

# 管控一体化在氧化铝生产工艺过程中的应用

## The Application of Integrated Management and Control in the Production Process of Alumina

田振华

Zhenhua Tian

国家电投集团山西铝业有限公司 中国·山西 原平 034100

State Power Investment Group Shanxi Aluminum Industry Co., Ltd., Yuanping, Shanxi, 034100, China

**摘要:** 随着中国工业生产规模的不断扩大, 各类化工原材料的生产总量得到了全面提升, 氧化铝作为重要的工业原材料, 在航空、建筑、电子等领域有着广泛的应用, 氧化铝现阶段的规模化、高效化生产成为必然的发展趋势。现阶段应用氧化铝的生产过程在很大程度上还面临着复杂性的挑战, 为了提高氧化铝生产的效率、降低成本、优化资源利用, 管控一体化技术的合理应用为氧化铝生产工艺的优化提供了新的思路与方法。论文结合氧化铝生产过程中难点, 提出了管控一体化方法在氧化铝生产工艺全过程的管理策略, 旨在为批量化工业生产氧化铝效率的提升提供建设性意见。

**Abstract:** With the continuous expansion of industrial production scale in China, the total production of various chemical raw materials has been comprehensively improved. As an important industrial raw material, alumina has a wide range of applications in aviation, construction, electronics and other fields. The current large-scale and efficient production of alumina has become an inevitable development trend. At present, the production process of using alumina still faces complex challenges to a large extent. In order to improve the efficiency of alumina production, reduce costs, and optimize resource utilization, the reasonable application of integrated control technology provides new ideas and methods for the optimization of alumina production process. This paper combines the difficulties in the production process of alumina and proposes an integrated control method for the management strategy of the entire alumina production process, aiming to provide constructive suggestions for improving the efficiency of mass industrial production of alumina.

**关键词:** 氧化铝; 生产工艺; 管控一体化; 监测系统

**Keywords:** alumina; production process; integrated management and control; monitoring system

**DOI:** 10.12346/etr.v6i3.9190

## 1 引言

随着市场对氧化铝需求的不断增长, 对生产工艺的高效、可控要求也日益迫切。氧化铝传统的生产方式往往存在生产过程中信息不畅、效率低下等问题, 管控一体化技术的引入为氧化铝生产带来了更高水平的自动化和智能化水平。通过整合先进的自动化控制系统、传感器技术以及大数据分析等, 实现对生产流程的精准掌控, 提高了生产过程的稳定性和一致性<sup>[1]</sup>。结合数据检测的结果, 运用实时数据分析技术可以准确预测生产中可能出现的问题, 提前采取措施, 降低了生产风险, 并且氧化铝生产过程的数字化和网络化不仅提

高了生产的安全性, 还为企业提供了更多的数据支持, 有助于科学决策、资源优化配置。因此, 在氧化铝生产工艺中引入管控一体化技术实现对生产全过程的智能监控, 对于提升氧化铝生产效率, 并降低全流程生产环节的成本具有重要的现实意义。

## 2 氧化铝生产工艺的概述

氧化铝生产工艺涉及多个阶段和精密的操作, 经历采矿、矿石预处理、浸出、纯化、结晶和煅烧等阶段, 其目的在于从铝矿石中提取纯净的氧化铝。在氧化铝生产过程中, 任意

【作者简介】田振华(1983-), 男, 中国山西应县人, 本科, 工程师, 从事氧化铝生产管理研究。

一个环节出现问题都会影响最终成品的可用性，氧化铝生产工艺的控制不仅需要满足工业大批量的生产需求，还应该进行工艺优化得到符合条件的氧化铝成品<sup>[2]</sup>。

首先，在矿山区域内开采铝矿石，并提取氧化铝成分，对铝矿石进行矿石的预处理操作，将矿石进行破碎、磨矿和浸出处理之后，将矿石转化为可处理的浆料。针对浆料的处理主要采用氢氧化钠提取矿石中的氧化铝，得到了形成含有氢氧化铝的溶液，并在此基础上通过沉淀和过滤等过程，通过有效手段将溶液中的杂质去除，得到相对纯净的氢氧化铝。其次，为了从根本上提高氧化铝的纯度，需要通过结晶的方式进行提纯处理，实际生产阶段需要调节温度和压力，从而使溶液中的氢氧化铝结晶成固体，在此基础上还可以通过分离和过滤等操作，从而获得高纯度的氢氧化铝晶体<sup>[3]</sup>。最后，将氢氧化铝晶体进行煅烧处理，转化为氧化铝粉末，该阶段主要采用高温处理方式，可以使晶体失去结晶水分，从而形成氧化铝的最终产品。

在整个氧化铝生产工艺中，各个环节以及步骤较为复杂，且不同工序之间的内在联系较为紧密，生产过程应该以降低能耗和生产成本为主，在保证氧化铝生产效率的基础上，采用工业优化方法为氧化铝工业的可持续发展提供了保障。

### 3 氧化铝生产工艺过程中的难点

#### 3.1 矿石质量成分差异

铝矿石作为氧化铝的原材料，其来源广泛且质量差异显著，不同地区、不同矿床产出的铝矿石在化学成分、颗粒大小和杂质含量等方面存在较大的差异，在很大程度上会导致生产过程中需要面对多样性的矿石特性，而矿石特性差异的存在也会影响了下游的浸出、结晶和煅烧等工艺步骤<sup>[4]</sup>。

具体而言，不同成分的矿石对酸性溶液响应不同，可能需要调整浸出工艺参数，以确保充分提取氧化铝。此外，在浸出和纯化过程中，需要有效地去除矿石中的铁、硅等杂质，以保证氢氧化铝的质量，而不同矿石的成分差异，在除杂阶段的有效控制变得更加复杂。与此同时，不同矿石的结构力学不同，在经过相同工艺粉碎之后会产生不同的颗粒大小，不同颗粒大小的矿石可能导致结晶速率的变化，从而影响到最终产品的结晶形态和纯度。

#### 3.2 能源消耗较高

在煅烧工艺步骤内，短烧过程需要高温处理氢氧化铝晶体，以使其转化为氧化铝粉末。但是高温煅烧过程的能源需求巨大，因为需要维持极高的温度，通常在数百摄氏度以上，以促使晶体失去结晶水分并形成最终的氧化铝产品。具体而言，氧化铝煅烧的过程中，目的在于将原始晶体中的结晶水分被蒸发出来，这一过程需要进行大量的热量消耗，而过分的热量消耗导致了工业规模的氧化铝生产在能源方面的巨大需求，显然不符合企业规模化生产的经济效益。

目前大部分氧化铝生产企业都在寻找更加节能和环保的

煅烧技术，典型的包括高效燃烧系统以及废热回收装置，虽然这部分装置与系统可以实现精准的氧化铝生产工艺控制，但是在实际应用的过程中，还可能会由于外部因素的影响，产生不同程度的热量损耗<sup>[5]</sup>。且上述技术方案更多的是面向结果，而没有对氧化铝耗能较高的工艺过程进行优化。

#### 3.3 产品质量难以精准控制

在氧化铝生产工艺中，产品质量难以精准控制是其在规模化生产中面临的关键难点，产品质量的差异性在很大程度上源于氧化铝生产过程的复杂性和受多种因素影响特性<sup>[6]</sup>。一方面，考虑到不同来源的铝矿石具有差异性，实际生产阶段往往会由于外部因素的影响导致初始的矿石成分差异较大，该问题往往会直接影响到后续的浸出、纯化和结晶等步骤。此外，由于矿石的多样性，生产中难以实现对初始材料的精准控制，从而影响最终产物的一致性。另一方面，氧化铝生产的各个工艺步骤中，任意一个步骤都对最终产品的质量产生影响，不同步骤之间的复杂相互关系和相互影响使得产品质量的控制变得复杂。除此之外，在大部分生产环节中，氧化铝的生产都需要高温高压条件的支持，而高温高压条件的保持往往需要工艺参数的合理控制变得更加敏感，精准控制每个生产步骤的工艺参数成为一项极具挑战性的任务。

### 4 管控一体化在氧化铝生产工艺过程中的应用策略

#### 4.1 建立生产过程的自动化监测系统

管控一体化在氧化铝生产工艺中的需要结合实际情况建立生产过程的自动化监测系统，实际可以通过先进的传感技术、数据采集和实时监控联合应用，从而实现对关键生产参数的高度自动化监测，全面提升生产过程的效率、稳定性和质量控制水平。

一方面，实际应用阶段可以在生产设备和工艺流程中部署各类传感器，可以实时获取温度、压力、流量、浓度等多个关键参数的数据，采集的传感器不仅需要具备高精度和高灵敏度，还需要能够适应高温、高压等苛刻的生产环境，确保数据的准确性和可靠性<sup>[7]</sup>。另一方面，通过将传感器获取的实时数据集成到统一的数据采集平台中，可以实现对生产过程各个环节的数据汇总和整合，在此基础上形成全面的生产数据图像，为后续的分析 and 决策提供坚实的基础。在获取多样化的数据之后，实时监控系统则是将采集到的数据实时传输并显示在操作控制中心，使生产管理人员能够随时随地监测生产状态，实时性的监控有助于迅速发现潜在问题和异常情况。除此之外，在氧化铝的浸出过程中，通过实时监测浸出液中氢氧化铝的浓度和杂质含量，可以及时调整浸出条件，确保提取效率和产品纯度。在氧化铝在结晶过程中，监测颗粒的大小和形状，利用实时数据优化结晶条件，提高最终产品的结晶度和一致性。

## 4.2 运用智能控制系统进行参数调节

在氧化铝生产工艺中,智能控制系统的应用是管控一体化在氧化铝生产工艺中不可或缺的技术方法,尤其是在当前数字化全面发展的背景下,智能制造技术的广泛应用为氧化铝的生产提供了全面的发展控制。首先,通过智能控制系统进行参数调节,氧化铝生产企业可以实现生产过程的智能化、高效化和精准控制,在此基础上全面提高生产效率,减少资源浪费,降低生产成本,同时确保产品质量的一致性和稳定性。在获取对应的数据之后,智能控制系统的运用基于先进的算法和模型,通过对生产过程的大量数据进行学习和分析,建立预测模型和反馈机制。其次,通过在系统中设定目标值和容忍度范围,系统可以根据实时监测到的数据进行自主调整,使得关键参数始终在可控范围内。例如,在氧化铝浸出阶段,系统可以实时监测溶液的浓度和pH值,并根据预设的目标值自动调整酸碱度和浸出液的配比,以确保高效提取氧化铝。最后,智能控制系统的运行可以帮助生产管理人员进行状态监测的精细化控制,基于智能控制系统的自动检测,生产管理人员可以通过远程终端随时随地监测生产过程的状态,并进行必要的参数调整,在很大程度上提高了生产线的灵活性,还减少了对现场操作人员的依赖,降低了操作风险。

## 4.3 进行数据分析与预测

为了能够更加精准地确定氧化铝生产工艺中的问题以及影响因素,在氧化铝生产工艺中进行数据分析与预测可以作为管控一体化的关键手段,该方法可以通过充分利用先进的数据分析技术,从而对大量生产数据进行深度挖掘和分析,以实现生产过程的全面监控、问题预测和效率优化。

一方面,数据分析与预测的核心在于建立高效的数据采集和存储系统,实际生产阶段可以通过在生产设备和工艺流程中布置传感器和数据采集装置,实时采集各个环节的关键参数数据,对应的数据包括温度、压力、浓度、流速等多个方面,形成庞大而复杂的数据集。另一方面,结合智能监测系统以及自动控制系统的信息采集,数据分析预测模块可以对数据进行深度挖掘,并通过建立预测模型的方式,确保系统能够理解氧化铝生产过程中各参数之间的相互关系和影响,从而发现影响氧化铝生产效率的关键性问题<sup>[8]</sup>。除此之外,基于数据分析预测的结果,氧化铝生产控制系统能够对实时产生的数据进行即时分析,发现异常情况或潜在问题,并结合设定的报警标准,在相关数据参数达到阈值的情况下,需要及时向生产管理人员报警,使其能够迅速采取措施。

与此同时,数据预测与分析积累了大量的历史数据资料,在未来氧化铝生产的过程中,通过对历史数据的深入分析,可以深入对生产周期的数据进行回顾,从而确保系统可以精准识别出生产中的潜在问题和瓶颈。

## 5 结语

综上所述,氧化铝工业生产是复杂的动态化过程,实际生产过程中往往会由于外部不可控因素的影响产生与实际生产预期偏差的情况,管控一体化是氧化铝生产工艺中的关键性整合策略,对于提升氧化铝生产效率以及经济性具有重要的支持效果。实际生产阶段管控一体化的设计与应用可以通过建立自动化监测系统的方式来实现对生产过程关键参数的实时监测,生产企业通过监测系统的工作在生产阶段及时发现异常情况,从而预防问题的发生。此外,基于智能控制系统进行参数调节可实现对生产过程的智能化精准控制,提高操作的灵活性和生产线的适应性,并且智能控制系统还能够通过数据分析与预测,深入挖掘生产数据,建立预测模型,提前预知潜在问题,从而优化生产计划,降低风险,并为未来改进提供科学依据。管控一体化策略本质上是应用信息手段对氧化铝生产过程进行监控,这一技术方案不仅使氧化铝生产更加智能高效,还有助于降低成本、提高产品质量一致性,为企业可持续发展提供了坚实的保障。

## 参考文献

- [1] 梁绵鑫.工艺历史数据库(PHD)在氧化铝管控系统中的应用[J].轻金属,2016(3):21.
- [2] 莫代林.高温除尘及脱销一体化新工艺在氧化铝焙烧窑炉烟气处理中的应用[J].节能与环保,2021(7):25.
- [3] 戴红琳,DAI, Hong-lin等.探析机电一体化技术在氧化铝生产中的应用[J].世界有色金属,2017(11):2.
- [4] 郭东芳.高浊度一体化净水器在选矿-拜耳法氧化铝生产废水处理中的应用[J].工业用水与废水,2011,42(3):23.
- [5] 廖玮.MVR蒸发工艺在氧化铝生产中的应用前景分析[J].轻金属,2018(2):18-20.
- [6] 戴红琳.探析机电一体化技术在氧化铝生产中的应用[J].世界有色金属,2017(11):19+21.
- [7] 尹翠杰.氧化铝生产管控一体化系统设计方案[J].世界有色金属,2017(23):2.
- [8] 毛宝增.氧化铝生产过程中流量仪表的选择和应用对比[J].世界有色金属,2016(7):2.