

暗房技术 黑白部分

谢金如 许莉珍著

永恒的色调

令你穷毕生之力而

求索

高超的技术

646

创作的

春秋出版社

1989

71-646
XJR
C-1

暗房技术

谢金如 许莉珍 著

春秋出版社

1988年·北京

目 录

一、感光材料.....	1
(一)感光片的分类.....	1
(二)感光片的结构.....	3
(三)感光片的照相性能.....	4
(四)感光纸.....	10
(五)感光材料的保存.....	13
二、胶卷显影.....	15
(一)显影理论.....	15
(二)显影液的主要药剂.....	16
(三)显影液的其它药剂.....	20
(四)显影要素.....	23
(五)显影方法.....	27
(六)停显和定影.....	29
(七)完成工艺.....	32
三、印相.....	35
(一)印相机.....	35
(二)印相技术.....	37
(三)印相技巧.....	44
(四)印相操作.....	46
(五)印相显影技术.....	46
(六)印相定影.....	51

(七)印相完成·····	51
四、放大技术·····	54
(一)放大原理·····	54
(二)放大机·····	57
(三)放大操作·····	64
(四)识别底片的放大投影·····	68
(五)选择放大纸和确定曝光时间·····	70
五、放大技巧·····	73
(一)放大遮挡·····	73
(二)加云放大·····	75
(三)叠放·····	77
(四)合成放大·····	79
(五)接片放大·····	84
(六)虚光和柔光放大·····	85
(七)浮雕照片·····	86
(八)矫正变形·····	87
(九)中途曝光·····	88
(十)色调分离·····	90
(十一)旋转放大·····	91
六、特殊照片的制作·····	93
(一)艺术照片的制作·····	93
(二)高调与低调照片的制作·····	93
(三)巨幅照片的制作·····	99
(四)展览照片的制作·····	100
(五)急用照片的制作·····	102

一、感光材料

感光材料是把一种具有灵敏感光特性的感光乳剂，涂布于支持体而制成的照相材料，它能把照相机所拍摄物体的影像记录下来，以黑白影调反映被摄物表面亮度等级，这种感光材料称黑白感光材料。

(一)感光片的分类

1. 感光片从用途上分为：

① 民用片：一般常用的120、126、135胶卷以及各种规格的散页负片等，

② 军用片：包括航空片和红外线片等等。

③ 医用片、包括X光片和胃镜片等等。

④ 电影片：包括电影底片、电影正片、电影中间片，声带片、幻灯片等等。

⑤ 特殊用片：如印刷干板，超微粒干板等等。

2. 从感光性能上来区别：

可分为对基本粒子射线敏感核子照相材料；对紫外线敏感的紫外线照相材料；对可见光敏感的常用照相材料；对红外线敏感的红外线照相材料。在可见光范围内，又可分为色盲片、分色片和全色片。色盲片只对蓝紫光敏感，对其他色光感受比较迟钝或不感受。在冲洗时，暗房可用红色安全

灯。分色片，除了感受蓝紫光外，对绿、黄色感受力也强。在冲洗时，暗房可用深红色安全灯。全色片，人眼能看到的色光都能感受，唯有对绿色较迟钝，在冲洗时，暗房可用深橄榄绿安全灯。

3. 以感光度来分类：

一般可分为低感片ISO 100/21°以下，中感片ISO 100/21.~400/27°之间。高感片ISO 400/27°以上。根据拍摄对象和拍摄条件的不同要求，可选择不同类型的感光材料，以达到最经济和最良好的拍摄效果。一般拍摄常常选用ISO 100/21°全色片。

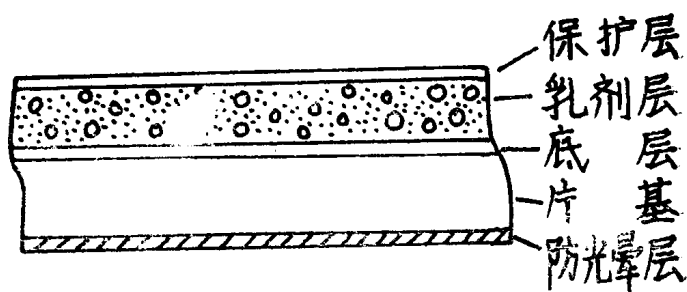


图1 胶卷的基本结构

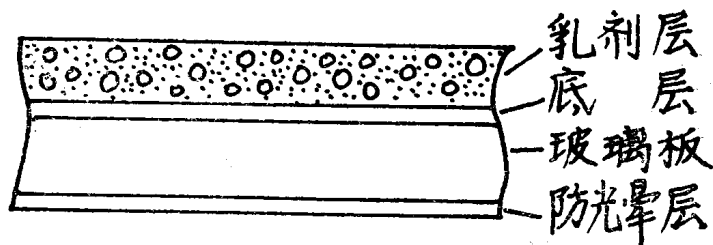


图2 照相干板的基本结构

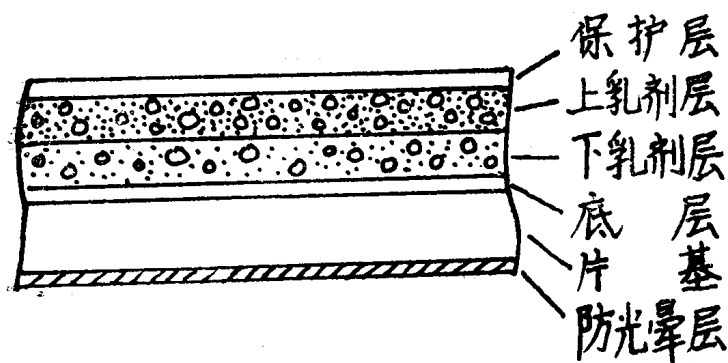


图3 黑白电影底片的基本结构

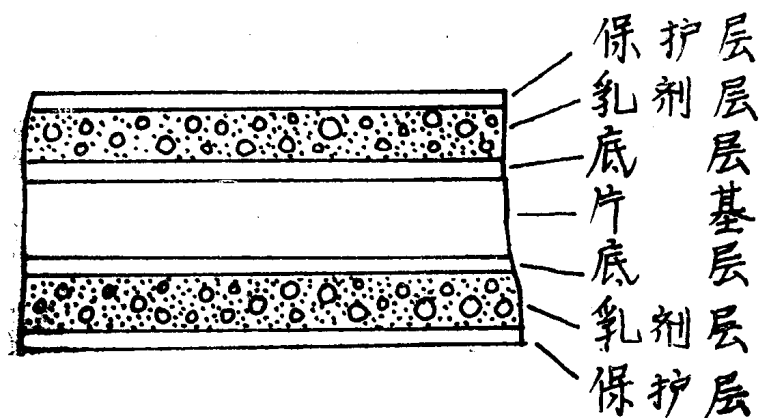


图4 X光片的基本结构

(二)感光片的结构

感光片的基本结构如图1、图2、图3、图4。

从图中可以看出，感光片主要由保护层，乳剂层，结合

层，支持体(片基)和防光晕层组成，它们所起的作用是：

① 保护层：⁽⁴⁾感光片最上面一层，其作用是防止和减轻在生产过程和冲洗操作时产生的静电现象和机械划伤。

② 乳剂层：是决定感光片性能的主要组成部分，是产生感光能力的基本结构。

③ 底层：也叫结合层，其作用是增加乳剂层对片基的依附能力，同时也能起到一定的防止慢射光的作用。

④ 片基：感光乳剂层的支持体，曾先后用过玻璃片、硝酸纤维素酯，三醋酸纤维素酯，涤纶片基等等。由于玻璃片基体积大，容易破碎等缺点，除少数特殊用途外已不采用。硝酸纤维素酯片基也因易燃烧，被三醋酸纤维素酯安全片基所代替，涤纶片基是最新发展起来的片基，近来我国也开始采用。

⑤ 防光晕层：被摄物体中常常有强烈的光线部分，这些强光除了能使感光片的乳剂层产生感光现象外，还能射透乳剂达到片基上。由于片基的反射作用，常会使这部分的强光再反射到感光乳剂层上，引起感光，这种反射现象严重影响了影像的清晰。为了避免这种现象，在感光片片基的背后涂上一层防光晕层。分色片多数涂红色，全色片有绿色、蓝色等。

(三)感光片的照相性能

感光材料和其他材料一样都有其特点，主要包括密度、反差与反差系数、感光度、宽容度、颗粒度、解像力和清晰度等。

1. 密度

密度也叫黑度，它是用来表明感光片中的银盐，经曝光及冲洗后还原变黑的程度，也就是银粒在底片上的堆积程度。

感光片在曝光后，随着曝光量的不同，显影时产生银的数量也不同，感光片曝光多，还原金属银就多，在底片上堆积的银粒也多，透明度小，黑度大这称之为密度大；感光片曝光少，还原金属银较少，在底片上的堆积就少，透明度高，呈浅灰色，这称之为密度小。

一张底片的密度主要有这几个密度等级组成：大密度：在底片上感光最多的部位（即被摄体最亮的部位），金属银还原最多，密度的数值也最大。小密度：在底片上感光最少的部位（即被摄体最暗的部位），金属银还原最少，密度的数值最小。灰雾度：底片上未感光部位在显影加工后也会有部分的金属银还原出来，形成一定密度，这种密度称为灰雾度。

底片密度的大小和感光片的性能，曝光多少及冲洗加工的条件密切相关，决定底片密度主要因素是摄影的曝光量。对某一种感光片来说都有它自己的最大密度值，即拍摄的曝光量和冲洗条件到了一定高度。底片的密度值升到某一最大值时，再也不继续升高了。这个密度称为最大密度。

2. 反差与反差系数

被摄物的明暗差别叫反差，在摄影上表明反差约有三类：

- ① 景物亮度差：外界景物最高和最低亮度的差别。
- ② 底片密度差：底片上最大密度和最小密度的差别。
- ③ 照片影调差：照片上最深影调和最浅影调的差别。

反差大小除了受被摄景物亮度差影响外，还与镜头性能、感光片性能、曝光多少、滤色镜种类、冲洗条件（包括显影配方、显影温度、显影时间、显影搅动），以及放大照片时，放大机的性能和选用放大纸等等有关，这些都会改变影像的反差。

“反差系数”也称“格玛”，用 γ 表示，它是感光材料能否把被摄物的反差准确地反映出来的主要技术指标。如果底片的反差比被摄物体的反差小，那么格玛值就低于1，若底片反差和被摄物体的反差一样，那么格玛值就等于1。底片反差大于被摄物体反差即格玛高于1。

$$\text{反差系数}(\gamma) = \frac{\text{影像反差}}{\text{被摄物的反差}}$$

用曝光仪和密度计可以测定感光片的主要技术性能，常用感光特性曲线来表示，虽然不同感光材料其特性曲线形状在座标上的位置各不相同，但特性曲线在座标上可明显分成四个部分。见图5：

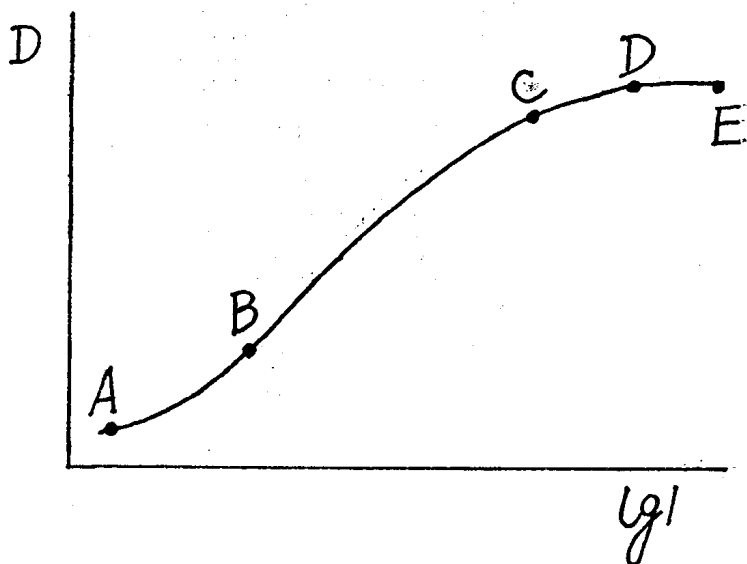


图5 感光特性曲线

① 趾部：A—B 线段是曝光不足部分，曝光量对数的增加和所引起密度增加不成正比例，曝光量增加很多，但密度

却增加很少，摄影时必须使这一部分不成比例地压缩。A点为灰雾度。用 D_0 表示。

② 直线部分：B—C 线段是曝光正确部分，曝光量对数和密度增长成正比例，摄影时利用曲线的这一部分，可将原来光学影像的明暗层次按比例记录下来。

③ 肩部：C—D 线段是曝光过度部分，曝光量对数和密度不按比例增长，也就是曝光量增加，而密度却增加不多，摄影时明暗层次遭到很大损失。D点为最大密度，用 $D_{\max}$ 表示。

④ 反转部分：D—E 线段随着曝光量对数增加，密度非但不上升，反而下降，使特性曲线向下弯曲称为反转部分，这是感光测定中的一种特殊现象。

3. 感光度

这是感光材料对光敏感的程度，为达到一定密度所需曝光量越少、其胶片的感光度越高，所需曝光量越多，其胶片感光度越低，即感光度同曝光量成反比关系。

$$S = \frac{K}{H}$$

S：感光度。

K：常数。

H：表示在一定显影条件下达到一定密度值所需要的曝光量。

我们常用的感光材料的感光度都由生产厂家标注在外包装上。

当前，国际上对感光度的标度方法如下：我国采用 GB 和德国采用“定制”(DiN)相同。“定”制是用对数值表示，每差 3 定，感光度差一倍，例如 24 定比 21 定感光度高一倍。美

国标准协会感光度采用 ASA, 苏联国家标准采用 ГОСТ, 它们之间的大致换算关系见下表:

中国	美国	德国	苏联	日本	ISO
11	10	11	10	10	10/11
12	12	12	12	13	12/12
13	16	13	16	16	16/13
14	20	14	20	20	20/14
15	25	15	24	26	25/15
16	32	16	32	32	32/16
17	40	17	40	40	40/17
18	50	18	50	50	50/18
19	64	19	65	64	64/19
20	80	20	80	80	80/20
21	100	21	100	100	100/21
22	125	22	125	130	125/22
23	160	23	160	160	164/23
24	200	24	200	200	200/24
25	250	25	250	260	250/25
26	320	26	320	320	320/26
27	400	27	400	400	400/27
28	500	28	500	500	500/28
29	650	29	650	650	650/29

世界各国胶片公司在使用感光度标准方面比较混乱, 为了改变这种混乱状况, 使感光度在国际上有一个统一标准, 1979年, 国际标准化组织制定了一个胶片感光度国际标准, 即 ISO 标准。美国、西德、日本各国感材公司已宣布自1980年5月起, 采用国际标准 ISO 表示感光度, 逐步推广。

4. 宽容度

被摄物体往往有很大亮度范围, 感光片要把被摄物体都

能按照亮度比例记录下来，这就由感光片的记录亮度范围能力大小来决定，这种能力称为宽容度。能将亮度反差很大的被摄体正确记录下来的感光片则为宽容度大，而只能将亮度反差很小的被摄体正确记录下来的感光片，或者把亮度范围很大记录后亮度范围反而小，这样的感光片，则称为宽容度小。

5. 颗粒度

感光材料经曝光显影后，形成影像的银粒大小叫颗粒度，平常在观察底片上的银盐颗粒，肉眼是觉不出银粒的粒子，但是经过放大再从照片上观察，就感觉到不象观察底片那样均匀了，如果碰到感光片本身颗粒粗或冲洗加工不妥当，造成的颗粒状就更明显了。

感光片的颗粒大与小，和感光材料的照相性能有很大关系。

它们的关系大概如下”

① 银盐颗粒大的感光片，一般感光速度高。反之，感光速度就低。

② 银盐颗粒大的感光片，它的冲洗反差系数低，在冲洗加工时要延长冲洗时间。反之，冲洗反差系数就高。

③ 银盐颗粒大的感光片，一般清晰度不好，银盐颗粒小的感光片，清晰度就好。

从以上几个关系看，感光片颗粒性和感光度、反差系数、清晰度有着密切关系，想得到感光度高的效果，反差系数和清晰度则受到影响，随着工业水平提高，今后不难得到既有高感光度，其他性能也好的感光片。

6. 解像力

解像力和清晰度都是指感光片表达被摄物体细部的能

力，但两者之间又有区别。解像力指的是感光材料分辨景物细部的能力，以每毫米宽度的胶片所能记录下来的可分辨的平行线条来计算。而清晰度指的是影像线条边沿的锐度，亦即影像是否“透明”，轮廓是否清晰，一般来说中速度的感光片的解像力为70条至100条线，高速度感光片为40条至70条线。特高速度和人像摄影感光片为40条线。

7. 感色性

感色性是感光片对各种色光的感受能力，未加增感剂的感光片只对可见光中的蓝紫光(光谱波长330—480毫微米)比较敏感，对可见光中的红、绿色光不灵敏，用这样的感光片拍摄景物，容易失真，因画面里的红花和绿叶在这种感光片上一律不感光，反映在底片上是白的，等放大照片后红花绿叶全都是一片黑。为了使感光片对可见光的颜色都有感色能力，在乳剂中必须加入一种光学增感剂的有机染料。

(四) 感 光 纸

以光泽洁白的硫酸钡底纸基为乳剂层支持体的感光材料称为钡底感光纸，以洁白光亮的涂塑纸基为乳剂层支持体的感光材料，称为涂塑感光纸。

1. 感光纸的基本结构

感光纸的基本结构见图六。保护层，正片乳剂层和底层的作用原理基本上类同于负性感光材料，不再复述，钡底层是感光纸的独有结构。它的优点是：①未涂布硫酸钡底层的感光纸基在涂布感光乳剂后，其中一部分为纸基所吸收而渗透到纸基内，因而制成的照片影像缺乏立体感觉，当涂布了硫酸钡底层后，使感光乳剂膜仅附于纸的表面，因而影像浮

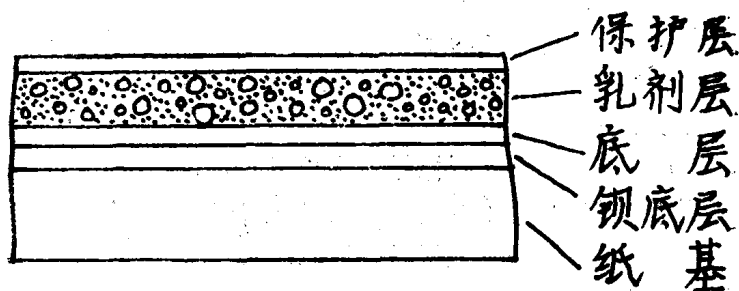


图 6 感光纸的理本结构

现在表面而显得更鲜明和富于立体感。②未涂布硫酸钡底层的纸基，在涂布感光乳剂层干燥后，极易使感光乳剂层剥落纸面，而涂布了硫酸钡底层后则可作为媒介使感光乳剂层能牢固于纸基上。③涂有硫酸钡后，可以复盖和隔绝在纸基中有害物质。如铁、铜等对感光乳剂层有害影响。④涂布了硫酸钡底层后，可以作为基础压成绸纹、布纹、绒面等各种不同表面的纸基。

感光纸纸基一般选择优质厚纸，它应具有良好的光泽度，耐水性和抗伸缩性能，因为在冲洗加工过程中，需要长时间的浸水、浸泡于有机显影药液等碱性和酸性溶液之中，只有纸基纤维不发生膨胀过大，松散和起泡等现象才能保证照相的成像质量。

2. 感光纸的分类

(1) 以溴化银性能分类：

① 溴化银：它是卤化银中感光最快的一种，一般用于放大纸的感光乳剂制造。

② 氯化银：它是卤化银用于感光纸中最慢的一种，它用

于印相纸的感光乳剂制造。

③ 氯溴化银：它是间于溴化银和氯化银的卤化银，目前使用的放印两用纸就用它来制造感光纸乳剂。

(2) 反差上分类：

① 反差大的感光纸标号为3号至4号，用这种纸号制作的照片反差偏大，俗称：硬性，适用于低反差底片。

② 反差中等的感光纸，标号为2号，这种纸号适合于反差正常底片。

③ 反差小的感光纸，标号为1号，用它制作的照片效果反差偏软，适用于高反差底片。

(3) 纸面上分类：

① 绸纹纸：纸面如绸子纹路，适宜印放人像照片。

③ 绒面纸：纸面没有亮光，如绒布纹路，适宜放制大展览照片。

② 光面纸：纸面发亮有光泽，适宜各种风光、新闻等照片的印放。

(4) 感光度分类：

感光纸的感光度不象感光片那样在胶卷外包装上标明，感光片的感光度要比感光纸快得多，原因是感光片的卤化银是碘溴化银，而感光纸却迟钝得多。相互之间感光度还存在着悬殊差异，如溴化银制成的放大纸要比氯化银制成的印相纸感光速度快100倍；溴化银制成的放大纸比氯溴化银制成的印放两用纸快25倍。再有反差小的纸号要比反差大的纸号感光度高，当然各感光材料厂家不同、感光乳剂号不同，它们互相之间感光度也有所不同。

3. 涂塑纸

涂塑相纸是一种新颖的黑白感光纸，比钡底纸有很大改

进，目前国外都已生产涂塑相纸，钡底纸已被淘汰。

涂塑相纸制造和钡底纸有所不同，它在纸基两面涂有树脂薄膜，这是感光纸的重大改革，其优点很多：

① 相纸的纸基坚韧，不易撕破，适用于机器冲洗。

② 纸基的两面涂有树脂，不象钡底纸那样吸水。在显影时无气泡现象，就不易显花。在显影后进入其他药液时，带进去药液不多，防止了药液污染。增加了药液稳定性。

③ 钡底纸在药液中浸透了整个纸基，在漂水时要清除药液非常不易，而又非清除不可，所以钡底纸漂水工艺时间较长，涂塑纸就不存在这种困难，因为药液只浮在树脂上面，用短时的漂水就够了。这样可以节省时间。

④ 涂塑纸的最大优点是干燥只用热风吹干，所得照片的光泽度、平整度，都是钡底纸无法比拟的。

⑤ 目前国外供应的涂塑纸，感光乳剂已作了很大改进，可以在高温快速配方中冲洗，整个冲洗工艺只需几分钟，大大提高了效率。

（五）感光材料的保存

商店出售的感光材料在外包装上都注明“有效期限”。过了这有效期，称为过期感光材料，这样的感光材料质量不能保证（至于如何挽救和使用过期感光材料，在后面论述）。保存条件的好坏直接影响感光材料质量。‘保存好的感光材料，即使过期了，也有可能拍出好的底片和放制好的照片；保存条件差，即使感光材料不过期，也容易变质，得不到理想的效果。

如何保存好感光材料，是个值得重视的问题，一般应注