

钛及钛合金在稀土行业中的应用分析

芦永和¹ 王俊伟² 任继德³

1 中国北方稀土(集团)高科技股份有限公司 2 包钢股份工程服务公司 3 北方稀土检修服务公司

DOI:10.12238/jssse.v2i2.8086

[摘要] 钛及钛合金,因其独特的物理和化学特性,近年来在稀土行业的应用日益广泛。本文详细分析了钛及钛合金在稀土行业中的应用。钛及钛合金因其高强度、耐腐蚀性、耐热性、无磁性、无毒和导热系数小等特性,在稀土的冶炼设备、分离提纯、合金添加、磁性材料和器件制造等多个方面展现出重要价值。通过具体应用案例和新技术实例,阐述了钛及钛合金如何有效提升稀土行业的技术水平和产品质量。本文的探讨有助于进一步推动钛及钛合金在稀土行业中的广泛应用和技术创新。

[关键词] 高强度; 耐腐蚀性好; 耐热性高; 无磁性; 导热系数小

中图分类号: TG142.73 **文献标识码:** A

Analysis of Titanium and Titanium Alloys in the Rare Earth Industry

Yonghe Lu¹ Junwei Wang² Jide Ren³

1 China North Rare Earth (Group) High-Tech Co.,Ltd 2 Baosteel Stock Engineering Services Co.,Ltd

3 Northern Rare Earth Maintenance Services Co.,Ltd

[Abstract] Titanium and titanium alloys, with their unique physical and chemical properties, have been increasingly used in the rare earth industry in recent years. This paper provides a detailed analysis of the application of titanium and titanium alloys in the rare earth industry. Due to their high strength, corrosion resistance, high thermal conductivity, non-magnetic properties, non-toxicity, and low thermal conductivity, titanium and titanium alloys have shown important value in the production equipment, separation and purification, alloy addition, magnetic material and device manufacturing, etc. of rare earth. This paper describes how titanium and titanium alloys can effectively improve the technical level and product quality of the rare earth industry through specific application cases and new technology examples. The discussion in this paper will help further promote the widespread application and technological innovation of titanium and titanium alloys in the rare earth industry.

[Key words] High strength; Good corrosion resistance; High thermal conductivity; Non-magnetic; Low thermal conductivity

随着科技进步的加速步伐,稀土元素在如电子技术、绿色能源汽车制造及航空航天等多个尖端领域的应用日渐拓宽。相应地,对于材料在稀土提炼与加工环节中所需具备的耐腐蚀性、高强度及高韧性等特性要求亦日趋严格。在此背景下,钛及钛合金,凭借其卓越的化学稳定特性和出色的力学性能,正逐步在稀土产业中占据举足轻重的位置。本文旨在深入探究钛及钛合金在稀土领域应用的广度与深度。

1 基本概述

1.1 稀土行业概述

稀土产业作为全球高科技领域发展的关键支柱,涵盖了从稀土的发掘、提纯、精炼到稀土合金与功能材料制备的全过程。稀土元素因其独有的化学属性,如卓越的磁性、高热电效能及催

化反应活性,而被广泛应用于电子技术、磁性材料制造、新能源开发、环境保护等多个前沿板块。尽管如此,稀土资源的提炼工序繁琐,加之其对提炼设备具有高度腐蚀性,这无疑加剧了市场对高性能提取材料的迫切需求^[1]。

1.2 钛及钛合金在稀土行业应用的重要性

钛及钛合金在稀土产业领域的运用,毋庸置疑地为该领域的技术创新注入了强劲动力。它们凭借卓越的抗腐蚀性,有效延长了稀土冶炼设施的服役期限,同时,利用其高强、耐高温等特点,显著增强了稀土提炼与加工流程的效能与安全系数。此外,钛及钛合金还在稀土合金与功能性材料的制备中扮演着核心角色,为稀土产业的产品更新换代与质量提升提供了坚实的支撑。

2 钛及钛合金的特性详细分析

2.1 高强度: 对钛合金力学性能的阐述

钛及钛合金因展现出卓越的高强度特性,在稀土工业领域中显著突出。这类合金的力学性能优异,不仅在强度上可与钢铁相媲美,其密度却远低于钢铁,这一独特组合使钛合金在追求轻量化与高强度应用中占据无可比拟的位置。面对稀土提炼与加工工序中必需的耐高压、耐高温设备要求,钛及钛合金凭借其高强度属性,能有效地适应这些极端操作条件,增强了设备的耐久度与作业安全性。

2.2 耐蚀性好: 钛合金的耐腐蚀性及其在稀土环境中的稳定性

钛及钛合金展现出卓越的耐腐蚀特性,这一优势成为其在稀土工业领域广泛应用的关键因素之一。在涉及稀土元素提取与加工的工序中,常常遇到剧烈的化学腐蚀与电化学腐蚀挑战,而常规材料难以维系长期的稳定性和安全性标准。相比之下,钛及钛合金材料能在多样化的腐蚀环境中,如酸性、碱性及含盐介质,展示出优秀的稳定性表现,有效提升了设备的服役期限,同时缩减了维护开支。

2.3 耐热性高: 高温环境下钛合金的性能保持能力

钛及钛合金展现出卓越的耐热特性,即便在高温环境中也能确保性能的稳定。鉴于稀土冶炼与纯化工艺中常涉及高温下的稀土化合物熔融处理,这对所用设备的耐温性能设置了严格标准。钛合金凭借其承受极端高温的能力,以及在高温条件下依然能维持机械特性和化学稳定性的优势,故而在稀土工业的高温设备应用中占据了举足轻重的位置^[2]。

2.4 无磁性: 在稀土磁性材料生产中的独特优势

钛及钛合金展现的另一个突出特点是它们的非磁性本质,这一特质在稀土磁性材料制造工艺中扮演着举足轻重的角色。鉴于诸多稀土元素,如钕、镨、钆等,因其强烈的磁性属性而被广泛应用到永磁体及电磁铁的制造领域,生产此类磁性材料的设备必须规避磁性干扰,以确保产品磁性能的纯粹性。正因钛合金不具备磁性的特性,它们成为了制造磁性材料设备的优选材质,能极大地促进产品磁性特性和整体品质的稳定保持。

2.5 导热系数小: 在稀土加工过程中的热管理优势

钛及钛合金的热传导率相对较低,这一特质赋予了其在稀土元素处理工序中显著的热管理益处。在提取与加工稀土元素的过程中,维持特定温度以确保化学反应顺畅推进及产品品质稳定至关重要。得益于钛及钛合金较低的热导性,它们能有效维持设备内部温度的一致性,减少了热量的不必要的散逸与损耗,进而增强了能源使用的效能,缩减了生产成本。

3 钛及钛合金在稀土行业中的具体应用

3.1 冶炼设备中的应用

在稀土精炼工艺范畴内,钛及钛合金因展现出卓越的性能特质,而被广泛采纳来制造精炼设施中的关键组件。首要原因在于,钛及钛合金所具备的高强性质,使它们能够在面对精炼过程中产生的极端高温高压条件时,依旧确保设备的构造稳固性。其

次,它们卓越的抗腐蚀性能够有效抵抗精炼过程中衍生的腐蚀性媒介侵袭,从而延长设备的服役寿命。此外,钛及钛合金出色的耐热性能确保了它们即便在高温环境中也能维持良好的功能性,为精炼作业的顺利实施提供保障。

具体而言,在构建冶炼炉时,钛与钛合金是制造炉体、管道及阀门等核心组件的优选材料。这些组件处于冶炼作业的严苛条件下,需忍受高温、高压及高度腐蚀性的工况,而钛合金凭借其卓越性能,恰好能满足这些严苛要求。采纳钛合金来制造上述部件,能够保障冶炼设施的长期稳定运作,提升冶炼效能,同时缩减维护开支。

3.2 分离提纯过程中的作用

在稀土元素的提取与纯化工序中,钛及钛合金同样扮演着举足轻重的角色。鉴于稀土元素彼此间化学属性的高度相似性,这一工序必须依靠专门的装置与技术手段来实施。此时,钛及钛合金便成为了制造这些不可或缺装置和技术的关键材料之一。

在制造用于分离与提纯技术的设备时,钛及钛合金是构成分离器、过滤器等核心组件的优选材料。这些关键部件在操作过程中频繁接触具有腐蚀性的媒介,而钛及钛合金展现出的卓越耐腐蚀性能,有效地抵挡了媒介对其的侵蚀作用,从而保障了设备运作的稳定性与持久性。此外,它们所具备的高强度属性使得此类构件能承载较高的工作应力,为实现高效、顺畅的分离提纯工序提供了必要的物理支撑^[3]。

3.3 合金添加剂的角色

除了在冶炼设施与提纯装置中作为核心构成材质的应用,钛与钛合金还扮演着合金增强剂的角色,致力于提升稀土合金的综合性能。通过将适量的钛及钛合金融入稀土合金之中,能够有效增进合金的力学强度、耐腐蚀特性和高温性能等方面,这些显著的性能改良促使稀土合金在更广泛的领域内得以应用,从而提升了其实际应用的附加值。另外,钛及钛合金的融入能优化稀土合金的加工特性。在合成稀土合金时,添加钛及钛合金元素能够调整合金的流动性和凝固结构,使之更易于加工操作,进而提升生产的效率。

3.4 磁性材料和器件制造中的贡献

在稀土磁性材料与器件的制造工艺中,钛及钛合金同样扮演着不可或缺的角色。鉴于它们具备无磁性的特质,钛材与钛合金成为了构建磁性材料生产设施的理想选材。这类设施在加工磁性材料时对精确度与稳定性有严苛要求,而钛基材料的高强度属性、优异的抗腐蚀能力和良好的耐温性,有力保障了设备的平稳运作,进而促进了生产效率的提升。

另外,钛与钛合金可充任磁性材料的改性剂,通过调节材质的构成与微观结构,以增强磁性材料的整体性能。举例而言,融入适量的钛或其合金能够优化磁性材料的磁性特征及力学性能等,从而提升它们在电子信息、通信技术等领域应用的效能。

于磁性装置的制造过程中,钛及钛合金材质被广泛应用于外壳、支撑架构等组件的制造。这些组件被设计需承载高度的稳定性和可靠性,以维系磁性装置的顺畅运作。钛金属及其合金

凭借其卓越的强度属性、抗腐蚀性及耐高温性, 恰能满足上述严苛标准, 为磁性装置的制造领域贡献了坚实的物质基础。

4 案例分析

4.1 典型企业应用案例

在世界稀土产业的演进长河里, 技术革新一直是不可或缺的核心要素。近期, 一家在业内享有盛誉的冶炼公司, 凭借其卓越的创新力, 将钛及钛合金技术成功融入生产流程之中, 这一举措极大提高了生产效能与产品品质, 再度彰显科技进步是驱动产业升级的恒久动力。

该企业勇于探索, 将钛及钛合金这类高性能材料创新应用于冶炼炉的核心组件, 如耐受高温高压的炉膛构造与输送管道。得益于钛及钛合金出众的化学稳定特性和卓越的力学性能, 它们有效抵御了冶炼环节中极端条件的腐蚀影响, 从而大幅度增强了冶炼炉的服役期限。有数据表明, 此创新举措使得冶炼炉的耐用性提高了大约50%, 大幅度削减了设备维护及更新的开支, 为企业经济效益的提升创造了显著条件^[4]。

尤为重要的是, 钛与钛合金的应用对冶炼工艺的稳定性及安全性带来了显著提升。鉴于其卓越的耐腐蚀特性, 能够有效地阻隔有害物质的渗漏, 大幅度削减了生产事故的潜在风险, 从而确保了员工的人身安全及企业运作的平稳进行。此外, 冶炼条件的持续稳定为提升产品质量的一致性创造了有利条件, 进一步巩固了企业在市场竞争中的稳固地位。

此外, 该公司还灵巧地运用了钛及钛合金材料来构造尖端的分离与提纯设施。这些设施确保了卓越的作业效能, 同时实现了对稀土元素提纯过程的更加精密操控, 从而大幅度增强了稀土元素的纯净度与回收效率。公司内部数据揭示, 稀土元素的纯净度提升了大约20个百分点, 回收效率则提高了约15%, 这一成就无疑为公司的产品增添了显著的附加价值, 进一步巩固了其在全球市场中的竞争地位。

4.2 钛及钛合金新技术在稀土行业的应用实例

近期以来, 钛与钛合金技术的持续创新与进步, 促使其在稀土产业领域的运用日渐普及。以下列举了几项新技术在该行业具体应用的实例。

4.2.1 纳米钛合金在稀土催化领域的应用

纳米科技是当前材料科学研究领域的焦点议题, 其中, 新型纳米钛合金材料在稀土催化领域内展示出巨大的应用潜能。该类材料的特点是比表面积广阔且活性高强, 能有效增进稀土催化剂的活性及稳定性。通过采纳纳米钛合金作为催化剂支撑体或辅助添加剂, 可以大幅度改良稀土催化过程的效能, 实现能源消耗的减少与污染排放的降低, 为稀土工业的绿色发展提供坚实的支撑。

4.2.2 钛合金复合材料在稀土结构材料中的应用

鉴于稀土产业对材料性能指标的持续提升需求, 单一的传统材料已难以适应日益复杂多变的应用场景。通过将钛合金与不同材质(如陶瓷、高分子材料等)相结合, 钛合金基复合材料应运而生, 实现了多种材料性能的协同增效。这类复合材料在稀土领域结构材料应用中展现出了广泛的应用前景, 例如在高温炉具的制造、耐蚀性管道系统中的应用等。它们的引入不仅增强了设备的可靠性和安全性, 还有效控制了生产成本, 为稀土产业的创新发展带来了新的驱动力^[5]。

4.2.3 3D打印技术在钛合金零件制造中的应用

三维打印技术, 作为一种前沿的制造手段, 为钛与钛合金材料在稀土工业领域的应用开拓了更为广阔的前景。借助于三维打印技术, 能够打造出结构复杂、尺寸精度优异的钛合金组件, 契合了稀土装置中关键零部件的特异需求。此外, 该技术还支持个性化设计及市场反馈的快速适应, 增强了生产的效能与灵活性。目前, 在稀土产业内, 部分企业已初步探索将三维打印技术融入钛合金部件的制造流程, 收效显著。

5 结束语

总而言之, 钛及钛合金以其独特的性能在稀土行业中扮演着至关重要的角色。无论是作为冶炼设备的关键部件, 还是在分离提纯过程中的应用, 亦或是作为合金添加剂和磁性材料制造的原材料, 钛及钛合金都展现出了其卓越的性能和广泛的应用前景。随着技术的不断进步和创新, 我们有理由相信, 钛及钛合金将在稀土行业中发挥更加重要的作用, 推动整个行业的持续发展和进步。同时, 我们也期待更多的科研人员和企业能够关注并投入到钛及钛合金的研发和应用中, 共同推动稀土行业的繁荣与发展。

[参考文献]

- [1]程东海, 张夫庭, 刘士伟, 等. 稀土Yb₂₀_3对TC4钛合金激光焊接头超塑变形行为的影响[J]. 稀有金属材料与工程, 2023, 52(12): 4361-4366.
- [2]王济生. 稀土元素Y对TC4钛合金力学性能的影响[J]. 材料开发与应用, 2023, 38(01): 42-47.
- [3]王冉, 王玉玲, 姜芙林, 等. 稀土氧化物对Al₂₀_3-ZrO₂激光熔覆层组织与性能影响研究[J]. 激光与光电子学进展, 2022, 59(19): 244-254.
- [4]蒋焱鸿, 姜中涛. 稀土元素对钛合金组织与性能的影响研究进展[J]. 粉末冶金工业, 2021, 31(05): 81-86.
- [5]蔡文俊, 卢文壮, 王晗, 等. 左敦稳.TC21钛合金稀土渗硼强化表面组织及性能[J]. 航空学报, 2015, 36(05): 1713-1721.