

# 硅酸钠对碱性低氢焊条性能的影响研究

薛芝苑 谢欢

上海跃达实业有限公司

DOI: 10.12238/ems.v5i4.6416

**[摘要]** 本文研究了硅酸钠对碱性低氢焊条性能的影响。通过一系列实验和分析,我们探讨了硅酸钠在焊条中的应用,以及其对焊接性能、微观结构和化学成分的影响。硅酸钠的加入可以显著改善焊条的性能,提高焊接质量和稳定性。

**[关键词]** 硅酸钠; 碱性低氢焊条; 性能; 影响; 研究

## Study on the Effect of Sodium Silicate on the Performance of Alkaline Low Hydrogen Welding Rods

Xue Zhiyuan, Xie Huan

Shanghai Yueda Industrial Co., Ltd

**[Abstract]** This article studies the effect of sodium silicate on the performance of alkaline low hydrogen welding rods. Through a series of experiments and analysis, we explored the application of sodium silicate in welding rods and its impact on welding performance, microstructure, and chemical composition. The addition of sodium silicate can significantly improve the performance of welding rods, improve welding quality and stability.

**[Keywords]** sodium silicate, alkaline low hydrogen welding rod, performance, influence, research.

### 引言:

碱性低氢焊条是焊接领域中常用的一种焊接材料,它具有优异的焊接性能和广泛的应用领域。然而,在一些特殊的焊接工况下,焊条的性能可能会受到影响,需要进一步改进。硅酸钠是一种常见的添加剂,被广泛用于改善焊接材料的性能。本研究旨在探讨硅酸钠对碱性低氢焊条性能的影响,以为焊接领域的进一步研究和应用提供有价值的参考。

### 一、硅酸钠在碱性低氢焊条中的应用

#### 1.1 硅酸钠的化学性质

硅酸钠(Sodium Silicate)是一种重要的无机化合物,其化学式为 $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ 。它的分子结构包括两个钠离子( $\text{Na}^+$ )和一个硅酸根离子( $\text{SiO}_3^{2-}$ ),这种组合赋予了硅酸钠多种有趣的化学性质,使其在焊接领域中具备广泛的应用潜力。

一方面,硅酸钠的碱性特性使其在焊接过程中扮演着重要的角色。在焊接中,金属表面通常会生成酸性氧化物或气体,这可能导致氢脆化等问题。硅酸钠作为一种碱性物质,能够中和这些酸性成分,维持焊接过程中的中性pH环境。这有助于减少氢脆化的风险,提高焊接接头的可靠性和耐久性。另一方面,硅酸钠具有玻璃形成能力,这是其在焊接中的另

一个重要特性。在高温焊接过程中,硅酸钠可以与其他氧化性物质反应,形成玻璃状的氧化物。这种氧化物能够填充焊接缺陷,如气孔或裂纹,提高焊缝的质量和密封性。硅酸钠的玻璃形成能力还有助于减少焊接过程中的气体渗透,防止气孔的形成,从而改善焊接接头的机械性能。

硅酸钠的化学性质使其成为焊接材料中的有价值的添加剂。其碱性特性有助于维持焊接过程的中性环境,减少氢脆化的风险。同时,硅酸钠的玻璃形成能力可以提高焊缝的质量和密封性,从而增强焊接接头的可靠性。因此,硅酸钠在焊接领域的应用具有广泛的前景,为焊接技术的进一步发展和改进提供了重要支持。

#### 1.2 添加硅酸钠的动机

为什么要在碱性低氢焊条中添加硅酸钠呢?这个问题的答案涉及到改进焊接材料性能的动机和需求。一方面,添加硅酸钠可以改善焊接强度。硅酸钠中的硅元素可以与焊接材料中的氧元素发生反应,形成强化氧化物,增强焊缝的结构强度,提高焊接接头的抗拉强度和承载能力。这对于一些应用中需要高强度焊接的情况非常有益。另一方面,硅酸钠的碱性能力有助于中和焊接过程中产生的酸性物质。焊接时,

金属表面可能生成氧化物和其他杂质, 导致焊缝中的氢含量增加, 从而引发氢脆化问题。硅酸钠的碱性可以减轻这种酸性物质的影响, 降低氢脆化的风险, 提高焊接质量。硅酸钠的玻璃形成能力也是添加它的动机之一。焊接过程中, 焊缝表面可能存在微小的缺陷, 如气孔或裂缝。硅酸钠可以在这些缺陷处形成玻璃状的氧化物, 填充缺陷, 从而改善焊缝的密封性和强度。

## 二、焊接性能的影响

### 2.1 焊接强度的提高

焊接强度是焊接工程中的一个关键性能指标, 直接关系到焊接连接的可靠性和持久性。在本节中, 我们将深入探讨硅酸钠对焊接强度的提高作用以及与之相关的机制。硅酸钠作为焊接材料的添加剂, 在焊接过程中扮演着重要的角色。其最显著的特性之一是促进金属晶粒的细化。金属晶粒的尺寸和排列方式对焊接接头的强度有着重要影响。硅酸钠的加入能够引导晶粒的重新排列, 使其更加均匀和细小。这一细化效应有助于减小焊缝区域的晶粒尺寸, 从而提高焊接接头的强度。

实验证明, 硅酸钠的引入可以显著减小晶界的间距, 使其更加紧密。这种现象对焊缝的性能有着积极影响。一方面, 较小的晶界间距减少了晶界的裂纹敏感性, 使焊接接头更加耐久。另一方面, 焊缝的抗拉强度和抗剪强度都会得到提高。这意味着焊接接头能够更好地承受外部负荷, 提高了整体焊接结构的稳定性和安全性。硅酸钠还可以改善焊接过程中的金属熔池流动性。金属熔池的流动性影响焊接缺陷的产生, 如气孔和夹渣等。硅酸钠的存在有助于提高金属熔池的润湿性, 减少了焊接缺陷的形成。这进一步增强了焊接接头的均匀性和稳定性, 对提高焊接强度至关重要。硅酸钠作为焊接材料的添加剂, 通过细化金属晶粒、减小晶界间距、改善焊接流动性等多种方式, 显著提高了焊接接头的强度。这不仅增加了焊接连接的可靠性, 还提高了焊接结构的负荷承受能力, 从而对于广泛应用于焊接工程的碱性低氢焊条具有重要的实际价值。

### 2.2 焊缝质量的改善

焊缝质量的改善在焊接工程中是至关重要的, 因为焊接连接性能直接受到焊缝质量的影响。焊缝中的缺陷, 如气孔、夹杂物和裂纹, 不仅会降低焊接接头的质量, 还可能导致结构的失效, 从而影响安全和可靠性。因此, 在焊接过程中采取措施以提高焊缝质量至关重要。其中, 硅酸钠作为一种焊接材料的添加剂, 发挥了重要作用。一方面, 硅酸钠的加入可以有效地降低焊接过程中气孔的产生率。气孔是焊接中常见的缺陷之一, 它们是由气体囊泡在焊缝中形成的, 会导致

焊缝的脆性增加, 从而降低焊接接头的质量。硅酸钠通过改善焊接熔池的气体排出性能, 降低了气孔的形成概率, 减少了气孔对焊接接头性能的不利影响。这一效果对于确保焊接接头的强度和可靠性至关重要。

硅酸钠还有助于提高焊缝的密实性和均匀性。它可以促使焊料更均匀地分布在焊接区域, 减少夹杂物的产生。夹杂物是另一个可能降低焊缝质量的因素, 因为它们可以引发应力集中点, 从而降低焊接接头的承载能力。硅酸钠的应用可以显著改善焊缝的质量, 降低夹杂物的产生率, 从而提高焊接接头的性能。

硅酸钠作为焊接材料的添加剂在改善焊缝质量方面发挥了重要作用。通过降低气孔率、减少夹杂物的产生、促使金属晶粒细化等方式, 硅酸钠可以提高焊接接头的性能和可靠性。这些效果对于各种焊接应用, 包括制造业、建筑业和航空航天工程等领域, 都具有重要意义。硅酸钠的应用为焊接领域的技术发展和实际应用提供了有益的参考和指导, 有助于确保焊接连接的质量和可靠性。

## 三、微观结构的变化

### 3.1 显微组织的观察

在研究硅酸钠对碱性低氢焊条性能的影响过程中, 我们进行了详细的显微组织观察。这项工作旨在深入了解硅酸钠添加后焊条内部的结构变化, 以揭示其对焊接性能的潜在影响。通过光学显微镜和电子显微镜的应用, 我们能够获得以下观察结果。

一方面, 显微组织观察显示, 添加硅酸钠后, 焊条内的晶粒结构发生了显著变化。原本较大的晶粒变得更加均匀且细小。这种晶粒的变化可能与硅酸钠的化学性质有关, 它可能作为晶核或晶体生长抑制剂, 导致晶粒的细化。这种晶粒细化对焊接性能的改善至关重要, 因为较小且均匀的晶粒有助于减少焊接缺陷的形成, 提高焊接质量。另一方面, 我们观察到硅酸钠的添加还影响了焊条中的晶粒分布均匀性。添加硅酸钠后, 焊条中的晶粒分布更加均匀, 没有出现明显的晶粒团聚现象。这意味着焊接时的热量传导更加均匀, 焊缝中的温度分布更加稳定。这对于焊接过程中的温度控制和热应力管理至关重要, 有助于减少焊接变形和裂纹的发生。

### 3.2 晶粒大小的分析

在进一步研究中, 我们对焊条中晶粒的大小进行了详细分析。为了获得更准确的结果, 我们采用了金属显微镜技术 (MLIP) 等高级显微镜技术, 以量化晶粒的尺寸和分布。我们选取了多个焊条样品, 包括添加硅酸钠的和未添加硅酸钠的。通过金属显微镜观察, 我们能够清晰地看到焊条中晶粒的形态和分布情况。这些焊条样品经过精细的金相制备和腐

蚀处理, 以确保晶粒的表面呈现出清晰的特征, 以便进一步的分析。分析结果显示, 添加硅酸钠后, 焊条中的晶粒大小显著减小。这种减小可能与硅酸钠的晶体生长抑制作用有关, 阻碍了晶粒的生长过程。与未添加硅酸钠的焊条相比, 硅酸钠处理后的焊条晶粒更加均匀分布, 且晶粒尺寸更为细小。这一观察结果在显微图像中清晰可见, 进一步证明了硅酸钠对焊条内部晶粒的影响。

这种晶粒尺寸的减小对焊接性能具有重要意义。小晶粒能够提供更多的晶界, 从而增加了焊接材料的强度和韧性。此外, 小晶粒还有助于减小焊缝中的缺陷和裂纹, 提高了焊接质量。这与先前的研究结果相符, 表明晶粒细化是硅酸钠影响焊接性能的关键因素之一。通过显微组织的观察和晶粒大小的分析, 我们可以清晰地看到硅酸钠在碱性低氢焊条中的作用。它不仅导致焊条内部晶粒的细化和均匀分布, 还为焊接性能的提高提供了有力支持。这些微观结构的变化是硅酸钠影响焊接性能的关键因素之一, 为进一步理解其作用机制提供了重要线索。这也强调了在焊接材料研究和生产中, 微观结构分析的重要性, 以实现更高质量的焊接。

#### 四、化学成分的调整

##### 4.1 元素分析

元素分析是在研究硅酸钠对碱性低氢焊条性能影响时的不可或缺的关键步骤。通过深入分析焊条中各元素的含量和分布情况, 我们可以更全面地理解硅酸钠添加对焊接材料的影响。这项工作分为定性分析和定量分析两个方面, 共同构建了我们对焊接材料性能改变的完整认知。

在定性分析方面, 我们关注了焊条中的关键元素, 包括碳(C)、硅(Si)、锰(Mn)、磷(P)、硫(S)等。这些元素在焊接材料中扮演着重要的角色, 它们的含量和比例直接影响着焊接性能。为了准确测定这些元素的含量, 我们采用了化学分析仪器, 将添加硅酸钠的焊条与未添加硅酸钠的焊条进行对比。研究表明, 硅酸钠的添加显著改变了焊条中一些元素的含量。特别是硅元素的含量明显增加, 这与硅酸钠作为硅源的作用机制密切相关。硅元素的增加可能导致焊条的特性发生变化, 例如焊缝的抗拉强度和硬度等。这个发现为进一步探讨硅酸钠的效果提供了关键线索。

除了定性分析, 我们还进行了焊条中元素的定量分析。通过使用精密仪器和标准化的分析方法, 我们确定了不同焊条样品中各元素的准确含量。这一步骤对于更深入地评估硅酸钠对焊接材料元素组成的影响至关重要, 因为它允许我们量化这些变化, 进一步揭示硅酸钠的作用机制。通过定量分析, 我们能够确定硅酸钠的加入对焊条中硅元素含量的确切增加程度, 这有助于更精确地预测焊接性能的改变。

元素分析在研究硅酸钠对碱性低氢焊条性能的影响中扮演了至关重要的角色。定性分析揭示了硅酸钠的加入对焊条中关键元素的含量产生了影响, 而定量分析进一步加深了我们对这些影响的理解。这项工作不仅有助于优化焊接材料的配方, 还为工程领域提供了有关硅酸钠在焊接过程中的应用潜力的重要见解。通过深入研究元素分析结果, 我们可以更好地利用硅酸钠等添加剂来改善焊接材料的性能, 推动焊接技术的发展。

##### 4.2 化学反应机制

了解硅酸钠对碱性低氢焊条性能的影响不仅需要分析元素含量, 还需要深入研究其化学反应机制。硅酸钠加入焊条后, 可能会发生多种化学反应, 从而影响焊接材料的性质。一种可能的反应是硅酸钠与其他焊条成分之间的酸碱中和反应。硅酸钠是一种碱性物质, 当它与焊条中的酸性成分发生反应时, 可能产生盐类化合物和水。这种中和反应可能有助于改善焊条的碱性特性, 从而提高焊接的稳定性。硅酸钠还可能与焊条中的金属元素发生化学反应。例如, 硅酸钠与铝(Al)或钙(Ca)等金属元素可能形成相应的硅酸盐或钠盐。这些化合物的形成可能会影响焊接材料的晶粒结构和力学性能。

硅酸钠对碱性低氢焊条性能的影响涉及复杂的化学反应机制。通过深入研究这些反应, 我们可以更好地理解硅酸钠在焊接材料中的作用方式, 并为进一步优化焊接材料的配方提供有力支持。这些化学反应的机理研究有助于揭示硅酸钠的应用潜力, 并为焊接领域的发展提供新的思路 and 方向。

##### 结束语:

通过对硅酸钠在碱性低氢焊条中的应用进行研究, 我们发现硅酸钠的加入可以显著改善焊条的性能, 包括焊接强度的提高、焊缝质量的改善、微观结构的变化以及化学成分的调整。这些结果对于提高焊接质量、稳定性以及拓展焊接材料的应用领域具有重要意义。

##### [参考文献]

- [1] 王飞, 吴晓梅, 李含音. 硅酸钠改性木材研究进展[J/OL]. 世界林业研究: 1-7[2023-09-21].
- [2] 王效莲, 亢天佑, 王囤. 硅酸钠对碱性低氢焊条性能的影响[J]. 材料开发与应用, 2021, 36(06): 67-70.
- [3] 林彰春. 高锰钢堆焊焊条的研制及测试[J]. 湖南工程学院学报(自然科学版), 2011, 21(01): 38-40+50.
- [4] 金鹏超, 孙作光, 王卫. 用螺旋机涂压碱性低氢焊条的研究[J]. 浙江工学院学报, 1993(03): 3-13.
- [5] 银舜生. 碱性低氢型电焊条国内外研究概况[J]. 焊接技术, 1986(03): 36-38+31.