

[文章编号] 1001-7356(2001)04-0271-05

南康市潭口碘矿形成环境分析及成因探讨

吕少伟, 张永忠

(江西省地质调查院, 江西 南昌 330201)

[摘要] 本文从红盆地地质背景入手, 分析了碘富集成矿的水文地质构造环境、有机地球化学环境、古温度环境、电化学作用环境及水文地球化学环境等因素, 并在此基础上, 对其成因作了初步探讨。

[关键词] 碘矿; 环境分析; 成因; 潭口; 江西

[中图分类号] P619.21+1 [文献标识码] A

江西 908 地质大队于 1974 年在南康潭口一带的红盆地中, 探明面积约 70km² 范围内具一定工业品位的含碘盐卤水区^①。当年, 虽在该区投入了较大的工作量, 但因勘察范围小, 运用的传统理论及方法不能充分反映盆地的充填序列和演化历史, 也不能准确地反映出不同沉积体系及相组合间的关系, 其成矿环境及成因未能查明。在“八五”、“九五”期间, 通过运用层序地层学理论, 结合沉积基准面旋回变化过程—响应沉积学原理, 采用构造—岩性—岩相填图新方法, 开展了 1:5 万区调工作, 对红盆的生成及充填演化有了突破性的认识。结合相关资料综合分析, 在一定程度上对其成矿环境及碘成因有了新的认识。该项成果, 对在类似红盆开展碘资源的勘查工作, 具有指导意义。

1 红盆地地质背景

据有关资料^②, 赣州红盆发育两组影响盆地基底的同沉积断裂, 一组为北东向断裂, 是盆内的主体断裂体系, 控制了盆地的边界、延伸和盆内的次级构造单元, 将盆地划分为北西部的浅拗陷带, 中部的深拗陷带, 南东部的构造斜坡带; 另一组为北西向断裂, 将盆地划分为沿走向分布的次级隆起和拗陷, 导致盆内充填厚度在纵向上的明显变化。正是受控于这种走向分布的次级隆起和拗陷, 导致盆内充填厚度

在纵向上的明显变化。正是受控于这种半地堑的构造格架, 自白垩纪晚世以来, 盆内充填了巨厚的紫色陆相碎屑岩建造(北西部厚 1 041m, 南东部 2 106m)。其岩石地层、层序地层及体系域的划分见表 1。

盆地充填演化总体分析表明, 潭口一带面积约百余平方公里的范围内, 地处构造斜坡带位置(图 1), 为自周田期以来的沉降中心, 长期有深水湖泊存在, 至灌溪期, 盆地快速沉降, 在盆缘断裂内侧, 碎屑物直接灌入湖盆, 形成了一套粗碎屑的扇三角洲沉积, 往湖中心过渡为一套细碎屑的湖相沉积。另物探资料显示, 潭口一带深部存在玄武岩体; 钻孔揭露 900m 以下仍有断层活动。

2 成矿环境分析

碘元素的生成与聚存, 与水文地质构造、有机地球化学、古温度、电化学、水文地球化学等环境因素密切相关。

2.1 水文地质构造环境

如前所述, 含碘工业原料盐卤水分布于自灌溪期以来的沉降中心, 地处构造斜坡带位置, 灌溪期宏冈组的粗碎屑快速充填, 因吸纳大量的地表水而成为饱水层, 湖相沉积的细碎屑岩成为良好的隔水层, 在其接触带部位成为沉积水有利的赋存空间, 形成

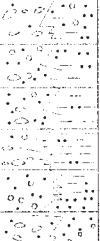
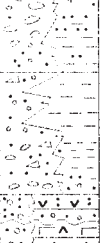
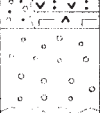
[收稿日期] 2001-07-11

[作者简介] 吕少伟(1969-), 男, 江西大余人, 工程师, 从事区域地质调查工作

① 江西 918 地质队, 南康潭口碘矿地质普查报告, 1974。

② 根据赣州盆地 1:5 万、1:20 万区调及物探成果资料。

表1 赣州盆地岩石地层和层序地层单位划分

岩石地层			充填 序列	层序地 层									
群	组	段		层序级 别				沉 积 体 类 型	体系域及界面性质				
				I	II	III	IV						
瀟 溪 群	宏云 冈楼 组	六		I ₁	II ₂	III ₅	IV ₁₄	扇三角洲-浅湖-湖三角洲	LRST	HST LTST			
		IV ₁₃					扇三角洲-滨浅湖-滨岸	FT					
		IV ₁₂					砂坝-辫状河三角洲	LRST					
		IV ₁₁					角砾扇-浅湖-冲积扇-扇三角	LR					
		IV ₁₀					洲; 扇三角洲-浅湖-湖三角洲	mf _s					
		IV ₉					扇三角洲-浅湖-湖三角洲	LF					
赣 州 群	小周 田组	上段				I ₁	II ₁	III ₃	IV ₈		扇三角洲-滨浅湖- 辫状河三角洲	LTST	HST LTST
		IV ₇							冲(洪)积扇-浅湖、次深湖- 扇三角洲; 河流、辫状河三 角洲-滨浅湖-扇三角洲		LTST		
		IV ₆							深湖扇三角洲-深湖-冲积扇- 扇三角洲-深湖		LR		
		IV ₅							扇三角洲-深湖- 辫状河三角洲		mf _s		
		III ₂							IV ₄		冲积扇-扇三角洲-滨浅湖- 河流; 扇三角洲-次深湖- 辫状河三角洲	LF	
									IV ₃			TT	
	III ₁			IV ₂	冲积扇-河流-扇前辫状河 三角洲-火山事件沉积			LTST					
				IV ₁				SB ₂					
								LSF					
								HM					
					LSF								
		古 生 代 地 层											

注: SB₁、SB₂ 构造运动面; TT 相转换面; LF 湖泛面; mf_s 最大湖泛面; LR 湖退面; FT 同相叠覆面; HM 火山事件沉积面; FD 同相沉积间断面; LTST 湖进体系域; LHST 湖泛体系域; LRST 湖退体系域; LSF 低水位楔; HST 高水位域

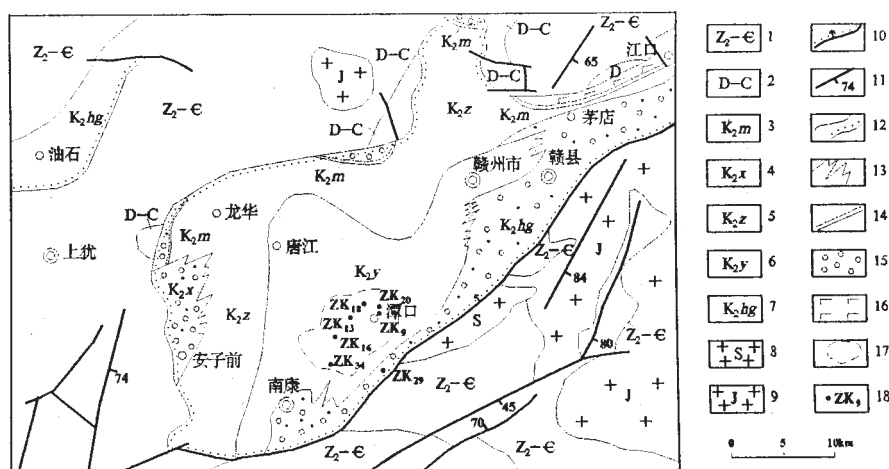


图1 南康潭口含碘盐卤水分布地质略图

1.上震旦统一寒武系 2.泥盆系-石炭系 3.上白垩统茅店组 4.上白垩统小山下组 5.上白垩统周田组 6.上白垩统云楼组 7.上白垩统宏冈组 8.志留纪花岗岩 9.侏罗纪花岗岩 10.同沉积断层 11.断层 12.整合地层界线、角度不整合界线 13.相变地层界线 14.超覆地层界线 15.砾岩 16.玄武岩 17.含碘盐卤水分布区 18.钻孔位置及编号

了沉积水封存的相对闭合的古水文构造区。埋藏于深部的古沉积水,经过漫长的地质及化学作用变迁、发展,其现代水文地质构造十分复杂,对含碘工业原料盐卤水的分布仍起着重要的控制作用。潭口碘矿勘查结果表明,含碘量较高的盐卤水,分布于水动力滞缓带的现代水文地质构造区,如潭口碘矿勘查施工的钻孔,在揭露到溶蚀裂隙孔隙水后,初时地下水喷出井口数米至数十米,随时间的后移,水头压力渐趋减弱,水位埋深只在0.5~4.5m。ZK₁₂号孔经生产抽水,水位降至380m,经过两年时间的恢复,水位才回升至100m,而距ZK₁₂号孔仅400m,孔口高程相同,含水层处于同一构造带,同一层位的ZK₂₀号孔,水位始终保持在1.7m不动,表明地下水接受补给能力较弱,水交替作用缓慢,连通性差;而在同一地区浅部或某些较深部位,由于岩石风化破碎,地下水迳流通畅,水交替循环迅速,排泄条件良好,水质类型为HCO₃型微酸至微碱性淡水。

总之,古水文地质构造环境主要控制着碘向工业原料聚集阶段的地球化学条件,而现代水文地质构造环境则主要控制着富含碘的工业原料盐卤水保存阶段的地球化学条件。

2.2 有机地球化学环境

理论上,碘与沥青/有机碳、有机碳存在不同程度的正相关关系(前者表明有机质向石油的转化程度),表明碘起源于生油及非生油两种类型的有机质。在赣州盆地曾进行过大规模石油普查,结果表明,潭口含碘盐卤水中的碘应与后者关系更为密切。通过对赣州盆地各阶段充填特征及古生物化石资料分析,反演各阶段古气候环境,认为赣州期由温湿型气候向干旱型气候转化,以后者为主,而灌溪期则是由湿热与干旱两种气候交替旋回,以前者为主。两时期均存在适于动植物生存繁衍的气候环境,尤其是灌溪期,多为亚热带气候,在灌溪期IV₁₁、IV₁₂两个四级层序中保存有大型食肉类恐龙蛋及骨骼化石,多种植物化石及多种生物遗迹构造,从食物链的角度来看,这一时期动、植物应当相当繁盛。突发性的自然灾害,使它们迅速掩埋,导致灌溪期充填IV₁₁、IV₁₂两个四级层序形成初始期碎屑中富含有机质成分,为碘的富集提供了充足物源保障。

2.3 古温度环境

溶解于地下水中的大部分碘归因于复杂的含碘有机化合物的分解破坏。在这一过程中,温度因素起着相当重要的作用。据M.Hunt(1987)研究认为:“在岩石及与有关的有机质转化的最初低温(65~100℃)阶段,由于破坏腐植酸与腐植质,相当大部分的碘进入地下水,继之而来的高温阶段的特点则是:由于不溶解滤渍和沥青化化合物的非皂化的有机质大分子的结构退化作用而使碘元素富集”。

对潭口碘矿普查时,908队施工6个钻孔,经提筒抽水测定温度为33℃±,并显地热增温,增温梯度为4.4℃±/百米,另据物探资料,红层深达2000m以上,且深部有安山玄武岩体,含碘盐卤水中的氟的存在,表明火山喷发作用已波及到古沉积水,钻孔揭露900m以下仍有断裂活动,局部的断裂活动可产生较大的热量。上述几个方面,产生的温度效应,在一定程度上,均可保证腐植酸、腐植质及不溶解滤渍和沥青化化合物的非皂化的有机质大分子分解破坏。需指出,它们并非合力同时发挥作用,而是在漫长的地质历史时期,先后不断的作用于富含有机质的灌溪期IV₁₁、IV₁₂两个四级层序充填,使复杂的含碘有机化合物充分分解破坏,最终富集成矿。

2.4 电化学作用环境

理论上,水分子的弱极性和碘分子的非极性,决定了碘分子在水中的溶解度极小,而碘主要呈离子状态在水中赋存,因此,碘在水中的聚集,受控于如下的电化学过程:2I⁻=I₂+2e⁻+0.58v,碘只能大量聚集在Eh值低于0.58v的水中,据普查报告,碘形成于弱氧化及过渡带弱碱性—碱性环境(Eh=-123~-196.05mv,pH=7.6~8.57),保存于还原硫化氢带弱酸性—弱碱性环境(Eh=-206.48~-138.75mv,pH=7.2~8.3)。

2.5 水文地球化学环境

表2列出了潭口含碘盐卤水各组分的含量,揭示了碘与其它组分之间的关系,反应了碘富集的水文地球化学环境。

(1) 赋存于潭口一带深部灌溪群内的地下水中的碘,在介质氧化—还原和弱酸—弱碱性的环境下稳定,碘的较高浓度见于pH值由7.2~8.3的弱酸性—弱碱性水,高浓度的含碘地下水,pH值一般为7.3±,以变化范围较窄为特征,Eh值变化范围较宽,

表 2 南康市潭口含碘盐卤水化学成分(单位: mg/l)

孔号	见卤深度(m)	K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Li ⁺	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻	CO ₃ ²⁻	I ⁻	Br ⁻	F ⁻	pH	矿化度	水质类型
ZK ₅	673~696	29.9	1951.1	166.3	22.3	2	1915.1	1958.4	95.8	0	2				6200	Cl ⁻ +SO ₄ ²⁻ -Na ⁺
ZK ₉		73.5	24180	1422	387	75.2	25325	4448	4193	0	45	35	15	7.2	48800	Cl ⁻ -Na ⁺
ZK ₁₂		20	4000	437	42.6	8.8	3129	4693	132.5	0		1.3			12500	SO ₄ ²⁻ +Cl ⁻ -Na ⁺
ZK ₁₃	1036.53~1053.80	57	7790	521	640	31	6134	8630	319	15	9	11	24	8.3	22800	SO ₄ ²⁻ +Cl ⁻ -Na ⁺
ZK ₁₅		65	655	100.3	21.9	0.05	299.5	1223.7	134.2		0.05				2400	SO ₄ ²⁻ -Na ⁺
ZK ₁₈		4.2	208.1	22.8	2.8	0.3	163.6	169.6	100.7		0.2				610	Cl ⁻ +SO ₄ ²⁻ -Na ⁺
ZK ₂₀	774~791	64	11722	3633	312	50	22577	4183	146	6.3	40	12	12	7.3	34700	Cl ⁻ -Na ⁺
ZK ₂₉	241.75~253	20	4987	499	140	6.5	2818	7864	214	8.5	3.2	6.5	7.2	7.7	16300	SO ₄ ²⁻ +Cl ⁻ -Na ⁺

通常在-200~+200mv 之间,属于弱氧化带—过渡带—还原带水。

(2) 含碘地下水的矿化度变化范围为 0.61~48.8g/l,而碘的高浓度通常见于矿化度大于 30g/l 的盐卤水中。

(3) 富含碘的工业原料水,其阴离子以 Cl⁻为主,阳离子则以 Na⁺为主。

(4) 碘的高浓度见于含大量硫化氢气体的地下水,其中同时含有较多的溴、锂、氟等微量元素。

(5) 根据 I-K 相关性关系图,碘与钾明显呈正相关,说明其可能同属有机成因及水成因的非淋滤性质。

(6) 碘与水中其它组分关系不密切。

3 成因探讨

碘的成生与聚存,是随同被封存的沉积水历经沉积、埋藏、封存 3 个阶段发展演化而来。每个阶段的变化具有继承性、递进性,由不稳定趋向稳定,最终形成具有现代水文地球化学特征的含碘工业原料水。

沉积阶段:盆地发展演化至灌溪期,由于构造与气候的高度耦合,大量的粗碎屑直截灌入湖盆,其结果,湖相沉积的细碎屑岩成为良好的隔水层,而扇三角洲粗碎屑岩,因吸纳大量的地表水而成为饱水层,随着充填的延续,在湖相沉积与扇三角洲沉积接触带部位,成为沉积水良好的封存场所。同时,因突发性的自然灾害,使得这一时期繁盛的动植物被迅速掩埋,导致生碘层(灌溪期充填 IV₁₁、IV₁₂ 两个四级层序沉积组合)的形成。

埋藏阶段:埋藏于地下的沉积水,由于围岩富含有机质,在以地质年代计的漫长时期和地壳深部 1km 左右处的压力和温度环境下,将发生显著的变质作用,是以有机质为还原剂的脱硫酸作用及其派

生的脱碳酸作用,这种作用,导致了腐植物里有机物的氧化分解及类脂化合物的断裂反应,从而促使碘从有机物中脱出,并在地下水中聚集。所以起源于有机质的碘,在封存水中的分布,便与封存水的变质程度密切相关,其作用机理,决定了深变质沉积水一般为 Cl⁻·(HCO₃⁻)-Na⁺·Ca²⁺型或 Cl⁻·(HCO₃⁻)-Na⁺·Ca²⁺型卤水, r_{Na^+/rCl^-} 为 0.78~0.87,变质沉积水一般为 Cl⁻·(SO₄²⁻)-Na⁺·Ca²⁺型卤水, r_{Na^+/rCl^-} 一般为 0.85~0.87,浅变质沉积水一般为 Cl⁻·SO₄²⁻-Na⁺·Ca²⁺型盐水, r_{Na^+/rCl^-} =0.99。据潭口碘矿取样分析(表 2),碘主要富集在变质程度较高的沉积水中。前已述及,温度是促使碘从有机物中脱出,并在地下水中聚集的最重要因素之一,保证沉积水发生变质作用的古温度可源于正常地热增温,也可来源于火山喷发作用或断裂构造活动的能量释放,总之,都受到古构造条件的控制。显然,古构造条件控制着古温度场,也就控制着沉积水的变质程度,进而控制着碘浓度场的分布。碘富集封存水中,其平均品位高达 24.3mg/l,而在淋滤水中一般接近于零,其机理在于封存水形成的必要的古、现代水文地质构造环境,对于碘主要呈离子状态在水中聚集,提供了有利的地球化学环境。

封存阶段:这一阶段,盐化作用、脱硫酸作用及其派生的脱碳酸作用臻于完成, r_{Na^+/rCl^-} =0.78~0.87, pH=7.2~8.3, Eh=-206.48~-138.75mv,水型变为 Cl⁻·(HCO₃⁻)-Na⁺·Ca²⁺或 Cl⁻·(HCO₃⁻)-Na⁺·Ca²⁺型,溴、碘、锂等富集,形成具有现代水文地球化学特征的工业原料盐卤水。同时,由于后期构造活动,可能使局部封闭的现代水文地质构造区得以破坏、改造,而转化为亚闭型,甚至开型现代水文地质构造区,导致渗入水与相当比例的沉积水混合,碘及常量组分所赋存的水文地球化学环境改变,其结果,造成了水型的改变及碘与常量组分浓度的减小,表 2 各项数据之间的关系,明显揭示了这一现象的存在。

4 结论

通过对南康潭口碘成矿环境分析及成因讨论,总结出如下规律性的认识:

(1) 碘起源于生油及非生油两种类型的有机质,潭口含碘盐卤水中的碘与后者关系更为密切。灌溪期充填 IV_{11} 、 IV_{12} 两个四级层序地层形成初始期碎屑中富含陆成动植有机质,为生碘层。碘与成岩早期碎屑物中有机质的丰度呈正相关关系,而与岩石类型关系不大,其对储水层而言是次生的。

(2) 温度是促使碘从有机物中脱出,并在地下水中聚集的重要因素。潭口碘矿形成所需要温度来源于正常的地热增温(放射性元素衰变过程中的能量释放)、火山喷发作用或构造活动。受古构造控制,古温度场的分布控制着沉积水的变质程度,进而控制着碘浓度场的分布。

(3) 碘的地球化学性质,决定了碘只能以离子状态大量聚集在 E_h 值低于0.58V的地下水中,潭口碘矿形成于弱氧化及过渡带弱碱性—碱性环境($E_h = -123 \sim +196.05\text{mv}$, $\text{pH} = 7.6 \sim 8.57$),保存于还原硫化氢带弱酸性—弱碱性环境($E_h = -206.48 \sim$

138.75mv , $\text{pH} = 7.2 \sim 8.3$);赋存于灌溪期 IV_{11} 、 IV_{12} 两个四级层序地层的扇三角洲粗碎屑岩与湖相细碎屑岩接触带部位的含碘盐卤水,其封闭性良好的古、现代水文地质构造环境对碘在水中大量聚集是至为必要的前提条件。

(4) 碘的成生、聚存与封存水的地球化学类型、成因类型、变质程度及围岩有机质的丰度有着必然的内在联系,决定了碘的形成环境及成因极其复杂多样。潭口碘矿形成环境及成因既存在普遍性,又有其特殊性。

[参考文献]

- [1] 赵伦山、张本仁. 地球化学[M]. 北京:地质出版社,1988.
- [2] 地质矿产部水文地质中心. 深层卤水成因问题及研究方法[M]. 北京:地质出版社,1982.
- [3] Vail. 层序地层学原理[M]. 北京:石油工业出版社,1991.
- [4] 解习农,等. 断陷盆地构造作用与地层分析[J]. 地质论评,1996,42(3).
- [5] 夏文臣,等. 沉积盆地的成因地层分析[M]. 武汉:中国地质大学出版社,1989.
- [6] 余素玉,等. 层序地层学方法及其在陆相湖盆中的应用[J]. 地质科技,1993(2).

ANALYSIS ON FORMATION ENVIRONMENT OF THE TANKOU IODINE DEPOSIT, NANKANG CITY AND DISCUSSION ON ITS ORIGIN

LU Shao-wei, ZHANG Yong-zhong

(Geological Survey of Jiangxi Province, Nanchang 330201, China)

Abstract: Beginning with the geological setting of the red basin, this paper analyzes the hydrogeological structural environment, the organic geochemical environment, the paleotemperature environment, the electro-chemical process environment and hydrogeochemical environment for the enrichment of iodine into ore; and based on this analysis, a preliminary discussion is made on its origin.

Key words: iodine ore; environmental analysis; origin; Tankou; Jiangxi