

# 水工混凝土技术在不同水工建筑物上的应用

曹根田

河南省江淮水利勘测设计有限公司 河南 郑州 450000

**摘要:** 水工混凝土作为水利工程建设关键材料,具备高抗渗、抗冲磨、耐久性等核心技术特性。依据不同标准,水工混凝土核心技术有多种分类方式。本文详细阐述了水工混凝土技术在挡水、泄水、输水、取水、整治等不同水工建筑物上的应用要点,包括材料选用、施工工艺、性能提升等方面。同时,探讨了水工混凝土技术优化路径、新技术应用方向及与水工建筑物的适配升级,为保障水利工程质量、提升工程性能提供技术支持。

**关键词:** 水工混凝土技术;水工建筑物;应用要点;技术优化;适配升级

引言:水利工程在防洪、灌溉、发电、供水等方面发挥着至关重要的作用,而水工混凝土作为水利工程建设的关键材料,其性能与应用技术直接关系到工程的质量与安全。水工建筑物类型多样,不同建筑物所处环境与承担功能各异,对混凝土性能提出了多样化要求。深入研究水工混凝土技术在不同水工建筑物上的应用,有助于优化材料选择、改进施工工艺、提升工程性能,满足水利工程长期稳定运行的需求,对推动水利事业的高质量发展具有重要意义。

## 1 水工混凝土技术的核心基础

### 1.1 水工混凝土的核心技术特性

水工混凝土作为水利工程建设的关键材料,具备一系列区别于普通混凝土的核心技术特性。高抗渗性是水工混凝土的重要特性之一,水利工程长期处于水环境中,混凝土结构需有效阻止水分渗透,以避免内部钢筋锈蚀、结构强度降低等问题,确保建筑物的长期稳定运行。高抗冲磨性同样不可或缺,水流携带的泥沙等颗粒对混凝土表面产生持续冲刷与磨损,尤其在泄水建筑物部位,强大的水流冲击力要求混凝土具有足够的抗冲磨能力,以维持结构完整性与使用功能<sup>[1]</sup>。耐久性也是水工混凝土的关键特性,水利工程往往服役年限长,要经受各种自然环境因素如冻融循环、化学侵蚀等的长期作用,良好的耐久性可保障混凝土结构在设计寿命内性能稳定,减少维修与加固成本。此外,水工混凝土还需具备适应不同工程部位的特殊性能,如挡水建筑物要求混凝土具有较高的抗压强度,以承受巨大水压力;溢洪道等泄水建筑物则需混凝土表面光滑,降低水流阻力,减少能量损耗与气蚀破坏。

### 1.2 水工混凝土的核心技术分类

水工混凝土核心技术依据不同标准有多种分类方式。按功能划分,可分为结构混凝土与防护混凝土。结构混

凝土主要用于构建水工建筑物的主体框架,如大坝、水闸的坝体、闸室等,承担主要荷载,对强度、稳定性等性能要求高;防护混凝土则侧重于保护结构免受环境侵蚀,如混凝土表面的防渗层、抗冲磨层等。按施工工艺分类,有常规混凝土与特种混凝土。常规混凝土采用传统搅拌、浇筑、振捣等工艺施工;特种混凝土则针对特殊工程需求发展而来,如自密实混凝土依靠自身重力填充模板,无需振捣,适用于狭窄、复杂结构部位;纤维混凝土通过掺入纤维提高混凝土的抗裂性、韧性等性能。

### 1.3 水工混凝土技术的应用核心要求

水工混凝土技术应用需满足多方面核心要求。材料选择上,要严格控制水泥、骨料、外加剂等原材料质量,确保符合水工工程特殊环境与性能需求。配合比设计应科学合理,综合考虑强度、抗渗、抗冲磨等多项性能指标,通过试验优化确定最佳配合比。施工过程中,要严格遵循施工规范,控制搅拌时间、浇筑速度、振捣质量等关键环节,保证混凝土均匀性与密实性。养护环节同样重要,根据不同混凝土类型与环境条件,采用合适的养护方式与养护时间,确保混凝土强度正常增长与性能稳定发展,以满足水工建筑物长期安全运行要求。

## 3 不同水工建筑物上水工混凝土技术的应用

### 3.1 挡水建筑物上水工混凝土技术的应用

挡水建筑物核心功能是拦截水体、维持水位,水工混凝土技术应用需围绕抗渗、抗冻、抗裂核心需求展开。选用高强度、低渗透性的水工混凝土材料,通过优化配合比掺入抗渗剂、引气剂,提升混凝土抗渗性能与抗冻能力,适应水体长期浸泡与温度变化环境。浇筑过程中采用分层浇筑、连续振捣工艺,控制浇筑速度与振捣密实度,减少混凝土内部孔隙与裂缝隐患。养护阶段采用保湿、保温养护工艺,控制混凝土内外温差,避免温度应力引发裂缝,同时强化结构表面防渗处理,确保挡水

建筑物长期稳定发挥挡水功能，契合水工混凝土应用的核心技术要求。

### 3.2 泄水建筑物上水工混凝土技术的应用

泄水建筑物需承受高速水流冲刷与水流空化作用，水工混凝土技术应用重点聚焦抗冲耐磨与抗空化性能提升。选用抗冲耐磨型水工混凝土，掺入石英砂、金刚砂等耐磨骨料，优化混凝土强度等级与密实度，增强混凝土表面硬度与耐磨性<sup>[2]</sup>。浇筑过程中注重混凝土表面平整度控制，减少水流阻力与空化现象产生，对泄水通道关键部位进行表面强化处理。养护过程中延长保湿养护时间，提升混凝土整体强度与耐久性，抵御高速水流长期冲刷带来的损耗，保障泄水建筑物泄水能力稳定，符合泄水建筑物的工作特性需求。

### 3.3 输水建筑物上水工混凝土技术的应用

输水建筑物承担水体输送任务，混凝土技术应用以抗渗、耐腐蚀、低摩阻为核心导向。选用抗渗性强、收缩性小的水工混凝土，通过合理配比控制混凝土孔隙率，减少水体渗透损耗。针对输水过程中可能存在的水质腐蚀问题，在混凝土表面铺设防腐涂层或掺入防腐掺合料，提升混凝土耐腐蚀性能。浇筑过程中严格控制施工精度，确保输水管道、渠道内壁平整光滑，降低水流摩阻，提升输水效率。养护阶段加强温度控制，避免混凝土收缩开裂形成渗漏通道，保障输水建筑物输水过程的稳定性与经济性。

### 3.4 取水建筑物上水工混凝土技术的应用

取水建筑物长期处于水下或干湿交替环境，易受水流侵蚀与水质腐蚀，混凝土技术应用侧重抗渗、抗冻与耐腐蚀性能优化。选用适配水下环境的水工混凝土，掺入引气剂改善混凝土抗冻性能，应对水温变化带来的冻融损伤。优化混凝土配合比，提升混凝土密实度，增强抗渗能力，防止水体渗透引发结构损坏。对取水口、进水渠道等关键部位的混凝土进行表面防护处理，抵御水流冲刷与水质腐蚀。浇筑过程中注重结构衔接部位的施工质量，确保衔接密实，避免出现渗漏隐患，保障取水建筑物稳定获取水源。

### 3.5 整治建筑物上水工混凝土技术的应用

整治建筑物主要用于河道、岸坡整治，抵御水流冲刷与岸坡坍塌，混凝土技术应用聚焦抗冲、抗滑与耐久性提升。选用高强度水工混凝土，优化骨料级配与配合比，增强混凝土抗压强度与抗冲能力，适应河道水流的冲刷作用。浇筑过程中注重结构整体性施工，采用连续浇筑工艺减少施工缝，强化结构抗滑性能设计，确保整治建筑物与基础结合紧密<sup>[3]</sup>。养护阶段采用合理的保湿养

护措施，提升混凝土耐久性，同时对结构表面进行抗冲刷防护处理，抵御水流长期侵蚀，保障整治建筑物发挥河道岸坡防护与整治功能。

## 3 水工混凝土技术应用的关键要点

### 3.1 材料选用与配比控制要点

水工混凝土材料选用是保障工程质量的基础。水泥作为核心胶凝材料，需依据工程所处环境及性能要求精准挑选。在有抗硫酸盐侵蚀需求的水工结构中，抗硫酸盐水泥是理想选择，能有效抵御硫酸盐对混凝土的侵蚀破坏，延长结构使用寿命。骨料质量直接影响混凝土强度与耐久性，粗骨料应具备良好级配，粒形规整，质地坚硬，严格控制含泥量与有害物质含量，避免因骨料质量问题导致混凝土内部缺陷。细骨料细度模数要适宜，保证混凝土工作性能与强度发展。外加剂选用要结合混凝土性能改善目标，如为提高混凝土早期强度，可选用早强型外加剂；为改善混凝土抗渗性，可掺入防水剂。配比控制是关键环节，需通过大量试验，综合考虑强度、抗渗、抗冻等多项性能指标，确定最佳配合比。施工过程中，严格称量各种原材料，确保实际配合比与设计一致，对水泥、外加剂等微量材料采用精确计量设备，保证混凝土质量稳定性。

### 3.2 施工工艺与操作控制要点

搅拌工艺对混凝土均匀性至关重要。依据搅拌设备性能与混凝土类型，合理确定搅拌时间与投料顺序。一般先投入骨料与部分水搅拌，再加入水泥与剩余水，最后加入外加剂，确保各组充分混合。运输过程要防止混凝土离析与泌水，选择合适运输工具，控制运输时间与速度，避免长时间颠簸导致混凝土性能下降。浇筑时，根据结构特点与施工条件，采用分层分段浇筑方法。对于大体积混凝土，分层浇筑可有效散热，减少温度裂缝产生。振捣操作要精准，选用合适振捣设备，依据混凝土坍落度与结构厚度确定振捣时间与间距。振捣棒插入下层混凝土一定深度，保证上下层混凝土结合紧密，避免漏振与过振，确保混凝土密实度。

### 3.3 抗渗、抗冻、抗侵蚀技术要点

提高混凝土抗渗性，可通过优化配合比，减少水泥用量、降低水灰比，增加混凝土密实度。掺入适量减水剂与引气剂，改善混凝土内部孔隙结构，形成不连通孔隙，阻止水分渗透。抗冻技术方面，引入适量引气剂形成微小气泡，缓解冻胀压力，提高混凝土抗冻融循环能力。同时，选用优质骨料，保证骨料与水泥石界面粘结强度，增强混凝土整体抗冻性。针对抗侵蚀需求，依据侵蚀介质类型，选用耐侵蚀水泥与骨料。如处于海水环

境,选用抗海水腐蚀水泥,调整配合比,降低混凝土渗透性,阻止侵蚀介质进入混凝土内部,减缓侵蚀速度。

### 3.4 施工过程中的技术管控要点

建立完善质量管理体系,明确各环节质量标准与责任人。加强现场巡查与监督,及时发现并纠正施工不规范行为。对混凝土强度、抗渗等关键性能指标进行实时检测,依据检测结果调整施工参数。做好施工记录,详细记录原材料使用、施工工艺参数、质量检测结果等信息,为工程质量追溯与后续维护提供依据。定期组织质量分析与总结会议,针对施工中出现的问题制定改进措施,不断提升水工混凝土施工质量。

## 4 水工混凝土技术的优化与发展

### 4.1 水工混凝土技术的优化路径

水工混凝土技术优化需从材料、工艺、性能检测等多维度入手<sup>[4]</sup>。材料层面,持续研发高性能水泥与骨料,提升水泥强度与耐久性,优化骨料级配与表面特性,增强骨料与水泥石界面粘结力。探索新型外加剂,精准调控混凝土凝结时间、强度发展及耐久性。工艺方面,改进搅拌工艺,采用高效搅拌设备与先进搅拌制度,确保混凝土均匀性。优化浇筑与振捣工艺,依据结构特点选择合适浇筑方式,精准控制振捣参数,提高混凝土密实度。性能检测上,引入先进无损检测技术,实时监测混凝土内部缺陷、强度发展及耐久性变化,为施工调整与质量评估提供准确依据。同时,建立完善质量追溯体系,详细记录原材料、施工工艺及检测数据,便于问题排查与质量改进。

### 4.2 新型水工混凝土技术的应用方向

新型水工混凝土技术朝着高性能、多功能、绿色环保方向发展。高性能混凝土具备高强度、高耐久性与良好工作性能,能满足复杂水工工程需求,如超高水头、强侵蚀环境下的水工建筑物。自修复混凝土通过添加特殊材料,使混凝土在出现裂缝时自动修复,提高结构耐久性与安全性。纤维增强混凝土通过掺入纤维,改善混凝土抗拉、抗裂性能,适用于承受较大拉应力部位。绿色环保混凝土注重资源节约与环境保护,采用工业废渣、再生骨料等替代部分天然材料,减少对自然资源的依赖与环境污染。智能混凝土集成传感器与智能材料,能实时

感知结构应力、应变、温度等参数,实现结构健康监测与预警,为水工工程安全运行提供保障。

### 4.3 水工混凝土技术与水工建筑物的适配升级

水工混凝土技术需与水工建筑物功能、结构特点及运行环境深度适配。针对挡水建筑物,研发高抗渗、高强度混凝土,提高挡水能力与结构稳定性。对于泄水建筑物,开发抗冲磨、抗气蚀混凝土,应对高速水流冲刷与气蚀破坏<sup>[5]</sup>。输水建筑物注重混凝土抗渗与抗腐蚀性能,保障水资源安全输送。取水建筑物根据水源水质特点,选用合适混凝土材料与防护技术,确保取水质量与结构耐久性。整治建筑物结合河道水流特性与岸坡地质条件,优化混凝土结构设计与施工工艺,提高整治效果与结构安全性。通过不断优化水工混凝土技术与水工建筑物适配性,推动水工工程向更高质量、更安全、更可持续方向发展。

### 结束语

水工混凝土技术在不同水工建筑物上的应用,需紧密结合建筑物功能、结构特点及运行环境,精准把控材料选用、施工工艺、性能提升等关键环节。通过不断优化技术路径、探索新型材料应用、加强与建筑物的适配升级,能够有效提升水工混凝土的性能与质量,保障水工建筑物的安全稳定运行。这不仅有助于提高水利工程的综合效益,也为水利行业的可持续发展奠定了坚实基础,在推动水利工程建设迈向更高水平方面发挥着关键作用。

### 参考文献

- [1]杨霍帅.水工建筑物混凝土修补加固技术及工程应用研究[J].珠江水运,2025(13):125-127.
- [2]李志东.水工建筑物混凝土防护中新型含氟涂层材料的应用研究[J].四川水力发电,2025,44(4):86-90,97.
- [3]李珍,冯菁,韩炜,等.水工建筑物混凝土新型防护材料研究与应用[J].长江科学院院报,2021,38(10):140-147.
- [4]陶伊洛,雷新海,王福庆.水工建筑中复杂结构混凝土模板的研究及应用[J].河南水利与南水北调,2022,51(10):98-99.
- [5]沈晓光.浅谈硅烷浸渍在水工建筑物混凝土中的应用[J].建材发展导向(上),2021,19(9):231-232.