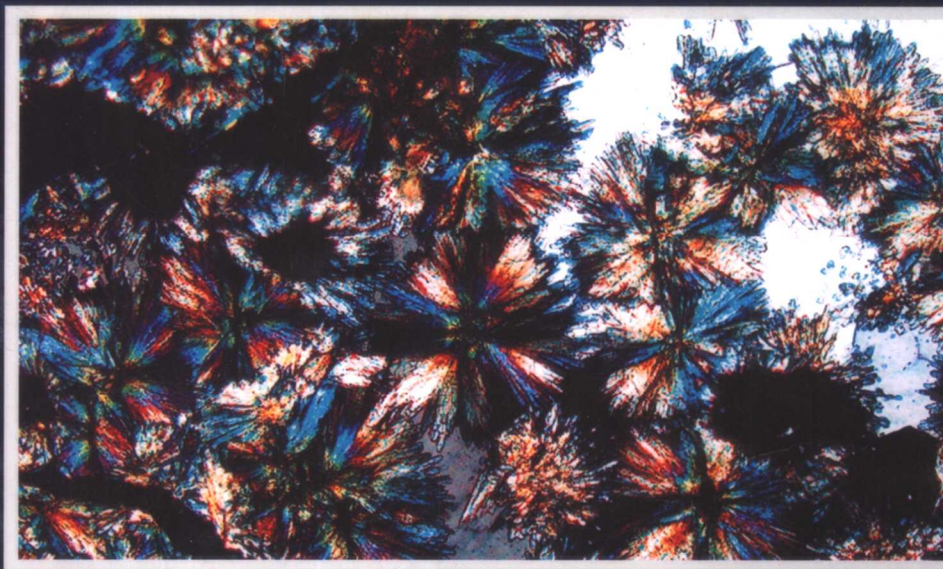




地质调查工作方法指导手册

DIZHI DIAOCHA GONGZUO FANGFA ZHIDAO SHOUCHE

透明矿物薄片鉴定手册



常丽华 陈曼云 金巍 李世超 于介江 编著

地质出版社



地质调查工作方法指导手册

透明矿物薄片鉴定手册

常丽华 陈曼云 编著
金巍 李世超 于介江

地质出版社

· 北 京 ·



序

地质工作是一项专业性和实践性很强的科学工作，无论是地质调查还是地质研究都涉及到广泛的专业知识和各个方面实际工作技巧。一个称职的地质工作者应该系统掌握其工作领域里相应的工作方法和理论知识，以适应其工作需求。随着地质科学自身的完善和发展，特别是经济社会发展对地质工作需求的变化和提升，地质工作者正面临着如何进一步提高综合素质和工作能力的问题，中国地质调查局也在积极面对如何尽快提高公益性地质调查队伍整体能力的挑战。


地质专业的大学毕业生、研究生是地质队伍的主要人才来源，他们在学校系统学习了地学的基本理论，掌握了一些基本工作技能，但由于实践经验不足，还难以适应复杂与差异变化的地质工作的实际需求，毕业生必须经过实践锻炼才能逐步胜任实际工作。多少年来，我们培养了一代又一代的地质工作者，不断发展着这一古老而又年轻的学科。但是，近几年来，由于种种原因，年富力强的—线地质工作者明显不足，出现了“文革”之后的又一次人才断层，许多新参加工作的地质技术人员难以得到老专家的传帮带，工作技能的提高受到很大的制约。同时，由于信息社会知识的爆炸，地学领域的新技术、新理论在不断涌现，每一个地质工作者都面临着如何实现知识更新、跟上时代步伐的问题。在地质工作任务日益繁重，社会对地质工作成果的要求越来越高的形势下，如何尽快提高地质队伍中青年技术人员的业务综合能力是摆在中国地质调查局面前的一项重要任务。

为了适应新的形势，尽快提高地质工作者的业务素质，我们组织各方面有丰富经验和较高专业造诣的专家编写了这套涵盖地质调查研究各个领域的工作方法系列指导手册。这套手册从地质工作的实际需求出发，侧重基本工作方法和动手能力的培养，起到了大学教科书与实际工作之间的连接与过渡作用。手册中包含了作者们多年积累的丰富实际工作经验和大量实际资料，使读者可以在实践中充分参考、学习。这一手册无论对新出校门的年轻人还

是对有工作经验的老地质工作者都有很大的参考价值，可以成为广大地质工作者不断扩展知识领域和技能范畴、完善自我的重要辅助材料。我相信，这一手册的出版将有效地推动地质调查队伍业务能力建设的进程，受到广大地质工作者，特别是青年地质工作者的欢迎。

作为地质战线的一员，我衷心感谢参与编写该指导手册的所有专家们，感谢他们将自己辛勤工作积累下来的经验和资料总结升华，留给青年同行，感谢他们为中国地质工作做出的不可磨灭的贡献。我也感谢该指导手册编写的组织者，他们为地质工作的发展和振兴作了一件好事。我也期待着我们的老专家们更多地参与到这项工作中来，并就培养青年地质技术人员的途径和方式献计献策、发挥作用。

随着《国务院关于加强地质工作的决定》出台，我国地质工作正在进入一个新的历史机遇期，国家需要更多的高素质地质工作者。每一个地质工作者都要不辱使命，尽力提高自身能力，通过自己的努力为发展地质事业，全面建设小康社会做出贡献。



2006年3月于北京

《地质调查工作方法指导手册》

编辑委员会成员名单

主任委员:孟宪来

副主任委员:张洪涛 周家寰

委 员:(以姓氏笔画排序)

邓晋福	卢民杰	叶建良	任天祥	刘士毅
刘凤山	刘纪选	孙文珂	庄育勋	严光生
张 伟	李家熙	杨振升	肖桂义	陈 磊
陈仁义	季 强	殷跃平	莫宣学	彭齐鸣
曾朝铭				

顾问委员会成员名单

(以姓氏笔画排序)

丁国瑜	马宗晋	方克定	王 达	王秉忱	王鸿禎	卢耀如
叶天竺	任纪舜	刘广志	刘广润	刘光鼎	刘宝珺	多 吉
孙 枢	孙殿卿	汤中立	许志琴	何继善	宋叔和	寿嘉华
张本仁	张宗祜	张弥曼	李廷栋	李佩成	杨 起	杨文采
杨遵仪	汪品先	汪集旸	沈其韩	肖序常	邱中建	陈庆宣
陈梦熊	陈毓川	於崇文	林学钰	郑绵平	金庆焕	金振民
金翔龙	赵文津	赵鹏大	徐世浙	殷鸿福	涂光炽	袁道先
贾承造	常印佛	童庆禧	董申保	谢学锦	翟光明	翟裕生
裴荣富	薛禹群	戴金星				

序

这本手册的学术水准和实用价值，相信每一位读过和用过本书的人，都会得出客观的评价，毋庸我赘言。作为与作者共事多年的老同事，这里仅就两位教授感人至深的治学态度和敬业精神，谈谈我个人的体会。

陈曼云和常丽华两教授从事岩石学的教学、科研和生产工作，孜孜不倦。半个世纪如一日。她们深知，在新的测试技术不断发展的今天，偏光镜下对透明矿物的观察研究，依然具有不可取代的重要性。诚如本书前言所指出的，这不仅由于薄片方法经济、快捷和有效，而且因为岩石薄片的组构分析可以揭示矿物间的共生、反应和演变诸关系，从而为探索岩石成因提供证据。再精的岩矿测试数据，如无镜下资料的支撑和相互印证，难于得出好的科学结果。陈曼云、常丽华两位先生高度重视新方法、新技术的进展，但她们从不赶时髦，不盲目的追“新”。她们所不懈努力，只在给这一“古老”的显微镜方法注入新的活力，使其发挥更好的作用。《手册》突出了显微镜下矿物鉴定的方法、标志和相似矿物区别，尤其是把蚀变矿物作为鉴定主要造岩矿物的标志之一，体现了作者的学术思想。在天蓝色和紫色多色性的柱状切面上，测定延性符号，即可快速鉴定蓝闪石和青铝闪石这两种相似矿物。此类经验之谈书中不胜枚举。将矿物光性等特征数字化处理，编制矿物鉴定检索系统，与彩照、文字交相辉映，完好地体现了《手册》的功能。这就是她们为之的皓首穷经科学理念。对此，我深表钦佩。

浮躁之风，是科学工作者的大忌。陈曼云、常丽华两位为我们树立了一个“戒躁”求实的样板。我把她们视为楷模。只要粗略了解本书的形成过程，就可以体会她们的脚步是多么坚实。从山东大学的地质矿物系，到长春地质学院的地质系，以至今天的吉林大学地球科学学院，代代相传，积累了大量的岩石薄片。在有心人呵护下，几经动乱，这些无价资源并未散失。本书作者在一万多样薄片粗选五千件。从中排沙简金，精选出 800 余件。而后又再三比较择优，取精用弘，形成了本书之大全：281 种透明矿物和 10 种岩石中

常见的不透明矿物，附有 585 张精美的彩色照片，其中不乏罕见的珍品。这项大工程前期工作是在“工余”做的，已经坚持了数十年。直到她们“退而不休”之时，才得以集中力量完成这一大业。这种锲而不舍的敬业精神，感动了许多人。有的捐赠标本，有的自愿出力，都想帮助她们一把以促成其事。在中国地质调查局的资助下，终于完成了定稿。精选的矿物显微彩照，不仅矿物典型、形态和光性特征清晰可辨，而且尚有同一矿物不同截面的组合彩像；再如堇青石六连晶、聚片双晶、柠檬黄多色晕和蚀变等特点的彩照，所有这些，对矿物鉴定有很强的实用性。而且这些美妙绝伦的图画，若能吸引青少年献身地质事业，这将是作者的望外之喜。

据我所知，陈曼云、常丽华两位尚有后续的写作计划。依她们老骥伏枥的劲头，定会完成所愿。我希望二位要张弛有度、量力而行，毕竟年事已高。为了多做些事，就得保重健康，是所至禱。

張始俠

2005 年 11 月于长春

前 言

尽管先进的化学分析方法和元素测试新技术不断涌现,但偏光显微镜下透明矿物的薄片鉴定和组构分析,依然是矿物学、岩石学、矿床学、地球化学、构造地质学、某些材料科学和环境科学的研究,不可取代的基本方法。这不仅因为薄片鉴定方法经济、快捷和有效,而且还在于其它方法测试数据不论多么精确,都必须以薄片研究为基础,才能确保采样恰当和解释合理。因此,偏光镜下的透明矿物鉴定和岩石组构分析,至今仍是地质学家必须熟练掌握的基本功。

《地质工作基本方法系列手册》隶属于中国地质调查局“地学专项挂图编制”项目的一个课题,《透明矿物薄片鉴定手册》是系列手册的一本,由陈曼云和常丽华负责,另一成果是将出版的《结晶岩鉴定手册》。

2004年8月在意大利佛罗伦萨举行的第32届国际地质大会,标志着地质学如同欧洲文艺复兴那样将从地中海迈向全球的振兴。我国以科学发展观来构建可持续发展的和谐社会伟大历史任务的提出,给地质学的发展提供了良好机遇,地质学的“春天”已来临。为适应新一轮国土资源调查的地质基础研究和矿产勘查行业的需要,而撰写的这本《透明矿物薄片鉴定手册》,以填补目前岩矿鉴定工具书的欠缺。

本书是在吉林大学地球科学学院“岩矿薄片鉴定教学研究”项目的基础上,通过收集和研究大量资料(包括文字、图表、标本和薄片),并结合作者长期在教学、科研实践中积累的标本、薄片鉴定经验与体会编写而成。为了保证《手册》的质量,作者查阅了大量中外文献,对矿物的光学常数、光性特征进行了核实、厘定、补充,对某些存疑矿物进行了必要的测试和研究。书中录入了主要造岩矿物(包括变种),常见透明矿物和少量稀土稀有元素矿物等共281种。此外,尚选录与透明矿物密切共生的10种常见不透明矿物。书中插有透明矿物光性方位图,部分透明矿物光性鉴定图共223幅。在文字说明中着重描述了矿物的光性特征、鉴别标志、相似矿物的区别和主要造岩矿物的常见蚀变矿物。

本《手册》中矿物显微彩色照片的薄片,主要是从吉林大学地球科学学院(原长春地质学院)和作者手头日积月累的万余件标本和薄片精选出800余件。其中包括德国、日本、前苏联(含乌克兰)、美国和法国等国的薄片。此外,作者又从有关单位或个人珍藏的薄片充实和精选相关矿物。在此基础上先后采集显微彩色照片5800余张,经反复对比、精选,录入585张(共194种透明矿物和5种不透明矿物)。我们的意愿是,为读者提供鉴定矿物的比照物和增强鉴定矿物的直观性。

为了便于读者使用,附有电子版的数字化矿物鉴定检索系统,其中可检索的矿物299

种。总之，本《手册》文、图、彩色显微照片和矿物鉴定检索系统紧密结合，具实用性和可操作性，为快速、准确地鉴定透明矿物提供多种依据。如果本书能对地质调查人员、矿产勘查人员、院校师生和科研人员有所帮助，则将是作者的极大欣慰。

《手册》由序，前言，正文五章和显微镜下透明矿物彩色照片等组成，文字 38 万，照片 80 版。第一章概论，简要说明晶体光学在透明矿物光性鉴定中的应用，第二章均质体矿物，第三章一轴晶矿物，第四章二轴晶矿物。这三章据透明矿物的光性特征编排章节；章内的矿物据折射率平均值（均质体矿物为 N 、一轴晶矿物为 N_o 、二轴晶矿物为 N_m ）由小到大排序；对同一矿物族的各变种，则不完全按折射率值大小为序，而从整体考虑予以编排。第五章几种常见不透明矿物，主要介绍薄片上它们的鉴定方法和鉴别特征。书的最后附有透明矿物晶体化学的分类，为便于查找注明了它们在正文中的页码。另附有中、英、俄矿物名词对照和本书采用的矿物英文代号。

书中所列的各矿物相关数据和光性特征描述，主要以原长春地质学院《透明矿物薄片鉴定》（穆克敏、常丽华等，1975，1988）为基础，并参考近年的国内外相关论著，经反复核实、筛选、确定。各种矿物的化学式主要参考王濮等（1987），多数光性方位图据 Troger W. E. (1971)，少数均质体矿物的晶形据王濮等（1987），折射率等光学常数主要参考 Deer W. A. 等（1982，1992，2001）和王濮等（1987）的著作。

常丽华完成本书第一、二、三、五章和第四章部分矿物的编写，完成矿物鉴定检索表的编制，并参与部分彩色照片的矿物收集、鉴定和采集工作；陈曼云完成第四章中的云母族、角闪石族、辉石族和变质矿物等的编写，完成大部分数字化显微彩色照片的矿物收集、鉴定、采集、优选、组合及最后的统编；金巍参与了全书编写提纲的研讨和部分矿物的收集；于介江参与了部分的矿物资料整理和检索表编制；李世超完成矿物数字化显微彩色照片的电脑编辑和部分矿物光性方位图的绘制，并设计、完成了计算机系统中矿物的鉴定检索程序编制；陈华参与了部分图片的前期采集工作。

刘静兰、梁万通、贺高品、徐仲元、宋述光、刘晓春、谢成福、于援邦等教授（高工）以及北京大学岩石教研室、中国地质博物馆提供了部分薄片或标本。编写过程中始终得到了吉林大学地球科学学院中心实验室的大力支持，计桂霞、李清和和王共生等工程师给予热情帮助。

《手册》编写提纲经中国地质调查局组织专家组审议，并提出诸多宝贵意见和建议。送审稿经吉林大学地球科学学院组织的岩矿教授预审。中国地质调查局的卢民杰博士、教授主持书稿的终审，周新民、张贻侠、卢良兆、施性明、魏春景和吴才来等教授书写评审意见，作者对专家提出的有益的意见进行了认真的修改。

我们对给予帮助和指教的上述单位和个人，表示诚挚的鸣谢。我们特别感谢老院长张贻侠教授，他始终给予了热情的鼓励。值此《手册》出版之际，一并铭记于此以誌谢。

编著者
2005 年 10 月

目 录

前 言

第一章 概论	(1)
一、偏光显微镜下透明矿物光性的鉴别	(1)
(一) 单偏光系统下观察的主要内容	(1)
1. 矿物的突起	(1)
2. 矿物的晶形、解理和裂理	(2)
3. 矿物的颜色、多色性和吸收性	(2)
(二) 正交偏光系统下观察的主要内容	(3)
1. 消光类型及延性符号	(3)
2. 干涉色及双折射率	(3)
(三) 锥光系统下某些光学数据的确定	(4)
1. 在近乎垂直光轴的切面上确定轴性、光性	(5)
2. 在二轴晶垂直光轴切面干涉图上目估 $2V$	(5)
二、检索表	(6)
(一) 最主要透明矿物薄片鉴定简明检索表	(6)
(二) 透明矿物数据库和鉴定检索系统	(6)
第二章 均质矿物	(8)
蛋白石 Opal	(8)
萤石 Fluorite	(8)
方沸石 Analcite Analcime	(9)
方钠石族 Sodalite Group	(10)
方钠石 Sodalite	(10)
黝方石 Nosean, Noselite	(11)
蓝方石 Haiüyne	(12)
青金石 Lazurite	(12)
钾盐 Sylvite, Sylvine	(12)
火山玻璃 Volcanic glass	(13)
白榴石 Leucite	(13)
铯榴石(铯沸石) Pollucite	(14)
香花石 Hsianghualite Sianchualinit	
日光榴石族 Helvite Group	(15)
方镁石 Periclase	(16)
尖晶石族 Spinel Group	(17)
石榴子石族 Garnet Group	(18)
镁铝榴石 Pyrope	(19)
铁铝榴石 Almandine	(20)
锰铝榴石 Spessartine	(21)
钙铝榴石 Grossular	(21)
水钙铝榴石 Hydrogrossular	(22)
钙铁榴石 Andradite	(22)
黑榴石 Melanite	(22)
钙铬榴石 Uvarovite	(22)
烧绿石—细晶石族 Pyrochlore-	

第一章 概 论

可以被自然光透射的矿物称透明矿物,包括造岩矿物、部分稀有稀土矿物。它们是光性矿物学的主要研究对象。将欲研究的透明矿物或其岩石磨制成厚度约为0.03 mm的薄片(标准厚度是0.03 mm),在偏光显微镜的透射光下观察、研究矿物的光学性质和测定光学常数,从而准确识别矿物并为岩石正确命名提供依据。

众所周知,岩石主要是由透明矿物所组成,无论对岩石进行一般观察还是进一步探讨其成因及演化历史,均离不开最基础的透明矿物的偏光显微镜下鉴定。因为只有准确识别组成岩石的各种矿物,才有可能进一步观察和研究这些矿物间的交生关系及其变化等。进而为鉴别岩石类型、研究岩石的成因等问题打下良好的基础。

一、偏光显微镜下透明矿物光性的鉴别

在偏光显微镜下鉴定透明矿物的光学性质主要通过单偏光、正交偏光、锥光三个系统进行。在单偏光镜下主要观察矿物的突起、晶形、颜色、多色性、吸收性及解理等;正交偏光镜间则主要观察矿物的最高干涉色、消光类型、消光角、延性符号、双晶等,它们是鉴定非均质体矿物的另一些光性特征;锥光镜下主要是确定非均质体矿物的轴性、光性、光轴角和光轴色散等,它们对区别某些矿物具有重要意义。上述透明矿物光学性质和常数是我们对每个矿物进行描述的主要内容,也是编制透明矿物鉴定检索表的基本数据。

(一)单偏光系统下观察的主要内容

1. 矿物的突起

折射率是透明矿物最基本也是最主要的光学常数,但在薄片无法直接测出每个矿物的折射率值,而只能借助于直观的突起初步鉴定。矿物的突起决定于矿物本身的折射率和树胶折射率之差(加拿大树胶折射率为1.54)。长期以来人们习惯将突起分为6~7个等级,以方便鉴定,表1-1列出了本书所采用的突起等级标准。表中的负突起指 $N_{\text{矿}} < N_{\text{树}}$;

表 1-1 矿物的突起等级和折射率

突起等级* ($N_{\text{树}} = 1.54$)	折射率范围	主要代表矿物	突起参考等级 (树胶 $\approx 1.56 \sim 1.57$)
负 高或负中	< 1.48	蛋白石、萤石	负高
负 低	1.48 ~ 1.54	钾长石、白榴石、沸石、钠长石	\approx 负中
正 低	1.54 ~ 1.60	石英、中-基性斜长石	负低—正低
正 中	1.60 ~ 1.66	透闪石、电气石、磷灰石	正低—正中
正 高	1.66 ~ 1.78	辉石、橄榄石、十字石	正中—正高
正极高	> 1.78	榍石、锆石	正高—正极高

* 长期以来国内外有关书籍中引用的突起等级,均以 $N_{\text{树}} = 1.54$ 划分,该栏所列即为公认的等级。考虑到近年来我国一些单位磨制薄片所用树胶折射率偏高(1.56~1.57)的特点,表中最后一栏列出了其相对应的突起参考等级。

正突起指 $N_{\text{矿}} > N_{\text{树}}$ ($N_{\text{矿}}$ 为矿物折射率, $N_{\text{树}}$ 为树胶折射率)。表中的低、中、高等则表示 $N_{\text{矿}}$ 与 $N_{\text{树}}$ 间的差值由小至大。

2. 矿物的晶形、解理和裂理

(1) 矿物的晶形

薄片中所见到的矿物形态,并不是其完整的晶形,而是矿物某一切面的轮廓;因此要想判断某矿物的晶形,必须观察该矿物的各个切面,综合考虑。如角闪石常见到长方形轮廓,同时也能见到近六边形或菱形轮廓,综合后可认为角闪石为长柱状;又如长石常见的是近方形和长方形轮廓,可判断其为板状。

在岩石薄片中一般常见的矿物形态如表 1-2 所示,供参考。

表 1-2 矿物在岩石中的形态

矿物在岩石中常见形态	粒状	柱状	板状	片状	针状	纤维状	毛发状	放射状	球粒状
举例	方解石	蓝线石	中长石	黑云母	矽线石	纤闪石	矽线石	硬绿泥石	方解石
照片编号	100	508	206	262	336	369	337	397	101

(2) 矿物的解理和裂理

在薄片中药物的解理表现为沿一定结晶方向平行排列的细缝线,即解理缝。裂理(或称裂开、裂纹)是沿双晶面破裂或沿细微包裹体分布的缝线,一般不如解理缝线平直,多数表现弯曲,定向性不明显。但也有例外,特别是异剥辉石(照片 472)裂理很发育,缝线平直细密。

不同矿物解理发育程度不同,例如云母类矿物具极完全(有人划为完全)解理,表现为解理缝细,彼此间距离均匀,往往呈连续的直线贯穿整个晶体(照片 279);角闪石、辉石和长石具完全(或中等)解理,表现为解理缝清晰但较稀,不完全贯穿晶体而有中断现象(照片 342);橄榄石则具不完全解理,表现为解理缝稀疏,断断续续,有时仅见解理痕迹。相反橄榄石的裂纹发育,表现为无一定方向的不平直的缝线(照片 414)。石英、石榴子石属无解理的矿物,后者更常见裂纹(照片 33)。

必须指出,解理清晰程度还与切面方向以及矿物和树胶折射率差值有关。例如云母虽然具有极完全解理,但在平行或近平行其解理面切面中不见解理。角闪石、辉石和长石均具完全解理,但在薄片前两种矿物常见解理,而长石因折射率接近树胶而往往解理不明显(缩小光圈可以见到)。由此可见,在鉴定矿物时要多方观察,综合考虑。

3. 矿物的颜色、多色性和吸收性

(1) 颜色

指单偏光镜下白光(七色光组成)透过晶体后呈现的颜色,它是未被晶体吸收的部分色光的混合色。如果各色光被矿物等量吸收,透过矿物后仍为白光则该矿物不显示颜色,称无色矿物。此外,颜色还与矿物的其他性质有关,如所含色素离子种类和电价,如含 Mn^{3+} 常为红色,含 Cr^{3+} 多为绿色。

(2) 多色性和吸收性

对非均质体矿物的非垂直光轴(光轴面)切面而言,当转动物台时若见到颜色有变化称为多色性;若见到颜色深浅有变化称吸收性。这是由于非均质体矿物具有各向异性,对各色

光波的选择吸收和吸收程度随振动方向而变化的结果。

例如一轴晶矿物电气石具有两个振动方向 N_e (或 N_e') 和 N_o , 当 N_e (或 N_e') 平行下偏光时见到浅褐色而 N_o 平行下偏光时见到紫褐色, 其吸收性 $N_o > N_e$ (照片 91), 称为反吸收性。又如二轴晶矿物蓝闪石具三个主振动方向 (N_g, N_m, N_p), 其多色性: N_g —深蓝色, N_m —浅紫色, N_p —浅黄色。吸收性: $N_g > N_m > N_p$, 称为正吸收性。要想见到这三个方向的颜色需要至少在两个切面上观察。

(二) 正交偏光系统下观察的主要内容

均质体矿物由于各向同性, 所以任何切面在正交偏光间均表现为全消光 (转动物台消光不变)。因此均质体矿物只有在单偏光镜下观察 (有些矿物非均质化除外)。对非均质体矿物, 除单偏光系统外, 还需在正交偏光甚至锥光系统下观察, 以便将相似的矿物区分开。

1. 消光类型及延性符号

(1) 消光类型和消光角

消光类型是指矿片处在消光位时, 其解理缝 (双晶缝) 或晶体轮廓等与目镜十字丝 (代表上下偏光振动方向) 的相互关系。当矿片处于消光位时, 若①解理 (双晶) 或晶体轮廓与十字丝之一平行时, 称平行消光; ②两组解理或晶体轮廓平分十字丝时, 称对称消光; ③解理或晶体轮廓与十字丝之一斜交时称斜消光, 如图 1-1 所示。消光类型与晶体的光性方位有关, 一轴晶矿物和二轴晶斜方晶系的矿物绝大多数见到的是平行消光 and 对称消光, 二轴晶三斜晶系的矿物均为斜消光, 而单斜晶系矿物则三种消光类型均可见到, 以斜消光为主。

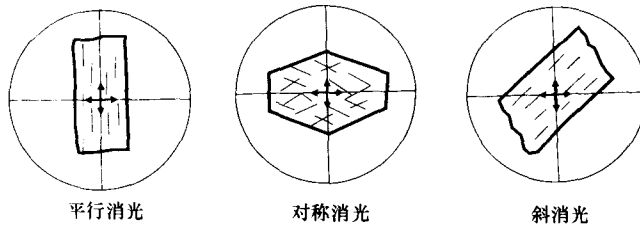


图 1-1 消光类型

对斜消光的某些矿物, 消光角是鉴定它们的光学常数之一, 但需根据不同矿物的要求, 选择切面测量, 如斜长石测量 $(010) \wedge N_p'$, 可准确确定其变种, 具体要求和测量方法见斜长石有关章节; 又如区别角闪石的变种时, 要求在平行光轴面的切片上测 $c \wedge N_g$ 。

(2) 延性符号

指晶体的长方向 (如柱状、针状、板状矿物) 与光率体长、短半径的关系。当晶体的长方向与光率体长半径 (慢光) 平行或夹角小于 45° 时为正延性; 当晶体长方向与光率体短半径 (快光) 平行或夹角小于 45° 时为负延性; 应当注意的是矿物长方向平行 N_m (或夹角小于 45°) 时延性可正可负; 如果长形矿物消光角为 45° 时不分延性正、负。

2. 干涉色及双折射率

干涉色是非均质体、非垂直光轴或光轴面的切片, 在正交偏光间, 当白光不同波长的七色光通过晶体时, 由白光干涉而成, 这种干涉结果是光程差起主导作用, 即一定的光程差对应一种干涉色。而光程差又与薄片厚度、双折射率有关, 其公式为:

$$R = d \cdot (N_1 - N_2)$$

式中： R —光程差； d —薄片厚度（标准为 0.03mm ）； $(N_1 - N_2)$ —双折射率；图 1-2 反映了它们之间的这种关系，图中横坐标为光程差 R 及对应的干涉色，纵坐标为薄片厚度 d ，斜线则为双折射率 $(N_1 - N_2)$ 。

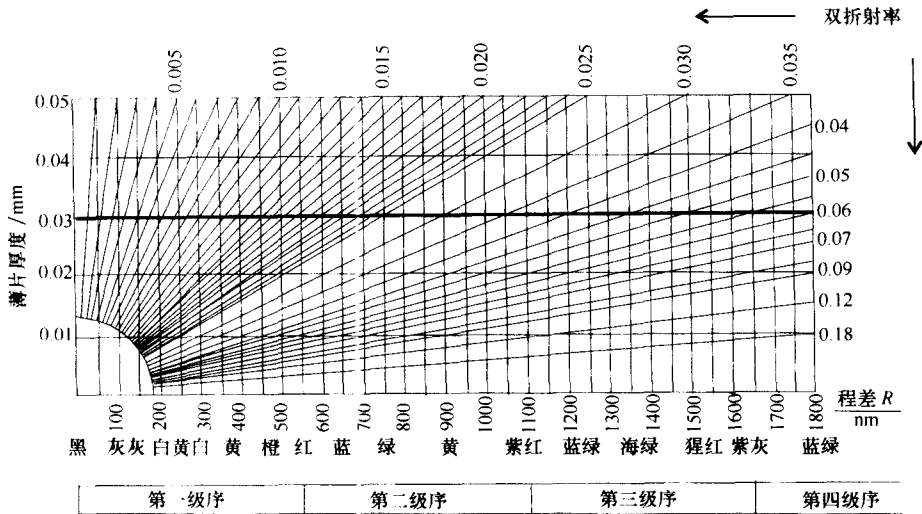


图 1-2 干涉色级序与双折射率关系

值得注意的是，薄片中的同种矿物，由于切片方向不同，其双折射率不同，干涉色也不同，其中只有平行光轴（一轴晶）或平行光轴面（二轴晶）的切片才具有最大的双折射率（一轴晶为 $|N_e - N_o|$ ，二轴晶为 $N_g - N_p$ ）和最高干涉色，对矿物鉴定才具有意义。本书所述矿物的干涉色在没有特别注明的情况下，均指在标准薄片厚度（ $d = 0.03\text{mm}$ ）的最高干涉色。表 1-3 给出了干涉色的级序与双折射率的相互关系，提供读者参考。

在薄片鉴定中有时会遇到某些矿物的干涉色在干涉色色谱表中找不到，被称做异常干涉色，它对有些矿物具鉴定意义。如叶绿泥石的靛蓝和锈褐色的异常干涉色（照片 246）。

表 1-3 干涉色级序和双折射率

干涉色级序		干涉色	双折射率范围	代表矿物
一级	底	灰、灰白、黄白	0.002 ~ 0.009	磷灰石、长石、绿柱石、石英
	顶	亮黄、橙、紫红	0.010 ~ 0.019	紫苏辉石、蓝晶石、重晶石
二级	底	蓝、绿、黄绿	0.020 ~ 0.029	砂线石、普通辉石、透闪石
	顶	黄、橙、紫红	0.030 ~ 0.037	透辉石、粒硅镁石、橄榄石
三级	底	绿蓝、蓝绿、绿	0.038 ~ 0.045	橄榄石、白云母、滑石
	顶	绿黄、猩红、粉红	0.046 ~ 0.055	锆石、霓石、黑云母、（白云母）
四级	底	紫灰、灰蓝、淡绿	0.056 ~ 0.065	独居石、锐钛矿
	顶	高级白	> 0.066	碳酸盐矿物、榍石、锡石

（三）锥光系统下某些光学数据的确定

矿物薄片鉴定中，一般不需使用锥光系统，若必须确定矿物的轴性、光性或光轴角（ $2V$ ）时，可选用适当切面在锥光下确定。

1. 在近乎垂直光轴的切面上确定轴性、光性

在正交偏光间尽量选一个一级灰或黑灰的欲测矿物切面,锥光镜下观察。

(1) 确定轴性

图 1-3 为一轴晶近乎垂直光轴(小斜切光轴)切面的干涉图,其特点是由偏离目镜十字丝中心的黑十字和干涉色色圈组成(色圈有时不见)。转动物台黑十字交点即光轴出露点(C),环绕目镜十字丝做圆周运动。

图 1-4 为二轴晶小斜交切面的干涉图,由一黑臂和卵形色环组成(色环可不见),光轴不通过十字丝,转动物台,黑臂时直时弯。

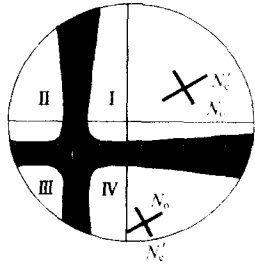


图 1-3 一轴晶近 $\perp C$ 切面干涉图

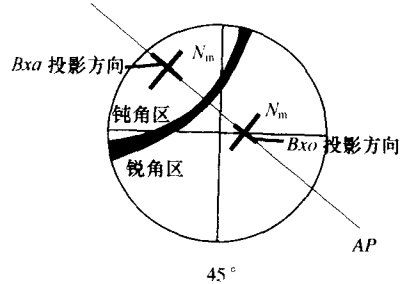
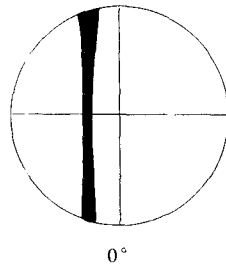


图 1-4 二轴晶小斜切面干涉图

(2) 测定光性符号

一轴晶测定光性符号时首先确定象限和 N_e' 、 N_e 方位,如图 1-3 中 I、II、III、IV 为四个象限(以黑十字划分),其中 N_e' 方位为放射线方向,而 N_e 方位为切线方向。

根据一轴晶矿物 $N_e' > N_e$ 为正光性, $N_e' < N_e$ 为负光性的原则。在确定象限后,插入石膏检板(λ),检板长方向为短半径,注意观察黑十字附近干涉色(一级灰)的变化,若 I、III 象限变蓝(升高), II、IV 象限变黄(降低),表明放射线方向 $N_e' = N_g$ (长半径)而切线方向 $N_e = N_p$ (短半径),如图 1-5 所示,该矿物为正光性,否则相反。

二轴晶测定光性符号时,首先需搞清在干涉图中光率体要素的方位:如图 1-4 的 45° 位,黑臂弯曲的凹区称钝角区,凸区称锐角区,弯曲黑臂切线的垂直方向总体为光轴面(AP)方向,该方向在钝角区内为 Bxa 投影方向,在锐角区为 Bxo 投影方向;垂直光轴面(AP)的方向无论锐角区、钝角区永远为 N_m 方向。

根据二轴晶 $Bxa = N_g$ (或 $Bxo = N_p$)为正光性, $Bxa = N_p$ (或 $Bxo = N_g$)为负光性,以及 $N_g > N_m > N_p$ 的原则。在 45° 位置上插入石膏检板(振动方向如图 1-6 所示)观察弯曲黑臂两侧干涉色(一级灰)变化情况,如图所示锐角区变黄(降低),而钝角区变蓝(升高),表明 $Bxa = N_g$ 、 $Bxo = N_p$,该矿物为正光性。

2. 在二轴晶垂直光轴切面干涉图上目估 $2V$

该切面在正交偏光间特点应全消光,实际上一般达不到,只要找到一个一级暗灰且转动物台干涉色不变化的预测矿物切面即可。

目估是在 45° 位置干涉图中,根据黑臂弯曲程度确定,图 1-7 为黑臂弯曲程度与 $2V$ 关系目估图。当黑臂为一直臂时, $2V = 90^\circ$,黑臂弯曲显著,近于 90° 时 $2V \approx 0^\circ$ 。

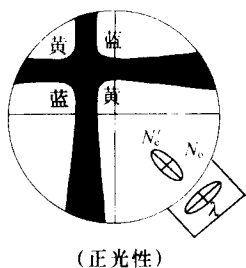


图 1-5 光性符号测定
(一轴晶)

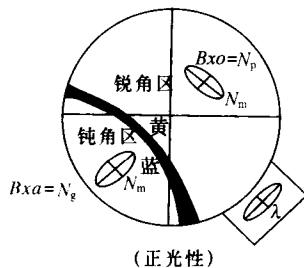


图 1-6 光性符号测定
(二轴晶)

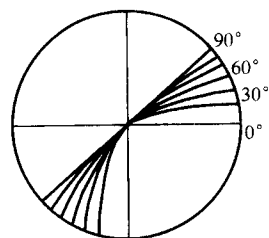


图 1-7 2V 角的目估

二、检索表

(一) 最主要透明矿物薄片鉴定简明检索表

该鉴定简明检索表(见第 7 页)共收集了最常见的透明矿物约 70 余种,为读者鉴定矿物之用,表与本书编排思路基本一致,查找顺序是:首先找出该矿物的突起等级,然后按均质体、一轴晶、二轴晶不同的要求查找:

均质体:进一步根据解理—晶形确定;

一轴晶、二轴晶:分别按光性符号—干涉色—晶形进一步确定。

如某矿物为负低突起、均质体、无解理、粒状,可在表中查出该矿物是白榴石。又如某矿物正中突起、二轴晶、负光性、一级黄干涉色、柱状。在表中查到三个矿物硅灰石、红柱石、绿脆云母,此时则需查找这些矿物的详细描述,进一步排查、确定。

(二) 透明矿物数据库和鉴定检索系统

为了准确、快速鉴定矿物,我们为读者建立了 299 种矿物的数据库,包括每种矿物的光学常数如折射率、突起、颜色、多色性、双折射率、干涉色、延性、轴性、光性和 2V 等。鉴定者只需要把测定的某矿物相关参数(即光学常数,测定的越多越准确)输入程序中,计算机便即刻显示该矿物名称或几种矿物名称。当出现后种情况时,可以从电脑所显示出的这几种矿物简述中排查,必要时可从本书中查找它们的更详细描述,逐一排查,做出准确鉴定。所录用的每种矿物均在电脑中有关数据的右上角注明该矿物在本书的页码,以便查找,数据库中另附有突起、干涉色对比图片。该系统见本书所附光盘。

书中所用符号

a, b, c	结晶轴	C	一轴晶光轴
N	均质体折射率	OA	二轴晶光轴
N_e, N_o	一轴晶主折射率	Bxa	二轴晶锐角等分线
N_g, N_m, N_p	二轴晶主折射率	Bxo	二轴晶钝角等分线
$N_r - N_o$ 或 $N_o - N_e$	一轴晶最大双折射率	AP	二轴晶光轴面
$N_g - N_p$	二轴晶最大双折射率	$2V$	光轴角
Δ	双折射率	r	红光的色散
$c \wedge N_g, (010) \wedge N'_p$ 等	消光角	v	紫光的色散

最主要透明矿物薄片鉴定简明检索表

轴性	突起	负突起 ($N < 1.48$)			正突起 ($N = 1.54 - 1.60$)			正高突起 ($N = 1.66 - 1.78$)			正极高突起 ($N > 1.78$)	
		柱、片状等	柱、板、片状	纤维状、放射状	柱、板、片、针状	纤维状、放射状	柱、板、片、针状	纤维状、放射状	柱、板、片、针状	纤维状、放射状	柱、板、片、针状	纤维状、放射状
均质体	无解理	蛋白石 方沸石	白榴石									粒状 尖晶石、石榴子石
	有理	萤石 八面沸石	方石									
干涉色	低一级灰至二级蓝绿 ($\Delta < 0.025$)	菱沸石	玉髓	石英	水镁石、明矾石							
	中二级绿至四级未 ($\Delta = 0.025 - 0.072$)											
干涉色	高四级以上至高级白 ($\Delta > 0.072$)											
	低一级灰至二级蓝绿 ($\Delta < 0.025$)	沸石	霞石	霞石	方柱石、绿柱石							
干涉色	中二级绿至四级未 ($\Delta = 0.025 - 0.072$)		皂石		方柱石							
	高四级以上至高级白 ($\Delta > 0.072$)		方解石、白云母									
干涉色	低一级灰至二级蓝绿 ($\Delta < 0.025$)		石膏 沸石 石膏	石膏 沸石 石膏	斜长石、重晶石 绿泥石、蛇纹石	蛇纹石						
	中二级绿至四级未 ($\Delta = 0.025 - 0.072$)											
干涉色	高四级以上至高级白 ($\Delta > 0.072$)											
	低一级灰至二级蓝绿 ($\Delta < 0.025$)											
干涉色	中二级绿至四级未 ($\Delta = 0.025 - 0.072$)											
	高四级以上至高级白 ($\Delta > 0.072$)											
干涉色	低一级灰至二级蓝绿 ($\Delta < 0.025$)											
	中二级绿至四级未 ($\Delta = 0.025 - 0.072$)											
干涉色	高四级以上至高级白 ($\Delta > 0.072$)											
	低一级灰至二级蓝绿 ($\Delta < 0.025$)											
干涉色	中二级绿至四级未 ($\Delta = 0.025 - 0.072$)											
	高四级以上至高级白 ($\Delta > 0.072$)											

在表内的二轴晶中,具有平行消光的矿物用||号表示,在所有透明矿物中,具有异常干涉色的矿物用*号表示