

高等学校教材

工程制图

(电子类)

张楚芳 等

西安电子科技大学出版社

高等学校教材

工程制图(含习题集)

(电子类)

张楚芳 等

西安电子科技大学出版社

1989

内 容 简 介

本教材内容有:机械制图国家标准,绘图工具和仪器的使用方法,几何作图,投影法的基本概念,点、线、面、体的投影性质,直线与直线、直线与平面的相互位置,立体表面上取点取线,平面与立体相交,两回转体相贯,立体表面的展开,组合体的画图和读图;轴测图的画法;机件的各种表达方法;螺纹及螺纹连接件,键联结,销连接,铆接,焊接和胶接;齿轮、弹簧和滚动轴承的画法;零件的表达方法和尺寸注法,零件上常见的工艺结构及画法,零件表面粗糙度,零件的材料,零件测绘和看零件图;装配体的表达方法和尺寸注法,装配结构简介,圆柱体的公差与配合,表面形状和位置公差,装配图的画法和读法;电子设备图,计算机绘图系统,绘图机的工作原理,SPL-400绘图仪及绘图命令,画直线子程序,画圆弧或圆的程序设计,画虚线和点划线的程序设计,画带圆角长方形的程序设计,画正多边形、画轴承座、画曲线、画圆球面的程序设计等。为了配合教材各个章节的学习,本书还编写一本习题集,以供配套使用。

高等学校教材
工程制图(含习题集)
(电子类)

张楚芳 等
责任编辑 杨兵

西安电子科技大学出版社出版
西安电子科技大学印刷厂印刷

陕西省新华书店发行 各地新华书店经售

开本 787×1092 1/16 印张 30 2/16 字数 577 千字

1989年6月第1版 1989年6月第1次印刷 印数 1-6 500

ISBN7-5606-0069-7/TH·0006 定价(含习题集): 6.05 元

前 言

本教材系按电子工业部制定的工科电子类专业教材 1986~1990 年编审出版规划, 由电子机械教材编审委员会无线电设备结构设计编审小组征稿、评选、推荐出版, 责任编辑叶尚辉。

本教材由西安电子科技大学张楚芳担任主编, 南京工学院凌洪昌担任主审。

本课程的参考学时数为 50~70 学时, 其主要内容为: 机械制图国家标准, 绘图工具和仪器的使用方法, 投影法的基本概念, 点、线、面、体的投影和投影性质, 立体表面上取点取线, 平面与立体相交, 两回转体相贯, 立体的表面展开, 组合体的画图与读图, 轴测图的画法, 机件的各种表达方法, 标准件, 常用件, 零件的表达方法及尺寸注法, 零件上常见的工艺结构及画法, 零件表面粗糙度, 零件测绘和看零件图, 装配体的表达方法和尺寸注法, 装配结构简介, 圆柱体的公差与配合, 表面形状和位置公差, 装配图的画法和读法, 电子设备图, 计算机绘图系统, 绘图机的工作原理, 画直线子程序, 画圆弧或圆的程序设计, 画虚线和点划线的程序设计, 画带圆角长方形的程序设计, 画正多边形、画轴承座、画曲线、画圆球面的程序设计等。本教材内容比较全面, 使用单位可根据自己的具体情况加以取舍。

本教材由孙嘉修编写一、二章, 张楚芳对内容作了补充, 姚传治编写三、四章, 张楚芳对内容作了修改和补充, 张楚芳、张树亭编写五、六、七章, 张楚芳、王鹏程、方福仿编写第八章, 牛林富、时其昌编写第九章, 张楚芳、钟惠娟、化桂芳编写第十章, 张楚芳、陆丙、嵇柏青编写习题集。最后由张楚芳统编全稿。

由于编者水平有限, 书中难免还存在一些缺点和错误, 殷切希望广大读者批评指正。

编 者

1988 年 6 月

目 录

绪论

第一章 制图的基本知识

§ 1-1 国家标准《机械制图》的基本规定	2
§ 1-2 绘图工具和仪器的使用方法	15
§ 1-3 几何作图	17
§ 1-4 平面图形的线段分析与画法	19

第二章 投影基础

§ 2-1 投影法的基本概念	22
§ 2-2 工程上常用的投影方法概述	23
§ 2-3 点的投影	24
§ 2-4 直线的投影	27
§ 2-5 平面的投影	33
§ 2-6 直线与平面、平面与平面的相对位置	39
§ 2-7 立体的投影	44
§ 2-8 截交线与切口	51
§ 2-9 相贯线及穿孔	57
§ 2-10 立体的表面展开	63
§ 2-11 画组合体的视图	66
§ 2-12 读组合体的视图	72

第三章 轴测图

§ 3-1 正等轴测图	77
§ 3-2 斜二等轴测图	82
§ 3-3 轴测图的剖切画法	83
§ 3-4 轴测图上交线的画法	85

第四章 机件的各种表达方法

§ 4-1 视图	87
§ 4-2 剖视	91
§ 4-3 剖面	95
§ 4-4 局部放大图和简化画法	97

第五章 标准件

§ 5-1 螺纹及螺纹连接件	102
§ 5-2 螺纹紧固件	112
§ 5-3 键联结	129
§ 5-4 销连接	135
§ 5-5 铆接、焊接和胶接	136

第六章 常用件

§ 6-1 齿轮	142
§ 6-2 弹簧	151
§ 6-3 滚动轴承	154

第七章 零件图

§ 7-1 零件图的作用与内容	157
§ 7-2 零件图的视图选择	157
§ 7-3 零件上常见的工艺结构及其画法	165
§ 7-4 零件图的尺寸标注	172
§ 7-5 表面粗糙度	179
§ 7-6 零件的材料	184
§ 7-7 技术要求	185
§ 7-8 零件测绘	189
§ 7-9 看零件图	195

第八章 装配图

§ 8-1 装配图的作用与内容	198
§ 8-2 装配图的表达方法	198
§ 8-3 装配图的尺寸注法	206
§ 8-4 装配图中的序号、代号及明细表	207
§ 8-5 装配结构简介	208
§ 8-6 圆柱体的公差与配合	209
§ 8-7 表面形状和位置公差	224
§ 8-8 绘制装配图的步骤	233
§ 8-9 读装配图	242

第九章 电子设备图

§ 9-1 电原理图	248
§ 9-2 接线图	252
§ 9-3 线扎图	252
§ 9-4 印制电路板图	255
§ 9-5 电子设备结构图	260

第十章 计算机绘图

§ 10-1 计算机绘图系统	263
§ 10-2 绘图机的工作原理	267
§ 10-3 SPL-400 型绘图机及绘图命令	270
§ 10-4 绘图程序的编制	271

绪 论

机械制图是研究机械图样的一门科学。所谓图样,就是指画有图形、标有尺寸,而且具有制造、检验和装配所需各种技术说明的那样一种技术文件,也就是一般说的零件图、装配图等。图样是工业设计和生产中的重要技术文件,是进行技术交流的重要工具,也是工程界共同的技术语言。机械制图主要是应用投影原理来研究表达机器上的零件或部件的图示方法,同时也要对按工艺要求合理标注尺寸和技术要求等内容作适当的介绍。

电子类专业的学生为什么要学机械制图呢?这是因为电子产品中的“电”(线路)和“机”(结构)是密切联系、不可割裂的,“电”依附在“机”上,“机”则是为“电”的性能服务的。在设计和制造一个电子产品时,不仅需要表达电路原理的线路图,而且还必须有表达机械结构的机械图样。电子线路专业人员要想使产品达到体积小、重量轻、质量好、结构简单、使用方便的要求,就应该和结构设计人员很好地结合,交流设计意图,才能达到预期的目标。因此,电子线路专业人员具备看懂产品结构图样和绘制一定复杂程度机械图样的能力,是十分必要的。

机械制图是高等工科院校培养高级工程技术人材的一门必修的技术基础课。学习本课程的目的主要是培养学生画图、看图能力和空间想象能力。对电子类各专业来说,学完本课程后,应达到如下要求:

- (1) 掌握平行投影原理,特别是用正投影表达空间形体的图示法;
- (2) 能够正确使用绘图仪器和工具,掌握用仪器和徒手作图的方法,具备查阅标准零件、公差配合等国家标准的初步能力;
- (3) 能够绘制和看懂不太复杂的、常见的零件图和装配图。

机械图制是一门既有理论又有实践的技术基础课。学习本课程时,要牢固掌握制图的基本知识和基本理论,加强基本技能的训练,密切联系生产实际,多画,多看,反复实践;要熟悉国家标准《机械制图》的各项规定,并在画图时严格遵守;还要注意培养耐心细致的工作作风和严肃认真的工作态度。所绘制的图样应该做到:投影正确,视图选择与配置恰当,符合《机械制图》国家标准,尺寸完全,图面整洁和字体工整。

制图这门科学,是劳动人民在长期的社会实践,首先是在生产斗争的推动下发展起来的,随着科学技术的不断发展,尤其是近年来计算机辅助设计、计算机绘图、数控绘图机、绘图工具和复印技术的不断革新,制图技术也将取得更大的进展。我们一定要努力学习这门科学的基本内容,掌握这个科研、设计和生产的重要工具,更好地为我国社会主义建设服务。

第一章 制图的基本知识

机械图样是设计和制造机械过程中的重要技术资料，是工程界的一种共同语言。因此对机械图样的内容、画法、格式等必须作出统一的规定。国家标准《机械制图》是我国的一项重要技术标准，统一规定了一些画图的规则，供有关部门共同遵守。我们要认真学习和严格执行国家标准《机械制图》的有关规定。国家标准(简称国标)的代号是GB。本章介绍国家标准《机械制图》中的“一般规定”和“尺寸注法”的部分内容，同时也介绍一些基本绘图方法和绘图工具的正确使用方法。

§ 1-1 国家标准《机械制图》的基本规定

在国标中对图纸幅面、比例、字体、图线、剖面符号和尺寸注法等基本内容，均作了规定，现分别介绍如下：

一、图纸幅面及格式(GB 4457.1-84)

1. 图纸幅面尺寸

绘制图样优先采用表 1-1 所规定的幅面尺寸。

表 1-1

单位：mm

幅面代号	A0	A1	A2	A3	A4	A5
$B \times L$	841 × 1189	594 × 841	420 × 594	297 × 420	210 × 297	148 × 210
a	25					
c	10			5		
e	20		10			

必要时可以沿长边加长。对于 A0、A2、A4 幅面的加长量应按 A0 幅面长边的 $1/8$ 的倍数增加；对于 A1、A3 幅面的加长量应按 A0 幅面短边的 $1/4$ 的倍数增加；A0 及 A1 幅面也允许同时加长两边。

2. 图框格式

绘图时，图纸可以横放，也可以竖放。而且，无论图样是否装订，都必须用粗实线画出图框(图 1-1)，其尺寸可以从表 1-1 查得。图样装订时，一般采用 A4 幅面竖装或 A3 幅面横装的形式。

3. 对中符号

为了复制或缩微摄影的方便，可采用对中符号。对中符号是从周边画入图框内约 5 mm 的一段粗实线，如图 1-2 所示。

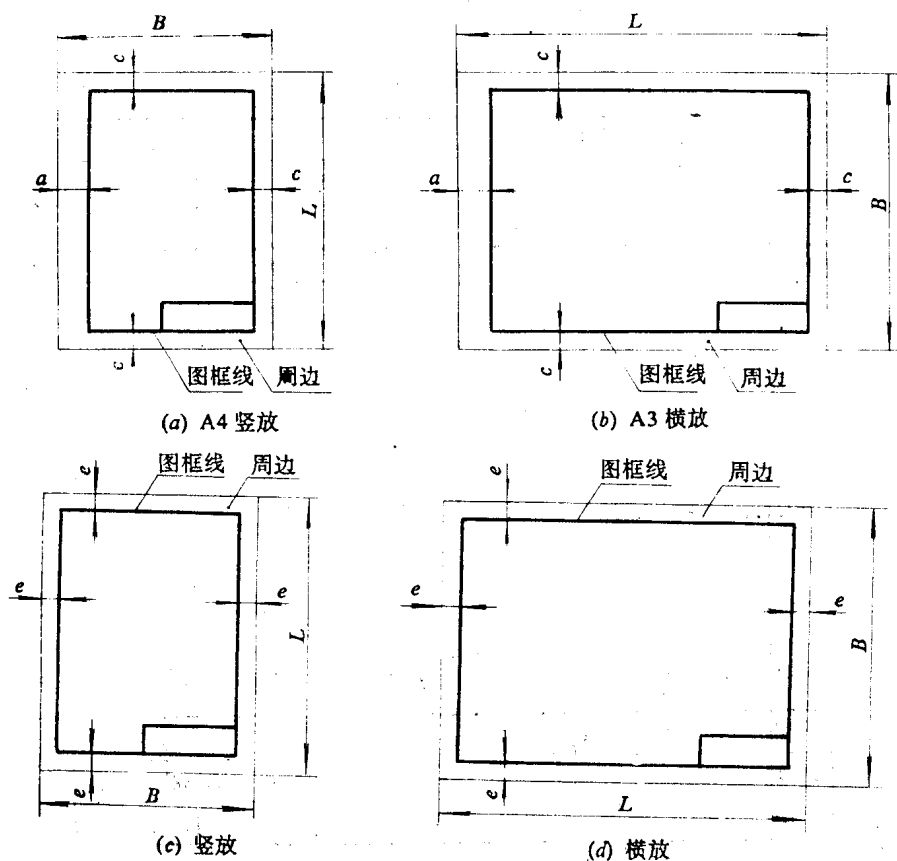


图 1-1 图框格式

4. 标题栏的方位

图框的右下角的必须画出标题栏，标题栏中的文字方向为看图方向。在制图作业中，对于零件图建议采用图 1-3 所示的格式；对于装配图建议采用图 1-4 所示的格式。

5. 图幅分区

图幅分区编号后，便于查找视图内详细结构、标注内容及修改处等，图幅分区如图 1-5 所示。

图幅分区的数目按图样的复杂程度来确定，但应是偶数。分区线为细实线，每一分区长度应在 25~150 mm 之间选取。

在分区内，按标题栏长边方向从左到右用直体阿拉伯数字依次编号，按标题栏的短边方向从上到下用大写直体拉丁字母依次编号。编号顺序应从图纸的左上角开始，并在对应的边上重编一次。分区代号用数字和字母表示，阿拉伯数字在左，拉丁字母在右，如

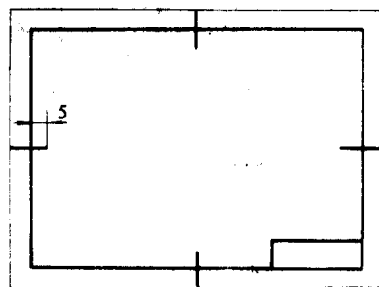


图 1-2 图纸幅面的对中符号

3B、5C。

140							
制图		(日期)	(名 称)	(图 号)			
校核				比 例		数 量	
审图			材 料	(校 名 及 班 号)			
10	25	10		10	15	10	15

图 1-3 标题栏

10	25	45	10	25	25	3×7=21	
序 号	代 号	名 称	数 量	材 料	附 注	10	
制 图		(日期)	(名 称)	(图 号)			
校 核				比 例	数 量		
审 图			材 料	(校 名 及 班 号)			
10	25	10		10	15	10	15
140							

图 1-4 标题栏及明细表

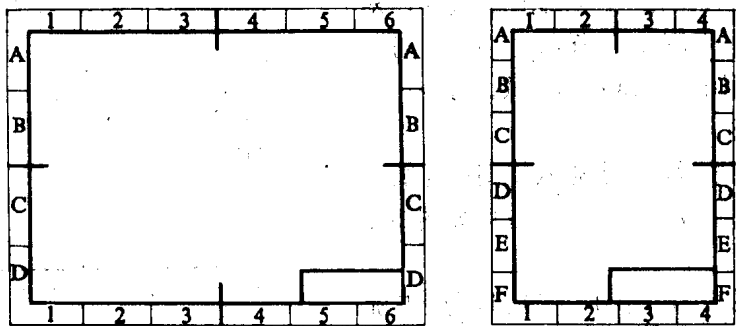


图 1-5 图幅分区

二、比例 (GB4457.2-84)

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称为比例。

绘图时，一般应采用表 1-2 中规定的比例。在选用比例中，最好选用原大比例，如

表 1-2

与实物相同	1:1					
缩小的比例	1:1.5	1:2	1:2.5	1:3	1:4	1:5
	$1:1.5 \times 10^n$	$1:2 \times 10^n$	$1:2.5 \times 10^n$	$1:3 \times 10^n$	$1:4 \times 10^n$	$1:5 \times 10^n$
放大的比例	2:1	2.5:1	4:1	5:1	$(10 \times n):1$	

注: n 为正整数。

1:1，以便于直接从图中看出实物的真实大小。由于物体的大小及其结构的复杂程度不同，画图时对大而简单的物体，宜采用缩小的比例，如 1:2；对小而复杂的物体，宜采用放大的比例，如 2:1。对同一物体的各个视图应采用相同的比例，并在标题栏“比例”一栏中填写所用的比例。当机件某部位上有较小或较复杂的结构需用不同比例绘制时，必须另行标注，如图 1-6 所示。

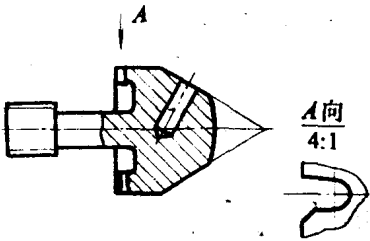


图 1-6 不同比例的标注

三、字体(GB 4457.3-84)

- (1) 图样中书写的汉字、数字、字母的字体必须做到：字体端正、笔划清楚、排列整齐、间隔均匀。汉字应写成长仿宋体，并采用国家正式公布推行的简化字。
- (2) 字体的号数，即字体的高度(单位为毫米)，分为 20、14、10、7、5、3.5、2.5 七种，字体的宽度约等于字体高度的 $2/3$ 。数字及字母的笔划宽度为字体高度的 $1/10$ 。
- (3) 斜体字字头向右倾斜，与水平线约成 75° 角。
- (4) 用作指数、分数、极限偏差、注脚等的数字及字母，一般采用小一号字体。
- (5) 字体示例：

① 汉字——仿宋体示例

10 号

字体端正 笔划清楚 排列整齐 间隔均匀

7 号

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

5号

技术要求对称不同轴垂线相交行径跳动弯曲形位移允许偏差内外左右
检验数值范围应符合于等级精热处理淬退回火渗碳硬有效总圈并紧其
余未注明按全部倒角

② 拉丁字母示例

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

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

③ 阿拉伯数字、罗马数字、希腊字母示例

阿拉伯数字斜体

1 2 3 4 5 6 7 8 9 0

罗马数字斜体

I II III IV V VI
VII VIII IX X

希腊字母大写斜体

希腊字母小写斜体

Δ Π Φ

δ π φ

④ 字体的应用示例

R3 2×45° M24-6H

$\Phi 20_{-0.023}^{+0.010}$

$\Phi 15_{-0.011}^0$

78 ± 0.1

10Js5(± 0.003)

$\Phi 65H7$

10f6

3P6

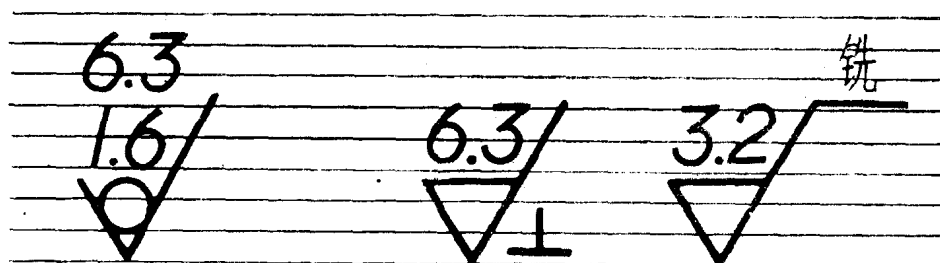
3p6

$90 \frac{H7}{f6}$

$\Phi 9H7/\epsilon 6$

$\frac{II}{5:1}$

$\frac{A \text{ 向旋转}}{2:1}$



四、图线(GB 4457.4—84)

1. 图线型式及应用

绘制图样时,各种图线的名称、型式、代号、宽度以及在图上的一般应用见表 1-3。
各种图线在图形上的应用,如图 1-7 所示。

表 1-3

序号	名 称	图线型式及代号	图线宽度	一 般 应 用
1	粗实线	 A	b	A1 可见轮廓线(图 1-7(a)) A2 可见过渡线(图 1-7(b))
2	细实线	 B	约 b/3	B1 尺寸界线及尺寸线(图 1-7(a)) B2 剖面线(图 1-7(a)) B3 重合剖面轮廓线(图 1-7(a))
3	波浪线	 C	约 b/3	C1 断裂处的边界线(图 1-7(a)) C2 视图与剖视的分界线(图 1-7(a))
4	双折线	 D	约 b/3	D1 断裂处的边界线(图 1-7(a))
5	虚 线	 F	约 b/3	F1 不可见轮廓线(图 1-7(a)) F2 不可见过渡线(图 1-7(b))
6	细点划线	 G	约 b/3	G1 轴线(图 1-7(b)) G2 对称中心线(图 1-7(a)) G3 轨迹线(图 1-7(a))
7	粗点划线	 J	b	J1 有特殊要求的线或表面的表示线 (图(1-7(c)))
8	双点划线	 K	约 b/3	K1 相邻辅助零件的轮廓线(图 1-7(a)) K2 极限位置的轮廓线(图 1-7(a))

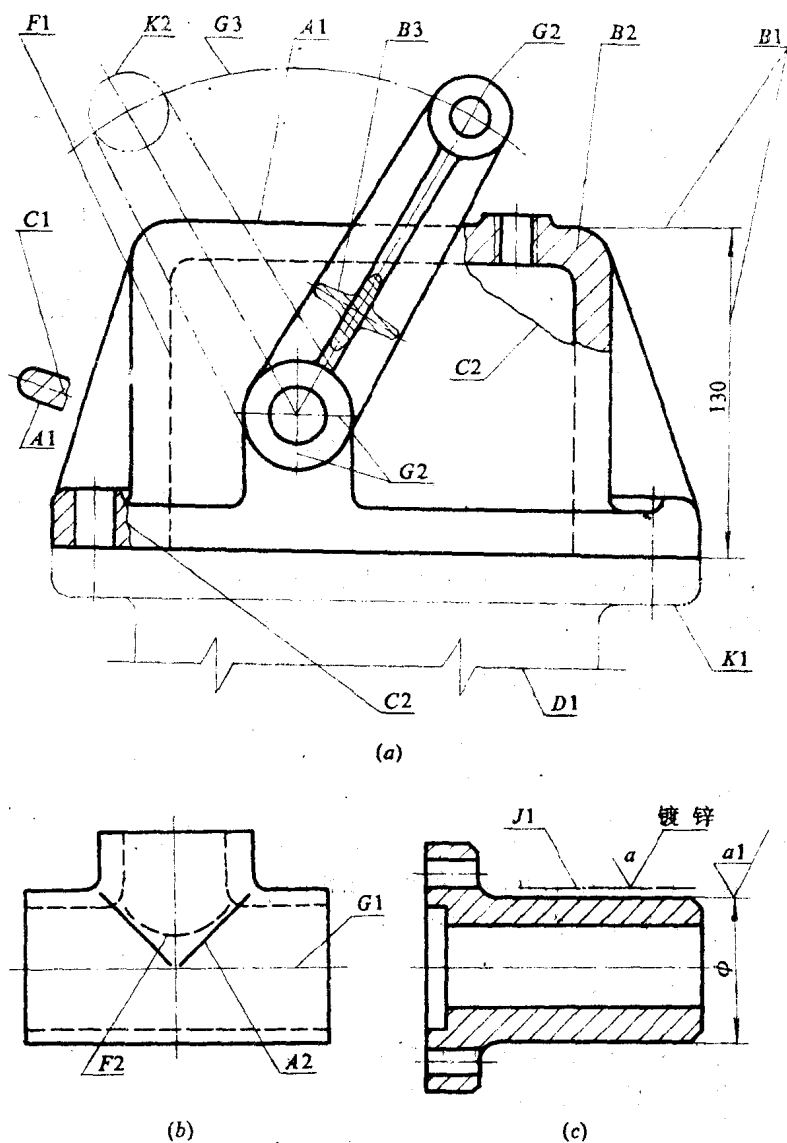


图 1-7 图形上各种图线应用示例

2. 图线画法说明

(1) 图线的宽度分为粗、细两种。粗线的宽度 b 应按图的大小和复杂程度，在 $0.5 \sim 2 \text{ mm}$ 之间选用，细线的宽度约为 $b/3$ 。

(2) 在同一图样中，同类图线的宽度应基本一致，同类线型如虚线、点划线、双点划线的线段长度和间隔应各自大致相等。

(3) 点划线和双点划线的两端均应为线段。它们彼此相交以及与虚线相交处都应是线段，而不应是间隔。当虚线是实线的延长线时，相交处应留有间隙，如图 1-8 所示。

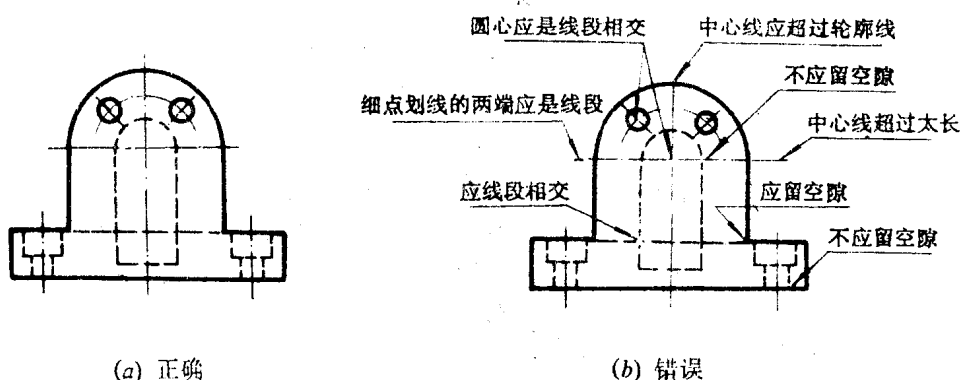


图 1-8 图线在相交处的画法

(4) 两平行线(包括剖面线)之间的距离应不小于图线的两倍宽度, 其最小距离不得小于 0.7 mm。

(5) 对称图形的对称中心线应超出轮廓线 2~5 mm。在较小的图形上绘制点划线或双点划线有困难时, 可用细实线代替。

五、剖面符号(GB 4457.5—84)

在剖视图和剖面图上, 为了分清机件的实体部分和空心部分, 标准规定被切到的实体部分应画上剖面符号。不同的材料应采用不同的剖面符号, 金属材料的剖面符号是一系列彼此平行、间隔均匀且与水平线成 45° 的细实线, 通常称为剖面线。同一金属零件的所有剖视图和剖面图, 其剖面线的方向、间隔均应相同。

工程上几种常用材料的剖面符号见表 1-4。

六、尺寸注法(GB 4458—84)

图形只能表达机件的形状, 而机件的大小还需通过标注尺寸才能确定。标注尺寸是一项极为重要的工作, 必须认真细致, 一丝不苟。

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度无关。

(2) 图样(包括技术要求和其它说明)中的尺寸以毫米为单位时, 不需标注其计量单位的代号或名称, 如果采用其它单位时, 则必须标注。

(3) 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。

图样上标注的每一个尺寸, 一般由尺寸界线、尺寸线、箭头和尺寸数字(包括单位)四个部分组成, 其相互间的关系如图 1-9(a)所示。

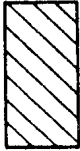
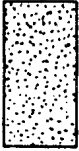
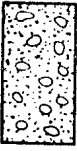
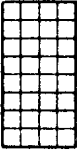
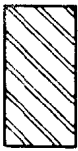
尺寸界线 用以表示尺寸的范围。

尺寸线 用以表示尺寸的方向。

尺寸数字 用以表示尺寸的大小。

箭头 用以表示尺寸的起迄。

表 1-4

金属材料 (已有规定剖 面符号者除外)		玻璃及供观察 用的其它透明 材料		型砂、填砂、粉 末冶金、砂轮、 陶瓷刀片、硬 质合金刀片等	
非金属材料 (已有规定剖 面符号者除 外)		液 体		混 凝 土	
线圈绕组元件		木 材	纵剖面 横剖面	钢筋混凝土	
转子、电枢、 变压器和电抗 器等的叠钢片				砖	
格 网 (筛网、过滤网等)		木质胶合板 (不分层数)		基础周围的泥土	