

铝合金在船舶和海洋工程中的应用

王 建

威海万丰镁业科技发展有限公司 山东省威海市 264209

摘 要: 随着人们对铝合金探究的不断深入,其优良性能也在不同的领域被充分地利用和发挥。铝合金的出现对于推动我国工业以及制造业的发展起到了非常重要的作用。其中,铝合金在船舶和海洋工程的成功运用,更是受到了相关学者的高度重视。

关键词: 铝合金;海洋工程;应用特征

引言:

在船舶的制造过程中,船舶制造公司应选择合理的材料,使其具有较强耐腐蚀性、韧性及较强的强度。铝合金成了一种最佳的材料,被有效运用到制造过程中,使得船舶性能更佳。随着当前海洋工程及船舶业飞速发展,制造企业也加大了对新材料的研发力度,使轮船制造成本得到降低,凸显铝合金在整个海洋工程中的应用意义,使该行业能够稳步的发展。

1 船用铝合金概述

纯铝的密度小($\rho=2.7\text{g/cm}^3$),大约是铁的1/3,熔点低(660°C),铝是面心立方结构,故具有很高的塑性($\delta:32\sim40\%$, $\psi:70\sim90\%$),易于加工,可制成各种型材、板材。抗腐蚀性能好;但是纯铝的强度很低,退火状态 σ_b 值约为 8kgf/mm^2 ,故不宜作结构材料。

船用铝合金通常使用的是铝镁合金、铝镁硅合金和铝锌镁合金。其中最常见的是铝镁合金以及利于焊接的铝锌镁合金。铝镁硅合金和铝镁硅合金的强度对比铝镁合金和铝锌镁合金有着显著降低,并且铝锌镁合金焊接后的耐腐蚀性也较低,这也极大限制了这2种铝合金的使用^[1]。但铝锌镁合金和铝镁硅合金在其他方面具有较好的应用,铝锌镁合金可用于焊接后的可热处理部件,而铝镁硅合金主要用于型材制作方面。船舶的工作条件相对特殊,船舶材料往往需要有很好的强度、耐冲击性和耐腐蚀性,船用铝合金主要是中强度铝合金,不仅具有耐腐蚀性和一定的强度,而且还具有优良的可焊接性。

根据使用部位的不同,船用铝合金可以分为用于船体结构的铝合金和用于设备的铝合金。用于船体结构的铝合金主要是5083、5086、5456和6000系列合金中的

3种合金,由于它们不容易被海水腐蚀,因此主要用于船舶制造中。热处理后的7000系列合金的强度和加工性能高于5000系列合金,主要用于造船挤压结构和甲板结构,但它的缺点是抗应力、耐腐蚀性能差。

2 铝合金在船舶与海洋工程方面的性能分析

2.1 铝合金的特性

铝合金是工业生产中应用最为广泛的有色金属结构材料之一,因其自身优势和特点,被广泛用在船舶及海洋工程、航空航天、汽车等众多领域。伴随着工业经济的蓬勃发展,各行各业对铝合金材料的性能和焊接标准要求越来越苛刻。与其它金属材料相比,铝合金具有以下典型特征:

1) 密度小。一般铝合金的密度为 $2.7\sim2.8\text{g/cm}^3$,而常用结构钢的密度为 7.85g/cm^3 ,其密度约是常用结构钢的1/3。

2) 具有很高的强度。虽然铝合金的密度相对较小,但其强度很大,接近或超过优质钢。

3) 具有良好的塑性。铝合金具有良好的塑性,可加工成各种板材、型材、管材、棒材、锻件和铸件,从而大大扩大其应用范围。

另外,铝合金还拥有很强的耐腐蚀性,且导电性和导热性都非常好。通过热处理工艺在铝合金中的应用,可以有效提高铝合金的力学性能和物理性能,进而有效提高铝合金的应用效果。

2.2 船用铝合金的优势

铝合金具有诸如低比重、弹性模量、耐腐蚀性、可焊接性、易于加工、无磁性和良好的低温特性等特性。当将其应用于船舶建造时,它主要具有以下优点:①由于其比重低,可以减轻船的重量。这样可以降低动力设备功率并保障速度;减少燃油消耗,提高经济性和环保性;改善船舶的长宽比,增加稳定性,使船舶更易于操纵。②良好的耐腐蚀性,船用铝合金基体和焊接接头在海水或海洋环境中无应力腐蚀、剥落腐蚀和晶间腐蚀倾

作者简介: 王建,1980年11月,汉族,男,河南省泌阳县,威海万丰镁业科技发展有限公司技术部经理,工程师,工程硕士, jian.wang@wfjt.com,研究方向:机械制造。

向,可节约维护成本,延长使用寿命。③加工性能好,易于进行切削、冲孔、冷弯、轧制等多种加工作业;可以制造大而宽的薄壁型材和预制件(如舱壁板),从而减少焊接量,提高总装生产效率,降低人力成本。④焊接性能好,焊接处理工作简单,使用自动氩弧焊接方法,成形好、裂纹少、矫正容易。⑤弹性模量为70~73GPa,吸收脉冲电压的能力大,安全性更高。⑥铝屑很容易获得,可以回收利用,促使材料利用率提升,减低用材成本。⑦无低温脆性,适合低温设备。⑧由于材料非磁性,因此罗盘不受影响,同时也增加舰船隐身性能。⑨无虫害和干湿变形,不燃烧,着火时更安全。

3 铝合金在船舶及海洋工程中的应用前景

3.1 民用船对于铝合金的运用分析

早在19世纪末,铝合金便被欧美的某些国家研发,随后投入并运用到了造船工业当中,这一项举动在很大程度上使得欧美国家的工业得到了快速的发展,同时也导致了之后欧美国家对于海洋的开发领先于其他国家^[2]。但在19世纪末期,由于人们对于铝及其合金的探究还不够深入,铝合金的许多性能也还未被发掘,当时相关研究者所制造出的铝合金强度以及其所拥有的抗腐蚀性并不能满足当时多领域的需求,铝及其合金材料在当时并没有受到高度的重视。随着社会经济以及科学技术的不断发展,人们对于金属材料的研究逐渐加深,冶金工业也得到了前所未有的发展机遇。铝-镁系合金的出现改变了当时造船业的现状,造船业通过对于铝镁系合金的应用在很大程度上提高了船舶的质量,使得船舶的抗腐蚀性得到了巨大的增强,从而增加了船舶的使用年限。

3.2 铝合金在民用船领域中的应用

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。

3.3 海上直升机平台建设

无论是对于海上油气开采平台还是海上资源勘测平台,都需要建成直升飞机的起落平台,而直升机平台由于面积较大,所以采用传统的钢材会导致自身重量大幅

增加。为解决这一问题,可以采用铝合金材料完成整个停机坪的建设工作,从铝合金材料的自身特点和参数上来看,一方面其密度较低,使得整个直升机停机坪的本身重量大幅降低,减轻平台的日常运行压力^[3]。另一方面铝合金材料的抗振动水平、抗弯性能等都能缓解直升机起落过程对于平台造成的冲击,同时其具备的抗腐蚀能力也能够达到标准。另外当前的平台建设工艺大量采用拼接工作模式,取代原有的焊接方法,最大限度地防止焊接过程中由于各类质量保护工作的缺陷而导致的平台本身无法稳定运行^[4]。

3.4 在LNG(液化天然气)货船上的应用

随着海上石油和天然气资源的不断发展,世界上最大的天然气供需地区相距遥远,常常被海洋隔开。因此,现代LNG运输主要基于海上运输。在海上建造LNG储罐需要具有良好的低温特性,一定强度和韧性的金属。铝合金材料在低温下的强度高于室温,并且铝合金更轻且在海洋大气中更耐腐蚀,使其成为在低温海洋环境使用下的理想选择。大量的5083铝合金也用于建造LNG容器和LNG储罐,尤其是在日本(最大的LNG进口国)。从20世纪50年代~60年代,建造了许多LNG储罐和运输船,包括主船体。壁结构完全由铝合金5083LNG储罐组成,大多数铝合金由于其独特的轻质性和耐腐蚀性而成为上储罐结构的重要材料。目前,世界上只有少数几家公司可以为LNG燃料船生产低温铝。日本开发的5083铝合金板的厚度增加到160mm,并且在低温下仍然具有良好的强度和抗疲劳性。

4 结束语

综上所述,铝合金在其密度、强度、耐腐蚀性、塑性等各个方面都具有较大优势,其在船舶及海洋工程中有着广泛的应用,对其性能起着非常重要的作用。当然,随着行业的不断进步发展,必须重视新材料技术的研发和应用,从而更好地体现性能优势和经济优势,促进行业长期稳定发展。由此可见,增强铝合金在船舶工程中的广泛应用具有非常重要的实际意义。

参考文献:

- [1]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.
- [2]鲁聪聪.铝合金在船舶与海洋工程中的应用研究[J].黑龙江科技信息,2019,(04):29-30.
- [3]杨瑞青,周静,王祝堂.舰船及海洋工程变形铝合金[J].轻合金加工技术,2019,47(02):1-8.
- [4]王金魁,雷富强,王文亮,等.关于船舶与海洋工程设备及应用探讨[J].中国战略新兴产业,2019,(04):41-42.