

中等专业学校适用

机械制图

上册

吉林省机械工业学校

黑龙江机械制造学校 编

哈尔滨电机制造学校

黑龙江科学技术出版社

内 容 提 要

本书是为适应中等专业学校的教学需要,根据一九八一年一机部中等专业学校南京会议制订的机械制图(机械类)教学大纲而编写的。全书内容包括:制图的基本知识、投影作图、机械制图等三篇共十六章,其中包括部分选学内容,书末附有常用技术标准表格。书内的公差与配合,形位公差、螺纹等内容均采用了新国标。教学中可结合使用与本书配套的习题集(已同时出版)。本书可作为专业学校机械类各专业机械制图课程的教材,亦可供其他专业师生、机械工人和技术人员参考。

责任编辑 范震威

封面设计 昕 晖

机 械 制 图

上 册

吉林省机械工业学校
黑龙江机械制造学校
哈尔滨电机制造学校

编

黑龙江科学技术出版社出版
(哈尔滨市南岗区分部街28号)

86001印刷厂印刷·黑龙江省新华书店发行

开本787×1092毫米1/16·印张11·字数230千

1982年8月第一版·1982年8月第一次印刷

印数: 1—10, 800

书号: 15217·046 定价: 1.45元

前 言

本教材是在总结多年来制图课教学经验的基础上,针对中专教学的特点,根据一九八一年一月,一机部中等专业学校南京会议制订的中等专业学校机械制图(机械类)教学大纲编写的,其中增加了部分选学内容。全教材分三篇,共十六章(上、下册)。为方便教学起见,另编有配套用的习题集。

本教材适用于中等专业学校机械类各专业教学及阅读参考,也可供专科、电视大学、职工业余大学使用或参考。

参加本教材编审工作的有赵从开、田绍英、王守本、闻百桥、姜振声、王桂兰、关大复、杜兴亚、吴天生等同志。全书由赵从开、姜振声主编。杜兴亚和田绍英主审。书中插图稿由李立解、孙智红和潘洪琴复制。本教材在编写过程中,曾蒙哈尔滨工业大学、哈尔滨建筑工程学院和其他兄弟院校的李澄、邱岳、刘可成、谢培清、姜德风、李树恒、张志宽、王玉秀、唐学文、陈树国、李克民、胡玉君、姚桂芬、太史洪顺等同志帮助审阅,并提出许多宝贵的修改意见,在此谨表谢意。虽然如此,由于我们水平有限,不妥之处在所难免,敬请广大读者给予批评指正。

编 者

一九八二年一月廿一日

目 录

绪论	1
----	---

第一篇 制图的基本知识

第一章 制图工具及制图用品	1
§ 1—1 制图工具及其使用	3
一、图板和丁字尺	3
二、三角板	4
三、比例尺	4
四、分规	5
五、圆规	5
六、鸭嘴笔	6
七、绘图墨水笔	7
八、曲线板	7
九、擦图片	8
十、绘图机	9
§ 1—2 制图用品	9
一、图纸	9
二、铅笔	10
三、橡皮	10
四、绘图墨水	10
五、胶带纸	11
第二章 制图基本标准	12
§ 2—1 《机械制图》一般规定 (根据GB126—74)	12
一、图纸幅面和标题栏	12
二、比例	13
三、字体	14
四、图线及其画法	16
§ 2—2 尺寸注法	19
一、基本规则	19
二、标注尺寸的四要素	19
三、圆、圆弧和球的尺寸注法	21
四、角度的尺寸注法	22

五、小尺寸的注法	22
第三章 几何作图	23
§ 3—1 线段和圆周的等分	23
一、线段任意等分	23
二、圆周等分和作正多边形	23
§ 3—2 斜度和锥度的画法	25
一、斜度	25
二、锥度	26
§ 3—3 圆弧连接	26
一、圆弧连接的基本轨迹	27
二、圆弧连接的作图方法	27
§ 3—4 平面曲线	29
一、扁圆的画法	29
二、椭圆的画法	29
三、渐开线的画法	30
§ 3—5 平面图形的分析和作图步骤	30
一、平面图形分析	30
二、平面图形的作图步骤	32
§ 3—6 绘图的一般程序	32
一、绘图前的准备工作	32
二、固定图纸	32
三、画底稿	32
四、铅笔描深	32
五、上墨和描图	33

第二篇 投影作图

第四章 正投影的基本原理	34
§ 4—1 投影法的基本概念	34
一、投影的概念	34
二、投影法的分类	35
§ 4—2 正投影的基本特性	35
一、直线的投影特性	35
二、平面的投影特性	36
§ 4—3 三视图的形成和投影规律	37
一、三视图的形成	37
二、三视图的投影规律	38
三、物体三面视图的画法	39

第五章 点、直线、平面的投影	42
§ 5—1 点的投影.....	42
一、点在两投影面体系中的投影.....	42
二、点在三个投影面体系中的投影.....	43
三、特殊位置点的投影.....	45
四、两点的相对位置.....	45
五、重影点的投影.....	46
六、点的直观图画法.....	47
§ 5—2 直线的投影.....	47
一、直线的投影.....	47
二、各种位置直线的投影特性.....	48
三、求一般位置直线的实长和对投影面的倾角.....	50
四、直线上的点及点分割线段成定比.....	52
五、两直线的相对位置.....	53
六、直角投影原理.....	55
§ 5—3 平面的投影.....	56
一、平面在投影图上的表示法.....	56
二、各种位置平面的投影特性.....	57
三、平面上的直线和点.....	59
§ 5—4 直线、平面间的相对位置.....	60
一、平行问题.....	60
二、相交问题.....	62
三、垂直问题.....	64
第六章 基本几何体的投影	68
§ 6—1 平面立体的投影图和尺寸注法.....	68
一、棱柱.....	68
二、棱锥.....	69
§ 6—2 曲面立体的投影图和尺寸注法.....	71
一、圆柱.....	71
二、圆锥.....	72
三、圆台.....	72
四、球.....	73
五、环.....	74
第七章 轴测图	76
§ 7—1 轴测图的基本知识.....	76
一、轴测投影图的形成.....	76
二、轴测投影的基本术语.....	77
三、轴测投影的分类.....	77

四、轴测投影的特性	77
§ 7—2 正等轴测投影	78
一、平面立体正等轴测投影图的画法	78
二、迴转体正等轴测投影图的画法	80
§ 7—3 斜二等轴测投影	83
一、平面立体斜二测投影图的画法	83
二、迴转体斜二测投影图的画法	84
第八章 截交线和相贯线	86
§ 8—1 立体表面上的点和线	86
一、圆柱表面上的点和线	86
二、圆锥表面上的点和线	87
三、球体表面上的点和线	89
四、环体表面上的点	90
§ 8—2 截交线	90
一、截交线的性质	90
二、截交线的画法	90
三、求截交线的综合举例	97
四、基本体截切的轴测图	98
§ 8—3 相贯线	103
一、相贯线的性质	103
二、求相贯线的方法和步骤	103
三、求相贯线的综合举例	111
四、过渡线及其画法	112
五、画相贯体的轴测图	115
第九章 组合体的画法和尺寸注法	118
§ 9—1 形体的组合形式及分析	118
一、堆叠	118
二、切割	120
§ 9—2 组合体的画法	121
一、形体分析	121
二、主视方向的选择	122
三、选比例、定幅面	122
四、画图步骤	122
§ 9—3 组合体的尺寸标注	124
一、尺寸基准	124
二、尺寸配置	126
三、标注尺寸注意事项	126
四、尺寸标注的步骤	127

§ 9—4 读组合体视图和画轴测图·····	128
一、看图的基本方法·····	128
二、由两面视图补画第三视图·····	134
三、组合体轴测图画法·····	135
第十章 投影变换 ·····	138
§ 10—1 换面法及其应用·····	139
一、点的变换·····	139
二、直线的变换·····	142
三、平面的变换·····	144
四、换面法的应用·····	146
§ 10—2 旋转法·····	152
一、点的旋转及其规律·····	152
二、直线的旋转及其规律·····	153
第十一章 表面展开 ·····	156
§ 11—1 棱柱管和棱锥管的展开·····	157
一、截断棱柱管的展开·····	157
二、截断棱锥管的展开·····	157
§ 11—2 圆管制件的展开·····	158
一、斜口圆管的展开·····	158
二、异径直角三通管的展开·····	159
§ 11—3 圆锥管制件的展开·····	160
一、正圆锥管的展开·····	160
二、斜口圆锥管的展开·····	160
§ 11—4 管接头的展开·····	161
一、90°弯管接头的展开·····	162
二、“天圆地方”变形接头的展开·····	162
§ 11—5 正螺旋面的展开·····	163
§ 11—6 画展开图应注意的实际问题·····	164
一、板厚的处理·····	164
二、制品的接口·····	165
三、节约用料·····	165

绪 论

一、本课程的研究对象

机械制图是研究绘制和阅读机械图样的课程。在工程技术上，为了准确地表示物体的形状、大小、相对位置及其技术要求，通常需要将物体按一定的投影方法和有关技术规定表达在图纸上，这称之为工程图样，简称图样。机械图样是工程图样中应用最多的一种。

现代工业生产中各种工具、机床、车辆、船舶、电子仪器等的设计制造以及各种工程建筑的设计施工，都要以图样作为依据。设计者需通过图样表达设计对象；制造者需通过图样来了解设计要求，依照图样制造设计对象；使用者也需通过图样来了解设计、制造对象的结构和性能。人们还通过图样来进行国内或国际间的技术交流。由此可见，图样是表达设计意图、交流技术思想与指导生产的重要工具，是工业生产中的重要技术文件，也是工程界共同的技术语言。因此，任何工程技术人员，如果缺乏绘制与阅读图样的知识，将成为工程界的文盲。尤其在我国社会主义现代化建设的新时期中，对于每个未来的工程技术人员来说，要学好机械制图这门课程是非常重要的。

我们知道，任何机器都是由许多部件和零件组成的，部件又是由较多零件组成的。表达机器的总装配图（总图），表达部件的部件装配图和表达零件的零件图，统称为机械图样。图01表明了机器、部件和零件间连同它们的图样间的关系。图01的左上角所示为一台XW铣床，它由床头箱、溜板箱、进给箱、刀架、床身和尾座等部件组成。图01的右上角为铣床中的一个部件——尾座的装配图，用来说明尾座的工作原理、装配关系以及组成零件的名称、数量、主要的结构形状等，以便了解尾座的构造和设计要求并用来指导该部件的装配。图01的左下角为尾座上的一个零件——定位键的零件图，它用来说明定位键的形状、尺寸、技术要求、材料、数量等，以便进行加工和检验。可见，装配图和零件图相互依赖，各有所用。

将物体投影，并把它形状、大小表达在图纸上，称为图示法。在图纸上用几何作图来解决空间几何问题（定位、度量、轨迹）的方法，称为图解法。本课程学习的基本内容主要是如何用图示、图解理论来表达零件的形状或根据给定的图样来想象其零件的结构形状。而对于工艺要求、合理标注尺寸、技术要求等内容只作适当介绍，有待后续课程以及今后工作中进一步充实和掌握。

二、本课程的性质、任务、内容及学习方法

机械制图是工科院校中一门必修的重要技术基础课。它是一门既有理论又有实践的课程。本课程的主要任务是培养学生具有绘图、看图能力和空间想象力。通过本课程的学习，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. 能运用所学的基本理论、基本知识、基本技能来绘制与阅读零件图和装配图,认真贯彻国家标准《机械制图》的有关规定,并具有查阅常用手册的初步能力。

3. 具有用图解法解决空间几何问题的初步能力。

4. 具有一定的空间想象力和初步的空间构思能力。

通过本课程的学习和训练,为学生进一步提高绘图和看图能力打下必要的理论基础与实践基础。随着后续课程的学习,以及通过实践的经验积累,使学生逐步地达到设计与绘制合理的生产图纸的要求。

本课程主要包括以下三部分内容:

第一篇 制图的基本知识—(1~3章)讲述绘图工具的使用、图样的基本标准及几何作图等基本知识。

第二篇 投影作图—(4~11章)讲述有关绘制和阅读图样的投影原理和方法。

第三篇 机械制图—(12~16章)讲述有关绘制和阅读图样的规则和方法。

学习本课程要有较好的学习方法。在学习理论基础部分时,必须掌握其基本概念、基本图示原理和作图方法。为了建立空间概念,应该反复进行由物体绘成图样,以及由图样来想象出物体形状的练习。

在图示物体时,要分析空间几何要素或物体所处的位置以及它们之间的相对位置,然后应用投影方法在图纸上表示出来。在图解空间几何问题时,要首先分析已知条件和解题要求,然后考虑相应的图解方法,再进行作图。

实践是巩固理论学习和验证理论知识是否学到手的有效途径,因此,学习时除了听课外,还必须独立完成一定数量的习题和作业。

绘图和看图能力的培养,主要是通过一系列的制图作业来进行,在作图的实践过程中,必须进一步掌握物体的表达方法,特别是形体分析法,正确地使用绘图仪器与工具,逐步掌握绘图技能,以及熟悉制图国家标准和有关技术标准。

在画图 and 看图实践过程中,要注意培养耐心细致的工作作风和严肃认真的工作态度。

三、我国工程图发展简介

机械制图同其它学科一样,是劳动人民在长期的社会实践,首先是生产斗争的推动下发展起来的。我国古代劳动人民根据建筑方面的需要,在营造技术上广泛使用了类似现今所采用的正投影或轴测投影原理来绘制图样,如“新仪象法要”一书中所载测绘“灵宪图”的“浑天仪”的零件分图和装配图,以及明代宋应星所著“天工开物”一书中的大量图例等。

由于工业生产和科学技术的发展,图样的作用显得越来越重要。到了近代,机械制图就已发展成为一门独立的学科。它的内容随着现代科学的发展也在不断更新和变化,目前它所研究的对象已扩大为图示、图解、图算、图表、标准化更新以及绘图自动化等理论研究与实践应用。可以预料,在不久的将来,本门学科的发展将会提高到一个新的水平。

第一篇 制图的基本知识

第一章 制图工具及制图用品

要准确而又迅速地绘制图样，必须正确合理地使用制图工具和用品，经常进行绘图实践，不断总结经验，才能逐步提高绘图的基本技能。

常用的制图工具主要有：图板、丁字尺、三角板、比例尺、绘图仪器（分规、圆规、鸭咀笔等）、曲线板等。制图用品有：图纸、铅笔、橡皮等。

§1-1 制图工具及其使用

一、图板和丁字尺

图板供铺放图纸用。它一般用胶合板制成，四边镶有硬木边，工作表面应平坦、光洁，左右两导边应平直，使用前可用直尺通过光隙检查是否平直。图板不可用水洗刷和在日光下曝晒，以防变形或开裂。

丁字尺是用来画水平线的。它由尺头和尺身组成，尺头的内侧边与尺身的工作边必须平直。尺头与尺身结合处必须牢固不松动。用时，应将尺头内侧边紧贴图板的导边，使尺身工作边处于正确位置。应注意不可用丁字尺击物和用刀片沿尺身工作边裁纸，以免损伤工作边。用毕后，应将丁字尺挂在墙上，以免尺身弯曲变形。

用丁字尺画水平线，应自左向右，如图1-1中所示。

左手扶住丁字尺尺头，使内侧边紧靠图板左导边，右手执笔沿尺身工作边自左向右

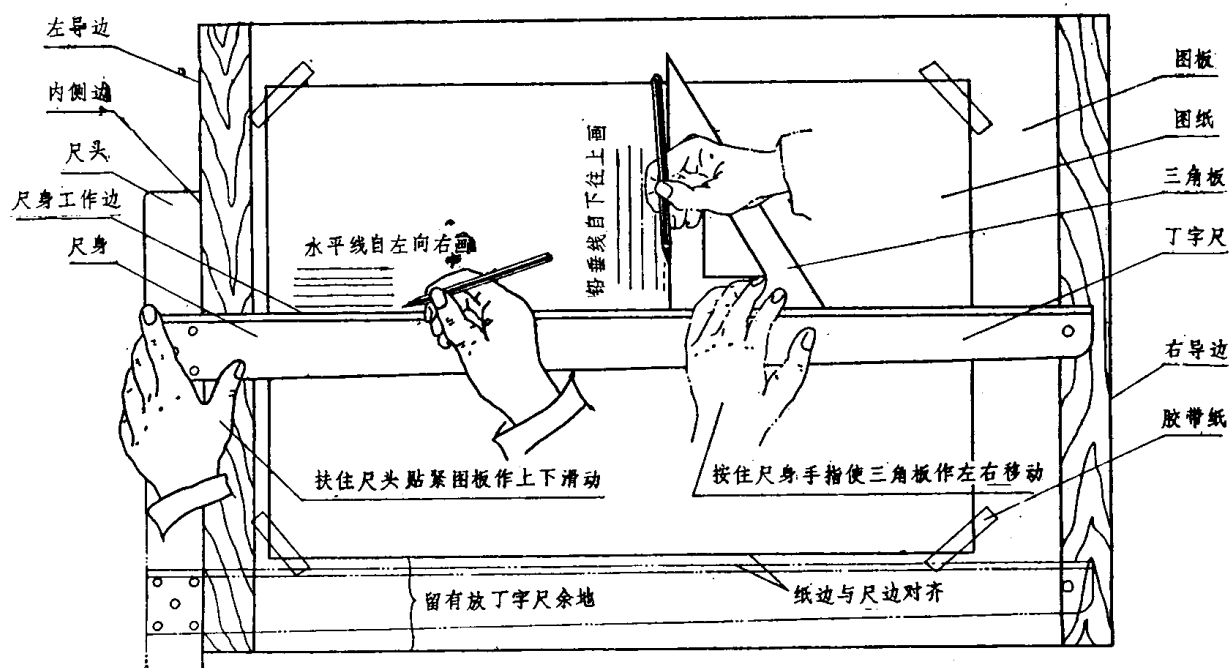


图1-1 画水平线和铅垂线

画线，笔尖应紧靠尺身，笔杆略向右倾斜。不可用右手帮助推动丁字尺，当画较长水平线时，可把左手移过来揪住尺身。如将丁字尺沿图板导边上下滑动，即可作一系列相互平行的水平线。

二、三角板

三角板是用来画角度线的工具。一付三角板有 45° 和 $30^\circ \times 60^\circ$ 角各一块。画图时最好有一付规格不小于30厘米的三角板。使用前可通过几何作图的方法检查角度是否正确。

三角板和丁字尺联合使用时，可画铅垂线和画 30° 、 45° 、 60° 以及 15° 倍数角的各种倾斜线，其方法分述如下：

1. 画铅垂线时，应自下而上，如图1—1中所示。

将三角板的一直角边紧靠丁字尺工作边，然后左手按住尺身和三角板，铅笔紧贴另一直角边自下而上画线。用手指使三角板紧贴尺身作左右移动，即可画一系列相互平行的铅垂线。

2. 画 30° 、 45° 、 60° 倾斜线的方法，如图1—2所示。注意三角板的摆放、翻转和画线方向。用 45° 三角板与丁字尺联合使用也可把圆周四等分或八等分。用 30° 、 60° 三角板与丁字尺联合使用也可把圆周六等分或十二等分。

3. 画 15° 倍数角倾斜线的方法，如图1—3所示。

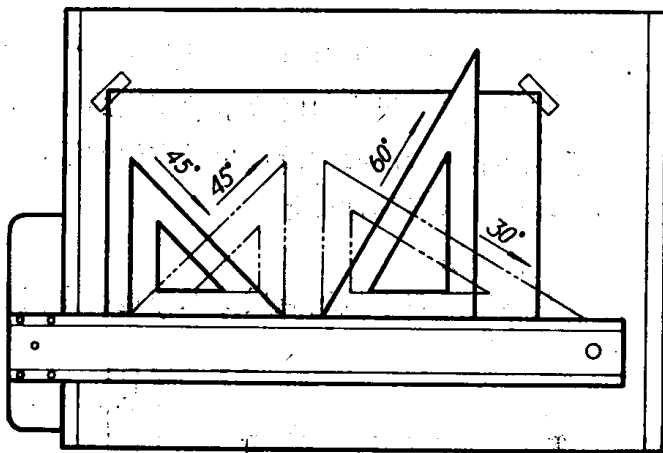


图1—2 画 45° 、 30° 、 60° 倾斜线

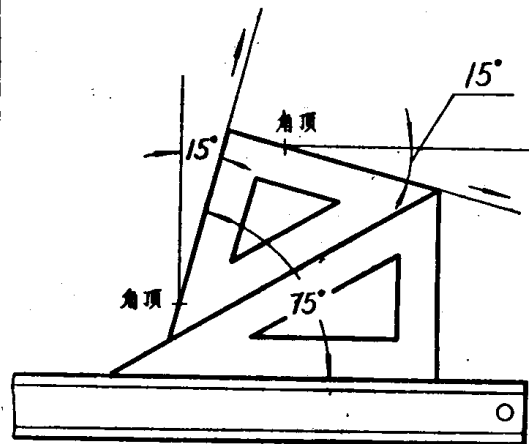


图1—3 画 15° 倍数角倾斜线

4. 用两块三角板画已知倾斜线的平行线和垂直线的方法，如图1—4所示。

如图1—4 (a)，画已知倾斜线的平行线时，先将第一块三角板的一边与已知倾斜线AB重合；第二块三角板与它的另一边靠紧；再将第一块三角板紧靠第二块三角板移动，便可用平行于AB的一边过定点K作AB的平行线。

如图1—4 (b)，画已知倾斜线的垂直线时，先将第一块三角板斜边与已知倾斜线CD重合；第二块三角板与它的另一边靠紧；第二块三角板固定不动，将第一块三角板旋转 90° ，使它的另一直角边紧靠第二块三角板滑动，斜边过M点时即可作出CD的垂直线。

三、比例尺

比例尺又叫三棱尺，它是供量取不同比例的尺寸用的。尺的三个棱面上刻有六种不同比例的刻度，可按所需比例量取尺寸画图。

尺上标记1:1 (或1:100或1:1000) 的刻度是度量和实物尺寸相同的一种尺度。尺上

标记1:2（或1:200或1:2000）的刻度是度量比实物尺寸短一倍的一种尺度。其余标记的含义均类同。

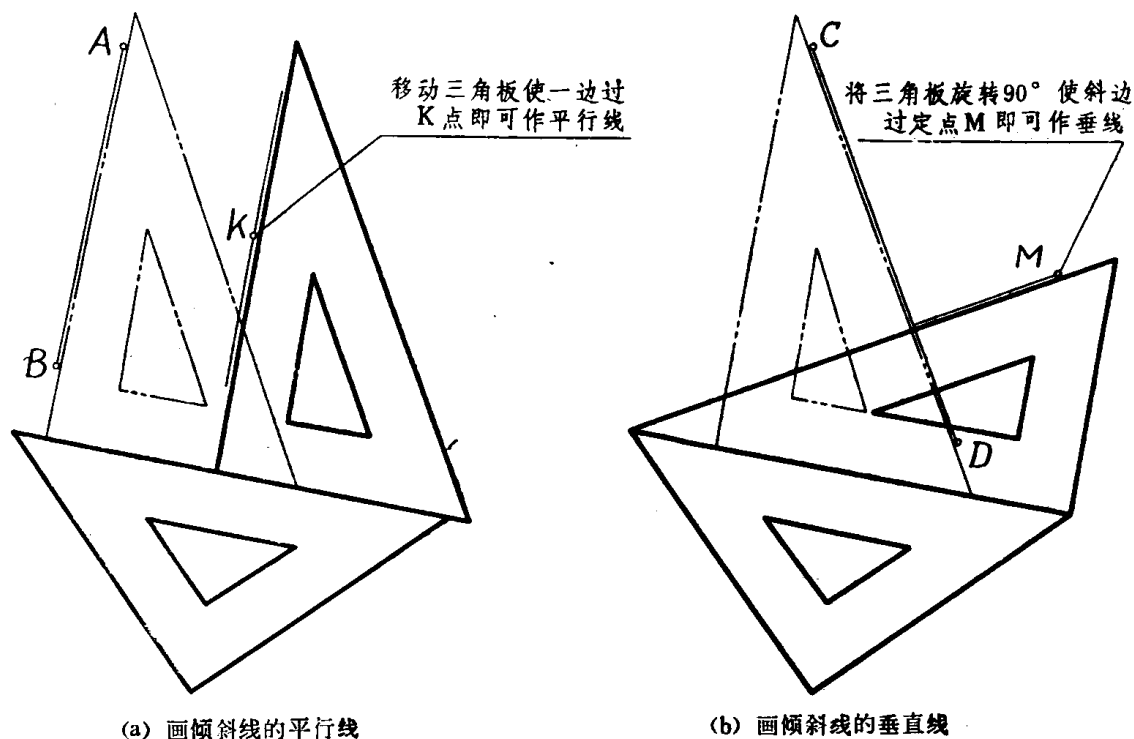


图1-4 画倾斜线的平行线和垂直线

比例尺不能当直尺画线用。常按所需比例用分规在比例尺上截取长度，其用法如图1—5所示。也可直接把比例尺放在图纸上量取长度。

四、分规

分规是用来量取线段和等分、移置线段的工具。它的两个针尖并拢后应一样齐，作图才能准确。

用分规量取尺寸时，需用一只手调整两脚的开度，并注意不要将针尖扎入尺面。量取尺寸的手势如图1—5。

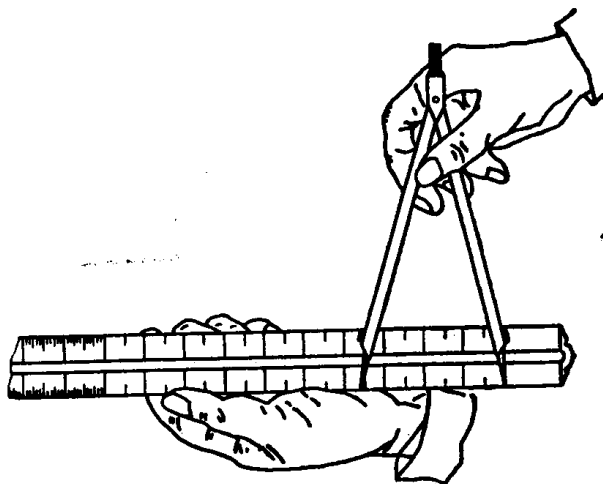


图1-5 用分规量取长度

用分规等分线段的方法，如图1—6所示。先凭目测估计，大致使分规两针尖距离接近等分线段的长度，然后用右手捏住分规柄，使分规两针尖沿线段交替作圆心旋转前进，对线段进行试分。试分后的差距，要按等分份数调配到等分长度上，再重新试分，直至满意为止。同理，用分规也可以等分圆弧或角度。

五、圆规

圆规是画圆或圆弧的工具。圆规的钢针有两种不同的针尖，画圆或圆弧时应使用有台阶的一端，并使它插入图板中。钢针的台阶应与铅芯尖端平齐。随着所画圆弧半径的

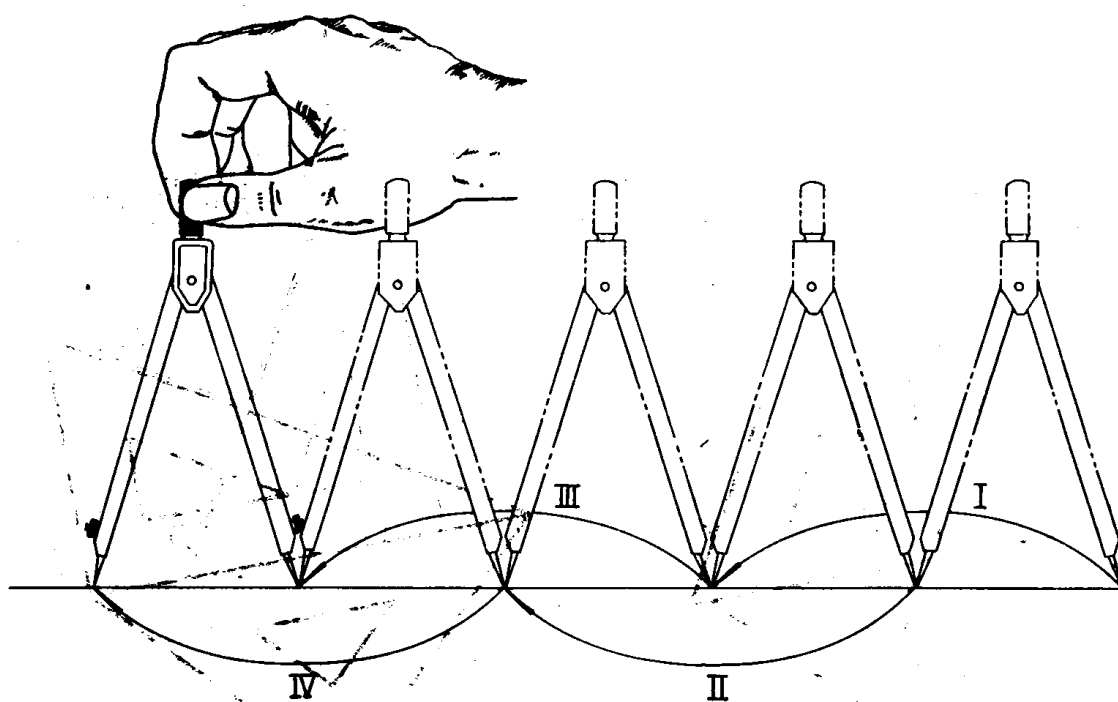


图1-6 用分规等分线段

不同，还应调整铅芯插腿和钢针的关节，使铅芯和针尖均垂直于纸面。圆规的用法，如图1-7所示。

画圆时圆规应略向前进方向倾斜，作等速转动，以使用力均匀，如图1-7(a)。画大圆或大圆弧时，可将延伸杆接在圆规上使用，如图1-7(b)。

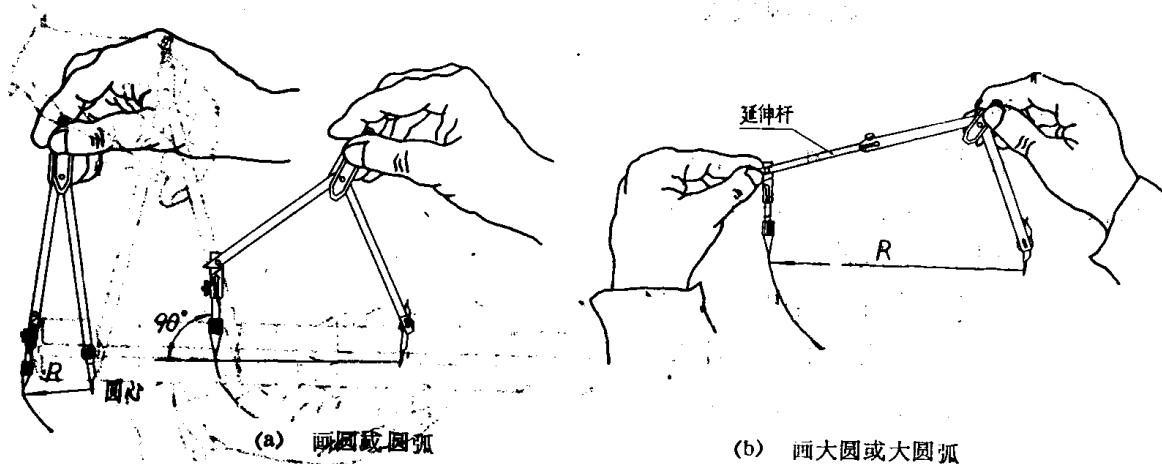


图1-7 圆规的使用方法

六、鸭嘴笔

鸭嘴笔主要用来描图画墨线。它由笔杆和两个钢片组成。钢片中部有一个调节螺钉，用来调节钢片开度，以确定墨线的宽度。

描图时，应用蘸水笔尖将绘图墨汁适量地注入两钢片间，注意不要把墨汁弄到钢片外面，如钢片外面沾有墨汁应立即揩拭干净。正式画线前，应在与图纸或描图纸质量相同的纸上试画，调至线型宽度符合要求后再正式画线。

画线时，两钢片应同时接触纸面，笔杆略向前进方向倾斜，速度要均匀，如图1-8(a)

所示。图1—8(b)、(c)为不正确使用的结果。

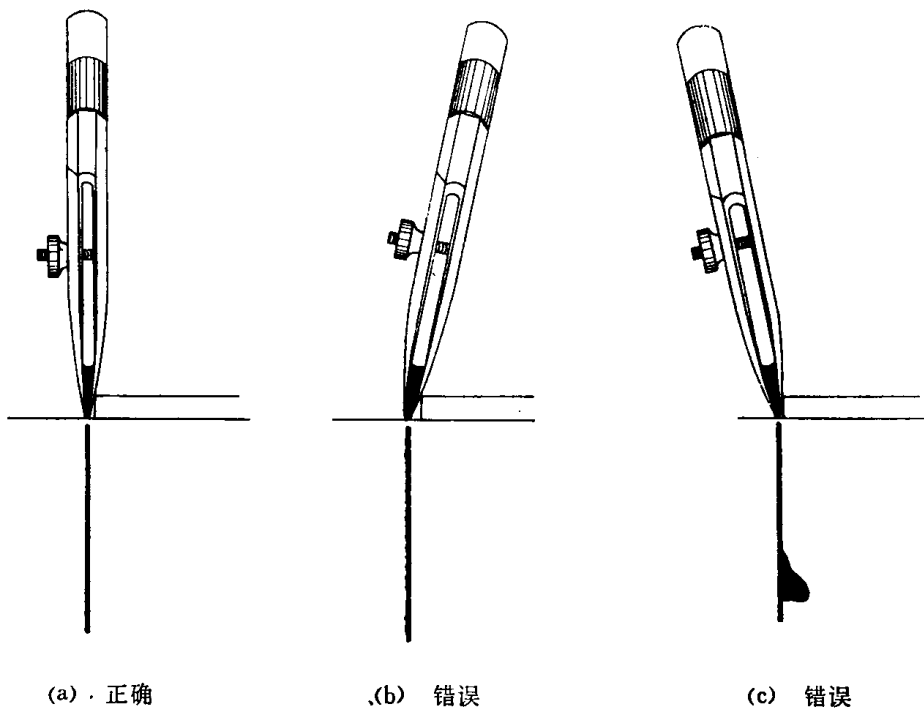


图1—8 鸭嘴笔的使用

鸭嘴笔用毕后，应将墨汁揩拭干净，但不能使用刀片等硬物去除墨垢。

七、绘图墨水笔

绘图墨水笔是画墨线的一种新工具，如图1—9所示。目前我国生产的绘图墨水笔，主要有画线宽度为0.3、0.6、0.9和0.3、0.45、0.6、0.8、1.0、1.2毫米共两套七种规格。这种笔内有储存碳素墨水的笔胆，笔头用无缝不锈钢针管制成。

用绘图墨水笔画线，无需调节线型宽度，线型准确一致，且不易滴污纸面，因而可以提高描图质量和速度。用它来描绘非圆曲线，效果更好。

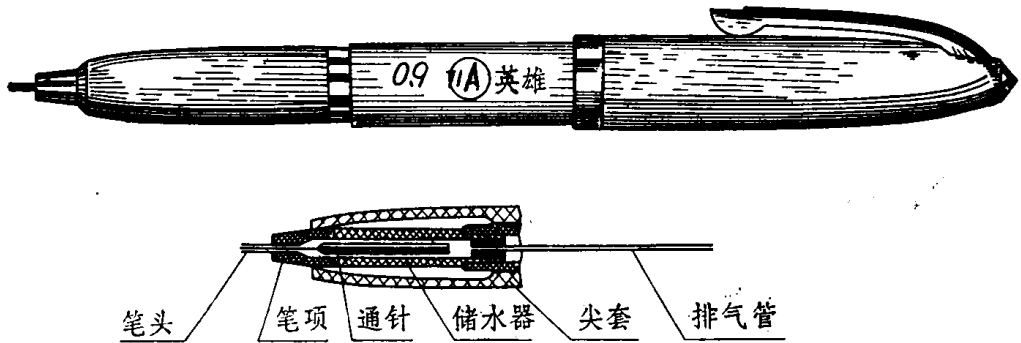


图1—9 绘图墨水笔

八、曲线板

曲线板是用来画非圆曲线的工具。曲线板的轮廓线由多段不同曲率半径的曲线组成。

用曲线板画曲线时，必须分几次完成。其方法如图1—10所示。

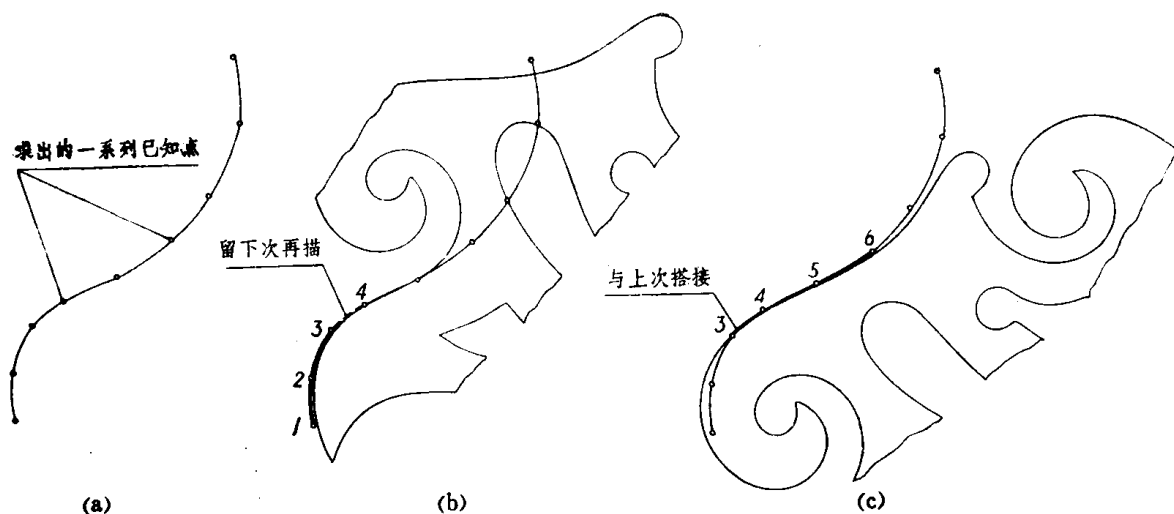


图1-10 曲线板的用法

1. 先将需要连接的各点求出来，徒手轻轻地顺次连接起来，如图1—10(a)。
2. 选择曲线板上曲率适当的一段，凑上去描，每次连接应至少通过三至四个点，并留一段下次再描，如图1—10(b)。
3. 下次描时，其前面应有一段与上次所描的线段重复，后面应留一段待第三次再描，如图1—10(c)。

这样所画的曲线才能光滑。若个别点位置不够准确，可在连接时调整。

用曲线板画对称曲线时，应从经过顶点的一小段开始，如图1—11(a)所示；要对称地使用曲线板上同一段曲线，如图1—11(b)所示。不要从顶点画起，免得曲线变尖。

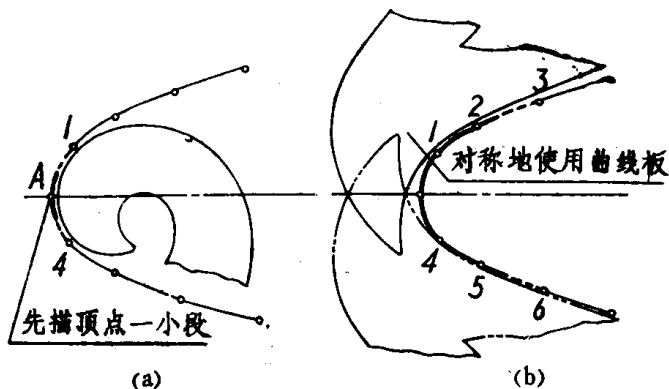


图1-11 用曲线板画对称曲线

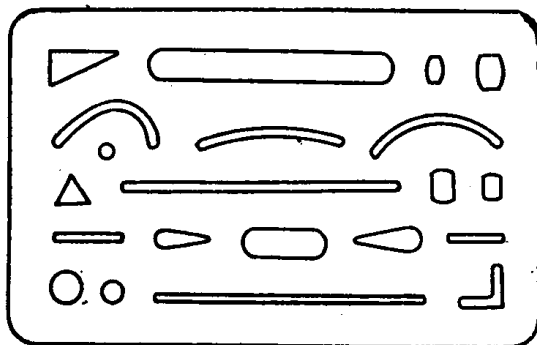


图1-12 擦图片

九、擦图片

擦图片是协助擦去线条的工具，如图1—12。使用时，应根据要擦线条处部位的形状、大小，选用合适的缺口，将缺口对准要擦的线条，用橡皮擦拭，这样便不会擦掉邻近的其它线条。

擦图片有金属的，也有透明塑料的，擦图片越薄越好。

十、绘图机

绘图机是一种综合的绘图设备。图1—13为钢带式绘图机，用它可以绘制1号幅面范围内的各种图纸。这种绘图机，固定在机头上的一对互相垂直的纵横直尺，在移动时可

始终保持平行，机头还可以作 360° 转动。它能代替丁字尺、三角板、量角器等绘图工具，从而使绘图效率大为提高。

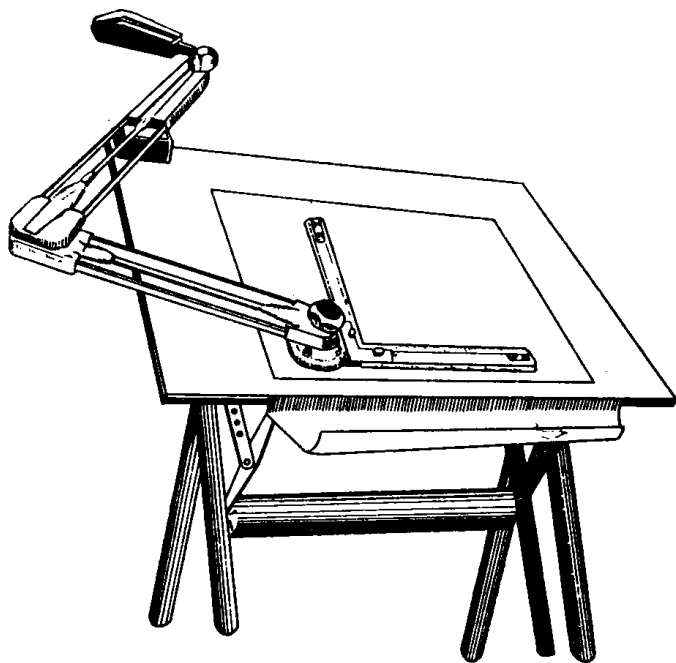


图1—13 钢带式绘图机

§1—2 制图用品

一、图纸

图纸即为绘图用纸。对它的要求是：用橡皮擦纸面不易起毛；上墨时不会润污；折迭时不易折断。

图纸在图板上的固定方法，如图1—14 (a) 所示。较小幅面的图纸应固定在图板的左面偏下位置，应使图纸下方能容得下丁字尺。并用丁字尺比一比图纸的水平边是否放正，然后用胶带纸在图纸的四角按对角次序贴住固定。图1—14(b)，表示图纸固定的不正确。

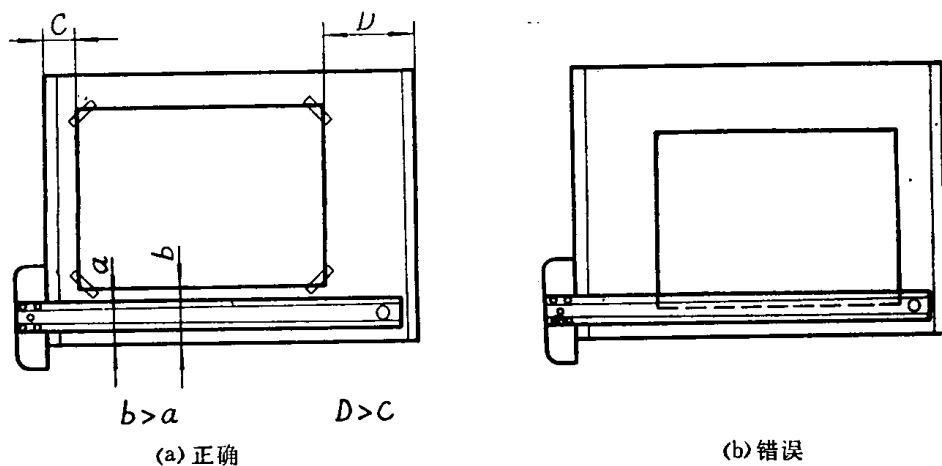


图1—14 图纸的固定