

湖南大新金矿床地质特征与找矿方向

Geological characteristics and ore-prospecting orientation of the Daxin gold deposit, Hunan Province

陈 西, 刘海兴, 戴建斌, 李武毅, 龚贵伦

(中国人民武装警察部队黄金第十一支队, 湖南 宁乡 410600)

CHEN Xi, LIU HaiXing, DAI JianBin, LI WuYi and GONG GuiLun

(No.11 Detachment of General Gold Party, Chinese People's Armed Police Force, Ningxiang 410600, Hunan, China)

摘 要 湖南大新金矿床位于白马山-龙山东向西向隆起带中大乘山穹隆轴部北东端。矿区主要赋矿地层为震旦系江口组含砾砂质板岩, 矿脉严格受 NE 向、NW 向、近 NS 向 3 组断裂构造控制。与金矿化有关的蚀变主要为黄铁矿化、毒砂化和硅化; 成矿物质主要来源于赋矿地层和深部岩浆热液; 矿床属破碎蚀变岩夹石英脉型。矿区 F5 断裂构造规模大, 横纵向延伸长, 深部找矿前景较好。

关键词 地质学; 金矿床; 地质特征; 找矿方向; 湖南大新

湖南大新金矿床于 2001 年矿点踏勘时发现, 经多年普查, 矿床已达到大型规模。矿床严格受断裂构造控制, 特别是 F₅ 断裂控矿规模较大, 找矿前景较好。

1 区域地质特征

大新金矿区位于扬子准地台与华南褶皱系接壤地带边缘, 湘中岩石圈古俯冲带内 (饶家荣等, 1999), 城步-桃江深大断裂的东侧 (图 1), 白马山-龙山 EW 向隆起带中大乘山穹隆轴部北东端。白马山-龙山 EW 向隆起带从西向东由白马山、大乘山、龙山等穹隆组成 (图 2), 前泥盆系构成穹隆核部, 泥盆系绕穹隆呈环带状分布, 石炭系—三叠系顺穹隆之间的 NE 向向斜展布, 总体为一套在拗拉槽环境中沉积的裂谷式沉积建造 (王高道, 1994), 具明显的三元结构: 震旦系—寒武系冰水及火山碎屑建造、黑色碳硅建造构成第一结构层; 奥陶系类复理石建造构成第二结构层; 泥盆系—三叠系陆源碎屑及碳酸盐建造构成第三结构层。

区域总体构造线为 NE 向, NE 向断裂与 EW 向展布的白马山-龙山串珠状隆起构成区域内基本构造格架。区域内出露有加里东期、印支期、燕山

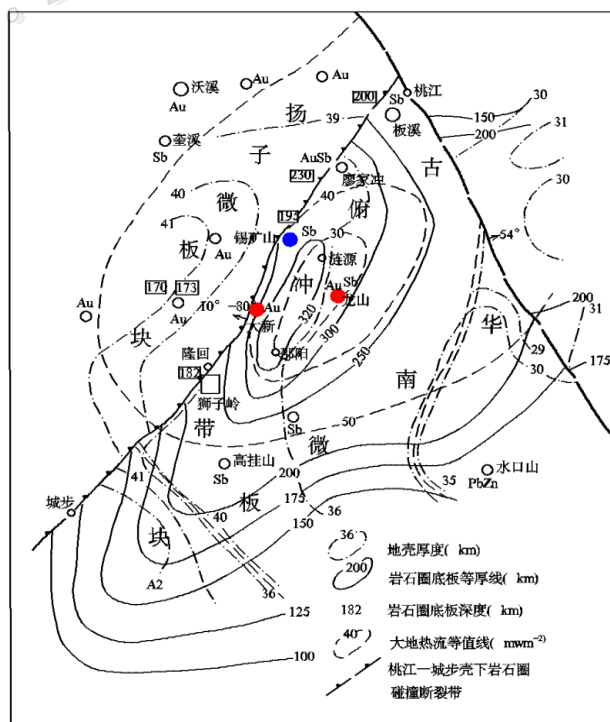


图 1 湘中岩石圈古俯冲带略图 (据饶家荣等, 1999 修改)

期中酸性侵入岩体, 总体呈 EW 向展布, 出露或潜伏于穹隆构造之下, 地表岩体主要有白马山岩体和天龙山岩体。据湖南省物探队和有关资料, 该区深部有一较大范围的隐伏花岗岩基 (图 3)。

区内已完成 1:20 万水系沉积物测量, Au、Sb、As 等 3 个元素丰度十分显著地高于相邻地区 (见表 1), 地球化学异常主要分布在白马山、大乘山、龙山等穹隆核部及两翼, 与区域内金、锑矿床的分布特征相吻合。

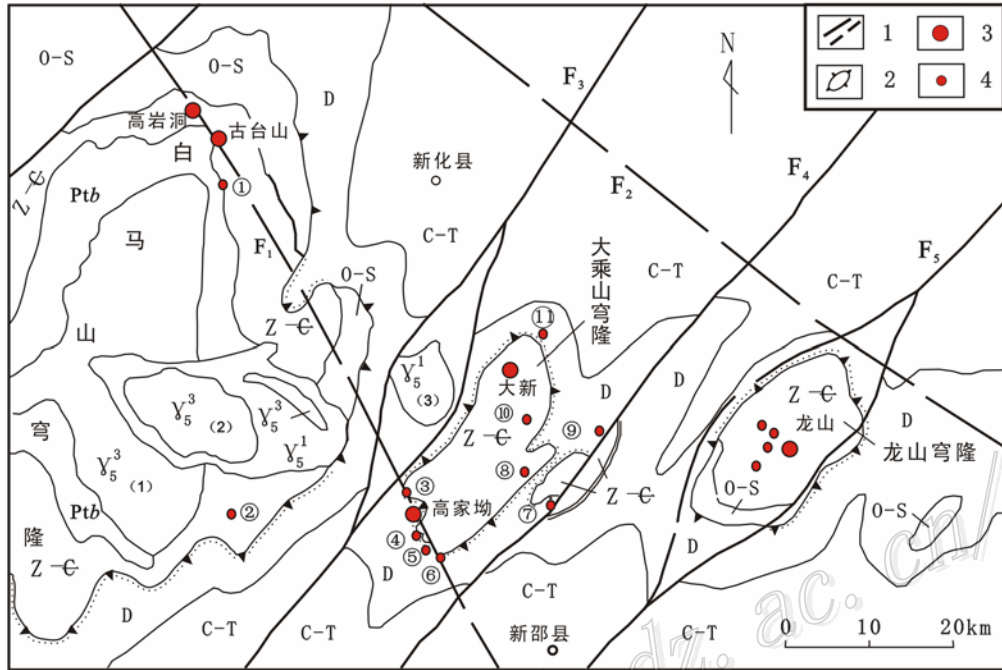


图 2 白马山-龙山金矿带地质略图 (据康如华, 2002; 李己华等, 2004 修改)

1—基底断裂; 2—穹隆构造; 3—金矿床; 4—金 (锑) 矿点。地层: C—石炭系; D—泥盆系; O-S—奥陶系-志留系; Z-C—震旦系-寒武系; Ptbt—上元古界板溪群。岩浆岩: γ_5^3 —燕山晚期花岗岩; γ_5^1 —印支期花岗岩。岩体: (1) 白马山岩体; (2) 望云山岩体; (3) 天龙山岩体。

基底断裂: F₁—邵阳-郴州断裂; F₂—锡矿山-涟源断裂; F₃—桃江-城步断裂; F₄—涟源-黄亭断裂; F₅—宁乡-新宁断裂。金 (锑) 矿点:

①青芹寨; ②白竹坪; ③红庙; ④掉水洞; ⑤白云铺; ⑥三郎庙; ⑦分水坳; ⑧新田铺林场; ⑨坪上; ⑩长扶; ⑪禾青

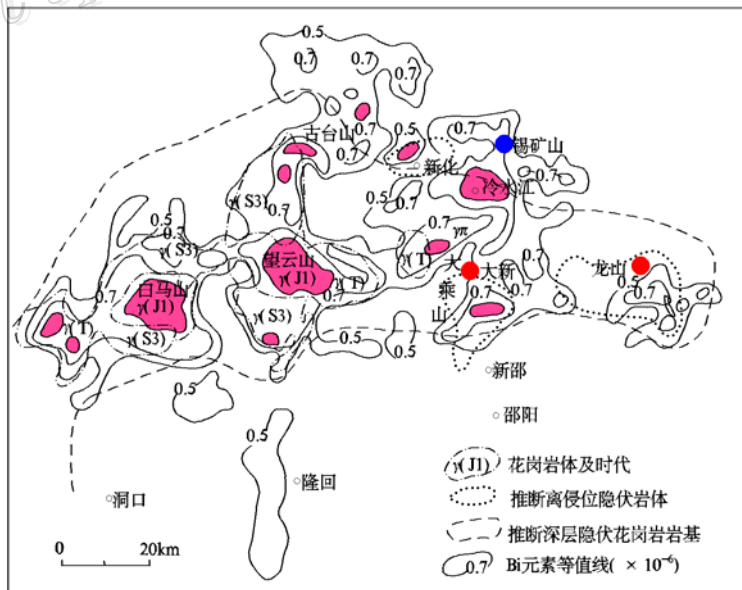


图 3 白马山-龙山半隐伏花岗岩基和 Bi 异常分布图 (据饶家荣, 1999 修改)

表 1 本区与相邻地区元素地化参数特征表

分析元素	溆浦		洞口		邵阳		衡阳		本区	
	X	CV/%	X	CV/%	X	CV/%	X	CV/%	X	CV/%
Au/ 10^{-9}	2.2	591	1.25	276	1.72	44.9	1.5	2.33	3.57	652
Sb/ 10^{-6}	2.6	141	1.99	102	2.8	50.4	2.7	107	30.6	1996
As/ 10^{-6}	15.4	154	15.8	249	22.7	35.3	19	81.6	23.2	162
W/ 10^{-6}	2.52	91	3.87	114	1.77	44.8	3.8	213	3.98	698

据湖南省物探队 1:20 万新化幅地球化学图说明书, 1992.

2 矿床地质特征

矿床产于白马山-龙山隆起带中部, 大乘山复式背斜 NE 倾伏端西翼。如图 4 所示, 矿区出露地层主要为震旦系, 次为寒武系、泥盆系及第四系。震旦系下统江口组 (Zaj) 为大乘山复式背斜核部地层, 岩性主要为浅灰绿色含砾砂质板岩、绢云母砂质板岩、含砾凝灰质砂质板岩、条带状砂质板岩、泥质板岩等, 为矿区赋矿地层, 矿脉均产于该组地层内。

矿区构造发育, 构造行迹以 NE 向为主, 主要发育 NE 向、NW 向、近 SN 向 3 组断裂构造。区内地表未见岩体出露, 仅个别钻孔内见少量黑云母花岗岩脉岩, 但在矿区西约 6 km 处出露有印支期天龙山岩体, 岩性为黑云母二长花岗岩和闪长岩。

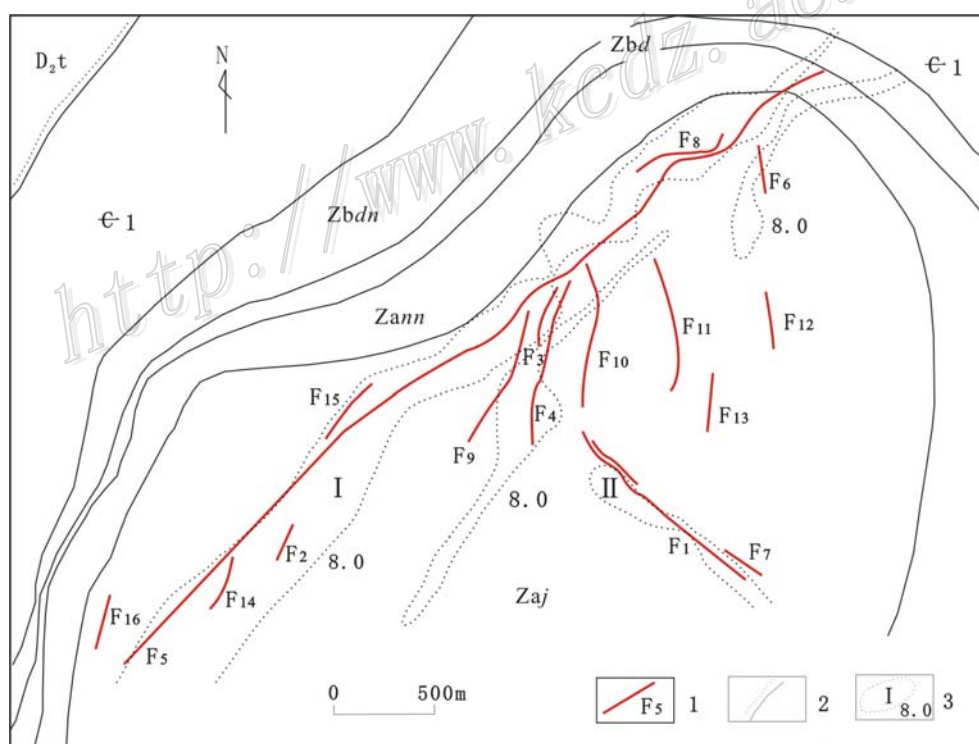


图 4 大新金矿床地质略图

1—断裂及编号; 2—不整合接触; 3—Au异常 (8.0×10^{-9}) 及其编号。Zaj—震旦系江口组; Zann—震旦系南沱组;

Zbd—震旦系陡山沱组; Zbdn—震旦系灯影组

2.1 控矿断裂特征

矿区共发现含矿断裂 16 条, 均产于震旦系下统江口组中, 分别由 NE 向、NW 向、近 NS 向 3 组断裂构造控制。

NE 向断裂以 F_5 断裂为典型代表, 规模较大, 长度大于 6 000 m, 为左行逆断层, 断面倾向 NW, 倾角 $21\sim 76^\circ$ 。断裂破碎带厚度 5~50 m, 沿断裂发育有 0.60~16.36 m 厚的灰白-灰黑色断层泥, 断裂破碎带内普遍发育(存在)硅化、黄铁矿化、绿泥石化等蚀变。 F_5 断裂是矿区主要的导矿及容矿构造。

NW 向断裂以 F_1 、 F_7 断裂为典型代表, 长 150~940 m, 厚 0.5~4.5 m, 倾向 NE, 倾角 $55\sim 83^\circ$, 为张扭性断裂。沿断裂见硅化、黄铁矿化、绿泥石化等蚀变。该断裂是区内主要容矿构造之一。

近 NS 向断裂以 F_6 、 F_9 、 F_{10} 、 F_{11} 、 F_{12} 、 F_{13} 等断裂为代表, 长 200~700 m 不等, 厚 0.5~10 m, 倾向 W, 倾角 $52\sim 85^\circ$, 属压扭性断裂, 为 NE 向断裂的次级断裂。沿断裂有石英脉充填, 具黄铁矿化、毒砂化、辉锑矿化、硅化、绢云母化等矿化蚀变, 局部有工业矿体存在, 为区内主要容矿构造之一。

2.2 矿体特征

F_5 断裂地表控制走向长大于 6 000 m, 控制最大斜深大于 700 m。 F_5 断裂目前控制金矿体 1 个, 矿体呈似层状, 倾向 322° , 平均倾角 64° , 与断裂产状一致。矿体走向长大于 3 000 m, 矿体厚度 0.57~19.58 m, 厚度变化系数为 126%, 属厚度较稳定型矿体。金品位 $1.02\times 10^{-6}\sim 3.30\times 10^{-6}$, 变化系数为 33%, 属有用组分分布均匀型矿体。其资源量占矿区总资源量的 81%, 局部还见有锑矿化。

矿区 F_1 、 F_6 、 F_8 、 F_{10} 、 F_{11} 、 F_{15} 断裂也控制了金矿体的分布, 其中在 F_6 、 F_8 、 F_{10} 断裂中可见一定程度的锑矿化(体)。

2.3 矿石特征

(1) 矿石矿物组成

金属矿物有自然金、黄铁矿、毒砂、黄铜矿、闪锌矿、辉锑矿、磁铁矿、斑铜矿、赤铁矿、褐铁矿、菱铁矿等; 脉石矿物有石英、绢云母、方解石、白云石、长石、绿泥石、粘土矿物等。矿石中主要矿物含量见表 2。

黄铁矿为主要载金矿物之一, 主要呈自形-半自形的立方体及五角十二面体形态, 浸染状、散粒状分布于矿石中。毒砂亦为主要载金矿物之一, 主要呈自形-半自形的柱状、短柱状菱面体形态, 浸染状、散粒状分布于矿石中, 有时被黄铁矿包裹或半包裹。矿石中的氧化铁矿物主要是赤铁矿、褐铁矿, 少量磁铁矿、菱铁矿; 赤铁矿主要呈不规则粒状、条状, 有时呈黄铁矿、毒砂等矿物的假像形态; 褐铁矿多分布在赤铁矿的边部, 并渗入到矿石各处, 使矿石呈现各种棕褐色、赭黄色; 磁铁矿甚少; 菱铁矿主要与方解石等矿物连生。

表 2 矿石中主要矿物含量

矿物名称	相对含量/%	矿物名称	相对含量/%
黄铁矿	1.2	方解石	10.2
毒砂	0.9	长石	0.5
赤铁矿、褐铁矿	2	绢云母	19.7
磁铁矿、菱铁矿	0.5	粘土类	8
石英	51.8	炭质物	0.2
绿泥石	4	其它	1

(2) 矿石结构构造及类型

矿石结构主要有自形-半自形粒状、他形粒状、包含、共结边、乳浊状、浸蚀-骸晶、海绵陨铁状、碎裂结构。矿石构造为块状、浸染状、斑点状-斑杂状、条带状、脉状-网脉状、角砾状、胶状、蜂窝状构造。矿石类型以破碎蚀变岩夹石英脉型矿石为主, 其次为石英脉型。

2.4 金的赋存状态

金的赋存状态可分为 3 类:

第一类是金的独立矿物—自然金, 呈微细粒、不规则粒状, 主要被硫化物如毒砂、黄铁矿等包裹, 或产于它们隙间及边部, 少量产于石英、方解石、绢云母集合体、长石等脉石矿物中。这部分金在一定磨矿细度下 (如 100~200 目) 有可能解离或暴露出来, 占总金量的 12.5 %。

第二类金主要是晶格金, 以原子态进入毒砂、黄铁矿等硫化矿物晶格中, 或呈极细的粒状及亚显微态颗粒被硫化矿物包裹封闭, 约占总金量的 71.26 %; 另一部份被脉石矿物包裹封闭, 约占总金量的 6.10 %。

第三类金为吸附金, 主要被有机碳、褐铁矿等吸附, 约占总金量 10.14 %。

2.5 矿床地球化学特征

2.5.1 地球化学特征

对矿区原生晕元素异常进行普通聚类分析, 从元素相关系数结果 (表 3)、聚类分析谱系图 (图 5) 可以看出, 与 Au 成矿最相关的元素为 As、Sb^①。

表 3 聚类分析参数统计表

	Au	Ag	As	Sb	Hg	Cu	Pb	Zn	Mo	Ba	Mn	Co
Au	1											
Ag	-0.043	1										
As	0.702	-0.033	1									
Sb	0.276	-0.042	0.207	1								
Hg	0.019	-0.045	0.04	0.306	1							
Cu	0.06	-0.047	0.065	0.237	0.134	1						
Pb	-0.042	0.019	-0.011	0.401	0.413	0.319	1					
Zn	0.061	-0.014	0.066	0.354	0.658	0.278	0.52	1				
Mo	-0.007	0.11	-0.025	0.04	-0.023	0.13	0.09	0.101	1			
Ba	-0.054	0.78	-0.033	-0.072	-0.062	-0.052	0.005	-0.046	0.222	1		
Mn	-0.047	0.605	-0.028	0.002	-0.068	0.126	0.052	0.014	0.404	0.643	1	
Co	-0.044	0.281	-0.047	0.035	0.077	0.338	0.163	0.084	0.157	0.305	0.462	1

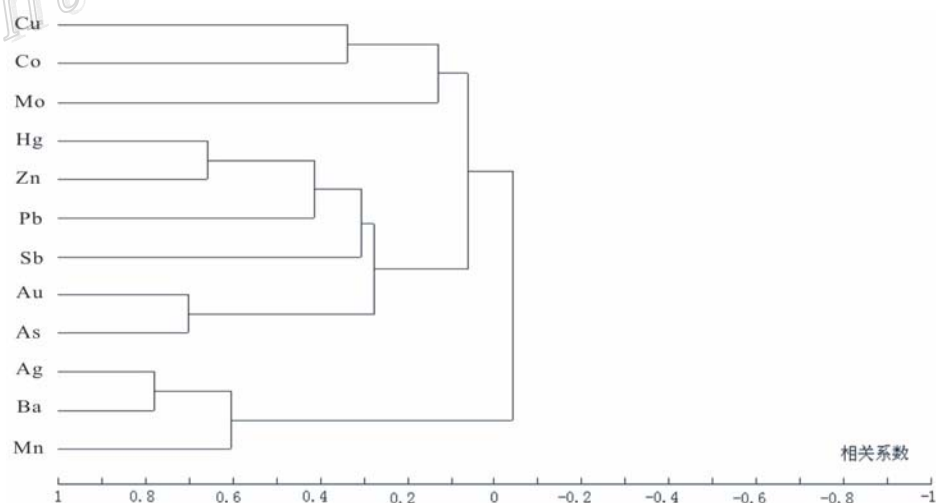


图 5 聚类分析谱系图

① 梁 栋, 戴建斌, 文伟平, 楼 毅, 闵方晖. 2006. 武警黄金第十一支队. 湖南省新邵县大新矿区原生叠加晕特征及深部找矿预测.

2.5.2 矿床元素组合特征

对矿区内F₅断裂已有工程较为系统的采集原生晕样,矿床元素组合(衬值≥1,浓集克拉克值≥1)为Au、Ag、Cu、Pb、Zn、As、Sb、Co、Mn、Mo(见表4),前缘元素组合为As、Sb,矿体中心元素组合为Au、Ag、Cu、Pb、Zn,尾晕元素组合为Co、Mn、Mo。矿床以含As、Sb高为特点。

表 4 F₅断裂元素含量、丰度值、浓集克拉克值表

	元素含量/10 ⁻⁶										
	Au	Ag	As	Sb	Hg	Cu	Pb	Zn	Mo	Mn	Co
平均值	0.832	0.16	2398	91	0.06	42	55	148	1.7	1177	12
丰度值	0.0025	0.094	16.8	16.3	0.18	29.8	35.3	102	1.53		
浓集克拉克值	0.333	1.7	142.7	5.6	0.3	1.4	1.6	1.4	1.1		

2.6 围岩蚀变

矿区所有矿体均由断裂控制,控矿断裂上、下盘岩性为震旦系江口组含砾砂质板岩。其中F₅断裂上盘主要为灰黑色泥质板岩。矿化带及其附近岩石受构造和热液变质作用的影响,形成宽度不等的各类近矿围岩蚀变。蚀变主要为黄铁矿化、毒砂矿化、辉锑矿化、硅化、退色化,并见闪锌矿化、斑铜矿化。近矿围岩与矿体接触界线不明显。

3 矿床成矿条件与成矿规律

3.1 成矿条件

3.1.1 成矿物质来源

对矿区赋矿地层震旦系江口组(Zaj)进行原生晕取样分析统计表明,该地层含金 3.08×10^{-9} ,低于区域上第一结构层中Au的丰度值 $5.6 \times 10^{-9} \sim 21 \times 10^{-9}$ ^①,推测该组地层中Au元素发生了萃取迁移,并在矿区局部有利断裂构造位置沉淀富集。对矿区黄铁矿硫同位素进行的测定结果表明, $\delta^{34}\text{S}$ 值变化范围为0.2‰~3.4‰,平均为1.85‰,反映矿床的硫可能主要来源于深部岩浆(李己华等,2004)。

据此推测本矿床成矿物质主要来源于赋矿地层和深部岩浆热液。

3.1.2 地层岩石条件

大乘山复式背斜核部地层为震旦系江口组(Zaj),岩性主要为浅灰绿色含砾砂质板岩及泥质板岩,为矿区主要赋矿地层。江口组(Zaj)上覆南沱组(Zann)冰碛砾泥岩和陡山沱组(Zbd)及灯影组(Zbdn)硅质岩。从矿区岩性组合看,含砾砂质板岩渗透性较好,在构造应力作用下岩石易破碎,有利于形成储矿空间;泥质板岩、冰碛砾泥岩渗透性较差,岩石塑性强,不易破碎,除F₅断裂进入南沱组冰碛砾泥岩外,尚未见其它控矿断裂;硅质岩岩石致密,渗透性差,对矿液具遮挡作用。因而矿床具备较好的运-储-盖“成矿圈闭”条件。

3.1.3 构造条件

构造是大新金矿床最重要、最直接的控矿因素。首先,白马山-龙山穹隆构造为印支晚期至燕山早期的大型隐伏花岗岩体就位提供了场所;其次,大乘山穹隆作为构造应力长期集中的部位,具有叠加性的褶皱变形和破碎变形,发育有多期次的断裂构造活动,这些断裂构造为岩浆热液的充填和交代提供了空间,特别是区域深大断裂的次生构造——NE向F₅断裂规模较大,延伸稳定,为矿液的运贮提供了较好的空间,是矿区主要的导矿、容矿构造。

① 中国人民武装警察部队黄金第十一支队. 2005. 湖南省新邵县大新矿区金普查总结.

3.1.4 成矿温度

在F₅、F₆、F₁₀断裂中共采集 54 件样品, 利用包裹体均一法测得温度为 148~265 ℃, 平均温度 210 ℃, 成矿温度属中低温(梁栋等, 2007)。

3.1.5 成矿期次和成矿阶段

矿床成矿作用可分为热液期和表生期 2 个成矿期(见表 5)。根据矿脉及矿物的穿插关系, 热液成矿期可划分为 3 个成矿阶段。

早期石英-黄铁矿阶段: 是金富集的主要阶段, 含石英黄铁矿热液沿断裂构造及围岩裂隙侵入, 形成脉状-网脉状、斑点-斑杂状、块状、浸染状矿石。其矿物组合有: 石英+黄铁矿+毒砂+黄铜矿+闪锌矿+辉锑矿+斑铜矿。该阶段的黄铁矿呈自形-半自形, 晶形较好。该阶段的脉体多受构造应力作用, 有揉皱、错断和压碎。

晚期石英-黄铁矿阶段: 主成矿阶段, 含石英黄铁矿热液沿断裂构造及围岩和脉体的裂隙再次侵入, 主要形成角砾状、斑点-斑杂状矿石, 其矿物组合有: 石英+黄铁矿+毒砂+黄铜矿+闪锌矿+辉锑矿+斑铜矿+磁铁矿。该阶段的黄铁矿化比第一阶段稍强, 黄铁矿呈半自形-他形, 颗粒较细小, 晶形较第一阶段差。黄铁矿化愈强, 颗粒愈微细, 金矿化愈好。

石英-碳酸岩阶段: 主要由石英、方解石及少量金属矿物组成, 沿晚期裂隙呈细脉状不连续产出, 矿化较弱。

表生矿化期以风化氧化作用为主, 局部因次生氧化导致金有不同程度的富集。矿石主要有蜂窝状、多孔状、土状构造。

综上所述, 大新矿床为岩浆流体将深部成矿物质与控矿地层成矿物质萃取迁移至构造破碎带中充填形成的中低温热液矿床。

表 5 大新金矿床矿物生成顺序与成矿期次、成矿阶段划分表

矿 物	热 液 期			表生期
	早期石英-黄铁矿阶段	晚期石英-黄铁矿阶段	石英-碳酸岩阶段	氧化风化阶段
石英	_____			
黄铁矿	_____			
银金矿(金)	_____			
毒砂	_____			
辉锑矿	_____			
黄铜矿	_____			
闪锌矿	_____			
磁铁矿	_____			
斑铜矿	_____			
方解石			_____	
绿泥石			_____	
褐铁矿				_____
铜蓝				_____

3.2 成矿规律

(1) 金矿体严格受断裂控制。矿区发育有NE、NW、近SN向 3 组断裂构造, 也是矿区内主要的控矿构造, 矿体产状与断裂产状一致。其中NE向F₅断裂为矿区最大断裂构造, 该构造既是导矿构造也是容矿构造。

(2) NE向F₅断裂为全区规模最大断裂, 所控制金矿体规模较大, 厚度较稳定, 矿化较均匀, 往深部有金品位增高、厚度增大的趋势, 且地表矿化富集地段对应深部一般都存在矿体。

(3) 金矿化富集与地层、岩石类型关系密切。矿床产于震旦系江口组(Zaj)中, 含砾砂质板岩渗透性较好, 有利于矿液运移、富集和沉淀; 而泥质板岩渗透性差, 对矿液起阻挡作用。F₅断裂所控制矿脉主要产于上述 2 种岩石断裂接触部位, 上盘为泥质板岩, 下盘为含砾砂质板岩。

(4) 矿区Au成矿的相关元素为As、Sb。经对Au、As、Sb等多元素分析结果发现, 前晕元素As、Sb在F₅断裂含矿破碎带中均有明显异常存在, 且往深部含量有升高趋势(图6), 推断F₅断裂往深部仍存在矿化富集地段。

(5) 金矿化与硅化、黄铁矿化、毒砂化关系密切。3 者同时增强时金矿化增强, 特别是黄铁矿呈细粒它形、半自形充填于矿石裂隙中时, 金品位最高。

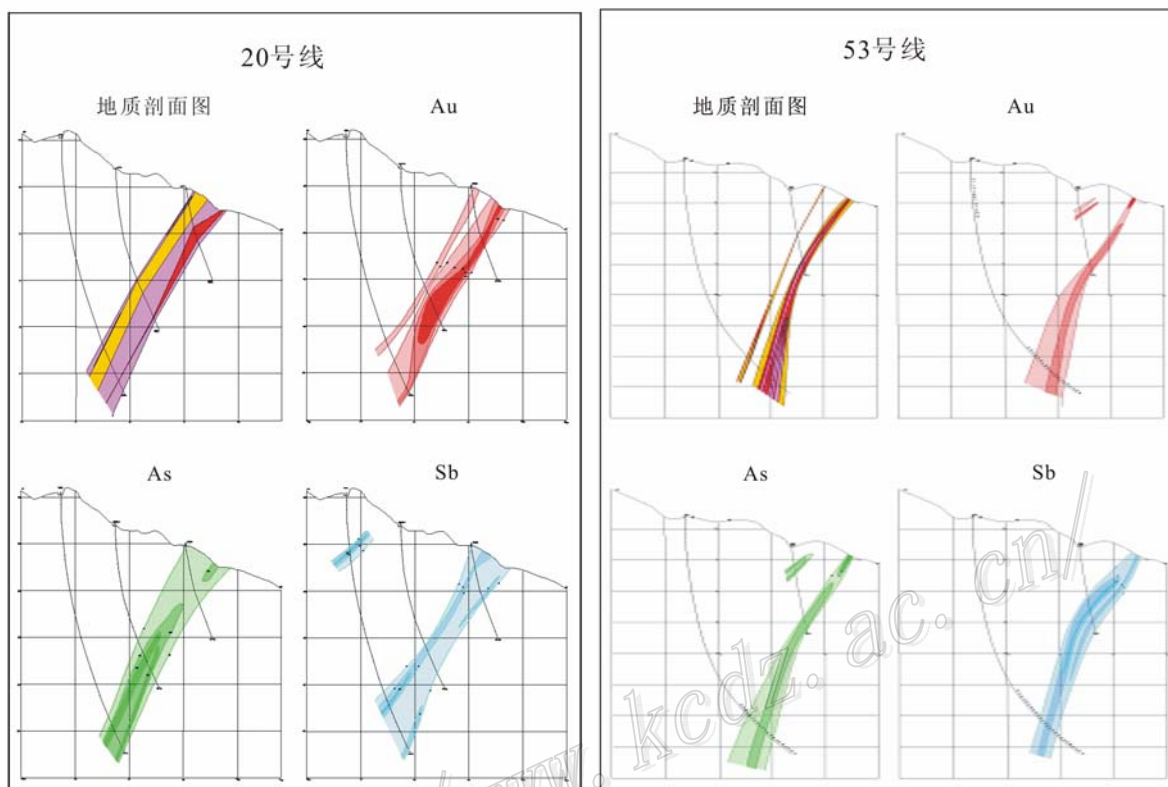


图 6 大新金矿区 20、53 线原生晕剖面图

4 矿区远景评价与找矿方向

4.1 远景评价

大新金矿区位于江南古陆成矿带湘中成矿小区内, 其白马山-龙山为湘中重要的金、锑成矿区。目前已发现中型金矿床 4 处和多处小型金矿床(点), 国内外著名的锡矿山超大型锑矿床也位于该成矿区内。金矿床大多产于前泥盆系中, 区域内金属矿产丰富。大新金矿区位于新化幅 1:20 万水系沉积物测量甲类异常 AS49 范围内, 该异常为 Au II、Sb III、As II 综合异常, 异常规模大, 强度高, 元素组合甚好。

通过几年来的勘查和地质研究认为, 大新金矿区有望成为特大型金矿床, 找矿前景较好。

4.2 找矿方向

(1) F₅断裂所控制矿体规模大, 厚度变化小, 金品位稳定, 且往深部有品位增高厚度增大之趋势, 找矿前景较好, 该断裂是今后工作的重点。目前F₅断裂南西端地表已发现宽 20 m 的蚀变带, 有望成为第二个金矿体。

(2) 区内矿石类型为石英脉型和破碎蚀变岩夹石英脉型, 前期工作比较重视破碎蚀变岩的寻找, 对石英脉未给予足够重视, 今后应加强这方面的工作。

(3) 矿区部分工程见有较好的锑矿化(如 ZK2002), 同时该区见有民采锑矿遗迹, 今后还要加强金锑的综合找矿。

(4) 矿区内第四系及植被覆盖较厚, 加上矿脉大多产于负地形, 利用槽探工程很难达到理想效果, 如F₂、F₁₃断裂工作程度均较低, 今后要加强找矿新技术、新方法的应用, 解决部分已知矿脉地表工程难以揭露的问题, 并寻找新的矿脉。

(5) 矿床深部延伸稳定, 延深较大, 深部找矿应作为下一步工作重点。

志 谢 本文是中国人民武装警察部队黄金第十一支队地质工作资料综合整理的部分成果, 成文过程中得到了支队和矿区战友们的大力支持, 支队梁栋总工程师给予了认真审阅, 在此一并致以诚挚的谢意!

参 考 文 献

饶家荣, 骆检兰, 易志军. 1999. 锡矿山锑矿田幔-壳构造成矿模型及找矿预测[J]. 物探与化探, 23 (4): 241-249.

王高道. 1994. 湖南高家坳微细浸染型金矿床成矿地质特征[A]. 见: 刘东生. 中国卡林型金矿[C]. 南京: 南京大学出版社. 356-373.

李己华, 吴继承, 周遗军. 2004. 湘中白马山-龙山金矿带穹隆控矿规律分析[J]. 黄金地质, 10 (4): 32-36.

梁 栋, 戴建斌. 2007. 湖南大新金矿床地质特征及控矿因素分析[J]. 黄金科学技术, 15 (2): 1-8.

<http://www.kcdz.ac.cn/>