

# 铝合金材料在船舶与海洋工程装备中的应用

柯鑫剑

上海中远海运重工有限公司 上海 200231

**摘要:**近年来,随着船舶业规模不断扩大,一些新型的材料和技术被引入到船舶的制造中,提高了船舶运行效率。将铝合金应用到船舶的制造中,能够减轻船舶的重量,进一步提高船舶行驶的效率。因此,对铝合金材料在船舶与海洋工程装备制造中的应用研究,具有十分重要的现实意义。本文从铝合金的各类性能浅析入手,探讨其在船舶与海洋工程装备制造中的具体应用。

**关键词:** 铝合金; 船舶; 海洋工程; 应用

## 引言:

船舶制造质量及性能受多种因素影响,其中制造所用材料性能给船舶制造质量造成的影响最为显著,因此,选择制造材料时既要考虑耐腐蚀性,又要考虑质量问题,尤其降低船舶自身重量,可有效提高船舶速度,降低能耗,成为当前船舶制造业研究的重点。铝合金具有质量轻、强度高、耐腐蚀性强等优点,符合造船业发展要求,近年来在船舶及海洋工业中应用广泛,并取得了良好效果。

## 一、铝合金在船舶与海洋工程方面的性能分析

船舶使用环境使得其对制造所用的铝合金性能要求较高,如抗冲击、抗疲劳、力学强度等特性均有特殊要求。不过铝合金强度过高,很难在耐腐蚀性与可焊接性上取得统一,因此,制造船舶所用铝合金通常为中等强度,可焊接铝合金。为满足船舶使用要求应注重提高船用铝合金的耐腐蚀性能。Al-Mg系合金中,当Mg含量不足3%时其剥落与应力腐蚀敏感性较差。当Mg含量为3%或超过3%时晶界面会形成网状组织,腐蚀中充当阳极,最先被腐蚀,合金的腐蚀敏感性会因此大大提高。值得一提的是,在船舶领域铝合金需要具备较强的抗腐蚀性,这是由于铝合金在海水的环境中容易产生原电池反应,进而会发生电化学腐蚀情况,铝合金表面和氧气结合进而能够形成钝化膜,这样可以提高自动化修复成效,避免船舶构件受到腐蚀等影响整体进程。当然由于海水中还有一定成分的氯离子,它们会对铝合金钝化膜造成一定的损坏,进而导致铝合金出现不同程度的腐蚀,所以还需要研究不同系列的铝合金的抗腐蚀程度,以此确定具体应用的铝合金材料。当然为了不断提升船舶领域铝合金的抗腐蚀水平,技术人员可以对铝合金的表面做一定的处理,比如进行防腐涂层处理或者实施阴极保护。技术人员还需要对船舶领域相关的运行环境等进行全面监控,以此为基础探究如何防范腐蚀性问题,单纯地依靠铝合金以及相关的焊接工艺来进行船体保护很明显是不够的,还需要加强与海水隔离等相关的防护,这样才能更好地满足船舶运行的需要。随着造船行业发展规模不断扩大,公众对船体构件的性能要求也越来越高,

比较常用的铝-镁系合金实施热处理并不能达到理想状态下的要求,所以技术人员还探索出应用微合金化以及加工硬化等基础,从而不断提升铝合金的综合防护水平。目前技术人员研究得出在铝-镁系合金中增加相关的钪元素可以进一步提升铝合金抗腐蚀性、强度等,这也为进一步提高铝合金在造船工业中的应用范围及性能奠定了基础。

船用Al-Mg系合金中,增加Mg的含量可提高合金的强度,不过合金强度过高反而增加焊接难度,而且耐腐蚀性也会受到影响。通过对5083铝合金中金属比例进行调整,人们研制出了5383铝合金,强度较5083铝合金提高12~14%,而且耐腐蚀性与抗疲劳强度得以明显提升。Al-Mg-Si系合金抗拉强度主要受溶质原子固溶程度以及固溶处理温度影响,即,溶质原子固溶充分,固溶处理温度增加,抗拉强度得以明显提高,因此,使用铝合金制造船舶时应注重上述内容的考虑,对铝合金进行针对性处理,以满足船舶应用要求。

在造船业不断发展推动下,人们对优质性能船体构件需求越发渴望,但Al-Mg系合金进行热处理并不能达到强化的目的,一般情况下采用微合金化和加工硬化等手段,促进该系铝合金综合性能的进一步提高。研究发现,在Al-Mg系合金中添加适量Sc元素后会形成Al3Sc相,使得合金再结晶温度明显提升。同时,合金的耐腐蚀性、抗旱热接烈性以及屈服强度提升也较为显著。总之,铝合金在造船业中的应用,已经为发展趋势,不过如何进一步提升铝合金相关性能,适应船舶航行中各种复杂的环境,仍需人们进行不懈的研究,以研制出性能更为优良的铝合金产品。

## 二、铝合金在船舶与海洋工程中的具体应用

### 1. 铝合金在海上直升机平台的应用

钢材被当作海上石油平台的主要建筑材料。尽管钢由于长时间暴露在海洋环境中而具有较高的强度,但它也存在许多问题,例如易生锈且使用寿命短。直升机停机坪在为海上石油和天然气资源建立关键基础设施方面发挥着非常重要的作用。它用于直升机的起降,是与地面接触的重要部分。由于其尺寸、自身重量要求和结构刚度,铝制直

升机停机坪模块因其重量轻、强度和刚度好而被广泛使用。铝合金直升机平台包括副车架和连接至副车架并通过拼接铝合金型材形成的甲板单元。轮廓的一部分呈“工”形，位于上地板和下地板之间。铝合金型材的金属性能和抗弯强度用于满足性能要求，同时减少自重。另外，铝合金直升机平台易于在海洋环境中维护并且具有良好的耐腐蚀性，将其用于焊接区域可以延长使用寿命并避免损坏。

#### 2. 用于LNG船储罐设计中

一般情况下，海洋油气资源的运输距离需求地区距离较远，远洋船运成为最佳运输方式。海洋油气资源运输需应用专门的LNG储罐，对储罐的韧性、强度以及低温性能要求较高。而在低温条件下，铝合金的强度反而较常温有所增加，并且耐腐蚀性、质量轻是制造LNG储罐的最佳材料。在LNG储罐制造中5083铝合金应用较为广泛，尤其在20世纪50~60年代日本使用较多5083铝合金制造的LNG储罐，尤其其研制的160mm厚5083铝合金具有较强的抗疲劳及低温性能。

#### 3. 铝合金在民用船舶领域中的应用

铝合金在造船业中的使用可追溯到19世纪末，最早用于欧洲和美洲。但是，几乎没有铝合金能够满足行业标准的强度和耐腐蚀性，并且没有被广泛采用。因此，在民用船舶领域并不主要使用铝合金。但随着现代冶金工业的快速发展，造船工业开始关注耐腐蚀的铝镁合金。在20世纪中叶，相关的铝合金技术也取得了一些成功，铝合金在民用船中的使用达到了顶峰，例如铝合金板（5486-H3，5456-H3）的开发。SXXX5054系列合金（在英国制造）的应用数量，TTG铝焊接技术的诞生等。在20世纪中后期，随着焊接技术的发展，铝和铝合金的价格降低。铝和铝合金的市场需求更高，这导致了铝和铝合金的发展，以及新型铝合金在民用船舶领域的应用。

#### 4. 用于搭建海上直升机平台

海上直升机平台甲板会使用铝合金材料，而且会发挥这些材料耐腐蚀的优势，提高材料应用的效率，在一些码头上，也会应用铝合金材料。直升机平台大多以钢为主要的结构材料，但是钢在潮湿的海洋环境中，容易受到腐蚀，使用寿命比较短。在海上油气开发中，直升机的停机坪需要应用铝合金的材料，才能够延长该平台的使用寿命。停机坪也是直升机起降，它是与陆地保持联系的重要纽带之一，但是直升机自身的起重量大、体积大，而且对结构的刚度强度都要求比较高，应用铝合金来制造这种甲板，能够满足相应的技术要求。铝合金制造的直升机平台主要是在平台的下方用一些铝合金制作结构架，在平台上应用铝合金材质来拼接成甲板。根据力学的原理，这些铝合金自身的有抗弯的强度，就满足技术要求，而且减轻整个甲板的自重。在海洋环境中这些停机坪能够易于维护，而且耐

腐蚀性、便于使用，可免去焊接。

#### 5. 在油气开采钻杆的应用

除了用于造船外，铝合金还广泛用于油气开采钻杆之中。例如，在开发海底石油资源中，铝合金材料通常用于钻机设施中。由于制造钻井设备的材料极大地影响了海底石油资源的开采效率，因此在钻井设备中维修钻杆是非常不切实际的。因此，使用铝合金材料制造钻杆会增加钻探设备的长度，具有使用寿命长、抗冲击性强、重量轻、扭矩低等优点，可以有效减少生产工艺摩擦，对提高钻采效率具有重要作用。通常，在海底石油资源的开发中可以充分利用铝合金的优势，大大提高设备的使用寿命及生产效率，并且其使用前景不可估量。

### 三、铝合金在船舶与海洋工程中应用建议

未来随着船舶与海洋工程发展水平不断提高，要求越来越高，对铝合金等材料的性能要求也在不断提升。所以还需要相关的技术人员加强技术的探索，围绕铝合金材料的性能以及焊接工艺等方面不断学习国外先进的技术和理念，并结合国内具体的应用现状进行分析，找出铝合金应用方面存在的短板或不足，以此为基础加强技术研究探索，从而开发更多系列和类型的铝合金材料，更好地提高其应用性能和服务范围。

### 四、结束语

随着我国海洋和轮船技术飞速发展，一些新型的铝合金材料被运用到轮船制造中，铝合金自身的质量轻、造价成本低，而且具有较强的耐腐蚀性和韧性，因而得到轮船制造企业的青睐。在一些液化天然气的存储罐制造中，也会应用一些铝合金的材料，这些材料会极大地降低整个船体的重量。因此能够给货船运输带来更大的便捷，进一步提升了货船的载货能力。在海洋工程中铝合金通过一定的加工，就会具备耐腐蚀性，而且能够延长海洋工程和轮船设备的使用寿命。轮船制造企业多在一些轮船主体结构结构和甲板位置，去使用铝合金材料，减少海水对轮船外表面的腐蚀。

#### 参考文献：

- [1]齐忠原, 巫瑞智, 王国军, 等. 铝合金在船舶和海洋工程中的应用[J]. 轻合金加工技术, 2016, 44 (01): 12-18.
- [2]陈昊杰. 浅谈铝合金在船舶与海洋工程中的应用[J]. 建材与装饰, 2017 (30): 212-213.
- [3]谢光能. 铝合金在船舶和海洋工程中的有效应用[J]. 船舶物资与市场, 2019 (01): 49-50.
- [4]鲁聪聪. 铝合金在船舶与海洋工程中的应用研究[J]. 科学技术创新, 2019 (04): 29-30.
- [5]鲁聪聪. 铝合金在船舶与海洋工程中的应用研究[J]. 科学技术创新, 2019, (04): 34-35.
- [6]李珍伟. 浅谈铝合金在船舶与海洋工程中的应用[J]. 船舶物资与市场, 2019, (12): 87-88.