

Analysis of the Causes and Solutions for the Flipping of Toilets in High-rise Residential Buildings

Weixin Huang

Nantong Urban Construction Project Management Co., Ltd., Nantong, Jiangsu, 226000, China

Abstract

With the continuous advancement of the urbanization process, the high-rise housing is increasing, and the people's living environment is becoming more and more perfect. However, after the delivery of some residential areas, the toilet toilet of the people's life, sewage splashing, kitchen and bathroom odor have affected the living quality of the people. The author combined with their own design and project management work experience, from the basic concept of high-rise building drainage system, citing high-rise residential drainage theory of humechanical performance analysis, seeking to influence the toilet of bubble formation reason, on the basis of the operation ability, from the design, construction, maintenance, material selection puts forward the corresponding improvement measures, to improve the quality of life provides the important theoretical and practical guidance.

Keywords

high-rise housing; drainage system; impact factor; improvement measures

高层住宅坐便器翻泡的成因分析及解决思路探析

黄卫新

南通城市建设项目管理有限公司, 中国·江苏 南通 226000

摘要

随着城市化进程的不断推进, 高层住宅日益增多, 百姓居住环境日趋完善。然而部分住宅小区交付后曾发生困惑百姓生活的卫生间坐便器翻泡、污水四溅、厨卫异味等影响百姓居住质量的烦心事。笔者结合自己的设计及项目管理的工作经历, 从高层建筑排水系统的基本概念入手, 引用高层住宅排水水力学性能分析的理论, 寻求影响坐便器翻泡形成原因, 在阐述高层住宅排水系统运行能力的影响因素基础上, 从设计、施工、使用维护、材料选择等方面提出了相应的改进措施, 为改善百姓生活质量提供了重要的理论和实践指导。

关键词

高层住宅; 排水系统; 影响因数; 改进措施

1 引言

南通市某高层住宅小区建筑面积 12.5 万 m², 建筑楼层为 12~18 层, 共 8 幢毛坯房。百姓装饰后在使用过程中发现个别处于下面楼层的居民反映, 在楼上住户用水时 2~4 层的住户卫生间坐便器时常发生翻泡污水四溅的怪现象。经笔者现场勘验, 该高层住宅排水系统 2~18 层为单立管 UPVC100 排水管, 未设专用通气管, 出户埋地管 UPVC100 淹没在室外检查井常液面下, 屋面通气管伸出屋面 600mm。论文旨在从高层建筑排水系统概述入手, 介绍高层住宅排水立管内的水气流态, 寻求坐便器翻泡的形成原因。在运用水力计算公式基础上分析影响排水系统运行能力的相关因素, 提出解决坐便器翻泡的具体思路。

【作者简介】黄卫新 (1971-), 男, 中国江苏南通人, 本科, 高级工程师, 从事建设工程管理研究。

2 高层建筑排水系统概述

高层建筑排水系统其主要功能是将建筑内部产生的废水、污水等有效地排出。这个系统通常由多个部分组成, 包括洁具、排水横支管、立管、出户管、通气管及管道附件等组成。这些管道和附件各自发挥着特定的作用, 共同保证排水系统的正常运行。排水管是排水系统的主要组成部分, 它负责输送废水和污水。通气管是高层住宅排水系统中的另一个重要部分, 它的作用是平衡管道内的气压, 防止回流和异味问题, 故通气管的设置尤为重要。检查口和清扫口是排水系统中的辅助设施, 它们用于维护和检修排水管道。通过定期检查和清理, 可以确保排水系统的正常运行, 避免堵塞和故障^[1]。除了以上组成部分, 高层住宅排水系统还需要考虑其他因素, 如消除噪音、减小水力压力变化等附件。

3 高层住宅排水系统水气排放流态

生活排水管道内的水流是非满流。因其水体内含含有固

体物,严格地说应属于水、气、固三相流^[2]。但污、废水含有的固体物所占排水体积很少,故一般仍将其视作水、气两相流。污水在排水管中的流动既不是稳定的压力流,又不是一般的重力流。了解排水管中水气流态的转化,对掌握水流的运动规律和特性至关重要。

3.1 排水横支管中的水气流态

排水横支管是指连接卫生器具排水口并接纳污水汇入排水立管的带排水坡度的管道。现以坐便器排水为例:由于家用坐便器自带存水弯的虹吸装置,其污水排入横支管时具有瞬时流量大、历时短的特性,在排入横管的初期可视为满流,由于坐便器的自虹吸作用在排水横管沿水流方向的前端空气被挤压,管内气压升高,常会出现前端存水弯或地漏水封液面发生起涌现象,同时后端由于水流逐渐前移,后管腔体积增加短期内压力变小故形成负压。

3.2 排水立管中水气流态

①由横支管进入立管的水流是断续非均匀的,排水立管内大部分时间是部分充满水,因而水流呈水、气两相流动。在水流表面张力和管壁吸附力的共同作用下,当管内流量较小时,水流沿内腔壁作螺旋运动,此时立管中气流顺畅,通气量较大,管内气压稳定。

②当排水流量继续增加到足够大时,由于管内空气阻力和摩擦力作用而形成水的隔膜运动,水膜形成后便以加速度下降,随着水流速度加大,其摩擦力随之增加,当下降到一定距离后速度趋于稳定,水膜厚度趋于稳定。

③当排水流量更大时即水流充满立管断面的1/3以上时,水膜的形成更趋频繁,形成较稳定的水塞运动,水塞的形成会引起立管内气压波动更为激烈,在其运动的前端为大于大气压的正压,后端为小于大气压的负压,此时对原管道系统水封层的稳定产生严重的影响。

3.3 水封破坏的两种方式

水封装置是建筑排水系统中极为重要的组成部分。它负担这阻隔排水管道中的废气进入室内,防止室内环境污染的重要使命,有人称它为“建筑排水系统中的生命线”。水封破坏的直观现象就是排水管道中的气体穿过水封装置进入室内,气体进入室内通常有两种方式,第一种方式是指管道中的压力大于室内气压即出现正压就会克服存水弯中的水封抵抗力产生翻泡现象,如果此压差较大就会造成水封装置的存水四溅外溢。第二种方式是指管道中的压力小于室内气压即出现负压,就会抽吸存水弯中的水封,造成原有的水封装置减弱,严重时水封完全丧失。

由此看来坐便器翻泡甚至污水四溅的形成原因主要是来自高层排水立管内气压波动形成的前端正压和后端负压综合作用的结果。

通过分析水流的运动,可以了解水流在管道中的流动状态、流速分布以及水流对管壁的作用力等,为排水系统的

设计和优化提供依据。如图1所示,通过排水立管水流状态的分析,高层住宅排水由于水流在下落时夹带着管内气体一起流动的结果,往往会引起管内极大的气压波动形成水塞,致使管内水流、气流流动不畅,破坏存水弯、洁具水封,从而使下管道中的臭气窜入室内污染室内环境,严重时导致马桶翻泡污水四溅。

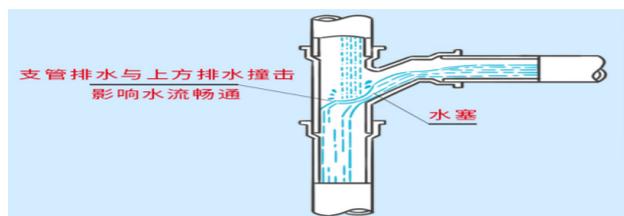


图1 排水立管中的水流状态

4 高层住宅排水系统水力计算分析

①高层建筑污水排水横管的水力计算与一般建筑相同,其计算公式为:

$$V=1/nR^{2/3}I^{1/2} \quad (1)$$

$$q=w \cdot v \quad (2)$$

其中, R 水力半径, m, 水力半径是管道截面积与湿周长的比值,反映了管道截面对污水管内流动的影响; q 为污水流量, m³/s, 流量是单位时间内流过管道截面的水体积; I 为水力坡度, 采用排水管坡度; n 为管道粗糙系数, 按管材而定; w 为水流过水断面, m²; V 为流速, m/s。

②排水立管的设计负荷。

排水立管设计负荷是在立管中水流呈水膜流且达到终限流速,水膜厚度稳定时确定的。按水力原理并经数学运算后可得排水流量计算公式:

$$Q=1.47[e(d-e)]^{5/3}/d^{2/3} \quad (3)$$

其中, Q 为立管下落水流的流量, L/S; e 为终限流速时水膜厚度, cm; d 为排水立管管径, cm。

排水立管的设计负荷应以流量充满立管断面1/4~1/3为原则确定,经计算得到不同管径立管呈水膜状态时的设计负荷(流量),如表1所示。

表1 不同管径立管呈水膜状态时的设计负荷(流量)

管径 (mm)	通水能力(L/S)		
	ω_i/ω_j		
	1/4	7/24	1/3
50	1.05	1.35	1.70
75	3.10	3.99	5.02
100	6.67	8.59	10.82
150	19.67	25.37	31.68

中国《建筑给水排水设计规范》规定的排水立管最大排水能力情况如表2所示。

表 2 排水立管最大排水能力 (UPVC 排水管)

排水立管系统类型			最大设计排水能力 (L/s)			
			排水立管管径 (mm)			
			75	100(110)	150(160)	
伸顶通气			厨房	1.00	4.0	6.40
			卫生间	2.00		
专用通气	专用通气管 75mm	结合通气管每层连接	—		6.30	—
		结合通气管隔层连接	—		5.20	
	专用通气管 100mm	结合通气管每层连接	—		10.00	
		结合通气管隔层连接	—		8.00	
主通气立管+环形通气管			—		—	—
自循环通气	专用通气形式		—		4.40	—
	环形通气形式		—		5.90	

通过水力计算公式可以看出影响高层建筑排水能力的主要参数有汇入计算管道的污水流量 q ；排水横管坡度 I ；排水管道的材质选择种类 n ；管内的流速 V 及专用通气管的设置等。这些参数对于评估排水系统的性能和设计排水系统具有重要意义^[3]。

5 高层住宅排水系统运行能力影响因素分析

结合高层住宅排水系统水气流转转化规律及排水水力计算公式，影响排水系统运行能力的因数主要有以下几个方面。

5.1 管道材料和结构

管道材料和结构对排水系统水力学性能的影响主要体现在水流阻力、摩擦系数、水力计算半径等方面。不同的管道材料和结构会导致水流阻力和摩擦系数的变化，从而影响水流在管道中的运动状态和能量损失。具体来说，管道材料的选择会影响管道的粗糙度和耐腐蚀性，进而影响水流在管道中的摩擦阻力、能量损失和耐久性。例如，光滑度高、耐腐蚀性强的材料可以有效地降低水流阻力，提高排水系统的效率。同时排水管道的断面结构影响排水水力半径也会对水流性能产生影响。合理的管道结构设计可以优化水流运动，减少水流阻力和能量损失^[4]。

5.2 管道布局和尺寸

管道布局和尺寸是影响排水系统水力学性能的关键因素，因为它们直接决定了水流在管道中汇集排水量负荷、排水管内运动状态和能量损失。合理的管道布局和尺寸设计可以优化水流运动，降低能耗，提高排水效率。具体来说，管道布局应该结合建筑物的结构、平面布置和使用功能需求，杜绝超负荷排放，尽量避免减少管道弯折和不必要的分支，以减少水流阻力和能量损失。同时管道断面尺寸的设计也需要根据流量和水流速度等因素进行合理计算，以确保水流能够顺畅地通过管道，兼顾功能与经济二者的统一。在管道布局和尺寸选择时还需要考虑到排水管道的前期安装和后期运行维护的方便性，以及与其他管道的综合协调施工配合及

美观等因素。因此，需要进行全面的分析和评估，以确定最佳的管道布局和尺寸设计方案。

5.3 水流速度和流量

水流速度和流量是影响排水系统水力学性能的直接因素，因为它们决定了水流在管道中的运动状态和能量传递过程。水流速度和流量的变化会导致管道内部压力、阻力等参数的变化，从而影响排水系统的性能。具体来说，水流速度的增加会导致水流阻力的增大，使得水流在管道中运动时需要消耗更多的能量，从而增加了排水系统的能耗。同时，水流速度的变化还会影响水流对管道内壁的冲刷和磨损作用，进而影响管道的使用寿命和稳定性。流量的变化则会影响排水系统的排放能力，过小的流量可能导致排水不畅，而过大的流量则可能对管道和设备造成过大的负荷，影响其稳定性和可靠性。

5.4 污水性质和负荷

污水性质和负荷是影响排水系统水力学性能的重要因素之一。不同性质和负荷的污水会对管道内壁产生不同的磨损和腐蚀作用，从而影响排水系统的稳定性和可靠性。具体来说，污水的性质包括其成分、酸碱度、温度等因素，这些因素都会对管道内壁产生不同的影响。例如，淋浴热水由于排放温度较高容易造成 UPVC 管老化，而含有酸性或碱性成分的污水则会对管道内壁产生腐蚀作用。污水的负荷则是指其中污染物的浓度和总量，不同负荷的污水对排水系统的影响也不尽相同。

6 高层住宅排水系统通气性能改进措施

6.1 优化排水管道布置

6.1.1 优化排水立管设置位置

高层住宅卫生间排水流量主要来自坐便器、洗脸盆、洗衣机、地漏、浴缸等，其中坐便器排水具有时间短、流量大、流速快的特点，是排水横支管地漏水封破坏的主要来源。洗脸盆、洗衣机、地漏、浴缸排水具有时间长、流量小、流速慢的特点，其流量进入立管时成螺旋运动不易形成气核，

对排水立管内气压波动影响有限,排水立管设置宜靠坐便器侧,缩短坐便器污水在横支管的流动距离和时间可以减少对横支管上水封的破坏。同时方案选择确认时尽量避免排水立管拐弯布置,万不得已时采用乙字弯不得使用 $4 \times 90^\circ$ 弯头过渡,因为水流方向的改变必然引发流速的改变,从而引发气压波动的剧变。

6.1.2 适当增大排水管径

加大排水支管、排水立管管径,在排水流量一定的情形下根据流量计算公式(2)可以得到横支管内流速减小,同时排水立管内空气柱截面相应增大,难于形成水塞,管内气体流动顺畅,管内气压波动影响较小,提高排水通行能力的同时对原有排水体系中的水封影响也弱。排水立管转接埋地出户管处优先考虑采用大曲率大口径异径弯头,可以减少因水流方向突变而引发的能量损失,同时削弱由此带来的对排水低处用户使用上的不便。

6.2 增加立管的消能措施

6.2.1 选用内壁粗糙系数大的管材

选择螺旋管、波纹管以增加水流与立管内壁的接触面积,增加管壁对水流的吸附力及下行过程中的摩擦力,使那部分流量附着管壁作螺旋或带状下落,以延迟螺旋流向水塞流的过渡。当排水流量一定时,选择粗糙系数较大的管材,排水流速反而减小,维持排水立管内气压平衡,从而减少对原有水封的破坏是防止坐便器翻泡的有效途径。

6.2.2 科学选择排水管附件及管件

住宅工程排水系统常用的附件包括地漏、检查口、清扫口、存水弯,管件包括透气帽、三通、伸缩节、弯头、异径接头等。

地漏应优先采用防干涸防返溢型有效水封深度不小于50mm,不得选择已列入淘汰的钟罩式、扣碗式地漏,淋浴房推荐使用网框式深水型地漏。在工程实践中S型存水弯更容易形成虹吸作用水封损失快,为此推荐优先使用P型存水弯。

横支管与排水立管连接应采用水力条件好的顺水三通、TY型三通,管道接长时采用承口迎水流方向的伸缩节、束节,管道拐弯时不得使用 90° 弯头替代 45° 弯头或大曲率异径弯头。

6.3 选择合格的坐便器

坐便器性能的好坏,往往取决于自虹吸的大小。自虹吸越大,坐便器排水时产生的吸力越大,越容易把坐便器内的污物排放干净。但反过来,自虹吸越大,也可能对坐便器重新形成的水封造成负面影响。因此合格的坐便器必须设延时补水装置、把水封补满,否则剩余的水封不能应付正压破坏。根据节能要求坐便器储水箱容量不得大于5L。

6.4 依规设置专用通气管

洁具排水时,立管内的空气由于受到水流的压缩或抽吸,管内气流会产生正压或负压的变化,这种压力的变化幅

度如果超过了存水弯、坐便器水封深度就会破坏水封。因此室内排水管道系统要设置通气管与大气相通,以泄放正压或补给空气减小负压。使管内气流保持接近大气压力。合理设置通气管不但能保持洁具的水封,而且能使排水畅流和排除下水道中所产生的有害气体,笔者看来导致高层住宅坐便器翻泡核心关键原因在于未设置专用通气管。

6.5 规范施工及验收环节

施工项目部要严格按照设计图纸、操作规程精心组织施工,不得擅自变更图纸。排水管材、洁具选择采购时严格把关,不得使用劣质、淘汰的产品,管道隐蔽组织灌水闭水试验合格后方可进行下道工序,交付前全数实施通球试验检查。

监理单位安装专业监理人员要严格按照施工验收规范组织材料检查、工序验收,凡涉及隐蔽工程及功能性的检查验收务必旁站到位。

6.6 交付后使用管理到位

①严格限制洗涤剂的擅自排放。建筑排水中的洗涤剂在流动过程中不断的与污水、空气混合,极易产生大量泡沫,该泡沫将阻隔排水管过水断面,致使管内排气通道堵塞,降低了污水与管壁间的吸附张力和摩擦性能,严重改变了排水系统的水力学性能和通气工况条件。

②严禁在住宅装修时,将水泥砂浆、碎石,尤其是油漆、涂料等油性物质倒入坐便器。

③养成良好的用水节水习惯。平时养成便纸入篓、洗脸盆、洗涤池、浴盆排水落水口加设格栅过滤装置,防止颗粒物、毛发、布片的异物随排水进入排水管道而引发排水系统堵塞。

④长期关闭空置的高层住宅物业维护人员要定期对坐便器、排水地漏、存水弯实施补水,防止水封装置因蒸发而破坏。

7 结语

通过对高层建筑排水系统的水力计算、运行性能分析,可以有效评估高层住宅排水系统的排水能力,提出改进措施来优化系统的设计方案和规范施工、使用环节。坐便器翻泡这中看似简单然令人烦恼的问题就能迎刃而解,同时为改善百姓生活质量提供了重要的理论和实践指导。

参考文献

- [1] 李国浩.高层建筑给排水常见问题及解决方案[J].城市建设理论研究(电子版),2023(24):97-99.
- [2] 宋浩明.高层建筑排水系统水力计算分析[J].建筑与工程,2007(24):127+132.
- [3] 卢嘉,赵锦梅,马瑞,等.“水力学”线上教学实践[J].西部素质教育,2023,9(12):130-133+138.
- [4] 陈新.高层建筑给水排水工程存在的问题及发展趋势研究[J].建筑与预算,2022(9):4-6.