

# Height Control Strategy of Electrode Paste Column Based on Physicochemical Characteristics and Mathematical Mode

Baonian Yan Weihua Chen

Jiayuguan Dayou Enterprise Group Co., Ltd., Jiayuguan, Gansu, 735100, China

## Abstract

The reasonable control of the ore-hot furnace electrode paste column height is crucial to the stable operation of the furnace condition and the improvement of the smelting efficiency, so this paper will study the physicochemical properties of the electrode paste, for example, including the specific gravity of electrode paste pile, the specific gravity of electrode paste melting and the specific gravity of electrode paste burning, combined with the elevation of the smelter house and the thermal furnace holding system landmark displacement, to build a mathematical model of the column height calculation. Then, using the quantified electrode paste addition process, establish the theoretical consumption standard of electrode paste in thermal furnace. On this basis, the effective control of the actual electrode consumption length is realized. Finally, elaborate on the specific implementation content, and verify the effectiveness of this strategy with real data, to summarize the innovation and economic and social benefits of the project, hope to be helpful to the general readers.

## Keywords

physical and chemical characteristics; mathematical mode; electrode paste column; height control

# 基于理化特性与数学模型的矿热炉电极糊柱高度管控策略

严宝年 陈伟华

嘉峪关大友企业集团有限责任公司硅业分公司, 中国·甘肃 嘉峪关 735100

## 摘要

矿热炉电极糊柱高度的合理控制对炉况的稳定运行和冶炼效率的提升至关重要, 所以论文将通过研究电极糊的理化特性, 如包括电极糊块堆比重、电极糊融化比重和电极糊烧成比重, 并结合冶炼厂房标高和矿热炉保持系统标志性位移, 去建立糊柱高度计算的数学模型; 接着利用量化电极糊添加工艺, 确立矿热炉电极糊理论消耗标准, 并在此基础上实现了对电极实际消耗长度的有效管控; 最终详细阐述具体的实施内容, 并通过实际数据验证该策略的有效性, 总结出项目的创新点及经济效益和社会效益, 希望能够对广大读者有所帮助。

## 关键词

理化特性; 数学模型; 矿热炉电极糊柱; 高度管控

## 1 引言

矿热炉作为铁合金行业的重要设备, 其电极的焙烧和消耗过程直接影响炉况的稳定性和冶炼效率, 其中自焙电极因其独特优势被广泛使用, 但电极糊柱的高度控制一直是生产过程中的难点。而且电极糊柱过高或过低都会对电极的焙烧和消耗产生不利影响, 进而影响炉况的稳定运行和产品技术指标, 因此研究电极糊柱高度的管控方法, 通过优化电极糊添加工艺和正确操控矿热炉电极, 将三相电极的有效下插深度控制在适宜范围, 对矿热炉的生产和运行具有重要意义。

## 2 电极糊理化特性研究

### 2.1 电极糊块堆比重、融化比重和烧成比重的监测

电极糊的理化特性, 作为电极糊柱高度精准管控的基石, 其重要性不言而喻, 其中电极糊的块堆比重、融化比重及烧成比重, 这三大特性直接关联到电极糊在电极筒内的填充状态与焙烧进程。而且通过深入剖析电极糊的理化特性, 我们能够量化电极糊的添加工艺, 确保电极糊糊柱高度维持在标准区间内, 从而保障矿热炉的稳定运行<sup>[1]</sup>。比如在电极糊理化特性的监测中, 块堆比重揭示了电极糊在块状形态下的密度特征, 而融化比重与烧成比重则分别反映了电极糊在经历融化和烧成过程后的密度变化, 所以通过对不同电极糊样品的系统监测, 我们可以获得块堆比重、融化比重及烧成比重的平均值, 这些数据能够为后续电极糊添加量的精确计算及糊柱高度的合理设定提供了坚实的依据。

【作者简介】严宝年(1973-), 男, 中国甘肃武威人, 本科, 工程师, 注册安全工程师, 从事铁合金冶炼技术研究。

除此以外容装系数作为衡量电极糊在电极筒内实际填充情况的指标,其包括块状电极糊容装系数与糊状电极糊容装系数两部分,所以我们通过精确测定容装系数便能够准确计算出电极筒的有效截面积,进而实现对电极糊添加量和糊柱高度的精细控制。这一步骤对于确保电极糊在电极筒内的均匀分布及焙烧过程的顺利进行具有重要意义<sup>[2]</sup>;最后在电极糊理化特性的深入研究中,我们不仅关注单一特性的影响,更重视各特性之间的相互作用及它们对电极糊柱高度管控的综合效应,因为我们通过综合运用块堆比重、融化比重、烧成比重及容装系数等关键参数便能够建立起一套完整的电极糊添加工艺体系,确保电极糊糊柱高度始终保持在最优范围内,为矿热炉的高效运行提供有力保障。

## 2.2 电极糊容装系数与电极筒有效截面积的精确测定

电极糊容装系数的准确测定,是电极糊柱高度管控中不可或缺的一环,因为容装系数不仅能够反映电极糊在电极筒内的实际填充情况,还会直接影响到电极糊添加量的计算及糊柱高度的设定。因此我们需要对块状电极糊容装系数与糊状电极糊容装系数进行精确测定,以确保数据的准确性<sup>[3]</sup>,比如在测定过程中,我们需要采用科学的方法,对电极糊在电极筒内的填充状态进行细致观察与测量,从而获得准确的容装系数值。这些数据为后续电极筒有效截面积的测算及电极糊添加量的确定提供了重要依据;同时电极筒有效截面积的测算也是电极糊柱高度管控中的关键步骤,通过结合电极糊容量系数与电极筒的几何尺寸,我们能够精确计算出电极筒的有效截面积,进而实现对电极糊添加量的精准控制,这一步骤对于确保电极糊在电极筒内的均匀分布及焙烧过程的顺利进行具有至关重要的作用。

## 3 糊柱高度计算数学模型的建立

### 3.1 糊柱高度测量及计算

糊柱高度,具体指的是从压力环上沿位置到电极糊糊面之间的垂直距离,因此为了获取这一关键数据,我们需要对一系列相关变量和常量进行精确测量,包括  $h_1$  (代表某一参考点到压力环上沿的垂直距离)、 $h_2$  (代表某一固定点到电极糊糊面的垂直距离,该点在生产过程中相对稳定)、 $h_3$  (代表另一固定点到电极糊糊面的垂直距离,用于校验  $h_2$  的准确性)以及  $h_4$  (代表 DCS 操作界面中某一特定参数对应的垂直距离,该参数与电极糊柱高度存在直接或间接关系)。在正常生产过程中,我们只需定期测量  $h_2$  和  $h_3$ ,同时从 DCS 操作界面读取  $h_4$  的值,便可通过预设的数学关系式准确计算出电极糊柱的实时高度<sup>[4]</sup>。

### 3.2 数学模型的建立

在构建糊柱高度计算的数学模型时,我们需充分考虑电极糊柱高度与其直径之间的内在联系,并借助这一关系来推测矿热炉的理论糊柱高度。除此以外,我们还需将电极糊的理化特性以及容量系数等关键因素纳入模型之中,以确保

模型的准确性和可靠性,这样通过不断优化数学模型,我们便可以实现对电极糊柱高度的精确控制和预测,从而为冶炼生产提供有力的技术支持和保障,而且这一数学模型的建立,不仅能够提升冶炼效率,还能有效降低生产成本,对于冶炼行业的持续发展具有重要意义<sup>[5]</sup>。

## 4 电极糊消耗标准及添加工艺的优化

### 4.1 电极糊理论消耗标准的确立

电极糊的理论消耗标准,是连接矿热炉生产实际与电极糊添加工艺的桥梁。这一标准的确立,需要综合考虑矿热炉的生产情况,包括生产规模、生产周期、电极使用情况等因素,同时,电极糊的理化特性也是不可忽视的重要因素。通过理论计算,我们可以初步得出电极糊的消耗标准,但这一标准还需要经过实际生产数据的验证,才能确保其准确性和可行性<sup>[6]</sup>。经过反复验证和调整,我们可以最终确立电极糊的理论消耗量,为后续的电极糊添加工艺提供有利的依据。

### 4.2 电极糊添加工艺的优化

在确立了电极糊的理论消耗标准后,我们就可以以此为基础,对电极糊的添加工艺进行优化,其中优化的关键在于精确控制电极糊的添加量,确保电极糊柱高度始终控制在适宜范围内。所以为了实现这一目标,我们需要结合电极糊的理化特性和糊柱高度计算的数学模型,对添加工艺进行精细调整,并通过调整添加频率、添加量等参数,去使电极糊的添加更加科学、合理,从而有效避免浪费和过度消耗;与此同时我们还需要对电极糊的添加过程进行实时监控,及时发现并解决问题,确保电极糊的添加工艺始终保持在最优状态,并通过优化电极糊的添加工艺,去实现对电极实际消耗长度的有效管控,进一步提升矿热炉的生产效率和经济效益<sup>[7]</sup>。

## 5 电极糊柱高度管控策略的实施与效果

电极糊柱高度的精确管控,是确保矿热炉稳定运行和高效冶炼的关键,以下我们将以企业 5# 矿热炉为例,详细阐述电极糊柱高度管控策略的实施内容及其实施效果。

### 5.1 实施内容

针对 5# 矿热炉,我们结合电极糊的理化特性、容装系数以及电极筒的有效截面积,并通过糊柱高度计算的数学模型,对电极糊的添加量和糊柱高度进行了精确的控制,例如我们对电极糊的堆比重、融化比重和烧成比重进行了持续的监测,以确保数据的准确性;同时我们也对电极筒的有效截面积进行了精确的测算,为后续的电极糊添加量计算提供了基础。而在生产过程中,我们则通过实时监测电极糊柱的高度,去调整电极糊的添加量,最终确保糊柱高度始终保持在适宜的范围<sup>[8]</sup>。除此以外,我们还利用 DCS 操作界面,实时读取电极的上抬位移量,以便更准确地计算出电极糊柱的实时高度。最终通过实施上述策略,我们成功地将 5# 矿

热炉的电极糊柱高度控制在理论高度附近,即4.0m左右,从而确保了电极的正常焙烧和消耗。

## 5.2 实施效果

电极糊柱高度管控策略的实施,取得了非常明显的效果,比如通过精确控制电极糊的添加量和糊柱高度,我们实现了电极实际下放量 and 消耗量的统一,这进一步避免了由于人为操作或干预造成的电极工作端长度失常,从而确保了矿热炉的稳定运行;其次通过统计汇总电极糊柱高度数据,我们能够及时对糊柱异常电极的工作状态进行分析和纠偏,这有助于我们及时发现并解决潜在的问题,避免了对生产炉况和冶炼效果造成的不良影响;除此以外,电极糊柱高度管控策略的实施还提高了炉况的稳定性和冶炼效率,并且加上电极工作端长度能够保持一致,所以矿热炉的三相电极能够均匀地消耗,最终达到提高冶炼效率的同时,稳定的炉况确保降低其生产成本,实现了提高企业经济效益的目的<sup>[9]</sup>。

## 6 成果创新点与经济效益

### 6.1 创新点

论文利用数学思维,将电极糊的理化特性、容装系数、电极筒有效截面积和理论糊柱高度等因数之间的逻辑关系,通过数学计算直观表达出来。这种创新的方法避免了人为判断或干预造成的矿热炉三相电极工作端长度偏差,大大提高了炉况的稳定性和冶炼效率。

### 6.2 经济效益

该成果的实施可以对电极工作端长度进行实时管控,避免炉况波动和人为判断失误造成的电极工作端长度失准,这有助于减少产品技术指标下滑和生产成本上升的风险,提高企业的经济效益。

### 6.3 社会效益

该成果符合矿热炉自焙电极的接长、焙烧和消耗特点,可以通过数据统计和分析,对矿热炉电极的有效长度和工作状态做出直观判断,这对同行业操控矿热炉电极、稳定炉况具有较好的推广和利用价值,有助于提高整个行业的生产水平和经济效益<sup>[10]</sup>。

## 7 结论

总而言之,论文通过对电极糊理化特性的研究,结合糊柱高度计算的数学模型,提出了基于理化特性与数学模型的矿热炉电极糊柱高度管控策略,并通过实际数据的验证,得知该策略可以有效控制电极糊柱高度,确保电极的正常焙烧和消耗,提高炉况的稳定性和冶炼效率,所以由此可见该

成果的实施不仅具有显著的经济效益,还对同行业的矿热炉电极操控具有较好的推广和利用价值。

## 8 结语

综上所述,论文通过对电极糊理化特性的研究,结合糊柱高度计算的数学模型,提出了基于理化特性与数学模型的矿热炉电极糊柱高度管控策略。通过实际数据的验证,该策略可以有效控制电极糊柱高度,确保电极的正常焙烧和消耗,提高炉况的稳定性和冶炼效率。该成果的实施不仅具有显著的经济效益,还对同行业的矿热炉电极操控具有较好的推广和利用价值。

## 参考文献

- [1] 安坤,石咏梅,邓名杰.基于模态分析的矿热炉自焙电极测长方法研究[J].仪表技术,2024(2):47-50.
- [2] 李密.基于超声导波的矿热炉电极插深检测方法研究[D].长沙:中南大学,2023.
- [3] 纪江林,孙如意,余祖亮.镍铁矿热炉自焙电极硬断原因分析及处理实践[J].山西冶金,2022,45(5):184-185.
- [4] 梁裕佳.矿热炉电极测长系统之声调变焦方法研究[D].西安:西安石油大学,2022.
- [5] 韵晨成,李宝宽,于洋,等.矿热炉自焙电极三维仿真计算及焙烧参数分析[J].中国冶金,2021,31(4):102-109.
- [6] 韵晨成,李宝宽,于洋,等.矿热炉中电弧对自焙电极的侵蚀机理及消耗[J].铁合金,2020,51(3):25-28.
- [7] 韵晨成,李宝宽,于洋,等.矿热炉中电弧对自焙电极的侵蚀机理及消耗[C]//中国金属学会铁合金分会,上海宝冶集团有限公司,内蒙古纳顺装备工程(集团)有限公司.第27届全国铁合金学术研讨会论文集.东北大学冶金学院,2019:4.
- [8] 唐先庆.矿热炉自焙电极断头冷压造球再利用实践[C]//乌兰察布市政府,钢铁研究总院.绿色环保·自动化——2018中国·乌兰察布铁合金大会论文集.四川川投峨眉铁合金(集团)有限责任公司,2018:3.
- [9] 冯靖文,丁忠东.铁合金矿热炉自焙电极及事故处理[C]//钢铁研究总院,中国铁合金技术网,《中国冶金》编辑部.铁合金矿热炉电极炉衬及环境保护煤气综合利用技术论文集.嘉峪关宏电铁合金有限责任公司,2017:4.
- [10] 曹培峰,邸俊明,刘祯,等.矿热炉用炭电极取代电极糊商榷[C]//钢铁研究总院,中国铁合金技术网,《中国冶金》编辑部.铁合金矿热炉电极炉衬及环境保护煤气综合利用技术论文集.宁夏宁平炭素有限责任公司;内蒙古鄂尔多斯电力冶金集团股份有限公司,2017:4.