



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101793850 B

(45) 授权公告日 2012. 05. 16

(21) 申请号 200910238383. 5

(22) 申请日 2009. 12. 03

(73) 专利权人 北京航空航天大学

地址 100191 北京市海淀区学院路 37 号

(72) 发明人 闻洁 邓宏武 徐国强 陶智

朱锷 王英杰

(74) 专利代理机构 北京永创新实专利事务所

11121

代理人 姜荣丽

(51) Int. Cl.

G01N 25/20(2006. 01)

审查员 冯志华

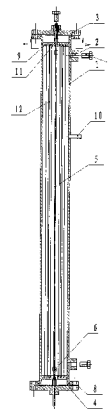
权利要求书 1 页 说明书 3 页 附图 1 页

(54) 发明名称

一种适用于流动型流体定压比热容测定的实验装置

(57) 摘要

本发明公开了一种适用于流动型流体定压比热容测定的实验装置,用于测定流动状态下的流体定压比热容(压力范围0-7MPa)。装置实验段位于真空腔内部,并利用多层遮热屏减小辐射热损失。利用稳压电源对实验段不锈钢管进行加热,测量得到加热电功率。位于实验段进出口的K型铠装热电偶测量流体进出口绝对温度和相对温度。真空腔和遮热屏减小了对流换热热损失和辐射热损失,使得热损失所占总加热功率的比例下降至约10%。



1. 一种适用于流动型流体定压比热容测定的实验装置,其特征在於:包括真空腔、加热部分和测量部分,真空腔包括真空腔外壳(1)、低温法兰(3)和高温法兰(4),加热部分包括实验加热管(5)和加热铜柱(6),所述的实验加热管(5)采用不锈钢管,待测流体由实验加热管(5)低温端进入实验段,在实验加热管(5)两端10mm处各银焊焊接一个加热铜柱(6),由稳压直流电源供电,利用实验加热管(5)自身的管电阻进行电加热,最后待测流体由高温端流出实验段;测量部分包括流体压力测量装置、加热管电加热功率测量装置、流体流量测量装置和流体实验段进出口温度测量装置,实验段位于真空腔内部,加热引线、数据采集引线从真空腔外壳(1)两端壁面的导引线孔(2)中引出,并利用带孔螺栓(7)压紧,将实验加热管(5)低温端从低温法兰(3)中心孔伸出,真空腔的空气从抽气孔(10)中抽出形成真空,在所述的真空腔内部设置四层遮热屏(12),遮热屏(12)由真空腔两端的定位板(9)进行定位,并统一焊接于真空腔外壳(1)内壁上,以减小辐射热损失;所述的实验装置用于测定高温小于等于 550°C 和高压 7MPa 下流体的定压比热容;所述的实验段的两端由卡套式接头连接有测温混合腔(11),保证实验段在要求的压力范围内无泄漏;所述测温混合腔(11)中设置精度等级为2级的K型铠装镍铬-镍硅热电偶,用来测定试验段进出口的绝对温度和相对温度;所述的真空腔的真空度为 0.06Pa ;两侧高温法兰(4)、低温法兰(3)与真空腔外壳(1)端面间利用周向槽中的密封垫圈(8)进行密封,确保两侧法兰密封的同时,保证电绝缘。

一种适用于流动型流体定压比热容测定的实验装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种适用于流动型高压流体定压比热容测定的实验设备,具体涉及基于工程热力学能量守恒定律来测定流动状态下 0-7MPa 压力下流体的定压比热容。

[0002] 背景技术

[0003] 随着航空发动机涡轮前温度和压气机增压比的提高,从压气机后级引出的冷却空气温度也逐渐提高,这将导致冷却气体的冷却品质降低,给发动机热端部件的冷却带来极大的挑战。在冷气用量和冷却结构在短时间内无法大幅改变的情况下,利用航空燃料的高热沉对冷却气体进行冷却,降低冷却气体的温度,不仅可以提高冷却气体的冷却品质,同时,还有利于航空燃料的雾化和燃烧,带来了较大的有效利用空间。但是,超临界压力下航空煤油会出现同常压下不同的热物性特点,且各种油品间成分的差异,国内外缺乏航空煤油 RP-3 的定压比热容实验数据,不利于这一新型冷却方式的研究、应用。国内外一些研究机构利用静态实验设备测量流体的定压比热容,但是在静态条件下,一定质量的煤油在测试设备中的驻留时间较长,测量结果中包括煤油组分发生化学变化所吸收(或放出)的热量,无法较好的模拟航空煤油在发动机内部短驻留时间的真实流动状态。同时,航空煤油在高温条件下,较长的驻留时间会对煤油组成成份造成不可逆的变化,影响“下游”测试点的测量结果。测量过程中对流换热热损失以及辐射热损失较大,测量数据存在较大的误差。

[0004] 因此,利用流动性高压液体定压比热容测定装置来实验测定液体定压比热容,可以真实的模拟航空煤油在发动机内部短驻留时间的流动情况,同时,实验段在真空腔中,并且采用四层高表面发射率的遮热屏,可以有效降低对流和辐射热损失,实验数据误差较小,这一实验设备对新型冷却方式研究提供有力帮助,也为 0-7MPa 压力下液体比热容的准确实验测定,提供了实验设备。

[0005] 发明内容

[0006] 本发明的目的是提供一种适用于 0-7MPa 压力下流动型液体定压比热容测定的实验设备,通过内部抽取真空,并在真空腔内部设置遮热屏,可以有效减小实验过程中的对流换热热损失和辐射热损失,以便获得准确的定压比热容实验数据,提供设计、

[0007] 由《工程热力学》中关于定压比热容的定义可知,定压力下,1Kg 物质温度升高(或降低)1K(或 1℃)所吸收(或放出)的热量,单位为 J/(Kg·K),称为定压比热容。该实验设备是根据能量守恒定律,在较小的进出口温差下,对流动液体进行加热,得到液体吸收的

热量和实验进出口液体温差,利用公式 $C_p = \frac{Q}{\dot{m}(T_{out} - T_{in})}$ 得到液体在进出口温度范围内的近似定压比热容。在实验过程中无法精确保证进出口温差 1K,所以获得的实验数据是近似真实比热容。

[0008] 本申请发明了一种适用于流动型流体定压比热容测定的实验装置,包括真空腔、加热部分和测量部分,真空腔包括真空腔外壳(1)、低温法兰(3)、高温法兰(4),加热部分包括实验加热管(5)和加热铜柱(6),其特征在于:待测流体由不锈钢管(5)低温端进入实验段,在实验加热管(6)两端约 10mm 处各银焊焊接一个加热铜柱(6),由稳压直流电源

供电,利用不锈钢管自身的管电阻进行电加热,由高温端流出实验段,测量部分包括流体压力测量装置、加热管电加热功率测量装置、流体流量测量装置和流体实验段进出口温度测量装置,实验段位于真空腔内部,加热引线、数据采引线从真空腔外壳两端壁面的导引线孔(2)中引出,并利用带孔螺栓压紧,将加热管低温端从低温法兰(3)中心孔伸出,真空腔的空气从抽气孔10中抽出形成真空,遮热屏(12)由真空腔两端的定位板9进行定位。

[0009] 这种用于流动型液体定压比热容测定的实验设备,流体通过真空腔内部的实验段,利用稳压直流电源对不锈钢304管5(外径2.2mm,内径1.8mm)进行直接电加热。实验段两端由卡套式接头连接测温混合腔11,保证实验段在要求的压力范围内(0-7MPa)无泄漏。实验段的进出口绝对温度和进出口相对温度由两端测温混合腔中精度等级为2级的K型铠装镍铬-镍硅热电偶测得。真空腔内部设置四层遮热屏11,减小辐射热损失(当实验段高温出口温度为550℃,真空腔外表面温度为50℃时,辐射热损失约为5.85W)。为了降低对流换热热损失,在实验前利用真空泵通过抽气孔10对真空腔内部抽取真空,并利用真空表监测内部压力变化(设计最高真空度为0.06Pa)。

[0010] 本发明的优点在于:(1)采用流动法测定流体的定压比热容,而静态实验只能测量流体静态的比热容,本发明相对静态实验设备能模拟流体在流动换热过程中的定压比热容变化,克服了静态实验固有的缺陷。(2)实验段在真空环境下进行,并采用遮热屏,有效降低了对流换热热损失和辐射热损失。(3)该装置可以测定高温($\leq 550^{\circ}\text{C}$)高压(0-7MPa)下流体的定压比热容,测定范围相对现有的实验设备有大幅度提高。

附图说明

[0011] 图1定压比热容测定装置示意图

[0012] 图2是图1的A-A剖视图

[0013] 图中: 1. 真空腔外壳 2. 导线引线孔 3. 低温法兰 4. 高温法兰 5. 实验加热管 6. 加热铜柱 7. 带孔螺栓 8. 密封垫圈 9. 定位板 10. 抽气孔 11. 测温混合腔 12. 遮热屏(4层)

具体实施方式

[0014] 下面将结合附图对本发明作进一步的详细说明。参见图1所示。实验设备包括真空腔、加热部分和测量部分,真空腔包括真空腔外壳(1)、低温法兰(3)、高温法兰(4),加热部分包括实验加热管(5)和加热铜柱(6),其特征在于:待测流体由不锈钢管(5)低温端进入实验段,在实验加热管(6)两端约10mm处各银焊焊接一个加热铜柱(6),由稳压直流电源供电,利用不锈钢管自身的管电阻进行电加热,由高温端流出实验段,测量部分包括流体压力测量装置、加热管电加热功率测量装置、流体流量测量装置和流体实验段进出口温度测量装置,实验段位于真空腔内部,加热引线、数据采引线从真空腔外壳两端壁面的导引线孔(2)中引出,并利用带孔螺栓压紧,将加热管低温端从低温法兰(3)中心孔伸出,真空腔的空气从抽气孔10中抽出形成真空,遮热屏(12)由真空腔两端的定位板9进行定位。

[0015] 加热部分。本发明是一种适用于流动型液体定压比热容测定的实验设备,待测流体从不锈钢管5低温端进入实验段,在实验管两端约为10mm处,分别银焊焊接一个加热铜柱6,由稳压直流电源供电,利用不锈钢管自身的管电阻进行电加热,由高温端流出实验段。

[0016] 测量部分（未示出）。在实验过程中需要测量加热管内的流体压力、加热管的电加热功率、待测流体的质量流量以及待测流体实验段进出口的温度。三者均由调节阀进行调节，并利用数采系统进行实时的采集和存储。这些测量和数据采集装置可采用现有的本领域所熟知的装置实现。

[0017] 密封。实验段装配完成后，装入真空腔，将加热引线、电加热功率数采引线从真空腔外壳两端壁面的导线引线孔 2 中引出，将低温段不锈钢管从低温法兰 3 中心孔伸出，对以上三处涂抹高温玻璃胶（最高耐温 1280℃），利用带孔螺栓 7 压紧，保证密封效果。两侧高、低温法兰，利用周向槽中的密封垫圈 8 进行密封。安装完成后，法兰同真空腔外壳 1 端面间的距离约为 2mm，确保两侧法兰密封的同时，保证电绝缘。

[0018] 热损失。将导线引线孔，高、低温法兰的密封完成后，从抽气孔 10 抽取内部空气，同时用真空表监测内部真空度，减小对流换热热损失。同时，遮热屏 12 由两端定位板 9 进行定位，并统一焊接于真空腔外壳 1 内壁上，以减小辐射热损失。

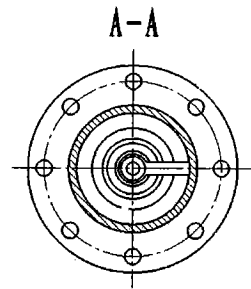
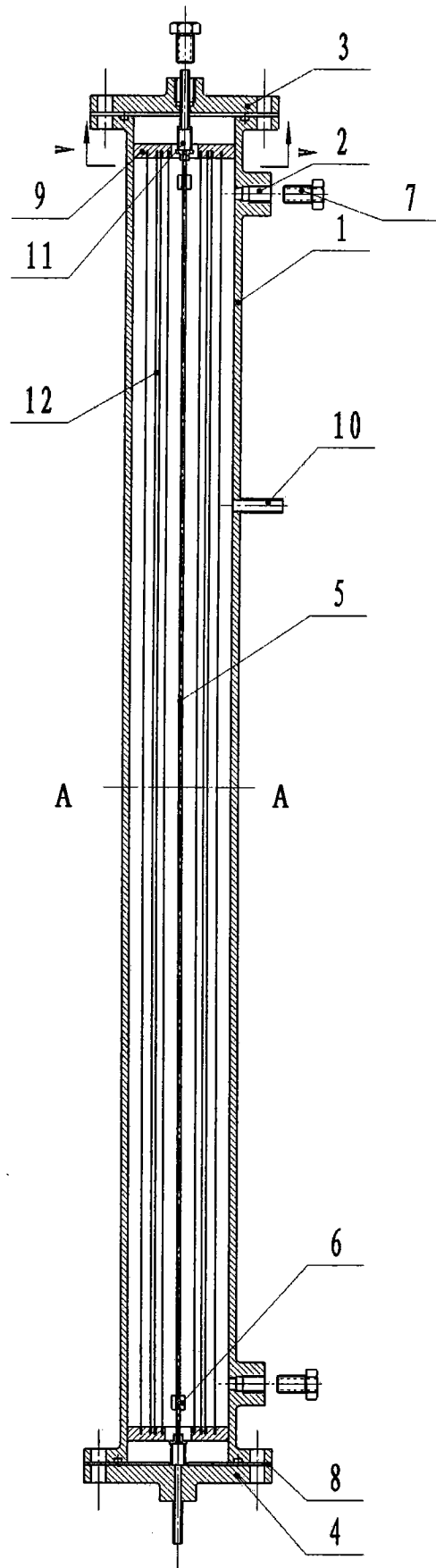


图 2

图 1