

关于转炉炼钢脱氧工艺研究

李健文

广西柳州钢铁集团公司转炉炼钢厂 广西 柳州 545002

摘要: 转炉炼钢脱氧工艺是钢铁制造过程中的关键步骤之一,对于控制钢产品的质量、降低生产成本和减少环境污染具有重要意义。本文详细研究了沉淀脱氧、扩散脱氧和真空脱氧三种常用的转炉炼钢脱氧工艺,分析了各种工艺的原理、操作过程、优缺点和应用范围,并通过比较和总结,提出了一些优化措施。通过对各种脱氧方法的研究和分析,可以发现每种方法都有其独特的优势和适用范围。在具体生产条件下,需要根据钢产品要求选择合适的脱氧方法和操作条件,并进行优化。

关键词: 转炉炼钢; 脱氧工艺; 研究

引言: 钢铁产业是现代工业的基础,而转炉炼钢是钢铁产业的关键环节之一。在转炉炼钢过程中,脱氧工艺对于钢产品的质量、生产效率和成本具有重要影响。为了提高钢铁企业的竞争力,研究转炉炼钢脱氧工艺优化是必要的。本文主要研究了沉淀脱氧、扩散脱氧和真空脱氧等脱氧方法,并分析了各种方法的原理、操作过程、优缺点和应用范围。

1 脱氧工艺原理

在转炉炼钢过程中,金属氧化物与硅、锰等元素会发生反应,生成硅酸盐和锰酸盐。这些化合物在高温下易于与铁水分离,从而实现了脱氧的目的。此外,通过加入适量的脱氧剂,也可以与金属氧化物反应,生成低熔点的非金属氧化物或金属单质,从而实现了脱氧。常用的脱氧剂有硅铁、锰铁、铝、碳等。其中,硅铁和锰铁是最常用的脱氧剂,同时它们也是主要的合金元素之一,可以有效地提高钢产品的质量。铝是一种强效脱氧剂,同时还可以去除钢中的氮、氢等气体杂质。碳则是一种弱效脱氧剂,主要在电炉炼钢中使用。(1) 硅铁和锰铁是最常用的脱氧剂。它们在炼钢过程中可以与钢水中的氧化物发生反应,生成硅酸盐和锰酸盐。这些化合物在高温下易于与铁水分离,从而实现了脱氧的目的。同时,硅铁和锰铁还可以作为合金元素加入钢中,提高钢的强度和韧性。硅铁主要用于转炉炼钢,而锰铁则主要用于电炉炼钢^[1]。(硅脱氧反应反应方程式: $3\text{Si}+2\text{FeO}=3\text{SiO}_2+2\text{Fe}$) (2) 铝是一种强效脱氧剂。它可以与钢水中的氧气、氮气等气体杂质发生反应,生成相应的铝氧化物。这些铝氧化物在高温下易于与铁水分离,从而实现了脱氧的目的。此外,铝还可以去除钢中的氮、氢等气体杂质,提高钢的质量。在转炉炼钢中,铝通常以铝渣的形式加入钢水中。(铝脱氧反应化学方

程式 $2\text{Al}+\text{Fe}_2\text{O}_3=2\text{Fe}+\text{Al}_2\text{O}_3$) (3) 碳是一种弱效脱氧剂,主要在电炉炼钢中使用。它可以与钢水中的氧化物发生反应,生成低熔点的非金属氧化物或金属单质。这些产物在高温下易于与铁水分离,从而实现了脱氧的目的。然而,由于碳的脱氧效果较弱,通常需要与其他脱氧剂一起使用,以提高脱氧效果。

2 转炉炼钢中氧的产生及其危害

转炉炼钢是一种重要的钢铁冶炼方法,其原理是在高温下将铁矿石、废钢等原料与氧气进行化学反应,生成含碳量较高的钢水。在炼钢过程中,氧的产生及其危害是影响炼钢质量和效率的重要因素。本文将从氧的产生途径、对钢水的影响以及危害等方面进行详细阐述。(1) 了解转炉炼钢中氧的产生途径。在炼钢过程中,氧气主要来源于两个方面:一是原料中的氧气,二是空气中的氧气。原料中的氧气主要来自于铁矿石和废钢中的氧化物,如氧化铁、氧化锰等。这些氧化物在高温下与铁矿石、废钢发生反应,生成一氧化碳和二氧化碳等气体。同时,空气中的氧气也会与原料中的氧气发生反应,形成混合气体。这些混合气体进入转炉后,与原料发生剧烈的反应,生成大量的氧化物和一氧化碳等气体。(2) 分析氧对钢水的影响。在炼钢过程中,氧对钢水的影响主要体现在以下几个方面:首先,氧与碳的反应:在炼钢过程中,氧与碳会发生剧烈的反应,生成一氧化碳和二氧化碳等气体。这些气体会影响钢水的流动性和成分,从而影响钢的质量。其次,氧与硅的反应:在炼钢过程中,氧还会与硅发生反应,生成二氧化硅等固体物质。这些固体物质会附着在钢水中的杂质上,降低钢水的纯度。最后,氧与硫的反应:在炼钢过程中,氧还会与硫发生反应,生成二氧化硫等有毒气体。这些有毒气体会对工人的健康造成危害,同时也会影响钢水

的质量。(3) 氧的危害。在转炉炼钢过程中, 氧的危害主要表现在以下几个方面: 第一, 对工人健康的危害: 在炼钢过程中, 产生的有毒气体如二氧化硫、一氧化碳等会对工人的呼吸系统造成损害, 长期接触这些气体可能导致职业病的发生。第二, 对设备的危害: 在炼钢过程中, 产生的酸性气体如二氧化硫、硫酸等会对设备造成腐蚀作用, 缩短设备的使用寿命。第三, 对环境的危害: 在炼钢过程中, 产生的废气、废水等污染物会对环境造成污染。其中, 废气中的二氧化硫、氮氧化物等会导致酸雨的发生; 废水中的重金属离子如铅、汞等会对土壤和水源造成污染。转炉炼钢中氧的产生及其危害是一个复杂的过程。为了提高炼钢质量和效率, 我们需要采取有效的措施来减少氧的产生及其危害, 如改进生产工艺、加强设备维护、提高工人防护意识等。

3 转炉炼钢脱氧工艺

3.1 沉淀脱氧

沉淀脱氧是转炉炼钢过程中的一种重要脱氧方法, 其主要原理是通过向铁水中加入脱氧剂, 使脱氧剂与铁水中的氧化物发生化学反应, 生成一种或多种易于分离的沉淀物, 从而实现对铁水中氧化物的有效去除。沉淀脱氧具有操作简便、成本低廉、效果稳定等优点, 因此在转炉炼钢过程中得到了广泛应用。(1) 沉淀脱氧的原理是基于脱氧剂与铁水中氧化物之间的化学反应。在转炉炼钢过程中, 铁水中的氧化物主要包括氧化亚铁 (FeO)、氧化铁 (Fe_2O_3) 等。当脱氧剂加入到铁水中时, 这些氧化物会与脱氧剂发生化学反应, 生成一种或多种易于分离的沉淀物。这些沉淀物可以是硅酸盐、铝酸盐、硫化物等, 它们具有较高的稳定性和较低的熔点, 因此可以通过浮选、磁选等方法将其从铁水中脱颖而出。(2) 沉淀脱氧的操作过程主要包括加脱氧剂、搅拌、脱氧反应、浮选等步骤。在加脱氧剂之前, 需要先将铁水进行预处理, 如调整成分、加热等, 以保证脱氧效果。然后, 按照一定比例将脱氧剂加入到铁水中, 并搅拌均匀。接下来, 通过加热或其他方式促进脱氧反应的进行。最后, 通过浮选等方法将生成的沉淀物从铁水中脱颖而出, 实现对氧化物的有效去除^[2]。(3) 沉淀脱氧的效果受到多种因素的影响, 如脱氧剂的种类、用量、加入速度等; 铁水的成分、温度、搅拌强度等; 以及操作条件等。为了获得良好的脱氧效果, 需要根据具体情况进行调整和优化。例如, 可以通过改变脱氧剂的种类和用量, 来调整沉淀物的组成和性质; 通过调整铁水的温度和搅拌强度, 来控制脱氧反应的速率和程度; 通过优化操作条件, 如提高炉温和增加搅拌时间等, 来

提高沉淀物的浮选效果。(4) 沉淀脱氧在转炉炼钢过程中具有重要的应用价值。一方面, 它可以有效地去除铁水中的氧化物, 降低钢中夹杂物的含量, 提高钢的质量; 另一方面, 它可以减少钢铁冶炼过程中的能源消耗和环境污染, 有利于实现绿色炼钢。此外, 沉淀脱氧还可以与其他脱氧方法 (如扩散脱氧、真空脱氧等) 相结合, 形成复合脱氧工

3.2 扩散脱氧

扩散脱氧是一种常用的转炉炼钢脱氧工艺, 其基本原理是将脱氧剂加入熔池表面, 通过降低熔池中氧化物的浓度, 使氧化物向表面扩散。以下是扩散脱氧的详细步骤: (1) 将熔池表面的渣层扒开一部分, 然后将脱氧剂均匀地洒在熔池表面。在这个过程中, 脱氧剂会迅速与熔池中的氧化物发生反应, 产生大量的气泡并释放出热量。这些气泡和热量可以帮助氧化物从熔池内部向表面扩散。(2) 当氧化物到达熔池表面后, 它们会迅速被渣层覆盖。在这个过程中, 渣层起到了一个屏障的作用, 可以有效地防止氧化物重新进入熔池内部。同时, 渣层中的其他成分还可以与氧化物反应, 生成更加稳定的化合物, 从而进一步降低氧化物的含量。(3) 从熔池表面扒开渣层, 将生成的氧化物和渣层一起清除出炉子。这个过程中需要注意控制扒渣的时间和渣层的厚度, 以保证脱氧剂能够充分地发挥作用。(4) 扩散脱氧的优点是可以快速地降低熔池表面的氧化物含量, 同时操作相对简单。但是需要注意的是, 扩散脱氧的效果受到熔池表面渣层的影响较大, 如果渣层的厚度过大或者成分不均匀, 可能会影响脱氧的效果。此外, 扩散脱氧的时间相对较短, 因此需要操作人员对脱氧剂的用量和时间进行精准控制。通过将脱氧剂加入熔池表面并控制扒渣的时间和渣层的厚度, 可以有效地降低熔池表面的氧化物含量, 提高钢产品的质量。但是需要注意控制脱氧剂的用量和时间, 以及渣层的厚度和成分, 以保证脱氧的效果和转炉的正常运转。

3.3 真空脱氧

真空脱氧是一种常用的转炉炼钢脱氧工艺, 其基本原理是将熔池置于真空状态下, 使氧化物中的氧气分压降低, 从而降低氧化物的稳定性。以下是真空脱氧的详细步骤: (1) 将转炉的炉盖密封好, 然后启动抽真空系统, 将炉内抽到一定的真空度。这个过程中需要注意控制炉内的真空度, 一般要求达到10-3至10-4的负压。(2) 真空脱氧的效果受到真空度和时间的影响。在真空状态下, 氧化物中的氧气分压降低, 从而降低了氧化物的稳定性。同时, 熔池中的其他元素也会发生相应的

反应,生成更加稳定的化合物。这些反应可以帮助钢水中的氧含量进一步降低^[3]。(3)在真空脱氧的过程中,需要注意控制真空度和时间,以及熔池中其他元素的含量和反应情况。如果真空度过低或脱氧时间过短,可能会导致脱氧效果不明显;如果真空度过高或脱氧时间过长,可能会对熔池产生不利影响,导致钢水质量下降。

(4)真空脱氧的优点是可以快速地降低熔池中的氧含量,同时操作相对简单。但是需要注意的是,真空脱氧的效果受到熔池成分和温度的影响较大,如果熔池中的杂质过多或温度控制不当,可能会影响脱氧的效果。此外,真空脱氧需要使用昂贵的真空设备,因此设备投资和维护成本较高。通过将熔池置于真空状态下并控制真空度和时间,可以有效地降低熔池中的氧含量,提高钢产品的质量。但是需要注意控制真空度和时间,以及熔池中其他元素的含量和反应情况,以保证脱氧的效果和转炉的正常运转。

3.4 普碳钢脱氧工艺优化

普碳钢脱氧工艺优化是一种改善转炉炼钢过程中脱氧效果的措施,通过对炼钢工艺进行优化,可提高钢产品的质量。(1)在炼钢过程中,需要对炉内终点氧含量进行严格控制。当终点氧含量等于或大于0.5时,可以加入铁液,以增加碳的含量。在这个过程中,需要仔细检查碳物质的溶解状态和钢管的翻转情况,以确保符合标准。(2)在加入脱氧剂时,需要按照标准的添加比例和使用方法进行操作。一般采用硅锰合金进行脱氧,同时还需要加入适量的石灰,以促进脱氧反应的进行。在这个过程中,需要严格控制脱氧剂的用量和加入时机,以确保脱氧效果最佳^[4]。(3)完成脱氧合金操作后,需要对钢水进行充分的搅拌和混合,以使脱氧效果更加均匀。同时,还需要对钢水进行必要的检测和分析,如成分检测、夹杂物检测等,以确保钢产品的质量符合要求。普碳钢脱氧工艺优化需要注意控制炼钢过程中的氧

含量和温度,以及掌握正确的脱氧剂添加方法。此外,还需要对钢水进行充分的搅拌和混合,以确保脱氧效果更加均匀。通过这些措施的实施,可以显著提高普碳钢产品的质量。普碳钢脱氧工艺优化可以提高转炉炼钢过程中的脱氧效果和钢产品的质量。在具体的操作过程中,需要掌握正确的脱氧剂添加方法和控制措施,以及对钢水进行充分的搅拌和混合,以确保脱氧效果最佳。通过对转炉炼钢脱氧工艺的深入分析和研究,可以进一步提高钢铁企业的生产效益和竞争力。

结语:综上所述,通过对转炉炼钢脱氧工艺的研究,可以发现每种脱氧方法都有其独特的特点和适用范围。在实际生产过程中,为了提高钢产品的质量,降低制造成本和减少环境污染,需要根据实际生产条件和钢产品要求选择合适的脱氧方法和操作条件。同时,还需要加强生产管理和技术培训,提高工人的操作水平和安全意识,确保脱氧工艺的安全和稳定运行。在未来的钢铁生产中,随着科技的不断发展,新型的脱氧技术和设备将会不断涌现,进一步提高脱氧效率、降低能耗和减少环境污染,为钢铁行业的可持续发展做出贡献。

参考文献

- [1]倪弦.关于转炉炼钢脱氧工艺研究[J].冶金与材料,2022,14(01):29-30.
- [2]李红超,卢凤飞.炼钢生产中转炉炼钢脱氧工艺分析[J].冶金管理,2021(19):13-17.
- [3]李万达,彭春华.关于转炉炼钢脱氧工艺研究[J].电脑校园,2019(6):20188-20190.
- [4]宝那木斯来.关于转炉炼钢脱氧工艺研究[J].中国金属通报,2021(9):15-16.DOI:10.3969/j.issn.1672-1667.2021.09.008.
- [5]倪弦.关于转炉炼钢脱氧工艺研究[J].冶金与材料,2022,42(1):29-30.DOI:10.3969/j.issn.1674-5183.2022.01.015.