

新型玻璃钢材料的制备及其在海洋工程中的应用

田忠旭

秦皇岛耀华装备集团股份有限公司 河北 秦皇岛 066000

摘要: 新型玻璃钢材料以其轻质高强、耐腐蚀、易加工等特性,在海洋工程中展现出巨大的应用潜力。本文探讨了新型玻璃钢材料的制备工艺,包括原料选择、配方优化及成型技术,旨在提升材料的综合性能。进一步地,文章分析了该材料在海洋结构物、船舶制造、海洋防腐工程及深海装备等领域的应用案例,展示其在提高结构稳定性、延长使用寿命、降低维护成本等方面的显著优势。新型玻璃钢材料的研发与应用,为海洋工程的可持续发展提供了强有力的技术支撑。

关键词: 新型玻璃钢材料; 制备; 海洋工程

1 新型玻璃钢材料的制备

1.1 材料组成与选择

新型玻璃钢材料,作为一类高性能的复合材料,其核心在于其独特的材料组成。该材料主要由增强纤维和树脂基体两大核心部分组成。增强纤维,通常采用高强度、高模量的玻璃纤维,这些纤维以其出色的力学性能和化学稳定性,为玻璃钢提供了坚实的骨架。树脂基体,则多选用不饱和聚酯树脂、环氧树脂等热固性树脂,它们不仅具有良好的浸润性和固化性能,还能与玻璃纤维紧密结合,确保复合材料的整体性能。为了进一步提升材料的性能或满足特定应用需求,还可能添加适量的填料、助剂和颜料,如碳酸钙、硅灰石等无机填料,以及促进剂、固化剂等化学助剂。

1.2 制备工艺流程

新型玻璃钢材料的制备工艺流程是一个复杂而精细的过程,它涉及多个关键步骤。首先,需要对玻璃纤维进行预处理,这包括去除纤维表面的杂质、涂覆偶联剂等操作,以确保纤维与树脂之间的良好结合。接下来,根据具体配方准确称量树脂、固化剂、促进剂等原料,并混合均匀,形成树脂体系^[1]。然后,将预处理后的玻璃纤维与树脂体系相结合,通过手糊、喷射、模压或缠绕等成型工艺,将材料制成所需形状。在成型过程中,需要严格控制工艺参数,如温度、压力和固化时间,以确保制品的质量和性能。最后,对成型后的玻璃钢材料进行必要的后处理,如修整、打磨、切割等,以满足最终产品的尺寸和外观要求。

1.3 制备关键技术与创新点

在新型玻璃钢材料的制备过程中,关键技术与创新点起着至关重要的作用。一方面,增强纤维的优化和选择是关键之一。通过采用高性能纤维,如连续玻璃纤

维、碳纤维或芳纶纤维等,可以显著提升玻璃钢材料的力学性能和化学稳定性。另一方面,树脂基体的改性和创新也是不可忽视的。通过引入新型树脂体系,如生物基树脂、可回收树脂等,不仅可以提高玻璃钢材料的环保性能,还能拓展其应用领域,另外,成型工艺的创新也是制备过程中的一大亮点。

2 新型玻璃钢材料的性能表征

2.1 力学性能

新型玻璃钢材料在力学性能方面展现出极为卓越的表现,这主要得益于其独特的材料组成和精细的制备工艺。该类材料的高强度特性尤为突出,能够承受远超普通材料的外力作用而不易破损,这一特性确保了结构在各种复杂环境下的安全性和稳定性。新型玻璃钢材料还具备高模量的特点,这赋予它出色的抗变形能力。即使在长期负载或极端条件下,该材料也能保持形状的稳定,不易发生形变或翘曲,从而确保结构的精确度和可靠性。新型玻璃钢材料还具有良好的韧性,能够在受到冲击时迅速吸收并分散能量,有效防止裂纹的扩展和断裂的发生。这种优异的韧性不仅提高材料的耐久性,还使其在承受动态载荷或冲击载荷时具有更高的安全裕量。

2.2 耐腐蚀性能

新型玻璃钢材料在耐腐蚀性能方面同样表现出色,这主要归功于其独特的化学组成和稳定的材料结构。由于该材料主要由玻璃纤维和树脂基体组成,这些成分对多种化学介质具有天然的抵抗能力。实验证明,新型玻璃钢材料能够耐受包括强酸、强碱、盐溶液等在内的多种腐蚀性物质的侵蚀,且长期暴露于这些恶劣环境中仍能保持良好的性能稳定性。这一特性使得新型玻璃钢材料在化工、海洋工程、污水处理等腐蚀性环境中具有不可替代的优势。它不仅能够有效地保护结构不受腐蚀破

坏，还能延长设备的使用寿命，降低维护成本。新型玻璃钢材料还具有好的耐老化性能，能够在长期光照、风吹雨打等自然环境下保持稳定的性能，进一步拓宽了其应用领域。

2.3 热稳定性与隔热性能

新型玻璃钢材料在热稳定性和隔热性能方面同样表现出色，这为其在高温环境下的应用提供了有力保障。该材料在一定温度范围内能够保持稳定的性能，不易因温度变化而发生形变、开裂或性能下降。这一特性使得新型玻璃钢材料在高温高压等极端条件下仍能保持良好的结构完整性和力学性能。新型玻璃钢材料还具有好的隔热性能，能够有效地阻挡热量的传递，降低热损失。这一特性使得该材料在高温环境下的应用成为可能，如发电厂的隔热材料、航空航天领域的热防护系统等^[2]。在这些应用中，新型玻璃钢材料不仅能够提供有效的热保护，还能减轻结构重量，提高整体性能。在需要保温的场合中，新型玻璃钢材料也能发挥重要作用。其好的隔热性能能够有效地减少热量的散失，提高保温效果，从而满足各种保温需求。

3 新型玻璃钢材料在海洋工程中的应用

3.1 海洋结构物

新型玻璃钢材料在海洋结构物中的应用，标志着海洋工程建设向更轻质、更耐腐蚀、更环保的方向迈出了重要一步。海洋结构物，如海上平台、码头、栈桥等，长期暴露在恶劣的海洋环境中，不仅承受着海浪、潮汐的巨大冲击力，还要面对海水的腐蚀、盐雾的侵蚀以及海洋生物附着等问题。传统材料，如钢铁和木材，虽然具有一定的强度和耐久性，但在长期海洋环境下，往往会出现严重的腐蚀和老化现象，需要频繁维护和更换，增加了运营成本和环境负担。新型玻璃钢材料以其优异的耐腐蚀性能、轻质高强特性和良好的加工性能，成为海洋结构物的理想选择。其耐腐蚀性能能够抵御海水的侵蚀，减少结构因腐蚀而产生的损伤，延长使用寿命；轻质高强特性则使得结构更加轻盈，降低对基础的承载力要求，同时提高结构的稳定性和抗震性；良好的加工性能使得新型玻璃钢材料可以方便地加工成各种形状和尺寸，满足海洋结构物的复杂设计需求。在海上平台的建设中，新型玻璃钢材料被广泛应用于平台的支撑结构、护栏、楼梯、设备支架等部位。这些部位不仅需要承受较大的载荷，还要面对海水的腐蚀和海洋生物附着等问题。新型玻璃钢材料的应用，不仅提高平台的稳定性和安全性，还降低维护成本 and 环境影响。在码头和栈桥的建设中，新型玻璃钢材料也被用于防波堤、护岸、

栈桥桥面等部位，有效抵御海浪的冲击和海水的侵蚀，提高结构的耐久性和使用寿命。

3.2 船舶制造

新型玻璃钢材料在船舶制造中的应用，为船舶行业带来了革命性的变革。新型玻璃钢材料以其轻质高强、耐腐蚀、易加工等特性，成为船舶制造的理想替代材料。在船舶制造中，新型玻璃钢材料被广泛应用于船体、甲板、舱壁、桅杆等部位。船体是船舶的主要承载结构，需要承受风浪的冲击和货物的重量。新型玻璃钢材料的应用，使得船体更加轻盈，降低航行时的能耗和排放，同时提高船舶的航行速度和稳定性。甲板和舱壁是船舶的重要功能部位，需要承受人员和货物的重量以及货物的摩擦和腐蚀。新型玻璃钢材料的耐腐蚀性能和易加工性能，使得甲板和舱壁更加耐用，减少维护和更换的频率，降低了运营成本。桅杆是船舶的标志性部位，需要承受风力和雷达等设备的重量。新型玻璃钢材料的轻质高强特性，使得桅杆更加稳固，提高船舶的航行安全性和通信性能。新型玻璃钢材料在船舶内饰和舾装件中的应用也日益广泛，船舶内饰包括舱室壁板、天花板、地板等部位，需要具有良好的隔音、隔热和防火性能。新型玻璃钢材料的易加工性能和良好的物理性能，使得内饰部件更加美观、舒适和安全。舾装件包括锚链、缆绳、救生艇等部位，需要具有高强度和耐腐蚀性。新型玻璃钢材料的应用，提高舾装件的耐久性和安全性，降低维护和更换的成本。

3.3 海洋防腐工程

新型玻璃钢材料在海洋防腐工程中的应用，为海洋设施的保护提供了有力的支持。海洋环境复杂多变，腐蚀问题一直是海洋设施面临的重要挑战。在海洋防腐工程中，新型玻璃钢材料被广泛应用于海底管道、海底电缆、海上风力发电塔等部位。海底管道和海底电缆是海洋能源传输的重要通道，需要长期承受海水的腐蚀和海洋生物附着等问题，新型玻璃钢材料的耐腐蚀性能和易加工性能，使得管道和电缆更加耐用，减少维护和更换的频率，降低运营成本。海上风力发电塔是可再生能源的重要设施，需要承受风浪的冲击和海水的侵蚀。新型玻璃钢材料的应用，提高塔体的稳定性和耐久性，延长使用寿命^[3]。新型玻璃钢材料还被用于海洋平台的防腐处理，海洋平台长期暴露在恶劣的海洋环境中，容易受到海水的腐蚀和海洋生物附着的影响。通过采用新型玻璃钢材料进行防腐处理，可以有效地保护平台结构不受腐蚀破坏，延长使用寿命。新型玻璃钢材料还具有好的防火性能，能够提高平台的安全性。

3.4 深海装备

新型玻璃钢材料在深海装备中的应用,为深海探测和开发提供了有力的技术支撑。深海环境极端复杂,需要装备具有高强度、耐腐蚀、耐高压等特性。在深海装备中,新型玻璃钢材料被广泛应用于深海潜水器、深海机器人、深海探测器等部位。深海潜水器和深海机器人是深海探测的重要工具,需要承受深海的高压和低温环境。新型玻璃钢材料的轻质高强特性和良好的物理性能,使得潜水器和机器人更加轻盈、灵活和耐用。新型玻璃钢材料还具有良好的隔音和隔热性能,能够保护潜水器和机器人内部的电子设备和传感器不受深海环境的影响。深海探测器是用于深海资源勘探和开发的设备,需要具有高强度和耐腐蚀性。新型玻璃钢材料的应用,提高探测器的稳定性和耐久性,延长使用寿命。新型玻璃钢材料还被用于深海管道的制造和安装,深海管道是深海资源开发的重要基础设施,需要承受深海的高压和腐蚀环境。通过采用新型玻璃钢材料进行管道的制造和安装,可以有效地提高管道的耐腐蚀性和耐久性,降低维护和更换的成本。新型玻璃钢材料还具有良好的柔性和可塑性,能够适应深海复杂的地形和地质条件,提高管道的可靠性和安全性。

4 新型玻璃钢材料的性能优化与改进

4.1 材料性能改进方向

新型玻璃钢材料的性能改进方向主要聚焦于增强其力学性能、提升耐腐蚀性、优化热稳定性以及增强电磁屏蔽性能等多个维度。在力学性能方面,科研人员致力于通过调整玻璃纤维的类型、长度及排列方式,以及优化树脂基体的配方,来实现材料强度的进一步提升和韧性的增强。在耐腐蚀性提升上,研究者们正在探索新型耐腐蚀树脂的开发,以及通过表面处理技术来增强材料的防腐能力,从而延长材料在恶劣环境下的使用寿命。针对热稳定性的优化,重点在于开发耐高温树脂和增强材料的热传导性能,以确保材料在高温环境中仍能维持稳定的物理和化学性能。电磁屏蔽性能的增强则通过引入导电填料或开发具有本征电磁屏蔽特性的树脂基体来实现,以满足电子设备等领域对材料电磁兼容性的高要求。

4.2 制备工艺优化

制备工艺的优化是提升新型玻璃钢材料性能的关键环节。科研人员致力于改进成型工艺,如采用真空辅助

树脂注入(VARI)、树脂传递模塑(RTM)等先进成型技术,以提高材料的成型效率和制品的质量一致性。针对材料的固化过程,研究者们正在探索更为高效的固化技术和温度控制策略,以确保树脂基体能够充分固化,同时减少固化过程中产生的内应力和变形。自动化和智能化生产线的引入,也是制备工艺优化的重要方向,它能够提高生产效率,减少人为操作带来的误差,进一步提升材料的整体性能。

4.3 复合材料设计

复合材料设计是新型玻璃钢材料性能优化的另一重要途径。通过精确控制玻璃纤维与树脂基体的比例、分布以及界面结合状态,可以显著影响材料的整体性能。多尺度纤维混杂设计,即将不同长度、直径和类型的纤维组合使用,可以进一步优化材料的力学性能和加工性能^[4]。在界面设计方面,通过引入偶联剂或进行表面改性处理,可以增强纤维与树脂基体之间的结合力,从而提高复合材料的整体强度和耐久性。复合材料的多功能化设计也是当前研究的热点之一,通过引入功能性填料或设计特殊结构,可以使新型玻璃钢材料同时具备阻燃、隔音、隔热、电磁屏蔽等多种性能,满足更加广泛的应用需求。

结束语

综上所述,新型玻璃钢材料的制备及其在海洋工程中的应用,不仅推动海洋工程技术的进步,也为海洋资源的开发与利用提供更加安全、高效、环保的解决方案。随着材料科学与制备技术的不断发展,新型玻璃钢材料将在未来海洋工程中扮演更加重要的角色,为实现海洋经济的可持续发展贡献力量。期待更多创新技术的应用,共同推动海洋工程领域的繁荣发展。

参考文献

- [1]贾宝栋.关于新型复合材料在工程机械上的应用思考[J].冶金与材料,2020,40(6):107-108.
- [2]刘国军.说说钛材料在海洋工程中的应用[J].中国建材,2022,(08):114-115.
- [3]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.
- [4]刘云平.船舶与海洋工程设备及其应用分析[J].船舶物资与市场,2023,31(12):74-76.