

# 石门雄黄矿一号窿矿体构造 及深部找矿研究

熊先孝

(化工部化学矿产地质研究院, 涿州)

**提 要:** 通过对湖南石门雄黄矿一号窿矿区构造研究, 雄黄矿床赋存于燕山期形成的背斜核部, 背斜与断裂、断裂与断裂的交汇部位。在多种手段综合研究的基础上, 指出了矿区导矿构造为 EW 向的  $F_1$ 、 $F_3$  断裂, 容矿构造为次级的 NEE、NE、NW、SN 向断裂构造; 提出了本区中生代的三期主要构造应力场, 其中 SN 向主压应力的构造应力场共轭角高值区为雄黄矿体富集地带。矿床受寒武系娄山关群白云岩、奥陶系灰岩和构造的双重控制。认为在一号窿主矿体 NW、SW 方向可能存在有隐伏矿体。

**关键词:** 构造应力场 控矿因素 找矿方向 石门雄黄矿

## 1 矿区地质概况

湖南石门县雄黄矿床是我国目前最大的、质量最佳的雄黄-雌黄矿床, 开采历史悠久, 现已采至 -370 m 标高, 垂深 550 m。

该区位于扬子板块与江南古岛弧的弧后盆地交接带, 晚元古代, 江南古岛弧与扬子板块碰撞拼贴, 结束了沟-弧-盆地质演化史, 进入盖层沉积阶段。基底地层为元古代的火山岩、碎屑岩建造, 盖层为冰川相磨拉石建造和含磷质页岩、硅质岩和碳酸盐建造。区内无火成岩, 岩石次生变化强烈, 方解石、重晶石、石英脉发育, 围岩蚀变以硅化、方解石化、碳化为主, 地表矿化主要沿东西向断裂带断续分布。

地层中主要的容矿岩石为白云岩、灰岩。白云岩为灰色, 风化面有时为碳墨色, 中、厚层状。矿物成分主要为白云石、少量的方解石、石英。灰岩一般呈灰色, 中、厚层状, 为含生物化石结晶灰岩、生物碎屑灰岩、泥质白云质灰岩。矿物成分主要为方解石, 少量的白云石、石英等。岩石为细中粒结构和生物碎屑结构。

矿区以近 EW 向磺厂背斜为主体构造, 与其轴向近于平行的压扭性断裂及 NE、NW 向两组扭裂发育。磺厂背斜为 SWW—EW—NEE 向, 延伸达 80 km。矿区段 EW 向, 中部隆起最高。寒武系上统、奥陶系碳酸盐岩构成背斜的核部。轴部地层较平缓, 倾角  $20^\circ\sim 40^\circ$ , 两翼增大为  $40^\circ\sim 60^\circ$ , 横剖面形态似箱状。背斜枢纽波状起伏, 褶皱轴多处呈反“S”形弯曲。一号窿矿体正位于中部反“S”形构造部位 (图 1)。

熊先孝, 男, 1961 年生, 工程师, 从事化工矿产地质与勘探学研究。邮政编码: 072754

1996-12-19 收稿, 1997-12-03 二次修改回。徐川编辑

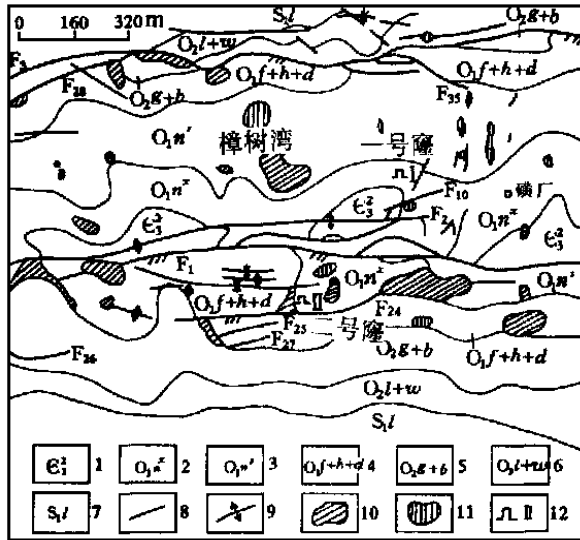


图1 石门雄黄矿一号窿矿区地质图

1— 娄山关群; 2— 下南津关组; 3— 上南津关组; 4— 分乡、红花园、大湾组; 5— 牛潭、宝塔组; 6— 临湘、五峰组; 7— 龙马溪群; 8— 断裂; 9— 褶皱轴; 10— 交代石英岩; 11— 角砾岩; 12— 矿窿位置及编号

Fig. 1. Diagrammatic geological map of the Shim en No. 1 gallery realger ore district.

1 - Loushanguan Group; 2 - Lower Nanjinguan Formation; 3 - Upper Nanjinguan Formation; 4 - Fenxiang, Honghuayuan, Dawan Formation; 5 - Nitan, Baota Formation; 6 - Linxiang, Wufeng Formation; 7 - Longmaxi Group; 8 - Fault; 9 - Fold axis; 10 - Metasomatic quartzite; 11 - Breccia; 12 - Locality of ore gallery and serial number.

## 2 一号窿矿区构造特征

### 2.1 褶皱

一号窿拱窿背斜。磺厂背斜在一号窿呈反“S”形，向北突出部分呈一宽阔的横向拱窿——构造小鼓包。其轴线顺岩层倾斜变化。在-40 m 标高与岩层由陡变缓的复合地段，发育角砾岩，往深部轴线变陡。

清水洞背斜。一号窿口附近，下南津关组上部，地层褶皱形态清楚，延伸至窿内下南津关组中、下部厚层灰岩中，地层产状变平缓，背斜形态不清楚。该褶皱岩层与下伏岩层之间，构造不协调，其间形成虚脱空间，是成矿的有利场所。

### 2.2 断裂

一号窿矿区断裂构造发育，可分为以下几组：

NEE 向断裂。代表断层为  $F_{10}$ ，分布于 182~0 m 标高，倾斜延伸达 180 m，80 m 标高走向延长约 100 m，35 m 标高走向延长约 70 m。0 m 标高往下逐渐消失。

NE 向断裂。主要分布于矿体上部及 10 m 标高以下，断裂走向  $30^{\circ} \sim 50^{\circ}$ ，多为  $NE40^{\circ}$ ，断层面较平，具糜棱岩化，但多数为方解石脉充填，脉中常见雄黄矿化，在 -149 m 标高，还见断裂中充填雄黄矿脉。

SN 向断裂。主要见于 35 m 标高至 -30 m 标高段，断裂走向近南北，倾角陡直，走向延伸不大，呈断续状。在 10 m 标高以下，仅表现为 SN 向延伸的角砾岩。

### 2.3 节理特征

我们对该区进行了 50 个观测点、3000 余条节理的统计测量，其特征如下：① 节理平直、光滑，延展性好，绝大部分为剪节理；② 各观测点等密图优选方位得出全区有 NE、NEE、NW、NNW、NWW 向节理（图 2）；③ 节理优势方向与区域断裂走向、岩脉走向、含矿节理及矿体走向均有良好的一致性，说明本区节理与断裂、岩脉、矿体有密切的成因联系。

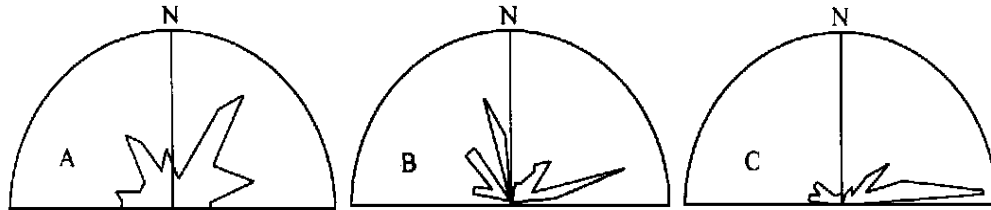


图2 一号窿矿区节理走向玫瑰图

A—矿区节理走向; B—一号窿井下矿体走向; C—一号窿井下含矿节理走向

Fig. 2. Joint rose diagram of No. 1 gallery ore district.

A- Strikes of joints in the ore district; B- Strikes of downhole orebodies; C- Strikes of downhole ore-bearing joints in No. 1 gallery.

## 2.4 古岩溶特征

矿区古岩溶特别发育, 矿体与古岩溶关系密切, 部分岩溶洞穴是雄黄矿体的储矿空间。一号窿深部, 中、下段矿体即产于岩溶角砾岩中。主要分布于- 50~ - 360 m 标高, 大致沿垂直方向发育, 断面形态不规则。

角砾岩的角砾由白云岩等构成, 胶结物主要为细小的白云石、方解石、雄黄、雌黄, 角砾呈棱角状、次棱角状, 有的呈浑圆状, 有溶蚀现象, 无定向排列。

角砾岩发育地段, 大型方解石-雄黄-雌黄晶洞发育。- 325 m 富矿体围岩中见有两个溶蚀洞穴, 其中充填物为碳质物、方解石、雄黄集合体。富矿体采空区的形态酷似溶洞。

## 3 构造应力场分析

### 3.1 构造应力场期次及方向

根据野外大量剪节理统计、纵弯曲两翼产状和分期配套, 得出该区中生代从老到新有3期构造应力场: 第1期海西-早中生代印支构造期, 主压应力为EW向构造应力场; 第2期中生代燕山构造早期, 主压应力为近SN向构造应力场(图3); 第3期燕山构造晚期—喜马拉雅构造期, 主压应力为NW-SE向构造应力场。

第1期主压应力为EW向, 形成一系列SN向的小规模褶皱、挤压断裂, 其相应方向的优势节理为NEE、NW向。该期构造应力场对本区影响程度不大。其构造应力形成的构造形迹中均未见矿化。

第2期主压应力为SN向, 兼有NW-SE方向的右行扭力作用, 使一系列东西向构造发生右行扭动。本区主要构造磺厂背斜及 $F_1$ 、 $F_3$ 断层等均属该期形成。其相应方向的优势节理为NE、NW、NNW向。该期构造应力场为本区中生代最主要且影响最大的构造应力场。

第3期主压应力为NW-SE向, 形成一系列近北东向小规模挤压断裂、褶皱, 如一号窿矿体上部清水洞背斜, 其相应方向的优势节理为NNW、NW向。该区构造应力场对前两期形成的构造有明显的改造作用。该期构造应力形成的褶皱、断裂、节理中均见矿化。三号窿、一号窿矿体均产于相应的短轴背斜东倾伏端。

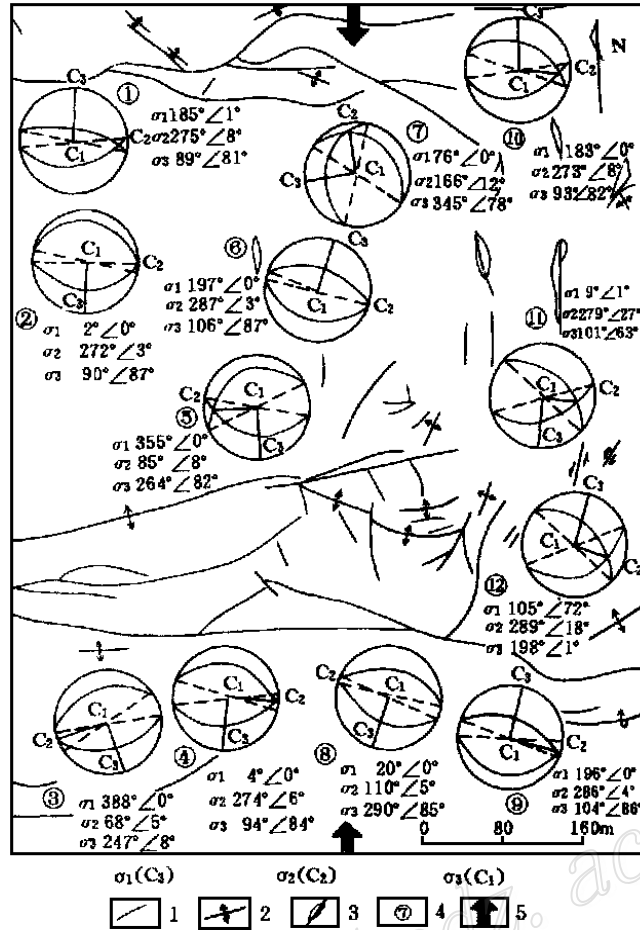


图3 石门雄黄矿一号窿矿区地表主应力轴分析图

1—断裂; 2—褶皱; 3—岩脉; 4—作有应力轴立体图解的纵弯曲两翼产状编号; 5—表示挤压方向 ( $\sigma_1$  为主压应力)

Fig. 3. Analytical diagram of surface principal axis of stress in Shimen No.1 gallery realgar ore district.

1- Fault; 2- Fold; 3- Dike; 4- Serial number of attitude on both limbs of longitudinal curve as stereogram of stress axis; 5- Direction of compression.

### 3.2 构造应力相对大小推测

在脆性破裂条件下, 共轭角  $\theta$  与应力大小有如下关系<sup>[1]</sup>:

$$\sigma_1 - \sigma_3 = \frac{\sigma_c - 2k}{\cos\theta} \quad \tau_m = \frac{\sigma_c - 2k}{2\cos\theta}$$

这样, 视碳酸盐岩为均质体, 其抗压强度 ( $\sigma_c$ ) 和初始抗剪强度 ( $k$ ) 为一固定值, 上述关系式中差应力 ( $\sigma_1 - \sigma_3$ ) 和剪应力 ( $\tau_m$ ) 与共轭角  $\theta$  有正相关关系, 即共轭角大, 岩石承受的差应力和剪应力就大, 因而可根据共轭角大小变化反映矿区构造应力的相对大小。

按各测点计算出的同方向构造应力场共轭角等值线图上明显反应出, 矿区一号窿矿体上部、一号窿至二号窿一线、 $F_1$  断层分布地段、北西部樟树湾一带为高值区 (图 4), 说明这些地区经受的应力较大。这些地区也正好为雄黄、雌黄矿体富集地带。

### 3.3 一号窿不同标高应力变化

对14个水平断面53组共轭节理测量统计, 等密图优选方位得出了每个平面共轭节理(表1), 计算结果表明, 主应力轴( $\sigma_1$ )在20 m水平断面上, 呈NE向; 20~149 m标高, 呈SE向; -185~-200 m标高段, 呈NE向; -325 m标高往下又呈SE向。每个断面之间呈渐变关系。在主应力轴向改变地段的上、下, 正好是构造应力场共轭角高值区, 说明这些地段经受的构造应力较大, 也正好是形成巨大囊状矿体地段。

## 4 物化探资料解译

### 4.1 地球化学异常

本区As及伴生Hg、Ba、Sr、Sb、Ti、Au等元素异常区主要分布于F<sub>1</sub>及背斜核部与次级断裂交汇处, 总体上矿区异常分布与矿区断裂方向一致, 同时亦说明该方向断裂是本区主要成矿构造。

一号窿矿区地表, 高浓度的As ( $300 \times 10^{-6}$ )、Hg ( $16 \times 10^{-6}$ )、Ba ( $4000 \times 10^{-6}$ ), 出现在矿体头部, 与二号窿矿体连成一片, 构成一个长1000 m, 宽300~500 m的NE向异常。As、Ba异常的NW向指状突出与一号窿矿体NW深延部位一致(图5)。

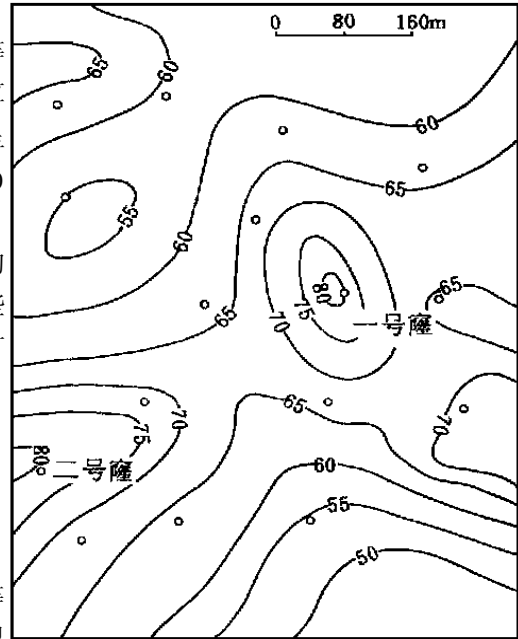


图4 一号窿矿区第二期构造应力场共轭角等值线图  
小圆圈表示测点位置

Fig. 4. Contour map of conjugate angles of the second stage tectonic stress field in No. 1 gallery ore district (small circles represent positions of measuring points).

表1 各水平断面共轭节理及主应力轴产状计算表

Table 1. Calculated attitudes of conjugate joints and principal stress axes in various horizontal sections

断面标高/m	共轭节理产状/度		主应力轴产状/度			锐角平分角/度
182	80 $\angle$ 45	45 $\angle$ 30	124 $\angle$ 22	22 $\angle$ 28	214 $\angle$ 61	24.0
80	70 $\angle$ 75	148 $\angle$ 80	289 $\angle$ 16	95 $\angle$ 74	199 $\angle$ 4	38.0
20	338 $\angle$ 70	25 $\angle$ 68	272 $\angle$ 3	8 $\angle$ 67	182 $\angle$ 23	21.9
- 18	218 $\angle$ 41	140 $\angle$ 43	90 $\angle$ 2	181 $\angle$ 35	0 $\angle$ 55	24.9
- 25	15 $\angle$ 48	245 $\angle$ 28	125 $\angle$ 73	301 $\angle$ 17	35 $\angle$ 15	34.2
- 30	143 $\angle$ 35	118 $\angle$ 58	30 $\angle$ 37	191 $\angle$ 25	350 $\angle$ 63	39.7
- 50	7 $\angle$ 58	355 $\angle$ 53	75 $\angle$ 22	319 $\angle$ 47	165 $\angle$ 40	33.2
- 105	355 $\angle$ 66	300 $\angle$ 62	56 $\angle$ 5	318 $\angle$ 61	146 $\angle$ 29	24.6
- 149	205 $\angle$ 64	115 $\angle$ 72	70 $\angle$ 6	171 $\angle$ 60	340 $\angle$ 30	41.1
- 185	58 $\angle$ 35	320 $\angle$ 60	286 $\angle$ 21	29 $\angle$ 32	196 $\angle$ 58	35.0
- 220	245 $\angle$ 63	165 $\angle$ 72	116 $\angle$ 8	220 $\angle$ 61	26 $\angle$ 29	36.6
- 266	125 $\angle$ 30	178 $\angle$ 55	217 $\angle$ 27	111 $\angle$ 29	307 $\angle$ 60	27.9
- 325	135 $\angle$ 74	40 $\angle$ 25	258 $\angle$ 63	53 $\angle$ 24	168 $\angle$ 43	38.8
- 355	130 $\angle$ 74	40 $\angle$ 25	253 $\angle$ 63	48 $\angle$ 25	163 $\angle$ 43	37.8

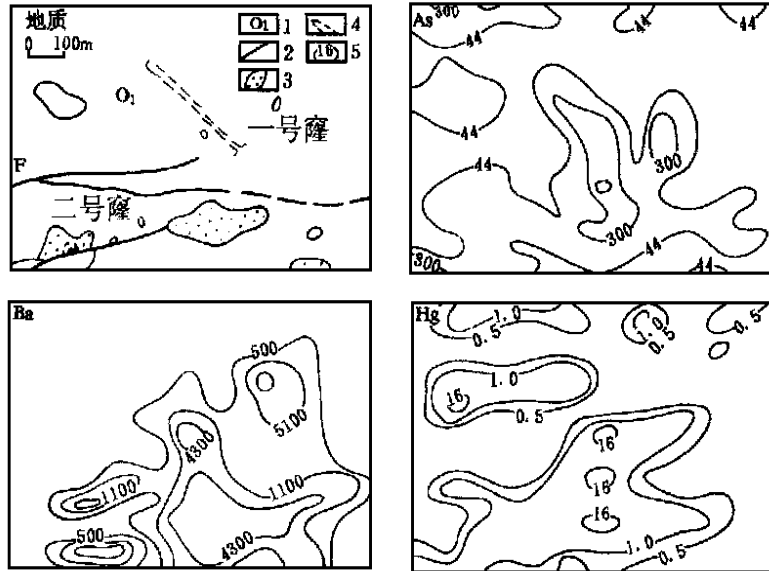


图5 一号窿矿区化探异常图

1—下奥陶统灰岩；2—断层；3—硅质岩；4—采矿窿道（矿体）水平投影；5—元素等值线（ $10^{-6}$ ）

Fig. 5. Geochemical anomaly map of No. 1 gallery ore district.

1- Lower Ordovician limestone; 2- Fault; 3- Siliceous rock; 4- Horizontal projection of mining gallery (orebody); 5- Contour line of element ( $10^{-6}$ ).

#### 4.2 化探异常特征

一号窿矿体上部土壤中存在有清晰的汞气异常，强度大，具有明显的浓集中心和梯度。浓集中心与一号窿浅部矿体及附近的硅质岩、角砾岩相吻合，并与元素地球化学异常一致。

#### 4.3 地温异常

经测定，在一号窿矿区及其它一些元素地球化学异常区存在有明显的地温异常，呈等轴状，正负伴生。负异常出现在矿体头部，直径约100 m；正异常出现在深部盲矿体投影上方，直径约200 m。地温异常形态及异常中心与汞气异常大部分相吻合。据一号窿矿体异常特征，认为地温正负异常成对出现时，即指示可能有矿体存在。

### 5 控矿因素及找矿方向

#### 5.1 控矿因素

该区雄黄矿床属古热泉堆积矿床<sup>[2]</sup>，明显受地层岩性、岩溶及构造控制。

(1) 地层对成矿的控制。对矿床围岩地层中47个样品分析结果表明：As含量一般在 $10 \times 10^{-6} \sim 1618 \times 10^{-6}$ 之间，平均值为 $146.56 \times 10^{-6}$ ，是地壳丰度值的80多倍。Sb、Hg、Pb、Zn、Au、Ag等微量元素含量与其在矿石中的含量呈消长关系。

容矿岩石主要为白云岩，由于岩性脆，在构造应力作用下，易破碎。研究表明： $MgCO_3$ 比 $CaCO_3$ 在同温同压下溶解度大23.45倍，矿液选择溶解 $MgCO_3$ 作为沉淀剂比溶解灰岩更

为容易。因而在寒武系娄山关群白云岩中容易形成大而富的矿体。

(2) 古岩溶对成矿的控制。矿区碳酸盐岩广布,与成矿有关的岩溶角砾岩比较发育<sup>[3]</sup>,按产出部位和特征,大体上可分为地表“陀状”角砾岩与深部不规则筒状角砾岩。岩溶角砾岩与成矿岩溶洞穴关系密切。由于矿液的充填交代,多数洞穴形态难以恢复,富矿体采空区形态酷似洞穴,在成矿后留下大小不一的晶洞,广布在矿体中或者附近。

矿区古岩溶洞穴是矿体最主要的容矿空间。岩溶控矿并不是所有古岩溶都存在有矿体,只有那种特定的构造部位的垂直连通的重叠层状溶洞带的主体溶管才存在矿体。

(3) 构造对成矿的控制。矿体位于特定的构造部位,区域上处于一紧密褶皱带及地热带上,矿区内,矿体位于背斜核部靠近倾伏端处,特别是次级短轴背斜倾伏端或转折端部位最有利。这些构造部位应力集中,岩层易于产生陡直的节理裂隙构造,有利于地下(热)水或矿液相对集中汇集而成矿。

本区断裂构造并不直接控矿,断裂只是作为地下水或矿液导流的重要途径,同时它可作为容矿空间、岩溶洞穴形成的有利条件。

## 5.2 找矿方向

(1) 找矿依据: ① 地层依据。寒武系娄山关群、奥陶系南津关组厚度大、含As高,为主要的矿源层及容矿层; ② 岩性依据。主要为中粗晶白云岩、亮晶砂屑灰岩,岩石结构较粗,粒间空隙较大,有利于热液渗流和成矿元素迁移; ③ 构造依据。有利的成矿部位是重要的找矿依据。断裂面产状变化部位、断裂交汇部位、褶皱轴部与断裂交汇部位、局部构造应力场主压应力与节理优势方向一致地段,构造应力相对集中地段是成矿的有利地段; ④ 物化探依据。汞气异常、地温异常、As及伴生Au、Hg、Ba、Sr、Ti、Sb等元素含量异常是找矿的直接依据。

(2) 一号窿矿区值得重视的找矿区。通过野外矿点调查及地层、岩性、岩溶作用、构造、物化探资料,构造应力场等找矿依据的综合分析,认为一号窿深部的NW地段、-100m以上主矿体的NW地段及二号窿深部SW地段是今后矿区找矿工作中值得重视的地区。

## 参 考 文 献

- 1 万天丰. 古构造应力场. 北京: 地质出版社, 1988, 102~122.
- 2 张景荣等. 论湖南石门神-(金)矿床的古热泉成因. 地质论评, 1994, 40(5): 429~435.
- 3 熊先孝. 论界牌峪地区“陀状”角砾岩成因及找矿意义. 岩石矿物学杂志, 1996, 15(3): 226~234.

## OREBODY STRUCTURE IN No. 1 GALLERY OF THE SHIMEN REALGAR DEPOSIT AND ORE PROSPECTING AT DEPTH

Xiong Xianxiao

(Academy of Geology for Chemical Mineral Resources, Ministry of Chemical Industry, Zhuozhou 072754)

**Key words:** tectonic stress field, ore-control factor, ore-prospecting direction, Shimen realgar deposit

### Abstract

The Shimen ore deposit in Hunan Province is a large realgar deposit in China characterized by the largest proved reserves and the best quality. The ore deposit is located at the northward prominent position of the reversed "S" -shaped curved structural swells on the core of the EW-trending Huangchang anticline. The host rocks are oolitic dolomite and dolomitic limestone. Especially in dolomite there might occur large and rich realgar orebodies. Based on the study of the structure in the ore district and the orebody structure in the No.1 gallery, this paper has described structural characteristics, orebody characteristics and genetic connection between the orebody and the structure in the No. 1 gallery. It is shown that realgar orebodies occur in the axial parts of Yanshanian anticlines as well as intersections between anticlines and faults and between different faults. The paper has also revealed the spatial zoning of the ore-control structure and, in particular, the intrinsic connection between the vertical zoning of the structure and that of the orebody. The vertical zoning of the structure not only controls the form and vertical variation of the orebody but also decides variation regularity of mineralization and enrichment in depth. Based on integrated study with multiple means, the paper points out that the ore conduit structure in the ore district includes EW-trending  $F_1$  and  $F_3$ , whereas the host structure consists of second-order NEE-, NE-, NW-, SN-striking faults. Three major stages of Mesozoic tectonic stress fields are indicated, and it is emphasized that the conjugate angle high value area of the tectonic stress field of the SN-striking principal compressive stress is the concentration area of realgar orebodies. The ore deposit is controlled jointly by dolomite of Cambrian Loushanguan Group, Ordovician limestone and structure. It is considered that in NW and SW directions of the principal orebody of No.1 Gallery there might exist concealed orebodies.