

贵州大竹园铝土矿

矿床地质、地球化学与成矿规律

李沛刚 王登红 等 著



科学出版社

贵州大竹园铝土矿 矿床地质、地球化学与成矿规律

李沛刚 王登红 等 著

科学出版社

北 京

内 容 简 介

贵州铝土矿资源丰富,分布广泛,位居全国前列。尤其是近年来随着务正道(务川-正安-道真)地区铝土矿找矿取得新突破以来,黔北-渝南等地寻找铝土矿资源掀起了新的高潮,大竹园即为务正道铝土矿矿集区的代表性矿床。本书对大竹园铝土矿进行了详细研究,包括矿床地质、常量元素、微量元素、稀土元素、同位素定年、成矿环境以及区域成矿规律、成矿预测等。这些成果提供了大量的、新颖的实际素材,发现了高含量的W、Li等资源,值得评价和利用。以此为基础重塑铝土矿的地球化学环境,示踪铝土矿的可能源岩,建立成矿模式,提出梵净古陆周边寻找铝土矿的新思路。

本书内容丰富、资料翔实、数据完整、论述简明,结论有实用价值,应用有经济效益,可供勘查、生产、开发及科研、教学人员参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

贵州大竹园铝土矿矿床地质、地球化学与成矿规律 / 李沛刚, 王登红等著. —北京: 科学出版社, 2014. 3

ISBN 978-7-03-039812-3

I. ①贵… II. ①李… ②王… III. ①铝土矿-经济地质学-研究-贵州省 ②铝土矿-地球化学-研究-贵州省 ③铝土矿-成矿规律-研究-贵州省
IV. ①P618.45

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 030845 号

责任编辑: 王 运 韩 鹏 / 责任校对: 刘小梅

责任印制: 钱玉芬 / 封面设计: 耕者设计工作室

科学出版社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

中国科学院印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2014 年 3 月第 一 版 开本: 787×1092 1/16

2014 年 3 月第一次印刷 印张: 14 1/4

字数: 325 000

定价: 108.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

作者名单

李沛刚 王登红 赵 芝 雷志远

翁申富 杜芳应 叶德书 顾文鳌

高 兰 熊 星

前 言

进入 21 世纪以来,我国经济建设驶入快车道,对矿产资源的需求迅速攀升。铝成为支撑工业建设的基本金属原材料之一,需求激增,进口量很大,对外依存度很高,资源安全难以保证。贵州是我国铝土矿资源比较丰富的少数几个省区之一,尤其是近年来随着贵州东北部务正道(务川-正安-道真)地区铝土矿找矿取得新突破以来,黔北-渝南等地掀起了寻找铝土矿的新高潮,使得贵州铝土矿的新探明资源储量快速增长,为把务正道地区建设成为我国又一个新兴的铝工业基地提供了资源保障。大竹园大型铝土矿是务正道铝土矿矿集区的代表性矿床,也是最早取得地质找矿突破的典型矿床,规模也最大,对改变铝土矿资源战略格局起到了积极的引导作用。为此,2006 年启动的“全国重要矿产资源潜力评价”项目选择大竹园作为全国的重点,由全国成矿规律研究组开展了典型矿床的示范研究。2009 年,贵州省地质矿产勘查开发局设立课题,由中国地质科学院矿产资源研究所和贵州省地质矿产勘查开发局 106 地质大队(以下简称贵州 106 地质大队)开展典型矿床的联合研究。本书即为此成果之总结,涵盖矿床地质、常量元素、微量元素、稀土元素、同位素测年、成矿环境以及区域成矿规律、成矿预测等方面的研究内容。

全书共十一章。区域及矿区地质部分重点介绍、讨论务正道铝土矿矿集区的区域成矿背景(包括成矿区带、区域含矿层位、区域构造演化及区域矿产),矿区地质特征(包括矿区地层、含矿岩系及其顶底板特征、矿区构造及演化历史),矿床地质特征(包括矿区地质特征、含矿岩系的岩石类型、剖面特征及矿体地质特征);矿床地球化学部分重点论述铝土矿的常量元素地球化学特征(包括元素含量及变化范围、主成分的空间分布特征及常量组分间的相关性)、稀土元素地球化学特征(包括含量特征、空间分布特征及分布模式)、微量元素的地球化学特征(包括含量特征、空间分布及变化规律、元素之间的相关关系和共生组合),并与山西铝土矿和南方其他铝土矿进行初步的对比,通过淋滤实验和综合评价指出 Sc 等稀土元素和 W、Li 等微量元素的综合利用价值,对提高大竹园式铝土矿的经济价值具有重要的指导意义。书中还通过对微量元素、稀土元素和常量元素地球化学特征的综合分析,示踪矿化富集过程,查明其成矿机制;通过同位素年代学和岩相古地理等方面的研究,揭示成矿物质来源和古环境对成矿的控制意义,建立典型矿床的成矿模式和区域勘查模型,总结区域成矿规律,指出找矿方向,为务正道铝土矿整装勘查区的找矿突破提供重要的理论依据,对周边及其他地区铝土矿的勘查工作也具有参考价值。

本书由中国地质科学院矿产资源研究所和贵州 106 地质大队共同完成,执笔人主要为李沛刚和王登红等,贵州 106 地质大队雷志远、翁申富、杜芳应、叶德书、熊星等和中国地质科学院矿产资源研究所高兰研究员参加了野外工作,国家地质实验测试中心屈文俊研究员和李超博士,矿产资源研究所赵芝、侯可军、陈振宇、王成辉和应立娟等博士,以及桂林理工大学顾文鳌硕士参加了室内综合研究工作,包括大量样品的分析测试和数据的处

理、制图等工作。贵州 106 地质大队刘文凯等的研究成果以及 106 地质大队历年来在大竹园矿区地质找矿过程中积累的钻孔岩心资料，为本次研究奠定了良好基础；但也应该指出，由于时间短促，经费有限，课题组经验不足，对很多问题研究、讨论得还不够深入，有待于进一步提升。书中错漏之处在所难免，敬请读者批评指正。

目 录

前言

第一章 绪论	1
第一节 矿区自然、社会经济条件	1
第二节 矿床勘查历史	3
第三节 典型矿床研究进展	5
第二章 务正道地区区域地质成矿背景	7
第一节 成矿区带	7
第二节 区域含矿层位	8
第三节 区域构造及其演化	9
第四节 区域矿产	11
第三章 矿区地质特征	12
第一节 矿区地层	12
第二节 含矿岩系及其顶底板特征	15
第三节 矿区构造	25
第四节 矿区构造演化历史	27
第五节 矿区矿产	27
第四章 大竹园矿床地质特征	28
第一节 矿区地质特征	28
第二节 含矿岩系的岩石类型	29
第三节 含矿岩系的剖面分类	31
第四节 矿体地质特征	33
第五章 大竹园铝土矿常量元素地球化学特征	58
第一节 元素含量及变化范围	58
第二节 铝土矿中主成分的空间分布特征	68
第三节 常量组分间的相关性分析	75
第六章 稀土元素地球化学特征	77
第一节 稀土元素的含量特征	77
第二节 稀土元素的空间分布特征	89
第三节 稀土元素分布模式及其特点	90
第四节 与山西石炭纪铝土矿的对比	94
第五节 与南方其他铝土矿矿区对比	96
第六节 稀土元素的综合利用问题	97

第七节 钪的初步评价	98
第八节 钪及其他稀土元素的淋滤实验	103
第七章 微量元素地球化学特征	111
第一节 微量元素的含量	111
第二节 含量分布及变化规律	127
第三节 元素之间的相关关系和共生组合	131
第四节 微量元素示踪矿化富集过程	137
第五节 钨和锂的富集特征及其工业利用价值分析	139
第六节 其他微量元素的利用探讨	146
第八章 成矿时代、成矿环境与古地理	151
第一节 含矿地层的时代及其岩相古地理	151
第二节 稀土元素指示矿区沉积环境及与成矿关系	153
第三节 微量元素指示矿区沉积环境及与成矿关系	161
第四节 区域沉积相分带及其含矿性	166
第五节 锆石定年与源区分析	167
第九章 大竹园式铝土矿的成矿作用与成矿模式	175
第一节 铝土矿成矿过程	175
第二节 铝土矿成矿作用	178
第三节 古岩溶地貌对成矿的控制作用	186
第四节 成矿模式与找矿标志	186
第十章 务正道区域成矿规律和找矿方向	191
第一节 区域成矿条件	191
第二节 岩相古地理	195
第三节 区域成矿规律与成矿模式	202
第四节 区域勘查模型与找矿方向	204
第十一章 结语	213
主要参考文献	215

第一章 绪 论

世界铝土矿资源非常丰富，但分布极不均匀，大部分集中在少数几个国家，相应地其开采和生产的集中度非常高。南美、非洲和亚太地区是铝土矿集中分布区。2008 年世界铝土矿的储量和基础储量分别为 270 亿 t 和 380 亿 t，几内亚、澳大利亚、巴西、牙买加和印度五国铝土矿资源储量占世界的 73.4%，几内亚储量为 74 亿 t，是中国的 10 倍之多，居世界第一位。铝土矿是我国的紧缺矿种之一，不但探明储量少，质量也不好，适合于露天开采的资源更少。为此，加大铝土矿的地质找矿力度，立足国内，增强自我保障的能力，已经成为当务之急。

贵州务正道（务川、正安、道真）一带的铝土矿，是贵州 106 地质大队等单位在 1986~1991 年期间通过远景调查新发现的一个具有找矿前景的铝土矿成矿区。紧邻的重庆境内也发现不少铝土矿，与务正道铝土矿的产出层位和地质特征基本相同，共同构成一个具有很大有远景的铝土矿成矿区。但地质工作和研究程度一般较低，一些基础性的地质问题，如含矿岩系的时代归属等，或存疑尚多，或认识肤浅，均未获解决。近年来通过地质大调查、整装勘查等项目，务正道地区的找矿成果非常显著，尤其是大竹园等典型矿床的成功勘探，为区域找矿突破提供了样板。本书即是对大竹园铝土矿矿床及务正道一带 20 多年来长期找铝工作的一个总结。

第一节 矿区自然、社会经济条件

大竹园铝土矿区位于黔东北务川仡佬族苗族自治县（以下简称务川县）北部，分布在濯水镇、砚山镇、泥高乡和分水乡所辖地区。矿区有简易公路与务川县城、濯水镇和道真仡佬族苗族自治县（以下简称道真县）等地相通，至务川县城 70km，至遵义市区 270km；濯水镇至渝怀（重庆—怀化）铁路彭水站的里程为 80km，交通尚为便利（图 1-1）。

大竹园矿区位于黔北主体山脉大娄山东支的渝黔交界部位，为浅至深切割的高中山、中山风化剥（溶）蚀地貌类型。大竹园矿区以高原向斜台地地形为特征，海拔标高 559.7（图幅外围花园电站河流交汇处）~1610.86m（向斜东翼第 8 勘查线附近的白岩顶）。台地与周边沟谷的相对高差 600~1000m，台地内的相对高差 100~300m，属地形起伏较小的丘陵地貌。极为发育的岩溶地貌使溶坑、溶槽、石笋、峰丛、石林等景观随处可见。矿区东、西、北三面均由中二叠统灰岩构成悬崖峭壁或陡坡，崖高一般 150~200m，最高达 450m。以栗园为中心的向斜台地一般海拔 1430~1600m，构成了乌江支流芙蓉江及洪渡河的分水岭。区内溪沟由地表水和出露的泉水汇集而成，向北西流入芙蓉江后汇入乌江。植被主要为草地和灌木林。区内气候属中亚热带湿润季风气候。最高气温 39.5℃，最低 -6.8℃，年平均气温 15.6℃，年降水量 979.5~1338.7mm，降雨集中在 4~9 月，占年降

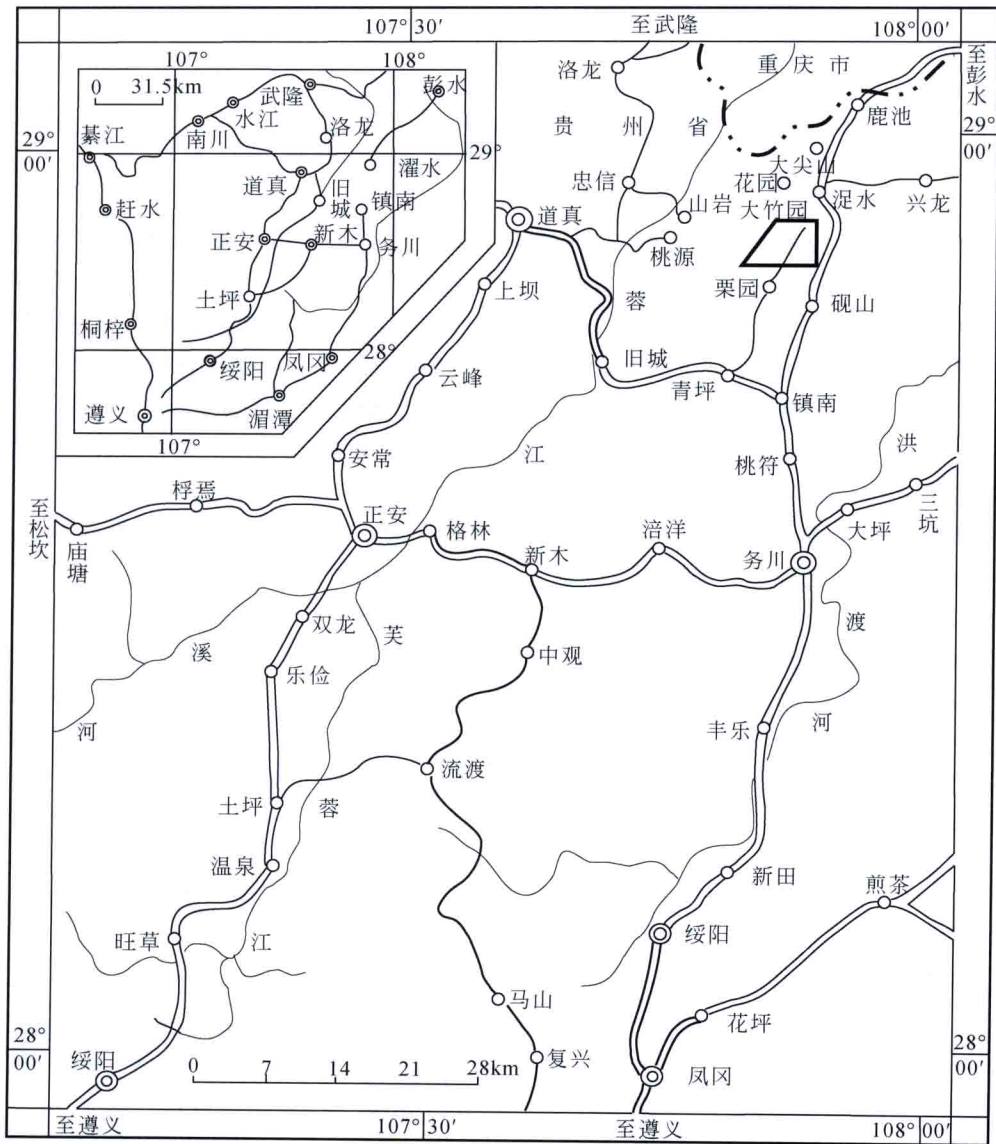


图 1-1 大竹园矿区交通位置图

雨量的 76%。春秋两季常形成阴雨、多雾天气。由于特殊的地形（向斜台地和周边中、深切割），10 月份至次年 4 月份间常阴雨连绵，浓雾锁罩，气候寒冷，野外施工较为困难。区内是少数民族聚居地，主要有仡佬族、苗族，其次为土家族和布依族等。农业是当地的支柱产业。主要粮食作物为玉米，其次为马铃薯、红薯和水稻。经济作物以烤烟为主，次为生漆和野生药材。务川县境内工业基础十分薄弱，仅有煤矿、萤石矿和建筑砂石在进行小规模开采。但水力资源较为丰富，现有多处小型水电站，部分已并网（如花园电站、位于青坪附近的岩口电站、位于龙灯的沙坝电站等）。随着务川县境内 30 万千瓦洪渡河梯级电站和将来铝土矿的开发利用，区内落后的工业状况及人民群众的生产和生活条件

将逐步改善。

第二节 矿床勘查历史

20 世纪 50 ~ 70 年代, 黔东北地质大队、娄山关地质大队 (均为贵州 106 地质大队前身)、四川省地质矿产局 107 地质队、南江水文地质大队等地勘单位先后在区内进行过煤、铁矿普查和 1 : 20 万南川幅区域地质、区域矿产及区域水文地质调查等工作, 但无铝土矿的有关记载。

1990 年 6 月, 贵州 106 地质大队在区内发现铝土矿后, 至 1992 年先后进行了铝土矿踏勘、远景地质调查及普查前期工作。填绘有 1 : 50000 地形地质简图, 按 800 ~ 1600m 不同间距, 沿含矿岩系出露线施工山地工程, 对铝土矿产出层位、矿体地表产出形态及矿石品位、厚度变化等作了大致了解。

1993 年 3 月, 原地质矿产部确定务川县大竹园和大尖山 (现有色部门称之为瓦厂坪) 以及道真县的桶坪一带为全国 20 个重点普查区之一。根据部、局指示, 贵州 106 地质大队开展了 1 : 10000 地质检测, 按 100 ~ 800m 间距沿含铝岩系出露线加密山地工程, 在大竹园矿区按 800m×400m、800m×1600m 网度对深部矿体进行稀疏钻探工程、揭露控制等地质工作。共施工了有效钻孔 13 个, 于 1994 年结束野外工作, 1995 年 11 月编制提交了大竹园地区普查地质报告 (报告范围包括大竹园矿区、大尖山矿区和道真县境内的桶坪矿段)。报告中大竹园工作区向斜东翼计算 D+E 级表内矿石量 2715.68 万 t (其中 D 级储量 570.70 万 t), 向斜西翼预测 E 级表内矿石量 1725.68 万 t, 共计 4441.36 万 t, 确立为具有大型远景规模的矿床。但进一步的勘查工作由于国家对地勘工作和地勘队伍的全面调整而停止。

进入 21 世纪, 大竹园铝土矿勘查工作始于 2003 年 6 月, 于 2009 年 12 月完成勘探报告编制, 历时 7 年。期间, 2003 年贵州 106 地质大队通过行政审批的方式获得了大竹园矿区普查探矿权, 2003 年 6 月继续进行地质工作勘查, 2006 年 7 月~2007 年 8 月进行详查, 2008 年 7 月开始勘探工作, 2009 年 11 月 11 日结束野外工作, 12 月 21 日完成勘探报告编制。

勘探工作是根据贵州省“十一五”规划纲要和贵州省铝工业发展规划产业布局精神以及国土资源厅编制的《贵州省务正道地区铝土矿资源勘查开发专项规划 (2008~2020 年)》开展的。勘探工作是根据详查成果, 委托昆明有色冶金设计研究院所作的《贵州省务川自治县大竹园铝土矿区首采地段初步论证报告》中确定的向斜东翼 10~30 线之间为首采地段, 向斜西翼 50~62 线之间作为先期接替资源的初步开采方案来部署的。即在向斜东翼 10~30 线之间 400m 斜深范围内, 用 100m×100m 的钻探工程网度来探明 331 资源量; 400~800m 斜深范围按 200m×200m 的钻探工程网度来控制 332 资源量, 其余地段按 400m×400m 的钻探工程网度来推断 333 资源量; 向斜西翼 50~62 线之间斜深 400m 范围内以 200m×200m 的钻探网度控制 332 资源量, 其余地段用 400m×(400~800)m 的钻探工程网度推断 333 资源量; 地表工程按相应的控制程度加密一倍; 同步开展相应的水、工、环工作和取样测试、分析研究来完成勘探工作。旨在详细查明矿层的分布范围、面积

大小及矿体厚度、产状、矿石结构构造、自然类型和矿石成分、品位以及工艺性能,对矿区进行评价,为矿区未来的开采设计提供地质资料。2009 年以前取得的勘探成果主要有:

1) 贵州省务川县大竹园铝土矿勘探严格按照《铝土矿、冶镁菱镁矿地质勘查规范(DT/T 0202—2002)》、《贵州省务川自治县大竹园铝土矿区勘探地质设计》及《贵州省务川自治县大竹园铝土矿区勘探地质设计评审意见书》开展工作,完全达到勘探工作程度的要求。

2) 通过 1:2000 地形地质测量,探矿工程施工、地质编录和综合研究,详细查明了矿区的地层、岩性、构造等成矿地质条件以及矿体特征,控制了矿体的产状、形态、长度、厚度、空间位置、矿床规模及其埋藏条件,使矿区达到了勘探工作程度。

3) 通过对铝土矿石的系统取样和基本项目的分析测试,结合组合分析、多项分析和化学全分析等结果,查明了区内铝土矿石的化学成分、品位及伴生的有益和有害组分,详细划分了矿石工业类型和矿石品级。

4) 通过矿石详细可溶性试验,大竹园铝土矿区矿石在细磨(-200 目占 80%~90%)—焙烧(1000℃, 40min)—预脱硅(90℃, 碱浓度 80g/L, 液固比 6)—溶出(280℃, 60min, 配比 1.45, 碱浓度 220g/L, 石灰添加量 4%)的工艺条件下, Al_2O_3 的溶出率为 95.52%, 相对溶出率为 99.59%, 镓的溶出率为 90.33%, Al_2O_3 综合回收率达 94.35%。表明 Al_2O_3 和 Ga 的溶出效果较好,伴生元素镓可回收利用。将溶出液进行二次脱硅,晶种分解,在 1100~1200℃ 的温度下煅烧后,可获得 $\text{Al}_2\text{O}_3 > 99.47\%$ 、优于行业标准 YS/T 274—1998 AO-1 的产品。说明焙烧—湿法预脱硅—“拜尔法”生产氧化铝工艺是适宜的。

5) 通过 1:10000 水文地质、工程地质、环境地质调查,详细查明矿区水文地质、工程地质、环境地质条件,含(隔)水层、构造破碎带、风化带、岩溶带的水文地质特征、发育程度和分布规律,地表水的分布范围及其特征,地下水的补、径、排条件及地表水和含水层间的水力联系,矿床的主要充水因素及其水文地质的复杂程度,预测矿坑涌水量,指出供水方向。

6) 对矿床开采技术条件进行了详细评价。依据对矿区主要含水层、隔水层的岩性、分布、厚度和地下水的埋深、水质水量以及环境地质条件等的调查资料,详细划分矿区工程地质岩组、矿床工程地质类型、确定工程地质条件的复杂程度,预测矿山开采时可能产生的环境地质问题,确定矿区水文地质条件复杂、工程地质复杂、环境地质条件复杂,是一个顶板岩溶直接进水的岩溶充水矿床,为矿山开采提供了依据。

7) 通过对向斜东翼 10~30 线 400m 斜深范围按 100m×100m、400~600m 斜深范围按 200m×200m,其余范围按 400m×400m,向斜西翼 50~60 线 400m 斜深范围按 200m×200m、其余范围按 400m×400m 钻探工程网度的施工(计 44321.8m/167 个钻孔)和 100~200m 地表山地工程控制,对矿区铝土矿进行了资源量估算,其结果为 331+332+333 矿石资源量 6335.16 万 t,比详查 3564.81 万 t 增加了 2770.35 万 t,相当于新增加了一个大型矿床,找矿成果突出,达到了勘探设计及首采地段论证要求的目。其中,增加的 331 资源量 587.02 万 t, 332 资源量 547.17 万 t, 333 资源量 1636.16 万 t。

8) 对矿床开发的经济意义进行了概略评述。在客观分析矿床开发利用诸多相关条件的前提下,对其开发利用的经济效益前景作了大致框定,投资偿还期为 5.9 年,投资收益

率可达 16.9%，全期的期望总利润可达 3087842.62 万元，经济效益和社会效益均较好。

9) 勘探获 331 资源量 587.02 万 t，可服务矿山 6.5 年（按 12% 采矿损失率计），超过了投资偿还期（5.9 年），满足规范要求的高类别资源量达到返还本息的基本资源量要求，达到了有色金属矿产勘查评价中“高类别资源量要保证 3~5 年的开采量和保证首期、准备中期、储备后期”的原则，矿区达到了勘探工作程度。

1986~1990 年，贵州 106 地质大队进行了正安-道真铝土矿远景调查，运用“矿床模型体积法”进行了资源总量预测，为 185375.31 万 t。1991~1995 年，贵州省地质矿产勘查开发局（以下简称贵州省地矿局）106 地质大队进行了务川-凤岗铝土矿远景调查，运用“矿床模型体积法”对成矿远景区进行了资源总量预测，为 28740.83 万 t。2008~2009 年，由中国地质科学院矿产资源研究所组织，贵州省地质调查院承担了贵州省务川-正安-道真地区大竹园式沉积型铝土矿资源潜力评价。采用综合信息地质单元法、综合信息网格单元法进行了预测区资源量估算。22 个预测单元共估算铝土矿资源量 4.63 亿 t（此评价为务正道铝土矿整装勘查工作打下了基础）。

2010 年 7 月，贵州务正道地区被列入全国首批 47 个整装勘查区之一而正式启动铝土矿的整装勘查，其中的大竹园矿区南段（深部）的普查工作也同时进行，到 2013 年 6 月按 400m×400m、800m×800m 间距共完成钻探工作量 19977.38m（31 个钻孔），概算铝土矿 333+334? 资源量 4310 万 t。整个大竹园矿区累计探获 331+332+333+334? 资源量 10645.16 万 t，达到超大型矿床规模。2010 年实施整装勘查工作以来，整个务正道地区共计施工钻探工程 584 个，完成钻探工作量 215221.84m，共计投入勘查经费 25130.43 万元。新增铝土矿资源量 4.7 亿 t，加上已有铝土矿资源量 1.17 亿 t，务正道地区铝土矿资源总量达 5.9 亿 t，新发现了 3 个超大型、4 个大型、3 个中型铝土矿床。

综上所述，大竹园铝土矿区的地质工作程度，已达到勘探阶段的规范要求。该勘探成果可作为矿山建设设计的依据。同时，在充分利用以往研究成果的基础上，通过野外地质调查和室内资料整理，在成矿控制因素、矿床成因、不同工业类型矿石的宏观分析态势、找矿标志等方面取得了相应的成果，为区域找矿提供了理论依据。

第三节 典型矿床研究进展

近十年来，我国铝土矿地质找矿的投入总体上是不足的，新发现的矿产地不多，位于贵州北部务正道一带铝土矿的成功发现与勘查，是我国铝土矿地质找矿的重大成就之一。“全国重要矿产潜力评价”项目自 2006 年启动以来，其中的“全国重要矿产和区域成矿规律研究”项目将大竹园作为典型矿床开展了跟踪调查研究。为了提高国家整装勘查项目（贵州务川、正安、道真地区铝土矿整装勘查）的科技水平和成果质量，实现找矿突破，为地勘单位培养科研人才，贵州省地质矿产勘查开发局 106 地质大队与中国地质科学院矿产资源研究所合作，共同向贵州省地质矿产勘查开发局（以下简称贵州省地矿局）申请了题为“务川大竹园铝土矿成矿规律与控矿因素研究”的研究项目，获得批准。经过三年来的合作研究，在时间、经费和人员均十分有限的情况下，课题组在综合前人资料的基础上，重点对采自大竹园矿区 ZK8608、ZK7808 和 ZK4002 等 17 个钻孔中的 81 件铝土矿、

铝土岩和黏土岩样品进行了系统的常量元素、微量元素和稀土元素的 X 荧光和 ICP-MS 分析测试, 获得了 4800 多个测试数据; 同时开展了黄铁矿、碳质页岩的 Re-Os 同位素定年工作 and 锆石 LA-MC-ICPMS 同位素定年研究, 测得 U-Pb 同位素年龄数据 87 个; 鉴定了岩矿薄片 30 片; 拍摄了显微镜下照片 299 幅; 对 14 个不同类型的原矿样品进行了浸泡淋滤实验, 获得 5014 个实验数据; 处理编制了各类地球化学图件 (图解) 193 幅; 已有 6 篇学术论文 (*Discovery and preliminary study on the high contents of tungsten and lithium in the Dazhuyuan bauxite deposit, Guizhou*; 《贵州大竹园铝土矿中钨和锂的发现与综合评价初探》《黔北大竹园组碎屑锆石年代学及成矿指示意义》、《贵州大竹园大型铝土矿稀土元素地球化学特征及其意义》、《贵州大竹园铝土矿中钪的地球化学及其经济价值探讨》、《贵州务正道铝土矿区域成矿规律及其对整装勘查的意义》), 在 *Science China Earth Sciences* 和《中国科学·地球科学》等国内顶级杂志或核心刊物上发表。

第二章 务正道地区区域地质成矿背景

第一节 成矿区带

务正道地区位于贵州省的东北部，是湘鄂西-黔中南 Hg-Sb-Au-Fe-Mn (Sn-W) -磷-铝土矿-硫铁矿-石墨成矿亚带（全国统一编号为Ⅲ-77-②）（徐志刚等，2008）内一个新兴的铝土矿矿集区，隶属于务川、正安和道真三县，毗邻重庆。黔中-渝南石炭纪铝土矿成矿带南起贵州清镇、贵阳、修文，向北往息烽、遵义、正安、务川、道真，直到重庆市南部的南川、武隆等地，构成一北北东向、长达 370km 的铝土矿成矿带（刘平，1999）。成矿带内铝土矿床（点）相对集中成 5 个片区，片区之间由 4 个大致呈北西西向的无矿带或基本无矿带所间隔。自南而北，分别名为修文、息烽、遵义、正安和道真 5 个铝土矿带（图 2-1）。



图 2-1 黔中-渝南石炭纪铝土矿带分布略图（据刘平，1999）

第二节 区域含矿层位

务正道铝土矿区地层发育，除缺失志留系中上统和泥盆系一下石炭统外，从寒武系中上统娄山关群（ $\epsilon_{2-3}ls$ ）到白垩系（K）均有不同程度发育（表 2-1）。第四系（Q）仅零星分布在斜坡、沟谷和洼地中，呈角度不整合覆盖于不同时代的地层之上。

表 2-1 区域地层简表

地层				岩石地层	代号	厚度/m	岩性简述	
界	系	统	阶					
新生界	第四系				Q	0 ~ 27.8	黏土、砂土、角砾	
中生界	白垩系				K	520 ~ 900	石英砂岩, 砂岩	
	三叠系	中统	拉丁阶	巴东组	T ₂ bd	250 ~ 600	灰岩、白云质灰岩	
			安尼阶					
		下统	奥伦阶	茅草铺组	T ₁ m	561 ~ 643	白云质灰岩	
			印度阶	夜郎组	T ₁ y	207 ~ 485	泥岩、泥质灰岩、泥灰岩	
古生界	二叠系	上统	长兴阶	长兴组	P ₃ c	16.64 ~ 87	灰岩夹燧石团块及条带	
			乐平阶	龙潭组/吴家坪组	P ₃ l/P ₃ w	28 ~ 143	黏土岩、页岩、灰岩夹煤层	
		中统	茅口阶	茅口组	P ₂ m	240 ~ 363	灰岩夹燧石	
			栖霞阶	栖霞组	P ₂ q	91.19 ~ 155	灰岩夹黑色燧石条带	
				梁山组	P ₂ l	0 ~ 5.35	碳质页岩夹劣质煤线	
			石炭系	上统		大竹园组	C ₂ d	0.78 ~ 18.2
		黄龙组			C ₂ h	0 ~ 14.10	结晶灰岩	
	志留系	下统		韩家店群	S ₁ hj	432 ~ 682	页岩、泥岩夹灰岩	
				石牛栏组/小河坝组	S ₁ sh/S ₁ x	126 ~ 195	泥砂质灰岩、粉砂岩	
				龙马溪组	S ₁ l	238 ~ 407	页岩夹透镜状灰岩	
	奥陶系	上统	五峰阶	观音桥组	O ₃ gy	1 ~ 2	灰岩、白云岩、硅质岩	
				五峰组	O ₃ w	3.61 ~ 8.1	页岩	
			石口阶	临湘组 (涧草沟组)	O ₃ s	1.8 ~ 3.0	泥质灰岩夹页岩	
		中统	宝塔阶	宝塔组	O ₂ b	23 ~ 34	龟裂纹灰岩及生物灰岩	
			庙坡阶	十字铺组	O ₂ s	9 ~ 17	灰岩、生物碎屑灰岩	
		下统	宁国阶	湄潭组	O ₁ m	221 ~ 316	页岩夹灰岩及砂岩	
				红花园组	O ₁ h	60 ~ 74	生物碎屑灰岩偶夹白云岩	
			新厂阶	桐梓组	O ₁ t	168 ~ 217	灰岩夹白云岩及页岩	
		寒武系	上统	凤山阶	毛田组	Є ₃ m	122 ~ 243	白云岩夹少量灰岩、白云质灰岩
				长山阶	后坝组	Є ₃ h	318 ~ 378	
				崮山阶				
			中统	张夏阶	平井组	Є ₂ p	393 ~ 442	白云岩夹灰岩

经众多地质工作者多年研究,贵州中部修文、息烽、遵义三个铝土矿矿带含铝岩系的沉积时代确定为早石炭世大塘期祥摆期—旧司期,含铝岩系的岩石地层名为九架炉组(C_{1jj})。黔北正安、道真两个矿带中含铝岩系的沉积时代为晚石炭世马平期,其岩石地层名为大竹园组(C_{2d})。早石炭世与晚石炭世铝土矿含铝岩系之间,即遵义市城区与桐梓—绥阳一线之间,有一条很窄的北西西向的长期隆起带,未见任何时代铝土矿含铝岩系沉积物。早石炭世铝土矿含铝岩系的下伏地层,自南向北主要为下、中、上寒武统白云岩,下奥陶统桐梓组(O_{1t})、红花园组(O_{1h})、湄潭组(O_{1m})和中、上奥陶统十字铺组(O_{2s})、宝塔组(O_{2b})、五峰组(O_{3w})等白云岩、石灰岩、页岩、粉砂岩等。正安、道真矿带晚石炭世铝土矿含铝岩系的下伏地层主要为下志留统韩家店群(S_{1hj})泥岩、页岩、粉砂岩,但在含铝岩系与下志留统韩家店群(S_{1hj})之间普遍有一层厚度不等的($0 \sim 15m$)黄龙组(C_{2h})石灰岩,此灰岩在道真矿带分布较广。

含铝岩系的上覆地层:修文矿带为下石炭统旧司组(C_{1j})和摆佐组(C_{1b})白云岩、石灰岩;在息烽矿带以北直至道真矿带均为中二叠统梁山组(P_2l)碳质页岩(或)栖霞组(P_{2q})含燧石结核石灰岩。

第三节 区域构造及其演化

一、区域构造演化

区域内褶皱较发育,主要为北北东向和近南北向,从西向东依次有道真向斜、洛龙背斜、大塘向斜、桃源向斜、浣溪向斜、旦坪向斜、鹿池向斜、栗园向斜、镇江向斜、镇南背斜、务川向斜和金鸡岭背斜(图2-2),与大竹园铝土矿密切相关的是栗园向斜。

区域上发育的断裂主要有北北东向、近南北向和北北西向三组。规模较大的是北北东向组,代表性的断裂包括三会逆断层、芙蓉江逆断层和涪洋正断层。

三会逆断层:位于矿区外西侧,向北延伸出区域外,区域内延伸长约31.8km,总体走向北北东向,倾向北西,倾角 $35^\circ \sim 40^\circ$ 。断层上盘为寒武系和奥陶系,下盘为志留系。

芙蓉江逆断层:位于矿区外西侧,向南、北均延伸出区域外,仅区域内就超过67km,为区域内主要构造。断层总体走向近北东向,倾向北西,倾角一般 $30^\circ \sim 40^\circ$,局部仅 $8^\circ \sim 10^\circ$,据野外观察深部变陡可达 $60^\circ \sim 70^\circ$ 。断层上盘主要为寒武系和奥陶系,下盘为奥陶系及志留系。

涪洋正断层:位于矿区外南东侧,向南、北均延伸出区域外,区域内延伸长约32km,总体走向为北东向,倾向南东。断层上盘为寒武系和奥陶系,下盘主要为寒武系,次为志留系和奥陶系。

二、沉积旋回

据沉积间断范围及时间长短,可将务正道地区划分为四个沉积构造层,其演化历史概述如下: