

64—70

中国南岭风化壳型稀土资源分布特征

霍明远

(中国科学院 自然资源综合考察委员会)

T08

摘要 本文从南岭风化壳型稀土资源的元素、储量、时代、构造和地理等5个方面的分布特征研究入手,分析结果得出中国南岭风化壳型稀土资源以花岗岩风化壳型稀土资源为主,表现出元素丰度高、储量大、时代新、构造条件简单和地理分布面积广的特点,其次是火山岩和碱性花岗岩,碱性岩与千枚岩的风化壳也都有稀土矿产出,从而打破了南岭风化壳型稀土矿都是由花岗岩风化后形成的传统概念,扩大了稀土资源的找矿方向与远景储量。

关键词 风化壳类型 稀土资源 分布特征

一、元素分布特征

中国南岭地区的风化壳型稀土资源经过科学考察后,发现可分为5种主要类型,即花岗岩风化壳型、碱性花岗岩风化壳型、千枚岩风化壳型、火山岩风化壳型、碱性岩风化壳型。

这5种主要风化壳型稀土资源的元素丰度是不同的,详见表1。表1反映了中国南岭不同风化壳类型稀土资源的元素分布特征,表明花岗岩风化壳型与碱性花岗岩风化壳型稀土资源属重稀土资源,其成因实质由风化母岩的物质成分所决定,碱性岩与千枚岩容易形成轻稀土资源,火山岩属于中介状态。

二、储量分布特征

截止1989年底,中国南岭已发现的稀土资源总量中,花岗岩风化壳型稀土矿的储量占总储量的54%,即一半以上。碱性花岗岩风化壳型稀土矿的储量占总储量的32%,二者相加起来,占总储量的86%,呈现明显优势。其次是火山岩风化壳型稀土矿储量占9%,碱性岩风化壳型稀土矿储量占3%和千枚岩风化壳型稀土矿占2%。

值得一提的是,这种储量分布特征并不能确定为唯一性,因为南岭地区稀土资源并未查清,只不过就目前勘查结果来说是这样。随着工作的深入,这个比率会有变化,因为现时都只注意花岗岩类型,对其它类型工作得还不够,所以上结论尚不能为定论,但由于南岭花岗岩出露面积占全区的一半以上,所以南岭风化壳型稀土矿是以花岗岩(包括碱性花岗岩)风化壳型稀土矿为主,即主要产出重稀土矿的格局不会改变。

风化壳在垂向上可分为坡残积层、全风化层、半风化层和基岩顶板。南岭不同类型风

表 1 中国南岭不同类型风化壳稀土元素分布特征

Table 1 Distribution characteristics of the different weathering-crust-type rare-earth elements in Nanling, China

风化壳类型 含量 (PPM) 元素	碱性花岗岩 Alkali-granite	千枚岩 Phyllite	花岗岩 Granite	火山岩 Volcanic Rock	碱性岩 Alkaline Rock
La	33.91	32.68	21.90	24.62	34.83
Ce	0.39	0.78	5.47	4.23	0.35
Pr	6.07	8.02	6.70	6.42	9.80
Nd	19.78	29.00	24.60	22.79	36.06
Sm	3.03	5.59	5.7	4.83	5.50
Eu	0.52	0.67	0.24	0.48	0.64
Gd	3.65	3.90	5.10	4.67	3.02
Tb	0.41	0.41	0.82	0.65	<0.30
Dy	2.67	2.37	5.10	3.68	1.24
Ho	<0.30	<0.30	1.20	<0.30	<0.30
Er	1.51	1.19	3.40	1.69	0.57
Tm	0.32	<0.30	0.51	<0.30	<0.30
Yb	1.26	0.96	3.20	1.37	0.40
Lu	0.3	<0.30	0.52	<0.30	<0.30
Y	24.99	14.13	35.10	23.93	7.31

化壳稀土矿在这 4 个层位上的分布是不同的。表 3 是中国南岭不同类型风化壳稀土矿储量垂向变化率,它反映出花岗岩风化壳型稀土矿的主矿体在全风化层,其次为坡残积层,然后是半风化层,到基岩顶板或基岩面即不成矿,稀土资源量为零。同样,碱性花岗岩风化壳型、千枚岩风化壳型、火山岩风化壳型、碱性岩风化壳型稀土矿也都呈现出此规律,其中以千枚岩风化壳型稀土矿在全风化层的储量为最大,占 71%。

对于这种现象,有人解释为在全风化层中,粘土矿物最多,吸附 TR^{3+} 的能力最强,所以风化的稀土元素大部分被吸附于此层。地表坡残积层中由于常有 $Fe(OH)_3$ 胶体存在,与粘土发生胶体凝聚,电性中和,使粘土矿物吸附能力降低,并且部分稀土被径流带走,所以它比全风化层稀土资源要少。

笔者认为上述解释可以成立,但主要的还在于地表大气水的渗入、流动与微生物的摄取富集作用。坡残积层属于地表大气降水的通气带或渗透带,大气水在这个层中无论水平方向上或是垂直方向上都滞留时间短,而且在运动中将携带走坡残积层中的稀土元素,因为大气水滞留时间短与水量蓄存少,衍生微生物的可能性降低,微生物生存和大量繁殖都受到抑制。而在完全风化层,大气水无论在水平方向与垂直方向都受到阻碍而流速降低,溶液中的稀土元素容易发生沉淀或滞留,微生物在这个层富水状态中生存繁殖极快,对稀

土元素的摄取加快加大,因而形成富矿带。半风化层由于大气降水在完全风化层中的过滤现象及微生物对氧的摄取,使得大气降水中的氧气减少,因而微生物也减少,所以稀土矿储量降低,到基岩顶板或基岩面,大气降水中氧气几乎没有,微生物消失,故没法富集成矿。

因此,风化壳型稀土资源的形成,最主要的富集条件是丰富的大气降水、大气水中的氧气和赖以大气水及水中氧气而生存繁衍的微生物,离了这三个基本条件,稀土元素就不会富集成矿。

表 2 是截止到 1989 年底探明的中国南岭不同类型风化壳型稀土矿储量分布特征。表 3 是中国南岭不同类型风化壳稀土矿储量垂向变化率(%)。

表 2 中国南岭不同类型风化壳稀土矿储量分布特征(截止 1989 年)

Table 2 Distribution characteristics of the different types of weathering-crust-type rare-earth mineral reserves in Nanling, China (up to 1989)

风化壳类型	花岗岩	碱性花岗岩	千枚岩	火山岩	碱性岩
储量百分比(%)	54	32	2	9	3

表 3 中国南岭不同类型风化壳稀土矿储量垂向变率(%)*

Table 3 Vertical variability of the different types of weathering-crust-type rare-earth reserves in Nanling, China (%)

风化壳类型	花岗岩	碱性花岗岩	千枚岩	火山岩	碱性岩
坡残积层	35	30	21	28	30
全风化层	50	63	71	55	60
半风化层	15	7	8	17	10
基岩	0	0	0	0	0

* 数据为不完全统计

三、构造分布特征

众多的矿床勘查资料都表明,中国南岭不同类型风化壳稀土矿都受到构造条件的制约,且反映出稀土矿的形态、产状、矿体厚度,出露面积大小与储量大小等特征。构造运动与构造形变无论对风化壳的形成,还是对其中稀土矿的形成,以至于成矿后的发展与延续都有直接意义。成矿前的构造形变决定着原岩的风化破碎面、带的产生,同时也决定着沿着这些破碎带、面往基岩里面渗透的大气降水的方向、轨迹,发生而发展了风化壳的构造演变。裂隙—裂隙系统,断裂—断裂体系是风化壳稀土矿的主要控制因素之一。裂隙或裂隙系统往往决定了呈线状展布的风化壳稀土矿的位置与形态,例如碱性岩风化壳型稀土矿。断裂—断裂体系往往决定了面状展布的风化壳稀土矿的位置与形态,例如花岗岩风化壳型、碱性花岗岩风化壳型、千枚岩风化壳型和火山岩型风化壳型。

稀土矿形成后的构造活动对其影响与作用有如下 3 种情况:

1)、风化壳随地块上升,使矿体遭受剥蚀、破坏而使储量减少;

- 2)、风化壳随地块下降,上面覆盖了巨厚的沉积层,矿体由于深埋而难于发现与开采;
3)、风化壳在未深埋的构造地块上由于较薄的沉积层覆盖而保存下来。

现今中国南岭风化壳型稀土矿大多开采的是第三种类型的矿体,埋深浅且大多呈面型展布。

四、时间分布特征

中国南岭不同类型风化壳稀土矿在时代分布上具有明显的差异性,截止到1989年底的勘查资料表明,稳定地块(地台)的稀土矿以燕山期花岗岩风化壳产出为最多,其次为加里东期碱性花岗岩风化壳,印支期的火山岩、An ϵ 期的千枚岩及海西期的碱性岩风化壳产出较少。喜马拉雅山期的岩浆活动中有铀的富集和成矿¹⁾,亦有稀土矿化。离子型稀土矿伴生着丰富的铀矿潜在资源,据兴宁等13个稀土矿床、矿点及预测区计算,铀的金属量可达万吨以上。铀在各种岩浆岩中分布不均匀,从基性岩 \rightarrow 超基性岩 \rightarrow 中性岩 \rightarrow 酸性岩 \rightarrow 碱性岩,其百分比含量依次降低(鲍里森科,1959)。中介构造地块,以燕山期花岗岩和印支期的火山岩风化壳产出为主,海西期的碱性岩、加里东期的碱性花岗岩及An ϵ 的千枚岩风化壳产出较少。活动地块(地槽),以燕山期花岗岩、印支期火山岩和An ϵ 千枚岩风化壳产出为主,海西期的碱性岩、加里东期的碱性花岗岩风化壳产出较少。

表4 中国南岭不同类型风化壳稀土矿时代分布特征

Table 4 Age distribution characteristics for the various types of weathering-crust-type rare-earth minerals in Nanling, China

构造单元 时代	地 台		中介构造		地 槽	
	类型	变率	类型	变率	类型	变率
喜马拉雅山期	岩浆岩 ¹⁾	?	岩浆岩 ¹⁾		岩浆岩 ¹⁾	?
燕山期	花岗岩		花岗岩		花岗岩	
印支期	火山岩		火山岩		火山岩	
海西期	碱性岩		碱性岩		碱性岩	
加里东期	碱性花岗岩		碱性火山岩		碱性火山岩	
An ϵ	千枚岩		千枚岩		千枚岩	

1)统称,无细分类

?理论上预测应该有,但实际至今未发现

1) 广东省地质矿产局 756 队资料。

表 4 是中国南岭不同类型风化壳稀土矿时代分布特征,它具体而又形象地反映出燕山期花岗岩风化壳型稀土矿在时代分布上居主要位置,印支期火山岩型风化壳稀土矿次之,较少的是海西期的碱性岩风化壳稀土矿。最近在喜马拉雅山期的岩浆岩中也有发现。

五、地理分布特征

中国南岭风化壳型稀土资源主要产出在赣南、粤北、湘南和闽西。

其中花岗岩、碱性花岗岩和千枚岩风化壳型稀土资源均呈面状分布且不连续。以赣南某钇型稀土矿为例,矿体产在白云母花岗岩风化壳中,其中含氟碳钙钇矿等重稀土矿物,岩石中(母岩)稀土含量一般为 0.02—0.03%,当白云母花岗岩经受风化作用时,由氟碳钙钇矿、萤石等矿物分解离析出来稀土元素,呈阳离子进入水溶液中,在微生物作用下,在弱酸性介质中被高岭石、多水高岭土等粘土矿物表面吸附,在风化壳的粘土层中,稀土含量一般为 0.1% 左右,最高可达 0.4%。风化壳厚 60—100m,矿体厚 5—15m。

呈带状分布的且不连续产出的火山岩风化壳型稀土矿在中国南岭地区产出较少。例如闽西某地铈型轻稀土矿,其流纹斑岩中的 TR_2O_3 含量为花岗岩克拉克值的 1.6—4 倍;花岗斑岩中的 TR_2O_3 含量为花岗岩克拉克值的 4 倍,稀土矿物主要为氟碳铈矿和一种富含 La、Nd 的水独居石变种。岩石风化后的稀土离子被粘土矿物吸附在表面,矿体厚度为 10—20m 左右,一般矿层含 TR_2O_3 为 0.12—0.3%,最高达 0.6%,比母岩高 1—10 倍。

呈线状分布的碱性岩风化壳稀土矿在南岭地区产出分散,但富矿层集中,多为小矿,

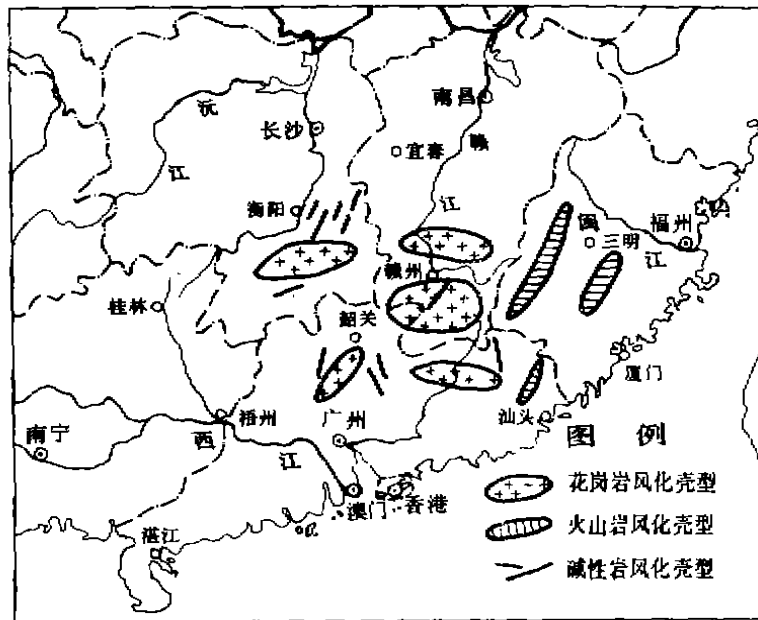


图 1 中国南岭风化壳型稀土资源地理分布特征示意图

Fig. 1 A sketch map showing the geographical distribution characteristics of the weathering-crust-type rare-earth resources in Nanling, China

适合集体开采。集中产在裂隙带、破碎带和摩棱岩化带。图 1 是中国南岭风化壳型稀土资源地理分布特征示意图。

六、结论与讨论

从南岭风化壳型稀土资源分布特征中可以得出以下结论:

1)、截止到 1990 年,中国南岭风化壳型稀土资源以花岗岩风化壳型稀土资源为主,表现出元素丰度高、储量大、时代新、构造条件简单和地理分布面积广的特点。

2)、随着工作的深入,在火山岩和碱性花岗岩、碱性岩与千枚岩的风化壳里也都有稀土矿产出。最近在广东省又发现在喜马拉雅山期岩浆岩中有钨的富集与矿化,从而打破了南岭风化壳型稀土矿都是由花岗岩风化后形成的传统概念,扩大了稀土资源的找矿方向与远景储量。

3)、了解与掌握南岭地区风化壳型稀土资源的分布特征,对于国民经济建设中的工业布局、区域发展规划提供了科学依据。

4)、随着电子工业的发展及新材料产业的创建,稀土资源的开发具有广阔的应用前景。尤其是我国首创的稀土农用生产领域,可以促使植物生长,具有明显的增产效果。南岭风化壳型稀土资源属于重稀土型稀土,广泛用于玻璃、陶瓷、钢铁、橡胶、发光材料、永磁材料、核反应堆中的控制材料等生产领域。最近,我国又开展了稀土医学研究,研究稀土元素在人体中的数量与质量关系,对治病与致病的药物机理进行观测研究,并取得了初步成果,稀土医学也是一个潜在的有重大意义的应用领域。

5)、我国国民经济的发展对于稀土资源的需求将大幅度增长,尤其是对重稀土即南岭风化壳型稀土资源的开发将起到促进作用。国家相继制定了一些相关产业政策来促进和保护南方稀土资源的开发。

还有以下三个问题值得进一步研究与探讨:

其一是关于风化壳稀土矿的成因问题。大多数专家认为是物理化学风化作用的结果;本文,以及前人也曾提到过生物成矿作用,尤其是微生物成矿作用,因为在有大气降水存在下的风化壳正是微生物大量衍生繁殖的环境,会不会有能富集稀土元素的微生物存在,至今仍是一个问号,还没有一个确切的证据说明有或否。

其二是南岭风化壳型稀土资源的分布面积广,提取工艺简单,是国家集中起来统一开采好,还是现实的分散开采,就地提取,统一收购与出口好,至今未有定论与研究。

其三是开采南岭风化壳型稀土矿如何与开山造田(或辟坡造田)、改良土壤和种草、种树等农业生产紧密相连至今还是一个没有系统研究的处女地。

参 考 文 献

- [1] [苏]弗·伊·斯米尔诺夫著,1982,矿床地质学,《矿床地质学》翻译组译,地质出版社。
- [2] 钟汉、姚凤良主编,1987,金属矿床,地质出版社。
- [3] 成都地质学院《矿床学》编写组,1978,矿床学(下册),地质出版社。
- [4] 霍明远,1990,南岭及其邻区多金属成矿条件与开发方向,自然资源学报,第 3 期。

DISTRIBUTION CHARACTERISTICS OF THE WEATHERING-CRUST-TYPE RARE-EARTH RESOURCES IN NANLING, CHINA

Huo Mingyuan

(Commission for Integrated of Natural Resources, Chinese Academy of Sciences and State Planning Commission)

Abstract

Based on the research on the distribution characteristics of the weathering-crust-type rare-earth resources in Nanling in term of their elements, reserves, age, structure and geography, the author comes to the conclusion that the granite weathering-crust-type rare-earth resources predominate the weathering-crust-type rare-earth resources in the region and their Characteristics are high in element abundance, big in reserves, new in age, simple in tectonic conditions and wide in geographical distribution. Besides, there is also occurrence of rare-earth minerals in the weathering crusts of volcanic rock and phyllite, thus negating the traditional concept that all the weathering-crust-type rare-earth minerals in Nanling are formed after the weathering of granites and broadening the ore-finding scope and the prospective reserves of rare-earth resources.

Key words type of weathering crust; rare-earth resources; distribution characteristics