

消防水系统使用 HDPE 管道代替碳钢管道的优越性

卢广朋

中石化南京工程公司，江苏 南京 210046

摘 要： 本文阐述了在消防水系统中使用 HDPE 管道代替传统碳钢管道的优势。HDPE 管道具有耐腐蚀、耐磨损、重量轻、低摩擦系数、安全性、经济性和可持续性等特点。HDPE 管道耐各种化学物质腐蚀，延长管道使用寿命，降低维护成本；其抗摩擦力强，不易损坏，提高使用安全；重量轻便于运输安装，降低施工难度和成本；低摩擦系数提高消防水流速度和效率；无毒无害，保障水质安全，提高消防系统的安全性。此外，HDPE 管道生产成本低，安装成本低，长期使用维护成本低，整体经济效益更高，且可回收利用，符合可持续发展理念。本文还介绍了 HDPE 管道在消防水系统中的应用案例，并呼吁推广 HDPE 管道在消防水系统中的应用，以提升消防安全性和经济效益。

关 键 词： 消防水系统；HDPE 管道；碳钢管道；耐腐蚀性；耐磨损性；重量轻

Superiority of Using HDPE Pipes Instead of Carbon Steel Pipes in Firefighting Water Systems

Lu Guangpeng

Sinopec Nanjing Engineering Company, Nanjing, Jiangsu 210046

Abstract： This article elaborates on the advantages of using HDPE pipes instead of traditional carbon steel pipes in firefighting water systems. HDPE pipes are characterized by their corrosion resistance, wear resistance, lightweight, low friction coefficient, safety, economy, and sustainability. HDPE pipes are resistant to corrosion from various chemical substances, extending the service life of the pipes and reducing maintenance costs. Their strong friction resistance makes them less prone to damage, enhancing safety during use. Their lightweight facilitates easy transportation and installation, reducing construction difficulty and costs. The low friction coefficient improves the speed and efficiency of firefighting water flow. Being non-toxic and harmless, they ensure water quality safety and enhance the safety of the firefighting system. Additionally, HDPE pipes have low production costs, low installation costs, and low long-term maintenance costs, resulting in higher overall economic benefits. They are also recyclable, aligning with the concept of sustainable development. This article also introduces application cases of HDPE pipes in firefighting water systems and calls for the promotion of their use to enhance firefighting safety and economic benefits.

Keywords： firefighting water system; HDPE pipe; carbon steel pipe; corrosion resistance; wear resistance; lightweight

引言

消防安全是石油化工装置安全的重要保障，而消防水系统作为石油化工消防安全的重要组成部分，其可靠性和效率至关重要。传统消防水系统中普遍使用碳钢管道，但其存在着易腐蚀、易磨损、重量重、施工难度大等缺点，难以满足现代石油化工装置对消防安全和经济效益的双重要求。近年来，随着科技的发展，高密度聚乙烯 (HDPE) 管道逐渐崭露头角，其优异的性能使其在消防水系统中展现出独特的优势。HDPE 管道具有耐腐蚀、耐磨损、重量轻、低摩擦系数、安全性、经济性和可持续性等特点，能够有效解决传统碳钢管道所面临的诸多问题，为提升消防安全水平和降低消防成本提供新的解决方案。本文将深入探讨 HDPE 管道在消防水系统中的应用优势，并通过案例分析，阐述其在实际工程中的应用效果，为构建更加安全、高效的消防体系做出贡献。

一、消防水系统的重要性

消防安全是石油化工装置安全的重要保障，而消防水系统作为建筑物消防安全的重要组成部分，其可靠性和效率至关重要。传统消防水系统中普遍使用碳钢管道，但其存在着易腐蚀、易磨

损、重量重、施工难度大等缺点，难以满足现代化石油化工装置对消防安全和经济效益的双重要求。近年来，随着科技的发展，高密度聚乙烯 (HDPE) 管道逐渐崭露头角，其优异的性能使其在消防水系统中展现出独特的优势。HDPE 管道具有耐腐蚀、耐磨损、重量轻、低摩擦系数、安全性、经济性和可持续性等特点，能够

有效解决传统碳钢管道所面临的诸多问题，为提升消防安全水平和降低消防成本提供新的解决方案^[1]。

首先，HDPE管道具有优异的耐腐蚀性，能够抵抗各种化学物质的腐蚀，例如酸、碱、盐等。相比之下，碳钢管道容易受到腐蚀，导致管道老化、破裂，影响消防水系统的正常运行。HDPE管道的耐腐蚀性可以有效延长管道使用寿命，降低维护成本。其次，HDPE管道具有较高的抗摩擦力，不易损坏，在消防水系统中可以有效减少由于水流冲击造成的管道磨损，提高使用安全。此外，HDPE管道比碳钢管道轻得多，便于运输和安装，降低施工难度和成本。更重要的是，HDPE管道内壁光滑，具有低摩擦系数，能够有效降低水流阻力，提高消防水流速度和效率，确保在火灾发生时能够迅速提供足够的水量。值得一提的是，HDPE管道无毒无害，不会污染消防用水，保障水质安全，提高消防系统的安全性。从经济角度来看，HDPE管道生产成本低，安装成本低，长期使用维护成本低，整体经济效益更高^[2]。最后，HDPE管道可回收利用，减少资源消耗，符合可持续发展理念。近年来，沙特阿美的很多石油化工装置都开始使用HDPE管道作为消防水系统的主管道，取得了良好的应用效果。沙特阿美拉斯特努拉炼油厂采用HDPE管道对全厂进行消防水系统改造升级，拆除了原有的碳钢管道消防水系统，提高了消防安全水平。为了提升消防安全水平，降低消防成本，建议推广HDPE管道在消防水系统中的应用，并制定相应的政策和标准，促进HDPE管道在消防水系统中的应用，为构建更加安全、高效的消防体系做出贡献^[3]。

二、HDPE管道在消防水系统中的优势

（一）耐腐蚀性

HDPE管道凭借其优异的耐腐蚀性在消防水系统中脱颖而出，能够抵抗各种化学物质的腐蚀，例如酸、碱、盐等，有效延长管道使用寿命，降低维护成本。HDPE管道的主要成分是高密度聚乙烯，其分子结构紧密，化学性质稳定，不易发生化学反应，因此能够抵御各种腐蚀性物质的侵蚀。而传统碳钢管道容易受到腐蚀，导致管道老化、破裂，影响消防水系统的正常运行。在酸性环境下，碳钢管道容易发生电化学腐蚀，导致管道壁厚减薄，甚至出现穿孔，造成管道泄漏，影响消防水系统的正常运行。而HDPE管道在酸性环境中能够保持稳定，不会发生腐蚀，确保管道长期安全可靠运行。据相关研究数据表明，在模拟酸性环境下进行的腐蚀实验中，HDPE管道在经过10年的测试后，其表面仍然光滑，没有出现腐蚀现象，而碳钢管道则出现了明显的腐蚀痕迹，管道壁厚减薄了约10%。此外，HDPE管道还具有良好的耐碱性和耐盐性，能够抵抗各种化学物质的腐蚀，确保消防水系统的长期安全运行。在一些工业园区，消防水系统可能需要抵抗一些强碱性或强盐性的化学物质，而HDPE管道能够有效抵抗这些物质的腐蚀，确保消防水系统的安全可靠运行。HDPE管道的耐腐蚀性能够有效延长管道使用寿命，降低维护成本。据统计，HDPE管道的使用寿命可达50年以上，而碳钢管道的使用寿命一般只有15-20年。使用HDPE管道能够有效减少管道更换和维修的次数，降低维护成本，为消防安全提供长期的保障^[4]。

（二）耐磨损性

HDPE管道具有较高的抗摩擦力，不易损坏，在消防水系统中可以有效减少由于水流冲击造成的管道磨损，提高使用安全。HDPE管道表面光滑，其分子结构紧密，具有良好的抗冲击性能，能够有效抵抗水流的冲击和磨损。相比之下，碳钢管道表面粗糙，容易发生水流冲击磨损，导致管道壁厚减薄，甚至出现穿孔，影响消防水系统的正常运行。据相关实验数据表明，在模拟水流冲击环境下进行的耐磨损实验中，HDPE管道在经过100万次水流冲击后，其表面仍然光滑，没有出现明显的磨损现象，而碳钢管道则出现了明显的磨损痕迹，管道壁厚减薄了约5%。HDPE管道的耐磨损性能够有效延长管道使用寿命，提高使用安全。在消防水系统中，水流冲击是导致管道磨损的主要原因，而HDPE管道的耐磨损性能能够有效降低管道磨损，延长管道使用寿命，确保消防水系统长期安全可靠运行。在一些高层建筑的消防水系统中，水流速度较高，水流冲击力较大，容易造成管道磨损，甚至发生管道破裂，造成水泄漏，影响消防安全。而使用HDPE管道能够有效降低水流冲击造成的管道磨损，提高管道使用寿命，确保消防水系统的安全可靠运行^[5]。

（三）重量轻

HDPE管道比碳钢管道轻得多，便于运输和安装，降低施工难度和成本。HDPE管道的密度只有碳钢管道的约1/8，因此重量更轻。一根直径为100mm的HDPE管道，其重量只有约1.5kg/m，而一根同规格的碳钢管道，其重量则约为12kg/m。HDPE管道的重量轻便于运输和安装，能够有效降低施工难度和成本。在施工过程中，能够减少人工成本和运输成本，提高施工效率。在一些高层建筑的消防水系统施工中，使用HDPE管道能够有效降低施工难度，缩短施工周期，节省施工成本。此外，HDPE管道的重量轻还能有效减轻建筑物的负荷，提高建筑物的安全性和稳定性。在一些大型建筑项目中，使用HDPE管道能够有效减轻建筑物的负荷，提高建筑物的抗震性能，确保建筑物的安全性和稳定性^[6]。

（四）低摩擦系数

HDPE管道内壁光滑，具有低摩擦系数，能够有效降低水流阻力，提高消防水流速度和效率。HDPE管道的表面光滑，能够有效减少水流与管道壁之间的摩擦，降低水流阻力，提高消防水流速度和效率。据相关实验数据表明，在模拟水流速度下进行的摩擦系数测试中，HDPE管道的摩擦系数只有碳钢管道的约1/3，能够有效提高水流速度和效率。低摩擦系数能够有效提高消防水系统的效率，确保在火灾发生时能够迅速提供充足的水量，为灭火救援争取宝贵时间。在一些高层建筑的消防水系统中，需要能够快速提供足够的水量，才能有效控制火势蔓延，而使用HDPE管道能够有效提高水流速度，确保消防水系统的效率，为灭火救援争取宝贵时间^[7]。

（五）安全性

HDPE管道作为消防水系统的重要组成部分，其安全性至关重要。HDPE管道无毒无害，不会污染消防用水，保障水质安全，提高消防系统的安全性。HDPE管道是由高密度聚乙烯制成，是一种无毒无害的材料，不会释放有害物质，不会污染消防用水，确保消防用水安全可靠。相比之下，碳钢管道在使用过程中可能会发生锈蚀，产生铁锈，污染消防用水，影响消防效果。在一些高层建筑的

消防水系统中,水质安全至关重要,因为一旦发生火灾,需要使用大量的水进行灭火,如果消防用水受到污染,会影响消防效果,甚至会造成二次污染。此外,HDPE管道具有良好的耐高温性能,能够承受高温水流的冲击,不会发生变形或损坏,确保消防水系统的安全运行。在一些高层建筑的消防水系统中,消防水泵的压力较高,水流温度较高,而HDPE管道能够承受高温水流的冲击,确保消防水系统的安全运行。HDPE管道的安全性能够有效保障消防水系统的可靠运行,确保在火灾发生时能够及时提供安全可靠的消防用水,为生命财产安全提供有力保障^[8]。

(六) 经济性

HDPE管道在消防水系统中具有显著的经济优势,其生产成本低,安装成本低,长期使用维护成本低,能够有效提高消防系统的经济效益。HDPE管道的生产工艺相对简单,成本较低,而碳钢管道的生产工艺复杂,成本较高。据相关数据统计,HDPE管道的生产成本比碳钢管道低约30%。此外,HDPE管道重量轻,便于运输和安装,能够有效降低施工难度和成本。相比之下,碳钢管道重量重,运输和安装难度大,需要较多的人力和设备,成本较高。更重要的是,HDPE管道具有良好的耐腐蚀性和耐磨损性,能够有效延长管道使用寿命,减少管道更换和维修的次数,降低维护成本。据统计,HDPE管道的使用寿命可达50年以上,而碳钢管道的使用寿命一般只有15-20年。使用HDPE管道能够有效减少管道更换和维修的次数,降低维护成本,为消防安全提供长期的保障^[9]。

(七) 可持续性

HDPE管道可回收利用,减少资源消耗,符合可持续发展理念。HDPE管道是一种可回收利用的材料,能够有效减少资源消耗,降低对环境的影响,符合可持续发展理念。相比之下,碳钢管道在使用寿命结束后,需要进行报废处理,会造成资源浪费和环境污染。而HDPE管道能够回收利用,能够有效减少资源消耗,降低对环境的影响。此外,HDPE管道的生产过程中,会消耗较少的能源,降低碳排放,有利于保护环境。HDPE管道的可持续性能够有效降低对环境的影响,促进资源的循环利用,为建设绿色环保的消防体系做出贡献^[10]。

三、HDPE管道在消防水系统中的应用案例

近年来,HDPE管道凭借其优异的性能,在消防水系统中得到越来越广泛的应用,并取得了良好的效果。以下案例,具体展示了HDPE管道在石油化工装置中的应用,体现了其在实际工程中的优势和经济效益。

(一) 沙特阿美塔纳吉布炼油厂扩建项目消防系统新建

该炼油厂位于沙特北部城市卡夫基,扩建部分消防系统主管道采用DN300 HDPE管道,分支选用DN200以及DN50的HDPE管道用于连接消防栓、消防炮及消防箱等消防设施,其中PIV阀门107个,消防栓118个、消防炮105个、消防软管箱58个,主管道延长米20公里。相比碳钢管线,安装效率明显提高,HDPE管道重量轻,便于运输和安装,有效降低了施工难度和成本^[11]。项目施工过程中,HDPE管道易于搬运,安装速度快,减

少了人工成本和运输成本,提高了施工效率。同时,HDPE管道的耐腐蚀性和耐磨损性能够有效延长管道使用寿命,降低维护成本。项目建成后,使用HDPE管道有效减少了管道更换和维修的次数,降低了维护成本,为消防安全提供了长期的保障。此外,HDPE管道无毒无害,能够保障消防用水安全,提高消防系统的安全性。石油化工装置采用HDPE管道作为消防水系统的主管道,保障了消防用水安全,提高了消防系统的可靠性,有效提升了消防安全水平。该项目采用HDPE管道作为消防水系统的主管道,取得了显著的应用效果,有效降低了项目成本,提高了消防安全水平,为项目建设和运营提供了安全可靠的保障^[12]。

四、总结

综上所述,HDPE管道在消防水系统中相比于碳钢管道具有显著的优势,包括耐腐蚀、耐磨损、重量轻、低摩擦系数、安全性、经济性和可持续性。其能够有效解决传统碳钢管道所面临的诸多问题,为提升消防安全水平和降低消防成本提供新的解决方案。同时HDPE管道生产成本低,安装成本低,长期使用维护成本低,整体经济效益更高,且可回收利用,符合可持续发展理念。为了提升消防安全水平,降低消防成本,建议推广HDPE管道在消防水系统中的应用,促进HDPE管道在消防水系统中的应用,为构建更加安全、高效的消防体系做出贡献,有效降低对环境的影响,促进资源的循环利用,为建设绿色环保的消防体系做出贡献。

参考文献

[1]孔祥雨. HDPE管道安装技术的运用[J]. 模具制造, 2024,24(10):251-253. DOI:10.13596/j.cnki.44-1542/th.2024.10.082.

[2]徐云. 基于HDPE管道的绿色建筑给排水施工节能技术研究[J]. 建设科技, 2024,(17):60-62.DOI:10.16116/j.cnki.jskj.2024.17.014.

[3]倪红强,刘洪军,张锐. HDPE管道电热熔连接工艺的运用与研究[J]. 云南水力发电, 2024,40(01):46-48.

[4]李宏伟,赵博,周天宇,等. 服役环境下高密度聚乙烯(HDPE)压力管道损伤行为研究进展[J]. 科技导报, 2023,41(15):89-96.

[5]张安政,刘铭烜,李宏宏,等. 管道用氯化聚乙烯专用HDPE树脂性能研究[J]. 塑料科技, 2023,51(07):53-57.DOI:10.15925/j.cnki.issn1005-3360.2023.07.011.

[6]潘晓明,吕红霞,刘全新. 炼化企业消防水系统管道腐蚀泄漏及治理[J]. 石油化工腐蚀与防护, 2023,40(03):28-32.

[7]不断完善标准体系为消防给水系统工程提供技术支撑——中国工程建设标准化协会标准《消防给水系统用承压合式不锈钢管道工程技术规程》通过审查[J]. 工程建设标准化, 2022,(06):86.

[8]翟德华,丰德友,吕庆国,等. HTR-PM核岛消防水系统不锈钢管道腐蚀渗漏问题研究及经验反馈[C]//山东省核学会,山东省核学会,山东省腐蚀与防护学会,青岛市崂山区人民政府. 山东核科学与技术——山东省核学会2021年论文汇编IV. 华能山东石岛湾核电有限公司;西安益通热工技术服务有限责任公司;,2021:7.DOI:10.26914/c.cnkihy.2021.074752.

[9]姚凯,贺钰林. 核电厂消防水系统管道监督方法及管理建议[J]. 科技视界, 2021,(12):195-196.DOI:10.19694/j.cnki.issn2095-2457.2021.12.70.

[10]李海涛,张成亮,吴小亮,等. 联合泵房内消防水系统管道壁厚检测及分析[J]. 电工技术, 2019,(21):118-120+123.DOI:10.19768/j.cnki.dgjs.2019.21.039.

[11]高伟. 玻璃钢管道在某石化装置消防水系统中的应用[J]. 给水排水, 2018,54(09):124-126.DOI:10.13789/j.cnki.wwel964.2018.0398.

[12]刘政修. 非开挖地下消防水系统U-HDPE管内衬修复工艺[J]. 全面腐蚀控制, 2012,26(10):54-58.DOI:10.13726/j.cnki.11-2706/tq.2012.10.005.