

实用摄影技术丛书

何传真 编著



黑白摄影 制作技艺

安徽科学技术出版社



前言

黑白摄影由来已久，两个世纪的摄影家积累了丰富的经验。彩色摄影问世以后，黑白摄影仍以其独特的魅力，同彩色摄影并存且继续发展着。许多摄影创作者有意选定黑白摄影作为自己的创作天地，并从中表现自我的个性和风格。然而，要想获得一幅黑白摄影佳作却很不容易。越来越多的摄影者已认识到，黑白摄影制作技艺是黑白摄影中一项重要的基本功，从掀动快门到制作出一幅精美的照片，冲洗、制作等加工工艺是关键环节。制作技艺不仅可以弥补在拍摄过程中的某些不足，而且还能点石成金，化平庸为神奇，赋予作品更完美的艺术表现形式。我的大部分摄影作品是通过暗房技艺而获得成功的，代表作《神圣的手》原本是极普通的照片，但经制作加工，变成一幅颇具艺术魅力的作品，曾在国内外获奖达十余次之多。

本书是根据我40年来黑白摄影创作实践与体会，就黑白摄影的制作技艺方面作了简明而又全面的叙述，文图相辅，一目了然。同时汇编了黑白摄影常用配方，每个配方又都附有注意事项，以便查阅。但愿这本书能给广大读者提供一点黑白摄影制作技艺方面的知识，为黑白摄影的进一步发展作一点贡献。

何传真

目 录

第一章 黑白摄影冲洗	1
第一节 显 影	1
一、显影的基本知识	1
二、显影液的组成及其作用	1
三、显影液的组成对摄影性能的影响	5
四、负片显影液和相纸显影液的区别	7
五、显影条件对摄影性能的影响	9
六、高温显影	10
七、显影液的配制和贮存	11
第二节 停 显	12
一、停显的目的	12
二、停显液的成分	13
三、使用停显液注意事项	13
第三节 坚 膜	13
一、显影之后定影之前的坚膜液	13
二、显影前的预先坚膜液	13
三、再加工处理前的坚膜液	14
第四节 定 影	14
一、定影的基本知识	14
二、定影液的组成	14
三、定影液的配制和贮存	16
四、定影液的使用	16
五、定影液能力的衰退	17
六、定影液的回收和再生	17
第五节 水 洗	18
一、水洗的基本知识	18
二、水洗的时间、效率与检验	18
第六节 晾 干	19
一、胶片的晾干	19
二、相纸的晾干和有光纸的上光	19

第七节 底片加工	19
一、加厚方法	20
二、减薄方法	21
第八节 色调的控制和改变	22
一、色调的控制	22
二、染料调色	23
三、金属盐调色	23
第二章 黑白摄影制作	25
第一节 控制曝光	25
一、白化与黑化	25
二、柔 化	28
三、高 调	29
四、低 调	31
第二节 集锦放大	33
一、单底集锦	33
二、多底集锦	34
第三节 变形制作	36
一、矫正变形	36
二、夸张变形	38
三、变焦放大	39
第四节 中途曝光	40
一、相纸局部中途曝光	40
二、负片中途曝光	41
第五节 中间片运用	46
一、加 网 纹	46
二、浮 雕	47
三、局部浮雕	48
四、粗 颗 粒	49
五、水墨画感效果	50
六、中国画效果	51
七、用复印机制作高反差照片	56
八、木刻线条效果	58

第六节 其 他	60
一、拼接合成	60
二、局部填涂	62
三、局部减薄和局部强迫显影	63
四、画面剪裁	65
五、修 整	73
六、影画合璧	75
七、装 裱	76
第三章 黑白摄影常用配方	79
一、负片、相纸通用显影配方	79
二、负片通用显影配方	81
三、负片微粒显影配方	82
四、负片提高感光性显影配方	87
五、负片低反差显影配方	88
六、负片高反差显影配方	89
七、负片高温显影配方	90
八、负片校正曝光显影配方	91
九、负片翻拍显影配方	92
十、负片用其他显影配方	93
十一、相纸用显影配方	94
十二、停显配方	97
十三、酸性定影配方	99
十四、酸性坚膜定影配方	100
十五、减薄液配方	102
十六、加厚液配方	105
十七、调色配方	108
十八、其他配方	111
附 录	120

第一章 黑白摄影冲洗

第一节 显影

一、显影的基本知识

摄影或印、放照片时,感光材料上经过曝光的光化作用而留下看不见的潜影,显影就是把这些潜影变为能看得见的影像。

感光材料上表面都涂有一层感光剂——卤化银(银和卤族元素,如氯、溴、碘等的化合物)——银盐。在显影过程中,感光材料上已感光的银盐经过显影药物的化学作用而把卤素移去,与金属银分离,还原出黑色的金属银细微颗粒。这些黑色细微颗粒散布在感光材料上,其密度有厚有薄,厚的部分(对底片来说,是被摄物体上的光亮处;对照片来说,是底片上较透明的部分)因受光多,银粒的堆积也多;薄的部分(对底片来说,是被摄物体上的阴暗处;对照片来说,是底片上较浓黑的部分)因受光少,遗留的银质也少。由于卤素移出,使金属银永久存留在感光材料上面,形成清晰的影像画面。

二、显影液的组成及其作用

显影液的主要成分可分为显影剂、保护剂、促进剂和抑制剂四大类。

1. 显影剂

显影剂的主要作用是使潜影显出影像来,就是使银盐还原为金属银。所以显影剂也是一种还原剂。常用的显影剂是米吐尔、对苯二酚和菲尼酮等。

(1)米吐尔

通名: 米得尔、衣仑、美多。

化学名: 硫酸甲基(对)氨基苯酚。

化学式: $C_{14}H_{18}O_2N_2 \cdot H_2SO_4$ 。

性能: 外观为微黄色或无色针状结晶细粒或粉末。微溶于水,不易溶于亚硫酸钠液中。不易溶于醇。为急性显影剂,强而柔和,多数显影配方都以此为主要药剂。影像初显期短,显现较快,密度增长较慢。显影结果,影像的阴阳反差不够明显而趋于柔和,对pH值适应范围较大(6~10)。米吐尔在一般配方中都与海得路合用,使其强弱和增加显影能力。米吐尔容易氧化,宜储藏于密闭瓶中。米吐尔对皮肤过敏的人有刺激性。

(2)海得路

通名: 几奴尼、海得路几奴。

化学名: 对苯二酚。

化学式: $C_6H_4(OH)_2$ 。

性能: 为白色或浅灰色结晶体,溶于水及醇。属于缓性显影剂,显影性能慢而强,影像初显期长,显现密度增长很快,因此反差很强,常用来配制快速硬性高反差显影液。在常用配方中与米吐尔配合使用,能使影像柔和,层次增加。海得路受温度及溴化钾的影响较大。用它配制的显影液应在不低于18℃温度下使用,它在15℃以下作用就逐渐减弱,如低于5℃几乎不起作用。海得路在空气中容易氧化而呈褐色,在碱性介质中氧化更快,应密封避光保存。海得路在碱性液中

才能显影，对酸碱度适应范围为 pH 9.5 ~ 11。

(3) 菲尼酮

通名：菲尼冬。

化学名：1-苯基-4, 5-二氢吡唑酮-(3)。

化学式： $\text{CH}_2 \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{N} \cdot \text{C}_6\text{H}_5 \cdot \text{NH} \cdot \text{CO}$ 。

性能：为白色晶体，微溶于水，易溶于酸性或碱性液中，是目前较新和性能优良的一种显影剂。影像颗粒细腻，色调清晰柔和，显影速度快，并可以提高感光度 2 倍 ~ 4 倍。在有海得路和亚硫酸钠的显影液中，由菲尼酮产生的氧化物可重新还原成新的菲尼酮。所以持久性能好，便于保存和使用，可不用强性加速剂而配成快速硬性显影液。

菲尼酮氧化物是无色的，其显影液对操作人员的手、皮肤和衣服不易染色。缺点是出影快，较难控制，冲洗时间过长易产生明显灰雾。

米吐尔和对苯二酚既可以单独使用，也可以配合在一起使用，按照两者不同的相对含量组合起来就可以得到许多不同反差的配方，这种配方一般称之为“M - Q”(即米吐尔 - 对苯二酚)型。

菲尼酮虽然具有不少优点，在单独使用它作为显影剂时，所得到的显影密度却很小，反差也很低。这是由于它的氧化产物对显影有抑制作用的关系。它与对苯二酚合用可组成许多种不同性能的显影配方。这类显影液习惯上称为“P - Q”(即菲尼酮 - 对苯二酚)型，以区别于“M - Q”型。

2. 保护剂

显影剂是一种还原剂，在水溶液里很容易氧化变质，在碱性溶液里氧化的速度则更快，因此必须另外加入某些保护剂来防止或减缓显影剂的被氧化。显影液中最常用的保护剂是亚硫酸钠(俗称硫氧粉)。有些配方中偶尔也用亚硫酸氢钠代替一部分或全部的亚硫酸钠。

(1) 亚硫酸钠

化学名：亚硫酸钠。

化学式： Na_2SO_3 。

性能：亚硫酸钠分结晶与无水物两种。无水物为白色细粒干粉，溶解性大，溶液呈碱性，可与米吐尔单独配合作用，组成微粒显影液。主要用来防止显影剂氧化和溶液污染照片，并同时参加显影。在空气中极易氧化为硫酸钠，保存要严密，不要暴露在空气中。

(2) 重亚硫酸钠

化学名：亚硫酸氢钠。

化学式： NaHSO_3 。

性能：白色结晶或结晶性粉末，易溶于水，有二氧化硫臭味。在空气中吸收氧后变成硫酸钠而失去作用。保存时应密闭，防止变质。

亚硫酸钠有两种形式：一种是无水亚硫酸钠(Na_2SO_3)，分子量是 126.12；还有一种是含 7 个水分子的结晶亚硫酸钠($\text{Na}_2\text{SO}_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$)，分子量是 252.14。亚硫酸钠易氧化而变为硫酸钠，不宜大量地或长时期地贮存，应随时采用新鲜的原料。两种形式中无水亚硫酸钠的保存性较好，一般多采用它。用结晶亚硫酸钠来代替无水亚硫酸钠时，其用量恰好要增加一倍，这一点是不能忽略的。

显影液氧化后会变成深棕色或酱油色。显影的性能便迅速地衰退，并且会污染影像。亚硫酸钠的作用就是防止生成这类污染物质并延缓显影剂的氧化速度，使显影剂的显影能力衰退得比较

慢些，稳定了显影液的显影性能。

此外，由于亚硫酸钠对卤化银也略起溶解作用，可以减缓大颗粒的集结，这就会使显出来的影像粒子细一些。所以在微粒显影配方中，亚硫酸钠的用量都是较大的。当它把银粒表面一层溶去一些之后，颗粒内所存在的由于曝光而生成的潜影就被暴露出来，有更多的机会与显影剂接触而显影。这就提高了感光度，使影像的阴影部分也得到充分的表达。

亚硫酸钠的实际用量远远地超出了它起保护作用的需要。一般胶片显影的配方比相纸的用量要多些，pH值高的配方和浓度淡的配方用量也要多些。亚硫酸钠也能防止产生氧化灰雾，但过多的用量反而降低显影速度，降低感光度，并有导致产生二色性灰雾的倾向。

3. 促进剂

促进剂就是碱性剂。在中性溶液里，某些显影剂显影作用很慢(例如米吐尔)，某些显影剂则不起作用(例如对苯二酚)。但溶液加入碱性物质后，就会使显影作用顺利进行。因此，碱性物质被称为显影液的促进剂。

碱性物质可以和显影液中显影剂的氢离子(正离子)结合而使显影剂的负离子增多，这就使显影作用进行得快起来。溶液的碱性越强，产生的负离子也越多。在化学上是以“pH”值来表示酸碱的强弱的：当pH值越小(从7~0)，酸性越强；pH值越大(从7~14)，碱性越强。

溶液的pH值可因所用碱的强弱和浓度的大小而不同。显影液中常用的碱性物质中，硼砂、亚硫酸钠等是弱碱，碳酸钠、碳酸钾等是中性碱，而氢氧化钠则是强碱。

各种显影剂在显影时所要求的pH值是不同的，它们对pH值的敏感性也各不相同。例如对苯二酚所要求的pH值范围约在9.5~11.5，在这个范围内，显影速度对pH值非常敏感。米吐尔在pH值为6.5时即可显影，它在弱碱溶液中就可以有足够的显影能力，它的显影速度对pH值的敏感性则差一些。

(1) 碳酸钠

通名：纯碱、甲必列。

化学名：碳酸钠。

化学式： Na_2CO_3 。

性能：碳酸钠分结晶状和粉状两种。结晶状碳酸钠是白色透明结晶体，在空气中易风化形成白色粉末，易溶于水。一水碳酸钠是细小菱形结晶。无水碳酸钠为白色粉状或颗粒。选用时，一般以95%以上纯度为好，性能强烈且作用快；但感光后乳剂层密度增加慢，对金属银有结合和加粗作用，量大而温度高时将影响效果。

(2) 碳酸钾

通名：碳酸钾。

化学名：碳酸钾。

化学式： K_2CO_3 。

性能：为白色粉末，易溶于水。溶液碱性较强，易吸收空气水分潮解。作用强，影像反差大。

(3) 硼砂

通名：硼砂、焦性硼酸钠。

化学名：焦性硼酸钠。

化学式： $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ 。

性能：为白色晶体，可溶于水，是微粒显影液中常用的促进剂。呈弱碱性，有促进亚硫酸钠

功用。

(4)偏硼酸钠

通名：那素儿克，硼钠儿克。

化学名：偏硼酸钠。

化学式： $\text{NaBO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 。

性能：为白色粉状，碱性较碳酸钠弱，但较硼砂强。可按2：1代替碳酸钠。偏硼酸钠不含碳酸根，夏季用可避免气泡，多用于微粒显影液配方中。

(5)氢氧化钠

通名：火碱、固碱、苛性钠。

化学名：氢氧化钠。

化学式： NaOH 。

性能：为白色固体，有条状、块状、豆瓣状，易溶于水。强碱性，有腐蚀作用，适用配高反差显影液，促进效果极快。由于碱性强，很易使显影剂氧化，所以显影液保存期短。

氢氧化钾其性质与氢氧化钠类似，可按1：4(钾)：1(钠)互换使用。

4. 抑制剂(防灰雾剂)

它的主要作用是防止灰雾的产生，常用的无机抑制剂是溴化钾，有机抑制剂是苯骈三氮唑和6-硝基苯骈咪唑硝酸盐。

(1)溴化钾

通名：钾溴。

化学名：溴化钾。

化学式： KBr 。

性能：为白色有光泽的透明结晶，味咸，易溶于水，不易溶于醇。主要作用是抑制感光片及纸感光不足部分银盐的还原作用，因此可避免底片雾翳发生。用量过多，影像阴影部分层次减少，影调淡薄。对海得路有较强影响，显影液中它的用量多少，直接影响到影像阴暗部位层次的表现。

溴化钾也用于调色液、减薄液中。

(2)苯骈三氮唑

通名：连三氮节。

化学名：苯骈三氮唑。

化学式： $\text{C}_6\text{H}_3\text{N}_3$ 。

性能：为微带黄色纤维状结晶，有机防灰剂，微溶于水。防灰雾力强，对感光材料的感光度影响很大。处理到期或过期灰雾较大的感光材料，有显著防灰作用。在相纸显影液中加入少量的苯骈三氮唑液，还能取得冷色调效果。作用能力强，用量少，每1 000毫升显影液中只需0.2克~0.5克。一般配成1%浓度液备用。

(3)6-硝基苯骈咪唑硝酸盐

化学式： $\text{C}_7\text{H}_3\text{N}_3\text{O}_2 \cdot \text{HNO}_3$ 。

性能：它的防灰雾能力比苯骈三氮唑大10倍~20倍，因为用量太小，所以无法称量，一般把它配成0.5%或0.1%的溶液来使用。用这样稀的溶液在一般显影液中也只要几毫升就可以防止灰雾了。

还有另一种形式的6-硝基苯骈咪唑，它没有和硝酸结合，它的溶解度太低，几乎不溶于水，连

稀溶液也不能配制，使用起来很困难，二者又很易混淆。如果自己对原料不能加工处理的话，选购原料时，千万不要搞错。

所有的抑制剂都有降低感光材料的有效感光度的作用，并且也提高了感光材料的反差。用有机抑制剂来处理过期发灰的感光材料是很方便和有效的。

必须指出，并不是所有的显影液都必须含有上面所说的四种主要成分，有的显影液可能只含有其中的两种或三种。有的显影液除去这四种主要成分之外，还含有其他的成分，例如配制显影液所用的水中如含有钙质，在遇到碱性物质时便会产生钙质沉淀，这便要加入一些六偏磷酸钠(用量为0.5克~2.0克)等软水剂，亦称去钙剂；有时为了使显影能力分布均匀，也加入少量渗透剂或湿润剂等。

三、显影液的组成对摄影性能的影响

显影液的成分对照相性能的影响是比较复杂的，它不仅取决于个别成分的改变，也取决于各成分间的相对含量，同时还取决于它对之所起作用的感光材料。现根据照相性能中感光度、反差、颗粒性和显影速度等四个方面简单概括如下。

1. 显影液的组成对感光度的影响

如我们平时所熟悉的，为了达到一定的底片密度，感光度高的胶片所需的曝光量小，感光度低的所需的曝光量大。但我们用DK-20显影液来显影时，必须在曝光时增加50%左右的曝光量。也就是说，对这个显影液来说胶片的感光度降低了。

不同的显影剂可获得不同的感光度。单独使用菲尼酮时所用的感光度就很低。当菲尼酮和米吐尔或对苯二酚合用或三者合用时，所获得的感光度就高得多。

亚硫酸钠的含量对感光度也有一定的影响，在D-76、DK-20等配方中都含100克/升的亚硫酸钠，它除了起保护和微粒作用外，还起着保证感光度的作用。亚硫酸钠的含量在100克/升左右时感光度最大，过多或过少都可能降低胶片的感光度。

在一定范围内提高pH值也可以提高感光度。但在个别具体情况下，提高pH值时能使感光度提高多少则很不一致，对不同的胶片pH值升高后感光度的提高就有多有少。

溴化钾对不同显影剂在感光度方面的影响也各不相同。在M-Q型显影液中，溴化钾的含量对感光度的影响就比在P-Q型中的大。在不同的pH时，溴化钾对感光度的影响又不相同。例如同样在M-Q型内，在pH值较低的D-76显影液中溴化钾的含量对感光度的影响就要比在pH值较高的D-72中大得多。

有机抑制剂和无机抑制剂含量增大都会使感光材料的有效感光度降低。

显影液的浓度对感光度也有很大的影响。过淡的显影溶液所得到的感光度是比较低的。

2. 显影液的组成对影像反差的影响

首先我们要解释一下在本文出现的与反差有关的几个术语。

(1)密度。光学上密度的定义是透光率的倒数的对数。

透 光 率: $1 \quad \frac{1}{10} \quad \frac{1}{100} \quad \frac{1}{1000} \dots$

透光率的倒数: $1 \quad 10 \quad 100 \quad 1000 \dots$

密 度: $0 \quad 1 \quad 2 \quad 3$

摄影机上光圈和速度都是成倍变换的，而2的对数是0.301，所以我们摄影用的光楔等的密度是以0.3进位的，如下表：

密 度	0	0.3	0.6	0.9	1.2	1.5	1.8	2.1	2.4	2.7	3.0
透光率	1	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{16}$	$\frac{1}{30}$	$\frac{1}{60}$	$\frac{1}{125}$	$\frac{1}{250}$	$\frac{1}{500}$	$\frac{1}{1000}$

底片上密度为3的地方浓度已经很深了，它只能透过千分之一的光线。大于3的密度在摄影中很少用到。

底片上最透明的地方也有一定的密度，这就是未经曝光在显影后出现的密度(包括片基)，这个密度称作胶片的灰雾密度。灰雾密度一般不应大于0.4。

一般正常的底片，其密度范围约在0.3~2.5之间，相纸(照片)的密度(反射密度)约在0~1.8之间。

(2)反差。反差是指影像中最大密度和最小密度的差别。如果一张底片的最大密度为2.4(约透过 $1/250$ 的光线)，而最小密度为0.4(约透过 $1/2.5$ 的光线)，那么它的反差就是 $2.4 - 0.4 = 2.0$ 。2.0是100的对数，意味着底片上最深和最淡处所透过光线相差100倍。

(3)格码。格码的光学意义是影像反差与原来被摄景物反差之间的比值，记作 γ 。如果影像的反差与原景物的反差相等，格码就等于1，表示影像的浓淡与景物一致；如果影像的反差大于原景物的反差，格码大于1，表示影像的浓淡比原景物有所扩大；如果影像的反差小于原景物的反差，格码小于1，表示影像的浓淡比原景物有所缩小。

(4)影调的软硬。影调是人们对影像所呈现反差的直接观感。一般我们对反差大的影像称作硬调，而把反差低的影像称作软调。同样我们把高反差或低反差的相纸称作硬性的或软性的相纸。

格码的大小决定于显影条件，所以往往又叫做显影格码。反差的大小除决定于显影格码外，还决定于被摄物体的明暗对比。格码与反差有时不能代表影调的软硬，例如拍摄一张明暗对比弱的景物和一张明暗对比强的景物，即使前者的显影格码和反差都不低于后者，但往往令人感到前者的影调是软的，这是因为它的中间色调的层次和细部多于后者的缘故。一张翻拍的照片影调总是比原来照片硬一些，这也是因为失去了某些中间色调的细部而造成的结果，在习惯上常把格码、反差和影调的软硬看成是一致的。

影像的反差与所用的显影剂有关。米吐尔、菲尼酮单独使用时，显出的影像反差较小；对苯二酚显出的影像反差就较大。在M-Q显影液中如要求反差大时，就用较多的对苯二酚，较少的米吐尔，甚至不用米吐尔；在要求反差小时，就用较多的米吐尔，较少的对苯二酚，甚至不用对苯二酚。米吐尔和菲尼酮能显出较多的细部，影像的层次表现得较好，看起来就比较柔和。

pH值对反差也有很大的影响，在显影条件相同时，pH值大所获得的反差和格码均较大。用较高的pH值和适当的抑制剂配合起来，可以提高影像的反差。

溴化钾对影调的软硬影响是很大的。因为溴化钾能压低灰雾密度并且吞蚀了阴影部分的层次，会使反差增大和使影调变硬，这种现象在M-Q配方中更为突出。但过多地使用溴化钾则由于压低了显影的速度，反而会减小反差。

有机抑制剂苯骈三氮唑等也可使感光材料的格码值有效地增高。但过多地使用有机抑制剂，必然降低感光材料的感光度，如果显影条件配合不适当，反而会使反差下降。

显影液的浓淡对反差也有很大的影响。仅在一定的范围内，显影液的浓度与显影条件成反比例的变化。例如某些显影液，在温度等其他情况不变时，把它加一倍水冲淡之后延长一倍的显影时间，其显影效果基本上是没有区别的。但是，过淡的显影液显出来的影调往往是灰平无力的。

3. 显影液的组成对影像颗粒性的影响

影像是由微细的金属银粒子组成的。这些银粒看起来好像紧密地分布在片基或纸基上，在高倍率的显微镜下面就可以看出它们彼此之间并不是紧紧地集结在一起，而是由分散开来的一团团颗粒所组成的。

影像颗粒的粗细决定于银粒的形成和分布状况。除显影的时间、温度、水洗的时间和晾干时的情况外，显影液的成分对影像颗粒性也有很大的影响。

银粒生成的速度太快，银粒就容易互相集结起来，所以，为了避免颗粒太粗，底片都采用显影速度较慢的显影液。

为了使显影进行得缓慢一些，底片的显影液要求较弱的碱性，pH 值都不宜过高。D - 76 和 DK - 20 等配方中碱性的来源是亚硫酸钠。在 pH 值不太高时，乳剂层凝胶的吸水膨胀情况也要好一些，乳剂层不致过分松软，减少了银粒集结变粗的机会。

为了使颗粒变细，在底片显影液中一般都采用卤化银溶剂，亚硫酸钠便是其中一种。在 DK - 20 中还加用了少量硫氰酸钾。这类溶剂能溶去一部分卤化银，使卤化银颗粒变得细小一些。显影液中溶解了卤化银，溶液中就产生了银离子，这些银离子在较长的显影时间内还能与显影剂产生物理显影作用而较匀称地加到已显出的银粒上去。

4. 显影液的组成对显影速度的影响

在一定的限度内，显影液的浓度如发生变化，显影速度几乎也要按比例地发生变化。如果我们只改变显影剂的浓度，在一定限度内，这个规律也是适用的。但在显影液或显影剂的浓度变化超出这个限度后，便不再产生相同的效果了。

亚硫酸钠含量在每升 25 克 - 60 克之间时显影速度并没有显著的变化。对相纸或正片的显影，它的用量约在每升 15 克 - 30 克之间，用量过少则显影液的保存性不好，用量过多则形成了浪费。

pH 值也会影响显影的速度。但每种碱性物质都有它 pH 的限量，在达到 pH 限值时，再增加碱的含量 pH 值也不再升高了。

碱性物质在显影液中的含量对显影速度的影响也不是成比例地变化的。以碳酸钠为例，用量在每升 20 克以下时，含量的变化对显影速度有很大的影响；但用量超过每升 20 克之后，显影速度的变化便不显著了。

抑制剂对显影速度的影响也很不规则。溴化钾在含量很少时，其含量变化对显影速度的影响就很大；但当含量超过每升 3 克时，含量的变化对显影速度的影响就减小了。在 D - 76 显影液中，不用溴化钾，这是由于在显影过程中溴化银被还原，溴离子便存在于溶液中，在显影下一卷胶片时，显影速度就显著地减缓下来。

四、负片显影液和相纸显影液的区别

胶片(卷片或干片)按其用途又分作负片和正片，负片即底片，正片即拷贝片。

D - 76、F - X 18、DK - 20 等是适用于负片的显影液，而 D - 72 或 ID - 62 等则是适用于相纸和正片的，虽然可以用 D - 72 或 ID - 62 等来显影负片，但不如用 D - 76 等得出的效果好。

我们看到的照片，是光源先通过照片上的影像到达纸基的银粉反光层上面，经过反射，再一次通过影像才到达我们的视网膜上来。这个影像的密度称作反射密度。如果在影像中有两个不同的

地方，其密度分别为0.6和1.2，其透光率分别为 $1/4$ 和 $1/16$ ，光源到达纸面上时两处光线的差别为4倍，经过反射，假定纸基把光线全部反射回来，再一次通过影像，则反射到眼中的光线分别为 $(1/4)^2$ 和 $(1/16)^2$ ，只剩下光源的 $1/16$ 和 $1/250$ ，相差为16倍。由此可见它的反差被扩大了。经过反射，影像的密度也加了一倍。所以照片用透射光线看起来总会令人感觉是平淡的。

由于照片是在反射光线下观看的，最软调的相纸的格码值也必定大于1，因此负片的反差一定要比原景物的反差低，才能印、放出接近原景物的照片来。一般负片的显影格码值约等于0.7左右。只有在翻拍没有中间层次的文件或印刷品时才把格码值提高。

底片不但用来印制照片，还要用来放大照片，在放大时它的颗粒必然要扩大许多倍。从一张135底片(24毫米×36毫米)放大到12英寸(254毫米×305毫米)的照片，颗粒的面积便被放大数十倍(等于照片和底片边长比值的平方)。如果底片再略经剪裁则放大倍率便在百倍以上。因此底片的颗粒要尽量的微细，在放大后才不致产生粗糙感觉。相纸和正片材料的颗粒一般是足够微细的，对它们的显影液就不再有微粒的要求。

负片上允许有不太大的灰雾密度，这个灰雾密度并不影响负片的质量，在印、放照片或正片时，只要增加曝光量便可校正，对负片上影像的色调也没有太高的要求。而照片和正片则是用来直接观赏的，它们的灰雾密度就必须尽量地小，对它们色调的要求也就高一些。

从上面讲到的一些原因可以看出负片显影液和相纸(正片)显影液的要求是很不一致的。下面再把最常用的D-76负片显影液和D-72相纸显影液的成分相互对比并予以分析：

D-76液与D-72液成分对比表

原 料 名 称	每1 000毫升的显影液内的含量	
	D-76(使用液)	D-72(储藏液)
米 吐 尔	2克	3克
无水亚硫酸钠	100克	45克
对 苯 二 酚	5克	12克
无 水 碳 酸 钠	—	67.5克
溴 化 钾	—	2克
硼 砂	2克	—

1. 显影液的配比区别

正片和相纸的显影液为了要达到较高的反差和密度，对苯二酚的用量略高一些，米吐尔和对苯二酚的比例一般都在1:4以上(D-72的比例为1:4)；负片显影液为了要求它能显出丰富的层次，不损失景物的细部，对苯二酚的用量要略低一些，米吐尔和对苯二酚的比例一般都在1:4以下(D-76的比例为1:2.5)。

2. 保护剂的配比区别

正片和相纸乳剂层的颗粒比负片的细得多，显影液中就不需要用大量的亚硫酸钠来使它显出微粒的效果来，所以亚硫酸钠的用量就略小些；负片显影液为了要求产生微粒的效果，又要保证负片的感光度，所以亚硫酸钠的用量就大得多。(1:2的D-72里为每升15克，D-76里为每升100克。)

3. 促进剂的配比区别

正片和相纸的颗粒大小主要决定于负片的颗粒度，正片和相纸的显影要求有较快的速度，在1:2的D-72里就配备了每升22.5克的碳酸钠，以提高它的pH值。负片显影液要求颗粒微细，显影速度不能太快，pH值不能高，最好不用碳酸碱，避免在定影时产生小气泡，所以D-76里不用碳酸钠，只配备了每升2克的硼砂，硼砂的用量也仅是用来中和米吐尔中的硫酸，显影液的碱性来源是靠亚硫酸钠。在D-76里，所用亚硫酸钠的质量要求较高，尽量减少它可能含有的其他游离碱而使pH值改变。

4. 抑制剂的配比区别

正片和相纸的显影液要保证抑制灰雾，一般都用少量的溴化钾，在使用中，显影液受溴离子变化的影响也减小了。负片显影液在保证感光度的前提下，则不妨允许产生少量无害的灰雾，因此D-76中不用溴化钾，D-76受溴离子变化的影响很大，这也就减少了它的显影数量，缩短了它的使用寿命。

不同牌号的感光材料所适用的显影配方是不相同的。同一牌号的感光材料如果批号不同，其感光度和反差等也不会完全相同。因为感光材料的这些性能还随其储存条件和储存期限而变化。所以，要回答究竟哪个配方好，是个比较困难的问题。假如拍摄的景物反差不高，而又没有微粒的要求，也可以用D-72来显影负片，既可以缩短显影时间，用过的显影液还可以用来显影若干张相纸，这就可节约一些费用和时间。但如果要得到较好的显影效果，对负片显影液和相纸(正片)显影液是应该有所区别的。

五、显影条件对摄影性能的影响

显影过程的任务不仅是显出影像来，更主要的是使影像达到我们所需要的反差和光学密度。反差和密度等这些摄影性能的变化除受显影液的化学成分影响之外，也很大程度上受加工的物理条件的影响。显影条件主要有以下3个方面：

1. 显影的温度

所有化学变化的速度都受温度的影响，温度高时进行得快，温度低时进行得慢。既然显影也是一个化学变化，显影作用的速度也符合上述的变化规律，随着显影温度的升高，在显影时间等其他条件不变的情况下，所获得的密度和反差也都随之升高。

随着温度的变化，显影液的照相性能也有所改变。这种改变在M-Q显影液中是很明显的，因为米吐尔和对苯二酚的温度系数不同。对苯二酚的活性对温度很敏感，在温度高时显影液就偏重于对苯二酚的照相特性，影调较硬；在温度低时就偏重于米吐尔的照相特性，影调较软。

显影时灰雾的温度系数比影像的还要大些，在温度高时，灰雾度就显著上升，对过期的感光材料更是如此。

随着温度的改变，显影液的活性也发生变化：温度低时，显影活性比较小，显影速度慢，感光度也会下降；温度升高时，显影活性加强，显影速度加快，同时提高了感光度，但随着显影速度的增加，颗粒相应地变粗，显影液的保存性也较差。

显影的温度，以18℃~20℃为最理想，一般配方的优良性能也是指在这个温度范围才能获得。这个温度是接近于平均室温的，控制起来比较方便。药液在这样温度下工作，显影速度适中，乳剂膜不会过度膨胀，药液也不致由于很快地被氧化而使其性能衰退。但我国幅员广大，北方和南方温度的差别很大，有些地方控制显影液的温度比较困难，如果无条件严格控制温度的话，可允许把显影温度的范围扩大为13℃~25℃或更大些。见后面所附等格码曲线。

2. 显影的时间

在一定的范围内，感光材料的显影格码是随着显影时间的增长而加大的。但它加大到一定的数值以后，便不再增加了。

各种不同厂牌和不同型号的感光材料，显影时间的变化对格码变化的影响也各不相同。有的只要时间稍有一些改变，就引起格码值有较明显的改变；有的则不然，显影时间稍有改变，格码值的变化不大。

随着显影时间的增加，感光材料的感光度也会因而增加，到达一个最大值时停止。由于这个原因，在已知某些感光材料有些感光不足的时候，可以用延长显影时间的办法予以补救。

已用过的显影液，它的显影能力要随其使用程度而衰减，它的照相性能也要随其使用程度而有所改变。在其他显影条件不变的情况下，往往采用延长显影时间的办法来达到需要的格码值。但随着显影时间的增长，影像的颗粒会变粗。灰雾度也自然随之增高。这就是D-76一类显影液使用寿命不长和显影数量不多的原因。在显影罐中冲洗卷片时，由于药液倒入罐内和由罐内倒出约需要20秒左右的时间，乳剂膜接触药液就有先有后，在较长的显影时间内这个误差关系不大；如显影时间较短时，一般都把药液冲淡而延长显影时间，使这个误差不致过分明显。

3. 显影液的循环

显影液在进行显影时药液的性能便逐渐衰退。如果感光材料在显影液中静止不动，由于乳剂膜所接触的一部分显影液性能的逐渐衰退而使显影作用缓慢下来，如果让显影液在感光材料上循环或往返流动，则感光材料表面上性能衰退了的显影液经常地被新鲜的显影液所更换，显影作用自然能进行得较顺利，显影速度就快得多了。

在显影罐中冲洗卷片时，药液的循环是靠转动显影罐的载片轴来进行的，显影液倒入之后须先较强烈地振击几下，防止卷片上附有气泡。显影的第一分钟内应连续转动载片轴，以后每半分钟或一分钟间断地转动一次，直到显影终了为止。单叶干片或照相纸在盘中显影时，则用竹夹钳住感光材料的边缘往返牵动或摇晃显影盘，使药液在乳剂层表面往返流动。我们也可以用其他方法来搅动显影液。强烈的搅动使药液循环加速，可以提高显影液的速度，但要注意不使显影液在感光材料不同部位的表面上的流动快慢不均而产生不应有的密度深浅不一。

一般显影配方中所注明的显影时间都是指间断转动或牵动的。这种循环方法防止显影不均或产生“邻界效应”(在黑白交界的地方，形成了一条密度较淡和一条密度较深的边缘)外，还可使显影时间缩短20%左右。

六、高温显影

除含有苛性碱的显影液外，一般可允许把显影温度的最高限额扩大到24℃或25℃，在较高的温度下便要按等格码曲线相应地缩短显影的时间，在显影之后给予SB-4坚膜处理，并在有坚膜作用的定影液中定影。

在夏季，如果温度不能控制在24℃以下时，就要特别注意显影阶段中乳剂层的松软脱落。高温显影时，显影液中可加用一些无水硫酸钠(注意：不是无水亚硫酸钠)，因硫酸钠是一个中性盐，能够使乳剂层不致过分膨胀而脱落。但它并不起坚膜的作用，所以在显影后仍然要给以坚膜处理，并使用坚膜定影液来定影。

硫酸钠的用量随不同的显影液而有差异，大致可分作两类，参照下表：

无水硫酸钠在显影液中的用量表 (单位: 克 / 升)

硫酸钠用量 显影液	温度	24℃ - 26℃	26℃ - 28℃	28℃ - 30℃	30℃ - 32℃	32℃ - 35℃
D - 11, D - 76		50	65	85	100	100
D - 72(1:1), DK - 50		100	115	135	150	150

硫酸钠在显影中抑制了乳剂膜的膨胀, 所以也抑制了显影作用的速度。显影液按上表的用量加入无水硫酸钠后, 显影时间可仍然按20℃的显影时间进行。只有在32℃ ~ 35℃时, 显影时间应较20℃时缩短 1/4 ~ 1/3。

硫酸钠有两种形式: 一种是无水的 Na_2SO_4 , 分子量为142; 另一种是结晶的 $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$, 分子量为322。后者在高温下易熔化, 其用量应为前者的2.27倍。

另一方法是胶片在显影之前用SH-5预先坚膜10分钟, 滴去片上多余药液, 水洗半分钟, 再尽可能的滴尽多余水分后浸入显影液中显影。显影的时间比正常温度(20℃)时再减少一些, 随温度而变化, 温度越高减少的时间越多。

显影液应采用较缓慢的, 如D - 76式等, 显影后用SB - 4坚膜, 并用坚膜定影液定影。

此外也有一些高温显影液的配方, 都是在一般的显影原料外添加一些硫酸钠, 本文从略, 不作介绍了。

无论采用哪一种高温显影方法, 都必须注意下列事项:

- 1) 显影液、停显或坚膜液、定影液以及水洗的温度差别最好不大于2℃ ~ 3℃。
- 2) 显影后应在新配制的SB-4中坚膜的最初数秒钟要使药液有较好的循环, 坚膜共需3分钟。
- 3) 胶片要在较新鲜的有坚膜作用的定影液中定影10分钟。
- 4) 在流动的清水中或更换清水若干次水洗10分钟 ~ 15分钟。在高温下, 过长的水洗是不利的。

七、显影液的配制和贮存

显影液如配制不得当, 便会影响显影性能, 甚至不能使用。其贮存期限也因保存的条件而有很大的变化, 这里分述各有关的注意事项:

1. 显影液的配制

配制显影液时, 先取比所要配制的总容积较少的清水以溶解药品, 如配制1 000毫升时, 先取750或800毫升, 除在配方中特别指定者外, 不必使用蒸馏水, 一般自来水、河水、井水或溶化的雪水都可使用, 煮沸过的水则更好些。某些井水、泉水含钙质较多, 称为硬水, 每升可加1克 ~ 2克的六偏磷酸钠。水温以40℃ ~ 50℃最适宜, 水温过高会使显影物质很快地氧化; 过低则药品溶解的速度太慢。

称取药品时须注意若干药品如亚硫酸钠、碳酸钠等有无水的或含水结晶的数种形式, 应按其分子量把用量折算成配方所指定的数量。

要依照配方中所列的次序溶解药品, 否则将产生困难或使药液变质。例如含有米吐尔的配方都是先溶解米吐尔而后溶解亚硫酸钠, 因为米吐尔在含有大量亚硫酸钠的溶液中便难于溶解了。在不含米吐尔的配方中则可先溶解亚硫酸钠。又如在亚硫酸钠未放入之前若先溶解碱性物质, 显影

剂便很快地氧化而使药液变成酱油色。所以一定要按配方依次溶解,并等到上一种药品完全溶解后再将下一种药品放入。

搅拌可使溶解的速度加快。搅拌也可以防止某些药品(特别是有数种形式的药品,如无水亚硫酸钠、无水碳酸钠或一水碳酸钠等),遇水即变为大块状的结晶,使溶解发生困难。这类药品在溶解时应一面慢慢地放入药液内,一面加以搅拌,搅拌应坚持到完全溶解为止。

全部药品溶解后加清水至指定的总容积。

浓的药液可保存的期限较长,所以某些显影液可配成浓度较高的“储藏液”,在使用时再加水冲淡。配方中1:2冲淡(或称1:2稀释)指一份储藏液加2份清水(总容积为3份),余类推。冲淡的溶液称为“使用液”。有的配方则因溶解度或保存期限等原因,只配成使用液直接使用,不需再冲淡。

某些经常用来改变药液性能的药品,也可配成10%或其他百分比的溶液(10%是把10克药品加水溶成100毫升,余类推),如溴化钾等。防灰剂中因苯骈三氮唑在水中的溶解度很低,可以加些乙醇(酒精)来配制5%~10%的溶液;6-硝基苯骈咪唑硝酸盐则因用量太少不易称取而配成0.1%~0.5%的水溶液。

新配制的显影液的活性不稳定,pH值往往偏高,应静置6小时~12小时后再使用。

2. 显影液的贮存

显影液的显影能力随显影数量和贮存期限而逐渐减弱,终至药力衰竭而废弃。在使用过程中其pH值也略有下降,强烈的光照,过高的温度,其他化学品的污染及操作时手指的接触均会导致药力衰竭,也应加以注意。

但药液的主要变质原因是来自与空气接触而氧化,在盘中,12小时~24小时即变为深棕色;在密闭的瓶中,满瓶贮藏时则放置2个月~3个月甚至半年也不严重改变显影性能;如瓶中有空气则只能保存1个月左右,由此可见空气对显影液的影响是很大的。

保存期限也随其所含成分和浓度的不同而有所区别,用过的药液保存期限就显著缩短,所以应与新鲜的药液分别保存。

综上所述,显影液应保存在棕黄色的小口瓶里,尽可能地把瓶装满,如不能装满可换装较小的瓶子或投入玻璃珠以驱除多余的空气,瓶口应密闭,避免强光照射,温度不宜过高。

第二节 停 显

停显和坚膜是冲洗操作中的辅助加工过程。在洗印数量较多的情况下,有了停显步骤便可显著地提高洗印质量;而在较高的温度下冲洗胶片时,乳剂膜容易脱落,坚膜步骤更不能省略。现将停显液和坚膜液的用途和成分等分述如下。

一、停显的目的

感光材料在显影以后,它的乳剂膜里还带有显影液,如果不去掉,仍会继续发挥其显影能力。在显影液里碱性物质是促进和助长显影能力的主要药品,为了除去这类碱性物质,就需要有一种酸性溶液来对之发生中和作用,使显影作用立即停止。

定影液中含有酸性物质(详见定影液的组成成分),在显影和定影之间加入一个停显液,还可防止定影液的酸性减弱,延长了定影液的使用寿命,加强了定影的效果。

在冲洗胶片时,如果选用的是一种显影时间较长而碱性不强的显影液(如D-76),在显影之