

高等学校教材

工程制图

(非机类专业适用)

杨俊行 刘文章 马素珍 董培蓓 吕广仁 主编

天津科学技术出版社

高等学校教材

工 程 制 图

(非机类专业适用)

杨俊行 刘文章
马素珍 董培蓓 主编
吕广仁

天津科学技术出版社

责任编辑:王定一

高等学校教材

工程制图

(非机类专业适用)

杨俊行 刘文章

马素珍 董培蓓 主编

吕广仁

*

天津科学技术出版社出版

天津市张自忠路189号 邮编 300020

天津新华印刷一厂印刷

新华书店天津发行所发行

*

开本 787×1092 毫米 1/16 印张 16.25 字数 392 000

1996年9月第1版

1996年9月第1次印刷

印数:1-5 000

ISBN 7-5308-1976-3

TH·45 定价:19.50元

前 言

本书根据“高等工业学校画法几何及工程制图课程教学基本要求”(非机类)和有关院校的该课程教学大纲并在总结多年教学经验的基础上编写而成。为配合本教材的使用,同时编写了《工程制图习题集(非机类专业适用)》一同出版。

本书力求根据“基本要求”和“少而精”的原则确定内容及其编排,包括画法几何、制图基础、机械图及其它专业图、计算机绘图基础四部分,依各自的系统性单独编写,但也注意到前后呼应,彼此联系。画法几何部分在保持系统性的基础上,做了较大的删减,从利于教学出发,将换面法放到直线和平面中讲授,既能揭示换面法的要领,又便于取舍。制图基础和机械图部分体现了绘图与看图相结合、零件与部件相结合等特点。

书中的标准规范是最近颁布的国家标准。例如,比例、字体、表面粗糙度符号、代号及其注法等均是1993年颁布的“技术制图”和“机械制图”标准。书中还参考了一些待批标准。

书中的图例附有适当的立体图,尽量选择生产实际的题材,便于学生理解。语言简明易懂,内容循序渐进,符合传统的教学习惯,也便于学生自学。

书中编写了专业图一章,以适应不同专业的要求。书末列出必要的附录,供读者学习标准规范,查阅标准件及有关参考数据使用。

本书可作为大专院校非机类各专业的教科书,也适用于职工大学、业余大学,还可供有关工程技术人员参考。

本书由杨俊行、刘文章、马素珍、董培蓓、吕广仁主编,陈经斗教授主审。参加编写的有:董培蓓(1章)、易谦(2章)、殷玉慧(3、2章)、姚永信(4章)、马素珍(5、8章)、陈锦欣(6章)、王世民(7、14章)、杨俊行(绪论、8章)、米双敏(9章)、王志诚(10章)、刘桂英、苏秀英(11、12章)、刘文章(11、12、14章)、穆浩志(13章)。

本书在编写过程中得到天津轻工业学院、天津理工学院、天津理工一分院、二分院和解放军运输学院制图教研室以及许多读者的大力支持。

持,在此表示诚挚的谢意。

由于水平所限,诚恳希望广大读者对本书存在的缺点和欠妥之处批评、指正。

编 者

1995. 8

目 录

绪论	(1)
第一章 制图的基本知识	(2)
§ 1-1 国家标准《技术制图》和《机械制图》中的一些基本规定	(2)
§ 1-2 绘图工具和仪器的使用方法	(11)
§ 1-3 几何作图	(14)
§ 1-4 绘图的方法和步骤	(19)
第二章 点、直线、平面的投影	(22)
§ 2-1 投影法的基本知识	(22)
§ 2-2 点的投影	(24)
§ 2-3 直线的投影	(28)
§ 2-4 平面的投影	(33)
§ 2-5 换面法	(38)
第三章 直线与平面、两平面的相对位置	(44)
§ 3-1 直线与平面、两平面平行	(44)
§ 3-2 直线与平面、两平面相交	(46)
§ 3-3 直线与投影面垂直面、两个投影面垂直面垂直	(49)
第四章 立体	(51)
§ 4-1 平面立体	(51)
§ 4-2 回转体	(53)
第五章 平面与立体相交、两立体相交	(60)
§ 5-1 平面与平面立体相交	(60)
§ 5-2 平面与曲面立体相交	(62)
§ 5-3 两曲面立体相交	(69)
第六章 立体的表面展开	(76)
§ 6-1 平面立体的表面展开	(77)
§ 6-2 可展曲面的展开	(79)
§ 6-3 不可展曲面的近似展开	(83)
第七章 轴测图	(87)
§ 7-1 基本知识	(87)
§ 7-2 正等轴测图	(88)
§ 7-3 正面斜二等轴测图	(93)
§ 7-4 轴测剖视图的画法	(94)
第八章 组合体的视图及尺寸注法	(97)
§ 8-1 组合体的三视图及其组合方式	(97)

§ 8-2 画组合体的视图	(99)
§ 8-3 看组合体的视图	(101)
§ 8-4 组合体的尺寸注法	(107)
第九章 机件的表达方法	(115)
§ 9-1 视图	(115)
§ 9-2 剖视图	(118)
§ 9-3 剖面图	(127)
§ 9-4 其它表达方法	(130)
§ 9-5 机件表达方法的综合举例	(132)
§ 9-6 第三角投影简介	(134)
第十章 标准件和常用件	(137)
§ 10-1 螺纹	(137)
§ 10-2 螺纹紧固件及其联接	(144)
§ 10-3 键	(147)
§ 10-4 销	(148)
§ 10-5 齿轮	(149)
§ 10-6 弹簧	(155)
§ 10-7 滚动轴承	(158)
第十一章 零件图	(160)
§ 11-1 概述	(160)
§ 11-2 零件图的视图选择及尺寸标注	(161)
§ 11-3 零件的常见工艺结构简介	(166)
§ 11-4 表面粗糙度、镀涂和热处理的代(符)号及其注法	(170)
§ 11-5 公差与配合	(174)
§ 11-6 形状和位置公差简介	(179)
§ 11-7 零件测绘	(181)
§ 11-8 看零件图	(185)
第十二章 装配图	(188)
§ 12-1 概述	(188)
§ 12-2 装配图的表达方法	(188)
§ 12-3 装配图的尺寸	(190)
§ 12-4 装配图上的零、部件序号、明细栏及技术要求	(191)
§ 12-5 常见的装配工艺结构	(192)
§ 12-6 由零件图画装配图	(195)
§ 12-7 看装配图及由装配图拆画零件图	(199)
第十三章 计算机绘图简介	(206)
§ 13-1 计算机绘图系统简介	(206)
§ 13-2 BASIC 语言简介	(207)
§ 13-3 SR-6602 绘图机绘图命令简介	(208)

§ 13-4 计算机绘图应用程序举例	(211)
§ 13-5 计算机屏幕绘图	(213)
第十四章 专业图	(216)
§ 14-1 电子电路图	(216)
§ 14-2 焊接图	(219)
§ 14-3 化工设备图	(224)
附录	(231)
一、螺纹	(231)
二、螺纹紧固件	(235)
三、螺纹连接的结构要素	(242)
四、键	(245)
五、销	(246)
六、常用材料及热处理	(247)
七、公差与配合	(249)

绪论

“工程制图”是研究绘图和阅读工程图样的一门学科。

在现代化的工业生产中,各种机器、设备和工程设施都需要通过图样来表达设计意图,并根据图样进行生产和技术交流。因此,图样是工程技术部门的一项重要的技术文件,常被人们比喻为“工程界的语言”。每个工程技术人员必须熟练地掌握这门学科所介绍的基本理论、基本知识和基本技能,才能在社会主义建设事业中做出更大的贡献。

一、本课程的研究对象

本课程的研究对象是

(1)在平面上表示空间形体的图示法 将物体进行投影并把它形状和大小表达在图纸上的方法称为图示法。图示法为绘制和阅读机械图样提供了理论基础。

(2)空间几何问题的图解法 在图纸上按投影规律通过几何作图来解决空间几何元素的度量和定位问题。

(3)绘制和阅读机械工程图样的方法。

二、本课程的学习要求

(1)掌握正投影的基本原理、方法和应用。

(2)能正确地绘制一般机械零件图和装配图,所绘制的图样应做到投影正确、视图表达符合机械制图国家标准,尺寸齐全、字体工整、图面整洁。

(3)能正确使用绘图工具,具有一定的绘图技能,有查阅有关标准、表格的初步能力。

(4)使学生对计算机绘图有初步的了解。

三、学习方法

为了帮助学生学好本课程,根据课程特点,提出以下学习方法。

(1)本课程是一门既有系统理论又有较强实践的技术基础课。在学习中除了掌握理论知识外,还必须密切联系实际,在具体作图时,更应注意如何运用这些理论。只有通过一定数量的画图、读图练习,才能掌握本课程的基本原理和基本方法。

(2)认真听课,独立完成习题作业。注意学会正确的绘图工作方法,养成严谨细致的工作作风。

(3)画图时要确立对生产负责的观点,遵守国家标准中的有关规定,认真仔细、严格要求。

第一章 制图的基本知识

图样是工程技术界用来指导生产和进行技术交流的共同语言,是设计和制造机械过程中必不可少的重要技术资料。为了准确、快速地绘制机械图样,必须严格遵守《技术制图》和《机械制图》国家标准的各项规定,正确使用绘图仪器和工具,掌握绘图方法。

§ 1-1 国家标准《技术制图》和《机械制图》中的一些基本规定

图样既然是“共同语言”,因此,对它的内容、格式、表达方法、尺寸注法等都必须作统一规定。由国家标准化主管机构批准、颁布的国内统一标准称为国家标准,简称国标。它是由字母和两组数字来表示的。例如,GB/T 14691-93 技术制图 字体,其中“GB”为国标代号,它是“国标”二字的汉语拼音字母的字头;“T”为“技术制图”(Technical drawings)的英文第一个字母;“14691”为“字体”的标准编号;“93”为该标准颁布的年号。

为了尽可能扩大制图标准在工业领域中应用范围,使其具有普遍性。自 1988 年起,我国开始制定、颁布“技术制图”方面的国家标准,从而打破了各个行业之间的界线,使制图基础部分达到统一。除了已经颁布的比例、字体等技术制图标准外,在“九五”期间还将制定图线、图样画法、尺寸注法等标准,而“机械制图”方面的国家标准仅规定了有关机械行业的内容。

本书对于还未制定、颁布的制图基础部分的内容仍沿用《机械制图》标准。本节中仅介绍两个标准中的某些基本规定。

一、图纸幅面和格式(GB/T 14689-93)

1. 图纸幅面尺寸和代号

绘制图样时,应采用 GB/T 14689-93《技术制图 图纸幅面和格式》规定的基本幅面(第一选择)和加长幅面(第二、第三选择),其幅面代号和幅面尺寸见表 1-1 和表 1-2。加长幅面的尺寸是由基本幅面的短边成整数倍增加后得出的。 $A0 \times 2$ 和 $A0 \times 3$ 已超过了图纸和晒图机的规格,最好不采用。

表 1-1 基本幅面和图框格式尺寸

mm

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

表 1-2 加长幅面的尺寸

mm

第二选择		第三选择			
幅面代号	尺寸 $B \times L$	幅面代号	尺寸 $B \times L$	幅面代号	尺寸 $B \times L$
A3×3	420×891	A0×2	1189×1682	A3×5	420×1486
A3×4	420×1189	A0×3	1189×2523	A3×6	420×1783
A4×3	297×630	A1×3	841×1783	A3×7	420×2080
A4×4	297×841	A1×4	841×2378	A4×6	297×1261

第二选择		第三选择			
幅面代号	尺寸 $B \times L$	幅面代号	尺寸 $B \times L$	幅面代号	尺寸 $B \times L$
A4×5	297×1051	A2×3	594×1261	A4×7	297×1471
		A2×4	594×1682	A4×8	297×1682
		A2×5	594×2102	A4×9	297×1892

2. 图框格式

(1) 在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, 但同一产品的图样只能采用一种格式。

(2) 不留装订边的图纸, 其图框格式如图 1-1、图 1-2 所示, 尺寸按表 1-1 的规定选用。

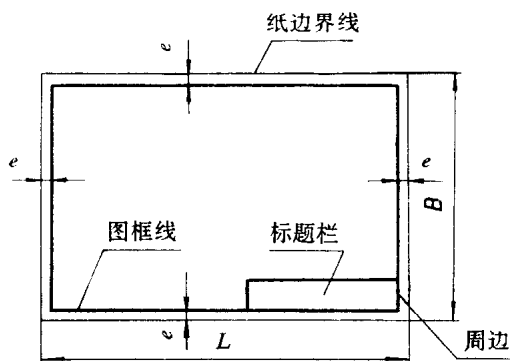


图 1-1 图框格式

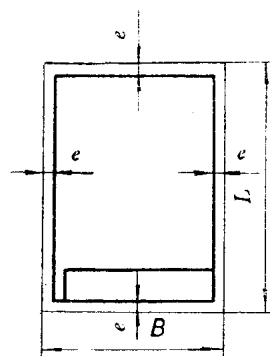


图 1-2 图框格式

(3) 留有装订边的图纸, 其图框格式如图 1-3、图 1-4 所示, 尺寸按表 1-1 的规定选用。

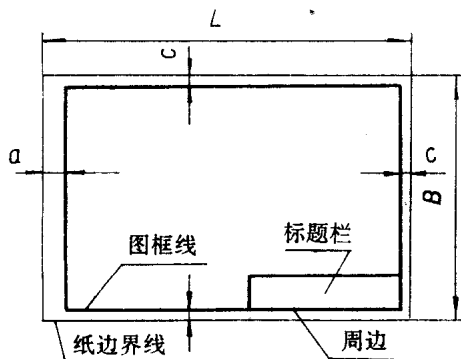


图 1-3 图框格式

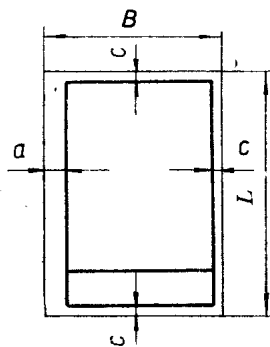


图 1-4 图框格式

(4) 加长幅面的图框尺寸, 按比所选用的基本幅面大一号的图框尺寸确定。例如 A2×3 的图框尺寸, 按 A1 的图框尺寸确定, 即 e 为 20 (或 c 为 10); 而 A3×4 的图框尺寸, 按 A2 的图框尺寸确定, 即 e 为 10 (或 c 为 10)。

教学中推荐使用不留装订边的图框格式。

3. 标题栏及其方位

(1) 每一张图样上都必须画出标题栏。标题栏反映了一张图样的综合信息, 是图样的一个重要组成部分。

(2) 标题栏应位于图纸的右下角或下方。GB/T 14689—93 中规定当标题栏长边置于水平

方向,且与图纸的长边平时,则构成 x 型图纸,如图 1-1、图 1-3 所示;若标题栏的长边与图纸的长边垂直时,则构成 y 型图纸,如图 1-2、图 1-4 所示。上述情况的看图方向与看标题栏方向一致。在国标中也允许将 x 型图纸的短边或 y 型图纸的长边置于水平位置放置,如图 1-5(a)、(b)所示。方向符号的指向为看图的方向。方向符号的画法如图 1-5(c)所示。

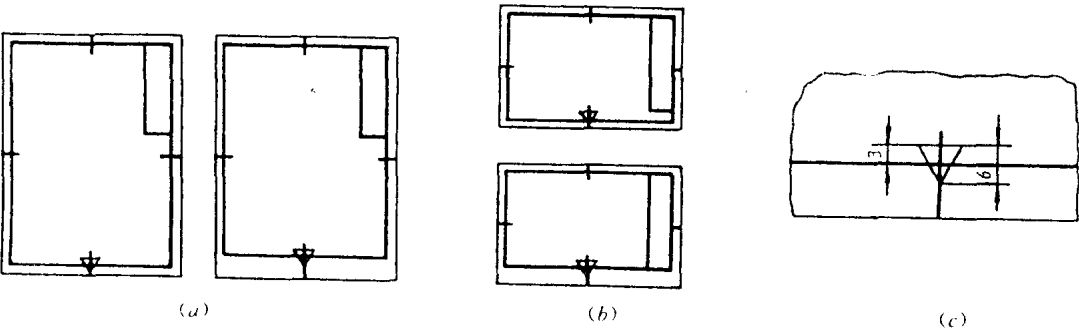


图 1-5 图框格式
(a)竖放 (b)横放 (c)方向符号的画法

二、标题栏(GB/T 10609.1-89)

GB/T 10609.1-89《技术制图 标题栏》规定了标题栏的格式和尺寸,如图 1-6 所示。

学校制图作业中的标题栏推荐采用图 1-7 所示的格式和尺寸。装配图的标题栏,应画出全部内容;而零件图的标题栏,只需画出图中粗线框内(即高为 28mm)的部分。

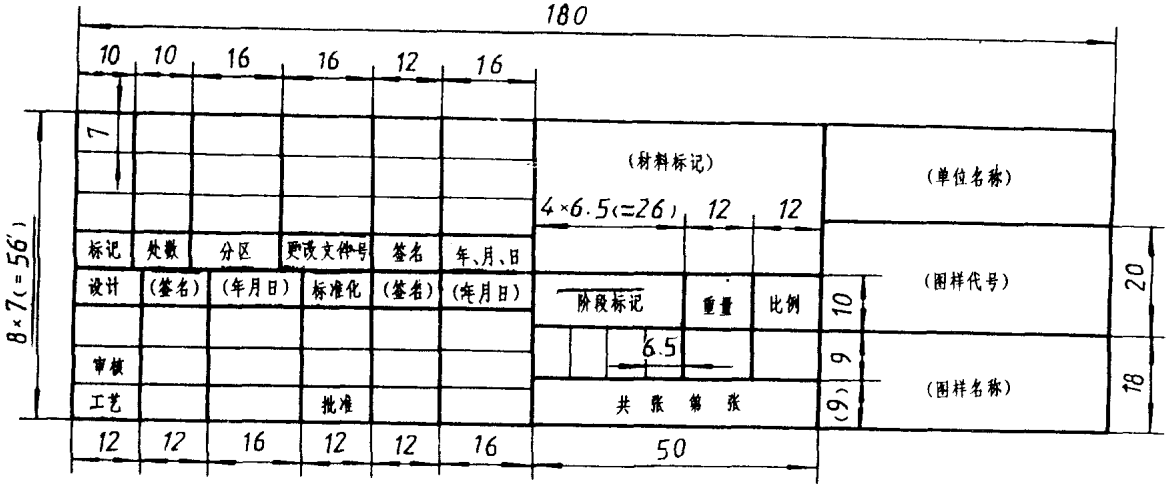


图 1-6 标题栏的格式和尺寸

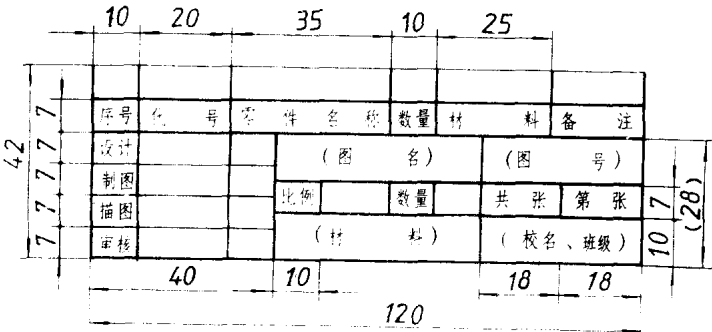


图 1-7 学校作业中所用标题栏格式和尺寸

三、比例(GB/T 14690—93)

1. 比例

图样中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比称为比例。比值为1的比例为原值比例；比值大于1的比例为放大比例；比值小于1的比例为缩小比例。

2. 比例的种类及系列

GB/T 14690—93《技术制图 比例》规定了比例的种类及系列，见表1—3。

表 1—3 比例的种类及系列

种类	比 例		
原值比例	1 : 1		
放大比例	2 : 1	5 : 1	$1 \times 10^n : 1$
	$2 \times 10^n : 1$	$5 \times 10^n : 1$	
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。

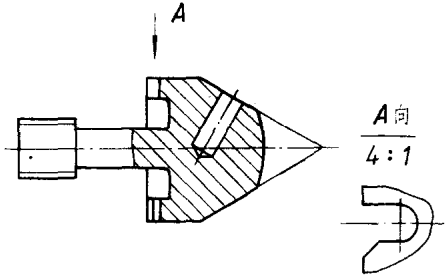


图 1—8 比例的另行标注

当设计中需按比例绘制图样时，应由表1—3中选取适当比例。最好选用原值比例(1:1)；根据机件的大小和复杂程度也可以选取放大或缩小的比例。对同一机件的各个视图应采用相同的比例。当机件某部位上有较小或较复杂的结构需要用不同的比例绘制时，则必须另行标注，如图1—8所示，图中4:1应理解为该局部放大图与实物之比的比例。

3. 标注方法

比例符号应以“:”表示。比例的表示方法如1:1、1:500、20:1等。比例一般应标注在标题栏中的比例栏内。必要时可在视图名称的下方或右侧标注比例，如：

$$\frac{I}{2:1} \quad \frac{A \text{ 向}}{1:100} \quad \frac{B-B}{2.5:1} \quad \frac{\text{平面图}}{1:100}$$

四、字体(GB/T 14691—93)

图样中书写的字体必须做到：字体工整、笔划清楚、间隔均匀、排列整齐。字体高度(用 h 表示)的公称尺寸系列为：1.8、2.5、3.5、5、7、10、14、20mm。如需要书写更大的字，其字体高度应按 $\sqrt{2}$ 的比率递增。字体高度代表字体的号数。

1. 汉字

汉字应写成长仿宋体字，并应采用中华人民共和国国务院正式公布推行的《汉字简化方案》中规定的简化字。汉字的字高 h 不应小于3.5mm，其字宽一般为 $h/\sqrt{2}$ 。长仿宋体汉字示例如下：

10号字

字体工整 笔画清楚 间隔均匀
排列整齐

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井坑港口纺织服装

3.5 号字

螺纹齿轮端子接线飞行指号驾驶舱位挖填施工引水通风闸坝棉麻化纤

2. 字母及数字

字母及数字有直体、斜体和 A 型、B 型之分。斜体字字头向右倾斜,与水平基准线成 75° ; A 型字体的笔划宽度为字高(h)的十四分之一; B 型字体的笔划宽度为字高(h)的十分之一。在机械图样中通常采用斜体 B 型字体书写。各种字母和数字的字型结构示例如下:

阿拉伯数字斜体 B 型字体:

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

拉丁字母大写斜体

A B C D E F G H I J K L M N

O P Q R S T U V W X Y Z

拉丁字母小写斜体

a b c d e f g h i j k l m n

o p q r s t u v w x y z

希腊字母

α β γ δ η θ ι

κ λ μ ν ξ $\omicron$ π ρ ϕ

罗马数字斜体 B 型字体

I II III IV V VI VII VIII IX X

3. 综合应用规定

用作分数、指数、极限偏差、脚注等的字母及数字,一般应采用小一号的字体。综合应用示例如下:

$10J_s5 (\pm 0.003)$ M24-6h

$\phi 25 \frac{H6}{m5}$ $\frac{II}{2:1}$ $\frac{A \text{向旋转}}{5:1}$

五、图线及画法(GB4457.4-84)

绘制图样时应采用表 1-4 中规定的图线。表 1-4 和图 1-9 给出了各种型式图线的主要应用,其它用途可查阅国家标准的有关规定。

(1) 图线分为粗、细两种。粗线的宽度 b 应按图形的大小和复杂程度,在 $0.5 \sim 2\text{mm}$ 之间选择,常用的细线宽为 $b/3$ 。同一图样中同类图线的宽度应基本一致,虚线、点划线、双点划线的

线段长度和间隔应各自大致相等。

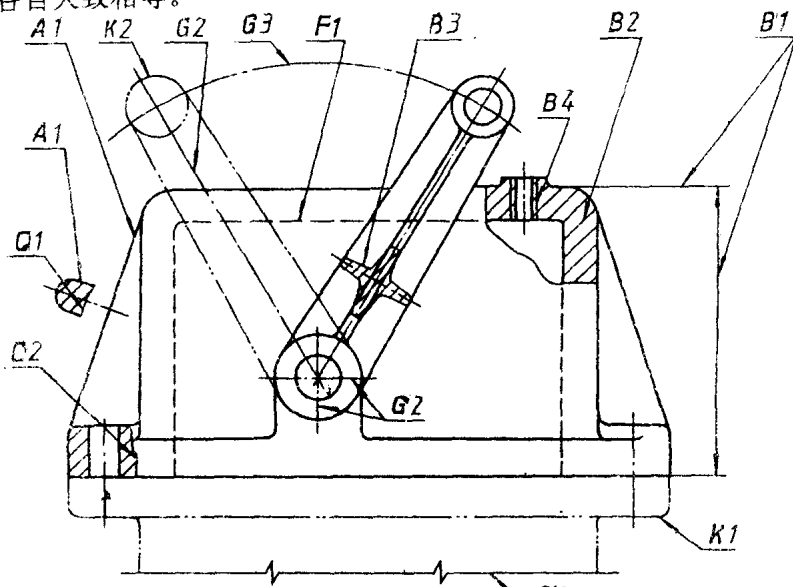
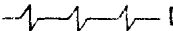
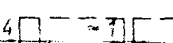
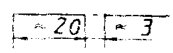
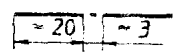
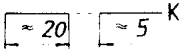


图 1-9 图线应用示例

表 1-4 图线名称、型式、代号、线的宽度及其应用

名 称	型式及代号	线宽	一 般 应 用
粗实线	 A	b	A1 可见轮廓线 A2 可见过渡线
细实线	 B	约 b/3	B1 尺寸线及尺寸界线 B2 剖面线 B3 重合剖面的轮廓线 B4 螺纹的牙底线及齿轮的齿根线 B5 引出线 B6 分界线及范围线 B7 弯折线 B8 辅助线 B9 不连续的同一表面的连线 B10 成规律分布的相同要素的连线
波浪线	 C	约 b/3	C1 断裂处的边界线 C2 视图和剖视的分界线
双折线	 D	约 b/3	D1 断裂处的边界线
虚 线	 F	约 b/3	F1 不可见轮廓线 F2 不可见过渡线
细点划线	 G	约 b/3	G1 轴线 G2 对称中心线 G3 轨迹线 G4 节圆及节线
粗点划线	 J	b	J1 有特殊要求的线或表面的表示线

续

名 称	型式及代号	线宽	一 般 应 用
双点划线	 K	约 $b/3$	K1 相邻辅助零件的轮廓线 K2 极限位置的轮廓线 K3 坯料的轮廓线或毛坯图中制成品的轮廓线 K4 假想投影轮廓线 K5 试验或工艺用结构(成品上不存在)的轮廓线 K6 中断线

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

(3)点划线和双点划线的首末端应是线段而不是短划。绘制图的对称中心线时,圆心应为线段的交点。点划线一般应超出圆周 2~5mm,如图 1-10 所示。

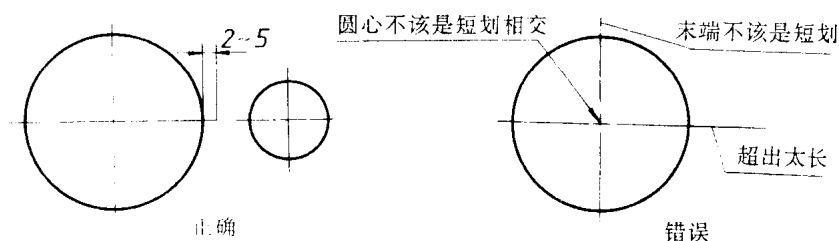


图 1-10 中心线的画法

(4)木材和圆柱体的断裂处可用波浪线表示,也可按图 1-11 所示绘制。

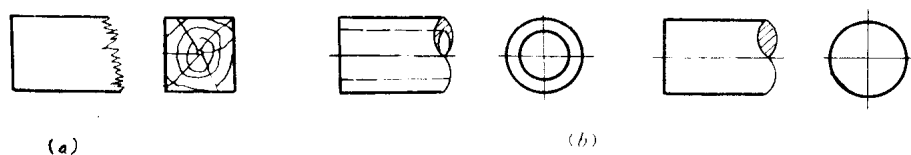


图 1-11 木材、圆柱断裂画法

(a)木材 (b)圆柱

(5)当某些图线重合时,应按粗实线、虚线、点划线的顺序,只画前面的一种图线。当图线相交时,应以线段相交,不留空隙;当虚线是粗实线的延长线时,衔接处要留出空隙,如图 1-12 所示。

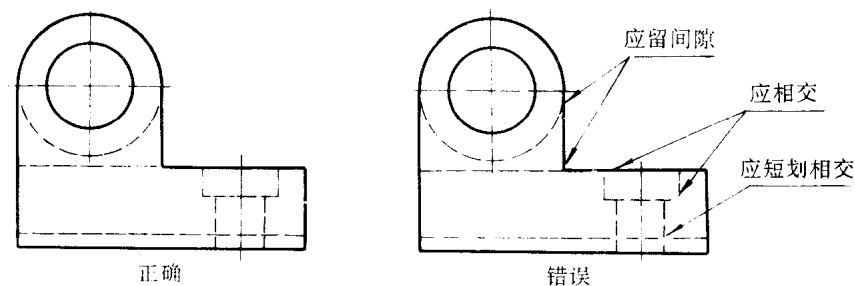


图 1-12 图线相交和衔接画法

六、尺寸注法(GB 4458.4—84)

图形只能表达物体的形状、结构,其真实大小必须通过标注尺寸才能确定。在标注图样中的尺寸时,必须遵守国家标准的有关规定。

1. 基本规定

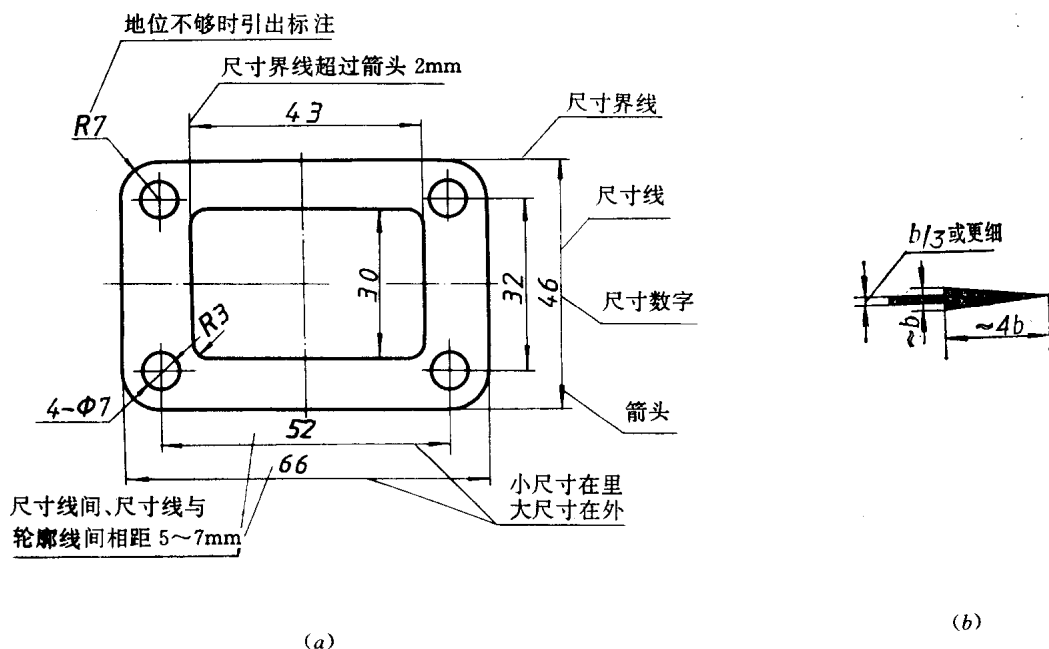
(1) 机件的真实大小应以图样上所注的尺寸数值为依据,与图形大小及绘制的准确程度无关。

(2) 图样中(包括技术要求和其它说明)的尺寸,以毫米为单位时,不需标注计量单位的代号或名称。如果采用其它单位时,则必须注明相应计量单位的代号或名称。

(3) 图样中所注尺寸为该图样所示机件最后完工尺寸,否则应另加说明。

2. 尺寸的组成

一个完整的尺寸由尺寸界线、尺寸线和尺寸数字(包括必要的字母和图形符号)组成。如图1-13所示。



(a)

(b)

图 1-13 尺寸的组成

(a) 尺寸的注法 (b) 箭头的画法

(1) 尺寸界线: 尺寸界线表示所注尺寸的范围。

① 尺寸界线用细实线绘制, 并应自图形的轮廓线、轴线或对称中心线处引出, 也可以直接利用轮廓线、轴线或对称中心线作尺寸界线, 如图1-13所示。

② 在光滑过渡处标注尺寸时, 必须用细实线将轮廓线延长, 并从它们的交点处引出尺寸界线, 如图1-14所示。

(2) 尺寸线: 尺寸线表示所注尺寸的方向。

① 尺寸线用细实线绘制, 不得用其它图线代替或画成其它图线的延长线。

② 尺寸线终端的箭头形式见图1-13(a), 其画法见图1-13(b)。

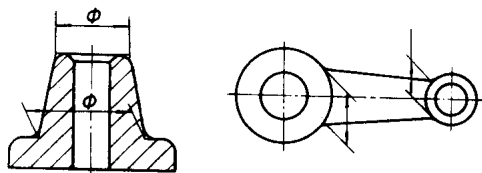


图 1-14 在光滑过渡处标注尺寸

③ 同一图样上所有尺寸箭头的大小应大致相同, 当位置狭窄而不便画出箭头时, 可采用表1-5中的小间隔尺寸注法, 这时可将箭头画在