

基于上海市污泥干化焚烧运行研究的若干建议

周 骅

(上海市城市排水有限公司, 上海 200233)

摘 要: 对上海市中心城区三大片区城镇污水污泥处理工程总体情况进行了介绍, 基于上海市三大片区污泥干化焚烧处理工程运行情况, 结合上海市新一轮新建城镇污水厂污泥干化焚烧工程前期研究过程中存在的主要问题, 讨论了上海市城镇污水厂污泥干化焚烧工程主要建设特点, 给出了城镇污水厂污泥干化焚烧工程建设若干建议, 同时提出了城镇污水污泥干化焚烧工程建成运行后需要持续关注的问题。

关键词: 城镇污水污泥; 污泥处理; 污泥干化焚烧; 运行研究; 前期研究

中图分类号: TU992.3 **文献标识码:** B **文章编号:** 1000-4602(2018)16-0017-05

Some Suggestions on the Research of Sludge Drying and Incineration Operation in Shanghai

ZHOU Hua

(Shanghai Municipal Sewerage Co. Ltd., Shanghai 200233, China)

Abstract: The general situation of municipal sewage sludge treatment project in three major urban areas of Shanghai was introduced. Based on the operation situation and the main problems in the preliminary research of sludge drying and incineration project in Shanghai, the main construction characteristics of sludge drying and incineration project in Shanghai were discussed. The proposal for the construction of sludge drying and incineration project were recommended, at the same time, the issues that need continuous attention during operation of the sewage sludge drying and incineration project were proposed.

Key words: sewage sludge; sludge treatment; sludge drying and incineration; operation research; preliminary research

2015年4月, 国务院颁布实施《水污染防治行动计划》(以下简称“水十条”), 明确指出:“污水处理设施产生的污泥应进行稳定化、无害化和资源化处置。地级及以上城市污泥无害化处理处置率应于2020年底达到90%以上”。在之后上海市政府发布的《上海市水污染防治行动计划实施方案》要求:“以中心城三大污水片区为重点, 加快污泥处理设施建设, 确保污水处理厂污泥安全处置。继续推进石洞口、竹园以及白龙港污泥处理处置设

施等重点工程建设”。2014年, 上海启动了中心城区污泥项目前期研究, 因“水十条”及《上海市水污染防治行动计划实施方案》, 污泥项目获得巨大的推动力, 白龙港、竹园和石洞口三大片区污泥项目建设加快步伐, 到2018年4月, 三大项目已先后开工, 正在全力向着既定目标而奋进。

1 工程概述

按照上海市污水处理战略规划和污水、污泥专业规划, 中心城区划分为石洞口、竹园、白龙港三大

片区,各片区内的污水处理实施“集中为主、分散为辅”的处理格局。经多年建设,已经形成以合流污水一期工程等大型污水输送干线为骨架,以白龙港、竹园、石洞口污水厂等终点厂集中处理为支撑的污水处理总体格局,为城市安全运行和城市水环境治理提供了必要的基础条件,也在近些年为城市污水治理作出了较大贡献。随着水环境要求的日益提高,大型污水处理厂陆续实施提标改造工程,随之也就产生了污泥处理处置的迫切需要。为此,上海从2014年起开展了针对三大污水片区的污泥处理工程的前期研究。到2018年4月,三大污泥项目已开工建设。上海市中心城区三大片区污泥工程布置如图1所示。



图1 上海市中心城区三大片区污泥工程布置

Fig.1 Sludge treatment facility layout of three major sections in Shanghai central city

1.1 白龙港片区污泥处理工程

白龙港片区内有亚洲规模最大的污水处理厂白龙港污水厂,设计处理能力为 $280 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$,出水水质执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB 18918—2002)一级A标准(以下简称一级A标准)。白龙港片区目前正在新建虹桥污水厂,设计能力为 $20 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$,出水水质执行一级A标准。

白龙港污水厂内已经建成规模为 204 tDS/d 的厌氧消化污泥处理设施,采用污泥浓缩、厌氧消化、脱水、干化工艺。该工程利用污泥厌氧消化产生的沼气作为污泥中温消化及污泥干化处理的热源,消化后部分污泥进行干化处理,该工程已于2011年投

运^[1~3]。

白龙港污泥处理二期工程设计规模为 486 tDS/d ($2\,430 \text{ t/d}$,含水率为80%),包括白龙港污水处理厂 448 tDS/d 污泥量和虹桥污水处理厂 38 tDS/d 污泥量,该工程采用“干化+焚烧”工艺,设6条干化焚烧线,主要建设内容有干化、焚烧、烟气处理设施、除臭设施及相关配套设施。

白龙港污泥处理二期工程焚烧产生的烟气排放执行上海市地标《生活垃圾焚烧大气污染物排放标准》(DB 31/768—2013);厂界同时满足上海市地标《城镇污水处理厂大气污染物排放标准》(DB 31/982—2016)和国标《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB 18918—2002)及《恶臭污染物排放标准》(GB 14554—93)。区域边界噪声执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB 12348—2008)Ⅱ类标准。该工程已于2018年3月开工建设。

1.2 竹园片区污泥处理工程

竹园片区有竹园一厂、竹园二厂和升级扩容工程(曲阳污水处理厂、泗塘污水处理厂进行功能调整,规划上将不再运营),设计处理能力为 $220 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$,出水水质执行一级A标准。

竹园片区已建成竹园污泥干化焚烧厂,建设规模为 150 tDS/d (750 t/d ,含水率为80%)。采用“干化+焚烧”处理工艺,共设置2条焚烧线,该项目已于2015年实现投产运行^[4]。

竹园污泥扩建工程建设规模为 223 tDS/d ($1\,115 \text{ t/d}$,含水率为80%),采用“干化+电厂协同焚烧”的工艺路线,该工程进厂脱水污泥含水率为80%左右,经干化处理后,平均含水率降至30%左右,由密闭式卡车将干污泥运输至外高桥第二电厂或第三电厂协同焚烧。

该工程臭气排放厂界污染物监控浓度限值执行《城镇污水处理厂大气污染物排放标准》(DB 31/982—2016);噪声防治执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB 12348—2008)Ⅱ类标准。该工程已于2018年3月开工建设。

1.3 石洞口片区污泥处理工程

石洞口片区有石洞口污水处理厂、泰和污水处理厂、吴淞污水处理厂3座污水处理厂。石洞口污水厂是上海第一座大型生物处理的污水厂,设计处理能力为 $40 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$,目前出水水质执行一级A标准。石洞口片区内,正在建设的全地下式污水处

理厂泰和污水处理厂,设计处理能力为 $40 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$,出水水质在一级 A 标准的基础上,氨氮和总磷指标进一步提升至地表水Ⅳ类水标准。石洞口片区内还有正在运行的吴淞污水处理厂,设计处理能力为 $4 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 。

目前,石洞口污水处理厂内正在建设的污泥干化焚烧设施“石洞口污泥完善工程”规模共计 72 tDS/d(360 t/d,含水率为 80%),包括石洞口污水处理厂现有及新建的污泥干化焚烧处理设施。石洞口污水处理厂现有污泥干化焚烧处理设施建成于 2004 年^[5],采用“干化+焚烧”工艺,是国内首座城镇污水厂污泥大型干化焚烧设施,运行至今积累了宝贵的经验。由于近年来烟气排放标准的提高,对现有污泥干化焚烧设施提出了改造的需求。“石洞口污泥完善工程”新线采用“干化+焚烧”工艺,设 2 条干化焚烧线,于 2018 年建成投产。

石洞口污泥处理二期工程设计规模为 128 tDS/d,采用独立焚烧工艺。泰和污水处理厂污泥干化后车载运输至本工程进行焚烧。该工程已于 2018 年 4 月开工建设。

石洞口污泥处理二期工程焚烧产生的烟气排放标准、臭气控制标准与白龙港污泥处理二期工程一致。

2 项目建设特点

基于上海市三大片区已建成污泥处理设施及运行情况,并分析运行期间存在的问题,将运行经验与存在的问题应用到本轮三大污泥处理工程前期研究中。

2.1 “集约化”建设

以往的污泥处理以实现污水厂厂内含水率达 80% 为目标,主要实现方式是机械脱水。随着污泥填埋要求的提出,后又陆续建设了就地或集中的深度脱水设施,白龙港污水厂还建设了干化设施,使之满足污泥填埋的要求。在这一阶段,尽管也实施了局部的集中处理,但受场地、设施、环境等方面的约束,是“被动式”而非“主动式”的集中。

在此轮三大污泥处理项目前期研究起步时,按照专业规划的要求,从片区内集中处理处置的原则出发,开展前期研究。“集约化”建设主要体现在:三大片区内污水厂进行“集约化”调整;在三大片区内建设三大污泥集中处理中心,并充分利用已有设施,统筹兼顾、因地制宜,从而实现污水污泥的“集

约化”建设。

2.2 “设计能力”与“规划规模”

在以往设计中,污泥干化焚烧项目往往与污水厂设计思路类似,采用年日均的概念,但在实际运行中会因为年度检修而停产,或者由于污水厂季节性水量增长而出现泥量增长,这种情况下,往往会因为受限于设计处理能力而带来生产上的被动。

鉴于此,项目前期研究中,在确定污泥干化焚烧设施处理能力时,考虑了年度检修时间(年运行时间按照 7 200 h 考虑),同时还考虑了污水季节性波动等因素造成的泥量增加,给出了一定的余量。因此污泥干化焚烧设施的设计处理能力大于规划规模。

2.3 烟气和除臭冗余设计

污泥干化焚烧项目由于处理对象的特殊性,烟气排放、除臭对整个项目而言非常重要,从某种意义上说它的重要性并不亚于主体工艺本身。

在污泥干化焚烧项目中,烟气处理系统采用“SNCR(炉内)+静电预除尘+干式反应器+布袋除尘器+湿式脱酸塔+烟气再热”,排入烟囱前还设置了“物理吸附”作为备用环节,确保烟气达标。

除臭工程包括设备加罩及隔断、恶臭气体输送和恶臭气体处理三部分。针对污泥干化焚烧工程不同区域的特点,采用离子送风、生物除臭、化学洗涤、活性炭吸附除臭、植物液喷淋等组合工艺。进入空间的臭气处理采用前端离子送风及末端生物滤池+化学洗涤+活性炭吸附组合工艺,并对重点区域辅以植物液喷淋,不进入空间臭气处理采用末端生物滤池+化学洗涤+活性炭吸附组合工艺。

在前期研究中,对烟气及除臭的设计进行了多方案研究,以确保烟气和除臭达到新的标准。

2.4 统筹兼顾和因地制宜

① 统筹兼顾

三个污泥项目必须做到三大片区之间的片区统筹、片区内部的各污水处理厂及污泥处理设施的统筹、新建工程与现状工程设施的统筹。

三个污泥项目响应《上海市水污染防治行动计划实施方案》“以中心城三大污水片区为重点,加快污泥处理设施建设,确保污水处理厂污泥安全处置。继续推进石洞口、竹园以及白龙港污泥处理处置设施等重点工程建设”,中心城区三大片区污水厂污泥处理方式“以独立焚烧为主、协同焚烧为辅”。

三大污泥项目均需考虑三大片区各污水处理厂污水处理工艺、污泥出厂含水率、污泥运输与接收等环节。

三个污泥项目都建立在既有项目基础上,必须考虑新建工程与现状工程之间的关系,打通链路,有机整合,做到与现状工程的兼顾。

如白龙港现状污泥处理工程采用“厌氧消化+干化”工艺路线,由于老港填埋场容量限制,不能再接收厌氧消化后干化的污泥,因此在白龙港污泥处理二期工程前期研究时,需统筹考虑现状污泥设施在新建工程中的利用。

② 因地制宜

尽管污泥专业规划为各片区污泥处理处置制定了方向,但在实际研究阶段,还得结合各项目时空特点因地制宜。

白龙港污泥处理二期工程,由于所处位置的特殊性,厂址附近有国家重要军事设施,既要满足污泥项目用地指标、建构筑物高度等需求,又必须满足军事功能的要求,这一矛盾就成了本项目的重点之一。经军地协调和论证,白龙港污泥处理二期工程局部地块设置成了下沉式结构。竹园污泥处理厂和外高桥电厂仅一路之隔,且目前采用外高桥电厂蒸汽,因此,客观上有条件实现协同焚烧。石洞口污泥处理二期工程,与石洞口污水厂及石洞口污泥完善工程之间间隔杨盛河,污泥焚烧后有富余的蒸汽,需考虑管线的跨越或连通方式。

因此,三大污泥项目必须因地制宜,从而实践了绿色循环的理念。

3 思考与建议

目前,上海市中心城区三大污泥项目均已经开工建设,各项目上述特点的最终实现,需要建设者和今后运行单位的不懈努力,笔者以为,还有几项工作需要关注。

3.1 “能力”的设计条件

如前所述,本次三个项目的前期研究中,都在规划规模的基础上做了适当的放大,留有适当的冗余,这种做法是否就一定合适,冗余量到底取多大更符合污泥干化焚烧工艺路线,还得通过今后长期的运行考验。

同时,笔者想提示的是,任何设计冗余都有“边界”,不可能无限制放大。例如白龙港项目,其设定的边界条件是1条线停机检修也可满足白龙港片区

污泥处理的需求,这也是今后必须充分考虑的运行边界条件。同时,对运行单位来说,也得从实际出发,运用底线思维,制定必要的应急预案,以应对可能出现的突发工况和极端不利情况。

3.2 高效实现烟气和除臭的设计初衷

在前期研究阶段,建设单位、设计单位多次组织技术论证,设计文件也已经专家审定、政府批准。但实事求是地说,现在的烟气处理和除臭工艺,可以说是“十八般武艺”一起上阵。尽管如此,实际运行是否一定能实现初衷,还得需要实践来回答。

在论证和评审阶段,实际上也是存在不同的技术观点,之所以最后形成现在的技术路线,很大程度上就是对烟气和除臭新标准的实现,缺乏实践案例,是“谁都无法从理论上加以否定”的结果。事实上,是否还需要增加“第十九般武艺”,还是只要“十七般武艺”就足够,还得通过实践来验证,也是今后运行中非常值得持续关注、不断总结的。在这里,笔者要提示的是,今后的运行单位需要万分小心地运行这些设备,特别是污泥全产量高位运行阶段,务必满足烟气达标排放的刚性法律法规要求。

3.3 持续检测水质和泥质

三大片区多年持续的污水水质及污泥泥质的检测,为前期研究提供了丰富的数据支撑。但是,随着上海市雨污水治理的发展,服务范围内的污水量、水质等情况必将发生一些变化,如雨污混接改造、上游输送管网低水位运行等,对进厂水质是否会带来提升从而增加泥量,低水位运行后,是否会带来大量的砂渣,各片区目前污泥热值的不同,对片区污泥调度是否会带来影响等,这些问题需要从现在开始持续关注。

参考文献:

- [1] 胡维杰. 上海市白龙港污泥处理工程工艺设计及其技术特点[J]. 中国给水排水, 2011, 27(18): 40-45.
Hu Weijie. Process design and key technical features of Shanghai Bailonggang sludge treatment project[J]. China Water & Wastewater, 2011, 27(18): 40-45 (in Chinese).
- [2] 胡维杰. 大型污泥消化工程热水系统的设计优化研究[J]. 给水排水, 2014, 40(2): 34-36.
Hu Weijie. Study on the design optimization of the hot water system in the large scale sludge digestion treatment project[J]. Water & Wastewater Engineering, 2014, 40

(2):34-36(in Chinese).

- [3] 胡维杰,孙晓,卢骏营. 上海白龙港片区污水处理厂污泥处理处置技术探讨[J]. 中国给水排水,2016,32(2):1-5.

Hu Weijie, Sun Xiao, Lu Junying. Technical discussion on sludge treatment and disposal in WWTPs for Shanghai Bailonggang area[J]. China Water & Wastewater, 2016, 32(2):1-5(in Chinese).

- [4] 林莉峰,王丽花. 上海市竹园污泥干化焚烧工程设计及试运行总结[J]. 给水排水,2017,43(1):15-21.

Lin Lifeng, Wang Lihua. Engineering design and trial operation summary of Zhuyuan sludge drying and incineration project in Shanghai[J]. Water & Wastewater Engineering, 2017, 43(1):15-21(in Chinese).

- [5] 朱晟远,王丽花,林莉峰. 石洞口污泥处理完善工程设计要点分析[J]. 给水排水,2017,43(6):14-19.

Zhu Shengyuan, Wang Lihua, Lin Lifeng. Introduction to the process design of Shidongkou sludge treatment upgra-

ding project[J]. Water & Wastewater Engineering, 2017, 43(6):14-19(in Chinese).



作者简介:周骅(1966-),男,河北武安人,学士,高级工程师,从事污水处理、污泥处理工程建设及研究工作。

E-mail:zhouhua@smc.sh.cn

收稿日期:2018-06-05

(上接第 11 页)

施。过程灰色手段主要是点状调蓄池、调蓄管涵等。末端处理技术可采用生态浮岛、人工湿地、水滨喷淋过滤系统、多级生物滤池、自循环高密度悬浮污泥滤沉技术等灰绿蓝工法。

③“源头治理-过程控制-末端处理”是多层次多角度综合性解决城市雨洪管理、海绵城市建设的有效措施。基于全过程控制系统性治理技术的综合、灵活应用,对于海绵城市建设具有指导和推广意义。

参考文献:

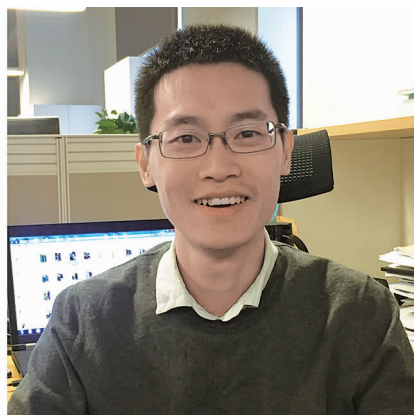
- [1] 张颖,李田. LID 措施降低老城区合流制溢流污染的模拟研究[J]. 中国给水排水,2016,32(11):127-131.

Zhang Ying, Li Tian. Simulation on LID measures for control of combined sewer overflows in existing urban areas[J]. China Water & Wastewater, 2016, 32(11):127-131(in Chinese).

- [2] 朱晓娟,刘静,吴薇. 缝隙式透水铺装在镇江海绵城市建设中的应用研究[J]. 中国给水排水,2017,33(20):1-4.

Zhu Xiaojuan, Liu Jing, Wu Wei. Application of slotted

permeable pavement in the construction of sponge city: Taking Zhenjiang as an example[J]. China Water & Wastewater, 2017, 33(20):1-4(in Chinese).



作者简介:刘绪为(1984-),男,天津人,硕士,高级工程师,注册公用设备工程师(给水排水),注册咨询(投资)工程师,华北院第九设计院副总工,主要从事市政给排水、海绵城市、水环境治理的研究和设计工作。

E-mail:liuxuwei06@foxmail.com

收稿日期:2018-01-11