

# 有色金属中稀土元素的化学分析

孙铅铅

宁波复能稀土新材料股份有限公司 浙江 宁波 315000

**摘要:** 稀土元素的化学分析是一个复杂而重要的领域,它为科学研究和工业生产提供了重要的技术支持。通过合理选择适用的分析方法、样品前处理和质量控制措施,可以获得准确可靠的分析结果,进而促进稀土元素的应用和发展。

**关键词:** 有色金属; 稀土元素; 化学分析

## Chemical analysis of rare earth elements in non-ferrous metals

Sun Qianqian

Ningbo Funeng Rare Earth New Materials Co., Ltd. Ningbo 315000, Zhejiang

**Abstract:** Chemical analysis of rare earth elements is a complex and important field that provides important technical support for scientific research and industrial production. By selecting appropriate analytical methods, sample pretreatment, and quality control measures, accurate and reliable analysis results can be obtained, thereby promoting the application and development of rare earth elements.

**Keywords:** Non ferrous metals; Rare earth elements; chemical analysis

稀土是一种重要的金属元素。在这类材料中,部分稀土元素是制备该材料的必要元素,并对其稳定性及结构功能起着关键作用。而稀土对提高非铁合金的综合使用性能起到了至关重要的作用。在合金的制备过程中,通过加入稀土元素,使合金的强度、硬度、耐腐蚀、耐磨、耐高温等特性得到了很大的提高。稀土是一种重要的化工原料,在合金生产、化学分析以及多种材料等方面有着广泛的应用。随着科技的发展,稀土在工程领域的应用将会越来越广泛。

### 1 有色金属和稀土元素概述

#### 1.1 有色金属

有色金属是指除了铁和钢以外的金属,具有较高的导电性、导热性和良好的耐腐蚀性能。有色金属通常呈现出各种颜色,因此得名。主要的有色金属包括铜、铝、铅、锌、镍、锡、钛、钨、钴、铬、锰等。有色金属在工业和日常生活中有着广泛的应用。铜常用于电线、电缆、电器、暖通设备等领域;铝常用于建筑、航空航天、汽车工业等领域;铅常用于电池、防腐、印刷等领域;锌常用于电镀、合金制备等领域;镍常用于电池、合金、电子设备等领域;锡常用于焊接、包装等领域;钛常用于航空航天、化工、医疗等领域;钨常用于灯丝、合金、切割工具等领域;钴常用于磁性材料、合金、医疗设备等领域;铬常用于不锈钢、电镀等领域;锰常用于钢铁、合金制备等领域<sup>[1]</sup>。有色金属的开发和利用对于经济发展和社会进步具有重要意义,同时也需要注

意其资源的可持续利用和环境保护。

#### 1.2 稀土元素

稀土元素是指周期表中的15个元素,其原子序数为57至71。稀土元素在化学、材料科学、能源等领域有广泛的应用和重要的地位。稀土元素具有出色的磁性特性,用于制备永磁材料和磁体,如硬磁体、软磁体、磁存储材料等。稀土元素具有特殊的光学性质,可用于制备激光材料、荧光材料、磷光材料等,广泛应用于激光技术、显示技术、照明等领域。稀土元素可用于催化剂的制备,用于促进化学反应,如汽车废气处理、石油精炼、环保和能源领域。稀土元素在锂离子电池、镍氢电池、镍镉电池等中起到重要作用,提高电池容量、循环寿命和可靠性<sup>[2]</sup>。稀土元素可用于钢铁冶金中,改善钢材的性能,如提高抗腐蚀性、强度和韧性。某些稀土元素同位素可用于医学诊断和治疗,如放射性示踪剂和放射性治疗剂。稀土元素被应用于环境污染治理,如废水处理、废气净化和土壤修复等。

### 2 有色金属中稀土元素的作用

#### 2.1 改善耐高温性能

首先,稀土元素参与合金的晶体结构调控。稀土元素的添加改变了合金的晶体结构,形成了稳定的固溶体或亚晶体结构。这种改变使金属合金能够在高温条件下维持较好的晶体结构稳定性,减少晶体的位错和缺陷,提高了合金的耐高温性能。其次,稀土元素的高熔点化合物能够有效提高金

属合金的熔点和熔化范围。这使得合金在高温下仍能保持较高的强度和稳定性,减少材料在高温条件下的软化和断裂风险。高熔点的稀土元素化合物能够在高温环境中保持稳定的晶体结构和机械性能,从而提高合金的耐高温性能。最后,稀土元素的添加能够改善合金的抗氧化能力。在高温条件下,金属合金容易发生氧化反应,导致表面氧化膜的形成。稀土元素的加入能够促进形成稳定的氧化膜或复合氧化物膜,从而有效减缓金属的氧化速率,提高合金的抗氧化性能。稀土元素能够显著提高金属合金的耐高温性能。这在高温条件下的应用是非常重要的,例如航空发动机、燃气轮机、高温炉等。稀土元素的应用能够使金属合金在高温环境下保持较好的力学性能、结构稳定性和抗氧化能力,确保材料在高温下的安全可靠性和长期使用寿命<sup>[3]</sup>。

## 2.2 改善耐腐蚀性能

稀土元素与合金中的其他元素结合形成化合物,这些化合物在合金的表面形成保护层。这些保护层对外界的腐蚀介质具有优异的稳定性,能够阻止腐蚀介质与金属表面的直接接触,从而减缓或抑制腐蚀反应的进行。相关的化合物可以是氧化物、硫化物、氮化物或碳化物等。稀土元素的氧化物膜在合金表面形成,能够起到防腐蚀的作用。这些氧化物膜通常具有较高的附着性和稳定性,能够防止腐蚀介质中的氧分子和离子直接与金属反应,从而防止金属的进一步氧化和腐蚀。

稀土元素的添加还可以改善合金的局部保护效应。在某些情况下,当合金表面受损时,稀土元素能够与腐蚀介质中的成分发生特定的反应,形成局部保护离子膜或磷酸盐层,防止腐蚀的进一步扩展和加剧。稀土元素还可以调节金属合金中金属离子的溶解行为,减少金属在腐蚀介质中的溶解速率。通过稀土元素的添加,可以改变合金的电化学行为,提高其耐腐蚀性能,减少金属离子向腐蚀介质的溶解,从而减缓或抑制腐蚀的进程。稀土元素在微观尺度上的影响也能够改善合金的耐腐蚀性能。稀土元素的存在可以调整合金的晶界和析出相,减少晶界的腐蚀和析出相的腐蚀敏感性,从而提高合金的耐腐蚀性能。

## 2.3 调节熔化行为

稀土元素的添加可以提高合金的熔点和熔化范围。稀土元素本身具有相对较高的熔点,当稀土元素与基础金属形成固溶体时,其熔点和熔化范围会显著增加。这使得合金在高温下仍能保持较高的强度和稳定性,减少材料在高温条件下的软化和变形风险。稀土元素的加入可以改变合金的凝固行为和相态结构。稀土元素的加入通常会导致合金的凝固温度降低,同时还会影响相态的形成和晶体结构的稳定性。这些改变可以影响合金的晶体生长速率、晶粒尺寸和晶界结构,进而影响合金的力学性能和微观结构<sup>[4]</sup>。稀土元素的加入还可以改变合金熔融液体的黏性和流动性。稀土元素的添加可以改变合金的黏度和表面张力,使熔融液体具有更好的流动

性和润湿性。这对于一些高温工艺中的浇铸、涂覆和熔敷等过程来说非常重要,能够提高合金的加工性能和产品质量。稀土元素调节熔化行为的作用对于合金的制备和加工具有重要意义。通过合理选择和控制稀土元素的添加量,可以调节合金的熔化行为和凝固特性,从而得到具有优良性能的合金材料。这对于高温应用领域,如航空、能源和汽车等,提供了更多的选择和机会。

## 2.4 调节晶粒细化

稀土元素的加入能够限制晶粒的长大,抑制晶粒的长径比。稀土元素在合金中形成的细小颗粒可以作为晶界钉扎剂,阻碍晶粒的生长,限制晶界运动,从而使晶粒尺寸维持在较小的范围内。细小的晶界颗粒有利于均匀分布应力和提高合金的强度、硬度和塑性。稀土元素的加入还可以促进析出相的细化。稀土元素与合金中的其他元素结合形成稳定的化合物或亚相,在冷却过程中有助于细小的析出相形成。这些细小的析出相能够提高合金的强度和硬度,并增加合金的塑性和韧性。稀土元素对晶界的行为有调控作用。稀土元素的添加可以调节晶界的结构和化学特性,对晶界的稳定性和活性产生影响。通过改变晶界的能量和活性,稀土元素可以影响晶界的迁移速率、晶界的强韧化行为和应变分布,进而改善合金的力学性能和塑性。

## 3 有色金属中稀土元素的化学分析与应用

### 3.1 铜合金中稀土元素的化学分析

#### 3.1.1 对稀土进行实验分析

采用了正交实验设计,评估稀土钠盐与铜的化学反应,以及稀土元素对铜合金抗腐蚀性能的影响。实验中使用HNO<sub>3</sub>滴定法,通过维持一定的温度和湿度条件来形成交换膜。优质的硝酸盐钝化液可以根据正交实验设计获得。通过SEM分析薄膜的性质,结果显示薄膜的抗腐蚀性能得到了改善。这表明稀土元素可以提高铜合金的均匀性,并且不会受到外界环境的侵蚀。这样的研究结果证明了稀土元素能有效改善铜合金的抗腐蚀性能。

#### 3.1.2 铜合金中稀土元素的作用

含稀土元素的铜合金在制造真空开关领域具有广泛应用。通过对铜合金进行变形处理,当变形量达到80%时,该合金的导电率能够达到95%IACS(国际电工委员会国际纯铜电导率标准的95%)<sup>[5]</sup>。这意味着这种含稀土元素的铜合金具有接近纯铜的导电性能。制造真空开关时需要考虑强电流和强电压的环境要求。含稀土元素的铜合金因其良好的导电性能和机械性能而成为理想的选择。这种合金不仅具有高导电性,还能够变形处理后保持相对较高的导电性能,为真空开关提供稳定可靠的电流传导能力。对于高要求的电力应用,这种含稀土元素的铜合金能够发挥出其优异的性能。其导电性能的提高使其能够适应高强度电流和电压的要求,同时其机械性能的优越性也确保了在复杂环境下的可靠性和耐久性。因此,在制造真空开关等高要求电力设备时,通常会

选择利用这种含稀土元素的铜合金。

### 3.2 铝合金中稀土元素的化学分析与应用

目前,铝合金中的稀土元素的化学分析主要采用电化学测试方法。这种方法使用合金作为电极,在氢氧化物介质中进行测试,并通过与稀土元素在纯铝或合金溶液中的电导反应进行比较。通过观察样品的相关性,可以得出以下结论:在合金中添加稀土元素可以明显阻碍铝离子的电离过程,从而提高铝合金的耐腐蚀性能;合金中添加稀土元素可以明显改变合金的内部结构,进而提高合金的机械性能;在铝合金中添加稀土元素可以降低铝参与电化学反应的几率,从而提高合金的稳定性。同时,这种添加还能够全面增强合金的各项性能。总之,通过化学分析铝合金中的稀土元素,可以得出稀土元素对铝合金性能的影响,包括提高耐腐蚀性、改善内部结构和增强稳定性能等。

### 3.3 钨合金中的稀土元素化学分析与运用

钨合金中的稀土元素化学分析与运用钨合金拥有许多优异的性能,例如:稳定性好,耐高压蒸汽压力低,塑性好等。因此,钨合金被广泛地应用到现代化行业中,如航空航天、冶炼金属等。但是由于钨基合金本身存在着一些缺陷,比如结晶温度和高温强度都比较低,而在钨基合金中加入了一种被称为“金属维他命”的稀土元素,可以对钨基合金进行细化,从而提高钨基合金的综合性能。目前,主要采用两种方式来提高钨合金的力学性能。一种是将土壤加入到钨-

铜合金中,制成电接触材料。尽管钨-铜合金同时具备了抗高压力和抗腐蚀的能力,但是二者之间的结合作用并不强烈,且在局部存在着性能分配不均的现象。此外,在钨-铜合金中加入稀有元素时,由于不同的元素种类、同的添加方式,以及不同的添加数量,都会对合金的性能产生不同的影响。二是采用稀土元素掺杂的钨-镍-铁(铜)合金作为研究对象。目前,我国近代工业主要采用钨-镍-铁(铜)合金。

结束语:稀土是一种对有色金属进行有效修饰的元素,可以改善其或合金的强度,因此,本课题拟对有色金属中稀土的化学成分进行分析,以使得由于其内在特性而被广泛应用于各个领域,从而为我国科技制造业作出贡献。

### 参考文献

- [1]张哲涛.有色金属中稀土元素的化学分析探讨[J].新疆有色金属,2023,46(04):34-35.
- [2]杨惠玲,杜天军,王书勤等.电感耦合等离子体质谱法测定金属矿中稀土和稀散元素[J].冶金分析,2022,42(05):8-14.
- [3]黄凯军.初探兆吉口有色金属矿床微量元素及稀土元素地球化学特征[J].西部资源,2022(04):126-128.
- [4]黄智敏.电感耦合等离子体串联质谱法测定高纯铈中稀土杂质元素的方法研究[D].江西理工大学,2022.
- [5]李晶.有色金属中稀土元素的化学分析[J].世界有色金属,2023(04):193-195.