

彩色光原理

〔法〕克莱尔克原著

〔英〕韦尔福特修订



石油化学工业出版社

彩 色 片 原 理

〔法〕 克莱尔克 原著
〔英〕 韦尔福特 修订

石油化学工业部第一胶片厂研究所 译
中央五七艺术大学电影学校摄影技术教研组 校

石油化学工业出版社

内 容 简 介

“彩色片原理”原书是法国照相科学家克莱尔克著的“照相理论与实践”的第六分册。后由英国人韦尔福特于1971年作了全面修订,本书是依据修订本翻译的。全书共十九章,从减色法成色基本原理开始,较全面的介绍了各种彩色材料的使用、加工、测定方法;而且深入浅出的介绍了彩色测量、彩色影像质量的评定及改进彩色还原的各种蒙罩方法;同时对新的彩色技术如普拉色、杜帮色等也作了简要的叙述。

书译完后由中央五七艺术大学电影学校摄影系技术教研组校阅。

本书可供从事感光材料生产和使用工作的工人、技术人员参考。

Revised by S. Welford
**PHOTOGRAPHY THEORY
AND PRACTICE 6**

Colour Processes
Focal Press London & New York 1971

彩 色 片 原 理

石油化学工业部第一胶片厂研究所 译
中央五七艺术大学电影学校摄影技术教研组 校

石油化学工业出版社 出版

(北京和平里七区十六号楼)

石油化学工业出版社印刷厂 印刷

新华书店北京发行所 发行

开本 $787 \times 1092^{1/16}$ 印张 $9^{1/4}$ 插页 2

字数220千字 印数 1—11,400

1977年12月第1版 1977年12月第1次印刷

书号15063·化119 定价 0.85 元

目 录

第一章 基本原理	1
1. 减色法成色原理 (1) 2. 彩色还原的两步过程 (2) 3. 多层片基本的彩色结构 (2) 4. 用多层彩色片的减色法还原彩色 (3)	
第二章 彩色显影	4
5. 发色显影 (4) 6. 彩色显影剂 (4) 7. 显影液配方 (6) 8. 成色反应 (6) 9. 彩色成色剂 (6) 10. 成色剂必须具备的条件 (8) 11. 加在显影液中的成色剂 (8) 12. 加在乳剂中的成色剂 (8) 13. 阿克发型成色剂 (8) 14. 柯达型 (埃克塔型) 成色剂 (9)	
第三章 现时彩色材料的用途	10
15. 彩色电影胶片 (10) 16. 反转透明片及其用于放映或电视广播的拷贝制作方法 (10) 17. 彩色负片及其用于放映或电视广播的拷贝制作方法 (11) 18. 复制和拷贝所要求的特殊胶片 (12) 19. 用于业余彩色电影胶片 (12) 20. 几种片型尺寸的比较 (13) 21. 供业余使用的装置 (13) 22. 彩色照相 (14) 23. 反转透明片的使用 (14) 24. 负-正材料的使用 (14) 25. 业余和专业上用的彩色胶片的供应 (14) 26. 科学记录工作 (15) 27. 航空测量胶片 (15) 28. 彩色胶片曝光 (15)	
第四章 彩色材料的感光测定	16
29. 导言——感光测定的用途和要求 (16) 30. 感光仪 (16) 31. 绝对计量 (17) 32. 加工要求 (17) 33. 密度计量 (18) 34. 积分密度与分解密度 (19) 35. 分解密度的推导 (20) 36. 密度计量的专门标准 (20) 37. 反转透明材料的特性曲线 (21) 38. 负性材料的特性曲线 (22) 39. 彩色相纸的特性曲线 (23) 40. 反转相纸的特性曲线 (23) 41. 原色滤光片在感光测定曝光中的使用 (23) 42. 密度计量导出的彩色平衡 (25) 43. 感光测定的应用 (25) 44. 加工控制 (26)	
第五章 叠合法和染印法	27
45. 导言 (27) 46. 三色碳素法 (28) 47. 三色碳溴法 (28) 48. 杜克索克罗姆法 (28) 49. 柯达染印法 (29) 50. 全色性模片 (29) 51. 模片的形成 (30) 52. 染浴 (30) 53. 转移影像 (31) 54. 柯达染印法的工艺和控制 (31) 55. 检验染料的平衡 (31) 56. 特艺彩色法 (31) 57. 分色底片 (32) 58. 坚膜反应的化学 (35)	

第六章 内偶法彩色反转片.....36

59. 导言 (36) 60. 加工 (36) 61. 埃克塔克罗姆型加工法用的彩色显影液 (38)
62. 化学黑化 (38) 63. 反转加工 (39) 64. 含有成色剂的单一乳剂的反转加工 (39)
65. 首显时间对反转曲线的影响 (40) 66. 彩色显影中显影时间的影响 (40)
67. 多层片的反转冲洗 (41) 68. 内偶式成色剂系统的优点 (41)

第七章 外偶法彩色反转片.....42

69. 加工要求 (42) 70. 最初柯达克罗姆的程序 (42) 71. 改进的柯达克罗姆的程序 (43)
72. 依尔福彩色胶片D所用的程序 (44) 73. 优点和缺点 (44)

第八章 彩色负片过程.....46

74. 主要特征 (46) 75. 伪色彩色系统 (47) 76. 彩色负片的加工过程 (47)
77. 正确显影 (48) 78. 内部蒙罩术 (49) 79. 内部蒙罩术的化学原理 (49)
80. 在调节浴中形成蒙罩染料 (50) 81. 在漂白浴中形成蒙罩染料 (50)

第九章 彩色相纸.....52

82. 彩色相纸过程 (52) 83. 感色性和负片染料影像吸收峰之间的关系 (53)
84. 三层乳剂的相对感光度 (53) 85. 反差等级 (54) 86. 互易律失效 (54)
87. 潜影稳定性 (54) 88. 清晰度 (54) 89. 最低密度 ($D_{\text{最小}}$) 或彩色污染 (55)
90. 反射密度和透射密度之间的关系 (55) 91. 加工过程 (56) 92. 漂白定影浴的化学原理 (56)
93. 稳定浴 (57) 94. 加工过程——概述 (57)

第十章 从彩色底片印制照片.....58

95. 彩色印相的要点 (58) 96. 曝光光源颜色的调节方法 (58) 97. 业余用装置 (59)
98. 专业用装置 (59) 99. 照相行业用装置 (61) 100. 彩色印相中的曝光问题 (61)
101. 彩色印相的理论 (62) 102. 产生底片密度差异的其他原因 (63)
103. 曝光程度对底片密度的影响 (63) 104. 集成灰——主题失效 (65)
105. 评价底片的方法 (65) 106. 由自动曝光控制引起的问题 (67)
107. 密度失效 (67) 108. 底片由于曝光造成的色平衡差异——斜率控制 (68)
109. 彩色平衡失效 (68) 110. 校正不足 (68)

第十一章 加工.....70

111. 综述 (70) 112. 加工设备 (70) 113. 温度控制 (72) 114. 搅拌 (72)
115. 清洗用水的要求 (73) 116. 干燥 (73) 117. 加工浴的组成 (73)
118. 废液中化学药品的回收 (75) 119. 加工控制 (75) 120. 化学分析 (76)

第十二章 从透明片印片.....78

121. 彩色正片 (78) 122. 反转正性材料 (78) 123. 中间负片 (79)

第十三章 银染料漂白法 (银漂法)82

124. 原理 (82) 125. 格鲁瑟斯—锥珀 (Grotthus—Draper) 定律 (82) 126. 优选法、染料漂白法、银漂法 (82) 127. 嘎斯帕彩色法 (83) 128. 汽巴克罗姆法 (83) 129. 加工 (83) 130. 银漂法的化学 (84) 131. 该法的评价 (85)

第十四章 普拉色87

132. 操作 (87) 133. 化学机理 (87) 134. 普拉彩色相片 (89)

第十五章 发展中的新方法90

135. 杜邦275型彩色胶片 (90) 136. 3M电子彩色印片法 (91) 137. 混合颗粒或囊包乳剂 (91) 138. 电子束录像 (92)

第十六章 影像的性质93

139. 影像的结构——染料影像 (93) 140. 由显影液中的成色剂形成的染料影像 (93) 141. 由乳剂中的成色剂形成的染料影像 (94) 142. 影像的质量 (94) 143. 颗粒性的本质——清晰度 (94) 144. 颗粒性的评定 (95) 145. 彩色负性材料颗粒性的相对值 (96) 146. 彩色反转片的颗粒性相对值 (96) 147. 颗粒度 (97) 148. 高反差分辨率图 (97) 149. 低反差分辨率 (98) 150. 模量传递函数 (98) 151. 栅影像的应用 (98) 152. 影像的稳定性 (99)

第十七章 色的感觉和还原 100

153. 色和色视觉 (100) 154. 色的主观表现 (100) 155. 色的正确还原 (101) 156. 彩色照片与彩色透明片的比较 (103) 157. 中性灰标板的再现 (104) 158. 彩色还原中误差的一般原因 (104) 159. 亮度范围 (104) 160. 乳剂感光性 (104) 161. 染料影像 (105) 162. 多层材料与设计要求偏离 (106) 163. 反转片中与理想曲线关系的偏离 (107) 164. 负片中与理想曲线关系的偏离 (108)

第十八章 色的测量 111

165. 测量系统 (111) 166. 色谱图 (112) 167. 色度计量、色度计和密度计 (112) 168. 分光光度测量 (114) 169. 简单的色图 (115) 170. CIE 系统彩色规格 (116) 171. 光源 (116) 172. 标准观察者和色匹配函数 (116) 173. 用虚刺激消除负值 (117) 174. 色度座标 (118) 175. CIE 色度图 (119) 176. CIE 系统的测量 (119) 177. 作色度图 (120) 178. 由分光光度测量决定色度系数 (121) 179. 权重座标法和选择座标法 (122) 180. 均色标——CIE 系统使用的术语 (122) 181. CIE 系统的使用 (123) 182. CIE 系统使用的术语 (125)

第十九章 用于改进还原质量的蒙罩法..... 127

183. 影调和彩色失真 (127) 184. 彩色负性材料的蒙罩法(127) 185. 正性材料的蒙罩法 (129) 186. 彩色透明片的印制 (129) 187. 反差蒙罩法 (130) 188. 理想蒙罩 (130) 189. 强光蒙罩(131) 190. 彩色矫正 (131) 191. 非清晰蒙罩 (131) 192. 电子蒙罩法(131) 193. 分色底片的蒙罩法(132) 194. 完全蒙罩法——照相制版印刷 (134) 195. 用于蒙罩矫正工艺的特种胶片 (134)

彩色图片 1 至 4 插图

名词索引..... 137

第一章 基本原理

1. 减色法成色原理——彩色视觉的三原色理论,加色法或分析法的三原色红、绿和蓝;减色法的三原色黄、品和青;原色的补色;减色法的三原色成对使用。2. 彩色还原的两步过程——第一步,用分色滤光片或乳剂的不同感色性将彩色分解成红、绿和蓝;第二步,转变成青、品和黄正性影像以表达彩色。3. 多层片基本的彩色结构——典型的多层材料的组层。4. 用多层彩色片的减色法还原彩色——反转法和负-正法;“纯”色和其它色的再现。

1. 减色法成色原理

现代彩色摄影过程都是以减色法成色为基础,它的基本原理可以归结如下。

彩色视觉的三原色理论:人眼有三种称为锥体的色接收器,大致对应于光谱的红、绿和蓝区(图1—1)。

加色法或分析法的三原色:可以用滤光片将光谱分成蓝(B),绿(G),红(R)三个光带,它们与人眼色接收器的三个敏感带很相近(图1—2)。

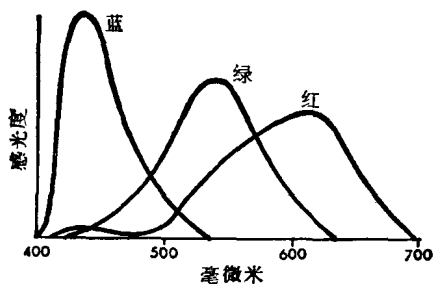


图1—1 人眼三色接受器的感光度

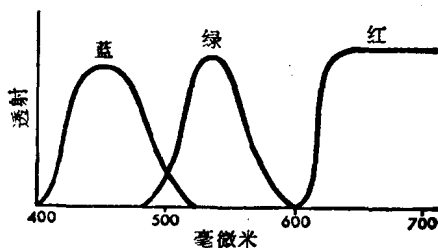


图1—2 蓝、绿、红滤光片的透射

减色法的三原色:减色法三原色是加色法三原色的补色,就是说,每个减色法原色能吸收与它互补的原色,透过其它两原色。黄(Y)吸收蓝,透过绿和红,品(M)吸收绿,透过蓝和红,青(C)吸收红,透过蓝和绿。

加色法和减色法滤光片的这些特性见彩色图片。

因为各个减色法的原色吸收其补色,因此改变它的密度可以控制加色法原色的透过量,例如,高密度的青加饱和滤光片不让一点红光透过,低密度青能通过少量红光;在此两种情况下蓝和绿光都全部通过,因为青不吸收这些色光,青密度控制的就是红光部分。

减色法三原色的成对使用:既然每个减色法原色吸收一个加色法原色而透过其它二色,那末当白光连续通过二个减色法原色滤光片后就只透过一个原色了。即黄和品滤光片在一起用只透过红光,黄和青滤光片一起用只透过绿光,品和青滤光片一起用只透过蓝光。

据此类推，三个滤光片在最大密度下叠放一起则阻止任何光透过。

2. 彩色还原的两步过程

彩色视觉理论以及加色法和减色法中三原色的透光特性，决定了减色法彩色摄影是一个二步过程。

第一步 彩色的分解：原始景物的色被分成红，绿和蓝成分而记录下来，记录方法可以用分色滤光片分成原色红、绿和蓝，得到分色负片以适应染料转移法和照相制板法的需要，也可以用其它彩色法所用的多层片中各乳剂层的不同感色性使彩色分解。

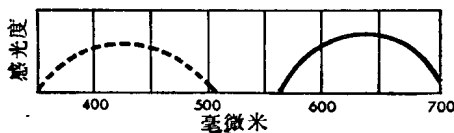
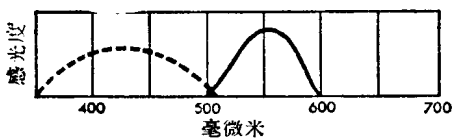
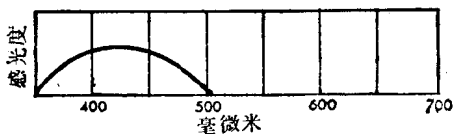


图1—3 多层片乳剂的光谱感光度

多层片的乳剂光谱敏感性表示在图 1—3 的楔谱图中。

感绿和感红乳剂固有的感蓝光特性（虚线所示）是不需要的，在它们上面涂布的黄滤光层可阻止蓝光到达这些乳剂层。

第二步 彩色的还原：从第一步得到的记录原始色彩中红，绿和蓝含量的负像被转变成青、品和黄的正像，如果这些影像是分录于不同的支持体上的，则将它们重叠在一起，对于多层片来说彩色影像是在加工过程中分别在各层内形成。为了再现原始的色彩，三个影像之间的密度比例必须正确，例如，为要表达原景中红色的特性，青色影像的密度必须为零，黄色影像和品红影像的密度必须为最大；青色影像的微小密度都会降低再现的红色光量，同理绿色的再现需要品红影像密度为零而青色和黄色影像密度为最大。

3. 多层片基本的彩色结构

根据以上所述，减色法彩色再现有三个基本要求：

- ①记录被摄体红，绿和蓝成分的手段；
- ②将每个记录的影像转变为它所要求的减色法三原色，并保持它们之间的正确密度关系；
- ③三个彩色影像必须精确地套准。

多层片能够满足这些条件，它是现代彩色摄影的基础，此种材料的结构示意图见图 1—4。

多层片由依次涂于片基上的三层乳剂组成，通常的次序是感红乳剂紧贴着支持体，接着是感绿乳剂，防止蓝光到达下层乳剂的黄滤光层和感蓝乳剂。特殊情况下，乳剂层的次序可以变动，而在此后的讨论中将以上述排列作为多层片的基本结构。

还有其它涂层，如防光晕层，隔层，抗应力或防卷曲层。在某些情况下各乳剂层本身就

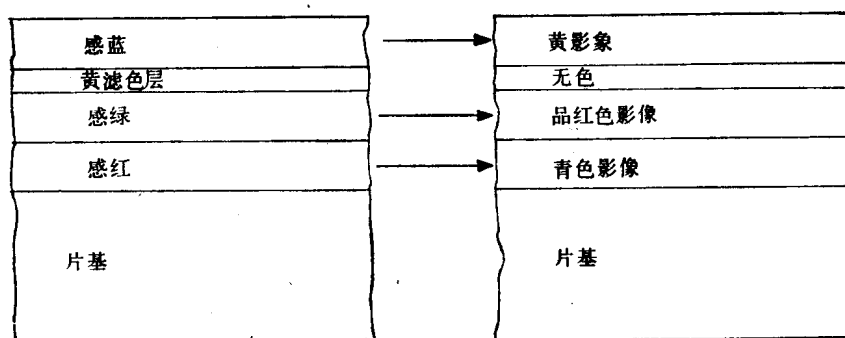


图 1—4 多层彩色片结构示意图

是双层涂布。滤光层可以是黄色胶体银，也可以是黄染料，它们在加工时被消除。

所用的防光晕层有各种类型，胶卷所用的与黑白材料相似。就是在胶片背面涂上染色明胶层，它同时起着防卷曲层的作用。有些35mm 胶片，此涂层是在感红乳剂层的下面，由胶体银分散在明胶中组成呈灰黑色，在漂白液中除去。其它胶片的防光晕层是涂在背面的碱性介质（例如含炭黑或染料的醋酸酐酸纤维素酯）它在首显或前浴中溶去，有些胶片的乳剂层之间有明胶层，它是用来防止成色剂和增感染料的串层或者是为在制造时保护下层乳剂或者是为了限制层间显影效应。

4. 用多层彩色片的减色法还原彩色

彩色法主要有两大类，经相机曝光直接得到正象的反转法，和先拍成负片再印出正片的负-正法。当然这两种方法都经历减色法再现彩色的二个步骤。对反转材料来说，原始色的红、绿、蓝成分的负性记录是银影像，第二步将这些影像反转形成青、品、黄正像。在负-正法中，彩色再现的第一步记录是在负性材料中形成的青、品、黄影像。第二步是将负像复印到正性材料上去，得到最后的彩色画面。彩色负片从影调及彩色两方面说都是相反的，彩色是以它的补色记录下来的。

用负-正法、反转法及银漂法的彩色再现见彩色图片。

再现减色法原色时，青被分解为等量的蓝和绿，品为等量蓝和红，黄为等量红和绿。在所有讨论情况中，复制画面中的彩色影像要么是全部存在，要么是完全没有；这是因为只考虑到“纯”色及黑和白。要表达中等密度的灰色要由中等密度的青、品、黄影像构成；同理，所有的颜色都是由不同密度的青、品、黄影像构成，这些密度决定于所记录的原始色的红、绿、蓝含量，任一方法在最佳条件下所能形成的色彩范围决定于三个减色染料的光谱特性，这方面的情况及彩色再现中的其它因素及问题在十七章和十八章论述。

第二章 彩色显影

5. 发色显影——显影剂的氧化作用；联苯三酚和它的染色影像；初级的彩色显影，菲歇尔（Fischer）和西格瑞斯特（Siegrist）及成色显影。6. 彩色显影剂——对苯二胺及其衍生物，如商品显影剂Genochrome, Droxochrome, Tolochrome, Mydrochrome。7. 显影液配方——显影成分的作用；严格控制 pH。8. 成色反应——一般方程式；详细的机理。9. 彩色成色剂——青染料、品红染料、黄染料的形成。10. 成色剂必须具备的条件——一般需要考虑的问题和研究新化合物的目标。11. 加在显影液中的成色剂——使用此法的必要条件。12. 加在乳剂中的成色剂——物理和化学的要求。13. 阿克发型成色剂。14. 柯达型（埃克塔型）成色剂——在显影液中加入苯甲醇。

5. 发色显影

按减色法原理，再现彩色的第二步需要形成青、品、黄的彩色正像，应用摄影术获得这些影像的最广泛和最巧妙的办法是采用发色显影——在显出银影的同时形成彩色影像。

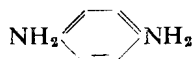
当用有机化学药品作为显影剂以后，发现其氧化后大多数变成褐色，特别是广泛使用的联苯三酚，在显出银影的同时产生黄色斑，人们发现改变显影液中亚硫酸盐的量，可以控制色斑的密度，说明色斑系显影反应中联苯三酚氧化的结果。

在1907年彼·荷莫尔卡（B. Homolka）发现两种有效的显影剂，通过直接显影即得到彩色影像；吲哚生成蓝色影像，硫吲哚产生红色影像，与联苯三酚生成黄色影像的道理很相似。这种反应类型称为初级彩色显影，因为显影剂本身直接氧化产生彩色物质。菲歇尔（Fischer）和西格瑞斯特（Siegrist）1912年发现了另一类型的彩色显影反应，它是通过显影剂——对苯二胺和第二种物质——即存在于显影液中的所谓成色剂生成有色染料，此类反应因为包括了成色剂的应用，所以称为成色显影，它与前面谈到过的较简单的初级彩色显影有所不同。由于所包含的化学反应的性质，生成染料的成色剂可以由一系列不同类别的化合物来制取，从而开辟了广阔的领域以研究产生色彩好，物理性质可满足要求的化合物。虽然这个基本的发现是在1912年，但直到三十年代中期，才克服了工艺上的困难，开始供应根据彩色显影方法制成的商品。

大多数近代彩色照相过程其彩色影像是通过成色显影反应产生的染料形成的，此反应需要两种特殊类型的化合物，即成色剂和彩色显影剂。

6. 彩色显影剂

最简单的彩色显影剂是对苯二胺，其结构式如下：

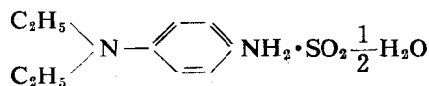


所有的彩色显影剂都是这个基本结构的衍生物，在此结构中导入取代基是为了改进其活性，增加溶解性，减少对皮肤的刺激性，改进染料影像的稳定性或减小影像的蔓延等方面

的性能，染料影像的蔓延是由于显影剂氧化物的流动性造成的，如果减少流动性，则染料就更紧接在显出的银粒处形成。所有的彩色显影剂有引起皮炎的趋势，这是由于对苯二胺及其衍生物对皮肤有刺激作用，这种影响程度对每个人来说是不相同的，但是现在所用的化合物对皮肤的刺激作用已大大地减小。

下面介绍四种常用的彩色显影剂，其化学命名以对苯二胺为基础，虽然还有其他叫法，例如对苯二胺也可以叫对氨基苯胺，这样基诺克罗姆 Genochrome 可称为对二乙基氨基苯胺二氧化硫复盐，它们在英国的商品名称有：

基诺克罗姆 Genochrome (麦和贝克制造) 阿克提沃尔 Activol (约翰逊制造)

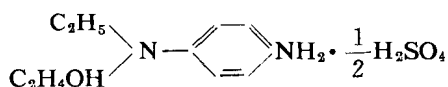


二乙基对苯二胺二氧化硫复盐

在此化合物中两个乙基取代了氨基的氢原子，从而使得显影剂更具活性。苯二胺是一碱性化合物，可与普通酸结合成盐；商品 Activol H 是盐酸盐，Activol S 是硫酸盐，上面所示结构式是与亚硫酸形成的盐。

卓克西克罗姆 Droxychrome (麦和贝克制造) 和阿克提沃尔 X Activol X, 即 T-32 (约翰逊制造)

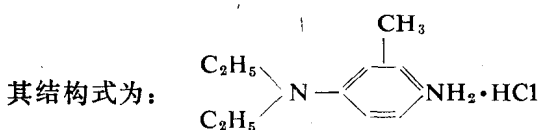
其结构式为：



化学名称为：羟乙基乙基对苯胺硫酸盐

它的一个乙基中的一个氢原子被羟基取代，使它在皮肤的脂肪中溶解性减小，减少了它的刺激性，但其活性也有所降低。

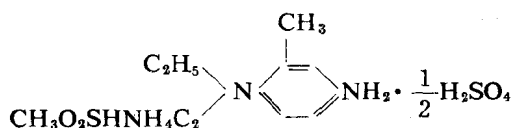
托罗克罗姆 Tolochrome (麦和贝克制造) CD-2 (柯达制造)



化学名称为：2-氨基-5-二乙基氨基甲苯盐酸盐。

大家注意，除一个甲基取代了苯核上的一个氢原子外，这个化合物是与基诺克罗姆相似的，可以看成是甲苯的衍生物，因此它的化学名称是 2-氨基-5-二乙基氨基甲苯盐酸盐，甲基的导入提高了化合物的活性。

麦多克罗姆 Mydochrome (麦和贝克制造) CD-3 (柯达制造)



2-氨基-5-β-甲基磺酰亚胺乙基乙基氨基甲苯硫酸盐。

这个化合物基本上与托罗克罗姆相似，但乙基中一个氢原子被 β-甲基磺酰亚胺取代，此化合物易溶于碱，而且降低了刺激性。

7. 显影液配方

一个简单的彩色显影液配方如下:

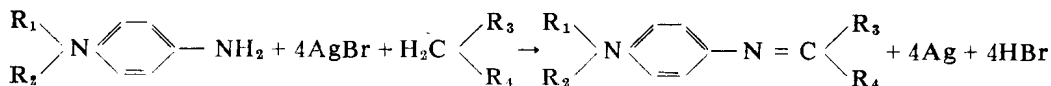
六聚偏磷酸钠.....	2.0克	溴化钾.....	1.0克
无水亚硫酸钠.....	4.0克	基诺克罗姆.....	3.0克
无水碳酸钠.....	57.0克	水加至.....	1升
盐酸羟胺.....	1.5克	pH	10.6~10.7

与黑白显影液相比,此配方中亚硫含量是非常低的,这是彩色显影液的根本特征,因为在彩色显影中常与亚硫酸盐反应的显影剂的氧化产物(这就是通常加亚硫酸盐作保护剂的原因)与成色剂起反应形成染料,在显影中有一定量的亚硫酸盐是必要的,这样可以排除空气对显影液过多的氧化作用,好在可使用另一种抗氧化剂——盐酸羟胺,对于3.5克无水亚硫酸钠的适宜量为1.0克。碳酸钠在显影液中是碱,它使显影液的pH值达到10.6~10.7。溴化钾可起着它正常的作用,六聚偏磷酸钠是作为软水剂,其代用物EDTA(乙二胺四醋酸)在盐酸羟胺存在的情况下不能使用,因为它起着促使盐酸羟胺分解的催化剂作用。

彩显液的pH应严格控制,因为它决定着显影液的活性,而且显影液必须具有强的缓冲能力,在使用中为了获得一致的效果,必须把pH值控制在很小范围内(±0.3单位)。

另外的碱例如硼砂或磷酸盐可以采用,以保证所需的活性。

8. 成 色 反 应



彩色显影的整个反应,包括银影的显影和成色剂偶合形成染料,可用上面的方程式来表示,式中成色剂用 $\text{H}_2\text{C} \begin{array}{c} R_3 \\ \diagup \\ \\ \diagdown \\ R_4 \end{array}$ 表示,主要部分是活性亚甲基— CH_2 部分,大家应注意到在此反应中,一个分子的显影剂与四个分子的溴化银反应,对有些成色剂来说一个显影剂分子可以还原二个卤化银分子而不是四个,萘酚衍生物就是这样,其偶合位置被取代如2,4-二氯 α -萘酚就是这种两个当量成色剂的实例。

虽然全部反应如上所示,看起来似简单但详细的化学反应却是比较复杂的,而且不能说已完全阐明了,在研究反应的详细机理的过程中,提出如下三个主要方面:

- ①显影剂具体的氧化产物是什么?
- ②成色剂的离子式是什么?
- ③由上述反应物形成的隐性染料如何氧化成最后染料?

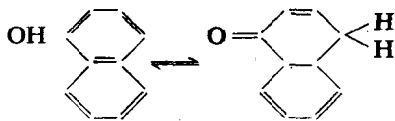
染料的隐色型是染料的还原型,它被氧化即形成真实的染料,这是众所周知的。

在大多数情况下,好象是在彩显反应中隐色染料被氧化,但在某些情况下,不论是空气氧化或在银漂白浴中,氧化作用都是随后才产生。

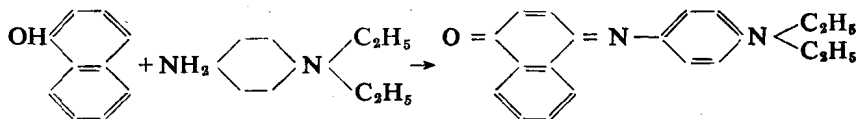
9. 彩 色 成 色 剂

彩显成色反应的一般方程式中表明,成色剂为了要与彩色显影剂的氧化产物反应,在其结构式 $\text{H}_2\text{C} \begin{array}{c} R_1 \\ \diagup \\ \\ \diagdown \\ R_2 \end{array}$ 或其离子式 $-\text{CH} \begin{array}{c} R_1 \\ \diagup \\ \\ \diagdown \\ R_2 \end{array}$ 中,必定有一活性亚甲基存在。

青染料的成色剂是以 α -萘酚为基础, 虽然表面上看不出有活性亚甲基存在, 实际上在醌式结构中是存在的。

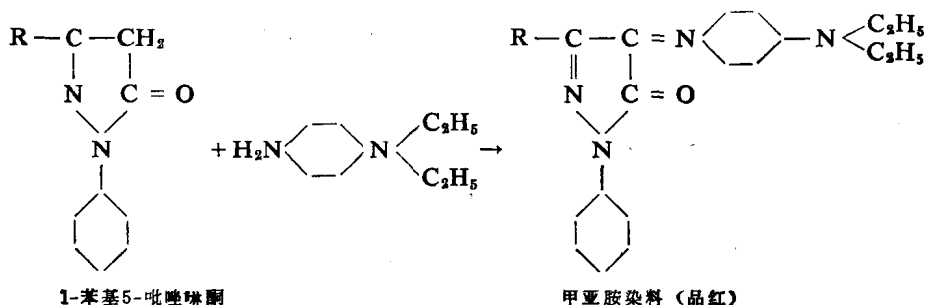


这类化合物与苯二胺显影剂偶合生成一般叫做茛苯胺的染料。



正如前面已提到过那样, 假如偶合的位置 (即羟基的对位) 被取代的话, 则只需两个银原子就能与一分子显影剂起反应。

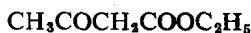
品红染料的成色剂多半是1-苯基5-吡唑啉酮的衍生物, 这种成色剂与苯二胺衍生物偶合生成甲亚胺染料



黄染料成色剂具有如下基本结构



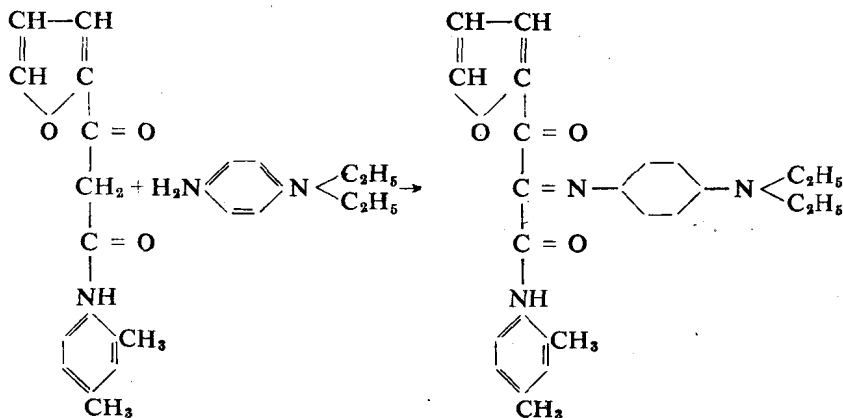
在结构中的 $-CH_2-$ 基被相邻羧基所活化。能满足这种结构的最简单的一个化合物是乙酰乙酸乙酯, 此化合物是最早研究工作者菲歇尔和西格瑞斯特所研究的化合物之一。



乙酰乙酸乙酯

在通式中 R^1 可以是烷基或芳香基或杂环基, R^2 或是芳环或是 $NH \cdot Z$, 而 Z 为芳环

例如:



樟脑酮基代2,4-二甲苯胺

甲亚胺染料 (黄)

10. 成色剂必须具备的条件

对成色剂和显影剂的结构已进行相当大量的研究工作,对成色剂的研究范围较显影剂更为广泛,因为后者局限于对苯二胺衍生物,而成色剂可以从广泛的化学类型范围内制取,前面已列举的一些例证即可以说明,研究新的化合物的主要目的可概括如下:

①为了使所得的化合物适用于各种方法,即可以当作显影剂的补加剂或者当作乳剂的补加剂;

②为使所得的化合物具有所要求的染料色,成色剂的结构是主要因素,显影剂的影响是次要因素;

③为了获得用于彩色负性材料的自动蒙罩的特殊化合物;

④为了提高活性;

⑤具有在使用或加工过程中必要的特殊物理性能。

成色剂可以加到显影液中或加到乳剂中。

11. 加在显影液中的成色剂

因为彩色影象需要青、品、黄,所以任何系统都必须采用如下方法,在加工过程中,需使三种分别含有青、品、黄成色剂的显影液,在这些显影液中显影,必需控制在相应的乳剂层中进行,显然用这种方法不可能获得负像(能得正像),并且需要复杂的加工程序,这种类型的片子只限于由洗印服务行业进行的反转冲洗。

采用这种方法对成色剂有特殊要求,成色剂应能溶解在显影液里,而生成的染料是不溶性的,这样就留在生成的位置上,幸而成色剂本身结构能满足这些条件,由于活性亚甲基(或酚基)的酸性,使成色剂能溶于碱液中,且在偶合反应中当亚甲基消失时能溶于碱的性质也随之消失,围绕显影的卤化物颗粒所生成的染料与卤化物颗粒本身大小差不多,尽管显影的条件和反应试剂的性质在相当程度上改变这些结构,某些高分子量成色剂在加入显影液之前,需要溶解在例如工业乙醇中,乙醇量可加到总体积的10%,成色剂用量为2.0~5.0克/升,这些溶液的保存性不好(因亚硫酸盐含量低),任何氧化作用显然会促使产生染料。

12. 加在乳剂中的成色剂

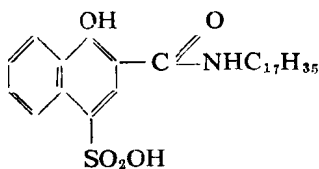
尽管最早的商业方法采用如上所述的发色显影原理,并且它的继承者仍大有人在,然而大多数方法采用在乳剂中加入成色剂,用此法对成色剂的首要要求是:成色剂与乳剂能相容,且不扩散因而不串层,它们不仅对明胶的物理性能,如对粘度,坚膜,凝固点,易于成膜的能力,只能有轻微的影响,而且对乳剂的照相性能,特别是对染料的增感性能也只能有轻微的影响,对后者的影响已成为重要的研究课题之一,因为青成色剂特别易于减小感红增感染料的效果,成色剂加入到乳剂里的方法有两种,一种方法是阿克发首先使用的,另一种是柯达在马丁兹(Martinez)专利的基础上试成的。

13. 阿克发型成色剂

在阿克发化学家于30年代所发展的工艺中,通过在本分子上引进两个取代基而改进了成色剂分子,一个取代基是长碳氢链如 $C_{17}H_{35}$ —(硬脂酸)碳链,它使得成色剂分子与胶直

接结合，而第二取代基是增进分子的水溶性，磺酸基是成色剂最常用的亲水性基团之一， $C_{27}H_{35}$ —基通常通过酰胺基—CONH引进成色剂分子的。

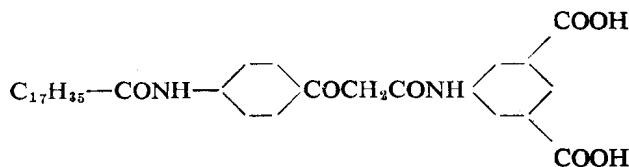
下面是符合这些要求的典型成色剂，也是早先阿克发提出的化合物之一。



1-羟基-2-萘十八酰胺4-磺酸

注意, $\text{C}_{17}\text{H}_{35}$ —基通过在一 $\text{C}(=\text{O})\text{NH}$ 2-位上取代而磺酸基 SO_3OH (或 HSO_3^-) 则在 4-位上取代。

羧基亦有增加水溶性的能力，阿克发成色剂就具有如下结构：



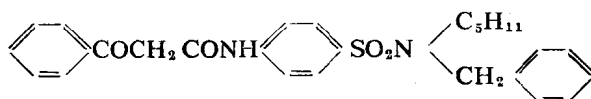
又有 $C_{17}H_{35}CONH$ —基和增加水溶性的两个羧基。

通常认为C₁₇H₃₅—基是借助范德华力与成色剂分子直接结合,这是个弱键,其引力与紧挨在一起的分子之间的分子吸引力相似。

14. 柯达型(埃克塔型)成色剂

原马丁兹专利提出将成色剂溶解在树脂溶液中，然后将其分散在乳剂里，后来柯达在商业上有效使用的方法是将成色剂先溶解在高沸点的酯类中，例如邻苯二甲酸二丁酯，然后将此溶液分散在乳状明胶液里，成色剂呈小油珠保持在溶液中，因它不是水溶性的所以不会串出油珠；同样加到乳剂中的小油珠不会串离乳剂，这些分散的溶液呈小球状，其大小等于或小于卤盐颗粒，成色反应所生成的染料系在小球内形成，而且在酯中形成真溶液（即邻苯二甲酸二丁酯），它的颜色较之成色剂在显影液里形成不溶性染料晶粒要鲜艳得多。一个单个显影颗粒将产生若干个这样的小色球，但颗粒性不一定随之增加。

因为成色剂必须溶解在邻苯二甲酸二丁酯这类溶剂中，成色剂分子必须满足这个条件，含有 C_6H_{11} —基的成色剂如下例，具有合适的物理性的能满足所提出的工艺要求。



对采用这类成色剂的材料进行加工时，在显影液中必须添加苯甲醇，苯甲醇对彩色显影剂及其在水中的氧化产物与存在于邻苯二甲酸二丁酯小球中的成色剂之间起着“中间人”的作用，且加速反应速度，否则此反应将进行很慢，苯甲醇的用量大致为总体积的 2 %。

第三章 现时彩色材料的用途

15. 彩色电影胶片——其制作方法决定于胶片的使用目的。16. 反转透明片及其用于放映或电视广播的拷贝制作方法。17. 彩色负片及其用于放映或电视广播的拷贝制作方法。18. 复制和拷贝所要求的特殊胶片。19. 用于业余彩色电影胶片：双-8、超-8、单-8。20. 几种片型尺寸的比较。21. 供业余使用的装置。22. 彩色照相。23. 反转透明片的使用。24. 负-正材料的使用。25. 业余和专业上用的彩色胶片的供应。26. 科学记录工作。27. 航空测量胶片。28. 彩色胶片曝光。

15. 彩色电影胶片

在电影制片业需要的促进下多层彩色胶片的生产技术得到了发展，这使电影制片中彩色片的使用量大为增加，同时随着电视本身的发展，电视广播方面也大量使用彩色片，由于多层片操作简便化方面的改进，使彩色胶片也广泛普及于业余电影摄影。

这些成就，不但得出了非常满意和喜人的画面，而且使这种材料应用起来不太困难了。并且不再需要如早期的特艺色方法中所使用的那种复杂的要用三条底片的摄影机了。虽然表现这种艺术的新技巧需要进一步学习，但黑白片制作中得到的很多经验都可以应用于彩色电影摄影。

如果我们从整个电影摄影的范围来考虑则看出，胶片的使用目的决定着它的制作方法。例如：普通的业余摄影者不需要拷贝，因此用于摄影机中的片子可以就是将来放映的片子。而一个故事片，则必须有好几百个拷贝，因原片生产耗费很大就需要采取复制的方法，以保证原片完好。其他如剪辑配音，特技效果等，在商业电影生产中均为正常程序，而业余影片制作者则很少考虑。

电视的要求有某些不同，在电视中胶片（不论彩色的或黑白的）不是转播的唯一材料来源。在评述英国 UK^① 1968年彩色电视的一篇文章中指出，彩色节目占英国国家广播公司第二节目的85%，其中45%是录像磁带，30%是胶片，25%是实况，电视的经济情况也与电影制片业有某些不同。

使用多层胶片的两个主要彩色摄影系统为反转过程和负片-正片过程，二者在直接或间接通过分色负片制作的特艺色过程中，都占有一定比重。并有大量的各种胶片适合于各种不同要求，对于直接广播的电视系统，可以使用反转片，也可用负片。如使用负片则需进行电子反转以传播给观众。

16. 反转透明片及其用于放映或电视广播的拷贝制作方法

^①英国《电影音响和电视》2月号 1969年 p36