

地 质 資 料 汇 編

第 四 集

科学技术文献出版社重庆分社

地质资料汇编 (第四集)

成都地质学院 编辑
中国科学技术情报研究所重庆分所
科学技术文献出版社重庆分社出版
重庆市市中区胜利路91号
新华书店重庆发行所发行
重庆印制第一厂印刷

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 6 字数: 18万
1975 年 8 月第 1 版 1975 年 8 月第 1 次印刷
印 数: 3,700

统一书号: 13176·4

定 价: 0.60 元

前 言

在毛主席的无产阶级革命路线指引下，遵照毛主席关于“古为今用，洋为中用”“学习外国的东西，是为了研究和发展中国的东西”的教导，本着为无产阶级政治服务，为社会主义革命和建设服务的方针，这期我们编译了以有关岩矿及其鉴定方面为主的资料。内容着重于实际应用方面，其中，“镜下鉴定氧化带中有色和黑色金属矿物方法”一文，主要介绍镜下鉴定氧化带中某些铁、铜、铅、锌、钴和镍矿物的方法并引用了详细的鉴定表。“比较浅滩砂和河流砂粒度频率分布的动力作用和统计参数”和“确定砂丘砂的结构特征”二文，用统计学参数阐述了河流和浅滩环境砂以及砂丘砂的粒度频率分布与沉积作用的关系。“陆缘清水沉积一般原理”一文，阐明了陆缘清水浅海沉积物中的岩石类型，生油层和储油层的空间关系（沉积带和能带纵向和横向关系），勘探手段的选用，以及如何为划分岩石时代提供依据等问题。为了满足广大从事沉积岩地区的地质、岩矿和分析人员的需求，还选编了一些有关的技术方法方面的资料，其中有“研究均匀沉积物构造的X射线照相技术”，“用于研究碳酸盐岩石的染色醋酸盐揭片制备”，“高倍放大研究用的碳酸盐揭片的一项改进技术”，“改进的醋酸盐揭片方法”，“显示多孔灰岩显微构造的一种新方法”。揭片技术，国内某些单位（如成都地质学院碳酸盐岩科研队等）曾作了试验，认为效果较好。“深成岩的分类和命名法”一文，是1972年召开的国际会议上，由国际地质科学协会火成岩分类法小组讨论总结后发表的，为目前国际上对火成岩分类和命名意见较统一的资料。“纤铁兰闪石石棉的物理化学性质”一文对研究石棉类矿物及纤维状矿物的物化性质有一定的参考价值。

本期还选译了几篇国外近期发表的新资料，如“含铜砂岩和页岩分类”一文，不仅对含铜砂岩和页岩的分类和找矿预测有参考价值，而且

其分类标志对成因上与这类铜矿有共生关系的金、铅锌、萤石、重晶石和石盐矿产的分类也有一定的参考意义。最近国外在利用红外和可见光谱技术研究岩矿方面有一些进展,本刊选载了两篇有关的较新的实际应用文献,所介绍的与一般红外线吸收光谱有很大的不同,这一研究工作的主要目的是为遥测矿产资源建立基础,也可能为室内岩矿鉴定研究开辟出新的途径。“微生物在矿床的形成和破坏中的作用”一文,主要介绍最近几年新形成的地球微生物学的应用,此文以硫和铁的地球化学循环为例,讨论地球微生物研究领域内的普通生态学和生化学的条件和实际应用的可能性,探讨微生物在矿床的形成和破坏中的作用。

本汇编可供从事岩矿、地化、矿床、地质和分析工作的生产和研究人员以及大专院校师生参考。

我们的政治和业务水平比较低,有错误和不妥之处,请读者批评和指正。

成都地质学院编译室
中国科技情报所重庆分所二室

目 录

含铜砂岩和页岩分类·····	(1)
镜下鉴定氧化带中有色和黑色金属矿物的方法·····	(6)
比较浅滩砂和河流砂粒度频率分布的动力作用和统计参数·····	(21)
矿物和岩石的可见和近红外光谱	
——硫化物和硫酸盐部分·····	(38)
矿物和岩石的可见和近红外光谱	
——卤化物、磷酸盐、砷酸盐、钒酸盐和硼酸盐部分·····	(48)
深成岩的分类和命名法·····	(57)
纤铁兰闪石石棉的物理化学性质·····	(63)
陆缘清水沉积一般原理·····	(67)
微生物在矿床的形成和破坏中的作用·····	(77)

技术方法

确定砂丘砂的结构特征·····	(80)
研究均匀沉积物构造的X射线照相技术·····	(83)
用来研究碳酸盐岩石的染色醋酸盐揭片的制备·····	(86)
高倍放大研究用的碳酸盐揭片的一项改进技术·····	(87)
改进的醋酸盐揭片技术·····	(88)
显示多孔灰岩显微构造的一种新方法·····	(88)

科技消息

火星地质新知·····	(89)
雷达地质——石油探查方法·····	(90)

含铜砂岩和页岩的分类

产于各种时代的染色陆源-碳酸盐岩建造的含铜沉积物，这就是著称的含铜砂岩和页岩，在世界各地分布很广。铜矿化在沉积岩中的出现形式是各种多样的，这为我们研究的含铜沉积物中所积累的大量实际材料所证明。同时要求用研究较好的类似工业类型加以类别和进行对比。研究这些分类之所以必要，不仅具有科学上的意义，而且是实际的需要，特别为确定今后铜矿的找矿—勘探工作方向，会更有依据。

含铜砂岩、页岩型的矿床和矿化的基本分类，至今研究的还不够，过去研究含铜砂岩和页岩分类的人，对许多重要的矿化特征尚未考虑到，而主要仅是根据其各种不同的个别标志，而不是综合各种因素加以研究。大多数研究人员是依固矿沉积物的岩石类型来区分含铜沉积物，分成含铜砂岩和页岩二组。В. М. Попов (1965) 认为铜矿化沉积类型的划分，应根据岩相标志。Л. В. Пустовалов 和 А. М. Сурбе (1968) 提出在杂色岩相中的铜、铅沉积矿床，主要应按形成矿化的古盆地的各种不同构造运动方向来进行分类。Ю. В. Богданов (1968) 对特殊大型铜矿床的分类，进行了详尽的研究，按其分类，铜矿化可以分成沉积-成岩和受变质的二类。Л. Г. Сапожников (1961) 把含铜矿砂岩归类于在后成作用过程中形成的沉积物的堆积。由此可见，关于含铜沉积型的区分及其分类标志，各研究者至今尚无统一的意见。

根据我们在西伯利亚地台沉积建造的铜矿化的研究所得到的资料，以及其他地区含铜砂岩和页岩的资料，主要是根据综合了大地构造（地壳运动）和岩相（古地理）条件这二个互相联系的最重要标志，而拟定了新的含铜沉积物的分类（见表）。

与大地构造部位相应，铜沉积区我们可以分成造山运动和陆台区。造山运动区含铜沉积，一般产于边缘拗陷和盆地，含铜沉积物在陆台区延展于与边缘拗陷或褶皱地槽相邻的边缘部份，以后在地台区，可能构造活动增强，并形成与铜矿化有联系的山间沉陷盆地，这种情况属于地台活化阶段或造山作用重复造山运动（后成）期（Боголепов, 1968）。在地槽区含铜砂岩和页岩没有分布，其特征是，在地槽地质发育早期的海底细碧岩—角斑岩或辉绿岩—钠长斑岩生成物的黄铁矿化型的火山—沉积铜矿富集（Смирнов, 1968）。

众所周知，沉积作用的充填作用，是与下陷振幅及速度有关，又与补给进入的物质数量有关。在造成沉积作用区具体岩相环境的大地构造及岩相因素之间相互作用的实质，包含上升的幅度和速度的比值，补给地段的剥蚀作用，下陷的振幅和速度，以及沉积物进入其中的沉积作用区的充填作用的程度（Иванов, 1967）。利用已知的岩石方法来研究含铜沉积物（物质成份，颗粒大小，结构—构造特征，成层面特征，沿剖面 and 水平面沉积物的变化状况等等），可以确定其沉积物生成的岩相和构造环境。采用含铜层——其韵律、环带构造某一特征的分析方法，就能揭示出其大地构造和岩相因素的相互作用。研究沉积物的韵律性—环带性，能使查明沉积作用区一定的沉积物的水平。根据这沉积堆积水平状态，明显地确定其是海侵或海退特征。根据上述特征可以把第一个分类标志，认为是沉积作用时构造运动决定性方向，或换言之，剖面上的海侵或海退特征，可以看作是沉积作用时的构造运动决定性方向。

含铜砂岩和页岩的铜沉积物及铜矿床，若在造山作用条件下，由海侵岩系形成的，我们称为桑比依类型；而由海退岩系形成的，称为哲兹卡兹甘类型。这种类型引用这样的名称，是由于第一类型最清楚最明显和研究程度较好的典型，正是广泛分布在桑比依—卡垣加铜矿带，由此而取名的。而第二类型，是取名于分布最广的典型代表哲兹卡兹甘矿区。

在地台生成物中，可以分出曼斯费尔特和卡尔加林斯二种类型，东德和波兰的巨型含铜页岩就是第一亚类，乌拉尔西坡的卡尔加林矿床是第二亚类。

因为在造山作用区发育古盆地海侵和海退相，在时间上延伸，在我们这分类中，可以区分出一定的沉积作用的阶段，反映一定的某一种岩相环境，变成另一种程序，和有方向的变换，并且与岩相沉积物组合的一定的沉积作用的阶段相应。所以我们把决定具体铜矿化的围矿沉积物形成的岩相条件，作为最重要的分类标志加以引用。而且，正如分类表中表明的那样（见表），铜矿化可以在各种各样的岩相环境中形成，而且最主要的铜是富集在滨海、海湾—泻湖和三角洲岩相条件。

在研究分类草图时，同样要考虑铜矿体最主要特征：矿层和矿体形态；参数；围岩成份和矿体分带

含 铜 砂 岩 和

大地构造条件	造 山		
沉积作用时，主要构造运动方向	海 侵		
围矿沉积岩相类型	初 期	中 期	晚 期
	大陆和滨海粗粒类型	滨海砂—粘土型	海浅水粘土—碳酸盐和碳酸盐岩型
铜矿化特征	在岩石中铜矿化呈包裹体，或胶结物质不均匀分布。铜的工业富集不清	铜矿化在个别地层延伸几十公里，矿体具有为碳酸盐岩和粘土岩特征的层状形态，砂岩沉积物具扁平透镜状。矿体厚度一般为几米，砂岩中达 20-30 米，延伸长几百米，有时达几公里，矿体明显呈分带性，沿离古岸方向矿带的变换。	
与含铜沉积物成因上联系的矿产，富集的金属矿物	含金砾岩		铅锌矿化和重晶石—萤石化
矿床和含铜砂岩及页岩矿化实例	萨彦岭西部泥盆纪地层，乌夏克（西贝加尔湖）莫茨克（西萨彦岭）组； 中哈萨克斯坦（中亚，土瓦）和米努辛斯克盆地的泥盆化粗碎屑岩层； 阿拉依山脊的白垩纪沉积（南吉尔吉斯）； 桑比依矿层下的砾岩。	维提姆中游盆地的元古代沉积物； 维特的契斯提亚斯沃组（坎斯克-塔谢耶沃盆地）； 下寒武纪杂色岩组（乌多卡带的Килычерис矿化）； Голоустинский组（乌拉尔西部）； 桑比依东部铜矿带的 Муфун-пра, Бвана-Мкумба, Пуансобе等矿床）； 北吉尔基斯的下石炭纪沉积物	塔古耳但（马利亚矿化等，西部贝加尔）； 莫茨克组（中部沉积物）和乌定斯克组（比留萨盆地）； 桑比依铜矿带西部的矿床（鲁昂安特洛勃，恩卡纳等）和卡坦加（扎依尔）
含铜砂岩和页岩类型	桑 比 依		
含铜砂岩和页岩亚类	米努辛斯克	桑 比 依	卡 坦 加

页 岩 类 型

运 动			陆 台 (陆台边缘部份)	
海 退			海 侵	海 退
初 期	中 期	晚 期	海湾—泻湖和滨海陆源	陆源(粗粒和粘土)大陆(三角洲、冲积、湖沼等)
海湾浅水砂土—粉砂岩型	主要为三角洲砂岩型	大陆—泻湖—砂土—粘土型	—碳酸盐和碳酸盐岩	
铜矿化局限于一定层位, 延伸长几公里, 矿体呈板状形态。厚度一般为几米, 矿体呈带状分布。	铜矿化在一定地层层位延伸几公里, 矿化分布不均匀, 矿体具透镜状, 链状等形态; 厚度常为几米—几十米, 而伸长几百米到一公里, 矿体明显地呈带状构造, 这与在古三角洲包围的盆地古岸和沉积物迁移有关。 铜铅在一些矿床的特征	铜矿化分散分布在厚度不大(几十厘米)的层位中, 面分布不广。 铜的工业富集不清楚。	铜矿化富集在一定层位中, 有几十厘米到1—3米, 延伸长达几十和几百公里。矿体延伸长几公里, 铜和铅锌矿体分布, 分带性呈现不明显为盆地海侵发育所引起, 矿体与原地成因的有机物质关系较清楚。	铜矿化沿走向分布, 在并不稳定的层位, 呈透镜状和链状形态, 矿体分布很不均匀, 铜富集在厚达几厘米—几米的层位。 矿体带状分布呈现明显, 矿体与带入的大块古植物和地面脊椎动物的残迹。
铅—锌矿化		石膏数量增高; 见有石盐	铅锌矿体, 石膏矿化, 产在含铜沉积层上部的层位中, 可能有钾盐	
Бурлаинское 和 красное 铜矿床 (乌多卡区); Айсинский 组 (土曼舍特—乌定斯克河间, 西贝加尔); 伊塔乌斯矿床 (哲兹卡兹甘矿区) 曼格什拉克	乌多卡铜矿床, 乌沙科夫组 (西乌拉尔); 哲兹卡兹甘矿床 Атбасар-Терса-кканский 含铜砂岩 (中哈萨克斯坦)。	Намингинская, бутунская 和 Александровская 组; (乌多卡区) Таскура 矿化 (萨雷苏盆地, 中哈萨克斯坦) 等。	西伯利亚陆台的上寒武纪和奥陶纪地层。 东德的曼斯费耳特和赞格豪曾等矿床; 波兰的兹沃土夫和格罗日兹向斜和前苏德茨克单斜层; 喀山建造 (两乌拉尔); 卡尔塔梅什组 (顿巴顿); 英国; 中国南部的震旦纪地层	第三纪和鞑靼组相碎屑岩沉积物 (卡尔西乌拉尔); 科罗拉多铜—钒—铀矿床 (Шайнар-рампы 砾岩等)
哲 兹 卡 兹 甘			曼斯费耳特	卡尔加林斯
伊塔乌兹	哲兹卡兹甘	纳米古		

性；铜矿化与碳酸盐岩石和有机物质有联系等等标志。

在我们提出的分类中，在区分铜沉积物类型中间，各种工业意义的金属矿化作用是明显的。而且，一种类型，甚至其中一种亚类，就可以成为巨大矿床，又可能成为小型矿化。象桑比依型，除非洲的工业矿床外，均位于西伯利亚陆台和中亚细亚矿化；哲兹卡兹甘型（哲兹卡兹甘和乌多卡矿床）分布于Атбасар和Терсакияна矿化附近，即曼斯费耳特和卡尔加林型。同一种类型中，同时存在工业矿床和小型矿化可以作这样的解释；或者是由于目前对矿化研究得还不够（因此还不能归类属于矿床范围），或者是由于在矿体形成过程的漫长历史中，某一种或某几种成矿因素在具体地区，本身还不能起到肯定的作用。

由此可见，正是这些标志把它作为含铜砂岩和页岩的分类基础，这些标志，不仅是考虑到工业矿床，而且也考虑到小型矿化的特征，并进行了相互比较。

这种见解使得更能正确地评价沉积层岩系中研究程度较小的矿化。

以下引述一下铜矿化类型的摘要特征。

桑比依型铜矿层

此层分布广泛，产于造山作用沉积建造中，其中含铜沉积物是在海侵运动为主时形成（铜矿带：1961）。沉积物是在长期主要盆地中形成，在盆地中堆积厚层沉积层岩系，因为这样沉积物的堆积，是经过很长时期，可以分为早期、中期和晚期沉积作用，各种岩相组合，和以下铜层亚类（米努辛斯克，桑比依，卡坦加亚类，见表）。

在米努辛斯克亚类的粗粒碎屑陆源和浅水滨海沉积物中，铜矿体明显地呈少量斑晶（矿染），一般不具工业意义。桑比依亚类的海滨砂-页岩沉积物中和卡坦加亚类的深水岩-碳酸盐岩沉积物中，包括有工业矿体，并呈相当厚的透镜体和层位，延伸范围很大。

桑比依型含铜沉积物的主要金属矿物和元素分布，表现明显的分带性，其形成是与盆地岸线迁移有关。这类铜层中，在很大程度上，铜的富集是与围矿层的碳酸盐的含量有关。当几乎没有碳酸盐时，铜的含量不高；在当碳酸盐高度集中时，则更有利于出现铅锌、重晶石和萤石矿体（Безродных等，1970）。是在一定的碳酸盐和陆源物质最大比值时，并在有利条件下可以导致铜的大量富集。而且，在陆源-碳酸盐岩石中可使黄铁矿-黄铜矿集中起来；而在碳酸盐-陆源岩石中则集中重晶石-辉铜矿矿石。

哲兹卡兹甘型铜层

此层产于造山作用建造中，其中铜沉积物在海退运动为主时，则在盆地中形成（Дружинин，1973）。因此堆积相当厚的沉积岩系。生成物中可以分成初期、中期和晚期沉积作用，相应为以下三种铜层亚类：伊塔乌兹亚类；哲卡兹兹甘亚类；以及纳米吉亚类。

我们分出的伊塔乌兹亚类，为海滨浅水的含碳酸盐的砂-粉砂岩层，铜矿体呈相当稳定的层位，延伸几公里。这亚类可以在哲兹卡兹甘矿区的伊塔乌兹矿床出现，因此较典型，故此而命名。

日兹卡兹甘亚类在三角洲砂的岩层中，日兹卡兹甘和乌多卡矿床的矿石与它有关。在这亚类中铜矿体虽然是成稳定的大型矿体，但是分布很不均匀。矿体形态多种多样，有透镜状、层状、链状，同时取决于围矿层形成的岩相特征。这亚类，铜矿层中金属矿物和元素的分布，被查明有相当明显的分带性，主要是取决于沉积作用的盆地的古地理特征。查明矿体与大部份具有异地成因的有机物质有关。象在桑比依亚类中那样，矿体产于含碳酸盐沉积物中，但是，这里铜矿体与围岩的含碳酸盐程度的铜矿体的直接联系不太明显。其原因可能是由于次生围岩蚀变，致使碳酸盐化或去方解石作用。

我们所分出的纳米吉亚类的铜层，很明显地在覆盖于乌多卡矿床含矿岩石的纳米吉组中产出。这亚类为砂页岩，生成于海退作用的发育最后阶段的（风成）陆源-泻湖港湾处，分散状铜矿化可能与这沉积物有联系。这铜矿化明显呈不厚的不具工业意义的不稳定矿层。常常见有铜矿体与石盐-石膏层具有共生关系，这一事实证明了这亚类铜矿层是在干燥气候条件下含盐水盆地形成的。

曼斯费耳特型铜矿层

此层产于陆台区边缘部份，在沉积盆地海侵发育时形成。铜矿体产于海湾-泻湖相环境条件下形成的陆源-碳酸盐层中，矿体产于厚度不大的层位，延伸几十公里，甚至几百公里。铜矿体的分布，同时与铜矿体有共生关系的铅锌矿及呈现带状分布。查明的铜矿体与原地成因的有机物质有明显的联系。曼斯费耳特型铜矿体，包括有欧洲中部的大型矿床（曼斯费耳特、下西列兹耶等矿床）以及在苏联境内（东西伯利亚、乌拉尔等）这可以看作作为找铜有远景的类型之一。

卡尔加林斯型铜矿层

该层是在大陆条件下的陆台区形成的。这里的铜矿体集中在粗碎屑岩冲积层，粘土湖层和其他积沉大

陆物。矿体有透镜状、链状和巢状，并且有很不稳定的产状和分布不均匀的矿化。常常发现矿体有带入的大植物和脊椎动物残骸。

沉积作用总方向不仅可决定区分所有上述铜矿层类型，而且决定区分与含铜岩石有紧密共生关系的其他矿产的部位（见表）。巨粒含铜岩石，不少是与下伏含铜岩石的粗碎屑含金沉积层呈共生组合关系，而含铜页岩-碳酸盐岩石，与大部分在铜矿层上面的铅-锌矿化以及重晶石-萤石矿化有关系（Наркелюв等 1971）。对后者最为特征的是与由沉积堆积区的干燥气候所决定的岩盐-石膏层有关。

铜矿层和岩盐-石膏层这种主要的共生关系，取决于造山作用和陆台区的同一构造（Попов, 1955）。而且，正如Н. М. Страхов（1962）所指出的那样，岩盐-石膏沉积不仅堆积在海退，而且在海侵运动环境条件，同时在盆地稳定环境下发生，而且只是在盆地中与发生明显的水交换时进行。

位于造山运动建造的铜矿层，与产于地台区的铜矿区有明显的区别。其区别在于与地台建造层位相比，造山运动建造的矿层，厚度大，而且分布面积小。除此以外，造山运动建造的铜矿层的特征是：再生改造强度大，而且只有在其中发现受变质变种。同时，

根据岩相特征，发现一些区分出来的类型很近似：曼斯费耳特型相当于桑比依型，而哲兹卡兹甘亚类本身的上部层位，相当于卡尔加林斯型。

铜矿层分类是根据上述标志和准则，其中目前还具有共同特征。将来要求对这些标志和其他一些标志作更为详细的研究，但是有些目前已经完全清楚了。还可考虑到几乎是所有铜矿层的各种各样情况，如根据在一定的地构造部位查明的铜矿体和伴生矿体，有可能指出今后找矿方向。从这些类型中明显地可以看出：查明所发现的含铜砂岩在地槽区是无远景的；并强调从地槽向陆台过渡的构造部位意义重大。

详细研究形成于沉积盆地海退-海侵发展各种阶段，以及地壳不同的地构造部位的铜矿层岩相组合，可以在主要类型中查明一些铜矿体类型。对今后铜的找矿-评价和勘探工作提供更具体地方向。

应当指出，由于金、铅、锌、萤石、重晶石、石盐在成因上与铜矿体有共生关系，因从上述标志看来还可以利用于研究改进上面指出的沉积矿产的分类。

原文作者：Л. Ф. Наркелюв, Ю. П. Безродных 等

冯子道译自《Геология рудных месторождений》，1963年，4期

镜下鉴定氧化带中黑色和有色金属矿物方法

镜下鉴定氧化带中铁铜铅 锌钴镍矿矿物方法

在有关矿石镜下研究的主要参考书中,对氧化带矿物几乎并没有加以注意。所以在这里描述一下鉴定某些铁、铜、铅、锌、钴和镍矿物的方法,并引用可以借助它在反射光的光片中鉴定这些矿物的表。

氧化带矿物大多数是透明的,看来这是有关矿相学方法参考书对其没有加以充分注意之故。但是,与此同时,这些矿物中许多是与深成(内成)矿物共生,为确定矿物总量,查明对于深成矿物的析出程序和矿物集合体中各种矿物分布规律性,因此很有必要在光片中对这些矿物加以研究。除此以外,易溶于水的矿物(水绿石、胆矾、皓矾)一般说来是缺失的(在磨片过程被溶解掉了)。但在光片中,这些矿物通常并不完全淋滤掉,有部份还保存下来,在矿石中还能查明。

铁氧化物和水氧化物矿物的鉴定

根据光片反射光中鉴定铁氧化物和水氧化物矿物,来定量测定矿物的反射力。众所周知,还可借助显微照相法和电照相法来定量测定反射力(图1)

在我们所作的铁氧化物和水氧化物的曲线图上,分布是这样的。赤铁矿是铁氧化物和水氧化物矿物中所具反射力最强,反射力 $R=26\%$ 。发现含水赤铁矿的反射力稍小,其反射力与矿物本身中所含水份有密切关系,变化于 $24-22\%$ 之间。磁铁矿反射力为 21% ,针铁矿为 20% ,含水针铁矿为 $19-17\%$ 。含水量大的矿物,其反射力最小,肉眼看来很好区分的矿物,其定量表示的反射力来区分是如此之小。因此,少数几次试验,常常并不能准确地把它测定出来。

所以我们建议用内消光色调,根据内消光色调可以很好地将铁氧化物和水氧化物分成三个主要的组。

第一组(赤铁矿-水赤铁矿)特征是呈紫红-红色内消光。第二组不透明矿物(磁铁矿)的特征是无内消光。第三组(针铁矿和水针铁矿)的特征是呈棕色和黄色色度的内消光。

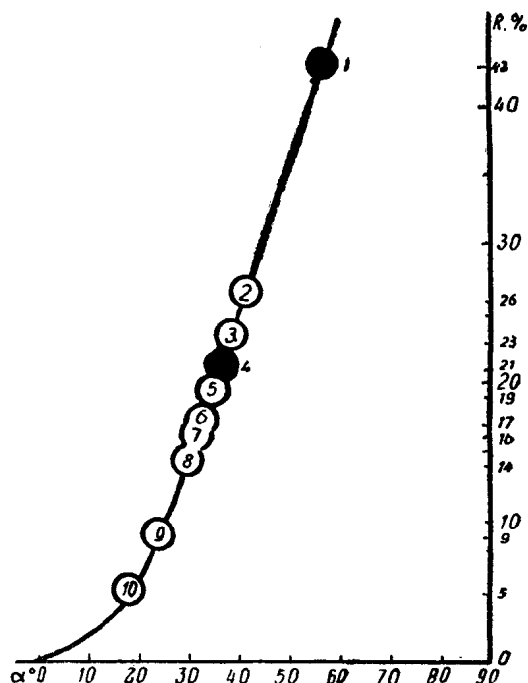


图1 测定铁氧化物和水氧化物反射力的曲线图

R—反射力; α —偏光镜旋转角; 1—方解矿; 2—赤铁矿; 3—水赤铁矿; 4—磁铁矿; 5—针铁矿; 6—含水针铁矿; 7—针铁尖晶石; 8—铬铁矿; 9—菱铁矿, 黑圆圈—标准矿物。2, 3—具红色和玫瑰色内反射的矿物; 5, 6, 7, 8—具棕色和黄色内反射的矿物。

利用与反射力相联的这些性质,对这三组矿物,并不需要进行准确的定量测定,只要测定一种矿物的反射力就足够了。所有其余的矿物,可按其与该矿物相比较的方法,即可确定其反射力。例如,在光片中有磁铁矿,二组铁水氧化物就可以用其反射力与磁铁矿的反射力相比较,用内消光来确定,就可以加以区别开来。在鉴定铁氧化物和水氧化物时,化学反应具第二位意义(见表)。

铜氧化物的鉴定

鉴定氧化带矿石中铜的次生矿物,并不特别困难,因为,一方面对这些矿物(孔雀石、蓝铜矿、绿铜锌矿、硅孔雀石、水胆矾、胆矾、铜胆矾、赤铜矿等)的颜色是特殊的,而且在反射光下的内反射颜色

也是特殊的；从另一方面来讲，化学成份（碳酸盐、硫酸盐、硅酸盐等等）是特殊的。不透明矿物（铜兰、辉铜矿、斑铜矿、黑铜矿等）借助用研究反射光的光片时的基本方法，足以能把它鉴定出来。根据着色法，在解释各种不同的次生铜矿物变种的光片中的面分布时，只要采用相分析就可以了（见表）。

铅锌矿物的鉴定

鉴定氧化带中的铅锌矿物，可采用反射力方法进行。但是，因为这些矿物的反射力很低，测定时就较困难。所以我们建议只要测定这组矿物的反射力就可以了，这些矿物随后可以作为标准矿物（方铅矿、闪锌矿、白铅矿）来加以利用。

为测定铅锌矿物的反射力，曾用弗列涅尔(Фрелье)公式作曲线(图2)

$$R_s = \frac{(n_s - 1)^2}{(n_s + 1)^2}$$

这铁、铅、锌矿物曲线图中，以组分布，这些组的范围只需借助微化反应就可以测定。测定各种铅锌矿物时，不需对每种矿物的反射力进行定量测定，只要与标准矿物反射力相比较就足够了，在每组范围内，按化学成份（钼铅矿、钒铅矿、闪锌矿等）或按溶解度可以将矿物加以区分（见表）。

采用微化相分析，可以确定曲线图上指示出的矿物。

钴镍矿物的鉴定

镜下研究氧化带中的钴-镍矿物，比较困难。因为这些矿物象易溶矿物那样，在透明薄片，一般是找不到的。虽然大多数情况在光片中能保存下来，但若用普通一般的矿相法来鉴定这些矿物，由于其反射力太低，就发生困难。其所以困难，因这组矿物象透明矿物那样，在目前主要的矿相鉴定手册中，还没有篇幅加以细述。

钴镍矿物的氧化带矿物的反射光颜色是无色的，其特征是有不同的灰色色调，所以选择单色光，并不能象在反射光呈色矿物所起的这种作用那样。

非均质矿物的反射力对各种结晶方向不是同一的，其在各结晶方向的反射力，是随着其折射率的变大，而相应地增大。

理论上计算的矿物反射力，与实验资料完全符合。如象钴镍硫酸盐(碧矾和赤矾)的反射力 $R=4\%$ ，测定所得 $R=4.1\%$ 。镍华和钴华理论计算值 $R=6.4\%$ ，测定结果也是 $R=6.4\%$ 。

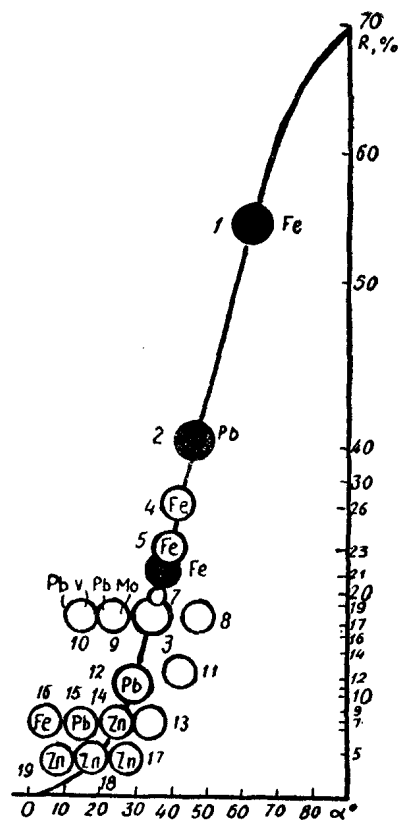


图2 测定铅锌矿物反射力的曲线图

R—反射力；α—偏光镜旋转角。

1—黄铁矿；2—方铅矿；3—闪锌矿；4—赤铁矿；5—水赤铁矿；6—磁铁矿；7—针铁矿；8—水针铁矿；9—钼铅矿；10—钒铅矿；11—锌乳石；12—白铅矿；13—菱铁矿；14—菱锌矿；15—铅矾；16—黄钾铁矾；17—异极矿；18—水锌矿；19—绿铜锌矿。大圆圈—标准矿物；黑圈—不透明矿物；符号表示矿物化学元素。

研究曲线图上的矿物状况，按其反射力，可以分成四组：

I. 钴镍硫酸盐（碧矾和赤矾），反射力 $R=4\%$ ；

II. 分布在蚀变区的镍硅酸盐（硅镍矿、镍绿泥石、硅镍石、镍绿泥石、镍铁绿泥石），反射力 $R=5-6\%$ ；

III. 钴镍磷酸盐（镍华、钴华、镁镍华、锌钴华、玫瑰磷钙石、铜钴华），反射力 $R=6.3-7.3\%$ ；

IV. 氧化物（绿镍矿），反射力 $R=13.5\%$ 。

镍的碳酸盐（翠镍矿）归于镍的硅酸盐组。铜钴磷酸盐（兰磷酸铜矿）和钴碳酸盐（菱钴矿）位于第三和第四组的空间位置，其反射力相应为 8.5% 和 9% 。

在个别组内，还可以按其物理性质和借助参与矿物成份的个别元素的微化反应，就可较易测得某矿物。

在表生带由原生矿物蚀变

矿 物	肉 眼	镜 下 反 射 光		溶剂, 曝光时间
	颜色, 硬度	颜色, 反射力, 双折射	内 消 光	
1	2	3	4	5
铁				
水绿矾	黄绿色, 2	暗灰色, $R_g=3.9$ $R_p=3.6$, 无双折射	无色, 浅绿色	H ₂ O, 2分
铜绿矾	兰绿色, 2—3	" $R=7$ "	" " 色调	H ₂ O, 1—2分
黄钾铁矾	黄绿色, 2.5—3.5	灰色, $R_g=8.5$ $R_p=6.9$,	" 浅黄色	HNO ₃ (1:40), 1—2分
兰铁矿	天兰色, 2—3 兰黑色,	" $R=7$ "	天兰色或无色	HNO ₃ (1:1)或 HCl(1:1), 3—5分
针铁矿	棕色, 4.5—5.5	亮灰色, $R_g=17$ $R_p=15$, "	棕色	HCl(1:1)或 HNO ₃ (1:1), 2—3分
水针铁矿	亮棕到黄色, 4	灰色, $R=12—17$, "	亮棕到黄色	同上
水赤铁矿	红棕色, 5	亮灰色, $R=18—24$, "	橙红色到玫瑰色	同上
菱铁矿	白-浅黄色, 3.5—4	灰色, $R_g=9$ $R_p=5$ 双折射明显	无色	HCl(1:1)或 HNO ₃ (1:1), 1—2分
铁白云石	白色, 3.5—4	" " 双折射清楚	"	同上
白铁矿	具金属光泽 亮黄色, 6—6.5	白-浅黄色, $R=52—54$ 双折射不清	无	HCl(1:1)或 HNO ₃ (1:1), 2—3分
黄铁矿	" "	" $R=54$, 均质	"	HNO ₃ (1:1), 2分
磁铁矿	兰黑色, 5—5.6	亮灰色, $R=21—20$ "	"	HCl(1:1)或 HNO ₃ (1:1) 2—3分
磁赤铁矿	浅兰-灰黑色, 5	带天兰的灰色, $R=21.6—18.4$ 均质	浅褐色, 常无	同上
赤铁矿	钢灰色, 5—5.5	亮灰色, $R=26$, 双折射弱	红色, 在偏光 用油浸法鉴定	HCl(1:1)或 HNO ₃ (1:1) 2—3分
磷绿泥石	橄榄绿-浅 绿黑色, 2—2.5	暗灰色, $R=6—7$, 无双折射	无色, 浅绿色	同上
鲕绿泥石	浅绿棕色- 黑色, 3	" " "	" "	同上

所形成的矿物的鉴定特征

微 化		补充鉴定特征	共生作用与形成条件
显	剂 染 色		
6	7	8	9
物			
K ₃ Fe(CN) ₆ (5%) K ₃ Fe(CN) ₆ (5%) KCNS (20%)	兰色 兰色 砖红色	用SO ₄ 和BaCl ₂ 应反	与硫酸铜、黄钾铁矾、铁的水氧化物共生。在氧化带干燥条件下发育
同上	同上	同上	同上
同上	同上	同上	在硫化物氧化矿石表面形成，与铁的水氧化物共生
同上	同上	用含(NH ₄) ₂ M ₂ O ₄ 的P + HNO ₃ (浓)	在围岩或在矿石中有磷灰石存在时的氧化带中形成
同上	同上		在酸性和中性介质下硫化物和含铁碳酸盐氧化作用中形成
同上	同上		同上
K ₃ Fe(CN) ₆ (5%) KCNS (20%)	兰色 砖红色		在酸性和中性介质下硫化物的氧化作用时形成与水针铁矿共生
K ₃ Fe(CN) ₆ (5%) K ₃ Fe(CN) ₆ (") KCNS(20%)	兰色 兰色 砖红色		
同上	同上	和K ₃ Fe(CN) ₆ (5%溶液) + HCl(1:20)发生薄膜反应，或Илтрембеп反应	
同上	同上	用S和BaCl ₂ + HNO ₃ (1:1)发生反应，	在磁黄铁矿，少数黄铁矿和砷铁矿碱性氧化作用中形成，或在磁黄铁矿置换作用时，作为热液形成
同上	同上	同上	在地下水成在H ₂ S时的还原条件下，作为表生作用形成
同上	同上	用磁粉末图确定磁性	在针铁矿-水针铁矿和针铁矿-水赤铁矿矿石区域变质作用中形成
同上	同上	借助磁粉末图确定磁性	在氧化作用时形成磁铁矿
K ₃ Fe(CN) ₆ (5%) K ₃ Fe(CN) ₆ (") KCNS(20%)	兰色 兰色 砖红色		在磁铁矿氧化作用时形成假象赤铁矿
同上	同上		名区域变质作用时，由含铁矿物形成，与磁铁矿和石榴子石共生，为针铁矿置换
同上	同上		同上

续前表

矿 物	肉 眼	镜 下 反 射 光		溶剂, 曝光时间
	颜色, 硬度	颜色, 反射力, 双折射	内 消 光	
1	2	3	4	5
锰 矿				
软锰矿	黄黑色, 1—6	带褐色 调的灰 色白色, R=30—41.5 在结晶变 种双折 射明显	无	醋酸联苯胺, 1分
黝锰矿	" 6—6.5	带天兰色调的 灰白色, R=3, 双折射弱	无	" 1—2分
硬锰矿	黑棕色, 4—6	带褐色色调 的灰白色, R=23—24 "	棕色和亮棕色	同上 1—2分
钴土矿	棕黑色, 2 土色	亮灰色, R达18,	无	同上 1—2分 HNO ₃ (1:1)或 HCl(1:1)
铜锰土	暗棕色, 1—2 土色	灰色, R=20, 无双折射	无、有时暗棕 色	醋酸联苯胺, 1—2分
偏锰酸矿	棕色, 2—3	暗灰色, R约=9, 均质	棕色和不同浓 度的亮灰色	" 1—2分
褐锰矿	黄黑色, 6—6.5	带褐色 色调的 亮灰色, R=19.8—17.8 无双折射	棕色和褐棕色	HCl(1:1)或 HNO ₃ (1:1), 2—3分
黑锰矿	" 5.5	亮灰色, R=20—16, "	"	同上
水锰矿	棕黑色, 4—4.4	灰白色, R=14—20或 R=19—31 明显双折射	红色或红棕色	HCl(1:1)或 HNO ₃ (1:1), 3—5分
菱锰矿	玫瑰色, 3.5—4.5	暗灰色, R=4—7, 双折射弱	玫瑰色或无色	HCl(1:1)浓或 HNO ₃ (1:1)浓, 1—2分
蔷薇辉石	玫瑰-棕色 或玫瑰-红色, 5.5	"	玫瑰色或红褐色	"
硫锰矿	黄黑色或 暗棕色, 4	亮灰色, R=20—24, 均质	绿色和棕色	
铅 矿				
自然铅	灰黑色, 1.5	灰白色, R=62	无	H ₂ O, 稍微使其酸 化, HNO ₃ , 1—2分
铅铁矾	浅黄-浅绿 鳞片状, 2.5—3.5	灰色, R _g =9.2 R _p =7.9 双折射弱	密黄, 无色	HNO ₃ 1:40, 1—2分

微 化		补 充 鉴 定 特 征	共生作用与形成条件
显 剂	染 色		
6	7	8	9

物

直接印痕	兰色		在含锰原生矿物碱性氧化作用中形成
同上	"		同上
同上	"	硬锰矿的变种,用其含Ba, K, Co, Ni, Cu, Pb, Zn的含量来区分	
同上 $K_3Fe(CN)_6(5\%)$	褐棕色	用Co与 $Zn(NO_3)_2$ 和 $K_2Hg(CNS)_2$ 一起反应	在含碳酸锰的钴矿在氧化作用中形成
直接印痕	兰色		在含锰矿物碱性氧化使用中形成,与软锰矿, 黝锰矿和硬锰矿共生
同上	"		
$K_3Fe(CN)_6(5\%)$	橙黄色(在KOH加工后呈棕褐色)		在区域变质和接触变质作用中形成,与黑锰矿和水锰矿共生
同上	同上		在区域变质和接触变质作用中形成,与褐锰矿, 水锰矿和针铁尖晶石共生
同上	同上		在热液低温时形成
$K_3Fe(CN)_6(5\%)$	橙黄色(在KOH加工后呈棕褐色)		对金银矿石特征,与硫锰矿蔷薇辉石共生
同上	同上	用 SO_3 与 HNO_3 和HCl浓进行反应	与黑锰矿、褐锰矿、针铁尖晶石, 硅铈矿共生
同上	同上	用S和 $HO_3(1:1)$ 进行反应	喷出成因。与自然金, 辉矿类矿石, 自然硫, 菱锰矿, 蔷薇辉石和黄铁矿共生。

物

KJ(5%)	黄色	稍用力易压扁	在铅矿床分布地区的重级组发现
KJ(5%) $K_2CrO_4(20\%)$	黄色 橙黄-黄色	用 SO_3 和 $BaCl_2$ 作用,用Fe和 $K_3Fe(CN)_6(5\%)$ 作用	和孔雀石, 兰铜矿, 胆矾和水绿矾共生。在干燥气候条件下的中性或弱酸性介质, 含铅硫化物氧化作用时生成

续前表

矿 物	肉 眼	镜 下 反 射 光		溶剂, 爆光时间
	颜色, 硬度	颜色, 反射力, 双折射	内 消 光	
1	2	3	4	5
铅矾	白色, 含水-透明, 2.5—3	灰色, $R=9.5$, 无双折射	无色	$\text{NaHCOOH}(20\%)$ 或 $\text{NaCl}(20\%)$; 1—2分
白铅矿	白色, 含水-透明, 3—3.5	灰色, $R_g=12$ $R_p=8.2$, 双折射清楚	"	$\text{HNO}_3(1:20)$; 1—2分
角铅矿	带绿色色调的黄色, 2.5—3	灰色, $R_g=13.2$ $R_p=12.9$, 双折射弱	无色或弱浅绿色	$\text{HNO}_3(1:1)$
磷氯铅矿	浅绿-黄色, 3.5—4	灰色, $R_g=11.9$ $R_p=11.7$, 无双折射	弱浅绿色	"
菱铅矾	从浅绿黄到棕色, 4	灰色, $R=10.5$,	无色, 稍微浅黄色	" 1—2分
磷砷铅矿	浅绿, 橙黄, 棕色, 3.5	灰色, $R_g=13.2$ $R_p=12.9$,	同上	同上
铬铅矿	橙黄色, 2.5—3	亮灰色, $R_g=20.5$ $R_p=15.7$, 双折射清楚	橙黄色	同上
钼铅矿	黄, 浅绿黄, 红-橙黄色, 3	亮灰色, $R=17-18$, 双折射不清	黄, 浅绿黄, 橙黄-红色;	$\text{HNO}_3(1:1)$
块黑铅矿	灰-浅褐-黑色 或黄棕色, 5—5.5	灰色, $R=17$	无, 或在油浸 粉末中呈棕色	$\text{HNO}_3(1:1)$; 2—3分
方铅矿	钢黑色, 1.5—2	白色, $R=41-43$, 均质	不透明	在磨光面加 HNO_3 浓
钒铅矿	绿、棕、红色, 3	灰色, $R=16-17$, 双折射弱	无色或浅黄色	$\text{HNO}_3(1:1)$; 1—2分
锌				
皓矾和锌矾	带天兰色色调 的白色, 2	暗灰色, $R=3-4$, 无双折射	无色, 含水-透明	H_2O ; 1—2分
水锌矿	白色, 稍微有 浅黄色,	灰色, $R=7-6$, 双折射明显	无色,	$\text{HNO}_3(1:40)$; 1—2分
异极矿	白色, 4.5—5	暗灰色, 无双折射	"	$\text{HNO}_3(1:20)$; 1—2分