

商丘某引黄平原水库岸边取水工程设计

乔海兵, 杨崇惠, 赵志太, 孙成才, 尹卫红
(河南省城乡规划设计研究总院有限公司, 河南 郑州 450044)

摘 要: 商丘市吴屯水库为引黄河水的平原水库, 岸坡短, 水深浅, 水质为Ⅲ类。水库岸边取水工程规模为 $21.5 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$, 输水管道总长约 30 km。经过方案比选, 结合水库自然条件和当地施工技术水平提出了喇叭口岸边取水形式, 采用填筑围堰和深层水泥土搅拌桩施工方式; 结合输水量逐年递增引起管道水损和水泵扬程变幅较大的特点, 提出了全变频同类型水泵组合方案; 针对黄河干流长距离明渠引至水库, 且来水存在季节性间断的特点, 提出采用二氧化氯及活性炭水质应急处理措施; 针对长距离平原地区的特点, 结合备用水源情况、施工条件、管材供应、工程投资及运行费用等因素, 提出采用 DN1 600 PCCP 输水管并采取开槽和顶管相结合的施工方案。

关键词: 平原水库; 取水工程设计; 应急处理

中图分类号: TU991 **文献标识码:** B **文章编号:** 1000-4602(2019)06-0053-05

Design of Water Intake Project on the Shore of Plain Reservoir from Yellow River in Shangqiu City

QIAO Hai-bing, YANG Chong-hui, ZHAO Zhi-tai, SUN Cheng-cai, YIN Wei-hong
(Henan Urban Planning and Design Research Institute Co. Ltd., Zhengzhou 450044, China)

Abstract: The Wutun reservoir in Shangqiu City is a plain reservoir from Yellow River with characteristics of short shore slope and shallow water depth. The water quality is Class Ⅲ, the scale of water collection for the project was $21.5 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$, and the total length of the water pipeline was about 30 kilometers. After scheme comparison, combined with natural conditions of reservoir and local construction technology level, the trumpet style water intake on the shore was put forward. The construction method of filling cofferdam and deep mixing pile for cement soil was adopted. Combined with the characteristics of large variation of the head loss of pipeline and pump head along with increasing water delivery volume year by year, the combination scheme of same type pump with full frequency conversion was put forward. In view of the characteristics of long distance open channel diversion to reservoir from Yellow River and seasonal discontinuity of water supply, the emergency treatment process of chlorine dioxide and activated carbon for water quality was put forward. In view of the characteristics of long distance flat areas, combined with backup water sources, construction conditions, pipe supply, project investment and operation costs, the installation scheme of trench and pipe jacking with DN1 600 PCCP was adopted.

Key words: plain reservoir; design of water intake project; emergency treatment

1 工程概况

商丘市是北方缺水城市, 城区人口为 130 万人,

唯一的地表水源为引黄水, 即黄河干流水通过新三义寨引黄闸经沉砂并流经明渠、黄河故道约 70 km

后,流入位于黄河故道上的林七、吴屯、郑阁等梯级人工水库,该引黄工程主要功能为农田灌溉、城镇供水等。1994年商丘市取用郑阁水库建设第一座 $10 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 规模的地表水厂,由于郑阁水库位于两省交界位置,水源在水量分配管理上协调难度较大,多年来已出现水库上游来水量小、水库水置换慢、水质季节性恶化等问题。经多次论证后,商丘市决定将取水口上移至吴屯水库,并扩大取水量,扩建第四水厂规模至 $20 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 。该工程关系城区超百万人的安全饮水,工期紧、任务重,为省级重点项目,于2017年开工建设,目前已建成投产。

考虑自用水及管道漏损水量,取水规模为 $21.5 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$,工程内容包括取水口、吸水井、取水泵房、活性炭及消毒间;输水管道总长为30 km。

2 取水口设计

吴屯水库为河道型平原水库,岸坡短,水深浅,库底距岸边约7 m、正常水深为3.50 m,设计总库容为 $2990 \times 10^4 \text{ m}^3$,兴利库容为 $1850 \times 10^4 \text{ m}^3$,死库容为 $310 \times 10^4 \text{ m}^3$,岸顶及库底标高分别为63.40 m和58.50 m,最低水位、常水位及洪水位分别为60.20、62.00和62.94 m。根据水利部门要求,工程建筑物应建在库岸以外20 m处,结合水源条件选择了取水口与取水泵房分建的自流取水方式。通过自流管将水引至吸水井,再进行加压输送。

2.1 方案比选

常用的取水口形式有箱式取水头、桩架式取水头和喇叭口岸边取水等。陈树勤等^[1]提出在松花江采用河床式箱式取水头,采用预制、浮运、沉箱、就位的施工方式。吴晨旭^[2]提出在富春江采用桩架式取水头,采用顶管与水下施工相结合的方式。

本工程对三种取水口方案进行比选。

方案一:箱式取水头。简图见图1。

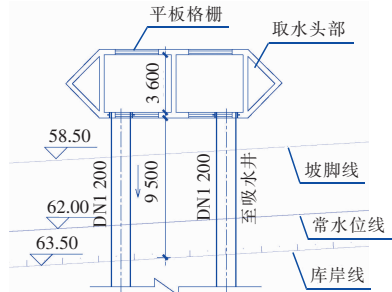


图1 方案一

Fig.1 Scheme 1

方案特点:可伸入库区取水,水质好,可采用预制后、浮运水下拼装施工或钢板桩支护现浇施工,施工难度均较大,且工期长、造价高。周围需设置栏网及警示,格栅清理维护不便。

方案二:桩架式取水头。简图见图2。

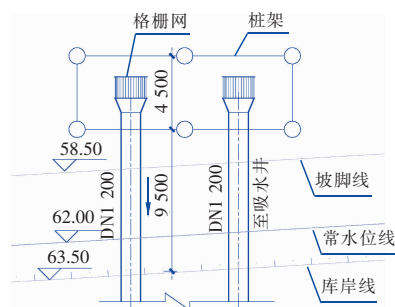


图2 方案二

Fig.2 Scheme 2

方案特点:结构体量小,水下土石方工程较少。通常采用打桩及水下安装施工。伸入库区取水,但库区水深较小,取水口距离库底近、流速大时易影响取水水质,头部格栅清理不便。

方案三:喇叭口岸边取水口。简图见图3。

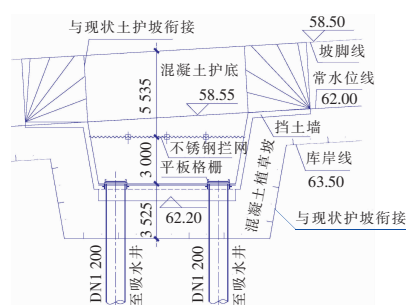


图3 方案三

Fig.3 Scheme 3

方案特点:岸边取水施工难度及费用相对较低,施工经验丰富,需对库岸和库底进行护砌。可采用钢板桩或填土围堰施工,工程量略小,运行维护方便,但水质易受到影响,应保证流速。

2.2 方案设计

考虑水库自然条件、工程造价、当地施工技术水平等因素,结合水利部门意见,采用喇叭口岸边取水方案(见图4),侧壁采用钢筋混凝土挡土墙结构,底部采用钢筋混凝土护砌,进水口部宽为10 m,设计流速不大于0.1 m/s,设两根DN1 200管道引水至吸水井,前端设不锈钢拦网,管道口设平板格栅。为避免进水口淤泥堆积,混凝土底板与现状库底衔接

时采用逆坡向,进水口设下沉式底坑,利于取用中深层水和后期清淤便利。

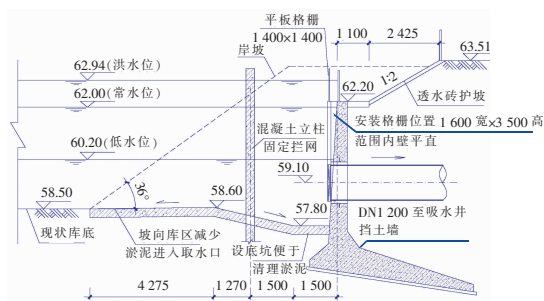


图4 取水口设计

Fig.4 Design of water intake

取水口施工内容包括围堰、防渗、基坑降水等。其中重点是防渗处理。根据地层条件和填筑围堰土料渗透性,围堰需要布置垂直防渗,目前较常用的主要为拉森钢板桩和深层水泥土搅拌桩,钢板桩围堰施工面小,周期较短,但需要外地租赁机械,施工协调难度及工程造价较大,当地施工经验缺乏,而深层水泥土搅拌桩在当地较为常用,施工经验丰富,因此选择此方式。取水口施工平面见图5。

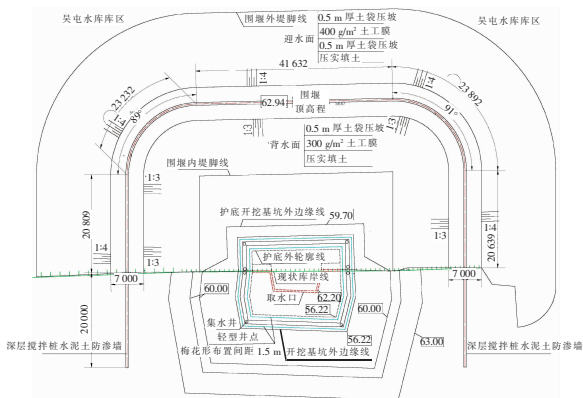


图5 取水口施工平面

Fig.5 Construction plane of water intake

围堰设计:①围堰填筑,围堰填筑中心线长为130 m,围堰顶高程为62.94 m,顶宽为7.0 m,迎水坡边坡为1:4,背水坡边坡为1:3;②迎水坡压土袋1.0 m厚,其中0.5 m厚处铺设400 g/m²土工膜,深入上游10 m长,上压0.5 m厚土袋固定;③背水坡上铺设300 g/m²土工布,再压土袋0.5 m厚,土工布伸入下游5 m长;④迎水坡、背水坡坡脚处抛石护底1.0 m厚,各6 m长。

防渗设计:截渗墙横向布置在围堰的中心处,纵向沿围堰走向布置,出围堰南端东西两侧各延长20

m,总长度为171 m,防止水库下部地下水渗入基坑。桩基深入相对较厚的粉质粘土层,底高程为47.50 m,桩径为0.6 m,相邻搅拌桩之间的中心距为0.4 m,套打连接。其设计指标为渗透系数 $<1.0 \times 10^{-6}$ cm/s、抗压强度 ≥ 0.5 MPa、渗透破坏比降 >100 、水泥质量分数为15%。

基坑降水:主要采取轻型井点降水结合超深排水沟及集水井降水,超深排水沟距离基坑坡脚1.0 m沿基坑四周布置,断面尺寸:底宽为0.3 m,深度为0.5 m,边坡为1:0.5,在拐角处设置降水井,降水井采用无砂混凝土管,深度为2.0 m,井管外设0.2 m厚的中粗砂滤层,顶和底采用编织袋装土压固和封填,整个基坑共布置集水井8眼。井点降水管共布置两排,间距为1.5 m,梅花形布置。

主体工程施工完毕后需要对填筑的围堰进行清理,恢复库区。取水口施工现场见图6。



图6 取水口施工现场

Fig.6 Construction site of water intake

3 取水泵房设计

取水泵站生产成本主要是电费,如何选泵,使其保持高效率运行是设计的关键。

3.1 方案比选

本工程输水规模为 21.5×10^4 m³/d,由于实际运行中会出现水量逐年递增的情况,而输水管道为单根,无调节能力,全长约30 km,管道水头损失随管道流量波动大,水泵扬程也会随之变化。本设计比选了两种配泵方案。①调速和定速水泵组合,6台(5用1备),2台变频,单泵 $Q=1790$ m³/h, $H=300$ kPa, $N=185$ kW,供电电压为380 V。②调速水泵组合,4台(3用1备),单泵 $Q=3000$ m³/h, $H=300$ kPa, $N=315$ kW,供电电压为10 kV。通过比选,采用方案二,该方案水泵数量少,可减小泵房尺寸,便于管理,高压电机运行稳定可靠。

在运行方面,沈亚辉^[3]通过水厂用电分析,认为调速泵并联运行较定速泵与调速泵并联运行更为

参考文献:

- [1] 陈树勤,王宝国. 吉林市二水厂取水头的设计与施工[J]. 给水排水,1997,23(8):19-21.
Chen Shuqin, Wang Baoguo. Design and construction of picking head of second water plant in Jilin City[J]. Water & Wastewater Engineering, 1997, 23(8): 19-21 (in Chinese).
- [2] 吴晨旭. 杭州某水厂富春江中取水头部及泵房结构设计介绍[J]. 特种结构,2010,27(2):25-27.
Wu Chenxu. Structure design introduction of water plant's water intake head and water pump room in Hangzhou Fuchunjiang River[J]. Special Structures, 2010, 27(2): 25-27 (in Chinese).
- [3] 沈亚辉. 全变频节能泵站运行经验总结[J]. 中国给水排水,2014,30(4):77-79.
Shen Yahui. Summary on operation experience of pumping station with variable frequency speed control[J]. China Water & Wastewater, 2014, 30(4): 77-79 (in Chinese).



作者简介:乔海兵(1979-),男,河南西峡人,硕士,高级工程师,副总工程师,注册公用设备工程师,主要从事市政给水排水设计工作,曾获国家优秀设计三等奖1项,河南省优秀设计一等奖10项,获得“郑州市优秀勘察设计师”称号。

E-mail:532722520@qq.com

收稿日期:2018-11-21

(上接第52页)

参考文献:

- [1] 王静争,韩瑞,段龙武. 完全重力式供水工程设计体会[J]. 给水排水,2000,26(8):12-15.
Wang Jingzheng, Han Rui, Duan Longwu. Design experience of full gravity water supply project[J]. Water & Wastewater Engineering, 2000, 26(8): 12-15 (in Chinese).
- [2] 王圃,甘福宁,王颖,等. 重庆市巴南区南湖供水示范工程设计[J]. 中国给水排水,2011,27(20):43-45, 49.
Wang Pu, Gan Funing, Wang Ying, et al. Design of demonstration project for water supply from South Lake in Banan District of Chongqing[J]. China Water & Wastewater, 2011, 27(20): 43-45, 49 (in Chinese).
- [3] 唐贤彬. 丘陵地区水厂土建设计的几个问题[J]. 城镇供水,2000(5):8-9.
Tang Xianbin. Problems in civil engineering design of waterworks in hilly area[J]. City and Town Water Supply, 2000(5): 8-9 (in Chinese).



作者简介:韩红波(1986-),男,河南洛阳人,硕士,工程师,从事市政水厂、污水处理厂设计工作。

E-mail:631039829@qq.com

收稿日期:2018-10-29