



教育部高职高专规划教材

技能型 **紧缺** 人才培养培训系列教材

机械制图

► 程时甘 主编



化学工业出版社

教育部 高职高专规划教材
技能型紧缺人才培养培训系列教材

机 械 制 图

程时甘 主 编
石彦华 副主编



化学工业出版社

· 北 京 ·

本书主要包括：制图的基本知识及基本技能、机械图样绘制的基本原理、形体上几何元素的投影分析、常见形体的投影分析与作图、组合体的视图和尺寸注法、表达机件形状的常用方法、零件图、常用机件的表达方法、装配图以及计算机绘图。AutoCAD 作为一种辅助绘图手段，各教学单元的编排顺序与本书内容同步，并围绕机械图样的各部分内容，以案例形式介绍其基本操作方法和一些常用命令。

全书采用最新的制图国家标准和 AutoCAD 2007 版本。另外，与本书配套有《机械制图习题集》。

本书参考学时 70~120。可供高职高专数控技术应用专业以及机械类、近机类各专业教学使用，亦可供有关工程技术人员参考。

机械制图

主 编 甘 时 程

副主编 李 彦 石

图书在版编目 (CIP) 数据

机械制图/程时甘主编. —北京：化学工业出版社，
2007. 7

(技能型紧缺人才培养培训系列教材)

教育部高职高专规划教材

ISBN 978-7-122-00399-7

I. 机… II. 程… III. 机械制图-高等学校：技术
学院-教材 IV. TH126

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 065020 号

责任编辑：高 钰

文字编辑：陈 喆

责任校对：周梦华

装帧设计：于 兵

出版发行：化学工业出版社（北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011）

印 装：化学工业出版社印刷厂

787mm×1092mm 1/16 印张 15¼ 字数 410 千字 2007 年 7 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询：010-64518888（传真：010-64519686） 售后服务：010-64518899

网 址：<http://www.cip.com.cn>

凡购买本书，如有缺损质量问题，本社销售中心负责调换。

定 价：25.00 元

版权所有 违者必究

出版说明

高职高专教材建设工作是整个高职高专教学工作中的重要组成部分。改革开放以来,在各级教育行政部门、有关学校和出版社的共同努力下,各地先后出版了一些高职高专教育教材。但从整体上看,具有高职高专教育特色的教材极其匮乏,不少院校尚在借用本科或中专教材,教材建设落后于高职高专教育的发展需要。为此,1999年教育部组织制定了《高职高专教育专门课课程基本要求》(以下简称《基本要求》)和《高职高专教育专业人才培养目标及规格》(以下简称《培养规格》),通过推荐、招标及遴选,组织了一批学术水平高、教学经验丰富、实践能力强的教师,成立了“教育部高职高专规划教材”编写队伍,并在有关出版社的积极配合下,推出一批“教育部高职高专规划教材”。

“教育部高职高专规划教材”计划出版500种,用5年左右时间完成。这500种教材中,专门课(专业基础课、专业理论与专业能力课)教材将占很高的比例。专门课教材建设在很大程度上影响着高职高专教学质量。专门课教材是按照《培养规格》的要求,在对有关专业的人才培养模式和教学内容体系改革进行充分调查研究和论证的基础上,充分吸取高职、高专和成人高等学校在探索培养技术应用型专门人才方面取得的成功经验和教学成果编写而成的。这套教材充分体现了高等职业教育的应用特色和能力本位,调整了新世纪人才必须具备的文化基础和技术基础,突出了人才的创新素质和创新能力的培养。在有关课程开发委员会组织下,专门课教材建设得到了举办高职高专教育的广大院校的积极支持。我们计划先用2~3年的时间,在继承原有高职高专和成人高等学校教材建设成果的基础上,充分汲取近几年来各类学校在探索培养技术应用型专门人才方面取得的成功经验,解决新形势下高职高专教育教材的有无问题;然后再用2~3年的时间,在《新世纪高职高专教育人才培养模式和教学内容体系改革与建设项目计划》立项研究的基础上,通过研究、改革和建设,推出一大批教育部高职高专规划教材,从而形成优化配套的高职高专教育教材体系。

本套教材适用于各级各类举办高职高专教育的院校使用。希望各用书学校积极选用这批经过系统论证、严格审查、正式出版的规划教材,并组织本校教师以对事业的责任感对教材教学开展研究工作,不断推动规划教材建设工作的发展与提高。

教育部高等教育司

前 言

本教材是以国家教育部审定的高职高专《机械制图教学基本要求》为依据,以满足现代制造业职业岗位对高职机械制图教学需求为目的,并结合高等职业教育教学的特点编写而成。本教材在编写过程中力求突出如下特点。

① 形成“基本形体—简单形体—组合形体—工程形体”这种以“体”为主线的、由局部到整体、由浅入深的教材体系,并采取从感性认知即“由物及图”入手的教学方式,使学生理解机械图样的绘制原理。与传统教材比较,本教材淡化源于“画法几何”的“由点、线、面,再到体”这种逻辑推理的知识体系的抽象性,使教材内容简明实用、形象直观、具体浅显、通俗易懂,更符合高职生源的学习特点。

② 全书在不忽视画图的前提下侧重于培养学生的看图能力,并从对照实物画图、对照实物看图入手,使学生建立物与图内在联系的感性认识,并逐步达到理性地看图图形的目的。全书采用文图并举、视图与实物立体图对照的表达手法,以利于培养学生的看图能力。

③ 轴测图作为三维形体二维表达、二维图形三维构思的重要手段,由浅入深地贯穿全书的有关部分,并注重对学生徒手画轴测草图能力的训练,有助于学生将二维图形与三维实体相结合,有利于培养其形象思维能力和看图能力,同时又能满足职业岗位实际工作过程的需要。

④ 全书将机械图样的绘制原理和方法寓于工程实例之中,所选题例和图例力求源于生产实际,以淡化教学内容的理论性、抽象性和复杂性,突出其典型性、针对性和实用性,并强化制图知识的工程背景,达到学以致用、学有所用的目的。

⑤ 在绘图技能的培养上,将尺规、徒手和计算机三种绘图手段贯穿于教材的始终。与传统的教学比较,淡化了尺规绘图的训练,加强了徒手绘图的训练,以满足现代机械制图的需要。AutoCAD作为一种辅助绘图手段,在本教材中独立成章,各教学单元的编排顺序与本书内容同步,以方便灵活地组织教学,并围绕机械图样的各部分内容,通过案例的形式介绍其基本操作方法和一些常用命令,使机械图样的绘制原理和方法与先进的绘图手段有机地融合,也使 AutoCAD 绘制机械图样的教学内容简明实用、浅显易学。

⑥ 采用最新制图国家标准,并采用 AutoCAD 2007 版本,以体现教材的先进性。

⑦ 本教材适应于 70~120 学时的教学,并适合教师针对不同专业和不同学时数的需要,以及计算机绘图教学条件的需要,对本书内容或顺序进行适当的节选、删减或调整。同时,本书配有与教材内容完全同步的习题集。

参加本书编写的有程时甘(绪论,第一、二、三章,附录)、黄劲枝(第四、五、六章)、彭庆红(第八章)、李会文(第十章)、石彦华(第七、九章),并由程时甘担任主编、石彦华担任副主编。

由于编者水平所限,本书中存在不足之处诚请读者批评指正。

编 者

2007 年 3 月

目 录

绪论	1
第一章 制图的基本知识及基本技能	3
第一节 国家标准有关制图的基本规定	3
第二节 几何作图	13
第二章 机械图样绘制的基本原理	19
第一节 三视图及其投影规律	19
第二节 基本形体的三视图	22
第三节 基本形体的轴测图	27
第三章 形体上几何元素的投影分析	35
第一节 正投影的基本性质	35
第二节 平面的投影分析	37
第三节 直线的投影分析	40
第四节 点的投影分析	42
第五节 综合分析举例	43
第四章 常见形体的投影分析与作图	45
第一节 平面体的投影分析与作图	45
第二节 曲面体的投影分析与作图	50
第三节 两个基本形体相交的投影分析与作图	61
第四节 常见形体的轴测图画法举例	65
第五章 组合体的视图和尺寸注法	67
第一节 组合体的形体分析及投影	67
第二节 组合体的画法	68
第三节 组合体的尺寸标注	73
第四节 组合体三视图的读法	78
第六章 表达机件形状的常用方法	84
第一节 视图	84
第二节 剖视图	89
第三节 断面图	97

第四节	轴测剖视图的画法	99
第五节	其他表达方法	100
第七章 零件图		103
第一节	零件图的作用与内容	103
第二节	零件的类型和结构	104
第三节	零件表达方案的选择与尺寸标注	112
第四节	零件的技术要求	122
第五节	零件的测绘	131
第六节	读零件图	135
第八章 常用机件的表达方法		138
第一节	螺纹紧固件及其连接	138
第二节	键和销	142
第三节	齿轮	144
第四节	滚动轴承	146
第五节	弹簧	148
第九章 装配图		151
第一节	装配图的作用与内容	151
第二节	装配图的表达方法	154
第三节	装配图的画法	155
第四节	装配结构的合理性简介	161
第五节	装配体的测绘	162
第六节	读装配图	164
第十章 计算机绘图		169
第一节	计算机绘图基础	169
第二节	用 AutoCAD 2007 绘制平面图形实例	194
第三节	用 AutoCAD 2007 标注尺寸	206
第四节	用 AutoCAD 2007 绘制三维图实例	215
第五节	用 AutoCAD 2007 绘制零件图与装配图	222
附录		231
参考文献		243

绪 论

一、本课程的性质和任务

机械制图是按照一定的绘图方法和有关规定表达出机器、设备、仪器、工具等的结构及其全部零件的形状、大小、材料和技术要求等,由此得到机械图样。在机械工程中常用的机械图样包括零件图和装配图。通过机械图样,不仅设计者可以表达设计对象和设计意图,而且制造者可以对产品进行加工、装配、检验及调试等操作,同时使用者还可以了解产品的结构、性能及使用和维护方法等。因此,机械图样是机械制造业用以表达和交流技术思想的重要工具,是技术部门设计、改进、制造产品的一项重要技术文件。

本课程研究机械图样的图示原理、绘图和读图方法,培养学生的形象思维能力,贯彻有关国家标准,并使学生能够运用符合现代工业生产需要的绘图手段。它是一门既有系统理论性又有较强技能性、实践性的重要技术基础课,是高职机械类、近机械类各专业必修的主干基础平台课之一。

本课程的主要任务如下。

- ① 学习投影法(主要是正投影法)的基本理论及其应用。
- ② 学习和贯彻国家标准《技术制图》和《机械制图》的有关规定。
- ③ 训练用工具和仪器的尺规绘图、徒手绘图、计算机绘图的操作技能,并学会用 AutoCAD 这种典型的绘图软件绘制机械图样。
- ④ 培养绘制和阅读常见部件的零件图和装配图的基本能力,并以训练测绘简单装配实体的基本技能及培养读图能力为重点。
- ⑤ 培养对工程形体三维形状的空间想象力。

此外,通过学习本课程,培养学生的自学能力、分析和解决问题的能力及创新能力。同时,培养学生认真负责的工作态度、严谨细致的工作作风及团队协作精神。

二、本课程的学习方法

本课程以“图”为导学,以图示、图解贯穿课程的始终。画图和看图是本课程学习的两个方面,其具体的学习方法如下。

① 建立“图”与“物”的联系。尽管本课程的基本理论和基本技能都反映在“图”上,但“图”所表达的对象是物体,因此不断地“由图想物、由物画图”才能掌握平面图形与空间物体间的转化规律,并逐步培养空间想象力。

② 重视课程内容的实践环节。学好本课程的关键是培养图形表达能力和空间思维能力,并掌握绘图的技术和技巧。如果只是满足于听好课是远远不够的,还需要通过一系列的绘图实践来实现,即完成各种类型的作业和各种形式的训练。

③ 处理好绘图和读图的关系。读图过程主要是形象思维过程。它是学习的重点和难点,一定量的绘图训练可以加深对图和物间关系的理解,从而提高读图能力。轴测图的绘制也是培养读图能力的一个手段。

④ 处理好计算机和手工绘图的关系。尽管工程上已基本实现“甩图板”,计算机绘图已

第一章 制图的基本知识及基本技能

第一节 国家标准有关制图的基本规定

机械图样是机械设计和制造过程中必不可少的重要技术文件，是工程界进行技术交流的通用语言。国家标准《技术制图》和《机械制图》是绘制和阅读机械图样的准则和重要依据。本节摘录了制图标准中的图纸幅面、比例、字体、图线、尺寸标注等有关绘图的基本规定，绘图时必须严格遵守、认真执行。

一、图纸幅面及格式 (GB/T 14689—93)

1. 图纸幅面

在绘制技术图样时，首先应根据零件的大小选择一定的图纸幅面，国家标准规定优先采用基本幅面，共有五种，代号分别为 A0~A4，其尺寸见表 1-1。如果所绘图样过长或过宽，可采用加长幅面，即将基本幅面的短边按整数倍加长，例如 A4×4，表示将 A4 图纸短边 210 加长至 4 倍，加长后图纸幅面尺寸为 297×841。

表 1-1 图纸幅面基本尺寸

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. 图框格式

图纸上必须用粗实线画出图框，其格式分留装订边和不留装订边两种，如图 1-1 所示，其尺寸按表 1-1 选取。同一产品所有图样的图框格式必须一致。

3. 标题栏

国家标准 (GB/T 10609.1—89) 对标题栏的基本要求、格式、内容与尺寸都作了规定。其位置放置在图样右下角，标题栏中的文字方向代表看图方向。为了学生学习方便，学生平时制图作业中的标题栏建议采用如图 1-2 所示的格式。

二、比例 (GB/T 14690—93)

图样中的图形与其实物相应要素的线性尺寸之比，称为比例。绘制图样时，应采用表 1-2 中规定的比例，并尽可能按原值比例绘图，以反映机件的真实大小。

三、字体 (GB/T 14691—93)

图样中除了用视图表达零件形状外，图样中的图形尺寸、零件的技术要求及标题栏等则需要用汉字、数字及字母来书写。书写时必须做到字体端正、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。

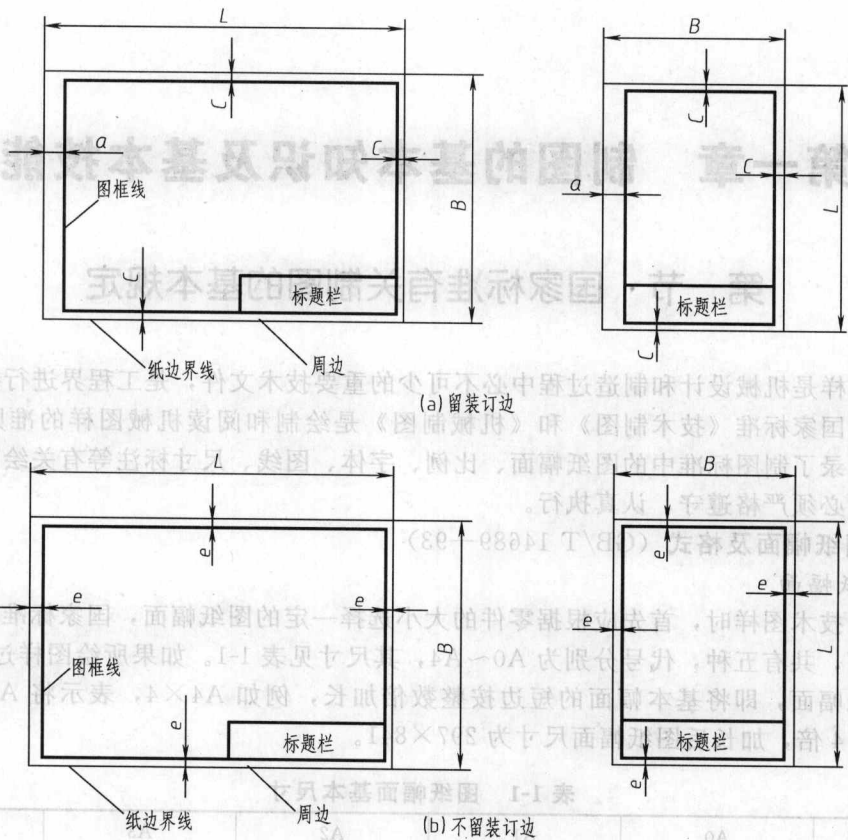


图 1-1 图框格式

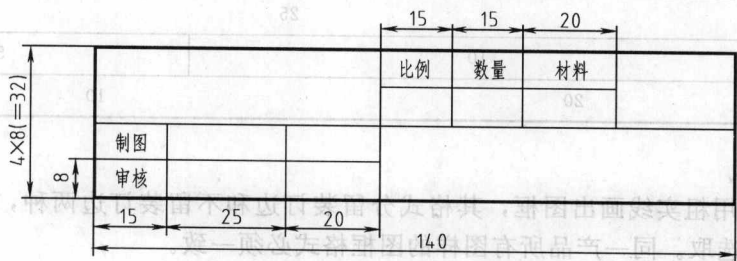


图 1-2 制图作业用标题栏

表 1-2 绘图比例

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

注：1. 必要时，允许选用括号内的比例。

2. n 为整数。

1. 汉字

图样中的汉字一律写成长仿宋体，并应采用国家公布推行的简化字。字体大小用字号来

表示,即字体的高度(单位:mm),分为20、14、10、7、5、3.5、2.5、1.8八种,字体的宽度一般为 $h/\sqrt{2}$,汉字的高度 h 应不小于3.5mm。

汉字的基本笔画分为点、横、竖、撇、捺、挑、钩、折。书写时要注意每一种基本笔画的写法,并注意字首、偏旁及笔画间的安排和比例关系。长仿宋体汉字示例如图1-3所示。

10号字: 字体工整 笔画清楚 排列整齐 间隔均匀

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港口纺织服装

图 1-3 长仿宋体汉字示例

2. 数字和字母

字母和数字有A型、B型两种。A型字体笔画的宽度是字高的 $1/14$;B型字体笔画的宽度是字高的 $1/10$ 。字母和数字可写成直体和斜体,在同一个图样上,只允许选用一种形式的字体,斜体字的字头向右倾斜,与水平线成 75° 角。A型斜体字母和数字书写示例如图1-4所示。

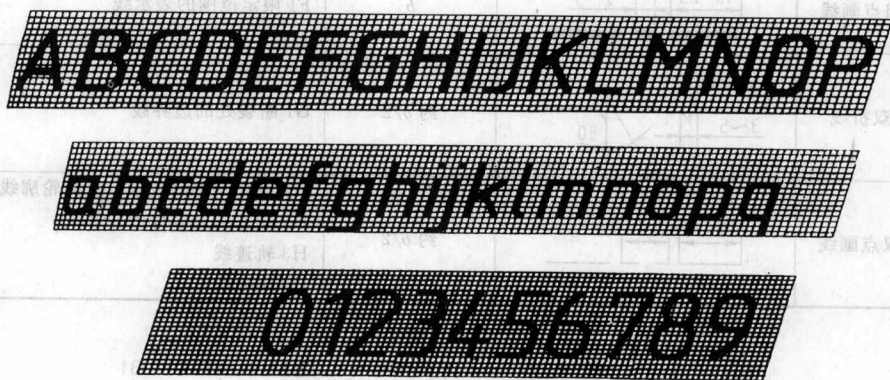


图 1-4 A型斜体字母和数字书写示例

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

1. 图线的线型及其应用

图样中的图形是由各种图线组成的,其画法和使用方法应遵循国家标准的规定。常用图线的名称、线型、线宽及其应用见表1-3和图1-5。

2. 图线宽度

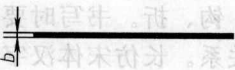
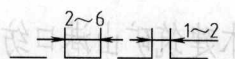
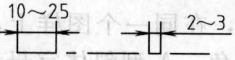
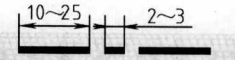
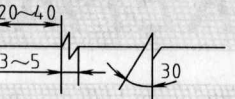
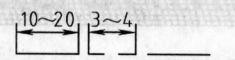
图线宽度有粗细两种,它们之间的比例为 $2:1$ 。线型宽度通常有0.13mm、0.18mm、0.25mm、0.35mm、0.5mm、0.7mm、1mm、1.4mm、2mm,应根据图样类型、尺寸、比例来选用。粗线宽度优先使用0.5mm、0.7mm两种。

3. 图线画法

① 同一图样中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宽度应大致相等。

② 两条平行线(包括剖面线)的间距应不小于粗实线宽度的两倍,其最小间距不得小于0.7mm。

表 1-3 图线的线型及应用

序号	图线名称	线 型	线 宽	应 用
1	粗实线		约 0.5~2mm	A1 可见轮廓线
2	细实线		约 b/2	B1 尺寸线及尺寸界线 B2 剖面线 B3 重合断面的轮廓线 B4 辅助线 B5 引出线 B6 螺纹的牙底线及齿轮的齿根线
3	虚线		约 b/2	C1 不可见轮廓线
4	波浪线		约 b/2	D1 断裂处的边界线 D2 视图和剖视之间的分界线
5	细点画线		约 b/2	E1 轴线 E2 对称中心线 E3 剖切线 E4 分度圆(线)
6	粗点画线		b	F1 限定范围的表示线
7	双折线		约 b/2	G1 断裂处的边界线
8	双点画线		约 b/2	H1 可动零件的极限位置的轮廓线 H2 相邻辅助零件的轮廓线 H3 轨迹线 H4 中断线

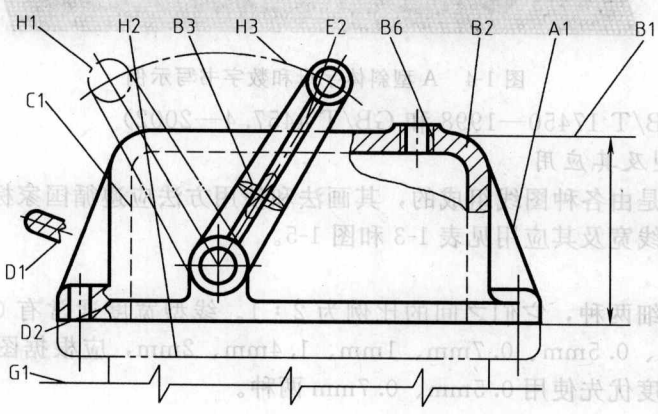


图 1-5 图线应用示例

③ 在绘制圆的中心线时，圆心应为线段的交点。点画线和双点画线的首末两端应是线段而不是短画。在较小的图形上绘制点画线、双点画线有困难时，可用细实线代替，如图 1-6 所示。

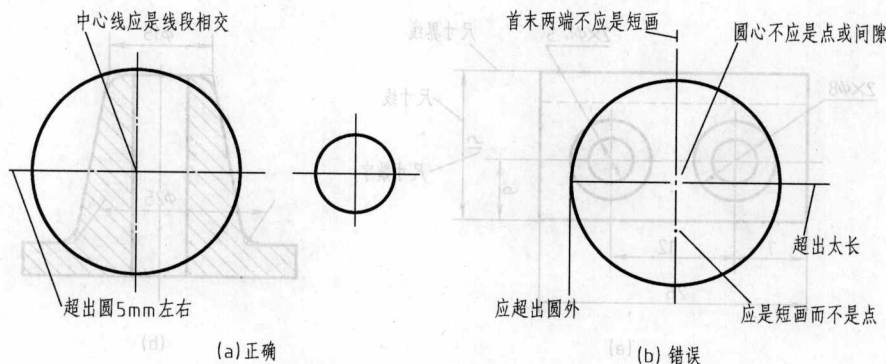


图 1-6 圆中心线画法

④ 当虚线与虚线相交、虚线与其他图线相交时，应画成线段相交。当虚线处于粗实线的延长线上时，虚线与粗实线之间应留有空隙，如图 1-7 所示。

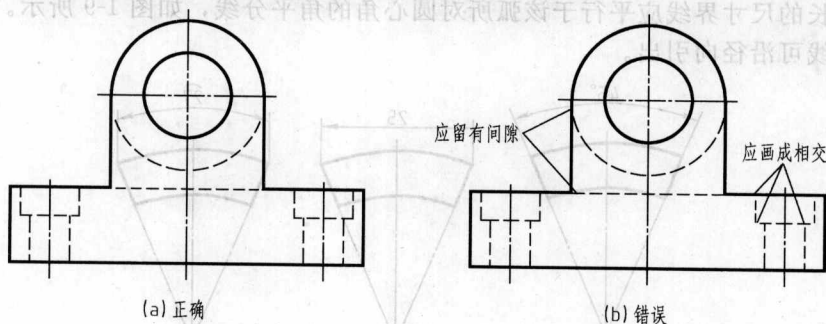


图 1-7 虚线连接画法

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

零件的形状由图样中的图形来表达，但零件的大小及各部分相互间的位置必须由图样中所标注的尺寸来确定，所以尺寸标注是制图过程中的重要环节。在标注尺寸时，必须严格遵守制图标准中的有关规定，做到认真细致、准确无误。

1. 基本规则

- ① 机件的真实大小应以图样中所标注尺寸的数值为依据，与图形的大小及绘图的准确度无关。
- ② 当图样中（包括技术要求和其他说明）的尺寸以毫米为单位时，不标注单位符号或名称。如果采用其他单位，则应注明相应的单位符号或名称。
- ③ 图样中所标注的尺寸，为该图样所示机件的最后完工尺寸，否则应另加说明。
- ④ 机件的每个尺寸，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

图样上标注的尺寸，一般包含尺寸界线、尺寸线和尺寸数字三个基本要素，如图 1-8 (a) 所示。

(1) 尺寸界线

尺寸界线表明所标注尺寸的范围，用细实线绘制。

- ① 尺寸界线可从图形的轮廓线、轴线或对称中心线引出，也可利用轮廓线、轴线或对称中心线本身作为尺寸界线，如图 1-8 (a) 所示。

- ② 尺寸界线一般与尺寸线垂直，必要时才允许倾斜。在光滑过渡处标注尺寸时，应用

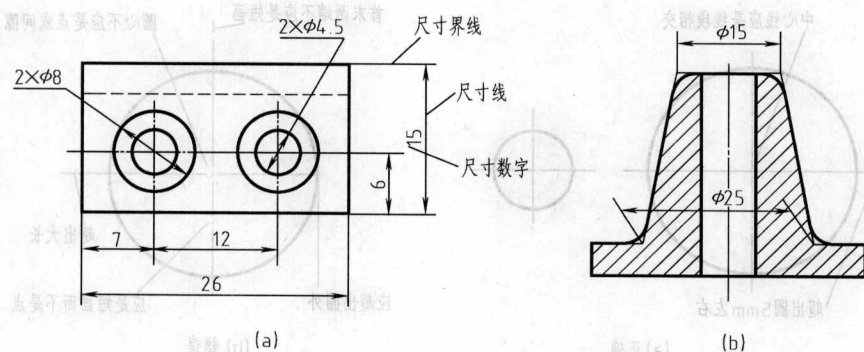


图 1-8 线性尺寸的尺寸界线

细实线将轮廓线延长,从它们的交点处引出尺寸界线,如图 1-8 (b) 所示。

③ 标注角度的尺寸界线应沿径向引出,标注弦长的尺寸界线应平行于该弦的垂直平分线,标注弧长的尺寸界线应平行于该弧所对圆心角的角平分线,如图 1-9 所示。当弧长较大时,尺寸界线可沿径向引出。

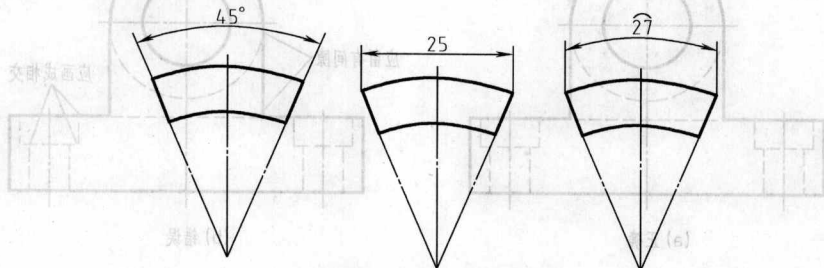


图 1-9 角度、弦长和圆弧的尺寸界线

(2) 尺寸线

尺寸线表明度量尺寸的方向,必须用细实线单独绘制,不能借用图形上任何其他图线,一般也不得与其他图线重合或画在其延长线上。在标注尺寸时,尺寸线一般与所标注的线段平行。

尺寸线的终端有两种形式:箭头和斜线。当采用箭头时,箭头的尖端应画到与尺寸界线接触,不得超出尺寸界线或留有间隙,如图 1-10 (a) 所示;当采用斜线时,尺寸线与尺寸界线必须相互垂直,斜线用细实线绘制,如图 1-10 (b) 所示。机械图样中一般采用箭头作为尺寸线终端;当尺寸线与尺寸界线相互垂直时,同一个图样中只能采用一种尺寸线终端形式。

(3) 尺寸数字

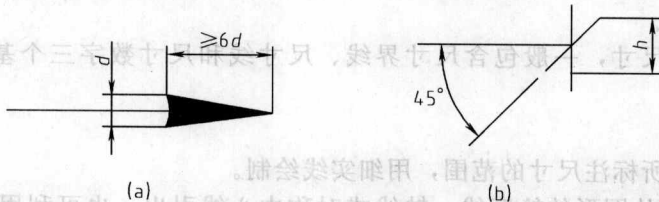


图 1-10 尺寸线终端画法

d —粗实线宽度; h —字体高度

① 线性尺寸数字一般应标注在尺寸线的上方，字头朝上，竖直尺寸线的尺寸数字应写在尺寸线左边，字头朝左，如图 1-11 (a) 所示。对于非水平方向的尺寸，其数字可水平标注在尺寸线的中断处，如图 1-11 (b) 所示。无论哪种方式，同一个图样中的标注方法应保持一致。

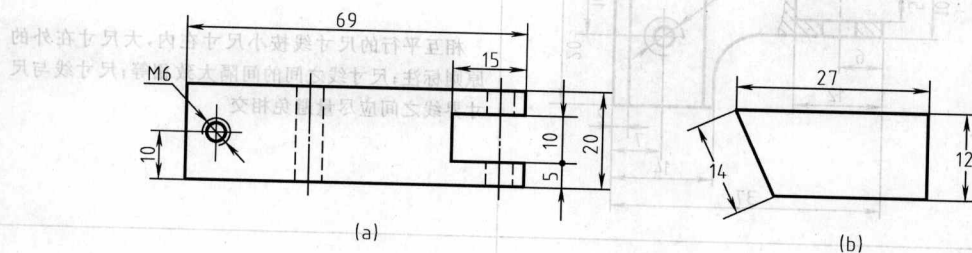


图 1-11 线性尺寸数字写法

② 尺寸数字应按如图 1-12 (a) 所示的方向标注，但应避免在图示 30° 范围内标注尺寸。当无法避免时，可按图 1-12 (b) 的形式标注。

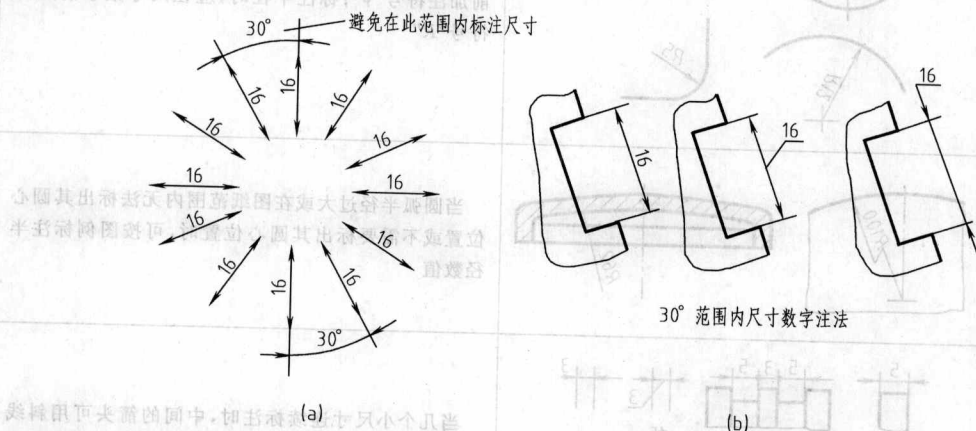


图 1-12 尺寸数字的方向

③ 角度的数字一律写成水平方向，一般标注在尺寸线的中断处，必要时也可标注在尺寸线上方或用指引线引出标注，如图 1-13 所示。

④ 尺寸数字不能被任何图线通过，否则必须将该图线断开，如图 1-14 所示。

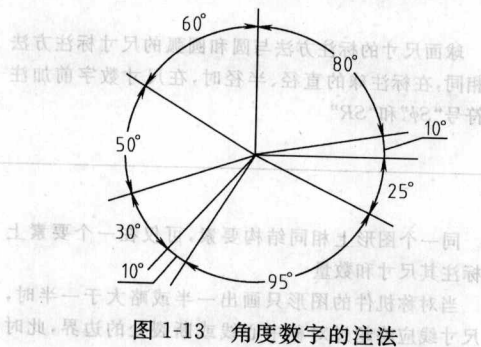


图 1-13 角度数字的注法

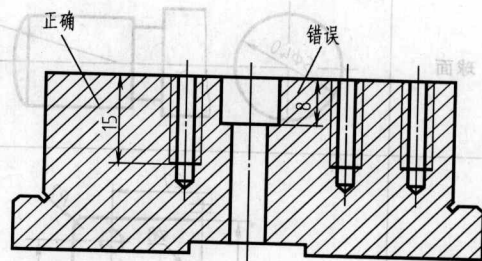
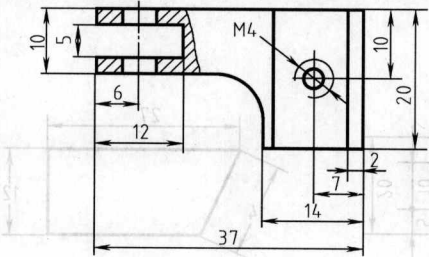
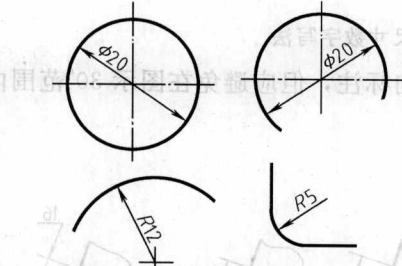
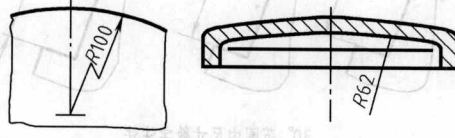
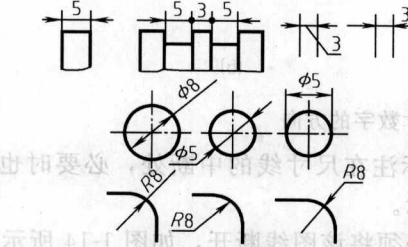
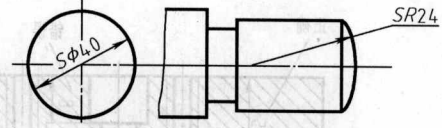
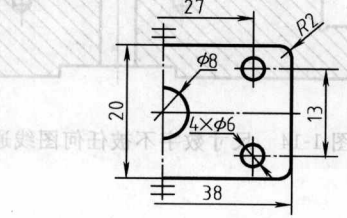


图 1-14 尺寸数字不被任何图线通过的注法

3. 常用尺寸标注

常用尺寸的标注方法示例见表 1-4。

表 1-4 常用尺寸标注方法示例

尺寸标注	图 例	说 明
线性尺寸		相互平行的尺寸线按小尺寸在内,大尺寸在外的原则标注;尺寸线之间的间隔大致相等;尺寸线与尺寸界线之间应尽量避免相交
圆和圆弧		圆的直径和圆弧半径的尺寸线的终端应画成箭头,并按图示方法标注。标注直径时,应在尺寸数字前加注符号“Φ”;标注半径时,应在尺寸数字前加注符号“R”
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或不需要标出其圆心位置时,可按图例标注半径数值
小圆和小尺寸		当几个小尺寸连续标注时,中间的箭头可用斜线或圆点代替。在没有足够的位置画箭头或标注尺寸数字时,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,或将尺寸数字引出标注
球面		球面尺寸的标注方法与圆和圆弧的尺寸标注方法相同,在标注球的直径、半径时,在尺寸数字前加注符号“SΦ”和“SR”
相同要素和对称结构		同一个图形上相同结构要素,可仅在一个要素上标注其尺寸和数量 当对称机件的图形只画出一半或略大于一半时,尺寸线应略超过对称中心线或断裂处的边界,此时仅在尺寸线的一端画出箭头