

高强度铝合金材料电力金具的应用探究

杨 阳

中国电建集团河南电力器材有限公司, 河南 漯河 462000

[摘要]在电力系统中, 高强度铝合金材料电力金具作为关键的连接和支持组件, 扮演着连接电缆、导线以及支撑设备的关键角色, 其设计和材料的选择对于确保电力系统的正常运行和提高系统性能至关重要。基于高强铝合金材料的电力金具特点及应用情况, 对比分析了新型铝合金金具与传统铁质金具在节能、环保、质量与强度方面的优缺点, 结合工程实例, 认为新型铝合金金具质量轻、强度高、无需热镀锌, 不仅满足了使用时的力学性能要求, 而且节能效果显著。

[关键词]电力金具; 节能; 环保新材料

DOI: 10.33142/hst.v6i12.10959

中图分类号: TM752

文献标识码: A

Exploration on the Application of High-strength Aluminum Alloy Materials for Power Fittings

YANG Yang

PowerChina He'nan Electric Power Equipment Co., Ltd., Luohe, He'nan, 462000, China

Abstract: In the power system, high-strength aluminum alloy power fittings, as key connecting and supporting components, play a crucial role in connecting cables, wires, and supporting equipment. The design and material selection are crucial for ensuring the normal operation of the power system and improving system performance. Based on the characteristics and application of power fittings made of high-strength aluminum alloy materials, this paper compares and analyzes the advantages and disadvantages of new aluminum alloy fittings and traditional iron fittings in terms of energy conservation, environmental protection, quality and strength. Combined with engineering examples, it is believed that the new aluminum alloy fittings are lightweight, high-strength, and do not require hot-dip galvanizing. They not only meet the mechanical performance requirements during use, but also have significant energy-saving effects.

Keywords: electric power fittings; energy-saving; environmentally friendly new materials

高强度铝合金具有轻质、高强度、抗腐蚀等优越的特性, 使得其在电力系统中的应用成为一种趋势, 同时在节能、环保等方面也有显著优势。本文将深入探讨高强度铝合金材料电力金具的设计、制造工艺以及在不同电力系统中的应用情况, 旨在为电力系统的可持续发展和提升性能提供深入的理论和实践参考。

1 高强度铝合金材料与工艺

高强度铝合金材料由于其独特的物理和化学特性, 逐渐在各行业中得到广泛应用。高强度铝合金的制备通常采用多元素合金设计, 通过精确调配合金元素的比例, 以提高其抗拉强度、耐腐蚀性和热稳定性。在合金设计的基础上, 采用先进的冶金工艺, 如等静压烧结、挤压成型等, 以确保合金中各元素的均匀分布和晶粒的细小化, 从而提高整体材料的力学性能。传统的挤压、锻造等成型工艺在铝合金的制备中也发挥着关键作用, 通过合理的变形和热处理工艺, 可以有效地提高合金的强度和硬度。此外, 采用现代先进的表面处理技术, 如阳极氧化、电化学抛光等, 可以增强合金的耐腐蚀性和表面光洁度, 满足电力金具在实际工程中的高标准要求。

2 典型的高强铝合金金具结构

2.1 碗头挂板

碗头挂板, 在电力系统中扮演着悬挂和支撑电缆或导

线的关键角色。碗头挂板的碗形头部通过曲线形状的合理设计, 实现了受力分布的均匀性, 能有效减轻金具在电力系统中可能受到的应力集中, 提高了金具的抗拉强度和承载能力^[1]。采用高强度铝合金材料制造碗头挂板, 不仅有助于减轻电力系统的整体负荷, 还保证了碗头挂板在恶劣环境条件下的抗腐蚀性能, 延长了其使用寿命。其结构设计和材料选择共同为电力系统的正常运行和可靠性提供了有力的支持, 使碗头挂板成为电力金具领域中备受青睐的关键组件之一。

2.2 悬垂线夹

悬垂线夹由夹持装置和连接电缆的固定部分组成, 采用高强度铝合金材料制造, 可以确保其在电力系统中具备卓越的性能。悬垂线夹的夹持装置是其关键组成部分, 负责紧密夹持电缆, 防止其在运行中产生松动, 在设计时需要考虑电缆的直径和材料特性, 确保夹持力分布均匀, 从而避免对电缆造成过大的应力^[2]。悬垂线夹需要在电力系统中牢固地将电缆悬挂在指定位置, 设计时必须考虑到金具与支撑结构的连接方式以及对外部环境的适应性。高强度铝合金材料的耐腐蚀性和抗氧化性使得悬垂线夹能够在各种气候条件下保持稳定性, 同时确保其具有足够的耐久性, 延长其使用寿命。高强度铝合金结构不仅符合轻量化设计的趋势, 还在提供可靠的电力传输和分配中发挥着

重要作用。

2.3 楔型线夹和 UT 线夹

楔型线夹和 UT 线夹的设计和材料选择对于确保导线的牢固连接和电力传输的稳定性至关重要。楔型线夹的结构通常包括两个夹持部分,它们通过楔形设计形成紧密的夹持通道,适用于各种导线直径。高强度铝合金的应用在保证夹持强度的同时,使得整体金具轻量化,方便安装和维护。UT 线夹适应不同直径的导线,并提供一定的导线调整空间。同样,高强度铝合金材料的应用使得 UT 线夹在保持强度的同时,减轻了金具本身的重量,有助于提高安装的灵活性^[3]。楔型线夹和 UT 线夹在输电线路、变电站设备等电力系统中广泛应用,它们的设计和制造质量直接影响着整个电力系统的可靠性和稳定性。高强度铝合金的选择使得这两种线夹在各项性能指标上均具备出色的表现,为电力传输提供了可靠的支持。

3 高强度铝合金材料电力金具的制造工艺

3.1 设计阶段

设计阶段在制造高强度铝合金材料电力金具的过程中至关重要。设计师需要充分了解电力金具的具体用途和受力环境,包括金具在输电线路、变电站设备等应用中的功能和运行条件。例如,金具可能需要承受高温、高湿、高强度等复杂环境,因此设计必须考虑这些因素。设计师还需要确定金具的整体形状、尺寸以及关键部位的几何形状,包括考虑如何优化形状以提高受力分布的均匀性,减轻应力集中的问题。例如,在挂板的设计中,碗形头部的曲线形状可能被精心设计,以确保受力更加均匀,提高整体的抗拉强度。选择合适的高强度铝合金材料,并确定合金中各种元素的比例也至关重要,通过精确计算合金的成分,设计师可以确保金具在使用中能够满足高强度和轻量化的要求。在设计考虑的最后,连接方式和装配设计也需要着重关注,包括金具与其他部件的连接方式,以及金具在安装和维护过程中的便利性。

3.2 制造过程

制造高强度铝合金材料电力金具要经过一系列精密而细致的步骤,以确保金具的质量和性能得到最大程度的优化。第一步是合金的制备,通过精密计量和混合,确保各种合金元素按照设计要求的比例混合均匀。接下来是金具的成型过程,关键是确保金具的形状和尺寸得到精确控制,通过挤压,合金材料被迫通过模具,使其形成所需的截面和外形,还需要对金属进行高温和高压的处理,使其在形变中获得所需的机械性能。在成型之后,金具需要经历热处理过程,包括淬火、时效等步骤,以调整合金晶体的结构,从而增强金具的强度和硬度。最后,金具需要进行表面处理,比如,阳极氧化、电镀或其他防护涂层的应用,以确保金具在不同环境条件下都能够保持稳定。整个制造过程需要严格的工艺控制,温度、压力、速度等参

数需要精确调整,以确保合金材料在整个过程中保持均匀性和稳定性。

3.3 质量控制

在制造高强度铝合金材料电力金具的过程中,质量控制是确保最终产品达到预期性能的关键步骤。在制造初期,必须对其进行全面的检测,确保合金成分符合设计规格,使用先进的化学分析技术,以验证各个合金元素的比例是否达到要求。在制造过程中,需要实施严格的工艺控制,要严格监测合金的温度、压力、速度等关键参数,以确保金具的制造过程稳定可控。成型和热处理后,金具需要进行尺寸检测和机械性能测试,可以确保金具的形状和尺寸符合设计要求,并检验其抗拉强度、硬度等机械性能是否符合标准。成品需要经过全面的质检程序,对金具的外观、表面处理质量、尺寸和机械性能等的全面检测。通过严格控制每个制造步骤和使用高精度的检测设备,确保每个金具都符合设计和行业标准,从而为电力系统提供了可靠的支持。

4 技术优势性分析

4.1 节能

高强度铝合金材料电力金具在节能方面具有显著的优势。铝合金相对于传统的金属材料,如钢铁,具有更低的密度和轻量化的特性,使得高强度铝合金电力金具在电力系统中使用时,能够有效减轻支撑结构和悬挂设备的自重,而在输电线路、变电站等设备中,减少了金具的重量意味着降低了整个电力系统的负载,减少了所需的支撑结构的材料和能源消耗。由于高强度铝合金金具相对轻盈,其运输成本较低,减少了能源在物流环节的使用。在安装和维护过程中,由于金具本身的轻量,减少了劳动力需求,提高了安装效率,降低了维护成本,在电力系统中成为一种更加环保和经济高效的选择,有助于推动电力行业朝着更可持续发展的方向发展。

4.2 环保

相对于传统的金属材料,铝的生产通常需要更少的能量,且铝可以被循环再利用,减少了对自然资源的需求。轻量设计降低了对金具运输、安装和维护所需资源的需求,减少运输阶段的燃料消耗,降低了碳足迹。在使用阶段,轻量金具降低了对支撑结构的负荷,减少了所需的材料和能源,提高了电力系统的效率^[4]。高强度铝合金材料的耐腐蚀性和抗氧化性使得电力金具具备更长的使用寿命,意味着减少了更频繁的更换和维护,降低了废弃物的产生,减缓了对环境的压力。高强度铝合金电力金具通过环保的材料选择、轻量设计以及长寿命特性,为电力系统提供了更为环保和可持续的解决方案。

4.3 质量与强度

高强度铝合金材料电力金具在质量与强度方面表现出卓越的技术优势,这源于其精密的设计、优质的材料选择以及先进的制造工艺。设计考虑到金具的结构形式、形

状,以及受力分布的均匀性,以最大程度地提高金具的抗拉强度和承载能力,不仅影响金具的整体性能,还直接关系到电力系统的可靠性和稳定性。高强度铝合金具有出色的抗拉强度、硬度和耐腐蚀性,使得电力金具在恶劣环境条件下能够保持卓越的性能,有助于金具在电力系统中长期运行,减少了因金具失效而导致的维护和更换成本。成型工艺,如挤压、锻造等,使得金具能够精准地达到设计要求的形状和尺寸,热处理过程进一步提高了金具的机械性能,确保其在受力时表现出卓越的强度和耐久性。质量控制是制造过程的关键环节,通过对合金的检测、成品的全面检验,确保每个金具都符合设计标准。

5 应用情况

5.1 输电线路

输电线路是将电力从发电站传送到消费者的关键组成部分,而金具作为连接、悬挂和支撑电缆的关键组件,对输电线路的性能和可靠性起到了至关重要的作用。碗头挂板通常用于悬挂电缆或导线,其设计旨在提高受力均匀性,减轻对输电塔结构的负担。高强度铝合金的轻质特性使得碗头挂板在悬挂电缆时能够降低自身的重量,减轻对输电线路结构的负担,从而提高了整个输电线路的稳定性和可靠性。悬垂线夹用于连接导线和悬挂设备,其设计考虑到在电力系统中可能遇到的风荷载、温度变化等因素。采用高强度铝合金材料制造的悬垂线夹具有出色的抗拉强度和耐腐蚀性,确保其在恶劣环境下能够长期稳定运行。楔型线夹和 UT 线夹也常用于固定和连接导线,在电力系统中承受复杂的受力环境,包括风荷载、冰荷载等,因此需要具备高强度和稳定性。高强度铝合金的优越性能使得这些金具能够在电力系统的各种应用场景中表现出色。总之,高强度铝合金材料电力金具通过其轻量、高强度、耐腐蚀等特性,为输电线路的建设和维护提供了可靠的解决方案,有助于提高电力系统的效率和可靠性。

5.2 变电站设备

变电站是电力系统中的重要环节,用于将输送至变电站的电力进行调节、分配和转换,确保电能能够被高效地传送到最终用户。碗头挂板是变电站中常用的金具之一,用于悬挂电缆、导线等,设计需要考虑到在变电站设备中可能存在的高温、湿度等环境因素。高强度铝合金的应用使得碗头挂板在悬挂重要电力元件时能够保持结构完整性,同时轻量设计减轻了对支撑结构的负担,提高了变电站设备的可靠性。由于变电站设备常常面临复杂的气候和环境条件,悬垂线夹的高强度和抗腐蚀性能是至关重要的。采用高强度铝合金制造的悬垂线夹能够在这样的环境中长期稳定运行,确保电力系统的正常运行。高强度铝合金的优越性能使得这些金具能够在电力系统中的各种应用

场景中表现卓越,为变电站设备提供了可靠的支持,优越的设计和性能使得金具能够适应变电站设备的各种复杂要求,有助于提升变电站设备的效率和可维护性。

5.3 其他电力系统

高强度铝合金材料电力金具在其他电力系统中也广泛应用,适用于发电厂、配电系统以及各种电力设施。在发电厂中,金具常用于支撑和连接发电机的导线和电缆。碗头挂板、悬垂线夹等金具能够承受发电机高速旋转和振动引起的受力,确保电力传输的稳定性。在配电系统中,金具用于连接、支持和固定电缆、导线等电力设备。楔型线夹和 UT 线夹等金具通过其优越的机械性能确保了电力设备在复杂的配电系统中的稳定运行。在各种电力设施中,金具的应用范围涉及到电力系统的多个方面,包括支撑、连接、悬挂等。总之,高强度铝合金材料电力金具通过其广泛的适用性,为不同类型的电力系统提供了稳定和可靠的支持,在设计和制造过程中的先进技术保证了金具在各种电力设备和环境条件下都能够表现出色,推动了电力行业向更高效、可持续和可靠的方向发展。

6 结语

高强度铝合金材料电力金具的广泛应用在电力系统领域展现了显著的技术优势。通过精密设计、优质材料的选择以及先进的制造工艺,不仅在输电线路和变电站设备中发挥了关键作用,也成功地适应了发电厂、配电系统和其他电力设施的复杂要求。在节能方面,金具的轻量设计有效减轻了电力系统的负载,提高了系统的整体效率。在环保方面,采用铝合金材料降低了生产过程对自然资源的依赖,符合可持续发展的理念。而在质量与强度方面,金具通过精确的设计和严格的质量控制确保了其在电力系统中的可靠性和稳定性。未来,随着电力行业的不断发展和技术的不断进步,高强度铝合金电力金具有望进一步推动电力系统向更高效、可持续、智能化的方向发展。

【参考文献】

- [1]黄应敏,邹科敏,许翠珊,等.高导电性能铝合金在新型电力金具制造中的应用研究[J].合成材料老化与应用,2021,50(4):53-57.
 - [2]陈胜男,何卫,杜挺等.输电线路金具用材料及其应用技术研究进展[J].电工技术,2019(15):149-151.
 - [3]逯平平,李新梅,杨现臣.电力金具 U 型环磨损后的组织与性能[J].热加工工艺,2019,48(24):46-49.
 - [4]季伟,张飞勇,孟繁东等.高强度铝合金材料电力金具的应用研究[J].浙江电力,2020,39(6):111-114.
- 作者简介:杨阳,男,毕业院校:许昌职业技术学院;所学专业:数控技术,当前就职单位:中国电建集团河南电力器材有限公司。