



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102928151 B

(45) 授权公告日 2014. 12. 24

(21) 申请号 201210458198. 9

CN 1587942 A, 2005. 03. 02, 说明书第 3 页第 7 段至第 6 页第 2 段及附图 1.

(22) 申请日 2012. 11. 14

CN 102486391 A, 2010. 12. 03, 全文.

(73) 专利权人 中国科学院工程热物理研究所
地址 100080 北京市海淀区北四环西路 11 号

审查员 周珊珊

(72) 发明人 李勋锋 蔡军 淮秀兰 郭江峰
陶毓伽

(74) 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任
公司 11021

代理人 周长兴

(51) Int. Cl.

G01L 11/00(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 1587942 A, 2005. 03. 02, 说明书第 3 页第 7 段至第 6 页第 2 段及附图 1.

CN 201413218 Y, 2010. 02. 24, 说明书第 1 页第 5 段至第 3 页第 3 段及附图 3-4.

CN 201318976 Y, 2009. 09. 30, 全文.

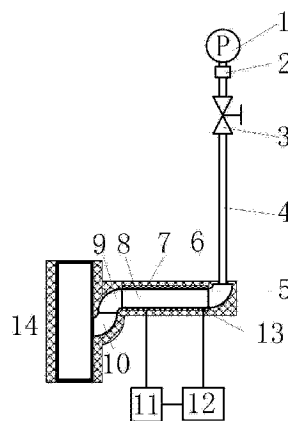
权利要求书1页 说明书3页 附图1页

(54) 发明名称

一种液态金属压力测量方法及装置

(57) 摘要

一种液态金属压力测量装置, 主要包括: 一压力表连接气体管; 气体管通过转接弯头连接引压缓冲管; 引压缓冲管通过弯头连接至液态金属管道。本发明还提供了利用上述装置测量液态金属压力的方法。本发明可以直接采用常规压力传感器对液态金属的压力进行测量, 结构简单, 易于维护, 即使液态金属凝固后也不会对压力传感器造成损害。从而克服了公知技术中的两组膜片传感器及装置, 不需要两组膜片组合使用, 不存在液态中间介质选择问题。



1. 一种液态金属压力测量装置,主要包括:

一压力表,连接气体管;

气体管通过转接弯头连接引压缓冲管,气体管为竖直放置并裸露在大气中,引压缓冲管为水平安放;

引压缓冲管通过弯头连接至液态金属管道;

引压缓冲管的管壁安装有电加热元件和保温材料,引压缓冲管靠近气体管的一端安装有温度传感器;温度传感器、电加热元件分别与PID控制仪表、继电器连接,PID控制仪表与继电器连接。

2. 根据权利要求1所述的液态金属压力测量装置,其中,压力表和气体管之间连接有阀门。

3. 根据权利要求1所述的液态金属压力测量装置,其中,引压缓冲管与液态金属管道可任意角度连接。

4. 一种利用权利要求1所述装置测量液态金属压力的方法:

首先将液态金属压力测量装置内部抽真空,充入惰性气体微正压保护,液态金属流经液态金属管道时,将测压装置内的气体通过弯头部分进行密闭,引压缓冲管和气体管内的惰性气体被封闭在管内;

当液态金属管道内压力升高时,压缩密闭在引压缓冲管和气体管内的惰性气体,直到达到压力平衡,通过对压力表测量的气体压力进行修正即可获得液态金属管道引压口处的压力。

5. 根据权利要求4所述的方法,其中,充入的惰性气体为氩气或氮气。

6. 根据权利要求4所述的方法,其中,气体管为竖直放置并裸露在大气中;引压缓冲管为水平安放。

7. 根据权利要求4所述的方法,其中,温度传感器测量得到的温度采集到PID控制仪表内与所设定的温度进行对比计算,控制电加热元件的加热功率维持引压缓冲管最低温度高于液态金属的熔点,防止液态金属在引压缓冲管内凝固,影响压力测量。

一种液态金属压力测量方法及装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种高温液态金属压力测量装置。

[0002] 本发明还涉及一种利用上述装置测量高温液态金属压力的方法。

背景技术

[0003] 液态金属由于具有高的换热能力,在高热流密度散热需求的工业领域有着广泛的应用,尤其是在核工业领域目前已经被广泛应用,如铅铋合金、锂铅合金、钠和钠钾合金等具有高沸点低熔点的金属目前在一些反应堆内作为一回路冷却介质已经应用。由于液态金属的流动传热等特性与常规流体不同,国内外许多研究机构的实验室内也搭建了大规模液态金属流动传热及腐蚀特性研究实验平台。液态金属一般具有腐蚀性,且温度较高,其关键参数压力的测量是其中的一个难点,而压力监控是液态金属回路安全运行的一个必需指标。目前一般采用了两组膜片传感器的方式对液态金属的压力进行测量,压力传感器不直接接触具有较高腐蚀能力及较高温度的液态金属,单独制作耐高温腐蚀的膜片跟液态金属接触,然后通过在该膜片与压力传感器膜片间一段管道内填充腐蚀性小且常温下为液态的介质将液态金属压力传递到压力传感器进行测量,同时通过中间管道的自然对流冷却降低温度,使得压力传感器工作在安全温度范围内。两组膜片的压力测量装置结构复杂,对中间填充介质要求较高,理想状态是不可压介质且体积不受温度变化影响最好,否则由于温度的变化会引起较大的测量误差,其沸点要高,在与液态金属接触侧的较高温度下不能产生相变,常温下也要保持液态,要具有较小的腐蚀性,因此二次侧介质的选择也是一个难点,很难找到理想的中间介质。而且若与液态金属直接接触的膜片损坏后,不能实现在线更换。大部分液态金属在常温下一般呈固态,因此液态金属常温凝固条件下不能再接触压力膜片,否则凝固过程中的体积变化可能会对直接接触膜片产生不可逆损伤。

发明内容

[0004] 本发明的目的是提供一种液态金属压力测量装置。

[0005] 本发明的又一目的在于提供一种利用上述装置测量液态金属压力的方法。

[0006] 为实现上述目的,本发明提供的一种液态金属压力测量装置,主要包括:

[0007] 一压力表连接气体管;

[0008] 气体管通过转接弯头连接引压缓冲管;

[0009] 引压缓冲管通过弯头连接至液态金属管道。

[0010] 所述的液态金属压力测量装置,其中,压力表和气体管之间连接有阀门。

[0011] 所述的液态金属压力测量装置,其中,引压缓冲管与液态金属管道可任意角度连接。

[0012] 所述的液态金属压力测量装置,其中,引压缓冲管的管壁安装有温度传感器、电加热元件和保温材料;温度传感器、电加热元件分别与PID控制仪表、继电器连接,PID控制仪表与继电器连接。

[0013] 所述的液态金属压力测量装置,其中,引压缓冲管靠近气体管的一端安装有温度传感器。

[0014] 本发明提供的利用上述装置测量液态金属压力的方法:

[0015] 首先将液态金属压力测量装置内部抽真空,充入惰性气体微正压保护,液态金属流经液态金属管道时,将弯头内气体排出并充入液态金属,引压缓冲管和气体管内的惰性气体被封闭在管内;

[0016] 当液态金属管道内压力升高时,压缩密闭在引压缓冲管和气体管内的惰性气体,直到达到压力平衡,通过压力表测量气体压力即可获得对应位置液态金属的压力。

[0017] 所述的方法,其中,充入的惰性气体为氩气或氮气。

[0018] 所述的方法,其中,气体管为竖直放置并裸露在大气中;引压缓冲管为水平安放。

[0019] 所述的方法,其中,温度传感器测量得到的温度采集到PID控制仪表内与所设定的温度进行对比计算,控制电加热元件的加热功率维持引压缓冲管最低温度高于液态金属的熔点,防止液态金属在管内凝固,影响压力测量。

[0020] 本发明具有以下优点:

[0021] 1) 结构简单,不需要两组膜片共同工作;

[0022] 2) 不需要填充中间液态介质;

[0023] 3) 可以直接在线维护更换传感器部件;

[0024] 4) 液态金属凝固也不会对传感器有损坏;

[0025] 5) 在发生管路堵塞故障时对液态金属压力有缓冲作用。

附图说明

[0026] 图1是本发明液态金属管道与引压缓冲管呈垂直连接时的装置示意图。

[0027] 图2是本发明液态金属管道与引压缓冲管呈水平连接时的装置示意图。

[0028] 附图中主要组件符号说明:

[0029] 1 压力表;2 压力表安装座;3 阀门;4 气体管;5 转接弯头;6 保温材料;7 电加热元件;8 引压缓冲管;9、10 弯头;11 继电器;12PID控制仪表;13 温度传感器;14 液态金属管道。

具体实施方式

[0030] 本发明的测压装置包括有压力表1(可以是指针、数显压力仪表等),压力表安装座2,阀门3(可以是球阀、截止阀等),气体管4,转接弯头5,保温材料6,电加热元件7(可以是电加热带、电加热膜、电加热片等),引压缓冲管8,弯头9和10,继电器11(可以是交流接触器、固态继电器、调压器等),PID控制仪表12,温度传感器13(可以是热电偶、热电阻等)。具体连接关系如图1所示:

[0031] 压力表1安装在压力表安装座2上,并连接至气体管4,在压力表1和气体管4之间安装有阀门3。气体管4通过转接弯头5连接至引压缓冲管8的一端。引压缓冲管与液态金属管道可任意角度连接,由于图1显示的是液态金属管道14与引压缓冲管8呈垂直连接关系,因此在引压缓冲管8与液态金属管道14之间采用两个弯头9、10,即引压缓冲管8的另一端通过弯头9、10连接至液态金属管道14。如果液态金属管道14与引压缓冲管8呈

水平连接关系,则如图2所示只需要安装一个弯头9。引压缓冲管8的管壁上安装有温度传感器13、电加热元件7、保温材料6,温度传感器13与PID控制仪表12连接,电加热元件7与继电器11连接,继电器11与PID控制仪表12连接。

[0032] 本发明上述装置使用时,在工作回路填充液态金属之前,先对上述装置进行抽真空处理,同时进行检漏,保证本发明压力表1、气体管4与引压缓冲管8的气体密封性。抽真空处理后通过充入惰性气体微正压保护,防止空气中杂质气体渗入,惰性气体一般采用氩气或氮气等大分子气体。液态金属流经液态金属管道14时,由于存在密度差,弯头10内的气体被排出,并充入液态金属,弯头9及引压缓冲管8、气体管4内的惰性气体被封闭在管内。当液态金属管道14内的压力升高时,压缩密闭在弯头9及引压缓冲管8、气体管4内的惰性气体,直到达到压力平衡,此时压力表所测气体压力经过修正后即为液态金属管道对应位置压力。修正后液态金属管道14引压口处的压力可表达为:

$$[0033] \quad P = P_0 + \rho_1 gH$$

[0034] 式中, P_0 为压力表1所测压力, ρ_1 为液态金属密度, g 为重力加速度, H 为液态金属管道14引压位置与引压缓冲管8中心轴间的垂直距离。

[0035] 本发明中引压缓冲管8与气体管4内部容积及气体管4长度和壁厚的选取比较关键,需根据所测位置正常工作时可能出现的最大压力进行设计。根据所测位置出现的最大压力计算密闭在管内的气体被压缩后的体积,气体管4的容积要稍小于最大压力下气体压缩后的体积,体积压缩部分通过较大容积的引压缓冲管8部分吸收,最大压力下引压缓冲管8内液态金属充满率为90%以上。为了安全工作,气体管4需要竖直放置,裸露在大气中,长度及厚度应满足当密闭气体出现缓慢泄露时液态金属流入气体管4到达阀门3前,通过自然冷却可以使液态金属凝固的要求,以保护压力仪表安全。同时满足通过自然冷却后,任何情况下与压力表1接触部分气体温度低于压力表1正常工作允许的最高温度。

[0036] 本发明中引压缓冲管8要水平放置,尽可能减小由于内部液态金属的填充高度变化引起的压力测量误差。引压缓冲管8的外壁靠近气体管4一端安装有温度传感器13,测量温度采集到PID控制仪表12内与设定的控制目标值进行对比运算,控制继电器11动作,调节引压缓冲管8外壁的电加热元件7的加热功率,维持引压缓冲管8最低温度高于液态金属的熔点,防止液态金属在管内凝固,影响压力测量。

[0037] 本发明中阀门3的作用是在线更换压力表1,当压力表1出现故障时,关闭阀门3即可对压力表1进行在线更换,然后将阀门关闭,安装压力表1后打开阀门,本发明装置即可正常工作。

[0038] 本发明中液态金属直接与气体接触,在出现管路堵塞等故障时,对液态金属压力的急剧变化起到缓冲作用。气体管4内惰性气体具有可压缩性,因此本发明不适用于压力变化剧烈的瞬态压力测量,适于稳定流动的压力测量以及缓慢变化的压力测量。

[0039] 本发明可以直接采用常规压力传感器对液态金属的压力进行测量,结构简单,易于维护,即使液态金属凝固后也不会对压力传感器造成损害。从而克服了公知技术中的两组膜片传感器及装置,不需要两组膜片组合使用,不存在液态中间介质选择问题。

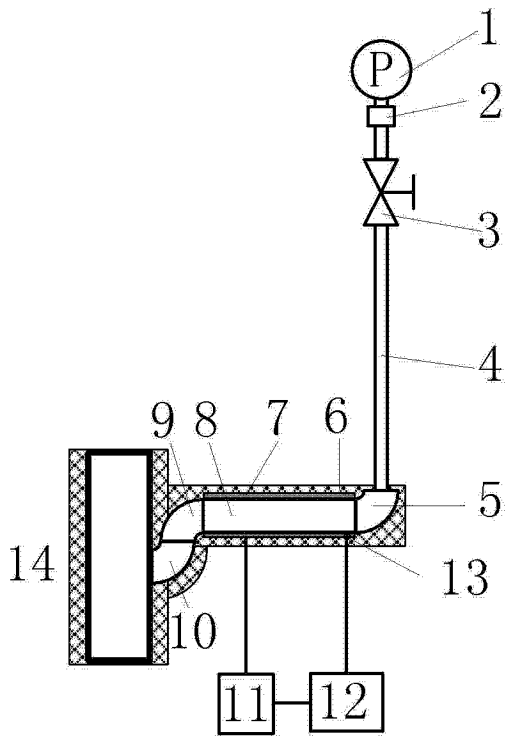


图 1

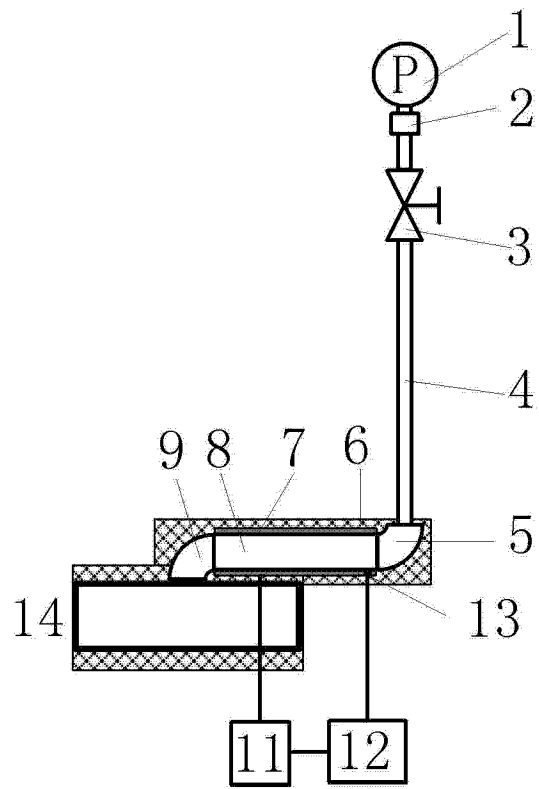


图 2