



中华人民共和国国家标准

GB/T 17428—20XX

代替 GB/T 17428—2009

建筑管道耐火试验方法

Fire resistance test for structural ducts

(ISO 6944 Fire containment -- Elements of building construction, NEQ)

(报批稿)

(完成时间：2025 年 8 月)

XXXX – XX – XX 发布

XXXX – XX – XX 实施

国家市场监督管理总局 发布
国家标准化管理委员会

目次

前言 II

1 范围 3

2 规范性引用文件 3

3 术语和定义 3

4 试验装置 4

5 试验条件 9

6 试件 10

7 试件的安装 14

8 养护 16

9 仪器使用 16

10 试验程序 25

11 判定准则 27

12 试验结果表述 28

13 试验报告 28

14 试验结果的直接应用范围 28

附录 A（资料性） 管道 D 内部火试验可供选择的测试设备和仪器 31

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件代替GB/T 17428—2009《通风管道的耐火试验方法》，与GB/T 17428—2009相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- a) 更改了“范围”一章内容，进一步明确了标准的适用对象；（见第1章，2009年版的第1章）
- b) 更改了“试验装置”的要求；（见第4章，2009年版的第4章）
- c) 增加了垂直管道耐火试验对试验装置的要求；（见第4.2.1条）
- d) 增加了排烟管道耐火试验对试验装置的要求、试验条件、试件要求、试件的安装、试验程序、判定准则；（见第4.2.2、5.2、6.2.2、7.3.1、7.3.3、10.4、11.2条）
- e) 增加了厨卫排油烟气管道耐火试验对试验装置的要求、试验条件、试件要求、试验程序、判定准则；（见第4.2.3、5.3、6.2.3、10.5、11.3条）
- f) 更改了“试验条件”；（见第5章，2009年版的第5章）
- g) 更改了对“试件”的要求；（见第6章，2009年版的第6章）
- h) 更改了“试件的安装”要求；（见第7章，2009年版的第7章）
- i) 更改了试件养护要求；（见第8章，2009年版的第8章）
- j) 更改了“试验结果的直接应用范围”；（见第14章，2009年版的第14章）
- k) 增加了附录A（资料性）管道D内部火试验可供选择的测试设备和仪器。（见附录A）

本文件参考“ISO 6944-1:2008 Fire containment -- Elements of building construction -- Part 1: Ventilation ducts”“ISO 6944-2:2009 Fire containment -- Elements of building construction -- Part 2: Kitchen extract ducts”起草，一致性程度为非等效。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由国家消防救援局提出。

本文件由全国消防标准化技术委员会（SAC/TC113）归口。

本文件及所代替标准的历次版本发布情况为：

- GB 17428—1998；
- GB/T 17428—2009；
- 本次为第二次修订。

建筑管道耐火试验方法

1 范围

本文件描述了建筑内水平和垂直安装管道在标准（规定）火条件下的术语和定义、试验装置、试验条件、试件、试件的安装、养护、仪器使用、试验程序、判定准则、试验结果表述、试验报告、试验结果的直接应用范围，用来检验建筑管道承受外部火和内部火作用时的耐火性能。

本文件适用于建筑内安装使用的通风、空调系统和机械加压送风防烟系统的通风管道、机械排烟系统的排烟管道及建筑厨房卫生间排气系统的厨卫排油烟气管道的耐火试验。

本文件不适用于：

- a) 耐火性能取决于其周围安装的耐火构件的管道；
- b) 带检修门的管道，除非将检修门纳入到管道中一起试验；
- c) 只有两面或三面的管道；
- d) 与墙或楼板连接的吊挂固定件。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 2624（所有部分） 用安装在圆形截面管道中的差压装置测量满管流体流量

GB/T 5907（所有部分） 消防词汇

GB/T 9978.1 建筑构件耐火试验方法 第1部分：通用要求（GB/T 9978.1—2008，ISO 834—1：1999，MOD）

GB 15930 建筑通风和排烟系统用防火阀门

3 术语和定义

GB/T 5907、GB/T 9978.1界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

通风管道 ventilation duct

建筑内的通风系统、空调系统和机械加压送风系统中，用于输送清洁空气或排除污浊空气的管道，可水平或垂直等方向安装。

注：不含厨卫排油烟气管道。

3.2

排烟管道 smoke extraction duct

建筑内的消防机械排烟系统中，用于排除火灾产生的热烟气的管道，可水平或垂直等方向安装。

3.3

厨卫排油烟气管道 kitchen or bathroom extract duct

公共建筑内用于排除厨房烹饪油烟气或卫生间污浊气体的管道，可水平或垂直等方向安装。

注：厨卫排油烟气管道又称为厨卫排烟气道。

3.4

吊挂固定件 suspending element

用来将建筑管道吊挂在梁板上或固定到墙体上的部件。

3.5

支承结构 supporting element

试验中管道穿越的墙体、隔断或楼板。

3.6

管道 A duct A

用于外部受火进行耐火试验的通风管道、排烟管道或厨卫排油烟气管道试件。

3.7

管道 B duct B

用于内部和外部同时受火进行耐火试验的通风管道试件。

3.8

管道 C duct C

用于内部和外部同时受火进行耐火试验的排烟管道试件。

3.9

管道 D duct D

用于内部受火进行耐火试验的厨卫排油烟气管道试件。

4 试验装置

4.1 一般要求

除了 GB/T 9978.1 规定的试验装置外，本试验还需要 4.2、4.3、4.4 描述的试验装置。

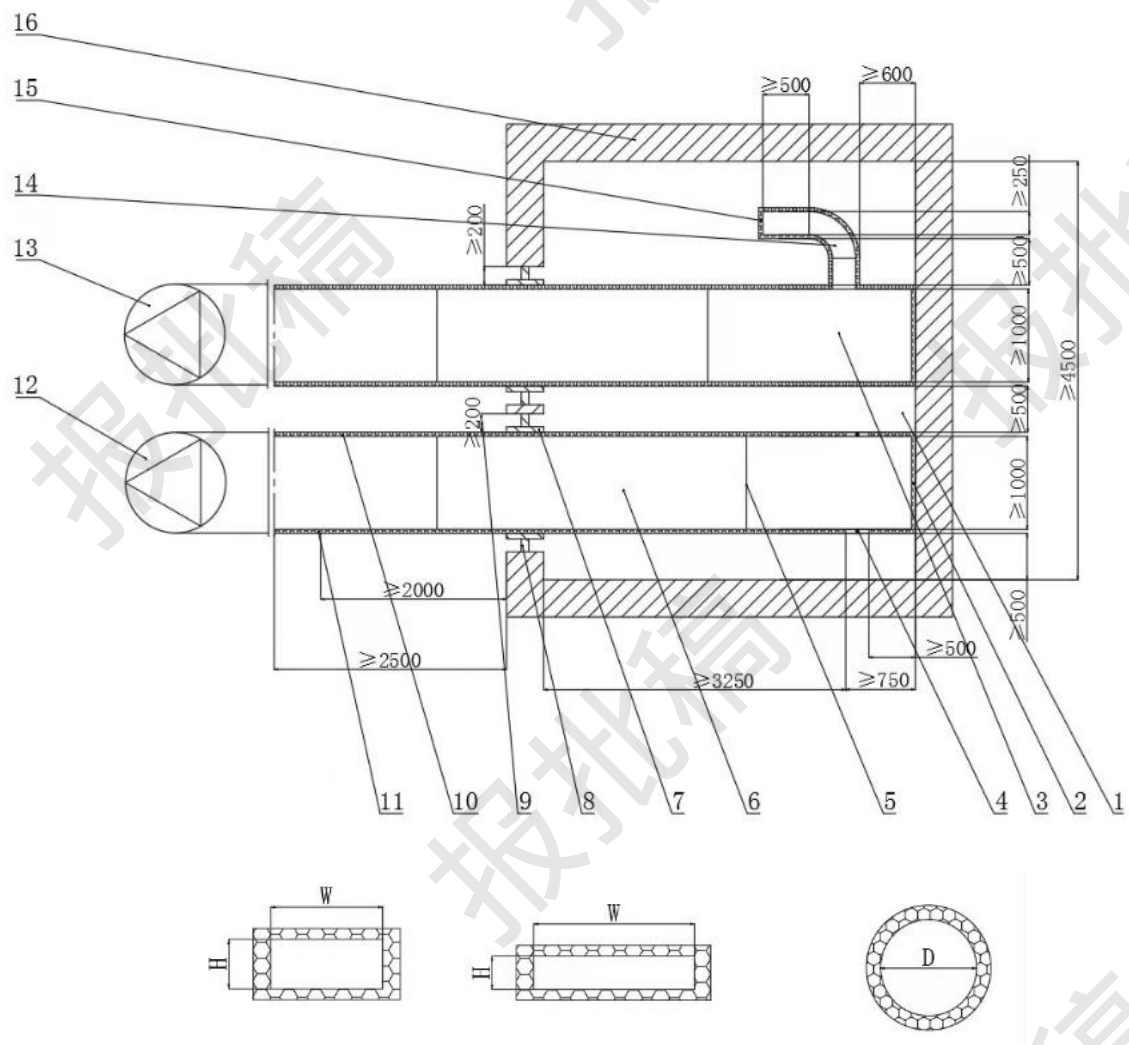
4.2 管道耐火试验炉

4.2.1 通风管道管道 A 和管道 B

4.2.1.1 耐火试验炉

满足 GB/T 9978.1 规定的标准升温 and 压力条件，并适合水平方向和垂直方向安装管道，见图1和图2。

单位为毫米



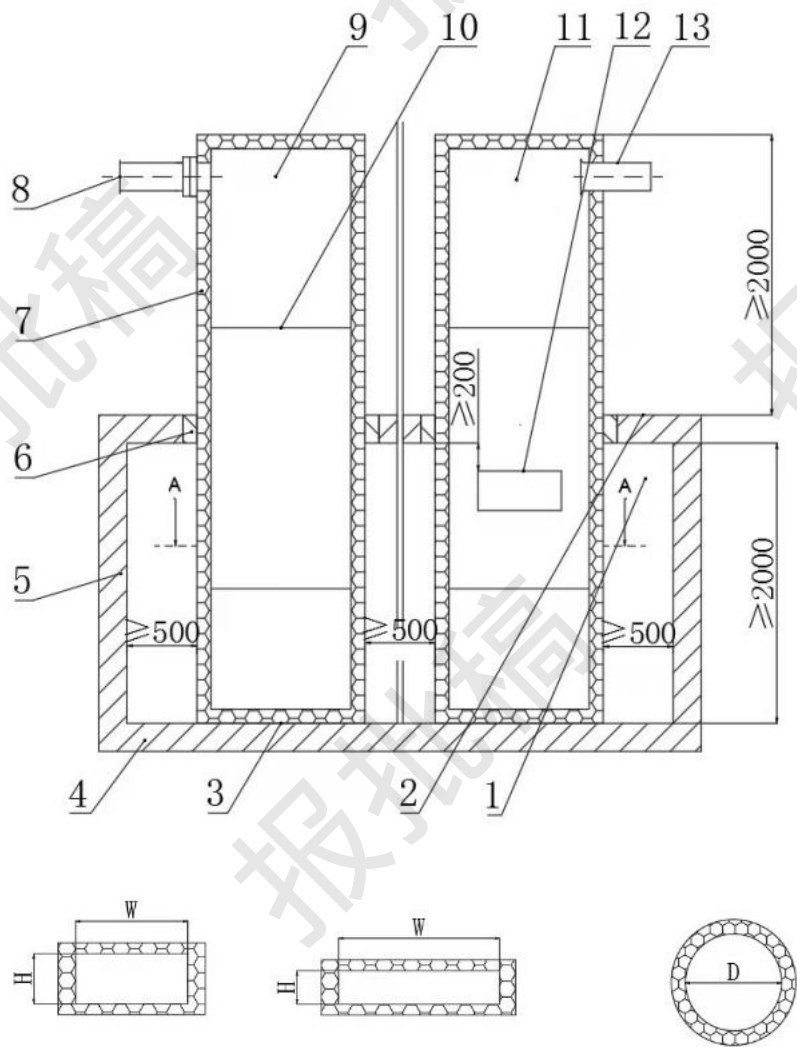
标引序号说明:

- | | |
|-----------------|--------------------|
| 1——炉膛 | 2——密封端 |
| 3——管道A | 4——总面积为管道截面的50%的开口 |
| 5——管道接缝 | 6——管道B |
| 7——和实际相同的防火封堵 | 8——支撑结构 |
| 9——最小200mm的支撑结构 | 10——防火保护系统 |
| 11——约束位置 | 12——风机B |
| 13——风机A | 14——90°弯头 |
| 15——弯头密封端 | 16——炉墙 |
- W——矩形管道截面宽度 H——矩形管道截面高度 D——圆形管道截面直径

注：此图表示的是两个管道同时试验的情况，允许在试验炉上每次对一根管道进行试验。

图1 管道 A/B 水平方向安装俯视图及管道截面图

单位为毫米



标引序号说明:

1——炉膛

3——密封端

5——炉墙

7——防火保护系统

9——管道A

11——管道B

13——风机B

W——矩形管道截面宽度

2——炉顶

4——炉底

6——和实际相同的防火封堵

8——风机A

10——防火保护系统接缝

12——总面积为管道截面的50%的开口

H——矩形管道截面高度

D——圆形管道截面直径

图2 管道 A/B 垂直方向安装侧视图及管道截面图

4.2.1.2 风机 A

连接在管道A用于排风的风机。

试验开始阶段和整个试验过程中,在整个风管A内部保持有 (300 ± 15) Pa的压差,可以直接或通过适当长度的管道与试件相连接。压力测量仪表的准确度为 ± 3 Pa。

4.2.1.3 风机 B

连接在管道B用于排风的风机。

试验开始前,在环境温度下,使管道B内保持 (3 ± 0.45) m/s的空气流速。可以直接或通过适当长度的管道与试件相连接。风机应设置一个旁通风口,可以在4.3.4中描述的空气截止阀关闭前打开。流速测量仪表的准确度为 $\pm 5\%$ 。

4.2.2 排烟管道耐火试验炉

4.2.2.1 排烟管道 A 测试仪器 (外部火试验)

管道A耐火试验炉同图1、图2中管道A。

4.2.2.2 排烟管道 C 测试仪器 (内部火试验)

管道C耐火试验炉同图1、图2中管道B。

4.2.3 厨卫排油烟气管道耐火试验炉

4.2.3.1 厨卫排油烟气管道 A 试验装置 (外部火试验)

管道A耐火试验炉同图1、图2中管道A。

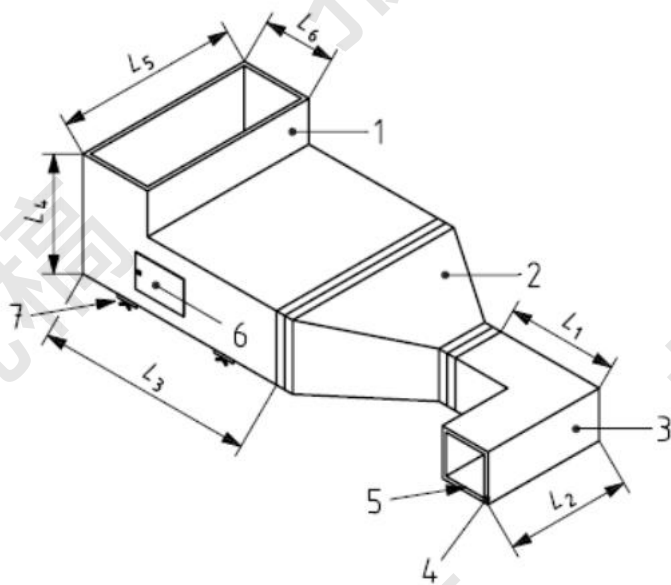
4.2.3.2 厨卫排油烟气管道 D 试验装置 (内部火试验)

4.2.3.2.1 利用预混气体燃烧器为检测管道提供烟气。

4.2.3.2.2 将燃烧器置于 L 形燃烧炉的入口处,见图 3。具体应符合下述规定:

- L_1+L_2 为 L 形燃烧炉的最小总长度,最小应为 3700mm;
- 用于燃烧炉试验的钢制管道的最小高度和最小宽度应为 700mm $\times$ 700mm;
- 燃烧炉内的耐火陶瓷纤维最小厚度应为 50mm。隔热部分的密度应为 (120 ± 30) kg/m³。

单位为毫米



- 标引序号说明：
- 1——厨卫排油烟气管道
 - 2——过渡段（根据需要设置）
 - 3——燃烧炉
 - 4——燃烧炉上的耐火陶瓷纤维
 - 5——燃烧器的位置
 - 6——检修口盖板
 - 7——支撑结构
- L_1 — L_6 ——L 型燃烧器和排烟管道尺寸
- 注：取 $L_1=L_2$ ； $L_3 \geq (2750+L_6)$ mm； $L_4 \geq (1400+1.5L_6)$ mm。

图 3 厨卫排油烟气管道 D 试验装置

- 4.2.3.2.3 燃烧炉组件内应充分燃烧。燃烧炉组件应通过螺栓或法兰连接到一起，如果采用法兰连接，应通过焊接将燃烧炉和厨卫排油烟气管道连接起来。
- 4.2.3.2.4 开口面积超过 0.75m^2 的管道，应在管道的排气末端安装限流装置用以调整烟气的流量，从而有助于获取管道的内部温度，但应保证管道至少有 75% 开口尺寸的通气面积。

4.3 气体流量测量系统

4.3.1 系统

气体流量测量系统应符合 GB 15930 中的相应要求。

该系统包括文丘里管，孔板或其他适当的设备，如有必要可加装一个气流矫直器，上述配件均按照 GB/T 2624 规定尺寸，安装在一直管段内。前端与风管 A 炉外段相连，用于测量试验过程中通过风管的空气流量。对于垂直或水平方向的测试管道，流量测量装置均应保持水平方向使用。

4.3.2 孔板

通过孔板控制管道内的气体流量，以便达到所需的差压。

4.3.3 冷凝器

冷凝器应当设置在风管A炉外末端和流量测量装置之间，而且允许有排水设施。

4.3.4 空气截止阀

空气截止阀应安装在风机和风速测量装置之间，用于阻隔空气流动，以评估在风机停止情况下管道B的耐火完整性。

4.3.5 风速测量计

用于在管道B中测量风速，一般由1或2个插入的喷嘴组成，或者其他适当的装置，均安装在直管段内，尺寸规格应符合GB/T 2624，与风管B的水平段的炉外段末端进行连接。

4.4 气体压力测量系统

气体压力测量系统应符合GB 15930中的相应要求。

应设置在炉内和风管A的内部。

5 试验条件

5.1 通风管道耐火试验炉内标准火试验条件

管道A和管道B试验时，试验炉内加热条件和压力条件应满足GB/T 9978.1的规定。

试验过程中，管道承受的试验条件应满足10.2的规定。

5.2 排烟管道耐火试验炉内标准火试验条件

管道A和管道C试验时，试验炉内加热条件和压力条件应满足GB/T 9978.1的规定。

试验过程中，管道承受的试验条件应满足10.2的规定。

5.3 厨卫排油烟气管道耐火试验炉内标准火试验条件

5.3.1 管道 A

厨卫排油烟气管道A试验应符合通风管道A的试验条件。

5.3.2 管道 D

5.3.2.1 试件检测所在的实验室应具备整个试验过程可以将CO浓度控制在低于 $50\mu\text{L/L}$ 水平的通风能力。该区域应不受外来气流的影响。在实验室内，对于任何一次试验，室内温度不应比试验初始温度高 23°C 。

5.3.2.2 试件的含水量应能反映所在类似建筑结构内的湿度条件。通过将试件储存在 23°C 和相对湿度为50%的空气中来确定这一条件。

5.3.2.3 当不可能达到这一条件时，试验应等试件的湿度达到平衡含水率，该含水率低于在 $(23\pm3)^{\circ}\text{C}$ 、75%相对湿度的空气中烘干的湿度。

5.3.2.4 当满足以下要求时，可不执行5.3.2.3的要求：

——在12个月的调节周期内没有达到平衡条件；

——或者建筑结构因建筑材料的密封性而阻止试件内部的干燥。

6 试件

6.1 试件类型

通风管道、排烟管道、厨卫排油烟气管道的试件类型按表1规定选择。

表 1 试件类型选择

试件类型	试件用途		
	通风管道	排烟管道	厨卫排油烟气管道
管道A	√	√	√
管道B	√	×	×
管道C	×	√	×
管道D	×	×	√

注：符号说明：√——适用 ×——不适用

6.2 试件尺寸

6.2.1 通风管道

6.2.1.1 长度

管道试件在炉内和炉外的最小长度见表2。

表 2 试件的最小长度

单位为米

安装方向	通风管道A和B最小长度	
	炉内	炉外
水平	4.0	2.5
垂直	2.0	2.0

6.2.1.2 试件的截面尺寸

试件的截面尺寸应使用表3给出的标准尺寸的管道进行试验，除非实际使用的截面尺寸小于此尺寸。

表 3 试件的截面尺寸

单位为毫米

管道类型	截面尺寸		
	矩形		圆形
	宽度 W	高度 H	直径 ΦD
管道A	1000±10	500±10	800±10
管道B	1000±10	250±10	630±10

6.2.1.3 数量

按照管道类型不同，通风管道试验由管道A与管道B组合，每类组合的不同管道各需一组试件进行试验。

6.2.2 排烟管道

6.2.2.1 长度

管道试件在炉内和炉外的最小长度见表4。

表 4 试件的最小长度

单位为米

安装方向	排烟管道A和C最小长度	
	炉内	炉外
水平	4.0	2.5
垂直	2.0	2.0

6.2.2.2 试件的截面尺寸

试件的截面尺寸应使用表5给出的标准尺寸的管道进行试验，除非实际使用的截面尺寸小于此尺寸。

表 5 试件的截面尺寸

单位为毫米

管道类型	截面尺寸		
	矩形		圆形
	宽度 <i>W</i>	高度 <i>H</i>	直径 ΦD
管道A	1000±10	500±10	800±10
管道C	1000±10	250±10	560±10

6.2.2.3 数量

按照管道类型不同，排烟管道由管道A与管道C组合，每类组合的不同管道各需一个试件进行试验。

6.2.3 厨卫排油烟气管道

6.2.3.1 长度

管道A试件在炉内和炉外的最小长度见表6，管道D试件最小长度尺寸见图3。

表 6 厨卫排油烟气管道 A 试件的最小长度

单位为米

安装方向	厨卫排油烟气管道A最小长度
------	---------------

	炉内	炉外
水平	4.0	2.5
垂直	2.0	2.0

6.2.3.2 试件的截面尺寸

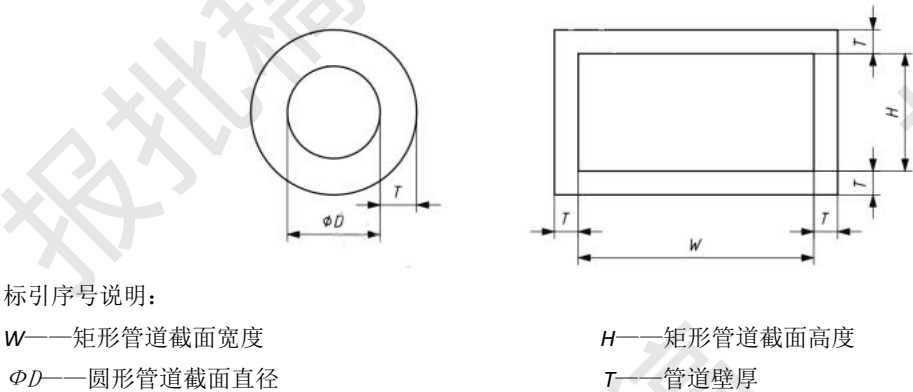


图 4 厨卫排油烟气管道截面图

图4描述的试件截面尺寸应使用表7给出的标准尺寸的管道进行试验，除非实际使用的截面尺寸小于此尺寸。

表 7 试件的截面尺寸

单位为毫米

管道类型	截面尺寸		
	矩形		圆形
	宽度 W	高度 H	直径 ϕD
管道A	1000±10	500±10	800±10
管道D	1220±10	1220±10	1220±10

6.2.3.3 数量

按照管道类型不同，厨卫排油烟气管道由管道A与管道D组合，每类组合的不同管道各需一个试件进行试验。

6.3 设计

6.3.1 一般要求

6.3.1.1 概述

应对具有代表性的管道进行试验。试件应参照实际使用情况安装，包括炉内、炉外的约束固定或支承结构的安装。

按照管道类型不同,管道应分别按图1、图2、图3、图4、图5进行安装。

6.3.1.2 最小间距

当试验炉有足够的空间,并且管道的安装尺寸满足图1、图2、图3、图4、图5的要求,在同一个试验炉上可安装多个试件进行试验。

管道顶部与炉顶之间的最小距离为500mm,管道底部与炉底之间的最小间距为500mm。管道侧部与炉墙之间的最小间距为500mm,与相邻管道之间的最小距离为500mm。

6.3.1.3 管道 A 的结构

管道A应包括一个90°弯头、一个T型管和一段长度500mm的管道形成一个截面尺寸为250mm×250mm的短支管。应按图1进行安装。包括支管在内的整个试件应按与实际工程一致的方法进行吊挂或固定。

6.3.1.4 管道 B 上的开口

在管道B上留有两个开口,分别位于炉内管道段的两个侧面上。开口距炉墙的距离为 (500 ± 25) mm。见图1。管道开口截面的宽高比应与管道截面的宽高比相同,并且整个开口的面积应为管道截面面积的 $(50 \pm 10)\%$ 。即每个开口的面积应为管道截面面积的 $(25 \pm 5)\%$ 。对于圆形管道,开口可以是矩形或圆形。

6.3.1.5 管道 C 上的开口

管道C上的开口同6.3.1.4。

6.3.2 管道的接缝

管道A、管道B、管道C试件在炉内和炉外至少应包含一个有代表性的接缝,见图1、图2。

不论在炉内还是在炉外,当管道由多层材料复合而成时,每层材料至少要有一个接缝。

在炉外,管道外层材料的接缝距支承结构的距离不应大于700mm,距热电偶T2的距离不应小于100mm。在炉内,管道外层材料的接缝应近似位于跨中。

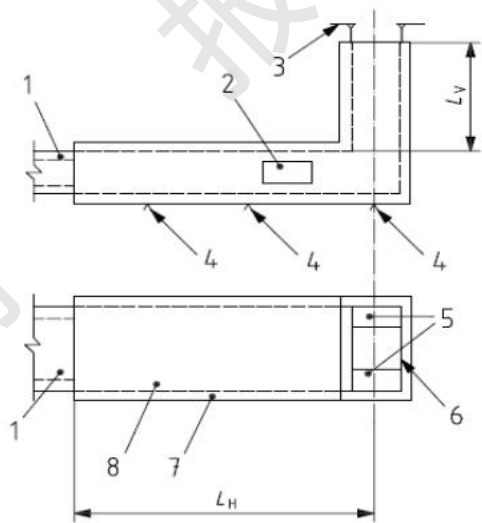
接缝和吊挂固定件之间的距离不应小于实际使用的距离。如果最小距离无法确定,则应将接缝安装在吊挂固定件的中间。吊挂固定件之间的中心距应由生产商指定,并能代表实际使用情况。

6.3.3 厨卫排油烟气管道 D 构造

6.3.3.1 用于管道内部火试验的厨卫排油烟气管道断面面积不应小于管道外部火试验的管道断面面积。

6.3.3.2 用于管道内部火试验的厨卫排油烟气管道的宽高比不应小于外部火试验的宽高比。

6.3.3.3 厨卫排油烟气管道水平段最小长度 L_H 为 $(2750 + L_6/2)$ mm,垂直段最小长度 L_V 为 $(1400 + L_6/2)$ mm,其中 L_6 见图3。厨卫排油烟气管道的水平段应包含最大间隔的支撑结构以及至少一个检修口,见图5。在水平段内的隔热层应包含最少两个接缝。在支撑结构上的厨卫排油烟气管道重量应包括管道隔热材料最大荷载。厨卫排油烟气管道应包含特殊隔热方法所需的所有配件。



标引序号说明：

- | | |
|------------------|------------------|
| 1——过渡段 | 2——检修口盖板 |
| 3——垂直支撑结构 | 4——符合安装说明的支撑结构 |
| 5——烟气限流器 | 6——厨卫排油烟气管道出口 |
| 7——隔热系统 | 8——厨卫排油烟气管道 |
| L_H ——管道D水平段长度 | L_v ——管道D垂直段长度 |

图 5 管道 D 测试构造

6.3.3.4 检修口和检修门的开口应是实际使用的最大尺寸，并且开口尺寸和结构应和实际使用一致。离试验炉最近的检修口边缘应设置在厨卫排油烟气管道的一侧，并位于烟气热电偶网格和厨卫排油烟气管道垂直段之间。

6.3.3.5 试件应和实际使用的管道组装、安装一致。隔热系统应参照制造商的安装说明进行安装。

7 试件的安装

7.1 通则

- 试件应尽可能参照实际使用情况安装。
- 支承结构可以是实际使用的墙，并且比试件具有更长的耐火时间。
- 当管道穿过炉墙时，炉墙开口应足够大，保证管道表面到开口的距离至少为200mm。

7.2 支承结构

7.2.1 标准支承结构

当实际使用的支承结构类型不能确定时，应使用表8和表9给出的标准支承结构。

表 8 标准刚性墙体结构

结构类型	厚度 h mm	密度 ρ kg/m ³	试验持续时间 t h
普通混凝土墙 / 砖墙	110±10	2200±200	$t \leq 1.5$
	150±10	2200±200	$1.5 < t \leq 3$
	175±10	2200±200	$3 < t \leq 4$
加气混凝土墙 ^a	125±10	650±200	$t \leq 2$
	150±10	650±200	$2 < t \leq 4$

^a 这种支承结构可以用空心砌块通过灰浆或其他胶粘剂砌筑而成。

表 9 标准柔性墙体结构（石膏板）

耐火时间 min	墙体结构			
	每面石膏板层数	每层石膏板厚度 mm	墙内隔热材料 ^a D/ρ	墙体厚度 mm
30	1	12.5	40/40	75±7.5
60	2	12.5	40/40	100±10.0
90	2	12.5	60/50	125±12.5
120	2	12.5	60/100	150±15.0
180	3	12.5	60/100	175±17.5
240	3	15.0	80/100	190±19.0

^a D 为墙内矿棉保温厚度，单位为 mm； ρ 为墙内矿棉保温密度，单位为 kg/m³。

7.2.2 非标准支承结构

当试件实际使用的支承结构不是上述标准支承结构时，试件应安装在与实际情况相同的支承结构中进行试验。

7.3 管道的约束

7.3.1 管道 A、B、C 的布置

7.3.1.1 管道应按照图 1 和图 2 的方式布置。炉墙内管道的端部应独立于炉体进行封闭，采用的材料和结构与管道其余部分相似。

7.3.1.2 对于水平管道，试验的布置在炉内和炉外应至少包含一个接缝。每层防火材料和每个单管道在炉内和炉外的部分应至少有一个接缝。在炉外，应在防火材料的外层布置一个接缝，距支承结构的距离不大于 700mm，且距 T2 型热电偶的距离不应小于 100mm。在炉内，防火材料外层上的接缝应布置在中间部位。内层接缝的位置由试验者确定。接缝和吊挂固定件的间距不应小于实际安装中的间距。如果没有明确最小间距，吊挂固定件的布置应保证接缝位于中间部位并位于吊挂固定件中间。吊挂固定件的位置应由制造商规定和实际使用情况一致。

7.3.1.3 水平管道应有两个开口，炉内管道垂直侧各一个。开口距离炉墙的距离为 (500 ± 25) mm（图1）。水平管道开口应与管道截面具有相同的宽高比，开口总面积为截面面积的50%。对于圆形管道，开口可以是矩形也可以是圆形。每个开口面积为截面面积的 $(25 \pm 5)\%$ 。

7.3.1.4 对于水平管道，管道顶部和顶板间设置 (500 ± 50) mm的空隙，管道底部和地板间距至少为500 mm（见图1）。类似情况，水平管道的侧边与炉墙间距不应小于500 mm。

7.3.2 管道A、B、C的约束

7.3.2.1 试验炉内

在远离管道穿越处，管道应采用与炉墙相连接的方式固定。如果炉墙有移动的可能时，对管道的固定应独立于炉体结构。

7.3.2.2 试验炉外

水平管道B、C在炉外应约束。约束点距离炉墙 (2000 ± 50) mm，约束应限制管道水平移动，但允许垂直移动。设置约束的框架应为刚性且具有足够的力来抵抗所有水平力。

7.3.2.3 管道封闭

管道在炉内的端部以及支管的端部应采用独立于炉体的方式进行封闭，且使用的材料和结构与管道的其他部分类似。

7.4 防火封堵

管道穿过支承结构时，其表面与支承结构之间的空隙应用防火封堵材料填充密实，使用的防火封堵材料应与实际使用情况一致。如果在穿越处管道周围需填充的宽度不能确定，填充厚度应为50 mm。

8 养护

试验结构的养护应满足GB/T 9978.1的规定。当采用吸湿性封堵材料时应符合下述要求：

- 当使用吸湿性材料来封堵支承结构和管道之间小于或等于25 mm的缝隙时，应在试验前对其养护7d；
- 当使用吸湿性材料来封堵支承结构和管道之间大于25 mm的缝隙时，应在试验前对其养护28d。

9 仪器使用

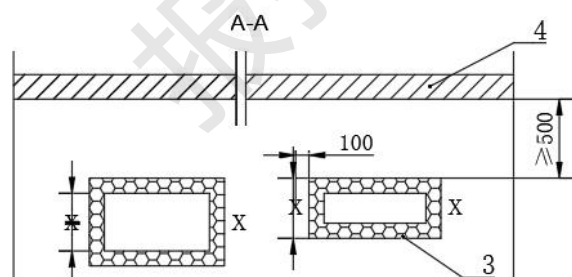
9.1 热电偶

9.1.1 炉内热电偶

炉内热电偶应满足GB/T 9978.1的规定，并按图6、图7、图8布置。

图6表示的是两个管道同时试验的情况。允许在试验炉上每次对一根管道进行试验。

a) 水平管道安装俯视图



b) 水平管道安装截面图

1——炉墙

3——防火保护系统

5——总面积为管道截面50%的开口（见6.2.1）

X—— 炉内热电偶的位置

2——90° 弯头

4——炉顶

6——通风管道

图 6 水平管道炉内温度测量热电偶

9.1.2 厨卫排油烟气管道 D 内部烟气温度

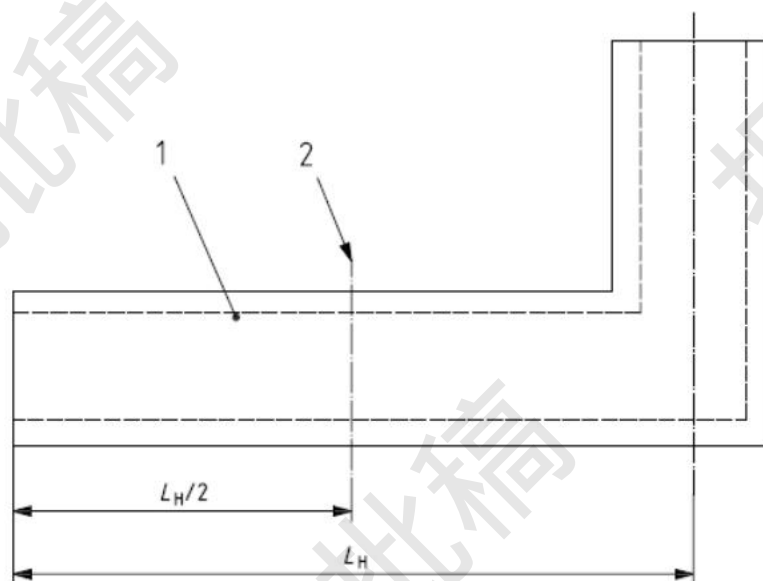
9.1.2.1 在 L 形的厨卫排油烟气管道内部布置热电偶, 见图 8。

9.1.2.2 烟气温度由图 8 中的热电偶确定。热电偶网格由四个位于厨卫排油烟气管道内部的热电偶组成，热电偶测量水平排烟管道中部位置的温度，见图 7。

9.1.2.3 热电偶采用直径最大 1.0 mm 的 K 型或 S 型铬镍铁合金热电偶，热电偶从支撑管的内部端头伸进长度为 (25 ± 1.5) mm，见图 8。

9.1.2.4 图 8 中尺寸 a 应等于 $D/4$ ，但不应大于 305mm。

9.1.2.5 图 8 中尺寸 b 应等于 $W/4$ ，但不应大于 305mm。



标引序号说明：

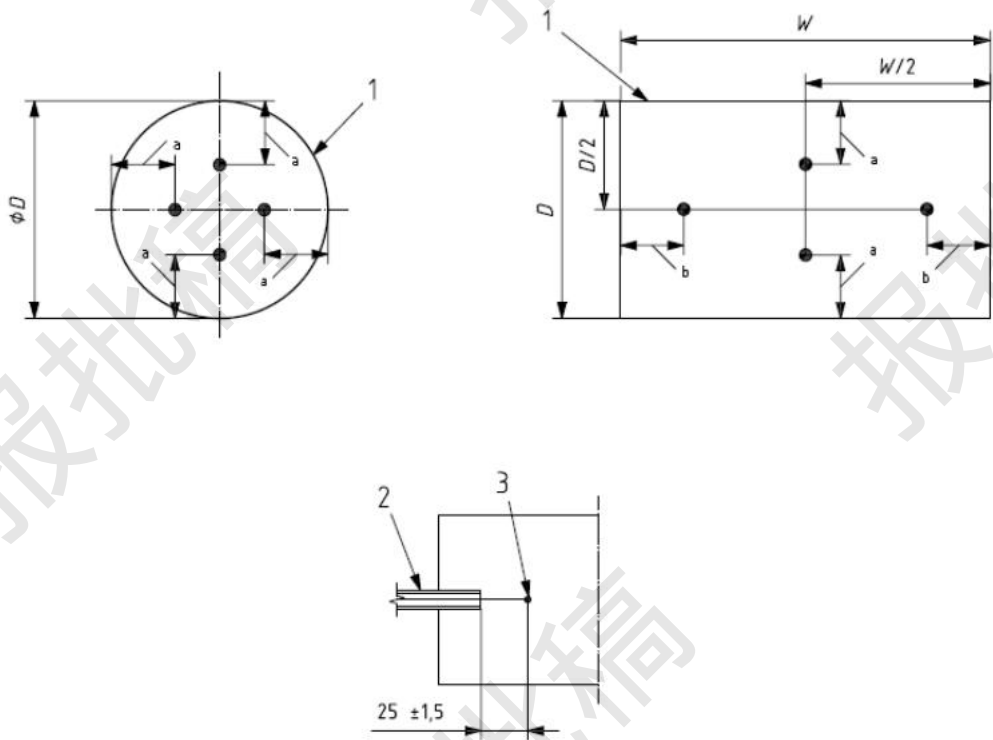
1——厨卫排油烟气管道（侧视图）

2——测量烟气温度的热电偶网格位置

L_H ——管道D水平段长度

图 7 测量烟气温度的热电偶位置

单位为毫米



标引序号说明：

1——厨卫排油烟气管道 2——热电偶支撑管 3——热电偶探头的位置，黑点·表示

a ——圆形管道内热电偶探头与管壁的距离或矩形管道内热电偶探头与长度方向管壁的距离。

b ——矩形管道内热电偶探头与宽度方向管壁的距离。

W ——矩形管道截面宽度 D ——矩形管道截面高度 ϕD ——圆形管道截面直径

图 8 热电偶网格——烟气温度

9.1.3 试件背火面热电偶

9.1.3.1 通则

测量试件背火面温度的热电偶应满足GB/T 9978.1的规定。在管道穿越墙体处热电偶的位置根据穿越细节的不同，见图9、图10。T2 用来测量平均温度和最高温度，在每种情况下，矩形管道的每个面上至少应设置一个；圆形管道每四分之一的弧面上应设置一个。

9.1.3.2 最高温度

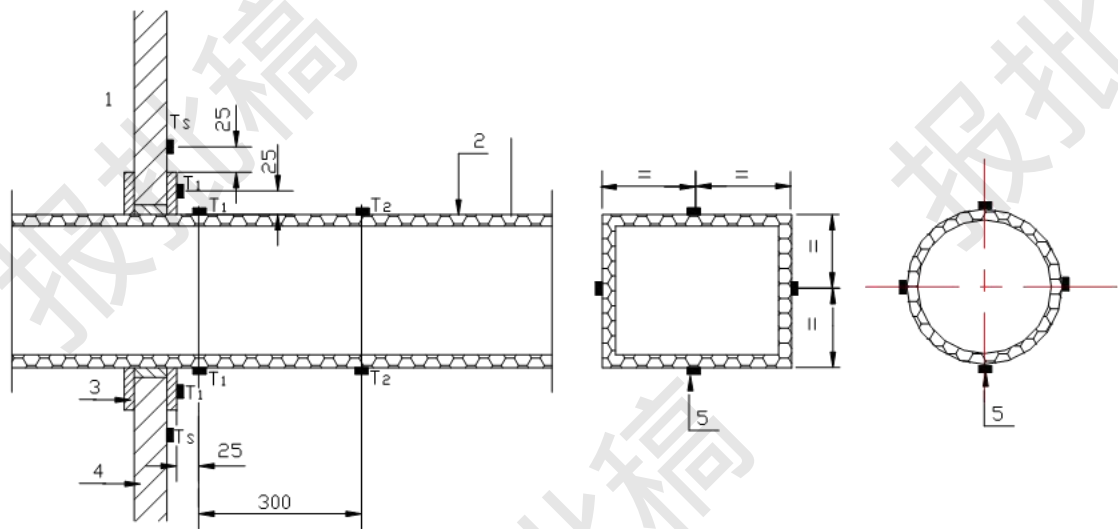
用来测量最高温度的附加热电偶T1应布置在管道的外表面以及连接件的外表面上，矩形管道的每个面上至少应设置一个，圆形管道每四分之一的弧面上应设置一个。热电偶Ts用来测量支承结构的表面温度，在管道周围四个方向上各设置一个。

9.1.3.3 厨卫排油烟气管道

对厨卫排油烟气管道，应在管道A的内部设置4个附加热电偶T3，用来测量平均温度和最高温度，其位置应居于炉内受火段管道的跨中。热电偶距管道内表面的距离应小于25 mm，位置见图11。热电偶不应与任何接缝或盖缝条重合。

注：带可燃内衬层的管道按照厨房排烟管道耐火试验方法进行。

单位为毫米



标引序号说明：

1——炉膛

2——通风管道

3——连接件

4——支承结构

5——表面热电偶

Ts ——测量最高温度的热电偶（在支承结构上）

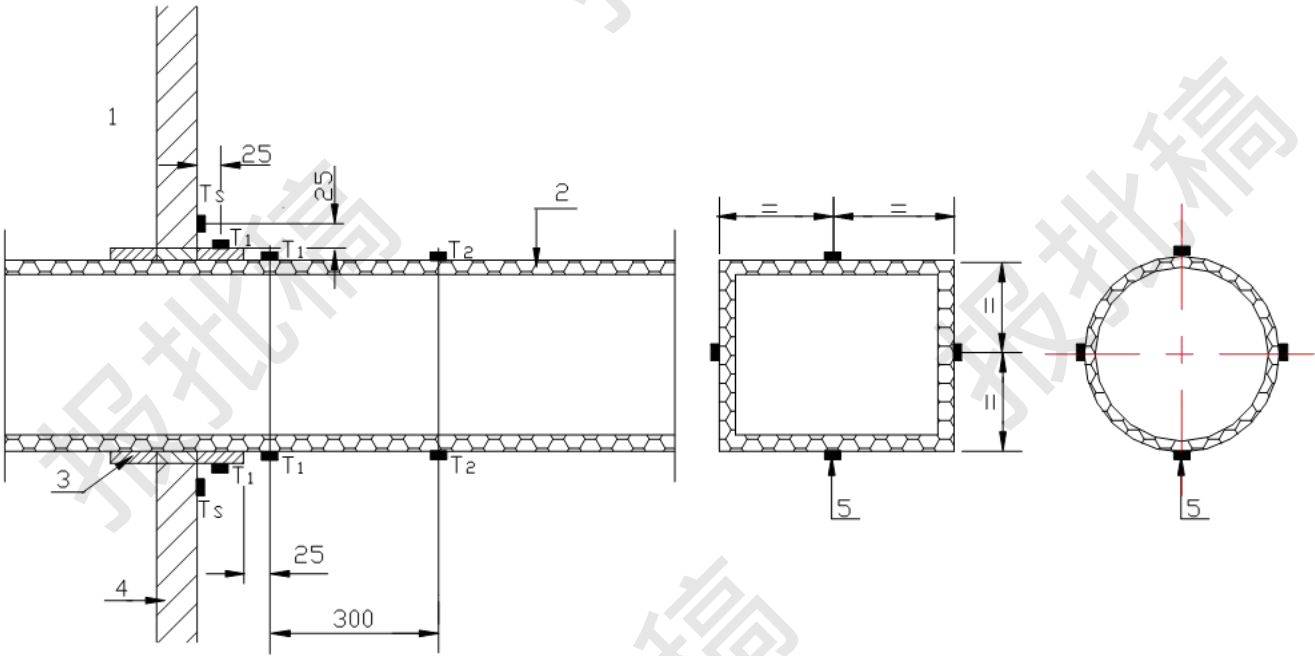
T1 ——测量最高温度的热电偶（在管道和连接件上）

T2 ——测量平均温度和最高温度的热电偶（在管道上）

注：在管道的每个面上Ts、T1 和T2 至少各有一个。

图9 管道穿过支承结构处背火面热电偶的位置（示例1）

单位为毫米



标引序号说明：

1——炉膛

2——通风管道

3——连接件

4——支承结构

5——表面热电偶

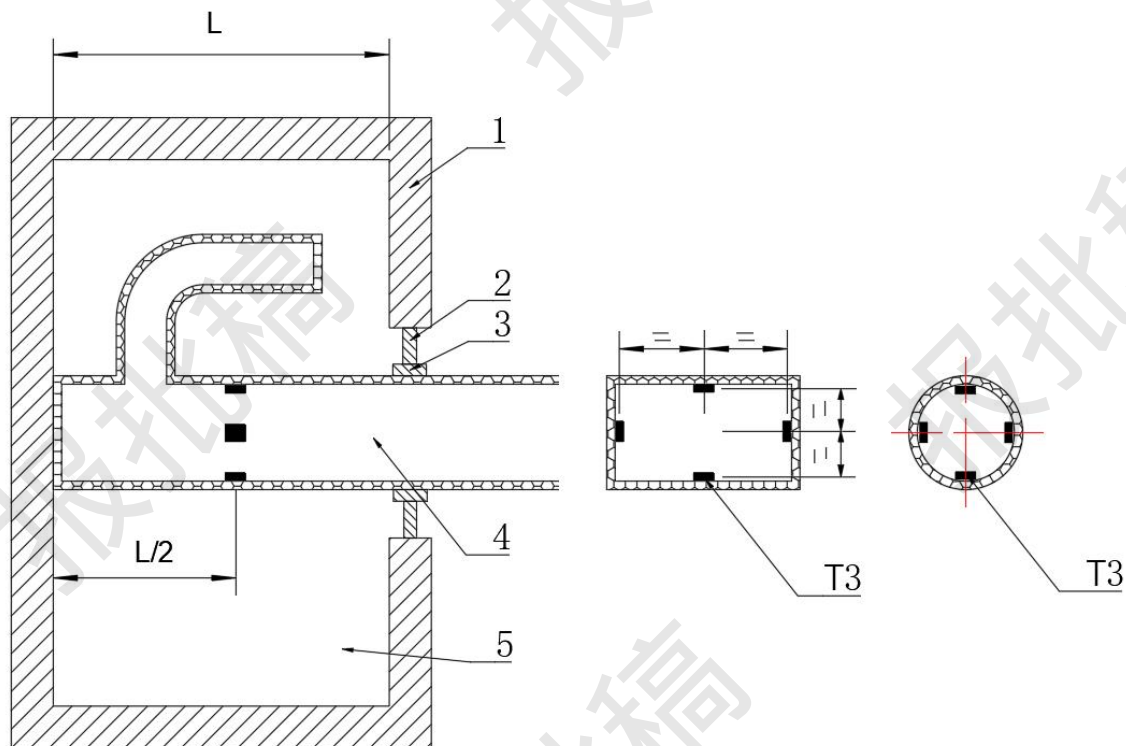
T_s ——测量最高温度的热电偶（在支承结构上）

T_1 ——测量最高温度的热电偶（在管道和连接件上）

T_2 ——测量平均温度和最高温度的热电偶（在管道上）

注：在管道的每个面上 T_s 、 T_1 和 T_2 至少各有一个。

图 10 管道穿过支承结构处背火面热电偶的位置（示例 2）



标引序号说明：
1——炉墙
2——支承结构
3——和实际相同的防火封堵
4——管道A
5——炉膛
 T_3 ——测量平均温度和最高温度的表面热电偶
 L ——炉膛深度

图 11 厨卫排油烟气管道表面热电偶的位置

9.1.3.4 吊挂固定件

如果对钢质吊挂固定件进行了防火保护处理；那么应测量其表面温度。每两个吊挂件应设置1个热电偶。

9.1.4 厨卫排油烟气管道内部火试件背火面热电偶

9.1.4.1 固定位置

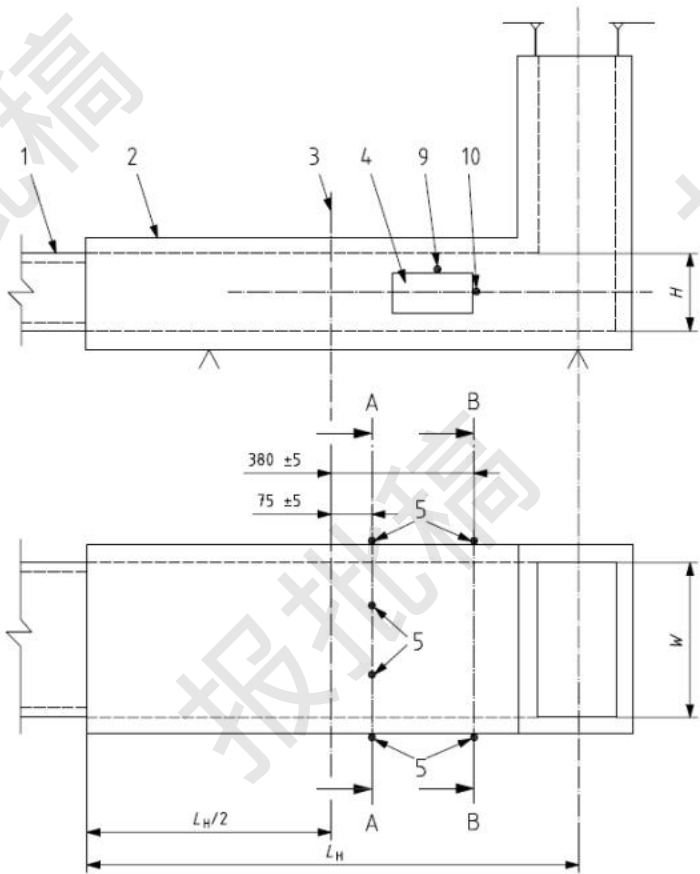
- 9.1.4.1.1 测量背火面温度的热电偶应符合 GB/T 9978.1 的规定。
- 9.1.4.1.2 试件的水平管道上最少应布置 14 个热电偶。
- 9.1.4.1.3 围绕试件一周按照图 12 和图 13 应布置 8 个对称分布的热电偶。8 个热电偶均不能布置在隔热材料的接缝处。热电偶固定的这些位置应是隔热层厚度最小的位置。
- 9.1.4.1.4 检修口盖板边缘应布置两个热电偶，见图 12 中 9 和 10。
- 9.1.4.1.5 分别在隔热材料水平和垂直接缝处布置两个热电偶。这些热电偶应位于距离厨房水平排油烟管道中间点 75mm 到 380mm 之间，见图 12。
- 9.1.4.1.6 为了获取试件性能的具有代表性的信息，其他热电偶应布置在试件上可能出现最高温度的位置。

9.1.4.1.7 附录 A 给出了在试件支撑系统和垂直管段上推荐的热电偶位置。

9.1.4.2 非固定位置

非固定位置温度测量的移动热电偶应符合GB/T 9978.1的规定。

单位为毫米



标引序号说明：

1——过渡段

4——检修口盖板

L_H ——管道D水平段长度

其中：A-A和B-B截面见图13。

2——试件

5——热电偶探头的位置，黑点•表示

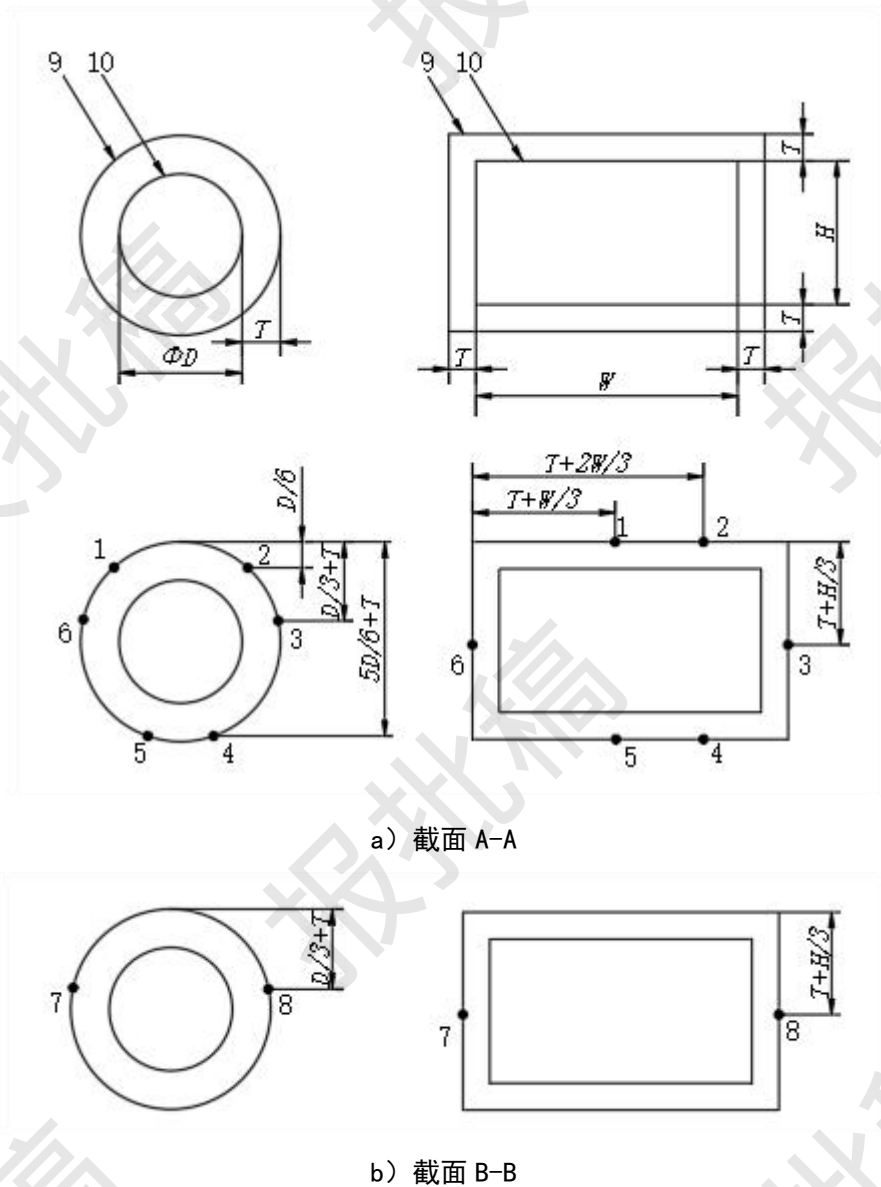
W ——管道截面宽度

3——测量烟气温度的热电偶

9, 10——热电偶9和10的位置

H ——管道截面高度

图 12 背火面热电偶位置



标引序号说明：

1~8——热电偶1-8的位置，黑点·表示	9——隔热系统	10——厨卫排油烟气管道
W ——矩形管道截面宽度	H ——矩形管道截面高度	ΦD ——圆形管道截面直径
T ——管道壁厚		

图 13 图 12 中截面 A-A 和 B-B 上的热电偶位置

9.2 压力传感器

炉内压力传感器应放置在炉顶以下100mm处。炉内压力按GB/T 9978. 1的规定进行测量。

9.3 厨卫排油烟气管道内部火试件外壳材料的内表面温度

附录A给出了测量外壳材料内表面温度的热电偶推荐位置。

9.4 厨卫排油烟气管道内部火试件的完整性检测

9.4.1 围护系统的完整性检测应通过棉垫试验完成。

9.4.2 棉垫及其支撑结构依据 GB/T 9978.1 的规定。

10 试验程序

10.1 总体要求

应按 GB/T 9978.1 规定的装置和方法进行试验。同时还应满足 10.2、10.3 和 10.4 的规定。

10.2 管道 A、B、C 试验条件的控制

10.2.1 管道 A

在试验开始时控制管道 A 内的压力为 (300 ± 15) Pa，并在整个试验期间保持这一压力值不变。委托方也可以要求，在试验开始时控制管道 A 内的压力为 (500 ± 15) Pa，并在整个试验期间保持这一压力值不变。

10.2.2 管道 B

在试验开始前，使管道 B 内的空气流速稳定在 (3 ± 0.45) m/s。调整风机使其在试验期间处于“开启”位置时管道 B 内能保持 (3 ± 0.45) m/s 的气体流速。

试验开始 25min 后，打开风机的旁通风口，接着关闭截止阀，保持风机运转。使管道 B 在此环境下稳定 2min。

模拟风机处于“关闭”状态，保持 3min，并在此期间对炉外的管道段进行完整性评价。接着重新打开截止阀，关闭旁通风口。截止阀打开或关闭的时间应大于 10s 且不超过 20s。检查管道 B 的流速是否在上述规定的范围内。

每 30min 为一个试验周期，在每个试验周期结束前 5min 重复上述操作。在截止阀处于“打开”位置（风机开启）的其他时间内对管道 B 做完整性评价。

10.2.3 管道 C

管道 C 按照 10.2.2 管道 B 的试验条件进行控制。

10.3 管道 A、B、C 试验过程的测量与观察

10.3.1 完整性

按 GB/T 9978.1 的规定对管道进行完整性测量。

10.3.2 隔热性

按 GB/T 9978.1 的规定测量试件背火面的平均温度和最高温度。对炉外管道段，固定热电偶不能覆盖的位置，应使用移动热电偶测量最高温度。

10.3.3 其他观察

在整个试验过程中对不影响性能判定但会对建筑物造成危害的所有现象进行观察和记录。包括：

- a) 记录管道变形的情况；
- b) 从管道背火面释放烟气的情况；
- c) 吊挂件固定件无法使管道保持在原有位置处的时间或管道出现垮塌的时间；
- d) 在水平管道 A 的端部，管道膨胀或收缩的情况。

10.4 管道 D 试验程序

10.4.1 试验开始时，试件的温度应介于 (10–32) °C 之间。

10.4.2 调整燃烧器，使按照图 8 的热电偶布置网格确定的温度，在 15min 之内至少比室温高出 240°C。

10.4.3 如果采用 4.2.3.2.4 中规定的限流装置，则圆形厨卫排油烟气管道断面面积的最小供热量为 420kW/m²。

10.4.4 燃烧器的供热量由燃烧器的规格指标和燃料消耗决定。

10.4.5 利用图 13 中 1–8 号热电偶记录温度，试验应一直进行到试件背火面达到平衡温度为止。当 1–8 号热电偶记录的平均温度间隔 5min 的两个或多个连续读数显示温升不大于 2°C 时，确定平衡。

10.4.6 在试件背火面到达平衡温度前，记录温度数据的时间间隔最大不应超过 5min。达到平衡后，温度记录的时间间隔不超过 30s。

10.4.7 达到平衡温度后，进入厨卫排油烟气管道的烟气最小平均温度应在 15min 内升高到 1095°C，温度数据由图 8 中的热电偶确定。

10.4.8 如果使用限流装置，圆形厨卫排油烟气管道的断面面积的最小供热量应调整为至少 1.83MW/m²。

10.4.9 最低烟气平均温度应在 1095°C 保持 30min。30min 之后，关闭燃烧器。

10.4.10 对于矩形管道，当按照 10.4.3 和 10.4.8 规定的最小供热量设定时，断面面积应修改。断面面积 A 由公式 (1) 计算得到：

$$A = \pi(0.5D_e)^2 \dots\dots\dots (1)$$

式中：

A ——管道断面面积，单位为平方毫米 (mm²)；

D_e ——当量直径，单位为毫米 (mm)，由公式 (2) 计算得到。

$$D_e = \frac{1.3(a \times b)^{0.625}}{(a+b)^{0.25}} \dots\dots\dots (2)$$

式中：

a ——管道一侧的长度，单位为毫米 (m)；

b ——管道邻边的长度，单位为毫米 (m)。

利用棉垫试验检测火焰和热烟气通过试件的完整性。

10.4.11 将棉垫放置在距离试件可观察到的缝隙或孔洞表面 (25±6) mm 的位置，保持 (30–32) s。当需要达到热烟气的最大影响时，可以对棉垫的位置做一些小的调整。

10.4.12 不应在分别距试件入口端和排烟端 (450±25) mm 之内使用棉垫。

10.4.13 当棉垫 30s 内未被点燃时，应进行筛选试验，该试验包括将棉垫短时间内放置在可能出现失效的区域，或者将单个棉垫在该区域表面或附近移动。棉垫有炭化烧焦的迹象表明即将失效，应以规定的方式使用新的棉垫重新确认完整性。

10.4.14 应采用移动热电偶记录温度，直到达到温度平衡，但如果在 20s 内温度没有达到 150°C 则应移除移动热电偶。

10.4.15 不应在分别距试件入口端和排烟端 (450±25) mm 之内使用移动热电偶。

10.4.16 关闭燃烧器，试验结束。每隔 5min 测量一次温度，直到整个组件的温度开始降低为止。这些温度数据应作好记录用于报告分析。

10.5 试验终止

当管道不满足第 11 章的判定准则或委托方提出要求时，试验可终止。

11 判定准则

11.1 管道 A、管道 B 试验判定准则

11.1.1 完整性

- a) 按 GB/T 9978.1 的规定，炉外管道段丧失完整性。
- b) 当管道 A 内不能保持 (300 ± 15) Pa 的压差时，也可判定管道 A 丧失完整性。

11.1.2 隔热性

11.1.2.1 通则

按 GB/T 9978.1 的规定，丧失隔热性。

只有热电偶 T2 用来测量平均温度。热电偶 T1、T2、Ts 和移动热电偶用来测量最高温度。

11.1.2.2 厨卫排油烟气管道 A

按 GB/T 9978.1 的规定，丧失隔热性。

热电偶 T3 也用来测量平均温度和最高温度。

11.2 管道 C 试验判定准则

11.2.1 完整性

按 11.1.1 a) 的要求判定完整性。

11.2.2 隔热性

按 11.1.2.1 的要求判定隔热性。

11.3 管道 D 试验判定准则

11.3.1 在达到平衡温度时或达到之前，按照 10.4.2 进行试验时，试件背火面任意一点的温度均不应超过初始温度 65°C 。

11.3.2 当试件暴露在烟气环境时，图 13 中 1-6 号热电偶记录的试件背火面平均温度不能超过初始温度 140°C 。

11.3.3 当试件暴露在烟气环境时，试件背火面任一点的温度，包括移动热电偶测得的温度，不能超过初始温度 180°C 。

11.3.4 除以下规定外，其他情况下试件背火面不应出现火焰。试验开始 5min 内，允许在隔热材料的重叠处或接缝处的任何位置出现持续时间小于 10s 的火焰，也允许在试件的出、入口处出现火焰。

11.3.5 当试件暴露在烟气环境时，试件背火面棉垫不应被点燃。

11.3.6 当试件暴露在烟气环境时，厨卫排油烟气管道不应出现任何开口。

12 试验结果表述

试件的耐火性能以耐火完整性和耐火隔热性表示。

13 试验报告

除了GB/T 9978.1要求的内容外，试验报告还应包括以下内容：

- a) GB/T 9978.1 是试验依据之一；
- b) 试件在炉内受火的面数；
- c) 与试件类型相适应的固定、支承和安装方法；
- d) 需在炉墙开口安装管道，应对开口与管道之间的填充材料和填充方法进行描述；
- e) 支承结构的细节；
- f) 对钢管道而言，钢板的厚度以及是否安装有外部或内部加固件。
- g) 通风管道试验期间按 10.3.3 所做的观察（适用时）；
- h) 排烟管道试验期间按 10.3.3 所做的观察（适用时）；
- i) 排烟管道在相关判定准则下失效之前终止试验的，应记录此情况（适用时）；
- j) 厨卫排油烟气管道的外部火管道应包含：
 - 耐火完整性和耐火隔热性等级以分钟表示；
 - 用于管道和炉外管道末端约束的描述；
 厨卫排油烟气管道的内部火管道应包含：
 - 描述试件的材料和施工细节，包括描述试件几何形状的图纸，包括管道的长度、宽度和厚度、管道中接头和入口开口的位置和类型；
 - 温度，记录间隔不超过 1min，从记录到平衡温度至试验结束；
 - 时间以分钟表示，等于完整性和隔热性两者中判定的最低值（适用时）。

14 试验结果的直接应用范围

14.1 通则

14.1.1 直接应用范围仅适用于圆形和矩形的管道。

14.1.2 管道水平试验结果仅适用于水平管道，垂直试验结果仅适用于垂直管道。

14.2 管道的尺寸

按表 2 和表 3 规定的尺寸进行试验的管道 A、管道 B 和管道 C 所获得的试验结果适用于所有尺寸不大于试验管道的情况，并可按表 10 的规定适当扩大。

表 10 管道在直接应用时允许增加的尺寸

单位为毫米

管道类型	矩形管道		圆形管道
	宽度 W	高度 H	直径 ΦD
管道 A	+250	+500	+200
管道 B	+250	+750	+370
管道 C	+250	+750	+440

对于不是按第 6 章规定的尺寸进行试验的其他管道，其试验结果不应用于尺寸更大的管道，但可用于尺寸较小的管道。

如果试验管道的尺寸大于外推上限尺寸时，其试验结果不应用于比其尺寸更大的管道。

如果管道使用了独立的防火保护层，应把防火保护层的内部尺寸作为直接应用领域的有效尺寸。

如果一个圆形排烟管道被一个独立的矩形保护系统所保护，该保护系统允许的内部尺寸的变化与矩形管道相同。

14.3 压差

14.3.1 如果管道 B 的完整性满足要求，对应的管道 A 在 -300 Pa 压差下获得的试验结果可用于 ± 300 Pa 的情况。

14.3.2 如果管道 B 的完整性满足要求，管道 A 在更高的负压差下（最小为 -500 Pa）获得的试验结果可用于负压差等于试验压差值和 +500 Pa 的情况。若使管道 A 承受更高的正压，应进行附加试验。附加试验时，可按照管道 A 进行试验时所有的过程和要求，使附加的管道 A 试件承受规定的正压值。

14.3.3 如果管道 C 的完整性满足要求，对应的管道 A 在 -300 Pa 压差下获得的试验结果可用于 ± 300 Pa 的情况。

14.4 吊挂固定件

14.4.1 因为试验不对承载能力进行评价，因此吊挂固定件应由钢质材料制作；并对其尺寸进行规定，使其计算应力不超过表 11 的规定。

表 11 不同耐火时间的吊挂固定件允许的最大应力值

荷载类型	最大应力 N/mm ²		
	$t \leq 60\text{min}$	$60\text{min} < t \leq 120\text{min}$	$120\text{min} < t \leq 240\text{min}$
所有垂直部件的拉伸应力	9	6	3
螺栓的剪切应力	15	10	5

注：应力计算仅考虑支承荷载（忽略装配应力）。

14.4.2 试验管道吊挂固定件的伸长率以毫米为单位，可以通过温升和强度变化关系计算。对于未做保护的钢质吊挂固定件，计算温度应为炉内最高温度。对于做保护的钢质吊挂固定件，使用记录下来的吊挂固定件的最高温度。计算值表示吊挂固定件的伸长极限。

14.4.3 吊挂固定件的最大距离不能超过试验时的距离。

14.4.4 如果试验时炉内所有接缝处均有吊挂固定件,那么实际使用中,管道的所有接缝处也应设置吊挂固定件。

14.4.5 如果管道外侧面与一侧的垂直吊挂固定件的轴线距离小于 50 mm,则试验结果仅适用于不大于 50 mm 的情况;如果试验时的距离大于 50 mm,则试验结果可适用于最大距离等于试验距离的情况。

14.4.6 吊挂固定件的水平承载部件应选用适当的尺寸,其弯曲应力不大于试验时使用部件的弯曲应力。

14.5 支承结构

管道穿过标准支承结构(见表 8 和表 9)进行试验,获得的试验结果适用于耐火时间等于或大于试验用标准支承结构的支承结构。

14.6 钢制管道

有加强筋的钢制管道,其试验结果仅适用于有相似加强筋的钢制管道。

14.7 带盖板的管道

接头处有盖板的管道试验结果不适用于无盖板接头管道;相反,无盖板接头管道的试验结果适用于有盖板接头的管道。

14.8 防火墙

应将试验开始时测量的管道与支撑结构的平均间隙视为最大间隙。允许在实际中使用较小的间隙。

14.9 检修口

如果在管道A和管道B中测试了相同的检修口,则允许使用与被测试的相同结构的检修口,其长度、宽度或直径等于或小于被测试的检修口。

在水平管道底部测试的检修口适用于水平管道的所有位置。

14.10 补偿器

如果管道在没有补偿器的情况下进行测试,则在实际中不应使用补偿器。

如果管道A的炉内段和管道B的两侧(炉内和炉外)用补偿器的情况下进行测试,则在实际中应使用补偿器。

如果管道A的炉内段和管道B的炉外段用补偿器的情况下进行测试,则在实际中可以使用补偿器,但不强制。

14.11 带有可燃衬里的管道

按照11.1.2.2进行测试时才能使用可燃内衬。实际使用的可燃内衬厚度不应超过试验厚度。

14.12 试验面数

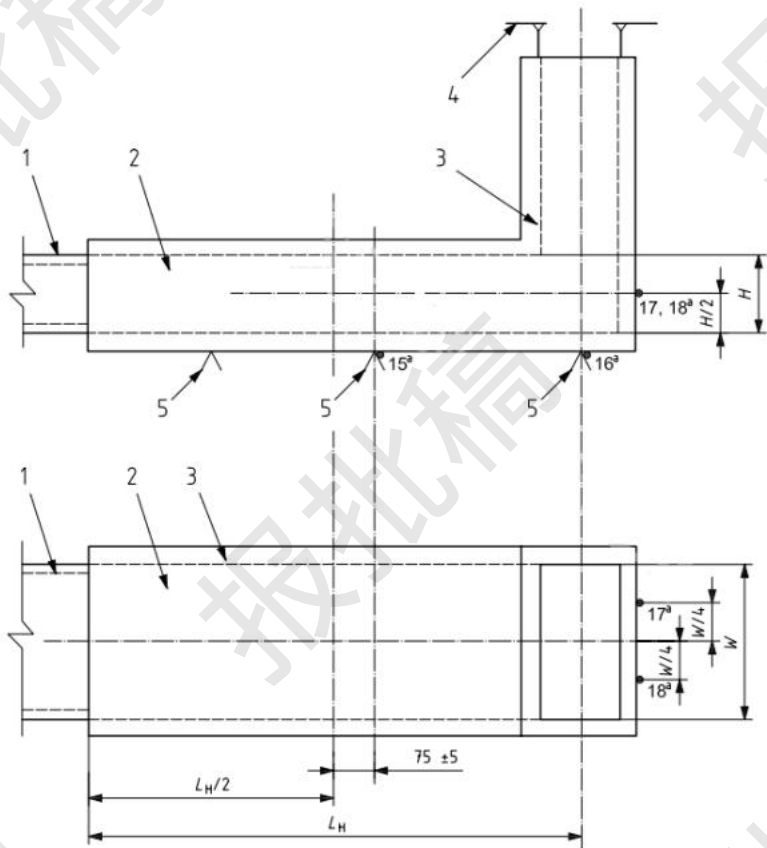
四面受火的管道试验结果不应向一面、二面或三面的管道外推。

附录 A
(资料性)

管道 D 内部火试验可供选择的测试设备和仪器

A.1 将热电偶放置在靠近厨卫排油烟气管道周围隔热的支撑系统上（图 A.1、热电偶编号为 15 和 16）和试样的垂直管段部分（图 A.1，热电偶编号 17 和 18）。

单位为毫米



标引序号说明：

1——厨卫排油烟气管道

2——隔热系统

3——过渡部分

4——垂直支撑

5——按照安装说明的支撑

W——矩形管道截面宽度

H——矩形管道截面高度

L_H ——管道D水平段长度

注：a编号位置的热电偶尖端，以“•”表示。

图 A.1 背火面热电偶位置

这些位置热电偶提供的数据可以用于协助评估厨卫排油烟气管道外壳的能力，支撑系统是否可以支撑测试样本的重量，而不显著降低测试期间外壳的隔热性能。

A.2 将编号为 19 至 22 的热电偶放置在厨卫排油烟气管道外壳材料的表面，该材料与编号为 1、2、3 和 4 的热电偶下面的管道最近，见图 3。这些热电偶为 K 型，最大直径为 0.21mm。

这些位置热电偶提供的数据可以用于协助评估隔热材料在厨卫排油烟气管道正常运行期间保持其隔热性能的能力。
