

住宅排水卫生安全
保障专题

采用定流量法的特殊双立管系统排水能力研究

张哲¹, 赵珍仪¹, 朱诗慧², 杨鹏辉¹, 高彬¹

(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122.9 m高的试验塔上,采用定流量法排水,对不同的特殊双立管系统进行了对比试验研究,探究各系统的排水能力及其影响因素。结果表明,定流量法排水时不同特殊双立管系统的排水能力为结合通气管采用旋流配件的特殊双立管系统>结合通气管与旋流器结合(四通旋流器)的特殊双立管系统>采用H管件(斜三通)连接的特殊双立管系统;结合通气管管径越大,系统排水能力越大。

关键词: 特殊双立管; 排水能力; 定流量; 通气立管

中图分类号: TU992 **文献标识码:** C **文章编号:** 1000-4602(2018)01-0115-04

Drainage Capacity of a Special Double Stack Drainage System Using Constant Flow Method

ZHANG Zhe¹, ZHAO Zhen-yi¹, ZHU Shi-hui², YANG Peng-hui¹, GAO Bin¹

(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 constant flow method was used to drain water from a 34-floor tower. A comparative experiment including four different special double stack drainage systems was carried out to investigate the drainage capacity and the influencing factors in each system. The results showed that the drainage capacity of the special double stack drainage systems in descending order was: the system using cyclone fittings to connect the yoke vent, the system using cross fitting to connect the yoke vent, and the system using slope tee to connect the yoke vent to the soil stack. Moreover, the yoke vent with larger pipe diameters showed greater drainage capacity.

Key words: specific double stack drainage system; drainage capacity; constant flow; vent stack

2009年版《建筑给水排水设计规范》(GB 50015—2003)(以下简称“建水规”)规定:建筑标准要求较高的多层住宅、公共建筑、10层及10层以上高层建筑卫生间的生活污水立管应设置通气立

管^[1]。同样根据“建水规”表4.4.11规定的各排水系统最大设计排水能力值,普遍认为普通双立管系统>特殊单立管系统>普通单立管系统。那么特殊单立管系统加上通气立管能否进一步提高特殊单立

管系统的排水能力,甚至优于普通双立管系统而应用在更多的建筑标准要求较高的建筑中呢?

为探究特殊双立管排水系统的排水能力及其影响因素,课题组对 4 种不同的特殊双立管排水系统进行了一系列比对试验研究。以 $\pm 400\text{ Pa}$ 为判定标准,对比每个系统的排水能力,初步探索影响特殊双立管排水系统排水能力的因素,以期为今后的工程

设计提供参考。

1 试验装置及方法

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足尺试验塔上进行。设置 4 套不同的特殊双立管系统,系统高 33 层,每层层高为 3.0 m 。试验管道系统示意图 1。

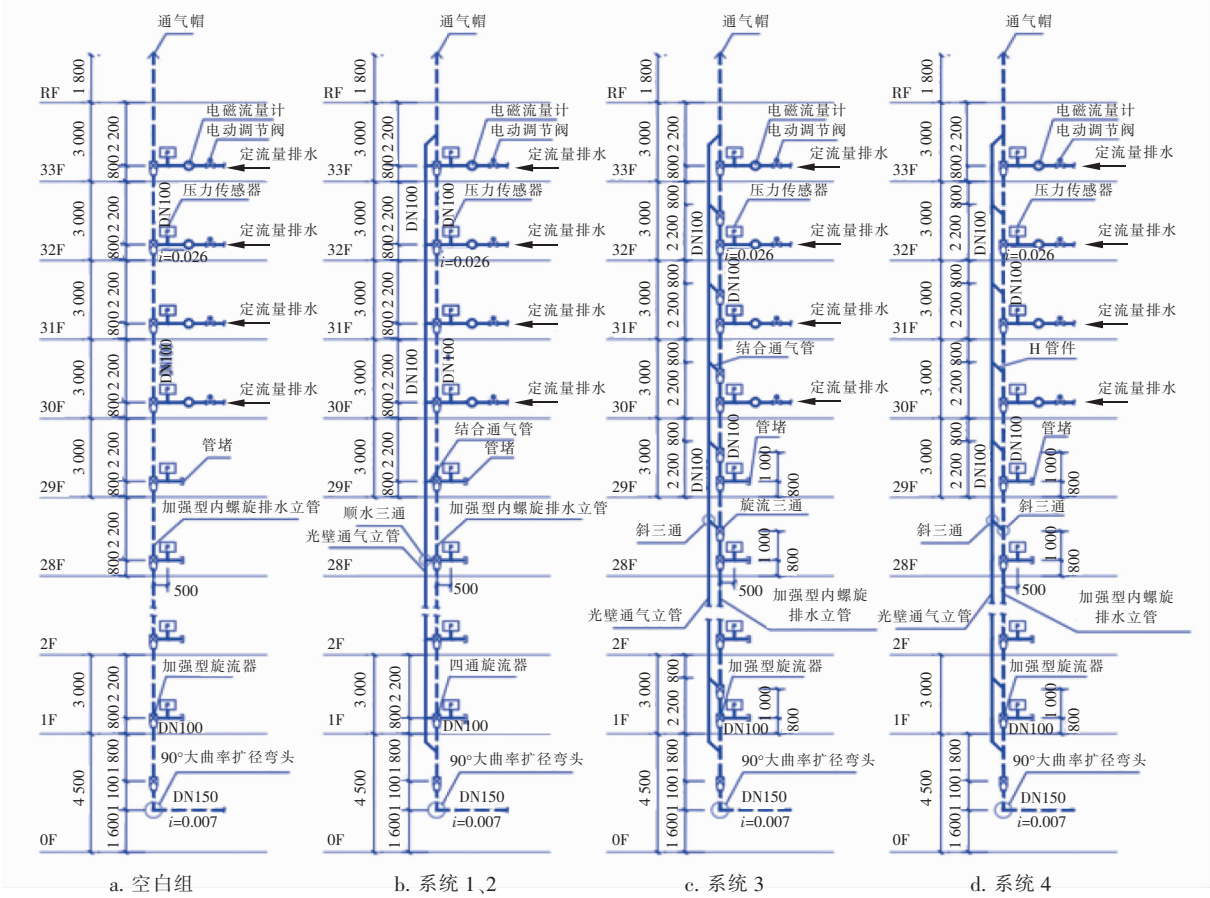


图 1 不同定流量排水测试系统示意

Fig. 1 Schematic diagram of different drainage systems with constant flow

排水立管采用 DN100 硬聚氯乙烯加强型内螺旋管(12 根旋肋,旋肋平均高度为 3.5 mm)。系统每层的横支管为 DN100 PVC - U 塑料光壁管,与排水立管之间采用加强型旋流器连接;除排水层外,其余层横支管末端采用管堵堵住。排水横干管采用大曲率扩径弯头与排水立管连接,采用 DN150 塑料光壁管,以 0.007 的坡度坡向回用水箱。排水立管顶部设置与立管同径的通气帽。通气立管采用 DN100 塑料光壁管。根据通气立管与排水立管的连接方式及结合通气管管径,具体分为 4 种不同的系统,见表 1(四通旋流器与三通加强旋流器内部构造相同,故

采用三通加强旋流器的特殊单立管系统作为空白组)。

表 1 各排水系统管件设置

Tab. 1 Settings of pipes for each drainage system

| 项 目 | 上部特殊 管件类型 | 结合通气管 的连接配件 | 结合通气 管管径 |
|------|--------------|----------------|-------------|
| 空白组 | 三通加强旋流器 | 无 | 无 |
| 系统 1 | 四通旋流器 | 四通旋流器 + 顺水三通 | DN100 |
| 系统 2 | 四通旋流器 | 四通旋流器 + 顺水三通 | DN75 |
| 系统 3 | 三通加强旋流器 | 旋流三通 + 斜三通 | DN100 |
| 系统 4 | 三通加强旋流器 | 斜三通 + 斜三通 | DN100 |

试验中各系统所用旋流器及通气立管与排水立

管的连接方式如图 2 所示。



图 2 各系统所用旋流器及通气立管与排水立管的连接方式

Fig. 2 Cyclone and connection of vent stack and soil stack in each drainage system

1.2 试验装置及仪器

试验时除排水层外,每层排水横支管上均安装 GE Druck PTX610 双向式压力传感器,测量范围为 ± 10 kPa、精度为 $\pm 0.08\%$,压力传感器设置在距立管中心 500 mm 的排水横支管上部,采样周期为 20 ms。采用定流量法排水,每层排水层均设有 1 套定流量排水装置,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 $\pm 0.5\%$,每套定流量排水装置的最大排水流量为 2.5 L/s。定流量法测试系统设置的试验采集时长为 120 s,采集周期为 20 ms。

1.3 试验步骤及判定条件

试验方法和判定条件参考国家行业标准《住宅生活排水系统立管排水能力测试标准》(CJJ/T 245—2016),压力判定值为 ± 400 Pa。系统压力达到最大压力判定值时的排水流量为其排水能力。

排水流量从 0.5 L/s 开始,并以 0.5 L/s 的间隔依次递增,直到系统压力达到判定值为止。每个排

水层最大排水流量为 2.5 L/s,当超过 2.5 L/s 时,增加下一层为排水层,依此类推。每个流量下进行 3 次平行试验,选取其中一个结果作为试验数据。

试验步骤:气密性检测→定流量排水→压力测试→分析系统排水能力。

2 结果与分析

各排水系统在不同排水流量下的最大正、负压分布见图 3。可以看出:各系统内最大正、负压值均随着排水流量的增加而增加;除系统 4 和空白组是正压先达到判定值外其余各系统都是负压先达到判定值,且系统 4 的排水能力明显小于其他 4 个系统。在相同排水流量下,系统 1、系统 2 和系统 3 的最大正压值相差不大,但系统 2 的最大负压值明显大于系统 1 和系统 3。

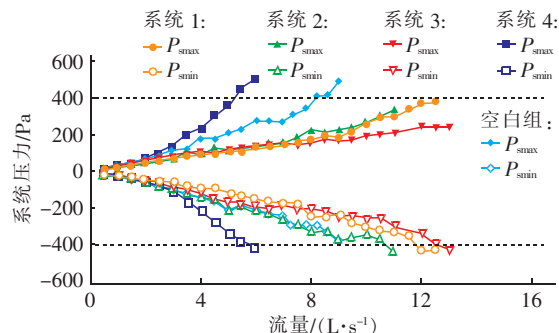


图 3 不同排水流量下各系统最大正、负压分布

Fig. 3 Positive and negative pressure distribution of each drainage system with different drainage rate

各系统排水能力实测值见表 2。可以看出,各系统定流量排水能力排序为:系统 3 > 系统 1 > 系统 2 > 空白组 > 系统 4。

表 2 各系统排水能力

Tab. 2 Drainage capacity of each drainage system

| 项 目 | 排水能力/(L · s ⁻¹) | 破封压力/Pa |
|------|-----------------------------|---------|
| 空白组 | 8.5 | 404 |
| 系统 1 | 12.0 | -428 |
| 系统 2 | 11.0 | -435 |
| 系统 3 | 13.0 | -423 |
| 系统 4 | 5.5 | 446 |

注: 破封压力为正,表示为正压破封;破封压力为负,表示为负压破封。

对比系统 1 与系统 2 可以看出:结合通气管的管径对特殊双立管排水系统排水能力有较大的影响,即结合通气管管径越大,系统排水能力越大。系统 1 与系统 2 的排水能力均大于空白组的排水能力,可见增加专用通气立管可提高特殊单立管系统

的排水能力。其原因可能是:增加通气立管后,通气立管可以缓解旋流器处可能产生的水塞,减小系统内的压力波动。但结合通气管水平连接,可能会导致水流在下落过程中冲撞到结合通气管,进而从通气立管中向下流动,在系统1的通气立管根部也确实观察到了这一现象(见图4)。



图4 系统1 通气立管根部

Fig.4 Bottom of vent stack in NO.1 drainage system

对比系统3与系统4可以看出:采用旋流三通作为连接通气立管的配件,其系统的排水能力优于采用普通斜三通,且增长非常明显。其原因可能是:在两个横支管之间,增加旋流器可以促进水流在排水立管中保持旋流状态,维持立管中央空气芯由上至下的贯通。

而系统4的排水能力小于空白组,其原因可能是:①特殊单立管的特殊构造。特殊单立管内有螺旋结构,水流随着立管的螺旋结构形成旋流,从而保持立管中心形成空气通道。但是在系统4中,通气立管中的气体和立管中的气体进行连通,可能会影响排水立管中水流的旋流状态及其连续性,从而导致水流流态紊乱,反而大大降低了系统的排水能力。②普通光壁管件会影响螺旋状态。普通光壁的H管件无法与螺旋管很好地衔接,破坏水流旋流状态

的连续性;同时可能会增大局部阻力,减小水流流速,从而影响系统排水效果,降低系统排水能力。

3 结论

① 在特殊单立管系统中增加专用通气立管可提高系统的排水能力,但需要采用与特殊单立管匹配的专用配件,如旋流三通。

② 将结合通气管与旋流器结合(即采用四通旋流器),其排水能力也比特殊单立管系统大,但小于采用专用配件的特殊双立管。

③ 放大特殊双立管排水系统中的结合通气管管径可在一定程度上增大系统的排水能力。

课题组今后将针对特殊双立管系统开展对比试验研究,以进一步探索增大特殊双立管排水系统排水能力的影响因素。

参考文献:

- [1] GB 50015—2003,建筑给水排水设计规范(2009年版)
[S]. 北京:中国计划出版社,2003.



作者简介:张哲(1983—),男,内蒙古巴彦淖尔人,博士,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:2017-10-13

加强节约和保护,实现水资源的可持续利用