

# 提升生活排水系统卫生安全性能的关键问题

张磊<sup>1</sup>, 张哲<sup>2</sup>, 赵珍仪<sup>1</sup>

(1. 国家住宅与居住环境工程技术研究中心, 北京 100044; 2. 中国建筑设计研究院有限公司 工程设计研究院, 北京 100044)

**摘要:** 新冠肺炎确诊患者粪便病毒检测呈阳性, 意味着新冠病毒可能会通过气溶胶的方式进行传播, 使得生活排水系统的卫生安全问题时隔 17 年后再次摆在人们面前。以保障人的健康为出发点, 从基础研究、排水机理、系统设计、施工监管、维护管理等多方面提出了提升生活排水系统卫生安全性能的关键问题, 以期从全生命周期内切断排水系统可能传播病毒的隐形途径, 切实保障居民居家健康。

**关键词:** 传播途径; 卫生安全度; 健康防疫; 性能评价; 定期维护

**中图分类号:** TU99 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-4602(2020)06-0033-05

## Key Issues of Improving Sanitary and Safety Performance of Domestic Drainage System

ZHANG Lei<sup>1</sup>, ZHANG Zhe<sup>2</sup>, ZHAO Zhen-yi<sup>1</sup>

(1. China National Engineering Research Center for Human Settlements, Beijing 100044, China;  
2. Engineering Design and Research Institution of China Architecture Design and Research Group, Beijing 100044, China)

**Abstract:** The positive for SARS-CoV-2 was detected in the feces of the diagnosed patients, so the virus may spread by aerosol. The latest research makes the health and safety problems of domestic drainage system appear again after 17 years of SARS outbreak. To protect human health as the starting point, from the basic research, drainage mechanism, system design, construction supervision, maintenance and management and other aspects, the key issues have been put forward to improve the health and safety of the drainage system, with a view to cutting off the hidden way of virus spreading in drainage system from the whole life cycle, effectively protect the health of residents at home.

**Key words:** propagation path; coefficient of health and safety; health assurance; performance evaluation; regular maintenance

2020年2月18日,钟南山院士在广东省人民政府新闻办公室举行的新闻发布会指出,防控新冠肺炎保持下水道通畅非常重要,确诊患者粪便中检测出新冠病毒,粪便等污染物滞留在下水道,干了以后里面还带有病毒,经过鼓风吹到空气中以后,气体(也可以叫它气溶胶)再被人吸入,就产生了感染的风险。这一提示让生活排水系统(以下简称排水系统)的卫生安全问题再次摆在人们面前。

排水系统有两大性能:一是及时、迅速、安全地把建筑物内产生的污水及臭气排走,即排放性能;二是防止排水系统内的有害物质进入室内,即卫生性能。排放性能为人们所熟知,卫生性能却一直被忽视。“非典”过后,香港卫生署的“淘大花园暴发严重呼吸系统综合症事件主要调查结果”和“世界卫生组织关于淘大花园的环境卫生报告”显示,住宅排水系统可能成为恶性传染疾病的传播途径,其卫

生性能的重要性引起了社会各界的高度重视。美国、英国、日本、俄罗斯、印度对此问题均有专门的研究,并按照各国的特点制定了相应的技术措施。我国国家住宅与居住环境工程技术研究中心(以下简称国家住宅工程中心)自2005年承担科技部“住宅排水系统卫生性能研究与技术研发”研究课题,并提出了后疫情时代住宅排水系统卫生安全性能实验研究计划,2011年设计、建设完成122.9 m高的万科高层住宅排水系统足尺实验塔,之后持续针对住宅排水系统开展了6万余次足尺实验研究,已经建立了标准的排水系统性能检测方法 with 检测平台。2018年底,国家住宅工程中心完成了“十二五”水体污染控制与治理科技重大专项课题——“建筑水系统微循环重构技术研究 with 示范”(2014ZX07406002)中排水系统卫生安全性能研究。排水系统卫生安全简单说,即尽可能保证系统内的各个水封不被破坏,这涉及两个方面:一是用户排水时排水系统内的气压波动小,二是水封抵抗压力波动的能力强,顺着这两方面延伸展开实验研究,认识到提升住宅生活排水系统卫生安全性能还有一些关键问题需要解决。

### 1 室内环境隐性污染需跨领域定量研究

在城镇化快速发展的过程中,为了节约土地,高层住宅的比例越来越高,高密度的居住人口大大增加了建筑内部排水系统的负荷,排水系统返臭气已经成为普遍现象,而返臭气意味着室内环境与排水系统内的受污染环境相连通。臭气中所含的气态污染物大多属于“三致”污染物,所含的非气态污染物也会威胁居民身体健康,如细菌、病毒以及其他微小颗粒物等,若人体误食或误吸则很可能引发腹泻、食物中毒、肺炎等多种疾病。排水立管内的温度常在24~30℃之间,相对湿度在95%~100%之间,在不变的温暖、潮湿环境下,排水系统是理想的有害病原体生存空间。人们关注PM 2.5,因为这个数值可以形象地反映大气污染的程度,但排水系统对室内环境的污染由于缺乏卫生防疫部门的联合研究,对臭气的组分、细菌含量以及对人体的健康损害等没有定量的数值,所以往往被忽视。正是在这种理念下,排水系统成为工程中最易被省成本、省材料的系统,又因为排水系统主要是“隐蔽”工程而降低产品质量。

以人为本、以人的健康优先,亟需国家层面设置专项课题,由卫生防疫部门和建筑行业共同针对不

同类型建筑、不同使用工况下排水立管系统内有害物质的病理性、毒性进行实测研究,对排水立管系统内的有害物质给出定量值,提高我国排水系统卫生安全等级。

### 2 用量化指标直观表达排水卫生安全性能

排水系统的安全性能是一个“系统”性能指标,它反映了由横支管布置方式、立管系统形式、管配件、横干管以及一些辅助配件等组成的“全系统”的性能指标,其性能优劣直观反映出排水系统内压力波动对水封的影响力。国外研究学者也认为应该以全局的眼光分析、研究排水系统性能,以确保满足最佳排水性能和公共卫生的需求。

因此,在编制协会标准《高层住宅特殊单立管排水系统卫生安全技术规程》时,针对特殊单立管排水系统提出排水立管卫生安全度的概念,即排水立管卫生安全度=立管排水能力/设计秒流量,其中立管排水能力是在足尺实验塔上按照行业标准《住宅生活排水系统立管排水能力测试标准》(CJJ/T 245—2016)足尺实测的立管排水能力,是实测值;设计秒流量为生活排水管道设计秒流量,是计算值。卫生安全度高,表示排水系统的实际排水能力大,系统内压力波动对水封的影响小。我国特殊单立管系统种类丰富,特殊管件不同、连接方式不同,立管系统的排水能力差异也较大。在系统高度均为34层(104.1 m)条件下采用CJJ/T 245—2016中的定流量法,以±400 Pa为判定条件,对不同特殊单立管系统的排水能力进行了测试,实测值见图1。

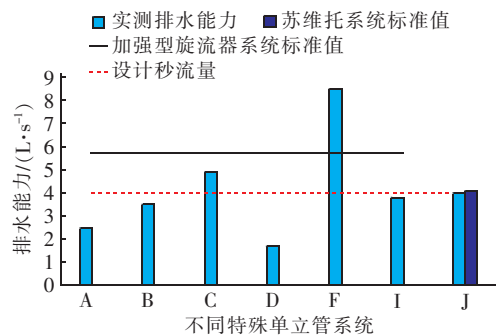


图1 国内不同特殊单立管系统的排水能力

Fig. 1 Drainage capacity of different special single riser systems in China

由图1可知,在相同条件下,不同特殊单立管排水系统性能差异较大,有些甚至小于相同系统高度下的设计秒流量。而同样采用定流量法,日本不同

品牌35层特殊单立管的实测排水能力均大于排水管的负荷流量(计算值),且是负荷流量的1.2~2.5倍。

因此,针对特殊单立管排水系统应以排水立管卫生安全度直观表达排水系统的卫生安全性能,为设计正确选用和工程准确采购创造条件。

### 3 结合使用实态研究排水系统原理和构造

掌握排水系统的压力波动机理是确保排水系统卫生安全性能的基础。学者们对排水系统中气压波动的研究从未停止,研究方法从最初的理论分析,发展为足尺实验,到如今的数值模拟,或各种方法相结合。气压波动机理符合最基本的Joukowski公式,与流体密度、流速和当地声速有关;气-水间的牵引力、排水流量、管径和管长也与之相关。在我国的排水系统使用实态下,摸清系统内的压力波动机理,明确设计秒流量与实际流量的量化关系,是提升排水系统卫生性能所亟需的基础理论研究。

随着建筑行业技术进步,全球范围内高层、超高层建筑数量迅速增长,同时新建建筑的排水系统复杂性也随之提高。由于没有专门针对超高层建筑排水系统的设计方法(标准),现行设计标准被直接用于超高层建筑,建筑高度对排水系统内的压力波动产生重要影响<sup>[1]</sup>,另外由于结构或是敷设技术的原因,排水管道在建筑中存在大量偏置、转弯现象,都将引起气流、水流的流体状态发生改变<sup>[2]</sup>。因此超高层建筑排水系统的排放与卫生安全性能还需进一步研究。

在全球范围内实行节水行动的背景下,节水器具受到推广使用,但也引发了诸多问题。例如:节水器具是否真的节水,是否存在多次排放问题;由于节水器具排水量的减小,致使原有排水管道可能存在管径偏大,排泄污物和卫生纸在排水管道(特别是排水横管)中的滞留、堵塞<sup>[3]</sup>,对系统的搬送性能、自清洁性能提出了更多考验。

用水设备的优化,使得使用情况发生变化。例如:卫生器具的占用时间、排水时长变短、使用频次增加等,使得本就随机、复杂变化的排水情况更加深不可测。特别是现在城市化进程中,建筑体量越来越大,建筑内用水器具的数量剧增;城市生活中存在住宅-办公楼的“日常迁徙”,使得用水、排水更加“集中”,需对各种不同建筑的实际使用实态进行调研,并以此作为边界条件,对排水系统进行实测研

究,才能确定现今排水系统使用实态下的设计参数。

我国步入老龄化社会,老年人对住宅空间、使用功能有着不同的需求。在防摔、防跌倒之外,在既有住宅适老化改造中应充分考虑卫生间排水系统的适老化改造<sup>[4]</sup>,以满足老年人夜间便溺的频次增加的生理需求。比如,在老人卧室中增加便溺器具并实现安全、无臭排放,这涉及到保证排放效果的情况下,减少排水噪声、减小系统内压力波动甚至缩小管径,都会影响排水系统的卫生性能,这方面的研究还很欠缺。

### 4 避免装修对排水系统性能的影响

我国大量住宅是毛坯交房,卫生器具及其连接的排水支管都是由住户装修时安装,特别是下沉楼板的同层排水系统,住户面对的往往是一个大坑和立管上的一个接口,所有的户内排水支管系统都在装修时安装;还有住宅使用一定年限后的二次装修,居民会按照自己的需求对卫生间的布置进行改造,不可避免地改动户内排水支管,漏接、错接水封的状况比比皆是;管道反坡排水不畅,甚至卫生间地面反坡无法向地漏排水的情况都有发生。

解决这一问题,需面向散户市场:①需要全面普及排水系统卫生安全的基本概念,让居民和物业公司都能够监督装修队伍是否合理安装户内排水系统;②对装修公司的施工队伍进行培训,只有合格的水暖工才能进行户内排水系统安装;③要求洗面器、洗涤盆等洁具厂家必须配套销售硬质的存水弯,不能为了安装方便配套波纹管。

面向工程,提倡住宅精装修交房,按照成品住宅的理念,将装修设计前置,和建筑设计、给排水设计同步进行,精确定位各类洁具、柜体、管配件以及管道走向、坡度、管径及接口(含管道之间的接口,管道和建筑面层接口等),开发装配式、水封保持能力高的户内排水系统,工厂预制、现场组装,减少现场手工操作对户内排水系统的破坏。

### 5 健全建筑排水系统性能评价制度

最新一版的《建筑给水排水设计标准》(GB 50015—2019)将于2020年3月实施,已经提出了“生活排水系统立管当采用特殊单立管管材及配件时,应根据现行行业标准《住宅生活排水系统立管排水能力测试标准》(CJJ/T 245—2016)所规定的瞬间流量法进行测试,并应以 $\pm 400$  Pa为判定标准确定”,这为我国健全建筑排水系统工程准入与监管



机制提供了根本依据。

对于伸顶通气系统和专用通气系统,由于系统构造统一,其排水性能也是明确的,因此在工程进场时应做检查验收,并由监理工程师核查确认,应重点检验规格、型号及性能检测报告是否符合国家技术标准要求。一些塑料管材厂家为了降低成本,会采用减少壁厚或用废料再生管材,这些都会对排水系统的性能、使用寿命造成影响,需要产品入场时加以注意。

对于特殊单立管系统,如上述所说,构造差异很大,抽选的几家产品的排水能力差别也很大,因此在工程进场时应做检查验收,并由监理工程师核查确认。除了检验规格、型号及性能检测报告应符合国家技术标准要求,还应提供按照《建筑给水排水设计标准》所要求的排水能力测试报告,以判定是否满足设计秒流量的要求。

以日本为例,特殊单立管系统节约空间受到建设工程欢迎,在20世纪日本也是涌现出很多特殊单立管产品。后来,由日本国立住宅研究所建立了108 m高的足尺实验塔,由日本空气调和卫生工学会组织专家和企业开展排水系统性能的足尺实验,最终确定了日本的排水能力测试标准和设计选用标准,规范了产品性能;到目前,合格的主流特殊单立管产品只有三个品牌。

日本基于《产业标准化法》制定了产业标准(JIS),由下设于日本经济产业省的日本产业标准调查会(JISC)统一负责其调查、管理和认证等工作。日本《建筑基准法》第37条要求,建筑构配件及部品,涉及公共安全、防火、卫生方面的必要性能必须符合有关的产业标准(JIS)要求,并且在政府主导的建筑工程中,必须采购通过JIS认证的建筑制品。由此可见通过日本产业标准(JIS)认证的产品具有可靠的性能。因此,由第三方机构,按照标准的测试方法,在标准的检测装置上,对不同的系统性能进行测试、标定,通过这种方法系统性能参数才有可比性和公正性。他山之石可以攻玉,这样的排水系统性能评价或认证方法值得借鉴。

## 6 排水系统的定期维护必不可少

随着使用年限的增加,管道内部会有污物粘附,甚至形成生物膜,长时间使用之后管道的过水面积越来越小。我国在排水系统安装后从未有定期的

维护,仅在发生问题后才修理,使得排水系统无法实现与建筑同寿命,在使用中也难以保证排水系统的卫生性能。

日本自1980年起,对管道的老化问题进行了深入研究,并颁布了相关诊断与维护的标准<sup>[5]</sup>。目前,已经形成设备系统性能诊断与维护的专门行业,对住宅的各类设备、管道系统开展定期检测、清扫与维护,大大提高了设备系统的使用安全性和使用寿命。

排水系统的维护涉及到排水系统的检测诊断技术、清扫技术和快速更替技术,这些技术都需要在今后进一步研究开发。相信疫情过后,对我国的物业管理会提出新的要求,建立排水系统定期检测、维护制度应成为必要环节,通过定期的清扫,减少系统内堵塞,保证系统内气流畅通,提升排水系统的卫生安全性能,提高排水系统的使用寿命。

## 7 结语

排水系统返臭气长期困扰居民生活,居民往往把臭气之源归结为地漏,其实地漏在排水系统中只是一个小部件,工程也好、家装也好,采用的不合格地漏产品太多,才使得地漏成为表面的罪魁祸首。排水系统的问题要系统解决,不仅是产品构造问题,还涉及到排水系统生产、设计、施工、验收和运营维护全生命周期的各个环节,SARS已经让我们付出沉重的代价,短短17年之后的疫情再次提醒我们,必须对排水系统的卫生安全加以重视,从方方面面解决影响系统性能提升的关键问题,切断排水系统可能传播病毒的隐形途径,切实保障居民居家健康。

## 参考文献:

- [1] 张磊,张哲,赵珍仪.住宅排水系统排水能力测试方法总结[J].给水排水,2014,40(8):99-105.  
Zhang Lei, Zhang Zhe, Zhao Zhenyi. Summary of test methods for drainage capacity of residential drainage systems[J]. Water & Wastewater Engineering, 2014, 40(8):99-105 (in Chinese).
- [2] 赵珍仪,张哲,彭博,等.特殊单立管系统立管轴线偏置的试验研究[J].中国给水排水,2018,34(1):119-123.  
Zhao Zhenyi, Zhang Zhe, Peng Bo, et al. Study on riser axes offset of special single stack drainage system[J]. China Water & Wastewater, 2018, 34(1):119-123 (in Chinese).

(下转第44页)