



中国地质调查局地学文献中心·中国地质图书馆

国外地学文献速递

Express Delivery of Foreign Geological Literature

铀矿专辑 (2023 年第 1 期)

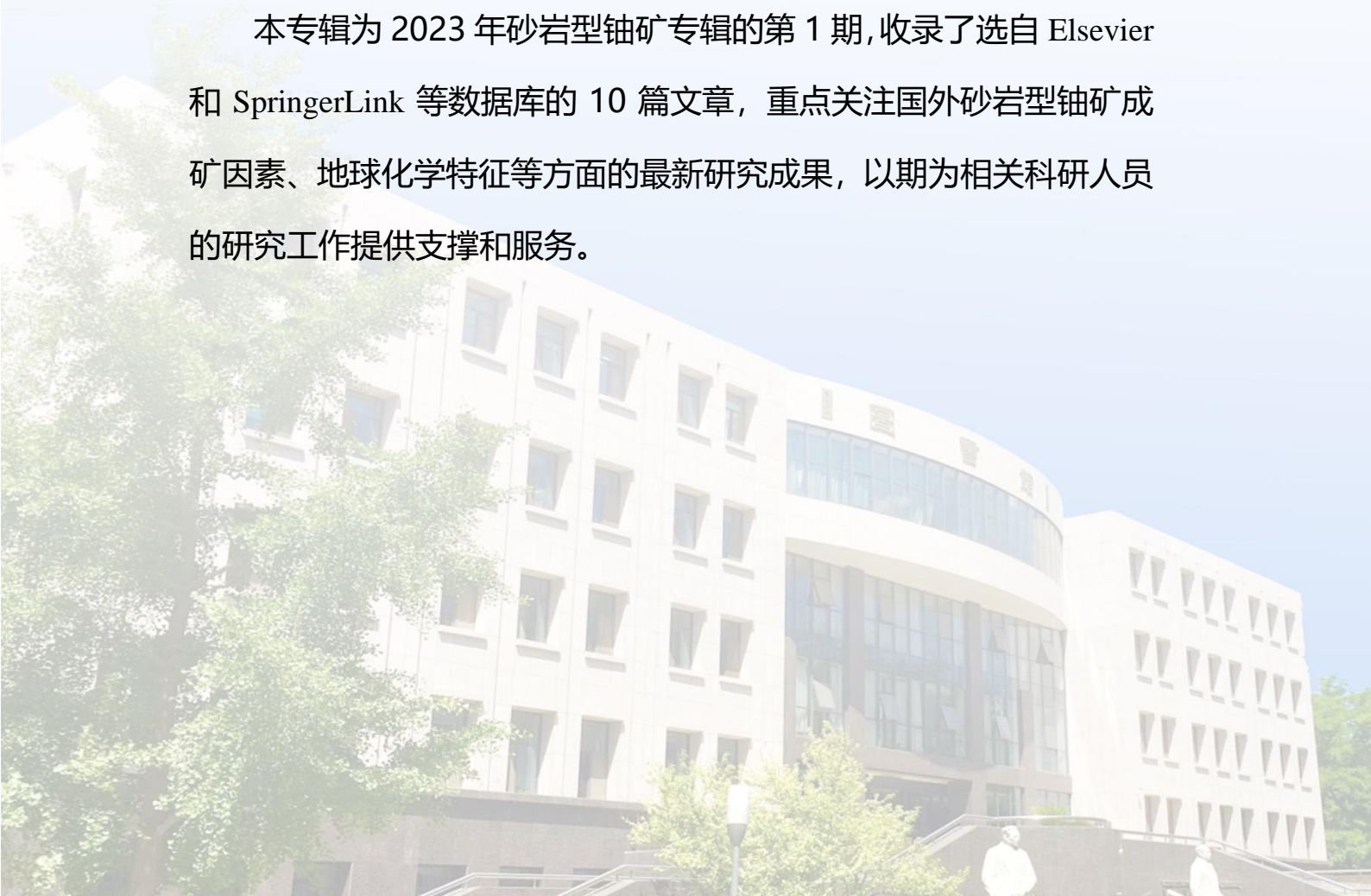


编者按

铀是国家发展重要的战略资源，也是全球重要的能源原料。20世纪70年代以来，世界超大型铀矿床不断被发现，铀矿的勘查取得了突破性进展。准确、及时掌握国外铀资源尤其是砂岩型铀资源的研究现状，可对我国铀矿找矿突破、科研技术创新提供信息支撑，也是当前我国相关企业“走出去”和“走向哪里”的基本依据。

国外地学文献速递（铀矿专辑）是中国地质调查局地学文献中心为切实服务地质调查中心工作而推出的《国外地学文献速递》系列专辑之一。通过对国外主要文献数据库中涉及铀矿资源，尤其是砂岩型铀矿的最新文献进行筛选和摘要编译形成专辑。

本专辑为2023年砂岩型铀矿专辑的第1期，收录了选自Elsevier和SpringerLink等数据库的10篇文章，重点关注国外砂岩型铀矿成矿因素、地球化学特征等方面的最新研究成果，以期为相关科研人员的研究工作提供支撑和服务。



目 录

火山矿化系统中的铀源和流体输送：以俄罗斯斯特列尔索夫卡·卡尔德拉为例，对照蒙古多诺铀矿	1
天然沥青型铀矿化：放射成因系统的稳定性	2
砂岩型铀矿形成中的成矿生物因素	3
DASA 地堑（尼日尔北部）铀矿床的构造沉积演化	4
阿曼亚当以南 QARAT-KIBRIT 盐穹断裂系统的地质调查寻找有利于铀和伴生矿物的异常	5
俄罗斯外贝加利亚西部 BULUKTAEVSKOE 钼钨矿床钼矿的稀土-铀-钍矿化	6
中国北方砂岩型铀矿理论体系	7
印度 KALADGI 盆地西部 BADAMI 组不整合面相关铀矿床项目规模前景分析	8
碳氢化合物和铀的地质关系：回顾两种不同的能量来源和印度的情况	9
铀矿床中水-岩相互作用的自然实例研究：韩国 OKCHEON 带铀矿床的海外案例研究和水文地球化学特征	10



获取更多地学文献信息，请关注“中国地质图书馆公众号”

本刊由“地球科学文献知识服务与决策支撑工程”项目支持

专辑主编：陈 晶

联系电话：(010)66554988

审 核：王学评

电子信箱：99102930@qq.com

火山矿化系统中的铀源和流体输送：以俄罗斯斯特列尔索夫卡·卡尔德拉为例，对照蒙古国多诺铀矿

Uranium Sources and Fluid Transport in Volcanic Mineralized Systems: an Example of Streltsovka Caldera, Russia with Reflection on Dornot, Mongolia

■ 摘要译文

根据国际原子能机构（IAEA）的分类（地质分类，2018），基于成矿围岩和/或成矿结构的特征，外贝加利亚东南部 Streltsovka 火山口的铀矿床属于火山（火山相关）类型。在铀矿床分类中实施这种描述性分类法已有很长的历史，但其局限性和向铀矿系统模型过渡的必要性正变得越来越明显。这种转变对 Streltsovka 火山型矿床是相关的，也是合乎逻辑的，在 Antei-Streltsovka 成矿系统中出现的铀矿石在基底和火山口覆盖物中存在的时空关系是一个有代表性的例子。成矿系统方法的关键之一是在“源→运→沉淀”序列中重建系统形成元素的起源环境和相互作用动力学。在本文中，我们考虑了这种相互作用的两个模型：(i) 深部岩浆铀源的流体驱动对流模型和 (ii) 地壳铀源的流体自由热对流模型。通过数值模型验证了破火山口岩浆房残余热场流体热对流循环的假设，证实了铀的供应来自其附近动员的三个来源：1) 破火山口下的空腔，2) 基底岩石，3) 填满破火山口的火山岩。这三种高产铀源的矿石成因揭示了 Streltsovka 火山口独特矿石储量（~30 万 tU）的起源，与东蒙古境内西南约 500 km 的 Dornot 矿田（3.3 万 tU）相似的年龄铀矿化。

■ 作者信息

V. A. Petrov, A. A. Pek, V. I. Malkovsky

Institute of Geology of Ore Deposits, Petrography, Mineralogy and Geochemistry Russian Academy of Sciences (IGEM RAS), 119017, Moscow, Russia

本文发表于：Journal of Volcanology and Seismology

2022 年 16 卷 472-497 页

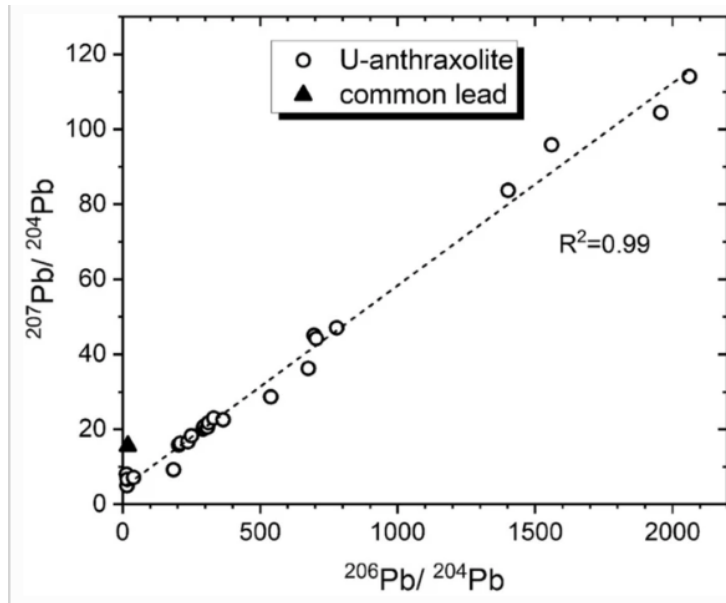
全文链接：<https://doi.org/10.1134/S0742046322060045>

天然沥青型铀矿化：放射成因系统的稳定性

Natural bitumen hosted uranium mineralization: stability of the radiogenic system

■ 摘要译文

亚毫米级的沥青铀矿碎片嵌在碳沥青中，属于在 Vrchlabí 组（捷克共和国）二叠纪岩石中发现的石油衍生沥青。沥青铀矿的元素和铅同位素组成表明，放射性成因系统似乎没有改变。沥青铀矿的低组分差异表明沥青包层具有保护性能。沥青铀矿中铅的高放射性成因组成可以通过 SEM/EDX 化学方法进行定年，确定成矿时代为二叠纪。所研究的关联被认为是长期地质处置铀系沥青化放射性废物的潜在的自然类似物。



放射性成因同位素比值图

（该图显示非放射性成因 ^{204}Pb 在整个 U-碳沥青的大部分分析点所占比例较低。三角形表示现代普通铅 (Pb_c) 的 $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 和 $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 同位素比值。）

■ 作者信息

Vladim í Strunga^{a, b}, Krist ína Sihelská et al

^aNuclear Physics Institute, Czech Academy of Sciences, Hlavní 130, 250 68, Husinec-Řež, Czech Republic

^bFaculty of Science, Charles University, Albertov 6, 128 00, Prague 2, Czech Republic

^cResearch Centre Řež, Hlavní 130, 250 68, Husinec-Řež, Czech Republic

本文发表于: Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry 2023 年 Online

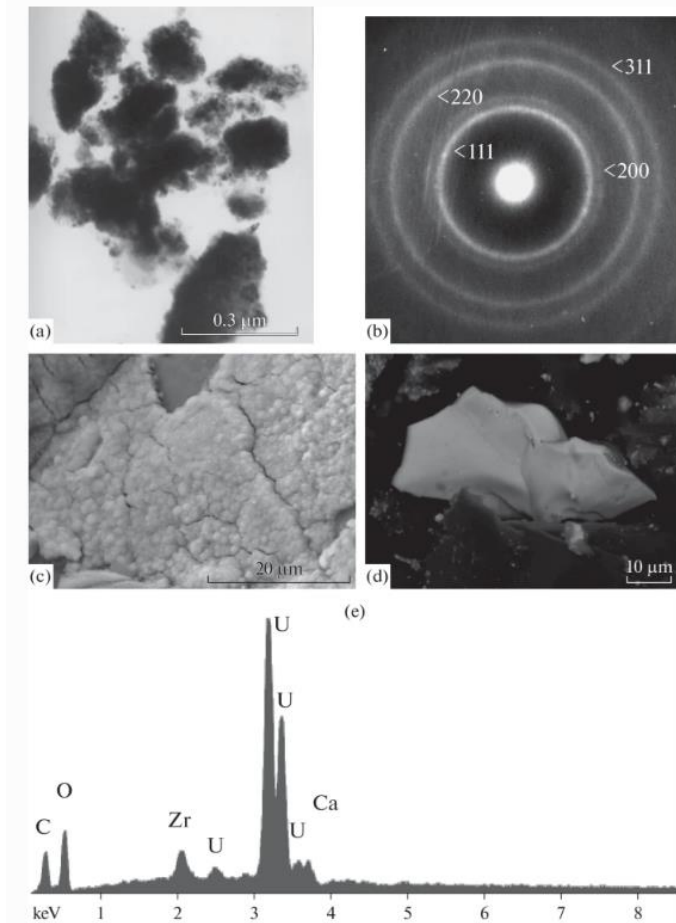
全文链接: <https://doi.org/10.1007/s10967-022-08692-5>

砂岩型铀矿形成中的成矿生物因素

Ore-Forming Biogenic Factor in the Formation of Sandstone-Type Uranium Deposits

■ 摘要译文

砂岩型铀矿床的成矿地质环境是根据与解决环境生物修复问题（通过细菌固定放射性核素净化近地表环境）有关的现代地质微生物学和生态（环境）矿物学数据来考虑的。通过对文献资料的分析，认为生物成因因素在渗透砂岩型铀矿床的形成中可能发挥了成矿作用，并以广泛分布的古河道型磷化黑铀矿为例进行了探讨。细菌因素是含矿沉积砂岩地层氧化还原锋发生和移动的主要机制之一。



铀矿: (a) 悬浮制备中的铀氧化物颗粒 (TEM), (b) SAED 环电子衍射图; (c) 沙粒表面的外壳, (d) 沙粒中的玻璃碎片 (SEM), (e) 其光谱组成。

■ 作者信息

O. A. Doynikova, V. A. Petrov

[†]Institute of Geology of Ore Deposits, Petrography, Mineralogy, and Geochemistry, Russian Academy of Sciences, 119017, Moscow, Russia

本文发表于: *Geology of Ore Deposits* 2022 年 64 卷 243–256 页

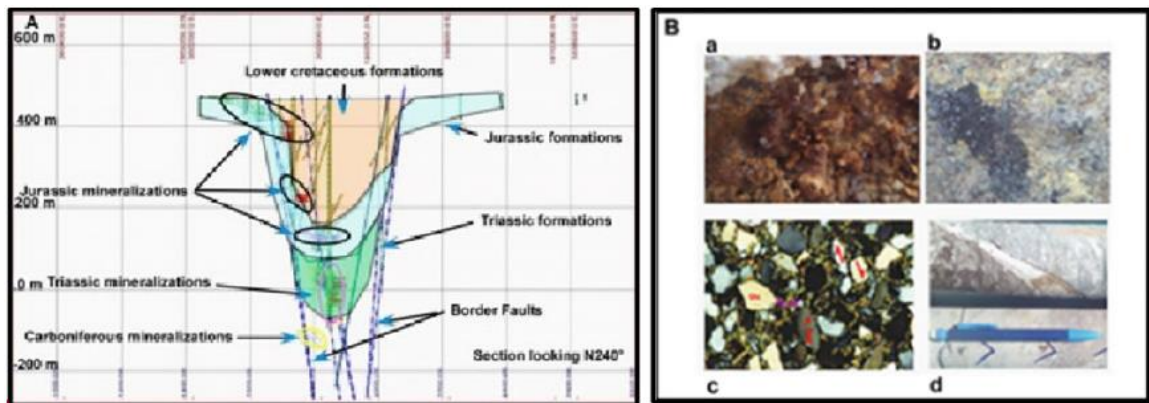
全文链接: <https://doi.org/10.1134/S107570152204002X>

DASA 地堑 (尼日尔北部) 铀矿床的构造沉积演化

Tectono-Sedimentary Evolution of the Uranium Deposits in the DASA Graben (Northern Niger)

■ 摘要译文

本文研究了尼日尔北部 Tim Merso i 盆地的一个次级盆地——N70° 古生代-中生代 DASA 地堑的构造演化。DASA 地堑是最近勘探调查中发现的一个富铀地槽。结合卫星图像、野外观测、钻孔数据分析和现有文献,对 DASA 地堑进行了构造-沉积分析。石炭纪至早白垩世, DASA 地堑受两大构造期的影响。第一阶段为隆升期(石炭-二叠纪),第二阶段为裂谷期(三叠纪-早白垩世)。DASA 地堑的特殊性在于其铀品位非常高。这些岩性和构造因素控制着 DASA 地堑铀矿化的形成。与影响 DASA 地堑后续破碎阶段相关的更大的热液循环,有利于更程度的铀成矿。与 Tim Merso i 盆地相比, DASA 地堑的特点是其铀品位非常高,因为强烈的断裂有利于流体流动。



A. DASA 地堑中铀的分布

B. (a) 氧化砂岩, (b 和 c) DASA 砂岩中的铀, (d) 微断层充填方解石

■ 作者信息

Abdoulwahid Sani^a, Moussa Konate^a, Karimou Dia Hantchi^b, et al

^aDépartement de Géologie, Université d'Agadez Niger, PO Box 199, Agadez-Niger, Niger

^b Université de Maradi, PO Box 465, Maradi, Niger

本文发表于: Advances in Geophysics, Tectonics and Petroleum Geosciences 2022 年 649-654 页

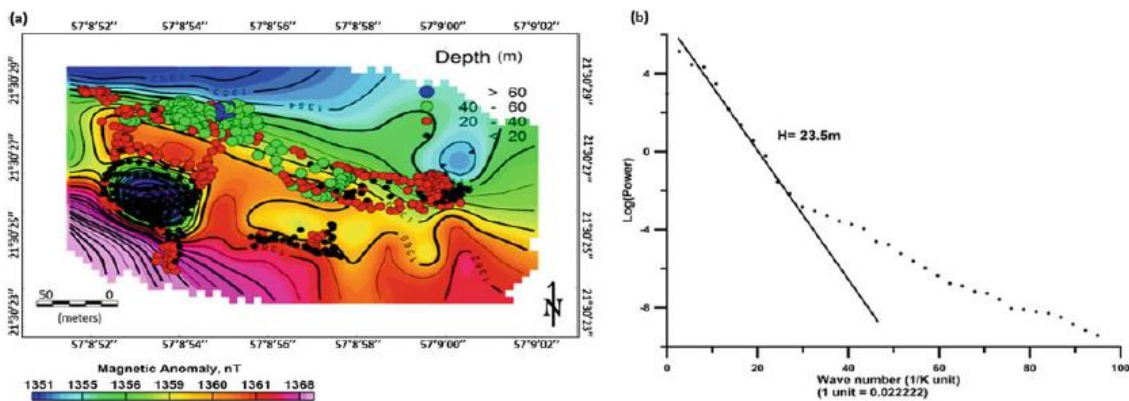
全文链接: https://doi.org/10.1007/978-3-030-73026-0_144

阿曼亚当以南 Qarat-Kibrit 盐穹断裂系统的地质调查寻找有利于铀和伴生矿物的异常

Geo-Investigations on the Qarat Kibrit Salt Dome Faulting System South of Adam, Oman-In Search of Anomalies Favorable for Uranium and Associated Minerals

■ 摘要译文

盐穹窿的发育通常出现在大约 10 km 或更深的深处，引起周围围岩强烈的断层作用（盐构造）。断裂的岩石为石油运移和圈闭提供了理想的空间。如果碳氢化合物的这种移动经过了携带铀的岩石单元（如页岩），铀就会被有机碳化合物收集和富集。来自盐体的卤水也是氧化铀的理想载体，当与铀富集油接触时，将进一步使铀脱位。铀有可能在穹顶附近矿化（蓝色的岩盐是辐射影响盐沉积的证据）。在此基础上，通过极低频电磁（VLF-EM）和磁性测量，沿着大约 250 m 长的 5 个横贯（间隔 10 m）对 Qarat Kibrit 盐丘进行了调查，以确定地下断层系统。在两个发射机频率（24.0 和 24.9 kHz）以及总磁场下记录了 VLF-EM 信号的同相分量和正交分量。karsou-Hjelt 电流密度伪剖面圈定了深度在 10~40 m 之间的地下断层，并通过总磁场的 Hartley 谱深度得到了证实。与 Fraser 峰相连的这条线的多重剖面显示出两条潜在的断层趋势/方向。此外，在实地进行的 XRF 现场测量无法确定在盐构造系统内可能发生铀富集，似乎也没有铀富集的证据。



欧拉反褶积 (L) 和 Hartley (R) 分析总磁场对地下断层结构深度的影响

■ 作者信息

Sundararajan Narasimman, Ebrahimy Alaeddin, Bernhard Pracejus, Talal Al-Hosni
Department of Earth Science, Sultan Qaboos University, Post Box 36, Muscat, 123, Sultanate of Oman

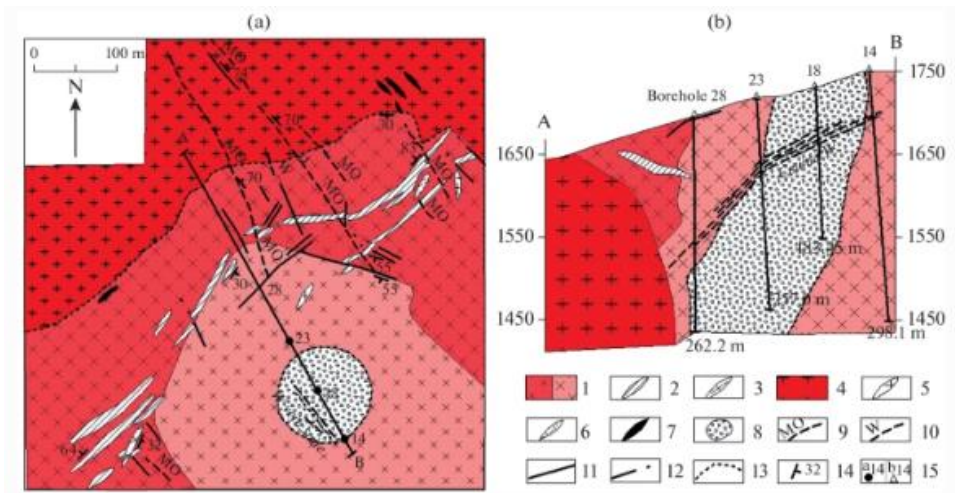
本文发表于: Advances in Geophysics, Tectonics and Petroleum Geosciences 2022 年 349–352 页
全文链接: https://doi.org/10.1007/978-3-030-73026-0_80

俄罗斯外贝加利亚西部 Buluktaevskoe 钼钨矿床钼矿的稀土-铀-钍矿化

Rare Earth-Uranium-Thorium Mineralization in the Molybdenum Ores of the Buluktaevskoe Mo-W Deposit (Western Transbaikalia, Russia)

■ 摘要译文

Buluktaevskoe 钼钨矿床被认为是 Dzhida 大矿田内 W-Mo 矿床的相似矿床，其中已知有 Pervomaiskoe 钼矿和 Inkurskoe 和 Kholtosonskoe 钨矿。在 Buluktaevskoe 矿床的钼矿中鉴定出 15 种矿石矿物；除了辉钼矿，它们还包括硫化物（黄铁矿、方铅矿和黄铜矿）、钨酸盐（黑钨矿和白钨矿）、钼酸盐（粉钨矿和钨钨矿），以及相对大量的含有稀土元素（REE）、U 和 Th 的矿物（含 Th 的独居石、钛铀矿、钍矿和晶质铀矿）；其中包括以前不为人知的矿物：含氟钼酸钍和矿物成分对应的稀有矿物，正长角闪石和菱角闪石-（Y）。讨论了 U-Th-REE 矿物的相互关系和特定化学组成。这些矿物是在 Buluktaevskoe 钼钨矿床早期（辉钼矿）发育阶段的热液蚀变过程中形成的。



Buluktaevskoe 复杂钼钨矿床地质示意图 (图戈维克,1974) (a) 地图; (b) 勘探剖面 A-B 剖面。

- (1) 上古生界石英二长岩-正长岩 (a) 及其角砾岩 (b);
- (2-3) 上古生界岩脉: (2) 煌斑岩 (拉辉煌岩-闪斜煌岩); (3) 斑岩闪长岩;
- (4) 早中生代白岗岩花岗岩和白岗岩长花岗岩脉: (5) 细晶岩; (6) 斑岩花岗岩; (7) 含矿角砾岩; (8) 复矿碎屑角砾岩;
- (9-11) 矿脉: (9) 石英辉钼矿, (10) 石英辉钼矿, (11) 脉石石英;
- (12) 断层; (13) 地质边界; (十四) 走向、倾角标志; (15) 图 (a) 和 (b) 上的钻孔。

■ 作者信息

B. B. Damdinov, L. B. Damdinova & S. Z. Tugutova

Dobretsov Geological Institute, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences, 670047, Ulan-Ude, Russia

本文发表于: *Geology of Ore Deposits* 2022 年 64 卷 300-312 页

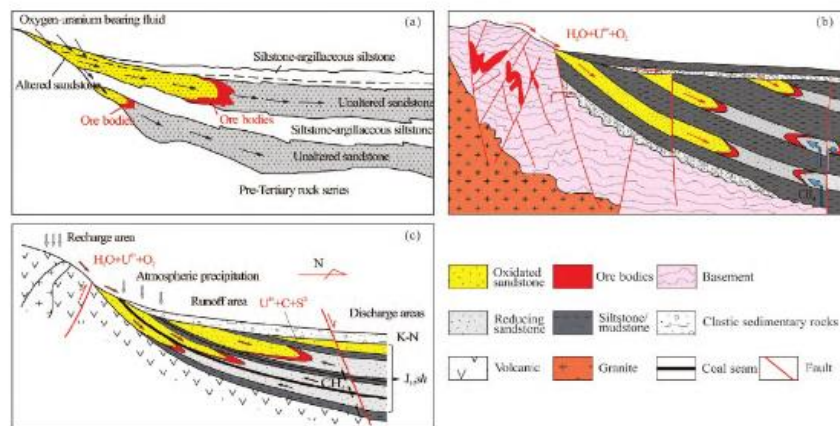
全文链接: <https://doi.org/10.1134/S1075701522050026>

中国北方砂岩型铀矿理论体系

Theoretical System of Sandstone-Type Uranium Deposits in Northern China

■ 摘要译文

介绍了天津市地质调查中心铀课题组近年来在中国北方砂岩型铀成矿方面取得的许多理论成果。从产铀盆地源系统、含铀岩系沉积环境、成矿流体信息、构造事件演化、盆地形成与发育等方面，对铀矿体、氧化还原分区和控矿构造样式进行了重新定义和分类。在此基础上，系统地提出了中国北方砂岩型铀矿床的理论体系。认为中国北方砂岩型铀矿床主要赋存于中、新生代低海拔体系域的河流、三角洲、冲积扇等沉积环境和垂直氧化还原带的灰色砂岩层中。矿体受构造斜坡带控制，在平面上呈条状，在剖面上呈层状或板块状展布。垂直（上下）构造运动引发了盆地内大规模的潜水流动，是控制成矿流体的真正动力。中国北方砂岩型铀矿床理论体系应以全球构造运动和环境变化为基础，以盆地为单位研究成矿背景，以矿集中区为对象研究成矿，以区域构造运动与成矿过程的相关性为切入点研究构造事件和成矿事件。还应根据不同盆地类型建立成矿模式。总结了创新的研究成果和思路，以期推动中国北方砂岩型铀矿化理论的不完善。



(a) 卷状铀成矿模型; (b) 层间渗入成矿模型; (c) 层间氧化带成矿模型

■ 作者信息

Ruoshi Jin^{ab}, Huajian Liu^{ab}, Xiaoguang Li^{ab}

^a Tianjin Centre, China Geological Survey, Tianjin, 300170, China

^b Key Laboratory of Uranium Geology, China Geological Survey, Tianjin, 300170, China

本文发表于: Journal of Earth Science 2022年33卷257-277页

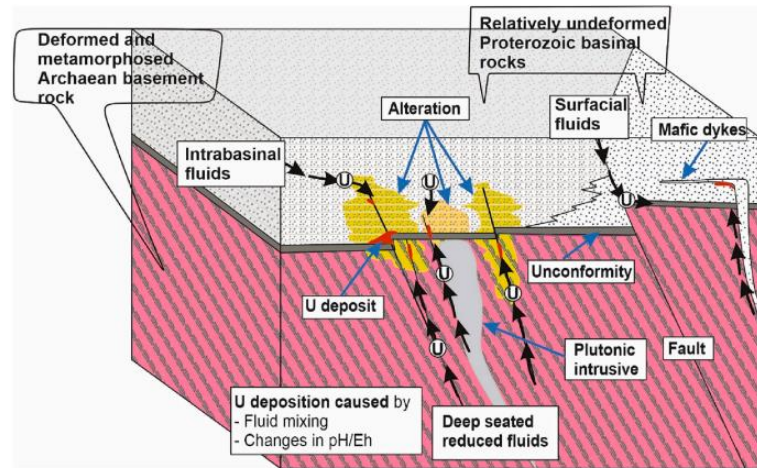
全文链接: <https://doi.org/10.1007/s12583-021-1449-4>

印度 Kaladgi 盆地西部 Badami 组不整合面相关铀矿床项目规模前景分析

Project-scale prospectivity analysis for unconformity-related uranium deposits in the Badami Group of the western Kaladgi basin, India

■ 摘要译文

对勘探地质学家来说, 制定成功的勘探策略以发现新的矿床是一项重大挑战, 特别是对于厚沉积物覆盖的地表隐伏矿床。元古代不整合相关铀矿赋存于太古宙和古元古代结晶基底和中元古代晚期硅碎屑沉积物之间的不整合接触的下方或上方, 通常位于断层系统横断不整合之上或之下的一个或两个地质单元的位置。本研究实施了项目规模的潜力分析, 以确定印度 Kaladgi 盆地西部 Badami Group 的钻井目标。地形资料、角砾岩及地貌的野外观测、地表和次地表采样、岩石学和地球化学、岩心编录、利用航磁解释异常建立了研究区不整合相关铀矿床的广义局部地质模型。基于地质模型和广义成矿系统模型, 将热液蚀变、离线性构造距离、离不整合面距离、地表和地下水中异常铀含量确定为关键的项目规模目标标准。在基于 GIS 的模糊远景模型的约束下, 基于专家驱动的远景分析, 绘制了 7 个高优先级钻井目标。其中, 四个目标区域与印度原子矿物理事会 (AMD) 根据独立调查确定的目标相一致。本研究的 3 个新目标推荐作为详细勘探和钻井的目标。除此之外, 还确定了大约 8 个低优先目标进行后续勘探活动。本文论证了潜力填图方法可以应用于项目规模。本研究中所展示的策略可用于类似的盆地, 如 Kaladgi 盆地西部, 这些盆地结构扰动较小。



不整合相关铀矿床的广义成矿系统模型

■ 作者信息

R. Kalimuthu^{ab}, Malcolm Aranha^b, Alok Porwal^b, Hari Shankar Pandalai^a

^aDepartment of Earth Sciences, Indian Institute of Technology Bombay, Mumbai 400 076, India

^bCentre of Studies in Resources Engineering, Indian Institute of Technology Bombay, Mumbai 400 076, India

本文发表于: Ore Geology Reviews 2023年157卷105407

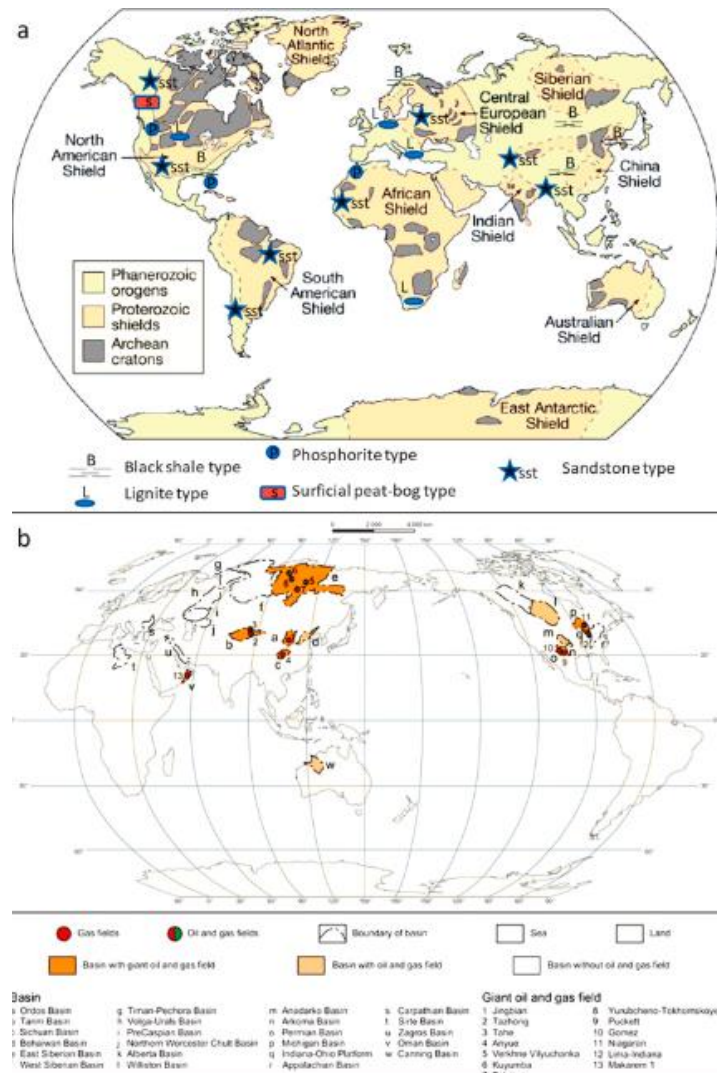
全文链接: <https://doi.org/10.1016/j.oregeorev.2023.105407>

碳氢化合物和铀的地质关系:回顾两种不同的能量来源和印度的情况

Geological relationship between hydrocarbon and uranium: Review on two different sources of energy and the Indian scenario

■ 摘要译文

有机质 (OM) 在很多情况下与铀 (U) 矿化具有空间、统计或分子关系。烃类系统与铀成矿常表现出地理、地质和时间上的相似性, 表明铀具有亲生物倾向。对其中一种能源的探索可以导致另一种能源的发现, 因此了解它们的共存是至关重要的。铀矿石与含油气构造的已知沉积关系, 在世界各地都有明确的已探明和可能的储量。此外, 烃类 (HC) 和铀的组合在砂岩中最有潜力, 其次是黑色页岩、泥炭沼泽、褐煤和磷矿类型。从油气潜力的角度考察了 26 个印度盆地以及主要的 7 个铀省和其他重要的铀产地, 讨论了 U-OM 的相关性。



■ 作者信息

Soumyajit Mukherjee^a, Sukanta Goswami^b

^aDepartment of Earth Sciences, Indian Institute of Technology Bombay, Powai, Mumbai, 400 076, Maharashtra, India

^bAtomic Minerals Directorate for Exploration and Research, Hyderabad 500016, Telangana, INDIA.

本文发表于: Geoenery Science and Engineering 2023 年 221 卷 111255

全文链接: <https://doi.org/10.1016/j.petrol.2022.111255>

铀矿床中水-岩相互作用的自然实例研究：韩国 Okcheon 带铀矿床的海外案例研究和水文地球化学特征

Natural analogue studies for water-rock interactions in uranium deposits: Overseas case studies and hydrogeochemical characteristics of uranium deposits in the Okcheon belt of Korea

■ 摘要译文

深埋处置是一种高放射性废物的处置方法，为了评估该方法的长期安全性，有必要了解铀这一代表性放射性核素的行为。铀参与多种地球化学反应，如氧化-还原、络合、沉淀-溶解、吸附-解吸等，了解与这些地球化学反应相关的行为特征具有重要意义。为此，可采用实验或反应输运模型。但通过它们进行的行为分析可能会受到时间和空间的限制，或者模型输入参数（如水力传导率和吸附系数）存在不确定性。因此，有必要对过去地质时期自然条件下放射性元素的长期行为进行监测和分析。这些研究被称为“自然实例”研究。本文通过对国外7个自然实例研究点和韩国高U含量 Okcheon 带地球化学特征的研究，试图了解U在水岩相互作用中的行为。国外自然实例研究点含U含水层地下水地球化学特征表明，以低Eh值为代表的还原环境，以更多的还原U(IV)为主。因此，由于铀矿物如晶质铀矿或铀石的沉淀，U在地下水中的运输受到限制。韩国 Okcheon 带含U煤板岩层地下水也显示出还原环境，表明由于U(VI)沉淀到铀矿中，U的运输受到限制。本文确定了自然条件下含U含水层中地下水的地球化学特征，可以对高放射性废物深埋处置库中U的行为产生影响。

■ 作者信息

Hakyung Cho^a, Kang-Kum Lee^b

^a Department of Environment and Energy, Jeonbuk National University, Jeonju 54896, Republic of Korea

^b School of Earth and Environmental Sciences, Seoul National University, Seoul 08826, Republic of Korea

本文发表于: J. Geol. Soc. Korea 2022年33卷361-378页

全文链接: <https://doi.org/10.14770/jgsk.2022.58.3.361>