

地形图刻绘

中国人民
解放军 84531 部队



测绘出版社

地形图刻绘

中国人民
解放军 84531部队

测绘出版社

内 容 简 介

本书较详细地介绍了刻图材料、刻图工具及地形图刻绘技术方法等基本知识。

可供具有初中文化程度的测绘技术人员参考；也可供有关制图专业师生参考。

地 形 图 刻 绘

中国人民解放军 84531 部队

*

测绘出版社出版

测绘出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

*

开本 787×1092 1/32·印张 4⁵/₈·字数 103千字

1981年2月第一版·1981年2月第一次印刷

印数 1—16,100册·定价 0.39元

统一书号：15039·新 165

前 言

刻图法作为制图的一项新技术，目前已得到了全国各测绘部门的普遍重视。为了适应推广、普及刻图技术的需要，我们对几年来开展机械刻图的工作进行了初步总结，试编写了《地形图刻绘》这本书，希望能起到抛砖引玉的作用。本书主要介绍与地形图有关的刻绘基本知识和技术方法，但其基本原理和方法也适用于其它类型地图的刻绘。

本书由刘选禹、林启周、陈清杰等同志编写。钟继志同志对该书初稿进行了审阅并提供了许多修改意见。

在编写过程中，曾参考兰州涂料研究所、上海合成树脂研究所、汕头感光化学厂、国家测绘总局测绘科学研究所和中国人民解放军 57659 部队等单位的研究报告和其它技术资料，在此致以深切的谢意。

由于刻图法全面推广的时间还不长，实践还不充分，我们的做法和体会还有很大的局限性和片面性。加上编者的水平有限，编写时间仓促，书中的错误和不妥之处在所难免，望读者批评指正。

编者

1979年12月

目 录

第一章 概述	(1)
§1-1 刻图法的发展概况.....	(1)
§1-2 刻图法的种类.....	(3)
§1-3 刻图法的特点.....	(6)
第二章 刻图膜片	(9)
§2-1 透明片基简介.....	(9)
§2-2 聚酯片基.....	(12)
§2-3 对刻图膜层的基本要求.....	(18)
§2-4 钛白膜.....	(23)
§2-5 合成树脂膜.....	(27)
§2-6 在刻图膜片上建立图形.....	(34)
第三章 可剥离感光胶片和微泡感光胶片	(39)
§3-1 可剥离感光胶片介绍.....	(39)
§3-2 可剥离感光胶片的植字.....	(45)
§3-3 压敏胶和透明注记的粘贴.....	(47)
§3-4 压敏转印技术介绍.....	(55)
§3-5 微泡感光胶片介绍.....	(59)
第四章 刻图工具	(70)
§4-1 刻针、刻刀和刻笔.....	(70)
§4-2 刻线仪.....	(75)
§4-3 矩形符号刻图仪.....	(79)
§4-4 刻点仪、刻圆仪和仿形仪.....	(82)
§4-5 字符膜片.....	(89)
§4-6 刻图桌.....	(92)

第五章 地形图内容各要素的刻绘	(97)
§5-1 地形图刻绘作业的分版方案.....	(97)
§5-2 水系的刻绘.....	(99)
§5-3 居民地的刻绘.....	(103)
§5-4 道路的刻绘.....	(108)
§5-5 其它黑色要素的刻绘.....	(112)
§5-6 植被的刻绘.....	(115)
§5-7 地貌的刻绘.....	(117)
§5-8 各要素关系的处理.....	(121)
§5-9 刻绘原图的审校、验收和修改.....	(126)
第六章 全要素刻图工艺方案	(130)
§6-1 一般分版刻图工艺方案.....	(130)
§6-2 在制版中引用微泡感光胶片的工艺 方案.....	(134)
§6-3 一版染色分要素刻图工艺方案.....	(138)

第一章 概 述

§ 1-1 刻图法的发展概况

地形图的印刷出版，通常是在出版原图的基础上进行的，而出版原图一般又是通过绘图方法取得，所以又称清绘原图。由于绘图方法不易掌握，而且在质量和速度提高上都受到一定的限制，因此在国内、外很多制图部门中，都采用了刻图法这一新技术。刻图法一般是指在透明片基上涂布一层涂料，形成膜层后，在其上翻晒出图形，并用特制的刻图工具刻出各种透明的线条和符号，粘贴透明注记和部分符号而制成出版原图的方法。

刻图法类似于传统的雕刻技术，雕刻技术在国内、外都有广泛的应用和悠久的历史。我国现存最早的地图《禹迹图》、《华夷图》等，就是南宋绍兴6年（1136年）在石上雕刻的，版面长宽均为3.42尺，今保存于西安市碑林。另外我国历史上还曾长期采用过木刻版印刷地图，如南朝宋代文学家谢庄（421~466年）和北宋科学家沈括（1031~1095年）都曾刻过木版图。随着历史的发展，以石刻、木刻版制作地图的方法已远远满足不了时代的要求，而被新的技术所替代。

第二次世界大战期间，由于战场广阔，地形图的需要量空前增长，加上战后经济建设的恢复和发展，很多资源的开发和利用、基本建设的计划与实施，都要求及时地提供高精度的详细地形图。从而对改进测制地形图技术和探索制作印刷原图新的工艺途径的要求就更加迫切了。刻图法技术就是

在这种情况下逐渐得到重视而开始研究试验的。

到本世纪五十年代，随着尺寸稳定的塑料的出现和刻图工具、刻图膜的发展，为刻图法用于生产创造了物质条件，刻图法的优越性也得到进一步的发挥。不少国家开始用刻图法代替沿用很久的绘图方法制作地图。经过 20 余年的努力，刻图法不仅在工艺程序、使用范围、工具、材料以及刻图理论等方面的研究工作，都有了很大的进展，已成为制图生产中普遍采用的成图方法。同时还广泛的利用其它学科的先进成果，对自动化刻图的研究工作也取得不少的成就。有些欧美国家自动化刻图已发展到实用阶段，展示出刻图法的发展前景是广阔的。

在刻图法发展过程中，采用的片基经历了由玻璃片基、热固性塑料片基到目前的热塑性塑料片基的过程。现在广为使用的是聚酯片基。如美国生产的“斯达比伦”片基据说其尺寸稳定性已接近玻璃，瑞士生产的“优列斯克”片基，具有表面消静电力强和粘附力高的性能，尺寸稳定性也很高。膜层也经历了卤化银膜、沥青膜、天然树脂膜到合成树脂膜的发展过程。刻图工具的刻针和刻刀则使用了高硬度的材料如钨钢、宝石或铍钨合金等，所以工具一经修磨合格，就能保证经久耐用。另外在刻图方法上也有很多进展，除了通常采用的阴象刻图外，相继出现了阳象刻图、一版刻图、化学蚀刻法刻图和光刻法刻图等新的刻图方法。这些方法的综合使用，无疑会给制印工序带来更有价值的效果。

我国从 1958 年开始试验刻图法，开始采用玻璃作为版基流布卤化银膜，刻绘棕、蓝地图要素，并设计和制作出部分刻图工具，编写、翻印了一些刻图论文，培养出一批刻图作业人员，这是我国刻图法发展的良好开端。此后，特别是

1970年以来,广泛开展了对聚酯薄膜刻图的全面研究试验和推广工作,在短短几年内,性能良好的刻图膜已能成批生产;主要刻图工具已基本定型配套;刻图工艺已趋于成熟稳定;刻图技术队伍已迅速成长;在制图生产中采用刻图法完成图幅的比例明显上升。由于刻图法已有了必要的物质基础,目前刻图法在全国各测绘部门已普遍重视,正在逐步推广应用。无疑今后刻图法必将随着我国科学技术的发展,而不断前进。

§ 1-2 刻图法的种类

根据目前各国刻图法的发展和应用现状来看。可按下列情况分类:

一、按消除图形的膜层方法不同,可分为机械刻图法、化学蚀刻法和电热刻图法。

1. 机械刻图法 是使用特制的制式刻图工具,通过加给工具适当的压力,使工具上的刻头(刻刀或刻针)刻去刻膜上的各种线划、简易符号和数字而进行刻图的方法。机械刻图的关键是要有结构严紧、规格性强和运用自如的刻图工具及具有良好刻绘性能的刻膜。机械刻图法是目前刻图法中最基本的常用方法。

2. 化学蚀刻法 是利用化学溶液腐蚀去刻膜上的图形而对片基和保护层无腐蚀作用的刻图方法。这种刻图法使用的刻膜除具备机械刻图所必须的一切性能外,还应保证膜层对腐蚀剂的化学反应迅速、彻底,使膜层在严格规定的界限内被腐蚀出光洁、透亮的线条和图形;反应后的生成物对片基不应有化学作用,且易于清除干净。它是机械刻图的补充,多用于补刻注记和不易刻绘的符号,同时也可用于制作普染

印刷原图和地图更新。如美国“航图与情报中心”使用一种通过光化作用形成良好保护层的感光蚀刻乳胶(认为 Lith Kem Ko 和 Harris 比较适用)流布在刻图膜上,将需要复制的阳片覆盖其上,药面相对进行曝光,经显影后再在刻膜上洒上化学蚀刻溶液(200cc 无水甲醇加 10 克氢氧化钾,溶解后加入 200cc 二甘醇-丁基醚充分混合备用),一、二分钟可完成蚀刻工作,再清除残留蚀刻溶液,冲洗光化蚀刻乳胶保护层,然后凉干备用。化学刻图的关键在于选择适当的蚀刻溶液和蚀刻工艺。

3. 电热刻图法 是使用特制的电热刻图工具,利用刻膜和片基的熔点显著不同以及被熔刻膜能迅速凝固的特点进行刻图的。由于电热刻图是利用膜层接触刻刀传导的电热立即熔融的瞬间刻出图形,所以操作较省力,刻绘速度较快。但缺点是要求刻图运转速度均匀一致,否则会引起线划粗细不匀和图形变态。电热刻图通常用来熔刻沙点、实心小面积符号和较粗的线划。

二、按不同印色的地图要素刻绘在同一版上或不同版上,可分为一版刻图和分版刻图。

1. 一版刻图 是在已建立全要素底图的刻膜上,先刻绘完一种颜色要素后,即进行翻版,得出该要素的阳片,然后对已刻线划进行染色,使被刻部分不再透光,随后再刻绘另一种要素,再翻版、染色,如此依次刻完其它各要素,并得到各要素的相应阳象分版,最后把刻膜上的线划染色层清除干净,即可获得一张全要素阴片刻绘原图。色液要求对片基易于着色而且具有足够的遮光力和附着力,但对刻膜则不起化学反应而影响刻绘性能。一版刻绘的优点是能保证各要素之间的准确套合,缺点是增加了工序之间的周转和给组

织生产带来困难。

2. 分版刻图 是将不同印色的地图要素分别刻绘在不同的版面上，也可在一块版上刻绘二种或多种要素。但究竟采取何种分版方法，各国根据各自的生产特点和技术条件有所不同，一般多采用按色分版的工艺方案，即一块版刻绘同一印色要素，注记和符号则制作透明阳片，并用撕膜片制作普染原图，提供下工序制印。这是现行作业中最常用的一种方法。

三、按制作刻绘原图是以正片或负片的形式提供制印，又可分为阴象刻图和阳象刻图。

1. 阴象刻图 是通过刻图手段，除去刻膜上的图形膜层而得到阴象刻绘原图的方法。由于阴象刻图出现最早，世界各国进行过广泛的研究和生产实践，其工艺技术比较成熟，因此阴象刻图已成为目前各制图生产部门在制作出版原图时的主要手段。

2. 阳象刻图 是在阴象刻图的基础上进行的，其方法是将刻好的要素着色，然后清除空白处的膜层，于是片基上留下的就是所需要素的阳象，而得到阳象刻绘原图。这种方法可省去翻版工序，从而降低生产成本。据1976年在莫斯科召开的第八届国际制图会议报导，用聚碳酸盐薄膜就可按上述方法进行阳象刻图。

另一种方法是在黑色片基上涂布白色的刻膜，当涂层被刻去后，即为阳象图形，这种方法仍需经过复照工序，所以优越性不显著，除便于野外测图外未能得到广泛应用。

四、按刻图的方式不同，还可分为手工刻图和自动化刻图。

在自动化刻图过程中，首先把制图各要素的图形资料等

制图信息，通过数字化器转换成各要素的类别代码和平面坐标等数字形式，存贮到磁带、磁盘或纸带上，作为数据加工的输入，然后通过数据处理装置处理和加工，再将加工处理过的数据通过数控绘图机转换成新的地图图形。目前数控绘图机的类型很多，就绘图(转换)方式来说，可分为接触式：即绘图工具接触记录材料转换成图形。这类绘图机多采用笔或刻刀作为绘图工具，用图纸或刻图膜片作为记录材料。另一类为非接触式：即绘图工具不接触记录材料而转换成图形，其绘图手段为可见光、电子束、激光等，记录材料为感光底片、缩微感光底片、高分辨率的电子感光材料等。

从以上实现自动化刻图途径的简介中，可看出，刻图自动化是整个制图自动化研究的内容和组成部分，随着电子计算机的出现和信息理论的发展，为实现制图自动化开辟了广阔的前景。

以上列举的各种刻图方法，都各有其长处和不足，如果在生产实际中，能取长补短，有机结合综合应用，则会使刻图技术产生更大的实效。也是目前刻图技术发展的一个重要方面。

§ 1-3 刻图法的特点

刻图法与绘图法比较有下列优点：

1. 成图工艺质量高 由于刻图工具一般是严格按图式规定的尺寸制作和修磨的，所以各要素的线条粗细和符号大小能做到基本一致，规格性好。加上刻图膜的解象力比图纸高，实际作业中，用 25 倍显微镜检查，刻线光洁、透明，清晰实在。而且在制版过程中不必经过复照，又可避免因照相而引起的线条失真，这些都是绘图法很难做到的。

2. 成图速度快 刻图作业时，省去了绘图法作业中的磨墨、上墨、反复地清洗工具、试笔等繁琐动作，从而减少了无效劳动时间的消耗，加快了成图速度。实践证明棕版刻绘比清绘速度快 30% 以上；黑、蓝版刻绘也不低于清绘作业，而且还节省了全部复照时间、60% 的修版、分涂时间和 25% 的翻版时间。

3. 简化工序、减少了周转次数 绘图时一般分黑、蓝版和棕版作业，制印时首先要对这两块版进行复照，然后按印刷需要翻晒各种版次，并相应进行修版分涂；刻图法所得的正阴象刻图膜片，相当于复照底版，而且还可按制印要求进行分版刻绘，所以不但省去了复照工序和大部分修版、分涂和审校等工作量，还避免制版时频繁的上下工序间的往返周转次数。因此缩短了成图周期。

4. 训练作业员的时间较短 绘图时，作业员必须对绘图工具的使用角度、运行速度和用力的大小做到最好的配合，才能保证清绘质量。这样就需要对作业人员进行较长时间的训练，才能胜任。而刻图法成图时所使用的刻图工具，对不同的线条和符号基本上都是专用的，而且还具有一定的机械控制，所以操作简便，容易掌握，因此训练时间可以缩短。对具有一定绘图基本功的作业员，只要稍加练习就可上图作业。

5. 成本较低 由于省去了复照、部分翻版时间，又大量减少了修版、手工分涂和底版的校对工作量，这就节省了人力、物力，降低了成本。

总之，只要刻图的基本条件具备而又合理地安排刻图工艺和出版方案，那末刻图比绘图的成本低而效率高是可以肯定的。

从目前国内刻图技术的应用现状来看，正处于逐步推广和迅速发展阶段，虽然取得了较好的效果，但只能认为是初步的。还有很多现实的课题，有待进一步研究，如现行作业中，透明注记阳象版的质量，还不够理想；由于分版多各元素间的关系不易处理完善；套版检查与制印套版作业还很繁琐；透光刻图对视力的影响等，这些都是作业中急待进一步研究解决的问题。现实和发展都说明更进一步开展刻图法研究的必要性。

我国幅员广阔，气候条件差别很大，目前使用的刻图膜片，还难满足东西南北中各制图单位的要求。生产出一种表面硬度强，化学性能和物理性能稳定的刻图片基和不受气候等外界因素影响的刻绘性能优良的刻膜，也是不可忽视的。

随着刻图法使用范围的日益扩大，实用单位技术条件也日益改善，因此单功能的刻膜已不能充分满足使用要求，而应是多功能的。也就是说一张刻膜最好同时具备刻、蚀、熔多种技术性能。实用中还提出，能生产一种预制感光膜即在刻膜上预先流布感光层，应用时只要依靠简单的设备就可快速建立起所需要的底图。所以在刻图膜的品种上也有待进一步丰富。

目前对刻图工具的需求是十分迫切的，在使现有的刻图工具配套并标准化的同时，设计新型的、高效的刻图工具也是很必要的。

今天我们正处在对刻图法的各方面进行更深入和更具有目的性研究的阶段，加强统一的、权威性的组织领导，无疑将对刻图法的发展速度起良好的影响。

第二章 刻图膜片

刻图膜片由片基和膜层组成，是进行刻图的重要材料和物质基础，也是研制刻图材料中最困难和最复杂的问题之一。刻图膜片的性能直接影响刻图的质量和速度，所以在实施刻图作业时，要认真研制或选择刻图膜片，并熟悉其性能。

§ 2-1 透明片基简介

一、好的片基应满足下列要求

1. 无色透明；
2. 几何尺寸稳定，基本上不受温度、湿度变化的影响；
3. 表面硬度大。在正常刻图压力下不致刺入片基表面，或在片基表面上留下刻痕；
4. 抗冲击强度高*；
5. 另外还要求性能稳定。不霉、不蛀、无臭、无味、无毒、耐腐蚀、能抗静电及价格便宜、便于储运等。

用于刻图的片基种类较多，但能完全满足上述要求的片基，却为数甚少。随着科技和塑料工业的发展，在刻图片基的使用上，国外一般经历了由玻璃片基过渡到热固性塑料片基，后又过渡到目前使用的热塑性塑料片基的过程。所谓热固性塑料是指由加热固化的合成树脂所制成的塑料，这种塑料所用的合成树脂在加热初期树脂软化具有可塑性，可制成各种

* 冲击强度：是以一定负荷和速度作用于材料上，使材料损坏所需的最小能量。

形状的制件，继续加热则伴随着化学反应的发生而变硬，使形状固定下来不再变化。如再加热也不再软化，不再具有可塑性。合成树脂的分子结构如果是网状的就属于热固性塑料，如酚醛树脂、氨基树脂、环氧树脂、芳杂环树脂等。

而热塑性塑料是指可以多次反复加热而仍有可塑性的合成树脂所制得的塑料。这种树脂加热变软，甚至成为可流动的粘稠物质，在此状态时具有可塑性，可制成一定形状的制品，冷却后，保持此形状，如再加热又可变软塑制成另一形状，如此可反复进行多次。热塑性塑料的分子结构为线型或支链型，如聚乙烯、聚氯乙烯、聚苯乙烯、聚碳酸酯、聚对苯二甲酸乙二醇酯（涤纶）、含氟塑料、聚酰胺等。

玻璃曾被认为是理想的刻图片基，因为它的表面光洁而坚硬，具有满足套合要求的尺寸稳定性。但由于它笨重又容易被冲击而破损，不便于保管和转运，尤其是出版前的准备和制印不在同一地点的机构更加不便，所以目前在国内外几乎全都使用塑料片基而不愿使用玻璃片基了。

热固性塑料片基坚硬、透明、几乎无色。它具有优良的刻图表面，但尺寸不够稳定，并且同玻璃一样，要求小心管理以防破损，而且这种塑料不适合采用栓钉定位这样重要的装置，所以目前也没有采用这种片基的。

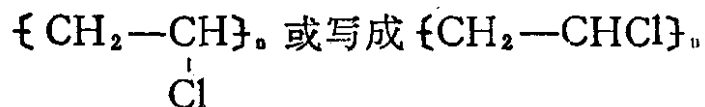
目前各国使用的刻图片基都属于热塑性塑料，如聚氯乙烯、聚碳酸酯和聚酯（对苯二甲酸乙二醇酯）等片基。尤其是聚酯片基，除我国使用外，也广为国外所使用。只有西德使用聚氯乙烯和聚碳酸酯片基。

这里首先将聚氯乙烯和聚碳酸酯片基加以简介，聚酯片基则留待下节中介绍。

二、聚氯乙烯片基

聚氯乙烯是一种通用树脂。它是三十年代产品。由于原料来源丰富，价格低廉，因此在一个时期曾为塑料中产量最大的品种之一。

聚氯乙烯是由单体氯乙烯聚合而成。它的结构式为：



聚氯乙烯树脂为白色或微黄色粉末，加入不同的增塑剂和稳定剂可制得各种硬、软制品和透明制品。其优点是有较好的机械性能和耐腐蚀性，质轻，比重为 1.38（铝 2.7、锌 7.14、玻璃 2.5~2.7），不易燃烧、不会爆炸，吸湿性小，为纤维素片基的 1/10~1/100，所以尺寸较稳定。

聚氯乙烯易溶于酮类、酯类和氯代烃类溶剂中。

聚氯乙烯虽然能满足刻图片基的一些要求，但由于它的耐热性较差，只能在 $-15 \sim 55^\circ\text{C}$ 的温度范围内使用，耐光性和抗冲击强度也不够理想，而且弯折后呈白色，再加上制膜的实用方法为压延法，而压延法制得的片基得不到平滑的表面等，都使它在刻图片基的使用上受到限制。

三、聚碳酸酯片基

1957 年西德阿克发 (Agfa) 公司首先采用双酚 A 型聚碳酸酯作为照相制版的片基，后来美国安斯科 (AnSCO) 公司 (GAF 公司的一部分) 也用来作为摄影材料片基。通常所说的聚碳酸酯就是指双酚 A 型聚碳酸酯。

聚碳酸酯的主要原料为双酚 A、光气或碳酸二苯酯。双酚 A 是由苯酚与丙酮合成；光气由氯气与一氧化碳合成；碳酸二苯酯由苯酚与光气合成。这些原料国内丰富。

聚碳酸酯由双酚 A 和碳酸二苯酯起酯交换而成，或借双酚 A 钠盐与光气进行缩聚而成，双酚 A 型聚碳酸酯的化学