

— 化工新技术知识普及丛书

感光材料与磁记录材料

朱光伟 张 强 编

化学工业出版社

化工新技术知识普及丛书

感光材料与磁记录材料

朱光伟 张 强 编

化学工业出版社

内 容 提 要

为使地方从事工业管理和技术工作的干部了解当前世界新技术的发展同化学工业的关系,化学工业及其有关学科的基本知识和发展方向,以便经济有效地办好化学工业,在原化学工业部秦仲达部长的倡导下,特组织编写了一套《化工新技术知识普及丛书》。

本书是丛书中的一本。书中主要叙述了感光材料及磁记录材料的基本概念、历史发展过程及其生产与应用等方面知识。内容通俗易懂,适于广大工业管理和技术工作干部学习参考,以开拓视野,掌握国内外新科技。

化工新技术知识普及丛书

感光材料与磁记录材料

朱光伟 张强 编

责任编辑:孔家明

封面设计:季玉芳

化学工业出版社出版发行

(北京和平里七区十六号楼)

化学工业出版社印刷厂印刷

化学工业出版社印刷厂装订

新华书店北京发行所经销

开本 $787\times 1092\frac{1}{32}$ 印张4 字数91千字

1990年9月第1版 1990年9月北京第1次印刷

印 数 1—1230

ISBN 7-5025-0721-3/TQ·415

定 价2.40元

序

当前世界新技术和高技术发展十分迅猛，越来越多的国家都把自己的主要注意力转到发展科学技术上。《中共中央关于社会主义精神文明建设指导方针的决议》明确指出：“我们进行现代化建设，应当更加自觉地依靠科学，发扬尊重科学、追求知识的精神，努力在全民族范围扎扎实实地组织教育科学文化的普及和提高”。我到一些地区和县调查化学工业的发展情况时，许多从事工业管理和技术工作的同志也迫切希望了解世界新技术的发展同化学工业发展的关系，以及某些化工新技术和有关学科的发展情况、有关知识，以便把化学工业的发展切实转到依靠科技进步的轨道上来，经济有效地办好化学工业。为此，请化工部科技局、出版社和情报所共同组织编写出版一套《化工新技术知识普及丛书》。

本丛书主要是供地方有关工业部门的干部阅读的。在内容上既要讲清楚基础知识和必要的生产技术，也要从经济角度作些探讨。在编写时尽量做到循序渐进，深入浅出。现在这套书的作者和组织编辑出版工作的同志对于这些要求都已给予足够注意。我谨以本丛书倡议人的身份向付出辛勤劳动的这些同志表示衷心的感谢。

我深信，这套丛书的编辑出版，必将获得有关同志的欢迎

和关注，也必将使阅读丛书的同志有所收益。

我还希望广大读者和有机会翻阅本丛书的专家、
中存在的~~不当~~之处批评指正。

秦仲达

一九八六年十月

目 录

感 光 材 料

第一章 概述	1
第一节 感光材料在国民经济中的作用	1
第二节 感光材料发展简史及我国感光材料工业的现状	2
第二章 感光材料基本构造及其原理	5
第一节 胶片的基本构造	5
第二节 感光材料的分类	7
第三节 影像形成的基本原理	7
第四节 胶片的照相性能	10
第三章 彩色感光材料原理	15
第一节 光谱与色温	15
第二节 彩色影像的色光作用原理	17
第三节 多层彩色胶片成像原理	19
第四节 其它彩色胶片	22
第四章 感光材料的生产	25
第一节 片基和纸基	25
第二节 片基的制造	26
第三节 照相乳剂的制备	31
第四节 胶片的涂布	34
第五章 非银盐感光材料	39
第一节 重氮盐成像体系	39
第二节 感光树脂	41
第三节 电照相	43
第四节 其它非银盐感光材料	45

展望	48
----------	----

磁 记 录 材 料

第一章 概述	49
--------------	----

第一节 磁记录材料的发展简史及我国磁记录材料工业现状	49
----------------------------------	----

第二节 磁记录材料的特点与性能	53
-----------------------	----

第三节 磁记录材料的品种及其应用	69
------------------------	----

第二章 磁记录材料的构造和原理	83
-----------------------	----

第一节 磁带和软磁盘的构造	84
---------------------	----

第二节 磁记录材料工作原理	86
---------------------	----

第三章 磁记录材料的生产	90
--------------------	----

第一节 基本原材料	90
-----------------	----

第二节 产品制造和加工	105
-------------------	-----

展望	121
----------	-----

感光材料

第一章 概 述^①

“感光材料”通常叫着“照相材料”，是人们都熟悉的。但是，目前“感光材料”已不局限于人们日常生活中的照相，而是泛指一些能直接记录各种信息的材料。

凡是见光能生变化，经过曝光和一定的处理加工（化学加工或物理加工），能得到固定影像的物品均称之为“感光材料”。

“感光材料”涉及的范围很广，其种类分为卤化银感光材料和非卤化银感光材料两大类。

第一节 感光材料在国民经济中的作用

随着近代科学技术的发展，感光材料作为信息记录、显示技术的重要材料，在文化、教育、科学及国防等各个领域得到越来越广泛的应用，并促进科学技术的发展。

早在19世纪中叶，感光材料就应用于天文观察，代替了肉眼观察法，如今利用天文摄影能得清晰的星球图像及天体运行信息。感光材料应用于显微投影则对金属学、结晶学、医学、生物等方面的研究有重要意义，而X射线由于具备透视、探测

① 本书“第一章概述”系参照华东化工学院教材及其它有关资料由孔家明整理编写——编者注。

1106680

功能，是医疗保健和工业生产中不可缺少的重要手段。应用于遥感摄影则为大地测量、资源勘探以及地理学等提供重要数据和资料。应用于高速投影则对高速运动物体的研究给予极大的帮助。应用于红外线、紫外线投影则可进行生物学、考古学和刑事学等方面的研究。随着信息和计算机时代的到来，通常的记录手段也远远不能满足目前的信息“爆炸”，应用在电子计算机中的图形缩微、掩膜腐蚀、光刻等方面感光材料的研制和开发已经达到了很高的水平，并已大规模生产。

另外，各种复制、缩微、全息照相、大屏幕显示、电子束记录等新型感光材料正广泛应用在空间技术、气象观测、环境监测、电视通讯、计算技术、制版印刷及文化生活等方面。

因此，感光材料在国民经济占据着重要的地位，并发挥着越来越大的作用。

第二节 感光材料发展简史及我国 感光材料工业的现状

根据我国历史文献的记载，早在汉代就用感光物质涂在器皿上，而制成美丽的图案。在国外直到1839年才开始使用银板录像法，这是用碘蒸气来薰一个光滑的银板，使其表面生成一层对光敏感的碘化银，经过拍摄曝光，曝光部分的碘化银生成微量的银，然后再放置于汞蒸气中，使汞与银生成明亮的汞齐，曝光越多的部分生成的汞齐越多，也越明亮；未曝光部分的碘化银用氯化钠溶液溶去，这样便得到了稳定而逼真的影像。标志着卤化银感光材料的开始。与此同时，还有一种透明纸基法，是用碘化银作为感光物质，涂于透明纸片，经曝光显影后得到负像，便于复印。但它们的感光灵敏性很差。

1851年开始采用火棉胶作为卤化银的粘合剂，而得到湿板。

法感光材料。1871年，改用明胶作为粘合剂，将溴化银和明胶组成的感光物质（即目前所谓的照相乳剂或简称乳剂）均匀涂布于支持体上而成为溴化银感光材料。1873年人们发现在乳剂中加入某些染料，能使溴化银感光材料不仅对蓝紫光感光，而且也能对绿光感光，这样便可制得所谓的正色片。以后又发现能使胶片对红光感光的染料，便又制成了全色片。这种染料通称增感染料。它不仅使胶片的感色范围有了扩展，而且感光度也有显著的提高。到了1935年人们发现在制备乳剂时加入微量的金盐及一些稳定剂，可使胶片的性能有进一步的提高，这样便制得了近代高速感光材料。经过近150年人们的不断探索与追求，感光材料性能的发展速度是极其惊人的。目前黑白感光材料中感光度最高的已达30000ASA（一步摄影法胶片），彩色底片感光度可达400ASA左右。

尽管银盐感光材料具有相当高的感光速度、宽广的感色范围、相当好的潜影稳定性，具有还原连续色调的能力，且彩色再现性能真实以及有较高的信息贮存能力等。但是，银盐照相体系存在着致命的缺点，即离不开价格昂贵而目前市场又很奇缺的贵金属——银。另外，解象力不高也是银盐感光材料的又一弱点。随着高速电子计算机、激光及微电子工业的兴起，要求感光材料有极高的解象力。非银盐感光材料除了不使用银以外，还具有价格低、显影方便（大部分是干法操作）、不需要暗房及具有极高的解象力等特点。目前，非银感光材料在复印工业中几乎全部取代了银盐体系。因此，非银感光材料有着广阔的应用前景，有待于广大科技工业者去研究、开发。

彩色胶片的发展同样也经过了人们的大量实践，早在19世纪就有人研究用物理光学来获得彩色影象，提出了彩色摄影原理。经过几十年的努力，到20世纪初，人们发现在乳剂中加入

某些有机化合物（即所谓的成色剂），再在特殊的彩色显影液中加工后即可获得有色的画面，由此可制取三层彩色感光材料而制得彩色的影像。但是彩色感光材料的工业化生产还是在20世纪30年代实现的。在1935年以后，先后制成了由扩散性成色剂显色的外偶式彩色胶片和由非扩散性成色剂制造的内偶式彩色胶片。1942年以后，又生产了油溶性成色剂制造的各种彩色感光材料。另外，人们还利用一种浮雕片，使染料转移和选印到一张空白片上而获得彩色画面（染印法），将此法用于彩色电影获得了很大的成功。近30年来，彩色感光材料无论在感光灵敏性或是色彩，还是在鲜艳性方面都获得了很快的发展和提高。目前，彩色感光材料产量已超过黑白感光材料。

我国的感光材料制造和加工工业发展较晚，是一个新兴的工业部门。解放前我国所用的感光材料全部依赖进口。建国后，为改变这一落后局面，迅速建立了公元感光化学厂和天津感光胶片厂。1958年，又建立了保定电影胶片厂和上海感光胶片厂，并首次试制了我国第一批彩色正片和黑白电影胶片。以后，在上海、长春、北京、广州等地又先后建立了电影摄制和加工工业，推动了我国感光材料工业的发展。目前我国已有生产厂家10多家，并有专门从事感光材料科研和教学的科研院所和高等院校。现在，我国银盐感光材料品种已达100多种，每年总产量超过 $3.0 \times 10^7 \text{m}^2$ 。在非银感光材料方面，重氮系列的缩微片、印刷用的“PS”版感光树脂等均已小批量生产。

最近几年，随着经济改革的对外开放，通过与美国、日本等先进工业国的合作，并引进了国外先进的成套技术、设备，使我国感光材料工业生产接近了世界先进水平。

第二章 感光材料基本构造及其原理

感光材料产品尽管品种繁多，但从构造上简单地讲，就是将一种能感光的乳剂均匀地涂在特定的片基（或其它支持体）上制成的。照相明胶是感光乳剂的基本成分，对感光物质物质起着均匀分散和保护的作用，也是涂布于片基上的主要成膜物质。所以，一般常将感光材料简称为“胶片”。

第一节 胶片的基本构造

胶片是由感光乳剂均匀涂布在片基上制成，片基的厚度为 $0.1\sim 0.2\text{mm}$ ，如一般电影胶片片基厚度为 0.135mm ，而X射线胶片片基厚度为 0.175mm （普通头发丝直径约为 $0.06\sim 0.08\text{mm}$ ）。乳剂层的厚度随胶片品种不同而不同，一般在 $5\sim$

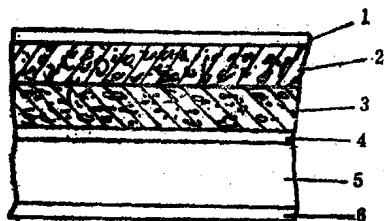


图 1 黑白负片剖面结构示意图

- 1—保护层；2—上层感光乳剂；3—下层感光乳剂；4—底层；5—片基；6—防光晕及抗卷曲层

$25\mu\text{m}$ 范围内，而这样薄的乳剂层，随着品种不同可能是一层，也可能是五六层，甚至十几层。胶片的剖面结构见图1、2（以黑白负片及彩色多层负片为例）。

从图1和图2可以看出，胶片主要是由感光乳剂层和片基组成。

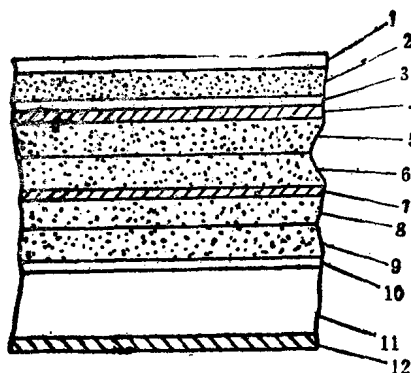


图 2 彩色多层负片剖面结构示意图

1—保护层；2—上层感光乳剂；3—滤色层；4—隔层；5—中层感光乳剂；6—中层感光乳剂；7—隔层；8—下层感光乳剂；9—下层感光乳剂；10—底片；11—片基；12—防光晕层（兼作抗静电抗卷曲层）

1. 乳剂层

乳剂层的基本成分是明胶和卤化银，是感光材料的主要组成部分，它决定着感光材料的照相性能。由于乳剂层是对光敏感的物质，因此有时也称其为感光层。

乳剂层厚度虽然只占胶片总厚度的1/10，但在整个照相过程中却经历着曝光、显影及影像的最后形成。

2. 片基

片基（支持体）起着支持感光乳剂层的作用。根据使用的目的不同，支持体可以使用片基、纸基和玻璃片。

片基是一种具有透明、柔软特性和一定机械强度的塑料薄膜。它的特性构成了胶片的主要物理机械性能。目前，电影胶片和民用胶卷使用三醋酸纤维素片基，而X射线胶片、印刷胶片、遥感胶片和缩微胶片等均使用聚酯片基。聚酯片基比三醋酸纤维素片基具有更好的物理机械强度和几何尺寸稳定性。

另外，在支持体上除了涂以乳剂层外，根据不同性能的要求还涂以底层、保护层、隔层、滤色层、防光晕层……等各种辅助层。

1. 底层 涂底层的目的是使乳剂层能够与特体牢固地粘附在一起，以防止乳剂膜的脱落。

2. 保护层 保护层是一层透明韧性的明胶薄层，涂在乳剂层上面可以保护乳剂层，以防止摩擦产生伤痕或灰雾。

3. 隔层 隔层通常涂在多层彩色感光材料中，其目的是为了防止各乳剂层中补加剂的相互影响。

4. 滤色层 滤色层由明胶和黄色胶态银或黄色染料组成，是彩色多层感光材料中起滤色作用的隔层。

5. 防光晕层 其作用是在感光材料曝光时防止片基内外的反射光或散色光所造成的影像不清晰。

胶片有黑白胶片和彩色胶片两大类。前者最后生成的影像只有黑白亮度的差别，而后者最后生成的影像和原景物一样，除亮度差别外，还有颜色的差别。由于性能的差别，反映在胶片结构上也有很大不同。前后属于单层结构（即乳剂层仅一层），后者则属于多层结构（至少三层不同感光性能乳剂层）。

第二节 感光材料的分类

1. 按类别用途分类

感光材料由于用途不同，可分为负性感光材料（底片）、正性感光材料（正片）和反转变感光材料三种。所谓底片是用来直接拍摄影物，它经过曝光和显影加工之后，所得到的影像正好与被摄景物的明暗部分相反，这种影像称为负像，所以底片也称为负片。正片通常是被用来从底片的负像制正像用，正片上所生成的影像和底片的明暗部分相反，这样就获得了正好与

被摄景物明暗部分相一致的正像。

反转感光材料与正性感光材料和负性感光材料不同，它不仅可以作为负性感光材料直接拍摄景物，经反转显影加工就直接得到正像；而且还可以从底片一次复印成与底片影像明暗相同的“翻底片”。

2. 按感光材料的支持体分类

通常的感光材料都是将感光乳剂涂于支持体上所构成，这样按支持体的不同分为干板、照相纸和胶片。

(1) 干板 以透明平薄的玻璃片作为感光乳剂层的支持体，这种感光材料称为干板。主要应用于印刷制版的复照工作，天文测影。经纬仪摄影测量、光谱分析等，对被摄物体的形状大小需要非常精确。

(2) 照相纸 以光泽洁白的涂塑纸基和硫酸钡底纸基为乳剂层支持体的感光材料称为照相纸。常用照相纸有印相纸、放大纸、示波记录纸、文件复印纸等。

(3) 胶片 以无色透明塑料薄膜作为乳剂层支持体的感光材料称为胶片。这种支持体薄膜称为片基。

3. 按感光材料的感色性能分类

不同品种的感光材料对各种颜色的光的敏感程度不一样，从感光材料的敏感程度可分为：X光、紫外、盲色、分色、全色、红外线以及彩色等等。

另外，还可根据感光材料的裁切尺寸大小和照相性能分为：120、135、散页片和高感光度胶片、低感光度胶片等。

第三节 影像形成的基本原理

卤化银颗粒存在于乳剂是照相影像形成的最基本因素。卤化银是指化学元素中的卤素氯、溴、碘与银的化合物——氯化

银、溴化银和碘化银的总称。照相影像形成过程，简单地说是卤化银颗粒中银离子由于光线能量的作用还原成金属银的过程。金属银处于极微细状态时是黑色的，也就形成了照片上的黑白影像。卤化银受光线作用而发生的分解程度，是和光线的强弱及照射时间的长短成正比关系。照射的光线愈强、时间愈长，这种分解程度就愈显著。

照相过程就是利用了光线能使卤化银发生分解变化的这一特点。当然，在实际摄影过程中，被摄物质所反射出来的光线是通过照相机的镜头进入到胶片上。然而短暂的拍摄时间和镜头光圈的限制，实际作用于胶片上的光量是有限的。尽管所作用的光线比较弱，但它能使卤化银颗粒分解出微量的金属银，形成了人眼还不能直接看见的潜伏影像，简称为潜影。事实上，潜影是在曝光时，卤化银感光层吸收了光的能量而发生光化反应的结果。

潜影通过进一步化学处理的方法，使它变为可见的影像，就是拍摄后胶片的显影加工过程。由于化学还原作用的结果，使感光材料已发生部分分解的卤化银颗粒进一步分解，使整个颗粒全部变为金属银。在这过程中，未被感光的卤化银则溶解在一种特殊的定影液中被除去。这样，已感光的胶片经过显影、定影处理后，在胶片各部位生成的金属银的多少，正好与被摄物体各部位的明暗程度相一致。即被摄物体愈明亮的部位，对胶片上卤化银作用的光线愈多，显影后生成的金属银也多，从而使这部位显得愈黑。反之，被摄物体中愈暗的部位，在胶片上就显得愈透亮。这样就在胶片上形成了与被摄物体明暗正好相反的影像。这一影像完全是由卤化银分解生成的极微细的金属银颗粒所构成的，而潜影的本质就是金属银。

第四节 胶片的照相性能

胶片中直接决定和影响影像质量的因素，统称为胶片的照相性能。包括：感光度、密度、灰雾、反差和反差系数、宽容度、感色性、解象力和清晰度以及保存性等。

1. 感光度

感光度是指感光材料对光敏感的程度。通俗地讲就是感光材料的感光速度。它是胶片对光敏感快慢的标志。用符号 S 表示。

感光度是以胶片在曝光、显影加工后达到一定基准密度所需要的曝光量来表示，它与曝光量成反比。

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

式中 S ——感光度；

K ——常数；

H_p ——在一定显影条件下，达到一定基准密度 p 所需要的曝光量（单位：勒克司·秒或米·烛光·秒）

因此，在摄影过程中，假如其拍摄场所光线比较暗，一般可采用闪光灯照明或放慢快门速度；在一些特定场合无法使用闪光灯或在拍摄运动中物体又不能放慢快门速度的，就必须选择高感光度的胶片。

感光度各国制定方式不同，目前世界各国普遍采用德国工业标准 DIN 制、美国标准 ASA 制以及 ISO（国际）标准。为使用上方便，下面介绍一种常用的换算表（参见表 1）。

2. 密度

密度是指胶片经曝光显影后，胶片上影像深浅的程度。胶片画面上愈是透明的地方，说明这部分的密度愈小；反之，密