

内 容 提 要

本书对感光成像理论、感光材料的制作、感光测定以及印刷行业实际应用的各种感光材料都有详尽的论述。分别介绍了银盐和非银盐两大体系的感光材料。

全书共分十三章。它是一本全面论述制版感光材料制作、应用及有关知识的书籍。适合于印刷材料的研究、使用人员及印刷院校的师生阅读。亦可作为大专院校的教学参考书。

DN62/11

制版感光材料

吴若薇 编著

印刷工业出版社出版发行

(北京复外翠微路2号)

人民交通出版社印刷厂印刷

各地新华书店经售

850×1168毫米 1/32 印张: 16.75 字数: 450千字

1989年5月 第一版 第一次印刷

印数: 1—5,000 定价: 6.15 元

ISBN 7-80000-030-3/TS·25

前 言

感光材料是指见光能发生变化,经过一定的物理、化学方法处理后能形成可见的稳定影象的材料。根据光敏物质的不同,感光材料分为两大类:银盐感光材料和非银盐感光材料。银盐是指卤化银,即卤族元素中的氯、溴、碘元素和银元素组成的化合物,它们具有见光能分解的特性。非银盐感光材料是由非银盐光敏物质,如重氮盐、光敏树脂、光色材料、光导体等等制做的。这两大类感光材料都已有一百多年的发展历史。银盐感光材料发展非常迅速,品种繁多,广泛应用于工业、农业、国防、科学技术等各个领域。非银盐感光材料在近几十年的时间里,发展较快,引起人们极大的重视。现在人们提到感光材料,一般习惯上指银盐感光材料。

在印刷行业,自从采用照相术以来,感光材料已成为不可缺少的原材料。在整个印刷过程中,无论是采用照相制版或电子制版技术,从原稿到制成印刷品,实际上可看成是一个记录、存储和传递光学图象信息的过程。感光材料就是记录光学图象信息的材料。

近二十年来,印刷技术的突飞猛进,促进了印刷感光材料的迅速发展,许多新品种的开拓为新技术新设备的应用提供了有利的条件。

在印刷制版过程中,照相制版和电子制版工艺主要采用银盐感光材料,晒版工艺主要采用非银盐感光材料。

本书内容以银盐感光材料系统为主。

目 录

前言

第一章 绪论.....(1)

第一节 感光材料的发展简况.....(1)

△ 第二节 感光材料的基本结构.....(5)

一、乳剂层.....(6)

二、支持体.....(8)

三、辅助层.....(16)

四、几种典型感光材料的结构.....(20)

△ 第三节 感光材料的照相性能.....(21)

一、最大密度.....(22)

二、反差系数.....(25)

三、宽容度.....(26)

四、感光度.....(26)

五、感色性.....(28)

六、灰雾度.....(29)

七、解象力和清晰度.....(29)

八、颗粒性和颗粒度.....(30)

九、保存性.....(30)

△ 第四节 感光材料的分类和命名.....(31)

一、概述.....(31)

二、按感色性能分类.....(32)

三、按反差系数分类.....(33)

四、按影象性质分类.....(35)

五、感光材料的命名.....(36)

△ 第二章 感光成像理论.....(38)

第一节 光	(38)
一、光的本性	(38)
二、光的辐射	(40)
三、可见光	(42)
第二节 卤化银的晶体结构	(43)
一、理想的卤化银晶体	(43)
二、卤化银晶体的不完整性	(46)
三、卤化银晶体的能带结构	(48)
第三节 潜影理论	(50)
一、潜影的本质	(50)
二、潜影的形成	(51)
三、葛尔尼 (Gurney)—莫特 (Mott) 理论和米契尔 (Mitchell) 理论	(54)
第四节 显影机理	(58)
一、显微观察	(58)
二、电极理论	(58)
第三章 照相明胶	(63)
第一节 照相明胶的结构和组分	(63)
一、胶原向明胶的转化	(63)
二、明胶大分子的结构和组分	(65)
第二节 照相明胶的制备	(67)
第三节 照相明胶的物理化学性质及作用	(70)
第四节 照相明胶中微量活性杂质的作用	(77)
第五节 照相明胶的分类	(82)
第四章 感光乳剂制备原理	(85)
第一节 感光乳剂是胶体分散体系的特例	(85)
一、感光乳剂	(85)
二、卤化银颗粒大小与照相性能的相互关系	(86)
三、感光乳剂制备特点	(88)
第二节 配料	(89)

一、硝酸银溶液的配制.....	(89)
二、卤化物—明胶溶液的配制.....	(90)
第三节 乳化.....	(91)
一、乳化方式.....	(91)
二、卤化银晶核的形成与生长.....	(93)
三、卤化银颗粒的分散度与诸因素的关系.....	(96)
第四节 物理成熟.....	(100)
一、物理成熟过程.....	(100)
二、晶体溶解度对颗粒大小的依赖关系.....	(100)
三、卤化银颗粒的晶形.....	(102)
四、影响乳化和物理成熟的因素.....	(103)
五、温度的影响.....	(107)
第五节 物理成熟到化学成熟的过渡阶段.....	(107)
一、水洗法.....	(108)
二、沉降法.....	(110)
第六节 化学成熟.....	(114)
一、化学成熟的基本特征.....	(114)
二、化学成熟过程.....	(115)
三、化学增感.....	(116)
四、影响化学成熟的因素.....	(124)
第七节 乳剂配方.....	(126)
第五章 感光乳剂的补加剂.....	(131)
第一节 补加剂的种类.....	(131)
第二节 光谱增感剂.....	(132)
一、增感染料的基本结构与性能.....	(134)
二、光谱增感过程和机理.....	(139)
第三节 稳定剂和防灰雾剂.....	(147)
一、老化现象.....	(147)
二、稳定剂和防灰雾剂.....	(148)
三、稳定作用机理.....	(151)

第四节 坚膜剂.....	(152)
一、坚膜作用和常用坚膜剂.....	(152)
二、坚膜剂的使用特点.....	(154)
第五节 表面活性剂.....	(157)
一、表面张力.....	(157)
二、表面活性剂的作用.....	(158)
三、表面活性剂的种类.....	(160)
第六节 其它补加剂.....	(162)
一、抗氧化剂.....	(162)
二、提高反差的补加剂.....	(163)
三、防腐剂.....	(163)
四、防斑点剂.....	(164)
五、消泡剂.....	(164)
第六章 感光材料的涂布干燥和整理加工.....	(165)
第一节 熔化过程.....	(165)
第二节 涂布过程.....	(167)
一、浸涂式涂布.....	(167)
二、挤压式涂布.....	(171)
三、干版涂布.....	(173)
第三节 干燥过程.....	(174)
一、干燥工艺的特点.....	(174)
二、干燥工艺方法.....	(176)
第四节 感光材料的整理加工.....	(177)
第七章 感光材料的冲洗加工.....	(179)
第一节 显影.....	(179)
一、显影原理.....	(179)
二、显影方法.....	(180)
三、显影剂.....	(182)
四、保护剂.....	(197)
五、促进剂.....	(201)

六、抑制剂	(204)
七、显影液的配制	(205)
八、常用显影液的性能	(205)
九、显影条件对照相性能影响	(208)
十、显影过程中的邻界效应	(209)
第二节 定影	(212)
一、定影的原理	(212)
二、定影液的组成	(213)
三、定影液的配制	(216)
四、影响定影速度的因素	(217)
五、定影液的回收和再生	(217)
第三节 水洗	(219)
一、水洗的作用	(219)
二、影响水洗效率的因素	(219)
第四节 冲洗加工的辅助过程	(220)
一、影象的减薄	(220)
二、影象的加厚	(222)
第五节 反转冲洗法	(224)
一、反转冲洗原理	(224)
二、反转冲洗方法	(224)
第八章 感光测定	(227)
第一节 基本概念	(227)
一、光度学基础	(227)
二、曝光量和互易律	(232)
三、色温	(233)
第二节 曝光与感光仪	(235)
一、光源	(236)
二、色温镜	(237)
三、滤色片	(238)
四、快门	(239)

五、标准光楔.....	(240)
六、被测胶片曝光量的计算.....	(242)
第三节 密度的计量.....	(244)
一、透射密度和卡里耶效应.....	(245)
二、反射密度.....	(246)
三、密度计.....	(246)
第四节 特性曲线的绘制.....	(248)
第五节 基本照相性能的计量及表示方法.....	(249)
一、反差系数.....	(249)
二、宽容度.....	(253)
三、感光度.....	(256)
四、灰雾度.....	(259)
第六节 几种其它照相性能的测定.....	(259)
一、感色性.....	(259)
二、解象力.....	(261)
三、清晰度.....	(263)
四、颗粒度.....	(263)
第七节 应用模量传递函数评价影象的细部还原.....	(265)
一、测定感光材料的MTF的原理.....	(265)
二、MTF曲线的测定方法.....	(271)
第九章 彩色感光材料.....	(274)
第一节 色.....	(274)
一、视觉生理机能.....	(274)
二、清色和彩色.....	(275)
三、彩色的基本特征.....	(276)
四、三原色理论.....	(277)
五、三原色理论的应用.....	(280)
第二节 多层彩色片的结构和性能.....	(281)
一、多层彩色片的结构.....	(281)
二、多层彩色片的种类和照相性能.....	(284)

第三节 多层彩色片的成色原理.....	(287)
△ 一、成色基本原理.....	(287)
二、彩色显影剂.....	(287)
三、成色剂.....	(292)
四、彩色染料生成反应.....	(296)
五、彩色成象过程.....	(304)
六、彩色影象色调的失真及校正.....	(307)
第四节 多层彩色片的冲洗加工.....	(317)
一、彩色显影液的主要组分.....	(317)
二、多层彩色负片和多层彩色正片的冲洗加工.....	(319)
三、多层彩色反转片的冲洗加工.....	(323)
第五节 多层彩色片的新技术.....	(326)
一、新的乳剂颗粒制备技术.....	(327)
二、新型成色剂.....	(329)
三、涂层的结构和排列.....	(333)
第六节 银漂法彩色感光材料.....	(334)
一、概述.....	(334)
二、银漂法彩色片的结构和特点.....	(335)
三、银漂法成象原理.....	(336)
四、银漂法彩色片的冲洗加工.....	(341)
第七节 一步摄影法彩色感光材料.....	(344)
第十章 印刷制版感光材料的应用.....	(353)
第一节 概述.....	(353)
第二节 制作照相原稿用胶片.....	(358)
△ 第三节 照相制版用胶片.....	(361)
一、彩色原稿的复制.....	(361)
二、利斯胶片.....	(363)
三、高反差印刷胶片性能改进.....	(369)
四、改进网点质量的显影加工.....	(376)
五、凹印用胶片.....	(378)

六、蒙版胶片.....	(379)
第四节 电子分色扫描用胶片.....	(385)
第五节 照相排版用胶片.....	(388)
第六节 新闻传真制版用胶片.....	(390)
第七节 明室银盐拷贝胶片.....	(390)
第八节 银盐直接制版感光材料.....	(393)
第九节 全息照相感光材料.....	(398)
一、全息照相的基本原理.....	(398)
二、全息照相感光材料的特性.....	(400)
三、全息图片的复制及应用.....	(402)
第十一章 重氮盐成象体系.....	(404)
第一节 概述.....	(404)
第二节 重氮感光材料的光敏组分.....	(405)
一、重氮化合物及其感光特性.....	(405)
二、重氮化合物的光谱感光度.....	(407)
第三节 重氮印相法.....	(412)
一、光敏重氮盐及偶合剂.....	(412)
二、单组分和双组分重氮感光材料.....	(419)
三、重氮负性印相法.....	(421)
四、重氮印相法的应用.....	(422)
第四节 微泡照相法.....	(422)
一、主要组分.....	(423)
二、成象原理.....	(425)
三、照相性能.....	(427)
第五节 重氮平版图象法.....	(428)
第十二章 感光性树脂.....	(430)
第一节 概述.....	(430)
第二节 光交联型感光性树脂.....	(432)
一、重铬酸盐胶体.....	(432)
二、聚乙烯醇肉桂酸酯.....	(435)

第三节 光分解型感光性树脂.....(439)

一、重氮盐类.....(439)

二、重氮醌类.....(444)

三、叠氮基类.....(451)

第四节 光聚合型感光性树脂.....(454)

第五节 感光性树脂的应用.....(458)

一、平版用感光材料.....(458)

二、凸版用感光材料.....(464)

三、凹版用感光材料.....(475)

四、丝网版用感光材料.....(477)

五、非银盐明室拷贝片.....(481)

六、照相法校正用材料.....(483)

第十三章 电子照相成象体系.....(487)

第一节 概述.....(487)

第二节 静电照相过程基本原理.....(488)

第三节 光电导体体系的基本特性.....(492)

一、电晕充电的电荷分布.....(492)

二、光导层的暗衰减.....(495)

三、光照射的电荷衰减.....(496)

四、感光度.....(498)

五、残余电位.....(498)

六、“疲劳”现象.....(499)

第四节 电子照相的光导材料.....(499)

一、无定形晒光导体.....(501)

二、氧化锌—树脂光导体.....(503)

三、有机光导体.....(507)

第五节 静电潜影的显影.....(509)

一、静电潜影的性质.....(509)

二、显影色粉.....(510)

三、磁刷显影法.....(512)

四、液体显影法	(514)
第六节 电子照相在印刷制版中的应用	(517)
一、氧化锌—树脂感光纸	(517)
二、KC晶体版	(518)
三、利用色粉的抗蚀性制版	(520)
四、利用色粉的遮光性制版	(520)
五、彩色校正用材料	(521)

第一章 绪 论

第一节 感光材料的发展简况

很早以前，人们观察周围千变万化的事物，就发现光能引起一些物质的变化。但限于当时生产力和科学发展的水平，对此现象无法给予解释。

在汉代（公元前206—公元219），我国的劳动人民就知道将感光物质涂在陶器的表面，经过加工，制成美丽的图案，装饰器皿。

17世纪，人们观察到银盐在阳光的照射下，会发生化学变化，浅色的银盐会慢慢变深。1727年苏兹（J.H.schulze）首先发现了银的氯化物具有感光性能。于是，人们尝试着用它作为感光材料，来拍摄物体。1800年维杰吾德（Wegewood）和达威（Davy）将硝酸银液涂于纸上，得到最初的感光材料。其后，又改为将氯化银涂于纸上。但这种感光材料所生成的影象不能长久保存。未见光的卤化银部分，在保存期间也慢慢变色了。

1835年，塔博特（W.H.Fox-Talbot）找到了用食盐定影的方法。利用浓食盐溶液，溶掉未见光的卤化银部分。1839年赫尔（Herschel）将海波（硫代硫酸钠）用于定影。这种定影方法一直沿用至今。

1839年，法国人达格勒（L.J.M.Daguerre）发明了一种银板法。他是用一种表面光滑的银板或铜质镀银板，薰以碘蒸气，使板的表面生成具有感光性能的碘化银。摄影时，将它装入暗箱进行曝光，然后用汞蒸气薰，使曝光时还原的银与汞生成明亮的汞齐。未曝光的碘化银用浓氯化钠溶液处理掉，这样，就在板面上得到一个明亮的左右颠倒的正象。银板法在当时被认为是一种具

有使用价值的照相方法，马上得到了推广。但用这种方法制得的感光材料，感光度很低。照一张相，需在烈日上曝晒几十分钟。针对这一突出的弱点，人们开始探索新的途径，来提高感光度。几年之后，发现用卤族元素中的碘、溴、氯的混合银盐来代替碘化银，能较大幅度地提高感光度。同时，照相机的镜头也进行了改革。这样大大缩短了摄影的曝光时间，至使银板法在欧美盛行了十多年。银板法的发明，为现今银盐感光材料的发展打下了基础。

1841年，与银板法同时流行的还有一种照相法，是塔博特发明的美色法。这种方法是将纸先后浸入硝酸银溶液和碘化钾溶液中，使纸面生成碘化银感光层。在曝光前，再用没食子酸和硝酸银溶液处理。曝光后再次用这种溶液处理。待影象显出后，用海波定影，就可以得到一张负像。涂上蜡之后，具有一定的透明性。可用它作为底片进行翻晒，能得到多张正象照片。尽管它的影象比银板法清晰度差，但由于价格低廉，又能翻晒正象照片，使它在当时能与银板法相媲美。

人们在使用银板法和美色法的同时，又极力寻求更为理想的感光材料。1851年阿丘尔（F.S.Archer）发明了棉胶湿片法，又名珂罗酊湿版法。这种方法是将硝化纤维素溶于乙醇和乙醚的混合液中制成胶状物，在这棉胶中加入碘化钾溶液，然后均匀地涂布在玻璃板上。待棉胶开始凝固时，将玻璃板浸入硝酸银水溶液，使板面生成碘化银感光层。湿板法的要求是感光材料必须在摄影前预制，趁湿进行曝光。然后在硫酸亚铁的酸性溶液里进行显影，水洗后用氰化钾和海波进行定影，再经过加厚处理，就可以得到负象底片。棉胶湿片法在感光度、影象的清晰度等方面都大有提高，它的成功，很快地就取代了原有的照相法。但是，棉胶湿片必须在临用前预制，因此给使用带来很大的不便。

1871年英国人马多克（R.L.Maddox）发明用明胶代替棉胶。又有人提出用溴化银代替碘化银，制成了溴化银明胶干版。这种溴化银明胶干版比棉胶湿片的感光度要高得多，而且可以预制保存，使用起来很方便。因此，溴化银明胶干版很快就代替了

棉胶湿片。明胶和溴化银作为制造感光材料的原料，是感光材料发展史上的一个重大改革。

随着染料化学的发展，1873年人们将有机染料运用到感光乳剂中，于是诞生了增感剂。溴化银乳剂虽然具有较高的感光度，但是只对蓝紫光敏感。也就是说，自然界五光十色的色彩，溴化银乳剂只对其中的一小部分蓝紫光敏感，不能真实地反映出景物的本来面目。将各种增感剂加入乳剂中，就能使卤化银乳剂的感色范围从蓝紫光区扩展到绿光、红光区，甚至对不可见的红外光也能感受。增感剂的使用，不仅提高了乳剂的感光度，更重要的是为彩色感光材料的产生和发展奠定了基础。

由于玻璃板笨重，容易破碎，在很大程度上影响了感光材料的应用。1887年，人们采用纤维素酯这种高分子聚合物，制成了柔软而透明的塑料薄膜（即片基）。在片基上涂布乳剂，制得感光胶片，取代了风行一时的玻璃干版。感光胶片的发明，为感光材料打开了通向各个应用领域的大门。

在黑白感光材料使用的同时，人们又希望通过摄影的方法，使五光十色的被摄体，在感光材料上得到真实色彩的再现。19世纪末，提出了染印法彩色片成象的原理，这是一种用减色法制作彩色影象的方法。1922年美国的特艺色公司首先发展了染印法胶片。1935年第一部染印法彩色故事片出现在影坛。染印法胶片的色彩鲜艳，色牢度好。近几十年来，已成功地广泛应用于彩色电影的制作。

本世纪20年代初，又发明了多层彩色片，使感光材料的乳剂层中直接生成彩色影象。这种彩色多层片，由于应用范围广，发展迅速，于三十年代开始工业化生产。1935年由美国柯达公司发明了采用扩散性成色剂显色的外偶式多层彩色片。1936年西德阿克发公司首创了水溶性的非扩散性成色剂显色的内偶式多层彩色片。1942年柯达公司又制成了采用油溶性成色剂的多层彩色片。几十年来的发展，使多层彩色片已成为彩色感光材料中占优势的一大类。

1948年由美国普拉公司生产的一步摄影材料问世。一步摄影材料又称扩散转移反转材料，它的特点是具有很高的感光度，能几分钟快速成象，不需暗室加工。这些优点是任何卤化银感光材料无可比拟的。一步摄影感光材料有黑白片和彩色片两种。

1964年瑞士汽巴（Ciba）公司和英国伊尔富公司合作制成的汽尔克罗姆（Cilchrom）银漂法彩色感光材料问世，为彩色感光材料又增添一个新的类型。这类彩色片用于拷贝，从正象得到正象。色彩鲜艳，清晰度好，色牢度好。

感光材料经过一百多年的发展，在品种、质量、产量、生产工艺、原材料、检测手段、冲洗加工等诸方面都得到了很大的发展和提高。在原材料方面，三醋酸片基已取代了易燃的硝酸片基。更为优良的涤纶片基在特殊片基中已得到应用，将逐渐成为感光材料的主要片基。对照相明胶的结构、性能、微量活性杂质进行了系统、全面的研究，使照相明胶的质量有很大提高，有利于感光乳剂的制备。在乳剂制备中采用了一系列新的技术，使感光材料在感光度、宽容度、反差系数、色牢度等性能都有新的突破。画面的影象质感强，颗粒细腻，细部还原好。彩色影象颜色鲜艳，彩色还原真实，色牢度好。在乳剂涂布干燥工艺方面采用了多层、薄层的挤压涂布，高速热风干燥，辐射干燥。挤压涂布每次可达6~9层，车速100m/min。整个过程全部自动控制。在冲洗加工方面，突破了坚膜技术，可采用快速、高温、自动显影加工，大大地提高了效率及画面质量。在感光测定方面，采用了自动测试装置，应用了评价影象质量的新手段。

在感光材料的发展中，对乳剂的晶形、增感、潜影、显影等方面的照相过程的理论的研究，在广度和深度上都有很大的发展。理论的研究又促使了感光材料及其它学科的发展，形成了一个多学科互相渗透的綜合的感光科学领域。

印刷工业是感光材料的一个重要的应用领域。从照相术发明以来，印刷制版就采用了照相制版法。较早采用的印刷制版感光材料是棉胶湿片。但棉胶湿片由于存在感光度低，照相性能不稳

定，需使用前临时制备等缺点，随着感光材料的发展，逐渐被照相于版、照相胶片所取代。近几十年来，新印刷技术的不断开发，促进了印刷制版感光材料的品种和数量的迅速发展。在印刷工业发达的国家，印刷制版感光材料的数量已超过其它品种的感光材料，跃居首位。

制版照相感光材料以银盐感光材料为主。根据不同工艺的要求，感光材料的品种达数十种之多。有供平印、凸印、凹印照相制版用的分色胶片、拷贝胶片、凹印拷贝胶片、线条拷贝胶片、剥膜片、反转片等；有供彩色原稿校正用的蒙版胶片；有供照相排版用的照排胶片和相纸；有供电子分色扫描机使用的分色扫描胶片；有供整版报纸进行传真制版的传真制版胶片；有可于室光照明下使用的明室拷贝胶片；有可从原稿直接制成平版印版的银盐直接制版感光材料等等。

印刷工业也是非银盐感光材料主要的应用领域之一。如用于晒版印刷的预涂感光版（简称 PS 版），采用感光性树脂作为感光剂；用于直接静电照相制版的无机和有机光导体；用于照相拷贝的微泡胶片等等。印刷感光材料的具体应用详见后面有关章节。

第二节 感光材料的基本结构

照相制版过程是将原稿通过光学系统成象于感光材料上，然后经过一系列的加工处理，将原稿的图象正确地记录在感光材料上，得到负象（阴图）或正象（阳图）。再经晒版制得印版，供印刷使用。

这里所指的光学系统就是大家所熟悉的照相机镜头，感光材料就是照相胶片。感光材料中的卤化银具有见光分解的特性，它对光很敏感。当启动相机的快门，使感光胶片曝光后，卤化银立即发生光化学反应，还原出银原子，形成不可见的银影象（即潜影）。曝过光的感光材料经过显影加工，就可以得到可见的影