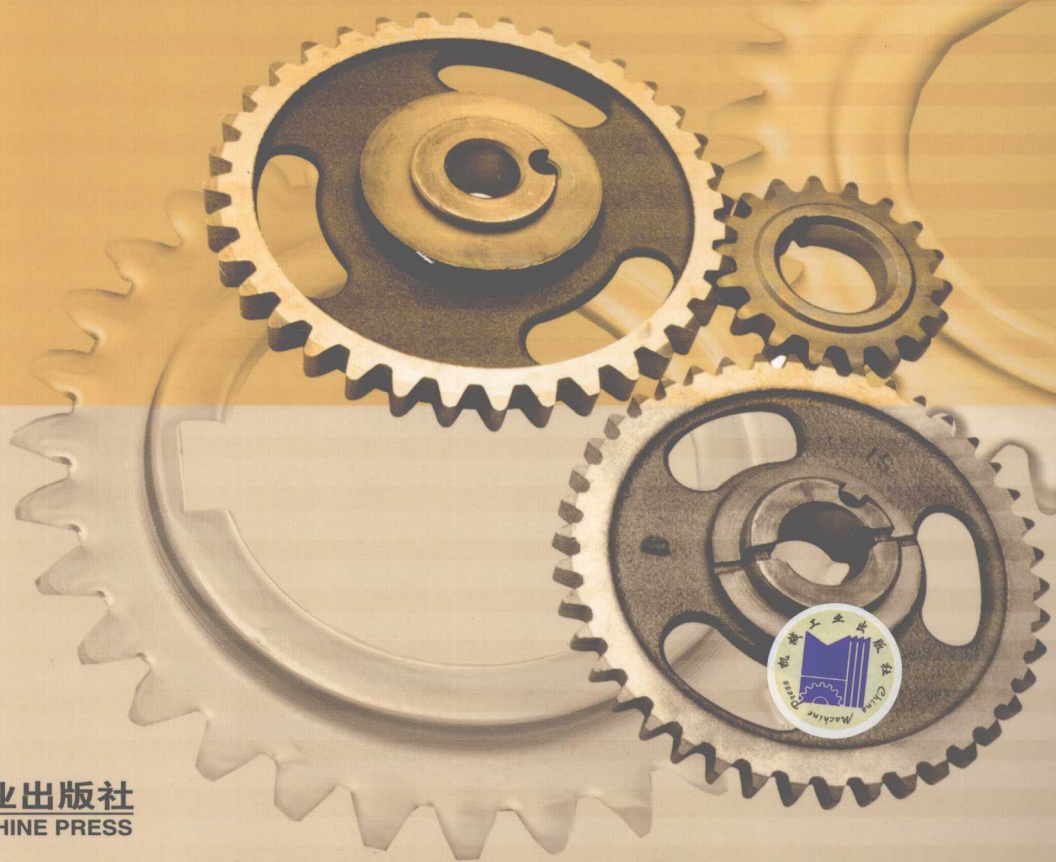




高职高专规划教材

机械制图 与计算机绘图

李萍萍 贺炜 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

本书是根据教育部制定的“高职高专工程制图课程基本要求”编写而成的。

全书共 11 章, 主要内容包括: 制图的基本知识和基本技能, 投影法基础, CAXA 三维实体设计基础, 基本立体和截贯立体, 组合体, 轴测图, 机件的常用表达方法, 标准件和常用件, 零件图, 装配图和 AutoCAD 基础。书中采用了最新的技术制图、机械制图和 CAD 制图等国家标准。

本书配有多媒体教学课件, 适用于高职高专机械类或近机类各专业, 也可供有关工程技术人员参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

机械制图与计算机绘图/李萍萍, 贺炜主编. —北京: 机械工业出版社, 2006.10

高职高专规划教材

ISBN 7-111-20179-5

I. 机... II. ①李...②贺... III. ①机械制图 - 高等学校: 技术学校 - 教材②自动绘图 - 高等学校: 技术学校 - 教材 IV. TH126

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 124444 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑: 王海峰 版式设计: 冉晓华 责任校对: 李秋荣

封面设计: 陈沛 责任印制: 杨曦

北京机工印刷厂印刷

2007 年 1 月第 1 版第 1 次印刷

184mm × 260mm · 16.75 印张 · 410 千字

0 001—4 000 册

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) 68354423

封面无防伪标均为盗版

前 言

本书是由南京工业职业技术学院机械基础教研室的教师们在多年教学、生产实践经验基础上编写而成的。在编写过程中，根据高职高专的培养目标和高职高专学生的特点，以应用为主旨构建教材体系，基础理论以必需、够用为度，突出读图能力和思维能力的培养，降低了理论要求，重在培养学生的空间思维能力。

针对学生思维方式的特点，本书建立了以“从三维立体到二维图形表达，再到三维立体重构”为主线的制图教程体系，以“体”为主，从“体”入手，突出形体分析，淡化点、线、面的内容。教材在第3章安排了三维实体造型的内容，试图通过建立实体模型这一现代化的手段来帮助学生分析形体，想象形体，为培养学生的空间思维能力开拓一种新视角。三维实体造型软件选用了CAXA软件，这一软件在国内设计制造领域有着广泛的用户基础和影响，因此在本书中安排此内容，以增加本书的实用性。

全书采用了最新的技术制图、机械制图和CAD制图相关国家标准。

全书文字简练，通俗易懂，便于自学。书中的作图多以分步作图、分步叙述的形式出现，便于理解。

参加本书编写的有：南京工业职业技术学院甄久军（第1章），张婉青（第2、6章），方晔（第3章），李萍萍（绪论、第4、5章），郭鸣（第7、8章），刘滨（第9章），张云玲（第10章），贺炜（第11章、附录）。本书由李萍萍、贺炜任主编，方晔、张婉青任副主编，滕宏春教授任主审。

本书在编写过程中得到了本单位领导及教师的大力支持，编者同时还参考了多位专家、学者的著作和文献，在此一并表示衷心感谢！

由于编者水平有限，加之编写时间仓促，书中错误和不妥之处在所难免，恳请广大读者批评指正。

Email: lipp@niit.edu.cn

编 者

2006年5月

目 录

前言	
绪论	1
第1章 制图的基本知识和基本技能	3
1.1 制图国家标准简介	3
1.2 常用绘图工具及其使用方法	11
1.3 几何作图	13
1.4 绘图步骤和方法	18
思考题	21
第2章 投影法基础	22
2.1 投影法基本知识	22
2.2 三视图的形成及其投影关系	23
2.3 点、直线、平面的投影	26
2.4 物体三视图的作图方法与步骤	32
思考题	33
第3章 CAXA 三维实体设计基础	34
3.1 CAXA 三维实体设计概述	34
3.2 自定义智能图素的生成	42
3.3 CAXA 三维实体设计实例	46
3.4 二维布局图的生成	62
思考题	64
第4章 基本立体和截贯立体	66
4.1 基本立体	66
4.2 截贯立体	73
思考题	86
第5章 组合体	87
5.1 组合体的形体分析	87
5.2 组合体三视图的画法	89
5.3 组合体三视图的读图	93
5.4 组合体的尺寸标注	97
思考题	102
第6章 轴测图	103
6.1 轴测图的基本知识	103
6.2 正等轴测图	105
6.3 斜二轴测图	110

665	思考题	111
第7章 机件的常用表达方法 112		
665	7.1 视图	112
665	7.2 剖视图	115
665	7.3 断面图	124
665	7.4 其他表达方法	128
665	7.5 第三角画法简介	131
665	思考题	133
第8章 标准件和常用件 134		
665	8.1 螺纹	134
665	8.2 常用螺纹紧固件	141
665	8.3 键	146
665	8.4 销	148
665	8.5 齿轮	149
665	8.6 滚动轴承	154
665	思考题	158
第9章 零件图 159		
665	9.1 零件图的内容	159
665	9.2 零件图的视图选择	160
665	9.3 零件尺寸的合理标注	162
665	9.4 零件的工艺结构	167
665	9.5 零件图的技术要求	170
665	9.6 常用典型零件的分析	186
665	9.7 零件测绘	192
665	9.8 读零件图	195
665	思考题	197
第10章 装配图 198		
665	10.1 装配图的作用和内容	198
665	10.2 装配图的视图表达方法	200
665	10.3 装配图的尺寸标注	202
665	10.4 装配图的零件序号和明细表	203
665	10.5 装配体的工艺结构	204
665	10.6 装配体的测绘	206
665	10.7 装配图的阅读	211
665	思考题	215
第11章 AutoCAD 基础 216		
665	11.1 概述	216
665	11.2 AutoCAD 的常用命令	219
665	11.3 图层、颜色、线型和线宽	232

11.4	绘制工程图的方法步骤	234
11.5	定制用户自己的菜单	234
	思考题	236
附录		237
附表 1	普通螺纹直径与螺距	237
附表 2	梯形螺纹	238
附表 3	管螺纹	239
附表 4	六角头螺栓	240
附表 5	双头螺柱	241
附表 6	螺钉	242
附表 7	紧定螺钉	242
附表 8	螺母	243
附表 9	平垫圈	244
附表 10	标准型弹簧垫圈	244
附表 11	普通平键	245
附表 12	圆柱销	246
附表 13	圆锥销	246
附表 14	深沟球轴承	247
附表 15	圆锥滚子轴承	248
附表 16	推力球轴承	249
附表 17	倒角和倒圆	250
附表 18	回转面和端面砂轮越程槽	250
附表 19	紧固件通孔及沉孔尺寸	251
附表 20	普通螺纹退刀槽和倒角	252
附表 21	常用的金属材料与非金属材料	253
附表 22	优先及常用配合中轴的极限偏差	254
附表 23	优先及常用配合中孔的极限偏差	256
附表 24	热处理方法及应用	258
参考文献		259
1.01	机械制图	1.01
1.02	机械制图	1.01
1.03	机械制图	1.01
1.04	机械制图	1.01
1.05	机械制图	1.01
1.06	机械制图	1.01
1.07	机械制图	1.01
1.08	机械制图	1.01
1.09	机械制图	1.01
1.10	机械制图	1.01
1.11	机械制图	1.01
1.12	机械制图	1.01
1.13	机械制图	1.01

绪 论

一、本课程的地位与目标

本课程是工科机械类、机电类专业中一门重要的技术基础课。它专门研究机械图样绘制与识读的基本原理和规则，系统地介绍绘制和阅读机械图样的方法，培养学生作图的技能与技巧，是一门实践性很强的课程。它不仅为学习专业技术知识提供基础，也是直接服务于生产的一种重要工具。

本课程的教学目标：

- 1) 掌握正投影的基本原理及其应用。
- 2) 掌握正确使用绘图工具、仪器画图和徒手画图的方法，具备较强的绘图技能和技巧。
- 3) 能根据“国家标准”的规定，运用所学的基本理论、基本知识和基本技能，熟练绘制和阅读一般的机械图样。
- 4) 培养使用绘图软件进行计算机绘图的能力。
- 5) 培养创新精神、空间想象能力、构思和表达能力，培养认真负责的工作态度和严谨细致的工作作风。

二、本课程的性质和特点

- 1) 本课程是一门实践性很强的技术基础课和工程训练课程。
- 2) 培养空间想象能力和几何分析能力是本课程的教学任务之一，而这两个能力的提高对学好本课程又有重要的促进作用。从这一特点出发，教学过程中应始终注意把投影分析和空间想象密切地联系在一起。
- 3) 本课程为大多数工科机械类、机电类专业所必修，各专业的要求虽不尽相同，但作为一门专业技术基础课，应以共同性的基本内容为主，同时根据不同专业的特殊要求增减内容。
- 4) 本课程是一门重要的专业技术基础课，其内容与设计、生产有密切的联系。在教学过程中，要适当结合生产实际，突出应用，加强训练，以培养学生“从生产实际出发考虑问题”的观念。

三、本课程内容体系结构

经过多年的改革和实践，已初步构建与新世纪人才综合素质的培养相适应的课程体系，课程的教学内容和模式得到优化。在不增加本课程学时数的前提下，对课程的教学内容和模式进行优化，删除某些传统过时的内容，增大计算机绘图内容在本课程中所占比例，增加新一代创新实体设计软件（CAXA）等现代 CAD 内容，使本课程形成手工绘图、仪器绘图、计算机绘图并举的新格局。课程内容体系如下：

- 1) 制图基础。介绍正确的绘图方法和“国家标准”中有关制图的基本规定。
- 2) 制图原理。研究空间几何元素与形体的图示原理及图示方法。
- 3) 机械制图。研究一般机器设备的零件图与装配图的绘制及阅读方法。
- 4) 计算机绘图。介绍计算机绘图的基本知识，能够用计算机进行三维实体造型、绘制

一般的机械图。

书中在每章前列出了本章教学目标，每章后针对本章内容列出了思考题，便于采用目标教学法。

四、本课程的学习方法

本课程的特点是既有理论又有实践，因此，学习时要注意：

1) 理论联系实际。在学习时，既要认真学习投影理论，又要多想、多看、多画，不断地进行“由物画图、由图想物”的训练，逐步掌握图物转化规律，提高空间想象能力和投影分析能力。

2) 重视实践。在课后要及时、优质地完成一定数量的习题，这是巩固基本理论和培养读图、画图能力的基本保证。

3) 严格遵守国家标准。国家标准是评价机械图样的重要依据，因此要认真学习国家标准的相关内容并严格遵守。

4) 培养认真负责的工作态度和严谨细致的工作作风。

第 1 章 制图的基本知识和基本技能

教学目标

1. 熟悉并遵守国家标准《技术制图》、《机械制图》中有关图纸幅面和格式、比例、字体、图线及尺寸标注等规定。
2. 掌握绘图工具的使用方法。
3. 掌握几何作图方法，尤其是圆弧的连接。
4. 掌握绘图的步骤和方法，能正确地进行尺寸及线段的分析。
5. 掌握徒手绘图的基本技能。

1.1 制图国家标准简介

图样是工程技术界的语言，为了便于指导生产和进行技术交流，国家质量监督检验检疫总局发布的“国家标准”对图样的有关内容作出了统一的规定，是绘制和阅读图样的准则和依据。国家标准《技术制图》是一项基础技术标准，在技术内容上具有统一性、通用性和通则性，在制图标准体系中处于最高层次；国家标准《机械制图》、《建筑制图》、《电气制图》是专业制图标准，其技术内容是专业的和具体的。本节主要介绍图样的一些基础标准。

在标准代号“GB/T14689—1993”中，“GB/T”为推荐性国家标准代号，一般简称“国标”。“G”是“国家”一词“国”字汉语拼音的第一个字母；“B”是“标准”一词“标”字汉语拼音的第一个字母；“T”是“推荐”一词“推”字汉语拼音的第一个字母。“14689”表示标准编号，“1993”表示该标准的发布年号。

1.1.1 图纸幅面 (GB/T14689—1993) 和标题栏 (GB/T10609.1—1989)

1. 图纸幅面代号及尺寸

绘制工程图样时，应优先采用表 1-1 所规定的图纸幅面尺寸，基本幅面共有五种，沿幅面的长边对裁即得到下一号幅面的图纸，如图 1-1 所示。

表 1-1 基本幅面代号与尺寸

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

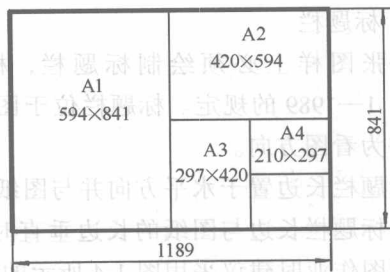


图 1-1 基本图幅

必要时，允许选用加长幅面，但加长后的幅面尺寸必须是由基本幅面的短边成整数倍增加后得出，要符合国家标准 GB/T14689—1993。

2. 图框格式

图纸上必须用粗实线画出图框，其格式分为不留装订边和留有装订边两种，但同一产品的图样要求选用同一种格式。

(1) 留有装订边的图样 其图框格式如图 1-2 所示，尺寸符合表 1-1 的规定，一般采用 A4 幅面竖装或 A3 幅面横装。

(2) 不留装订边的图样 其图框格式如图 1-3 所示，尺寸符合表 1-1 的规定。

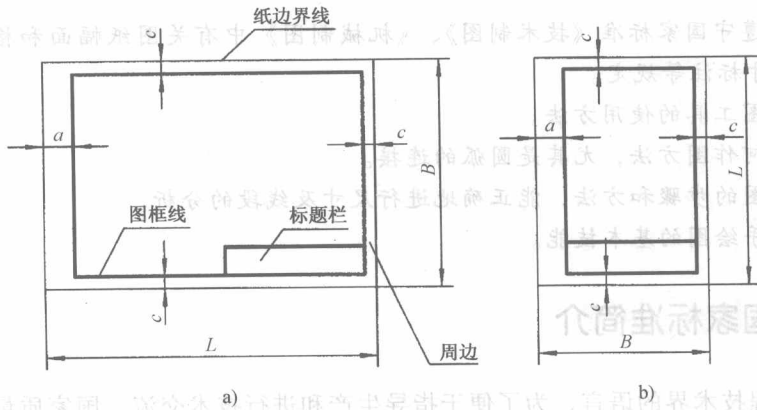


图 1-2 留有装订边图样的图框格式

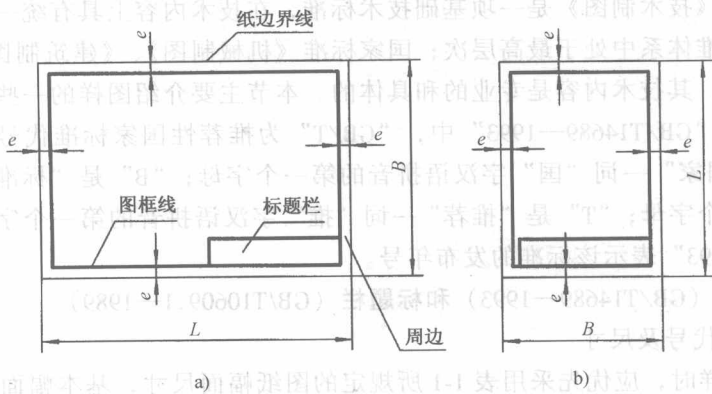


图 1-3 不留装订边图样的图框格式

3. 标题栏

每张图样上必须绘制标题栏，标题栏的格式、内容和尺寸应符合国家标准 GB/T10609.1—1989 的规定。标题栏位于图纸的右下角，如图 1-2、图 1-3 所示，标题栏中的文字方向为看图方向。

标题栏长边置于水平方向并与图纸的长边平行时，则构成 X 型图纸，如图 1-2a、图 1-3a 所示；标题栏长边与图纸的长边垂直时，则构成 Y 型图纸，如图 1-2b、图 1-3b 所示。当学生制图作业时建议采用图 1-4 所示的简化格式。

1.1.2 比例 (GB/T14690—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，可由表 1-2 规定的系列中选取适当的比例，但为了能从图样上直接反映出



图 1-4 制图作业标题栏

事物的大小，应尽量采用原值比例。

表 1-2 绘图比例

种 类	比 例
原值比例	1:1
放大比例	5:1、2:1、 5×10^n :1、 2×10^n :1、 1×10^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。

比例符号以“:”表示。其表示方法如 1:1、1:20、2:1 等。比例一般应标注在标题栏中的“比例”栏内。不论采用何种比例，图形中所标注的尺寸数字必须是物体的实际大小，与图形的比例无关，如图 1-5 所示。

1.1.3 字体 (GB/T14691—1993)

图样上除了表达物体形状的图形外，还要用数字和文字说明物体的大小、技术要求等。在图样中书写的字体必须满足以下要求：

1. 书写要求

要做到字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。

2. 字体的号数

即字体的高度 (h)，其公称尺寸系列为：1.8mm、2.5mm、3.5mm、5mm、7mm、10mm、14mm、20mm。

3. 汉字书写

汉字应写成长仿宋体，并采用国家正式颁布推行的简化字。汉字的高度 h 不应小于 3.5mm，其字宽一般为 $h/\sqrt{2}$ 。汉字书写示例如图 1-6 所示。

4. 字母和数字书写

字母和数字分为 A 型和 B 型两种。A 型字体的笔画粗细为字高的 1/14，B 型字体的笔画粗细为字高的 1/10。在同一张图样上，只允许选用一种形式的字体。

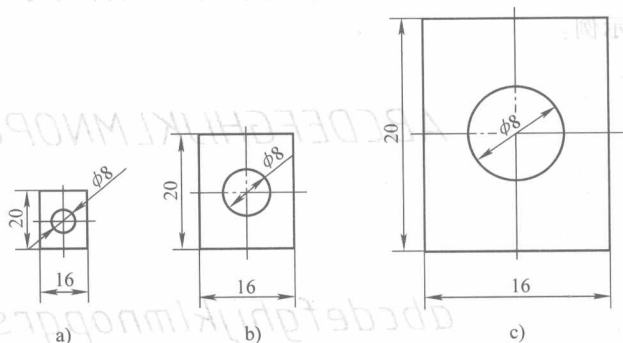


图 1-5 不同比例的尺寸注法

10号汉字

字体工整 笔画清楚 间隔均匀 排列整齐

(a)

7号汉字

横平竖直 注意起落 结构均匀 填满方格

b)

5号汉字

徒手绘图、尺规绘图和计算机绘图都是必备的绘图技能

c)

图 1-6 汉字书写

字母和数字可写成斜体或直体。斜体字字头向右倾斜，与水平基准线成 75° ，和汉字混合书写用直体，单独书写用斜体。图 1-7 为拉丁字母示例，图 1-8 为阿拉伯数字和罗马数字示例。

ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ

abcdefghijklmnopqrstuvwxyz

图 1-7 拉丁字母

1.1.4 图线 (GB/T17450—1998)

图线是指起点和终点间以任意方式连接的一种几何图形，形状可以是直线或曲线、连续线或不连续线等。绘制机械图样时，应采用国家标准中规定的图线。

1. 基本线型的代码、形式及名称

国家标准《机械制图 图样画法 图线》(GB/T4457.4—2002)中规定了 15 种基本线型。表 1-3 为机械图样中的常用线型及应用。

2. 图线宽度

1 2 3 4 5 6 7 8 9 0

1 2 3 4 5 6 7 8 9 0

I II III IV V VI VII VIII IX X

I II III IV V VI VII VIII IX X

图 1-8 阿拉伯数字和罗马数字

在机械图样中采用粗、细两种线宽。粗线宽度 d 应根据图形的大小和复杂程度在 0.5~2mm 之间选择, 细线的宽度约为 $d/2$ 。粗线一般取 0.7mm 或 0.5mm, 详见表 1-4。

表 1-3 常用线型及应用


代码	图线名称	线 型	宽度	主要用途
01.2	粗实线		d	可见轮廓线等
02.1	细虚线		$d/2$	不可见轮廓线、不可见棱边线
01.1	细实线		$d/2$	尺寸线、尺寸界线、剖面线、过渡线等
04.1	细点画线		$d/2$	对称中心线、轴线等
05.1	细双点画线		$d/2$	假想轮廓线、相邻辅助零件的轮廓线等
01.1	波浪线		$d/2$	断裂处的边界线、视图与剖视图的分界线

表 1-4 线型宽度及组别

线型组别	对应线型宽度		备 注
	粗实线、粗虚线、粗点画线	细实线、波浪线、双折线、细虚线、细点画线、细双点画线	
0.25	0.25	0.13	
0.35	0.35	0.18	
0.5*	0.5	0.25	* 为优先采用的图线组别; 在制图作业中, 采用 0.7 的图线组别
0.7*	0.7	0.35	
1	1	0.5	
1.4	1.4	0.7	
2	2	1	

3. 图线画法

1) 同一图样中, 同类图线的宽度应基本一致。虚线、点画线及双点画线的线段长度和间隔应各自大小相等。

2) 当有两种或多种图线重合时, 应按照图线所表达对象的复杂程度, 优先选择绘制顺序: 粗实线、虚线、点画线。

3) 实际绘图时, 点画线、双点画线的首尾, 应是线段而不是点; 点画线彼此相交时应该是线段相交; 中心线应超过轮廓线 2~5mm。

4) 图线相交时, 虚线与虚线、虚线与粗实线相交应是线段相交; 若虚线处于粗实线的延长线上时, 粗实线应画到位, 而虚线相连处应留有空隙, 如图 1-9 所示。

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

6) 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。

1.1.5 尺寸注法 (GB/T4458.4—2003, GB/T16675.2—1996)

图样中的图形只能表达机件的形状, 机件各部分的相对位置和大小则必须由图样中所标

注的尺寸来确定。尺寸是加工制造零件的主要依据,标注时应做到正确、完整、清晰、合理。本节介绍国家标准中关于尺寸注法的基本要求,其他相关内容将在以后章节中逐步介绍。

图 1-9 图线画法

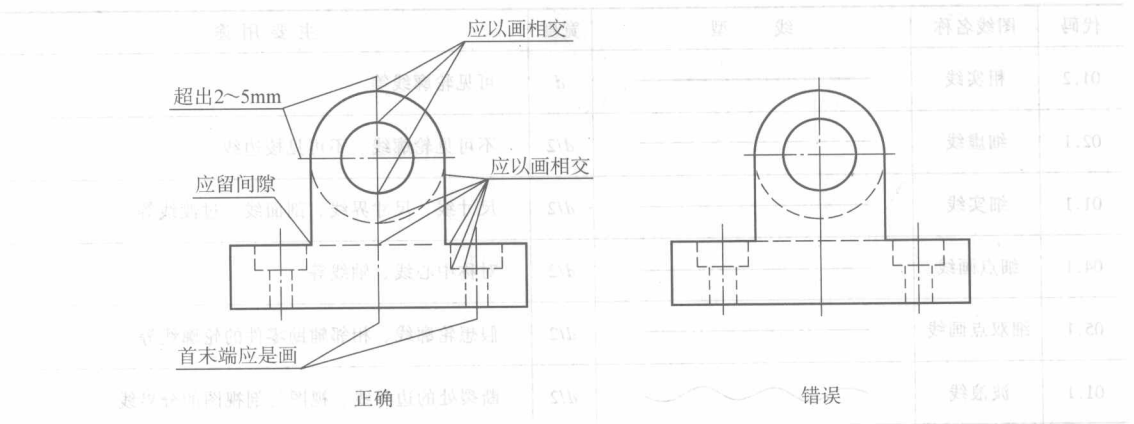


图 1-9 图线画法

1. 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程度无关。
- 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,不需注明计量单位的代号或名称,如采用其他单位,则必须注明相应计量单位的代号或名称。
- 3) 图样中所注尺寸是该物体最后完工时的尺寸,否则应另加说明。
- 4) 机件的每一个尺寸,在图样中一般只标注一次,并应标注在反映该结构最明显的图形上。

2. 标注尺寸的构成

一个完整的标注尺寸应包括尺寸界线、尺寸线、箭头和尺寸数字四部分,如图 1-10 所示。

(1) 尺寸界线 尺寸界线表示尺寸的度量范围,用细实线绘制。尺寸界线由图形的轮廓线、轴线或对称中心线处引出,也可以利用轮廓线、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,并超出箭头约 2mm,如图 1-11 所示。

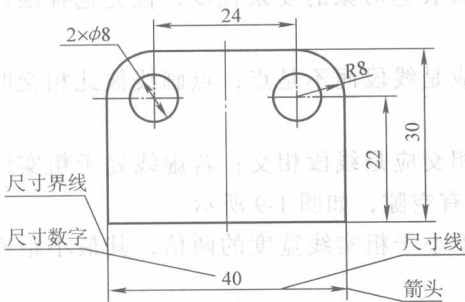


图 1-10 尺寸的组成

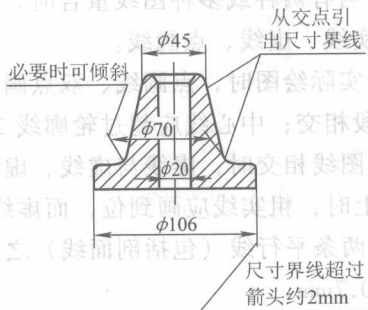


图 1-11 尺寸界限

(2) 尺寸线 尺寸线表示尺寸的度量方向,用细实线画出,不能用其他任何图线代替,

也不得与其他图线重合或画在其他图线的延长线上。标注线性尺寸时，尺寸线与所标注的线段平行，尺寸线与尺寸线之间、尺寸线与尺寸界线之间应尽量避免相交。因此，标注同一方向尺寸时应将小尺寸放在里面，大尺寸放在外面。

(3) 箭头 尺寸线的终端有箭头和斜线两种形式。机械图样中，尺寸线的终端，包含圆的直径、圆弧半径指向圆弧的一端以及角度的尺寸线终端，一般采用箭头，箭头尖端与尺寸界线接触，不得超出也不得到；建筑图样的尺寸线终端一般采用斜线。箭头和斜线的画法如图 1-12 所示。

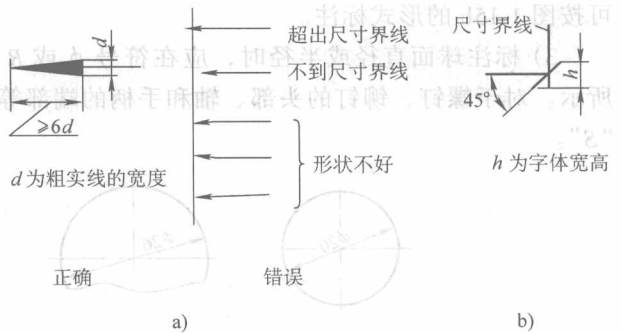


图 1-12 箭头和斜线的画法

a) 箭头画法 b) 斜线画法

(4) 尺寸数字 尺寸数字表示机件的实际大小。尺寸数字一般应标注在尺寸线的上方，尺寸数字不可被任何图线所通过，否则必须将该图线断开，如图 1-13 所示。

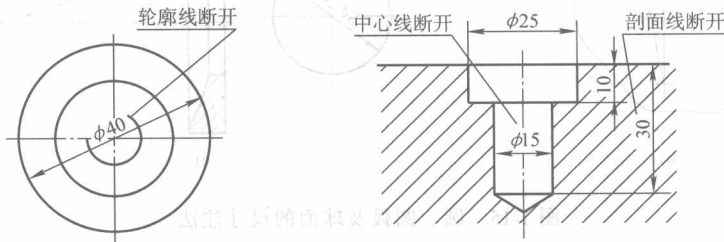


图 1-13 尺寸数字的写法

3. 常用的尺寸注法

(1) 线性尺寸的注法 线性尺寸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。线性尺寸数字的方向一般应按图 1-14a 所示的方向标注，水平方向的尺寸数字由左向右书写，字头朝上；竖直方向的尺寸数字由下向上书写，字头朝左；倾斜方向的尺寸数字字头应有向上的趋势。尽可能避免在图示 30°范围内标注尺寸，若无法避免时，可按图 1-14b 的形式标注。

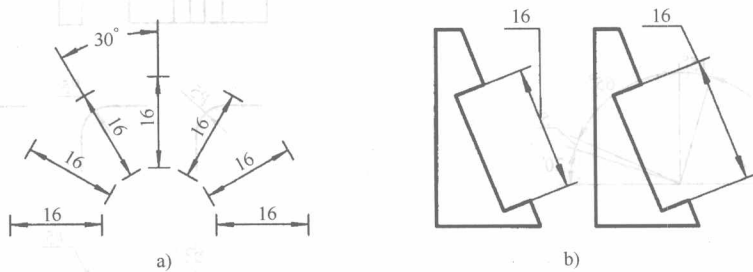


图 1-14 线性尺寸的注法

(2) 圆、圆弧及球面的尺寸注法 三种情况分述如下。

1) 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”，如图 1-15a 所示。圆或大于半圆的圆弧一般应标注直径，小于半圆的圆弧一般标半径，尺寸线指向圆心，接触圆的尺寸线终端画成箭头。

2) 当圆弧的半径过大、在图纸范围内无法注出其圆心位置或不必要注出其圆心位置时，可按图 1-15b 的形式标注。

3) 标注球面直径或半径时，应在符号 ϕ 或 R 前加注表示球面的符号“S”，如图 1-15c 所示。对于螺钉、铆钉的头部、轴和手柄的端部等，在不致引起误解的情况下，可省略符号“S”。

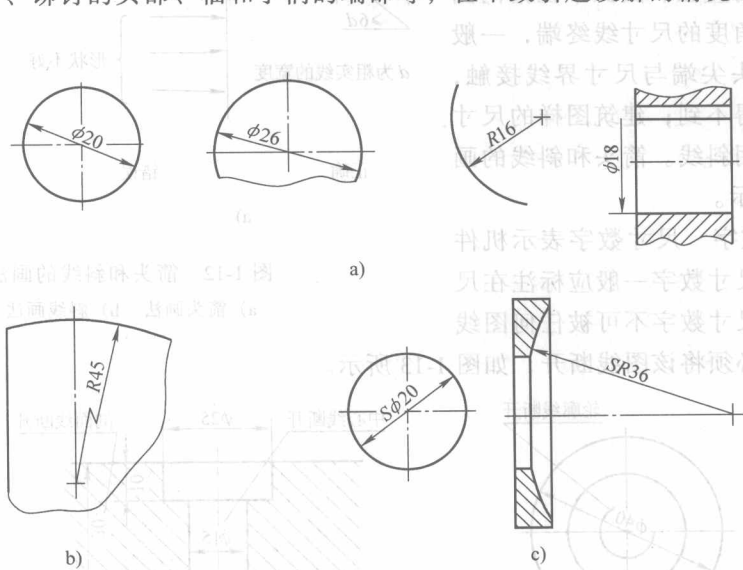


图 1-15 圆、圆弧及球面的尺寸注法

(3) 角度尺寸的注法 尺寸界线应沿径向引出，尺寸线画成圆弧，其圆心是该角的顶点。尺寸数字应一律水平方向书写，一般注在尺寸线的中断处，必要时也可注写在外面，或引出标注，如图 1-16 所示。

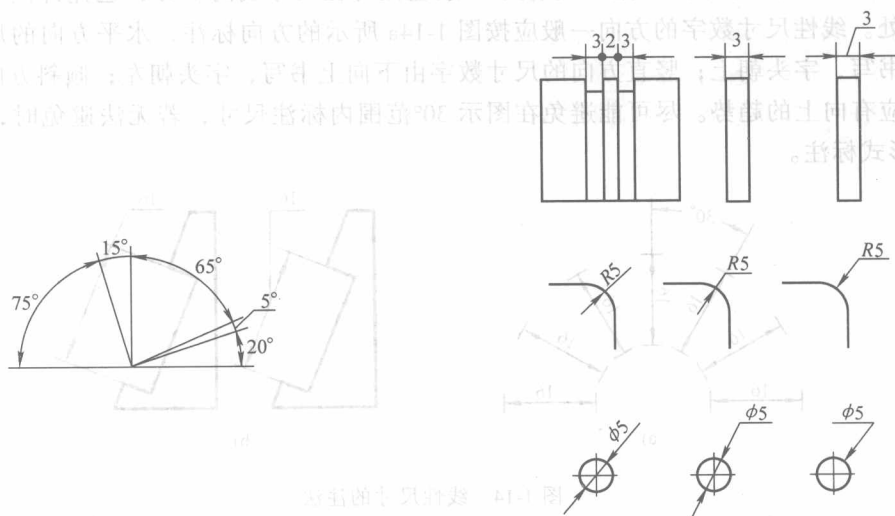


图 1-16 角度尺寸的注法

图 1-17 窄小位置尺寸的注法