

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
G01M 9/06 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200810246203.3

[43] 公开日 2009年7月8日

[11] 公开号 CN 101476973A

[22] 申请日 2008.12.30

[21] 申请号 200810246203.3

[71] 申请人 中国科学技术大学

地址 230026 安徽省合肥市金寨路96号

[72] 发明人 方俊 王进军 涂然 张永明

[74] 专利代理机构 合肥金安专利事务所
代理人 金惠贞

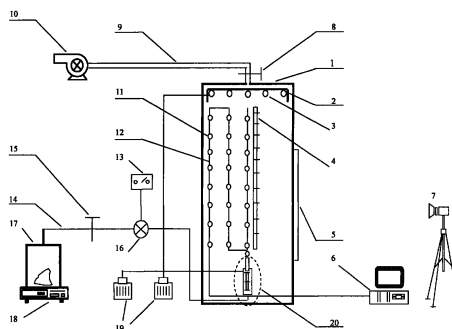
权利要求书1页 说明书5页 附图3页

[54] 发明名称

一种热分层环境下烟气羽流运动模拟实验装置

[57] 摘要

本发明涉及一种热分层环境下烟气羽流运动模拟实验装置，解决了开展热分层环境下早期火灾烟气羽流的上升传播规律的实验研究缺少实验装置的问题。本发明包括封闭腔室、发烟机构、数据采集及处理机构和排烟机构；所述封闭腔室为立方体，其内部顶篷下方有内壁为镜面的方盖，方盖内布设多根石英加热管，底部中间垂直设有烟气出口机构；烟气出口机构包括进口段、扩展段、加热段、稳流段、收缩段和出口段，扩展段为喇叭状，加热段内轴向设有加热电阻丝，稳流段内轴向布设有稳流管，收缩段为倒喇叭状。本发明具有很好的可控性；并具有实验的扩展性：可将小功率实验火直接置于封闭腔室中，也可在封闭腔室外由烟箱控制产烟；还具有实验的可重复性。



1、一种热分层环境下烟气羽流运动模拟实验装置，包括封闭腔室、发烟机构、数据采集及处理机构和排烟机构；所述封闭腔室内顶部下方布设有热分层加热机构，一侧壁的高度方向设有标尺，通过数据线还串联设有两个以上的温度传感器，封闭腔室通过导线连接着外部的数据采集及处理机构；封闭腔室顶部连通着排烟机构，其底部连通着烟气出口机构，其一侧壁设有观察窗，其特征在于：

所述封闭腔室为立方体，其水平横截面为正方形或长方形，其长、宽、高分别为 1-1.2 米、1-1.2 米、1.8-2 米；所述热分层加热机构包括一方盖，方盖长、宽、高分别为 0.8-1.1 米、0.8-1.1 米、0.2 米，方盖距封闭腔室顶部 0.2-0.3 米，方盖内壁为镜面，方盖内水平向布置有 10-15 根石英电加热管；封闭腔室底部中间垂直设有烟气出口机构；

所述烟气出口机构包括垂直设置的烟气管体，烟气管体为圆柱管状，其由下至上分别包括进口段、扩展段、加热段、稳流段、收缩段和出口段；其进口段直径为 1.8-2 厘米；其扩展段为喇叭状；其加热段和稳流段直径均为 5-6 厘米，加热段高度为 15-18 厘米，稳流段高度为 10-12 厘米；所述加热段内轴向设有加热电阻丝，所述稳流段内轴向均布设有稳流管；收缩段为倒喇叭状；

所述烟气管体的进口段通过输烟管道连通着发烟机构，发烟机构包括发烟箱和输烟管道，输烟管道上设有调节阀门和直流电压抽风机，发烟机构位于封闭腔室外部。

2、根据权利要求 1 所述的一种热分层环境下烟气羽流运动模拟实验装置，其特征在于：所述烟气管体材料为铝合金。

3、根据权利要求 1 所述的一种热分层环境下烟气羽流运动模拟实验装置，其特征在于：所述烟气管体的加热段、稳流段、收缩段外壁设有绝缘层。

4、根据权利要求 1 所述的一种热分层环境下烟气羽流运动模拟实验装置，其特征在于：所述烟气管体的稳流段内垂直平行设置 50-60 根中空稳流管，稳流管直径为 1.8-2 毫米。

5、根据权利要求 1 所述的一种热分层环境下烟气羽流运动模拟实验装置，其特征在于：所述烟气管体出口段直径为 1-3 厘米。

6、根据权利要求 1 所述的一种热分层环境下烟气羽流运动模拟实验装置，其特征在于：所述烟气出口机构位于封闭腔室内底部。

一种热分层环境下烟气羽流运动模拟实验装置

技术领域

本发明涉及应用于研究高大空间暖通空调、日照辐射环境下早期火灾烟气的输运规律的装置，为高大空间感烟火灾探测器科学合理的安装布置方法提供技术支撑。

背景技术

高大空间建筑由于暖通空调或日照辐射等原因，易形成内部空气温度上高下低的热分层环境，早期火灾烟气温度在一定高处与周围空气相同，烟气浮力为零并逐渐转为负值而最终停止在某一高度。研究热分层环境下烟气输运规律，确定热分层环境下早期火灾烟气羽流的最大高度与宽度等参数，从而实现为高大空间火灾探测器科学合理的安装布置方法提供理论与实验支撑。目前国内外大空间火灾烟气研究大多集中于分析大功率火灾烟气充填规律，即研究大空间大规模火灾烟气输运规律，研究手段大多采用区域模拟和实验分析，基于早期火灾探测的小功率火灾烟气输运规律，尤其在热分层环境下上升传播规律的实验研究没有得到开展。

发明内容

为了开展热分层环境下早期火灾烟气羽流的上升传播规律的实验研究，本发明提供一种热分层环境下烟气羽流运动模拟实验装置。

实现上述目的的技术解决方案如下：

一种热分层环境下烟气羽流运动模拟实验装置包括封闭腔室、发烟机构、数据采集及处理机构和排烟机构；所述封闭腔室内顶部下方布设有热分层加热机构，一侧壁的高度方向设有标尺，通过数据线还串联设有两个以上的温度传感器，封闭腔室通过导线连接着外部的数据采集及处理机构；封闭腔室顶部连通着排烟机构，其底部连通着烟气出口机构，其一侧壁设有观察窗；

所述封闭腔室为立方体，其水平横截面为正方形或长方形，其长、宽、高分别为 1-1.2 米、1-1.2 米、1.8-2 米；所述热分层加热机构包括一方盖，方盖长、宽、高分别为 0.8-1.1 米、0.8-1.1 米、0.2 米，方盖距封闭腔室顶部 0.2-0.3 米，方盖内壁为镜面，方盖内水平向布置有 10-15 根石英电加热管；封闭腔室底部中间垂直设有烟气出口机构。

所述烟气出口机构包括垂直设置的烟气管体，烟气管体为圆柱管状，其由下至上分别包括进口段、扩展段、加热段、稳流段、收缩段和出口段；其进口段直径为 1.8-2 厘米；其扩展段为喇叭状；其加热段和稳流段直径均为 5-6 厘米，加热段高度为 15-18 厘米，稳流段高度为 10-12 厘米；所述加热段内轴向设有加热电阻丝，所述稳流段内轴向均布设有稳流管；收缩段为倒喇叭状。

所述烟气管体的进口段通过输烟管道连通着发烟机构，发烟机构包括发烟箱和输烟管道，输烟管道上设有调节阀门和直流电压抽风机，发烟机构位于封闭腔室外部。

所述烟气管体材料为铝合金。

所述烟气管体的加热段、稳流段、收缩段外壁设有绝缘层。

所述烟气管体的稳流段内垂直平行设置 50-60 根中空稳流管，稳流管直径为 1.8-2 毫米。

所述烟气管体出口段直径为 1-3 厘米。

所述烟气出口机构位于封闭腔室内底部。

本装置模拟再现高大空间热分层环境下早期火灾烟气的实际羽流运动，其有益技术效果体现在下述几个方面：

1、实验的可控性：实验中热分层环境空气温度、烟气出口流速以及出口温度均可控，如热分层环境空气由交流变压器调节加热，加热功率可以微调，封闭空间顶部与底部空气温度之差可控制在 20℃左右，空气温度精度控制在 0.5℃左右；烟气出口流速由于采用直流抽风机对实现烟气在管道输运，烟气出口速度精度控制在 0.01 米/秒左右，采用加热电阻丝内部加热，烟气出口温度精度控制在 0.5℃左右；

2、实验的扩展性：一般性火灾实验可以将小功率火灾发烟箱直接置于封闭腔室中，从而可以研究实际火灾烟气羽流在热分层环境下的运动状况；另一方面可以在封闭腔室外由发烟机构实现产烟及输运，由于烟气出口机构采用可控流速、流量、出口直径等方式，可以研究相同热浮力通量条件下，不同材料火灾烟气羽流热分层环境下运动情况，从而考察不同材料烟气密度等因素对烟气输运规律及上升最大高度的实际影响；

3、实验的可重复性：由于实验条件参数可控，实验的可重复性高。

附图说明

图 1 为本发明结构示意图，

图 2 为烟气出口机构示意图,

图 3 为封闭腔室中棉绳阴燃烟气运动效果图,

图 4 为封闭腔室中柴油油池火烟气运动效果图。

具体实施方式

下面结合附图 1、图 2、图 3、图 4, 通过实施例 1、2、3、4 对本发明作进一步地说明。

实施例 1:

当烟气出口机构 20 布置于封闭腔室 1 底部中间时, 适用于研究不同材料轴对称中心羽流或射流火灾烟气, 在相同烟气出口直径、出口速度以及热空气环境温度条件下, 火灾烟气在热分层环境下的运动状况, 考察火灾烟气密度对热分层环境下烟气运动及上升最大高度的影响。其中, 变换烟气出口机构 20 不同直径出口时, 适用于研究相同出口速度下、不同出口直径轴对称中心烟气在热分层环境下的运动情况。

如图 1 所示, 一种热分层环境下烟气羽流运动模拟实验装置包括封闭腔室 1, 其水平横截面为正方形或长方形, 其长、宽、高分别为 1.2 米、1.2 米、2 米, 还包括发烟机构、数据采集及处理机构和排烟机构。封闭腔室 1 内顶部下方安装有方盖 2, 方盖 2 长、宽、高分别为 1.1 米、1.1 米、0.2 米左右, 方盖 2 距封闭腔室 1 顶部 0.3 米, 方盖内壁为镜面, 镜面内安装有 15 根石英加热管 3, 镜面在石英加热管 3 加热时起到减少热量吸收的作用, 一侧壁的高度方向安装有标尺 4, 通过传感器数据线 12 还串联安装有三排温度传感器 11, 封闭腔室 1 通过导线连接着外部的数据采集及处理机构; 封闭腔室 1 顶部连通着排烟机构, 其底部中间垂直连通着烟气出口机构 20, 其一侧壁安装有观察窗 5;

排烟机构包括排烟管 9, 排烟管 9 的进口处安装排烟开关 8, 其出口端安装有排烟机 10;

数据采集及处理机构包括三排温度传感器 11、传感器数据线 12、电子天平 18 以及计算机 6;

发烟机构包括发烟箱 17, 发烟箱 17 通过输烟管道 14 连通着烟气出口机构 20 进口段 21; 输烟管道 14 上安装调节阀门 15 和直流抽风机 16; 直流抽风机 16 由直流变压器

13 实现调速；

如图 2 所示，烟气出口机构 20 包括垂直设置的烟气管体，烟气管体为圆柱管状，其由下至上分别包括进口段 21、扩展段 22、加热段 23、稳流段 24、收缩段 25 和出口段 26；其进口段直径为 2 厘米；其扩展段为喇叭状；其加热段和稳流段直径为 5 厘米，所述加热段内轴向安装有加热电阻丝 30，稳流段内垂直平行设置 50-60 根中空稳流管 29，稳流管直径为 1.8-2 毫米，加热段高度为 15 厘米，稳流段高度为 10 厘米；收缩段为倒喇叭状；出口段直径为 1-3 厘米。烟气管体材料为铝合金，烟气管体的加热段 23、稳流段 24、收缩段 25 外壁设有绝缘层 28。

实验前，将发烟材料及各测量装置准备好，将封闭腔室排烟机 10 关闭、排烟开关 8 关闭，输烟管道的调节阀 15 和直流抽风机 16 关闭。

实验时，将顶部的石英加热管 3 通电由交流变压器 19 对封闭腔室 1 内部环境空气进行预热，初始预热功率大小及预热时间根据热分层强度要求及温度传感器实时显示值进行调节控制，初始预热功率一般较大，预热时间较长。根据热分层环境温度监测，在封闭腔室顶部加热一定时间后，待温度传感器竖直向自上而下近似呈线性分布，当竖直方向温度呈线性分布且热分层强度接近设定值时，将预热功率调小，此时封闭腔室空间内部三排温度传感器 11 温度分布规律基本一致并能保持一定时间，表明线性热分层环境趋于稳定；

在对封闭腔室 1 内部空气预热的同时，对烟气出口机构 20 的加热电阻丝 30 由交流变压器 19 进行供电加热，加热功率根据设定值进行调节；同时，在发烟箱 17 中放置不同的火灾材料（如阴燃棉绳，正庚烷明火）等，火灾材料放置于发烟箱 17 的电子天平 18 上测量其燃烧质量损失，燃烧产生的烟气在调节阀 15 打开后，经直流抽风机 16 由输烟管道 14 输送到烟气出口机构 20，在此处，烟气由烟气出口机构 20 内部加热电阻丝 30 加热具有一定温度，经过稳流段 24、收缩段 25 后，由不同直径柱状出口 27 进入不同热分层强度的封闭腔室 1，由于烟气流量、流速、温度可控，可以得到不同热浮力通量的烟气羽流，且重复性极高；

在烟气出口机构 20 烟气出口处，测量烟气出口温度以及烟气羽流温度，同时采用摄像方式获取出口图像，采用图像分析的方法分析得到烟气出口的速度；烟气羽流在封闭空间热分层环境中一般不能上升至顶蓬，从而形成一蘑菇云形状，通过封闭腔室观察

窗，采用图像采集系统 7 的摄像分析方式，根据封闭空间烟气在标尺的相对位置分析获取其最大高度；每组实验结束后进行排烟，排烟时，先打开排烟开关 8，然后启动排烟机 10，排烟时间一般视模型空间内烟气体积量而定，排烟结束后，等一定时间等封闭空间气流稳定静止再进行下一组实验。

封闭腔室 1 热分层环境下棉绳和柴油火烟气运动效果分别如图 3、图 4 所示。

实施例 2:

当烟气出口机构 20 布置于封闭腔室 1 侧壁时，适用于研究不同材料墙壁羽流或墙壁射流火灾烟气，在相同烟气出口直径、出口速度以及热空气环境温度条件下，火灾烟气在热分层环境下的运动状况，从而考察火灾烟气密度对热分层环境下墙壁火灾烟气运动及上升最大高度的影响。其中，变换烟气出口机构 20 不同直径出口时，适用于研究相同出口速度下、不同出口直径墙壁火灾烟气在热分层环境下的运动情况。

实验方法如实施例 1。

实施例 3:

当将发烟箱 17 直接布置于封闭腔室 1 内底部中央位置，适用于研究真实火灾烟气轴对称中心羽流在热分层环境下的运输规律。

封闭腔室 1 空气温度控制测量方法、温度传感器 11 数据采集处理方法、烟气图像获取方法、排烟方法如实施例 1。

实施例 4:

当将发烟箱 17 布置于封闭腔室 1 内一侧壁时，适用于研究真实火灾烟气墙壁羽流在热分层环境下的运输规律。

实验方法如实施例 3。

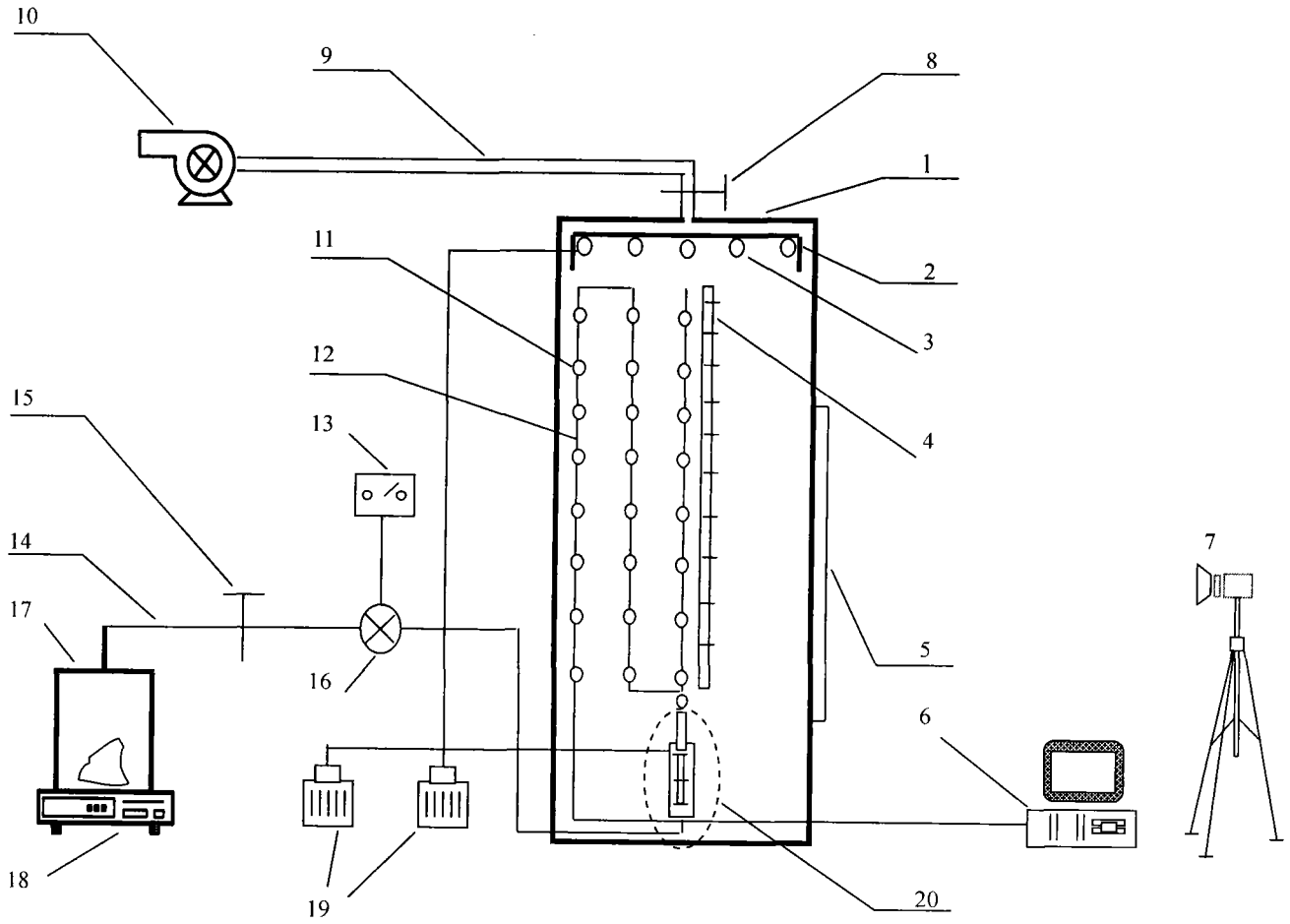


图 1

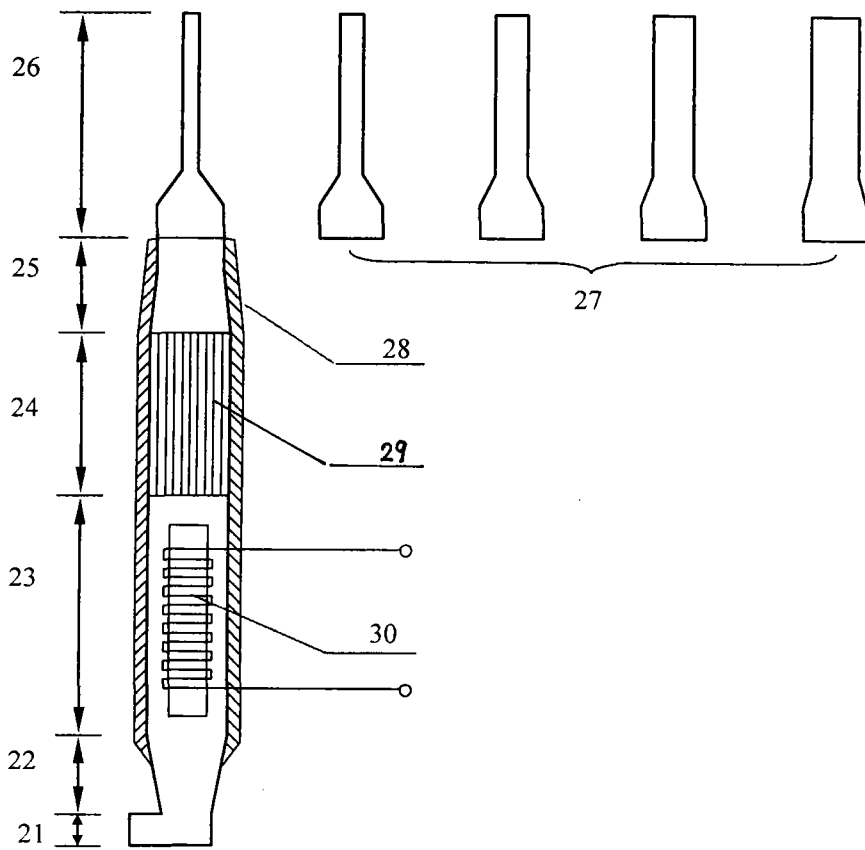


图 2

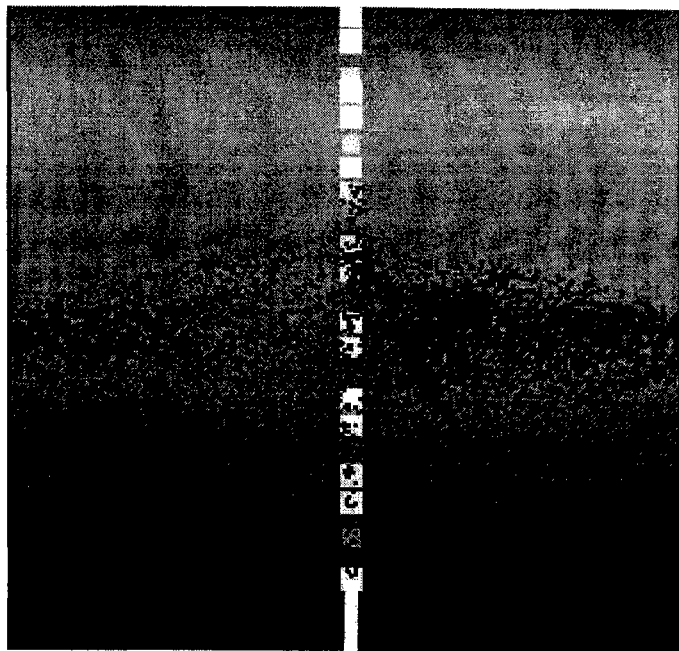


图 3

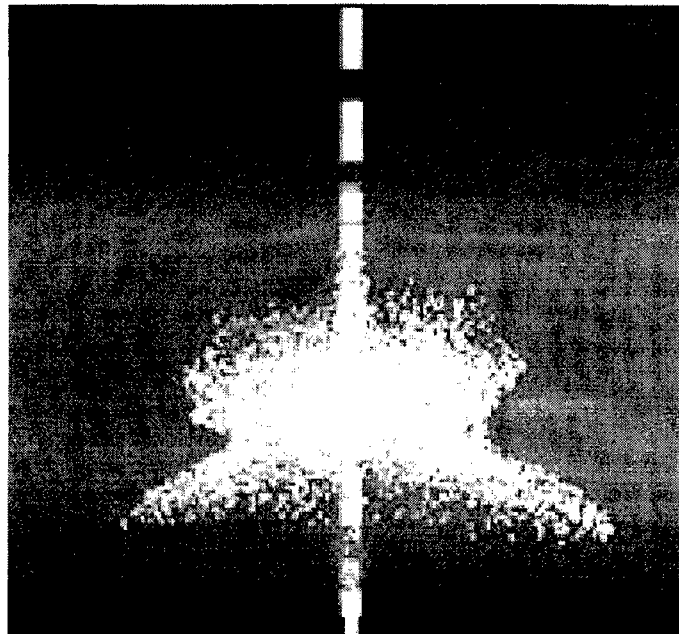


图 4