

## 第四节 凹版制版

凹版印刷的印版与凸版、平版都不相同。凸版和平版都是以网点面积的大小或线划的粗细疏密来表示图像层次的。而凹版上是以图像或线划的墨层厚薄来表示图像层次的。凹版上印部分凹陷的深度越深，填墨量就很多，印刷后印品上的墨层就越厚，而印刷部分凹陷的深度浅，填墨量就少，转印到印品上的墨层就薄、墨层厚的部位，就显得图像暗，油墨层薄的部位，就显得明亮，凹版印刷就是用这种方法来反映图像的层次的。由于凹印的墨层一般较厚，因此，印品上图像有微凸起的感觉。

凹版印刷的印版有各种制作方法，归纳为照像凹版（photogravure）和雕刻凹版（engraved intaglio plate）两大类。

### 一、照像凹版制版

照像凹版制版的方法有三种，都是用照像底片来获得印版，但由于制版工艺方法不同，所得到的印版表现图像层次的形式也不同。

照像凹版是网点的面积大小一致，而凹陷的深度不等，利用图文部分的墨层厚薄来表现原稿的明暗层次的，如图 4-33a。

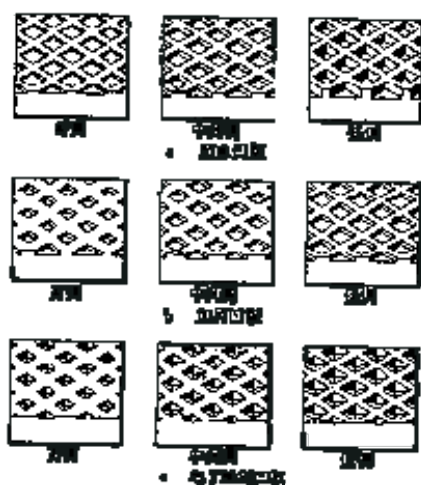


图 4-33 各种照像凹版的结构形式

照像加网凹版又有两种，一种是图像的腐蚀深度是一致的，而网点面积大小是变化的，是利用网点面积的变化来表现原稿的明暗层次的，如果 4-33b 所示，另一种是上述方法的改进，网点面积大小不同，凹陷深度也不同，网点面积大，深度也深，用网点面积和深度同时表现明暗层次。

电子雕刻凹版（electronic engraved gravure）其网点的面积和深度都有变化，网点越大、深度越深，网点为倒锥形，如图 4-33c 所示。它综合了照像凹版和照像加网凹版的特点，网点比较峻，图像的层次比较好。

## （一）照像凹版

照像凹版又称影写版。它是用照像所得的阴像底片（可以是线划稿、连续调稿、单色稿或彩色分色片），拷翻成阳像底片。经修整后使用，在敏化处理后的碳素纸（carbon tissue）上，先用凹印用的网屏曝光，然后用阳像底片曝光，碳素纸上的感光层，按其阳像浓淡不同的密度，而发生不同程度的硬化，再将曝光后的碳素纸过版到铜滚筒面上，经温水浸泡，逐渐把没有硬化的胶质溶掉，再用三氯化铁溶液进行腐蚀，由于底片图文部分的层次密度不同。经冲后得到硬化程度不同的胶层，因此，在腐蚀过程中三氯化铁溶液对胶层的渗透程度也不同，按腐蚀时间的长短，形成了深浅不同的凹陷，从而得到图像层次丰富的凹版。

照像凹版制版工艺流程为：照像→修版→拼版→晒版→过版→填版→腐蚀→打样→整版→镀铬。

### 1. 照像

照像时不论是线划稿、连续调原稿、单色原稿或彩色原稿，其工艺及对底片的质量要求、基本上与凹版制版和平版制版的要求相同，仅对连续调原稿在照像过程中，不必加网，仍保持连续调的底片，用照像所得到的阴像底片，再经过拷贝，制出可供晒版的反阳像底片，对反阳像底片的要求是层次丰富，密度适当，文字、线划清晰，无擦痕斑点。

### 2. 修版

原稿复制成底片，在复制过程中原稿的色调、层次会受到一些损失，修版工作就是对受到损失的色调、层次加以补救和调整。

照像凹版用阳像底片的质量特别重要，阳像底片将直接用来晒制碳素纸，再转移到铜印版滚筒上，阳像底片在层次上如有不足之处，则在铜印版滚筒上不好进行修正，所以在晒碳素纸之前必须对阳像底片加以仔细修正。

凹版底片的修正工艺与平版不同，平版所用的阳像底片是已经加过网的，底片上图像的层次是通过大小不同的网点表现的，因此，在修版时是对网点的大小进行修整，以达到改变层次的目的，而凹版是不加网的连续调底片，修版时是对底片的密度进行加深或减淡。

修版的内容包括：修正原稿的缺陷，作适当的艺术加工，调整色彩的平衡，纠正底片的密度和反差，修补制版中出现的脏痕。

### 3. 拼版

拼版是根据设计的版式；装订的方式，将各种不同尺寸的图像及文字底片按要求拼贴在透明版上。

首先根据版式画出台纸，台纸是印刷厂内部使用的一种标有各种版面规格，

尺寸和版面内容安排的设计图纸。台纸规定了版面内各部分的安排，是拼版工作的依据。它在很大程度上决定着该印件在制版、印刷，装订中的工艺过程，台纸以往都用伸缩性极小的纸，用手工绘制。台纸上按印刷纸张尺寸和印版滚筒尺寸用墨线画成细而直的垂线、直角、中线，画出裁切线、网版纸、切口、订口、版口线以及页码的位置。

随着科学技术的发展，现在可以用自动绘图机绘制台纸，以拼版草图为原稿，在设计台上输入制图数据，在显示屏上确认后，将图形处理数据输入磁盘，自动绘图机由电子计算机控制，依据磁盘中的图形数据，按程序由绘图机上的绘图头进行绘图，速度与精度比手工绘图快而精确，绘图头不仅用笔绘图，而且能用刀进行刻图，在红撕膜片上刻上线划，根据需要刻出的红撕膜片可以作为蒙版用，或作为阴图拼版用。

按照台纸把阳图底片进行拼贴，拼贴工作容易发生差错，如图文位置错误、图与文字说明不符、图形正反方向错误等。因此，拼版工作要极细致，并经多次审校、改版后才能晒版。一般在拼版工作结束后，晒出蓝图，供有关部门审校。

目前，拼版工作绝大部分仍为手工操作，拼版的错误，会造成晒版和腐蚀工作的前功尽弃。对彩色阳像底片的拼版工作，除要求没有差错外，还必须使各图各色版套合十分准确，用统一的十字线来控制，拼彩色版时，所有的拼彩色的薄膜或玻璃上，应先晒好放好底片位置的十字线，再将底片的十字线对准该薄膜上的十字线，四周贴上胶纸，复查后可送下工序晒版。

#### 4. 晒版

凹版晒版是将网线与图像分两次晒在同一张碳素纸上的。

##### (1) 碳素纸的敏化处理

碳素纸是制作凹版印版滚筒的媒介物，是晒版感光材料。它由纸基及表面涂有混合颜料色素的白明胶乳剂组成，胶层厚度约 50 微米，表面胶层作感光层、显影层和腐蚀层之用。一般出厂的碳素纸，其胶层无感光性能，需要在使用前进行敏化处理，干燥后才能进行晒版。

碳素纸敏化处理是把碳素纸放入 4% 的重铬酸钾溶液中浸渍 3 分钟，取出使其干燥，则表面胶层就具有感光性能。敏化后的碳素纸不宜久存，一般在 3~4 天内应用完，这期间感光性能最好，存放时间过长，产生暗反应，促使胶层表面硬化，影响碳素纸的使用质量。

碳素纸敏化处理后的干燥有两种方法。一种是气流干燥法：把敏化后放在玻璃板上的潮湿碳素纸，放入一个专备干燥箱内使之干燥，气流干燥箱内装有鼓风机，使气流在箱内循环流动，箱内温度控制为 18~22℃，相对湿度为 60~70%，碳素纸存放时间 3~4 小时即干燥。另一种是毛毡干燥法，它由吸收性能较好的毛毡，加放氯化钙制成，因其吸湿性能良好，能将碳素纸背面水分吸干，达到碳

素纸干燥的目的。

## (2) 晒网线

照像凹版印刷是在印版表面的凹陷部分敷上油墨，多余的油墨用刮墨刀刮掉。如果版面凹陷部分简单地如图 4-34a 那样，油墨会从版面上流下或者必要的油墨也会被刮掉。为此，在晒版时须用网屏晒出网线把图形分割成网格，使网格成为印刷刮墨刀的支撑体，印刷时油墨在版面被网格分开如图 4-34b。



图 4-34 照像凹版剖面

照像凹版所用的网屏与凸版、平版所用的网屏不同，照像凹版用的网屏又叫白线网屏，由透明白线网条和黑色小方块或长方形组成，有玻璃和软片的两种质地。网屏透明线的宽度和不透明部分的宽度不等，其透明线越细，则上着墨孔的面积就越大，版上着墨孔面积越大，在纸上印出的图像再现性也就越好。

凹版印刷一般使用 60 线/厘米，70 线/厘米的网屏，80 线/厘米、100 线/厘米和 120 线/厘米的细网线，常用于晒制邮票或有价证券。网目支承线与网目方块的比例是 1：3~1：5。

照像凹版用的网目形状，也逐步有所发展，有方格网目、砖形网目、菱形网目和不规则网目等，如图 4-35 所示。

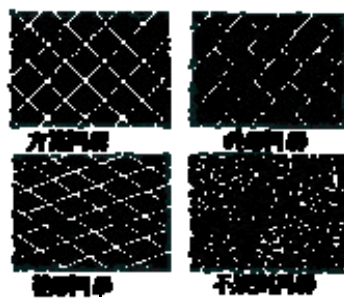


图 4-35 凹版用各种类型网屏

生产实践中，先晒网线，因经过敏化的碳素纸干燥后，从玻璃板上揭下来是很平整的，能使碳素纸很好地与网屏密接接触，在晒版机内经抽气加压，会与网屏贴得严密，得到很均匀的支承网线。

晒彩色图像的网线时，与平版加网制版一样，各色应有不同的网线角度，但由于凹版网线没有平版网点那样清晰，所以不需要每色相隔  $30^\circ$ ，一般每色转移  $10\sim 15^\circ$ 。如果采用不规则网目网屏，则每色就不必转动角度。

### (3) 晒阳像底片

碳素纸经用网屏晒出网线后，即可用来晒阳像底片。使碳素纸胶层表面，形成图像潜像、阳像晒版和网目晒版的曝光时间基本相同。为使文字和阳像深暗色调在腐蚀时不致太深，一般在阳像晒版后，取去阳像底片，对整个碳素纸再全面曝光  $3\sim 5$  秒钟，使整张碳素纸胶层表面更加硬化，可以在以后的腐蚀过程中，使腐蚀达到均匀，而且文字也不致腐蚀得过深。

碳素纸在阳像底片曝光后，除图像密度大的以外，整个胶层都达到一定的光硬化，但这种光硬化的程序是随图像密度不同而有所区别的，图像暗调部分胶层硬化程度小，图像高光部分胶层硬化程度大，中间调部分胶层硬化程度居中。

## 5. 过版

把已晒网线和图像的碳素纸粘附于磨光的铜印版滚筒上的工艺称为过版 (transfer)。

铜印版滚筒在过版之前，必须经过镀铜、打磨、抛光、清洗、银化等处理过程，并使铜印版滚筒达到规定的直径尺寸，才能使用。

### (1) 过版方法

过版把晒过网线和图像的碳素纸铺放在经过处理的铜印版滚筒上，它以粘附作为基础，是粘附力和内聚力的综合物理作用，应该做到晒版后随即进行过版。铜印版滚筒脱脂处理后，存放不宜过久，应尽快过版，铜印版滚筒表面应完好无损。过版方法有湿法和干法两种。

湿法是将晒过网线和图像的碳素纸，放入水槽内浸润，然后贴在铜印版滚筒的表面，注意要使碳素纸上的咬口线与铜印版滚筒上的咬口线一致，并左右居中，使纸基与胶膜分离，在此过程中，应使滚筒向一个方向转动，并保持匀速，中途下停顿和倒转。湿法过版中，由于水的作用，碳素纸的胶膜要发生膨胀，会使图像变形，造成套印不准，因此有干法过版。

干法是把铜印版滚筒放在过版机上，碳素纸对好规矩线，胶膜商对向滚筒，在碳素纸与滚筒之间浇蒸馏水，边浇水，边转动滚筒，边用过版胶辊紧压，胶辊与滚筒面始终

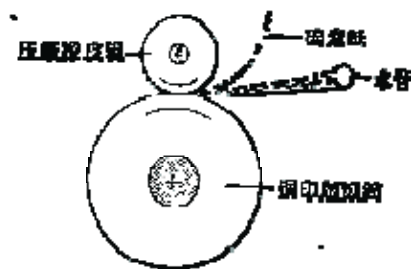


图 4-36 干法过版示意图

保持平行状态，把碳素纸上的胶膜往铜印版液筒上贴，如图 4-36 所示。过版时，蒸馏水温不宜超过 24℃，浇注水分应在碳素纸与滚筒相接触部位。滚筒转速不宜过快，这快易产生粘附不牢，但也不宜过慢，过慢胶膜容易吸水过多而膨胀影响尺寸的精度。

彩色凹版的过版工作与单色凹版的过版一样，但彩色凹版过版比单色凹版过版要求更高，有一个套色准确问题，因此，要用于法过版，并掌握好室内温度湿度，因它对碳素纸的伸缩有很大影响，同时一套色版应集中起来一次过完，才有利于控制碳素纸的伸缩。

为了使几个色版套得准确，采用打孔定位方法。彩色凹印从照像开始就使用定位销钉，这个销孔在过版时也使用，就可提高套印精度和加快过版速度。

## (2) 显影

凹版制版过版完毕后，随即进行显影工作，防止碳素纸继续鞣化。先进行预显影，特铜印版滚筒的一部分浸泡在 35~45℃ 的温水中，同时转动滚筒，使纸基与胶层脱离，然后进行正式显影，在纸基脱离胶层后，继续用喷水器往铜印版滚筒上淋冲温水，把未硬化的胶层全部溶解掉。温水显影后，铜印版滚筒冷却至室温，显影中最重要的问题是控制温度。

## (3) 干燥

显影完后，一边转动铜印版滚筒，一边淋上酒精，然后用橡皮刮板或水胶绒辊擦去酒精，用风迅速吹干碳素纸胶层，这时，在暗调部分形成薄的耐蚀膜，高调部分形成厚的耐蚀膜，耐蚀膜厚的部分约为 20~30 微米，此时，阳像底片上的图形已通过碳素纸的转移，在印版滚筒表面的胶膜层上清晰地反映出来了。

## 6. 填版

在进行腐蚀之前，把铜印版滚筒上图文部分以外不需要腐蚀的部分，用耐酸的沥青漆涂盖，谓之填版。通常用的沥青漆是沥青粉和苯调和经重温而成。

填版时操作要十分细心，首先将版面上胶层图像的白点、气泡和孔洞处，用最细的圭笔尖

蘸取沥青漆进行点修，接着用稍大的毛笔用照版样填齐图像的裁切边缘，最后涂盖图文以外部分。

填版时手指不能触及图文部分，否则胶膜会留有油污，腐蚀时形成污点，填版时如有失误，填进圈形内，可用脱脂棉蘸苯擦洗干净，这样就下会出现抗蚀现象。

## 7. 腐蚀

腐蚀是整个制版过程中的关键环节。它与制版质量的好坏有密切的关系。因为凹版印刷品的墨色浓淡是由印版表面上腐蚀凹陷的深浅不一的着墨孔来决定的。所以一张凹印制品是否层次丰富、色彩明朗，在很大程度上取决于腐蚀是否恰好到处。

腐蚀所使用的腐蚀液是三氯化铁溶液，它在版面不同厚薄的胶膜上使之膨胀，浸透耐蚀膜的胶膜而达到铜表面，使铜溶解。

腐蚀的方法有好几种。有的用一种腐蚀液的浓度进行腐蚀，有的用两种浓度进行腐蚀，有的用多种浓度进行腐蚀，称为多杯腐蚀法，因此在操作上也有不同。

通常使用多杯腐蚀法进行腐蚀，用浓度为  $44^{\circ}$ ， $42^{\circ}$ ， $40^{\circ}$ ， $38^{\circ}$ ， $37^{\circ}$ ， $36^{\circ}$  Be'（波美度）六种不同浓度的三氯化铁溶液腐蚀铜印版滚筒，使用腐蚀液由高浓度开始，然后顺次递减进行浇注腐蚀，如图 4-37。每种溶液浓度的腐蚀时间视版面变化情况而定，通常每一杯高浓度溶液使胶层硬化最薄区域变为深暗色，溶液渗透到铜面开始腐蚀，这段时间称为前腐蚀，约 2~3 分钟，然后正式腐蚀，时间控制在 12~15 分钟，腐蚀总时间约为 17 分钟左右，温度控制在  $21^{\circ}\text{C} \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ ，腐蚀液的浓度越低，它的膨胀和浸透能力越强，因此要使用稀的溶液使其能迅速地透过耐蚀膜到达铜的表面。

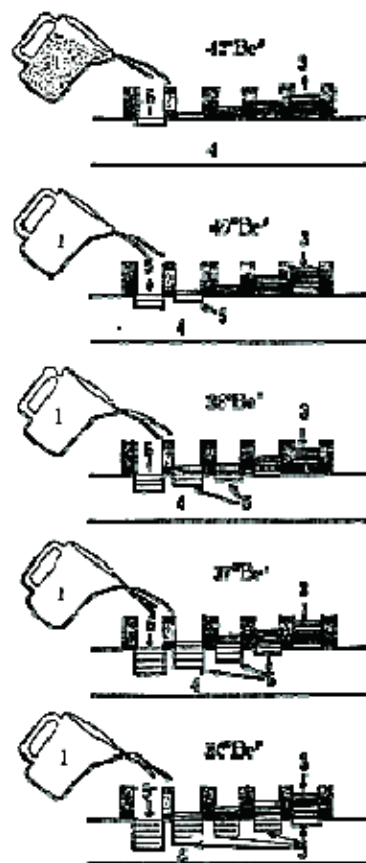


图 4-37 各号腐蚀溶液的腐蚀作用示意图



在实际操作中，要一边随时观察腐蚀的进行情况，一边合理调换浓度不同的腐蚀液，直至最后确认高调部分被腐蚀后，再冲水终止腐蚀，一般腐蚀深度为高调部分 6 微米、中间调部分 10~50 微米、暗调部分 80 微米，文字均为 60 微米。

在腐蚀过程中，各种因素影响腐蚀，如：腐蚀液的浓度和胶膜层的厚簿；腐蚀液的温度；碳素纸胶膜的温度和室内温湿度；胶质性能的好坏对胶膜膨胀的影响；三氯化铁溶液中含杂质时胶膜层膨胀的影响；碳素纸保存时间的长短；碳素纸的敏化质量；晒版时曝光时间的长短；铜印版滚筒铜层的质量；阳像底片的层次，反差及密度大小等等，要充分估计到这些因素对腐蚀的影响。

腐蚀完毕后，冲水终止腐蚀，还要将胶膜层和保护墨洗去。

## 8. 打样

凹版滚筒制成后，为检查其质量效果，需要打样。由于没有专门的凹印打样机，所以都在印刷机上进行，要求调节好机器的压力与油墨的稀稠，使之达到正常印刷相同的数据。打出样张后经审查，提出修正意见，进行修正。如果样张不符合原稿要求，又无法调修时，便要修正底片，然后重新制版。

## 9. 整版

整版是根据样张审查出的意见，对凹版滚筒作一次修整，内容包括：弥补第一次腐蚀的不足，进行补救，若局部图像包调较淡，则对凹版滚筒进行再腐蚀，以加深其着墨孔，使其达到理想的色调密度范围，再腐蚀时，在凹版空白部分滚上抗腐蚀墨，然后再使用三氯化铁溶液进行局部腐蚀。版面上如有细小孔，可用点焊方法填平，目前点焊用银汞代替以往锡的点焊。对版面的残缺线划、白砂眼等可用刻刀、钢针、医杆等修整工具（图 4-38）进行修刻。

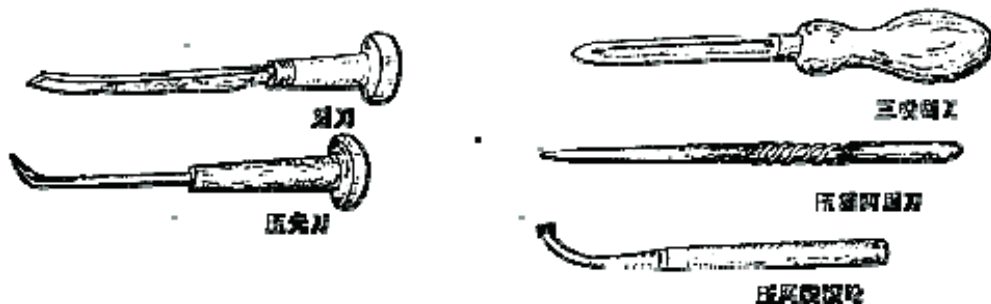


图 4-38 修整版面的工具

如果局部腐蚀稍深，而要使墨量减少，印出图像比较明朗些，可用细砂纸砂磨减淡，而面积较大的部位可采用木炭研磨，磨过后再用细砂纸和擦铜膏打光，如版面空白部分污脏，可用细砂纸砂磨去。

## 10. 镀铬



在印刷过程中，由于油墨中可能存在杂质，纸面的不光洁以及尘沙，都可能带到印版滚筒上，又经钢片刀刮墨，使印版表面磨损、粗糙而起脏，为了防止凹版滚筒的磨损，加强滚筒表面的耐磨性，以增加耐印力，所以采用镀铬的方法提高其硬度。同时，版面镀铬后还可以长期保存，不致受空气氧化及其他化学气体的影响。

镀铬目前广泛采用铬酐及硫酸为镀铬电解液，在电镀过程中，电流强度、电解液成分、溶液湿度，电镀时间、镀槽的清洁与否都影响镀铬的质量，所以必须严格控制这些因素，镀铬完成后需用细砂纸将版面打光，再用冷水冲洗，干燥。

## (二) 照像加网凹版

在照像凹版的制版过程中，产生各种不稳定的因素，影响制版质量。为了消除误差，提高质量，稳定生产作业，设计了照像加网凹版工艺。

### 1. 深度相同的照像加网凹版

照像加网凹版和影写版所使用的阳像底片是不同的。照像加网凹版使用的是网目半色调阳像底片。代替了影写版用的连续调阳像底片来晒印版滚筒。其制版工艺流程为：铜印版滚筒准备→脱脂、去除氧化层→涂布感光液→网点阳像底片晒版→显影和冲洗→涂墨→腐蚀→冲洗→脱膜→镀铬。

在制版工艺流程中，我们仅就某些有特殊要求的地方阐述如下：

涂布感光液 通常用聚乙烯醇肉桂酯感光液，涂布方法有两种，一种是转动铜印版滚筒，用喷枪喷射涂布（如图 4-39），另一种是铜印版滚筒垂直竖立，滑环料箱沿着下降时，进行涂布（如图 4-40）。

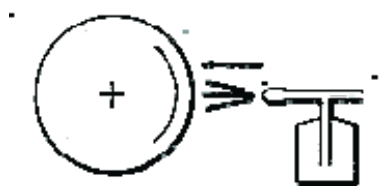


图 4-39 喷枪涂布法示意图

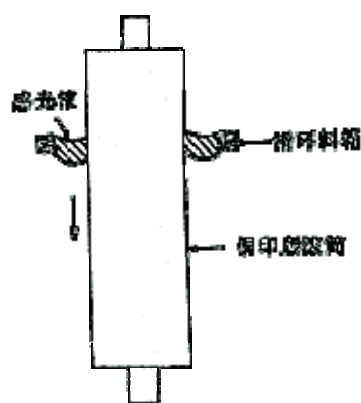


图 4-40

感光液涂布后的干燥，可以自然晾干，也可强制烘干，用石英加热装置进行强制烘干较有利，干燥时要避免光线的直接照射。

晒版 因铜印版滚筒是曲面，不能采用通常的晒版机晒版，它用两根橡胶辊把网目阳像底片压在涂布感光液的印版滚筒上进行晒版，如图 4-41 所示。光源选用细长的高压水银灯或氙灯。以便滚筒表面所有部位能受光一致。

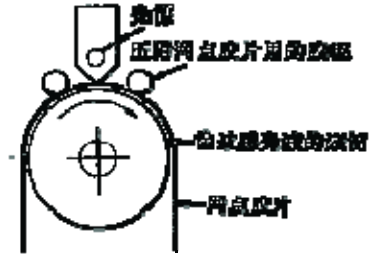


图 4-41 晒版机工作示意图

晒版时把网目阳像底片包卷在滚筒上，一边转动滚筒，一边从贯穿整个滚筒的细长缝隙中进行曝光，在底片与滚筒之间涂擦少量液体石蜡、使底片能很好地与铜印版滚筒密接。

腐蚀 印版腐蚀深度为 30~36 微米，用三氯化铁腐蚀液腐蚀，腐蚀后测定其深度。认可后即可除膜。

使用这种制版方法。所得凹版网点面积有大小的变化。而网点深度都是相等的。

照像加网凹版的制版工艺与照像凹版相比，具有操作简单、稳定可靠、效率高等优点，但它有丢失高调部分的缺陷。

## 2. 深度不同的照像加网凹版

由照像凹版（影写版）与照像加网凹版两种制版方法结合起来，形成有深度变化的凹版。有几种制版方法，现阐述其中一种。

其工艺流程为：原稿→连续调阴片→连续调阳片 →晒碳素纸→过版→填版  
→腐蚀→网目半色调阳片

打样→整版→镀铬。

由原稿拍摄得连续调阴像底片，经修正后拷贝得连续调阳像底片和加网的网目半色调阳像底片，在碳素纸上首先晒上网目半色调阳像底片。

该法相当于影写版的晒白线网屏，再晒连续调阳像底片，晒版时两张阳像底片必须套合非常准确。曝光完毕后，将碳素纸上的胶膜转移到铜印版滚筒上，其他工作与影写版的处理相同。

用此法制出的凹版，网点既有大小变化，又有深浅的不同。

### (三) 电子雕刻凹版

电子雕刻凹版是 60 年代出现的方法，它用照像底片为原稿，利用电子电路的雕刻机，在铜印版滚筒表面上直接雕刻出网点，制成凹版。

其特点为：不要碳素纸晒印；不必再进行化学的腐蚀工序，减少了质量不稳定因素和公害总题，由于是电子雕刻，层次再现稳定，同时，能制作任意的层次；制作一张原稿阴像底片，能雕刻出多块同一图案的凹版，缩短了照像工序，凹版之间的质量误差很小，用电子雕刻所得到的完善的无边缘的凹版，其连接精度和质量都很高。

电子雕刻机由原稿滚筒、雕刻滚筒、扫描头、雕刻头、传动系统和电器柜等组成，如图 4-42。

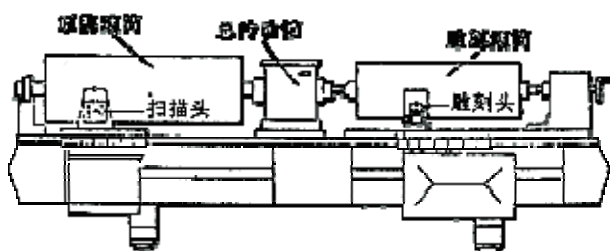


图 4-42 电子雕刻机概貌

该机用单色反射稿作原稿，如为彩色原稿，则需用分色修整后的分色片作为原稿，扫描头把原稿密度深浅的反射光，经过镜头进入光电倍增管，将光的强弱转移为相应强弱的电信号，再经过电子计算机控制的电磁机械雕刻系统，用电子褪缝装置，使各原稿平行于滚筒轴线的边缘被褪隐掉。

雕刻滚筒和原稿滚筒同步运转。同时，雕刻系统沿着滚筒轴向移动，雕刻系统是由扫描系统经过计算机控制的（如图 4-43）。用尖锐的钻石刀在雕刻滚筒的铜面上，按信号雕刻出

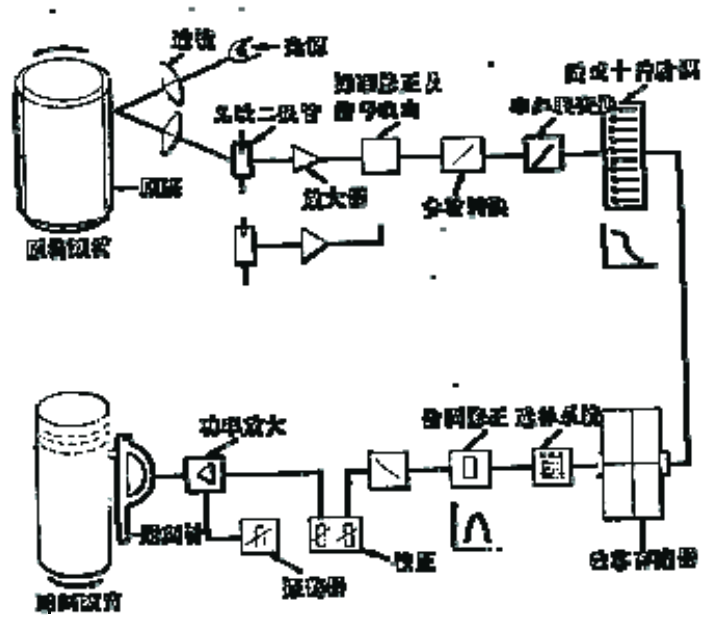


图 4-43 电子雕刻机工作原理图

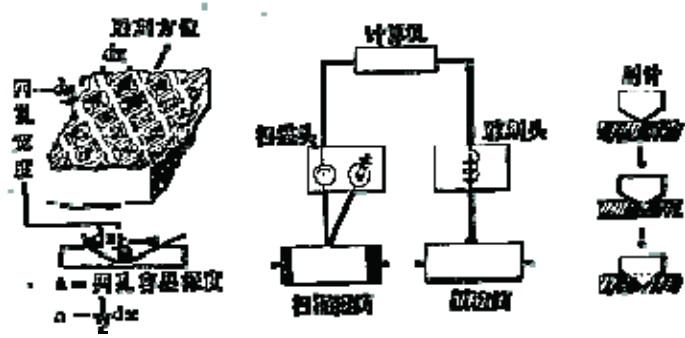


图 4-44

锥形的网孔（即着墨孔），如图 4-44 所示。这些网孔是由计算机中一附加信号造成的，此信号能使刻刀连续有规则地振动，网孔的大小及深度由原稿密度来决定，被扫描原稿的密度和被刻出的网孔深度之间的整个数量关系可以在计算机上调整。

雕刻出的网孔形状，是一锥尖在铜层中的四方锥网孔，底边在滚筒面上，在暗调部分锥形网孔的边几乎接上，留下一网格状滚筒面，而在高调部分滚筒的表面只刻有一些小网孔，由于网孔是这种形状，刮墨刀对滚筒表面的磨损可减轻。

德国赫尔公司生产的 K201 型和 K202 型电子雕刻机，其雕刻线数有 40~140 线/厘米的各种规格。雕刻速度与雕刻线数有关，当雕刻线数为 60 线/厘米时，每小时雕刻面积 0.325 平方米，当雕刻线为 80 线/厘米时，则为 0.2 平方米/小时，雕刻网孔的深度与雕刻线数和雕刻头的角度有关，如用 60 线/厘米，雕刻头角度  $120^\circ$ ，则最深为 57 微米，若用 60 线/厘米，雕刻头角度  $130^\circ$ ，则最深

为 46 微米，若用 80 线/厘米，雕刻角度  $120^\circ$ ，则最深为 42 微米，若用 80 线/厘米，雕刻头角度  $180^\circ$ ，则最深为 34 微米。上述两种机型最多能用 8 个扫描头和 8 个雕刻头同时扫描雕刻 8 张原稿，K201 型扫描与雕刻在一台机器上的整机型，K202 型是分成两台机运转的。K303 型，能用 1 个扫描头采样，控制 2 个雕刻头同时雕刻 2 个相同的图形，也可用 2 个扫描头采样，控制 4 个雕刻头同时雕到。

电子雕刻凹版的制版工艺流程为：制作原稿阴像底片→安装铜印版滚筒→粘贴原稿阴像底片→测试→雕刻。

创作原稿阴像底片 电子雕刻机所作用的底片要求为连续调的反射阴像，因此采用伸缩性小的白色不透明的片基制作感光材料，拍摄阴像底片。欧洲阿克发（Agfa）、美国杜邦（Dupont）和柯达（Kodak）等都生产有溴化银乳剂不透明胶片，供制作底片用。

安装铜印版滚筒 用吊车将铜印版滚筒安装在电子雕刻机上，雕刻前，要清除铜印版滚筒表面的油污、灰尘、氧化物等。

粘贴原稿阴像底片 把原稿底片平整地粘贴在原稿滚筒上。

测试 对原稿阴像底片上的高调部分，暗调部分的各个层次进行测试，规定雕刻线数，确定网点的雕刻图形。

雕刻 扫描头对原稿进行扫描，雕刻头与扫描头同步在铜印版滚筒表面进行雕刻。

近年来，又发展有激光凹版装置 700 型，它使用了二氧化碳激光进行雕刻，版面是环氧树脂层，树脂层厚度为 250 微米，其雕刻速度，用 100 线/厘米线数时，每分钟 10 厘米，雕刻深度为 0.5~35 微米，能将图像的层次分成 256 级予以表示。

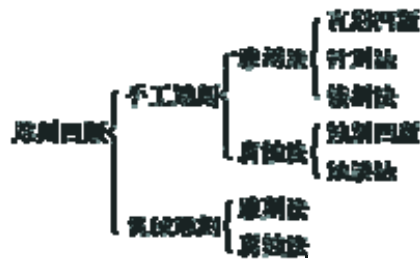
这种机器不用底片，雕刻的图像信息通过磁盘输入，没有电子雕刻照像凹版机那样的原稿扫描头。

## 二、雕刻凹版制版

雕刻凹版是在各种版材上雕刻成凹形图文的总称。也是凹版印刷中最早的制版工艺，以前都是用手工雕刻方法制作凹版。

雕刻凹版的印品有其特征：油墨量大，因此能进行厚实的印刷，不仅版面的油墨量大，而且由于凹版印刷时通过弱压，使纸张有凸印的效果；能印刷很精细的清晰的线划，凹版刻线能极细，甚至 0.02 毫米的线凹版也能印刷，而其他印刷方法不可能印到如此细的程度，所以证券等贵重印刷品，以及创作铜版画等都采用这种特殊的印刷方法。此外，这种印刷品具有细腻、精致、优美的线划层次，是格调高雅的高级印刷品。雕刻凹版原版的雕刻，要有高超的技术，制版、印刷

也要有特殊的设备、机械和技术。雕刻凹版的原版制版方法见如下图表：



在雕刻凹版中，具有代表性的是手工雕刻和机械雕刻并用的证券凹版印版的制版工艺，其流程如图 4-45。

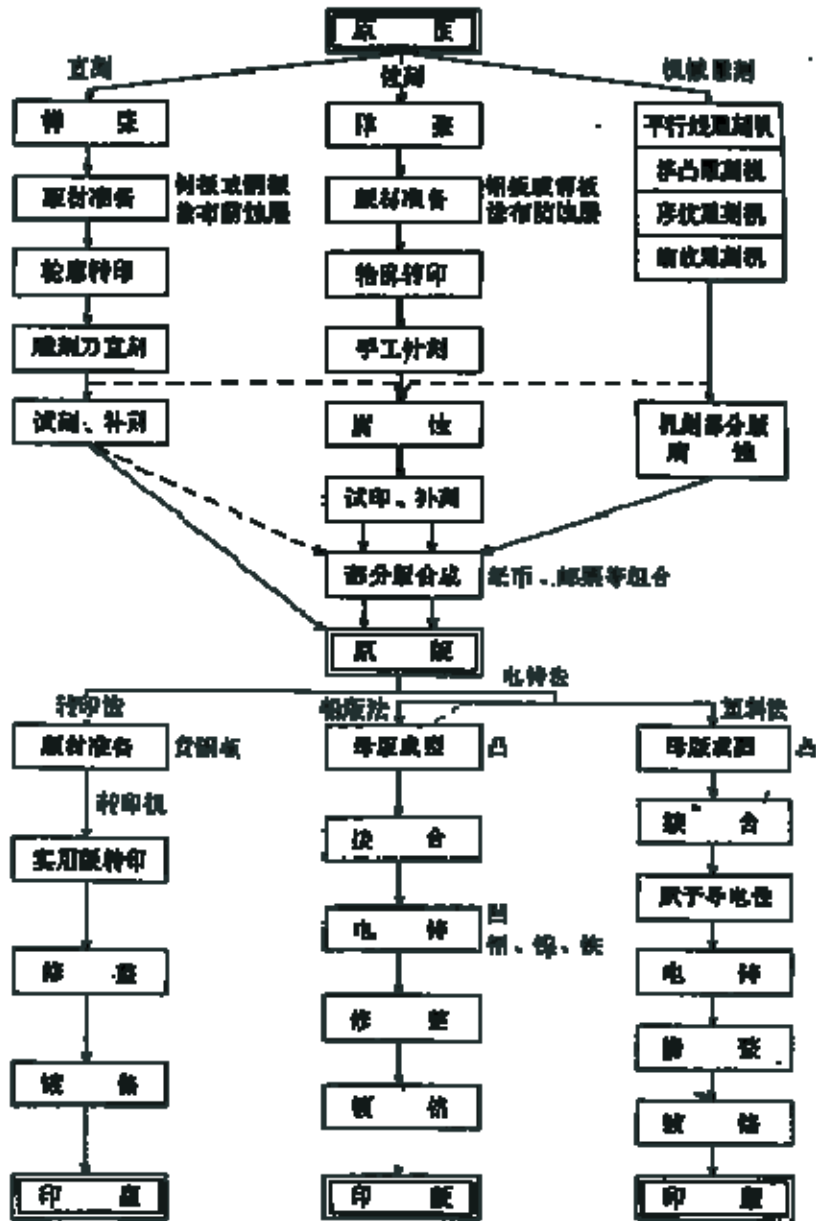


图 4-45 雕刻凹版的

## 制作工序

### (一) 手工雕刻法

#### 1. 雕刻法

##### (1) 直刻凹版

雕刻凹版目前大部采用钢质版材来制作，也有用铜板和锌板等金属材料的。为便于雕刻加工，通常先将钢板退火，版面加工后转印图像轮廓，用雕刻刀手工雕刻，直接制成图像凹版的原版，其工艺流程为：版材的加工处理→底图的转印→雕刻→修整版面。

**版材的加工处理** 将钢板退火处理，版面磨光，并在版材上涂布一层腊，熏成黑色。

**底图的转印** 把透明薄膜覆于原稿上，按照图形位置用刻针进行勾绘，以点和线表现原稿的轮廓范围，并在刻出的轮廓刻划里涂上红粉（氧化铁），再把薄膜上轮廓线里的红粉转印到已处理好的版材上。

**雕刻** 把版材放在皮制的枕垫上，一边顺着线条方向转动版材，一边用方刃刻刀、尖刃刻刀、宽刃刻刀（图 4-46）刻出凹下的点或线，雕刻者按照轮廓线，对照原稿直接在金属版材上雕刻，将原图的层次以雕刻线的粗细、深浅、疏密、长度、宽度、方向的变化和雕刻点的形状，排列与线的协调等进行表现，其雕刻线的例子如图 4-47。

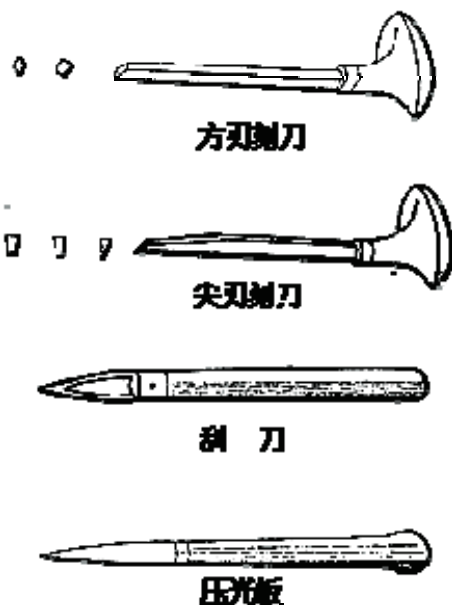


图 4-46 各种刻  
刀



图 4-47 雕刻线  
示意图

**修整版面** 对一些突出于雕刻线两侧的线屑，用刮刀切削或用压光板磨修。



## (2) 针刻法

在金属版材上，用坚硬锐利的刻针等雕刻工具，以手工雕刻方式，直接雕刻出图像。其工艺流程为：版材加工处理→图像的描绘→雕刻→修正版面。

版材加工处理 用木炭轻轻磨光版面，或经短时间酸洗处理版材。

图像的描绘 用软铅笔或蜡笔直接在版材上描绘出反像的图形，或者在底图和版材之间衬以复写纸，进行转印，但需注意版材上必须得到的是反像图形。

**雕刻** 用刻针（图 4-48）刻制凹版，直接凹版是用刻刀雕刻出线划，针刻是用刻针划刻线痕。刻制时，版面线划会产生线屑（毛刺），对明亮部分，用刮刀刮掉，而阴暗部分，就不必刮削，保留下来，这样可制出带有针刻法特有的，有柔软感的艺术版画。

修正版面 用刮刀和压光板进行。

由于刻针对版材上的压力和角度不同，所以刻出的线条的深度和线屑的情况有着种种变化。

针刻法的凹版，在印刷时，不仅线划内能附着油墨，而且线侧面也能附着油墨，所以印刷出的产品与直刻凹版不同。

## (3) 镂刻法

镂刻法是用压花铲（图 4-49）等雕刻工具，在版材上滚压而直接制作成凹版的方法。在版面形成均匀微细凹凸的砂目，以制作底纹版用。

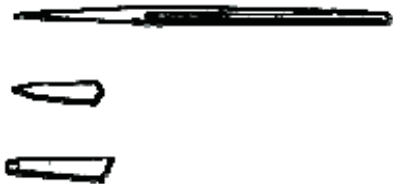


图 4-48 刻  
针

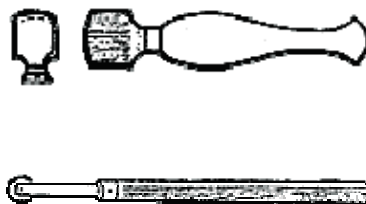


图 4-49 压花铲和  
压花辊

镂刻法是在版面上直接勾出图样，所以下需要转印图样。

雕刻是在版材整个表面上涂上油墨，雕刻时用压花铲或压花辊把版材整个表面都滚压出花纹，表面上的毛刺，是用刮刀或压光板进行修正的，它可制出保持镂刻特点，而又有柔软感的底纹。

版面的修正虽可以用刮刀或压光板进行，但修磨或修刮过重，还要用压花辊重新滚压出底纹。

使用压花铲时，要使它和版材保持垂直状态，在版材表面上用力晃动，在满版上压出底纹，压花辊在版材表面上滚动，用于在局部位置上压出底纹。

## 2. 腐蚀法

### (1) 蚀刻凹版 (etched intaglio plate)

蚀刻凹版是在金属版材上，涂布一层防蚀膜，用蚀刻针手工刻绘，刻去防蚀膜，以化学药品腐蚀法制得图文线条凹版，可印出较柔和的调子。其工艺流程为：版材处理和底图转印→雕刻→腐蚀。

版材处理和底图转印 和直刻凹版的处理方法及转印底图方法相同。

**雕刻** 先在版材上涂布防蚀膜，用蚀刻针(图4-50)雕刻防蚀膜使金属表面露出即可。

**腐蚀** 在版材防蚀膜上刻绘出全部图修后，放入腐蚀液中浸一定时间，进行腐蚀，取出后在只需要图形最浅的部分涂上防蚀剂，予以保护不再腐蚀，再将版材浸入腐蚀液里腐蚀，再取出，再把不需要深腐蚀部分涂上防蚀剂，继续腐蚀，如此逐步腐蚀，得到不同深度的凹版。



图 4-50 蚀刻针

另一种方法是将版材上要求最深的线划，首先在防蚀层上刻绘出，然后进行腐蚀，取出后再在版材上刻绘出要求较深的线划，又进行腐蚀，采用逐步刻绘逐步腐蚀的方法，最后刻绘要求最浅的线划，进行腐蚀，如此反复刻绘和腐蚀，也能得到蚀刻凹版。

防蚀剂一般使用由沥青、蜡和树脂熔合成的固体，它具有易熔化、易粘附于金属版上、易刻绘、刻出的线划光洁、膜层不会破裂等特点。铜板一般采用三氯化铁腐蚀液，钢板采用氯化亚铁和硝酸溶液腐蚀液。

### (2) 蚀镂法

蚀镂法是蚀刻凹版的一种，在研磨过的版面上，用机械和手工方法，撒上树脂或沥青粉末，经加热，使粉末固着在版面上，然后用防蚀剂刻划出阴图图像，用腐蚀方法制作图像凹版。

腐蚀前将版面上的非图像部分，涂以防蚀剂予以保护，腐蚀时可用不同浓度的腐蚀液腐蚀版面，因腐蚀时间长短和粉末颗粒大小的不同，制成浓淡变化不一的凹版。

## （二）机械雕刻法

用精密的雕刻机械，通过机械性的移动，刻制平行线、彩纹（由波状线、弧线、圆、曲线、椭圆等组合成的花纹）等几何花纹的凹版。雕刻机是钻石刻针或钢刻针与金属版材或涂布在版材上的防蚀膜接触刻绘的。

主要雕刻机械有：平行线雕刻机、彩纹雕刻机、浮凸雕刻机和缩放雕刻机。

### 1. 平行纹雕刻机

平行线雕刻机的机台上，有两根平行的导轨，和这两根导轨相交的，是一根带有刻度的横杆，刻针安装在横杆的固定间隔位置上，使横杆与刻针一起在导轨上移动，即雕刻出平行线。这种雕刻机用于雕刻线密的平行线，线的间隔可达1/100毫米，雕刻深度及精密度都能调节。

### 2. 彩纹雕刻机

彩纹雕刻机是通过各种不同直径和不同齿数的齿轮组合，使机台上的刻针转动。旋转方向和前后左右的水平移动发生种种变化，其轨迹便雕刻出复杂的几何花纹（图4-51）。因此，这种雕刻机都用于雕刻有价证券的几何形状的彩纹。

### 3. 浮凸雕刻机

浮凸雕刻机是把立体的凸形模板，固定在机器的一端底台上，探针在模板上作平行线扫描移动，按模板凹凸做出相应的上下移动，根据探针的上下移动，刻针在版材上相应地横向摆动（图4-52），模板凸起越大，则刻出的平行线弯曲越大。因此刻出浮雕形画面的印版，这种雕刻机用于雕刻有浮雕图纹的有价证券底纹。

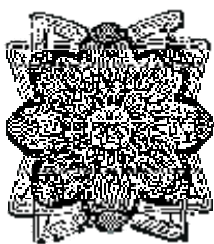


图 4-51 彩纹  
一例



图 4-52 浮凸雕刻  
机示意图

### 4. 缩放雕刻机

它是利用几何学相似的原理作放大缩小的雕刻机械，多用于雕刻原图放大或缩小的凹版。它是先把原稿几倍大的样图，描绘在透明薄膜上，再用红粉转印到锌板上，雕刻制出模板，然后把这个几倍大的模板固定在机器的一端的底台上，机器的另一端固定印版版材，用探针扫描模板，用刻针将缩小为几分之一图样，

雕刻在版材上，邮票雕刻一般可使用这种雕刻机雕刻。

使用雕刻机雕刻时，如直接刻在金属版上，即为雕刻法，如果刻在版材的防蚀层上，再进行腐蚀，即为腐蚀法。

### 三、复制凹版的制作

不论是手工雕刻凹版，还是机械雕刻凹版，除用于少量印数的印刷外，所刻出的原版很少直接用于上机印刷，通常以手工雕刻、机械雕刻或者并用所雕刻出的凹版作为原版复制成凹版以供大量印刷，一块原版可制成许多复制凹版，同时进行印刷，凹版的复制方法从图 4-45 可知有转印法和电铸法两种。

#### 1. 转印法

转印法的原版必须是钢版，雕刻原版时，为便于雕到采用软钢雕刻，雕刻完成的软钢原版经淬火硬化，硬化时使用液体渗炭法，渗炭剂采用氰化钾或氰化钠将软钢原版浸渍，同时渗入碳和氮元素。例如，软钢原版加热至 900~1000℃，在氰化钾中浸渍 25~30 分钟，捞起后，如为平软钢原版则放入植物油中硬化，如为圆软钢辊则放入 10% 的食盐水中硬化。前者硬度可到肖氏硬度 70~75°，后者为 60~70°。

经硬化的钢原版放在转印机上，再把经过研磨的软钢辊放在钢原版上，加上几千气压的强压并转动，形成与原版相反的凸起图文，用此钢辊再经上述淬火处理，成为硬钢辊。用同样的转印方法把钢辊上的凸图文转压到钢板或铜板上，又成为凹版图文，所复制出的凹版，经镀铬，即可供凹版印刷用，此为复制凹版。

#### 2. 电铸法

电铸法是由成型材料制成电铸阳模，再经电铸能加工成厚度均匀的凹版的方法。图像能忠实地再现，是理想的复制凹版的制作方法。电铸阳模的制作有铅版法、塑料法等。

##### (1) 铅版法

由铅合金（铅 75%，锑 15%，锡 8%，铋 2% 组成）加热至 450℃ 熔融，去除表面的氧化物，用原版进行浇铸，制成电铸阳模。再在镀槽内把电铸阳模电镀上金属如铜、镍、铁，然后将镀层剥下，经镀铬后能得到非常正确的凹版。由于使用铅，会污染环境，现在使用较少，该方法曾是制印纸币、邮票凹版的主要方法。

##### (2) 塑料法

电铸阳模用塑料制成，可使用热塑料的氯乙烯树脂等的热压法和聚碳酸酯等喷射成型法。塑料阳模给予导电性。通过用银喷射法，即用表面活性剂把阳模表面脱脂，用蒸馏水冲洗，用氯化亚锡和浓盐酸的溶液反活化三次，把硝酸银和还原剂同时用喷射枪喷射，银在像面析出形成一薄层，具有导电性。

将电铸阳模放入镀槽内，镀以厚层金属，然后从阳模上剥下电镀层，再在其表面镀铬，即形成可供印刷的凹版，电铸阳模上镀的金属可以是铜、铁、镍、一般根据需要而定。