

浅谈平果岩溶堆积型铝土矿的工业指标*

黎乾汉, 曾德启

(平果铝业公司, 广西平果 531400)

摘要 岩溶堆积型铝土矿是国内新类型的铝土矿床, 矿床的工业指标是在地质勘探时期制定的, 未经生产进行验证。文章分析了堆积型铝土矿的地质特点和拜耳法生产氧化铝技术工艺条件对矿石质量的要求, 结合近几年矿山采、选资料和生产成本, 对工业指标提出了一些商榷和探讨意见。

关键词 铝土矿; 铝硅比; 含矿率; 可采厚度; 工业指标

中图分类号: TD862.5 文献标识码: B 文章编号: 1001-0076(2001)06-0049-04

Brief Talk on Industrial Index of Karst Stack Type Bauxite Deposit in Pingguo

LI Qian-han, ZENG De-qi

(Pingguo Aluminium Company, Guangxi Province 531400, China)

Abstract: Karst stack type bauxite deposit is a new type bauxite deposit in China, and its industrial index is formulated during geologic exploration without being checked by production run. This article analyzes the geologic specialities of karst stack type bauxite and the requirement for bauxite quality according to technological condition in Bayer process, gives some opinions on exchanging and exploring industrial index which connected with mining, dressing document and production cost of bauxite mine during recent years.

Key words: bauxite; A/S ratio; bauxite ore ratio; mineable thickness; industrial index

广西桂西地区有丰富的铝土矿资源, 迄今已累计探明储量 4.5 亿 t 左右, 潜在远景储量达到 6 亿 t 以上。平果堆积型铝土矿是其中的一处优质而又可露天开采的大型矿床, 探明储量达 2 亿 t, 是我国特有的一种铝土矿工业类型。

平果堆积型铝土矿的工业指标, 在地质

勘探时期已有过论述, 但仅是理论上的探讨, 缺乏矿山生产实践资料的对比与验证。本文根据堆积型铝土矿的矿床地质特征及矿床开采的技术特点, 结合矿山多年的生产实践和氧化铝拜耳法生产工艺, 就部分工业指标的有关问题提出商榷和探讨意见。

* 收稿日期: 2001-07-09

作者简介: 黎乾汉(1965-), 男, 地质工程师, 毕业于桂林工学院, 一直从事矿山地质及管理工作。

1 平果铝土矿的工业指标及存在的问题

平果堆积型铝土矿的工业指标,是在那豆矿区堆积型铝土矿地质勘探总结报告提交前的 1977 年制定的,1984 年提交的太平矿区地质勘探总结报告中,对铝硅比指标进行了修改并一直沿用至今,主要指标见表 1^[1]。

表 1 平果铝土矿地质勘探时期工业指标

指标名称	那豆矿区	太平矿区
边界品位 Al ₂ O ₃ 含量(%)	≥40	≥40
边界品位铝硅比(倍)	≥2.6	≥3.8
块段最低工业铝硅比(倍)	≥3.8	≥5.0
边界含矿率(kg/m ³)	≥200	≥200
块段最低工业含矿率(kg/m ³)	≥300	≥300
矿层最低可采厚度(m)	≥0.5	≥0.5
夹石剔除厚度(m)	≥0.5	≥0.5

平果铝矿山自 1995 年 9 月正式投产以来,经过几年的生产实践,部分工业指标已不适应市场经济发展的要求和目前矿山的生产实际,特别是国家新土地政策的颁布实施,征地费用的不断提高,过低的工业指标制约着企业经济的发展。具体表现在:其一,块段最低工业铝硅比指标不能满足拜耳法生产氧化铝工艺对供矿品位铝硅比≥7 的要求;其二,含矿率工业指标偏低,从洗矿工艺的角度难以适应;其三,矿层最小可采厚度偏小,不适应堆积型铝土矿大型机械化开采作业的特点。为此,对堆积型铝土矿工业指标进行探讨,使之更加合理,具有重要的现实意义。

2 平果矿工业指标的确定

2.1 边界品位铝硅比和块段最低工业铝硅比

铝硅比工业指标的制定不但要考虑矿产资源的地质条件,还应考虑氧化铝的生产工艺和氧化铝生产中的技术经济指标。从表 1 可看出:一方面,太平矿区 1984 年制定的铝

硅比工业指标明显比 1977 年制定的那豆矿区工业指标高,说明那豆矿区地质勘探时期制定的铝硅比工业指标偏低;另一方面,那豆矿区工业指标中,边界品位铝硅比≥2.6、块段最低工业铝硅比≥3.8 与目前国内沉积型铝土矿地下开采采用的工业指标完全一致,说明地质勘探时期采用的工业指标,未能充分考虑到堆积型铝土矿资源的地质特点和氧化铝生产工艺对矿石质量的要求。

从资源特点看,平果堆积型铝土矿是二迭纪原生高硫沉积铝土矿在长期的岩溶发展过程中经风化、崩解、重力搬运作用而形成的次生改造矿床,与国内其它类型的铝土矿相比具有明显不同的特点,国内其它铝土矿多属沉积型铝土矿,在化学成份上具有低铁、高铝、高硅、低铝硅比等特点,适用于烧结法和联合法生产氧化铝,而平果铝土矿属堆积型铝土矿,矿体由≥1mm 的铝土矿、褐铁矿等碎屑和<1mm 的碎屑和粘土组成。化学成份上具有高铁、中铝、低硅、高铝硅比等特点。平果铝土矿经地质详查以上工作的那豆、太平、教美三个矿区,矿石 Al₂O₃ 平均含量 52.27% ~ 59.14%, SiO₂ 3.43% ~ 6.15%, Fe₂O₃ 16.37% ~ 25.28% (详见表 2)。由于 Fe₂O₃ 含量远远大于烧结法和联合法生产氧化铝对矿石含铁量小于 10% 的要求,以及矿石高铝硅比的特点,决定了平果铝土矿不能用烧结法和联合法生产氧化铝,只能采用拜耳法生产氧化铝。而拜耳法生产氧化铝,生产工艺对矿石铝硅比的要求比烧结法和联合法要高得多,因此,平果堆积型铝土矿与沉积型铝土矿的工业指标应是有所区别的。

表 2 平果铝土矿资源特征

矿区名称	储量 (万 t)	平均品位(%)				工作程度
		Al ₂ O ₃	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	铝硅比	
那豆矿区	8193	59.14	6.15	16.37	9.62	开采
太平矿区	5939	54.57	3.43	23.55	15.91	详勘
教美矿区	3717	52.27	3.79	25.28	13.76	详查

万方数据

从氧化铝生产工艺看,生产工艺的选择不但与矿石物质成分有关,而且与矿石铝硅比的大小有关。氧化铝生产工艺对供矿铝硅比的最低要求决定了铝土矿区块段最低工业铝硅比指标的大小,如山东、山西、河南等采用烧结法或联合法生产氧化铝要求所供矿石平均铝硅比 ≥ 3.5 (坑采 ≥ 3.8),铝土矿区块段最低工业铝硅比指标亦采用铝硅比 ≥ 3.5 (坑采 ≥ 3.8),贵州铝厂采用拜耳法工艺生产氧化铝,利用矿石平均品位铝硅比 ≥ 7 的富矿(国外要求 ≥ 8),铝硅比 < 7 的矿石只用于配矿等。国内、外大量的生产实践证明,采用拜耳法工艺生产氧化铝,只有当矿石平均品位铝硅比 ≥ 7 时,才能满足氧化铝生产的技术经济指标要求,这也是《铝土矿地质勘探规范》中高铁型铝土矿铝硅比 < 7 的矿区不宜转入详细勘探的原因。平果铝采用拜耳法生产氧化铝,所供矿石铝硅比也应遵循上述规律。由此可见:平果铝土矿区块段最低工业铝硅比工业指标取值 ≥ 7 是合适的。

至于边界品位铝硅比,根据《铝土矿地质勘探规范》推荐的回归方程: $y = A \times x^b - 2S$ (式中: y —矿区(段)最低工业平均品位铝硅比(取值7); A —回归系数2.8; x —边界品位铝硅比; b —幂指数0.7; S —标准方差0.3)进行计算,求得边界品位铝硅比 $x = 4.16$ 。

2.2 边界含矿率和块段最低工业含矿率

含矿率工业指标,不仅是划分矿与非矿的依据,而且是矿体圈定与储量计算的重要参数,工业指标的大小应根据矿山选矿工艺技术条件和生产成本来决定。

根据平果铝矿山1997~2000年四年的生产成本,采用长沙有色冶金设计研究院在《平果铝一期工程可行性研究》中推荐的测算矿区(段)最低工业含矿率指标的公式:

$$K = 1000 \times A/B$$

式中: K —矿区(段)最低工业含矿率 kg/m^3 ;
 A —原矿生产成本(元/ m^3); B —矿石市场价

格(元/ t)。

对矿区最低工业含矿率指标进行测算(结果见表3)。

表3 1997~2000年生产成本及最低工业含矿率

年度	1997	1998	1999	2000
平均含矿率(t/m^3)	1.024	0.964	0.923	0.908
生产1t矿石需原矿(m^3)	0.977	1.037	1.083	1.101
矿石生产成本(元/ t)	103.31	132.12	137.26	126.18
折原矿成本(元/ m^3)	105.74	127.41	126.74	114.60
矿石市场价格(元/ t)	200	200	200	200
矿区最低工业含矿率(t/m^3)	0.529	0.637	0.634	0.573

鉴于目前国内铝土矿石没有统一定价,文中参考了其它铝厂进口优质铝土矿石到岸价,以200元/ t 作为参数进行计算,结果工业含矿率最低要求应 $\geq 0.529\text{t}/\text{m}^3$ 。

从选矿工艺技术条件看,平果铝土矿为粘土与矿石碎屑的混合物,原矿含泥率那豆矿区50%~54%,太平矿区49%~50%;粘土塑性指数22左右,属难洗类型。并且在矿层垂直方向上,随着含矿率的逐渐降低,粘土塑性指数亦逐渐增大,最后过渡到塑性指数达27的底板紫红色胶泥。含矿层下部含矿率低、难洗的胶泥矿,在洗矿过程中不但易结成泥团,而且影响洗净矿质量,大大地增加了生产成本。因此,采用当前平果铝矿山洗矿流程设计产能作为衡量最低工业含矿率指标大小的依据是合适的。在矿山近几年的生产实践中,通过收集出矿点(采场)原矿含矿率、洗矿难易程度及产能等数据,总结出原矿含矿率与洗矿产能之一般规律(详见表4,设计班产量250t/系列)。由表4可看出:其一,随着原矿含矿率的提高,原矿由难洗变得易洗,洗矿给矿机的转速亦可逐渐加快,洗矿流程产量提高,这是因为在相同的洗矿条件下,原矿中含矿率越高,矿泥对矿石与矿石之间的阻隔作用越弱,矿石之间以及矿石与洗矿设备之间相互擦洗的机率增大,从而提高了洗矿效率及洗矿产量。其二,当原矿含矿率小

于 $0.4\text{t}/\text{m}^3$ 时,因原矿含泥率高,粘土塑性指数相对较大,矿石难洗,致使洗矿流程班产量低于设计值,原矿含矿率 $\geq 0.6\text{t}/\text{m}^3$ 时则高于设计值,而当原矿含矿率在 $0.4\sim 0.6\text{t}/\text{m}^3$ 即 $0.5\text{t}/\text{m}^3$ 左右时,班产量接近设计值。由此也说明了平果铝土矿块段最低工业含矿率取值 $\geq 0.5\text{t}/\text{m}^3$ 是比较符合当前矿山生产实际的。

表 4 原矿含矿率与洗矿产能关系

原矿含矿率 (t/m^3)	洗净矿 产量(t)	给矿机转速 (r/min)	洗矿难 易程度
0.20~0.30	80~120	300~400	极难洗
0.30~0.40	110~230	400~600	难洗
0.40~0.60	150~300	400~800	较难洗
0.60~0.80	280~350	800~1000	较易洗
0.80~1.00	320~450	1000~1200	易洗
>1.00	450~800	1200~1500	易洗

至于边界含矿率,按照那豆及太平矿区地质勘探时期制定工业指标的计算方法,以块段最低工业含矿率减去 100 进行计算,定为 $\geq 0.4\text{t}/\text{m}^3$ 比较合理。

2.3 最小可采厚度

矿床开采工艺特点和矿石生产成本是确定最小可采厚度工业指标的重要因素。矿石的开采应根据采矿工艺特点,以矿体工业指标处于最低要求时,企业生产赢利为原则,即产值大于或等于成本之和。

平果铝土矿为大型露天矿山,采用推土机—铲运机、推土机—装载机、正铲—T815、反铲—T815 等四种采矿工艺,实行平面推进型单台阶一次性露天开采,推进速度快,占地速率高。在生产过程中,由于矿层厚度太薄,底板石芽起伏不平或混入胶泥难洗等因素影响,致使上述四种采矿工艺回采小于 1m 的矿层难度较大。另外,国家新《土地法》的颁布实施,征地费用的成倍增加,在回采这些厚度不大的矿体或矿层时,矿山生产处于严重亏损状态,矿方数据

根据块段最低工业含矿率 $0.5\text{t}/\text{m}^3$,以 2000 年度矿山矿石采选直接生产成本 84.20 元/t、矿产资源税 16.80 元/t、亩耕地征地费用 4 万元、高品位矿石价格 200 元/t 为基础数据,推算矿层最小可采厚度,其它数据与计算结果见表 5。

表 5 最小可采厚度推算结果

含矿 面积 (亩)	最小可 采厚度 (m)	含矿 石量 (t/亩)	征地费 (元/t)	矿石生 产成本 (元/t)	生产 利润 (元/t)
1.0	0.50	167	240	341	-141
1.0	1.00	333	120	221	-21
1.0	1.21	403	100	200	0
1.0	1.50	500	80	181	+19
1.0	2.00	667	60	161	+39

上述计算结果表明:最低工业含矿率为 $0.5\text{t}/\text{m}^3$,最小可采厚度小于 1.21m 时,矿山生产支出大于收入;当矿层最小可采厚度等于 1.21m 时,达到盈亏平衡。因此,平果铝土矿最小可采厚度应 $\geq 1.2\text{m}$ 。

3 结论

不同类型铝土矿的特点及其适宜采用的氧化铝生产方法以及矿山的生产工艺、矿石的生产成本是确定工业指标的重要因素。平果铝土矿以其高铁高铝硅比和适合拜耳法工艺生产氧化铝等独特特点与低铁低铝硅比采用烧结法或联合法生产氧化铝的沉积型铝土矿相区别,因此,平果铝土矿工业指标的要求比沉积型铝土矿的要高,建议部分工业指标采用下列指标值 (1) 边界品位铝硅比 ≥ 4.0 ; (2) 块段最低工业铝硅比 ≥ 7 ; (3) 边界含矿率 $\geq 0.4\text{t}/\text{m}^3$; (4) 块段最低工业含矿率 $\geq 0.5\text{t}/\text{m}^3$; (5) 矿层最小可采厚度 $\geq 1.2\text{m}$ 。

参考文献:

[1] 曹信禹. 岩溶堆积型铝土矿工业指标的初步探讨[J]. 轻金属, 1984 (9).