与配合	247
附录	233	参考文献	250

第一章 机械制图国家标准基础和制图基本技能

【学习目标】 熟悉国家标准《技术制图》、《机械制图》中的基本规定。掌握平面图形的画法，具备平面图形尺寸的标注能力。培养认真负责和一丝不苟的工作作风。



在现代工业生产中，为了便于生产、管理和交流，图样成为重要的技术文件和技术交流工具。我国于1959年首次颁布了适用于机械图样的国家标准《机械制图》，1993年又颁布了国家标准《技术制图》作为各种工程图样通用的技术标准。这些标准成为绘制和阅读机械图样的准则和依据。

第一节 图纸图幅和格式

一、图纸幅面与标题栏（GB/T 14689—1993）

为了便于图样的绘制、使用和管理，技术图样都应在规定的幅面和格式的图纸上绘制。

1. 图纸幅面尺寸和代号

制图时应优先选用国家标准规定的基本幅面尺寸，见表1-1。必要时，可以按规定加长。加长幅面的尺寸按基本幅面的短边尺寸，取整数倍增加后得出，如图1-1所示。例如，A3×4的幅面是420×1189，A3的幅面为297×420。图中粗实线为优先选择的基本幅面，细实线为第二选择的加长幅面，虚线为第三选择的加长幅面。

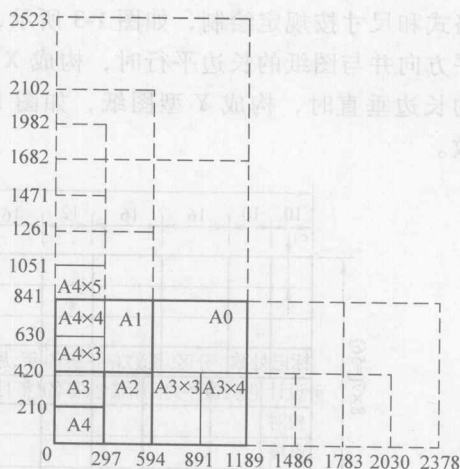


图1-1 图纸基本幅面及加长幅面

表1-1 图纸幅面尺寸 (单位: mm)

幅面代号		A0	A1	A2	A3	A4
幅面尺寸 (B×L)		841×1189	594×841	420×594	297×420	210×297
周边尺寸	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。图框格式分为留有装订边和不留装订边两种格式，如图 1-2 所示。同一产品的图纸只能采用一种格式。

1) 留有装订边的图纸的图框格式如图 1-2a、b 所示，图中尺寸 a 、 c 按表 1-1 的规定选用。

2) 不留装订边的图纸的图框格式如图 1-2c、d 所示，图中尺寸 e 按表 1-1 的规定选用。

加长幅面图纸的图框尺寸，按所选用的基本幅面大一号的图框尺寸确定。例如， $A3 \times 4$ 的图框尺寸按 A2 的图框尺寸确定。

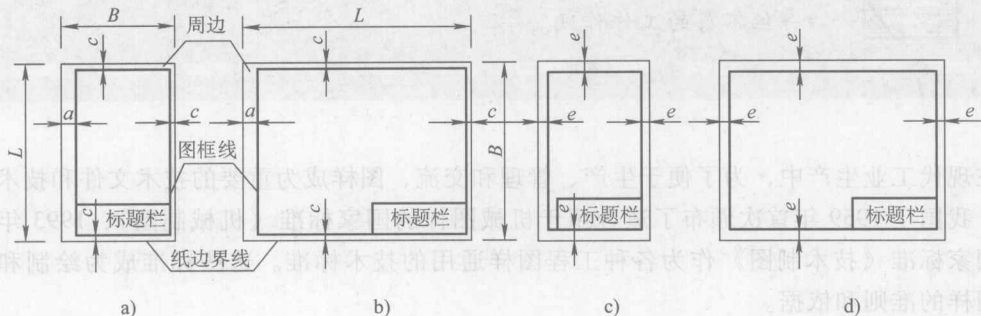


图 1-2 图框格式

二、标题栏及其方位 (GB/T 10609.1—1989)

每张图纸上都必须画出标题栏，一般情况下标题栏的位置应位于图纸的右下角。标题栏的格式和尺寸按规定绘制，如图 1-3 所示，也可按实际需要增加或减少。标题栏的长边置于水平方向并与图纸的长边平行时，构成 X 型图纸，如图 1-2b、d 所示；标题栏的长边与图纸的长边垂直时，构成 Y 型图纸，如图 1-2a、c 所示。看图的方向与标题栏中的文字方向一致。



图 1-3 标题栏的格式尺寸

考虑到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，如图 1-4a 所示，或将 Y 型图纸的长边置于水平位置使用，如图 1-4b 所示。为了明确绘图与看图时图纸的方向，应在图纸下边的对中符号处画一个方向符号。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 1-4c 所示。

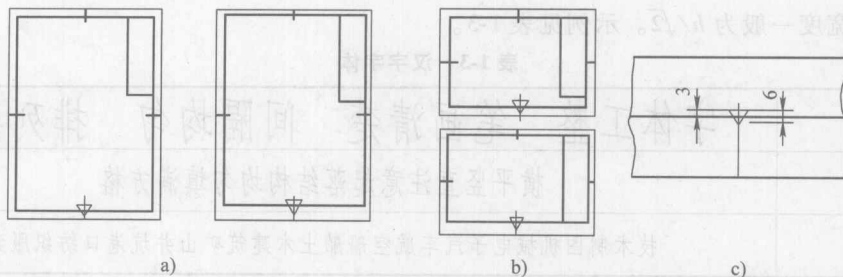


图 1-4 图纸的另一种配置方式和方向符号

第二节 比例和字体

一、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。绘制图样时，一般应采用表 1-2 规定的标准比例。

表 1-2 标准比例

种类	比 例	
	优先选择	允许选择
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	1:1.5 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。

比例的选择一般应与图纸幅面同时考虑，其选择原则是：既能充分而清楚地表达机件的结构形状，又能合理利用图纸幅面，最好选用原值比例，即 1:1，然后考虑“优先选取”的比例系列，必要时也可选用“允许选取”的比例系列。但不论放大还是缩小，图样上的尺寸数字都应按机件的真实大小标注。

比例一般应标注在标题栏中的“比例”栏内，当机件上有较小或较复杂的结构需要用不同的比例时，可在视图名称的下方注明。

二、字体 (GB/T 14691—1993)

图样中的字体分为汉字、字母和数字。书写字体时必须做到：字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。字体的号数是指字体的高度（用 h 表示），其公称尺寸系列为 1.8mm、2.5mm、3.5mm、5mm、7mm、10mm、14mm、20mm。如要书写更大的字时，其字体高度 h 应按 $\sqrt{2}$ 的比率递增。

汉字应写成长仿宋体，并采用国家正式公布推行的简化字。汉字的高度 h 不应小于



3.5mm, 其宽度一般为 $h/\sqrt{2}$ 。示例见表 1-3。

表 1-3 汉字字体

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

数字及字母字体分为 A 型和 B 型。A 型字体的笔画宽度为字高的 $1/14$, B 型字体的笔画宽度为字高的 $1/10$ 。数字和字母可写成斜体和直体。斜体字字头向右倾斜, 与水平基准线成 75° 。一般采用 A 型斜体字, 在同一图样上, 只允许选用一种字型。

数字及字母的 A 型斜体字, 示例见表 1-4。

表 1-4 数字及字母的 A 型斜体字

大写拉丁字母	<i>ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ</i>
小写拉丁字母	<i>abcdefghijklmnopqrstuvwxyz</i>
阿拉伯数字	<i>0123456789</i>

字体的综合应用有下述规定: 用作指数、分数、极限偏差、注脚等的数字及字母, 一般采用小一号的字体; 量的符号是斜体, 单位的符号是直体, 如 m/kg , 其中 m 用斜体, kg 用直体。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, 应分别符合国家有关法令和标准的规定。综合示例如图 1-5 所示。

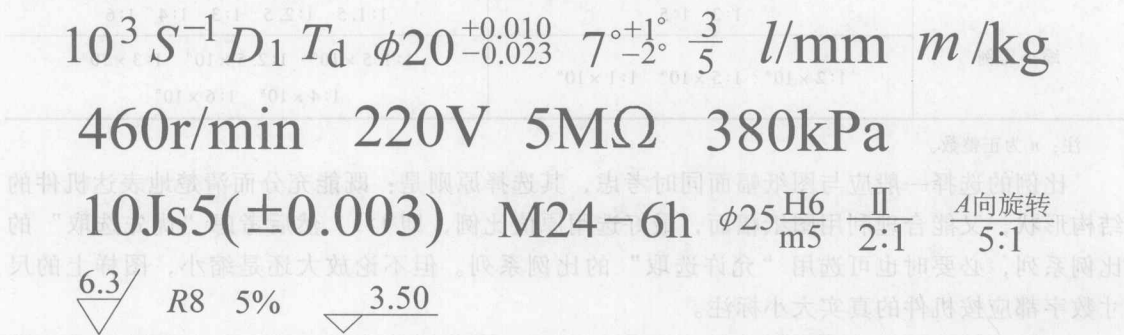


图 1-5 字母组合应用

第三节 图 线

一、图线的型式及其用途 (GB/T 4457.4—2002)

国家标准《机械制图图样画法图线》规定了工程图样中采用的各种线型及其应用场合, 表 1-5 所示为常用的图线名称、形式及主要用途。



表 1-5 机械制图的线型及其应用

序号	名称	图线型式及代号	图线宽度	应用举例
1	粗实线		d	可见轮廓线, 可见过渡线
2	细实线		$d/2$	尺寸线、尺寸界线、剖面线、辅助线、重合断面的轮廓线、引出线、基准线、螺纹的牙底线及齿轮的齿根线
3	波浪线		$d/2$	断裂处的边界线、视图与剖视图的分界线
4	双折线		$d/2$	断裂处的边界线 视图与剖视图的分界线
5	细虚线		$d/2$	不可见的轮廓线、不可见的过渡线
6	细点画线		$d/2$	轴线、对称中心线、齿轮的分度圆及分度线
7	粗点画线		d	限定范围表示线
8	细双点画线		$d/2$	相邻辅助零件的轮廓线、中断线、可动零件的极限位置的轮廓线、假想投影轮廓线、轨迹线

二、线宽

线型宽度 d 在下列数系中选择: 0.13mm、0.18mm、0.25mm、0.35mm、0.5mm、0.7mm、1mm、1.4mm、2mm。机械制图中的粗实线宽度通常选择 0.5mm 或 0.7mm。

三、图线画法

1) 在同一图样中, 同类“图线宽度”的线型 (如 $\frac{d}{2}$ 宽度的线型) 应基本一致。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。实际作图时, 通常虚线画长 4 ~ 6mm, 间隔 1mm; 点画线长 15 ~ 30mm, 两画间的间隔约为 3mm; 双点画线画长 15 ~ 30mm, 两画间的间隔约为 5mm。

2) 两条平行线 (包括剖面线) 之间的距离应不小于粗实线的两倍宽度, 其最小距离不得小于 0.7mm。

3) 绘制圆的对称中心线 (简称中心线) 时, 圆心应为细点画线的长画线段的交点。粗、细点画线和双点画线的首末两端应是长画而不是短画。

4) 在较小的图形上绘制细点画线、双点画线有困难时, 可用细实线代替。

5) 轴线、对称中心线、双折线和作为中断线用的双点画线, 应超出轮廓线 2 ~ 5mm。

6) 点画线、虚线与其他图线相交时, 都应在长画处相交, 不应在间隔或短画处相交。

7) 当虚线处于粗实线的延长线上时, 粗实线长画应画到两种线型的分界点, 粗实线与虚线的分界处应有空隙。当虚线圆弧与虚线相切时, 虚线圆弧的线段应画到切点, 而虚线需



留有空隙。

8) 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, 如图 1-6 所示。



图 1-6 图线画法

第四节 尺寸注法

图形只能表达机件的形状, 而零件的大小则由标注的尺寸确定。标注尺寸时, 应严格遵守国家标准 (GB/T 4458.4—2003) 有关尺寸注法的规定, 做到正确、完整、清晰、合理。

一、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和比例无关。
- 2) 图样中 (包括技术要求和其他说明) 的线性尺寸, 以 mm 为单位时, 不需标注计量单位符号或名称, 如采用其他单位, 则必须注明相应的计量单位符号或名称。
- 3) 图样中所标注的尺寸, 为该图样所示机件最后完工尺寸, 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、尺寸的组成

一个完整的尺寸一般应包括四要素: 尺寸界线、尺寸线、尺寸线终端和尺寸数字, 如图 1-7 所示。

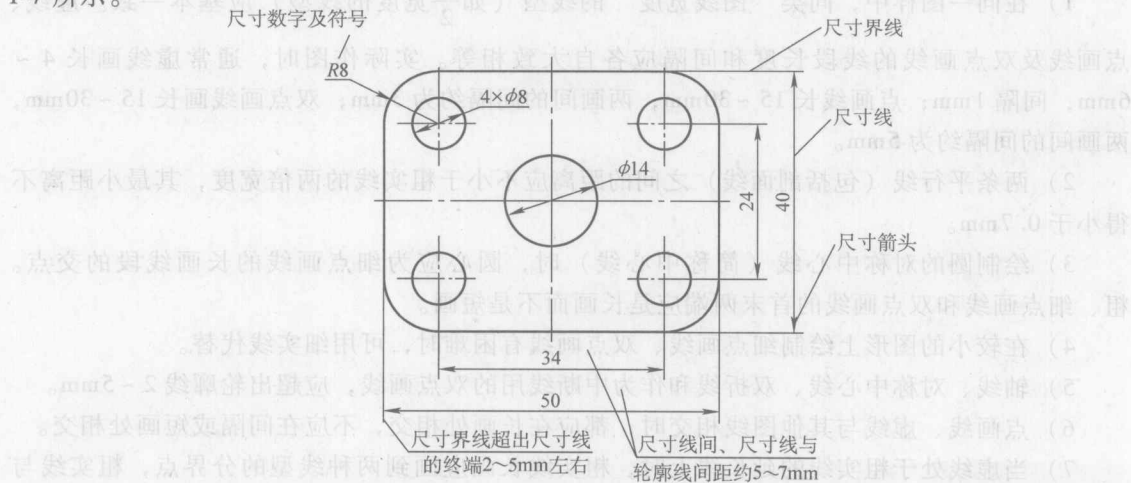


图 1-7 尺寸组成



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为尺寸界线，如图 1-7 所示。

尺寸界线一般与尺寸线垂直，并超出尺寸线的终端 2mm 左右，当尺寸界线过于贴近轮廓线时，才允许倾斜，如图 1-8a 所示。

在光滑过渡处，应用细实线将轮廓线延长，从它们的交点处引出尺寸界限，如图 1-8b 所示。

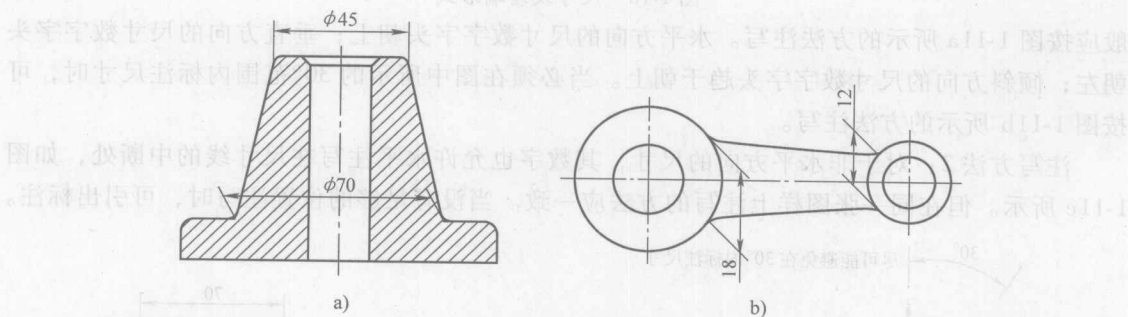


图 1-8 尺寸界线与尺寸线斜交的注法

2. 尺寸线

尺寸线用细实线绘制，不能用其他图线代替。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，大尺寸要注在小尺寸外面，以免尺寸线与尺寸界线相交。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延长线通过圆心，如图 1-9 所示。

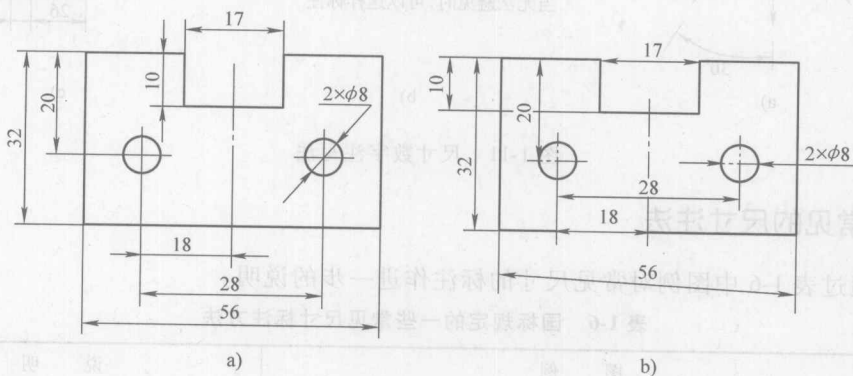


图 1-9 尺寸线的画法

a) 正确 b) 错误

3. 尺寸线终端

尺寸线终端有两种形式，即箭头和斜线，如图 1-10 所示。箭头适用于各种类型的图样；斜线主要用于建筑图样，用细实线绘制。

机械图样中采用箭头表示尺寸终端，箭头与尺寸界限接触，不得超出也不得离开。同一图样中箭头的大小应一致。没有足够的位置画箭头或注写数字时，允许用圆点或斜线代替箭头。

4. 尺寸数字

注写方法 1：线性尺寸的数字位置一般应注写在尺寸线的上方。线性尺寸数字的方向一

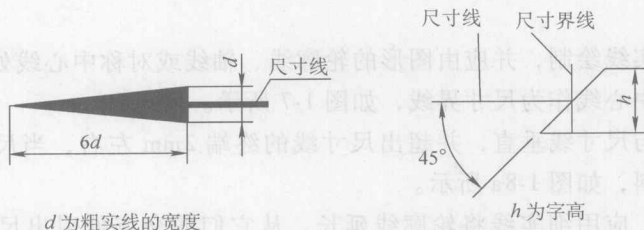


图 1-10 尺寸线终端形式

般应按图 1-11a 所示的方法注写。水平方向的尺寸数字字头朝上；垂直方向的尺寸数字字头朝左；倾斜方向的尺寸数字字头趋于朝上。当必须在图中所示的 30° 范围内标注尺寸时，可按图 1-11b 所示的方法注写。

注写方法 2：对于非水平方向的尺寸，其数字也允许水平注写在尺寸线的中断处，如图 1-11c 所示。但在同一张图样上注写的方法应一致。当没有足够的位置注写时，可引出标注。

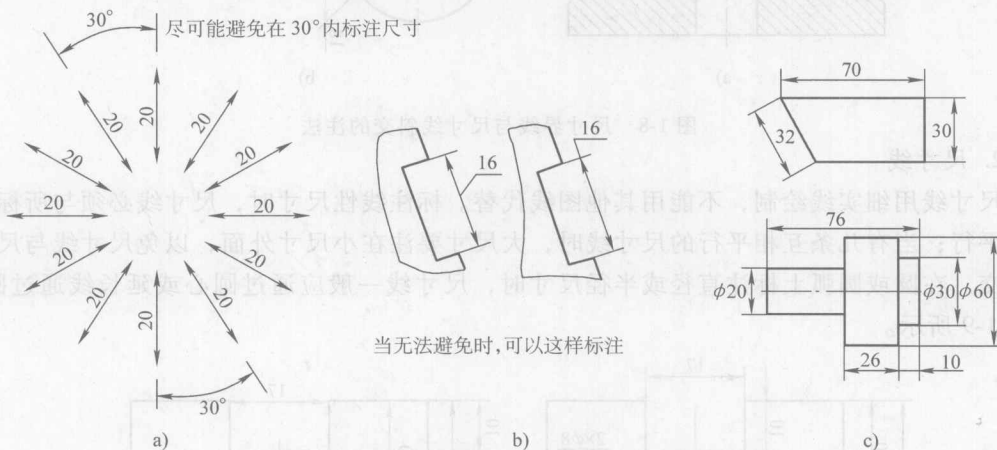


图 1-11 尺寸数字注写法

三、常见的尺寸注法

下面通过表 1-6 中图例对常见尺寸的标注作进一步的说明。

表 1-6 国标规定的一些常见尺寸标注方法

分类	图 例	说 明
直径 半径		标注直径或半径时，应分别在尺寸数字前加注符号“ ϕ ”或“R”
		圆弧的半径过大或在图纸范围内无法注出其圆心位置时，按图 a 标注；若不需要标出其圆心位置时，按图 b 标注



(续)

分类	图 例	说 明
球直径与半径		球面直径或半径, 应在符号 ϕ 或 R 前加注符号“S”, 在不致引起误会的情况下, 可省略符号 S
角度		尺寸界线应沿径向引出, 尺寸线画成圆弧, 圆心是角的顶点, 尺寸数字应一律水平书写, 一般注在尺寸线的中断处, 必要时可按图 b 的形式标注
弦长 弧长		标注弦长和弧长时, 尺寸界线应平行于弦的垂直平分线; 标注弧长尺寸时, 尺寸线用圆弧, 并应在尺寸数字上方加注符号“ $\frown$ ”
狭小 部位		1. 在没有足够的位置画箭头或标注数字时, 可将箭头或数字布置在外面, 也可将箭头和数字都布置在外面 2. 几个小尺寸连续标注时, 中间的箭头可用斜线或圆点代替
对称 机件		当对称机件的图形只画出一半或略大于一半时, 尺寸线的一端应略超过对称中心线或断裂处的边界线, 并在尺寸线的另一端画出箭头



(续)

分类	图 例	说 明
方头 结构		表示剖面为正方形结构的尺寸时,可在正方形边长尺寸数字前加注符号“□”,如□14,或用 14 × 14 代替□14

第五节 常用的平面图形画法

虽然机件的轮廓形状是多种多样的,但它们的图样基本上都是由直线、圆弧和其他一些曲线所组成的几何的图形,因此在绘制图样时,常常要运用一些几何作图的方法。

一、斜度

斜度是指一直线或一平面对另一直线或平面的倾斜程度,其大小用两直线或平面间的夹角的正切来度量,即 H/L ,在图样中以 $1:n$ 的形式标注,如图 1-12 所示。标注时,斜度符号 (h 为尺寸数字字高) 的倾斜方向应与斜度方向一致。图 1-13 所示为斜度的画法。

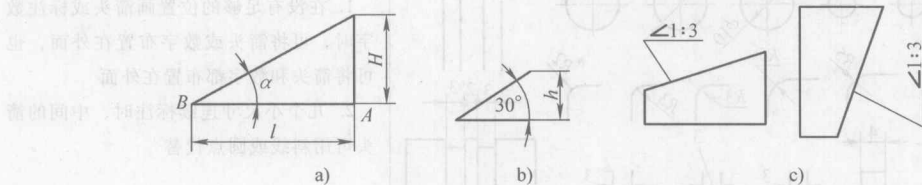


图 1-12 斜度的定义、符号及标注

a) 斜度定义 b) 斜度符号 c) 斜度标注

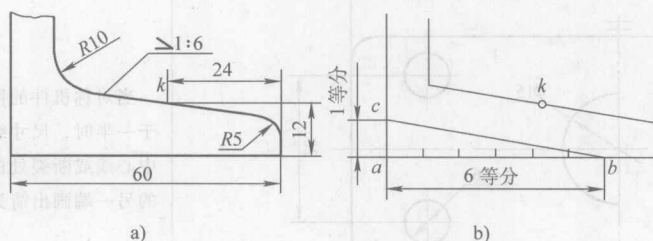


图 1-13 斜度的画法

a) 已知图 b) 画法



二、锥度

锥度是指正圆锥的底圆直径与圆锥高度之比, 即 D/L 或 $(D-d)/l$, 如图 1-14a 所示, 但图样中常以 $1:n$ 的形式标注, 锥度图形符号的画法如图 1-14b 所示; 标注锥度时, 锥度图形符号的方向应与锥度方向一致, 如图 1-14c 所示。零件图上锥度的画法如图 1-15 所示。

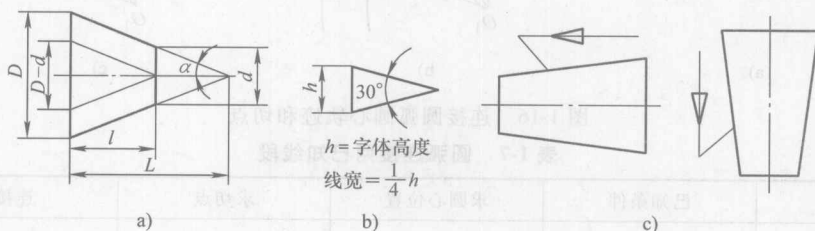


图 1-14 锥度的定义、符号及标注

a) 锥度定义 b) 锥度符号 c) 锥度标注

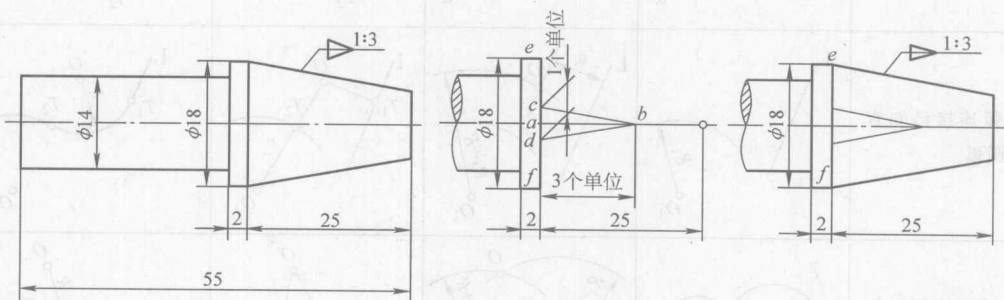


图 1-15 锥度的画法

三、圆弧连接

绘制机件轮廓图形时, 常会遇到从一条线 (直线或圆弧) 光滑地过渡到另一条线 (直线或圆弧) 的情况。这种光滑过渡, 就是平面几何中的相切, 在工程制图上称为圆弧连接, 切点就是连接点。常见的圆弧连接有: 用一圆弧连接两已知直线; 用一圆弧连接两已知圆弧; 用一圆弧连接一已知直线和一已知圆弧。这个起连接作用的圆弧称为连接圆弧。

当用仪器手工绘制连接圆弧时, 首要问题是求连接圆弧的圆心和切点, 才能保证得到光滑连接的图形。下面用轨迹的方法来分析圆弧连接的作图原理与步骤, 如图 1-16 所示。

1) 根据已知条件求连接圆弧的圆心。

2) 求切点 (即连接点)

3) 连接并描粗。

半径为 R 的圆弧与定直线相切、与定圆外切、与定圆内切的圆心轨迹 OO' 及切点 T 和 T' 的作图, 如图 1-16 所示。用半径为 R 的圆弧连接两已知线段 (直线或圆弧) 的作图方法见表 1-7。