DOI:10.19826/j.cnki.1009-3850.2021.01001

龙川江盆地沉积演化与团田矿区铀储层配置

梁 薇, 周恳恳*, 伍 皓, 夏 彧

(中国地质调查局成都地质调查中心, 四川 成都 610081)

摘要:在构造-沉积-成矿背景、铀源地质体配置研究的基础上,选择滇西腾冲地块龙川江盆地南部团田地区老矿床外围部署验证工程,获得了重要找矿发现。本文以第一手钻探资料为素材,通过分析上新世龙川江盆地演化过程,建立含矿层系芒棒组的沉积体系和圈定有利赋矿微相组合,重建赋矿古冲积扇体的岩相古地理格局,为该地区和同类盆地砂岩型铀矿勘查提供科学依据。芒棒组沉积期,龙川江盆地演化经历了断陷成盆期、火山沉积期及盆地回返期3个阶段,其中断陷成盆期沉积了砂岩型铀矿主力发育层段—芒棒组下段,此时未形成具规模的湖盆,具备汇水盆地的古地理模式。盆地东、南部分布多个潜在赋矿的古冲积扇体,本文的研究重点团田地矿区位于旱坝寨扇体。团田矿区芒棒组下段识别出3种沉积相和6种亚相,根据其沉积演化序列显示,在冲积扇扇中/扇端沼泽的纵向序列转换面附近,形成"沼泽相炭质泥岩层-煤层/扇中砾质辫状河道"的有利控矿微相组合。分析团田矿区主矿层、矿层顶板层沉积期底古地理格局可发现,在扇中-扇端沉积转换期的湖泛(相对水位上升)控制下,受晚期扇端(沼泽)覆盖的早期扇中沉积相区是最有利的赋矿相区和部位。基于上述认识,提出砂岩型铀矿勘查应加强沉积微相和岩相古地理研究,建立赋矿有利相带的空间分布模式;结合铀源和成矿作用类型的分析,可更准确地定位潜在的铀矿体。

关 键 词:砂岩型铀矿;龙川江盆地;沉积相;岩相古地理

中图分类号:P534.62+2;P619.14 **文献标识码**:A

以腾冲地块新生代盆地群为主体的滇西地区,作为西南地区重要的铀成矿带之一,是目前中国南方最重要的砂岩型铀矿富集区,也是我国最早实现找矿突破和地浸开采利用的铀资源基地之一。区内铀矿勘查集中于上世纪50至90年代,随后因国内铀矿勘查方向调整、投入锐减而基本停滞,勘查、研究程度总体偏低。目前探明矿床及资源量多为90年代之前提交,且集中于龙川江、梁河等少数盆地,区域铀资源分布和成矿规律尚不明确。

滇西北部腾冲地区发育的新生代山间断陷盆地群因其构造控盆条件、铀源地质体配置、容矿主岩建造等特征不同于北方砂岩型铀矿赋矿盆地而独具特点[1]。区内龙川江盆地因良好的铀成矿地质条件持续受到关注。许多学者在此地区做了大量研究工作。朱西养[2]、赵宝光[3]等对盆地沉积体系特征及与砂岩型铀矿成矿关系进行研究,明确了冲积扇与扇三角洲沉积体系砂体是砂岩铀矿赋存的主要场所,并且找矿目标层以沉积环境稳定的上新统芒棒组优先。李国新[4]、孙泽轩[5]等运用水成铀矿理论,对盆地铀矿化特征进行讨论,认为该盆地砂岩铀矿主要分布于西部斜坡区且与潜水层间氧化带关系密切。蔡煜琦[6]明确指出盆地中南部砂岩型铀矿定位于沉积间断面上,并提出盆地多成因铀成矿理论。但自上世纪90年代起,区内勘查工作基本停滞,铀资源调查、研究出现真空期[7]。

2015年以来,由中国地质调查局主导的全国新一轮铀矿资源调查,将滇西腾冲地块新生代盆地群作为西南地区主攻区域[7-10]。笔者通过五年的调查研究、工程验证,先后在龙川江盆地南部团田地区、北部五合地区、界头盆地、腾冲-梁河盆地等取得

收稿日期:2020-10-19;**改回日期**:2020-12-24

作者简介:梁薇(1987—),女,在职博士生,高级工程师,主要从事沉积盆地分析、岩相古地理学研究。E-mail:ravey-liang@163.com

通讯作者:周恳恳(1981—),男,博士,高级工程师,主要从事沉积学研究及沉积能源矿产勘探。E-mail:zhouken_53@126.com

资助项目:中国地质调查局项目"西南主要成矿带铀矿资源调查"(编号:DD20190122)

不同程度的找矿突破和进展,并带动中央-地方核工业地质系统跟进投入勘查工作,形成了西南地区砂岩型铀矿勘查的新局面。

对于后生成因为主的砂岩型铀矿而言,赋矿沉积盆地演化和储铀层(砂体)沉积相配置是最基本的成矿条件之一[11]。笔者曾提出,砂岩型铀矿勘查应加强沉积微相研究和大比例尺精细岩相古地理编图工作,建立赋矿优势相带的空间分布模式,可为验证工程部署提供重要依据[1]。本文以龙川江盆地南部团田矿区的最新找矿成果为例,试图通过分析上新世盆地演化过程,建立含矿层系沉积体系和有利赋矿微相组合,重建赋矿古冲积扇体的岩相古地理格局,为该地区和同类盆地砂岩型铀矿勘查提供科学依据。

1 地质背景

1.1 腾冲地块

腾冲地块及其所属的滇西构造带在区域上位于冈瓦纳(印度)板块与欧亚(扬子)大陆的缝合线东侧[12-13],是三江特提斯域南段大型构造变形带的重要组成部分[14]。在古、中、新特提斯洋开闭活动的主导下经历多旋回构造演化,成为我国特提斯构造域研究的重要窗口。其复杂的圈层相互作用和海陆变迁导致了多期变形变质、岩浆活动叠加作用,形成了一系列规模不等的钾、锡、钼、铀、铅锌等多金属经济矿床[15-16],形成我国贵金属及最重要有色金属成矿远景区之一。

腾冲地块东以泸水-瑞丽弧形走滑断裂为界拼接于保山地块,西沿葡萄-密支那蛇绿岩带与东缅地块相接(图1),向西南展布进入缅甸境内。主流观点认为腾冲地块于二叠纪末从冈瓦纳大陆分离后向北偏移,与欧亚板块碰撞拼合,是拉萨地体的南东向自然延伸至中国境内的一部分[17]。地块基底主要为高黎贡山群深变质岩系,为一套由片岩、片麻岩、混合岩和大理岩组成的变质火成岩、变质沉积岩,变质程度整体为高绿片岩相—角闪岩相,大范围分布于高黎贡构造带和那邦韧性剪切带内[12,18-19]。沉积盖层为上古生界具被动大陆边缘性质的含砾碎屑岩、碳酸盐岩,并被后期中、新生代的火山-岩浆活动所侵入破坏。中生界以三叠系浅变质沉积岩为主,缺失晚中生代地层。新近系和第四系为陆相沉积岩地层,多出露于地块东部及南部狭长的断陷盆地中,因构造抬升而普遍缺失中新统上部和上新统下部。区内广泛分布晚白垩世—始新世岩浆岩和第四纪火山岩,其物质来源于新特提斯洋俯冲闭合、陆陆碰撞等作用造成的地幔物质上涌和下地壳物质部分熔融[16]。

1.2 新近纪断陷盆地群

新生代以来,印度大陆与欧亚大陆的碰撞汇聚驱动了两种大规模的陆内地质过程,一是青藏地区地壳增厚、高原隆升,二是高原周缘块体的挤逸和旋转。渐新世末至中新世初,腾冲地块受东西两侧断裂的右旋走滑控制,造山带内发育了大量小型走滑拉分盆地[20]。中新世末期至上新世早期(约8~5Ma),持续的大陆汇聚导致了腾冲地块岩石圈结构的重要变化:地块向南挤出并顺时针旋转,区域构造应力场发生转变,以左旋运动为主,先前与右旋走滑相关的盆地相继折返[21],伴随岩石圈拆沉作用,形成南北向断陷盆地群和火山岩区(图1)。盆地数量多、规模小,单个盆地面积仅数百平方千米。

2 上新世龙川江盆地演化、沉积旋回与铀储层发育条件

作为层控型矿床,砂岩型铀矿的容矿主岩(铀储层)既是成矿作用发生的场所,也是铀矿勘查的直接目标对象。笔者曾根据沉积与油气地质研究经验“构造控盆、盆地控相、相控油气基本地质条件”的思路[22],提出对于沉积-层控矿床而言,也存在“构造-相-容矿建造”三位一体的控制规律[23]。龙川江盆地与相邻同类盆地目前已知的砂岩型铀矿床均产自新近系尤其是上新统芒棒组碎屑岩中,这与上新世的盆地演化及其物质响应(沉积充填序列)密切相关。

2.1 龙川江盆地上新世演化阶段性与沉积旋回

砂岩型铀矿的赋矿砂体必须具备良好的渗透性、连通性和成层性,因此多发育于辫状河流、滨湖(海)三角洲、扇三角洲等沉积体系,前陆盆地、近缘内克拉通盆地和板块间活动带内的断陷、裂陷盆地都是有利的盆地类型[24]。龙川江盆地是上新世发育形成的典型断陷盆地,盆内的上新统芒棒组整体由碎屑沉积夹基性火山岩建造组成,累计厚度大于1000m。根据前人研究资料[2,5]和本次野外调查,笔者将其自下而上分为三个沉积旋回,代表盆地演化的三个阶段(图2)。

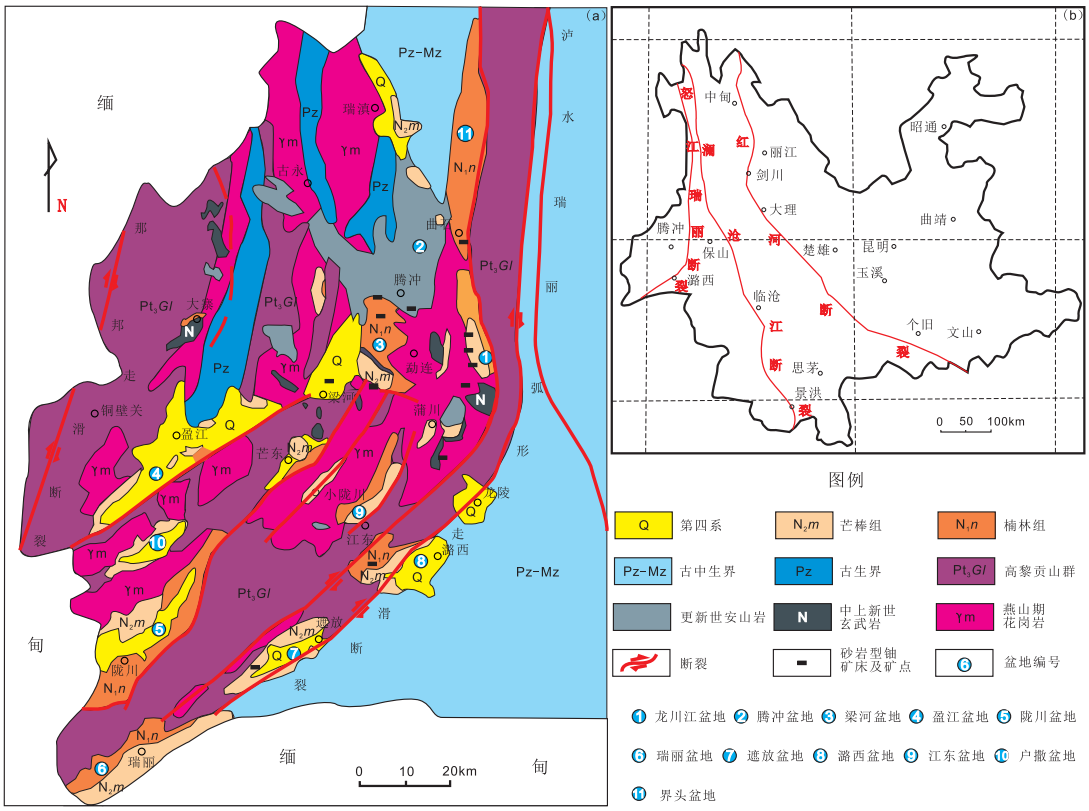

图 1　腾冲地块构造位置和地质简图

Fig. 1　Tectonic setting and geological sketch map of Tengchong block

Ⅰ旋回:芒棒组下段(N_2m^1)——断陷成盆期

下部:为初始断陷阶段快速堆积的类磨拉石建造,以冲积扇体系的扇根 – 扇中 – 扇端(沼泽)沉积物为主。岩性为含岩块巨砾岩、砾岩、含砾砂岩夹砂岩、粉砂岩透镜状夹层、煤线,填隙物中常见紫红色条带及斑块。中部:主要为冲积扇扇中和扇前 – 扇间发育的扇端漫流相沉积物,岩性为砾岩、含砾砂岩夹砂岩、粉砂岩透镜状夹层、煤线,含植物碎屑。颜色以灰、灰黑为主,为研究区主要的含铀层位。顶部为巨砾岩,表明有一短暂的沉积间断或冲刷。上部:为盆地在相对稳定沉降条件下的湖沼相沉积,岩相分布较稳定,岩性为灰色粉砂岩、泥岩。该层构成了含矿层上部的隔水层。

Ⅱ旋回:芒棒组中段—上段底部(N_2m^2)——火山沉积期

新近纪以来存在强烈的火山活动,是芒棒组沉积期的一个显著特点。火山活动始于Ⅱ旋回,有大面积的玄武质火山成分喷发和溢流。下部:为冲积扇扇根 – 扇中砾质辫状河道 – 扇端漫流的组合沉积,岩性为灰色砾岩、砂岩夹粉砂岩、煤线。上部:为火山堰塞湖相沉积的泥岩、粉砂岩、砂岩,其下部为含硅藻土粉砂岩,岩相分布较广。

Ⅲ旋回:芒棒组上段顶部 N_2m^3——盆地回返期

主要为辫状河流 – 沼泽 – 湖泊相沉积,岩性为黄色含砾粗砂岩、长石石英砂岩夹泥质粉砂岩,分布较为局限。

芒棒组总体具备“三段划分”特征,但上、下沉积段在各地区差异较大、顶底序列不齐,中段火山岩代表的火山活动在各地区也差异极大,从而造成了地层划分对比的困难。这些现象也表明,盆地在整个上新世(芒棒组沉积期)的古地理面貌分异显著、变化迅速。

2.2　芒棒组下段的盆地沉积格局与铀储层有利区分布

在厘清盆地沉积旋回阶段基础上,聚焦主力赋矿层系芒棒组下段(N_2m^1),进一步分析该期盆地沉积格局与铀储层发育的关系。

从盆地整体演化上看,芒棒组下段下—中部代表上新世盆地的开启,构造环境仍处于动荡阶段,集中反映于盆地边缘连续发育冲洪积相带,向盆地中央变深形成(半)开放的汇水盆地(图 3)。在芒棒组下段上部,盆地东、西两侧均可见地层向基底方

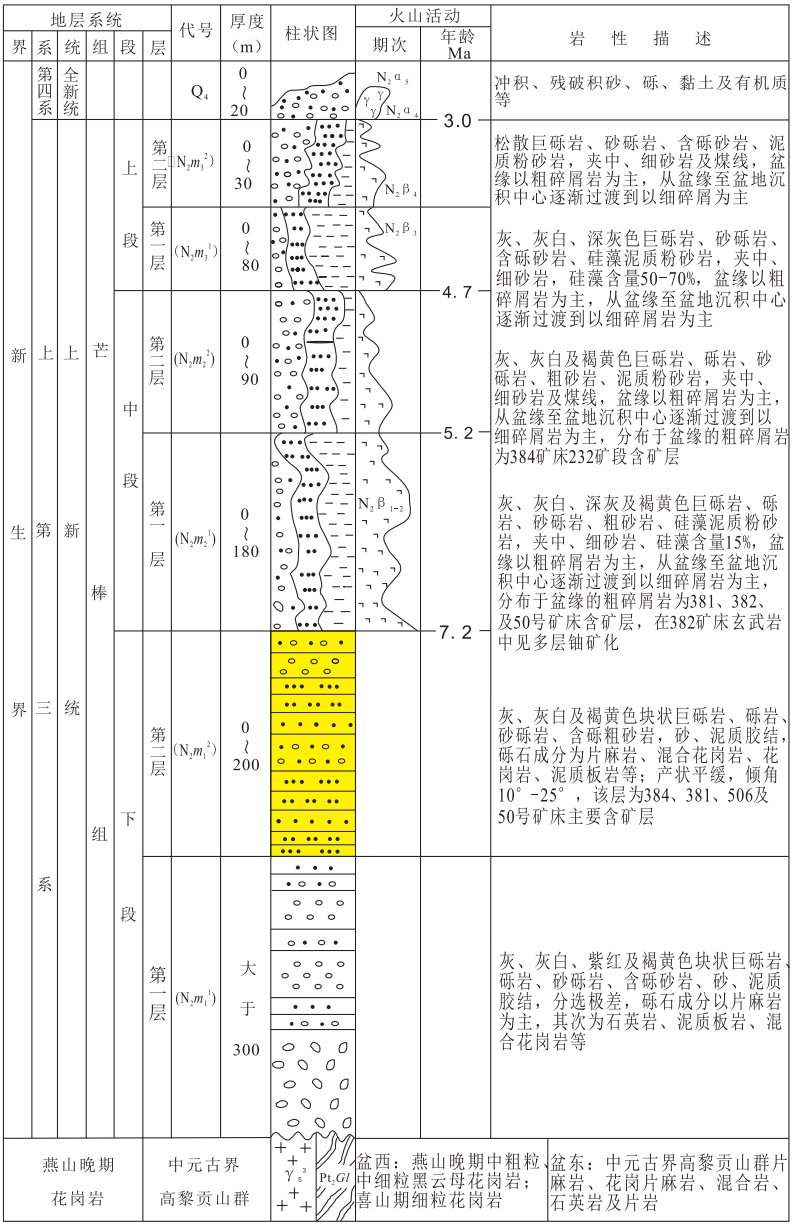

图 2 龙川江盆地芒棒组综合地层柱状图(据核工业二八〇研究所[①]修改)

Fig. 2 Comprehensive stratigraphic histogram of Manbang Formation in Longchuanjiang Basin

向超覆,且扇中砾质辫状河道相超覆于扇根泥石流相,表明蚀源区受侵蚀后退、沉积区向两侧扩展。加之盆内接受持续沉积充填,古地形趋于平缓,开始形成湖盆,也表明盆地构造环境趋于稳定。

在芒棒组下段沉积期,构造活动强烈,形成受边界断层控制的箕状盆地,古地形整体为东高西低。东部构造抬升活跃,主要由同沉积断裂带控制盆地边界,近断层的一侧有大量可容纳空间并接受快速物源供给。冲积扇沉积物充填于盆地基底的高黎贡山群变质岩或燕山期花岗岩之上。扇根、扇中发育碎屑流、颗粒流性质的砂砾岩,夹有砾质辫状河道和漫流沉积物,水动力机制为急流、快速、无主流线。冲积扇基本为连片发育,由南至北依次有山心沟、旱坝寨、外寨、囊等、大勐柳、五合、金塘寨等多个潜在赋矿扇体,岩相为角砾岩、砂砾岩夹含砾杂砂岩。扇体之间和前端发育较大面积的扇端(沼泽)相区,由漫流、炭泥质沼泽组成,岩相为砂砾岩、含砾砂岩、粉砂质泥岩,典型如外寨 20ZK-4 和团田 76CK-2 钻孔控制点。西部构造环境相对平静,燕山期花岗岩基底周缘可能仅在盆地北部 50 矿床、

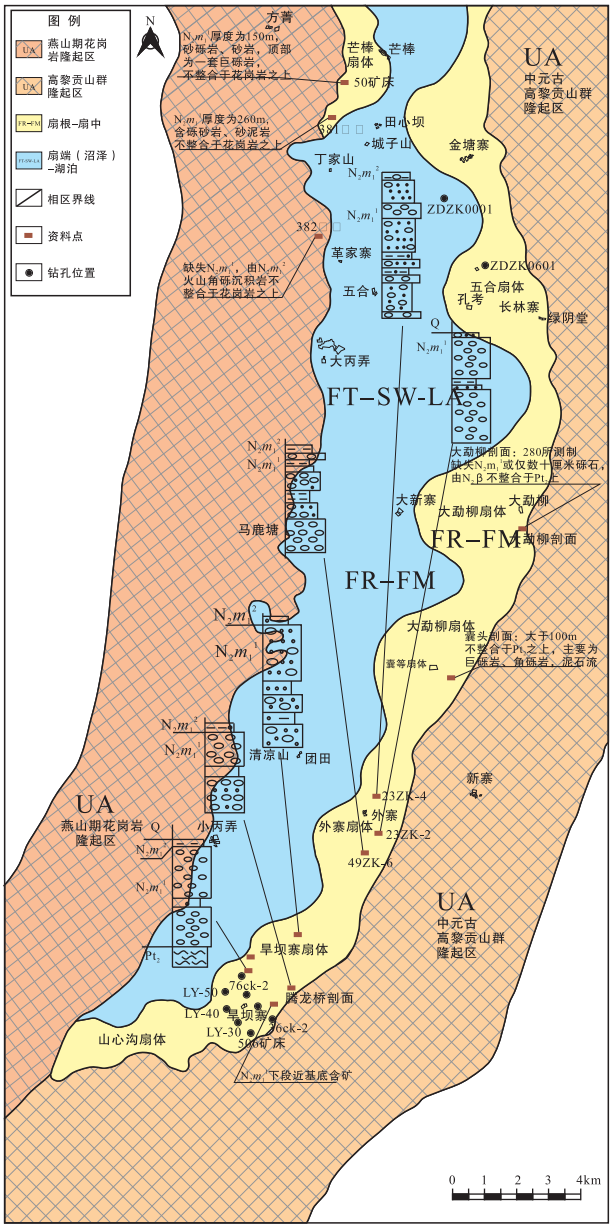

图 3　龙川江盆地中南部芒棒组下段沉积期沉积相图

Fig. 3　The sedimentary facies of the lower Mangbang Formation in the southern-central Longchuanjiang Basin

384 矿床附近发育芒棒组扇体,向南至 381 矿床附近相变为扇端(沼泽) – 湖泊环境,由此可见盆地东、西两侧不同性质基底造成赋矿层分布的巨大差异。

因此,明确了芒棒组下段沉积期大面积发育冲积扇沉积体系,尚未形成具规模的湖盆,具备汇水盆地的古地理模式,此认识可能大大扩展芒棒组下段的潜在找矿范围。以新实施钻孔为冲洪积相区重要控制点,结合收集钻孔资料,基本理清了盆缘洪冲积相区、扇端(沼泽)和湖泊相区的分布(图 3),据此可圈定多个潜在赋矿扇体和找矿远景区。其中,盆地南部团田地区的旱坝寨扇体为本文研究重点。初步认为,芒棒组下段的盆地东部冲积扇扇中相区为最有利赋矿相区;向盆内以过渡带的扇端(沼泽) – 局部湖泊为主,仅发育少量的漫流砂体,其规模小、数量少、连通性差,赋矿潜力有限。

3　团田矿区芒棒组下段铀储层有利微相组合与精细岩相古地理

3.1　铀储层有利微相及其组合

在旱坝寨古扇体最新实施的 8 口钻孔岩心沉积相编录、薄片鉴定、粒度分析和地球化学分析基础上,厘定出芒棒组下段的三种沉积相(冲积扇、扇三角洲和湖泊),以及相应的 6 种亚相(扇根、扇中、扇端、沼泽、滨湖、浅湖)、9 种微相(扇根主槽道、槽滩、洪泛带、扇中砾质辫状河道、辫状砂岛、漫流、泥炭沼泽、滨湖砂、滨浅湖泥)。进而对控制矿体的全部 8 个钻孔进行了详细的沉积序列分析,发现了沉积序列演化对主要赋矿层位的明显控制规律:多个钻孔的含铀层位均为扇中砾质辫状河道沉积层(以砾岩、含砾砂岩、砂砾岩为主),其上均被扇端(沼泽)相炭质泥岩 – 炭质粉砂岩 – 煤线或薄煤层所覆盖。换言之,在冲积扇扇中/扇端沼泽的纵向序列沉积转换面附近,形成了“沼泽相炭质泥岩层 – 煤层/扇中砾质辫状河道”的控矿微相组合。缺乏作为顶板的炭泥质层(或煤层),则很难成矿或仅出现矿化。

在单孔沉积序列和赋矿层位分析的基础上,进行了重点调查区连井剖面沉积序列和矿层对比,探讨沉积相、矿体的走向变化规律。值得注意的是,由于多数钻孔未见底,且顶部均为第四系覆盖而缺失地层,再加上山间盆地冲积扇体系的快速相变特征,因此钻孔之间的等时对比显得比较困难。为此,本次研究尝试将“钻孔标高”作为孔间对比的重要刻度指标。这是因为每个钻孔的开孔标高,在没有局部小型构造变形、错动的前提下,应当直接反映了不同地段沉积盖层受风化剥蚀的程度。因此,以“标高”作为统一刻度,应可最大程度地恢复不同地段钻孔中沉积序列的相对等时性(图 4)。由此建立的多孔对比框架中,可以发现 10ZK-24、20ZK-10、30ZK-10、40ZK-10 四个钻孔的沉积相序高度吻合,自下而上均为扇中 – 扇端(沼泽) – 湖泊(扇三角洲)的退积型正旋回沉积序列,清晰地反映出本区相对水位上升(湖泛)和冲积扇不断后退、物源区不断遭受剥蚀的趋势,也是沉积速率小于盆地沉降速

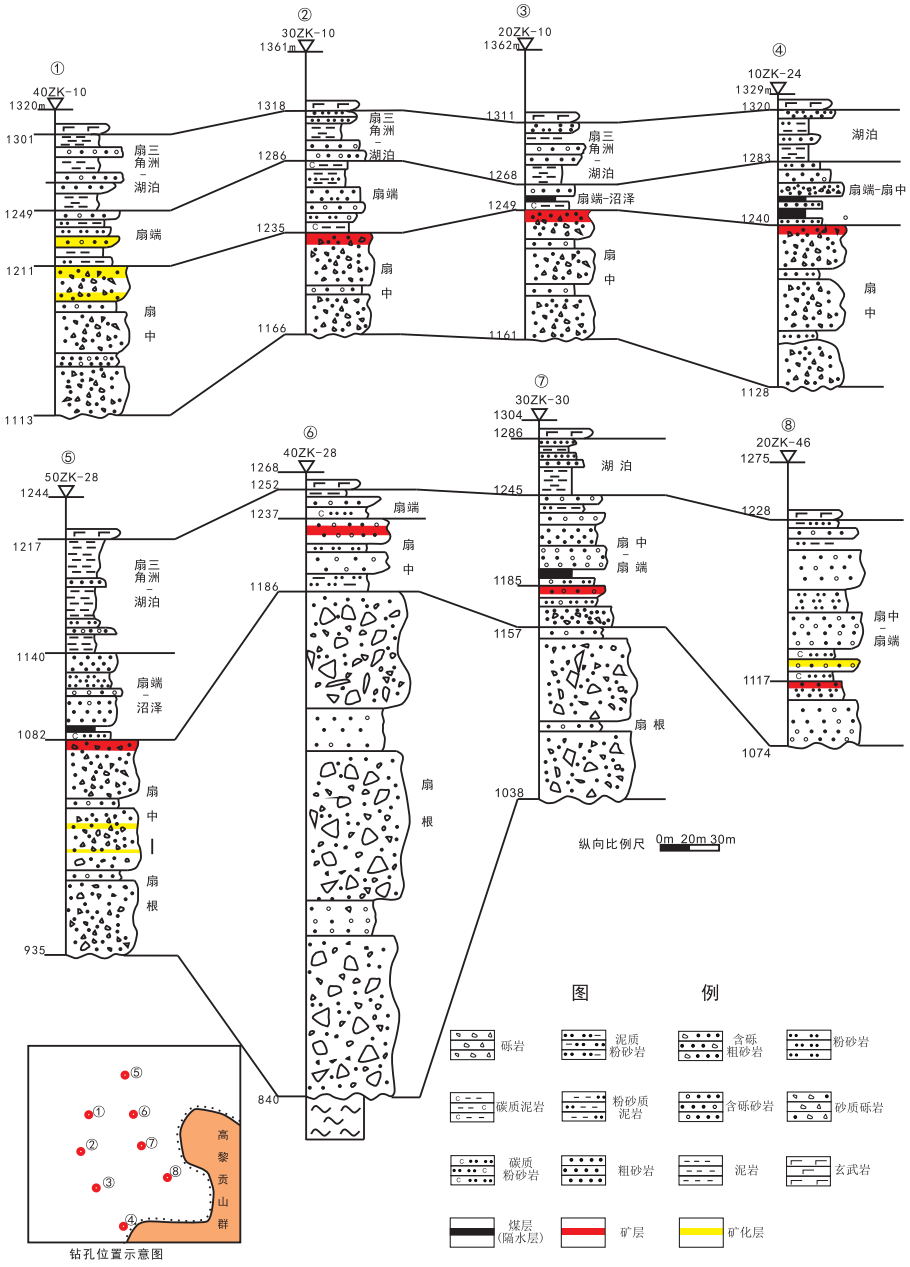

图 4 团田工作区钻孔沉积序列和矿层对比图

Fig. 4 Comparison of sedimentary sequences and ore-hosting horizons of drills in Tuantian

率的沉积表现。不仅如此,扇中－扇端的沉积转换面和含矿层位的标高也基本一致(均在 1240m 附近)(图 4),表明相应钻孔中的矿层顶板,即扇端(沼泽)相炭质泥岩(煤线、煤层)是受沉积相控制、稳定展布的区域性隔水层。此外,尽管重要沉积转换面所处的标高有差异,指示出不同地段沉积相转变的时序差异,但其余 4 个钻孔也均为明显的退积型正旋回序列,从而反映出本区沉积格局和水位变化的相对统一性。最特殊的是 40ZK-28 号钻孔,作为唯一揭穿盖层、钻遇基底的钻孔,下部发育近 350m 厚的扇根沉积物,向上仅有 60m 厚的扇中－扇端沉积,并且缺失在其余钻孔的顶部均可见的扇三角洲－湖泊沉积段。造成此现象的可能性有二:一是该钻孔处于与其余钻孔不同的古地理部位,即某一冲积扇的扇根区域;二是钻孔所在地段受到了局部构造的控制,发生了错动抬升,导致上部地层遭受了更大程度的剥蚀。结合该区域的物探信息,笔者认为上述两种原因可能同时存在,即 40ZK-28 号钻孔及其所在的原 506 老矿床,可能与本次实施的其他钻孔相比,是受到不同的古地理单元(并非

同一个冲积扇体)控制,并在沉积后经历了小幅度的构造错动。

3.2　铀储层、隔水层的岩石基本特征

铀储层(赋矿砂体)主要由含砂质砾岩、含砾凝灰质砂岩、含砾黏土粉砂质细砂岩组成(图 5)。含砂质砾岩岩石主要由砾级碎屑、砂级碎屑、填隙物组成。含砂质砾岩砾级碎屑为斜长浅粒岩、石英岩,次棱角状—次圆状,大小一般为 2 ~ 14mm,杂乱分布。砂级碎屑为长石、石英、岩屑,棱角状—次棱角状,大小一般为 0.1 ~ 0.25mm,部分为 0.25 ~ 0.5mm,少部分为 0.5 ~ 1mm,星散状分布。长石为斜长石、钾长石。石英主要为单晶石英。岩屑为硅质岩、黏土质硅质岩、云母、绿泥石碎屑。填隙物为黏土杂基、铁质胶结物。黏土杂基细小鳞片状,填隙状分布。铁质胶结物隐晶状、填隙状分布。

含砾凝灰质砂岩层由砾级碎屑、砂级碎屑、填隙物组成(图 5)。砾石碎屑含量 10% ~20%,主要类型为片麻岩砾、长石砾、千枚岩砾、硅质岩砾、绢云母变质凝灰岩砾,呈次棱角状—次圆状,粒度 15mm ±,杂乱分布。砂级碎屑为长石、石英、岩屑,棱角状—次棱角状,大小一般 0.1 ~ 0.5mm,部分 0.5 ~ 1.5mm,星散状分布。长石为斜长石、钾长石。斜长石可见聚片双晶,钾长石黏土化,石英主要为单晶石英。岩屑主要为变质岩碎屑,以石英岩、黏土质硅质岩,浅粒岩碎屑为主。填隙物主要为火山凝灰质,常见火山灰的高岭土化和水云母化现象,发育一定量的溶孔。重砂矿物总量 <1%,重矿物种类有石榴子石、绿帘石、电气石、独居石、锆石、磷灰石等。还可见极不均匀分布的炭化植物和有机质条带。

含砾黏土粉砂质细砂岩岩石主由砾级碎屑、砂级碎屑、填隙物组成(图 5)。砾级碎屑为绢云母千枚岩、石英岩、浅粒岩、绢云母板岩,次棱—次圆状,大小一般在 2 ~ 18mm,星散状分布。砂级碎屑为长石、石英、岩屑,棱角状—次棱角状,大小一般 0.05 ~0.25mm(细),部分为 0.25 ~0.5mm(中),少部分为 0.01 ~0.05mm(粉),个别为 0.5 ~ 1.5mm(粗),略显定向分布。长石为斜长石、钾长石。岩屑为硅质岩、黏土质硅质岩、粉砂岩、石英岩、花岗岩、绢云板岩、云母碎屑。填隙物为黏土杂基。黏土杂基为黏土质,隐晶—细小鳞片状,片直径一般为 0.001 ~ 0.01mm,部分为 0.01 ~0.05mm,填隙状分布,常被铁质交代,使岩石呈褐色。

含矿含水层没有明显的底板,存在相对区域展布的隔水顶板,岩性以厚约 5 ~ 10cm 褐煤线、含碳粉砂质泥岩、含炭泥岩为主(图 6)。

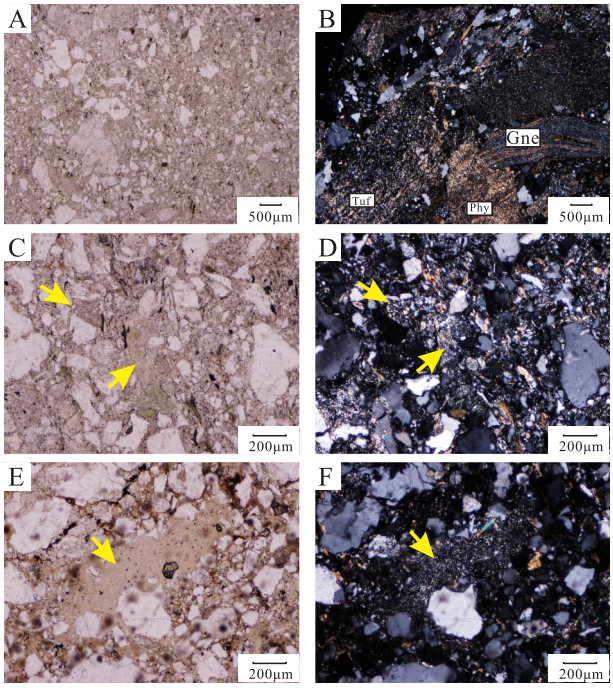

图 5　含矿层典型岩石学特征

A. 含砾凝灰质砂岩总体特征; B. 岩屑特征,Gne = 片麻岩,Phy = 千枚岩, Tuf = 绢云母变质凝灰岩;(C/D. 火山灰水云母化特征,存在溶洞孔隙;(E/F. 火山灰高岭土化特征

Fig. 5　Typical petrological characteristics of ore-hosting horizons

图 6　隔水层岩性特征

Fig. 6　Lithologic characteristics of aquicludes

3.3　铀储层精细岩相古地理和分布预测

以图 4 中的标高作为相对等时坐标,选取 10ZK-24、20ZK-10、30ZK-10 钻孔的主矿层所在层段(沉积转换面之下)和主矿层上覆顶板层(沉积转换面之上)两个时刻,以验证钻孔和收集资料钻孔为可靠控制点,编制了团田矿区相应时期的“瞬时岩相古地理图”(图 7)。

前者反映主矿层沉积期的岩相古地理格局,后者反映矿层顶板层沉积期的岩相古地理格局,得出:

(1)在主矿层沉积期(图 7 左),本区沉积格局受到两个冲积扇体的控制。一个扇体的物源来自南部,扇体轴向在 30°左右,以 10ZK-24、20ZK-10、30ZK-10 钻孔的相应层段控制其扇中相区的范围。另一个来自东部,扇体轴向在 250°左右,以 30ZK-30、40ZK-28 钻孔的相应层段控制其扇中相区的范围。同时,20ZK-46 钻孔位于两个扇体的交接部位(扇间),受扇体摆动、侧向加积的控制,因此表现出与众不同的"扇中 – 扇端多旋回韵律"特征。40ZK-10 钻孔位于两个扇体向盆地方向延伸的末端,以扇端(沼泽)沉积为特征。50ZK-28 钻孔则是本期唯一处于湖相环境的控制点,发育大段湖相泥岩、粉砂岩夹少量细砂岩、砂砾岩。

(2)在矿层顶板沉积期(图 7 右),南部扇体、东部扇体均呈现明显的向蚀源区方向的后退。不仅以 50ZK-28、40ZK-10、30ZK-30 钻孔为控制点的湖泊范围明显增大,而且其余钻孔控制点大多表现为扇端 – 沼泽相沉积环境,仅 10ZK-24、20ZK-46 钻孔呈现扇中 – 扇端过渡性沉积特征。

(3)对比两期岩相古地理格局演化,结合上述对有利赋矿微相类型的认识,可得出:在扇中 – 扇端沉积转换期的湖泛(相对水位上升)作用控制下,受晚期扇端(沼泽)覆盖的早期扇中沉积相区,可成为最有利的赋矿相区和部位。

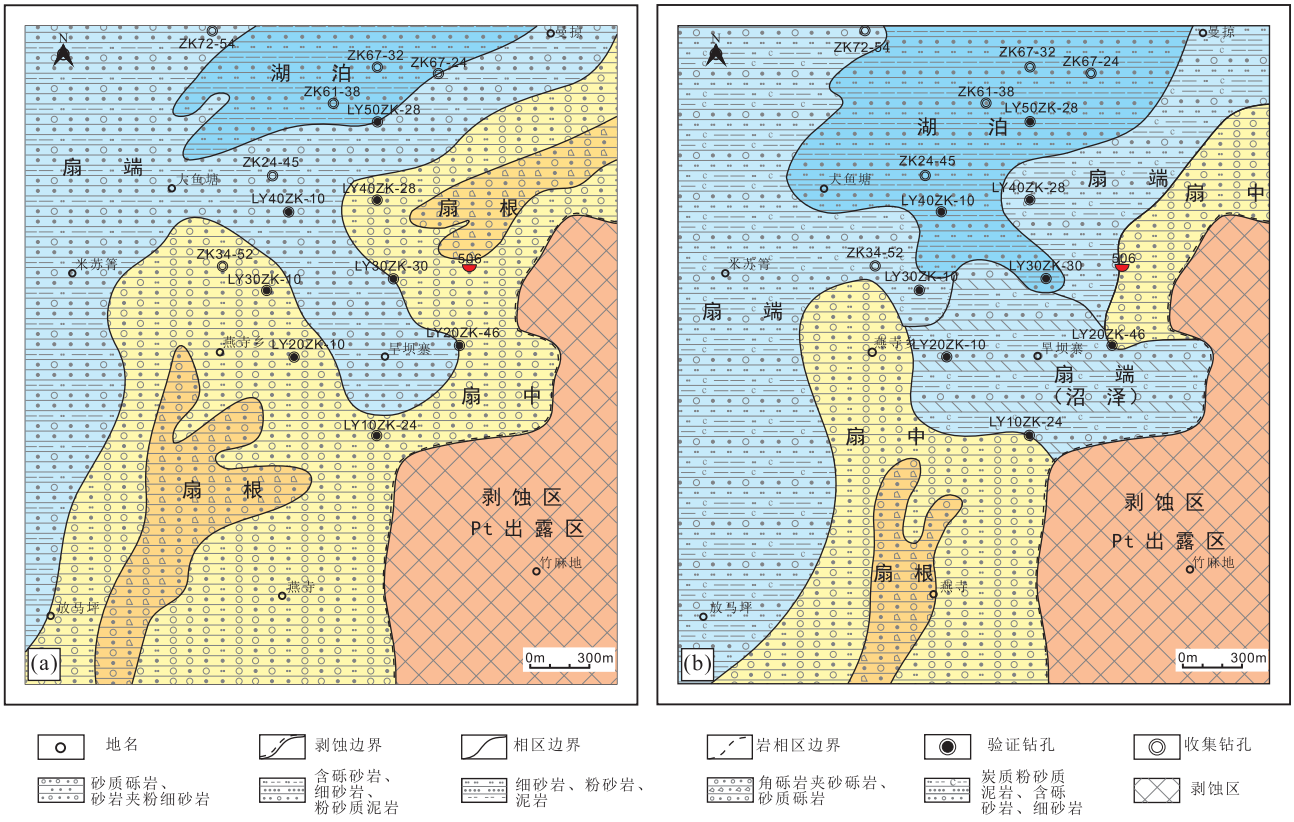

图 7 团田矿区主矿层沉积期与矿层顶板沉积期岩相古地理格局

(左为主矿层沉积期岩相古地理;右为矿层顶板沉积期岩相古地理)

Fig. 7 Sedimentary facies and palaeogeographic landform during deposition period of main ore-hosting horizons (left) and sedimentary facies and palaeogeographic landform during deposition period of the layer above main ore-hosting horizons (right), Tuantian

4 铀储层配置和微相组合的控矿机制探讨

团田旱坝寨地区的铀矿化主要发育于冲积扇扇中/扇端沼泽的纵向序列转换面附近,基本受"沼泽相炭质泥岩层 – 煤层/扇中砾质辫状河道"控制的原因,可能是由于成矿期来自盆缘花岗岩、变质岩区的富铀富氧地表水或地下水沿水文梯度向下运移至扇中砾质辫状河砂体时,当处于沼泽相炭质泥岩 – 煤层等富含有机质聚铀剂的地段,由于有机质分解产生的 CH_4、H_2 等还原性气体的还原作用和有机质的还原吸附作用,或由于其它地球化学条件

的改变(如溶液中氧化还原电位、Ph 值的变化以及自由氧的耗尽),含氧含铀水溶液中的铀酞络合物被分解,铀酞离子被还原,使得地下水中高价态的铀被还原成低价态的铀而逐渐沉淀富集[25]。

5　结论

(1)龙川江盆地是上新世在腾冲地块内发育形成的断陷盆地,盆内芒棒组自下而上分为三个沉积旋回,代表盆地演化的三个阶段,即:断陷成盆期、火山沉积期、盆地回返期。其中,断陷成盆期沉积的芒棒组下段为砂岩型铀矿主力发育层段。

(2)芒棒组下段沉积期尚未形成具规模的湖盆,具备汇水盆地的古地理模式。盆地东、南部分布多个潜在赋矿的古冲积扇体,包括本文研究的团田地区旱坝寨扇体。向盆内方向以过渡带的扇端(沼泽)-局部湖泊为主,砂体规模小、数量少、连通性差,赋矿潜力有限。

(3)以最新实施的 8 口钻孔岩心为依据,厘定出芒棒组下段的三种沉积相(冲积扇、扇三角洲和湖泊)和相应的 6 种亚相(扇根、扇中、扇端、沼泽、滨湖、浅湖)、9 种微相(扇根主槽道、槽滩、洪泛带、扇中砾质辫状河道、辫状砂岛、漫流、泥炭沼泽、滨湖砂、滨浅湖泥)。钻孔沉积序列显示,在冲积扇扇中/扇端沼泽的纵向序列转换面附近,形成"沼泽相炭质泥岩-煤层/扇中砾质辫状河道"的有利控矿微相组合。缺乏作为顶板的炭泥质层(或煤层),则很难成矿或仅出现矿化。

(4)通过编制团田矿区主矿层、矿层顶板层沉积期的两期岩相古地理图,得出在扇中-扇端沉积转换期的湖泛(相对水位上升)控制下,受晚期扇端(沼泽)覆盖的早期扇中沉积相区,可成为最有利的赋矿相区和部位。

(5)团田旱坝寨地区的砂岩型铀矿是由于铀源区的富铀富氧地表水或地下水沿水文梯度向下运移至扇中砾质辫状河砂体时,遇富含有机质聚铀剂沼泽相炭质泥岩-煤层,发生还原作用和有机质的还原吸附作用等,使得地下水中高价态的铀被还原成低价态的铀而逐渐沉淀富集。

致谢:资料收集过程中得到核工业二八〇研究所、云南省核工业二〇九地质大队和四川省核工业地质调查院的支持帮助,在此表示诚挚谢意。

注释:

①核工业二八 0 研究所. 滇西龙川江盆地地浸砂岩铀资源评价项目成果报告[R]. 2003.

参考文献:

[1] 周恳恳, 伍皓, 陈小炜, 等. 滇西腾冲地块构造-盆地演化与砂岩型铀矿成矿条件[J]. 地质通报, 2017, 36(4): 541-546.

[2] 朱西养, 孙泽轩, 陈洪德,等. 滇西龙川江盆地沉积体系特征及与砂岩铀矿成矿[J]. 成都理工大学学报(自然科学版), 2004, 31(3):267-272.

[3] 赵宝光, 陈友良, 姚毅峰,等. 滇西新生代盆地沉积特征及砂岩型铀矿成矿条件[J]. 矿物岩石, 2003, 23(2):11-15.

[4] 李国新, 孙泽轩, 姚毅锋,等. 滇西龙川江盆地铀矿化特征[J]. 铀矿地质, 2005, 21(5):268-274.

[5] 孙泽轩, 陈洪德, 陈勇,等. 潜水层间氧化带砂岩型铀矿特征与成矿模式——以滇西地区山间盆地为例[J]. 矿床地质, 2006, 25(2):191-198.

[6] 蔡煜琦, 李满根. 滇西龙川江盆地中南部砂岩型铀矿成矿特征及成因探讨[J]. 东华理工大学学报(自然科学版), 2002, 25(2):124-127.

[7] 夏彧, 周恳恳, 伍皓, 等. 滇西龙川江盆地团田地区砂岩型铀矿元素地球化学特征[J]. 四川地质学报, 2019, 39(4):662-669

[8] 夏彧,伍皓,周恳恳,等. 滇西户撒盆地新近系褐煤微量元素地球化学特征[J]. 沉积与特提斯地质,2018,38(02):94-102.

[9] 伍皓,周恳恳,陈小炜,等. 滇西户撒盆地砂岩型铀矿成矿条件与找矿方向浅析——来自煤田"潜在储铀层"的指示[J]. 沉积与特提斯地质,2017,37(03):81-88.

[10] 伍皓,江新胜,余谦,等. "煤铀兼探"找矿新思路在云南的初次应用——以滇西户撒盆地铀矿勘探为例[J]. 沉积与特提斯地质,2016,36(04):106-110.

[11] 陈戴生. 我国中新生代盆地砂岩型铀矿研究现状及发展方向的探讨[J]. 铀矿地质, 1994, 10(4): 203-206.

[12] 陈福坤, 李秋立, 王秀丽, 等. 滇西地区腾冲地块东侧混合岩锆石年龄和 Sr-Nd-Hf 同位素组成[J]. 岩石学报, 2006, 22(2): 439-448.

[13] 孙泽轩, 陈洪德, 朱西养,等. 滇西新生代盆地砂岩型铀矿勘查现状与找矿前景[J]. 四川地质学报, 2006,(01):24-29.

[14] 刘本培, 冯庆来, C. Chonglakmani, 等. 滇西古特提斯多岛洋的结构及其南北延伸[J]. 地学前缘, 1999, 9(3): 161-171.

[15] 罗君烈, 杨友华, 赵准, 等. 滇西特提斯的演化及主要金属矿床成矿作用[M]. 北京: 地质出版社, 1994: 1-30.

[16] 史毅, 屈红军, 宫臣兴,等. 东特提斯的形成演化及其典型蛇绿岩带地质特征[J]. 地质科技情报, 2018, 37(6):31-36.

[17] 杨启军, 徐义刚, 黄小龙, 等. 滇西腾冲-梁河地区花岗岩

的年代学、地球化学及其构造意义[J]. 岩石学报, 2009, 25(5): 1902 - 1104.

[18] 周美玲. 滇西保山、腾冲地体的碎屑锆石年代学和 Hf 同位素研究及其地质意义[D]. 广州:中国科学院广州地球化学研究所,2019. 18 - 21.

[19] 戚学祥, 韦诚, 蔡志慧,等. 滇西腾冲地块高黎贡群变质沉积岩时代与原特提斯洋俯冲/增生:来自碎屑锆石 U-Pb 定年和岩石地球化学证据[J]. 地质学报, 2019,93(1):94 - 116.

[20] 莫宣学, 路凤香, 沈上越. 三江特提斯火山作用与成矿[M]. 北京: 地质出版社, 1993: 1 - 110.

[21] 季建清, 钟大赉, 张连生. 滇西南新生代走滑断裂运动学、年代学及对青藏高原东南部块体运动的意义[J]. 地质科学, 2000, 35(3): 336 - 349.

[22] 牟传龙, 周恳恳, 梁薇, 等. 中上扬子地区早古生代烃源岩沉积环境与油气勘探[J]. 地质学报, 2011, 85(4): 526 - 532.

[23] 刘宝珺, 许效松, 夏文杰, 等. 中国南方岩相古地理图集[M]. 北京: 科学出版社, 1994: 1 - 18.

[24] 陈祖伊, 周维勋, 管太阳, 等. 产铀盆地的形成演化模式及其鉴别标志[J]. 世界核地质科学, 2004, 21(3): 141 - 151.

[25] 李胜祥,陈戴生,王瑞瑛,等. 伊犁盆地含煤系地层沉积相特征及其与层间氧化带砂岩型铀矿成矿关系[J]. 铀矿地质, 1996, 12(3):129 - 134.

Sedimentary evolution of the Longchuanjiang basin and favorable ore-bearing layers for sandstone-type uranium deposits, Tuantian, Yunnan

Liang Wei, Zhou Kenken*, Wu Hao, Xia Yu

(*Chengdu Center, China Geological Survey, Chengdu* 610081, *Sichuan, China*)

Abstract: In this paper, based on the first-hand drilling data, the evolution process of the Upper Pleistocene Longchuanjiang basin in western Yunan has been analyzed, the sedimentary system of the uranium -bearing Mangbang Formation in the basin has been established, and the microfacies combinations which are favorable for sandstone-type uranium deposits have been determined. The evolution of Longchuanjiang basin has gone through three stages, which are the basin-forming fault-depression period, the volcanic-sedimentary period and the recurved basin period, respectively. The main uranium-bearing layers are the lower number of the Mangbang Formation, which are alluvial fans deposited during the basin-forming fault-depression period. In the east and south of the Longchuanjiang basin, there are several palaeo-alluvium fan bodies which are potential for uranium deposits. Three sedimentary facies and six sedimentary microfacies have been identified in the lower number of the Mangbang Formation. The favorable ore-bearing micro-facies are paludal carbonaceous mudstone layers, coal seams, and gravelly braided channel of fans, which were formed near the vertical conversional surfaces of alluvial fans and fan-end swamps. As a matter of fact, the Tuantian deposit is located at the Hanbazai fan. By analyzing the paleogeographic pattern and the roof layers of main ore seams in Tuantian mining area, it is found that the middle parts of earlier fans covered by following fanheads (swamp) are the most favorable ore-bearing sites. It is confirmed that the study of sedimentary facies and paleogeography is very helpful to locating potential uranium orebodies precisely in the region.

Key words: sandstone-type uranium deposit; Longchuanjiang basin; sedimentary facies; sedimentary facies and paleogeography