

青岛市某全地下污水泵站设计要点

许珊珊

(山东龙跃兴设计集团有限公司, 山东 济南 250000)

摘要: 如果沿海城市新建污水泵站的设计出现规划资料缺乏、用地紧张、周边环境要求高的情况,应该如何确定新建污水泵站的设计规模、设计扬程,是否增加预处理设施注高程单位为设备选型等这些都是技术的焦点问题。以山东省青岛市高新区某处新建污水泵站为例,该污水泵站采用全地下污水泵站,设计规模为 $8\text{万 m}^3/\text{d}$,设计扬程为 17 m ,工艺流程为预处理+提升设施,干式设备注意除湿设计。通过对该沿海地区现状已有污水泵站的运行情况和新建污水泵站重点设计思路的说明,总结出沿海城市污水泵站的设计注意要点,为沿海地区新建污水泵站的设计与改造提供借鉴。

关键词: 全地下污水泵站;预处理;设计要点

中图分类号: X703.1

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2024)02-0120-05

1 项目背景

根据青岛市高新区的规划总体定位以及其区域经济环境地理优势,该区域城市建设发展迅速,已初步建设五大中心,分别是中央商务区、市民运动健身中心、会展中心、红岛绿洲湿地公园、青岛医院,但该片区污水处理系统尚不完善,存在污水无处可排的情况,现状污水通过现有化粪池处理,排入绿化带下临时污水集水池收集,通过市政吸污车将污水排入就近现状污水处理厂,该片区迫切需要解决污水排放问题。

根据现场实地踏勘,并对高新区现状污水排放系统调研,确定现状高新区污水处理厂主要收集周边污水,近期运行水量约为 $1\text{万 m}^3/\text{d}$,不足设计规模的 60% ,距离现状污水厂较远地块污水尚未完全实现集中收集,部分现状污水管道未联通。结合城阳区总体规划,该服务区域中有一处三角地,为公用设施建设用地,占地面积约 0.3 hm^2 ,可在此处新建一座污水泵站和配套污水管线,将收集后的污水排入现状高新区污水处理厂,完善该片区污水排放系统(见图1)。

2 污水泵站设计规模及扬程的确定

2.1 设计规模

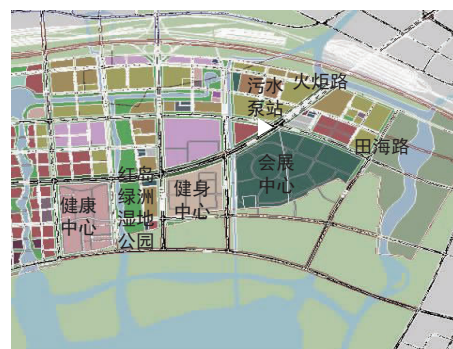
本次新建污水泵站主要目的是为了满足不同中心污水排放需求,结合《青岛市总体规划》、现场实地

收稿日期: 2023-04-12

作者简介: 许珊珊(1988—),女,本科,高级工程师,注册设备工程师,从事水厂、泵站、管网、海绵城市等设计工作。



(a) 卫星地图



(b) 用地性质图

图1 新建污水泵站拟建位置

心污水排放需求,结合《青岛市总体规划》、现场实地调研、了解当地的民生民情,不仅高新区周边存在污水排放问题,东临的红岛经济区污水排放同样存在问题。结合《青岛市总体规划》,本次高新区新建污水泵站的服务范围如图2所示,不仅包含城阳高新区部分地块,还服务于红岛经济区部分地块。

新建污水泵站规模的确定,采用城市单位人口综合用水量指标法以及城市单位人口综合用水量指标法^[1],采用这两种方法确定污水泵站设计规模时根据

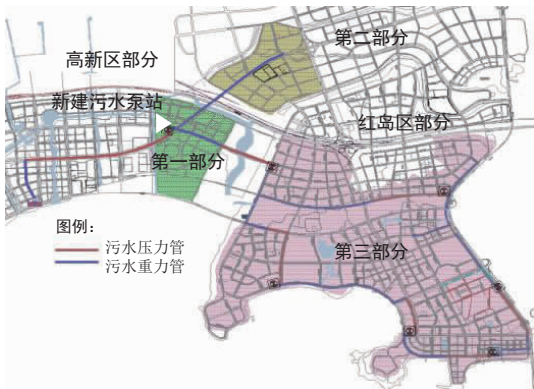


图 2 新建污水泵站服务范围

项目的设计实施经验,在计算时需要掌握以下要点:

- (1)结合最新的上位规划及设计规范中的相关参数为设计依据,例如日变化系数取值结合《青岛市供水规划》中规定取 1.3;
- (2)青岛市高新区属于新型发展区域,该区域的发展本着节能、环保及可持续发展的理念,最高日用水指标取下限值,不同的用地性质采用不同的指标;
- (3)上位规划中有高新区及红岛经济区的人口数,本次新建污水泵站服务区域并非全域,需通过各地块人口指标测算最终的服务人口数量;
- (4)青岛高新区为沿海区域,地下水位较高,入渗地下水系数取 10 %;

- (5)新建污水泵站服务区域用地性质多为居住用地、公共管理设施用地、公共服务设施用地、商业服务业设施用地等,折污系数取 85%;
- (6)污水泵站的设计流量应按泵站进水总管最高日最高时流量计算确定^[2]。

通过以上关键指标系数的选择计算可知,新建泵站设计规模为 8 万 m³/d,总变化系数为 1.36。

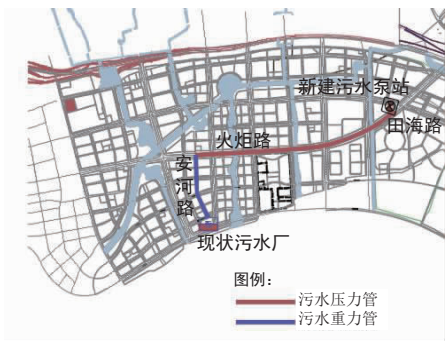
2.2 设计扬程

污水来自现状 DN1200 的污水管,管道埋深约 11.35 m,现状民用、商用设施已建成,急需完成排水管道接入以完善市政配套设施。受当地地形等条件影响,该区域需新建污水泵站。新建污水泵站设计扬程需要结合服务片区近、远期污水排放量、污水管道路由及最终处理厂运行情况等多方面因素进行综合确定。

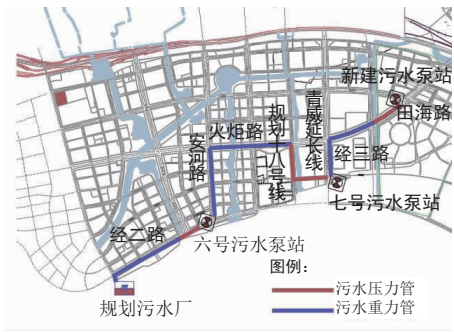
2.2.1 近期泵站扬程

近期污水泵站主要收集五大中心污水和周边生活污水,经测算,近期污水量为 3.5 万 m³/d,污水泵站出水管线位置主要满足近期污水量排放需求、施工难度较小、施工进度较快、经济合理等,确定新建污水泵站出水路由经过新建市政污水管道(计划

实施),最终排入高新区现状污水处理厂,近期泵站出水管道平面图详见图 3(a),经测算,近期污水泵站设计扬程为 17.2 m。



(a) 近期泵站出水管道平面图



(b) 远期泵站出水管道平面图

图 3 新建污水泵站出水管布置图

2.2.2 远期泵站扬程

新建污水泵站设计规模为 8 万 m³/d,污水泵站出水路由结合上位规划确定,远期新建污水泵站污水出水路由通过市政污水管道排入 7 号污水泵站(规划),再通过压力、重力市政污水管道排入 6 号污水泵站(原高新区现状污水厂改造)后,最终排入高新规划污水厂,远期泵站出水管道平面图详见图 3(b),经测算,远期污水泵站设计扬程为 16.5 m。

综上所述,通过对近、远期污水泵站设计扬程测算,数值差距较小,最终确定新建污水泵站设计扬程为 17 m。

3 设计难点及解决方案

3.1 污水泵站工艺流程

青岛市是沿海城市,当地居民饮食特点为海产品食用量相对较多,夏季海鲜食用量最多,根据国家、地方政策“碳排放、碳达峰”的要求,青岛市部分小区设计中已取消新建化粪池,海鲜残渣进入污水管道,该片区现状小型污水泵站多采用一体化污水提升设施,现状污水泵的维修次数和使用寿命较常规都受到了不同程度的影响,因此本次新建污水泵站工艺流程采用预处理+提升泵房。

3.1.1 预处理工艺选择

预处理设于一级处理之前,一般设置格栅、沉砂池等处理设备和设施。格栅用于截留大块的呈悬浮或漂浮状态的污物,对后续处理构筑物或水泵机组具有保护作用。沉砂池从污水中分离比重较大的无机颗粒,既能保护水泵机组免受磨损,减轻沉淀池的负荷,又能使污水中无机颗粒和有机颗粒得以分离,便于分别处理和处置^[3]。

沉砂池常用的形式有普通平流式沉砂池、曝气沉砂池和旋流沉砂池等。由于普通平流式沉砂池占地面积过大,本次仅重点比选曝气沉砂池与旋流沉砂池,比选特点见表1,结合占地面积,分离效果、运行维护费用等因素,沉砂池形式采用旋流沉砂池。

表1 曝气沉砂池和旋流沉砂池特点比较

项目	旋流沉砂池	曝气沉砂池
占地面积	小	较大
分离效果	好	好
预曝气	无	有
污水的溶解氧	不变	提高
运行维护费用	低	高

3.1.2 除臭工艺选择

污水泵站中臭气源主要分布在进水井、预处理、集水池中,在污水处理工艺过程中产生气味的物质主要由碳、氮和硫元素组成。大多数的气味物质是有机物,只有少数的气味物质是无机化合物,从成分来看氨的浓度最高,其次是硫化氢;从臭气的强度来看甲硫醇最大,其次是硫化氢(其臭气强度达到了强臭的程度)。硫化氢是产生恶臭气味的主要物质之一^[3]。

当地除臭工艺主要采用洗涤—生物滤床过滤联合除臭法和土壤法,表2重点对这两种除臭工艺进行比选。

表2 洗涤—生物滤床过滤联合除臭法和土壤法工艺比较

除臭方法	土壤法	洗涤—生物滤床过滤联合除臭法
除臭效果	H ₂ S去除率>99%其它臭味物质去除率>95%	
堵塞情况	不堵塞	不易堵塞
耐冲击负荷	耐冲击	不耐冲击
温度、湿度影响	有影响	有影响
滤料使用寿命	20 a	5~8 a
能耗	最低	较低
运行管理	最简单	简单
环境美化	影响较大	影响较小
换埋料费用	无	200万元/a

洗涤—生物滤床过滤联合除臭法具有除臭效率较高、使用寿命较长、能耗较低、运行管理简单、运行费用较低等优点,故本次选择该除臭工艺,具体除臭工艺设计重点需要结合最新除臭相关规范、环境评估和防雷接地等要求。

3.1.3 事故时应急设计方案

当新建污水泵站预处理工艺中旋流沉砂池和粗格栅突然发生问题而无法使其正常运行时,在地下箱体平面布置中增加了超越渠道,以保障污水泵站短时间正常运行。

当新建污水泵站中配电、潜污泵等设备突然发生问题而无法正常运行时,常规设计思路是在进水井处设置污水溢流管,就近排入周边水系,但本次新建污水泵站周边对环境要求较高,环保部门明确要求不能建设污水溢流管,不能将事故时污水排入周边水系,因此在进水井内设D1200速闭闸门,闸门控制进水,当泵站出现紧急情况,而上游管道继续来水时,进水管速闭闸门可在15 s内关闭阀门,防止泵房地下层受淹。

3.2 污水泵站建设形式

本次新建污水泵站位于高端生活活动区域,结合周边地块的环境要求、社会效益、工程运行费用等,对地上式、半地下式、全地下式污水泵站优缺点比较,详见表3。

从表3中可以看出,采用全地下建筑形式投资虽然高,但占地面积较小,地上空间可以充分利用,噪音臭气对周边环境影响小,不会对周边土地造成贬值影响。推荐采用全地下式污水泵站建设形式。

3.3 污水泵站总平面布置

新建污水泵站建设用地位于市政主干道与次干道交叉口处,用地红线面积为0.3 hm²,形状为三角形,根据当地上位规划要求,靠近道路侧地上建筑退线为10 m,相邻其他地块侧地上建筑退线为6 m,地下建筑退线为3 m,距离该地块46 m处有一座地铁转乘站,结合上述现状情况,在总图设计时需要重点注意以下几个方面:

(1)新建污水泵站出入口的位置满足距离市政道路交叉口的要求;

(2)地上办公室、通风口、逃生疏散口等地上建筑物的位置和高度要结合停车视距的要求;

(3)根据消防相关规范要求设置环形车道或者回转车道,车道宽度和回转车道尺寸根据防火等级、当地消防车配套形式等确定;

表 3 地上式、半地下式、全地下式污水泵站优缺点比较

项目	地上式污水泵站	半地下式污水泵站	全地下式污水泵站
环境景观效果	一般	较好	好
社会效益	外观与周围的环境难融合,场地难作为其他用途;随着现代化城市的发现,较早期建设的污水处理设施或多或少限制了区域的良好发展	一定程度上改变了人们对污水处理厂的印象,有利于环保知识的普及;社会效益高	对周边的发展几乎没有任何影响;社会效益极高
经济效益	土地利用率低,对周边土地的利用和市场价格有影响。	厂址选择范围较大,可以靠近服务区,节省管道的投资和维护费用;集成化建设,节约占地和用地成本,地上及周边空间利用价值较高	最大化的节省地上成本,对地下空间最大化利用。
工程费用	低	较高	高
运行费用	低	较高	高
占地面积	大	较小	小
噪音、臭气污染	大	较小	小
构筑物,设备寿命	低	较高	高

(4)距地铁设施直线较近时,需要与地铁管理部门对接,上报相关材料并通过地铁管理部门的审批;

(5)通往地下操作平台的车道,需要综合考虑道路性质、宽度、坡度、坡长等道路相关要求。

新建污水泵站采用全地下式污水泵站,出入口距离市政道路交叉口 150 m,扣除地上建筑退线要求,可实际利用土地面积为 0.19 hm²,平面图见图 4,地下箱构筑物退线除了满足 3 m 的规划要求外,还需满足地铁退线 50 m 的要求,本次靠近地铁侧地下箱体红线退线 4 m,采用地上一层和地下两层形式,地上一层建有办公室、监控室、卫生间,地下一层为高低压配电室、设备操作层、柴油发电机室(见图 5),地下二层为水池、渠道、设备维修间,通风系统贯通整个建筑物,在地上设置 12×12 m 的回转车道,建筑物布置在远离市政道路一侧,由于进入地下箱体的道路坡长不能满足相关规范要求,故设置了进车弯道。为方便后期泥渣外运,设备运输保养及维修设备、运送泥渣,消防车通行等等事宜,故设置下车道,结合本次地块面积大小,下车道采用 5 m 宽,坡度为 8%。

3.4 全地下污水泵站其他设计要点

3.4.1 消防

污水泵站建于地下,应根据规范要求合理考虑设置防火分区,按照地下室的要求对污水厂地下空间进行消防设计,包括建筑结构、建筑电气和建筑给水排水的消防设计。本次污水泵站地下建筑面积大于 1 000 m²,需要分为成两个防火分区,每个防火分区安全出口不应少于 2 个^[4]。

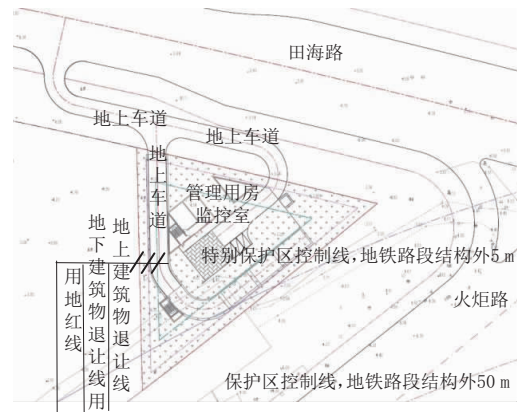


图 4 新建污水泵站总平面图

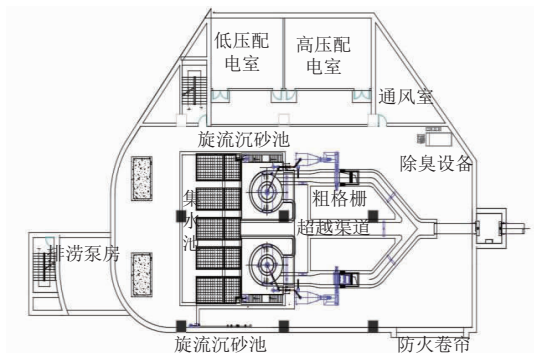


图 5 新建污水泵站地下一层平面布置图

3.4.2 防洪与排涝

将污水泵站建于地下,必须考虑到污水泵站的安全,因此须保证突发情况下污水处理厂不受水淹,本项目在地下箱体空间设计时,将排涝泵房设置在通往地下车道旁,接纳车行道末端截水沟的厂区雨水以及车行道地漏排水,使得外水能及时排出。

3.4.3 供配电措施

配电设施的设置多依据属地供电审批的意见,当配电室可以设置于地下时,配电室可以和除格栅

间外的其他附属用房合建^[5],也可单独设置。本工程采用合建的形式,但采用防火墙进行分隔,保护泵站电气设备采用专项的除湿设计。

3.4.4 处理构筑物组合优化

建设地下泵站必须考虑地下污水泵站各构筑物的优化组合,满足功能区划分、平面布置、高程布置、水流流态、平稳运行、经济合理等要求。本项目潜污泵集水池、旋流沉砂池与超越渠道的组合设计,根据设备间距要求、集水池有效容积、设计流量、设计流速、水头损失等测算,确定超越渠道宽度为 1.4 m,旋流沉砂池直径为 3.65 m,集水池宽度为 14 m,结合检修通道、安装通道、墙体等宽度要求,最终确定集水池宽度为 14.8 m。

3.4.5 地上空间充分利用

本工程采用全地下污水泵站结构形式,地上空间为景观绿化,必须综合考虑两者的有机结合,墙体采用地下和地上共用的形式,地上管理采用对外开放的形式,以满足“地上小公园”的设计初衷。

4 结 论

综上所述,沿海城市特殊地块全地下污水泵站设计,除按照常规全地下污水泵站设计外,要注意与市政道路的衔接、工艺流程的选择、周边特殊构筑物的要求,避免总图布置的不合理、减少水泵的使用寿命,

核心设计要点包含以下五部分:

(1)根据泵站车道出入口接市政道路等级,判断泵站车道出入口距离交叉路口停车线的最小距离;

(2)地上建筑和地下构筑物位置、大小和形式等确定,除满足用地红线的要求外,还需要结合与当地规划部门、周边特殊设施管理部门确定的地上、地下建(构)筑物要求;

(3)中途污水泵站建议增加预处理,可利用建设面积较小时,选用旋流沉砂池;

(4)通往地下操作平台的车道坡度尽量不取极限值 10%,可有效避免运输重型设备时产生安全隐患;

(5)沿海城市湿度较高,干式设备选型采用可防潮、防腐设备,电气设备采用专项的除湿设计,实现设备长期稳定良好运行。

参考文献:

- [1] GB 50282—2016,城市给水工程规划规范[S].
- [2] GB 5014—2006,室外排水设计规范(2021年版)[S].
- [3] 王建民.潍坊市城西污水处理厂工程可行性研究[D].哈尔滨:哈尔滨工程大学,2012.
- [4] GB 50016—2014,建筑设计防火规范(2018年版)[S].
- [5] 张楠,杜强强,赵和.全地下式污水泵站的设计要点[J].中国给水排水,2017,33(22):49-52.
- [6] GB 50265—2010,泵站设计规范[S].
- [7] 聂福胜.污水行业除臭技术及其应用[J].环境工程,2003,21(2):70-71.

《城市道桥与防洪》杂志

是您合作的伙伴,为您提供平台,携手共同发展!

欢迎新老读者订阅期刊 欢迎新老客户刊登广告

投稿网站: <http://www.csdqyfh.com> 电话: 021-55008850 联系邮箱: cdq@smedi.com