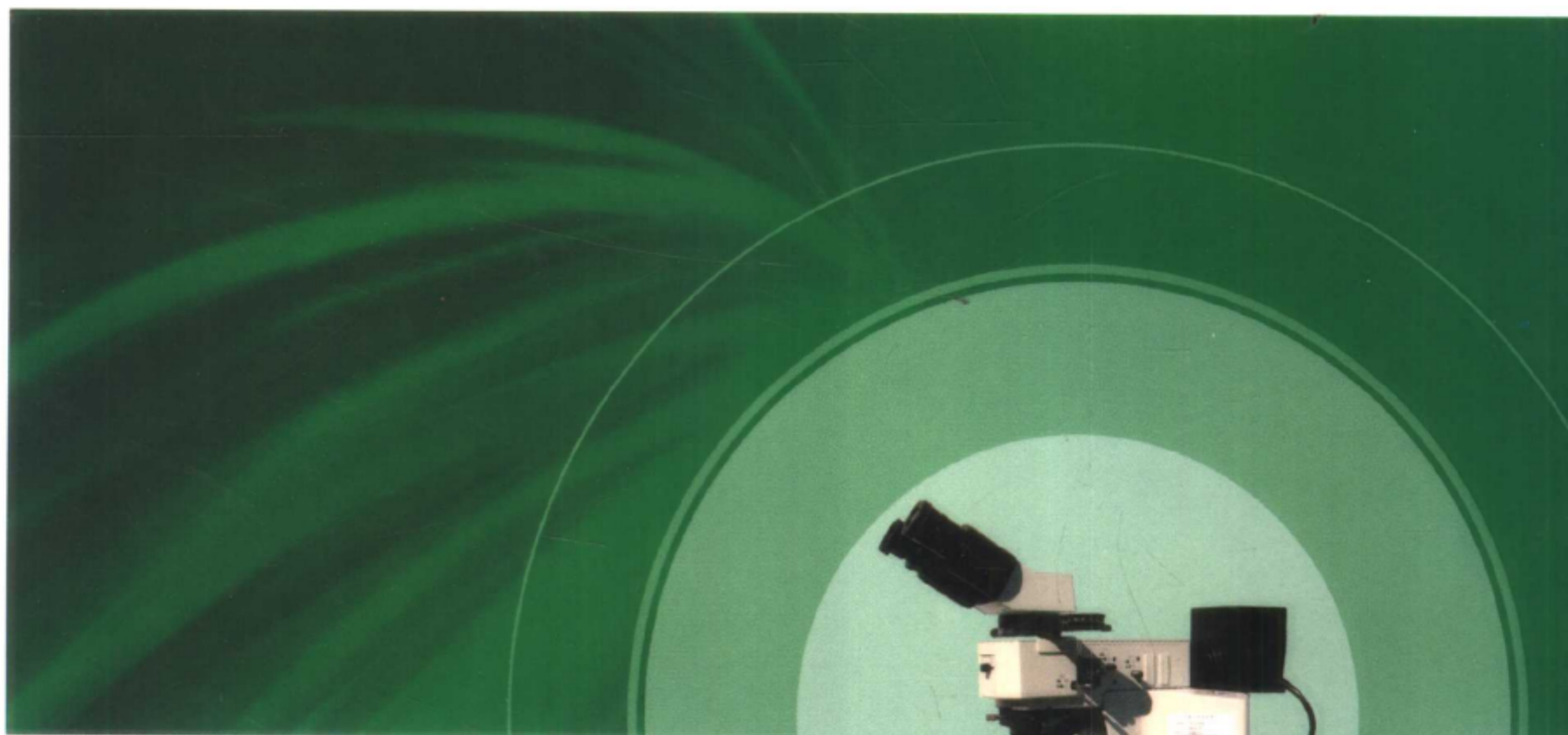




普通高等教育“十一五”国家级规划教材

K U A N G X I A N G X U E

# 矿相学



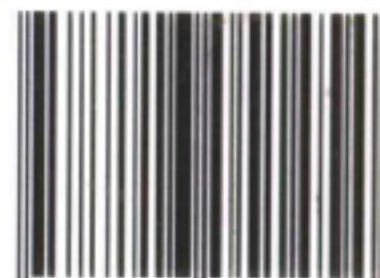
● 尚 浚 卢静文 等编  
彭晓蕾 张 渊

地质出版社

矿相学

KUANGXIANGXUE

ISBN 978-7-116-05145-4



9 787116 051454 >

定价：18.00 元



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

# 矿 相 学

尚 浚 卢静文 彭晓蕾 张 渊 编

地 质 出 版 社

· 北 京 ·

## 内 容 简 介

本书按“矿相学教学大纲”的要求，对矿相学的基本概念和基础理论做了较系统而简要的论述，并着重介绍了金属矿物显微镜鉴定方法、矿石的构造结构和矿物晶粒内部结构的特征及其分类、矿化阶段的划分和矿物生成顺序的确定准则等内容。本书已纳入较成熟的新理论、新方法。

为培养学生独立鉴定的能力，本书将矿物的综合性系统鉴定和简易鉴定单列一章，并附 135 种以金属矿物为主的鉴定表；书中共有插图及照片 174 幅；每章附有实验作业，书后附有矿相学课程作业指导书和矿物索引。

本教材主要为地质类专业学生所编，也可供其他专业师生，金属矿床地质、矿产勘查和岩矿工作人员参考之用。

### 图书在版编目 (CIP) 数据

矿相学/尚浚, 卢静文等编. —北京: 地质出版社,  
2007. 2

普通高等教育“十一五”国家级规划教材  
ISBN 978 - 7 - 116 - 05145 - 4

I. 矿... II. ①尚... ②卢... III. 矿物相-高等学校-教材 IV. P616

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 000459 号

---

责任编辑: 陈 磊

责任校对: 王素荣

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) 82324565 (编辑室)

网 址: <http://www.gph.com.cn>

电子邮箱: [zbs@gph.com.cn](mailto:zbs@gph.com.cn)

传 真: (010) 82310759

印 刷: 北京中新伟业印刷有限公司

开 本: 787 mm × 1092 mm<sup>1</sup>/<sub>16</sub>

印 张: 10.375; 彩版: 20 面

字 数: 252 千字

印 数: 1—3000 册

版 次: 2007 年 2 月北京第 2 版·第 1 次印刷

定 价: 18.00 元

书 号: ISBN 978 - 7 - 116 - 05145 - 4

---

(如对本书有建议或意见, 敬请致电本社; 如本书有印装问题, 本社负责调换)

# 前 言

本书是按照教育部“普通高等教育”“十一五”国家教材规划的要求，面向21世纪，反映当代科学技术发展，适应学科发展和教学改革的需要，以1987年由尚浚主编，地质出版社出版的《矿相学》教材为基础修编而成。

在书中充实了近代的理论和先进的测试方法，论述了非均质性矿物反射率的测定、矿物颜色指数的表解法等；在矿物综合性系统鉴定章节中增添了应用电子计算机自动鉴定金属矿物的介绍和进行矿物检查的内容；金属矿物鉴定表中，矿物的反射率采用了COM公布的定量数据，也列入了矿物颜色指数数据；同时还增加了17种以贵金属为主的金属矿物，其中包括在我国发现的新矿物——珲春矿。

本书由尚浚教授担任主编，参加修编的人员和分工如下：尚浚教授，绪论、第一至九章和矿相学课程作业指导书；张渊副教授，第十章（附金属矿物鉴定表）和矿物索引表；彭晓蕾副教授，第十一章、标本摄影和光片显微摄影；卢静文教授，第十二章；全书由卢静文和尚浚教授统编定稿。徐丽杰和李霞、计桂霞老师参加了矿种鉴定表和图文整理工作。

编 者  
2006年12月

## 1987 年版前言

矿相学是地质类专业的一门专业基础课，它是金属矿床地质和找矿勘探工作人员必须具备的基本技能之一。矿相学是在学生学完结晶学、矿物学和岩石学等课程的基础上，与矿床学相配合学习的一门课程。

本书是按地质矿产部教育司审定的地质类“矿相学”教学大纲的要求，以长春地质学院 1981 年所编《矿相学》试用教材为基础，经多次修改重新编写而成。在编写过程中，参阅了中国地质科学院地质矿产所编著的《金属矿物显微镜鉴定》、邱柱国编《矿相学》、北京地质学院编《矿相学》及其他兄弟院校的《矿相学》教材等国内外有关书刊文献，吸收了近代的矿相学理论和测试方法等内容；并认真考虑和采纳了“矿相学评审组”以及各有关院校、科研生产单位提供的部分资料 and 许多宝贵意见，从而使本教材适宜于现代教学的要求。

书中对矿相学有关的基本理论在各章节中作了简要论述，并着重介绍金属矿物显微镜鉴定方法、矿石组构的分类、矿化阶段的划分和矿物生成顺序确定准则，以及矿石工艺性质研究等方面的内容。在文字方面，力求通俗易懂，便于学生及有关专业人员自学。

本书由长春地质学院矿床教研室尚浚主编，参加编写人员的分工如下：尚浚，绪论、第一至第十章；潘云泽，第十一章（附金属矿物鉴定表）及矿相学课程作业指导书；林金泉，第十二、十三章；杨连生，第十四章；全书由尚浚统一修改定稿。书中插图由苏雅稚绘制。胡平英、张渊、刘鸣及林正华等参加了整理、摄影等工作。由于编者水平所限，缺点和错误在所难免，诚望读者不吝指教。

在编写、试用和修改过程中，得到地质矿产部教材编辑室、矿床学教材编审委员会的关心和指导。长春地质学院教材科及许多院校有关同志给予了热情的支持和帮助。矿床学教材编审委员会先后两次评审了书稿，并提出了许多有益的意见。据此编者又作了进一步修改。上述单位和同志们对本书的出版付出了辛勤的劳动，谨致衷心的感谢。

编者  
1986 年 3 月

# 绪 论

## 一、矿相学的概念及研究内容

矿相学 (Ore Microscopy 或 Mineragraphy) 主要是用矿相显微镜研究矿石的一门科学。其研究范围包括金属矿物学 (Ore Microscopy) 和矿石学 (Ore Petrology) 的主要部分。矿相学研究的主要内容是:

(1) 鉴定金属矿物 以不透明矿物晶体光学为基础, 在矿相显微镜下研究金属 (不透明) 矿物的光学、物理、化学性质和形态特征等, 借以鉴定矿物。

(2) 矿石学方面的研究 研究矿石的构造、结构特征和矿物组合及其所提供的成因信息, 以分析、判断矿床的矿化条件、矿化作用和矿化过程, 从而为研究矿床成因和进行找矿勘探提供依据。

(3) 研究矿石的工艺性质 查明矿石中有益和有害元素的赋存状态、有用矿物和组分的含量, 矿物的嵌布特性与镶嵌关系, 以及矿物的“物性差”等矿石工艺性质, 以便为矿石的选、冶设计提供依据。

矿相学是一门主要为矿床学、矿产勘查和矿石工艺学服务的学科。同时它 also 需运用上述学科的知识及研究成果, 来加强和丰富自身的研究内容。此外, 矿相学还与其他自然科学学科和技术科学有着极为密切的关系, 即它需要利用数学、物理学 (特别是光学和固体物理学)、化学等自然科学学科的基本理论、概念和方法, 同时还必须运用结晶学、矿物学、成因矿物学、岩石学、矿石学、地球化学、物理化学、胶体化学和金属学等学科的知识, 以及先进的实验技术和测试手段, 来促进矿相学的发展和研究。

## 二、矿相学的研究意义

(1) 在研究矿床成因和指导矿产勘查方面的意义 对矿石的研究是矿相学的主要任务。矿石是组成矿床的基本物质, 是成矿方式的自然写照, 是成矿作用的最终结果。它能反映矿床形成时物理化学条件和成矿作用的过程, 所以通过对矿石的矿物成分、化学组成、矿物组合及矿石构造结构的研究, 可为查明矿床的成因提供重要依据。基于上述研究, 可以具体地帮助分析含矿溶液的性质、成矿方式、成矿的温度和深度、矿化在时间和空间上的演化、矿化强度的变化以及成矿物质来源等问题。例如, 闽西南马坑式铁矿, 主矿体赋存于一定的层位, 矿体呈层状及似层状, 规模大、层位稳定, 应属“层控”矿床。但由于后期岩浆活动对其不同程度地改造及矿化叠加, 而使其大部分矿体具有矽卡岩和热液矿床的特点和外貌。因此有人认为该矿床属接触交代成因。当时曾按接触交代型铁矿床的形成规律去找矿和钻探, 但效果不佳。后来结合成矿的地质条件, 进行了矿相学的研究工作, 从而对矿石的物质成分及构造结构, 做了进一步的分析与观测, 结果查明不仅矿石矿物种类较单一 (以磁铁矿为主), 而且还发现了不少残余的、原始沉积的条带状、层纹

状与变胶状或变余鲕状构造矿石。这些磁铁矿矿石的构造属于典型的沉积-变质构造。此外，从磁铁矿中的微量元素来看，Ti、V、Co、Ni、Cr的含量很低，Cl、F、Ge、Ga的含量较高，也说明是沉积成因的。从而以沉积-受（热）变质“层控”矿床的认识来考虑该类型铁矿的找矿与勘探，是合理而有效的。

(2) 在指导矿石工艺方面的意义 对矿石进行矿石工艺性质研究，也是矿相学研究的主要内容。因为矿石除极少数可以直接利用外，大多数需经矿石工艺处理，即通过碎矿、磨矿和选矿把有用矿物富集起来，并除去有害杂质，然后进行冶炼。因此，就需要选择既有效又经济可行的选冶方法和流程。这项任务要通过矿石的工艺性质研究来提供依据。只有加强矿石工艺性质的研究才能避免矿石工艺工作中的盲目性，从而有效合理地利用国家矿产资源。例如某钒钛磁铁矿矿石，在高炉冶炼中出现因炉渣高度黏稠，铁、渣不能分离而堵塞出铁口的情况。经矿相学研究后，查明磁铁矿中除了有大量的由固溶体分离作用形成的粒状和片状钛铁矿外，还发现普遍含有微细片状、格状的钛铁晶石。这些钛矿物在高炉中形成高熔点的碳化钛和氮化钛微粒，因其大量存在于炉渣中而使炉渣极为黏稠，并使渣、铁难于分离。钛铁晶石粒度只有几微米，若欲利用选矿手段使钛、铁矿物分离，而获得钛含量低的铁精矿，则需采用超细磨法。然而超细磨不但会使矿石泥化，难于用机械方法分选，而且将大大增高了工艺费用。因此，对磁铁矿中的这些细微钛矿物不能用选矿手段去解决，只可设法在冶炼过程中回收，而达其综合利用目的（邱柱国，1981）。

矿相学的研究不仅要在矿石工艺加工开始之前提出合理方案，而且还需在其全部工艺流程中不断进行其产品考查，帮助不断改进选冶方法和流程，提高经济效益和保证产品质量。

### 三、矿相学研究的一般工作步骤

矿相学的主要内容包括研究矿石的矿物成分、矿物组合及组构特征等。它是密切结合矿床学研究的综合性工作。它包括野外工作、室内研究、综合整理和检查审核四个阶段。

#### 1. 野外研究工作阶段

在野外工作阶段，首先应占有尽量多的原始资料。在了解研究区域及矿床地质概况的基础上，选择一些矿化露头、探槽、掌子面、坑道壁和岩心进行观察与地质编录工作。这项工作包括在野外用肉眼及其他简易方法鉴定矿石及近矿围岩的矿物成分，用肉眼和放大镜研究矿石的组构，初步按成分及组构划分矿石类型、确定矿化阶段及各阶段产物在空间上的分布关系。在进行上述工作的同时，需采集一些供进一步研究用的矿石及围岩标本。采集原则是：

(1) 矿床中不同矿体、不同地段、不同部位有代表性的系统标本，如果把这套标本按照原来的空间位置摆好，就相当于该矿床的缩影。

(2) 具有特征意义的标本，即采集各种矿物（矿石矿物和脉石矿物、原生矿物和次生矿物、不同矿化阶段和不同世代的矿物）、典型结构构造、典型矿物组合、各种不同矿石类型和能反映各矿化阶段关系的标本。

上述第一套标本的采集要按照一定间距（按矿床规模和矿床地质复杂程度灵活掌握）进行，一般沿矿体走向较稀，沿倾向较密，沿厚度应最密；第二套标本的采集可不受采样



间距的限制。两套标本都必须把采集位置标在图上，并尽量绘制采样点的素描图或拍摄照片。

## 2. 室内研究工作阶段

室内研究阶段的任务是进行显微镜下的鉴定和研究，并从事一些其他专门性的研究（如单矿物化学分析、电子探针分析、X射线分析、红外线吸收光谱分析、同位素分析以及放射性测量等），以资对矿石的矿物成分和化学成分、矿物组合、矿石类型、矿石的工艺特性等有深入的了解。

根据工作任务、研究目的和方法的不同，可将所采集的标本制成下列试样：

磨光块：可将矿石有意义的一面加以磨光，制成长10 cm、宽7 cm或更大一些的磨光块，可直接进行肉眼观察研究，也可用放大镜或放在矿相显微镜下观察。从磨光块上不仅能看到较清楚的矿石组构，而且是研究和划分矿化阶段的主要标本。

磨光片：简称光片，一般为长3 cm、宽2 cm的长方形矿石光片，是矿相显微镜下研究的主要标本。

透明磨光片：当矿石中有透明或半透明的金属矿物时，或为了准确地鉴定那些与金属矿物有连生关系的脉石矿物，则需要磨制透明磨光片。它既可在反光下研究，也可在透光中观察。其外形与岩石薄片相同。制作方法是把切得相当薄的光片磨光后将光面粘在玻璃片上，然后磨背面至0.03 mm厚；再将此面（背面）粘在另一载物玻璃片上，最后用微火烤化移去玻璃片露出原光面即可。

岩石薄片：是为了精确地鉴定矿石中的透明金属矿物和脉石矿物、围岩及围岩蚀变矿物时用的。

砂光片：重砂中的单矿物、碎矿的各级产品、选矿的各种精矿、中矿和尾砂，则需用电木或其他胶结物胶固起来，然后磨制成光片即为砂光片。

各种选用的标本制成切片后即可进行镜下研究工作。镜下研究必须与手标本及野外资料（如各种素描图、照片等）的研究配合。镜下研究的程序是：

- (1) 精确地鉴定出矿石中的全部矿物（金属和非金属矿物）；
- (2) 查明矿石的构造、结构、确定矿化阶段和矿物生成顺序；
- (3) 进行结构浸蚀及用偏光法观察矿物的内部结构；
- (4) 测定矿物的嵌布粒度及其含量；
- (5) 结合偏光显微镜下薄片的研究，查明矿石矿物与脉石矿物间的关系。

## 3. 综合整理研究阶段

将显微镜下研究的结果和综合研究（野外和室内其他方面的分析研究结果）的材料，编写出矿相学综合研究报告书。报告书中需阐述如下几方面的问题：

- (1) 区域地质概况；
- (2) 矿床地质特征，矿体的形状、产状、规模大小及赋存规律；
- (3) 矿石类型、矿物成分及化学成分；
- (4) 矿石的组构特征，矿石的矿化期、矿化阶段和矿物的生成顺序，并编制矿化阶段及矿物生成顺序图表；
- (5) 矿石在矿床中的空间和时间方面的演化特点及其规律，提出确定矿床成因的

依据；

(6) 矿石中有益、有害组分（或矿物）的赋存状态及含量，确定矿石类型，提出工业利用的可能性；

(7) 根据矿石的矿物组合、颗粒大小和嵌布特征、嵌镶情况，提出矿石工艺加工的方案。

#### 4. 检查审核阶段

检查审核工作任务是对所提交的“矿相学综合研究报告书”审查和讨论。先是对各种原始资料进行复核审查，检查记录与切片是否一致，光薄片的鉴定是否准确，各种编录的完整程度等。其后审查所采用的研究方法、野外地质现象与室内工作的联系程度、结论的依据及正确性等。

### 四、矿相学的现状及发展方向

矿相学的发展历史与其他地质学科相比，是一门发展较晚，较年轻的学科。然而近几十年来，无论是在理论方面（特别是对光学性质原理解释），还是在测试方法和手段上都有很大的进展。由于配合矿相学中光学性质及其他物理性质的定量测定和矿石组构分析而研制的仪器，如光电倍增管光度计、自动显微硬度计、自动定量图像分析仪和新型矿相显微镜等被广泛应用，从而可对金属矿物显微镜下的光学特性，及其他物理性质和矿石各组分的量比关系得出精确数值。这些参数中的反射率、反射光谱曲线、矿物反射色颜色指数、各种旋转性质和显微硬度的精确定量值以及矿物几何特性等，为矿物鉴定、矿石组构分析和矿石工艺性质研究提供了确切的依据，为矿相学深入研究及应用创造了有利条件，在我国的矿床学研究、矿产勘查和选矿冶炼中也发挥了应有的作用，因而愈来愈受到地质和矿冶部门的重视。矿相学的发展在矿石学的研究方面，也是颇见其成效的，如运用热力学原理或矿物共生组合与相平衡原理，来论述各类矿石的形成机制是可信而有意义的。然而，由于矿相学仍是一门较年轻的学科，还存在不少未被认识和发现的领域，存在着一些亟待解决的问题。但随着现代科学技术的发展，数学、物理学和化学等学科的继续渗透，矿相学领域中的若干理论问题必将进一步被充实和深化。对金属矿物鉴定和研究方面，在研究测试仪器上将继续向着微粒、微区和定量化、精密化、自动化及电子计算机化的方向发展，以致达到快速自动准确地鉴定金属矿物。关于自动鉴定金属矿物的方法，在本书有关章节中将做必要的介绍。还应提及的是，今后在对矿石的研究中，仍需进一步与现代成矿理论及成岩成矿实验相结合，从而使其研究工作步入实验化和定量化。对矿石工艺性质研究方面，也需和先进的选冶技术相协调配合，不断完善，以求获得最大的效益。

## 岩浆矿石构造



图版1 浸染状构造  
铬铁矿（黑色）呈浸染状分布于蛇纹岩中  
河北大庙



图版2 球状构造  
蛇纹石化橄榄岩中的球状铬铁矿（Chr）  
内蒙古二连



图版3 条带状构造  
铬铁矿（黑色）在蛇纹石化橄榄岩中呈条带状分布  
陕西高南



图版4 浸染-条带状构造  
铬铁矿（黑色）呈浸染-条带状分布于蛇纹石化橄榄岩中  
陕西高南

## 气水-热液矿石构造



图版5 脉状构造  
黄铜矿（Ccp）-石英脉沿围岩裂隙充填成脉状构造  
安徽铜官山



图版6 交错脉状构造  
黄铁矿（Py）沿两组解理穿切磁黄铁矿（Po）  
吉林天宝山



图版7 网脉状构造

黄铁矿细脉 (Py) 充填于硅化灰岩 (黑褐色) 中成网脉状构造  
吉林天宝山



图版8 角砾状构造

含方铅矿的闪锌矿角砾 (棕褐色) 被碳酸盐 (白色) 胶结  
广西泗顶厂



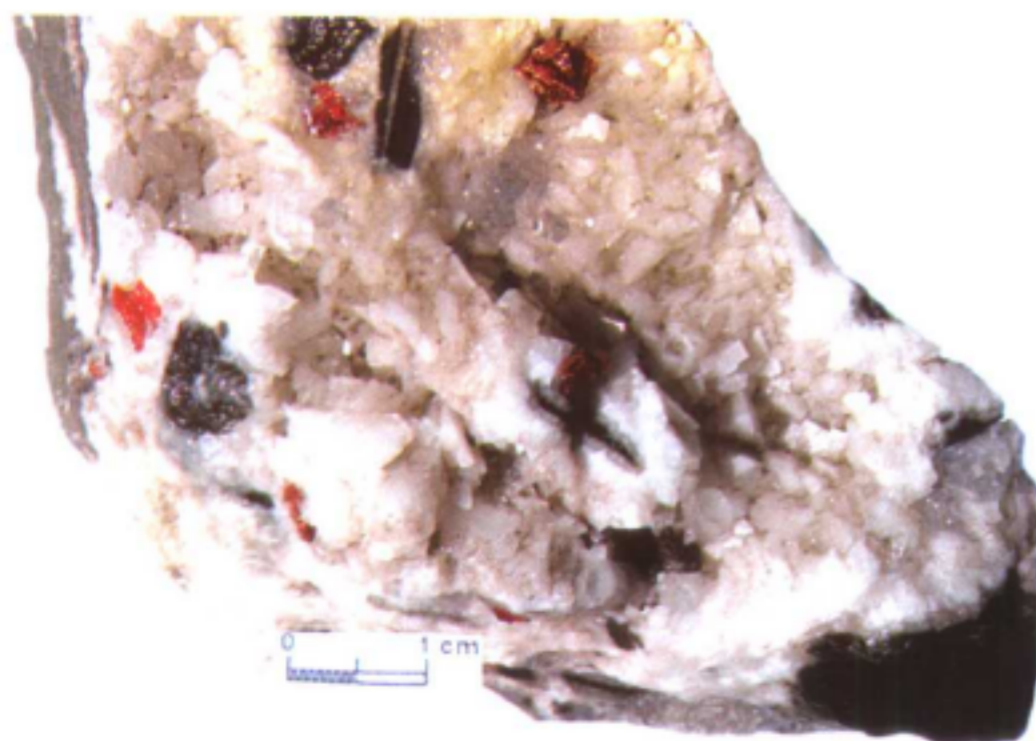
图版9 角砾状构造

磁铁矿角砾 (Mgt) 被黄铁矿 (Py) 胶结  
江苏梅山



图版10 环状构造

黄铁矿 (Py) 和白云石 (Dol) 围绕白云岩角砾 (灰色) 构成  
环状构造 广西泗顶厂



图版11 晶洞构造

辰砂 (紫红色) 于白云石 (白色) 和石英  
(无色透明) 组成的晶簇晶洞中  
贵州万山



图版12 晶簇构造

辉锑矿晶簇  
湖南锡矿山



图版 13 梳状构造

黑钨矿 (Wol) 长板状和石英 (Qtz) 垂直于脉壁生长, 形成梳状构造 江西西华山



图版 14 胶状构造

闪锌矿 (黑褐色-黄褐色) 呈胶状构造 广西泗顶厂



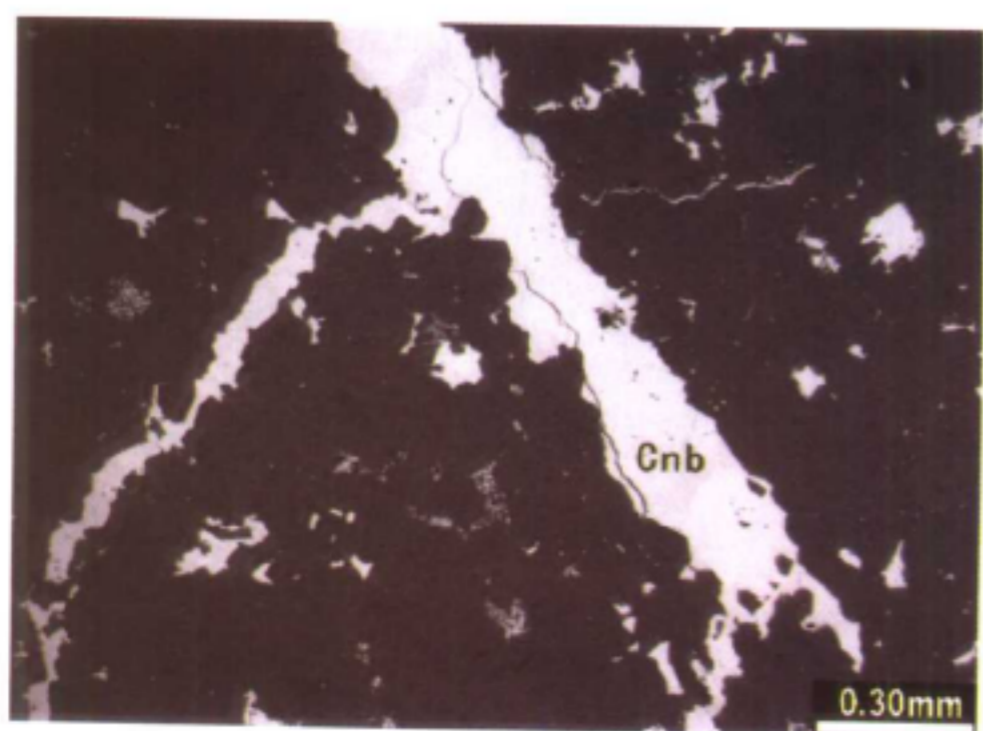
图版 15 条带状构造

黄铁矿 (Py) 与闪锌矿 (Sp) 交互组成条带状构造 辽宁大荒沟



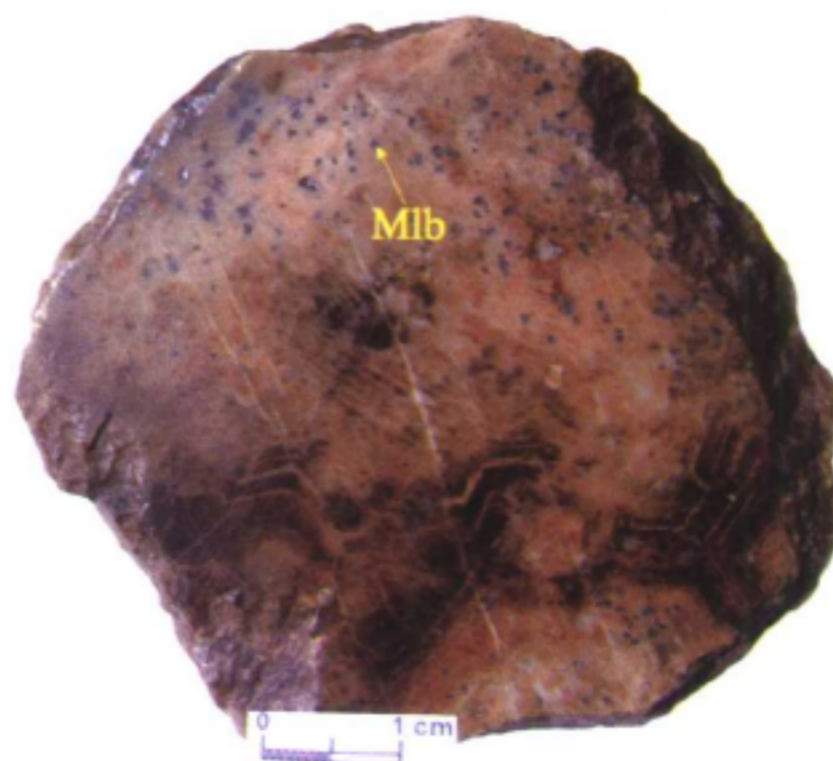
图版 16 细脉状构造

黄铜矿 (铜黄色) 和少量辉铜矿 (黑色) 沿白云岩裂隙交代呈细脉状构造。细脉边部灰黑-灰绿色者为蚀变矿物 河北寿王坟



图版 17 细脉状构造

辰砂 (Cnb) 在硅质岩中呈脉状构造 光片 10 × 5 (+) 西班牙 Almaden



图版 18 浸染状构造

辉铋矿 (Mlb) 在石榴子石砂卡岩 (浅褐红色) 中呈浸染状构造 辽宁杨家杖子



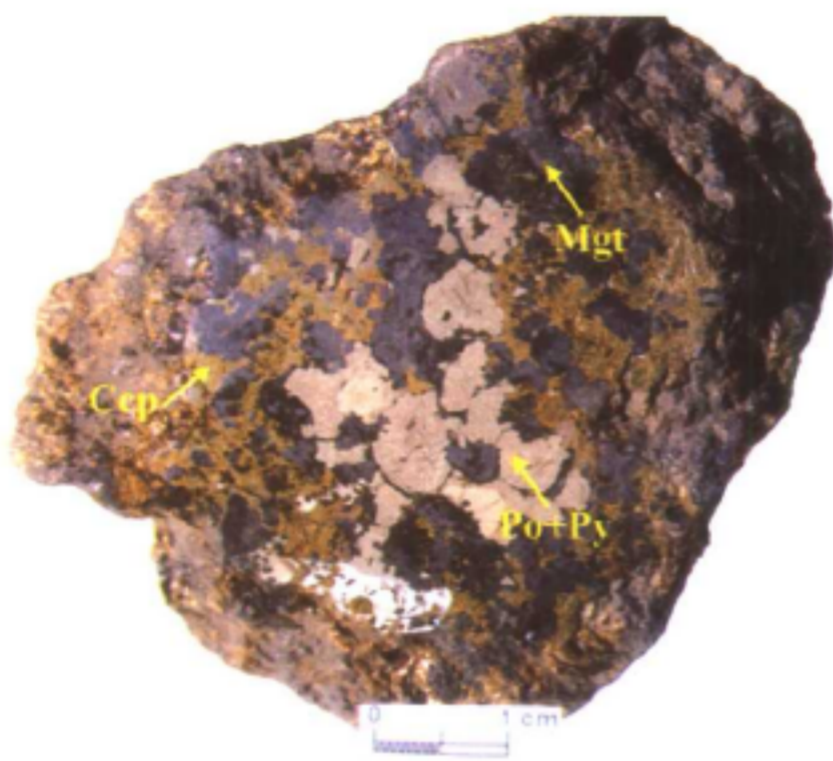
图版 19 浸染状构造

辰砂（红色）浸染状分布于白云岩（浅褐灰色）及其裂隙中  
贵州万山



图版 20 斑点状构造

辉钼矿（Mib）呈斑点状分布于石榴石砂卡岩中（浅褐红色）  
辽宁杨家杖子



图版 21 斑杂状构造

黄铁矿（Py）和磁黄铁矿（Po）、黄铜矿（Ccp）和磁铁矿（Mgt）大小不一，组成斑杂状构造  
河北寿王坟



图版 22 块状构造

方铅矿呈致密块状构造

### 风化矿石构造



图版 23 多孔状构造

闪锌矿矿石经风化，锌被淋滤，铁残留形成褐铁矿（赭色—红褐色）并留下众多小孔  
广西泗顶厂



图版 24 蜂窝状构造

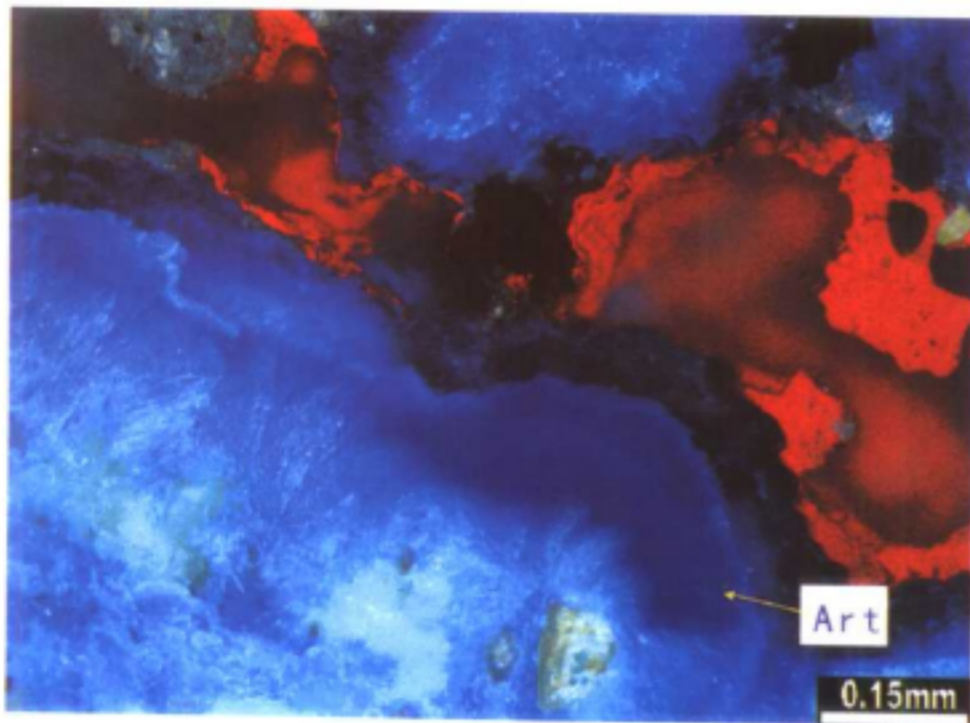
由菱锌矿（由闪锌矿矿石经风化而成）构成的蜂窝状构造  
广西泗顶厂



图版 25 蜂窝状构造  
由褐铁矿（红褐色—黄褐色）和硅质（白色，组成格架）  
构成的蜂窝状构造



图版 26 变胶状构造  
针铁矿呈放射状集合体，仍残留有胶体同心圆状构造  
光片  $10 \times 50 (+)$



图版 27 变胶状构造  
蓝铜矿（Art）呈放射状集合体，仍残留有胶体环状构造  
光片  $10 \times 10 (+)$



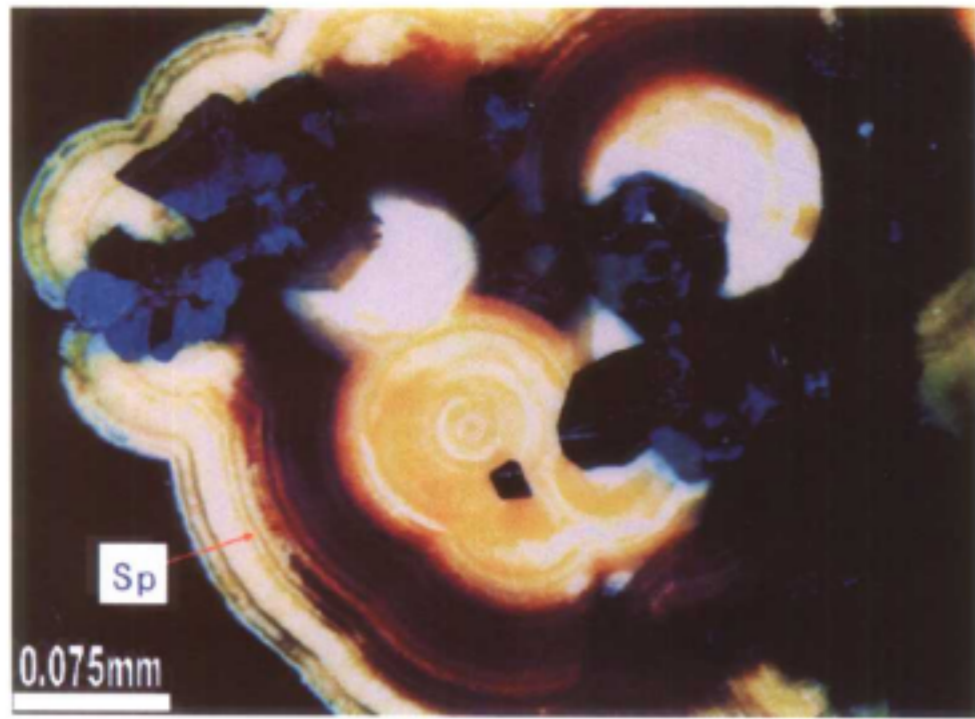
图版 28 肾状构造  
由菱锌矿构成肾状构造  
辽宁关门山



图版 29 葡萄状构造  
硬锰矿呈葡萄状构造  
湖南湘潭



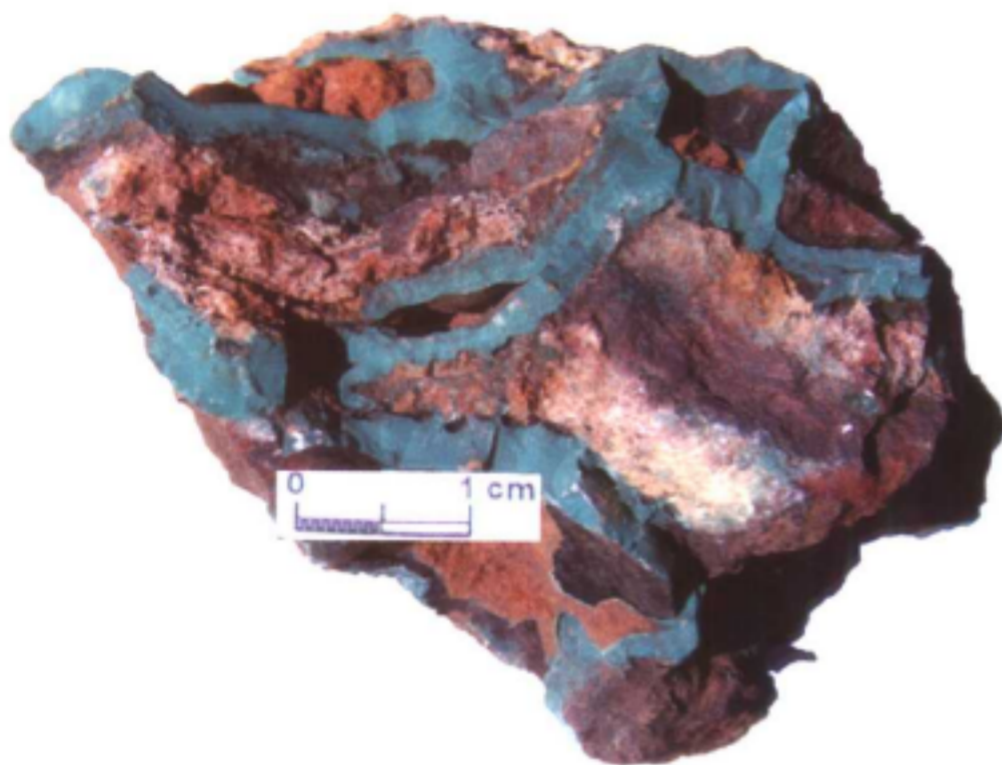
图版 30 钟乳状构造  
硬锰矿呈钟乳状构造  
辽宁瓦房子



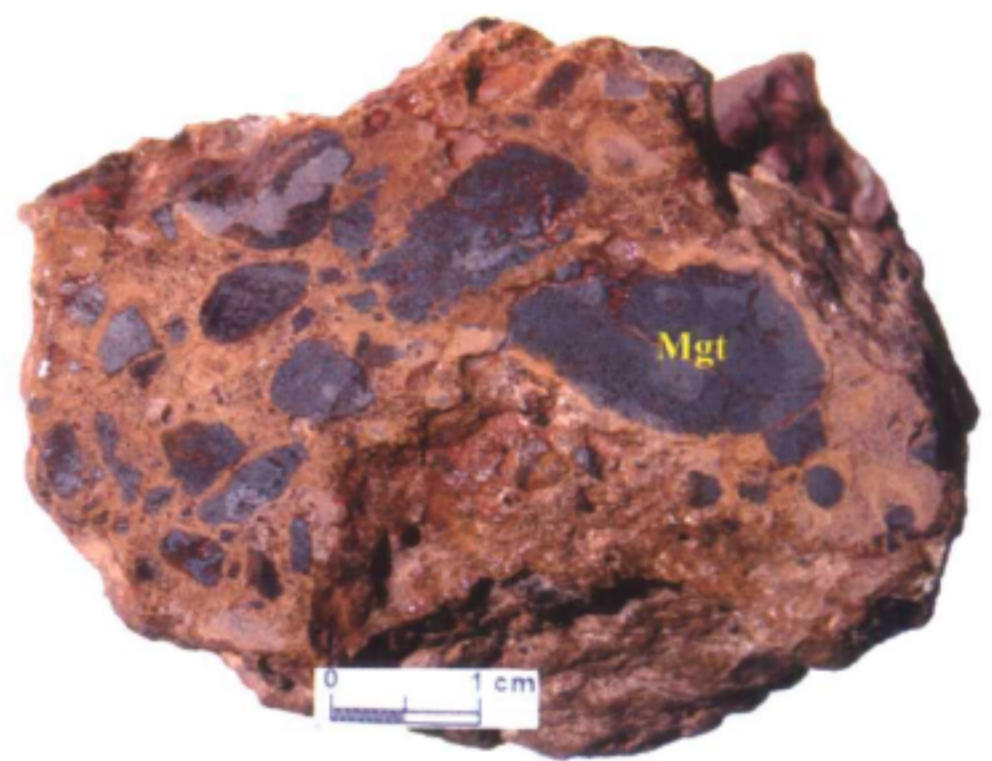
图版 31 同心圆状构造  
闪锌矿 (Sp) 呈同心圆状构造  
光片 10 × 20 (+) 德国 Wiesloch



图版 32 皮壳状构造  
水锌矿 (白色) 覆盖在褐铁矿 (土红色) 表面呈皮壳状  
广西泗顶厂



图版 33 皮壳状构造  
孔雀石 (绿色) 包裹磁铁矿、褐铁矿等角砾  
呈皮壳状



图版 34 角砾状构造  
磁铁矿角砾 (Mgt) 被泥质 (土黄色) 胶结成角砾状构造  
内蒙古白云鄂博

### 沉积矿石构造

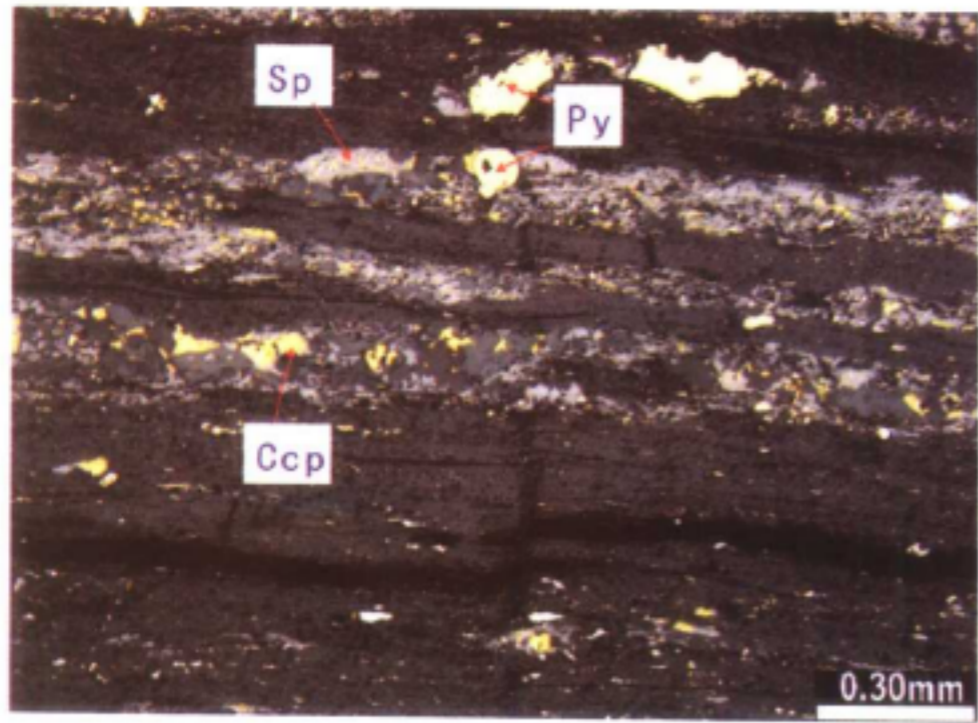


图版 35 层状构造  
硬锰矿 (黑色) 与页岩交互成层状构造  
辽宁瓦房子



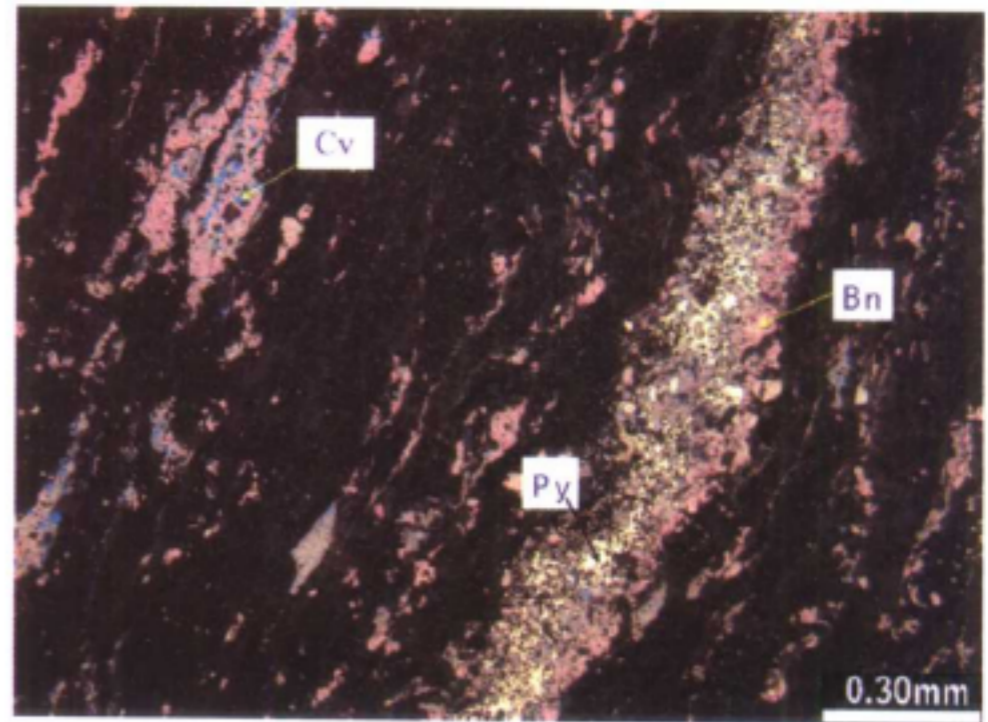
图版 36 层纹状构造  
黄铁矿、方铅矿、闪锌矿组成的细层纹  
(浅黄色) 于白云岩 (黑色) 中 河北高板河





图版 37 层纹状构造

黄铁矿 (Py)、闪锌矿 (Sp) 与黄铜矿 (Ccp) 构成层纹状构造  
光片 10 × 5 (-) 德国 Rammelsberg



图版 38 层纹状构造

斑铜矿 (Bn)、黄铁矿 (Py) 与少量铜蓝 (Cv) 构成致密  
层纹状构造  
光片 10 × 5 (-) 德国 Eisleben



图版 39 条带状构造

磷块岩呈灰白相间的条带状构造  
云南昆阳



图版 40 鲕状构造

赤铁矿呈鲕状构造  
河北宣龙



图版 41 鲕状构造

赤铁矿 (Hem) 呈鲕状构造  
光片 10 × 5 (-) 河北宣龙



图版 42 肾状构造

赤铁矿形成的肾状构造  
河北宣龙