

中国有色金属学会
第一次学术会议
优秀论文集

中国有色金属学会

北 京

1986



中国有色金属学会第一次学术会议优秀论文集

责任编辑：谭金起，韩晓庆

封面设计：张仲华

中国有色金属学会秘书处编

中国有色金属学会出版

※※※※※※※※

北京东方印刷厂印刷

序 言

开展学术活动是学会的一项根本任务。两年来学会在开展学术活动方面，坚持科学技术面向经济建设，坚持改革、开放、搞活，紧密配合有色金属工业的发展和科技进步，做了不少工作，取得了一定成绩。

这本论文集汇集了六十篇优秀论文，是从上千篇论文中评选出来的，反映了学会会员和从事有色金属科技事业的科技工作者，紧密结合有色金属工业的生产建设实际，促进有色金属科技进步，在工艺、技术、装备、新产品试制和基础理论等方面的研究成果和经验总结，是辛勤劳动和智慧结晶。这些论文具有较为丰富的内容和较高的学术水平。应用推广这些研究成果对促进有色金属工业的发展有着重要参考价值，值得一读。

希望学会今后继续发挥学科众多、人才荟萃的优势，把学术活动开展得更加朝气蓬勃，创造出更多更好的学术研究成果，培养出更多的优秀人才，为振兴有色金属工业，加速我国的四个现代化建设做出更大贡献。

邱纯甫

1987年9月5日于北京

编 者 的 话

中国有色金属学会自1984年12月11日正式成立至今已两年了。两年来,在中国科协和中国有色金属工业总公司党组的领导和关怀下,学会认真贯彻党的各项方针政策,坚持面向经济建设,坚持改革、开放、搞活,团结广大科技工作者,在开展国内外学术活动、科技咨询服务、组织建设等方面做了一些工作,取得了一定的成绩,收到了较好的效果。为了总结交流两年来学术研究的成果,学会于1986年12月26日至28日在北京平谷县召开了第一届学术会议。会上交流了六十篇优秀论文,这些论文是17个专业学术委员会和11个省、自治区的地方有色金属学会以及总公司科技攻关小组,经过专业学术会议,从上千篇论文中评选出来的。这些论文都是紧密结合有色金属工业生产建设的实际,在工艺、技术、装备、产品试制和基础理论等方面的研究成果,学术水平比较高,有实践,有理论,有建议,内容丰富。推广应用这些成果对促进有色金属工业的发展有重要实际意义。为此我们将这些优秀论文汇编成册,供科研、设计、生产、建设、教学等有关人员参考。

本书是根据有色金属工业生产特点,按专业编辑的,在编辑过程中作者对论文做了进一步修改。中国有色金属工业总公司《世界有色金属》编辑部的谭金起、韩晓庆及编辑部全体同志付出了辛勤劳动,在此表示诚挚的谢意。

中国有色金属学会秘书处

1987年9月5日

地质与勘探

采矿与选矿

治 炼

压力加工

10

金属材料

- LC₄合金低熔点共晶相组成及其固溶变化.....(135)
- 提高ZL₂₀₃铸造铝合金机械性能的研究.....(140)
- 青铜晶界对Nb₃Sn晶粒尺寸和含Sn量的影响.....(149)
- 材料强化的新机制: 气泡强化——钾泡对掺杂钨丝高温强化机制的研究.....(153)
- 掺杂钨丝中钾泡形成及其与位错交互作用的原位观察.....(158)
- 两种深冲用钼片的织构与性能关系的研究.....(161)
- WC—Co系硬质合金的组织缺陷对合金强度的影响.....(165)
- YG10H合金微观结构的研究.....(176)
- 热历史对直拉硅单晶微缺陷的影响.....(181)
- InP单晶生长及其孪生特性.....(185)

冶金设备

- 一种新型的多功能给料设备——振动给矿筛分机.....(190)
- 消化引进技术提高我国转炉生产技术水平及装备水平.....(194)
- YB—17 液压拔棒机.....(200)

分析与检测

- X—射线透射座滴法对Fe—Ni—S系表面张力和密度研究.....(205)
- 采用旋流雾室降低稀土元素 ICP—AES测定下限的研究.....(209)
- NK8310 螯合树脂富集——原子吸收光度法测定铜矿中的金.....(215)
- 溴邻苯三酚红——溴化十六烷基吡啶多元络合物分光光度法测定铈的研究.....(219)
- 缝式石英管原子化器用于氢化物原子吸收光谱分析的研究.....(225)

安全与环保

- 高温采场通风参数的研究.....(228)
- 经济体制改革后企业内部的环境管理.....(233)
- 赤泥综合利用现状及其发展简况.....(237)
- 阳极糊车间环境综合治理及“黑法净化”技术实践.....(244)

经济与管理

- 对当前我国有色金属矿山工业一些问题的探讨.....(250)
- 试论老矿山的出路——以改革促振兴.....(256)
- 当日利润预测在金属矿山的应用.....(261)
- 凡口铅锌矿总调度微机管理系统.....(265)
- 计算机能源管理系统.....(268)

关于银川化肥厂氢氮比微机控制系统的研制报告	(273)
论锑品的结构改革	(277)
量一本一利分析模型	(281)
如何建立中国有色金属工业人才信息管理系统	(294)

其 它

不同形态钨氧化物氢还原动力学研究	(299)
磁控溅射TiN涂层的生成条件及特征	(305)
TiC—WC固溶体分解 条件的研究	(311)
金属无酸除磷（锈）技术	(315)
相图计算在材料设计中的应用	(320)

综合地学数据图像分析技术

在锡—多金属找矿预测中的应用研究

李 恭 植起汉

(北京矿产地质研究所) (桂林矿产地质研究院)

(内容摘要)

为利用多来源地学信息开展锡—多金属找矿预测,我们在建立重点成矿区带专题性数据库基础上,采用图象处理技术对物化探、卫星遥感数据及地质资料做了复合处理,并以多变量的影像模式为依据,分析区域成矿的地质环境,查明深部构造—岩浆活动特征,研究寻找隐伏矿床的组合标志,进而指导老矿区的更深层找矿。通过有关大厂矿田隐伏含锡岩体赋存形态和平桂地区深部地质构造研究的实例表明,以图像分析技术增强提取现有大量地学数据所含的地质信息,进行二次找矿具有明显的经济效益。

1.原始数据的综合处理

用于本研究的原始数据特征及相应的派生变量列于表1-01中。

为了研究遥感、地质、物探和化探等多种类型数据所含信息的相关关系和多变量的组合标志特征,需要将这些多来源的资料进行综合处理,以求实现变量的空间复合。其主要环节包括:

(1)图形的数字化:对物、化探数据沿测线园滑后按一定间距截取,这是再现区域场分布的最精确方法。在不具备原始数值的情况下,可由相应的等值线图经等间隔数字化产生离散值。遥感数据已具有固定的信息格式,为便于与其它类型数据复合,通常以子采样方式取数。地层岩性及构造等一类资料,可根据简化的地质图件经边界赋码,由数字化桌直接形成数字地质图,编入图像库。

(2)网格化几何配准:通过数据插值、排序及转换座标等预处理,把不同类型或不同几何分布的数据点转换成具有相同分辨率的网格值,使同一地区所有类型的数据在一

前 言

随着遥感技术的迅速发展,数学图像处理技术作为强化地学数据综合分析的有力手段,在矿产勘查中获得日益广泛的应用。

为加强多源信息复合处理技术及其应用研究,专题工作配合锡—多金属找矿预测,选择大厂、平桂等重点成矿区为试验区,在ACOS—400型计算机和I²S101图像处理系统支持下建立了专题性的图像文件库。编辑存贮的数据类型包括陆地卫星、地球物理、地球化学以及地层岩性、构造等图件数据。同时采用图像分析技术实现多来源数据集及其派生变量的显示,增强,提取和相关识别。主要目的是:(1)发展多来源地质信息的综合分析方法,(2)应用多变量影像模式解决有关的地质找矿问题。

多源数据的复合和图像 处理方法

表1-01

原始数据特征及相应的派生变量

研究区	工作面积	网格大小	数据类型	原始数据密度	测 值 范 围	派生数据集
大 厂 矿 田	20× 20 (KM ²)	316× 316 (M ²)	陆地卫星多光谱扫描数据 航磁测量数据 地面重力测量数据 化探次生晕分析结果 地层岩性数据	158× 158M 飞行比例尺 1:5万, 线距500M 142 个测点, 平均0.3/KM ² 1:1万及1:5万面积性测量 经数字化得出	MSS4,15—24 MSS5,14—30 MSS6,15—37 MSS7,11—39 - 90—350r - 16.8—2.7毫伽 Sn 0—300ppm Cu 1—300ppm Pb 1—300ppm Zn 1—300ppm	单波段比值 垂直化极, 方向一导, 垂向二导 方向一导 垂向二导 元素比值
平 桂 地 区	67× 67 (KM ²)	1000× 1000 (M ²)	航磁数据 地面重力测量数据 化探次生晕分析结果	飞行比例尺 1:5万, 线距500M 1:100 万区域布格重力异常图 1:5 万面积性测量	- 135—510r - 66— - 35毫伽 F111—1752ppm Sn 5—584 ppm W 5—410 ppm Cu10—1828ppm Pb11—1346ppm As30—988 ppm	垂直化极 方向一导 元素比值

个通用座标系统上配准。另外在网格化基础上进行位场数据的变换、求导, 化极, 延拓和分离提取, 获得所需要的二次标志。

(3)图像文件的形成: 将标准化的网格值进行灰度级编码(换算成0—255之间的整型值), 并按空间陈列形式进行存贮形成具有S—L结构的图像文件(数据库的基本单元)。在本研究中每一像元包括的面积定为0.1Km²或1Km²。

(4)多元统计分析: 选择研究区内的已知矿床为训练场, 应用多元统计分析方法了解综合变量之间的相关性, 揭示变量与样品的空间分布关系。并以此为依据, 从不同的研究目的出发选择所需要的特征变量, 同时采用因子计量或判别分析等方法对组合变量

的权值作出估计, 以实现提取矿产信息和找矿预测的分类目的。

2. 多源信息的图像显示、增强和相关分析

(1)非图像数据的彩色显示: 一种典型的方法是基于密度分割将单个变量或组合变量的特定数值范围进行线性量化和压缩, 并将每一压缩的区间赋与一种彩色, 由此产生物、化探异常的彩色等值线图⁽¹⁾。

(2)变量的相关分析: 彩色相关⁽²⁾是通过图像灰度变换将两个特征变量重新组合成一个符合0—255灰级范围的二维图像, 之后由给定的两种单色设计出来的二维色标产生一幅彩色相关图, 并根据色标的交叉色彩直观地检测两个特征变量的相关程度。

彩色合成是通过三基色编码将三种数据集显示成彩色组合图像。由于组合产生的新的彩色指示着三种变量中每一变量的相对量值,因而根据二次色的分布可以很容易识别出变量的空间相关关系。

(3)特征标志的增强:为识别断裂构造特征及其组合特点,除应用空间滤波技术增强线性特征外,还使用了阴影浮雕图像⁽³⁾。它是在一个假定的光照条件下,将赋与垂直轴标度的位场值映射成类似地形起伏而具明暗阴影特征的图像,以突出垂直于光源方向线性特征的观察效果。

(4)矿产信息的提取:利用多光谱扫描数据的特殊比值有可能提取到与硫化物矿化等蚀变现象相联系的色彩异常⁽⁴⁾。本专题研究采用的信息提取方法其基本原理是建立在某种线性变换的基础上,以多变量的公因子代替原始变量,借以寻求所需要的变量组合。之后通过主因子彩色合成,获得与特定矿产信息相关的色彩异常显示,直观检测可能的矿化分布。

(5)图像的迭合处理:根据对应分析结果,从已知的矿床中提取出主要的成矿特征和标志,并建立必要的判别函数,获得新的特征变量产生专题图像,之后采用算术运算法进行数字图像的迭合显示,以便建立特定条件下的综合解译标志,为预测成矿有利地段提供依据。

大厂矿田隐伏岩体赋存特征的研究

1. 研究区地质背景

大厂矿田地处丹池成矿带中段,是一个以锡为主的多金属成矿区。矿田主要构造以北西向的断褶构造为特征。矿床受燕山期花岗岩,断裂~褶皱构造和泥盆系碳酸盐岩等多种因素控制,已知的大、中型矿床多围绕

隐伏花岗岩体隆起部位呈环带分布。目前找矿目标已转向隐伏矿床,因而查明大厂隐伏含锡岩体的规模、形态及其赋存特征具有重要的找矿意义。

2. 隐伏岩体多源图像信息的反映

多年来的地质研究以及钻探、坑道等工程控制揭露认为,大厂隐伏岩体在平面上为椭圆形,剖面上呈浅隐的圆锥状,按零米标高圈定的面积约 20Km^2 ⁽⁵⁾。多源数据的影像特征分析表明,该岩体是一个具有多期活动、规模较大,形态比较复杂的岩基。现将反映一定深度下岩体形态特征的综合标志概述如下:

在陆地卫星增强图像上揭示出一个沿北西向断褶带分布,由多个次级环相互迭加的环群,并受北西、东西和南北向断裂交汇控制形成两个集中区。这种以异向断裂作为骨架的环形特征是岩浆侵入时热动力作用的反映。多中心环的迭现标志着岩浆活动的多期性。

布格重力异常图像(图1—01)*显示为一个椭圆形的重力低,中心部位(图中浅灰色区,最低值 -16.8 毫伽)与龙箱盖穹丘相对应。按半极值(-10 毫伽)等值线圈出的面积大于 250Km^2 ,表明岩体往深处应有更大规模。由滤波提取局部场显示出的异常特征有明显变化(见图1—02),反映了岩体形态不是规则的。其中浅源场(图中以深暗色调显示的区域)以不同的规模和形态沉浮出现,在一定深度上显示出岩体局部隆起的可能分布。值得指出的是在已知的龙箱盖穹丘南北两侧出现类似的重力低,推测是另外两个小穹丘的反映。矿田中部一条重力低分界线描绘出岩体凹陷带的存在,并与近东西向的基底断裂走向一致。此外,主岩体被北东向的深断裂(由箭头指出)分割成两个定位深度不

*本文原图均为彩色图像,制成黑白片层次不清晰,影响到观察效果

同的岩突区，其空间位置与遥感环形影像区相符合。多维变量的集群分类结果表明两区归属于不同的物类结构（图1—03分别以白或浅灰色表示）这或许是由于岩相差异所造成。

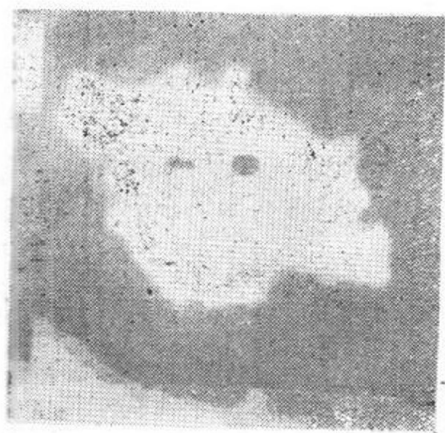


图1—01 布格重力异常图像

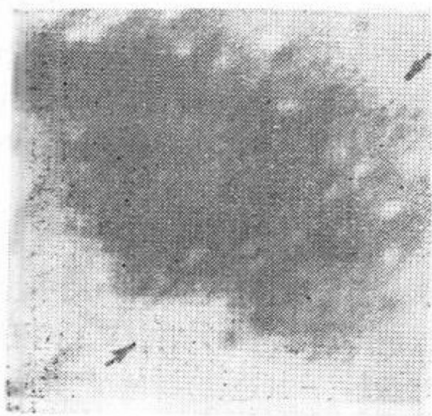


图1—02 经滤波处理提取重力局部场获得的异常图像

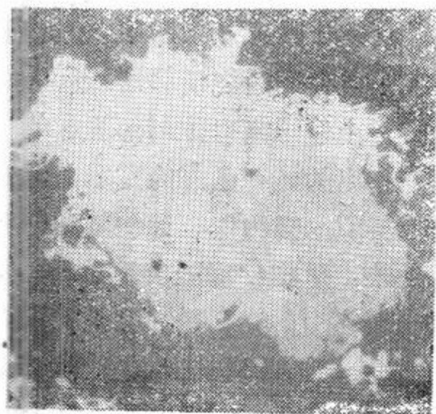


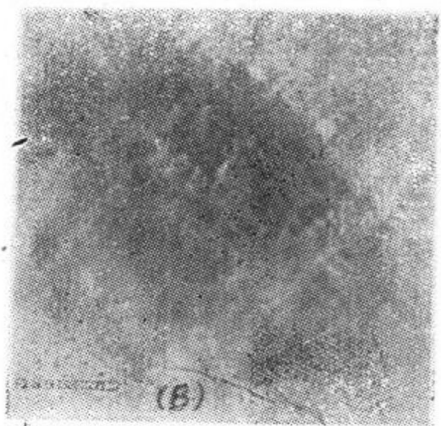
图1—03 多维变量的集群分类图像

航磁异常形态也呈北西向椭圆 形 展布（见图1—04—A）。整个异常带被丹池断裂

带分成两个环带，北东侧异常带的内弧标志出隐伏岩体一定浸位高度的前缘轮廓。磁异常主要是磁黄铁矿化所引起。另外，在航磁数据的特征增强图像上（见图1—04—B），除进一步增强了北东和南北向的线性特征之外，还揭示出在两弧形异常带内有次级环形异常的迭加。如果这种影像模式与矿化相联系，那么多组断裂聚集的中心将反映岩浆活动的最大应力作用部位，特别是当与浅源重力低相对应时，它不仅是指示小穹丘定位的标志，而且亦为识别成矿有利地段提供了依据。



(A)



(B)

图1—04 航磁异常(A)及其数据特征增强图像(B)

综合分析有关矿田构造—岩浆活动及矿化特征的组合标志推测，大厂隐伏岩体是以东西向基底断裂与丹池大断裂复合部位为通道旋进上升侵入的。对其产出形态可以概括为一个具有三层以上结构的复式体：底层为相连一体的大岩基；中层被一条北东向的深断裂分割为两个浸位高度不同、岩性相异的

岩突起；上层具有多个规模不等的穹丘，而龙箱盖穹丘仅是其中浸位最高，相对较大的一个。在岩体凹陷带南侧，以块断结构为背景的岩突起，并有矿化的组合异常标志，可列为今后找矿的远景地段。

平桂地区深部地质构造的探讨

平桂地区是一个重要的锡、钨成矿区，以盛产砂锡著称。区内构造复杂，具多期活动特点，并伴随有频繁的岩浆侵入。矿床主要产于花岗岩体与二迭系碳酸盐岩接触带和多组断裂构造复合部位。本区长期以来的找矿策略思想是在大花岗岩体外围的矿化地段寻找隐伏的燕山期小岩体，但未打开局面。下面基于区域深部地质构造的研究来探讨本区的找矿方向问题。



图1—05 航磁区域化极场异常图象

图1—05是平桂地区航磁区域化极场的显示结果。明显的异常分区性和场强变化的方向性，揭示出本区以北西向为主的基底构造格局及其被北东向断裂交切而成的块断构造型式。

由航磁总场的分布特征（图1—06）可以看出，高值磁异常（亮色区）呈北西向带状展布，其北测的低缓异常区（暗色区）与花山—姑婆山花岗岩体出露区相对应，南侧大面的低缓异常则可能与隐伏的岩浆穹窿有着密切关系。具有梯度变化北陡南缓的高值磁异常

带可能起源于蚀变矿化外，在很大程度上将与远离岩体的断裂系统有关。这种断裂系统受热液作用在相应空间形成一个宏观的磁性矿物分布带，导致沿断裂磁场正异常的加强。区域重力场不同方向的一导异常反映出本区存在着两种明显的梯度变化带。由图1—07清晰看出一条低梯度异常带呈弧形，

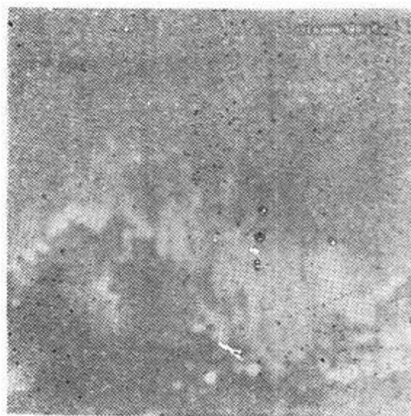


图1—06 航磁总场异常图象

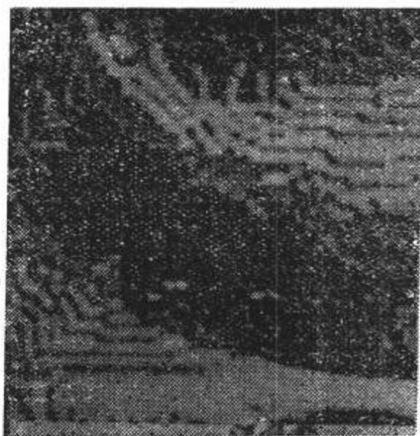


图1—07 重力梯度异常图像($\theta = 130^\circ$)

并以北西—南东走向贯穿全区。弧宽约20Km,分布轮廓与上述高值磁异常带大致吻合，同时与其对应的重力浅源场为一轴向转变的重力高。由此判断这条低梯度异常带可能与深部构造隆起带边缘的深大断裂有关，反映了本区北西向构造活动带的展布范围。高梯度异常带出现在低梯度弧带的东北和南西两侧，所对应的浅源重力场均为重力低。北东侧为已知的花岗岩分布区，根据花岗岩一般对应于重力低的特征，可以证实这两个高梯度异常带在构造环境上具有类同性，是



图1—08 重力梯度异常图像(0 = 45°)

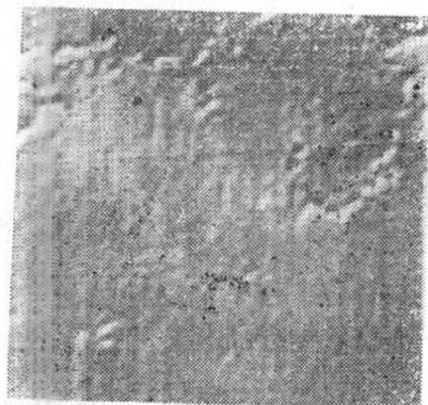


图1—09 磁航异常阴影浮雕图像

岩浆穹窿的反映，只是由于北西向基底构造带造成本区北部相对隆起南部沉陷，致使北部岩体出露地表，南部隐伏地下。图1—08给出的显示结果因求导方向改变，梯度特征发生变化，但反映的基本地质现象类似。其中两个对称的扫帚状高梯度异常区，在尾部表现有反时针扭动的形迹。这种现象反映了花山—姑婆山岩体的构造岩浆活动特点以及在北西向构造活动带持续作用下造成部分块断发生旋扭运动的综合结果。

隐伏岩深穹窿的可能分布，在航磁阴影浮雕图像（图1—09）上进一步得到揭示。清晰表明在北侧已知花岗岩体上方的负异常呈凹陷型出现在平静而低缓的异常背景上，而在外接触带则形成串珠状的环形正异常，直观地圈定出花岗岩体平面的形态轮廓。在高值异常带南侧，以低缓异常值为衬托，出现几个环形的凹陷磁异常区，并伴随有孤立的正异常。这种影像模式是指示隐伏花岗岩

穹窿存在的标志。而且在凹陷型异常区出现与姑婆山岩体接触带性质类似的化探次生晕组合异常（见图1—10），这就为预测岩浆穹窿分布提供了补充依据。

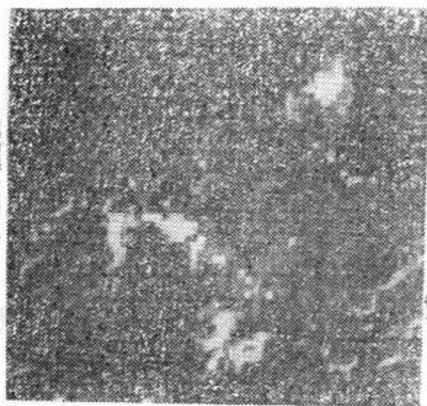


图1—10 次生晕Cu、Sn、As元素组合异常与磁异常的迭合显示

综上所述，我们认为平桂地区的深部构造除东西向基底构造外，还存在一条北西向的断裂带，它相当于浦田—恭城—钟山深大断裂带^[6]的一部分。同时由北东、北西和东西向断裂复合控制，形成三个大的块断和两个独立的岩浆穹窿带，其中隐伏的岩浆穹窿区将可成为隐伏矿床的成矿远景区。

结 论

以数字图像处理技术为手段的多源信息综合分析，为发挥金属矿区已有大量地学数据潜在作用提供了更有力的解释工具。基于多源图像信息重新评价，一些老矿区地质工作程度较高的成矿区，可以给出有关成矿环境，隐伏构造、岩浆活动及矿化特征等多方面的补充认识。为充分运用老资料进行更深层找矿开辟了新的途径。加强综合地学数据的有效管理、积极组织找矿信息的开发和利用，将是缩短找矿周期，提高找矿效果，取得较好经济效益的重要方向。

参考文献

1. R. K. Vincen C, P. J. Etzler Magnetic and Gravity Image Processing for Petroleum

中国古生代铝土矿层的微相结构研究

王 恩 孚

(沈阳铝镁设计研究院)

(内 容 摘 要)

本文以铝土矿层的密集采样(4~8米)所获资料为基础,详细研究了铝土矿层的微矿物相、结构相及化学相。各种微相表明铝土矿属于一套大陆堆积,铝土矿层的“夹心”构造是风化壳的特征,并非海、湖相化学分析结果。残积铝土矿层形成过程中,随着底板石灰岩岩溶的发展,大约在底面坡度大于11度的地方首先产生了脉动的重力流,即产生了坡积作用,故铝土矿层属残—坡积成因。成矿后,由于上覆沼化环境的迭加,使铝土矿产生了一系列变化(如脱铁退色),导致铝土矿微相进一步的变化。

前 言

铝土矿含矿系通常可分为三个阶段:

上段: 铝土岩、粘土岩及硬质粘土矿

中段: 铝土矿

下段: 铝土岩及铁质粘土岩

这三段反映了铝土矿矿层的岩石矿物相、化学相及结构相的特点。即高岭石—水铝石—高岭石相; 硅—铝—硅(铁)相和泥屑—砂屑—泥屑结构相。在国外,把这种铝土矿夹在铝土岩、粘土岩之间的构造称之为“夹心”构造。对此构造,持海相沉积及湖相沉积观点的学者,往往均用沉积过程中的数学分异来解释。众所周知,中国古生代铝

土矿广泛分布于各地,即或是沉积生成的,那么沉积环境和条件总不会是完全一样的,然而各地铝土矿的“夹心”构造是完全相同的,这一点与海、湖相沉积机理是矛盾的。通过考察风化壳型铝土矿便知,“夹心”构造是风化壳铝土矿的一个明显特征。铝土矿层位于中间,上下均为硅质粘土层,其间界线清楚。因此可推测,铝土矿是在红土化过程中形成的。在古气候,古地理条件及排水条件适宜的情况下,红土中高岭石不断被破坏,在表生条件下,硅被带走,铝和钛在原地相对富集形成水铝石,这种作用首先是自上而下的,而在季节变化时,由于红土的毛吸作用,水自下而上将硅带到地表,形成粘土层,长期的反复,结果形成了三段式的含

and Mineral Exploration (52-Th SEG, Remote sensing)

2. P. I. Eliason, T. J. Donovan, P. S. Chavez, Jr. Integration of geologic, geochemical and geophysical data of cement oil field, Oklahoma, using Spatial array processing. <GEO PHYSICS> Vol. 48, NO. 10, 1983.

3. S. D. Dods, D. J. Teskey, P. J. Hood. The new Series of 1:1000000-Scale of Canada: Compilation techniques and interpretation. <THE UTILITY of REGIONAL GRAVITY AND MAGNETIC ANOMALY MAPS>. P. 69-87, 1985.

4. K. Conradsen, O. Harpoth, Use of Landsat Multispectral Scanner Data for Detection and Reconnaissance Mapping of Iron Oxide Staining in Mineral Exploration, Central East Greenland. <ECONOMIC GEOLOGY> Vol. 79, No. 6, 1984

5. 广西有色地质勘探公司215队, 大厂锡矿简报, 1984

6. 尹国栋, 广西骨架构造的划分及其控矿特征 (桂林冶金地质学院学报) NO. 1, 1985

矿系，即前述的铝土矿特征构造——“夹心”构造。

对铝土矿矿层相的研究有宏观和微观之分。以往以数百米工程间距获得的地质资料，从宏观上研究海、湖相之分布。这种研究数~数十平方公里范围内铝土矿的方法是基于岩层顺序，因此它只能从宏观上反映出古地理、古气候的一些大的特征，而很难反映出铝土矿层相本身的细节及生成机理。笔者通过陕西府谷铝土矿层的连续密集采样（4~8米）所获资料，对铝土矿层微相结构进行研究，以求进一步探讨我国古生代铝土矿之生成机理。

铝土矿层的微相结构，大致包括岩石相：铝土矿、铝土岩及粘土岩；矿物相：高岑石--水硬铝石系列相；化学相：硅、铝、铁相；结构相：砾、砂屑及泥屑相。这些微相充分反映了铝土矿的特点及生成机理。

一、结构相

铝土矿的结构是相当复杂的，最常见的是砂屑状（俗称土状或粗糙状）；亚砂屑状（半土状或次粗糙状）；泥砂屑状—泥屑状（鲕状及致密状）。角砾状、豆状及胶状有时也可见到，但为数不多。

马既民通过对河南铝土矿的大量野外观察及数以百计的矿(岩)石薄片研究表明，铝土矿是一套碎屑堆积。他对铝土矿碎屑粒级的划分原则，笔者认为符合铝土矿特点的。

- 砾屑级>1mm
- 砂屑级0.01~0.1mm
- 粉砂屑级0.01~0.1mm
- 泥屑级<0.01mm
- 胶体
- 各级间有过渡，也有混杂。

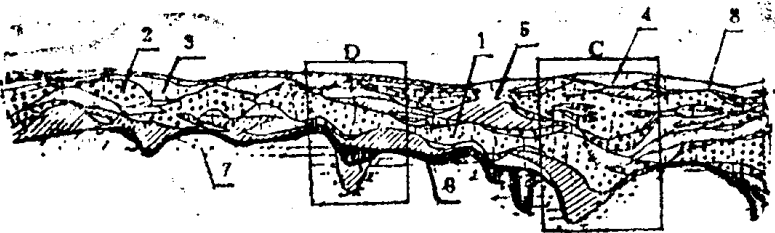
从府谷铝土矿的密集采样素描图可以清楚地反映出这种结构的分布（见图2—01及图2—02）。对于有野外经验的铝土矿地质工作者是不难区分的。其特征如下：

砂屑状（土状或粗糙状）：断口边缘规整，断面粗糙、手捻粉末有细砂感、粗糙感、吸水性强、舌舔时有强烈吸舌感、收舌后矿石面上不见水迹。

亚砂状（半土状或粗糙状）：吸水性及粗糙感稍次于砂屑状矿石、偶见鲕石。

泥砂屑状（稀鲕状）：坚硬、性脆，断口边缘平直、手捻粉末既无砂感也无滑感、吸舌感差。吸水性极差。

泥屑状（致密状）：坚硬、性脆，断口边缘平直而锋刃、呈似贝壳状、手捻粉末有滑感、无吸舌感、不吸水。



比例尺1:1000
图2—01 铝土矿床8米间距采样素描图

- 1.——砂屑铝土矿（铝硅比12以上）；2——亚砂屑铝土矿（铝硅比7~12）；3——泥砂屑铝土矿（铝硅比3.6~7.0）；4——泥屑铝土矿（铝硅比2.1~3.6）；5——粘土岩；6——红色铁质页岩；7——白云质石灰岩；8——刻槽取样；

图中1,2,3,4,5,6,7,8说明与图2~01相同

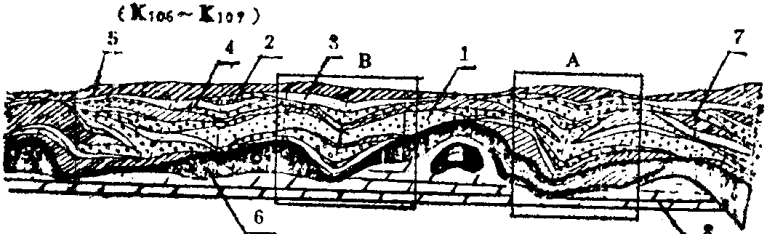


图2—02 铝土矿床4米间距采样素描图

比例尺1:1000

上述铝土矿碎屑，从浅井工程和密集取样素描图均可以看出无分选性，磨圆及固定的序列。这都证明没有经过搬运，也不是在稳定环境的水体中形成的，而纯属大陆碎屑堆积——古风化壳堆积，是表生条件下，石灰岩不溶废渣形成的铝硅酸盐岩红土风化壳。从素描图中可见A、B、C、D范围内，底板石灰岩呈小溶斗，由于排水条件有利，脱硅条件较好，故砂屑级铝土矿相对集中，但从总的看来，各种碎屑级还是常常混杂，这是因为铝土矿的形成与优化过程是和底板石灰岩岩溶发育相同步的，随着岩溶的不断发展，上面已形成的铝土矿层逐渐塌陷。在季节性大气降雨的作用下，出现脉动的重力流，在底面地形坡度大于11度时产生了坡积作用，因此破坏了已经形成的铝土矿层夹心构造，致使原顶部的粘土层混入到中部砂屑状铝土矿及其他碎屑铝土矿之中，造成各种碎屑混杂。另外，胶状及豆鲕状在现代风化壳中常见，是表生胶体化学作用的结果。

二、岩石矿物相

铝土矿的微矿物相及化学相剖面图（见图2—03）是根据我国主要矿区矿石结构类型、矿物组成及化学成分经概率统计绘制而成。按生产工艺要求，可将铝土矿分为：

富矿：平均含一水硬铝石90%以上，高岭石10%以下， Al_2O_3 大于72%， SiO_2 3%左右，铝硅比大于12，为理想的拜尔法矿石。

高品位矿：平均含一水硬铝石75%左右，高岭石约20%， Al_2O_3 约68%， SiO_2 约

8%，铝硅比约7~12，国内用于拜尔法生产。

中品位矿石：平均含一水硬铝石65%左右，高岭石约30%， Al_2O_3 约62%， SiO_2 约13%，铝硅比约3.6~7，属联合法用矿石。

低品位矿：平均含一水硬铝石55%，高岭石约40%， Al_2O_3 约55%， SiO_2 约20%。

铝土矿系中的岩石还有：

粘土岩：平均一水硬铝石约40%，高岭石约60%， Al_2O_3 约40%， SiO_2 约40%，铁含量低时为硬质粘土矿。

铁质粘土岩：主要由一水硬铝石、高岭石及赤铁矿（也有其他铁矿物）组成，平均含 Al_2O_3 35%， SiO_2 20%， Fe_2O_3 20%。

从图2—03可见，铝土矿层的岩石矿物相及化学相是相当复杂的，在短短几米距离内矿物组分和 SiO_2 含量均有几十倍至十几倍之差，这显然不是海相和湖相的特征，恰恰是陆地风化壳的特点。

三、成矿后沼化作

用对铝土矿微相的改造

铝土矿形成之后，由于沼化的还原环境迭加，使铝土矿系被炭质页岩及煤层所覆盖，因而发生对铝土矿的改造作用，这在中外铝土矿中均可找到大量例证。在此仅以陕西府谷170号剖面为例，说明此作用。从图2—04可见，该剖面上各钻孔均见有铝土矿，但在CK206及CK219孔见到的是灰色低铁铝土矿，而在CK247、CK243及CK252孔见到的是红色铁质铝土矿，同一层矿，相距不远

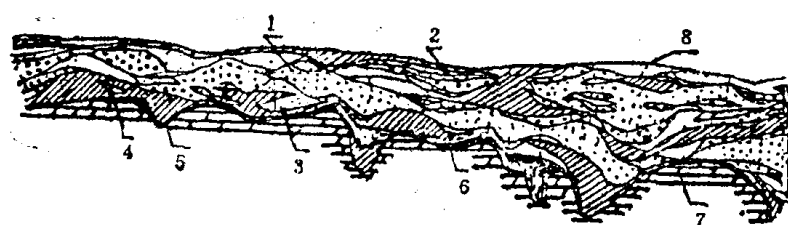


图2—03 铝土矿微矿物相及化学相剖面图

1—— SiO_2 3%，高岭石10%；2—— SiO_2 8%，高岭石20%；3—— SiO_2 13%，高岭石30%；4—— SiO_2 20%，高岭石40%；5—— SiO_2 36%，高岭石55%；6——高岭石40%，赤铁矿40%；7——白云质石灰岩；8——刻槽取样

岩芯定向钻探技术在工程岩体技术中的应用

张智远 莫时雄

(中国有色金属工业总公司矿产地质研究院)

(内容摘要)

岩芯定向技术是近年来发展起来的一项新技术。它通过钻探而取得岩体中的定向岩芯和测得岩芯上的结构面产状数据。本文介绍了作者所在专题组研制的二种多点随钻岩芯定向钻具，YCO—I型和NCO—I型。并详尽地介绍了钻具的原理，钻具及内装定向器的结构及装配图，使用条件及注意事项以及在推广应用中的改进过程。并着重介绍了作者近年来在边坡工程中的应用效果。

前 言

岩芯定向钻探技术是将地下岩芯在脱离母体前，作出定向标志，以便岩芯在提出地面后，可以根据定向标志所标定的位置，恢复其在地下的原始状态，并据此即可测量或计算出所钻过岩层的产状数据。这是岩芯钻探技术上的—大进展。在这之前，从地下取出的圆柱状岩芯是没有定向标志的，因而从为何有此区别，不难看出，在CK206及CK219钻孔铝土矿上面均沉积有煤层(代表还原环境)。在该部位的铝土矿由于受来自上部的有机水作用，使矿石中 Fe_2O_3 遭到强烈淋失，故变成为灰色低铁铝土矿，同时铝土矿也发生了再硅化，矿石结构也发生变化。而CK247、CK243及CK252孔部位的铝土矿则完全不同，因上部无煤层，故未受到溶化作用的改造，保留了原始铁质铝土矿的特征。这种自然现象已为外国学者的成矿实验所证实。他们指出：“…从这种溶液中未获得氧化铝沉积物，用酸的试验结果能够解释灰化土带土壤的形成详细情况，在该带范围里尚未发现有铝土矿。许多学者指出这些试验不能证实酸对沉积铝土矿的形成起很大作用，相反，却否定了酸的作用。这些试验结果对解释另一种现象，即铝土矿矿床化学破坏的某些过程是有意义的。”

根据铝土矿的“夹心”构造及在短距离

单个钻孔中取出的地质资料缺乏产状数据，不能全面反映岩层的情况。人们只能根据相邻三个以上钻孔的情况，宏观地判断某一矿区的岩层产状。这种作法，已经不能满足工程岩体力学对了解岩层产状的要求。比如对一个大型露天矿边坡稳定性的研究中，就是这种情况。一个大型露天矿，其深度常达四、五百米，露采面积达数平方公里。其边坡角的确定对剥离量的大小影响很大，有时相差

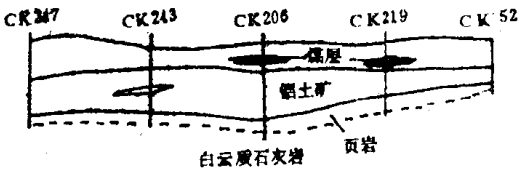


图2—04 府谷铝土矿170号剖面图

图2—04中各钻孔平均化学成分详见表2—01

表2—01 钻孔平均化学成分(%)

孔 号	Al_2O_3	SiO_2	Fe_2O_3
CK247	65.81	4.84	10.51
CK243	59.47	6.47	14.59
CK206	67.23	7.99	4.67
CK219	72.33	6.51	2.31
CK252	53.86	15.65	12.97

有极明显的微结构相、岩石矿物相及化学相的变化，进一步证明我国古生代铝土矿具有风化壳相的特征，而不符合海相和湖相的变化规律。