(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 115096538 A
(43)申请公布日 2022.09.23

(21)申请号 202210908560.1

(22)申请日 2022.07.29

(71)申请人 中国科学院力学研究所
地址 100080 北京市海淀区北四环西路15号

(72)发明人 李进平 陆星宇 张晓源 张仕忠 陈宏

(74)专利代理机构 北京晟睿智杰知识产权代理事务所(特殊普通合伙) 11603
专利代理师 于淼

(51)Int.Cl.
G01M 9/02(2006.01)
G01M 9/04(2006.01)

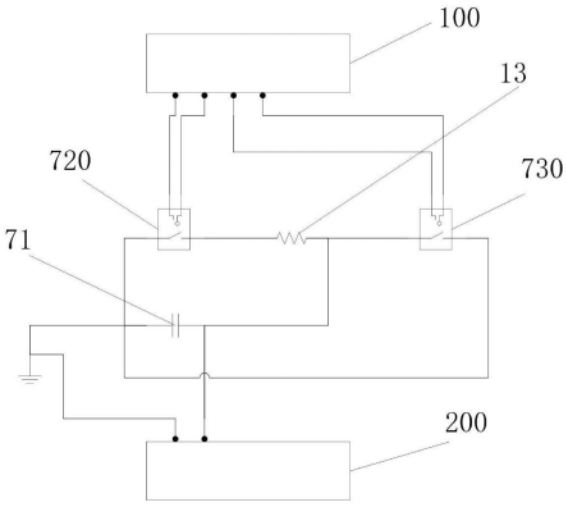
权利要求书1页 说明书8页 附图3页

(54)发明名称

用于同轴柱面爆燃驱动装置的脉冲放电点火系统

(57)摘要

本发明公开了用于同轴柱面爆燃驱动装置的脉冲放电点火系统，包括延时脉冲发生器、点火电路继电器、卸荷电路继电器、点火丝、高压电容和工频耐压试验装置；高压电容正极、点火电路继电器、点火丝和高压电容负极构成点火回路，高压电容正极、卸荷电路继电器以及高压电容负极构成卸荷回路，点火回路与卸荷回路并联；点火电路继电器和卸荷电路继电器分别与延时脉冲发生器电连接；工频耐压试验装置与高压电容电连接。本发明能够实现爆燃驱动技术的点火方式，即持续时间为毫秒量级的高压放电，持续预定时间后，再利用卸荷电路使高压电容的正负极短路，使高压电容的电压在毫秒级的时间内降到很低的值，从而使点火丝两端的电压不足以造成击穿。



CN 115096538 A

1.一种用于同轴柱面爆燃驱动装置的脉冲放电点火系统，其特征在于，包括延时脉冲发生器、点火电路继电器、卸荷电路继电器、点火丝、高压电容和工频耐压试验装置；

所述高压电容正极、所述点火电路继电器、所述点火丝和所述高压电容负极构成点火回路，所述高压电容正极、所述卸荷电路继电器以及所述高压电容负极构成卸荷回路，所述点火回路与所述卸荷回路并联，所述高压电容用于存储高压电，并向所述点火丝放电；

所述点火电路继电器和所述卸荷电路继电器分别与所述延时脉冲发生器电连接；

所述工频耐压试验装置与所述高压电容电连接，所述工频耐压试验装置用于向所述高压电容充电。

2.根据权利要求1所述的用于同轴柱面爆燃驱动装置的脉冲放电点火系统，其特征在于，所述点火丝为金属材质。

3.根据权利要求2所述的用于同轴柱面爆燃驱动装置的脉冲放电点火系统，其特征在于，所述金属材质为铜、银、镍铬、钨和合金中任一项。

4.根据权利要求1所述的用于同轴柱面爆燃驱动装置的脉冲放电点火系统，其特征在于，所述延时脉冲发生器采用DG535四通道数字延时脉冲发生器。

5.根据权利要求1所述的用于同轴柱面爆燃驱动装置的脉冲放电点火系统，其特征在于，所述点火电路继电器和所述卸荷电路继电器均采用JPK-58A充气型高压继电器。

6.根据权利要求1-5任一项所述的用于同轴柱面爆燃驱动装置的脉冲放电点火系统，其特征在于，所述高压电容采用DAWNCAP DTH-20000高压脉冲电容器。

用于同轴柱面爆燃驱动装置的脉冲放电点火系统

技术领域

[0001] 本发明涉及高温高速气体动力学、高速飞行器等实验研究的技术领域，更具体地，涉及一种用于同轴柱面爆燃驱动装置的脉冲放电点火系统。

背景技术

[0002] 激波管/风洞是一种广泛用于高温高速气体动力学、高速飞行器等领域的实验设备，基本原理是：高压驱动气体通过激波压缩低压试验气体，使之达到所需的试验状态。如图1所示，典型的激波管/风洞包括驱动段1'、被驱动段2'、喷管3'和试验段4'；试验前，驱动段1'与被驱动段2'以膜片5'隔开，在驱动段1'中充入高压的驱动气体，在被驱动段2'中充入低压的试验气体；试验时，膜片5'破裂，高压气体膨胀、进入被驱动段2'，同时在被驱动段2'中产生一道快速运动的激波；若直接采用激波后的气体开展试验，则设备以激波管模式运行；若利用经喷管3'加速后的试验气体开展试验，则设备以激波风洞模式运行。

[0003] 试验气体的总温、总压范围是衡量设备能力的主要指标，二者取决于高压驱动气体的驱动能力。常温高压气体已无法满足日益苛刻的试验需求，为此，国内外已发展出三种高性能的驱动技术：活塞驱动、加热轻气体驱动以及爆轰驱动。其中，爆轰驱动技术具有成本低、结构简单而且较为安全等特点，是目前国内的主流技术。

[0004] 爆轰驱动激波管是由Bird在1957年首先提出的。中国科学院力学研究所的俞鸿儒先生在1981年建造了一个13.3m长的爆轰驱动激波管，1983年投入使用。中国科学院力学研究所于1994年研制了JF-10爆轰驱动高焓激波风洞【参见俞鸿儒、赵伟、袁生学的氢氧爆轰驱动激波风洞的性能-气动试验与测量控制，1993，7(3)：38-42】。在俞鸿儒先生的帮助下Gronig等人于1993年在德国亚琛工业大学建造了应用反向爆轰驱动的高焓激波风洞(TH2-D)。1994年，NASA修改原来的自由活塞驱动的设计方案，在GASL建成建设了正向爆轰驱动高焓激波风洞(HYPULSE)，该风洞同时可以工作于反射激波风洞模式和膨胀管模式【参见Chue RSM，Tsai C-Y，Bakos RJ，Erdos JI，Rogers RC(2002)NASA's HYPULSE Facility at GASL-A Dual Mode，Dual Driver Reflected-Shock/Expansion Tunnel.In:LuF，Marren D(eds)，Advanced Hypersonic Test Facilities，Progress in Astronautics and Aeronautics，Vol.198，AIAA，Chapter3，pp29-71】。

[0005] 爆轰驱动需要在驱动段内形成沿轴向传播的爆轰波，爆轰波后的不均匀的流场导致该驱动技术存在以下问题：第一，可爆轰的气体混合比例范围比可爆燃的范围窄的多，驱动气体的温度和声速范围也相应更窄，因此限制了爆轰驱动能够提供的试验气体总温范围；第二，爆轰驱动提供的有效驱动压力不超过设备承压极限的40%，限制了试验气体的总压范围。

[0006] 由于爆轰驱动存在上述问题，需要克服上述问题，需要引入同轴柱面爆燃驱动技术，但同轴柱面爆燃驱动技术需要在驱动段两端分别插接高压电极，在两个高压电极之间布置一条沿驱动段轴中心线方向的点火丝，利用放电系统给点火丝供电，其中，所需的高压脉冲电源以高压电容作为储能元件，高压电容中的电荷完全释放所需的时间比燃烧持续时

间(10ms量级)长,燃烧产物中含有大量离子和水,极易发生击穿。为了保证设备和人员安全,需要将通电持续时间控制在毫秒量级。

[0007] 现有文献1(CN113483982A)公开了用于模拟不同场景的生物激波管实验系统,包括配气系统、点火系统、激波管道系统和数据采集系统,其中,点火系统包括触发器、隔分开关、高压电容组、高压电源及点火器,高压电源连接高压电容组、高压电容组连接点火器,点火之前关闭与爆轰管相连的各阀门,该方案仅适用于爆轰驱动技术,由于爆轰驱动技术并不涉及点火丝,因此并不存在点火回路和卸荷回路的方案。

[0008] 现有文献2(CN102407947A)公开了激波风洞爆轰双驱装置,包括:激波风洞,该激波风洞具爆轰驱动段,该爆轰驱动段的一端设置有卸爆段,另一端设置有被驱动段;在所述卸爆段和爆轰驱动段之间设有第一膜片,在所述被驱动段和爆轰驱动段之间设有第二膜片;在所述爆轰驱动段的靠近所述卸爆段的一段设置有正向爆轰驱动点火装置,在所述爆轰驱动段的靠近所述被驱动段的一段设置有反向爆轰驱动点火装置;在所述正向爆轰驱动点火装置和反向爆轰驱动点火装置之间连接有可控延时触发装置,其方法如下:1)在激波风洞爆轰驱动段的靠近卸爆段的一端设置正向爆轰点火装置,在爆轰驱动段的靠近被驱动段的一端设置反向爆轰驱动点火装置;2)通过正向爆轰点火装置进行点火,形成正向驱动爆轰波;3)当正向爆轰波沿爆轰驱动段传播预定时间后,通过反向爆轰驱动点火装置进行点火,形成反向驱动爆轰波;4)反向驱动爆轰波将设置在被驱动段和爆轰驱动段之间的膜片撕裂,正向爆轰波与反向爆轰波相交后形成运动激波,该运动激波进入被驱动段,以对被驱动段的试验气体进行压缩,上述方案仅适用于爆轰驱动技术,由于爆轰驱动技术并不涉及点火丝,因此并不存在点火回路和卸荷回路的方案。

[0009] 为了克服爆轰驱动的上述问题,本发明提出一种用于同轴柱面爆燃驱动装置的脉冲放电点火系统,并且该用于同轴柱面爆燃驱动装置的脉冲放电点火系统是本领域技术人员不容易想到的。

发明内容

[0010] 有鉴于此,本发明提供了一种用于同轴柱面爆燃驱动装置的脉冲放电点火系统,包括延时脉冲发生器、点火电路继电器、卸荷电路继电器、点火丝、高压电容和工频耐压试验装置;

[0011] 所述高压电容正极、所述点火电路继电器、所述点火丝和所述高压电容负极构成点火回路,所述高压电容正极、所述卸荷电路继电器以及所述高压电容负极构成卸荷回路,所述点火回路与所述卸荷回路并联,所述高压电容用于存储高压电,并向所述点火丝放电;

[0012] 所述点火电路继电器和所述卸荷电路继电器分别与所述延时脉冲发生器电连接;

[0013] 所述工频耐压试验装置与所述高压电容电连接,所述工频耐压试验装置用于向所述高压电容充电。

[0014] 可选地,所述点火丝为金属材质。

[0015] 可选地,所述金属材质为铜、银、镍铬、钨和合金中任一项。

[0016] 可选地,所述延时脉冲发生器采用DG535四通道数字延时脉冲发生器。

[0017] 可选地,所述点火电路继电器和所述卸荷电路继电器均采用JPK-58A充气型高压继电器。

[0018] 可选地，所述高压电容采用DAWNCAPDTH-20000高压脉冲电容器。

[0019] 与现有技术相比，本发明提供的用于同轴柱面爆燃驱动装置的脉冲放电点火系统，至少实现了如下的有益效果：

[0020] 本实施例通过点火电路继电器、所述点火丝和所述高压电容串联构成点火回路，高压电容和所述卸荷电路继电器串联构成卸荷电路，所述点火回路与所述卸荷回路并联，点火电路继电器和卸荷电路继电器分别与延时脉冲发生器电连接，能够实现爆燃驱动技术的点火方式，即持续时间为毫秒量级的高压放电，持续预定时间后，再利用卸荷电路使高压电容的正负极短路，使高压电容的电压在毫秒级的时间内降到很低的值，从而使点火丝两端的电压不足以造成击穿。

[0021] 当然，实施本发明的任一产品必不特定需要同时达到以上所述的所有技术效果。

[0022] 通过以下参照附图对本发明的示例性实施例的详细描述，本发明的其它特征及其优点将会变得清楚。

附图说明

[0023] 被结合在说明书中并构成说明书的一部分的附图示出了本发明的实施例，并且连同其说明一起用于解释本发明的原理。

[0024] 图1是现有技术中提供的一种激波管/风洞的结构示意图；

[0025] 图2是本发明实施例提供的一种该用于同轴柱面爆燃驱动装置的脉冲放电点火系统的结构示意图；

[0026] 图3是本发明实施例提供的一种用于激波管/风洞的同轴柱面爆燃驱动装置的结构示意图；

[0027] 图4是图3中B处结构放大图；

[0028] 图5是图3中用于同轴柱面爆燃驱动装置的脉冲放电点火系统的结构放大图；

[0029] 图6是本发明实施例提供的一种用于同轴柱面爆燃驱动装置的脉冲放电点火系统的逻辑框图；

[0030] 图7是本发明实施例提供的一种激波管/风洞的结构示意图。

具体实施方式

[0031] 现在将参照附图来详细描述本发明的各种示例性实施例。应注意到：除非另外具体说明，否则在这些实施例中阐述的部件和步骤的相对布置、数字表达式和数值不限制本发明的范围。

[0032] 以下对至少一个示例性实施例的描述实际上仅仅是说明性的，决不作为对本发明及其应用或使用的任何限制。

[0033] 对于相关领域普通技术人员已知的技术、方法和设备可能不作详细讨论，但在适当情况下，技术、方法和设备应当被视为说明书的一部分。

[0034] 在这里示出和讨论的所有例子中，任何具体值应被解释为仅仅是示例性的，而不是作为限制。因此，示例性实施例的其它例子可以具有不同的值。

[0035] 应注意到：相似的标号和字母在下面的附图中表示类似项，因此，一旦某一项在一个附图中被定义，则在随后的附图中不需要对其进行进一步讨论。

[0036] 图2是本发明实施例提供的一种该用于同轴柱面爆燃驱动装置的脉冲放电点火系统的结构示意图;参见图2所示,本实施例提供一种该用于同轴柱面爆燃驱动装置的脉冲放电点火系统,包括延时脉冲发生器100、点火电路继电器720、卸荷电路继电器730、点火丝13、高压电容71和工频耐压试验装置200;

[0037] 高压电容71正极、点火电路继电器720、点火丝13和高压电容71负极构成点火回路,高压电容71正极、卸荷电路继电器730以及高压电容71负极构成卸荷回路,点火回路与卸荷回路并联,高压电容71用于存储高压电,并向点火丝13放电;

[0038] 点火电路继电器720和卸荷电路继电器730分别与延时脉冲发生器100电连接;

[0039] 工频耐压试验装置200与高压电容71电连接,工频耐压试验装置200用于向高压电容71充电。

[0040] 具体地,该用于同轴柱面爆燃驱动装置的脉冲放电点火系统包括延时脉冲发生器100、点火电路继电器720、卸荷电路继电器730、点火丝13、高压电容71和工频耐压试验装置200,延时脉冲发生器100可以采用DG535四通道数字延时脉冲发生器100,DG535四通道数字延时脉冲发生器100提供四路独立的延时通道和2路完整的脉冲输出。其延时分辨率高达5ps,通道之间的抖动小于50ps;点火电路继电器720和卸荷电路继电器730可以采用JPK-58A充气型高压继电器,JPK-58A充气型高压继电器的接线方式简单、可更换线圈,使产品功能实现多样化;高压电容71可以采用DAWNCAPDTH-20000高压脉冲电容器,DAWNCAPDTH-20000高压脉冲电容器可产生20000V的高压,DAWNCAPDTH-20000高压脉冲电容器能够承受大电流,高电压;低损耗、高稳定;点火丝13可以为铜、银、镍铬、钨和合金中任一项金属材质,只要能够导电即可;当然上述延时脉冲发生器100、点火电路继电器720、卸荷电路继电器730、高压电容71和工频耐压试验装置200的型号也可以根据实际情况也可以适当调整。

[0041] 高压电容71正极、点火电路继电器720、点火丝13和高压电容71负极构成点火回路,即点火电路继电器720、点火丝13和高压电容71串联构成点火回路;高压电容71正极、卸荷电路继电器730以及高压电容71负极构成卸荷回路,即高压电容71和卸荷电路继电器730串联构成卸荷电路,点火回路与卸荷回路并联,高压电容71用于存储高压电,并向点火丝13放电;

[0042] 点火电路继电器720和卸荷电路继电器730分别与延时脉冲发生器100电连接,延时脉冲发生器100的两路输出信号分别控制点火电路继电器720和卸荷电路继电器730的开闭;

[0043] 工频耐压试验装置200与高压电容71电连接,工频耐压试验装置200用于向高压电容71充电,工频耐压试验装置200为商用产品,可以在市场买到。

[0044] 具体原理如下:该用于同轴柱面爆燃驱动装置的脉冲放电点火系统运行时,先通过工频耐压试验装置200向高压电容71充电至实验所需电压,然后将工频耐压试验装置200与高压电容71断开;延时脉冲发生器100首先向点火电路继电器720输出高电平,驱动点火电路继电器720闭合,使点火回路导通,点火丝13通电加热;持续预定时间后,延时脉冲发生器100再向卸荷电路继电器730输出高电平,驱动卸荷回路继电器730闭合,使卸荷回路也导通,此时高压电容71正负极短路,高压电容71的电压在毫秒级的时间内降到很低的值,此时点火丝正极的电压不足以击穿燃烧产物,其中,该预定时间为5-30毫秒。

[0045] 通过上述实施例可知,本实施例提供的用于同轴柱面爆燃驱动装置的脉冲放电点

火系统，至少实现了如下的有益效果：

[0046] 本实施例通过点火电路继电器720、点火丝13和高压电容71串联构成点火回路，高压电容71和卸荷电路继电器730串联构成卸荷电路，点火回路与卸荷回路并联，点火电路继电器和卸荷电路继电器分别与延时脉冲发生器电连接，能够实现爆燃驱动技术的点火方式，即持续时间为毫秒量级的高压放电，持续预定时间后，再利用卸荷电路使高压电容的正负极短路，使高压电容的电压在毫秒级的时间内降到很低的值，从而使点火丝两端的电压不足以造成击穿。

[0047] 图3是本发明实施例提供的一种用于激波管/风洞的同轴柱面爆燃驱动装置的结构示意图；图4是图3中B处结构放大图；图5是图3中脉冲放电点火系统的结构放大图；图6是本发明实施例提供的一种脉冲放电点火系统的逻辑框图。如图3-图6所示，本实施例提供一种用于激波管/风洞的同轴柱面爆燃驱动装置，包括爆燃驱动段1、被驱动段2、用于将爆燃驱动段1和被驱动段2隔开的膜片5、盲板14以及脉冲放电点火系统7，其中，爆燃驱动段1一端连通被驱动段2，另一端连接盲板14；

[0048] 爆燃驱动段1为等截面直管，爆燃驱动段1上插接有沿径向Y延伸的第一电极11和第二电极12，第一电极11位于爆燃驱动段靠近盲板14一侧，第二电极12位于爆燃驱动段1靠近被驱动段2一侧，第一电极11与第二电极12之间电连接有沿轴向X延伸的点火丝13，轴向X为由爆燃驱动段1指向被驱动段2的轴中心线的方向，径向Y与轴向X相交；

[0049] 沿轴向X上，第一电极11与盲板14之间的长度为L1，第二电极12与膜片5之间的长度为L2，L1和L2的长度限定为0.5cm-20cm；

[0050] 爆燃驱动段1上开设有与第一电极11和第二电极12相配合的开孔8，第一电极11和第二电极12与开孔8的接触面设置有密封圈81；

[0051] 爆燃驱动段1内充有可燃混气；

[0052] 脉冲放电点火系统7包括延时脉冲发生器100、高压电容71、点火电路继电器720、卸荷电路继电器730和工频耐压试验装置200，由高压电容71正极、点火电路继电器720、第一电极11、点火丝13、第二电极12、高压电容71负极构成点火回路72；由高压电容71正极、卸荷电路继电器730以及高压电容71负极构成卸荷回路73；点火回路72与卸荷回路73并联，高压电容71用于存储高压电，并向点火丝放电；点火电路继电器720和卸荷电路继电器730分别与延时脉冲发生器100电连接；工频耐压试验装置200与高压电容71电连接，工频耐压试验装置200用于向高压电容71充电。

[0053] 具体的，该用于激波管/风洞的同轴柱面爆燃驱动装置包括爆燃驱动段1、被驱动段2，爆燃驱动段1一端连通被驱动段2，另一端连接盲板14，爆燃驱动段1与被驱动段2之间设置膜片5，被驱动段2通过喷管3连通试验段4，盲板14为法兰盖，利用盲板14堵上爆燃驱动段1的端头，无需再使用传统的卸爆段以及在卸爆段与爆燃驱动段之间设置膜片，不仅有利于降低占用空间面积，还可以降低成本；

[0054] 在爆燃驱动段1插接有沿径向Y延伸的第一电极11和第二电极12，第一电极11位于爆燃驱动段1靠近盲板14一侧，第二电极12位于爆燃驱动段1靠近被驱动段2一侧，也就是说将第一电极11和第二电极12插接于爆燃驱动段1的两端；在第一电极11与第二电极12之间电连接有沿轴向延伸的点火丝13，轴向X为由盲板14指向被驱动段2的轴中心线的方向，径向Y与轴向X相交，可选地，点火丝13可以为铜、银、镍铬、钨和合金中任一项金属材质，点火

丝13的长度可以根据爆燃驱动段1的长度进行调整；

[0055] 第一电极11到盲板14的轴向距离为L1，第二电极12与膜片5的轴向距离为L2，若L1和L2的长度小于0.5cm，有可能发生击穿，导致设备损坏或危害人员安全；若L1和L2的长度大于20cm，则有可能导致爆燃驱动段1内可燃混气燃烧不稳定，因此，将L1和L2的长度限定为0.5cm-20cm，不仅尽可能将点火丝13在爆燃驱动段内沿轴向布置的更长一些，能够进一步使爆燃驱动段1内可燃混气燃烧的更充分，而且可以避免第一电极11与爆燃驱动段端头之间以及第二电极12与膜片5之间的距离过近，从而避免发生击穿，保证设备以及人员的安全；

[0056] 图4是图3中B处结构放大图；其中，图3中C处的放大图与B处的放大图相同，在爆燃驱动段1上开设有与第一电极11和第二电极12相配合的开孔8，图4中为了在图上显示开孔8，将开孔8的孔径画的比实际大些，开孔8与第一电极11相配合，第二电极12与开孔8相配合，通过开孔8便于将第一电极11和第二电极12插接于燃烧驱动段1，为了保证爆燃驱动段1内的密封性，在第一电极11插接至爆燃驱动段1后，在第一电极1与开孔8相接触的爆燃驱动段1的接触面设置密封圈81，在第二电极12与开孔8相接触的爆燃驱动段1的接触面设置密封圈81；

[0057] 爆燃驱动段1内充有可燃混气，可燃混气可以包括燃料、氧化剂和惰性气体，其中，燃料为氢、一氧化碳或烷烯炔烃，也可以为其它可燃气体；氧化剂为氧或一氧化二氮，也可以为其它氧化性气体，惰性气体为氮气、稀有气体或二氧化碳，也可以为其它不参与燃烧反应的气体；燃料：氧化剂：惰性气体之间的比例可以为1:1:1，燃料：氧化剂：惰性气体之间的比例也可以为2:1:1，燃料：氧化剂：惰性气体之间的比例还可以为2:1:7，当然，关于燃料、氧化剂和惰性气体三者的比例关系是根据具体设备以及实验要求设定；

[0058] 还包括脉冲放电点火系统7，脉冲放电点火系统7包括延时脉冲发生器100、高压电容71、点火电路继电器720、卸荷电路继电器730和工频耐压试验装置200，高压电容71正极、点火电路继电器720、第一电极11、点火丝13、第二电极12、高压电容71负极构成点火回路72；高压电容71正极、卸荷电路继电器730以及高压电容71负极构成卸荷回路73，点火回路72与卸荷回路73并联，高压电容71用于存储高压电；关于延时脉冲发生器100、高压电容71、点火电路继电器720、卸荷电路继电器730和工频耐压试验装置200的型号与上述用于同轴柱面爆燃驱动装置的脉冲放电点火系统中延时脉冲发生器100、高压电容71、点火电路继电器720、卸荷电路继电器730和工频耐压试验装置200的型号相同，在此不再详细赘述；

[0059] 脉冲放电点火系统7的工作原理如下：先通过工频耐压试验装置200向高压电容71充电至实验所需电压，然后将工频耐压试验装置200与高压电容71断开；延时脉冲发生器100首先向点火电路继电器720输出高电平，驱动点火电路继电器720闭合，使点火回路72导通，点火丝13两端施加数千至数万伏特的高电压，在点火电路继电器720通电瞬间，点火丝13剧烈发热；持续预定时间后，延时脉冲发生器100再向卸荷电路继电器730输出高电平，驱动卸荷回路继电器730闭合，使卸荷回路73也导通，此时高压电容71正负极短路，高压电容71的电压在毫秒级的时间内降到很低的值，此时点火丝13两端的电压不足以造成击穿，其中，上述预定时间为5-30毫秒。

[0060] 该用于激波管/风洞的同轴柱面爆燃驱动装置的组装顺序如下：

[0061] 提供爆燃驱动段1；

[0062] 首先，在爆燃驱动段1上开设有放置第一电极11和第二电极12的开孔8；其次，在第一电极11和第二电极12与开孔8的接触面安装密封圈81，在开孔8内插接第一电极11和第二电极12，第一电极11位于爆燃驱动段靠近盲板14一侧，第二电极12位于爆燃驱动段1靠近被驱动段2一侧；在第一电极11与第二电极12之间连接沿轴向X延伸的点火丝13；

[0063] 在爆燃驱动段1与被驱动段2之间安装膜片，在爆燃驱动段1靠近膜片5一端连接被驱动段2，另一端连接有盲板14；

[0064] 在爆燃驱动段1内充有可燃混气；

[0065] 连接脉冲放电点火系统7，将高压电容71正极、点火电路继电器720、第一电极11、点火丝13、第二电极12、高压电容71负极构成点火回路72；将高压电容71正极、卸荷电路继电器730以及高压电容71负极构成卸荷回路73；点火回路72与卸荷回路73之间并联。

[0066] 按照上述组装顺序对用于激波管/风洞的同轴柱面爆燃驱动装置进行组装，不仅可以更好地插接第一电极以及第二电极，使点火丝13的位置布设的更精确，而且可以避免可燃混气漏气，保证人身安全，同时便于操作。

[0067] 当然，在不考虑高压电容向点火丝放电的情况下，上述组装顺序可以做出适当调整，可以在安装完被驱动段2或盲板14之后，先连接脉冲放电点火系统，再向爆燃驱动段1内充有可燃混气，具体如下：

[0068] 第一，提供爆燃驱动段1；

[0069] 第二，首先，在爆燃驱动段1上开设有放置第一电极11和第二电极12的开孔8；其次，在第一电极11和第二电极12与开孔8的接触面安装密封圈81，在开孔8内插接第一电极11和第二电极12，第一电极11位于爆燃驱动段靠近盲板14一侧，第二电极12位于爆燃驱动段1靠近被驱动段2一侧；在第一电极11与第二电极12之间连接沿轴向X延伸的点火丝13；

[0070] 第三，在爆燃驱动段1与被驱动段2之间安装膜片，在爆燃驱动段1靠近膜片5一端连接被驱动段2，另一端连接有盲板14；

[0071] 第四，连接脉冲放电点火系统7，将高压电容71正极、点火电路继电器720、第一电极11、点火丝13、第二电极12、高压电容71负极构成点火回路72；将高压电容71正极、卸荷电路继电器730以及高压电容71负极构成卸荷回路73；点火回路72与卸荷回路73之间并联；

[0072] 第五，在爆燃驱动段1内充有可燃混气。

[0073] 需要说明的是：第一，提供爆燃驱动段1；第二，首先，在爆燃驱动段1上开设有放置第一电极11和第二电极12的开孔8；其次，在第一电极11和第二电极12与开孔8的接触面安装密封圈81，在开孔8内插接第一电极11和第二电极12，第一电极11位于爆燃驱动段靠近盲板14一侧，第二电极12位于爆燃驱动段1靠近被驱动段2一侧；在第一电极11与第二电极12之间连接沿轴向X延伸的点火丝13；第三，在爆燃驱动段1与被驱动段2之间安装膜片，在爆燃驱动段1靠近膜片5一端连接被驱动段2，另一端连接有盲板14；上述三个步骤组装顺序是不可逆的，也就是上述组装顺序无法颠倒的，颠倒后则无法实施。

[0074] 工作原理如下：在爆燃驱动段1内有一根沿轴向X布置的点火丝13，通过工频耐压试验装置200向高压电容71充电至实验所需电压，然后将工频耐压试验装置200与高压电容71断开；延时脉冲发生器100首先向点火电路继电器720输出高电平，驱动点火电路继电器720闭合，使点火回路导通，点火丝13两端施加数千至数万伏特的高电压，在点火电路继电器720通电瞬间，点火丝13剧烈发热，在毫秒量级的时间内点燃点火丝13附近的可燃混气，

点燃后形成柱状火焰面，并沿径向扩大；通过使点火丝13与爆燃驱动段1的管道严格同轴，保证沿轴向各处同时燃尽；由于高压电容71的放电过程比燃烧过程更长，需要在燃烧结束前将高压电容71中剩余的电荷卸掉，因此当持续预定时间后，延时脉冲发生器100再向卸荷电路继电器730输出高电平，驱动卸荷回路继电器闭合，使卸荷回路也导通，此时高压电容71正负极短路，高压电容71的电压在毫秒级的时间内降到很低的值，可以理解为高压电容71中的电荷即经由卸荷回路瞬间返回高压电容71，完成卸荷，从而防止高压电容71正极附近击穿燃烧产物，产生安全事故。

[0075] 需要说明的是：爆轰驱动需要在驱动段管道内形成沿轴向传播的爆轰波，而爆燃驱动则是使爆燃驱动段1的管道内的气体沿轴向同时点火，以爆燃而非爆轰的方式完成燃烧，并沿轴向X同时结束燃烧。

[0076] 通常激波管/风洞的有效工作时间大致在几毫秒至100毫秒量级，为了提供精确的试验条件，必须严格保证爆燃驱动段中的可燃混气同时点火，同时燃尽。

[0077] 通过上述实施例可知，本发明提供的用于激波管/风洞的同轴柱面爆燃驱动装置，至少实现了如下的有益效果：

[0078] 第一，现有技术中由爆轰驱动在驱动段管道内形成沿轴向传播的爆轰波，由于爆轰波极高的压力峰不能全部用来驱动，爆轰驱动提供的有效压力大大低于设备的承压极限，而本发明中以爆燃取代爆轰，不存在爆轰中的压力峰，燃烧压力可以100％用于压缩试验气体，因此提高了试验气体的压力；

[0079] 第二，爆燃的混气比例极限比爆轰宽得多，驱动气体的温度和声速范围更大，对应的试验气体总温范围也因此比爆轰驱动更大；

[0080] 第三，通过脉冲放电点火系统能够实现爆燃驱动技术的点火方式，即持续时间为毫秒量级的高压放电，持续预定时间后，再利用卸荷电路使高压电容的正负极短路，使高压电容的电压在毫秒级的时间内降到很低的值，从而使点火丝正极电压不足以造成击穿。

[0081] 图7是本发明实施例提供的一种激波管/风洞的结构示意图；本发明实施例还有一种激波管/风洞，包括本发明实施例提供的用于激波管/风洞的同轴柱面爆燃驱动装置。

[0082] 通过上述实施例可知，本发明提供的用于同轴柱面爆燃驱动装置的脉冲放电点火系统，至少实现了如下的有益效果：

[0083] 本发明通过点火电路继电器、点火丝和高压电容串联构成点火回路，高压电容和卸荷电路继电器串联构成卸荷电路，点火回路与卸荷回路并联，点火电路继电器和卸荷电路继电器分别与延时脉冲发生器电连接，能够实现爆燃驱动技术的点火方式，即持续时间为毫秒量级的高压放电，持续预定时间后，再利用卸荷电路使高压电容的正负极短路，使高压电容的电压在毫秒级的时间内降到很低的值，从而使点火丝两端的电压不足以造成击穿。

[0084] 虽然已经通过例子对本发明的一些特定实施例进行了详细说明，但是本领域的技术人员应该理解，以上例子仅是为了进行说明，而不是为了限制本发明的范围。本领域的技术人员应该理解，可在不脱离本发明的范围和精神的情况下，对以上实施例进行修改。本发明的范围由所附权利要求来限定。

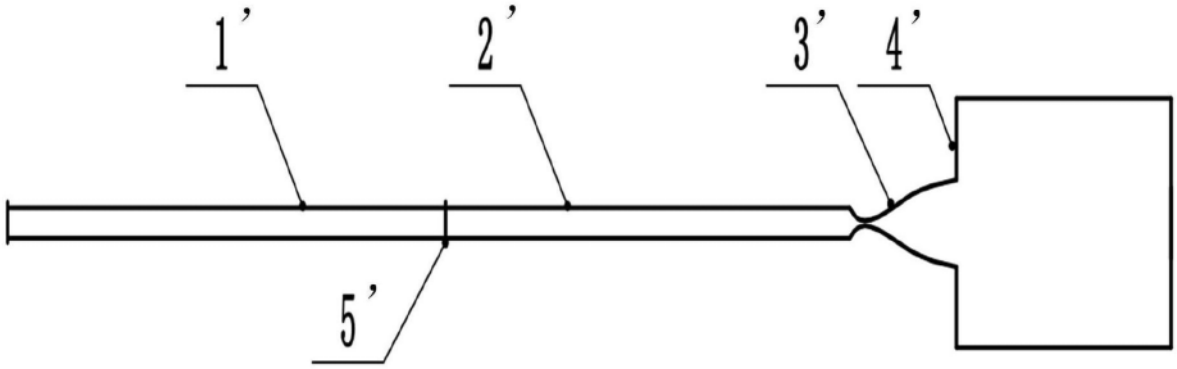


图1

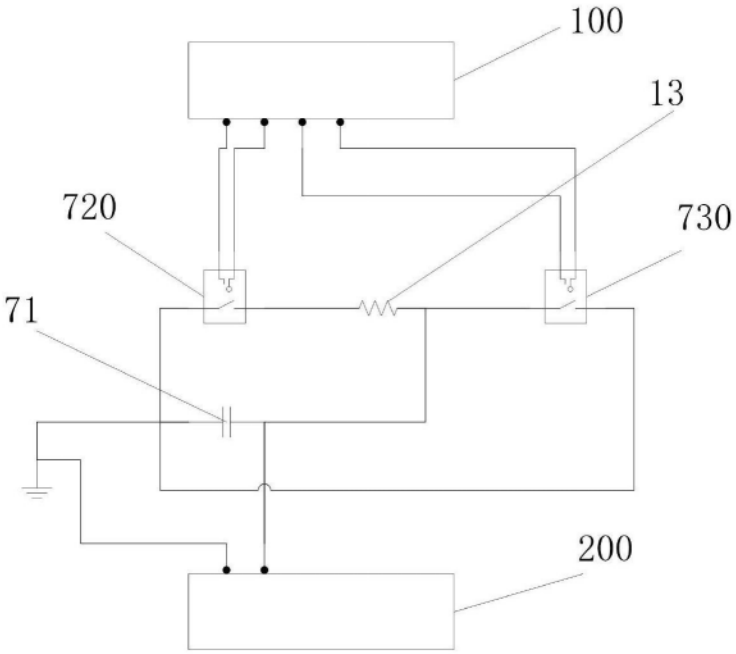


图2

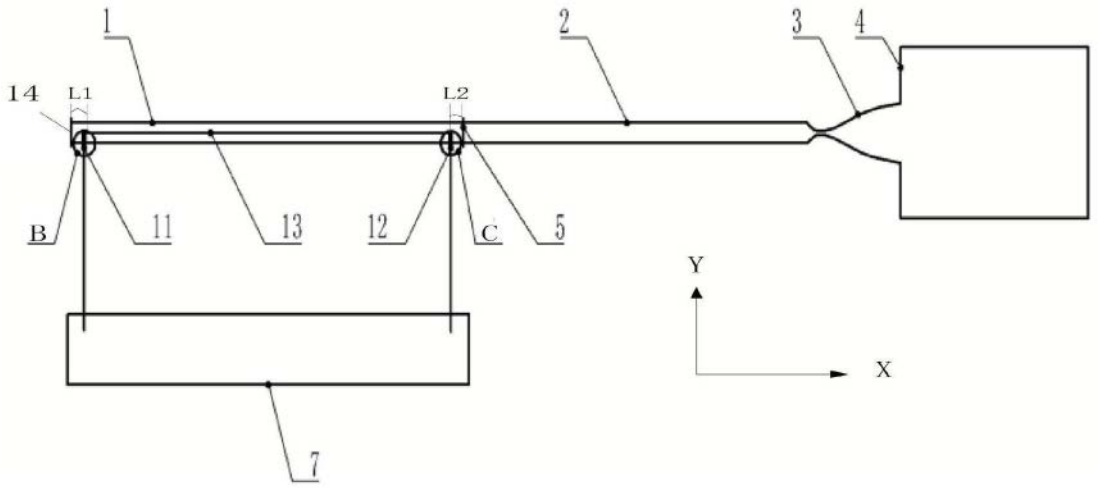


图3

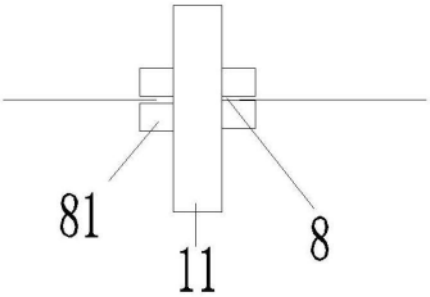


图4

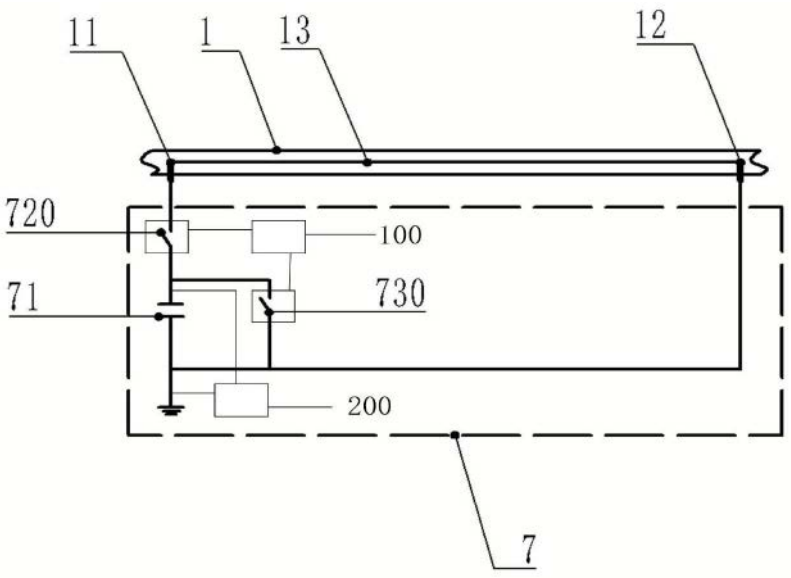


图5

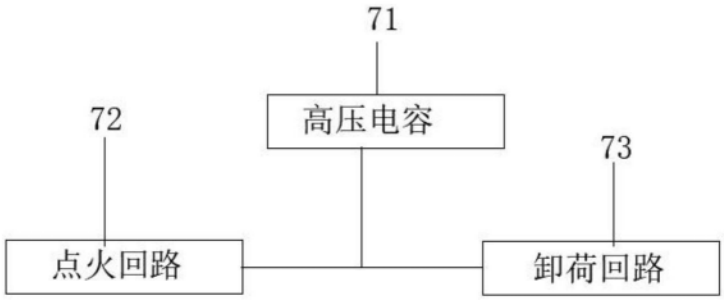


图6

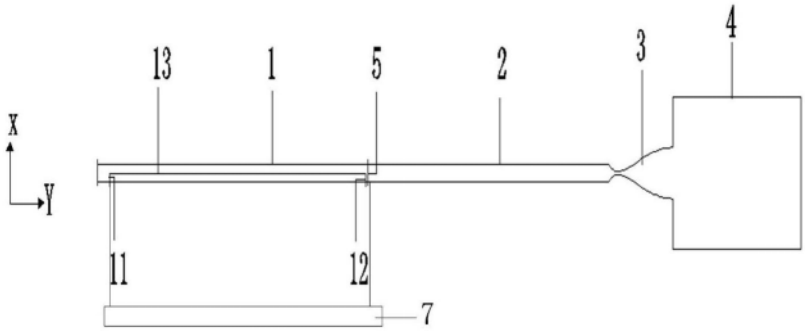


图7