

# 灌区改造工程渠道衬砌施工难点与管控对策分析

李志伟

河北省水利工程局集团有限公司 河北 石家庄 050000

**摘要：**现代农业基础设施建设中，灌区改造工程的有效施工能够提高水资源利用率，增强农田灌溉的稳定性，为粮食稳产增产提供有力保障。渠道衬砌是灌区改造的关键工序，其施工质量会直接影响渠道使用寿命、渠道输水效率等，但当前很多渠道衬砌施工质量不佳，存在渠道输水渗漏问题，亟需优化改进。基于此，本文先梳理了渠道衬砌施工常见难点，后结合灌区改造工程实际，提出了可实施、可落地的施工管控对策，以及分析工程应用成效，以期解决渠道衬砌施工难点，提高灌区改造工程施工质量，还可为同类灌区改造工程提供有益参考。

**关键词：**灌区改造工程；渠道衬砌施工；施工难点；管控对策

## 引言

当前很多灌区已建成运行多年，普遍存在渠道土质疏松、渗漏严重、输水效率低等问题，难以为农业高质量发展提供有效推力，且还会造成严重的水资源浪费<sup>[1]</sup>。近年来，各地持续推进灌区续建配套与现代化改造工程，渠道衬砌是改造工作的核心内容，其施工质量会应灌区改造整体效果，在此情况下需全面分析当前渠道衬砌施工难点，结合灌区改造工程实际，制定实施多样有效的施工管控对策，建立全流程施工管控体系，补齐施工短板，这样才能大幅度提升改造质量，充分发挥灌区改造工程节水增效作用。

## 1 灌区改造工程渠道衬砌施工难点分析

### 1.1 渠道基底与边坡处理质量

基底与边坡是渠道衬砌结构的基础，其施工质量会直接影响渠道衬砌的稳定性，当前该部分的施工质量难以把控<sup>[2]</sup>。灌区渠道施工线路相对较长，通常会穿越农田、坡地等，且施工沿线存在砂土、淤泥土交替分布的问题，整体土质不均匀。在基底开挖和压实作业时，施工人员未能考虑到局部土质差异问题，低洼地段土层含水率偏高，实测部分施工区域基底土体含水率超过 28%，无法达到设计标准。这导致改造完成后后期运行时容易发生不均匀沉降，表层衬砌混凝土出现开裂。实际施工时，渠道边坡修整精度难以控制，由于施工线路长，人工修正时无法把握质量，极易出现坡面凹凸不平、坡度偏差超标问题，这种情况下后期通水后会出现开裂、起壳脱落问题。

### 1.2 混凝土衬砌施工工艺

混凝土衬砌施工工艺的质量管控也是施工难点，未

能有效把控极易出现衬砌病害。一是混凝土配比适配性不足。当前很多施工现场未考虑灌区改造地区的气候、土质等实际条件，这种情况下采取通用水工混凝土配比则易发生质量问题，如高温天气下，混凝土水灰比偏大，浇筑施工后水分蒸发过快，表层容易出现干缩裂缝，而低温天气下，混凝土初凝速度慢，容易出现离析、密实度不足问题。二是浇筑与振捣施工不规范。渠道坡面衬砌多为斜面作业，在此情况下人工浇筑操作时混凝土易出现下滑情况，使得区域厚度不足、局部空洞；而在振捣施工时，若发生漏振或过振，都会影响混凝土的密实度、防渗性，以及出现表面开裂等问题，使得衬砌混凝土孔隙率超标，降低施工质量。三是混凝土养护不到位。灌区改造工程大多集中在农闲时段，施工工期紧张，很多施工单位为赶施工进度而出现重浇筑振捣、轻养护的情况，如养护时长不足、养护措施不到位等，这些都会降低混凝土强度，引发大量质量问题。

### 1.3 渠道接缝渗漏问题

渠道衬砌分为分段施工，其中混凝土伸缩缝、施工缝是施工管控的难点，会引发输水渗漏问题。灌区渠道受温度变化、地基微量沉降影响，会出现热胀冷缩和位移，而接缝处理质量不佳则是引发裂缝的主要诱因。具体分析来说，若伸缩缝的间距设置不够规范，会使得混凝土伸缩应力无法释放，进而发生大面积开裂。若接缝填充材料选择不规范，质量不达标，或缝隙内未提前清理干净，也会导致密封胶、泡沫板填充不密实、粘接不牢固，在后期通水运行后，水会沿缝隙逐步渗透，这不仅降低输水效率、造成水资源浪费，还会增加运维修补费用。

#### 1.4 自然环境因素问题

渠道衬砌施工处于露天环境,水文条件、气候条件对其影响较大,且难以规避。如施工期间遇到暴雨天气,会将未成型的混凝土冲刷,引发起砂、麻面等问题,同时刚修整的基底边坡也会被雨水浸泡、冲刷,导致坍塌<sup>[3]</sup>。或者施工期间遇到高温天气、大风天气,会加快混凝土水分蒸发速度,导致混凝土结构应力失衡,极易发生裂缝缺陷。另外,部分灌区地下水位偏高,未提前进行处理的情况下,基底会长期处于潮湿状态,逐步向上渗透,最终导致衬砌混凝土底部粘接不牢,引发空鼓、脱皮质量缺陷。

#### 1.5 现场管理与人员操作问题

一方面,灌区改造工程施工点位分散,分为多个施工段,整体施工管理标准化不足,且当前很多一线施工人员为临时招聘人员,施工操作不规范、质量管控意识不足,容易出现人工误差或不规范行为,降低施工质量<sup>[4]</sup>。另一方面,现场施工管理不到位,未能安排专职人员全程旁站监督,容易出现隐蔽工程质量不达标、工序穿插施工、前序施工未达标强行进行后序施工等问题,这些都会严重降低灌区改造质量。另外,受改造规模、经费等因素影响,很多中小型灌区改造采用人工简易设备施工,无法达到标准化施工要求。

### 2 灌区改造工程渠道衬砌施工管控对策

#### 2.1 精细化管控基底与边坡施工质量

基础施工质量在保证渠道衬砌施工质量的重要根本,为解决该部分的施工难点,需提高施工精细化水平。首先,做好前期勘查工作,在施工前需安排人员逐段进行渠道沿线土质检测工作,对土质、地下水位、含水率等数值条件进行勘查了解,对于含水率 $>22\%$ 的低洼软基区域,需提前进行换填处理,换填厚度控制在20-30cm,并进行分层碾压夯实。施工时,严控基底压实度,保证主干渠道基底压实度 $\geq 95\%$ ,支干渠道基地压实度 $\geq 93\%$ 。每隔50m设置1个监测点位,对于不合格的区域需及时整改,不得软基施工。其次,规范修正渠道边坡,在人工修整的基础上配合机械修整,即先使用机械设备完成初步边坡开挖,再通过施工人员人工挂线的方式进行精准修整,保证边坡坡度偏差在 $\pm 1.5^\circ$ 以内,坡面平整度误差 $\leq 2\text{cm}$ 。在修整达标后,需及时夯实坡面,清理坡面上存的杂质,为后续施工打好质量基础。最后,规范老旧渠道改造基层处理。施工人员需对已破损的衬砌、松动的土体进行凿除清理,新旧基层衔接部位做凿毛处理,在缝隙清理后涂刷界面剂,保证新

旧结构粘结强度达标。

#### 2.2 全过程规范混凝土衬砌施工工艺

一是规范混凝土配合比,灌区衬砌施工时需结合当地温度、季节等条件,合理调整混凝土配比,如常温天气下采取常规配合比;高温天气下适当降低水灰比,可适量添加缓凝剂;低温天气下适量添加早强剂,这些才能保证混凝土强度达标。优先选择粒径均匀、杂质少的骨料,将砂石含泥量控制在1%以下。

二是标准化浇筑振捣作业,坡面衬砌浇筑应采取分层分段施工模式,每层浇筑厚度控制在10-15cm。振捣施工时,采取插入式振捣器,遵循“快插慢拔”原则,振捣间距 $\leq 30\text{cm}$ ,保证振捣后混凝土表面泛浆、无气泡即可,不得出现过振、漏振问题,且施工过程中应对衬砌厚度进行检测,保证厚度均匀统一<sup>[5]</sup>。

三是全面养护管控,如在夏季施工条件下,浇筑完成2h内需对混凝土表面进行洒水保湿,覆盖土工布等,若遇大风天气需增加洒水次数,保证湿度达标,养护不得低于7天。在冬季 $5^\circ\text{C}$ 以下施工条件下不得露天进行浇筑施工,已浇筑完成的混凝土需及时采取棉被覆盖进行保温,并采取专项防冻措施。在养护期间应安排专职人员进行全程监督管控,做好各项记录,确保混凝土强度等指标达标。

#### 2.3 加大接缝施工防渗专项管控力度

接缝渗漏是常见施工难点,需针对此类问题制定专项管控方案。根据设计标准设置伸缩缝,其中普通渠道伸缩缝间距为3m,若区域温差较大则需控制在2.5m,沉降不均匀地段增设沉降缝,这样可帮助结构应力释放,降低混凝土开裂风险。在伸缩缝、施工缝施工前,需对缝隙内存在的积水、杂物等进行彻底清理。底部铺设泡沫板填充,表层涂刷密封胶,保证无缝隙、无断点,密封胶厚度控制在3-5cm。对于老旧改造工程的接缝处,需先完成旧混凝土界面的凿毛、清洗、烘干等操作,铺设防渗垫层后再进行新混凝土浇筑,同时也要对接缝处进行加厚密封处理。在接缝施工完成后需进行闭水试验,确保防渗性达标。

#### 2.4 制定自然环境影响因素应对方案

由于灌区衬砌属于露天施工,需考虑自然环境因素制定不同的应对方案。如通过气象部门提前了解施工区域的天气情况,针对降雨天气做好防雨防护措施,一旦突发降雨需停止浇筑,在雨后也要及时检查基层和混凝土质量状况,做好修补处理。对于高温条件,应避免在中午11点至下午4点高温强光时段施工;对于低温条

件,在气温低于 5℃ 时不得继续施工,并对已浇筑的结构进行保温防护。针对地下水位偏高的区域,应提前通过设置临时排水沟等措施降低地下水位,防止基层长期处于潮湿状态。

### 2.5 构建完善施工现场质量管控体系

现场质量管控十分重要,应从以下几点加强控制,构建完善的现场质量管控体系。一是开展岗前培训工作,针对一线施工人员、管理人员等进行专项培训指导,对灌区衬砌施工关键工序对应的施工内容、施工要求、施工标准等进行讲解培训,提高人员的专业技能水平,增强质量管控意识,并在培训后进行考核,合格的人员才能上岗作业<sup>[6]</sup>。二是精准配置机械设备,根据灌区衬砌施工要求,配置专业的整平机、压实机、振捣设备等机械设备,保证施工精度。加强机械设备保养管理,建立台账,定期检修校准设备,做好各项记录,确保机械设备运行安全稳定,这样才能进一步提高施工质量。三是全程监督检测,采取班组自检、技术复检、监理抽检三级检测模式,保证关键工序施工质量达标,且重视隐蔽工程的质量验收,合格后才能开展后续施工。在每段工程施工结束后需进行渗水性、强度等指标的抽样检测工作,保证质量达标。四是合理规划施工工期,灌区改造工程大多集中在农闲时段,且施工质量受自然环境因素影响,需综合多项条件合理排布施工计划,预留好养护、凝固时间以及突发事件,这样才能保证施工质量,不会延误工期。

### 3 工程应用成效分析

某县域中型灌区现代化改造工程,改造渠道总长 12.8km,其中主干渠长 3.6km,支渠长 9.2km。该工程采用混凝土现浇衬砌工艺,施工前期通过质量抽检,合格率仅为 72%,存在的质量问题包括基底压实度不足、接缝渗漏、混凝土开裂等。

基于此,该工程采用本文所提出的施工管控对策

后,项目施工质量得到显著提升。其中渠道基底压实度合格率提升至 98%,混凝土强度达标率 100%,坡面平整度、坡度偏差等指标符合标准要求。工程完工后进行竣工验收,抽检结果显示衬砌结构无大面积开裂、空鼓问题,接缝防渗合格率 100%。工程成功建设通水运行半年后再次对相关指标进行检测,渠道输水渗漏率低于 6.5%,远低于改造前的 37.5%,输水效率大幅度提高,顺利达到工程改造提质增效的目标。

### 结语

综上所述,灌区改造工程渠道衬砌的施工质量会对灌区节水效益、工程使用寿命、输水稳定性等产生直接影响。但当前存在基层处理精度不足、混凝土施工工艺不规范等衬砌施工难点,需要加大重视,结合施工难点和工程实际情况,优化改善原有的施工管控对策,通过精细化管控基底边坡施工、全程规范混凝土施工、专项管控接缝施工渗漏问题、制定自然环境应对方案、健全施工现场质量管控体系等方式有效解决各类施工难点,强化渠道衬砌施工质量,确保改造后灌区节水效益稳定发挥。

### 参考文献

- [1] 张雷祖. 水利灌区渠道改造工程钢筋混凝土衬砌施工技术分析 [J]. 中国科技纵横,2026(2):99-101.
- [2] 尚国栋. 水利灌区渠道改造工程钢筋混凝土衬砌施工技术探析 [J]. 水上安全,2024(12):181-183.
- [3] 赵鹏涛. 分析大型灌区续建配套与节水改造工程防渗渠道衬砌施工技术 [J]. 中国科技纵横,2021(2):92-93.
- [4] 吴晓光. 谢寨灌区节水工程防渗渠道衬砌施工技术的应用 [J]. 乡村科技,2021,12(32):118-120.
- [5] 李广辉. 赵口灌区改造工程中渠道衬砌及防护措施 [J]. 河南水利与南水北调,2024,53(9):23-24.
- [6] 何睿. 水利灌区改造混凝土衬砌渠道防渗技术研究 [J]. 科技资讯,2025,23(12):168-170.