

中国铝土矿可供性分析

江光宇^{1,3)}, 张照志^{2,3)*}, 王贤伟^{1,3)}, 张剑锋^{1,3)}

1) 中国地质大学(北京), 北京 100083;

2) 中国地质科学院矿产资源研究所, 国土资源部成矿作用与资源评价重点实验室, 北京 100037;

3) 中国地质科学院全球矿产资源战略研究中心, 北京 100037

摘要: 在市场经济条件下中国铝土矿的储量与产量可供性受价格波动影响明显。本文基于 DCF 财务现金流折现估值模型, 编制 2016—2020 年中国铝土矿储量、产量与价格关系图, 可直观地看到在不同市场价格、不同内部收益率时, 2016—2020 年中国铝土矿储量和产量供应能力, 从而为我国编制铝土矿资源规划。通过分析可以看出: 虽然眼下矿业形势低迷, 但未来五年中国铝土矿仍然储量充沛、供应旺盛。已查明保有资源在 2016 年最大可供储量为 31.82 亿吨, 最大可供产量为 6 400 万吨, 到 2020 年最大可供储量为 28.78 亿吨, 最大可供产量为 7 300 万吨。当务之急是合理布局并缩减过剩产能, 促使铝土矿资源的开发利用健康可持续。

关键词: 铝土矿; 2016—2020; 可供性分析; 政策建议

中图分类号: P578.965; P624.6 文献标志码: A doi: 10.3975/cagsb.2017.01.13

An Analysis of Bauxite Mineral Availability in China

JIANG Guang-yu^{1,3)}, ZHANG Zhao-zhi^{2,3)*}, WANG Xian-wei^{1,3)}, ZHANG Jian-feng^{1,3)}

1) *China University of Geosciences (Beijing), Beijing 100083;*

2) *MLR Key Laboratory of Metallogeny and Mineral Resource Assessment, Institute of Mineral Resources, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing 100037;*

3) *Research Center for Strategy of Global Mineral Resources, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing 100037*

Abstract: Under the condition of market economy, the availability of bauxite reserves and production in China are affected significantly by price fluctuations. Based on discounted cash flow finance analysis model, the authors compiled dynamic relationship figure between reserves, production and price. With the figure, we can visually know the supply capacity of bauxite reserves and production in different market prices and internal rates of return from 2016 to 2020. It can help government to formulate utilization planning of bauxite resources in the 13th Five-Year Plan or provide enterprise groups with dynamic management information of reserves so as to boost profitability. As can be seen from the analysis, although the mining industry is in the downturn, bauxite in China still has abundant reserves and strong supply from 2016 to 2020. The largest available reserves and production of identified and retained bauxite resources are respectively 3.182 billion tons and 64 million tons in 2016, and will be 2.878 billion tons and 73 million tons in 2020. It is imperative to fully consider the proper redistribution and reduce excess capacity with the purpose of prompting the development and utilization of bauxite resources in a sustainable way.

Key words: bauxite; from 2016 to 2020; mineral availability analysis; policy proposition

铝是世界上应用最广泛的金属, 其生产原料主要是铝土矿。铝土矿是氧化铝、耐火材料和建筑交通等重要原料, 随着中国工业化和城镇化的迅速发

展, 对铝土矿的需求急剧增加。我国铝土矿资源总量较丰富, 分布高度集中, 山西、贵州、河南和广西四个省区的储量合计占全国总储量超过 90%, 主

本文由科技部国家国际科技合作专项“矿产资源需求预测和可供性分析技术研究”项目(编号: 2014DFG22170)资助。

收稿日期: 2016-03-01; 改回日期: 2016-04-20。责任编辑: 张改侠。

第一作者简介: 江光宇, 男, 1991 年生。硕士研究生。主要从事资源产业经济研究。通讯地址: 100083, 北京市海淀区学院路 29 号。

E-mail: 344418688@qq.com。

*通讯作者: 张照志, 男, 1967 年生。博士, 研究员。主要从事矿产资源经济与区划研究。通讯地址: 100037, 北京市西城区百万庄大街 26 号。电话: 010-68999656。E-mail: zhangzhaozhi@sina.com。

要是沉积型和堆积型矿床, 矿石以一水硬铝石为主, 多为中低铝硅比, 品位 45%~60%, 开采成本高, 资源禀赋不佳。虽然我国铝土矿资源储量逐年增长, 优质红土型铝土矿仍然缺乏, 对外依存度高(张军伟, 2012; 高兰等, 2015)。截至 2014 年底, 中国有铝土矿区 487 处, 保有资源储量 40.23 亿吨。我国适合露采的铝土矿约占全国总储量的三分之一。现今矿业行情低迷不振, 而中国氧化铝、原铝产能庞大, 在房地产“去库存”, 中央全面启动“供给侧改革”来化解低端产能, 促使产业转型升级的大背景下, 结合中国铝土矿资源固有点, 在 2020 年全面建成小康社会宏伟目标即将实现之际, 分析 2016—2020 年中国铝土矿生产供应走势就显得迫在眉睫。

1 铝土矿保有资源可供性分析方法

铝土矿可供性评价是根据矿区地质勘查报告、开发利用方案等资料信息, 采用现金流量折现法等评价方法, 选取合理的可供性参数, 评价矿床/矿区开发利用的技术可行性和经济合理性, 对探明矿产资源储量在未来一定时期内进行工业开发的经济效益进行预估, 为矿山开发投资和运营决策提供科学依据(鹿爱莉等, 2009)。

矿区/矿山保有资源可供性评价和可供性分析是政府从行业管理角度出发, 基于现金流量折现法财务模型, 构建统一可比的矿山储量可供性指标计算方法, 求解生产矿山/矿区矿产品可供价格和可供储量; 而对未开发利用矿区采用净现值法进行可供性分析, 或者通过类比法, 直接或间接预估矿产品可供价格和矿区可供储量。

1.1 现金流折现估值模型(Discouted Cash Flow)

现金流量折现法是一种通过收益途径进行矿山投资建设和生产经营管理的经济评价方法, 它是现金流量预测为基础, 充分考虑了矿山建设和生产经营项目未来创造现金流量的能力, 从而对其价值进行估算, 以便做出项目投资和生产运营决策(李裕伟, 2015)。

现金流量折现法借助现金流量表测算项目投资收益率和可供价格。评价参数主要涉及财务收益和财务支出两个方面: 财务收益主要表现为生产经营的产品销售收入; 财务费用主要表现为开发建设总投资、经营成本和税金等各项支出。完整的现金流量表财务模型评价参数包括: 资源储量、可采储量、生产能力、矿山剩余服务年限、产品方案、采、选(冶)技术指标、固定资产投资、流动资金、销售收入、经营成本、销售税金及附加、企业所得税和折现率等。

对生产矿山, 采用财务内部收益率法(Internal Rate of Return)分析测算可供价格 P 、盈亏平衡总成本和可供储量。

财务内部收益率适用于详查及以上勘查阶段的大、中型生产矿山可供性评价和可供性分析。其基本表达式为:

$$\sum_{t=1}^n \{(P \times W) - CO\}_t (1+i)^{-t} = 0 \quad (1)$$

在这个模型中, CO -总现金流出、 i -内部收益率、 W -产量、 t -评价年份、 n -评价年数, 均是已知量, P 是求解变量, 即可供价格。

设计财务内部收益率 $IRR=0\%$ 、 $IRR=8\%$ 和 $IRR=12\%$, 分别测算 NPV (Net Present Value, 净现值) 为 0 时铝土矿可供价格 P 。

若铝土矿市场价格 $P_m > P$, 矿山能维持正常生产, 铝土矿区储量可供, 若铝土矿市场价格 $P_m < P$, 矿山不能维持正常生产, 矿区储量不可供。

对待建矿山或尚未开发利用但已完成基本设计、可研、预可研和开发利用方案编制的矿山, 若能够收集到现金流量表, 也可采用净现值法进行矿产可供性分析, 测算净现值和可供储量。

净现值法(简称 NPV 法)基本表达式如下:

$$NPV = \sum_{t=1}^n (CI - CO)_t (1+i)^{-t} \quad (2)$$

式中, NPV 为净现值; CI 为总现金收入; CO 为总现金流出, i 是贴现率或内部收益率, n 为评价年数, t 为评价年份。

在考虑资金的时间价值时, 必须应用折现率进行测算。

动态经济评价指标的计算。折现率可简单理解为资金的一般社会增值率或基准收益率, 即对某一行业或部门进行基本建设所应达到的最低投资效果, 或是该部门的平均利润水平。

1.2 地质类比法及相关技术要求

地质类比法是基于替代原理, 将待评价的铝土矿区/矿山与近期完成可供性评价和可供性分析的、具有类似环境和类似地质特征的铝土矿区/矿山的地质、采、选等各项技术、经济参数进行对照比较, 对参照的矿区/矿山可供性指标进行调整。

利用地质类比法估算铝土矿可供价格, 由于是采用差异要素对比的方式, 首先要寻找参照铝土矿区/矿山在内部收益率为分别为 0%、8% 和 12% 时可供储量与铝土矿的可供价格, 然后使用下列公式进行计算:

$$P_s = P_x \cdot \mu \cdot \theta \cdot \xi \cdot \varphi \quad (3)$$

其中: P_s 为评估矿山铝土矿可供价格; P_x 为参照矿山铝土矿可供价格; μ 为规模调整系数; ξ 为品位调整系数; φ 价格调整系数; θ 为差异要素调整系数。

表 1 铝土矿典型矿山参数统计
Table 1 Data statistics of typical bauxite mine

实地调研矿山	规模	可供产量 /万吨	可供储量 /万吨	Al ₂ O ₃ /%	铝硅比 A/S	可供价格/(元/吨)	
						IRR=0%	IRR=8%
中铝山西孝义西河底矿	大型	160	1 820	65.43	6.30	250	258
中铝山西孝义克俄矿	大型	48	750	64.48	4.60	272	280
中电投山西五台天和矿	大型	87	2 340	61.30	6.13	245	253
中铝广西平果那豆矿	大型	100	2 820	51.00	8.02	328	340
中铝广西平果太平矿	大型	300	4 880	55.00	15.90	335	341
中铝河南洛阳铝矿	大型	60	1 150	60.84	5.20	302	311
河南陕县锦江矿业崖地矿	大型	41	720	61.54	5.60	250	258
中铝河南巩义小关铝土矿	大型	90	3 310	61.10	4.27	320	333
中铝贵州清镇猫场铝土矿	大型	120	9 550	66.00	10.20	325	335
中铝贵州修文小山坝矿	中型	40	1 020	70.00	6.20	210	218
中铝贵州清镇长冲河矿	中型	33	770	63.20	7.32	296	322

采用此法进行矿区评估时,关键是选择合理的调整系数(表 1)。总之,应用地质类比法在矿区/矿山可供性评价和可供性分析需要把控的总原则就是:①矿区相近;②矿床成因类型或工业类型相似或相同;③地质资源特征相似;④采选冶技术条件相似和相同;⑤外部基础设施条件相似,例如重庆南川区菜竹坝铝土矿(表 6)。

1.3 铝土矿典型/山可供性分析案例

评价流程:铝土矿保有资源可供性评价包括:

①铝土矿区/山资料收集分析;②铝土矿山开发信息调查;③铝土矿评价方法与参数选择;④铝土矿典型矿区评价示范。

对铝土矿生产矿山,针对每个矿山求解出一个可供价格,即在该矿区既定成本条件下,基于一定内部收益率,矿山经营处于可供时铝土矿价格,即可供价格。设财务内部收益率 $IRR=0\%$ 、 8% 、 12% ,分别测算 $NPV=0$ 时可供的可供价格。计算铝土矿生产矿山可供价格是在给定内部收益率时使 NPV 净现值等于零,即处于盈亏平衡点的可供价格。

2014 年全国铝土矿总产量分别为 4 700 万吨,2015 年更是超过 5 000 万吨。铝土矿实地调查涵盖山西、河南、广西、贵州 4 省区,矿山总数超过 30 个,其 2014 年铝土矿总产量 1400 余万吨,超过全国总产量的四分之一,部分列举于表 4。就实地调研的情况来看,铝土矿平均售价约 270 元/t,多数矿山企业勉强保本经营或一定程度亏损,少数铝硅比较高、资源禀赋尚佳的矿企能做到 20%甚至更高的盈利水平,一小部分因负担过重、资源枯竭、缺乏资金等因素计划停产。许多铝土矿企业施行矿山与下游冶炼厂合营,财务计算使用内部核算价,导致账面利润被严重过剩的冶炼环节摊薄,因此实际利润水平应稍高一些。

目前,全国铝土矿区数量 487 个,结合铝土矿

山实地调研资料,针对不同铝土矿床类型、分主产省区,选取典型矿山,进行概略技术经济评价与可供性论证,测算典型矿区(以调研矿山数据资料为基础)、主要省区、全国铝土矿的可供价格,实地调研发现中国铝土矿的采矿回采率为 85%~97%。

(1)中铝山西孝义西河底矿,位于山西孝义市,矿区面积 5.56 km²。计算出该矿区三种不同内部收益率条件下的可供价格,及其在 2016—2020 年可供储量、产量(表 2)。

山西省主要赋存沉积型铝土矿床(叶张煌等,2014),主要矿物是一水硬铝石,包括孝义、保德—兴县、交口、阳泉、临县—中阳、平陆等矿集区,保有资源储量高达 14 亿吨,其中大型矿区 20 多个,铝硅比介于 5~7 之间,Al₂O₃ 含量超过 60%,这类矿床含有杂质多,使开采成本上升。

(2)中铝河南巩义小关铝土矿,位于河南巩义市,面积 22.8 km²。计算出该矿区三种不同内部收益率条件下的可供价格,及其在 2016—2020 年可供储量/产量(表 3)。

河南省主要赋存沉积型铝土矿床(张侍威,2005),矿物是的一水硬铝石,包括陕县—渑池—新安、巩义—荥阳、登封—新密、禹州等矿集区,保有资源储量约 7 亿吨,矿区数超过 80 个,铝硅比一般介于 5~7 之间,Al₂O₃ 含量 60%上下,河南省的铝土矿产量国内最高。

表 2 中铝山西孝义西河底铝土矿可供性评价
Table 2 Availability evaluation of CHALCO Xiaoyi Xihedi mine, Shanxi

年份	可供价格/(元/t)			可供储量 /万吨	可供产量 /万吨
	IRR=0%	IRR=8%	IRR=12%		
2016	250	258	270	1 426	160
2017	250	258	270	1 282	160
2018	250	258	270	1 138	160
2019	250	258	270	994	160
2020	250	258	270	850	160

(3)中铝广西平果太平矿,位于广西百色市,面积 90.62 km²。得出该矿区三种不同内部收益率条件下的可供价格,及在 2016—2020 年可供储量、产量(表 4)。

广西主要赋存堆积型铝土矿床(田凤鸣等, 2010),资源禀赋全国最好,主要包括平果、田东等矿集区,保有资源储量约 8 亿吨,矿区数超过 30 个,大中型矿区 14 个。铝硅比大于 8,部分甚至能超过 12, Al₂O₃ 含量 50%~60%。堆积型铝土矿广西较为常见,因其低硫易于工业利用,矿床覆盖薄、宜露采。

(4)贵州中铝清镇猫场铝土矿,位于贵州清镇市,面积 8.97 km²。计算出该矿区三种不同内部收益率条件下的可供价格与 2016—2020 年可供储量与产量(表 5)。

贵州省主要包括清镇—修文、凯里—黄平、遵义等矿集区,保有资源储量约 7.5 亿吨,矿区数超过 60,其中大型矿区较少,主要是沉积型矿床,贵州铝土矿有开发潜力。

铝土矿在建与未开发矿区,已经完成可行性研究,可以比较完整的获取储量、投资与成本、销售、财务等各项主要经济技术指标,通过扩大指标法模

拟构建现金流量表,进行概略评价。对大部分未占用矿区,则只能从矿区地质勘查报告提取铝土矿数据,通过类比法来确定参数,进行分析评价。

(5)重庆南川区某铝土矿,位于重庆市南川区,面积 2.8 km²。估算出该矿区三种不同内部收益率条件下的可供价格,及其在 2016—2020 年可供储量/产量(表 6)。

2 未来五年中国铝土矿保有资源可供性

铝土矿可供性分析是在矿山/矿区可供性评价的基础上,通过测算铝土矿/矿区经营达到盈亏平衡时单位铝土矿平均总成本,得出铝土矿可供条件,结合其它影响因素,动态分析矿山/矿区能为社会提供的经济可采储量和矿产品产量,综合评价铝土矿对经济社会发展的供给能力。

2.1 保有资源可供储量计算结果

(1)按照生产、在建及计划利用矿山两种情况,测算出未来五年随着开采持续进行,各主产省区铝土矿保有可供储量均有不同程度的下降(表 7)。

(2)分高情境、参考情境和低情境 3 种情况

表 3 中铝河南巩义小关铝土矿可供性评价

Table 3 Availability evaluation of CHALCO Gongyi Xiaoguan mine, Henan

年份	可供价格/(元/t)			可供储量 /万吨	可供产量 /万吨
	IRR=0%	IRR=8%	IRR=12%		
2016	320	333	345	2917	90
2017	320	333	345	2870	90
2018	320	333	345	2823	90
2019	320	333	345	2777	90
2020	320	333	345	2730	90

表 4 中铝广西平果太平铝土矿可供性评价

Table 4 Availability evaluation of CHALCO Pingguo Taiping mine, Guangxi

年份	可供价格/(元/t)			可供储量 /万吨	可供产量 /万吨
	IRR=0%	IRR=8%	IRR=12%		
2016	335	341	355	4230	300
2017	335	341	355	4005	300
2018	335	341	355	3780	300
2019	335	341	355	3555	300
2020	335	341	355	3330	300

表 5 贵州清镇猫场铝土矿可供性评价

Table 5 Availability evaluation of CHALCO Qingzhen Maochang mine, Guizhou

年份	可供价格/(元/t)			可供储量 /万吨	可供产量 /万吨
	IRR=0%	IRR=8%	IRR=12%		
2016	325	335	344	8732	120
2017	325	335	344	8624	120
2018	325	335	344	8516	120
2019	325	335	344	8408	120
2020	325	335	344	8300	120

万方数据

表 6 重庆南川区菜竹坝铝土矿可供性评价

Table 6 Availability evaluation of the Nanchuan Caizhuba mine, Chongqing

年份	可供价格/(元/t)			可供储量 /万吨	可供产量 /万吨
	IRR=0%	IRR=8%	IRR=12%		
2016	273	284	302	666	30
2017	273	284	302	639	30
2018	273	284	302	612	30
2019	273	284	302	585	30
2020	273	284	302	558	30

表 7 2016—2020 中国铝土矿可供储量(分省区)

Table 7 Available bauxite reserves of China from 2016 to 2020 (by provinces)

省区	保有可供储量(矿石, 亿吨)				
	(可供价格: 350 元/t, IRR=8%)				
	2016	2017	2018	2019	2020
山西	9.42	9.23	9.04	8.86	8.69
河南	5.65	5.54	5.27	5.04	4.79
广西	6.64	6.48	6.25	6.05	5.88
贵州	5.93	5.81	5.69	5.58	5.45

表 8 2016—2020 中国铝土矿可供储量
(高情境, IRR=12%)

Table 8 Available bauxite reserves of China from 2016 to 2020 (high situation, IRR=12%)

可供价格 /(元/t)	保有可供储量(矿石, 亿吨)				
	2016	2017	2018	2019	2020
350	27.99	27.35	26.52	25.76	25.32
300	20.81	20.39	19.98	19.58	19.20
250	13.06	12.80	12.54	12.29	12.02
200	6.62	6.49	6.36	6.23	6.10

($IRR=0\%$ 、 8% 和 12%)，测算未来五年中国铝土矿在不同价位下的可供储量。依据调研结果与近年市场行情来看，中国铝土矿销售价格普遍在 200 元/t 之上，即使使用内部核算价的矿山企业也少有低于此价的案例。因此我们将价格区间划分为 4 个梯度，最低为 200 元/t (表 8, 表 9, 表 10)。

表 8 中可以清晰看到，在企业维持 12% 的内部收益率时，实际上盈利水平已经较高，而近期市场价格低迷，满足这样收益率的企业数量下降。该条件下，中国未来五年铝土矿保有可供储量最多达 25~27 亿吨。

在表 9 中我们选择 8% 的内部收益率为参考情境，即企业盈利水平适中。此时，中国未来五年铝土矿保有可供储量将达到 26~29 亿吨。

在表 10 中我们选择无盈利的极端情况，即 0% 收益率，中国未来五年铝土矿保有可供储量将达 29~32 亿吨。我国铝土矿可供储量与市场价格关联紧密，且高价位可供储量增加明显。

2.2 保有资源可供产量计算结果

(1)按照生产、在建及计划利用矿山两种情况，

表 9 2016—2020 中国铝土矿可供储量
(参考情境, $IRR=8\%$)

Table 9 Available bauxite reserves of China from 2016 to 2020 (medium situation, $IRR=8\%$)

可供价格 /(元/t)	保有可供储量(矿石, 亿吨)				
	2016	2017	2018	2019	2020
350	29.46	28.79	27.92	27.12	26.34
300	21.90	21.46	21.04	20.61	20.21
250	13.75	13.47	13.20	12.94	12.65
200	6.97	6.69	6.42	6.10	5.80

表 10 2016—2020 中国铝土矿可供储量
(低情境, $IRR=0\%$)

Table 10 Available bauxite reserves of China from 2016 to 2020 (low situation, $IRR=0\%$)

可供价格 /(元/t)	保有可供储量(矿石, 亿吨)				
	2016	2017	2018	2019	2020
350	31.82	31.09	30.15	29.29	28.78
300	23.66	23.18	22.72	22.26	21.83
250	14.85	14.55	14.26	13.98	13.66
200	7.53	7.37	7.23	7.08	6.93

表 11 2016—2020 中国铝土矿可供产量(分省区)

Table 11 Available bauxite production of China from 2016 to 2020 (by provinces)

省区	当年可供产量/(矿石, 万吨) (可供价格: 350 元/t, $IRR=8\%$)				
	2016	2017	2018	2019	2020
山西	1 200	1 230	1 250	1 280	1 310
河南	1 850	1 900	2 025	2 130	2 200
广西	1 450	1 500	1 530	1 610	1 650
贵州	885	910	960	1 010	1 050

测算出未来五年各主产省区铝土矿可供产量(表 11)，中国铝土矿产量集中分布在河南、山西、贵州、广西四省区，其他 15 省区的产量微乎其微。2016—2020 年期间，河南省仍将保持产量第一的地位，广西与山西紧随其后，而贵州铝土矿资源潜力的进一步挖掘，预测其产量将有一定幅度的增长。总得来看，未来五年各主产省区产量增加是主要趋势，当时幅度不大。

(2)分高情境、参考情境和低情境 3 种情况 ($IRR=0\%$ 、 8% 和 12%)，测算 2016—2020 年中国铝土矿在不同价位下的可供产量(表 12, 表 13, 表 14)。

表 12 是较高盈利水平下(内部收益率达到 12%)，是行情高企时常见情形。当前铝土矿价格低迷，可供产量难有起色，未来五年将稳定在 5 200~5 900 万吨。

表 13 选取 8% 内部收益率为参考情境，是常规收益水平，此时可供量有一定提升，达到 5 800~6 600 万吨。

表 14 是无收益保本供应状态，在这样的极端情况下，中国铝土矿未来五年最大可供量为

表 12 2016—2020 中国铝土矿可供产量
(高情境, $IRR=12\%$)

Table 12 Available bauxite production of China from 2016 to 2020 (high situation, $IRR=12\%$)

可供价格 /(元/t)	当年可供产量(矿石, 万吨)				
	2016	2017	2018	2019	2020
350	5 240	5 470	5 620	5 830	5 980
300	3 890	3 990	4 120	4 255	4 450
250	2 440	2 540	2 655	2 809	2 880
200	1 230	1 2608	1 290	1 380	1 410

表 13 2016—2020 中国铝土矿可供产量
(参考情境, $IRR=8\%$)

Table 13 Available bauxite production of China from 2016 to 2020 (medium situation, $IRR=8\%$)

可供价格 /(元/t)	当年可供产量(矿石, 万吨)				
	2016	2017	2018	2019	2020
350	5 820	6 080	6 250	6 470	6 650
300	4 330	4 435	4 581	4 730	4 940
250	2 710	2 820	2 951	3 120	3 200
200	1 370	1 400	1 440	1 540	1 570

表 14 2016—2020 中国铝土矿可供产量
(低情境, $IRR=0\%$)

Table 14 Available bauxite production of China from 2016 to 2020 (low situation, $IRR=0\%$)

可供价格 /(元/t)	当年可供产量(矿石, 万吨)				
	2016	2017	2018	2019	2020
350	6 400	6 700	6 875	7 120	7 310
300	4 760	4 880	5 040	5 200	5 440
250	2 990	3 100	3 250	3 430	3 520
200	1 510	1 550	1 580	1 690	1 730

6 400~7 300 万吨,事实上当前不少企业已经在保本甚至小额亏损供货,0%内部收益率下的可供产量在当前有很大的现实意义。

3 未来五年中国铝土矿可供储量/产量

3.1 中国铝土矿可供储量/产量曲线图

任意选定价格条件,其对应的不同收益率下的可供储量可清晰的反应在横坐标上,一目了然。

(1)在 IRR=0%、8%和 12%三种内部收益率下,2016 年中国铝土矿最大可供储量分别为: 31.82 亿吨、29.46 亿吨和 27.99 亿吨(图 1)。

(2)在 IRR=0%、8%和 12%三种内部收益率下,2020 年中国铝土矿最大可供储量分别为: 28.78 亿吨、26.34 亿吨和 25.32 亿吨(图 2)。

(3)在 IRR=0%、8%和 12%三种内部收益率下,2016 年中国铝土矿最大可供产量依次为: 6 400 万吨、5 820 万吨和 5 240 万吨(图 3)。

(4)在 IRR=0%、8%和 12%三种内部收益率下,2020 年中国铝土矿最大可供产量依次为: 7 310 万吨、6 650 万吨和 5 980 万吨(图 4)。

图 1 至图 4 中,在收益率降低到 0,即企业保本经营时,铝土矿可供储量有一个较大增加,这种情

况下企业或资方虽不盈利,但是能保持就业,维持运转,有助于维护稳定,如图反应,铝土矿市场价格和收益率的降低,可以使铝土矿可供储/产量大幅度提升。

3.2 中国铝土矿可供储/产量价格-吨位图

(1)山西、河南、广西、贵州等省区在未来五年,铝土矿可供产量都将持续增长,保有可供储量呈明显趋势(图 5, 图 6)。

从图 5 和图 6 可以看出,未来五年山西保有资源储量山西领先,但降幅较大;广西、河南、贵州并驾齐驱,都呈下降趋势,其余省区变化不大。而可供产量方面,各主产省区都有一定增加,上升幅度趋缓。

(2)中国铝土矿储量/产量-吨位图

铝土矿储量/产量-吨位图是一种可供性动态分析方法模型(郑文元, 2006)。在 200 元/t、250 元/t、300 元/t、350 元/t 四个价位,2016—2020 年中国铝土矿每年度可供产量与可供储量及其总体变化趋势都能直观的从图 7 和图 8 中看到。

图 7 和图 8 反映的是价格与可供储量/产量的关

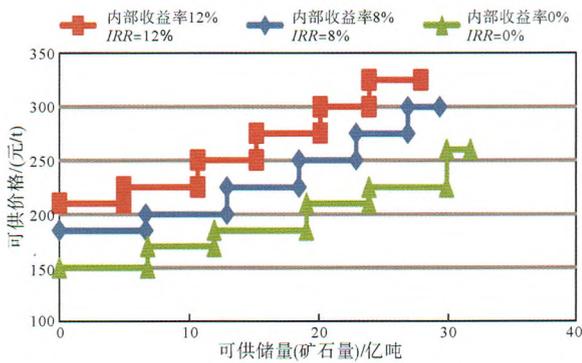


图 1 2016 中国铝土矿可供储量-吨位图
Fig. 1 Available bauxite reserves-tonnage graph of China, 2016

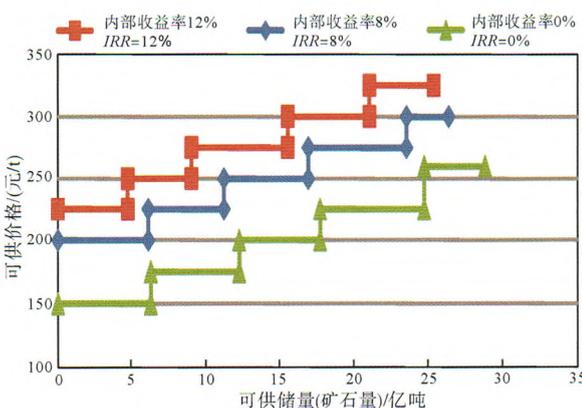


图 2 2020 中国铝土矿可供储量-吨位图
Fig. 2 Available bauxite reserves-tonnage graph of China, 2020

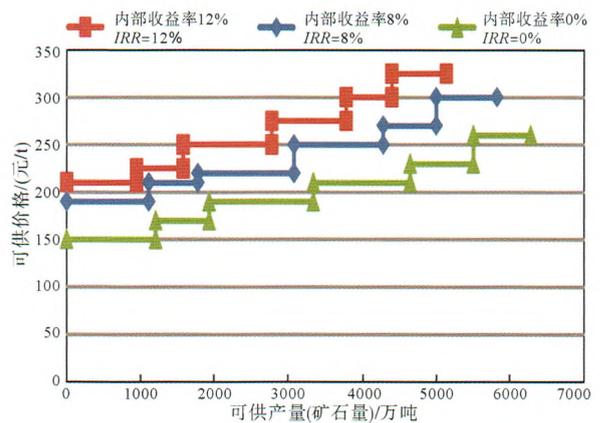


图 3 2016 中国铝土矿可供产量-吨位图
Fig. 3 Available bauxite production-tonnage graph of China, 2016

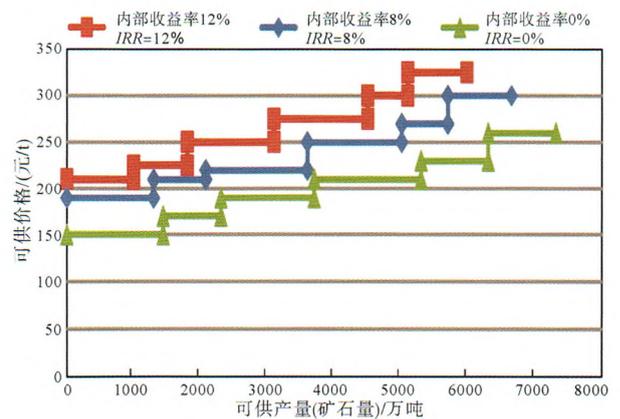


图 4 2020 中国铝土矿可供产量-吨位图
Fig. 4 Available bauxite production-tonnage graph of China, 2020

系。可以清晰的看出，在 2016—2020 年，随着价格的提升，我国铝土矿的可供储量/产量都将明显提升，价位愈高，可供量愈大。而更显著的特点是，价格越高，可供储量与可供产量增加的幅度就越大，原因是高价格可以让中国广泛分布的低品质的铝土矿资源得以进入市场。

目前是全球矿业深度调整时期，处于经济周期的波谷，发达国家和新兴国家都复苏乏力，严峻的形势应会持续较长时间。在这样的背景下，结合矿产资源“S”形需求规律及典型国家大宗矿产价格走势，铝土矿价格短期难有起色(王高尚, 2010; 王高尚等, 2017; 王安建等, 2010, 2017)。2015 年国内铝土矿成交价在 270 元/t 上下浮动，进口铝土矿在 50~70 美元/t 左右(进口铝土矿质量更好)。预计“十三五”期间价格不会有大的改观，国内铝土矿供应价格应在 300 元/t 以内，2020 年之前可供储量约 20 亿吨，年度可供产量约 6 500 万吨。

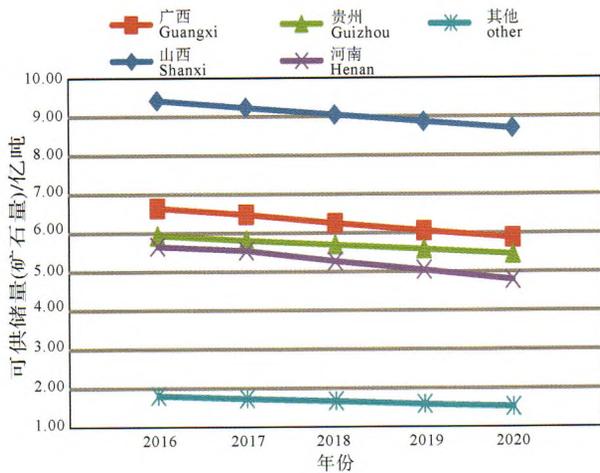


图 5 2016—2020 中国铝土矿可供储量-吨位图 (IRR=8%, 分省区)

Fig. 5 Available bauxite reserves-tonnage graph of China from 2016 to 2020(IRR=8%, by provinces)

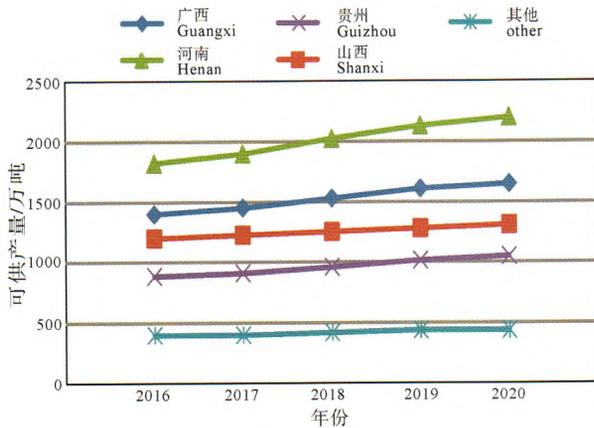


图 6 2016—2020 中国铝土矿可供产量-吨位图 (IRR=8%, 分省区)

Fig. 6 Available bauxite production-tonnage graph of China from 2016 to 2020(IRR=8%, by provinces)

3.3 中国铝土矿不同铝硅比可供储量与产量

铝硅比(alumina-silica ratio)是表征铝土矿质量的重要指标，A/S 与选矿及氧化铝生产成本密切相关。A/S 越高，选矿及氧化铝生产成本越低。

2016 年中国不同铝硅比大于 7 的铝土矿的可供储量为 10.64 亿吨，占总可供储量的 36.12%，2020 年中国不同铝硅比大于 7 的铝土矿的可供储量分 9.47 亿吨，占总可供储量的 35.8%(图 9)。

2016 年中国不同铝硅比大于 7 的铝土矿的可供产量为 2 140 万吨，占总可供产量的 36.6%，2020 年中国不同铝硅比大于 7 的铝土矿的可供产量分 2 380 万吨，占总可供产量的 35.7%(图 10)。

2016—2020 年中国铝土矿资源最主要的省区是山西、河南、广西、贵州、重庆等，这些省区的铝土矿产量占国内总产量的 90%以上，其他地区铝土矿资源量稀少，可供量也微不足道。

可以看出，中国铝土矿资源量很大，但是赋存条件与矿床类型十分不理想。从可供性分析的结果的来看，对于铝土矿山，规模为大中型，且建矿早、开采时间长的矿山可供价格一般低于中小型和新近

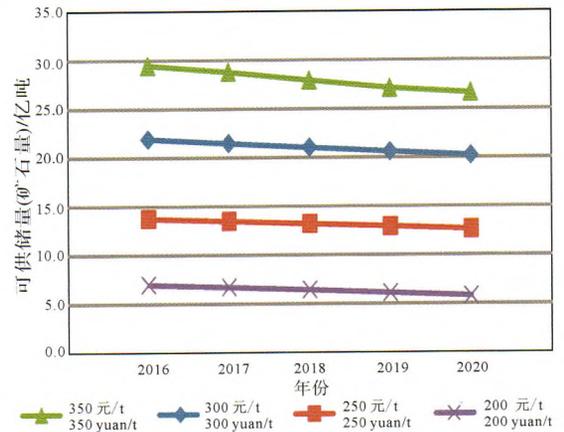


图 7 2016—2020 中国铝土矿可供储量-吨位图
Fig. 7 Available bauxite reserves-tonnage graph of China from 2016 to 2020

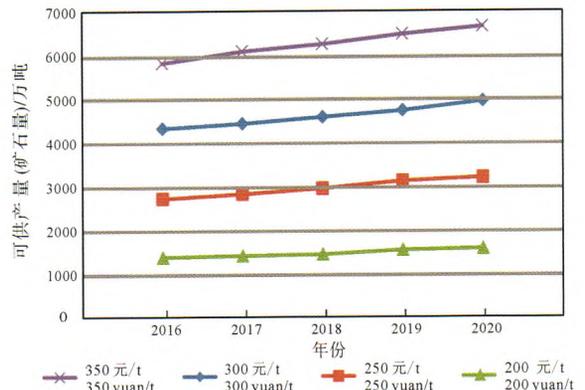


图 8 2016—2020 中国铝土矿可供产量-吨位图
Fig. 8 Available bauxite production-tonnage graph of China from 2016 to 2020

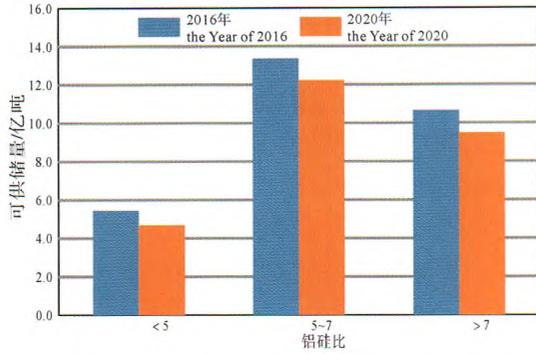


图9 中国铝土矿不同铝硅比可供储量(IRR=8%)

Fig. 9 Available bauxite reserves of China in different Al-Si ratio(IRR=8%)



图10 中国铝土矿不同铝硅比可供产量(IRR=8%)

Fig. 10 Available bauxite production of China in different Al-Si ratio(IRR=8%)

开发的矿山,符合规模化、稳定成熟生产具有价格优势的规律,而总体上铝土矿可供价格相对较高,契合中国铝土矿资源禀赋不佳的基本背景。

4 “供给侧改革”对铝土矿供需现状的影响浅析

“供给侧改革”这一概念在2015年11月首次提出,其根本目的是提高社会生产力水平,要在适度扩大总需求的同时,去产能、去库存、去杠杆、降成本、补短板,从生产领域加强优质供给,减少无效供给,扩大有效供给,提高供给结构适应性和灵活性,提高全要素生产率,使供给体系更好适应需求结构变化。

切实解决铝土矿资源产业发展中“中间大,两头小”的问题,是铝土矿资源产业转型升级的核心。截至2016年1月末,伦敦金属交易所铝价1529美元/t,长江有色市场铝价10620元/t,分别比2015年初下降16.49%和18.12%。从整个铝产业链来看,电解铝与氧化铝价格下跌尤为明显。

2015年全年氧化铝产量达到近6000万吨,占到全球总量半壁江山,眼下国际市场需求不振。尽管电解铝产能严重过剩早已成共识,但低成本的西部产能快速扩张以及很多企业通过上马自备电厂压缩成本(每吨成本大约压低2000元),致使电解铝总产万方数据

能逼近4000万吨/年,持续增长导致铝价跳水。2015年12月,14家铝冶炼骨干企业(合计约占全国总产能75%)联合宣布承诺减产限产。综合来看,铝冶炼行业深入推进需要一个过程,在清理“僵尸企业”、淘汰落后产能、推动企业兼并重组等实质性措施铺开之前,短期内铝价不具备持续反弹基础。

铝土矿市场供应仍然火爆,印尼出口禁令带来的原料紧缩预期不复存在,马来西亚的进口量大幅增加基本弥补这一缺口。但最近有消息称,由于担忧造成环境污染,马来西亚政府计划出台规范铝土矿开采的相关措施,在此之前暂停开采工作,对中国的铝土矿出口也将受到影响。2015年受非洲埃博拉病毒和南美海运费上涨的影响,上半年我国从巴西和加纳进口铝土矿的量下降很严重,未从几内亚进口。而澳大利亚及印度铝土矿进口保持稳定增长,2015年澳大利亚与印度铝土矿进口量分别为1900万吨、750万吨。全年精矿铝土矿共计超过5500万吨,同比增长53%。

综上所述可以看出,在供给侧改革的大趋势下,中国铝行业的主要是淘汰落后铝冶炼产能,促使电解铝、氧化铝产能回归正常水平。与此同时,在上游铝土矿生产方面也会受到波及,必定会有相当数量的矿企倒闭,如资源条件差、规模小、采选工艺落后、非生产负担过重的企业。如果还跟以前那样,通过扩大规模和产能来谋求规模效益,无疑是死路一条,要优化升级采选工艺,降低成本,增加优质供给,才是唯一出路,否则及早退出为妙,而经过这样一轮整合升级,存活下来的企业一定比以往更加现代化更有竞争力。事实上,中国铝土矿对外依存度始终维持在50%的高位,伴随着进来房地产不断释放利好消息以及全面“二胎”政策的推出,对铝的需求也趋稳回暖,而铝土矿的需求也将平稳中缓慢上升,并且供应质量与效率好过以往。

5 结论与建议

当今雾霾污染遍布中国,铝业产能严重过剩,矿业市场低迷、形势严峻。我们实地调研5省区,涵盖矿山30余座,涉及央企、国企、民企等各类型生产单位,在获取大量第一手资料的基础上,运用科学的可供性模型,系统分析了当前与未来五年中国铝土矿供应形势。在调研中我们深刻感受因为当前产业结构调整,产能过剩而需求不振,矿山企业举步维艰,难以为继。但是危险与机遇并存,可以说当前中国铝土矿行业大变革时代降临,产能深度整合、产业优化时机已然到来。政府、资本市场与企业一线应当勇于迎接挑战,抓住历史契机,在铝土矿资源开发利用中开辟出新的道路,促使整个铝土矿行

业涅槃重生。为此, 本文提出如下建议:

(1)2016—2020年中国铝土矿可供应产量居高不下, 峰值超过7 000万吨, 保有资源可供储量总量充沛, 可以为2020年全面建成小康社会总体目标的实现提供资源保障。但同时铝土矿生产面临的问题不是总量的问题, 而是供给结构的问题, 反映在产能利用率不高, 高品质矿石供应短缺, 资源综合利用率低, 污染大效益差等方面。

(2)在“供给侧改革”着力化解低端过剩产能, 经济放缓需求不足的形势下, 铝土矿生产企业已经步入寒冬。而且中国铝土矿禀赋不佳, 矿石品质差, 开采冶炼成本高等已是既定事实, 应逐步关停规模小、效益差、产品低劣的矿山, 淘汰落后产能。

(3)逐步实现铝土矿资源的全球配置, 充分利用印度、东盟、澳大利亚及西非地区铝土矿资源, 弥补我国优质铝土矿的缺口, 增加中国铝土矿资源的供应安全系数与保障率。

(4)抓住本轮深化改革的机遇, 加强矿山企业整合力度, 鼓励规模大、技术先进、资金充裕的矿山企业拓宽思路, 延伸产业链。从而提高铝土矿资源的综合利用效率, 既保护了矿产资源, 同时也提升了企业的经营效益, 增加员工收入, 一举两得。

致谢: 矿山实地调研工作得到了河南、山西、贵州、广西等省区国土资源管理部门及矿山企业负责同志大力配合, 本成文过程中承蒙中国地质科学院全球矿产资源战略研究中心王安建教授、王高尚研究员的指导, 并参考了高辉老师的可供性方法指南, 审稿专家及《地球学报》编辑部魏乐军主任对论文提出了宝贵的修改完善意见, 在此一并致谢!

Acknowledgements:

This study was supported by International S&T Cooperation Program of China(No. 2014DFG22170).

参考文献:

- 高兰, 王登红, 熊晓云. 2015. 中国铝土矿资源特征及潜力分析[J]. 中国地质, 42(04): 853-863.
- 李裕伟. 2015. 矿产资源可供性分析的原理与方法[J]. 中国国土资源经济, (2): 8-13.
- 鹿爱莉, 谢承祥. 2009. 我国矿产资源可供性分析工作现状与建议[J]. 中国矿业, 18(05):7-10
- 田凤鸣, 范娜. 2010. 广西铝土矿资源的潜力及可供性分析[J]. 中国矿业, 19(5): 10-12.
- 王安建, 王高尚, 陈其慎. 2010. 矿产资源需求理论与模型预测[J]. 地球学报, 31(2): 137-147
- 王安建, 王高尚, 周凤英. 2017. 能源和矿产资源消费增长的极限与周期[J]. 地球学报, 38(1): 3-10.
- 王高尚, 代涛, 柳群义. 2017. 全球矿产资源需求周期与趋势[J].

地球学报, 38(1): 11-16.

- 王高尚. 2010. 后危机时代矿产品价格趋势分析[J]. 地球学报, 31(05): 629-634.
- 叶张煌, 张琪, 张照志. 2014. 山西省铝土矿资源的可持续开发战略[J]. 中国矿业, (9): 35-38.
- 张军伟. 2012. 中国铝土矿资源形势及对策[J]. 价值工程, 31(21): 4-6
- 张侍威. 2005. 河南铝土矿资源潜力和可供性分析[J]. 中国矿业, 13(9): 40-43.
- 郑文元. 2006. 矿产资源可供性动态分析的一种方法——试论储量品位与成本价格关系及其模型编制[J]. 地质与勘探, 42(4): 86-89

References:

- GAO Lan, WANG Deng-hong, XIONG Xiao-yun, QI Shuai-jun, YI Cheng-wei, JIA Shao-hui. 2015. Minerogenetic characteristics and resource potential analysis of bauxite in China[J]. *Geology in China*, 42(04): 853-863(in Chinese with English abstract).
- LI Yu-wei. 2015. The Principle and Methodology of Mineral Availability Analysis [J]. *Chinese Land and Resources Economics*, (2): 8-13(in Chinese with English abstract).
- LU Ai-li, XIE Cheng-xiang. 2009. Existing problem of mineral availability analysis work and suggestion in China[J]. *China Mining Magazine*, 18(05): 7-10(in Chinese with English abstract).
- TIAN Feng-ming, FAN Na. 2010. Analysis on the availability Guangxi's bauxite resources and its potential [J].*China Mining Magazine*, 19(5):10-12(in Chinese with English abstract).
- WANG An-jian, WANG gao-shang, CHEN Qi-shen, YU Wen-jia. 2010. Mineral resources demand theory and model prediction[J]. *Acta Geoscientica Sinica*, 31(2): 137-147(in Chinese with English abstract).
- WANG Gao-shang. 2010. Mineral Commodity Prices Trend in the Late Crisis Times[J]. *Acta Geoscientica Sinica*, 31(5): 629-634(in Chinese with English abstract).
- WANG An-jian, WANG Gao-shang, ZHOU Feng-ying. 2017. The Limits and Cycles of the Growth of Energy and Mineral Resources Consumption[J]. *Acta Geoscientica Sinica*, 38(1): 3-10(in Chinese with English abstract).
- WANG Gao-shang, DAI Tao, LIU Qun-yi. 2017. Cycles and Trends of Global Mineral Resources Demand[J]. *Acta Geoscientica Sinica*, 38(1): 11-16(in Chinese with English abstract).
- YE Zhang-huang, ZHANG Qi, ZHANG Zhao-zhi, YAN Qiang, WANG An-jian. 2014. Sustainable development strategy of bauxite resources in Shanxi Province[J]. *Acta Geoscientica Sinica*, (9): 35-38(in Chinese with English abstract).
- ZHANG Jun-wei. 2012. Situation and Countermeasures of China's Bauxite Resources, 31(21): 4-6(in Chinese with English abstract).
- ZHANG Shi-wei. 2005. Analysis On the Bauxite Resource Potential And Supply In Henan Province [J].*China Mining Magazine*, 13(9): 40-43(in Chinese with English abstract).
- ZHENG Wen-yuan. 2006. Dynamic Analysis of Mineral Resources Supply[J]. *Geology and Prospecting*, 42(4): 86-89(in Chinese with English abstract).