

制图

基础教材

中国人民解放军总参谋部测绘局编

一九七四年

前 言

遵照伟大领袖毛主席关于“军队要严格训练，严格要求，才能打仗”的教导和中央军委关于办好教导队的指示精神，各军区都注重了加强测绘部队教导队的建设和训练工作。几年来，各测绘大队在教导队的教学方面积累了一定的经验，编写了一些专业教材。为了提高专业技术教学质量，解决教材缺乏的问题，我们采取教材汇稿的办法，组织测绘部队有作业经验的技术人员和测校的教员共同编写了《制图》基础教材供测绘大队教导队和在职技术员教学使用。

遵照毛主席“教材要彻底改革”的教导，在编写中力求做到：以无产阶级政治统帅业务技术；以实作需要为主，讲述必要的理论；依据现行的规范、图式，吸取各测绘部队的作业实践经验。但由于编者水平限制，时间又较仓促，可能有错漏之处，请给以指正，以便在教材再版时加以改进。

目 录

第一章 地形图的一般知识

第一节	地形图的种类	1
第二节	地形图的测制过程	2
第三节	地形图的内容	4
第四节	地形图的用途	4

第二章 绘图工具的修磨和使用

第一节	小笔尖	6
第二节	直线笔	9
第三节	曲线笔	11
第四节	小圆规	16
第五节	点绘工具	17
第六节	比例规	19

第三章 地形图内容的表示和描绘

第一节	地形图符号概述	20
第二节	测量控制点与独立地物的表示和描绘	23
第三节	居民地的表示和描绘	24
第四节	管线、垣栅和境界的表示和描绘	26
第五节	道路的表示和描绘	28
第六节	水系的表示和描绘	29
第七节	地貌的表示和描绘	34
第八节	植被的表示和描绘	40
第九节	注记	41

第四章 地形图的数学基础

第一节	地球和地球椭球	48
第二节	地图投影的基本知识	50
第三节	地形图的分幅与编号	57
第四节	地形图的比例尺	63
第五节	地形图的方位角	66
第六节	地形图的坡度尺	71
第七节	地形图数学基础的展绘	73

第五章 地形图的清绘

第一节	清绘的目的、要求和作业方案·····	89
第二节	清绘前的准备工作·····	90
第三节	清绘作业实施·····	92
第四节	自校和修改·····	114

第六章 地形图的编绘

第一节	编绘的目的和要求·····	118
第二节	制图综合的一般概念·····	118
第三节	编绘前的准备工作·····	121
第四节	编图方法·····	126
第五节	各要素的综合·····	127

第七章 刻图法

第一节	刻图膜片·····	162
第二节	地貌刻图工具·····	164
第三节	地貌棕版的刻绘·····	167

第一章 地形图的一般知识

地形条件是组织指挥战斗的一个重要因素和依据。恩格斯指出：“迅速判定地形的一切利弊，根据地形特点迅速地配置自己的军队，成了对指挥官的主要要求之一。”研究地形不可能全部在现地进行，而地形图可以反映广泛地域内地形状况，成为指挥人员研究地形，实施组织指挥的工具。我们要遵照伟大领袖毛主席“备战、备荒、为人民”的教导，准确地测绘地形图，更好地完成各项战备测绘任务。

第一节 地形图的种类

地图可以概略地分为普通地图和专门地图两类。

普通地图。在图上比较全面地描绘出地表面的客观情况，反映一个时期地球表面的面貌，其范围可大可小。常见的世界全图、中国全图等属于这一类。

专门地图。在图上有重点地表示某些专门内容的地图，如地质图、交通图、森林分布图等等。

“地形图”。就其内容来说，应属于普通地图一类。但由于它具有比例尺较大、统一的规格和表示方法等特点，而形成了独立的品种。地形图大多是实测和用实测直接编成的，是地面客观状况的第一手材料，所以地形图是编绘普通地图和专门地图的基本资料依据。

我国地形图按规定用七种比例尺测制出版，即1：1万、1：2.5万、1：5万、1：10万、1：20万、1：50万和1：100万。比例尺大小不同，反映了地面缩小的程度不同。如：1：100万地形图，图上长度是实地的百万分之一，而1：10万地形图图上长度是实地的十万分之一。两者相比，1：100万地形图缩小的倍数多，称为小比例尺地形图。各部门由于工作性质不同，对地形图比例尺大小的说法也不统一。就军队使用地图来说，通常把上述七种比例尺地形图划分为三类：

大比例尺地形图，包括1：1万、1：2.5万、1：5万和1：10万四种。

中比例尺地形图，包括1：20万和1：50万二种。

小比例尺地形图，指1：100万。

大比例尺地形图，大多数是用实测方法测制的；中、小比例尺地形图，大多数是依实测资料编绘而成的。由于条件的不同，中比例尺图也有实测的，大比例尺图也有编绘而成的。

大比例尺地形图每幅内包括实地的面积不大，但内容比较详细，是军队判断地形，组织指挥战斗的主要用图，所以也叫战术用图。中、小比例尺地形图所显示的区域较大，可供高级指挥机关使用，所以也叫战役、战略用图。在现代条件下军兵种复杂，使用地图的要求各不相同，而联合作战又须要了解相邻的情况，实际上大、中、小比例尺图的界线并不是严格区分的。

各国的地形图比例尺系列不完全相同。合理的比例尺系列可便于用图和供图，便于地形图的生产组织。

第二节 地形图的测制过程

大面积地形的测绘，要解决地面点位置、高程的准确、地形（地貌和地物）的描绘、成图和复制印刷等一系列的问题。全部成图是由大地测量、地形测量、制图和印刷四个工序综合完成的。

一、大地测量

大地测量，主要解决点的平面位置和高程问题。

在地面上精确地确定一点的位置，可通过天文观测的方法来实现。但用这种方法取得大量点位置的工作十分复杂。而测绘地形图又需要大量的精确点位（这种点我们称为“大地控制点”）做控制，所以通常在用天文观测取得少数点位的精确成果后，改用三角观测的方法，通过计算取得其它点位的成果。这就是“三角测量”。如：我们在地面上量取一段精确的距离称为“起算边”，“起算边”两端点采用天文观测的方法确定点位，由此为起点将其它控制点连接成很多三角形称为三角锁和三角网。根据解算三角形的原理，只要我们观测出每个三角形的角值，根据已知边长（起算边）和点位，就可推算出其它各点的位置。这就是三角测量的实质。

国家有计划地在全国布设三角锁和三角网，进行三角测量，把控制点遍布全国，做为测图的平面控制。根据精度的要求不同，三角测量分为四等。

一等三角锁。是全国平面点位控制的骨干，由连续的近于等边三角形组成，纵横的锁交叉构成全国一等三角锁环，锁与锁之间约为200公里。

二等三角网。是在一等三角锁环的基础上扩展的，三角形的平均边长约为13公里，以保证在测绘1:10万、1:5万比例尺地形图时，每个点控制约150平方公里的面积，即每幅图的范围内不少于三个点。

三等三角网。是密布全国的控制网，三角形平均边长约为8公里，它可以保证1:2.5万测图时，每50平方公里有一个大地控制点，即每幅图内有2—3个点供测图使用。

四等三角网。边长约为4公里，可以在进行1:1万测图时，提供每幅图1—2个控制点，每点控制大约20平方公里的范围。

取得平面控制点位置的方法，除了用三角测量外，在一些局部地区还可以应用精密导线测量。

各控制点都应有高程值，地面高程的取得，主要靠水准测量和三角高程测量。水准测量是用水平观测来取得两点间的高差。连续的水准测量即可构成做为全国高程控制的水准网。根据精度不同，水准测量也分为四等。经过水准测量而具有高程的点称水准点。依水准点用三角高程的办法测出全部控制点的高程。这就是进行测图时获得地面上一切高程数据的依据。

不论是平面位置（三角测量）还是高程（水准测量）的取得和计算，都应有一个统一的系统。我国的平面大地控制采用“1954年北京坐标系”，高程控制采用“1956年黄海高程系”。这两个问题在第四章中加以介绍。

二、地形测量

地形测量是以大地控制点为依据，填绘地形细节的工作。过去，主要是用平板仪野外测图的方法，近代则广泛应用航空摄影测量的方法。

平板仪测量。是先将大地控制点展绘在图板上，然后在野外直接测绘地形细节，把地貌、地物精确地按照图式规定描绘到图版上，即可获得外业地形原图。

航空摄影测量是从空中摄影代替野外测绘，以获得地面细节图形。通过航空摄影、外业控制测量和调绘，航测内业最后完成航测地形原图。目前我国主要采用：综合法、微分法和全能法。这三种方法各有特点，可根据不同的测区地面高差情况和要求成图的精度分别选用。

航测综合法适用于平坦地区的测图。它的基本特点是内业测定地形的平面位置，外业测绘地貌，属于平面摄影测量。

航测微分法适用于丘陵地区测图。它的主要特点是地物利用像片实地调绘取得；高程和等高线则利用立体测量仪器在像片上测绘，最后将地物、地貌投影转绘成为地形原图。

航测全能法主要用于山地和高山区测图，也可以用于丘陵地，它是用经过调绘的像片用立体测图仪器（多倍仪、精密立体测图仪）测绘地物、地貌、制成地形原图。

不论采用平板仪测图还是航空摄影测图，它们的最终成果都是地形原图。

三、制图

制图就是地形原图的清绘问题。清绘可以放在地形或航测成图过程中一并完成，但目前地形原图的清绘大多放在制图作业队进行。

前面谈到地形图是有多种比例尺的，实测图完成后，只解决了一种比例尺地形图（如1:2.5万或1:5万）其它比例尺地形图则要依据实测图进行编绘而成。

所以目前的制图工作包括了制作编绘原图和对编绘原图或地形原图所进行的清绘工作（即制成印刷原图）。

（一）制作编绘原图

制作编绘原图就是将较大比例尺地形图编制成较小比例尺地形图。其主要过程：一是编制准备工作，包括搜集、分析和评价制图资料，研究制图区域的地理特征，制订编绘计划以指导作业；二是实施编绘作业，根据编图大纲或编辑计划的要求和规定，按下列步骤进行：展绘地形图数学基础，拼贴基本资料，建立编绘底图，进行各要素的制图综合和整饰制成编绘原图。

（二）制作印刷原图

印刷原图由清绘或连编带绘的方法制成。

清绘：根据相应比例尺的《地形图图式》规定和制图区域的清绘作业规范，在地形原图或编绘原图照像复制的兰图上，进行工艺加工和必要的技术处理，制成印刷原图。

连编带绘：是把制作编绘原图和出版原图这两道工序统一成为一道工序来进行，即对制图资料既根据编辑计划的要求实施制图综合，又严格按照清绘规定，描绘符号，剪贴注

记和整饰，直接制成印刷原图。

四、地图印刷

地图印刷是地图复制工作，即将作好的清绘原图（或称印刷原图）经过复照、制版、印刷等工序印刷成单色图和多色图。地图印刷就其业务来讲，属于印刷工艺范围，但由于地图的印刷技术和精度要求严格，在工序上与制图作业保持密切的联系。地图印刷工艺对制图作业的程序和方法，常会产生一定的影响。

第三节 地形图的内容

地形图具有数学要素、自然地理要素、社会经济要素等反映地表面客观状况的内容。地形图的用图和比例尺决定了在内容上要比普通地图复杂一些。如它不但表示出图廓经纬线，还要加绘坐标网（方里网）；不但表示河流，还要指出水深和流向；不但表示居民地的范围，还要区分街区的建筑质量。此外，为便于地图的使用还附有相应的补充图表。使地形图的内容力求做到详细、准确和实用。

地形图的内容可概括为三个方面：

一、数学要素 包括图廓经纬线及其注记分度带、与经纬度相联系的分幅编号、平面直角坐标网及其注记、控制点、比例尺等等。这些内容是决定图幅范围、位置，以及控制其它内容的基础。它保证地形图的精确性，做为在图上量取位置、高度、长度、面积的可靠数据。在大范围内保证多幅图的拼接使用。数学要素对军事用图和经济建设用图都是不可缺少的。

二、地理要素 它可以再划分自然地理要素和社会经济要素两种内容，前者如地貌的起伏、河流、湖泊、海岸、沙地等等，后者如居民地、道路、通讯设备、境界等等。它们是互相作用、互相联系的整体。但为了制图作业的方便，通常在地形图上具体划分为居民地、独立地物、管线和垣栅、境界、道路、水系、地貌和土质、以及上述诸内容的文字注记共九项内容。它们也称为地图的“要素”。

三、图廓外整饰 这是地形图所特有的内容之一。它包括：接图表、坡度尺、图解（直线）比例尺、三北方向线图、资料说明、图例摘要、行政区划略图、地势略图等等，按比例尺的不同，在项目上稍有差别。这些内容是不可缺少的。

地形图的内容有统一的表达形式，制作地形图必须按照《地形图图式》规定的符号和整饰规格实施作业，不能任意改动。

第四节 地形图的用途

地形图在军事上有广泛的用途。由于组织指挥和作战任务的不同，对地图的使用有着不同的要求。各种比例尺地形图的概略用途介绍如下：

1. 1:2.5万地形图。供团以下单位组织指挥战斗使用，也用来供团以上指挥人员研究计划重点地区战斗行动之用。

炮兵阵地连测，取得射击诸元。

坦克兵（营、连）的侦察和作战。

工程兵施工，指挥所构筑、地面伪装和爆破作业等。

2. 1:5万地形图。通常供师、团级指挥人员使用。

3. 1:10万地形图。通常供军、师级指挥人员研究地形和组织计划作战之用。必要时可以代替1:5万图使用。

4. 1:20万地形图。是军以上指挥机关组织计划作战用图。

5. 1:50、1:100万地形图。是高级指挥机关用图。

地形图在军事上具有广泛的使用价值，而每种比例尺也可互相补充使用。因此在绘制某一种比例尺地形图时，除以这种比例尺地形图为主体外，还应适当满足相邻比例尺地形图的要求。

地形图在经济建设和科学研究等方面，也有广泛的应用。1:1万比例尺地形图对经济建设有重要的用途，国家已有计划地规划测制1:1万比例尺地形图。

第二章 绘图工具的修磨和使用

绘图工具的修磨和使用,是绘图技术的基本功。绘图工具的好坏和使用方法的正确与否,直接影响绘图质量。要反复实践,摸索规律,总结经验,正确和熟练地掌握绘图工具的修磨和使用方法。

绘图工具较多,下面主要介绍小笔尖、直线笔、曲线笔、小圆规、点绘工具、比例规的修磨和使用方法。

第一节 小 笔 尖

小笔尖一般用于描绘各种短直线和绘图上的曲线和书写注记等。

良好的小笔尖应是:钢质较好,富有弹性,两钢片长短、宽窄一致,不得前后错开,能绘出粗细一致、光滑实在的线条。

换用新的小笔尖时,使用前应认真检查。检查方法,可用拇指轻轻顶开笔缝,迎着光亮处或用放大镜仔细查看,或者通过试绘线条检查。如发现其有毛病,应及时修磨。

一、小笔尖修磨方法

(一) 磨齐笔端

两钢片长短不齐时,绘线不能同时接触纸面,下墨不畅,而且刮纸,线划不实在。可将笔尖垂直于油石面上,顺钢片两侧方向轻轻地修磨(图2-1),直至笔尖磨齐为止。

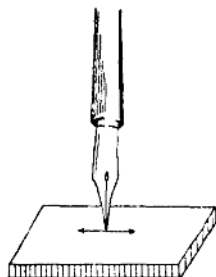


图 2-1 磨齐

(二) 修磨两侧

两钢片宽窄不一,则弹性大小不同,绘线时两钢片前后错开,绘出的线划发虚;两钢片过于宽时,绘出的线划较粗。可将笔尖侧于油石面上,使笔杆与油石面倾角 15° 左右,作前后轻轻地磨动(图2-2①);或用拇指将笔头两钢片顶开,作左右轻轻地磨动(图2-2②),并着重磨其较宽的一侧,直到宽窄一致,适于绘一定的粗细线划为止。

修磨时应注意笔杆与油石面的倾角不要过大,否则会使尖端变得又短又钝(图2-

3①)，绘不出细线；如用力过大容易把钢片的内侧磨损而出现缺口（图2-3②），以致不能使用。

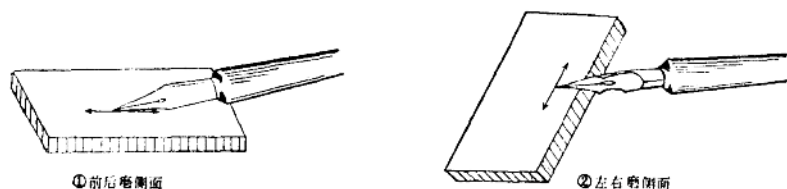


图 2-2 修磨侧面



①磨时倾角过大 ②磨时用力过大

图 2-3 磨损的笔尖

（三）磨去棱角

棱角有前棱、侧棱和角棱等（图2-4①）。有棱角的笔尖绘出的线划发毛，应根据绘线要求，磨去棱角。

1. 绘直线笔尖去棱方法

用以绘直线的笔尖，一定要去掉前棱。去棱时可根据个人使用角度，将笔尖倾斜约 45° 放在油石面上，凹面朝下，从左向右轻轻的拉磨并逐渐将笔杆扶直（图2-4②），这样反复2—3次之后，试绘线划，以不刮纸为宜。

2. 绘曲线或书写注记的笔尖去棱方法

用以绘曲线或书写注记的笔尖，不仅要去掉前棱，而且要去掉侧棱和角棱。去棱时，将笔尖一侧放于油石面上，向右边拉边转动笔杆，将笔尖旋转 to 另一侧达于油石面为止。并在旋转的同时，逐渐增大笔杆的角度（图2-4③）。这样反复2—3次，达到四周都圆滑。试绘线划时，不刮纸即可。

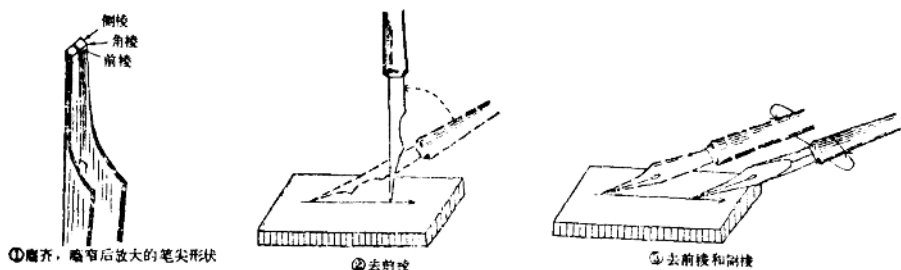


图 2-4 去棱

二、小笔尖的使用方法

(一) 绘直线

运用小笔尖绘直线，是靠着玻璃棒进行的。绘线时用左手拿玻璃棒 1/3 处（食指在玻璃棒的上面，拇指在里边，其余手指在外边），用右手拿小笔尖。以拇指、中指和食指捏住笔杆下端的 1/3 处。绘线时笔杆向右倾斜 75° 左右，以肘部和手腕的边缘为支撑点，绘线由左向右进行。小笔尖与玻璃棒的正确关系（如图 2-5），描绘时注意不要使玻璃棒来回滚动，使小笔尖的两钢片同时接触纸面，这样才能使线划光实。

绘线要领是：

1. 落笔要准。落笔后稍停留，待墨流下再运笔，使起端整齐。
2. 运笔速度一致，用力均匀，笔杆倾角不变，使线划均匀一致。
3. 提笔要稳。笔到终点要稍停留，垂直提起，使末端整齐。

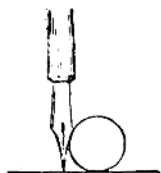


图 2-5 笔尖与玻璃棒的正确关系

(二) 绘平行线

绘平行线其间隔一般用目测确定。左手平行滚动玻璃棒，在每绘一线前可悬空试绘一次，以确定间隔。绘线时保持笔与玻璃棒的关系不变。

绘平行线易出现的毛病是线划之间不平行和线划间隔不等。主要原因是：目测间隔不准；玻璃棒捏得不牢，绘线时玻璃棒滚动；玻璃棒不是平行滚动而是移动；笔与玻璃棒的关系在绘线中不能保持始终不变。

(三) 绘曲线

绘曲线基本动作有四点：落笔、运笔、提笔和接头。落笔、提笔的要领与绘直线基本相同，应着重掌握好运笔与接头的方法。



图 2-6 笔尖与绘线方向的关系

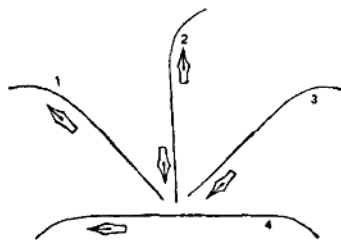


图 2-7 绘曲线的基本方向

1. 运笔

①笔与曲线的正确关系。绘线时应保持笔缝与绘线方向一致（图 2-6），当曲线弯曲很多时，也要尽量保持这种关系。

②绘线的基本方向及持笔方法。曲线的方向是变化的，也是不规则的，我们应在复杂多变的曲线中找出基本方向（图 2-7），以便于掌握运笔方法（如图 2-7），其中 1 和 3 是常见的，按 1 方向绘线时，持笔方法与持普通钢笔方法相同，按 3 方向绘线时，持笔的姿势略同于拿毛笔的方法，但笔杆要向前倾斜。

③绘线长度及用力。绘线不宜过长，一般在曲线较为平直或曲率不大的情况下，顺手时可稍绘得长一些，反之就绘得稍短一些，

运笔时用力要轻而匀,以保持线划一致。

2. 接头

接头的位置一般选在曲线弯曲顶点过后较好。接头时提笔和落笔要稳、准、不跑线,避免出现折角和交叉现象。

小笔尖绘图常见毛病及解决方法

常 见 毛 病	产 生 原 因	解 决 方 法
绘线不光或刮纸	① 笔端不齐 ② 两钢片宽窄不一 ③ 两钢片前后错开 ④ 笔端有棱角 ⑤ 运笔角度不当 ⑥ 墨汁陈旧	① 磨齐 ② 修磨两侧,使之一致 ③ 压平 ④ 去棱 ⑤ 纠正操作方法 ⑥ 换新墨
线划粗细不均	① 两钢片宽窄不一 ② 运笔速度不一或用力不均 ③ 笔尖不干净	① 修磨两侧,使之一致 ② 纠正操作方法 ③ 勤擦洗
线划太粗	① 笔端过宽 ② 笔缝太大 ③ 笔尖太软 ④ 用力过大 ⑤ 图纸发润或发潮	① 磨窄 ② 笔背向下压几下 ③ 用火烧后浸一下水 ④ 纠正操作方法 ⑤ 上鱼胶或凉干
绘线太细或不下墨	① 两钢片过窄 ② 笔缝太紧 ③ 笔尖有油污 ④ 墨汁过浓	① 磨齐加宽 ② 笔背向上压几下 ③ 用火略烧擦净 ④ 换墨

第二节 直 线 笔

直线笔一般用于描绘直线,如图廓线、方里线、铁路的直线段等。

直线笔由笔杆、笔头和调节螺丝三部分组成(图2—8)。笔头是由两片鸭嘴形钢片合成,外片固定不动,内片可以旋开,便于擦洗。

良好的直线笔应是:笔头牢固固定在笔杆上,笔头内片坚硬,外片富有弹性,片端锐薄呈鸭嘴形或方形对称,两钢片合拢后能绘出粗细一致,光滑实在的线划。

下面以鸭嘴形笔头为例,介绍其修磨及使用方法。

一、直线笔的修磨

(一) 磨窄

笔头过宽或形状不对称，绘线不实在、起点和终点位置不易准确，必须磨窄。修磨时笔头一侧接触油石面上，按左右方向修磨（图2-9）。磨完一侧，再磨另一侧，直至宽窄适中，两侧对称为止。

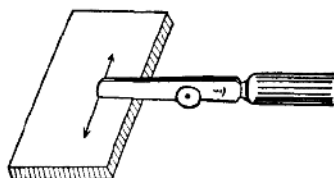


图 2-9 磨窄笔头

(二) 磨齐

笔头两钢片长短不齐，绘线时钢片短的一边，线划发虚。修磨时先把两钢片拧拢，垂直于油石面上，成钟摆式来回轻轻的磨动（图2-10），使笔头两钢片等齐并显圆滑的鸭嘴形。

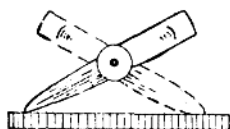


图 2-10 钟摆式磨齐

(三) 磨薄

笔头边缘过厚，则不能绘出细线来。修磨时松开螺丝，使两钢片稍离开，笔头平放于油石面上，分片磨薄（图2-11）。

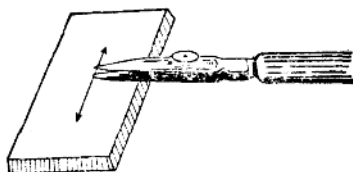


图 2-11 磨薄笔头

修磨时笔杆与油石面的倾角为 15° 左右，边磨边转动笔头，保持钢片中间厚向两边逐渐变薄。在修磨过程中，要勤看磨去的程度，以能看到两条细白线为宜。

若修磨中用力不匀使笔头留有棱角，则绘线不易光滑，可将笔头侧放在油石上成钟摆式轻轻磨去棱角。

二、直线笔的使用方法

用直线笔绘直线时要靠着直尺进行。由于笔头具有一定厚度和弧度，直尺的位置应与所绘线划间保留一定距离。绘线时笔头内侧轻靠直尺，笔杆向右倾斜约成 75° （图2—12），并使两钢片同时接触纸面，运笔中应保持笔与直尺的关系不变，由左向右，用力均匀，速度一致，一笔绘成。

绘粗线时可一笔绘成，也可先绘出上、下边线，然后再填墨。填墨时为防止钢尺沾墨弄脏图纸，可将钢尺翻过来，斜面向下使用。

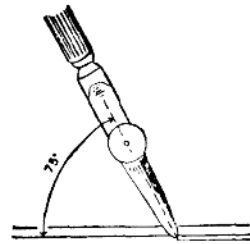


图 2—12 绘线时姿势

三、直线笔绘线易产生的毛病

（一）直线笔靠尺太紧或绘线时用力不均，易产生线划粗细不一或尺边沾墨弄脏图纸。

（二）笔头向内或向外倾斜，两钢片不能同时接触纸面，会使线划发虚、发毛。

（三）绘线时笔杆方向不一，线划不直或发虚。

（四）上墨过多或笔头内侧有墨，容易沿直尺流下弄脏图纸，上墨不足或墨汁太浓，绘线时容易使线划中断或粗细不均。

第三节 曲线笔

曲线笔分为单、双两种。单曲线笔用于描绘等高线、岸线、单线河、单线路等；双曲线笔用于描绘双线路、双面堤等。

一、单曲线笔

单曲线笔是由带轴笔头，套管和两组螺丝组成（图2—13）。

笔头由两个弧形钢片组成。套管套在带轴笔头外部，便于笔头在套管内灵活转动；两组螺丝，一组在带轴笔头上端，用来固定套管，不使笔轴掉离套管；一组在笔头的外侧，用以调节两钢片中间宽度，确定线划的粗细。



图 2—13 单曲线笔

良好的单曲线笔应是：笔头钢质坚硬，富有弹性，弧度适中，笔轴直而转动灵活，两钢片等齐、等宽、等薄，调节螺丝不紧不松，能绘出粗细一致，光滑实在的曲线。

（一）单曲线笔的修磨

笔头形状可磨成鸭嘴形和方形两种。两种形状各有其特点，可根据个人使用习惯和曲线的弯曲程度来选择采用。下面介绍笔头修磨的一般方法。

1. 修磨笔形

笔形正确与否关系到曲线笔转动的灵活程度。笔头的弧度太小，绘线时不易转弯；弧度太大，转弯迟缓，易跑线；弧度适中，转弯灵活（图2—14①）。

对于弯曲不符合要求的笔头，通过磨窄修形的方法，固定形状（图2—14②）所示的笔头，其弧度太大应磨成（图2—14③）的形状，去“黑色”部分，使其弧度适中。如去掉的部分较多时，可使用粗油石或在细砂轮上磨出基本形状。

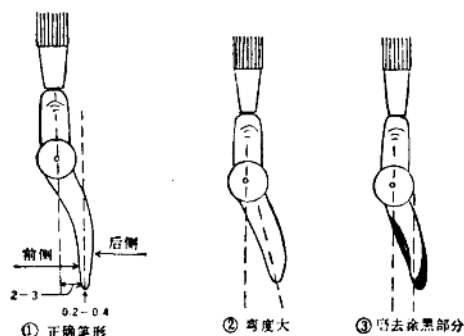


图 2—14 曲线笔笔形

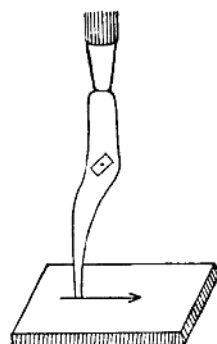


图 2—15 磨齐

2. 磨齐

笔头两钢片长短不齐，绘线发虚，修磨时，可将笔垂直于油石面上，向右拉磨（图2—15），用力要轻，次数不宜过多，以免笔端太宽。

3. 磨窄

笔头过宽，绘线转弯不灵活，易出死角修磨时将两钢片合拢，与油石面垂直放置（图2—16），前后平磨，达到宽窄一致，笔端宽约0.2—0.4毫米。

4. 去棱

磨齐、磨窄以后，笔端的两侧出现了棱角，尤以前棱（笔头前进方向一端）对绘线影响较大，必须磨去。可先固定笔头，合拢两钢片、笔杆前倾，使前棱接触油石，轻轻的向右拉动笔杆，同时逐渐将笔杆扶直（图2—17）。这样反复2—3次以后，在纸上试绘，以不刮纸为宜。



图 2—16 磨窄

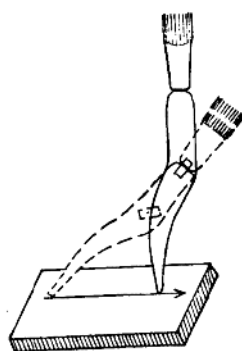


图 2—17 磨去前棱

5. 磨薄

磨薄是修磨笔头最后一步，是曲线笔笔头修磨好坏的关键。修磨时，松开钢片，分片修磨。先将一片与油石面接触，约成 15° 倾角，左右磨动。开始边磨边转动笔头（图2-18①），最后采用平磨的方法修磨笔端（图2-18②），磨完一片，再磨另一片，边磨边检查，以对着光亮处，能隐约看出两条相等的细白线为宜。此时，可上墨试绘，能绘出粗细一致，光滑实在的曲线即可。

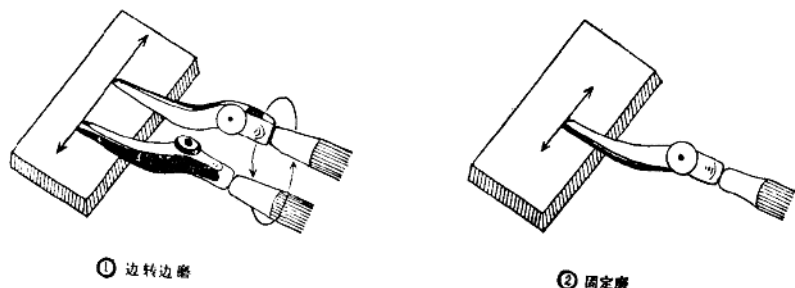


图 2-18 磨薄

以上只是一般的修磨方法，作业中应根据曲线弯曲程度，图纸质量，个人用笔习惯等，修磨相应的笔头。如绘平直曲线，笔头弧度应稍大，笔头应宽些，绘弯曲较多的曲线，笔头弧度应稍小，笔头应窄些；图纸紧密（或已上过鱼胶），则应磨得薄些；运笔轻者，笔头磨得薄些；运笔重者，不宜将笔头磨得太薄。

（二）单曲线笔的使用方法

描绘曲线的姿势正确与否，对绘线质量有直接影响。身体要坐正，胸部略离桌边，图纸放于正前方，眼睛距离图纸以看得清楚为宜。握笔要垂直用拇指、食指和中指夹住套管的中下部（图2-19）。

绘线时以肘关节为依托，用手臂和腕力带动笔头，沿曲线方向移动。其基本动作有四个：落笔、运笔、提笔和接头。

1. 落笔

落笔要垂直，对准兰线，笔头落到兰线上略为停顿，待墨流下再运笔。

2. 运笔

运笔过程中要始终保持笔杆垂直，用力均匀，速度一致。应注意以下几点：

- ① 方向。运笔的基本方向，一般是从左下方向右上方或从左上方向右下方，这样运笔顺手，能绘较长的线条。
- ② 视点。在运笔过程中，眼睛要看在笔头前方约3—5毫米处的兰线上，这样不易跑线。
- ③ 转弯。转弯时要提前拉动笔杆，不能等笔头移动到弯曲顶点时，再拉动笔杆，否则就会跑线（图2-20①）；同时提前太早也会跑线（图2-20②），所以提前时间要适当。

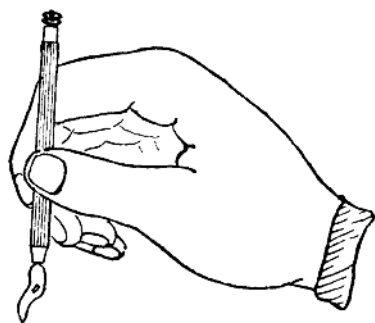


图 2-19 握笔姿势