

· 综述 ·

贵州省铝工业现状及未来发展方向

路坊海^{1 2 3}, 肖唐付^{2*}, 袁艺¹, 肖青相^{2 3},
熊燕^{2 3}, 蓝小龙^{2 3}, 陈海燕^{2 3}

- (1. 贵州理工学院 材料科学与冶金工程学院, 贵州 贵阳 550003;
2. 中国科学院地球化学研究所环境地球化学国家重点实验室, 贵州 贵阳 550081;
3. 中国科学院大学, 北京 100049)

摘要: 贵州铝土矿资源、能源及水源极为丰富, 具备发展铝工业得天独厚的条件。经过半世纪的探索、实践及发展, 贵州铝工业已成为国内铝行业重要基地。与此同时, 贵州省铝工业快速的发展也存在一些问题。本文通过对贵州省铝企业和行业的调研, 客观阐述了贵州省铝工业发展现状、存在问题及优势, 并对贵州铝工业未来发展方向作了思考。

关键词: 铝工业; 发展现状; 存在问题; 发展方向

中图分类号: F407.3 文献标识码: A 文章编号: 1002-4752(2016)04-0001-4

DOI: 10.13662/j.cnki.qjs.2016.04.001

The present status and development direction of aluminum industry in Guizhou province

Lu Fanghai^{1 2 3}, Xiao Tangfu², Yuan Yi¹, Xiao Qingxiang^{2 3},
Xiong Yan^{2 3}, Lan Xiaolong^{2 3} and Chen Haiyan^{2 3}

- (1. School of Materials Science and Metallurgical Engineering, Guizhou Institute of Technology, Guiyang 550003, China;
2. State Key Laboratory of Environmental Geochemistry, Institute of Geochemistry, Chinese Academy of Sciences, Guiyang 550081, China;
3. University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China)

Abstract: There are rich bauxite resource, energy and water in Guizhou province, which are the unique conditions for developing aluminum industry. After half a century of exploration, practice and development, aluminum industry in Guizhou has become an important base of the domestic aluminum industry. At the same time, the rapid development of the aluminum industry has brought some problems. In this paper, based on investigation and research of aluminum enterprises and industry in Guizhou, the development status, existing problems and advantages are expounded, and the future development direction of the aluminum industry in Guizhou is discussed.

Key words: aluminum industry; development status; existing problems; development direction

贵州省拥有丰富的铝土矿资源、储量巨大的煤炭资源及富饶的水资源, 具备发展铝工业的先天优势。1966年, 贵州铝厂第一电解铝厂建成投产, 标志着贵州铝工业正式起步, 经过半世纪的探索、实践及发展, 铝工业已成为贵州省重要的优势产业, 是全省工业重要经济支柱之一。据国家统计局数据^[1-2] 2015年全国氧化铝产量5897万吨, 贵州425万吨, 占7.21%, 居全国第五位; 全国电解铝产

量3141万吨, 贵州74万吨, 占2.36%, 居全国第九位。由此可见, 贵州已成为国内重要的铝工业基地。然而, 贵州铝工业快速发展的同时也存在一些问题, 如产业模式及布局仍需优化、企业资源保障程度较低、节能减排水平有待改善、铝土矿伴生资源利用率不高等。本文通过对贵州省铝企业和行业的调研, 客观阐述了贵州省铝工业发展的现状、存在的问题及优势, 并对贵州铝工业未来发展方向作了思考。

基金项目: 贵州省科学技术基金(黔科合J字[2014]2083号); 贵州理工学院高层次人才项目(XJGC20130903)

作者简介: 路坊海(1979-), 男, 贵州毕节人, 博士研究生, 副教授, 从事矿冶生态与环境及资源综合利用研究工作。

E-mail: lufanghai2006@163.com

通讯作者: 肖唐付, E-mail: xiaotangfu@vip.gyig.ac.cn

收稿日期: 2016-01-12; 修订日期: 2016-03-10

1 贵州省铝工业现状

近年来,贵州省铝工业发展较快,已成为国内具有一定影响的重要铝工业基地。

1.1 铝土矿

贵州省铝土矿资源丰富,可供性强。全省已查明的铝土矿保有资源储量5.76亿吨,居全国第四位,约占全国总量的18%^[3]。

1.2 氧化铝

2015年,贵州省氧化铝产量达425万吨,主要氧化铝生产企业有贵州华锦铝业有限公司(160万吨/年,一期80万吨2015年4月投产,二期80万吨2015年8月投产),中铝遵义氧化铝股份公司(80万吨/年),贵州广铝铝业有限公司(80万吨/年),贵州其正化工有限责任公司(80万吨/年)。在建项目有中电投贵州遵义产业发展有限公司务川80万吨氧化铝工程,截止2015年贵州境内氧化铝已建成产能425万吨,成为国内主要氧化铝生产基地之一。

1.3 电解铝

贵州省氧化铝工业快速发展带动了电解铝的发展,2015年,贵州电解铝产量74万吨,占全国总产量的2.36%。因受贵州地区网电价格影响,现阶段电解铝无竞争优势,多数企业减产甚至停产。目前全省主要电解铝企业有中铝贵州分公司(40万吨/年,设计产能,下同)、中铝遵义铝业股份有限公司(24万吨/年)、六盘水双元铝业有限责任公司(14.5万吨/年)、安顺黄果树铝业有限公司(18万吨/年)、遵义金兰伟明铝业公司(10万吨/年)、遵义玉隆铝业有限公司(10万吨/年)和玉屏广茂铝业(10万吨/年)等,电解铝总产能126.5万吨^[4]。其中,中铝贵州分公司电解铝厂是省内技术和装备最先进的、规模最大的企业,其具有知识产权的现代化大型预焙槽技术,已在国内电解铝企业广泛应用。

1.4 铝加工

为改变铝加工产业发展滞后现状,结合自身优势,2009年贵阳市人民政府提出设立贵阳市白云铝及铝加工园,园区以中铝贵州企业为依托,就地直接利用其生产的符合标准的合金铝水(液)进行铸造生产,规模发展高端铝及铝合金锭坯、新型高强度铸造铝合金材料、汽车轮毂等产业。经过近四年的开发建设,现入住企业有贵州中铝铝业有限公司、浙江今飞凯达轮毂股份有限公司、贵州华科铝材料工程技术研究有限公司等41家,涉足铝加工产业链各环

节,包括高强铝合金、铝板带、汽车轮毂、电线电缆、铝箔、输水管、电解铝废料资源利用等,仅2015年上半年,园区完成工业总产值131亿元^[5],为贵州铝加工的高值快速发展做出极大贡献。

2 贵州省铝工业存在的问题

2.1 煤-电-铝一体化的模式仍未迈出实质性的步伐

贵州省虽然有丰富的水能和煤炭资源优势,但能源的开发利用与贵州工业发展的需求不匹配。由于体制和利益分配等原因,贵州省铝工业企业和电力部门尚未形成合作共识,“煤-电-铝一体化”仍未迈出实质性的步伐,无法发挥铝土矿资源和电力资源的组合优势,严重制约铝工业的发展。截止2015年,贵州境内电解铝总产能126.5万吨,约占全国建成规模3.35%,运行产能74万吨,约占全国运行规模2.36%,产能利用率仅58.50%,远低于全国平均水平82.25%^[4]。

2.2 电解铝企业受制于电力供应

由于国家西电东送的战略需要,加之目前火电能力有限,水电受季节影响较大,全省电力供应仍较紧张,制约了贵州省铝工业的持续、快速发展。如2008年雪凝气候,为保居民用电,导致中铝贵州分公司整条电解铝生产系统全部停产,给企业的生产组织带来了极大的困难,直接经营损失数亿元。

2.3 铝土矿资源保障程度低

2.3.1 矿山规模小且难达产,矿石产量远低于需求量

贵州属喀斯特地形,水文地质条件复杂,贵州铝土矿又多为地下开采,多数矿山产量远低于设计产能,导致境内企业面临“有粮无用”的尴尬局面。目前省内共有持证的开采矿山115个,占用资源储量约1.5亿吨,总设计生产能力为868万吨/年,年均生产铝土矿矿石仅不到200万吨。同时,矿山规模小,全省产能30万吨/年以上的中型矿山仅有6个,其余均为小型矿山及零星小矿^[3]。

2.3.2 企业铝土矿资源配置不足

目前贵州境内主要氧化铝生产企业为贵州华锦铝业有限公司、中铝遵义氧化铝股份公司、贵州广铝铝业有限公司及中电投贵州遵义产业发展有限公司,按照1吨氧化铝需2吨铝土矿、《国家发改委铝行业准入条件64号令》要求氧化铝项目配套矿山需服务30年及铝土矿资源利用率65%测算,其产能和

已配置资源情况如下^[3]:

(1) 贵州华锦铝业有限公司,建设规模 160 万吨/年,应配置资源量 14769 万吨,截至 2014 年铝土矿资源储量 12144 万吨,设计可采矿量为 7693 万吨,尚缺铝土矿 7076 万吨。

(2) 中铝遵义氧化铝股份公司,已建成氧化铝 80 万吨/年,应配置有效资源量 7385 万吨,实际配置 4970 万吨,尚缺铝土矿 2415 万吨。

(3) 贵州广铝铝业有限公司,建成氧化铝 80 万吨/年,应配置有效资源量 7385 万吨,现阶段实际配置净可供资源量仅为 3333 万吨。

(4) 中电投贵州遵义产业发展有限公司,设计氧化铝生产能力 80 万吨/年,应配置有效资源量 7385 万吨,实际配置可利用资源量仅为 3173 万吨。

由此可见,境内主要氧化铝生产企业铝土矿资源配置严重不足。

2.4 作为电解铝的原料,氧化铝产量与电解铝需求量矛盾

目前贵州省内氧化铝主要生产企业为中铝贵州企业(含贵州华锦铝业有限公司),氧化铝产量 240 万吨/年,按 2 吨氧化铝生产 1 吨电解铝测算,在保证其电解铝生产(64 万吨/年)后,仍有近 47% 的富余量,但由于价格、市场及企业内部管理原因,省内多数非中铝系统企业的电解铝厂所需的氧化铝原料基本靠外购维持生产,未实现氧化铝产品的就地转化。

2.5 铝土矿中伴生有价资源未充分回收

大量勘察及研究资料表明^[5~7],贵州铝土矿资源普遍富含镓、锗、钒、稀土、铈、钽、铊、锂、锆和稀土等伴生有价元素,如贵州铝土矿一般含 Ga 20 ~ 143ppm,局部高达到 1300 ~ 10000ppm; Ge 10 ~ 300ppm,局部为 1100ppm; Sc₂O₃ 为 45.4ppm,最高可达 1539ppm; REE₂O₃ 平均为 926ppm。这些稀散和稀土元素在地壳中的丰度低,多数产品只能从铝土矿中提取,贵州铝土矿床中有价伴生元素远远超过工业综合利用的最低工业品位,且这些伴生元素不少是电子等高新技术产业的新原料,需求日趋增加。目前除中铝贵州企业已建成投产的镓回收生产线外,其余氧化铝生产企业几乎没有设计伴生资源的回收工艺,导致大量的稀有金属流失浪费。

3 贵州省铝工业发展的优势

贵州省是国内唯一同时拥有丰富的铝土矿资

源、丰富的能源及水资源的地区,具备发展铝工业得天独厚的自然条件优势。

3.1 铝土矿资源优势

铝土矿总体资源保障程度高。贵州省已查明的铝土矿保有资源储量 5.76 亿吨,居全国第四位。主要集中在清镇-修文(含织金、白云),保有资源储量 3.33 亿吨;其次为务川-正安-道真片区,保有资源量 1.54 亿吨;再次为遵义县南部(含息烽及开阳北部),保有资源储量 7646.8 万吨;黄平-凯里片区仅保有资源储量 288.37 万吨(据最新勘查成果黄平-凯里片区保有资源量约 6000 万吨),共有资源储量的铝土矿产地 74 处,矿区 50 处^[3]。

3.2 能源优势

贵州能源比较充足,为发展冶金工业提供了有利条件。全省能源结构具有水、火互济的独特优势,拥有丰富的电力资源,为贵州铝工业的发展提供了充足的电力保证。据《贵州省电力产业“十二五”发展规划》2015 年,全省发电装机容量达到 4000 万千瓦,富余电力约 1000 ~ 1500 万千瓦^[8]。同时,贵州省煤炭资源相当丰富,煤种齐全,煤质优良,以无烟煤和炼焦煤为主。据相关资料^[9~11],全省查明保有资源/储量 549 亿吨,其中基础储量 150 亿吨,资源量 399 亿吨,尚未开发利用的资源达 387 亿吨,而 2015 年,贵州省原煤需求量仅为 2.12 亿吨/年,丰富的煤资源为发展贵州铝工业创造了极为有利的条件。

3.3 水资源

据文献^[12~13],贵州省的地下水资源量 259195 亿 m³,地下水径流模数均值为 1418 万 m³/km²。省境内河流长度 10km 以上的共 984 条,年径流总量均值 1062 亿 m³,全省现状条件下可利用总量 1618822 万 m³,占全省水资源总量的 15.2%,人均水资源量 2790 m³,是全国人均水资源量的 126%,居全国第九位。

3.4 地理位置优势

贵州省地处西南地区,境内有湘黔线、川黔线、黔桂线、贵昆线、南昆线等,是西南最大的铁路货运编组站,公路有通往广西、四川、湖南和云南的高等级公路,交通便利、四通八达,是西南出口大通道的必经之地。发达的交通条件,为铝工业大宗原材料及产品的运输提供了保障。

3.5 人才优势

贵州省铝工业通过多年的发展,在技术、装备、

人才等方面都具有一定优势。省内的中铝贵州企业有较强的管理水平和技术力量,技术和装备先进,有大量的专业技术人才和管理人才。

3.6 国家层面的政策支持

2012 年 1 月 12 日,国务院发布了“国务院关于进一步促进贵州经济社会又好又快发展的若干意见(国发[2012]2号)”,文件第四条第十七款提到:“积极推进铝、钛、钡、钒、锰等资源精深加工一体化,建设清镇-黔西-织金煤电铝、煤电化循环经济示范基地。”第十条第四十八款“实行差别化产业政策,在国家产业政策允许范围内,适当放宽贵州具备资源优势、有市场需求的部分行业准入限制。对有条件在贵州加工转化的能源、资源开发利用项目,予以优先规划布局并优先审批核准。”“国发[2012]2号”的出台,为贵州铝工业的发展建设提供了强有力的政策支持。

3.7 地方政府的政策支持

为加快贵州铝工业的快速发展,贵州省政府一直高度重视,相继出台了相关支持发展铝工业规划和政策,如①《省人民政府关于进一步加快铝工业发展的意见》,②贵州省“十一五”铝及铝加工发展规划,③贵州省“十二五”有色金属产业发展规划,④2012年,省政府下文《关于加快优势资源一体化发展的意见》,其中要求“‘煤电铝一体化产业’重点发展符合产业政策和附加值高的铝精深加工产业。”

4 贵州铝工业未来发展方向探讨

结合上述对贵州铝工业现状、存在的问题及优势分析,为贵州铝工业健康、稳定及可持续发展,现提出如下对策作为今后重点发展方向。

(1) 提高企业的资源保障程度。对已建矿山实行规范管理、有序开采、提升规模、逐步扩大生产能力,同时加大铝土矿勘查及开发利用,实现资源储量的较快增长,保证贵州铝工业发展需求。以资源储量及分布情况为依据,统筹规划、合理发展铝工业;以市场为导向、效益为中心,优先为骨干企业按就近原则优化资源配置,保障其生产正常需求及中长期发展需要,实现资源的就地转化。

(2) 坚持走“煤-电-矿-氧化铝-电解铝-铝加工联营”的上下游产业链优化延伸之路,实施铝工业结构调整和发展模式转型,大幅降低铝工业

各生产环节的综合成本和产品物流成本,提高企业抗风险能力与市场竞争力。政府应出台相关政策,协调好各相关者的基本利益,大力鼓励和支持热电联产、水电联营、自备电厂、电力直供或直购等多元化投资联营组合的产业发展模式,促进煤-电-铝一体化产业的早日实施并持续发展。

(3) 重视铝工业资源综合利用和节能减排工作。提高低品位铝土矿利用率,诸如氧化铝工艺可考虑选拜耳法工艺和适当增加烧结法比例;提高铝土矿资源中伴生有价金属的回收利用,中铝贵州企业“氧化铝母液中金属镓的回收”为一范例;优化氧化铝生产流程,充分利用氧化铝生产系统余热余压,已开发的相关技术有“烧结法粗液与拜耳法溶出矿浆混合脱硅技术”、“三水铝石注入拜耳工艺闪蒸系统溶出技术”等等。提高废水、含硫烟气的回收利用水平,可借鉴的范例如中铝贵州企业成功实施的生产“污水零排放”、“锅炉烟气脱硫制酸”等等;电解铝企业应加大电解铝节能技术的应用和优化,如“电解槽异型阴极节能改造技术”的应用,可大幅降低铝冶炼能耗。

(4) 加大铝深加工产品的开发,发展高性能铝合金及其深加工产品,不断提高产品附加值。目前已初具规模的贵阳市白云铝及铝加工园区,应坚持以高新技术产业为核心,以铝及铝加工产业为重点,延伸铝加工产业链条,吸纳铝加工上、下游企业入驻,形成产业集群,将工业园区建成全国最大铝工业基地。

(5) 科研创新

适当增加研发机构,加大技术创新和装备研制方面的资金投入,建立鼓励创新机制,促进已有研发机构的交流和合作。同时在重点企业建立研发机构,加强科研院所及工科高校与企业的交流和互动,鼓励科研创新与实际生产的转化和结合,对将科研成果转化为生产力的企业进行奖励,促进我省铝加工行业新工艺、新装备、新技术、新产品和新应用的面世。

5 结语

贵州省铝工业经过半世纪的探索、实践及发展,已成为贵州省重要的优势产业,在国内铝工业领域

(下转第 19 页)

- 发 2009 29(1):25-27.
- [2]张军伟. 中国铝土矿资源形势及对策[J]. 价值工程, 2012, (21):4-6.
- [3]PARK H. C, PARK Y. J, STEVENS R. Synthesis of alumina from purity alum derived from coal fly ash [J], Mater. Sci. Eng., 2004, 367: 166-170.
- [4]周海龙, 蒋覃, 刘克, 等. 从粉煤灰中提取氧化铝的实验研究[J]. 轻金属, 1994 (8):19-20.
- [5]WU Cheng-you, YU Hong-fa, ZHANG Hui-fang. Extraction of aluminum by pressure acid-leaching method from coal fly ash [J]. Transactions of Nonferrous Metals Society of China, 2012, 22(9): 2282-2288.
- [6]Matjie R H, Bunt J R, Van Heerden. Extraction of alumina from coal fly ash generated from a selected low rank bituminous South African coal [J]. Minerals Engineering 2005 18(3):299-310.
- [7]张金山, 彭艳荣, 李志军. 粉煤灰提取氧化铝工艺方法研究[J]. 粉煤灰综合利用 2012 (1):52-54.
- [8]葛鹏鹏, 李镇, 茅沈栋, 方莹. 粉煤灰提取氧化铝工艺研究进展[J]. 无机盐工业 2010 42(7):1-4.
- [9]李来时. 粉煤灰中提取氧化铝研究新进展[J]. 轻金属, 2011, (11):12-16.
- [10]华一新. 冶金过程动力学导论[M], 北京: 冶金工业出版社, 2004:9.
- [11]LI Lai-shi, WEI De-zhou, Wang Peng. Kinetics analysis on mixing calcination process of fly ash and ammonium sulfate [J]. Chinese Journal of Chemical Engineering, 2014, 22: 1027-1032.
- [12]OZDEMIR M, CETISLI H. Extraction kinetics of alunite in sulfuric acid and hydrochloric acid [J]. Hydrometallurgy, 2005, 76: 217-224.

(责任编辑 张文军)



(上接第4页)

具有极其重要的地位,虽然存在一些有待完善的问题,但随着贵州省“工业强省战略”思路的不断深入,坚信贵州铝工业凭借自身的优势,以效益为中心、以市场为导向、以科学谋发展,在政府、行业及企业的共同努力下,可以解决目前产业中存在的问题和困难,继续壮大规模,实现贵州铝工业的可持续发展,为贵州经济发展做出更大的贡献。

参考文献:

- [1]2015年中国氧化铝产量[OL]. <http://www.askci.com/news/chanye/2016/01/19/1501p2t9.shtml>.
- [2]2015年我国电解铝产量[OL]. http://www.alu.cn/aluNews/NewsDisplay_982694.html.
- [3]贵州省国土资源厅. 贵州省铝土矿资源勘查与开发规划(2011-2015年)[R], 2013.05.
- [4]贵州地区电解铝冶炼厂家状况一览[OL]. <http://nm.sci99.com/news/18873583.html>.
- [5]贵阳市白云工业园区[OL]. http://www.gzgov.gov.cn/xwzx/tpxw/201507/t20150721_320366.html.
- [6]肖飞. 贵州铝土矿中伴生元素综合利用前景分析[J]. 有色金属文摘 2015 30(06):17-18.
- [7]肖金凯, 雷剑泉. 黔中铝土矿及其赤泥中钪的某些特征[J]. 矿物学报, 1994, 14(04):388-393.
- [8]肖金凯, 雷剑泉. 贵州铝厂赤泥中钪和稀土[J]. 科学通报, 1994 39(13):1248.
- [9]贵州省发展和改革委员会. 贵州省电力产业“十二五”发展规划[R]. 2010.12.
- [10]黄华州, 桑树勋, 易同生, 等. 贵州省煤炭资源有效保障能力分析[J]. 中国煤炭地质 2010 22(02):19-23.
- [11]廖莉萍, 练兵. 实施贵州省“十二五”规划的矿产资源保障问题及加强地质工作的建议[J]. 贵州地质 2011 28(02):81-85.
- [12]贵州省发展和改革委员会. 《贵州省煤炭产业发展“十二五”规划(2010-2015年)》[R] 2010.12.
- [13]黄法苏. 贵州省水资源现状、问题及对策[J]. 贵州水力发电, 2007 21(03):5-8.
- [14]贵州省水利厅. 贵州省“十二五”水利发展专项规划(2011-2015年)[R]. 2011.05.

(责任编辑 杜雅君)