

目 录

第一章 自制照相机	1
第一节 针孔照相机	1
第二节 120 简单照相机	16
第三节 127 照相机	24
第四节 135 照相机	48
第五节 组合透镜镜头	63
第六节 垂直取景器和备附件	66
第二章 自制印相机和放大机	70
第一节 印相机	70
第二节 放大机	74
第三章 摄影基本知识	84
第一节 胶卷	84
第二节 自然光的运用	87
第三节 取景构图	93
第四章 冲洗和印放	98
第一节 怎样冲洗胶卷	98
第二节 怎样印放照片	102

第一章 自制照相机

照相机是开展摄影活动不可缺少的基本工具。在这一章里，我们向大家介绍四种不同类型和结构的照相机的制作方法。当然，这些照相机都是比较“土”的，不过只要运用得当，这些自制的照相机也能够一定的条件下，拍摄出比较好的照片来。

第一节 针孔照相机

一、针孔摄影原理

一般照相机都用透镜作镜头，那末没有透镜能不能进行摄影呢？让我们先来做一个简单的实验：

拿一张不透光的纸(最好是黑纸)，中间用普通缝衣服的针扎一个小孔，一手拿着带针孔的纸对着窗口，另一只手拿一片磨砂玻璃或半透明的描图纸，放在带针孔的纸和人眼之间。这时就可以在磨砂玻璃上看到窗外景物的倒影。

我们用图 1-1 表示上面的实验，并分析一下它的原理。

原来，光在空气中是沿着直线传播的。窗外的景物本身虽然不会发出光来，但是它们在阳光的照射下，却会向四周反射光线。景物反射出来的光线通过针孔以后，继续直射前进，遇到磨砂玻璃时，就在磨砂玻璃上留下了一个个小亮点。物体上(图 1-1 中是树)不同部位反射出来的光线，通过针孔射在磨砂玻璃上的光点的位置也不同，于是就在磨砂玻璃上

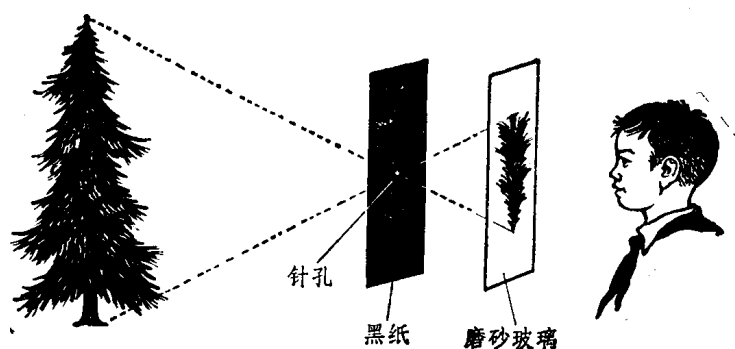


图 1-1 针孔成像

形成了物体的倒影。

由此可见,我们可以应用针孔成像的原理来做照相机,它适宜于拍摄静止的景物。

二、针孔照相机的制作

下面我们向大家介绍一架应用 120 号胶卷*,可以连续拍摄长宽都是 60 毫米或长 60 毫米、宽 45 毫米照片的针孔照相机的制作方法。

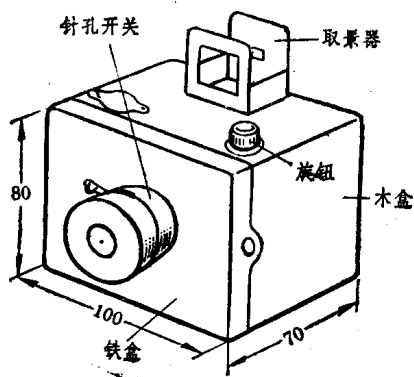


图 1-2 针孔照相机外形

这架针孔照相机的外形见图 1-2, 它的结构包括铁盒、木盒、针孔和开关、取景器等四个部分。

1. 铁盒 装胶卷用。可以用白铁皮或其

* 关于胶卷的有关知识,请参阅第三章第一节。

他能够用锡焊接的金属片来做。铁盒的形状和各部分的尺寸见图 1-3。

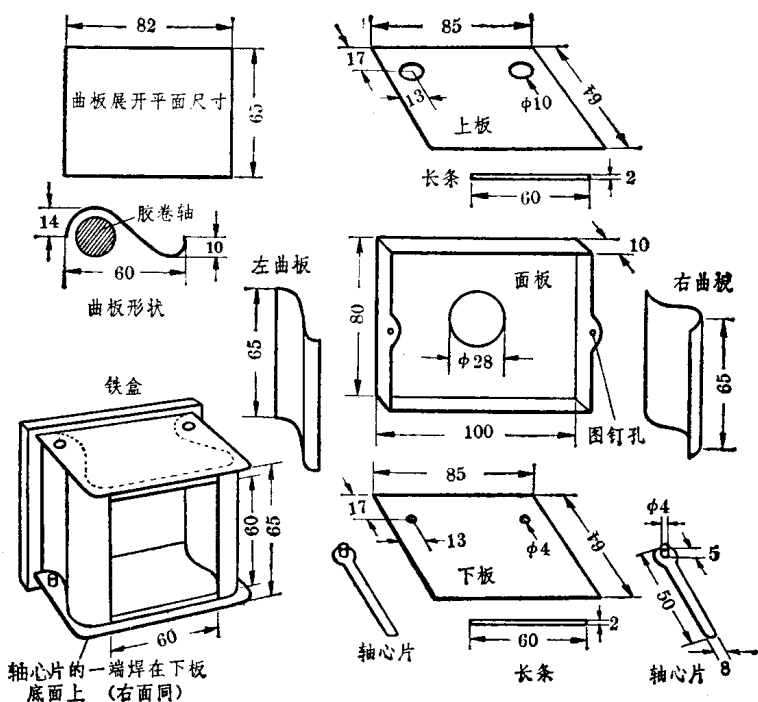


图 1-3 铁 盒

面板位于照相机的前面,中间直径 28 毫米的圆孔是通光线用的。面板的四个边折成直角,四个角的接缝,等到做好木盒试套合适以后,再用锡焊牢。

面板左右两块 S 形曲板由平板弯曲而成。曲板的作用是导引和帮助拉紧胶卷,使胶卷平直。曲板展开平面尺寸和弯成 S 形以后的截面形状见图 1-3 左上角。

上板两个直径 10 毫米的圆孔和下板两个直径 4 毫米的

圆孔是装胶卷心轴用的，要上下对准，左右对称。

轴心片需要两片，是固定胶卷心轴用的，它们分别装在下板底面的左右两边，一端同下板的底焊牢，另一端的小圆柱可以灵活地插入或拉出下板上直径4毫米的圆孔。小圆柱可以用长12毫米，宽5毫米的铁片卷成。轴心片需要有较好的弹性，要用磷铜片或香脂盒的铁片来做。

两根长条可用2毫米粗的铁丝做成(也可不做，不要)。

零件齐备以后，就可以进行焊接装配了。先把两块曲板分左右焊在上、下板之间，曲板和上下板的前面边口都要对齐在一个平面上，以便同面板紧密焊接。后面边口的上、下板应比左右曲板伸出一些，以便于引导胶卷通过。左右曲板的后边口相距60毫米。焊接时应注意都从铁盒的内侧焊，保持外侧的光洁，这样在使用时不会损伤胶卷*。然后把长条也焊在后部的上下板和左右曲板之间，于是在后部就构成了一个边长为60毫米的正方形孔，这就是拍摄的照片尺寸。最后把面板焊在盒的前面，注意位置要正，上下左右间隙适当。

现在可以试装一下胶卷的心轴。装心轴时，先把轴心片上的小圆柱拉出，装上心轴后，依靠轴心片的弹力，把小圆柱插在心轴里。试一试心轴能不能顺利转动。如果一切正常，铁盒就做好了。

上面这只铁盒是拍长宽都为60毫米的照片的。如果要拍长60毫米、宽45毫米的照片，那末只要在铁盒后部方孔上覆盖一个开有60×45毫米方孔的黑纸框，并用胶布粘在铁盒上，使铁盒方孔的左右两边对称的遮去一部分就可以了。

* 为了在使用时更好地保护胶卷的药膜，还可以在曲板后部覆盖一、二层黑纸。

2. 木盒 可以用厚度约为 4~5 毫米的三合板来做。木盒套上铁盒以后, 就同铁盒面板组成了一个密闭的暗箱。木盒和铁盒可以用两边分别插上图钉的办法固定。

木盒的外形和各部分的尺寸见图 1-4。制作时按图下好料, 开好孔, 并把各个拼接的边口在砂纸上磨平, 用胶水胶接好。等干透以后, 再把木盒的外表面在砂纸上磨平, 使它能和铁盒紧密套接。

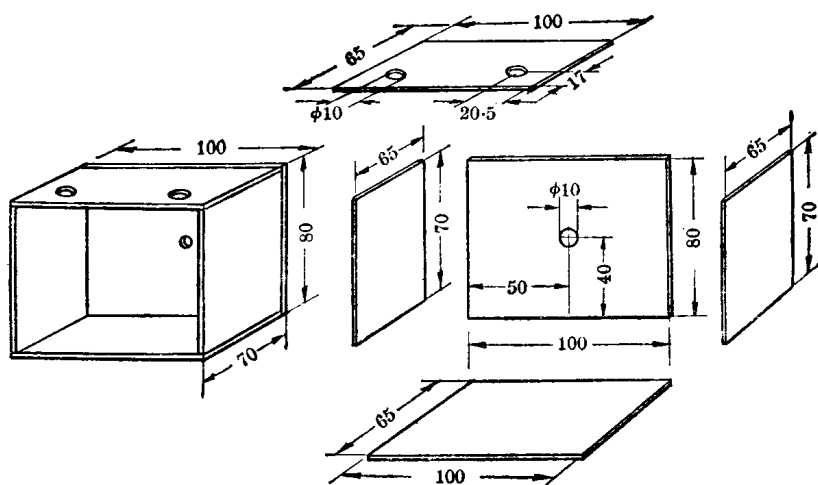


图 1-4 木盒(设计板厚 5 毫米)

木盒上方的两个小圆孔是转动胶卷心轴用的。所以, 木盒套上铁盒以后, 这两个孔应该和铁盒上相应的两个孔对正。

转动胶卷要有旋钮。旋钮的结构和安装方法参见图 1-5。旋钮可以找一个直径约 20 毫米的铁皮瓶盖代替。另外用铁片卷一根长 25 毫米、直径 5 毫米左右的小圆轴, 把轴的一端焊在小瓶盖里面的正中间, 另一端剪出一个深 5 毫米的窄槽。

如果找不到合适的金属小瓶盖,也可以用塑料小瓶盖,不过得先在中间塞一块小木头,木头中间开一个小方孔(见图1-54),然后插进同样粗细和长短的一段小笔杆,用胶水胶牢,另一头也开一个同样的窄槽。

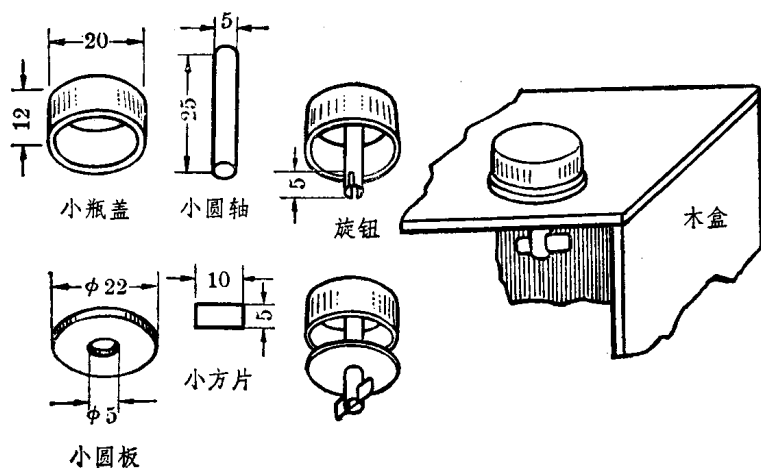


图 1-5 旋 钮

用小块三合板做一个直径为 22 毫米的小圆板,中心开一个直径 5 毫米的小孔。把旋钮的小圆轴插入小孔内。再用铁片剪一块长 10 毫米宽 5 毫米的小方片,焊在小圆轴的缺口里(用笔杆作轴时,可以胶上一块同样尺寸的小竹片)。

在小圆板的底面边缘涂上胶水,对正木盒右上方小孔,胶接在木盒上。

当把旋钮向上提起时,小方片要能收藏在木盒的小圆孔内,使铁盒可以套进去。当旋钮插入时,轴和小方片要刚好能插进铁盒里胶卷的心轴孔里,以便转动胶卷。

在摄影过程中，有时会因不小心而把胶卷转过了头。这时，如果胶卷不能退回，就会造成浪费。另外，由于制作不够精密，还可能会发生心轴卡住，胶卷转不过去的情况。为了在出现这种情况时能够进行补救，最好在木盒的左上方也和右边一样安装一个旋钮。但是为了制作简单起见，也可以只做一个小盖片。平时小盖片盖住左上方的小孔，以免漏光和进入尘土。当发生上述情况时，再打开盖片，用小刀或别的工具，倒转胶卷或松动心轴，待故障排除后重新把盖片盖住小孔。

小盖片可以用铁片剪成（参考图 1-6）。在小盖片的尾部和木盒的相应位置各钻一个转轴孔。用一个小铁钉穿过木盒和盖片上的转轴孔，并把铁钉焊在小盖片上。焊好以后把铁钉的多余部分割去、锉平。这样，当需要打开小孔时，只要把小盖片转向一边即可。为了防止小孔打开时漏光，在小孔处还应该采取相应的密封措施，方法是在铁盒中该孔的内外表面粘贴一层胶布，胶布上再粘一层绒布。绒布上的孔要比铁盒上的孔略小一些。同时，不要在阳光下打开小孔，倒片工作要在阴影处进行。平时小盖片的前圆弧部分就插在木盒和铁盒的边框之间，要盖严实。

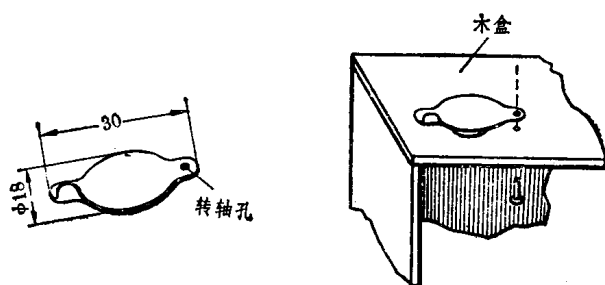


图 1-6 小 盖 片

为了在拍摄时能够知道胶卷的转过长度和已拍张数，在木盒后底部的正中间开有一个直径 10 毫米的小圆孔（图 1-4）。120 号胶卷的后面都有一张保护纸皮（见第三章的图 3-1），透过小圆孔可以看到纸皮背面 60×60 的底片序号。如果是拍 45×60 的照片的，小圆孔可以开在向上移 15 毫米的地方。为了防止漏光，小圆孔的内侧要贴一块红色软玻璃板（可以用透明的底片染红代替）。如果同时能够设法在小圆孔的外侧做一块可以移动的盖板，那就更加好了。

在木盒底部的内侧还要粘贴一层绒布，以免在转动胶卷时木板磨伤胶卷的保护纸皮。在正对铁盒后部方孔的边缘处，最好能多贴一层绒布，这样可以把保护纸皮压紧，防止从胶卷的边缘处漏光。

3. 针孔和开关 针孔和开关可以用常见的小香脂空盒来做。找一个外径约 35 毫米的小香脂盒的底，中间扎一个细小的针孔，就成了照相机的“镜头”。

针孔多大才比较合适呢？实践证明，针孔过大了，拍出来的照片模糊不清；针孔过小了，则光度不足和不均匀。一般以直径 $0.2 \sim 0.3$ 毫米较为适宜。制作时可先用缝衣针扎，在将要扎透的时候就停止；然后再用一二寸长的针灸用的针来扎。这种针灸用针的直径约为 0.3 毫米。为了留有余地，可以只利用针的针尖部分，这样扎出来的针孔直径约为 0.2 毫米。针孔扎好以后，对着亮处看一看是否合适；同时还要检查一下背面针孔的边缘是不是平整光滑。因为针扎小孔往往会在背面产生翻边凸起的现象。如果有这种现象，一定要小心除去，否则会使照片形成中间亮、边缘逐渐暗淡以至完全变黑的亮度不匀的光环。

另外，也可以用其他的金属片或盒子做针孔板。但是要注意，金属片越薄越好，太厚了照片也会产生亮度不匀的光环。

为了拍摄时操作方便，还需要安装一个简便的开关。开关的形状见图 1-7。做法是：

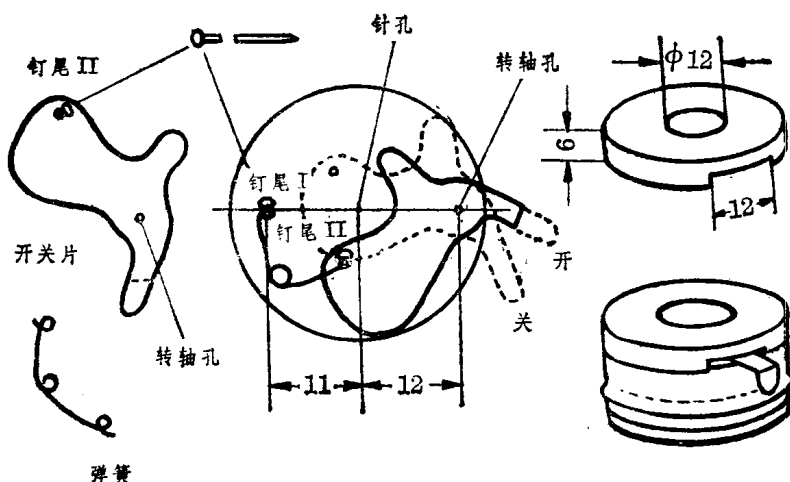


图 1-7 针孔开关(比例 1:1)

用铁片照图 1-7(图与实物的比例是 1:1)剪一块开关片。

再用钢丝按图所示做一个扭弹簧。钢丝可以用从自行车修配商店里买来的自行车飞轮上的钢丝，废的钢丝琴弦也可以用。

在已扎好针孔的盒子靠边处，钻一个能穿过大头针的转轴孔（具体位置见图 1-7）。把一只大头针截断，只用尾部一小段，穿过开关片和针孔盒上的转轴孔，并在针孔盒的内侧，把大头针焊在盒子上。焊的时候要把钉孔的整个缝隙焊没，

不使有漏光的地方。

截两段小铁钉钉尾（长2~3毫米）或用装收音机用的小铆钉，按图分别焊在开关片和针孔盒上。把扭弹簧套好。

再取一个与针孔盒同样大小的香脂盒底，按图剪去大约一半的高度，中间开一个直径约12毫米的圆孔，边缘剪一个宽12毫米的缺口。把这个盒盖在针孔盒上，缺口处应对正开关片尾部摆动的区间，并沿四周和针孔盒焊接在一起。针孔开关就做好了。

使用时，先把开关片定在关的位置，等取好景，拨动开关片，依靠弹簧的力量，把针孔打开；到感光时间已足，再拨动开关片把针孔关上。整个动作就象电灯的开关一样，同时，打开和关上的转折动作很快，符合摄影曝光的要求。

开关的动作原理很简单（见图1-8）：开关片上的钉尾Ⅱ是以转轴孔O为圆心，在 \widehat{ABC} 弧线上摆动的。其中B点到钉尾Ⅰ的距离最短，弹簧压缩最多；A点和C点到钉尾Ⅰ的距离最长，弹簧压缩最少。这样，弹簧的力量总是使得开关片上的钉尾Ⅱ，不是在A的位置上，就是在C的位置上，从而使得开

关打开或者关上。

针孔开关要焊在铁盒面板上直径28毫米圆孔前面，孔与孔要对正（参见图1-2）。

4. 取景器 取景器顾名思义是取景用的，就是说从取景器里看到的景物应能在底片

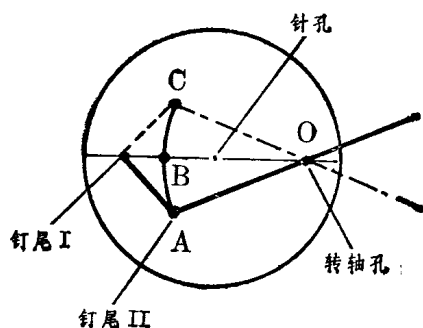


图 1-8 开关原理

上拍摄下来。取景器的形状和平面展开尺寸如图 1-9。它可以用金属片或硬纸板剪折而成,在对接处要用锡焊牢(硬纸板用浆糊粘牢)。

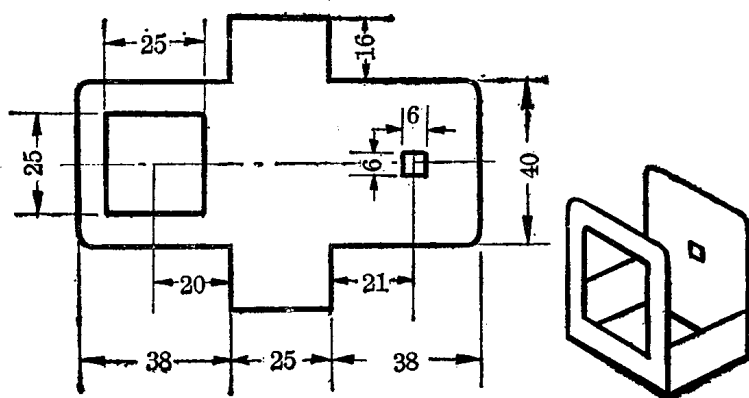


图 1-9 取景器(比例 1:1)

取景器安装在木盒上部靠后的正中间(参见图 1-2),大方孔在前,小方孔在后,用最小号的木螺丝(硬纸板用胶水)固定在木盒上。取景的方法是用一只眼睛靠近小方孔,透过小方孔看到大方孔中的景物,即为被拍摄的景物。如果取的景和被摄景物有较大的偏差,可以调整前方孔的大小或前后方孔之间的距离。

最后把针孔照相机的里里外外全都涂上黑漆。到此,一架简单实用的针孔照相机就做好了。

三、针孔照相机的使用

第一,针孔摄影因为针孔很小,所以感光时间比较长。这样,使用针孔照相机摄影时,就不能象一般照相那样可以拿在

手中拍摄,而要固定放在一个地方。否则照相机会产生振动,使照片模糊。固定的办法是:如果是在室内或离室不远的地方拍,可以将照相机放在凳上或桌上。如果是外出到比较远的地方去拍,那末有自行车,可以放在自行车上拍;没有自行车,可以利用拍摄点附近的自然条件,如树木、电线杆、建筑物等,把照相机紧紧靠在这些物体上进行摄影。

第二,感光时间多少要根据当时当地的光线强弱、物体反射光线的能力、胶卷的感光性能等来决定,这只有通过具体的实践,才能逐渐摸到规律。

记录感光时间,可以用数数的办法。1、2 为 1 秒,1、2、3、4 为 2 秒,余类推。拍照以前对着钟表练习几次,就可以掌握数数的速度。

下面表中的数据供参考。

针孔摄影感光时间

(针孔直径 0.2~0.3 毫米,像距 8 厘米,胶卷 GB21°)

晴天强阳光下	3~8 秒
晴天中等阳光下	8~12 秒
晴天弱阳光下	12~16 秒
阴雨天、散射光	16~25 秒
室 内	20 分钟~1 小时

第三,上表中有一个“像距 8 厘米”的数据,需要说明一下。“像距”即从底片到针孔的距离。对于针孔照相机来说,像距的改变会影响影像的大小和亮度,对影像的清晰度却没有显著的影响。像距长,影像大,但亮度稍弱,感光时间要长

一点;反之,像距短,影像小,但亮度增强,感光时间也可以相应地短一点。

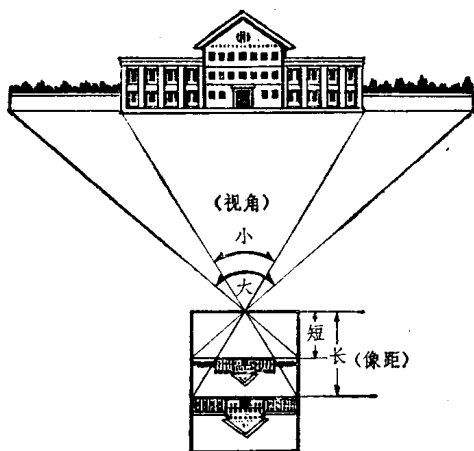


图 1-10 像距长短改变拍摄视角

另一方面,像距还会影响摄影拍摄的视角,即照片所能拍摄的范围。像距短,视角大;像距长,视角小。这一点可以很容易地从图 1-10 中看出。

上面这架针孔照相机的像距是固定的,为了更实用,我们也可以设法将上面的针孔相机改装一下,成为像距可以调节的照相机。图1-11所示照相机可供参考。它的像距调节范围是 75~125 毫米,可拍 60×90 、 60×60 、 45×60 三种幅面的照片。

图 1-11 的照相机上用的取景器同前面的不同。这一种叫垂直取景器,前面一种叫框式取景器。使用垂直取景器时,眼睛可以从上向下通过镜子的反射看到拍摄的景物。垂直取景器的制作方法见本章第六节。

第四,由于针孔很小,容易沾上灰尘,所以在每次摄影前要先用针灸针把针孔通一下,否则会影响胶卷感光。但通时要注意,不要把针孔扩大了。还要注意在装入胶卷拍照之前,先看一看针孔是否关上。

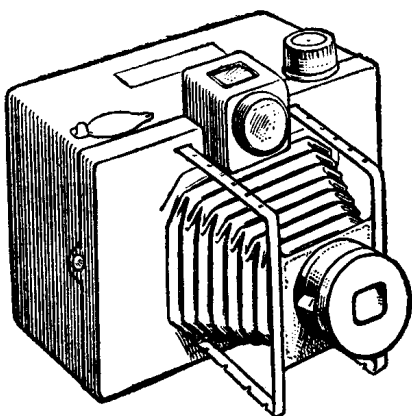
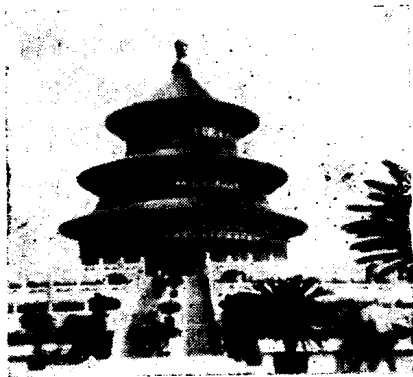


图 1-11 像距可以调节的针孔照相机

第五,针孔摄影的成像原理与用透镜做镜头的照相机成像原理不同。后者利用光的折射原理成像;前者利用光的直线传播原理成像。因而用针孔照相机摄影用不到调焦、对光,无论把底片放在哪个位置上,都可拍出照片来。

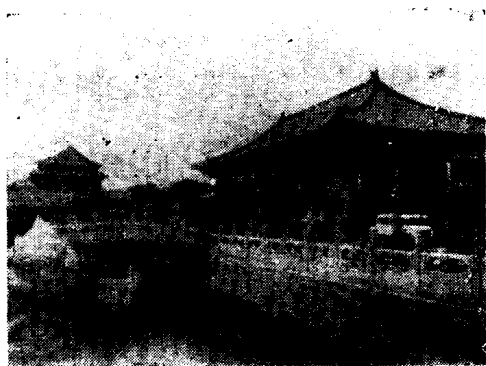
第六,由于针孔摄影感光时间比较长,只有那些固定不动的景物所反射出来的光线进入针孔后才能在底片上感光成像,因此在拍摄景物时,如果有人、车在照相机前面经过,只要不停止下来,不会拍摄进去。



针孔摄影:天坛(中等阳光,感光10秒)

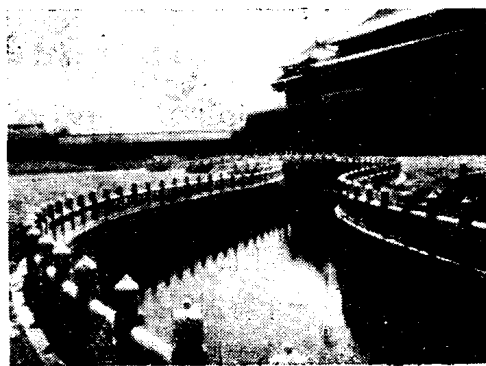
第七,针孔摄影也可拍摄人像,尤其在外界光线较强时,摄影效果较好。拍摄时只要在规定感光时间内,人体保持不动就可以了。

针孔摄影：劳动人民
文化宫（中强光，
感光8秒）



针孔摄影：人民大会堂
（弱阳光下，感光13秒）

针孔摄影：故宫
（强光，感光6秒）



第二节 120简单照相机

针孔摄影需要的感光时间很长，这是它的最大缺点。现代照相机都用透镜作镜头，大大缩短了感光时间，可以很方便地进行摄影。从这一节起就向大家介绍用透镜作镜头的照相机的制作。本节先介绍一架结构简单的、应用120胶卷拍摄的照相机。

一、透镜摄影原理

如果一块透明玻璃体的两面都磨成球面（或者一面成球面，另一面成平面），我们就叫它透镜。图1-12所示的就是各种透镜的截面形状。其中1、2、3三种都是中间比边缘厚，叫做凸透镜；4、5、6三种则相反，都是边缘比中间厚，叫做凹透镜。透镜通常是用特种玻璃做成的。

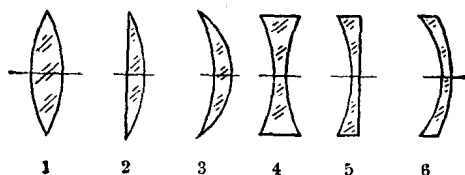


图 1-12 各种透镜

下面我们做一个实验，看一看光线通过凸透镜以后所产生的现象。

在地面上放一张纸，拿一个放大镜（凸透镜），一面对着太阳光，一面对着地上的纸，上下移动放大镜，到一定位置，就可以看到纸上有一个特别明亮的光点，时间久了，甚至会使纸燃烧起来。这是怎么回事呢？

原来，太阳光线通过放大镜以后会发生折射，并且会聚到一点(图1-13)，所以这个点特别明亮，温度也很高。这个会聚点在光学上叫做焦点（严格地说应叫做主焦点）。焦点到透镜中心(光心)的距离叫做焦距(主焦距)。由于放大镜的透镜很薄（照相机上用的也是薄透镜），所以也可以把焦点到放大镜的镜面距离算做焦距。

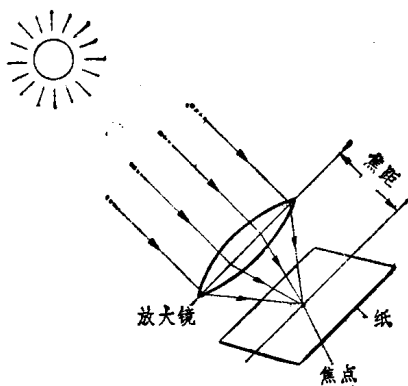


图 1-13 凸透镜会聚光线

现在让我们在一个比较暗的房间里，用一盏电灯作为光源，使灯泡发出的光通过放大镜。在放大镜的另一侧放一片磨砂玻璃或半透明的描图纸。先移动灯泡，使灯泡离开放大镜有一段距离(大于透镜焦距)，再移动磨砂玻璃到一定位置，就可以在磨砂玻璃上看到电灯泡的倒像(图 1-14)。

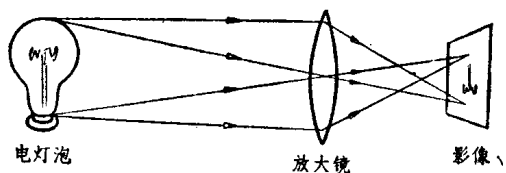


图 1-14 凸透镜成像

同样，其他物体上的反射光线通过放大镜后，也会在磨砂玻璃上形成倒像。这就是可以用凸透镜进行摄影的原理。

从上面凸透镜成像的实验中，我们还可以看到它同针孔成像相比有两个显著不同的特点：第一，在透镜成像中，像的清晰度不象针孔成像那样要决定于针孔的大小，因而透镜照相机的进光量可以很大，曝光时间可以很短。第二，在透镜成像中，磨砂玻璃必须移动到一定位置才能清楚地看到影像，稍有偏离，影像就会模糊不清，甚至根本看不到像。所以，透镜照相机底片到透镜的距离必须很准确，制作要求比较高。

二、120 简单照相机的制作

了解了凸透镜成像的原理，就可以按照原理进行制作了。

我们要制作的这架照相机的外形见图 1-15。可以看出，它的结构同针孔照相机很相似，实际上暗箱部分可以完全相同，取景器只要根据所用镜头的焦距调整一下前方孔的尺寸，所不同的只是镜头部分。所以下面着重谈一谈镜头部分的具体制作方法。

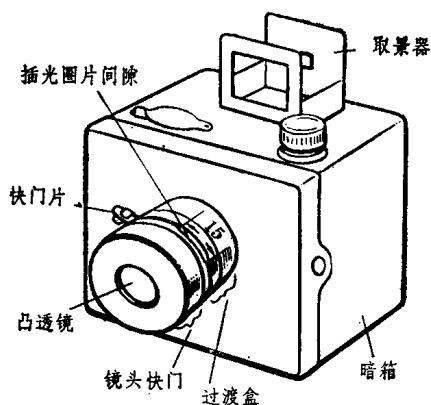


图 1-15 120 简单照相机

镜头部分包括镜头、快门、过渡盒、光圈片。

1. 镜头 用一片凸透镜来做。这种镜头结构比较简单，叫做单透镜镜头，缺点是像差比较大，成像质量要差一些，但是只要应用得当，仍然可以满足一般的摄影要求，拍摄出比较好的照片来。

透镜可采用图 1-12 中的三种凸透镜中的任何一种(放大镜就是图中的第一种凸透镜),但以第 3 种效果较好,第 1 种效果要差一些。透镜的焦距必须符合要求。在我们要制作的这架照相机里,多大焦距的透镜才是适合的呢?这要看照片的尺寸,一般是透镜焦距应同照片对角线的长度差不多。例如用 120 胶卷拍摄长宽都为 60 毫米的照片,对角线的长度约 85 毫米,所以可选用焦距约为 85 毫米的透镜。但是由于我们所选用的透镜往往不是照相机中用的特制透镜,许多像差没有得到修正,因此选用的透镜焦距还应稍大一些。不过也要考虑到焦距大了,底片到镜头的距离也要增大,会使光的强度减弱,所以焦距大了也有不利的一面。从试验效果看,一般以透镜焦距比照片对角线长度大三分之一左右较为适宜。所以在我们制作的这架 120 照相机中,最好选用焦距为 100~110 毫米的凸透镜。透镜焦距可用图 1-13 的方法测定。

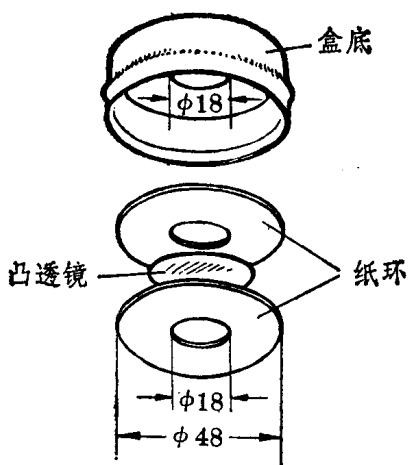


图 1-16 镜 盒

选定了透镜就可以制作镜头了。镜头的制作很简单，只要做一个纸环把透镜固定起来。镜盒可以利用直径约 50 毫米的香脂盒的底来做(香脂盒的盖可做快门底板)，见图1-16。为了使透镜不掉出来，透镜和纸环装入盒子以后要用胶布胶牢。

2. 快门 快门是拍照时对底片进行曝光的一个启闭机构，结构形状和零件的尺寸见图 1-17。

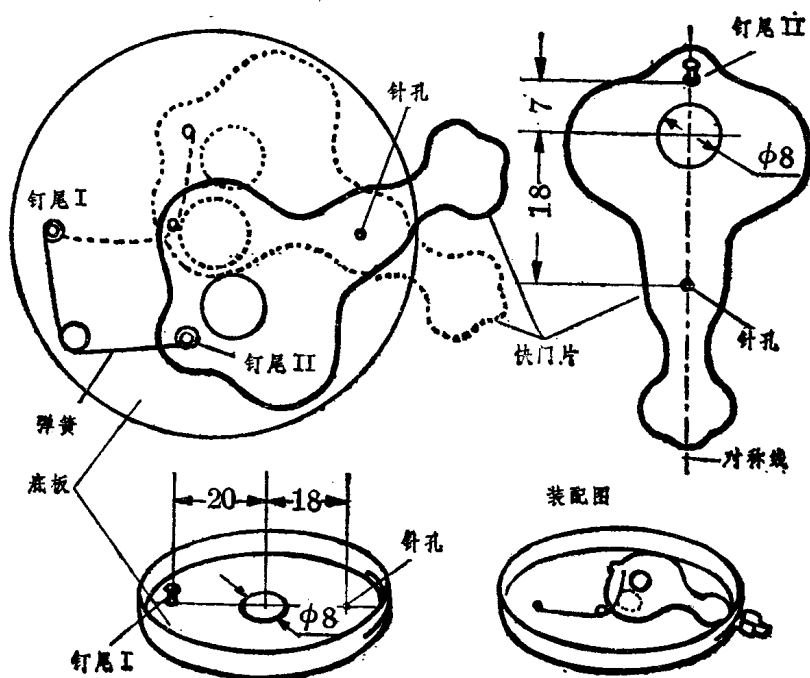


图1-17 简单快门(比例 1:1)

快门片的形状很象一把钥匙，可以用铁片照图剪成。

底板可以用做镜盒时留下来的香脂盒的盖来做，中间直

径8毫米的孔是作为最大光圈用的。底板上靠针孔这一边的边缘上要开一个小槽，小槽的高度和宽度以能插入快门片的尾部和不影响快门片以针孔为轴心进行摆动为度。

底板上的钉尾Ⅰ和快门片上的钉尾Ⅱ直接焊上即可，做扭弹簧用的钢丝与针孔开关上的相同，快门片大小和形状要同图1-17上画的一致。

把快门片的尾部插进底板边缘上的小槽，用一只大头针穿过快门片和底板上的针孔，焊在底板的背面，并把多余部分剪去锉平，再装上弹簧，快门就做好了。

把快门对向亮处，拨动快门片的尾部，快门片就从一边跳到另一边。在这个过程中，由于快门片中间的圆孔和底板上的圆孔有一瞬间的重合，光线迅速通过，突然闪亮了一下，这就起到了瞬时曝光的效果。在拍照时，快门片拨过去一次，就闪亮一下，拍一张照片；拨回来，再闪亮一下，又可以拍一张照片，而且可以通过拨动快门片的快慢，来适当控制曝光时间，很方便，效果也很好。它的动作原理和前面介绍的针孔开关是一样的，这里就不再重复了。

接下来，把镜头盒同快门底板，即香脂盒的底和盖合在一起(图1-18)。为了防止镜盒掉下来，可以点焊一下，或用销钉销牢。

3. 过渡盒 过渡盒连接在镜头、快门同暗箱之间，参看前面图1-15。过渡盒的高度要由镜头的焦距来决定。它的高度是否适当与照片能不能拍摄清楚关系很大。只有过渡盒的高度合适，拍摄出来的照片才能清楚。

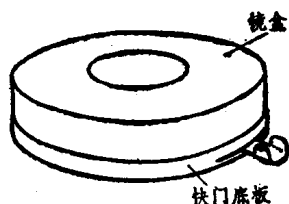


图 1-18 镜盒和快门的连接

过渡盒可以用一个或几个香脂盒的底来做。先在一个香脂盒底的中间,开一个直径约 10 毫米的圆孔,和快门的底板背靠背地沿边缘焊接在一起(上边缘要留出约 15 毫米的间隙不焊,作插光图片用)。快门上的大头针焊接处如果影响底和盖贴合,可以在底上剪开一个小孔。

过渡盒需要用几个香脂盒加接在一起,可以先根据镜头的焦距大约估计一下:一个香脂盒的底高约 12 毫米,镜片到快门底板的距离不到一个香脂盒的高度,约 10 毫米,这样底板背面焊上一节香脂盒的底以后,高约 22 毫米;再加上暗箱的面板到底片的距离约 64 毫米,一共 86 毫米左右。

如果用的镜头焦距是 80~85 毫米,那么过渡盒用这一个香脂盒的底就够了。如果镜头焦距是 90~95 毫米,那末还要再接一个香脂盒的底,这时从镜面到底片的距离约 98 毫米。如果镜头焦距比 85 毫米大得比较多,可用后面图 1-39 的办法加接过渡筒。加接上去的香脂盒,底部都要剪开一个直径约 30~40 毫米的大圆孔。同时,暗箱铁盒面板上中间的孔也要相应地开大一些,直径约 40 毫米。

需要说明一下,镜头的焦距通常指的是无限远物体的像点到镜面的距离。拍近的物体时,像点到镜面的距离要比焦距(严格说应是主焦距)长(参见后面图 1-21)。所以,照相机底片到镜头的实际距离,也应该比镜头焦距稍大一点。

在实际制作中,过渡盒准确的高度,要通过实际观察才能最后确定。方法是先根据估计高度,把过渡盒焊接到暗箱前面的面板上,然后打开曝光孔(可以暂时把弹簧取下),把镜头对向窗外三、四米左右的景物,在铁盒后面的方孔处,放一张较透明的废旧底片,并用黑布罩起来,仔细观察底片上的影像

是否清晰。再前后移动底片，看能不能找到更加清晰的影像位置。如果底片向前移影像更清楚，说明过渡盒太高了，要剪去一些。如果底片向后移影像更清楚，则说明过渡盒高度不够，需要加高。这步工作一定要做得非常细心。只有把影像最清楚时的过渡盒高度找准了，拍出来的照片才能比较清楚。

上面这个方法也可用来调整取景器，即观察从取景器方框中看到的景物边界是否与底片上形成的影像相符，如相差较大，就要根据底片上的影像，对取景器进行调整（改变前方孔大小或调节前后方孔之间的距离）。

4. 光圈片 光圈即曝光孔。改变光圈大小可以改变进光量。光线强，光圈可以小一些；光线弱，光圈应该大一些。改变光圈大小还可以调节景深。景深就是胶卷上结像焦点清晰的深度（或范围）。举一个例子来说，照一张有背景的人像，有两种情况：一种不仅人像清楚，而且背景也清楚；一种人像清楚，而背景模糊，我们就说前一种比后一种景深大。光圈和景深的关系是：光圈小，景深大；光圈大，景深小。不过，决定景深大小的因素除了光圈以外，还有其他因素，这里就不再详细说了。

为了使我们制作的这架照相机也能调节光圈的大小，这里介绍一种最简单的插入式光图片的制作和使用方法。

用铁片照图 1-19 尺寸剪二个长条片，其中一片开一个直径约 6 毫米的圆孔，另一片开一个直径约 4 毫米的圆孔，光图片就

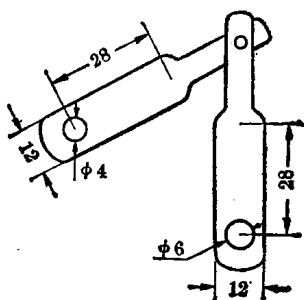


图 1-19 插入式光图片

做好了。摄影时可以根据不同的需要，选用适当大小的光图片插入快门底板和过渡盒之间的缝隙里。光图片的圆孔中心应同快门底板上的圆孔中心刚好重合(事先做好标记)。为了防止插光图片的地方漏光，可以贴一点涂黑了的胶布。

到此一架用 120 胶卷拍摄的简单照相机就制作好了。

最后还要说明的一点是，这架照相机的暗箱部分我们没有作任何的改动。但是为了减少单透镜镜头摄影产生的像差，可以把铁盒后部底片框的长条弯成圆弧形，使胶卷的感光部分成为一个曲面，这样拍摄出来的照片质量可以更好一些。

圆弧的弯曲程度和形状，参见图 1-20。

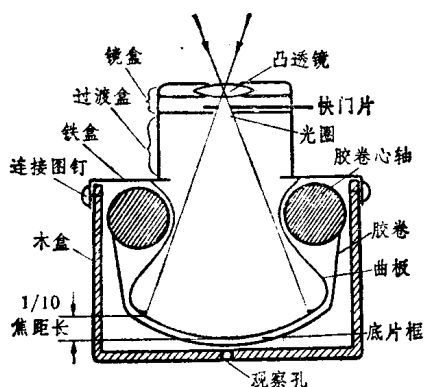


图 1-20 120 照相机内部示意图

此外，如果你希望这架 120 照相机的结构机能更完善一点的话，镜头组件可以改用后面介绍的 127、135 照相机上用的较为复杂的结构形式，制作的方法和尺寸完全一样。

第三节 127 照相机

这架照相机使用 127 胶卷，结构比 120 照相机要复杂一些，但使用起来却可以方便一些。它的外形如图 1-21。下面分别介绍各部分的制作方法。

一、镜头组件

1. 镜头 127 胶卷可拍 40×40 毫米照片 12 张，照片对角

线长约 56 毫米，增加三分之一，约 73 毫米。如用单透镜镜头，透镜焦距可选 68~78 毫米左右。还可利用废儿童望远镜的两块物镜做成组合镜头(参看图 1-59b)，组合后焦距正好。

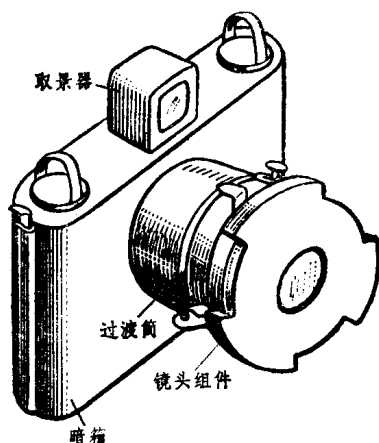


图 1-21 127 照相机外形

2. 镜盒 仍用直径约 50 毫米的香脂盒来做。不过这次做的是可以调节底片到镜头距离的镜盒，即在上一节做的镜盒基础上要加装一个调节距离的装置。为什么要这样做呢？

在凸透镜成像的实验中，如果移动电灯泡的位置，那末可以看到，像的位置和大小也要改变。如图 1-22，当电灯泡分别在 A、B、C 位置时，它的像分别结在 A'、B'、C' 的位置上。

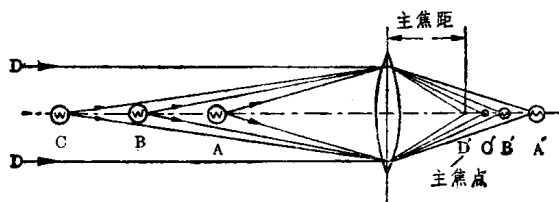


图 1-22 物体位置改变，像的位置也改变

当电灯泡，移向很远的 D 点时，影像的位置也逐渐向主焦点靠近。由此可见，为了能够把远近不同的物体都拍摄清楚，底片到镜头的距离应是可调节的。

那末，前面介绍的 120 照相机，镜头到底片的距离是不可调节的，为什么在一定条件下(被摄物体在三、四米以外)却能把远近不同的物体都比较清楚地拍摄出来呢？这是因为在照相机里加有光圈装置，用小光圈摄影，可以使影像的景深增加的缘故。

而用 127 胶卷拍摄的照片，由于幅面比较小，有时为了把人像拍得大一些，需要进行一、二米的近距离摄影，这就不能单靠缩小光圈、增加景深来解决，必须使镜头与底片之间的距离有一个适当的调节范围。

可以调节镜头同底片之间距离的镜盒的制作方法如下：

选一个高一点的香脂盒的盒底，把边缘一圈凸起部分用木锤打平，底的中间开一个圆孔，作为安放透镜的镜盒（图 1-

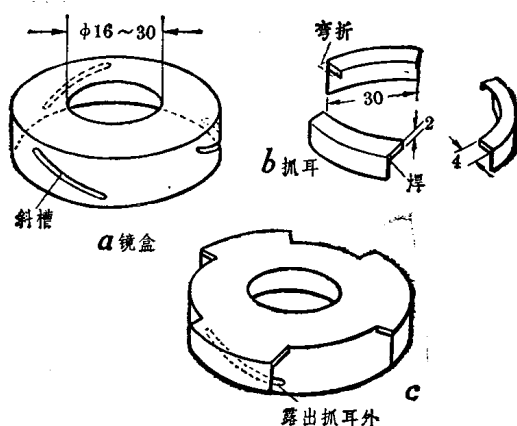


图 1-23 可以调节距离的镜盒

23a)圆孔的直径要由镜片直径决定,如果选定的镜片直径为30毫米左右,那末镜盒上圆孔的直径可以为18毫米左右,总之应比镜片直径小。

在镜盒的圆周边缘上,等距离开出三个斜度相同的斜槽。斜槽可以这样开:先在盒的口部边缘和底部边缘,分别等距钻三个孔,上下孔的位置要错开,相对应的上下两孔之间划一条斜槽线,再沿斜线用细钢锯锯开。

用皮鞋油盒或别的略大一点的盒子,按图1-23b剪成形状大小完全相同的三个“抓耳”。把三个“抓耳”等距离焊在镜盒上端的边缘处,其位置要能分别遮住三个斜槽上端的绝大部分。这样镜盒就做好了(图1-23c)。

把已选定的透镜装到镜盒里去。装的时候,先用薄的硬纸,剪两个内孔直径约19毫米,外径约48毫米的圆环。把凸透镜夹在两个纸圆环的中间,并沿透镜的边缘处用针线把两个纸环缝牢,防止透镜滑动。装进镜盒,使纸环卡住镜盒里面边缘,用胶布固定。整个装置可参考图1-24(图里没有把“抓耳”画出来)。

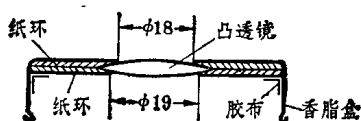


图 1-24 镜 盒

3. 快门 下面介

绍的快门是在上一架120照相机的快门基础上改进的,共有底板、快门片、按钮和弹簧Ⅰ、Ⅱ等五个零件。零件的形状、大小都已在图1-25上标明。还需要说明的是:

第一,底板用香脂盒的盖子来做。快门片和按钮也都可以用香脂盒或别的金属片剪成。弹簧Ⅰ可以用自行车飞轮上的细钢丝或废的细钢丝琴弦来做。弹簧Ⅱ的弹力要大一些,

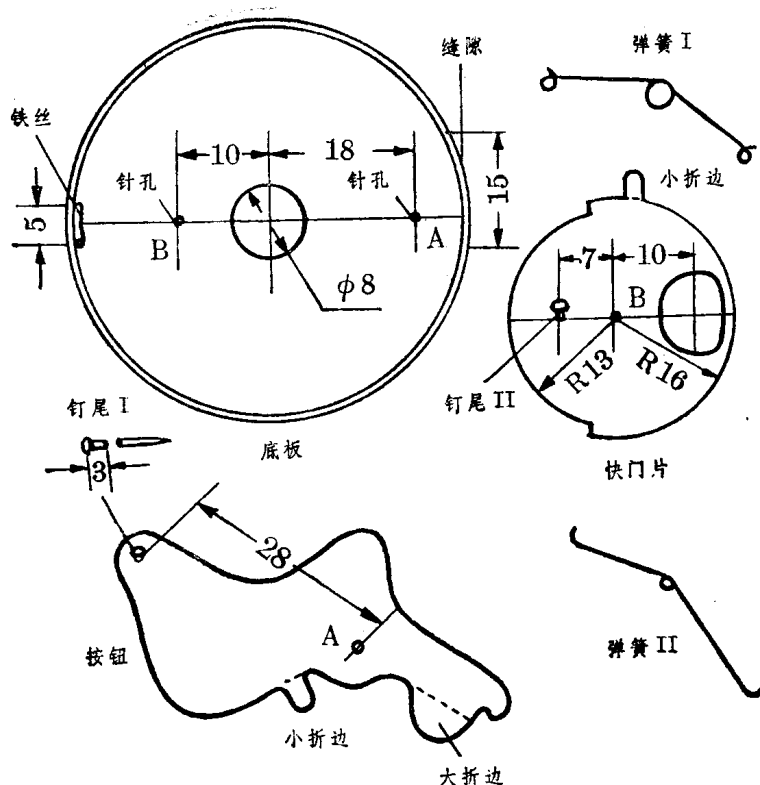


图 1-25 快门零件 (比例 1:1)

用的钢丝要粗一点，可以用废的粗弦钢丝琴弦做。如果找不到粗弦钢丝琴弦，也可以用二、三根飞轮上的细钢丝拧在一起做。

第二，底板中间的直径 8 毫米圆孔，作为最大光圈。为了减少像差，单透镜镜头的最大光圈不要超过 $1/8$ 焦距长。

第三，在靠针孔 B 这一边的盒盖内侧边缘处要焊一段 5 毫米长的铁丝(可以从回形针上截取)。在靠针孔 A 这一边的

边缘处要开一个长约 15 毫米的缝隙。缝隙的高度和位置要能满足下述的要求：即既能够插入按钮片、又可以使按钮能以 A 点为轴心进行摆动。针孔 B 的大小以能通过大头针为度；A 孔要能通过最小的小铁钉。

第四，快门片的形状可按图描剪。钉尾 II（钉尾 I 也是）同前面做过的一样，截取一段钉尾（或小铆钉）焊上去（注意：不能打孔）。快门片上边的小折边向上折 90° 角。做好后用大头针穿过快门片和底板上的 B 孔，把快门片装到底板上（大头针暂时不要焊牢）。连接以后的快门片要能很灵活地摆动，快门片上近似椭圆状的孔要能与底板中间的圆孔很好重叠，在拨到左右两个死点时，快门片应能完全遮住底板中间的圆孔。

底板和快门片在制作时，要尽量保护香脂盒的光滑表面，不要有损伤。损伤地方容易生锈，影响使用寿命。也不要涂漆，涂漆后可能会增加快门片和底板接触面的磨擦力，影响快门片灵活摆动。

第五，做按钮片的材料可以稍厚一点。它的曲折外形是根据实际需要确定的，按图描剪时必须准确。小折边向上折 90° 角，大折边要等按钮片插入底板 A 一边处的缝隙后再折。按钮做好后，用小铁钉穿过按钮和底板上的针孔 A，把按钮装在底板上（小钉暂时不要焊牢）。

在 A 和 B 的小钉上暂时插进两块橡皮，把零件固定起来。弹簧 I 的两个头分别套入钉尾 I 和 II。弹簧 II 要套在 A 点的小铁钉上，其中一头钩在按钮的小折边上，另一头按图 1-26 所示位置，在底板边缘打一个孔，插在里面。装好后的快门如图 1-26。

现在可以试一试快门是否灵活可靠、符合要求。试验时

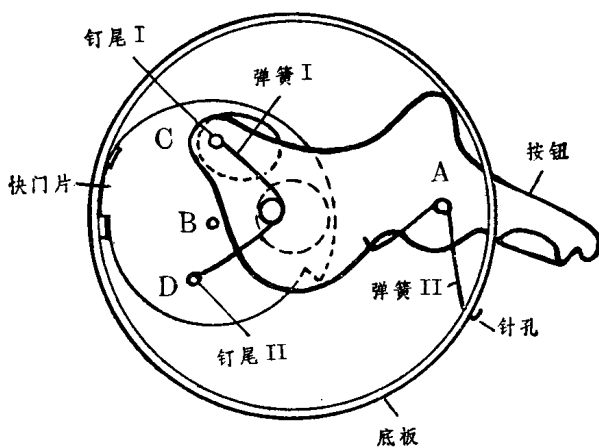


图 1-26 装好后的快门(比例1:1)

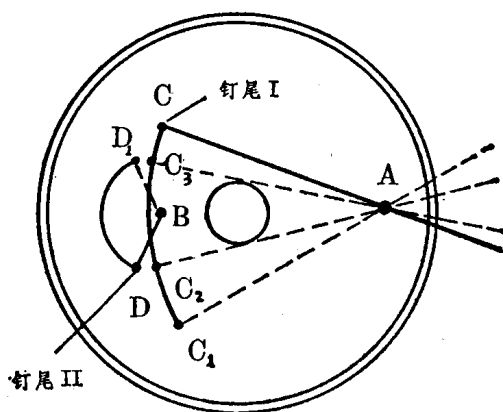


图 1-27 快门动作原理

把快门对着亮处，掀下露在盒盖外面的按钮，快门很快地打开，闪亮一下，又立即关上。手松开以后，快门各零件恢复到原来位置，不漏光。

第六,快门的动作原理。从图 1-26 和 1-27 中可以看出,按钮是以 A 点为轴心摆动的。摆动时,按钮上的钉尾 I 沿 $\widehat{CC_1}$ 弧线运动。快门片是以 B 点为轴心摆动的。摆动时,快门片上的钉尾 II 沿 $\widehat{DD_1}$ 弧线运动。

未掀按钮时,底板上的曝光孔被快门片和按钮一起遮着,光线不能通过,底片不会感光。

掀下按钮时,钉尾 I 从 C 点向 C_1 点运动。弹簧 I 被压缩。开始时,弹力的方向是在 CD 直线上,和 D 点(即钉尾 II)的运动方向相反,所以不能使快门片转动。当钉尾 I 运动到 C_2 位置时,弹力的方向开始发生变化,同时按钮原来遮住孔的部分也离开底板上的曝光孔,只剩下快门片还遮着。钉尾 I 从 C_2 点向 C_1 点继续运动时,弹簧 I 的弹力方向进一步改变,结果将快门片上的钉尾 II 从 D 点迅速推至 D_1 点的位置。于是快门片就跟着按顺时针的方向转过了大约 100 度角。在快门片运动过程中,快门片上的椭圆孔和底板上 $\phi 8$ 的曝光孔有一瞬间的重合,让光线通过,使底片感光。

松手时,按钮在弹簧 II 的作用下,要恢复到原来位置,钉尾 I 从 C_1 点向 C 点往回运动。这时弹簧 I 又一次被压缩,同样,开始由于弹力方向和钉尾 II(即 D_1 点)的运动方向仍然相反,快门片不动。当钉尾 I 运动到 C_3 位置时,按钮的遮孔部分已把曝光孔全部遮住。钉尾 I 再继续向 C 点运动时,弹簧 I 的弹力方向发生了根本性变化,将钉尾 II 从 D_1 点迅速推至 D 位,快门片跟着按逆时针方向转回到原来位置。在这个过程中,虽然快门片上的孔和底板上的孔也有一瞬间的重合,但由于按钮已先把底板上的孔遮住,所以光线不能通过,底片不会再感光。

这样，每按下一次按钮，就能使底片曝光一次，这同一般照相机上的快门动作完全是一致的。

第七，上面快门已经可用，但为了扩大应用范围，还可以安装一个B门。所谓B门，指的是：当按下快门按钮时，曝光孔就一直打开着，等到松手以后，曝光孔才被关闭。按下多久，曝光孔就打开多久。习惯上都把这个装置叫做照相机的B门。B门可以应用于调焦对光、放大照片和在光线较暗的室内摄影。

安装一个B门并不难，只要在已做好的快门上，再增添一个挡片，在恰当的位置上挡住快门片继续运动，使得快门片上的椭圆孔和底板上的曝光孔能一直重叠着就可以了（如图1-28）。

做法是：用铁片按图1-28 右上角所示剪一个挡片，在底板的E点处钻一个小针孔，在盒子边缘开一个相应的缝隙使

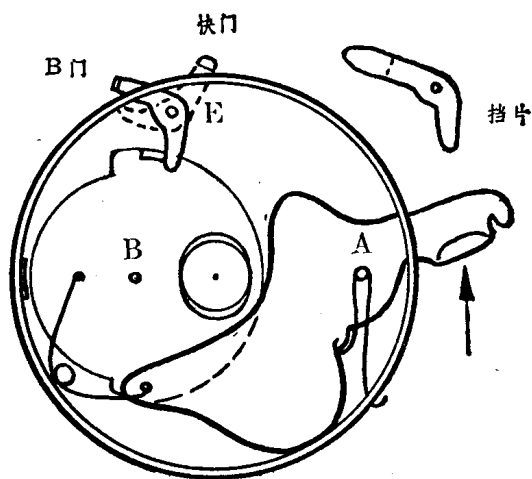


图 1-28 B 门 (比例 1:1)

挡片能在其中摆动，但要紧一点。用一只大头针穿过挡片插在E点位置上(插入橡皮暂时固定一下)。

在快门片上已事先留起了小折边，把挡片拨在B门位置上，当按下按钮时，快门片运动到一定位置，挡片正好挡住小折边，而快门片上的孔和底板上的孔也刚好重合，让光线长时间通过，一直到松手以后关闭。

要使用快门拍照时，只要把挡片拨转一个角度，到图1-27虚线位置，挡片就不再挡住小折边，快门仍然是瞬时曝光。

4. 光圈 在快门的底板上已经开了一个直径8毫米的曝光孔，我们选它作为最大光圈，适用于早晨和傍晚室外光线比较弱时拍照。另外再配一个中光圈和一个小光圈，一般也够用了。

按图1-29，做一个光圈片。直径6毫米的孔作为中光圈，4毫米的孔作为小光圈。为了使中光圈、小光圈都能分别重叠到大光圈上，因此， $\phi 8$ 、 $\phi 6$ 、 $\phi 4$ 三个光圈的圆心都应该位于以F点为圆心半径等于12毫米的圆弧上。F点到A和B点的距离应该相等，约18毫米，即ABF成等腰三角形。F点的位置要准确，不然会影响光圈片的摆动。

光圈片安装方法是：

拿一个香脂盒的底，中间开一个直径约10毫米的圆孔，见图1-30。以快门底板上的A、B、E、F针孔为样子，在底盒上钻出相应的四个针孔，钻时只要底靠底贴在一起，两个圆孔重合，就可以钻了。光圈片装在快门和底盒之间。针眼A用较小的小铁钉；针眼B、E、F分别用大头针，把相应的各个零件穿在一起，然后把大头针和小铁钉焊在底盒的内侧，多余部分长度先割去，再锉平。

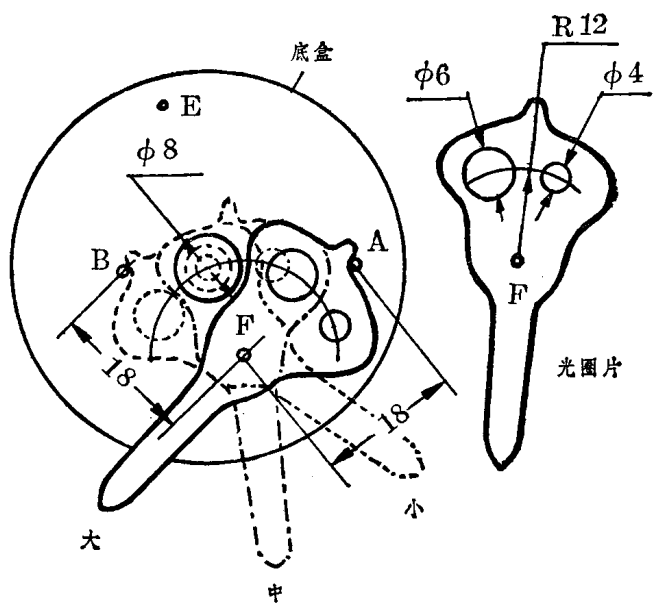


图 1-29 光圈(比例 1:1)

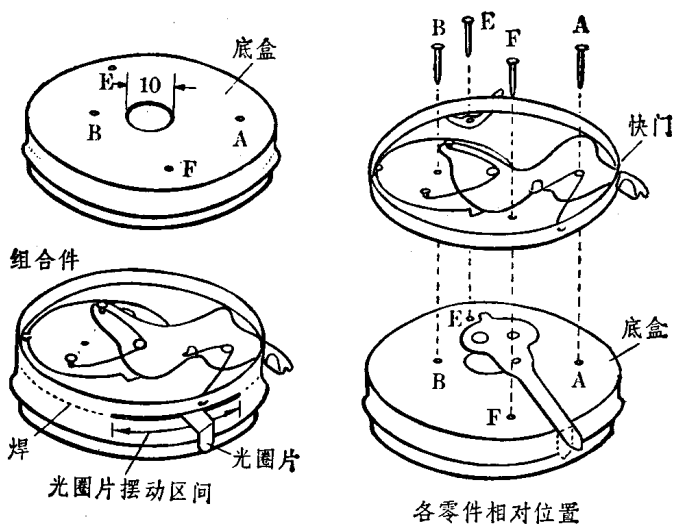


图 1-30 光圈和快门组合

接下来进行镜头组件的装配：用铜片或铁片剪一条长157毫米，宽约6毫米的长条，卷成直径50毫米的圆环，如图1-31a。或者用一个香脂盒的盖，剪去底，边缘用木锤打平，做圆环。把圆环焊在已做好的快门盒上。在圆环的边缘处，等距离钻三个针孔。针孔要尽量靠在边上（如图1-31b）。用两个回形针拉直后照图1-31c弯接成一个“山形件”。山形件要能紧贴外壳，三个头能插入三个针孔。

Figure 1-10 illustrates the assembly of a circular ring. (a) shows a circular ring with a diameter of $\phi 50$ and a thickness of 6. (b) shows the ring with a cross-section, highlighting the weld and the pin hole. (c) shows a cross-section of the ring, highlighting the weld and the pin hole. (d) shows the ring with a cross-section, highlighting the weld and the pin hole.

• 35 •

孔对好,将“山形件”的三个头分别插入三个小孔和斜槽里。转动“抓耳”,镜盒就能升高或下降,达到了拍摄不同距离的物体时调节底片同镜头之间距离的目的。

镜头组件(图 1-31d)到此就基本完成了。

但是,我们还可以在图 1-31d 和图 1-32 标明的地方再焊上一个钉尾。这个钉尾的用处有二:一是在调焦对光和放大

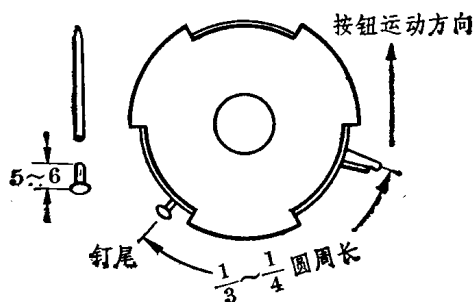


图 1-32 钉尾位置

照片时,要长时间打开B门,用手揪着按钮,很不方便,这时就可以用一根橡皮筋,一头拉住快门的按钮,一头挂在这个钉尾上,不让快门按钮复位。二是当一个人或几个人外出需要进行自我拍照时,利用这个钉尾,采用一个简单的土办法,可以进行自动摄影。其方法如下:

准备一根橡皮筋和一个用普通棉线结成的 $\frac{1}{3} \sim \frac{1}{4}$ 圆周长的线环,线环的两个线头拧在一起,沾上蜡,于是就成了一根很容易燃烧的火线。先把线环的一头挂在钉尾上,另一头钩住快门按钮;再将橡皮筋的一头也挂在钉尾上,把橡皮筋拉紧,经过镜头组件的另一侧,也钩在快门按钮上(图 1-33)。

在自我拍照时,把照相机固定在适当的地方,取好景,调

好光圈、距离, 点燃线环的头部, 线头就逐渐向线环燃烧。在这个时间里, 摄影者可以从容地站到被拍摄的位置上。当线环被烧断时, 按钮在橡皮筋的拉力下, 很快地掀按下去, 快门就瞬时曝光而达到自拍的目的。延迟快门启闭的时间, 由线环头部的长度来决定, 可以根据需要加长或缩短。线环结有时不容易烧断, 可以把两个线头搭到旁边的线上(图 1-33 右面), 让线环从旁边位置烧断。拍完一张以后, 松开橡皮筋, 快门各零件又都恢复到原来位置上。

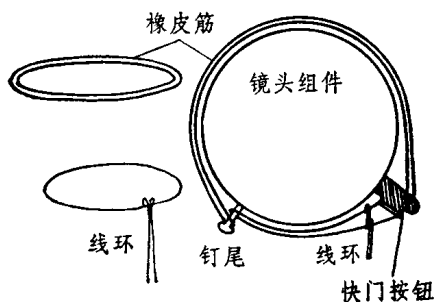


图 1-33 自动拍照的土方法

这种线环一次可以制作很多, 每次用一根, 非常经济。为了防止多次使用烧坏照相机, 在线环燃烧的地方, 最好能临时遮挡一块海绵或金属片。

二、暗箱

127 胶卷带有保护胶卷的黑纸皮, 并在背面印有底片间距序号, 因而暗箱的制作比较简单, 可以用白铁皮或别的金属片焊接而成, 外形同买来的照相机差不多。

1. 箱体 箱体的立体形状和分解后各部分的大小尺寸如图 1-34。下面作一些必要的说明:

前板和后盖板的尺寸、外形相同, 展开尺寸见图 1-34 左下角。前、后板两头都要弯成圆弧, 并和上、下板的圆弧相协调, 能够紧密贴合。前板和后盖板扣在一起时, 两个接触边缘也要完全贴合。前板正中间开有一个很大的通光孔, 孔的最

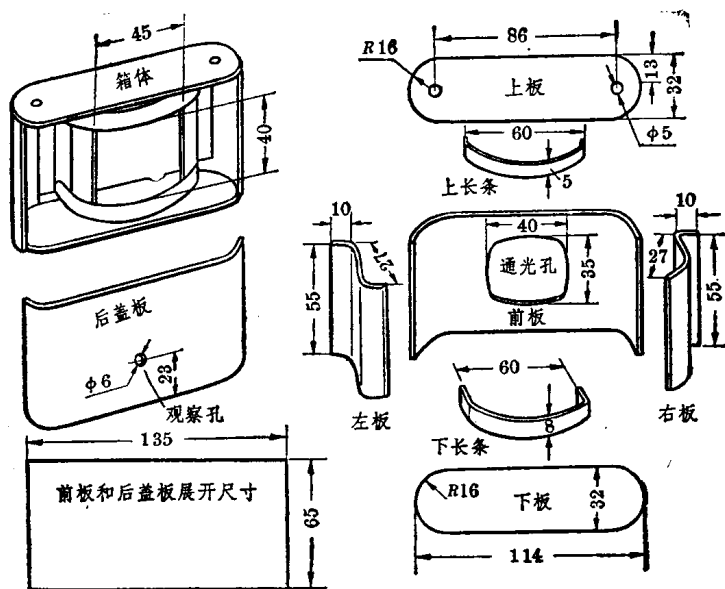


图 1-34 箱体外形及其各部分尺寸

大尺寸不要超出香脂盒的直径，形状可方可圆。后盖板上开有一个观察胶卷转过情况和序号的孔。

上板和下板的形状、尺寸也相同。上板左右对称地开了两个 $\phi 5$ 的小圆孔，这是准备转动胶卷用的。上、下板分别焊在前板上、下边缘的内侧。在扣上后盖板以后，组成一个密闭的铁盒子。

左板和右板用两块 55×42 毫米的铁皮弯制而成，它是支撑胶卷用的，焊在前板大方孔的两边。后边的两个圆弧段相距45毫米(圆弧距离)。左右板的上下边缘都留出3~5毫米间隙，不和上、下板接触，这是使箱和盖密封时所需要的，怎样密封，后面再介绍。下边的间隙应比上边的间隙略大一点。

上长条和下长条都弯成圆弧形。它们的弯曲度和长度相同,但宽度不一,上长条窄、下长条宽。长条的两头分别焊在左、右板上,长条和上、下板之间仍要留出间隙,不接触。上下长条相距 40 毫米,和左、右板组成一个长 45 毫米宽 40 毫米的后方孔。需要说明一下,127 胶卷拍 12 张时的照片一般幅面是 40×40 ,现在开成 45×40 的孔是为了能充分利用胶卷,使两张底片之间不留白片间隙(127 胶卷拍 12 张时每两个序号相隔 45 毫米),这样不仅节约了胶卷,而且可以把照片拍大一些。如果把胶卷最后的尾段也利用上,一般都能够拍到 13 张。前面拍 120 胶卷的也可这样做。

为了避免转动胶卷时擦伤胶卷的药膜面,除了必须把后方孔修光滑以外,还要在方孔上覆盖一个两层纸厚的黑纸框,用胶布固定在左右板上。另外,为了防止从长条的上、下间隙处漏光,还要用两张黑纸,分别插入上、下长条和上、下板之间的间隙里,包在上、下长条和左、右板上,并用胶水粘牢,使箱体内部形成一个四边密闭的方框。这些粘贴黑纸的工作,可以等到照相机全部做好以后再进行。

2. 盖和箱体的连接 为了使用时能方便地把照相机的后盖打开或者关上,盖子和箱体之间要安装一个简单的铰链和插销。

用比较薄的铁片,例如普通罐头盒,剪一条宽 12 毫米的铁片。把一只回形针拉直,用铁片在回形针上卷一个小圆柱体,并剪下来(图 1-35)。这样的小圆柱共卷五个。把这五个小圆柱都套在回形针铁丝上。小圆柱的尾边一个左一个右错开,串成铰链。

把后盖板盖到箱体上,铰链放在左边(或右边)的接缝处,

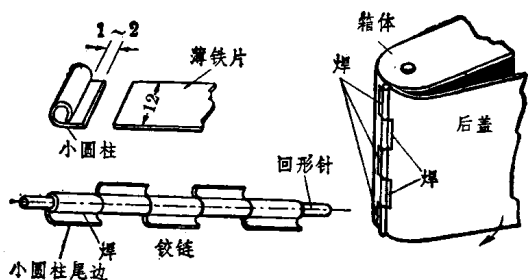


图 1-35 盖和箱体的连接

并把小圆柱的尾边一左一右分别焊在箱体的前板和后盖板上。

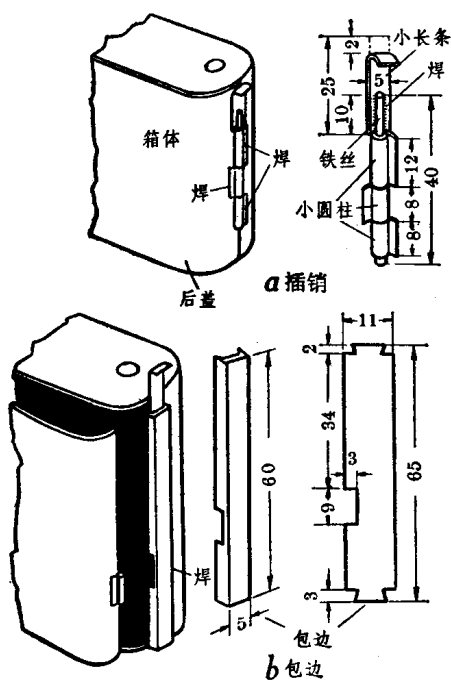


图 1-36 插销

盖子的另一边需要安装一个插销。用上述同样的方法卷三个小圆柱，长度一个为12毫米，另两个为8毫米。

把三个小圆柱套在一段长 40 毫米的回形针铁丝上(图 1-36a)。用铁片剪一条长 25 毫米、宽 5 毫米的小长条。把小长条的一头和回形针焊在一起, 搭接 10 毫

米。另一头弯一个小折边。

把三个小圆柱的尾边焊在箱和盖的另一侧的接缝处，其中，上、下两个小圆柱焊在箱体上，中间一个小圆柱焊在后盖上。其位置是在铁丝全部插进三个圆柱体以后，小长条的折边刚好在暗箱的上边缘处。铁丝插进三个小圆柱体，暗箱就销牢；拉出铁丝，盖子就打开。

为了外形的美观和使用方便，还可以再用薄金属片做一个包边。包边的展开尺寸和弯折形状如图 1-36b。把包边盖到小圆柱和长条上，长条的小折边应露在包边外面，包边的中间缺口应刚好对准焊在盖子上的中间小圆柱处。包边和箱体的接触边缘要焊牢，但和盖子接触的边缘不可以焊。

3. 盖子和箱体间的密封 暗箱不可漏光，所以箱和盖之间的密封是件必不可少的工作。

用铁片如图 1-37 所示形状剪两条上下盖边，盖边的边缘应与盖子很好贴合。每条盖边的一个面上，暂时贴几块胶布，然后把上、下盖边放进箱体，贴有胶布的一面分别靠着上、下板，盖上盖子，并且锁好。再从箱体前板的大开孔处，伸入电烙铁，一面把盖边分别紧压在箱体上、下板上，一面把盖边焊在盖子上。然后再打开盖子，把其余未焊到的部分全都焊好。

这样的焊接方法，既保证盖子能顺利地盖到箱体上，又使盖边和箱体之间均匀地留出一层胶布的间隙，以便密封。

再按图 1-37 剪两片左、右盖边，焊在盖子内侧的左右边缘处。四个角和上下盖边对正，并从内侧焊在一起。

焊好以后，在上下盖边的上下面，各贴一层胶布。胶布可以比盖边稍宽一点，多出部分翻在盖边的里面。在箱体的左、

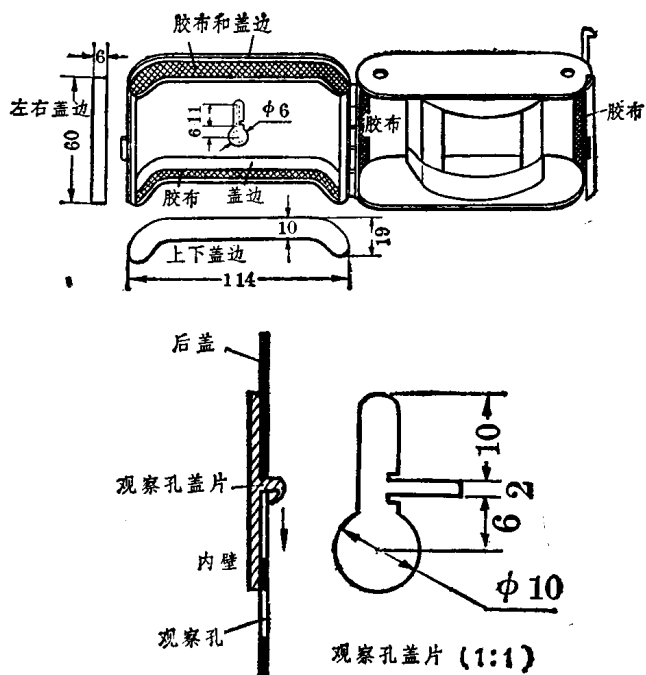


图 1-37 盖和箱体间的密封

右边口处,也各贴一条胶布。把所有胶布用墨涂黑。注意,不可用黑漆,因为黑漆会使胶溶解。这样,当盖子盖到箱体上以后,就可以保证四周边缘不漏光。

为了防止观察孔漏光,最好能做一个盖子。用铁片按图1-37右下角所示形状、尺寸剪一个观察孔盖片,中间窄长部分折成直角。在后盖观察孔的正上方,开一个长11毫米的窄槽。槽的宽度只要能插进盖片的窄长部分,并能上下移动就行了。然后把观察孔盖片的窄长部分,从后盖的内侧插入,从后盖外部穿出,并卷成一个小圆形,如图1-37左下角的截面

图所示。这样小盖片就固定在后盖上面掉不下来了。窄长部分卷成的小圆形本身最好也能焊一下,使它固定得更结实。当从后盖的外部上、下推动小盖片的小圆把时,小盖片就把观察孔打开或关上。

4. 转胶卷的装置 在拍完一张照片以后,必须转动胶卷,使新的一张未感过光的胶片处于待拍位置上,然后才能继续进行下一张摄影。为此,必须要有转动胶卷的装置。

127胶卷的心轴形状和120胶卷的心轴形状稍有些不同,除了尺寸小一些外,心轴的两个端头是凸出的,见图1-38。下面按127胶卷心轴的特点,做一个简便的旋钮。

用稍厚一点的铁片,按图1-38剪两个带长尾巴的小圆片。把长尾弯成圆弧形,尾端焊在小圆片的另一侧。剪一小

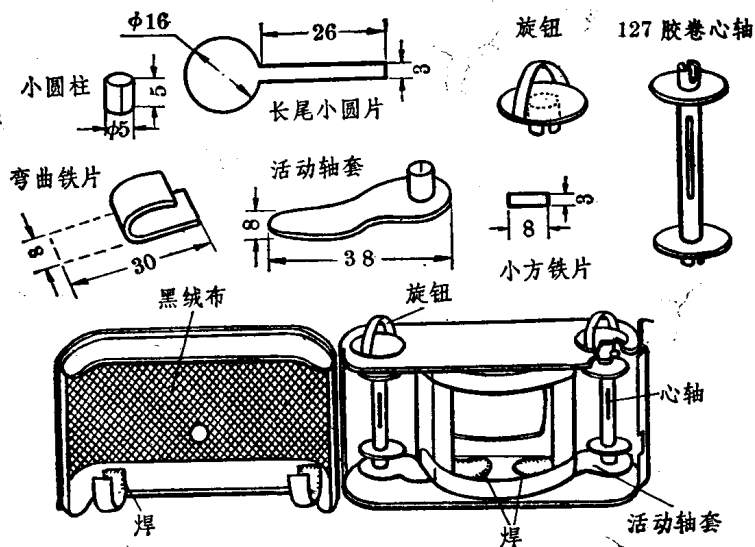


图 1-38 转胶卷装置

条宽 5 毫米、长约 17 毫米的铁片，卷成 5 毫米高的小圆柱，圆柱直径约 5 毫米。这样的小圆柱共要做四个。把其中两个小圆柱分别焊在两个小圆片下方的正中间，然后把小圆柱剪开一个缺口，分别插进箱体上板的左、右小圆孔里。剪两块长 8 毫米、宽 3 毫米的小方铁片，分别插在两个小圆柱的缺口里，并焊在一起。焊时注意，（一）小方铁片要和上板内壁靠到。（二）不要让焊锡进到小圆柱的里面去，不然心轴就插不进去。

为了保证胶卷能顺利转动，又使心轴能方便地装上或取下，心轴的另一头需要安装一个能上下移动的活动轴套。活动轴套最好用弹性较好的铜皮做。用有点弹力的薄铁片，如普通香脂盒铁皮做也可以。剪两条长 38 毫米，宽 8 毫米的圆头长铁片，把另两个小圆柱分别焊在长铁片的圆头端。参考图上的形状把长铁片略弯一个曲度，两个长铁片的另一头，分别通过左、右板的间隙，焊在下板的靠近前板的位置上，小圆柱和旋钮上的圆柱要对正。这样，长铁片就有一个向上的弹力顶住胶卷的心轴。在装卸心轴时，只要把插在轴套里的心轴向下一压，心轴就可以装上或卸下。

长铁片的弹力很弱，在转动胶卷时，心轴还可能从轴套里掉出来。为了防止这一点，在暗箱盖子的下边盖内侧，和心轴相对应的左右位置上，分别焊两块弯曲小铁片。盖上盖子以后，弯曲铁片就插在轴套和下板之间，帮助轴套顶住胶卷心轴，转胶卷时，心轴也就不会掉下来了。

盖子后部的观察孔加了盖片以后，内壁就不平了（图 1-37）。这样，在转动胶卷时，可能会擦伤胶卷的保护纸皮。另外观察孔的内壁间隙也大，容易漏光。为此，在盖子的内壁上应垫一层薄的硬纸，左右两边可多垫几层，在中间观察孔盖片

的移动位置上, 硬纸要剪出相应形状的孔。硬纸在金属铁片上不容易粘得牢, 因此可以先用胶布贴在盖子的内壁, 然后把硬纸粘在胶布上。硬纸上面还要再粘贴一层柔软的黑绒布。这样, 胶卷的保护纸皮紧贴着绒布, 透过观察孔的光线, 进不到暗箱里面, 就可以起到防止漏光和保护胶卷的作用。

三、过渡筒

过渡筒连接镜头组件与暗箱, 可以用金属片按图 1-39 剪一块长条, 长条宽度根据镜头焦距来定, 焦距 75 毫米时宽约 24 毫米(可以先剪宽一些), 把长条卷成直径 50 毫米的圆筒。

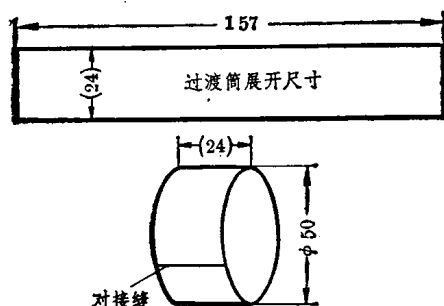


图 1-39 过渡筒

接下来测定圆筒的实际高度, 方法是: 圆筒的对接缝暂时不要焊死, 使得镜头组件上的底盒能够插进圆筒里。圆筒的一端暂时先点焊在暗箱面板的大孔上。

把调距镜盒缩到最低点。然后打开暗箱盖子, 在底片框上用胶布固定一张半透明的废旧胶卷。打开 B 门, 并用橡皮筋把按钮拉住, 挂在钉尾上。暗箱用黑布遮挡一下。观察窗外四米外的景物在底片上是否都清晰。前后移动整个镜头组件, 找到一个最清晰的位置以后, 划出过渡筒和镜头组件的重

叠部分。取下过渡筒,把多余的重叠部分剪去。然后,把过渡筒的对接缝焊死,一端沿四周正式焊在暗箱的面板上,另一端和镜头组件焊在一起。

前面已说过,确定过渡筒的高度这一步工作十分重要,必须很细心。只有把影像的最清晰位置找准了,拍出来的照片才能清晰。

四、取景器

取景器仍可采用简易的框式取景器。它的形状和大概尺寸如图 1-40 所示,可以用薄铁片剪折成后焊在暗箱上方的正中间。后小方孔也可开成圆形的。

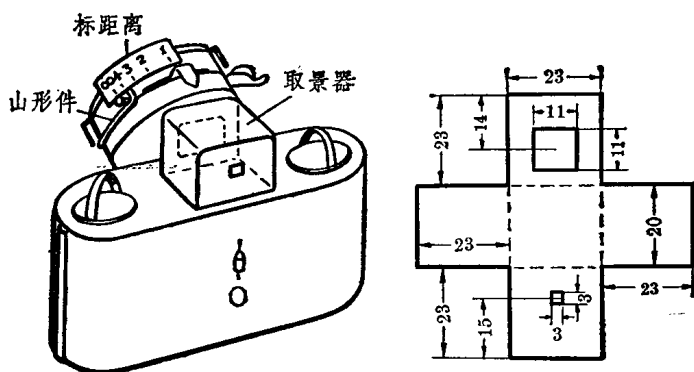


图 1-40 取景器和展开尺寸

取景器所取的景物边界,应与底片上实际被摄到的景物边界基本一致。图 1-40 提供的只是大概尺寸,如果不一致时,可以调整前面方孔的大小,或改变小方孔与大方孔的距离,以及取景器的角度。

还需要指出的是,由于取景器和镜头不是在同一个水平面上,在拍摄比较近的景物时,取景和拍摄出来的照片景物往

往会发生偏离,即使从商店里买来的照相机,采用框式取景器的有时也会产生这样的问题。因此,在制作取景器时,常常使取景器里所看到的景面比在底片上实际拍到的景面略为小一点。另外,还可以使取景器的视线略带一点俯角(图 1-40 所示尺寸已加进俯角)。俯角不可太大,不然又会使远景发生偏离。

五、油漆、标记、试拍

照相机做好了,最后一步工作是油漆、标记、试拍。

先把整个照相机的内外表面涂上黑色调和漆。

待漆干透以后,还可以进一步美化一下,例如给照相机起个名字。把大、中、小三个光圈的位置、快门、B 门,以及距离等,一一用油色标记在照相机的各个相应位置上。标距离的方法如下:

先把镜盒缩到最低位置,观察底片框上的影像,这时应该是远距离物体最清晰(可以观察四、五米以外的电灯泡钨丝)。然后把镜盒伸到最高位置,这时应该是一米左右的物体在底片框上的影像最清楚。然后,相继找出二米、三米……物体影像最清晰的镜盒位置。在镜头组件上确定一个适当的位置作为基准(可以该处的“山形件”一端为基准,或者另划一条基准线),把这些一米、二米、三米、四米和 ∞ (无限远)时的镜盒位置都标出来(可以标在镜盒的“抓耳”上),如图 1-40。只要距离是标得准确的,摄影时可按这个标尺为准,拍几米远的物体就对到相应的几米位置上,照片就能拍清楚。一般拍 4 米以外的景物时,只要对到 ∞ 就可以了。

第一次试拍最好用小段胶卷,以免浪费。方法是在暗室或被窝里,把小段胶卷头、尾部分别用胶布固定在保护纸皮上,在纸皮背面记下胶卷头尾位置,然后把胶卷装入照相机

里,就可以试拍了。

把试拍后的胶卷进行冲洗(冲洗方法见第四章),根据冲洗出来的底片情况,就可以鉴定自己做的照相机质量如何。例如,是否有漏光的地方,距离标尺是否准确,感光是否适当等等。如发现问题,排除故障后再试,直到满意为止。

如需将本机改成 120 箱机,只要把暗箱尺寸放大即可。

第四节 135 照相机

135 照相机用 135 胶卷拍摄。135 胶卷每卷可拍照片 36 张,每张幅面为长 36 毫米、宽 24 毫米。由于 135 胶卷的背面

没有保护纸皮,必须装在专门的暗盒里,拍摄时不能用开观察孔的办法了解胶卷的转过长度和已拍张数,需要用一套专门的装置进行控制和计数,因此,135 照相机暗箱的制作要复杂一些。

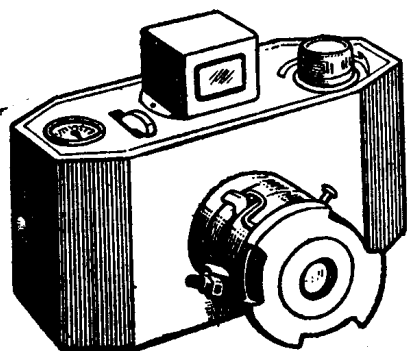


图 1-41 自制135照相机外形

图 1-41 是自制135

照相机的外形。下面介绍它的制作方法:

一、镜头组件

镜头组件基本上可以照 127 照相机的设计做,只要调换一个焦距较短(约 55~65 毫米)的凸透镜。

但是,127 照相机中快门的曝光速度是不可以调节的,如果大家有兴趣的话,可以对上一节介绍的快门略加改进,再

增加一个曝光速度的调节装置。

怎样调节呢？

再看一看图 1-26 和图 1-27。通过分析，可以知道快门片动作的快慢是同弹簧 I 的力量强弱密切相关的。弹簧 I 的力量强，快门片的摆动就快，曝光时间也短；反之，弹力弱，摆动慢，曝光时间也长。而弹簧 I 的弹力又和 \widehat{CC}_1 、 \widehat{DD}_1 这两段运动弧线的相对距离大小有关。 \widehat{CC}_1 弧和 \widehat{DD}_1 弧靠得近，弹簧 I 被压缩得多，弹力就强； \widehat{CC}_1 和 \widehat{DD}_1 离得远，弹簧压缩得少，弹力也较弱。所以，我们可以通过改变 \widehat{CC}_1 弧和 \widehat{DD}_1 弧的相对距离来改变弹簧 I 的弹力，从而达到调节曝光时间的目的。这只要把按钮上的钉尾 I 改成能沿着 AC 方向改变其位置就行了。

具体方法如下：

按图 1-42 上面所示的展开图剪一个按钮片。

找一只 M 为 2~3 毫米的螺丝钉（M 通常表示螺纹的外径）和相配的薄螺母。从螺钉头部截取一段（20 毫米），一头锉出一个缺口。

用铁片剪一个长 32 毫米、宽 3 毫米的长条。在长条的圆头处焊一个钉尾 I。长条的另一头焊在螺杆的缺口上，作为调速杆。

把按钮片卷个卷边，将调速杆插在卷边里，在卷边的缺口处拧上螺母，靠近长条这一头的卷边要稍为打瘪，调速按钮就做好了（参看图 1-42）。

把调速按钮换到前一节介绍的快门上，如图 1-43。

当转动螺母时，调速杆就向前伸或者往后退，这样就改变了 \widehat{CC}_1 和 \widehat{DD}_1 弧的相对距离，也即改变了弹簧 I 的弹力，使曝

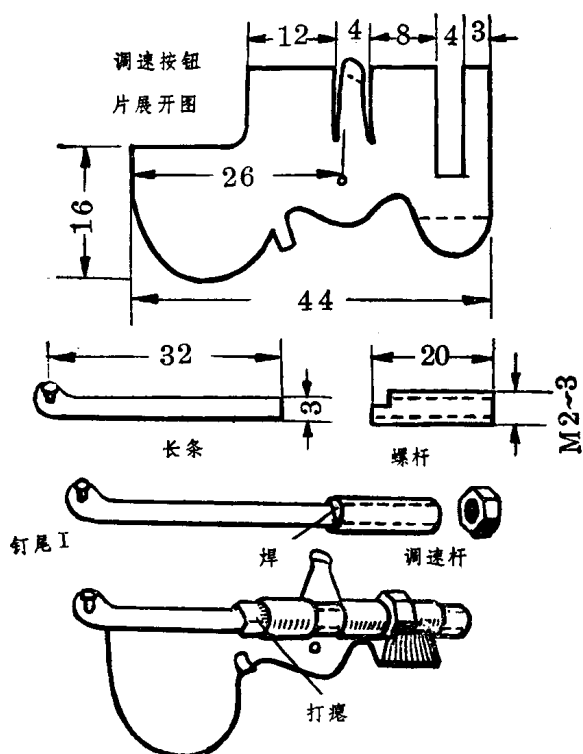


图 1-42 调速按钮(比例 1:1)

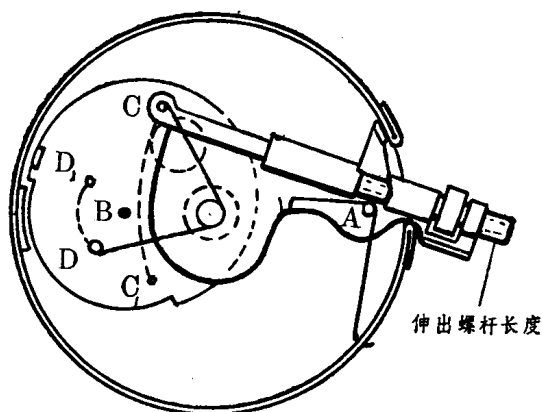


图 1-43 能调速的快门(比例 1:1)

光时间缩短或者延长(朝前伸曝光时间缩短,往后退延长;或者看螺杆尾部伸出长度,伸出少,曝光时间缩短,伸出多延长)。

另外,改用能调速的按钮以后,快门片上的椭圆形孔也要改为 $\phi 8$ 圆孔,以避免曝光孔盖不严。

二、暗箱

暗箱用三合板(设计厚度:4毫米)和硬纸板来做。如果用铁皮做,可以参考后面各图自己进行设计。

暗箱分外壳和内架两部分,结构见图1-44。

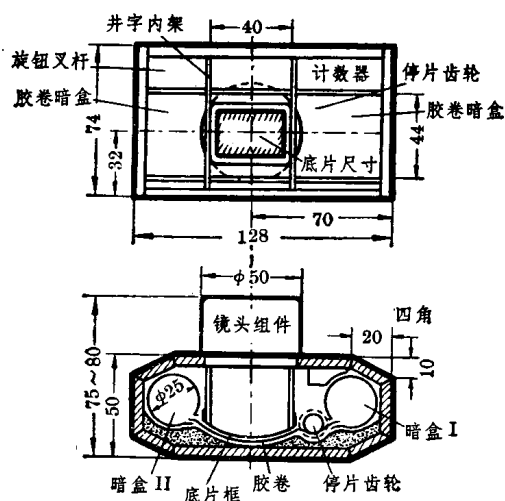


图 1-44 暗箱结构

1. 暗箱外壳 外壳的三合板要选表面质量比较好一点的。

先按图1-45,把各部分的尺寸准确地画在三合板上,然后用细钢丝锯锯开。锯时要注意,各板件的铅笔线不要锯去。将砂纸平铺在桌子上,把板件的各个边在砂纸上一一磨平,使

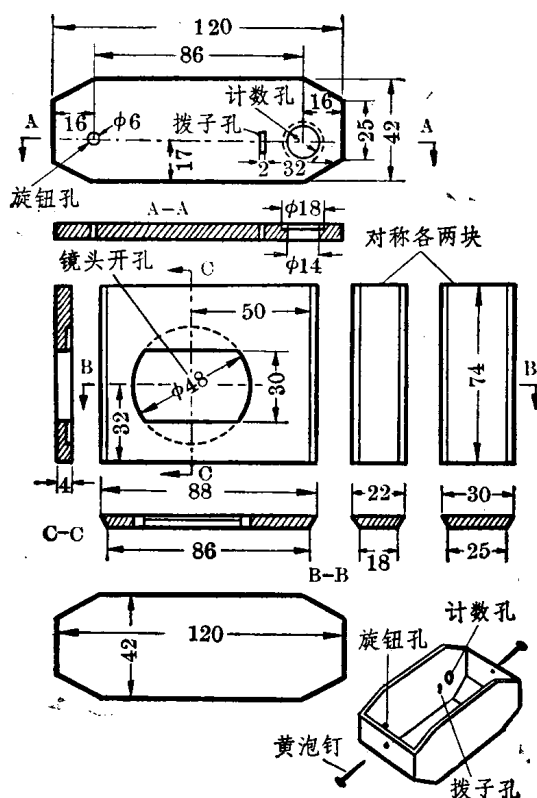


图 1-45 暗箱外壳

每个边都正好在铅笔线上。图中间的五块板边口是斜的，要按图示的 B-B 截面磨。磨前应把三合板的两面都画上线，才能比较准确地磨成所需要的斜角，使外壳粘合起来时能够很好贴合，不留缝隙。板上的孔用小刀刻出，再用砂纸或圆木锉刀磨圆。注意：φ48 和 φ14 孔上的虚线部分，表示只在外壳外侧刻去一层板，即深 1/3 厚度，不要刻穿，详见图中 A-A、C-C 截面（φ14 孔上的下陷是一个圆环，φ48 的下陷是两个弓形）。

各板件加工完成后，用胶水粘接成暗箱外壳(见图 1-45 的立体示图)。

下面做盖子。

做盖子的方法，和上面相同。各板件尺寸见图 1-46。图中最上面的①号板件做成对称的两块，分别粘在②号和③号板件上方和下方的虚斜线位置，即上、下边缘都要留出 4 毫米的边距。⑤号木料是引导胶卷走向，并压住左右两个暗盒用的，粘在②号和③号板件的中部实斜线位置。粘好后的盖子如立体图所示。

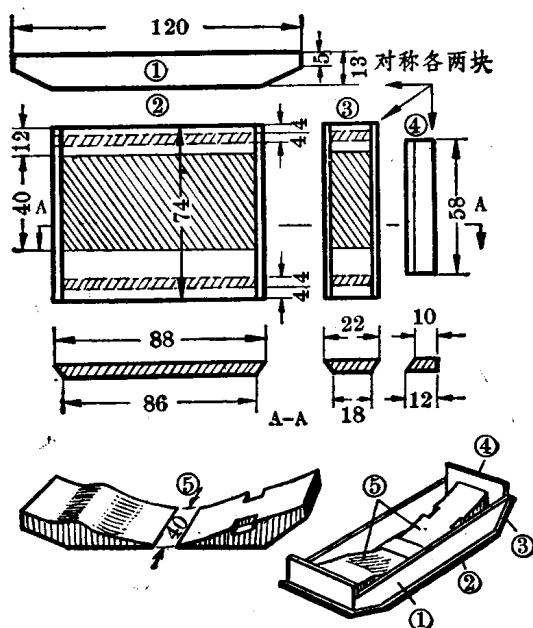


图 1-46 暗箱盖子

盖子盖到箱体上应能很好贴合。在用作引导胶卷走向的

⑤号木块上,要贴一层较薄的硬纸和绒布,以防止卷片时损伤胶卷。在①号和④号板件的边口上,也要粘一条绒布密封,防止漏光。

三合板是能够透过光线的,因此还应该在暗箱和盖子的整个内表面,涂上黑漆或墨汁。

盖子可以用两个黄泡钉(样子与图钉差不多,但钉子部分较长)插在暗箱左右两侧中间靠近盖子的地方进行固定,见图1-45 立体示图。

2. 内架和底片框 内架可以用旧日记本的硬封面纸板来做。照图1-47 裁剪,然后切口对着切口,装成井字内架。要注意装停片齿轮组件用的一对 $\phi 3$ 齿轮轴孔位置要能保证齿轮组件和胶卷走向垂直,这样才能使胶卷顺利转动和停止。

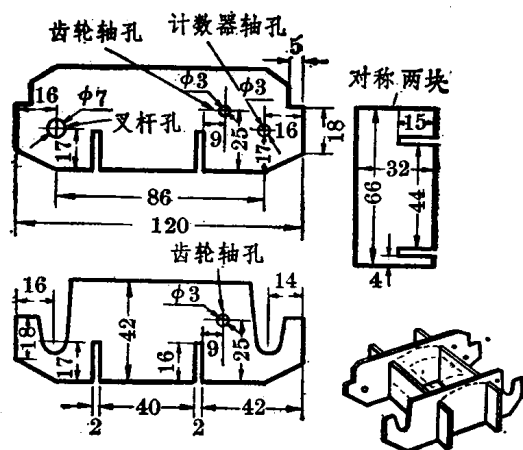


图 1-47 井字内架

底片框用铁片做,如图1-48。做好后,装在井字内架中间,如图1-47 立体示图。

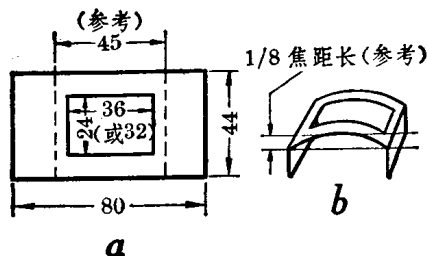


图 1-48 底片框

3. 停片装置 135 胶卷的两边, 各有一排整齐的小方孔。一张长 36 毫米、宽 24 毫米照片的底片长度为 38 毫米, 每边占 8 个小方孔。因此, 可以做一对 8 个齿的小齿轮与胶卷啮合, 齿轮每转过一周, 便是一张底片的长度。如果是拍 24×32 照片, 则每边是七个小方孔, 可以做一对七个齿的齿轮。拍 24×24 照片, 则每边是六个孔。下面以拍常见的 24×36 照片为例, 计算 8 个齿的小齿轮半径。

根据 8 个孔的胶卷长度为 38 毫米, 那末齿轮的节圆半径 R_1 应为: $R_1 = l \div 2\pi = 38 \div (2 \times 3.14) \approx 6$ 毫米。选齿高为 1 毫米, 则齿顶圆半径 $R_2 = 6.5$ 毫米, 齿根圆半径 $R_3 = 5.5$ 毫米(图 1-49a)。

制作时, 选取厚度约 2 毫米左右的胶木板、有机玻璃或塑料板一小块, 先准确地划好线, 8 个齿一定要分布均匀; 然后非常细心地加工成两个一样的小齿轮。齿轮中间开一个 $\phi 4$ 的圆孔。

用一段 $\phi 10$ 左右的废毛笔杆, 如图 1-49b 所示截成三段。用筷子作一根心轴。在齿轮和笔杆的结合面上涂上胶水, 即可以装配成齿轮组件了(如图 1-49c)。

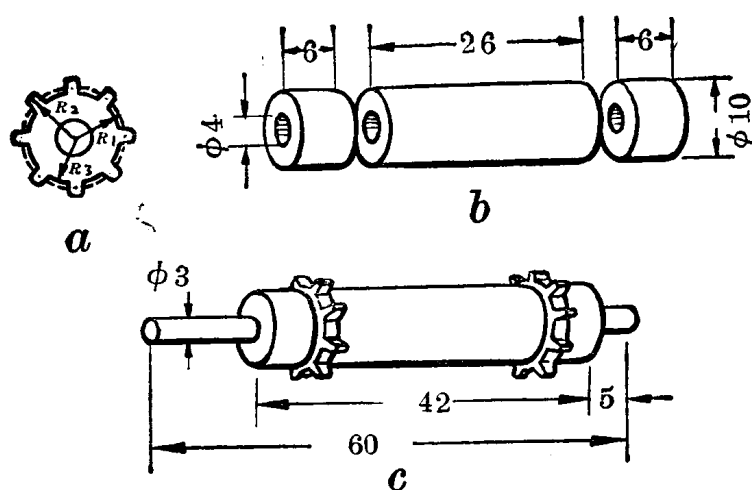


图 1-49 齿轮组件(比例 1:1)

组件上两个齿轮的齿，应该一一相对应。检查的方法是将组件放在平的桌面上，看两对齿是否和桌面接触良好。调整好以后，再用两个大头针，从心轴与笔杆的缝隙里插进去，把齿轮固定牢（大头针多余部分截去）。注意不可以用力太大，不然笔杆会裂开。再用废胶卷试一试，看胶卷上的孔与齿轮是否啮合良好。

齿轮转过一周，胶卷也恰好转过了一张底片的长度。这时应该有一个挡片挡住齿轮组件，使它不再转动。挡片可用铁片按图 1-50 剪成。先把齿轮组件装到内架上，再把挡片套在心轴上。用大头针（卡去一大段）穿过挡片中的长方孔，把挡片固定在心轴上。另外，在靠近内架处的心轴上，也钉入一个大头针尾部，用自行车飞轮上用的那种细钢丝（和快门上弹簧 I 同），在心轴上绕一个扭弹簧。弹簧的一头钩在下面的

大头针尾部上, 另一头钩住挡片(图 1-50)。

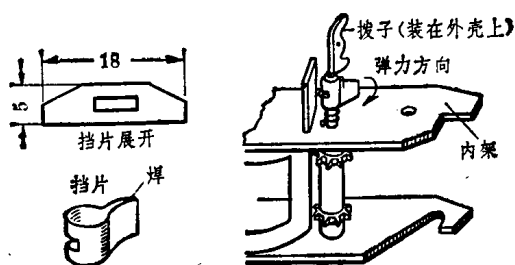


图 1-50 挡片装置

这时, 用手按挡片, 可以转过一个小角度; 松手后, 弹簧又使挡片回到原位。弹力的方向应和齿轮转片时的转动方向一致。

挡片由拨子挡住。拨子可以用胶木板、牙刷柄等来做。形状和尺寸如图 1-51b。拨子装在暗箱外壳的拨子孔内 (图 1-45)。

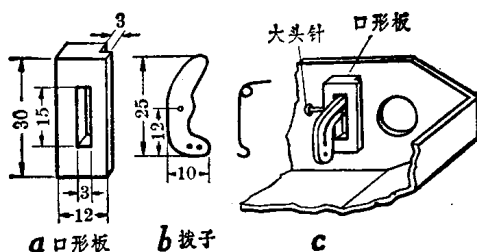


图 1-51 拨子装置

为了固定拨子和计数刻度盘(后面介绍), 用三合板如图 1-51a 做一块口形板, 粘在壳体上方拨子孔的内侧, 口形板方孔应与箱壳上的拨子孔对正(图 1-51c)。

再如图 1-51 所示, 用比较粗的钢丝(同快门上弹簧 II),

做一个扭弹簧。把拨子和弹簧一起装入拨子孔内，然后用一根大头针，从口形板侧面的中间，和壳体粘接的地方插入，把拨子和弹簧穿在一起。弹簧短的一头可插在口形板和壳体之间（口形板上先刻点槽）。弹簧另一头钩在拨子的小孔里，使拨子有一个向上的弹力。

把带有齿轮组件的内架装入暗箱里（参看图 1-53），用手模仿卷片过程转动齿轮。当齿轮转过一周时，组件上的挡片便被拨子挡住，不能再转动。拨动一下拨子，挡片靠绕在心轴头上的弹簧力量，从拨子的这一边跳到另一边。松手后，拨子也靠装在口形板里的弹簧回到原位。于是齿轮又可以继续转动一周，以后再次被拨子挡住，重复上述过程。这样就起到了控制卷片的作用。

4. 计数器 为了知道已经拍了多少张照片，可以安装一个简单的计数器。

从前面知道：齿轮转过一周（一张底片长度）以后，即被拨子挡住。只有拨动一下拨子，才能继续转动一周。这也就是说，每拍一张照片，就要拨动一次拨子，因此可以利用拨子拨动的次数来记录已拍照片的张数。

用铁片按图 1-52a 剪一个 20 齿的锯齿轮，齿轮外径为 20

毫米。轮上装一根心轴，在心轴一端固定一个指针，指针下衬一个刻度盘。再在拨子上，穿过拨子的两个针孔装一根钢丝。计数器就做好了（图 1-52b）。

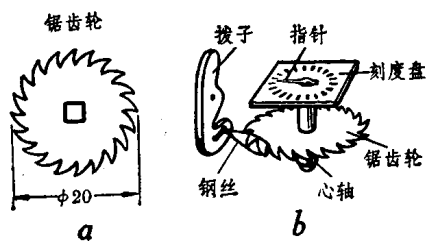


图 1-52 计 数 器

每当拨动一次拨子时，通过钢丝的牵拉，就拨过一个锯齿，于是指针就转过一格。指针转过一周就是拍了 20 张，转过两周是 40 张。

刻度盘在箱壳里的固定方法见图 1-53，它的指针应恰好同外壳上的计数孔对正。外壳上计数孔的下陷内，要预先镶上一块透明的有机玻璃，透过它可以从外面看到指针表示的拍摄张数。

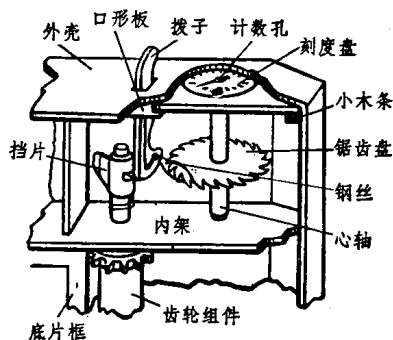


图 1-53 停片和计数装置

计数器这部分装置，并不是非要不可，不装也可以。不装的话，图 1-45 暗箱外壳上 $\phi 14$ 计数孔就不要开了。拍摄时只要自己记住拍摄的张数即可。

5. 卷片旋钮叉

拍完一张照片以后，通过旋钮叉把底片转过去，准备拍下一张。已拍过的胶卷收藏在左边暗盒里。

截一段废画笔杆或粗筷子，做成叉杆（图 1-54a）。叉杆的头部应能插入 135 胶卷暗盒的转轴孔内。选一个 $\phi 20$

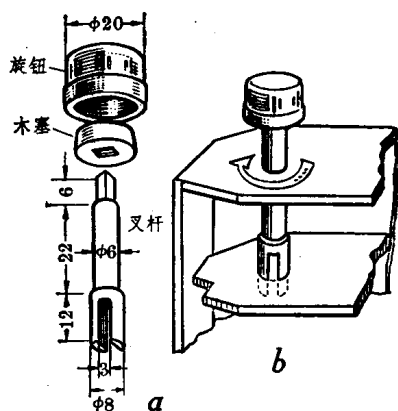


图 1-54 旋钮叉

毫米左右的黑色小瓶盖，里面装一块开有小方孔的木塞。

把叉杆从井字内架上 $\phi 7$ 毫米叉杆孔中穿过，并从外壳上 $\phi 6$ 毫米旋钮孔中穿出。在头部刷上胶水，插入瓶盖子里的木塞方孔中，旋钮叉就安装好了。

在放入暗盒时，先向上提叉杆；放入后再把叉杆插入暗盒的转轴孔。转动旋钮，叉杆就使暗盒里的心轴转动，而把胶卷转入暗盒里。取出暗盒的过程与上相同。

至此，暗箱就全部做好了。

三、过渡盒

过渡盒可以用铁皮卷成，也可以用香脂盒来做。

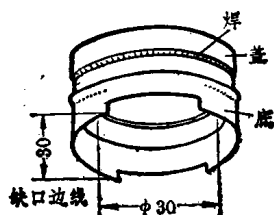


图 1-55 过渡盒

把香脂盒的盖和底都剪出一个直径 30~35 毫米的大圆孔，然后背靠背压紧，焊在一起（图 1-55）。

在底盒边缘上剪两个大缺口，留下部分宽 30 毫米，使它刚好能装入暗箱中间的大孔内，整个

底盒的边缘，都镶入大孔的弓形下陷里。

大缺口的剪去深度，要由镜头焦距具体决定。我们选用的镜头焦距是 55~65 毫米，大约可以剪去底盒的一半高度。总之，如果镜头的焦距大，缺口少剪去一些，如还不够高，可以再焊上一节；焦距短，缺口剪深一些，还不够短，可以不要这个过渡盒，直接把镜头组件上的底盒，剪点浅缺口，装在暗箱上。

以上只是估计，确实的高度，仍要通过实际观察确定。观察的方法同前面介绍的一样：先把过渡盒和镜头组件暂时装到暗箱上，打开 B 门，在底片框上放一张半透明的废底片。把

镜头对向窗外,观察底片上的影像。当调距镜盒缩到最低时,四米以外的景物应在底片上看得最清楚。前后移动底片,看是否可以找到影像更清晰的底片位置。如果是底片向前移动时影像更清楚,说明过渡盒高了,要把过渡盒的缺口再剪深一些。剪多少,要看底片向前移的距离。假定是3毫米,就剪深3毫米。如果是底片向后移影像更清楚,说明过渡盒高度不够,需要加接或更换过渡盒,这比上一情况要麻烦一些。所以,一开始缺口不宜剪得太深。

确定了过渡盒的准确高度以后,就可以把过渡盒和镜头组件正式安装到暗箱上的大孔里。安装时每边各用两个大头针尾段,把过渡盒钉在大孔内壁的三合板上(参见图1-56)。如果过渡盒伸入箱体内部部分较长,可以把伸入部分剪些缺口,向两边翻贴在箱体上,这样连接更加牢靠。为了防止连接的地方漏光,可以在内壁沿圆周粘贴一、二层胶布,并用墨汁涂黑。

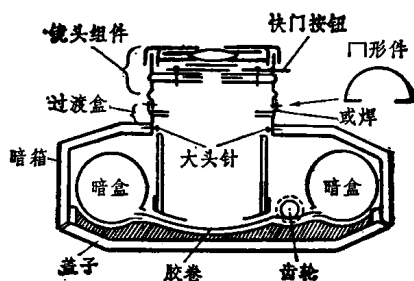


图 1-56 照相机装配图

镜头组件与过渡盒的连接可以用焊接方法,也可以用回形针弯一个□形件,在连接地方的左右两侧各钻一个针孔,把□形件的两个头分别插入两个针孔里(图1-56)。后一方法可便于镜头组件卸、装和修理。

照相机装配好以后,还要通过实际观察,在镜头的抓耳上标出距离记号,这一点前面制作127照相机时说过了。

另外，为了防止明亮的香脂盒的内壁产生光的反射、散射，形成雾光，影响照片质量，应把快门以后的所有香脂盒的内壁，包括内架和底片框，都涂上一层黑漆。

四、取景器

仍可采用框式取景器，形状和尺寸见图 1-57，可以用薄铁片剪折而成。

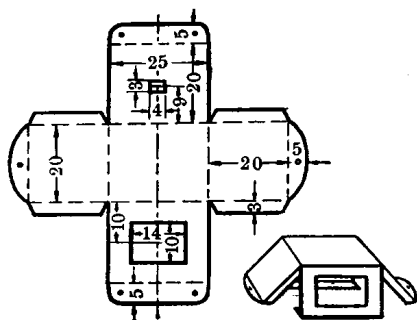


图 1-57 取 景 器

取景器安装在照相机箱体上方的正中间，先把前后两个面垂直地用小钉钉在木箱壁上，再把两侧也垂直钉在木箱壁上。钉之前先要检查一下，从取景器上看到的景物边界，是否和

底片框上实际拍摄到的景物边界一致；如果不一致，要按前面讲过的方法进行调整。

五、油漆和试拍

油漆同美化都与前面讲过的相同，这里着重讲一讲试拍。

买一卷 135 胶卷和两个暗盒。在暗室或被窝里，把整卷胶卷装入其中的一个暗盒，胶卷的头部留在暗盒外面。在装胶卷过程中要严格防止漏光。

胶卷装进暗盒后，就可以拿到外面来。把胶卷的头部装入另一个暗盒。把照相机内停片齿轮拨到死点，计数器转到零位。

把两个暗盒都装入照相机内，旋钮叉杆插入空暗盒的转轴里。扣上盖子，左右两侧插上黄泡钉。

拨一下拨子，把在装暗盒时已经曝光了的一段胶卷转过去，让新的未感光的胶卷转到底片框上来，就可以摄影了。

有条件的话，试拍了几张以后，在暗室里把已拍部分剪下冲洗。根据冲洗出来的底片情况，鉴定照相机的质量。发现问题，研究改进，一直达到要求为止。

上面介绍了四架照相机的结构和制作方法，从介绍里可以看到，照相机的结构形式可以是各式各样的，材料也可以充分利用各种废旧物品，掌握了一般规律以后，还可以设计和制作出其他使用更简便、形式更完美的照相机来。

第五节 组合透镜镜头

单透镜镜头照相机像差较大，前面我们用缩小光圈孔的办法减少像差，有一定效果，但不能完全避免。为了消除像差，现代照相机一般都采用组合透镜镜头，如图 1-58 所示。



图 1-58 组合透镜镜头(截面)

组合透镜镜头的结构比较复杂，工艺要求高，在自制照相机里一般不易做到。但对透镜片数较少(2-3片)的组合透镜镜头，我们仍可以试做一下。下面介绍用两片凸透镜组合起来的镜头(参看图1-58中第二种)的制作方法，供大家参考。

1. 透镜 可选用两块焦距为 100~180 毫米的凸透镜，如儿童望远镜的物镜(两块透镜焦距可一样，也可不一样)。

两块凸透镜迭加起来以后的焦距要变短,可以仍按图 1-13 的方法直接测定;也可以用下面近似公式计算:

$$\frac{1}{\text{甲透镜焦距}} + \frac{1}{\text{乙透镜焦距}} = \frac{1}{\text{迭加后最短焦距}}$$

举例来说,如果甲透镜焦距 140 毫米,乙透镜焦距 180 毫米,那末按上面公式就可以算出:这两块透镜迭加以后的最短焦距约为 80 毫米。但由于两个透镜之间还需要留出适当距离安装光圈和快门,因此组成镜头以后的实际焦距要比最短焦距大 5~10 毫米。所以这个镜头可以用于 120 照相机。

2. 镜头的安装方法 参考图 1-59a。先把一片透镜仿照前面单透镜镜头的安装方法,装在镜盒里;再将另一片也用同样方法,装入光圈后面的底盒里。最简单的双凸透镜镜头就做好了。这种结构的镜头对消除畸变像差(变形)效果很好,所以叫做消畸变差镜头。

如果你有一具物镜部分完好,其他部分损坏了的儿童望远镜,那末用上面的两片物镜(即镜筒前端的凸透镜,每片焦距约 130 毫米)来组合成消畸变差镜头,它一般焦距约 70 毫米,可作 127 照相机的镜头。其安装方法是:用小刀轻轻地插入物镜外套(镶嵌物镜用)的胶接面,把物镜连同它的外套一起取下。用图 1-23 所示调距镜盒,中间开成 $\phi 30$ 毫米的圆孔,使物镜连同它的外套装入镜盒的圆孔里,外套上的小凸边要紧紧贴在镜盒的内壁。再用一个外径约 35 毫米的小香脂盒的盖,中间开一个直径 26 毫米的圆孔,从镜盒的内侧盖在物镜外套上,四边和镜盒点焊在一起。塑料外套的凸边部分如果太高,可以在砂纸上磨去一些,整个装置参看图 1-59b 上部。

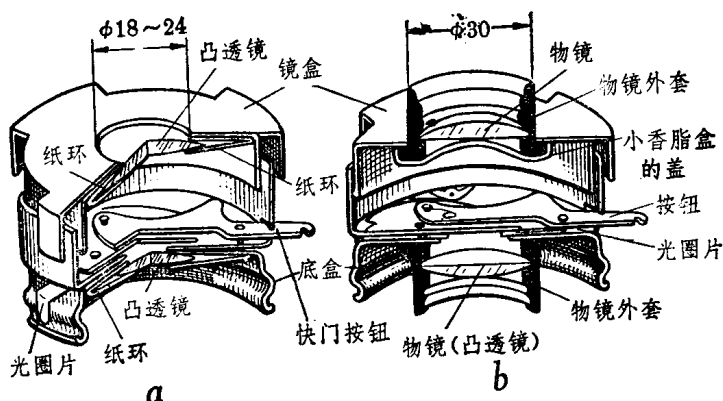


图 1-59 双透镜组合镜头的安装(立体剖示图)

另一块物镜连同它的外套胶接在光圈后面的底盒里(图 1-59b 下部)。这里要注意,普通胶水不能把金属与塑料胶接在一起,如果找不到能胶接塑料和金属的特种胶,可以用清漆或调和漆代替。

两块物镜之间的相对距离要尽可能地小一些。间距大了,虽然可以增大焦距,使像大一些;但是光圈离透镜的距离远了,又会使底片四边缘射不到光线,影响照片质量。根据上面的安装方法,两块透镜的相对距离大约为 20~28 毫米,可以拍长宽都为 40 毫米幅面的照片。

另外,一块凸透镜和一块凹透镜迭在一起,可以做成图 1-58 中第一种组合镜头。这种镜头对于消除色差有较好的效果。两块透镜配合时要注意:凹透镜没有象凸透镜那样的焦点,但有理论上的虚焦点和相应的虚焦距。虚焦距用负数表示,例如 $F = -50$ 毫米,在出售商店有标明。选配时,凸透镜的焦距应小于凹透镜虚焦距的绝对值。而组合后的镜头焦距能够比该凸透镜的焦距增大 1 倍多(可以按图 1-13 方法直接

测定)。所以,利用凹透镜的配合,可以把一块短焦距的凸透镜,做成长焦距的镜头。儿童望远镜上的两块目镜就是凹透镜,每块虚焦距大约为 -40 毫米,可以利用。这种消色差镜头的安装方法,可以参考单透镜镜头,这里不另介绍了。

第六节 垂直取景器和备附件

为了摄影时方便和某些需要,本节介绍一下垂直取景器和常用备附件的制作,供大家参考选做。

一、垂直取景器

垂直取景器一般称为反光取景器。它的特点是通过平面镜子的反射,把水平视线取景变为垂直视线取景。

我们要做的垂直取景器的结构很简单,主要是在透镜(凸透镜或凹透镜都可以)后面装一小块大约是 45° 角的平面镜子。这样,物体上的反射光线透过透镜以后,经过平面镜子的再反射,原来是水平方向的视线,就变成了垂直方向的视线,如图 1-60。

用凸透镜来做时,选用的透镜焦距可以短一些,大约为 $30\sim 60$ 毫米。顶面的磨砂玻璃到凸透镜的光线折射距离应恰好等于凸透镜的焦距,否则影像会模糊不清。

在室外摄影时,有时由于外界光线很强,而影像的光线又很弱,看不清楚。为了克服这个毛病,可以不要顶面上的磨砂玻璃,直接通过顶面上的方孔取景。因为人的眼睛有自动调节视点的本领,磨砂玻璃去掉以后,不但可以清楚地看到取景器里反射出来的景物,而且透镜到顶面方孔的光线反射距离可以不受透镜焦距的严格限制,制作就简单得多了。只要使取景时两个方孔框能重叠在一起,那末所看到的景物大致上

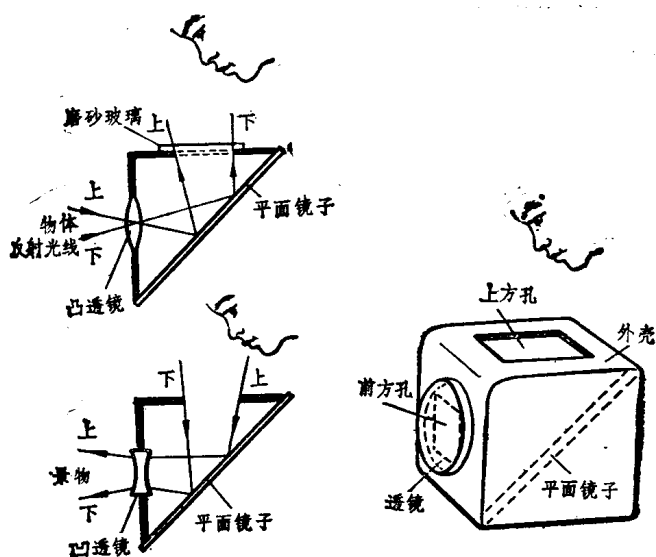


图 1-60 垂直取景器

就是底片上拍得的景物。

用凹透镜做垂直取景器时,它的原理和凸透镜不一样。因为凹透镜不能会聚光线,所以在它的后面用磨砂玻璃是找不到影像的。它是人的视线通过平面镜的反射,并经过凹透镜看到景物的。因此,用凹透镜取景时,所看到的景物上下,和用凸透镜取景正好相反(参见图 1-60)。

制作取景器时,只要参考图 1-60 的实物图,用铁片做一个小盒子,前面和上面各开一个方孔。上面的方孔应比前面的大一些,具体尺寸要由照相机实际拍到景物范围和所用透镜确定。透镜就固定在前面方孔上。平面镜子可以从破碎的普通镜子上截得,和两个方孔大约成 45 度角,具体角度也要

通过测试确定。在上面方孔上盖一块透明废胶片，用胶布固定，防止灰尘进入。取景时，应使两个方孔重叠，不然看到的景物和拍到的景物会发生偏离。

二、滤色镜

滤色镜是一块带颜色的平面玻璃，它的作用和使用方法见第三章。

滤色镜有各种各样的颜色，最常用的是黄滤色镜。在自制照相机里，一般可以自做一个黄滤色镜。制作滤色镜，最主要的就是解决怎样获得颜色玻璃的问题。下面介绍替代颜色玻璃的几种土办法。

照相器材商店里都有价格便宜的各种色胶片出售，挑选一块没有伤痕的黄色胶片作为滤色镜，有很好的拍摄效果。只要把黄色胶片剪成适当大的圆形，配上套子，套在镜头上就可以了。颜色深浅也可以改变，把色胶片放入水中浸一会儿，颜色即可变淡。

另一个办法是用黄色玻璃纸代用。买一块质量较好的手电筒上用的圆玻璃，用清水洗净，在水中把黄玻璃纸十分平整地贴在圆玻璃上。干透以后，黄玻璃纸就能紧紧地、而且均匀地粘贴在圆玻璃上。再配个套子就成了黄滤色镜。这种滤色镜质量也很好。

滤色镜的镜面直径应比镜头直径大一些，以不妨碍镜头的拍摄视角。

其他颜色的滤色镜，也可以用同样的方法制作。

三、遮光罩

遮光罩可以遮去周围多余反射光线进入镜头，防止产生光晕和雾翳〔yì〕现象，提高照片清晰程度。在逆光摄影中，尤

其不可缺少。遮光罩还有防止雨点、雪花落入镜头和保护镜头避免碰撞的作用。

遮光罩的制作很简单, 只要用硬纸卷一个高约 20~35 毫米的圆筒, 能套在镜头上即可。也可以用小铁盒、合适的瓶盖等来做。要注意的是不要使遮光罩影响镜头的拍摄视角。所以最好能做成前面大后面小的漏斗形。

图 1-61 画了三种遮光罩式样。*a* 为纸筒式, 中间固定一个硬纸圆环, 下面三个凸出部分, 卡在照相机镜盒的三个抓耳之间。*b* 为瓶盖式, 适用于用儿童望远镜的物镜做镜头的照相机上。两个瓶盖中间都要开一个 $\phi 25$ 毫米圆孔, 然后底靠底焊在一起。*c* 为漏斗式, 最理想, 但加工麻烦一点。

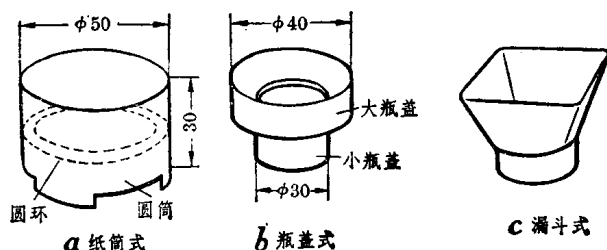


图 1-61 遮 光 罩

滤色镜和遮光罩也可以合起来。只要把黄色胶片剪圆镶嵌在里面即可, 不用滤色时, 可把色胶片拿掉, 很方便。

四、保护盖

照相机不用时, 用一个保护盖盖起来, 免得灰尘进入镜头。

保护盖如果盖得严实, 还可以起到保险作用, 避免误碰快门而浪费底片。保护盖的式样和盒子的盖差不多, 可以用瓶盖代替或自己设计制作。

第二章 自制印相机和放大机

印相机和放大机都是少年摄影爱好者经常要用到的工具。这两种工具也可以自己进行制作。这一章就向大家介绍简单印相机和放大机的制作方法。

第一节 印 相 机

印相的过程,简单地说来,就是用光线透过已冲洗好的底片,使涂有感光药膜的印相纸感光,然后再用药物对已感光的相纸进行显影、定影。印相机就是对印相纸进行曝光的装置,所以也叫曝光箱。

一、一只灯泡的简单印相机

这个印相机的外形、结构和各部分的尺寸如图 2-1。

按图,先用木板做一个没有上下底的木箱。木箱的一面中间开一个长 120 毫米、宽 25 毫米的孔。孔的内侧贴二层红纸,或镶一块红玻璃(图中未画出),让灯泡的光从这里透出来,作为暗室内照明的红灯用。木箱的上边缘处,前后钉两根木条,以便支撑玻璃。

再用薄木板做一个木框。木框四边大小应和木箱的内壁尺寸相同。中间开一个长 70 毫米、宽 50 毫米的长方孔。木框装在木箱里和上边口相距 45 毫米,用小钉固定。在木箱里的右边和长方孔同一高度处安装一个灯座,插上一个 40 瓦或 60 瓦的普通灯泡。紧靠木框的上方,在木箱左边一面的

木框的上方,铁丝的两个头穿过木箱小孔后弯成圆形,两边的两根橡皮筋分别固定在木箱的右壁上。橡皮筋要有一定的拉力,使得红玻璃部分能始终盖在木框的方孔上。

电灯的光线透过贴红纸的玻璃以后变成红光。这样在印照片放底片和相纸时,既可以看清它们的位置,把底片和相纸对正,又不会使相纸在对正位置之前感光。当一切都已经准备好,可以印相片时,只要拉动铁丝,白玻璃就代替了红玻璃,红光变成白光,相纸就开始感光。

红白活动玻璃装好以后,再切割一块和木箱内壁尺寸一样大小的玻璃。这块玻璃要经过仔细挑选,特别是中间部分,不能有伤痕,否则会影响照片的质量。

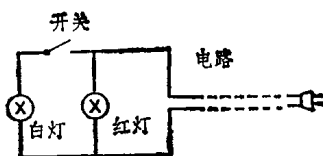
把玻璃装到木箱上边口的木条上,上面再贴一个黑纸框,以避免印照片时白光漏出来太多,保证其他还未使用的相纸的安全。黑纸框的内方孔大小,要同印的最大底片尺寸相同。印小照片时,上面再另外覆盖一个相应的小的黑纸框。

印照片时,把底片放在黑纸框的内方孔上,药膜面朝上。然后把裁好的印相纸覆盖在底片上,印相纸的药膜面朝下。印相纸上面再压一个小本子,一定要压紧,否则照片印不好。然后拉动铁丝把,对相纸进行曝光。感光时间仍可用数数字的办法记录,用试验测定。到时间松手,在橡皮筋的拉力下,红玻璃又覆盖到木框方孔上,曝光停止。曝光后的显影、定影方法见第四章。

二、两只灯泡的印相机

这种印相机的基本结构如图 2-2。它同上面一只不同的地方主要是不用红白活动玻璃,而是在木箱(或铁箱)的底部装有红白两只灯泡,箱外装有开关。接通电源以后,红灯始终

亮着，白灯不亮。按下开关以后，白灯也开始亮，就对相纸曝光。电路如图 2-2 上面所示。



开关可以自己做。只要在箱内固定两块金属片，箱外用废牙刷柄做一个按钮。手一按，两块金属片接触，白灯电路接通，白灯亮；松手后，靠金属片的弹力断开电路，白灯熄灭。也有的用转换开关：白灯亮时，红灯关闭；反过来，红灯亮的时候，白灯不亮，这就更方便了。

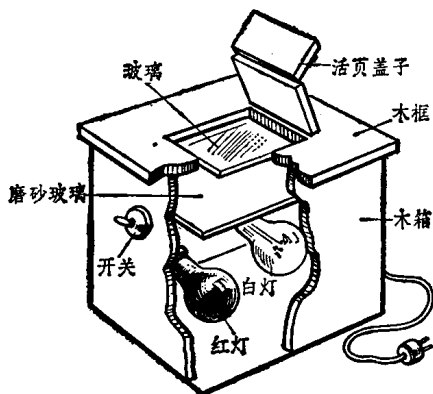


图 2-2 两只灯泡的印相机

木箱中间隔一块磨砂玻璃，或普通玻璃上贴一张白纸，起着把光线散射均匀的作用。

上面是一个木框，木框中间镶一块质量很好的没有伤痕的玻璃。木框方孔的一边，安装一个活页盖子。活页盖子的作用是防止底片和相纸错动。例如前面一只印相机，因为没有活页盖子，当底片和相纸在黑纸框上对正位置以后，在压上小本子时，常常会使底片和相纸的位置错动，使对正了的位置又发生偏差；有了活页盖子，可以在底片、相纸、黑纸框的位置对正以后，先把盖子的底下一半压住相纸再松手，最后再把另一半也盖到相纸上，这样就不会发生错动了。盖子和相纸接触的内表面应粘贴一层绒布，使它们接触得更紧一些。

如果觉得需要，你也可在前面一只印相机上再加装一个活页盖子。

用这种印相机印相片时，在暗室里还需要再安装一盏照明用的红灯。

第二节 放 大 机

放大照片与单纯的印相相比，多了一道放大的手续。所以，放大机的结构和制作要比印相机复杂一些。

一、放大机设计原理

大家已经知道，拍照是通过凸透镜对光线的会聚作用，把物体的像拍摄在底片上。照相所得到的像，比起被拍摄的物体来说，要小得多。照片的放大就是把这个过程反过来，将经过冲洗的底片，仍放在照相机的底片框上，在暗室里，用很强的灯光照射底片，并在拍照时的同样距离处放一张照相放大纸，那末，就可以得到一个同原物体一样大小的照片。

当然，在实际中，并不是都需要把照片放到同原物体一样大。这只要改变底片到镜头的距离，就可以改变放大出来的照片的大小。底片离开镜头远一些，放出来的照片就小一些；底片离开镜头近一些，放出来的照片就大一些。这样，我们就可以用改变底片和镜头的相对距离的方法，把照片放大到需要的各种尺寸。放大机就是按照上面的原理设计制成的。

放大机可分为集光式、半集光式和散光式三种。集光式放大机里面装有两块大聚光镜，电灯光经过聚光镜集光后，光线强烈而又均匀。用这种放大机放大照片时，曝光时间短，放出来的照片反差好，色调鲜明，层次清楚。

散光式放大机不用聚光镜，电灯光线不经过集光，只是靠

磨砂玻璃(或一层白纸)使光线散射均匀。用这种放大机放大照片时,曝光时间需要长一些,放出来的照片具有反差柔和的特点。这种放大机制作简单,下面介绍的自制放大机就采用这种形式。

半集光式放大机里面有一块聚光镜和一块磨砂玻璃,放大性能介于集光式和散光式之间。

二、小型散光式放大机的制作

这架放大机利用自制照相机进行放大,它的外形如图2-3。

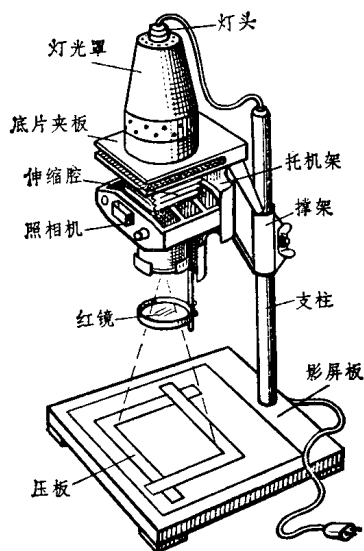


图 2-3 自制小型放大机

1. 底片夹板 底片夹板是用来夹要放大的底片用的,位于灯泡和镜头之间。

底片夹板用三合板来做。先按图 2-4 各做两块,再用胶

水粘成立体图所示样子。在粘到一起以前，要先在上下两块板的内壁上粘上一层绒布，粘上绒布以后的夹板间隙，应刚好能插进夹有底片的两块玻璃。所用的玻璃要透明、清洁、没有伤痕。

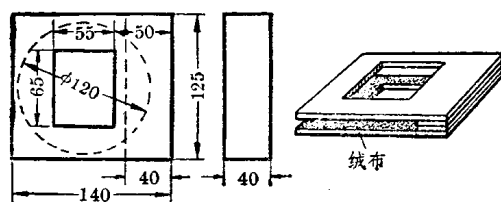


图 2-4 底片夹板

2. 灯光罩 灯光罩用来遮住灯泡的光线，使灯光只能透过底片，从镜头照射出来，投影到影屏板上。

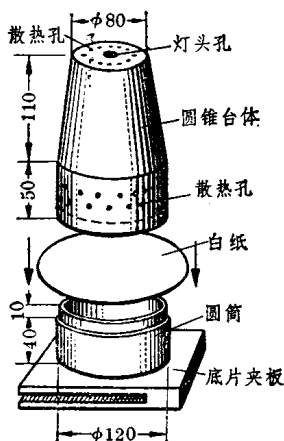


图 2-5 灯光罩

灯光罩可由两层硬纸(或金属薄板)来做,分为圆锥台体和圆筒两部分,如图 2-5。圆筒外径约120毫米,底部胶接在底片夹板上;圆锥台体应能紧密地套在圆筒上。

灯光罩的圆锥台体上面部分展开图可以采用图 2-6 的近似画法,即:先画一个上底等于上圆直径 80 毫米、

下底等于下圆直径 120 毫米、高等于 110 毫米的等腰梯形 $ABDC$; 延长梯形两腰, 交于 O ; 以 O 为圆心, OA 、 OC 为

半径，作两个圆弧；截 \widehat{AM} 和 \widehat{BN} 等于 \widehat{AB} ， \widehat{CE} 和 \widehat{DF} 等于 \widehat{CD} ； $MNFE$ 即为圆锥台体上面部分的展开图（要适当留一点粘接边）。

灯光罩的整个内壁要贴上一层锡纸或者涂上白色，使光线能很好地反射到底片上去。罩内装一盏 100 瓦的普通

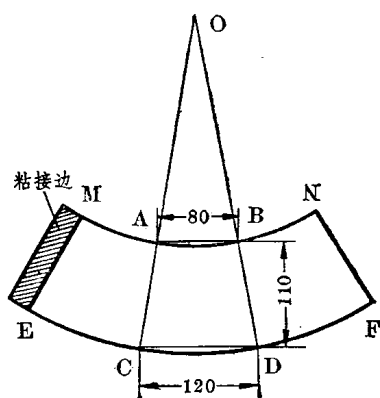


图 2-6 灯光罩圆锥台展开图

照明用电灯。为了散热，还应在圆锥台体的下部和顶部，用烧红的铁条烫出一圈小孔（散热孔）。在下部散热孔的内壁贴一层挡光纸，一方面使空气能从散热孔进入，另一方面不让电灯光直接从散热孔透射出来。

电灯的光线应该均匀地照射在底片上。为此，电灯和底片之间应隔几层磨砂玻璃。但由于把磨砂玻璃加工成大小合适的圆形比较困难，因此我们用一张细薄的白纸来代替磨砂玻璃。只要把白纸罩在圆筒上，套上圆锥台体，如图 2-5 所示就可以了。这张白纸很重要，没有这层白纸，影屏板上会出现电灯泡的影像，照片放大就无法进行了。

3. 伸缩腔 前面已经讲过，在放大不同大小的照片时，需要调节镜头到底片之间的距离。伸缩腔主要就是起这个作用。

伸缩腔由一张不透光的纸折叠而成，可以利用包装照相纸的黑纸或 120 胶卷的保护纸皮来做。

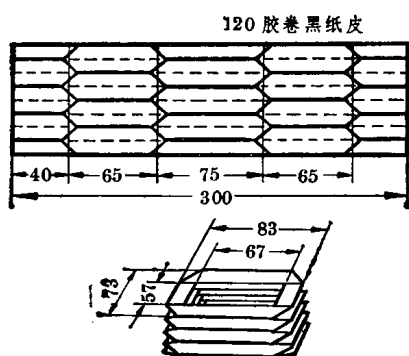


图 2-7 折伸缩框

中间开一个方孔。按图 2-8b 做一个边框，并把边框粘到盖板方孔上。然后把盖板粘在伸缩框上，组成伸缩腔，如图 2-8c。

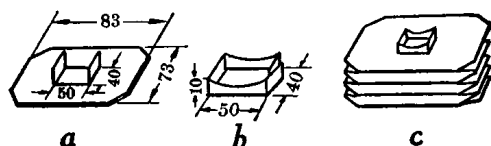


图 2-8 伸 缩 腔

把伸缩腔无盖板的那端粘到底片夹板下方的方孔上。

4. 托机架 托机架是用来支托照相机的，可以用白铁皮或铝皮来做。展开尺寸和弯折后的立体形状见图 2-9。

固定板和活动板做好以后，用一个螺纹外径为 5 毫米的螺钉，从活动板上的 $\phi 5$ 孔和固定板上的 40×5 槽内穿过，并拧上一个蝶形螺帽（参见图 2-11）。蝶形螺帽买不到合适的，也可以用普通螺帽焊上耳片做成。托机架就完成了。

托机架固定在底片夹板和伸缩腔的下方（参见图 2-11）。照相机放在活动板上。松开蝶形螺帽，活动板就可以托着照

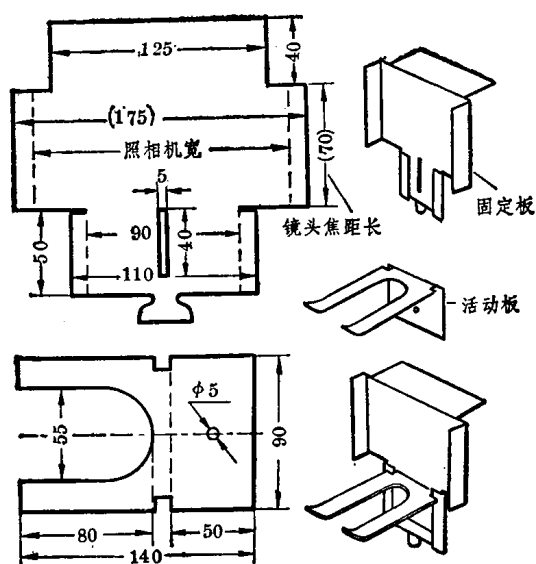


图 2-9 托 机 架

相机上下移动 40 毫米,以调节底片到镜头的距离。如果需要扩大照片的放大范围,也可以把图 2-9 固定板上的 40×5 窄槽开长一些(注意:不能超过伸缩腔可以伸缩的范围)。

5. 撑架 撑架用来把放大机的主体支撑起来。它可以用白铁皮或铝片来做。按图 2-10 的尺寸,做两块板件,然后焊接或铆接成图 2-10 中立体图的样子,就成了。

撑架要做得比较结实,不然的话,放大机容易晃动,影响照片放大质量。

以撑架上的连接孔作为基准孔,钻出托机架固定板上的连接孔。然后用木螺钉穿过连接孔,把撑架和托机架固定到底片夹板上,如图 2-11。

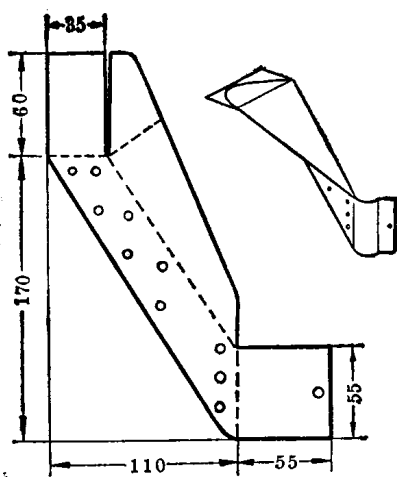


图 2-10 撑 架

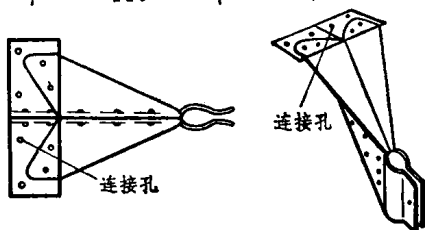


图 2-11 组 合 件

6. 支柱和影屏板 支柱和影屏板的形状见图 2-3。支柱可以用金属管或木棒做成。管的外径约 15 毫米，长度约 450 毫米左右。

影屏板用木料做，长 300 毫米，宽 250 毫米，厚 15 毫米。在木板的短边中间处，凿一个和支柱一样大小的圆孔，然后把支柱轻轻地打进去，固定起来。在影屏板上贴一张大小适中的厚白纸，这样，投下来的影像才能看得清楚。

7. 红镜和压板 红镜和压板是为了放大照片时操作方便使用的。红镜可以用一个直径 50 毫米的香脂盒的盖子来做。

方法是在盖子中间开一个尽量大的圆孔，盖子的外侧边缘焊上一个带孔的耳片，用一张红色透明的硬玻璃纸剪成圆形，嵌在盖子里。

红镜装在镜头前面（图 2-3）。在托机架的固定板下方已经做好了一个小圆环，用一只长螺钉插进圆环（图 2-11），再把红镜耳片上的小孔套进去，下面拧上螺帽，就装好了（图 2-3）。

红镜可以绕着螺钉转动。放大时，先调节好镜头位置，然后把红镜转到镜头前面，这时候，从放大机里射出来的白光，经过红镜变成了红光。因为放大纸对红色不会感光，所以在红光下可以放心地把放大纸移来移去，使影像准确地投在放大纸上。然后，挪开红镜，进行曝光。

压板是压放大纸的四个边用的，一方面可以使放大纸平直，另一方面又可以使放大纸的四个边避免感光，从而在照片上得到一个白的边框。

压板可以用白铁皮等材料剪成，如图 2-3。剪好后用黑漆涂黑。

把上面各部分零件按图 2-3 装配好，再在外表面刷上一层黑漆，就可以放大照片了。关于照片放大的基本操作技术可参看第四章。

三、放大机镜头部分

上面这架放大机是利用照相机的镜头来代替放大机的镜头的。如果没有照相机，而单需做放大机时，那除了按图 2~3 制作各部分外，再单独做一个放大机的镜头部分。

方法很简单：参考第一章里介绍过的方法做一个镜头（单透镜或双片透镜都可以）。镜头的焦距可以在 60~90 毫米

范围里选取。镜头中间加一个直径 6~9 毫米的固定光圈(如加大小可以调节的活动光圈更好)。

用硬纸(或金属薄板)按图 2-12 的参考尺寸(要加上翻边部分)做一个方锥筒。把镜头同方锥筒连接起来。方锥筒的上边口粘接在图 2-7 的伸缩框上,并用托机架的活动板托住。这样,仍可以利用伸缩腔和托机架的上下移动,调节镜头和底片之间的距离。

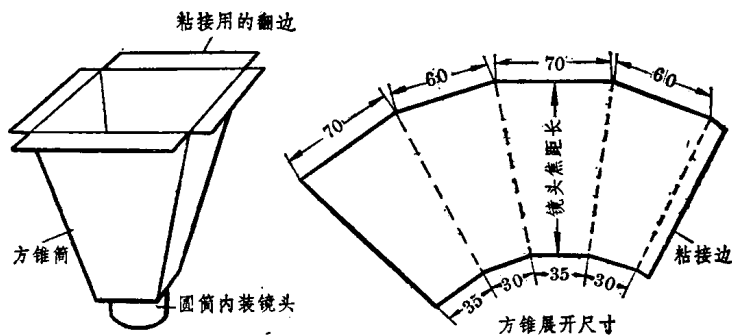


图 2-12 方锥筒

放大机的镜头部分还可以做成别的式样:

例如,可以把图 2-7 的伸缩框改为图 2-13 那样的长锥形伸缩腔,镜头就直接装在下部。

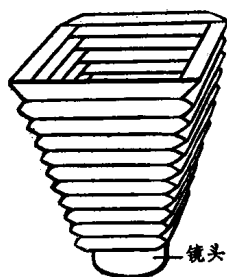


图 2-13 长锥形伸缩腔

又如,也可以不做托机架和伸缩腔,而用两个圆套筒代替,如图 2-14。当转动内筒时,内筒上的两个小钉就在外筒上的两个斜槽里活动,于是镜头就升高或者降低,同样起到了调节底片和镜头之间距离的作用。

另外,上面那架放大机的撑架也

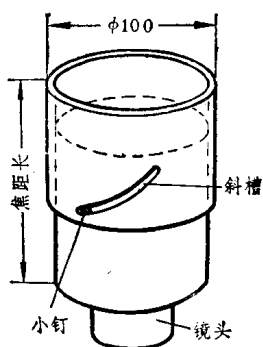


图 2-14 套筒式伸缩腔

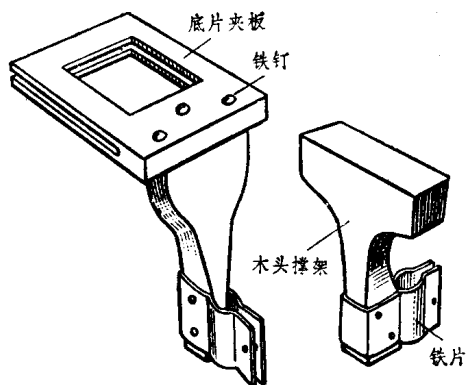


图 2-15 木头撑架

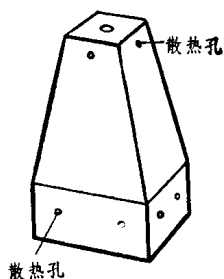


图 2-16 方锥台体形灯光罩

可以改用木头做，可参考图 2-15。灯光罩也不一定就要圆锥台体形的，可以改成比较容易制作的方锥台体形（图2-16）。

图 2-17 是一架用专门放大镜头配合成的放大机的外形，供设计、制作时参考。

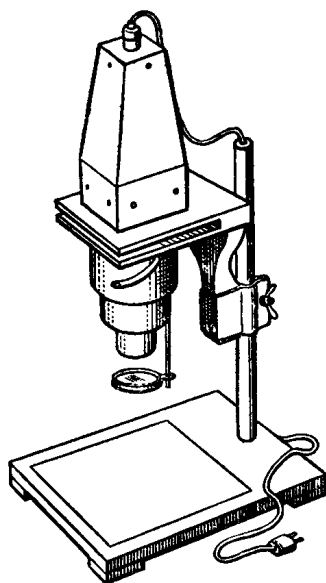


图 2-17 放大机式样参考图

第三章 摄影基本知识

前面介绍了照相机和放大机等制作方法。但是，有了工具还要善于使用，为此，从这一章起，向大家介绍一些必要的摄影基本知识和简单的暗室操作技术。

第一节 胶 卷

一、胶卷的型号

常见的胶卷型号，有 120、127 和 135 三种。

120 胶卷(图 3-1)，每卷长 820 毫米，宽 60 毫米，可以拍长 90 毫米、宽 60 毫米照片 8 张；或长宽都为 60 毫米照片 12 张；或长 60 毫米、宽 45 毫米照片 16 张。胶卷的头部用胶布粘在一条和胶卷同样宽、但比它长的保护纸皮上。纸皮的里面为黑色，背面印有三行用于拍照记数的序号。

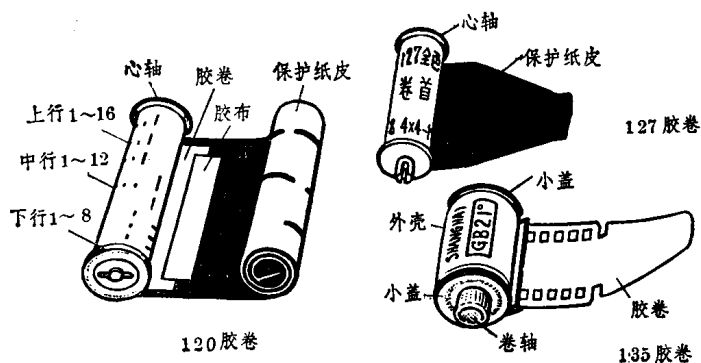


图 3-1 胶卷种类

127 胶卷(图 3-1), 每卷长 600 毫米, 宽 44 毫米, 可拍长 65 毫米、宽 40 毫米的照片 8 张; 或长宽都为 40 毫米的照片 12 张; 或长 40 毫米、宽 30 毫米照片 16 张。它也带有保护纸皮, 纸皮背面也印有记数的序号(上行 1~16、中行 1~8、下行 1~12)。

135 胶卷(图 3-1), 又称电影胶卷。每卷长 1600 毫米, 宽 35 毫米(除去两边孔洞, 中间宽 24 毫米)。可拍长 36 毫米、宽 24 毫米照片 36 张; 或长 32 毫米、宽 24 毫米照片 45 张; 或长和宽都为 24 毫米照片 56 张。它没有保护纸皮, 因此必须装在专门的暗盒里。装暗盒的工作必须在黑暗的地方(暗室、暗袋或被窝里)进行。暗盒由三部分组成——外壳、卷轴和两个小盖, 装、取胶卷时可以拆开来。

二、胶卷的感光度

感光度表示胶卷感光能力的强弱或感光速度的快慢。对胶卷的感光度, 各国的标志不一样。目前我国生产的胶卷以“GB 多少度”为标志, 例如“GB 21°”、“GB 24°”等等。度数大, 表示感光能力强, 或感光速度快。一般是每差三度, 感光速度就相差一倍。例如 GB24° 胶卷的感光速度比 GB21° 快一倍; GB17° 胶卷的感光速度比 GB21° 慢将近一倍半。

感光力强的胶卷, 在光线比较弱的情况下也能拍摄, 但是感光乳胶(用银盐、动物胶和色素组成)中的银粒较粗, 而且容易发生雾翳现象(发灰), 使影像色调不明朗, 层次减少, 影纹不清。反之, 速度稍慢的胶卷, 却可以避免上述缺点, 但拍摄时, 曝光时间应当稍长一些。一般在室外明亮的光线下摄影, 以用 GB17° 或 GB21° 的胶卷较为适宜。

GB17°~GB24° 胶卷对自制照相机都适用, 不过由于它

们的感光能力不同,拍照时要注意光线条件和光圈的配合。如用 GB17° 胶卷拍摄时,光线应亮一些,或者用大光圈。用 GB24° 胶卷拍时,光线可以弱一些,或者用小光圈。

三、胶卷的感色性

胶卷的感色性,表示胶卷感受各种色光的能力。普通感光乳胶只能感受紫、蓝、青光线,为了使胶卷对其他色光也能感受,人们在感光乳胶中加进了各种增感剂(色素),因而产生了具有不同感色性能的胶卷,最常见的有全色胶卷和分色胶卷等。

全色胶卷对各种色光都能感受,但对绿光的感受能力稍差。普通摄影大多用全色胶卷。

分色胶卷不感受红光,所以不宜用来拍摄红色过多的景物。

此外还有色盲胶卷、彩色胶卷等,平时使用不多,这里就不介绍了。

四、胶卷的使用和保存

胶卷都有一定的使用期限。过了期限,胶卷的感光、感色能力就会慢慢减退,质量逐渐下降,以至完全不能使用。但是,胶卷如果保存得好,即使过期一年二年,质量下降并不显著,仍然可以使用。

胶卷最怕潮和热,因此不要长时间藏在贴身的口袋里,而要放在干燥、凉爽、黑暗和空气流通的地方。

胶卷又最怕漏光,因此装、取胶卷时一定要十分注意。120、127 胶卷拍完取出时要卷紧,否则容易从两边漏光;135 胶卷的头部最好留在暗盒外面,全部卷进去也容易漏光。已经开始用的胶卷,最好短期内拍完,并及时冲洗,时间太久,胶

卷在空气中容易氧化还原,产生雾翳(发灰)现象。

第二节 自然光的运用

光线是摄影的最基本条件。没有光线,物像不能形成,胶卷不会感光,摄影也就无法进行。

同时,有了光线这个基本条件,还要能够正确地运用,这样才能拍摄出影调丰实、层次分明、主题突出的比较好的照片来。

光线可分为自然光线(日光)和人造光线(一切灯光)两类。对于我们初学者来说,主要是学会运用自然光线摄影。下面就来谈谈自然光的运用问题。

一、室外自然光的运用

根据太阳和被摄者的相对位置,室外自然光大致可分为正面光、侧面光、逆光、顶光、散射光等(参见图 3-2, 顶光和散

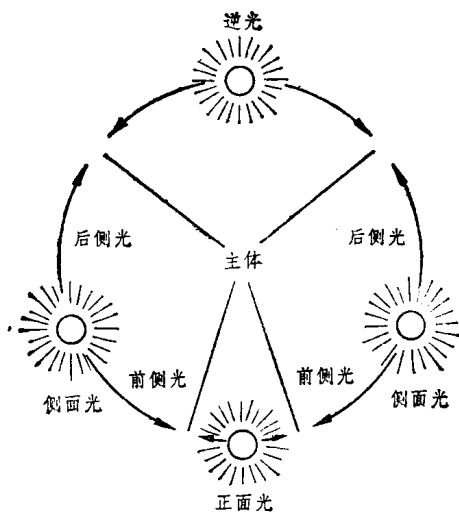
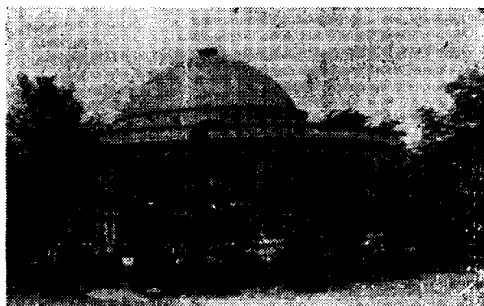


图 3-2 摄影光线

射光未能画出)。

1. 正面光 又叫平光、顺光。指太阳位置在被摄者的正前方。用正面光摄影, 物体的整个拍摄表面都被太阳照到, 缺乏明显的阴影, 不容易表现出物体的明暗变化, 因此影调的层次少, 立体感不强。利用正面光拍摄人物的形象时, 还常常由于太阳光的直射, 使人睁不开眼睛, 而紧皱眉头。因此, 完全的正面光一般是不适宜用来拍摄人像、景物的。但是这也不是说就不能利用正面光摄影了, 如果运用早晚柔弱的正面光, 拍摄少年儿童的照片, 却往往可以表现出人体皮肤的柔嫩、明朗和光洁, 收到较好的效果。而太阳稍偏的正面光, 在我们日常摄影中, 也是常用的光线之一, 如图 3-3(书里用作举例的照片, 都是用自制照相机摄的)。



上海市少年宫天象室

图 3-3 太阳稍偏的正面光摄影

2. 侧面光 指太阳位置在被摄者的旁侧。侧面光能使物体有很好的明暗变化, 因而照片有丰富的影调层次, 立体感强(图 3-4), 是摄影最常用的一种光线。

侧面光又可分为前侧光、后侧光, 高侧光(太阳光离地平线较高)、低侧光(太阳光离地平线较低)等。前侧光, 物体大部分

表面能被太阳照到。后侧光，物体表面只有小部分被太阳光照到。用侧面光拍人像时，在太阳照不到的面部，最好能用会反射光线的东西，如白色纸张、衬衣等作为补助光（但不能用镜子），使这部分明亮一些。



“小战友”

图 3-4 侧面光摄影

一些。如果由于天空、地面和周围物体的反射，已自然地形成了补助光，那末就不必用另外的补助光了。

利用侧面光摄影，要注意避免用绝对的正侧光（即太阳位置刚好在物体正两侧），那样会把人像面部拍成半边黑、半边白，很难看。

清晨和傍晚的低侧光，太阳光线比较柔和，有时带有轻雾，使大地象罩了一层淡淡的青纱似的。利用低侧光拍摄近景人像或景物，容易得到影像柔和、层次丰实、空间气氛强烈的好照片。

3. 逆光 指太阳位置在被摄物体的后方。在逆光照射下，物体沿边缘有一条明亮的轮廓光，使被摄主体和背景明显分开，因而加强了立体感。

运用逆光摄影时，要以阴影部分的光线亮度作为曝光标准。为了使被摄物的正面层次也能表现出来，拍人像最好能用几块反光屏作补助光，照在阴影的一面（当然，被摄物体如果很大，不能用这个办法）。反光屏可用硬纸板贴上白纸做成。用逆光摄影常用比较暗的背景，但也可以用浅色背景，使

背景感光过度，而把人物突出地表现出来(如图 3-5)。



打 场

图 3-5 逆光摄影

用逆光拍摄晨雾、日出、日落、夜景等有很好的效果(如图 3-6)。



朝 霞

图 3-6 逆光拍日出

逆光还常被用来拍摄剪影式的黑像(如图 3-7)。方法是：让被摄者挡住太阳光，用很淡的背景(常以天空作背景)，以最亮部分作为曝光标准，不加补助光，然后进行拍摄。用自制

照相机拍黑像时，最好选在清晨或傍晚光线不是很强的时刻，用小光圈拍摄，使影像感光不足，这样容易获得较好的效果。

运用逆光摄影时，还要注意不让太阳光直接射入镜头，为此，最好在镜头上加一个遮光罩，或者站在阴影处拍摄。



查 线
图 3-7 黑 像

4. 顶光 指中午太阳当头的光线。顶光使人眼窝等处产生阴影，显得消瘦、难看，一般不宜用作摄影的光线。

5. 散射光 散射光是指从四面八方反射来的光线，例如阴天的光线就是。散射光照射下的物体缺乏明显的阴影，一般不宜摄影。但是在散射光较强的情况下，例如云层比较薄的阴天，有时也有特别明亮的一面。这种散射光色调柔和，利用得好，仍有可能拍摄出较好的照片。

上面谈的各类光线，只是大概的分一下，实际上光线千变万化，只有在不断的实践中去细心体会，才能更好地了解它，掌握它，运用它。

二、室内自然光的运用

室内自然光线主要是通过门窗投射进来的光线，其次是墙壁等的反射光。光线的方向基本上是固定的。随着门窗的多少和方位的不同，投射进来的光线有一个或几个方向。如能灵活运用几个方向的光线，可以帮助造型。通常被摄物应

靠近一个窗口,作为主要光线,其他方向的光线作为辅助光。被摄物离窗口越近,光线越亮,照片反差(即黑白差异程度)越大。

室内自然光,要比室外弱得多。自制照相机由于光圈比较小,曝光时间又不可



收发报小组在活动(逆光)

图 3-8 室内摄影

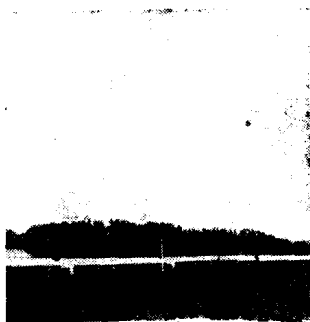
能很慢,因此只有室内光线特别明亮的时候,才能进行室内摄影(图 3-8)。如果室内光线不是很好,可以用 B 门拍摄。用 B 门拍摄要把照相机放在桌、凳上固定起来,被摄物体也不能

动,按下快门,立即松手,掌握得好,也可以拍出较好的照片来。

三、滤色镜的运用

在室外摄影活动时,常常要用到滤色镜。滤色镜的作用是能滤去(吸收)一部分色光。比如说拍摄天空云彩,如果不加滤色镜,由于天空是蓝色,对胶卷感光力很强,和白云差不多,这样拍出来的照片就分不出天和云(如图 3-9a)。加了黄色滤色镜以后,由于黄滤色镜能够吸收一部分蓝色光线,使得白云的光线比蓝天强,因而一朵朵云彩在照片上就显出来了(如图 3-9b)。

有些颜色的滤色镜,如红色、绿色可以用来改变原来景物的色调。如加用红滤色镜拍照,紫、蓝、青色光线全部被吸收,本来是明亮的晴天,拍出来的照片会变成了阴天,甚至可能成为乌云密布的暴风雨天气或夜景(图 3-9c)。当然,除非是特



a 未加滤色镜



b 加黄滤色镜



c 加浅红滤色镜

图 3-9 滤色镜的作用

殊造型的需要,一般都是不用的。

中黄色的滤色镜对分色、全色胶卷都适用,拍出来的照片色调比较正确,云彩清晰显目,一般还能增加影象反差,所以对我们初学者来说,自制一个中黄色的滤色镜就可以了。

加上滤色镜以后,由于某些光线被吸收了一部分,光线的亮度要减弱一些,所以要在光线比较强的情况下使用,也可在使用时加大光圈,或略延长曝光时间。

第三节 取景构图

同运用光线一样,取景构图也是创作摄影艺术作品的重

要一环，它们都是为突出主题服务的。关于怎样取景构图的问题，最主要的也是要到实践中去细心体会；同时，多观摩一些优秀的摄影作品，对我们也有很大的启发。下面讲一些最基本的取景构图知识，供大家参考。

1. 主体和陪体 主体就是拍摄的主要对象，在画面上占有主要地位。多数情况下，主体不宜放在画面的正中间，这样会给人呆板的感觉，而应略为偏一些。一张照片上不应并列两个同等地位的主体。

陪体是帮助表现主题的。有了陪体的烘托，画面的主题就会更加生动、更加富有生活气息。陪体可以是一个，也可以是几个。陪体不能强于主体。陪体的形式是多种多样的，可以是人，也可以是物，有时背景也可算为陪体。

为了突出主体，选用的背景色调应和主体协调，以便把主体衬托得更清楚些。背景不要太乱、太复杂。人物不要太靠近背景，特别是不要让背景破坏了人物的形象，如树从人背后长出来，地平线横过了人的脖子等。



人民英雄永垂不朽(仰拍)

图 3-10a

2. 前景、中景、远景 根据被摄物的远近距离不同，照片中的画面可分为前景（或近景）、中景、远景。前景深而鲜明，远景淡而模糊。前景、中景和远景配合得好，可以增加照片的空间感和立体感，并能烘托环境气氛和人物活动的时间、地点。画面的主体一般都应作为前景或中景来表现。

3. 仰拍、平拍、俯拍 根据摄

影时拍摄角度的不同,可分为仰拍、平拍、俯拍(图 3-10)。



发展体育运动 增强人民体质(平拍)

又一条新建街道(俯拍)

图 3-10b,c

仰拍即从下向上拍,常用于拍摄高大的建筑物。照片地平线很低,常以天空为背景,使主体给人以雄伟、巍峨的感觉(如图 3-10a)。

平拍镜头角度平视,地平线在照片的中间上下,最接近于人的看物习惯,在摄影中最常用(图 3-10b)。

俯拍即从上向下拍,给人以登高远望和鸟瞰的感觉。地平线很高,常用于拍摄广阔地面上的景物(图 3-10c)。



颐和园知春亭(横幅)

图 3-11a



郑州二七大罢工纪念塔(竖幅)

图 3-11b

4. 横幅、竖幅 横幅和竖幅是指照片幅面说的。照片的横长大于高度叫横幅；反之叫竖幅。

以横线条为主的物体，一般应采取横幅拍摄，这样可表现出它的宽广（如图 3-11a）。以竖线条为主的高大物体，一般应采取竖幅拍摄，这样可显出它的高大（如图 3-11b）。如果底片幅面是正方形的，可在印时或放大时改为横幅或竖幅。

5. 动向和平衡 有些照片，如拍摄车辆、行人等，要在它们的前进方向上留出空隙，以表现动向，不然，会给人以停顿的感觉。有些物体虽然不动，如高大的建筑物，前面也应留出适当的空隙，不然也会使人看了有不舒服的感觉。

照片还应该给人以平衡的感觉。首先，被摄物本身应是平衡稳定的。物体本身不平衡，一是垂直线条没有拍正；二是水

平线斜了。这主要是拍摄角度或构图不适当造成的。

其次，画面各物体的位置安排应是平衡的。就是说，不要把被摄物体都集中在一边，而另一边却是空白的，这样会给人以重心不稳、失去平衡的感觉。因此，常常可以在画面空缺的地方拍进一些其他景物，使照片画面有疏有密，有前有后，既平衡，又活泼。要注意，平衡性并不是要求象天平一样左右上下完全对称，一半对一半，那样也会使得照片呆板无力的。

6. 正面构图和侧面构图 拍摄一个物体，可以是正对着被摄物拍，叫正面构图；也可以从侧面拍，叫侧面构图。

完全正面构图，往往会使得照片平板，缺乏立体感。但在有些场合，采用正面构图却能给人以庄重的感觉，并能表现物体正面的全貌。例如，在雄伟的天安门前面摄影留念，摄影同志就往往采用正面构图。

侧面构图，立体感强，可表现出物体的长宽高和空间位置来。且拍摄点也丰富，构图可以变化多样，生动引人。

7. 构图方法 初学摄影时，由于缺乏经验，不宜由视觉直接构图，而应通过取景器来判定拍摄的内容、范围和角度。有时，由于取景器方框太小，用来选取题材、安排构图还感到困难，这时可以用一块硬纸板，中间开一个和底片长宽比例相同的方孔，并把纸板染黑，摄影时先用它来构图，就有把握一些。还可以用两只手的拇指和食指，搭成一个长方孔来构图。

第四章 冲洗和印放

冲洗胶卷和印放照片,也是摄影活动的重要组成部分。前面介绍过印相机和放大机的制作方法,这一章向大家介绍在很简陋的条件下,怎样进行冲洗和印放的暗室基本操作方法。

第一节 怎样冲洗胶卷

一、冲洗原理和冲洗药品

前面说过,胶卷之所以能够感光,是因为上面涂有一层药膜。药膜中的感光物质主要是极其细小的溴化银颗粒。拍照时,物体的反射光线通过镜头射到胶卷的药膜上,部分溴化银颗粒即感光发生化学变化,结成影像。不过上述变化人眼是看不出来的,所以摄影技术中把这种说不出的影像叫做潜影。要想把这种潜影显现出来,需要用显影药液,使已感光的溴化银颗粒中的银与溴脱离,并还原成黑色的银粒,这时,影像就可以看出来了。然后,再经过定影药液的作用,把胶卷上未感光的溴化银颗粒全部除去,用清水漂洗干净,晾干,就成了可以用来印放照片的底片了。

显影药液和定影药液可以按配方自己配制,也可以购买已经配好了的显影药粉和定影药粉来用。如果不是经常冲洗,一般以购买现成的药粉比较方便,也易于保存。

常用的显影粉有标准显影粉和 D-72 通用显影粉(胶卷、印相纸都可以用),以及 D-76 微粒显影粉(只能用于胶卷)

等。

定影大多用酸性定影粉，它的主要成分是大苏打，适用于各种胶卷和印相纸的定影。

冲洗胶卷必须在完全不透光的暗室里进行。

二、冲洗胶卷的方法和步骤

1. 准备工作 按买来药粉上的说明配好显影液和定影液。由于显影液很容易在空气中氧化而失效，因此要按实际需要决定配制量。药液的温度应在摄氏 18~20 度左右，太冷（或太热），可以用大一些的盆，里面倒上点热水（或冷水），把盛有显影液或定影液的碗盆放在里面调温（如图 4-1）。

显影液的温度、浓度对胶卷是有影响的。在显影液里，起显影作用的主要是米吐尔和几奴尼，其他药品起促进、保护、抑制等作用。米吐尔是急性显影剂，显影快，受低温影响不大，显出的

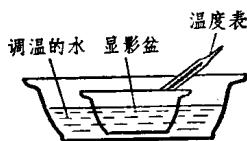


图 4-1 调温方法

影像反差小。而几奴尼相反，是缓性显影剂，显影慢，受温度影响大，要在摄氏 10 度以上才起作用，显出的影像反差大。这两种显影剂起互相补偿的作用。当药液温度低于摄氏 10 度时，几奴尼不起作用，影像反差小。当温度过高时，因显影太快，几奴尼来不及起作用，影像反差也小。所以以摄氏 18~20 度的标准温度为最好。

药水不宜过浓或过淡。过浓强光部分显影快，反差大。过淡强光部分显影弱、反差小。不过，利用这一点有时可以有意提高或减弱底片的反差。

再准备一盆清水。冲洗胶卷用的水要干净，用的碗盆要

洗净,不能有油污。在暗室里要按显影液、清水、定影液的顺序放置,以免搞错。

检查暗室有没有漏光的地方。冲洗胶卷对暗室的要求十分严格,在暗室里要完全看不见东西才行。检查时要在暗室里仔细观察数分钟。如果没有暗室,冲洗的工作可以在晚上进行,不过也还是应该把房间的门窗用黑布(黑纸)遮起来,不让室外的光线漏进来。暗室还应该保持清洁。

如果是冲洗全色胶卷,要准备一个手电筒,电筒头上包四、五层绿纸,使只能发出微弱的绿光,以便在冲洗过程中进行观察。如果是冲洗分色胶卷,暗室里可以开红灯。

修剪指甲,洗净双手。

2. 显影 在暗室里取出已拍好的胶卷,在清水里先过一下。过清水时,胶卷应从一头慢慢卷入水里(不要一下子都放进去,那样胶卷容易粘在一起)。过清水有两个作用:一是显影时不容易产生气泡,使显影比较均匀。二是胶卷进入显影液时已经浸湿,这样显影结束后,不会因为胶卷带走显影液而明显减少药液量。清水也可以不过,胶卷直接放入显影液里(注意,千万别错放到定影液里去)。

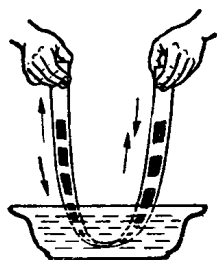


图 4-2 盆中显影方法

胶卷很长,盛显影液的碗或盆一般又比较小,如何冲洗呢?可以有两个办法:一是两只手分别拿住胶卷的两个头,在显影液里一上一下来回拉动(如图 4-2)。二是把胶卷仍旧卷起来,一只手卡着胶卷的边缘,另一只手重新倒卷胶卷,让胶卷从显影液里通

过。从这只手倒卷到那只手,再从那只手倒卷到这只手,这样来回地卷。胶卷经药水的浸泡,会逐渐伸展开来,因此卷的圈也要随之增大,不要卷得太紧。卷的时候动作要均匀,尽量使整个胶卷浸在药水中的时间差不多。

专业人员都用专门的显影罐来冲洗,这里就不再介绍了。

应显影到什么时候呢?也可以有两个办法:

一是定时显影。在买来的显影粉说明书上,都已注明在多少溶水里和温度下,应显影多长时间。通常标准显影时间是4~6分钟。如果显影液完全是照标准配的,就可以采用定时显影办法,由暗室外的人帮你看时间,时间一到即把胶卷从显影液里拿出来。一般地说,显影时间短,影像反差小;显影时间长,反差大。过长或过短都影响底片的质量。

二是观察显影。即在显影了二、三分钟以后,用微弱的绿光(全色胶卷)观察一下显影的情况(分色胶卷可以在暗红的灯光下显影,观察和操作比较方便)。如果胶卷的感光部分和未感光部分(即两张底片之间的空隙)黑白分明,底片上的影像隐约可见,厚薄密度(变黑程度)适中就可以了。显影不足会使底片薄而透明;显影过度会使底片过于厚密,都影响底片质量。

以上两种方法常常结合起来使用。冲洗全色胶卷观察时要特别注意,绿光必须十分暗弱,而且胶卷离灯不可太近,观察时间不要过长,次数不要太多,不观察时应将绿灯关闭掉,不然全色胶卷对绿灯也会感光的。

胶卷经过显影液的浸泡,药膜膨胀而且松软,因此操作时要十分当心,手特别是指甲不能触及胶面,用的盆或碗也要光滑,不然的话,损伤了底片,就无法挽救了。

3. 定影 显影结束以后，先把胶卷放到清水里漂洗一下，同时洗净双手。这是为了避免把显影液带入定影液，使定影液变质。然后把胶卷放入定影液里，操作的方法和显影相同。

一般定影 2~3 分钟以后，胶卷就不怕光线了，可以打开电灯或拿到暗室外来观察。观察后继续定影，到胶卷上未感光部分的乳白色完全消失，变成透明，然后再延长一倍时间，就可以停止定影。总的定影时间约 15 分钟。

4. 冲洗 定影结束以后，把胶卷拿到流动的清水中冲洗 20~30 分钟。如果用静水漂洗，时间要延长，并且要多换几次清水。这步工作虽然简单，但切不可轻视。胶卷上沾的定影液如果没有冲洗干净，底片不久就会变质发黄。

5. 晾干 把已冲洗干净的胶卷，用夹子夹住胶卷的头部，挂在清洁通风处晾干。冲洗胶卷的过程就完了。

另外，用剩的药水要及时用瓶子装好盖密（尽量装满），以免氧化失效。显影液怕光，盛显影液要用棕色的瓶子，或在一般瓶子外面包上黑纸或红纸。药液要放在阴凉黑暗的地方。

第二节 怎样印放照片

印照片和放大照片的步骤，同冲洗胶卷相比，多了一步曝光，即：曝光——显影——定影——冲洗——晾干（上光）——照片。另外，印照片和放大照片都是利用透过底片的光线，使印相纸或放大纸感光，这是它们的共同点。不同的地方是：印相片是将印相纸直接覆盖在底片上，印出来的照片和底片大小完全一样（这叫做接触印相法）；而放大则是利用扩大的投影，使放大纸感光，因而可以放出比底片大的照片。

一、印照片的方法

1. 印相纸 印相纸一般分为 1~4 号或 1~5 号(也有分为 1~3 号、1~7 号的), 不同的代号反映了相纸的不同软硬性能。一般是号数小, 性能软; 号数大, 性能硬。性能软的相纸, 适用于反差大的底片; 性能硬的相纸, 适用于反差小的底片; 中性的相纸, 适用于反差中等的底片。这样, 相纸同底片适当配合, 就可以印出反差良好的照片。例如图 4-3 的照片, 原底片是在强光下拍摄的, 反差比较大。用性能软的相纸印, 照片反差柔和(左图); 用性能硬的相纸印, 照片反差就太大了(右图)。



a 用 1 号、2 号相纸印, 反差较柔和



b 用 4 号相纸印, 反差太大

“我喜欢解放军叔叔!”

图 4-3 底片反差大, 要用软的相纸印

印相纸也怕光, 所以买来的相纸都是用黑纸或红纸包装好的, 不能在日光下打开看, 只有在暗室红灯下才能打开。

2. 印照片前的准备工作 准备好暗室。对暗室的要求

不象冲洗胶卷那样严格，一般的房间，到了晚上就可以用来印照片。印照片的工作可在红灯下进行。

配显影液和定影液。药液的浓度应比冲洗胶卷用的淡一些(也可以一样)。仍按显影液、清水、定影液的顺序放好。还要准备两双筷子或夹子。

洗净双手，裁剪相纸。裁相纸时要注意，不要让刀和手触及相纸药膜面。

3. 曝光 曝光用第二章介绍的印相机(曝光箱)作为工具。曝光方法在第二章已作了简单的介绍。这里再补充几点：

第一，如果没有印相机，能不能进行曝光工作？能。只要房间里有一盏电灯，就可以进行。方法是：

在灯泡上包上两层红纸(或红塑料薄膜)。因为这只灯泡是要作为红灯照明和白灯曝光两用的，所以包的时候，应在灯的下方留出一个不大的圆孔洞，让白光能从孔洞里照射出来。同时，灯应放得低一点，使得白光只能照着一个不大的范围，而红光却能照见桌子上的显影液。如果用的是台灯，那末透白光的小圆孔洞可以朝上，再另盖一块红纸。曝光时把红纸拿掉，曝光完了后再盖上。

找一块没有伤痕的清洁的玻璃，用黑纸或红纸剪一个纸框贴在上面，纸框中间的方孔大小要和印的底片一样。

把要印的底片有药膜一面向上放在黑纸框上。再把裁剪好的小块相纸药膜面朝下盖在底片上，即相纸的药膜面和底片的药膜面贴在一起。判别药膜面的方法是：底片不太反光的一面为药膜面(另一面和玻璃一样反光)。相纸反光的一面为药膜面(另一面和普通纸一样不反光)。

再用一个小本子，压在相纸上，如图 4-4。

用双手夹住玻璃和小本子（要夹紧，拿稳，不要错动），把玻璃的一面对着灯光，让纸框里的底片全部被白光照到。同时用数数字的办法，来记录曝光时间。

在农村，也可以用手电筒曝光。手电筒最好备两个，一个头部包上红纸当照明灯用；另一个不包，作白灯曝光用。曝光时要注意光线均匀，最好办法是把电筒头上的反射镜拿掉。

如果有暗室，还可以在白天利用日光曝光。方法是在暗室的窗口留一个小孔，利用从小孔透射进来的白光，对夹好底片的相纸进行曝光。不用时把小孔挡上。再在另一个位置留一个大一点的孔，孔上贴一张红纸，作为观察显影情况用。

以上这种简单曝光方法效果同印相机一样，只是不大方便。所以要印较多的照片，最好还是自己制作一只简便的曝光箱。

第二，曝光时间应多久呢？这要经过一、二张的试验才能确定。方法是：先估计一个数，例如数到 6 停止曝光，进行显影。如果发现影像显现速度很快，但一会儿整张照片就发灰变黑了，这是曝光过度的表现（图 4-5a）。可以再印一张数到 2 停止曝光，这时显影影像可能显现较慢，只见阴暗部分影

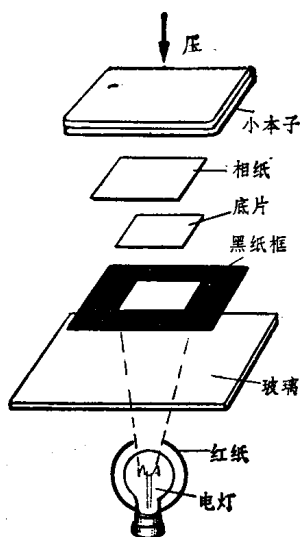


图 4-4 简易印相法



a 曝光过度



b 曝光正常



c 曝光不足

图 4-5 曝光时间的测定

像,而强光部分失去影纹层次,反差大。这是曝光不足的表现(图4-5c)。通过这两次试验,就可以确定可能是数到3或4停止曝光是正好的(图4-5b)。

一张底片的曝光时间大致确定以后,其他底片的曝光时间就可以参考这张底片,根据底片的反差大小(厚薄)确定。

4. 显影 每曝光完一张照片以后,就放入显影液里进行显影。显影时不要把照片平放进显影液里,而应夹住照片的一个角,倾斜地推进显影液中去,使药液浸没整张照片。经过约1分来钟,影像就慢慢显出来了。

要注意的是:不要同时显影很多张照片。浸在显影液里的照片要时时翻动。另外,在暗室里红灯下看照片,要比光亮处显得深暗,所以看到了明显的影像之后不要急于停止显影,而要等到看上去照片的颜色比较深的时候,才从显影液里夹出来。

5. 定影 将已显影好的照片用筷子夹起,抖掉药水,放在清水中漂洗一下,立即放在定影液中。照片要整张浸没,否则露出部分会发灰变黑。伸入定影液的筷子要和伸入显影液的筷子分开,以免损坏药液。定影时间一般为15分钟,稍长一点也没有关系。

6. 冲洗 定影结束以后,把照片一起放到流动的清水中冲洗20~30分钟。如果用静水漂洗,时间要延长,水也要多换几次。照片上的定影液冲洗不够干净,时间一久,照片就会发黄变质。

7. 晾干 照片的晾干,习惯上称为上光。专业摄影者都有专门的上光机。我们只要把冲洗好的照片贴在玻璃上晾干,也可以起到上光效果,得到光亮平整的照片。

玻璃在贴上照片以前，一定要擦洗得非常干净(可以用去污粉、汽油或酒精擦)，否则贴上去的照片，干燥后会揭不下来。万一产生这种情况，不能硬揭，可用清水泡透后再慢慢地揭下来，不然照片就废了。

贴照片的时候，要把照片正面贴到玻璃上，并一一压紧，用能吸收水分的纸吸去水分，使照片和玻璃之间不留气泡和间隙，这样，照片干透后就会自动从玻璃上脱落下来，得到光亮悦目的照片。玻璃用的次数越多，效果越好。

上光用于光面相纸。对于绒面或绸纹相纸，不用上光，只要把照片正面向上，摊放在报纸上晾干即可。

照片干后再修整一下四边，印相的全部工作就完成了。

二、放大照片的方法

放大照片的方法、步骤与印照片基本相同，因此，下面只要把它们的不同地方和应该注意的地方说一说，就可以了。

1. 放大纸 放大照片要用放大纸或印放两用纸。放大纸同印相纸的主要区别，是放大纸感光能力要比印相纸强得多。所以，放大照片对暗室的要求也比印照片高，房间里不能有明显的白光。在放大过程中，不用的放大纸要随时包好。

放大纸的代号与印相纸相似，选用原则也一样。

放大照片也可用红灯照明。

2. 使用放大机的步骤：

接通电源，放大光圈，使投射到影屏板上的光线亮而且均匀。

检查散热孔、夹板等是否漏光？如有漏光地方，用红纸或黑纸挡没。

把夹底片的玻璃擦洗干净。夹好底片，插入底片夹板里。

底片的药膜面应当朝下，对着影屏板。这时就可在影屏板上看到放大的影像。移动玻璃，使影像尽量处在光线的中心位置。这样影像光线均匀，像差可以减小。

调焦：找一张旧的大照片，背面朝上放在影屏板上，作为调焦基准。上下移动放大机上的撑架，调节影像到所需要的大小（撑架向上移影像大，反之影像小）。上下移动托机架上的活动板，改变镜头到底片的距离，使影像比较清楚，这是粗调。再转动照相机上镜头，使它外伸或内缩，进行更细致的调节，直到影像最清晰时为止。

调焦这一步很重要，只有焦点调得很准确，放大出来的照片才是清晰的。

还要着重指出的是，放大照片的目的不仅仅在于放大，更重要的是剪裁照片，使主题更加突出。因此，在调焦时，可以只选照片中的某一部分，重新安排画面的构图。

曝光：缩小光圈（也可以不缩小），使影像更清晰。把红镜转到镜头前面，使投到影屏板上的光线变成红光。拿走旧照片，把已剪裁好的放大纸在红光下准确地放到影像的构图位置上。放大纸的四边用压板压住。移开红镜，对放大纸进行曝光。曝光时间长短同灯泡、光圈、幅面大小以及所用放大纸等有关。一般用 100 瓦普通灯泡、大光圈、2 号放大纸时，为 2 分钟左右。准确的曝光时间，要通过试样测定，方法如下：

准备一个钟表。剪一小条放大纸作试样。在调好焦以后，把试样放到影屏板的红光影像上。挪开红镜，记下时间，对试样进行曝光。在曝光一分钟以后，用黑纸遮盖全张试样的三分之一；经过二分钟以后，再遮去全张试样的三分之一；经过三分钟以后停止曝光。将曝光以后的试样进行显影、定



图 4-6 放大曝光试样
(上格一分钟、中格二分钟、下格三分钟)

影,根据显影出来的情况,分析、判断多少曝光时间为最好。如图 4-6,分析后可知以采用曝光 2 分钟,较为适宜。确定了曝光时间,就可以对大张的放大纸进行曝光。对其他的底片放大,可以这张试样为参考,根据底片的反差厚薄以及灯泡到放大纸的距离远近等情况,进行调整。

在曝光过程中,应注意不要碰到放大机和工作台,以避免因为振动而造成照片模糊。

三、印放工艺

上面谈的是印照片和放大照片的基本方法。在摄影创作活动中还常常要用到一些印放的工艺技术,下面作一些简单的介绍。

1. 背景的白化或黑化 例如图 4-7 是一个塑像,原拍有背景,曝光时用黑纸挡住背景,只让头像露出曝光。这叫背景的白化。还有背景的黑化,方法是曝光以后,用一块与头形相同的黑纸遮住头部,使背景继续曝光。要注意的是用黑纸遮



图 4-7 背景白化

住头部时位置要对准,因此要在事先设法做好记号。

在放大照片时也可以使人像的背景白化或黑化。白化的方法是用中间开有椭圆孔或头形孔的黑纸放在镜头下面,遮去人像四周,让从放大机射出来的光线只从椭圆孔或头形孔中通过,投影到放大纸上。这样,洗出来的便是四周是白的照片。这种方法常用于放大虚光头像照片。这种头像照片的特点是背景影像会随着头形边缘逐渐消失,如图4-8。



图 4-8 虚光放大头像

用放大机进行头像背景黑化工作时,只要按通常情况曝光之后,用头形板或椭圆形板放在镜头下面,挡去中间部分光线,使四周再度曝光,就可以得到四周都是黑色的照片。

2. 局部控制曝光 有的底片曝光不匀,或者为了增强照

片效果,常需要局部控制曝光,使某一部分的感光量增加或者减少。方法是用白纸按底片需要增加(或减少)感光量的位置、形状,剪出孔洞,衬在印相玻璃的下面,并同底片对准,然后进行曝光。

放大时,局部控制曝光的方法是利用手或遮挡工具去遮挡光线。例如,强光部分底片过厚,可以用手把其他部分光线挡一会儿,让这部分多曝光一些时间;相反弱光部分底片薄,也可用手遮挡这部分光线,减少曝光时间。

遮挡工具可以用黑纸中间剪一个一定形状的小孔做成;也可以剪一块一定形状的黑纸,粘在一根细铁丝(作把手)上做成。形状可按底片曝光控制需要来定,也可以剪成一般通用的椭圆形。遮挡时,手或工具都要上下左右稍稍移动,以免出现遮挡的明显痕迹。

3. 套印 即把甲乙两张底片的部分景物套印在同一张照片上。方法是用一张黑纸按套印区域刻出相应形状,分两次进行局部遮挡曝光。套印的关键是边缘接壤线要对准。

套印的办法常用于补景,使照片更富有生活气息。

[G e n e r a l I n f o r m a t i o n]

书名=自制照相机

作者=海云

页数=112

SS号=10774992

出版日期=1979年06月第1版

目录
目录

第一章	自制照相机
第一节	针孔照相机
第二节	1 2 0 简单照相机
第三节	1 2 7 照相机
第四节	1 3 5 照相机
第五节	组合透镜镜头
第六节	垂直取景器和备附件
第二章	自制印相机和放大机
第一节	印相机
第二节	放大机
第三章	摄影基本知识
第一节	胶卷
第二节	自然光的运用
第三节	取景构图
第四章	冲洗和印放
第一节	怎样冲洗胶卷
第二节	怎样印放照片