

污水处理厂海绵城市设施设计方案研究与探索

余宝昆

中冶京诚工程技术有限公司, 北京 100176

[摘要] 污水处理厂的建设对缓解城市污染有着重要作用, 作为城市基础设施可实现海绵城市控制目标, 为城市健康发展提供重要帮助。为此, 本篇文章结合某工程案例, 了解海绵城市的建设策略, 以此做好海绵城市设施设计工作, 降低城市污水污染程度的同时, 加强做好城市水资源的合理运用, 确保海绵城市设施设计方案达到标准化要求。

[关键词] 海绵城市; 污水处理厂; 设施设计; 设计方案

DOI: 10.33142/ec.v6i7.8875

中图分类号: TU992

文献标识码: A

Research and Exploration on the Design Scheme of Sponge City Facilities in Sewage Treatment Plants

YU Baokun

Jingcheng Engineering Technology Co., Ltd., Beijing, 100176, China

Abstract: The construction of sewage treatment plants plays an important role in alleviating urban pollution. As urban infrastructure, it can achieve the goal of sponge city control and provide important assistance for the healthy development of cities. Therefore, this article combines a certain engineering case to understand the construction strategy of sponge cities, in order to do a good job in the design of sponge city facilities, reduce urban sewage pollution, and strengthen the rational use of urban water resources to ensure that the design scheme of sponge city facilities meets standardized requirements.

Keywords: sponge city; sewage treatment plant; facility design; design scheme

引言

结合当前城市发展实际情况, 为了能够降低城市污染, 提高水资源的利用率, 加大了海绵城市与污水处理厂建设力度。污水处理厂作为城市发展的重要基础工业场所, 可以推进海绵城市建设进程。污水处理厂中包含了大量的水资源治理水池以及污水管网, 与海绵城市建设有着一定的关联。为此, 本文通过工程案例分析污水处理厂海绵城市设施设计分析, 确保污水处理厂与海绵城市实现相互融合, 为城市健康发展提供进一步帮助。

1 项目背景

本文以某地污水处理厂为案例, 该地区污水处理厂建设总面积达到了 3 万 m^2 左右, 设计规模位则达到了 2.5 万 m^3/d 左右, 将其分为两个不同的阶段进行施工。其中第一阶段在 2008 年已经投入施工, 规模达到了 1.25 万 m^3/d 左右, 在污水处理中通过对“AAO 氧化沟+滤布滤池”工艺的进行使用, 确保处理后的水源质量达到国家一级 A 标准。在工程扩建施工中, 工程设计规模为 1.25 万 m^3/d 左右, 污水处理工艺则选择了“改良式 AAO+高密度沉淀池+反硝化滤池”, 处理后的水源可以达到地表水 IV 类标准。

2 海绵城市构建策略

2.1 海绵城市上位规划解读及设计目标

结合地区海绵城市建设标准一级转型规划要求, 在海绵城市建设的过程中需要做好公用设施用地管理工作, 将

场地年径流量控制在 80% 左右, 设计降雨量为 28.1mm, 年 SS 总量消除率控制在 75% 以上。

2.2 竖向与排水分析

在海绵城市建设工作开展的过程中, 结合城市的绿化实际情况以及场地平坦程度, 对海绵城市竖向变化情况作好综合分析, 积极做好局部优化与调整作业, 对海绵城市设施做好布局优化, 在确保城市原有用地平整基础上, 对城市的土方开挖以及回填工作量进行有效控制, 降低对海绵城市设施建设工作所造成的影响。

2.3 下垫面分析

结合污水处理厂工程建设实际情况, 对污水处理厂场地下垫面类型进行综合分析, 其中包含了建筑路面、屋面、绿地以及铺装等, 可以降低污水处理厂场地开发影响率, 避免对开敞式水池、道路以及绿化造成其余影响。

3 海绵城市设施的构建

3.1 功能区污染程度分析及海绵城市设施分区

污水处理厂主要是由构筑物处理与其余建筑物所形成的有机整体, 不同区段的处理功能也存在一定差异性。在本次工程内容研究中, 污水处理厂的功能区主要分为了以下几种。(1) 预处理区; (2) 主体工艺区 (生化处理和深度处理区); (3) 污泥处理区; (4) 办公生活区 (厂前区)。城市下垫面则包含了居住区、公园以及道路等, 而污水的来源主要是由于人类的日常用水所造成的污染。在

污水处理厂中采取了封闭式管理模式,人员与车辆的流动性相对较小,与其余城市生活区域相比较,污水处理厂下垫面存在的污染来源主要是由于厂区在生产的过程中,存在污泥等相关活动。厂区的生产活动存在差异的情况,所产生的污染程度也会存在一定差异。通过相关调查研究,发现污水处理厂下垫面雨水污染程度也会存在一定差异,其中污泥区污染程度最高,其次是预处理区与主体工艺区,而生活区以及办公区污染程度最小。污泥区、预处理区初期雨水中所含有的SS,则超出了800mg/L,而主体工艺区和办公区在受到地表雨水污染的情况下,整体污染程度相对较低。在降雨厚度超出5mm的情况下,污水处理厂下垫面雨水的SS浓度则会有所增高或者达到稳定,能够满足雨水回用标准要求的限值。而造成该问题的主要原因是由于污水处理厂主要包含了泥水两条不同的生产线,其中水生产线所造成的污染主要是由于沉砂池中的沙粒所造成的影响。而在泥生产线中的污染源主要是由于脱水机房以及周围建筑物,导致污水处理厂中的污泥区污染程度相对较高。

海绵城市设施建设属于具有复杂性与系统性,在确定好设计目标值后,对目标值做好拆解分析工作,对污水处理厂下垫面做好分类与归纳工作,将属性相同以及污染程度相同的归纳到一个区域中,并对后续LID设施做好及时选择,并对调蓄容积进行计算,为保障后续工作顺利开展提供良好帮助。在分区细化工作开展的过程中,可以将敞开式水池作为单独的区域,利用水面的消纳功能,对径流量进行削减。另外,将污水处理厂的周围建筑或者绿地等设置为一个区域,结合污水处理厂的厂内硬化情况以及绿地面积,适当地融入海绵设施,即可达到海绵城市设计目标。而将污水处理厂道路作为单独区域,结合海绵城市设施设计目标值,对道路设施难易程度进行具体分析。

由于污水处理厂下垫面污染程度存在一定的差异性,还需要结合场地的实际情况做好分析与分解工作,结合污水处理厂的平面布置情况以及道路布置情况,将场地分为19个区域。其中1—4个区域则作为污水处理厂扩建工程处理的构筑物,以敞开式水池为主,以此对范围内的雨水资源进行接纳处理。5—13分区则作为反硝化滤池及消毒池不透水区域。14分区则作为道路区域,15—19分区则作为污水处理厂下垫面屋顶、绿地等,是海绵城市设施建设的重要场所,同时结合产区敞开式水池,对道路海绵基础设施建设进行综合分析,合理设置环保型雨水口,保障雨水在经过截留后,其中所存在的SS汇入到雨水管内。

3.2 设计调蓄容积

在海绵城市基础设施建设的过程中,需要对设施的径流流量以及径流污染为全面目标,并对其进行设计,保障达到调蓄容积指标要求。在调蓄容积设计工作开展的过程中,需要采取容积法完成计算工作。如公式(1)所示。

$$V = 10H\phi F \quad (1)$$

在公式中的V代表了设计调蓄容积,单位为(m³),H则代表了降雨量,单位为(mm); ϕ 则代表了雨量径流系数;F则代表了汇水面积,单位为(hm²)。根据公式计算以及所搜索的各项参数,最终获得污水处理厂调蓄容积,积极做好海绵城市设施建设分区工作,结合场地的特点选择合适的海绵城市,并做好海绵城市设施布置工作。

3.3 海绵城市设施选择

在海绵城市设施选择的过程中可以对低影响开发进行合理运用,低影响开发(LID)属于一种源头分散的小型控制基础设施,能够对场地的自然水文功能进行保护与维善,避免出现不透水面积所造成的洪峰流量增加的情况,可以有效控制径流系数,降低面源污染负荷,以此达到城市雨水管理理念基本要求。在20世纪90年代,该设备在海绵城市基础设施中得到了广泛运用,其中所使用的LID主要通过生物滞留设施,可以实现屋顶绿化与植被浅沟,提高雨水利用率的同时,还能够对径流污染进行有效控制,对开发区域实现水循环处理起到了重要作用。在LID的设施作用下,在雨水径流SS控制的过程中,雨水花园控制效果最强,其次是下凹式绿地,最终是透水铺装。通过实验分析,发现下凹式绿地在海绵城市中,可以有效削减径流污染程度,并通过构建模型,实现SWMM模拟,发现下凹式绿地在实际建设的工程中,可以将雨水中的SS含量进行有效处理,甚至可以提高SS的去除率。结合相关调查研究,发现污水处理厂中的不同区域,下垫面的污染程度也会存在一定的差异,所以在海绵城市设施选择的过程中,则需要做好以下几方面工作内容。

3.3.1 生活办公区

污水处理厂生活办公区下垫面主要是以绿地、道路以及屋面为主,所受到的雨水污染程度相对较低,在海绵城市设施选择的过程中,可以将屋面改造为绿色屋顶,实现对雨水资源的回收利用,而且可以提高海绵城市设施的建设效果。

3.3.2 预处理区

污水处理厂预处理区作为雨水污染较为严重的区域,很容易出现大量沙粒以及栅渣等,为了能够保障海绵城市建设质量达到标准要求,可以通过使用植草沟

和下凹式绿地,提高雨水SS的去除率,确保雨水在经过初步净化后,可以通过雨水管实现外排。

3.3.3 主体工艺区

主体工艺区中的下垫面主要是以敞开式水池、道路和绿地为主,所受到的雨水污染程度相对较低,敞开式水池可以作为海绵城市中的基础设施,而绿地部分则需要实施透水铺装工作,道路部位则需要设置植草沟与下凹式绿地,提高雨水SS的去除率,降低污泥区雨水SS的去除负荷。

3.3.4 污泥区

污泥区作为污水处理厂所受污染作为严重的场所,在

管理工作中,可考虑将污泥区与雨水单独管网进行合并使用。但由于受到条件限制,而且雨水中的 ss 去除率相对较低,所以则是通过溶解态污染物去除率较高的雨水花园建设,结合植草沟降低污泥区的污染率。

在本次中,由于污水处理厂中的大多数处理构筑物包含了大量的敞开式水池、敞口面积相对较高,而且接纳能力相对较强,特别是污水处理厂中的生化池与二沉池,不仅可以对雨水进行直接接纳,而且对雨水的径流量也能够进行有效控制。其中污水处理厂中的敞开式水池面积达到了 4316m² 左右,在降雨量达到 27mm 的情况下,调蓄总容积应当达到 116m³ 左右,而在海绵城市基础设施 LID 的作用下,可以达到 43.4% 的调蓄容积,海绵城市设施设计目标实现更加容易。为此,本文则结合海绵城市设施的建设实际情况,对污水处理厂局部下垫面做好海绵化处理工作。

3.4 海绵城市设施规模与布局

3.4.1 海绵城市设施规模的确定

海绵城市设施建设规模与布局规划,是提高雨水 SS 去除率的重要手段之一。本文结合污水处理厂下垫面分区情况,对海绵城市的设施布置以及规划做好分析工作。下垫面分区主要包含了屋面、绿地以及硬化铺装等。在本区域中,可用地是周边绿地为主,结合污水处理厂的实际情况,对 LID 的使用性做好总分分析工作,在本区域中海绵城市设施主要是利用下凹式绿地以及植草沟为主,结合场地的分区具体情况,由于绿地面积相对较好,可以适当增加海绵城市调蓄容积,弥补其他分区调蓄容积的不足。在本区域中下凹式绿地面积达到了 130m² 左右,而植草沟面积则达到了 37.5m²,为了计算出调蓄容积,则需要根据公式(2)进行计算。

$$V_2 = H \cdot F \times 10^{-3} \quad (2)$$

在公式中的 V_2 则代表了调蓄容积,单位为 (m³), H 则代表了下凹式绿地表面蓄水层厚度,单位为 (mm), F 则代表了下凹式绿地表面积,单位为 (m²)。结合各项设计参数发现海绵城市设施建设工作完成后,可以对污水处理厂该区域的雨水年径流量进行消减,并可以提高雨水 SS 的去除率,同时也说明了在污水处理厂中本区域的海绵城市设施选择达到了合理性与科学性,可以以此为依据对其余区域进行海绵城市设施选择,制定合适的方案,从而降低污水处理厂雨水的年径流量,及时对污水处理厂的年径流纵梁进行合理调整,确保污水处理厂海绵城市设施建设效果达到标准化要求。

3.4.2 海绵城市设施对 SS 去除率的计算

污水处理厂海绵城市设施设计方案应当以雨水径流污染控制作为主要目标,加强做好雨水径流污染控制工作,提高雨水 SS 的去除率,为此,在计算的过程中,则结合

雨水径流污染空置率分析,按照公式(3)完成计算工作。

$$\eta = \alpha \cdot \frac{\sum F_i \cdot \eta_i}{F} \quad (3)$$

在公式 3 中 η 代表了雨水径流污染去除率。 α 则代表了雨水年径流量空置率, η_i 则代表了单项海绵设施径流污染去除率, F 则代表了污水处理厂场地内总汇水面积,单位为 (m²), 而 F_i 则代表了单项设施汇水面积上各类下垫面面积,单位为 (m²)。通过计算过程,发现在污水处理厂海绵城市设施设计方案中,需要对海绵城市设施的布局与规模进行确定,并对海绵城市设施建设进行综合调整,避免全厂设计调蓄总容积超出海绵城市所需调蓄容积,从而对海绵城市设施的规模进行综合确定。另外,在污水处理厂各个区域的设施规模设计工作开展的过程中,则对分区污染物去除率进行计算后,还需要对雨水年径流进行有效计算,以此保障海绵城市设施设计方案达到标准化与合理化。

4 结束语

综上所述,污水处理厂作为城市处理污水的重要场所之一,对提高城市文明建设以及实现海绵城市有着重要性作用。为此,本文在研究的过程中,结合某污水处理厂工程实际情况,积极融入海绵城市理念,构建海绵城市设施设计方案,通过功能区污染程度分析及海绵城市设施分区、设计调蓄容积、海绵城市设施选择以及海绵城市设施规模与布局等措施,为实现污水处理厂海绵城市设施设计方案科学性与合理性奠定良好基础,促进海绵城市建设力度。

[参考文献]

- [1]郭露.全过程低碳海绵城市设计方案在城市污水处理厂的应用研究与探索[J].中国科技期刊数据库工业 A,2022(10):3.
 - [2]程明涛,薛峰.浅议污水处理厂海绵城市设施建设设计方案[J].净水技术,2020,39(12):6.
 - [3]李文强.污水处理厂建设中海绵城市设计案例与分析——以遂宁某污水厂为例[J].净水技术,2021,40(1):170-175.
 - [4]丁琳.基于海绵城市理念的污水处理厂透水铺装系统的研究[J].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2019(2):153.
 - [5]陈浩林,安东,卢先春,等.基于“海绵城市”理念的下沉式污水处理厂地面景观设计分析[J].现代园艺,2022,45(4):3.
 - [6]林梅娇,林碧花,左丽敏.南方某新区污水处理厂海绵城市设计运用[J].给水排水,2018(2):3.
- 作者简介:余宝昆(1984.10-),男,毕业院校:浙江农林大学,所学专业:环境工程,当前就职单位:中冶京诚工程技术有限公司,职务:项目经理,职称级别:中级。