

# 渠道衬砌材料老化导致输水效率下降的现场调查研究

郭新祥

内蒙古河套灌区水利发展中心总干渠分中心 内蒙古 巴彦淖尔 015000

**【摘要】**：渠道衬砌是保证输水工程正常运转的重要设施，它所用的材料长时间处在自然环境以及水流的作用之下，容易出现老化状况，进而造成输水效率下降、水资源浪费以及工程维护费用提高。为了明确衬砌材料的老化特征、老化程度以及输水效率下降的关系，找到老化引起的主要问题，本文对典型输水渠道进行现场调查研究。通过对现场勘查、样本检测、数据监测等方法进行分析，得出不同种类衬砌材料的衰老情况、分布特点、老化程度，量化的反映老化程度对输水效率的影响，分析老化的原因，提出相应的防控和修复措施，为输水渠道工程的长效运行、节水增效提供实践依据和技术支持。

**【关键词】**：渠道衬砌；材料老化；输水效率；现场调查；修复措施

DOI:10.12417/2811-0528.26.12.035

输水渠道是农业灌溉、工业供水和城市给排水工程的主要部分，起着合理分配水资源、输送水资源的作用。衬砌材料老化之后，渠道防渗性能变差，渗漏量增多，内壁糙率增大，水流阻力加大，输水效率明显降低，造成大量水资源的浪费，并且会加快渠道的使用寿命，增加工程维修养护的成本。因此，对渠道衬砌材料老化造成的输水效率下降进行现场调查研究，确定老化特征、影响机制和防控措施，对提高输水工程运行效益、节约水资源、降低运维成本有重大的现实意义和工程价值。本文通过典型输水渠道现场调查，对衬砌材料老化和输水效率下降的内在联系进行系统的分析，为同类工程的老化防控和修复提供一定的参考。

## 1 现场调查方案

(1) 调查区域选取：根据渠道运行年限、衬砌材料种类、气候状况、输水规模等选取三条典型的输水渠道进行调查，选择不同衬砌类型和运行时长久的渠道，保证调查样本的代表性以及广泛性。其中渠道1为混凝土衬砌，运行年限为18年，主要用作农业灌溉，经过亚热带季风气候区，年平均气温为16.8℃，年降水量为1590mm；渠道2为土工膜复合衬砌，运行年限为12年，主要用作工业供水，地势平缓，水质含少量硫酸盐；渠道3为砌石衬砌，运行年限为22年，兼有农业灌溉和生活供水功能，位于丘陵地区，冬季有轻微冻融现象。

(2) 调查内容：本次调查主要针对衬砌材料老化和输水效率这两个主要方面，具体包含三个方面，即衬砌材料老化特征、衬砌材料老化程度分级以及输水效率监测。一是衬砌材料老化特征，对不同种类的衬砌材料老化情况进行观察，例如混凝土衬砌的裂缝、剥蚀、碳化，土工膜衬砌的老化、破损、渗漏，砌石衬砌的勾缝脱落、石块松动等；二是划分出不同的老化程度，根据相关规范及现场实际情况，把老化程度分成轻度、中度、重度三个级别，并且确定各个级别对应的判定标准；三

是对输水效率进行监测，在现场测试的基础上获得不同老化程度区段的输水效率数据，并加以对比分析，找出老化程度和输水效率之间的关系。

(3) 调查方法：本次调查采取现场勘查、样本检测、流量监测三者结合的方式，保证数据的真实性、准确性。现场勘查采取目测加仪器检测的方法，对渠道全程分段进行检查，记录衬砌老化的位置、类型及分布情况，用探地雷达配合检测衬砌的脱空、内部破损等隐蔽性病害；从不同老化程度的衬砌材料中随机抽取一定数量的样本，送至实验室检测其强度、防渗性能等指标，定量分析老化程度；流量监测使用静水法，选择不同老化等级的典型区段，每段长度30~50m，两端封堵后充水，观测水位变化，计算渗漏量和输水效率，每个区段重复检测三次，取平均值为最终数据。

## 2 现场调查结果与分析

### 2.1 衬砌材料老化特征调查结果

经过现场勘查得知，不同种类的衬砌材料老化的表现也有所不同，并且老化的分布有规律可循。混凝土衬砌的主要老化为表面开裂、表层剥蚀、混凝土碳化，部分区段出现钢筋锈蚀、衬砌脱落，老化部位多在渠道边坡中下部及渠底，受水流冲刷影响较大；土工膜衬砌的主要老化为膜体老化变脆、破损、搭接处开裂，部分区域由于缺少有效的保护层，膜体受到紫外线的照射而老化，渗漏严重；砌石衬砌的主要老化为勾缝脱落、石块松动、表面风化，部分石块因为冻融作用而损坏，缝隙渗漏严重。从老化分布上看，渠道进出口、转弯处和主流流速大的地方，老化程度比其它地方要重一些；运行年限越长，老化现象就越严重，渠道3的砌石衬砌因为运行年限最长，重度老化区段占到了38.2%，渠道2的土工膜衬砌因为运行年限较短，轻度老化区段占到了65.7%。

## 2.2 衬砌材料老化程度分级结果

根据现场勘查及样本检测结果,参照相关工程规范,确定衬砌材料老化程度分级标准,对三条调查渠道的老化程度进行分级统计,结果见下表。

表1 衬砌材料老化程度分级结果

衬砌类型	运行年限	轻度老化 (%)	中度老化 (%)	重度老化 (%)	平均老化等级
混凝土衬砌	18年	42.5	40.3	17.2	中度
土工膜复合衬砌	12年	65.7	28.1	6.2	轻度
砌石衬砌	22年	23.6	38.2	38.2	中度-重度

从表中可知,衬砌材料的衰老程度同运行年限成正比,运行年限越长,重度老化区段所占比例就越大,平均老化等级也就越高。砌石衬砌的老化速度最快,混凝土衬砌次之,土工膜复合衬砌老化速度较慢,但是长期暴露在自然环境中,仍然会出现明显的老化现象。

## 2.3 老化对输水效率的影响分析

对不同老化程度区间输水效率进行监测,比较分析老化程度与输水效率的关系,结果表明衬砌材料老化程度和输水效率之间存在着负的相关关系,随着老化程度的加重,输水效率随之降低。由分析可知,在轻度老化的时候,衬砌材料表面有一些细微的破损,但是防渗性能以及表面光滑度略有下降,对输水效率的影响较小;在中度老化时,破损范围变大,防渗性能大大降低,渗漏损失增加,表面糙率增大,水流阻力增大,输水效率降低;在重度老化时,衬砌结构被严重破坏,防渗层失效,渗漏损失大,表面凹凸不平,水流阻力急剧增大,输水效率大幅度下降。

## 3 防控及修复措施

### 3.1 加强老化防控

选用质量好、耐久性高的衬砌材料,按照渠道运行环境和输水要求选择合适的衬砌方式。混凝土衬砌采用高强度、抗冻、

抗腐蚀的原材料,改善配合比,提高材料耐久性;土工膜衬砌采用抗老化、抗穿刺的优质膜体,配合适当的保护层,削减紫外线照射及外力破坏;砌石衬砌采用高强度、耐久性好石材,使用高质量勾缝材料,加强结构整体性。施工期间,严格控制施工质量,规范施工流程,加强混凝土振捣和养护,保证土工膜铺设紧密,砌石砌筑规范,减少施工缺陷。

### 3.2 开展针对性修复

根据不同的老化程度以及不同的衬砌病害,采取相应的修复措施。轻度老化区段用表面修补、勾缝填补等方法,对轻微的裂缝和破损进行修补加固,提高防渗性能;中度老化区段,对破损严重的地方进行局部拆除重建,混凝土衬砌采用环氧树脂等材料修补裂缝,土工膜衬砌更换破损膜体并重新搭接,砌石衬砌更换松动石块,重新勾缝;重度老化区段,全部翻新改造,更换老化衬砌材料,重新铺设防渗层,保证渠道防渗性能和输水效率恢复到正常水平。

### 3.3 强化运行管理

建立完善的渠道运行管理规章制度,对渠道进行定期巡查和监测,及时发现并处理渠道老化病害,做到早发现、早处理,防止病害蔓延。合理控制水流速度,防止水流速度过大给衬砌带来冲刷作用;定期开展渠道清淤工作,清除渠道内的杂物,减小衬砌受到的磨损,保证水流畅通。加强日常养护,定期对衬砌表面进行清理、保养,做好防冻、防晒工作,减缓老化速度,提高渠道运行稳定性、耐久性。

## 4 结论

通过本次对3条典型输水渠道的现场调查,对衬砌材料的老化特征、老化程度和输水效率下降的关系进行了系统的分析,研究了老化的原因,提出了相应的防控和修复措施,不同类型的衬砌材料老化表现不一样,混凝土衬砌以开裂、剥蚀、碳化为主,土工膜衬砌以老化、破损、渗漏为主,砌石衬砌以勾缝脱落、石块松动、风化为重,老化分布呈“进出口重、中间轻,运行年限长的重、年限短的轻”规律。后续可以扩大调查范围,选择更多的衬砌材料以及不同的运行环境,进一步探究老化机制,改进防控和修复技术,给同类输水渠道工程提供更全面的参照。

## 参考文献:

- [1] 王康健,杨仁泽,刘海峰.沙漠砂混凝土抗压性能及在U型渠道衬砌中的应用[J].四川建材,2026,52(02):1-4.
- [2] 张本磊.水利工程中的农田灌溉防渗渠道衬砌施工技术研究[J].城市建设,2026,(01):21-23.
- [3] 邢相群,张纯乾.自密实混凝土在水利渠道衬砌工程中的施工工艺与质量控制[J].建筑工人,2025,46(12):44-46.