

油船内装材料的防火性能与耐久性研究

杨 雪

大连中远海运重工有限公司 辽宁 大连 116113

摘要：在全球贸易蓬勃发展的大背景下，油船作为海上石油运输的核心工具，其安全性问题日益凸显。油船内装材料的防火性能与耐久性，直接关乎油船在航行过程中的安全性以及使用寿命。本文分析了影响这两种性能的各类因素，系统介绍了当前相关的检测与评估方法，并详细阐述了提高油船内装材料防火性能与耐久性的有效措施，旨在为油船内装材料的研发、选用以及油船的安全运营提供坚实的理论支持与实践指导。

关键词：油船；内装材料；防火性能；耐久性

1 引言

油船承担着将石油及其制品从产地运输到消费地的重要任务，在海上运输中占据着举足轻重的地位。然而，油船运输的货物具有易燃易爆的特性，一旦发生火灾等安全事故，后果将不堪设想。油船内装材料不仅需要满足基本的装饰和功能需求，更要在防火和耐久性方面表现出色。防火性能不佳的内装材料在火灾发生时，可能会迅速燃烧并释放大量有毒烟雾，加剧火灾的蔓延速度，严重威胁船员的生命安全和船舶的结构完整；而耐久性差的材料则会在短时间内出现老化、损坏等问题，不仅会增加维护成本，还可能影响油船的正常运营。

2 影响油船内装材料防火性能与耐久性的因素

2.1 材料本身的性质

化学成分：不同化学成分的材料具有不同的防火和耐久性能。例如，一些含有卤素元素的材料在燃烧时会产生大量的有毒烟雾，如氯化氢、溴化氢等，这些烟雾不仅会对人体造成严重的伤害，还会加剧火灾的危害程度。而不含卤素的环保型阻燃材料则具有更好的防火和环保性能，它们在燃烧时产生的烟雾较少，毒性较低。材料的分子结构也会影响其耐久性，如高分子材料的交联程度越高，其分子链之间的连接越紧密，材料的强度和稳定性就越好，耐老化性能通常也越好。

物理结构：材料的密度、孔隙率等物理结构参数会影响其防火和耐久性能。密度较大的材料通常具有更好的隔热性能，因为其内部结构更加紧密，空气含量较少，能够有效地阻止热量的传递，从而延缓火势蔓延。而孔隙率高的材料则容易吸收水分和污染物，水分和污染物的侵入会导致材料的物理和化学性质发生变化，如材料膨胀、变形、腐蚀等，进而降低材料的耐久性。同时，孔隙率高的材料还可能成为灰尘和可燃物的积聚场所，增加火灾风险。

2.2 环境因素

温度：油船在航行过程中会经历不同的温度环境，从寒冷的极地海域到炎热的热带海域，温度变化范围较大。高温会加速材料的老化过程，降低其防火和耐久性能。例如，长期暴露在高温环境下的塑料材料可能会发生分子链的断裂和降解，导致材料变脆、软化，甚至失去原有的形状和性能，从而影响其防火性能^[1]。此外，高温还可能引发材料内部的化学反应，如氧化反应等，进一步加速材料的老化。

湿度：海洋环境湿度大，水分容易侵入材料内部。对于一些吸湿性较强的材料，如木材、某些纤维材料等，水分会导致材料膨胀、变形，影响其尺寸稳定性和结构完整性。同时，水分还会促进材料内部的微生物生长，导致材料腐烂、霉变等问题，降低材料的耐久性。湿度也会影响材料的防火性能，如一些吸湿性材料在潮湿环境下可能会降低其阻燃效果，因为水分的存在可能会影响阻燃剂的分散和作用。

盐雾：盐雾是海洋环境特有的腐蚀因素，它会对金属材料及部分非金属材料造成腐蚀。对于金属材料，盐雾中的氯离子会破坏金属表面的氧化膜，加速金属的腐蚀过程，导致金属材料的强度和韧性下降，影响其结构完整性和耐久性。对于一些非金属材料，如塑料、橡胶等，盐雾也可能对其表面造成侵蚀，导致材料表面粗糙、变色，甚至出现裂纹和破损。盐雾还可能影响材料的防火性能，如腐蚀后的材料表面可能变得粗糙，容易积聚灰尘和可燃物，增加火灾风险。

2.3 使用和维护情况

安装工艺：内装材料的安装工艺会影响其防火和耐久性能。如果安装不当，可能会导致材料之间存在缝隙，这些缝隙会成为火焰和烟雾蔓延的通道，影响防火效果。例如，在安装防火隔板时，如果隔板与周围结构

之间的密封不严,火灾时火焰和烟雾就可能通过缝隙蔓延到其他区域,扩大火灾范围。此外,安装过程中对材料造成的损伤,如划痕、磕碰等,也可能会降低材料的耐久性,因为这些损伤部位容易成为腐蚀和老化的起始点。

维护保养:定期的维护保养可以延长内装材料的使用寿命,保持其防火性能。如果缺乏维护保养,材料表面的污垢、灰尘等会积累,这些污垢和灰尘不仅会影响材料的美观性能,还可能影响材料的防火性能^[2]。例如,灰尘和污垢可能会覆盖在阻燃材料表面,降低阻燃剂的作用效果。同时,材料的老化、损坏等问题也不能及时发现和处理,导致问题逐渐加重。例如,一些小的裂缝如果没有及时修复,可能会在环境因素的作用下逐渐扩大,最终影响材料的整体性能。

3 油船内装材料防火性能与耐久性的检测与评估方法

3.1 防火性能检测与评估方法

3.1.1 燃烧性能测试

垂直燃烧测试:该测试方法是将试样垂直悬挂,在试样下方施加火焰,观察试样在规定时间内燃烧情况,包括燃烧速度、火焰蔓延高度、是否有滴落物等。通过测量试样的燃烧长度和燃烧时间,可以计算出试样的燃烧速度,以此来评估材料的阻燃性能。如果试样在燃烧过程中火焰蔓延缓慢,且没有滴落物,说明材料的阻燃性能较好。

水平燃烧测试:水平燃烧测试是将试样水平放置,在试样的一端施加火焰,观察火焰沿试样水平方向的蔓延情况。记录火焰蔓延的距离和时间,计算火焰蔓延速率,以此评估材料的燃烧性能。该方法可以直观地反映材料在水平方向上的阻燃能力。

氧指数测试:氧指数测试是通过测定材料在氧气和氮气混合气体中维持燃烧所需的最低氧气浓度(氧指数),来评估材料的阻燃性能。氧指数越高,说明材料在氧气含量较低的环境中也能维持燃烧,即材料的阻燃性能越好。一般来说,氧指数大于27的材料被认为是难燃材料。

3.2 烟密度测试

火灾中产生的烟雾是威胁船员生命安全的重要因素之一。烟密度测试可以测定材料在燃烧过程中产生的烟雾量,评估材料的发烟性能。常用的烟密度测试方法有锥形量热仪法、NBS烟箱法等。锥形量热仪法可以模拟真实的火灾环境,测量材料在燃烧过程中的热释放速率、烟释放速率等参数,从而全面评估材料的发烟性能。NBS烟箱法则是将试样放置在封闭的烟箱中,点燃试样后,测量烟箱内光线的透过率,以此来计算材料的

烟密度。烟密度越小,说明材料在燃烧时产生的烟雾越少,对人员的危害也越小。

3.3 毒性测试

材料燃烧时产生的有毒气体对人体危害极大。毒性测试可以分析材料燃烧产物中有毒气体的种类和浓度,评估材料的毒性。常用的毒性测试方法有动物试验法、化学分析法等。动物试验法是将实验动物暴露在材料燃烧产生的烟雾环境中,观察动物的生理反应和死亡情况,以此来评估烟雾的毒性。化学分析法则通过采集烟雾样品,利用气相色谱、质谱等仪器分析烟雾中有毒气体的成分和浓度。毒性测试结果可以为评估材料在火灾中对人员的危害程度提供重要依据。

3.4 耐久性检测与评估方法

3.4.1 老化试验

通过模拟油船实际使用环境中的温度、湿度、光照等因素,对材料进行加速老化试验,如热老化试验、湿热老化试验、光老化试验等,观察材料在老化过程中的性能变化,评估其耐久性。热老化试验是将试样放置于高温环境中,加速材料的老化过程,定期测量材料的物理和化学性能,如拉伸强度、断裂伸长率、硬度等,观察这些性能随时间的变化情况。湿热老化试验则是在高温高湿的环境下进行,模拟海洋环境中的湿度条件,评估材料在湿热环境下的耐久性。光老化试验是利用人工光源模拟太阳光,对材料进行照射,观察材料在光照作用下的老化情况,如颜色变化、表面龟裂等。

3.4.2 耐腐蚀试验

针对海洋环境中的盐雾腐蚀问题,对材料进行盐雾试验,观察材料在盐雾环境下的腐蚀情况,评估其耐腐蚀性能。盐雾试验是将试样放置于盐雾试验箱中,通过喷雾装置将一定浓度的盐水喷雾到试样表面,模拟海洋环境中的盐雾腐蚀条件。经过一定时间的试验后,观察试样表面的腐蚀情况,如腐蚀产物的生成、腐蚀深度等,以此来评估材料的耐腐蚀性能。

3.4.3 力学性能测试

材料的力学性能如拉伸强度、弯曲强度、冲击强度等会随着使用时间的增加而发生变化。通过定期对材料进行力学性能测试,可以评估材料的耐久性。拉伸强度测试是将试样固定在拉伸试验机上,施加拉力直至试样断裂,测量试样断裂时的最大拉力,计算出拉伸强度。弯曲强度测试是将试样放置在弯曲试验机上,施加弯曲力,测量试样在弯曲过程中的变形和破坏情况,计算出弯曲强度。冲击强度测试是利用冲击试验机对试样施加冲击载荷,测量试样在冲击作用下的能量吸收能力,以

此来评估材料的韧性。通过对比材料在不同使用阶段的力学性能,可以了解材料的耐久性变化情况。

4 提高油船内装材料防火性能与耐久性的措施

4.1 材料研发与创新

加大对新型阻燃材料的研发力度,如纳米复合阻燃材料、膨胀型阻燃材料等。纳米复合阻燃材料是将纳米粒子与基体材料复合而成,纳米粒子具有独特的物理和化学性质,如小尺寸效应、表面效应等,能够显著提高材料的阻燃性能。例如,纳米氢氧化铝、纳米氢氧化镁等纳米粒子在燃烧时可以吸收大量的热量,分解产生的水蒸气可以稀释可燃气体,从而起到阻燃作用。膨胀型阻燃材料在受热时会发生膨胀,形成一层多孔的炭质层,这层炭质层可以有效地隔绝氧气和热量,阻止火焰的蔓延。这些新型材料具有更好的阻燃性能和环保性能,能够满足油船对防火安全的高要求^[3]。通过改进材料的配方和工艺,提高材料的耐老化、耐腐蚀等性能。例如,采用耐候性好的树脂作为基体材料,添加抗老化剂、紫外线吸收剂等助剂,可以有效地提高材料的耐老化性能。抗老化剂可以抑制材料在光照、氧气等作用下的老化反应,延长材料的使用寿命。紫外线吸收剂可以吸收紫外线,减少紫外线对材料的破坏。对于提高材料的耐腐蚀性能,可以采用表面处理技术,如镀层、涂层等,在材料表面形成一层保护膜,阻止腐蚀介质与材料基体的接触。

4.2 优化设计与安装

在设计油船内装时,应充分考虑防火和耐久性要求。例如,合理设置防火分隔,采用防火等级高的材料进行分隔,阻止火势蔓延。防火分隔可以将油船划分为多个相对独立的防火区域,当某个区域发生火灾时,可以有效防止火势蔓延到其他区域。同时,优化内装结构,减少应力集中,提高材料的耐久性。在设计舱壁、天花板等结构时,应避免出现尖锐的转角和突变的截面,以减少应力集中的可能性。此外,还可以采用合理的连接方式,如螺栓连接、焊接等,确保内装结构的稳定性和可靠性。制定严格的安装工艺标准,确保内装材料安装牢固、密封良好。在安装过程中,应注意对材料的保护,避免造成损伤。例如,在安装防火门时,应保证门框与门扇之间的密封性,防止火灾时烟雾和火焰蔓延^[4]。可以采用密封条等密封材料,填充门框与门扇之间的缝隙,提高密封效果。在安装过程中,还应使用合适的工具和方法,避免对材料表面造成划痕、磕碰等损

伤。对于一些需要现场加工的材料,应严格按照加工工艺要求进行操作,确保加工质量。

4.3 加强维护与管理

建立完善的内装材料检查与维护制度,定期对油船内装材料进行检查,及时发现和处理老化、损坏等问题。例如,定期检查舱壁、天花板等内装材料的表面状况,对出现裂缝、脱落等问题的地方及时进行修复。可以采用目视检查、无损检测等方法进行检查。目视检查可以直观地发现材料表面的明显缺陷,如裂缝、变形、变色等。无损检测方法,如超声波检测、红外热成像检测等,可以检测材料内部的缺陷和损伤。对于发现的问题,应及时采取修复措施,如填补裂缝、更换损坏的材料等,确保内装材料的性能不受影响。加强对船员的培训,提高船员对内装材料防火性能与耐久性的认识。船员应了解内装材料的使用和维护要求,在日常工作中注意保护内装材料,避免人为损坏。培训内容可以包括内装材料的防火性能和耐久性知识、日常检查和维护方法、火灾应急处理等。通过培训,使船员能够正确使用和维护内装材料,及时发现和处理潜在的问题,保障油船的安全运营。

结语

油船内装材料防火性能与耐久性关乎其安全运营。经研究影响因素、采用科学检测评估方法并采取有效措施,可显著提升二者性能。实际应用中,要重视材料研发创新,开发新型材料;优化设计与安装工艺;加强维护管理,完善检查维护制度。未来,随着科技与航运业发展,相关研究将深入,新材料技术涌现,法规标准更严。需各方合作推动技术进步,且材料要注重环保。这是长期系统工程,需持续投入,以提升油船安全可靠,促航运业可持续发展,助力全球贸易繁荣。

参考文献

- [1]李旭,张道坤,何凯.基于CSR规范的油船典型节点疲劳强度影响因素分析[J].舰船科学技术,2025,47(03):72-76.
- [2]王浩宇,隋江华.7999 DWT成品油船建造质量及运营安全评价研究[J].船舶物资与市场,2025,33(01):94-97.
- [3]黄博渊.成品油船结构疲劳强度的缺口应力分析方法研究[D].大连海事大学,2024.
- [4]全国钢标准化技术委员会(SAC/TC 183).原油船货油舱用耐蚀钢腐蚀性能测试方法:GB/T 43606-2023[S].中国标准出版社,2023.