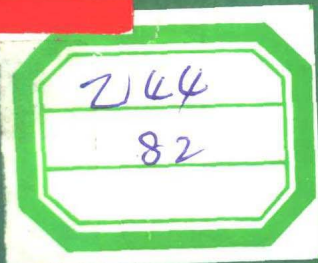
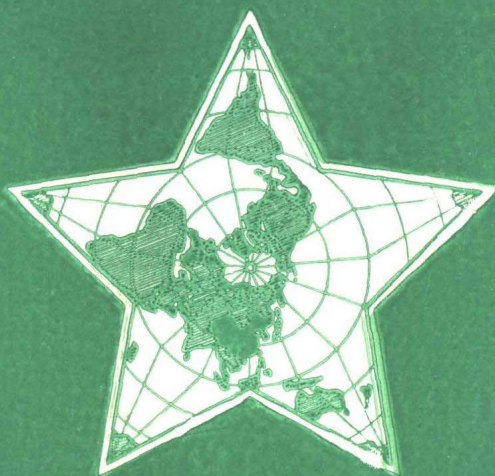


地图制印

(供制图系编绘专业使用)

制图教研室编



中国人民解放军测绘学院

一九七七年十一月

前 言

在以华国锋主席为首的党中央一举粉碎王张江姚“四人帮”篡党夺权阴谋，全党全军全国各族人民认真实现党中央作出的抓纲治国的战略决策的大好形势下，我们遵照伟大领袖和导师毛主席关于“教材要彻底改革”的指示，在教学实践的基础上，编写了《地图制印》教材。在编写这本教材时，我们力求坚持为无产阶级政治服务的方向，理论联系实际，文字通俗易懂，便于学员自学。

《地图制印》教材供我校制图系编绘专业使用，主要是从理论和实践的结合上阐明地图复照、翻版、制版和印刷的基本原理和技术方法，同时论述了地图制印与地图编绘的关系、地图制印的过程，介绍了地图多色出版设计和晒图的基本方法。

这本教材是由严 勉、刘吉康同志编写，由教研室组织审查的。新编的这本教材，虽然作了一定的努力，总结了教学实践的经验，但是由于我们对马列主义、毛泽东思想学习不够，教育革命实践较少，编写时间仓促，加之学术水平有限，所以这本教材难免有缺点和错误，我们热诚希望同志们提出批评意见，以便再版时修改。

制 图 教 研 室

一 九 七 七 年 二 月

目 录

第 一 章	绪 论	(1)
第一节	地图制印的任务	(1)
第二节	地图制印与编绘的关系	(1)
第三节	印刷种类及地图印刷采用的方法	(2)
第四节	地图制印过程	(4)
第 二 章	复 照	(6)
第一节	复照仪及其光学用具	(6)
第二节	感光材料及其特性	(12)
第三节	复照过程原理	(16)
第四节	湿片复照	(19)
第五节	干片复照	(29)
第六节	网目复照	(35)
第七节	分色复照	(40)
第 三 章	翻版、分涂	(45)
第一节	翻版的意义和方法	(45)
第二节	铬胶翻版	(46)
第三节	罗甸干片翻版	(57)
第四节	氯化银聚酯感光片翻版	(58)
第五节	重氮盐树脂感光片翻版	(62)
第六节	分涂	(64)
第 四 章	制 版	(68)
第一节	平版制版的各种方法及其一般过程	(68)

第二节	平版制版原理·····	(70)
第三节	阴象制版——蛋白版·····	(74)
第四节	阳象制版——平凹版·····	(79)
第五节	预涂感光版制版(重氮树脂版)·····	(83)
第六节	色层印刷版的制作·····	(88)
第七节	印刷版的打样、审校和改版·····	(93)
第五章	印 刷·····	(96)
第一节	印刷纸张和油墨·····	(96)
第二节	胶印机·····	(98)
第三节	印刷作业·····	(102)
第四节	印刷图的分级和包装·····	(105)
第六章	地图多色出版设计·····	(106)
第一节	出版要求·····	(106)
第二节	出版方案·····	(106)
第七章	晒 图·····	(117)
第一节	晒蓝图·····	(117)
第二节	晒棕图和黑图·····	(120)
第三节	晒熏图·····	(120)

第一章 绪 论

第一节 地图制印的任务

要学习《地图制印》课，必须首先搞清地图制印的任务是什么，它在整个成图过程中有何作用 and 意义，否则，“就不知道那件事情的规律，就不知道如何去做，就不能做好那件事”^①。

从地图的成图过程可以明显地看到地图制印的地位和作用。

地图的成图过程一般可以分为三个主要步骤：

- 采用航测方法或根据实测资料进行编绘的方法，获得实测原图或编绘原图；
- 将实测原图或编绘原图进行精确的清绘或刻绘，获得出版原图；
- 利用出版原图进行制版印刷。

由此可见，地图制印是成图过程的最后一个步骤，是测绘工作的最后一道工序，是大地测量、航空摄影测量、编绘等共同劳动成果的集中表现。

地图制印是解决由一份原图复制出多份地图，以满足社会主义革命和社会主义建设需要的一种科学技术方法。

我们知道，出版原图只有一份，而政治、军事、经济、文化等各方面对地图不仅需用迫切，而且数量很大。很明显，一幅原图是无法满足各方面的需要的，所以，必须在获得原图后，再通过印刷进行大量复制，得到份数很多的地图，以满足各方面的需要。

另外，地图制印还可以大大提高地图的表现力。经过清绘或刻绘的出版原图，虽然线划精细，但毕竟是单色的，各要素的区分及其相互关系在图面上并不那么直观。而经过多色套印的地图在图面上的区分就十分明显，以一幅黑、兰、棕、绿四色印刷的地形图为例，居民地、河流、地貌、植被等，它们之间的相互关系非常直观。至于用分层设色法或晕渲法表示地貌，则地貌表示的立体效果就更好了。这就提高了地图的使用价值，能更好地满足用图者的要求。

第二节 地图制印与编绘的关系

地图编绘与地图制印是上工序与下工序的关系。编绘为制印提供出版原图和其他资料，作为制印的依据；制印除完成本身复制任务外，并协助编绘人员完成编绘资料的拚缩、纠正和晒图等工作。他们在工作上互相支援，共同协作；在技术上互相影响，互相制约。在制印工作中，编绘为制印提供的出版原图有：清绘的、刻图的、一版绘刻和分版绘刻、以及多色地图原稿等各种不同的类型。它们直接影响到制印工艺方案的选择，工作过程的繁简，产品精度的高低，生产周期的长短。例如，由分要素刻图制出的原图，制印时不但省去复照手续，而且省去了大量的分涂工作量，既缩短了出版过程，

^①《毛泽东选集》合订一卷本155页，人民出版社

又提高了印图质量。同样在编绘工作中，所编图幅幅面的大小、符号的设计、色彩的设计等，除根据用图目的外，还必须结合制印的实际情况，如制印厂的机器设备、印刷纸张的利用率、制印技术的情况、以及多色印刷时印刷版的利用率等，进行综合考虑。否则会造成返工浪费，或影响成图质量，或给制印造成麻烦，或给编绘工作本身增加不必要的负担。这就要求编绘工作者要了解制印的设备和材料；了解地图制印的工艺流程、技术方法及其一般原理。使地图的设计与编绘不但能满足用图的目的，而且符合地图制印的要求。这对于提高印刷图的质量，加快印图速度，降低制印成本，具有重要意义。随着科学技术的发展，工艺过程将日趋简化，而编绘与制印将更加紧密地联系在一起。

第三节 印刷的种类及地图印刷采用的方法

印刷术是我国古代劳动人民发明的。早在一千三百多年前的隋朝发明了雕刻版印刷，到北宋时期，毕升发明了活字版印刷，距今已九百多年了。

一 印刷的分类

现代印刷可分为凹版印刷、凸版印刷、平版印刷三类。它是根据印刷版面印刷要素（图文部分）和空白要素（图文以外部分）的相对位置不同来划分。

（一）凹版印刷

凹版印刷版面上的印刷要素下凹，并根据所要求点线墨色的浓淡不同而下凹的深度不一样，它的空白部分具有同一高度。它是由雕刻或腐蚀在平面的版材上使印刷要素下凹获得的。印刷时全版着墨，而后用专门的刮刀将空白要素上的油墨刮净，最后供纸加压获得印刷品，如图 1—1 所示。

采用凹版印刷所印出的印刷品，墨色饱满。同时由于印刷要素下凹深度不一，储墨量的多少也不相同，印刷品上点线的油墨量也就不一致，从而能显示出不同浓淡色调的层次。所以它最适合于层次丰富的照片和精致证券的复制，例如画报、纸币、邮票等。

（二）凸版印刷

凸版印刷版面上的印刷要素凸起，并具有同一高度，空白要素下凹。它是用雕刻、腐蚀或铸造等方法使空白要素下凹获得的。印刷时，油墨只着在凸起的印刷要素上，不侵犯

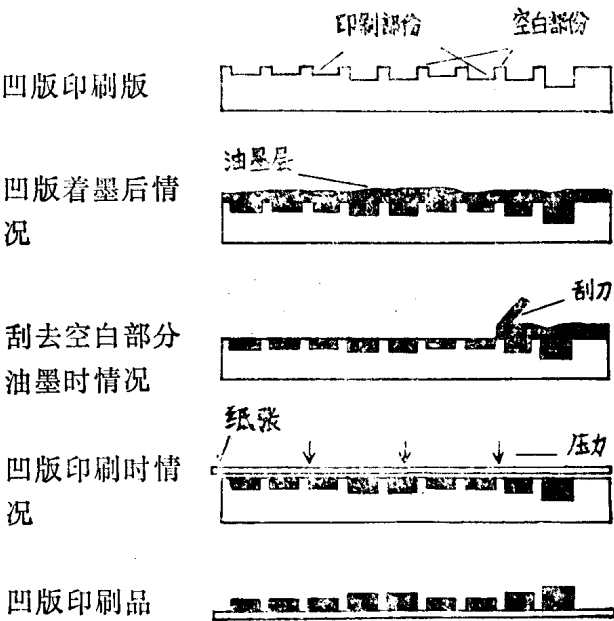


图 1—1 凹版印刷示意图

空白要素，再供纸加压，即得印刷品。

如图 1—2 所示。

由于印刷要素凸起，如果压力稍大，则印刷品的背面有隆起不平现象。它多用于书籍、报刊、杂志等的复制。

(三) 平版印刷

平版印刷版面上的印刷要素和空白要素都在同一平面上，但印刷要素亲油，空白要素亲水。它是用物理和化学的方法处理版面，改变印刷要素和空白要素所在位置的金属的性能获得的。印刷时先拭水，水只吸附到空白要素上，不侵犯印刷要素，再滚油墨，油墨吸附到印刷要素上，而空白要素则保持清洁。然后供纸加压，即得印刷品。如图 1—3 所示。

平版印刷的发明比较晚，只有一百七十多年的历史。但它进展很快，目前已广泛地应用于地图、巨幅宣传画、各种画册、一般证券和商标等的印刷。

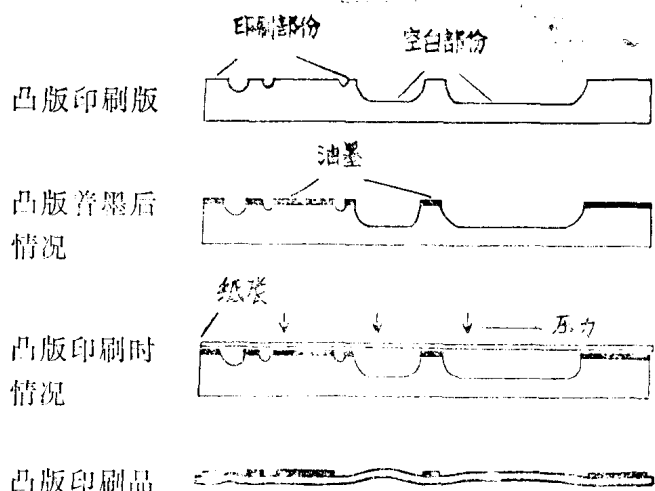


图 1—2 凸版印刷示意图

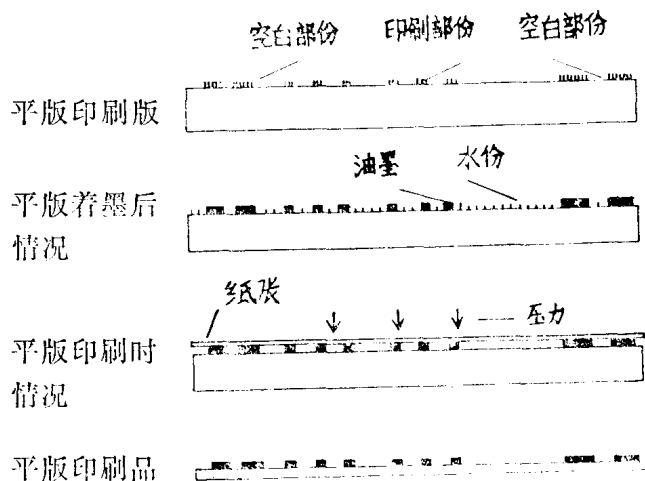


图 1—3 平版印刷示意图

二 地图印刷为什么采用平版

近代地图印刷几乎都采用平版，这是因为“不同质的矛盾，只有用不同质的方法才能解决”。②

地图的图幅一般比其它图表文件要大得多；图文点线极不规则，而且都有一定的位置和一定的粗细；套印颜色复杂，除线划套色外，还有大面积的普染和网线套色；地图内容复杂，要求精度高，在制印过程中发现缺点和错误要能得到及时修改。这些矛盾采用

②《毛泽东选集》合订一卷本286页，人民出版社

凸版和凹版印刷是无法得到完满解决的。

腐蚀凸版虽然能制不规则的点线图文,并能保持其相关位置,但不能制大幅面的版,并且腐蚀不均,使点线不能保持其规定粗细。且制版手续复杂,花费材料多,成本高。

辊筒凹版虽然能表示出精细的线划,但制版更为复杂,成本更高,图幅尺寸不易控制,不便地图颜色复杂的套印。

平版是用物理化学的方法建立印刷要素和空白要素,因此,无论是普染、网线和点线印刷版都容易制作,点线的粗细和位置容易控制,并能印大幅面的图幅(最大面积可印四幅五万分一的图幅),制版的速度快,成本低。由于它是借物理化学的吸附作用建立印刷要素和空白要素,所以要在版面上去掉某一要素或增加某一要素都是比较容易的。不难设想,要在凹版上去掉某一要素,在凸版上增加某一要素,那是多么困难。事物都是一分为二的,平版印刷的主要缺点是在印刷过程中必须用水周期性的作用于版面上,这就给印刷的墨色和套印精度带来一定的影响。为了减低其影响,故采用间接印刷,即先将版面上的图文转印到橡胶布上,而后再转印到纸上,所以又称胶印。

第四节 地图制印过程

前面说过,地图是采用平版印刷,但采用平版印刷的稿件有很多类型,它们的制印过程虽有共性,但由于出版要求不同,存在差异。地图制印要求印出的地图内容正确无误,尺寸准确,线条符号符合规定要求,图面清洁,没有脏点。它的作业过程如下:

原图验收→复照→翻版→分涂→拷阳片→制版→打样、审校、试印→印刷→分级、包装。

一 原图验收

出版原图是地图大量复制的原稿。它的质量的优劣将直接影响复制品的精度和质量。因此在复制前应进行认真的检查与验收,并将检查情况填写于图历簿内。检查验收内容如下:

1、图廓实际尺寸与理论尺寸的误差,边长不得超过 ± 0.2 毫米,对角线不得超过 ± 0.3 毫米。分版绘的出版原图除按上述规定外,各版相应位置的边长误差不得超过0.2毫米,对角线误差不得超过0.3毫米。如原图误差超过上述规定范围,但属于成比例的伸缩,仍可算合格。

2、图廓外的整饰、图名、图号和各种说明注记及符号是否完整无缺。

3、内外图廓间的经纬度、方里线和各种注记等是否完整。

4、图内线划是否光洁实在,墨色是否浓黑均匀,剪贴的注记和符号是否平薄牢固,图纸的洁白度与注记纸的洁白度是否相差过大。

5、图面是否平整、清洁。

6、所制作的分色样图是否符合于规定的“分色样图的制作方法”。

二 复 照

复照的任务是将出版原图按照理论尺寸照象,制成线划透明的底片。

我们的任务是要把原图制成印刷版并进行大量印刷，不把原图复制成底片，就等于要过河而没有桥或船，也就无法完成制版印刷了。当然，复照只是制作底片的一种形式。近年采用刻图法，直接将原图刻成底片，就可以省去复照这一道工序。

三 翻 版

我们知道，地图多色印刷中的每一个色相要一块印刷版套印，而每一块印刷版至少要一块底片才能制得。由复照或刻图所制得的底片，往往不能满足各色印刷版的要求，所以要将复照或刻图的底片进行复制，以供各色分涂之用。

四 分 涂

分涂是依照各要素设计的彩色样图，分别在某一底片上用分涂颜料涂盖其它要素，留下某一要素，制成各要素分涂底片，供拷贝用。

五 拷 阳 片

拷制阳片的目的是提高地图制印的质量与数量，并在地图再版时大大地节省材料和工时。目前用于拷阳片的感光片有氯化银聚酯薄膜感光片和重氮盐聚酯薄膜感光片，后者的成本低，尚在试用阶段。

六 制 版

将各要素的阳片分别制成印刷版。

七 打样、审校、试印

将各套印版在打样机上按照规定颜色打印成样图，用它检查各要素有无涂 错 或遗漏，各版的套合误差是否在规定的范围内。发现错误，及时改正。错误较多，修改底片，重新拷贝；错误较少，则可以在印刷版上修改。

在改正错误后，即可根据设计色彩，正式打印成彩色试印样图，作为印刷的标准。

八 印 刷

将成套的印刷版和试印样图送交印刷车间，依试印样图的标准进行大量印刷。

九 分 级、包 装

将印刷成图按正品和付品的规定，区分等级，清除废品，而后按照规定数量和要求包装成捆，送往图库发行。

第二章 复 照

第一节 复照仪及其光学用具

一 复照仪的基本结构和种类

复照仪的构造原理与普通照相机相同。但由于它是专用于摄制平面图形，要求成像的面积大；能放大和缩小；能纠正图形尺寸。所以在结构和技术要求上，与普通照相机比较有很大差别。其基本结构是由原图板、暗箱、机架三大部份组成。如图 2—1。

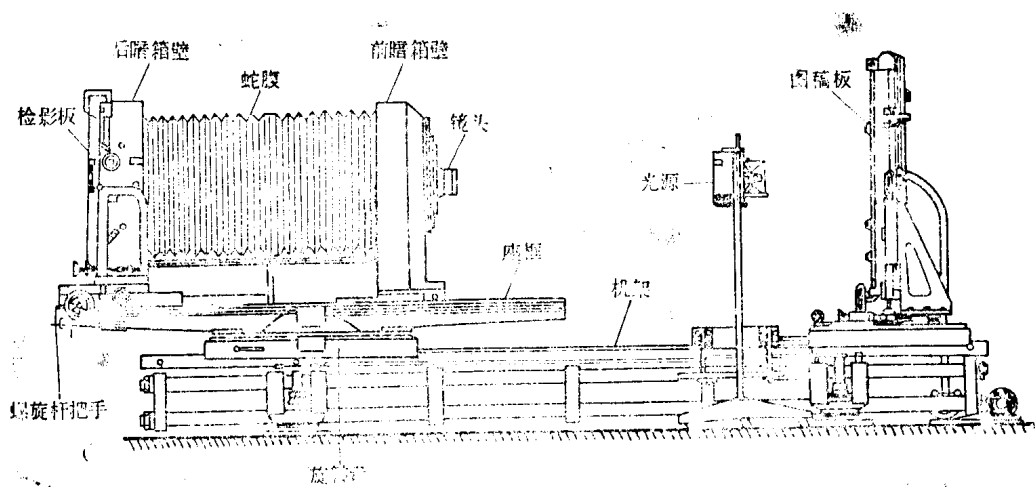


图 2—1 复照仪结构示意图

(一) 机架部分。

机架是长方形的平台，是承受暗箱和原图板的基础。机架的两边装有平行轨道，暗箱和原图板可在轨道上前后移动、微动和固定。机架与地面接触四个脚座装有弹簧，当机架受外力的作用，仍能保持成像面、物镜面和原图板平面三者之间的相对位置不变，使所构成的影象不受影响。机架的长度依复照仪的大小有 5—10 公尺长不等。

(二) 暗箱部分。

主要有前壁、蛇腹、后壁、座框和旋转盘等组成。蛇腹连结前后两壁而成为有伸缩性能的暗箱。

前壁有固定镜头的装置，垂直安装于座框上，能沿座框轨道前后移动，以改变物距和像距，调整影像尺寸和清晰度。镜头能上下和左右移动，以调节影像在检影板上的位置。

后壁有固定检影板、感光片和网目屏的装置，也垂直安装于座框上。能沿座框轨道前后移动，以改变像距调整影像尺寸和清晰度；能前后左右倾斜，以纠正影像尺寸；能左右移动以调节影像的位置。

（三）原图板部分。

它是安放被照原图的装置。完善的复照仪有三种原图安放装置，即安放裱糊硬底原图的平坦黑色木板，安放软纸原图的气压玻璃图板和翻拍用的安放照相底片的框架与匀光玻璃板。它们都垂直的装于机架上。它们在机架轨道上，借螺丝杆或链条的作用前后移动，以改变物距，调整原图的影象尺寸和清晰度。能前后和左右倾斜，以纠正原图的影象尺寸；能上下和左右移动，以调节原图的影象位置；还能旋转一定的角度，便于加棱镜拍摄正形底片。

总之用于地图复照的复照仪比一般要求高。最主要的一点是要便于误差的纠正，即既要能纠正原图板，也要能纠正承影面。这是区别于一般复照仪的重要标志。

复照仪依其所照底片最大尺寸规格可分为：四开（ 60×60 厘米）、对开（ 80×80 厘米）、全开（ 120×120 厘米）三种。依其外形结构可分为卧式、悬吊式和立式三种。按操作情况，分为手工的、半自动的和自动的三种。

卧式复照仪结构比较简单，经济实用。图 2—2 是其中的一种。

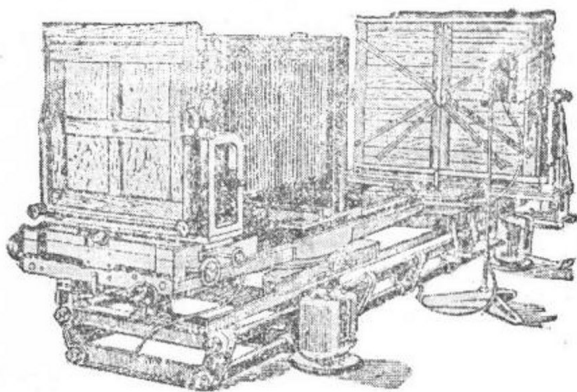


图 2—2 卧式复照仪

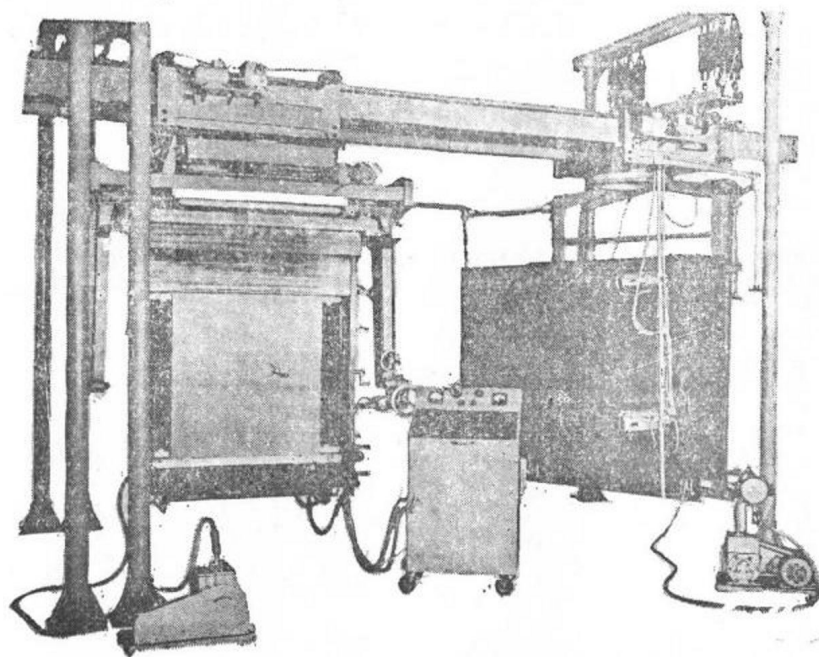


图 2—3 悬吊式复照仪

悬吊式复照仪的机架是由四根铁柱支在空中，暗箱和图板悬吊在机架上。图 2—3 是其中的一种。

立式复照仪，它的机架是垂直地安装在地面上，机架的上部是一个平台，暗箱安装在平台上，暗箱后壁可在台面上前后移动和固定。图板与机架垂直而与地面平行。这种复照仪的特点是：占地面积小，镜头上附有折光棱镜，照出来的底片是正形的，最大只能照四开左右的图幅。图2—4为立式复照仪的示意图。

上述三种复照仪都有手工、半自动和自动的三种性能。半自动复照仪在对焦时分别按动图板、暗箱前壁和后壁的电钮达到影象清晰。而自动复照仪只按一个电钮就可以调整镜头、图板和承影面三者的关系，得到清晰的影象，并在曝光时由光量积算器准确地控制曝光量。

复照仪机身的长短与所照面积成正比。通常四开的5—6米，对开6—8米，全开8—10米。机身愈长，缩放愈方便。

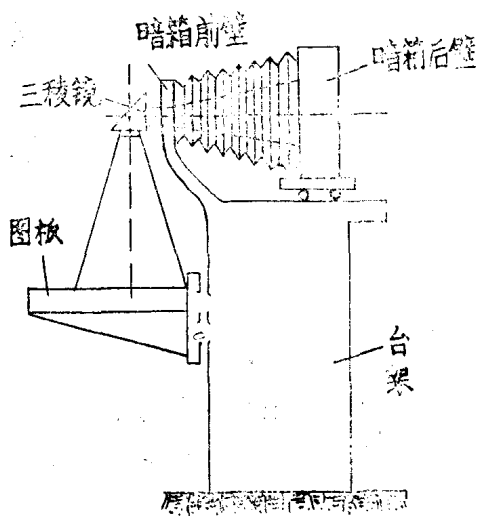


图2—4 带三棱镜立式复照仪示意图

二 复照镜头

复照镜头是复照仪的主要部件，它的好坏直接影响到影象的清晰度和精度。复照镜头是由优质光学玻璃制成的各种不同的单透镜组合而成的复合透镜。它基本上消除了单透镜在光学上的缺点，如球面差和色象差等，是一种复消色差镜头（Apochromat）。在国外镜头的金属框上注有APO标记就是这个意义。此外，还有加膜与未加膜之分。加膜镜头光学玻璃的表面呈现蓝紫色，它可以减少光的反射，增强影象反差。无论复照镜头或其它摄影镜头都有下述特性。

（一）焦 距

所谓焦距，即平行于透镜主光轴的所有入射光线都集交于一点F，该点称为焦点，F到透镜中心O点的距离就是透镜的焦距。如图2—5。通常标记在镜头金属框上，如 $f=60$ 厘米， $f=90$ 厘米等。

各种不同大小的镜头有不同长短的焦距。焦距愈长所拍照的影象面积越大。

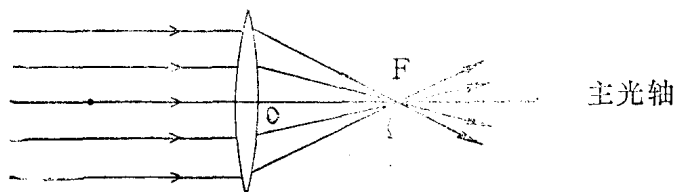


图2—5 光线通过会聚透镜的光程

因此,四开复照仪应配焦距为60厘米的镜头,对开的应配90厘米的镜头,全开的应配120厘米或130厘米的镜头。复照仪除配有同它规格大小相当的镜头外,还应配有焦距较短但长短不同的镜头1—2个,专供缩放倍率较大的作业使用。例如全开和对开复照仪可以加配60厘米、45厘米的镜头。这样对于编绘资料的缩放就比较方便。

(二) 镜头的孔径和光圈号码

镜头的入射光孔的直径称为镜头的孔径。镜头的焦距长短不同,孔径大小也不一样,焦距愈长,镜头的孔径愈大。

镜头的孔径与焦距之比,称为镜头的透光率(是透光率的最主要因素)。在复照中通常要求透光率为1:9,例如焦距为90厘米,孔径应为10厘米。它表明镜头能结成清晰影象的最大透光率,是镜头的最大有效孔径,这个数值通常刻在镜头的外圈上。

每个镜头的孔径可由安装在透镜组中部的虹彩式光圈或插入式光圈改变它的大小。如图2—6。



图2—6 光 圈

虹彩式的光圈是由若干片牛角形的金属薄片组成。旋转外环,能任意将孔径放大或缩小。插入式光圈是金属片制成的,每片的中央开有不同大小的圆孔或其它形状的孔洞,使用时从镜头中部的缺口上把它插入。

光圈缩小,镜头的入射光孔径也随之变小。这种变更后的入射光孔径与焦距之比称为相对孔径。

$$\text{相对孔径} = \frac{\text{入射光孔径 (有效孔径)}}{\text{焦 距}}$$

因此,镜头的最大透光率可视为最大相对孔径。相对孔径的表示法有多种。在复照中常见的有1:9, 1:11, 1:16, 1:22, 1:32, 1:45, 1:64, 1:90, 1:180。其有效孔径在焦距为90厘米时分别为10, 8.2, 5.6, 4, 2.8, 2, 1.4, 1, 0.5;在焦距为75厘米时,分别为8.3, 6.82, 4.7, 3.4, 2.36, 1.7, 1.17, 0.83, 0.4。

相对孔径愈小,入射光量愈少,影象面上的照度愈小,曝光时间就愈长。

上列比数中11、16、22、32、45、64、90、180等是光圈号码。

$$\text{光圈号码} = \frac{\text{焦距}}{\text{入射光孔径（有效孔径）}}$$

光圈号码刻在镜头的外圈环上，它的数字愈大说明有效孔径愈小，曝光时间应愈长。其关系如下：

光 圈 号 码	11	16	22	45	64	90	180
相对曝光时间	8	16	32	128	256	512	1024

上述光圈号码后一级比前一级约大 $\sqrt{2}$ 倍，所以前一级的有效孔径比后一级的约大 $\sqrt{2}$ 倍，因而前一级的透光圆面积比后一级大一倍。故在其它条件不变的情况下光圈号码相差一级，而曝光时间相差一倍。

（三）镜头构象原理和复照比例尺

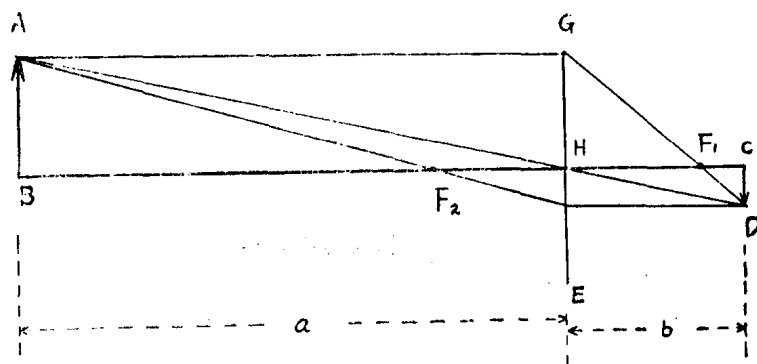


图 2—7 为透镜构象的图解说明。

设GE为透镜， F_1 和 F_2 分别代表透镜的前后焦点，H为透镜的中心，AB为被摄物体。则物体发出的光线受几何光学的支配成倒立实象于CD。即：

- 1、平行于主光轴的光线通过镜头后折射经过焦点；
- 2、通过镜头中心的光线不改变方向；
- 3、通过镜头前焦点的光线射入镜头后，折射平行于主光轴。

设物体到镜头中心的距离为a，影象到镜头中心的距离为b，镜头的焦距长为f。则根据图2—7中 $\triangle GHF_1$ 与 $\triangle F_1CD$ 和 $\triangle ABH$ 与 $\triangle CDH$ 相似的关系，可得出物距、象距和焦距三者的关系式如下：

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f}$$

这就是透镜成像公式。只要能满足上述条件，就可以得清晰影象。当物距镜头愈远（a大），则象距镜头愈近（b小），影象愈小。物距镜头很远时，则 $1/a$ 可视为零，而象距 $b=f$ 。反之，影象愈大，但物距必须大于焦距，若 $a=f$ ，则象在很远而不能得象。

$$\text{设 } \frac{CD}{AB} = \frac{b}{a} = m$$

上式说明所得影象的缩放倍率。 m 称为复照比例尺。物与象等大时 $m = 1$ ，放大时 $m > 1$ ，缩小时 $m < 1$ ，将 m 代入透镜公式得：

$$a = f \left(\frac{1}{m} + 1 \right) \quad b = f (m + 1)$$

今设有对开复照仪，镜头焦距为90厘米，现要得缩小5倍的影象。求 a 、 b 之值。

因 $(m = \frac{1}{5})$ 则：

$$a = 90 (5 + 1) = 540 \text{ 厘米}$$

$$b = 90 \left(\frac{1}{5} + 1 \right) = 108 \text{ 厘米}$$

三 网目屏

网目屏是用于半色调（即浓淡色调）原稿印刷出版时，摄影中所用的一种专门光学设备。在地图制印中主要是用于对小比例尺山脉晕渲原图的摄影，其作用是将浓淡色调图形分解为大小不同的网点，以网目半色调代替半色调，从而在平版制版中建立印刷部分。

常用的网目屏是黑线垂直相交，中间有与黑线同宽的透明孔，称为十字线网目屏（见图2—8）。它是由两块光学玻璃各刻有不透明平行黑线，互相垂直，紧密胶合而成的。

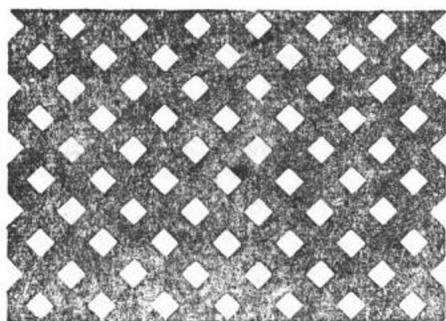


图2—8 十字线网目屏

其规格如下：

1、按线数分：即每一吋或每一厘米内的线条数目。以厘米计，常用的有30，34，40，48，54，60，70，80线等。以吋等计，常用的有75，85，100，120，133，150，175，200线等。不同的印刷产品采用不同的线数，如：

报纸 30线/厘米。

书籍杂志 40—50线/厘米。

地图 34、40、48、54线/厘米。

2、按大小分：分为全开、对开、四开和八开等。

3、按外形分：分为圆形和长方形两种。方形只适用于单色复制。圆形转动方便，适用于多色复制。

网目屏是一种价值较高的光学设备，配备时必须与复照仪的规格相适应，使用时要注意保护好，防止刻损划伤。

四 照明用具

照明用具是室内不可缺少的光源设备，它要求发光度强，光谱成分齐全。常用的有：碳弧灯、氙灯、镝灯和碘钨灯等。

（一）碳弧灯

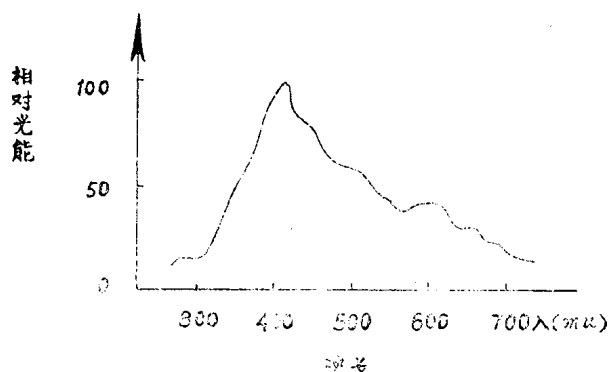


图 2—9 碳弧灯光谱能量分布图

(二) 氙灯

氙灯是目前照相制版中使用最广的一种光源，其光谱能量分布如图 2—10。其光谱近似太阳光，特别适用于彩色摄影的分色。

氙灯有长弧氙灯、短弧氙灯和脉冲氙灯三种类型。长弧氙灯又有内部气压高达20个大气压的水冷式（6000瓦）和内部气压为一个大气压的自冷式（1000—3000瓦）两类。自冷式使用方便，操作安全，多用于复照，而水冷式多用于晒版。脉冲氙灯发光效率高，体积小，辐射热较低，用于照相制版比较理想。

(三) 镝灯

镝灯的灯管内除充有氙气外，还有镝、钽、铈的碘化物和汞等。通过电弧放电产生高温而使镝、钽辐射出光谱成份接近于太阳的强光。其光谱能量分布如图 2—11。

由于镝灯中的镝要达到一定的温度后才能辐射出强光，

因此起辉约在一分钟以后。若关后又须马上使用时，须待灯管冷却三分钟之后才能使用。

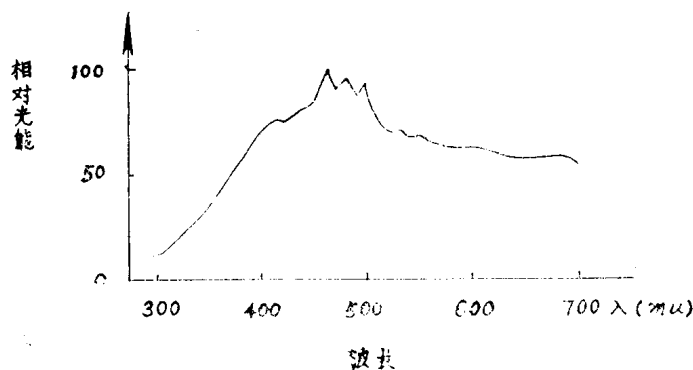


图 2—10 氙灯光谱能量分布图

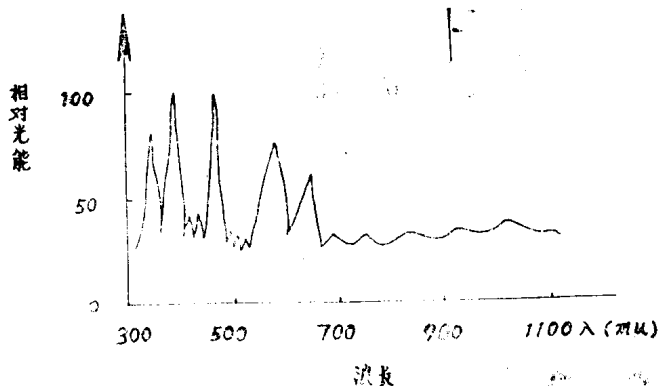


图 2—11 镝、钽灯光谱能量分布图

第二节 感光材料及其特性

一 感光材料的种类

感光的物质很多，用于制印中的有：银盐、铬盐、铁盐和重氮盐等物质。将这些物

质与胶质制成乳剂后涂布在片基上（如透明胶片、玻璃、金属板和纸张等）制成感光材料。

摄影感光材料是采用感光最快的卤化银乳剂制成的，可分为负片和正片两类。负片是供摄取景物影象之用，感光速度快，它主要是用溴化银和少量碘化银乳剂制成的。所得影象的黑白与被摄物体的明暗相反，故称负片。其构造如图 2—12。

结合剂是使片基与感光层粘合牢固，在摄影处理过程中不脱膜。防光晕层是防止光线射到片基的背面后，又反射回去，形成光晕，影响影象的清晰度。

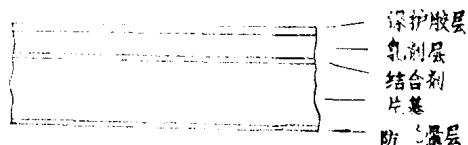


图 2—12 干片结构示意图

正片通常是用于与负片接触或放大拷贝。它的片基有透明的和不透明的两种，不透明的是印象纸。它的感光度低，主要是由氯化银和少量溴化银乳剂制成的，它的反差大，灰雾小。由于所得影象与负片黑白相反，故称正片。

在正片和负片中有硬片与软片之分。以玻璃为片基的称为硬片，以透明胶片为片基的称为软片。

此外还有兼正负两性的反转片，这种片子曝光后经特殊处理，可以直接得到与物体明暗相同的影象。

二 感光材料的特性

感光材料具有很多特殊性能，我们使用时必须了解的有：感光度、反差、曝光宽容度和色感性等性能。现概略地介绍如下：

（一）感光度

感光度是感光片对白光感受的快慢。各种不同感光片感光的快慢的确定，是用在一定的条件下曝光显象所得密度的大小为依据的，密度大者感光快。

片子密度的大小与所还原银分子的多少成正比。在单位面积内银的分子愈多，对投射于其上的光量被吸收愈多，透光量愈少，它的密度愈大。反之，若透过的光量多，则密度小。若投射的光线全部透过，则密度等于 0，其关系如下式：

$$D = \lg \frac{F_1}{F}$$

式中 D 为密度， F_1 为投射光量，F 为透过光量， F_1/F 的倒数 F/F_1 为透明度。透明度和密度之间的关系如下表：

密 度	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	2.0	3.0
透 明 度	100	80	62	50	40	33	25	20	16	12.6	10	1	1
	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	1000

感光片经曝光显象后的密度可由密度计直接测得。因此，测定不同感光片的感光度，只要使曝光和显影控制在相同的条件下，就可以由比较它们的密度大小而决定各类感光片感光度的大小。