DOI:10. 19657/j. geoscience. 1000-8527. 202509150064

贵州正安新模铝土矿沉积体系构建及其控矿作用

袁清松[1]，田合利[2,*]，杜红毅[2]，李源洪[2]，陈 强[2]，李信念[2]，聂 坤[2]

（1. 贵州汇都地矿集团有限责任公司，贵州 遵义 563000；2. 贵州省地质矿产勘查开发局一〇六地质大队，贵州 遵义 563000）

摘要：基于沉积学理论对新模铝土矿含铝岩系沉积相进行恢复，构建其沉积体系，探究沉积相与铝土矿成矿的关系及控矿作用，为务正道地区隐伏铝土矿找矿预测提供依据。研究表明铝土矿的形成严格受沉积环境的控制，新模铝土矿床为有障壁海岸沉积体系，沉积体系中沉积相的不同控制了铝土矿的分布及品质，不同沉积亚相、微相的矿体厚度、品质有着明显差异，铝土矿有利成矿环境为有障壁海岸相：障壁岛亚相（障壁沙坝、冲溢扇、潮汐三角洲微相）及潮汐改造三角洲亚相（水下分流河道微相）。高品位、厚矿体主要集中在障壁岛亚相的障壁沙坝、冲溢扇微相中及潮汐改造三角洲亚相的水下分流河道微相。基于以上认识，认为沉积体系及沉积相的恢复对铝土矿找矿具有显著意义，值得地质工作者深入研究，以提高找矿预测的可靠性。

关键词：“务正道式”；新模铝土矿；沉积环境；沉积体系；控矿作用

中图分类号：P618. 45 **文献标志码**：A **文章编号**：1000-8527(2026)02-0317-12

Construction of Sedimentary System and Its Ore-controlling Effect of Xinmo Bauxite in Zheng'an, Guizhou

YUAN Qingsong[1], TIAN Heli[2,*], DU Hongyi[2], LI Yuanhong[2], CHEN Qiang[2], LI Xinnian[2], NIE Kun[2]

(1. *Guizhou Huidu Mining Group Co., Ltd., Zunyi, Guizhou* 563000, *China*; 2. *No.* 106 *Geological Party, Bureau of Geology and Mineral Exploration and Development of Guizhou Province, Zunyi, Guizhou* 563000, *China*)

Abstract: This study reconstructs the sedimentary facies of aluminum-bearing strata in the Xinmo bauxite deposit based on sedimentological principles, constructs its sedimentary system, investigates the relationship between sedimentary facies and bauxite mineralization as well as their controlling effects, and achieves mineral exploration prediction. The findings provide a basis for predicting concealed bauxite deposits in the Wuzhengdao area. The results indicates that bauxite formation is strictly controlled by sedimentary environments. The Xinmo bauxite deposit formed within a barrier coast sedimentary system, where different sedimentary facies exert distinct controls on the distribution and quality of the ore. Significant variations in ore body thickness and quality are observed across different sedimentary subfacies and microfacies. The most favorable mineralization environment for bauxite is characterized by barrier coast facies, particularly the Barrier Island Subfacies (including barrier sandbar, overflow fan, tidal delta microfacies) and Tidal

收稿日期：2025-09-15；**修回日期**：2026-03-10；**编辑**：赵宇。

基金项目：贵州省科学技术厅找矿突破战略行动重大协同创新项目（黔科合战略找矿［2022］ZD003）；贵州省地矿局科技创新人才团队培育计划项目（黔地矿科合［2023］TD004）。

作者简介：袁清松，男，工程师，1997年出生，主要从事地质找矿工作。
Email：1605927884@qq. com。

＊通信作者：田合利，男，高级工程师，1989年出生，主要从事地质找矿及生态修复方面的研究工作。
Email：947758286@qq. com。

引用格式：袁清松，田合利，杜红毅，等. 贵州正安新模铝土矿沉积体系构建及其控矿作用［J］. 现代地质，2026，40（2）：317-328. DOI：10. 19657/j. geoscience. 1000-8527. 202509150064.

YUAN Qingsong, TIAN Heli, DU Hongyi, et al. Construction of Sedimentary System and Its Ore-controlling Effect of Xinmo Bauxite in Zheng'an, Guizhou［J］. GEOSCIENCE, 2026, 40（2）: 317-328. DOI: 10. 19657/j. geoscience. 1000-8527. 202509150064.

transformation delta subfacies (specifically submerged distributary channel microfacies). High-grade, thick ore bodies are primarily concentrated in barrier sand bars and washover fans within the barrier island subphase, as well as in submerged distributary channels of the tidal-modified delta. Based on these insights, reconstructing sedimentary systems and facies holds significant exploration value for bauxite prospecting. This warrants in-depth research by geologists to enhance the reliability of mineral prediction for this bauxite type.

Key words: Wuzhengdao-model; Xinmo bauxite; sedimentary environment; sedimentary system; ore-controlling role

0 引 言

贵州省铝土矿资源丰富，主要集中分布于黔中、黔东南与黔北地区[1-2]。务正道式铝土矿，已探获资源量近7亿t，占全省40%，是贵州铝土矿的重要组成部分。众多专家学者对务正道式铝土矿进行了深入的研究，关于该类型铝土矿矿床成因、成矿时代、成矿物源与古地理、古纬度、气候及水文条件、成矿作用均已积累了丰富的研究成果。其中，杜远生、余文超等认为该地区总体古地理背景为向北开口的半封闭海湾，铝土矿主要分布在滨岸湿地区域[3-7]。在此基础上，刘辰生通过研究认为务正道铝土矿的沉积环境是在半封闭海湾与陆相湖泊之间转换，因此铝土矿的沉积兼具陆相与过渡相的特征，含铝岩系沉积相类型为扇三角洲相[8]、湖泊相和潮坪相，铝土矿为滨浅湖沉积[9]。

总体来看，务正道地区铝土矿成矿期古地理为半封闭海湾，铝土矿形成于海陆交互相已是前人研究普遍共识，然而在广阔的滨岸带并非全部产出铝土矿，其分布受何因素控制？铝土矿的有利沉积相、亚相、微相是什么？以上科学问题仍有待进一步研究，基于此，笔者以贵州省正安县新模铝土矿为典型矿床，通过大量的钻孔岩心资料，基于沉积学理论开展该矿床含铝岩系沉积相分析研究，并尝试构建沉积体系，同时结合矿系厚度、矿体厚度、主要地球化学组分特征对比分析，探究沉积相与铝土矿的关系，为找矿预测提供思路。

1 成矿地质背景

1.1 成矿地质背景

新模铝土矿床的大地构造位置位于上扬子古陆块（Ⅱ级）鄂湘渝黔前陆褶皱冲断带（Ⅲ级），属于渝南—黔北铝土矿成矿带—务正道早二叠世阿瑟尔期至亚丁斯克期铝土矿成矿亚带[2]。燕山期造山运动形成了现今务正道地区南北向隔槽式褶皱变形带，这些宽缓的向斜构造使得铝土矿体免受剥蚀，得以较好地保存，形成了本次研究区内的铝土矿体[10-12]。区内出露地层有志留系、石炭系、二叠系、三叠系及第四系。下二叠统大竹园组为区内铝土矿岩系，底板下志留统韩家店组页岩、上石炭统黄龙组灰岩为铝土矿成矿提供物质来源[13-16]，其中下志留统韩家店组页岩是铝土矿物源的主要提供者[10-12]。务正道地区早二叠世紫松期—隆林期古地理环境为一个向北开口的半封闭海湾[17-20]，研究区新模铝土矿的形成环境主要为半封闭海湾向近岸平原过渡的滨岸湿地（图1）。

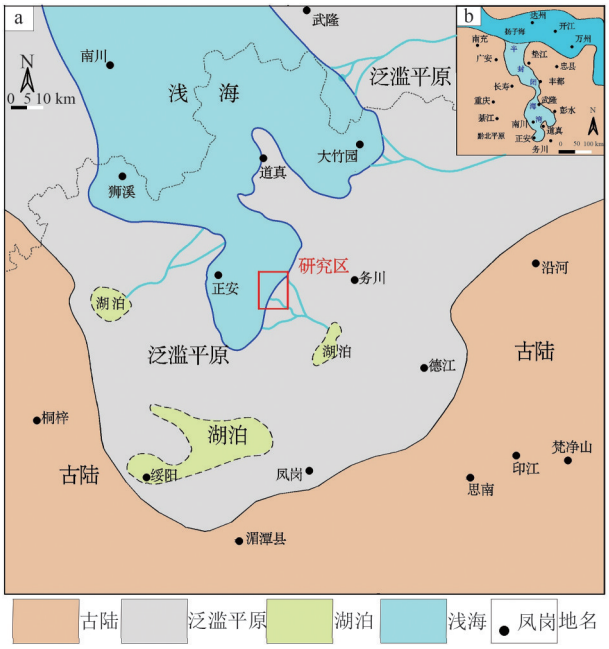


图1 务正道地区早二叠世紫松期—隆林期古地理图[3]

Fig. 1 Paleogeographic map of Early Permian Zisong-Longlin period in the Wuzhengdao area[3]

1.2 矿床特征

新模矿床查明铝土矿资源量7700余万t。本次以新模矿床中部—北部的旦坪铝土矿、斑竹园铝土矿为研究区，开展沉积体系研究。

研究区出露地层由老至新依次有志留系兰多维列统韩家店组，二叠系船山统大竹园组、阳新统梁山组、栖霞组、茅口组，乐平统长兴组、吴家坪组，三叠系下统夜郎组、嘉陵江组及第四系（图2）。主要构造为新模向斜，从北向南由北东向逐渐转变成北北东向延伸，平面上轴迹呈向北西突出弧状；轴面向西倾斜，侧伏角约75°，枢纽向南倾伏，倾伏角2°～7°。区内断裂构造以北东南西向展布的正断层，南北向的逆断层为主，分布于无矿地段及铝土矿体边缘，对铝土矿矿体影响较小。

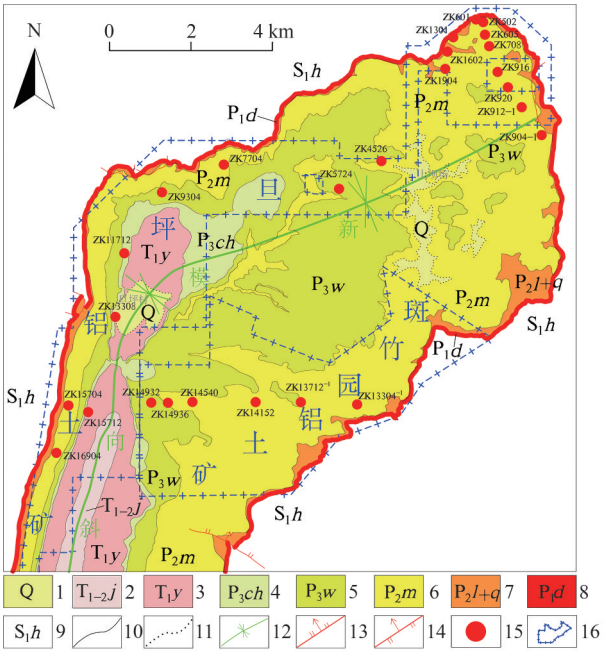


图2　新模矿床中部-北部旦坪铝土矿、斑竹园铝土矿地质略图[23]

Fig. 2　Geological sketch map of the Danping Bauxite Deposit and Banzhuyuan Bauxite Deposit in the Central-Northern Part of the Xinmo Bauxite District[23]

(1)第四系；(2)中下三叠统嘉陵江组；(3)下三叠统夜郎组；(4)上二叠统长兴组；(5)上二叠统吴家坪组；(6)中二叠统茅口组；(7)中二叠统栖霞组和梁山组；(8)下二叠统大竹园组；(9)下志留统韩家店组；(10)地层界线；(11)角度不整合界线；(12)向斜轴；(13)正断层；(14)逆断层；(15)主要工程；(16)矿区范围

二叠系船山统大竹园组（P_1d）为区内铝土矿赋存层位[21-24]，铝土矿赋存于其中上部，呈层状、似层状产出。在研究区内共分布有10个矿体，矿体分布不连续，厚度0.92～2.27 m，平均1.63 m。矿体Al_2O_3含量55.27%～67.02%，加权平均52.31%；SiO_2 10.14%～14.82%，加权平均10.86%；Fe_2O_3 1.68%～11.86%，加权平均7.55%；S 0.05%～2.77%，加权平均1.32%；铝硅比3.86～5.85，平均5.33。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，再次为铁矿物、钛矿物等[25-26]。结构以碎屑结构为主，豆鲕结构次之，少见泥晶结构及粉晶结构，矿石构造有块状构造、半土状构造和致密状构造。矿石自然类型有碎屑状、豆鲕状、半土状、致密状四种类型。

2　含铝岩系剖面结构及岩性特征

研究区内含铝岩系剖面划分为黏土岩-铝土矿、黏土岩-铝土岩、黏土岩型3种类型[27-28]。

（1）黏土岩-铝土矿型。剖面下部为紫红色黏土岩，灰绿色绿泥石黏土岩，灰色、浅灰色、灰白色、深灰色黏土岩、铝质黏土岩。中上部为灰白色、浅灰、灰色、深灰至黑灰色铝土矿（多为1层，少数2～3层），碎屑状、豆鲕状、致密状、半土状[29]，常见黄铁矿呈团块状、结核状、星点状、细脉状和叶片状产出。铝土矿之上常产出灰白、浅灰色、灰色铝质黏土岩，局部含炭质。剖面总体上段比下段Al_2O_3含量高，上部SiO_2和Fe_2O_3相较于下部低。剖面厚度较大，一般大于4.5 m。其底板地层为志留系兰多维列统韩家店组，个别地方为石炭系中统黄龙组；顶板地层为二叠系阳新统梁山组，个别地方为二叠系阳新统栖霞组，为铝土矿产出的主要剖面（图3）。

（2）黏土岩-铝土岩型。剖面下部为紫红色黏土岩、灰绿色绿泥石黏土岩、灰色含黄铁矿黏土岩、黏土岩。中上部为灰色铝土岩及铝质黏土岩（图4），一般Al_2O_3含量25%～45%，SiO_2含量大于20%。其底板地层为志留系兰多维列统韩家店组，个别地方为石炭系中统黄龙组；顶板地层为二叠系阳新统梁山组，个别地方为二叠系阳新统栖霞组。此类岩系分布于区内无矿地带或零星分布于矿体内部，无铝土矿产出。

（3）黏土岩型。以黏土岩为主，一般Al_2O_3含量25%～30%。剖面由下至上Al_2O_3、Fe_2O_3含量逐渐增多，SiO_2含量逐渐减少。部分剖面下部或底部为灰绿色绿泥石黏土岩、紫红色黏土岩，顶部为黄灰、灰、浅灰、灰白色黏土岩，逐渐过渡到灰色铝质黏土岩。部分剖面中常含有各种成分的碎屑或砾石（图5）。剖面厚度一般1～4 m，个别大于5 m。其底板地层为志留系兰多维列统韩家店组，个别地方为石炭中统黄龙组；顶板地层为二叠系阳新统梁山组，个别地方为二叠系阳新统栖

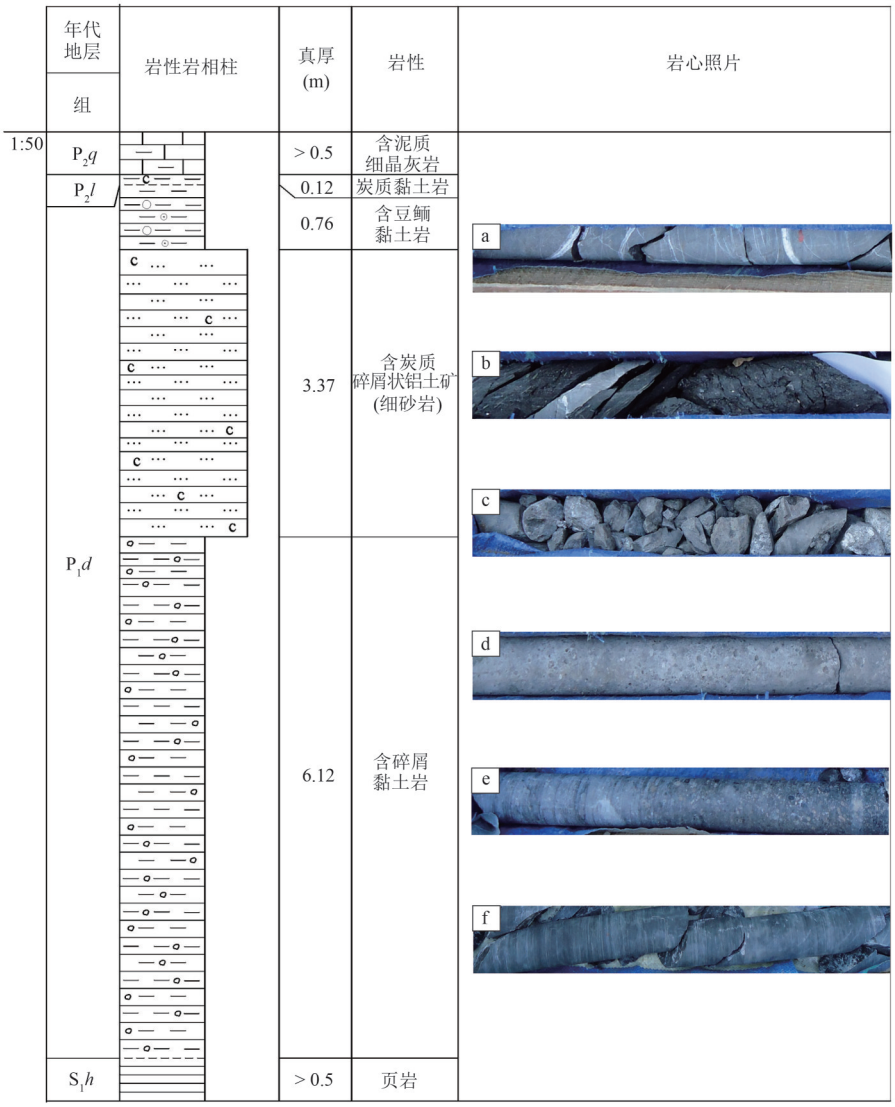


图3 旦坪矿区ZK15704钻孔综合柱状图

Fig. 3 Comprehensive histogram of borehole ZK15704 in Danping mining area

(a)灰岩;(b)炭质黏土岩;(c)含豆鲕黏土岩;(d)细砂岩;(e)含碎屑黏土岩;(f)页岩

霞组。分布于区内无矿地带或零星分布于矿体内部，无铝土矿产出。

3 沉积相与沉积特征

沉积相（Sedimentaryfacies）是指古代沉积环境的物质表现形式，它是一个沉积环境中所有的原生沉积特征的总和，包括岩石、沉积结构与构造、古生物和岩石地球化学等特征[30-32]。本次研究通过含铝岩系剖面及岩心进行岩相、生物相特征等识别出以下沉积相（表1）。新模铝土矿为有障壁海岸沉积体系，包含三角洲相和有障壁海岸相。其中三角洲相识别了三角洲前缘、前三角洲等亚相；有障壁海岸相识别了潟湖、障壁岛、潮汐三角洲、潮汐改造三角洲、潮坪等亚相。

3.1 三角洲相

3.1.1 三角洲前缘亚相

三角洲前缘位于三角洲平原外侧的向海方向，处于海平面以下，为河流和海水的剧烈交锋带，沉积作用活跃，是三角洲砂体沉积的主体相带。研究区内识别出了水下分流河道、水下天然堤、分流间湾、河口沙坝、远沙坝、三角洲前缘席状砂等六个沉积微相。

（1）水下分流河道。为水上分流河道的水下延伸部分[33-34]，主要分布于三角洲前缘。沉积物以铝土质细砂、粉砂为主（图6a），泥质含量极少，沉积物成分相对单一。垂向上呈下粗上细的间断性正韵律，垂直流向剖面上呈透镜状，侧向变为细粒沉积物。其中，砂具有一定的成熟度，

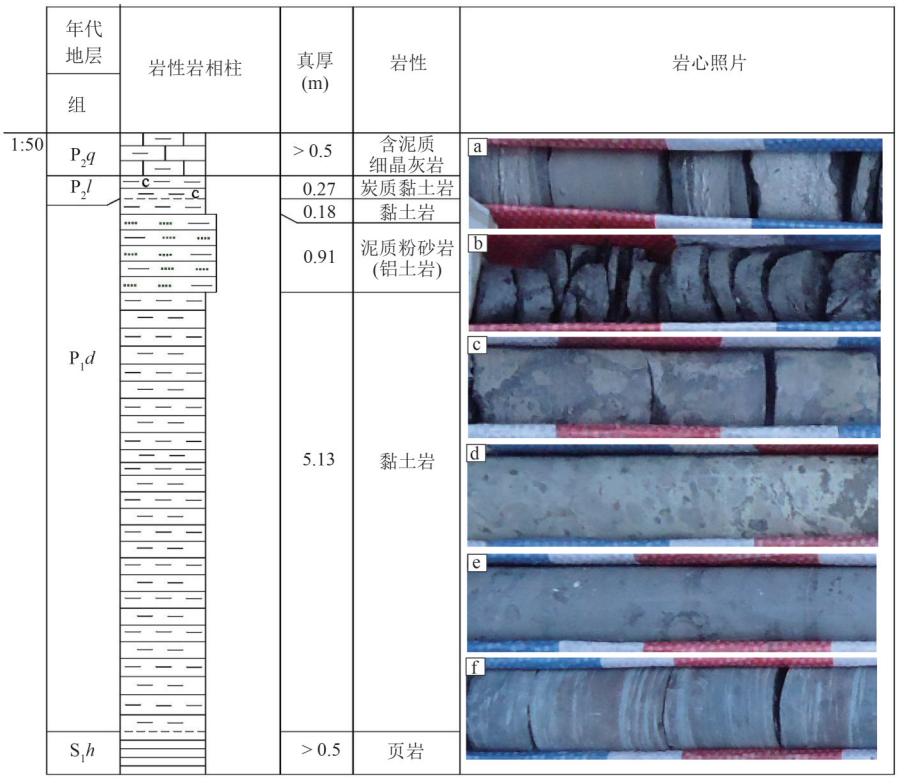


图 4　旦坪矿区 ZK1716-1 综合柱状图

Fig. 4　Comprehensive histogram of ZK1716-1 in Danping mining area

(a)灰岩;(b)炭质黏土岩;(c)、(e)炭质黏土岩;(d)泥质粉砂岩;(e)页岩

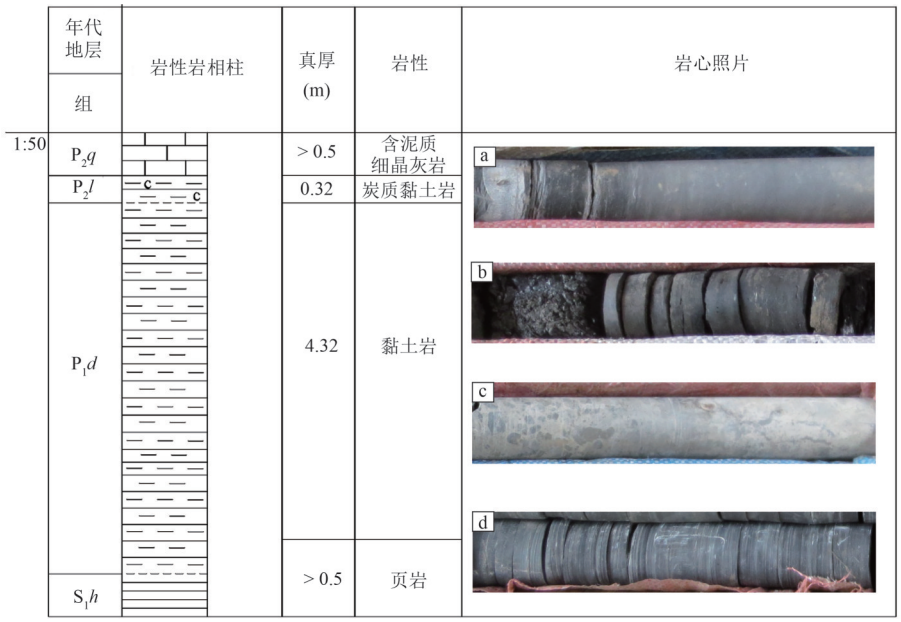


图 5　旦坪矿区 ZK916 综合柱状图

Fig. 5　Comprehensive histogram of ZK916 in Danping mining area

(a)灰岩;(b)炭质黏土岩;(c)黏土岩;(d)页岩

分选磨圆较好。在地表露头上可明显看到其呈透镜状砂体产出，部分区域可见河道迁移形成的雁列式排列砂体透镜。此环境形成的铝土矿多为碎屑状铝土矿。

（2）水下天然堤。水下天然堤是陆上天然堤的水下延伸部分，为水下分支河道两侧的砂脊。沉积物以极细的铝土质砂和粉砂为主（图 6b）。此环境形成的铝土矿多为碎屑状、致密状铝土矿。

表1 务正道式铝土矿含铝岩系沉积体系划分

Table 1 Division of sedimentary system of aluminum-bearing rock series of Wuzhengdao bauxite

沉积相	亚相	微相	岩性特征
三角洲	三角洲前缘	水下分流河道	主要以铝质砂、粉砂沉积为主，局部见细砾，产出碎屑状、致密状铝土矿
		水下天然堤	主要以细砂和粉砂为主，产出细碎屑状、致密状铝土矿
		分流间湾	主要以泥岩为主，局部含黄铁矿
		河口砂坝	主要以铝质细、粉砂为主，产出细碎屑状、致密状铝土矿
		远砂坝	主要以铝质粉砂为主，局部见铝质细砂，主要产出半土状、致密状铝土矿
		前缘席状砂	主要以铝质粉砂为主，产出致密状铝土矿
	前三角洲		主要以泥质沉积为主，局部含少量铝质粉砂，一般不产出矿体
有障壁海岸	潟湖		主要以泥岩为主，见黄铁矿沉积
	障壁岛	障壁砂坝	主要以铝质细砂、粉砂为主，产出碎屑状、致密状铝土矿
		冲溢扇	主要以铝质砾、砂、粉砂为主，产出砾状、碎屑状、致密状铝土矿
	潮汐三角洲	涨潮三角洲	主要为砂、粉砂质沉积，潮汐水道内见砾岩
	潮汐改造三角洲		与前述三角洲体系沉积物相当
	潮坪		沉积物以泥质为主，少量粉砂质沉积，潮间带产出豆鲕状铝土矿



图6 新模矿床中部-北部旦坪铝土矿、斑竹园铝土矿水下三角洲沉积现象

Fig. 6 Subaqueous Delta Sedimentary Phenomena in the Danping Bauxite Deposit and Banzhuyuan Bauxite Deposit in the Central-Northern Part of the Xinmo Bauxite District

(a)水下分流河道铝质砂体;(b)水下天然堤铝土质粉砂及黏土;(c)河口坝砂岩(碎屑状铝土矿);(d)远砂坝铝土质砂;(e)席状砂沉积铝质粉砂岩;(f)分流间湾泥岩;(g)前三角洲泥岩(水溶裂纹);(h)前三角洲泥岩

(3) 河口沙坝。河流带来的物质在水下分流河道河口处受海水的冲刷和筛选作用，流速降低而快速沉积下来，形成河口砂坝。区内河口砂坝沉积物由分选好、砂质纯净的铝土质细砂和粉砂组成，见少量黏土（图6c）。一般以铝土质砂、泥厚互层形式出现，见水平纹理等沉积构造。河口砂坝随三角洲向海推进而覆盖于前三角洲泥质沉积之上。此环境形成的铝土矿多为碎屑状、半土状，少量为致密状铝土矿。

(4) 远砂坝。远砂坝位于河口砂坝前方较远部位。沉积物比河口砂坝细，主要为铝土质砂、泥薄互层，部分可见颜色纹层。在层序上，位于河口砂坝之下，前三角洲黏土沉积之上，形成下细上粗的垂向层序。此环境形成的铝土矿多为半土状、致密状铝土矿，Al_2O_3含量多在50%～65%（图6d）。

(5) 前缘席状砂。三角洲前缘的河口砂坝经波浪和岸流的淘洗和筛选，并发生侧向迁移，使之呈席状或带状广泛分布于三角洲前缘，形成三角洲前缘席状砂体，区内三角洲前缘席状砂沉积物以铝土质粉砂为主，砂成分纯净单一，分选较好（图6e），靠近前三角洲区域可能夹一定泥质。以栗园—鹿池区为例，此环境形成的铝土矿多为致密状铝土矿。

(6) 分流间湾。分流间湾为水下分支河道之间的海湾地区，多数与海相通。研究区内三角洲向前推进时，在分支河道间形成一系列尖端指向陆地的楔形泥质沉积体“泥楔”，沉积以黏土为主（图6f），偶含少量粉砂，局部具水平层理。由于其水体相对滞留，常见黄铁矿产出。此环境一般不产出矿体。

3.1.2 前三角洲亚相

前三角洲位于三角洲前缘向海侧，处于水体

最深区域，主要由入海河流挟带的悬移泥砂沉降堆积形成。区内前三角洲沉积物主要由暗色黏土和少量的粉砂质黏土组成，近端可含少量细砂、细碎屑，见水平纹理，局部富含有机质。三角洲前缘砂在某些因素作用下，可向前滑塌在前三角洲形成滑塌型浊积扇（图6g–h）。此环境一般不产出矿体，偶有低品位致密状铝土矿产出。

3.2　有障壁海岸相

3.2.1　潟湖

为障壁岛内侧水体区域，沉积物以泥质为主（图7a），在边缘的剖面可见炭泥质沉积。障壁岛的阻隔使该区域处于封闭环境，水体循环不畅，形成滞留环境，其附近的沉积剖面中可见大量黄铁矿富集（图7b）。此沉积相一般不沉积铝土矿，局部可能会有低品位铝土矿沉积。

3.2.2　障壁岛

（1）障壁砂坝。水下形成的沙坝因海平面下降或在波浪作用下向海岸迁移而露出水面，并对其内侧的水体与外海水体起着遮拦和阻隔作用，形成障壁岛。主要分布于正安县斑竹镇青山梁子—上坝村一带，区内沉积物主要为铝土质细至中砂岩（图7c），颗粒的分选和磨圆较好，多为化

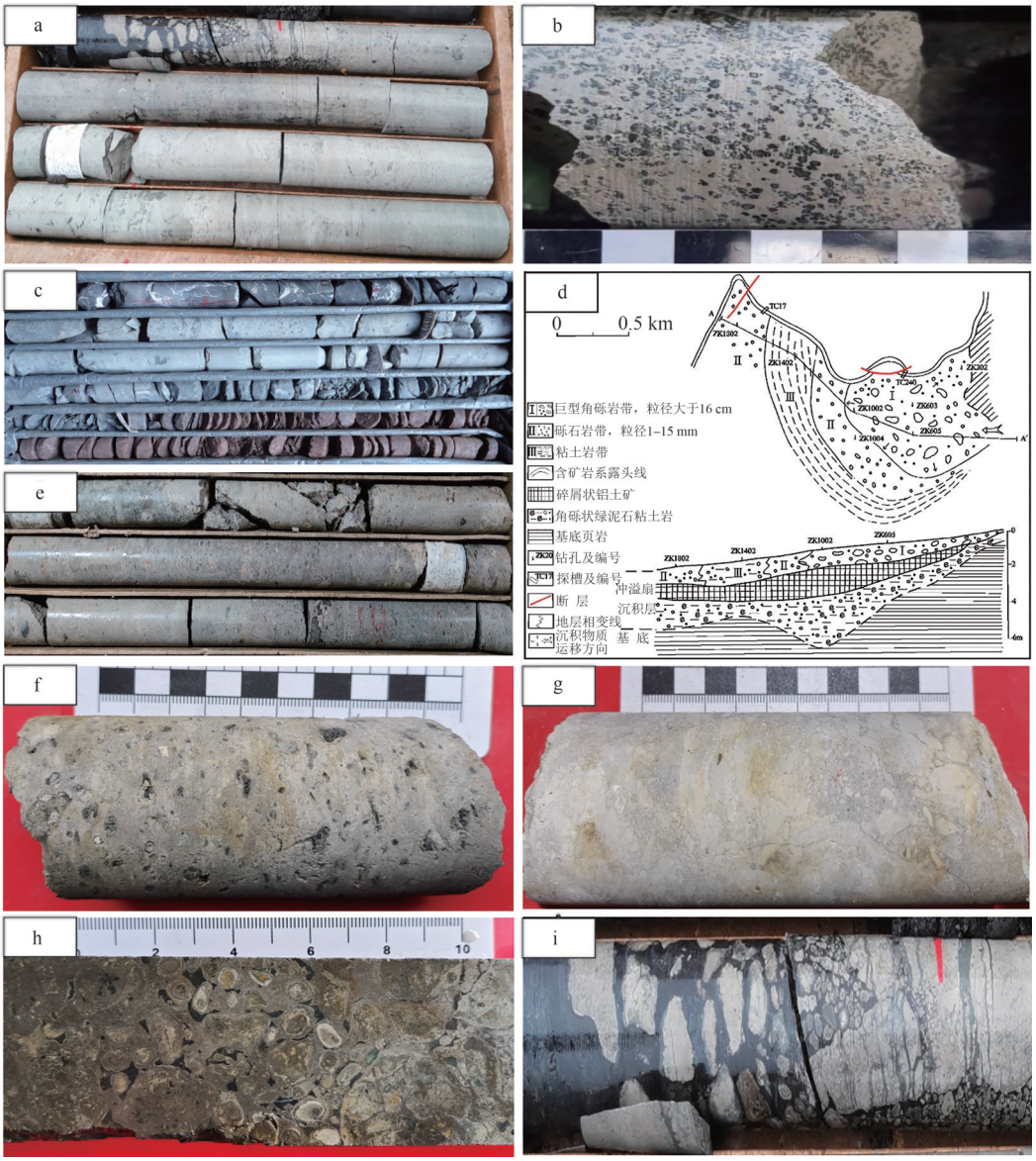


图7　新模矿床中部—北部旦坪铝土矿区、斑竹园铝土矿区有障壁海岸沉积物特征

Fig. 7　Barrier coast sedimentary features in the Danping and Banzhuyuan Mining Areas, Central-Northern Xinmo Bauxite District

(a)、(b)潟湖环境中的泥质沉积及草莓状黄铁矿；(c)障壁沙坝沉积的碎屑状铝土矿；(d)冲溢扇沉积特征(红光坝铝土矿)；(e)涨潮三角洲的含砾砂质沉积物；(f)潮汐改造三角洲分流河道的砂质沉积物；(g)潮汐改造三角洲前缘的砾砂质沉积物；(h)潮坪相的含豆鲕砂质沉积；(i)潮坪暴露构造(泥裂)

学物质胶结，靠潟湖一侧，处于较为封闭的环境，可见黄铁矿沉积，局部见炭屑沉积。此环境中形成的铝土矿多为碎屑状铝土矿，Al_2O_3含量一般在55%左右，但在靠海一侧铝土质含量较低，一般只有40%左右。

（2）冲溢扇。在障壁沙坝上的沉积物受风浪及重力影响，往沙坝两侧推移，在障壁沙坝两侧形成不规则扇体，称为冲溢扇。主要分布于正安县斑竹镇青山梁子—红光坝一带，区内沉积物主要为：靠海一侧沉积细至中砂；靠潟湖一侧沉积砂级物质，含较粗的碎屑沉积，如砾石（图7d），且有一定的黄铁矿沉积。此环境下形成的铝土矿主要为碎屑状铝土矿，在靠海一侧形成致密状铝土矿。Al_2O_3含量总体介于40%～50%之间，靠潟湖一侧相对靠海一侧高。

3.2.3 *潮汐三角洲*

海水涨潮、退潮期间进出潮汐通道时分别在其进、出口处因水流扩散，所携带的泥质、砂质沉积而成的三角洲，由潮汐通道、涨潮三角洲、退潮三角洲组合而成。分布在斑竹镇茶厂—上坝村中部一带，区内沉积物主要为砂、粉砂质沉积（图7e），在靠潟湖一侧的涨潮三角洲常见黄铁矿沉积，局部见粗粒沉积物，在潮汐通道通常以粗粒沉积物为主。此环境形成的多为碎屑状铝土矿。

3.2.4 *潮汐改造三角洲*

河流汇入障壁体系中，在出口处因水流扩散，所携带的沉积物在潟湖中沉积，并受潮汐作用影响而形成的三角洲为潮汐改造三角洲。分布在正安县斑竹镇斑竹园一带，区内斑竹园铝土矿矿区矿体主要产出于该沉积相，沉积物与前述三角洲相沉积物相似，在分流河道、三角洲前缘以砂质、粉砂质沉积物一致（图7f–g），分流间湾以泥质沉积为主，在边缘可能有粉砂质沉积。此环境形成的铝土矿多为碎屑状铝土矿，在边缘为致密状铝土矿。

3.2.5 *潮坪*

是受潮汐周期性作用影响为主的海岸带沉积物特征综合。由潮上带、潮间带、潮下带组合而成。区内含铝岩系顶部常表现为该沉积类型，沉积物以泥质为主，少量粉砂质沉积，潮间带常发育豆鲕（图7h），顶部见暴露构造（图7i）；铝土矿主要产出于潮间带沉积，正安县斑竹镇上坝村—道真县大塘一带含矿段表现为此类沉积特征，沉积物表现为含豆鲕的粉砂质、泥质沉积[35]。

4 沉积体系分析

“沉积体系”（Depositional system）指的是成因上相关的沉积环境及沉积体的组合，即受同一物源和同一水动力系统控制的、成因上有内在联系的沉积体或沉积相在空间上有规律地组合。组成沉积体系的最基本单元是相[25-26]。本次研究基于沉积相空间展布规律的识别，建立了相应的沉积体系模式。

本次研究以新模矿床（包括旦坪铝土矿、斑竹园铝土矿区）的342个工程数据为基础，综合运用代表性单工程沉积相识别、平衡剖面相分析、含铝岩系等厚线图及部分化学组分等值线图等多种数据和方法，进行研究区沉积体系的恢复构建。

4.1 沉积相的识别

本次研究选取典型的25个钻孔进行沉积学解译，结合矿区300余个钻孔岩（矿）心沉积构造、主要地球化学元素分析结果，识别出了三角洲相、有障壁海岸相和浅海相3个沉积相，进一步划分为潮坪、三角洲前缘、前三角洲、潟湖、障壁岛、潮汐三角洲、潮汐改造三角洲7个亚相，并在19个钻孔中识别出了三角洲前缘水下分流河道、天然堤、前缘席状砂、分流间湾、河口砂坝、远砂坝、障壁砂坝、冲溢扇等沉积微相。

按照大致平行和垂直三角洲延伸方向选择3条剖面进行了平衡剖面相的绘制和分析（图8）。从剖面看，区内底部为稳定的浅海相沉积，局部可能存在重力流现象。向上可分为三套沉积相：一为有障壁海岸相，矿床南北两侧先期形成的三角洲或其他沉积体系的铝土物质在沿岸流的作用下向新模向斜西翼（ZK15704，ZK13308，ZK11712，ZK9304，ZK7704）一带迁移，形成障壁岛，从而在向斜西翼往东的水体进行封闭，形成潟湖，在ZK4526周围受潮汐作用的影响，形成潮汐三角洲，因此下部浅海相往上见障壁岛、潮汐三角洲沉积的砂、潟湖沉积的泥岩；二为三角洲相，由下部的浅海相或潟湖相沉积向上进入三角洲相，大部分见水下分流河道、前缘席状砂沉积的砂体，少部分见河口坝、远端坝沉积的砂体；ZK916、ZK1904直接进入分流间湾沉积，与周围钻孔对比，其长期处于分流间湾位置，以泥质沉积为主；ZK14540先沉积水下分流河道，其间由于河道改道转换为分流间湾沉积，后期随着三角洲的进积，

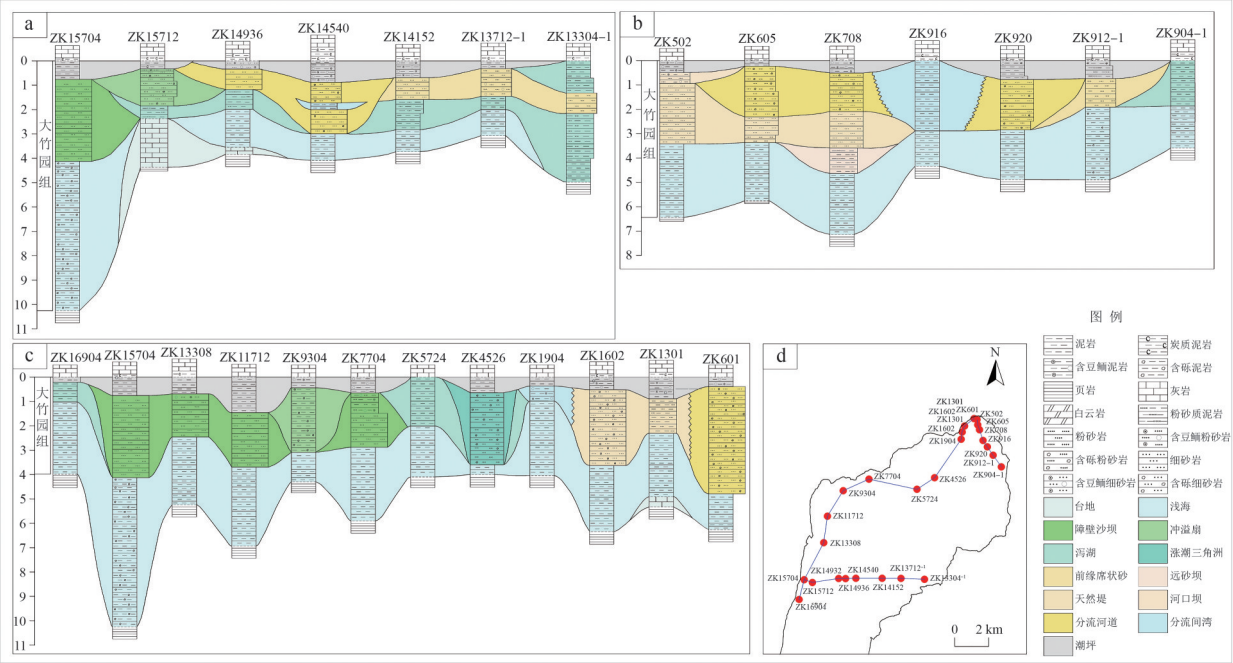


图 8　新模矿床含铝岩系沉积平衡剖面图

Fig. 8　Sedimentary equilibrium profile of aluminiferous rock series in Xinmo deposit

又转换为水下分流河道，体现了水下分流河道变迁改道的过程。顶部为较稳定产出的潮坪相沉积，其中潮间带剖面产出豆鲕状铝土矿。总体来看，以上沉积特征反映了区内含铝岩系从水深到水浅的变化过程[35]。

4.2　沉积体系构建

研究区含铝岩系普遍有明显的“二层蛋糕分层”模式。下部主体为-套泥质结构为主的泥岩，泥岩成分单一，局部见粉砂质条带及水平层理构造，常见重力滑塌、滑移、碎屑流、浊流现象，反映为-套浅海相的沉积物遭受风暴、地震等事件影响发生事件沉积，该段铝土质矿物含量较少，沉积物以原地、准原地为主，外源碎屑较少，一般不产出铝土矿。上部较为复杂，主体以外源碎屑为主，可见铝质砂岩、砾岩及泥岩交互出现，化学成分复杂及砂、砾混杂，识别为海陆交互相沉积产物，铝土矿主要产出于该段。此外，大量的钻孔剖面显示，含铝岩系总体是一个海退过程的沉积，海岸线逐渐向北、北北西推进，因此沉积物从剖面上存在多种沉积环境的组合。基于铝土矿在含铝岩系中上部集中富集的客观事实，本次研究将沉积体系的恢复限定于上部外源碎屑沉积相段。

根据对沉积相点到面的识别和分析，结合区内含矿系厚度、硫、三氧化二铁等值线图特征构建了新模矿床沉积体系。如图 9 所示，新模矿床为典型的有障壁海岸沉积体系，从矿床南北两侧随沿岸流迁移过来的铝土物质在新模向斜北西翼形成障壁岛，向斜西翼往东至泛滥平原区域形成潟湖，铝土矿成矿物源从东南侧沿河道搬运至潟湖形成潮汐三角洲，至滨岸形成潮汐三角洲沉积，共同构建形成有障壁海岸沉积体系。包含了

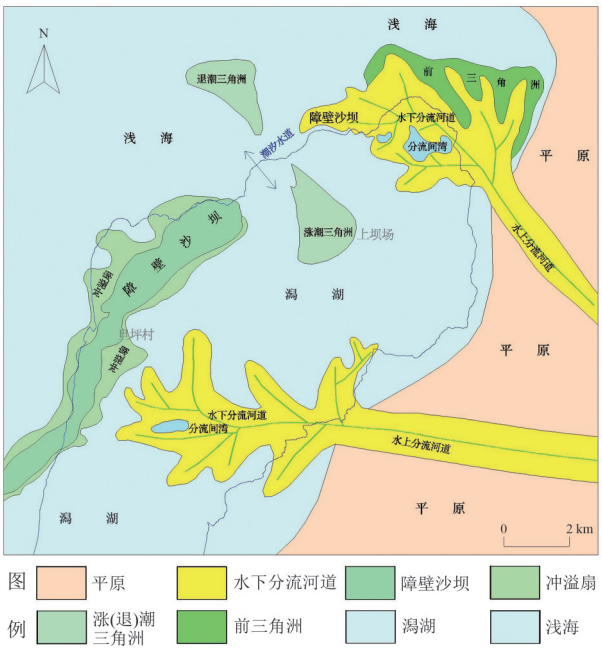


图 9　新模矿床含铝岩系沉积体系

Fig. 9　Sedimentary system of aluminiferous rock series in Xinmo deposit

潟湖、障壁岛、潮汐三角洲、潮汐改造三角洲亚相。

5 沉积相对铝土矿富集成矿的控矿作用

铝土矿含铝岩系岩性及其沉积环境和地球化学指标之间具有良好的对应关系[36-39]，在障壁滨岸沉积体系下，矿体岩性以砂质为主，产出于障壁岛亚相的障壁沙坝、冲溢扇、潮汐三角洲、潮汐改造三角洲等。从三氧化二铝含量在障壁岛一般在45%～65%之间，潮汐三角洲、潮汐改造三角洲在45%～60%之间，潟湖和潮汐改造三角洲分流间湾一般在40%以下；二氧化硅含量与三氧化二铝呈现反比关系，高值主要分布在潟湖和潮汐改造三角洲分流间湾。沉积相严格控制铝土矿成矿与富集。

通过对地球化学数据进行统计分析，形成矿体厚度及主要成分等值线叠合沉积体系。如图10所示，在有障壁滨岸沉积体系下，矿体主要产出于障壁岛亚相的障壁沙坝、冲溢扇、潮汐三角洲、潮汐改造三角洲等，潟湖、潮汐改造三角洲分流间湾内一般无矿体产出。从Al_2O_3含量看，在障壁岛亚相较高，在45%～65%之间，潮汐三角洲、潮汐改造三角洲次之，在45%～60%之间，潟湖和潮汐改造三角洲分流间湾则表现为低值，一般在40%以下；从SiO_2含量看，在潟湖较高，在24%～40%之间，在潮汐三角洲、潮汐改造三角洲次之，在12%～24%之间，障壁岛表现为低值，一般在12%以下，高值主要分布在潟湖和潮汐改造三角洲分流间湾。

综上所述，研究区铝土矿体主要赋存于有障壁海岸沉积体系的障壁砂坝、冲溢扇、潮汐三角

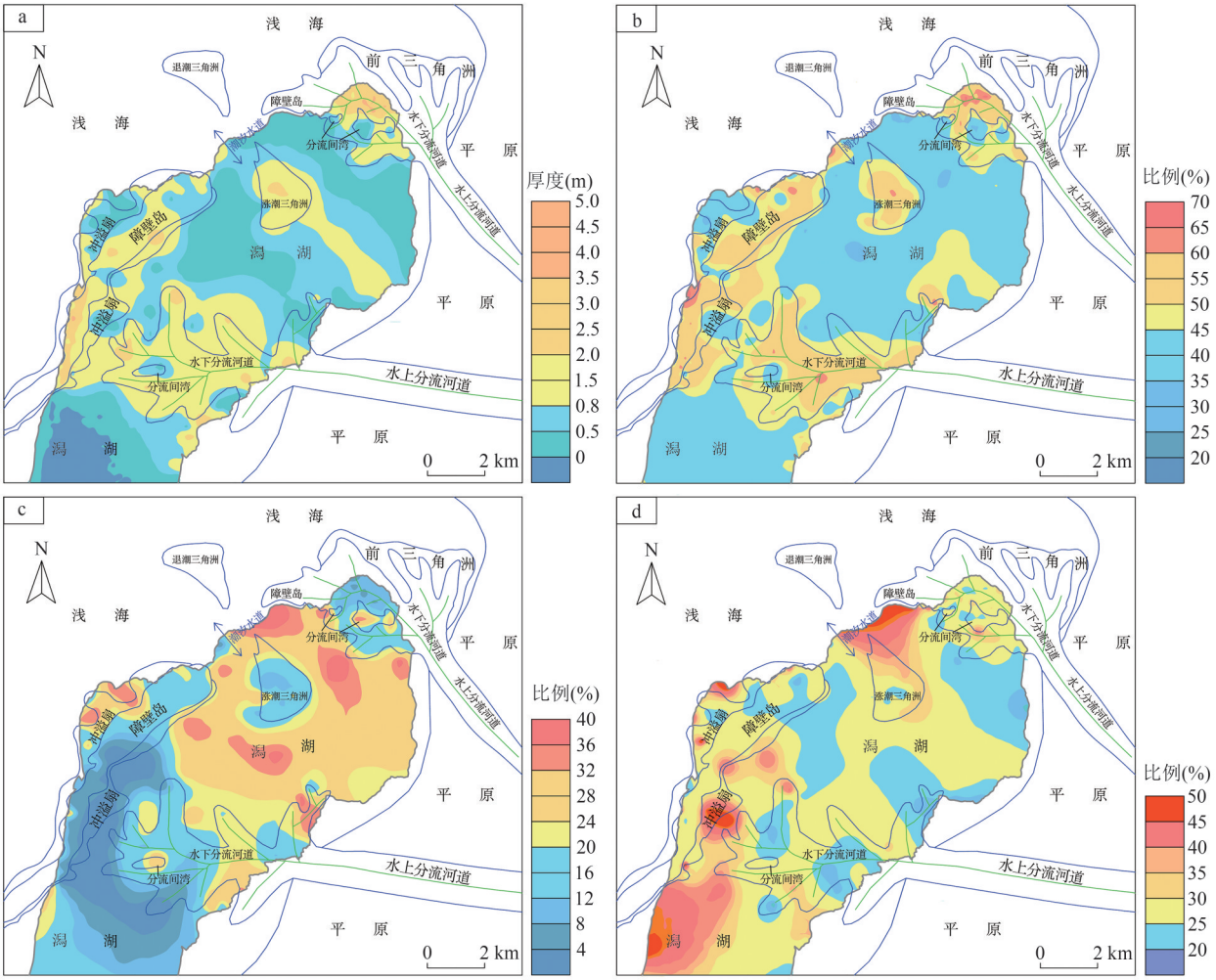


图10 新模铝土矿沉积体系及其对矿体厚度与品位的控制

Fig. 10 Sedimentary system of Xinmo bauxite deposit and its controls on ore thickness and grade

(a)矿体厚度;(b)Al_2O_3;(c)SiO_2;(d)Fe_2O_3

洲、潮汐改造三角洲等沉积单元。其中，高品位、厚矿体主要集中在障壁岛亚相的障壁砂坝、冲溢扇中及潮汐改造三角洲的水下分流河道微相中；而潟湖和潮汐改造三角洲分流间湾则通常矿化不佳。

6　结　论

（1）有障壁海岸沉积体系是本矿床沉积的有利环境。

（2）有障壁海岸沉积体系下，障壁砂坝、冲溢扇、潮汐三角洲、潮汐改造三角洲是铝土矿体的有利成矿部位。

（3）高品位、厚矿体主要集中在障壁岛亚相的障壁砂坝、冲溢扇中及潮汐改造三角洲的水下分流河道。

（4）务正道式铝土矿矿体严格受沉积环境的控制，在今后找矿过程中，可以通过沉积体系及沉积相的恢复进行未知区域找矿预测。

参考文献：

[1] 翁申富，赵爽．黔北务正道铝土矿矿床特征及成矿模式——以务川大竹园铝土矿床为例[J]．贵州地质，2010，27(3)：185－192.

[2] 翁申富，陈群，韩忠华，等．中国矿产地质志·贵州卷·铝土矿[M]．北京：地质出版社，2019.

[3] 杜远生，周琦，金中国，等．黔北务正道地区早二叠世铝土矿成矿模式[J]．古地理学报，2014，16(1)：1－8.

[4] 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.

[5] 余文超，杜远生，汪小妹，等．黔北务正道地区铝土矿层中燃烧成因 PAHs 的发现及其古气候意义[J]．地质科技情报，2013，32(1)：57－61.

[6] 黄兴，张雄华，杜远生，等．黔北务正道地区及邻区石炭纪-二叠纪之交海平面变化对铝土矿的控制[J]．地质科技情报，2013，32(1)：80－86.

[7] 余文超，杜远生，周锦涛，等．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[J]．地质学报，2023，97(9)：3056－3074.

[8] 陈钊州，刘震，姜蕾．断陷盆地陡坡带早期斜向沉积物源新模式：以渤南洼陷北部沙四上亚段为例[J]．现代地质，2024，38(6)：1473－1483.

[9] 刘辰生，肖明国，苏娟，等．黔北务正道地区沉积型铝土矿富集成矿主控因素分析[J]．沉积学报，2018，36(2)：302－309.

[10] 崔滔，黔北地区铝土矿成矿环境分析[D]．武汉：中国地质大学，2013.

[11] 崔滔，焦养泉，杜远生，等．黔北务正道地区铝土矿形成环境的古盐度识别[J]．地质科技情报，2013，32(1)：46－51.

[12] 崔滔，焦养泉，杜远生，等．黔北务正道地区铝土矿沉积特征及分布规律[J]．地质科技情报，2013，32(1)：52－56.

[13] 谷静，黄智龙，金中国，等．贵州务川瓦厂坪铝土矿床稀土元素地球化学特征及其对成矿过程的指示[J]．矿物学报，2015，35(2)：2015. 02. 018.

[14] 余文超．华南黔桂地区铝土矿沉积—成矿作用[D]．武汉：中国地质大学，2017.

[15] 王庆飞，杨淑娟，马欢，刘学飞，张起钻，李中明，赵军，崔银亮，余文超，陈方戈，邓军．喀斯特型铝土矿岩溶红土成因模式[J]．地学前缘，2025，32(5)：345－360.

[16] 王爱，肖开华，刘忠群，等．川东北元坝西部须二段—须三段沉积相及其对储层控制作用[J]．现代地质，2024，38(2)：350-361.

[17] 刘平．三论贵州之铝土矿——贵州北部铝土矿成矿时代、物质来源及成矿模式[J]．贵州地质，1993(2)：105－113.

[18] 杜远生，周琦，金中国，等．黔北务正道地区铝土矿基础地质与成矿作用研究进展[J]．地质科技情报，2013，32(1)：1－6.

[19] 雷志远，翁申富，陈强，等．黔北务正道地区早二叠世大竹园期岩相古地理及其对铝土矿的控矿意义[J]．地质科技情报，2013，32(1)：8－12.

[20] 包庆林，邓恩德，马子杰，等．黔西煤储层孔隙结构特征与储气性研究：以戴家田煤矿 D1 井为例[J]．现代地质，2024，38(6)：1532－1544.

[21] 刘平．五论贵州之铝土矿——黔中—川南成矿带铝土矿含矿岩系[J]．贵州地质，1995，12(3)：185－203.

[22] 刘平．论黔北—川南石炭系大竹园组[J]．中国区域地质，1996，15(2)：123－130.

[23] 李源洪，杜红毅，李信念，等．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[J]．贵州地质，2021，38(2)：169－176.

[24] 刘文凯，肖光华，彭国林，等．黔北地区中石炭统灰岩的发现及其地质意义[J]．贵州地质，1993(2)：101－104＋149.

[25] 刘宝珺．沉积岩石学[M]．北京：地质出版社，1980：12－26.

[26] 刘宝珺．岩相古地理基础和工作方法[M]．北京：地质出版社，1985：23－28.

[27] 李艳桃，肖加飞，付绍洪，等．贵州主要铝土矿矿集区成矿特征对比研究[J]．地质找矿论丛，2014，29(4)：489－494.

[28] 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.

[29] 杜蔺，郑明泓，曾道国，等．贵州道真新民铝土矿床成矿机理[J]．地质与勘探，2020，56(6)：1116－1133.

[30] 王剑，谭富文，付修根，等．沉积岩工作方法[M]．北京：地质出版社，2015.

[31] 何幼斌，王文广．沉积岩与沉积相第二版[M]．北京：石油工业出版社，2017.

[32] 黄智龙，金中国．黔北务正道铝土矿成矿理论及预测[M]．北京：科学出版社，2014.

[33] 覃荣峰，杨淑娟，马欢，陈方戈．桂西那端地区喀斯特型铝土矿成矿环境及次生地表改造作用研究[J]．现代地质，2025，39(6)：1527－1540.

[34] 陈柏臣，潘东，张佳慧，李锁明，王万能，薛传东．楚雄盆地中南部下白垩统高峰寺组沉积环境及物源分析[J]．现代地

质,2025, 39(4): 1083 – 1097.

[35] 丁梦,樊太亮,吴俊,等. 塔里木盆地塔河油田T738井区一间房组高精度层序地层格架内沉积微相特征[J]. 现代地质,2024,38(5):1270 – 1290.

[36] 金中国,刘玲,黄智龙,等. 贵州务正道地区铝土矿床稀土元素组成及地质意义[J]. 地质与勘探,2012,48(6):1067 – 1076.

[37] 金中国,刘辰生,邹林,等. 贵州务–正–道地区二叠纪铝土矿沉积环境地球化学证据[J]. 地质学报,2018,92(4):817 – 827.

[38] 金中国,邹林,张力,等. 贵州务—正—道地区铝土矿成矿模式与找矿模型[J]. 沉积学报,2018,36(5):914 – 926.

[39] 殷科华. 黔北务正道铝土矿的成矿作用及成矿模式[J]. 沉积学报,2009,27(3):452 – 457.