

2009年江苏省高等学校立项精品教材

主编 闫照粉

机械制图理论部分

JIXIE ZHITU LILUNBUFEN



苏州大学出版社

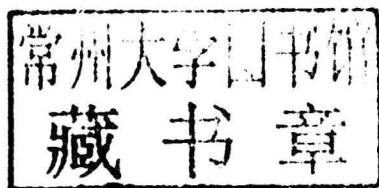
SOOCHOW UNIVERSITY PRESS

2009 年江苏省高等学校立项精品教材

机械制图

(理论部分)

主 审 史俊青
主 编 闫照粉
副主编 安淑女 周惠明
王 健



苏州大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

机械制图. 理论部分 / 闫照粉主编. —苏州: 苏州大学出版社, 2010. 8
2009 年江苏省高等学校立项精品教材
ISBN 978-7-81137-580-0

I. ①机… II. ①闫… III. ①机械制图—高等学校—教材 IV. ①TH126

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 173665 号

内 容 提 要

本教材是“2009 年江苏省高等学校精品教材立项建设项目”的研究成果,是根据高等职业技术教育的特点与要求,通过企业调研和教学实践,对传统图学理论进行分析优化的基础上编写的。为适应现代图样处理技术发展的需要,将计算机三维造型和计算机绘图有机融入机械图样表达之中,构建一个机械零件的图形表达与形象思维发展的基础平台。本教材主要介绍了制图基本标准与平面图形画法、正投影基础、基本体、切割体与相贯体、三维建模基础、组合体、机件表达方法、标准件与常用件、零件图与装配图等。

本书注意加强学生绘图技能与识图能力的训练,附有与之配套的习题集。

本书可供高等职业技术教育、成人高等教育机械类、近机类、电子信息类各专业学生选用,也可作为机械行业工程技术人员的参考书。

机械制图

(理论部分)

闫照粉 主编

责任编辑 周建兰

苏州大学出版社出版发行

(地址: 苏州市十梓街 1 号 邮编: 215006)

宜兴市盛世文化印刷有限公司印装

(地址: 宜兴市万石镇南漕河滨路 58 号 邮编: 214217)

开本 787mm×1 092mm 1/16 印张 25.75(共两册) 字数 643 千

2010 年 8 月第 1 版 2010 年 8 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-81137-580-0 定价: 43.00 元

(共两册)

苏州大学版图书若有印装错误,本社负责调换
苏州大学出版社营销部 电话: 0512-65225020
苏州大学出版社网址 <http://www.sudapress.com>

前 言

进入新世纪以来,由于计算机与 CAD 技术的飞速发展与应用,不但对图学理论产生了巨大影响,而且对机械图样的生成与绘制的方法和手段也发生了全新的变革。为适应现代企业生产对人才培养的需要,机械制图作为机电类各专业重要的专业基础课程,在教学改革中不仅需要内容上的变化,还需要教学理念、教学手段、教育思想的更新;不但要培养学生的图形绘制与识别的能力,还应注重学生素质与创造力的培养。

本教材从高等职业技术教育的特点出发,遵循绘图与识图能力培养的基本规律,在投影理论与图样表达上有机衔接,理论描述与绘图训练有机结合,二维视图与实体建模相互融合,使学生在掌握基本知识和基本技能的同时,不断提高空间想象与创造性思维能力。

本教材的主要特点:

(1) 把计算机作为绘图的主要工具加以介绍,介绍了基于 AutoCAD 软件绘制二维机械工程图的基本功能,完全取代了图板、仪器绘制工程图的方法与技能。

(2) 只介绍轴测投影的基本概念,不讲画法,吸收 Solidworks 三维软件的基本建模功能,加强学生的空间思维训练,提高学生对形体结构与视图表达的理解能力。

(3) 为方便教学与学生自学,设计了大量电子教学用图和与教材配套的电子素材,可到“<http://jdx.xzcat.edu.cn/>”的“下载专区”下载,在制图课程教学学时数越来越少的今天,可大大提高教学效率与效果。

(4) 与本书配套的习题集有纸质与电子两种版本,以适应现代制图技术对高技能人才培养的需要。

本书由闫照粉任主编,安淑女、周惠明、王健任副主编,由史俊青主审,参加编写的人员还有鹿毅、戴珊珊、吴虎城、吴剑红、钱继兵、沈晟、王凤琴、陈建军。在本书的编写过程中,受到徐州工程集团宋玉平高级工程师、徐州锻压机械设备集团胡志刚高级工程师的热心指导,在此表示感谢。

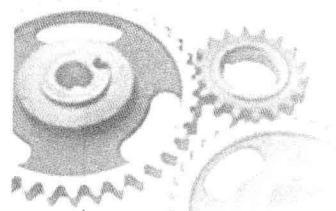
由于编者水平有限,书中肯定有许多疏漏与不妥之处,敬请读者批评指正。

编 者

2010 年 8 月

目 录

第一章 基本制图标准与平面图形画法	(1)
第一节 制图标准的基本规定.....	(1)
第二节 AutoCAD 绘图软件的基本设置	(8)
第三节 常见基本图形的绘制	(20)
第四节 AutoCAD 常用精确绘图辅助工具	(24)
第五节 AutoCAD 常用修改命令	(27)
第六节 几何图形画法	(36)
第七节 平面图形画法	(40)
第二章 正投影基础	(42)
第一节 投影法及其分类	(42)
第二节 三视图及其画法	(44)
第三节 点的投影	(47)
第四节 直线的投影	(50)
第五节 平面的投影	(55)
第三章 基本体	(62)
第一节 平面立体	(62)
第二节 曲面立体	(66)
第四章 轴测图与三维建模基础	(72)
第一节 轴测图的基本知识	(72)
第二节 Solidworks 三维建模基础知识	(74)
第三节 基本体的三维建模	(83)
第五章 切割体与相贯体	(87)
第一节 平面切割体	(87)
第二节 曲面切割体	(89)
第三节 相贯体	(95)



第六章 组合体	(101)
第一节 组合体的形体分析.....	(101)
第二节 组合体三视图的画法.....	(103)
第三节 组合体三视图的尺寸标注.....	(106)
第四节 组合体的三维建模.....	(112)
第五节 组合体三视图的识读.....	(114)
第七章 机件的表达方法	(120)
第一节 视图.....	(120)
第二节 剖视图.....	(126)
第三节 断面图.....	(137)
第四节 其他表达方法.....	(141)
第五节 第三角投影简介.....	(148)
第六节 用 Solidworks 软件由三维模型生成投影图	(151)
第八章 标准件与常用件	(157)
第一节 螺纹.....	(157)
第二节 螺纹紧固件及其连接画法.....	(162)
第三节 齿轮及其啮合画法.....	(167)
第四节 键连接、销连接画法	(172)
第五节 滚动轴承.....	(175)
第六节 弹簧.....	(178)
第九章 零件图	(181)
第一节 零件的视图选择.....	(182)
第二节 零件图的尺寸标注.....	(183)
第三节 零件图上的技术要求.....	(187)
第四节 零件的工艺结构.....	(206)
第五节 零件图的识读.....	(209)
第六节 画零件图的方法与步骤.....	(215)
第十章 装配图	(218)
第一节 装配图的表达方法.....	(220)
第二节 装配图上的零件序号与明细栏.....	(223)
第三节 装配工艺结构.....	(224)
第四节 读装配图的方法与步骤.....	(226)
第五节 画装配图的方法与步骤.....	(228)

附录	(233)
附录 A 标准结构	(233)
附录 B 标准件	(236)
附录 C 公差与配合	(245)
附录 D 滚动轴承	(250)
附录 E 常用材料名称及牌号	(252)
附录 F 表面结构要求图样标注的演变	(253)
参考文献	(254)

第一章 基本制图标准与平面图形画法



主要学习目标

- 掌握国家标准中有关机械制图的一般规定,包括图纸幅面、比例、字体、图线与尺寸标注等。
- 掌握使用 AutoCAD 绘图软件设置图幅、线型、线宽,注写工程字体、标注图形尺寸的方法与技能。
- 掌握使用 AutoCAD 绘图软件绘制常见几何图形的方法与技能。
- 掌握使用 AutoCAD 绘图软件绘制平面图形的方法与技能。

第一节 制图标准的基本规定

为了使图样画法达到统一,国家标准《技术制图》、《机械制图》对机械图样的图线画法、图纸幅面与格式、文字与尺寸标注等作出了统一规定。

一、图纸的幅面与格式

1. 图纸幅面尺寸

标准中规定图纸的基本幅面大小有五种,其尺寸见表 1-1,绘制图样时应优先采用这些幅面大小的图纸。必要时可以沿幅面加长、加宽,加长幅面尺寸在 GB/T14689—1993 中另有规定。

表 1-1 图纸幅面尺寸

(单位: mm)

幅面代号 尺寸代号	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 1-1 中可以看出,A3 号图纸的幅面是 A2 号图纸的幅面对开,即 A3 号图纸的宽边 B 等于 A2 号图纸的长边 L 的一半,A3 号图纸的长边 L 等于 A2 号图纸的宽边 B ,其余



类推。

2. 图框

为了图纸的保存,每张图纸都应画出图框。图框有两种格式,一种是留有装订边的,另一种是不留装订边的。

留有装订边的图纸,其图框如图 1-1 所示,装订边宽度 a 为 25mm,其他三边宽度 c 可依幅面代号从表 1-1 查出(一般采用 A3 幅面横装或 A4 幅面竖装)。图框线用粗实线绘制。

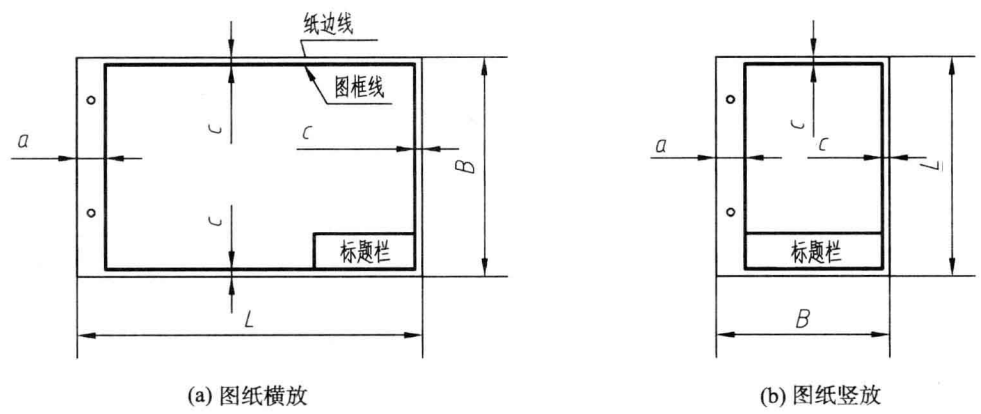


图 1-1 留有装订边的图框格式

当图纸不需要装订时,画图框可不留装订边,此时各边宽度相等, e 值可依幅面代号从表 1-1 查出。

3. 标题栏

绘制工程图样时应在图纸上绘制标题栏,一般位于图纸的右下角,看图方向与标题栏的文字方向一致,如图 1-1 所示。

国家标准对标题栏的内容、格式与尺寸作了规定,如图 1-2 所示。制图作业的标题栏建议采用图 1-3 所示的格式。外框线为粗实线,分格线为细实线。

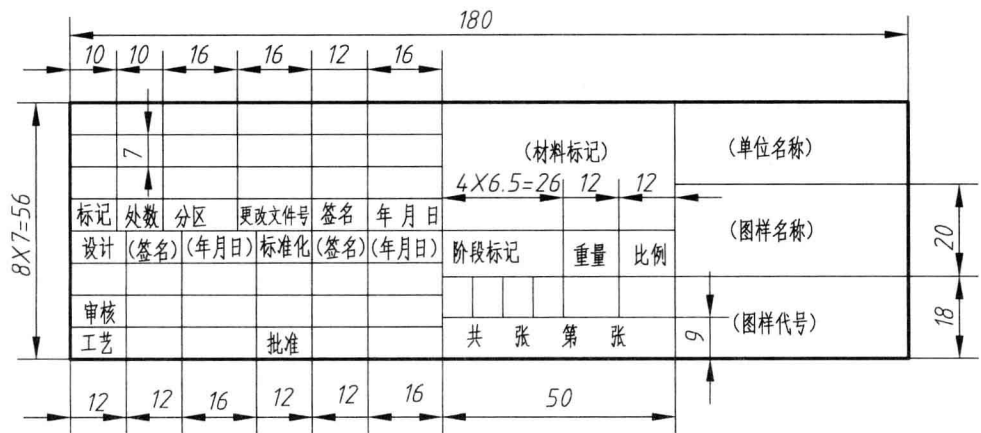


图 1-2 国家标准规定的标题栏格式

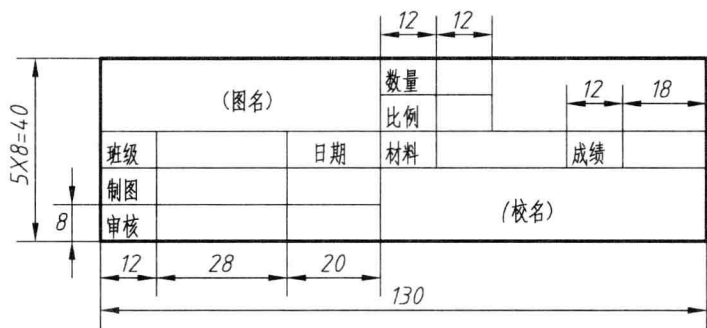


图 1-3 制图作业的简化标题栏格式

二、比例

图样中机件要素的线性尺寸与实际机件要素的线性尺寸之比称为比例。图 1-4 为用不同比例绘制的图形比较。

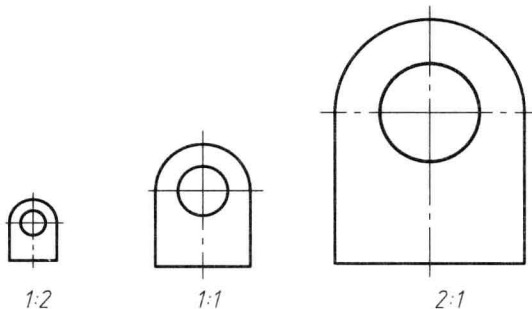


图 1-4 用不同比例绘制的图形比较

绘制图样时，优先选择表 1-2 规定的系列中不带括号的适当比例，必要时也允许选取带括号的比例。

表 1-2 国标规定的比例系列

原值比例	1 : 1						
缩小比例	(1 : 1.5)	1 : 2	(1 : 2.5)	(1 : 3)	(1 : 4)	1 : 5	(1 : 6)
	1 : 1×10 ⁿ	(1 : 1.5×10 ⁿ)		1 : 2×10 ⁿ	(1 : 2.5×10 ⁿ)		(1 : 3×10 ⁿ)
		(1 : 4×10 ⁿ)		1 : 5×10 ⁿ	(1 : 6×10 ⁿ)		
放大比例	2 : 1	(2.5 : 1)	(4 : 1)	5 : 1	1×10 ⁿ : 1	2×10 ⁿ : 1	
		(2.5×10 ⁿ : 1)		(4×10 ⁿ : 1)	5×10 ⁿ : 1		

注：n 为正整数。

同一机件的各个视图一般应采用相同的比例，并需在标题栏的比例栏内写明采用的比例，如 1 : 1。必要时，可标注在视图名称的下方或右侧。当同一机件的某个视图采用了不同比例绘制时，必须另行标明所用比例。

三、工程字体

图样中除了用图形表达机件的结构和形状外，还需要用中英文字、数字等说明机件的名



称、尺寸、材料和技术要求等。国家标准规定在图样中书写的文字必须做到“字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐”。

工程字体高度(用 h 表示)的公称尺寸系列有:20、14、10、7、5、3.5、2.5、1.8 八种,称为字号。即字体的号数为字体的高度(单位:mm),如 7 号字的字体的高度为 7mm。

1. 汉字

图样上的汉字应写成长仿宋体,并应采用国家正式公布推行的简化字。汉字的高度不应小于 3.5mm,字宽一般为字高的 $h/\sqrt{2}$ 。汉字字体示例如图 1-5 所示。

2. 阿拉伯数字、罗马数字、拉丁字母和希腊字母

数字和字母有直体和斜体之分,一般情况下用斜体。斜体字字头向右倾斜,与水平基准线成 75° 。数字与字母示例如图 1-5 所示。

工程字体机械制图计算机绘图
标题栏学校设计绘制校对审核姓名
班级学号名牌材料质量数量比例备注
共第张签名工作原理传达路线结构分析简明扼要通顺

ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ
abcdefghijklmnopqrstuvwxyz 1234567890 ϕ 50 145°

图 1-5 工程字体示例

四、图线

图线是图样的重要内容,用以表示机件的形状。在绘制图样时,有关图线的画法应遵循国家标准 GB/T4457.4—2002 中的规定。

1. 图线的线型及应用

在机械制图中常用的线型及一般应用如表 1-3 所示,图线的应用举例如图 1-6 所示。

表 1-3 图线的线型及一般应用

No	线 型	名 称	图线宽度	在图上的一般应用
01		粗实线	d	可见轮廓线
		细实线	约 $d/2$	(1) 尺寸线及尺寸界线 (2) 剖面线 (3) 重合断面的轮廓线 (4) 螺纹的牙底线及齿轮的齿根线 (5) 指引线 (6) 分界线及范围 (7) 过渡线
		波浪线	约 $d/2$	(1) 断裂处的边界线 (2) 剖与未剖部分的分界线

续表

No	线 型	名 称	图线宽度	在图上的一般应用
01	实线 	双折线	约 $d/2$	(1) 断裂处的边界线 (2) 局部剖视图中剖与未剖部分的分界线
02		细虚线	约 $d/2$	不可见轮廓线
03		细点画线	约 $d/2$	(1) 轴线 (2) 对称线和中心线 (3) 齿轮的节圆和节线
		粗点画线	d	限定范围的表示线
04		细双点画线	约 $d/2$	(1) 相邻辅助零件的轮廓线 (2) 极限位置的轮廓线 (3) 假想投影轮廓线 (4) 中断线

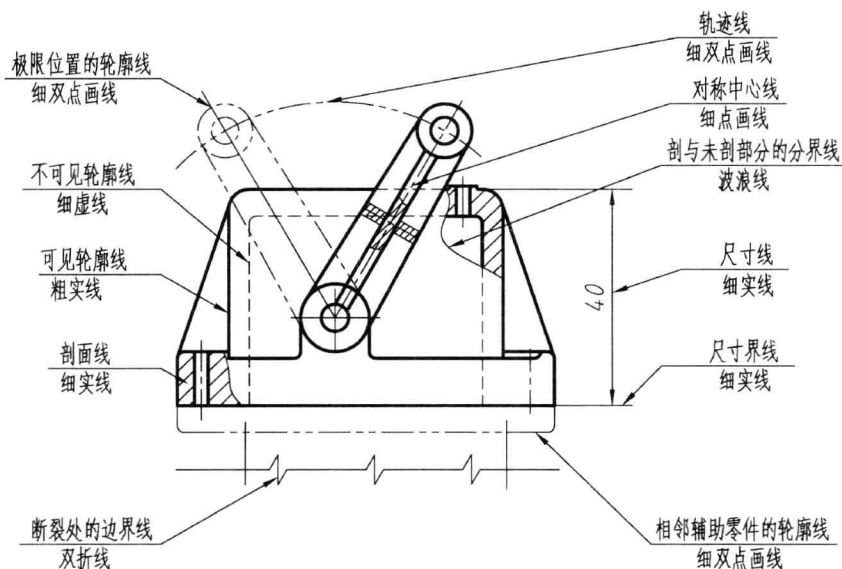


图 1-6 图线应用示例

2. 图线的线宽

图线宽度 d 应按图样的类型和尺寸大小在下列线宽系列中选择：0.13mm、0.18mm、0.25mm、0.35mm、0.5mm、0.7mm、1mm、1.4mm、2mm。

线宽系列中，相邻线宽的公比为 $1:\sqrt{2}$ 。粗线与细线的宽度比例为 2:1。

3. 图线的画法规定

- ① 在同一图样中，同类图线的宽度应一致。虚线、点画线及细双点画线的线段长度和间隔应各自大致相等；点画线、细双点画线的首末两端应是长画，而不是短画。
- ② 两条平行图线之间的最小间隙不得小于 0.7mm。
- ③ 绘制圆时，一般应用两条相交的细点画线（称为中心线）表示其中心位置，圆心应为

长画的交点。细点画线的长度应为 $8\text{mm} \sim 15\text{mm}$, 细点画线的两端应超出轮廓线 $2\text{mm} \sim 5\text{mm}$; 当圆的直径较小, 绘制点画线有困难时, 允许用细实线代替细点画线。

五、尺寸注法

图样中的图形只表明机件的结构和形状, 而机件的大小是由图样中的尺寸所决定的, 所以尺寸是图样的重要内容之一。

图样上标注的尺寸应做到完整、清晰、合理。标注尺寸时, 必须认真细致, 尽量避免错误或遗漏。

1. 尺寸标注的基本规则

① 图样上所注的尺寸数值是机件的真实大小尺寸, 且是机件的最后完工尺寸, 与绘图的比例和绘图的精确度无关。

② 图样中的尺寸以毫米为单位时, 不需要标注单位的符号或名称, 如采用其他单位, 则必须注明相应的单位符号。

③ 对机件的每一尺寸, 一般只标注一次, 且应标注在反映该结构最清晰的图形上。

2. 尺寸的组成

组成一个尺寸的完整要素由尺寸界线、尺寸线、尺寸数字及符号组成, 如图 1-7 所示。

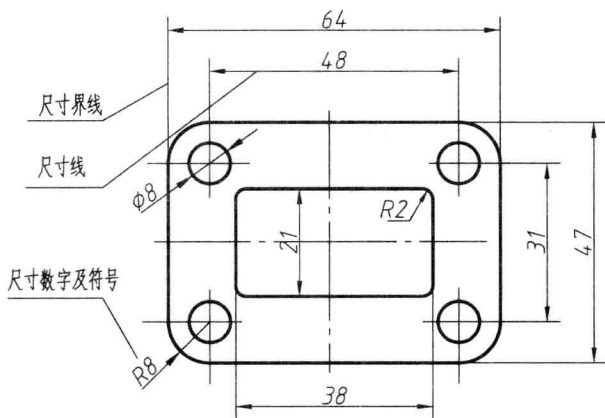


图 1-7 尺寸的组成

(1) 尺寸界线

尺寸界线用细实线绘制, 并从图形的轮廓线、轴线、对称中心线引出; 图形的轮廓线、轴线、对称中心线也可直接作为尺寸界线; 尺寸界线一般应与尺寸线垂直, 超出尺寸线 $2\text{mm} \sim 3\text{mm}$ 。

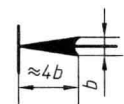
(2) 尺寸线

尺寸线只能用细实线绘制, 必须单独画出, 不能用其他图线代替, 也不能与其他图线重合或画在其他图线的延长线上。

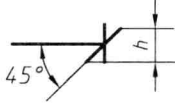
尺寸线的终端有两种形式: 箭头和斜线, 在同一张图中箭头和斜线只能采用一种, 机械图样一般采用箭头形式, 建筑图样中多采用斜线形式。同一张图上箭头(或斜线)大小要一致。箭头尖端应与尺寸界线接触。尺寸线终端的画

箭头形状(放大)

必要时尺寸线终端形式也可用斜线



$b = \text{图中粗实线的宽度}$
(a)



$h = \text{字体高度}$
(b)

图 1-8 尺寸线的终端形式

法如图 1-8 所示。

(3) 尺寸数字及符号

尺寸数字一般注写在尺寸线的上方,也允许注写在尺寸线的中断处,同一张图纸上尺寸数字的字高要一致。尺寸数字在图中遇到图线时,须将图线断开。如果图线断开影响图样表达时,须调整该尺寸的标注位置。

在标注线性尺寸时,若尺寸线是水平方向的,则尺寸数字向上;若尺寸线是竖直方向的,则尺寸数字向左;若尺寸线是其他倾斜方向的,尺寸数字要有向上的趋势,以免看图时读错数据,如图 1-9 所示。

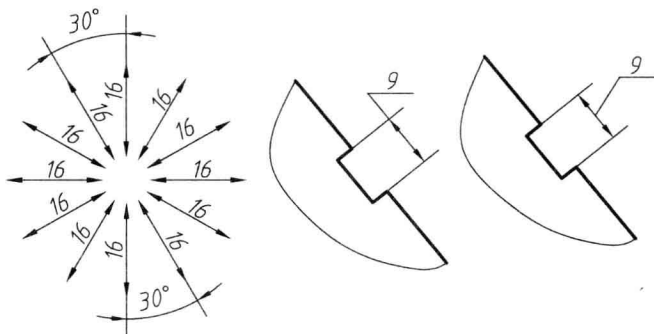


图 1-9 尺寸数字的方向

角度的尺寸数字一律向上书写,一般注写在尺寸线的中断处,必要时也可以用指引线引出注写。

尺寸标注常用的符号有: $\varnothing$ (直径)、 R (半径)、 $S\varnothing$ (球直径)、 SR (球半径)、 EQS (均布)、 t (厚度)、 $\square$ (正方形) 等。

3. 常见尺寸标注的规定及示例

表 1-4 对常见尺寸的标注法作了进一步说明。

表 1-4 尺寸标注的规定及示例

项 目	规 定	示 例
线性尺寸	线性尺寸的尺寸线与所标注线段平行;连续尺寸尺寸线应对齐;平行尺寸尺寸线间距相等,且遵循“小尺寸在里,大尺寸在外”的原则	
圆弧尺寸	整圆和大于半圆的圆弧标注直径;小于或等于半圆的圆弧标注半径	



续表

项 目	规 定	示 例
角度尺寸	标注角度时,尺寸线为圆弧,其圆心为该角的顶角。角度数字一律水平书写,一般注写在尺寸线的中断处或如右图所示	
斜度和锥度尺寸	斜度用两直线(或平面)间夹角的正切表示;锥度用圆锥体大小端直径之差与椎体高度之比,均化为1:n的形式;斜度、锥度符号的方向应与图形一致	
小尺寸	在没有足够的位置画箭头或注写数字时,可将箭头、数字按右图所示布置。连续小尺寸标注时,中间箭头可用斜线或圆点代替	

第二节 AutoCAD 绘图软件的基本设置

AutoCAD 绘图软件的初始设置与我国制图标准有一定的差距,为了使画出的图样符合国家标准与规定,在绘图前要对 AutoCAD 的绘图环境作必要的设置。

一、图纸幅面的设置

尽管 AutoCAD 绘图软件可以不考虑图纸的大小,直接按图形的实际尺寸画图,在绘图输出时再按比例从布局中打印图纸,但是,对于 AutoCAD 绘图软件的初学者,在绘制图样中往往希望在绘图区域有一个直观的图纸范围,按照图形的尺寸,选取一定的比例进行作图。

1. 建立新图形文件

启动 AutoCAD 后,输入  **新建(N)...** 命令后,AutoCAD 会出现如图 1-10 所示的样板选择对话框。在该对话框中选择一个样板图形文件,就可建立一个新的图形文件。

对于初学者,我们可以选择 acadiso. dwt 作为创建新图形文件的样板图,因为我们国家的制图标准与国际标准是十分接近的。



图 1-10 新建图形文件选择样板对话框

2. 纸边线与图框线的绘制

绘制纸边线与图框线可使用“矩形”命令，其命令常从【绘图】工具栏输入，输入命令后，系统出现如下提示：

指定第一个角点或[倒角(C)/标高(E)/圆角(F)/厚度(T)/宽度(W)]:

下面以绘制 A3 号图幅的纸边线与图框线为例，操作次序如下：

命令：_rectang(输入矩形命令画纸边线)

指定第一个角点或[倒角(C)/标高(E)/圆角(F)/厚度(T)/宽度(W)]: 0,0 ✓

指定另一个角点或[面积(A)/尺寸(D)/旋转(R)]: 420,297 ✓

命令：_rectang(重复矩形命令画图框线)

指定第一个角点或[倒角(C)/标高(E)/圆角(F)/厚度(T)/宽度(W)]: W ✓

指定矩形的线宽 <0.0000>: 0.7 ✓

指定第一个角点或[倒角(C)/标高(E)/圆角(F)/厚度(T)/宽度(W)]: 25,5 ✓

指定另一个角点或[面积(A)/尺寸(D)/旋转(R)]: 415,292 ✓

3. 视窗的缩放

图框绘制完成后，可能在绘图区显示的图形太小，这就需要利用 AutoCAD 的 Zoom All 功能进行缩放。

启动 zoom 命令的方法有如下几种：

◆ 键盘 输入命令全名 zoom 或别名 Z。

◆ 视图(View)菜单 在【视图】菜单上单击 **缩放(Z)** (zoom)子菜单，如图 1-11 所示。

用上述第一种方法输入命令后，AutoCAD 会提示：

[全部(A)/中心(C)/动态(D)/范围(E)/上一个(P)/比例(S)/窗口(W)/对象(O)]
<实时>: A ✓

对于该提示行，输入“全部”选项字母“A”并按回车键。

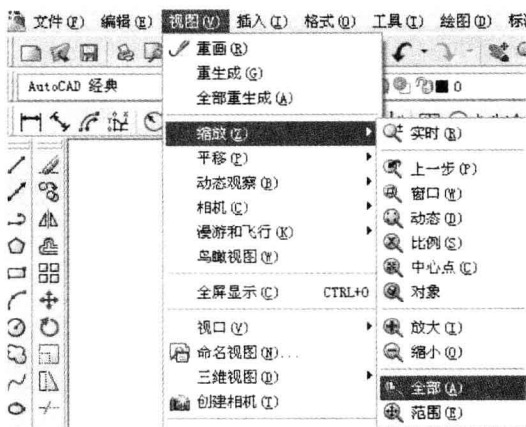
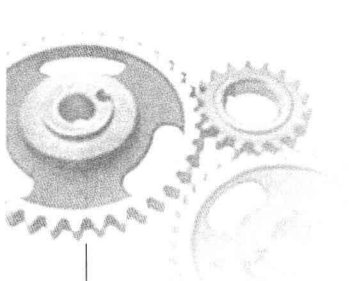


图 1-11 【缩放】子菜单

如用第二种方法输入命令,可直接选取该菜单的【全部(A)】选项,如图 1-11 所示。

二、工程字体样式的创建与注写

使用 acadiso.dwt 作为样板图建立的新图形只有一个名为 STANDARD(标准)的文字样式,这种样式不能满足工程标注的需要,我们必须使用 AutoCAD 的功能建立适合工程图标注的文字样式。

1. 工程字体样式的创建

在【格式】菜单上单击 **文字样式(S)...** 子菜单,可弹出【文字样式】对话框,文字样式的创建步骤如下:

第一步:在【文字样式】对话框中,单击 **新建(N)...** 按钮,并对新建文字样式命名(如以“工程斜体”为名)。

第二步:在“字体”文件名列表中选择 gb5t12.shx 字体文件名,并选中下方的“使用大字体(U)”复选框,如图 1-12 所示(注意:gb5t12.shx 是国标工程斜体形文件名,gb5t10.shx 为国标工程直体形文件名)。

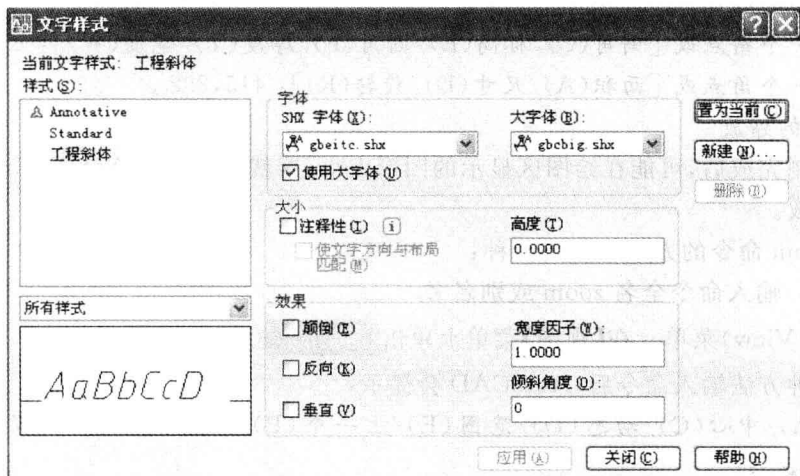


图 1-12 工程字体(斜体)样式的创建