



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102879416 B

(45) 授权公告日 2014. 04. 23

(21) 申请号 201210364377. 6

(22) 申请日 2012. 09. 26

(73) 专利权人 公安部天津消防研究所

地址 300381 天津市南开区卫津南路 110 号

专利权人 吉林市宏源科学仪器有限公司

(72) 发明人 刘晖亚 管长勇 纪超 许晓元

赵力增 王颖

(74) 专利代理机构 天津中环专利商标代理有限公司

公司 12105

代理人 王凤英

(51) Int. Cl.

G01N 25/00 (2006. 01)

G01N 25/54 (2006. 01)

(56) 对比文件

CN 202837212 U, 2013. 03. 27, 权利要求 1-6.

RU 2207553 C2, 2003. 06. 27, 全文.

CN 202275043U U, 2012. 06. 13, 全文.

US 4140004 A, 1979. 02. 20, 全文.

CN 101477094 A, 2009. 07. 08, 全文.

CN 101576521 A, 2009. 11. 11, 全文.

胡立双. 20L 球形气体(液体蒸气)、粉尘多功能爆炸实验装置研究. 《中国优秀硕士学位论文全文数据库 工程科技 I 辑》. 2011, (第 10 期), B014-221.

高建丰. 模拟油罐油气混合物爆炸实验与数值仿真研究. 《后勤工程学院学报》. 2007, 第 23 卷(第 1 期), 79-83.

苑春苗. 1. 2LHarttman 管式与 20L 球型爆炸测试装置爆炸猛度实验研究. 《中国安全生产科学技术》. 2008, 第 4 卷(第 1 期), 108-111.

赵继波. 柱形装药水中爆炸近场径向压力测试初探. 《高压物理学报》. 2009, 第 22 卷(第 3 期), 323-328.

K. S. Choi, M. Yamaguma. Characteristics of the vibrating-mesh minimum ignition energy testing apparatus for dust clouds. 《Journal of Loss Prevention in the Process Industries》. 2001, 第 14 卷(第 6 期), 443-447.

审查员 王艳

权利要求书2页 说明书6页 附图8页

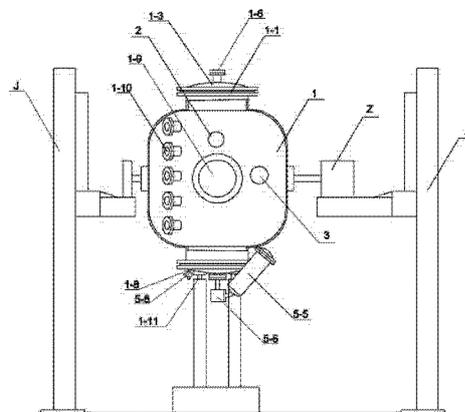
(54) 发明名称

气云燃烧、爆炸模拟与惰化、抑制实验装置及实验方法

(57) 摘要

本发明涉及火灾安全技术领域,特别涉及一种气云燃烧、爆炸模拟与惰化、抑制的实验装置及实验方法。装置包括由爆炸实验容器罐、火焰及爆炸压力径向传播检测装置、点火装置、生成气体采样分析仪、高速纹影与数据采集构成的实验测试系统,进样系统,燃烧爆炸惰化抑制系统,以及由无线同步控制和计算机远程监控构成的控制系统,是一种多功能综合性实验平台装置。本发明实现了罐体的 180 度旋转、数据同步采集、精密比例配气与进样、同步及延迟多方式点火与抑制系统喷放;采用无线和有线数据传输进行控制,实现罐体与控制的人机分离,保障数据传输的安全可靠,可在罐体垂直或水平状态开展气云、粉尘、油雾等不同实验样品的燃烧或爆炸及其惰化、抑制

实验。



1. 一种气云燃烧、爆炸模拟与惰化、抑制实验装置,其特征在于:包括实验与测试系统、进样系统、燃烧爆炸抑制系统及控制系统四部分,实验与测试系统包括爆炸实验容器罐(1)、火焰及爆炸压力径向传播检测装置(2)、点火装置(3)、生成气体采样分析仪(4)、由高速摄影仪和纹影仪构成的高速纹影系统(7)及数据采集系统(8),控制系统包括无线同步控制系统(9)及计算机远程监控系统(10),所述的爆炸实验容器罐(1)为圆柱体,圆柱体的上下两端面为球形,在圆柱体的两侧安装有旋转机构(Z),在两球形端面上分别安装有上人孔法兰(1-1)和下人孔法兰(1-2),并分别通过上人孔法兰(1-1)和下人孔法兰(1-2)安装有顶部人孔盖(1-3)和底部人孔盖(1-4),顶部人孔盖(1-3)中心位置安装有法兰座(1-5),法兰座(1-5)上安装有用于连接燃烧爆炸抑制系统的公用接口(1-6),在底部人孔盖(1-4)的中心位置安装有用于连接进样系统的进样法兰(1-7),同时在底部人孔盖(1-4)上还安装有用于连接进样系统的气体进样口(1-8),在爆炸实验容器罐(1)的前后两侧表面中心位置分别通过固定法兰对称安装有用于高速摄影以及穿透式纹影观测的观察窗(1-9),沿爆炸实验容器罐(1)罐体垂直轴向设置有传感器固定法兰(1-10),温度传感器组(8-1)和压力传感器组(8-2)固定在传感器固定法兰(1-10)上并与数据采集系统(8)相连,所述的点火装置(3)通过固定法兰径向安装在爆炸实验容器罐(1)的中心位置,所述的火焰及爆炸压力径向传播检测装置(2)通过固定法兰安装在爆炸实验容器罐(1)的中心位置,且径向朝向点火装置(3)的点火源位置,并与数据采集系统(8)连接,所述的由高速摄影仪和纹影仪构成的高速纹影系统(7)固定在相对于所述的观察窗(1-9)的位置,所述的生成气体采样分析仪(4)通过减压阀连接在爆炸实验容器罐(1)的采样孔上,并与数据采集系统(8)连接,数据采集系统(8)通过无线同步控制系统(9)与计算机远程监控系统(10)连接。

2. 根据权利要求1所述的气云燃烧、爆炸模拟与惰化、抑制实验装置,其特征在于:所述的火焰及爆炸压力径向传播检测装置(2)包括温度传感器或火焰传感器(2-1)、压力传感器(2-2)、传感器可伸缩套杆(2-3),其中温度传感器或火焰传感器(2-1)以及压力传感器(2-2)分别安装在可伸缩套杆(2-3)的同一位置的上下两个面上,每个传感器数据传输导线由可伸缩套杆(2-3)内部通过爆炸实验容器罐(1)上的固定法兰与数据采集系统(8)相连。

3. 根据权利要求1所述的气云燃烧、爆炸模拟与惰化、抑制实验装置,其特征在于:所述的点火装置(3)是可伸缩电极点火装置,包括点火电极(3-1)、伸缩套(3-2)、电极杆(3-3)、绝缘层(3-4)、点火电极帽(3-5)、压紧帽(3-6)及点火线(3-7),其中点火电极(3-1)与电极杆(3-3)相连安装在伸缩套(3-2)内,绝缘层(3-4)包覆在电极杆(3-3)上,并利用压紧帽(3-6)固定在爆炸实验容器罐(1)的固定法兰上,点火线(3-7)通过点火电极帽(3-5)固定在电极杆(3-3)上并引出。

4. 根据权利要求1所述的气云燃烧、爆炸模拟与惰化、抑制实验装置,其特征在于:所述的进样系统包括空压机(5-1)、高压储气瓶(5-2)、截止阀(5-3)、高压电磁阀(5-4)、样品高压储罐(5-5)、第一气动阀(5-6)、精密配气流量计(5-7)、真空泵双向保护电磁控制阀(5-8)、真空泵(5-9)和扩散器(5-10),其中扩散器(5-10)通过所述的进样法兰(1-7)置于爆炸实验容器罐(1)内底部,扩散器(5-10)通过第一气动阀(5-6)与样品高压储罐(5-5)连接,样品高压储罐(5-5)通过高压电磁阀(5-4)和截止阀(5-3)与高压储气瓶(5-2)连接,高压储气瓶(5-2)与空压机(5-1)连接,真空泵(5-9)通过真空泵双向保护电磁控制阀

(5-8)与所述的气体进样口(1-8)连接,精密配气流量计(5-7)安装在管线上。

5. 根据权利要求1所述的气云燃烧、爆炸模拟与惰化、抑制实验装置,其特征在于:所述的燃烧爆炸抑制系统包括储液罐(6-1)、水雾控制电磁阀(6-2)、水压泵(6-3)、第二气动阀(6-4)、干粉控制电磁阀(6-5)、干粉抑制剂储罐(6-6)、压缩气体控制电磁阀(6-7)、高压储气罐(6-8)、气体控制电磁阀(6-9)、气体灭火剂高压储气瓶(6-10)及喷头/粉末扩散器(6-11),其中喷头/粉末扩散器(6-11)通过所述的公用接口(1-6)置于爆炸实验容器罐(1)内,第二高速气动阀(6-4)与喷头/粉末扩散器(6-11)连接,第二气动阀(6-4)通过水雾控制电磁阀(6-2)与水压泵(6-3)连接,水压泵(6-3)与储液罐(6-1)连接,第二气动阀(6-4)通过干粉控制电磁阀(6-5)与干粉抑制剂储罐(6-6)连接,干粉抑制剂储罐(6-6)通过压缩气体控制电磁阀(6-7)与高压储气罐(6-8)连接,第二气动阀(6-4)又通过气体控制电磁阀(6-9)与气体灭火剂高压储气瓶(6-10)连接。

6. 根据权利要求1所述的气云燃烧、爆炸模拟与惰化、抑制实验装置,其特征在于:所述的旋转机构(Z)包括旋转轴(Z-1)、旋转轴固定套(Z-2)、轴承套(Z-3)、联轴器(Z-4)、双极涡轮蜗杆减速机(Z-5)、四级减速电机(Z-6)及举升机托板(Z-7),其中旋转轴固定套(Z-2)轴心相对焊接在所述的爆炸实验容器罐(1)两侧,两侧旋转轴(Z-1)分别通过轴承套(Z-3)安装在举升机托板(Z-7)上,一侧旋转轴(Z-1)通过联轴器(Z-4)与双极涡轮蜗杆减速机(Z-5)输出轴连接,四级减速电机(Z-6)的输出轴与双极涡轮蜗杆减速机(Z-5)的输入轴相连。

7. 一种使用如权利要求1-6任一项所述的气云燃烧、爆炸模拟与惰化、抑制实验装置的实验方法,其特征在于包括以下步骤:

(一). 首先利用真空泵将爆炸实验容器罐内抽真空,根据实验需要将实验样品的可燃气体和氧气分别按配比浓度体积比充入爆炸实验容器罐内,利用高速气流在爆炸实验容器罐内进行充分混合;或是将实验的可燃粉尘或可燃油料样品利用压缩空气高速喷放到爆炸实验容器罐内形成可燃云;

(二). 当进行气云燃烧或爆炸实验时,根据气云可燃物料的种类选择相应的点火方式和点火能量,利用脉冲点火、化学点火或热熔丝点火方式对可燃云进行点火,并且通过调节脉冲点火电压调整脉冲点火能量,实现不同能量点火,利用温度、压力传感器测试燃烧或爆炸火焰温度及爆炸实验容器罐内压力变化;

(三). 当进行爆炸火焰抑制实验时,根据需要利用无线同步控制系统同时或延迟启动点火装置以及燃烧爆炸抑制系统,通过观察窗观测燃烧或爆炸抑制实验过程现象,利用实验与测试系统测试记录相关特征参数;

(四). 当进行可燃云惰化实验时,则在已分布可燃云的爆炸实验容器罐内,延时或同步喷放相应浓度的惰化抑制剂,采用不同能量或点火方式进行强制点火,通过观察窗和实验与测试系统的实验观测,对抑制剂惰化抑制效果进行评价分析。

气云燃烧、爆炸模拟与惰化、抑制实验装置及实验方法

技术领域

[0001] 本发明涉及火灾安全技术领域,特别涉及一种气云燃烧、爆炸模拟与惰化、抑制实验装置及实验方法。

背景技术

[0002] 可燃预混气、粉尘、液雾蒸汽火灾、爆炸事故是石油化工等工业火灾、爆炸事故中常见的灾害事故类型,有关气云、粉尘、液雾火灾/爆炸特征、演化规律及其灭火、防爆、抑爆技术是工业火灾爆炸防治技术研究的热点。目前人们对可燃气云、粉尘燃烧、爆炸特性研究通常采用火焰传播管、激波管、爆炸容器或模拟巷道等实验装置。目前我国粉尘云爆炸性能及爆炸极限测试分析国家标准主要有 GB/T16425, GB/T16426 和 GB/T12474,其实验测试主要采用 20L 球形爆炸容器、1 立方柱型爆炸容器以及管式燃烧器。对于气云燃烧以及爆炸火焰抑制,人们通常采用火焰传播管或模拟巷道等实验装置,通过观测火焰传播过程以及爆炸火焰温度、压力等特征参数进行研究。而目前尚没有对于可燃气云、粉尘以及油雾蒸汽的惰化、燃烧或爆炸火焰抑制的综合性实验方法及装置。

发明内容

[0003] 本发明的目的是针对可燃气云、粉尘以及油雾蒸汽等不同样品,研发一种可燃气云、粉尘以及油雾蒸汽燃烧、爆炸模拟以及进行惰化、爆炸火焰抑制实验的装置及实验方法。采用本发明可满足不同氧浓度、不同点火方式与点火能量条件,不同形式可燃气云燃烧、爆炸特征参数测试,燃烧、爆炸惰化与抑制效果评价等实验研究与惰化抑制系统检测等需求,因此,本装置是一种多功能综合性实验平台装置。

[0004] 本发明为实现上述目的采取的技术方案是:一种气云燃烧、爆炸模拟与惰化、抑制实验装置,其特征在于:包括实验与测试系统、进样系统、燃烧爆炸抑制系统及测试控制系统四部分,实验与测试系统包括爆炸实验容器罐、火焰及爆炸压力径向传播检测装置、点火装置、生成气体采样分析仪、由高速摄影仪和纹影仪构成的高速纹影系统及数据采集系统,测试控制系统包括无线同步控制系统及计算机远程监控系统,所述的爆炸实验容器罐为圆柱体,圆柱体的上下两端面为球形,在圆柱体的两侧安装有旋转机构,在两球形端面上分别安装有上人孔法兰和下人孔法兰,并分别通过上人孔法兰和下人孔法兰安装有顶部人孔盖和底部人孔盖,顶部人孔盖中心位置安装有法兰座,法兰座上安装有用于连接燃烧爆炸抑制系统的公用接口,在底部人孔盖的中心位置安装有用于连接进样系统的进样法兰,同时在底部人孔盖上还安装有用于连接进样系统的气体进样口,在爆炸实验容器罐的前后两侧表面中心位置分别通过固定法兰对称安装有用于高速摄影以及穿透式纹影观测的观察窗,沿爆炸实验容器罐罐体竖直轴向设置有传感器固定法兰,温度传感器组和压力传感器组固定在传感器固定法兰上并与数据采集系统相连,所述的点火装置通过固定法兰径向安装在爆炸实验容器罐的中心位置,所述的火焰及爆炸压力径向传播检测装置通过固定法兰安装在爆炸实验容器罐的中心位置,且径向朝向点火装置的点火源位置,并与数据采集系统连

接,所述的由高速摄影仪和纹影仪构成的高速纹影系统固定在相对于所述的观察窗的位置,所述的生成气体采样分析仪连接在爆炸实验容器罐的采样孔上,并与数据采集系统连接,数据采集系统通过无线同步控制系统与计算机远程监控系统连接。

[0005] 本发明所述的气云燃烧、爆炸模拟与惰化、抑制实验装置的实验方法包括以下步骤:

[0006] (一). 首先利用真空泵将爆炸实验容器罐内抽真空,根据实验需要将实验样品的可燃气体和氧气分别按配比浓度体积比充入爆炸实验容器罐内,利用高速气流在爆炸实验容器罐内进行充分混合;或是将实验的可燃粉尘或可燃油料样品利用压缩空气高速喷放到爆炸实验容器罐内形成可燃燃气云;

[0007] (二). 当进行气云燃烧或爆炸实验时,根据气云可燃物料的种类选择相应的点火方式和点火能量,利用脉冲点火、化学点火或热熔丝点火方式对可燃燃气云进行点火,并且通过调节脉冲点火电压调整脉冲点火能量,实现不同能量点火,利用温度、压力传感器测试燃烧或爆炸火焰温度及爆炸实验容器罐内压力变化;

[0008] (三). 当进行爆炸火焰抑制实验时,根据需要利用无线同步控制系统同时或延迟启动点火装置以及抑制系统,通过观察窗观测燃烧或爆炸抑制实验过程现象,利用测试系统测试记录相关特征参数;

[0009] (四). 当进行可燃燃气云惰化实验时,则在已分布可燃燃气云的爆炸实验容器罐内,延时或同步喷放相应浓度的惰化抑制剂,采用不同能量或点火方式进行强制点火,通过观察窗和测试系统的实验观测,对抑制剂惰化抑制效果进行评价分析。

[0010] 本发明产生的有益效果是:实现了测试系统、进样系统及抑制系统分别由无线同步控制系统进行集中控制;无线同步控制系统通过计算机远程监控系统可实现的主要功能包括:罐体的升降旋转、多路同步数据采集、同步及延迟点火、精密比例配气与进样、同步及延迟抑制系统喷放;控制系统采用无线和有线两种数据传输方式,可实现罐体与控制系统的分离,同时保障数据传输的安全可靠。在罐体中心位置对称安装有旋转机构,用于实现罐体 180 度旋转,以便在罐体垂直或水平状态开展不同的燃烧或爆炸及其惰化抑制实验,同时也方便罐体安装、清洗与维护。

附图说明

[0011] 图 1 是本实验装置功能设计示意图。

[0012] 图 2 是实验装置结构正面示意图。

[0013] 图 3 是爆炸实验容器罐结构俯视示意图。

[0014] 图 4 是燃烧爆炸抑制系统构成连接示意图。

[0015] 图 5 是进样系统构成连接示意图。

[0016] 图 6 是旋转机构结构示意图。

[0017] 图 7 是火焰及爆炸压力径向传播检测装置结构示意图。

[0018] 图 8 是可伸缩电极点火装置结构示意图。

[0019] 图 9 是脉冲点火单元工作原理图。

[0020] 图 10 是化学点火单元装置结构示意图。

[0021] 图 11 化学点火 / 热熔丝点火控制电路图。

[0022] 图 12 是无线同步控制系统工作原理图。

[0023] 图 13 是数据采集系统工作原理图。

[0024] 图 14 是本实验装置实验流程图。

[0025] 具体实施方式

[0026] 以下结合附图对本发明作进一步说明。

[0027] 参照图 1、图 2 和图 3, 气云燃烧、爆炸模拟与惰化、抑制实验装置包括实验与测试系统、进样系统、燃烧爆炸抑制系统及控制系统四部分, 实验与测试系统包括爆炸实验容器罐 1、火焰及爆炸压力径向传播检测装置 2、点火装置 3、生成气体采样分析仪 4、由高速摄影仪和纹影仪构成的高速纹影系统 7 以及数据采集系统 8, 控制系统包括无线同步控制系统 9 及计算机远程监控系统 10, 爆炸实验容器罐 1 为圆柱体, 圆柱体的上下两端面为球形, 在圆柱体的两侧安装有旋转机构 Z, 在两球形端面上分别安装有上人孔法兰 1-1 和下部人孔法兰 1-2, 并分别通过上人孔法兰 1-1 和下部人孔法兰 1-2 安装有顶部人孔盖 1-3 和底部人孔盖 1-4 (可进行更换), 顶部人孔盖 1-3 中心位置安装有法兰座 1-5, 法兰座 1-5 上安装有用于连接燃烧爆炸抑制系统的公用接口 1-6, 在底部人孔盖 1-4 的中心位置安装有用于连接进样系统的进样法兰 1-7, 同时在底部人孔盖 1-4 上还安装有用于连接进样系统的气体进样口 1-8, 通过该气体进样口可实现对爆炸实验容器罐 1 抽真空以及在罐体内精密比例配气, 在爆炸实验容器罐 1 的前后两侧表面中心位置分别通过固定法兰对称安装有用于高速摄影以及穿透式纹影观测的大口径耐压石英玻璃观察窗 1-9, 沿爆炸实验容器罐 1 罐体垂直轴向设置有五个传感器固定法兰 1-10, 温度传感器组 8-1 (五个温度传感器) 和压力传感器组 8-2 (五个压力传感器) 分别固定在传感器固定法兰 1-10 上并与数据采集系统 8 相连, 点火装置 3 通过固定法兰径向安装在爆炸实验容器罐 1 的中心位置, 火焰及爆炸压力径向传播检测装置 2 通过固定法兰安装在爆炸实验容器罐 1 的中心位置, 且径向朝向点火装置 3 的点火源位置, 并与数据采集系统 8 连接, 由高速摄影仪和纹影仪构成的高速纹影系统 7 固定在相对于所述的观察窗 1-9 的位置, 生成气体采样分析仪 4 连接在爆炸实验容器罐 1 的采样孔上, 并与数据采集系统 8 连接, 数据采集系统 8 通过无线同步控制系统 9 与计算机远程监控系统 10 连接。在罐体内壁面的不同位置设置有传感器安装法兰, 可用于温度、压力等多种不同类型传感器的安装与实验测试。

[0028] 参照图 7, 火焰及爆炸压力径向传播检测装置 2 包括温度传感器或火焰传感器 2-1、压力传感器 2-2、传感器可伸缩套杆 2-3, 其中温度传感器或火焰传感器 2-1 以及压力传感器 2-2 分别安装在可伸缩套杆 2-3 的同一位置的上下两个面上, 每个传感器数据传输导线由可伸缩套杆 2-3 内部通过爆炸实验容器罐 1 上的固定法兰与数据采集系统 8 相连。

[0029] 参照图 8, 点火装置 3 是可伸缩电极点火装置, 包括点火电极 3-1、伸缩套 3-2、电极杆 3-3、绝缘层 3-4、点火电极帽 3-5、压紧帽 3-6 及点火线 3-7, 其中点火电极 3-1 通过电极紧固螺丝 3-8 与电极杆 3-3 相连安装在伸缩套 3-2 内, 绝缘层 3-4 包覆在电极杆 3-3 上, 并利用压紧帽 3-6 固定在爆炸实验容器罐 1 的罐体法兰上, 点火线 3-7 通过点火电极帽 3-5 固定在电极杆 3-3 上并引出。当实验物料需要采用化学点火时, 需将电极杆 3-3 上与点火电极 3-1 相连的点火线 3-7 更换为化学点火单元; 当实验物料需要采用恒定温度点火时, 需将点火线 3-7 更换为热熔丝点火单元即可。

[0030] 参照图 9, 与可伸缩电极点火装置相连的脉冲点火单元是由光电耦合器、直流稳

压电源、脉冲发生器、IGBT 驱动模块、反激式高压脉冲模块组成,其工作时点火信号经光电耦合器启动脉冲发生器工作,脉冲发生器输出的脉冲输入到 IGBT 驱动模块,在反激式脉冲模块的初级绕组中产生稳定的脉冲电流,同时在反激式脉冲模块的次级绕组中形成高压脉冲,高压脉冲经可伸缩点火电极的放电针放电,实现脉冲点火,如需调整脉冲点火的能量时,只需调整脉冲点火直流稳压电源的输入电压即可。

[0031] 参照图 10,化学点火单元由控制电路 3-7-1、基板 3-7-2、热熔丝 3-7-3、磷涂层 3-7-4、火药 3-7-5、保护层 3-7-6 组成,其工作时由点火信号驱动控制电路 3-7-1 迅速使热熔丝 3-7-3 熔断,高温热熔丝熔断产生的能量立即引燃磷涂层 3-7-4,其燃烧产生能量迅速引燃火药 3-7-5,火药产生的能量使保护层 3-7-6 瞬间爆裂,形成扩散形化学点火。

[0032] 热熔丝点火单元由两个引出电极和热熔丝组成,热熔丝由不同熔点的金属细丝构成,点火信号经控制电路 3-7-1 使电流通过热熔丝,通过热熔丝的电流使热熔丝的温度快速升高,当热熔丝温度达到构成热熔丝材料的熔点时热熔丝断裂,即可形成不同温度的热熔丝点火。

[0033] 参照图 11,化学点火 / 热熔丝点火控制电路包括 IGBT 驱动模块 I ;开关电源 E ;化学点火单元 / 热熔丝点火单元接线端 T、控制信号公共电源接线端 V、点火信号输入端 S 和信号输入公共负端 N。点火信号输入到 IGBT 驱动板,经光电隔离变换成 IGBT 驱动信号,控制 IGBT 高速导通,点火电流瞬间流过热熔丝,当热熔丝温度达到熔点温度时热熔线熔断,热熔丝熔断温度同时也可引燃化学点火单元的磷涂层 3-7-4。

[0034] 参照图 5,进样系统包括空压机 5-1、高压储气瓶 5-2、截止阀 5-3、高压电磁阀 5-4、样品高压储罐 5-5、第一气动阀 5-6、精密配气流量计 5-7、真空泵双向保护电磁控制阀 5-8、真空泵 5-9 和扩散器 5-10,其中扩散器 5-10 通过进样法兰 1-7 置于爆炸实验容器罐 1 内底部,扩散器 5-10 通过第一气动阀 5-6 与样品高压储罐 5-5 连接,样品高压储罐 5-5 通过高压电磁阀 5-4 和截止阀 5-3 与高压储气瓶 5-2 连接,高压储气瓶 5-2 与空压机 5-1 连接,真空泵 5-9 通过真空泵双向保护电磁控制阀 5-8 与所述的气体进样口 1-8 连接,精密配气流量计 5-7 安装在管路上。

[0035] 通过该进样系统可分别或同时实现气体、粉尘、液体单独或混合快速进样,并在罐内喷放形成气云。样品高压储罐内存放有粉体 / 液体样品及高压气体,通过无线同步控制系统 9 打开第一气动阀,高压气体夹带粉体或液体样品通过管路高速喷入爆炸实验容器罐,高速流动的样品撞击扩散器经不同角度反射面的作用,实现样品高速均匀扩散。

[0036] 参照图 4,燃烧爆炸抑制系统包括储液罐 6-1、水雾控制电磁阀 6-2、水压泵 6-3、第二气动阀 6-4、干粉控制电磁阀 6-5、干粉抑制剂储罐 6-6、压缩气体控制电磁阀 6-7、高压储气罐 6-8、气体控制电磁阀 6-9、气体灭火剂高压储气瓶 6-10 及抑制剂喷头 / 粉末扩散器 6-11,其中喷头 / 粉末扩散器 6-11 通过所述的公用接口 1-6 置于爆炸实验容器罐 1 内,第二气动阀 6-4 与喷头 / 粉末扩散器 6-11 连接,第二气动阀 6-4 通过水雾控制电磁阀 6-2 与水压泵 6-3 连接,水压泵 6-3 与储液罐 6-1 连接,第二气动阀 6-4 通过干粉控制电磁阀 6-5 与干粉抑制剂储罐 6-6 连接,干粉抑制剂储罐 6-6 通过压缩气体控制电磁阀 6-7 与高压储气罐 6-8 连接,第二气动阀 6-4 又通过气体控制电磁阀 6-9 与气体灭火剂高压储气瓶 6-10 连接。

[0037] 第二高速气动阀通过四通连接器和控制电磁阀与不同抑制装置相连接,可实现水

雾抑制装置、干粉抑制装置以及气体抑制装置不同抑制剂的分别喷放和同时喷放；其中水雾抑制装置主要由储液罐、水压泵、水雾喷放电磁控制阀以及水雾喷头组成，干粉抑制装置主要由干粉抑制剂储罐、高压储气罐、干粉控制电磁阀以及干粉喷管等部件组成，气体抑制装置主要由气体灭火剂高压储气瓶、气体控制电磁阀以及气体抑制剂喷头组成。通过控制第二高速气动阀的开关及干粉控制电磁阀、水雾控制电磁阀、气体控制电磁阀的开关，即可实现不同抑制剂单一或混合方式的灭火及惰化抑制实验。

[0038] 参照图 6，旋转机构 Z 包括旋转轴 Z-1、旋转轴固定套 Z-2、轴承套 Z-3、连轴器 Z-4、双极涡轮蜗杆减速机 Z-5、四级减速电机 Z-6 及举升机托板 Z-7，其中旋转轴固定套 Z-2 轴心相对焊接在所述的爆炸实验容器罐 1 两侧，两侧旋转轴 Z-1 分别通过轴承套 Z-3 安装在举升机托板 Z-7 上，一侧旋转轴 Z-1 通过连轴器 Z-4 与双极涡轮蜗杆减速机 Z-5 输出轴连接，四级减速电机 Z-6 的输出轴与双极涡轮蜗杆减速机 Z-5 的输入轴相连。

[0039] 旋转机构 Z 用于实现爆炸实验容器罐体 180 度旋转，以便在罐体垂直或水平状态开展不同的燃烧或爆炸抑制实验，同时也方便罐体安装、清洗与维护；整个罐体通过两侧的旋转机构安装在可同步升降的丝杠或液压举抬装置 J 上，可实现同步举升和下降；在罐体进样法兰 1-7 端面上安装有定位锁死装置 1-11，一侧旋转轴 Z-1 安装有蜗轮蜗杆旋转自锁装置 Z-8。

[0040] 爆炸实验容器罐 1 上设有采样孔，生成气体采样分析仪 4 通过采样孔上的减压阀收集实验生成气体。爆炸实验容器罐 1 上还安装有泄压安全阀。

[0041] 参见图 12，无线同步控制系统 9 包括接收天线、射频放大及调制 / 解调模块、FSK 键控编码 / 解码模块、中央处理器、通用 COM 接口和开关电源。数据接收通过天线接收的载波信号经过射频放大及调制 / 解调模块电路放大处理后输入 FSK 键控编码 / 解码模块进行解码，经中央处理器处理后转变为标准的 TTL 电平信号，通过通用 COM 接口传输给主控系统；数据发送由主控系统将需要传输的数据通过通用 COM 接口传输到中央处理器，数据处理后传输到 FSK 键控编码 / 解码模块进行编码，经射频放大及调制 / 解调模块进行信号调制后，由天线发射。计算机远程监控系统 10 包括主控系统，无线控制单元，计算机监控模块及相关软件。无线控制单元包括天线、射频放大及调制 / 调制模块、FSK 键控编码 / 解码模块、中央处理器、通用 COM 接口和开关电源。

[0042] 参照图 13，数据采集系统 8 包括罐体内的多路温度、压力传感器、采样电路、高速同步 A/D 转换电路、中央处理器和数据存储器，通过各自单元的传感器电压、电流信号的同步转换并与中央处理器以及主控系统进行数据交换。

[0043] 参照图 14，本实验装置具体的实验流程是：首先进行实验装置各系统实验前准备，将点火装置、抑制系统、实验与测试系统以及控制系统设置于工作状态，确定爆炸实验容器罐 1 处于实验所需的水平或竖直状态；实验样品准备（可燃粉尘或燃油），将可燃粉尘或可燃油料样品加入样品高压储罐 5-5 内，关闭截止阀 5-3，利用空压机 5-1 为高压储气瓶 5-2 提供一定压力的压缩气体，并打开截止阀 5-3 以及高压电磁阀 5-4 为样品高压储罐 5-5 提供压缩气体。实验进样时，首先打开真空泵双向保护电磁控制阀 5-8，利用真空泵 5-9 通过气体进样口 1-8 对爆炸实验容器罐 1 抽真空。当压力传感器 2-2 检测到达到需求的真空度要求后，停止抽真空，关闭真空泵双向保护电磁控制阀 5-8 和真空泵 5-9。根据实验需要将样品高压储罐 5-5 中的实验样品的可燃气体和氧气通过精密配气流量计 5-7 和气体进样

口 1-8 分别按配比浓度体积比充入爆炸实验容器罐 1 内,利用高速气流在爆炸实验容器罐 1 内进行充分混合;或是开启进样系统的第一高速气动阀 5-6,将样品高压储罐 5-5 中的可燃粉尘或可燃油料样品利用压缩空气和扩散器 5-10 高速喷放到爆炸实验容器罐 1 内,进行可燃液体雾化或可燃粉尘均匀扩散,进而形成可燃气云。

[0044] 当进行气云燃烧或爆炸实验时,根据气云可燃物料的种类选择相应的点火方式和点火能量,利用脉冲点火、化学点火或热熔丝点火方式对可燃气云进行点火,利用罐内壁面的温度传感器组 8-1、压力传感器组 8-2 可测试纵向燃烧或爆炸火焰波阵面的温度及爆炸实验容器罐内压力变化,利用火焰及爆炸压力径向传播检测装置 2 可对轴向燃烧或爆炸火焰波阵面的温度、压力进行测试,利用高速纹影系统 7 通过大口径观察窗观测点火以及火焰传播过程;同时根据实验需要设定的延时时间,无线同步控制系统控制点火装置 3 进行气云/油雾燃烧、爆炸模拟。

[0045] 当进行爆炸火焰抑制实验时,根据需要利用无线同步控制系统同时或延迟启动点火装置以及抑制系统,利用高速纹影系统 7 通过大口径观察窗观测燃烧或爆炸抑制实验过程现象,利用测试系统测试记录相关特征参数;根据实验需要,可分别或同时启动气体抑制装置(气体控制电磁阀 6-9 和气体灭火剂高压储气瓶 6-10)、干粉抑制装置(干粉控制电磁阀 6-5、干粉抑制剂储罐 6-6、压缩气体控制电磁阀 6-7 和高压储气罐 6-8)及水雾抑制装置(储液罐 6-1、水雾控制电磁阀 6-2 和水压泵 6-3),并通过第二气动阀 6-4 将干粉抑制剂储罐 6-6 中的抑制剂通过抑制剂喷头/粉末扩散器 6-11 在爆炸实验容器罐 1 内快速喷放。

[0046] 当进行可燃气云惰化实验时,根据需要利用无线同步控制系统启动相应的抑制系统装置,打开第二气动阀 6-4 向已经均匀分布可燃气云的爆炸实验容器罐 1 内喷放一定浓度的抑制剂,同时启动对应能量的点火装置 3,对爆炸实验容器罐 1 内的均匀分布可燃气云进行强制点火,利用高速纹影系统 7 通过大口径观察窗观测点火是否出现燃烧或爆炸等实验现象;同时利用实验与测试系统测试记录相关特征参数,评价该浓度的抑制剂惰化抑制效果。

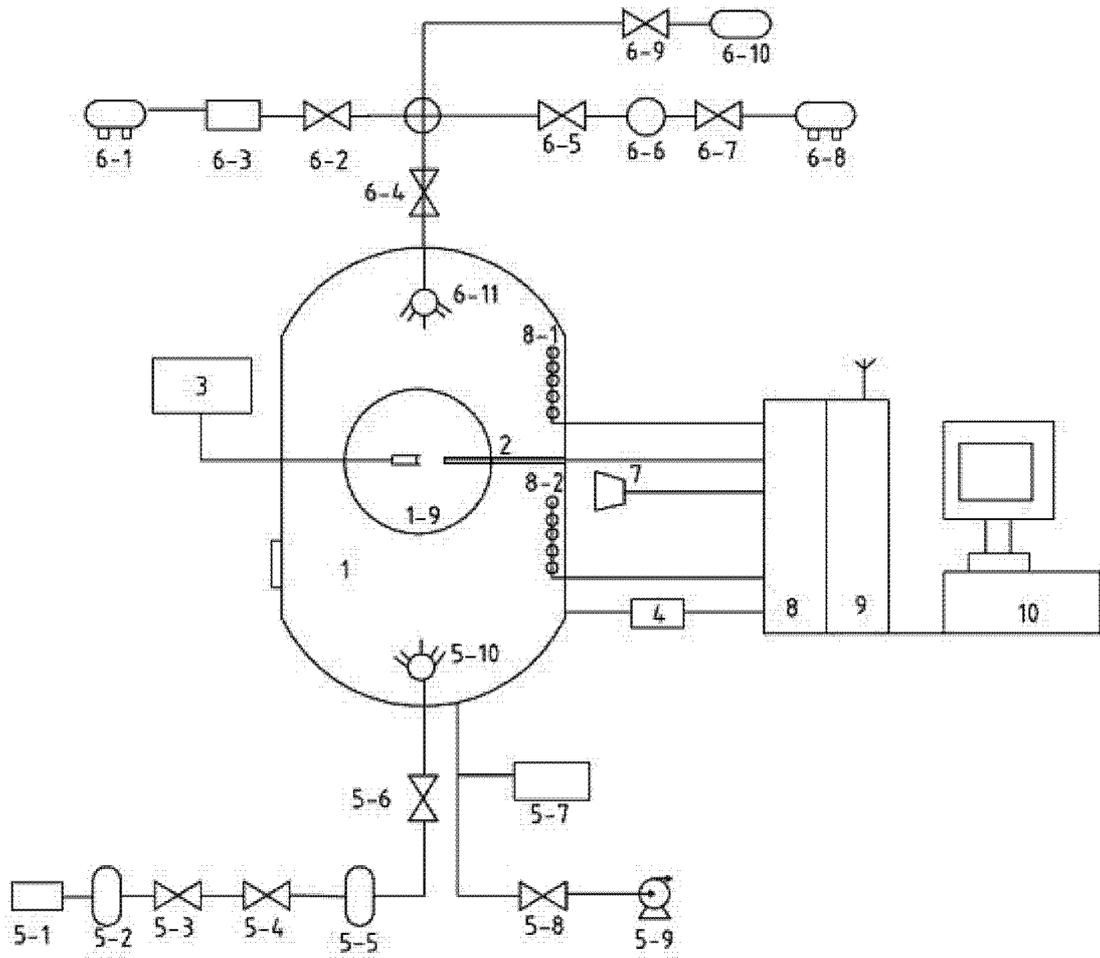


图 1

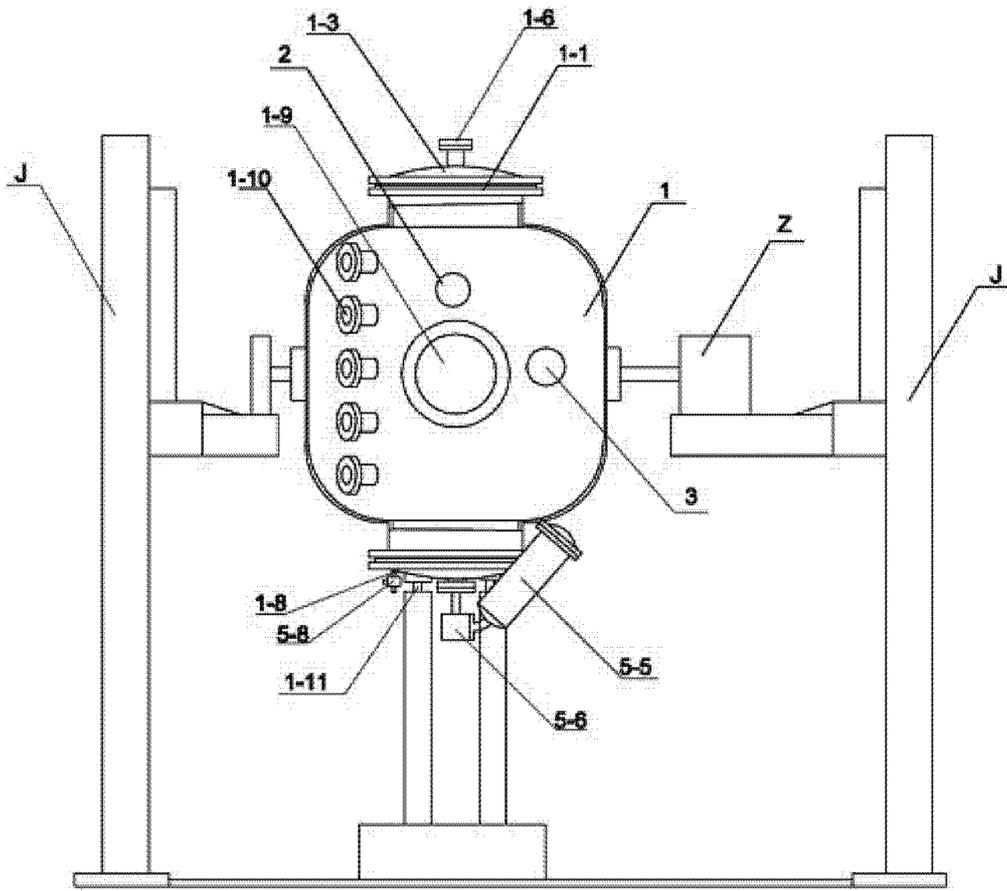


图 2

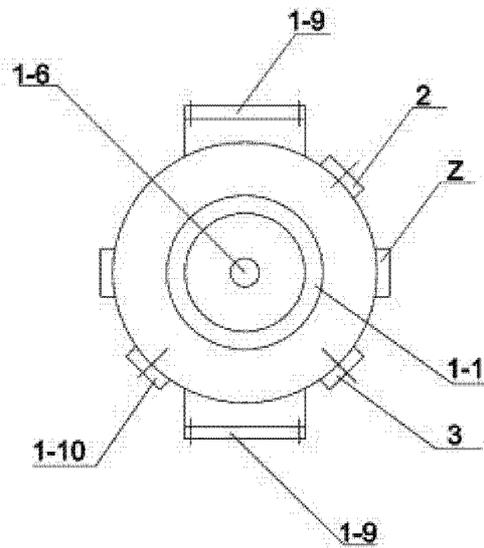


图 3

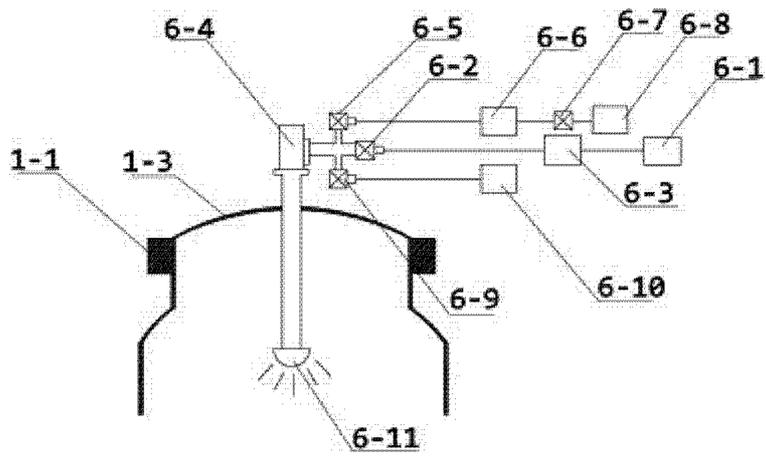


图 4

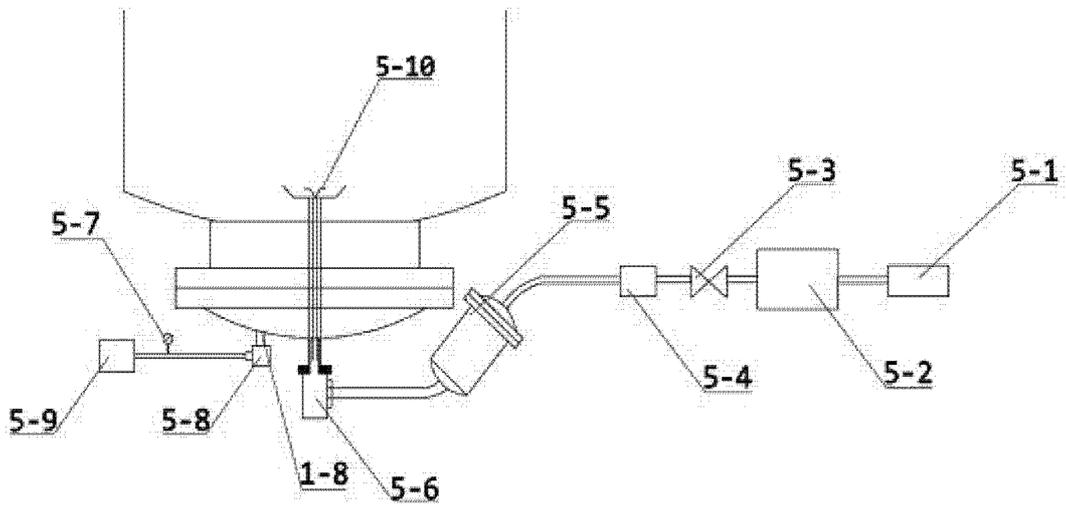


图 5

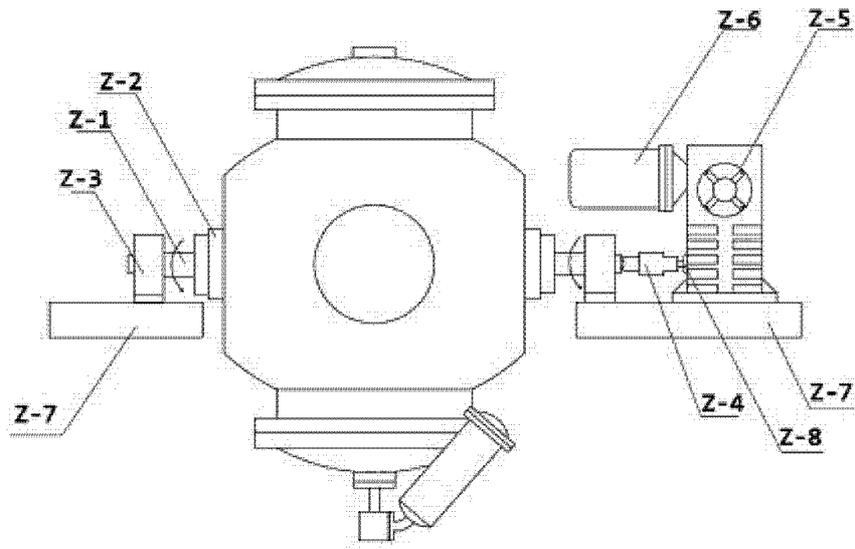


图 6

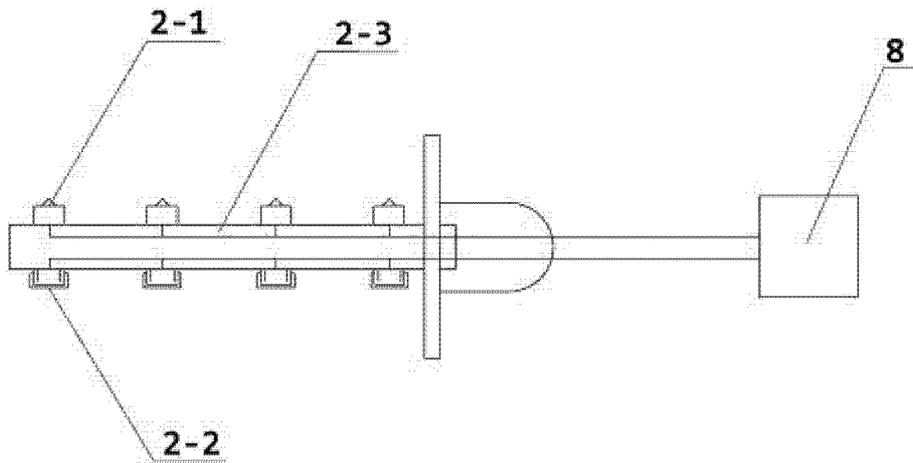


图 7

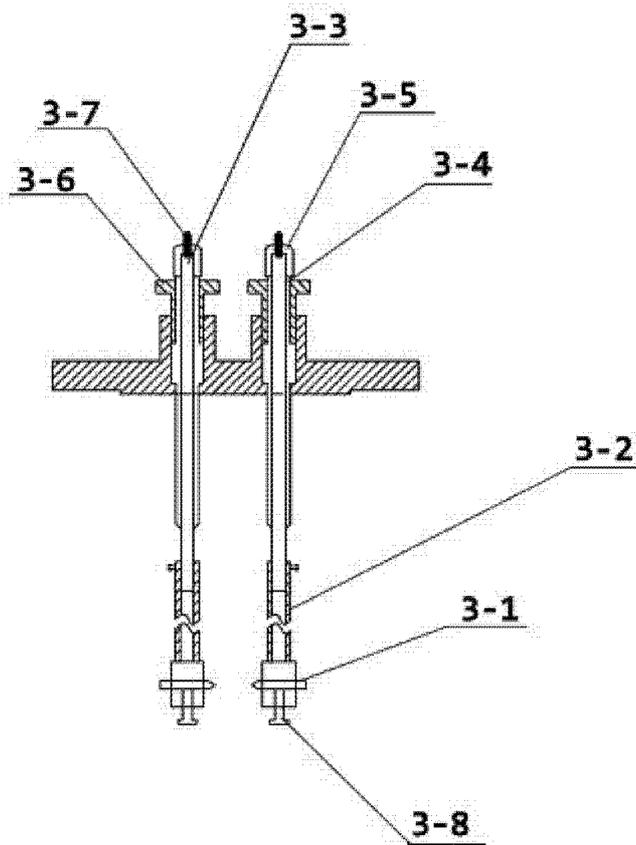


图 8

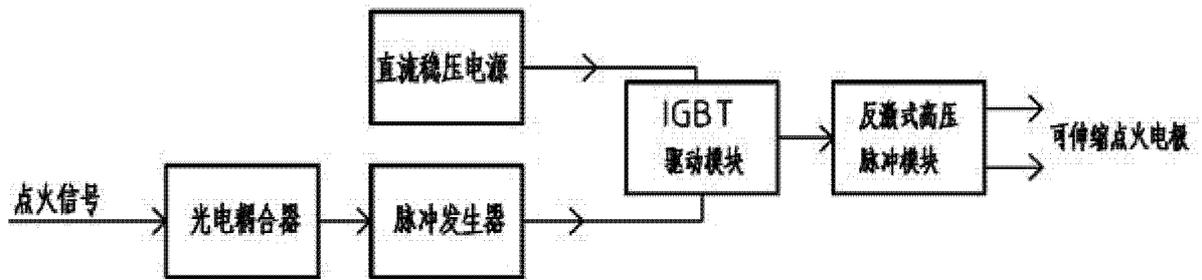


图 9

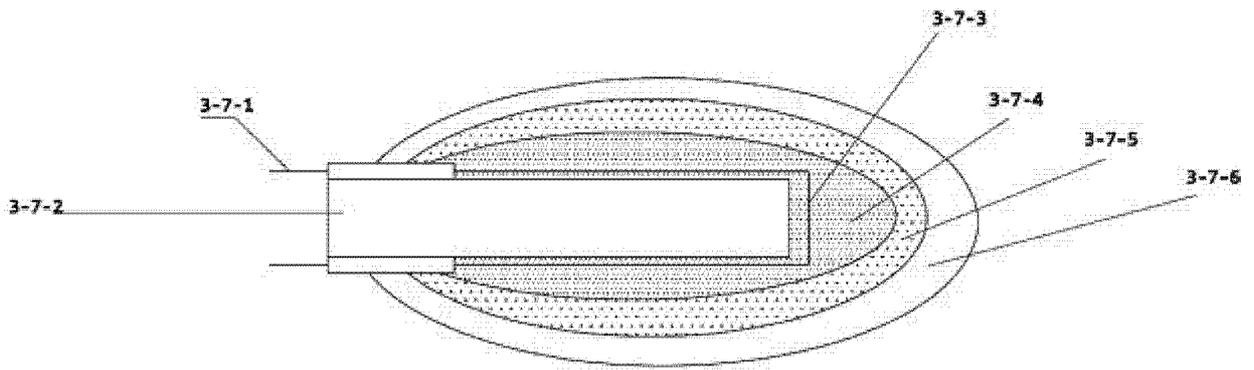


图 10

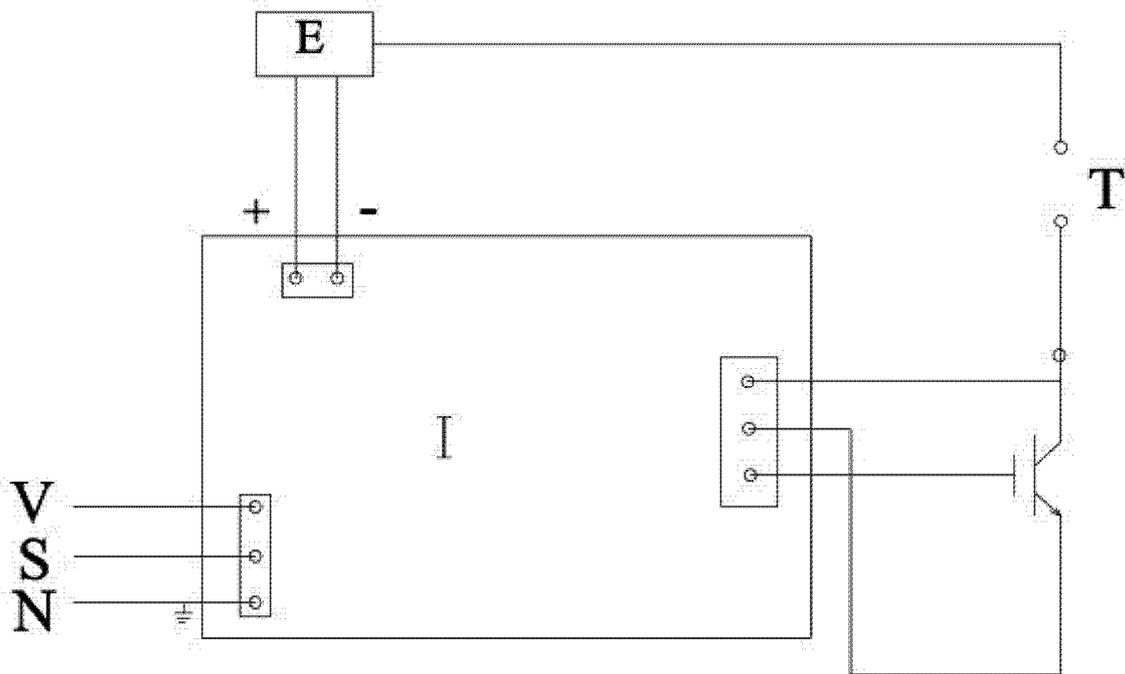


图 11

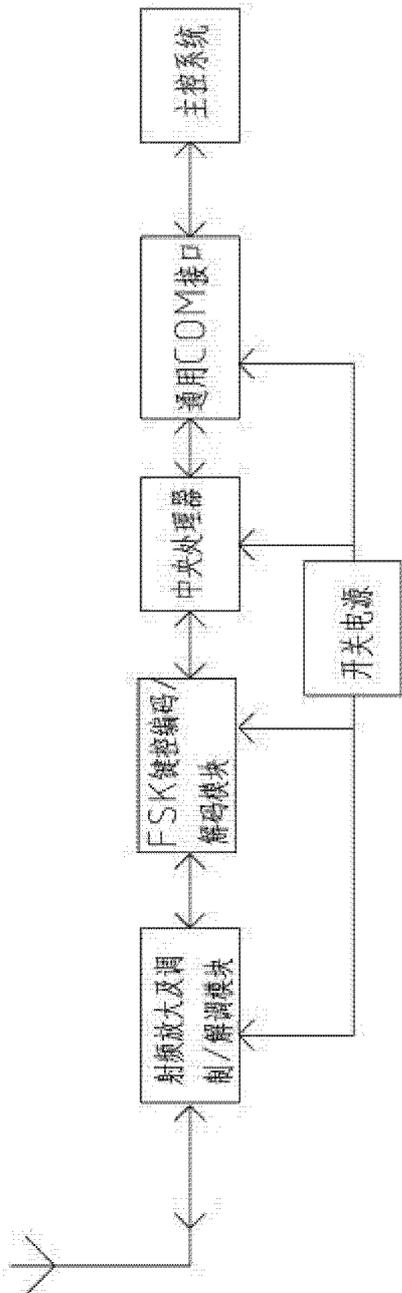


图 12

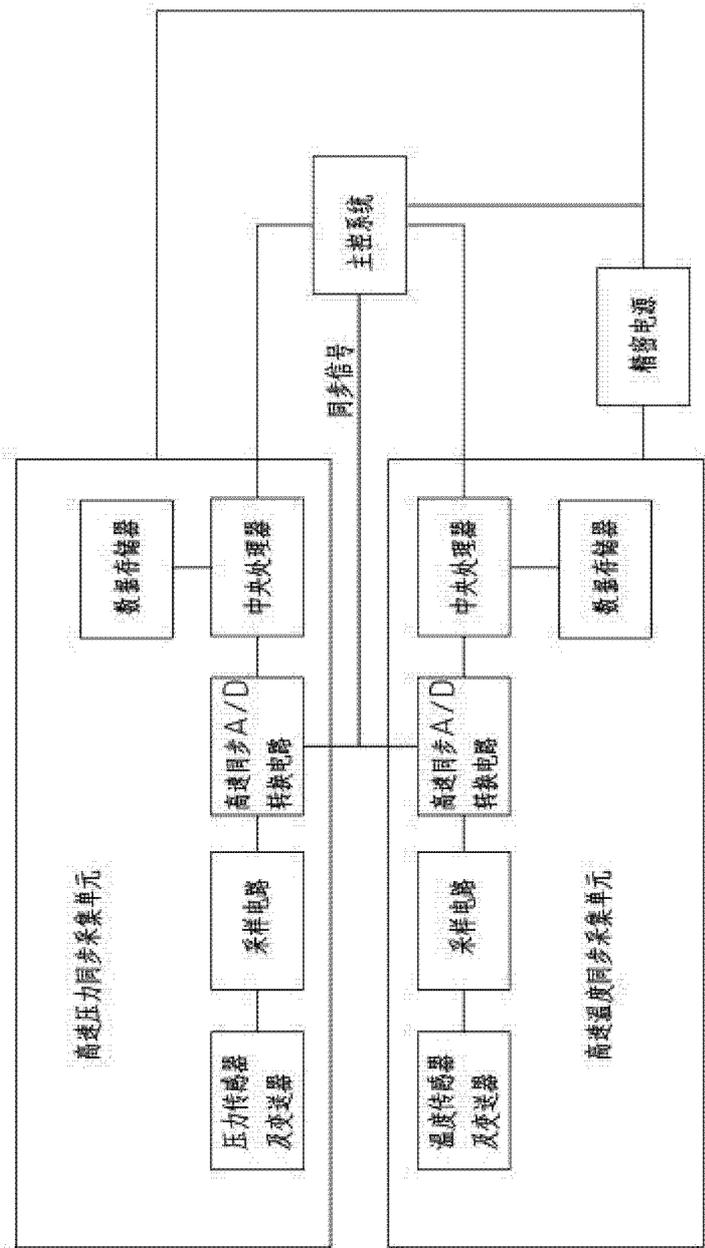


图 13

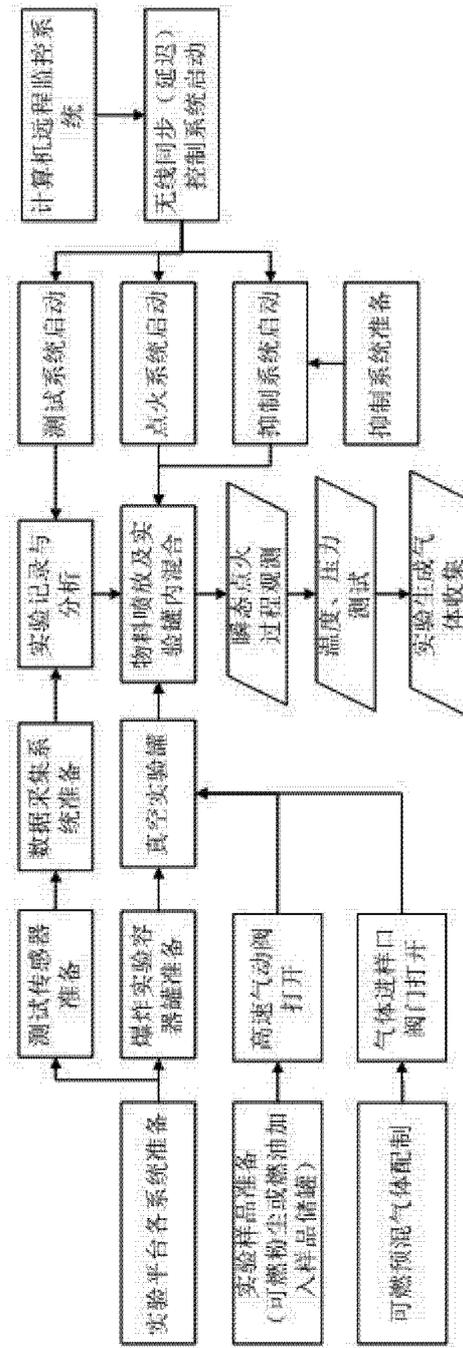


图 14