

海南某半地下污水处理厂海绵城市设计应用

董文博^{1,3}, 岳凤伟^{2,3}

(1.天津市市政工程设计研究总院有限公司,天津市 300392; 2.天津市赛英工程建设咨询管理有限公司,天津市 300191;
3.天津市基础设施耐久性企业重点实验室,天津市 300042)

摘要:海绵城市是一种新型设计理念,旨在汛期控制并储蓄部分地表径流,随后将其加以利用。因此,它可以让城市像海绵一样——在需要的时候可以充分为城市环境吸收或提供水资源。海绵城市理念的实施,既可以满足城市发展的生态环境效益需求,又能给城市建设带来更好的景观效果。以海南省某半地下污水处理厂为例,运用海绵城市设计理念,对厂区雨污水系统进行生态化设计,减少城市污水处理厂建设对周边生态环境的影响。其中海绵雨水排水系统主要包括透水铺装、碎石排水沟、转输型植草沟、下凹式绿地等。

关键词:海绵城市设计;半地下污水处理厂;透水铺装;碎石排水沟;转输型植草沟;下凹式绿地

中图分类号: X703

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2022)01-0122-03

0 引言

海绵城市理念是当今城市规划设计的重点之一。海绵城市旨在收集雨水,对雨水进行调蓄及净化处理,以减少径流污染,对创建新时期生态环境友好型城市、实现生态文明和魅力中国具有重要意义^[1]。其关键技术包括透水铺装、屋顶花园、雨水花园、雨水收集处理设施、蓝色/绿色空间等^[2]。合理进行海绵城市规划设计,构建完善的雨水滞留、收集、处理系统,有利于控制洪峰流量,减小内涝灾害的损害程度及发生频率,提高水环境质量,更好的优化城市水资源配置。

近几年,我国城市建设进入高速发展阶段,污水处理厂建设已成为社会经济发展中不可或缺的一部分。在城市污水处理厂工程建设中,应用海绵城市的理念能够发挥其重要的作用^[3-6]。海绵设施不仅可以提高雨水下渗的能力,具备蓄水功能,同时其还拥有良好的净水效果,通过渗水材料的使用,在下渗过程中将污水中的大颗粒物和其他固体污染物从水体中分离出去,从而发挥物理手段净水的效果。本文以海南省某半地下污水处理厂为例,将海绵城市的理念融入到污水处理厂的建设中,在净化城市污水的同时,更好地发挥环境效益及社会效益。

1 项目概况

1.1 区域概况

该次设计某半地下污水处理厂位于海南省南部某海滨城市,该地区地形地貌主要受北部五指山支脉向南辐射延伸以及海浪长期侵蚀和堆积作用影响,呈北高南低之势,城区形起伏错落有致。该城市属热带海洋性季风气候,长夏无冬,全年阳光充足,旱季雨分明,年平均气温 25.5℃。根据相关气象资料统计,全市平均年降雨量 1392.2 mm,年均降雨天数为 109 d。5月—10月为雨季,降雨量占全年的 90%;11月—4月为旱季,降水量仅为全年降水的量仅为全年降水的 10%。6月—11月受热带气旋影响较多,多为台风降雨,过程降雨量多在 50 mm 以上,呈现雨急风大的特点。

1.2 污水处理厂概况

该污水处理厂设计处理规模 9.5 万 m³/d,厂址位于某河流入海口北岸,预留用地总面积约 4.4 hm²,厂区南侧紧邻港湾,周边环境敏感居住区,环境敏感性较强。本着着力推进城市发展转型升级、建设国际化旅游精品城市的理念,该市启动“生态修复、城市修补”战略工作,力求改善生态和居住环境,创建人与自然和谐相处的生存空间的要求。本着节约建设用地以及环境友好的原则,可将污水处理厂集约化建设并埋设于地下,主体污水处理构筑物采用全覆盖设计,顶层覆土绿化,使污水处理厂与周围环境和諧统一^[7]。同时,考虑到厂址靠近海湾,随着埋深增加基坑费用

收稿日期: 2021-04-28

作者简介: 董文博(1987—),男,硕士,工程师,从事环境工程及给排水咨询、设计工作。

将大幅提升,为尽量节约投资,该项目最终确定采用半地下式双层加盖的型式,北侧、西侧、南侧三面覆土,东侧为附属房间出入口。

2 海绵城市理念在污水厂设计中的应用

2.1 海绵专项规划解读

根据当地《海绵城市建设总体规划》中相关内容,该污水处理厂厂址属于该城市 YJ-5 片区,总建设用地面积约 2.25 km²。根据用地统计,YJ-5 片区新建占比约 44%。根据改造区和新建不同的用地类型和建设强度等,计算各种用地类型下绿色屋顶率、透水铺装和单位面积控制容积等各项指标。其中,要求本分区内新建地区建筑红线内年径流总量控制率约 60%,控制设计降雨量为 25.4 mm,单位面积控制容积约 137.7 m³/hm²。要求本分区总体年径流总量控制率约 55%,控制设计降雨量为 21.6 mm,单位面积控制容积为 99.4 m³/hm²。考虑到污水处理厂内容积率较低,因此按照年径流总量控制率约 60%,控制设计降雨量为 25.4 mm 的标准进行设计。

2.2 厂区海绵排水设计总体布局

该项目污水处理构筑物采用半地下式双层加盖箱体,三面覆土,设置斜坡与地面接顺。顶面覆土种植植物,形成屋顶空中花园。因此,该污水处理厂厂区雨水排水系统划分为为屋顶海绵排水系统与地面海绵排水系统,总收水面积约 4.4 hm²,其中屋顶排水系统收水面积约 2.2 hm²,地面排水系统收水面积约 2.2 hm²,厂区汇水面类型详见表 1。

表 1 厂区内各汇水区类型指标分解表

雨水系统	汇水面类型	面积 /m ²
屋顶排水系统	硬质屋面	2 090.75
	干砌砖石路面广场	1 795.20
	绿化屋顶	15 369.60
	透水铺装地面	2 600.51
地面排水系统	混凝或沥青土路面	2 775.02
	透水铺装地面	1 464.17
	绿地	17 655.97
合计		43 751.22

屋顶排水系统海绵设施主要包括透水铺装、碎石排水沟等,地面排水系统海绵设施主要包括透水铺装、生态停车场、传输型植草沟、下凹绿地等。屋顶排水系统收集的雨水通过管道汇入地面排水系统下凹式绿地,随后通过溢流口进入厂区雨水管网,最终排入天然水体。海面城市设计技术路线详如图 1 所示。

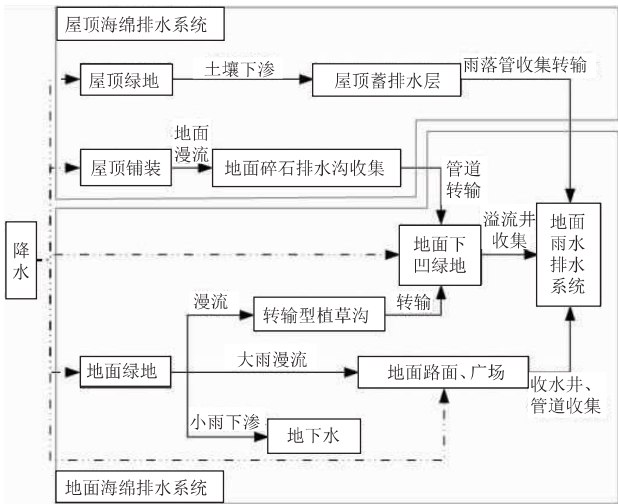


图 1 海面城市设计技术路线图

2.3 屋顶海绵排水设计

半地下式污水处理厂,屋顶通常设计成空中花园的形式。空中花园不仅仅是种植屋面,它包含景观设计、屋面建筑设计、排水设计、结构设计及园林种植等各专业技术。屋顶排水系统也需要经过各专业相互结合、相互协调后才能形成一套完整的系统化的设计。

该污水处理厂屋顶空中花园雨水排水设计包含两个子系统,分别为屋顶地面排水系统及屋面蓄排水层排水系统。降雨初期,雨水渗入屋顶土壤,下渗至土壤孔隙中。随着降雨的进行,土壤孔隙逐渐饱和,会形成地表漫流,此时雨水落至地面后,根据地形流向最低点设置的碎石排水沟(宽 0.8 m),沟内设置 DN150 穿孔管收集雨水,并通过 DN200~DN400 排水管将其导入地面排水系统的下沉绿地。降水结束后,土壤孔隙中储存的雨水下渗至屋面蓄排水层,雨水沿蓄排水层坡度汇至箱体外边缘女儿墙,随后通过雨落管排至地面雨水系统。该项目屋顶海绵排水系统结构如图 2 所示。

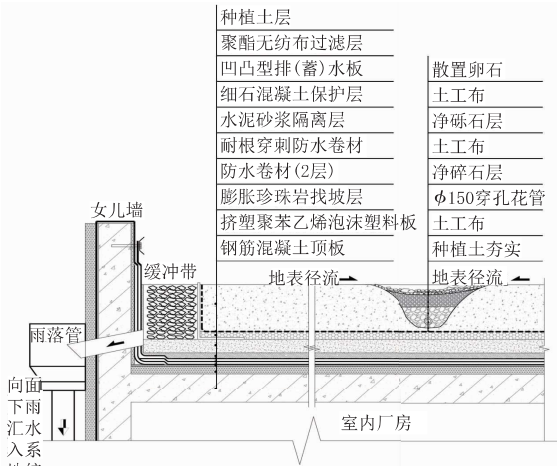


图 2 屋顶海绵排水系统结构示意图

2.4 地面海绵排水设计

地面雨水收集排放主要分为三种类型,分别为下凹绿地雨水收集、地面绿地雨水收集以及硬化铺装雨水收集。

厂区地面区域总面积约 2.2 hm²,环绕半地下污水处理厂箱体,考虑到箱体东、西两侧空间较小,因此地面海绵排水系统设计中将下凹绿地设置在厂区南、北两侧,北侧下凹绿地面积 1697.18 m²,南侧下凹绿地面积 724.97 m²,平均蓄水深度 25 cm,总蓄水能力约 605.54 m³,满足当地《海绵城市建设总体规划》中 137.7 m³/hm²的控制指标要求。地面绿低点设置转输型植草沟,下游接入厂区下凹绿地。硬化铺装区域行车道按照道路标准设计,人行道采用透水铺装,停车区采用透水花砖设计。地面海绵排水系统示意图详如图 3 所示。

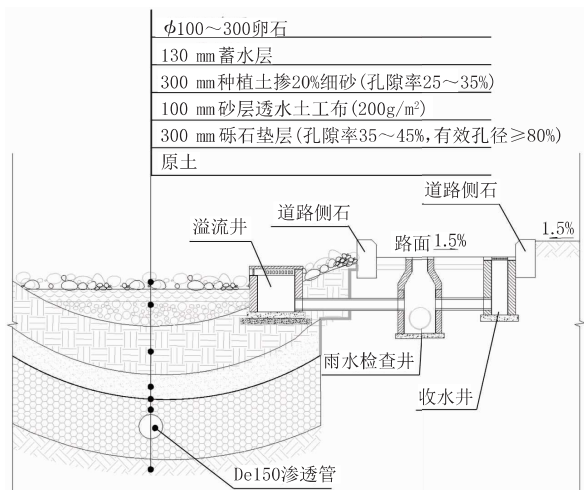


图 3 地面海绵排水系统示意图

降雨初期间,屋顶排水系统收集到的雨水通过管道汇入下凹绿地,地面排水系统收集到的雨水通过转输型植草沟或地表径流汇入下凹绿地,随着雨水逐渐积累,结合步行栈道,形成景观蓄水塘。随后,雨水通过设置在下凹绿地中的溢流雨水井排入厂区

地面雨水排水管网。当降水结束时,下凹绿地内积蓄的雨水逐渐下渗,通过设置在底部的碎石层及穿孔花管将雨水导入地面雨水排水系统。

地面绿地收集雨水后,通过雨水下渗以及地表径流排水,地表径流通过沿人行铺装设置的转输型植草沟收集,最终排入下凹绿地。地面硬化铺装收集雨水后,通过设置在侧石边的收水井将雨水导入地面雨水排水系统。

3 结 语

随着社会经济的发展,周边环境对污水处理厂建设的要求也不断提高。海绵城市作为新的城市发展理念,亟需应用到污水处理厂规划设计中。本污水处理厂工程已建成通水,并稳定运行,出水各项指标达到污水处理厂一级 A 排放标准。本污水处理厂建设结合了“海绵城市”理念,在汛期达到雨水下渗、滞留、调蓄、排放的效果。此外,在整个排水过程中对雨水进行了过滤净化,最大程度体现了“海绵城市”在雨水排水系统中的功能运用,综合效益显著。

参考文献:

- [1] 俞孔坚,李迪华,袁弘,等. “海绵城市”理论与实践[J]. 城市规划, 2015, 39(6): 26-36.
- [2] 张焱轩,张春嘉,武艳丽,等. 通州区海绵城市试点区典型 LID 设施技术集成初探[J]. 建设科技, 2020(7): 11-15.
- [3] 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): 127-131, 151.
- [4] 宋瑞宁. 海绵城市在城市污水处理厂建设工程中的应用[J]. 中国市政工程, 2017(3): 46-47, 55.
- [5] 张静. 基于某地下污水处理厂地面景观的海绵城市设计[J]. 建筑工程技术与设计, 2017(15): 25-25.
- [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, 54(S2): 147-149.
- [7] 杨凡. 半地下式和全地下式污水处理厂布置形式分类浅析[J]. 中国市政工程, 2017(6): 42-45.

(上接第 102 页)

参考文献:

- [1] 王国鼎. 拱桥连拱计算(第二版)[M]. 北京: 中国交通出版社, 1998.
- [2] 范立础. 桥梁工程[M]. 北京: 中国交通出版社, 2001.

[3] JTG 3362—2018, 公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范[S].

[4] CJJ 166—2011, 城市桥梁抗震设计规范[S].

[5] 刘钢波,许莉. 吴越路尚贤河桥九跨连拱结构与景观设计[J]. 城市道桥与防洪, 2011(12): 48-50.