

泵站出水压力管穿泵房后墙技术研究提升

李 涛

(佛山市佛利建设工程有限公司, 广东 佛山 528000)

摘 要: 随着经济和社会的发展,水利排涝泵站工程是解决城市内涝和防洪安全的主要设施,如何有效地保证水工建筑物和水泵电机安装的有效衔接、确保水泵电机设备的安装精度,是一项难度较高的工程。珠三角地区是华南暴雨核心区之一,结合高明区西江产业新城官棠泵站建设工程,深入研究泵站出水压力管穿泵房后墙技术的发展情况,以预留二期穿墙洞口的施工技术为提升基础,经优化止水设置方案,提出一种钢管直埋入泵房后墙墙身的施工工艺,出水管与后墙一次浇筑,钢管和水泵出水管焊接形成整体,实现了泵房后墙基本无渗水的效果,确保项目运行安全,经济效益良好。

关键词: 内涝;防洪安全;出水管;直埋

中图分类号: TV65

文献标志码: A

文章编号: 1009-7716(2025)08-0215-05

Research and Improvement of Technology of Effluent Pressure Pipe Passing Through Rear Wall of Pumping Station

LI Tao

(Foshan Foley Construction Engineering Co., Ltd., Foshan 528000, China)

Abstract: With the development of the economy and society, the hydraulic drainage pumping station projects are the key facilities for addressing urban waterlogging and flood control safety. How to effectively ensure the effective connection of hydraulic structures and pump-motor installations, and how to guarantee the precision of pump-motor equipment installation are the highly challenging projects. The Pearl River Delta region is one of the core areas of rainstorms in South China. Combined with the Gaiming District Xijiang Industrial New Town Guantang Pumping Station Construction Project, an in-depth study is conducted on the development of the technology where the effluent pressure pipe of the pumping station passes through the rear wall of the pump house. Taking the construction technology of reserved Phase II wall-passing openings as the upgrading foundation, a waterstop arrangement scheme is optimized, and a construction technology of steel pipe directly embedded into the rear wall body of pump house is proposed. The effluent piper and the rear wall are cast in one time, and the steel pipe and the pump effluent pipe are welded to form an integrated system. The effect of no water seepage in the rear wall of the pump house is basically achieved, and the safety and benefits of project operation are guaranteed.

Keywords: waterlogging; flood control safety; effluent pipe; direct embedding

0 引 言

目前,国内城市内涝^[1]处置主要采取多维度综合治理^[2]策略,结合工程性措施与非工程性手段,逐步构建从预警到应急的全链条体系。排涝泵站^[3]是工程性措施的重要组成,排涝泵站中水泵抽排水在水利工程的防洪排涝以及灌溉用水过程中都有非常重要的作用,泵站中机电设备^[4]是水利泵站的核心、心脏以及灵魂,水泵电机设备安装的质量、运行效果

将直接影响整个泵站的工程效益。近年随着水利排涝站的投入建设,对水泵电机的安装要求也日益严格。如何保证水工建筑物和水泵电机安装的有效衔接、确保水泵电机设备的安装精度^[5],是一项难度较高的工程,需结合实际的施工条件及现场环境制定相对紧密有效的方案,否则容易影响后期水泵运行质量,也可能引发防洪度汛安全问题,并影响排涝减灾效益。

结合高明区西江产业新城官棠泵站建设工程,选取水工建筑物和水泵电机安装连接的关键点——压力管穿泵房后墙进行深入研究,解决预留二期穿墙洞口工艺易出现的洞口定位不准、后墙渗水现象,

收稿日期: 2025-06-05

作者简介: 李涛(1978—),男,学士,高级工程师,从事施工管理工作。

优化止水设置和施工工艺,使用三维测量技术^[6]保证设备安装精度,使得出水管与后墙一次浇筑,提高了混凝土构筑物质量,效果良好。

1 工程概况

高明区西江产业新城官棠泵站建设工程位于佛山市高明区西江产业新城西江大堤沙寮村—广明高速富湾大桥段(西江渔酒楼北侧)。主要任务是新建泵站及配套设施,新建自排涵闸以实现自排功能。另外,需同时对子堤、外江出水渠及站区环境进行综合加固及整治。新建泵站排涝设计流量为 $25.0\text{ m}^3/\text{s}$,总装机容量 $3\,000\text{ kW}$,采用1600ZLB-6型立式轴流泵3台,水泵出水压力钢管直径 $1\,600\text{ mm}$,配3台 10 kV 、 $1\,000\text{ kW}$ 电动机。泵房结构尺寸为 $28.5\text{ m}\times 20.0\text{ m}\times 26.7\text{ m}$,主水泵出水管穿泵房后墙3处,泵房后墙厚度 800 mm 。

2 预留墙洞口工艺背景

泵站水泵出水管埋设^[7]安装可以采用预留洞口的方法,预留洞口一般采用方孔,比水泵出水管直径大 1 m 左右,墙身洞口及出水管包裹混凝土均采用二期混凝土浇筑的施工工艺。在完成水泵及电机设备安装后,进行出水管安装,再进行二期混凝土浇筑施工,水泵出水管预留洞口施工工艺示意如图1所示。该工艺主要缺点为:施工工期长;在完成安装后进行出水管安装,空间狭窄施工不便;二期施工缝处理困难;二期混凝土只能从泵房电机层预留洞口入仓,混凝土振捣不便,浇筑密实度差易漏水;出水管安装定位困难。

3 出水压力管穿泵房后墙技术

经对采用预留洞口工艺进行施工的泵站项目进行考察,发现出水管中心和预留洞口的中心偏差较大,导致部分二期混凝土厚度不到 30 cm ,使得管道加固埋件和混凝土入仓困难;发现项目泵房后墙出水管位置都不同程度的出现渗水现象,渗水的主要出现在一二期混凝土施工缝处和二期混凝土上部,经过多次混凝土化学灌浆^[8]渗漏修复处理,效果不理想。拆模后还发现二期混凝土上部存在明显的混凝土蜂窝、麻面、空洞^[9]等质量缺陷。以上情况都给泵站的运行、验收和移交带来困扰,严重的还会影响工程效益。出水压力管穿泵房后墙技术研究是必要的。

3.1 技术思路

随着施工技术的发展提高,金属构件加工能力

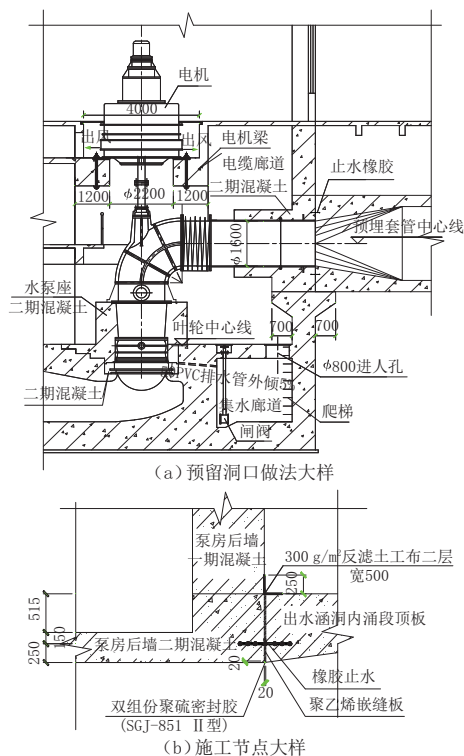


图1 水泵出水管预留洞口施工工艺示意(单位:cm)

的提升,测量设备的发展,研究一种新工艺解决出水压力管穿泵房后墙难题是可行的。采用一期一次性混凝土浇筑施工技术,针对泵房后墙穿墙出水管的施工特点,对施工工艺进行优化完善,对该段出水钢管与泵房后墙墙身浇筑时一起施工,出水管与后墙形成整体,具备止水效果,可实现泵房后墙基本实现无渗水的现象,减少泵房混凝土结构后期修复处理。优化止水设置:在预埋钢管上面设置截水环^[10],截断后墙水平方向渗漏路线;在泵房与出水压力涵分缝处设置环向止水带^[11],解决运行期间压力涵内渗漏问题,所有止水措施都是一期施工,与建筑物同步实施,保证了止水的有效性。

3.2 主要控制要素和施工难题

- (1)水泵出水管穿墙埋设位置及高程,三维测量精度控制问题;
- (2)穿墙出水管与水泵出水弯管对接、连接问题;
- (3)优化泵房墙身水泵出水管的止水设计,避免泵房渗水问题;
- (4)复核泵房底板沉降的稳定性,分析方案实施的可行性。

4 出水压力管穿泵房后墙关键工艺设计

机电设备的泵组问题主要是指同心度与轴线度的问题^[12],水泵穿墙出水管与水工结构物同时安装

浇筑施工,可以很好解决水泵出水轴线度的问题,严格控制管道钢管埋设的精度,不能出现偏差,精度应控制在毫米级,使得出水钢管平顺连接出水压力涵,避免影响后期水泵和电机安装的准确性。

4.1 水泵出水管穿墙埋设位置及高程控制施工

(1)在进行水泵出水钢管安装前,需对水工建筑物结构设计图纸认真研读比较,确定各项结构的几何尺寸及标高等的准确性。

(2)对比水泵厂家提供的水机图纸,复核水机图纸的各项尺寸是否与水工结构图纸的尺寸相符合,才进行出水钢管安装。

(3)最后一期水泵出水管钢管安装时,首先要求泵房完成底板混凝土浇筑,同时泵房后墙混凝土浇筑至出水钢管底部 1 m 高程,使得钢管固定有稳固的基础;测量定位以水泵纵横中轴线为中心,水泵基座的高程为基石,通过三维测量,引至出水管安装位置,确定出水钢管的安装中心线与设计中心高程一致,校核出水钢管的几何尺寸,确保出水管安装的精准度。

4.2 穿墙出水管与水泵出水弯管对接安装施工

穿墙出水管已和泵房后墙混凝土一次性浇筑,位置及高程已确定,水泵出水钢管与泵房后墙预埋钢管一般采用现场焊接的方式。

为确保顺利连接,除了确保出水管安装的精准度,还应在安装埋设穿墙出水管时,考虑与水泵出水弯管连接的长度,埋设的穿墙出水管,应比设计图纸的尺寸长 5 cm 左右,在后期安装水泵出水弯管时,再根据尺寸进行切割。

4.3 解决泵房墙身二期混凝土接缝渗水问题

以往工程项目对于泵房水泵出水管位置均采用预留孔洞的方式,等水泵机组及出水管安装后,再进行二期混凝土浇筑施工,但由于采用二期混凝土结构施工的工艺,二期混凝土与原先后墙结构混凝土结合处,易出现施工冷缝,造成渗水现象。

优化泵房后墙出水管处止水设置,控制止水安装固定工艺及精度,采用一次性整体浇筑施工的工艺,浇筑过程中注意对止水设施进行保护并保证止水处混凝土密实^[13],泵房水泵穿墙出水管与泵房后墙一次性施工,并进行混凝土浇筑,形成整体,减少因预留二期产生施工冷缝^[14],降低后期对施工缝渗水处理的施工成本。

5 出水压力管穿泵房后墙施工技术

穿墙钢管是水利水电工程中的一种重要设备,

利用可靠的预制穿墙钢管和有效的测量技术定位,完美解决了出水压力管穿泵房后墙一次直埋问题。但若穿墙管安装和使用过程中存在各种问题,会导致渗漏现象发生。穿墙钢管的加工质量和安装工艺因素是导致水利水电工程渗漏的主要原因,通过加强穿墙管质量管理、规范施工操作、加强环境监测,可以有效预防和减少渗漏问题的发生,确保水利水电工程的稳定运行^[15]。泵站泵房水泵及出水管安装布置如图 2 所示。施工工艺流程如图 3 所示。

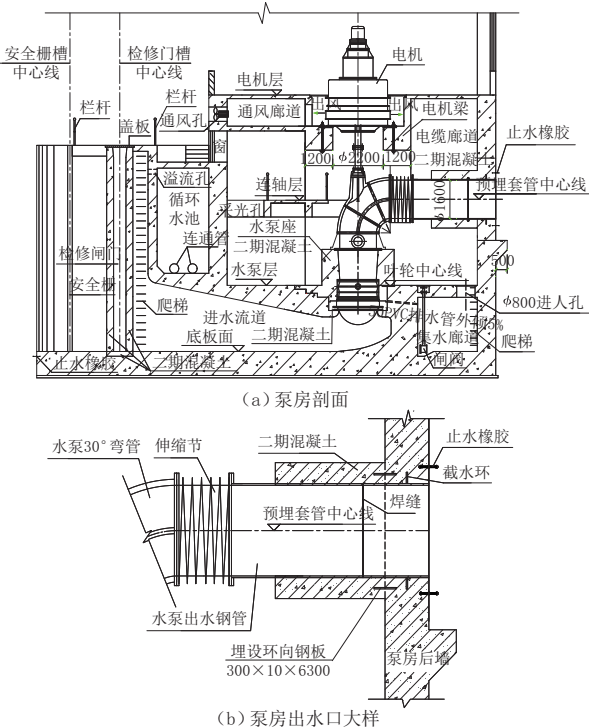


图 2 泵站泵房水泵及出水管安装布置(单位:mm)

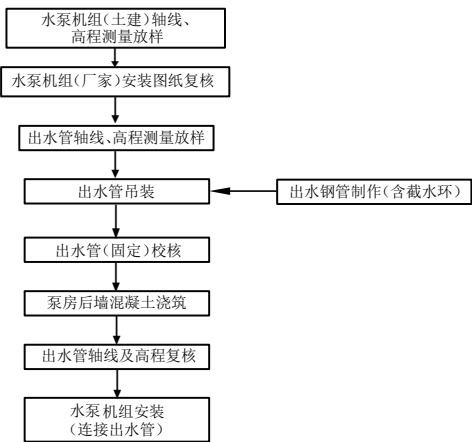


图 3 施工工艺流程

5.1 水泵机组(厂家)安装图纸复核

针对设计施工图纸,组织技术人员对图纸进行研讨,认真审核泵房结构物几何尺寸,水泵机组安装高程等,确认是否存在问题;对水泵机组厂家的安装水机图进行对比复核,检查是否与原设计施工图纸

有不同之处,通过各方沟通协商,确认图纸的准确性。

5.2 水泵机组(土建)轴线、高程测量放样

利用全站仪,对泵房水泵机组(土建)的纵横中心轴线进行测量放样,复核中心轴线的误,做好标记;利用水准仪,从永久控制点引测至泵房,测量各构筑物的标高,并做好标识标记。

5.3 出水管轴线、高程测量放样

以水泵机组的中心轴线为准线,进行出水管测量放样,测量出安装高程,确保水泵出水管中心线、标高等与设计图纸吻合^[16]。

由于出水钢管穿泵房后墙位置未施工,不具备实体放样条件,需要采用三维测量技术进行精准放样。具体做法如下:以泵房底板高程为基准高程点,在泵房底板上定出水泵轴线及机组垂直同心线,交差点为水泵轴心点;上部用脚手架搭设测量点收集平台(该项目搭设至+2.5 m高程),接下来采用激光仪分别从泵房底板水泵轴心点和出水钢管轴心点向测量点收集平台投射垂直和水平激光束,当两束激光点重合时就能定出出水钢管的轴心线位置。

过程采用激光标线仪进行测控,水平/垂直精度控制为 $\pm 1\text{ mm}/7\text{ m}$ (如LK412T型),每米误差约 0.14 mm ;正交精度控制为相邻垂直线夹角误差 $\pm 0.025^\circ$ (约 $\pm 1\text{ mm}/3\text{ m}$),可保证直角放线准确性,测量使用激光光束长度控制一般不超过 10 m ,综合场地、环境等因素影响,可实现测量精度控制在 $\pm 5\text{ mm}$ 内,满足设计及施工规范要求。经复核精度满足要求后,可以进行钢管预埋安装工序。

5.4 出水管吊装(含出水管制作)

出水钢管在构件加工工厂内进行制作、表层处理和加固,钢管内部设置十字撑防止钢管变形,运至现场进行安装。

5.5 出水管固定(校核)

出水管吊装后,调整好轴线和高程,对出水钢管进行固定,出水钢管固定的基础为下部的混凝土墙身,一般采用型钢进行固定和加固,确保在模板安装及混凝土浇筑时,不发生位移等变化情况,固定好后,再进行复核,如有偏差,再做调整,出水钢管安装如图4所示。

5.6 泵房后墙混凝土浇筑

出水管加固完成后,进行该部位的钢筋绑扎、模板安装,仓面验收后,进行泵房后墙混凝土浇筑,出水钢管加固如图5所示。

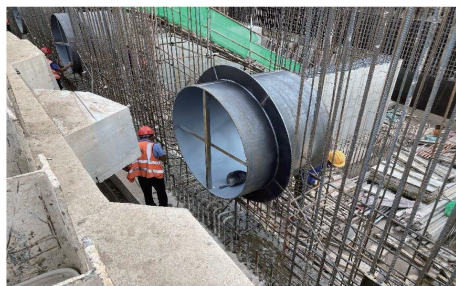


图4 出水钢管安装



图5 出水钢管加固

5.7 出水管轴线及高程复核

泵房后墙混凝土浇筑完成后,需对出水管再进行复核,检查混凝土浇筑过程钢管是否发生位置,高程是否有偏差。

5.8 水泵机组安装(连接出水管)

水泵机组运至现场后,根据原先已标记好的水泵中心轴线进行水泵安装、出水弯管安装、伸缩节安装、与出水管连接安装,水泵出水钢管安装及焊接如图6所示。



图6 水泵出水钢管安装及焊接

6 效益分析

根据该工程的实践效果分析,采用泵房后墙穿墙出水管理设施施工技术的方式,对泵房后墙水工结构物整体性质量有保证,缩短泵房出水压力管涵的施工周期,减少预留二期孔洞木模板的损耗,降低二期混凝土浇筑后产生冷缝,在外江高水位及地下水丰富的情况下,减少因施工冷缝而引起渗水的风险,

提高了泵房的安全性能,降低后期因渗水现象而进行处理的施工成本。统计数据分析表明:对比统计传统工艺,新工艺在成本方面能节约30%(体现在后期不需要混凝土缺陷修复方面),同类型工程工期可节约15~20 d,混凝土质量缺陷出现的机率降低了80%以上,由于减少了施工工序,施工安全风险也能一定程度降低。

同时,结合该工程机组试运行的情况及机组测流试验数据表明,主水泵在各种设计工况和负荷下,均运行正常;水泵出水顺畅,运行效率、流量满足设计要求。

7 结 语

水务工程领域的排涝及引水泵站、污水处理(净水)厂等工程项目中,对防渗要求较高的洞口处(部位)都可采用穿墙出水管埋设与结构物混凝土一次浇筑的施工工艺。该工艺施工进度整体效率高,止水效果好,重点克服钢管一次预埋精准定位难题,施工精度满足水泵、电机等设备安装精度的要求,经济效益及社会效益显著,在主体结构物底板沉降均匀、无异常的情况下,该工艺具有良好的应用前景。

参考文献:

[1] 周军,潘志祺,蔡琪.广州中心城区新型城市内涝应急管理模式的经验探讨[J].中国给水排水,2023,39(16):41-45.

[2] 刘雨佳,徐圣君.多维度考量下生态河道综合治理探索——以深圳丁山河河道整治工程为例[J].地下水,2021,43(2):196-198.
 [3] 周世武.城市防洪排涝泵站的工程管理及施工技术研究[J].水利科技与经济,2023,29(12):130-134.
 [4] 杜晓刚.复杂环境下水利泵站机电设备安装施工的挑战与对策[J].工程与建设,2024,38(4):861-863.
 [5] 曹胜根.大型立式轴流水泵的机电部件安装精度控制措施[J].城市道桥与防洪,2010(8):116-118;268.
 [6] 任广振,罗进圣,胡伟.惯性陀螺仪定位三维测量技术在非开挖电力管线探测中的应用[J].浙江电力,2014,33(7):32-36.
 [7] 李胜兵,方杰,葛新峰,等.埋设管道在混凝土分缝处的应力计算与研究[J].水力发电,2022,48(4):65-69.
 [8] 吴卫东,张达,肖承京,等.化学灌浆技术在大坝廊道混凝土裂缝渗漏处理中的应用[J].中国建筑防水,2022(5):50-52;57.
 [9] 范爽.泵站混凝土施工质量控制及监管机制探讨[J].水利技术监督,2024(3):7-8;163.
 [10] 潘森.土石坝涵管截水环设置研究[J].东北水利水电,2019,37(8):46-49.
 [11] 万军.隧道中埋式止水带安装新工艺技术研究[J].中国建筑防水,2022(6):51-55.
 [12] 任京芳.大型水利泵站机电设备安装和检修措施[J].中国设备工程,2022(11):184-186.
 [13] DL/T 5144—2015,水工混凝土施工规范[S].
 [14] 满世浩,石广田,满开泉.铁路隧道二次衬砌施工冷缝成因及对策[J].铁道建筑,2022,62(7):92-96.
 [15] 乔贵云.水利水电工程防渗施工技术分析[J].水上安全,2024(5):169-171.
 [16] 严平文.泵站机电设备安装方法与检修技术分析[J].工程技术研究,2024(24):100-102.

(上接第214页)

平,在此范围内可以提供反硝化脱氮所需要的生物量,保证污水处理效果。当发现进水指标异常或剧烈变化时,需要立即加强监测各污泥指标。以各项监测数据为基础,定期计算进水的污泥产量,在污泥浓度、产泥量等指标过高时通过调整运行参数增加剩余污泥泵排泥量,特别是污泥浓度达到4 000 mg/L及以上时,及时降低系统内的污泥浓度到适当范围内,保证出水水质。

(2)该工程在调试初期遇到系统跑泥致出水水质不达标的问题后,通过研究污泥系统特点,经过改

进后,生物池快速达到10万t/d的设计能力并稳定运行2个月,最终顺利通过14 d的性能考核。充分验证了保持污泥系统稳定是保证出水水质达标以及保证MSBR工艺正常运行的关键因素。

参考文献:

[1] 王 娅,何建强.MSBR工艺在昆明市倪家营水质净化厂的应用[J].中国给水排水,2015,31(4):65-68.
 [2] 田金宝,李学超.污泥性能指标在污水处理设施运行管理中的应用[J].天津科技,2019,46(3):60-62.
 [3] 蒋展鹏.环境工程学[M].北京:高等教育出版社,2005.
 [4] 张可方.水处理实验技术[M].广州:暨南大学出版社,2003.