

# 低品位铝土矿开发利用的可行性浅析

李春富

云南文山铝业有限公司 云南 文山 663000

**摘要:** 照我国铝业企业氧化铝生产工艺对我国铝土矿品质的需求, 目前, 我国铝土矿不论是在总量, 或是在品质上均有较大的缺陷, 且绝大多数氧化铝陶瓷制造企业生产系统, 无法利用低品质中国铝土矿。本文根据低品位铝土矿的资源特征、拜耳法生产氧化铝产业化工程的技术优点, 以及其他一些国家使用低品位中国铝土矿方法的技术优势, 提出了提高对低品位中国铝土矿利用的必要性与可行性。

**关键词:** 低品位; 铝土矿; 开发利用

根据中国氧化铝产业的发展状况, 二零一三年中国氧化铝陶瓷生产为四千九百万吨, 而中国真正用世界上不到百分之三的储量, 制造着世界百分之十七以下的铝土矿, 而中国的镁硅和中国铝土矿在世界铝土矿资源总储量中的份额也将低于百分之二十。低价值中国铝土矿资源和高生产工艺需求之间的巨大矛盾, 将是影响中国氧化铝陶瓷产业快速增长的最大障碍之一。探讨发展低品位、难以处理铝土矿的处理方法对我国氧化铝产业的发展, 具有重大的作用。因此本文中对低品位、难处理铝土矿制造氧化铝的实践入手, 运用成熟、安全的拜耳法氧化铝生产工艺, (利用洗矿工艺, 去除(降低)氧化硅 SiO<sub>2</sub>, 提高入磨A/S), 经过对工艺的优化, 选定合理的工艺参数, 选择了完善安全的生产工艺设备, 成功建立了氧化铝厂。

## 1 低品位铝矿综合开发利用

随着我国环境保护要求日益增强, 低品位中国铝土矿浮选项目选矿废物的减排和循环使用, 成为制约我国铝土矿产业发展的瓶颈。云南文山铝业旗下中环膜日前以自主专利技术MCR薄膜化学反应装置顺利突破了这一难点, 弥补了国内外同种类选矿废水高倍循环使用的空缺。据了解, 在地处山西省吕梁地区的低品位中国铝土矿资源综合利用建设项目中, 选矿热交换在浮游选矿法生产过程中能以闭路循环形式运行, 尾矿泛滥成灾的可溶性固体含量达到五千mg/L以上;在浮游选矿法工艺流程段使用的捕收剂、沉淀环节加入的聚丙烯酰胺等选矿药剂使选矿的有机质浓度总量更高、更加复杂。

高盐、高度有机质、高固形物和高分子药剂混合, 难以用传统工艺形成有效沉淀、进行直接生物处置;同时, 因为这一区域铝土矿源土质是粘性的高岭土, 进一步提高了热交换水质的不稳定性和复杂性, 增加了膜工艺的处理难度。"项目有关负责人介绍说, 此前一般方法

是直接外排或简单物理沉积, 不能适应不断增加的环境条件<sup>[1]</sup>。从目前的情况看, 资源概况如下:

中低品位: Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>: 40~55; 低含矿率: 含矿率: 25~40; 难处理: 黏土形、鸡窝形(变换大)根据矿石变化, 通过调节给料量和冲洗水量(水压), 降低含泥率, 提高入磨矿石A/S。辅助设备包括颚式破碎机、振动筛、圆锥破碎机。

在这一建设项目中, 完成了高品质产水近百分之九十回用, 为低品位铝土矿浮选项目提供了选矿循环水高平均回收率、高精矿镁硅比等突出效果。根据建设项目规模, 全年减少地下拿水用量近一百六十万吨。同时, MCR膜化学反应器是中区膜专有高效除硬除浊设备。这一设备在除去坚固性、硅、土壤中重金属、细小的难沉降悬浮液等材料领域具备优越性, 且具有极低的操作费用, 因此能够帮助公司有效降低能耗。

## 2 我国低品位铝土矿资源

据了解, 全世界原铝土矿资源仅为全世界的百分之三, 而中国就是名副其实的全球第一大原铝生产、消费国家。所以, 在世界经济"全球化"的当今, "走出去"固然是合理的战略选择, 但伴随而来的市场环境、政治因素等诸多方面的风险、挑战, 也是不容忽视的。因此, "走出去"的战略需要, 必须加强国内资源勘探与开发能力, 辐辏并进, 才是万全之策。记得在国务院行将出台的铝工业产业发展政策和氧化铝产业发展专项规划时, 业界专家学者曾纷纷发表意见, 当中也有人调整中国铝业的产业结构提供了意见, 建议政府支持对低价值的中国铝土矿资源和非中国铝土矿资源的合理挖掘与开发利用, 并逐步将之产业化经营。这一意见很适合中国当前铝业的发展现状。但对于其他含铝矿产, 更是不屑一顾。所以, 为了优化铝业的产业结构, 必须转变观念, 寻找新的业务增长点, 突破数十年一贯制, 突破单

纯的原材料限制,以更丰富的中国铝土矿——氧化铝陶瓷——电解铝为主,进行低品位中铝土矿、其他含铝矿产的多元化发展。根据中国资源特色,以各种方法,多种产品,通过自主创新,综合利用,以顺应循环经济、可持续发展的需要。

对低铁铝土矿、低铁高岭土等矿石的再利用价值为世上罕见。据全俄铝镁及电极技术研究所与朔能铝硅有限公司所作的原料理化研究报告中指出,因为其主要优势就是含铁少,所生产的粗铝硅合金在经精炼后,就不须再用加锰过滤法除铁,还可以用来配制高铝硅铸合金(铸造合金铁浓度约为百分之零点五)。它不仅能够缩短生产工艺,同时也能够增加合金产量之前在内蒙鄂尔多斯、托克托、河南焦作、山西朔州、忻州等地,已相继找到了氧化铝含量最高的粉煤灰、煤矸石,其氧化铝含量高达四〇%以上,托克托和朔州市怀仁等地更竟高达百分之五十三以上,且一般含铁较少,用于冶炼铝硅合金、制备氧化铝陶瓷、羟基硅、硅酸铝,不仅能化害为利,且可创造出相当好的效益。目前,在鄂尔多斯,以石灰石烧结法获得氧化铝联产水泥项目,朔州地区酸法提纯氧化铝项目正在进行;河南省郑州市巩义利用低品位中国铝土矿、粉煤灰综合利用制备氧化铝已经初具规模;制备氢氧基硅、矽酸铝实验已经进行<sup>[1]</sup>。

### 3 低品位铝土矿开发利用方式

(一) 低铁铝土矿。低铁高岭土等矿物资源最适合生产铝硅铸造合金

在利用中低品位铝土矿及其他富含的铝矿产过程中,利用电热熔炼产生铝硅粗合金以原铝或再生氧化铝的稀释作用、使用不同品种铝硅铸造合金等方法都举足轻重。目前,全世界铝材生产量的百分之二十以上用来配制铝硅铸造合金,在中国更高达百分之三十。大部分通过氧化铝和硅重熔合法生产,与将电热法风量的铝硅中间合金成分用原氧化铝或再生铝稀释法生产的中间合金相比,投入时间高、生产成本高、能量高、排放物也多。但由于较低品位的铝土矿及其他含铝矿石资源条件较好,仍可充分得到使用。两个生产方式主要技术指标对比如下(以一吨共晶合金计):总耗换算为标准煤:铝硅共熔合成法6830公斤;电热铝硅中间合金稀释法五千八百公斤,基建投资:铝硅共熔合成法14000元;电热铝硅中间合金稀释法16000元(按粉煤灰与铝土矿搭配计算)。合金价值:铝化硅共熔融合成方法17500元,电热铝硅中间合金稀释方法16000元;减排:利用电热铝硅中间合金稀释方法,降低了二氧化碳、氟化物等固体废弃物污染(如赤泥、尾矿),并可实现无渣生产。其他:利用电热铝硅中间合金对

稀释法矿石中所有用元素的1敏到最高程度综合利用;由于中间合金中存在大量钛,而且可以高浓度的稀释,能提高复合材料的机械性能<sup>[1]</sup>。

另外,铝硅(含钛)不但可用来配制铸造合金,而且还能够制造变形复合材料。实验也证明所生产的各种型材,完全都可以来制作车辆零件、作为材料。对废杂铝加入适量中间合金,可改善产品蘸和成品率。综上所述,产品的发展余地较大,应予以充分关注,加强开发投入。

#### (二) 以铝土矿为生取原料

由于铝土矿中含 $Fe_2O_3$ 量低,且除铁的方法简便、成本低,所以作为冶炼镁硅合金的主要原料有着先天优越性。由于A/S多,一般采用价格低廉的硅石与含有硅颗粒及含有硅固体物质的辅料合理相配,提出配制方法。可用配制方法有几种,此处仅着重说明两种。

以扑杀的铝土矿或被弃的扑杀铝土矿贫矿,和粉煤灰搭配方案。我国为实现固体废弃物矿井水资源化,已规定在生产中添加水泥、煤矸石等百分之三十以上的,以及可降低增值税和企业所得税当选用的扑杀中国铝土矿等除铁外铝土矿贫矿的A/S>3的,粉煤灰水泥掺量可高于百分之三十。并使配料方案A/S>1.4,满足炼制含铝60%左右的铝硅合金成分、铝硅合金的授术需要。公司可由此得到减免税政策,使合金升值。常见粉煤灰综合利用化学成份如下: $SiO_2$ :58.15%; $Al_2O_3$ :28%; $Fe_2O_3$ :2.54%; $CaO$ :2.71%; $IMgO$ :0.49%;其他:7.21%。配料按A/S1.4计,每吨团料需用粉煤灰三百二十公斤,扑杀中铝土矿或综合筛选铝土矿贫矿(A/S>3)370公斤,乳化沥青一百五十公斤。如选用A/S>3的中铝土矿较多,可相应调高粉煤灰综合利用的份额还可以适当调节配料A/s,来制备氧化铝浓度高的镁硅合金材料。但由于技术难度的相应提高,其调配数量并非没有限制的<sup>[2]</sup>。

与红硅土搭配的配料方法。河南红硅土储量二十四亿吨,品质好,容易利用,价格低,用作冶炼镁硅合金辅料,与扑杀铝土矿相配,能使炉料生产成本大幅度降低。红硅土化学成分如下: $SiO_2$ :99.16%; $Al_2O_3$ :0.28%; $Fe_2O_3$ :0.06%。配料方法按A/S一点四时,每吨炉料大约需A/S>3的扑杀中国铝土矿粉四百八十公斤,红硅土一百五十公斤,扑杀煤二百八十公斤,乳化沥青一百五十公斤。

由此可见,若能利用中低品位的中国铝土矿(在山西,河南等地区多有,A/S为三左右),替换普通的中国铝土矿,将得到降低增值税、所得税的政策,使一吨合金可以升值高达数万元。所以建议用固体物质——废弃低

品位的铝土矿取代普通铝土矿。不但有利于自然资源环境保护,更有利于红柱石、线硅石、高岭土等共同增加了氧化铝工业原料来源,促进氧化铝产业可持续发展。尤其是,浮选拜耳尾矿与高镁含量粉煤灰综合利用的资源性质综合利用。浮选拜耳尾矿的A/S比为1.42:下,完全符合传统电热法风量用氧化铝或硅合金材料的工艺技术特点,同时提高了铝土矿利用率。山西、内蒙、河南等省煤矿能源企业中的粉煤灰综合利用氧化铝陶瓷率高达40%以上。A/S比大于高岭土,托克托电厂和朔州市怀仁等地粉煤灰或煤的灰分,都在百分之五十以上,其A/S~在1.5左右,用电热法冶炼高铝硅合金不需掺配的铝土矿。

#### 4 低品位铝土矿开发利用研究

试验矿样为采自中国山西省某低品位铝土矿堆场中的具有典型性的混合样,为掌握矿物特征需要对矿样进行化学结构和成分研究、X-线衍射研究、物相组成等研究。据研究结论,此中铝土矿属高铝高硅低铁的中国铝土矿,  $Al_2O_3$ , 而  $SiO_2$  和  $Fe_2O_3$  的品位则分别为百分之五十四点八八,百分之十九点四二和百分之二点七三, A/S仅为二点八三。该铝土矿是中低品位的中国铝土矿,需要进行选矿处理后才能进行氧化铝的陶瓷熔炼工作。

为了掌握原矿颗粒特征,氧化铝、硅和铁的分布比例情况,并且为了监控后期磨矿过程中磨矿颗粒,使用标准泰勒套筛对原矿进行筛析。该矿石粉碎后,0.074mm以上颗粒级产率较高,占百分之九十一.一五,证明该矿石中细颗粒状级泥石含量较低,有利于浮选作业的开展。矿物中的粗粒级别的A/S比较高,而  $Al_2O_3$ ,  $SiO_2$  和  $Fe_2O_3$  在粗颗粒级别中的分布举办率高,在细颗粒状级别中的分布举办率低。通过偏光显微镜观测表明中国铝土矿和脉石矿的嵌布颗粒较细小,连生体较多,需要进一步细磨才能得到很好的浮选指标。

碳酸钠( $Na_2CO_3$ )分析纯,六偏磷酸钠( $(NaPO_3)_6$ )分析纯;自制脱硅捕收剂BKS; XMQ-D240 x90型圆锥球磨机, re xpHs-3C型pH计, BSA2202型电子天平, 起动性

能-0150型陶瓷圆盘粉碎机;Empyrean型X射线衍射检测仪;Sion-100型周期式高梯度弥散磁选机;DL5C型真空吸滤机, XFG-63/1.5L/0.75L挂槽型浮选机, 郑州市101中学 A-1型鼓风干燥箱<sup>[3]</sup>。

#### 结果讨论

在氧化物浮选机中,矿浆pH值影响矿石表面的特征离子以及表明动电位。合适的矿浆pH值是取得较好浮选指标的前提条件。在矿石磨矿细度为百分之九十四点七七,分散剂六偏磷酸钠用量为一百g/t,捕收剂BKS用量为八百g/t的前提下,开展浮选脱硅的最高pH值测试。随着矿浆pH值的持续提高,精矿  $Al_2O_3$  的回收率呈现正相关变化趋势,精矿  $Al_2O_3$  的品质前提高后逐渐下降。当矿浆的pH值达到九后,浓缩物的总品位迅速减少,但平均回收量增加却相对平稳。故矿浆PH值达到九对浮选脱硅提质很有益。

#### 结语

综上所述,低铁的中国铝土矿,低铁高岭土及其他含铝矿石,具有得天独厚的巨大资源,用以制作电热熔炼高铝硅合金材料、低氧化铝硅钛合金,配方多多,尤对我国高铝土矿粉煤灰综合利用配合,低高岭土贫铝土矿配合,及利用浮选拜耳尾矿除铁的新方法,极具推广意义。从资源环境保护与铝产业可持续发展的视角出发,前途一片光明。

#### 参考文献

- [1]谢美芳,熊涛,黄会春,陈荣,任祥君,熊大和.某低品位铝土矿提铝脱铁试验研究[J].非金属矿, 2022, 45(05):71-73+78.
- [2]张站云,张建强,魏兆斌,刘中原.山西某低品位铝土矿浮选脱硅扩大连选试验研究[J].轻金属, 2021(04):5-9.
- [3]吴鸿飞.低品位铝土矿焙烧脱硅精矿溶出特性及赤泥提碱研究[D].贵州大学, 2020.