

DOI:10.3969/j.issn.1004-4701.2016.05.04

滤层反滤工艺在潭下水厂取水工程改造中的应用

湛贻胜, 张万里

(江西省赣西土木工程勘测设计院, 江西 宜春 336000)

摘要:介绍了滤层反滤工艺原理及其特点. 同时针对明月山潭下自来水工程取水工程存在的取水效率低、易堵塞、检修困难等不足, 着重阐述了滤层反滤工艺在山区自流取水工程改造中的应用. 改造后运行结果表明, 此工艺具有取水效率高, 取水水质优, 不易堵塞, 运行管理简单方便等优点. 滤层反滤技术在明月山潭下水厂取水工程改造中的应用对同类型项目具有较好的借鉴意义.

关键词:滤层反滤; 取水工程; 技术改造; 应用

中图分类号: TU 991.21 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004-4701(2016)05-0325-04

1 问题的提出

自2005年实施农村饮水安全工程建设以来, 全国各地兴建了大量农村饮水安全供水设施, 工程的建设有力地保障了农村供水安全^[1]. 但部分工程也还存在规模小, 保证率不高, 设施简陋等问题^[2]. 特别是早期兴建的部分山区自流引水式农饮安全工程, 取水工程容易出现取水效率低、易堵塞、检修困难等问题^[3].

2 滤层反滤工艺原理

滤层反滤工艺的核心是在取水陂坝内新建穿孔集水井, 并在集水井周边敷设双层滤层. 滤层反滤工艺具有以下特点: ①穿孔集水井穿孔大小为2~3 cm, 穿孔

比为4%~6%; ②穿孔集水井周边反滤料采用0.4 m厚卵石层, 粒径为3~6 cm, 外设0.4 m厚块石层, 粒径为20~30 cm; ③可有效减少进入输水管道的泥沙量, 避免输水管道淤积, 提高取水效率, 保障农村饮水工程正常运转; ④减小山洪对取水工程的影响, 减轻河道漂石对取水头部的破坏.

3 工程概况

明月山风景区潭下水厂始建于2005年, 供水对象主要为游客及当地居民用水, 水厂共有2组构筑物, 每组净水规模为600 m³/d, 共1 200 m³/d. 潭下水厂净水工艺流程为: 原水→折板絮凝斜管沉淀池→重力无阀滤池→清水池, 取水水源为野猪岭水. 多数时段原水水质较好, 但遇突发山洪时, 大量泥沙及漂石进入输水管.

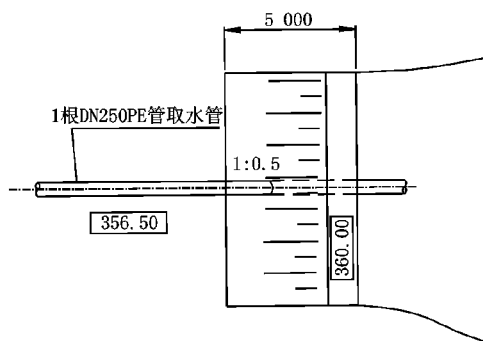


图1 改造前取水工程平面布置图

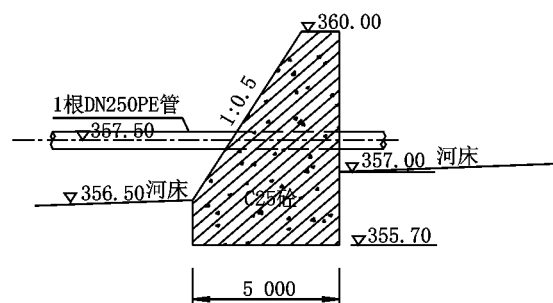


图2 改造前取水工程剖面图

收稿日期: 2016-10-14

作者简介: 湛贻胜(1987-), 男, 硕士, 工程师.

随着时间的推移,取水头部已深埋于河道漂石底下,输水管道淤塞严重。因取水工程淤塞,工程实际产水能力为 350 m³/d,已不能满足景区快速发展的需要。本次计划通过对取水工程改造,使产水能力提升至 1 200 m³/d,恢复水厂设计供水能力。

4 工程改造方案

综合考虑技术、经济、工期等各方面因素考虑,改造采用滤层反滤工艺。改造过程中除拆除重建取水工程,更换输水管道外,水厂区内原各构筑物基本保持不变,

改造主要包括以下三方面:①因原取水陂坝设计施工不合理,未设计排砂管,坝前已全部淤积,此次在原取水陂坝上游重建取水陂坝,并设 2 根 Dg350 排砂管;②原来设计为一根 DN250PE 取水管,此次改为设置两根 DN250 取水管,提高取水可靠性;③为提高进水效率,新建一座内部尺寸为 L×L×H=1.0×1.0×1.2 m 的穿孔集水井,集水井表面穿孔大小为 2 cm,穿孔比为 4%;④穿孔集水井周边反滤料采用 0.4 m 厚卵石层,粒径为 3~6 cm,外设 0.4 m 厚块石层,粒径为 20~30 cm;⑤在每根输水管 1/2 位置处设置排砂、泄水三通。

取水工程改造简图如 3~图 6 所示。

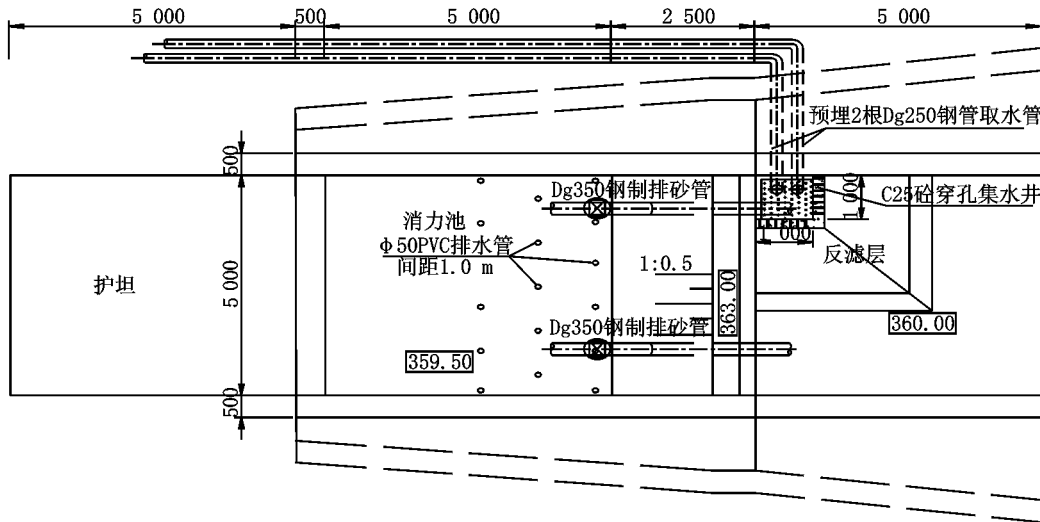


图3 改造后取水工程平面布置简图

4.1 反滤层滤速校核

通过卡曼-康采尼(Carman-Kozony)公式推算反滤层滤速:

$$h_0 = 180 \frac{v}{g} \cdot \frac{(1 - m_0)^2}{m_0^3} \cdot \left(\frac{1}{\varphi \cdot d_0}\right)^2 L_0 v$$

式中: h_0 —水流通过砂层的水头损失, cm;

v —运动粘滞系数, cm²/s;

g —重力加速度, 981cm/s²;

m_0 —滤料孔隙率;

d_0 —与滤料体积相同的球体直径, cm;

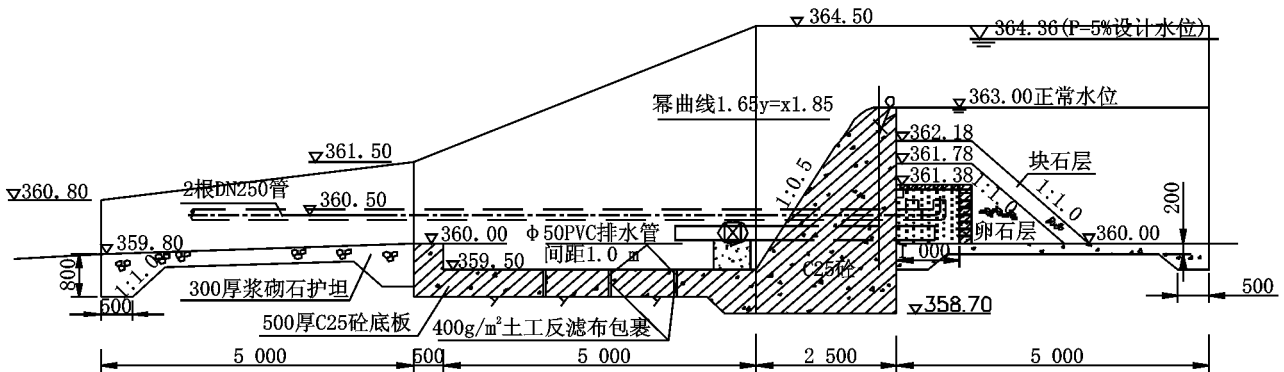


图4 改造后取水工程纵剖面图

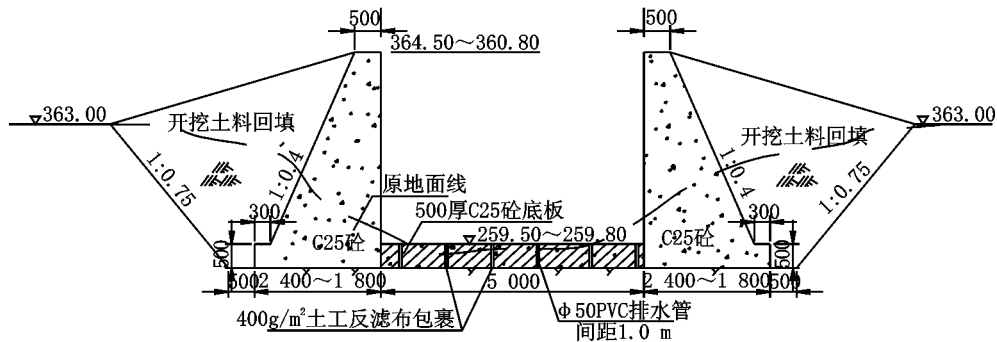


图 5 改造后消力池结构断面图

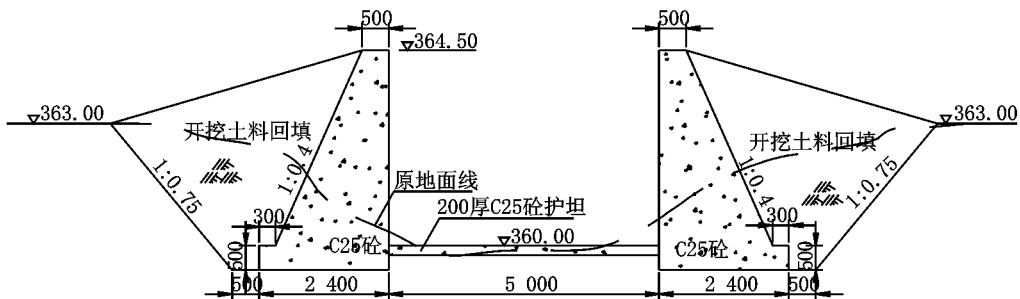


图 6 改造后护底断面图

L_0 —滤层厚度, cm;

ν —过滤滤速, cm/s;

φ —滤料颗粒球形度系数;

因水位长期稳定在堰顶以上, 视为恒压过滤。反滤层为 0.4 m 厚卵石层和 0.4 m 厚块石层, 液面与反滤层之间水深 h 不小于 1.62 m, 计算时 h 取为 1.62 m 代入卡曼-康采尼公式, 经计算并修正后滤速为 1.1 cm/s, 即每天过滤水量不小于 3 231 m^3/d , 满足设计要求。

4.2 穿孔集水井进水流量校核

为确保穿孔集水井进水能够满足最大取水要求, 采用孔口自由出流公式进行校核:

$$q_j = n \cdot v_j \cdot A_j = \mu \cdot n \cdot A_j \cdot \sqrt{2g(H_0 - h_0)}$$

式中: q_j —通过穿孔集水井流量, m^3/s ;

n —穿孔集水井穿孔个数;

v_j —过滤滤速, cm/s;

A_j —单个孔面积, m^2 ;

μ —孔口出流流量系数, 薄壁圆型小孔一般取为 0.60~0.62;

g —重力加速度, $981 \text{ cm}/\text{s}^2$;

H_0 —孔口距水面距离;

h_0 —水流通过砂层的水头损失, cm;

正常工作时, 穿孔集水井穿孔个数 n 为 340, 单个小

孔截面积为 $A_j = \pi r^2 = 0.000 314 \text{ m}^2$, $H_0 = 2.62 \text{ m}$, $h_0 = 0.80 \text{ m}$, $q_j = 0.287 \text{ m}^3/\text{s}$ 。穿孔集水井每日进水流量 $q_j = 0.287 \text{ m}^3/\text{s} = 24 758 \text{ m}^3/\text{d}$, 满足设计要求。

4.3 输水管输水能力校核

从取水陂坝引水自流至潭下水厂, 陂坝内在施工时先预埋两根 Dg250 钢管引水管, 出引水陂坝后再各自接入 DN250PE 输水管, 在出现紧急情况时, 单根输水管输水能力不低于总输水量的 70%, 即 840 m^3/d , 流速为 0.79 m/s, 在经济流速范围内。

为保证取水陂坝与厂区高差能够保证输水流速不低于 0.79 m/s, 利用简单管道出流公式对输水管出流流量进行校核:

$$Q_s = \mu_s A_s \sqrt{2gH_s}$$

式中: Q_s —输水最大重力出流流量, m^3/s ;

H_s —作用总水头, 即输水管道出口、入口高程差, m;

A_s —输水管截面积, m^2 ;

μ_s —简单管道自由出流的流量系数。

局部水头损失按沿程水头损失的 20% 计算, 取水陂坝至潭下水厂输水距离约为 108 m, 输水管道出口、入口高程差 21.5 m。可求得单根输水能力 $Q_s = 2 560 \text{ m}^3/\text{d} > 840 \text{ m}^3/\text{d}$, 因而综合考虑防堵塞及经济流速的要求, 选择输水管管径为 DN250 是可行的。

表1 输水管段水力计算表

管段	管长/m	落差/m	单根流量/(m ³ /d)	选用管材	管径/mm	流速/(m/s)	总水头损失/m
取水陂坝-潭下水厂	108	21.5	840	PE管	DN250	0.79	0.2

5 调试运行情况

改造结束后,经过一年多的运行,效果令人满意。取水水质、水量较原工艺有明显改善,具体表在:①改造前,汛期所取原水所含杂质主要以大颗粒泥沙为主,改造后主要以悬浮质为主,有利于后期净化处理;②改造前最大取水水量为350 m³/d,改造后完全满足日取水1 200 m³/d的要求;③改造前取水头部常被山洪漂石损毁,改造后集水井及反滤层较好地保护了取水头部,汛期未出现受损情况;④改造前水厂运行管理人员需经常清理取水陂坝、疏通输水管道,改造后只需偶尔打开排砂管及排泥三通阀门即可,降低了运行管理难度。

6 结论

潭下水厂取水工程从2015年4月23日开始改造,

6月5日完成全部工艺改造,工程总投资为12.06万元。该水厂取水工程改造从设计到试运行用时不到2个月,效果明显。至今已运行一年多,改造后工程运行稳定,取水水质、水量都得到了较好地保证,同时也降低了水厂的运行管理难度。该水厂取水工程的成功改造充分说明滤层反滤工艺用于类似河床陂坝拦蓄取水工程的改造是可行的、有效的,具有一定的推广意义及应用前景。

参考文献:

- [1] 谌贻胜,童祯恭.赣江南昌段原水溶解性有机物分子量特性研究[J].江西水利科技,2016,42(1):42~30.
- [2] 童祯恭,卢普平,谌贻胜.微涡施絮凝工艺用于醴陵铁路水厂改造[J].中国给水排水,2012,28(4):79~81.
- [3] 周雯.农场安全饮水工程改造方案设计探讨[J].陕西水利,2015(1):109~110.

编辑:唐少龙

Application of reverse filtration technology in the reconstruction of Tanxia water plant water intake project

CHEN Yisheng, ZHANG Wanli

(West Gan Civil Engineering Survey and Design Institute of Jiangxi Province, Yichun 336000, China)

Abstract: This paper introduces the mechanism and characteristics of reverse filtration technology. Meanwhile, considering the defects including low intake efficiency, easily to be clogged and difficult for maintenance which exist in the tanxia water intake project, it's emphatically elucidated the application of reverse filtration technology in the reconstruction of water intake project in mountain region. The operation result showed that this technology has the features of high intake efficiency, fine intake water quality, free of clogging and convenient for management. The application provides a good reference for the reconstruction of other similar projects.

Key words: Revere filtration; Water intake project; Technology reform; Application

翻译:邹晨阳