

基于JG/T 194-2018排气道耐火隔热性试验研究

孟天畅¹, 刘庆², 南卫涵³

¹中国建筑科学研究院有限公司建筑防火研究所, 北京

²建研防火科技有限公司, 北京

³中国建筑科学研究院有限公司 - 建筑安全与环境国家重点实验室, 北京

收稿日期: 2022年8月11日; 录用日期: 2022年9月13日; 发布日期: 2022年9月20日

摘要

JG/T 194-2018《住宅厨房和卫生间排烟(气)道制品》标准于2018年6月26日发布, 2018年12月1日实施, 该标准中增加了排烟(气)道耐火隔热性1.0 h要求, 为满足规范要求, 实验室进行了大量的试验分析, 从而较好地解决了排烟(气)道耐火隔热性问题。

关键词

排气道, 生产工艺, 耐火隔热性

Based on JG/T 194-2018 Experimental Research on Fire Resistance and Thermal Insulation of Exhaust Ducts

Tianchang Meng¹, Qing Liu², Weihan Nan³

¹Institute of Building Fire Research, China Academy of Building Research, Beijing

²CABR Fire Safety Science & Technology Co., Ltd., Beijing

³China Academy of Building Research Co., Ltd.-State Key Laboratory of Building Safety and Built Environment, Beijing

Received: Aug. 11th, 2022; accepted: Sep. 13th, 2022; published: Sep. 20th, 2022

Abstract

The JG/T 194-2018 “ventilating duct for residential kitchen and bathroom” standard was released

on June 26, 2018, and implemented on December 1, 2018. The standard adds the requirement of smoke duct fire-resistant insulation Thermal 1.0 h, in order to meet the requirements of the specification, the laboratory has carried out a large number of test analyses, so as to better solve the problem of fire resistance and heat insulation of the exhaust duct.

Keywords

Exhaust Duct, Production Technology, Fire Resistance Insulation

Copyright © 2022 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

GB/T 9978.1-2008《建筑构件耐火试验方法第1部分通用要求》[1]中规定,隔热性为在标准耐火试验条件下,建筑构件当某一面受火时,在一定时间内背火面温度不超过规定极限值的能力。JG/T 194-2018《住宅厨房和卫生间排烟(气)道制品》[2]标准于2018年6月26日发布,2018年12月1日实施,该标准中增加了排烟(气)道耐火隔热性1.0h要求。

2. 住宅排气道产品质量现状

我国住宅排气道产品的生产模式主要有现浇和预制两种。现浇的模式为在施工现场利用简易模板进行浇筑,已逐步被预制排气道代替。

目前,住宅排气道的制作采用的主要材料包括:水泥(矿渣硅酸盐水泥、火山灰硅酸盐水泥、粉煤灰硅酸盐水泥)、增强材料(热镀锌电焊网、钢筋)、轻骨料及细石、砂、水、外加剂等。

由于住宅排气道的截面为矩形,而且轴向长度较大、壁厚较小,市场上的产品大多采用手工抹灰方式生产。近年来,机械振动成型工艺和自动化流水线生产工艺得到了较快发展[3][4][5]。

住宅排气道系统从构成来看,结构相对简单,生产难度不大,排气道制品普遍存在壁厚不均、内壁粗糙等问题,部分产品难以达到强度和耐火性能等要求,而且其质量不稳定、难以监管,但其又是建筑防火分隔的一部分。

3. 住宅排气道标准耐火隔热性要求

JG/T194-2018《住宅厨房和卫生间排烟(气)道制品》中,对产品部分性能进行了修改增减,对产品的制作提出了更高的要求。该标准对住宅排气道提出了五方面的要求,分别为:外观质量、尺寸偏差、垂直承载力、耐软物撞击、耐火性能。其中增加了对应排气道制品类型规格的最小流通截面积和最小壁厚的要求、以耐软物撞击替代了抗柔性冲击、耐火性能增加了耐火隔热性要求。

在GB 50016-2014《建筑设计防火规范》(2018年版)[6]第6.2.9条规定电缆井、管道井、排烟道、排气道、垃圾道等竖向井道,应分别独立设置,井壁的耐火极限不应低于1.00h。新标准的耐火性能要求符合GB 50016-2014《建筑设计防火规范》(2018年版)的要求。但是住宅排气道制品在新标准中限制了钢丝网水泥的预制管道,在为了符合产品要求的情况下,生产厂家只能采取增加壁厚、使用新材料等办法制造出符合要求的产品。

4. 住宅排气道产品耐火隔热性试验

4.1. 标准方法

4.1.1. 升温条件

耐火性能测试时炉内升温曲线按照 GB/T 9978.1-2008《建筑构件耐火试验方法第 1 部分：通用要求》中的建筑构件耐火试验标准升温曲线进行，标准升温曲线公式为：

$$T = 345 \lg(8t + 1) + 20$$

式中： T ——炉内的平均温度，单位为摄氏度 $^{\circ}\text{C}$ ；

t ——时间，单位为分钟 min。

如图 1 所示。

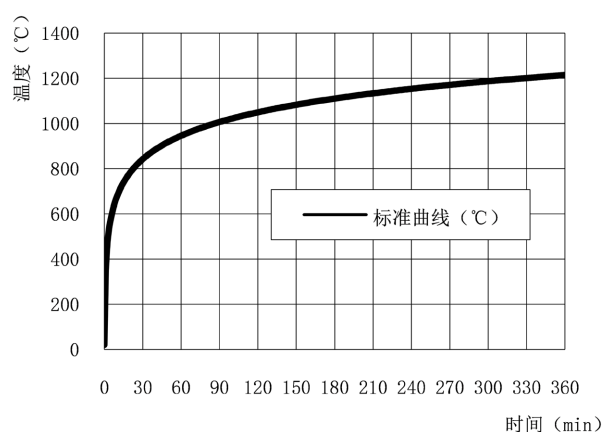


Figure 1. Standard temperature/time curve

图 1. 炉内平均温度变化与时间的关系曲线

4.1.2. 试验设备

试验设备选用中国建筑科学研究院防火实验室多功能试验炉进行，如图 2 所示，设备满足相关标准要求。



Figure 2. Multifunctional fire test furnace

图 2. 多功能耐火试验炉

JG/T 194-2018《住宅厨房和卫生间排烟(气道制品)》第 A.3.2.1 条规定了安装条件, 试件安装应尽可能反映实际使用情况, 满足图 3 所示。同时热电偶布置满足 A.4.4 要求, 如图 4 所示。

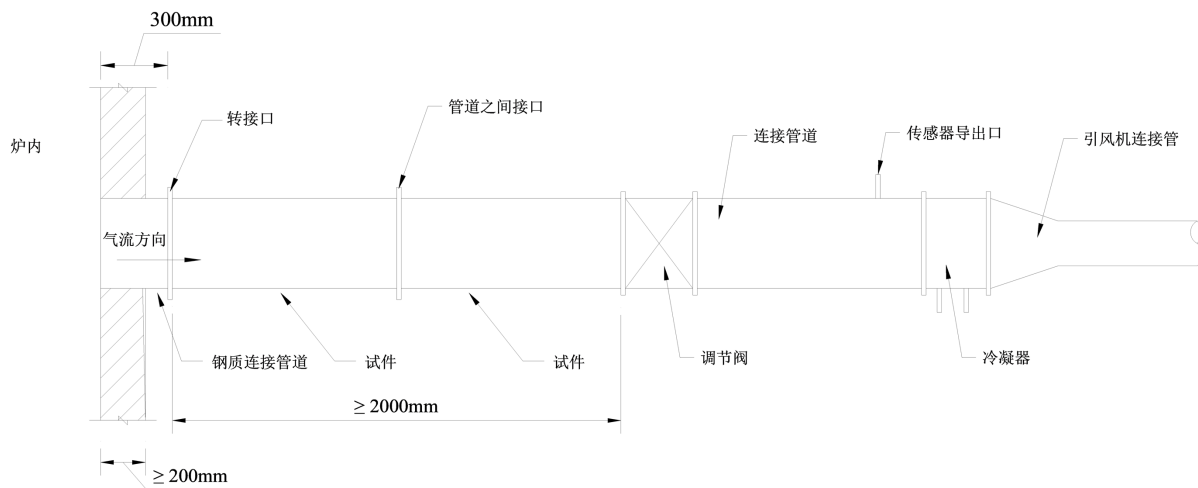


Figure 3. Schematic diagram of specimen installation
图 3. 试件安装示意图

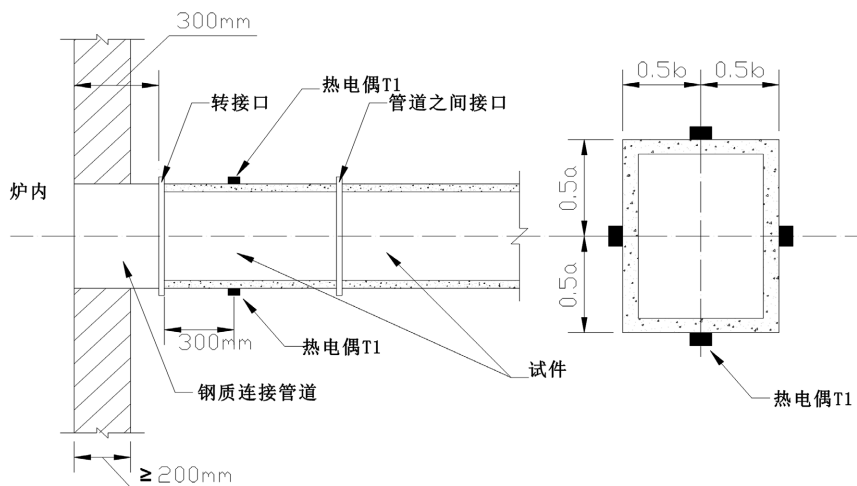


Figure 4. Schematic diagram of thermocouple arrangement
图 4. 热电偶布置示意图

4.1.3. 试件制备

试件根据 JG/T 194-2018《住宅厨房和卫生间排烟(气道制品)》第 A.3.2.1 条要求, 由两节 1 m 的管道组成。采用预制钢模板形式制作, 如图 5 所示。

4.1.4. 温度源(燃油)及控制系统

实验炉热源采用柴油燃料, 在实验炉场地地面以上 4 m 处设置 $1.3 \times 1.3 \times 1.3$ m 储油罐, 储油罐上配置油表显示、呼吸孔、进油管路、回油管路及放油管路, 通过压差对燃烧机提供柴油燃料并通过供油管路输送至燃烧机, 燃烧机将其雾化处理, 从而为炉体提供温度源。燃烧机采用意大利进口烧燃机, 具有机械式压力雾化、点火、补风等功能, 燃烧品质高, 能适应任何形式的燃烧室, 通过调节燃烧空气及燃烧头, 可以获得较佳的燃烧参数; 同时, 可以根据炉内温度高低调整大小火焰, 更加完美实现

设定的升温过程。实验炉共安装 3 台燃烧机, 控制柜内有 6 块温度巡检模块(24 个温度点), 1 块平均温度控制模块, 1 台 PLC 可编程控制器, 实验中上位机将所需温度巡检仪模块采样各点的温度进行求和运算得出其平均温度, 并发送至平均温度控制模块作为 PV 值, 上位机将实验曲线的温度值按时间发送至平均温度控制模块作为 SV 值, 平均温度模块通过其 PV 和 SV 值的偏差进行 PID 运算调节, 将其调节输出信号送至 PLC 可编程控制器, 通过 PLC 编程控制各燃烧机的大小火变化, 使其达到炉内温度的控制。



Figure 5. Production of specimen
图 5. 试件制作

4.2. 不同条件下试验样品, 耐火性能分析

4.2.1. 相同壁厚条件下, 不同截面尺寸试件耐火性能

采用标准中的试验方法, 对壁厚为 15 mm 的 8 种不同截面规格的排气道进行耐火性能检验。排气道制品均由 425 强度的复合硅酸盐水泥、1 mm 丝径的热镀锌电焊网等原材料, 经简易机械振动成型工艺制造。其检验结果见表 1。

Table 1. Fire resistance test results of exhaust duct specimens with different section sizes
表 1. 不同截面尺寸排气道试件耐火性能试验结果

截面尺寸	完整性	隔热性	备注
250 × 250 mm	≥61 min	25 min	平均温升超过 140℃
250 × 300 mm	≥61 min	29 min	单点温升超过 180℃
300 × 300 mm	≥61 min	31 min	平均温升超过 140℃
400 × 300 mm	≥61 min	33 min	平均温升超过 180℃
400 × 400 mm	≥61 min	35 min	平均温升超过 180℃
500 × 350 mm	≥61 min	37 min	平均温升超过 140℃
500 × 400 mm	≥61 min	38 min	平均温升超过 140℃
600 × 500 mm	≥61 min	42 min	平均温升超过 140℃

通过分析试验数据, 我们可以得出按照 JG/T194-2018《住宅厨房和卫生间排烟(气)道制品》标准进行试验的排气道可以满足耐火性能完整性, 但均不满足耐火性能隔热性 1 h 的要求; 同时, 截面尺寸对排气道制品的耐火性能隔热性是有影响的, 截面尺寸越大, 流通面积越大, 其耐火性能隔热性越好。

4.2.2. 相同截面尺寸条件下, 增加壁厚条件下试件耐火性能

JG/T 194-2018《住宅厨房和卫生间排烟(气)道制品》第 5 条规定了排烟(气)道制品的最小壁厚为 15 mm, 为了使产品可以满足隔热性要求, 针对产品的壁厚进行了加厚处理。选择截面尺寸 350 × 250 mm、壁厚 20 mm、25 mm、30 mm、35 mm、40 mm 的 5 种不同壁厚的排气道进行耐火性能检验。

排气道制品均由 425 强度的复合硅酸盐水泥、1 mm 丝径的热镀锌电焊网等原材料, 水泥与砂子按照 1:3 质量比进行配比, 经简易机械振动成型工艺制造。其检验结果见图 6。

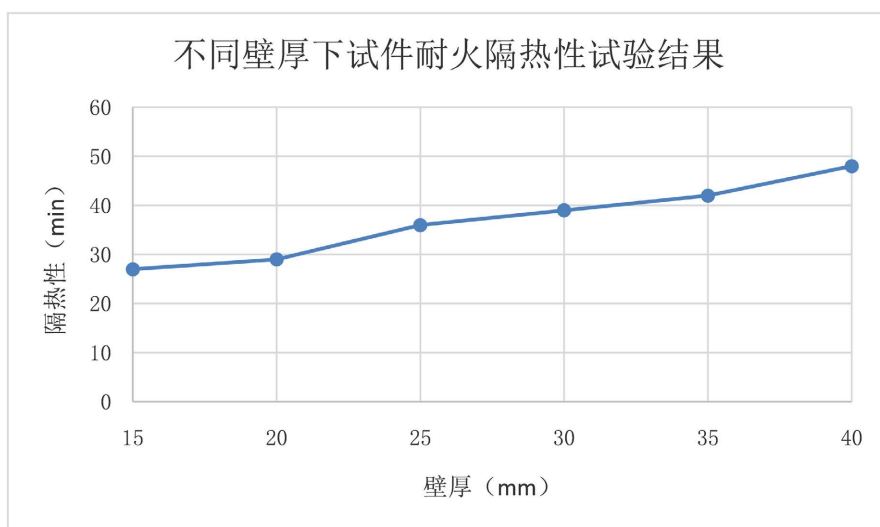


Figure 6. Test results of fire resistance and heat insulation of specimens with different wall thicknesses
图 6. 不同壁厚下试件耐火隔热性试验结果

通过试验结果可知, 增加壁厚可以在一定程度上提高管道耐火隔热性, 但仍未满足规范要求耐火隔热性 1.0 h。同时厚度的增加, 致使管道重量增加, 生产、运输、安装等环节的成本都需响应增加, 工程使用难度增大。

4.2.3. 特定截面尺寸条件下, 不同抹灰层厚度条件下试件耐火性能

在 CECS 390-2014《住宅排气道系统应用技术规程》、JGJ/T 455-2018《住宅排气管道系统工程技术标准》和实际工程应用中, 排烟(气)道安装完成后, 土建单位会对排烟气道外表面进行粉刷挂网处理, 粉刷层厚度一般在 15~25 mm 间。选择截面尺寸 350 × 250 mm、壁厚 15~30 mm、抹灰层厚度 10~25 mm 的 8 种不同壁厚的排气道进行耐火性能检验。

排气道制品均由 425 强度的复合硅酸盐水泥、1 mm 丝径的热镀锌电焊网等原材料, 水泥与砂子按照 1:3 质量比进行配比, 经简易机械振动成型工艺制造。其检验结果见图 7。

通过试验结果可以得出, 在壁厚 15 mm 的情况下, 排烟(气)道外抹 15 mm、20 mm、25 mm 水泥砂浆时, 排烟(气)道可以满足耐火隔热性 1.0 h 要求; 在壁厚 30 mm 的情况下, 外抹排烟(气)道 2 mm、3 mm、5 mm、10 mm 等水泥砂浆时, 排烟(气)道可以满足耐火隔热性 1.0 h 要求。

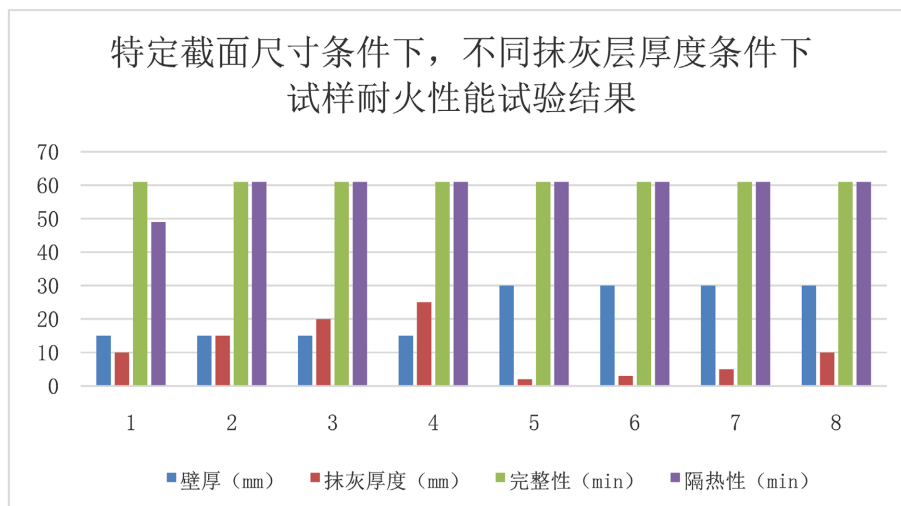


Figure 7. Fire resistance test results of the specimens under the conditions of specific section size and different plastering thickness

图 7. 特定截面尺寸条件下，不同抹灰层厚度条件下试样耐火性能试验结果

4.2.4. 相同截面尺寸及壁厚条件下，不同外加剂量条件下试件耐火性能

在进行了不同截面规格的排气道耐火性能试验后，考虑添加不同的轻骨料，探究其对排气道制品的耐火性能影响。在 1 小时的标准升温曲线的耐火试验时，炉内温度可以到达 947.8°C ，在这种情况下考虑在原有的配比基础上增加珍珠岩作为轻骨料的一部分。珍珠岩是一种保温、防火、绿色环保的新型建筑材料，具有导热系数低、化学稳定性好等优点。美国、德国、匈牙利等国家是较早开始使用珍珠岩的国家，广泛应用于高层建筑中作夹层墙板、屋面板、楼板等，用作耐火保温层。联合国大厦、美国国家银行大厦等建筑物中均使用珍珠岩作为隔热材料。此外，匈牙利已经在管道中应用珍珠岩作为隔热材料。我国在 1960 年后已经开始逐步使用珍珠岩作为建筑物屋面及墙体上作为保温隔热材料。

在高温条件下(通常为 $700^{\circ}\text{C}\sim 1200^{\circ}\text{C}$)下其体积可以迅速膨胀，达到隔热效果。珍珠岩分为开孔膨胀珍珠岩、闭孔膨胀珍珠岩、玻化微珠、膨胀蛭石、陶砂等。开孔膨胀珍珠岩、玻化微珠等，由于在实际施工搅拌时球面易破碎，稳定性较差[7]。因此建议选择闭孔膨胀珍珠岩和膨胀蛭石作为试验中添加的轻骨料。希望可以改善排气道产品的耐火性能隔热性。图 8、图 9 为试验所添加外加剂照片。表 2、表 3 为外加剂配量及耐火性能试验结果。



Figure 8. Expanded perlite

图 8. 膨胀珍珠岩



Figure 9. Expanded vermiculite
图 9. 膨胀蛭石

Table 2. The quantity and mass ratio of various materials
表 2. 各种材料用量质量比

试件编号	各种材料用量质量比				
	水泥	轻骨料(膨胀珍珠岩)	砂	水	外加剂
1	100	0	300	40	0
2	95	5	300	40	0
3	90	10	300	40	0
4	85	15	300	40	0
5	80	20	300	40	0
6	80	20	300	40	0.2

备注：水泥采用 425 强度的复合硅酸盐水泥、1 mm 丝径的热镀锌电焊网、细度模数 2.5 的中砂、外加剂为减水剂。

Table 3. Fire resistance test results of exhaust duct products with different proportions
表 3. 不同配比排烟(气)道制品耐火性能试验结果

试件编号	完整性	隔热性	备注
1	≥61 min	36 min	平均温升超过 140℃
2	≥61 min	42 min	单点温升超过 180℃
3	≥61 min	55 min	单点温升超过 180℃
4	≥61 min	≥61 min	-
5	≥61 min	≥61 min	-
6	≥61 min	≥61 min	-

通过分析表 3 试验数据，可以看出增加 15%~20%膨胀性珍珠岩作为轻骨料可以改善排气道制品的耐火性能隔热性。但还需后续研究该配比下排气道制品的其他性能。

5. 结语

通过一系列的排气道制品耐火隔热性的试验研究，可以得出以下结论：

- 1) 排气道产品截面尺寸越大, 流通面积越大, 其耐火性能隔热性越好;
- 2) 增加壁厚并不能有效提高排气道产品耐火性能隔热性;
- 3) 含抹灰层的管道总厚度在 35 mm 以上可以有效提高耐火性能隔热性;
- 4) 添加轻骨料的排气道可以有效提高耐火性能隔热性。

排气道制品的生产工艺虽不复杂, 但是要生产出满足新标准要求的产品却不容易。住宅排气道虽然只是住宅中很小的一个建筑构件, 但是其关系到人们的日常生活, 是建筑防火的重要部分。我们应该针对排气道制品的耐火性能进行深入研究, 从而使其耐火性能得到进一步提高。

基金项目

中国建筑科学研究院有限公司青年科研基金项目: 住宅厨房和卫生间排烟(气)道制品的耐火性能改进研究(20190111331030026)。

参考文献

- [1] 公安部天津消防研究所. GB/T 9978.1-2008.建筑构件耐火试验方法 第 1 部分: 通用要求[S]. 2008.
- [2] 沈阳建筑大学. JG/T 194-2018.住宅厨房和卫生间排烟(气)道制品[S]. 北京: 中国标准出版社, 2018.
- [3] 郭伟佳, 李慧红. 住宅共用排气道技术与标准的要求[J]. 建筑监督检测与造价, 2015(4): 50-52, 63.
- [4] 杨思忠, 张伯华. 住宅排气道生产质量现状及发展对策[J]. 工程质量, 2019(2): 88-92.
- [5] 张声军, 周磊, 陈炜宁, 等. 住宅排气道成型技术及设备的研发[J]. 建设科技, 2016, 15(4): 98-100.
- [6] 公安部天津消防研究所, 公安部四川消防研究所. GB 50016-2014.建筑设计防火规范(2018 年版) [S]. 北京: 中国计划出版社, 2018.
- [7] 杨晓华, 陈传飞. 玻化微珠与闭孔膨胀珍珠岩的性能比较[J]. 新型建筑材料, 2009(4): 42-44.