

DOI:10.16799/j.cnki.esdqyfh.2022.01.030

徐圩新区达标尾水排海工程项目运行管理研究

王其仓¹, 闫红氏², 程志刚¹, 曹照明¹, 关雪峰¹, 马如彬³

[1.江苏方洋水务有限公司,江苏 连云港,222004;2.江苏方洋集团有限公司,江苏 连云港,222004;
3.上海市政工程设计研究总院(集团)有限公司,上海市 200032]

摘要:徐圩新区达标尾水排海工程项目作为连云港石化产业基地重要的基础设施,主要解决石化基地各企业污水处理达标后的最终排放问题。达标尾水排海工程项目的稳定运行是石化基地的重要保障。为此,结合徐圩新区达标尾水排海工程的基本情况,对相关风险点及存在问题进行梳理,并提出运行管理实施方案来指导项目的运行。

关键词:排海管;运行管理;风险分析

中图分类号: X703

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2022)01-0111-04

1 背景

污水排海工程是通过科学的规划和设计,采取严格的工程措施,把经过适当预处理的生活和工业废水,通过扩散器释放到稀释扩散能力强的海域,利用海洋巨大的物理、化学和生物自净能力,达到消除污染物的目的。在英国,最早的排海工程于1890年在英格兰南部建成。该工程是将6.8万人的生活污水用一根直径为900 mm的管道输送到水交换能力较强的海域岸边排放,无水下扩散器。随着人们对排海工程认识的提高,排海管逐渐伸到更深的海底,同时利用若干个扩散器将污水稀释到无害化程度^[1]。在将近100 a的时间里,污水排海技术经若干国家的工程技术人员共同努力而日臻完善,基本形成了从可行性研究到施工运行一整套的理论与方法。污水深海排放已逐渐成为世界各沿海城市污水的主要处置方式之一。现在,英国、美国、新西兰、南非、澳大利亚、法国、印度、埃及都建有污水排海工程。仅英国JOHNTAYLOR排海工程公司,就已在亚洲、欧洲、大洋洲、非洲、南美洲等的35个国家累计建造了44项排海工程^[2-3]。

国务院环境保护委员会1986年颁布的防治水污染的技术政策中明确规定:在不影响海洋功能的基础上,合理利用海洋的环境容量,实施污水排海工程。同时,“七五”期间,国家环境保护计划中已把

“合理利用海域净化能力,选定最佳排污口位置,确定科学排放方式”作为海洋环境保护的主要措施之一。2003年,上海市金山区污水排海工程,正常排放管径采用DN1650管道,管道全长1376.7 m。2004年,上海市奉贤区东部污水处理厂工程排海工程,正常排放管径采用DN1650管道,采用竖曲线顶管方法施工,管道全长1073.8 m。2005年,上海市白龙港城市污水处理厂扩建工程排海管部分由1#排海管、2#排海管和应急排放管组成,采用C50钢筋混凝土管DN3500,1#排海管全长853.8 m,2#排海管全长746.3 m,应急排放管全长203.8 m。2008年,南通大型达标尾水排海工程,海域排放管道总长约6.4 km,管径DN1800。2013年,东吴浆纸基地尾水排海工程,海域管道约12.4 km,排放管采用3根DN1400钢管。

根据《连云港徐圩新区污水专项规划》(修编)、《徐圩新区达标尾水排海工程海洋环境影响报告书》、《徐圩新区达标尾水排海工程变更海洋环境影响补充报告》及批准意见,遵循经济建设与环境保护相协调的原则,针对徐圩新区河网水系的环境现状,以保护徐圩新区水环境为总体目标,充分利用海洋水体的净化功能,徐圩新区启动建设徐圩新区达标尾水排海工程,计划于2021年6月份建成投运。

徐圩新区达标尾水排海工程的服务对象为连云港石化产业基地,收集范围为北至苏海路,南至善后河及南复堆河北岸,东部紧临海滨大道,涉及服务范围约62.61 km²,如图1所示。虹港石化公司PTA项目、斯尔邦石化公司丙烯腈项目、连云港石化有限公司320万t/年轻烃综合加工利用项目、连云港石化

收稿日期:2021-04-06

作者简介:王其仓(1985—),男,硕士,工程师,主要研究方向为工业废水处理。

产业园有限公司公用工程岛项目、盛虹炼化(连云港)有限公司炼化一体化项目等,均在其范围内^[4]。达标尾水深海排放,一方面给园区企业的环境保护提出了更高要求;另一方面解决了企业排水的最终出路,园区内各企业成为本项目最直接的受益者^[5]。

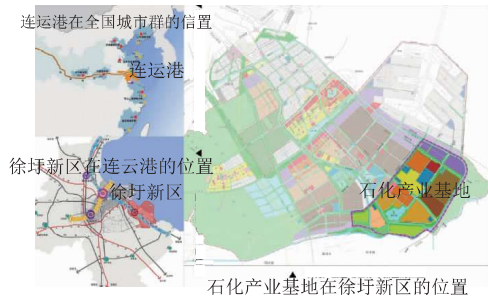


图1 项目区位及服务范围

在项目建成后,初期投入运行的污水排放量不会达到设计规模,以致会发生扩散管内泥沙沉积、海水侧灌、海水中泥沙或微生物入侵等现象,从而造成淤堵,导致部分功能丧失,甚至系统整体破坏的严重后果。除此之外,由于事故性原因或长期运行排海工程之后,污水排放量随着城市的发展会逐渐增加,以致超过设计规模。如果不采取有效的工程技术措施,将会使排污混合区的范围增加,影响周围水域的使用功能。污水海洋处置工程的运行管理直接影响到排海工程的顺利运作,以及周边地区的海洋生态环境安全。因此,对相关潜在风险点及存在问题进行梳理,提出相应的运行管理实施方案十分重要^[6]。

2 项目简述

东港污水处理厂尾水经过再生水厂、高盐废水处理工程等流程,处理达标后进入人工湿地进一步净化,进入调蓄池通过调压泵站最终完成深海排放。园区各企业的生产废水(主要为循环冷却水)通过高盐废水处理工程处理达标后,通过工业含盐废水管道进入调蓄池,然后通过调压泵站进行深海排放。本项目平面布置如图2所示。



图2 项目平面布置图

达标尾水排海工程工艺流程如图3所示,详细工艺为:经人工湿地调蓄、净化后,尾水进入泵站,经过进水闸门、进水格栅,进入集水井。将集水池内混合尾水通过水泵加压提升,经出水压力管道最终进入排海管道,再由扩散段处设置的鸭嘴阀喷口喷射进入排放点,使污水和海水之间产生紊流混合,从而使靠近排放口的排出污水获得有效稀释。

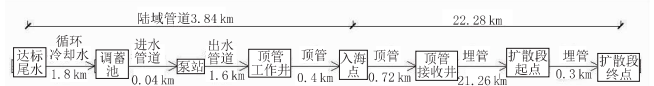


图3 达标尾水排放工艺流程图

徐圩新区达标尾水排海工程建设规模 11.83 万 m^3/d 。其中,达标尾水排放量为 6.0 万 m^3/d ,基地循环冷却水排放量为 5.83 万 m^3/d 。排放管道为单管形式敷设,出水管道总长 26.5 km,陆域管道 3.8 km,海域管道长 22.3 km,扩散段长 300 m,扩散器附有 DN100 上升管。徐圩新区达标尾水排海工程为目前国内距离海岸线最远的达标尾水排放管项目。

3 潜在风险点与问题分析

根据达标尾水排海工程的建设方案和运行特点^[7],通过进一步梳理,得到项目存在的风险管控点及难点问题,主要有结垢淤堵、各类工程故障和水质事故处置等。

3.1 结垢淤堵

(1) 水量不足

排海工程近期流量约 5 万 m^3/d ,中期(至 2030 年)流量约 8.57 万 m^3/d ,远期(2030 年后)排放量约 11.83 万 m^3/d 。由于初期的污水排放量达不到设计规模,运行初期属于低负荷运行,水量较低,管道末端的流速及压力极低,以致会发生扩散管内泥沙沉积、海水倒灌、海水中泥沙或微生物入侵等现象,从而造成淤堵,使工程部分功能丧失,甚至导致系统整体破坏的严重后果。

(2) 硬度结垢

连云港石化产业基地大部分企业的生产污水及生产废水通过东港污水厂片区工程处理达标后进入人工湿地进一步净化处理。然后进入调蓄池,通过调压泵站进行深海排放。部分企业的循环冷却水通过自有装置处理达标后,直接进入调蓄池,然后通过调压泵站进行深海排放。整体排入的水质主要为循环冷却水排污水回用浓水及生产污水回用浓水。这两股废水的 TDS 在 12 000 mg/L 左右,硬度在 400~500 mg/L 左右,具有盐分高、硬度高等特点(见表1)。

硬度在 100 mg/L 以上,就存在管道结垢的风险,造成管道的过流截面减小,进而完全淤堵。由于排海工程属于单管敷设,一旦管道结垢,后果不堪设想。

表 1 废水回用 70%后的浓水水质统计表

序号	水质项目	循环水回用后浓水	尾水回用后浓水	盛虹直排水质	其他预估水质
1	水量 / (m ³ ·d ⁻¹)	22 500	15 000	5 000	75 800
2	TDS / (mg·L ⁻¹)	12 000	12 000	12 000	12 000
3	总硬度 / (mg·L ⁻¹)	500	300	1 000	700
4	氯离子 / (mg·L ⁻¹)	3 600	3 300	3 600	3 600
5	硫酸根 / (mg·L ⁻¹)	1 500	1 200	1 500	1 500
6	总氮 / (mg·L ⁻¹)	33	33	33	33
7	氟离子 / (mg·L ⁻¹)	8	8	8	8

(3) 泥沙污染

在排入排海管道前,污水处理厂达标尾水进一步经生态净化工程削减。生态湿地属于敞口露天状态,具有微生物繁殖量及各类藻类的生长量大的特点,存在各类悬浮物为下游的管道带来淤堵的风险。此外,生态湿地的建设为原土结构,未进行硬化处理,届时会夹杂泥沙等物质,为管道的结垢沉积增添结垢晶核。

3.2 其他工程故障

海底管道在长期运行期间可能会发生各种类型的故障现象。

(1) 海水夹杂泥沙通过排放口倒灌,使管线内砂石淤积严重,喷孔堵塞,从而降低放流管线的过流能力和污水在海水中的稀释能力,情况严重将导致整个放流管线废弃。

(2) 由于地震或其他地质变化以及捕鱼拖网等海上作业对管道形成破坏,使放流管产生裂缝、错位和喷孔损坏等情况,从而使放流管不能正常运转。

(3) 管与管连接处密封层损坏引起渗漏,管线及其附属金属构件暴露部分的腐蚀与侵蚀等。

(4) 泵站设备出现故障等。

3.3 水质事故问题

针对上游来水情况,排海工程存在以下 9 种水质事故情况:

(1) 人工湿地发生事故,如突发的危化品泄漏污染、水生植物大面积死亡等。

(2) 调蓄池、调压泵站或排海管道发生事故。

(3) 污水处理厂出水水质不达标,包含基地循环冷却水不达标、污水厂尾水不达标或两者都不达标 3 种情况。

4 管理实施对策

为便于管理,将排海工程分为陆域部分和海域部分。运行管理方案将针对各部分工程内容,逐一对项目进行整体管理,分部管控。运行管理方案将形成常规管理流程及管理内容,并针对以上存在的问题提出针对性的应急处置措施方案。

4.1 常规管理流程内容

(1) 陆域部分运行管理

陆域部分主要包括调蓄池、调压泵站、顶管工作井及顶管等构筑物。其运行管理与维护的内容,与常规污水处理厂相似,可以借鉴常规污水处理厂的运行管理经验与方法,建立规章制度,明确管理内容,完善管理手段。制度建设方面,主要建立以岗位责任制为中心的设备设施巡检制度、安全操作制度、交接班制度、设备维护保养制度等。管理内容方面,主要包含生产计划管理、安全作业管理、生产工艺运转管理、设备维护管理、化验数据分析管理、生产统计管理、财务管理。管理手段主要包括在线监测和数据分析管理。除上游的来水水质监测管理外,还包括纳污海域水质监测管理和海上放流管线的维护管理等。同时,还应该加强对各项数据的管理与分析,为后期的管理提供经验和依据。

(2) 海域部分运行管理

海域部分包括海域放流管线和扩散段(含纳污污水厂)等。其运行管理与维护,主要包括放流管线的维护管理、扩散段的运行管理和污水厂的运行管理。

放流管线的维护管理,可分为日常维护与事故维护管理。日常维护管理主要是对海上放流管线进行检测,对检测资料进行分析、记录、整理,并采取适当的措施对管线上出现的故障进行维护等。事故维护管理与日常维护管理的不同之处在于它的不确定性、偶发性和进行维护行动的紧迫性。事故维护管理根据事故发生位置、现象及性质,分析事故发生原因,制定解决措施。

扩散段的运行管理,主要是对扩散器的各类检查和处置。一是要检查海水倒灌与砂石淤积堵塞现象。二是要监测扩散段管线及其附属物是否出现腐蚀现象。三是要确认管线构件是否出现老化、松动现象。

污水厂的运行管理,主要针对扩散器周围一定区域内形成的相对平衡的海水与污染物混合区进行管理。一是要确定污水厂内容许最高污染物浓度控制标准。二是要建立污水厂日常运行管理方案,包

括确定污水厂的监测计划、观察并记录污水厂的运行情况、分析污水厂变化与入海污水水质水量和海域水文气象变化的关系等。三是要根据污水厂的变化情况,提出运行方案的调整意见,如调节入海污水流量、调节入海污水水质、调节排放时间等。

4.2 非常规应急处置方案

(1) 低流量工况管理措施

排海管道放流管设计施工完成后,参数就已经确定。针对污水量不足的情况,需要通过控制来控制来保证放流系统的正常运行。针对未达设计流量运行时放流管内特殊的水利特性,提出间歇运行或在关闭一定数目喷孔的条件下连续运行。具体如何进行操作,需要进一步细化研究。

(2) 水质结垢预防措施

管道内的碳酸钙、硫酸镁等化学水垢问题属于慢化学过程。若管道出现此类情况,将致使排海工程管道的过流面积降低,严重影响排水量,进而影响使用寿命。鉴于此,建议从以下方面开展工作。一是探索控制开停泵方式,强化管道内紊动强度。二是采取外部加药的方式,探索缓蚀阻垢剂类型,定期进行加药,防止结垢。三是采取化学除垢措施,探索添加酸性物质种类,进行化学除垢。

(3) 杂物淤积倒灌防范措施

针对因海上倒灌等问题造成的管道末端及上升管的淤积堵塞,主要尝试以下解决方案。一是源头控制,制定来水 TSS 的监测和管理方案,采取措施除去上游来的藻类和泥沙。二是过程控制,制定调蓄池及集水池运行清洗除污方案。三是加大后段扩散管内水流的紊动强度,便于泥沙悬浮物冲走。四是要尽量缩短停机维修的时间,工程检修完后,将入侵的海水冲洗干净。

(4) 事故应急排放方案

一旦出现前述的 3 种水质事故状态,根据《连云港石化产业基地水环境风险应急防控系统建设方案(修订本)》,可将复堆河 2# 排污区作为临时排污区。立即启动尾水超标排放应急预案,并立即关闭外排截流阀,根据污染物的浓度和扩散情况,对排口及下游地区进行常规的水质监测,并将监测情况及时向指挥部报告。必要时根据指挥部决定通知下游水质

恶化区域内停止取水使用。如果监测量较大,可立即通知连云港环境监测站协助监测,避免事故进一步扩大。及时查出原因,确保污水排放浓度达标后再排放。

5 结语

徐圩新区达标尾水排海工程项目作为连云港石化产业基地重要的基础设施,主要解决石化基地各企业污水处理达标后的最终排放问题。达标尾水排海工程项目的稳定运行是石化基地的重要保障。对相关潜在风险点及存在问题进行梳理并研究运行管理实施方案,得到以下结论:

(1) 本工程建设符合相关规划要求,当地自然条件、外部配套条件适合排海管道建设,设计较为成熟。国内外沿海城市修建了很多污水排海管道,积累了较多的管理经验,本工程技术风险可控。徐圩新区达标尾水排海工程为目前国内距离海岸线最远的达标尾水排放管,事故后果重大,科学合理的运行管理办法十分重要。

(2) 项目存在的风险管控点及难点问题主要有结垢淤堵、各类工程故障以及水质事故处置,潜在风险点较多且分散,运行管理难度大。

(3) 运行管理方案针对各部分工程内容,逐一对项目进行整体管理,分部管控,形成常规管理流程及管理内容,并针对以上存在的问题提出针对性的应急处置措施方案,为达标尾水排海工程顺利运行提供保障。

参考文献:

- [1] 黄璟.长距离排海管道设计[J].珠江水运,2018(10):52-53.
- [2] 邓力禹,张瑞玉.某港区污水处理厂尾水深海排放管工艺设计[J].珠江水运,2014(13):56-57.
- [3] 陆斌.嘉兴市污水排海工程的设计[J].中国给水排水,2004,20(1):58.
- [4] 张彬彬,闫红民,刘兵,等.徐圩新区达标尾水排海工程海域管道设计探讨[J].中国给水排水,2019,35(6):92,94-97.
- [5] 刘成.上海市星火开发区排海工程的检查与修复[J].给水排水,1999(3):29.
- [6] GB 18486—2016,污水海洋处置工程污染控制标准[S].
- [7] 王文喜,张瑞安,李明基.烟台套子湾污水处理厂尾水排海管道工程设计及运行[J].中国给水排水,2014,30(12):136-139.