

中国科学院国家科学图书馆

科学研究动态监测快报

2011年10月15日 第20期（总第122期）

地球科学专辑

中国科学院资源环境科学与技术局

中国科学院国家科学图书馆兰州分馆

中国科学院国家科学图书馆兰州分馆
邮编：730000 电话：0931-8271552

甘肃省兰州市天水中路8号
<http://www.llas.ac.cn>

目 录

矿产资源

英国地质调查局发布主要矿物元素的全球供应风险指数 1

火山岩型铀矿成矿模式..... 8

地质科学

研究证实地球碳循环深达地幔..... 11

矿产资源

编者按：近日，英国地质调查局发布主要矿物元素的全球供应风险指数报告《风险清单 2011》(Risk List 2011)。报告基于矿物元素的稀缺性、生产集中度、基础储量分布和管理指标对目前 52 种主要矿物元素的全球供应风险作出综合评估，结果显示锑、铂族元素、汞、钨及稀土元素具有较高的供应风险。报告对全球主要矿物元素的供应风险评估与管理具有有益的参考价值。

英国地质调查局发布主要矿物元素的全球供应风险指数

2011 年 9 月 12 日，英国地质调查局(BGS)发布报告《风险清单 2011》(Risk List 2011)，对 52 种化学元素或元素组在 2011 年的相对供应风险给出了一个快速而简单的指示，这些元素或元素组对于维持人类社会的经济 and 生活方式至关重要。元素在此列表中的位置，是由一些有可能影响供应的因素所共同决定的，这些因素包括：元素在地壳中的丰度，目前的生产地点和储量分布，以及生产所在地的政治稳定性（在清单的编制过程中，所使用的数据是国际公认的和公开的）。

1 评估方法

本研究用 4 个标准（稀缺性、生产集中度、基础储量分布、管理指标）计算了银、铝、砷等 52 种元素或元素组（具体见分析结果）的供应风险指数。其他一些元素或元素组没有包含在内，因为现存有关数据存在诸多不足。在最终的评分计算过程中，每项指标被赋予了同等的权重，没有特别对待任一项指标。

1.1 稀缺性

地壳丰度是全球范围内某一给定元素的稀缺性指示。例如，黄金的地壳丰度为 0.0013×10^{-6} ，所以被列为高风险；而铁的地壳丰度为 $52\ 157 \times 10^{-6}$ ，所以被列为低风险。地壳丰度与稀缺性计分如下（没有地壳丰度数据的任意一种元素将被专门计分 2，例如氦）：

表 1 稀缺性计分方法

计分	地壳丰度/ $\times 10^{-6}$
1（低）	$>100 \sim 1000$
2（中—低）	$>10 \sim 100$
3（中）	$>1 \sim 10$
4（中—高）	$>0.1 \sim 1$
5（高）	<0.1

表 2 元素的平均地壳丰度（本研究）

元素	地壳丰度/ $\times 10^{-6}$	元素	地壳丰度/ $\times 10^{-6}$
Ag	0.055	Mn	774
Al	84 149	Mo	0.8
As	2.5	Na	22 774
Au	0.0013	Nb	8
B	11	Nd	20
Ba	456	Ni	26.6
Be	1.9	Os	0.000041
Bi	0.18	P	567
Br	0.88	Pb	11
Cd	0.08	Pd	0.0015
Ce	43	Pr	4.9
Co	26.6	Pt	0.0015
Cr	135	Re	0.000188
Cu	27	Ru	0.00057
Dy	3.6	S	404
Er	2.1	Sb	0.2
Eu	1.1	Se	0.13
F	553	Sm	3.9
Fe	52 157	Sn	1.7
Ga	16	Sr	320
Gd	3.7	Ta	0.7
Ge	1.3	Tb	0.6
Hg	0.03	Th	5.6
Ho	0.77	Ti	4136
I	0.71	Tm	0.28
In	0.052	U	1.3
Ir	0.000037	V	138
K	15	025	W
La	20	Yb	1.9
Li	16	Zn	72
Lu	0.3	Zr	132
Mg	28	104	

1.2 生产集中度

特定产品的生产集中在少数几个国家，这可能会增加供应的风险。例如，目前全世界约 83% 的钨来自中国。利用 BGS 的世界矿产生产数据（2005-2009 年）来确定前三名的生产国及其占全球总供应量的百分比。前三名国家的产量百分比计分如下：

表 3 生产集中度计分方法

计分	占全球总供应量的比例
1 (低)	0~30 %
2 (中-低)	>30%~45 %
3 (中)	>45%~60 %
4 (中-高)	>60%~75 %
5 (高)	>75 %

1.3 基础储量分布

对元素的产地进行评估非常重要，但是，对于大多数元素而言，人们对其全球分布状况知之甚少，而其储备却往往本地化。

因此，使用基础储量分布数据（来自 USGS）来指示未来的可能供应源。特定产品的基础储量往往集中分布在少数几个国家，这将增加未来的供应风险。例如，占世界基础储量近 87% 的铌分布在巴西。本研究利用 USGS 的基础储量数据来发现占比最高的前 3 个国家以及它们的具体占比数值。这 3 个国家的基础储量分布计分如下：

表 4 基础储量分布计分方法

计分	占全球基础储量的比例
1 (低)	0~30 %
2 (中-低)	>30%~45 %
3 (中)	>45%~60 %
4 (中-高)	>60%~75 %
5 (高)	>75 %

在没有相关数据的情况下，将专门计分 2。例如，Be、As、Na、S、In、Cl、Ca、Ge 被给予 2 分，因为这些元素的基础储量数据不存在或当前无法获取。

1.4 管理指标

生产国的政治稳定性可能影响到矿产品的供应，例如，战争、政府干预、饥荒或其他形式的动荡都可能会造成供应中断。本研究利用世界银行（WB）的管理指标计算前 3 个主要生产国的政治稳定综合值。世界银行从 6 个不同方面提供了 213 个国家的百分等级信息，这 6 个方面分别是：①话语权和问责制；②政治稳定性；③政府效率；④监管平等性；⑤法治状况；⑥腐败控制。本项研究只考虑了政治稳定性，其他几个方面没有涉及。

如果一个国家的政治稳定百分比<33.3%，计 3 分；介于 33.3%~66.6%之间，计 2 分；>66.6%，计 1 分。政治稳定综合值是通过相加（每种元素）前 3 个主要生产国各自的政治稳定性得分，然后按下表计分。

表 5 政治稳定综合值计分方法

计分	政治稳定性得分
1 (低)	0~2
2 (中-低)	3~4
3 (中)	5~6
4 (中-高)	7~8
5 (高)	9

举例来说，稀土的 3 大生产国分别是中国、巴西和俄罗斯。它们的政治稳定综合值将如此计算：中国（世行百分等级数是 29.7%=3 分）+巴西（世行百分等级数是 54.2%=2 分）+俄罗斯（世行百分等级数是 21.7%=3 分）=8，然后在上表中查找，最终计分为 4。

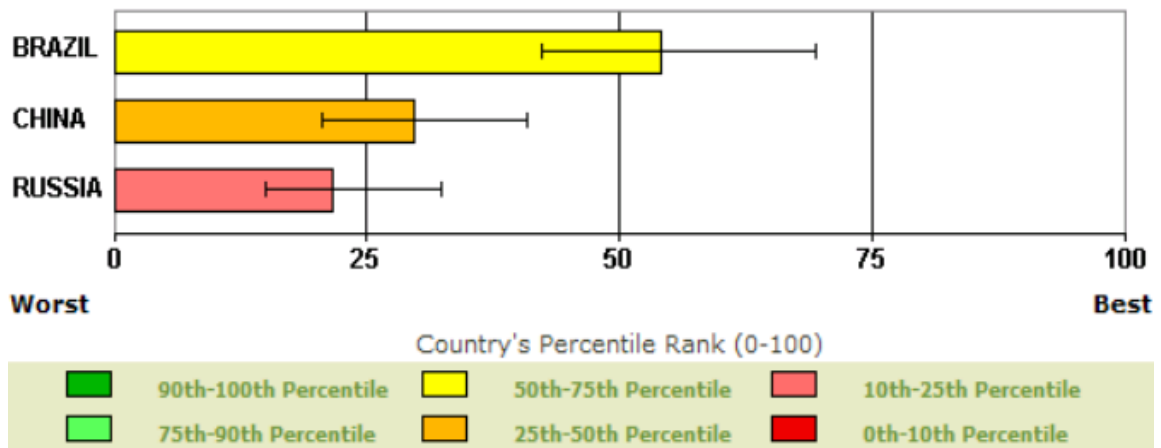


图 1 中国、巴西和俄罗斯的政治稳定性指标（数据来源：世界银行）

1.5 供应风险计算

供应风险指数的计算通过上述 4 个方面的得分计算而来，下面以铁和铌为例（表 6）。从表中可以看出，最终的总得分除以了 2，这是为了便于得到 1（风险很低）~ 10（风险很高）这样一个区间范围内的评价得分。例如，铁的供应风险（3.5 分）就远小于铌（8 分）。

表 6 铁和铌的供应风险指数计算

	铁		铌	
	数值	评分	数值	评分
地壳丰度/ $\times 10^{-6}$	56 300	1	8	3
基础储量分布/%	21.4	1	86.7	5
生产集中度/%	39.1	2	95.8	5
政治稳定性	6	3	6	3
合计		7		16
供应风险指数 (总得分/2)		3.5		8

2 评估结果

表 7 供应风险指数表

元素或元素组	缩写	相对供应风险指数	主要生产者
锑	Sb	8.5	中国
铂族元素	PGE	8.5	南非
汞	Hg	8.5	中国
钨	W	8.5	中国
稀土元素	REE	8.0	中国
铌	Nb	8.0	巴西
锶	Sr	7.5	中国
铋	Bi	7.0	中国
钍	Th	7.0	印度
溴	Br	7.0	美国
碳 (石墨)	C	7.0	中国
铼	Re	6.5	智利
碘	I	6.5	智利
铟	In	6.5	中国
锗	Ge	6.5	中国
铍	Be	6.5	美国
钼	Mo	6.5	墨西哥
氦	He	6.5	美国
锡	Sn	6.0	中国
砷	As	6.0	中国
银	Ag	6.0	秘鲁
钽	Ta	6.0	卢旺达
锰	Mn	5.5	中国
镁	Mg	5.5	中国

注：数字越大，风险越大

表 7 供应风险指数表（续）

元素或元素组	缩写	相对供应风险指数	主要生产者
钴	Co	5.5	刚果
金	Au	5.5	中国
镉	Cd	5.5	中国
锂	Li	5.5	澳大利亚
钙	Ca	5.5	中国
磷	P	5.0	中国
钡	Ba	5.0	中国
硼	B	4.5	土耳其
锆	Zr	4.5	澳大利亚
钒	V	4.5	俄罗斯
铅	Pb	4.5	中国
钾	K	4.5	加拿大
镓	Ga	4.5	中国
氟	F	4.5	中国
铜	Cu	4.5	智利
硒	Se	4.5	日本
碳（煤）	C	4.5	中国
锌	Zn	4.0	中国
铀	U	4.0	哈萨克斯坦
镍	Ni	4.0	俄罗斯
氯	Cl	4.0	中国
钠	Na	4.0	中国
碳（钻石）	C	4.0	俄罗斯
硫	S	3.5	中国
铁	Fe	3.5	中国
铬	Cr	3.5	加拿大
铝	Al	3.5	澳大利亚
钛	Ti	2.5	澳大利亚

注：数字越大，风险越大

风险清单（表 7）凸显出一些元素的全球性生产和供应是集中在少数国家的。如果限制主要生产国的供应，同时其政治风险评级又相对较低，那么供应风险将大幅上升。例如，最近对稀土元素的供给限制就受到了全球的广泛关注，同时在风险清单中，稀土元素的供应风险指数相应地非常高。

风险清单也明确显示出其他一些具有重要经济意义的金属具有较高的供应中断的风险。例如：铂族金属——自动催化剂中的活性成分，铌——用于核磁共振成像

扫描仪和触摸屏，钨——作为硬金属应用于几乎所有的切削工具。

此外，风险清单还显示出了中国在当前许多金属和矿物生产中的重要地位（图 2）。就全球范围来看，中国现在是 27 种元素或元素组的首要供应者，占据了半壁江山。

受亚洲和南非的新兴经济体的不断持续发展，金属和矿物的需求在不断增加，因此对资源的竞争日趋激烈。风险清单从最有可能的人为因素[如地缘政治（“有产者”主动影响“无产者”），或资源民族主义（生产受国家控制）]，以及伴随着的突发事件（如罢工和意外事故）对哪些元素可能遭受供应中断的风险给出了指示。政策制定者、行业 and 消费者应该从加强回收，提升利用效率（以更少的材料，生产更多的东西），以及（不断增加的）消费对环境的潜在影响等方面，来关注供应风险和地球资源供应多样化的需求。

风险清单侧重于供应风险，不包括对可能影响需求的因素的评估，如某种元素对某项特定技术的关键性，以及寻找替代元素的难易程度。

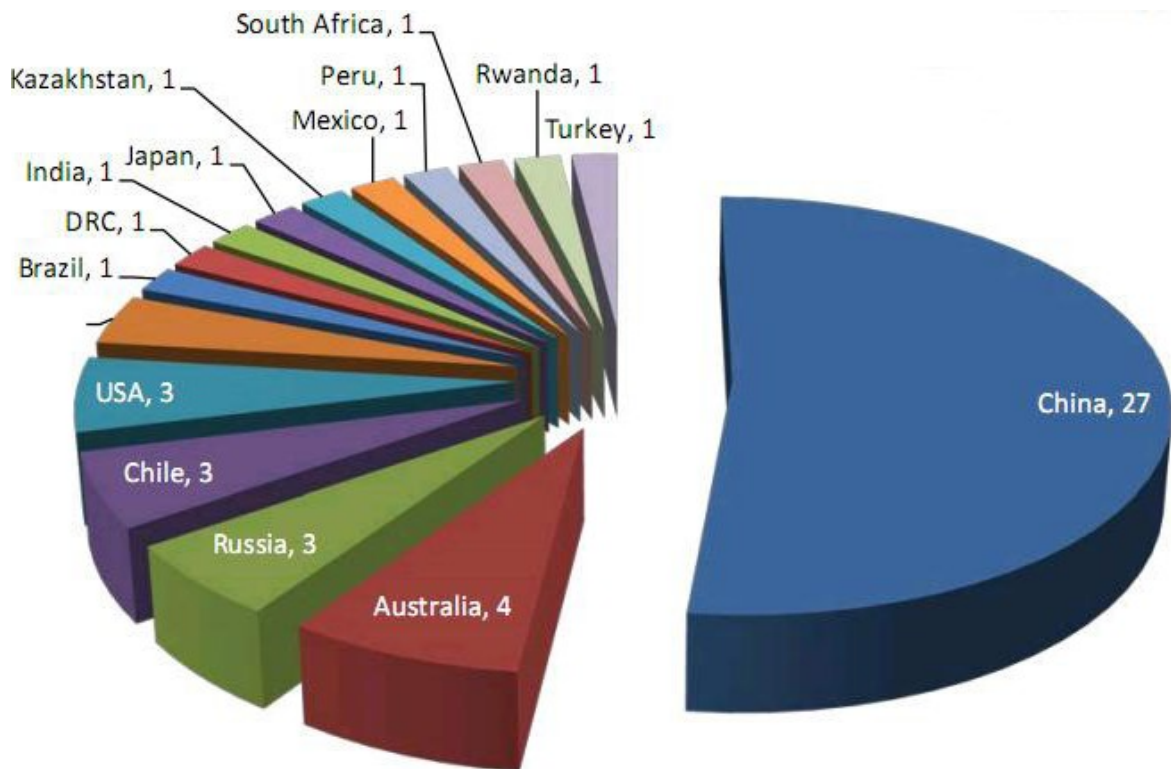


图 2 主要生产国所拥有的具有经济价值的元素或元素组的种类

（杨景宁 编译 赵纪东 校）

原文题目：A new supply risk index for chemical elements or element groups which are of economic value

来源：<http://www.bgs.ac.uk/mineralsuk/statistics/riskList.html>

编者按：美国地质调查局日前公布了其有关火山型铀矿成矿机理的最新研究成果。研究报告从火山型铀矿的成矿地质背景、矿物学及蚀变特征、矿化条件等方面对火山型铀矿的成矿机理和特征进行了系统阐述，并基于此探讨了该类型铀矿的勘探方法及环境问题。

火山岩型铀矿成矿模式

1 火山岩型铀矿床概述

火山岩型铀矿是含有可浸铀火山灰矿化沉积的结果，火山作用是大型铀矿的主要成因，无论它们是位于火山喷发的中心还是边缘。此外受火山中心岩浆热源驱动的热液会直接形成部分铀矿。这些热液流会从含铀的硅质火山岩中萃取出铀，最终在矿脉、网状脉、角砾岩、火山碎屑岩和湖相破火山口沉积物中聚集形成铀矿。本研究所提出的火山岩型铀矿沉积模式总结了此类铀矿的特征，该模式借鉴了国际原子能机构（IAEA）有关破火山口铀矿沉积模式理论。尽管根据推断这些铀矿在形成过程中可能会包含火山岩的作用，但本研究所提出的模式中并未考虑那些铀含量在经济性上具有可回收性的铁氧化物铜金矿（IOCG）。

国际原子能机构的火山岩型铀矿表中列出了 20 个国家的 100 个铀矿，其中大部分铀矿位于俄罗斯、蒙古国和中国。预计这些铀矿的铀资源含量约为 500 000 吨铀（ t_U ），占世界已知铀资源的 6%。在 20 世纪 90 年代之前，人们认为这些铀矿是中低品位[重量百分比(wt.%)为 0.05%~0.2%]的小型铀矿（低于 10 000 吨铀）。最近披露的亚洲火山岩型铀矿的相关信息，突出了此类铀矿的巨大潜在资源。例如自 2005 年以来俄罗斯东部 Streltsovskoye 区的铀产量已经超过 100 000 吨铀，但其仍有与之相当的铀资源未开采。美国的已知火山岩型铀矿主要位于爱达荷州、内华达州、俄勒冈州和犹他州。从 20 世纪 50 年代至 70 年代开采期间，这些铀矿的产量估计达到了 800 吨铀，而它们的已知铀资源储量为 30 000 吨铀，而最新的推测资源估计达到了 200 000 吨铀。

2 成矿地球化学及地质背景

火山岩型铀矿的形成依赖于从热液所搬运的长英矿以及化学或物理变化所形成的沉积物中提取铀元素。随着与越来越多的长英矿成分分化，火山岩中的铀浓聚物不断增长。洋中脊玄武岩的铀含量通常为 0.2×10^{-6} ，而在美国流纹岩中铀含量的中位数为 5×10^{-6} （新生代流纹岩, $n=1400$ ）。接近铀矿的长英质火山岩中铀浓聚物含量通常会超过 10×10^{-6} 。铀元素含量高是铝质岩和碱性岩的主要特点。形成这一特点的部分原因是因为二氧化硅在铝质和碱性熔体中的聚合度较低。解聚过程会保留岩浆中的铀以及其他高场强元素，而不是将它们留在早期形成的难浸矿相之中，如独

居石或锆石。高铀元素火山岩的典型特点是氟元素含量高，该元素会限制二氧化硅在岩浆中的耦合，而岩浆倾向于将铀保留到熔化物之中。

火山岩型铀矿可以形成于多种地质构造之中，如裂谷、热区、弧后以及俯冲带（在此处应力场开始扩张）。这些铀矿所在岩石的年龄从原古代跨度到第三纪，然而随着年代变化这些铀矿的特征却未发生明显变化。尽管在最有利情况下长英质岩石的形成也是非常复杂的，但因地壳变薄以及铁镁质岩浆上升而不断强化的热流仍可以引起铀元素相对丰富的上部地壳岩石发生部分熔融，进而形成熔融成分。熔融成分则更有利于铀以及其它不相容元素的浓聚（上部大陆地壳岩石铀元素的平均含量为 2.8×10^{-6} ）。

岩脉、网状脉、角砾岩以及邻近火山中心的层控型铀矿通常具有相类似的品位、矿石矿物学特征，同时也拥有共同的粘土矿物组合。岩脉与网状脉铀矿中充满了裂隙与断层，切断了火山岩、次火山岩以及基岩。裂隙与断层沿其走向会延伸数千米，下降近千米。次火山喷发角砾石会形成管道，其中铀矿的直径可达 10m。这些角砾石的规模通常会随着深度增加而减小。喷发角砾岩以及火山碎屑岩所含铀矿通常与其边界相当，尽管成矿流体的支脉通常是裂隙。这些层控铀矿能横向延伸数百米，厚度在 1~10m 不等。破火山口湖相沉积物中的层状铀矿的共同特征是其远源沉积型铀矿要更多。此过程中空中漂落的火山灰具有显著作用，但鉴于所推测的热流循环中岩浆热的作用，本研究所提出模式中并未包括这一因素。此类破火山口湖相矿可横向延伸数百米，其厚度达到数米甚至数十米。一般来说，此类铀矿的品位要低于其他类型的火山岩型铀矿。

3 成矿矿物学及蚀变特征

火山岩型铀矿的主要矿石相通常是晶质铀矿、沥青铀矿和水硅铀矿的混合物，而在碱性岩石中所形成的铀矿主要是钛铀矿和铀钍矿。大部分火山岩型铀矿中氟石与辉钼矿的含量普遍较高，其中部分铀矿中因其含量较高甚至可以形成副产品。过碱性岩石中铀矿的稀土、钍和锆元素的含量较高。因为热流史非常复杂而且呈多阶段特点，欧洲和亚洲的部分海西期铀矿是多金属矿床，并以富含铜、铅、银和锌而闻名。

许多铀矿发生矿床蚀变前都会发生碱交代，其后便是大量的石英、绢云母、黄铁矿以及碳酸盐矿物脉化过程。围岩蚀变过程中所形成的矿物包括：钠长石、钾长石、蒙脱石、伊利石、高岭石、地开石、绿泥石、方解石、赤铁矿以及黄铁矿。铀矿生长通常与泥蚀变和氟石具有密切关系。成矿后的流体会再次改变铀的分布，形成后期的碳酸盐矿、硫酸盐以其它新的泥蚀变。沿矿脉边缘的围岩蚀变仅有数米，而喷发角砾岩与火山碎屑矿的蚀变好像更能反映此类容矿岩巨大的渗透性。矿石与

脉石相的共生物是很难分解的，通常被视为铀矿化系统历史中不同成分流体作用的证据。

3 矿床成矿条件

引起火山岩型铀矿化的流体的成分需要对脉石矿物进行稳定同位素和流体包裹体分析。分析结果表明，大部分铀矿形成过程中流体都包括大气水和岩浆水的混合物。挥发物，特别是氟、氯和二氧化碳被认为源于岩浆。流体包裹体研究则表明矿化温度为 150~300℃，流体成分具有中低度的含盐量（KCl eq. 低于 8wt.%）。人们推测火山碎屑岩中的小型低温（低于 100℃）铀矿是因火山岩风化过程释放铀元素而形成的。

一般来说，铀在成矿流体中以可溶铀 U(VI)，即铀酰离子形式存在而非 U(IV)，后者在原生矿石中是氧化态。相应地，矿物的形成过程是化学还原过程。所提到的还原剂包括还原态硫化物（H₂S、硫代硫酸盐以及其他连多硫酸盐）以及围岩矿中的二价铁。湖相沉积物中的含碳物质以及部分火山碎屑岩也可能更利于其中还原态硫化物的形成，因为它们存在局部的低温细菌硫酸还原反应。溶硫引起的铀还原需要氧化的还原态流体，这对部分脉系来说具有不确定性。通常认为与围岩中二价铁的反应，是造成部分铀矿中赤铁矿与还原态铀氧化物共生的主要原因。尽管硅质火山岩的铁含量相对较低，但重量比为 0.5 的 Fe²⁺就能还原足够多的铀，使与之体积相当岩石的铀重量比达到 1wt.%。而在美国新生代流纹岩中铁含量的中位数为 1.7wt.%。在沸腾的成矿流体中，因为二氧化碳和氟的减少，可溶铀复合物变得不稳定。因此在部分系统的成矿过程中，沸腾的成矿流体要比铀还原的作用更要明显。

4 矿床风化效应

火山岩型铀矿的风化通常会形成具有潜在品位的浅生矿。风化矿中的矿物包括硅酸盐（硅钙铀矿和贝塔硅钙铀矿）、磷酸盐（钙铀云母）、氢氧化物（板铅铀矿）以及部分钒酸盐（钒钾铀矿）。浅生矿堆积物中的脉石是次生高岭石以及三价铁羟基氧化物。

5 矿床勘探

火山岩型铀矿富集地区通常具有含铀基岩。一般认为部分溶解以及流体与基岩的交互作用是蕴藏铀矿的长英质火山岩富含铀元素的原因。俄罗斯与中国的中生代晚期铀矿就位于原生代长英质基岩之上，这些基岩的铀含量超过了 10×10^{-6} 。在 Streltsovskoye 地区，中生代火山作用是成矿的主要作用，而在此之前该地区就先经历了 2 个地质期的硅质岩浆作用，其特点是铀元素含量丰富。发现那些在后续岩浆作用地质期前铀元素不断富集的区域，将有助于找到那些易成矿地带。

火山岩型铀矿探测依赖于地球物理和地球化学勘探，以及后续的定向钻探。放射性测量是火山岩铀矿潜在分布地区探测最有效的地球物理方法。这种方法可以检测到矿藏中的铀浓缩区域以及最有可能蕴藏此类铀矿的基岩。岩石、水体或溪流沉积物中铀、氟和钼含量高就是最好的指标。在 Streltsovskoye 地区，氟石矿脉并未出现明显的铀富集，而对其进行钻探试验就是定位矿体的最好技术。并不具备表面特征的火山岩型铀矿更适于采用其他铀矿所采用的勘探方法，如对土壤气（氡）和地下水中的铀和指示元素进行地球化学抽样。

6 环境问题

与火山岩型铀矿相关的环境威胁是铀、放射性衰变产物以及相关元素的释放。鉴于其化学毒性，暴露于粉尘与水体中的铀是受到管制的。主要铀矿在风化过程中的氧化，或者开采过程中发生暴露都会形成可溶铀酰离子。尽管沿着铀矿附近铀含量较高溶液的搬运路径也会发生反应，并生成具有低溶解度铀的硅酸盐、磷酸盐、氢氧化物或钒酸盐，可溶铀更易于地表水和地下水搬运。因此，即使浓度很低的溶解铀酰离子在还原环境中，如湿地也会积累到相当可观的浓度。美国环境保护署已设立的饮用水标准中铀含量为 $30\mu\text{g/L}$ ，而在铀矿中的水会远远超过这一数值。放射性衰变产物，主要是镭和氡也被认为是具有放射性危害的，因此同样受到美国环境保护署的管制。镭所形成的可溶离子非常易于从铀矿中萃取。溶解硫酸盐可以限制镭的转移，因为它会形成一种低溶解度矿物，如重晶石，这种矿石会吸收镭。氡是一种短寿命放射性气体，它会给铀矿体和废料周边带来威胁。与贱金属矿不同，铀矿的硫化物矿物含量通常较低，往往包含酸缓冲容量中等或很高的脉石和围岩复合物。火山岩型铀矿排水系统具有中性 pH 值，这就限制了许多相关元素的移动。然而在欠发达地区和火山岩型铀矿开采区，溶解氟化物和钼的浓度可能会超过所规定的标准。

（刘志辉 译 张树良 校）

原文题目：Deposit Model for Volcanogenic Uranium Deposits

来源：<http://pubs.usgs.gov/of/2011/1255/OF11-1255.pdf>

地质科学

研究证实地球碳循环深达地幔

《科学》杂志网络版新近发表（9月15日）的一项有关地球碳循环地学证据的研究结果表明地球碳循环的广度和深度超过此前的预期，碳循环过程不仅覆盖地球表面，而且可以深入地球深部。

碳循环通常是指碳在大气、海洋和地壳间的运移。此前的观测结果表明碳循环

可能可以延伸至上地幔，即延伸到地表下约 400km。在该区域含有富碳沉积层的海洋地壳板块伸入其他构造板块之下，并与地幔熔岩相混合。

根据地震学和地球化学研究，洋壳能够完全伸入地表 660 多公里以下的下地幔。但事实上，这种岩石样本很难获得。

英国布里斯托尔大学的研究小组分析了取自巴西 Juina 金伯利矿床的一套“超深”钻石。一般而言，大部分出土钻石蕴藏深度都不超过 200km。但世界上有些地区会出产一些非常稀有的超深钻石，这种钻石含有不同于其他深度钻石的微量物质，化学组成指示其来自地球极深区域。

分析结果显示 Juina-5 钻石含有在下地幔极高温高压条件下玄武岩熔融和结晶过程中所形成的一系列矿物成分。这说明这些矿物可能来自包含下地幔洋壳玄武岩组分的钻石成矿流体。

如果上述假设正确，那么最初在钻石形成过程中所产生的碳可能已经沉积于洋底的洋壳内。这一点被 Juina-5 钻石轻碳同位素的相对丰度所证实，轻碳同位素源自地表而不会出现在地幔中。

样本钻石中同时还含有同源分离物相，研究人员认为这种物相分离很可能是在钻石向上运移数百公里至上地幔的过程中发生的。而下地幔的钻石形成后，由于地幔柱的上升作用，其逐渐被带至地球表层。

对此，《科学》杂志副主编 Nick Wigginton 评论认为，“该研究显示碳循环遍布于整个地球，它将地表及海洋的化学与生物过程与地球内部过程相连。研究结果为我们认识地球这一整体动态系统提供了更宽广的视角。”

(赵红 译 张树良 校)

原文题目: Carbon Cycle Reaches Earth's Lower Mantle: Evidence of Carbon Cycle Found in 'Superdeep' Diamonds From Brazil

来源: <http://www.sciencedaily.com/releases/2011/09/110915141227.htm>

版权及合理使用声明

中科院国家科学图书馆《科学研究监测动态快报》（简称《快报》）遵守国家知识产权法的规定，保护知识产权，保障著作权人的合法权益，并要求参阅人员及研究人员认真遵守中国版权法的有关规定，严禁将《快报》用于任何商业或其他营利性用途。未经中科院国家科学图书馆同意，用于读者个人学习、研究目的的单篇信息报道稿件的使用，应注明版权信息和信息来源。未经中科院国家科学图书馆允许，院内外各单位不能以任何方式整期转载、链接或发布相关专题《快报》。任何单位要链接、整期发布或转载相关专题《快报》内容，应向国家科学图书馆发送正式的需求函，说明其用途，征得同意，并与国家科学图书馆签订协议。中科院国家科学图书馆总馆网站发布所有专题的《快报》，国家科学图书馆各分馆网站上发布各相关专题的《快报》。其它单位如需链接、整期发布或转载相关专题的《快报》，请与国家科学图书馆联系。

欢迎对中科院国家科学图书馆《科学研究监测动态快报》提出意见与建议。

中国科学院国家科学图书馆

National Science Library of Chinese Academy of Sciences

《科学研究动态监测快报》

《科学研究动态监测快报》(以下简称系列《快报》)是由中科院国家科学图书馆总馆、兰州分馆、成都分馆、武汉分馆以及中科院上海生命科学信息中心编辑出版的科技信息报道类半月快报刊物,由中科院基础科学局、资源环境科学与技术局、生命科学与生物技术局、高技术研究与发展局、规划战略局等中科院专业局、职能局或科技创新基地支持和指导,于2004年12月正式启动,每月1日或15日出版。2006年10月,国家科学图书馆按照统一规划、系统布局、分工负责、整体集成的思路,按照中科院1+10科技创新基地,重新规划和部署了系列《快报》。系列《快报》的重点服务对象一是中科院领导、中科院专业局职能局领导和相关管理人员;二是中科院所属研究所领导及相关科技战略研究专家;三是国家有关科技部委的决策者和管理人员以及有关科技战略研究专家。系列《快报》内容力图恰当地兼顾好科技决策管理者与战略科学家的信息需求,报道各科学领域的国际科技战略与规划、科技计划与预算、科技进展与动态、科技前沿与热点、重大研发与应用、科技政策与管理等方面的最新进展与发展动态。

系列《快报》现分13个专辑,分别为由中国科学院国家科学图书馆总馆承担的《基础科学专辑》、《现代农业科技专辑》、《空间光电科技专辑》、《科技战略与政策专辑》;由兰州分馆承担的《资源环境科学专辑》、《地球科学专辑》、《气候变化科学专辑》;由成都分馆承担的《信息科技专辑》、《先进工业生物科技专辑》;由武汉分馆承担的《先进能源科技专辑》、《先进制造与新材料科技专辑》、《生物安全专辑》;由上海生命科学信息中心承担的《生命科学专辑》。

编辑出版:中国科学院国家科学图书馆

联系地址:北京市海淀区北四环西路33号(100080)

联系人:冷伏海 王俊

电话:(010)62538705、62539101

电子邮件:lengfh@mail.las.ac.cn; wangj@mail.las.ac.cn

地球科学专辑

联系人:郑军卫 安培浚 赵纪东 张树良

电话:(0931)8271552 8270063

电子邮件:zhengjw@lzb.ac.cn; anpj@llas.ac.cn; zhaojd@llas.ac.cn; zhangsl@llas.ac.cn