

设计经验

南方某高流速区江边取水泵站结构与探讨

程子悦, 渠元闯, 李桂海, 杨仲韬

(中国市政工程华北设计研究总院有限公司, 天津 300381)

摘要: 南方某江边取水泵站位于水库下游约1 km,洪水期受水库泄洪影响,泵站部位局部水流流速达5 m/s。高流速冲刷使泵站底部卵石层地基层面不稳定,泵站受水流冲击并可能会产生振动。通过采取“半嵌入式”平面布置方式、钻孔灌注桩与高压旋喷桩结合的地基处理方式、端部半圆形泵站体型等措施,成功解决了各个难点问题。工程经受住了洪水考验,取得了良好的施工和运行效果,可为类似工程设计提供借鉴。

关键词: 高流速区; 取水泵站; 结构设计

中图分类号: TU991 **文献标识码:** C **文章编号:** 1000-4602(2018)12-0042-04

Structure Design and Discussion of a Riverside Water Pumping Station in High Velocity Area in Southern China

CHENG Zi-yue, QU Yuan-chuang, LI Gui-hai, YANG Zhong-tao

(North China Municipal Engineering Design & Research Institute Co. Ltd., Tianjin 300381, China)

Abstract: A riverside water pumping station is located at the downstream of the reservoir about 1 km. The flood discharge from reservoir could cause local flow velocity of pumping station up to 5 m/s. High flow velocity scour made the pebbles at the bottom unstable, and vibration occurred to the pumping station since it was impacted by the water flow. By adopting a “semi embedded” layout pattern, in combination of bored pile and high pressure jet pile foundation treatment and shape measure of end semicircle, the difficult problems were successfully solved. The pumping station had withstood the test of the flood, and achieved good construction and operation results, which could provide experience for similar project design.

Key words: high velocity area; pumping station; structure design

江边取水泵站不同于一般的厂区内泵站,其位于江河岸边,全部或大部分结构位于河道内。汛期受洪水淹没和冲击,施工期围堰、支护及汛期结构稳定等问题十分突出,工程设计和施工难度均较大。

1 工程概况

南方某江边取水泵站规模为 $22 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$, 横向跨度为 11 m, 纵向长度为 29.6 m, 占地面积为 341 m^2 , 位于江主槽内, 仅一侧靠岸, 属典型的江边泵站(如图1所示)。

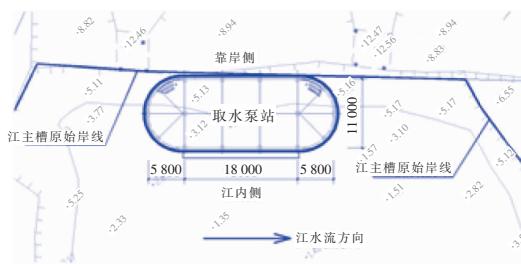


图1 泵站平面位置

Fig.1 Plane position of pumping station

泵站总高度为27.2 m,自下而上分为三层,分

别为取水层、吊装层和电气层(见图2),江内50年一遇洪水位为17.5 m。

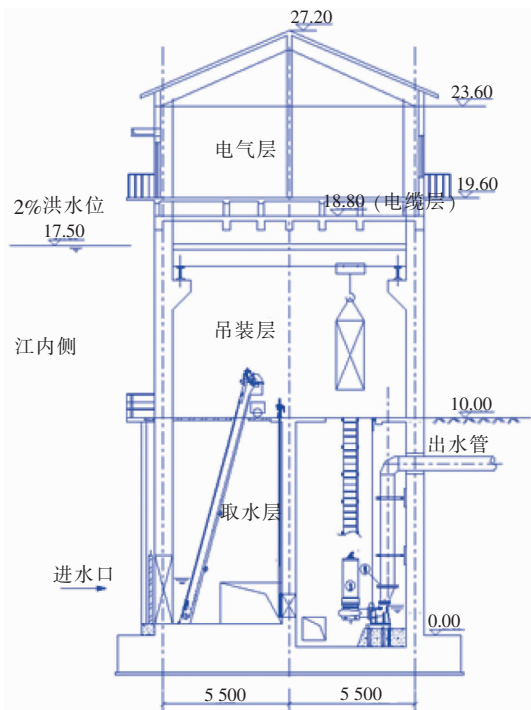


图2 泵站剖面

Fig. 2 Pumping station section

2 工程设计难点分析

根据工程所在位置、江流洪水特性及地质情况等,该工程主要设计难点如下:

① 泵站洪水期的稳定问题

取水泵站距离上游水库仅约1 km,汛期水库泄水流量大、流速快,50年一遇洪峰流量为14 100 m³/s,局部最大流速达5 m/s。因此,洪水期间泵站的稳定结构和承受水流冲击条件下的安全是首要解决的问题。

② 地基处理问题

根据地质勘察报告,取水泵站下部为高渗透性的卵石层,冲积形成,厚度为9~12 m,虽然承载力较高,但层面极不稳定,洪水期受水流作用,极易产生顺水流方向的整体运动,呈现不断冲刷和反复淤积现象,给地基处理增加了较大难度。

③ 施工期围堰及防渗问题

取水泵站位置枯水期的江内平均水深达6 m,水位变幅具有不确定性,施工期围堰挡水高度大,围堰高程确定及围堰结构安全需要重点分析和论证。底部卵石层透水性很强,必须采取可靠的防渗措施,

才能有效解决施工期降排水问题。

④ 泵站抗浮及运行期振动问题

受江内水位影响,泵站抗浮水位需要按照与取水层顶标高平齐考虑^[1]。正常运行期,由于泵站几乎全部位于水内,缺少外围约束,水泵运行会引起泵站振动,长期条件下影响泵站安全和管理人员的舒适性。

3 取水泵站设计

3.1 平面布置

取水泵站包括泵站本身、后部工作平台、两侧翼墙、前部拦沙坎及护底等内容,平面总体上呈“八字形”向江内扩展,使泵站一半埋置于土体内,增强泵站洪水期的稳定性能,如图3所示。

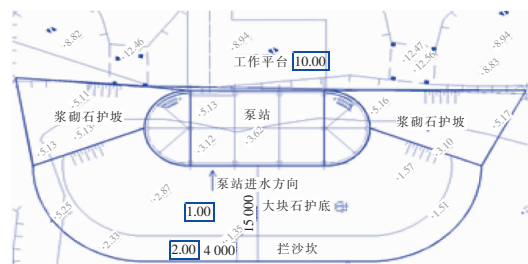


图3 泵站平面布置

Fig. 3 Layout of pumping station

拦沙坎的主要作用为阻止外围泥沙进入泵站前部,保障泵站运行安全,结构形式采用大型铅丝石笼,顶标高为2.00 m。为了泵站前部卵石层洪水期的稳定,采用大块石进行抛填防护。两侧翼墙主要保证泵站两侧抗冲刷性能,采用浆砌石护砌的方式。

3.2 泵站体型

泵站选择两端为半圆形的类“椭圆”体型,以尽量减小泵站的阻水效应。端部半圆区域内满堂填充开挖的砂卵石,增加池体自身质量,作为抗浮荷载,并起到加大泵站自身质量来减小运行期振动的作用(如图4所示)。

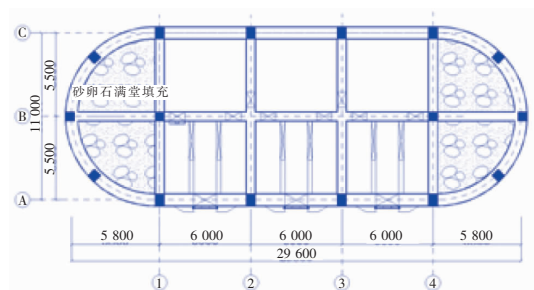


图4 泵站体型

Fig. 4 Type of pumping station

3.3 地基处理

地基处理采用钻孔灌注桩与高压旋喷桩结合的方式^[2,3](见图5)。高压旋喷桩直径为0.8 m,桩间咬合0.2 m,以区格状围封卵石层,保证基底稳定。钻孔灌注桩直径为1 m,采用桩距大于4倍桩径的疏桩布置形式,充分发挥围封后卵石层的天然地基承载力,解决泵站结构稳定问题,同时节约工程造价。

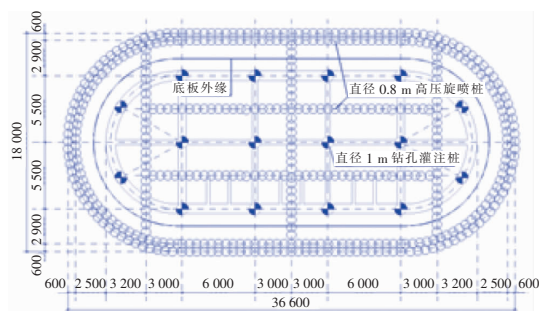


图5 地基处理平面图

Fig. 5 Ground treatment plane

3.4 施工期围堰及防渗

按照相关规范要求,本工程施工期围堰设计洪水标准可取5~10年一遇。如果按照5年一遇的标准设计,围堰挡水水位达13.00 m,围堰高度及工程造价将会很高^[4,5]。考虑本工程下部池体结构在一个枯水期内可基本完成,围堰挡水时间并不长,围堰挡水标准按枯水期水位设计。经过详细调研,取水泵站位置江内枯水期水位一般在4.0~6.0 m,因此,施工围堰顶标高设置为7.0 m,并按可过水围堰进行设计,不利条件下围堰过水后基坑内可清理后继续施工,如图6所示。

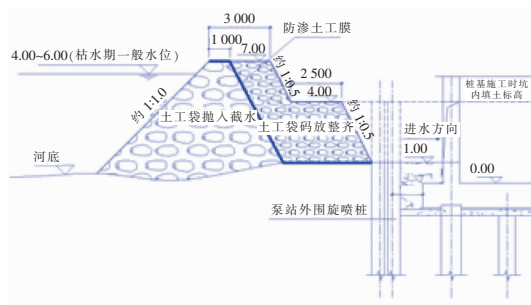


图6 围堰设置断面

Fig. 6 Cofferdam section

围堰防渗及支护综合利用泵站地基处理的高压旋喷桩。外围双排咬合高压旋喷桩桩底标高穿过卵石层至下部弱透水层,作为围堰防渗墙使用,顶标

高至4.00 m,作为施工期基坑支护桩使用。

4 取水泵站施工

取水泵站自2015年6月开始场地整理及围堰施工,8月开始进行桩基施工,2016年1月进行基坑开挖,3月施工至标高为10.0 m,一个枯水期内顺利完成了下部池体的浇筑(见图7)。施工实践表明,围堰和基坑防渗效果良好,未发生任何渗漏,泵站外围高压旋喷桩的综合使用,有效节约了工程造价,取得了很好的经济效益。

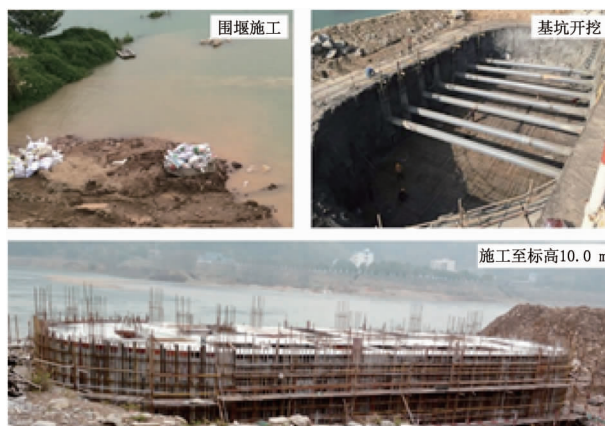


图7 泵站施工过程

Fig. 7 Construction process of pumping station

5 运行效果

5.1 洪水考验

2016年8月泵站土建主体工程完工,9月由于暴雨,江内水位暴涨至20年一遇洪水位,取水泵站成为江心“孤岛”(见图8),但泵站结构稳定,未发生损伤,经受住了洪水考验。



图8 20年一遇洪水考验

Fig. 8 Twenty years flood test

5.2 正常运行

2017年3月取水泵站正式通水运行,当取水量

逐步达到设计流量时,泵站整体运行稳定可靠,达到了预期的工程设计目标,获得了一致好评。

6 结论

① 江边取水泵站是一个系统工程,需要综合考虑前部拦沙、两侧翼墙防冲等配套设施,保障工程运行安全。

② 对于江河边的工程,设计和施工必须考虑汛期洪水影响,对工程建设时序进行合理安排,才能避免工程损失,节约工程投资。

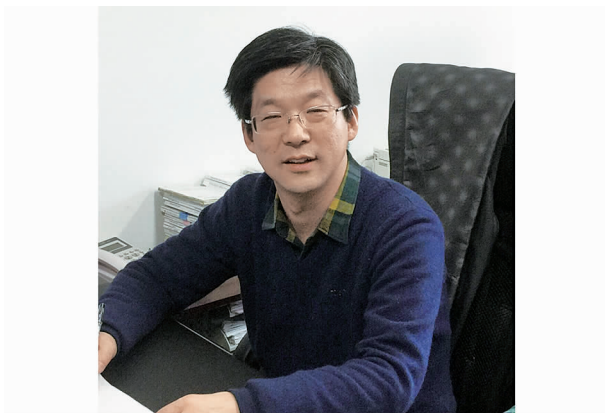
③ 地基处理要充分考虑水流对下部土体的长期作用和洪水期泵站的稳定,采取可靠的地基处理措施。

参考文献:

- [1] GB 50069—2002,给水排水工程构筑物结构设计规范[S]. 北京:中国建筑工业出版社,2003.
GB 50069—2002,Structural Design Code for Special Structures of Water Supply and Waste Water Engineering[S]. Beijing:China Architecture & Building Press,2003 (in Chinese).
- [2] JGJ 94—2008,建筑桩基技术规范[S]. 北京:中国建筑工业出版社,2008.
JGJ 94—2008,Technical Code for Building Pile Foundations[S]. Beijing:China Architecture & Building Press,2008(in Chinese).
- [3] GB 50007—2011,建筑地基基础设计规范[S]. 北京:中国建筑工业出版社,2012.
GB 50007—2011,Code for Design of Building Foundati-

on[S]. Beijing:China Architecture & Building Press,2012(in Chinese).

- [4] SL 303—2004,水利水电工程施工组织设计规范[S]. 北京:中国水利水电出版社,2004.
SL 303—2004,Specifications for Construction Planning of Water Resources and Hydropower Engineering[S]. Beijing:China Water & Power Press,2004(in Chinese).
- [5] GB 50141—2008,给水排水构筑物工程施工及验收规范[S]. 北京:中国建筑工业出版社,2009.
GB 50141—2008,Code for Construction and Acceptance of Water and Sewerage Structures[S]. Beijing:China Architecture & Building Press,2009(in Chinese).



作者简介:程子悦(1965—),男,天津人,本科,高级工程师,一级注册结构工程师,副总工程师,主要从事市政结构及市政基础设施综合配套工程设计工作。

E-mail:chengziyue86@cemi.com.cn

收稿日期:2018—01—25

环境就是民生,青山就是美丽,蓝天也是幸福