

DOI:10.16788/j.hddz.32-1865/P.2023.04.001

引用格式:肖则佑,漆富勇,范会虎,等. 江西赣州盆地盐湖型锂矿地质特征及找矿前景[J]. 华东地质, 2023, 44(4): 367-375.
(XIAO Z Y, QI F Y, FAN H H, et al. Geological characteristics and prospecting potential of brine-type lithium ores in Ganzhou Basin, Jiangxi Province[J]. East China Geology, 2023, 44(4): 367-375.)

江西赣州盆地盐湖型锂矿地质特征及找矿前景

肖则佑¹, 漆富勇¹, 范会虎², 王 进¹

(1. 江西省地质局第七地质大队, 江西 赣州 341000; 2. 中国地质科学院, 北京 100037)

摘要: 赣州盆地位于南岭 EW 向复杂构造带东段北侧, 其展布受 NE 向构造控制, 晚白垩世红层发育良好, 是华南东部具有代表性的红盆。该盆地总体为一个封闭的倾向南东的箕状湖盆, 盆地外围加里东晚期、燕山早期第二阶段、第三阶段和燕山晚期岩浆岩中富集 Li, 晚白垩世周田组砂质岩石中 Li 含量较高。勘查成果显示, 该盆地已发现盐湖型锂矿的线索, 在潭口周边区域揭露到含水层厚 17~37 m、LiCl 含量 188~457 mg/L 的含锂卤水层。位于盆地沉积中心的晚白垩世周田组中部, 紫红色、褐紫色细砂岩、灰褐色细砂岩夹粉砂岩、紫红色粉砂岩是主要的含矿层位。盐湖型锂矿的主要找矿标志是: 呈浅红色调、紫红色调的遥感影像; 层状封闭的低阻异常; 高氯、低钾、低溴的水地球化学异常; 断裂影响小的凹陷盆地沉积中心以及周田组中部的细碎屑岩。通过与吉泰盆地和会昌盆地进行对比, 发现该盆地盐湖型锂矿资源潜力较大, 找矿前景较好, 加强综合找矿可望实现新的突破。

关键词: 赣州盆地; 盐湖型锂矿; 成矿条件; 找矿前景; 周田组

中图分类号: P641.7

文献标识码: A

文章编号: 2096-1871(2023)04-367-09

盐湖型锂矿是锂资源的重要来源, 约占全球锂资源量的 2/3, 是锂工业开采的主导方向^[1-2]。世界上典型的盐湖型锂矿主要有玻利维亚的 Uyuni 锂矿、智利的 Salar de Atacama 锂矿、阿根廷的 Cauchari-Olaroz 锂矿和我国青海省的察尔汗锂矿、西藏自治区的扎布耶锂矿^[2-4]。

我国华南地区的江陵凹陷、江汉盆地已发现深层卤水中富含铯、铷、锂、钾等稀有金属元素^[5-7]。南岭东段发育多个中生代盆地, 其中江西省吉泰盆地泰和县梅岗地区已探获 1 处盐湖型锂矿床, 卤水层的上含卤层平均厚 4.43 m, LiCl 含量 611 mg/L, 下含卤层平均厚 5.83 m, LiCl 含量 765~1136 mg/L^[8-10]; 会昌盆地周田岩盐矿床伴生锂矿, LiCl 含量高达 10.01%~10.03%^[8]。前人在赣州盆地开展碘矿普查时, 发现该盆地有含锂卤水^[11-12], 但未系统开展盐湖型锂矿的勘查工作。本文结合前人研究成果, 通过将赣州盆地与吉泰盆地和会昌盆地进行对比

研究, 并对赣州盆地含锂卤水层进行分析, 探讨该盆地的成矿地质条件及找矿标志, 指出盐湖型锂矿的找矿前景, 为下一步在该区及具有相似成矿条件的盆地寻找盐湖型锂矿提供参考。

1 区域地质背景

赣南地区晚白垩世红色碎屑岩系较发育, 扬子地层区呈近 EW 向或 NEE 向展布, 华南地层区由 NE 向转为 NNE 向展布^[13], 南部主要发育吉泰盆地、兴国盆地、赣州盆地、于都盆地和会昌盆地(图 1)。赣州盆地位于南岭东段南康—赣州—赣县一带, 呈 NE-NNE 向展布, 长约 60 km, 最宽处为唐江—潭口一线, 长约 27 km, 南西膨大, 往北东方向收敛, 与兴国盆地相接。

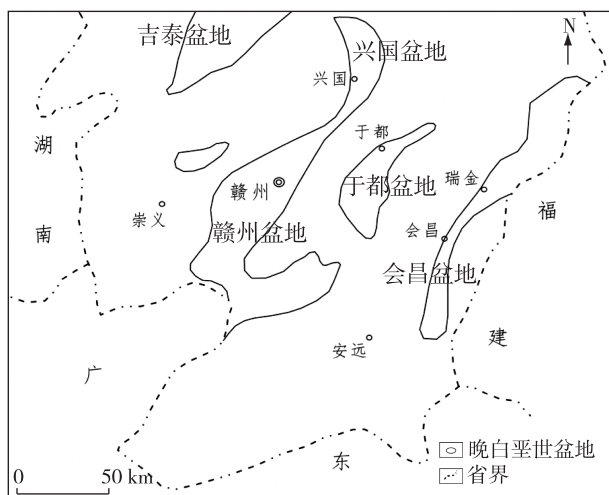
赣州盆地位于华夏板块东南部南岭 EW 向复杂构造带东段北侧, 为晚白垩世断陷盆地, 主要受东南边缘 NE 向杨仙岭断裂控制。杨仙岭断裂为大

* 收稿日期: 2022-11-14 修订日期: 2023-04-19 责任编辑: 谭桂丽

基金项目: 中国地质调查局“江西赣县地区主要矿产资源潜力调查评价(编号: 1212010881614)”项目资助。

第一作者简介: 肖则佑, 1986 年生, 男, 高级工程师, 本科, 主要从事水工环地质调查工作。Email: 253189411@qq.com。

通信作者简介: 漆富勇, 1986 年生, 男, 高级工程师, 硕士, 主要从事地质及地球化学找矿工作。Email: 312460310@qq.com。

图1 江西南部晚白垩世盆地分布简图^[13]Fig. 1 Distribution of Late Cretaceous basins in southern Jiangxi^[13]

余一南城深大断裂的组成部分。盆地西北部受蛤湖拆离伸展构造控制,该构造由韧性拆离断层、穹隆状花岗岩杂岩体和脆性正断层带组成^[14](图2)。盆地基底以震旦纪—寒武纪活动型沉积地层和泥盆纪—二叠纪浅海相或陆相稳定型沉积地层为主。盆地周边岩浆岩以燕山期花岗岩和加里东期花岗岩为主,区内锂、铍、铌、钽等金属矿化主要与加里东期花岗伟晶岩和燕山期高分异花岗岩有关^[15]。

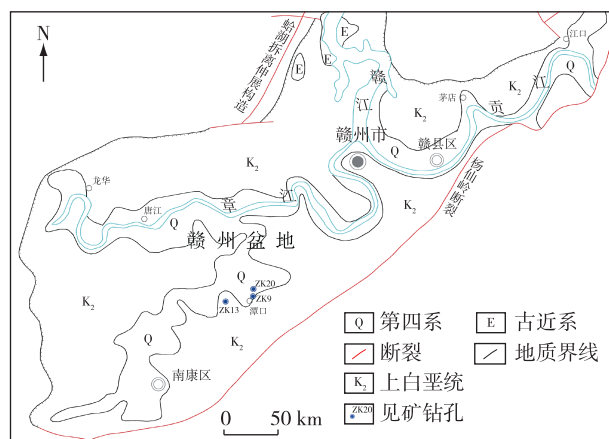


图2 赣州盆地地质简图

Fig. 2 Geological sketch of Ganzhou Basin

加里东期花岗岩主要分布在赣州盆地西部万洋山—诸广山一带和东部武夷山—雩山一带,加里东晚期含锂花岗岩中常见黑云母花岗岩-电石气花岗岩-二云母花岗岩-细晶岩-伟晶岩演化系列,岩石

显示高硅、钾、铝,贫钙、磷,中稀土和轻稀土富集等特征^[15]。燕山期花岗岩遍布赣州盆地外围,燕山早期第二阶段、第三阶段和燕山晚期的高分异花岗岩锂含量较高,常见黑云母花岗岩-二云母花岗岩-白云母花岗岩-云英岩演化系列,岩石具有富硅、富钠、富挥发分和富含矿质的特点^[15]。在表生作用下,加里东期、燕山期含锂花岗岩中的锂等成矿物质淋滤析出后,随流水汇聚沉积在赣州断陷盆地,为盆地提供了丰富的锂质物源。

2 赣州盆地地质特征

2.1 地层及岩性特征

赣州盆地出露的地层主要为晚白垩世茅店组(K_2m)、周田组(K_2z)、河口组(K_2h)和古近系—第四系,零星出露早震旦世陡山沱组(Z_1d)、晚震旦世—早寒武世灯影组($Z_2 \in_1 d$)和早寒武世牛角河组($\in_{1-2} n$)、中晚泥盆世中棚组($D_{2-3} z$)和晚泥盆世三门滩组($D_3 s$)、早石炭世杨家源组($C_1 y$)、梓山组($C_1 z$)、中二叠世栖霞组($P_2 q$)等。冲积扇中的粗碎屑沉积物主要分布在盆地的北西部,说明盆地为倾向南东的箕状盆地,北西部的盆缘为盆地主要的剥蚀区。

茅店组、周田组、河口组占盆地绝大部分,主要呈SW-NE向展布,往SE向倾斜,倾角 $10^\circ \sim 20^\circ$,总厚度为1 551~5 392 m。其中,赣州盆地恐龙化石集中分布于茅店组和河口组^[16-17],卤水层主要分布于周田组。

茅店组以粗粒红色碎屑岩为主,岩性主要为紫红色砾岩、砂砾岩,夹少量砂岩、粉砂岩、泥岩,夹玄武岩或中酸性火山碎屑岩。周田组整合于茅店组之上,平行不整合于河口组之下,为湖盆相紫红色薄层状含钙泥岩、含钙粉砂岩,夹石膏层、盐岩层。河口组以陆相粗碎屑岩为主,岩性主要有砖红色、紫红色复成分砾岩、砂砾岩、含砾砂岩,夹砂岩、粉砂岩^[13]。

周田组主要由一套滨湖相—浅湖相沉积的紫红色细碎屑岩组成,岩性主要有紫红色、灰褐色中-厚层状含细砾中细粒钙质岩屑杂砂岩,紫红色中层状—巨厚层状含泥砾钙质细—微细粒岩屑杂砂岩,紫红色、灰白色—浅灰绿色钙质粉砂岩,紫红色中-厚层状泥质粉砂岩,砖红色厚层状—巨厚层状粉砂质泥岩^[18](图3),胶结物以钙质、泥质、铁质为主。岩石

中普遍含 Be、B、Mn、Pb、Sn、Ga、Yb、Ti、Mo、V、Y、Li、Cu、Zn、Zr、Co、Ni、Cr、Ba 等元素,砂质岩石中 Li、V、Ni、Zn、Mn 等元素含量均高于涂和费氏值 5 倍以上,显示高丰度特征。在泥质岩石中, Li、V、Ni、Zn 等元素显示低丰度特征^[18]。



A.河口组砂砾岩;B.周田组泥质粉砂岩;C.周田组细砂岩;D.周田组砂砾岩

图 3 赣州盆地晚白垩世周田组岩心照片

Fig. 3 Core photos of Late Cretaceous Zhoutian Formation in Ganzhou Basin

2.2 岩浆岩特征

赣州盆地岩浆岩主要为早侏罗世侵入岩,包括中-细粒黑云母二长花岗岩($\gamma\gamma J_1$)、中-细粒似斑状二云母花岗岩(γJ_1)和中粗粒似斑状黑云母钾长花岗岩($\xi\gamma J_1$),具有高硅、高铝、相对富钾、贫铁镁等特征,成矿元素 W、Sn、Pb、Mo、Nb、Ta 等丰度值均较高^[19]。

2.3 构造特征

2.3.1 断裂

区域上,赣州盆地位于南岭 EW 向构造带的赣州—瑞金构造带和武夷—戴云新华夏系所属的赣州—南雄构造带以及江西中部 SN 向构造带所属的雩山构造带的复合部位。盆地北西侧蛤湖拆离伸展构造长 130 km,宽 1~3 km,整体呈 NNE 向展布,倾向 SE,带内以构造岩片化和糜棱岩化为特征,上盘由 5~6 条铲式正断层组成,下盘为笔架山岩体及其外接触带浅变质岩。盆地东南缘杨仙岭断裂为深大断裂,是主要的控盆断裂,由一系列数十千米至上百千米的冲断层或斜冲断层排列组成,整体走向 NE,倾向 NW。沿线挤压片理化带、硅化破碎带均较发育,控制着加里东期和燕山期花岗岩的侵入。盆地内部发育一系列规模较小的 NE-NNE 向断裂,多数为张扭性,对盆地含卤层破坏较小,并被后期规模更小的 NW 向断裂错断。

2.3.2 盆地

赣州盆地为中生代断陷红盆,整体为 NE 向单斜构造,地层倾向 E 或 SE,仅在赣州—五云桥一线出现了较复杂的褶皱。盆地演化主要受区域性大余—南城深大断裂控制,具“南断北超”的特征,赣州、朱坊埠一带为凸起,唐江一带为凹陷,沉积中心以侧向加积向东迁移为特征。

2.4 岩相特征

周田组主要为湖泊相沉积,河流相沉积较少^[11,18-20],可细分为 3 个亚相。

(1)滨湖亚相。该亚相分布较零散,处于湖泊的边缘,受动荡的湖水影响较大,也受湖岸地形、岩石、河水等因素影响,具有复杂的沉积特点。岩石由薄层状或透镜状砾岩、砂砾岩、中厚层状含砾砂岩、细砂岩、泥质粉砂岩等组成,岩石组合因地而异。砾石成分复杂,多数为次圆状,分选性好,具定向排列。砂粒以石英为主,长石较少。粉砂岩中常见钙质结核和硬石膏斑点。胶结物除泥质、铁质、钙质外,常见硬石膏。

(2)浅湖亚相。该亚相分布于唐江—湖边、杨梅渡—黄金等地区。岩性主要为粉砂岩、泥质粉砂岩,其次是细砂岩、粉砂质泥岩。岩石成分以石英、泥质、铁质、钙质为主。钙质结核、硬石膏斑点常局部富集成层,含量 1%~5%。多见管状泥质结核和虫孔。含锂卤水主要产于浅湖亚相,该亚相中的粉砂岩、细砂岩为主要的透水层,粉砂质泥岩为主要的隔水层。

(3)深湖亚相。该亚相分布于镜坝—潭口—赣州一带,与盆地形态大体相同。岩性主要为泥质粉砂岩、粉砂质泥岩,除石英砂、泥质、铁质外,钙质也是岩石的主要成分,有时钙含量达 30%~40%,局部有硬石膏沉积。介形虫、轮藻等微体化石较常见,可见少量管状泥质结核、虫孔。

2.5 含锂卤水层特征

赣州盆地周田组中部见含锂卤水层,该层位在潭口一带埋深约 1 200 m。ZK13 钻孔卤水层揭露的情况如下。

含锂卤水层,总厚 37.03 m

紫红色粉砂岩,水中 Cl^- 含量 248 mg/L 8.57 m

灰褐色细砂岩夹粉砂岩,水中 Cl^- 含量 244 mg/L

6.37 m

灰褐色中粒砂岩

3.26 m

紫红色粉砂岩、细砂岩	1.56 m
紫红色、褐紫色细砂岩,水中 Cl^- 含量 7 000 mg/L	1.80 m
灰褐色细砂岩、中粒砂岩	4.50 m
灰褐色细砂岩夹泥质粉砂岩、砂砾岩	4.35 m
紫红色粉砂岩	4.33 m
灰褐色细砂岩,底部砂砾岩,以下为隔水层	2.29 m

此外,ZK9 钻孔、ZK20 钻孔分别揭露到厚度超过 23 m、17 m 的裂隙水,推测底部存在与 ZK13 钻孔相通的卤水层。三者内圈面积约 1 km²,结合其他钻孔成果,推断矿化面积约 70 km²,规模可观,指

示该区具有较好的寻找锂资源的前景。

含锂卤水无色透明、无臭味咸,不具有苦味和涩味,pH 值 7.2~8.3,水温 31~34℃。卤水被揭露后,常有气体逸出。气体有 H₂S 臭味,经过一定时间,气体臭味逐渐减少至无。

卤水中 Li⁺ 含量 31~75.2 mg/L(表 1)。根据表 1 推算出 ZK9 钻孔、ZK13 钻孔、ZK20 钻孔样品 LiCl 含量分别为 457 mg/L、188 mg/L、304 mg/L,均达到边界品位要求,其中 ZK9 钻孔、ZK20 钻孔样品满足最低工业品位要求。此外,NaCl 和 I 含量也已达到或接近最低工业品位要求。

表 1 赣州盆地卤水化学成分^[5-6]

Table 1 Chemical composition of brine in Ganzhou Basin^[5-6]

钻孔编号	含量/(mg·L ⁻¹)									pH 值
	Li ⁺	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻	I ⁻	
ZK9	75.2	24 180	73.5	1 422	387	25 325	4 448	193	45	7.2
ZK13	31	7 790	57	521	640	6 134	8 630	319	9	8.3
ZK20	50	11 722	64	3 633	312	22 577	4 183	146	40	7.3

2.6 水文地质特征

在赣州盆地晚白垩世地层中,地下水多赋存在构造裂隙及风化裂隙中。局部岩石钙质含量较高,沿构造破碎带及裂隙面发育溶蚀小孔,地下水赋存在溶蚀裂隙中。赣州盆地与盐湖型锂矿关系密切的地下水类型主要是红层溶蚀裂隙孔隙水和红层构造裂隙水,富水等级为中等—贫乏。根据 ZK9 钻孔、ZK13 钻孔、ZK20 钻孔揭露信息,赣州盆地含水层顶板埋深 667~1 006.5 m,厚 51.5~233 m,水位埋深 -4.5~+10 m,卤水为承压水。当卤水被揭露,卤水上涌以致喷出井口,但随着时间推移,水力减小,涌水量也减少。随着降深加大,水量减少,水位下降,但水位恢复较快。

3 控矿因素分析

3.1 成矿地质条件

3.1.1 构造条件

燕山运动早期,EW 向构造与新华夏系构造交替活动,伴随强烈的岩浆活动,形成坳陷盆地的雏形。燕山运动晚期,断陷盆地逐步形成,并开始进行内陆湖泊沉积。中生代以来,南岭东段发生多期次、多性质、多方向的挤压和拉张活动,强烈的构造

运动和剧烈的岩浆作用有利于锂等成矿元素向断陷盆地迁移、富集。特别是白垩纪以来,赣州盆地长期凹陷汇集了由水带来的碎屑物和盐类物质,成矿后断裂活动较弱,对卤水层破坏影响不大。前人^[11]对区域性的杨仙岭断裂和赣州盆地内隐伏的高陂断裂进行了钻孔控制,发现杨仙岭断裂几乎不含卤也不含水,高陂断裂对卤水层整体破坏不大。

3.1.2 沉积条件

早元古代—中元古代以来,南岭东段各时代地层发育较齐全。元古代、早古生代以活动型沉积地层为主,泥盆纪及其以后主要为稳定型沉积地层,其中白垩纪是更稳定的滨湖相、湖泊相沉积。赣州盆地是一个封闭的湖盆,粗碎屑岩堆积在盆地四周,细碎屑岩、化学岩沉积在盆地中心。周田组层间冲刷面、钙质结核、硬石膏结核较常见,指示短暂而普遍的沉积间断,有利于湖水浓缩成卤。层内由含砾砂岩、砂岩、粉砂岩、泥质粉砂岩构成的沉积韵律,变化频繁、厚度较小,表明当时湖水较浅,碎屑物质来源不丰富,有利于卤水汇集在周田组中部隔水泥质岩石之上的细砂岩、粉砂岩孔隙之中。古近纪以来,仅有山麓洪积相零星沉积以及赣江沿岸、丘陵山谷低洼处的松散沉积,稳定的沉积环境有利于含锂卤水持续往盆地中心汇聚。

3.1.3 古气候条件

周田组岩石普遍为紫红色调,指示当时的气候较干旱、炎热。红层厚度大,反映长期的干旱、炎热气候有利于湖水浓缩成盐。盆地中的化学沉积物也说明,湖水曾经历碳酸盐和硫酸盐浓缩阶段并进入氯化钠浓缩阶段^[5]。表生作用下,含矿建造中成矿元素淋滤析出,随地表水流入汇水盆地后进行富集。

3.2 成矿物质来源

南岭东段陆壳由硅铝质岩石组成,Li等元素不同程度富集在加里东晚期、燕山早期第二阶段、第三阶段和燕山晚期岩浆岩中^[15]。

(1)加里东晚期岩浆岩。零散分布于大余—南城一带,岩性以二长花岗岩、花岗闪长岩、石英闪长岩为主,大多数为中细粒花岗结构,斑晶含量较少,蚀变较强。地球化学特征表现为富硅、钾,钙碱性,过铝质,轻稀土元素相对富集,轻、重稀土元素分馏较明显,弱—无负Eu异常^[13]。岩石富集W、Sn、Pb、Zn、Li、As、Be、Nb、Ta、U、Th等元素,是硬岩型锂矿的成矿母岩^[15],Li含量为 $(18.5 \sim 77.6) \times 10^{-6}$ ^[18]。

(2)燕山早期第二阶段和第三阶段岩浆岩。大面积分布于南岭东段,呈不规则岩基、岩株、岩瘤产出,岩性主要为石英二长岩、花岗闪长岩(导体)、二长花岗岩(主体)和正长花岗岩(尾体),岩体自变质及后期蚀变以钠长石化、云英岩化、高岭土化、叶腊石化为主。岩石表现为富硅、钾,贫铁、镁、钙的特点,属于过铝质高钾钙碱性-钾玄岩系列,轻稀土元素相对富集,分馏较明显,重稀土元素部分分馏不明显,中等—强负Eu异常^[13]。岩石富集Cu、Pb、Zn、Ag、Sb、W、Sn、Bi、Li、Nb、Ta、As、U、F、Rb等元素^[15],Li含量为 $(26.2 \sim 1300) \times 10^{-6}$ ^[18-19]。

(3)燕山晚期岩浆岩。主要呈岩基、岩株产出,岩性以花岗闪长岩、二长花岗岩、正长花岗岩为主,岩体内酸性脉岩发育。岩石具高硅、过铝、富碱、贫钙的特点,属高钾钙碱性系。大离子亲石元素丰度高于稀土元素及高场强元素,轻稀土元素较富集,轻、重稀土元素均有分馏,负Eu异常较弱^[13]。

根据1:20万区域化探资料^[15],赣州盆地以东的武夷山西坡为较大面积的Sn、Pb、Li元素异常带,可能为赣州盆地含锂卤水带来一定的成矿元素。

4 找矿标志及找矿前景

4.1 找矿标志

(1)遥感标志。盐湖型锂矿主要赋存在周田组中。周田组SPOT-5遥感影像呈浅红色,饱和度较好(图4);ETM+147遥感影像呈紫红色,色调鲜艳,与周围颜色差异明显(图5)。



图4 周田组遥感影像(SPOT-5)

Fig. 4 Remote sensing image of Zhoutian Formation (SPOT-5)

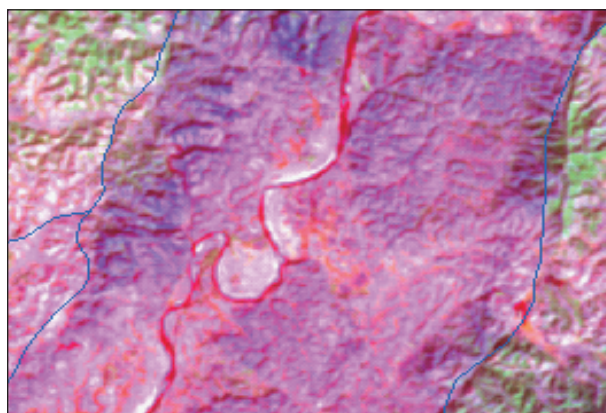


图5 周田组遥感影像(ETM+147)

Fig. 5 Remote sensing image of Zhoutian Formation (ETM+147)

(2)物化探标志。 Cl^- 含量高、矿化度高、氯钠型的地下水是寻找盐湖型锂矿的直接标志。前人资料^[11]显示,卤水中 K^+ 、 Br^- 含量很低,可为水化学找矿提供参考。Li等典型的亲石分散元素在较大范围内呈现水系沉积物、土壤、岩石地球化学测量正异常,可为盐湖型锂矿的形成提供充足的成矿

物源。卤水层电阻率低、上下界面相对封闭、呈层状(似层状、透镜状)的低阻异常是寻找盐湖型锂矿的物化探标志之一。

(3)构造标志。盐湖型锂矿一般发育在凹陷盆地沉积中心,成卤时的沉积中心是找卤的重要标志。沉积中心距离区域性深大断裂越远,沉积中心次级断裂规模越小且发育程度越低,越有利于矿体的保存。区域性断裂为压扭性,泥质胶结,填充物致密^[11],层间破碎带内溶蚀小孔较发育,有利于卤水汇聚。周田组层间冲刷面构造也有一定的指示意义。

(4)岩性标志。周田组中部沉积韵律变化频繁,韵律层厚度小,韵律层中的紫红色、灰褐色砂砾岩、细砂岩、粉砂岩、泥质粉砂岩、钙质结核、硬石膏结核、化学沉积物等是寻找盐湖型锂矿的标志之一。胶结物以钙质为主、粒径以细粒为主的岩石有利于卤水流动,矿体底板岩石孔隙度小、完整、致密,有利于卤水汇聚。

(5)盐渍标志。在枯水期,赣州地区部分河段(如贡江赣县区段)河水干涸,易在河底形成盐渍(图 6),表明在表生作用下,富含成矿物质的地表水在汇水盆地淀积,成矿物质淋滤下渗后富集。

4.2 找矿前景

赣州盆地是一个相对封闭的断陷盆地,可进一步细分为北西部的浅拗陷带、中部的深拗陷带和南东部的构造斜坡带。潭口周边区域是深拗陷带中部



图 6 赣县区枯水期贡江江面盐渍(南京地质调查中心肖惠良 摄)

Fig. 6 Salinization of Gongjiang River in Ganxian district during dry season

及盆地的沉积中心,有利于含锂卤水汇聚成矿。该沉积中心面积大,自形成以来没有被较大规模的断裂破坏。前人在潭口已发现呈一定规模的盐湖型锂矿,在潭口—高陂一带发现 $\text{Cl} \cdot \text{Na}$ 型地下水^[11-12],指示该区具有较好的找矿前景。类比相似成矿地质条件的吉泰盆地和会昌盆地^[8-9],初步估算赣州盆地潜在 LiCl 资源量为 296 800 t(表 2),达中型规模。

表 2 赣州盆地潜在 LiCl 资源量估算结果

Table 2 Potential estimate resources of LiCl in Ganzhou Basin

盆地名称	矿化面积/ km^2	卤水厚度/m	LiCl 品位/ $(\text{mg} \cdot \text{L}^{-1})$	LiCl 资源量/t	含矿系数 $5=4/(1 \times 2 \times 3)$
	1	2	3	4	
会昌盆地	7 ^[8]	238 ^[8]	100 000 ^[8]	1.738×10^8 ^[8]	1.043 2
吉泰盆地	110 ^[9]	10.26 ^[8]	688 ^[8]	4.050×10^5	0.521 6
赣州盆地	70	25.7	316.3	2.968×10^5	0.521 6

注:卤水厚度、 LiCl 品位取平均值;吉泰盆地、赣州盆地 LiCl 资源量为推测值,采用会昌盆地含矿系数的半数推算。

潭口一带地表多数被第四系覆盖,偶见晚白垩世河口组出露,赋矿层位为周田组中部浅湖亚相岩石,埋深较大,勘查工作应以物探和深部钻探为主。建议以潭口为中心,在潭口周边一带开展盐湖型锂矿调查及评价工作。

5 结论

(1)晚白垩世,赣州盆地形成了面积大、厚度大的湖泊相沉积,长期处于干旱、炎热的气候条件下,有利于湖水浓缩成盐。现阶段已发现盐湖型锂矿

找矿线索,赋矿层位为晚白垩世周田组中部紫红色、褐紫色细砂岩、灰褐色细砂岩夹粉砂岩、紫红色粉砂岩。

(2)赣州盆地盐湖型锂矿矿化面积约70 km²,埋深约1 200 m,含锂卤水层厚度17~37 m、LiCl含量188~457 mg/L, LiCl远景资源量在中型以上。

(3)白垩纪红盆盐湖型锂矿主要的找矿标志有呈浅红色调、紫红色调的遥感影像,层状封闭的低阻异常,高氯、低钾、低溴的水地球化学异常,断裂影响小的凹陷盆地沉积中心,周田组中部沉积韵律变化频繁、韵律层厚度小的细碎屑岩。

(4)潭口周边一带具有较好的盐湖型锂矿找矿前景,建议开展盐湖型锂矿调查及评价工作,以期实现新的找矿突破。

参考文献

- [1] 《矿产资源工业要求手册》编委会.矿产资源工业要求手册[M].北京:地质出版社,2014.
The Editorial Committee of *Mineral resources Industry requirements manual*. Mineral resources industry requirements manual [M]. Beijing: Geological Publishing House, 2014.
- [2] 王芳.锂矿资源研究[D].北京:中国地质大学(北京),2020.
WANG F. Research on lithium mineral resources [D]. Beijing: China University of Geosciences (Beijing), 2020.
- [3] 郑绵平.西藏扎布耶超大型锂硼矿床地球化学背景与成矿模式[A]//中国地质科学院“九五”科技成果汇编[C].北京:地质出版社,2001:48-49.
ZHENG M P. Geochemical background and metallogenic model of the Zabuye superlarge lithium boron deposit in Tibet [A]//Compilation of scientific and technological achievements during the Ninth Five Year Plan of Chinese Academy of Geological Sciences [C]. Beijing: Geological Publishing House, 2001: 48-49.
- [4] 王登红,代鸿章,刘善宝,等.中国锂矿十年来勘查实践和理论研究的十个方面新进展新趋势[J].地质力学学报,2022,28(5):743-764.
WANG D H, DAI H Z, LIU S B, et al. New progress and trend in ten aspects of lithium exploration practice and theoretical research in China in the past decade [J]. Journal of Geomechanics, 2022, 28(5): 743-764.
- [5] 刘成林,余小灿,赵艳军,等.华南陆块液体钾、锂资源的区域成矿背景与成矿作用初探[J].矿床地质,2016,35(6):1119-1143.
LIU C L, YU X C, ZHAO Y J, et al. A tentative discussion on regional metallogenic background and mineralization mechanism of subterranean brines rich in potassium and lithium in South China Block [J]. Mineral Deposits, 2016, 35(6): 1119-1143.
- [6] LI Y G, LI W Y, JIA Q Z, et al. The dynamic sulfide saturation process and a possible slab break-off model for the giant Xiarihamu magmatic nickel ore deposit in the East Kunlun Orogenic Belt, Northern Qinghai Tibet plateau, China [J]. Economic Geology and the Bulletin of the Society of Economic Geologists, 2018, 6(113): 1383-1417.
- [7] 吴学敏,周敏娟,罗喜成,等.江西西北部锂及稀有金属成矿条件及找矿潜力分析[J].华东地质,2016,37(4): 275-283.
WU X M, ZHOU M J, LUO X C, et al. The metallogenic conditions and prospecting potential of lithium and rare metals in northwestern Jiangxi [J]. East China Geology, 2016, 37(4): 275-283.
- [8] 《中国矿产地质志·江西卷》编撰委员会.中国矿产地质志·江西卷[M].北京:地质出版社,2015.
The Editorial Committee of *China Mineral Geology Jiangxi Volume*. China mineral geology Jiangxi volume [M]. Beijing: Geological Publishing House, 2015.
- [9] 马厚明,赖志坚,鄢新华,等.江西吉泰盆地卤水锂矿床地球化学特征及远景分析[J].地球学报,2021,42(5): 617-627.
MA H M, LAI Z J, YAN X H, et al. Geochemical characteristics and prospect analysis of brine Lithium deposits in Jitai Basin, Jiangxi Province [J]. Acta Geoscientia Sinica, 2021, 42(5): 617-627.
- [10] 王春连,刘丽红,李强,等.江西吉泰盆地卤水型锂钾矿物源区岩石地球化学特征及成因分析[J].岩石矿物学杂志,2020,39(1): 65-84.
WANG C L, LIU L H, LI Q, et al. Petrogeochemical characteristics and genetic analysis of the source area of brine type lithium-potassium ore sources area in Jitai Basin of Jiangxi Province [J]. Acta Petrologica et Mineralogica, 2020, 39(1): 65-84.
- [11] 刘章华,席道忠,李文荣,等.江西省赣州盆地碘矿普查报告[R].赣州:江西省地质局九〇八大队,1977.
LIU Z H, XI D Z, LI W R, et al. General survey report of iodine deposits in Ganzhou Basin, Jiangxi Province [R]. Ganzhou: Team 908 of Jiangxi Provincial Geological Bureau, 1977.

- [12] 吕少伟,张永忠.南康市潭口碘矿形成环境分析及成因探讨[J].江西地质, 2001,15(4): 271-275.
LÜ S W,ZHANG Y Z.Analysis on formation environment of the Tankou iodine deposit,Nankang City and discussion on its origin[J]. Jiangxi Geology, 2001, 15(4): 271-275.
- [13] 江西省地质矿产勘查开发局.中国区域地质志·江西志[M].北京:地质出版社,2017.
Jiangxi Provincial Bureau of Geological and Mineral Exploration and Development. Regional geology of China Jiangxi annals [M]. Beijing: Geological Publishing House,2017.
- [14] 汪雄武,袁正新,王晓地,等.江西赣州西北部蛤湖地区拆离伸展构造体系[J].地质通报, 2004, 23(4): 367-373.
WANG X W,YUAN Z X,WANG X D,et al.Detachment-extensional tectonic system in the Hahu area,northwest Ganzhou,Jiangxi[J].Geological Bulletin of China, 2004, 23(4):367-373.
- [15] 肖惠良,李海立,范飞鹏,等.论南岭东段地区锂铍铌钽矿找矿方向[J].中国地质,2023,50(3):653-676.
XIAO H L,LI H L,FAN F P,et al. The mineral-prospecting direction of Li-Be-Nb-Ta deposits in East Nanling Region[J]. China Geology,2023,50(3):653-676.
- [16] 何发林,黄新结,李晓勇,等.江西赣州盆地恐龙化石赋存规律与埋藏特征[J].华东地质, 2017, 38(4): 250-254.
HE F L,HUANG X J,LI X Y,et al.Occurrence rule and buried characteristics of dinosaur fossils in the Ganzhou Basin,Jiangxi Province[J]. East China Geology, 2017,38(4):250-254.
- [17] 于成涛,凡秀君,衷亮云.赣南于都盆地恐龙蛋化石产地分布及赋存地层特征[J].华东地质,2020,41(4): 396-402.
YU C T, FAN X J, ZHONG L Y.Distribution of dinosaur egg fossils and occurrence stratigraphic characteristics of Yudu Basin, Southern Jiangxi [J]. East China Geology, 2020,41(4): 396-402.
- [18] 江西省地质矿产局地质矿产调查研究大队.1:50 000 潭口圩幅地质图说明书[R].南昌:江西省地质矿产局地质矿产调查研究大队,2001:24-26.
Geological and Mineral Investigation and Research Brigade of Jiangxi Provincial Bureau of Geology and Mineral Resources. 1:50 000 geological map of Tankou polder[R]. Nanchang: Geological and Mineral Investigation and Research Brigade of Jiangxi Provincial Bureau of Geology and Mineral Resources,2001:24-26.
- [19] 江西省地质矿产局赣南地质调查大队.1:50 000 赣州市幅地质图说明书[R].赣州:江西省地质矿产局赣南地质调查大队,1988:11-12.
Gannan Geological Survey Brigade of Jiangxi Provincial Bureau of Geology and Mineral Resources. 1:50 000 geological map of Ganzhou City[R].Ganzhou: Gannan Geological Survey Brigade of Jiangxi Provincial Bureau of Geology and Mineral Resources,1988:11-12.
- [20] 潘良云,张芳荣.赣州盆地西部岩石地层划分、沉积相及盆地发展演化[J].江西地质, 1996,10(1):27-33.
PAN L Y,ZHANG F R. Division of lithostratigraphy and sedimentary facies in the western part of Ganzhou Basin and its evolution [J]. Jiangxi Geology, 1996, 10(1):27-33.

Geological characteristics and prospecting potential of brine-type lithium ores in Ganzhou Basin, Jiangxi Province

XIAO Zeyou¹, QI Fuyong¹, FAN Huihu², WANG Jin¹

(1.The Seventh Geological Brigade of Jiangxi Bureau of Geology,Ganzhou 341000,Jiangxi,China;

2.Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing 100037, China)

Abstract: Ganzhou Basin, located on the north side of the eastern part of the EW-trending complex tectonic belt in Nanling Range, China, is controlled by the NE-trending structure. With well-developed late Cretaceous red beds in the region, it has been a representative red basin in the eastern part of South China. The basin is basically a closed south-east-inclined dustpan-like lake basin, with Li enriched in magmatic rocks of the Late Caledonian, stage II and III of Early Yanshanian and Late Yanshanian, and high Li

content in sandy rocks of the Late Cretaceous Zhoutian Formation in the periphery of the basin. The exploration results indicate clues of brine-type lithium ores found in the basin, revealing a lithium-bearing brine layer with aquifer thickness of 17~37 m and LiCl content of 188~457 mg/L in Tankou surrounding area. The major lithium-bearing layer is in the middle of the Late Cretaceous Zhoutian Formation located in the sedimentary center of the basin, dominated by purple red and brownish purple fine sandstone, gray-brown fine sandstone interspersed with siltstone, and purple red siltstone. The main prospecting signs of lithium brine include remote sensing image of light red tone and purple red tone, stratiform closed low resistance anomaly, water geochemical anomaly of high chlorine, low potassium and low bromine, the sedimentary center of depression basin under less fracture influence and fine clastic rock in the middle of Zhoutian Formation. Compared with Jitai Basin and Huichang Basin, brine-type lithium resources in this basin are found to have a great potential and good prospecting prospect. It is expected to achieve a new breakthrough by strengthening comprehensive prospecting.

Key words: Ganzhou Basin; brine-type lithium ores; metallogenic condition; prospecting potential; Zhoutian Formation

《地面沉降和地裂缝光纤监测规程》行业标准正式发布

近日,由中国地质调查局南京地质调查中心和南京大学牵头起草的《地面沉降和地裂缝光纤监测规程》(DZ/T 0446—2023)已通过全国自然资源与国土空间规划标准化技术委员会的审查,自然资源部正式公告批准发布,自2024年1月1日起实施。

《地面沉降和地裂缝光纤监测规程》(DZ/T 0446—2023)详细规定了地面沉降和地裂缝光纤监测的内容、方法、设备、传感光缆和传感器的选择、布设、测试、数据处理以及成果编制和提交的技术要求。规程旨在规范光纤感测技术在地面沉降和地裂缝监测领域的应用,为监测区域的地面形变和地层变形提供分布式或准分布式光纤监测方案设计、施工、实施和数据处理等提供依据,为地面沉降和地裂缝灾害防治的决策提供技术支撑。