

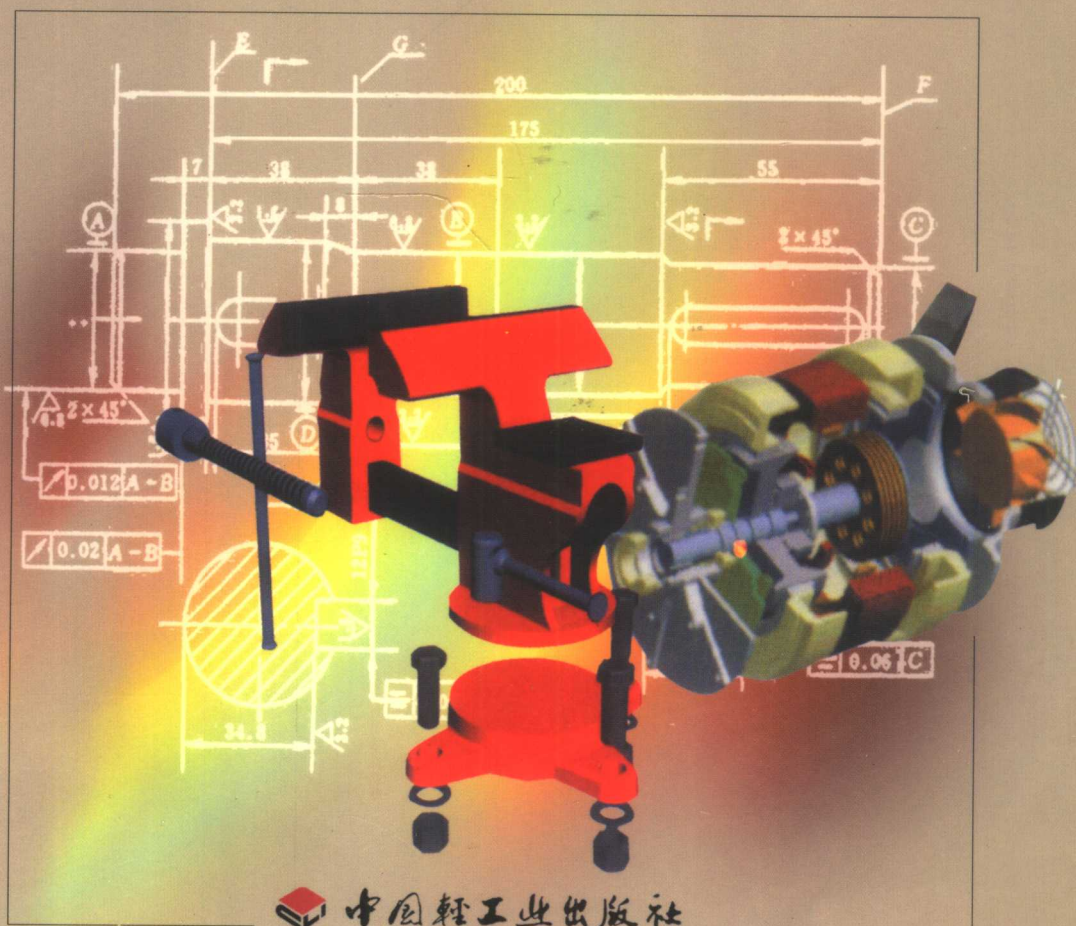
中·等·职·业·教·育·教·材

ZHONGDENG ZHIYE JIAOYU JIAOCAI

(轻工类)

机电制图

◆ 容黎明 韩天学 主编 ◆



中国轻工业出版社

ZHONGGUO QINGGONGYE CHUBANSHE

中等职业教育教材

机 电 制 图

(轻工类)

容黎明 韩天学 主 编

何 琼 主 审

李发生 李廷荣 总策划

江苏工业学院图书馆
藏书章

 中国轻工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

机电制图 轻工类/容黎明, 韩天学主编. —北京:
中国轻工业出版社, 2000.1
中等职业教育教材
ISBN 7-5019-2697-2

I. 机… II. ①容… ②韩… III. ①轻工业-机械
制图-中等教育: 技术教育-教材②轻工业-电气-制图-
中等教育: 技术教育-教材 IV. ①TH126②TM02

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (1999) 第 51197 号

责任编辑: 孟寿萱

策划编辑: 陈耀祖 责任终审: 滕炎福 封面设计: 崔云

版式设计: 赵益东 责任校对: 郎静瀛 责任监印: 崔科

*

出版发行: 中国轻工业出版社 (北京东长安街 6 号, 邮编: 100740)

网 址: <http://www.chlip.com.cn>

印 刷: 北京市旦顺印刷厂印刷

经 销: 各地新华书店

版 次: 2000 年 1 月第 1 版 2000 年 1 月第 1 次印刷

开 本: 787×1092 1/16 印张: 14.5

字 数: 348 千字 印数: 1—3000

书 号: ISBN 7-5019-2697-2/TP·061 定价: 24.00 元

·如发现图书残缺请直接与我社发行部联系调换·

前 言

轻工机电维修专业是1995年由原中国轻工总会确定,并经国家劳动部审批,列入《技工学校专业(工种)目录》的。湖北省一轻工业局教育办公室组织全省轻工技术学校的骨干教师编写了该专业的配套教材——《机电原理与维修》、《机电技能操作》、《机电制图》及《机电制图习题集》,并经原中国轻工总会审定职业技能鉴定培训专业教材。

该套教材由湖北省劳动厅作为技工学校试用教材和职业技能鉴定培训试用教材内部出版。经过两轮试用后,针对教学中发现的问题,对教材又进行了一次认真、细致的修改,现在交由中国轻工业出版社出版、发行。

经过修改的教材,除了在科学性、系统性、实用性、先进性等方面更加完善外,还具有以下特点:

1. 突出了机电一体化的特色。将轻工机械和电工两部分内容有机地结合起来,使之成为一门适应现代市场经济的专业学科。

2. 突出了轻工业特色。重点讲解了轻工包装机械、成型机械、加工处理机械、印刷机械等典型机械,在其中贯穿了机械与电气的知识。

3. 突出了职业教育的特色。紧紧围绕培养机电中级工这一目标,着重学生操作技能的培训,内容紧密结合生产实际,体现了教材的实用性。

本书由容黎明、韩天学主编,何琼主审,参加编写的有朱丽霞(一、二章)、卢启高(三、四章)、韩天学(五、六章)、薛明霞(七、八章)、容黎明(九章)。

本套教材的总策划是李发生、李廷荣。

在编写过程中,得到了原中国轻工总会人事教育部,全国轻工技工教育学会轻工机械专业研究会,湖北省轻工技校荆沙分校、襄樊分校、黄石分校、天门分校及武汉轻机厂技校的大力支持,谨此表示感谢。

由于作者水平有限,不妥之处在所难免,恳请读者指正。

编者

1999年5月

目 录

第一章 制图的基本知识	(1)
§ 1—1 绘图工具及其使用	(1)
§ 1—2 制图的基本标准	(4)
§ 1—3 几何作图	(14)
第二章 投影作图	(22)
§ 2—1 投影的一般知识	(22)
§ 2—2 点、线、面的投影	(25)
§ 2—3 基本几何体的投影及尺寸标注	(34)
§ 2—4 圆柱的截割与相贯	(40)
§ 2—5 轴测图	(47)
§ 2—6 组合体视图的画法及尺寸标注	(53)
§ 2—7 看组合体视图	(59)
第三章 机件的表达方法	(64)
§ 3—1 视图	(64)
§ 3—2 剖视图	(67)
§ 3—3 剖面图	(75)
§ 3—4 其他表达方法	(78)
§ 3—5 表达方法和综合应用	(81)
§ 3—6 第三角投影法简介	(82)
第四章 标准件与常用件	(85)
§ 4—1 螺纹	(85)
§ 4—2 螺纹连接件	(93)
§ 4—3 键、销及其连接	(97)
§ 4—4 齿轮	(101)
§ 4—5 弹簧	(111)
§ 4—6 滚动轴承	(113)
第五章 零件图	(116)
§ 5—1 零件图概述	(116)
§ 5—2 零件的视图选择	(117)
§ 5—3 零件图上的尺寸标注	(119)
§ 5—4 零件图上的技术要求	(124)
§ 5—5 识读零件图	(134)
第六章 装配图	(141)

§ 6—1 装配图概述·····	(141)
§ 6—2 装配图的表达方法·····	(142)
§ 6—3 装配图的其他内容·····	(147)
§ 6—4 识读装配图和拆画零件图·····	(148)
第七章 电气制图基础知识 ·····	(152)
§ 7—1 电气制图的一般规则·····	(152)
§ 7—2 电气图中的符号·····	(159)
§ 7—3 项目代号·····	(165)
第八章 电气图的识读与绘制 ·····	(169)
§ 8—1 电气图概述·····	(169)
§ 8—2 框图·····	(170)
§ 8—3 电路图·····	(172)
§ 8—4 常用电气图的识读方法·····	(183)
第九章 印制电路简介 ·····	(187)
§ 9—1 印制电路板的结构与选用·····	(187)
§ 9—2 印制电路板零件图·····	(188)
§ 9—3 印制电路板装配图及其印制电路的制作·····	(195)
附录 ·····	(199)
附表 1 普通螺纹直径与螺距·····	(199)
附表 2 圆柱管螺纹·····	(199)
附表 3 六角头螺栓·····	(200)
附表 4 螺钉 (一)·····	(201)
附表 5 螺钉 (二)·····	(202)
附表 6 螺钉 (三)·····	(203)
附表 7 双头螺柱·····	(204)
附表 8 螺母·····	(205)
附表 9 垫圈·····	(206)
附表 10 弹簧垫圈·····	(206)
附表 11 键 (一)·····	(207)
附表 12 键 (二)·····	(208)
附表 13 圆柱销·····	(209)
附表 14 圆锥销·····	(209)
附表 15 开口销·····	(209)
附表 16 常用及优先用途轴的极限偏差 (尺寸至 500mm)·····	(210)
附表 17 常用及优先用途孔的极限偏差 (尺寸至 500mm)·····	(214)
附表 18 电气图常用图形符号新旧标准对照表·····	(217)

第一章 制图的基本知识

一张合格的图样是技术人员使用绘图工具，按照制图标准，运用作图方法绘制而成的。因此，要绘制图样，我们必须先了解制图工具及其使用、制图标准、几何作图方法等基本知识。

§ 1—1 绘图工具及其使用

一、图板和丁字尺

1. 图板

图板是用来固定图纸的矩形木板，通常用具有弹性的胶合板制成，它的板面应光滑平坦。图板的左侧边为导边，必须光滑平直。

图板不能受潮、受热，更不可在图板上刀刻、涂划，以防止板面翘曲或损裂。要注意保持板面清洁，以免沾污铺放在图板上的图纸。绘图时将图纸用胶纸粘贴在图板上，如图 1-1 所示。

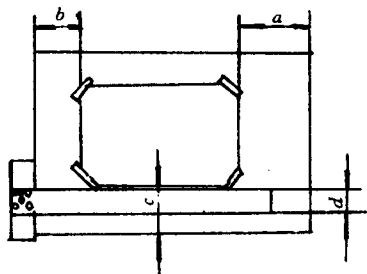


图 1-1 图纸在图板上固定的位置

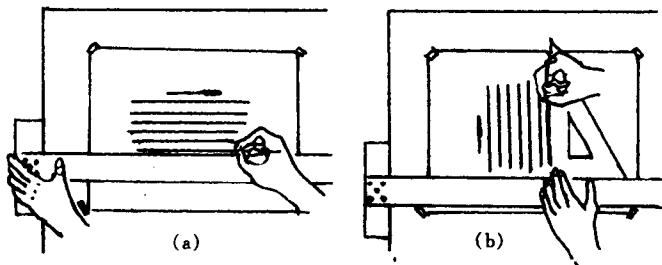


图 1-2 丁字尺的用法

(a) 丁字尺画水平线 (b) 丁字尺画垂直线

2. 丁字尺

丁字尺由互相垂直的尺头和尺身两部分组成。尺头内侧边和尺身的上边缘为工作边。它主要用来配合图板画水平线。使用时必须使丁字尺的尺头与图板左侧导边靠紧并推动丁字尺，使尺头沿着图板导边滑动，进行画线。画水平线只需用尺身的上边，从左向右画线。丁字尺和三角板配合使用还可以画垂直线或 15° 倍角的倾斜线，如图 1-2、图 1-3 所示。

丁字尺用毕后，应挂在干燥的地方或平放在图板上，以防翘曲变形。

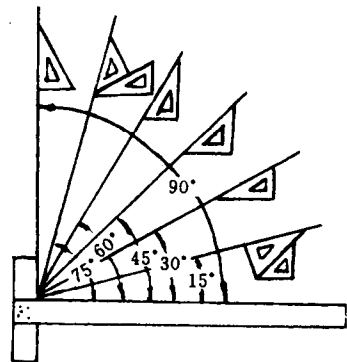


图 1-3 $0^\circ \sim 90^\circ$ 每间隔 15° 的斜线画法

二、三角板

三角板每副两块，一块为 45° 等腰直角三角形，另一块为 30° 、 60° 直角三角形。两块三角板配合使用，可以画已知直线的平行线、垂直线，如图 1-4 所示。

三角板与丁字尺配合使用时，要注意使三角板的下边始终靠紧丁字尺。

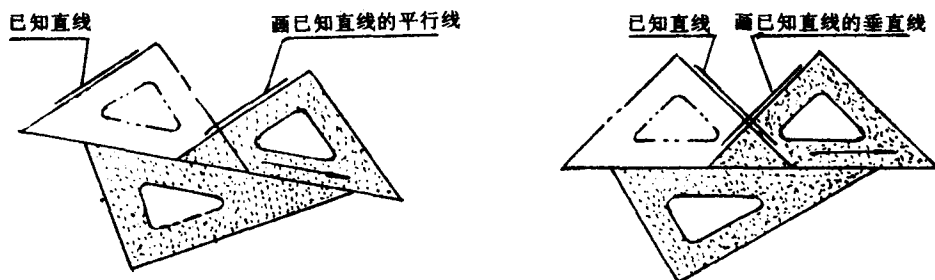


图 1-4 两块三角板配合使用

三、圆规和分规

1. 圆规及其附件

圆规是画圆或圆弧的工具。它的一条腿上装有钢针，称为固定腿，另一条为活动腿，可以更换三种不同的插脚（铅芯、鸭嘴、钢针）和延伸杆，分别画铅笔圆、墨线圆或作分规使用，如图 1-5 所示。

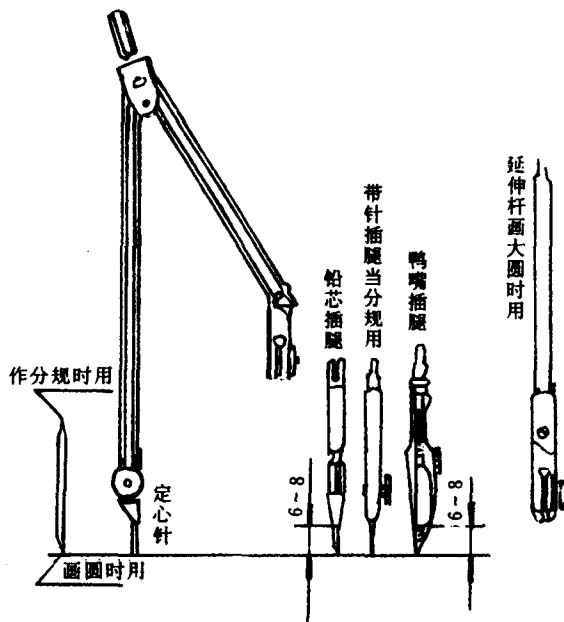


图 1-5 圆规及其附件

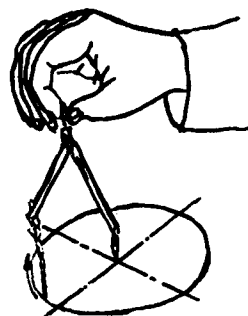


图 1-6 圆规的使用方法



图 1-7 小圆的画法

画圆时，用右手拇指和食指握住圆规头部，钢针、铅芯插腿垂直纸面，顺时针方向

旋转，速度和用力要均匀。画圆时将圆规向前进方向倾斜 $15^{\circ} \sim 20^{\circ}$ ，如图 1-6 所示。

当所画的圆较小时，应使圆规两脚稍向里倾斜，如图 1-7 所示，当所画的圆较大时，可接上延伸杆，再将插脚装在延伸杆上使用，并用两手同时操作，如图 1-8 所示。

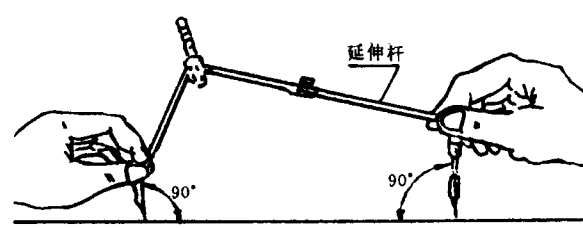


图 1-8 大圆的画法

2. 分规

分规可以用来量取尺寸和等分线段或圆弧。使用前应先检查、调整，使分规两腿张合不紧不松，合拢时针尖应会合成一点。使用时，必须使两针尖对齐，应以右手拿住分规中部。图 1-9 (a) 表示用分规量取尺寸的方法。用分规等分线段的方法如图 1-9 (b)。例如，四等分线段 AB ，先凭目测估计，使分规两针尖间距大约为 $AB/4$ ，然后在线段 AB 上试分，如果最后针尖不落在终点上，可用超过或剩余长度的 $1/4$ 调整分规两针尖距离后再分，直到把 AB 分成四等分。

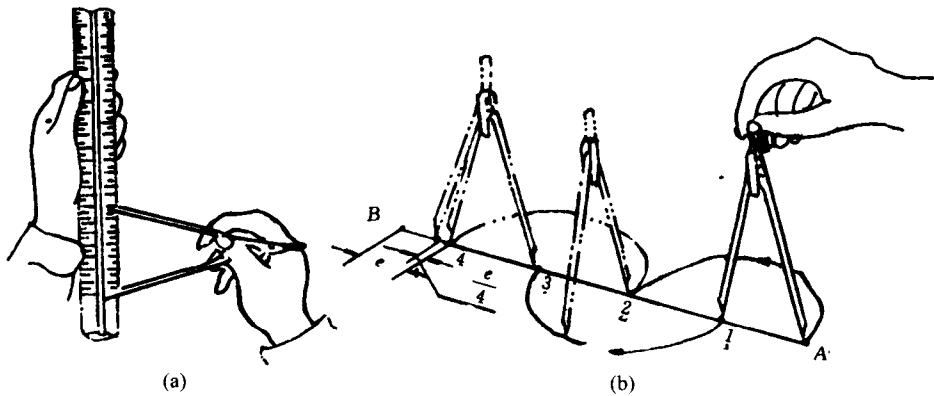


图 1-9 分规的使用

四、曲线板

曲线板是用来根据已知点描绘非圆曲线的工具，如图 1-10 所示。描绘时，先徒手

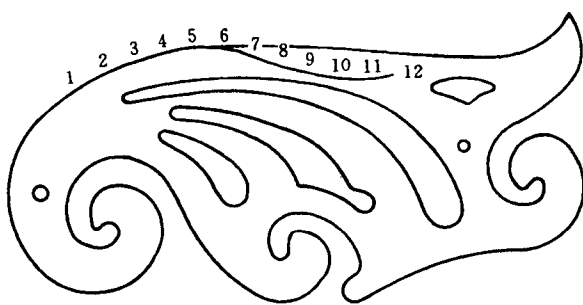


图 1-10 曲线板用法

轻轻用细线将各已知点圆滑连接起来，然后选择曲线板上曲率合适的部分逐段描绘。为使所描曲线光滑，最好每次有四个连续点与曲线板上曲线重合，而只连接前三个点，少描一点留待在下一段中与曲线板再次吻合后描绘，以保证曲线的光滑。

五、铅 笔

铅笔的笔芯有软硬之分，硬铅标号为 H，软铅标号为 B。标号前面的数字越大，表示越硬或越软。绘图时常用 H 或 2H 的铅笔画底稿，用 HB 写字、标尺寸，用 B 或 2B 的铅笔加深图线。圆规上的铅芯用 2B 或更软。

铅笔应从没有标号的一端开始使用，以便识别标号。用于画细线、虚线的铅笔，其尖端可在砂纸上磨成圆锥形。用于加深粗实线的铅笔可以削成扁平形状，如图 1-11 所示。

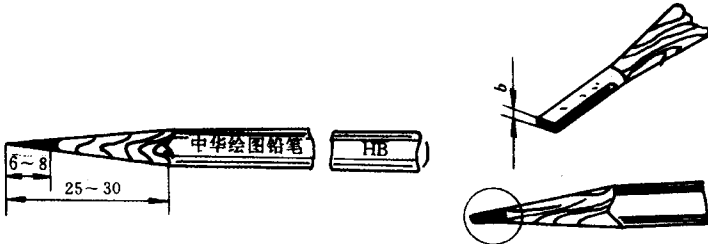


图 1-11 铅笔的削磨

§ 1—2 制图的基本标准

图样是现代化生产中最重要技术文件之一，用来指导生产和进行技术交流，起到了工程语言的作用。国家标准《机械制图》对图样的图幅、图线、比例、字体、尺寸标注和使用符号等作了统一规定，人人都必须树立标准化的概念，严格遵守和认真执行国家标准。国家标准的代号是“GB”，本节将介绍图样中的有关规定。

一、图 纸 幅 面

1. 图纸幅面尺寸

绘制图样时，应采用表 1-1 所规定的图纸幅面尺寸，特殊情况下可沿长边加长。对于 A0、A2、A4 幅面的加长量应按 A0 幅面长边的几分之一倍数增加，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 和 A1 幅面也允许同时加长两边。

表 1-1		图 纸 幅 面					mm
幅面代号	A0	A1	A2	A3	A4	A5	
$B \times L$	841×1189	594×841	420×591	297×420	210×297	148×210	
a	25						
c	10			5			
e	20		10				

2. 图框格式

每张图纸均应在图幅内画出图框，图框线用粗实线绘制。需要装订的图样，其格式如图 1-12 (a) 所示，不留装订边的图样，其格式如图 1-12 (b) 所示，周边尺寸见表 1-1。

装订时，一般采用 A4 幅面竖装或 A3 幅面横装，无论图纸竖装或横装，均以图框的左边为装订边。

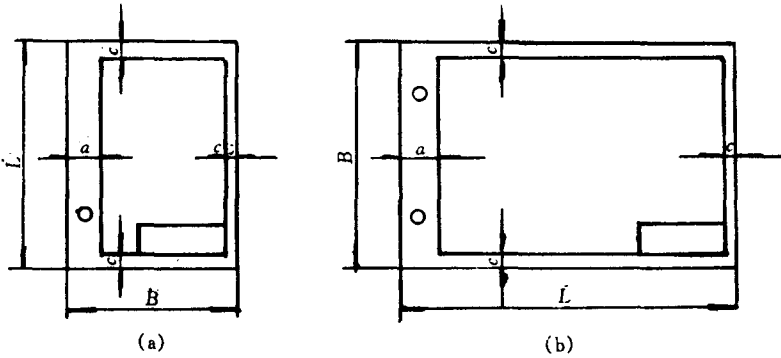


图 1-12 图框格式

3. 标题栏

每张图样的右下角必须有标题栏。标题栏的右边、底边与边框重合，外框是粗实线。标题栏中的文字方向为看图的方向。学校制图作业可采用如图 1-13 所示的格式。

8 × 4 = 32	8												
	8												
	8												
	8	序号	零件名称	数量	材料	备注							
	8	(图名)		比例	重量	第 张	(图号)						
	8					共 张							
	8	制图	(姓名)	(日期)	(单位)								
	8	校核	(姓名)	(日期)									
15		25		20		15		15				30	
140													
(a)													
(零件名称)				比例	数量	材料	(图号)						
制图	(姓名)	(日期)	(单位)										
校核	(姓名)	(日期)											
(b)													

图 1-13 标题栏格式

二、比 例

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。国标规定绘制图样时一般应采用表 1-2 中规定的比例。常用比例为 1:1，但因各种机

件大小、繁简不一，可采用放大或缩小的比例，其大小应按表 1-2 所示的比例来挑选。

表 1-2 绘制图样的比例

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 ⁿ	1: (2×10 ⁿ)	1: (2.5×10 ⁿ)	1: (5×10 ⁿ)
放大的比例	2:1	2.5:1	4:1	5:1	10:1	(10×n):1			

注：n 为正整数。

在使用比例绘图时应注意：

- (1) 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。当某一视图采用不同比例时，需另标注。
- (2) 图样中的尺寸，必须按零件的实际尺寸标注，它与图形的比例大小无关。

三、字 体

图样中书写的汉字、数字、字母须做到：字体端正、笔划清楚、排列整齐、间隔均匀。图样中字体的号数，即字体的高度（单位为 mm），分为 20、14、10、7、5、3.5、2.5 七种，字体宽度约为字体高度的 2/3。

1. 汉字

图样上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字。长仿宋体的特点是：横平竖直、排列匀称、注意起落、填满方格。

2. 拉丁字母

拉丁字母有直体、斜体之分。斜体字字头向右倾斜，与水平线约成 75°，其结构示例如下。

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. 阿拉伯数字和罗马数字

阿拉伯数字和罗马数字也有直体和斜体两种写法。其斜体写法如下。

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11
I II III IV V VI VII VIII IX X XI

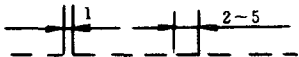
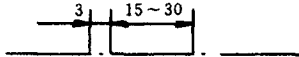
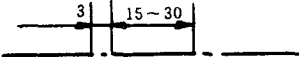
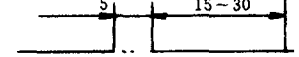
四、图 线

1. 图线的型式及应用

图样是由各种图线构成的。国标中规定，绘图时常用的图线有粗实线、虚线、点划线和细实线等，分别有不同的用途，其规定如表 1-3 所示。

表 1-3

图线及应用

图线名称	图线型式尺寸关系	代号	图线宽度	图线的用途
粗实线		A	b (约 0.5mm~2mm)	可见轮廓线
细实线		B	约 $b/3$	尺寸线、尺寸界线、剖面线、引出线
波浪线		C	约 $b/3$	断裂处的边界线
双折线		D		
虚线		F	约 $b/3$	不可见轮廓线
细点划线		G	约 $b/3$	轴线 对称中心线
粗点划线		J	b	有特殊要求的线
双点划线		K	约 $b/3$	极限位置的轮廓线, 假想投影轮廓线

图线应用举例如图 1-14 所示。

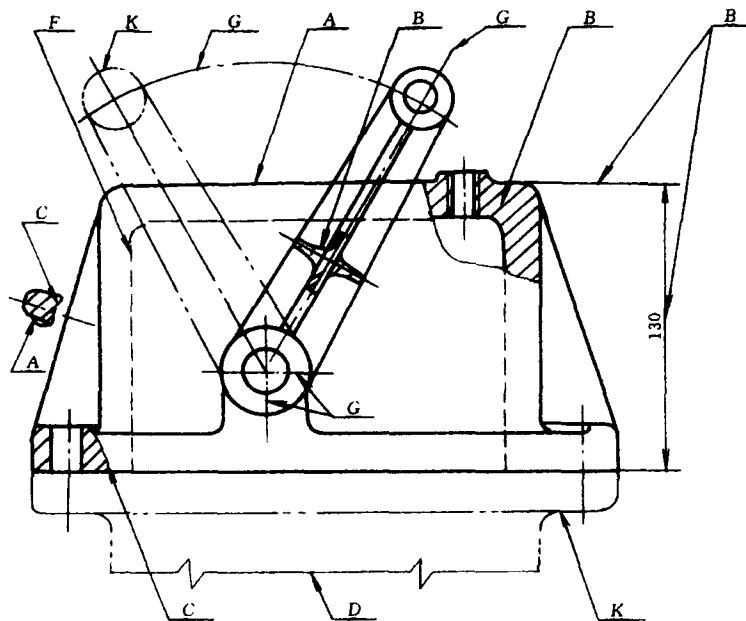


图 1-14 图线应用举例

2. 图线画法

(1) 同一图样中同类图线的宽度应基本一致。虚线、点划线及双点划线的线段长度和间隔各自大致相等。

(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) 绘制圆的对称中心线时，圆心应是点划线段的交点。首末两端应是线段而不是点划，中心线一般应超出轮廓线约 2~5mm，如图 1-15 所示。

(4) 图形（圆形）较小，用双点划线或点划线绘制有困难时，可用细实线代替，如图 1-15 (c) 所示。

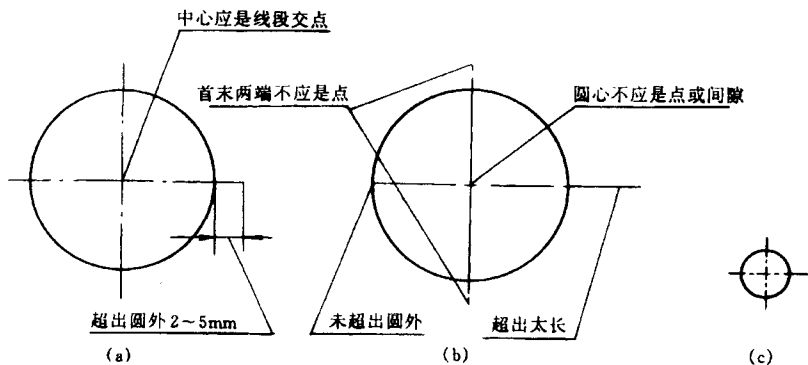


图 1-15 中心线的画法

(a) 正确 (b) 错误 (c) 细实线代替点划线

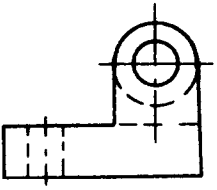
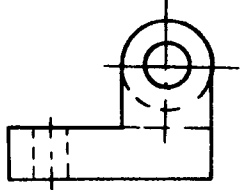
(5) 虚线与其他图线相交或相连的画法如表 1-4 所示。

表 1-4

图线交、接、切处习惯画法

画 法 说 明	图 例	
	正 确	错 误
虚线与虚线或实线相交： 应以线段相交，不得留 有空隙		
点划线应以线段相交。 点划线的首末两端应是 线段而不是点，并应超 出图形 3~5mm		
图线与图线相切： 应以切点相切，相切处 应保持相切两线中较宽 的图线的宽度，不得相 割或相离		

续表

画 法 说 明	图 例	
	正 确	错 误
虚线与连接实线（即线延长改变为虚线时）应留出空隙		

五、尺 寸 标 注

在图样中，用图形表达机件的结构和形状，用标注的尺寸表示其各部分的大小和相对位置。因此，看尺寸和标注尺寸应该严格遵守国家标准中尺寸标注法的基本规则和方法。

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，不需标注计量单位的代号或名称，如采用其他单位，则必须注明相应的计量单位的代号或名称，如 45°（度）、cm（厘米）、m（米）等。

(3) 图样中所标注的尺寸，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，并应标注在反映该结构最清晰的图形上。

2. 尺寸的组成

一个完整的尺寸由四个要素组成，即尺寸界线、尺寸线、箭头和尺寸数字，如图 1-16 所示。

(1) 尺寸界线 尺寸界线表示所注尺寸的范围。

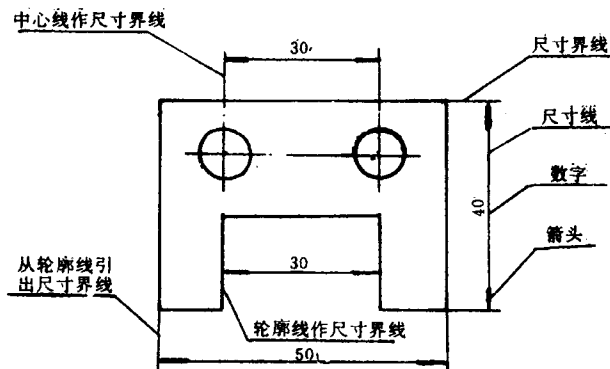


图 1-16 标注尺寸

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，也可利用轮廓线、轴线或对称中心线作为尺寸界线。

②尺寸界线尽量画在图外，一般应与尺寸线垂直，必要时才允许倾斜，但是两尺寸界线仍应互相平行，尺寸界线应超过尺寸线的箭头末端 2~3mm，如图 1-17 所示，该图中圆角处的尺寸界线用的就是倾斜引出方法。

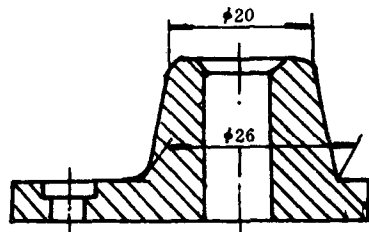


图 1-17 倾斜引出的尺寸界线

③角度尺寸界线应沿径向引出，弦长及弧长的尺寸界线应垂直于其弦，如图 1-18 所示。

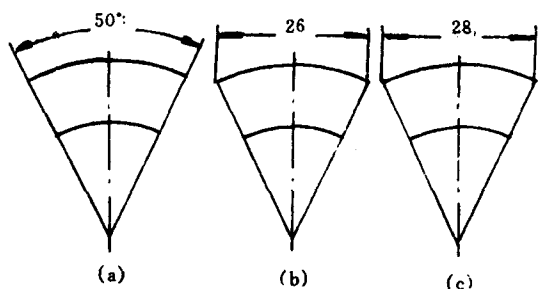


图 1-18 角度、弦长、弧长的尺寸界线和尺寸线

(a) 角度 (b) 弦长 (c) 弧长

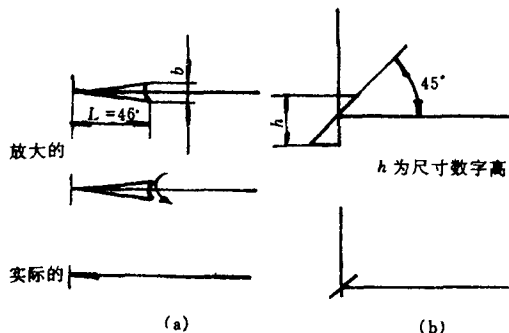


图 1-19 箭头的画法

(2) 尺寸线 尺寸线用来表示所注尺寸的方向。

①尺寸线必须用细实线单独画出，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。

②尺寸线两端画箭头（或斜线），箭头尖端应与尺寸界线接触。

③标注线段尺寸时，尺寸线必须与所标注的线段平行，平行的尺寸线间距离应力求一致。

(3) 箭头（或斜线） 箭头用来表示尺寸的起止。

①箭头 箭头一般画在尺寸线两端，尖端从里向外指到尺寸界线。它适用于各种类型的图样。箭头的放大式样如图 1-19 (a) 所示。同一张图样上箭头大小和式样要保持一致，不随尺寸、数字大小而变化。

②斜线 斜线用细实线绘制，其方向和画法如图 1-19 (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。

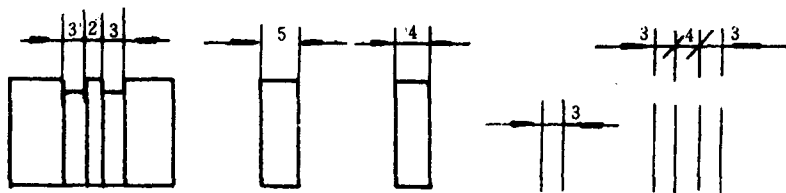


图 1-20 圆点或斜线代替箭头

在同一张图样中，一般只能采用一种尺寸线终端的形式。当采用箭头表示时，在位置不够的情况下，允许用圆点或斜线代替箭头，或把箭头画在外边，其终端从外向里指到尺寸界线，如图 1-20 所示。

(4) 尺寸数字 尺寸数字表示尺寸的大小。

①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，并且尽可能接近尺寸线的中间部位，如图 1-21 所示。

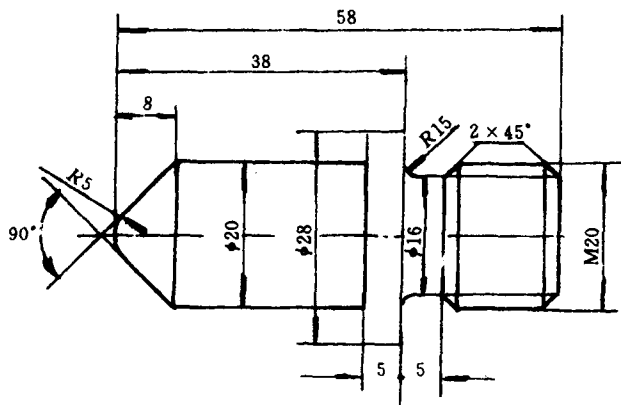


图 1-21 尺寸数字

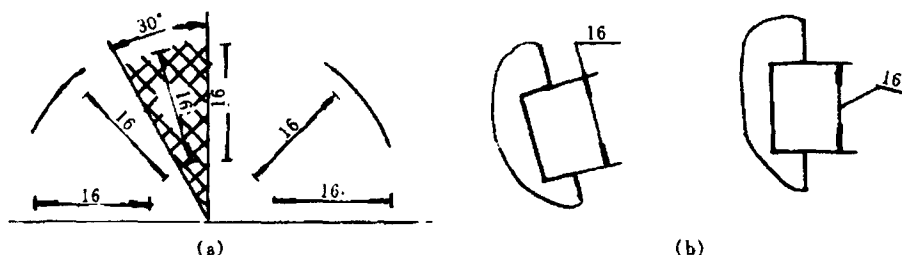


图 1-22 尺寸数字的注写方向

②尺寸数字的书写方向以图纸右下角的标题栏为基准，水平尺寸字头朝上，垂直尺寸字头朝左，倾斜位置的尺寸注法如图 1-22 (a) 所示。并尽量避免在图示 30° 范围内标注尺寸，当无法避免时，可按图 1-22 (b) 的形式标注。

③尺寸数字按标准字体书写，同一张图样上，尺寸数字大小应相同。尺寸数字不能被任何图线所通过，否则须将图线断开，如图 1-23 所示。

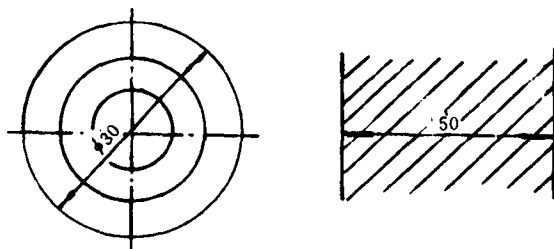


图 1-23 尺寸数字不得被任何图线通过

表 1-5 为常用的尺寸标注法的示例。