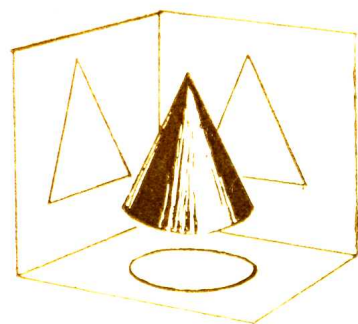


JIXIE ZHITU

机械制图

高等学校教材



上海市高等工业专科学校《机械制图》教材编写组编

上海交通大学出版社

高等学校教材

机械制图

上海市高等工业专科学校

《机械制图》编写组

上海交通大学出版社

机 械 制 图

(高等学校教材)

上海交通大学出版社出版

(上海淮海中路1984弄19号)

新华书店上海发行所发行

上海群众印刷厂排版印装

开本787×1092毫米 1/16 印张22.25 字数400,000

1986年7月第1版 1986年8月第1次印刷

印数1—13,000册

统一书号: 15324·192 科技书目: 129—223

定价: 3.90元

内 容 提 要

本书根据上海市高等工业专科机械制图教学大纲草案并参考教育部画法几何及工程制图编审委员会关于专科制图教学大纲调研资料进行编写。内容包括制图的基本知识,点、线与平面的投影,几何体与组合体,直线、平面的相对位置和度量问题,截交、相贯、展开,机件的常用表达方法,轴测图,设计、加工常识,公差、配合与表面粗糙度,零件的连接,常用件,零件图,装配图,计算机绘图简介,附录。

本书各章配置了大量的直观图和精工绘制的工程图。

本书在体系、选材等方面适合专科教学的特点,对画法几何的要求略低于本科,而在制图的实践部分则稍有加强,可供机械类、近机类专业使用,也可供非机械类专业选用。

另有《机械制图习题集》(8开本)与本书配合使用。

前 言

为了满足高等工业专科教育迅速发展的需要,上海市高教局组织七所大专院校编写可供全日制、业余、职大、函授等各类高校专科使用的机械制图教科书和习题集。

编写组于一九八四年召开了上海市九所专科学校制图教师座谈会,广泛征求意见,制订出专科机械制图教学大纲草案,同时有三位编者参加了教育部画法几何及工程制图教材编审委员会组织的专科制图大纲专题调研。

根据上述大纲草案和调研报告,在总结经验并参考国内外部分制图教材的基础上,按照最新的国家标准编写本教材。

为了体现专科教育培养目标的特点以及贯彻教材改革的精神,本书在体系、内容等方面作了新的安排。

1. 以制图为主线、形体的构思和表达为重点,加强实践环节,适当降低画法几何的要求,将直线、平面的相对位置与度量问题独立成章,放在体的表达之后,非机类可不讲。

2. 从组合体至装配图各章,由浅入深地贯彻与立体构思有关的内容与练习,并要求进行一些徒手画训练,以加强学生空间想像和表达的能力。

3. 为了适应学生今后工作的实际需要,在常用件一章中介绍了正齿轮、斜齿轮、圆锥齿轮、蜗轮蜗杆的画法和基本的测绘方法,各专业可选用部分内容。

4. 书中章节按一般教学顺序安排,使用时可根据实际情况进行调整。我们在编写时力求图例典型,说理透彻,文字通顺,以利于自学。

5. 考虑到不少学校在开设本课程时尚未进行生产实习,因此编写了一章设计、加工常识,要求学生自学并通过参观工厂或观看电视、电影以加深印象。

6. 书中引用中学已教过的基本集合概念和符号,更确切更精练地表述画法几何概念。

本书符合专科的制图教学要求,可供机械类、近机类专业使用,也可供非机类专业选用。

参加本书编写的有上海电力学院杨日荣(主编)(第四、八、九、十四章)、上海化工专科学校郑竹英(副主编)(第五章)、上海冶金专科学校陈兴邦(绪论、第一、七章)、上海建筑材料工业学院李天标(第二、三章)、上海机械专科学校曹力同(第六章)、上海纺织专科学校张白华(第十、十一章)、上海轻工业专科学校孙志贤(第十二、十三章)。上海建筑材料工业学院施中才、上海水产学院郑晓树、上海城市建设学院李怀健为本书描绘了全部插图。

同济大学洪钟德(主审)、华东化工学院盛谷我、上海水产学院徐志言三位同志对本书的体系、选材等方面提供了许多宝贵意见并对全书进行了认真的审核。

上海交通大学出版社责任编辑徐锦华同志为本书撰写了字体示例。

由于编者水平有限,书中不足之处恳请读者批评指正。

编 者 一九八五年八月

目 录

绪论	1	§6-3 剖面	142
符号和标记	5	§6-4 局部放大图和简化画法	145
第一章 制图的基本知识	7	§6-5 剖视图的尺寸标注及读图	150
§1-1 绘图工具及其使用	7	§6-6 表达方案的选用与分析	152
§1-2 国家标准《机械制图》的基本规定	13	§6-7 第三角投影简介	155
§1-3 几何作图	24	第七章 轴测图	157
§1-4 平面图形的画法和尺寸注法	30	§7-1 正等轴测图	157
第二章 点、直线与平面的投影	37	§7-2 斜二等轴测图	163
§2-1 投影法的基本概念	37	§7-3 剖视轴测图、轴测图的徒手画	165
§2-2 点的投影	40	第八章 设计、加工常识	168
§2-3 直线的投影	44	§8-1 设计常识	168
§2-4 平面的投影	49	§8-2 加工常识	170
第三章 几何体与组合体	56	第九章 公差、配合和表面粗糙度	179
§3-1 几何体的投影及尺寸注法	56	§9-1 公差与配合的基本概念	179
§3-2 组合体的投影	66	§9-2 公差与配合的标注、查表和选用	183
§3-3 画组合体投影图的方法	71	§9-3 形状和位置公差简介	186
§3-4 读组合体投影图的方法	76	§9-4 表面粗糙度	191
§3-5 组合体的尺寸注法	79	第十章 零件的连接	197
第四章 直线、平面的相对位置和度量	84	§10-1 螺纹连接	197
§4-1 平行	84	§10-2 键连接、销连接	210
§4-2 相交	86	§10-3 焊接	214
§4-3 垂直	88	第十一章 常用件	220
§4-4 更换投影面法	91	§11-1 齿轮	220
§4-5 换面法应用举例	96	§11-2 弹簧	237
第五章 截交、相贯、展开	100	§11-3 滚动轴承与密封件	240
§5-1 截交	100	第十二章 零件图	244
§5-2 相贯	109	§12-1 零件图的内容	245
§5-3 展开	116	§12-2 零件的视图选择	245
第六章 机件的常用表达方法	125	§12-3 零件图的尺寸注法	253
§6-1 视图	125	§12-4 零件测绘	261
§6-2 剖视	129	§12-5 看零件图	266

§12-6 零件的设计构思.....	270	§13-7 部件测绘.....	289
第十三章 装配图	272	§13-8 看装配图和由装配图拆画零 件图.....	297
§13-1 装配图的作用和内容.....	272	§13-9 部件的设计构思.....	303
§13-2 装配图的表达方法.....	274	第十四章 计算机绘图简介	306
§13-3 部件的视图选择.....	278	§14-1 自动绘图系统.....	307
§13-4 装配结构的合理性.....	284	§14-2 绘图机.....	310
§13-5 装配图的尺寸注法和技术要求	285	§14-3 绘图程序的编制.....	311
§13-6 装配图的零、部件序号和明细 表.....	287	附录	314

绪 论

(一)本课程的研究对象

图画历来是人们表达、交流思想的一种工具,在人类文明的传播和记载中,发挥了重要的作用。工程图样则是机器生产、土木建筑等工程在设计制造,使用和维护时的基本依据;是工业生产的主要资料;是工程界共同的技术语言。图 0-1 和图 0-2 分别为机床端盖的直观图和零件图。

机械制图是以投影原理为基础,国家标准(代号GB)为依据,结合有关工程知识阐述如何绘制和阅读机械图样的一门课程。

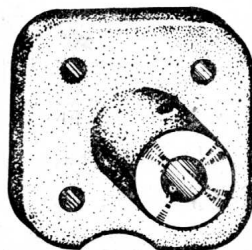


图 0-1 端盖直观图

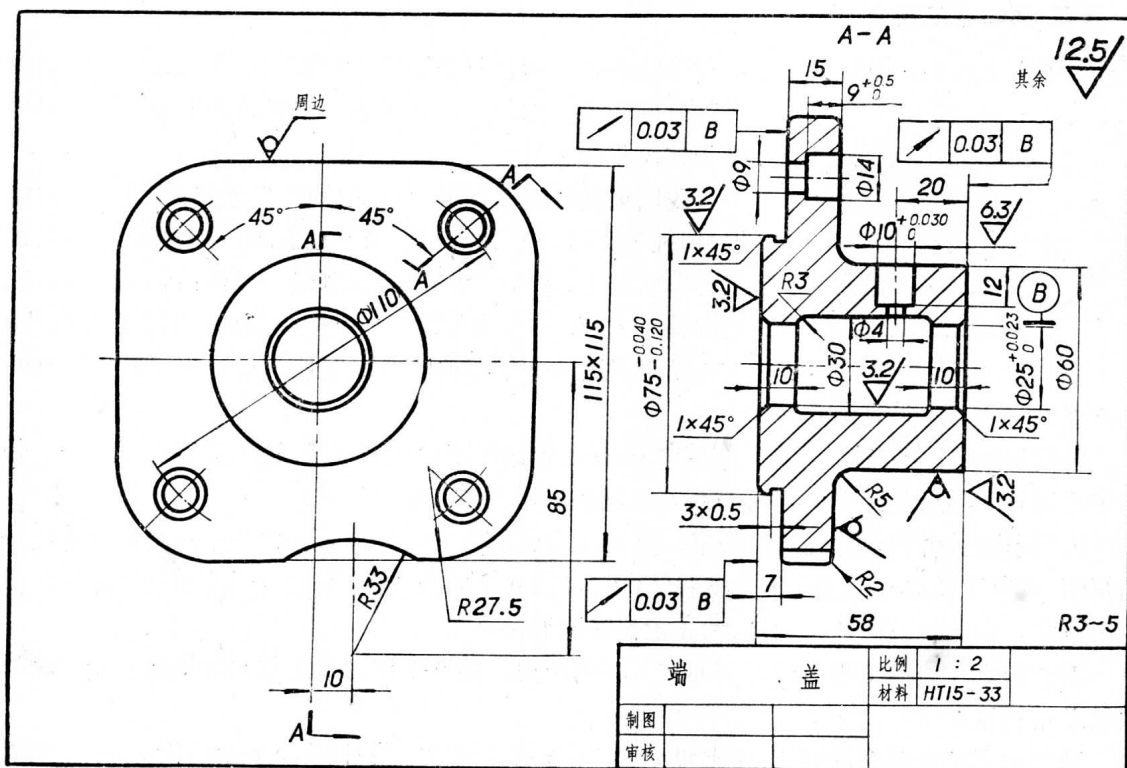


图 0-2 端盖零件图

(二)本课程的教学目的

本课程是高等工业学校设置的主要技术基础课。教学的主要目的,是培养学生绘制和阅读机械图样的能力。通过本课程的学习,应达到以下要求:

- (1) 掌握正投影的基本理论。
- (2) 培养绘制和阅读机械图样的能力。

(3) 培养空间分析和空间想像的基本能力。

(4) 学习图解空间几何问题的基本方法。

(三)本课程的学习方法与要求

本课程既有理论又重实践,在学习本课程时,必须运用初等几何的基础知识,认真学习投影理论,在理解基本概念的基础上,结合画图和读图的实践,通过不断地由平面(图)到空间(物),由空间到平面的对照和联想,培养空间分析和空间想像的能力。对初学者,提出如下要求:

- (1) 正确使用绘图工具和用品,按照正确的作图方法和步骤画图;
- (2) 严格遵守《机械制图》等国家标准和有关规定;
- (3) 结合实际,努力提高构思能力和徒手画图的技巧;
- (4) 耐心细致,严肃认真,力求在制图作业中做到投影正确;视图选择合理;尺寸标注正确、完整、清晰;字体书写端正;线型符合规格;作图准确;
- (5) 不断改进学习方法,逐渐养成自学的良好习惯,为后继课的学习打下扎实的基础。

(四)图学发展简介

人类有史以来,图画一直是一种用线条来表达思想和记录事物的主要手段之一。随着生产的发展和工具的改进,图画进一步成为艺术家和工程师用来表达思想的工具。

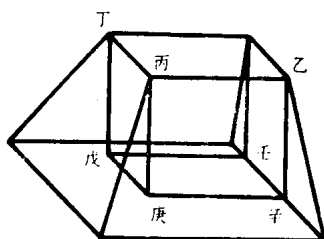


图 0-3 棱台

我国记载的绘图资料,可以追溯到二千年前的春秋时代。据《周礼考工记》一书的记载,当时已有矩、规、绳、悬、水(角尺、圆规、墨斗、线锤、水准仪)等测绘工具的出现和应用。在绘图技术方面,《九章算术》一书中,已有棱台的插图。图 0-3 说明了远在一千年前的西汉时期,已采用了斜投影的概念和直观图的画法来表示几何体。

唐代的全盛时期,建筑大师们已能够十分巧妙地把正面透视图法,运用于建筑。图 0-4 是建于公元 618 年至公元 907 年间的西安大雁塔门楣上的石刻。

宋代李诫所著的《营造法式》一书,是我国古建筑技术的经典著作之一。该书约三分之一的篇幅,应用了插图来阐述建筑造型和结构。如图 0-5 的结构图,不但清晰地表达了相当复杂的木结构。也比较准确地按比例、和正投影法来画图。

西方国家在绘制工程图样方面亦有悠久的历史,图 0-6 即为文艺复兴时期达芬奇绘制的机动车结构图。

随着欧洲工业革命的兴起,十七世纪初,法国的几何学家蒙日(G. Monge)于 1795 年出版了世界第一部《画法几何学》,总结并发展了几千年来人类对这门学科的成果,从而,为工程制图奠定了系统的理论基础。

元明两代,西方文化已逐渐传入我国,这对我国的科学技术,(其中也包括绘图技术)起了一定的交流、借鉴和促进作用。图 0-7 是明代《营造正式》一书中水尺(水准仪)的结构图。

近百年来,由于帝国主义列强的侵入,使我国从几千年的封建社会沦为半殖民地、半封建社会,这种社会性质,给科学技术带来了浓厚的依赖性。

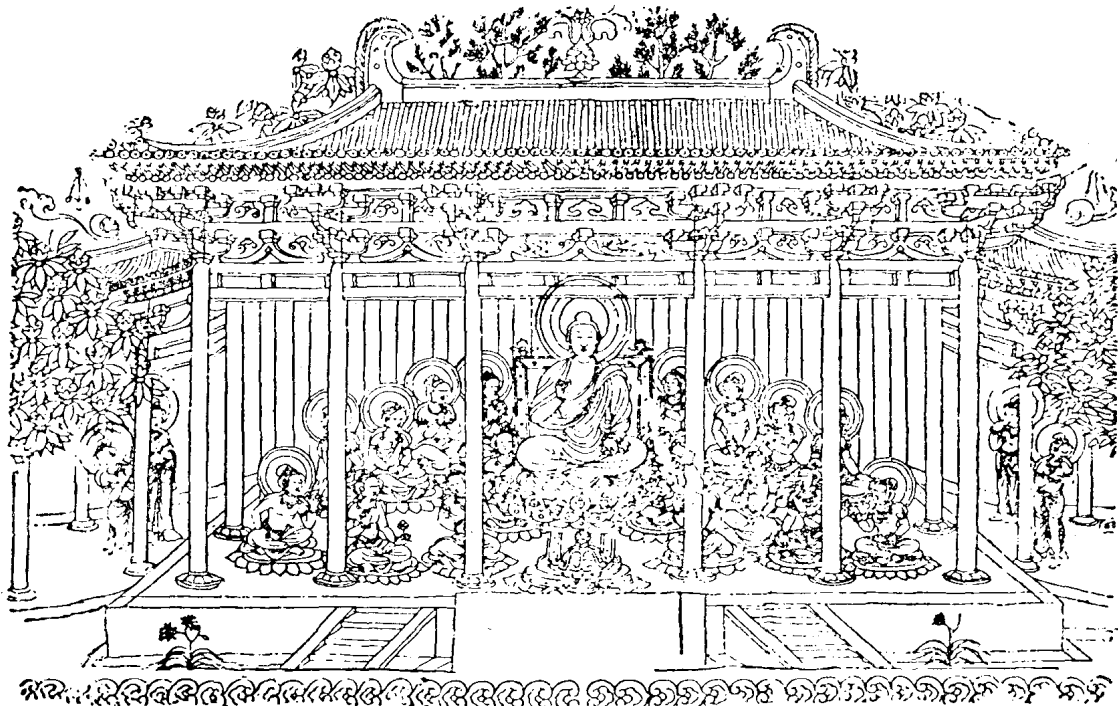


图 0-4 大雁塔石刻

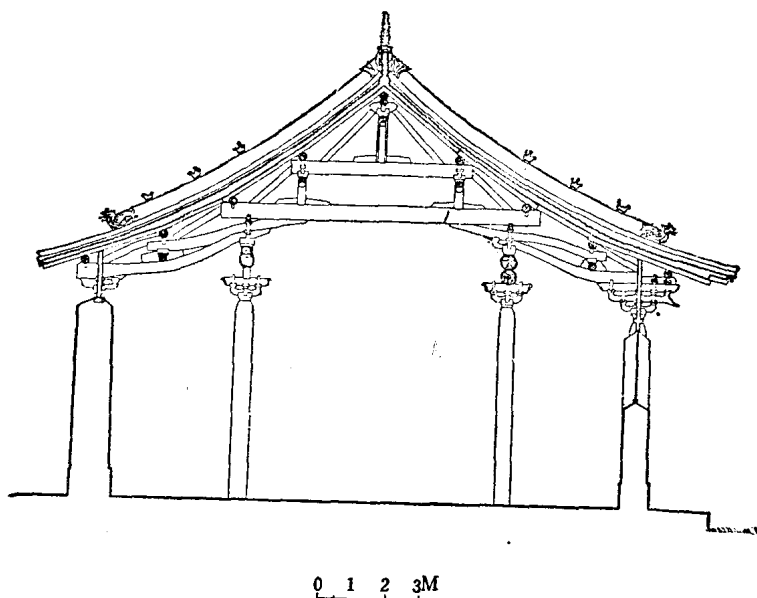


图 0-5 广胜下寺大殿木结构

解放后,随着国民经济的恢复和社会主义建设事业的蓬勃发展,工程图学也得到应有的重视。1959 年颁布了我国有史以来的第一册《机械制图》的国家标准。1974 年和 1984 年又先后进行了两次修订。这样,就使它更适合我国的实际,更利于工程技术的国际交流。与此同时,广大科技教育工作者,还编写了大量适合我国情况的教材和图学研究资料。这些成就,对

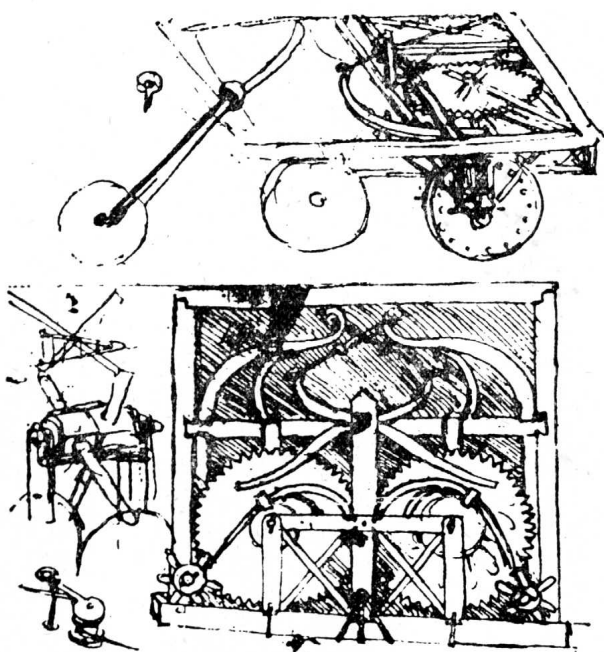


图 0-6 机动车的设计草图



图 0-7 水准仪

于探索我国的图学历史,丰富我国的图学理论,促进四化建设,都起了巨大的作用。并将产生深远的影响。

符号和标记

1. 空间直角坐标投影面以专用的大写拉丁字母 H、V、W 表示:

H——水平投影面;

V——正立投影面;

W——侧立投影面。

2. 空间的点用大写拉丁字母或大写罗马数字表示:

A、B、C……或 I、II、III……。

点的投影用相应的小写字母(或数字)和加“'”或“''”的小写字母(或数字)表示:

a、b、c……或 1、2、3……——点的 H 面投影;

a'、b'、c'……或 1'、2'、3'……——点的 V 面投影;

a''、b''、c''……或 1''、2''、3''……——点的 W 面投影。

3. 空间的直线以专用字母 L 或直线上两点的字母表示:

L、L₁、L₂……或 AB、CD、EF……。

直线的投影用相应的小写字母和加“'”或“''”的小写字母表示:

L、l₁、l₂……或 ab、cd、ef……——直线的 H 面投影;

l'、l₁'、l₂'……或 a'b'、c'd'、e'f'……——直线的 V 面投影;

l''、l₁''、l₂''……或 a''b''、c''d''、e''f''……——直线的 W 面投影。

4. 空间的平面用符号 □(或 △)加大写拉丁字母表示:

□P、□Q、□ABCD、△ABC……。

平面的投影用符号及相应的小写字母和加“'”或“''”的小写字母表示:

□p、□q、□abcd、△abc……——平面的 H 面投影;

□p'、□q'、□a'b'c'd'、△a'b'c'……——平面的 V 面投影;

□p''、□q''、□a''b''c''d''、△a''b''c''……——平面的 W 面投影。

5. 空间的曲线和空间直线一样用 L 表示:

L、L₁、L₂……。

曲线的投影用小写的 L 和加“'”或“''”的小写 L 表示:

l、l₁、l₂……——曲线的 H 面投影;

l'、l₁'、l₂'……——曲线的 V 面投影;

l''、l₁''、l₂''……——曲线的 W 面投影。

6. 空间的曲面用符号 □加大写希腊字母表示:

□Π、□Ω、□A……。

曲面的投影用符号及相应的小写希腊字母和加“'”或“''”的小写希腊字母表示:

□π、□ω、□λ……——曲面的 H 面投影;

□π'、□ω'、□λ'……——曲面的 V 面投影;

□π''、□ω''、□λ''……——曲面的 W 面投影。

7. 角的符号一般采用 $\hat{\alpha}$ 、 $\hat{\beta}$ 、 $\hat{\gamma}$ 、 $\hat{\theta}$ 、 $\hat{\phi}$ 等, 若需明确其性质可用下列符号,

$\widehat{ABC}$ ——直线 AB 与 BC 在点 B 的夹角;

$\square \hat{P} \cdot \square Q$ ——平面 P 与平面 Q 的夹角;

$\square \hat{P} \cdot L$ ——平面 P 与直线 L 的夹角。

8. 点、线、面的轴测投影一律在空间元素字母的右上角加“°”表示

A° 、 B° 、 C° ……——点的轴测投影;

$A^\circ B^\circ$ 、 $C^\circ D^\circ$ ……——直线的轴测投影;

$\square P^\circ$ 、 $\square Q^\circ$ ……——平面的轴测投影。

9. 其他符号

$\equiv$ ——全等。

例如 $a'b' \equiv AB$, 表示直线 AB 的 V 面投影 $a'b'$ 全等于 AB 的实长。

$\parallel$ ——平行。

$\perp$ ——垂直。

$\angle$ ——斜交(两直线倾斜相交)。

$\times$ ——交叉(两直线不平行又不相交)。

$\in$ ——元素属于集合(在点、线、面中, 点是元素, 线和面是集合)。

例如 $A \in DE$, 表示点 A 属于直线 DE。

$\subset$ ——子集包含于扩集。

例如 $AB \subset \square P$, 表示直线 AB 包含在平面 P 内。

$\supset$ ——扩集包含子集。

例如 $\square Q \supset CD$, 表示平面 Q 包含直线 CD,

$\cap$ ——集合的交。

例如 $AB \cap CD = K$, 表示直线 AB 与直线 CD 的交是点 K。

$\wedge$ ——合取, 相当于连接词“与”。

例如 $(AB \parallel \square V) \wedge (AB \perp \square P)$, 表示直线 AB 平行于平面 V 且垂直于平面 P。

$\Rightarrow$ ——逻辑推论(若…则…)。

例如 $(A \in BC) \wedge (BC \subset \square P) \Rightarrow A \in \square P$, 表示若 A 点属于直线 BC 且 BC 包含在平面 P 内, 则 A 点属于平面 P。

$\rightarrow$ ——变成。

例如 $X \frac{V}{H} \rightarrow X_1 \frac{V_1}{H}$, 表示投影轴为 X 的 V、H 投影面体系变成投影轴为 X_1 的 V_1 、

H 投影面体系。

第一章 制图的基本知识

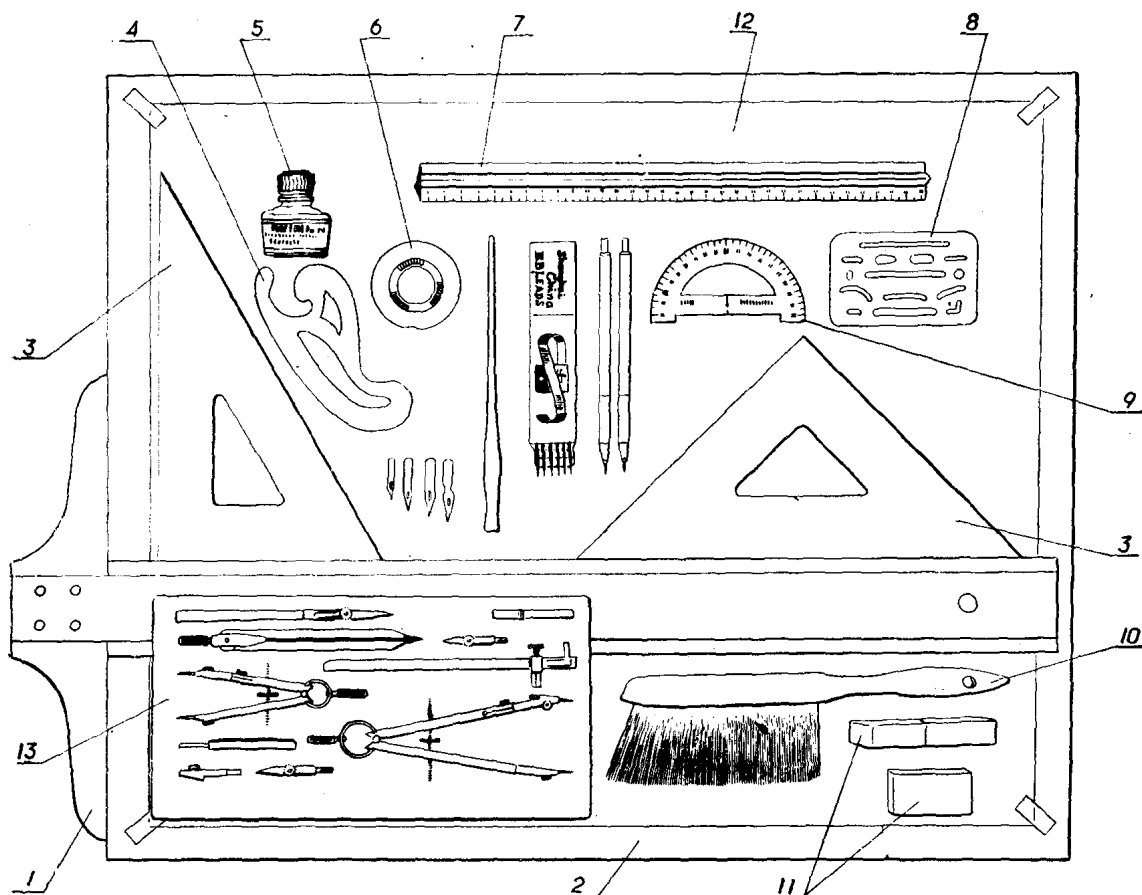
本章介绍国家标准《机械制图》的基本规定和常用制图工具与用品的使用方法；平面图形的作图和尺寸注法。

§1-1 绘图工具及其使用

正确使用绘图工具是提高制图质量，准确而又迅速绘制图样的前提。

(一) 绘图工具及用品的使用方法

绘图工具及用品一般包括图 1-1 所示各件：



1—丁字尺 2—图板 3—三角板 4—曲线板 5—墨汁 6—胶带纸 7—比例尺 8—擦线板
9—量角器 10—刷子 11—橡皮 12—画图纸 13—仪器

图 1-1 绘图工具及用品

(1) 图板 图板由板面和导边组成。板面平整，用于固定图纸，左侧作为丁字尺的导边。

(2) 丁字尺 丁字尺由尺头和尺身组成。使用时左手扶住尺头,且紧贴图板的左导边,根据需要上下移动用来画水平线或对图纸进行定位。

(3) 图纸 图纸一般用绘图纸或描图纸。使用时应尽量靠近图板左侧和上方定位,并使它的一边与丁字尺尺身的工作边平齐。图纸的底边与图板下边之间应留有放丁字尺的地方,图纸定位完毕要用胶带纸固定在图板上。

(4) 三角板 有 45° 和 $30^\circ\sim 60^\circ$ 之分。作图时,常配合丁字尺用于绘制铅垂线和 15° 倍角的倾斜线,它们的使用方法见图1-2和表1-1。

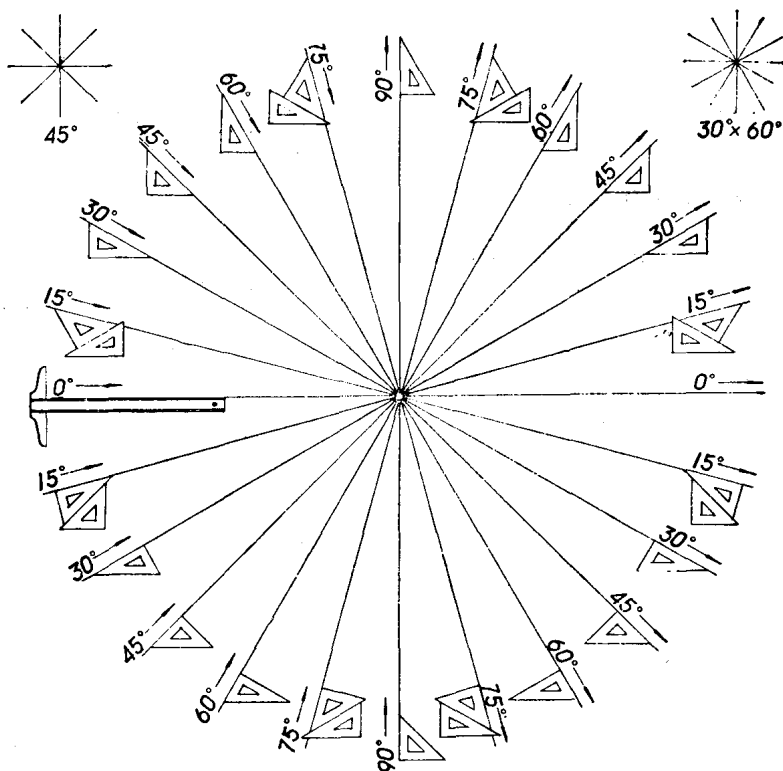
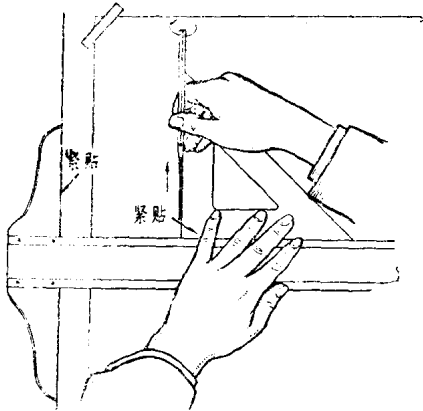
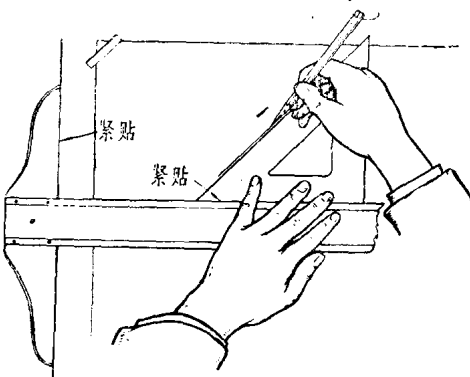


图 1-2 用三角板作 15° 倍角

表 1-1 丁字尺和三角板配合画直线段

项目	图 例	说 明
画水平线		将丁字尺移至画线位置后,尺头紧贴图板左导边,用左手按住尺身,右手握笔,(笔杆轴线右倾与纸面成75°)用力均匀地自左向右画水平线。 丁字尺一般从上向下移动。

(续表)

项目	图 例	说 明
画 铅 垂 线		丁字尺尺头紧贴图板左导边, 左手拇指按住尺身, 其余手指使三角板底边紧贴丁字尺工作边, 然后使三角板沿丁字尺工作边, 自左向右移动, 铅笔用力均匀地自下向上 (铅芯靠紧三角板的铅垂边) 画线。
画 斜 线		三角板从左向右移动。右手握笔自下朝上沿三角板斜边画线。

(5) 比例尺 比例尺有三棱式和板式两种, 这里介绍三棱式比例尺。

三棱式比例尺又称三棱尺, 有三个尺面六种比例的刻度: $1:1$ ($1:100$ 、 $1:1000$); $1:2$ ($1:200$ 、 $1:2000$); $1:2.5$ ($1:250$ 、 $1:2500$); $1:3$ ($1:300$ 、 $1:3000$); $1:4$ ($1:400$ 、 $1:4000$); $1:5$ ($1:500$ 、 $1:5000$); 如图 1-3 所示。如果要选用比例, 只要改变尺上刻度单位, 即可改变它的比例关系。以 $1:1$ 为例, 如用作 $1:1$ 使用, 尺上每一空格表示 1 毫米。如作 $1:100$ 使用, 尺上每一空格表

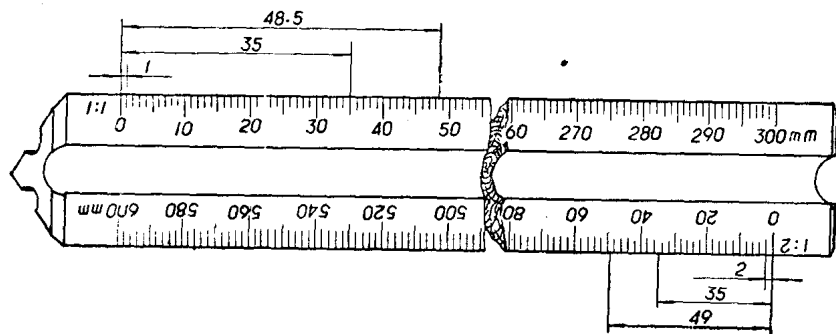


图 1-3 三棱比例尺

示 100 毫米, …… , 等等。如果要将 1:2 至 1:5 六种比例作为放大比例使用, 只要将比例前项乘以 10, 就得到新的比例。如原为 1:5, 现为 $1 \times 10:5 = 2:1$ 。再将比例后项除以 10, 即得每一小格代表的毫米数。如将原比例 1:5 中的 5 除以 10 得 0.5, 即对 2:1 比例说来, 每一小格代表 0.5 毫米。

在使用比例尺时, 可将比例尺直接放在图纸上量取所需长度, 但不得把它当直尺用来画线, 以免损坏尺面刻度。

(6) 分规 分规用于量取尺寸和等分线段, 如图 1-4(a)、(b)所示。

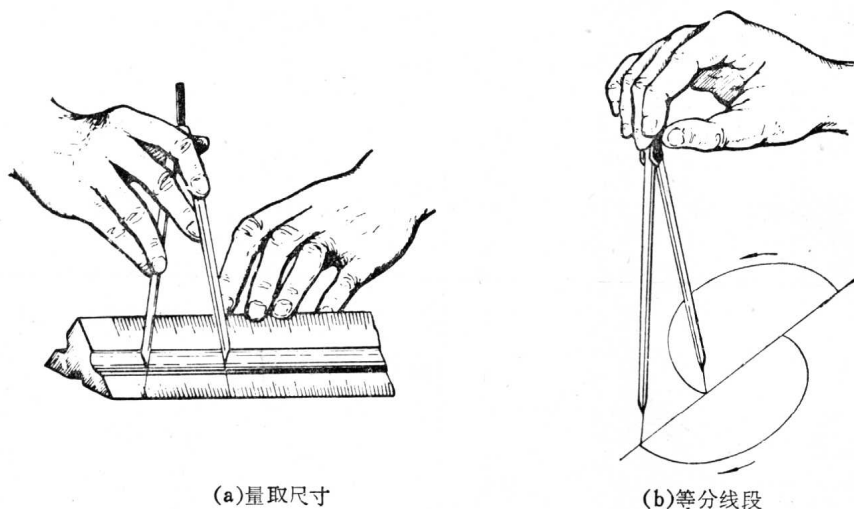
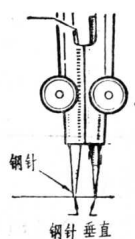
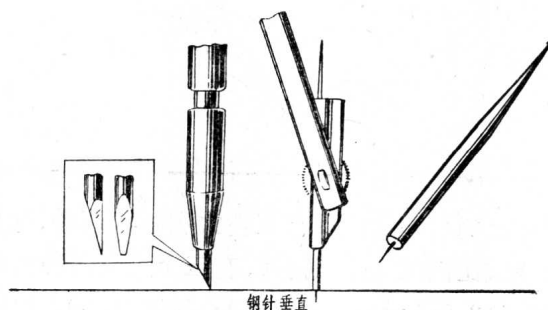


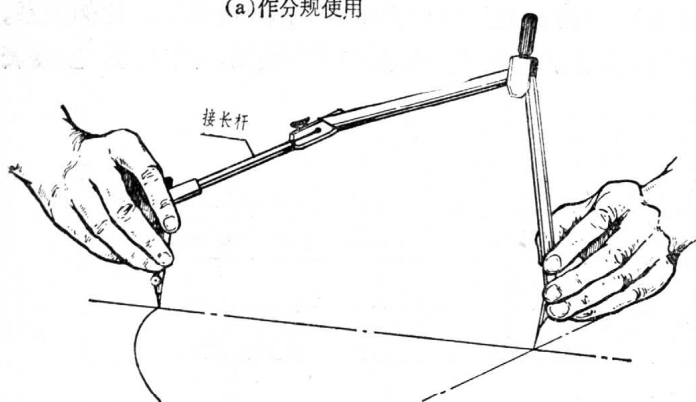
图 1-4 分规及其用法



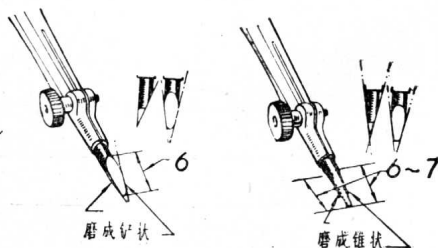
(a)作分规使用



(b)作图规使用



(c)装上接长杆画圆



(d)圆规铅芯的磨锐

图 1-5 圆规及其用法