

富大花岗岩型铀矿床与成矿作用

Rich and Great Uranium Deposit in Granite and Their Ore-Forming Processes

仇宝聚 张书成

(核工业北京地质研究院, 北京 100029)

Zhang Baoju and Zhang Shucheng

(Beijing Research Institute of Uranium Geology, Beijing 100029, China)

摘 要 在深入研究国内外资料和矿床地质的基础上, 首次提出富大花岗岩型铀矿床控制成矿的特殊地质条件, 厘定出富大花岗岩型铀矿床的找矿模式和定位条件, 该专题的研究成果在指导富大铀矿床勘探的同时, 在矿床学和地球化学领域提出“酸碱共轭”、“同位成矿”、“深源成矿”、“成矿梯度判定”等新的成矿理论。

关键词 富大花岗岩型铀矿床 特殊成矿条件 定位条件

在新的形势下, 为保证核原料长期稳定的供应, 迅速增加量多、质优、价廉的可采工业铀储量, 必须在我国开展富大铀矿床的勘查, 改善矿床开采技术经济条件, 寻找可地浸砂岩型铀矿床, 促进高效益铀矿资源的开发。

在世界范围, 富大铀矿床尽管分布在不同的大地构造单元, 包括多种矿化类型, 具有不同的矿化成因, 但是, 这些富大型铀矿床却具有明显相似的地质特征。仅就储量大于 5 万吨的世界超大型铀矿床为例, 目前资料显示, 已发现的 29 个超大型铀矿床, 分布在 11 个国家, 具有 10 种矿床类型, 在世界 13 个铀聚集区内, 矿床总储量达 3 583 450 t。本文仅探讨富大花岗岩型铀矿床控制成矿的特殊地质条件, 指出中国的目标类型和成矿的定位条件, 其他类型富大铀矿床, 笔者已有专文论述, 在此不再赘述。

1 概述

花岗岩型铀矿床, 在世界铀矿地质发展的早期阶段占有重要位置。已发现的花岗岩型铀矿床主要产于花岗岩体内带和外接触带, 而产于岩体上叠断陷红盆中的矿床较少。花岗岩内带铀矿床, 主要集中分布在欧洲海西褶皱带的大地构造背景上。著名的法国中央地块是主要产铀区, 重要矿床有利木赞、马尔什、福雷、莫尔望、马尔热里德等。德国黑森林地区的门岑施万德矿床, 葡萄牙的库尼亚拜沙矿床, 西班牙的洛斯拉托内斯矿床, 以及拉维尔根矿床都属内带型铀矿。花岗岩外带型铀矿床, 以波希米亚地块为代表。前东德的尼德尔斯列姆-阿尔别罗德超大型铀矿床, 捷克普里布拉姆超大型铀矿床都属花岗岩外带型铀矿床。另外, 西班牙的阿拉梅达矿床、埃斯佩兰萨矿床、卡里达德矿床, 葡萄牙的尼萨矿床、乌里热里萨和阿泽尔等矿床, 均属此类。在上述矿例中就发现有富大花岗岩型铀矿床。

我国花岗岩型铀矿床是重要的 4 大类型铀矿床之一。按陶丘特 (M.Tauchid, 1989) 矿床成因分类, 花岗岩型铀矿床属于热液脉型铀矿床。该类型矿床储量占我国已探明铀总储量一定比例, 具有较好的发展前景。我国花岗岩体分布十分广泛, 在不同的地质时期都有产出, 出露面积达 80 万平方公里。经过多年的矿床勘查, 在我国主要花岗岩带, 在中条期、加里东期和燕山期花岗岩中都发现了铀矿床, 其中以燕山期花岗岩中铀矿更为集中。随着勘查工作的深入, 花岗岩型铀矿床的矿床类型也有重要拓展, 最初从硅化断裂带型到碱交代型。最近, 按照矿床开发利用的经济核算指标, 应该重点寻找可以堆浸或原地爆破溶浸开采的碎裂蚀变岩型铀矿床。应该强调指出, 花岗岩型铀矿床研究, 在我国多年来的地质勘查中已积累了大量地质资料, 在此基础上开展富大花岗岩型铀矿床找矿模式和定位条件的研讨, 对我国富大铀矿床的勘查, 具有重要的推动作用。

已往资料认为: 花岗岩型铀矿床作为热液铀矿床的一个类型, 矿石品位较富, 但是矿床规模较小, 储量最多只达几千吨, 不存在超大型矿床。但是, 最近前苏联和东欧的矿床资料表明, 上述观点应予修正, 如捷克普里布拉姆矿床、前东德尼德尔斯列姆—阿尔别罗德矿床都属于储量超过 5 万吨的花岗岩超大型铀矿床。在我国, 目前虽然尚未发现超大型或大型花岗岩型

铀矿床,但是在花岗岩铀矿成矿带中已发现花岗岩型富铀矿床十多个,为我国富大花岗岩型铀矿的勘查提供了坚实的基础。随着世界超大型铀矿床成矿特殊地质条件的深入认识,确立富大花岗岩型铀矿床的找矿模式,对我国富大花岗岩型铀矿床的寻找,可能会有重大突破。

关于富大铀矿床的定量指标,应该随着世界铀资源产出现状,以及产出国的经济状况作不同的界定。按照国际原子能机构规定矿床按储量和品位的分类标准(1991),矿床规模定量指标如下:

按储量划分:小型矿床 $<5\text{ kt}$;中型矿床 $5\sim 10\text{ kt}$;大型矿床 $>10\text{ kt}$;超大型矿床 $35\sim 50\text{ kt}$ (达到大型矿床的 $3\sim 5$ 倍)。

按矿石品位划分:低品位 $<0.15\%$;中品位 $0.15\%\sim 0.5\%$;高品位 $>0.5\%$ 。

矿床规模的划分,还应该按照矿床所在区,矿床产出的一般平均储量和矿床利用的经济效益等多种因素决定,在我国矿床储量大于 5000 t ,品位大于 0.3% 便可厘定为富大铀矿床,如只具备其中一项指标,可称为富铀矿床或大型铀矿床。

2 富大花岗岩型铀矿床矿例分析

富大花岗岩型铀矿床的矿例研究,是一项重要的基础地质课题。在探讨富大花岗岩型铀矿床成矿特征的基础上,研究形成富大矿床的特殊地质条件,总结矿床的找矿模式和定位控制条件,可为该类矿床的勘查提供重要依据。本章对国内外典型富大花岗岩型铀矿床的矿例进行分析(其中包括花岗岩型超大型铀矿床、富大铀矿床、大型铀矿床和富铀矿床),重点围绕富大花岗岩型铀矿床的区域成矿条件、大地构造背景、矿床地质、矿床成因等部分,分析最新研究成果,综合叙述控制富大铀矿床成矿的特殊地质条件。矿床一般资料不再赘述。

中国花岗岩富铀矿床矿例研究(略)。

在世界范围内分布的花岗岩型富大铀矿床,主要产在法国、德国、葡萄牙、西班牙、乌克兰等国,其中也有花岗岩型超大型铀矿床。世界超大型铀矿床资料统计表明,在交代岩型和脉型两个世界超大型铀矿床类型中都产有花岗岩型富大铀矿床。其储量占到世界超大型铀矿总储量的 16.78% ,在世界超大型铀矿床 12 个聚集区内共有 2 个聚集区中的铀矿床,以花岗岩型富大铀矿床而著名(仇宝聚,1996)。在法国、瑞典等地区富大花岗岩型铀矿床常产于花岗岩体内带,矿床主要受断裂构造和蚀变带控制。岩体的控岩构造、原生构造、岩体和围岩的接触带、脉岩带、岩体的相变带、岩体不同蚀变特征等地质因素对矿床的定位有一定影响。产于花岗岩内带的富大铀矿床,包括著名的碱交代类型铀矿床、萤石型铀矿床和微晶石英型铀矿床;产在岩体外接触带沉积岩或变质岩中的铀矿床,主要分布在捷克、德国、哈萨克斯坦等国,矿床的储矿构造为层间破碎带和切层的断裂破碎带,主要类型有微晶石英型和碳酸盐型。花岗岩外带型铀矿床,大多受褶皱构造和断裂构造联合控制,并具有层控性。含矿主岩中富含碳质、有机质、硫化物等,这些还原性介质对成矿作用有利,矿体常呈似层状、脉状、透镜状和群脉状产出。

在世界范围内的富大花岗岩型铀矿床,尽管分布在不同的大地构造单元,铀成矿作用演化也不尽相同,但是,这些富大铀矿床都具有明显相似的控矿地质特征。对超大型矿床形成的地质条件,涂光炽教授(1991)进行了精辟阐述:“不少超大型矿床的形成,具有长期多样复杂的历史。多种成矿作用的叠加,受地质背景即一定的构造单元、岩石和地层的局限,同生构造带来多期成矿,一个矿床多元素组合等特点。这些特点实质是形成超大型矿床的关键所在”。因此,研究富大花岗岩型铀矿床成矿作用的基本规律,探讨控制富大花岗岩型铀矿床成矿的特殊地质条件,建立该类型矿床的找矿模式和定位条件,是加速我国富大花岗岩铀矿床勘查的主要途径。

3 富大花岗岩型铀矿床控制成矿的特殊地质条件

目前,在花岗岩型铀矿床研究中,有关控制成矿的地质条件探讨,只限于一般矿床。对富大花岗岩型铀矿床成矿的特殊地质条件探讨较少。显然,不研究为什么形成“富、大”的特殊性,不区分一般花岗岩型铀矿床与富大花岗岩型铀矿床在成矿作用的主要环节上的差异,便不能建立该类矿床的找矿模式和定位条件,亦不利于此类矿床的勘查。

3.1 富大花岗岩型铀矿床特殊的陆壳基底演化

国内外富大花岗岩型铀矿床都产于富铀基底之上,富铀基底的形成是特定大地构造演化的产物。富铀基底的构造特点是,在区域地质背景上,存在含有富铀层位或富铀体的古老陆壳,陆壳厚度一般较大,可达 $30\sim 50\text{ km}$,在大地构造单元划分上应属地盾区或褶皱带的中间地块。富大铀矿床常产于这类构造单元的隆起区。富铀基底,在一定条件下产铀花岗岩的母岩(S型花岗岩),可以提供丰富的铀源和热液源(深部热流体),是形成富大铀矿床的重要前提。自从20世纪90年代以来,富大铀矿床深源成矿作用的研究有重大进展,一些观点认为,铀源和热液源都可以来源于富集地幔,并且认为,铀矿床的富铀基底与富集地幔的分异演化有关。这些理论研究无疑对形成富大花岗岩型铀矿床的基底特征研究开辟了另一途径。

3.2 富大花岗岩型铀矿床与特殊的长英质火山岩叠置

剖析国内外富大花岗岩型铀矿床的矿化特征后,可得出结论,富大花岗岩型铀矿床的成矿作用是岩浆演化系列特定阶段的产物,在时空定位和成因联系上,均与长英质岩浆演化、火山岩叠置有重要的关系,尤其是后火山侵入体(小岩株)。也可以这样论述:后火山侵入体的深源浅成小岩体(或次火山岩,或火山花岗岩)与富铀矿成矿作用在时间上相近、空间上相伴、成因上相关(刘汝洲,1996)。这种火山叠置成矿作用,是在构造体系先压后张转换体制的拉伸应力环境下形成。始于火山岩

浆的喷发,随后出现后火山小岩株或出现斑岩侵入(或称后火山花岗岩侵入,王德滋,1990)或岩浆隐爆,这种后火山岩浆演化制约富大铀矿床的形成。富大花岗岩型铀矿床所处的伸展环境可划分为热隆伸展、裂陷伸展和重力伸展三种(陈跃辉等,1993)。富大花岗岩型铀矿床受热隆伸展控制,这种伸展环境可引起地幔上隆,深部岩浆侵入喷发,成矿过程有深部地质作用参与,甚而有幔源物质加入。

3.3 富大花岗岩型铀矿床特殊的控矿构造体系

对富大花岗岩型铀矿床控矿构造的研究,不仅在铀矿勘查中有直接指导作用,而且,对构造条件的分析,可以阐明铀矿化的时空分布和演化特征,有助于不同地质背景下预测新的铀矿床。对富大花岗岩型铀矿床构造特征的研究,应该在一般铀矿床构造理论基础上有所突破,要重视控制“富、大”的特殊构造条件,这是铀矿工作者长期关注的问题。笔者搜集大量富大花岗岩型铀矿床的实际资料,结合国内外构造理论的最新进展,提出以下控制富大花岗岩型铀矿床的特殊构造条件。

(1) 富大花岗岩型铀矿床的伸展构造控矿模式:20世纪70年代中期,伸展构造的理论兴起。这是在研究了非造山环境下的构造体系所建立起来的构造模式。研究内容涉及拆离构造(伸展型)、裂谷(裂陷槽)、地堑的形成机理及其与各类矿化的关系。80年代末伸展构造的研究,迅速扩展到地学的各个领域。近年来,运用伸展构造理论探讨大型、超大型矿床形成的地球动力学背景,研究由于伸展构造而形成异常地球化学域。这些构造学的新进展,为寻找不同矿种的大型和超大型矿床开辟了广阔的前景。

裂谷和地堑也是伸展构造中的一个重要组成部分。纵观世界上29个超大型铀矿床,绝大多数都产于裂谷、地堑或者天折裂谷(裂陷槽)的构造环境中,构成超大型铀矿床伸展构造控矿的特殊模式。富大花岗岩型铀矿床也具有这种特征。

这些构造系统是在拉伸应力下形成,有些是导矿构造,有些是储矿构造,在成矿过程中提供了重要的通道和场所。作为富大铀矿床的形成(不仅限于铀矿床)要有良好的聚矿场所,涂光炽教授(1990)指出:“超大型矿床常常产于盆地,正因为形成盆地才得以埋藏大量成矿物质。例如,金顶超大型铅锌矿、石碌大型铁矿、白云鄂博矿床等都是产在含盐建造中,含盐建造本身就是低洼地带,也可称为含盐盆地。再如白云鄂博矿床、奥林匹克坝矿床确实产在裂谷带,从大的环境来看,裂谷、地堑是形成超大型矿床很重要的场所”。因此,深入研究富大花岗岩型铀矿床的伸展构造体系,探讨该类矿床的裂谷控矿机制,对矿床的勘查,具有十分重要的意义。

(2) 富大花岗岩型铀矿床的同生构造体系:深入研究控制富大花岗岩型铀矿床成矿作用的特殊地质条件,可明显观察到矿床的同生构造是控制该类矿床形成的重要因素。这类特征不仅限于富大花岗岩型铀矿床,并在占世界超大型铀矿床重要位置的澳、加不整合面型铀矿床,以及火山岩型铀矿床等都有。这类同生构造与含矿主岩同时期(甚至更早)形成。应该强调指出,这类构造在成矿物质堆积的同时又重新活动,一方面是长期多次活动的构造体系,另一方面又是连续不断供给矿液的重要通道,是成矿作用热动力系统的组成部分。在我国,同生构造与富大矿床作用关系的课题研究已获得一些成果,但是,这些研究内容多限于非铀矿床。例如,广东凡口超大型铅锌矿床、滇、黔、桂卡林型金矿床、云南临沧超大型锗矿床,以及白云鄂博超大型稀土矿床等。有关上述矿床同生构造系统的形成,以及成矿不同阶段与同生构造的演化都有系统的研究成果。在铀矿地质领域,同生构造与富大铀矿床的关系已逐渐引起人们的关注。

从奥林匹克坝矿床成矿演化的不同阶段分析,北西西向的同生构造(PD₁构造系统)控制了含矿母岩花岗质角砾岩的形成,又控制了该区岩浆活动和热液活动,也控制了热液蚀变和铀成矿作用。这种长期活动,控岩、控盆、控矿的同生构造系统往往是在成岩前的构造基础上形成的,其构造规模巨大,在走向上往往是跨越大陆的线性构造,沿倾向一般是切壳的深大断裂,被称为北西西线性走廊的奥林匹克坝同生构造便具有这样的规模。

在研究国内外富大花岗岩型铀矿床的构造体系中可发现共同的特征,即铀矿床往往与发育时间较早、并有多次活动且规模巨大的同生构造有关。有证据表明,在含矿主岩形成期间,这类构造便已存在,并且起着控岩作用;在成矿期间,构造再次活动,驱动热液、留贮矿质,起到重要的控矿作用。这类构造往往是在规模巨大的基底构造基础上发育、发展起来的,在构造长期演化的过程中,应力性质复杂多变,拉伸和挤压交替进行,一般在拉伸期与富大花岗岩型铀矿更为密切。

3.4 富大花岗岩型铀矿床特殊的围岩蚀变

(1) 富大花岗岩型铀矿床围岩蚀变的强度和规模:大量矿床实例证实,围岩蚀变的发育程度与富矿的形成关系十分密切。深入研究表明:围岩蚀变可以改变岩石中铀的赋存状态,促使铀活化迁移转入溶液。有些围岩蚀变可以产生新的矿物组合,而新矿物比原生矿物晶体体积缩小,从而使岩石孔隙度增大、围岩的物理力学性质变化、渗透率提高。另外,围岩蚀变在演化过程中,可引起岩石或热液体系化学、热力学参数的改变(pH、Eh、D、f_{O2}),创造铀沉淀富集的环境;有些蚀变矿物本身是固铀剂(例如绿泥石、水云母等),对铀的沉淀富集起到重要作用。因此,围岩蚀变的强度和规模是衡量铀成矿能力的重要标志。高强度大规模的围岩蚀变是形成富大花岗岩型铀矿床的重要前提之一。

(2) 富大花岗岩型铀矿床围岩蚀变的特殊类型:笔者对国内外重要的富大花岗岩型铀矿床蚀变的特殊类型,进行了归纳分析,认为富大花岗岩型铀矿床的形成与碱交代作用有密切的关系。在本专题列举的16个富大花岗岩型铀矿床中,有11个矿床的围岩蚀变明显与碱交代作用有关(其他几例或有潜在联系)。其中有钠交代、钾交代或钾、钠更替代。这些矿床的围岩蚀变矿物组合中都会出现钠长石化、钾长石化、绿泥石化、赤铁矿化、碳酸盐化等特定的矿物组合。碱交代围岩蚀变,不仅是富大花岗岩型铀矿床的重要蚀变类型,纵观世界上储量大于5万吨的超大型铀矿床,多数与碱交代作用密切相关。

碱交代作用是富大铀矿床的重要控制因素。但是,在一般铀矿床中也出现碱交代作用,显然对形成富大铀矿床的特殊碱交代的研究,便成为人们关注的课题,直到目前此类研究成果未见报道。笔者调研了大量富大花岗岩型铀矿床的矿床资料,总结出富大花岗岩型铀矿床的特殊碱交代蚀变特征,尚有待今后工作中检验:① 高温、深源、高活化系数的特殊碱交代流体;② 富大花岗岩型铀矿床的特殊酸-碱共蚀变体系。

在碱交代热液体系的演化过程中,由于体系的封闭状态不同,或者因为热流体与围岩不同成分作用等因素的影响以及热液运行中物化条件的变化,当热液体系达到铀的最小沉淀活度时,便出现铀的成矿作用。为了描述碱交代热液的演化进程,可由下列地球化学特征值判别:液-固时差(a),酸-碱距(b),硅-碱距(b'),矿-碱距(c),钾-钠距(d)(杜乐天,1987)。在这些特

征值中, 酸-碱距(或称硅-碱距)是描述整个碱交代作用热液演化的核心。一般碱交代成矿作用总有酸、碱分离, 并且出现不同的分离距, 在空间分布上一般酸体往往处于碱体之外或之上。在中小型贫铀矿床中, 仅见酸体成矿(如硅化带型)而无从追索碱体, 或是只见碱体成矿(碱交代型矿化)而酸体却无影无踪, 酸碱分离距很大。例如, 我国 2704 碱交代矿床为一般规模的贫铀矿床, 矿石品位 0.0n% 上下。与此相反, 在碱交代超大型矿床中, 酸-碱分离距小, 碱性热液尚未完全演化为酸性热液, 挥发分尚未完全逸出, 虽然热液的搬运距离可能较远, 但始终处在酸-碱共轭体系中, 热液中的铀和成矿元素不断浓集, 在特定地质条件下, 发生最彻底的沉淀。酸性共轭蚀变体系, 是产生富大铀矿床的特殊热液蚀变体系, 也是笔者从大量富大铀矿床实例中, 综合归纳出的控制这类矿床成矿作用的重要规律之一。

另外, 有的学者认为, 碱交代作用不仅只是一期, 在不同期次碱交代蚀变叠加场中, 前期蚀变的碱尾和后期蚀变的酸头进行中和反应, 也促使铀及其成矿元素大量浓集成矿, 形成超大型铀矿床的酸碱共轭现象。

3.5 富大花岗岩型铀矿床特殊的成矿地球化学环境

众所周知, 成矿元素迁移富集的规律, 是研究矿床成矿作用的重要内容。富大花岗岩型铀矿床, 在铀元素源、运、积等地球化学成矿环节中的行为, 必然能够反映其成矿的特殊性。因此, 富大矿床特殊成矿地球化学环境的研究, 对建立该类矿床的成矿模式便有重要意义。

- (1) 富大花岗岩型铀矿床与深源成矿
- (2) 富大花岗岩型铀矿床热液中铀的迁移形式
- (3) 富大花岗岩型铀矿床的特殊成矿环境——同位成矿

同位成矿是形成富大铀矿床的重要地质条件之一。各类超大型铀矿床中, 矿化沉淀的空间总是集中在一个相对圈闭而狭小的范围内, 形成储量巨大的主矿体或矿量集中的矿脉群。在这个矿化聚集中心场所, 矿源不间断地供给, 矿质得到最彻底沉淀。目前, 对同位成矿这种特定地质环境的研究尚不充分, 但是, 通过大量矿例综合研究, 以及成矿作用物化条件的概括, 同位成矿应具有下列特点: ① 矿床具有充足的铀源, 高盐度的热流体沿长期发育的同生断裂体系, 供给相对集中的同一空间成矿。研究认为, 铀源应具有壳源和幔源的多源性, 热流体具有高强度的地化活性和高强度的铀活化汲取能力。② 矿床具有一个固定方向的热驱动和一个比较集中的热活动中心, 这是形成富大铀矿床的关键因素所在。这里应该包括具有应力格局十分稳定的深大断裂发育, 出现较为固定的矿液输送通道。应该指出, 受断裂控制明显的群脉型铀矿床, 这类特点尤为明显。③ 富大铀矿床的形成, 需要成矿环境的稳定和圈闭, 富大花岗岩型铀矿床具有热液演化的酸碱共轭体系, 较小的硅碱距, 以及较小的矿岩时差, 成矿环境相对稳定和圈闭。④ 良好的成矿地球化学障是同位成矿形成富大花岗岩型铀矿床的重要条件之一。

富大花岗岩型铀矿床的沉淀场以及成矿作用的地球化学环境, 是世界铀矿地质领域关注的热点问题之一。近年来已从实验地球化学和热力学的角度, 对富大花岗岩型铀矿床同位成矿特征进行了初步研究。可以认为, 稳定的构造体系、热液固定方向的热驱动, 以及重要的围岩圈闭和地球化学障是组成同位成矿的重要条件。但是, 富大铀矿床的铀浓集过程、同位条件下铀的演化等方面的特征, 还有待进一步研究。

- (4) 富大花岗岩型铀矿床多期次成矿作用
- (5) 富大花岗岩型铀矿床的高浓度热流体

富大花岗岩型铀矿床, 控制成矿的特殊地质条件主要表现在上面所述章节, 其中包括, 富大花岗岩型铀矿床的特殊基底演化, 特殊的长英质火山岩叠置, 特殊的控矿构造, 特殊的围岩蚀变, 以及特殊的成矿地球化学环境。这些富大花岗岩型铀矿床(以及富大铀矿床)与一般贫小铀矿床相区别的特殊性, 正构成一部富铀矿床, 在源、运、积成矿环节的演化史。在此基础上, 建立富大花岗岩型铀矿床的找矿模式以及进行富大铀矿床的定位研究, 才能具有科学性。

4 富大花岗岩型铀矿床定位研究

- (1) 富大花岗岩型铀矿床特殊的基底结构。
- (2) 岩浆演化火山岩叠置区。
- (3) 富大花岗岩型铀矿床受特殊伸展构造控制。
- (4) 富大花岗岩型铀矿床的特殊围岩蚀变。
- (5) 富大花岗岩型铀矿床的同位成矿定位条件。
- (6) 富大花岗岩型铀矿床的特殊成矿地球化学条件。

综上所述, 富大花岗岩型铀矿床特殊的成矿地质条件, 构成了它与一般铀矿床的重要差别。揭示这些差别, 研究这些差别深层次的地质原因, 由此建立可操作的找矿模式和定位条件, 是加速富大花岗岩型铀矿床勘查的重要途径。但是, 追索富大铀矿床特殊地质规律, 总结该类矿床的定位模式, 是一项十分困难的课题。多年来, 在铀矿地质领域中, 该项研究进展不大, 因为富大花岗岩型铀矿床(包括其他类型富大铀矿床)产于特殊地质年代, 赋存在特殊的地质单元中, 与很多特殊的地质事件有关, 对这类矿床的定位条件研究, 只关注线型和面型分布规律则显得不够了。本文旨在以大量富大花岗岩型铀矿床实例研究为突破口, 结合笔者多年来从事矿床研究的实践, 探讨典型矿床成矿规律, 揭示富大花岗岩型铀矿床只产在特定区段的地质原因, 并依此建立研究定位模式, 对加速我国富大铀矿床的勘查, 将会有所助益。

(参考文献略)