

准噶尔—天山铀矿成矿条件初析

蒋 岫 芸

(核工业部西北地勘局二一三大队)

新疆地区孕育着丰富的矿产资源。大量地质资料说明,新疆是发展原子能工业的铀源基地之一。笔者在阅读、综合以往所获地质资料的基础上,试图分析其铀矿的成矿条件,展望找矿远景。鉴于新疆地域广阔,本文只选择北起准噶尔,南至塔里木盆地的北部边缘地区作为研究对象。该区大地构造包括了黄汲清划分的准噶尔褶皱系和天山褶皱系的全部,以及塔里木地台的北部边缘地区。

一、区域含铀性

(一)含铀层位

论述区地层发育较为完整,前寒武系主要集中分布于天山中间隆起带,此外在北天山的博罗霍洛复背斜之西端,塔里木北缘的库鲁克塔格地区以及北山地区亦有出露。古生代地层广布于准噶尔和天山褶皱系中。中新生界则局限于各山间和山前坳陷中。自早元古代到第四纪各时代地层中均见铀矿化显示。但较为集中的含铀层位仅有下寒武统、下石炭统、上石炭统、下二叠统、中一下侏罗统和新、老第三系。

1. 下寒武统:为一套浅海相含磷、炭、硅质页岩及碳酸盐岩建造。下寒武统不整合于震旦系之上。底部见一至数层含磷层。含磷黑色硅质页岩中伴有金属元素钒等。铀矿化即赋存于震旦系与下寒武统的不整合面附近,或在其下,或在其上。多数较好地异常富集于下寒武统底部的含磷炭硅质页岩中,由于该地层的出露面积小而零散,所以仅在塔里木北缘见有断续的分布。自西往东矿化程度有所增高,其中在北山优地槽褶皱带发现有较好的铀矿化。产于下寒武统中的铀矿化严格受层位控制,呈不连续的透镜状。其规模不大,长仅数米到百米,宽几十厘米。一般铀含量较低(0.03—0.1%)。铀与有机质、硅质、泥质和磷质关系密切。铀矿物以含铀有机质、含铀玻璃蛋白石为主。其次为呈分散吸附状的铀黑。

2. 上、下石炭统:广泛分布于东西准噶尔褶皱带及北天山优地槽褶皱带的博罗霍洛复背斜。主要为一套中、酸性火山岩及其火山碎屑岩夹灰岩和页岩。沿走向常发生相变。东西准噶尔地区沉积了火山碎屑岩、碎屑岩、中酸性火山岩(安山玢岩、流纹岩、英安玢岩、石英斑岩、霏细斑岩及其凝灰岩等)。厚约数千米至万米。在赛里木湖隆起东部出露酸性、中酸性层状火山岩,主要为暗黑色块状石英斑岩,紫色、灰色含碎屑凝灰质石英斑岩,厚达1030米。火山岩系构成走向340°的背斜褶皱。在上述两地均发现了较好的铀矿化。前者的铀矿化见于西准噶尔雪米斯坦背斜之南翼。铀矿化赋存于石英斑岩、微晶质花岗斑岩与围岩(凝灰岩和火

碎屑岩)的接触部位。后者铀矿化产于层状蚀变破碎的石英斑岩层中。此外,在博格达复背斜南翼亦见该类次火山岩型铀矿化。

3. 下二叠统:在区内出露不广,大都沿山间坳陷边缘分布,博格达复背斜南翼出露面积较大。早二叠世初期以酸性火山喷发岩为主,多为紫色、灰色石英斑岩;晚期形成了大面积的玄武岩。在复背斜的南翼还普遍见有安山玢岩呈层间侵入体形式贯入于钙质砂岩中。铀矿化即产于安山玢岩与砂岩的接触层位上。

4. 中一下侏罗统:广布于各山间和山前坳陷中,为一套含煤系沉积建造。由陆相粗碎屑岩、中和细粒碎屑岩与煤层组成。沉积韵律发育。大多为一些河流相和湖相沉积。煤系中所含煤层数各地不同,多达十几层,少则数层,且煤层厚度亦各异。煤层为低变质程度的褐煤、烟煤。其顶板多为透水性良好的砂岩层,底板为泥岩。煤系地层中常出现杂色岩系与灰色岩系(富含有机质的中、细粒砂岩层)的交替。反映了含煤系沉积过程中古气候的条件变迁。产于中一下侏罗统中的铀矿化有两种情况:一是产于煤层中的含铀煤型矿化;二是产于层间氧化带中灰色砂岩层中的含铀砂岩型矿化。两种矿化往往成对同时出现。在伊犁盆地、克尔俭盆地及南天山的库米什盆地、库车—拜城山前坳陷西部皆发现规模不等的较好矿化。

5. 下白垩统:以深湖相泥岩为主,夹浅水环境中沉积的粉砂岩、砂岩、砂砾岩层,构成灰绿色与杂色相间的条带,富含钙质结核与沥青质,底部有一层底砾岩,在区内分布稳定,可视为标志层。与下伏岩层呈不整合接触。铀矿化即分布于上述不整合面附近。南北疆岩性略有不同,但其含矿层位基本一致。乌鲁木齐山前坳陷中的铀矿化主要赋存在下白垩统吐谷鲁群的清水河组,含矿主岩为砂岩和砂砾岩。喀什盆地中的铀矿化层位与此相当,但较好地矿化主要富集于砂砾岩层中。矿化与石油变质产物——沥青质有着密切的关系。沥青质的多寡、分布和存在形式直接影响着铀矿化的范围和规模。此外,无论南疆还是北疆均发现矿化层位有从东至西抬高的现象。东部分布在不整合面下部的侏罗系中,向西逐渐抬升至不整合面上的下白垩统。

6. 第三系(新、老第三系):为陆相红色碎屑岩建造,由红色、橙红、棕红色砂岩、砂砾岩、泥岩夹石膏层组成。分布于各山间和山前坳陷中。铀矿化主要产于始新统一渐新统安集海组(E_2-3 或 E_3)及中新统、更新统(N_1 、 N_2)中,这些矿化地层皆为湖相灰绿色泥岩、深灰色碎块状泥岩。据有关资料记载,有人认为产于第三系中的铀矿化与泥岩中的鱼骨化石有着密切的联系。该看法尚待进一步证实。

(二) 矿化类型

按照含矿主岩类型,该区发现有如下几种矿化类型:砂岩型(包括中新生代盆地中的含铀煤型、含铀砂岩型和含铀地沥青砂砾岩型)、火山岩型、花岗岩型(包括产于花岗岩内外接触带的矿化及碱交代型矿化)、碳硅泥岩型(产于 Z_2-E_1 、 E_1 、 O_{1+2} 、 $D_{2+3}-C_3$ 、P地层中)、泥岩型(在E和 N_1 地层中)、伟晶岩型和变质岩型。就其分布情况,矿化规模及富集程度而言,前三种为该区的主要矿化类型,其中又以砂岩型铀矿化最为重要。现将几个主要类型的矿化特征简述如下:

1. 砂岩型:含铀煤型和含铀砂岩型铀矿均产于中新生代盆地内的中一下侏罗统中。含

矿主岩为含煤系中的煤层及砂岩。含铀煤型矿化与劣质煤——褐煤有关，受其顶底板岩层的制约。主要含矿层位位于沉积旋回的上、下部（即在旋回的始末）。矿化多富集于煤层之顶、底部位。具同生沉积后生富集之特征。含铀砂岩型矿化主要分布在两层煤间的碎屑岩——中、细粒厚层灰色砂岩中，与岩石中的炭质、有机质等还原吸附剂息息相关。其空间分布上有着同美国科罗拉多高原砂岩型铀矿化的类似特征。矿化具层间氧化型特点，产于氧化—还原界面上（红色岩层与灰色岩层的交界面上），矿体形态呈堆状、板状和新月状。整个含煤系中凡见有含铀煤型矿化者都或多或少的在煤层上部或下部见有砂岩型铀矿化。但较富集的地段多产于煤系之中部，如伊犁盆地之砂岩型铀矿化。该类型铀矿化一般埋藏深度较大，多集中于向斜构造的平缓部位。上述两类的铀储量占全疆储量的56%左右。

含铀地沥青砂砾型铀矿化是新疆独特的一种铀矿化。它产于下白垩统红色碎屑岩建造中的灰色碎屑岩（砂岩、砂砾岩层）中。该类矿化与岩石中的沥青质紧密相关。石油的变质产物——地沥青的分布范围、存在形式及其数量的多寡直接影响着铀矿化的规模和富集程度。矿化层繁多，如在南疆的喀什盆地多达10余层。具层间氧化之特征，含矿层位处于上、下红色层之间。矿体呈透镜状，沿走向和倾向构成似层状矿体。区域上该类矿化的层位有自东至西逐渐抬升和由老变新的趋势。

2. 火山岩型：该类型铀矿化主要发育在晚古生代火山喷发岩分布区。如：西部博罗霍洛复背斜北翼，西准噶尔雪米斯坦复背斜南翼及博格达复背斜之南翼。前两地区铀矿化赋存于上石炭统和下石炭统的中、酸性喷发岩内，后者则产于中、上石炭统和下二叠统的中、酸性火山岩分布区。含矿主岩有次火山岩（花岗斑岩、石英斑岩、安山玢岩）及安山岩、流纹岩、霏细岩、凝灰岩和碎屑岩—凝灰质碎屑岩。西部地区的铀矿化主要集中于石炭系，与次火山岩的侵入紧密相关。东部（博格达复背斜之南翼）的铀矿化则富集于下二叠统的安山玢岩中及其与砂岩层的接触带上。铀矿化与花岗斑岩、石英斑岩的后期侵入及安山玢岩的顺层贯入直接相关。铀矿化均受区域性构造控制。矿体一般产于区域断裂构造之次级构造裂隙中。矿化地段围岩蚀变发育，有赤铁矿化、萤石化、铁锰矿化、绿泥石化、绢云母化、碳酸盐化、黄铁矿化，亦见去硅作用。不仅蚀变种类多，而且还具一定的分带性。伴生元素有Be、Mo、Pb、Ti、Nb、Ta、Ga、V、Ni等。

3. 花岗岩型铀矿化：包括产于花岗岩体内部及其内、外接触带（距花岗岩体0—1000米者）中的矿化及碱交代型矿化。就目前所发现的矿点分布情况看，该类型矿化主要集中于南天山博斯腾湖一带。此区分布有 γ_2^1 、 γ_3 及 γ_4 。在 γ_2 及 γ_4 中皆见有成矿现象。矿化明显受构造断裂控制。含矿围岩为破碎的花岗岩，红化蚀变碎裂花岗岩及破碎的大理岩。碱交代型铀矿化的特点为岩石具有强烈红化、破碎和明显的去硅作用以及碱质成分的增加等。

4. 碳硅泥岩型铀矿化：在新疆广泛分布于 Z_2 — e_1 、 e_1 、 S — O 、 D_{2+3} — C_3 、 P_1 地层中。含矿主岩类型较多，有浅海相的碳酸盐岩、含磷碳硅板岩、粉砂岩（或细砂岩）等。矿化严格受层位控制。空间上分布在古隆起的边缘。矿体形态呈层状和似层状，品位低，分布较均匀，矿化具复成因特点，尤其后生的热液改造作用往往对铀的后期富集起着重要作用。

5. 泥岩型铀矿化：主要分布在山前和山间盆地的新、老第三系中。含矿建造为湖相灰色细碎屑岩建造。含矿主岩为泥岩。第三系多直接覆盖于花岗岩风化壳上或不整合在古生

代地层之上。铀矿化呈层状和似层状,一般品位较低,规模较小,多数矿化呈现在不整合面上。

(三) 成矿时期及成矿带(区)

由于缺少同位素资料,所以尚难确定每种类型、每一地区铀矿的成矿时期。据目前所掌握的资料看,铀矿化在华力西期和燕山期比较多(图1)。

铀矿化的空间分布,展示出一定的规律性,自北而南分为四个成矿带(图2)。即准噶尔成矿带、北天山成矿带、南天山成矿带和塔里木北缘成矿带。此外,还划分出北山成矿区。每一成矿带中所出现的铀矿化类型不尽相同。准噶尔成矿带以火山岩型为主,次为含铀煤型矿化;北天山成矿带以含铀煤型、含铀砂岩型和火山岩型矿化为主;南天山以花岗岩型、含铀煤、含铀砂岩型为特征;塔里木北缘成矿带则以碳硅泥岩型及泥岩型矿化与上

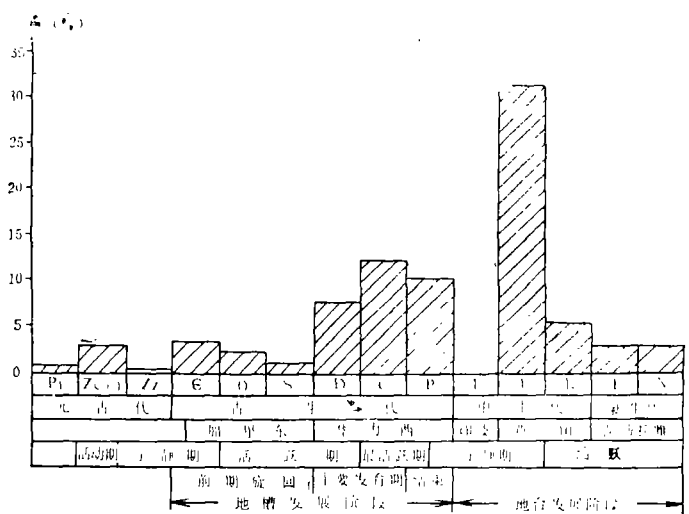


图1 新疆铀矿成矿时代与地壳演化关系图

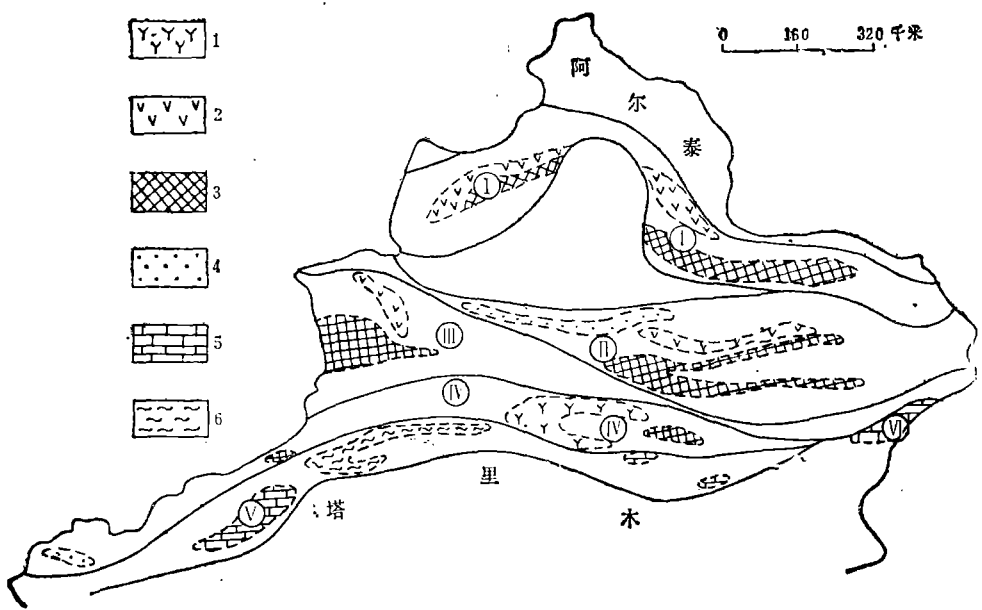


图2 准噶尔—天山地区成矿带分布略图

- 1—花岗岩型; 2—火山岩型; 3—含铀煤型; 4—砂岩型; 5—碳硅泥岩型; 6—泥岩型
- I—东西准噶尔成矿带; II、III—北天山成矿带; IV—南天山成矿带; V—塔里木北缘成矿带; VI—北山成矿区

述成矿带相区别，北山成矿区主要为碳硅泥岩型矿化。

二、铀的成矿特征及规律

（一）铀矿化的时控性

论述区自老至新各地质时代普遍存在铀的成矿现象,但较为富集,并具一定工业价值的铀矿化则仅集中于有限的几个时期(C、P、J₁₊₂、K)的地层中。区域铀矿化所显示出的时控性是受地壳演化历史所制约的,与当时所发生的地质事件相依存的。由于成矿的地质背景不同,因而赋予了各时期的成矿作用以极为不同的色彩。例如:下古生界下寒武统中的碳硅泥岩型铀矿化,上古生界石炭系、二叠系里的火山岩型的铀矿化,中生界中一下侏罗统和下白垩统中的砂岩型铀矿化以及华力西中、晚期的花岗岩型铀矿化等。

（二）铀矿化空间分布上的相对集中性

1. 铀矿化的空间分布特征:该区不同类型的铀矿化分别发育在优地槽褶皱带的特定部位,即地槽褶皱带中的山间、山前拗陷或地槽—地台过渡带上。形成空间上相对集中的分布特点。构成了自北而南四个成矿带。各成矿带中的铀矿化类型又各具特色。

2. 铀矿化的带状分布特征:铀矿化的分布与构造有着紧密的关系,区域性的深大断裂控制着成矿带(区)的分布,不同级别的构造直接控制了矿田、矿床、矿体的分布。区内主要几条超岩石圈和岩石圈断裂多呈北西方向展布。如:鄂尔齐斯超岩石圈断裂,克拉美里、博罗霍洛北缘、中天山南、北缘岩石圈断裂。其次为北东向的深大断裂,如:达尔布特和阿尔金岩石圈断裂。构造线的展布方向不仅直接影响着各构造单元的划分与分布,同时对各时代地层的分布也起限制作用。如古生代地层区域上大多呈北西或近东西方向出露等。因而产于该地层中的铀矿化呈现带状分布的特征,从成矿带图上也可看出,自北而南前述的四条成矿带均显示略呈东西向展布的特点。

（三）断裂构造的控矿性

区内的火山岩型铀矿床、花岗岩型铀矿化显示出与断裂构造紧密相关的特征。断裂构造作为热源和铀源的通道、铀矿贮存 的有利空间,是热液型铀矿成矿的必备条件之一。不同级别的构造控制了矿田、矿床和矿体的空间分布。区域性的深大断裂控制着成矿带(区)的分布。如:达尔布特深断裂控制了西准噶尔成矿带。其中的雪米斯坦矿田分布在该深大断裂的次级构造——两条近东西向构造的夹持部位(图3)。更低一级的构造控制着矿床的生成与展布,次级羽状裂隙、构造破碎蚀变带控制着铀矿体的分布。如71矿点和

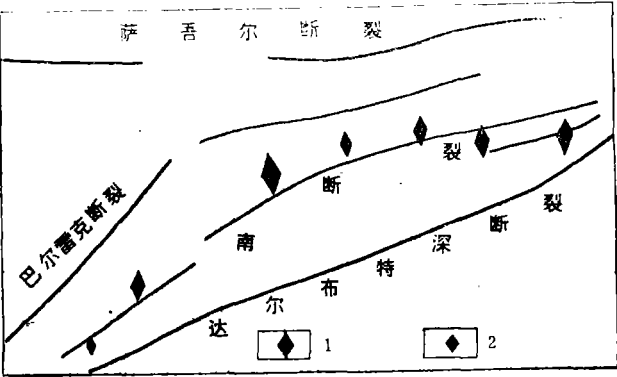


图 3 西准噶尔铀矿化与构造关系示意图

1—铀矿床; 2—铀矿点

203矿点(图4、5)。

(四) 铀矿化受区域不整合面控制

盆地中的外生铀矿床严格控制在含矿岩系的上、下不整合面之间。区内的中、新生代盆地或直接覆于古生代花岗岩上或不整合于古生代地层之上。说明中生代地层沉积前经历了长期的隆起。老地层遭受充分的氧化与剥蚀,为后期盆地沉积和成矿提供了丰富的物质来源。中生代含矿岩系形成后又经历了一次全区性的抬升运动——以断块运动为主的燕山运动。表现在地层剖面上,出现上侏罗统与下白垩统间的不整合或假整合接触。该次运动为盆地中的砂岩型铀矿的后生改造创造了条件。区内所发现的外生铀矿床皆位于上不整合面附近。

(五) 矿床组合

区内铀矿化类型众多,并常呈一定组合形式出现。如:南天山博斯腾湖周围分布于花岗岩体内的热液铀

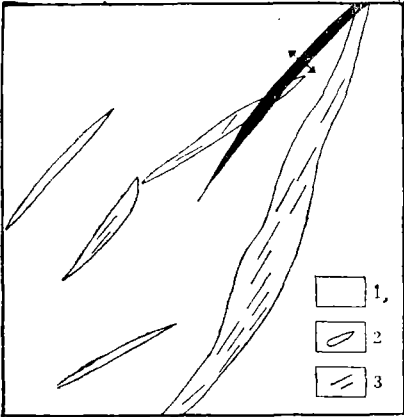


图 4 203矿点铀矿化与构造关系示意图

1—石炭系凝灰碎屑岩; 2—铀变破碎带; 3—铀矿化体

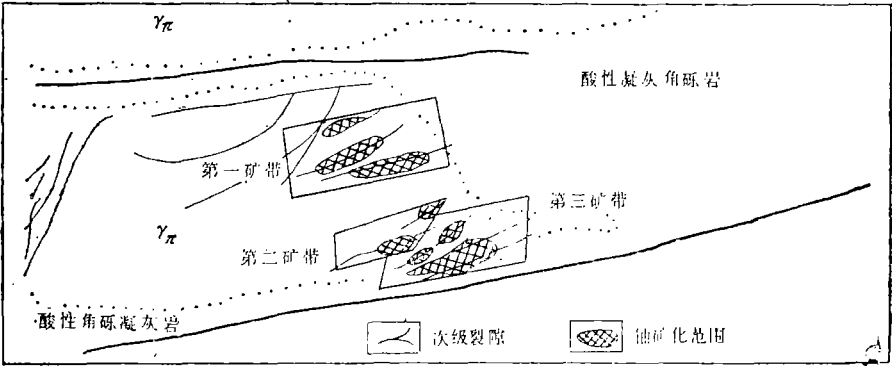


图 5 71号矿点矿化与构造关系示意图

矿化,在岩体外接触带也时常出现,在与围岩——变质岩系的接触带附近还发现产于变质岩系中的铀矿化;在以花岗岩为基底的中、新生代盆地中产有砂岩型铀矿化等;又如西准噶尔地区扎伊尔复背斜南翼广泛发育着中一下侏罗统中的砂岩型铀矿化。这种矿化类型成套出现的特征反映了各类矿化间可能存在一定的内在联系,说明成矿作用的连续性。该分布规律可以用来指导找矿工作,当发现一种矿化类型时,可根据其组合关系发现其它类型的矿化,对预测远景区亦有重要的指导意义。

三、成矿条件分析

该区铀矿化在时、空分布上的规律性、成矿特征的复杂性均取决于准噶尔一天山地区的

大地构造及地壳演化的特殊性,取决于所发生的重大地质事件。

晚元古代末至早古生代中期,该区处于宁静时期,岩浆活动,特别是中—酸性岩浆侵入活动及火山喷发活动比较微弱。加里东期花岗岩分布十分局限,仅在别珍套、巴轮台—库米什、库鲁克塔克东段的局部地区有所发现。华力西早期花岗岩主要沿爱肯达坂—库米什—卡瓦布拉克一线分布,此外在库鲁克塔格也见零星分布。所以在此阶段除在塔里木盆地北缘寒武系分布区发现下寒武统底部碳硅泥岩型铀矿化外,基本未见热液型铀矿化。

晚元生代为准噶尔、天山地槽的重要发展时期。华力西期构造活动由早期的活跃进入中、晚期的最活跃期。北天山优地槽和东西准噶尔优地槽岩浆活动和火山喷发频繁,断裂构造发育,构造运动强烈。此间先后发生了博罗霍洛变动、鄯善变动、乌什变动等构造运动,导致上述地槽的强烈褶皱和复杂演变。自中泥盆世起,火山喷发作用此起彼伏,时强时弱,由海相火山岩到大陆火山岩遍布东西准噶尔和北、中天山地区。伴随华力西期构造运动,岩浆侵入活动频繁,区内广泛发育早、中、晚华力西期花岗岩,尤以博斯腾湖一带更为集中,为形成火山岩型铀成矿带(区)和花岗岩型铀成矿区奠定了物质基础。早二叠世前后,准噶尔和天山地槽相继以突变或渐变方式回返褶皱,结束其地槽生命。之后,地壳渐趋稳定。此间在褶皱带内形成了一系列山间和山前坳陷盆地。

从晚古生代末到中生代是该区地壳演化由活跃转为相对稳定的宁静时期。盆地有可能长期地接受上古生界火山喷发岩系所供给的丰富铀源,创造了中、新生代盆地具有得天独厚的同生铀矿的沉积条件。这里蕴藏了我国有名的含铀煤型和含铀砂岩型以及含铀地沥青砂砾岩型铀矿床。

中生代后的地壳运动再度趋向激烈,尤其是喜山运动使天山山系强烈隆起,盆地加速沉降。使新生代前的地层遭受构造破坏和风化剥蚀。为新生代铀的淋滤、活化迁移和富集创造了有利的条件。部分地区由于新构造运动的影响,老地层超覆于盆地沉积之上,形成新的盖层,从而改变了盆地的后生变化条件,为盆地提供和补充了新的铀源。

从地壳演化观点出发,铀的富集成矿需要一个经强烈构造活动后转为相对稳定的构造环境。地壳的强烈活动,有利于铀从先成岩层或铀源体(层)中活化出来。强烈活动后的相对稳定,有利于把活化出来的铀富集成矿。地壳演化的不同阶段,发生着不同的地质事件。准噶尔、天山地槽的发生、发展演化具有多旋回特点,同时也赋予了岩浆活动以及成矿作用的多旋回性。对于准噶尔和天山地槽系有两个明显的重要成矿期:其一是华力西期;其二为燕山期。前者更具重要意义。它不仅拥有相当规模的火山岩型铀矿床和花岗岩型铀矿化,而且也是后期盆地中形成铀矿堆积的物源供给者。燕山期是该区外生铀矿床——砂岩型铀矿床形成的重要时期。此外,喜山期对形成第三纪和更年青的铀矿化所起的重大作用也是不可忽视的。

根据上述铀矿空间分布上的特殊性,今后应注意在以下地段寻找不同类型的铀矿床。

1. 东西准噶尔和北天山地区重点寻找晚古生代火山岩型铀矿床。通过与相邻地区(苏联和蒙古)区域地质上的对比和分析,认为西自苏联的北哈萨克斯坦向东至我国的准噶尔、北天山、甘肃北山,继续向东延至蒙古人民共和国内。这是一条规模宏大的火山岩型铀成矿带。自西向东成矿时期反映出由早古生代到晚古生代的迁移,在我国境内正是晚古生代石炭、泥盆纪和二叠纪成矿的重要时期,今后对此应加强研究。

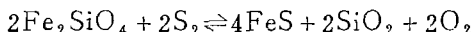
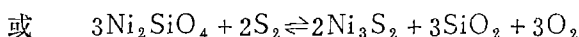
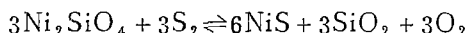
地层、构造、火成岩组合配套的成矿机制

王清廉

(陕西地矿局第十三地质队)

内生矿床和复成矿床的成矿过程是一个复杂的运动过程。矿床形成虽然应具备的条件很多,但最基本的条件,无非是内因和外因两方面。内在因素就是成矿物质、流体和热源等;外在因素主要是构造条件。地层和火成岩则是成矿物质、流体和热源的载体,这样内因和外因相结合,就是成矿的地质前提。所以许多内生和复成矿床,都是地层、火成岩和构造条件组合配套或联合作用的产物。

以岩浆矿床为例,矿的形成,固然与岩浆本身的含矿性及岩浆的分异作用有关,然而矿的就位机制却离不开构造条件,许多岩浆矿床的矿体、矿群、矿带均受岩相构造带或原生破裂带的控制。在岩浆矿床的成矿过程中,地层(围岩)常被岩浆同化,当其物质成分加入岩浆后,对造成多种岩浆岩和有关矿床的形成都具有重要作用。岩浆同化地层时,不仅影响岩浆的成分,并使岩浆的物理化学条件发生变化,因而也影响岩浆的分异作用过程和矿床的矿物成分及组合。如同化地层时所发生的硫化作用,对硫化镍矿床的形成,就具有十分重要的意义;若一种含铁硫的超基性岩浆,侵入于富含黄铁矿的地层中时,侵入体的热力学条件,可以破坏黄铁矿而形成磁黄铁矿,与此同时可放出25%的硫,此硫可以自由的加入岩浆之中,并与硅酸盐熔浆发生反应,从而形成了镍及铁的硫化物。其反应式如下:



总之,通过硫化作用,可以使镍从硅酸盐内被提取出来,形成硫镍矿。

以往有人认为伟晶岩型矿床是在封闭情况下的产物,即伟晶岩内的成矿物质,来自于伟晶岩浆自身。通过研究,发现伟晶岩的成矿性和矿种的复杂程度,取决它侵入的围岩(地层),

2. 两大构造单元的过渡地带是有利的成矿区。塔里木地台与天山地槽褶皱系的交界部位,即孕育着极为丰富的铀矿资源。类型繁多,有柯坪地块产在下寒武统中的碳硅泥岩型铀矿化、山前拗陷盆地中第三系的砂岩型、泥岩型铀矿化、喀什盆地产在下白垩统中的含铀地沥青铀矿床,还有与花岗岩体有关的碱交代型、花岗岩型铀矿化。这些地段都是今后找矿的有利远景区。

3. 地槽系中的山间盆地,贮藏了规模巨大的含铀煤型和含铀砂岩型铀矿床,其储量之大,占全疆铀矿储量之首,今后应继续扩大其远景。