

doi:10.6053/j.issn.1001-1412.2022.01.005

贵州后槽铝土矿古岩溶地貌 控矿作用及找矿意义

刘旭¹, 姬胜源², 翁申富¹, 赵爽¹

(1. 贵州省地质矿产勘查开发局106地质大队, 贵州遵义563000;

2. 贵州省油气勘查开发工程研究院, 贵阳550081)

摘要: 后槽铝土矿区位于黔中遵义铝土矿带中部, 受NE向岩溶盆地控制, 发育众多形态各异的中、小型的溶洼、溶坑和溶沟, 在这些溶蚀洼地中, 沉积了下石炭统九架炉组含铝岩系。文章通过对后槽地区354个钻探工程揭露的含铝岩系厚度、矿体厚度及化学成分的系统统计分析, 研究了该区岩溶古地貌特征及其控矿作用, 并进行找矿靶区预测。研究结果表明, 后槽地区含铝岩系严格受古侵蚀面制约, 岩溶古地貌直接控制含铝岩系的产出和厚度。在古岩溶凹陷中含铝岩系较厚, 铝土矿层厚度也大, $w(\text{Al}_2\text{O}_3)$ 值越高; 在地形凸起的部位, 含铝岩系地层厚度变薄, 基本无铝土矿产出; 在古地貌整体平缓、古溶蚀作用不强烈的区域, 含铝岩系的厚度比较稳定, 产出形态单一, 铝土矿层以层状、似层状产出。在沙坝和后槽以南地区含铝岩系较厚, 岩溶古地貌特征明显, 值得进一步开展找矿勘探。

关键词: 后槽铝土矿; 含铝岩系; 古岩溶地貌; 控矿作用; 贵州省

中图分类号: P618.45; P613 文献标识码: A

0 引言

铝土矿是化学风化作用的细粒终极产物^[1], 湿热的气候、负地形地貌、充裕的风化时间、植被和微生物参与、氧化和酸性沉积环境、畅通的水文系统是铝土矿形成的地质条件^[2-3]。大量研究工作表明, 古地理和古地貌对贵州早石炭世铝土矿的沉积与成矿具有明显的控制作用, 直接表现为铝土矿体展布范围、分布规律、产出形态、贫富变化及其形成规模等, 均受基底古地形地貌和沉积环境的双重控制, 同时与含矿岩系的发育程度呈正相关^[4-5, 7, 9-11]。

后槽铝土矿是黔中遵义式古风化壳沉积型铝土矿的重要组成部分, 共获资源量超过 1600×10^4 t, 属于中型铝土矿。矿体产出特征受古岩溶地貌控

制, 古岩溶洼地内发育的铝土矿是整个矿床的主体, 矿体厚度与矿石质量俱佳。然而, 后槽地区星罗棋布地分布着大小各异、深浅不等的溶洼、溶坑及溶沟数十个, 矿产勘查却发现在古岩溶洼地中的铝土矿品位、厚度等存在一定差异。古岩溶洼地微地貌对铝土矿的控矿作用还需要进一步约束。

本文以后槽地区四轮碑矿段为研究对象开展铝土矿微地貌研究, 并通过编制含铝岩系等厚曲线图, 剖析古岩溶地貌中铝土矿含矿岩系的发育特征、古岩溶地貌与含铝岩系厚度的关系, 进而讨论对铝土矿体的控制作用, 建立古岩溶地貌与铝土矿耦合关系, 力图为后槽地区铝土矿找矿勘探工作提供帮助。

1 区域地质背景

后槽地区在大地构造位置上属于扬子准地台黔

收稿日期: 2021-08-31; 责任编辑: 王传泰

基金项目: 贵州省地矿局科研项目(编号: 黔地矿科合[2015]04号)资助。

作者简介: 刘旭(1989—), 男, 硕士, 工程师, 2012年本科毕业于中国地质大学(武汉), 2021年6月获得中国地质大学(武汉)硕士学位, 长期从事地质矿产勘查工作。E-mail: 1012495656@qq.com

通信作者: 姬胜源(1988—), 男, 苗族, 工程师, 2012年贵州大学本科毕业, 主要从事地质找矿工作。E-mail: 290939533@qq.com

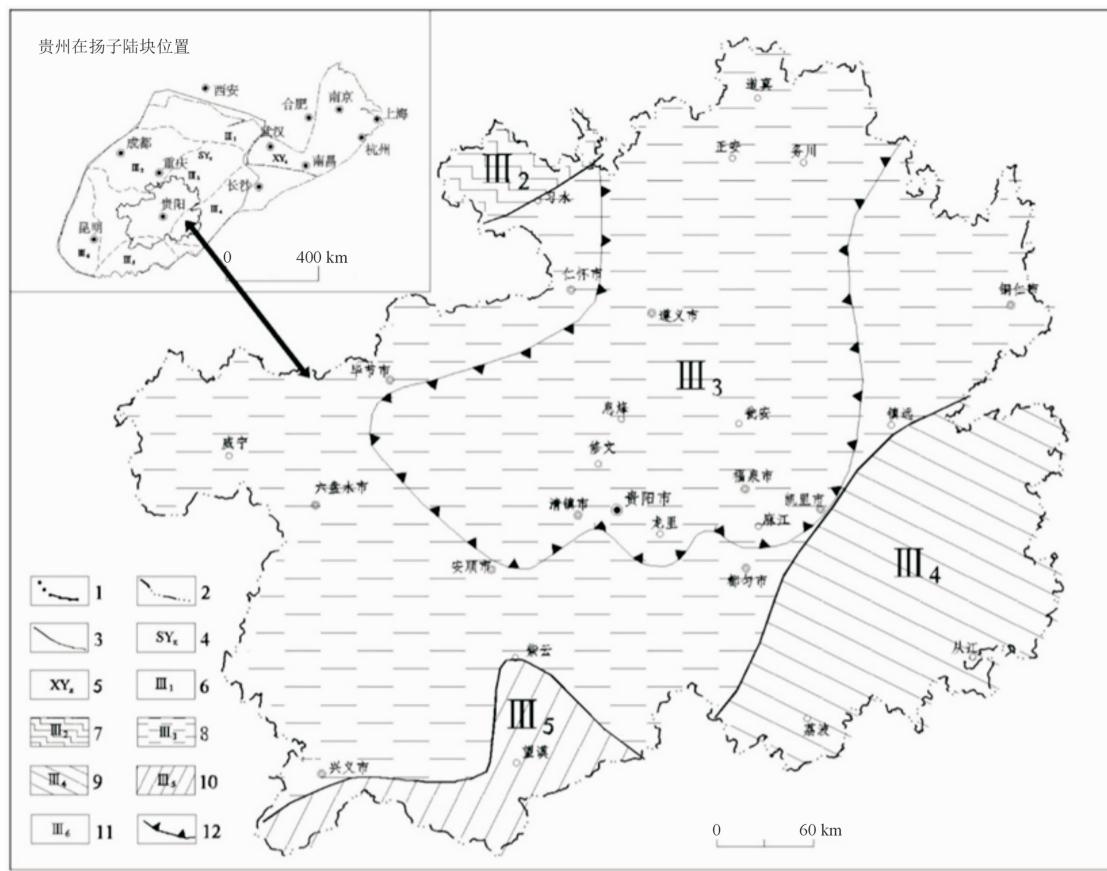


图1 贵州省大地构造单元(据《中国矿产志(贵州卷)',2018)

Fig. 1 Map showing geotectonic units in Guizhou province

- 1.一级构造单元界线;2.二级构造单元界线;3.三级构造单元界线;4.上扬子陆块;5.下扬子陆块;
- 6.上扬子北缘活动带;7.四川中生代前陆盆地;8.鄂湘渝黔前陆褶断冲断带;9.江南加里东造山带;
- 10.南盘江—右江印支造山带;11.滇桂隆褶带;12.贵州省铝土矿分布范围

中早古拱断褶束的东北隅^[1](图1),在成矿区带划分中属于黔中铝土矿成矿带播州—息烽—瓮安早石炭世维宪中晚期铝土矿成矿亚带。

区域内地层以寒武系和奥陶系分布最广,主要岩性以白云岩为主,由老至新依次为寒武系娄山关组,奥陶系桐梓组、红花园组、湄潭组,石炭系九架炉组,二叠系梁山组、栖霞组、茅口组及第四系。下石炭统九架炉组属于大陆相的内陆湖盆沉积建造,为铝土矿含矿层位。在晚石炭世至早二叠世期间,黔中地区在准平原化作用下形成喀斯特准平原地貌,为含铝物质的堆积提供存储空间,湖沼环境为含铝物质的富集成矿提供了古环境条件^[5]。

后槽地区区域上地质构造较为简单,NE向构造行迹为其主要特征(图2)。褶皱构造和断裂构造均较发育。褶皱主要为NNE至NE向的团溪尚稽场向斜、三岔河向斜及流水坪背斜和后坝场背斜,次

为NE向的两路口背斜、EW向的翁不龙背斜和石盆井向斜。断层以NNE-NE向为主,例如老蒲场断层、翁家坝断层、团溪长滩断层和赶子场断层,NNE-NE向次级断层次之。

2 矿床地质特征

矿区出露地层由老至新依次为寒武系娄山关组白云岩,奥陶系下统桐梓组白云岩,下石炭统九架炉组碎屑岩,二叠系中统梁山组黏土岩、栖霞组灰岩。区内主体构造格架为两路口复背斜。该复背斜呈NE-SW向展布,NW翼倾角较缓而SE翼地层倾角较陡;核部地层为娄山关组白云岩,两翼地层为栖霞组灰岩、九架炉组含矿岩系。区内断裂主要呈NE向发育在背斜的NW翼,亦有NW向、EW向等断裂破坏矿体(图3)。

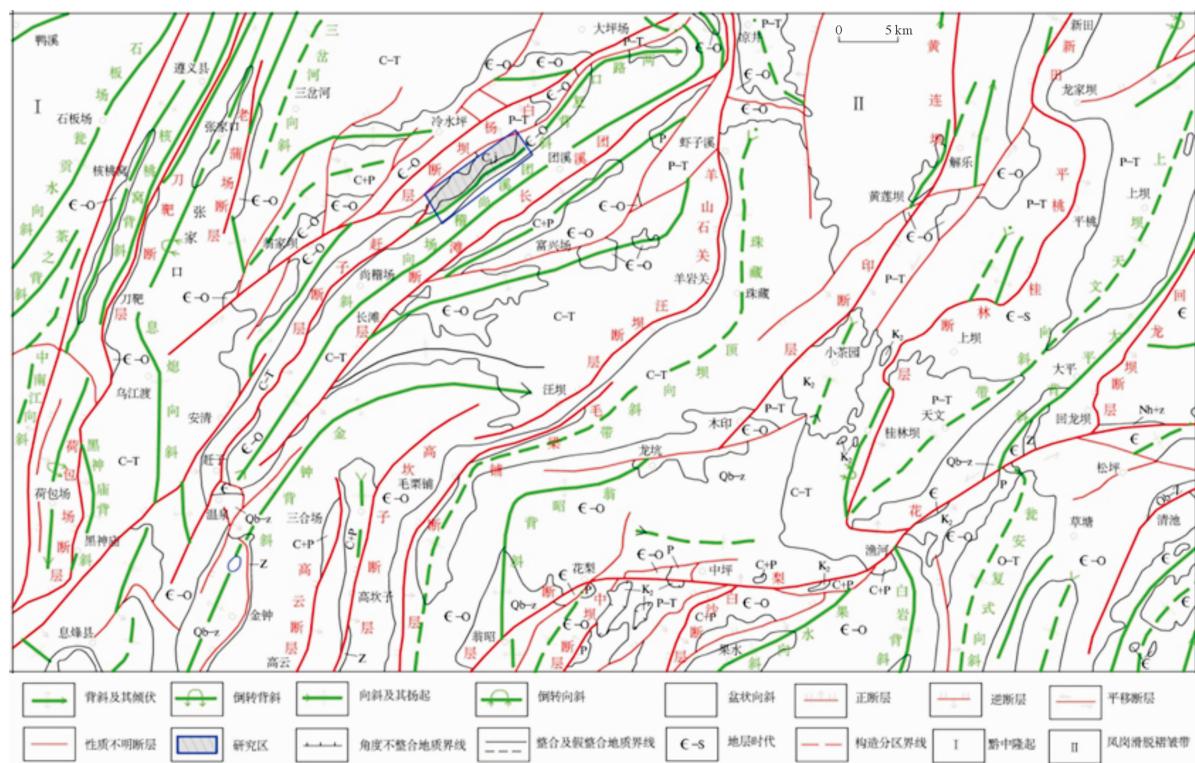


图2 后槽铝土矿区域构造纲要图

Fig. 2 Structural outline map of Houcao bauxite mine

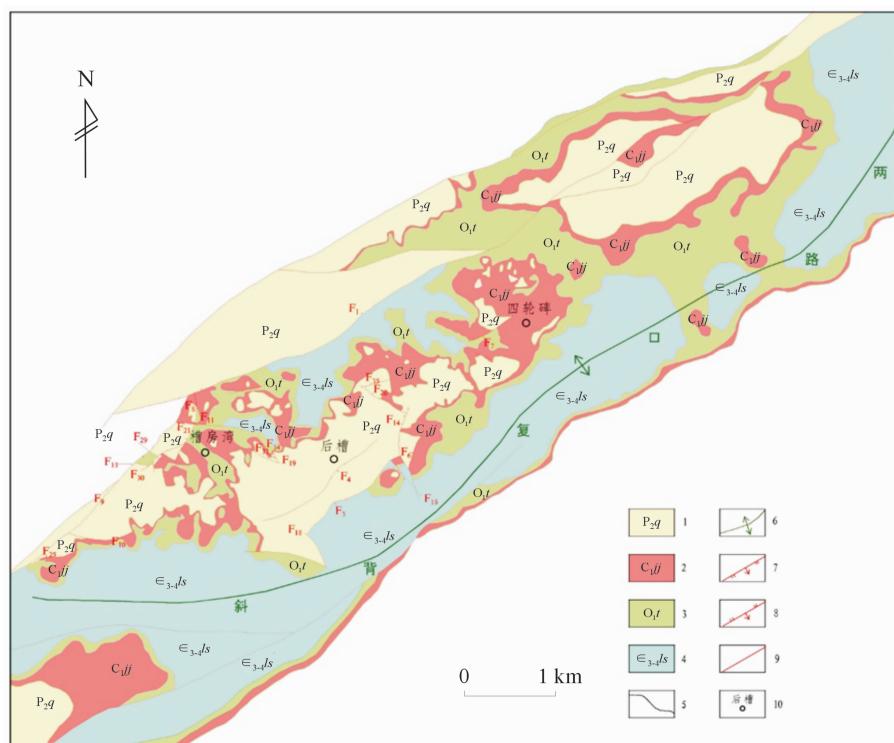


图3 后槽铝土矿地质图

Fig. 3 Geological map of Houcao bauxite mine

1. 中二叠统栖霞组; 2. 下石炭统九架炉组; 3. 下奥陶统桐梓组; 4. 寒武系第三—第四统娄山关组;
5. 地质界线; 6. 背斜; 7. 正断层; 8. 逆断层; 9. 性质不明断层; 10. 地名

含矿岩系在不同剖面中的组合大致可分为“铝土矿—黏土岩”和“黏土岩”两类。“铝土矿—黏土岩”型剖面顶部的风化壳已被剥蚀，上部为铝土矿或铝土岩，中部为薄层劣质煤夹碳质，下部为灰色铝土矿，底部为灰绿色黏土岩。“黏土岩”型剖面既有由含铁质黏土岩、黏土岩和绿泥石黏土岩组成的复合黏土岩型，也有以灰绿色九架炉组为代表的绿泥石黏土岩。

在后槽铝土矿靠北的四轮碑矿段，矿体呈NE向展布，主要为3个矿体，沿走向长50~540 m，宽40~350 m；其北东部和南西部矿体厚度变化较大，矿体厚度10.2~73.9 m，中部矿体分布较广，但厚度相对较薄，为2.2~7.3 m。矿体的产状与上覆围岩基本一致，在垂向上呈似层状、透镜状、漏斗状产出（图4）。铝土矿矿石矿物以一水硬铝石为主，脉石矿物主要为黏土矿物，次为黄铁矿、锐钛矿、金红石等。矿石结构可见碎屑结构、砂-砾屑结构、豆鲕结构和泥-微晶结构（图5）。矿石构造有块状构造、半土状构造和致密状构造。矿区铝土矿矿石自然类型有碎屑状铝土矿、豆鲕状铝土矿、致密状铝土矿和

半土状铝土矿。矿石化学组成中, $w(\text{Al}_2\text{O}_3) = 44\% \sim 75\%$ (绝大部分介于 50% ~ 65% 之间), $w(\text{SiO}_2) = 5\% \sim 10\%$, $w(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 0.6\% \sim 40.2\%$ (绝大部分大于 15%), $w(\text{S}) = 0.003\% \sim 19.3\%$ 。

3 岩溶古地貌恢复

3.1 古地貌编图

黔中地区自志留纪末期以来，长期遭受风化剥蚀，演化为洼隆起伏的喀斯特地貌。此后沉积了含铝岩系石炭系下统九架炉组，该时期后槽地区为上扬子古陆边缘内陆盆地，未发生水平方向挤压或拉张。至中二叠世发生长期海侵沉积梁山组泥质岩和栖霞组灰岩，为铝土矿含矿岩系或铝土矿的保存提供足够的盖层条件，使之免受剥蚀。

后槽铝土矿产于石炭系下统九架炉组，直接沉积于下伏奥陶系桐梓组白云岩之上。本次研究在统计区内 354 个钻孔揭穿含铝岩系地层厚度基础上，运用 Map GIS 软件，绘制含铝岩系地层厚度等值线

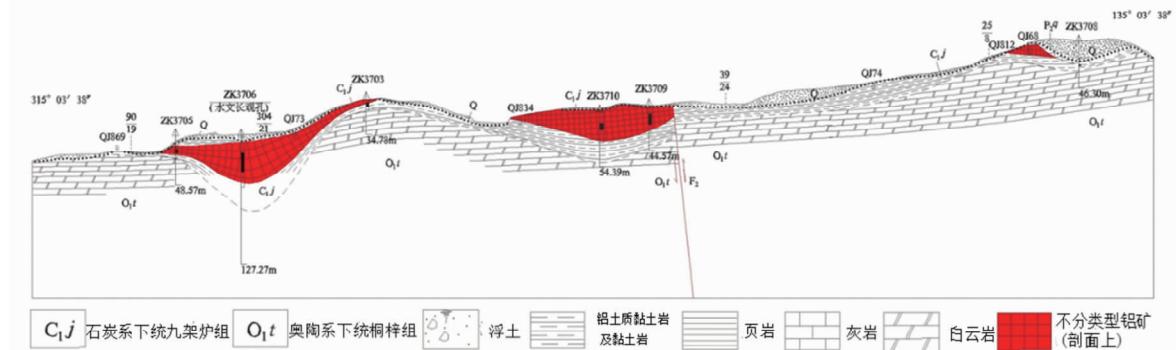


图 4 后槽铝土矿 37 勘探线剖面图

Fig. 4 Section along line 37

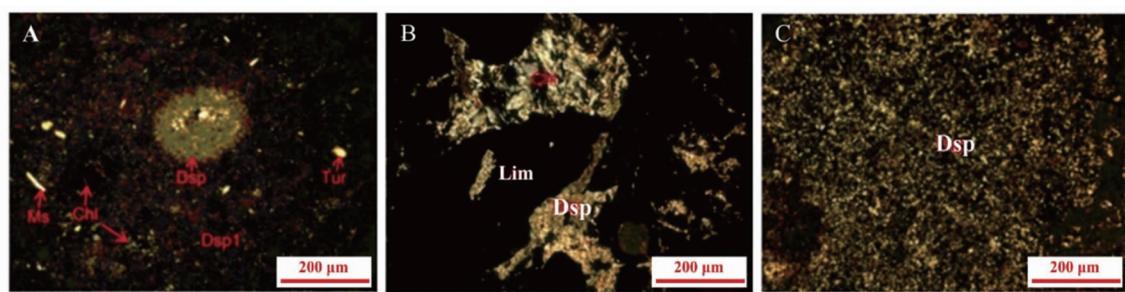


图 5 矿石镜下结构特征

Fig. 5 Texture of bauxite ore under microscope

A. 砂-砾屑结构; B. 碎屑结构; C. 泥-微晶结构

Chl. 绿泥石; Dsp. 硬水铝石; Lim. 褐铁矿; Ms. 白云母; Tur. 电气石

图,含铝岩系地层厚度代表了九架炉组沉积时古岩溶地貌的凹陷深度。因此,下石炭统九架炉组真厚度可以反映古岩溶漏斗特征,恢复古岩溶地貌特征。

3.2 岩溶古地貌特征

统计数据表明,后槽地区九架炉组含铝岩系厚度为1.2~112.8 m,主要集中在7~15 m,平均厚度为14.8 m。当含铝岩系在岩溶不整合界面之上沉积时,相对岩溶高地处的沉积变薄,而在岩溶凹陷处的沉积变厚。文章将地层厚度<7 m的区域定义为古岩溶相对高地,地层厚度为15~25 m的区域为古岩溶洼地的斜坡,地层厚度>25 m的部位为古岩溶坑。

从绘制的含铝岩系地层厚度等值线图(图6)可以看出,地层相对厚的地方为古岩溶洼地,地层相对薄的地方为古岩溶地貌凸起部位,即该区域内古地貌以相对平缓的地貌为主,其次为古岩溶斜坡,在古岩溶漏斗周围或古岩溶漏斗之间存在一些古岩溶凸起。

3.3 岩溶古地貌分布规律

九架炉组含铝岩系的展布形态间接反映了古溶蚀坑洼的空间展布范围。已揭露矿体形态表明古溶蚀凹陷呈NE-SW向展布,在这些溶蚀凹陷内形成若干个岩溶漏斗状深坑,这些溶蚀深坑大小不等,有

深有浅。

研究区规模不大的小溶坑群主要分布在东北部和中部,小溶坑内含铝岩系厚度较大,产出稳定。现有265个钻孔揭露了小溶坑内含铝岩系,统计结果表明,含铝岩系厚度为7~15 m,平均为11.74 m,推测溶坑深度为15~25 m,在这些溶坑之间分布着高地,使得地层厚度变薄,介于2~7 m之间。

研究区较大规模的溶蚀深坑则分布在南部和西部,厚度最大达112.8 m。南部溶蚀坑较紧闭,而西部的溶蚀坑呈椭球状,由若干宽度较窄而深度较深的溶坑组成,溶坑多互相联通。现有89个钻孔揭露了大溶坑及其周边岩溶高地,揭露的含铝岩系厚度变化较大,变化系数达90%,主要集中在2~35 m范围内,平均厚度为24.01 m。勘探表明在南部和西部深大溶坑发育,含铝岩系发育相对较薄的地方为岩溶高地,将这些深大溶坑分隔开来,形成较为封闭的漏斗。

3.4 岩溶古地貌形成机理

前人研究大多认为遵义地区铝土矿基底古岩溶地貌形成于石炭纪早期,略早于铝土矿的形成^[5,8]。根据对岩溶洼地内风化残留物的分析,笔者认为后

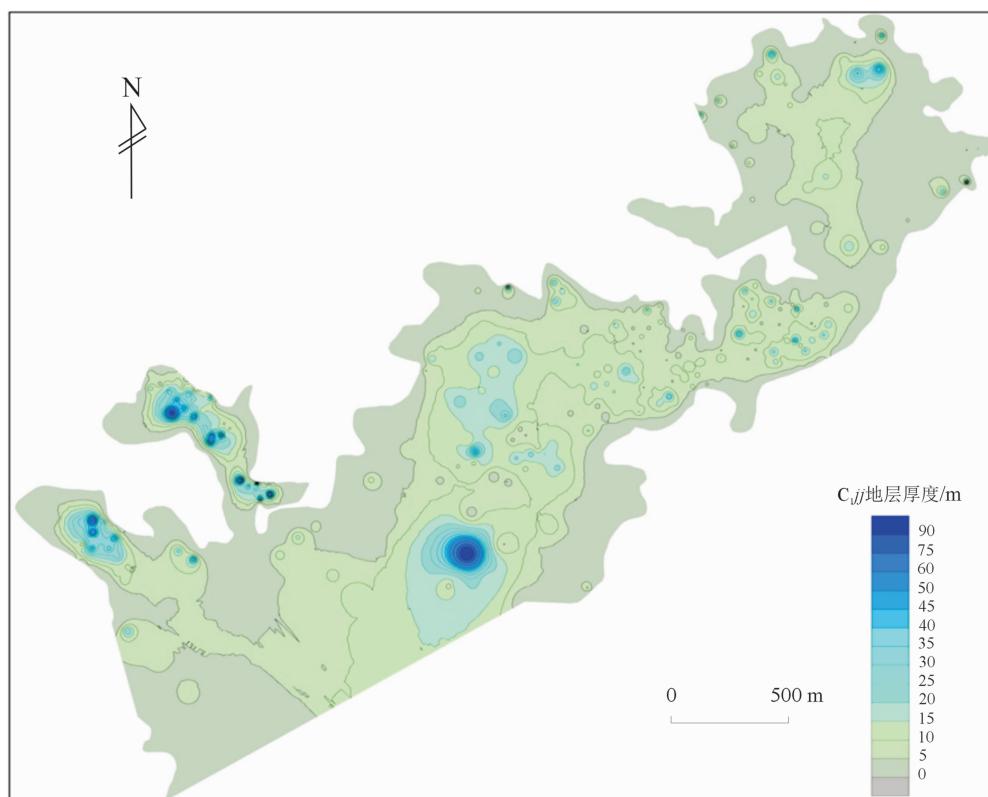


图6 后槽地区九架炉组地层厚度等值线图

Fig. 6 Thickness contour of Jiujialu formation in Houcao bauxite mine

槽地区基底古岩溶地貌的形成与区域上相同。如果是在早石炭世前基底白云岩中已经形成溶蚀洼地,那么在泥盆纪时期的“准平原化”过程中,风化残积物应该得以保存,而钻孔勘探表明,溶蚀坑内未发现有泥盆纪时期相关的岩石或古生物化石。因此,这些溶蚀洼地不是形成于早石炭世之前,而是在早石炭世时期,略早于铝土矿的形成。

在广西运动至海西运动期间,遵义后槽地区在志留纪至二叠纪上升为陆,经受了长期的风化剥蚀,致使该地区缺失志留系和泥盆系地层和石炭系大部。研究区在早石炭世处于低纬度范围内^[6,12],为热带气候地区,在湿润炎热的古气候条件下^[13],奥陶系的页(泥)岩遭受强烈风化剥蚀,使得下伏桐梓组或娄山关组白云岩暴露在地表,原本赋存在页(泥)岩中的硫化物在氧化环境中受地表水作用形成酸性物质,与下伏白云岩发生化学反应,逐渐形成溶蚀洼地,在发育有古节理等裂缝中,酸性物质向下渗透并不断溶蚀扩大裂缝形成深坑(图7)。这些深坑相对孤立封闭,在深坑周围也形成了溶蚀高地,这种高低起伏的古岩溶地貌控制着含铝物质的堆积厚度,导致含铝岩系沉积厚度的差异。

4 古岩溶地貌控矿作用

4.1 不同古地貌对含铝岩系厚度的控制作用

研究区内含铝岩系严格受古侵蚀面制约。从后

槽铝土矿矿体厚度等值线叠加九架炉组地层厚度等值线图(图8)不难看出,除南部九架炉组地层厚度大,但铝土矿体在该处较薄或无矿的特征外,矿体分布规律总体跟含铝岩系地层厚度呈正相关,进而证明古岩溶地貌控制着铝土矿的矿体厚度,古岩溶洼地越深,铝土矿层厚度越厚。尤其在南西部两个溶蚀深坑内,铝土矿厚度与岩溶洼地深度正相关性特别明显;而个别情况如南部地区深大岩溶洼地则无矿,可能与含铝物质的富集、脱硅脱硫和其他有害杂质的迁移程度有关。

根据钻孔揭露的含铝岩系垂向充填特征,在古岩溶凹陷发育的地方,铝土矿系较厚,铝土矿层厚度也大;在古岩溶凹陷之间地形凸起的部位,含铝岩系地层厚度变薄,基本无铝土矿产出;在古地貌整体平缓,古溶蚀作用不强烈的区域,含铝岩系的厚度比较稳定,产出形态单一,铝土矿层以层状、似层状产出,在这些含铝岩系产状比较稳定的区域,铝土矿的产出稳定,常出现大面积的无矿地带。

4.2 不同地貌对含铝岩系化学成分的控制作用

(1) 古岩溶地貌凸起部位

在古岩溶地貌凸起部位,铝土矿系的厚度薄,主要有2种剖面:一种无矿剖面,此类剖面无铝土矿产出,上部为铝铁岩, $w(\text{Fe}_2\text{O}_3)$ 平均达到28%, $w(\text{Al}_2\text{O}_3)$ 值最高达39%,且从上往下 $w(\text{Fe}_2\text{O}_3)$ 和 $w(\text{Al}_2\text{O}_3)$ 值逐渐降低, $w(\text{SiO}_2)$ 值逐渐增大,平均达40%。另一种是“铝土矿—黏土岩”剖面,含铝岩系上部为铝土矿层,平均厚度达2.3 m, $w(\text{Al}_2\text{O}_3)$

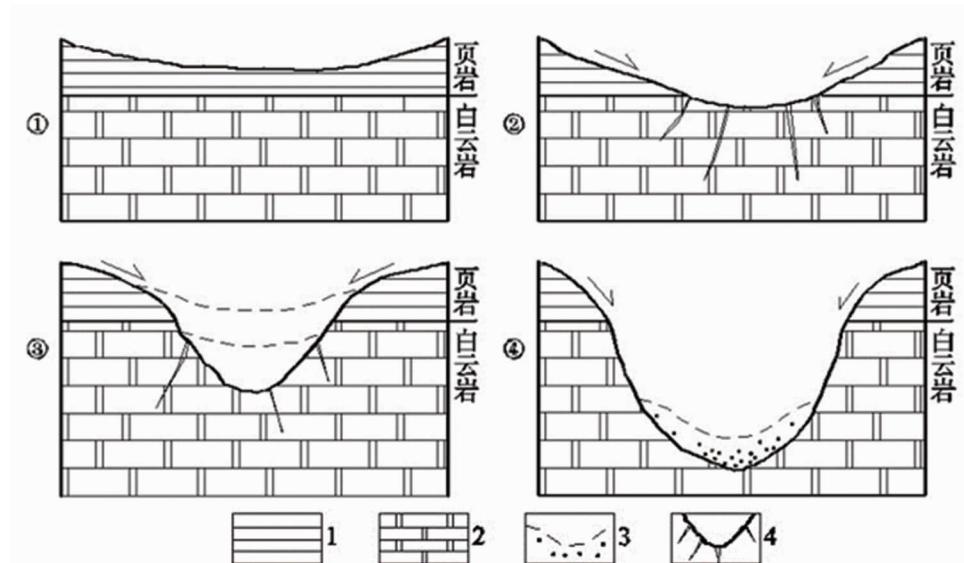


图7 古岩溶洼坑的形成和发展示意图

Fig. 7 Sketch showing formation and development of the paleokarst pit

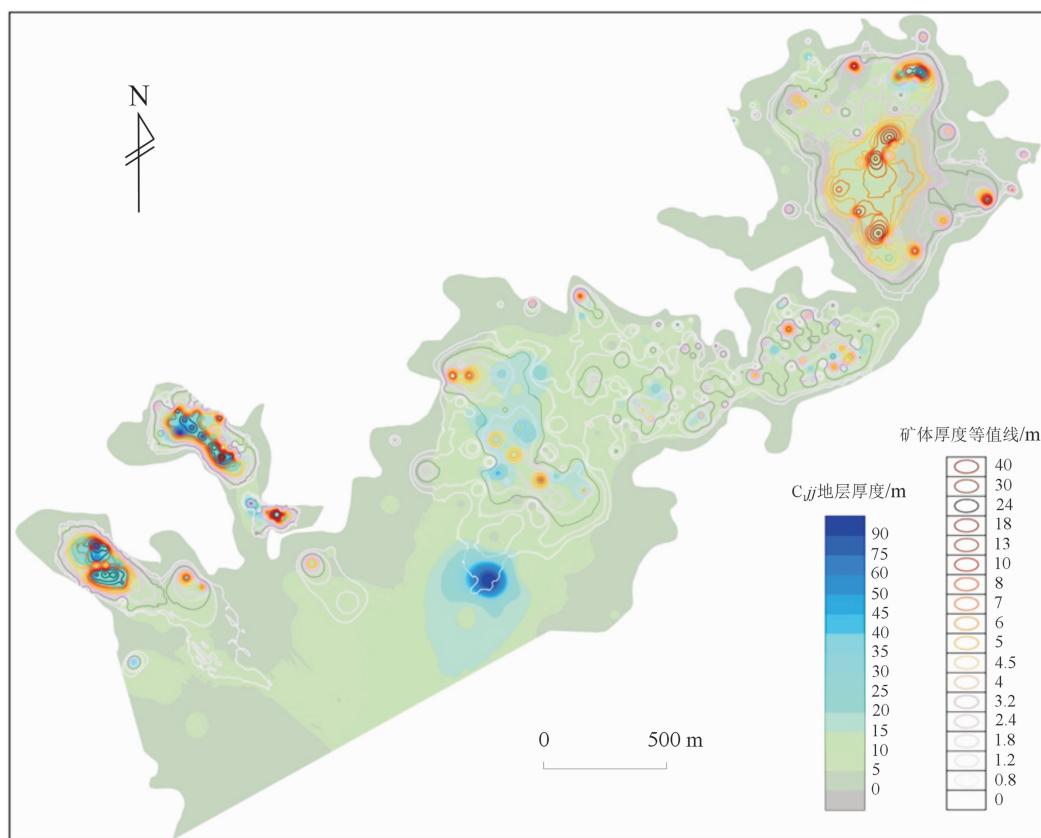


图8 后槽地区铝土矿矿体厚度与九架炉组地层厚度叠加图

Fig. 8 Diagram of thickness of bauxite ore body overlaid by thickness of Jiujialu formation

$=50.44\% \sim 52.61\%$, $w(\text{SiO}_2) = 15.42\% \sim 17.91\%$;下部为黏土岩, $w(\text{Al}_2\text{O}_3)$ 降低, $w(\text{SiO}_2)$ 增高,达到 $35.66\% \sim 48.88\%$;整个剖面 $w(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 11.29\% \sim 16.31\%$,变化不大。此类剖面总体铝土矿的品位不高,仅达到边界品位。

因此,在古岩溶地貌凸起部位铝土矿整体品位低或无矿,厚度也薄,古岩溶地貌凸起部位不是铝土矿产出有利部位(图9)。

(2) 古岩溶地貌斜坡部位

在古溶蚀地貌深坑的斜坡部位,及古岩溶地貌凸起部位向深坑过度区域,含铝岩系厚度一般在 $10 \sim 25$ m之间。铝土矿分布在含铝岩系中上部,平均厚度 6.2 m,具两层矿特征。顶部铝土矿层平均厚 1.2 m, $w(\text{Al}_2\text{O}_3) = 46.96\% \sim 47.59\%$, $w(\text{SiO}_2) = 12.54\% \sim 14.36\%$, $w(\text{Al})/w(\text{Si})$ 值大于 1.8 ,属于边界品位铝土矿;夹层为铝土岩, $w(\text{Al}_2\text{O}_3)$ 平均值为 43.3% , $w(\text{SiO}_2)$ 平均值为 17.42% ;中上部铝土矿层较厚,平均达到 5.0 m, $w(\text{Al}_2\text{O}_3) = 46.2\% \sim 53.9\%$, $w(\text{SiO}_2) = 9.3\% \sim 38.8\%$,从上往下 $w(\text{Al}_2\text{O}_3)$ 值呈下降趋势,而 $w(\text{SiO}_2)$ 值逐渐增大,

底部最高达 45.8% ;剖面中 $w(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 10.3\% \sim 26.7\%$ 。整个剖面铝土矿接近工业品位, $w(\text{SiO}_2)$ 值略高, $w(\text{Fe}_2\text{O}_3)$ 值较高,属高铁型铝土矿,硫含量均不高,最高仅为 0.5% 。

(3) 古岩溶地貌深坑部位

在岩溶的坑洼部位,即岩溶漏斗中,含铝岩系厚度大,以ZK3706为典型剖面进行分析(图10)。该剖面也具有多层矿特征,为3层矿,铝土矿产于九架炉组中上部,总厚度为 33.49 m。上部铝土矿层厚度 3.42 m, $w(\text{Al}_2\text{O}_3) = 46.34\% \sim 55.84\%$, $w(\text{SiO}_2) = 11.68\% \sim 25.56\%$,该矿层铝土矿接近工业品位,越往深部铝土矿品位越高, $w(\text{SiO}_2)$ 值越低,甚至能达到工业品位。中部铝土矿层厚 19.30 m, $w(\text{Al}_2\text{O}_3) = 47.03\% \sim 64.26\%$, $w(\text{SiO}_2) = 4.78\% \sim 10.12\%$,该层矿品位较好,符合工业品位要求。中下部铝土矿厚 9.88 m, $w(\text{Al}_2\text{O}_3) = 47.60\% \sim 68.14\%$, $w(\text{SiO}_2) = 6.42\% \sim 24.85\%$,品位较好,但 $w(\text{SiO}_2)$ 偏高。整个剖面铝土矿厚度大,以中部铝土矿层品位最好,其次为下部铝土矿层, $w(\text{SiO}_2)$ 由浅至深从高到低再变高的趋势,与

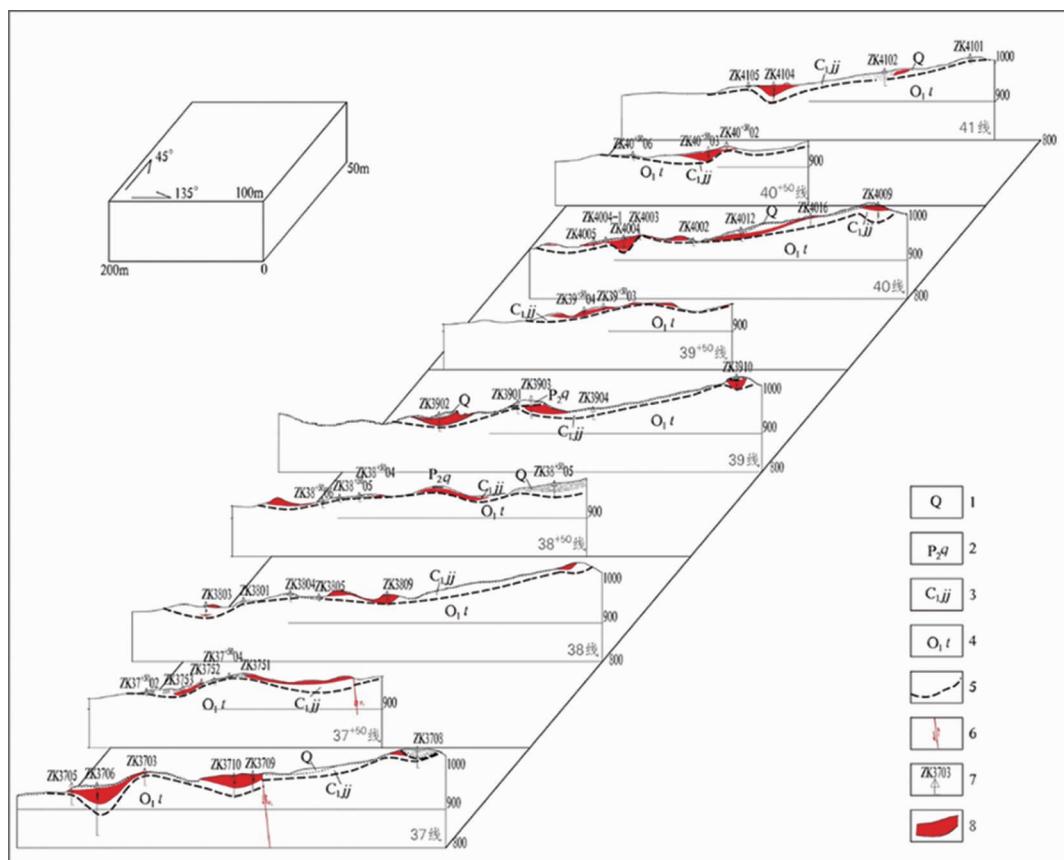


图9 后槽地区37—41线联合勘探线剖面图

Fig. 9 Integrated section of line 37—41

1.第四系;2.栖霞组;3.九架炉组;4.桐梓组;5.岩熔不整合界线;6.逆断层;7.钻孔位置及编号;8.铝土矿体

$w(\text{Al}_2\text{O}_3)$ 呈负相关关系。

综上,在古岩溶漏斗中铝土矿厚度大,品位较好,具有多层矿特征,在岩溶地貌斜坡地带也有铝土矿产出,铝土矿品位一般接近工业品位或刚达到工业品位,在岩溶凸起部位铝土矿厚度变薄,铝土矿产出较薄或无矿,铝土矿的质量差,介于边界品位和工业品位之间。因此,古岩溶地貌控制着铝土矿的品位和厚度,即古溶蚀洼坑越深,含铝岩系厚度越大,矿体厚度也就越大, $w(\text{Al}_2\text{O}_3)$ 越高; $w(\text{SiO}_2)$ 与 $w(\text{Al}_2\text{O}_3)$ 呈负相关,古溶蚀洼坑越深,铝土矿的品位就越好。

5 找矿方向

后槽铝土矿同黔中遵义地区早石炭世铝土矿一样,是古风化壳沉积型矿床,是由风化作用历经剥蚀、搬运、堆积,再经沉积成岩作用,并在此过程中有利元素富集,有害元素和杂质迁移,而形成铝土矿。在这些成矿作用之前,岩溶古地貌的形成是前提条

件,基底的碳酸盐岩溶蚀作用形成的负地貌为风化产物的就位提供了有利空间,为后期的一系列成矿作用提供了场所。岩溶古地貌控制着含铝岩系的产出形态和厚度,铝土矿体的厚度又直接受含铝岩系的层厚控制,因此,通过在后槽地区及其周边对含铝岩系厚度进行统计,恢复岩溶古地貌,发现在九架炉组地层分布的区域,含铝岩系等值线密集且厚度大的区域是有利找矿靶区。多年来,在这些区域开展过不同程度的地质工作,发现不少的铝土矿,吸引了不少投资者办矿采矿,但也有一些空白区域还有待突破。本次研究在避开已有矿权范围的前提下,发现在沙坝和后槽以南地区,含铝岩系较厚,岩溶古地貌特征明显(图11),值得进一步开展找矿勘探。

6 结语

(1)遵义后槽地区岩溶古地貌分布较广,在含铝岩系覆盖区域均有不同程度的发育。

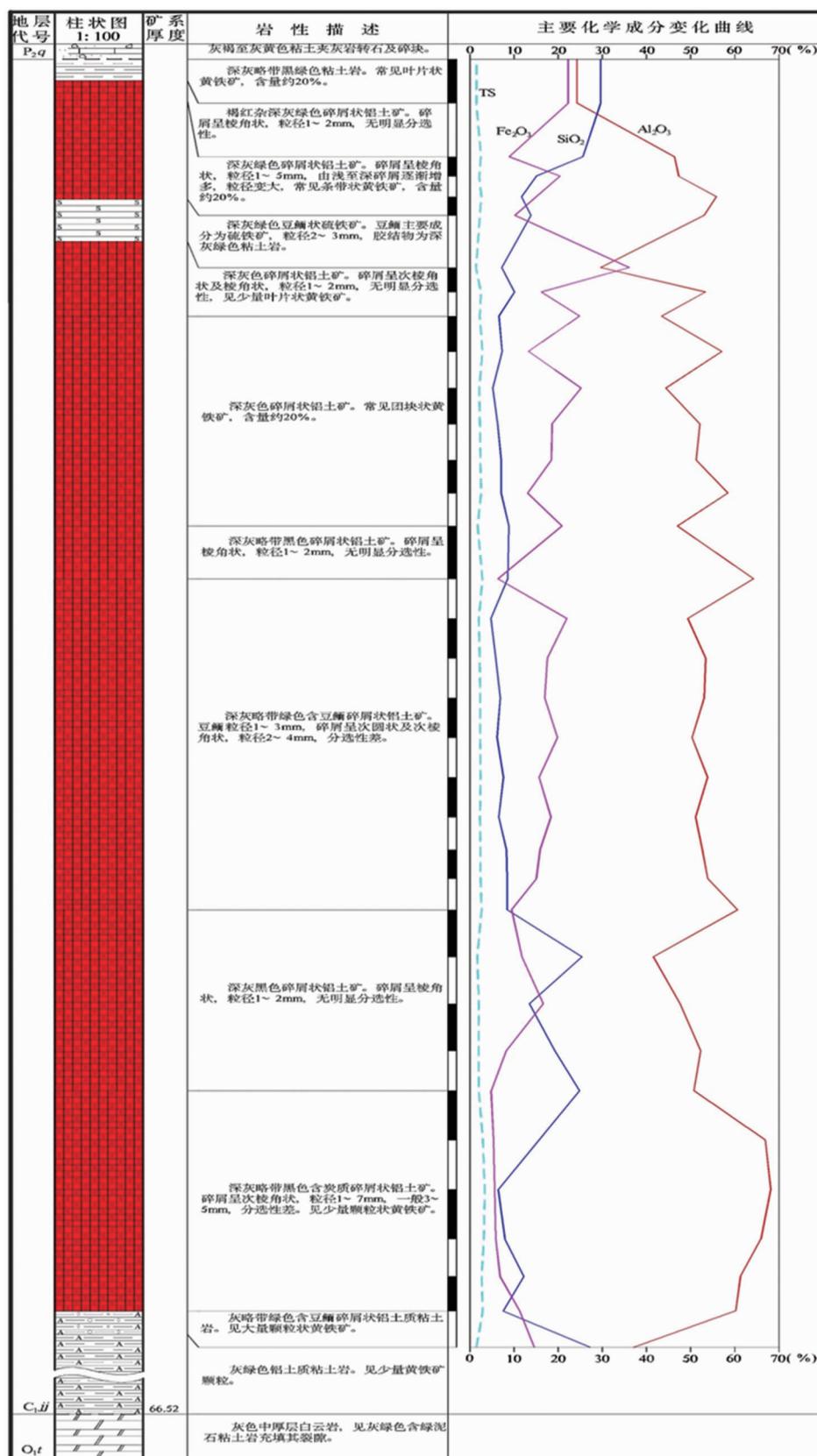


图 10 后槽地区钻孔 ZK3706 含矿岩系及其化学成分变化

Fig. 10 Variation of thickness and chemical composition of the Al-bearing sequence in drill hole ZK3706

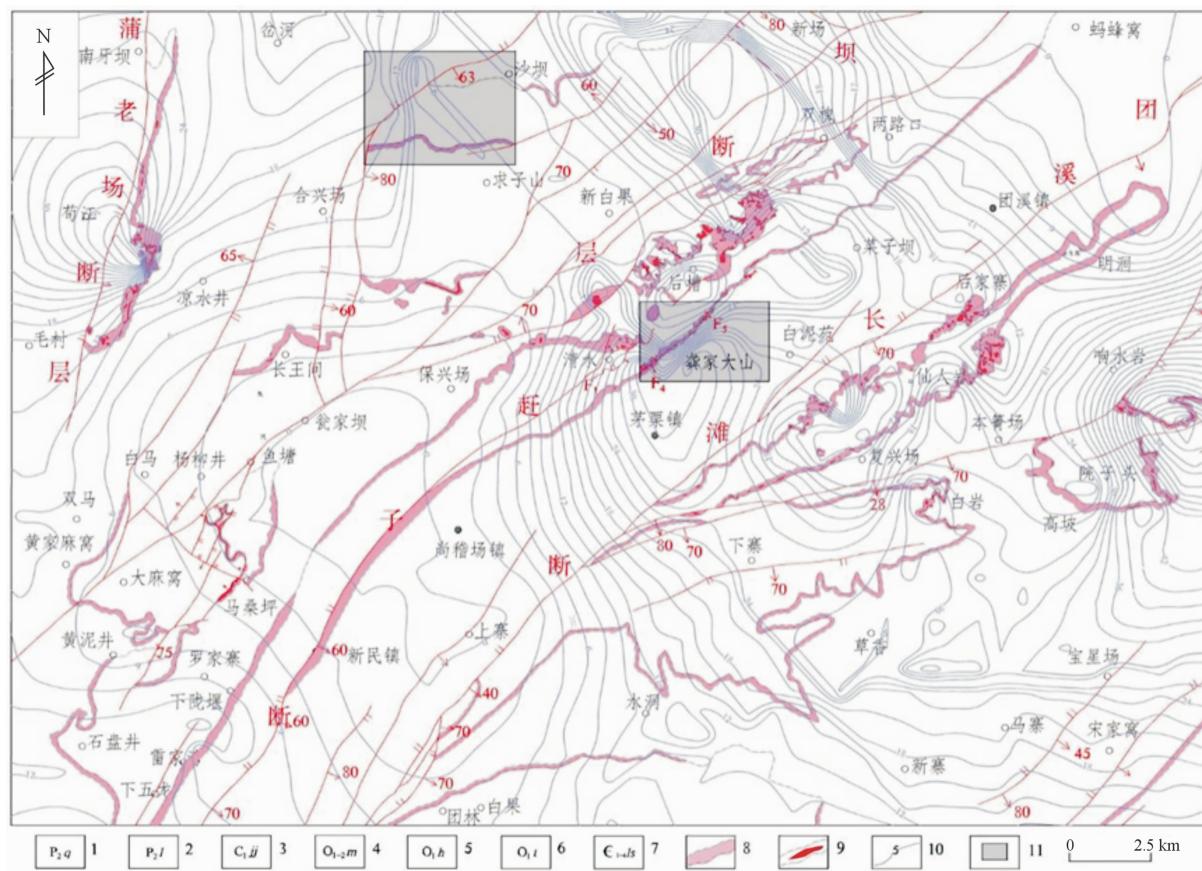


图 11 后槽地区铝土矿找矿预测图

Fig. 11 Bauxite ore prediction map of Houcao area

1. 栖霞组; 2. 梁山组; 3. 九架炉组; 4. 涓潭组; 5. 红花园组; 6. 桐梓组;
7. 娄山关组; 8. 矿系; 9. 矿体露头; 10. 含矿岩系厚度等值线; 11. 预测区

(2)古岩溶地貌直接控制着含铝岩系的厚度,也影响着铝土矿的产出。在古岩溶凹陷中,含铝岩系较厚,铝土矿层厚度也大;在地形凸起的部位,含铝岩系地层厚度变薄,基本无铝土矿产出;在古地貌整体平缓、古溶蚀作用不强烈的区域,含铝岩系的厚度比较稳定,产出形态单一,铝土矿层以层状、似层状产出。

(3)古岩溶地貌控制着铝土矿的品位和厚度。古溶蚀洼坑越深,含铝岩系厚度越大,矿体厚度也就越大; $w(Al_2O_3)$ 越高, $w(SiO_2)$ 又与 $w(Al_2O_3)$ 呈负相关关系;古溶蚀洼坑越深,铝土矿的品位就越好。

(4)通过对后槽地区古岩溶地貌的恢复,预测 2 个有利勘探区域,分别在后槽地区北西侧的沙坝一带和后槽以南的区域。

参考文献:

- [1] 杜远生,余文超. 沉积型铝土矿的陆表淋滤成矿作用:兼论铝土矿床的成因分类[J]. 古地理学报,2020,22(5):812-826.
- [2] Yu W C, Algeo T J, Yan J X, et al. Climatic and hydrologic controls on upper Paleozoic bauxite deposits in South China [J]. Earth-Science Reviews, 2019, 189: 159 - 176.
- [3] 余文超,杜远生,顾松竹,等.黔北务正道地区早二叠世铝土矿多期淋滤作用及其控矿意义[J].地质科技情报,2013,32(1): 34 - 39.
- [4] 李克庆,朱成林.遵义铝土矿的分布及对基底的依存关系[J].贵州地质,2007,24(4):278 - 286.
- [5] 刘平,廖友常,张雅静.沉积岩型铝土矿及其含矿岩系在溶蚀洼地中的沉积特征:以遵义后槽地区为例[J].中国地质,2016,43(2):546 - 563.
- [6] 王俊达,李华梅.贵州石炭纪古纬度与铝土矿[J].地球化学,1998,27(6):575 - 578.
- [7] 王庆飞,邓军,刘学飞,等.铝土矿地质与成因研究进展[J].地质与勘探,2012,48(3):430 - 448.
- [8] 韦胜永,朱永红,罗勇,等.遵义川主庙漏斗状铝土矿床地质特征及形成机理[J].贵州地质,2009,26(3):193 - 198.
- [9] 翁申富,雷志远,赵爽,等.遵义仙人岩铝土矿赋存富集与古岩溶地貌的关系[J].贵州地质,2011,28(4):260 - 264.
- [10] 殷科华,李克庆,朱德彬,等.遵义仙人岩铝土矿床地质地球化学特征[J].贵州地质,2011,28(1):24 - 29.

- [11] 朱永红,翁申富,李沛刚,等.贵州遵义铝土矿(带)成矿条件及成因分析[J].地质科技情报,2018,37(1):177-183.
- [12] Boucot A J,Scotese C R,Chen X,et al. Phanerozoic Paleoclimate: An Atlas of Lithologic Indicators of Climate [M]. Tulsa:SEPM Society for Sedimentary Geology,2013.
- [13] Sachs J P,Myhrvold C L. A shifting band of rain [J]. Scientific American,2011,304(3):60-65.

Significance of paleo-karst geomorphology control on ore in Houcao bauxite mine in Guizhou province

LIU Xu¹, JI Shengyuan², WENG Shenfu¹, ZHAO Shuang¹

(1. Geological Party 106 , Guizhou Bureau of Geology and Mineral Exploration and Development , Zunyi 563000, Guizhou, China;

2. Guizhou Research Institute of Petroleum Exploration & Development , Guiyang 550004, China)

Abstract: Houcao bauxite mine is located at the central part of Zunyi bauxite ore belt in the central Guizhou province. The mining area is controlled by a karst basin. Here are developed various morphological karst features, such as medium-small karst depression, pit and gully. In the depressions is deposited the Al-bearing rock sequence of Jiujialu formation of Lower Carboniferous Series. 354 drill holes were operated in Houcao area to control thickness of the Al-bearing sequence. Statistics of the thickness and chemical composition of the rock were made to study the paleo-karst morphology control on the bauxite ore. Based on the control prospecting targets are predicted. The Al-bearing sequence is strictly controlled by paleo-erosion surface and occurrence and thickness of the Al-bearing sequence directly by the paleo-karst morphology. In the paleo-karst depression the Al-bearing sequence is relatively thick and $w(Al_2O_3)$ higher. At the convex the sequence gets thinner and no bauxite ore occur. At the gentle relief without paleo-karst erosion the sequence is stable in thickness and single occurrences. The bauxite ore looks layered or layeroid. In areas in south of Saba and Houcao village distinct paleo-karst morphology occur and the Al-bearing sequence thicker thus worth prospecting.

Key Words: Bauxite; paleo-karst geomophology; ore control process; Houcao; Guizhou province