

# 吸气阀对普通单立管系统正压影响的试验研究

赵珍仪<sup>1</sup>, 张哲<sup>1,2</sup>, 黄鋆尧<sup>2</sup>, 高彬<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. 重庆大学 城市建设与  
环境工程学院, 重庆 400030)

**摘要:** 在34层高度的试验塔上,采用定流量排水方式,测试不同吸气阀安装工况下的DN110普通单立管排水系统的正压波动情况,探究不同吸气阀设置工况对排水系统正压波动的影响。结果表明,在排水流量较大的情况下,在横支管上设置吸气阀对普通单立管排水系统正压波动存在较为明显的影响。

**关键词:** 排水系统; 吸气阀; 定流量; 正压

**中图分类号:** TU992 **文献标识码:** C **文章编号:** 1000-4602(2017)03-0128-03

## Effect of Air Admittance Valve on Positive Pressure of Common Single Riser Drainage System

ZHAO Zhen-yi<sup>1</sup>, ZHANG Zhe<sup>1,2</sup>, HUANG Jun-yao<sup>2</sup>, GAO Bin<sup>1</sup>

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

**Abstract:** The positive pressure fluctuation in DN110 common single riser drainage system under different installation conditions of air admittance valve was tested by using the constant flow drainage way in a 34-floor tower, and the effect of different installation conditions of air admittance valve on positive pressure fluctuation in the system was investigated. The results showed that the installation of air admittance valve in the horizontal branch had an obvious impact on the positive pressure fluctuation in common single riser drainage system in case of large flow.

**Key words:** drainage system; air admittance valve; constant flow; positive pressure

在建筑排水中,当排水系统伸顶通气管无法伸出屋面同时又不能满足设置侧墙通气和自循环通气时,可以考虑在排水立管顶部和横支管上设置吸气阀<sup>[1]</sup>。吸气阀一般设置在排水立管或排水横支管上,吸入空气而缓解负压抽吸水封,从而保证排水系统的通水能力和水封的安全。但由于吸气阀只允许在形成负压时向内吸气,而不允许在形成正压时向外排气。所以,吸气阀的单向吸气与伸顶通气管的

双向通气对排水系统内正压波动的影响是否存在差异值得探究。

课题组对不同吸气阀设置工况下的普通单立管排水系统进行了测试,讨论了不同试验工况下的排水系统正压波动情况,分析不同吸气阀安装工况对排水系统正压波动的影响,希望为吸气阀对排水系统正压的影响做一个相对定性的分析,为更加合理地设置吸气阀提供理论指导。

## 1 试验方法

### 1.1 试验管道系统

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。试验排水系统的排水立管、横支管、横干管均采用 DN110 硬聚氯乙烯(PVC-U)排水管,排水立管与横支管之间采用顺水三通连接,排水立管与横干管之间采用 90°弯头连接。试验管道系统示意图见图 1。

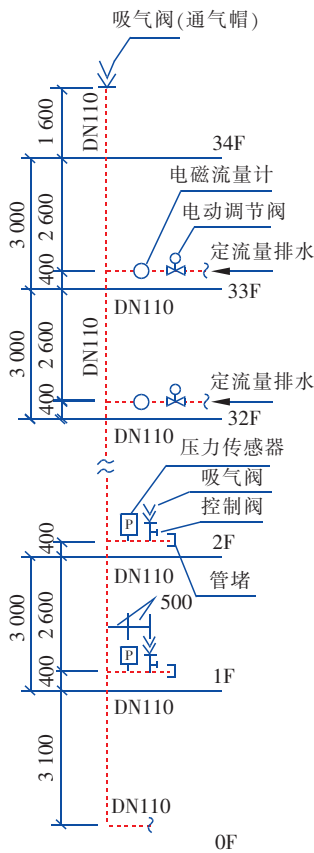


图1 定流量排水测试系统示意

Fig.1 Schematic diagram of constant flow drainage system

### 1.2 试验装置及仪器

采用定流量排水方式。第32、33层为排水层,设置定流量排水装置。排水装置包括1台可远程自动控制的电动调节阀和1台高精度电磁流量计,测量范围为0.3~12 m/s、精度为 $\pm 0.5\%$ 。排水层以下各层横支管在距立管中心500 mm的上部安装GE Druck PTX610双向式压力传感器,测量范围为 $\pm 10$  kPa、精度为 $\pm 0.08\%$ 、采样周期为20 ms。

试验系统横支管上安装某品牌 DN50 吸气阀(距离立管中心1 000 mm处),吸气阀下部安装控

制阀门,控制吸气阀参与试验数量。试验工况1、3、5的排水立管顶部安装与横支管同品牌的DN110吸气阀,试验工况2、4、6的排水立管顶部安装通气帽。不同试验工况下系统设置情况见表1。本试验考虑实际安装,系统伸顶通气管伸出屋面1.6 m,不同试验工况仅更换吸气阀与通气帽。

表1 吸气阀设置工况

Tab.1 Settings of air admittance valve

项 目	横支管上吸气阀的控制阀状况	立管顶部设置
对照试验	每层控制阀关闭	设通气帽
工况1	每层控制阀开启	设吸气阀
工况2	每层控制阀开启	设通气帽
工况3	隔层控制阀开启(奇数层)	设吸气阀
工况4	隔层控制阀开启(奇数层)	设通气帽
工况5	最大负压附近6层控制阀开启	设吸气阀
工况6	最大负压附近6层控制阀开启	设通气帽

### 1.3 试验步骤

试验步骤:气密性检测→各排水系统不同工况下定流量排水→压力测试→分析系统排水能力。

## 2 结果与分析

不同定流量排水情况下,各工况与对照试验的最大压力值如图2所示。

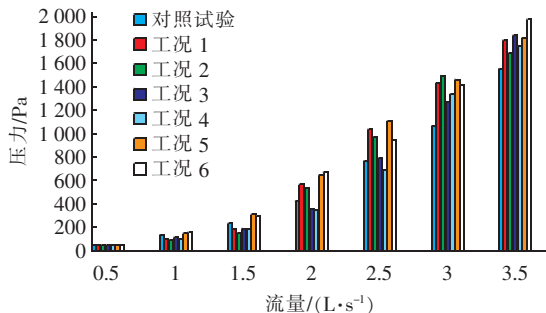


图2 各工况与对照试验最大压力值

Fig.2 Positive pressure distribution of drainage system for different settings of air admittance valve

由图2可知,排水立管顶部设置吸气阀或通气帽两种工况,随着排水流量的变化,系统内最大正压的变化基本相似。当排水流量较小(0.5~1.5 L/s)时,各试验工况和对照试验相比,最大正压值差异较小。当排水流量逐渐增加(1.5~2.5 L/s)时,工况1、5与工况2、6较对照试验的最大正压值有了明显增大,工况3和4的最大正压值依然接近于对照试验。当排水流量更大(2.5~3.5 L/s)时,各试验工况的最大正压与对照试验相比都有较明显增大。

上述现象在一定程度上符合排水系统的膜流理

论(见图3)。在流量较小的情况下,立管中水流流态为附壁螺旋流。水流沿管内壁周边向下做螺旋流动。水流密实,挟气作用不明显,立管中心部气流畅通,管内整体气压稳定,如图3(a)所示。此时排水立管内部空间气体并不会被明显扰动,伸顶通气管与吸气阀都没有发生显著的吸气动作。

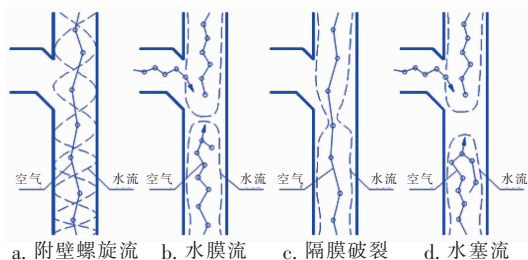


图3 排水立管水流状态

Fig.3 Flow regime in drainage pipes

随着流量的逐渐增加,排水立管内的水流流态由附壁螺旋流逐渐变成带有横向隔膜的附壁环状水膜流。不稳定的隔膜在向下过程中不断被下部增长的压力冲破,又在压力恢复正常后再次形成,交替反复,如图3(b)、(c)所示。频繁破裂的隔膜能够使得一部分吸气阀不发生动作,而隔层开启吸气阀由于吸气阀设置间隔的加长,显然增大了这一事件的发生概率。因此,相对于每层开启吸气阀,隔层开启吸气阀的工况3、4的最大正压值接近于对照试验。而由工况5、6的最大正压情况可以看出,横支管上发生吸气动作的吸气阀主要集中在最大负压层附近,最大负压层附近基本完成了整个排水过程的补气过程。同时,横支管上吸气阀吸入的气体无论是立管顶部设置吸气阀还是通气帽都没有在管内有限的空间中得到及时的舒缓,因而工况1、5和工况2、6测得的最大正压值较对照试验有明显增大。

当排水流量较大时,由于水膜厚度不断增加,隔膜下部的压力不能冲破水膜,形成较稳定的水塞,如图3(d)所示。相对稳定的水塞流使得设置在每层横支管上的吸气阀几乎都能发生吸气动作。因此,隔层设置吸气阀的工况3、4的最大正压值接近于横支管吸气阀每层设置工况和最大负压层附近设置工况的,而大于对照试验的。

在流量较小的情况下,立管顶部设置吸气阀与设置通气帽最大正压没有明显差异;随着流量的增加,不同排水流量下的立管顶部设置吸气阀与设置通气帽最大正压情况显示出一定的差异,但没有呈

现明显的规律性。因此,笔者认为立管顶部设置吸气阀对排水立管系统内正压波动的影响没有显著异于设置伸顶通气管的影响。

试验中出现工况5、6的最大正压分别略大于工况1、2的情况,笔者认为除了试验测量误差外,也有试验选用的吸气阀在气密性方面欠缺的原因。由于吸气阀未能保证完全意义上的单向通气,使得在排水系统下部正压较大的区域存在少量的气体泄漏,因而使得工况1、2以及工况3、4的最大正压值有所减小。因此,实际生产中应该在一定压力下对吸气阀的气密性进行相关检测,保证吸气阀能在压力较大的情况下保持良好的气密性,否则吸气阀的设置会对室内环境卫生安全产生威胁。

### 3 结论

① 立管顶部设吸气阀或设伸顶通气帽对于普通单立管排水系统内正压波动的影响差异不大。

② 横支管上安装的吸气阀对普通单立管排水系统在排水流量较大的情况下吸入的气体不能在系统有限的空间内得到及时舒缓,因而对系统的正压波动存在一定的影响。

③ 在排水系统横支管上设计安装吸气阀缓解负压时,排水系统下部也需要考虑采取相应的系统正压缓解措施,保证系统下部水封安全。

### 参考文献:

- [1] 王增长. 建筑给水排水工程(第6版)[M]. 北京:中国建筑工业出版社,2010.



作者简介:赵珍仪(1988—),女,四川绵阳人,硕士,工程师,研究方向为建筑设备及建筑水环境卫生安全。

E-mail:zhaozy@cadg.cn

收稿日期:2016-07-12