

伊犁盆地南部新构造特征及其 对砂岩型铀矿的控制作用

王勇¹, 陈正乐², 刘健², 郑恩玖³, 王成³, 李胜祥⁴, 韩效忠⁴

(1. 中国地质科学院矿产资源研究所, 北京 100037; 2. 中国地质科学院地质力学研究所, 北京 100081;
3. 核工业 216 地质大队, 新疆 乌鲁木齐 830011; 4. 核工业北京地质研究院, 北京 100029)

摘 要:伊犁盆地新构造运动研究在该区铀矿研究中占有很重要的地位。本文通过新构造基本特征的描述、擦痕和节理的统计分析、构造产物的 ESR(电子自旋共振)测年等手段研究了伊犁盆地新构造运动特征,并探讨了其对铀矿形成和展布的控制作用。研究表明,新构造以断裂构造为主,是区域近南北向挤压应力作用的结果;结合前人研究成果,可以将伊犁盆地新构造运动分为五期:始新世晚期-渐新世、中新世、上新世末期-早更新世、早更新世-中更新世、中更新世至今。新构造活动与铀成矿作用有时间上的一致性,并控制了伊犁盆地南部砂岩型铀矿的形成和展布,尤以东西向断裂对铀矿的控制作用最为明显;与新构造作用东强西弱相对应,西部的成矿条件比东部好。

关键词:伊犁盆地,新构造,运动期次,ESR 年龄

中图分类号:P546; P619.14 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-1552(2006)04-0486-09

0 引 言

伊犁盆地位于哈萨克斯坦板块东段南部的伊犁微地块之上,是中天山造山带内的一个山间盆地,也是与断裂活动有关的断陷-挠曲复合盆地,南面为察布查尔山,北为科古琴山。以霍城-托开断裂为界,盆地北部为一褶皱隆起区,南部为深大拗陷区。从早到晚,盆地经历了弧内盆地(P_1)、弧内残余盆地(P_2)和中新生代远洋碰撞山间盆地的发展过程。伴随着新近纪天山造山带的强烈隆升(董秀芳和熊永旭, 1995; 张国伟等, 1999; 邓起东等, 2000),伊犁盆地也进入一个新的发展演化阶段,形成了一系列新构造变形。本文主要研究这一时期的新构造作用。

中新生代伊犁盆地以石炭纪-二叠纪裂陷火山岩为基底(张国伟等, 1999),盆地内部缺失下三叠

统,中-晚三叠世沉积了一套河湖相碎屑岩系,沉积中心位于察布查尔县和伊宁市一带。侏罗纪,沉积中心北移至霍城和伊宁县一带,下中侏罗统为一套河流相、湖沼相含煤碎屑岩系,砂体发育,有机质含量高,为铀成矿创造了良好的储含矿建造。新生代以来,盆地内缺失古近系,局部发育新近系,第四系大面积发育(图 1)。

盆地具备层间氧化带砂岩型铀矿的良好地质背景、构造-沉积环境和后生氧化作用等成铀条件。在伊犁盆地南缘已经发现了一系列铀矿床和铀矿点,矿体主要赋存在下中、中下侏罗统的水西沟群含煤系地层中。铀矿石同位素测年结果表明,成矿期主要集中在中、上新世(夏毓亮等, 2002),说明该区铀成矿与盆地新构造运动的关系十分密切。由于伊犁盆地的侏罗系也赋存有石油,因而前人的研究重

收稿日期: 2005-06-28; 改回日期: 2006-04-27

基金项目: 本文得到国家重点基础研究发展规划(973)项目(课题编号: 2001CB409808)资助。

第一作者简介: 王勇(1971-),男,博士,主要从事构造地质学和矿床学的科研工作。Email: wangy1972@hotmail.com

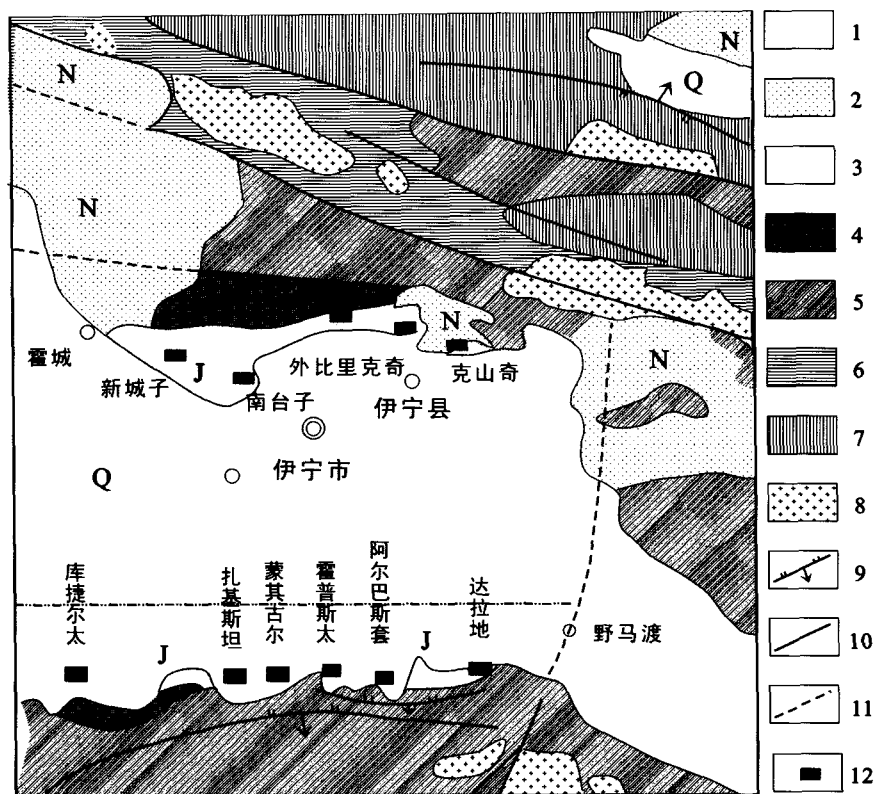


图 1 伊犁盆地地质略图

1 - 第四系; 2 - 第三系; 3 - 侏罗系; 4 - 三叠系; 5 - 上古生界; 6 - 下古生界; 7 - 中元古界; 8 - 海西期花岗岩; 9 - 逆断层; 10 - 性质不明断层; 11 - 推测断层; 12 - 铀矿床(点)(图中点画线为图 2 剖面位置)

Fig. 1 Geological schematic of Yili Basin

点在于侧重于盆地的地层层序、构造演化等方面,而对新构造基本特征、运动学特征等及其与铀成矿的关系的研究相对稍显薄弱。

本文主要通过野外观测观察,野外实地测量擦痕、节理产状,结合地貌观测、卫片解译、区域构造解析和断层带及构造作用产物的年龄测试,分析了伊犁盆地南缘的新构造特征、运动期次,及其以及对砂岩型铀成矿的控制作用,进而指出了区域找矿远景方向。

1 新构造基本特征

在新生代挤压应力作用下,伊犁盆地内部形成了一系列断裂和褶皱构造。其中以断裂活动为主,褶皱构造多为与断裂构造紧密联系的次生构造。几条大型东西或近东西向断裂(如南缘断裂、伊犁河断裂等)构成了盆地的基本构造格架,使得盆地呈近东西向狭长带状展布(图 1)。新生代以来,几条

大断裂都有不同程度的继承性活动,并在其间发育有一系列近南北向的断裂,形成了由几条近东西向大断裂围限的、近南北向次级断裂密集分布的构造格局。

根据新构造运动强度的差异性,以扎基斯坦河为界,可将伊犁盆地划分为东、西两部分:东部块体新构造活动相对强烈,西部块体较弱。

这种情形在地貌上表现也非常明显。总体上为南高北低的斜坡带,地貌高差不大。扎基斯坦河以东地区地势陡峭、地形高差大、切割非常强烈而且频繁,并有 6 条北北东 - 南北向的河流发育,包括察布查尔河、苏阿苏河、阿勒马勒河等,河流的垂直下切作用形成了深切型河谷,显示出新构造的抬升作用。扎基斯坦河以西地区,地貌高差小,除乌库尔其地区有几条北北西 - 北西向的阶地发育外(高差可达 50m),基本上为平缓的斜坡带,南部山区的河流到达盆地后呈扇型撒开,形成地表径流,深切河谷不发育(图 2)。反应在构造上,就是这些密集分布、规



图 2 伊犁盆地南部东西向地形横剖面图(剖面位置见图 1)

Fig. 2 East-west horizontal topographic cross-section of southern Yili Basin

模大小不一、发育程度有较大差异的近南北向断裂。遥感影像上,显示出东部影像密集且烦杂,而西部则相对平滑、稍稀疏。

1.1 断裂构造

断裂是伊犁盆地新构造的主要构造形式,在遥感图像上表现为大量的线性影像。

东西-近东西向断裂构造以压性为特征,是盆地内部最为发育、影像特征最为明显、发育时间长、并有多期次活动的构造。新构造活动主要表现为其继承性活动。主要包括两组断裂:伊犁盆地南缘断裂和伊犁河断裂。

伊犁盆地南缘断裂展布于盆地南缘,为控盆断裂带,是现今盆地与山脉的地貌分界带。

断裂呈近东西走向,在东部块体活动明显,往西延伸活动性减弱。在西部 735 矿一带,断裂不再位于盆地与察布查尔山脉分界处,距离盆地南缘大约 1km。断裂被第四系山麓坡积物——砾岩层所覆盖,因而不活动。在扎基斯坦河以西,盆地南缘断裂可能不发育。石炭系火山岩一直延伸到盆地之

中,在库捷尔泰可见石炭系出露于离盆缘约 3~4km 地带,并被侏罗系(可能包括部分三叠系)不整合覆盖于其上,它们又被第四系(可能也包括上新统)的山麓坡积-冲积-砾岩层所不整合覆盖。该断裂为一条倾向于南的逆冲断层。断裂南侧主要为石炭系-二叠系的火山-沉积建造,北侧出露有三叠系、侏罗系、白垩系、新近系和第四系。由于逆冲推覆作用,在苏阿苏沟和 735 矿区等地都导致了下盘地层的强烈褶皱。断裂的影响波及到新近系或第四系底部地层,因此,该断裂至少在新近纪期间仍在活动。

伊犁河断裂沿伊犁河南侧发育,总体上呈近东西走向。在扎基斯坦河下游以东为北西西走向,以西为北东东走向。在野马渡汽车渡口一带,可见直立的侏罗系含煤地层,其走向为北西西向,与伊犁河河谷的走向一致。伊犁河河谷就是流水沿着北西西向断层三角面冲刷、侵蚀而成。在遥感影像上,地表多处可见东西向线性构造、断层三角面和断裂地震鼓包,并发育有一系列呈近东西向排列的线性、串珠状上升泉,反映了断裂现今活动的构造特征。在伊昭公路察布查尔县南约 10km 处,地表也有一系列泉水呈线性展布,局部出现东西向鼓包。

北东向断裂以东麻扎-喀什河断裂和达拉地东断裂为特征,兼有走滑性质。东麻扎-喀什河断裂是伊犁盆地一条重要的构造分界线,将伊犁-特克斯-那拉提盆地一分为二,东部形成狭长的“两盆夹一山”构造格局,西部则为狭义上的伊犁盆地(图 1)。在东麻扎一带,断裂西盘为二叠系火山-沉积建造,东盘为上新世含石膏的红色泥岩和砂岩。该断裂为正断层,可能同时伴随有左行走滑性质。达

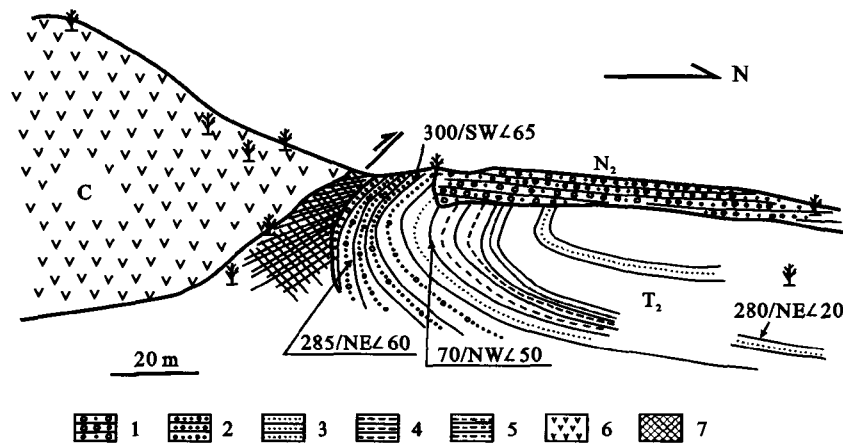


图 3 苏阿苏沟南褶皱构造素描图

1 - 砾岩; 2 - 砂砾岩; 3 - 砂岩; 4 - 泥岩; 5 - 粉砂质泥岩; 6 - 火山岩; 7 - 破碎带

Fig. 3 Sketch map showing the fold structure in the south of Su-A-Su groove in Yili Basin

拉地东断裂沿达拉地河东岸发育,走向 45°。断裂东盘为石炭系火山岩和二叠系火山 - 沉积建造,西盘为由三叠系 - 侏罗系和白垩系构成的达拉地向斜。根据地表特征和地层切割关系判断,该断裂为左行正断层。在达拉地河东岸,发育有一系列地震滑塌带,表明它至今仍是一条活动断裂。

北北东向和北北西向断裂在遥感影像上大量出现,多为一些小型断裂,但地表特征并不明显。北北东向断裂主要分布于盆地东部,表现为一系列北北东走向的河流,显示了张性构造特点,这些河流沿北北东向张节理发育而成。北北西向断裂主要分布于盆地西部,表现为一系列北北西走向的阶地地貌,断裂活动较弱,地表特征不明显。不难发现,由于东麻扎 - 喀什河断裂的构造作用,使东西部块体内的构造线方向发生了改变。

1.2 褶皱构造

根据地震资料和野外露头分析,盆地南部大型的褶皱构造主要发育在东部块体内,如苏阿苏向斜、达拉地向斜和察布查尔背斜、向斜等。这些褶皱构造都由侏罗系 - 白垩系组成,往往被新近系(可能为上新统)不整合覆盖。一般向斜的北翼产状陡南翼缓,背斜则相反,表明这些褶皱构造的形成可能都受控于深部隐伏断裂向北的逆冲推覆。

小型的褶皱构造主要是一些与断裂有关的断褶构造,都发育在断裂旁边,其形成的动力学机制与断裂构造活动密切相关,主要是一些逆冲推覆构造的伴生构造,如苏阿苏沟南盆缘断裂所形成的断转褶皱构造(图 3),是由于盆缘断裂的逆冲推覆作用导致了下盘三叠系出现倒转形成褶皱。该褶皱被新近系(或第四系)砾岩层不整合覆盖,表明了褶皱形成

于第三纪(或早第四纪)之前;该逆冲推覆构造将石炭纪的火山岩推覆于新近系或早第四系之上,结合现今的地貌特征,表明该断层至今仍在活动。

2 新构造运动的动力学特征和 ESR 定年

2.1 新构造运动的运动学和动力学特征

乌库尔其南部二叠系中发育一条花岗斑岩脉,由于新构造活动的影响,脉岩中的张节理十分发育。野外对节理的产状进行了实地测量,总共测量了 52 条节理,并利用吴氏网下半球投影绘制出等节理法线极密图(图 4 右)。在图中主要存在三个极密,分别是 $42^{\circ} \angle 50^{\circ}$, $335^{\circ} \angle 60^{\circ}$ 和 $125^{\circ} \angle 5^{\circ}$ 。在节理走向玫瑰花图上,节理走向主要集中在 $25^{\circ} \sim 55^{\circ}$ 和 $325^{\circ} \sim 345^{\circ}$ 之间(图 4 左)。由此看来,节理极密图和走向玫瑰花图都显示出近南北向的构造挤压应力作用。

另外,在伊犁 - 阿希金矿公路旁侧石炭系火山岩中,对新构造断裂的擦痕进行了统计分析,共记录和测量了 18 个擦痕点,并利用吴氏网进行下半球投影(图 5)。根据投影分析,擦痕主要反映了两组方向的应力作用:近南北向的挤压应力和北西向的剪切应力。前者可能代表了新生代期间区域性主要构造应力方向,后者与盆地北缘断裂的方向一致,反映的是断裂具有左旋走滑性质。

夹持于察布查尔山和西南天山之间的昭苏盆地,

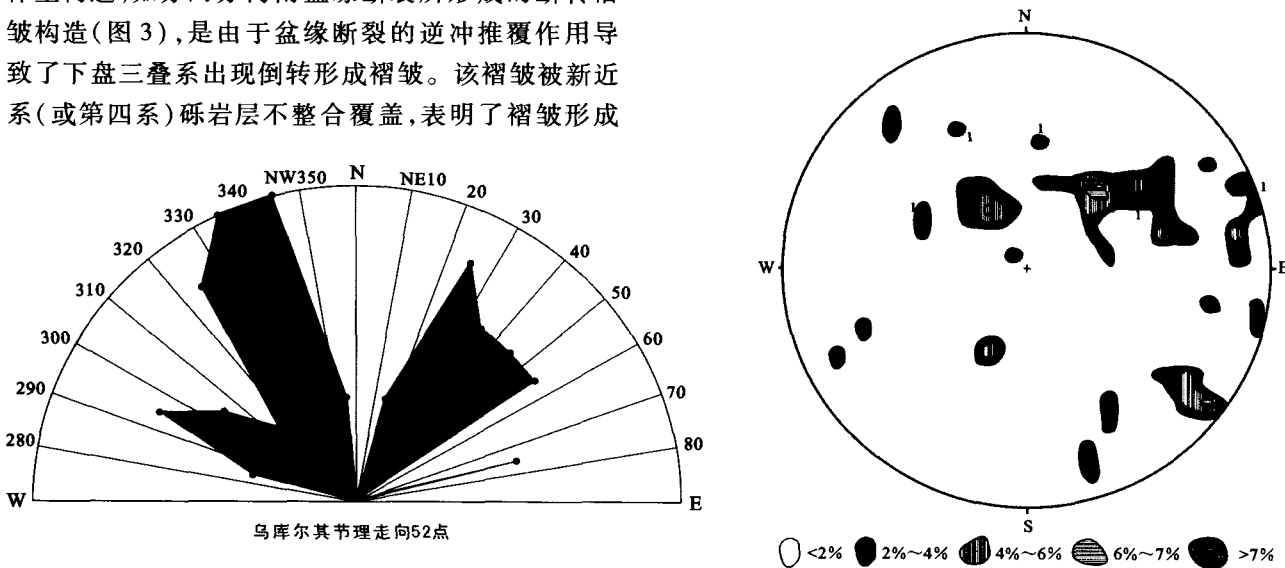


图 4 乌库尔其南部二叠系地层内花岗斑岩脉张节理走向玫瑰花图(左)和法线极密图(右)

Fig. 4 Strike distribution rose diagram (left) and normal maximum diagram (right) for the tension joints in the granite-porphyrite veins in the Permian of southern Wukuerqi

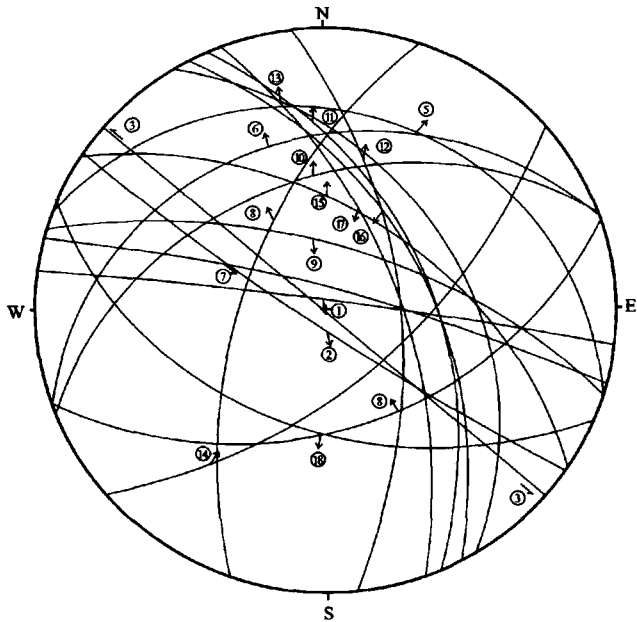


图 5 伊阿公路石炭系火山岩中擦痕吴氏网下半球投影图
Fig. 5 Lower hemisphere projection in Wulf net of the scratches in the Carboniferous system beside Yi-A highway

属于广义上的伊犁盆地范畴。根据 1:20 万地质图分析,在该盆地上新世地层中发育的断裂有两组:北北东和北北西向。这两组断裂相互追踪,形成锯齿状、近南北向张性断裂,也反映了区域性近南北向挤压应力的存在。

结合盆地内断裂和褶皱的展布规律,总体上反映出区域受近南北向挤压应力的作用:东西向断裂为压性构造,南北向断裂为张性构造,北东和北西向断裂呈现出走滑性质。

新近纪天山造山带强烈隆升,伊犁盆地作为其内一个山间盆地,受到了强烈的近南北向的挤压作

用,南缘山前断裂南倾向北逆冲,北缘断裂北倾向南逆冲。伊犁盆地新构造运动就是在这种构造背景下形成的。

2.2 ESR 测年

为了弄清楚新生代构造活动的期次,对构造活动形成的一些产物进行了年龄的测定,如方解石脉、断层带内的石膏等。另外侏罗纪地层中由于新生代构造的活动,使得一些易燃物质出露地表自然形成烧结岩。本文分别采取 735 矿北部白垩系砂岩中的方解石脉、盆地北部断层带内的石膏及盆地南缘侏罗纪地层地表出露的烧结岩进行电子自旋共振 (ESR) 年龄测试。样品粉碎后,用浓氢氟酸蚀 30~60min, 除去因 α 辐射而损伤的石英表层,冲洗并精选后,采用热活化技术,用 ^{60}Co γ 射线人工辐照 3kGy, 运用 ECS-106 型 ESR 谱仪对样品进行 E' 心测试,得出 ESR 信号强度,每种样品选 3~5 个样品做同样的实验,剔除偶然的异常数值并取得平均 E' 心 ESR 信号强度。用激光测铀仪、比色分光光度计和原子吸收仪测定环境物质中的 U、Th、K 含量,并换算成年剂量。以 E' 心 ESR 信号强度为纵坐标,样品总剂量为横坐标,将测试数据进行回归,得出关系式(图 6、7)。选用其他样品测出的石英 E' 心 ESR 信号,代入关系式反算总剂量。用年剂量除总剂量,求出样品的 ESR 年龄。结果分别为 12.88Ma、0.93Ma 和 0.13~0.35Ma (表 1)。ESR 年龄由中国地质科学院地质力学所地质力学 (ESR) 开放实验室吴乃芬测试。

关于 ESR 年龄值的可信度,梁兴中和高钧成 (1999)、业渝光 (2002)、杨奎峰等 (2004) 等先后在

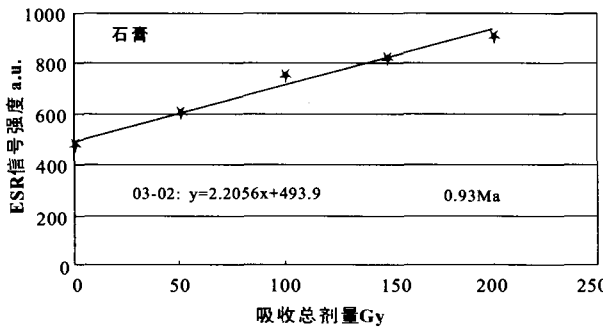
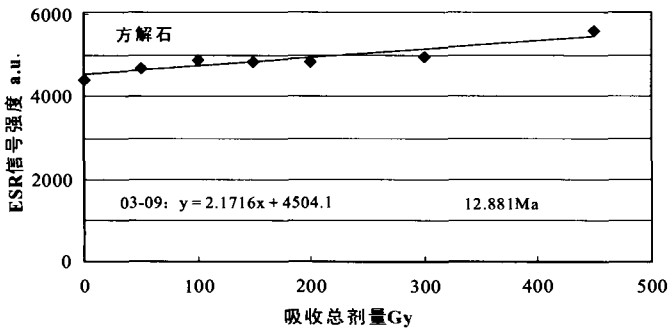


图 6 伊犁盆地断层带内方解石 (左)、石膏 (右) ESR 年龄

Fig. 6 ESR ages of calcite (left) and gypsum (right) in the fault belt in Yili Basin

表 1 电子自旋共振测年结果表
Table 1 Table of ESR dating results

样品编号	岩性	采样位置	年剂量 <i>D</i>	总剂量 <i>TD</i>	<i>T</i> (10 ³ a)
Ydi-1	煤烧岩	达拉地沟 713 矿南	4. 21	567. 65	134. 83
YDI-1-2	煤烧岩	达拉地沟 713 矿	7. 64	2470. 59	350. 94
03-2	裂隙面石膏	铁厂沟	0. 24	223. 93	933. 04
03-09	方解石脉	735 矿	0. 161	2073. 9	12881. 97

多个地区进行过该方法的应用和对比研究,认为其可靠性是值得相信的。因此本文中该测定年龄应该是能代表断裂活动年龄的。

3 伊犁盆地新生代构造活动期次

新近纪是伊犁盆地新生代构造活动的主要活动期。达拉地向斜形成、735 矿推覆倒转褶皱、盆地南缘断裂强烈活动都发生在这一段时期。

根据 Hendrix *et al.* (1994) 利用磷灰石裂变径迹法测得天山地区晚渐新世至早中新世的开始揭顶作用的准确年龄为约 24Ma,李志中(1994)认为上新世末至第四纪初发生了天山第四纪构造运动第一幕,年代约为 2. 80 ~ 2. 10Ma,陈华慧等(1994)通过古地磁测试、抱粉组合及重砂特征等的综合研究,确定了上更新统西域组的下界年龄为 2. 92Ma。可以认为该区在上新世末至早更新世发生了强烈隆升与沉降作用。

根据所测得的数据和地层特征,结合前人的研究成果,可以将伊犁盆地新生代构造运动划分为以下几期:

第一期从始新世晚期 - 渐新世:新生代构造活动开始,盆地北部有始新世 - 渐新世类磨拉石沉积,与下伏地层成不整合接触。南部缺失,显示新生代构造运动对南部的影响不大。与天山揭顶作用开始(24Ma)相对应。

第二期 of 中新世:盆地南部东段的一系列褶皱形成,包括上述的达拉地向斜、苏阿苏向斜、察布查尔背斜、向斜等,盆地南部西段因褶皱掀斜而成单斜,地层暴露地表,接受剥蚀,并接受含氧含铀的地表水的注入,开始大规模成矿,在褶皱地层中有方解

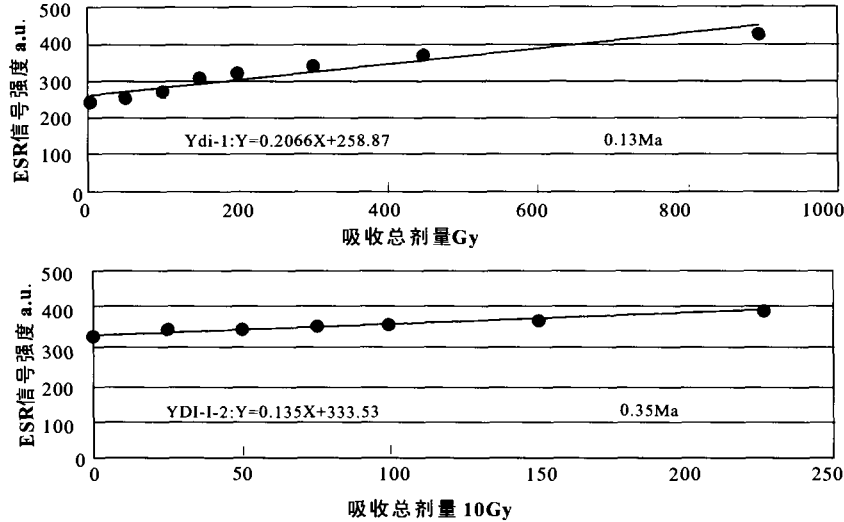


图 7 侏罗纪地层地表烧岩 ESR 年龄
Fig. 7 ESR ages of the sinter rocks exposed in Jurassic rocks

石脉侵入,ESR 测年结果为 12. 88Ma;

第三期从上新世末 - 早更新世:盆缘断裂继承性复活并向盆地方向逆冲,发生强烈的隆升与沉降作用,造成上新世末至上更新世地层与下伏地层区域性的角度不整合接触,如达拉地向斜被上新世砾岩不整合覆盖,在盆地北部,也可以见到类似的现象,侏罗系 - 白垩系的褶皱地层被上新统不整合覆盖。该期构造运动大致与天山第四纪构造运动第一幕接近;

第四期从早更新世 - 中更新世:盆地西北部上新统与中、下更新统为不整合接触,新生代构造活动表现为一系列的断裂活动,断层带中出现石膏,构造活动发生在 0. 93Ma 左右;盆地南部没有出现一定规模的不整合情况,表现为整体的下沉,接受沉积。

中更新世以来为最新一期,表现为差异升降,区域上中更新世以来的地层多为整合或平行不整合接触。新生代构造活动导致地表烧结岩的形成(0. 13 ~ 0. 35Ma)。资料显示,在盆地及邻区,自 1776 年以来地震活动可达十次之多(新疆地矿局,1993),据 1955 ~ 1988 年一、二等精密水准测量显示,伊宁

一带沉降速率为 -2mm/a (邓起东等, 2000), 说明现在伊犁盆地仍处于活动之中。因此, 本期新构造活动可能延续至今。

4 对砂岩型铀矿成矿的控制作用分析

U-Pb 同位素年龄测定得出, 伊犁盆地铀矿的实际成矿年龄为 12Ma 、 $5 \sim 6\text{Ma}$ 、 $1 \sim 2\text{Ma}$ (夏毓亮等, 2003), 铀矿矿石成矿时代为 19Ma , 富矿矿石成矿时代为 1Ma , 主成矿时代为 $7 \sim 1\text{Ma}$ (韩效忠等, 2004), 表明该区砂岩型铀矿成矿作用发生在天山揭顶作用以后, 与新生代构造发生的时代和期次具有一致性, 吻合较好。显示了铀成矿作用与新生代构造运动有着比较紧密的关系。

砂岩型铀矿床的形成是一个复杂的过程, 总体上来讲, 要有丰富铀源、良好的砾-砂-泥地层结构、较大规模的斜坡带和有利的地下水补-径-排系统, 含矿流体源源不断把铀带到合适的地方富集成矿, 其成矿是一个渐进的过程 (林双幸, 1995; 陈戴生等, 1997; 古抗衡, 1997; 陈正乐等, 2002; 王果, 2002)。构造运动则主要是通过改变一个地区的地形地貌和沉积环境, 进而改变了含矿流体的流向流速和有利储矿的部位, 最终影响一个地区的铀活化、迁移和富集。因此构造对砂岩型铀矿的控制作用也体现在多个方面。

4.1 构造活动的强弱往往决定了砂岩型铀矿矿床的空间展布规律

总体上, 伊犁盆地处于区域性天山构造带之中, 新生代构造变形强烈。但是在盆地内部, 新生代构造活动南弱北强, 因而盆地南部砂岩型铀矿成矿条件较北部好。目前发现的铀矿床都在盆地南部, 而盆地北部只有矿化点分布。

其次, 从东西方向分析, 北东向走滑断裂不仅控制了盆地新生代构造活动的强弱程度, 也控制了盆地东西向铀矿成矿的差异, 如目前伊犁盆地发现的砂岩型铀矿主要分布于 NE 向东麻扎-喀什河以东的伊宁拗陷中 (狭义的伊犁盆地, 也是本文所述的伊犁盆地), 而且主要发育于 NE 走向扎基斯坦河断裂以西的矿体内, 而在该断裂以东, 目前只发现有矿化点。

在伊犁盆地南部, 虽然从东部的达拉地一直往西, 砂岩型铀矿矿化层的大地构造背景、岩相古地理、铀源、古气候演化相差很小, 但是由于新生代构

造运动强烈程度的差异, 以扎基斯坦河为界, 东段块体内新生代构造活动相对强烈, 导致了地表地貌抬升剥蚀强, 进而引起了地下水动力学的变化强烈, 因而成矿不稳定; 而西部块体新生代构造活动弱, 平稳抬升剥蚀很少, 地下水动力学稳定, 可以长期稳定成矿, 因而总体上东部的成矿条件不如西部好, 目前发现的砂岩型铀矿点也主要集中在西部。成矿年龄测定也证明了这一点: 东段块体内成矿年龄往往偏老, 一般都大于 $7 \sim 8\text{Ma}$, 而西段块体内成矿年龄从老到新都存在, 表明东段只有早期成矿, 最新成矿作用不强烈, 而西段块体从老至新一直在成矿, 晚期成矿叠加在早期成矿之上, 因而矿石也往往较富。

4.2 断裂构造对砂岩型铀矿成矿控制作用分析

在盆地南部, 东西向不同位置断裂构造对砂岩型铀矿的控制作用不同: 位于盆地中间的沿伊犁河东西向活动断裂是盆地南部区域性的排泄带; 南部中段东西向隐伏断裂构成了盆地南部砂岩型铀矿局部排泄带, 目前发现的砂岩型铀矿点一般还没有超越该局部排泄带; 盆地南部的边缘断裂不仅对伊犁盆地的形成演化具有重要的控制作用, 对砂岩型铀矿的控制作用最为重要。而北东向断裂则控制了区域东西向成矿的差异。

南缘断裂带在东部块体内活动强烈, 具有长期的活动历史, 控制了现今盆地和山脉的地形地貌。该断裂主要以压性逆冲推覆为特征, 并导致了一些地段下盘地层的直立或者倒转。根据断裂对流体封闭性原理, 压性构造的封闭性最差, 往往不容易使流体通过, 同时倒转的地层对地下水也是一个阻挡层, 妨碍了地下水的顺利流通。这样从南边察布查尔山下来的含氧含铀的地下水, 往往不能顺利进入到盆地内, 进入到侏罗系富含还原剂的原生带砂岩中形成砂岩型铀矿。而在西部块体内, 南缘断裂不发育。因此, 多期次的强烈活动和逆冲推覆的南缘断裂的发育也是东部块体矿化不如西部好的原因之一。

4.3 褶皱构造对砂岩型铀矿成矿的控制作用

前已叙及, 南部稍大型的褶皱构造主要发育在东部块体内。这些大型的褶皱构造形成于中新世末期的南北向挤压构造环境, 并且与深部断层相应的逆冲推覆有关, 向斜往往北陡南缓, 背斜相反。根据勘探和地表露头分析, 南部的背斜带发育在盆地中央东西向隐伏断裂带之北, 根据现今的勘探结果, 发现砂岩型铀矿成矿作用还没有到达该地段, 因而背斜对矿床的控制作用不明。

盆地南部靠近南侧察布查尔山则主要发育向斜

带。由于盆地的地下水主要来自于南侧的察布查尔山脉,由南往北。因此向斜的北翼往往不再成矿,如果早期(地层褶皱以前)形成的矿体正好位于这些向斜的北翼部位,就能得以保留,如苏阿苏向斜的南翼就保留有早期的矿化体,但是由于没有后期大规模成矿的叠加(成矿年龄单一),其矿体规模往往受到限制。在向斜南翼,地下水动力系统仍是有利的成矿部位,但是往往由于早期的成矿带已经越过了向斜的南翼部位,地层中的原始还原剂已经消耗殆尽,为氧化带,因而也无法成矿。但是也不能排除在局部地段,早期的成矿作用还没有超越向斜的南翼,后期成矿可以叠加在早期的成矿之上,而形成规模较大的矿体。

靠近南缘断裂带由于断裂逆冲推覆形成的小型褶皱构造,往往为倒转褶皱,因而阻挡了地下水的顺利贯通,对成矿不利。

在西部块体内和东部块体的西段,侏罗系地层作为整个伊犁盆地大型侏罗系-白垩系向斜的南翼组成部分,在南部表现为稳定的单斜层,因而可以出现多期次成矿的叠加而形成规模较大、较富的矿体。

4.4 找矿方向

新生代构造活动的强烈程度决定了伊犁盆地西部块体成矿条件好于东部块体,因而西部块体内应具有更好的找矿前景;其次,在东部块体内,新生代构造活动也具有东强西弱的特征,南缘断裂带越往西,现今的活动性也越差,至735矿一带,断裂已不再活动,因此,在东部矿体内,找矿的重点也应该放在西部。

5 结论

(1) 伊犁盆地新构造比较发育,以断裂构造为主。东西部发育程度不一致,东强西弱。

(2) 伊犁盆地新构造是区域近南北向挤压作用的结果,与新近纪天山造山带的强烈隆升关系密切。

(3) 伊犁盆地新构造运动可以分为五期:始新世晚期-渐新世、中新世、上新世末期-早更新世、早更新世-中更新世、中更新世-至今。

(4) 伊犁盆地新构造运动与铀矿成矿和展布关系密切,新构造的特征和发育程度控制了铀矿的形成和展布。总体来说,西部成矿条件好于东部。

致谢:郭华研究员对本文进行了详细的评审,提出了很多中肯的意见,在此深表感谢。

参考文献(References):

- 陈戴生,王瑞瑛,李胜祥. 1997. 伊犁盆地层间氧化带砂岩型铀矿成矿模式. 铀矿地质, 13(6): 327-335.
- 陈华慧,林秀伦,关康年,徐建明. 1994. 新疆天山地区早更新世沉积及其下限. 第四纪研究, 1: 38-47.
- 陈正乐,陈宣华,王小凤,程华汉. 2002. 可地浸砂岩型铀矿床特征及控矿条件分析. 矿床地质(增刊), 21: 853-856.
- 邓起东,冯先岳,张培震,徐锡伟,杨晓平,彭斯震. 2000. 天山活动构造. 北京:地震出版社, 17-23.
- 董秀芳,熊永旭. 1995. 伊宁盆地类型及其石油地质意义. 石油实验地质, 17(1): 17-25.
- 古抗衡. 1997. 新疆伊犁盆地铀成矿特征及其形成地质条件. 华东地质学院学报, 20(1): 18-23.
- 韩效忠,李胜祥,郑恩玖,李细根,蔡煜琦,陈正乐. 2004. 伊犁盆地新构造运动与砂岩型铀矿成矿关系. 新疆地质, 22(4): 378-381.
- 李志忠. 1994. 天山北麓新构造的形成和演化. 新疆大学学报(自然科学版), 11(3): 104-111.
- 梁兴中,高钧成. 1999. 断裂成矿年龄的 α 石英ESR研究. 矿物岩石, 19(2): 69-71.
- 林双幸. 1995. 新疆伊犁盆地南缘侏罗系层间氧化带发育条件及铀矿远景评价. 铀矿地质, 11(4): 201-208.
- 王果. 2002. 新疆造山-造盆作用与砂岩型铀成矿. 新疆地质, 6(2): 110-113.
- 夏毓亮,林锦荣,侯艳先,刘汉彬,范光. 2002. 伊犁盆地砂岩型铀成矿同位素地质特征. 铀矿地质, 18(3): 150-155.
- 夏毓亮,林锦荣,刘汉彬,范光,侯艳先. 2003. 中国北方主要产铀盆地砂岩型铀矿成矿年代学研究. 铀矿地质, 19(3): 129-136.
- 新疆维吾尔自治区地质矿产局. 1993. 新疆地质志. 北京:地质出版社.
- 杨奎峰,杨坤光,马昌前. 2004. 雪峰山安化-溆浦断裂带变形特征及ESR定年. 大地构造与成矿学, 28(3): 263-269.
- 业渝光. 2002. 地质测年于天然气水合物试验技术研究及应用. 北京:海洋出版社.
- 张国伟,李三忠,刘俊霞,腾志宏,金海龙,李伟,黄先雄,吴亚红. 1999. 新疆伊犁盆地的构造特征与形成演化. 地学前缘, 6(4): 203-214.
- Hendrix M S, Dumistr T A and Graham S A. 1994. Late Oligocene - early Miocene unroofing in the Chinese Tianshan: An early effect of the India - Asia collision. *Geology*, 22: 487-490.

NEOTECTONICS IN SOUTHERN YILI BASIN AND ITS CONTROL OF SANDSTONE-TYPE URANIUM DEPOSITS

WANG Yong¹, CHEN Zhengle², LIU Jian², ZHENG Enjiu³, WANG Cheng³,
LI Shengxiang⁴ and HAN Xiaozhong⁴

(1. *Institute of Mineral and Resources, CAGS, Beijing 100037, China*; 2. *Institute of Geomechanics, CAGS, Beijing 100081, China*; 3. *No. 216 Geological Party, Bureau of Geology of CNNC, Urumqi, Xinjiang 830011, China*; 4. *Beijing Research Institute of Uranium Geology, Beijing 100029, China*)

Abstract: Research of the neotectonic activities forms an important part of the research of the uranium mineralization in the Yili basin. In this paper the characteristics of the neotectonic activities and the neotectonic control of the uranium mineralization in the Yili basin are studied, the basic characters of the neotectonic activities are described, the neotectonic scratches and joints are statistically analyzed and the neotectonic activities are dated by using the ESR technique. The analytical results show that the neotectonic activities resulted from the nearly north-south-trending compressional stress in the region. Based on previous research results, the neotectonic activities in this area can be divided into five evolution stages: late Eocene to Oligocene, Miocene, late Pliocene to early Pleistocene, early Pleistocene to Mid-Pleistocene, and Mid-Pleistocene to now. Our research demonstrates that the sandstone-type uranium mineralization is closely related to the neotectonic activities, and that the neotectonic activities control the distribution of the sandstone type uranium deposits, and especially the east-west-trending faults. Based on the characteristics of the neotectonic activities, it can be concluded that the ore-forming conditions and hence the prospecting perspective in the west part are better than those in the east part.

Keywords: Yili basin; neotectonic activity; evolution stage; ESR dating