

峨眉山玄武岩浆喷发对贵州西部区域成矿贡献研究

聂爱国^{1,2}, 秦德先¹, 管代云³, 黄志勇², 张竹如²

(1. 昆明理工大学, 昆明 650039; 2. 贵州大学, 贵阳 550003; 3. 中铝贵州分公司石灰石矿山, 贵阳 550014)

[摘要]早、晚二叠世之间大规模峨眉山玄武岩喷发是峨眉地幔热柱基性岩浆活动的高峰期。峨眉山玄武岩在贵州西部地区广泛分布, 它不仅以矿源层形式参与钼、铜、铅、锌、金、锑、汞、铊等以地下水热液成矿作用为主的层控矿床的形成, 而且它自身形成火山气液型矿床——玄武岩铜矿及伴生热液型铂、钼等矿化点; 再者它是外生矿床——高砷煤、高氟煤、高硫煤、高汞煤形成的主要原因。

[关键词]峨眉地幔热柱活动 峨眉山玄武岩 层控矿床 火山气液型矿床 外生矿床

[中图分类号]P588.14 **[文献标识码]**A **[文章编号]**0495-5331(2007)02-0050-05

峨眉地幔热柱在二叠纪的广泛活动, 在中国西南地区早、晚二叠世之间产生大规模峨眉山玄武岩喷发, 其分布面积约 50 万 km², 为基性岩浆活动的高峰期^[1], 贵州西部是其主要的分布区。峨眉山玄武岩既不是典型拉斑玄武岩系列, 也不是典型碱性玄武岩系列, 而是世界上第一个临界玄武岩系列喷发物, 它的原始岩浆没有遭到地壳的明显污染^[2], 这佐证了峨眉地幔热柱活动带来的成矿物质具有幔源性特点。众所周知, 峨眉山玄武岩喷发在贵州形成大量以地下水热液成矿作用为主的层控矿床^[3] (图 1), 但对其形成的火山气液矿床以及对部分外生矿床的重要影响少有提及, 至今没有人对贵州庞大的峨眉山玄武岩成矿从区域成矿系列角度进行研究, 因此, 峨眉地幔热柱活动喷发的峨眉山玄武岩浆对贵州西部区域成矿贡献研究, 具有重要的现实意义。

1 峨眉山玄武岩的岩浆活动

峨眉地幔热柱是中国较为典型的地幔热柱之一。据地震层析成像编制的地幔热柱三维速度结构图^[4], 揭示了峨眉地幔热柱在 50~450km 深度上为一复合低速柱, 由若干个呈“梅花状”分布的次级亚热柱组成。其初始地幔热柱蘑菇状头部直径 1000~1500km, 尾部区位于攀枝花一带, 直径约 250km。这一复合低速柱反映了峨眉地幔热柱的纵向与横向

不均匀性和多级演化特征。活动期为晚古生代至新生代早期。岩浆活动总体演化由基性到酸性, 由喷发到侵入, 由海相到陆相。裂谷作用由泥盆纪至三叠纪, 从南东向北西依次开裂迁移演化。

早、晚二叠世之间大规模峨眉山玄武岩浆喷发, 其分布面积约 50 万 km², 跨越川滇黔三省, 为基性岩浆活动的高峰期。峨眉山玄武岩在贵州西部广泛分布, 其分布区呈向东凸的舌形, 西厚东薄, 在西北部的威宁、盘县一带形成巨厚的峨眉山玄武岩, 最厚处在威宁舍居乐, 厚 1249m, 黔西—安顺一线以东厚仅数十米, 且多不连续, 在翁安至福泉一带附近尖灭。其岩性组合主要为玄武质熔岩及少量玄武质火山碎屑岩, 其中夹有少量正常沉积岩。玄武岩呈岩被假整合于中二叠统茅口组灰岩之上。玄武岩之上为龙潭组含煤岩系^[5]。

2 峨眉山玄武岩浆活动对层控矿床形成的贡献

对贵州峨眉山玄武岩的微量元素分析 (表 1) 表明, 由于喷发的原始岩浆没有遭受地壳的明显污染, 金、汞、锑、砷、铊、钒、铂等的背景值很高, 其平均含量明显高于世界其他地区玄武岩, 可以为成矿提供物质来源。对贵州西部金、汞、锑、砷、铊等层控矿床的稀土元素分析 (表 2, 图 2), 反映它们的稀土配分特征与峨眉山玄武岩的稀土配分特征一致, 说明这

[收稿日期]2006-01-13; **[修订日期]**2006-06-02; **[责任编辑]**韩进国。

[基金项目]教育部西部人才高级访问学者重庆大学西南资源开发及环境灾害控制工程教育部重点实验室资助项目 (批准号: 教技厅函 [2001]3 号)、贵州省高层次人才科研条件补助经费项目 (2006) 及贵州大学矿物学岩石学矿床学博士点专题建设项目 (2006) 资助。

[第一作者简介]聂爱国 (1963 年—), 男, 1988 年毕业于贵州工业大学, 获硕士学位, 在读博士生, 教授, 现主要从事地质教学和研究工作。

些矿床形成的成矿物质具有幔源特征^[6]。因此,可以说大规模峨眉山玄武岩浆喷发为贵州西部这些矿

床形成提供了成矿物质来源,峨眉山玄武岩是这些层控矿床形成的矿源层。

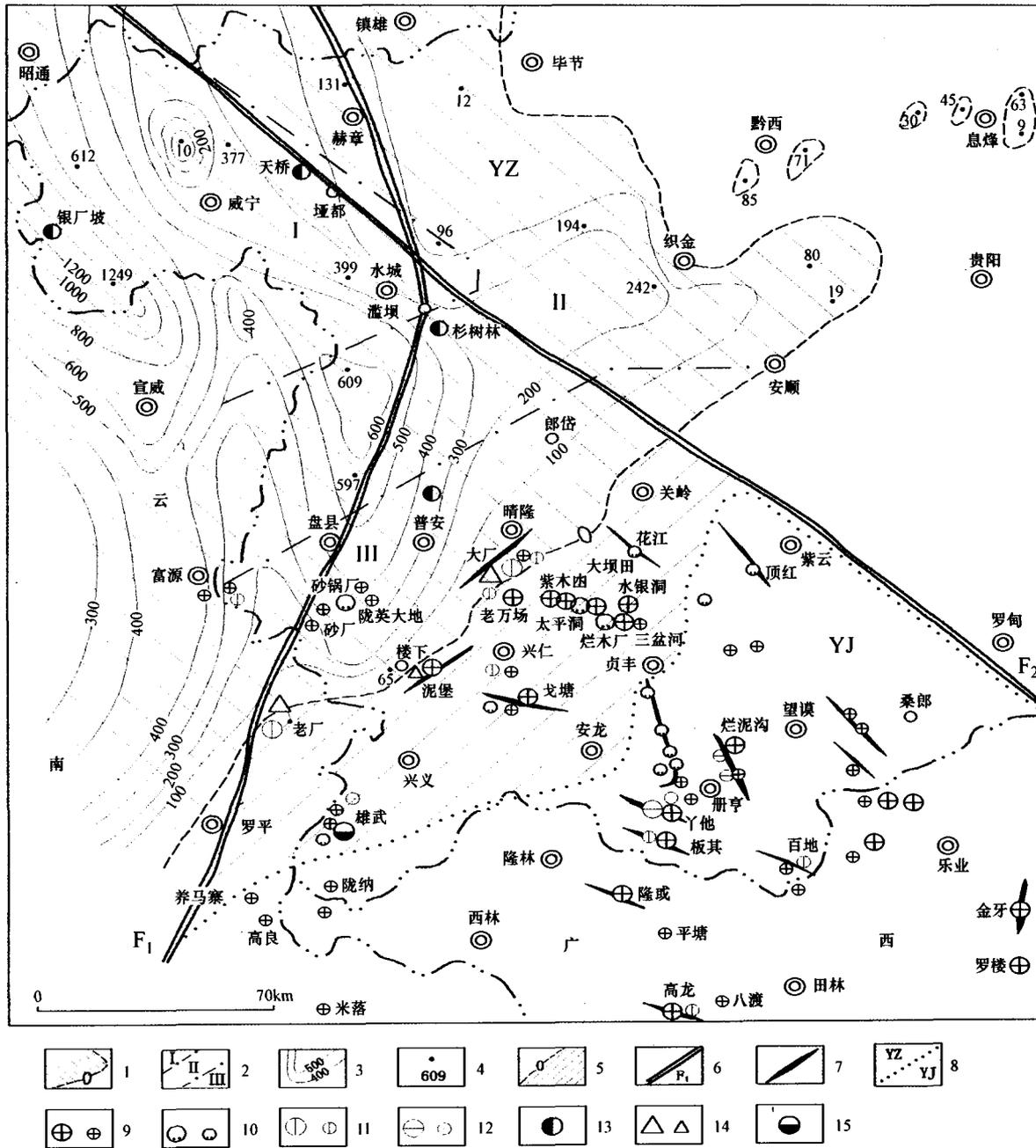


图 1 贵州及邻省玄武岩和相关层控矿床分布图

(据 1:20 万区域地质报告资料及相关文献综合编制)

1—峨眉山玄武岩分布区及边界;2—玄武岩碱度分区: I—钙性区, II—钙碱性区, III—碱钙性区;3—玄武岩等厚线(m);4—玄武岩厚度(m);5—玄武岩外缘凝灰岩分布区;6—深-大断裂: F₁—赫章—罗平断裂, F₂—堰都—紫云断裂;7—背斜轴;8—扬子地块(YZ)与右江造山带(YJ)分界线;9—金矿床、点;10—汞矿床、点;11—铋矿床、点;12—砷矿床、点;13—铅锌矿床;14—萤石矿床;15—铀、钼矿床

同时,由于峨眉地幔热柱的强烈活动,大规模峨眉山玄武岩浆喷发,使黔西南正好处于古地热高值区^[7],古地温梯度在 2.3℃/100m 以上,最高可达 5℃/100m,已经发现的金、汞、铋、砷、铀、钼等矿床皆分

布在古地热异常带。毫无疑问,这样一个热流状态环境,为热流体最初形成提供了主要热源。由此可以说,大规模的峨眉山玄武岩浆喷发还提供了这些以地下水热液成矿作用为主的层控矿床形成所必需

的热源。

以地下水热液成矿作用为主形成的这类层控矿

床在贵州西部较多,如戈塘金矿床、水银洞金矿床、烂木厂汞矿床、烂木厂铊矿床、晴隆锑矿床等。

表 1 峨眉山玄武岩中微量元素含量表

样品	Au ^②	As ^②	Hg ^②	Sb ^②	Tl ^②	Cu ^③	F ^③	S ^③	Pt ^④
贵州玄武岩	154.7	92.4	3.67	94.2	1	162	1008	3325	10.43
玄武岩 ^①	4	2	0.09	0.2	0.21	87	400	300	0.54
克拉克值 ^⑤	4.1	1.9	0.08	0.15	0.61	38	990	230	5

分析单位:中科院地化所;①据涂里干和费德波,1961;②16件贵州玄武岩;③325件玄武岩平均值,贵州省区域地质志,1987;④Pt数据由成杭新、鄢明才提供,1997;⑤据黎彤,1988。

表 2 贵州西部部分矿床稀土元素含量及特征值

样品类型	金矿矿石	峨眉山玄武岩	龙潭高砷煤系页岩	富汞矿石	富铊矿石	锑矿矿石
La	58.24	37.17	45.44	27.22	19.58	0.158
Ce	98.64	86.29	96.06	42.79	26.47	0.308
Pr	11.05	9.76	10.59	5.93	3.86	0.049
Nd	37.43	46.46	50.66	21.14	13.23	0.176
Sm	6.76	10.08	11.38	3.60	2.00	0.04
Eu	1.39	3.02	3.28	1.00	0.49	0.009
Gd	5.86	9.10	10.06	2.84	1.53	0.027
Tb	0.87	1.27	1.36	0.38	0.21	0.005
Dy	4.73	6.53	6.70	1.85	1.00	0.021
Ho	1.00	1.13	1.13	0.41	0.21	0.005
Er	1.48	2.53	2.62	1.11	0.53	0.012
Tm	0.30	0.21	0.25	0.16	0.07	0.002
Yb	2.01	1.41	1.75	0.83	0.33	0.011
Lu	0.27	0.21	0.25	0.12	0.05	0.001
Y	17.87	34.09	35.04	9.34	4.92	0.123
ΣREE	247.90	249.25	276.57	118.72	74.48	0.948
LREE	212.12	192.78	217.41	101.68	65.63	0.731
HREE	35.78	56.47	59.16	17.04	8.85	0.217
LR/HR	5.93	3.41	3.68	6.00	7.40	3.37

注:①北京大学地质系测定,1996;②稀土元素含量单位为 10⁻⁶。

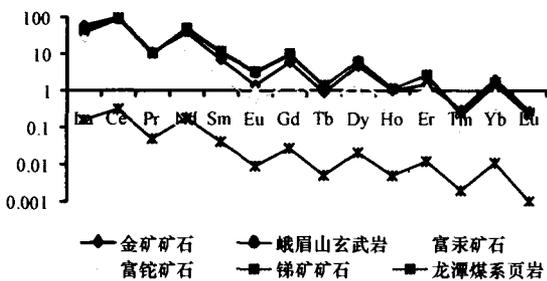


图 2 峨眉山玄武岩及其相关矿床 REE 的球粒陨石标准化模式

3 峨眉山玄武岩浆活动对火山热液矿床形成的贡献

根据现有资料,贵州峨眉山玄武岩 3 个不同碱性程度地区的化学成分平均值和全区平均值,都是投在拉斑玄武岩系范围,但是与世界大陆拉斑玄武

岩比较,贵州峨眉山玄武岩又具有不同于典型拉斑玄武岩的特点:TiO₂ 含量在 3.2% ~ 4.54% 之间,几乎高一倍,属于高钛玄武岩;贵州峨眉山玄武岩具有高钛、低镁,相对贫钙、富铁,碱钙性区显然偏碱,固结指数明显较低的特点。据汪云亮教授研究^[2]:峨眉山玄武岩既不是典型拉斑玄武岩系列,也不是典型碱性玄武岩系列,而是跨式——B 型,属于趋势的临界面玄武岩系列。它是世界上第一个临界玄武岩系列喷发物,它的原始岩浆没有遭到地壳的明显污染。

在厚度较大的黔西北威宁、赫章、六盘水市的水城及盘县北部,可大致将它分为上、中、下 3 个部分:下部为玄武质火山碎屑岩、玄武岩及砂页岩发育完整者,构成几个火山喷发韵律,厚 0 ~ 165m;中部是该岩系的主体,主要为溢流玄武质熔岩,其间有不多的玄武质火山碎屑岩或砂页岩,厚 0 ~ 797m,喷发韵律相对较多;上部为玄武质火山碎屑岩及玄武岩,其间常见凝灰质岩和碳质粘土岩,后者乃喷发间隙期沉积作用产物,厚 0 ~ 281m,可划分出数个火山喷发韵律^[8]。

在这些喷发的玄武岩浆成岩作用过程中,同时也伴随火山气液成矿作用的进行。表 1 所示:贵州峨眉山玄武岩中含有比一般玄武岩明显高的 Cu、Pt、Pd 等物质,再者贵州西北地区这些玄武岩厚度巨大、分布广泛,它们可以为 Cu、Pt、Pd 成矿提供丰富的物源。从研究峨眉山玄武岩岩石化学成分获知^[6]:由底至顶呈强碱性→弱碱性→亚碱性变化趋势,这种变化表征着随岩浆分异的进行,碱金属不断从玄武岩浆中活化迁移出来,与挥发分或阴离子结合组成化合物,进而与铜离子结合衍生成各种易溶的稳定络合物进行搬运。至喷发晚期,铜含量显著增大,当物理化学环境变化时,铜从络合物中分离出来,在有利的部位富集成矿,故火山气液中碱金属离子浓度的不断增加,对铜迁移至玄武岩上部形成矿体起了重要的作用^[9]。

由于铂族元素具有亲铁性, Pt、Pd 等元素还具有亲硫性, 易与铁、铜、铅等形成金属键的化合物; 又由于 Pt、Pd 等为分散元素, 主要分散在其他矿物中, 独立矿物形式极少^[10], 所以在峨眉山玄武岩分布区形成似层状、透镜状、扁豆状和团块状的火山气液型矿床——玄武岩铜矿时, Pt、Pd 等铂族元素可能与这些玄武岩铜矿床伴生, 形成火山热液型铂、钯矿点或矿化点^[11]。形成的这类矿床在贵州有铜厂河铜矿床, 黑山坡铜矿床及香炉山铂、钯矿化点, 发耳的铂、钯矿化点。

4 峨眉山玄武岩浆活动对部分外生矿床的影响

在贵州峨眉山玄武岩系的上覆硅质陆源碎屑含煤地层(宣威组/龙潭组)内尚夹有少量玄武质熔岩和火山碎屑岩, 厚度很薄, 分布也局限。它代表晚二叠世早期强烈的峨眉山岩浆作用高峰期之后微弱喷发活动的产物。

贵州高砷煤、高硫煤、高氟煤、高汞煤的形成过程, 实际上是 As、S、F、Hg 等元素的活化→迁移→聚集的过程。峨眉山地幔热柱隆起核部和外围拆离带是地壳伸展体制的产物, 伸展构造的发育使地壳上隆开裂, 并形成大量基性岩墙及沿不同性质断裂侵入的岩体和岩席, 特别是那些贯通深度较大, 且深部与地幔热柱、地幔亚热柱或幔枝相连通的韧性剪切变形-岩浆带, 为深源矿质向上运移提供了通道和场所, 大规模的峨眉山玄武岩浆就是藉此喷发至地表。

前述分析表明, 黔西南地区峨眉山玄武岩中的成矿元素含量很高, 具有含 As、S、F、Hg 较高的地球化学背景, 能够成为高砷煤、高硫煤、高氟煤、高汞煤中 As、S、F、Hg 源的提供者, 它们具备了作为矿源层的基本条件。

晚二叠世, 遵义至安顺一线以西的黔西和黔西南地区, 为陆源碎屑岩夹煤层, 潮汐沉积发育, 既有植物化石, 又含蜓、腕足等海相化石, 属海陆交替相区, 其主体为潮坪-泻湖环境。这样的古地理环境条件, 一方面气候温暖潮湿, 植物繁茂, 另一方面受海水及淡水的双重影响, 利于泥炭沼泽的形成和发展, 正是在这种特殊的陆源碎屑海岸平原地域形成了复杂而多变的海陆交替相含煤岩系。根据对海相含碳岩系的稀土元素地球化学特征研究, 显示: 在黔西南兴义、兴仁、贞丰一带高砷煤分布区属于台地相与台地边缘斜坡相的过渡地带^[12], 地势低缓, 高砷煤、高硫煤、高氟煤、高汞煤中存在大量沉积成岩期

黄铁矿, 说明当时的环境较为闭塞, 与海水的循环交替性能差。这有利于峨眉山地幔热柱活动产生的火山喷溢物质的大量聚集, 许多微量元素呈极分散均一状态大量进入这一水体沉积盆地, 随着古海平面的变化, 沉积于龙潭组煤系地层中。处于成岩期煤层、地层中的 Au、As、Hg、Sb 及其它微量元素呈极分散均一状态, 但在燕山期峨眉山地幔热柱再次活动作用下, 通过地下水深渗循环不断从峨眉山玄武岩、煤系地层中萃取 As、S、F、Hg 等物质形成的热液发生活化迁移, 沿褶皱、断裂等构造薄弱带运移, 并在通过煤层时, 在局部地段富集, 结果形成贵州高砷煤、高硫煤、高氟煤、高汞煤^[13]。

贵州西部的兴仁、兴义、织金、毕节等县市发现大量的高砷煤、高硫煤、高氟煤、高汞煤, 这些外生矿床的形成, 正是峨眉山玄武岩浆喷发作用导致的结果。

5 结论

1) 早、晚二叠世之间大规模峨眉山玄武岩喷发是峨眉山地幔热柱基性岩浆活动的高峰期, 在贵州西部地区形成广泛分布。它是世界上第一个临界玄武岩系列喷发物, 它的原始岩浆没有遭到地壳的明显污染。

2) 峨眉山玄武岩喷发为贵州西部地区高、中、低温层控矿床等以地下水热液为主的成矿作用形成的矿床提供了成矿物质来源——矿源层。

3) 峨眉山玄武岩浆活动在贵州西北地区形成火山气液型的玄武岩铜矿和伴生热液型 Pt、Pd 等铂族金属矿(化)点。

4) 贵州西部发现大量的高砷煤、高硫煤、高氟煤、高汞煤, 这些能源矿床的形成, 是峨眉山玄武岩浆喷发作用导致的结果。

[参考文献]

- [1] 徐义刚, 钟孙霖. 二叠纪峨眉山大火成岩省的形成: 地幔热柱活动的证据及其熔融条件[J]. 地球化学, 2001, 30(1): 1-9.
- [2] 林盛表. 中国西南二叠系玄武岩微量元素地球化学和岩浆起源模式研究[J]. 地球科学进展, 1991, 6(6): 87.
- [3] 郑启铃. 贵州境内峨眉山玄武岩的基本特征及其与成矿作用的关系[J]. 贵州地质, 1985, 3(1): 1-16.
- [4] 李红阳, 牛树银, 王立峰, 等. 幔柱构造[M]. 北京: 地震出版社, 2002.
- [5] 贵州省地质矿产局. 贵州省区域地质志[M]. 北京: 地质出版社, 1987.
- [6] 毛德明, 张启厚, 安树仁. 贵州西部峨眉山玄武岩及其有关矿产[M]. 贵阳: 贵州科技出版社, 1992.
- [7] 王砚耕, 王立亭, 张明发, 等. 南盘江地区浅成地壳结构与金矿

- 分布模式[J]. 贵州地质, 1995, 12(2): 91-184.
- [8] 王砚耕, 王尚彦. 峨眉山大火成岩省与玄武岩铜矿——以贵州二叠纪玄武岩分布区为例[J]. 贵州地质, 2003, 20(10): 5-10.
- [9] 沈定华. 与峨眉山玄武岩有关的铜矿床的成矿机制剖析[J]. 四川地质学报, 1993, 13(1): 32-36.
- [10] 钟汉, 姚凤良. 金属矿床[M]. 北京: 地质出版社, 1987.
- [11] 王登红. 贵州寻找铂族元素矿床的思考[J]. 贵州地质, 2003, 20(3): 127-131.
- [12] 曹鸿水. 黔西南“大厂层”形成环境及其成矿作用的探讨[J]. 贵州地质, 1991, 8(1): 5-12.
- [13] 聂爱国, 谢宏. 峨眉山玄武岩浆与贵州高砷煤成因研究[J]. 煤田地质与勘探, 2004, 32(1): 8-10.

A RESEARCH ON REGIONAL METALLOGENIC CONTRIBUTION TO GUSHING EMEISHAN BASALT MAGMA IN WESTERN OF GUIZHOU PROVINCE

NIE Ai-guo^{1,2}, QIN De-xian¹, GUAN Dai-yun³, HUANG Zhi-yong², ZHANG Zhu-ru²

(1. Kunming University of Science and Technology, Kunming 650039; 2. Guizhou University, Guiyang 550003;

3. Limestone Mine, Guizhou Branch of China Aluminium Corporation, Guiyang 550014)

Abstract: Large scale eruption of Emeishan basalt between early and late Permian took place in the summit of basic magma activity of Emei mantle plume. Emeishan basalt is greatly contributed in the western Guizhou province. Emeishan basalt not only partook in formation of stratabound deposits like Mo, Cu, Pb, Zn, Au, Sb, Hg and Tl which were formed by groundwater ore forming fluids in form of source bed, but also led to form volcanic hydrotopneumatogenic deposits or basalt type copper deposits and associated hydrothermal Pt and Pd mineralizing point. Moreover, it is a main reason for the formation of some exogenic deposits like As-high, F-high, S-high or Hg-high coal.

Key words: Emei mantle plume activity, Emeishan basalt, stratabound deposit, volcanic hydrotopneumatogenic deposits, exogenic deposits

宁夏最大境外投资项目获国家批准

据报载,日前,青铜峡铝业集团与印度阿夏普拉矿业化学公司在印度合资建设古吉拉特氧化铝厂项目获得国家发改委核准。该项目总投资 50.4 亿元,其中资本金 15.1 亿元,双方各占 50%,合资期限 30 年,主要开发印度古吉拉特邦铝土矿,并在当地建设 100 万 t/年氧化铝厂。

该项目是迄今宁夏最大的境外投资项目,也是目前我国在印度最大的投资项目。

青铜峡铝业集团目前生产规模已达年产电解铝 43 万 t,年需要氧化铝约 90 万 t,但国内氧化铝原料缺口越来越大,价格也越来越高,氧化铝原料供应不足已成为制约企业发展的瓶颈。印度具有丰富的铝土矿资源,目前探明储量为 30.31 亿 t,在世界上列第五位。该项目矿山位于印度古吉拉特邦布吉市,铝土矿资源保守储量为 8000 万 t 以上,可以满足项目 30 年的生产需要。