

新疆天然河道旁渠人工砂渗流取水方式的应用

经敏川

(新疆三一水利水电勘察设计有限公司, 新疆 乌鲁木齐 830001)

【摘要】 本文从精河取水工程概况、总体布置、水源取水方案及其技术经济分析4个方面进行论述,得出的取水方案解决了原水直接从河道采用渗管取水,淤积情况较为严重的问题。该取水方案为重力流输水和供水,运行费用低,保证率高,可供河道取水工程的设计与施工者参考。

【关键词】 城镇供水;河道取水;旁渠人工砂渗流

中图分类号: TV671

文献标识码: B

文章编号: 1005-4774(2017)012-0034-05

Application of Xinjiang natural channel bypass tunnel artificial sand seepage water intake mode

JING Minchuan

(Xinjiang 311 Water Conservancy and Hydropower Survey Design Co., Ltd., Urumqi 830001, China)

Abstract: In the paper, the four parts of Jinghe River Water Intake Project profile, layout, water intake scheme, economic and technical analysis are discussed. The water intake plan is obtained and the serious siltation problem in raw water intake from river directly by infiltration pipe is solved. The water intake plan belongs to gravity flow water conveyance and water supply with low running cost and high guarantee rate, which can be used as reference for the design and construction of river water intake projects.

Keywords: urban water supply; river water intake; artificial sand seepage in the bypass tunnel

1 概 况

精河发源于天山山脉的婆罗科努山,流域地势呈南高北低,东高西低,流向为自东南向西北。河流上游山区山体陡峭,坡度较大,河道平均坡降为 8.3‰~25‰。上游由冬吐劲和乌吐劲两大支流组成,两支流在山口以上 6km 处汇合后形成精河干流,精河干流河长约 66.1km,最终汇入艾比湖。精河山口以上流域集水面积为 1419km²,其中永久冰川面积为 95.2km²,河

流全长 114km,流域面积 2150km²,多年平均径流量为 4.72 亿 m³。水源带分布于精河山前,主要是由单一砾石层潜水及单一潜水向多层承压水过渡带组成的富水区,地下水矿化度小于 0.5g/L,各种微量元素较低,水质优良,适应各种用途。

取水建筑物位于精河出山口左岸 I 级阶地上,山前洪积扇平坦开阔,发育少量植被,属荒漠区。岩性主要为第四系的砂卵砾石, I 级阶地砂卵砾石厚度 4~

6m,Ⅲ级阶地及山前洪积扇上厚度大于5m,结构中等级密实—密实,属非冻胀性土,属中等—强透土层。下伏泥盆系中统(D₂h)凝灰砂岩,属坚硬岩,强风化厚度约2m。局部表层堆积含杂物的砂卵石,厚度0.5~1m。Ⅰ级阶地地下水埋深(冬季枯水季节)约3m,水位主要受河水的影响而变化,地下水位变幅约1m。Ⅲ级阶地及山前洪积扇上地下水位埋深大于5m。河水及地下水对混凝土无腐蚀性,对钢筋混凝土中的钢筋有弱腐蚀性,对钢结构有弱腐蚀性。

渗渠挖深5~7m,位于河床卵石之下,底部基础基本为泥盆系中统(D₂h)凝灰砂岩;基岩强风化层及断层破碎带开挖较困难,局部可能需用免爆挖掘机或

爆破开挖。渗水管及引水管首段由于存在水下开挖,开挖应采取抽、排等工程处理措施。砂卵石层渗透系数综合取 $1.7 \times 10^{-2} \text{cm/s}$;砂卵石基础承载力阶地为350kPa;砂卵石临时边坡水上为1:1.0~1:1.25,水下1:1.75,强风化基岩开挖边坡1:1~1:1.25,并对钢筋混凝土及钢结构采取防腐处理。

2 工程总体布置

该工程拟采取“旁渠渗流预处理+加强常规处理”的工艺方案,工程分三个部分,分别为取水工程、输水管道和净水厂(见图1)。

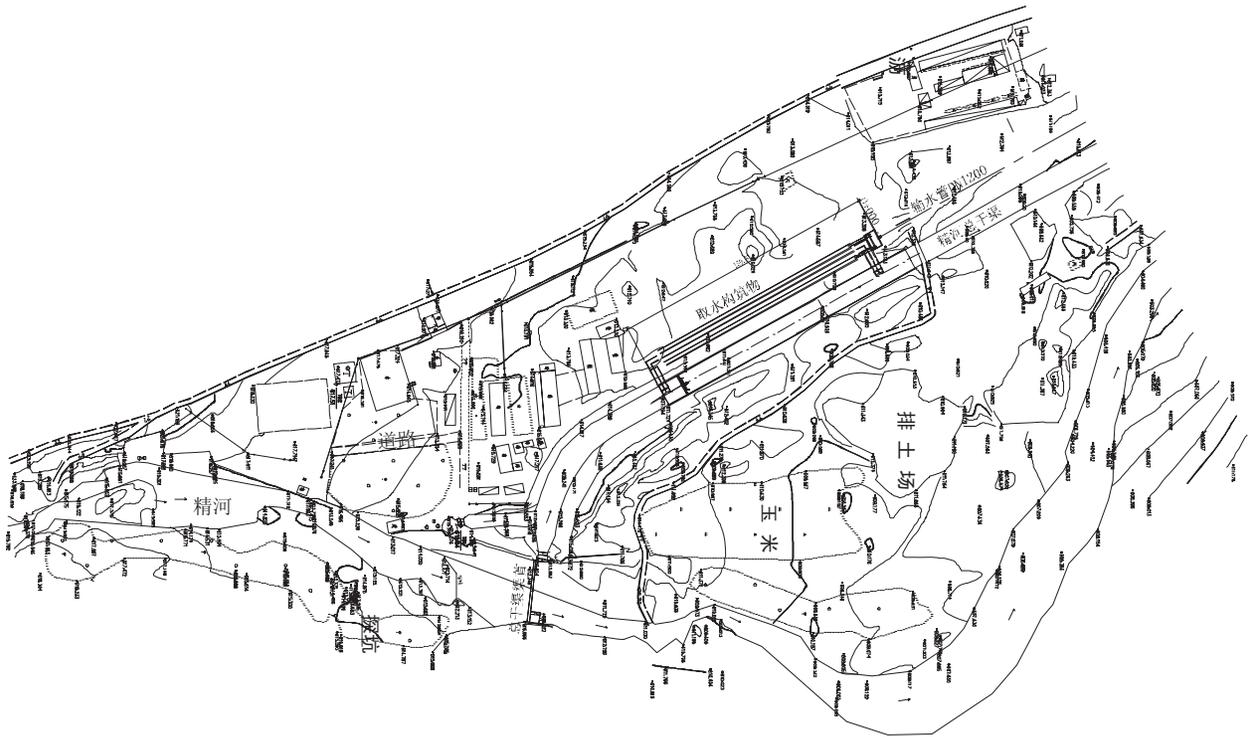


图1 工程总体布置

2.1 取水工程

取水工程拟取精河地表水作为水厂水源,取水口位于精河总干渠排沙闸上游300m处,采用旁渠人工砂渗流取水,再通过DM1200mm PCCP(预应力钢筒混凝土管)管道送至水厂。为解决冬季明渠水流结冰问题,取水口上游总干渠采用壅水结冰盖,冰下取水。

首部取水工程包括已建工程精河渠首冲沙闸、精河渠首第二道底栏栅廊道、精河总干渠排沙闸及以上渠道。

2.2 输水管道

输水管道全长2.65km,管材为PCCP,管径为1.2m。在管道首、末端分别设置了控制阀,并在管道中心纵坡变化处设置了复合式空气阀井两座,管道首端设超声波流量计一个。

2.3 净水厂

净水厂设计规模为6.5万m³/d,主要建筑物包括配水井、小网格絮凝斜管沉淀池、翻板滤池、清水池、回

流调节池及污泥调节池、干化场、变电站、锅炉房、机修仓库、加氯加药间、综合楼、门卫室等。

3 水源取水方案

新建取水建筑工程包括壅水舌瓣闸、进水口及两

孔控制闸、旁渠人工砂渗流廊道(A廊道、B廊道)、回水口及两孔回水控制闸、清水池(A池、B池)、蝶阀井、汇流井。取水构筑物如图2、图3所示。

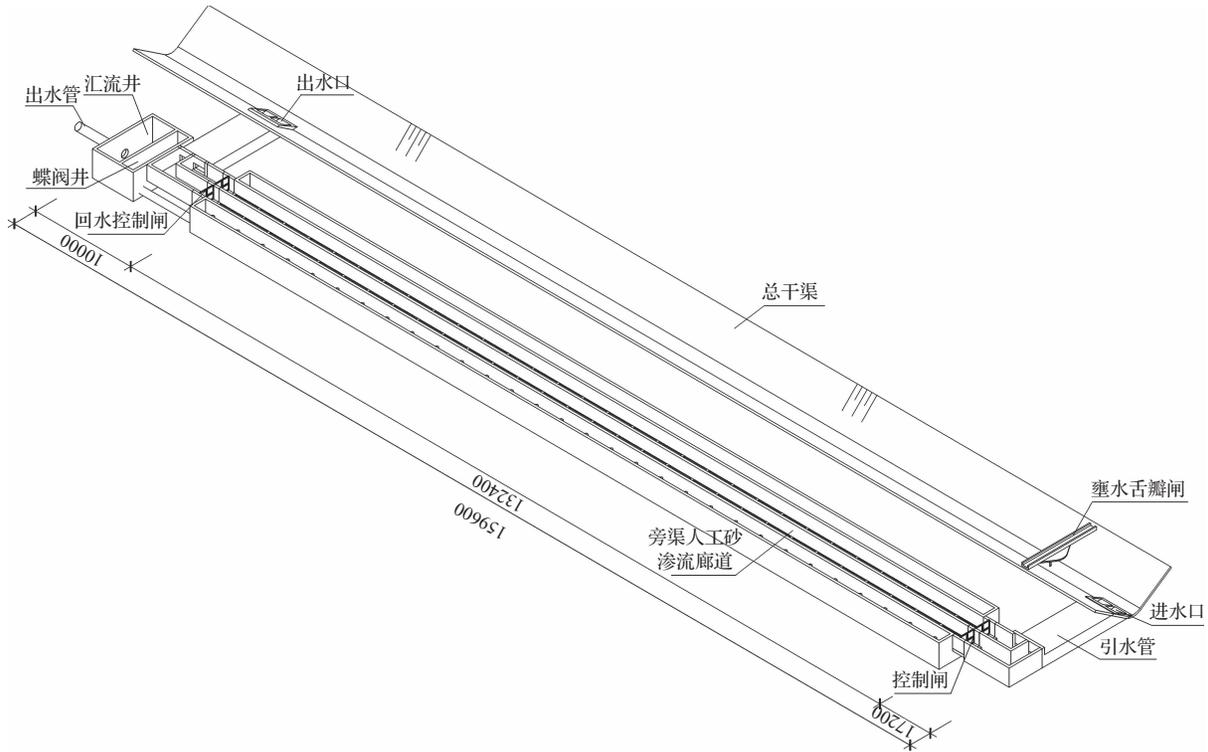


图2 取水构筑物三维示意图

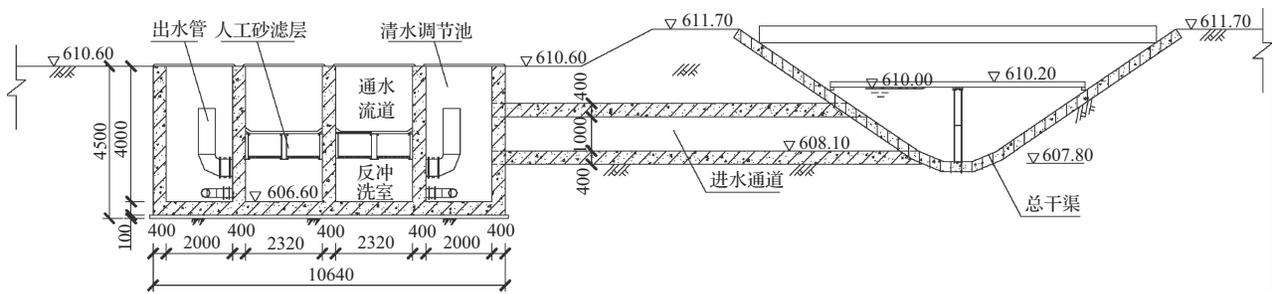


图3 取水构筑物横剖面(单位:高程 m,尺寸 mm)

3.1 壅水闸

壅水闸位于总干渠桩号0+140m处,闸板挡水高度2.2m。主要功能包括:①为方便旁渠人工砂渗流廊道进水,在不影响干渠输水能力的前提下,使闸前后形成一定的水位差;②在冬季运行时,关闭壅水闸,使闸前形成冰盖,实现冬季冰盖下取水。

3.2 进水口及控制闸

设置进水口两孔,单孔断面尺寸1m×2m扁平布置,进水口底板高程608.10m,高于渠底0.3m。控制闸两孔,可实现每孔独立运行,闸底板高程608.60m,闸板尺寸2m×2.48m,闸门底脚设计为弧形。

3.3 旁渠人工砂渗流廊道(A廊道、B廊道)

单廊道有效长度132m,A廊道和B廊道联合运

行,也可以单独运行,互为备用,有利于事故检修与检查,提高供水保证率。为方便反冲洗,每条廊道被分为30个单元,每个单元 8m^2 ,廊道设计成上、中、下三层,上层为通水流道,中层为人工砂滤层,下层为清水反冲洗室。

每条上层通水流道长 132m 、宽 2.32m 、高 2m ,始终保持不小于 0.5m 水深。人工砂层总厚度 0.7m ,砂层的下部为玻璃钢沉重格栅,格栅上铺设两层不锈钢网,网上填筑厚 0.7m ,粒径 $1\sim 3\text{mm}$ 的人工石英砂,砂的上部布设有不锈钢拦砂网。清水反冲洗室高 1m ,长 2.32m ,单元长 4m 。每个单元侧面设置有一根直径 500mm 的水位控制出水管和一根直径 250mm 的反冲洗进水管。

3.4 调控设施

在回水口布设控制闸两孔,宽 2m ,高 2m ,与进水口控制闸相同。布设清水调节池两个,沿渠布置,单池容积 660m^3 。在廊道尾端设蝶阀井一个,井中布置两个通径 1000mm 的蝶阀和两台流量 $200\text{m}^3/\text{h}$ 、扬程 10m 的反冲洗离心泵。在输水管首端设汇流井,将A、B清水池中的水汇在一起进入直径 1200mm 的主管道。

3.5 主要技术指标

引水口渠道底标高 607.80m ,引水口底板标高 608.10m 。汇流主管中心标高 607.40m ,汇流井设计水位 610.00m 。滤砂粒径 $1\sim 3\text{mm}$,滤层厚度 700mm ,滤速 $10\text{m}/\text{h}$ 。水反冲洗强度 $200\text{m}^3/(\text{h}\cdot\text{单元})$,水质标准为处理后原水浊度小于 1000NTU 。

4 取水方案技术经济分析

按照多方案比选原则,另外一种可行的取水方案是在精河总干渠渠首上游 40m 河床里新建集水渗管,直接集取河床渗透水,河水通过集水管、汇流管流入蓄水池,然后通过管道自流输水至水厂,为确保该方案的可靠性和保障率,集水管铺设两条,可独立进行工作。

4.1 集水管埋设深度

为了保障集水管在经历最大洪水时不被洪水掏

刷,管道埋设深度确定在河床以下 1.8m ,总埋深 3.4m 。

4.2 集水管的尺寸和坡度

集水管为 $\varphi 800\text{mm}$ 花管,材质为Q235B,开孔直径 5mm ,开孔率为 20% ,设计坡度 0.2% 。外围铺设四层反滤料,总厚度为 0.8m 。第一层为粗砂,粒径 $1\sim 4\text{mm}$,厚 0.3m ;第二层为豆石,粒径 $4\sim 8\text{mm}$,厚 0.3m ;第三层为卵石,粒径 $8\sim 32\text{mm}$,厚 0.2m ;第四层为反虑土工布,一层,规格为 $500\text{g}/\text{m}^2$ 。

4.3 集水管道长度的确定

集水管出水量按照集取地下水或潜水非完整式集水廊道出水量计算公式进行计算:

$$Q = 2KL\left(\frac{H^2 - h^2}{R} + Sq_r\right)$$

$$R = 2S\sqrt{HK}$$

式中 H ——集水管道底至静水位的距离,为 2.6m ;
 h ——集水管道内水深,取集水廊道高的 0.5 倍,为 0.4m ;
 S ——水位降深,为 1m ;
 C ——集水管道宽度之半,为 0.4m ;
 H ——含水层厚度, 2m ;
 R ——影响半径, m ,通过计算为 6.7m ;
 L ——集水管道长度, m ;
 K ——人工卵砾石含水层渗透系数, $80\text{m}/\text{d}$;
 Q ——集水管出水量, m^3/d 。

通过计算,每延米长集水管出水量为 $106\text{m}^3/\text{d}$,要达到供水量 $70000\text{m}^3/\text{d}$ 的出水量,集水管道长度需要 660m 。考虑到出水量计算安全和河水的浑浊情况等方面的影响,一般考虑淤塞量为 $20\%\sim 30\%$,该工程取堵塞系数为 1.2 ,同时取安全系数为 1.2 ,则集水管道设计长度为 792m ,实际取 800m ,布置方向与河流流向一致。

4.4 取水方案比选

取水方案比选从水质、水量、环境、经济、工程技术条件、经济及运行管理方面综合考虑,比选情况见下表。

取水方案比选情况表

方案 比较项目	方案一 (旁渠人工砂渗流取水)	方案二 (河道浅层渗管取水)
1 水源	精河地表水	精河渗透水
2 水源水质	水质经处理后符合 水厂用标准要求	水质经处理后符合 水厂用标准要求
3 水量	满足	满足
4 输配水方式	重力输水,重力供水	重力输水,重力供水
5 直接工程费	757.88 万元	752.47 万元
6 运行管理	运行费用低	运行费稍高,需要 定期冲洗渗管
7 供水安全程度	供水保证率高	易淤积堵塞,供 水保证率较低
8 施工难易程度	不需要围堰	围堰范围较大,需二 次导流工程,滤料施 工质量要求高
9 最终推荐方案	√	

(上接第 49 页) 并且剪应变的量很大。在施加预应力锚索及锚杆后,由于锚索对边坡体的加固作用,改变了潜在滑面的形式,由原本比较脆弱、表层强度较低的坡积土及强风化岩转移到基岩内部,形成典型的滑坡圆弧面,但是可以看出,最大剪应变值明显减小,可见锚索支护大大降低了滑坡的风险。

3.4.2 预应力锚索加固对边坡安全系数的影响

表 2 为施加支护和不施加支护两种情况共六种工况下边坡安全系数计算结果,施加支护前公路以上的天然工况、暴雨工况以及暴雨+地震工况下的边坡安全系数分别为 1.63、1.44 和 1.30,公路以下的边坡安全系数分别为 1.44、1.30 和 1.24;施加支护以后边坡安全系数分别为 2.34、2.28、2.04 及 2.99、2.17、1.90,相较于支护前的安全系数大大增加,平均增加率为 43%。因此可以看出,预应力锚索加固可以明显提高边坡的稳定性,并且可以判断,锚索加固对潜在滑面位置和形状

表 2 不同工况条件下强度折减法稳定性计算成果

工况	工况一	工况二	工况三	工况四	工况五	工况六
公路以上	1.63	1.44	1.30	2.34	2.28	2.04
公路以下	1.44	1.30	1.24	2.99	2.17	1.90

5 结论

从工程运行的情况看,旁渠人工砂渗流取水方案基本达到了设计功能要求,运行正常。本文通过分析利用现有输水干渠新建取水构筑物实现重力流供水,解决了原水直接从河道采用渗管取水淤积情况较为严重的难题,并提出了根据人工滤料淤积状况进行设备反冲洗的措施,整个取水过程处于管理可控状态,提高了供水保证率,对天然河道取水方式具有借鉴意义。◆

参考文献

- [1] 水文地质工程地质技术方法研究队. 水文地质手册[M]. 2 版. 北京:地质出版社,2012.
- [2] 李炜. 水力计算手册[M]. 2 版. 北京:中国水利水电出版社,2006.
- [3] 王环波. 新疆渗滤取水滤床淤塞防治与防冻措施研究[D]. 乌鲁木齐:新疆农业大学,2014.

的改变,以及边坡安全系数的提高有很大程度的影响。

4 结语

本文利用强度折减法,通过对比锚索支护前后边坡滑面形式及边坡稳定性安全系数,从两个方面分析了预应力锚索支护对边坡稳定性的影响。从计算结果可以得出,预应力锚索支护后通过改变潜在滑面位置和形状,从而提高边坡安全系数,起到提高边坡稳定性的作用。◆

参考文献

- [1] 崔政权,李宁. 边坡工程——理论与实践最新发展[M]. 北京:中国水利水电出版社,1999:148-184.
- [2] 程良奎. 岩土锚固的现状与发展[J]. 土木工程学报,2001,34(3):7-12,34.
- [3] 梁炯均. 我国岩土工程预应力锚索的发展与问题(岩土工程技术与概念发展)[M]. 北京:中国矿业大学出版社,1998.
- [4] 顾金才,陈安敏. 岩体加固技术研究之展望[J]. 隧道建设,2004,24(1):1-2,5.
- [5] 尤春安,战玉宝. 预应力锚索锚固段的应力分布规律及分析[J]. 岩石力学与工程学报,2005,24(6):925-928.