

42-48

中国碱性侵入岩的空间分布及有关金属矿床^{*}

袁忠信 白 鹤

(地质矿产部矿床地质研究所·北京·100037)

p588.12



第一作者学术简历 男, 65 岁, 研究员。多年从事稀有、稀土元素矿物学、矿床学、地球化学以及有关的岩石学研究, 并参与国内一些矿床的稀土评价工作。近年来的主要著述有《中国内蒙白云鄂博矿床地质特征和成因》(英), 《中国南岭地区花岗岩类的痕量元素分布》(英), 《四川牦牛坪稀土矿床》, 《稀土》第四章《稀土矿床》等。曾多次获国家及部级奖励。

A 摘要 我国碱性侵入岩分布十分广泛, 且常沿两大构造单元之间或古老大陆边缘的深断裂带分布。深断裂是控制碱性岩上侵定位和控岩控矿的构造, 碱性岩侵入体常呈串珠状沿深断裂作线状延展, 形成 14 条岩带, 将与其有关的内生金属矿床分为 12 类。并对白云鄂博、牦牛坪、东坪和巴哲尔等矿床的地质特征进行了研究, 还将与碱性侵入岩有关的金属矿床分为与正长岩类有关的矿床和与碱性花岗岩类有关的矿床两大类。

关键词 中国 碱性侵入岩, 空间分布, 金属矿床, 侵入岩

碱性岩, 尤其是碱性侵入岩, 不仅在学术上意义重大, 而且有巨大的经济价值。许多有关地幔和下地壳的信息是从碱性侵入岩得来的, 许多金属和非金属矿床在空间上和成因上与碱性侵入岩有关。碱性岩从来就是国内构造地质学、岩石矿物学和地球化学工作者十分关注的对象。

我国碱性侵入岩分布十分广泛, 常沿两大构造单元之间或古老大陆边缘的深断裂带分布。深断裂是控制碱性侵入岩上侵定位及成矿的控岩控矿构造。碱性侵入岩常呈串珠状沿深断裂作线状延展, 构成碱性侵入岩带, 根据已有资料^①我国可分出如下 14 条碱性侵入岩带:

(1) 塔尔布特岩带, 沿准噶尔地块西北缘

塔尔布特深断裂分布;

(2) 额尔齐斯岩带, 沿阿尔泰褶皱带南缘额尔齐斯深断裂分布;

(3) 阿尔曼太岩带, 沿准噶尔地块东缘阿尔曼太深断裂分布;

(4) 南天山岩带, 沿塔里木地块北缘深断裂分布;

(5) 二连—索伦岩带, 沿蒙古—兴安褶皱带南缘深断裂分布;

(6) 内蒙地台北缘岩带, 沿内蒙地台北缘深断裂分布;

(7) 集宁—承德岩带, 沿内蒙地台南缘深断裂分布;

(8) 郯城—卢江岩带, 沿郯城—卢江深断裂分布;

本文 1996 年 10 月收到, 张旭明编辑。

* 本文曾在第 30 届国际地质大会学术交流会上宣读。

① 主要根据历年出版的 1/20 万区域地质测量报告及各省、自治区区域地质志。

- (9) 胶东岩带,沿胶东深断裂分布;
- (10) 北秦岭岩带,沿中朝地台南缘深断裂分布;
- (11) 城口—襄樊岩带,沿扬子地台北缘深断裂分布;
- (12) 安宁河岩带,沿扬子地台西缘安宁河深断裂分布;
- (13) 扬子江中下游岩带,沿扬子江深断裂分布;
- (14) 长乐—南澳岩带,沿东南沿海长乐—南澳深断裂分布。

上述岩带中的碱性侵入岩通常赋存在深断裂旁侧的次一级断裂中及其附近,呈岩株、岩瘤、岩墙及岩枝等小侵入体产出,岩体出露面积多在 20km² 以下。已知岩石有碱性花岗岩、英碱正长岩、碱性正长岩、霞石正长岩、云霞正长岩、霓霞岩、磷霞岩、钛铁霞辉岩、碱性辉长岩、碱性辉石岩、二长岩及碳酸岩等。这些岩石常在一个面积不大的地段内共同产出,有时也与超镁铁质岩和酸性侵入岩共同产出,构成杂岩体。如新疆南天山岩带中的瓦吉尔塔格岩体,出露面积约 11km²,其中碱性正长岩、碳酸岩与辉石岩、辉长岩共同产出,构成杂岩体。

四川坪河碱性岩体,出露面积约 14km²,其中霓霞岩、磷霞岩、霞石正长岩、碳酸岩与花岗岩、闪长岩共同产出。

河北水泉沟碱性杂岩体,除主体岩石为二长岩—正长岩外,尚产出辉石岩、角闪石岩等超镁铁质岩石,是目前已知出露面积最大的碱性杂岩体,约 340km²。

此外,碱性侵入岩常与碱性火山岩共同产出,构成碱性火山—侵入杂岩体。如内蒙巴尔哲碱性花岗岩侵入于侏罗系碱流质火山碎屑岩中,二者的岩石化学成分十分近似。辽宁赛马岩体,岩体出露面积约 20km²,其中霓霞石正长岩与粗面岩、响岩等共同产出。

与碱性侵入岩有关的矿化十分广泛,已知的金属矿化有 Fe、Cu、Pb、Zn、Nb、Ta、Be、

Zr、Sn、Au、U、Sc 及 REE 等,非金属矿化有萤石、磷灰石、重晶石、方钠石、石棉、玻璃及钾等。已知的重要的内生金属矿床有:

- (1) 与粗面岩—碱性辉长岩—碳酸岩有关的 Nb—Fe—REE 矿床(内蒙白云鄂博);
- (2) 与英碱正长岩有关的 LREE 矿床(四川牦牛坪);
- (3) 与正长岩—二长岩有关的 Au 矿床(河北东坪);
- (4) 与霞石正长岩有关的 LREE—U 矿床(辽宁赛马);
- (5) 与碱性花岗岩有关的 Be—Nb—Zr—REE 矿床(内蒙巴尔哲);
- (6) 与碱性花岗岩有关的 Nb—Y 矿床(四川茨达);
- (7) 与碱性花岗岩有关的 Sn 矿床(新疆萨惹什克);
- (8) 与碱性伟晶岩有关的 Zr 矿床(新疆拜城);
- (9) 与正长斑岩有关的 Au 矿床(内蒙东火房);
- (10) 与正长斑岩有关的 LREE 矿床(山东微山);
- (11) 与正长斑岩有关的 Pb—Zn 矿床(云南马厂箐);
- (12) 与正长岩—辉长岩有关的 P—Fe 矿床(云南花椒园)。

上述矿床中,四川牦牛坪、河北东坪、内蒙巴尔哲及辽宁赛马等矿床,经勘查工作查明矿石储量达大型规模,内蒙白云鄂博矿床是世界闻名的超大型稀土矿床。其余属中、小型。此外,还有甚多的小型矿床及矿化,不一一例举。

与碱性侵入岩有关的金属矿床的成矿年龄从第三纪到元古宙(表 1)。

下面简要介绍几个大型矿床的地质特征。

1 内蒙白云鄂博 Nb—Fe—REE 矿床

白云鄂博矿床其地质构造、矿物岩石和

地球化学研究工作甚多,资料极其丰富。这里表 1 与碱性侵入岩有关的金属矿床的成矿年龄

矿床名称	地质年龄	同位素年龄(Ma)
内蒙白云鄂博	元古宙	1238(Sm-Nd)
四川牦牛坪	第三纪	12~40(U-Pb, K-Ar)
河北东坪	三叠纪	204~226(K-Ar)
辽宁赛马	二叠纪—三叠纪	217~258(U-Pb, K-Ar)
内蒙巴尔哲	白垩纪	127(Rb-Sr)
四川茂达	三叠纪	229(Rb-Sr)
新疆萨若什克	二叠纪	292(U-Pb)
内蒙东八房	二叠纪	250
云南花椒园	第三纪	33.8
湖北庙垭	二叠纪	255(U-Pb)

仅简要说明矿区板岩的性质。白云鄂博矿床的 Nb-Fe-REE 矿体多赋存在白云岩和板岩间的接触地带,如主矿体、东矿体和西矿体

群(图 1)。单独的 Nb 和 REE 矿体在白云岩和板岩内均可按品位圈出。矿区板岩除被称作板岩外,也有称作页岩、长石岩、黑云母岩等。经作者等人研究得知,板岩的成分十分复杂,包括变辉绿岩、粗面岩、流纹英安岩、流纹岩、石英岩、白云岩,以及由这些岩石蚀变而成的钾长石岩、黑云母岩、霓石岩、钠闪石岩等^[3,4]。尤其是粗面岩分布广,在成矿上有重要意义。

粗面岩在主、东矿南侧最为发育(图 1)。岩石肉眼为隐晶结构,块状构造。高倍镜下,斑晶、晶屑结构十分明显。基质经西德 SEM-IPS 图象分析仪测定,矿物粒度 0.6~30 μ m,95%以上的小于 14 μ m。呈他形,碎屑状。岩石化学成分中 K₂O 含量约 15%。岩石应定名为粗面质火山碎屑岩或粗面质火山凝灰岩。

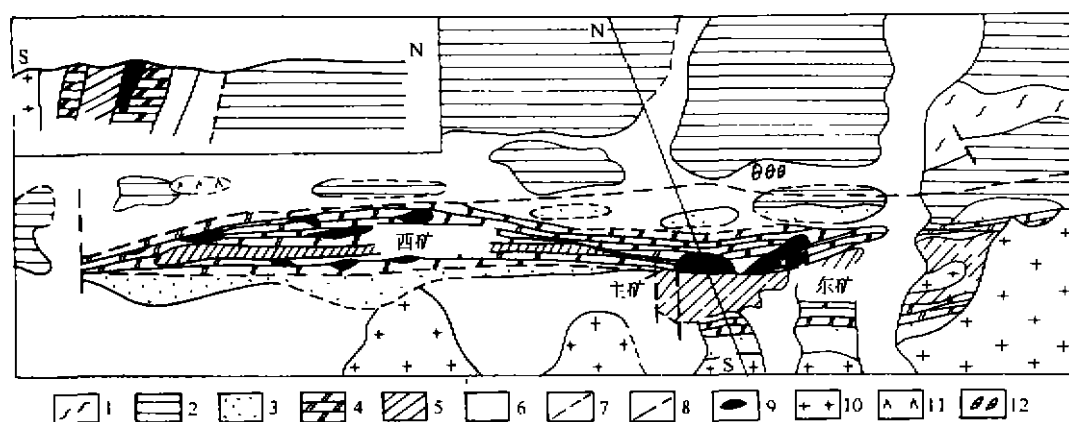


图 1 白云鄂博矿床地质略图

1—色尔腾山群;2—宽沟背斜北翼白云鄂博群;3—白云鄂博群石英砂岩和石英岩;4—白云鄂博群白云岩;5—白云鄂博群板岩;6—第四系;7—断层;8—地质界线;9—Nb-Fe-REE 矿体;10—花岗岩;11—辉长岩和闪长岩;12—碳酸岩岩脉

国外,稀土矿化与碱性正长岩伴生。著名的美国加利福尼亚芒廷帕斯稀土矿床产出一套富钾长石的火成岩,如正长岩和富辉正长岩^[5]。富含方解石、白云石、重晶石和氟碳铈矿的碳酸岩和碳酸盐脉与其伴生。白云鄂博矿床矿物组成和元素共生,许多特征与芒廷

帕斯矿床类似。在白云鄂博矿区已确定有碱性辉长岩和碳酸岩等碱性侵入体,但没有见到大家公认的正长岩类岩石,以致对矿床成因的分歧仍很大。作者研究得知,在宽沟背斜南翼岩石形成时,火山活动甚为强烈,有大量碱性粗面岩浆喷出。白云鄂博稀土成矿与碱

性岩—碳酸岩岩浆活动极为密切,与国外富稀土矿床的地质特征类似。

2 四川牦牛坪稀土矿床

牦牛坪矿床大地构造上位于扬子地台西缘的攀西裂谷带内安宁河深断裂的东侧。稀土的成矿母岩——霓石英碱正长岩,与区域分布的钾长花岗岩构成复式岩体(图2)。霓

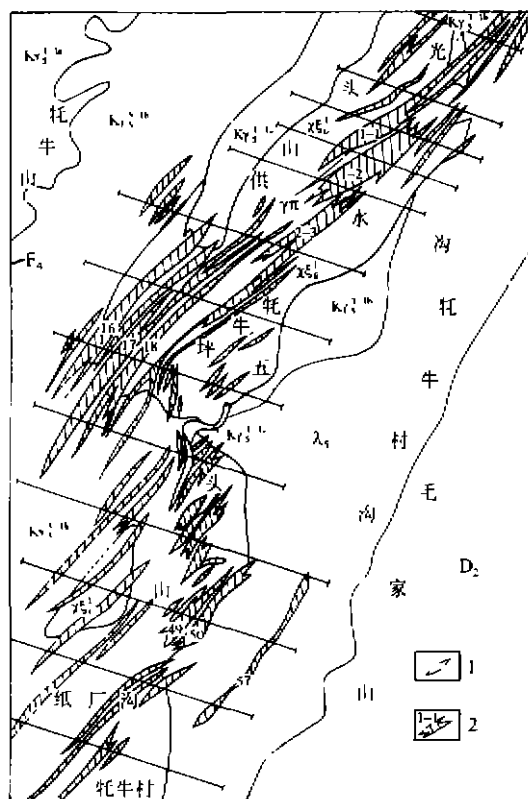


图2 牦牛坪矿床地质略图

D₂—泥盆系砂页岩; A₃—流纹岩; K₁¹—紫红色碱长花岗岩; K₁²—浅灰色碱长花岗岩; K₁³—文象碱长花岗岩; X₁¹—霓碱正长岩; 1—碱性花岗岩斑岩;
2—矿体及编号

石英碱正长岩呈岩株产出,主要由微斜长石、微斜条纹长石、石英、钠长石、霓石、霓辉石等组成,次要矿物有黑云母、绿帘石、萤石、重晶石及方解石等,副矿物有磁铁矿、磷灰石、榍石、锆石、氟碳铈矿以及独居石、褐帘石、烧绿

石、钽石等。

按产状及矿石组成的不同,矿体可分为伟晶状霓辉石—萤石—重晶石大脉、伟晶状萤石—重晶石—方解石大脉、伟晶状霓辉石—微斜长石大脉,以及由上述矿物组成的细脉、细网脉和细脉浸染英碱正长岩等矿石。矿体可以由其中一类矿石组成,也可包括其中几类矿石,根据稀土品位圈定。矿体呈北东向斜列式排列(图2),一般长数十到数百米,最长的达1168m,厚一般2~25m,呈脉状、似层状、透镜状及不规则形状。各类矿脉的主要组成矿物有重晶石、方解石、霓辉石、萤石及微斜长石,次要矿物有钠闪石、钠铁闪石、石英、黑云母及金云母。稀土矿物主要是氟碳铈矿,其次是硅铈矿和褐帘石,此外还有独居石、磷钇矿、烧绿石及稀土磷灰石等。金属硫化物见有黄铁矿、方铅矿、辉钼矿等。

矿石中的稀土元素95%以上呈独立稀土矿物产出,其中97%以上赋存在氟碳铈矿中,氟碳铈矿颗粒粗大,易于分选回收。除稀土外,矿石中的重晶石、萤石及铅、钼、铋、银等也可综合回收。矿床具有极大的经济价值,是我国仅次于内蒙白云鄂博矿床的第二大稀土矿床。

3 河北东坪金矿床

矿床位于张家口市东北,大地构造上位于内蒙地台南缘崇礼—赤城深断裂的南侧。区内出露地层主要为太古宇桑干群变质岩系,其次是震旦系、侏罗系和第四系。水泉沟碱性杂岩体呈东西向长条状侵入太古宙地层中,主要由二长岩及正长岩组成,是金矿体赋存的主要岩石。二长岩和正长岩常呈渐变接触,主要组成矿物有微斜长石、微斜条纹长石、普通角闪石及绿钠闪石,其次有透辉石、次透辉石、霓石、石英、黑云母、绿泥石、绿帘石、黝帘石等,副矿物有磁铁矿、黄铁矿、榍石、锆石、磷灰石等。

矿体主要赋存在二长岩—正长岩中,也

见于太古宇桑干群中,矿体由石英脉、钾长石石英脉及脉旁钾长石化岩石构成。通常矿体顶部为石英脉,下部为石英细脉及脉旁蚀变岩石,并逐渐过渡为围岩。矿体一般长数十米到数百米,最长达1千米,厚0.24~5.10m。脉体多呈北北东向,也有呈北东向或北西向分布(图3)^[12]。矿石矿物主要有自然金、银金矿、碲金矿、碲金银矿。金属矿物有黄铁矿、方铅矿、闪锌矿、黄铜矿及自然铋等。脉石矿物主要为石英,其次是微斜长石。

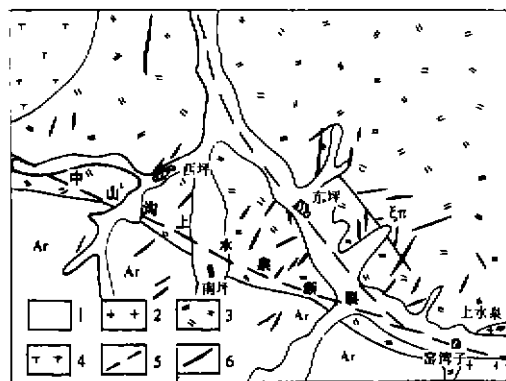


图3 东坪矿床地质略图^[12]

Ar—太古宇桑干群;K—正长斑岩;1—第三系;2—花闪岩;3—二长岩;4—正长岩;5—隐伏断层;6—含金、银、碲石英脉

东坪金矿是近年来查明的大型金矿床。区域上除东坪金矿外,还有小营盘、后沟、桃沟、北沟、中山沟、小赵家沟等大、中、小型金矿床,构成张家口—宣化地区重要的金矿基地。有关东坪金矿的成因,目前存在不同认识。金矿体赋存在二长岩—正长岩内,二长岩—正长岩又发育在太古宇桑干群中,金的成矿可能直接与正长岩—二长岩有关,间接与太古宇有关。

4 内蒙巴尔哲钨、铋、锆、稀土矿床

巴尔哲矿床位于内蒙哲里木盟境内,大地构造上位于蒙古—兴安海西褶皱系南缘。区域内主要出露侏罗系火山熔岩及凝灰岩。与稀有、稀土矿化有关的碱性花岗岩即赋存

其中。碱性花岗岩及其围岩——碱流质晶屑岩屑凝灰岩,二者的矿物成分和化学成分十分类似,二者具有同源关系,从产状及成分看,碱性花岗岩可能是一种次火山岩。

碱性花岗岩呈岩株及岩脉产出,晶洞构造发育,其中西岩体和东岩体最大(图4)。西

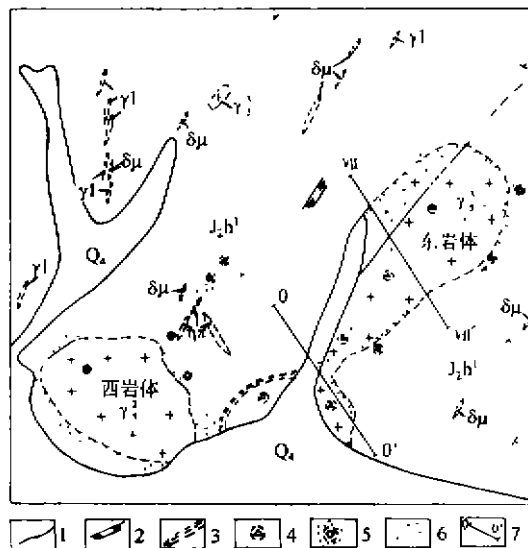


图4 巴尔哲碱性花岗岩地质略图

Q—第四系;J₂h¹—侏罗系凝灰岩;Y₁—西岩体;Y₂—东岩体;Y₃—细晶岩;Y₄—闪长岩;Y₅—正长岩;Y₆—二长岩;Y₇—隐伏断层;Y₈—含金、银、碲石英脉;Y₉—石英脉;Y₁₀—岩体接触带;Y₁₁—钠长石化岩石;Y₁₂—硅化岩石;Y₁₃—岩体界线;Y₁₄—剖面线

岩体蚀变作用不发育,稀有、稀土矿化较均匀,品位相对较低,见有氟碳铈矿、独居石、复希金矿、烧绿石、日光榴石、锆石和铁钼石等。东岩体的蚀变作用发育,岩体自下向上钠长石化、硅化增强,形成不同强度的蚀变岩带。与钠长石化、硅化作用发育的同时,岩体自下向上霓石化和萤石化也逐渐增强,在顶部蚀变带内稀有、稀土元素矿化高度富集。东岩体上部矿物含量变化较大,主要矿物有微斜长石、微斜条纹长石、石英、钠长石及钠闪石,次要矿物有霓石、锆石、磁铁矿和赤铁矿,少量矿物有萤石、方解石、钛铁矿,稀有、稀土矿物有兴安石、独居石、氟碳铈矿、铈日光榴石、铋铁矿、铋铁金红石、铋烧绿石和铁钼石。其中兴安石为近年来国内发现并确定的含铋及稀

土的新矿物,可考虑工业利用。除铍和稀土富集外,顶部带锆石达2%~6%, Nb_2O_5 品位达千分之几,主要呈铌铁矿产出。稀有、稀土矿物呈浸染或细脉浸染状分布。内蒙巴尔哲矿床是一重要的与碱性花岗岩有关的大型稀有、稀土金属矿床。

几个与碱性侵入岩有关的金属矿床含矿岩石的稀土球粒陨石标准化曲线示于图5、

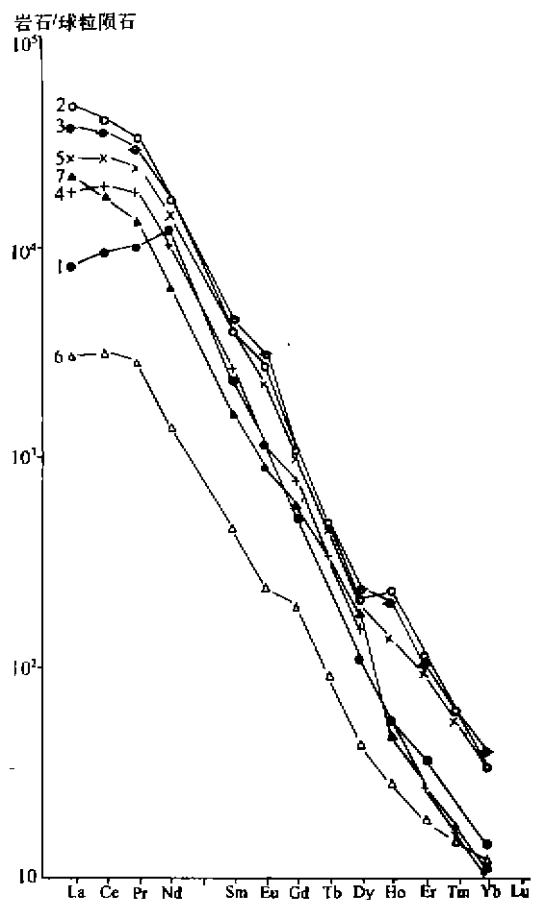


图5 白云鄂博矿床矿石的
稀土球粒陨石标准化曲线

6、7、8。由图5~8可以看出,与正长岩类(包括石英正长岩、碱性正长岩、霞石正长岩等)有关的矿床,其含矿岩石的稀土曲线多为从左向右的陡倾曲线,铕异常不明显,意味着含矿岩石富含轻稀土,岩石形成中分离结晶作用不强。与碱性花岗岩有关的矿床,其含矿岩石的稀土曲线较平缓,具显著铕异常,意味着

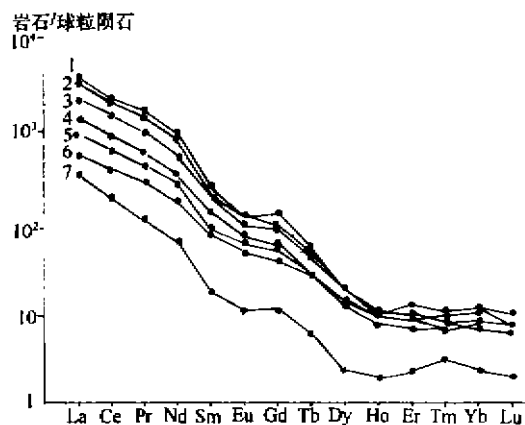


图6 牦牛坪矿床英碱正长岩
稀土球粒陨石标准化曲线

1—SM190-6B; 2—MO-46; 3—MO-48; 4—MO-52;
5—MO-54; 6—MO-59; 7—MO-62

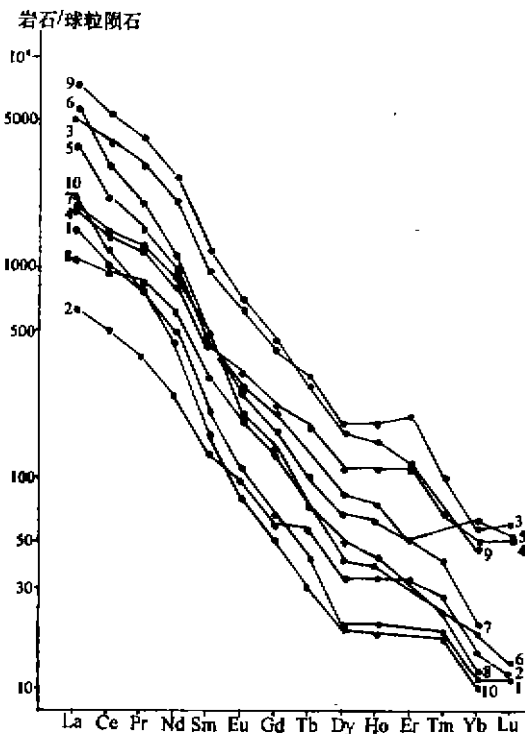


图7 庙垭、微山等地含矿正长岩及碳酸岩
的稀土球粒陨石标准化曲线

1、2、3、4—湖北庙垭正长岩; 5、6—四川牦牛坪碳酸盐脉; 7、8—山东乐陵碳酸岩; 9—山东胡家庄碳酸岩; 10—山东微山正长斑岩

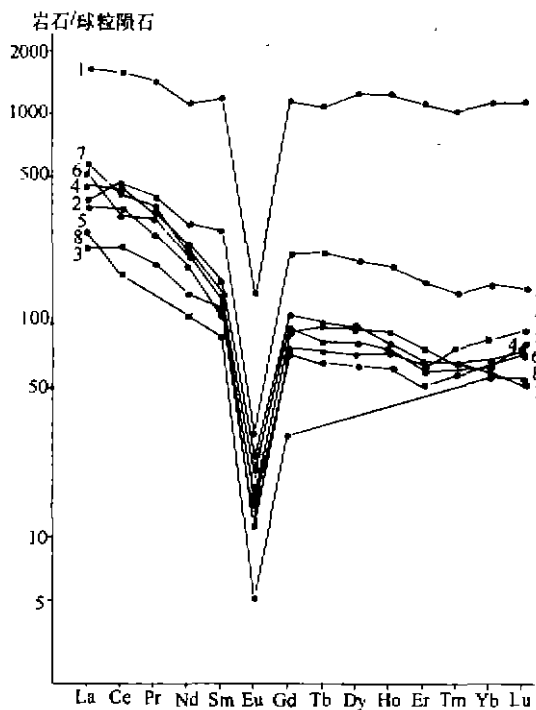


图8 巴尔哲、恰库尔特、茨达含矿碱性
花岗岩稀土球粒陨石标准化曲线

1、2、3、4、5—内蒙巴尔哲岩体；6、7—新疆恰库尔
特岩体；8—四川茨达岩体

含矿岩石轻稀土和重稀土的含量都高,岩石

曾经受较明显的分离结晶作用。实际上,上述
两类稀土曲线可以代表绝大多数与碱性侵入
岩有关的金属矿床的稀土配分。与碱性侵入
岩有关的金属矿床,尽管矿种不同,其成矿母
岩大体上属于两类:一类是与正长岩类有关
的矿床,另一类是与碱性花岗岩有关的矿床。

参考文献

- 1 吴利仁等,四川南江坪河超基性岩—碱性岩的成因及其
有关的碳酸岩,若干地区碱性岩研究,北京:科学出版
社,1996.
- 2 韦永福等,中国金矿床,北京:地震出版社,1994.
- 3 袁忠信等,内蒙白云鄂博矿区H9火山岩特征及其
意义,矿床地质,1995,(13).
- 4 李继亮,白云鄂博的酸性火山岩,地质科学,1983,(1).
- 5 袁忠信,稀土矿床,卢光宪主编《稀土》上册第四章,北
京:冶金工业出版社,1995.

DISTRIBUTION OF ALKALINE INTRUSIVE ROCKS AND RELATED METALLIC ORE DEPOSITS OF CHINA

Yuan Zhongxin, Bai Ge

Most of the alkaline intrusions in China are distributed along deep fracture zone of the continental margin as a Chain. Based on the data of 187 alkaline intrusions in China it may be divided into 14 alkaline intrusive rock zones distributed along deep fracture zone. 12 types of metallic ore deposits related to the alkaline intrusions in China may be presented and geological features of 4 important ore deposits are described. The 4 ore deposits, including the bayan Obo Nb—Fe—REE deposit of Inner Mongolia, the Maonuping REE deposit of Sichuan province, the Dongping Au deposit of Hebei province and the Barzhe Be—Nb—Zr—REE deposit of Inner Mongolia are characterized by large—scale mineralizations and the Bayan Obo deposit is well known as a super large REE deposit in the world.

Key words alkaline intrusions rocks, distribution, metallic ore deposits, China