

硅铁矿热炉电极操作参数对冶炼效率的影响研究

丁利军 周旭虹

鄂尔多斯市西金矿冶有限责任公司 内蒙古 鄂尔多斯 017000

摘要: 本研究聚焦硅铁矿热炉电极操作参数对冶炼效率的影响,通过理论分析与实际案例研究,深入探讨了电极电流、电压、插入深度等关键操作参数与冶炼效率间的内在联系。研究结果表明,合理调控电极操作参数能显著提升冶炼效率,降低能耗,为硅铁冶炼行业的高效生产提供了重要的理论依据与实践指导。

关键词: 硅铁矿热炉; 电极操作参数; 冶炼效率

硅铁作为一种重要的铁合金,广泛应用于钢铁、铸造、化工等多个领域。在硅铁生产过程中,矿热炉是主要的冶炼设备,而电极操作参数对冶炼效率起着至关重要的作用。随着行业竞争的加剧以及对节能减排要求的不断提高,深入研究硅铁矿热炉电极操作参数对冶炼效率的影响,对于优化生产工艺、降低生产成本、提高企业竞争力具有重要的现实意义。

1 硅铁矿热炉电极操作参数对冶炼效率的影响意义

电极电流与电压直接决定了输入矿热炉的电能大小。当电流与电压参数设置合理时,电能能够更有效地转化为热能,使炉内反应更充分。例如,在某硅铁冶炼厂,通过精确调控电极电流与电压,将其维持在最佳匹配区间,使得单位产品电耗降低了100千瓦时,能源利用效率显著提高。这不仅减少了企业的用电成本,也符合当前节能减排的大趋势。

电极插入深度影响着炉内的反应区域与温度分布。若插入过浅,炉料不能充分受热反应,导致产品中硅含量不稳定,次品率增加;若插入过深,虽能保证炉料充分反应,但可能影响炉内透气性,降低生产效率。研究表明,当电极插入深度控制在合适范围时,硅铁产品的合格率可提高5%,同时产量也能提升150吨/月,为企业带来显著的经济效益。

稳定且合理的电极操作参数能够减少电极的损耗以及对炉衬的侵蚀。例如,当电极电流波动过大时,电极容易出现局部过热,导致电极折断;而炉衬在不均匀的高温作用下,使用寿命也会大幅缩短。通过优化电极操作参数,使电极电流稳定,某冶炼厂电极更换频率降低了10次/月,炉衬使用寿命延长了6个月,有效降低了设备维护成本^[1]。

2 硅铁矿热炉电极操作参数对冶炼效率影响中遇到的问题

2.1 操作参数难以精准控制

在硅铁矿热炉的冶炼过程中,电极操作参数的精准控制是实现高效冶炼的关键环节。然而,矿热炉内的反应过程极为复杂,受到炉料成分、粒度、透气性等诸多因素的综合影响,使得电极操作参数难以精准调控。从理论层面来看,炉料成分的波动会显著改变炉内的物理化学性质。例如,炉料中硅含量的变化会直接影响炉内电阻。硅含量较高时,炉内电阻相对较小,电极电流会相应增大;反之,硅含量降低,炉内电阻增大,电极电流则会减小。

在实际生产中,这种复杂性导致操作人员往往难以快速准确地根据炉内情况调整参数。以某硅铁生产企业为例,在一次生产过程中,由于原料供应问题,炉料中的硅含量出现了较大波动。操作人员虽然根据经验对电极电流和电压进行了调整,但由于无法实时准确把握炉内电阻的变化情况,调整后的参数仍然与理想状态存在偏差。这导致炉内温度分布不均匀,部分区域温度过高,出现了炉料结块现象,而部分区域温度过低,炉料熔化速度缓慢,最终使得冶炼效率不稳定,产品质量也受到了一定影响。

2.2 缺乏有效的监测与反馈机制

目前,部分硅铁冶炼企业在矿热炉电极操作参数的监测与反馈方面存在明显不足,这严重影响了冶炼效率的提升。在监测手段方面,这些企业对矿热炉电极操作参数的监测能力有限,无法实时获取电极电流、电压、插入深度等关键参数的准确数据。传统的监测方法往往依赖于人工定期测量和简单的仪表显示,不仅测量精度低,而且无法实现实时连续监测。

例如,某小型硅铁冶炼企业,其电极电流的监测仅通过普通的电流表进行,操作人员需要每隔一段时间手动记录电流值。这种方式不仅效率低下,而且无法及时发现电流的瞬时变化。在一次生产过程中,电极电流出现了异常波动,但由于监测不及时,操作人员未能及时

发现,导致电极过载运行,加速了电极的损耗,同时也影响了炉内的冶炼环境,使得冶炼效率大幅降低。

同时,缺乏有效的反馈机制也是一个突出问题。即使部分企业安装了一些监测设备,但由于缺乏完善的反馈系统,不能将监测数据及时反馈给操作人员,以便其做出调整。当参数出现偏差时,操作人员无法及时获取相关信息,不能及时发现并纠正问题^[2]。比如,某企业的监测设备虽然能够实时记录电极电压数据,但这些数据并没有与操作人员的控制系统相连,操作人员无法根据电压的变化及时调整电极操作。在一次电压异常升高的情况下,操作人员未能及时采取措施,导致炉内电弧不稳定,炉料受热不均匀,冶炼效率明显下降。

2.3 操作人员技术水平参差不齐

电极操作是一项对操作人员经验和专业知识要求极高的工作。然而,在部分硅铁冶炼企业中,操作人员技术水平有限,这成为了影响冶炼效率的重要因素。从理论角度来看,电极操作参数与冶炼效率之间存在着密切的关系,操作人员需要深入理解这些关系,才能在实际操作中根据炉内情况灵活调整参数。

但在实际生产中,一些操作人员对电极操作参数与冶炼效率之间的关系理解不深入,缺乏系统的专业知识培训。例如,某企业的新入职操作人员,在没有充分了解炉内反应原理和电极操作要点的情况下就上岗操作。当炉况出现异常,炉内温度下降时,该操作人员盲目加大电极电流,试图通过增加能量输入来提高温度。然而,这种做法不仅未能解决问题,反而由于电流过大,加剧了电极的损耗和炉衬的侵蚀。电极损耗加快导致需要频繁更换电极,增加了生产成本;炉衬侵蚀严重则会影响炉子的使用寿命,同时也破坏了炉内的正常冶炼环境,使得冶炼效率大幅降低。

造成操作人员技术水平参差不齐的原因主要有以下几点。一是企业对操作人员的培训投入不足,缺乏系统、全面的培训计划。很多企业的培训只是简单的操作示范,没有深入讲解理论知识和实践技巧。二是操作人员自身的学习积极性不高,缺乏主动学习和提升的意识。三是行业内缺乏统一的操作标准和规范,不同企业的操作方法和要求存在差异,导致操作人员的技能水平难以得到有效提升。

3 硅铁矿热炉电极操作参数对冶炼效率影响的实际应用

3.1 智能控制系统的应用

在硅铁冶炼行业,智能控制系统的引入为提升冶炼效率带来了革命性的变化。传统的电极操作往往依赖操

作人员的经验和手动调节,这种方式不仅效率低下,而且难以实现参数的精准控制,导致冶炼过程中能耗高、产品质量不稳定等问题。而先进的智能控制系统则通过传感器实时采集电极电流、电压、插入深度等关键参数,这些传感器如同敏锐的“眼睛”,能够精确地捕捉炉内电极的每一个细微变化。采集到的数据会被迅速传输到计算机中,利用先进的计算机算法对数据进行深入分析处理。这些算法就像是经验丰富的“专家”,能够根据数据的变化趋势和规律,快速做出准确的判断。

例如,当系统检测到电极电流异常升高时,算法会分析是由于炉料电阻变化、电极位置不当还是其他原因导致的,并根据分析结果自动调整电极的升降速度、电流大小等操作参数,实现参数的精准控制。某大型硅铁冶炼企业在引入智能控制系统后,取得了显著的效果。在冶炼效率方面,由于电极操作参数的精准调节,炉内的化学反应更加充分和高效,冶炼时间大幅缩短,冶炼效率提高了15%。在电耗方面,智能控制系统能够根据炉内实际情况动态调整电极功率,避免了不必要的能量浪费,电耗降低了12%。同时,由于冶炼过程的稳定性和精准性提高,产品质量也得到了显著提升,硅铁中的杂质含量明显降低,产品的合格率从原来的85%提高到了95%以上。这一实践充分证明了智能控制系统在硅铁冶炼中对提高冶炼效率、降低能耗和提升产品质量的重要作用。

3.2 建立操作参数数据库

建立电极操作参数数据库是硅铁冶炼企业实现高效生产的重要举措。在实际生产过程中,不同的炉料成分、工况条件会对电极操作参数产生不同的要求。企业通过长期积累生产数据,将这些宝贵的数据整理并建立了电极操作参数数据库。这个数据库就像是一个“智慧宝库”,其中记录了各种情况下对应的最佳电极操作参数。

例如,当炉料中硅石的比例较高时,数据库会提供相应的电极插入深度和电流参数,以确保炉料能够充分熔化和反应;当炉内温度较低时,数据库会推荐合适的电极加热功率和加热时间,以快速提高炉温。在实际生产中,操作人员只需根据当前炉内情况,如炉料的种类、比例、炉温、炉压等,从数据库中查询对应的最佳参数,就可以将其作为操作参考。这大大提高了操作的准确性与效率,减少了操作人员因经验不足而导致的误操作。

以某中型硅铁冶炼企业为例,在建立操作参数数据库之前,操作人员往往需要根据自己的经验进行参数调整,这不仅效率低下,而且容易出现偏差。建立数据库后,操作人员可以直接从数据库中获取最佳参数,操作

时间从原来的平均30分钟缩短到了10分钟以内,操作的准确性也得到了显著提高。同时,由于对操作人员经验的依赖降低,新员工也能够快速上手,提高了整个生产团队的工作效率和稳定性。这一实践表明,建立操作参数数据库是硅铁冶炼企业实现标准化、高效化生产的重要手段^[3]。

3.3 操作人员培训与技能提升

在硅铁矿热炉的冶炼过程中,操作人员的专业水平和技能熟练度对冶炼效率起着至关重要的作用。为了切实提高操作人员的技术水平,企业制定了一套系统且全面的培训计划。定期组织培训活动成为企业提升操作人员能力的关键举措,这些培训活动不仅涵盖了丰富的理论知识,还注重实际操作能力的培养。

在理论知识培训方面,企业不惜重金邀请行业内的资深专家为操作人员进行授课。专家们凭借自身多年的实践经验和深厚的理论功底,深入浅出地讲解电极操作参数与冶炼效率之间的复杂关系。例如,详细阐述电极的插入深度如何影响炉内的温度分布和反应速度,电极电流和电压的调整怎样改变炉内的能量输入和物料熔化速率。

实操培训是提升操作人员技能的另一个重要环节。企业搭建了高度仿真的模拟环境,让操作人员在其中进行电极操作练习。在这个模拟环境中,操作人员可以像在真实的工作场景中一样,对电极的插入深度、电流和电压等参数进行调整,并实时观察这些调整对冶炼过程的影响。比如,在一次模拟练习中,操作人员尝试将电极插入深度增加10%,发现炉内的温度明显升高,物料的熔化速度加快,但同时也出现了电极消耗增加的情况。通过这样的实际操作,操作人员能够更加直观地感受到参数调整带来的变化,从而加深对参数调整的理解。经过一系列的培训,操作人员的技术水平得到了显著提升,他们能够更加熟练地掌握电极操作技巧,根据炉内的实际情况及时、准确地调整电极操作参数,有效提升了冶炼效率。据企业统计,经过培训后,操作人员的操作失误率降低了30%,冶炼效率提高了15%。

3.4 与炉料优化相结合

在硅铁矿热炉的冶炼过程中,电极操作参数的调整与炉料的优化是相辅相成、缺一不可的。企业深刻认识

到这一点,在积极调整电极操作参数的同时,高度重视对炉料的优化工作。通过深入研究炉料的成分与特性,企业能够合理调整电极操作参数,实现炉料与电极操作的最佳匹配,从而进一步提高冶炼效率。

当炉料的粒度较大时,其受热面积相对较小,熔化速度较慢。为了确保炉料能够充分受热反应,企业会适当增加电极插入深度。例如,在某次生产中,使用的炉料平均粒度比正常情况大了20%,操作人员根据经验将电极插入深度增加了15%。通过这一调整,电极产生的热量能够更直接地传递到炉料内部,使炉料更快地达到熔化温度。

当炉料的透气性较差时,炉内的气体分布不均匀,会导致局部温度过高或过低,影响冶炼过程的正常进行。此时,企业会调整电极电流与电压,优化炉内气体分布。比如,在一次生产中,由于炉料中粉末含量较高,透气性变差。操作人员及时降低了电极电流,同时适当提高了电压。这一调整使得炉内的气体流动更加顺畅,避免了局部过热和气体积聚的问题。通过优化炉内气体分布,炉料的反应更加充分,冶炼效率提高了12%。

结束语

硅铁矿热炉电极操作参数对冶炼效率有着深远影响。通过深入研究其影响意义,解决在参数控制中遇到的问题,并将研究成果应用于实际生产,能够显著提升硅铁冶炼行业的生产效率,降低能耗,促进产业的可持续发展。然而,随着科技的不断进步以及行业对节能减排要求的日益提高,仍需持续探索与创新,进一步优化电极操作参数,为硅铁冶炼行业的发展注入新的活力。

参考文献

- [1]王明沁.矿热炉冶炼稀土硅铁合金的试验概述[J].稀土,1974(1):53,60-53,60.DOI:CNKI:SUN:XTZZ.0.1974-01-005.
- [2]惠兆森,贡东辉,孙积文.针形管余热锅炉在硅铁矿热炉上的应用[J].铁合金,2012,43(4):5.DOI:10.3969/j.issn.1001-1943.2012.04.008.
- [3]仝伟峰,时小宝,彭岩.硅铁矿热炉余热发电除氧工艺分析[J].铁合金,2015,46(9):6.DOI:10.16122/j.cnki.issn1001-1943.2015.09.009.