

档案复制技术

张晓丹 宗培岭 王国清 编著

• 上海 •

目 录

第一章 翻拍摄影技术.....	(1)
第一节 感光材料.....	(1)
第二节 档案翻拍摄影.....	(27)
第三节 感光材料的冲洗.....	(35)
第四节 翻拍品的耐久性.....	(46)
第二章 缩微摄影技术.....	(56)
第一节 缩微摄影技术概述.....	(56)
第二节 缩微品的形式与感光材料.....	(63)
第三节 原件的拍摄.....	(85)
第四节 缩微胶片的冲洗.....	(128)
第五节 缩微品的拷贝与还原.....	(149)
第六节 缩微品的质量检查和保管.....	(163)
第三章 复印技术.....	(179)
第一节 复印技术概述.....	(179)
第二节 静电复印技术的基础知识.....	(189)
第三节 静电复印过程的基本原理与主要材料.....	(203)
第四节 静电复印机的基本结构.....	(222)
第五节 复印件的耐久性.....	(248)
第四章 磁记录技术.....	(252)
第一节 磁记录材料的构成与性能参数.....	(252)
第二节 磁记录材料的种类与特性.....	(261)
第三节 磁记录的原理与性能指标.....	(271)
第四节 磁记录信息的耐久性.....	(281)

第五章 光盘存贮技术	(293)
第一节 光盘的存贮性能	(293)
第二节 光盘的类型与存贮原理	(298)
第三节 光盘信息的耐久性	(309)

内 容 提 要

本书是根据作者多年教学实践经验并在参考有关资料基础上写成的。全书共分五章,全面介绍了档案翻拍摄影技术、缩微摄影技术、复印技术、磁记录技术和光盘存贮技术等常用档案复制技术的原理、设备和方法,并从复制过程、复制品材料特性等角度分析了档案复制品的耐久性。这是一本掌握档案复制技术的较好教材。

本书主要作为档案专业本科、专科学生用书,也可作为档案部门档案复制技术人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

档案复制技术/张晓丹编著. —上海:上海大学出版社,2000.11

ISBN 7-81058-244-5

I. 档... II. 张... III. 档案复制 IV. G272

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 50575 号

上海大学出版社出版发行

(上海市延长路 149 号 邮政编码 200072)

上海信老印刷厂印刷 各地新华书店经销

开本 880×1230 1/32 印张 10 字数 284 千字

2000 年 11 月第 1 版 2000 年 11 月第 1 次印刷

印数:1~3 100

定价:20.00 元

前 言

档案作为人类的宝贵财富,具有长久保存与利用价值。但随着时间的推移,在档案自身制作材料的性能和环境因素的影响下,档案发生老化与损坏现象是不可避免的。为延长档案的使用期限,除开展常规档案保护技术工作外,档案复制技术也是一种不可缺少的保护手段。利用复制技术形成的档案复制件可以代替原件的使用或保存。从这个意义上讲,档案复制技术亦属于档案保护技术的范畴。

在本书的编写过程中,我们以有关的基本理论与实践经验为依据,采用图文结合的方法,简明扼要地全面叙述了常用档案复制技术的方法、原理与制作过程。全书共分五章:第一章翻拍摄影技术,第二章缩微摄影技术,第三章复印技术,第四章磁记录技术,第五章光盘存贮技术。

档案复制技术是一门实践性、应用性与操作性很强的学科,为此在编写过程中试图突出操作性与实用性,重点叙述有关技术、方法与注意事项。但为了提高复制件的耐久性及质量,在叙述中也涉及到了复制用材料的结构、性能及复制件制作过程等对其耐久性的影响。因此,本书是全面了解档案复制技术的一本参考书,可供档案专业本科教学与档案管理专业自学考试之用,也可作为档案、图书、情报部门复制操作人员的参考书。

档案复制技术在我国档案部门早有广泛的应用,并积累了丰富的实践经验,有些技术已相当成熟。我们在编写中力求吸取档案复制技术的最新成果和实用经验,为此在积累多年教学经验和科研的基础上,还参阅了大量相关的论著。在本书

的编写过程中得到了上海市档案局有关领导、上海大学文学院档案系和同行的大力支持。本书重要章节由上海市档案局缩微技术中心主任诸其良审阅,在此向有关著作者和支持者一并致以感谢。

本书由宗培岭(第一章、第二章第四节、第四章和第五章)、王国清(第二章第一节至第三节)、张晓丹(第二章第四节、第五节、第三章)合作完成,最后由张晓丹统稿。

由于编著者水平有限,失误之处请读者批评指正。

作 者

2000 年 6 月

第一章 翻拍摄影技术

由于档案信息资源利用的长久性与档案制成材料使用期限的有限性这一基本矛盾以及为满足档案提供利用的需要,对档案采取再生性保护措施是不可避免的,翻拍摄影就是其中措施之一。翻拍摄影制品有的可以作为档案加以保存,有的可以代替原件提供利用,因此档案翻拍技术是一种有效延长档案使用期限和满足档案利用需要的常规技术,为此应对该技术有一个基本的了解。

第一节 感光材料

翻拍摄影使用的材料主要是感光材料,但由于感光材料类型极其复杂,性能相差十分悬殊,因此应根据翻拍对象及翻拍品用途的不同,有针对性地选择适合的感光材料。下面首先介绍感光材料的种类、结构与性能。

一、感光材料的种类

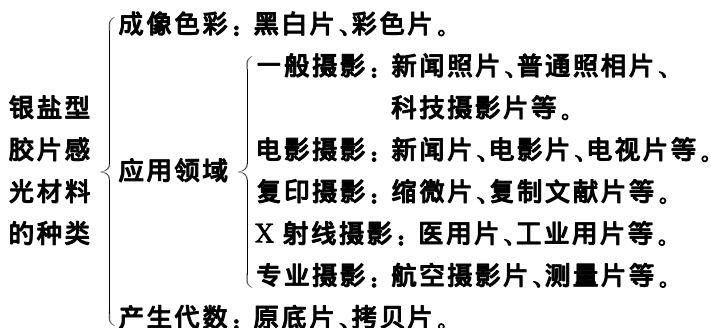
感光材料一般指见光能发生变化,经曝光和一定理化加工过程后能得到固定影像的材料总称。感光材料种类繁多,性能各异,不同领域对其分类方法也不尽相同。例如按使用范围分有电影胶片、民用胶片和军工胶片;按感光材料支持体分有胶片、相纸和干板;按感光物质分有银盐型和非银盐型;按影像色彩分有黑白片和彩色片;按感色性分有粒子照相材料、X射线照相材料、普通照相材料和红外照相材料等。本书对感光材料的分类采取先按支持体分成三类,再按感光物质或影像色彩分成若干小类。

（一）胶片

胶片是以透明软片为支持体(片基)的感光材料,是感光档案材料中使用最广、用量最大的一类。现存胶片档案的主体是电影片、缩微品和相片底片,按其所用感光物质分有银盐型胶片和非银盐型胶片,按影像色彩分有黑白胶片和彩色胶片。

1. 银盐型胶片

银盐型胶片感光材料的种类如下。



黑白片具有感光度好、分辨率高、影像性能稳定、耐保存等特点,广泛用于制作各类胶片档案的原底片,但亦有用作中间片的。彩色片具有画面逼真、色彩鲜艳的的优点,主要用于制作彩色底片、彩色电影胶片、彩色线路图等,近年来亦有作缩微胶片用,其缺点是耐保存性较差。

2. 非银盐型胶片

非银盐型胶片所用感光物质有重铬酸盐、重氮盐、感光树脂、电子照相材料等。现有非银盐型胶片档案中以重氮片和微泡片居多。由于两者的共同特点是感光度低,影像耐保存性较差,故一般不直接用于拍摄,主要用于制作拷贝片。

（二）相纸

相纸的分类方法较多。

按感光色彩分有黑白相纸和彩色相纸。

按卤化银种类分有溴化银相纸、氯化银相纸和氯溴化银相纸。溴化银相纸感光度高,适于放大成像;氯化银相纸感光度较小,但颗粒细小、色调美观,适于接触印像;氯溴化银相纸则介于两者之间。

(三) 干板

以玻璃为支持体的感光材料称为干板,又称硬片。其最大优点是自身不发生形变。干板作为普通照片底板目前已较少采用,主要应用于一些特殊领域。一是特殊类型的干板,如粒子干板和超微粒干板多用于某些科研领域。由于卤化银不仅对光敏感,对基本粒子射线也很敏感,所以粒子干板作为记录基本粒子径迹的录像介质,在原子核物理和宇宙科学中有着广泛的应用。超微粒干板与普通照相乳剂不同的是粒子乳剂中卤化银含量较多、颗粒纤细、乳剂层较厚。其特点是解像力极高、具有足够的反差系数和极严格的清洁度。在医学、航空和测量中有着重要的应用。二是用于对影像几何尺寸精度要求较高的特殊领域,如航测中多倍仪投影用的缩小片、地面摄影测量中用的摄影硬片、地图的影印与复照等。按感色性划分我国生产的摄影硬片见表 1-1。

表 1-1 国产摄影硬片感光性

名 称	型 号	感光范围(nm)
紫外片	I 型	250~500
	Ⅰ 型	250~500
	Ⅱ 型	200~400
盲色片	蓝 快 型	250~500
	蓝 硬 型	250~500
	蓝特硬型	250~500
	蓝超硬型	250~500
正色片	黄 快 型	300~600
	黄特硬型	300~600
全色片	红 快 型	300~700
	红特硬型	300~700
红外片	I 型	最长至 750
	Ⅰ 型	最长至 800
	Ⅱ 型	最长至 840

二、感光材料的结构与性能

常用感光材料结构见图 1-1、图 1-2。

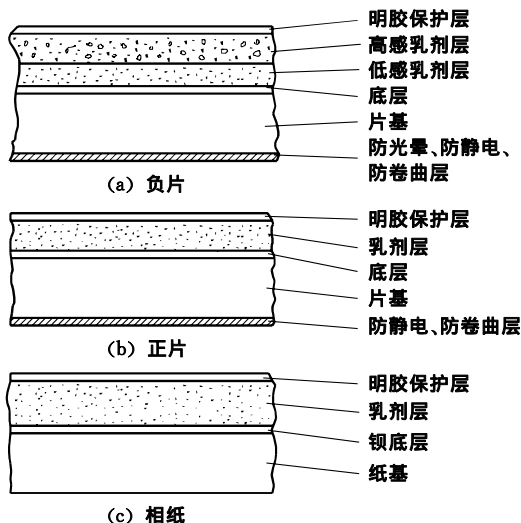


图 1-1 黑白感光材料的结构

不同类型的感光材料在结构上虽有差异,但一般均由片基、底层和感光层组成。不同的是银盐型感光材料中的相纸不涂布防光晕层。非银盐型感光材料无保护层。感光材料与感光档案材料结构上的主要区别是原感光层变成了影像层。

(一) 片基

1839 年首先制造出有实用价值的片基是光滑的银板,到 1887 年相当一部分片基已是玻璃板,以后开始使用硝酸纤维素酯作片基。自 20 世纪 50 年代逐步用醋酸

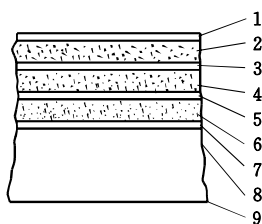


图 1-2 多层彩色胶片的结构

1. 保护层,
2. 上层乳剂、感蓝光,
3. 黄色滤光层,
4. 中层乳剂、感蓝和绿光,
5. 隔层,
6. 下层乳剂、感蓝和红光,
7. 底层,
8. 透明片基,
9. 防光晕及抗静电(炭黑)层

纤维素酯取而代之,目前胶片片基材料主要是三醋酸纤维素酯和聚酯。片基作为感光层的支持体应具有以下性能。

化学性能稳定,不与感光层发生反应并能与之牢固粘合;在使用与存放中不易分解。

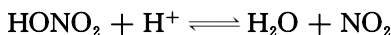
具有足够的机械强度、抗拉耐磨;有良好的耐水性,在涂布、存贮中收缩性小。

具有良好的透明度,且应耐光、耐热、耐寒、耐湿、无毒和不易燃烧。表面导电性能好,不易产生静电。

厚度均匀,表面平滑光洁。

1. 硝酸片基

硝酸片基的主要组分是硝酸纤维素酯(CN),密度 1.58~1.65,白色固体,是纤维素在浓硫酸、浓硝酸与水的混合液中被硝酸酯化的产物,聚合度为 100~350。



纤维素葡萄糖基环上的羟基被全部硝化的产物称为三硝酸纤维素酯(CN₃),含氮量 14.14%,通常用于制造炸药。用于制作片基的是二硝酸纤维素酯(CN₂),含氮量 11.18%,配之以增塑剂,稳定剂等助剂流延干燥成型。

硝酸片基的特性:

(1) 机械强度高。片基抗拉耐折,弹性与柔韧性是至今最为强韧的热塑性塑料。

(2) 几何尺寸稳定性好。由于亲水性的羟基被取代,片基具有明显的疏水性,吸湿性低,收缩性小,在 21℃、RH80%中吸湿率仅为 1%。

(3) 对酸、氧化剂稳定。硝基的进入增强了甬键对酸的稳定性,即使在高湿下用强稀酸处理也不会引起含氮量的变化,但浓无机酸对其有破坏作用。

(4) 透明度高。可见光透过率达 91%。

由于上述原因,它曾一度在电影胶片中占据了主导地位。但鉴于以下致命弱点,自 20 世纪 50 年代起,已逐步被淘汰。该部分档案应复制到安全片基上。

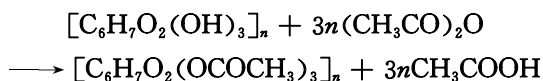
(5) 化学稳定性差。片基对光、热极不稳定,受强光、热长时间作用能分解出气态的 CO 、 CO_2 、 N_2 及氮氧化合物等。据在 54.4°C 下观察发现,空气中有草酸、蚁酸等有机酸及亚硝酸、醋酸乙酯等物生成,自重损失达 40%。 CN_2 自行分解中,热起着重要作用,环境温度每升高 5°C 分解速度几乎增大 1 倍,甚至水亦可作热分解的催化剂。

(6) 对碱、还原剂不稳定。1% 碱溶液在冷却状态下亦能使 CN_2 脱硝并伴随有氧化和降解反应;硫化钠、亚铁盐等还原剂能使其分解出硝酸根。

(7) 具有易燃易爆性。 CN_2 的分解具有自催化性质,极易燃烧和爆炸。新片基 100°C 开始发软变形, 140°C 分解出褐色气体, $175\sim 180^\circ\text{C}$ 可自燃,燃烧温度可达 $1500\sim 1700^\circ\text{C}$ 。片基老化后因高温或摩擦能引起自燃。

2. 醋酸片基

醋酸片基的主要组分是醋酸纤维素酯(CA),纯密度为 1.32 左右,无色无味。它是 α -纤维素在催化剂作用下与乙酰化试剂醋酸酐在稀释剂作用下的产物。



醋酸片基的特性。

(1) 化学性能稳定。突出优点是不易燃烧,且难以点燃,燃烧速度仅 $1.3\sim 1.5\text{ cm/min}$,离开火源,燃烧自行停止,属安全片基,是我国当前感光胶片中应用最广泛的一种片基。

(2) 几何尺寸稳定性较好。片基受温湿度影响小,影像清晰度与稳定性较硝酸片为好。

(3) 对光稳定。

CA₃ 片不足之处是机械性能不甚理想,有形变与发脆现象,脆性较

CN₂ 大,柔韧性较 CN₂ 片基差。两种片基的共同弱点是耐气候性欠佳。

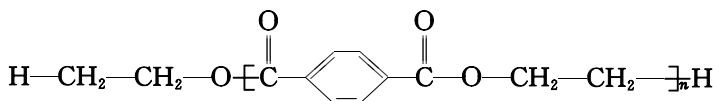
两种片基的区别方法。

(1) 浮力测试法。硝酸片基密度大于三氯乙烯,三醋酸片基密度小于三氯乙烯,可据其在三氯乙烯溶液中的沉浮加以判定。

(2) 甲醇测试法。在两种片基上各划一线,滴上甲醇,溶解者为三醋酸片基。

3. 聚酯片基

聚酯片基的主要组分是聚酯,又称涤纶。由对苯二甲酸或对苯二甲酸二甲酯与乙二醇缩聚而成。学名聚对苯二甲酸乙二醇酯。分子结构式为:



制作片基时先由聚酯配之以增塑剂、稳定剂等助剂制成无定形薄膜,再拉伸成型,继而在 190~200℃ 下热定形。

聚酯片基属安全片基,它具有以下优良特性。

(1) 化学稳定性好。对酸、氧化剂和溶剂具有良好的抵抗力,尤其是对氧化剂有突出的稳定性。

(2) 机械强度高。片基抗拉耐磨,能在较大范围内保持优良的机械性能。薄膜抗张强度可与铝膜匹敌,约为尼龙的 3 倍。耐冲击强度为常用薄膜的 3~5 倍。长期使用温度可达 120℃,在 125℃ 空气中加热 1 000 h,薄膜强度与弹性模数仅降低 10%~15%。

(3) 具有优良的耐光性。它是塑料中耐光老化最优良的材料,如在玻璃罩下曝晒 2 800 h 聚酯纤维能保留原有强度的 30%~40%,而天然丝在同样条件下 600 h 强度即完全消失。

(4) 尺寸稳定性好。片基收缩性低、吸湿性小,如 25 mm 厚薄膜在 25℃ 水中浸泡 1 周吸水率为 0.8%。

(5) 耐生物性好。聚酯能相当好地抵抗霉菌的作用,即使能在聚酯上观察到霉菌生长,但对材料自身不会造成侵蚀或破坏作用。

但该片基亦有不足之处:一是片基表面电阻较高,极易产生静电;

二是惰性大,接片较为困难;三是不耐碱,尤其不耐氨水,即使在室温下受其作用也相当明显,见表 1-2。

表 1-2 聚酯薄膜的耐化学性

化学试剂	抗拉保留率 (%)	伸长保留率 (%)	抗撕裂保留率 (%)	室温浸入时间 (d)
HCl(10%)	100	100	100	31
NH ₄ OH(浓)	0	0	0	3
NaOH(2%)	100	100	70	31

聚酯片基与三醋酸片基性能比较,见表 1-3。

表 1-3 聚酯片基与三醋酸片基性能比较

性 能		聚酯片基 (0.1 mm 厚)	三醋酸片基 (0.14 mm 厚)
折射系数		1.64	1.48
体积电阻率($\Omega \cdot \text{cm}$)		10^{19}	10^{13}
热膨胀系数($\text{mm}/^{\circ}\text{C}$)		0.9×10^{-3}	1.03×10^{-3}
湿膨胀系数(21 $^{\circ}\text{C}$, RH20%~70%内)		2.5×10^{-4}	10.4×10^{-4}
吸湿性(%)	RH40%时	0.35	1.8
	RH70%时	0.60	2.4
	浸入水中时	0.80	4.5
保存六个月后收缩率 (%)	21 $^{\circ}\text{C}$ RH40% 温湿度不稳定	0.00	0.02
		0.05	-0.09
几何尺寸变化率 (%)	RH40%时	-0.07	0.11
	RH70%时	0.04	0.09
熔点($^{\circ}\text{C}$)		265 $^{\circ}\text{C}$	370 $^{\circ}\text{C}$
着火温度与可燃性		525 $^{\circ}\text{C}$ 难燃	425 $^{\circ}\text{C}$ 燃焦,但不燃或熄

4. 聚碳酸酯片基

胶片片基除上述外,还有醋酸乙烯片基、聚苯乙烯片基和聚碳酸酯片基等,其中聚碳酸酯片基性能接近聚酯,是一种很有开发前途的片基材料,只因价格较贵而限制了其应用。该种片基与其他片基性能比较,见表 1-4。

表 1-4 三种片基性能比较

指 标 性 能	片 基	醋 酸 片 基	聚 酯 片 基	聚碳酸酯片基
可见光透过率(%)		91	87	90
吸水膨胀系数(%)		30×10^{-5}	0.4×10^{-5}	0.4×10^{-5}
热膨胀系数(%)		$(10 \sim 15) \times 10^{-5}$	2.7×10^{-5}	7×10^{-5}
热变形温度(℃)		150	150	165
抗寒性(℃)		-30~-40	-60	-135
吸水量(%)		6	<0.5	0.3
抗张强度(N/m ²)		129×10^6	196×10^6	172×10^6
断裂延伸率(%)		30	140	122
耐折次数(次·厚 0.145 mm)		36	15 000	>150

5. 钡地纸

相片纸基俗称钡地纸。相片纸基对原纸的质量要求十分严格,要质地纯粹、纸纹细密、坚韧耐久、厚薄均匀、耐水性好、干收缩率小、耐光性强;对原纸的尘埃度和金属离子含量要求严格,尤其是铁、铜等杂质要基本不含;对纸的表面性能如光泽度、色相、平滑度等亦有相当高的要求。要在纸基上涂一层硫酸钡和明胶之类粘合剂,再经超级压光以改进纸的平滑度、尺寸稳定性和白度;涂层还能填补纸中的空隙,防止原纸中杂质向乳剂层中渗透与卤化银发生反应。

近年来,彩色相纸纸基中出现了一种新型涂塑纸,在纸基两面涂有不透水的聚乙烯涂层,具有尺寸稳定、机械强度高、吸水膨胀率小(为钡地纸的 1/5)的特点,目前在黑白相纸纸基中亦开始有所应用。

(二) 银盐感光层

以黑白感光材料感光层为例,其主要组分是明胶、卤化银和各种助剂,感光档案影像层的主要组分是明胶、金属银粒和某些助剂。感光层厚度:相纸 6~12 μm ,胶片 14~18 μm ,干板 16~24 μm 。

1. 明胶

明胶是从兽皮、兽骨中提取的一种含有多种氨基酸的蛋白质，分子量15 000~250 000。照相明胶的质量比一般明胶要高得多，它是感光层中的主要成分，约占55%。照相明胶在乳剂感光层中的性能至今还是其他材料所无法取代的。

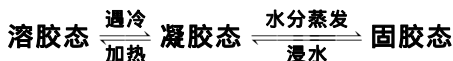
(1) 明胶的粘结性。由于明胶是一种粘性的胶体，因此便于乳剂涂布成膜，形成薄厚均匀的乳剂层，并且使乳剂层与片基牢固结合在一起，不易脱落。由于明胶附着在卤化银晶体的周围，可以把卤化银晶体颗粒一个个分离开，防止它们的聚集和沉淀，使卤化银晶体颗粒在乳剂层内呈稳定的均匀分散状态，这是银盐胶片可以形成清晰影像的重要原因。

(2) 明胶具有坚膜性。其分子上的官能团能与甲醛、铬盐、铝盐等坚膜剂作用形成稳定的分子键，提高乳剂层的机械强度，防止冲洗时因明胶吸水膨胀造成影像层脱落；冲洗干燥后则能通过固定被还原的银粒而形成稳定的影像。

(3) 明胶的照相活性。明胶中所含极微量的活泼杂质如硫原子等，能使卤化银表面发生一系列理化变化，使生成的银和硫化银质点构成所谓的感光中心；曝光分解后的微量硫化银能起硫增感作用，因而能大大提高卤化银的感光度。此外，明胶中所含的某些微量元素还能起到抑制灰雾的作用。

(4) 吸水膨胀性。明胶泡在水中，能吸收水分，体积膨胀，使乳剂层上的明胶出现蜂窝状的缝隙，胶片在冲洗时，增加了药液与乳剂层深处卤化银接触的机会，提高了冲洗的效果。

(5) 明胶的三态。明胶具有溶胶、凝胶、固胶三种状态，并容易从一种状态变为另一种状态，其变化情况如下。



明胶的三种状态，在一定条件下可反复变化多次，有利于胶片的制作和冲洗。如胶片制作时，乳剂层以溶胶态的明胶涂布在片基上，冷却

并经烘干后,形成稳定的乳剂层,胶片拍摄后,在胶片冲洗加工时,乳剂层的明胶吸收水分,便从固胶态变为凝胶态,使冲洗药液能够深入乳剂层,与卤化银充分接触。冲洗后,使胶片干燥,明胶恢复到固胶态,使形成的影像得以固定。

2. 卤化银

乳剂层中的卤化银是卤族元素中的溴、氯、碘与金属银形成化合物的总称。它包括氯化银(AgCl ,呈白色)、溴化银(AgBr ,呈淡黄色)和碘化银(AgI ,呈黄色)。

卤化银是感光材料的记录介质,以微晶形式悬浮在明胶中,粒度大都在 $0.1 \sim 4 \mu\text{m}$ 。其晶体呈两种状态分布:一种称为理想晶体,呈有规则的空间分布,相邻离子间有固定的距离和相同的角度,该种晶体对光不敏感。另一种称为晶体不完整性,晶体呈不规则性或具有某种缺陷。其形成的原因,一是物理上不完整性,如晶格有缺陷与位错,或点阵上基本离子发生移动,见图 1-3;二是化学上不纯洁性,如乳剂化学成熟中加入微量金盐硫氰酸金和硫增感剂硫代硫酸钠,使卤化银析出的极微量的银集中在卤化银缺陷处。正是这种晶体的不完整性决定了卤化银的感光性能,即形成了所谓的感光中心。

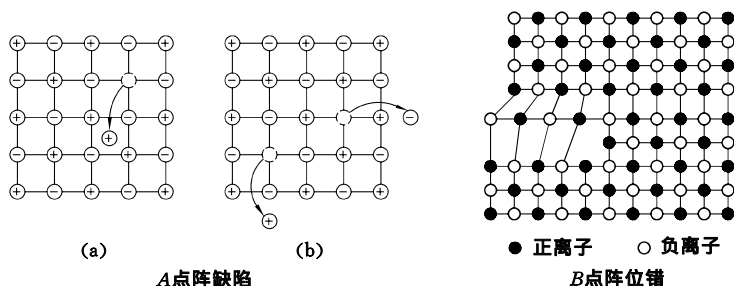


图 1-3 溴化银点阵缺陷与位错

曝光时卤化银首先分解出 Ag^+ 与 X^- 。以溴化银为例: $\text{AgBr} \xrightarrow[\Delta]{h\nu} \text{Ag}^+ + \text{Br}^-$, 溴离子吸收光子后有一电子自溴外层轨道逸出并形成自由电子。该电子在卤化银晶格中游动时遇有位错或缺陷处便停留下来,与之同时相应有一个 Ag^+ 被还原成 Ag 原子: $\text{Ag}^+ + e \longrightarrow \text{Ag}$, 该原