

Discussion on the Application of Integrated Pumping Station in Tunnel Drainage Pumping Station Engineering

Xue Zang Yingzhao Xu

Tianjin Urban Construction Design Institute Co., Ltd., Tianjin, 300122, China

Abstract

With the progress of scientific and technological technology and economic development, the integrated pump station has received more and more attention and application with its own advantages, and its application in drainage engineering is also increasing. This paper briefly introduces the application characteristics of the integrated pump station in the drainage project, and taking a tunnel drainage pump station project in Tianjin, China as an example. Combined with the specific project situation, the design and application of the integrated pump station in the tunnel drainage pump station project are introduced in detail from the aspects of catchment area, pump station scale calculation and groundwater discharge, in order to provide some reference for the application of the integrated pump station in the tunnel drainage pump station project.

Keywords

integrated pump station; drainage engineering; tunnel drainage water pump station; engineering design and application

浅谈一体化泵站在地道排水泵站工程的应用

臧雪 徐英钊

天津城建设计院有限公司, 中国·天津 300122

摘要

随着科技进步及经济发展,一体化泵站凭借其自身优势得到越来越多的关注与应用,其在排水工程中的应用也日益增多。论文对一体化泵站在排水工程的应用特点进行了简介,并以天津市某地道排水泵站工程为例,结合具体工程情况,从汇水面积、泵站规模计算、地下水排除等几方面详细介绍了一体化泵站在地道排水泵站工程的设计与应用,以期为一体化泵站在地道排水泵站工程中的应用提供一定的参考。

关键词

一体化泵站; 排水工程; 地道排水泵站; 工程设计与应用

1 引言

近年来,水涝灾害频发,路面积水尤其是地道积水给居民带来了严重的危害,因此如何快速有效的排除地道积水备受关注。地道排水泵站通常规模较小,以往的设计大都采用传统泵站,但是传统泵站一般占地面积较大、施工工期较长,且施工过程中对周边环境影响较大。而一体化泵站可以克服传统泵站的上述缺点,因此凭借其自身优势在地道排水泵站中得到越来越多的应用^[1,2]。

2 一体化泵站在排水工程中的应用特点

一体化泵站通常由主体加辅助装置组成,主体包括进出水管道及阀门、筒体、内置水泵、通风系统、控制系统、服务平台等;辅助装置包括格栅(粉碎格栅或提篮格栅)、液位控制系统、泵耦合器等^[3]。

与传统的地道排水泵站相比一体化泵站在地道泵站应用中具有以下特点^[4],见表1。

表1 一体化泵站的特点

项目	传统钢筋混凝土泵站	一体化预制泵站
施工周期	池体相对较大,基坑开挖支护及混凝土浇筑工期相对较长	由厂家提前组装池体与设备,现场基坑开挖量小,施工周期短
占地面积	占地面积相对较大	预制池体占地面积小
臭气	由于传统泵站设计的泵坑底部较为平坦,且水力停留时间也较长,导致淤积和臭气的产生	泵筒底部采用CFD模拟设计,具有自清洁功能,避免了传统泵站底部淤积的产生,进而可降低产生的臭气
对周边环境的影响	较长的施工周期,对周边环境带来较大的不良影响	可以有效缩短施工周期,因此对周边环境产生的影响较小。泵站外露部分较少,且有箱体及井盖,景观效果较好

【作者简介】臧雪(1988-),女,中国山东莱州人,工程师,硕士,从事给水排水工程研究。

续表 1

项目	传统钢筋混凝土泵站	一体化预制泵站
控制系统	需要在泵站设置管理人员和专门的值班室；前期投入和后期管理费用都较高	采用先进的智能化系统，能实现远程控制泵站，不需设专人在泵站值守
二次利用与拆除	混凝土池体难以二次利用且不利于拆除	预制泵池整体可进行二次利用，可用于其他类似工程，且易于拆除
室外安装要求	由于泵站占地面积较大，因此施工时需要较大的施工场地，并且若在居住区施工还要考虑拆迁和交通导行的问题	由于占地较小，因此对场地的要求比较灵活，可以在较小的绿化带乃至道路范围内安装
工程投资	传统泵站总体投资较高，且后期成本高，维修机率高	一体化泵站的总投资主要取决于泵筒的大小、内置设备是否进口及人工成本，总体造价略有优势

3 工程应用实例

3.1 工程概况

中国天津市某地道泵站改造项目位于天津市中心城区，地道改造涉及的道路为团结路，工程起点为现状西青道辅道（桩号为 K0+025.625），终点为现状团结环路（桩号为 K0+635.631），路线全长约 610m，其中桩号 K0+337.957 ~ K0+415.262 为现状下穿铁路箱体，桩号 K0+270.864 ~ K0+303.381 为新建铁路箱体。此外因团结路地道纵坡的限制，团结路与江源道交口为下沉平交路口，需对江源道的局部路段进行改造，改造范围约为 260m。

3.2 设计标准

雨水量计算采用下列公式

$$Q = q \cdot F \cdot \psi$$

式中： Q ——雨水设计流量（L/s）；

q ——暴雨强度（L/s·ha）；

F ——收水面积（ha）；

ψ ——径流系数，本工程仅收集路面雨水，因此径流系数取 $\psi=0.9$ 。

其中，暴雨强度 q 采用天津市第 I 分区暴雨强度公式：

$$q = \frac{2141(1+0.7562\lg P)}{(t+9.6093)^{0.6893}} \quad (\text{升/秒} \cdot \text{公顷})$$

式中： P ——设计重现期（a），收集地道雨水，根据规范本工程重现期 $P=30a$ 。

t ——降雨历时（min）： $t=t_1+t_2$ 。其中， t_1 ——集水时间，收集路面雨水时， t_1 取 5min； t_2 ——管内雨水流行时间（min）。

3.3 工程设计

3.3.1 汇水面积的确定

本工程的两个铁路箱体均位于团结路上，团结路下沉段两驼峰之间的长度约为 370m。本工程地道泵站的汇水

面积主要为团结路下沉段两驼峰之间的路面雨水及江源道改造段的路面雨水，总服务面积约 1.56ha，不承接转输雨水，周边客水主要通过 U 槽的防撞挡墙及加高的栏杆基础阻挡。

3.3.2 泵站规模及扬程的确定

根据上述设计参数及汇水面积，经计算泵站规模约为 1.0m³/s。

本工程收集的地道雨水通过水泵提升后，经弃流池对初期雨水进行弃流，之后排入附近的景观湖中。工程泵站进水管管底高程为 -0.948m，泵站出水管管中高程为 1.61m，结合泵站及管道水损，经计算本泵站的扬程为 11.0m。

3.3.3 一体化泵筒的设计

①水泵选型。

由于本工程所在地地下水位相对较高，道路下沉后路基浸入地下水中，为避免地下水对路基造成的不良影响，本工程设置 d300mm 软式透水管将工程范围内的地下水收集排入地道泵站。

结合工程实际情况，本工程设置两大一小三台工作泵。其中，水泵性能如下：两台流量为 0.425m³/s 的潜污泵，扬程为 11m，电机配用功率 75kW，2 用 0 备；两台流量为 0.150 m³/s 的潜污泵，扬程为 11m，电机配用功率 37kW，1 用 0 备。

②有效容积的计算。

一体化泵筒有效容积的大小对工程设计影响较大，有效容积较小时，会造成内置水泵电机启停频繁而超载，而有效容积较大时，又会造成水泵运行周期较长，增加堵塞和沉淀的概率^[5]。此外，筒体有效容积的大小还会影响到筒体的高度和造价，进而影响整个工程的投资^[6]。

根据 CJJ/T 285—2018《一体化预制泵站工程技术标准》，目前国际上一体化泵筒内置水泵的最大允许启停次数一般为 10~30 次。本工程一体化泵筒的有效直径为 3.8m，水泵启停次数为 13 次，经计算有效容积为 29.4m³，取值 30m³。

③筒体高度确定。

根据有效容积和筒体直径，本工程计算的有效水深为 2.65m，启泵水位为 -1.048m，停泵水位为 -3.693m，结合选用水泵的最小淹没水深，桶底标高为 -5.143m。此外根据泵站所在场地周边标高情况，泵站设计地面标高定为 4.1m，根据上述数据，经计算筒体高度约 9.4m。

④筒体材质。

筒体是一体化泵站的主要组成部分，其材质宜采用高密度聚乙烯和强化玻璃钢等高强度、耐腐蚀、重量轻的材料，不宜选用低碳钢等防腐性能差、重量大且运输困难的材料^[4]。根据中国一体化泵站的工程经验，本工程一体化筒体采用玻

玻璃钢材质,该筒体包含防渗层、防腐层、结构层和外保护层。

4 结语

近年来,一体化泵站凭借其自身优势在排水工程得到越来越多的应用。在一体化泵站应用设计时,应对水泵选择、有效容积、筒体深度等进行合理优化设计。论文对一体化泵站在排水工程的应用特点进行了简单介绍,并以具体工程实例详细介绍了一体化泵站在地道排水泵站中应用设计,以期为一体化泵站在地道排水泵站工程中的应用提供一定的参考。

参考文献

- [1] 李国旗,孙海波,孟露,等.鲁北地区下沉式通道一体化泵站排水设计[J].山东交通科技,2021(3):99-107.

- [2] 温展鸿.城镇污水设计中的一体化泵站应用[J].珠江水运,2018(8):92-93.

- [3] 唐灿,孟祥岩,李明义,等.预制泵站技术基础[M].镇江:江苏大学出版社,2019.

- [4] 方甲宝.一体化排水泵站的研究与应用[J].工艺与设备,2020(1):218-219.

- [5] 项阳春,赵治强.市政一体化泵站的设计优化分析[J].市政建设,2018(7):174.

- [6] 杨军.浅议一体化泵站[J].研究探讨,2018(12):180.