

DOI:10.16799/j.cnki.csdqyfh.2023.09.050

大型污水处理厂改造工程中海绵城市实施探索

吕旻

(上海城投水务工程项目管理有限公司, 上海市 201103)

摘要: 随着海绵城市建设理念的落实,上海市水务局发布《上海市水务设施(厂/站)海绵城市建设技术导则》,推进污水处理厂等水务设施进行海绵化。结合某大型污水厂改造工程,提出海绵城市设施建设方案,通过运用雨水缓存塘、植草沟、透水铺装等设施,实现新增建设区域内径流总量控制;通过雨水缓存塘的利用,提高服务地块雨水秩序能力,并错峰排入厂区已建雨水系统,避免已建雨水管道大面积翻建,同步提升厂区景观效果。通过海绵城市设施建设,工程新增区域可实现年径流总量控制率75%,雨水系统重现期达到3a一遇标准。

关键词: 海绵城市设施;污水厂改造工程;年径流总量控制率;雨水系统提标

中图分类号: TU992

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2023)09-0212-04

0 引言

为加快城市海绵建设,改善城市生态环境,实现系统化全域海绵的目标,推进城市绿色发展,各地都积极开展海绵城市建设方案研究,在小区、学校、工业项目、市政项目中应用海绵城市理念,取得了积极效果^[1]。排水泵站、污水处理厂作为市政排水系统重要组成部分,应积极响应海绵城市建设理念^[2-4]。2018年7月,根据《国务院办公厅关于推进海绵城市建设的指导意见》要求,上海市水务局发布《上海市水务设施(厂/站)海绵城市建设技术导则》^[5](下称《导则》),指导上海市新建、改建、扩建的污水处理厂、泵站等水务设施的海绵化设计。上海市某大型污水处理厂拟进行改造工程,针对工程特点和需求进行了海绵化建设。

1 污水厂改造背景

某大型污水处理厂位于上海市东南部,紧邻长江。为贯彻响应“国家水十条”,污水处理厂排放标准需由一级B标准提高至一级A标准。工程提标改造采用原设施“减量提标”,通过新建生物处理设施,降低原生物处理设施处理负荷,同步新建深度处理设施,在维持总处理规模不变的基础上,实现出水水质提标。

污水处理厂现状厂区总面积约193 hm²,本次新增厂外西北、西南及南侧三块用地共计,工程实施后

全厂面积达到254 hm²,具体布置见图1。根据上海市水务局颁布《导则》的相关规定,结合工程项目场地及周边环境情况,拟对新增地块按海绵城市技术要求进行设计,同步构建扩建区域内雨水系统。

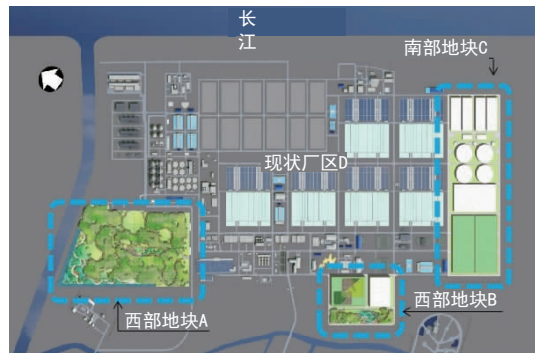


图1 污水处理厂总平面布置图

污水厂现状厂区建有2座雨水泵站。当时设计暴雨重现期P取1a,综合径流系数取0.5。汛期雨水需经水泵提升后排入长江。2座雨水泵房配泵能力分别为6.4 m³/s和6.3 m³/s(该泵站单泵Q=1.26 m³/s,5台泵位,目前安装了4台泵),服务范围分别为122 hm²和103 hm²,系按当时规划控制用地范围计算,该服务范围包括了本次南部新增用地约32 hm²。

2 海绵城市总体方案

2.1 实施范围

为充分体现海绵城市建设理念,响应《导则》精神,全面提升污水厂内径流总量控制及雨水排水标准,考虑在污水处理厂改造过程中进行海绵示范性建设。综合考虑工程投资、实施难度、工程效益和展示效果,本次海绵主要针对新增厂外用地,即西北、西南、

收稿日期: 2022-11-17

作者简介: 吕旻(1978—),女,本科,工程师,从事市政工程建设管理工作。

南部地块,合计约 62 hm²。新增区域雨水排水标准按规划标准执行。已建厂区海绵城市建设和雨水系统提标工作在结合运行效果和养护管理经验的基础上,在后续工程中进行实施。

2.2 建设目标

根据《导则》要求,污水处理厂扩建部分年径流总量控制率应根据工程建设内容和建设开发强度确定,取值范围宜为 75%~80%。本工程新增用地主要用于新建生产构建筑物,开发强度较高,年径流总量控制率确定为 75%。上海地区年径流总量控制率 75%对应的设计降雨量为 22.2 mm^[6]。根据设计降雨、径流控制面积和相应的径流系数,采用容积法计算得到需控制的径流体积。

另外,根据上位规划,该污水处理厂排水系统的排水标准(暴雨重现期 P)应为 3 a。结合相关部门和审批单位意见,本工程新增区域排水标准按 3 a 一遇执行,已建厂区雨水排水能力提标不纳入本工程。

2.3 “一地一策”实施方案

根据污水厂改造总体方案,本次新增区域内总体分为 3 部分,各分区总体建设方案如下:西北地块(25.36 hm²)布置一级 A 全流程地下污水处理厂,地下式污水厂顶部为绿化;西南地块(9.16 hm²)主要布置生物处理设施,生物处理设施南部为厂区绿化;南部地块(27.12 hm²)新建生物处理设施和深度处理设施以及厂区道路,见表 1。生物处理设施主要包括生反池和二沉池,水池顶部已进行除臭加盖,但在设施走道、平台增加雨水泄水孔,避免设施顶部产流进入周边道路或绿化;深度处理设施包括高效沉淀池和滤池,池顶为开敞水面。

表 1 3 个海绵分区下垫面分布

分区名称	西北地块	西南地块	南部地块
总面积 / hm ²	25.36	9.16	27.12
道路 / m ²	11 300	5 055	26 475
绿化 / m ²	242 300	48 150	84 001
构建筑物 / m ²	0	14 268	32 773
综合径流系数	0.18	0.21	0.2
主要构建筑物	全地下污水处理箱体	生反池、二沉池	生反池、二沉池、高效沉淀池、滤池

根据不同分区特点,制定针对性实施方案,做到一地一策,因地制宜,具体如下:

(1)西北地块

西北地块新增用地 25.36 hm²,建设有全地下污水设施。地块下垫面以绿化为主,考虑设置下凹式绿

地和植草沟控制径流。

地块的雨水拟通过管道收集,通过新建雨水泵房(Q=1.0 m³/s),管道穿过厂外通往张家浜泵闸的道路,排入张家浜。

箱体顶部全绿化覆盖,拟利用自身的地块优势,以自然混交林为主体,通过林下道路的穿插,打造水厂的生态绿肺。

植物群落以榆树类、槐树类、柳树类为主,形成速生、慢生相结合的群落。场地内人行步道采用灰色透水沥青,入口广场采用彩色透水沥青,局部休闲广场采用砾石散铺的方式满足透水性。沿地块外围车行道及养护便道设置植草沟,兼顾景观性和排水功能;结合活动场地及主要步道,布置多个下凹式绿地群落,形成节奏韵律。海绵设施布置见图 2。

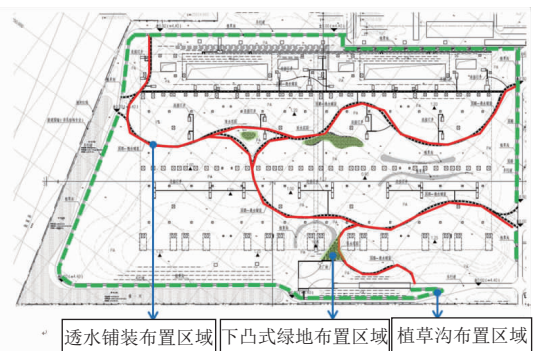


图 2 西北地块道路和绿地海绵技术布置图

(2)南部地块

南部地块新增用地 27.12 hm²,建设有生化处理设施和深度处理设施。考虑通过在池顶种植屋面降低区域径流系数,利用植草沟转输径流至雨水滞蓄设施,超过控制标准的雨水直接排入厂区末端已建泵站。

地块内生物反应池顶部的 50 cm 覆土,通过灌木及宿根植物打造屋顶绿化,同时构筑物周边种植爬藤植物,对构筑物侧面进行美化。具体布置见图 3。

(3)西南地块

西南地块新增用地 9.16 hm²,建设有生化处理设施,绿化率较高,可通过设置下凹式绿地、植草沟等设施控制径流,但由于西南地块位于厂区现有排水系统上游,如要构建雨水系统,除在地块内敷设管道外还需同步翻盘已建雨水系统并新增排口。

结合建设条件和建设目标,提出传统建设模式的“灰色”方案和融合海绵设施的“灰绿”结合建设方案进行对比,具体如下:

方案一:灰色方案

根据传统工程方案,厂区雨水均通过管道直接

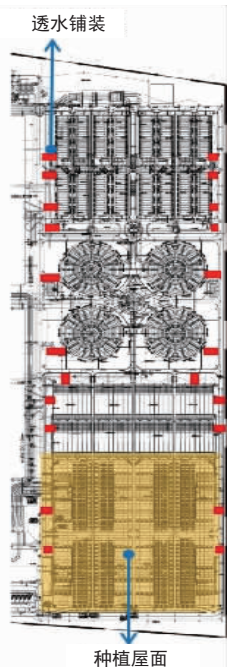


图3 南部地块海绵布置图

收集后排放。周边可供排水的河道仅长江和张家浜,向长江排雨水,需新建泵房及排放口;向张家浜排水,则需新建泵房,排放管穿过厂外道路排入张家浜。

西南地块的雨水通过厂区新建雨水管道,全部接入南部地块新建雨水管道,与南部地块的雨水汇合后,最终通过南部地块东侧拟新建雨水泵房($Q=3.0\text{ m}^3/\text{s}$)排入长江;现状厂区雨水系统起点易积水区域,雨水管道需翻排,现有雨水泵站预留泵位新增1台雨水泵 $Q=1.26\text{ m}^3/\text{s}$,以应对现状厂区的雨水增量。该方案拟新建长江排放口方案需要与环保、水务、海事、航道等部门共同商议确定。

方案二:灰绿结合方案

结合海绵城市建设控制目标,在工程中拟采用下述措施:采用透水铺装、设置下凹式绿地(缓存塘)、设置生态植草沟等。地块的雨水拟在绿地中渗蓄,在降雨之后通过埋地一体化雨水泵站($Q=1.0\text{ m}^3/\text{s}$)缓慢排入厂区已建雨水管道。通过上述工程措施,减少纳入管道的雨水量,以减轻现状雨水管道和雨水泵房的压力,在避免大拆大建基础上实现新增区域雨水排水标准。

两方案对比见表2,方案二通过新增下凹式绿地,增加了厂区范围内雨水源头滞蓄能力,在实现新增厂区径流总量控制率达标的同时,也满足新增厂区雨水排水能力达标;方案一需新增排口,工程费用与实施难度大,即使不考虑排口建设费用,方案一的工程投资仍然略高于方案二。若按方案一实施,则现

状厂区中的已建管道需大规模翻排改建,施工难度、施工影响、施工周期都比较大。本次工程建设周期时间非常紧,从缩短协调周期及更顺利地推进工程进展等角度考虑,拟采用方案二作为推荐方案。

表2 建设方案对比表

方案	方案一:灰色方案	方案二:灰绿方案
工程投资	新建排水管道、现在管道翻排、新建雨水泵站等投资约2800万元(不含排口建设费)	新增透水铺装、传统绿化调整为下凹式绿地等工程费用增量约2400万元
工程效益	雨水系统 $P=3$	雨水系统 $P=3$;径流总量控制率达标
工程实施难度	1.新增排口方案需与各部门对接; 2.大面积翻排雨水管对已建厂区影响大	海绵设施与厂区总平面同步实施

除雨水排水设施外,地块内生物反应池上方覆土50cm,拟在其上部种植部分小灌木及草花地被,利用不同品种的植物打造色块景观,南部打造下凹式绿地(雨水缓存塘),运用耐水湿植物打造自然生态的植物群落景观。场地内人行步道及活动场地采用灰色透水沥青。具体布置见图4。

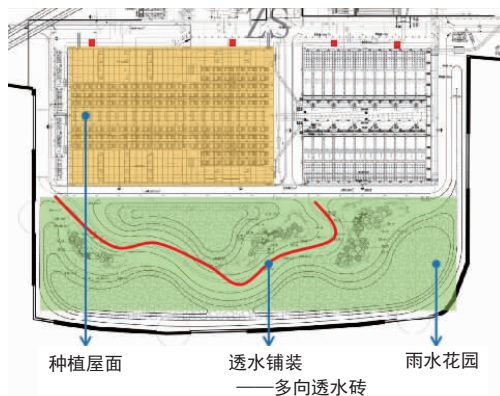


图4 西南地块道路和绿地布置图

2.4 建设目标复核

结合各分区工程方案,进行海绵设计,经复核,新增厂区内理论所需调蓄量 2730 m^3 ,设计调蓄容积约 24100 m^3 (含雨水缓存塘调蓄能力),年径流总量控制率达到75%以上。新增绿地面积 46 hm^2 ,总绿地率31.6%(大于30%),实施种植屋面 86700 m^2 ,满足《导则》中技术要求。

3 建设效果和工程效益

改造工程完成后,新增地块雨水系统重现期达到3a一遇,地块雨水排水也未对现状厂区排水造成影响,完工至今未出现厂区内涝事件。全厂年径流总量控制率超过75%。海绵改造后厂区整体景观效果

也有提升,建成后实景见图5。



(a)西南地块雨水缓存塘实景图



(b)西北地块实景图



(c)池顶绿化种植实景图

图5 污水厂建成后海绵设施实景图

4 大型污水厂改造工程海绵建设思考

(1)大型污水处理厂改造工程建设用地往往非常紧张,用地开发强度大,海绵厂站设计时除根据《导则》中设计原则开展外,还应注意进行分区,因地制宜,针对不同下垫面特点制定方案,适宜做海绵的区域多承担径流削减的工作,构建筑物密集区域相应减少设施的布置。最终实现全域海绵控制指

标达标。

(2)虽然部分海绵设施的工程造价较常规的绿化、路面高,但是对比传统雨水系统设计,结合海绵设施理念后雨水系统工程总投资并不一定会增加。结合本工程案例,融入海绵设施的雨水系统大幅减少了雨水排管的利用,也避免了对厂区雨水泵站和雨水排口的改造,真正实现了降本增效的目的。

(3)近年来,随着除臭标准的提标,污水处理厂预处理区、生物反应设施上需要进行加盖,导致原本开敞的池面形成了不透水区域,增加了径流汇流。在工程实施时应关注这些区域的排水,可通过带存水弯的泄水孔、地漏等设施实现池面排水,避免池面径流外泄,也可提高池体附近海绵设施的滞蓄能力,提升区域的径流控制能力。

(4)海绵设施建设应贯彻全过程监管,从设计到实施到运维均应进行阶段性验收考核。维护期也要安排专人对设施进行日常巡检养护,在汛期和雨季来临前,应加强设施的检修和维护管理,保障设施正常、安全运行。

参考文献:

[1] 张辰.基于海绵城市建设理念的排水工程设计[J].给水排水,2019,55(6):1-5.

[2] 冯丹.基于海绵城市理念的城市排水工程设计初探[J].兰州交通大学学报,2019,38(4):105-108.

[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(S1):170-175.

[4] 王智.海绵城市理念在城市污水处理厂建设工程中的应用[J].工程技术研究,2022,7(19):129-131.

[5] SSH/Z 10016—2018,上海市水务设施(厂/站)海绵城市建设技术导则(试行)[S].

[6] 中华人民共和国住房和城乡建设部.海绵城市建设技术指南——低影响开发雨水系统构建(试行)[M].北京:中国建筑工业出版社,2014.

《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