



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102407947 B

(45) 授权公告日 2013. 12. 04

(21) 申请号 201110232591. 1

CN 2663964 Y, 2004. 12. 15,

(22) 申请日 2011. 08. 15

陈宏等. 用于激波管 / 风洞的双爆轰驱动段. 《中国科学 G 辑 物理学 力学 天文学》. 2004, 第 34 卷 (第 2 期), 183-191.

(73) 专利权人 中国科学院力学研究所

地址 100190 北京市海淀区北四环西路 15 号

姜宗林等. 高超声速激波风洞研究进展. 《力学进展》. 2009, 第 39 卷 (第 6 期), 766-776.

(72) 发明人 姜宗林 赵伟 陈宏 林建民 俞鸿儒

审查员 王荣

(74) 专利代理机构 北京和信华成知识产权代理事务所 (普通合伙) 11390

代理人 胡剑辉 王艺

(51) Int. Cl.

B64F 5/00 (2006. 01)

G01M 9/02 (2006. 01)

(56) 对比文件

CN 201259461 Y, 2009. 06. 17,

KR 10-0654607 B1, 2006. 12. 08,

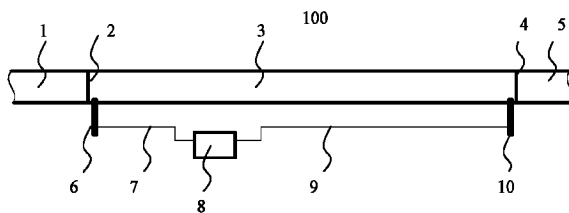
权利要求书1页 说明书3页 附图1页

(54) 发明名称

一种激波风洞爆轰双驱动方法和装置

(57) 摘要

本发明公开了一种激波风洞爆轰双驱动方法,包括: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。本发明通过反向爆轰驱动波将设置在被驱动段和爆轰驱动段之间的膜片撕裂,膜片撕裂更为规则,不易形成膜片碎片,从而使形成的气流流动受干扰作用小,提高了被驱动气体的流动品质。



1. 一种激波风洞爆轰双驱动方法,其特征在于,包括:

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,在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器,正向爆轰驱动点火装置通过第一信号线与可控延时触发器连接,反向爆轰驱动点火装置通过第二信号线与可控延时触发器连接;

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) 正向爆轰即将到达设置在被驱动段和爆轰驱动段之间的膜片位置时,由可控延时触发器(8)来控制反向爆轰驱动点火装置进行延时点火,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。

2. 如权利要求1所述的方法,其特征在于,所述正向爆轰波传播至离所述膜片的距离 $X$ 小于50cm时,通过所述反向爆轰驱动点火装置进行点火。

3. 一种激波风洞爆轰双驱装置,其特征在于,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;其中所述可控延时触发装置为在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的可控延时触发器,正向爆轰驱动点火装置通过第一信号线与可控延时触发器连接,反向爆轰驱动点火装置通过第二信号线与可控延时触发器连接。

## 一种激波风洞爆轰双驱动方法和装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及吸气式高速飞行器实验研究的一项技术,特别涉及用于高超声速飞行器地面模拟设备的激波风洞爆轰驱动方法和装置。

### 背景技术

[0002] 高超声速飞行器研制过程中,需要大量的地面模拟实验,以获取飞行器气动力和推进性能数据。脉冲型激波风洞是一种有效的模拟高超声速飞行流动的地面试验设备,在相关研究中得到了广泛的应用。爆轰驱动激波风洞利用可燃气体的爆轰形成的高温高压气体来做功,形成高强度的运动激波来驱动激波风洞被驱动段试验气体达到足够总焓条件的高超声速模拟来流。

[0003] 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: Lu F,Marren D(eds),Advanced Hypersonic Test Facilities,Progress in Astronautics and Aeronautics,Vol.1 98,AIAA, Chapter 3, pp29-71】。

[0004] 上述采用的正向爆轰驱动能量大,驱动能力强,但流动品质受到爆轰波后泰勒稀疏波的影响,且对驱动段与被驱动段之间的膜片破坏作用较大,影响风洞试验的可靠性;而反向爆轰驱动流动品质良好,膜片破裂好,但驱动能力弱于正向爆轰驱动。

### 发明内容

[0005] 本发明的目的在于提供一种激波风洞爆轰双驱动方法和装置,能够很好地将正向爆轰和反向爆轰组合,既可以提高激波风洞驱动能力,又可以提高破膜可靠性,从而改善风洞流动品质。

[0006] 本发明的一种激波风洞爆轰双驱动方法包括:

[0007] 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;

[0008] 2) 通过正向爆轰点火装置进行点火,形成正向驱动爆轰波;

[0009] 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;

[0010] 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。

[0011] 优选地,所述正向爆轰波传播至离所述膜片的距离  $X$  小于 50cm 时,通过所述反向爆轰驱动点火装置进行点火。

[0012] 本发明的一种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。

[0013] 本发明通过正向爆轰驱动结合延时的反向爆轰驱动,通过反向爆轰驱动波将设置在被驱动段的膜片撕裂,正向爆轰波与反向爆轰波相交后形成运动激波进入到被驱动段,由于膜片由反向爆轰形成的高压所撕裂,该高压低于正向爆轰形成的高压,膜片撕裂更为规则,不易形成膜片碎片,从而使形成的气流流动受干扰作用小,因此在保证较高的驱动能力的同时,也提高了被驱动气体的流动品质。

#### 附图说明

[0014] 以下基于下面附图中的非限制性实施例对本发明作进一步的阐述。

[0015] 图 1 是本发明爆轰双驱动的装置结构示意图。

[0016] 1 卸爆段,2 第一膜片,3 爆轰驱动段,4 第二膜片,5 被驱动段,6 正向驱动爆轰点火装置,7 第一信号线,8 可控延时触发器,9 第二信号线,10 反向驱动爆轰点火装置

#### 具体实施方式

[0017] 图 1 是本发明爆轰双驱动的装置结构示意图。

[0018] 如图 1 所示,本发明的爆轰双驱动的装置包括:激波风洞 100,该激波风洞 100 具有爆轰驱动段 3,爆轰驱动段 3 的一端设置卸爆段 1,另一端设置有被驱动段 5,卸爆段 1 和爆轰驱动段 3 之间设置有第一膜片 2,被驱动段 5 和爆轰驱动段 3 之间设置有第二膜片 4。在爆轰驱动段 3 的靠近卸爆段 1 的一端设置有正向爆轰驱动点火装置 6,在爆轰驱动段 3 的靠近被驱动段 5 的一端设置有反向爆轰驱动点火装置 10。在正向爆轰驱动点火装置 6 和反向爆轰驱动点火装置 10 之间连接有可控延时触发器 8,正向爆轰驱动点火装置 6 通过第一信号线 7 与可控延时触发器 8 连接,反向爆轰驱动点火装置 10 通过第二信号线 9 与可控延时触发器 8 连接。

[0019] 使用时,先通过正向爆轰点火装置 6 进行点火,形成正向驱动爆轰波;当正向爆轰波沿爆轰驱动段 3 传播预定时间后,最好是靠近第二膜片 4 时,再通过反向爆轰驱动点火装置 10 进行点火,形成反向驱动爆轰波;此时,反向驱动爆轰波将第二膜片 4 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 5,从而对被驱动段 5 的试验气体进行压缩。延时控制由可控延时触发器 8 来进行。

[0020] 对于上述延时如对于 100 米长的爆轰驱动段 3,爆轰波的速度为 2800 米/秒,则点火延时时间在 30 ~ 35 毫秒。延时设置最好是控制在正向爆轰波离第二膜片 4 的距离  $X$  小

于 50cm 时触发, 这样在反向爆轰形成的高压使驱动段与被驱动段之间的膜片撕裂后, 正向爆轰正好通过膜片区域进入被驱动段并对试验气体进行压缩。

[0021] 本发明由于采用延时双驱动方法, 在正向爆轰即将到达第二膜片 4 位置时点燃反向的爆轰波, 第二膜片 4 由反向爆轰形成的高压所撕裂, 该高压低于正向爆轰形成的高压, 第二膜片 4 撕裂更为规则, 不易形成膜片碎片, 形成的气流流动受干扰作用小。因此在保证较高的驱动能力的同时, 提高了被驱动气体的流动品质。

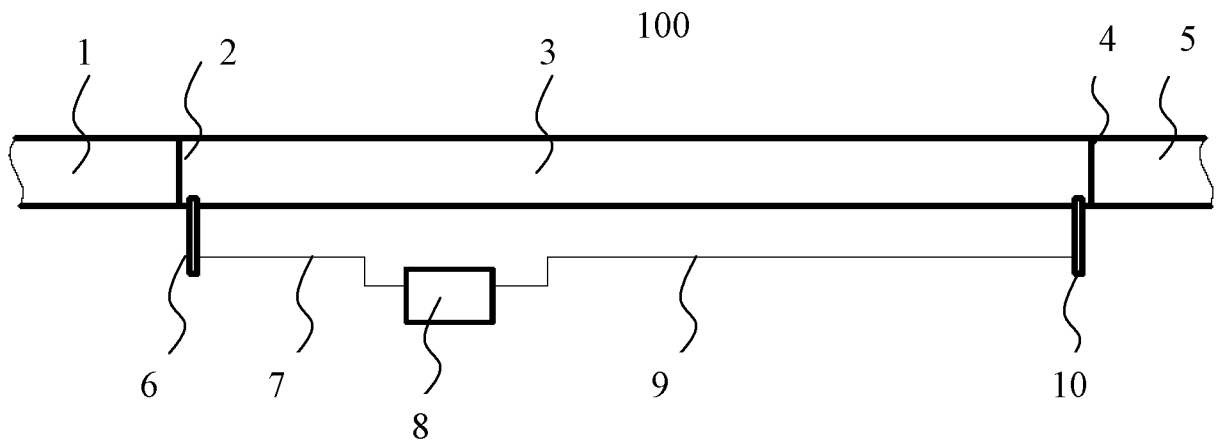


图 1