

高等学校适用教材

画法几何及工程制图

(非机械类专业适用)

主编 叶碧云 敖泌云 张桂兰



机械工业出版社

高等学校适用教材

画法几何及工程制图

(非机械类专业适用)

主 编	叶碧云	敖泌云	张桂兰
副主编	郝利华	徐昌贵	孙永铭
主 审	王兴球	林春江	



机械工业出版社

本书共十六章,主要包括:制图基本知识、画法几何、组合体投影、零件图、装配图、焊接图、化工制图、计算机绘图等。

本书理论完整,叙述简洁,内容实用,具有非机械类专业特点。在本书讲述的标准件和常用件及其附表全部采用最新国家标准。

本书可作为高等工业学校非机械类专业本科教材,也可供大学专科、成人高等教育、其他相近专业的学生以及工程技术人员教学和工作参考。

为教学需要,另有习题集同时出版与本书配套使用。

图书在版编目(CIP)数据

画法几何及工程制图/叶碧云等主编. —北京:机械工业出版社, 1997.7

高等学校适用教材 非机械类专业适用

ISBN 7-111-05710-4

I. 画… II. 叶… III. ①画法几何-高等学校-教材②工程制图-高等学校-教材 IV. TB23

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (97) 第 09973 号

出 版 人: 马九荣 (北京市百万庄南街 1 号 邮政编码 100037)

责任编辑: 孙祥根等 版式设计: 杨丽华 责任校对: 宁秀娥等

封面设计: 李 明 责任印制: 侯新民

北京市昌平振南印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

1997 年 7 月第 1 版 1997 年 7 月第 1 次印刷

787mm×1092mm¹/₁₆·17½印张·429 千字·

0 001—5 000 册

定价: 20.00 元

前 言

本书是根据 1987 年国家教委批准的高等工业学校非机械类专业(80~110 学时)《画法几何及工程制图课程教学基本要求》,为适应轻化工专业的需要而编写的。

本书是在 1989 年杜钟铨等主编的《画法几何及工程制图》和 1991 年杜钟铨与曹维江主编的《画法几何及工程制图》教材的基础上,并在总结了经验和广泛听取意见后而编写的。

本书是由无锡轻工业大学、大连轻工业学院、山东轻工业学院、北京轻工业学院、大连理工大学化工学院、上海工程技术大学、黑龙江矿业学院、辽宁省农业工程学校、大连民族学院等九所院校联合编写。

本教材重新编写后,进一步体现了本书内容紧凑和体系完整的特点,全部采用 1993 年以来制图及有关技术最新国家标准。

书中画法几何部分,根据非机械类专业特点做到了既有比较完整的理论基础,又力求叙述简洁,内容紧凑实用。在零、装图的选择上尽量做到通用性、代表性,增强适应性。

书中考虑到轻化工专业的特点,在图例选择上尽量做到结合轻化工设备和机器上的零部件,图例清晰,难易适度。对管螺纹介绍较详细,并单设了焊接图一章。通过对工艺流程、设备与管路布置等图样的介绍,使学生对轻化工专业设备和相关图样有了初步了解。

为有利于教学,另有习题集与本书同时出版,配套使用。

参加编写人员还有:苗青、沈培玉、蔡小华、黄卫芳、魏伟、朱清萍、张永春、徐凤姿、汪颖、杨东、张志勤、王厚生。

书中不当之处,敬请批评指正。

编 者

1997 年 1 月

目 录

前言	§ 9-2 第三角投影	112
绪论	§ 9-3 剖视图	113
第一章 制图的基本知识	§ 9-4 剖面图	122
§ 1-1 机械制图的一般规定	§ 9-5 其他表达方法	123
§ 1-2 绘图工具及其使用	§ 9-6 视图、剖视图应用举例	128
§ 1-3 几何作图	第十章 标准件和常用件	131
§ 1-4 绘图的一般方法和步骤	§ 10-1 螺纹和螺纹联接件	131
第二章 点、直线及平面的投影	§ 10-2 齿轮	143
§ 2-1 投影法的基本知识	§ 10-3 键和销	151
§ 2-2 点的投影	§ 10-4 滚动轴承	154
§ 2-3 直线的投影	§ 10-5 弹簧	158
§ 2-4 平面的投影	第十一章 零件工作图	161
第三章 直线与平面、平面与平面的相对位置	§ 11-1 零件工作图的基本内容	161
§ 3-1 直线与平面平行、二平面平行	§ 11-2 零件工作图的视图选择	162
§ 3-2 直线与平面相交、二平面相交	§ 11-3 零件上常见的工艺结构	164
第四章 投影变换	§ 11-4 零件工作图的尺寸标注	166
§ 4-1 换面法	§ 11-5 零件工作图上的技术要求	169
§ 4-2 旋转法(绕垂直轴旋转)	§ 11-6 典型零件的图例分析	177
第五章 立体的投影	§ 11-7 零件测绘	182
§ 5-1 平面立体	§ 11-8 读零件工作图	184
§ 5-2 曲面立体	第十二章 装配图	186
第六章 截交线与相贯线	§ 12-1 装配图的作用和内容	186
§ 6-1 平面与曲面立体相交的截交线	§ 12-2 装配图的表达方法	187
§ 6-2 曲面立体与曲面立体相交的相贯线	§ 12-3 装配图的尺寸注法和技术要求	189
§ 6-2 曲面立体与曲面立体相交的相贯线	§ 12-4 装配图的零、部件序号, 明细表和标题栏	190
第七章 组合体的视图及尺寸注法	§ 12-5 常见装配结构	191
§ 7-1 三视图的形成及其投影特性	§ 12-6 画装配图的方法	192
§ 7-2 画组合体的视图	§ 12-7 读装配图及拆画零件图	196
§ 7-3 读组合体视图	第十三章 立体表面展开	203
§ 7-4 组合体的尺寸标注	§ 13-1 平面立体的表面展开	203
第八章 轴测投影	§ 13-2 可展曲面的展开	205
§ 8-1 轴测投影的基本知识	§ 13-3 不可展曲面的近似展开	209
§ 8-2 正等轴测投影	第十四章 焊接图	212
§ 8-3 正面斜二等轴测投影	§ 14-1 焊缝代号	212
§ 8-4 画轴测图的几个问题	§ 14-2 金属焊接件图举例	216
第九章 机件的常用表达方法	第十五章 化工制图	219
§ 9-1 视图	§ 15-1 工艺流程图	219

§ 15-2 设备布置图	226	§ 16-4 交互式绘图软件 Auto CAD	248
§ 15-3 管路布置图	228	附录	256
§ 15-4 化工设备图	234	一、螺纹	256
第十六章 计算机绘图基础	241	二、常用的标准件	256
§ 16-1 IBM-PC 型机的 BASIC 绘图		三、滚动轴承	264
基本指令	241	四、公差与配合	266
§ 16-2 二维图形变换	243	五、常用的金属材料	274
§ 16-3 绘图程序设计	246		

绪 论

一、本课程的研究对象及作用

本课程是高等工业学校的一门必修的技术基础课。它研究用正投影法绘制和阅读工程图样, 为培养学生的制图技能和空间想象能力打下必要的基础。同时, 它又是学生学习后续课程和完成课程设计和毕业设计不可缺少的基础。

工程图样是表达和交流技术思想的重要工具, 是工程技术部门的一项重要技术文件。它被喻为“工程界的技术语言”, 不受地区和国别的限制。它是工程技术人员绘制和阅读工程图样必备的基本训练。

二、本课程的学习目的及方法

本课程的主要学习目的:

1. 使学生掌握正投影法的基本原理及其应用。
2. 培养绘制和阅读机械图样的基本能力。
3. 培养图解空间几何问题的初步能力。
4. 培养空间想象和空间分析能力。
5. 使学生对计算机绘图有基本了解。

此外, 在教学过程中还必须有意识地培养学生的自学能力、分析能力、解决问题的能力 and 创造能力。

本课程的特点是实践性强, 因此, 要掌握本课程的内容, 离不开画图和看图的实践, 要在掌握正投影原理的基础上运用理论联系实际的学习方法, 把画图和读图的练习贯穿于学习全过程, 自始至终突出一个“练”字。

图样是用来指导生产的重要技术文件, 一线一字之差都会给生产带来不应有的损失, 所以在学习本课程, 作习题作业时, 切忌粗心大意、草率从事, 必须做到耐心细致, 一丝不苟。严格遵守《机械制图国家标准》的规定。从而培养学生严肃认真、踏实细致的工作作风, 不断改进学习方法, 提高独立工作能力和自学能力。

本课程只能为学生的绘图和读图打下一定基础, 在后继课程、生产实习、课程设计、毕业设计中还要继续培养和提高。

第一章 制图的基本知识

§ 1-1 机械制图的一般规定

机械图样是机械设计和机械制造过程中的重要技术资料，是工程界进行技术交流的共同语言。因此，对于图样的内容、格式和表达方法等必须有统一的规定。我国于1959年第一次颁布了《机械制图》国家标准（GB 122—59），1975年又颁布了修订后的《机械制图》国家标准（GB 126—129—74）。为适合我国四化建设和改革、开放对外技术交流的需要，1984、1993年又进行了再次修订。现在介绍的均为1993年的新标准。

国家标准（简称国标）的代号为“GB”，本节仅摘录国标中的“一般规定（GB/T14689—93~GB/T14692—93），包括图纸幅面、比例、字体、图线及其画法等内容，以及“尺寸注法”（GB 4458.4—84）中相应的规定。其余规定将在以后各章节中分别叙述。

一、图纸幅面及格式

1. 图纸幅面

国标（GB/T14689—93）规定，绘制图样时，优先采用规定的幅面尺寸，必要时可沿长边加长。

（1）图纸幅面尺寸 图纸幅面有5种基本幅面尺寸，其幅面代号及尺寸见表1-1。

表 1-1 图纸幅面尺寸 (mm)

幅面代号	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		

（2）图框格式 需要装订的图样，其图框格式如图1-1所示，一般采用A4幅面竖装或A3幅面横装。不需要装订的图样，不留装订边，其图框格式如图1-2所示。图框尺寸见表1-1。

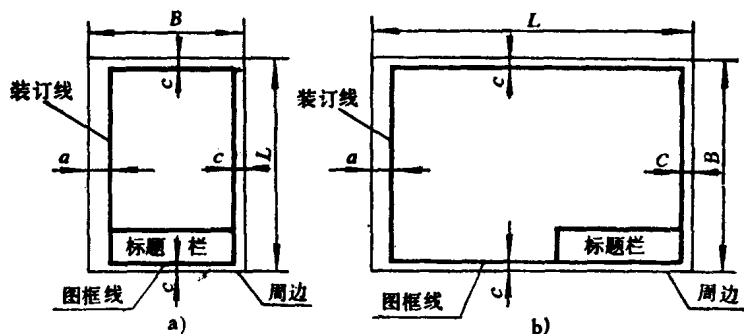


图 1-1

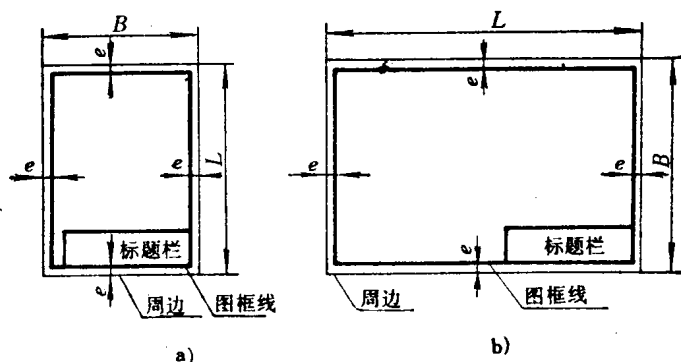


图 1-2

图框线、装订线一律采用粗实线绘制。

为了复制方便,可采用对中符号。对中符号是从周边画入图框内约 5mm 的一段粗实线。如图 1-3 所示。

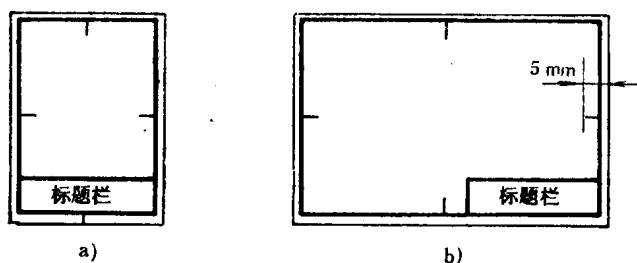


图 1-3

(3) 幅面加长 图纸幅面加长, 这些幅面的尺寸是由基本幅面的短边成整数倍增加后得出, 允许选用图 1-4 规定的加长幅面, 见图 1-4 中的虚线部分。

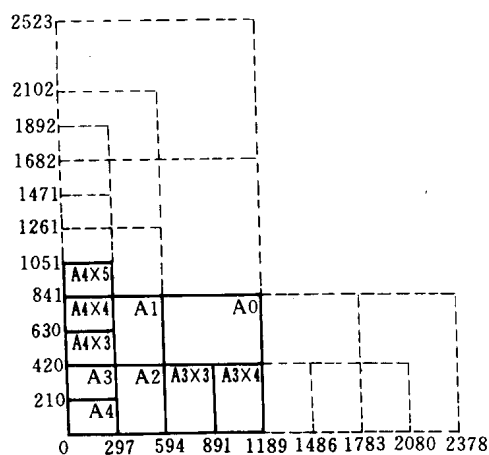


图 1-4

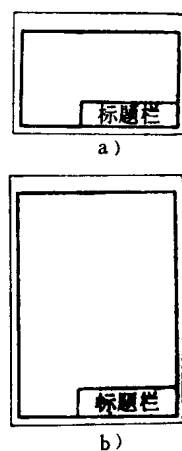


图 1-5

2. 标题栏方位及格式

标题栏的位置应按图 1-1 的方式配置, 必要时也可如图 1-5 配置。标题栏的文字方向为看图方向。

标题栏的格式, 国标 (GB 10609 · 1—89) 中已作统一规定, 零件图采用图 1-6 格式, 装配图采用图 1-7 格式, 学生制图课建议采用图 1-8。

180										
10	10	10	16	12	16	(材料标记)		(单位名称)		
8 × 7 (= 56) 标记 处数 分区 更改文件号 签名 年.月.日 设计 (姓名) (年月日) 审核 (姓名) (年月日) 工艺 批准 数量 12 12 16 12 12 16						4 × 6.5 (= 26)	12	12	20 (图样名称) 18 (图样代号)	
						附设标记		重量		比例
						共 张		第 张		
						50				

图 1-6

180						
8	40	44	8	38	10	12 (20)
14	7					
序号	代号	名称	数量	材料	单件重量	总计重量
备注						
(标题栏)						

图 1-7

(图名)			比例		(图名)
			材料		
制图	(姓名)	(日期)	(厂名)		
审核	(姓名)	(日期)			
15	20	20	15	20	30
120					

图 1-8

二、比例 GB/T 14690—93

1. 图中图形与实物相应要素的线性尺寸之比。
2. 需要按比例绘制图样时, 应由表 1-2 规定的系列中选取适当的比例。
3. 绘制同一机件的各个视图应采用相同的比例, 并在标题栏中填写, 例如 1:1。当某个视图需要采用不同比例时, 必须另行标注。
4. 为了能从图样上得到实物大小的真实感, 应尽量采用 1:1 的比例。当机件不宜用 1:1 画时, 可用放大或缩小比例画出, 尺寸标注时必须注实际尺寸。

表 1-2 比例

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

注：n 为正整数，优先选择无括号标准。

三、字体

GB/T14691—93 规定了机械图样中书写的汉字、字母、数字的字体及号数（字高）。

图样中用汉字、字母、数字来说明机件的大小、技术要求等内容，它是机件图样中不可缺少的主要部分。所以在图样中书写汉字、字母、数字必须做到：字体端正，笔划清楚、排列整齐、间隔均匀。

字体的号数分为 8 种：20, 14, 10, 7, 5, 3.5, 2.5, 1.8。字体宽度约等于高度（号数）的 2/3。数字及字母的笔划宽度约为字体高度的 1/10。1.8, 2.5 号字体一般不采用。用于指数、分数、极限偏差、注脚等的数字和字母，一般应用小一号的字体。

1. 汉字

图样中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汉字。书写长仿宋体的要求是：横平竖直，注意起落，结构匀称，填满空格，如图 1-10 所示。

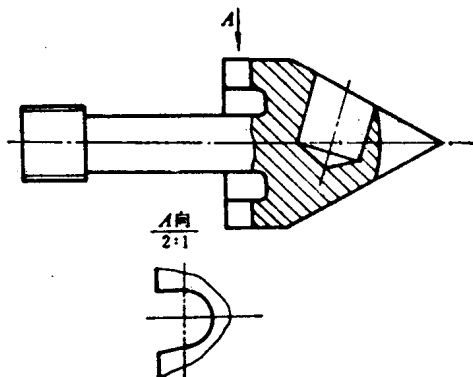


图 1-9

机械图样中的汉文字数 各种字母必须写得字体端正笔划清楚排列整齐间隔均匀

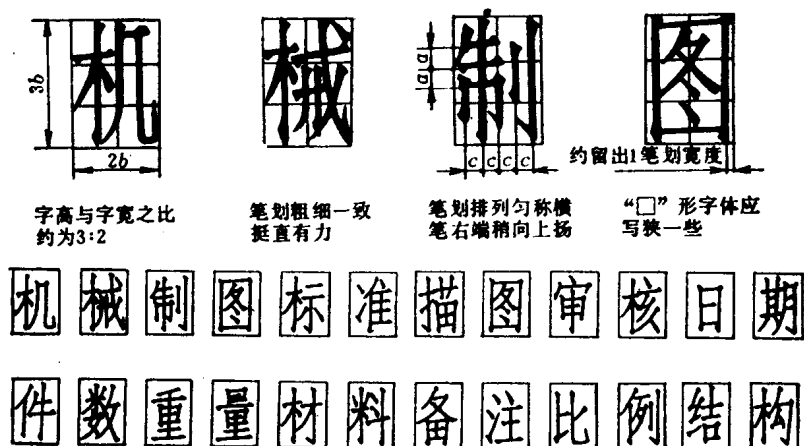


图 1-10

2. 数字和字母

数字和字母的写法分直体和斜体两种,斜体字字头向右倾斜,与水平约成 75° 角。数字字母如图 1-11 所示。

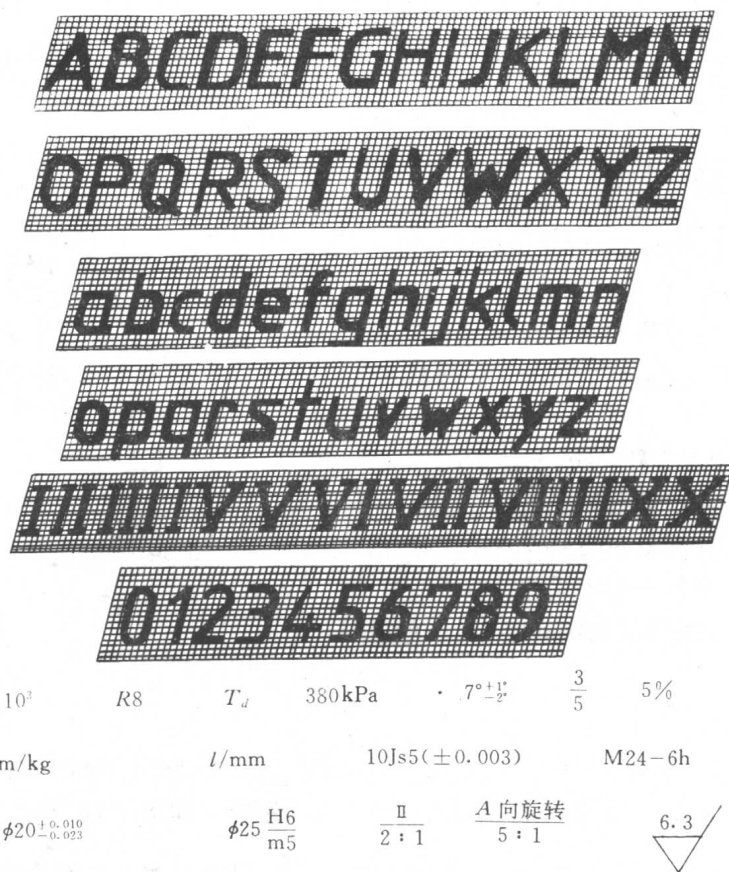


图 1-11

四、图线及其画法

1. 图线标准

绘制图样应采用规定的标准图线,GB 4457·4—84 规定了各种图线的名称、形式、宽度及一般应用,见表 1-3。图线应用实例如图 1-12。

2. 图线的宽度

图线分为粗细两种。粗线的宽度 b 按图的大小和复杂程度,在 $0.5 \sim 2\text{mm}$ 之间选择,细线的宽度约为 $b/3$ 。

图线的推荐系列为: $0.25, 0.35, 0.5, 0.7, 1, 1.4, 2\text{mm}$ 。

3. 图线画法

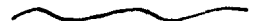
绘图过程中,除了正确掌握图线的标准和用法以外,还要注意以下几方面问题:

(1) 同一图样中同类图线的宽度应保持一致,虚线、细点划线及双点划线的线段长度和间隔应各自均匀相等。

(2) 点划线(或双点划线)相交时,其交点应为线段相交。点划线和双点划线的首末两端应是线段而不是短划。

(3) 在较小图形上绘制细点划线或双点划线有困难时,可用细实线代替。

表 1-3 图线的类型及应用

图线名称	图线形式及代号	图线宽度	在图上的应用
粗实线		b	可见轮廓线, 可见过渡线
细实线		约 $b/3$	尺寸线及尺寸界线, 剖面线 重合剖面的轮廓线, 引出线 辅助线, 不连续的同一表面的连线, 成规律, 分布的相同要素的连线等
波浪线		约 $b/3$	断裂处的边界线, 视图和剖视图的分界线
双折线		约 $b/3$	断裂处的边界线
虚线		约 $b/3$	不可见的轮廓线, 不可见的过渡线
细点划线		约 $b/3$	轴线, 对称中心线 轨迹线
粗点划线		b	有特殊要求的线或表面的要求
双点划线		约 $b/3$	相邻辅助零件的轮廓线, 极限位置的轮廓线

(4) 细点划线、虚线、和其他图线相交时, 都应使其相交于线段处, 而不应是空隙处。在粗实线的延长线上画虚线时应先留空隙, 再画虚线的短划线。

以上几点注意问题如图 1-13 所示。

五、尺寸注法

在图样中, 图形只能表达机件形状, 要确定它的大小, 还必须在图形中标注尺寸。制造机件时, 主要依据图形和图形中的尺寸进行加工。尺寸标注得正确、完整、合理与否, 直接关系到产品的质量, 所以标注尺寸是一项非常重要的工作。

尺寸标注要做到: 正确、完整、清晰、合理。所谓正确, 即尺寸注法要符合国家标准的规定; 所谓完整, 即尺寸注写必须齐全, 要做到不多不少不重复; 所谓清晰, 即尺寸布局得当、清楚, 便于看图; 所谓合理, 即尺寸要保证设计要求, 并便于加工和检测。这里只介绍《尺寸注法》(GB 4458·4—84) 中的基本内容, 其他内容将在以后有关章节中介绍。

1. 基本规则

标注尺寸时应遵循以下四条基本规则:

(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无关。

(2) 图样中的尺寸, 均以毫米 (mm) 为单位, 此时, 省略标注其计量单位的代号或名称, 如果用其他单位, 则必须注明相应的计量单位的代号或名称。

(3) 图样中所标注的尺寸, 为该图样所示机件的最后尺寸, 否则应加以说明。

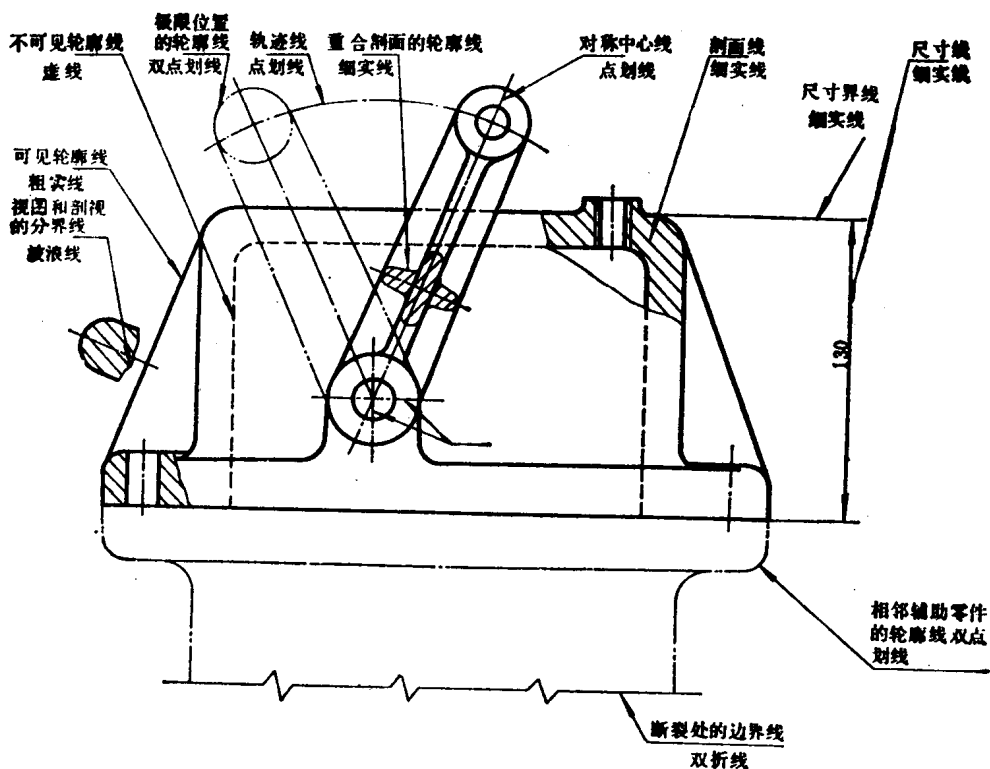


图 1-12

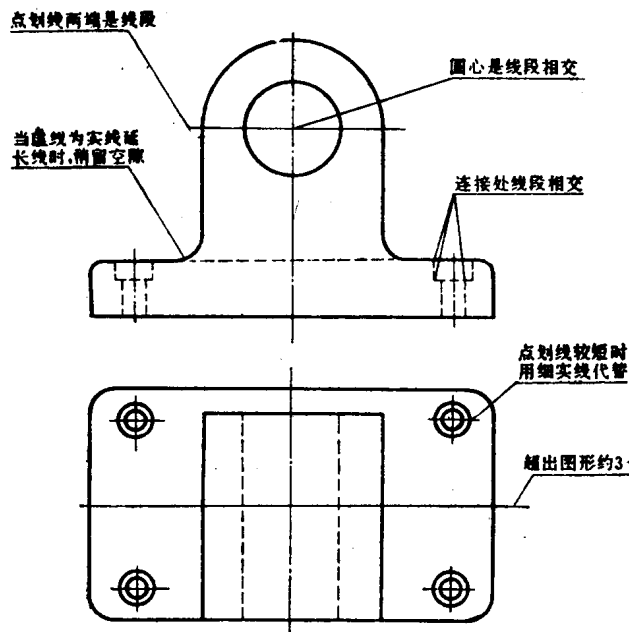


图 1-13

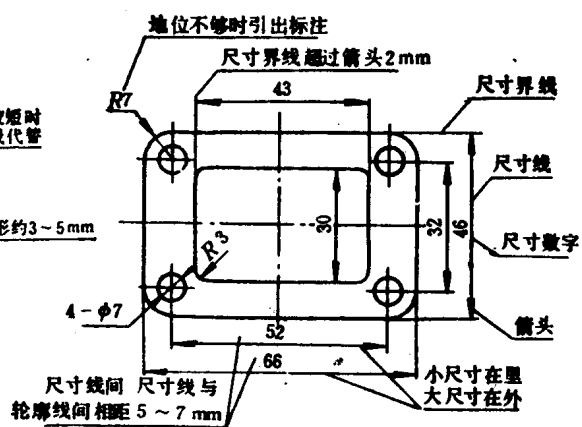


图 1-14

2. 尺寸的组成

一个完整的尺寸, 由尺寸界线、尺寸线 (细实线和箭头或斜线) 和尺寸数字三要素组成, 如图 1-14 所示。

(1) 尺寸界线 尺寸界线用细实线绘制, 并应由图形的轮廓线、轴线或对称中心线所引出, 也可利用轮廓线、轴线或对称中心线作尺寸界线。尺寸界线一般与尺寸线垂直 (必要时允许倾斜), 并超出尺寸线约 $2\sim 3\text{mm}$ 。

(2) 尺寸线 尺寸线是由细实线和箭头 (或斜线) 两部分组成, 细实线一般不允许与其它图线重合或画在其延长线上, 也不允许用其它图线代替。尺寸线必须与所标注的线段平行, 在几条相邻且平行的尺寸线中, 大尺寸要注写在小尺寸的外侧, 尽量避免尺寸线与尺寸界线相交。平行标注的两个以上的尺寸线, 其间距相等。

尺寸线中的箭头画在尺寸线的终端, 箭头的形状适用于各种类型的图样, 其标准如图 1-15a 所示。尺寸线的终端也可用斜线表示。斜线用细实线绘制, 其方向和画法如图 1-15b 所示。当尺寸线的终端采用斜线时, 尺寸线与尺寸界线必须互相垂直。

在同一张图样中, 一般只能采用一种尺寸终端形式。但当采用箭头终端形式时, 在特殊情况下, 允许用圆点或斜线代替箭头。如图 1-16 所示。

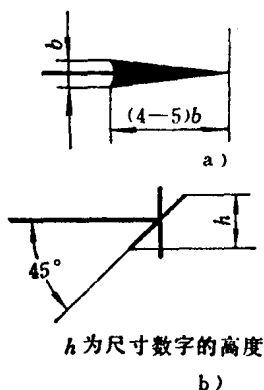


图 1-15

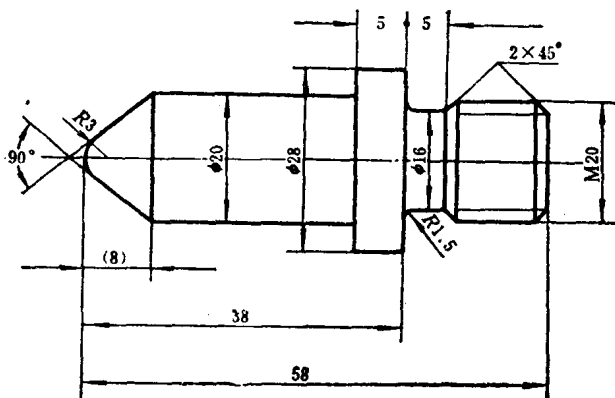


图 1-16

标注角度时, 尺寸线应画成圆弧, 其圆心是角的顶点, 如图 1-16 所示。

(3) 尺寸数字 线性尺寸的数字, 一般应填写在尺寸线的上方或尺寸线的中断处, 在特殊情况下也可注在尺寸线外侧 (尺寸线延长线上或引出标注), 如图 1-16 和图 1-17 所示。

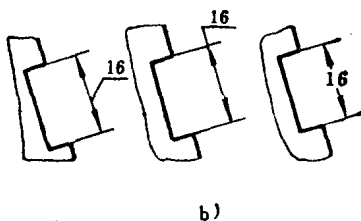
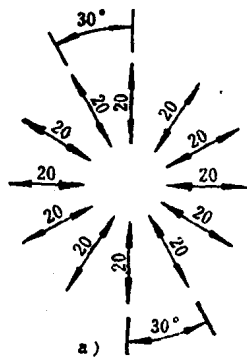


图 1-17

注写线性尺寸数字时, 水平方向的尺寸数字, 字头向上; 垂直方向的尺寸数字, 字头向左; 倾斜方向的尺寸数字可采用两种形式标注: 一是数字与尺寸线垂直且字头趋势向上, 二是水平注写在尺寸线的引出线上或尺寸线中断处, 如图 1-17b 所示。

尽可能避免在 30° 范围内标注尺寸, 当无法避免时可按图 1-17b 的形式标注。

角度的数字一律水平标注, 字头向上, 且一般注写在尺寸线的中断处, 如图 1-16 所示。

3. 标注尺寸的符号

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 ”, 标注球面的直径或半径时, 应在符号 “ ϕ ” 或 “ R ” 前再加注符号 “ S ”。在不致引起误解时, 可省略符号 “ S ”。

标注弧长时, 应在尺寸数字上方加注符号 “ $\widehat{}$ ”。

标注剖面为正方形的结构时, 可在正方形的尺寸数字前加注符号 “ $\square$ ” 或用 $B \times B$ 形式注出。

标注板状零件的厚度时, 可采用符号 “ δ ”。

标注锥度和斜度时, 在数字前面加注锥度和斜度的符号。

以上标注方法, 见表 1-4。

表 1-4 尺寸标注示例

内 容	图 例	说 明
1. 线性 尺寸的 数字 方向 及箭头 斜线 的使用		倾斜方向的尺寸可水平地注写在尺寸线中断处, 避免 30° 范围内造成的误解
2. 角度、 弦长、弧长		标注角度的尺寸界线由径向引出, 弦长和弧长的尺寸界线应平行于该弦的垂直平分线
3. 圆		圆的直径尺寸终端为箭头, 圆不完整时也可一端为箭头
4. 大圆 弧		圆弧的尺寸过大, 图纸范围内无法注出圆心位置, 可按图标注
5. 球面		球面的直径或半径应在 “ ϕ ” 或 “ R ” 前加注 “ S ”, 在不易误解时可省略

(续)

内 容	图 例	说 明
6. 小尺寸		没有足够的位置画箭头或注写数字时,可按图中的形式标注
7. 圆滑过渡处		圆滑过渡处注尺寸,必须用细实线将轮廓线延长从交点处引尺寸界线
8. 正方形结构		剖面为正方形结构的尺寸,可在正方形尺寸前加“□”或B×B
9. 板状零件		板状零件的厚度可在数字前加“δ”
10. 已确定半径尺寸		当需要指明半径是由其它尺寸确定时,应用尺寸线和R
11. 锥度或斜度		锥度、斜度符号的方向与锥度、斜度一致,必要时在标注锥度的同时,在括号中注出角度数字