

# 水利施工中的导流与截流技术应用研究

丰 涛 陆从智 慎 贝

新沂市帝方水利工程有限公司 江苏 徐州 221000

**摘要:** 水利施工中, 导流与截流技术是关键环节。导流技术通过规划与工程措施将水流引导至预设通道, 解决施工期水流控制与干地作业矛盾; 截流技术则通过抛投材料阻断水流, 为后续作业创造条件。二者紧密关联, 实施需遵循安全、经济、适应、环保等原则。本文分析了导流与截流技术分类、应用逻辑, 探讨了优化路径与发展趋势, 包括参数优化、工艺改进、新型材料融合、智能化赋能等, 为水利施工提供技术参考。

**关键词:** 水利施工; 导流技术; 截流技术; 技术优化; 发展趋势

引言: 水利工程建设对区域发展意义重大, 而导流与截流技术作为水利施工的核心环节, 直接影响工程的安全、进度与质量。导流技术通过合理规划, 将原河床水流引导至预设泄水通道, 为干地施工创造条件; 截流技术则通过阻断水流, 为后续围堰加高、基坑排水等作业奠定基础。二者相辅相成, 共同构成水利施工水流控制的完整链条。深入探讨导流与截流技术的应用逻辑与优化方向, 对提升水利施工技术水平、保障工程顺利实施具有重要价值。

## 1 水利施工导流与截流技术核心概念

### 1.1 导流技术的定义与核心目标

导流技术是水利施工中的关键环节, 其核心在于通过科学规划与工程措施, 将原河床水流引导至预设的泄水通道, 从而在干地环境下完成主体建筑物施工。这一过程需综合运用围堰、明渠、隧洞等结构, 将水流安全导向下游或临时蓄水区域<sup>[1]</sup>。导流技术的核心目标在于解决施工期水流控制与干地作业的矛盾, 确保工程在复杂水文条件下仍能按计划推进, 同时兼顾通航、过木、排冰等综合需求。例如, 在葛洲坝工程中, 通过分段围堰法与底孔导流的结合, 成功实现了大流量条件下的干地施工, 为后续主体结构建设奠定了基础。

### 1.2 截流技术的定义与核心目标

截流技术是导流工程的延续与关键节点, 其本质是通过抛投材料形成戗堤, 逐步缩小过流断面直至完全阻断原河床水流, 迫使水流转向导流泄水建筑物。这一过程需经历戗堤进占、龙口加固、合龙与闭气等阶段, 最终实现水流路径的彻底转换。截流技术的核心目标在于为导流泄水建筑物的完工争取时间, 同时为后续围堰加高、基坑排水等作业创造条件。以三峡工程为例, 其截流设计通过双戗立堵法, 有效分散了龙口水流能量, 将截流流量控制在安全范围内, 最终成功实现大江截流,

为工程后续建设扫清了障碍。

### 1.3 导流与截流技术的关联性分析

导流与截流技术构成水利施工水流控制的完整链条, 二者在时间序列与功能定位上紧密衔接。导流技术为截流提供前期条件, 通过围堰与泄水建筑物的构建, 将水流引导至可控路径; 截流技术则通过阻断原河床水流, 为导流系统的最终完善与主体工程全面施工创造条件。例如, 在分期围堰法中, 前期束窄河床导流为后期底孔或缺口导流奠定基础, 而截流作业的完成则标志着导流系统进入稳定运行阶段。这种协同关系要求技术选择需兼顾水文特性、地质条件与工程规模, 确保各环节无缝衔接。

### 1.4 水利施工中导流与截流的技术原则

导流与截流技术的实施需遵循以下原则: 其一, 安全性原则, 需通过水力学计算确定导流设计流量, 确保围堰与泄水建筑物在极端工况下仍能保持稳定; 其二, 经济性原则, 优先利用永久建筑物作为导流通道, 如三峡工程利用永久船闸进行初期导流, 显著降低了工程成本; 其三, 适应性原则, 根据河床宽度、流量大小及地质条件灵活选择技术方案, 如河床狭窄时采用隧洞导流, 宽阔河床则适用分段围堰法; 其四, 环保性原则, 通过优化截流材料选择与施工工艺, 减少对水生生态的干扰, 如采用生态混凝土护坡技术降低对河流生物的影响<sup>[2]</sup>。这些原则共同构成了水利施工水流控制的技术框架, 为工程安全与可持续建设提供了理论支撑。

## 2 水利施工导流技术分类与应用逻辑

### 2.1 按导流方式划分的技术类型及适用场景

导流方式可细分为全段围堰法与分段围堰法。全段围堰法通过一次性拦截整个河床, 将水流导向单一泄水通道, 适用于河床狭窄、流量较小的工程, 如城市防洪堤建设。分段围堰法则将河床划分为若干段, 通过束窄

部分河床形成导流通道,其余段落用于施工,常见于宽河床或流量较大的工程,如葛洲坝工程采用的分段围堰法,通过多期导流逐步完成主体结构建设。此外,明渠导流、隧洞导流与涵管导流作为具体实施手段,分别适用于地形开阔、地质坚硬与过流量较小的场景。例如,南水北调中线工程采用明渠导流,利用地形优势降低施工难度;而雅砻江锦屏二级水电站则通过隧洞导流,克服了高山峡谷地形限制。

## 2.2 导流方案设计的核心要素

导流方案设计需综合考量水文、地质、地形与工程规模四方面因素。水文条件中,设计洪水标准与流量计算直接决定围堰高度与泄水建筑物规模;地质条件影响围堰材料选择与基础处理方式,如软土地基需采用桩基加固;地形条件决定导流方式与泄水通道布局,狭窄河床优先选择隧洞导流;工程规模则通过经济性比选确定最优方案,如大型工程多采用分期导流以分散投资风险。

## 2.3 导流系统的组成与功能定位

导流系统由围堰、泄水建筑物与排水设施三部分构成。围堰作为临时挡水结构,负责隔离施工区域与水流;泄水建筑物(如明渠、隧洞、底孔)承担水流疏导任务,确保施工期水位可控;排水设施则通过水泵或自流方式排除基坑积水,维持干地作业环境。三者协同作用,形成完整的水流控制链条,为工程安全推进提供保障。

## 2.4 导流技术实施的关键流程

导流技术实施需遵循“规划-施工-监测-调整”的闭环流程。首先,通过水文模拟与地质勘察制定导流方案;其次,按设计要求修建围堰与泄水建筑物,完成初期导流;施工过程中持续监测水位、流速与围堰变形数据,评估系统稳定性;最后,根据监测结果动态调整泄水流量或加固围堰结构,确保导流系统始终处于安全可控状态。例如,向家坝水电站在导流期间通过实时监测系统,及时优化底孔开启数量,成功应对了多次洪水考验。

# 3 水利施工截流技术分类与应用逻辑

## 3.1 按截流材料划分的技术类型及特性

水利施工截流技术按材料可分为块石截流、混凝土截流、块石与混凝土混合材料截流<sup>[3]</sup>。块石截流以天然石块或人工开采石料为主,具有取材方便、成本较低的特点,适用于水流流速较小、河床覆盖层较薄的工程场景,但抗冲刷能力相对较弱,需通过加大抛投量增强稳定性。混凝土截流块体通过预制或现场浇筑形成,具有整体性强、抗冲刷能力突出的优势,常用于高流速或深水截流

工程,如三峡工程采用混凝土四面体截流,有效抵御了每秒数米的水流冲击。混合材料截流结合块石与混凝土块体特性,通过分层抛投形成复合结构,既保证抗冲刷性能又降低材料成本,适用于中等流速条件下的截流作业。

## 3.2 按截流方式划分的技术类型及特性

截流方式可划分为立堵截流与平堵截流两类。立堵截流是沿河床一端向另一端进行单向或双向进占施工,随着进占作业的持续推进,龙口断面逐步缩小直至最终合龙。这种截流方式施工简便,对设备的需求较少,不过,由于龙口处水流能量集中,对戗堤的稳定性要求较高。它适用于河床较窄且流速较低的工程,具体来说,河床宽度小于80米、流速小于4m/s的情况较为适宜采用立堵截流。平堵截流则是沿着龙口的宽度方向均匀抛投材料,使戗堤逐层升高,直至高出水面。在此过程中,水流能量得以分散,对戗堤的冲击相对较小。然而,平堵截流需要搭建栈桥等辅助设施,施工组织较为复杂,成本也相对较高。它更多应用于宽河床或者高流速的场景,即河床宽度大于150米或者流速大于5m/s时,平堵截流的优势更为明显。在实际工程中,常常采用立平堵结合的方式。在初期阶段,运用立堵方式快速进占,为保障施工安全与质量,进占速度控制在0.5-1m/min;待进入后期阶段,则采用平堵方式降低施工风险。

## 3.3 截流方案设计的核心要素

截流方案设计需综合考量水文条件、河床形态、材料供应与施工设备四方面要素。水文条件中,设计截流流量与流速计算决定戗堤尺寸与抛投强度,例如三峡工程截流设计流量为每秒2.1万立方米,需通过水力学模型确定戗堤顶宽与坡度。河床形态影响截流方式选择,狭窄河床优先立堵,宽河床则需平堵或混合截流。材料供应需确保块石粒径、混凝土强度等参数满足抗冲刷要求,同时考虑运输距离与成本。施工设备配置需匹配抛投强度,如大型挖掘机与自卸车组合可提高立堵进占效率,起重机与抓斗则适用于平堵作业。

## 3.4 截流技术实施的关键流程

截流技术实施需经历准备、进占、合龙与闭气四阶段。准备阶段完成戗堤轴线定位、材料储备与设备调试;进占阶段通过抛投材料逐步缩小龙口,立堵进占速度需控制在每分钟0.5至1米,平堵则需保持戗堤均匀上升;合龙阶段需集中抛投大块材料,快速封闭龙口,例如三峡工程合龙时,在最后3米范围内抛投了数千吨混凝土块体;闭气阶段通过抛填黏土或土工布等防渗材料,堵塞戗堤缝隙,形成完整挡水结构。施工过程中需持续

监测水位、流速与钱堤变形，动态调整抛投策略，确保截流安全成功。

#### 4 导流与截流技术的优化路径与发展趋势

##### 4.1 技术参数优化的核心方向

导流与截流技术参数优化需立足工程实际需求，围绕安全性、适应性与经济性展开系统性改进。流量计算参数需充分考虑气候变化带来的水文特征变化，摒弃单一历史数据依赖，转而采用多源数据融合与动态模拟方法，提升设计流量预测的可靠性<sup>[4]</sup>。结构稳定性参数需针对不同地质条件建立差异化标准，软土地基区域应着重增强抗滑移与抗沉降能力，硬质岩基区域则可优化结构断面形式以降低材料消耗。经济性参数优化需贯穿全生命周期，从材料选型、施工工艺到后期维护均需纳入成本考量，通过多方案技术经济比较，实现功能需求与成本控制的最佳平衡。

##### 4.2 施工工艺改进的关键思路

施工工艺改进应聚焦效率提升、质量可控与风险可控三大目标。机械化施工水平提升是核心方向，通过引入大型专业化设备与自动化控制系统，实现开挖、运输、抛投等关键工序的连续作业，减少人工干预与工序转换时间。工序衔接优化需建立标准化作业流程，明确各环节技术要求与时间节点，例如导流洞开挖与围堰填筑可采用交替推进模式，避免施工界面闲置。风险防控体系构建需强化全过程监测，利用传感器网络与智能分析技术，对围堰变形、渗漏等关键指标实施实时监控，为应急处置提供决策依据。

##### 4.3 新型材料在技术应用中的融合潜力

新型材料融合为技术升级提供了物质基础。高性能混凝土与纤维增强材料可显著提升结构抗冲刷能力，其优异的耐久性与力学性能，使其在截流钱堤护底、导流洞衬砌等关键部位具有广阔应用前景。生态友好型材料如透水混凝土、植被混凝土的应用，既能满足结构功能需求，又能减少对水生生态的干扰，符合绿色施工理念。智能响应材料的研发为自适应结构创造了可能，形状记忆合金、压电材料等可通过环境刺激改变自身性能，实现结构形态的动态调整，提升极端工况下的生存能力。

##### 4.4 智能化技术对导流与截流施工的赋能

智能化技术正重塑施工组织模式。BIM技术通过三维可视化与信息集成，实现设计、施工与运维的协同管理，提前发现并解决工序冲突，优化施工方案。物联网技术构建的智能监测网络，可实时采集水位、流速、结构应力等关键参数，通过数据分析模型实现异常预警，为施工安全提供保障。人工智能算法在施工调度中的应用，可根据设备状态、材料供应等约束条件，动态优化资源配置，提升施工效率。数字孪生技术通过构建虚拟施工场景，支持施工方案预演与风险评估，降低试错成本。

##### 4.5 未来技术发展的主要趋势展望

未来技术发展将呈现多维度融合特征。绿色化转型将成为必然要求，通过清洁能源供电、低碳材料应用与生态修复技术集成，实现施工期碳排放控制与生态保护。模块化建造理念将推动施工方式变革，预制装配式结构可缩短现场作业时间，提升质量可控性，尤其适用于复杂地质条件下的快速施工。无人化施工场景将逐步拓展，无人机、无人船与机器人将承担高危作业任务，减少人员暴露风险。随着材料科学、信息技术与工程技术的深度融合，导流截流技术将向更高效、更安全、更环保的方向持续演进，为水利工程建设提供更强技术支撑。

#### 结束语

水利施工中的导流与截流技术，历经多年发展与与实践，已形成一套成熟的技术体系。通过对技术参数的优化、施工工艺的改进、新型材料的融合以及智能化技术的赋能，导流与截流技术在安全性、适应性与经济性等方面取得了显著提升。在水利工程建设规模不断扩大、施工条件日益复杂的背景下，持续探索导流与截流技术的创新发展路径，对于提高工程建设质量、保障施工安全、推动水利行业可持续发展具有不可替代的作用。

#### 参考文献

- [1]王小红.导流与截流施工技术在水利工程中的应用研究[J].地下水,2025,47(1):250-252.
- [2]白云.导流施工技术在水利工程施工中的应用研究[J].现代工程科技,2025,4(10):45-48.
- [3]牛家盈,李斌.截流施工技术在水利工程施工中的应用[J].水上安全,2024(24):175-177.
- [4]高茂森,鲁新锋.水利工程建设中导流与截流施工技术的应用研究[J].新发现,2025(7):94-96.