

缩微摄影技术

基础知识

航空工业部档案馆

缩微摄影技术基础知识



航空工业部档案馆

说 明

缩微摄影技术是档案管理现代化建设的一个重要组成部分。缩微摄影技术的产生与发展已有一百多年的历史，世界上应用缩微摄影技术管理档案至少有五十多年。在科学技术与经济发达的国家，已普遍采用了缩微摄影技术，它在档案存贮、保护档案的完整、加强档案信息的交流、节省人力、物力等方面起到了积极的作用。

我国档案部门早在五十年代末和六十年代初即开始应用缩微摄影技术，由于“十年动乱”和其它一些原因，使我国缩微摄影技术的发展落后于发达国家。自党的十一届三中全会以来，党和国家十分重视档案的缩微工作。一九八二年七月，胡乔木同志对档案的缩微工作作了重要的批示，他指出：“档案缩微事业关系到我国文化遗产的保存，意义很大”，希望“从速进行”。胡启立同志在对国家档案局关于缩微工作的报告批示中也强调了缩微工作的重要性。在党和国家的重视和关怀下，近年来，我国档案部门的缩微工作有了很大进展，全国已有很多省、市档案馆及大中型企事业购置了缩微设备，缩微工作正朝着深入发展。航空工业系统的一些企事业也开展了缩微工作，但从整体上看，由于受现阶段经济、技术水平的限制，目前工作水平还不高。

为了做好缩微摄影技术推广工作，部档案馆于1985年组织编写了《缩微技术培训讲义》，并于同年10月在西安举办的缩微摄影技术培训班上试用了该讲义进行讲解。后在此基础上进一步修改、充实，编写了《缩微摄影技术基础知识》。根据航空工业部档案馆“档字〔1986〕2号”文，本书指定为部系统训练班教材，并要求全部科技档案和文书档案人员学习，达到普及缩微摄影技术常识的目的。

缩微摄影技术是一门集光学、化学、电子技术等为一体的综合性的技术,为了方便大家学习,我们把与缩微摄影技术密切相关的光学原理和胶片及冲洗化学作为基础性知识单独提出分别编写在本书的第一编和第二编,目的在于使读者在掌握了基础理论知识后,更容易加深对第三编缩微摄影知识的理解。在缩微摄影技术的培训教学中,可根据培训对象和教学时间安排等具体情况,由授课教师灵活掌握;或采用按本书顺序讲解,或将第一、二编内容穿插在第三编中讲解。

本书前言由潘齐靖编写,第一、第二编由奚淑娟编写,第三编由曹树稳、孙锡汉和沈田编写。全书由沈田汇总整理,何风云参与了本书的核校工作。最后,由中国人民大学档案系刘凤志同志审定。

在编写过程中,我们参阅和摘引了有关书刊的部分内容,不能一一列出,特此说明。

由于水平有限,难免有不妥之处,热切希望读者指正。

前 言

科学技术的飞速发展，为人类带来了繁荣和幸福，它已经成为社会发展的巨大推动力，深刻地、全面地改变着社会的面貌和不断改善着人类的精神面貌、生活水平以及相互关系，成为人类须臾难离的生存和发展的基本条件。但是，科技知识的不断累积，使科技档案资料这类信息载体也以几何级数膨胀，一些国家和地区已经达到动员全部从事信息载体的工作人员难以有效处理的程度。这种局面，国外一些专家称为“信息爆炸”，列为新时期的四大危机（生态、人口、能源与资源、信息）之一，视为灾害，要求对这一严峻事实尽快制定良好对策，研究确定信息加工、储存和传播处理等的新技术方法，以解决知识总量骤增情况下的具体应用问题。

缩微摄影技术就是在这一重要时期应运而生的新技术，它企图在信息载体的储存方面做出贡献，实践证明它的这一服务目的正在实现。

从储存信息载体看，每年递增的数量惊人。科学技术的发展速度，与人类积累的知识量成正比。据粗略估计，十九世纪自然科学领域的成就比十八世纪多许多倍，二十世纪的前五十年取得的研究成果，又远远超过十九世纪，而六十年代以来，科学技术的新成就，比过去两千年的总和还要多，未来的十年又将比现在翻一番；另据统计，近五十年来，知识量增长了一倍以上，每年仅发表的科技论文将近600万篇，每年至少增长50万篇，大体10~15年翻一番，以化学领域的科学文献数量为例，大约每年增长10%左右。我部系统各类档案近几年每年增长占地约2520平方米，如建造库房、工作间等，将这些档案集中保管，每年需建造5000平

方米的一幢楼房。

信息载体量的增加，在库藏方面给人带来共同的忧虑：不断增加库房建筑面积，与人类生活、生产、工作所需的住房、办公、车间、学校、医院、商店及生活措施等争夺有限的土地和投资；要不断补充装具，增添架柜案台；还要有更多的工作人员去管理、排列、搬运……

缩微摄影技术的应用在当前是解脱这种困境的有效方法之一，它可以用胶片作为记载信息的介质，将庞大数量的档案资料压缩到仅占原有面积与空间的1%~1%（重量为原纸张档案材料的4%~20%）。因而受到欢迎，并很快地在档案、资料、情报、图书等行业得到广泛采用，国际标准化组织（ISO）将它作为重要项目，成立单独的机构从事研究与制定国际标准，以求全世界缩微摄影技术和方法的协调统一，便于国际间的交流。

档案管理采用缩微摄影技术，不仅限于上述节省库房的面积和空间，还具有以下重要作用：

有利于档案原件的保存，延长档案原件的保存时间。保存档案的目的为了使用，而多次使用档案又增加它的损坏，缩短了档案的保存时间；档案使用在较多的情况下需要获得其复制品，以证实其真实可靠，而当今获得真迹的复制方法为晒蓝和复印，均需采用强烈光源对原件的照射，多次反复地光照加速了原件制成材料纤维素的氧化，出现纸张发脆变黄，以至碎裂，原件的书写材料含油性物质时，还会由于光照加速原件字迹的扩散而模糊难辨。采用缩微摄影技术制成缩微品后，即替代原件提供利用和复制，利用者用缩微品查阅文件材料，通过拷贝、复印等方法迅速、方便地得到复制品。许多外国政府已颁布法律，确认缩微件具有档案原件同等的法律作用。

一般纸张材料，即使保管条件适宜，由于老化作用，也难保

存百年，而缩微胶片在保管条件适宜的情况下，至少保存百年，多则可达八百年，当缩微品不能接近保存年限，还可以使用原缩微胶片拷贝新片，代代相传，这在纸制材料是不能做到的，因而它利于永久保存档案材料。

有利于档案的利用，改变现今人工调卷中的种种落后方法。利用者可以利用缩微胶片一次调出千页以上的档案材料（以16mm×215呎卷片计，可拍摄5000幅画面，若每一个案卷为100页，则一次调阅50个案卷），可在阅读器上以不同的倍率阅读档案材料，根据需要可以通过阅读复印机直接复印出与原件一样的复制件，并可随意缩放大小，而全过程只需几秒钟。如果经济条件允许，还可以购置自动检索设备，与计算机连接，由于计算机直接控制检索设备进行工作，更利于迅速查找（一般只要十几秒钟可找到所需的档案材料）及利用档案材料。对于档案管理工作人员来说，由于减少了查找检索和搬运档案材料的劳动量，将能更多的接待利用者。

便于交流，携带方便。由于缩微品体积小，重量轻，可以随身携带，寄运也十分方便。我国引进技术，一些外国提供的资料即是缩微品；我国在缩微技术普及运用时，完全可采用缩微品替代现在成捆成堆的交流资料。

此外，当发生天灾人祸时，缩微品可以及时抢运搬迁，增强安全性；档案原件一旦遭到损坏，缩微品可以替代它发挥原有的作用等。

缩微技术的应用是档案管理现代化的重要内容之一。它的大量采用，还将带动或促进档案管理的其它一些环节的现代化，如标准化、规范化、程序化等。

我们航空工业早在1965年就着手这一新技术的试验，引进了在当时国际上先进的设备，配备了专职人员，准备在经试验取得成效的时机，陆续开展缩微技术工作。但是，由于十年浩劫使之

中断。文革之后，一些企业单位随即上马，试验研究缩微摄影技术的应用，并见成效；许多单位也正准备开展这项工作。我们相信，在不久的将来，我们航空工业系统将在缩微摄影技术的应用上，取得令人满意的成果。

目 录

前 言	(1)
-----	-----

第一编 光学基础知识

第一章 摄影构象原理	(1)
------------	-----

第一节 摄影镜头的成象原理	(1)
---------------	-----

第二节 摄影机的基本结构	(10)
--------------	------

第三节 镜头的主要特性	(11)
-------------	------

第二章 摄影的光学基础知识	(17)
---------------	------

第一节 光度学知识	(17)
-----------	------

第二节 摄影辅助设备及其应用	(22)
----------------	------

第二编 感光材料及其冲洗化学

第一章 感光材料	(26)
----------	------

第一节 银盐感光材料的结构和分类	(26)
------------------	------

第二节 乳剂制备概述	(31)
------------	------

第二章 感光胶片的性能及测定	(35)
----------------	------

第一节 感光测定	(35)
----------	------

第二节 感光胶片的性能	(41)
-------------	------

第三章 银盐感光胶片的冲洗	(48)
---------------	------

第一节 潜影及显影	(48)
-----------	------

第二节 显影液的成份及作用	(50)
---------------	------

第三节 常用显影液的配方	(53)
--------------	------

第四节	显影条件对画面质量的影响.....	(55)
第五节	定影.....	(57)
第六节	水洗与干燥.....	(60)
第四章	重氮胶片和微泡胶片.....	(61)
第一节	重氮胶片.....	(62)
第二节	微泡胶片.....	(66)
第三编 缩微摄影技术		
第一章	总论.....	(67)
第一节	缩微摄影技术的发展.....	(67)
第二节	缩微摄影技术的特点及作用.....	(69)
第三节	缩微品的形式及特点.....	(72)
第二章	缩微品的摄制.....	(76)
第一节	缩微摄影机.....	(76)
第二节	常见几种缩微摄影机简介.....	(83)
第三节	缩微摄影前的准备工作.....	(87)
第四节	卷式片的拍摄.....	(90)
第五节	平片的拍摄.....	(97)
第六节	卷式缩微品的转换.....	(99)
第三章	缩微胶片的冲洗加工.....	(100)
第一节	自动冲洗机的种类及特点.....	(101)
第二节	自动冲洗机的使用.....	(104)
第三节	常见冲洗故障及排除.....	(106)

第四章 缩微品的拷贝	(108)
第一节 缩微品的拷贝工艺.....	(109)
第二节 缩微拷贝机的种类、结构及特点.....	(112)
第三节 拷贝机的使用.....	(115)
第四节 拷贝中常出现的问题及排除.....	(118)
第五章 缩微品检验与质量控制	(119)
第一节 缩微品的质量检验.....	(119)
第二节 缩微品的质量控制.....	(127)
第六章 缩微品的放大还原	(137)
第一节 阅读器.....	(137)
第二节 阅读复印机.....	(142)
第七章 缩微品的管理	(153)
第一节 缩微品的检索.....	(153)
第二节 缩微品的贮存与保管.....	(162)
附录一：海波残留量测试法——亚甲蓝法	(167)
附录二：缩微摄影技术名词及术语	(171)
主要参考书目	(178)

第一编 光学基础知识

第一章 摄影构象原理

为了使大量的文字、图象等信息能及时、准确地记载下来，当代较科学的手段之一是采用摄影的方法，缩微摄影就是利用光线通过透镜聚结成象的原理，以及感光材料感光后能记录被摄原件的影象特性。它与一般摄影方法的原理相同。因此，为了更好地掌握缩微摄影技术，有必要了解一些摄影光学的基本知识。

第一节 摄影镜头的成象原理

光在行进中会遇到一些物质。有的物质光能通过，有的物质光不能通过。凡是光能通过的物质，统称为光传播的媒质，如玻璃、水和空气等。光在媒质中的运动，称为光的传播。

光是摄影的必要条件。光在同一种均匀媒质中是沿直线传播的，所以几何光学把光的传播方向假设为光线。

一、光的反射

光线投射到不发光的物体表面时，会有一部分光改变传播方向，而折向另一方向，这种现象叫做光的反射。光的反射遵循反射定律：

1、反射光线在入射光线和法线（通过入射点垂直于界面的直线）所决定的平面里，并与入射光线分别位于法线的两侧；

2、反射角与入射角相等。如图1.1.1所示。

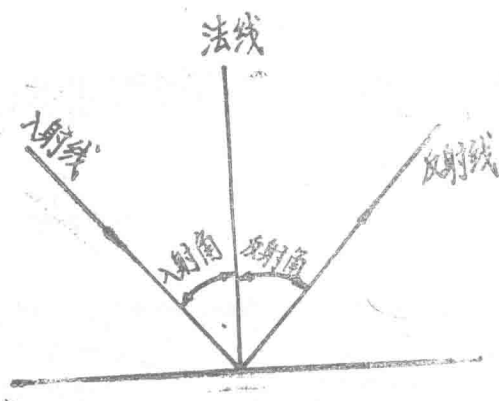


图1.1.1 光的反射

实际上大多数物体本身是不发光的，但在光源照射下，我们仍可看到它的形状和表面色泽，就是由于反射光的作用。在摄影过程中，基本上都是利用反射光，而反射光的大小与被摄原件的光学性质有关（在相同照明情况下，它取决于被摄原件中的反射率）。

二、光的折射

光线从一种透明媒质进入另一种透明媒质时，会从两种媒质的界面处改变它原来的传播方向，而产生偏折，这种现象叫做光的折射。光的折射遵循折射定律：

1、折射光线在入射光线和法线所决定的平面里，并与入射光线分别位于法线的两侧；

2、不管入射角怎样改变，入射角的正弦与折射角的正弦之比对于一定的两种媒质来说是一个常数，即

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \gamma} = n_{21}$$

如图1.1.2所示。

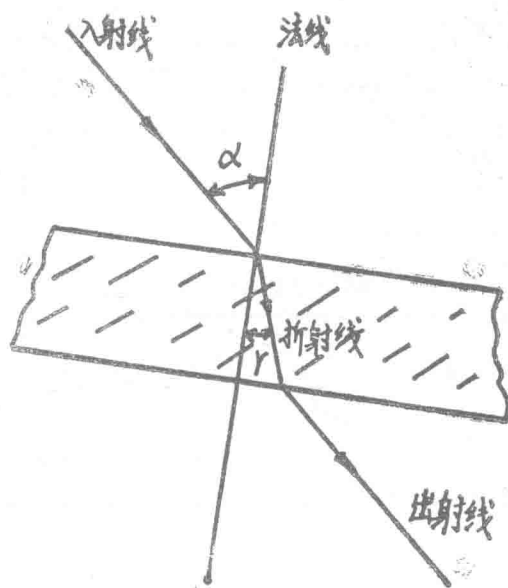


图1.1.2 光的折射

α —入射角 γ —折射角

常数 n_{21} 就叫做光线从第一种媒质射入第二种媒质时的折射率，又叫做第二种媒质对于第一种媒质的相对折射率，它说明了光由第一种媒质射入第二种媒质后的偏折程度。

实验证明：光从第一种媒质射入第二种媒质时的折射率 n_{21} ，与光在这两种媒质里的传播速度有关，在数值上等于光在第一种媒质里的传播速度 v_1 与光在第二种媒质里的传播速度 v_2 的比，即

$$n_{21} = \frac{\sin \alpha}{\sin \gamma} = \frac{v_1}{v_2}$$

为了比较各种媒质对光的偏折程度，又提出了绝对折射率的概念。所谓绝对折射率，就是某种媒质对真空的折射率。例如光线从真空射到某种媒质里，它在真空里的传播速度用C表示，在媒质里的传播速度用v表示，则某种媒质的绝对折射率n为：

$$n = \frac{\sin \alpha}{\sin \gamma} = \frac{C}{v}$$

三、光通过平行玻璃板的折射

当光通过平行玻璃板时，便会发生两次折射：第一次是由空气折射入玻璃里；第二次是由玻璃又折射到空气中。由于平行玻璃板两边的光线传播媒质均是空气，根据折射定律可知，第二次折射的折射角，必然等于第一次折射的入射角。因此，光通过平行玻璃板后，方向并不改变，只是向旁侧移动了一段距离。玻璃板越厚或玻璃板的绝对折射率越大，其移动的距离也就越大，如图1.1.3所示。

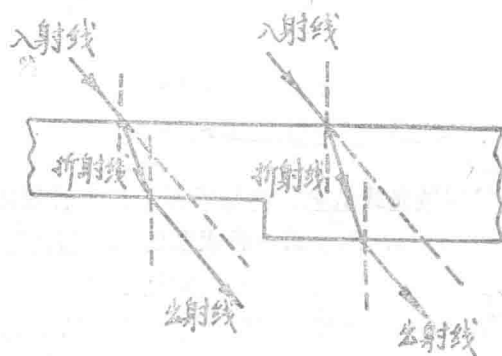


图1.1.3 光通过平行玻璃板的折射

四、光通过三棱镜时的折射

当光通过三棱镜时，也会发生两次折射：第一次是由空气折

射入玻璃里；第二次是由玻璃又折射到空气中。在第一次折射时，由于空气的绝对折射率比玻璃小，折射光偏向法线，即偏向棱镜较厚的一方；在第二次折射时，由于玻璃的绝对折射率比空气大，折射光则偏离法线，但还是偏向棱镜较厚的一方。从光通过三棱镜的折射情形可知，折射光总是偏向三棱镜较厚的一方，并和原来入射光的方向构成一个夹角。这个夹角叫做偏折角。偏折角大，说明光通过三棱镜后偏折的程度大；反之，偏折的程度就小，如图1.1.4所示。

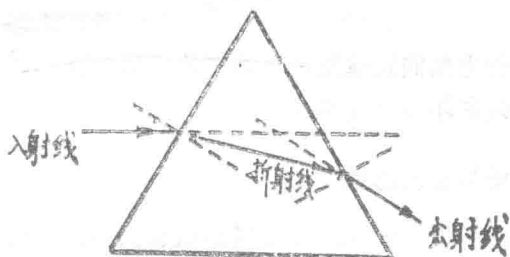


图1.1.4 光通过三棱镜的折射

五、光通过透镜的折射

摄影机的镜头是由数片透镜组成的。透镜可分为凸透镜和凹透镜两大类：凸透镜是中央部分比边缘部分厚的透镜，能将通过它的光线会聚起来；凹透镜是中央部分比边缘部分薄的透镜，能将通过它的光线发散开来。透镜所以能够会聚或发散光线，是因为它同棱镜一样，对光有折射作用，而且折射光总是向透镜较厚的部分偏折，如图1.1.5所示。

从图1.1.5中可以看出，凸透镜可设想为底面朝向中央的棱镜集合体，凹透镜可设想为底面朝向边缘的棱镜集合体。由于棱镜会使光线向它的底面偏折，所以凸透镜能使光线向中央会聚，

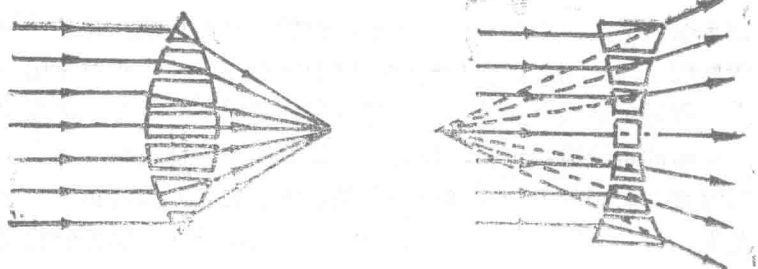


图1.1.5 光通过透镜的折射

而凹透镜能使光线向边缘发散。透镜的中央部分相当于一块平行玻璃板，所以它不改变光线的方向。

六、光学影象的形成

被摄物体的反射光线，通过摄影机镜头后，即可形成该物体的光学影象。这是由于摄影镜头是由多片不同质地、不同形状的透镜组成的，无论其中有无凹透镜在内，整个镜头总是属于凸透镜性质的。它不但能使来自某一物体的光线会聚成象，而且结象相当清晰和正确。如果在结象处安放上感光片，使其定量曝光，就能把影象记录在感光片上。

镜头对光线的折射情况如图1.1.6所示。

由图1.1.6可知，镜头有前后两个主点和前后两个主面（即主平面，它是放大率为+1的一对共轭平面），通过前主点的光线，从后主点射出，不改变其原来的方向。通过前、后主点的直线称为主光轴，简称光轴。凡是与主光轴相平行的光线，通过镜头后都在主光轴上会聚成为一点，这个点叫做主焦点。主焦点有前、后之分：在镜头前面的为前主焦点，也即物方焦点；在镜头后面的为后主焦点，也即象方焦点。通过主焦点垂直于主光轴的平