

# 探讨水利渠道施工中混凝土防渗技术

刘银祥

宁夏红寺堡扬水管理处 宁夏 中卫 755100

**摘要：**本文深入探讨了水利渠道施工中的混凝土防渗技术。阐述了该技术的原理，即利用混凝土的密实性和抗渗性，通过水泥水化填充孔隙、骨料增强强度来阻止渗漏。详细介绍了施工工艺，包括施工准备（材料、设备、现场准备）、混凝土拌和、运输、浇筑、振捣和养护环节的要点。同时针对原材料质量控制、施工过程质量控制和质量检验阐述了质量控制措施。还分析了混凝土防渗技术在施工中常见的裂缝、渗漏、冻胀问题的产生原因，并提出相应解决措施，为水利渠道施工中混凝土防渗技术的应用和质量保障提供全面指导。

**关键词：**水利渠道；施工中混凝土；防渗技术

## 引言

水利渠道在水资源调配和利用中有着关键作用，然而渗漏问题严重影响其功能和水资源利用效率。混凝土防渗技术作为一种有效的解决手段，受到广泛关注。在水利工程建设不断发展的背景下，保障水利渠道的防渗性能对于减少水资源浪费、确保水利设施长期稳定运行意义重大。

### 1 混凝土防渗技术的原理及特点

#### 1.1 混凝土防渗技术的原理

混凝土防渗技术的原理主要是通过在水利渠道的内壁或底部铺设混凝土防渗层，利用混凝土的密实性和抗渗性，阻止水的渗漏。混凝土中的水泥在水化过程中会产生大量的凝胶体，这些凝胶体填充了混凝土中的孔隙，使混凝土变得更加密实，从而降低了混凝土的渗透性。同时，混凝土中的骨料也起到了一定的骨架作用，增强了混凝土的强度和抗变形能力，使其能够承受水的压力和冲刷。

#### 1.2 混凝土防渗技术的特点

(1) 良好的防渗性能：混凝土具有较高的密实性和抗渗性，能够有效地阻止水的渗漏，减少水资源的浪费。(2) 较高的强度和耐久性：混凝土具有较高的强度和耐久性，能够承受水的压力、冲刷以及自然环境的侵蚀，保证水利渠道的长期稳定运行。(3) 施工工艺简单：混凝土防渗技术的施工工艺相对简单，易于掌握和操作，能够在较短的时间内完成施工任务。(4) 适应性强：混凝土防渗技术适用于各种地形、地质条件和气候环境下的水利渠道施工，具有较强的适应性。(5) 成本较低：与其他防渗技术相比，混凝土防渗技术的成本较低，具有较高的经济效益。

### 2 混凝土防渗技术的施工工艺

#### 2.1 施工准备

#### 2.1.1 材料准备

(1) 水泥：应选用强度等级不低于42.5的普通硅酸盐水泥，其质量应符合国家相关标准的要求。水泥的储存应注意防潮、防雨，避免水泥受潮结块<sup>[1]</sup>。(2) 骨料：骨料应选用级配良好、质地坚硬、颗粒洁净的天然卵石或碎石，其最大粒径不应超过40mm，含泥量不应大于1%，泥块含量不应大于0.5%。(3) 外加剂：根据混凝土的性能要求和施工条件，可适量添加减水剂、防水剂、膨胀剂等外加剂，以提高混凝土的性能。外加剂的质量应符合国家相关标准的要求。(4) 水：应选用符合国家饮用水标准的水作为混凝土的拌和用水，水中不应含有影响水泥正常水化的有害物质。

#### 2.1.2 设备准备

(1) 混凝土搅拌机：应根据施工规模和进度要求，选用合适型号的混凝土搅拌机，确保混凝土的拌和质量 and 生产效率。(2) 运输设备：应选用具有良好密封性和保温性能的运输设备，如混凝土搅拌运输车、自卸汽车等，确保混凝土在运输过程中不发生离析、漏浆等现象。(3) 浇筑设备：应根据水利渠道的结构形式和施工条件，选用合适的浇筑设备，如溜槽、泵送设备等，确保混凝土能够顺利浇筑到指定位置。(4) 振捣设备：应选用具有足够振捣力和频率的振捣设备，如插入式振捣器、平板振捣器等，确保混凝土能够充分振捣密实。

#### 2.1.3 现场准备

(1) 基层处理：在进行混凝土防渗层施工前，应对水利渠道的基层进行清理和处理，去除基层表面的杂物、浮土、松散颗粒等，确保基层表面平整、坚实。(2) 模板安装：根据水利渠道的设计尺寸和形状，安装模板。模板应具有足够的强度、刚度和稳定性，能够承受混凝土的侧压力和振捣力，同时模板的安装位置应准确，接缝应

严密,防止混凝土在浇筑过程中发生漏浆现象。

## 2.2 混凝土拌和

在水利渠道施工中,混凝土拌和是关键环节。首先是配合比设计,要依据设计要求与施工条件,严格遵循国家标准规范,综合考虑强度、抗渗性、耐久性等性能需求确定配合比。如根据渠道所处环境的水压力、气候条件等因素,精准调配水泥、骨料、水及外加剂的比例。接着是拌和工艺,按设计配合比将材料投入搅拌机,拌和时间至少90s,以确保材料充分混合。期间需随时检查混凝土的坍落度和和易性,若坍落度不满足施工要求或和易性不佳,需及时调整配合比或拌和时间。只有严格把控配合比设计与拌和工艺,才能保证混凝土的质量,为水利渠道的防渗性能和结构安全提供坚实基础,减少渠道运行过程中可能出现的渗漏、裂缝等问题。

## 2.3 混凝土运输

混凝土运输是连接拌和与浇筑的重要环节。运输时间需严格控制,一般不应超过90min,否则混凝土可能出现离析、泌水等问题,影响其性能与质量。运输方式应依据施工现场条件和浇筑量来选择。如距离较近、浇筑量小,可采用手推车运输,但要注意路面平坦。对于较大的工程,汽车运输较为常见,其机动灵活且载重量大。若场地允许,皮带输送机可用于水平运输大体积混凝土<sup>[2]</sup>。在运输过程中,务必保持运输设备平稳行驶,避免剧烈振动和冲击,减少混凝土的晃动。

## 2.4 混凝土浇筑

混凝土浇筑时,要依据水利渠道结构形式和施工条件确定浇筑顺序,通常先浇底部混凝土,为侧壁施工打基础,增强渠道稳定性,再浇侧壁混凝土,保证结构整体性与连贯性。浇筑过程中,要严控速度和厚度,速度过快,混凝土短时间大量堆积,易产生内应力致裂缝,速度过慢会出现分层问题。控制好厚度能保障振捣时混凝土均匀密实。大型水利渠道浇筑量和施工条件复杂,需科学的浇筑方法与严格施工管理。

## 2.5 混凝土振捣

(1) 振捣时间:混凝土的振捣时间应根据混凝土的坍落度和振捣器的型号确定,一般为20-30s。在振捣过程中,应注意观察混凝土的表面变化,当混凝土表面不再出现气泡、下沉现象时,即可停止振捣。(2) 振捣方法:混凝土的振捣方法应根据水利渠道的结构形式和施工条件确定。对于底部混凝土,可采用插入式振捣器进行振捣;对于侧壁混凝土,可采用平板振捣器进行振捣。在振捣过程中,应注意振捣器的插入深度和振捣频率,确保混凝土能够充分振捣密实。

## 2.6 混凝土养护

(1) 混凝土的养护时间应根据混凝土的强度等级和环境温度确定,一般不少于7d。在养护过程中,应保持混凝土表面湿润,避免混凝土表面出现干燥、开裂等现象。(2) 养护方法:混凝土的养护方法可采用洒水养护、覆盖养护等方法。在夏季高温季节,应增加洒水次数,保持混凝土表面湿润;在冬季低温季节,应采取保温措施,防止混凝土受冻。

## 3 混凝土防渗技术的质量控制

### 3.1 原材料质量控制

(1) 水泥作为混凝土关键成分,其质量关乎强度与耐久性。每批水泥入场前依标准严格检验,检测强度是否满足混凝土设计强度等级,检查安定性,防止硬化后出现裂缝、膨胀等问题影响防渗,不合格水泥禁用。

(2) 骨料:其级配、含泥量和泥块含量影响混凝土性能。良好级配使混凝土密实、提高防渗性,含泥量和泥块含量高会降低强度和抗渗性。需严格筛选检验,含泥量超标要清洗达标后使用。(3) 外加剂:能改善混凝土性能,但质量要严把控,每批都要检验,确保如减水剂减水率、缓凝剂缓凝时间等性能符合要求,不合格外加剂会使混凝土性能不稳、影响防渗。

### 3.2 施工过程质量控制

(1) 拌和:按设计配合比拌和是质量基础,准确计量原材料用量,关注坍落度和和易性,不符合要求时调整配合比或采取措施。(2) 浇筑:控制浇筑速度和厚度,速度过快产生裂缝,过慢出现分层,影响质量,同时防离析。(3) 振捣:振捣保证密实度,时间根据坍落度和振捣器型号确定(一般20-30s),注意表面气泡和下沉情况,选择合适振捣器对不同部位振捣。(4) 养护:养护保证强度和耐久性,养护时间根据强度等级和温度确定(不少于7天),保持湿润,高温多洒水,低温保温。

### 3.3 质量检验

(1) 外观检查:直观检查防渗层外观,包括平整度(应平整光滑)、裂缝(及时处理)、蜂窝麻面(影响密实度和防渗),全面检查无遗漏。(2) 强度检验:采用回弹法、钻芯法等,回弹法非破损测回弹值推算强度,钻芯法钻取芯样抗压试验确定强度,按标准规范检验保证结果准确。(3) 抗渗性检验:关键指标,注水试验观察渗透情况,渗透系数测定计算系数,系数越小抗渗性越好,在混凝土达一定强度后检验保证结果可靠。

## 4 混凝土防渗技术在水利渠道施工中常见的问题及解决措施

### 4.1 裂缝问题

#### 4.1.1 产生原因

(1) 配合比方面: 水泥用量大, 水化热增, 冷却时收缩大; 水灰比大, 多余水分蒸发留孔隙, 削弱结构增收缩应力, 易致混凝土收缩过大裂缝。(2) 温度方面: 高温浇筑散热慢, 内部高温与表面温差大生温度应力, 超抗拉强度就裂缝; 低温凝结慢、早期强度缓, 可能冻胀裂缝。(3) 养护方面: 养护不及时, 表面水分蒸发快, 易干缩裂缝, 高温、干燥、大风环境更易发生。(4) 地基方面: 地基不均匀沉降使防渗层受不均匀支撑力产生裂缝, 原因包括土质不均、地下水位变、地基处理不当。

#### 4.1.2 解决措施

(1) 配合比优化: 减水泥用量降水化热, 增粉煤灰等掺合料提抗裂性, 降水灰比提密实度。(2) 温度把控: 高温季早晚低温时施工, 骨料遮阳洒水降温, 必要时埋冷却水管; 冬季施工保温, 保浇筑温度。(3) 加强养护: 及时洒水, 重要或大体积混凝土用蓄水、薄膜覆盖养护, 养护至少7天。(4) 地基处理: 施工前勘察地基, 软弱地基换填、夯实、打桩等, 提承载力稳性, 减不均匀沉降。

### 4.2 渗漏问题

#### 4.2.1 产生原因

(1) 混凝土性能因素: 混凝土的抗渗性能不足是渗漏的主要原因之一。如果混凝土中的孔隙过大, 水就容易通过这些孔隙渗透; 或者混凝土存在裂缝等缺陷, 也会为水的渗漏提供通道。(2) 施工质量因素: 施工过程中的质量控制不到位也会导致渗漏。例如, 混凝土的振捣不密实, 会使混凝土内部存在孔隙和蜂窝, 降低混凝土的抗渗性; 模板的安装不严密, 在混凝土浇筑过程中会出现漏浆现象, 影响混凝土的整体性和抗渗性。(3) 接头处理因素: 水利渠道的接头部位是渗漏的易发区域<sup>[1]</sup>。如果接头处的密封不严, 止水带的安装不牢固或位置不正确, 都会导致水从接头处渗漏。

#### 4.2.2 解决措施

(1) 提高混凝土抗渗性能: 在混凝土中添加适量的防水剂、膨胀剂等外加剂, 可填充混凝土中的孔隙, 提高混凝土的密实性和抗裂性能, 从而增强混凝土的抗渗能力。(2) 加强施工质量控制: 严格按照施工工艺进行施工, 确保混凝土的振捣密实, 避免出现漏振、过振等情况。模板的安装要牢固、严密, 防止漏浆。在混凝土浇筑前, 要对模板、钢筋等进行检查和验收, 确保符合设计要求。(3) 加强接头部位处理: 采用密封胶、止水带等材料对接头部位进行密封处理, 确保接头部位的密

封性。止水带的安装要准确、牢固, 接头处要进行特殊处理, 如采用焊接、搭接等方式, 保证止水带的连续性和有效性。

### 4.3 冻胀问题

#### 4.3.1 产生原因

(1) 水分结冰因素: 在冬季低温季节, 混凝土中的水分会结冰膨胀。当混凝土中的水分结冰时, 体积会增大9%左右, 产生的膨胀力会对混凝土结构造成破坏, 尤其是在混凝土孔隙率较大或存在裂缝的情况下, 水分更容易渗入, 结冰后产生的冻胀力更大。(2) 抗冻性能因素: 混凝土的抗冻性能不足也是冻胀破坏的原因之一。如果混凝土的抗冻性能差, 在低温环境下, 混凝土内部的结构会受到破坏, 导致混凝土的强度降低, 进而加剧冻胀破坏。

#### 4.3.2 解决措施

(1) 选用抗冻材料: 选择抗冻性能好的水泥和骨料, 如使用硅酸盐水泥、抗冻性好的骨料等。在寒冷地区, 可适当提高水泥的标号, 增加混凝土的强度和抗冻性。(2) 添加引气剂: 引气剂可以在混凝土中引入微小的气泡, 这些气泡可以缓解水结冰时产生的膨胀压力, 提高混凝土的抗冻性能。引气剂的掺量要根据混凝土的使用环境和要求进行确定。(3) 保温处理: 对水利渠道进行保温处理, 减少混凝土中的水分结冰膨胀。可以在渠道表面覆盖保温材料, 如聚苯乙烯泡沫板、岩棉等, 或者采用覆土保温的方式, 在渠道上方覆盖一定厚度的土壤。

结束语: 水利渠道施工中混凝土防渗技术是保障水利工程质量和水资源有效利用的关键。从其原理和特点来看, 具备多方面优势。但施工工艺的每个环节都需严格把控, 从准备工作到养护, 任何疏忽都可能影响防渗效果。质量控制更是重中之重, 关乎整个渠道的性能和寿命。对于施工中常见的裂缝、渗漏、冻胀问题, 需充分了解其成因并采取针对性措施。只有全面落实这些技术要点和措施, 才能确保混凝土防渗技术在水利渠道施工中的有效应用, 推动水利事业的可持续发展。

### 参考文献

- [1] 颜于川. 水利工程中混凝土防渗渠道施工技术探讨[J]. 建筑工程与管理, 2023, 5(5): 9-12.
- [2] 王印. 水利工程渠道施工中的衬砌混凝土技术研究[J]. 工程技术研究, 2023, 8(22): 92-94.
- [3] 吴敏, 刘慧, 孙梦娇. 水利工程混凝土衬砌渠道防渗漏技术探讨[J]. 建筑与装饰, 2024(14): 157-159.