



文章栏目: 专论与综述

DOI 10.12030/j.cjee.201812105 中图分类号 X52 文献标识码 A

卢金锁, 周亚鹏, 丁艳萍, 等. 污水集输管道系统中有害气体释放与解决对策 [J]. 环境工程学报, 2019, 13(4): 757-764.  
LU Jinsuo, ZHOU Yapeng, DING Yanping, et al. Release of harmful gases in sewage collection and transportation pipeline system and its countermeasures [J]. Chinese Journal of Environmental Engineering, 2019, 13(4): 757-764.

## 污水集输管道系统中有害气体释放与解决对策

卢金锁<sup>1,\*</sup>, 周亚鹏<sup>2</sup>, 丁艳萍<sup>3</sup>, 郑才林<sup>4</sup>, 廖邦友<sup>4</sup>, 宋光顺<sup>5</sup>, 陈军<sup>5</sup>

1. 西安建筑科技大学, 陕西省环境工程重点实验室, 西安 710055

2. 西安建筑科技大学环境与市政工程学院, 西安 710055

3. 西安建筑科技大学管理学院, 西安 710055

4. 安康市市政设施管理处, 安康 725000

5. 西安市政设计研究院有限公司, 西安 710068

第一作者: 卢金锁(1977—), 男, 博士, 教授。研究方向: 排水系统优化。E-mail: lujinsuo@163.com

\*通信作者

**摘要** 建筑物内用水器具后至污水处理厂为整个污水集输管道系统, 包括建筑排水立管、化粪池、地下重力流管道3部分, 通常分为建筑小区排水和市政排水2大系统。污水集输管道系统普遍关注的问题是臭味扩散、管道腐蚀和爆炸事故, 这些问题均与管道中气流组织密切相关。为有效缓解管道系统气体危害性, 采用系统分析的方法, 从整个污水集输管道系统角度出发, 分别探讨了3部分气体运动状况与流动特点, 以及3部分管道之间气体流动的相互联系, 提出了解决污水管道系统有害气体问题的新思路, 并对未来有害气体控制相关研究方向进行展望。

**关键词** 排水立管; 化粪池; 重力流管道; 气流组织

污水集输管道系统是城市功能型设施的重要组成部分, 系统的安全运行和维护是城市快速发展和人们安居乐业的重要保证<sup>[1]</sup>。近年来, 随着城市化进程的加速, 污水管道系统问题频发, 引起人们的普遍关注。臭味扩散、管道腐蚀、爆炸事故直接影响城市生活质量、威胁民众生命财产安全。管内的气流组织与其关系密切。污水在排水立管下落时引起的气压波动容易造成水封破坏, 有害气体、病原微生物易扩散到室内环境, 危害人们健康; 污水集输管道系统环境封闭, 通风不畅, 硫化氢等酸性气体腐蚀管壁造成管道泄露; 化粪池内污泥厌氧发酵, 甲烷气体蓄积, 爆炸事故频发。

建筑物内用水器具后至污水处理厂为整个污水集输系统, 其内在气流组织本为一体, 但通常将其划分为建筑小区排水和市政排水2大系统, 分别进行独立研究。本研究采用系统分析的方法, 将整个污水集输管道系统划分为排水立管、化粪池、地下重力流管道3部分, 在分别总结3部分气流组织特点的基础上, 探讨它们相互之间的联系, 深化对污水集输管道系统内气流组织的认识, 提出解决管道系统有害气体问题的新思路, 为有害气体控制相关的研究方向提供参考。

### 1 排水立管气流组织特点

#### 1.1 立管有害气体问题

建筑排水立管在排水时, 立管内的气流组织易对存水弯内的水封产生负压抽吸、正压喷溅的破坏

收稿日期: 2018-12-14; 录用日期: 2019-02-26

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(51778523)

作用<sup>[2]</sup>。管道系统内有害气体、病原微生物密度比空气小,在水封被破坏后,受浮力影响,易扩散到室内环境产生恶臭,危害人们健康。2003年的非典型肺炎传播途径即是如此<sup>[3]</sup>。

## 1.2 立管气流特点

排水立管主要分为普通伸顶通气单立管系统和专设通气立管的双立管系统2种。气流产生的原因是污水从排水立管中下落时夹杂气体一起向下流动,形成局部负压区,新鲜空气从通气立管或者伸顶通气帽进行补气,夹气水流进入横干管后,流速逐渐减小,气体析出,在靠近立管底部形成正压区,推动横干管内气体向下游管道运移。

排水立管内气压分布如图1所示,立管中气压沿水流方向由负到正,最大负压值出现在横支管与立管连接处附近,零点气压靠近立管底部,横干管的气压由正到零。

单立管系统中气流方向与水流方向一致。设专用通气立管时,气流方向如图2所示。除沿水流方向直接进入排水立管的气流外,部分气流从结合通气管处进入系统,且由于结合通气管的出现破坏了水膜层,在低楼层处的正压区出现了气流反向的现象。

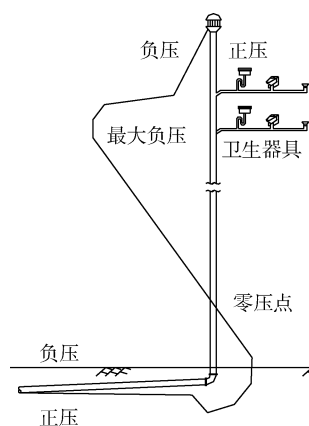


图1 立管内气压分布

Fig.1 Pressure distribution in the riser

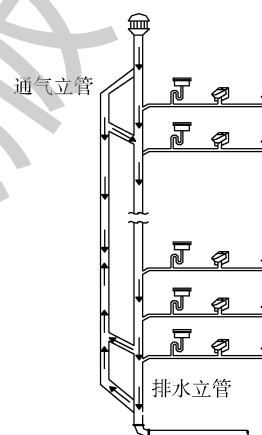


图2 双立管内气体流向

Fig.2 Gas flow in double riser

## 1.3 立管负压变化

管内负压值是立管气流组织产生的主要原因,最大负压值与排水高度、排水负荷呈正相关关系。汪雪姣等<sup>[4]</sup>利用CFD软件对33.6 m、12层的高层普通单立管系统进行模拟,排水流量从 $2.6 \text{ L} \cdot \text{s}^{-1}$ 增加到 $5.2 \text{ L} \cdot \text{s}^{-1}$ 时,最大负压从 $-98 \text{ Pa}$ 增加到 $-431 \text{ Pa}$ ,最大负压值与排水负荷呈正比。赵瑞云等<sup>[5]</sup>对33层建筑排水立管的气压波动进行了测量,排水负荷与气压值仍是正相关,但在超高层中水流下落时与管壁、空气作用非常剧烈,出现“离散雾化”的现象,使得气体密度增大,气流速度加快,排水流量 $2 \text{ L} \cdot \text{s}^{-1}$ 时,最大负压值达到 $-980 \text{ Pa}$ 。相同流量下超高层所形成的负压值远大于高层建筑。

## 1.4 立管通气规律

为了平衡立管内的负压状态,新鲜空气从伸顶通气帽或通气立管进行补气。单立管时通气流量大小主要受负压值和水舌阻力的影响;设有通气立管时,气流可以从水舌下方进行补气,负压值为主导作用。彭海龙等<sup>[6]</sup>对单立管系统通气流量分析,排水流量较小时,水舌不明显,通气流量与负压值呈正相关;流量较大时,水舌形状稳定,阻碍作用显著,通气流量较为稳定。李博远等<sup>[7]</sup>对设有通气立管的双立管系统通气机理进行分析,气流从结合通气管处进入系统进行补气,且平均通气流量随排水立管内负压状态的减弱而减小,高楼层处的通气流量大于低楼层处。

### 1.5 立管气流组织对后续管道影响

排水立管可以向后续管道系统中输入大量的新鲜空气,超高层中更加明显。排水立管中下落的水气混合流在横干管中运输时,流速变缓气体析出,引起管道波动,在水封未遭到破坏时,析出的气体会向下游管道运移。张哲等<sup>[8]</sup>利用高速摄像枪对污水从DN160的排水立管下落进入横干管时的水流状态进行了拍摄,排水负荷小于 $4\text{ L}\cdot\text{s}^{-1}$ 时水跃不明显,横管波动较小,管内气体向下游运移顺畅;排水负荷超过 $5\text{ L}\cdot\text{s}^{-1}$ 时出现水塞现象,横管剧烈波动,气体运移不畅,对低楼层用水器具的水封产生正压喷溅的风险,只有在水封未被破坏时,气体才会在横管波动后向下游运移。张二飞等<sup>[9]</sup>探究了建筑排水立管未经化粪池直接接入污水管网的气流规律,发现排水立管带进的气体有6%从管段起始检查井排出,约94%的气体增加到污水管道顶部空间的气相环境。

## 2 化粪池气流组织特点

### 2.1 化粪池有害气体问题

化粪池是对生活污水分格沉淀,对污泥进行厌氧消化的简易污水处理构筑物。污水中粪便残渣等有机物被厌氧分解,在产甲烷菌的作用下,将分解产生的乙酸、 $\text{H}_2$ 、 $\text{CO}_2$ 转化为甲烷气体<sup>[10]</sup>。在疏于管理情况下,沼气蓄积,遇明火易发生爆炸危险,成为城市中的“定时炸弹”威胁城市居民的生命财产安全。据统计,目前全国化粪池大约有200万个,但有效运行的只占到36%,大部分处于无管理状态,不能及时清掏,底部沉积了大量底泥,导致化粪池的有效容积减少,气体爆炸风险增大,且对生活污水起不到截留沉淀作用,还有可能产生二次污染<sup>[11]</sup>。

### 2.2 化粪池对管道系统气流组织影响

化粪池是排水立管与地下重力流管道的连通点。结构多为分格式设计形式,通过隔墙分为2格或3格化粪池,中间使用过粪管联通,增加了污水在池中的停留时间,固化物质沉淀到池底进行厌氧消化,上层澄清污水进入管道流走,盖板上设置通风孔或管用于排出有害气体。这种构造形式阻碍了排水立管与地下重力流管道之间的气体连通,前述排水立管带入的新鲜空气被迫从化粪池前段管道排出。化粪池的出水管与市政管道相连,蓄积的危害性气体甲烷也极易扩散到市政污水管道系统,如图3所示。

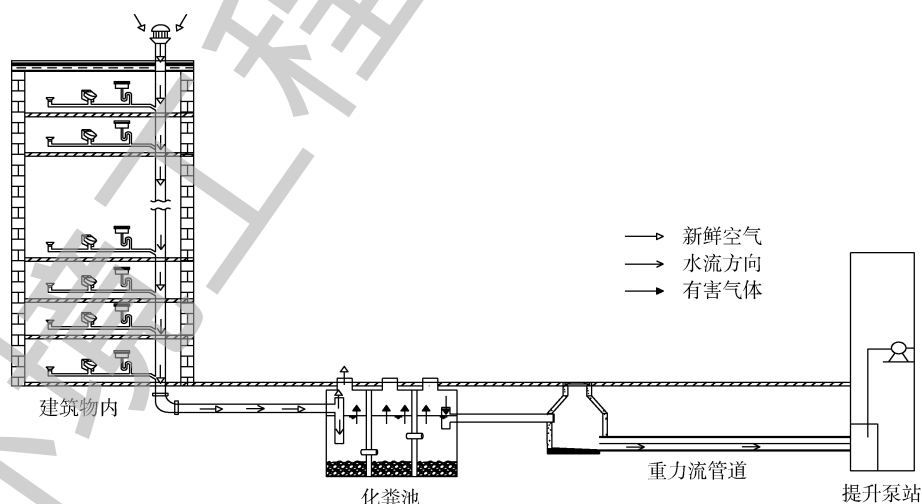


图3 化粪池气流组织特点

Fig.3 Airflow characteristics in septic tank

随着城市排水系统设施的不断完善,化粪池构筑物的必要性逐渐减弱,目前,广州、杭州等地已经对取消化粪池进行了试点研究,并取得了很好的效果<sup>[12]</sup>。对于取消化粪池,人们普遍关注的是生活

污水未经沉淀处理是否会造成管道堵塞以及对后续污水处理工艺的影响。然而化粪池在污水集输管道系统内对气流组织的影响研究未见报道。排水立管与地下重力流管道直接连通后,立管顶部的伸顶通风帽作为污水集输管道系统最大的通气点,对地下重力流管道的有害气体向外扩散和破坏水封的影响须着重考虑。

### 3 地下重力流管道中有害气体分析

#### 3.1 地下重力流管道有害气体问题

##### 3.1.1 有害气体产生

我国的污水管道多为重力流管道,污水输送速度为 $0.6\sim 1\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ 。研究表明,生物膜的厚度与污水的流态有关,重力流污水管道内生物膜厚度可达几mm厚,而压力流污水管道内由于污水具有较高的流速,生物膜厚度仅为几百 $\mu\text{m}$ <sup>[13]</sup>。较慢的流速导致管道的潮湿部分易形成大量的生物膜且污水管网中缺乏专门的通风设施,系统环境封闭,管道系统多处于厌氧状态。厌氧细菌(主要是硫酸盐还原菌和产甲烷菌)在厌氧条件下分解污水中有机物,产生以硫化氢与甲烷为主要成分的有害气体<sup>[14]</sup>。

水力停留时间、污水水质及温度是有害气体产生的主要影响因素。管道流行时间越长,越有利于世代时间较长的微生物生长繁殖,有害气体的产生量也就越大<sup>[15]</sup>。污水中有机物含量较高时,加快了污水中溶解氧的消耗速率,有利于厌氧环境的迅速形成<sup>[16]</sup>。低温情况下,与有害气体产生相关的硫酸盐还原菌和产甲烷菌的活性较低,故此冬天里污水管道内甲烷和硫化氢的浓度明显低于夏天<sup>[13]</sup>。

##### 3.1.2 有害气体危害

硫化氢是一种密度比空气小、臭鸡蛋气味、有毒的酸性气体。密度差产生的浮力作用使得硫化氢气体易从管道系统中逸散出去,污染周围大气环境;硫化氢吸附在混凝土管壁上,发生硫氢酸腐蚀造成管道泄露,德国每年用于修复腐蚀管道系统须花费近1 000亿欧元<sup>[17]</sup>;人体吸入硫化氢气体会损伤呼吸系统和神经系统,对维护管道的工作人员来说是严重的安全隐患。甲烷是爆炸性气体,在体积分数超过5%时遇明火会发生爆炸危险。

2015年1月4日,内蒙古呼和浩特市某小区男童向排污检查井扔爆竹引起沼气爆炸,井盖炸裂致男童重伤<sup>[18]</sup>;2015年7月21日,迁安市市政污水管道维修时,发生硫化氢中毒事件,造成3名工作人员当场死亡<sup>[19]</sup>;2016年8月24日,重庆渝北区污水管道疏通工程中,由于施工不当,3人因有害气体中毒死亡<sup>[20]</sup>;2017年4月3日,湘潭市某清洁服务公司对污水井未采取安全措施下进行清理过程中,造成4人死亡、1人受伤<sup>[21]</sup>。这些事故频发严重危害人们的生命财产安全,故有害气体问题的解决对城市生活质量的提高具有重要意义。

#### 3.2 有害气体控制措施

目前,有害气体控制普遍采取的措施主要有投加化学药剂和鼓风充氧两种方式。向污水中投加硝酸盐、亚硝酸盐,可以提高氧化还原电位,抑制厌氧微生物的活性,破坏生物膜<sup>[22]</sup>;投加金属盐(如铁盐)可以与硫化物发生化学反应形成沉淀,使得硫化氢的累积量减少60%以上<sup>[23]</sup>,赤铁矿或磁铁矿粉末相比铁盐,具有更高的去除率<sup>[24]</sup>;GUTIERREZ等<sup>[25]</sup>将 $15\sim 25\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 的氧气注入污水管道,可以降低65%的硫化氢排放量。

这些措施虽然有效,但每时每刻都有新鲜的生活污水进入管道系统且有害气体扩散不受控制,导致效率低、投资大等问题。如何经济有效地解决管道内有害气体危害是国内外相关学者一直关注与思索的问题。

#### 3.3 地下重力流管道气流组织特点

地下重力流管道内气流组织规律主要受气液交界面的拖曳力、气压差、系统内外气相环境差异、特殊构筑物、自然条件等因素的影响<sup>[26]</sup>,如图4所示。

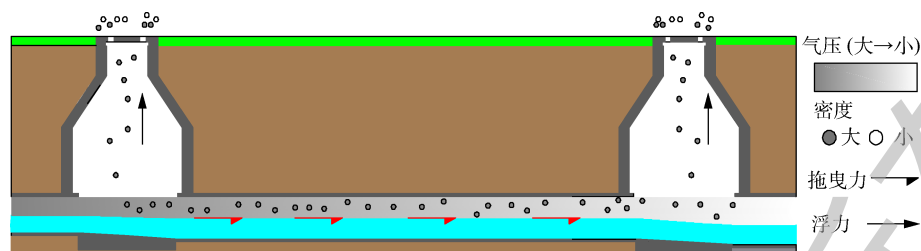


图4 地下重力流管道内气流组织特点

Fig.4 Characteristics of airflow organization in underground gravity flow pipeline

### 3.3.1 污水拖曳影响

污水拖曳力是气流组织的第一影响要素。污水流动时,气液之间的摩擦因素会对管道顶部空间的气相环境产生一个同向的牵引力作用,可带动气体向下游运移。气相断面的速度分布呈一种梯度形式,越靠近水面,气流速度越大,远离污水表面,流速减少<sup>[27]</sup>。PESCOD等<sup>[28]</sup>测量了DN300实验管道在不同流速、不同水深下产生的气体流量,得出气体流速与污水表面速度呈指数型关系的结论,并提出了用于预测污水管道内气体流量的经验公式,在工程设计中得到普遍使用。因此,依赖污水拖曳计算气体运移速度具有一定的准确性。

### 3.3.2 气压差及特殊构筑物影响

气压差变化影响系统与外界的气体交换及改变气体运移速度。污水管道坡度变缓时,流速减小形成水跃,阻碍了部分气体的流通,气压升高,气流运移速度减慢,严重时 would 形成一个气味释放点,对城市环境造成恶劣影响<sup>[29]</sup>。排水管网系统中跌水构筑物发生跌水时,会卷吸空气一起下落形成负压,系统从外界抽吸空气<sup>[30]</sup>(见图5),汇入下游管道后,气体析出气压增大,促使气体向下游运移。GUO等<sup>[31]</sup>对一段上游是跌水构筑物,下游是提升泵站,总长度为3 km的污水管道内气压变化和硫化氢浓度进行测量,结果表明,上游跌水构筑物对下游管道内气流起到一个明显的加压过程,加快了气体运移速度;下游泵站的存在使得近1 km长的管道处于满流状态,促进了硫化氢气体从支管处释放。

### 3.3.3 气相环境及自然条件影响

污水管道内外气相环境差异会导致管道系统的自然通风,如湿度差、温度差、组分差导致管道内气体往往比外界大气较轻<sup>[32]</sup>,密度差作用下驱动管道系统内有害气体与外界大气进行气体交换。刘艳涛等<sup>[33]</sup>发现,检查井井盖的预留孔是自然通风的重要渠道,但易堵塞实际效果并不明显。一些自然条件也有一定影响,如地表风吹过,会对检查井内的有害气体产生一定的抽吸作用;暴雨时,管道内的污水水位上升,迫使气体排出系统,促进与外界气体交换。

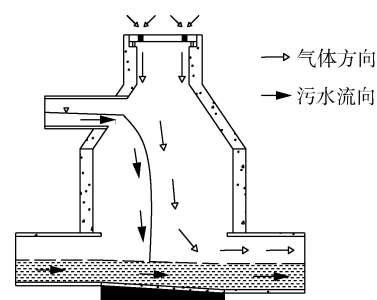


图5 跌水气流示意图

Fig.5 Drop water flow diagram

## 4 有害气体解决新思路

1) 建筑物内排水立管排水时,形成的负压可以通过立管风帽吸进外界空气,向地下重力流污水管道鼓入大量的新鲜空气。然而由于化粪池气流组织的隔断影响,新鲜空气被迫从化粪池的前段管道排出。将临街建筑内排水立管与地下市政污水管道相连,利用排水所产生的脉冲通气改善管道封闭的厌氧环境,控制有害气体产生,如图6所示。

2) 排水立管连通大气,伸顶通气帽是污水集输管道系统的最大“通气孔”。地下重力流污水管道内有害气体因组分差、温差等原因密度比空气小,浮力作用明显,在竖直立管直连系统不排水时,有害气体在“烟囱效应”作用下排出,降低了市政污水管道有害气体浓度。

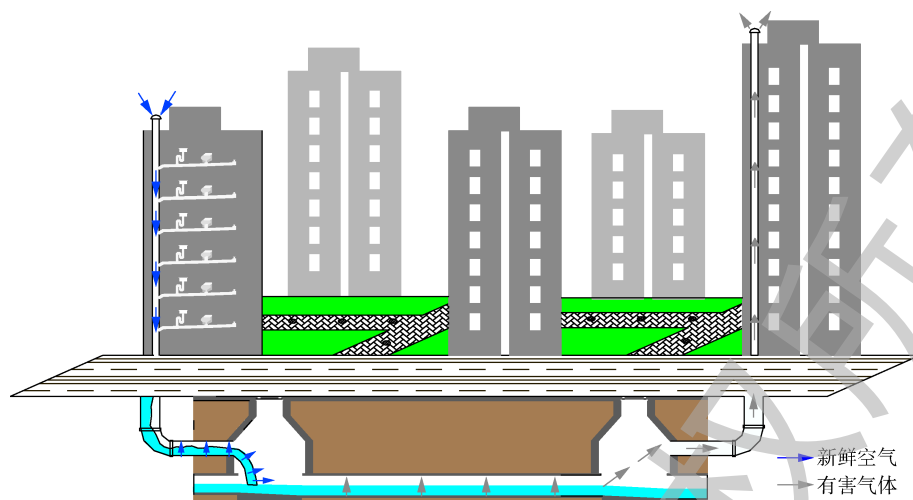


图6 排水立管直连系统

Fig.6 Drain riser direct connection system

## 5 研究展望

1) 化粪池作为建筑物内排水立管和地下重力流管道的连接点,对重力流污水集输管道系统内的气流组织隔断影响研究未见报道,其研究对取消化粪池后污水集输管道系统内气流组织规律的整体认识具有重要意义。

2) 排水负荷和高度等因素对直连系统排水时脉冲通气量影响规律的研究、不排水时“烟囱效应”下的自然通风速率研究以及直连系统作用下对市政污水管道影响范围研究等,均对新思路的具体实施过程具有重要的指导意义。

3) 直连系统的脉冲通气改变了地下重力流污水管道的封闭环境,管道系统的气、液、固三相变化及对后续污水处理工艺的影响研究应被考虑;不排水时“烟囱效应”下,有害气体扩散对建筑物室内环境的影响与人们生活息息相关,应受到重点关注。

## 参考文献

- [1] 王淑梅,王宝贞,曹向东,等.对我国城市排水体制的探讨[J].中国给水排水,2007,23(12):16-21.
- [2] 张露.七层PVC-U排水立管压力对水封影响的试验研究[D].长沙:湖南大学,2008.
- [3] JACK L B, CHENG C, LU W H. Numerical simulation of pressure and airflow response of building drainage ventilation systems[J]. Building Services Engineering Research and Technology, 2006, 27(2): 141-152.
- [4] 汪雪姣,高乃云,夏圣骧.单立管排水系统通水能力的试验研究[J].给水排水,2007,33(6):65-67.
- [5] 赵瑞云,张均锋,张哲,等.超高层建筑单立管排水系统水力工况的数值模拟[J].中国给水排水,2015,31(17):150-154.
- [6] 彭海龙,张勤,赵世明,等.关于单立管系统通气流量影响因素的试验研究[J].中国给水排水,2016,32(5):127-130.
- [7] 李博远,赵珍仪,张哲,等.专用通气排水系统通气机理研究初探[J].中国给水排水,2017,33(21):133-138.
- [8] 张哲,张磊,席鹏鸽,等.建筑排水管道流态分析初探[J].给水排水,2013,39(10):98-100.
- [9] 张二飞,卢金锁.建筑排水立管直接接入污水管网的通风性能分析[J].给水排水,2018,34(17):112-115.
- [10] WARD A, STENSEL H D, FERGUSON J F, et al. Effect of autothermal treatment on anaerobic digestion in the dual digestion process[J]. Water Science and Technology, 1998, 38(8/9): 435-442.
- [11] 苏文琼,苏宏,张晓杰.化粪池的管理与环境污染[J].环境科学与管理,2007,32(7):25-26.

- [12] 白静,熊毅.关于重庆市取消生化池的探讨[J].重庆建筑,2006(8):30-31.
- [13] THORKILD H J, JES V, ASBIORN H N. Sewer Processes: Microbial and Chemical Process Engineering of Sewer Networks [M]. Boca Raton: Taylor & Francis Group, 2013.
- [14] AUGUET O, PIJUAN M, BORREGO C M, et al. Control of sulfide and methane production in anaerobic sewer systems by means of downstream nitrite dosage[J]. Science of the Total Environment, 2016, 550: 1116-1125.
- [15] CHAOSAKUL T, KOOTTATEP T, POLPRASERT C. A model for methane production in sewers[J]. Journal of Environmental Science & Health Part A: Toxic/Hazardous Substances & Environmental Engineering, 2014, 49(11): 1316-1321.
- [16] GUISASOLA A, SHARMA K R, KELLER J, et al. Development of a model for assessing methane formation in rising main sewers[J]. Water Research, 2009, 43(11): 2874-2884.
- [17] KAEMPFER W, BERNDT M. Polymer modified mortar with high resistance to acid to corrosion by biogenic sulfuric acid[C]// Bologna University. Proceedings of the 14th ICPIC Congress. Italy, 1998: 681-687.
- [18] 孙启浩.男童向下水道扔爆竹引发沼气爆炸被炸飞10米高[EB/OL]. (2015-01-14) [2018-12-10]. <http://legal.people.com.cn/n/2015/0601/c188502-27086058-3.html>.
- [19] 王文涛.民强小区下水道三名工人死亡事故调查[EB/OL]. (2016-03-10) [2018-12-10]. [https://www.sohu.com/a/62853190\\_249721](https://www.sohu.com/a/62853190_249721).
- [20] 杨野.疏通污水管道致3死 重庆安监局立案查处优曼家私中毒事故[EB/OL]. (2016-09-06) [2018-12-10]. [http://www.cqcb.com/hot/2016-09-06/190359\\_pc.html](http://www.cqcb.com/hot/2016-09-06/190359_pc.html).
- [21] 王富成.有限空间作业1人晕倒,盲目施救4死1伤!教训极其惨痛[EB/OL]. (2017-04-10) [2018-12-10]. <http://www.aqsc.cn/xmt/201704/10/c9599.html>.
- [22] JIANG G, SHARMA K R, YUAN Z. Effects of nitrate dosing on methanogenic activity in a sulfide-producing sewer biofilm reactor[J]. Water Research, 2013, 47(5): 1783-1792.
- [23] ZHANG L, KELLER J, YUAN Z. Inhibition of sulfate-reducing and methanogenic activities of anaerobic sewer biofilms by ferric iron dosing[J]. Water Research, 2009, 43(17): 4123-4132.
- [24] ZHANG L, VERSTRAETE W, DE L M, et al. Decrease of dissolved sulfide in sewage by powdered natural magnetite and hematite[J]. Science of the Total Environment, 2016, 573: 1070-1078.
- [25] GUTIERREZ O, MOHANAKRISHNAN J, SHARMA K R, et al. Evaluation of oxygen injection as a means of controlling sulfide production in a sewer system[J]. Water Research, 2008, 42(17): 4549-4561.
- [26] LOWE S. Sewer ventilation: Factors affecting airflow and modeling approaches[EB/OL]. [2018-12-10]. <https://www.chijournal.org/C395>.
- [27] JOYCE J, SORENSEN H W, SMITH M M. Large diameter sewer and tunnel ventilation characteristics and odor control: Recent developments and case histories[J]. Proceedings of the Water Environment Federation, 2000, 13: 195-214.
- [28] PESCOD M B, PRICE A C. Major factors in sewer ventilation[J]. Journal of Water Pollution Control Federation, 1982, 54(4): 385-397.
- [29] QIAN Y, ZHU D Z, ZHANG W, et al. Air movement induced by water flow with a hydraulic jump in changing slope pipes[J]. Journal of Hydraulic Engineering, 2016, 143(4): 04016092.
- [30] 卢金锁,闫帅军,吴迪,等.检查井内污水跌落充氧试验研究[J].中国给水排水,2014,30(23):69-72.
- [31] GUO S, QIAN Y, ZHU D Z, et al. Effects of drop structures and pump station on sewer air pressure and hydrogen sulfide:

Field investigation[J]. Journal of Environmental Engineering, 2018, 144(3): 04018011.

[32] YONGSIRI C, VOLLERTSEN J, RASMUSSEN M, et al. Air-water transfer of hydrogen sulfide: An approach for application in sewer networks[J]. Water Environment Research, 2004, 76(1): 81-88.

[33] 刘艳涛, 卢金锁, 闫帅军. 污水检查井盖调研及其预留孔对井内气体组分影响[J]. 中国给水排水, 2017, 33(3): 97-101.

(本文编辑: 郑晓梅)

## Release of harmful gases in sewage collection and transportation pipeline system and its countermeasures

LU Jinsuo<sup>1,\*</sup>, ZHOU Yapeng<sup>2</sup>, DING Yanping<sup>3</sup>, ZHENG Cailin<sup>4</sup>, LIAO Bangyou<sup>4</sup>, SONG Guangshun<sup>5</sup>, CHEN Jun<sup>5</sup>

1. Shaanxi Provincial Key Laboratory of Environmental Engineering, Xi'an University of Architecture and Technology, Xi'an 710055, China

2. School of Environmental and Municipal Engineering, Xi'an University of Architecture and Technology, Xi'an 710055, China

3. School of Management, Xi'an University of Architecture and Technology, Xi'an 710055, China

4. Ankang Municipal Facilities Management Office, Ankang 725000, China

5. Xi'an Municipal Engineering Design & Research Institute Co. Ltd., Xi'an 710068, China

\* Corresponding author, E-mail: lujinsuo@163.com

**Abstract** The whole sewage collection and transportation pipeline system is between the end of water appliances in the building and the sewage treatment plant, including three parts: the building drainage riser, septic tank, underground gravity flow pipeline. It is divided into the construction community drainage and municipal drainage. The common concerns about sewage collection and transportation pipelines are odor diffusion, pipeline corrosion and explosion accidents, all of which are closely related to airflow organization in the pipeline. Thus, in the perspective of the whole sewage collection and transportation pipeline system, in order to alleviate effectively the gas hazard of pipeline system, the system analysis method was used to discuss the gas movement and flow characteristics in above three parts, and the interrelation of gas flow among the pipeline of these three parts, respectively. Then a new way to solve the problem of harmful gas in sewage pipeline system was proposed, the prospect of the future research directions to harmful gas control was also predicted.

**Keywords** drain riser; septic tank; gravity flow pipe; airflow organization



卢金锁 西安建筑科技大学教授, 国家注册设备(给水排水)工程师, 西安建筑科技大学环境与市政工程学院副院长, 全国给排水科学与工程专业评估委员会委员, 陕西省土木工程学会给排水委员会秘书长, 陕西省水协专家委员会副主任委员, 宝钢优秀教师奖获得者, 陕西省青年科技新星, 西安市青年科技人才。主持项目包括国家自然科学基金青年基金项目、国家自然科学基金面上项目、国家重大水专项子课题、省部级科研项目等。授权和申请发明专利61项, 发表论文70余篇, SCI、EI收录20余篇, 参编出版著作3部, 获得陕西省科学技术一等奖1项、二等奖2项, 三等奖1项。E-mail: lujinsuo@163.com