

住宅排水卫生安全
保障专题

排水口处压力与横支管处压力的关系初探

张哲^{1,2}, 吴健铭¹, 赵珍仪², 高彬², 杨鹏辉²

(1. 重庆大学 城市建设与环境工程学院, 重庆 400030; 2. 国家住宅与居住环境工程技术研究中心, 北京 100044)

摘要: 建筑排水系统是连接室外污水排水管道与室内环境的通道,排水系统存水弯和地漏水封保持能力不足是导致室内环境受到隐性污染的主要原因之一。运用定流量测试方法,探究在排水口处测得的压力与横支管处测得压力值之间的关系,发现脸盆排水口处测得的压力与横支管处测得的压力具有较明显的相关关系,通过在脸盆处测得的最大正、负压和平均压力,可以粗略估算出横支管处最大正、负压和平均压力。并根据测试结果,初步判断导致待测卫生间“返臭”的原因所在,为后续进一步研究“既有建筑排水系统现场检测技术”提供了参考依据。

关键词: 存水弯; 排水点; 压力; 定流量; 返臭

中图分类号: TU992 **文献标识码:** C **文章编号:** 1000-4602(2017)09-0139-04

Discussion on Relationship between Pressures at Sink Traps and Horizontal Drainpipe

ZHANG Zhe^{1,2}, WU Jian-ming¹, ZHAO Zhen-yi², GAO Bin², YANG Peng-hui²

(1. School of Urban Construction and Environmental Engineering, Chongqing University, Chongqing 400030, China; 2. China National Engineering Research Center for Human Settlements, Beijing 100044, China)

Abstract: Building drainage system connects the indoor environment with outdoor drainage pipes. In the system, the inefficiency of sink traps and floor gully traps is one of the major causes of indoor environment pollution. In this study, the constant flow test method was used to explore the correlation between pressures measured at the sink trap and the horizontal drainpipe, and significant relationship was found. The average pressure and the maximum positive and negative pressures measured at sink traps could be used to estimate the corresponding pressures at the horizontal drainpipe. Based on the test results, preliminary causes were found for sewer smells, and could contribute to the further study of the “on-site detection technology for existing building drainage system”.

Key words: sink trap; drainage point; pressure; constant flow; sewer smell

根据卫生防疫部门证实^[1],2003年暴发的“非典”疫情主要是由于卫生间地漏和排水器具水封干

涸导致管道内和室内空气连通,使得管道内含有SARS病毒的气体进入室内。李学伟等^[2]认为当地

漏水封深度为 50 mm 时能有效隔绝排水管道系统中有害有毒气体逸入室内;同时,50 mm 也正是 2009 版《建筑给水排水设计规范》(GB 50015—2003)对地漏水封高度的要求。

常用的测试水封安全性能的方法有两种:一种是直接测量地漏或存水弯水封深度是否满足 50 mm 的规定;另一种是通过探测横支管压力考察排水时该处最大正负压是否超过 ± 400 Pa 以判断该楼层水封是否存在破封隐患。然而在实际工程中,这两种方法均存在明显的弊端:由于家庭装修中采用的地漏种类和结构的多样性,使得直接测量水封高度难度较大;对于第二种方法,由于横支管隐蔽安装、拆卸不便,开展现场测试可行性低。因此,需要一种在不破坏现有装修条件下能够快速分析待测卫生间返臭原因的测试方法。

排水时立管内产生的压力波动会通过横支管传递到该楼层卫生器具存水弯的水封处,但是并不是完全不改变地反映在水封上,而是由于沿程损失产生相应的衰减。根据帕斯卡定律,水封亦可以传递压力,因而器具存水弯处测得的压力与横支管处测得的压力应具有相关性。笔者以此作为理论依据,探究在脸盆排水口处和横支管处测得的压力值之间的相关关系,以期通过测量脸盆排水口处压力判断该卫生间返臭问题发生的原因,并为后续进一步探究“既有建筑排水系统现场检测技术”提供参考依据。

1 试验装置及方法

1.1 试验装置及安装

本试验在国家住宅工程中心——万科建研中心超高层等比例试验塔上进行。设置 15 层高、DN110 PVC-U 透明塑料管伸顶通气系统,层高为 3 m,立管垂直度允许偏差为每 1 m 不得大于 3 mm。每层安装 1 根横支管,按照标准坡度 $i = 0.026$ 坡向立管,采用 DN110 顺水三通与立管连接。立管顶部伸顶通气,设置伞型通气帽。伸顶通气管、排出管与立管同径。排出管管长为 8 m,坡度为 0.02,排出管起端中心线与最低层横支管的距离为 4 m。

本试验的排水层设置在系统第 15 层,采用调节阀和流量控制计控制排水量。测试层在系统 1 层,在该层设置一套卫浴系统,按照国标图集《住宅厨卫给排水管道安装》(03SS408)中的 WAT-1-1 安装,在距立管中心 500 mm 的排水横支管上部预留

压力传感器接口,用水器具包括脸盆、浴缸、坐便器各一件。试验前将坐便器和浴盆存水弯补满水。系统 2~14 层的压力传感器设置在距立管中心 500 mm 的排水横支管上部。系统布置见图 1、2。

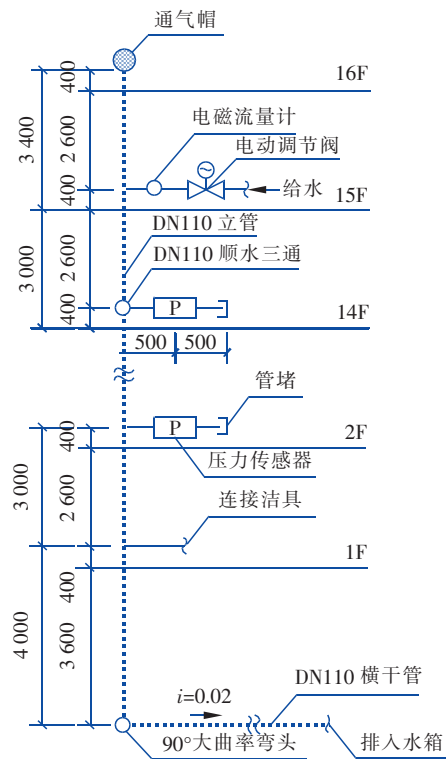


图1 测试系统示意

Fig.1 Schematic diagram of test system

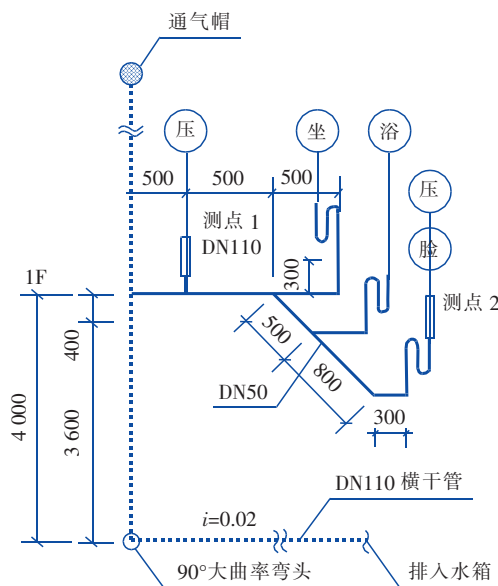


图2 系统1层卫浴系统布置

Fig.2 Layout of bathroom system on 1F

1.2 试验仪器及设备

本次试验采用的主要设备包括美国 GE Druck PTX610 双向式压力传感器,测量范围为 ± 10 kPa,测量精度为 $\pm 0.08\%$,采样周期为 20 ms。压力传感器连接装置在本试验中可用于测量排水口处压力,见图 3。其他仪器包括:电磁流量计、液位探针仪、高速摄像枪、电子坡度仪、米尺、秒表、量杯、电子天平。

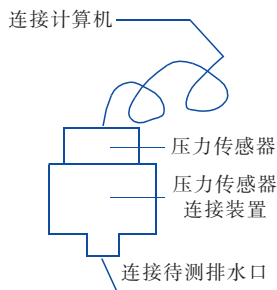


图 3 压力传感器连接装置

Fig. 3 Connection device of pressure sensor

1.3 试验方法

试验参照《住宅生活排水系统立管排水能力测试标准》(CJJ/T 245—2016)的定流量法,流量设定为 2.5 L/s,排水时长为 120 s,测试楼层压力采集时间为 0~140 s。

试验中,2~14 层的压力传感器用于判断本次试验是否符合定流量排水规律,以保证本次试验的准确性,在测试层设置 2 个压力测试点:测点 1 设置在横支管处;测点 2 设置在脸盆排水口处。排水时同时记录两个测试点的压力值。

试验对两种不同水封深度进行了考察。①脸盆下水水封深度为 50 mm,用于模拟水封保持能力较强的存水弯。在每次试验开始之前,对其进行补水以保证水封高度达到要求。②脸盆下水水封深度为零,用于模拟没有存水弯或在外界因素影响下导致存水弯没有剩余水封的情况。试验开始前取下存水弯部分,将其中残余的水倾倒完毕后再进行安装。每组试验平行进行三次,观察各平行试验压力波动曲线是否具有良好重现性,并取三次试验最大正、负压和平均压力作为试验参考值。

2 结果与分析

当脸盆存水弯水封深度为 50 mm 时,两个测点测得结果具有较大的差异,如图 4 所示。当脸盆存水弯水封深度为零时,两个测点测得结果相似,如图

5 所示。

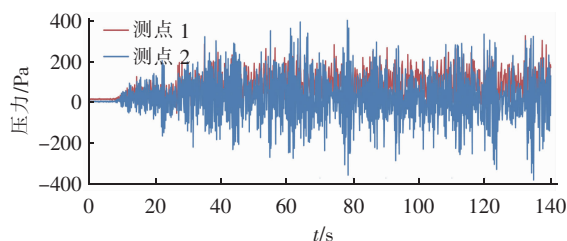


图 4 脸盆下水水弯有水封时的压力曲线

Fig. 4 Pressure curve of washbasin with water seal

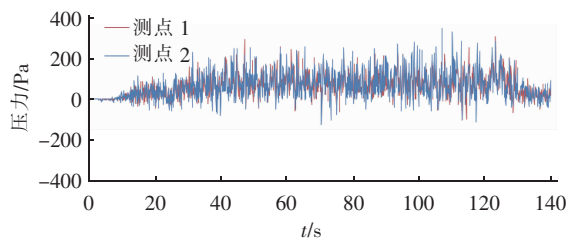


图 5 脸盆下水水弯无水封时压力曲线

Fig. 5 Pressure curve of washbasin without water seal

① 对于最大正压,存水弯有水封和无水封情况下,两个测点的压力值差距不大(在 ± 50 Pa 以内)。

② 对于最大负压,当存水弯有水封时,测点 2 处的压力值相较于测点 1 处增大了约 3 倍。观察图 4 可以发现,压力曲线近似关于平均压力值对称,且曲线相邻波峰或相邻波谷之间的时间间隔较固定,此现象符合定流量法在系统内产生的压力波动特征。由于测试楼层设置在正压区,排水过程中会产生较大的正压,使得存水弯中水封液面产生振动,引起脸盆排水口至存水弯上肢液面之间管段中的气体周期性地被压缩和膨胀,产生压力波动,因而大幅度提高了负压值。与存水弯有水封时不同,当存水弯无水封时,测点 2 可以直接测得横支管中的压力波动,而不需要经过水封的传递,此时测得压力值与测点 1 所测压力值具有较明显的一致性。

③ 由于存水弯有水封时的负压值有大幅度的提高,使得测点 2 处测得平均压力大幅度减小;当存水弯无水封时,两个测点测得压力值基本一致。

观察图 4 和图 5 可以发现:当存水弯有水封时,测点 1 和测点 2 处测得压力曲线具有较大的差异。由于测点 1 设置在横支管处,直接与排水立管相通,能准确反映立管中的压力波动^[3],振动幅度较小,并且测试楼层设置在正压区,因此曲线主要位于压力大于零的部分;对于测点 2,由于与排水立管之间

管段距离更长且存在水封的分隔,使得压力曲线近似关于平均压力值对称,相邻波峰与波谷之间具有较固定的时间间隔。当存水弯无水封时,两个测点的压力曲线相似度高,二者图像基本在同一时刻取得极大值或极小值。存水弯有水封和无水封时排水口处测得的压力曲线图形差异明显,因而可以通过观察定流量排水时压力曲线图形特点初步判断脸盆下存水弯水封保持状态。后续课题组将会探究通过此方法判断地漏水封保持情况的可行性。

3 结论

① 当脸盆下的存水弯有水封时,相较于横支管处压力,脸盆排水口处测得最大正压变化不大,而最大负压约增大3倍,平均压力大幅减小,两者的图形差异较大,脸盆处压力曲线图形近似关于平均压力值对称,波峰或波谷的出现具有较固定频率,而横支管处测得压力曲线振动幅度较小且主要位于压力值为零的直线以上。

② 当脸盆下的存水弯无水封时,相较于横支管处压力,脸盆处测得最大正压和最大负压均有小幅增大,而平均压力值基本不发生变化,两者的图形相似度高。

③ 在不设置地漏时,通过观察脸盆处压力曲线是否有较稳定的振动周期且是否关于平均压力值对称可以初步判断脸盆下的存水弯水封保持状态。

④ 脸盆排水口处测得的压力与横支管处测得的压力具有较明显的相关关系,通过在脸盆处测得的最大正、负压和平均压力,可以粗略估算出横支管处最大正、负压和平均压力。

本次试验作为初探性研究,仅验证了脸盆下存水弯有50 mm水封深度的情况和没有水封的情况,

没有对比不同存水弯水封深度时的压力曲线差异,因此不能将试验结果直接用于实际工程中判断待测卫生间的返臭情况。后续课题组将增加试验的因素和水平,以模拟更多不同工况,总结不同工况下压力曲线的特点,为“既有建筑排水系统现场检测技术”的推广提供参考依据。

参考文献:

- [1] 马信国. 建筑排水技术发展的若干问题[J]. 给水排水, 2006, 32(4): 63-69.
- [2] 李学伟, 张英, 张磊, 等. 关于市场存水弯及地漏水封的调查研究[J]. 给水排水, 2007, 33(9): 101-103.
- [3] SHASE-S 218-2008, 集合住宅の排水立て管システムの排水能力試験法[S]. 东京: 空气调和卫生工学学会, 2008.



作者简介: 张哲(1983-), 男, 内蒙古巴彦淖尔人, 博士研究生, 助理研究员, 研究方向为建筑设备及建筑水环境卫生安全。

E-mail: zhangz@cadg.cn

收稿日期: 2017-01-13

加强节约和保护, 实现水资源的可持续利用