



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104197189 A

(43) 申请公布日 2014. 12. 10

(21) 申请号 201410347497. 4

(22) 申请日 2014. 07. 21

(71) 申请人 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

(72) 发明人 陆阳 姚卫 孟令瑾 袁涛
范学军

(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

(51) Int. Cl.

F17C 7/04(2006. 01)

F17C 9/02(2006. 01)

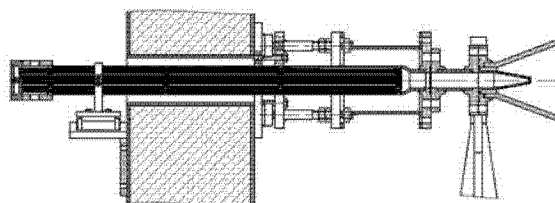
权利要求书1页 说明书3页 附图2页

(54) 发明名称

一种液氧气化器装置

(57) 摘要

本发明公开了一种用于直连式超声速燃烧地面实验平台的氧化剂热交换气化装置,其特征在于,气化器外形呈长圆筒状,布置有多根细圆管供液氧运输使用,壳体内其余内部空间均供空气流动,出口截面则有多个圆孔供气态空气通过;所述气化器安装于空气主管道之后,空氧混合腔与丁烷燃烧加热器之前,以使需要混合的空气与液氧进行热交换并使得后者气化。此气化装置能够满足模拟高、中、低不同飞行马赫数,不同总温工况的不同比例与压力流量的氧化剂气化需求。本发明直接使用需要混合的空气与液氧进行热交换并使得后者气化,不需要任何额外的外部工质或能量输入进行辅助,简便易行高效。



1. 一种用于丁烷与氧气燃烧加热系统的液氧气化器装置,其特征在于,气化器外形呈长圆筒状,布置有多根细圆管供液氧输运使用,壳体内其余内部空间均供空气流动,出口截面则有多个圆孔供气态空气通过;所述气化器安装于空气主管道之后,空氧混合腔与丁烷燃烧加热器之前,以使需要混合的空气与液氧在混合前进行有效热交换并使得后者完全气化。

2. 根据权利要求1所述的装置,其特征在于,所述气化器的材料为不锈钢,外层壳体直径90mm,厚度为5mm。

3. 根据权利要求1所述的装置,其特征在于,所述多根细圆管为84根,外径4mm,厚度1mm。

4. 根据权利要求1所述的装置,其特征在于,所述出口截面的多个圆孔为85个直径4mm的圆孔。

一种液氧气化器装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种液氧气化器设计装置,尤其涉及一种用于直连式超声速燃烧地面实验平台丁烷与氧气燃烧加热系统的液氧气化器装置和方法。

背景技术

[0002] 为更好地开展超声速燃烧冲压发动机研究,需要建立长时间直联式超声速燃烧地面试验平台。作为此地面试验平台的重要组成部分,丁烷与氧气燃烧加热系统起到通过在其内部进行剧烈化学反应后所形成的产物高温混合气体以实现在地面模拟高空来流空气的关键作用。为了在同一套丁烷燃烧加热系统中模拟不同飞行工况的来流空气,需要将纯氧与空气依照一定比例预先进行充分混合后形成富氧空气,再与丁烷进行点火燃烧。由于液氧与高压气氧相比有更大的密度,储存和运输更加方便,操作也更加安全,因而使用液氧是一个很好的选择。然而,液氧与空气在进行混合前,需要经历液滴破碎雾化蒸发等一系列复杂过程,雾化喷嘴设计目前还没有特别成熟的理论,液氧与空气混合的效果难以准确预测和把握,进而势必影响到混合后的富氧空气与丁烷进行燃烧的效果。如果考虑到不同工况的要求,情况将更加复杂,更加难以实现良好的空氧混合效果和后续的丁烷氧气充分燃烧。

发明内容

[0003] 针对目前液氧与空气进行充分混合面临的挑战,本发明的目的在于提供一种用于丁烷与氧气燃烧加热系统的液氧气化器设计方法和装置,使用这套设计方法和气化装置,能够充分保障液氧在与空气进行预混前就在输运管道内由过压液态变成气态,从而避免若不使用这套气化装置就必须采用的跨临界雾化喷嘴所带来的液滴破碎雾化蒸发等一系列复杂过程的不确定性,更有效地实现氧与空气的充分混合,为富氧空气与丁烷在燃烧加热系统内进行高效充分的化学反应提供了坚实基础。

[0004] 具体地,本发明提出了一种用于丁烷与氧气燃烧加热系统的液氧气化器装置,其特征在于,气化器外形呈长圆筒状,布置有多根细圆管供液氧输运使用,壳体内其余内部空间均供空气流动,出口截面则有多个圆孔供气态空气通过;所述气化器安装于空气主管道之后,空氧混合腔与丁烷燃烧加热器之前,以使需要混合的空气与液氧在混合前进行有效热交换并使得后者完全气化。

[0005] 进一步地,所述气化器的材料为不锈钢,外层壳体直径 90mm,厚度为 5mm。

[0006] 进一步地,所述多根细圆管为 84 根,外径 4mm,厚度 1mm。

[0007] 进一步地,所述出口截面的多个圆孔为 85 个直径 4mm 的圆孔。

[0008] 本发明直接使用需要混合的空气与液氧进行热交换并使得后者气化,不需要任何额外的外部工质或能量输入进行辅助,简便易行高效。本发明中的气化器有效换热长度 1.2m,该气化器在外层腔体内均匀放置 84 根细管,细长管道中通入液氧,腔体中通入空气,通过对流换热对液氧进行加热;能够将对应不同飞行工况的流量 0.5-1.5Kg/s 的液氧

由 -100°C 左右迅速气化,便于氧与空气充分混合形成富氧空气后与丁烷充分反应高效燃烧形成高焓气体供实验使用。

附图说明

[0009] 图 1 是气化器结构示意图;

[0010] 图 2 是气化器安装位置示意图。

[0011] 图 3 是气化器内不同液氧管道根数时,气化长度的计算结果。

[0012] 图 4 是气化器内不同液氧管道根数时,空气与氧的温度分布计算结果。

具体实施方式

[0013] 下面结合附图对本发明提供的一种用于丁烷与氧气燃烧加热系统的液氧气化器装置的具体实施方式做详细说明。

[0014] 如图 1 所示,气化器外形呈长圆筒状,材料为不锈钢,外层壳体直径 90mm,厚度为 5mm,实际供空气通过腔体的直径为 80mm。总共布置有 84 根外径 4mm,厚度 1mm 的细圆管供液氧输运使用,壳体内其余内部空间均供空气流动,提供了足够大的液氧与空气的换热面积以保证热交换过程顺利完成,液氧在出口前完全气化;出口截面则有 85 个直径 4mm 圆孔供气态空气通过,使得此处氧气和空气的通过面积比约为 1:4。氧和空气均沿流动方向同向流动进行换热。能够进行换热的有效长度需要 1.2m(以满足大流量工况换热需求),并分段支撑。

[0015] 如图 2 所示,为直接使用需要混合的空气与液氧进行热交换并使得后者气化,气化器被安装于空气主管道①之后,空氧混合腔②与丁烷燃烧加热器之前;其主要功能在于利用大流量常温空气来流对低温的液氧进行加热,令液氧在气化器出口前就能完成气化。

[0016] 液氧的气化过程主要受温度和压力的影响。上游液氧储存罐内的液氧温度为 -90°C ,经过输运管道后进入气化器入口时温度上升到约 -100°C 。难以确定的是液氧管道内的工作压力,它会随着不同工况发生相应的变化,其变化范围低于上游液氧泵的实际工作压力,高于下游丁烷燃烧加热系统的工作压力,且主要受下游压力影响。高马赫数,高总温 (2100K) 工况时,下游丁烷加热系统的总压能达到 2.8MPa;中马赫数,中总温 (1650K) 工况时,加热系统总压能达到 1.0MPa;低马赫数,低总温 (1200K) 工况时,加热器系统总压仅有 0.68MPa。因此相应地,在高马赫数时换热器液氧入口压力以 4.0MPa,中马赫数时换热器液氧入口压力以 2.5MPa,低马赫数时换热器液氧入口压力以 2.0MPa 来设计应该还是比较合适的。这些压力下分别对应液氧的安全气化温度是 150K,138K 和 133K。若能够用同一尺寸的气化器同时满足这三种工况下的工作需求,对气化要求最高的显然是 4.0MPa,150K 的高马赫数工况。因此需要针对这个工况开展具体参数化设计。

[0017] 由于参数种类众多,这里先根据管材常见尺寸暂时确定几个参数范围:细长换热管尺寸可选范围: $\Phi 4-1$, $\Phi 5-1$ (对应内径 D_p 分别为 2、3mm),数目 60-120;气化器外径尺寸 $\Phi 80-\Phi 100$ 。需要保证一定数目一定尺寸的细长冷却管道能够在一定外径尺寸的安装盘上均匀布置并且留有足够空间给空气通过、走气以及安装。图例中 0.5、1.0、1.5 表示液氧流量,单位 Kg/s。

[0018] 从图 3 和图 4 分别可以发现,气化长度随液氧流量的减小而变短,气化器出口的

氧气温度随液氧流量的减小而升高,当有效外径 80mm 时,使用多于 75 根外径 4mm 厚度 1mm 液氧通道的气化器,能够使得在所有工况下气化长度都小于 1.1m,因而将气化器长度定为 1.2m(稍大于 1.1m 作为工程余量)是合适的。与此同时,气化器出口的氧气温度能保证高于 160K(满足高于 150K 的设计要求)。综合来看,使用长度 1.2m,有效外径 80mm,具有多于 75 根外径 4mm 厚度 1mm 液氧通道的气化器设计可以满足各工况要求。基于这一基本要求,最终给出如图 1 的气化器装置具体设计。

[0019] 以上所述仅为本发明的优选实施例而已,在上述说明书的描述中提到的数值及数值范围并不用于限制本发明,只是为本发明提供优选的实施方式,并不用于限制本发明,对于本领域的技术人员来说,本发明可以有各种更改和变化。凡在本发明的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

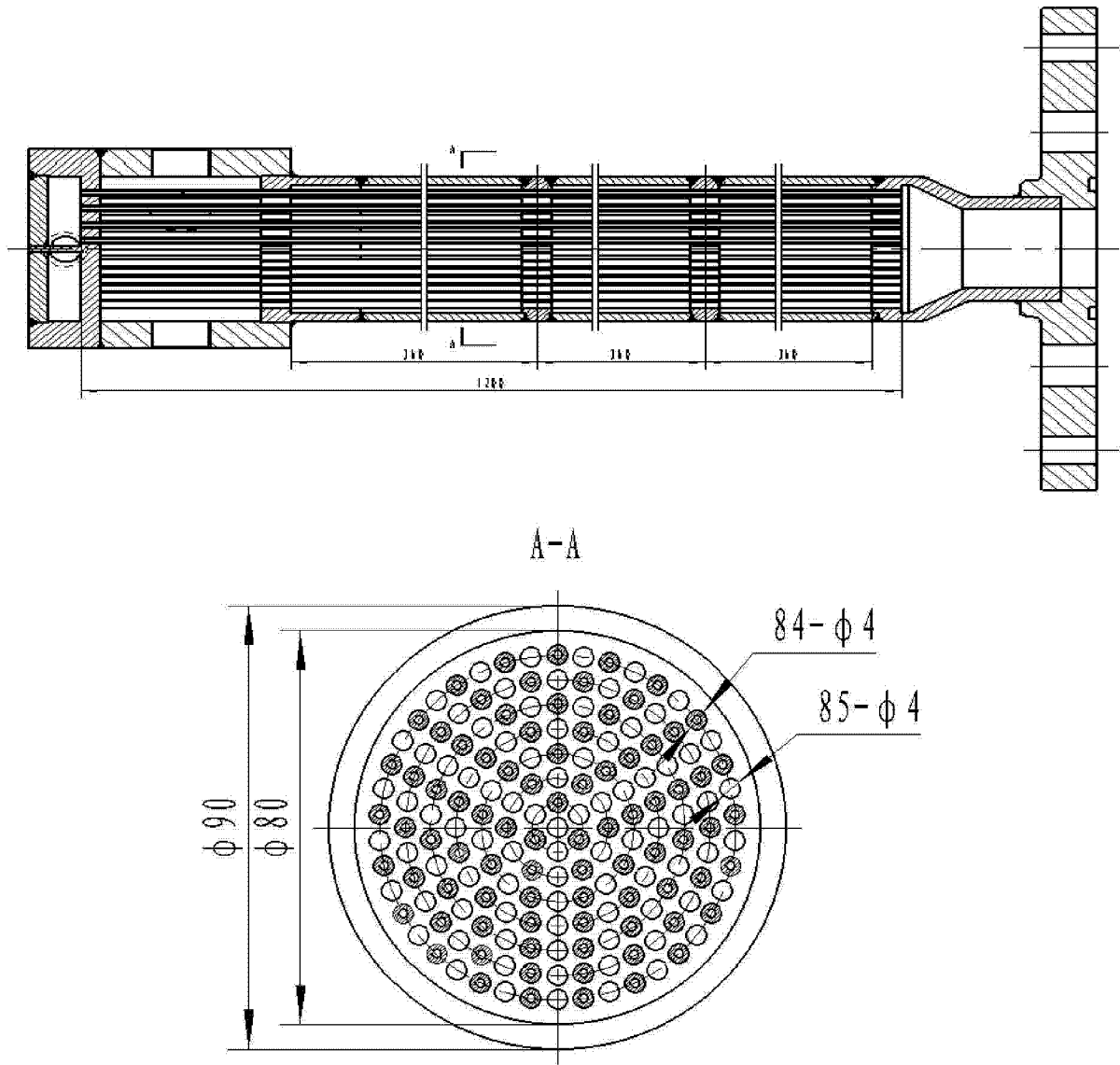


图 1

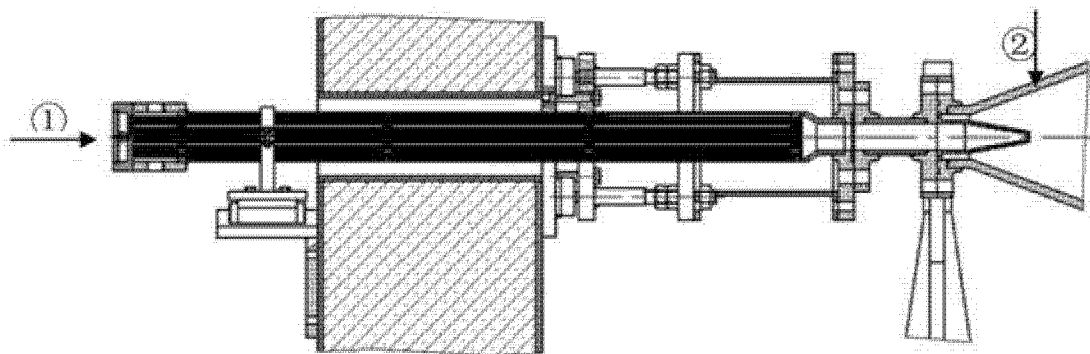


图 2

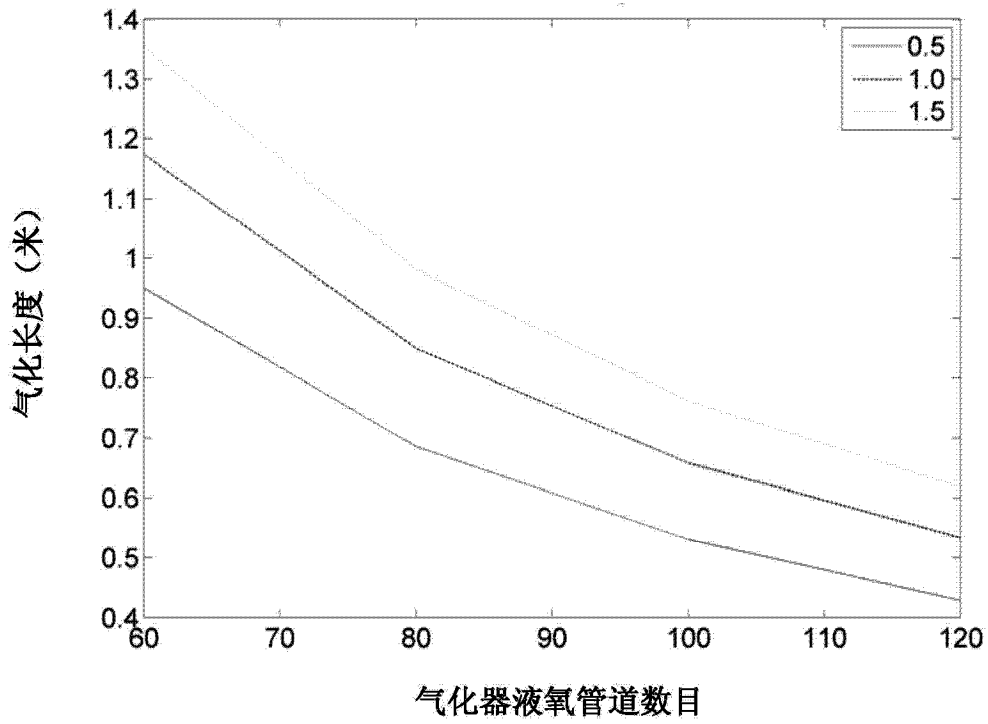


图 3

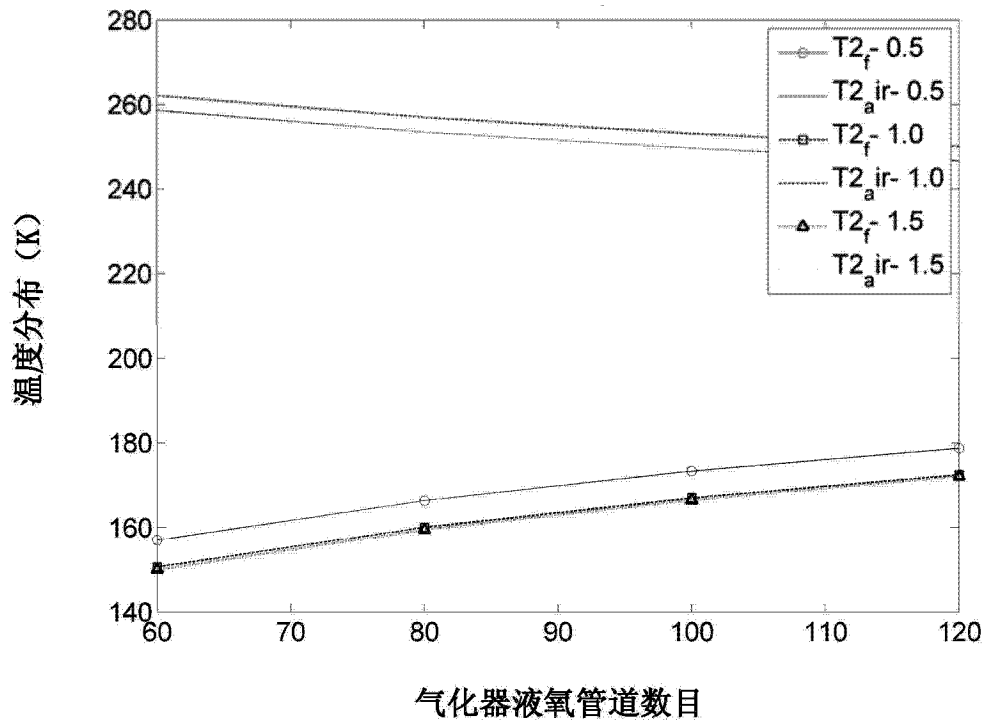


图 4