

高性能混凝土在剪力墙施工中的应用及性能优化

杨 鹏 李兆阳

保利淮海房地产发展有限公司 江苏徐州 221000

摘 要：本文着重探究高性能混凝土在剪力墙施工中的具体应用及性能优化策略。详细阐述了高性能混凝土的特性及其在剪力墙结构中发挥的重要作用，分析了其在施工过程中配合比设计、浇筑工艺、养护措施等环节的应用要点。通过对实际工程案例的研究，展示了高性能混凝土在提高剪力墙强度、耐久性、抗渗性等方面的显著效果。研究表明，科学合理地应用高性能混凝土并进行性能优化，能够有效提升剪力墙的施工质量和结构性能，为建筑工程的安全与稳定提供可靠保障。

关键词：高性能混凝土；剪力墙施工；性能优化；配合比设计

引言

在现代建筑工程领域，剪力墙作为建筑结构的重要组成部分，承担着抵抗水平荷载和竖向荷载的关键作用，其质量和性能直接关系到整个建筑的安全性和稳定性。随着建筑行业的不断发展和建筑技术的日益进步，对剪力墙的性能要求也越来越高。然而，高性能混凝土在剪力墙施工中的应用并非一帆风顺。其性能的发挥受到多种因素的综合影响，如原材料的质量、配合比的合理性、施工工艺的规范性等。如果在这些方面处理不当，可能导致高性能混凝土的性能无法充分体现，甚至影响剪力墙的施工质量。因此，深入研究高性能混凝土在剪力墙施工中的应用及性能优化方法，对于提高剪力墙的施工质量和建筑工程的整体品质具有重要的现实意义。

一、高性能混凝土概述

高性能混凝土（High Performance Concrete，简称HPC）是一种新型高技术混凝土，是在大幅度提高普通混凝土性能的基础上采用现代混凝土技术制作的混凝土。从组成材料来看，高性能混凝土一般选用优质的水泥，通常为硅酸盐水泥或普通硅酸盐水泥，其强度等级较高，以保证混凝土的基本强度。细骨料多采用质地坚硬、洁净、级配良好的中砂，粗骨料则要求强度高、粒径合适且粒形良好，以增强混凝土的骨架作用。同时，高性能混凝土离不开高效减水剂的使用，它能够显著降低混凝土的水胶比，在减少用水量的同时保证混凝土的工作性能。此外，矿物掺合料如硅灰、粉煤灰、矿渣粉等也常被加入，它们不仅可以改善混凝土的工作性能，还能提高混凝土的耐久性和后期强度。在性能表现上，高性能混凝土具备突出的特点。其强度高，抗压强度常常可达60MPa

以上，部分特殊配比的高性能混凝土强度甚至更高，能够满足高层建筑、大型桥梁等对结构承载能力要求极高的工程。工作性能优异，具有良好的流动性、可塑性和粘聚性，能在施工中轻易实现自密实，无需强力振捣即可填充模板的各个角落，保证结构的密实性和均匀性。耐久性强，由于低水胶比和矿物掺合料的作用，高性能混凝土的抗渗性、抗冻性、抗化学侵蚀性等性能大幅提升，能够在恶劣的环境条件下长期使用，有效延长工程的使用寿命。

二、高性能混凝土在剪力墙中的应用

剪力墙是一种重要的抗震结构体系，广泛应用于高层建筑、核电站等工程中。剪力墙需要承受较大的剪力和弯矩作用，因此对混凝土材料的强度和韧性提出了较高的要求。相比于普通混凝土，高性能混凝土凭借其优异的力学性能和耐久性在剪力墙工程中展现了突出的应用价值。提高抗震性能，高性能混凝土具有更高的抗压强度和抗拉强度，可以大幅提高剪力墙的抗震承载能力。同时其优异的韧性能够有效抑制剪切破坏和屈曲失稳等。改善抗裂性，高性能混凝土的收缩性能和抗裂性能优于普通混凝土，可以有效控制剪力墙施工过程中的各种裂缝问题，提高结构的整体稳定性。增强耐久性，高性能混凝土具有优异的抗渗透性、抗碳化性和抗冻融性，大大延长了剪力墙的使用寿命，降低了后期维修成本。优化施工工艺，高性能混凝土的流动性好、可泵性强，有利于剪力墙的高效施工和成型质量的控制。实践证明，在一些超高层建筑、核电站、特殊地质条件下的工程中，采用高性能混凝土作为剪力墙的主要材料可以取得显著的性能改善和施工优化效果。

三、高性能混凝土的性能优化

为了充分发挥高性能混凝土在剪力墙工程中的优势，

需要对其关键性能指标进行针对性的优化设计与控制。主要包括以下几个方面：

（一）强度性能

剪力墙作为主要的承重和抗侧力结构，对混凝土强度要求较高。应精确设计配合比，合理选择水泥、骨料及掺合料。优先选用高强度等级水泥，保证胶凝材料的活性；粗骨料选择强度高、粒形良好的碎石，细骨料采用级配合理的中砂。通过添加适量的高效减水剂降低水胶比，提高混凝土的密实度和强度。同时，优化矿物掺合料的比例，如硅灰、粉煤灰等，在保证前期强度的基础上，提高后期强度增长幅度。

（二）工作性能

高性能混凝土需具备良好的流动性和可塑性，以确保在剪力墙浇筑过程中能够均匀填充模板，避免出现蜂窝、麻面等缺陷。控制坍落度在合适范围，一般为160~200mm，根据施工条件和泵送高度进行调整。采用高效减水剂改善混凝土的流动性，同时添加适量的增稠剂和保水剂，防止离析和泌水。在搅拌、运输和浇筑过程中，严格控制时间和温度，保证混凝土的工作性能稳定。

（三）耐久性

剪力墙长期承受荷载和环境作用，耐久性至关重要。降低水胶比可提高混凝土的抗渗性，减少有害介质的侵入。合理选用矿物掺合料，如矿渣粉、粉煤灰等，填充混凝土内部孔隙，改善微观结构，提高抗化学侵蚀能力。添加适量的引气剂，引入微小、封闭的气泡，提高混凝土的抗冻性。此外，严格控制原材料中的有害物质含量，如碱含量、氯离子含量等，防止发生碱骨料反应和钢筋锈蚀。

（四）体积稳定性

高性能混凝土在硬化过程中可能产生收缩和温度变形，导致剪力墙出现裂缝。优化配合比，减少水泥用量，增加矿物掺合料比例，降低水化热。在混凝土中添加适量的膨胀剂或纤维，补偿收缩变形，抑制裂缝产生。加强施工过程中的温度控制，合理安排浇筑时间和速度，做好养护工作，减小温度应力。

四、高性能混凝土施工技术

高性能混凝土在剪力墙工程中的应用不仅需要优异的材料性能，还需要先进的施工技术作为支撑。主要包括以下几个方面：配制技术方面，采用高效搅拌设备，精准控制水灰比、外加剂用量等关键参数，确保高性能混凝土的配制质量。同时还需要适当延长搅拌时间，充分发挥外加剂的作用。运输技术方面，高性能混凝土由于流动性好、和易离析，在运输过程中容易出现分层离析问题。因此需要采用密闭式搅拌运输车或专用运输罐车，并适当控制运输时间。浇筑技术方面，高性能混凝土

土由于流动性好，可采用自身重力流动的方式进行浇筑，减少振捣工作量。同时需要合理控制浇筑高度和浇筑速度，以防止产生分层离析问题。养护技术方面，高性能混凝土的养护非常关键，需采取有效的保湿、蒸汽养护等措施，防止过早干燥引起的收缩裂缝问题。同时还要重视后期的防渗养护，确保混凝土的耐久性指标。质量控制方面，高性能混凝土的施工质量控制较为严格，需全程监控各项关键工艺参数，并进行及时的质量检测与偏差纠正。同时还要加强现场管理，确保施工人员的专业水平和操作规范性。



图一 高性能混凝土施工

总的来说，高性能混凝土在剪力墙工程中的成功应用离不开先进的施工技术支撑。只有充分掌握并严格执行各项施工工艺要求，才能确保高性能混凝土在剪力墙中发挥应有的性能优势。

五、高性能混凝土的质量控制

高性能混凝土作为一种新型高端建筑材料，其质量控制要求较为严格。主要包括以下几个方面：

（一）原材料质量控制

水泥应选用质量稳定、强度等级合适的品种，对其强度、凝结时间、安定性等指标严格检验。骨料的质量也至关重要，细骨料要控制其细度模数、含泥量和泥块含量，一般中砂为宜；粗骨料应关注其粒径、粒形、压碎指标和针片状颗粒含量，确保强度和级配良好。矿物掺合料如粉煤灰、矿渣粉、硅灰等，要检查其活性指数、需水量比等，保证质量稳定。外加剂的质量同样不可忽视，高效减水剂的减水率、与水泥的相容性，以及引气剂、缓凝剂等的性能指标都要符合要求。

（二）配合比设计控制

根据工程的具体要求和环境条件，进行科学合理的配合比设计。精确计算水胶比、砂率等参数，在满足工

作性能的前提下, 尽量降低水胶比以提高强度和耐久性。通过试配和调整, 确定最优配合比, 并在生产过程中严格按照配合比进行配料, 控制原材料的计量误差。

(三) 生产过程控制

混凝土搅拌过程中, 要确保搅拌时间充足, 使各组充分混合均匀。控制搅拌温度和出机坍落度, 根据实际情况进行调整。运输过程中, 防止混凝土离析、坍落度损失过大, 合理选择运输设备和运输路线, 控制运输时间。(4) 现场检测控制: 定期对高性能混凝土的坍落度、凝结时间、强度等关键指标进行检测, 及时发现并纠正偏差, 保证成品混凝土质量。

(四) 过程记录控制

浇筑前, 检查模板的密封性、牢固性, 清理模板内的杂物。混凝土浇筑时, 采用合适的浇筑方法, 避免出现冷缝、漏振等问题, 保证混凝土的密实性。振捣过程中, 掌握好振捣时间和振捣点的分布, 防止过振或漏振。

(五) 养护控制

养护是保证高性能混凝土质量的重要环节。及时进行保湿养护, 可采用覆盖塑料薄膜、土工布等方式, 保持混凝土表面湿润, 控制混凝土内部的水化反应, 促进强度增长, 提高耐久性, 减少收缩裂缝的产生。



图二 混凝土养护

六、高性能混凝土在剪力墙中的经济性分析

高性能混凝土相比普通混凝土在材料成本、施工成本上存在一定差距, 但其在工程中的综合应用效果却可以带来显著的经济效益。主要体现在以下几个方面: 结构优化效果, 高性能混凝土凭借其超高强度可以明显降低剪力墙的截面尺寸和钢筋用量, 从而大幅节约钢材、混凝土等主要耗材的使用量, 显著降低了工程投资。施工效率提升, 高性能混凝土优异的流动性能和可泵性大幅提高了剪力墙施工的效率, 缩短了工期, 减少了人工及机械设备投入, 降低了施工成本。维修成本降低, 高性能混凝土优异的耐久性大大延长了剪力墙的使用寿命, 显著降低了后期维修养护的频次和成本投入。能耗降低

效果, 采用高性能混凝土可以优化剪力墙结构的整体尺寸和重量, 从而降低了建筑物的能源消耗和运营成本。安全风险降低, 高性能混凝土卓越的抗震性能有效降低了剪力墙结构在强震作用下的损坏风险, 避免了重大安全事故带来的巨大经济损失。综合考虑上述各方面因素, 在一些关键性、特殊性的剪力墙工程中采用高性能混凝土虽然初期投资略有增加, 但其综合经济效益却能远远超过普通混凝土方案。因此高性能混凝土在剪力墙工程中的应用不仅能提高工程质量和安全性, 还具有良好的经济性。

结束语

综上所述, 高性能混凝土在剪力墙施工中展现出显著优势, 不仅能有效提升剪力墙的力度、耐久性与抗渗性, 还对建筑结构的整体稳定性意义重大。在应用过程中, 通过合理设计配合比、规范施工工艺、优化养护措施等手段, 可实现其性能的优化。然而, 目前仍存在一些挑战, 如原材料质量波动、施工操作不规范等问题需解决。未来, 应持续加强对高性能混凝土的研究与实践, 不断完善相关技术标准与施工规范, 进一步挖掘其性能潜力, 为建筑工程质量提升和行业可持续发展提供有力支撑。

参考文献

- [1]程扬, 何浩祥, 孙瀚鼎, 等. 内置优化钢板-钢筋混凝土组合剪力墙抗震性能研究[J]. 建筑结构学报, 2025(2).
- [2]李彬. 两边连接暗支撑预制剪力墙力学性能及其布置多目标优化方法研究[D]. 华南理工大学, 2023.
- [3]万钰坤, 王尧鸿, 王子铨, 鲍锦呈, 陈康杰. 设计参数对风积沙混凝土剪力墙力学性能的影响[J]. 2024(12): 115-117.
- [4]付雅娣, 朱广宏, 曹永贝, 等. 超高现浇混凝土剪力墙施工关键技术研究[J]. 建筑技术, 2024, 55(12): 1495-1499. DOI: 10.13731/j.jzjs.2024.12.1495.
- [5]李艳雷. 预制装配式混凝土剪力墙施工技术研究[J]. 居业, 2024(8): 25-27.
- [6]李铁兵, 李海兵, 韩冰洋, 等. 单钢板混凝土剪力墙结构钢筋工程施工策划及实施[J]. 建筑技术, 2024, 55(13): 1552-1556.
- [7]王琦. 装配式混凝土剪力墙结构施工及抗震性能研究[J]. 砖瓦, 2024(6): 90-92.
- [8]刘海森. 装配整体式混凝土剪力墙结构施工关键技术[J]. 砖瓦, 2024(6): 158-160.
- [9]吴越. 高层住宅装配整体式混凝土剪力墙结构施工探究[J]. 2024(9): 117-120.