

滨海地区人工湿地技术探讨

——以天津南港工业区人工湿地工程为例

刘 贞

(中交天航环保工程有限公司,天津 300450)

摘要:分析了滨海盐碱地区环境对人工湿地工程的影响,以天津南港工业区人工湿地工程为例,总结了滨海地区人工湿地工程的关键技术,探讨了滨海地区建设人工湿地工程的可行性,认为在滨海盐碱地区采用人工湿地工艺进行污水和废水的处理是完全可行的。

关键词:人工湿地;滨海;盐碱地;排盐

中图分类号:X171 **文献标志码:**A **文章编号:**1004-6933(2016)S1-0073-03

人工湿地抗冲击负荷能力强,能有效去除氮磷污染物,方便运营管理和维护^[1],目前已成污水处理厂深度净化的“有效武器”。一般人工湿地工程是由调节塘、表流/潜流人工湿地、景观湖等环节组成的系统工程,不但包括湿地净水系统,还结合有景观建设,在净化污水的同时美化环境,创造经济效益。随着人工湿地技术的不断发展成熟,人工湿地工程被广泛运用到各大城市和乡镇,包括我国滨海地区。由于滨海地区土壤盐渍化、大风大浪等特殊环境,因此建设人工湿地有一定技术特点。位于临海地区的天津南港工业区人工湿地工程,对南港工业区污水处理厂的达标污水进行深度净化,并建设景观湖和景观工程,形成污水处理与景观相结合的人工湿地公园,预计可以达到深度净化污水、保护近海水域水质、改善滨海环境的效果。

1 滨海地区环境限制因素

在滨海地区建设人工湿地有一定技术难度,主要的限值因素有土壤盐渍化、软土和风浪。

地势低平的沿海地区由于经常受到海水的浸渍,土壤表层含盐量很高,经过雨水淋洗和微生物作用而发育成滨海海浸含盐土。从土壤物理特性分析可知:滨海土壤属碱性,含盐量一般在 25~38 g/kg 之间,Cl⁻含量在 10~13 g/L 之间,pH 值在 8.5 左右^[2],属氯化钠型盐碱土壤,次生盐渍化严重,不利于淡水水生植物的生长。

人工湿地工程一般是湿地水处理系统和景观工

程的结合,因此维持植物的正常生长代谢至关重要。在高含盐量的水或土壤中,由于盐分对植物的胁迫作用,导致植物根系吸水困难,过量的 Na⁺、Cl⁻会干扰植物对其他有益元素如 K、Ca、N 等的正常吸收,引起细胞的代谢失调;除此之外,高盐度还会降低植物光合作用速率,并影响某些特定酶的作用效能^[3],造成植株生长缓慢、畸形甚至死亡。

另外,沿海地区水文地质环境复杂,地下水位高,土壤黏性大,透气性差,这样的软土十分不利于工程施工和景观植物生长。临近大海造成的大风大浪,也是滨海地区建设人工湿地的限制因素^[4]。

2 天津南港工业区人工湿地工程介绍

2.1 工程概况

天津南港工业区人工湿地工程位于天津滨海新区近海区域,对南港工业区污水处理厂出水进行深度净化,进一步削减污染排放对近海水域影响。工程采用调节塘+水平潜流人工湿地+表面流人工湿地+生态景观湖的组合工艺,施工平面布置图见图 1。处理水量为 6 万 m³/d,占地面积约 19.7 hm²,湿地进水质达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB 18918—2002)中的一级 A 标准,但是含盐量较高,目前园区内企业污水含盐量 3000~4000 mg/L,预测远期回用后含盐量 2000 mg/L。

2.2 工艺结构设计

2.2.1 水平潜流人工湿地

水平潜流湿地设计池深 1.5 m,有效水深 1.2

作者简介:刘贞(1988—),女,助理工程师,硕士,主要从事黑臭水体整治、污水污泥处理研究。E-mail:1025845565@qq.com

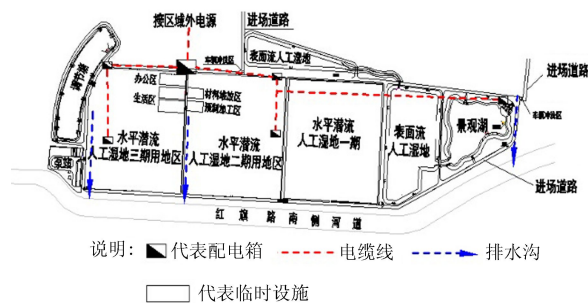


图1 天津南港工业区人工湿地工程施工平面布置

m,有效面积 96 000 m²,共设 160 个独立处理单元,矩形单池平面尺寸为 20 m×30 m,湿地形式采用水平潜流湿地结构,进水端设在靠配水渠一侧,由配水花墙引入湿地单元内。进水经过湿地单元处理后,在单元末端通过 30 m×300 m 方形出水口,汇集到湿地的二级配水渠或集水渠内,汇集后送入后续表流湿地。湿地底部铺设 HDPE 复合土工膜作为防渗材料,其上覆盖 20 cm 黏土保护层。配水花墙内填充吸附能力强的沸石和碎砾石,处理单元内填料选用砾石,并考虑水平级配,防止填料堵塞。

2.2.2 表面流人工湿地

表流湿地设计水深 0.5 m,有效面积 19 200 m²,分为两部分,采用明渠联通,穿路部分设置联接管。对沟渠、围堰进行平整,同时采用类似折板的围堰进行重新布水,以达到均匀布水的目的。为提高该区域的水力负荷,方便操作维护,达到良好去除污染物的效果并改善湿地卫生状况,在表流湿地中设两道导流墙,使表流湿地呈狭长形通道,使得布水尽量均匀。边坡采用连锁护坡砖,下设 10 cm 碎石垫层,底层铺设 HDPE 复合土工膜,上铺 20 cm 黏土保护层。

2.2.3 景观湖

景观湖平均水深 2.0 m,有效面积 8 700 m²,为防止水体富营养化和藻类滋生,内设生物栅及曝气机,出水口设水质在线检测仪。景观湖底部铺设 HDPE 复合土工膜作为防渗材料,其上覆盖 20 cm 级配碎石。采用连锁式生态护坡砖作为景观湖边坡护砌材质,岸边带种植带有景观效果的耐盐亲水植物。

2.3 换土排盐设计

人工湿地内铺设的防渗膜在防止污水下渗的同时,也起到隔盐的作用,但是景观湖沿岸的绿化种植区还需要做排盐设计,以保证植被的正常生长。参考盐碱地的改造技术和近几年滨海人工湿地的建设经验,本工程采用客土换填和排盐管排盐的方式进行景观种植区的排盐。

2.3.1 客土换填

将景观湖沿岸的种植地挖深 60 ~ 100 cm,填满客土作为种植土,换置原来种植区的盐土。这种方

法短期效果好,但通常是改造 3 ~ 5 年后土壤底层的盐分会随着毛细管作用返到改造过的土壤层,使得改造过的土壤再次盐碱化,效果不长久^[5]。

2.3.2 排盐管排盐

换填种植土并不能根本解决盐碱地问题,而且大面积换土也有一定经济局限性,因此,在景观种植区的换填土层下埋设排盐暗管,连接到排盐井,排盐管顶部有排盐孔,经过降雨的淋洗,上返到种植土层中的盐分通过排盐孔进入排盐暗管,汇集到排盐井中,最终排入海中。排盐管排盐可以长期有效地防止盐分上返,最大限度地提高植被成活率。

2.4 耐盐植物筛选

人工湿地进水水质的含盐量很高,需要筛选耐盐的水生植物,为此笔者进行了仔细调研。

目前,全球发现的湿地高等植物多达 6 700 余种,但是用于人工湿地处理系统且产生明显效果的仅仅几十种,从中选择合适的水生植物显得尤为重要。滨海人工湿地植物不仅要满足观赏性和强化净化污水双重目标,还要耐盐碱、地上生物量大(易于收获处置)、景观效果好,适合当地环境,有一定经济价值。

目前已知的耐盐水生植物主要包括大叶藻、川蔓藻、虾海藻^[6]等沉水植物以及芦苇、盐角草、红树、大米草、蘆草等挺水植物,这些植物的共同特点是具有发达的通气组织,耐水淹、耐缺氧的能力较强。郭焕晓等^[7]的研究表明,香蒲、睡莲、水葱、美人蕉、千屈菜和黄花鸢尾都可以用作中国北部沿海高盐度地区微咸水人工湿地污水处理系统的植物,其中以黄花鸢尾耐盐性和脱氮除磷效果最好,并且具有很好的景观效益,花期长,耐寒,可以用作中国北部沿海高盐度地区微咸水人工湿地污水处理系统的优选植物。尚克春等^[8]的研究表明,芦苇、黄花鸢尾、大米草、盐角草、盐地碱蓬、碱蒿这 6 种植物可归为重度耐盐植物,其中,芦苇、盐地碱蓬、碱蒿这 3 种植物去除氯离子效果更好。Klomek 等^[9]对人工湿地中不同耐盐植物处理含盐污水进行试验,认为香蒲和马唐草具有耐盐能力强、去污效果好等特点。天津泰达人工湿地^[4]种植了芦苇、香蒲、菖蒲、荷花、睡莲、水葱、荸荠、菰等 8 种水生植物,成活率均达到 95% 以上。天津南港工业区人工湿地计划采用互花米草、狭叶香蒲、三棱草、水葱、美人蕉、芦苇等在水生植物区进行栽种,预计抗盐度冲击负荷可以达到 20 000 mg/L。

由此可总结出几种耐盐植物:互花米草、芦苇、三棱草、盐地碱蓬、碱蒿、黄花鸢尾、盐角草、香蒲、马唐草。略逊一筹的还有大米草、睡莲、水葱、红树、蘆草、美人蕉、千屈菜、菖蒲、荷花、荸荠等,以及大叶

藻、川蔓藻、虾海藻等沉水植物。在适宜植物生长的盐度范围内,人工湿地选择一种或几种植物搭配栽种,可增加植物多样性,提升湿地景观效果。目前园区企业污水含盐量较低,故近期潜流湿地植物主要种植芦苇,随着湿地进水含盐量的增长,经驯化的植物可继续生长,当进水含盐量超过芦苇耐盐范围时,会出现局部植物枯萎,需要进行人为换种互花米草等高耐盐植物。

3 结 语

人工湿地技术近几年发展迅速,用来处理生活污水、工业废水、污水处理厂二级污水,以及建设湿地公园等,是目前研究和应用热点。沿海地区由于土壤的盐渍化、风浪较多等特殊环境因素,人工湿地的建设有一定技术特点。通过换土、排盐、筛选耐盐植物等技术可以实现滨海环境对湿地的影响最小化;近年来,植物和微生物的耐盐机理研究进展迅速,利用遗传工程等生物技术手段提高植物和微生物对高盐度环境的适应性也已成为可能。做好场地排盐隔盐,筛选耐盐植物,调节最佳环境因素,提高水生植物、微生物的耐盐范围及其在高盐环境下对污染物的代谢能力,在滨海盐碱地区采用人工湿地工艺进行污水和废水的处理是完全可行的。人工湿地不仅总体投资小,而且管理方便,易于维护,同时又可实现污水的资源化,如能推广应用于滨海地区,将对近岸海域环境质量的改善产生重要作用。

(上接第 43 页)

物理自净能力。南港与竹园断面在各项水质指标下,均不能排在前两位,且大量位居最后两名,说明南港断面与竹园断面的水质比其他断面差。这源于南港与竹园断面直接受到黄浦江污染物的排放、竹园污水处理厂排污,甚至还可能有随着涨潮流上溯而来的白龙港污水处理厂排出的污染物的影响,不同污染源的污染物在南港水域集聚使得水质变差。所幸南港与北港的水体交换以及污染物自身的扩散还不足以对北港水质产生较大的影响,因此还没有对青草沙水源地的安全产生威胁。

4 结 语

长江口上海境内的水质在时间上表现出了较为明显的汛期好于非汛期的特点。汛以来水量大使得长江口的物理自净能力大大增强,各种污染物汛期的浓度均不同程度地小于非汛期。以地表Ⅱ类水为标准,水源地附近水域主要受营养盐的污染,营养盐的污染近年来有加重的趋势。

参考文献:

[1] 王琴, 张海涛, ARCANGELI J P, 等. 高盐工业废水人工湿地处理中植物的筛选[J]. 环境工程学报, 2012 (1):226-231.

[2] 颜秀勤, 廖飞风, 李健, 等. 以再生水为载体的城市区域水环境系统构建[C]//2005 年首届中国城镇水务发展战略国际研讨会. 北京: 中华人民共和国建设部办公厅, 2005.

[3] MUNNS, R. Physiological processes limiting plant growth in saline soils: some dogmas and hypotheses[J]. Plant Cell & Environment, 1993, 16(1):15-24.

[4] 刘萍萍, 尹澄清, 尹红, 等. 滨海地区湿地重建的生态工程范例[J]. 城市环境与城市生态, 2003 (6):275-276.

[5] 张成丕, 杨新民, 董运秋. 青岛盐碱地盲管排盐与绿化改造技术的研究[J]. 水土保持通报, 2011(3):117-121.

[6] 赵可夫, 李法曾, 樊守金, 等. 中国的盐生植物[J]. 植物学报, 1999, 16(3):201-207.

[7] 郭焕晓, 马牧源, 孙红文. 中国北部沿海高盐度地区人工湿地植物研究[J]. 铁道工程学报, 2006(9):6-9.

[8] 尚克春, 刘宪斌, 陈晓英. 高盐废水人工湿地处理中耐盐植物的筛选[J]. 农业资源与环境学报, 2014(1):74-78.

[9] KLOMJEK P, NITISORAVUT S. Constructed treatment wetland: a study of eight plant species under saline conditions. [J]. Chemosphere, 2005, 58(5):585-593.

(收稿日期:2016-11-09 编辑:彭桃英)

长江口上海境内断面污染物的浓度总体上不低于徐六泾断面,说明长江口的污染源对水源地附近水质恶化的影响不可忽视。南支水域与北港水域水质相对较好,南港水域水质较差,污染物目前没有对长江口水源地产生很大的威胁,但需要引起重视。

本文中仅考虑了汛期与非汛期的平均状况,污染源对水源地短期的污染没有考虑,如汛期浏河排污对陈行水库产生的影响等。短期污染也会对水源地取水产生影响,需进行进一步的研究。

参考文献:

[1] 丁磊, 窦希萍, 高祥宇, 等. 长江口盐水入侵研究综述[C]//中国海洋工程学会. 第十七届中国海洋(岸)工程学术讨论会论文集(下). 南京: 中国海洋工程学会, 2015.

[2] 李雯婷. 长江口排污对上海水源地水质影响的数值分析[D]. 上海: 上海海洋大学, 2011.

[3] 叶属峰, 杨颖, 田华, 等. 河口水域环境质量检测与评价方法研究及应用[M]. 北京: 中国科学出版社, 2004.

(收稿日期:2016-12-18 编辑:徐 娟)