

机械工业中等专业教育
机械制造专业系列教材

任志聪 主编

机械制图

(上册)

东南大学出版社

机械工业中等专业教育机械制造专业系列教材

机 械 制 图

(上)

任志聪 张永庚 刘国初 编

刘崇德 主审



东南大学出版社

内 容 提 要

本教材共 11 章。内容有：绪论、制图的基本知识和技能、正投影法和三视图、基本体三视图和尺寸标注、轴测图、截交线和相贯线、组合体、机件的表达方法、零件图、标准件和常用件、装配图、展开图及附录等。

本教材的术语、字体、符号等标准均按国家标准局 1993 年公布的标准编写。

本教材适用于中等专业学校机械类各专业“3+1”模式和三年制教学，也可供相近专业使用或参考。

出版说明

这套由 18 门课程组成的中等专业学校机械制造专业教材，是由机械工业中专教育研究会组织编写的。为适应社会主义市场经济和机械工业发展的需求，机械工业中专教育必须改革。机械工业部自 1986 年起，组织了机械制造专业的教改试点工作，确立培养生产现场工艺实施型人才为专业培养目标，调整知识结构，重视工程实践能力的培养，加强素质教育，为此，必须改变课程体系，编写新的教学用书。

1993 年底，机械工业中专教育研究会确定成立中专机制专业教材编审委员会，组织行业学校拟订了机械工业中专机制专业实施性教学计划和教学大纲（已出版合订本），并联合编写语文、英语、应用数学基础、物理、机械制图、工程材料与金属热加工、工程力学、机械设计基础、电工学与工业电子学、计算机应用基础、测量技术、液压传动、机械加工基础、机械加工工艺、机械加工工艺装备、金属切削机床、机床电气控制、机械工业企业车间管理等 18 门课程的教材。经过广大编审人员的共同努力，现在，这套教材由东南大学出版社正式出版。

这套教材相对于过去的课程体系、课程大纲、课程内容有较大幅度的变化。其主要特点是：这 18 门课程相互有机结合，形成整体优化的教学体系，它不是强调一门课程自身体系的完整性、学科性，而是对邻近学科适当综合，例如，把原公差配合与技术测量中公差与配合标准插入机械制图和机械设计基础课程的相关部分，而把测量技术单独设课并加强实验综合练习；重视各门课程的相互联系和分工，避免内容重复、交叉和脱离实际，例如工程力学与物理有关力学内容彼此照应；把专业课中的常规内容组织为一门《机械加工基础》课，提前在二年级教学实习中现场讲授；各门课程围绕以培养能力为基础加强了实践环节，如增设实验专用周等；普通课重在学生职业素质培养，注重专业的针对性和实用性。18 门课的学时均有较大的削减。

这套教材适用于招收初中毕业生机制专业四年制的“3+1”模式和三年制，也

可供职业中专、职工中专、函授中专使用。其中语文、英语、应用数学基础、物理通用于机电类专业，机械制图、工程材料与金属热加工、工程力学、机械设计基础、电工学与工业电子学、计算机应用基础通用于机类专业。

这套教材由机械行业 16 所中专校的 70 余名教师参加编写，由主审和编委会对文稿和图稿作了认真审校。在编审过程中，得到了咸阳机器制造学校、福建机电学校、四川省机械工业学校、上海市机电工业学校、常州机械学校、西安仪表工业学校、芜湖机械学校、湖北汽车工业学院中专部、靖江市工业学校、廊坊市工业学校、湖南省机械工业学校、邯郸市工业学校、嘉兴市中等专业学校、成都市工业学校、浙江机械工业学校、陕西第一工业学校、辽宁仪器仪表学校、江苏无锡机械制造学校和东南大学出版社等单位的大力支持，谨致诚挚的谢意。衷心希望广大教师和学生在使用中提出宝贵意见，以便在修订时改进，使之日臻完善。

**机械工业中专教育研究会
机制专业教材编审委员会**

1995 年 7 月

前 言

《机械制图》是机械工业中等专业教育机械制造专业系列教材之一。机械工业中等专业教育研究会机制专业教材编审委员会根据中专学校机制专业培养生产现场工艺实施型技术人才的目标和毕业生主要从事机械制造工艺规程的编制与实施、工艺装备的设计、机械设备的安装调试维护和改造、机械加工中质量分析与控制等工作的要求制定了实施性教学计划。该计划规定本门课程的教学任务是培养学生具有绘制和识读中等复杂机械图样及机械测绘的能力。教学时数为 220 学时,其中理论教学 90 学时,实践教学 128 学时。依据教学计划和编审委员会审定的教学大纲,我们编写了《机械制图》教材。本教材有以下几个特点:

1)由浅到深、难点分散;2)文字精练、简明易懂;3)方便授课、利于自学。

本教材的编写指导思想是基本理论以够用为度,加强了工程实践能力的培养。在内容取舍上,保留了作为车间工艺技术员必不可少的传统的机械制图基本知识和投影理论,减少了点、线、面相互关系等抽象而对画机械图样关系不大的内容,加强了图样的画法和尺寸的标注。在编写体例上遵循教学规律和教材使用的特点,注意贯彻精讲多练和理论联系实际的原则。在加强工程的训练方面,本教材突出了公差配合的标注和测绘能力的培养。通过本教材的教学,力图使学生达到以下要求:1)掌握正投影的基本原理和作图方法。2)能够识读和测绘基本接近实际的中等复杂程度的机械零件图装配图。所绘图样应做到:投影正确、线型标准、尺寸完整、字体工整、符合国家标准《机械制图》规定。3)掌握绘制轴测图的基本方法。4)具有表面粗糙度、公差配合、形位公差的识读、选择和标注能力。

采用本教材,请注意:1)授课时与高教出版社 1995 年出版的《机械制图教学挂图》配合使用。2)标准件、常用件、及零件图部分与书后附录或《机械零件设计手册》配合使用。

本书由福建机电学校任志聪主编,咸阳机器制造学校张永庚、靖江市工业学校刘国初协编;四川省机械工业学校刘崇德主审。任志聪编写绪论及第 3、4、9、10、11 五章,张永庚编写第 1、2、8 三章,刘国初编写第 5、6、7 三章。

本书在编写中参考了:1)王其昌主编《机械制图》,机械工业出版社,1993 年;2)郑大锡主编《怎样看机械图》,山东科学技术出版社,1979 年。编写中得到李国绩、吕守祥、孙跃江等老师的指点帮助,郭宝恋、蔡毅斌同志描绘了大量插图,在此一并致谢。

由于编者水平所限,加之时间仓促,错误与不足之处在所难免,请不吝赐教,以便修订时改进。

编者

1995 年 2 月 11 日

目 录

绪论	1
1 制图的基本知识和技能	2
1.1 绘图工具及其作用	2
1.2 国家标准《技术制图》的基本规定	6
1.3 绘图及描图工作方法	21
1.4 常用几何图形画法	23
1.5 平面图形的画法	26
2 正投影和三视图	30
2.1 投影的基本知识	30
2.2 物体的三视图	33
2.3 实体上点的投影	37
2.4 立体上直线的投影	38
2.5 立体上平面的投影	41
2.6 换面法	44
3 基本体三视图及其尺寸标注	48
3.1 多面体三视图	48
3.2 回转体三视图	56
4 轴测图	69
4.1 轴测图的基本知识	69
4.2 正等测图	70
4.3 斜二测图	78
5 截交线和相贯线	82
5.1 截交线及截断体的尺寸标注	82
5.2 相贯线及相贯体的尺寸标注	92
6 组合体	106
6.1 组合形式	106
6.2 画组合体三视图的方法和步骤	107
6.3 组合体三视图的尺寸标注	112
6.4 组合体的识读	115
6.5 绘徒手图的方法	121
7 机件的表达方法	123
7.1 视图	123
7.2 剖视	127
7.3 剖面	138

7.4	其它表达方式	141
7.5	看剖视图和剖视图的尺寸标注	142
7.6	各种表达方法应用	151
7.7	第三角投影	155
8	零件图	158
8.1	概述	158
8.2	零件的视图选择	160
8.3	零件测绘的方法和步骤	162
8.4	零件的工艺结构	170
8.5	零件图上的尺寸标注	173
8.6	零件图上的技术要求	179
8.7	表面粗糙度	180
8.8	公差与配合	192
9	标准件和常用件	227
9.1	螺纹	227
9.2	常用螺纹紧固件	234
9.3	键和销连接	236
9.4	齿轮	242
9.5	弹簧	254
9.6	滚动轴承	256
10	装配图	259
10.1	装配图概述	259
10.2	装配图的表达方法	261
10.3	画装配视图	262
10.4	装配图的尺寸标注和技术要求	268
10.5	装配图中零部件的序号、明细栏和标题栏	269
10.6	画装配图的方法步骤	270
10.7	部件测绘	272
10.8	看装配图	276
10.9	焊接图	278
11	展开图	280
11.1	求一般位置直线的实长	281
11.2	平面制件展开图	282
11.3	可展曲面制展开图	283
	附录	287

绪 论

1. 为什么要学习机械制图

人们在日常生活中可以看到裁剪服装、制作家具要根据图样进行加工。建造房屋、架设桥梁要根据图样进行施工。机械加工、冶金矿产、化工仪表、水利工程、飞机制造……都必须根据图样进行生产。这些图样统称工程图样。

生产部门性质不同,对图样的要求和名称也不同。工程图样分有建筑制图、水文制图、船舶制图、机械制图等。

机械制造行业所用的主要是机械制图。设计师通过机械图样表达了他们的设计意图,工艺师根据图样组织生产,工人根据图样进行加工,检验人员根据图样检查、鉴定,用户根据图样安装、调试。总之,机械图样是机械制造的依据。

图样必须有统一的标准,我国已经制定出《机械制图》国家标准。图样是工技术人员的共同语言,图样是无声的指令。

机械制造中,无论是企业的领导、设计部门的设计师或者是工厂、车间的工艺师、生产工人、检验人员、产品销售人员、设备维修人员都必须学会看机械图,学会画机械图。

2. 图样与机器的关系

工厂里使用的机械图样,主要是装配图和零件图两种,它们都是机械制造的重要技术文件。机器是由许多零、部件装配而成的。整台机器有一幅总装配图,每一个零件也有一张零件图。工人们根据零件图(或工序图)由许多工序协作加工成成品,当零件都加工成成品或半成品时,再根据装配图装配成部件或机器。在整个生产过程中,始终离不开图样。由计算机控制生产(CAM)则将图样转化成加工程序控制机床完成工件的加工,所谓的无图纸生产,但其实质仍然是根据图样进行的。学习机械制图,主要是学会识读并绘制机器的零件图和装配图。

3. 如何学习机械制图

一部机器从设计到加工、装配或整机,经过数十人乃至数百人的手,全凭图样的要求进行生产,这就要求所有参与的人都看懂它。这就要一个统一的标准,则《机械制图》国家标准,简称“GB”。学习机械制图是一个贯彻执行国家标准的问题,必须有足够的重视。

图样是重要的技术文件,图样错了或尺寸错了,将出现废品。如果大批量生产,将造成巨大损失。因此学习机械制图必须一丝不苟,严肃认真,宁可图样反复修改,也不允许错误的图样投入生产。

本课程的特点是实践性强,必须认真听课、勤动脑筋、多做练习。

坚持理论联系生产实际,经常到工厂实习、参观积累生产经验,这是学好机械制图的重要方法。

学习机械制图还必须正确地使用绘图工具和仪器,同时重视徒手绘图能力的培养。既要画好仪器图又要学会画徒手图。

总之,只要我们认真贯彻、执行《机械制图》国家标准,认真听课,勤动脑筋,刻苦练习,理论联系实际,学好机械制图是做得到的。

1 制图的基本知识和技能

本章主要介绍制图工具与用品的使用方法,国家标准《技术制图》的基本规定,平面图形的作图和尺寸注法。

1.1 绘图工具及其作用

要绘制出高质量的图样,就必须掌握绘图工具的正确使用方法。

1.1.1 图板

图板为矩形木板,侧面为引导丁字尺移动的导边,如图 1.1(a)。

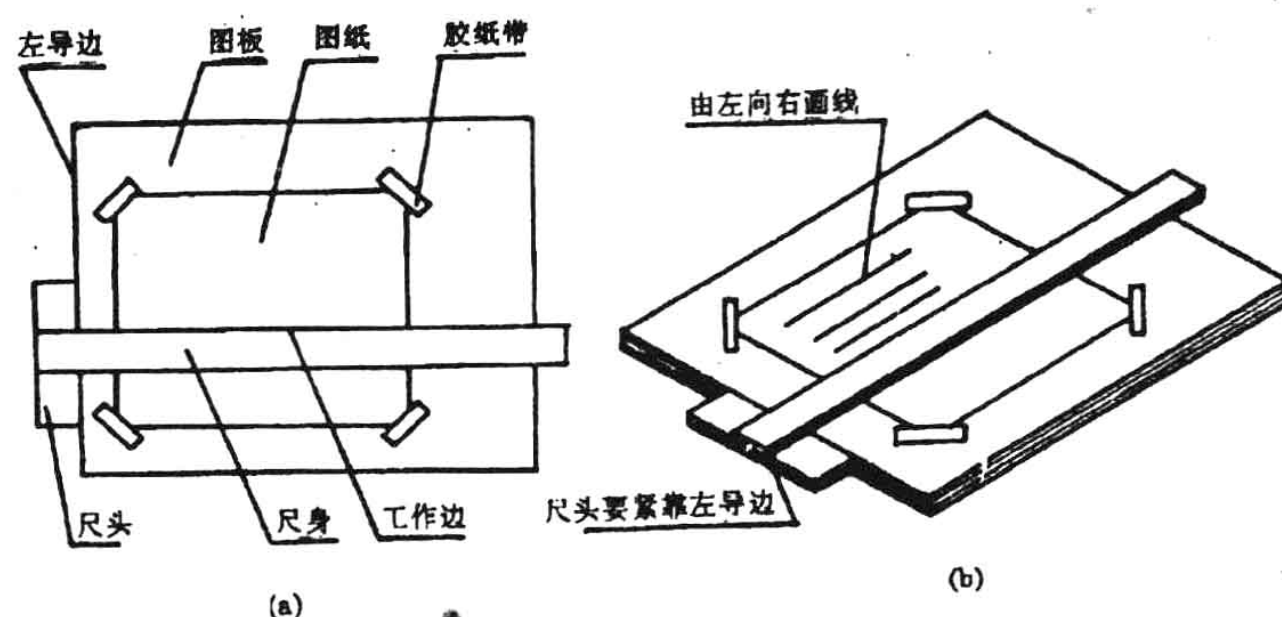


图 1.1 图板与丁字尺

1.1.2 丁字尺

丁字尺尺身与尺头互相垂直固定在一起,呈“T”字形,它主要用来画水平线和作三角板移动的导边。使用时左手扶住尺头,使尺头内侧紧贴图板左导边,每移动一次必须检查一下。画水平线时,铅笔沿尺身由左向右画线,并向前进方向自然倾斜 60° ,如图 1.1(b)。

1.1.3 三角板

三角板是两块分别具有 45° 及 30° 、 60° 的直角三角形透明板。一般与丁字尺配合使用以绘制垂直线(从三角板左侧由下往上画),绘制与水平线成 15° 倍角的倾斜线以及它们的平行线,如图 1.2 所示。

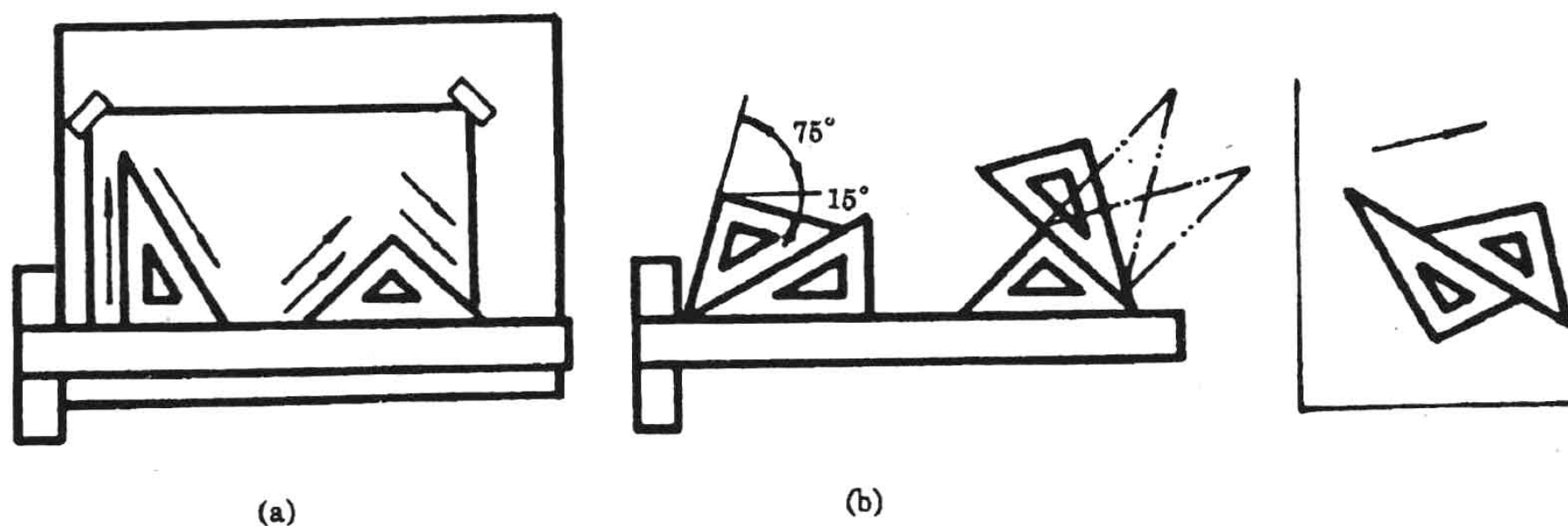


图 1.2 三角板及其应用

1.1.4 圆规

圆规是用来画圆或圆弧的。装有钢针的腿称为固定腿,画图时,必须使带有台阶的针尖扎入图纸的圆心位置。另一条带有肘形关节的腿称为活动腿,装上铅芯插脚用来画圆;换上钢针插脚可以用来量取尺寸和等分线段或圆弧当分规用,用时两针尖须能交于一点;装上鸭嘴笔插脚或以用来画墨线圆;接上接长杆可用来画直径较大的圆。如图 1.3。

使用圆规画圆时,首先要使用铅芯尖与钢针尖台阶面对齐,长或短都不便于画图。画图时,以右手拇指和食指捏住圆规头部手柄顺时针方向转动,速度和用力要均匀,并使圆规沿运转方向自然倾斜,如图 1.4 所示。

圆规所用铅芯在画铅笔底稿时,装用 2H 铅芯可磨成斜铲形,如图 1.5(a),或者磨削成锥形。描粗或加深时,则用 HB 或 B 铅芯,形状为四棱柱磨斜,如图 1.5(b)。

1.1.5 分规

分规是用来量取线段和等分线段的工具。使用时,它的两针尖应平齐。等分线段时,先将两针尖开启到所需距离,然后用右手捏住手柄,使两针尖沿线段交替作为圆心旋转前进,如图 1.6 所示。用分规等分线段一般要经过几次试分才可以达到目的。

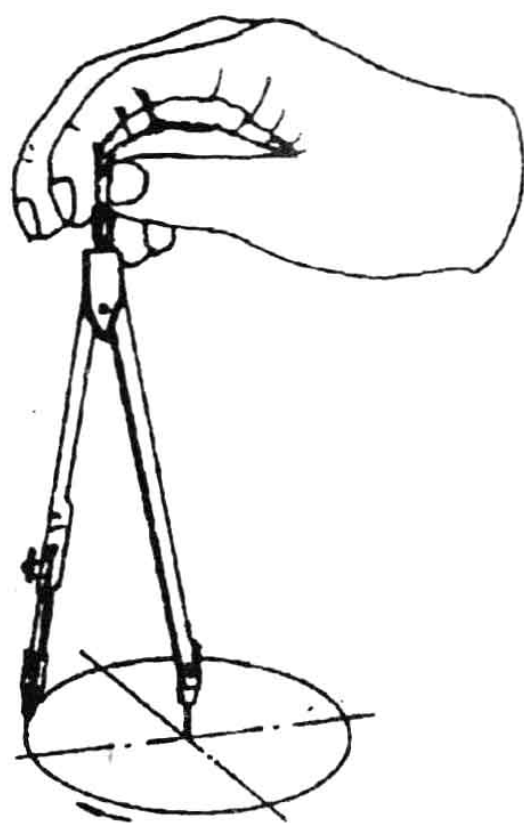


图 1.3 圆规及其插脚

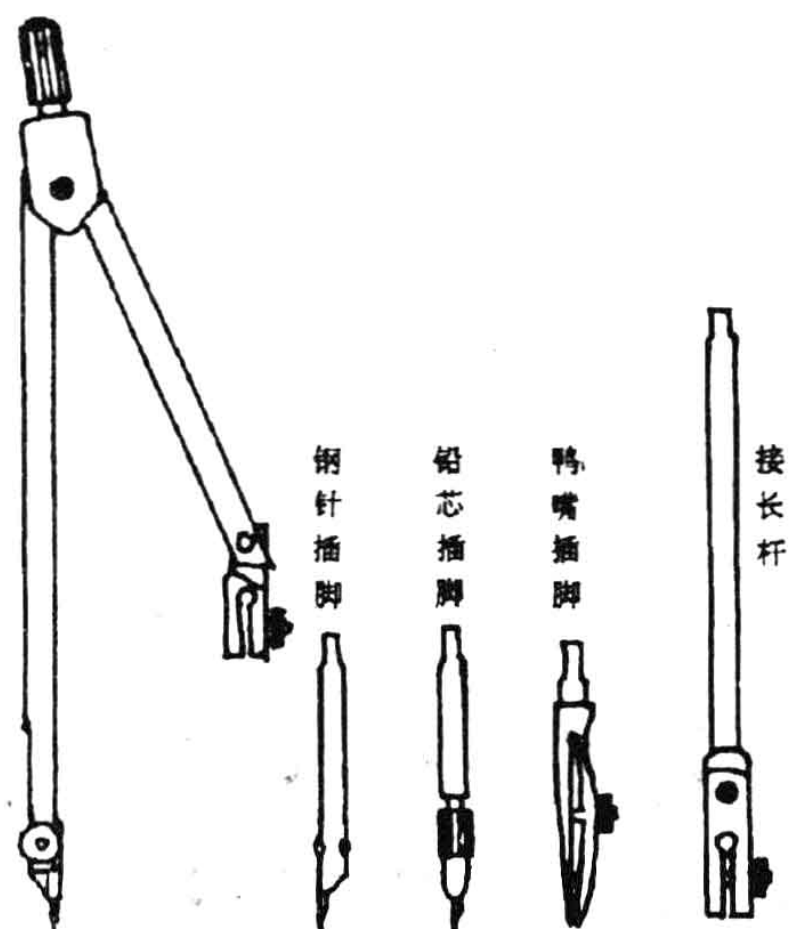
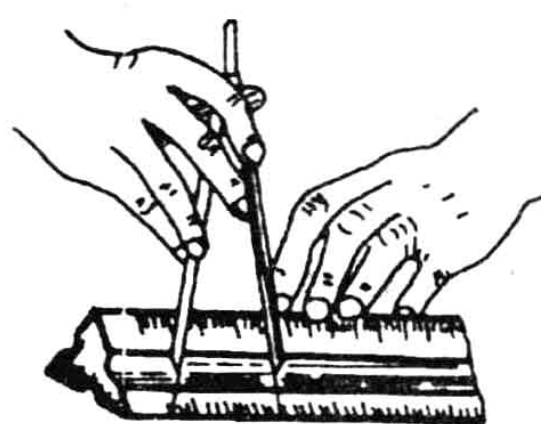
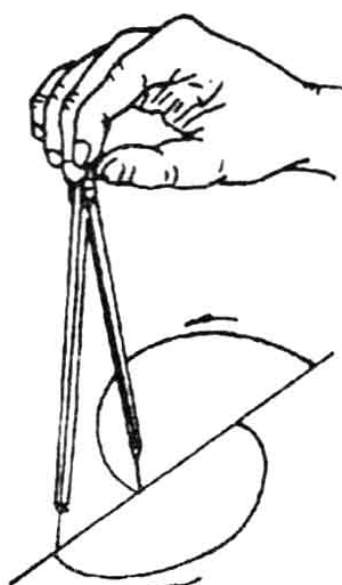


图 1.4 圆规使用方法

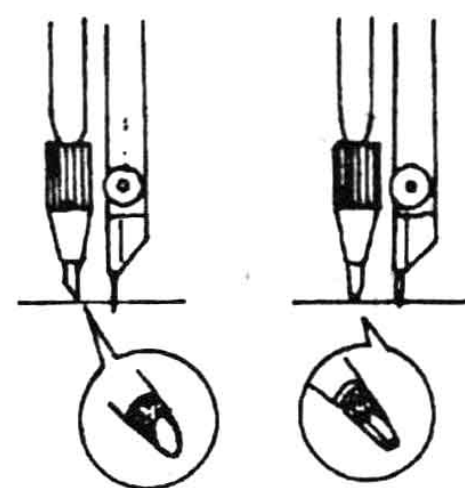


(a)量取尺寸



(b)等分线段

图 1.5 圆规所用铅芯



(a)

(b)

图 1.6 分规及其使用

1.1.6 墨线笔(鸭嘴笔)

图纸上墨或复制时描图用。如图 1.7 所示,上墨前,把墨线笔两个钢片之间的间隙调节到所需线宽度,然后用蘸水笔把绘图墨水装到钢片之间,装墨高度约为 4~6mm,注意不要把墨水弄到钢片外面。画线时,有螺钉钢片朝外,另一面靠住尺身均匀滑动,还要注意使两钢尖同时接触纸面,即使笔杆在与纸面垂直的平面内并向画线方向倾斜 $5^{\circ}\sim 30^{\circ}$ 。

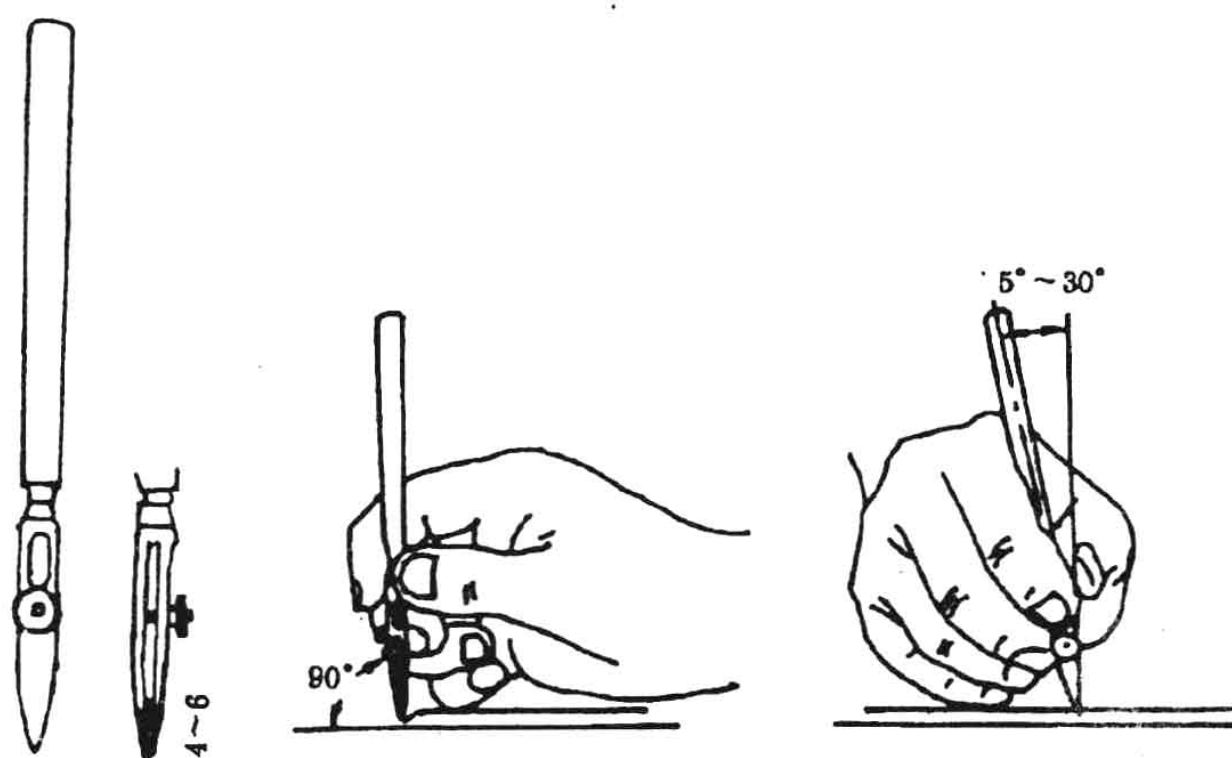


图 1.7 墨线笔的使用方法

现在上墨或描图也常使用绘图笔,它与钢笔相似,规格有 0.3、0.6、0.9mm 各种。

1.1.7 绘图用品准备及铅笔使用

绘图前必须先准备好专用绘图图纸、固定图纸用的胶带纸、绘图铅笔、铅笔刀、砂纸、橡皮、清洁图纸的软毛刷、圆规用铅芯、画草图所用坐标纸等。

绘图铅笔有软硬之分,H 愈多则愈硬而淡,B 愈多则愈软而黑,HB 铅笔则属于中软铅笔。绘图时常用 2H 铅笔轻画底稿;HB 铅笔用来写字或徒手画草图;加深描粗图线一般用 HB 或 B 铅笔。

削铅笔应从没有标号的一端开始,以便识别。削时先将木杆削去约 25~30mm,铅芯露出约 6~8mm 为宜。铅芯可磨削成圆锥形用来画底稿、加深细线或写字;磨削铅芯两面成四棱柱形,用于加深粗线。绘图时,应使铅笔在与纸面垂直的平面内并向画线方向自然倾斜约 75° ,如图 1.8。

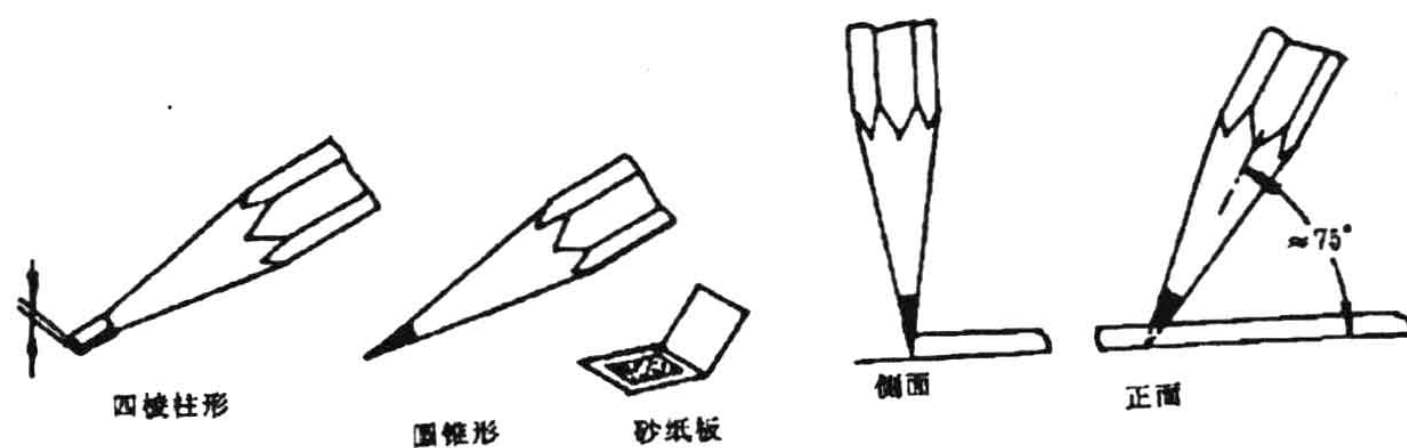


图 1.8 铅笔的使用

1.1.8 绘图机

现在企业中已使用各种型式的绘图机,它集丁字尺、三角板、量角器等绘图工具于一身,从而使绘图效率大为提高。

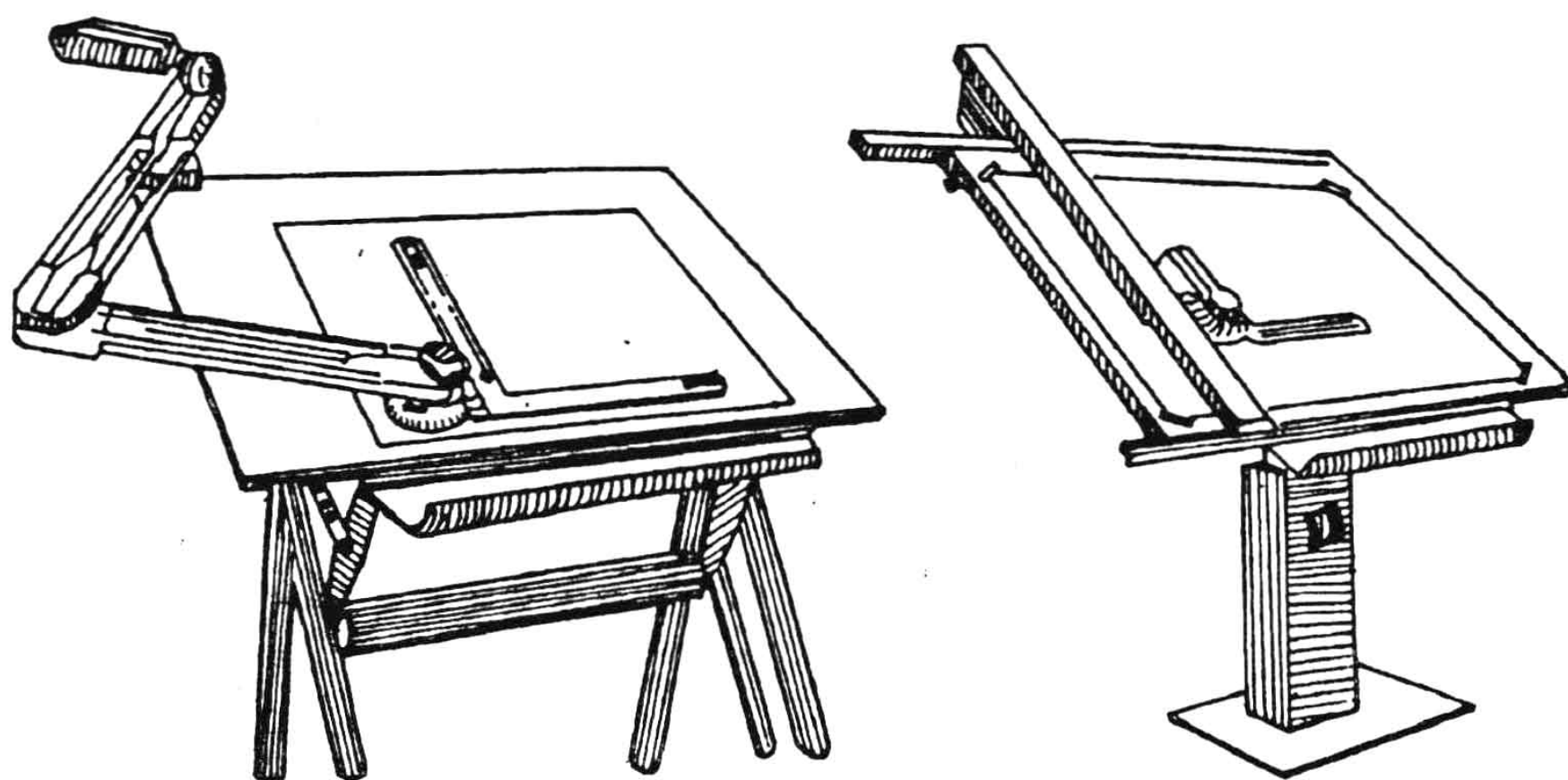


图 1.9 为钢带式绘图机图

1.10 为导轨式绘图机

1.2 国家标准《技术制图》的基本规定

为了便于生产和管理,便于进行技术交流,国家标准(GB)《技术制图》对技术图样表达等作了统一规定,它是我们进行技术工作的基本准则,必须严格遵守。本节主要介绍图幅、比例、字体、图线及尺寸标注的有关《技术制图》标准。

1.2.1 图纸幅面和格式

为了便于图纸绘制、使用和保管,GB/T14698—93 对图纸幅面与格式作了规定(GB 为“国标”的拼音第一个字母,T 为推荐执行标准,14698 为该标准编号,93 则指该标准 93 年颁布)。图纸幅面分为 A0、A1、A2、A3、A4 五种基本幅面,其尺寸见表 1.1。

幅面代号	B×L	C	a
A ₀	841×1189	10	25
A ₁	594×841		
A ₂	420×594		
A ₃	297×420	5	
A ₄	210×297		

必要时允许采用 GB/T14698—93 所规定的加长幅面。

图样应有图框及标题栏。需要装订的图样,其图框格式如图 1.11(a)所示,尺寸按表 1.1 中规定。装订时一般采用 A4 幅面竖装 A3 幅面横装。不留装订边的图样,其图框格式如图 1.11(b)所示。图框线用粗实线绘制。

标题栏的位置应位于图纸的右下角,标题栏中文字方向一般与看图方向一致,应按图 1.11 所示位置配置,必要时也可按图 1.12 所示方向配置。

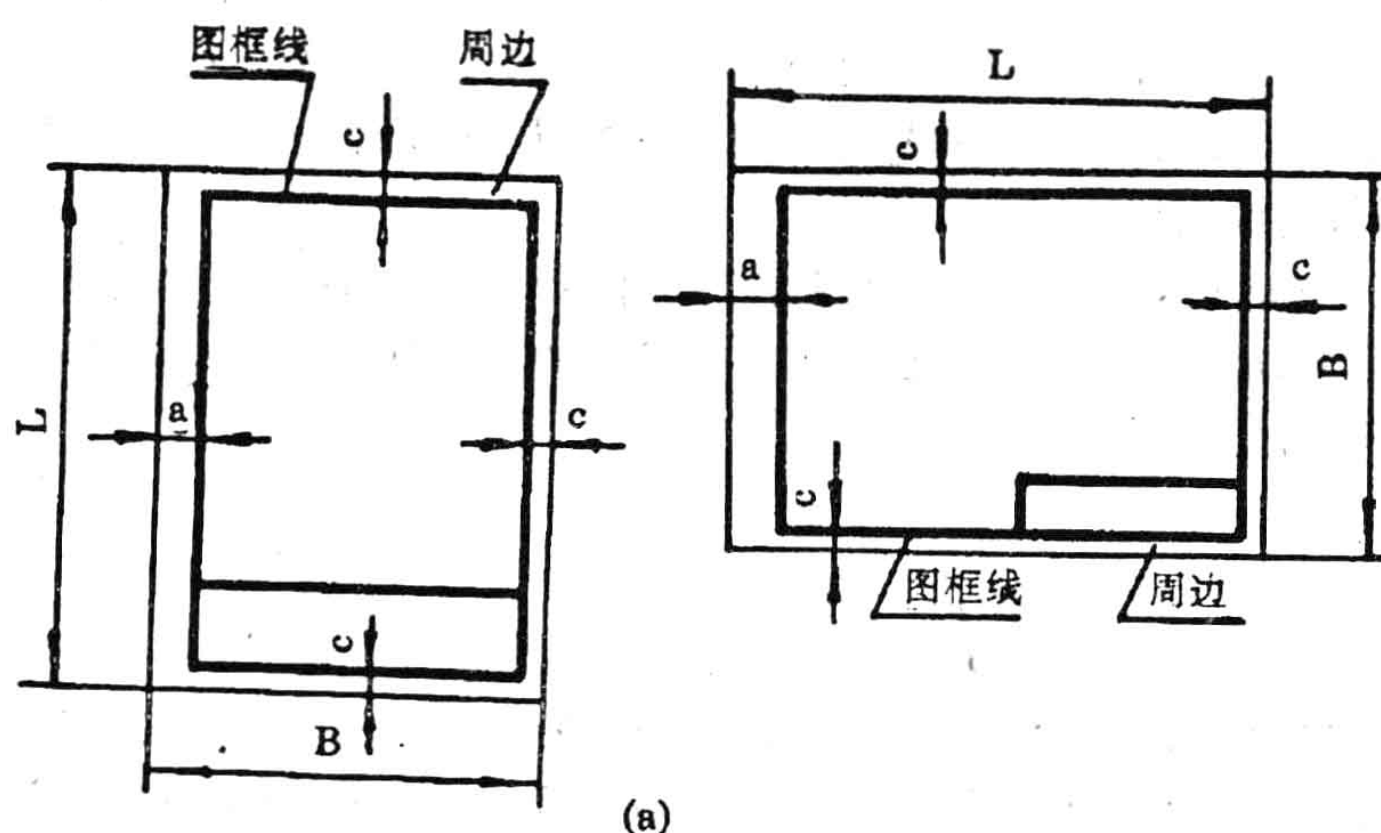


图 1.11(a) 有装订边的图框

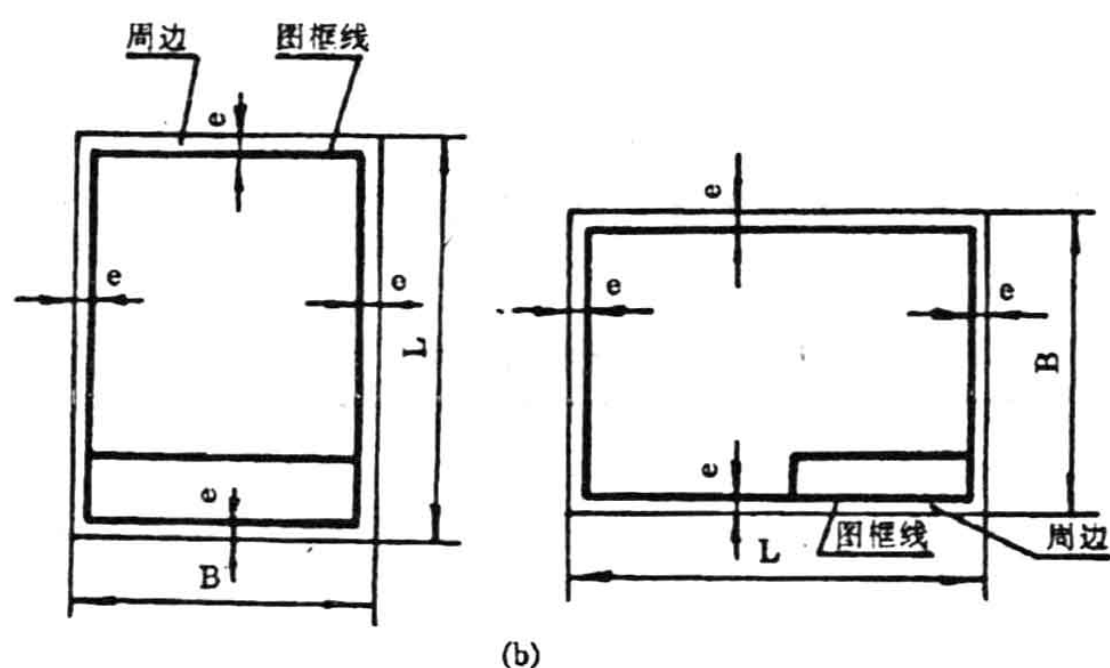


图 1.11(b) 无装订边的图框

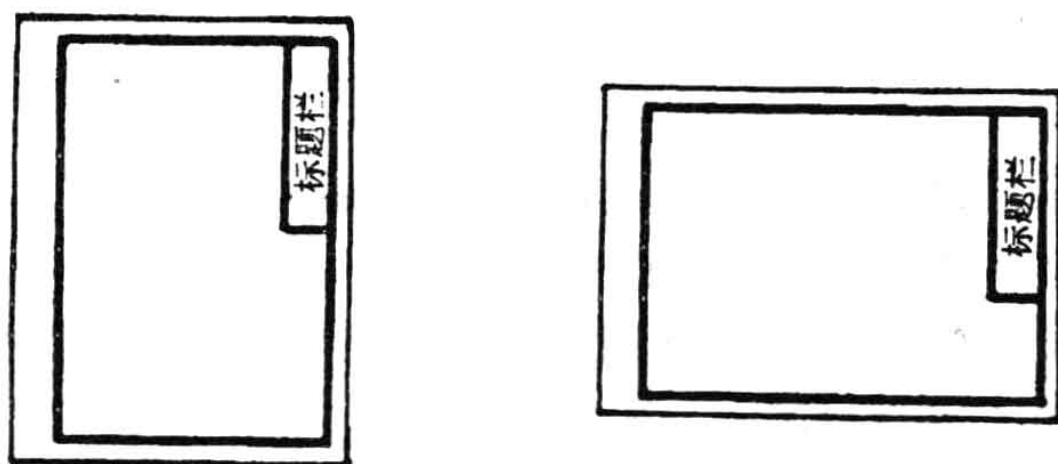


图 1.12 标题栏位置

实际生产用图样的标题栏“国标”已有统一要求(GB10609.1—89)如图 1.13。但学生作业宜采用 1.14 所示格式。标题栏的右边和底边线应与图框线重合,其余两边用粗实线画出,中间框格线用细实线画出。

GB/T14689—93 还规定了为复制和微摄影方便所采用的对中符号的画法,规定了为看图方便图幅分区的方法,为便于复制图样时自动剪切的剪切符号以及米制参考分度,必要时可参阅国标正确使用。

1.2.2 比例(GB/T14690/93)

图样上的比例是指图中图形与其实物要素的线性尺寸之比。这个比之前项为图上尺寸,后项为实际尺寸。比例不可随意选取,一般应用表 1.2 中规定的比例,并应尽量采用原值比例。必要时,也允许选取表 1.3 的比例。

180									
8×7=(56)									
10	10	16	16	12	16	(材料标记) $4 \times 6.5 = (26)$ 12 12			
标记	处数	分区	更改 文件号	签名	年、月、日				
设计	(签名)	(年月日)	标准化	(签名)	(年月日)				
审核									
12	12	16	12	12	16	(单位名称) 10 (图样名称) 20 (图样代号) 18			
7	工艺		批准						
共 张 第 张						6.5	9	(9)	
50									

图 1.13 标准规定标题栏