

高等学校教材

工程制图学

华东化工学院机械制图教研组编

盛谷我 主编

GONG
CHENG
ZHI TU
XUE

上海交通大学出版社

高等学校教材

工程制图学

(化工类专业用)

华东化工学院机械制图教研组编

盛谷我 主编

上海交通大学出版社

内 容 简 介

本书按1980年审订的高等工业学校《画法几何及工程制图教学大纲》(80~110学时化工类专业试用),结合化工类专业的要求,并在多年教学实践的基础上,根据1984年国家标准《机械制图》及其他最新标准编写而成。本书是目前第一本适合化工类专业的制图教材。本书也适用于非机械类的有关专业,同时可供有关的工程技术人员参考和自学之用。

全书共六篇二十一章和附录。第一篇包括国家标准《机械制图》基本规定;绘图工具及使用;几何作图、技术草图、简单立体图。第二篇包括正投影;点、线、面的投影;视图绘制和阅读。第三篇包括变换投影面;几何元素的空间关系;立体表面的交线。第四篇包括视图;剖视剖面;轴测图。第五篇包括连接件和常用件;表面粗糙度、尺寸公差和形位公差;零件图;装配图。第六篇包括展开图;金属焊接件图;管路图;化工设备图;计算机绘图。附录包括常用标准摘录。除基本内容外,其他内容可根据需要选取。

为了方便自学,章末附有复习思考题。本书可与《工程制图学习题集》配套使用。

工 程 制 图 学

(化工类专业用)

上海交通大学出版社出版

(淮海中路1984弄19号)

新华书店上海发行所发行

华东化工学院印刷厂排印

开本 787×1092毫米 1/16 印张 23.75 字数 559,000

1986年6月第1版 1986年7月第1次印刷

印数 1~20,000

统一书号:15324·195

定价: 3.90 元

前 言

1983年8月我们在历届自编教材的基础上,按1980年审订的高等工业学校《画法几何及工程制图教学大纲》(化工类专业试用)要求编写了一本教材,并由我院教材科铅印后,作为化工工艺类专业《画法几何及工程制图》课程(80~110学时)的教材和教学参考书。经过三年来的教学实践,在我院及有关兄弟院校的非机械类专业中广泛试用,取得了良好的效果。由于最新国家标准《机械制图》等的颁布和实施,为此对本书作了相应的修改,由上海交通大学出版社出版。本书适用于高校化工类专业本科作制图教材,对于非机械类的有关专业或少学时专业也可适用,还可供有关的技术人员参考和自学。

本书的编写原则是力求在较少学时的条件下,既保证一定的理论基础,又能较好地培养学生的空间思维能力和图示、图解能力。

全书分六篇,共二十一章及附录。其中第二篇主要介绍点、线、面、体的基本投影规律和作图方法,并通过形体的分析和绘、读训练,以达到掌握和巩固正投影知识的目的。它是本课程的重要部分。第三篇内容中,将点、线、面、体的相对位置和度量问题作为正投影原理的应用,且放在变换投影面之后叙述,以期在少学时的情况下,可以以换面法为手段,扩大学生的思路和图解能力。在内容的深广度上也给教师留有较大的增减余地。对于低要求专业,第三篇可全部或大部不选,也不致影响整个课程的系统性。第六篇的内容,可以在满足基本要求的前提下,按专业和学时的不同,选学其中的部分章节。

全书的章节次序,基本上体现了编者的意图和教学安排的要求,也允许某些章节移后或提前。例如:第一篇的制图基本知识、第十二章轴测投影图、第十四章中有关图面技术要求的内容等,都可根据需要穿插进行教学。

各章后所附的复习思考题,除帮助学生掌握基本内容外,还作了适当的引伸和提高,以利因材施教。

按本书的特点和系统要求,另编有相应的《工程制图学习题集》,以供学生配套使用。

本书由盛谷我主编。同时负责编写工作的还有薛秋心、杨绍良。参加本书编写的同志有:盛谷我(第四、五、六、十五、十六、二十章);薛秋心(第七、八、十二、十四、十七、十八章);杨绍良(第一、二、三、九、十九章);杨皖(第十、十一章);李蓓(第十三章);孙世昌(第二十一章);汪珍参加了编写提纲的讨论。在本书编写过程中,得到了我组全体同志的大力支持和热情帮助。

限于编写者的水平,书中的缺点和错误恳请使用本教材的师生和读者批评指正。

编 者

一九八六年七月

目 录

第一篇 制图基本知识

第一章 制图基本规定

§ 1—1 国家标准《机械制图》基本规定	(1)
----------------------	-------

§ 1—2 机械制图中尺寸注法的基本规定	(7)
----------------------	-------

第二章 绘图工具及使用

§ 2—1 常用绘图工具及用品	(12)
-----------------	--------

§ 2—2 绘图仪器	(14)
------------	--------

§ 2—3 其他绘图工具	(16)
--------------	--------

§ 2—4 仪器绘图	(18)
------------	--------

第三章 几何作图、技术草图、简单立体图

§ 3—1 工程上常用的几何作图	(20)
------------------	--------

§ 3—2 平面图形的画法和尺寸标注	(26)
--------------------	--------

§ 3—3 技术草图	(28)
------------	--------

§ 3—4 立体图(轴测图)	(30)
----------------	--------

复习思考题	(33)
-------	--------

第二篇 正投影的原理和作图方法

第四章 正投影法

§ 4—1 投影法的基本概念	(35)
----------------	--------

§ 4—2 正投影的投影特性	(36)
----------------	--------

§ 4—3 正投影法的基本原理	(37)
-----------------	--------

复习思考题	(42)
-------	--------

第五章 物体上点、线、面的投影分析

§ 5—1 直线的投影	(44)
-------------	--------

§ 5—2 平面的投影	(51)
-------------	--------

§ 5—3 回转曲面及其表面上点、线的投影	(56)
-----------------------	--------

复习思考题	(60)
-------	--------

第六章 视图的绘制、阅读和尺寸标注

§ 6—1 视图的绘制	(63)
-------------	--------

§ 6—2 视图的阅读	(67)
-------------	--------

§ 6—3 视图的尺寸标注	(71)
---------------	--------

复习思考题	(74)
-------	--------

第三篇 正投影原理的应用——空间几何元素的位置和度量问题

第七章 变换投影面

§ 7—1 概述	(77)
----------	--------

§ 7—2 变换投影面的基本原理	(78)
------------------	--------

§ 7—3 变换投影面的基本问题·····	(80)
复习思考题·····	(87)

第八章 几何元素的空间关系

§ 8—1 平行关系·····	(88)
§ 8—2 相交关系·····	(90)
§ 8—3 垂直关系·····	(93)
复习思考题·····	(95)

第九章 立体表面的交线

§ 9—1 平面与回转曲面立体相交的表面截交线·····	(97)
§ 9—2 两回转曲面立体相交的表面相贯线·····	(104)
复习思考题·····	(112)

第四篇 常用表达方法

第十章 视图

§ 10—1 基本视图和其他视图·····	(115)
§ 10—2 第三角画法简介·····	(119)
复习思考题·····	(121)

第十一章 剖视、剖面和其他画法

§ 11—1 剖视图·····	(122)
§ 11—2 剖面·····	(130)
§ 11—3 局部放大图·····	(132)
§ 11—4 简化画法·····	(133)
§ 11—5 表达方法的综合应用·····	(136)
复习思考题·····	(138)

第十二章 轴测投影图

§ 12—1 轴测图的基本概念·····	(140)
§ 12—2 正等轴测图·····	(142)
§ 12—3 正二等轴测图·····	(147)
§ 12—4 斜二等轴测图·····	(150)
§ 12—5 轴测图的选择·····	(153)
复习思考题·····	(154)

第五篇 机械图

第十三章 连接件和常用件

§ 13—1 螺纹·····	(157)
§ 13—2 螺纹连接件及其连接画法·····	(164)
§ 13—3 键、销及其连接画法·····	(169)
§ 13—4 齿轮及其画法·····	(172)
§ 13—5 圆柱螺旋弹簧及其画法·····	(179)
§ 13—6 滚动轴承及其画法·····	(182)

复习思考题	(184)
-------	---------

第十四章 表面粗糙度、尺寸公差和形位公差

§ 14—1 表面粗糙度	(186)
§ 14—2 公差与配合	(193)
§ 14—3 形状和位置公差	(203)
复习思考题	(207)

第十五章 零 件 图

§ 15—1 概述	(208)
§ 15—2 零件的视图表达	(210)
§ 15—3 零件图上的尺寸标注	(217)
§ 15—4 零件上常见的工艺结构及其尺寸标注	(222)
§ 15—5 零件测绘	(225)
§ 15—6 阅读零件图	(231)
复习思考题	(232)

第十六章 装 配 图

§ 16—1 装配图的内容	(234)
§ 16—2 装配图的视图表达	(236)
§ 16—3 装配图的尺寸标注	(237)
§ 16—4 装配图中的零部件序号、明细表和技术要求	(238)
§ 16—5 装配图的绘制	(240)
§ 16—6 装配图的阅读	(245)
复习思考题	(249)

第六篇 其 他 图 样

第十七章 展 开 图

§ 17—1 锥面的展开	(251)
§ 17—2 柱面的展开	(256)
§ 17—3 不可展曲面的近似展开	(258)
复习思考题	(261)

第十八章 金属焊接件图

§ 18—1 概述	(262)
§ 18—2 焊缝表示法	(263)
§ 18—3 焊接件图举例	(268)

第十九章 管 路 图

§ 19—1 管路的图示方法	(270)
§ 19—2 管路布置图	(274)
§ 19—3 管段图	(277)

第二十章 化 工 设 备 图

§ 20—1 概述	(281)
-----------	---------

§ 20—2	化工设备图的视图表达方法·····	(281)
§ 20—3	尺寸标注·····	(288)
§ 20—4	标题栏、明细表、管口表、技术特性表和技术要求·····	(289)
§ 20—5	化工设备图的绘制和阅读·····	(293)

第二十一章 计算机绘图简介

§ 21—1	概述·····	(300)
§ 21—2	绘图机分类·····	(300)
§ 21—3	计算机绘图的基本原理·····	(301)
§ 21—4	插补运算·····	(303)
§ 21—5	绘图程序编制简介·····	(305)
§ 21—6	图形显示·····	(307)
§ 21—7	计算机辅助设计的概念·····	(308)

附 录

一、剖面符号·····	(313)
二、表面粗糙度·····	(314)
三、公差与配合·····	(315)
四、螺纹·····	(322)
五、螺栓与螺柱·····	(324)
六、螺钉·····	(326)
七、螺母·····	(329)
八、垫圈·····	(330)
九、键·····	(331)
十、销·····	(333)
十一、压力容器公称直径·····	(334)
十二、封头·····	(334)
十三、法兰及垫片·····	(336)
十四、补强圈·····	(342)
十五、人(手)孔·····	(343)
十六、支座·····	(345)
十七、图面技术要求·····	(351)

注: ① 本附录内容均摘自有关标准, 以供学习之用。

② 附录所列各标准的图例中, 有关螺纹及表面加工符号的表示方法, 均按制图国家标准 (GB 4459.1—84 及 GB 131—83) 规定修改。

第一篇 制图基本知识

第一章 制图基本规定

机械图样是设计和制造机器、设备等的重要技术文件。设计者用图样来表达设计意图，制造者按图样进行施工，因此图样是交流技术思想的一种“语言”。为了使它成为全国范围以至国际间技术交流的工具，我国的国家标准（简称“国标”，下同）《机械制图》对图样的内容、画法和格式等作了一系列统一的规定，供设计单位和生产部门共同遵守。

国标《机械制图》规定内容较多，本章仅对图纸幅面及格式、比例、字体、图线（GB 4457.1—84~4457.4—84^①）以及尺寸注法（GB 4458.4—84）作简单介绍，其他有关内容将在以后章节中陆续介绍。

§ 1—1 国家标准《机械制图》基本规定

一、图纸幅面及格式

为使图纸整齐，便于保管和使用，国标对图纸幅面作了具体规定，绘制图样时应采用表 1—1 中所规定的幅面尺寸大小。

A₀ 号至 A₅ 号图纸幅面尺寸之间的关系如图 1—1 所示。

表 1—1 图纸幅面尺寸

幅面 代号	A ₀	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A ₅
B × L	841 × 1189	594 × 841	420 × 594	297 × 420	210 × 297	148 × 210
a	25					
c	10			5		
e	20		10			

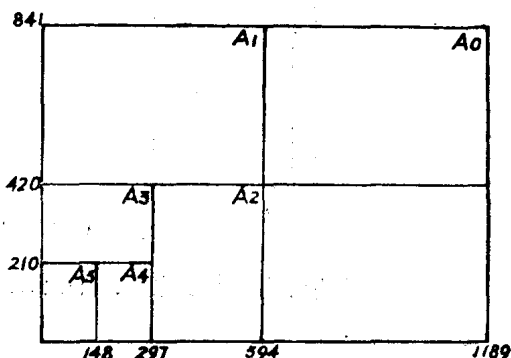


图 1—1 图纸幅面尺寸关系

需要装订的图样一般采用 A₄ 幅面竖装或 A₃ 幅面横装，其图框格式如图 1—2 所示，不留装订边的图样其图框格式如图 1—3 所示，尺寸均按表 1—1 规定。

标题栏的位置应按图 1—2、图 1—3 所示的方式配置，必要时也可按图 1—4 所示的方式配置。标题栏中的文字方向为看图方向。

^① GB 4457.1—84—GB 为国标代号，是取汉语拼音头一个字母，4457.1 代表标准号，84 表示 1984 年制订的国家标准。

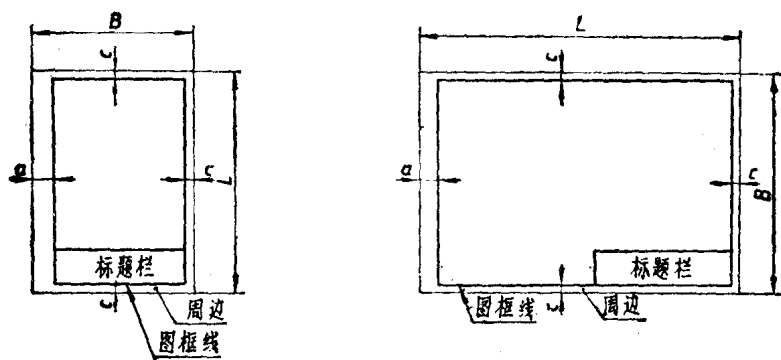


图 1—2 图纸幅面和边框格式

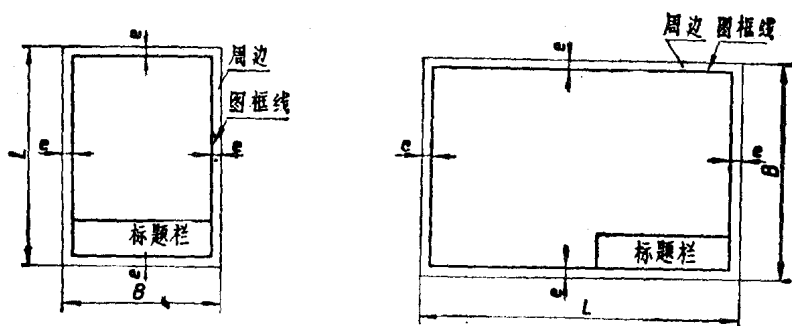


图 1—3 不留装订边的图幅格式

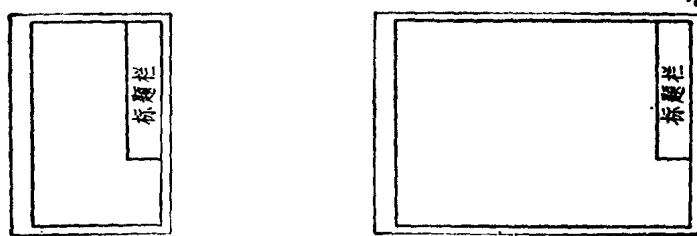


图 1—4 必要时采用的标题栏配置方式

关于标题栏的内容、格式和尺寸国家标准未作统一规定,本课程学习中建议按图 1—5 格式画出。

(图 名)					(图 号)	
制图			比例		共 张	第 张
描图			件数		(校 名) (班 级)	
审核			重量			
10	20	20	10	20	35	35
150						

图 1—5 标题栏的格式和尺寸

二、比例

图样上的比例是指图样中机件要素的线性尺寸与实际机件相应要素的线性尺寸之比。绘图时应尽量采用 1:1 的比例,以获得和实物大小相同的图形,增强真实感。但由于机件大小和结构复杂程度的不同,也可采用缩小或放大的比例。一般采用国标规定的绘图比例见表 1—2。

表 1—2 绘 图 比 例

与实物相同	1:1				
缩小的比例	1:2	1:2.5	1:3	1:4	1:5
	1:10 [*]	1:1.5×10 [*]	1:2×10 [*]	1:2.5×10 [*]	1:5×10 [*]
放大的比例	2:1	2.5:1	4:1	5:1	10:1
	(10×n):1				

图样无论采用缩小或放大比例,所注尺寸应是机件的实际大小,图 1—6 为同一机件用不同比例绘制的图形。

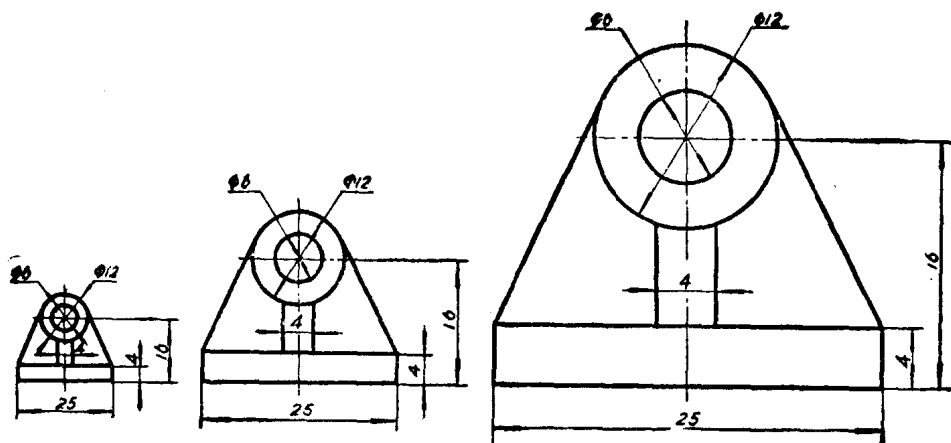


图 1—6 用不同比例画出的图形

绘制同一机件的各个视图,应采用相同的比例,并在标题栏的比例一栏中填写。当某个视图需要采用不同的比例时,必须另行标注,如图 1—7 所示。

三、字体

图样中除了用图线表示机件的形状外,还要用数字和文字说明机件的大小和技术要求等。在图样上书写字体时,必须做到:字体端正、笔划清楚、排列整齐、间隔均匀。字体潦草不仅会影响图样的清晰和美观,甚至会造成差错,带来损失。

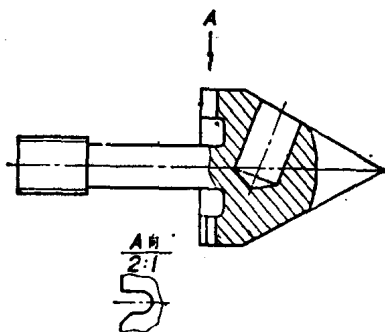


图 1—7 个别视图采用不同比例时的标注

国标对图样上所用的汉字、数字和字母的字体作了规定。字体分 20、14、10、7、5、3.5、2.5^① 七种号数，号数即字体的高度(毫米)。字体宽度约等于高度的 2/3。数字及字母的笔划宽度约为字体高度的 1/10。

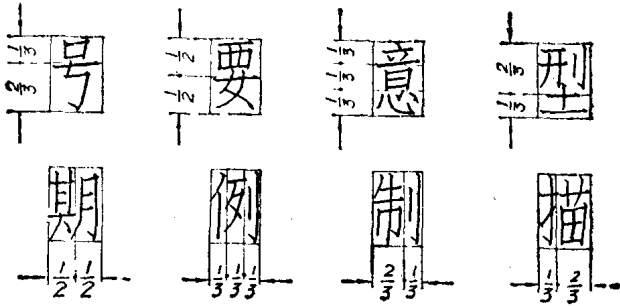
1. 汉字

应采用国家正式公布推行的简化字，并应写成长仿宋体。长仿宋字的基本笔划是：横、直、撇、捺、点、挑、勾、折等，如表 1—3 所示。

书写仿宋体字的要领是：横平竖直、注意起落、结构匀称、填满方格。开始学习书写时可先按字体大小画好格子，字与字之间的横向距离约为字高的 1/8；行与行之间距离约为字高的 1/3。书写时应恰当分配汉字各组成部分的比例，使所写的汉字结构匀称，汉字示例见图 1—8。

表 1—3 仿宋字的基本笔划

名称	横	直	撇	捺	点	挑	勾	折
基本笔法	一	丨	丿	㇏	丶	㇀	乛 一 乚	┐ ㄣ
	一	丨	丿	㇏	丶	㇀	乚 ㄣ ㄣ	ㄣ ㄣ
字例	工 七	上	千 仁	尺	主 江	线	于 予 子	母 图
	寸 代	中	人 月	建	变 心	技	成 无 力	如 乃



字体端正 笔划清楚 排列整齐 间隔均匀

装配时作斜度深沉最大小球厚直网纹均布水平镀抛光研视图
向旋转前后表面展开两端中心孔锥销键

图 1—8 汉字书写示例

① 汉字字高不宜采用 2.5。

2. 数字和字母

数字有阿拉伯数字和罗马数字两种，字母有拉丁字母和希腊字母两种，并有大写和小写之分。国标规定了正体和斜体两种书写形式，斜体字字头向右倾斜与水平线约成 75° 角。用作指数、分数、注脚、极限偏差等的数字一般采用小一号的字体。数字和字母的书写形式及字体示例见图 1—9。



图 1—9 数字和字母书写示例

四、图线型式及应用

为使图样清晰易读，国标对图线的种类、型式、代号和用途作了规定。表1—4列出了各种型式的图线和它的主要用途，绘制图样时应按表中规定采用。

图线可分为粗、细两种。粗线宽度 b 在0.5~2毫米之间选择。绘制图样时，线宽 b 可按清晰、醒目的原则，视图形大小和复杂程度而定。细线宽度约为 $b/3$ 。图线宽度推荐系列为0.25、0.35、0.5、0.7、1、1.4、2毫米。

表 1—4 图线的种类和用途 (摘自 GB 4457.4—84)

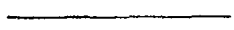
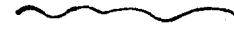
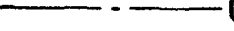
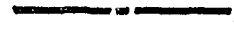
图线名称	图线型式及代号	图线宽度	一般应用
粗实线	 A	b	A_1 可见轮廓线
细实线	 B	约 $b/3$	B_1 尺寸线及尺寸界线 B_2 剖面线
波浪线	 C	约 $b/3$	C_1 断裂处的边界线 C_2 视图和剖视的分界线
双折线	 D	约 $b/3$	D_1 断裂处的边界线
虚线	 F	约 $b/3$	F_1 不可见轮廓线
细点划线	 G	约 $b/3$	G_1 轴线 G_2 对称中心线
粗点划线	 J	b	J_1 有特殊要求的线或表面的表示线
双点划线	 K	约 $b/3$	K_1 相邻辅助零件轮廓线 K_2 极限位置轮廓线 K_3 假想投影轮廓线

图1—10为图线的应用举例。

绘制图线时应注意以下各点 (见图1—10)：

(1) 同一图样中同类图线的宽度应基本保持一致；

(2) 虚线、点划线和双点划线的线段长度及间隔应各自大致相等，表1—4中规定的图线长度和间隔大小可供参考；

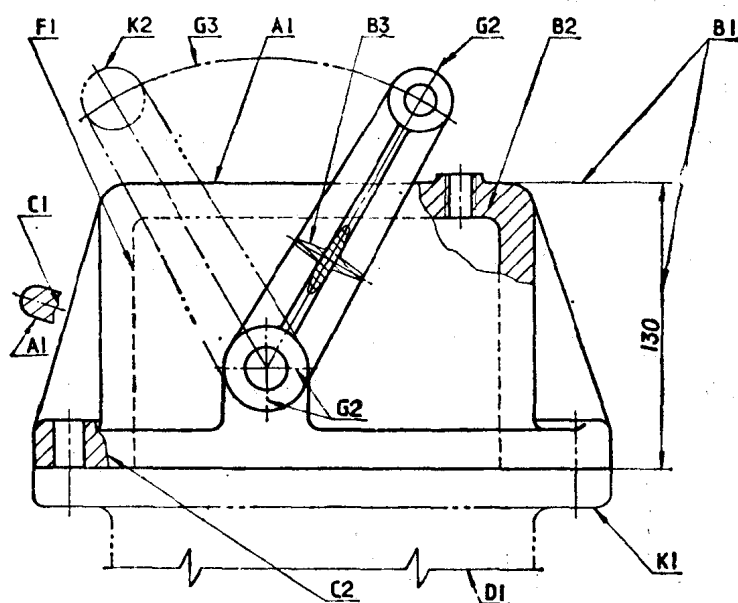


图 1—10 图线应用举例

- (3) 绘制圆的对称中心线时，圆心应为线段的交点，且两端应超出圆轮廓线 2~5 毫米，见图 1—11；
- (4) 点划线和双点划线的首末两端应是线段，而不是短划；
- (5) 在较小图形时，绘制点划线或双点划线有困难时，可用细实线代替，见图 1—11。

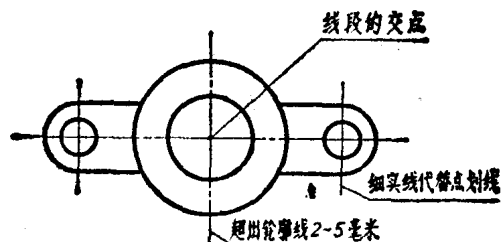


图 1—11 中心线画法

§ 1—2 机械制图中尺寸注法的基本规定

图样中的图形只能表达机件的结构形状，而机件的大小必须由尺寸来确定。标注尺寸是一项极为重要而细致的工作，必须力求做到完整、清晰、正确。国标《机械制图》(GB 4458.4—84) 对尺寸标注的基本规则和具体标注方法作了统一规定，本节摘要介绍其中基本内容。

一、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. 图样中的尺寸以毫米为单位时不需标注计量单位的代号或名称，如采用其他单位则必须注明。

3. 图样中所注的尺寸，为该图样所示机件的最后完工尺寸，否则应另加说明。

4. 机件的每一尺寸一般只标注一次，并应标注在表示该结构最清晰的图形上。

二、尺寸要素

完整的尺寸一般由尺寸界线、尺寸线和数字三个要素组成。

1. 尺寸界线

尺寸界线表示所注尺寸的界限，用细实线绘制，并应自图形的轮廓线、轴线或中心线处引出，也可利用轮廓线、轴线或对称中心线作为尺寸界线，尺寸界线必须超越尺寸线 2~5 毫米如图 1—12 所示。

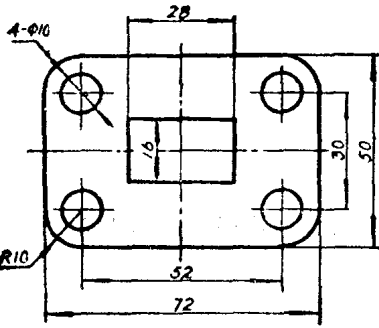
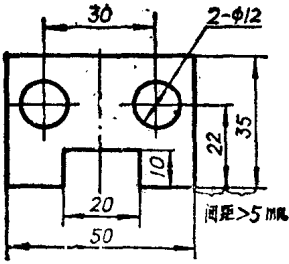
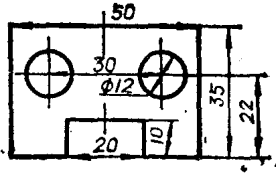


图 1—12 尺寸界线的画法



(a) 正确



(b) 错误

图 1—13 尺寸线的画法

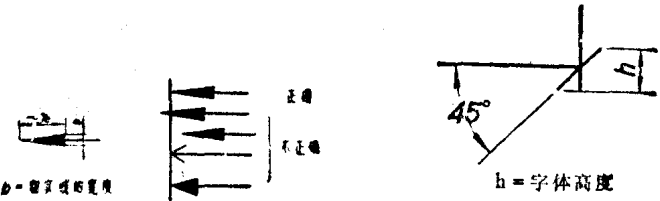
2. 尺寸线

尺寸线表示按比例所注尺寸的范围，用细实线绘制，不能用其他图线代替，一般也不得与其他图线重合或画在其延长线上。应尽量避免尺寸线与尺寸线或尺寸界线相交，如图 1—13 所示。

尺寸线终端可以有两种形式。

(1) 箭头 箭头指向尺寸界线，不得超出尺寸界线或留有空隙。箭头形式如图 1—14(a) 所示，适用于各种类型的图样，其中宽度 b 就是图形粗实线的宽度。在同一张图样上箭头的大小应基本一致。

(2) 斜线 斜线用细实线绘制，其方向和画法如图 1—14(b) 所示。当尺寸线的终端采用斜线形式时，尺寸线与尺寸界线必须相互垂直，如图 1—15 所示。



(a)

(b)

图 1—14 尺寸线终端形式

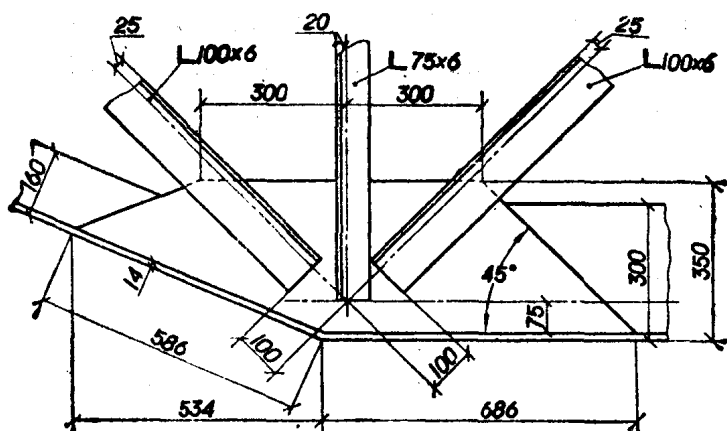


图 1—15 尺寸线终端采用斜线的画法

3. 尺寸数字

尺寸数字表示所注尺寸的数值，一般注写在尺寸线的上方。也允许注写在尺寸线的中断处，如图 1—16 所示。尺寸数字不可被任何图线所通过，否则必须将该图线断开，如在图 1—17 中尺寸数字 10、16、 $\phi 26$ 、 $\phi 44$ 处分别将剖面线、中心线和轮廓线断开。

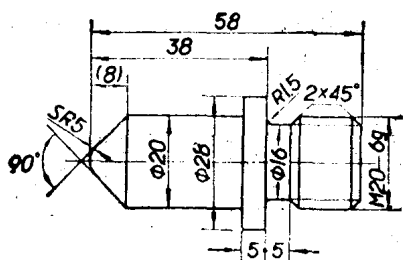


图 1—16 尺寸数字的注法

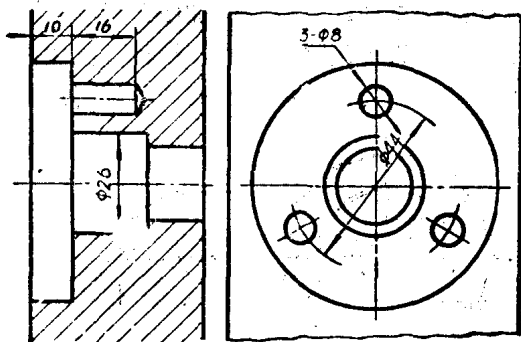


图 1—17 穿过尺寸数字的图线要中断

三、尺寸注法

1. 线性尺寸

尺寸线必须与所标注的线段平行。当有几条平行的尺寸线时，大尺寸要注在小尺寸的外侧，以避免尺寸线与尺寸界线相交，如图 1—18(a) 所示。尺寸界线一般应与尺寸线垂直，必要时才允许倾斜，如图 1—18(b) 所示。

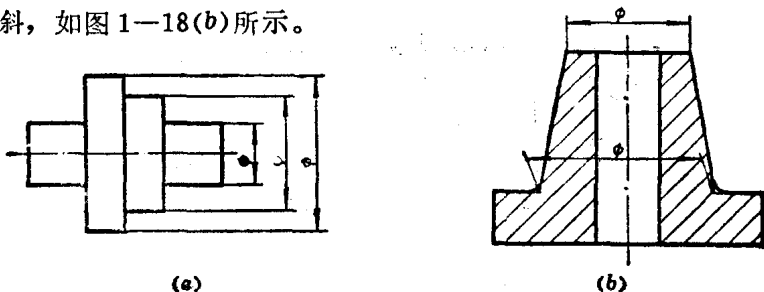


图 1—18 线性尺寸的注法