新疆哈密大南湖地区层间氧化带特征研究

权志高.张甲民

(核工业 203 研究所, 陕西 咸阳 712000)

摘 要: 新疆大南湖地区的层间氧化带发育层位为中侏罗统西山窑组第二、三岩性段砂砾岩,以 褐黄色为主; 层间氧化带具多层性, 埋深 31~343 m, 厚度 2~138 m; 层间氧化带分为氧化带、氧化 - 还原过渡带和原生带; 铀矿体主产于氧化- 还原过渡带中; 新构造运动形成的最终构造格架控 制了层间氧化带的发育方向和基本形态, 不同粒度且非致密结构的砂砾岩和冲积扇相、辫状河相 沉积则决定层间氧化带发育的厚度和规模, 由南向北流的承压地下水造成区内层间氧化带前锋线 呈向北延伸的趋势。

关键词: 大南湖地区; 层间氧化带; 分带性; 铀矿化; 新疆 中图分类号: P613; P619.14 文献标识码: A 文章编号: 100+1412(2007)02-0113-05

> 河流- 三角洲相沉积,三间房组主要为湖泊相沉积, 新近系桃树园组主要为冲、洪积相沉积。



可采取地浸开采,生产成本较低,因此砂岩型铀矿床 是国内外找矿勘探的主攻目标。层间氧化带是中新 生代盆地地浸砂岩型铀矿化形成的基本地质环境, 层间氧化带型铀矿床是中新生代砂岩铀矿床最主要 的成因类型。笔者等近几年在新疆吐哈盆地进行地 浸砂岩型铀资源调查评价过程中,对大南湖地区层 间氧化带进行了详细研究。

1 地质概况

引言

0

大南湖凹陷是吐哈盆地南湖隆起内的一个次级 构造单元(图1),凹陷内基底岩石为石炭系变质火 山岩系和海西期花岗岩。盖层沉积自下而上依次为 下侏罗统三工河组,中侏罗统西山窑组、三间房组, 新近系桃树园组,其上普遍被第四系所覆盖。三工 河组主要为湖泊相沉积,西山窑组主要为冲积扇-

作者简介: 权志高(1956),男,陕西富平人,研究员级高级工程师,1982年毕业于南京大学地质系,一直从事铀矿地质科研和生产工作。



图 1 吐哈盆地构造单元划分示意图 (据纪友亮等修改,1998)

Fig. 1 Sketch of the tectonic division in Turpan-Hami basin

1. 一级单元分界 2. 亚一级单元分界 3. 盆地边界线
 4. 前中生代基岩出露区 5. 研究区位置

2 层间氧化带的基本特征

2.1 发育层位

层间氧化带是裂隙水、地表水、潜水沿粗碎屑为 主的较高渗透性岩层渗入,不断顺层向前运动中氧 化沿途岩石形成的后生蚀变带。区内层间氧化带发 育层位主要为中侏罗统西山窑组第二、三岩性段。 第二岩性段主要为曲流河和三角洲沉积,局部为辫

收稿日期: 2006-03-22; 改回日期: 2006-07-22

基金项目: 中国地质调查局国土资源大调查项目(200310100007)资助。

2.2 颜色

层间氧化带颜色以褐黄色为主,其次是玫瑰红 色和浅玫瑰红色,其他色调比较少见。层间氧化带 颜色是岩石后生褐铁矿化蚀变的显示,后生褐铁矿 化是氧化蚀变作用的主要矿物-地球化学标志。氧 化蚀变的褐铁矿化其铁源主要是沉积物中铁的低价 化合物(铁的硫化物、碳酸盐和硅酸盐)。褐铁矿全 部或部分地交代了铁的低价化合物,使灰色或浅绿 色岩石变为褐黄色、浅玫瑰红色,这些次生色可呈连 续的片状、条带状、斑点状等。岩石氧化蚀变的颜色 以黄色为主还是以红色为主,主要取决于新生的铁 氢氧化物的水化程度,黄色表明铁氢氧化物含有大 量的水,而红色则表明其水化程度较低^{①②}。

2.3 厚度、埋深、规模及形态

区内层间氧化带埋深 31~343 m, 平均 142 m, 变化范围较大,这主要与区段内层间氧化带所处的 部位及新构造作用影响程度有关。层间氧化带厚度 2~138 m, 平均 24.87 m, 主要受地层砂体厚度及岩 石自身的渗透性控制。

层间氧化带具有多层性的特点,据大南湖地区 24 个钻孔统计,层间氧化带层数 1~7 层,平均 3 层。西山窑组第二岩性段层间氧化带多层性的特点 明显,而第三岩性段层间氧化带主要表现出单层大 厚度的特点(如 ZK9652 孔、ZK0-98 孔、ZK63-72 孔 中所见)。

层间氧化带的形状在剖面上主要显示板状,多 层层间氧化带在剖面上呈叠瓦状;平面上,层间氧化 带前锋线往往表现为蛇曲状、港湾状。

层间氧化带走向延伸约 30 km, 倾向延伸 2~5 km。

3 层间氧化带的分带

根据氧化带中岩石矿物成分的变化、颜色,低价 铁矿物的转变,碳屑、有机质的存在情况及 Fe^{3+} / Fe^{2+} ,S_全等地化参数,区内层间氧化带大致可划分 为氧化带、氧化-还原过渡带(铀矿石带)和原生带 (图 2)。



图 2 新疆大南湖地区层间氧化带分带示意图

Fig. 2 Zoning sketch of the interlayer oxidation zone
1. 中侏罗统西山窑组第二岩性段 2. 泥岩、粉砂岩
3. 潜水氧化砂岩 4. 层间氧化带 5. 氧化还原过渡带
6. 原生灰色岩性带 7. 氧化还原界面

3.1 氧化带

一般情况下,氧化带可划分为完全氧化和不完 全氧化两个亚带,由于区内钻孔资料较少及工作程 度较低,很难详细划分出亚带,因此暂统称氧化带。 该带主要呈深浅不一的黄褐色、褐黄色,间或夹浅玫 瑰红色,色泽有陈旧、沉重感;带的上、下两侧有时可 见退色蚀变成灰白色。氧化带主要发育于透水性好 或较好的岩石中。岩石内低价铁矿物(如黄铁矿、菱 铁矿)全部或部分氧化,褐铁矿渲染岩石中的碎屑矿 物和胶结物,并沿着孔隙、裂隙发育,黑云母呈褐色 团块或消失,较少见到碳屑物质。岩石中 C_有 = $0.02\% \sim 0.74\%$,平均 0.17%; Fe³⁺ / Fe²⁺ = $1.3 \sim$ 5.2,平均 5.1; Σ S= $0.01\% \sim 0.07\%$,平均 0.02%。 **3.2**氧化-还原过渡带(铀矿石带)

位于层间氧化带的前端及两翼。岩石多为疏松 的深灰色、灰色、灰白色,有时为淡黄色或呈灰黑色 (但含黄色斑点、色晕)的矿石(ZK0-88)。粘土化较 发育,主要为高岭土化,次为伊利石化;多见粉末状、 微粒状黄铁矿、粉末状碳质物;矿石中存在大量吸附 铀、沥青铀矿、铀石;在某些钻孔中也可见到氧化矿 化岩,其特点是在灰色矿化段不时见到黄色斑点、色

① 夏同庆译, 层间渗入成矿作用(内部资料)。 咸阳: 核工业二〇三研究所, 1996。

② 狄永强译, 乌兹别克斯坦共和国乌奇库杜克型铀矿床(内部资料)。 咸阳:核工业二 0 三研究所, 1996。

晕。过渡带 C_有= 0. 07% ~ 0. 75%, 平均 0. 34%; Fe³⁺ / Fe²⁺ = 0. 77~ 6. 55, 平均 3. 05; Σ S= 0. 16% ~ 3. 66%, 平均 1. 31%。

3.3 原生带

由灰色、浅灰色、灰白色砂岩、含砾砂岩、砂质砾 岩等组成。岩石中黄铁矿、碳屑物、菱铁矿、黑云母 未发生明显变化,仅见长石及黑云母有轻微的水解 现象。其中 C_有= 0.06% ~ 1.44%,平均 0.51%; ${\rm Fe}^{3+}$ / ${\rm Fe}^{2+}$ = 0.51~ 1.71,平均 1.03; Σ S= 0.19% ~ 0.39,平均 0.27%。

4 层间氧化带的岩石及微量元素地球 化学特征

大南湖地区后生氧化蚀变岩石、未蚀变原生灰 色岩石及氧化还原过渡带附近的异常(或矿石)的化 学分析结果(表 1)显示: $①v(SiO_2)$ 在氧化岩石中最 高,在后生灰色岩石中次之,在铀矿石中最低;这主 要与相关岩、矿石所处沉积环境的微相位置有关,也 说明在后生蚀变过程中 SiO₂ 不断被带出; ②w(TFe2O₃)在铀矿石中最高,在未蚀变原生灰色岩石 中次之,在后生氧化蚀变岩石中最低;表明 Fe 在氧 化带有带出,在氧化还原过渡带有富集现象; ③w(CaO), $w(MgO), w(MnO), w(TiO_2)$ 均表现为在 铀矿石中富集; ④v(NacO)在铀矿石中最低,在后 生氧化带中次之,在原生中最高;反映了 NacO 性质 活泼,有在矿石带带出、在原生岩石带沉淀现象; ⑤ $w(Al_2O_3), w(K_2O)$ 和 $w(P_2O_5)$ 则相对稳定,在各 带中无明显的变化。

4.1 岩石化学成分

表1 大南湖地区岩石化学成分 Table 1 Petrochemistry of Dananhu area

_													
	岩 性				化		学 成	分(w _B /%)					
		SiO_2	Al_2O_{3}	TFe_2O_3	CaO	$M\mathrm{gO}$	MnO	T iO $_2$	P_2O_5	K_2O	Na_2O	nnn	总量
	褐黄色细砂岩(8)	75.71	11.87	2.18	0.75	0.9	0.04	0.44	0.06	2.98	1.54	3.27	99.75
	褐黄色中砂岩(2)	79.19	9.71	1.55	0.86	0.72	0.02	0.35	0.03	2.92	1.07	3.27	99.57
	褐黄色粗砂岩(2)	75.5	11.75	2.21	0.91	0.93	0.03	0.41	0.06	2.89	1.27	3.79	99.93
	浅玫瑰红细砂岩(1)	78.53	10.17	1.63	0.80	0.96	0.02	0.32	0.03	2.96	1.18	3.19	100.01
	浅玫瑰红粗砂岩(1)	79.81	9.27	1.18	1.56	0.46	0.02	0.18	0.02	2.82	1.17	2.84	99. 59
	氧化岩石平均值	77.75	10.55	1.75	0.98	0.79	0.03	0.34	0.04	2.91	1.25	3.27	99.66
	灰色中砂岩矿石(1)	73.54	10.06	3.10	2.63	0.91	0.05	0.5	0.06	2.76	0. 98	5.07	100.16
	灰色细砂岩(3)	74.70	11.78	3.37	0.64	0.81	0.03	0.41	0.06	3.01	1.43	3.67	99. 93
	灰色中砂岩(4)	74. 79	23. 39	2.38	1.28	0.78	0.04	0.45	0.10	2.70	1.86	3.66	99.73
	原生岩石平均值	74.75	17. 59	2.88	0.96	0.79	0.04	0.43	0.08	2.86	1.65	3.67	99.83
	平均值	76.47	12, 25	2.20	1.18	0.81	0.03	0.38	0.05	2.88	1.31	3.60	99, 83

注:样品由核工业西北分析测试中心分析,括号中数字为样品数。

4.2 特征元素地球化学特征

对工作区大南湖凹陷 82 个样品进行了特征元 素分析(表 2),结果表明:①原生灰色岩石中的w(U)明显大于氧化带岩石,说明在氧化过程中铀被 带出;玫瑰红色和棕红色岩石中的铀、钍的质量分数 低于褐黄色同类岩石;②不管是氧化岩石还是原生 灰色岩石,总体上粒度越细,铀、钍的质量分数就越 高;③有机碳 $w(\operatorname{org} C)$ 在原生岩石和铀矿化(异常) 岩石中明显高于氧化岩石; Fe^{3+} / Fe^{2+} 在氧化带岩 石中和原生灰色岩石中的质量分数与各自所处氧化 - 还原环境相对应; ④ $w(CO_2)$ 的特征表明本区岩石 总体上属弱碳酸盐类岩(矿)石,铀的富集作用与 CO_2 有一定关系; ⑤v(S)在铀矿化、异常岩石中远 大于原生灰色岩石,而在原生灰色岩石中又远大于 氧化岩石,说明在氧化作用过程中S有明显地带出, 并富集于氧化- 还原过渡带;⑥区内岩石原生地球 化学类型为灰色- 黑色, $w(\operatorname{org} C) = 0.51\%$, Fe^{3+} / $\operatorname{Fe}^{2+} = 1.03$,还原能力强,有利于层间氧化带型铀矿 床的形成。

表 2 大南湖地区岩石特征元素分析结果

Table 2 The characteristic element analysis of rocks in Dananhu area

 	样品数			分	析 结	果 (w)	果 (<i>w</i> _B /%)			E 3+ / E 2+
石注	(个)	U(10-6)	T h(10- 6)	org C	CO_2	S	TFe_2O_3	$\mathrm{F}\mathrm{e}^{3+}$	Fe ²⁺	-re ³ /re ³
褐黄色细砂岩	13	3.73	6.32	0.05	0.51	0.01	2.69	1.39	0.38	3.65
褐黄色中砂岩	16	2.78	6.03	0.03	0.18	0.01	2.04	1.17	0.25	4.61
褐黄绿色粗砂岩	9	3.02	6.34	0.03	0.14	0.01	1.72	0.92	0.29	3.23
浅褐黄色砂砾岩	1	2.90	8.5	0.74	0.37		3.86	1.53	1.17	1.31
玫瑰红色细砂岩	3	1. 6	4.07	0.02	1.28	0.01	1.52	0.9	0.17	5.29
棕红色中砂岩	1	2.1	6.7	0.02	0.1	0.01	2.13	1.16	0.33	3.52
浅玫瑰红色粗砂岩	1	1. 8	5.5	0.02	0.74	0.01	1.17	0.62	0.20	3.10
浅褐黄泥质粉砂岩	2	3. 7	10.05	0.39	0.18	0.07	2.67	1.10	0.77	1.43
杂红色泥岩	2	4.45	9.5	0.19			5.39	2.89	0.63	4.59
氧化岩石平均值		2.90	7.00	0.17	0.44	0.02	2.58	1.30	0.47	3.41
灰色细砂岩	5	2.60	6.78	0.17	0.29	0.34	3.45	0.81	1.60	0.51
灰色中砂岩	7	2.09	7.06	0.06	0.36	0.21	2.48	1.10	0.64	1.71
灰色粗砂岩	8	4.28	6.33	0.07	0.10	0.19	1.63	0.63	0.52	1.21
灰色泥岩	5	5.06	11.02	0.79	0.64	0.39	4.27	1.23	1.76	0.70
碳质泥岩	2	7.15	13.85	1.44	0.34	0.22				
原生岩石平均值		4.24	9.01	0.51	0.35	0.27	2.96	0.94	1.13	1.03
灰色中砂岩铀矿石	1	340	7.4	0.16	1.75	0.44	3.10	1.77	0.40	4.43
灰色中砂岩铀异常	1	30.3	6.67	0.75	0.96	0.16	2.47	0.75	0.98	0.77
灰色细砂岩铀异常	1	43.9	6.20	0.07	0.10	3.66	5.68	3.43	0.54	6.55
灰色砾岩铀异常	3	30.1	9.8	0.43	1.27	0. 98	2.74	1.43	0.49	2.92
灰色泥岩铀异常	1	42.9	11.9	0.31			4.23	1.07	1.89	0.57
矿石、异常平均值		97.44	8.39	0.34	1.02	1.31	18.22	3.64	0.86	3.05

注:样品由核工业西北分析测试中心分析。

4.3 微量元素地球化学特征

大南湖凹陷 46 个样品的微量元素化学分析表 明: ①V, Ga, Mo, Ge 在铀矿化(异常)带质量分数最 高, 分别平均为 53. 95×10⁻⁶, 18. 49×10⁻⁶, 2. 45× 10⁻⁶和 1. 10×10⁻⁶; 在原生灰色岩石带次之, 分别 平均为 50. 44×10⁻⁶, 14. 25×10⁻⁶, 1. 00×10⁻⁶和 1. 28×10⁻⁶; 在氧化岩石中最低, 分别平均为 49. 98 ×10⁻⁶, 11. 31×10⁻⁶, 0. 78×10⁻⁶和 1. 22×10⁻⁶; 反映了这些元素在氧化带被带出, 在氧化–还原过 渡带相对富集的特征; ②8c 元素在原生灰色岩石中 富集(8.08×10⁻⁶), 在氧化带和氧化还原过渡带变 化不大(分别为 6. 63×10⁻⁶和 6. 77×10⁻⁶); ③Re 元素在铀矿化(异常)岩石中富集(0. 21×10⁻⁶), 在 氧化岩石和原生灰色岩石中基本无变化(均为 0. 14 ×10⁻⁶); ④8e 元素在铀异常、矿化带明显富集, 在 氧化岩石和灰色岩石中则变化较大。

5 层间氧化带与铀矿化的关系

区内铀矿化类型属层间氧化带型,铀矿化与层 间氧化带发育存在直接的成因关系。富氧水在层间 运移的过程中,浸取所经目的层中的铀元素,形成富 铀含氧水。在向前运移的过程中,随着自由氧的不 断消耗,在还原地球化学障附近铀元素被还原沉淀, 形成铀矿化或铀异常。换句话说,铀矿化形成于氧 化-还原过渡带;空间上,氧化-还原过渡带位于层 间氧化带前锋线及距前锋线不远的层间氧化带上、 下翼(图 3)。



图 3 ZK512-47 孔 175~ 196 m 层间氧化带与轴矿化关系图

Fig. 3 The interlayer oxidation zone vs uranium mineralization sketch at 175-196 m in ZK512-47 borehole 1.碳质泥岩 2.氧化砂岩、砾岩 3.钙质胶结砂岩

6 层间氧化带发育的主要控制因素

6.1 构造作用控制因素

众所周知, 层间氧化带形成的前提条件是: 目的 层沉积之后遭受后期构造作用掀斜抬升, 在干旱气 候条件下, 承压含氧水对原生灰色渗透地层进行后 生蚀变改造。大南湖地区早侏罗世沉积了三工河 组, 中侏罗世连续沉积了西山窑组和头屯河组; 中侏 罗纪晚期一早第三纪, 区内受构造运动影响挤压隆 升, 形成宽缓的复式褶皱; 在靠近物源区及部分隆升 地段, 上覆的头屯河组被剥蚀殆尽, 找矿目的层西山 窑组暴露地表遭受后生改造作用, 在干旱气候条件 下形成层间氧化带; 早第三纪晚期, 本区下陷并沉积 了桃树园组和葡萄沟组之后再次抬升, 遭受剥蚀和 后生改造并发育层间氧化带。新构造作用形成的最 终构造格架控制了层间氧化作用带的发育方向和基 本形态,区内层间氧化带的发育方向主要为由南向 北,形态为复杂多变的港湾状。

6.2 岩性、岩相控制因素

层间氧化带仅发育在具渗透性的地层中,因此 发育层间氧化带的地层岩性为不同粒度且非致密结 构的砂岩和砾岩,这些岩石的厚度和规模则决定层 间氧化带发育的厚度和规模。前已述及,区内层间 氧化带发育层位为西山窑组第二、三岩性段;第二岩 性段主要为曲流河和三角洲沉积,岩性、岩相变化不 大,渗透性砂岩体具有厚度较小、层数较多的特点, 该段内的层间氧化带同样厚度较小、层数较多;第三 岩性段主要为冲积扇和辫状河沉积,砂岩体厚度、规 模较大,岩性、岩相变化较快,该段内发育的层间氧 化带也具厚度大、层数少、变化较复杂的特点。

6.3 地下水动力控制因素

层间氧化带是地下层间含氧水对目的层蚀变改 造作用的结果,完善的补- 迳- 排系统是形成层间 氧化带的前提条件。区内大南湖凹陷以南的觉罗塔 格山和北侧的南湖凸起均可形成对大南湖凹陷地下 水的补给,但由于觉罗塔格山承压水水头高于南湖 凸起及目的层与觉罗塔格山主要为超覆沉积接触, 与南湖凸起主要为断层接触,致使区内承压地下水 的流向主要为由南向北,地下水的排泄源为凹陷内 的中央断裂和凹陷北缘断裂;相应地,区内发育前锋 线向北延伸为主的层间氧化带。由于新构造作用形 成的构造格架对地下水流向的影响,形成了复杂多 变的层间氧化带前锋线形态。

参考文献:

[1] 仉宝聚. 富大铀矿床与同位成矿[J]. 国外铀金地质, 2000, 17
 (1): 5-7.

THE STUDY ON INTERLAYER OXIDIZATION ZONE IN DANANHU AREA OF XINJIANG

QUAN Zhi-gao, ZHANG Jia-min

(Institute of Uranium Deposit, No. 203, Nuclear Industry, Xianyang 712000, China)

Abstract: The interlayer oxidation zone are mainly in brownish yellow color and multi-layers developed in the sandy conglomerate of the second and third lithologic members of Xishan formation of Middle Jurassic Series. The interlayer oxidation zone is composed of oxidation zone, transitional zone from the oxidation

(下转第124页)

- [13] 孙粉锦,许化政,陈孟晋.鄂尔多斯深盆气[J].现代地质, 2001,15(3):309-314.
- [14] 张书成, 仇宝聚, 何弈强, 等. 大规模(铀) 成矿作用及矿集区 研究[R].北京:核工业北京地质研究院, 2002. 20-22.
- [15] 张复新.砂岩型铀矿与浅成低温热液矿床[A].盆地多种能源 矿产共存富集成藏(矿)研究进展[C].北京:科学出版社, 2006.164171.
- [16] 杨俊杰. 鄂尔多斯盆地构造演化与油气分布规律[M]. 北京:

石油工业出版社,2002.

- [17] Galloway W E, Hobday D K. Terrigenous clastic depositional systems-application to petroleum, coal and uranium exploration[M]. Springer-Verlag New York Inc., 1983.
- [18] Rasmussen B, Glover J E. Fluid evolution interpreted from diagenetic assemblages and salinity data in Permo-Triassic s andstone, Northem Perth basin, Westem Australia[J]. Journal of Sedimentary Research, 1996, 66(3): 495-500.

THE BACKGROUND AND CONDITION OF THE SANDSTONE URANIUM DEPOSIT- CONCENTRATED AREA AND MINERALI ZATION —EXAMPLE OF DONGSHENG SANDSTONE URANIUM DEPOSIT ZONG Jing ting¹, ZHANG Ft xin², QIAO Hai-ming^{2,3}

Department of Environment and Tourism, Xián College of Arts and Sciences, Xián 710065 China;
 Department of Geology, Northwest University, Xián 710069 China;
 No. 203 Research Institute of Nuclear Industry, Xianyang 712000 China)

Abstract: The paper elaborates the geotectonic background and puts forth that the geological setting and the basin type and the late tectonic rework are the prerequisites of the formation of sandstone uranium deposits. The deposits are constrained by exogeneous sedimentary condition, subsequent hydrological condition and physic chemical environment. Ore mechanism and evolusion of the sandstone uranium deposits and their spatial distribution pattern etc. are discussed. Taking Dongsheng large size uranium deposit as an example geological background of Ordos basin and metallogenic condition and geological characteristics, metallogenesis and ore control factors of uranium deposits in the basin are discussed and the specially phased mineral group formed in the diagenetic, subsequent, low temperature hydrothermal ore forming stages are pointed out and mineralogical, physic-chemical evidences of uranium metalloogenesis are also discussed. Dongsheng large size sandstone uranium deposit is characterized by the pre-concentration of sedimentary uranium-paleo interformation oxidation and leaching-subsequent secondary reduction and replacement genesis.

Key Words: metallogenic background; metallogenic condition; metallogenesis; sandstone uranium deposit; Dongsheng uranium deposit; Inner Mongolian

(上接第117页)

to reduction and the primary ore zone. They are 2-138m thick buried at depth of 31-343m. The uranium ore body occurs in the transitional zone. The structural frame formed during the neotectonic movement controls direction of the oxidation zones and their morphology. Variant grain and incompact texture of the sandy conglomerate and alluvial fan and the sedimentary phase of braided river channel control the thickness and size of the oxidation zone and the flowing from south to north of the confined water leads the northward extension of the front of the oxidation zone.

Key Words: Dananhu area; interlayer oxidation zone; zoning; uranium mineralization; Xinjiang