

文章编号:1000-0550(2014)05-0809-07

内蒙古二连盆地白音查干凹陷热水沉积序列探讨^①

郭强^{1,2} 李子颖¹ 秦明宽¹ 钟大康² 张放东³ 贾翠¹ 郭军⁴

(1.核工业北京地质研究院 北京 100029;2.中国石油大学(北京)地球科学学院 北京 102249;

3.中原油田勘探开发科学研究院 河南濮阳 457001;4.中国石油吐哈油田公司鲁克沁采油厂 新疆鄯善 838200)

摘要 近年来在内蒙古二连盆地白音查干凹陷下白垩统发现一套夹于深—半深湖相泥岩中,富含泥级钠长石、铁白云石、钠沸石、水镁铁石、重晶石等特殊矿物成分的热水沉积岩。该套岩石测井曲线上显示出异常高的自然伽马($G_r=700\sim 1\ 100$ API),为正常泥质岩自然伽马值的2~4倍,电阻率出现特高($2\ 000\ \Omega\cdot m$)—特低($0.2\ \Omega\cdot m$)的剧烈变化。根据热水沉积岩的岩石学特征,通过多口单井岩芯的详细解剖,结合相应的测井响应特征,可将腾格尔组—都红木组的热热水沉积岩划分为四个旋回,每一旋回呈现低自然伽马值岩性段—尖峰状高自然伽马值岩性段特征,所对应的岩性序列可将热水沉积过程划分为三个阶段:初期为热液溢流期,主要在正常湖相泥岩中形成白云石及沸石纹层、条带或夹层,相应的岩石为低自然伽马的白云质沸石质泥岩;随后随着热液活动增强,出现喷流,使初期溢流形成的半固结白云石沸石纹层发生变形破碎,形成具有同生变形构造的白云质泥岩、白云石沸石内碎屑颗粒岩,测井曲线上仍然显示为低自然伽马特征;最后由于热液活动能量衰减,再次进入缓慢溢流阶段,形成高自然伽马泥质白云岩及部分白云质泥岩。

关键词 二连盆地 白音查干凹陷 早白垩世 热水沉积序列

第一作者简介 郭强 男 1982年出生 博士后 矿产普查与勘探 E-mail:azayong@163.com

中图分类号 P512.2 **文献标识码** A

热水沉积岩为当前地质学研究领域的热点之一,国外最早由 Bostrom K(1979)将其定义为“地球内部热液流体在海/湖盆水体底部形成的化学沉积物或碎屑沉积物”^[1]。经过国内外学者 30 多年的发现与研究,已经在矿物学特征、岩石学特征、形成环境、热液循环系统、成因机制和嗜热动物群落等方面取得了许多重要的研究成果^[2~11]。这些成果主要集中在海相热水沉积方面^[12,13],关于湖相热水沉积的研究成果则很少^[14,15]。而热水沉积岩性序列及作用过程方面的研究还处于空缺或起步阶段,本文以白音查干凹陷下白垩统湖相热水沉积岩为例,总结该凹陷热水沉积岩垂向岩性序列,并以此对热水沉积过程进行解剖,从而达到深刻认识该类型热水沉积岩的目的。除此之外,研究还发现凹陷内热水沉积岩中的白色砂砾屑颗粒易遭受后期溶蚀改造形成较好的油气储层空间,那么热水沉积岩性及过程的探讨研究,亦可为我们在空间上寻找有利储层带来较大的帮助,降低勘探难度。

1 研究背景

白音查干凹陷构造上处于二连盆地西端的川井

坳陷,是晚中生代在海西褶皱带基底上发育起来的北断南超型箕状凹陷。该凹陷下白垩统腾格尔组上段、都红木组一段发育有一套厚度巨大的仅限于深湖—半深湖相的富含泥级钠长石、铁白云石和钠沸石等特殊矿物成分的岩石。研究发现^[16],这套岩石属于一套特殊的并受热液影响的沉积岩石:①在岩芯与薄片下可见大量的结晶较好的沸石呈纹层状或条带单独出现,并具有同生变形构造,表明原始沉积成因。②具有特殊的矿物组合,主要为铁白云石、钠沸石,还见泥级钠长石、钾长石、重晶石、水镁铁石等非正常沉积成因的矿物。③白云石具有热液成因的特征——主要为泥晶或粗晶铁白云石(含铁白云石),粗晶白云石晶面呈曲面,鞍形,单个晶体具有波状消光,晶体内部裂纹发育。④这套岩石的岩石组构具有明显热水沉积特征,包括纹层状构造、热水碎屑结构、星散状构造、同生塑性变形、网脉状构造。⑤该套岩石与断裂的存在密切相关,主要分布在断裂的下降盘并沿断裂走向呈线性展布(图1)。⑥白音查干凹陷具有热水沉积发生的理想条件——同沉积断裂控制的深湖洼地和古地温异常。⑦研究区大量数据点落在Fe-

①国家自然科学基金项目(批准号:41072104)资助
收稿日期:2013-07-10;收修改稿日期:2014-01-10

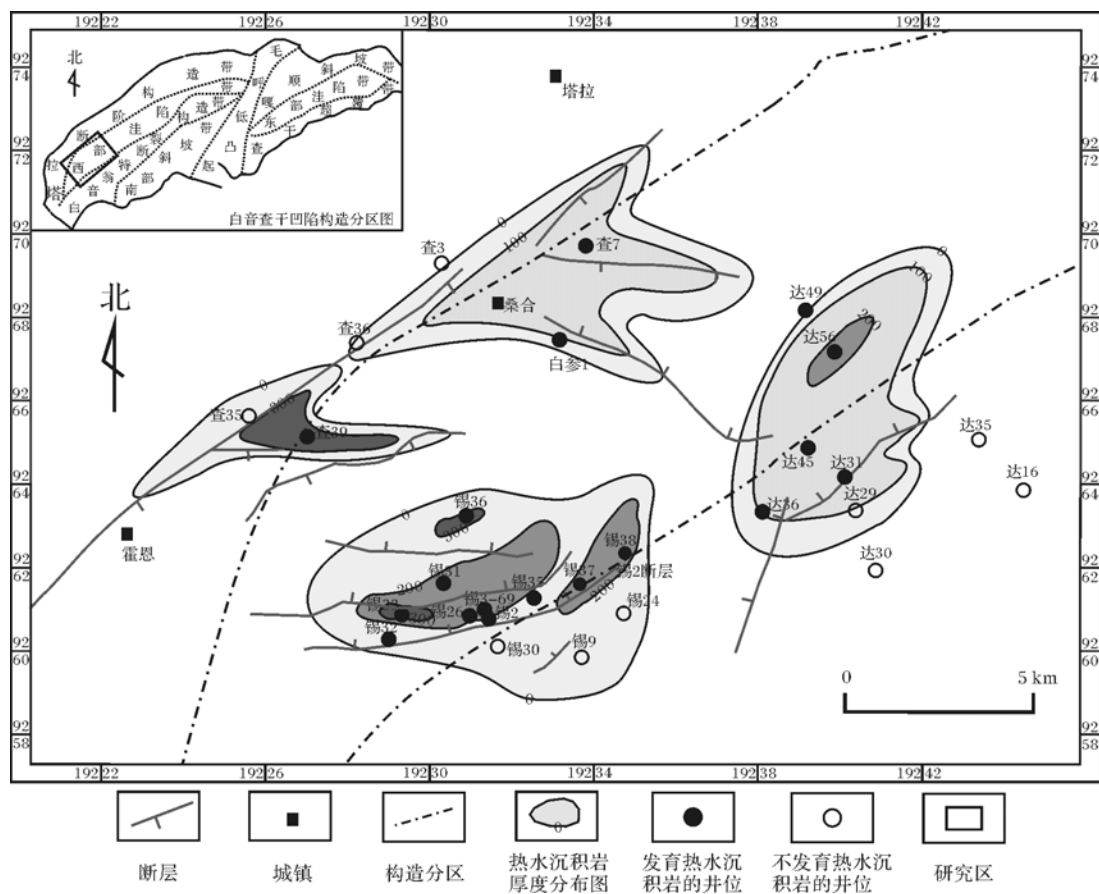


图1 白音查干凹陷下白垩统腾格尔组热水沉积岩展布图

Fig.1 The thickness distribution map of hydrothermal sedimentary rocks of the Lower Cretaceous Tenggeer Formation in Baiyinchagan sag

$Mn-(Cu+Ni+Co) \times 10$ 三角图(可用来判别热水沉积物与水成沉积物)的热水沉积区域内。上述证据初步表明这套特殊的岩石应属于热水沉积岩,在此基础上,通过岩芯、测井资料,进行热水沉积岩垂向上的识别、岩性序列及沉积过程方面的研究探讨。

2 热水沉积岩的测井响应特征

研究区热水沉积岩在电性上主要表现为尖峰状或指状高自然伽马值($GR > 300$ API,最高达 1 000 API),特高一特低值($0.2 \sim 2\ 000 \Omega \cdot m$)深感应电阻率(ILD)特征(图2),这与正常沉积的泥岩、粉砂岩、泥质粉砂岩、粉砂质泥岩的电性特征有很大区别。上述特殊的电性特征可用来很好的识别研究区的热水沉积岩段。

2.1 异常高自然伽马

湖相泥岩段中的极高自然伽马值可能与岩段中所夹火山物质(凝灰岩、火山岩)、铀活化—聚集或与裂缝中流体所带来的放射性物质被吸附沉淀有

关^[17~20]。研究区大量取心岩段薄片的显微镜下观察及前人的工作表明,研究区内并未发现火山物质(凝灰岩、火山岩),那么火山物质影响自然伽马值变高的观点似乎不能成立;尖峰状自然高伽马值也可能与地层中裂缝发育及其后期流体所携带的放射性物质沉淀充填有关,通过研究成像测井资料显示,地层中的自然高伽马值与裂缝的发育并无很好的相关性。

铀矿勘查工作者已在未变质或弱变质海相碳酸盐、硅质岩、泥岩及其过渡型岩类中发现了铀矿床,称为碳硅泥岩型铀矿床^[20],因此泥岩中的异常高自然伽马值也可能是放射性物质,尤其是铀元素的富集所引起。而研究区测井曲线上显示出异常高的自然伽马($G_R = 700 \sim 1\ 100$ API),为正常泥质自然伽马值的2~4倍,根据自然伽马能谱测井分析发现,其铀含量达40~60 ppm,钍含量达60~100 ppm,表明异常高自然伽马值的形成与铀、钍、钾这些高放射性物质的含量有关。目前已有研究工作者发现产于泥岩中的铀矿为热水沉积成因^[21],而本文热水沉积岩的发现及

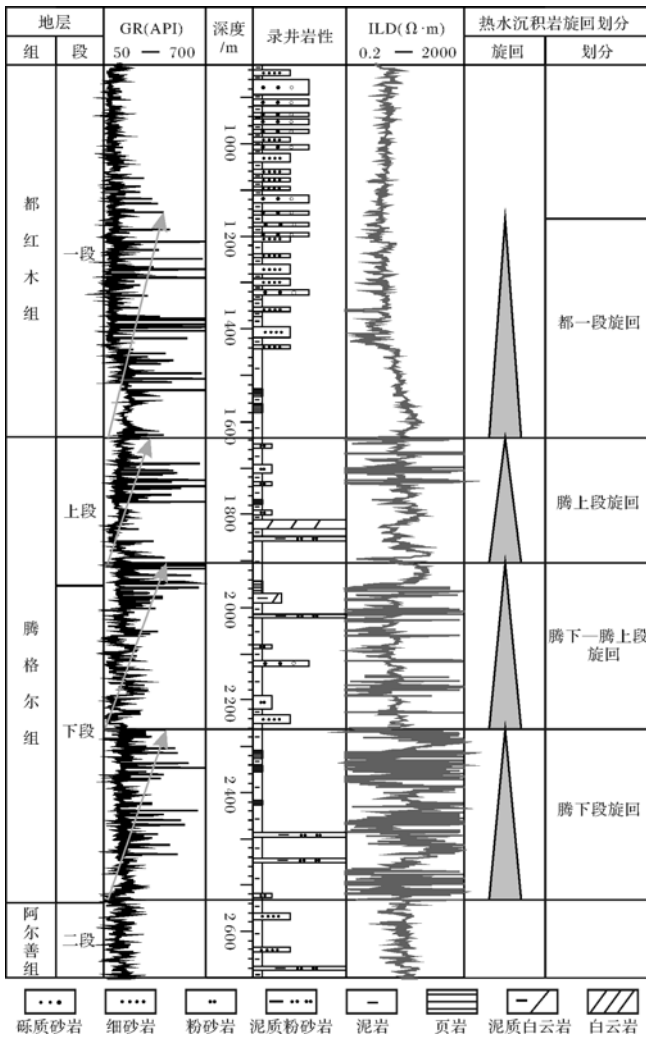


图 2 白音查干凹陷热水沉积岩层测井响应特征与旋回划分
 Fig.2 The logging response features and the vertical cycle division of hydrothermal sedimentary strata in Baiyinchagan sag

其区域背景、产状、分布等地质特征也初步说明异常高自然伽马为热水沉积成因,可能是热液从上涌至喷流过程中,将本身所具有的或从基底岩层所萃取的放射性矿物质,通过脉冲式或周期性的喷流^[14,15],释放至湖盆并被具有较强吸附性的矿物或有机质所吸附,发生沉淀,从而形成指状高伽马值的热热水沉积岩层段。

2.2 特低阻—特高阻

除上述尖峰状高自然伽马曲线特征外,热水沉积岩段的局部可出现特低值—特高值深感应电阻率曲线的异常特征。此特征亦可作热水沉积岩测井识别的一类参考依据。

通过薄片及岩芯资料分析,异常高阻的形成与热水沉积过程中形成的导电性较差的较纯白云岩有关,当热液作用形成较纯的白云岩时(图 3a),其电阻率可达 2 000 $\Omega \cdot m$;异常特低阻的形成与热液喷流过程形成大量黄铁矿有关,并且这些黄铁矿呈零散状或似层状产于岩石中(图 3b),黄铁矿的集中分布导致了岩石电阻率的急剧下降,形成异常低阻。

据自然伽马、感应电阻率曲线所反映的热水沉积岩信息,按照尖峰状高自然伽马值在垂向上变化规律,在研究区腾格尔组—都红木组识别出 4 套受热水沉积的热热水沉积岩,从下至上,依次出现在腾下段、腾下段—腾上段交界处、腾上段及都一段,相应的命名为四个热水沉积旋回(图 2)。每一期旋回均具有下部自然伽马值偏低,命名为相对低伽马段,向上为尖峰状高伽马段的特征,这一旋回特征为我们识别和认识热水沉积岩垂向上的分布带来很大的帮助。

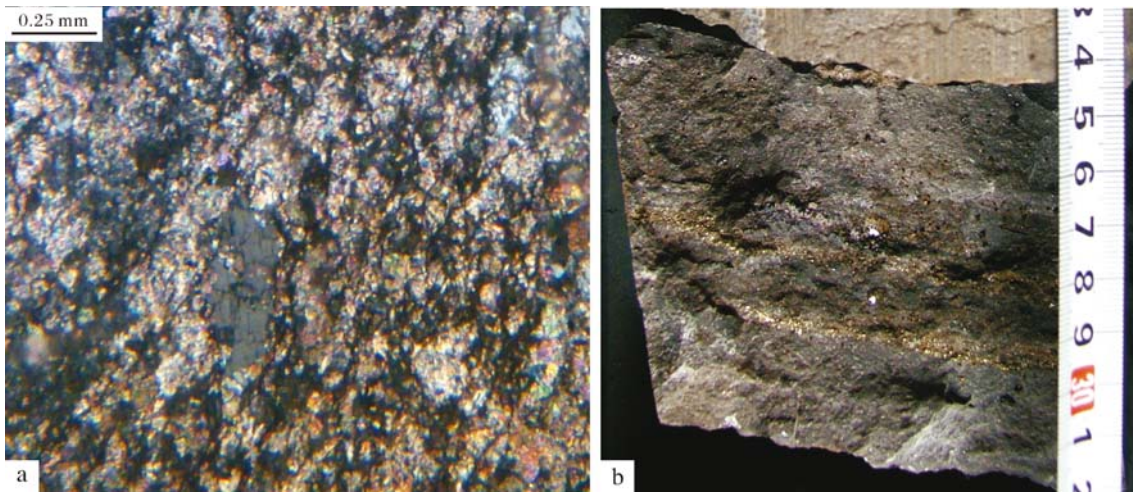


图 3 影响电阻率曲线变化较大的矿物类型
 a.锡 3-69 井,1 771.4 m,高级白干涉色,较纯的白云岩,正交光;b.锡 26 井,1 827.5 m,似层状或条带状黄铁矿

Fig.3 Mineral types that tremendously affect the changes of resistivity curve

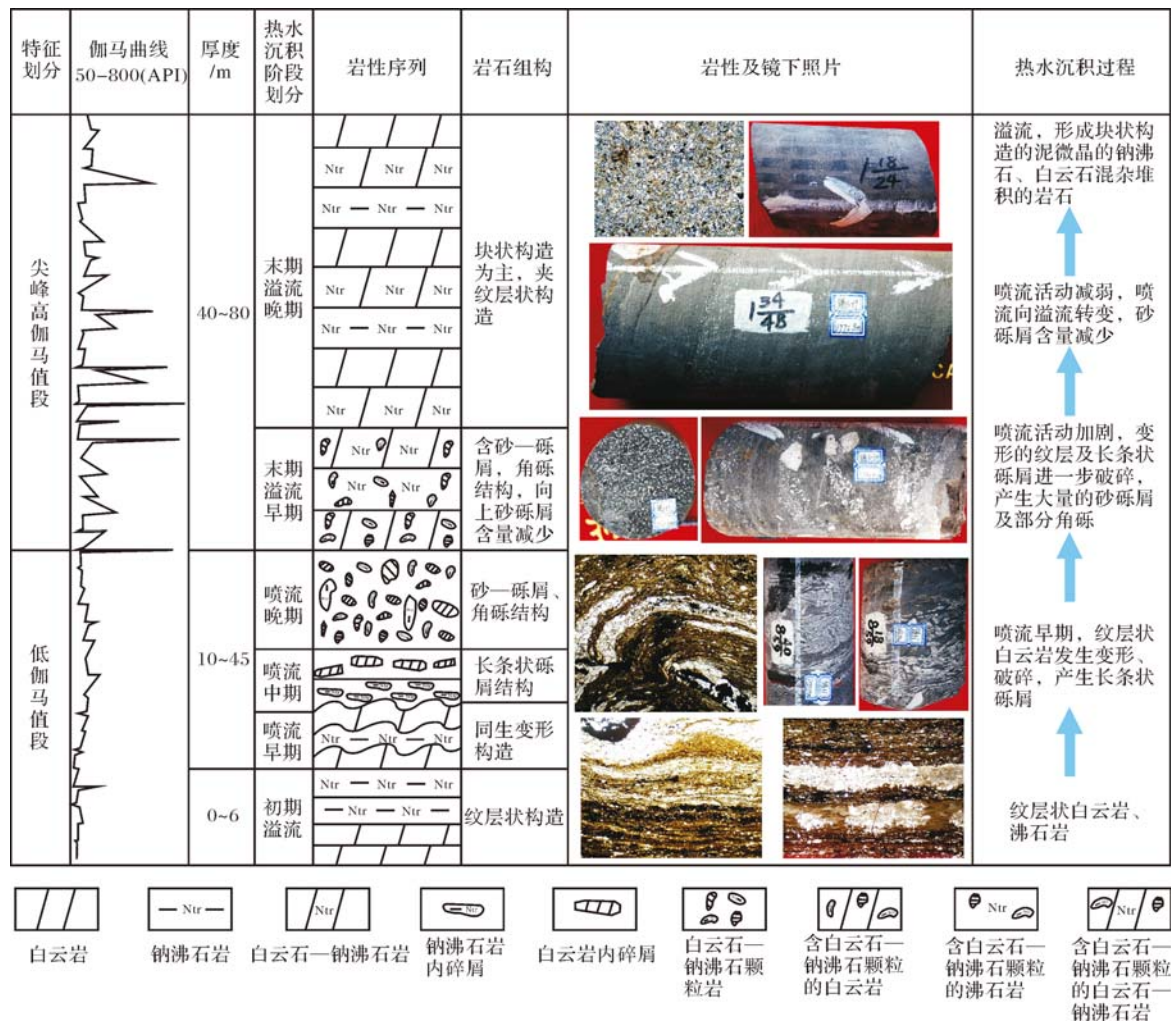


图4 白音查干凹陷热水沉积岩性序列及其过程

Fig.4 The sedimentary sequence and process of hydrothermal sedimentation in Baiyinchagan sag

3 热水沉积的垂向岩性序列及过程解剖

3.1 热水沉积岩垂向岩性序列

每一期热水沉积旋回,在自然伽马曲线上表现为下部(低伽马段)低自然伽马值(25~150 API)向上过渡到指状或尖峰状高自然伽马值(尖峰状高伽马段)(图4)。这一伽马曲线变化特征也对应着垂向上岩性的变化。旋回下部低伽马段的最底部主要发育纹层状、条带状的黑灰—灰白色白云岩或沸石岩,纹层或条带厚度一般为0.2~0.8 mm,最宽可达3 cm,条带状白云石或沸石局部发生微变形;向上出现的沸石—白云石条带或纹层发生较强烈的同生变形,并破碎产生长条状的砾屑;再向上沸石—白云石条带或纹层、长条状砾屑进一步破碎产生大量的角砾状砂—砾屑,构成热水碎屑结构,其中最大砾屑可达5 cm,一般多

为0.5~3 cm。进入高伽马段后,岩性继承先期热水沉积的特点,仍以热水碎屑结构的角砾状砂—砾屑为主,含量明显减少;至高伽马段的顶部,沸石—白云石碎屑颗粒变小,含量大幅减少,岩性主要为块状结构的热沉积岩,岩性中主要是泥微晶的钠沸石、铁白云石、黏土及少量长石,矿物彼此之间混杂沉积。每一期热水沉积旋回到此结束,继而进入下一热水沉积旋回或正常沉积中。

3.2 热水沉积过程解剖

根据热水沉积岩的垂向岩性变化规律,认为热水沉积岩的旋回在自然伽马曲线上表现为低伽马—尖峰状高伽马的特征,并按这一岩性旋回,划分出热水沉积的三个阶段:初期为溢流,中期为喷流,末期为溢流(图4)。初期溢流和中期喷流阶段形成的岩石在自然伽马测井曲线上属于低伽马段,尖峰状高伽马段

对应着热水沉积末期溢流所形成的岩石。

(1) 初期热液溢流阶段主要发育在热水沉积旋回的底部,这一阶段热液活动稳定,形成的热水沉积岩厚度在0~6 m,主要形成低自然伽马值(正常自然伽马值)的泥质白云岩或白云质泥岩,并夹有较多厚度较薄的清晰可见的沸石、白云石纹层或条带。

(2) 尔后热液活动加剧,进入热液喷流阶段,这一阶段可进一步分为早、中、晚3个喷流阶段,喷流早期阶段因热液活动加剧使初期溢流阶段形成的半固结泥质白云岩(白云质泥岩)、白云石或沸石条带发生强烈变形,形成同生变形构造;喷流活动继续进入中期阶段,先期产生变形的白云石或沸石条带、纹层发生破碎形成长条状或竹叶状的砾级内碎屑;喷流末期阶段,长条状或竹叶状内碎屑进一步破碎形成大量的砂砾屑;喷流阶段形成的岩层厚度在10~45 m,其中主要以喷流晚期含大量白色砂砾屑的泥质白云岩为主。这一阶段形成的大量白色砂砾内碎屑在后期成岩过程中,易遭受溶蚀改造可形成大大小小的溶蚀孔洞,提供很好的储层空间,后期油气流体进入,形成缝洞型油藏。

(3) 中期热液喷流阶段结束后,热液活动减弱,开始进入末期溢流阶段,末期溢流阶段形成的岩石厚度较大,为40~80 m,在自然伽马曲线上显示尖峰状高伽马异常特征,这一阶段又可分为早、晚两期,早期阶段延续喷流阶段的作用,岩性仍以含大量白色砂砾屑颗粒的泥质白云岩或白云质泥岩为主,只是较喷流阶段白色颗粒的粒径有所减小,含量减少,为喷流阶段晚期的后续沉积产物;进入末期溢流的晚期阶段,岩性中的白色砂砾屑颗粒大量减少并逐渐消失,形成块状构造的泥微晶含沸石的白云岩或白云质泥岩。

每一期热水沉积的整个过程到此结束,岩性向上过渡为新一期的热水沉积岩或过渡为正常湖泊沉积的泥岩、泥质粉砂岩类。

4 结论与存在问题

4.1 结论

(1) 白音查干凹陷热水沉积岩在矿物成分与测井曲线响应上与正常沉积岩有明显差异。矿物组合上为铁白云石—沸石—水镁铁石—重晶石—黄铁矿等低温热液矿物组合,测井曲线上显示为异常高自然伽马(大于300 API),电阻率出现特高($2\ 000\ \Omega \cdot m$)特低($0.2\ \Omega \cdot m$)的剧烈变化。异常高自然伽马值与热液本身所具有的或从基底岩层所萃取的铀、钍、钾

物质含量有关;电阻率特高值与热水沉积过程形成的较纯白云岩有关,电阻率特低值则是热水沉积岩层中大量黄铁矿所引起。

(2) 根据热水沉积岩在测井曲线(自然伽马、电阻率)上的响应特征,白音查干凹陷腾格尔组—都红木组可划分为腾下段、腾下段—腾上段、腾上段及都一段四个热水沉积旋回,自下而上热水沉积岩的厚度、分布范围都有所增大。

(3) 每一期热水沉积旋回,都表现为低伽马段—尖峰状高伽马段的自然伽马曲线特征,并将每一期热液活动划分为初期溢流,中期喷流,末期溢流。初期溢流在较纯的低伽马泥岩中形成清晰的沸石、白云石条带和纹层;尔后强烈的构造活动使初期溢流形成的半固结白云石、沸石或沸石白云石共生体纹层发生变形,形成同生变形构造,使半固结的纹层发生破碎形成长条状砾级内碎屑,随着喷流能力的进一步增强,纹层及长条状内碎屑继续破裂形成大量的砂砾屑;末期溢流的开始阶段含有部分内碎屑颗粒,尔后内碎屑逐渐减少消失,形成块状构造的泥微晶白云岩、沸石岩及白云石沸石混杂堆积的岩石,同时局部形成不规则的沸石白云石团块。最后过渡为正常的湖泊泥岩或泥质粉砂岩类,热水沉积过程到此结束。

4.2 存在问题

每一期热水沉积旋回表现为低伽马段—尖峰状高伽马段的自然伽马曲线特征,垂向上对应着热水沉积岩的变化,根据岩性变化将热水沉积做出初期溢流、中期喷流、末期溢流的划分,但目前就热水流体性质的了解还不清楚,对于热水沉积旋回中为什么只在末期溢流过程中形成尖峰状高伽马段,而在初期溢流和喷流阶段却没有带来形成高自然伽马值的放射性物质,还需做更深一步的研究探讨。

参考文献 (References)

- 1 Bostrom K, Rydell H, Joensuu O. Langbank: An exhalative sedimentary deposit[J]. *Economic Geology and the Bulletin of the Society of Economic Geologists*, 1979, 74(5): 1002-1011
- 2 周永章,付伟,杨志军,等. 雅鲁藏布江缝合带及藏南地区硅质岩微组构特征及其地质意义[J]. *岩石学报*, 2006, 22(3): 742-750 [Zhou Yongzhang, Fu Wei, Yang Zhijun, et al. Microfabrics of chert from Yarlung Zangbo Suture Zone and southern Tibet and its geological implications[J]. *Acta Petrologica Sinica*, 2006, 22(3): 742-750]
- 3 周永章,付伟,杨志军,等. 藏南地区中生代硅质岩的地球化学特征及其成因意义[J]. *岩石学报*, 2008, 24(3): 600-608 [Zhou Yongzhang, Fu Wei, Yang Zhijun, et al. Geochemical characteristics of Mesozoic chert from southern Tibet and its petrogenic implications[J].

- Acta Petrologica Sinica, 2008, 24(3): 600-608]
- 4 Lonsdale P. Nontransform offsets of the Pacific-Cocos plate boundary and their traces on the rise flank [J]. GSA Bulletin, 1985, 96(3): 313-327
 - 5 Grassle J F. Hydrothermal vent animals: Distribution and biology [J]. Science, 1985, 229(4715): 713-717
 - 6 陈多福, 陈先沛, 陈光谦, 等. 热水沉积作用与成矿效应 [J]. 地质地球化学, 1997, 4(4): 7-12 [Chen Duofu, Chen Xianpei, Chen Guangqian, *et al.* Hydrothermal sedimentation and mineralization effect [J]. Geology-Geochemistry, 1997, 4(4): 7-12]
 - 7 薛春纪, 刘淑文, 冯永忠, 等. 南秦岭旬阳盆地中生界热水沉积成矿地球化学 [J]. 地质通报, 2005, 24(10/11): 927-934 [Xue Chunji, Liu Shuwen, Feng Yongzhong, *et al.* Geochemistry of hydrothermal sedimentary mineralization in the Lower Paleozoic of the Xunyang Basin, South Qinling, China [J]. Geological Bulletin of China, 2005, 24(10/11): 927-934]
 - 8 方维萱, 张国伟, 胡瑞忠, 等. 陕西二台子铜金矿床钠长石碳酸(角砾)岩类型及形成构造背景分析 [J]. 岩石学报, 2000, 16(3): 392-400 [Fang Weixuan, Zhang Guowei, Hu Ruizhong, *et al.* Analysis on tectonic background of formation and characteristics of albite carbonate brecciaite from Ertai Zi Cu-Au deposits in the Qinling orogen [J]. Acta Petrologica Sinica, 2000, 16(3): 392-400]
 - 9 彭润民, 翟裕生. 内蒙古狼山—渣尔泰山中元古代被动陆缘热水喷流成矿特征 [J]. 地学前缘, 2004, 11(1): 257-268 [Peng Runmin, Zhai Yusheng. The characteristics of hydrothermal exhalative mineralization of the Langshan-Zhaertai belt, Inner Mongolia, China [J]. Earth Science Frontiers, 2004, 11(1): 257-268]
 - 10 李江海, 冯军, 牛向龙, 等. 华北中元古带硫化物黑烟囱发现的初步报道 [J]. 岩石学报, 2003, 19(1): 167-168 [Li Jianghai, Feng Jun, Niu Xianglong, *et al.* The preliminary report on the discovery of black smoker chimney within the Mesoproterozoic sulphide deposit of North China [J]. Acta Petrologica Sinica, 2003, 19(1): 167-168]
 - 11 冯胜斌, 周洪瑞, 燕长海, 等. 东秦岭二郎坪群硅质岩热水沉积地球化学特征及其地质意义 [J]. 沉积学报, 2007, 25(4): 564-573 [Feng Shengbin, Zhou Hongrui, Yan Changhai, *et al.* Geochemical characteristics of hydrothermal cherts of Erlangping Group in East Qinling and their geologic significance [J]. Acta Sedimentologica Sinica, 2007, 25(4): 564-573]
 - 12 曾志刚, 秦蕴珊. 大洋钻探对海底热液活动研究的贡献 [J]. 地球科学进展, 2003, 18(5): 764-769 [Zeng Zhigang, Qin Yunshan. Contribution of ocean drilling to the study of seafloor hydrothermal activity [J]. Advance in Earth Sciences, 2003, 18(5): 764-769]
 - 13 Reyes A G, Massoth G, Ronde, *et al.* Hydrothermal mineralization in arc-type submarine volcanoes [J]. Geochimica et Cosmochimica Acta, 2006, 70(18): A528
 - 14 郑荣才, 王成善, 朱利东, 等. 酒西盆地首例湖相“白烟型”喷流岩—热水沉积白云岩的发现及其意义 [J]. 成都理工大学学报: 自然科学版, 2003, 30(1): 1-7 [Zheng Rongcai, Wang Chengshan, Zhu Lidong, *et al.* Discovery of the first example of “white smoke type” of exhalative rock (hydrothermal sedimentary dolostone) in Jiuxi Basin and significance [J]. Journal of Chengdu University of Technology: Science & Technology Edition, 2003, 30(1): 1-7]
 - 15 郑荣才, 文华国, 范铭涛, 等. 酒西盆地地下沟组湖相白烟型喷流岩岩石学特征 [J]. 岩石学报, 2006, 22(12): 3028-3038 [Zheng Rongcai, Wen Huaguo, Fan Mingtao, *et al.* Lithological characteristics of sublacustrine white smoke type exhalative rock of the Xiagou Formation in Jiuxi Basin [J]. Acta Petrologica Sinica, 2006, 22(12): 3028-3038]
 - 16 郭强, 钟大康, 张放东, 等. 内蒙古二连盆地白音查干凹陷下白垩统湖相白云岩成因 [J]. 古地理学报, 2012, 14(1): 59-68 [Guo Qiang, Zhong Dakang, Zhang Fangdong, *et al.* Origin discussion of the Lower Cretaceous lacustrine dolomites in Baiyinchagan sag, Erlian Basin, Inner Mongolia [J]. Journal of Palaeogeography, 2012, 14(1): 59-68]
 - 17 谭成仟, 刘池阳, 赵军龙, 等. 鄂尔多斯盆地高自然伽马值异常特征及主控因素研究 [J]. 石油地球物理勘探, 2007, 42(1): 50-56 [Tan Chengqian, Liu Chiyang, Zhao Junlong, *et al.* Study on feature of high natural gamma anomaly and main controlling factors in Ordos Basin [J]. Oil Geophysical Prospecting, 2007, 42(1): 50-56]
 - 18 邱欣卫, 刘池阳, 李元昊, 等. 鄂尔多斯盆地延长组凝灰岩夹层展布特征及其地质意义 [J]. 沉积学报, 2009, 27(6): 1135-1146 [Qiu Xinwei, Liu Chiyang, Li Yuanhao, *et al.* Distribution characteristics and geological significances of tuff interlayers in Yanchang Formation of Ordos Basin [J]. Acta Sedimentologica Sinica, 2009, 27(6): 1135-1146]
 - 19 王宣龙, 李厚裕, 冯红霞. 利用声波和自然伽马能谱分析泥岩裂缝储层 [J]. 测井技术, 1996, 20(6): 432-440 [Wang Xuanlong, Li Houyu, Feng Hongxia. Analysis of fracture-type shale reservoir using acoustic and natural gamma ray spectrometry logs [J]. Well Logging Technology, 1996, 20(6): 432-440]
 - 20 赵凤民. 中国碳硅泥岩型铀矿地质工作回顾与发展对策 [J]. 铀矿地质, 2009, 25(2): 91-97 [Zhao Fengmin. An review on geology study of carbonaceous-siliceous-pelitic rock type uranium deposit in China and the strategy for its development [J]. Uranium Geology, 2009, 25(2): 91-97]
 - 21 方适宜, 李佑威, 范少云. 海底热水沉积铀矿研究——以鄂西北碱性火山岩型与硅灰岩型铀矿为例 [J]. 大地构造与成矿学, 1992, 16(1): 105-106 [Fang Shiyi, Li Youwei, Fan Shaoyun. Studies of submarine hydrothermal-sedimentary Uranium deposits [J]. Geotectonica et Metallogenia, 1992, 16(1): 105-106]

Discussion of Hydrothermal Sedimentary Sequence in Baiyinchagan Sag of Erlian Basin, Inner Mongolia

GUO Qiang^{1,2} LI Zi-ying¹ QIN Ming-kuan¹ ZHONG Da-kang²
ZHANG Fang-dong³ JIA Cui¹ WU Jun⁴

(1. Beijing Research Institute of Uranium Geology, Beijing 100029;

2. College of Geoscience, China University of Petroleum(Beijing), Beijing 102249;

3. Research Institute of Exploration and Development, Zhongyuan Petroleum Exploration Bureau, Puyang, Henan 457001;

4. Lukeqin Oil Production Plant, Tuha Oilfield Company, PetroChina, Shanshan, Xinjiang 838202)

Abstract: The lower Cretaceous hydrothermal sedimentary rocks had been found in Baiyinchagan sag of Inner Mongolia Erlian basin in recent years. The hydrothermal sedimentary rocks were rich in special minerals including clay sized albite, ankerite, natrolite, franquanite, barite, etc., and were only developed in semi-deep to deep lacustrine facies. The hydrothermal sedimentary rock can also be characterized by its log response with extremely high GR(GR = 700 ~ 1 100 API), which is 2~4 times that of natural gamma value of normal argillaceous, and remarkably fluctuation in resistivity logging from as high as 2 000 $\Omega \cdot m$ to 0.2 $\Omega \cdot m$. By the petrologic characteristics of the hydrothermal sedimentary rocks, the detailed analysis of single well core, combined with the corresponding logging response features, four hydrothermal actives can be recognized in Tenggeer-Douhongmu formation in the study area. One hydrothermal process will form a low natural gamma value lithologic section- the peak shape high natural gamma value cyclic deposition. A complete hydrothermal process consists of three stages: ①Early overflow process which precipitate low GR dolomitic or zeolitic fine grain rock with dolomite and zeolite laminae, zebra or interface layer. And ②Jet flow process with increasingly active hydrotherm. The laminae or interface layer of dolomite and zeolite will be deformed or even disrupted and result in dolomitic fine grain rock and clastic rock consisting of dolomitic or zeolitic intraclasts. After the energy of hydrotherm exhausted the hydrothermal activity will return back. ③Sluggish overflow stage and results in argillaceous dolomite rock and partial dolomitic mudstone with extremely high GR response.

Key words: Erlian Basin; Baiyinchagan sag; Early Cretaceous; hydrothermal sedimentary sequence