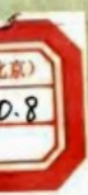
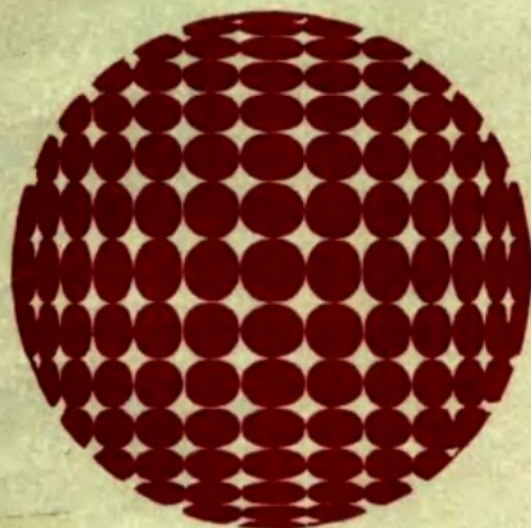


储集岩研究方法丛书
CHUJIYAN YANJIUTANGFA CONGSHU

荧光显微镜技术

郭舜玲 孙玉蓉 尚李平 陈丽华 编著



石油工业出版社

知识
产权
PDG

登录号	087440
分类号	P618.130.8
种次号	008

(复)

储集岩研究方法丛书

荧光显微镜技术

郭舜玲 孙玉善 尚李平 陈丽华 编著

52/52/08



200404062

石油工业出版社

资源库

PDG

(京) 新登字 082 号

内 容 提 要

《荧光显微镜技术》是储集岩研究方法丛书之一。

本书从荧光显微镜工作原理到石油地质应用,进行了系统的介绍。其中对沥青成因类型、储集层有效空间、生油层和石油运移以及井下含油预测等方面的研究作了详尽的叙述,提出了荧光显微镜研究生、储、运等方面的内容、方法及地质意义。本书结合内容精选了 28 版彩色照片,可供从事荧光显微镜技术工作,以及应用荧光显微镜鉴定成果的石油地质、勘探、开发、钻井、采油工程技术人员参考。

储集岩研究方法丛书

荧光显微镜技术

郭舜玲 孙玉善 尚李平 陈丽华 编著

*

石油工业出版社出版

(北京安定门外安华里二区一号楼)

石油工业出版社印刷厂排版印刷

新华书店北京发行所发行

*

850×1168 毫米 32 开本 3 印张 14 插页 74 千字 印 1-1000

1994 年 2 月北京第 1 版 1994 年 2 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5021-1005-4/TE·935

定价: 6.40 元

储集岩研究方法丛书编委会名单

(按姓氏笔划为序)

主任委员： 石宝珩

副主任委员： 应凤祥 袁亦楠 薛叔浩

委 员： 王衍琦 朱国华 邢顺淦
张荫本 陈丽华 周自立
赵 瑛 郭舜玲 翟义宾



序

油气储集层是油、气贮存的空间和场所。在一定意义上讲，石油、天然气勘探、开发的全过程就是认识、寻找、评价、改造储集层，充分挖掘储集层油气潜力的过程。

中国石油地质条件复杂，油气储集层类型繁多，随着石油勘探、开发的深入，对研究储集层、认识储集层、评价储集层的要求也越来越高。

当前国内外储集层评价的显著特点是紧密围绕油气勘探、开发的需要，发展多学科的综合研究，即综合地震、测井、试井和沉积地质学、数学地质、计算机等各种技术手段多专业协同合作，地质研究与油藏工程相结合，解决勘探开发实际问题。

为了迅速提高储集层研究的工作水平，配合“八五”储集层科技攻关项目的开展，我们决定尽快编辑出版一套多学科的“储集岩研究方法丛书”。

初步决定第一批出版“储集岩研究方法丛书”共六本。它们包括“储集层成岩作用研究中的岩矿分析技术”、“阴极发光技术”、“荧光显微镜技术”、“X射线衍射分析技术及其应用”、“电子探针波谱及能谱分析技术”、“扫描电镜在石油地质上的应用”。

这六本丛书是石油系统有关技术人员多年工作经验的总结。这些实验技术的发展以及近几年来在我国储集层工作上的应用使石油地质学这门传统的概念科学向定量化大大前进了一步，使重建古环境、沉积岩成岩史、孔隙演化史的研究有了很大的突破。

我们期待“储集岩研究方法丛书”的陆续出版能够作为储集岩研究人员的参考丛书，能够促进当前储集岩研究工作的发展，迅速提高储集岩研究水平，提高效率，更好地为勘探开发服务，并解决生产实际问题。

石宝珩

前 言

荧光显微镜技术作为研究石油生储条件的一种方法，在石油勘探开发领域中已得到广泛应用，本书是笔者在多年荧光薄片鉴定工作经验和总结本专业当前国内外发展状况的基础上编写而成的。

荧光显微镜是以紫外光为光源，通过激发岩石薄片中的石油沥青物质产生荧光图象，而满足与岩石特征同时观察的条件。镜下能将不同组分的沥青物质在岩石中的存在方式清晰地反映出来，直接揭示了岩石中石油沥青物质的分布及与岩石结构、构造、次生缝洞的关系。

1936年前苏联已开始应用荧光显微镜研究沥青质岩石，自1958年以来，用荧光显微镜研究裂缝性储油层，在石油成因理论和用于寻找研究油气藏方面起到了一定作用。1970年原苏联已应用荧光显微镜开展对石油运移的研究工作。

法国、澳大利亚、日本、美国等国的石油勘探工作者曾用荧光显微镜研究生油岩。

1958年我国从原苏联引进了荧光显微镜技术，用来研究石油沥青物质的产状，至1975年，国内一些油田相继配备了荧光显微镜。

30多年来，荧光显微镜在我国已成为石油系统地质实验室的一项常规分析手段，也成为石油勘探工作中必不可少的工具，在西南、华北、西北地区的勘探工作中发挥了重要作用。笔者以华北碳酸盐岩性油气藏的研究成果为主，将荧光显微镜用于研究的主要内容着重作以下几个方面的介绍。

①在紫外光源下，将不同组分的沥青物质所被激发的不同色序的荧光及其发光的亮度进行分类表格化，表格对资料使用者及初学者了解沥青组分与其含量可提供很大的方便。

② 石油沥青物质与岩石之间的成因研究。用荧光显微镜技术对岩石中的沥青物质与矿物的联系形式、沥青形成和运移与成岩阶段相结合划分了沥青物质的成因类型，该划分法对原生沥青和次生沥青在各成岩阶段所反映的结果，分别进行了详细论述。应用该方法研究石油的初次运移、次生沥青聚集的相对时间、追溯油源及判断产油层等对勘探工作具有重要的实用性。

③ 储集层空间类型的研究。应用荧光显微镜技术可对储集层中各种不同类型的有效储集空间，进行了详细分类。并根据荧光显示的色序、浸染色晕、发光亮度来分析和确定沥青的主要组分及其产量等，在一个地区进行含油评价时，可提出较为实际的含油资料。

④ 生油层和石油运移的研究。应用荧光显微镜技术确定同生沥青产状，分析有机质丰度、成熟度以及石油的初次聚集、运移等，均可取得一定效果。

⑤ 预测含油性的研究。应用荧光显微镜技术对含油层的产油能力、真假含油显示及其油气水界面的判断，可提供一定的依据，有助于指导现场地质工作。

⑥ 对应用荧光显微镜技术定量化研究储集层含油特征及致密岩石微孔隙的方法，进行了简要的介绍，可供参考。

1988 年石油系统已由专家审定产生了荧光显微镜鉴定方法标准——能源部部颁标准 ZB E11 0029-89《岩石荧光显微镜鉴定方法》。所以荧光显微镜在石油系统的应用已有了公认的标准及法规。实践证明，应用荧光显微镜技术对寻找石油，评价生油层及储集层是不可缺少的方法之一，在石油系统将会得到广泛深入的应用。

本书主要章节由郭舜玲执笔，孙玉善、尚李平、陈丽华参加了编写工作。在本书编写过程中曾得到北京石油勘探开发科学研究院实验中心、华北石油管理局勘探开发研究院、新疆石油管理局勘探开发研究院以及其他兄弟油田研究院的大力支持，在此一并致谢。

目 录

第一章 荧光显微镜工作原理及样品制备·····	(1)
第一节 荧光显微镜结构、工作原理·····	(1)
第二节 选样及样品制备·····	(8)
第二章 镜下观察·····	(11)
第一节 偏光显微镜观察·····	(11)
第二节 荧光显微镜镜下鉴定内容·····	(12)
第三章 沥青的成因分类·····	(15)
第一节 按沥青与矿物的联系形式划分·····	(19)
第二节 按沥青的形成和运移与成岩阶段相结合 划分·····	(19)
第四章 储集层研究·····	(22)
第一节 碳酸盐岩·····	(23)
第二节 碎屑岩·····	(29)
第三节 其他岩类·····	(36)
第五章 生油层研究·····	(42)
第一节 固体有机质类型的鉴别·····	(42)
第二节 寻找可能的生油层·····	(48)
第三节 对生油层进行评价·····	(49)
第四节 油源研究·····	(50)
第六章 石油运移的研究·····	(55)
第一节 运移方向的研究·····	(55)
第二节 运移时间的研究·····	(59)
第七章 荧光显微镜下的现场地质应用·····	(61)
第一节 含油性的判断·····	(61)
第二节 真假油层的镜下鉴别·····	(62)

第三节	荧光显微镜下对油水界面的判断	(65)
第四节	含油性的预测	(67)
第八章	荧光显微镜在储集层研究中的应用的新方向 及新技术	(70)
第一节	荧光显微镜鉴定的定量化与应用	(70)
第二节	荧光显微镜研究致密岩石微孔隙的 新技术	(74)
参考文献		(78)
图版及图版说明		(79)



第一章 荧光显微镜工作原理 及样品制备

荧光显微镜技术是在普通显微镜技术基础上发展起来用于研究岩石与其含油特征的一种快速简便的分析手段。它是以紫外光为光源,通过激发岩石中石油沥青物质后,产生出可见的荧光图象,为观察者直观地揭示石油沥青物质在岩石中的各种分布状况,这就是荧光显微镜所特有的功能。

第一节 荧光显微镜结构、工作原理

一、结构

随着现代科学技术的发展,荧光显微镜结构在不断地完善,功能多、外观造型美的仪器在不断地推出,见图 1-1~图 1-6。目前荧光显微镜的主要结构由以下三个方面组成。

1. 透射光系统

本系统大体可分为光源部分、仪器主体部分及镜头,图 1-7a。

(1) 光源部分 包括:①石英汞灯。石英质外壳内充填超高压或高压汞气的灯管。②消球差透镜。通过该透镜可使由光源来的光线形成清晰而平行的光束。③激励滤光片。为了滤掉由灯管所发出的其它非紫外光部分,选用光谱波长为 365nm^① 的紫外光滤光片,使光源成为紫外光源。

(2) 仪器主体部分 与生物显微镜构造基本相同,具有台下棱镜、台下聚光镜及载物台等,先进的还具有偏光装置。

① nm 1nm = 10×10^{-10} m.

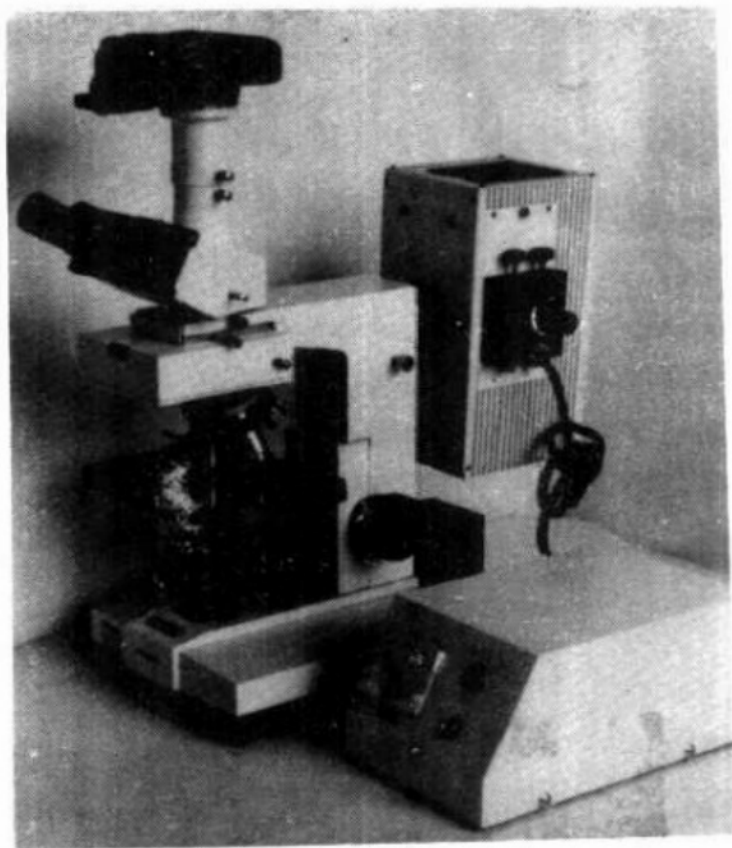


图 1-1 国产 XSY-1 型荧光显微镜

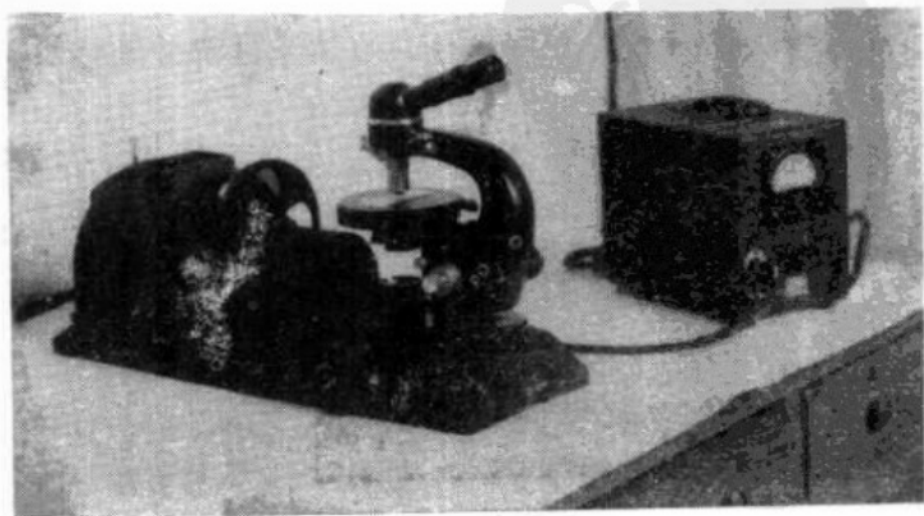


图 1-2 50 年代由苏联引进的 MYΦ-3M 荧光显微镜

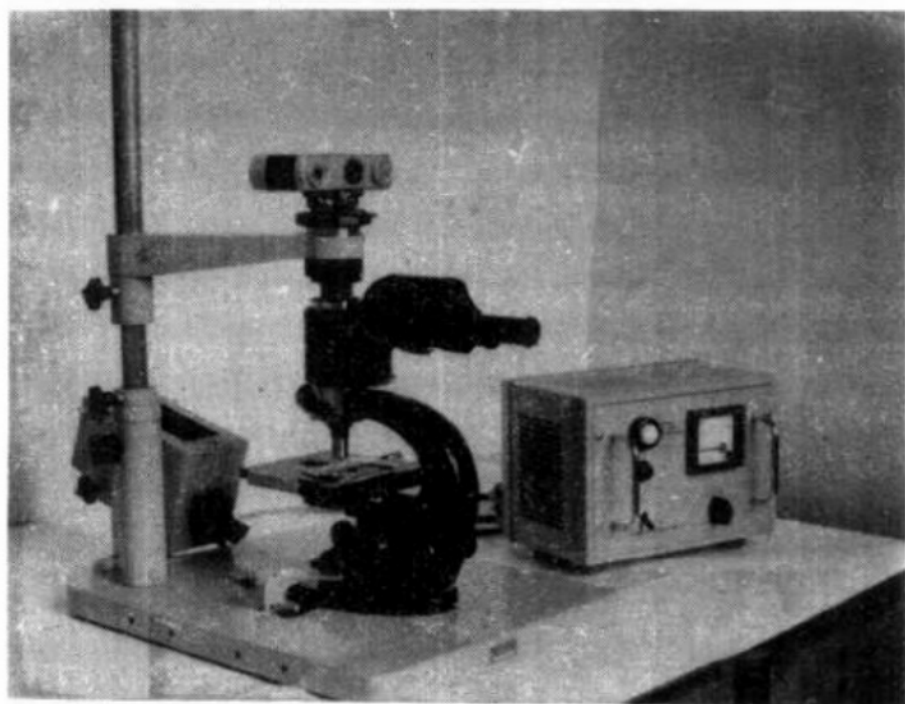


图 1-3 60 年代由东德引进的 ME-SI 型荧光显微镜

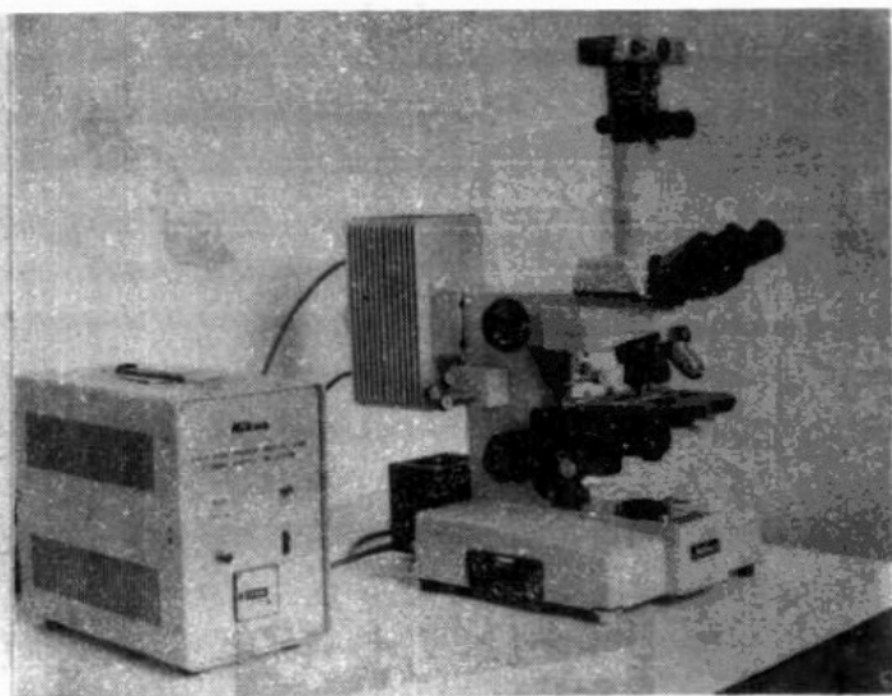


图 1-4 80 年代由日本引进的 NIKON 牌荧光显微镜

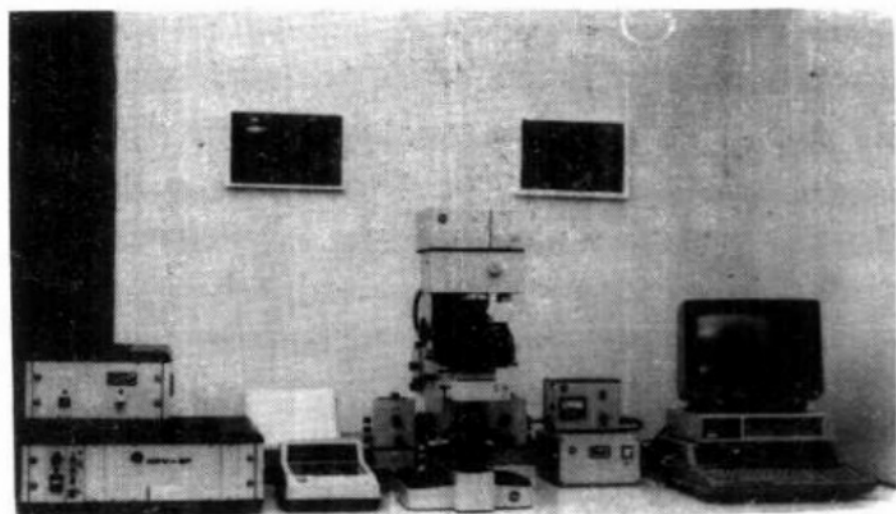


图 1-5 由西德引进的 MPV-SP 具荧光系列的显微光度计

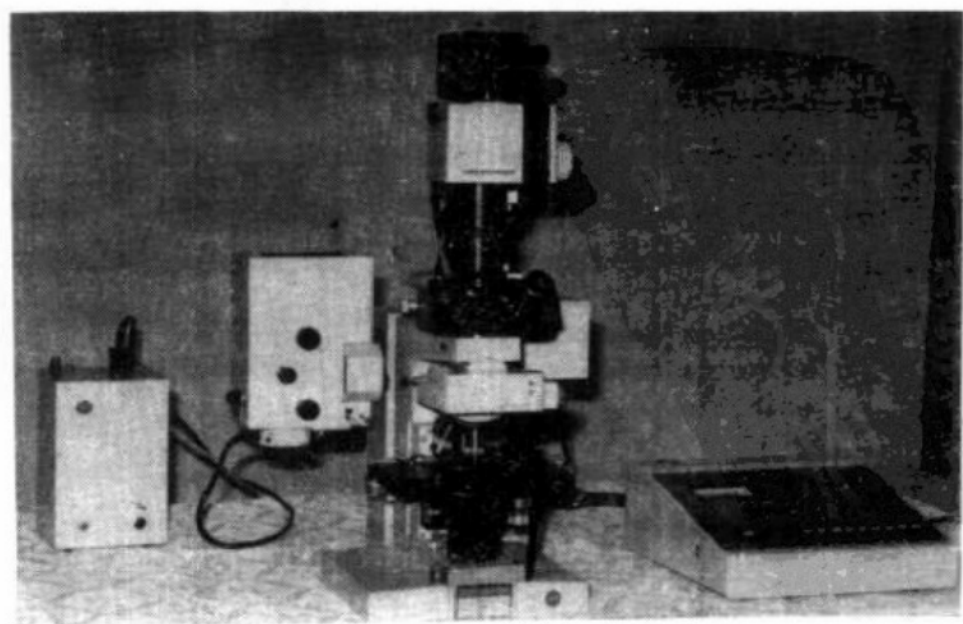


图 1-6 由西德引进的 ORTHOLUX-II 型荧光显微镜

(3) 物镜及目镜镜头 具有一套显微目镜和显微物镜系统。它是在可见光通过与发荧光物体的光程范围内的条件下，进行肉眼观察和在紫外线透射光下照相用的，常配有石英萤石物镜、玻璃透镜、消色差物镜等。

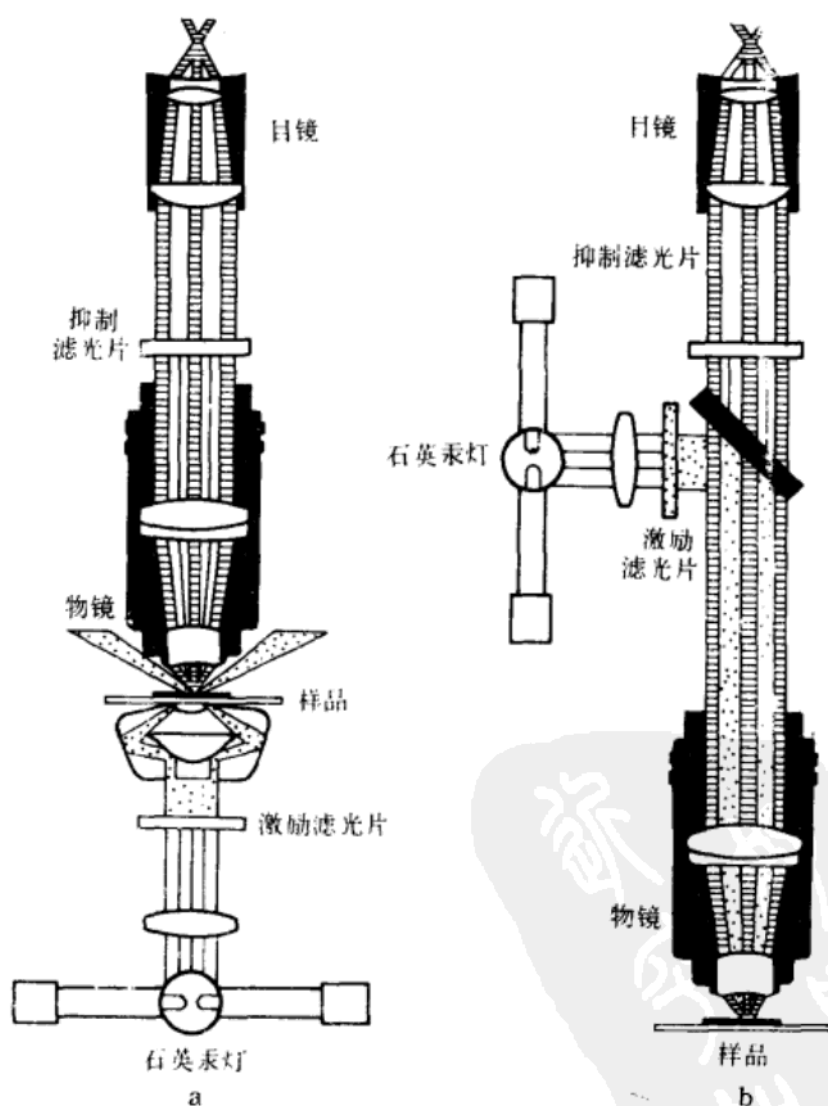


图 1-7 透射及反射光光路图

a.透射光路;b.反射光路

(4) 抑制滤光片 为了保护观察者的眼睛，在进入目镜的光路前安上一个波长在 436nm 以上的滤光片，它几乎完全吸收了波长短于 365nm 的紫外光线。

透射光系统由光源产生紫外光，经仪器的主体（台下折光棱镜及聚光镜）透射到载物台的岩石薄片上，再经物镜、目镜直接投射到观察者的眼睛中。

该系统是用来观察岩石薄片中所含烃类物质的各个组分（除不发光的烷烃外）。

2. 反射光系统

它的光源系统与透射光系统相同，不同的是它不通过台下折光棱镜和聚光镜，而直接将荧光发生器安装在显微镜基座上（见图 1-7b）。这样由光源来的光改变了原光路系统，使紫外光先经过物镜上端，通过物镜照射到载片的物体或岩石磨光面上，将激发的荧光反射回物镜经目镜到达观察者的眼睛。

反射光系统所观察到的光线是岩石表面能被紫外光激发而产生的荧光。由于轻质沥青易逸散往往浮在岩石表面，所以用反射光来观察薄片及岩石磨光面的轻质沥青物质以及煤层、天然沥青、裂缝中的沥青物质等。

3. 照相系统

照相系统是用来拍摄对镜下观察到的代表性或典型性内容以充实文字描述的再现性增添的一项辅助系统，目前该系统的功能多为自动化，它主要包括电子测光装置、变倍镜头、照相机和控制盘，照相机一般都装置在仪器主体的顶端，由电缆连接控制台，操作极为方便。

光路系统见图 1-8。

二、工作原理

荧光显微镜是以紫外光作为光源。紫外光激发能够发光的物质产生荧光，石油中某些具有共轭双键的有机物质（含生色团和助色团）可被激发而发荧光。观察分析这些发光物质本身的变化

及其与岩石结构、构造的相互关系，从而分析判断有机质的类型、变质程度、有效储集空间、油气运移等一系列有关石油地质问题。

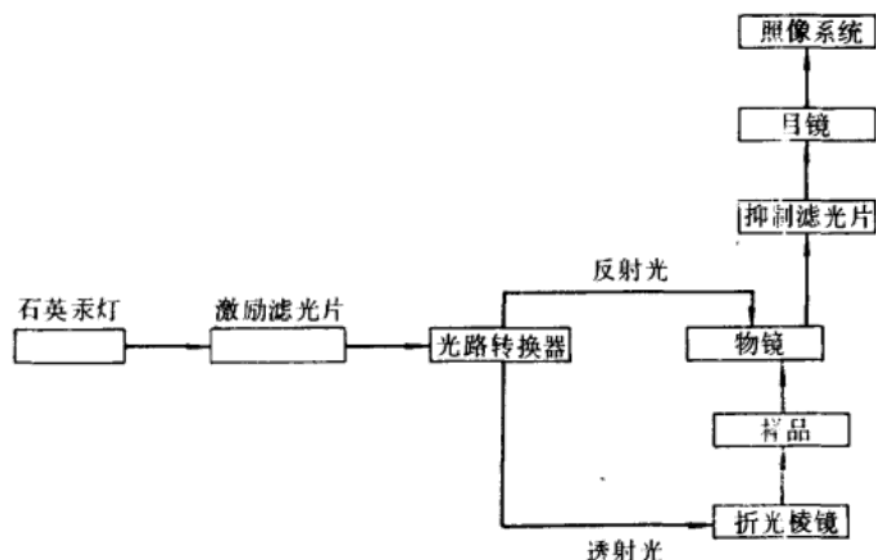


图 1-8 透射及反射光光路框图

石油除凝析汽油和石蜡不发光外，大部分组分都具荧光性。石油的发光性质取决于它的化学成分，石油是一种液态的以碳氢化合物为主的复杂混合物。石油主要组分中的油质沥青、胶质沥青、沥青质沥青发荧光。

油质沥青为烃类化合物，包括饱和烃、环烷烃、芳烃。除饱和烃中的气态烃不发光外，其余均发荧光。胶质沥青为含氧、氮、硫的烃类，是石油中较固定的组分，含量不低于 1%，沥青质沥青为不溶于石油醚的胶质沥青。

在石油中沥青质含量一般总比胶质含量少，胶质—沥青质含量的增高一般伴随着烃的含量降低。苏联已做过一些工作，在含量低于 10% 的中性胶质石油可含 0.2%~10.0% 的固态烃，有时达 25%；在胶质大于 20% 的石油中，固态烃的含量不超过

10%；在富含胶质（11%~33%）和沥青质（5%~77%）的沥青中观察不到固态烃和饱和烃。

在含沥青^①物质成分中，组分相互关系的变化影响着它们性质的变化，包括颜色和发光强度的变化。岩石中含沥青物质性质和成分的不同，是受形成岩石时的沉积环境和成岩后生阶段一系列作用所形成的岩石成分、结构、构造、缝、洞、孔所控制。

与岩石的原始成分、结构、构造有密切关系的同生或原地的沥青物质称为原生沥青，即与围岩同时形成的。

与围岩无成因联系的，称后生的或异地的次生沥青，主要分布在沉积期后形成的结构、构造、缝、洞、孔中。当含沥青丰富时，可以将整个岩石浸染（包括了所有的原生结构及构造）。

借助于石油沥青发光的特性，在岩石保持完整的结构和构造的情况下，可以观察岩石中沥青物质与周围矿物岩石之间的各种关系。根据发光的性质及发光的产状来追溯沥青与岩石之间的成因，从而解决石油地质工作中的一些实际和理论问题。

第二节 选样及样品制备

一、选样

凭肉眼观察挑选出的样品，不能全部来作为荧光制片，需在荧光镜下精选有显示的或有代表性的样品才能进行制片。选择步骤如下。

1. 岩屑

①把送来的样品，选择不同类型的岩屑平放在 $4\times 8\text{cm}$ 的玻璃上，摆均匀，不要互相挤压和重叠。

②打开荧光显微镜灯，在载物台上用反射光路系统进行观察挑选有代表性发光样品，用镊子将其取出，包在纸内，编号。一般可取4~5块。

① 本文中的“石油沥青”、“沥青物质”、“沥青”等，均指石油烃类—编者。