610 矿田气体地球化学研究

温志坚* 杜乐天 刘正义 陈国梁

(核工业北京地质研究院,北京)

提 要: 610 矿田是我国典型的火山岩型热液铀矿田之一。对该矿田两个矿床露天采场及其 附近地区还原性气体地球化学异常野外实地测量表明:该矿田在铀成矿过程中存在一个较强的还 原性气场。对含矿主岩的岩石气体成分室内分析同样得出较为一致的结论,矿石中还原气体总量 一般高于蚀变岩石,蚀变岩石中还原性气体总量又高于正常围岩。野外与室内工作互相验证,得 出如下结论:还原性气体在 610 矿田铀沉淀过程中起了重要作用;还原性气体异常有可能作为判 定铀矿体是否存在的一个十分重要标志。

关键词:铀矿床 还原性气体 气体地球化学 成矿作用

610 铀矿田是我国迄今为止发现的最大的铀矿田,享有"中国的铀都"之称。在40多 年的科研生产过程中,人们对该矿田的成矿规律有了比较深入的认识。但针对气体地球化学 IZ. ac. cm 方面的研究工作还很少,认识也很局限。

1 矿田地质简介

610 矿田位于赣杭构造带西南端的相山火山塌陷盆地中。该盆地定位于 NE 走向和 NW 走向的区域断裂的交汇部位。盆地的西部与白垩纪崇仁-永丰裂陷红盆相毗邻。盆地基底大 部分为震旦系云母-石英片岩,石榴石-云母-石英片岩,极少部分为中生界上三叠统砂岩。盆 地的盖层为中生界上侏罗统火山岩系。具两个喷发旋回:第一旋回为流纹质晶屑凝灰岩、夹 凝灰质砂砾岩、流纹质晶、玻屑凝灰岩、凝灰质砂岩、流纹英安岩等,第一旋回结束后有明 显的剥蚀面; 第二旋回为流纹质弱熔结凝灰岩、流纹质晶屑凝灰岩、大规模的碎斑流纹岩。 盆地形成于第二旋回的碎斑流纹岩侵出-溢流之后,塌陷后形成的火山盆地面积超过 300 km²,其直径约8km,火山塌陷中心位于盆地的东北部,盆地内断裂构造十分发育。有6条 贯穿相山盆地的 NE 向断裂和 6 条 NW 向断裂, 2 条近 EW 向断裂和 2 条近 SN 向断裂, 由 它们组成了矿田的主要构造格架(图1)。据最近270所等(49~5.1项目)研究认为:东西 向构造为该火山盆地基底之主构造线。

铀矿化特征 2

在 610 矿田中,大大小小分布着许多矿床。这些矿床在空间上主要分布在西部和北部,

* 温志坚, 男, 30岁, 博士生, 1990年毕业于北京大学地质系, 矿床及地球化学专业。邮政编码: 100029



7一变质岩;8一火山颈(推测);9一断裂

在南部和东南部一直没有发现有工业价值的铀矿床,仅在局部有一些铀矿点。据前人资料[●],610 矿田有三次大的热液活动:① 富钠的碱性热液活动,形成碱交代型铀矿床;② 富 F 的酸性至弱酸性热液活动,形成了萤石-水云母型铀矿床;③ 硅质热液活动,形成一些 硅化带和放射性异常,并未形成工业铀矿化。两种主要矿化类型综合对比见表 1。

3 610 矿田气体地球化学研究

610 铀矿田作为中国境内最大的热液型火山岩铀矿床,对于其成矿机理的研究一直是众 多地质学家关注的一个热点问题,过去的研究成果中普遍认为黄铁矿是作为铀沉淀富集的主 要沉淀剂。近年来研究工作表明^[1],矿石中的黄铁矿的量不足以形成如此大的铀元素聚集, 王驹、杜乐天^[2]研究表明,还原性气体(H₂,CO等)可能是导致铀元素沉淀的重要因素。 为进一步研究还原性气体在铀成矿过程中的作用,我们做了如下两个方面的工作:① 室内 对野外所采本区主要含矿岩石中气体成分作了成分分析,分析结果见表 2。

[●] 王传文,陈肇博,万国良等,相山塌陷式火山盆地(破火山口)和相山铀矿田的地质发展史,成矿规律和远景 预测,1980,核工业北京地质研究院内部报告

第17卷 增 刊

类型	碱交代型	萤石-水云母型
热液成份特征	富钠-贫强酸根,阴离子以 CO3 ⁻ 、PO4 ⁻ 为主	富氟,阴离子以 F ⁻ 为主,贫钠、含一定量钾
热液性质	碱性	酸性一弱酸性
主要围岩蚀变	钠长石化	水云母化
主要矿期脉石矿物	磷灰石、绿泥石、碳酸盐	萤石、水云母
矿石 Na ₂ O 含量	>6%	<1%
矿石 K ₂ O 含量	<1%	2%~+%
Th 含量	低,单铀型	高,铀钍混合型
主要铀钍矿物	沥青铀矿为主,少量钛铀矿,铀石	含钍沥青铀矿为主,少量含铀钍石,含钍钛铀矿
矿石品位	中一低,很少有富矿	高,有富矿脉
代表性矿床	628、6110、617、6117 等	6122、6126、611、613 等

表 1	相山两种主要矿化类型综合对比
-----	----------------

表 2 610 矿田岩石中气体成分分析(µg/g)

编号	编号 B-3-0 ^①		B-3-1 [©]		B-3-2		B-3-3		B-10 ^Φ	
温度/C	300	500	300	500	300	500	300	500	300	500
H ₂	0.27	1.21	0.19	0.87	0.14	0.69	0.04	0.73	0.36	1.22
CO	0.44	13.38	0.67	13.83	4.46	13.38	1	8.47	4.68	3.35
CO ₂	38.8	200.2	32.3	64.5	1	96.9	1	101.2	71.0	3875.4
H ₂ O	1060	1215	64.8	730	665	1112	549	926	706	591
CH₄	1.92	23.05	1.14	17.53	1.08	9.82	0.5	5.75	1.14	7.96
C₂H₄	0.10	1.25	0.10	2.11	0.08	0.72	0.04	0.58	0.13	0.68
C_2H_6	0.01	0.63	0.01	1.56	1	0.21	a	0.27	0.01	0.49
C ₃ H ₆	0.42	2.02	1.02	8.15	0.35	1.06	0.09	0.97	0.42	1.17
C_3H_8	0.02	0.64	0.09	4.07	1	0.09	D /	0.23	0.02	0.41
$\Sigma_{\rm H_2}$ + co + cH ₄ ⁽³⁾	0.27	2.52	0.19	2.02	0.3	1.44	0.05	1.03	0.42	1.23
$\sum_2 \mathfrak{O}$	$\Sigma_2^{\textcircled{O}}$ 2.79		2.21		1.74		1.08		1.65	
编号	编号 sha-1		SZ-2 ^Φ		L-3 [©]		y-4®		zk-4 [©]	
温度/℃	300	500	300	500	300	500	300	500	300	500
H ₂	0.05	0.83	0.78	0.41	0.02	0.08	0.26	1.07	0.06	0.95
CO LL	3.35	9.37	5.57	10.03	15.61	5.80	2.23	22.97	13.38	10.70
CO ₂	1	86.3	40.9	236.8	167.9	721.2	38.8	226.0	84.0	258.3
H ₂ O	804	618	750	1058	695	1004	624	1245	1047	1534
CH₄	0.67	5.54	1.12	7.35	1.37	11.39	1.92	14.05	3.66	32.85
C_2H_4	0.01	0.49	0.06	0.74	0.23	1.15	0.20	1.14	1.28	1.25
C_2H_6	1	0.19	1	0.32	0.02	1.17	0.02	0.25	1	0.37
C_3H_6	0.09	0.73	0.15	0.70	0.29	0.31	0.52	1.28	2.08	1.14
C_3H_8	1	0.3	1	0.24	0.02	0.29	0.10	0.38	1	0.43
$\sum H_{2} + \infty + CH_{4}$	0.19	1.10	0.66	1.02	0.65	0.96	0.33	2.23	0.51	2.91
$\sum_{2} \mathfrak{D}$	1.29		1.68		1.61		2.56		3.42	

① 矿石;② 强蚀变岩石;③ 300℃和 500℃以下还原气体 H2、CO、CH4摩尔数之和,单位为 10⁻⁶

从野外实测过程中发现,在钻孔位附近所测得还原性气体异常最高,如 7-1 测点,47-2 和 47-7 测点。我们认为,这与气体上升通畅与否有关,由于我们所测的钻孔均为见矿孔,所以, 这些位置有利于还原性气体沿钻孔向地表扩散。为此,对 610 矿田两个大型矿床 6122 矿床和 611 矿床进行了气体地球化学异常实地测量^[3],结果见表 3。

	O2/%	$\Delta H_2 / 10^{-6}$	$\Delta CO/10^{-6}$	γ	备注
7-1	20.9	240	16		7#-22 钻孔位
7-2	21.0	38	1		距7-1西2m,坡积物上
7-3	20.1	32	14		距 7-1 沿 7 # 剖面线(140°N)东 4 m
7-4	21.1	11	3		距 7-1 沿 7 [#] 剖面线(140°N)东 6 m
7-5	20.7	19	19		距 7-1 沿 7 # 剖面线(140°N)东 16 m
7-6	20.9	72	21		m_{7-1} 沿 7 [#] 剖面线(140°N)东 28 m
7-7	21.0	43	29		
7-8	21.0	130	24		近 7 - 7 125°N 25 ~
47.1	21.0	11	07		
47-1	21.0	11	27	38	新北位 斯·伊·利·伊·阿尔特(* 10151)出去。
47-2	21.0	80	139	50	距 47-1 稻 47 刮面线(140 [°] N)北东 2 m
47-3	20.7	23	50	50	距 47-1 宿 47 前面线 北东 10 m
47-4	21.0	9	20	40	距 47-1 沿 47 剖面线 北东 20 m
47-5	20.9	5	19	35	距 47-1
47-6	20.2	11	39	40	2K47-36 东 2 m
47-7	20.8	72	166		2K47-36 钻孔位
47-8	21.1	1	9		距 47-7 东 50 m(稻田旁)
47-9	20.9	12	34	42	同 47-8 另一位置则
H-1	21.0	1	0	40	砂岩上
H-2	20.9	12	1	80	靠近采场
H-3	20.7	2	0	50	10
H-4	21.1	24	8	80	
H-5	20.7	71	49	160	露天采场内
H-6	21.2	72	15		露天采场内
H-7	21.1	36	17		露天采场内
注:抽	注:抽气时间均为2分钟,O2本底值为21.1%~21.2%				

表 3 610 矿田 6122 及 611 露天采场附近地区野外实测气体地球化学异常

综合这两方面的工作,我们得到如下一些认识 4

(1) 野外气体地球化学异常实测表明在矿体上部确实存在着一个还原性气场,其特征表 现为氧的负异常和 H, CO 正异常。现场测试的程序大致如下: 在地表用钢钎打一个 60 cm 深的孔,用微型泵抽取附近1m³范围内气体2分钟,收集到的气体由一个袖珍气体含量仪 读出。可以设想,在矿体形成近几千万年之后的矿体上部表层土壤中尚收集到如此明显的气 体异常,说明在成矿过程中确实存在着一个较强的还原气体场。就 H₂, CH₄, CO 等还原能 力较黄铁矿 FeS2 而言,前者高出后者许多倍,这一点已由前人众多实验结果证明。由此可 见,H₂、CH₄、CO等还原性气体在铀矿床中的还原作用值得引起足够重视。

(2) 从室内赋矿主岩中气体成分分析看, 矿石中主要还原性气体总量(H₂ + CO + CH₄) 较强,强蚀变岩石中次之,弱蚀变或较正常岩石中还原性气体量最少。因此可以得出结论: 成矿场是还原性气体的浓集场,还原性气场的强弱是表征矿体存在的一个重要参数。

致谢:本工作作野外采样得到核工业华东地质局 261 地质大队朱传德、范洪海、李根 来、茅金标、刘牛明等同志大力协助,在此一并致以深切谢意。

参考文献

¹ 赵凤民, 沈才卿. 黄铁矿与沥青铀矿的共生条件及在沥青铀矿形成过程中所起作用的实验研究. 铀矿地质, 1986, 2 (2): 193~198.

² 王驹,杜乐天,论铀成矿过程中的气还原作用,铀矿地质,1995,11(1);19~24.

³ 陈国梁, 熊先祥, 刘汉彬等, 壤中氧测量在找矿中的意义, 铀矿地质, 1996, 12 (6); 353~356.