文章编号: 1001-1412(2000) 04-0314-06

兰坪盆地深源流体成矿的地质-地球化学信息

滕彦国,刘家铎,张成江,倪师军,彭秀红

(成都理工学院,四川 成都 610059)

摘 要: 兰坪盆地两侧的金沙江—红河大断裂、澜沧江大断裂以及盆地中轴深大断裂是该区深源流体活动主要通道,并成为该区深源流体成矿的重要控制因素。通过贯穿兰坪盆地及两侧造山带剖面上不同部位方解石脉微量元素地球化学研究,讨论了盆地内外成矿流体活动的差异,并结合前人已有的研究成果,认为兰坪盆地及其两侧矿床的成矿物质均与深部流体活动有关。同时,不同蚀变过程(热接触交代变质与热液蚀变)中REE地球化学变化行为相似,反映了构造岩浆活动与该区成矿作用具有密切的关系。

关键词: 地球化学;深源流体;流体成矿;兰坪盆地中图分类号: P611 文献标识码: A

1 地质背景及矿产分布规律

1.1 地质背景

兰坪盆地夹持于澜沧江大断裂与金沙江—红河大断裂之间。盆地的演化大致可分为 3 个阶段 $^{[1]}$: 坳陷前期(C-P)、坳陷期(T-K) 和坳陷期后(Cz)。

元古代变质岩系(也可能有早古生代地层?)构成该区的基底,中古生代本区褶皱回返,晚古生代沉积了浅海相碎屑岩-碳酸盐建造及海相火山岩系,中生代形成坳陷带,从中三叠世开始沉降,形成了浅海相碳酸盐、碎屑岩及含煤页岩建造,其中在晚三叠世还有大量中酸性火山岩喷发,分布于盆地东西两侧。在侏罗—白垩纪形成湖坪环境红色碎屑岩建造。第三纪时,在盆地中部的维西—兰坪—云龙一带,沿断裂带形成一条狭长的堑沟带,沉积了厚逾 1000 m 的第三系含盐地层,并见有喜山期偏碱性岩浆侵入,如永平卓潘岩体、云龙皂角场岩体,银、铅、锌、汞、锑、砷、金等矿床(点)主要分布在这条堑沟带中或其两侧。

1.2 矿产分布

兰坪盆地内矿产丰富,主要有铅、锌、铜、砷、锑、汞、金、银以及天青石、石膏、石盐和钾盐等。总体看,盆地北段以银、铅、锌为主,向南铅、锌矿化减弱,汞、锑、砷、金矿化增多,出现银、铅

收稿日期: 2000-05-19: 修订日期: 2000-09-13

基金项目: 国家攀登项目(95-预-39-03-03)、国家自然科学基金项目(49873020)和教育部跨世纪优秀人才基金联合资助。 第一作者简介: 滕彦国(1974-), 男, 黑龙江巴彦人. 博士生, 矿产普查与勘探专业。

锌变化为汞、锑、砷、金矿化的分带现象。从矿化层位看,三叠系以锑、砷、金为主,侏罗—白垩系以铜、膏岩为主,第三系以铅锌和盐岩为主^[2]。不同类型矿床在空间上分布具有分带性,暗示不同类型矿床的成矿流体来源、运移、定位等方面的内在联系。

2 深源流体成矿的构造信息

兰坪—思茅盆地的演化与深部地质作用密切相关。地幔物理化学性质的改变及地幔变动,导致一系列壳内构造活化,形成了兰坪—思茅壳—幔穿透性断裂带,控制了盆地中的沉积建造和矿床的分布^[3,4]。该区深大断裂是深源流体运移的主要通道,并控制着区内矿床的分布。

2.1 区域性深大断裂控制着矿带的分布

NNW 向的德钦—乔后深大断裂和澜沧江断裂带控制了盆地的形成演化和构造岩浆活动,也控制了整个矿带 NNW 向分布。NE 向的木里—丽江超壳深断裂隐伏穿过该区,大致经老君山、剑川向南西过金顶、白洋厂一带直到澜沧江河谷,形成了一条 NE—SW 向的铅锌多金属元素异常带。SN 向的永平—兰坪大断裂带控制了包括金顶、白洋厂、回隆厂、富隆厂等 30 多个铅锌多金属矿床(点)的分布。

2.2 多组构造交汇部位控制着矿床的分布

研究发现,该区铅锌矿化富集区是在 SN 向构造与 EW 向构造交汇部位,若有 NNE 向或 NNW 向构造复合,往往形成矿床,特别是有环形构造复合时,则形成大矿。如金顶超大型铅锌矿床,有 SN 向的 江断裂、NNW 向断裂以及 NE 向木里—丽江超壳深大断裂及 EW 向大断裂在此交汇,并伴随推覆滑塌构造形成一套高渗透性的容矿粗碎屑岩—含角砾砂岩,加之相对低渗透性岩层(侏罗系泥质粉砂岩、粉砂质泥岩)滑覆体覆盖其上,形成了一个半封闭的特殊环境。 正由于这一特殊的构造环境,才造成了世界上最大的产于粗碎屑岩系中的超大型铅锌矿床。

3 热液脉体的微量元素地球化学信息

3.1 天青石微量元素地球化学信息

以金顶天青石为例讨论该区热液活动的成矿元素地球化学特征,样品中成矿元素的测试结果见表 1。

在含矿天青石中的 Zn, Ni, Th, As, Au 的质量分数较不含矿天青石明显富集, 由于 Cr, Ni 是典型的地幔元素, 而 Th 是重要的火成元素, Au, As 与成矿流体的活动有关, 因此天青石的上述微量元素地球化学特征可能

表 1 金顶铅锌矿天青石中部分元素的质量分数 $(w_{\rm P}/10^{-6})$

Table 1 Some trace element contents in celestite from Jinding Pb-Zn deposit

样品号	NP-P2	NP-2720-1	NP-2740-1		
含矿性	含	矿	不含矿		
Zn	1148	4700	124		
Ni	15	41	9		
Th	0. 33	0.35	0. 11		
As	0.3	0.9	0. 2		
A u(10-9)	1.8	0.4	< 0.1		

分析方法: 中子活化分析; 分析单位: 成都理工学院核分析实验室

反映了该区成矿作用与深源流体活动密切相关。这与前人通过 Pb 同位素研究[57]、REE 地球 化学研究[8]取得的认识基本相同。

3.2 方解石的微量元素地球化学信息

通过测定贯穿兰坪盆地及两侧造山带的方解石脉的微量元素含量, 研究盆地与造山带内 流体作用过程中微量元素地球化学特征。选择流体活动的指示元素 Cr. REE. Zr. Zr/ Hf(表 2),研究流体活动的特征。

兰坪盆地及邻区方解石脉中部分元素的质量分数(wg/10-6) 表 2

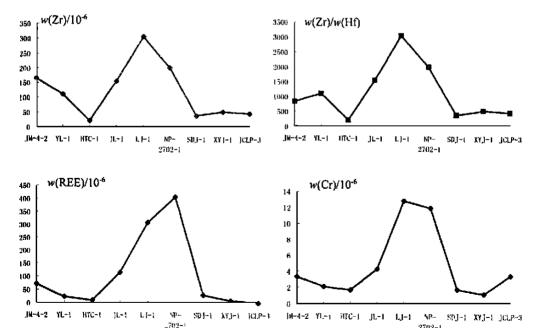
Table 2	Some trace element	contents in ca	alcite vein	from 1	Lanping	basin and	neighbor area

样品号	JM -4-2	YL-1	HT C-1	JL-1	LJ–1	NP-2702-1	SDJ-1	XY J –1	JCLP-3
地点	金满	营盘	红土村	金顶西	金顶	金顶	顺荡井	小盐井	剑井
$\Sigma_{ m REE}$	70.69	23. 12	10. 33	116. 3	309.43	407.7	30. 35	10.45	1.75
Cr	3.3	2. 1	1.7	4. 3	12. 9	12.0	1.8	1.2	3.5
Zr	165	110	22	156	306	202	40	54	48
Zr/ Hf	825	1100	220	1560	3060	2020	400	540	480

分析方法: 中子活化分析: 分析单位: 成都理工学院核分析实验室:

其中 ΣREE 是指 La, Ce, Nd, Sm, Eu, Tb, Yb, Lu 等 8 个稀土元素质量分数之和。

自兰坪盆地西侧至东侧, Cr, Zr, Zr/Hf 及 ΣR EE 的变化特征见图 1。可见, 在盆地中心部位 (金顶铅锌矿床)上述元素的质量分数均较两侧高,反映了盆地内外成矿流体活动的差异。同时,



兰坪盆地及邻区方解石脉元素变化特征

2702 - 1

Variation feature of trace elements in calcite vein from Lanping basin and neighbor area

在矿床赋存部位,如西侧的金满铜矿床和中部的金顶铅锌矿床,上述元素的质量分数也较无矿部位高。Cr 作为典型的深部物质来源的指示元素,在金顶也具有明显的正异常,表明该矿床的成矿物质来源与深部有关。Zr 和 Hf 的原子结构和主要地球化学参数十分接近,因此在地质作用过程中,它们的地球化学特点非常相似,二者密切相伴^[8],但在成矿流体作用过程中 Zr 和 Hf 的活动性不同,从而导致 Zr 和 Hf 的分离,w(Zr)/w(Hf) 比值反映了其分离的程度,也是流体作用过程的有效标志^[9],因此,w(Zr)/w(Hf) 的正异常反映了该区成矿作用与深部热液活动有关。

研究表明 $^{10-12}$, 金满铜矿床的形成是活动在深大断裂中壳幔混合而成的富含 CO^2 及 Cu, Fe,S,As,Sb,Co 等元素的深源流体, 主要以充填-贯入的形式沿澜沧江断裂东侧和兰坪—思茅盆地基底隐伏中轴大断裂的次级构造上升, 随物理化学条件的改变富集成矿。金顶铅锌矿则是在地幔成矿物质直接参与下形成的 $^{[3]}$ 。

4 蚀变岩石 REE 地球化学特征

以永平卓潘岩体外接触带砂岩的角岩化过程及金顶矿床砂岩蚀变过程为例,研究岩石蚀变过程中的微量元素地球化学与成矿的关系。蚀变岩石的稀土元素组成见表 3。稀土元素的球粒陨石配分型式标准采用里德球粒陨石 $^{[8]}$ 。由于中子活化分析数据中缺少 $w(\Pr)$ 和 w(Gd) 的分析值,参数 Eu 异常和 Ce 异常只能近似地求取,本文采用公式 $\delta(Eu)=3\times w(Eu)$ $N/[w(Tb)+2\times w(Sm)]$ 和 $\delta(Ce)=3\times w(Ce)$ $N/[w(Nd)+2\times w(La)]$ 。 $\delta(Eu)$ 和 $\delta(Ce)$ 值计算结果见表 3。

表 3 蚀变岩石的稀土元素组成(w_B/10⁻⁶)
Table 3 REE contents in altered rocks

样号	YP-10-1	YP-10-3	YP-11	YP-10-2	E-1	E-2	B-42	B-32
岩石名称	角岩(含 硫化物)	砂岩	角岩	砂岩	粉砂岩	岩组合样	矿体底板方解 石化粉砂岩	矿体顶板灰绿 色粘土质脉
La	30. 51	10. 48	41.42	15. 35	22. 649	29. 619	15. 167	26. 913
Ce	90. 24	21.48	75. 25	25.69	48. 674	58.86	27. 379	57. 497
Nd	60.01	15.82	53.65	16. 26	21.643	27.800	12. 658	51.01
Sm	13. 52	1.85	5. 78	3. 23	4. 423	5. 549	2. 352	12.063
Eu	1.75	0.41	0.96	0.66	0.886	1. 167	0. 467	2.780
Тb	1.42	0. 29	1.34	0.75	0.590	0.767	0. 250	1. 699
Yb	3.57	1. 19	2.57	1.96	1. 987	2. 454	0.762	2. 463
Lu	0.52	0. 22	0.36	0.32	0.311	0.372	0. 127	0. 357
$\Sigma_{ m REE}$	201.54	51.74	181.33	64. 22	101. 163	126. 588	59. 162	154. 782
LREE/HREE	35. 58	29. 44	41.47	20. 19	34. 03	34. 23	50. 94	33. 25
(La/Yb)n	6.007	4. 877	11.779	4. 911	7. 456	8. 152	12. 227	7. 718
δ(Eu)	0.425	0.670	0.450	0.554	0.628	0.655	0.651	0.714
δ(Ce)	1. 142	0. 859	0. 794	0. 767	1, 006	0. 934	0. 867	0. 835

分析方法: 中子活化分析: 分析单位: 成都理工学院核分析实验室

稀土元素的总量是指表中所列 8 个稀土元素的和

样品 E-1, E-2, B-42, B-32 数据据王京彬和李朝阳(1991)[10]

4.1 热接触交代变质过程中 REE 地球化学特征

砂岩热接触交代变质形成角岩的过程中,稀土元素配分型式为向右陡倾的轻稀土富集型(图 2)。在该过程稀土元素的变化趋势为: ①稀土元素总量增高; ②w (LREE)/w (HREE)和[w (La)/w (Yb)]n增大; ③ δ (Eu) 负异常明显; ④ δ (Ce) 负异常降低并略显正异常。

4.2 围岩蚀变过程中稀土元素地球化学

砂岩热液蚀变过程中, 稀土元素配分型式与砂岩的热接触交代过程非常相似(图3)。在该过程稀土元素的变化趋势为: ①稀土元素总量增高(但不明显); ②w (LREE)/w (HREE) 和[w (La)/w (Yb)] n略有增大; ③ δ (Eu)负异常减弱; ④ δ (Ce)由弱正异常变化为弱负异常。

对比图 2 和图 3 可见, 岩浆活动造成的砂岩的热接触交代变质过程与低温热液活动造成的砂岩的蚀变过程、稀土元素的变化特征相似, 暗示了兰坪盆地喜山期岩浆活动与流体成矿具有重要的关系。

5 主要结论

兰坪盆地两侧金沙江—红河大断裂与澜沧江大断裂以及盆地中轴深大断裂是该区深源流体运移的主要通道,并成为该区深源流体成矿的重要控制因素,区内众多矿床的分布受上述三条深大断裂的控制,也成为深源流体成矿的宏观标志和有效显示。

通过微量元素地球化学研究并结合前人已有的研究表明, 兰坪盆地及其两侧的矿床, 如巍山 Sb, Hg 矿床、金顶铅锌矿床、北衙铜多金属矿床、金满铜矿床等, 其成矿物质均与深部流体活动有关。

致谢: 在野外工作期间, 得到云南省地勘局第三地质大队有关同志的帮助, 在此致谢!

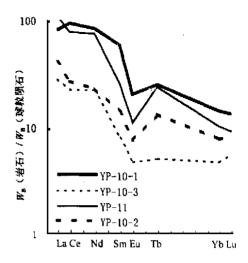


图 2 热接触交代变质过程中 稀土元素配分型式

Fig. 2 REE patterns during thermal contact alteration

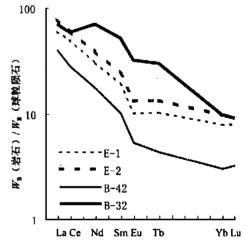


图 3 热液蚀变过程中稀土元素配分型式 Fig. 2 REE patterns during hydrothermal alteration

参考文献:

[1] 朱创业, 夏文杰, 伊海生, 等. 兰坪—思茅盆地中生代盆地性质及构造演化[J]. 成都理工学院学报, 1997, 24(4): 23-30.

- [2] 叶庆同, 石桂华, 叶锦华, 等. 怒江、澜沧江、金沙江地区铅锌成矿特征和成矿系列[M]. 北京: 北京科学技术出版社, 1991. 1-161.
- [3] 尹汉辉, 范蔚茗, 林舸. 云南兰坪—思茅地洼盆地演化的深部因素及幔-壳复合成矿作用[J]. 大地构造与成矿学, 1990, 14(2): 113-124.
- [4] 林舸, 范蔚茗, 尹汉辉. 中国滇西兰坪思茅地洼盆地内中轴断裂带的初步研究 J]. 大地构造与成矿学, 1991, 15(1): 15-21.
- [5] 赵兴元. 云南金顶铅锌矿床稳定同位素地球化学研究[j]. 地球科学, 1989, 14(5).
- [6] 杨友华, 赵准, 试论金顶超大型铅锌矿床的成矿条件[1], 云南地质, 1991, 10(2): 230-240.
- [7] 覃功炯, 朱上庆. 金顶铅锌矿床成因模式及找矿预测[J]. 云南地质, 1991, 10(2): 145-190.
- [8] 刘英俊, 曹励明. 元素地球化学导论[M]. 北京: 地质出版社, 1987. 1-281.
- [9] 滕彦国, 张成江, 倪师军, 阿西金矿床流体成矿的元素地球化学标志[1]. 地质找矿论丛, 1999, 14(2): 36-42.
- [10] 王京彬, 李朝阳. 金顶超大型铅锌矿床 REE 地球化学研究[J]. 地球化学, 1991, 4: 359-365.
- [11] 李朝阳. 滇西地区陆相热水沉积成矿作用[1]. 铀矿地质, 1993, 9(1): 14-21.
- [12] 李朝阳, 季宏兵, 颜文. 云南兰坪—思茅盆地陆相砂页岩中脉状铜矿成因讨论——一种新的铜矿类型[A]. 见: 中国科学院地球化学研究所. 资源环境与可持续发展[C]. 北京: 科学出版社, 1999. 34-42.
- [13] 李峰. 兰坪盆地西缘铜矿床流体包裹体研究及找矿意义[J]. 昆明工学院学报, 1993, 18(2): 1-10.

GEOLOGICAL AND GEOCHEMICAL INFORMATION OF DEEP ORE FLUID IN LANPING BASIN, YUNNAN PROVINCE

TENG Yan-guo, LIU Jia-duo, ZHANG Cheng-jiang, NI Shi-jun, PENG Xiu-hong

(Chengdu University of Technology, Chengdu 610059, China)

Abstract: Recently researches show that most giant-super giant metal deposits are related to deep geological movement, and at the same time, tectonomagmatic activities and mantle fluid control mineralization. Lanping basin is located between Lancangjiang fault and Jinshajiang Honghe fault. The two faults and longitudinal axial fault in the central basin is the main channel for deep fluid, so they are important tectonic information about deep fluid mineralization. We discuss the difference of fluid movement between inside and outside of the abasin. Geochemistry study of trace element in calcite from Lanping basin and its neighbors and the previous studies, show that ore-forming material of the most deposits may come from deep fluid.

Key words: geochemistry; deep fluid; fluid mineralization; Lanping basin