

16-20, 28 滇东南芦柴冲大型银多金属矿床的海底
喷流成矿作用沉积旋回划分

蒙义峰 崔彬 杨军臣 张廉昌

(中国地质大学·北京·100083)

芦柴冲矿床位于滇东南砚山县境内,属南岭地区西南端——滇东南早泥盆世的层控矿带。经野外调研和室内系统研究,发现矿床为典型非火山成因的、严格受沉积相(台盆相区)控制的海底喷流沉积成因矿床。矿床中发育的南北向同生扩张断裂是重要的控盆和控矿构造,是海底喷流成矿的含矿流体运移的通道,它具有周期性的振荡运动的特点,导致海底喷流成矿具周期性的沉积旋回。

关键词 滇东南, 银多金属矿, 海底喷流成矿, 沉积旋回

银矿床

1 矿床地质特征

矿床位于华南加里东褶皱系滇东南(台褶皱带之文山—富宁断褶束北缘,砚山复式背斜南倾伏端西侧)。

1.1 地层

矿区范围出露的部分地层见图1。

早奥陶统(O_1):分布于矿区中、北部,为一套浅海相沉积的碎屑岩、碳酸盐岩建造;泥盆系:为矿区主要出露地层,层位齐全,分布于中、西部。中上泥盆统(D_2 、 D_3)为一套浅海相碳酸盐岩建造。下统岩相变化大,芭蕉箐组(D_{1b})为浅海碳酸盐岩相的细至粗晶白云岩、砾屑白云岩,与之同期异相的台盆相区则沉积一套硅质岩夹粉砂质泥岩、砾屑硅化白云岩等,矿体赋存在台盆相区沉积岩中。坡脚组(D_{1p})为一套浅海相细碎屑岩建造,坡松冲组(D_{1p})则为一套陆相碎屑岩建造;石炭系(C):分布于矿区西、南部,为浅海相碳酸盐岩建造;上二叠统(P_2)浅海相碳酸盐仅见于矿区西南角;中下三叠统分布于南部和西北角,中三叠统(T_2)为浅海相灰岩,下三叠统(T_1)为浅海相泥岩。

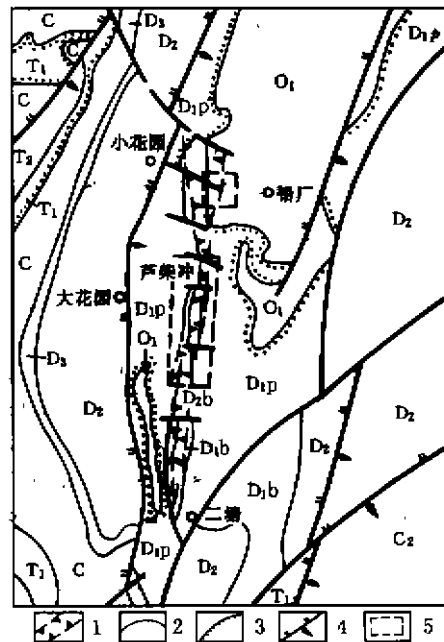


图1 砚山芦柴冲银铅锌矿区地质简图

T_2 —中三叠统灰岩; T_1 —下三叠统泥岩; P_2 —上二叠统含铝岩系; C —石炭纪灰岩; D_3 —上泥盆统灰岩; D_2 —中泥盆统灰岩; D_{1b} —下泥盆统芭蕉箐组白云质灰岩、白云岩; D_{1p} —下泥盆统坡松冲组、坡脚组碎屑岩; O_1 —奥陶纪砂岩、灰岩;1—海西早期同生断陷盆(槽)地范围;2—地层界线;3—不整合界线;4—断层;5—已知矿段范围

本文1997年7月收到,张启芳编辑。

1.2 构造

断裂:区内断裂构造较发育,SN向断裂是矿区的主断裂,被晚期NNE、NW向断裂切割。芦柴冲SN向同生扩张断裂是矿床的控盆和控矿构造。

褶皱:芦柴冲向斜为矿床主要褶皱构造,构造线和向斜轴线呈SN向展布,轴部地层为D₁b,两翼地层为D₁p。由于受SN向、NNE向及近EW向断裂影响,向斜轴部不完整,次级小褶皱发育。

1.3 矿体特征

矿体赋存在芭蕉箐组(D₁b)同期异相的台盆相区层位中,均有不同程度的Ag、Pb、

Zn、Cu、As、Cd等矿化,并构成工业矿体,平面上呈SN向带状分布,横剖面上呈似层状、透镜状,产状平缓,与围岩产状一致(图2)。矿体与围岩无明显界线,呈渐变过渡关系。矿石按构造可将原生硫化物矿石分为:厚层块状矿石,纹层条带状矿石,团斑团块状矿石,浸染状矿石,角砾状砾屑状矿石和细脉浸染状矿石等。

沉积容矿岩石有砾屑白云岩、砾屑泥质硅质岩,炭质泥岩等。矿石矿物主要有:闪锌矿、方铅矿、含银黝铜矿、黄铜矿、黄铁矿及重晶石等。围岩蚀变以白云石化、重晶石化、硅化和黄铁矿化为主。

表1 碳酸盐碳氧同位素组成

样品	钻孔	孔深(m)	岩 矿 石	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$ (PDB)	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$ (PDB)	喷流沉积旋回
ZK9301-71	ZK9301	82	白云质硅质岩 Pb、Zn 矿	-1.082	-7.140	Ⅲ
-80		96	Pb、Zn 矿化球粒团粒白云岩	-0.422	-6.509	Ⅱ
-84		100	Pb、Zn 矿化球粒团粒白云岩	-0.286	-6.546	
-88		108	团粒状白云岩 Pb、Zn 矿	-1.013	-8.550	
-97		114	团粒状、斑点状白云岩 Pb、Zn 矿	-2.076	-8.363	
-108		128	条带状白云岩	-0.637	-6.936	
ZK9303-35	ZK9303	55	条纹状含重晶石白云岩 Pb、Zn 矿	-3.00	-10.842	Ⅲ
-40		62	含白云质黄铁矿重晶石岩	-1.129	-8.461	
-42		66	砾屑白云岩 Pb、Zn 矿	-1.002	-8.473	
ZK9704-119	ZK9704	110	含方解石团斑状粉晶白云岩	-1.021	-10.108	Ⅱ(上部)
ZK11902-20	ZK11902	24	细晶白云岩	0.012	-7.266	Ⅲ(下部)
-49		55	团斑状白云岩 Pb、Zn 矿	-3.574	-12.464	Ⅱ
-53		62	团斑状、斑点状白云岩 Pb、Zn 矿	-1.745	-9.541	
-59		68	粉细晶白云岩 Pb、Zn 矿	-1.628	-12.913	I(上部)
ZK11903-37	ZK11903	21	残余藻类球粒、团粒白云岩 Pb、Zn 矿	-3.264	-15.064	Ⅱ
-48		37	条带状、团粒状白云岩 Pb、Zn 矿	-0.666	-8.218	
ZK11904-39	ZK11904	40	团斑状白云岩 Pb、Zn 矿	-1.367	-8.232	Ⅱ
-52		60	粉细晶白云岩 Pb、Zn 矿	-2.524	-14.578	

注:中国地质大学(北京)同位素质谱室测试,本结果为 OPTIMA 质谱仪测定。

2 海底喷流沉积旋回划分特征

野外调研中,在矿区选择北、中、南3条东西向勘探线剖面的所有钻孔岩芯重新编录,划分出海底喷流沉积旋回,以93勘探线剖面 and ZK9303 钻孔为例描述(图3、表1)。

(1)除上部含矿层位,每一沉积旋回由下向上矿石类型变化依次为:角砾状矿石,团斑团块状矿石,细网脉状浸染状矿石,条带状、

星点状矿石,微细粒、隐微晶块状矿石。矿石的组构变化特征也如此(图4)。此外,每个旋回底部含大量喷发成因的共生含硫化物石英燧石、碳酸盐团斑和团块,向上逐渐减少消失,反映每次喷流沉积从高能动荡环境向低能稳定环境过渡的沉积组构特点。

(2)每个沉积旋回中、上部都发育有一层重晶石,且从下向上厚度增大。反映在整个喷流沉积成矿过程中,从早期到晚期每次喷

流沉积的强度和喷发量增加,重晶石形成于 每次喷流沉积的较晚时期与钡的地球化学行

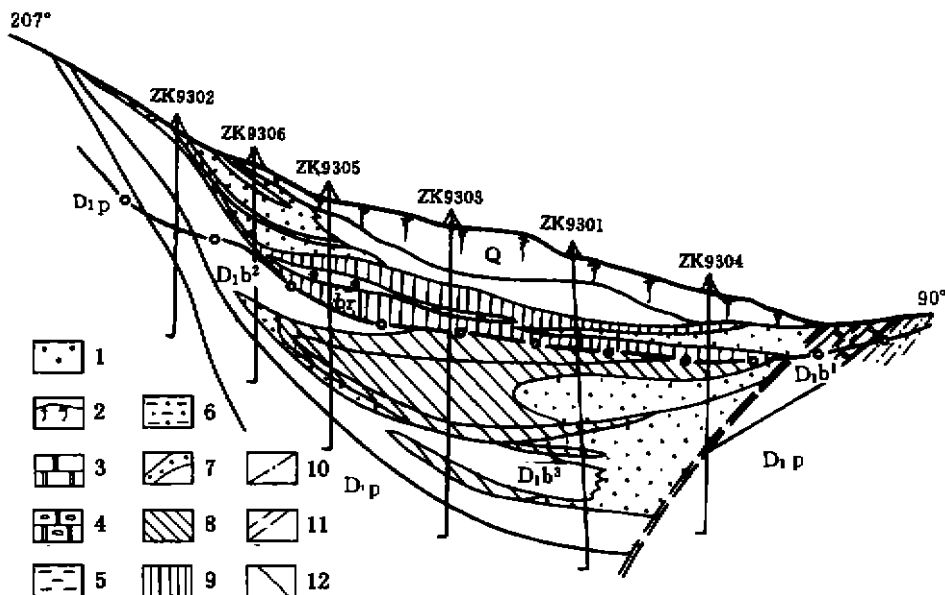


图2 芦柴冲银多金属矿床 93 勘探线地质剖面图

(据黄仁新文献修改)

Q—第四纪残坡积碎石粘土;D₁b¹—芭蕉菁组台地相;D₁b²—芭蕉菁组台沟相;D₁b³—芭蕉菁组台坡相;
D₁b—芭蕉菁组白云岩;D₁p—坡脚组细碎屑岩;1—褐铁矿;2—腐植层;3—白云岩;4—砾屑(瘤状)白云岩;
5—泥质岩;6—粉砂质泥岩和泥质粉砂岩;7—Pb、Zn、Ag 矿化;8—含铜石英脉群;9—氧化带中 Pb、Zn 工业矿
化(Pb > 0.5%, Zn > 1.5%);10—氧化带下部界线;11—同生扩张断裂;12—断层

为有关,而且厚度变化的特点与每个沉积旋回 Pb、Zn、Ag 的矿化强度和喷流量相吻合,呈正相关关系。

(3)成矿元素 Pb、Zn、Ag 的品位变化规律明显划分出 4 个旋回,含矿层位从下向上每个旋回矿石量(矿体厚度)和品位显著增加,反映喷流成矿过程中从早期到晚期每次喷流沉积含矿热流体中成矿元素含量和喷流量逐渐增加。

(4)从整个矿床看,空间上矿化具垂向和侧向分带,垂向分带由下向上依次为:Cu (Pb、Zn)→Pb、Zn(Ag)→Ba、Ag(Pb、Zn)→Ba、Mn;侧向分带由矿床东侧向西侧(同生扩张断裂带位置向西)为:Pb、Zn(Ag)→Ba、Ag→Mn、Fe。

(5)顶部含矿层位硫化物以微细粒、隐微晶及隐微丝状为主,矿石普遍含炭质、泥质,

发育大量喷流沉积的重晶石与黄铁矿相对富集成相间平行的条纹条带构造,按重晶石和黄铁矿各自沉积含量相对多少形成的纹层理可细分为若干个次一级的小旋回,说明是在平静环境下的喷流沉积产物。

(6)在不同的沉积旋回中,按不同深度选送 18 件碳酸盐岩样品做碳、氧同位素分析,结果见表 2。从表 1 和图 4 可以发现每个沉积旋回下部 $\delta^{13}\text{C}$ 、 $\delta^{18}\text{O}$ 值比上部或中部高,一般变化范围:下部 $\delta^{13}\text{C} - 0.6\text{‰} \sim -2\text{‰}$, $\delta^{18}\text{O} - 6\text{‰} \sim -8\text{‰}$;上部或中部曲线峰值 $\delta^{13}\text{C} - 2.0\text{‰} \sim 3.5\text{‰}$, $\delta^{18}\text{O} - 10\text{‰} \sim -15\text{‰}$ 。显然在喷流沉积过程中,每个沉积旋回从早期到晚期沉积物的 $\delta^{13}\text{C}$ 、 $\delta^{18}\text{O}$ 值由下向上有降低的趋势。是什么原因造成碳、氧同位素随深度的不同而变化呢?经分析原因可能有两点:

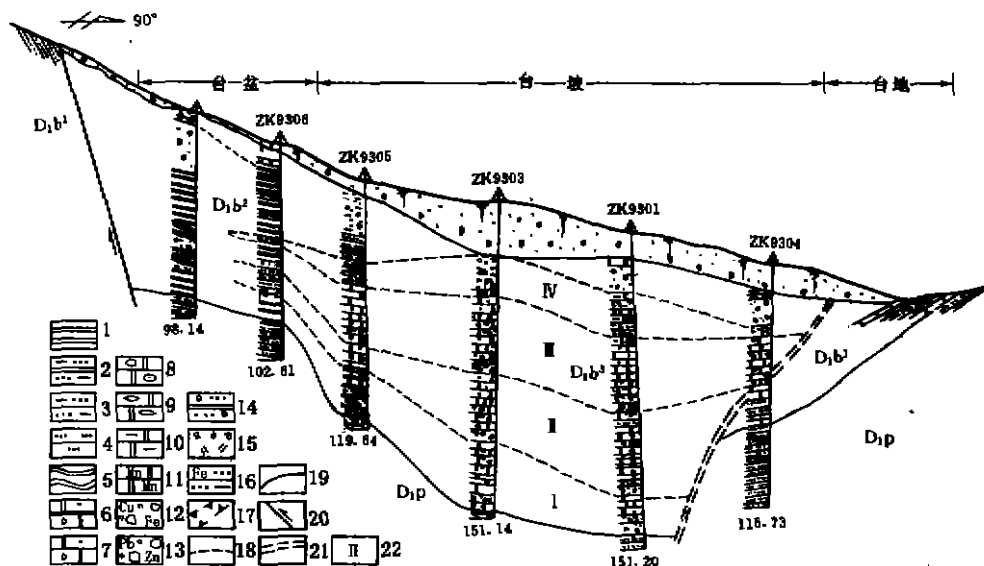


图3 芦柴冲银多金属矿床93号勘探线含矿层岩相及沉积旋回划分剖面图

D_1b^1 —芭蕉箐组台地相; D_1b^2 —芭蕉箐组台沟相; D_1b^3 —芭蕉箐组台坡相; D_1p —坡脚组细碎屑岩;1—硅质岩;2—硅质粉砂质泥岩;3—粉砂质泥岩;4—粉砂岩;5—板岩;6—砾砂屑白云质硅质岩;7—砾砂屑白云岩;8—细粒白云岩;9—瘤状白云岩;10—泥质白云岩;11—含锰白云岩;12—铁铜矿化重晶石角砾岩;13—铅锌氧化矿;14—残余砾屑硅质岩;15—重晶石;16—铁矿化粉砂质泥岩;17—溶蚀空洞;18—沉积旋回界线;19—地质界线;20—断层;21—同生扩张断裂;22—沉积旋回划分

①热扩散作用

每次海底喷流沉积,从喷口位置(底部)向上,含矿热流体溢出到沉积盆地后,与沉积介质(海水)相混合,致使含矿流体的热能随时间和运移距离的远近而逐渐降低,即发生热扩散作用。早期在下部沉积的热水碳酸盐温度高于晚期上部沉积的热水碳酸盐。每次喷流沉积过程中,温度的降低(热扩散)造成轻的 ^{12}C 和 ^{16}O 的扩散作用,而重的 ^{13}C 和 ^{18}O 首先在底部呈与热水有关的碳酸盐沉淀下来,向上 ^{12}C 、 ^{16}O 递增,而 ^{13}C 、 ^{18}O 递减。所以每次喷流沉积的热水碳酸盐在下部富 ^{13}C 、 ^{18}O ,向上逐渐减少,上部则富 ^{12}C 、 ^{16}O 。

②地表水对盆地海水的淡化作用

海水相对于地表水富含 $\delta^{13}C$ 、 $\delta^{18}O$ 值,在喷流沉积的早期,海底的 $\delta^{13}C$ 、 $\delta^{18}O$ 值以海水为主要特征,且碳、氧同位素值相对高,随着时间的推移,盆地中沉积物沉积厚度加

大,沉积盆地水体变浅,同时地表水对盆地海水的淡化作用加深,所以,喷流沉积晚期沉积环境相对富 ^{12}C 、 ^{16}O 。

根据上述喷流沉积旋回特征,结合矿区地质分析,芦柴冲矿区在早泥盆世晚期,区域上以浅海碳酸盐岩台地相沉积为主,同时由于同生扩张断裂的发育及活动,产生差异升降运动和断块扩张,形成较深水盆地。同生扩张断裂既是控盆构造又是控矿构造,它是海底喷流沉积成矿的成矿流体运移的通道,具有周期性振荡运动特点,引发了多期次的成矿流体沿其向上运移到盆地中喷流成矿。构造活动与喷流活动是同步进行的,主要经历了3次重大的振荡活动和最后一次相对稳定的活动,相应形成动荡环境下的I、II、III喷流沉积成矿旋回相对稳定的第IV喷流成矿沉积旋回(图4、图5)。

芦柴冲大型银多金属矿床的海底喷流成

矿沉积特征的认识和沉积旋回的划分对掌握 矿床的成矿规律,矿床成因类型确定,以及矿

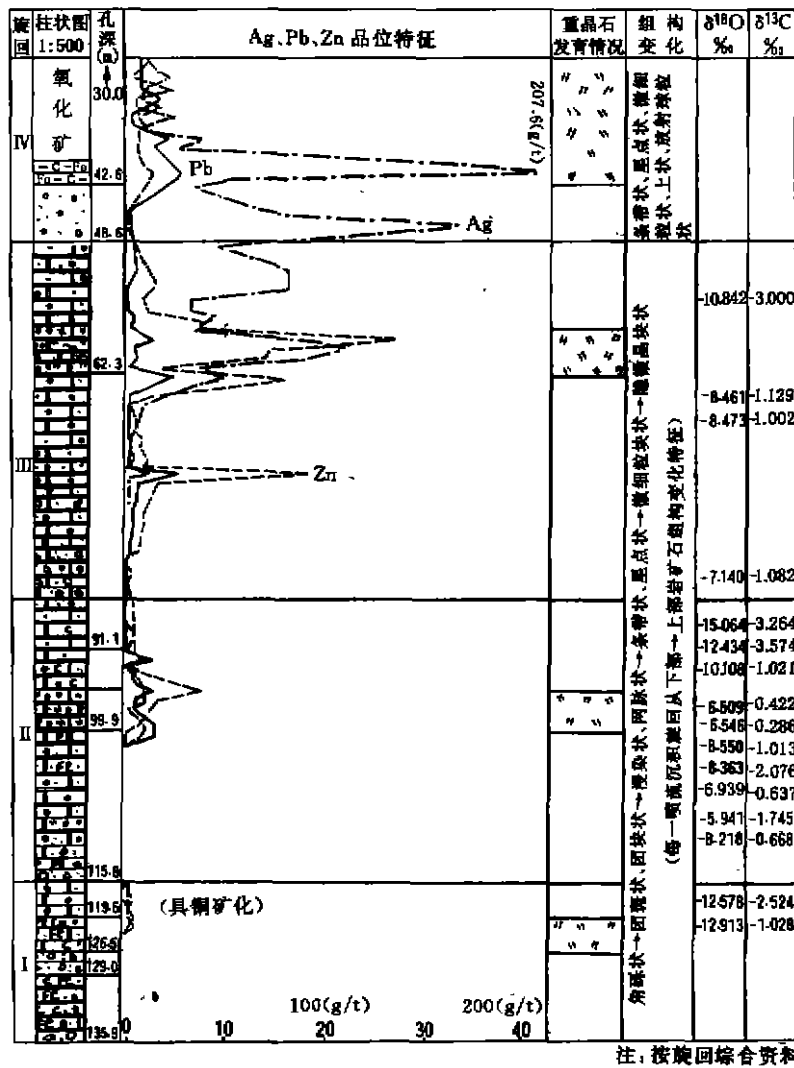


图 4 喷流沉积旋回特征(以 ZK9303 为例)

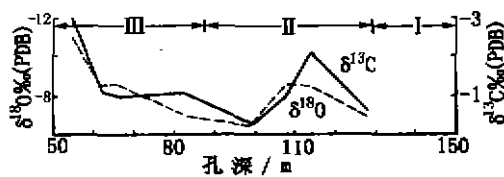


图 5 93 勘探线钻孔碳、氧同位素随孔深变化关系图

I、II、III—喷流沉积旋回划分

区采矿等方面都有重要的实际意义。

参考文献

- 1 曾允孚,沈德麟,等.南岭泥盆系层控矿床.北京:地质出版社,1987

版社,1987

- 2 刘宝珺,张锦帛主编.沉积成岩作用.北京:科学出版社,1992
- 3 (英)HG 里丁 主编.沉积环境和相.北京:科学出版社,1991
- 4 陈先沛等.热水沉积作用的概念和几个岩石学标志.沉积学报,1992,10(3)
- 5 李英.大陆边缘沉积盆地演化中的热水沉积成矿作用——兼论成矿作用演化和突发性.岩石矿物地球化学通报,1990,(4)

(下转 28 页)

$MgO = 6.92/68.89 \times 100\% = 10.04\%$; $SiO_2/Al_2O_3 = 11.44$; $MgO + CaO/SiO_2 = 0.27$

由此可见: SiO_2 、 Al_2O_3 、 CaO 、 MgO 含量除 SiO_2 略有超标外, 符合富锰渣冶炼要求。 SiO_2 含量仅超 1.39%, 基本无影响。

结论: 洞沟锰矿矿石组物质成份适合火法选矿(富锰渣法), 矿石可冶性能良好。

参考文献

- 1 丁楷如, 余逊贤, 等. 锰矿开发与加工技术. 长沙: 湖南科学技术出版社, 1992
- 2 武汉地质学院. 地球化学. 北京: 地质出版社, 1979

PROBABILITY TO SEPARATE MANGANESE ORE OF DONGGOU MINING AREA USING PYROMETALLURGY (RICH MANGANESE SEDIMENT)

Yuan Yuhua

The basic principle of pyrometallurgy was introduced, the useful and harmful components in manganese ore are fractionated and enriched separately under different reducing temperature. But the method is restricted by some compositions in ore. Donggou manganese ore accompanying with Ag has a low content of P and high content of Fe. According to the result of calculation, it is possible and effective to separate Donggou manganese ore by pyrometallurgy.

Key words Manganese deposit, pyrometallurgy, smelting property, Donggou

第一作者简介:



原玉华 女, 1965 年生。1984 年毕业于长春冶金地质学校岩矿分析专业。现任冶金部第三地质勘查研究院第六分院化验室化验员, 主要从事岩矿分析专业生产与科研工作。
通讯地址: 山西省交城县 冶金部第三地质勘查研究院第六分院 邮政编码: 030500

(上接 20 页)

SEDIMENTARY CYCLES DIVIDED OF EXHALATION SEDIMENTARY MINERALIZATION IN LUCHAICHONG POLYMETALLIC DEPOSIT OF SOUTHEAST YUNNAN PROVINCE

Meng Yifeng, Cui Bing, Yang Juncheng, Zhang Lianchang

The deposit located in Yanshan county of southeast Yunnan Province. It is part of early Devonian stratabound ore zone. A systematic study showed that the deposit was a typical unvolcanogenic, sedimentary facies - controlled exhalation sedimentary deposit. The south - north trending synsedimentary fault is an important basin and ore control structure, migrational channel of metaliferous fluids in exhalation deposit. The mineralization process has characteristics by vibratory motion in periods and exhalative - sedimentary mineralization cycles.

Key words Southeast Yunnan, polymetallic ore deposit, exhalative - sedimentary mineralization cycle

第一作者简介:



蒙义峰 男, 1961 年生。1983 年毕业于昆明理工大学国土资源学院矿产普查与勘探专业, 1995 年在中国地质大学(北京)地矿系获硕士学位。现在中国地质大学(北京)地矿系攻读博士学位, 主要从事矿床学科研工作。

通讯地址: 北京市海淀区学院路 29 号 中国地质大学研究生院 95 楼 邮政编码: 100083