中国南方碳硅泥岩型铀矿床成矿地球动力学背景及找矿模式

方 适 宜

(核工业230研究所,长沙 410011)

关键词 热水沉积成矿、动力成岩成矿、找矿模式、铀矿床

中国南方晚震旦—古生代碳硅泥岩系以超常的元素共生组合,特殊的产出背景,巨大的U-Au-Ag-Cu-V等成矿潜力而引人注目。本文在综合分析了数十条地层-岩相构造剖面及若干铀矿床的基础上,提出其成矿地球动力学背景为:晚震旦—古生代陆缘裂陷期的热水沉积成矿作用(包括两种热水盆地和两种热水成矿机制);中新生代的碰撞造山挤压与陆内伸展裂陷期的动力成岩成矿作用。在上述构造演化基础上,建立了碳硅泥岩型铀矿床的找矿模式。

从震旦纪开始一直到中三叠世,本区发育的都是受陆缘裂陷控制的被动大陆边缘沉积,称古生代湘桂粤赣一级海盆,控制了其西起桂黔、经湘中,东到皖南浙西等绵延上千公里含铀岩系的沉积和分布。如雪峰—九岭碳硅泥岩铀成矿带震旦—寒武纪时处于被动大陆边缘外陆棚区,含矿层属冒地槽类复理石建造中下部,古地理环境属半封闭非补偿性的滞流宁静的沉降盆地边缘。二级海盆具陆棚浅海—陆坡深水相总体格局,为碳硅泥混染过渡沉积建造。聚铀的三级海盆具有两种不同的类型:受同生断裂控制的陆缘海盆低温热水凹地群(线型、中小型矿床为主)和台地-陆棚斜坡相带火山-滑塌基础上由拉伸岩脉群聚热形成的热水盆地(点状,以大型矿床为主)。上述盆地发育过程与地幔上隆、台地破裂的区域性拉张构造、古裂谷沉积环境和高热流失大地构造背景有关,沿断裂发育基性岩体群及火山凝灰岩。断崖陡倾斜坡带有塌积角砾岩、灰岩重力流,是同生断裂差异升降活动的标志。这种盆缘同生断裂是伴随滑脱断裂伸展的一个生长系列,不同沉积构造期的盆缘正断层其横剖面形态常呈现由内向外逐步更替的阶梯状,发育堑-垒式块断构造,前者为较深水断槽,后者为浅水孤立台地,沉积分异突出。盆缘同生断裂带的活动贯穿盆地演化的全过程,在盆地沉降拗陷期的盆缘断裂以间歇性沉陷为特征,可分为相对活动和相对稳定期,是控制盆地沉积环境、沉积厚度变化和聚铀作用的一个重要因素。根据沉积剖面及岩相古地理分析,三级热水盆地的地貌形态常呈现伸长的洼地,规模不大,一般长5～10km,常见盆地侧向超覆现象。按地形可分为简单型和复杂型盆地,随着盆缘同生断裂的不断伸展,上覆沉积岩层可产生长断层和边缘过渡带,从盆缘到中心的过渡带,是各种地质,地球化学条件的转化区,因而大部份矿体都集中在过渡带。复杂型盆地可出现若干转化区,除大部份集中在过渡带外,盆地中央也有分布[1]。

碳硅泥岩型铀矿床两种热水成矿机制包括热水成岩机制和热水喷流沉积机制[2,3,4]。前者主矿层中常出现富硅白云岩、燧石岩(硅质岩)、富镁泥岩等热水沉积岩,这些岩石是在深部盆外物质的参与下形成的,因此相变迅速,常富含有机质,沥青铀矿呈超显微状存在,与其伴生的

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki

金属硫化物粒度极细，单矿物如黄铁矿呈胶状具同心环状构造，构成圆形轮廓（鲕状），胶鲕的这种球形轮廓是凝胶的典型性质。泥岩中常富镁，与硅质（燧石岩及其过渡性岩石）伴生，是热卤水沉积作用的结果。Co/Ni＞1，富含 Ba、Cu、Pb、Zn 等热水成因元素组合，与铀伴生的金属硫化物以黄铁矿、闪锌矿、方铅矿、硫铁镍矿、黄铜矿、白铁矿等为主。铀矿石与热水沉积岩稀土配分曲线相似，$\delta Ce=0.84\sim0.88$，$\delta Eu=1.01\sim1.25$。热水喷流沉积机制：大量矿体刺穿构造和水平方解石脉内垂直生长的纤维方解石线理，说明铀矿体占据的空间属异常高孔隙流体压力条件下产生的张性破裂。主矿层硅质岩中的硅质呈胶状，黑色网纹发育，白云岩粒度极细为泥晶状，富硅和有机质，可突变为硅质岩，常见同生角砾状构造和沉积软变形“滑塌构造”，出现反映下部热水补给和上部热水喷流系统的从生物化学沉积到纹层条带状再到硅质角砾堆积，网脉充填等热水蚀变交代构造，矿物包体直径绝大部份＜2μm，并以中低温（110～250℃）Ⅰ-1型和纯液相（Ⅴ型）为主，$\delta^{34}S$ 为 0.3‰～29.7‰，$\delta^{13}C_{PPBO}$ 与 $\delta^{18}O_{SMOW}$ 反映双混合沉积特点。

中新生代扬子与华夏板块会聚是在加里东期碰撞基础上的继续演化，如湘东及雪峰山区继承早期的逆冲方向向西呈叠瓦式推覆，结合构造变形特征和深部地球物理资料，推断其下存在 A 型俯冲。燕山期，联合古大陆受太平洋板块向西俯冲影响，大规模地动力环境造就了一个以伸展作用为主、多种构造型式配置的强烈叠加复合区[5]。构造作用对铀发生大规模迁移富集有十分明显的影响：第一，构造动力特别是伸展作用发生时，由于热地幔上涌，上升的流体沿巨大的深断裂到密似蛛网的各式断裂相结合而形成地表到地下深处的环流体系和输通网络活动，强化了地下热水（变质水与大气降水相混合的低温热液）的循环对流，从而对含铀层或先成矿体进行改造，使铀元素全面活化迁移，最后在陆相红层不整合面之下的构造圈闭部位（如脆-韧性滑脱剪切带，走滑断裂带、逆冲推覆带、层间平移断层及挤压带）沉淀富集，形成多因复成层控铀矿床。典型矿床脆-韧性剪切带的岩石学、矿物学、构造地球化学研究表明[6]，动态重结晶作用首先从剪切带中心开始，颗粒细化明显，向两侧逐渐增大，随应变增强，从剪切带边部向中心除矿物粒径变小外，矿物相也发生了相应变化，架状结构矿物减少，层状结构硅酸盐矿物增多。由于脆-韧性剪切带是上部脆性剪切带与下部韧性剪切带的过渡带，其构造岩也是上部碎裂岩和下部糜棱岩之间的过渡类型，即由剪切带中心到边部常由糜棱岩→碎粉岩→碎裂岩。这种分带规律不单表现在构造岩种类、结构构造、矿物相及其含量上，也显示出一定的地球化学元素和铀矿化分带规律。依 T. 巴尔特法计算的等体积离子进、出数目变化曲线表现了 Si、Al、K、Fe 等正离子在构造动力下的迁移规律。沿剪切带横剖面所作的铀品位曲线表明铀在剪切带两侧的脆性构造岩中增高。这是因为两侧脆性构造带温度压力降低角砾及裂隙发育，矿物形状、粒度、表面积都发生了变化，表面能趋于增长，因而也就增加了矿物中元素的析出和交代能力，为铀的富集提供了特定的构造环境和赋矿空间。从而不难看出，在剪切带内部存在着应力-应变的梯度，“应力梯度”可促使物质发生相应变化。显然上述由构造动力作为驱动力促使物质成份重新调整的系列地球化学演化，是在构造动力下同步产生、高应变剪切环境中完成的。第二，伸展裂陷作用使山脉发生大规模断块，在低洼区形成一系列北东向的小型单断式地堑和箕状断陷红盆，对氧化－还原带的发育极为有利。含氧大气降水通过裂陷作用形成的输通网络，直接作用于含铀层或矿化体，使铀发生活化，迁移至氧化-还原带，形成表生淋积铀矿床。

碳硅泥岩型铀矿床的形成是一个长期复杂的过程，在特定的地球动力学背景下，热水沉积作用，脆-韧性流变环境及良好的水动力条件，是最佳控制因素组合。因此寻找碳硅泥岩型铀矿

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki

床的要点是：主岩——晚震旦至古生代形成的富铀碳硅泥岩系；沉积环境——陆缘裂陷环境中形成的三级热水成矿盆地；构造——中新生代碰撞造山挤压与伸展走滑；保矿——白垩第三系红层不整合覆盖；全方位（多层次、多类型、多因素、包括岩相古地理与现代构造解析的综合研究）、多学科（地质、地球物理、地球化学、成矿应力分析与成矿流体研究）相结合的立体（遥感、地表与井下）作战的方案，构成一个研究与勘探有机衔接的找矿系统工程。

参 考 文 献

1 方适宜等．华南元古宙变质基底构造演化与区域铀成矿作用．安徽地质，1994，4(1～2)：49～55.

2 方适宜，郑大喻．热水沉积成矿的主要控制因素及识别标志．铀矿地质，1993，9(4)：27～30.

3 方适宜，郑大喻．当前成矿理论研究的几个新动向．国外铀金地质，1992，(3)：1～4.

4 方适宜．海底热水沉积铀矿研究．大地构造与成矿学，16(1)：105～107.

5 方适宜．湘东伸展构造与多金属成矿带．见：第五届全国矿床会议论文集．北京：地质出版社，1993，364～365.

6 方适宜．3110矿床脆-韧性滑脱剪切带及其动力成岩成矿作用．铀矿地质，1990，6(2)：121～127.

新发现　新观点　新动态

高级灵长类的祖先不在非洲在中国　经过十多年的研究，中外学者已否定了以前国际上通行的高级灵长类祖先起源于非洲、埃及的论点。他们在江苏溧阳上黄的第三纪裂隙堆积中发现了45Ma前的高级灵长类祖先“中华始猿”化石和低级灵长类最古老的狐猿化石，取得了灵长类动物起源与演化的实证；此外发现了中国境内过去未发现过的袋鼠类动物化石和其他一些“祖先”类型的动物化石。上黄裂隙堆积是迄今为止亚洲发现的第一个始新世地层，被专家们称为“45Ma前远古动物大世界”。

恐龙蛋化石中获得恐龙基因片断　北京大学一批青年科学家从河南西峡盆地65Ma B.P.的晚白垩纪地层中的一枚恐龙蛋化石中，获得了这一震撼生命科学界的成果。这枚蛋保存完好，有一个被完整的外壳封闭包围的内腔，腔内1/3的空间被絮状物充填，絮状物为含Mg、Al、Si和Ba的矿物，混有重晶石，分析证明含有0.5%～1%的氨基酸，主要为甘氨酸、谷氨酸、丝氨酸、天冬氨酸和丙氨酸。所获得的基因片断主要有18SrDNA、与钙粘着蛋白质基因、动物生长激素受体蛋白前体基因、甲状腺激素受体基因、锌指蛋白基因、原鸡组蛋白基因等同源性较高的片断。研究人员将所得基因序列与国际基因数据库中的已知序列进行比较，证明18SrDNA与两栖类、爬行类、鸟类、哺乳类和人类核糖体18SrDNA的同源性为73%～81%，而与原核生物无同源关系，表明这些基因片断既不是人为的操作污染，也不是细菌所致。另据报导，去年美国科学家S.伍华德从一具煤矿中发掘的80Ma B.P.的恐龙化石（据知是恐龙肋骨）中分离出某些基因的部分序列，但德国科学家对此提出质疑，怀疑是人为的污染所致，S.伍华德坚持原来的结论，计划再从恐龙骨骼入手进行研究。我国学者从恐龙蛋中发现DNA，实属世界首例。

我国发现恐龙胚胎化石　郑州大学鲁祖惠等用核技术在西峡恐龙蛋化石中发现了胚胎结构图象，X射线CT图象上清晰地显示一只已孵化成形的小恐龙。这是西峡恐龙蛋化石研究的又一重大突破。

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki