

DOI:10.16799/j.cnki.csdqyfh.2024.02.040

# 大型暂存市政污泥临时处理设施的建设实践

彭鹏

[上海市政工程设计研究总院(集团)有限公司,上海市200092]

**摘要:**早期国内许多城市往往会利用闲置土地或垃圾填埋场进行污泥应急填埋,以暂时解决污水处理厂脱水污泥的去向问题。由于土地资源紧缺和环境政策的日益严格,不满足环保要求的高龄污泥填埋场的再开挖和填埋场地腾出成为急需解决的问题。暂存市政污泥再处理临时设施设计、施工与常规市政污泥相比存在较大的差异,主要体现在使用周期短、体量大、污泥性质复杂、污泥液处理难等方面。项目建设既要满足高周转利用、泥性适应广的要求,又要实现泥、水、气同步处理达标。污泥采用了“稀释+绞吸+除渣+污泥调理+低温真空脱水干化”异位处理工艺,脱水滤液采用了“预处理+生物池/AO/MBR/NF/RO”处理工艺,在某大型暂存市政污泥再处理工程中得到了成功的应用和实践,对今后类似工程的建设具有一定的指导意义。

**关键词:**污泥处理;暂存污泥;临时设施建设;污泥液处理;泥性分析

中图分类号:X703

文献标志码:B

文章编号:1009-7716(2024)02-0176-05

## 1 概述

随着城镇污水处理厂处理规模的扩大和剩余污泥量的增加,污泥处置设施的建设往往存在严重滞后。为了确保污泥出路问题不会影响到污水处理厂的正常生产和污泥转运站周边环境,早些年国内许多城市往往会利用闲置土地或垃圾填埋场进行污泥应急填埋,以暂时解决剩余污泥调理后的去向问题。由于土地资源紧缺和环境政策的日益严格,不满足环保要求的高龄污泥填埋场的再开挖和填埋场地腾出成为急需解决的问题。污泥应急填埋库区污泥深度脱水(干化)和污泥脱水液处理技术,就成为当前设计与研究的热点。就填埋污泥处理技术而言,主要包括原位修复与异位处理两大类。原位修复旨在不进行大规模开挖的情况下对污泥填埋场进行治理。通过在填埋场内铺设相关设施,达到控制填埋场内部含氧量、温度等条件的目的,降低滤液和污泥中污染物含量。异位处理主要以污泥脱水与干化技术为主。污泥调理脱水能有效减少污泥体积,而填埋污泥经过长期厌氧消化后,呈现出有机质含量低、污泥粘度低、污泥中胞外聚合物含量低的特征,其污泥性质相较于传统的剩余污泥存在较大差异。填埋污泥经过长期厌氧填埋,性质更加复杂,相较于传统的污泥脱水液,其C/N比更低,难降解COD含量更高。根据

收稿日期:2023-04-01

作者简介:彭鹏(1983—),男,硕士,高级工程师,从事工程总承包项目管理工作的。

其独特的污泥性质,通过对某填埋场污泥采用“绞吸稀释+除渣+污泥调理+低温真空脱水干化”异位处理工艺及脱水滤液采用“预处理+生物池/AO/MBR/NF/RO+自建水”处理工艺的的实践研究分析,对今后类似工程实践和研究具有一定的指导意义。

位于某大型固废填埋基地内的市政污泥暂存填埋库占地约700亩,共建设有118个污泥坑填埋单元,单个库容约1万 $m^3$ 以上,整个库区目前库容约124万 $m^3$ 。单座污泥坑长约120m,宽约30m,平均填埋深度约5m,边坡1:2,占用了大量土地资源,并且存在二次污染的风险<sup>[1,2]</sup>。根据国家环保督察要求,需对暂存污泥进行出库和再处理。为了完成环保任务,恢复土地规划使用要求,于填埋库区周边建设临时污泥处理设施,通过2年的时间完成所有污泥的脱水、干化处理,将含水率低至30%以下送至电厂掺烧,腾空的填埋库回填土恢复原有土地属性。

该项目具有时间紧、总体量大、周边环境敏感、场地及投资有限、所有设备设施必须周转回收、可利用邻近固废焚烧厂蒸汽副产品的特点,总体建设有别于传统污泥处理建设项目。

## 2 工程设计

### 2.1 主要设计参数

#### 2.1.1 污泥含水率调研

由于不同来源污泥同期填埋的原因,同一填埋库

区存在上下分层、平面分区含水率不同的情况。经过取样分析,填埋污泥的含水率在70%~85%之间不等,平均含水率为80%,平均密度为1.05 g/cm<sup>3</sup>。

### 2.1.2 装机能力计算

按照密度折算118万m<sup>3</sup>约为124万t80%含水率污泥,19个月运行时间,临时工程设计能力为2000 t/d。

## 2.2 工程设计

### 2.2.1 污泥出库工艺设计

主要采用“膜下机器人”不揭膜出库工艺将填埋污泥送至污泥处理设施。污泥出库过程中最大程度地减少了开膜作业对周边环境的污染,防止有毒有害气体外溢至膜外。该装置入库后可自由在库内移动,抽取不同位置、不同深度污泥,采用液压驱动装置移动,与常规揭膜出库工艺完全不同(见图1)。

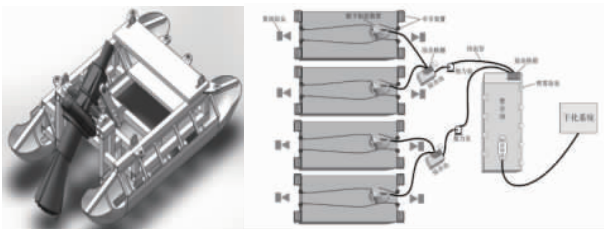


图1 不揭膜“绞吸”装置设备及出库示意图

如图1所示,膜下绞吸装置通过液压牵引装置可以在暂存库内移动,采用滤液将暂存库内污泥进行稀释,绞吸装置进泥口周边安装有切割刀盘,可以将污泥进行打碎,通过稀释后的稀污泥(含水率在95%左右)送至除杂池,除杂池内安装有除杂格栅,除杂后的稀污泥通过接力泵送至缓存池(1万m<sup>3</sup>)进行缓存,依靠重力浓缩,最终将含水率在90%~93%稀污泥送至后端临时污泥处理设施进行脱水干化处理。

### 2.2.2 污泥处理工艺设计

为了满足该工程出泥含水率小于30%的要求,需要采用脱水和干化相组合的工艺路线。首先机械脱水相对热干化来说更加节能,因此工艺路线的选择应当优先考虑通过脱水的方式尽可能降低含水率,然后再通过干化的方式达到设计出泥含水率要求。其次考虑该工程临时设施的属性,工艺设备的选择应当以系统简单、投资经济和可回收周转为出发点。再次,脱水工艺的选择应该能够满足前段出库污泥的含水率要求。经过适用性、经济性、占地面积及最终周转回收去向等方面的比选,最终确定了采用“低温真空脱水干化一体机”的设备形式<sup>[3]</sup>。

污泥低温真空脱水干化一体工艺流程如图2所示。型号为DZG-2000/800,单台设计76 t/d,出泥含水率要求低于30%。通过稀释出库工艺控制污泥出库含水率90~95%,经泵送至污泥调质罐,投加混凝剂完成调质,经进料螺杆泵及混合器,与絮凝剂混合进入脱水干化系统。脱水干化分两阶段进行,第一阶段进料阶段,利用进泥螺杆泵进泥压力(0.9 MPa)使滤液透过滤布,经滤板排水孔排出系统外,完成固液两相分离;第二阶段在压榨泵压滤隔膜滤板进一步脱除水分;第三阶段通过热水箱加热泵将80℃热水送至加热滤板内(加热板采用不锈钢换热板),通过换热加热腔室内的污泥滤饼,同时开启真空泵,对腔室内抽真空,使其内部形成负压,真空度在-(0.085~0.09)Pa低水的沸点,滤饼中的水分在达到45~50℃后开始沸腾汽化,从而使含水率降至30%以下。

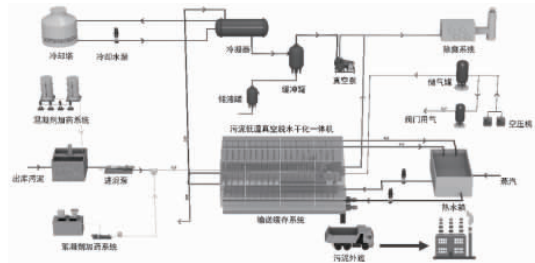


图2 低温真空脱水干化一体工艺流程图

蒸发产生的汽水混合物经过冷凝器,汽水分离后,液态水定期排放,尾气经净化处理后排放。干化处理后含水率低于30%的干污泥经过螺旋输送机 and 皮带输送机转运至污泥缓存间。污泥外运时,污泥运输车辆进入污泥装车区域后,用抓斗机将污泥装载至污泥车。

蒸汽的压力1.787 MPa,温度216℃,该蒸汽可以利用的热值458.58 kJ/Kg。当每组5台主机投入使用时,该区域的生产线最多3台处于干化阶段,1台处于压榨阶段,1台处于进料阶段,每组蒸汽的需求量为8.65 t。实际蒸汽消耗取余量系数1.3,每台热水箱实际蒸汽换热量为1.3×8.65=11.24(t/h)。则当20台主机投入使用时,该项目最大蒸汽用量为11.24×4=44.96(t/h)。

### 2.2.3 平面布置

如图3所示,临时污泥处理厂平面尺寸400 m×80 m,总体设计布局需要考虑分区运行、车辆流线、易于检修、全天候运行的要求。低温真空脱水干化机分别布置在1#、2#单元,每个单元按照纵向10条生产线设计。每5条生产线为1组,配套1间污泥缓存

间。每2组配套1台抓斗机。

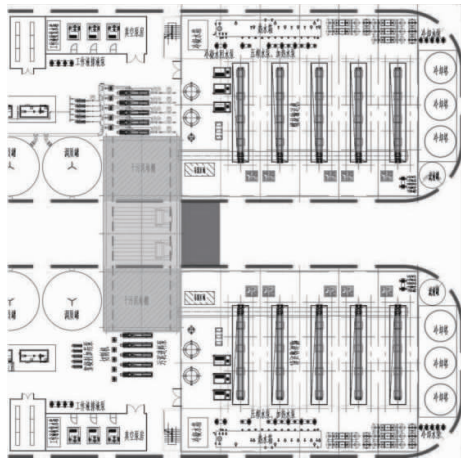


图3 低温真空脱水干化一体机平面布置图

### 2.2.4 除臭设计

污泥缓存间与污泥装车区域均设计为密闭式隔间,配套相应的除臭系统,通过风管形成负压,将车间内臭气及蒸发后的尾气收集输送至臭气处理装置。臭气处理工艺采用“生物滤池+化学洗涤”,臭气经预洗涤除尘增湿度后,进入表面长有微生物的生物段填料层,经传质和生物降解,臭气中的污染物(恶臭污染物、VOCs等)转化为对健康和环境影响小的物质。臭气出生物滤池后自下向上流动,与自上向下均匀喷洒的化学药剂吸收剂在多面空心球填料上接触,气液两相充分接触传质,臭气中以氨为主的碱性有害污染物及可溶性污染物得到吸收净化,然后经过风机送至排气筒达标排放。

### 2.2.5 废水处理

该污水处理工程的处理对象包括污泥处理设施产生的滤液、干化载气冷凝废水、滤板冲洗水等污泥处理过程中产生的废水。主要依托基地内现状老龄渗滤液处理设施,污水处理系统图如下图4所示。

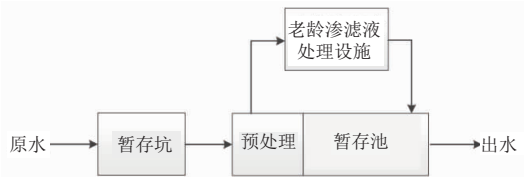


图4 工艺流程图

老龄渗滤液处理设施是在原渗滤液处理站基础上改造扩产而来。废水经预处理系统处理后,由水泵提升进入老龄渗滤液处理设施原位生化塘,通过投加菌剂并控制运行参数在原位生化池中实现短程硝化反硝化及同步硝化反硝化,同步去除COD、氨氮和总氮。原位生化出水可适当补充碳源提高碳氮比,进入AO+MBR系统,通过微生物的代谢作用实现绝大

部分污染物的去除,MBR产水进入膜分离系统,剩余污泥通过泵提升至贮泥池。MBR产水进入NF+RO系统,产水达标排放;NF浓水经化学软化后回原位生化塘,污泥进贮泥池;RO浓水经高压RO系统进一步浓缩,产水达标排放;高压RO浓缩液提升至浓缩液处理单元,经多效蒸发进一步减量,蒸发残液协同处置,冷凝水经处理后就地达标排放。系统产生的生化剩余污泥和化学软化污泥均排至贮泥池,经脱水后送至污泥项目协同处理,滤液回原位生化塘。如图5所示。

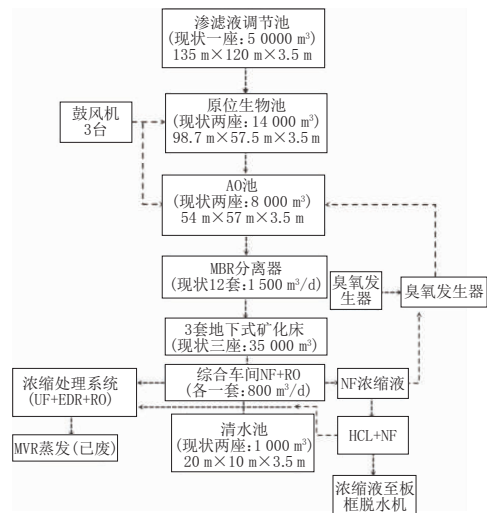


图5 老龄渗滤液处理设施工艺流程图

老龄渗滤液处理设施主要生化单元设计参数如下:

#### (1)原位生化塘:

设计水量:800 m<sup>3</sup>/d(近期);

数量:2座;

外形尺寸:98.7 m×57.5 m×3.5 m(单池);

有效容积:15 000 m<sup>3</sup>(单池),共30 000 m<sup>3</sup>;

总水力停留时间:37.5 d;

污泥浓度:1 g/L;

总活性污泥量:30 000 kg;

污泥负荷:0.08 kg COD<sub>Cr</sub>/kg MLSS·d;

硝化负荷:0.024 kg NH<sub>3</sub>-N/kg MLSS·d;

反硝化负荷:0.022 4 kg NO<sub>3</sub>-N/kg MLSS·d (以NO<sub>3</sub>-N计);

产泥系数:0.1 kg MLSS/kg COD<sub>Cr</sub>;

剩余污泥量:240 kg MLSS/d;

气水比:50:1。

#### (2)A/O生化塘:

设计水量:800 m<sup>3</sup>/d(近期);

数量:2座;

外形尺寸:缺氧塘 54 m × 57 m × 3.5 m,好氧塘 54 m × 57 m × 3.5 m;

有效容积:合计 16 000 m<sup>3</sup>,其中缺氧塘 80 00 m<sup>3</sup>,好氧塘 8 000 m<sup>3</sup>;

总水力停留时间:20 d;

污泥浓度:5 g/L;

总活性污泥量:80 000 kg;

污泥负荷:0.015 kgCOD<sub>Cr</sub>/kg MLSS·d;

硝化负荷:0.011 kgNH<sub>3</sub>-N/kg MLSS·d;

反硝化负荷:0.024 kgNO<sub>3</sub>-N/kg MLSS·d;

产泥系数:0.05 kgMLSS/kg COD<sub>Cr</sub>;

剩余污泥量:120 kgMLSS/d;

气水比:100 : 1。

### 3 运行结果

(1)运行期间,每日进水负荷最高已经接近 2000 m<sup>3</sup>,最小进水负荷为 1 800 m<sup>3</sup>,对出水的主要指标进行取样检测,12月1日至1月31日期间进出水的COD、TN、NH<sub>3</sub>-N变化情况分别见图6至图8所示。

如图6、7、8所示,出水COD ≤ 500 mg/L,出水TN ≤ 70 mg/L, NH<sub>3</sub>-N ≤ 45 mg/L,出水水质满足《污水综合排放标准》(上海市)(DB 31/198—2018)中三级标准。

(2)如图9、图10所示,为五台低温真空一体机一周内的出泥情况和含水率汇总。

如图9所示,低温真空干化机单批次处理平均能力在 4.05 tDS/次,最大值为 4.87 tDS/次,最小值为 3.60 tDS/次。单批次含水率如图10所示。

如图9、10所示,低温真空干化机单批次出泥含

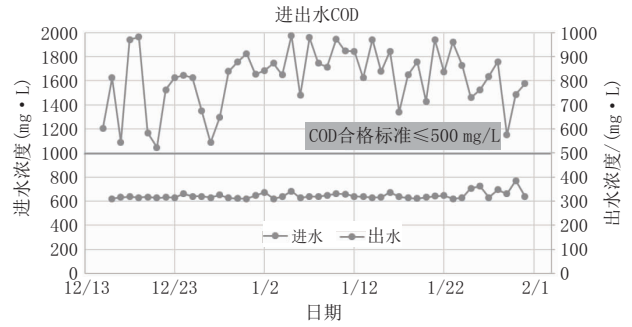


图6 试运行期间进出水COD曲线图

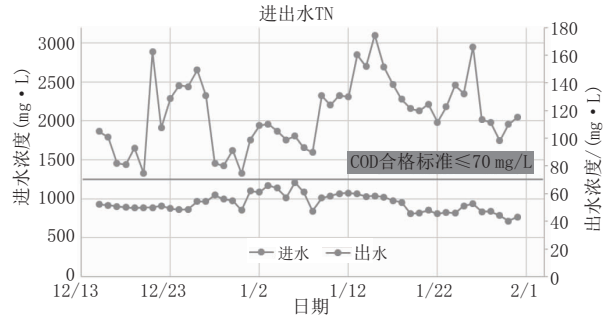


图7 试运行期间进出水TN曲线图

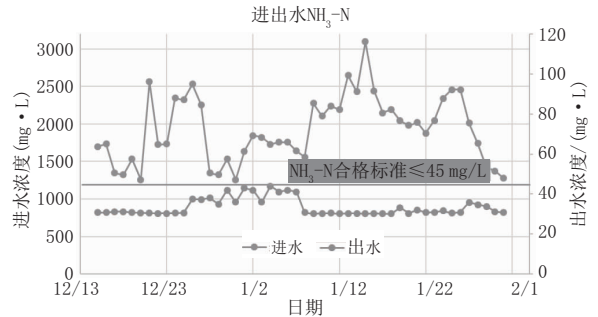


图8 试运行期间进出水NH<sub>3</sub>-N曲线图

水率均值在 29.83%,最大值为 32.24%,最小值为 27.61%。如图11所示,低温真空一体化系统运行成本污水处理费是占比最大的,其次是PAC药剂费用、蒸汽费用。

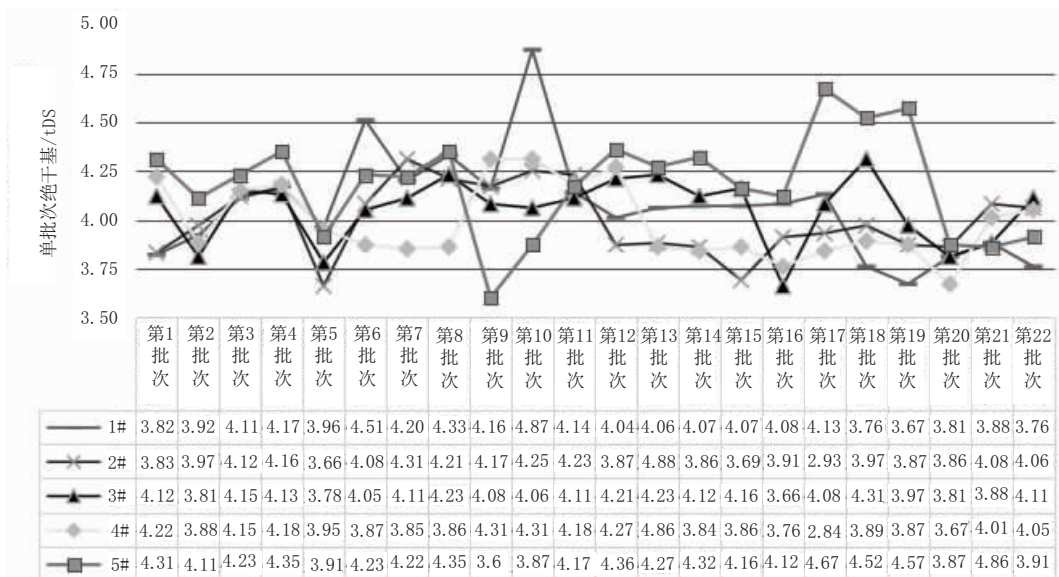


图9 5台低温真空板框干化机出泥绝干基曲线图

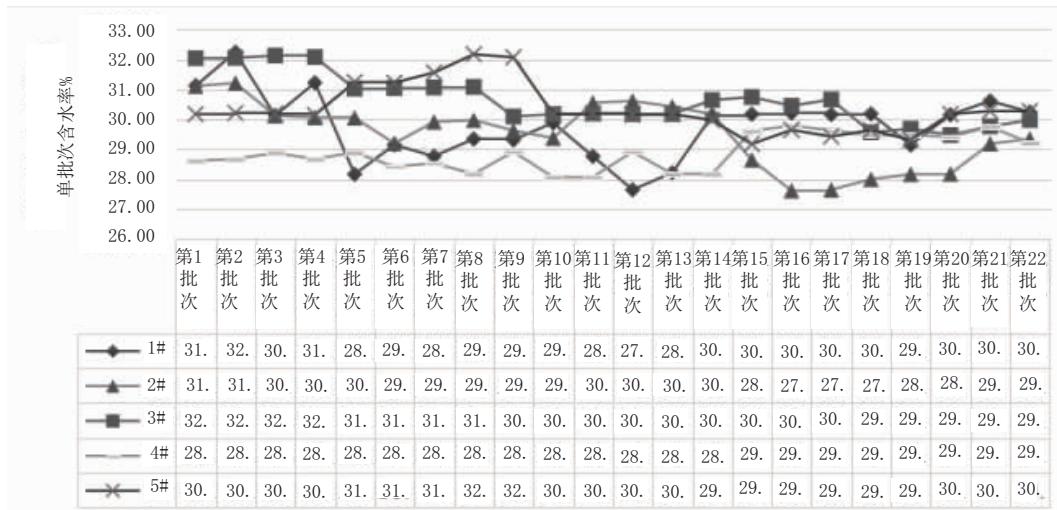


图 10 5 台低温真空板框干化机出泥含水率曲线图

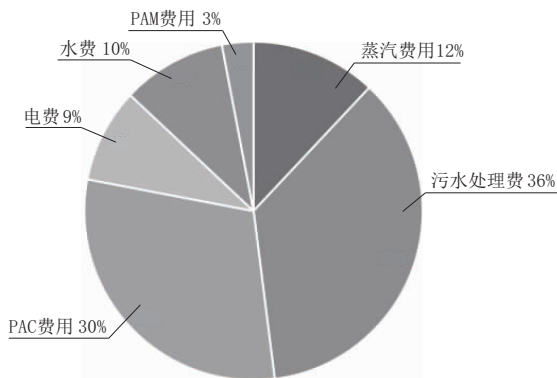


图 11 污泥处理成本分布图

#### 4 结语

大型暂存市政污泥临时干化处理设施使用时间短、处理污泥性质复杂,在总体设计思路上有别于一次投入、长久使用、泥性稳定的常规市政污泥干化处理项目。从工艺方面应考虑周边热源情况,设备的广泛适应要求,选择合适的工艺设备,基于经济合理、实用可靠的原则进行配套设计。采用“稀释+绞吸+除渣+污泥调理+低温真空脱水”异位处理工艺相

较于其他工艺原理的系统具有占地小、热源要求低、含砂量适应性强、机动性强等优点,针对复杂泥性的暂存污泥较好地保证了稳定运行。污泥脱水液采用“预处理+生物池/AO/MBR/NF/RO+自建水”处理工艺保证了出水满足《污水综合排放标准》(上海市)(DB 31/198—2018)中三级标准。针对填埋污泥特性复杂、脱水液高氨氮等类似工程具有一定的参考意义。

#### 参考文献:

- [1] 徐池.库存污泥危险特性检测鉴别研究[J].绿色科技,2019(20):3.
- [2] 李权.库存含氟污泥危险特性研究[J].绿色科技,2021,23(6):3.
- [3] 许大明,王卫东.污泥低温真空脱水干化成套技术[J].中国给水排水,2013(2):2.
- [4] 邢红艳,蒋成东,刘爱军.生物氧化工艺对造纸污泥滤液处理的工程应用[J].工业 B,2015(11):129-130.
- [5] 丁大勇,陈玉叶.污泥浓缩、脱水滤液除磷试验研究[J].工业水处理,2004,24(3):3.
- [6] 张召会.浅谈钢结构厂房保护性拆除及利旧安装要点[J].环球市场,2016(19):1.

## 《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

投稿邮箱:cdq@smedi.com 电话:021-55008850 联系邮箱:cdq@smedi.com