

HF 高强抗冲耐磨粉煤灰混凝土施工技术

路小浪

中国水电建设集团十五工程局有限公司

摘要：为从根本上提升各类建设工程结构承载力及稳定性，可配合使用HF高强抗冲耐磨粉煤灰混凝土，延长建筑结构全寿命周期。本文就基于此，以HF高强抗冲耐磨粉煤灰混凝土组成、设计参数、施工工艺及养护为切入点，分析含沙高速水流及护面期间的施工要求，提出HF高强抗冲耐磨粉煤灰混凝土在实际应用过程中展现出的性能以及HF高强抗冲耐磨粉煤灰混凝土的配合比，以供参考。

关键词：HF高强抗冲耐磨粉煤灰混凝土；施工技术；管理要点

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2021.22.037

前言

现阶段HF高强抗冲耐磨粉煤灰混凝土多数被应用在水工建筑中，通过在原粉煤灰混凝土中掺入硅粉等物质，可切实提升粉煤灰混凝土HF高强抗冲耐磨性能。为充分发挥出HF高强抗冲耐磨粉煤灰混凝土结构实际应用期间可积极作用，还需要结合工程具体施工要求，明确HF高强抗冲耐磨粉煤灰混凝土配比要点，选择适宜的HF高强抗冲耐磨粉煤灰混凝土施工技术，确保HF高强抗冲耐磨粉煤灰混凝土能够在延长工程全生命周期、提高工程建设水平中发挥出重要作用。

一、概述HF高强抗冲耐磨粉煤灰混凝土

（一）HF高强抗冲耐磨粉煤灰混凝土发展

HF高强抗冲耐磨粉煤灰混凝土主要就是在原有硅粉混凝土基础上研发出的新型水工抗冲耐磨护面材料。具体来说，HF高强抗冲耐磨粉煤灰混凝土内部主要包括HF外加剂、硅粉、砂石骨料、水泥等材料，依照具体施工及设计要求此些材料进行优化配比。

现阶段HF高强抗冲耐磨粉煤灰混凝土被应用在水利水电工程内抵抗水流冲刷、泥沙磨损、高速水流空蚀等水工HF高强抗冲耐磨护面过程中^[1]。现阶段HF高强抗冲耐磨粉煤灰混凝土在我国已有近几十年的研究及应用经验，在100多个水利水电工程中进行了试用与推广，实际应用效果良好，可有效抵御施工建筑内泥沙磨损与空蚀破坏情况。

（二）HF高强抗冲耐磨粉煤灰混凝土材料

HF高强抗冲耐磨粉煤灰混凝土内部包括水泥、优质粉煤灰、HF外加剂等。其中，水泥需要使用强度为P.042.5等级或该等级以上的中热硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥；粉煤灰应当使用Ⅰ级或Ⅱ级粉煤灰；HF外加剂是HF高强抗冲耐磨粉煤灰混凝土专用外加剂，该外加剂

能够有效激发粉煤灰活性，从根本上提高混凝土水化物密实度以及抗冲耐磨强度；砂石骨料应当尽量使用质地坚硬、级配性能好、针状片含量较低的优质骨料。

（三）HF高强抗冲耐磨粉煤灰混凝土应用优势

HF高强抗冲耐磨粉煤灰混凝土自身的HF高强抗冲耐磨性能优越，在实际使用过程中同时也具备价格低廉、和易性好、施工便捷等优势，在具体应用期间更不容易产生施工裂缝。HF高强抗冲耐磨粉煤灰混凝土需要应用在水利水电工程全过程中，要求工程管理部门应当全程参与到HF高强抗冲耐磨粉煤灰混凝土参数设定、原材料选择、配合比试验、施工技术方案的拟定等环节，加强混凝土施工性能及施工现场管理力度，叫混凝土材料实际应用效果作为评估该材料配比适宜度的重要依据。

二、HF高强抗冲耐磨粉煤灰混凝土性能

结合不同建设工程施工要求，HF高强抗冲耐磨粉煤灰混凝土自身的HF高强抗冲耐磨等级一般为基准素混凝土的1.5倍或1.5倍以上、抗空蚀性为1.8~3倍、混凝土结构自身的干缩率下降5%、水化热最多降低30%。HF高强抗冲耐磨粉煤灰混凝土的强度等级可为C30~C80。同时，HF高强抗冲耐磨粉煤灰混凝土的和易性能能够满足干硬、常态、泵送、自留自密实等施工要求^[2]。

HF高强抗冲耐磨粉煤灰混凝土主要就是在传统粉煤灰混凝土基础上加入HF外加剂，有效改善混凝土的合理性，激发出优质粉煤灰活性，确保粉煤灰能够与硅粉共同在HF高强抗冲耐磨粉煤灰混凝土中发挥出重要作用，从根本上提高混凝土整体强度，使混凝土胶凝产物更加坚硬、耐磨、有效改善胶材与骨料间的界面性能，确保粉煤灰混凝土能够形成质地均匀的整体，增强混凝土结构抗裂性能与整体强度，确保HF高强抗冲耐磨供应会混凝土能够在抵抗高速水流冲刷、空蚀等作用时充分发挥出应有作用。

HF高强抗冲耐磨粉煤灰混凝土不仅可以增强混凝土结构本身的耐磨性能与抗空蚀性能，还能够切实保障混凝土施工性能与抗裂性能^[3]。通过结合实际施工具体要求，开展配合比设计、原材料选区、施工性能改善等工作，可以充分发挥出HF高强抗冲耐磨粉煤灰混凝土在实际应用期间的积极作用，有效达到实际施工效果。

三、HF高强抗冲耐磨粉煤灰混凝土应用工程案例

为了以某水电站工程为例，当时电站为当地第8个梯度水电站，大坝结构属于空腹重力坝，整体高度为85米、坝顶高程为394米、顶长149米，实际装机容量共7.5万kW，总库存容量为1.5亿立方米^[4]。在该水电站

中, 设置了5孔开敞式溢洪道、前缘宽度为11米、溢流面缘长度为86米、溢流面的混凝土总量为11, 000立方米。

结合当地流域多年洪水资料分析该溢洪道洪水标准, 要求该水电站的洪水标准应当以每50年一遇洪水设计、每500年遇到洪水校核。

大坝共设有五孔溢流洪道, 每孔前缘宽度为11米, 堰顶WES曲线, 高程为370米。为确保水流能够分别向纵向及横向扩散, 在鼻坎出口处应当使用不同高程、不同角度的差动挑坎结构, 使水流能够沿纵向分为三个方向。每孔主要采用平面扩散结构形式, 使水流横向扩散。

四、硅粉混凝土与HF高强抗冲耐磨混凝土对比分析

(一) 硅粉混凝土

在水工建筑内, 溢流面高速水流区混凝土主要使用了外掺硅粉的混凝土材料。硅粉主要源于工业硅或生产硅铁合金, 通过收集烟道排出的硅蒸汽获得。硅粉的颗粒较细, 将其充分融合到混凝土中, 可以有效改善新拌混凝土的密实性与粘结性, 从根本上提高混凝土自身的抗渗能力以及各项HF高强抗冲耐磨性能。

(二) HF高强抗冲耐磨粉煤灰混凝土

HF高强抗冲耐磨粉煤灰混凝土主要就是通过加入粉煤灰的方式控制混凝土内空隙, 从根本上提高混凝土强度^[5]。粉煤灰还可以有效改善混凝土的施工性能。由于粉煤灰自身具有球体玻璃形态, 可以有效控制控制混凝土拌合料的用水量, 减少混凝土拌合其间的泌水或者离析情况。在混凝土插入了粉煤灰后, 粉煤灰还能够与混凝土材料发生化学反应, 控制混凝土胶凝物质。

在配置HF高强抗冲耐磨粉煤灰混凝土时, 粉煤灰的掺量一般为水泥重量的15%~30%, 在粉煤灰混凝土中额外加入HF外加剂, 还可以有效控制粉煤灰用水量, 从根本上提高混凝土强度。借助 HF外加剂激发粉煤灰活性, 使粉煤灰混凝土的水化速度加快, 切实保障水化物质坚硬致密, 提高物质自身的耐磨性能, 使混凝土结构的坍落度能够在1~2小时内降低损失, 从根本上保障工程实际施工质量与施工效率。

通过细致研究HF高强抗冲耐磨粉煤灰混凝土结构, 发现HF外加剂主要由减水剂、粉煤灰强度激发剂、载体流化剂、缓凝剂以及混凝土膨胀剂组成。其中, 碱水剂主要用于控制混凝土水灰比、增加混凝土材料自身的强度及稠度, 降低混凝土塌落度等方面; 粉煤灰强度激发剂主要被应用在粉煤灰火山灰活性的激发等方面, 有效提高粉煤灰与水泥化合物的反应速度, 控制粉煤灰混凝土早期强度; 载体硫化剂能够有效增大混凝土流动性, 控制混凝土塌落度; 缓凝剂肩负起减少高强混凝土塌落度损失、延长混凝土初凝时间更重要职责, 对混凝土的强度不会产生额外影响; 混凝土膨胀剂就是利用粉煤灰混凝土水化期间的微膨胀性能, 有效补偿高强混凝土材

料在实际应用期间的干缩性。

五、HF高强抗冲耐磨粉煤灰混凝土配合比

在HF高强抗冲耐磨粉煤灰混凝土, 配合比设计过程中, 需要首先明确粉煤灰混凝土设计要求。有效控制混凝土设计标号、强度保障率、抗渗编号、抗冻编号、最大水灰比。要求HF高强抗冲耐磨粉煤灰混凝土的粉煤灰掺量应当小于或等于30%、混凝土自身的含气量小于3%、骨料为三级级配, 粗骨料最大粒径不超过80毫米。

为切实提升HF高强抗冲耐磨粉煤灰混凝土在实际应用期间的技术可行性与经济适用性。着重分析不同水泥材料的抗渗强度以及早期抗压强度, 确保水泥材料的强度等级能够符合实际要求^[6]。骨料可采用当地人工砂石材料, 将砂子细度模数控制在2.54、石粉含量控制在14.3%、砂子饱和面干吸水率控制在1.23%。结合当地勘察设计院提供的硅粉配合比试验报告, 发现在使用建立粉煤灰混凝土后, 每立方米的混凝土水泥用量减少102千克。

明确HF高强抗冲耐磨粉煤灰混凝土质量控制要点, 选择适宜的HF高强抗冲耐磨粉煤灰混凝土拌合设备及拌合时间。要求在混凝土中凝后开始洒水养护, 时刻检测混凝土自身的和易性, 有效控制混凝土水泥水化热程度。

六、总结

总而言之, HF高强抗冲耐磨粉煤灰混凝土可以被良好应用在水电站溢流面中, 为从根本上提高溢流面HF高强抗冲耐磨性能提供了重要帮助。相较于国外发达国家而言, 我国HF高强抗冲耐磨粉煤灰混凝土的尚未实现全面推广, 还需要结合工程实际建设要求, 不断优化HF高强抗冲耐磨粉煤灰混凝土施工管理力度, 切实保障HF高强抗冲耐磨和煤灰混凝土施工水平。

参考文献

- [1] 李光伟, 杨元慧. 溪洛渡水电站抗冲耐磨混凝土性能试验研究[J]. 水电站设计, 2004(03): 92-97.
- [2] 黄微波, 胡晓, 徐菲. 水工混凝土抗冲耐磨防护技术研究进展[J]. 水利水电技术, 2014, 45(02): 61-63+67.
- [3] 岳亮, 陈力元. 浅谈AF高强抗冲耐磨剂在高速水流护面材料中的应用[J]. 低碳世界, 2019, 9(11): 114-115.
- [4] 张祖银. 水利工程泄水建筑物抗冲耐磨混凝土耐久性分析[J]. 建材与装饰, 2019(10): 294-295.
- [5] 王冬, 祝烨然, 黄国泓, 卢安琪, 季鹏飞, 石明建. HLC-GMS特种抗冲耐磨聚合物钢纤维砂浆的性能研究[J]. 混凝土, 2012(05): 111-113.
- [6] 冯啸. 抗冲耐磨砟和环氧砂浆在金沙峡电站枢纽消力池维修中的应用[J]. 甘肃水利水电技术, 2013, 49(08): 58-60.