

采用超薄型防火涂料的钢结构汽车车库防火保护技术研究

肖大可

南京智慧停车有限责任公司

DOI:10.32629/btr.v8i6.4859

[摘要] 钢结构汽车车库防火保护至关重要,关乎人员生命与财产安全,需深入研究有效措施。本文聚焦钢结构汽车车库防火保护,先介绍超薄型防火涂料特性、分类与成分。接着阐述其防火保护技术,涵盖材料选型、施工工艺、性能检测评估。然后探讨防火保护系统设计,包括防火设计原则、分区设计、涂层厚度设计,提出系统优化措施,如引入新型材料与技术、强化施工管理、制定定期维护检测计划,以提升车库防火安全性能。

[关键词] 超薄型防火涂料; 钢结构; 汽车车库; 防火保护技术

中图分类号: TU892 文献标识码: A

Research on Fire Protection Technology for Steel Structure Car Garages Using Ultra-Thin Fire-Resistant Coatings

Dake Xiao

Nanjing Smart Parking Co., Ltd.

[Abstract] Fire protection for steel structure car garages is crucial, concerning the safety of lives and property, necessitating in-depth research into effective measures. This paper focuses on fire protection for steel structure car garages. It first introduces the characteristics, classifications, and composition of ultra-thin fire-resistant coatings. It then elaborates on their fire protection technology, covering material selection, construction techniques, and performance testing and evaluation. Subsequently, it discusses the design and optimization of the fire protection system, including fire protection design principles, zoning design, coating thickness design, and proposes system optimization measures such as introducing new materials and technologies, strengthening construction management, and formulating regular maintenance and inspection plans to enhance the garage's fire safety performance.

[Key words] Ultra-thin fire-resistant coatings; Steel structure; Car garage; Fire protection technology

引言

在现代化城市发展中,钢结构汽车车库因其结构轻巧、施工便捷等特性得到了广泛应用。然而,钢结构在火灾中容易因高温而迅速失去承载能力,对车库内人员和财产安全构成严重威胁。超薄型防火涂料作为一种高效的防火保护材料,因其超薄厚度、优异防火性能及装饰性,在钢结构防火领域展现出巨大应用潜力。本文旨在深入探讨超薄型防火涂料在钢结构汽车车库防火保护中的技术要点,包括材料选型、施工工艺、性能检测及系统设计优化等方面,以期对相关工程实践提供有益参考。

1 超薄型防火涂料概述

超薄型防火涂料是一种涂层厚度不超过3毫米的膨胀型防火产品,遇火时能迅速膨胀发泡形成蜂窝状炭化泡沫层,膨胀倍数可达几十倍,有效隔绝氧气并延缓热量向钢结构传递,满足0.5小时至2.5小时的耐火极限要求。其核心特性体现在施工便

捷性、表面装饰性和环保安全性上:施工方式支持喷涂、刷涂、辊涂等多种操作,能适应不同施工环境和需求;涂层表面平整光洁,可提升建筑物整体美观度;同时具备无毒环保特性,施工及使用过程不会对环境 and 人体造成危害。从分类方式看,按溶剂类型可分为水性和溶剂型两类,水性超薄型防火涂料以水为溶剂,具有无毒无污染的环保优势,符合现代建筑对绿色材料的要求,而溶剂型超薄型防火涂料以有机溶剂为分散介质,在特定施工环境下可能表现出更优的成膜性能,但环保性相对较弱;从组成成分看,该涂料主要由基料、阻燃填料、颜料和助剂构成,基料通常采用丙烯酸树脂或丙烯酸乳液,为涂料提供成膜性能和黏结强度,阻燃填料是防火功能的核心成分,包含聚磷酸铵、三聚氰胺等物质,遇火时发生化学反应释放不燃性气体,促进炭化层形成,颜料用于调节涂料颜色以满足不同装饰需求,助剂则用于改善施工性能并提高涂料稳定性^[1]。各成分通过协同作用,使超

薄型防火涂料同时具备优异的防火性能、施工适应性和装饰效果,其技术特性使其广泛应用于钢结构建筑防火保护领域,既能满足防火安全标准,又能兼顾建筑美学需求,成为现代建筑防火工程中的重要材料选择。

2 超薄型防火涂料的钢结构汽车车库防火保护技术

2.1 材料选型技术

(1) 基料选择,基料的选择对超薄型防火涂料的性能起着至关重要的作用。在钢结构汽车车库防火保护中,应根据车库的具体环境和使用要求选择合适的基料。丙烯酸树脂基料具有优异的耐候性、耐化学腐蚀性和附着力,能够适应车库内复杂的环境条件。丙烯酸乳液基料则具有环保、成本低等优点,在一些对环保要求较高且预算有限的车库项目中具有广泛的应用前景。(2) 阻燃填料搭配,阻燃填料的合理搭配是实现涂料良好防火性能的关键。聚磷酸铵、三聚氰胺和季戊四醇是常用的阻燃填料,它们在防火过程中相互协同作用。聚磷酸铵作为酸源,在受热时分解产生磷酸,促进炭化层的形成;三聚氰胺作为气源,分解产生不燃性气体,使炭化层膨胀发泡,增强隔热效果;季戊四醇作为碳源,为炭化层的形成提供碳骨架^[2]。(3) 助剂选用,助剂在超薄型防火涂料中虽然用量较少,但起着不可或缺的作用。分散剂能够使颜料和填料在涂料中均匀分散,提高涂料的稳定性和施工性能;消泡剂可以消除涂料在搅拌和施工过程中产生的气泡,避免涂层出现针孔等缺陷,保证涂层的致密性;防沉剂则能防止涂料在储存过程中发生沉淀,延长涂料的储存期,合理选用助剂并控制其用量,能够显著提高超薄型防火涂料的质量和性能。

2.2 施工工艺技术

一是表面处理,钢结构表面的处理质量直接影响防火涂料的附着力和防火效果。在施工前,必须对钢结构表面进行彻底的清理,去除油污、铁锈、灰尘等杂物。对于锈蚀较为严重的部位,应采用喷砂除锈的方法,使其达到规定的除锈等级。手工除锈则需达到st3级以上,以确保表面清洁度,同时还应进行除水处理,保持表面干燥,避免水分影响涂料的附着。二是底漆涂刷,涂刷防锈底漆是增强防火涂料附着力和保护钢结构的重要环节。防锈底漆能够在钢结构表面形成一层致密的保护膜,防止钢材进一步锈蚀,同时为防火涂料提供良好的附着基础。在选择防锈底漆时,应确保其与超薄型防火涂料具有良好的相溶性,避免因两者之间发生化学反应而影响涂层性能。三是防火涂料施工,超薄型防火涂料可采用喷涂、刷涂或辊涂等多种方式进行施工^[3]。喷涂施工效率高,能够快速覆盖大面积的钢结构表面,但需要注意控制喷涂压力和喷枪距离,以确保涂料均匀喷涂,避免出现流挂、漏涂等问题。刷涂适用于小面积或形状复杂的部位,能够保证涂料的涂抹均匀性,但施工速度相对较慢。辊涂则结合了喷涂和刷涂的优点,适用于一些对涂层厚度要求较为均匀的场合,在施工过程中应根据车库钢结构的实际情况和施工要求选择合适的施工方式,并进行多遍施工,每遍施工厚度控制在一定范围内,直到达到所需的耐火极限。四是面漆涂刷,为了提高防火涂料的

理化性能和装饰效果,可在防火涂料表面涂刷一层防火涂料面漆。面漆能够增强涂层的耐候性、耐腐蚀性和耐磨性,延长涂层的使用寿命,同时还可以改善涂层的外观质量,使其更加美观。涂刷面漆时,应选择与防火涂料相匹配的面漆产品,并按照产品说明进行施工。

2.3 性能检测与评估技术

第一,理化性能检测。理化性能检测是评估超薄型防火涂料质量的重要手段。主要包括涂料在容器中的状态、细度、干燥时间、附着力、柔韧性、耐冲击性、耐水性及耐湿热性等指标的检测。例如,通过检测涂料的细度,可以了解颜料和填料在涂料中的分散程度,细度越小,分散越均匀,涂料的性能越好;附着力检测则能够评估涂料与钢结构表面的结合强度,附着力越强,涂层越不容易脱落。第二,防火性能检测。防火性能是超薄型防火涂料的核心性能指标,通常采用模拟大板燃烧法进行测试。将涂有防火涂料的钢板样板涂层面朝下,置于酒精喷灯上方一定距离处,测试钢板背面达到特定温度的时间,该时间即为耐火时间。通过耐火时间的检测,可以直观地评估涂料的防火性能是否满足设计要求,而且还可以采用其他检测方法,对涂料的防火性能进行综合评估。第三,长期性能评估。除了短期性能检测外,还应关注超薄型防火涂料的长期性能变化。由于车库环境复杂,涂料在长期使用过程中可能会受到温度、湿度、紫外线等因素的影响,导致性能衰减,所以需要建立长期性能评估体系,定期对涂层进行检测和评估,及时发现问题并采取相应的维护措施,确保涂层始终保持良好的防火性能。

3 钢结构汽车车库超薄型防火涂料防火保护系统设计 with 优化

3.1 防火设计原则

(1) 安全性是首要原则,需确保防火保护系统切实提升钢结构耐火极限。钢结构在火灾中易因高温失去承载能力,车库作为人员与车辆聚集场所,一旦发生火灾后果严重。防火保护系统必须有效阻隔热量传递,延长钢结构达到临界温度的时间,为人员疏散和消防救援争取宝贵时间,保障车库在火灾场景下的整体安全。(2) 经济性原则要求在满足防火规范要求基础上,合理规划材料选用与施工方案。通过对比不同品牌、性能的防火涂料价格,结合车库钢结构特点,选择性价比高的产品。同时,优化施工流程,减少不必要的工序和材料浪费,降低人工成本,使工程造价控制在合理范围^[4]。(3) 适用性原则强调依据车库使用功能与环境条件确定防火涂料及保护措施。不同功能区域对防火要求有差异,如车辆停放区与疏散通道,需针对性选择防火涂料类型。考虑车库所处地理环境,选用耐候性、耐腐蚀性强的防火涂料,确保防火保护系统长期稳定发挥作用,满足车库实际使用需求。

3.2 防火分区设计

车库防火分区设计需依据其规模、布局及防火要求进行合理规划,设计过程中应明确划分各防火分区范围,确保每个分区面积、功能及火灾危险性相对独立且可控。防火分区边界处必

须设置有效的防火分隔设施,以阻止火势蔓延。防火墙作为首选分隔方式,其耐火极限需满足规范要求,确保在火灾中保持结构稳定性。当防火墙设置存在困难时,可采用防火卷帘替代,但需确保其耐火性能与防火墙相当,且具备自动关闭功能,在火灾发生时能迅速形成有效分隔。此外,针对车库内不同结构及使用需求,需考虑超薄型防火涂料的应用。该涂料具有厚度薄、重量轻、施工便捷等优点,可涂覆于钢结构表面,提升其耐火极限。在防火分区设计中,应根据各区域火灾危险性 & 结构特点,合理确定超薄型防火涂料的涂覆范围及厚度,确保其在火灾中能有效保护钢结构,延缓火势蔓延。同时,防火分区设计还需与车库的疏散设计、消防设施配置等相协调,共同构成完善的防火安全体系,保障车库内人员生命及财产安全。

3.3 涂层厚度设计

钢结构超薄型防火涂层厚度设计是一个需要综合考量多方面因素的系统工作,要依据钢结构类型开展设计,框架结构、网架结构等不同类型,因受力特点和空间布局的差异,对防火涂层厚度的要求各不相同;同时,火灾危险性是关键考量点,处于化工企业、大型商场等火灾危险性高的场所内的钢结构,需更厚的防火涂层,以保障火灾发生时钢结构有足够耐火时间,避免因高温迅速失去承载能力而倒塌。超薄型防火涂料的防火性能是确定涂层厚度的重要依据,需深入了解其防火机理、耐火极限等特性,以此为基础开展科学设计。设计过程要严格参照相关设计规范和标准,这些规范和标准是大量实践与研究的结晶,具有权威性和指导性,能确保涂层厚度设计满足防火安全要求。此外,实际施工可行性也不容小觑,施工工艺、施工环境等因素会对涂层厚度产生影响,若设计厚度在现有施工条件下难以达成,或会导致施工质量无法保证,设计也就失去了实际意义,所以要在满足防火安全要求的前提下,结合施工实际情况,合理确定超薄型防火涂料的涂层厚度。

3.4 系统优化措施

在材料与技术应用方面,要密切追踪行业内新型超薄型防火涂料及涂装技术的发展走向,积极引入防火性能更优且环保

达标的新型涂料,持续对防火保护系统进行优化升级,以此提升其整体防护能力。施工管理环节也不容忽视,需构建完备的施工管理制度体系,清晰明确各环节的操作规范与质量标准,强化对施工全流程的质量把控,从涂料调配、涂装操作直至成品验收,每个步骤都严格审查,确保涂装质量完全契合既定要求,杜绝因施工不当而对系统性能造成影响^[5]。此外,定期维护和检测是保障系统长期稳定运行的关键所在,要制定科学合理的定期维护和检测计划,依照计划对防火保护系统展开全面检查,仔细排查涂层有无损坏、脱落等情况,一旦发现问题,马上安排专业人员修复处理,防止问题进一步扩大,通过定期维护和检测及时掌握系统运行状况,保证防火保护系统始终维持良好状态,能够长期有效发挥作用,为相关场所筑牢可靠的防火安全防线。

4 结语

综上所述,超薄型防火涂料在钢结构汽车车库防火保护中发挥着至关重要的作用。通过合理的材料选型、精湛的施工工艺、严格的性能检测与评估,以及科学的系统设计与优化,能够构建起高效、可靠且经济的防火保护体系。在未来的发展中,我们应持续关注行业动态,不断探索新技术、新材料的应用,加强施工管理,完善维护检测机制,以进一步提升车库防火安全水平,为人员和财产安全提供更为坚实的保障。

[参考文献]

- [1]于晶,杨乃蒙,仲伟程.超薄型防火涂料涂层厚度检测的不确定度来源与评定[J].佛山陶瓷,2025,35(10):95-97.
- [2]吕佳利,魏光,姚家进.钢结构超薄型防火涂料涂层厚度检测不确定度评定[J].四川建材,2024,50(3):29-31.
- [3]袁凤林,何大玉,毛朝君,等.钢结构防火保护新技术的研究[J].消防科学与技术,1999,18(3):40-44.
- [4]祝丽明.钢结构抗火性能分析与防火设计优化研究[J].中国建筑金属结构,2025,24(6):112-114.
- [5]黄艳芳,刘珊.防火涂料在钢结构中的应用及检测方法探讨[J].广东建材,2022,38(8):47-49+52.