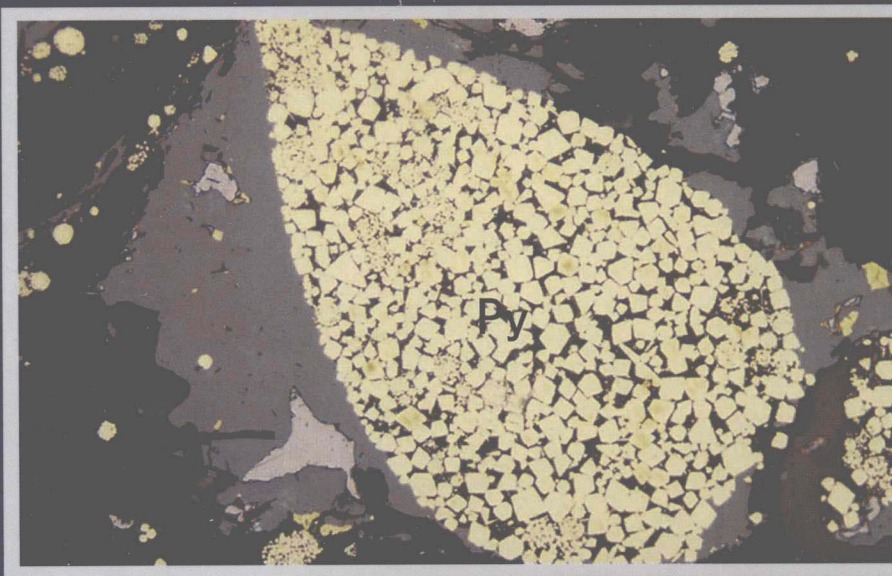




地质调查工作方法指导手册

DIZHI DIAOCHA GONGZUO FANGFA ZHIDAO SHOUCE

金属矿物显微镜鉴定手册



卢静文 彭晓蕾 著

地质出版社



地质调查工作方法指导手册

金属矿物显微镜鉴定手册

卢静文 彭晓蕾 著

地质出版社

· 北 京 ·

内 容 简 介

本书详细介绍了219种或亚种常见矿物,其中213种为金属矿物或其他矿石矿物,还介绍了6种在显微镜下鉴定过程中常见的脉石矿物。系统描述了金属矿物的化学组成、晶系、反射率与双反射、反射色与反射多色性、内反射、均质性与非均质性、硬度、磨光性、浸蚀反应、形态特征、矿物组合与组构特征、成因与产状、鉴定特征等。在219种矿物中有170种矿物附有彩色照片580张,照片内容主要包括金属矿物的光性和组构。

本书是一本在显微镜下鉴定金属矿物的工具书,可供岩矿鉴定、金属矿床地质、选冶工艺和地质类专业院校等工作人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

金属矿物显微镜鉴定手册/卢静文等著. —北京:
地质出版社, 2010. 9

(地质调查工作方法指导手册)

ISBN 978-7-116-06884-1

I. ①金… II. ①卢… III. ①金属矿物-反光显微分
析-手册 IV. ①P618. 205-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 177998 号

JINSHUKUANGWU XIANWEIJING JIANDING SHOUCE

责任编辑: 陈 磊 祁向雷

责任校对: 杜 悦

出版发行: 地质出版社

社址邮编: 北京海淀区学院路 31 号, 100083

电 话: (010) 82324508 (邮购部); (010) 82324577 (编辑室)

网 址: <http://www.gph.com.cn>

电子邮箱: zbs@gph.com.cn

传 真: (010) 82310759

印 刷: 北京天成印务有限责任公司

开 本: 787 mm × 1092 mm ¹/₁₆

印 张: 14.75 图版: 100 面

字 数: 360 千字

印 数: 1—3000 册

版 次: 2010 年 9 月北京第 1 版 · 第 1 次印刷

定 价: 98.00 元

书 号: ISBN 978-7-116-06884-1

承诺: 凡购买地质出版社的图书, 如有缺页、倒页、脱页者, 本社出版处负责调换。

感谢: 如对本书有建议或意见, 敬请致电本社, 并对此表示感谢。

声明: 版权所有, 未经作者书面许可, 不得为任何目的, 以任何形式或手段复制、翻印、传播或其他任何方式使用本书的任何图版图片。



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学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，年富力强的一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。

A stylized handwritten signature in black ink, consisting of three characters: 吴震 (Wu Zhen).

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	吕建生
严光生	李志忠	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	汤中立	许志琴	何继善	寿嘉华	张本仁	张宗祜
张弥曼	李廷栋	李佩成	杨起	杨文采	汪品先	汪集旻
沈其韩	肖序常	邱中建	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	袁道先	贾承造	常印佛	童庆禧	董申葆	谢学锦
翟光明	翟裕生	裴荣富	薛禹群	戴金星		

序

当我们正为学界歪风日甚而忧虑的时候，卢、彭两位给我们带来了一缕清风。我有幸在出版之前拜读了本书原稿，感慨良多。

首先令我们感动的是作者的负责精神。正像眼下名教授不给大学本科生上基础课一样，大专家也不屑于编著“工具书”。卢、彭两位不从流俗，接下了这个吃力的差事。作者意识到金属矿物鉴定手册是地质找矿工作的急需，故而夙夜匪懈，仅用两年时间，就出色完成了这部鉴定巨册。他们翻箱倒柜，检视标本逾万。涵盖地域务求其广，矿床、矿石类型务求其全，鉴定标志务求其精，查阅使用务求其便。总之，他们处处为读者设想，务求做得更好。这种难得的“换位”思考，体现了作者不图名利、俯首甘为的高尚情操。吾有挚友若斯，夫复何求！

更令我们感动的是作者严谨的治学态度。本来此类手册集文献之大成，只要编纂严肃、得体即可，并未要求再做实物检测。可是作者的经验发现，金属矿物的鉴定数据常因时、因地、因条件而异。为了弄清究竟，作者有针对性的辅做了大量测试和核对工作。对于数据差异的原因，进行了科学分析，从中找出进一步研究的问题。于是，编书的过程成为一项科学研究。选取镜下照片，一丝不苟，精益求精。其形、其色，稍有微疵，重拍，十之、百之，直到满意为止。常言道，“台上一分钟，台下十年功”，此话用于这本手册，也是言之不虚的。本书是大量基础工作之浓缩，是几代人数十年经验的结晶。作者呕心以为纸，沥血以作书。我们真想让那些造假、剽窃和投机取巧的学术败类好好读读这本书，照照镜子，足可让他们无地自容。

包括地质行当在内的教学、科研和生产工作，都需要一个稳定和谐的环境，才能得以可持续发展。胡锦涛总书记告诫我们不折腾，是从历史教训总结出来的金玉良言。试想，如果不折腾，我们的标本会更多、更好，我们的经验会益全、益丰。卢、彭的工作具有“抢救”性质。若再延误，就噬脐莫及了。在这种情况下，他们勇于担当此任，做了一件大好事，难能可贵，可圈可点。

我们说这本手册是一部佳作，并非意味着它完美无缺，当然还有完善的空间，例如，就矿物标本的广泛性、典型性和代表性而言，放眼全球、全国，当然仍有不足。矿石组构分析对于矿床成因、找矿标志和选冶工艺的重要性，强调得也不够充分。诚如作者所持的开放态度，他们会对专家的批评指教以及使用者的反馈信息，虚怀以待。

两位作者，一老一少，相得益彰。小彭已经从老卢手中接过接力棒，正奋力向前奔跑。薪尽火传，不知其尽，这就是我们事业得以发展的保障。衷心祝愿年长者寿，青壮者事业有成。一代接一代，后浪超过前浪。

張始俠

2010年2月于长春

前言

“地质调查基本工作方法系列指导手册编制”是中国地质调查局“综合基础地质图件编制与更新”计划中的一个项目,《金属矿物显微镜鉴定手册》是系列丛书中的一册。

本书编写的宗旨是为了地质工作者,特别是岩矿鉴定者的实际工作需要。作者力求本书在内容上有所更新,在叙述上简明扼要,在编排上方便,应用具可操作性。

基于作者长期教学、科研和国际学术交流所积累的矿物标本和鉴定经验,使我们有可能从中精选出来的金属矿物更具典型性和代表性。本手册研究和鉴定了包括德国、加拿大、埃及、西班牙、瑞典、奥地利、利比里亚、意大利、美国、挪威、澳大利亚、西撒哈拉和塞浦路斯、南非等 14 个国家和地区 27 个典型矿床,以及中国 62 个典型矿床的矿石光片。所涉及的矿床类型包括岩浆、伟晶岩、高中低温热液、沉积、变质、热水沉积、斑岩、块状硫化物、喀斯特溶洞成因等矿床,以及铁陨石和石质陨石、大洋结壳和黑烟囱等实物标本。

由于反光显微镜质量的提高和测试技术方法的改进,以往矿物鉴定数据有的需要重新核实与校正。以矿物光性为例,同种矿物常因不同矿物连生、磨片的抛光度、不同牌号显微镜和不同放大倍数等因素而有所差异。为此,本书对 170 种矿物的光性(特别是与均质和非均质有关的)做了重新鉴定。为了准确定名(特别是对于不易区分的种或亚种),我们还做了必要的电子探针、扫描电镜、化学浸蚀、 A_r 、 H_v 等测试。本书共鉴定了 10278 块光片、46 片薄片,采集了 8515 张显微镜照片,从中甄选出 170 种矿物及 580 张彩色照片。

本书共编入 219 种或亚种常见矿物,其中 213 种为金属矿物或矿石矿物,6 种镜下常见的脉石矿物。

本书共四章。一、二、三章介绍鉴定理论与方法,由彭晓蕾编写,第四章为矿物各论,由卢静文编写。各论突破了以往表格式的束缚,采取“开放式”的描述,目的是为了增加必要的非表格所容的内容。例如,本书对于某些相似而难于鉴别的矿物编列了 14 个有针对性的鉴别特征对比表,以利鉴定者

查对。黝铜矿族矿物亚种繁多，不易区别，本书将收集到的 8 种黝铜矿的特征列表对比，突显了它们最主要的区别，这是 14 个表中具代表性的一例。

除矿物鉴定外，本书还注重矿物的结构构造以及共生矿物的描述，并附有大量照片。这不仅是为了准确鉴定矿物，也是为了矿床成因研究和选冶工艺的需要。众所周知，显微镜下的鉴定可为研究矿床成因提供金属矿物的交代关系、生成顺序以及形成期、阶段和形成过程等可靠的信息。矿物的形态特征、颗粒大小以及相互关系等资料是选冶工艺的依据。在测试技术高度发达的今天，矿相学仍有不可取代的作用，原因就在于此。

本书主要参考了《金属矿物及其交生》（P. Ramdohr，谢宇平、贺义兴、李高山、周延坤译，1980）、《金属矿物显微镜鉴定表》（W. 乌顿布格、E. A. J. 伯克，1975）、《金属矿物显微镜鉴定》（中国地质科学院地质矿产所，1978）、《矿相学》（E. N. 卡梅伦，闵茂中等译，1974）、《系统矿物学》（王濮等，1982~1987）、《矿相学》（尚浚、卢静文、彭晓蕾、张渊，2008）、Roberts, Campbell Rapp: Encyclopedia of Minerals, Second Edition, 1990 以及《矿物数据库》（<http://www.webmineral.com>）的数据与资料。

作者谨向提供矿物标本及资料，并给予热情支持的吉林大学刘连登、孙丰月、续颜、王可勇、孙景贵、任云生、孙国胜诸教授、核工业部 230 研究所方适宜研究员、吉林省区域地质矿产调查所乔国华高级工程师、吉林大学地球科学学院实验中心姚文贵副教授、计桂霞高级工程师、中国地质大学陈华高级工程师等，致以衷心的感谢。特别感谢德国著名矿床学家阿姆图斯教授，他所赠送的 12 个国家和地区 25 个典型矿床的 187 块光片，增加了本书覆盖地域的广泛性。

鲜花是美丽的。蝴蝶是会飞的花朵，是大自然的舞姬。显微镜下的金属矿物绚丽多彩，堪与鲜花、蝴蝶媲美：活色生香，婀娜多姿，美不胜收。有时又像抽象派的画作，大海、岛屿、港湾，云兴霞蔚，万壑争流，给人以梦幻般的遐想。作者愿把这些巧夺天工的画卷奉献给广大地质同行共享。我们引为自豪，正是我们干了这一行，才能享有科学与艺术如此完美的结合。

如果本书能对读者鉴定金属矿物有帮助，了却我们一个心愿，这将对作者最好的慰藉。我们期待着对本书的批评、指正和建议以及读者的反馈信息。

作 者

2009 年 12 月

目 录

序

前 言

第一章 反光显微镜鉴定金属矿物的理论与方法	(1)
一、矿物的反射率	(1)
(一) 反射率的测定方法	(4)
1. 光电学方法	(4)
2. 光学方法	(6)
(二) 影响矿物反射率测定值的因素	(7)
二、矿物的反射色	(8)
(一) 反射色的基本概念	(8)
(二) 反射色定性描述及色变效应	(9)
(三) 反射色的颜色指数	(9)
1. 色度学的基本概念	(10)
2. 三刺激值与色度图	(11)
3. 反射色颜色指数的测量方法	(14)
三、矿物的双反射和反射多色性	(17)
(一) 双反射的基本概念	(17)
(二) 反射多色性的基本概念	(18)
(三) 双反射和反射多色性的观察方法与视测分级	(19)
1. 双反射和反射多色性的观察方法	(19)
2. 双反射和反射多色性的视测分级	(19)
(四) 影响双反射和反射多色性观察的因素	(20)
四、矿物的均质性与非均质性	(21)
(一) 矿物的均质性与非均质性	(21)
1. 矿物均质性与非均质性的基本概念	(21)
2. 非均质矿物反射平面偏光振动面旋转的性能	(22)
3. 非均质不透明矿物使反射平面偏光产生周相差而造成椭圆偏光的性能	(22)
4. 非均质矿物的偏光色	(23)
(二) 均质性与非均质性、偏光色、非均质视旋转角和旋向的观测方法	(24)
1. 矿物的均质性与非均质性和偏光色的观察方法	(24)
2. 非均质视旋转角 A_r 的测量方法	(25)
3. 非均质矿物旋转方向(旋向)符号的测定	(25)

(三) 矿物均质性与非均质性视测分级和影响观察的因素	(25)
1. 矿物均质性与非均质性的视测分级	(25)
2. 影响均质、非均质性观察的因素	(26)
五、矿物的偏光图	(27)
(一) 偏光图的形成原理	(27)
1. 反射旋转的基本概念	(27)
2. 均质矿物偏光图	(28)
3. 非均质矿物偏光图	(29)
(二) 观测方法及步骤	(34)
六、矿物的内反射	(35)
(一) 内反射的基本概念	(35)
1. 内反射的机理	(35)
2. 矿物的内反射与反射色及反射率的关系	(35)
(二) 内反射的观察方法和注意事项	(36)
1. 内反射的观察方法	(36)
2. 注意事项	(38)
七、矿物的硬度	(38)
(一) 刻划硬度的测定	(38)
1. 测定方法	(39)
2. 测试注意事项	(39)
(二) 抗磨硬度的测定	(39)
1. 观测方法	(39)
2. 测定注意事项	(39)
(三) 压入硬度的测定	(40)
1. 测量方法	(41)
2. 测量注意事项	(42)
3. 摩氏硬度与压入硬度的关系	(44)
八、矿物的浸蚀鉴定	(44)
(一) 概述	(45)
1. 基本概念	(45)
2. 浸蚀过程	(45)
3. 浸蚀后产生的反应	(45)
(二) 试剂和工具	(47)
(三) 操作方法和注意事项	(48)
1. 操作方法	(48)
2. 注意事项	(48)
第二章 矿物的综合性系统鉴定	(49)
一、显微镜下矿物的综合性系统鉴定	(49)

二、电子计算机在矿物鉴定中的应用	(49)
1. 应用电子计算机自动鉴定金属矿物	(49)
2. 利用矿相学数据和电子探针数据鉴定金属矿物的计算机程序	(50)
3. 通过 IBM PC 机搜索和匹配反射率曲线鉴定金属矿物	(50)
第三章 矿石的构造、结构和矿物晶粒内部结构	(51)
一、矿石的构造	(51)
(一) 矿石构造的分类	(51)
(二) 矿石构造的主要成因类型及其特征	(51)
1. 岩浆矿石构造	(51)
2. 气水热液矿石构造	(53)
3. 风化矿石构造	(55)
4. 沉积矿石构造	(57)
5. 变质矿石构造	(58)
二、矿石的结构	(59)
(一) 矿石结构的分类	(59)
(二) 矿石结构的主要成因类型及其特征	(59)
1. 结晶结构	(59)
2. 交代结构	(61)
3. 固溶体分离结构	(62)
4. 胶体和结晶物质再结晶结构	(65)
5. 沉积结构	(66)
6. 压力结构	(66)
三、矿物结晶颗粒的内部结构	(67)
(一) 晶粒内部结构研究方法	(67)
1. 偏光法	(67)
2. 结构浸蚀法	(68)
3. 不完全磨光法	(69)
(二) 矿物晶粒内部结构的主要类型	(69)
1. 环带结构	(69)
2. 双晶结构	(70)
3. 解理与裂理	(71)
第四章 矿物各论	(73)
自然银 Silver	(75)
金银矿 Küstelite	(75)
银金矿 Electrum	(76)
自然铜 Copper	(77)
自然锑 Antimony	(77)
斜方碲金矿 Krennerite	(78)
自然金 Gold	(78)
自然铂 Platinum	(79)
自然铋 Bismuth	(80)
碲镍矿 Melonite	(80)
铋银矿 Dyscrasite	(81)
自然钯 Palladium	(82)
碲金矿 Calaverite	(82)

碲铋矿 Tellurobismuthite	(84)	黄铜矿 Chalcopyrite	(107)
方锑金矿 Aurostibite	(84)	硫钴矿 Linnaeite	(108)
针碲金银矿 Sylvanite	(85)	针硫铋铅矿 Aikinite	(108)
斜方砷镍矿 Rammelsbergite	(85)	磁黄铁矿 Pyrrhotite	(109)
针镍矿 Millerite	(86)	脆硫锑铅矿 (毛矿) Jamesonite	(110)
琿春矿 Hunchunite	(87)	硫铋铅矿 Lillianite	(110)
镍自然铁	(87)	斜方辉铅铋矿 Cosalite	(111)
自然铁 Iron	(88)	马基诺矿 Mackinawite	(111)
方钴矿 Skutterudite	(88)	硫锑铅矿 Boulangerite	(112)
硫锑铁矿 Gudmundite	(89)	硫镍矿 Polydymite	(113)
毒砂 Arsenopyrite	(90)	方铅矿 Galena	(114)
白铁矿 Marcasite	(90)	硫铜锑矿 Chalcostibite	(114)
叶碲铋矿 Wehrlite	(91)	脆硫锑银铅矿 Owyheeite	(115)
斜方砷铁矿 Loellingite	(91)	麦硫锑铅矿 Madocite	(115)
红锑镍矿 Breithauptite	(93)	碲金银矿 Petzite	(116)
黄铁矿 Pyrite	(93)	灰硫砷铅矿 Jordanite	(117)
碲铋银矿 Volynskite	(95)	叶碲金矿 Nagyagite	(117)
铋镍砷铋矿 Bismuthian nikeloan merenskyite	(95)	方黄铜矿 Cubanite	(118)
硫碲铋矿 Joseite	(96)	硫铜钴矿 Carrollite	(118)
斜方砷钴矿 Safflorite	(97)	软锰矿 Pyrolusite	(119)
辉砷钴矿 (辉钴矿) Cobaltite	(97)	板硫锑铅矿 Semseyite	(119)
方硫铁镍矿 Bravoite	(98)	纤硫锑铅矿 Robinsonite	(120)
镍黄铁矿 Pentlandite	(99)	辉锑矿 Stibnite	(121)
赫碲铋矿 Hedleyite	(100)	辉铁锑矿 Berthierite	(122)
自然砷 Arsenic	(100)	柱硫锑铅银矿 Freieslebenite	(123)
红砷镍矿 Nickeline	(101)	硫砷铅矿 Dufrenoy'site	(123)
硒碲铋矿 Kawazulite	(102)	史碲银矿 Stutzite	(124)
硫镍钴矿 Siegenite	(102)	紫硫镍矿 Violarite	(124)
砷铜矿 Domeykite	(103)	碲银矿 Hessite	(125)
辉铋矿 Bismuthinite	(103)	车轮矿 Bournonite	(125)
硫银铋矿 Matildite	(104)	辉锑铅银矿 Diaphorite	(126)
砷镍矿 Maucherite	(104)	硒银矿 Naumannite	(127)
锑硫镍矿 Ullmannite	(105)	硒铜银矿 Eucairite	(127)
辉砷镍矿 Gersdorffite	(105)	辉钼矿 Molybdenite	(128)
辉铅铋矿 Galenobismutite	(106)	少银黄铁矿 Argentopyrite	(128)
砷镍钴矿 Langisite	(106)	圆柱锡矿 Cyndrite	(129)

辉锑银矿	Miargyrite	(129)	硫银锡矿	Canfieldite	(155)
细硫砷铅矿	Gratonite	(130)	硫银锳矿	Argyrodite	(156)
硫铋铜矿	Wittichenite	(131)	方黝锡矿	Isostannite	(156)
锰钼矿	Hollandite	(131)	金红石	Rutile	(157)
辉锑铅矿	Zinckenite	(132)	硫锰矿	Alabandite	(158)
辉铜矿	Chalcocite	(132)	铜蓝	Covellite	(158)
硫砷铜银矿	Pearceite	(133)	蓝辉铜矿	Digenite	(159)
硫铋铜银铅矿	Cupropavonite	(134)	斑铜矿	Bornite	(160)
辉银矿	Argentite	(134)	红锑矿	Kermesite	(160)
深红银矿	Pyrargyrite	(135)	磁铁矿	Magnetite	(161)
黝铜矿	Tetrahedrite ^①	(136)	钛铁矿	Ilmenite	(162)
锡黝铜矿	Colusite	(138)	水锰矿	Manganite	(163)
硫锑铜银矿	Polybasite	(138)	褐锰矿	Braunite	(164)
脆银矿	Stephanite	(139)	黑锰矿	Hausmannite	(164)
赤铁矿	Hematite	(139)	硫镉矿	Greenockite	(165)
黝锑银矿	Freibergite	(141)	钨铁矿	Ferberite	(165)
硒金银矿	Fischesserite	(141)	钨锰铁矿 (黑钨矿)	Wolframite	(166)
硫铜银矿	Stromeyerite	(142)	雄黄	Realgar	(167)
块硫砷铜矿	Luzonite	(142)	针铁矿	Goethite	(167)
硫砷铜矿	Enargite	(143)	金刚石	Diamond	(168)
黝锡矿	Stannine	(143)	闪锌矿	Sphalerite	(169)
辰砂	Cinnabar	(144)	铋华	Bismite	(169)
淡红银矿	Proustite	(145)	钨锰矿	Huebnerite	(170)
辉铋银铅矿	Gustavite	(145)	纤锌矿	Wurtzite	(170)
赤铜矿	Cuprite	(146)	石墨	Graphite	(171)
火硫锑银矿	Pyrostilpnite	(147)	钛磁铁矿	Titanomagnetite	(171)
黄银矿	Xanthoconite	(147)	晶质铀矿	Uraninite	(172)
硬锰矿	Psilomelane	(148)	黑稀金矿	Euxenite	(173)
黑铜矿	Tenorite	(149)	墨铜矿	Valleriite	(173)
锰钾矿	Cryptomelane	(150)	沥青铀矿	Pitchblende	(174)
块硫锑铜矿	Famatinite	(150)	钽铌易解石	Niobaeschnynite	(174)
纤铁矿	Lepidocrocite	(152)	自然硫	Sulfur	(175)
磁赤铁矿	Maghemite	(152)	褐钨铌矿	Fergusonite	(176)
黑辰砂	Metacinnabar	(153)	包头矿	Baotite	(176)
钽钽铁矿	Columbite-tantalite	(153)	砷铅矿	Mimetite	(177)
硫锡铁铜矿	Mawsonite	(154)	泡铋矿	Bismutite	(177)
雌黄	Orpiment	(155)			

锡石 Cassiterite	(178)	砷华 Arsenolite	(194)
榍石 Sphene	(178)	氟碳钙铈矿 Parisite	(195)
红铅铀矿 Wolsendorfit	(179)	水锌矿 Hydrozincite	(195)
铬铁矿 Chromite	(179)	钙铀矿 Claciouranoite	(196)
磷氯铅矿 Pyromorphite	(180)	镁尖晶石 Magnesiospinel	(196)
红锌矿 Zincite	(181)	菱镁矿 Magnesite	(197)
白铅矿 Cerussite	(181)	白云石 Dolomite	(198)
钼华 Molybdate	(182)	铁电气石 Schorl	(198)
硼镁铁矿 Ludwigite	(182)	锂辉石 Spodumene	(199)
钙钛铈矿 Latrapite	(183)	富钙铀矿 Fugaiyoukuang	(199)
白钨矿 Scheelite	(183)	方解石 Calcite	(200)
石榴子石 Garnet	(184)	硼镁石 Szaibelyite	(202)
黑柱石 Ilvaite	(185)	锂电气石 Elbaite	(202)
铅矾 Anglesite	(185)	异极矿 Hemimorphite	(203)
褐帘石 Allanite	(186)	绿柱石 Beryl	(203)
菱铁矿 Siderite	(186)	硅孔雀石 Chrysocolla	(204)
氯铜矿 Atacamite	(187)	钙铀云母 Autunite	(204)
蓝铜矿 Azurite	(188)	石英 Quartz	(205)
孔雀石 Malachite	(188)	蛋白石 Opal	(205)
菱锌矿 Smithsonite	(189)	萤石 Fluorite	(206)
独居石 Monazite	(189)	钴土 Asbolite	(207)
钍石 Thorite	(190)	沥青 Asphalt	(207)
钠铁矾 Natrojarosite	(191)	主要参考文献	(209)
氟碳铈矿 Bastnaesite	(192)	附录一 矿物 (中文—英文) 索引表	
黄钾铁矾 Jarosite	(192)		(212)
菱锰矿 Rhodochrosite	(193)	附录二 矿物 (英文—中文) 索引表	
铁白云石 Ankerite	(194)		(216)

第一章 反光显微镜鉴定金属矿物的理论与方法

一、矿物的反射率

矿物光面对垂直入射光线的反射能力，称为矿物的反射力，即矿物光面在反光显微镜下的明亮程度。表示反射力大小的数值叫做反射率，以下列公式表示：

$$R = \frac{I_r}{I_i} \times 100\% \quad (1-1)$$

式中： R 为矿物的反射率； I_i 为入射光强度； I_r 为反射光强度。

由于反射率是矿物本身的属性，因此它是不透明矿物最重要的光学特征和主要鉴定依据。

矿物的反射率 R 取决于矿物的折射率 N 与吸收系数 K 。一般透明矿物的吸收性极低，即吸收系数属 10^{-4} 级，故可忽略不计，所以透明矿物的反射率可用费涅耳（A. Fresnel）公式表示：

$$R = \frac{(N - N_s)^2}{(N + N_s)^2} \quad (1-2)$$

式中： N 为矿物的折射率； N_s 为浸没介质的折射率。

若观察矿物是以空气为介质，则 $N_s = 1$ ；如果以香柏油为介质，其 $N_s = 1.515$ 。

吸收性（不透明）矿物，其反射率不但与矿物的 N 有关，而且与 K 的关系尤为重要故其矿物的反射率 R 要用下列公式表示：

$$R = \frac{(N - N_s)^2 + K^2}{(N + N_s)^2 + K^2} \quad (1-3)$$

当以空气为介质时，则 $N_s = 1$ ，公式变为：

$$R = \frac{(N - 1)^2 + K^2}{(N + 1)^2 + K^2} \quad (1-4)$$

矿物反射率 R 和矿物光学常数 N 、 K 的关系如图 1-1，从图 1-1 中可看出，吸收性强的不透明矿物，其反射率主要取决于矿物的吸收系数 K 。若矿物的 K 值大于 2 时，其反射率 R 值均大于 38%，而 R 与 N 值的关系不明显。图中可见 K 大于 2 的各 K 值曲线，从 $N=1$ 至 $N=5$ 一段逐渐近水平状，故 N 值对反射率 R 值影响很小；从 K 小于 2 递减向下的各 K 值曲线弯曲度逐渐增大， $N=1$ 的两侧逐渐成明显的斜线，从而 N 值对 R 的影响亦随之增大，直至 K 值近于 0 时，则 R 值完全取决于 N 。

从图 1-2 中也明显地反映出光垂直入射时，矿物 R 与 K 和 N 的关系及其规律性。如当已知矿物的 N 、 K 值后，可从图中立即求出 R 值，例如 $N=4$ 、 $K=2$ 的矿物，则 $R=45\%$ 。在反映 R 与 K 的关系方面，可看出：当 $K \geq 1$ 时， R 一定大于 16%； $K \geq 2$ 时， $R >$