

双元制培训机械专业理论教材

机械工人专业制图

双元制培训机械专业理论教材编委会 编



atfz



机械工业出版社



双元制培训机械专业理论教材

机械工人专业制图

双元制培训机械专业理论教材编委会 编

江苏工业学院图书馆
藏书章

机械工业出版社

本书是技工学校推行二元制办学体制的机械专业理论教材之一,与之配套使用的有《机械工人专业制图习题集》。全书内容由以下几部分组成,即制图的基本知识:讲述表达物体的几种图,绘图的基本知识;投影作图:讲述投影的基本知识,基本体、轴测图,常见立体表面交线、相贯线、组合体的画图与读图方法;表示机件的各种方法:例如视图、剖视图、剖面图;剖视图的规定画法、简化画法、局部放大图和第三角投影简介;常用零件的规定画法:例如螺纹及其紧固件,键、销及其联接,齿轮、弹簧、滚动轴承的画法;零件图、装配图的读图与画图方法,展开图的画法和简单 CAD。

本书在选材上着眼于培养学生的读图与画图能力,以培养读图能力为主;培养学生掌握投影法的基本理论与解决实际制图问题(读图和画图问题),以解决实际制图问题为主。

本书可作为技工学校、职业学校机械类专业的教材,也可作有关工程技术人员和教师的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

机械工人专业制图/二元制培训机械专业理论教材编委会编. -北京:机械工业出版社,1998.7

二元制培训机械专业理论教材
ISBN 7-111-06131-4

I. 机… II. 双… III. 机械制图-专业学校-教材 IV. T
H126

中国版本图书馆 CIP 数据核字(98)第 01052 号

出 版 人:马九荣(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑:吴天培 版式设计:冉晓华 责任校对:张 佳

封面设计:姚 毅 责任印制:路 琳

密云县印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

1998 年 7 月第 1 版第 1 次印刷

787mm×1092mm¹/₁₆·21.5 印张·526 千字

0 001—4 000 册

定价:29.50 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

双元制培训机械专业理论教材编委会

主 任 孙宝源 李李炫

副主任 董无岸 王昌平 钱鸣皋

委 员 (按姓氏笔划排列)

上官家桂 王山平 吴天培

张松文 贾文鹏 蒋建华

顾 问 (德) 海因茨—京特尔·克莱姆 (H—G.klem)

本 书 主 编 吴敏慧 麻淑英

参加编写人员 张松文 叶解勋 田丽红

主 审 上官家桂

参 审 郭 毅

前 言

“双元制”是德国等发达国家发展职业技术教育的一种先进的办学体制，被誉为二战后德国经济腾飞的“秘密武器”，其特点是企业与职业学校合作共同完成培养人才的任务。培训以企业为主，因此培养出来的人才能满足企业的要求；学习理论与学习技能，以技能为主，既注重基础技能的培养，更注重专业技能的训练，培养出来的是复合型实用人才；同时注重对学生解决问题的能力和社会能力的培养，以适应现代化大生产共同合作完成培训任务的要求。

改革开放以来，我国许多省、市和企业先后引进或借鉴“双元制”办学经验，培养出了一大批受企业欢迎的、掌握现代科技技能的复合型技工。这株由日尔曼民族培育出的美丽奇葩，一经移栽到华夏大地的沃土之上即开放出鲜艳夺目的花朵。实践证明“双元制”基本适合我国的国情，并具有强大的生命力。但是，由于多年来没有完整的、系统的、既能反映“双元制”的特点，又适合我国国情的培训教材，已成为阻碍“双元制”在我国推广和发展的原因之一。为此天津中德培训中心和上海大众汽车有限公司在机械工业出版社的支持下编写了这套双元制机械专业理论课培训教材。它包括《机械工人专业计算》、《机械工人专业制图》、《机械工人专业制图习题集》和《机械工人专业工艺》（包括五个分册：“基础分册”、“机械切削工分册”、“工模具制造工分册”、“机械维修工分册”和“汽车机械工分册”）。在编写中我们特别注重保持“双元制”教材的特点，即保持教材内容的先进性、适用性、多样性以及形式的直观性，又特别注重结合我国的国情；注重专业理论为专业技能服务的基本原则和注重对学生专业能力、解决问题的能力和社会能力的培养。但是，由于我们实践的时间较短，对教材内容的选择、内容的深度和广度的把握缺乏经验，难免会详略不当、深浅不宜，对形式的选用也会有欠妥之处。因此，希望读者能提出宝贵意见，使其日趋正确、不断完善和适合读者的需要，以期为国家培养出更多、更好的复合型实用人才。

双元制培训机械专业理论教材编委会

1994年12月

目 录

前言

1 制图的基本知识	1
1.1 表示物体的几种图	1
1.2 绘图的基本知识	3
2 投影作图	32
2.1 投影的基本知识	32
2.2 基本体	50
2.3 轴测图	68
2.4 常见的立体表面交线	79
2.5 组合体	104
3 表达机件的各种方法	137
3.1 视图	137
3.2 剖视图	142
3.3 剖面图	154
3.4 其它表达方法	158
3.5 综合应用举例	164
4 常用零件的规定画法	168
4.1 螺纹	168
4.2 螺纹紧固件	175
4.3 齿轮的画法	181
4.4 键及其联结	188
4.5 销及其联接	192
4.6 弹簧的画法	193
4.7 滚动轴承	196
4.8 焊接	196
5 零件图	205
5.1 零件图的作用与内容	205
5.2 画零件图的要求和步骤	206
5.3 视图选择和尺寸分析	206
5.4 零件图上的技术要求	217
5.5 零件图的识读	237
6 装配图	246
6.1 装配图的作用和内容	246
6.2 装配图的表达方法	246
6.3 装配图的尺寸标注	249
6.4 装配图的零件编号及明细表	249
6.5 画装配图的步骤	250
6.6 装配体的测绘	251
6.7 装配图的识读	255
7 表面展开图	269
7.1 求一般位置直线的实长	269
7.2 棱柱、棱锥的展开	272
7.3 圆柱面、圆锥面的展开	276
7.4 管接头的展开	278
7.5 画展开图应注意的几个实际	
问题	283
8 简单 CAD	284
8.1 计算机的基本知识	284
8.2 AutoCAD 初步	290
附录	322
附录 A 普通螺纹公称直径、螺距与钻孔	
用麻花钻直径	322
附录 B 普通内、外螺纹选用公差带	323
附录 C 梯形螺纹直径系列和螺距	323
附录 D 梯形内、外螺纹选用公差带	323
附录 E 普通螺纹收尾、肩距、退刀槽	
和倒角尺寸	324
附录 F 六角头螺栓-A 和 B 级、六角头	
螺栓-全螺纹-A 和 B 级	325
附录 G 1 型六角螺母-C 级、1 型六角螺	
母-A 和 B 级、六角薄螺母-A 和 B 级-倒角	
... ..	326
附录 H 平垫圈-C 级、大垫圈-A 和 C 级、	
平垫圈-A 级、平垫圈倒角型-A 级、小垫	
圈-A 级	327
附录 I 轻型弹簧垫圈、标准型弹簧	
垫圈	328
附录 J 紧固件	329
附录 K 普通平键	331
附录 L 半圆键	332
附录 M 圆柱销和圆锥销	333
附录 N 倒角和倒圆	334
附录 O 砂轮越程槽	334
附录 P 表面粗糙度	335

1 制图的基本知识

1.1 表示物体的几种图

1.1.1 立体图

物体有长、宽、高三个方面的形状，在同一个图样内如果能够同时表现这三个方面的形状，就比较直观，有立体感。图 1-1a 画的是个长方体，它由三对大小不同的平面组成；图 1-1b 画的是个圆柱体，一看就知道它的周围是圆柱面，两端是圆形平面。如果物体的几方面的形状能在一个图中同时出现，便能看出它的大概形状，这样的图形就叫立体图。由长方体和圆柱体结合起来的物体，它的立体图如图 1-1c 所示。立体图虽能给人以直观印象。但它却有较大的缺点，它不仅形状失真：长方形变成了平行四边形，圆变成了椭圆，而且比较难画，所以在生产上使用不广泛。

本书中插画了许多立体图，是为了利用它的直观性优点，作为辅助图和平面图对照，帮助掌握投影图与立体图的相互转化规律。在看立体图时，要注意以下几点：

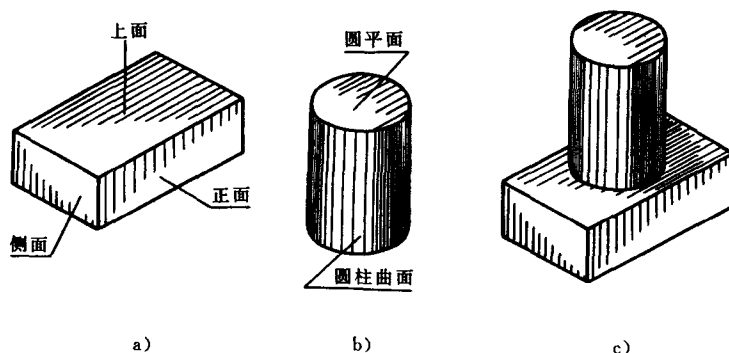


图 1-1 立体图

a) 长方体 b) 圆柱体 c) 长方体和圆柱体结合的立体图

- 1) 立体图上的平行四边形，一般可以看成是方形或长方形。
- 2) 立体图上的椭圆，一般可以看成是正圆。
- 3) 图中每一个线框表示物体的一个表面，既要根据这个线框看出表面的形状，还要看清楚这个线框是表示物体长、宽、高三个方面的哪个方面的形状。这样，脑子里才会有立体感，也才能弄明白整个物体的形状。

1.1.2 视图和剖视图

立体图失真，那末怎样才能使画出的图形不失真呢？实践证明，正对着物体去看，画出的图形就不会失真。如图 1-2a 所表示的物体横拿在手中，正对着看去，就看到长方体的窄平面和圆柱体的曲面，画出来的图形如图 1-2a 所示；再把这个物体向右翻转 90° 后正对着看，画出来的便是图 1-2b 图形。这样，每一个图形就能正确反映物体一个方面的形状，如

果把这两个图按照图 1-3 那样结合起来，整个物体的形状就完整而又准确地表示出来了。

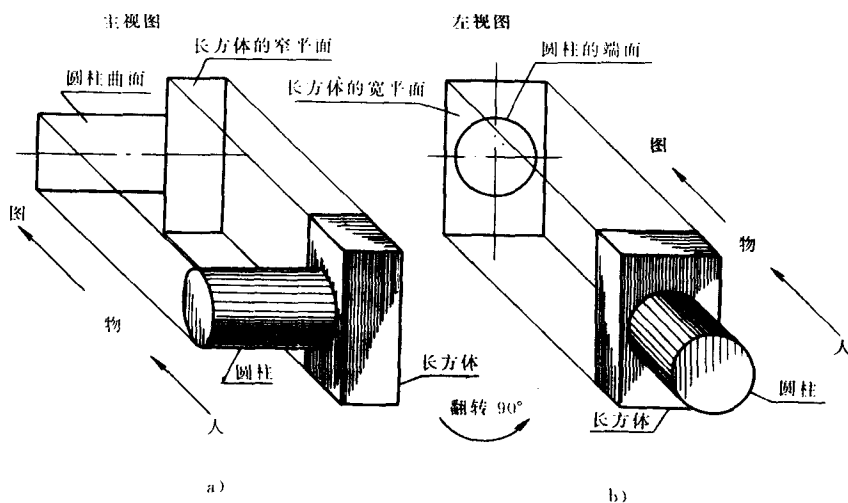


图 1-2 视图是怎样画出来的

a) 横拿着正看 b) 翻转 90° 后正看

这种正对着物体去看，画出的图形叫做视图。机械图就是用视图来表示机件的。

生产上不仅要求视图完整地表示物体，而且要求清楚地表示物体。如图 1-4 所示的轴

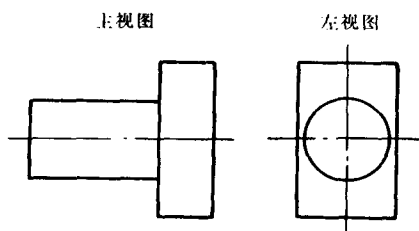


图 1-3 把两个视图合起来

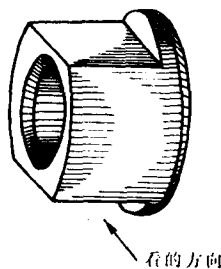


图 1-4 轴套立体图

套，从箭头方向去看，内孔就看不见。怎样表示看不见的部分呢？人们在实践中创造了假想把物体切开来画内部形状的方法，图 1-5 表示假想用个剖切平面把物体切开，拿去前面部分，正对着留下部分去看，画出留下部分的投影，并在切口上（假想剖切平面剖到的部位）画上剖面符号（画成间隔相等，方向相同而且与水平线成 45° 平行的细实线），这种图叫做剖视图。

视图和剖视图能够完整清楚地表示物体的形状，但一般要用几个图来表示，立体感较差，不如立体图那样直观。因此，我们要着重讨论视图的投影规律，以便掌握看图和画图的方法。

1.1.3 机械图

视图主要表示物体的形状，但仅有视图还不能用于生产。图 1-6 所示的图样不仅可以看出此零件的形状，而且用尺寸来表示它的大小，用符号或文字来说明它的加工要求，在标题

栏中还标出了零件的名称、比例、材料、数量等等，这样的图样叫机械图。

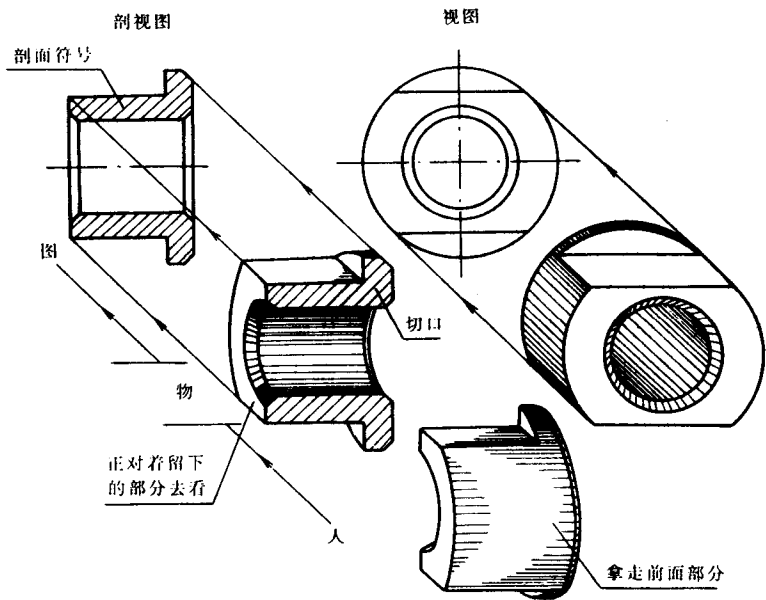


图 1-5 轴套的剖视图和视图

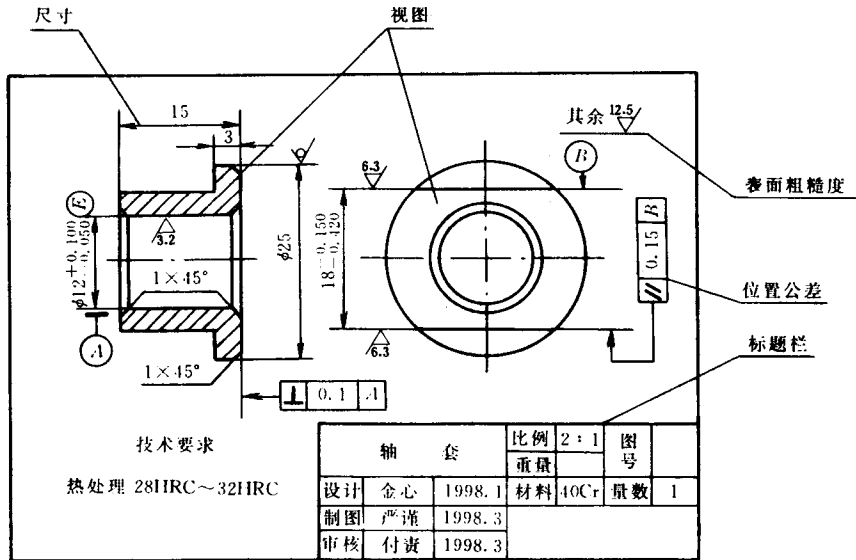


图 1-6 机械图

1.2 绘图的基本知识

机器零件的轮廓形状，一般是由直线、圆弧及曲线按一定的几何规律相连而成的。在画图时，经常要利用图板、丁字尺、圆规、三角板等工具，按几何关系作图，因此必须学会运用绘图工具进行几何作图的本领，并且必须遵循国家标准《机械制图》有关内容的规定，才

能正确而迅速地绘出各种零件的轮廓图形。

下面介绍常用的绘图工具、摘录国家标准《机械制图》中有关图幅、比例、字体、图线和尺寸注法等部分内容和常用的几何作图内容。

1.2.1 绘图工具的使用

1.2.1.1 图板 图板是固定图纸用的矩形木质垫板，板面必须平整。它的两侧短边为工作边（也叫导边），要求光滑平直。使用图板时，将其长边放成水平位置（即横放），绘图时将图纸用胶纸带固定在图板上。图板切不可受潮或高热，以防板面翘曲或损裂，见图 1-7。

1.2.1.2 丁字尺 丁字尺一般用有机玻璃等材料制成，尺头和尺身两部分垂直相交构成丁字形。尺头的内边缘为丁字尺导边，尺身的上边缘为工作边，都要求平直光滑。

图形中的水平线（也叫横线）必须用丁字尺来画，它还常与三角板配合起来画垂直线（也叫竖线）和 15° 倍数的线，见图 1-8、图 1-9、图 1-10。

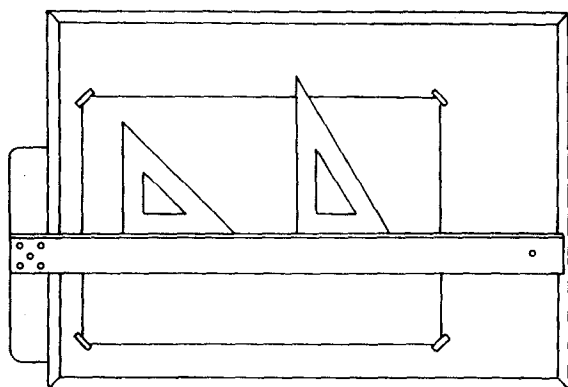


图 1-7 图板、丁字尺、三角板

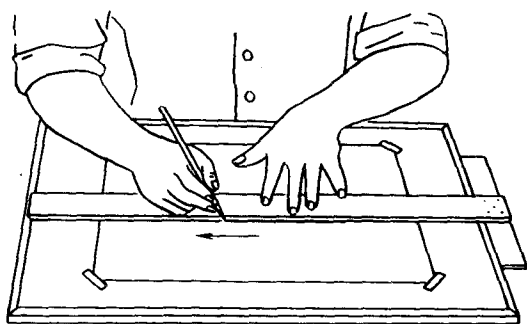


图 1-8 用丁字尺画水平线（横线）

丁字尺用毕后，应挂在干燥的地方，以防翘曲变形。不能用其任意敲打或作其他用途。

1.2.1.3 三角板 一副三角板有 45° 和 $30^\circ-60^\circ$ 的各一块，一般采用有机玻璃制成，要求板平边直、角度准确。图形中的垂直线（即竖线），一定要用三角板与丁字尺配合起来画，见图 1-9。

三角板还是配合丁字尺画 15° 倍角倾斜线使用的工具，见图 1-10。

用一块三角板与丁字尺或直尺配合，或者用两块三角板，还可以画任意位置互相平行或垂直的直线，见图 1-11、图 1-12。

1.2.1.4 圆规及其插脚 圆规是画圆或圆弧的工具。它的一条腿装有钢针，称为固定腿；另一条为活动腿，具有肘形关节，并可换装三种插脚和接长杆，装上铅芯插脚画铅笔线圆，装上鸭嘴插脚可画墨线圆，装上钢针插脚可当分规用，装上接长杆可画直径较大的圆，见图 1-13。

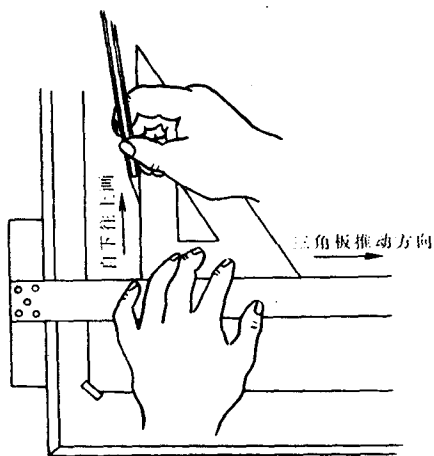


图 1-9 画垂直线（竖线）

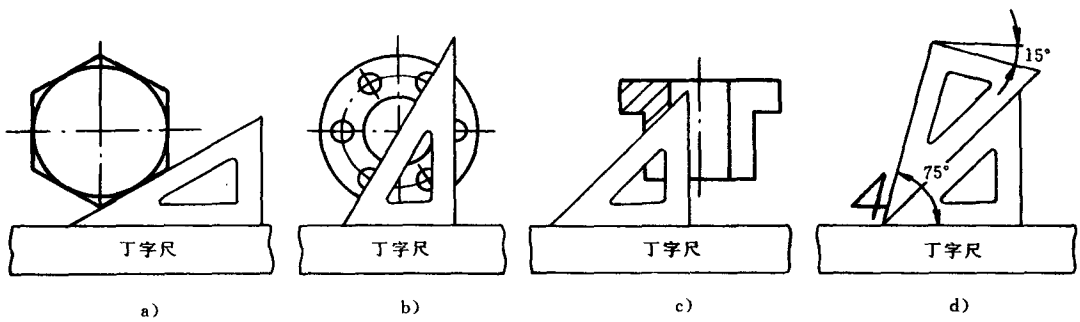


图 1-10 用三角板作 15° 倍数的各种角度或斜线示例

a) 画 30° 斜线 b) 画 60° 斜线或等分圆周为六等分 c) 画 45° 斜线 d) 画 15° 及 75° 斜线

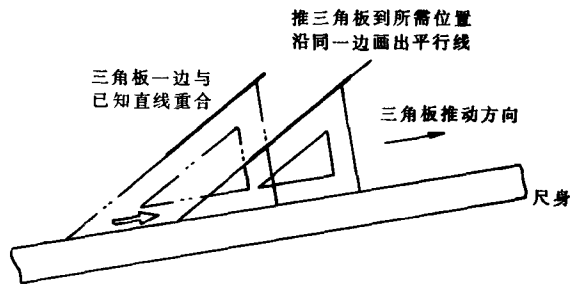


图 1-11 推三角板法画任意位置直线的平行线

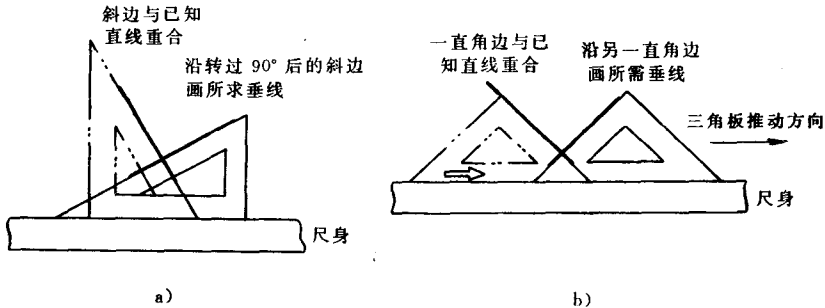


图 1-12 画任意位置直线的垂线

a) 斜边转 90° 法 b) 推三角板用两垂边法

圆规固定腿上的钢针有两种不同的尖端，代替分规时换用锥形尖端，见图 1-14a。画圆时用带支承面的一端，见图 1-14b，以避免针尖插入图板过深，针尖均应调得比铅芯稍长约 $0.5\text{mm} \sim 1\text{mm}$ 。

用圆规画铅笔线底稿时，铅芯端部磨成圆锥形或斜形，见图 1-14a；描粗加深圆弧时，铅芯端部形状为四棱柱磨斜，见图 1-14b。

画圆时，如所画铅笔线圆的半径大于 50mm 时，还应调整两腿上的钢针和铅芯插脚，使之都垂直于纸面，见图 1-15，特别在画墨线圆时，更要注意使鸭嘴插脚的两钢片都接触纸面。画大圆时要装上接长杆，再将铅笔插脚装在接长杆上使用，见图 1-16。画小圆时应使圆规的两脚稍向里倾斜，见图 1-17。

画圆时的手势如图 1-18 所示，顺时针方向转动，速度和用力要均匀，并使圆规运转方向稍微自然倾斜。

1.2.1.5 分规 分规是等分线段或圆弧、移植线段或从尺上量取尺寸的工具。分规两脚合拢时针尖应相交于一点。

用分规等分线段的方法，见图 1-19。

1.2.1.6 墨线笔 墨线笔又称鸭嘴笔，见图 1-20，是上墨或描图时用的工具。

上墨或描图时还可使用绘图墨水笔，它具有普通自来水笔的特点，笔内有储存碳素墨水的笔胆，不需经常加墨水。

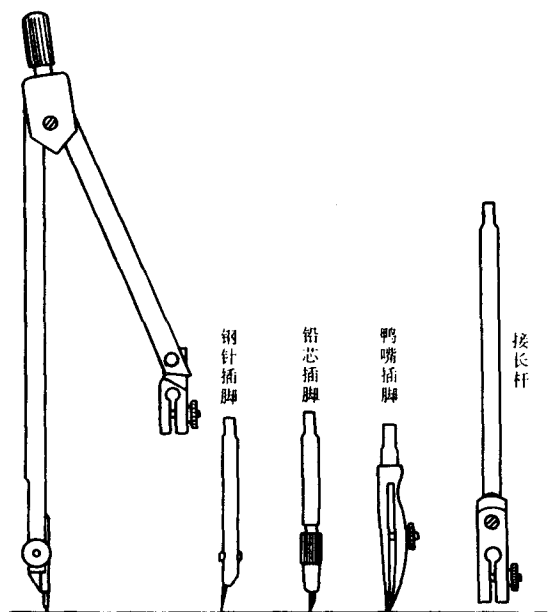


图 1-13 圆规及其插脚

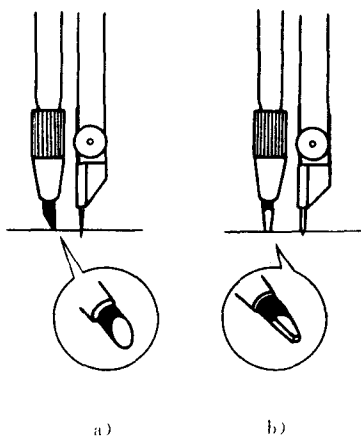


图 1-14 圆规用铅芯形状

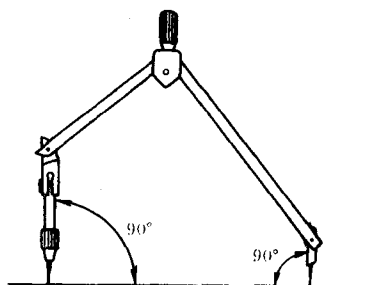


图 1-15 圆规两脚应垂直于纸面

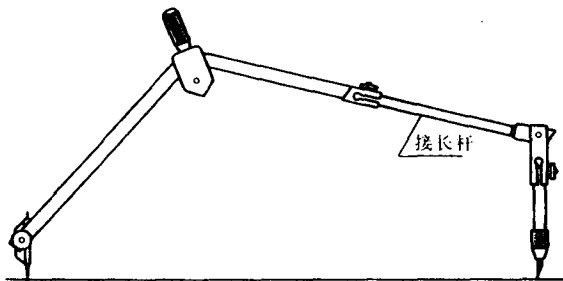


图 1-16 大圆画法

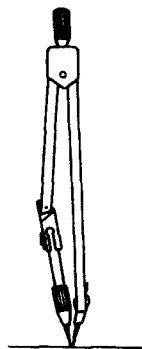


图 1-17 小圆画法

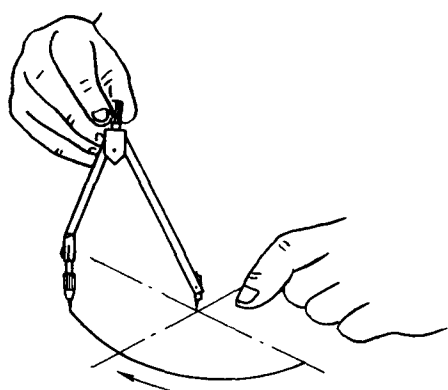


图 1-18 画圆的手法

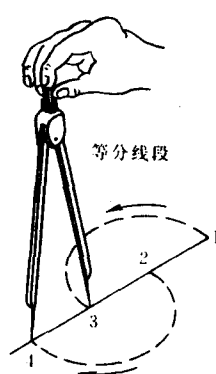


图 1-19 分规

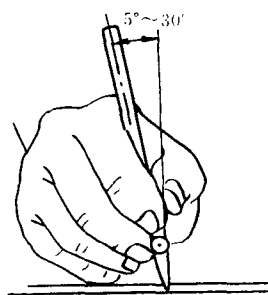
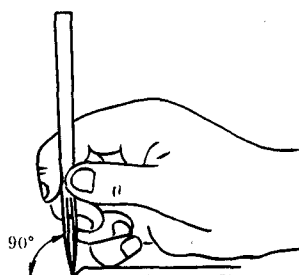


图 1-20 墨线笔

1.2.1.7 比例尺 比例尺是绘图时量取不同比例的尺寸用的工具，其形状为三棱柱，故又称三棱尺。它的三个面上刻有六种不同的比例刻度，供绘图时选用，见图 1-21。

比例尺上刻度一般是以米 (m) 为单位，而机械图样的尺寸是以毫米 (mm) 为单位，使用比例尺时要注意进行换算。例如：

把 1:100 当作 1:1 用时，尺上刻度 1m 当作 10mm 用，每格当 1mm 用。这是因

为：尺寸 1m 是 1:1 时的 $\frac{1}{100}$ ，即 $1\text{m} \times \frac{1}{100} = 10\text{mm}$ ，同理，

把 1:200 当作 1:2 用时，尺上刻度 5m 处当作 50mm 用，每格当 2mm 用。

把 1:500 当作 1:5 用时，尺寸刻度 10m 处当作 100mm 用，每格当 5mm 用。

把 1:500 当作 2:1 用时，尺上刻度 10m 处当作 10mm 用，每格当 0.5mm 用。

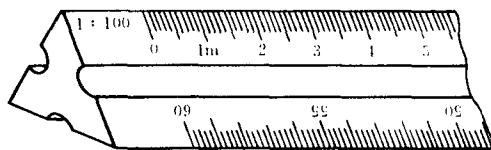


图 1-21 比例尺

1.2.1.8 铅笔 铅笔是用来画图样底稿、加深底稿和写字的工具。根据不同的使用要求,准备以下几种硬度不同的铅笔:

H 或 HB——画底稿用。

HB——写字或徒手画图用。

HB 或 B、2B——加深图线用。

铅芯根据线型的宽度可磨成相适合的形状(圆锥形或四棱柱形)。

1.2.1.9 曲线板 曲线板是描绘非圆曲线的工具。使用时应先将需要连接成曲线的各已知点徒手用细线轻轻地勾描出一条曲线轮廓,然后在曲线板上选用与曲线完全吻合的一般描绘,见图 1-22。

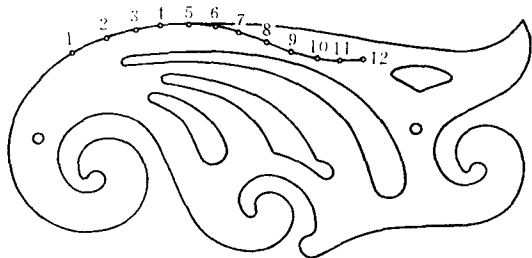


图 1-22 曲线板用法

1.2.1.10 其他绘图工具 除了上述工具之外,在绘图时,还需要准备削铅笔刀、橡皮、固定图纸用的胶纸带、测量角度用的量角器、修改图线时用的擦图片、磨铅笔用的砂纸和画箭头、倒角、螺钉六角头等作业模板以及清除图面上橡皮屑的小刷等等,见图 1-23。

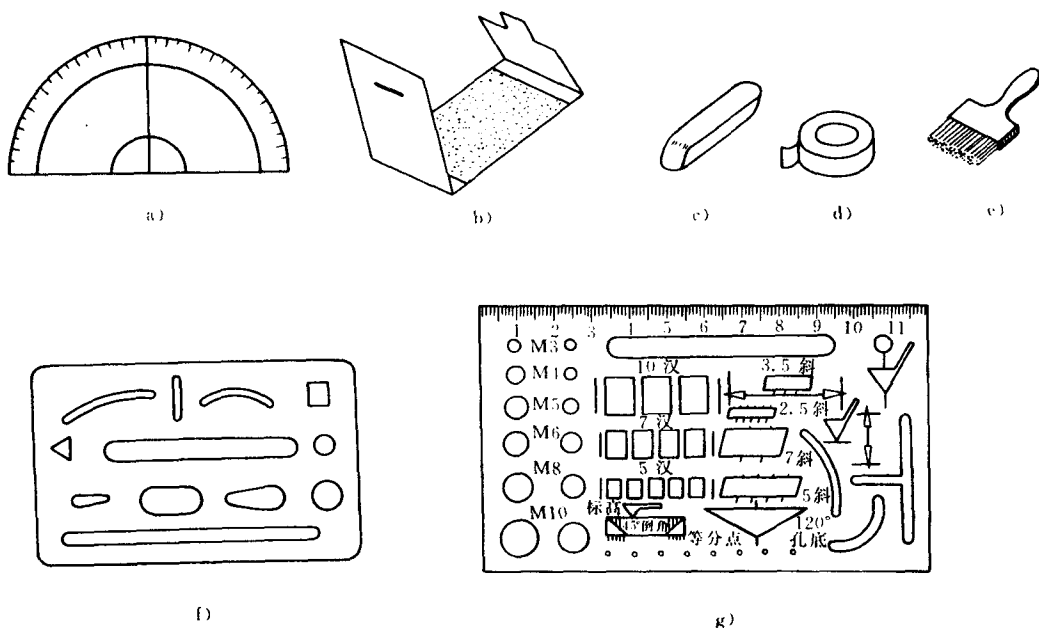


图 1-23 其他绘图工具

a) 量角器 b) 砂纸 c) 橡皮 d) 胶纸 e) 小刷 f) 擦图片 g) 作业模板

1.2.2 国家标准《机械制图》的基本规定

图样是现代工业生产中最基本的技术文件。为了便于生产和交流技术,对图样的画法、尺寸标注、所用代号等均须作统一的规定,使绘图和读图都有共同的准则。这些统一规定由国家制订和颁布实施,用于机械图样的叫做国家标准《机械制图》,简称机械制图国标。

机械制图国标中的每个标准均有专用代号,例如 GB4457.4—84,“GB”为国家标准的汉语拼音“GUOJIA BIAOZHUN”的缩写,简称“国标”。“4457.4”为标准的编号,而短

划后面的“84”表示该标准是1984年颁布的。

在学习机械制图时必须严格遵守机械制图国标的有关规定，树立标准化概念。本小节先择要介绍有关图纸幅面、比例、字体、图线和尺寸标注法等国家标准，其余将在以后有关章节中逐步介绍。

1.2.2.1 图纸幅面及格式 (GB/T14689—93) 为了便于图样的绘制、使用和保管，机件的图样均应画在具有一定格式和幅面的图纸上。GB/T14689—93 规定绘制图样时，应优先采用表 1-1 所规定的基本图幅。

表 1-1 图纸幅面的尺寸					(mm)
幅面代号	A0	A1	A2	A3	A4
$B \times L$	841 × 1 189	594 × 841	420 × 594	294 × 420	210 × 297
e	20		10		
c	10			5	
a	25				

由表 1-1 可知，国标规定了五种基本幅面，其中 A0 幅面最大，其大小是 841 × 1 189，宽 (B)：长 (L) = 1:√2，面积为 1m²，A1 幅面为 A0 幅面大小的一半（以长边对折裁开），其余都是后一号为前一号幅面的一半。各号幅面的尺寸关系如图 1-24 所示。绘图时，可根据需要将图纸横放或竖放使用。

需要装订的图样，其图框格式如图 1-25a 所示，尺寸按表 1-1 中的规定。一般采用 A4 幅面竖装或 A3 幅面横装。

不留装订边的图样，其图框格式如图 1-25b 所示，尺寸按表 1-1 中的规定。

各种幅面的图样，图框线均用粗实线绘制。

图框的右下角应绘制标题栏，按图 1-25 所示的方式配置。标题栏中的文字方向为看图的方向。国标对标题栏格式未作统一规定。在制图作业中建议采用图 1-26 的格式。

1.2.2.2 比例 (GB/T14690—93) 图中图形与实物相应要素的线性尺寸之比，称为图形的比例。为了从图样上直接反映出机件的大小，绘图时应尽量采用 1:1 的比例。但因各种机件大小悬殊，繁简不一，当需要按比例绘制图样时，应采用 GB/T 14690—93 规定的比例，见表 1-2。

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，例如，1:1、1:2、2:1 等。

不论采用何种比例，图形上所标注的尺寸数值必须是机件的实际大小，与图形的比例无关，见图 1-27。但要注意带角度的图形，不论放大或缩小，仍按原角度画出，因为平行、垂直（直角）以及角度等几何关系是不随所用比例而变化的。

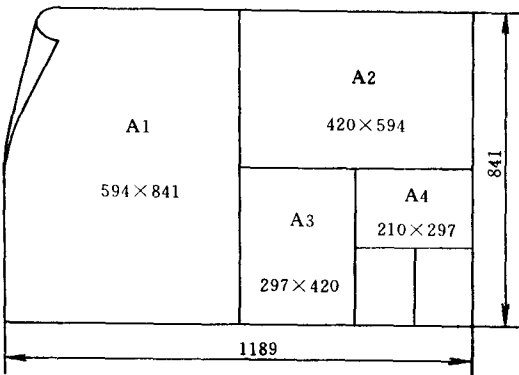


图 1-24 幅面的尺寸关系

当某个视图需要采用不同的比例时，必须另行标注。

1.2.2.3 字体 (GB/T14691—93) 在图样和技术文件上书写汉字、数字和字母必须做到：字体端正，笔划清楚，排列整齐，间隔均匀。各种字体示例见图 1-28。

字体高度 (用 h 表示) 的公称系列为 1.8、2.5、3.5、5、7、10、14、20mm，字体的高度代表字体的号数，在同一图样上，只允许用一种形式的字体，字体宽度约等于字体高的三分之二。

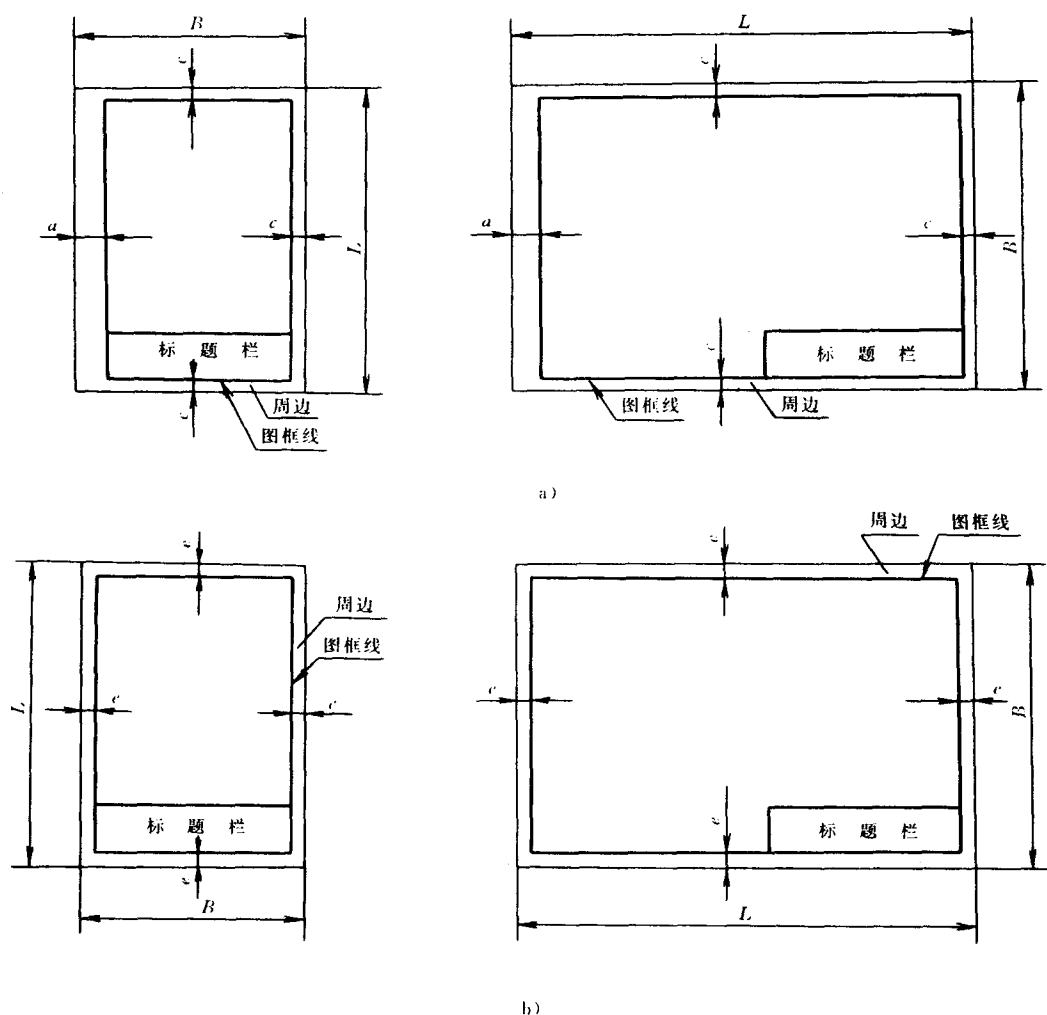


图 1-25 图框格式

a) 留有装订边 b) 不留装订边

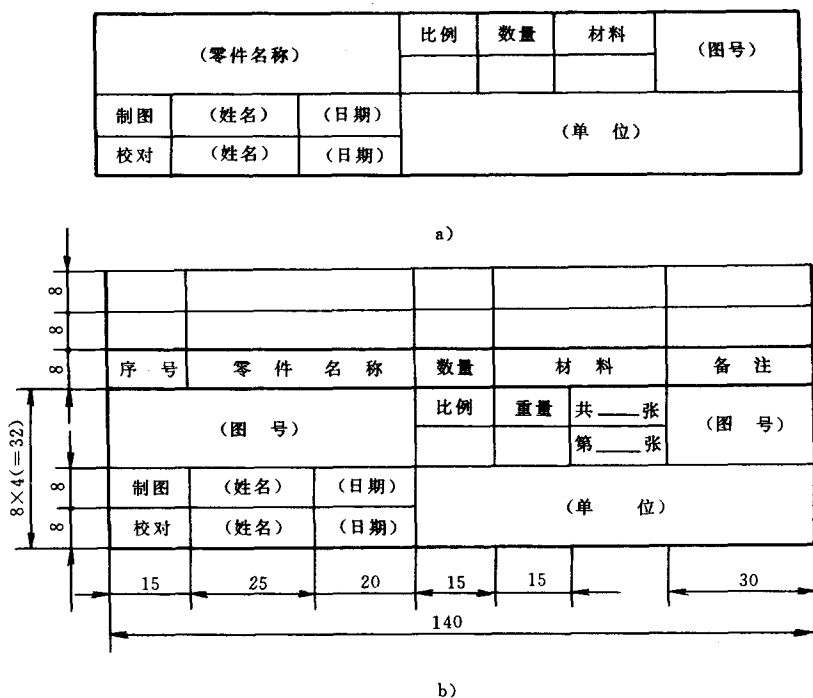


图 1-26 制图用标题栏和明细栏格式

a) 零件图用 b) 装配图用

表 1-2 绘制图样的比例

种 类	比 例		
原值比例	1:1		
放大比例	5:1	2:1	
	5×10 ⁿ :1	2×10 ⁿ :1	1×10 ⁿ :1
缩小比例	1:2	1:5	1:10
	1:2×10 ⁿ	1:5×10 ⁿ	1:1×10 ⁿ

注：n 为正整数。

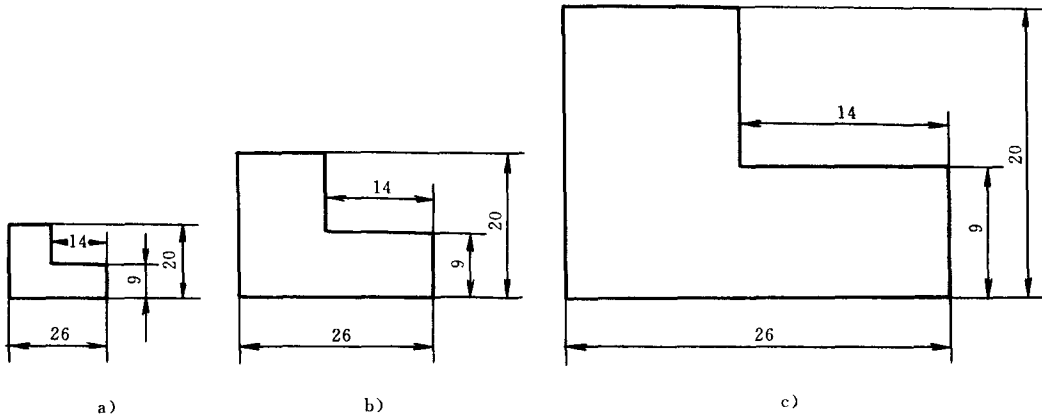


图 1-27 图形比例与尺寸数字

a) 1:2 b) 1:1 c) 2:1