

滇黔桂地区沉积型铝土矿对比研究及 勘查指导意义

覃丰^{1,2,3)}, 吴祥珂⁴⁾, 李立基⁴⁾, 孟祥仑^{1,2)}

- 1) 广西壮族自治区地质勘查勘查开发局, 南宁, 530023;
- 2) 广西壮族自治区二七四地质队, 广西北海, 536005;
- 3) 广西壮族自治区二七三地质队, 广西贵港, 537100;
- 4) 广西壮族自治区矿产资源储量评审中心, 南宁, 530029

内容提要: 铝土矿是广西的优势矿产资源, 区内堆积型铝土矿勘查工作程度较高, 找矿潜力有限, 而沉积型铝土矿勘查工作尚处于起步阶段, 其成矿规律及找矿方向亟待进一步深入的系统研究。本文在收集滇黔地区沉积型铝土矿资料的基础上, 结合近年勘查成果, 系统对比桂西地区沉积型铝土矿成矿地质背景、赋矿层位、含铝岩系、矿体地质以及矿石质量等方面特征, 以求为广西地区沉积型铝土矿勘查工作提供指导和借鉴。研究表明, 桂西上二叠统合山组(P_3h)分布广泛, 含铝岩系发育较完整, 具有良好的找矿前景, 是探寻沉积型铝土矿的主要目标层位。该区具备形成厚大的漏斗型矿体的条件, 加强对岩溶古地貌的研究工作, 可发现厚大矿体。但由于淋滤作用不明显, 以豆鲕状铝土矿和致密状矿石为主, 土状矿较为匮乏, 矿石品位相对偏低。

关键词: 沉积型铝土矿; 对比研究; 成矿规律; 找矿方向; 滇黔桂

铝土矿是广西的优势矿产资源, 堆积型、沉积型及红土型铝土矿均有发育, 主要集中在分布在桂西、桂中地区。目前, 广西全区累计查明资源储量占全国总量的 13.6%, 已初步建成铝土矿—氧化铝—电解铝—铝精深加工—铝应用的全产业结构链条的铝工业基地。其中, 氧化铝产量占全国 14.6%, 电解铝产量占全国 5.99%。随着广西地区氧化铝产能与产量持续快速增长, 铝土矿年消耗量巨大, 资源安全供应形势较为严峻, 亟待加大勘查力度, 推进找矿突破。目前, 广西堆积型与红土型铝土矿勘查程度较高, 进一步找矿空间有限; 而沉积型铝土矿成矿条件良好且勘查工作程度较低, 找矿潜力较大。2020年广西壮族自治区自然资源厅部署启动桂西地区沉积型铝土矿找矿勘查工作以来, 已取得了一系列阶段性成果。基于沉积型铝土矿成因机制复杂、控矿因素多样, 勘查工作仍面临诸多挑战, 亟待开展更加系统、深入的成矿研究及勘查技术优化。

滇黔桂地区是我国主要的铝土矿矿集区, 三省(区)的铝土矿具有一定的相似性, 又各具特色。前

人对贵州省不同时代沉积型铝土矿床成矿地质背景、含铝岩系特征、矿床地质特征等进行分析(武国辉等, 2006, 2008; 刘平等, 2021, 2022, 2025; 刘幼平等, 2016a, 2016b; Long Yongzhen et al., 2017), 总结了古岩溶地貌以及古海平面变化等因素对成矿的控制作用(翁申富等, 2013; 杨瑞东等, 2018; 崔涛, 2020; 吴波等, 2020; 李洪源等, 2021; 刘旭等, 2022), 构建成矿模型并开展找矿预测工作(金中国等, 2018; 宋小军等, 2024), 对高频大地电磁法、瞬变电磁法、地震共振频率成像等方法在勘查中的应用效果进行验证(卢卯等, 2021; 蒙应华等, 2021; 张德实等, 2022), 并对其伴生的 Li、Ga 以及“三稀”矿产的赋存状态及富集机制进行研究(Wang Xiaomei et al., 2013; 金中国等, 2019, 2023; 龙珍等, 2021; Luo Chaokun et al., 2023; 罗伟等, 2024; 苏永虎等, 2024), 取得丰硕的成矿理论成果, 形成完善的勘查技术方法体系。云南沉积型铝土矿的勘查与研究也相对成熟。前人对云南省不同类型铝土矿床的地质特征及成因类型进行研究(于蕾等, 2012; 刘加强



注: 本文为国家重点研发计划项目(编号: 2022YFC2903405)及广西地矿局前期科研项目(编号: GXDK202428、GXGS202508)的成果。

收稿日期: 2025-10-28; 改回日期: 2026-01-13; 网络首发: 2026-02-15; 责任编辑: 李明、章雨旭。Doi: 10.16509/j.georeview.2026.02.012

作者简介: 覃丰, 男, 1987年生, 高级工程师, 主要从事矿产勘查与开发利用研究; Email: 262617707@qq.com。通讯作者: 吴祥珂, 男, 1986年生, 高级工程师, 主要从事区域地质调查与矿产勘查工作; Email: 405950925@qq.com。

等,2012;郭远生等,2013;任运华等,2013),从地球化学、层序地层学、沉积环境和岩相古地理等方面对典型矿床进行剖析(王正江等,2016;崔银亮等,2017;Liu Lei et al., 2023),总结其伴生Li等关键金属的富集规律(Zhang Jingyuan et al., 2022; Yan Zhen et al., 2025),并在某矿区开展了AMT模拟计算,为勘查工作提供了新的技术手段(颜拓疆等,2022)。相对来说,广西以往铝土矿的研究工作以堆积型铝土矿为主,对沉积型铝土矿的研究较少。主要涉及沉积型铝土矿的矿床特征、成矿物质来源、沉积模式、地球化学特征以及伴生Li、Ga的初步研究(张启连等,2020,2022,2024;程顺波等,2021;黄国等有等,2021;Zhao Haonan et al., 2023;罗允义等,2023;Lin Kunyue et al., 2024;罗靖伟等,2025),对典型矿床(区)的研究则主要集中于平果地区(李晓峰等,2022;刘阿睢等,2022)。

本文以前人工作为基础,结合近年来的最新勘

查与研究成果,针对目前桂西沉积型铝土矿勘查与研究面临的关键科学问题,从滇黔桂地区主要沉积型铝土矿的区域地质背景、矿床地质特征以及勘查技术方法等方面进行对比研究,提取有指示作用的关键信息,为桂西沉积型铝土矿的找矿勘查工作提供更实用的参考。

1 区域矿床分布概况

滇黔桂地区大地构造位置处于羌塘—扬子—华南板块,主要由扬子地块和华夏地块沿江南造山带碰撞拼贴而形成。其北部以秦岭—大别造山带为界,与华北克拉通相连;西部以龙门山断裂与松潘—甘孜地块分开;西南沿松马—哀牢山缝合带与印支地块连接;东面紧邻太平洋(胡瑞忠等,2020)。本区经历了多次重要构造事件的影响,形成多种类型铝土矿床,可划分为沉积型、堆积型和红土型3种矿床类型(孙莉等,2018;胡瑞忠等,2020),其中沉积

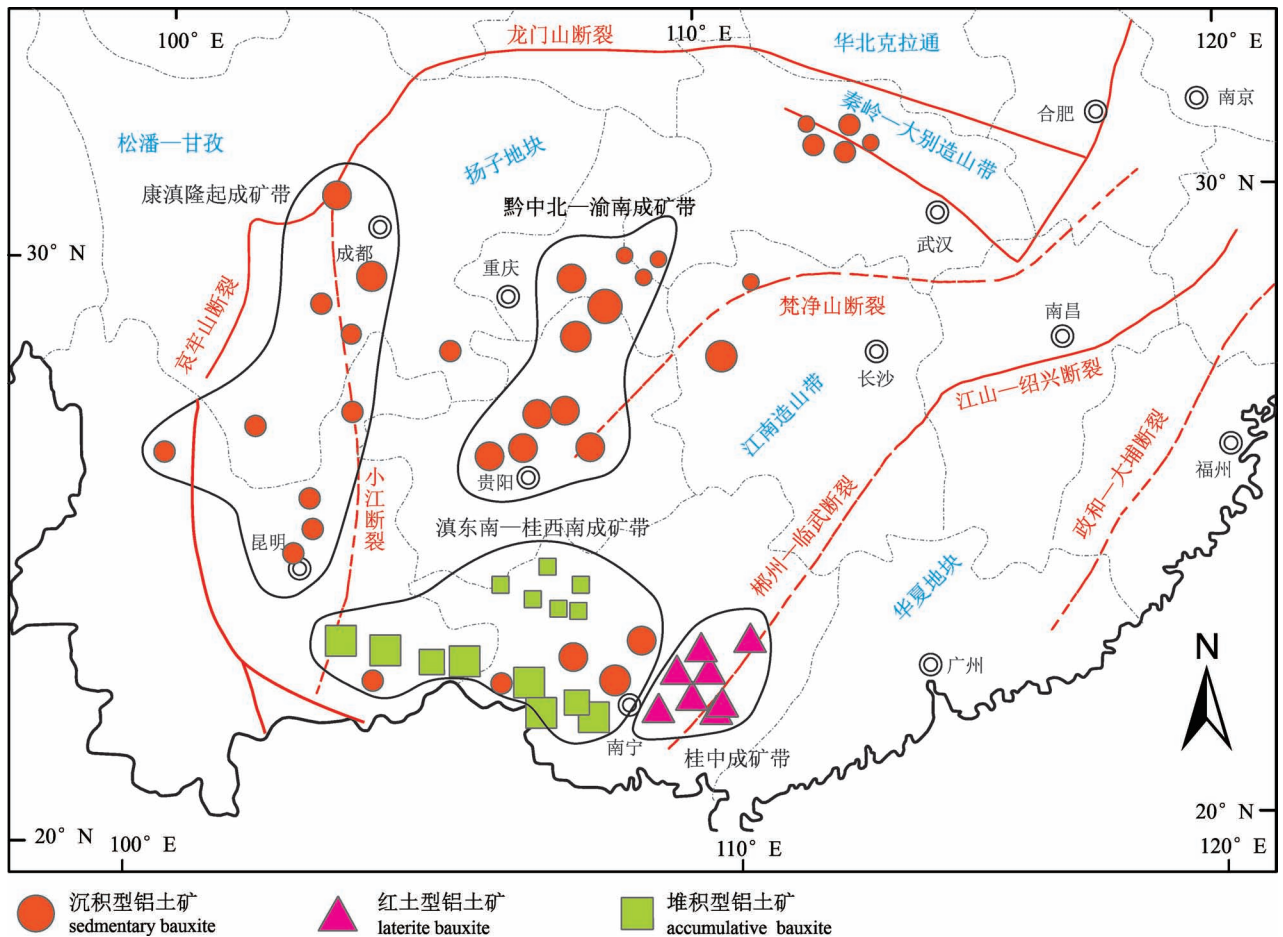


图1 滇黔桂地区铝土矿分布图(修改自孙莉等,2018;胡瑞忠等,2020;徐林刚等,2023)

Fig. 1 Distribution map of bauxite in the Yunnan—Guizhou—Guangxi region (modified from Sun Li et al., 2018&

Hu Ruizhong et al., 2020&; Xu Lingang et al., 2023&)

型铝土矿主要分布于康滇隆起成矿带、黔中北—渝南成矿带,红土型铝土矿主要分布于桂中成矿区,而滇东南—桂西南成矿带则兼有堆积型铝土矿和沉积型铝土矿 2 种矿床类型(图 1)。

2 滇黔桂地区成矿地质背景

2.1 贵州沉积型铝土矿成矿地质背景

贵州省属于扬子陆块,受不同时期、不同方向地质构造活动的影响,区域内一些重要的地层界面出现缺失和变形现象,进而形成了受控于沉积盆地演化的 4 个沉积型铝土矿赋矿层位。

志留纪末的广西运动使贵州全面隆升为陆并遭受剥蚀。早泥盆世大陆开始伸展裂陷,海水自南往北侵入贵州裂陷盆地内,但大部地区仍暴露地表并

遭受剥蚀,提供了初始的成矿物质;在早石炭世杜内早期,海平面小幅度上升,黔中和黔北地区仍处于暴露剥蚀状态,仅在龙里—花溪一带沉积形成丰源层(FYB)铝土矿(图 2a)。在早石炭世维宪期,随着贵州南部华南海由南向北大规模的海侵,在修文—清镇、遵义—瓮安一带沉积形成了下石炭统九架炉组(C_{1ij})含铝岩系(图 2b)。在早二叠世阿瑟尔—亚丁斯克早期,突发海侵和缓慢海退事件使务川—正安—道真地区形成了形成大竹园组(P_1d)铝土矿(图 2c)。在早二叠世自亚丁斯克末期,随着海进的进一步扩大,在凯里—福泉一带形成了梁山组(P_2l)的含铝岩系(图 2d)。中晚二叠世,贵州境内长期的海侵连续沉积形成了良好的盖层条件,使早期形成的铝土矿含铝岩系或铝土矿得到了很好的保存(张

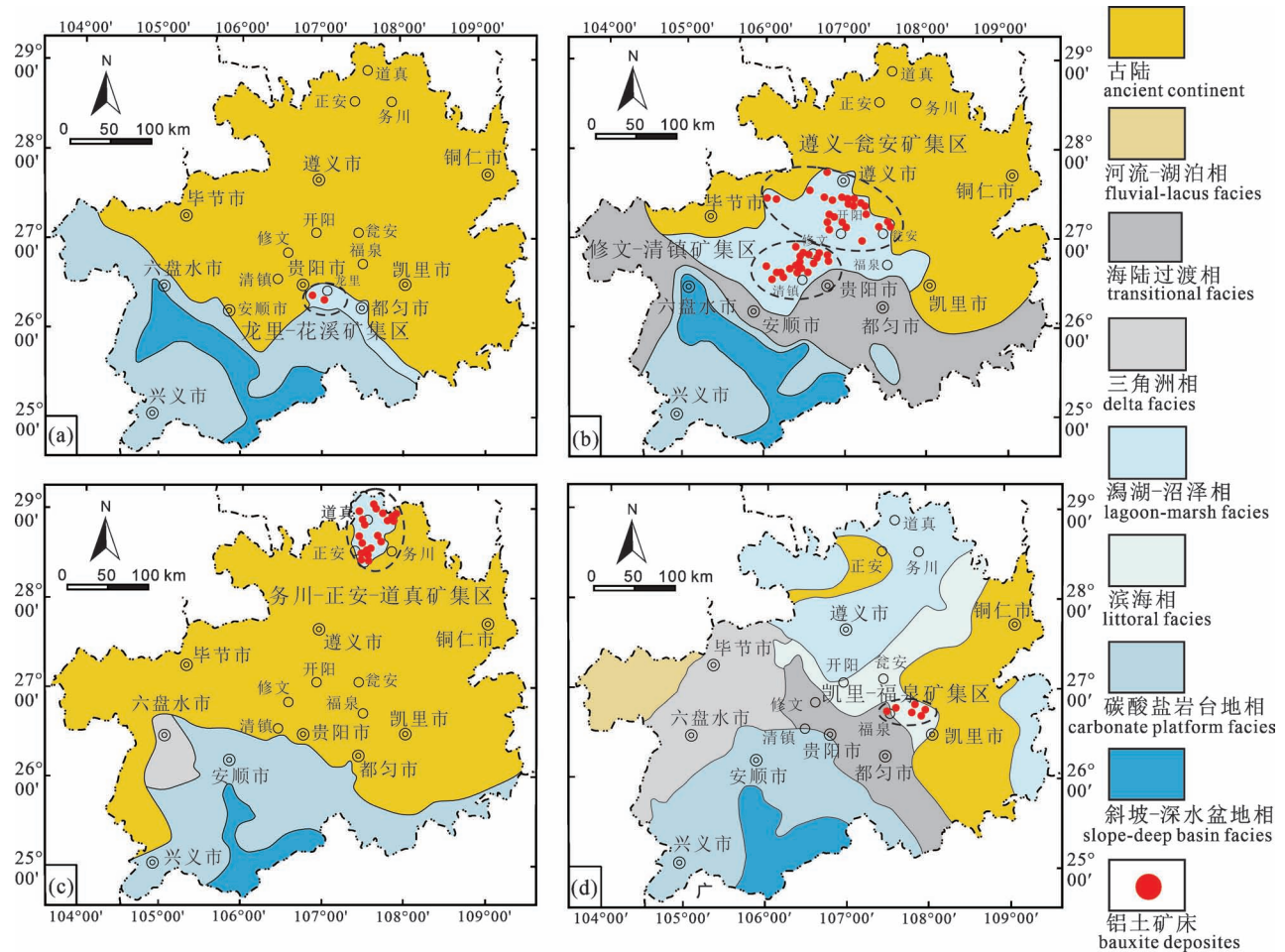


图 2 贵州沉积型铝土矿主要成矿期岩相古地理图(修改自邓旭升等, 2020)

Fig. 2 Main metallogenic epoch lithofacies paleogeography map of Guizhou sedimentary bauxite (modified from Deng Xusheng et al., 2020&)

(a) 早石炭世杜内期; (b) 早石炭世维宪期; (c) 早二叠世阿瑟尔期—亚丁斯克期; (d) 早二叠世亚丁斯克末期

(a) Early Carboniferous Tournaisian period; (b) Early Carboniferous Visean period; (c) Early Permian

Asselian—Artinskian period; (d) Early Permian Artinskian late period

启明,2012;杜远生等,2014;陈庆刚等,2016;邓旭升等,2020;吴波等,2020; Deng Xusheng et al. ,2023)。

2.2 云南沉积型铝土矿成矿地质背景

云南大地构造单元位置处于扬子陆块与姜塘—三江造山系的结合部位,受控于大地构造演化形成3个沉积型铝土矿赋矿层位。

石炭纪末,扬子陆块云南境内普遍发生区域性抬升,滇中地区遭受强烈风化剥蚀,伴随红土化作

用,含铝沉积物的初始富集。至早二叠世,该区构造体制由隆升转换为差异沉降,至中二叠世末期,东吴运动诱发峨眉山玄武岩喷发,海退作用显著,下伏灰岩暴露地表而经历了一系列的风化剥蚀与喀斯特作用为铝土矿成矿提供了足够的可容纳空间。随后的自北向东推进的海侵过程中,中二叠统梁山组(P_2l)含铝岩系在滇西北一带沉积富集。至晚二叠世吴家坪期早期,海侵范围进一步扩大,滇中滇东南地区转

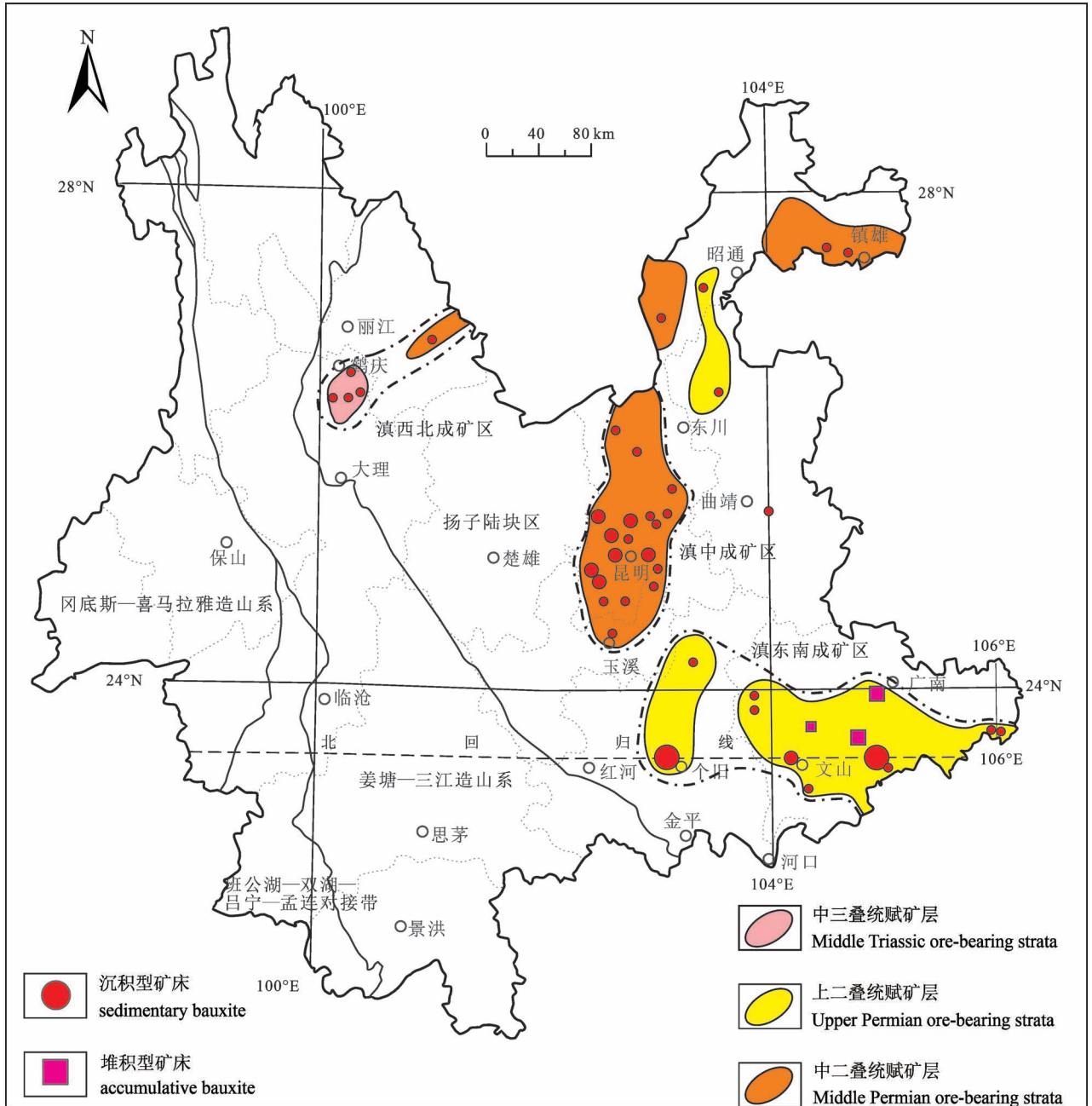


图3 云南省大地构造及铝土矿分布图(修改自郭远生等, 2013)

Fig. 3 Map of the tectonic framework and bauxite distribution in Yunnan Province (modified from Guo Yuansheng et al. , 2013&)

换为低能滨浅海环境,上二叠统龙潭组(P_3l)铝土矿发育。三叠纪之后,随着海平面的逐步升高,在滇西北地区开始形成碳酸盐岩建造。中三叠世末期,印支早期的构造运动,滇西北因早期印支运动而持续抬升暴露于地表,而后经历了一定程度的侵蚀与喀斯特化,为成矿提供物质来源和成矿空间。在晚三叠世早期,又发生海进,最终在滇西北地区形成中窝组(T_3z)中—厚层状高品质铝土矿(郭远生等,2013)。

2.3 广西沉积型铝土矿成矿地质背景

广西处于扬子陆块和华南板块的结合部位(图4)。该区经历了复杂的大地演化过程,形成较为丰富的矿产资源,其中,铝土矿是最具代表性的矿产之一。

晚泥盆世末发生的柳江运动,使得桂西南和桂西北地区地壳普遍隆升,台地暴露遭受剥蚀,缺失部分地层。早石炭世初期发生海侵,在台地内部凹凸不平的侵蚀面上沉积有铁、铝质,在龙州一带的下石炭统都安组(C_1d)底部零星发育有铁铝岩层系;往台缘方向,下石炭统逐渐超覆在界线之上,局部地段以楔状形式超覆(张能等,2016)。

中二叠世末发生的东吴运动使广西大部分地区再次上升为陆,碳酸盐台地被抬升遭受剥蚀形成古喀斯特地貌,同时期喷发的中酸性火山灰以及碳酸盐岩的风化残余物质在古喀斯特洼地中形成沉积铝土矿的原始物质积累(Wang Qingfei et al., 2010; Deng Jun et al., 2010)。随后发生由南往北、自西向东的海侵,在桂中、桂西南和桂西地区中二叠统茅口组(P_2m)起伏不平的古岩溶基底上,沉积形成上二叠统合山组(P_3h)的含铝岩系,局部形成具工业价值的沉积型铝土矿和黄铁矿床,是沉积型铝土矿的主要赋矿层位。该层位与贵州遵义—贵阳—兴义一带以及滇东南一带的龙潭组(P_3l)属同期异相。其中,合山组(P_3h)为局限—半局限台地沉积,龙潭组(P_3l)为潮坪—泻湖海陆交互相沉积(魏泽权等,2020)。

印支运动和燕山运动使得桂西地区被抬升到地表,形成一系列褶

皱和断层。新生代以来,桂西地区发生强烈的喀斯特和红土化作用,使背斜构造的沉积型铝土矿层进一步破碎崩塌形成粒度不一的块状矿石,与顶底部围岩红土化和喀斯特化作用所形成的红土,一起混杂就位于喀斯特洼地中,在背斜构造的核部地带形成第四系堆积型铝土矿;向斜构造中的沉积型铝土矿未经受风化剥蚀而得以保存,形成桂西地区特有的沉积型铝土矿与堆积型铝土矿毗邻分布的格局(张起钻,2011)。

3 矿床地质特征

3.1 贵州沉积型铝土矿矿床地质特征

3.1.1 赋矿层位

贵州沉积型铝土矿的主要赋矿层位有下石炭统九架炉组(C_{1jj})和下二叠统大竹园组(P_{1d}),其次为下石炭统丰源层(FYB)和中二叠统梁山组(P_{2l})。其中,务川—正安—道真一带铝土矿的含矿地层为下二叠统大竹园组(P_{1d}),是探明保有铝土矿资源储量最多的层位;遵义—瓮安和修文—清镇一带铝土矿的含矿地层为下石炭统九架炉组(C_{1jj}),是发

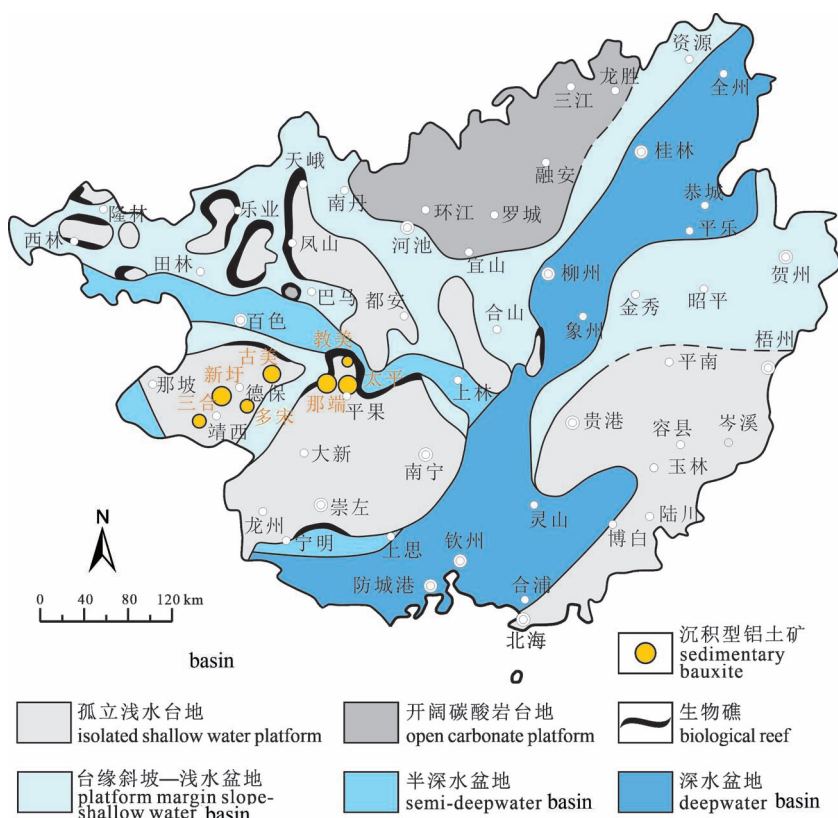


图4 广西晚二叠世岩相古地理及铝土矿分布图(修改自廉吕型,2022)

Fig. 4 Paleogeographic and bauxite distribution map of the Late Permian in Guangxi (from Lian Lvxing, 2022&)

现铝土矿最早、探明铝土矿床数量最多的层位；而花溪—龙里一带的下石炭统丰源层(FYB)和凯里—福泉一带的中二叠统梁山组(P_2l)产出矿床较少且规模相对较小(刘幼平等,2016b;罗伟等,2024)。

下石炭统丰源层(FYB)含铝岩系的底部常见铁质风化壳；下部为黄褐色铁质黏土岩夹铝质黏土岩；中部为灰色土状、碎屑状铝土矿，偶见豆鲕状铝土矿；上部为灰色、黄褐色薄层铝质黏土岩，偶见铁质黏土岩和铁质结。含铝岩系厚度的在横向上变化较大，一般厚0.5~15.0 m(马义波等,2024)。其与下伏泥盆系者王组(D_3z)灰岩或下石炭统革老河组(C_1g)泥晶灰岩呈平行不整合接触，局部地区的含矿系与石炭系汤耙沟组(C_1p)炭质黏土岩呈平行不整合接触；与上覆石炭系祥摆组(C_2b)炭质黏土岩、石英砂岩呈平行不整合接触(图5a)。

下石炭统九架炉组(C_{1j})含铝岩系的底部为紫红色铁质黏土岩、灰绿色绿泥石黏土岩，夹团块状、透镜状、结核状赤铁矿；下部为灰色致密状、碎屑状铝土岩、铝质黏土岩；中部为浅灰—深灰色致密状、碎屑状、土状铝土矿；上部为灰、深灰色致密状、碎屑

状铝土岩、铝质黏土岩；顶部为灰、灰绿色、杂色黏土岩。含铝岩系厚0~46 m,平均厚15 m(Ling Kunyue et al. 2015;杜蔺等,2023)。不同矿集区含铝岩系的顶底板不尽相同。在修文—清镇矿集区含铝岩系与下伏中寒武统石冷水组(ϵ_2s)或高台组(ϵ_2g)或中上寒武统娄山关组(ϵ_{2-3ls})呈平行不整合接触，与上覆地层为下石炭统摆佐组(C_1b)或祥摆组(C_1x)呈整合接触(图5b)；在遵义—瓮安矿集区含铝岩系与下伏奥陶系下统桐梓组(O_1t)白云岩呈平行不整合接触，与上覆二叠系中统梁山组(P_2l)黑色粉砂质黏土岩、炭质泥岩亦呈平行不整合接触。

下二叠统大竹园组(P_1d)含铝岩系的底部为灰绿、墨绿色绿泥石泥岩或铁绿泥石泥岩，下部为灰、浅灰色铝质泥岩，中部为灰、浅灰色土状铝土矿、碎屑状铝土矿、豆鲕状铝土矿，上部为浅灰至深灰色致密状铝土矿或铝土岩，顶部为灰、浅灰色铝质泥岩。含铝岩系厚0~16 m,平均厚6 m(杜蔺等,2023)。其与下伏志留系韩家店组(S_2hj)杂色泥岩、泥砂岩、页岩呈平行不整合接触，部分区域下伏地层为上石炭统黄龙组(C_2h)浅灰色、灰色厚层至块状泥晶灰

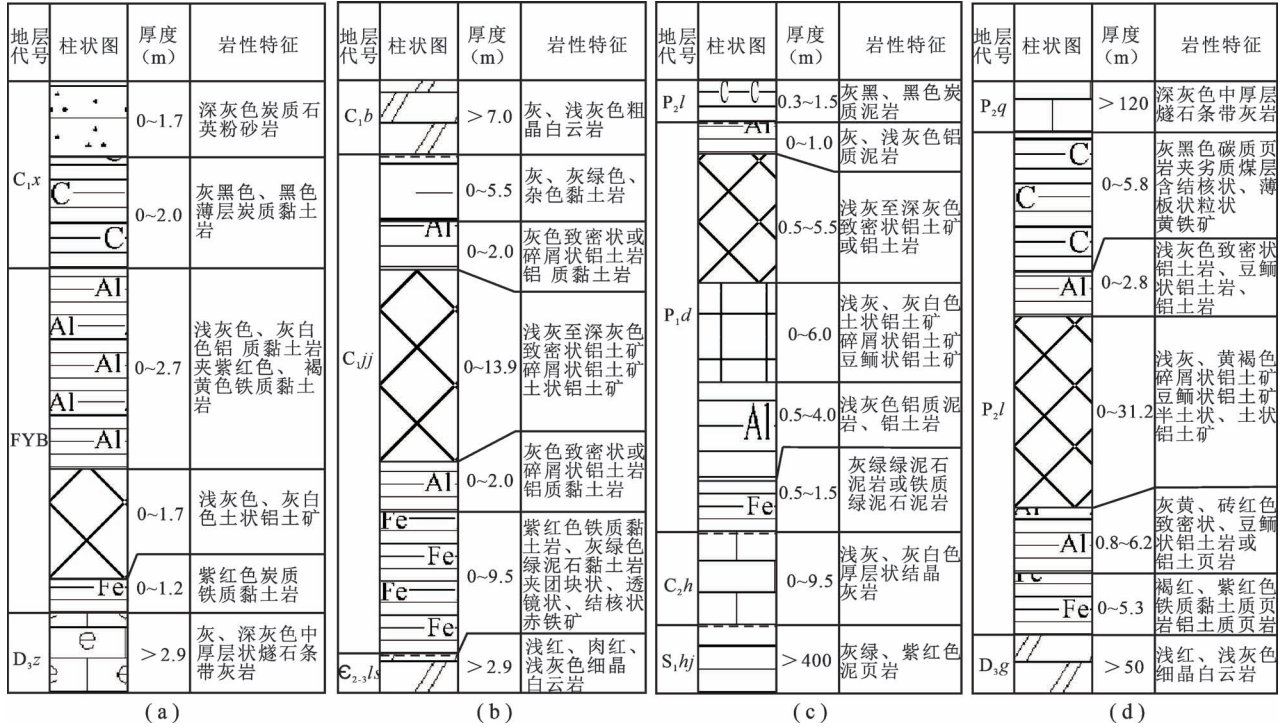


图5 贵州沉积铝土矿含铝岩系柱状图(修改自杜蔺等,2023;马义波等,2024)

Fig. 5 Columnar diagram of aluminum-bearing sedimentary rock series of Guizhou bauxite (modified from Du Lin et al., 2023& Ma Yibo et al., 2024&)

(a) 龙里—花溪矿集区; (b) 修文—清镇矿集区; (c) 务一正—道矿集区; (d) 凯里—福泉矿集区

(a) Longli—Huaxi ore concentrated area; (b) Xiuwen—Qingzhen ore concentrated area; (c) Wuchuan—Zheng’an—Daozhen ore concentrated area; (d) Kaili—Fuquan ore concentrated area

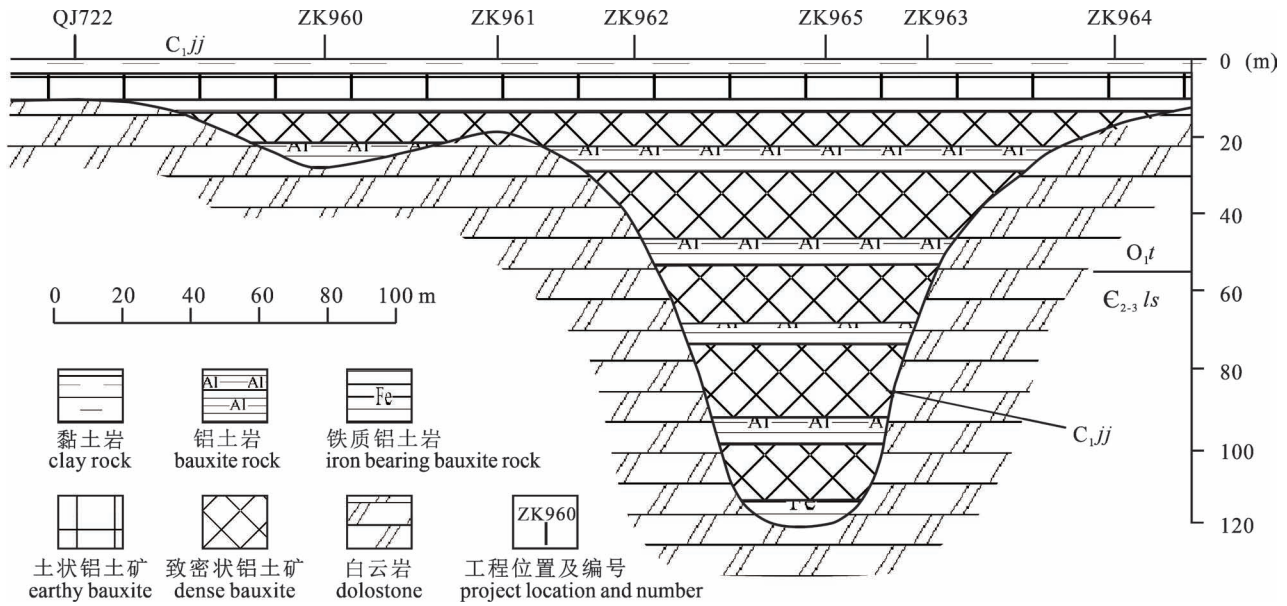


图6 后槽矿区9号勘探线剖面图(修改自刘平等, 2022)

Fig. 6 Cross-section along exploration line 9 of the Houcao mining area (modified from Liu Ping et al. , 2022&)

岩;与上覆地层为中二叠统栖霞组(P_{2q})炭质泥岩呈整合接触(图5c)。

中二叠统梁山组(P_{2l})含铝岩系的底部为褐红、紫红色铁质侵染黏土质页岩或铝土质页岩;下部为灰白、浅灰、灰黄、黄绿、砖红色致密状、豆鲕状铝土岩或铝土页岩;中部为灰白、浅灰、黄褐色碎屑状铝

土矿、豆鲕状铝土矿、半土状—土状铝土矿,局部夹铝土岩;上部为浅灰、灰黄色致密状、豆鲕状铝土岩、铝土页岩;顶部为灰黑、褐黑色炭质页岩夹劣质煤层,含结核状、薄板状、粒状黄铁矿。含铝岩系厚0~44 m,平均厚10 m(Zhang Zhengwei et al. , 2013;杜

表1 贵州主要矿集区矿体特征一览表(据朱永红等,2018;杨涛等,2020;刘平等,2022)

Table 1 Overview of ore body characteristics in major mineral deposits in Guizhou (after Zhu Yonghong et al. , 2018&; Yang Tao et al. , 2020&; Liu Ping et al. , 2022&)

矿集区	修文—清镇	遵义—瓮安	凯里—福泉	务川—正安—道真
赋矿层位	下石炭统九架炉组(C_{1jj})	下石炭统九架炉组(C_{1jj})	中二叠统梁山组(P_{2l})	下二叠统大竹园组(P_{1d})
底板岩性	石冷水组(E_{2s})、高台组(E_{2g})、娄山关组(E_{2-3ls})白云岩	桐梓组(O_{1t})白云岩	高坡场组(D_{3g})白云岩	韩家店组(S_{2hj})泥岩、泥砂岩、页岩;黄龙组(C_{2h})泥晶灰岩
矿体规模	多为中型矿体规模	以小规模矿体为主	以小规模矿体为主	多为中大矿体型规模
矿体形态	以层状、似层状、透镜状矿体为主;次为扁豆状、囊状、漏斗状矿体	层状、似层状、透镜状和狭谷状、溶坑状、漏斗状等	呈层状或似层状顺层产出	呈层状、似层状、大透镜状,
矿体倾角	20°~30°	20°~30°	一般小于30°	多在40°以上
矿体厚度	厚0.90~16.60 m	厚0.80~38.97 m;最厚118.48 m	厚0.90~17.80 m;一般为2.00~3.00 m	厚0.50~5.28 m;一般为1.50 m
矿体连续性	较好	较差	较差	好
其他	在岩溶凹地或漏斗部位,矿体变厚;而在古地貌突起部位矿体变薄或尖灭,使矿体不连续	基本未见囊状和漏斗状矿体		

菌等, 2023)。其与下伏地层上泥盆统高坡场组(D_{3g})白云岩呈平行不整合接触, 与上覆中二叠统栖霞组(P_{2q})灰岩呈整合接触(图 5d)。

总体来说, 贵州沉积型铝土矿含铝岩系是一套以含铝土矿为主的沉积岩系, 岩石类型丰富, 主要包括铝质岩类、铁质岩类、炭质岩类及少量石英砂岩等。由于贵州沉积型铝土矿分布范围广泛, 各矿集区的矿床形成时代不同, 含铝岩系也呈现出各自的特点, 变化具有明显的规律性。由南向北, 含铝岩系的下伏地层逐渐变新, 成矿时间也随之推移至更新的地质时期, 风化剥蚀作用的持续时间也相应缩短。含铝岩系的小分层结构也呈现出规律性的变化: 在南部地区, 含铝岩系主要由铁矿和铝矿组合而成; 向北过渡到中部地区, 则演变为铁矿、铝矿和煤矿 3 层组合; 最终在北部地区, 含铝岩系简化为铝矿和煤矿两层组合(杜菌等, 2023; 罗伟等, 2024)。

3.1.2 矿体地质

根据以往地质勘查成果资料, 修文—清镇矿集区的沉积型铝土矿体以层状、似层状、透镜状为主, 次为扁豆状、囊状、漏斗状矿体, 矿体规模较大, 多见中型矿体, 矿体连续性较好。遵义—瓮安矿集区和凯里—黄平地区的基底地层岩性以为碳酸盐岩(白云岩、灰岩)为主, 古喀斯特地貌发育, 沉积型铝土矿体以层状、似层状、透镜状为主, 发育有溶坑状、漏斗状等矿体形态并存, 大矿体数量少, 以小规模矿体为主, 矿体连续性较差。以遵义—瓮安矿集区的后槽、仙人岩和苟江 3 个矿床最为典型, 其中, 后槽矿区含铝岩系九架炉组(C_{4j})矿体单层厚一般为 0.80

~38.97 m, 最厚达 118.48 m(图 6)。务川—正安—道真矿集区的基底岩性特征为硅酸盐岩(炭质钙质页岩、砂岩、局部灰岩), 古喀斯特地貌不发育, 沉积型铝土矿体多呈层状、似层状、大透镜状, 偶见透镜状, 基本未见囊状和漏斗状, 矿体多为中大型规模, 厚度稳定、变化较小, 连续性相对较好。

各矿集区矿体地质特征见表 1。

3.1.3 矿石质量

贵州沉积型铝土矿矿石矿物组合相似, 主要矿物有一水硬铝石、三水铝石、高岭石、菱铁矿、赤铁矿、黄铁矿和金红石等; 其化学组分基本一致, Al₂O₃、SiO₂、Fe₂O₃、TiO₂ 等占 80% 以上, 但不同矿集区的矿石品位及结构构造存在较大的差异, 各矿集区矿石特征一览表详见表 2。

3.2 云南沉积型铝土矿矿床地质特征

3.2.1 赋矿层位

云南沉积型铝土矿的主要赋矿层位有中二叠统梁山组(P_{2l})、上二叠统龙潭组(P_{3l})和上三叠统中窝组(T_{3z})。滇东北巧家—彝良一带以及滇中昆明—玉溪一带的沉积型铝土矿赋矿层位为中二叠统梁山组(P_{2l}), 滇东南文山州境内的赋矿层位为上二叠统龙潭组(P_{3l}), 滇西北鹤庆县境内的赋矿层位为上三叠统中窝组(T_{3z})。

中二叠统梁山组(P_{2l})含铝岩系的下部为砂岩、泥岩夹劣煤层或炭质泥岩的组合, 其中发育有 1~2 层铝土岩; 上部铝土岩—铝土矿组合, 是沉积型铝土矿的主要赋存部位。含铝岩系厚度为 3.80~40.71 m。其与下伏中石炭统碳酸盐岩呈平行不整合接触

表 2 贵州主要矿集区矿石特征一览表(据何文君等, 2014; 刘幼平等, 2016a)

Table 2 Overview of ore characteristics in major mineral deposits in Guizhou

(after He Wenjun et al., 2014&; Liu Youping et al., 2016a&)

矿集区	修文—清镇	遵义—瓮安	凯里—福泉	务川—正安—道真
矿物组合	一水硬铝石、高岭石、三水铝石、赤铁矿、褐铁矿、针铁矿及纤铁矿	一水硬铝石、水云母、高岭石、绿泥石、蒙脱石、黄铁矿、锐钛矿、电气石等	一水硬铝石、一水软铝石、三水铝石、高岭石、菱铁矿、赤铁矿、黄铁矿和金红石等	一水硬铝石、高岭石、蒙脱石、伊利石以及少量水云母
矿石品位	Al ₂ O ₃ 为 52.40%~78.88%; SiO ₂ 为 1.39%~24.40%; 铝硅比 2.79~17.92	Al ₂ O ₃ 为 42%~79%; SiO ₂ 为 2.26%~38.9%; 铝硅比 8.11~13.63	Al ₂ O ₃ 为 40%~80.73%; SiO ₂ 为 0.77%~33.50%; 铝硅比 2.20~70.04	Al ₂ O ₃ 为 45.7%~67.1%; SiO ₂ 为 0.77%~33.50%; 铝硅比 2.60~6.30
矿石结构	以碎屑、泥晶、粒屑状结构为主	碎屑状结构、豆鲕状结构和致密状结构等	半自形—自形结构、砂屑结构、豆鲕状结构、隐晶—微晶结构及胶状结构	以泥晶、粒屑状结构为主
矿石构造	块状构造、土状—半土状构造、致密状构造	块状构造、土状、半土状构造	豆鲕状构造、碎屑状构造、致密块状构造及土状构造	以土状、半土状碎屑状构造为主, 其次为豆鲕状构造、致密块状构造

关系,与上覆栖霞组(P_2q)呈整合接触。

上二叠统龙潭组(P_3l)含铝岩系的下部主要为铝土矿层;中部为黏土岩、炭质页岩夹泥煤;上部为黏土岩、铝土页岩夹铝土岩。含铝岩系一般厚为7.50~51.50 m (郭远生等,2013)。其与下伏马平组(C_2Pm)碳酸盐岩呈平行不整合接触,与上覆三叠系洗马塘组(T_1x)呈整合接触。

上三叠统中窝组(T_3z)含铝岩系的底部发育有古风化壳,下部为含铁黏土岩夹赤铁矿或黄铁矿、菱铁矿,中部为铝土岩或黏土岩、铝土矿或铁铝岩,上部为薄煤层、炭质页岩或杂色黏土页岩。含铝岩系厚度为0~13 m (童文辉,2016)。其与下伏中三叠统北衙组(T_2b)细晶灰岩为平行不整合接触关系,与上覆上三叠统松桂组(T_3s)砂岩、泥岩呈整合接触。

各主要赋矿层位的主要特征见图7。

3.2.2 矿体地质

云南沉积型铝土矿主要分布在滇东南的文山一带,以麻栗坡的铁厂沉积型铝土矿床为代表;滇中地区的昆明—玉溪一带则以老煤山沉积型铝土矿为代表;滇西北地区则以鹤庆的松桂沉积型铝土矿为代

表。各典型矿床特征一览表见表3。

3.2.3 矿石质量

云南沉积型铝土矿的物组合相似,主要有矿物有一水硬铝石、三水铝石、高岭石、菱铁矿、赤铁矿、黄铁矿和金红石等;矿石化学组分基本一致,以 Al_2O_3 、 SiO_2 、 Fe_2O_3 、 TiO_2 等为主。各矿区的矿石品位及矿石结构构造不尽相同,各矿集区典型矿床矿石特征一览表见表4。

3.3 广西沉积型铝土矿矿床地质特征

3.3.1 赋矿层位

广西沉积型铝土矿的主要赋矿层位为上二叠统合山组(P_3h),具有典型的“铁—铝—煤”的结构,即含铝岩系的底部为黄铁矿含量较高的铁铝岩或含黄铁矿铝土质泥岩,下部是黄铁矿含量相对较少的铝土矿或铝土岩层,中部为泥质含量较高的黏土岩或铝土质黏土岩,上部为碳质泥岩或煤层。含铝岩系的底板岩性为中二叠统茅口组生物碎屑灰岩,两者呈平行不整合接触关系。

桂西地区沉积型铝土矿的下伏地层为中二叠统茅口组(P_2m),以生物碎屑灰岩为主,易于发生喀斯特化,形成很多凹凸不平的岩溶洼地等负地形,为成

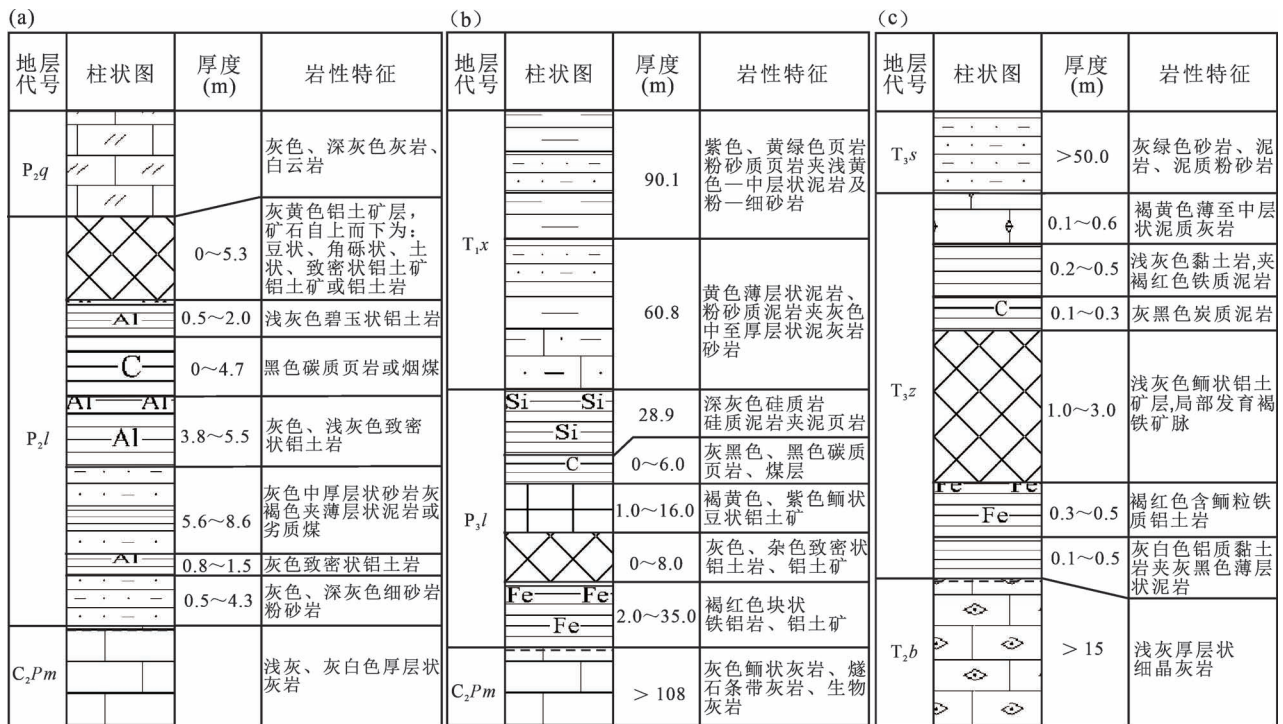


图7 云南沉积铝土矿含铝岩系柱状图(修改自郭远生等,2013;梁秋原等,2013;童文辉,2016)

Fig. 7 Columnar diagram of aluminum-bearing sedimentary rock series of Yunnan Bauxite (modified from Guo Yuansheng et al., 2013&; Liang Qiuyuan et al., 2016&)

(a)滇中矿集区;(b)滇东南矿集区;(c)滇西北矿集区

(a) Central Yunnan ore concentrated area; (b) southeast Yunnan ore concentrated area; (c) northwest Yunnan ore concentrated area

表3 云南各矿集区典型矿床矿体特征一览表(据郭远生等,2013;梁秋原等,2013)

Table 3 Overview of mineral body characteristics of typical deposits in each mineral concentration area of Yunnan (after Guo Yuansheng et al., 2013&; Liang Qiuyuan et al., 2013&)

矿集区	滇东南	滇中	滇西北
矿床名称	铁厂	老煤山	松桂
赋矿层位	上二叠统龙潭组(P ₃ l)	中二叠统梁山组(P ₂ l)	上三叠统中窝组(T ₃ z)
底板岩性	马平组(C ₂ Pm)碳酸盐岩	中石炭统碳酸盐岩	北衙组(T ₂ b)细晶灰岩
矿体规模	长1700 m,宽200~500 m	长1100 m,宽96~385 m	长65~1310 m,倾向延伸41~1722 m
矿体形态	上矿层:似层状、扁豆状; 下矿层:呈似层状	似层状	层状、似层状
矿体倾角	倾角为15°~25°	倾角8°~18°,局部倾角达40°	倾角为10°~30°
矿体厚度	一般厚3.00~5.00 m,最薄0.64 m, 最厚10.36 m	一般厚2.56 m,最薄0.73 m, 最厚5.34 m	一般厚2.56 m,最厚3.20 m, 最薄0.35 m
矿体连续性	一般	垂向上比较连续	较差
其他	受古岩溶影响,矿体厚度变化大		矿体于侵蚀面凹陷处沉积最厚, 凸出处变薄

矿物质沉积提供良好的成矿空间。如果古岩溶基底凹陷深、范围大,则含矿岩系就会沉积厚、分布范围广,所形成的铝土矿厚度大、矿体规模大;如果古岩溶基底凹陷浅、范围小甚而凸起,那么含矿岩系沉积薄以至尖灭、分布范围窄,形成的铝土矿厚度薄、矿体小,甚至无矿(图8)。含铝岩系的一般厚度为0.50~16.00 m,但不同矿区其厚度略有差异。靖西矿区的含铝岩系厚为0.85~17.59 m,德保—田阳矿区的含铝岩系厚为0~10.42 m,平果矿区的含铝岩系厚0~14.50 m,均显示出较大的变化。

此外,龙州一带零星出露的下石炭统都安组也发现有沉积型铝土矿含铝岩系出露,其含铝岩系具有相似的“铁—铝—泥”的结构,含铝岩系顶部的煤层不发育,取而代之的是泥质岩类。含铝岩系的底板为泥盆统融县组灰岩、白云质灰岩,两者呈平行不整合接触关系。虽然在龙州一带的下石炭统都安组(C₁₋₂d)组地层底部也零星发现有铁铝系出露,但由于其矿石品质较低,目前尚未发现工业矿体。

3.3.2 矿体地质

通过对广西正在进行勘查工作的沉积型铝土矿

表4 云南主要矿集区典型矿床矿石特征一览表(据郭远生等,2013;梁秋原等,2013)

Table 4 Overview of ore characteristics of typical deposits in major mineral concentration areas of Yunnan (after Guo Yuansheng et al., 2013&; Liang Qiuyuan et al., 2013&)

矿集区	滇东南	滇中	滇西北
矿床名称	铁厂	老煤山	鹤庆
矿物组合	一水硬铝石、叶蜡石、高岭土、针铁矿、赤铁矿和锐钛矿,少量胶铝石、伊利石、蒙脱石、方解石、黄铁矿及褐铁矿等	一水硬铝石、一水软铝石、三水铝石、褐铁矿、高岭石、黏土质矿物及少量绿泥石等	硬水铝石、软水铝石、胶铝矿、锐钛矿、赤铁矿、褐铁矿、少量三水铝石组成,次为黄铁矿、高岭石、水云母、石英、石髓
矿石品位	上矿层: Al ₂ O ₃ 55.36%, SiO ₂ 13.36%, Fe ₂ O ₃ 8.18%, 铝硅比值3.70; 下矿层: Al ₂ O ₃ 63.36%, SiO ₂ 9.95%, Fe ₂ O ₃ 7.91%, 铝硅比值7.80	Al ₂ O ₃ 59.69%~63.68%, 平均62.53%; SiO ₂ 12.54%~14.87%, 平均14.06%; 铝硅比4.14~5.13, 平均4.45	主要成分 Al ₂ O ₃ 、SiO ₂ 、Fe ₂ O ₃ 占64%~86%, 有害杂质 MgO+CaO 平均含量1.68%; S 平均含量0.19%
矿石结构	主要为假鲕状、鲕状、豆鲕状、碎屑结构	鲕状结构、豆状结构	主要为豆状、鲕状结构,次为片状、泥状、压碎结构
矿石构造	块状构造	土状构造、块状构造	块状构造为主,次为层状构造、蜂窝状构造、土状构造

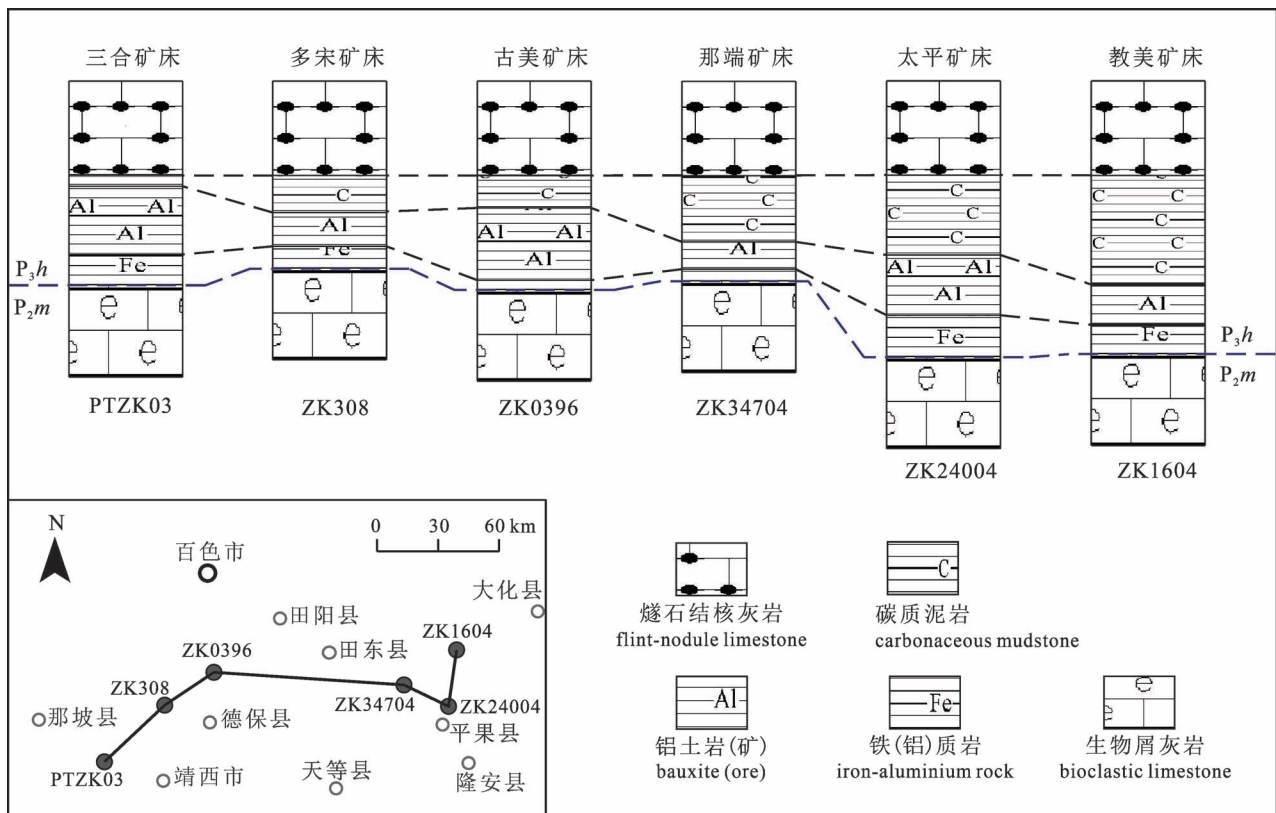


图 8 桂西沉积型铝土矿含矿岩系柱状图

Fig. 8 Column chart of ore bearing rock series in sedimentary bauxite deposits in western Guangxi

矿床的研究发现,桂西沉积型铝土矿赋存于上二叠统合山组底部与中二叠统茅口组之间的平行不整合面上。矿体呈层状、似层状或透镜状,沿走向方向断续分布。单个矿体的长度变化范围较大,大者可达数百米至几千米,小者仅为数十米,一般在 1000~15000 m 之间。矿体厚度不稳定,通常为 1.00~4.00 m,局部地区矿厚可达 10.00 m。

矿体的形态及厚度受古侵蚀面控制,通常在凹

下地段,矿层厚度较大;而在凸起地段,厚度较小,甚至会出现尖灭缺失的情况,导致矿体中出现无矿“天窗”(图 9)。矿体的产状受后期构造影响较大,同一矿区内矿体产状相对较稳定,但不同矿区之间的产状变化较大。矿体倾角一般为 20°~30°,部分矿体的倾角可达 50°。

表 5 列出了桂西主要矿集区矿体的特征。

表 5 桂西主要矿集区矿体特征一览表

Table 5 Overview of ore body characteristics in major mineral deposits areas in western Guangxi

矿集区	平果	德保—田阳	靖西—那坡
赋矿层位	上二叠统合山组(P ₃ h)		
底板岩性	中二叠统茅口组(P ₂ m)灰岩、生物屑灰岩		
矿体规模	以大、中型规模矿体为主	以中、小规模矿体为主,局部为大型	以中、小规模矿体为主
矿体形态	以层状、似层状矿体为主	以层状、似层状、透镜状矿体为主	以层状、似层状、透镜状矿体为主
矿体倾角	倾角一般为 20°~30°,局部达 50°	倾角一般为 15°~25°	倾角一般小于 30°
矿体厚度	矿厚 0.90~6.60 m,一般 1.40~3.50 m	矿厚 0.90~4.66 m,一般 1.20~2.80 m	矿厚 0.80~7.80 m,一般 0.80~2.10 m
矿体连续性	较好	一般	较差
其他	在岩溶凹地或漏斗部位,矿体变厚;而在古地貌突起部位矿体变薄或尖灭,使矿体不连续。		

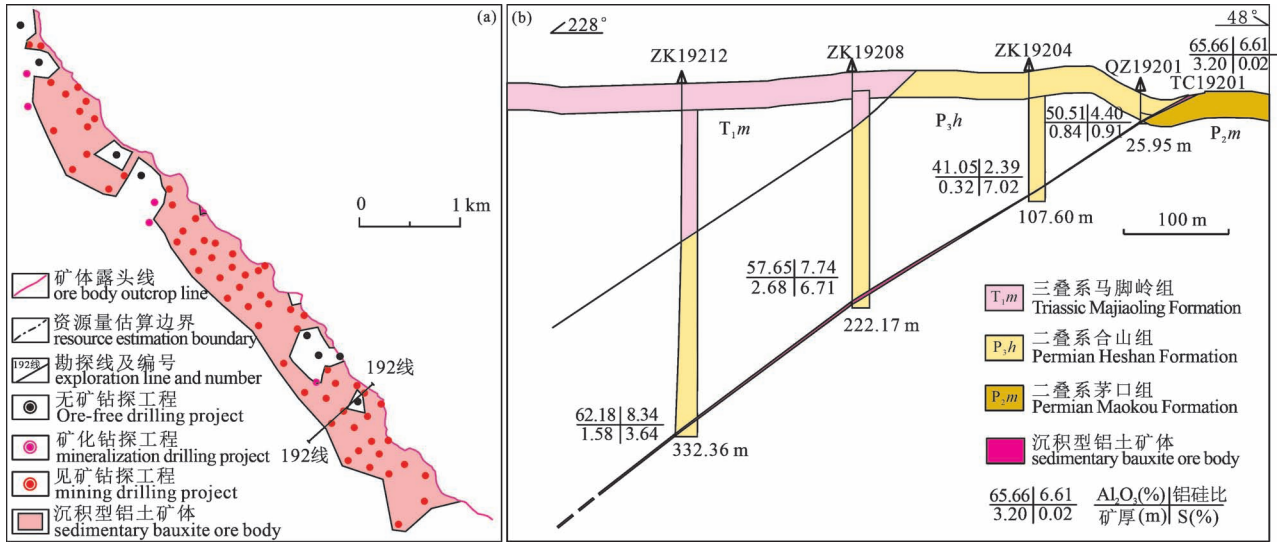


图9 太平矿区I号矿体平面图及192勘探线剖面图

Fig. 9 Plan of ore body i and section of exploration line 192 in Taiping mining area

(a)太平矿区I号矿体平面图;(b)太平矿区192号勘探线剖面图

(a) The plan of No. I ore body in Taiping mining area; (b) section of exploration line 192 in Taiping mining area

3.3.3 矿石质量

广西沉积型铝土矿的矿石质量总体差异不大。矿石的主要矿物成分为一水硬铝石(约75%~80%),杂质主要为炭质和黏土的混合物,其次为赤铁矿和褐铁矿(10%左右),还有少量黄铁矿和微量水云母。矿石的主要化学组分包括Al₂O₃(40%~75%)、SiO₂(3%~26%)和Fe₂O₃(9%~24%),铝硅比为3.18~9.26,S含量为2%~15%。沉积铝土矿体的氧化带和原生矿在S品位上存在较大差异:近地表氧化带的S含量通常小于0.3%,而原生沉积

型铝土矿的S含量相对较高,在1.5%~15.0%之间,一般在8.0%左右。

沉积型铝土矿矿石多呈青灰色,灰绿色、深绿色,具有豆状、鲕状、假鲕状、假豆状结构,一般为块状构造,少部分矿石为致密构造(图10)。

4 对比研究结果

4.1 赋矿层位

石炭纪一二叠纪是我国最重要的沉积型铝土矿成矿期。其中,早石炭世铝土矿主要分布于上扬子

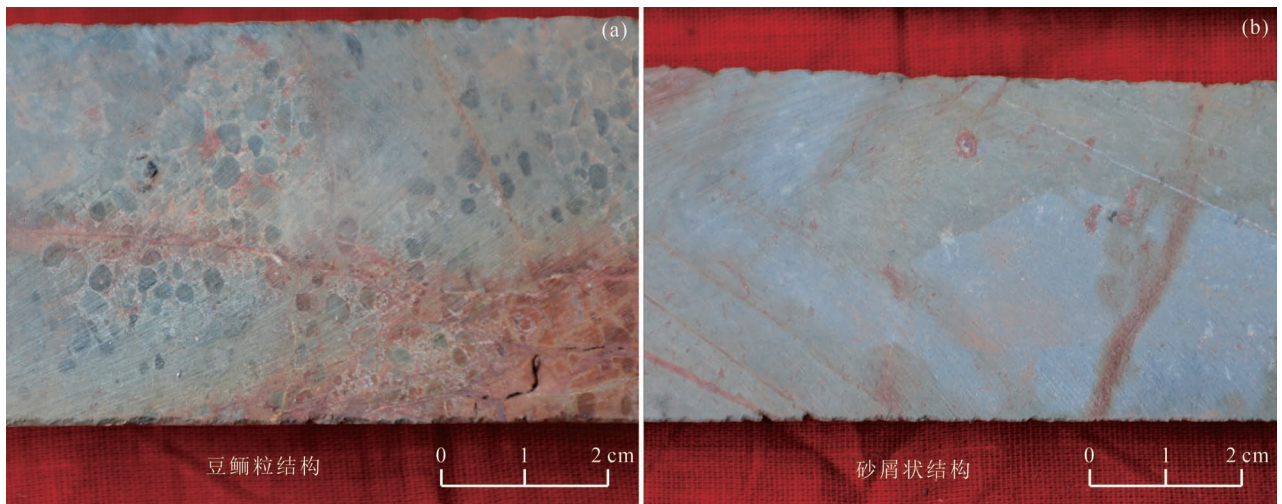


图10 矿石手标本照片:(a)豆鲕粒结构;(b)砂屑结构

Fig. 10 Photo of a hand specimen of ore: (a) pisolites ooids structure; (b) sand grain structure

表6 滇黔桂沉积型铝土矿时代及赋矿层位一览表

Table 6 Overview of the age and host strata of sedimentary bauxite deposits in Yunnan, Guizhou and Guangxi Provinces

成矿时代	赋矿层位	矿集区	矿床规模及数量			
			超大型	大型	中型	小型
晚二叠世	龙潭组	滇东南			2	3
	合山组	桂西		4	2	1
中二叠世	梁山组	滇东北、滇中				7
		凯里—福泉		2	6	
早二叠世	大竹园组	务—正—道	2	9	14	
早石炭世	九架炉组	清镇—修文				
		遵义—瓮安	1	1	24	
	丰源层	龙里—花溪				2

陆块黔中古陆及其周边,晚石炭世铝土矿主要分布于华北陆块大部分区域,中二叠世铝土矿主要形成于上扬子陆块和康滇古陆及其周边地区(高兰等,2014)。

滇黔桂地区是我国沉积型铝土矿的重要成矿带,该区铝土矿成矿作用明显受区域构造活动的影响。华南板块特殊的大地构造背景约束了滇黔桂地区沉积型铝土矿的成矿作用。滇黔桂地区沉积型铝土矿主要形成于早石炭世、中二叠世和晚二叠世(见表6),受晚古生代冰期—间冰期气候波动的影响,全球海平面高频率波动。冰期海平面下降时,古大陆暴露剥蚀而成喀斯特地貌发育,受热带辐合带湿热的气候条件影响,化学风化作用较强,早期风化物质在喀斯特地貌的负地形中发育富集。间冰期海平面上升,陆地被海水淹没,铝土矿矿系中铝含量较低的黏土岩层等发育(Yu Wenchao et al., 2016; 杜远生等, 2020; Lei Zhiyuan et al., 2023)。

碎屑锆石年代学研究表明:贵州下石炭统一二叠统铝土矿的成矿物质来源主要为原地—近原地沉积岩源岩(余文超等, 2023),石炭纪之前,贵州地区大面积长时间的的暴露与风化剥蚀,为铝土矿成矿作用提供充足的物质来源。广西晚二叠世的东

吴运动造成桂西地区短暂的暴露和剥蚀,一定程度上为晚二叠世铝土矿成矿提供物源,至中晚二叠世,峨眉山大火成岩省的喷发及华南—印支板块之间火山弧活动,大量的火山碎屑物质为桂西沉积型铝土矿的成矿提供重要的物质来源(余文超等, 2023; 张启连等, 2022)。这一时期,桂西地区为孤立碳酸盐岩台地与台间海盆相间的古地理格局,孤立碳酸盐岩台地之上的成矿物质的富集逐渐演化成上二叠统合山组(P_3h)的沉积型铝土矿。该层位在桂西地区广泛分布,是探寻沉积型铝土矿的主要目标层位。

类似于贵州下石炭统沉积型铝土矿床,广西地区石炭纪与泥盆纪地层之间因柳江运动而存在平行不整合同时下石炭统都安组底部也发现了含铝岩系。由于工作程度较低,目前桂西南地区尚未有沉积型铝土矿工业矿体的发现和报道,但已揭露的沉积型铝土矿化特征以及浅表分布的大量的堆积铝土矿床表明,桂西南地区下石炭统都安组也具备探寻沉积型铝土矿矿床的潜力。

4.2 矿体地质特征

滇黔桂地区沉积型铝土矿的含矿岩系及矿体厚度变化比较大(见表7)。黔北务—正—道矿集区下二叠统大竹园组(P_1d)铝土矿下伏下志留统韩家店组砂泥岩,基于底板抗风化性较强,含矿岩系与矿体

表7 滇黔桂主要矿集区矿体厚度一览表

Table 7 Overview of ore body thickness in main mineral deposits areas of Yunnan, Guizhou and Guangxi

赋矿层位	矿集区	含矿岩系厚度(m)	矿体厚度(m)	底板岩性	矿体形态
上二叠统龙潭组	滇东南	厚 1.20 ~ 69.20	0.64 ~ 10.36 ; 一般 3.00~5.00	碳酸盐岩	层状、似层状
上二叠统合山组	桂西	厚 0.00 ~ 17.59	1.00 ~ 4.00; 局部 10.00	灰岩、生物碎屑灰岩	层状、似层状
中二叠统梁山组	凯里—福泉	0~44 m; 平均 10 m	0.90~17.80; 一般 2.00~3.00	碳酸盐岩	层状、似层状、漏斗状
	滇东北—滇中	3.80~40.71	0.82~30.85; 平均 3.14	碳酸盐岩	层状、似层状
下二叠统大竹园组	务—正—道	0~16; 平均 6	0.50 ~ 5.28; 一般 1.50	碎屑岩	层状、似层状、透镜状
下石炭统九架炉组	修文—清镇—遵义—瓮安	厚 0 ~ 46; 平均 15	0.8 ~ 38.97; 最厚 118.48	碳酸盐岩	层状、似层状、漏斗状
下石炭统丰源层	龙里—花溪	0.5~15.0	0.71 ~ 3.37	碳酸盐岩	层状、似层状

厚度总体稳定。该区含矿岩系厚度一般为0~16.00 m,平均厚度为6.00 m;沉积型铝土矿体厚度一般为0.50~5.28 m,平均矿厚仅为1.50 m。而黔中清镇—修文—瓮安与黔北遵义地区下石炭统九架炉组(C_{1j})铝土矿的下伏以寒武纪碳酸盐岩为主,常易形成黔中地区的喀斯特洼陷和黔北地区的喀斯特漏斗等典型岩溶地貌,铝土矿体厚度变化较大。该区含矿岩系厚度一般为厚0~46.00 m,平均厚度为15.00 m;沉积型铝土矿厚度一般为0.80~38.97 m,最厚可达118.48 m。

从上表可知,滇黔地区主要矿集区的沉积型铝土矿含矿岩系厚度和矿体厚度与基底地层岩性密切相关。产于碳酸盐岩侵蚀面上的沉积型铝土矿矿体,因底板地层易于溶蚀,常发育形态复杂的喀斯特洼地、漏斗等,更易形成厚度较大的含矿岩系和沉积型铝土矿体,且矿体的形态、产状及厚度变化显著;发育于碎屑岩侵蚀面上的沉积型铝土矿矿体,由于底板抗风化较强,难以形成较厚的含矿岩系和铝土矿体,相对而言,矿体形态、产状及厚度相对稳定。

与贵州和云南沉积型铝土矿的含矿岩系相对比,桂西地区上二叠统合山组(P_3h)沉积型铝土矿的下伏地层为中二叠统茅口组(P_2m)灰岩、含生物碎屑灰岩,也易被溶蚀形成于喀斯特漏斗、洼地等,也可能形成漏斗状的厚大矿体。但从目前已有勘查成果来看,桂西沉积型铝土矿总体以层状、似层状为主,其矿厚一般在0.50~3.75 m之间,最厚也未超过10.00 m。桂西地区是否存在厚大的漏斗状矿体,仍值得探究。

4.3 矿石质量

滇黔桂沉积型铝土矿在不同成铝带、不同成矿时间的矿物组合有所差异。主要表现在矿物组成和化学组成方面。

在矿物组分方面,在黔中一带矿石矿物组合以一水硬铝石为主,其差异性主要是铁矿物组合不同,遵义—瓮安一带以赤铁矿和黄铁矿为主,而清镇—修文一带以赤铁矿/菱铁矿/黄铁矿为主。在黔北地区矿石矿物组合以一水硬铝石和一水软铝石为主,黏土矿物以伊利石、绿泥石及高岭石为主,铁矿物常见赤铁矿、黄铁矿和针铁矿,也可见褐铁矿、菱铁矿及磁铁矿等(姚兰等,2023)。滇中一带矿石以一水硬铝石和一水软铝石为主,黏土矿物为伊利石、绿泥石、高岭石,铁矿物以赤铁矿为主;滇东南—桂西一带矿石以一水硬铝石为主,黏土矿物以绿泥石、高岭石为主,滇东南地区铁矿物以赤铁矿、褐铁矿为主

(Zhang Li et al., 2017)。桂西地区则是以黄铁矿、菱铁矿为典型特征。

在矿石化学组分方面,滇黔桂地区沉积型铝土矿的 Al_2O_3 含量变化较大,一般为40%~75%。但相对来说,贵州地区沉积型铝土矿 Al_2O_3 含量普遍高于云南和广西,主要是该区矿体多处于渗流作用带中,经历了较高强度的陆表淋滤作用,导致K、Na、Ca、Mg等活动元素流失,而Al等稳定元素易于残留富集而形成高品位的土状铝土矿。广西和云南陆表淋滤成矿作用相对不明显,矿石以致密状或豆鲕状为主,缺少品质相对好的土状矿石。

5 勘查指导意义

(1) 滇黔桂地区沉积型铝土矿主要产出于石炭系一二叠系的不整合面之上。桂西地区上二叠统合山组(P_3h)分布广泛,含铝岩系发育完整,具有良好的成矿地质条件和找矿前景,是探寻沉积型铝土矿的主要目标层位。此外,桂西南地区下石炭统都安组(C_1d)底部也发育有含铝岩系,但由于工作程度低,目前尚未发现工业矿体,可开展适当的调查评价工作。

(2) 滇黔桂地区沉积型铝土矿层厚度受古地貌及基底岩性控制。基底为碳酸盐岩的地层易于溶蚀形成喀斯特洼地和漏斗,更易形成厚度较大的含矿岩系和厚大的漏斗型沉积型铝土矿矿体。桂西沉积型铝土矿下伏地层为茅口组(P_2m)灰岩,具备形成厚大的漏斗型矿体的条件,加强对岩溶古地貌的研究工作,配合适当的地球物理勘查手段,可发现厚大矿体。

(3) 滇黔桂地区沉积型铝土矿的 Al_2O_3 含量变化较大,贵州地区沉积型铝土矿 Al_2O_3 含量相对较高,渗流作用带中的铝矿层经历了较高强度的淋滤作用,K、Na、Ca、Mg等活动元素剧烈迁移,易发育高品位的土状铝土矿。桂西地区沉积型铝土矿的淋滤作用不明显,以豆鲕状铝土矿和致密状矿石为主,土状矿较为匮乏,矿石品位相对较低。

参考文献 / References

- (The literature whose publishing year followed by a “&” is in Chinese with English abstract; The literature whose publishing year followed by a “#” is in Chinese without English abstract)
- 陈庆刚, 陈群, 戴晓燕. 2016. 黔中地区铝土矿成矿时代探讨. 贵州地质, 33(2): 101~107.
- 程顺波, 刘阿睢, 崔森, 李荣志, 韦义师. 2021. 桂西二叠纪喀斯特型铝土矿地质成矿过程. 地球科学, 46(8): 2697~2710.
- 崔滔. 2020. 黔北铝土矿成矿关键控制因素——海平面变化. 中国

- 有色金属学报, 30(6): 1466~1479.
- 崔银亮, 徐恒, 王根厚, 张文婷. 2017. 云南丘北飞尺角矿区铝土矿(岩)地球化学及成因. 地球学报, 38(3): 372~384.
- 邓旭升, 杜远生, 余文超, 吴开彬, 卢树藩, 张哈彬. 2020. “黔中隆起”和贵州晚古生代古地理演化及其对铝土矿的控矿作用. 古地理学报, 22(5): 872~892.
- 邓旭升, 余文超, 杜远生, 杜威, 熊兴国, 曾禹人, 龙建喜, 张哈彬, 符宏斌, 何霖, 卢树藩, 罗香建. 2023. 贵州狮溪铝土岩型锂资源的发现及意义. 地质论评, 69(1): 133~147.
- 杜茜, 唐永永, 张世帆, 李阳, 巩鑫, 向明坤, 文愿运. 2023. 贵州铝土矿含铝岩系中关键金属富集特征及资源潜力. 沉积学报, 41(5): 1512~1529.
- 杜远生, 周琦, 金中国, 凌文黎, 汪小妹, 余文超, 崔滔, 雷志远, 翁申富, 吴波, 覃永军, 曹建州, 彭先红, 张震, 邓虎. 2014. 黔北务正道地区早二叠世铝土矿成矿模式. 古地理学报, 16(1): 1~8.
- 杜远生, 周琦, 张连昌, 余文超. 2020. 重大地质事件与大规模沉积成矿作用(代序言). 古地理学报, 22(5): 807~811.
- 高兰, 王登红, 熊晓易, 易承伟. 2014. 中国铝矿成矿规律概要. 地质学报, 88(12): 2284~2295.
- 郭远生, 廖剑锋, 郭欣, 陈艳霞, 田茂军. 2013. 云南省铝土矿矿床类型及成矿规律. 矿物学报, 33(4): 441~448.
- 何文君, 向贤礼, 金中国. 2014. 贵州北部铝土矿地球化学特征及沉积环境分析. 矿产与地质, 28(3): 346~350.
- 胡瑞忠, 温汉捷, 叶霖, 陈伟, 夏勇, 樊海峰, 黄勇, 朱经纬, 付山岭. 2020. 扬子地块西南部关键金属元素成矿作用. 科学通报, 65(33): 3700~3714.
- 黄国有, 林最近, 陆进, 梁文龙. 2021. 桂西沉积型铝土矿床成矿规律及成矿模式. 矿产勘查, 12(3): 630~639.
- 金中国, 邹林, 张力, 郑明泓, 韩英, 谷静, 谢榭, 陈兴龙, 王洪. 2018. 贵州务一正一道地区铝土矿成矿模式与找矿模型. 沉积学报, 36(5): 914~926.
- 金中国, 刘玲, 黄智龙, 刘辰生, 郑明泓, 谷静, 邹林, 王林. 2019. 贵州务一正一道地区铝土矿含矿岩系中三稀元素赋存状态、富集机理及资源潜力. 地质学报, 93(11): 2847~2861.
- 金中国, 郑明泓, 刘玲, 黄智龙, 叶霖, 吴莎, 曾道国, 谷静. 2023. 贵州铝土矿含矿岩系中锂的分布特征及富集机理. 地质学报, 97(1): 69~81.
- 李晓峰, 李欢, 吴玺虹, 祝勤勤, 奚小双. 2022. 广西平果原生铝土矿地质地球化学特征与成矿环境. 中国有色金属学报, 32(10): 3183~3205.
- 李源洪, 杜红毅, 李信念, 刘旭, 胡鹏. 2021. 贵州正安铝土矿基底地貌控矿作用及找矿意义——以正安旦坪铝土矿床 I 号矿体为例. 贵州地质, 38(2): 169~176.
- 廉吕型, 李学森, 王泽, 卢光辉, 徐海棚, 姚双秋, 尹本纯, 黎家龙, 周业泉. 2022. 桂西平果地区沉积型铝土矿含矿岩系沉积环境: 元素地球化学判别. 四川地质学报, 42(4): 664~672.
- 梁秋原, 刘文佳, 王燕. 2013. 滇中地区铝土矿床地质特征及成矿规律. 地球学报, 34(S1): 163~167.
- 刘阿睢, 程顺波, 李荣志, 韦义师. 2022. 广西平果地区二叠纪喀斯特型铝土矿成矿物质来源研究. 华南地质, 38(3): 508~520.
- 刘加强, 王训练, 周洪瑞, 高金汉, 于蕾, 郑楠, 毛志芳. 2012. 滇东南上二叠统吴家坪阶下部铝土矿地球化学特征及物源分析. 地质与勘探, 48(3): 508~517.
- 刘平, 韩忠华, 聂坤. 2021. 贵州铝土矿含矿岩系特征、形成时代、古地理环境及成因探讨——纪念黔中发现铝土矿 80 周年. 贵州地质, 38(3): 269~282.
- 刘平, 韩忠华, 聂坤. 2022. 黔中—渝南岩溶型铝土矿含矿岩系特征、控制条件及生成发展模式. 地质论评, 68(6): 2147~2174.
- 刘平, 韩忠华, 聂坤. 2025. 黔东南凯里—黄平地区梁山组铝土矿含矿岩系沉积时代之商榷. 地质论评, 71(1): 67~81.
- 刘旭, 姬胜源, 翁申富, 赵爽. 2022. 贵州后槽铝土矿古岩溶地貌控矿作用及找矿意义. 地质找矿论丛, 37(1): 27~37.
- 刘幼平, 程国繁, 周文龙, 崔滔. 2016a. 贵州铝土矿成矿区(带)划分. 地质科技情报, (3): 128~132.
- 刘幼平, 周文龙, 程国繁, 崔滔, 龙汉生. 2016b. 贵州铝土矿含矿岩系特征与成矿规律研究. 矿物学报, 36(2): 289~294.
- 龙珍, 付勇, 何伟, 唐波, 龙克树, 刘阳, 王天顺. 2021. 贵州新民铝土矿矿床 Li 的地球化学特征与富集机制探究. 矿床地质, 40(4): 873~890.
- 卢卯, 黄凯, 农观海, 林贵生, 黄浪, 严强. 2021. 地震共振频率成像在贵州播州雷打顶铝土矿区应用效果. 矿物学报, 41(4/5): 570~577.
- 罗靖伟, 徐海棚, 庞保成, 许箭琪, 向绍立, 卢光辉, 姚双秋. 2025. 桂西地区沉积型铝土矿豆(鲕)粒成因及其对成矿作用的指示. 地质论评, 71(5): 1629~1652.
- 罗伟, 李生红, 袁余洋, 湛波, 杨仕江, 彭静. 2024. 贵州北部马鬃岭铝土矿床中富锂铝质粘土岩碎屑屑石 U-Pb 年龄、Lu—Hf 同位素特征及其对锂源的制约. 地质与勘探, 60(2): 277~293.
- 罗允义, 林建辉, 徐文忠, 韦国深, 韦子任, 廖开立. 2023. 广西铝土矿矿床特征、成矿规律、成矿系列及找矿方向. 地球学报, 44(5): 867~876.
- 马义波, 谯文浪, 王怿, 刘锋, 谯常, 周刘洋, 安亚运, 彭辉平. 2024. 贵州南部铝土矿的孢粉组合特征及沉积时代讨论. 古生物学报, 63(1): 54~65.
- 蒙应华, 张西君, 刘俊, 王永泰. 2021. 瞬变电磁法确定隐伏岩溶在贵州正安旦坪铝土矿勘探中的应用. 贵州地质, 38(2): 177~183.
- 任运华, 徐自斌, 郑国龙, 陈春, 熊磊, 段必飞, 韦晓, 黎燕. 2013. 云南省文山地区铝土矿矿床类型、成因及找矿标志. 矿物学报, 33(4): 471~477.
- 宋小军, 曾道国, 金中国, 巩鑫, 姜伟, 郑明泓, 周文龙, 杜茜, 苏永虎, 杨志忠, 付桥林, 李光春. 2024. 贵州务正道地区含铝岩系地质特征与矿产资源成因及深部找矿预测. 矿物学报, 45(4): 786~806.
- 苏永虎, 杜茜, 金中国, 袁民汕, 郑明泓, 曾道国, 向明坤, 薛洪富, 巩鑫. 2024. 贵州务一正一道地区铝土矿含铝岩系中稀土元素富集规律及赋存形式. 矿物学报, 44(1): 84~96.
- 孙莉, 肖克炎, 姜德波. 2018. 中国铝土矿资源潜力预测评价. 地学前缘, 25(3): 82~94.
- 童文辉. 2016. 云南鹤庆铝土矿含矿层系地球化学特征及沉积环境. 导师: 杨海林. 昆明: 昆明理工大学硕士学位论文: 1~112.
- 王正江, 郭婷婷, 俞赛赢, 程琰勋, 张春波, 张宇栋. 2016. 云南会泽大黑山铝土矿地球化学特征及其物源分析. 沉积与特提斯地质, 36(1): 23~29.
- 魏泽权, 谯文浪, 刘永坤. 2020. 贵州二叠纪龙潭期硫铁矿沉积环境及成矿模式. 矿产与地质, 34(6): 1062~1068.
- 翁申富, 雷志远, 陈海, 赵爽, 冉英, 王希文, 葛辰. 2013. 务正道铝土矿基底古地貌与矿石品质的关系——以务川大竹园铝土矿床为例. 地质与勘探, 49(2): 195~204.
- 吴波, 邓克勇, 刘应忠, 徐安全. 2020. 贵州龙里地区早石炭世杜内期铝土矿微地貌及其对铝土矿的控制作用. 古地理学报, 22(5): 977~988.
- 武国辉, 刘幼平, 张应文. 2006. 黔北务一正一道地区铝土矿地质特征及资源潜力分析. 地质与勘探, 42(2): 39~43.
- 武国辉, 金中国, 鲍森, 毛佐林. 2008. 黔北务正道铝土矿成矿规律探讨. 地质与勘探, 44(6): 31~35.
- 徐林刚, 孙莉, 孙凯. 2023. 中国铝土矿的成矿规律、关键科学问题与研究方法. 矿床地质, 42(1): 22~40.
- 颜拓疆, 魏海民, 王兴华, 牛杰, 解康, 李星. 2022. AMT 在云南某

- 铝土矿勘查中的响应特征研究. 云南冶金, 51(1): 7~13.
- 姚兰, 付勇, 潘忠飞, 唐波, 罗木焕, 罗培麒, 刘国栋, 杨黔闽, 刘兵, 段明飞. 2023. 华南铝土矿矿床矿物组合特征及指示意义. 地质论评, 69(6): 2161~2178.
- 张瑞东, 高军波, 赵奎, 余家腊, 竺成林, 高磊, 陈吉艳, 周汝贤. 2018. 贵州清镇林歹铝土矿顶、底板特征及其对铝土矿成矿的影响. 地质学报, 92(10): 2155~2165.
- 杨涛, 黄波, 张银峰, 杨顺文. 2020. 贵州省铝土矿矿床特征分析. 有色金属(矿山部分), 72(1): 54~59.
- 于蕾, 王训练, 周洪瑞, 高金汉, 崔银亮, 张道红, 刘加强, 毛志芳, 郑楠. 2012. 云南丘北县大铁地区铝土矿地质特征及找矿标志. 地质与勘探, 48(3): 518~525.
- 余文超, 杜远生, 周锦涛, 成龙, 邓旭升, 戴贤铎, 庞大卫, 翁申富, 雷志远, 李沛刚, 陈群. 2023. 中国铝土矿成矿作用的物质来源与深时环境因素: 进展与讨论. 地质学报, 97(9): 3056~3074.
- 张德实, 何帅, 杨炳南, 沈小庆, 韩姚飞. 2022. 高频大地电磁法在黔北某铝土矿勘查中的应用. 贵州地质, 39(2): 115~121.
- 张能, 黄启明, 谭建政, 李江. 2016. 桂西右江盆地伸展构造特征. 中国地质, 43(3): 953~968.
- 张启连, 赵辛金, 李玉坤, 李昌明, 韦访. 2020. 桂西二叠系铝土矿地球化学特征与沉积模式. 地质论评, 66(4): 1043~1059.
- 张启连, 陈有斌, 刘希军, 黄文芳, 韦访, 黄光琼, 黎家龙, 徐海棚, 梁国科, 叶宝月. 2022. 桂西铝土矿中火山灰特征及其地质意义. 地质论评, 68(2): 531~550.
- 张启连, 黄光琼, 韦访, 黄文芳, 邓军, 李活松, 韦良喜, 蒙家锋, 覃良朝, 杨海, 黄宝宁, 吴含志, 辛晓卫, 马坚高, 黎家龙, 吴向宇. 2024. 桂西二叠系铝土矿含矿岩系沉积相特征及其演化. 地质通报, 43(10): 1734~1755.
- 张启明, 江新胜, 秦建华, 崔晓庄, 刘才泽. 2012. 黔北—渝南地区中二叠世早期梁山组的岩相古地理特征和铝土矿成矿效应. 地质通报, 31(4): 558~568.
- 张起钻. 2011. 桂西铝土矿成矿模式与勘查技术. 导师: 邓军. 北京: 中国地质大学(北京)博士学位论文: 1~151.
- 朱永红, 翁申富, 李沛刚, 赵爽, 韩忠华, 陈强, 杨时强. 2018. 贵州遵义铝土矿(带)成矿条件及成因分析. 地质科技情报, 37(1): 177~183.
- Chen Qinggang, Chen Qun, Dai Xiaoyan. 2016&. Discussion of metallogenic epoch of bauxite deposit in central Guizhou. Guizhou Geology, 33(2): 101~107.
- Cheng Shunbo, Liu Asui, Cui Sen, Li Rongzhi, Wei Yishi. 2021&. Mineralization process of Permian karst bauxite in western Guangxi. Earth Science, 46(8): 2697~2710.
- Cui Tao. 2020&. Key control factor in ore-forming process of bauxite in northern Guizhou—Sea level changes. The Chinese Journal of Nonferrous Metals, 30(6): 1466~1479.
- Cui Yinliang, Xu Heng, Wang Genhou, Zhang Wenting. 2017&. Geochemistry and genesis of the bauxite ore (rock) in the Feichijiao ore district, Qiubei City, Yunnan Province. Acta Geoscientia Sinica, 38(3): 372~384.
- Deng Jun, Wang Qingfei, Yang Shujuan, Liu Xuefei, Zhang Qizuan, Yang Liqiang, Yang Yueheng. 2010. Genetic relationship between the Emeishan plume and the bauxite deposits in western Guangxi, China: Constraints from U-Pb and Lu—Hf isotopes of the detrital zircons in bauxite ores. Journal of Asian Earth Sciences, 37(5~6): 412~424.
- Deng Xusheng, Du Yuansheng, Yu Wenchao, Wu Kaibin, Lu Shufan, Zhang Hanbin. 2020&. ‘Qianzhong Uplift’ and evolution of the Late Paleozoic palaeogeography and its control on formation of bauxite in Guizhou Province. Journal of Palaeogeography, 22(5): 872~892.
- Deng Xusheng, Yu Wenchao, Du Yuansheng, Du Wei, Xiong Xingguo, Zeng Yuren, Long Jianxi, Zhang Hanbin, Fu Hongbin, He Ben, Lu Shufan, Luo Xiangjian. 2023&. Discovery and significance of Shixi bauxite-type lithium deposit in Guizhou Province. Geological Review, 69(1): 133~147.
- Du Lin, Tang Yongyong, Zhang Shifan, Li Yang, Gong Xin, Xiang Mingkun, Wen Yuanyun. 2023&. Critical metal enrichments in the aluminiferous rock series in the bauxite deposits of Guizhou Province, and their resource potential. Acta Sedimentologica Sinica, 41(5): 1512~1529.
- Du Yuansheng, Zhou Qi, Jin Zhongguo, Ling Wenli, Wang Xiaomei, Yu Wenchao, Cui Tao, Lei Zhiyuan, Weng Shenfu, Wu Bo, Qin Yongjun, Cao Jianzhou, Peng Xianhong, Zhang Zhen, Deng Hu. 2014&. Mineralization model for the Early Permian bauxite deposits in Wuchuan—Zheng’an—Daozhen area, northern Guizhou Province. Journal of Palaeogeography, 16(1): 1~8.
- Du Yuansheng, Zhou Qi, Zhang Lianchang, Yu Wenchao. 2020&. Major geological events and large-scale sedimentary ore-forming processes (Preface). Journal of Palaeogeography, 22(5): 807~811.
- Gao Lan, Wang Denghong, Xiong Xiaoyun, Yi Chengwei. 2014&. Summary on aluminum ore deposits minerogenetic regulation in China. Acta Geologica Sinica, 88(12): 2284~2295.
- Guo Yuansheng, Liao Jianfeng, Guo Xin, Chen Yanxia, Tian Maojun. 2013&. Ore deposit type and ore-forming regularities of bauxite in Yunnan Province, China. Acta Mineralogica Sinica, 33(4): 441~448.
- He Wenjun, Xiang Xianli, Jin Zhongguo. 2014&. Geochemical characteristics of bauxites in northern Guizhou and analysis of its sedimentary environment. Mineral Resources and Geology, 28(3): 346~350.
- Hu Ruizhong, Wen Hanjie, Ye Lin, Chen W T, Xia Yong, Fan Haifeng, Huang Yong, Zhu Jingjing, Fu Shanling. 2020&. Metallogeny of critical metals in the southwestern Yangtze block. Chinese Science Bulletin, 65(33): 3700~3714.
- Huang Guoyou, Lin Zuijin, Lu Jin, Liang Wenlong. 2021&. Metallogenic regularity and model of sedimentary bauxite deposits in western Guangxi. Mineral Exploration, 12(3): 630~639.
- Jin Zhongguo, Zou Lin, Zhang Li, Zheng Minghong, Han Ying, Gu Jing, Xie Xi, Chen Xinglong, Wang Hong. 2018&. Metallogenic and prospecting models of bauxite in Wuchuan—Zheng’an—Daozhen area, Guizhou Province. Acta Sedimentologica Sinica, 36(5): 914~926.
- Jin Zhongguo, Liu Ling, Huang Zhilong, Liu Chensheng, Zheng Minghong, Gu Jing, Zou Lin, Wang Lin. 2019&. Occurrence state, enrichment mechanism and resource potential of rare earth, rare metal and rare-scattered elements in ore-bearing rocks in the Wuchuan—Zheng’an—Daozhen bauxite deposit, Guizhou Province. Acta Geologica Sinica, 93(11): 2847~2861.
- Jin Zhongguo, Zheng Minghong, Liu Ling, Huang Zhilong, Ye Lin, Wu Sha, Zeng Daoguo, Gu Jing. 2023&. Distribution characteristics and enrichment mechanism of lithium in bauxite series in Guizhou Province. Acta Geologica Sinica, 97(1): 69~81.
- Lei Zhiyuan, Ling Wenli, Wu Hui, Zhang Yinghua, Zhang Yanan. 2023. Geochemistry and mineralization of the Permian bauxites with contrast bedrocks in northern Guizhou, South China. Journal of Earth Science, 34(2): 487~503.
- Li Xiaofeng, Li Huan, Wu Qianhong, Zhu Ruiqin, Xi Xiaoshuang. 2022&. Geological and geochemical characteristics of primary sedimentary bauxite in Pingguo, Guangxi and its metallogenic

- environment. *The Chinese Journal of Nonferrous Metals*, 32(10): 3183~3205.
- Li Yuanhong, Du Hongyi, Li Xinnian, Liu Xu, Hu Peng. 2021&. The ore-controlling action of basement geomorphology on Zheng' an bauxite deposit in Guizhou and its prospecting significance——taking No. 1 orebody of Danping bauxite deposit as an example. *Guizhou Geology*, 38(2): 169~176.
- Lian Lvxing, Li Xuesen, Wang Ze, Lu Guaanghui, Xu Haipeng, Yao Shuangqiu, Yin Benchun, Li Jialong, Zhou Yequan. 2022&. Sedimentary environment of the bauxite-bearing rock series in the Guixi ping - Guoguo area; elemental geochemical discrimination. *Journal of Sichuan Geology*, 42(4): 664~672.
- Liang Qiuyuan, Liu Wenjia, Wang Yan. 2013&. Geological characteristics and metallogenic regularity of bauxite deposits in central Yunnan. *Acta Geoscientia Sinica*, 34(suppl1): 163~167.
- Ling Kunyue, Zhu Xiaoqing, Tang Haoshu, Wang Zhonggang, Yan Huiwen, Han Tao, Chen Wenyi. 2015. Mineralogical characteristics of the karstic bauxite deposits in the Xiwen ore belt, Central Guizhou Province, Southwest China. *Ore Geology Reviews*, 65: 84~96.
- Ling Kunyue, Wen Hanjie, Han Tao, Lu Zhitong, Cui Yi, Luo Chongguang, Yu Wenbin. 2024. Lithium-rich claystone in Pingguo area, Guangxi, southwest China; Precursor kaolinite controls lithium enrichment. *Mineralium Deposita*, 59(2): 329~340.
- Liu Asui, Cheng Shunbo, Li Rongzhi, Wei Yishi. 2022&. The metallogenic material sources of Permian karst bauxite in Pingguo region, Guangxi. *South China Geology*, 38(3): 508~520.
- Liu Jiaqiang, Wang Xunlian, Zhou Hongrui, Gao Jinhan, Yu Lei, Zheng Nan, Mao Zhifang. 2012&. Geochemical characteristics and material source of bauxite ores from the Lower Wuchiapingian of Upper Permian in southeastern Yunnan Province. *Geology and Exploration*, 48(3): 508~517.
- Liu Lei, Liu Xuefei, Yang Shujuan, Zhao Lihua, Sun Xuefei, Zhang Jingyuan. 2023. Mineralogical and geochemical investigations on the Early Permian Yuxi karstic bauxite deposit, central Yunnan, China. *Ore Geology Reviews*, 153: 105296.
- Liu Ping, Han Zhonghua, Nie Kun. 2021&. Study on the rock series characteristics, formation age, paleogeographic environment and genesis of bauxite in Guizhou. *Guizhou Geology*, 38(3): 269~282.
- Liu Ping, Han Zhonghua, Nie Kun. 2022&. Characteristics of ore-bearing rock series, control conditions and generative development model of karst bauxite deposit in central Guizhou——southern Chongqing. *Geological Review*, 68(6): 2147~2174.
- Liu Ping, Han Zhonghua, Nie Kun. 2025&. Ore-bearing rock series of Liangshan Formation bauxite in Kaili—Huangping area, southeast Guizhou. *Geological Review*, 71(1): 67~81.
- Liu Xu, Ji Shengyuan, Weng Shenfu, Zhao Shuang. 2022&. Significance of paleo-karst geomorphology control on ore in Houcao bauxite mine in Guizhou Province. *Contributions to Geology and Mineral Resources Research*, 37(1): 27~37.
- Long Yongzhen, Chi Guoxiang, Liu Jianping, Jin Zhongguo, Dai Tangen. 2017. Trace and rare earth elements constraints on the sources of the Yunfeng paleo-karstic bauxite deposit in the Xiwen—Qingzhen area, Guizhou, China. *Ore Geology Reviews*, 91: 404~418.
- Liu Youping, Cheng Guofan, Zhou Wenlong, Cui Tao. 2016a&. Division of bauxite mineralization area (belt) in Guizhou Province. *Geological Science and Technology Information*, 35(3): 128~132.
- Liu Youping, Zhou Wenlong, Cheng Guofan, Cui Tao, Long Hansheng. 2016b&. A research on characteristics of ore-bearing rock series and mineralization principles of bauxite from Guizhou Province, China. *Acta Mineralogica Sinica*, 36(2): 289~294.
- Long Zhen, Fu Yong, He Wei, Tang Bo, Long Keshu, Liu Yang, Wang Tianshun. 2021&. Geochemical characteristics and enrichment mechanism of Li in Xinmin bauxite deposit, Guizhou. *Mineral Deposits*, 40(4): 873~890.
- Lu Mao, Huang Kai, Nong Guanhai, Lin Guisheng, Huang Lang, Yan Qiang. 2021&. Application of seismic resonant frequency imaging technology into exploration of the Leidading bauxite deposit, Bozhou, Guizhou Province, China. *Acta Mineralogica Sinica*, 41(4/5): 570~577.
- Luo Chaokun, Liang Peng, Yang Ruidong, Gao Junbo, Chen Qun, Mo Hongcheng. 2023. Mineralogical and geochemical constraints on the occurrence forms of REEs in Carboniferous karst bauxite, central Guizhou Province, southwest China: A case study of Lindai bauxite. *Minerals*, 13(3): 1~18.
- Luo Jingwei, Xu Haipeng, Pang Baocheng, Xu Jianqi, Xiang Shaoli, Lu Guanghui, Yao Shuangqiu. 2025&. Genesis and indication of mineralization of pisolites (ooids) in sedimentary bauxite deposits from western Guangxi. *Geological Review*, 71(5): 1629~1652.
- Luo Wei, Li Shenghong, Yuan Yuyang, Zhan Bo, Yang Shijiang, Peng Jing. 2024&. U-Pb ages and Lu—Hf isotopic characteristics of detrital zircons for Li-rich aluminous argillite and their constraints to the lithium source in the Mazongling bauxite deposit, northern Guizhou Province. *Geology and Exploration*, 60(2): 277~293.
- Luo Yunyi, Lin Jianhui, Xu Wenzhong, Wei Guoshen, Wei Ziren, Liao Kaili. 2023&. Characteristic, ore-forming regularity, mineralogical series, and ore-searching direction of bauxite in Guangxi. *Acta Geoscientia Sinica*, 44(5): 867~876.
- Ma Yibo, Qiao Wenlang, Wang Yi, Liu Feng, Qiao Chang, Zhou Liuyang, An Yayun, Peng Huiping. 2024&. Characteristics of palynological assemblages and depositional age of bauxite deposits in southern Guizhou. *Acta Palaeontologica Sinica*, 63(1): 54~65.
- Meng Yinghua, Zhang Xijun, Liu Jun, Wang Yongtai. 2021&. The application of transient electromagnetic method in determining the location of drilling holes and concealed karst in the exploration of Danping bauxite in Zheng' an, Guizhou. *Guizhou Geology*, 38(2): 177~183.
- Ren Yunhua, Xu Zibin, Zheng Guolong, Chen Chun, Xiong Lei, Duan Bifei, Wei Xiao, Li Yan. 2013&. Ore type, genesis and prospecting indicator of bauxite deposits in Wenshan City, Yunnan Province, China. *Acta Mineralogica Sinica*, 33(4): 471~477.
- Song Xiaojun, Zeng Daoguo, Jin Zhongguo, Gong Xin, Jiang Wei, Zheng Minghong, Zhou Wenlong, Du Lin, Su Yonghu, Yang Zhizhong, Fu Qiaolin, Li Guangchun. 2024&. Geological characteristics and metallogenesis of aluminum-bearing rock series as well as the exploration prediction of aluminium resource in depth in the Wuchuan—Zheng' an—Daozhen area, Guizhou Province. *Acta Mineralogica Sinica*, 45(4): 786~806.
- Su Yonghu, Du Lin, Jin Zhongguo, Gun Minshan, Zheng Minghong, Zeng Daoguo, Xiang Mingkun, Xue Hongfu, Gong Xin. 2024&. Enrichment regularities and occurrence forms of rare earth elements in bauxite ore-bearing rocks in the Wuchuan—Zheng' an—Daozhen area, Guizhou Province. *Acta Mineralogica Sinica*, 44(1): 84~96.
- Sun Li, Xiao Keyan, Lou Debo. 2018&. Mineral prospectivity of bauxite resources in China. *Earth Science Frontiers*, 25(3): 82~94.
- Tong Wenhui. 2016&. The geochemical characteristics and sedimentary environment of the mineralized series in the Yunnan Heqing bauxite

- deposits. Supervisor: Yang Hailin. Kungming: Master's Thesis of Kunming University of Science and Technology; 1~112.
- Wang Qingfei, Deng Jun, Liu Xuefei, Zhang Qizuan, Sun Silei, Jiang Chengzhu, Zhou Fang. 2010. Discovery of the REE minerals and its geological significance in the Quyang bauxite deposit, west Guangxi, China. *Journal of Asian Earth Sciences*, 39(6): 701~712.
- Wang Xiaomei, Jiao Yangquan, Du Yuansheng, Ling Wenli, Wu Liqun, Cui Tao, Zhou Qi, Jin Zhongguo, Lei Zhiyuan, Weng Shenfu. 2013. REE mobility and Ce anomaly in bauxite deposit of WZD area, northern Guizhou, China. *Journal of Geochemical Exploration*, 133: 103~117.
- Wang Zhengjiang, Guo Tingting, Yu Saiying, Cheng Yanxun, Zhang Chunbo, Zhang Yudong. 2016. Geochemistry and provenance analysis of the Daheishan bauxite deposit in Huize, Yunnan. *Sedimentary Geology and Tethyan Geology*, 36(1): 23~29.
- Wei Zequan, Qiao Wenlang, Liu Yongkun. 2020. Sedimentary environment and mineralization pattern of pyrite deposits at Longtan stage of Permian in Guizhou. *Mineral Resources and Geology*, 34(6): 1062~1068.
- Weng Shenfu, Lei Zhiyuan, Chen Hai, Zhao shuang, Ran Ying, Wang Xiwen, Ge Chen. 2013. Relationship between basal paleogenomorphology and bauxite ore quality in the Wuchuan—Zheng'an—Daozhen area: An example from the Dazhuyuan bauxite ore deposit. *Geology and Exploration*, 49(2): 195~204.
- Wu Bo, Deng Keyong, Liu Yingzhong, Xu Anquan. 2020. Microgeomorphology and its control on the Early Carboniferous Tournaisian bauxite deposits in Longli area of Guizhou Province. *Journal of Palaeogeography (Chinese Edition)*, 22(5): 977~988.
- Wu Guohui, Liu Youping, Zhang Yingwen. 2006. Geological characters and aluminum ore resources potential in the Wuchuan—Zheng'an—Daozhen area, Guizhou. *Geology and Prospecting*, 42(2): 39~43.
- Wu Guohui, Jin Zhongguo, Bao Miao, Mao Zuolin. 2008. Bauxite metallogenic regularity in the Wuchuan—Zheng'an—Daozhen area, northern Guizhou. *Geology and Prospecting*, 44(6): 31~35.
- Xu Lingang, Sun Li, Sun Kai. 2023. Metallogenic regularity, key scientific problems and research methods of bauxite in China. *Mineral Deposits*, 42(1): 22~40.
- Yan Tuojiang, Wei Haimin, Wang Xinghua, Niu Jie, Xie Kang, Li Xing. 2022. Response characteristics study of AMT on prospecting of one Yunnan bauxite. *Yunnan Metallurgy*, 51(1): 7~13.
- Yan Zhen, Fu Changlei, Chen Hui, Aitchison J C, Xue Chuandong, Zhang Jiahui, Chen Lei, Wang Denghong, Wang Xiaohu, Zhou Renjie. 2025. Devonian—Permian sedimentation in the Central Yunnan basin, SW Yangtze block (South China): Insights into provenance and paleogeography of Li-rich bauxitic claystone. *Geological Society of America Bulletin*, 137(5~6): 2523~2544.
- Yao Lan, Fu Yong, Pan Zhongfei, Tang Bo, Luo Muhuan, Luo Peiqi, Liu Guodong, Yang Qianmin, Liu Bing, Duan Mingfei. 2023. Mineral association characteristics and indicative significance of bauxite deposits in South China. *Geological Review*, 69(6): 2161~2178.
- Yang Ruidong, Gao Junbo, Zhao Kui, Yu Jiala, Zhu Chenglin, Gao Lei, Chen Jiyan, Zhou Ruxian. 2018. Roof and floor characteristics of bauxite in Qingzhen, Guizhou, and their implications for bauxite mineralization. *Acta Geologica Sinica*, 92(10): 2155~2165.
- Yang Tao, Huang Bo, Zhang Yinfeng, Yang Shunwen. 2020. Analysis of bauxite characteristics in Guizhou Province. *Nonferrous Metals (Mine Section)*, 72(1): 54~59.
- Yu Lei, Wang Xunlian, Zhou Hongrui, Gao Jinhan, Cui Yinliang, Zhang Daohong, Liu Jiaqiang, Mao Zhifang, Zheng Nan. 2012. Geological features and ore-searching indicators of the datie bauxite deposit in Qiubei County, Yunnan Province. *Geology and Exploration*, 48(3): 518~525.
- Yu Wenchao, Algeo T J, Du Yuansheng, Zhang Qilian, Liang Yuping. 2016. Mixed volcanogenic—lithogenic sources for Permian bauxite deposits in southwestern Youjiang Basin, South China, and their metallogenic significance. *Sedimentary Geology*, 341: 276~288.
- Yu Wenchao, Du Yuansheng, Zhou Jintao, Cheng Long, Deng Xusheng, Dai Xianduo, Pang Dawei, Weng Shenfu, Lei Zhiyuan, Li Peigang, Chen Qun. 2023. Provenance and deep-time environmental factors for bauxitization in China: Progress and discussion. *Acta Geologica Sinica*, 97(9): 3056~3074.
- Zhang Deshi, He Shuai, Yang Bingnan, Shen Xiaoqing, Han Yaofei. 2022. Application of high frequency magnetotelluric method in a bauxite ore exploration in northern Guizhou. *Guizhou Geology*, 39(2): 115~121.
- Zhang Jingyuan, Wang Qingfei, Liu Xuefei, Zhou Guofa, Xu Haipeng, Zhu Yiguang. 2022. Provenance and ore-forming process of Permian lithium-rich bauxite in central Yunnan, SW China. *Ore Geology Reviews*, 145: 104862.
- Zhang Li, Park C, Wang Genhou, Wu Chunjiao, Santosh M, Chung D, Song Y. 2017. Phase transformation processes in karst-type bauxite deposit from Yunnan area, China. *Ore Geology Reviews*, 89: 407~420.
- Zhang Neng, Huang Qiming, Tan Jianzheng, Li Jiang. 2016. Extensive structural characteristics of Youjiang Basin, western Guangxi. *Geology in China*, 43(3): 953~968.
- Zhang Qilian, Zhao Xinjin, Li Yukun, Li Changming, Wei Fang. 2020. Geochemical characteristics and sedimentary model of Permian bauxite deposit in western Guangxi. *Geological Review*, 66(4): 1043~1059.
- Zhang Qilian, Chen Youbin, Liu Xijun, Huang Wenfang, Wei Fang, Huang Guangqiong, Li Jialong, Xu Haipeng, Liang Guoke, Ye Baoyue. 2022. Characteristics and geological significance of volcanic ash in bauxite in western Guangxi. *Geological Review*, 68(2): 531~550.
- Zhang Qilian, Huang Guangqiong, Wei Fang, Huang Wenfang, Deng Jun, Li Huosong, Wei Liangxi, Meng Jiafeng, Qin Liangchao, Yang Hai, Huang Baoning, Wu Hanzhi, Xin Xiaowei, Ma Jianguo, Li Jialong, Wu Xiangyu. 2024. Characteristics and evolution of sedimentary facies of bauxite-bearing rocks series of Permian bauxite deposits in western Guangxi. *Geological Bulletin of China*, 43(10): 1734~1755.
- Zhang Qiming, Jiang Xinsheng, Qin Jianhua, Cui Xiaozhuang, Liu Caize. 2012. Lithofacies palaeogeography of the early Middle Permian Liangshan Formation in northern Guizhou—southern Chongqing area and its bauxite ore-forming effect. *Geological Bulletin of China*, 31(4): 558~568.
- Zhang Qizuan. 2011. Metallogenic model and exploration techniques of the bauxite, western Guangxi, China. Supervisor: Dengjun. Beijing: Doctoral Thesis of China University of Geosciences (Beijing): 1~143.
- Zhang Zhengwei, Zhou Lingjie, Li Yujiao, Wu Chengquan, Zheng Chaofei. 2013. The “coal—bauxite—iron” structure in the ore-bearing rock series as a prospecting indicator for southeastern Guizhou bauxite mines. *Ore Geology Reviews*, 53: 145~158.
- Zhao Haonan, Ling Kunyue, Du Shengjiang, Wen Hanjie. 2023.

Provenance of the Nb-rich bauxite and Li-rich claystone at the base of the Heshan Formation in Pingguo, Guangxi, SW China; Constrained by U-Pb ages and trace element contents of detrital zircon. *Ore Geology Reviews*, 161: 105633.

Zhu Yonghong, Weng Shenfu, Li Peigang, Zhao Shuang, Han Zhonghua, Chen Qiang, Yang Shiqiang. 2018. Metakogenetic factor and origin in Zunyi bauxite, Guizhou. *Geological Science and Technology Information*, 37(1): 177~183.

Zhu Youqing, Luo Chaokun, Yang Xiaofei, Liu Jiang. 2024. Geochemical characteristics and sedimentary environment of Li-rich bauxite in the Caijiaba bauxite deposit, central Guizhou Province. *Geology and Exploration*, 60(4): 735~746.

Zhang Zhengwei, Zhou Lingjie, Li Yujiao, Wu Chengquan, Zheng Chaofei. 2013. The "coal—bauxite—iron" structure in the ore-bearing rock series as a prospecting indicator for southeastern Guizhou bauxite mines. *Ore Geology Reviews*, 53: 145~158.

Comparative study of sedimentary bauxite deposits in the Yunnan—Guizhou—Guangxi region and its prospecting guidance significance

QIN Feng^{1,2,3}, WU Xiangke⁴, LI Liji⁴, MENG Xianglun^{1,2}

1) *Guangxi Geological Survey and Development Bureau, Nanning, 530021;*

2) *Geological Brigade 274 of Guangxi Zhuang Autonomous Region, Beihai, Guangxi, 536005;*

3) *Geological Brigade 273 of Guangxi Zhuang Autonomous Region, Guigang, Guangxi, 537100;*

4) *Mineral Resources Reserve Evaluation Center of Guangxi Zhuang Autonomous Region, Nanning, 530028*

Objectives: Bauxite is an advantageous mineral resource in the Guangxi. Exploration of alluvial bauxite in this area has achieved a relatively advanced level, resulting in limited potential for new discoveries.

Methods: In contrast, the exploration of sedimentary bauxite remains in its initial stage, and its metallogenic regularity and prospecting directions urgently require further systematic investigation. On the basis of collection data of sedimentary bauxite in the Yunnan—Guizhou region, and combined with exploration achievements in recent years, this paper systematically compares the characteristics of sedimentary bauxite in western Guangxi from the aspects of metallogenic geological setting, ore-bearing horizon, aluminum-bearing rock series, orebody geological and ore quality, so as to provide guidance and reference for exploration of sedimentary bauxite in Guangxi.

Results: The research results show that the Upper Permian Heshan Formation (P_3h) in western Guangxi has a wide distribution and well-developed aluminum-bearing rock series, which has good prospecting potential is the main target horizon for exploring sedimentary bauxite.

Conclusions: The area has conditions to form thick funnel-shaped orebodies. Strengthening the research on karst paleotopography can help discover thick orebodies. However, due to unobvious leaching effect, the ore is mainly composed of pisolitic—oolitic and compact bauxite, with relatively scarce earthy bauxite and relatively lower ore grade.

Keywords: sedimentary bauxite; comparative study; ore-forming regularities; prospecting directions; Yunnan—Guizhou—Guangxi region

Acknowledgements: This paper is supported by the Project of Key Research and Development Program (No. 2022YFC2903405) and preliminary scientific research project of the Guangxi Geological and Mineral Bureau (Nos. GXDK202428, GXGS20250)

First author: QIN Feng, male, born in 1986, senior engineer, mainly engaged in mineral exploration and development research; Email: 262617707@qq.com

Corresponding author: WU Xiangke, male, born in 1986, senior engineer, mainly engaged in regional geological survey and mineral exploration work; Email: 405950925@qq.com

Manuscript received on: 2025-10-28; Accepted on: 2026-01-13; Published online on: 2026-02-15

Doi: 10.16509/j.georeview.2026.02.012

Edited by: LI Ming, ZHANG Yuxu

