

水闸施工中钢纤维混凝土施工技术

耿建峰

河北省水利工程局集团有限公司 河北 石家庄 050000

摘要: 在水利工程建设中,水闸起着极为关键的作用,其质量和性能直接影响水利设施的整体效益与运行安全。本文围绕水闸施工中钢纤维混凝土施工技术展开探讨。先是阐述钢纤维混凝土的基本理论,涵盖其组成、特性及增强机理,让读者明晰该材料的优势所在。接着详细介绍其在水闸墙面、承重位置以及整体结构中的具体应用情况,彰显其适用性。重点论述施工技术应用策略,从配合比控制到浇筑、振捣、接缝、刻槽及养护等多环节深入剖析。旨在为水闸施工中钢纤维混凝土施工提供科学指导,助力提升水闸工程质量与耐久性,推动水利工程更好发展。

关键词: 水闸施工;钢纤维;混凝土;施工技术

引言:水闸在水利工程体系里占据着举足轻重的地位,关乎着水位调节、流量控制以及防洪排涝等重要功能的实现。伴随水利工程建设标准不断提高,传统混凝土用于水闸施工的局限性逐渐凸显。而钢纤维混凝土凭借独特性能优势,为水闸施工带来了新的契机。它能够有效增强水闸结构的强度、耐久性等关键性能指标。鉴于此,深入探究水闸施工中钢纤维混凝土施工技术,对优化水闸工程建设、保障水利设施高效运行意义重大。

1 钢纤维混凝土的基本理论

1.1 钢纤维混凝土的组成与特性

钢纤维混凝土主要由水泥、粗细骨料、水、外加剂以及均匀分布的钢纤维组成。水泥作为胶凝材料,赋予混凝土强度与粘结性;骨料提供骨架支撑。钢纤维则是关键增强组分,其特性显著,具有较高的抗拉强度与弹性模量。与普通混凝土相比,钢纤维混凝土的抗拉、抗弯、抗冲击性能大幅提升,抗裂性增强,能有效抑制裂缝开展。同时,其耐久性出色,抗渗、抗冻及抗磨损能力均优于普通混凝土,可适应复杂恶劣的工程环境。

1.2 钢纤维混凝土的增强机理

钢纤维混凝土的增强依赖于钢纤维与混凝土基体间的协同作用。当混凝土受荷产生微裂缝时,钢纤维凭借与基体良好的粘结力,横跨裂缝起到桥接作用,传递应力,阻止裂缝进一步扩展。钢纤维在混凝土中随机分布,形成多向约束体系,使混凝土内部受力更均匀,增强了对局部应力集中的抵抗能力,从而提高了混凝土整体的强度、韧性与变形能力,让混凝土在承受复杂荷载时表现出更优的性能^[1]。

2 水闸施工中钢纤维混凝土的应用

2.1 水闸墙面的应用

水闸墙面长期暴露于水流环境中,承受着水流的冲

刷、侵蚀以及水位变化带来的压力波动。钢纤维混凝土在水闸墙面的应用展现出卓越性能。其内部均匀分布的钢纤维有效增强了混凝土的抗拉强度与韧性,显著降低了墙面在复杂外力作用下开裂的可能性。当墙面遭遇水流冲击时,钢纤维能够分担拉应力,抑制裂缝产生与扩展,从而极大地提升了墙面的抗冲磨能力与抗渗性能。在施工过程中,钢纤维混凝土可采用喷射工艺进行墙面施工,能够确保混凝土在复杂墙面形状上的良好附着性与密实度。相较于传统混凝土墙面,钢纤维混凝土墙面的耐久性得到显著增强,减少了因裂缝导致的渗漏问题,降低了维护成本与频次。这不仅保障了水闸的正常运行,而且延长了水闸的使用寿命。例如,在某大型水闸工程中,采用钢纤维混凝土墙面后,经过多年运行观测,墙面仅有少量细微裂缝,抗渗性能良好,经受住了多次洪水考验,有力地证明了钢纤维混凝土在水闸墙面应用的可靠性与有效性。

2.2 水闸承重位置的应用

水闸的承重位置,如闸墩、底板等部位,承担着巨大的竖向压力和水平推力,对结构的强度和稳定性要求极高。钢纤维混凝土在这些承重位置的应用发挥着关键作用。钢纤维均匀分散于混凝土基体中,显著提高了混凝土的抗压、抗弯和抗剪强度。在闸墩承受水压力和上部结构重量时,钢纤维混凝土凭借其良好的力学性能,有效防止因应力集中而产生裂缝或局部破坏,保障闸墩的整体性和承载能力。对于底板而言,它需要承受来自地基的反力以及水流的水平力,钢纤维混凝土的高强度和高韧性使其能更好地适应这种复杂受力状态,减少底板的变形和开裂风险。在施工方面,针对承重位置的特点,需精确控制钢纤维混凝土的配合比和浇筑工艺,确保钢纤维均匀分布且混凝土密实度良好。例如,在某水

闸重建项目中, 闸墩和底板采用钢纤维混凝土施工。经过严格的质量控制和专业的施工操作, 建成后的水闸在运行过程中, 承重结构未出现明显裂缝和变形, 各项力学性能指标均满足设计要求, 有力地证明了钢纤维混凝土在水闸承重位置应用的优越性, 为水闸的长期安全稳定运行奠定了坚实基础。

2.3 水闸结构中的应用

从结构性能来看, 其良好的力学性能提升了水闸的整体强度与稳定性。无论是承受巨大的水压力、土压力还是自重等荷载, 钢纤维混凝土都能有效分散应力, 减少结构薄弱点, 防止局部破坏引发整体垮塌。例如, 在闸室结构中, 钢纤维混凝土的应用使得各部分连接更为稳固, 协同受力效果更佳。在耐久性方面, 它极大地增强了水闸对恶劣环境的抵抗能力。其出色的抗渗性可有效阻止水分渗透, 避免内部钢筋锈蚀和混凝土侵蚀, 抗冻性则使其能经受住反复的冻融循环考验, 而抗冲磨与抗侵蚀性能在水流长期冲刷和特殊水质环境中表现卓越, 显著延长了水闸的使用寿命。施工上, 钢纤维混凝土具有一定优势。它能适应多种施工工艺, 无论是整体现浇还是预制拼装, 都能保证结构质量。且由于其和易性较好、钢纤维可有效减少混凝土泌水和离析, 使得施工操作更为便捷高效, 能够加快施工进度, 后期维护工作量和成本也因结构耐久性的提高而大幅降低, 从工程全生命周期角度考量, 钢纤维混凝土在水闸结构中的应用综合效益显著, 有力推动了水闸工程建设水平的提升^[2]。

3 水闸施工中钢纤维混凝土施工技术应用策略

3.1 合理控制钢纤维混凝土配合比

首先, 要精准确定水泥的品种与强度等级, 选择质量稳定、水化热适中的水泥, 以满足结构强度需求并降低裂缝风险。粗细骨料的选择也至关重要, 粗骨料粒径需适中, 保证良好的骨架作用且不妨碍钢纤维均匀分布, 细骨料应具有良好的级配, 以提高混凝土的密实度。钢纤维的参数更是影响配合比的核心要素。其长度、直径和长径比需根据水闸结构受力特点与施工工艺确定, 一般长度在20-60mm之间, 长径比在40-100之间为宜, 同时要保证较高的抗拉强度, 如不低于600MPa。钢纤维的掺量依据工程设计要求而定, 通常占混凝土体积的0.5%-2%, 过多或过少都会影响混凝土性能, 过多可能导致工作性变差, 过少则无法充分发挥增强作用。

3.2 钢纤维混凝土浇筑工艺

在浇筑前, 需对模板、钢筋及预埋件进行全面检查与清理, 确保其位置准确、固定牢固且表面洁净, 为混凝土浇筑创造良好条件。浇筑过程中, 应根据水闸结构

特点选择合适的浇筑方式, 如分层浇筑或分段浇筑。分层浇筑时, 每层厚度一般控制在30-50cm, 避免一次性浇筑过厚导致振捣不密实或钢纤维分布不均。采用分段浇筑时, 要合理划分施工段, 做好施工缝的处理, 保证结构的整体性。在浇筑顺序上, 遵循由低向高、从一端向另一端的原则, 防止混凝土流淌产生离析现象, 要注意控制浇筑速度, 确保混凝土均匀、连续地入模, 避免出现冷缝。对于钢纤维混凝土, 由于钢纤维的存在可能影响其流动性, 因此可适当增加坍落度, 但也要防止坍落度过大导致钢纤维下沉或上浮。在浇筑大体积水闸结构时, 还需考虑水化热问题, 采取有效的温控措施, 如预埋冷却水管等, 降低混凝土内部温度应力, 防止裂缝产生。

3.3 钢纤维混凝土的振捣和摊铺

在振捣方面, 由于钢纤维的存在, 需采用适宜的振捣设备与工艺。通常优先选用频率较高、振幅较小的振捣器, 如平板振捣器与插入式振捣器配合使用。插入式振捣器在振捣时, 应快插慢拔, 振捣点均匀分布, 间距不宜过大, 避免漏振。振捣时间要严格控制, 以混凝土表面不再显著下沉、无气泡冒出且泛浆为准, 防止振捣过度导致钢纤维下沉或分布不均。对于平板振捣器, 主要用于混凝土表面振捣, 使其更为平整密实, 振捣过程中需缓慢匀速移动, 保证振捣效果的均匀性。在摊铺过程中, 首先要保证混凝土的供应连续性, 防止出现断料现象影响摊铺质量。将混凝土均匀地摊铺在模板内, 根据设计厚度进行初步找平。对于钢纤维混凝土, 因其工作性与普通混凝土略有差异, 在摊铺时要特别注意避免钢纤维堆积或成团。若发现钢纤维分布不均, 应及时采用人工或机械方式进行分散调整。同时, 在摊铺过程中要预留一定的振捣高度, 以便后续振捣工序能够顺利进行, 通过精细的振捣与摊铺操作, 使钢纤维混凝土达到预期的密实度与平整度要求, 为水闸结构提供良好的质量基础。

3.4 钢纤维混凝土成型接缝施工

施工缝的位置应依据水闸结构的受力特点与施工便利性合理确定, 一般设置在结构受力较小且便于施工的部位。在浇筑新的钢纤维混凝土前, 需对施工缝处进行细致处理。先将原有混凝土表面的浮浆、松动石子及软弱混凝土层彻底清除, 然后用高压水枪冲洗干净并保持湿润状态, 但不得有积水。接着在施工缝处涂刷一层水泥净浆或界面处理剂, 以增强新旧混凝土之间的粘接力。对于伸缩缝, 要根据设计要求安装止水带或填缝材料。止水带应准确固定在设计位置, 确保其在混凝土浇筑过程中不移位、不变形, 起到有效止水的作用。填缝

材料需具备良好的弹性、耐水性和耐久性，如采用橡胶止水条或沥青麻丝等，能适应水闸结构在温度变化、地基沉降等情况下产生的变形，防止缝隙处渗漏。在接缝处浇筑钢纤维混凝土时，要控制好浇筑速度和振捣强度，避免振捣过度导致接缝处混凝土离析或破坏已安装的止水带、填缝材料。

3.5 钢纤维混凝土刻槽施工

钢纤维混凝土刻槽施工主要目的是增强水闸表面的抗滑性能，以满足其在水流作用下的运行安全要求。在刻槽施工前，需确保钢纤维混凝土达到一定的强度，一般强度需达到设计强度的70%以上，否则过早刻槽会对混凝土结构造成损伤。根据水闸的功能需求与水流特性确定刻槽的尺寸与间距，通常刻槽深度在3-5mm之间，宽度为3-6mm，间距可根据实际情况在20-50mm范围内调整。刻槽施工过程中，可采用专用的刻槽机械进行操作，如电动刻槽机。刻槽机的刀片应保持锋利，以确保刻槽边缘整齐、深度均匀。在操作时，要严格控制刻槽的走向与直线度，按照设计要求的图案或方向进行刻槽，例如可采用横向、纵向或斜向交叉等方式。同时，要注意避免刻槽过程中对周围混凝土造成过度扰动或破坏。刻槽完成后，及时清理槽内的碎屑与灰尘，并对刻槽表面进行检查，若发现有刻槽不规范、深度不足或边缘破损等情况，应及时进行修补与整改。通过规范且精细的刻槽施工，使钢纤维混凝土表面形成有效的抗滑纹理，提高水闸在水流冲击与人员行走等情况下的安全性与稳定性，保障水闸的正常使用功能与运行寿命。

3.6 钢纤维混凝土养护工作

在水闸施工中，由于钢纤维混凝土常处于复杂的水环境与多变的气候条件下，养护要求更为严格。养护工作应在混凝土浇筑完成后尽早开展。一般采用覆盖保湿

养护的方法，在混凝土表面覆盖湿布、草帘或塑料薄膜等，以减少水分蒸发，保持混凝土处于湿润状态。养护时间根据混凝土的强度发展要求与环境条件而定，通常不少于7-14天。对于大体积钢纤维混凝土或处于高温、干燥环境中的结构，养护时间应适当延长。在养护期间，需密切关注环境温度变化。当环境温度较低时，应采取保温措施，如覆盖保温材料，防止混凝土受冻而影响强度与耐久性。若温度过高，则要加强洒水降温，避免混凝土因水化热过高导致内部温度应力过大而产生裂缝。在养护过程中要定期检查混凝土表面状况，及时处理可能出现的裂缝、剥落等问题。对于发现的细微裂缝，可采用表面封闭处理；对于较严重的缺陷，需分析原因并采取相应的修补措施^[1]。

结束语

在水闸施工领域，钢纤维混凝土施工技术的深入探究与应用具有深远意义。通过对其组成特性、增强机理的剖析，以及在水闸墙面、承重位置和整体结构应用的阐述，还有施工技术应用策略的详细解读，我们明晰了该技术的关键要点。它有效提升了水闸结构的强度、耐久性与稳定性，有力应对水流冲击、水位变化等复杂工况。展望未来，随着技术的持续创新与优化，钢纤维混凝土施工技术必将在水利工程建设中发挥更为卓越的作用，推动水闸工程迈向更高质量与更可靠性能的新台阶。

参考文献

- [1]徐军.路桥施工中的钢纤维混凝土施工技术[J].交通世界(下旬刊),2022(04):22-23.
- [2]李会州.水利工程中混凝土防渗墙施工技术的应用研究[J].砖瓦世界,2019(14):267-268
- [3]吕品,刘为清.钢纤维混凝土施工技术应用在路桥施工中的思考[J].居舍,2018(34):30-31