

# 东天山大水-红柳河地区碳硅泥岩型铀矿富矿形成 环境及找矿前景研究

鲁克改, 冯世荣, 王国荣

(核工业二一六大队, 新疆 乌鲁木齐市 830011)

大水-红柳河地区位于东天山东部, 西起大水岩体, 东到红柳河的水沟子井。处于塔里木板块中的塔里木古陆内的北山古生代裂陷槽中, 北临木扎尔特-红柳河板块缝合带。出露元古界、古生界和新生界。侵入岩较发育, 期次频繁等特点。岩浆活动始于早古生代, 华力西中、晚期达到最高潮。岩体以花岗岩为主, 其次为闪长岩。脉岩发育, 种类多样, 分布广, 单脉规模小。形成时代有加里东和华力西两期, 以华力西期为主。发育超基性、基性、中性、酸性脉岩, 以酸性为主。长度数米至 10 余公里, 一般为数百米至数公里, 厚度 0.10~20 m, 产状较陡, 近于直立。

## 1 铀矿化的空间分布及矿化特征

大水-红柳河地区铀矿化赋存在以下寒武统西大山组 ( $\epsilon_{1x}$ ) 为主的碳硅泥岩中, 含矿层位除下寒武统外, 部分上元古界青白口系 ( $Qn$ ) 和华力西期花岗岩中也有产出。异常矿化分布在塔水花岗岩体与水沟子花岗岩体一线, 自西向东分为七月沟、大水南西、大水-大水东、红柳河 4 个异常区。

大水-红柳河地区铀矿化以下寒武统西大山组为主要赋存层位, 部分赋存在青白口系和华力西期花岗岩脉、二长岩脉、辉绿岩脉和煌斑岩脉中。异常的形成与张性断裂密切相关。铀矿化、异常赋存在西大山组燧石岩与白云质灰岩之间的含石墨板岩和薄层燧石岩互层及下伏灰色泥质板岩中。矿化、异常在平面上主要受层位和岩性控制, 但在垂向上主要受断裂破碎带控制, 在有酸性岩脉侵入的部位矿化较为富集。酸性岩脉主要为灰色斜长花岗斑岩, 长度数米至数百米不等, 斑状结构, 斑晶为灰白色斜长石, 含少量黑云母。

## 2 铀矿化的主要控制因素

铀矿化受断裂破碎带和热液作用的共同控制, 具有热液与淋滤双重成因类型。淋滤成矿主要沿断裂破碎带进行, 有深部热液作用的参与, 当破碎带发生在含石墨的泥质板岩中时, 铀的富集程度相对较高。

### 2.1 基础控矿因素: 下寒武统西大山组

异常产出层位只有一个, 即下寒武统西大山组, 部分异常区在青白口系中也有异常产出, 但均属于西大山组的铀经构造破碎带混染或淋滤到青白口系的灰岩中所形成。未分志留系阿尔特梅什布拉克群同样具备与西大山组类似的构造和热液环境, 未发现异常。西大山组是塔里木古陆边缘浅海环境中相对封闭、水体平静, 富含炭质物和硫化氢等海盆与隆起的过渡区形成的沉积物。地层中富含还原物质, 岩性主要有石墨化页岩、硅质页岩、钙质板岩、炭质泥质硅板岩、硅质灰岩、燧石岩、磷块岩等, 属于高铀丰度 [ $U: (20\sim 50) \times 10^{-6}$ ] 地层。其中的石墨化页岩、硅质灰岩、硅质岩、含石墨板岩、燧石岩是主要异常岩性。由于地层磷、钒、铁、锰含量高, 富含炭质和碳酸盐岩, 易于风化和铀的迁移再富集, 在适宜的构造破碎、热液萃取环境下形成铀矿化。即使没有热液作用的参与, 近地表的淋滤作用也能造成铀的低品位富集。

### 2.2 叠加控矿因素: 顺层的层间断裂破碎带

层间断裂破碎带是铀异常的富集最为广泛的空间。破碎带主要形成于背斜的翼部, 部分位于向斜中,

早期表现为层间滑脱,之后出现多次叠加。同向叠加通常会增加岩石的破碎程度和破碎带的宽度,增加容矿空间;不同方向的叠加只在层间破碎带的局部区段增加岩石的破碎程度和破碎带的宽度。西大山组层间破碎带广泛发育。与铀成矿相关的层间破碎带通常发生在含石墨板岩与燧石岩互层中、泥质板岩内部、燧石岩与硅质灰岩接触带、石墨化页岩内部及石墨化页岩与灰岩燧石岩的接触带等部位。目前已经发现的铀矿点和异常均发育层间破碎带,这种破碎带多出现破碎的岩石角砾、碎块,浅部风化后出现粉末状,地表以相对低洼的负地形为主,易于铀的淋滤、聚集。在没有热液作用参与或距离热源较远的地段,上述有利的岩性和岩性接触面形成的层间破碎带可以形成品位 0.01%~0.03%,厚度数厘米到十余米的铀矿化体,这也是本区分布最为广泛、连续性最好的铀矿化。通常单次的破碎形成的铀矿体厚度相对较小,品位相对较低;多次的叠加破碎形成的铀矿体厚度更大,品位更高。当各类岩脉顺层或斜切贯入层间破碎带,热液作用会对铀的进一步富集起促进作用。

### 2.3 叠加控矿因素:切层的断裂破碎带

切层的断裂破碎带通常形成在背斜的核部、向斜轴部、大断裂的上盘和旁侧、层间破碎带的旁侧。部分切层破碎带是各类岩脉上侵的通道。切层破碎带与层间破碎带叠合时,会导致原先的层间破碎带更为破碎,为铀的进一步富集创造条件,红柳河矿点 SJ1 属于此类。部分切层破碎带错断层间破碎带,使得矿体复杂化,增加找矿的难度。

### 2.4 叠加控矿因素:花岗岩脉

花岗岩脉对铀成矿的控制作用较为明显。与铀矿化有关的花岗岩脉主要有:灰色斜长花岗斑岩、灰色中粒花岗岩、暗灰色花岗斑岩、灰绿色浅绿色花岗岩、花岗细晶岩脉等,侵入时代为华力西中、晚期。花岗岩脉主要沿层间破碎带贯入,部分斜切地层,但规模较小。只有当花岗岩脉侵入深灰色燧石岩、含石墨燧石岩、含石墨板岩、泥质板岩、石墨化页岩、含石墨和炭质结核硅质岩时才有异常和矿化形成。

受花岗岩脉控制的异常、矿化主要赋存在岩脉与围岩的接触带靠围岩一侧,在岩脉的顶端在围岩和岩脉中均有异常、矿化形成。岩脉剥蚀出地表后矿体一般呈透镜状和板状,完整的空间剖面形态呈箭头状。如红柳河矿点 ZK3,在花岗岩脉和两条岩脉之间及上下部燧石岩中有厚度约 11 m 的异常,铀矿化二段,自上而下分别为厚度 0.75 m,品位 0.024%;厚度 8.01 m,品位 0.014%~0.045%。箭头状矿体长度为 30~50 m,没有出露地表。箭头状矿体在大水四号异常区同样存在,TC39、53、61 和 SJ2 揭露到已经出露地表的箭头状矿体,花岗岩脉侵入石墨化页岩中,异常的真厚度约 10 m,探槽揭露的矿体视厚度最大为 12.65 m,花岗岩脉内部矿体品位为 0.023%~0.065%,近岩脉的石墨化页岩矿体品位达 0.295%,视厚度 5.70 m,远离岩脉的石墨化页岩矿体品位降低,在 0.012%~0.046%之间。矿体的头部已经部分被剥蚀,残留的箭头状矿体(包括异常晕)长度大于 25 m,深部没有完全控制。受花岗岩脉控制的铀矿化、异常的品位与围岩的炭质含量关系密切,同等条件下围岩炭质含量越高,矿体品位也越高。工业铀矿体通常赋存在含石墨的页岩、含石墨的燧石岩和含石墨的板岩中,低炭的燧石岩、板岩、硅质岩难以形成工业铀矿体。

### 2.5 叠加控矿因素:二长岩脉

受二长岩脉控制的异常和矿化分布在大水北异常区、大水北东一号异常区和大水北东二号异常区。二长岩脉主要侵入青白口系灰岩和西大山组燧石岩中,在地表呈黄白色、略带红色调的黄色,其中与燧石岩的接触带发现异常。异常呈带状分布,高值异常连续性较差。铀矿化通常赋存在燧石岩中,揭露的矿体品位在 0.057%~0.243%之间,厚度一般小于 2 m。局部赋存在二长岩脉内部,厚度 0.50 m,品位 0.039%。

### 2.6 叠加控矿因素:辉绿岩脉

受辉绿岩脉控制的异常和矿化分布在红柳河矿点。辉绿岩脉(华力西晚期)多侵位在泥质千枚状板岩、板岩与燧石岩的接触面、含石墨板岩与燧石岩互层中,目前仅在侵位于含石墨板岩与燧石岩互层中的辉绿岩脉发现铀异常和矿化。红柳河矿点第五矿体主要受其控制,在 ZK30-ZK15 剖面上,由辉绿岩脉控制的异常晕厚度达 20~25 m,见矿深度超过 200 m,相对高品位的铀矿化主要赋存在岩脉下盘接触带上,上盘品位相对较低。异常晕几乎充满整个层间破碎带,越靠近辉绿岩,异常强度相对越高。铀矿化的富集与炭质含量呈现大致的正相关。

## 2.7 叠加控矿因素：煌斑岩脉

受煌斑岩脉（华力西晚期）控制的铀矿化和异常仅在红柳河矿点有发现，分布在 TC1119、1120 之间，有三条岩脉，其中两条被晚期北东向平移断裂错断。煌斑岩脉岩性为深灰色云斜煌斑岩，SJ2 揭露到其与燧石岩接触面上的铀矿化，厚度 0.25~0.825 m，品位 0.035%~0.047%，煌斑岩节理面上可见黄色次生铀矿物。铀矿化的形成还与更晚期的小断裂有关，断裂与煌斑岩的交汇部位矿化相对更富集。

## 3 高品位铀矿体的定位及形成环境

大水-红柳河地区碳硅泥岩型铀矿具有规模大、品位低的特点，大部分异常区铀品位小于 0.030%。高品位铀矿体是在西大山组富含炭质（石墨）的燧石岩、板岩、页岩等的基础上，进一步叠加张性构造、热液作用改造而成。具有一定规模的铀矿体主要定位于层间破碎带和酸性岩脉侵入部位。在区域上，高品位铀矿体形成于主干断裂旁侧的高热环境中。水沟子井花岗岩体及其脉岩辐射区、塔水花岗岩体及其脉岩辐射区，红柳河—水沟子井断裂北侧、塔水北北西向断裂东侧的张性断裂分布区是铀成矿的主要地段。按照地层岩性，高品位铀矿体首选富集的层位是高炭（石墨）的石墨化页岩，其次是多岩性混杂的含石墨板岩与燧石岩互层。当上述层位发生规模较大的张性破碎带（破碎带宽度大于 5 m，最理想的是层间破碎带）和酸性岩脉贯入时，是形成高品位铀矿体的最好环境和时机。赋存高品位铀矿体的张性破碎带以多次活动和不同方向破碎带叠加为最佳，破碎带的叠合部位及附近常能形成更高品位的铀矿体，矿体厚度也相对较大。破碎带中是否有热液作用的参与也影响矿体的富集，破碎带中有花岗岩脉贯入或靠近花岗岩体（脉）时铀矿体相对更富集，远离花岗岩体（脉），铀品位相对较低，但对矿体厚度不造成必然的影响。岩脉的性质对铀矿体的富集有较大影响。形成高品位铀矿体的首选岩脉是花岗岩脉，在同等条件下由花岗岩脉控制的铀矿体通常比其他岩脉控制的铀矿体品位更高，达到工业要求的矿体厚度相对也更大。次选岩脉是二长岩脉和辉绿岩脉，前者控制的铀矿体品位较高（可达 0.100% 以上），厚度较大，通常能满足工业矿体的要求；后者控制的铀矿体品位相对较低，厚度多不能满足工业要求。

综合评价：同时满足的必要条件：发育层间破碎带的石墨化页岩、含石墨板岩与燧石岩互层。叠加条件：首选石墨化页岩与花岗岩脉组合，其次是含石墨板岩与燧石岩互层与花岗岩脉组合。

## 4 铀成矿远景预测

根据对各矿点、异常区铀矿化特征和铀成矿环境的分析可知，大水-红柳河地区以红柳河矿点和大水第四异常区铀成矿前景较好，划分的远景区有：红柳河远景区、大水远景区。

## 5 结 论

通过对大水-红柳河地区碳硅泥岩型铀矿的富矿形成环境研究，可以总结出高品位铀矿体下形成条件，即石墨化页岩、含石墨板岩与燧石岩互层→发育张性破碎带（最好是层间破碎带）→遭受酸性热液改造。三者的叠合部位是最有力的成矿和找矿部位。

形成具有工业意义的铀矿化需要以下条件：张裂破碎构造提供铀成矿空间→酸性偏碱性岩浆侵入提供热源和铀源→中低温酸性、偏碱性热液改造萃取、运移活性铀→中基性热液和低温碳酸盐热水提供铀的气、液沉淀剂和还原剂。缺乏上述某一个或几个环节，工业铀矿化将难以形成，其中酸性偏碱性岩浆、热液侵入提供了主要的铀源和地球化学环境差异，是关键性条件。而大水—红柳河地区具备这一关键条件，是东天山寻找碳硅泥岩型铀矿床的主要区段。