



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110763394 B
(45) 授权公告日 2025. 01. 21

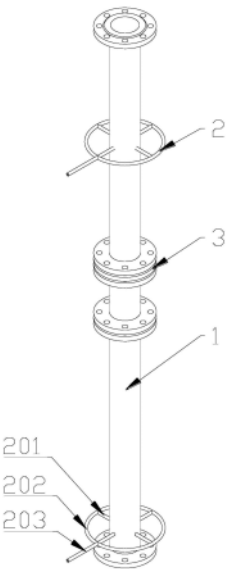
(21) 申请号 201911000776.2
(22) 申请日 2019.10.21
(65) 同一申请的已公布的文献号
 申请公布号 CN 110763394 A
(43) 申请公布日 2020.02.07
(73) 专利权人 华北电力大学
 地址 102206 北京市昌平区朱辛庄北农路2号
(72) 发明人 陆道纲 秦亥琦 钟达文 刘少华 司宇
(74) 专利代理机构 北京众合诚成知识产权代理有限公司 11246
 专利代理师 黄家俊
(51) Int. Cl.
 G01L 19/00 (2006.01)

(56) 对比文件
 CN 108414041 A, 2018.08.17
 CN 211696775 U, 2020.10.16
 审查员 章英

权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54) 发明名称
 用于实验现场竖直圆管内液体差压测量的
 环形取压装置

(57) 摘要
 本发明公开了属于流量的测量领域的一种用于实验现场竖直圆管内液体差压测量的环形取压装置；其中节流装置设置于竖直圆管的中段，两个环形取压装置分别垂直安装于竖直圆管的高压段和低压段上；环形取压装置包括轴线位于同一平面的引压管、均压环和测量管，其中均压环为环形管，四根引压管均匀安装在均压环内侧，四根引压管通过取压孔与被测量的竖直圆管光滑连接，测量管安装在均压环的外侧，测量管外安装有差压变送器，竖直圆管内的液体经引压管进入均压环，并在均压环内均匀混合。本发明改进了目前热工水力学实验中所广泛采用的直接取压方式，避免了脉动压力、振动等对差压测量带来的不利影响，提高差压测量精度。



1. 一种用于实验现场竖直圆管内液体差压测量的环形取压装置,其特征在于,包括:竖直圆管(1)、节流装置(3)和两个环形取压装置(2),其中节流装置(3)设置于竖直圆管(1)的中段,两个环形取压装置(2)分别垂直安装于竖直圆管(1)的高压段和低压段上;

环形取压装置(2)包括轴线位于同一平面的引压管(201)、均压环(202)和测量管(203),其中均压环(202)为环形管,四根引压管(201)均匀安装在均压环(202)内侧,四根引压管(201)通过取压孔(204)与被测量的竖直圆管(1)光滑连接,测量管(203)安装在均压环(202)的外侧,测量管(203)外安装有差压变送器,竖直圆管(1)内的液体经引压管(201)进入均压环(202),并在均压环(202)内均匀混合;

所述引压管(201)的内径、所述均压环(202)的内径、所述测量管(203)的内径与取压孔(204)的孔径相等;引压管(201)长度 $\geq$ 取压孔(204)直径的10倍;避免了由于流致振动与脉动压力对差压测量带来的不利影响;

所述取压孔(204)为圆形;取压孔(204)的轴线与竖直圆管(1)的轴线垂直,取压孔的直径小于竖直圆管(1)直径的8%;

所述测量管(203)与四根引压管(201)中的任意一根轴线共线;

高压段取压装置与节流装置(3)的距离为10D以上,低压段取压装置与节流装置3间的距离为5D以上,其中D为竖直圆管(1)的内径。

用于实验现场竖直圆管内液体差压测量的环形取压装置

技术领域

[0001] 本发明属于流量的测量技术领域,具体为一种用于实验现场竖直圆管内液体差压测量的环形取压装置。

背景技术

[0002] 热工水力学实验研究是能源动力工程、核工程与核技术、石油化工等专业学科中有关流体力学研究的重要组成部分。流体差压是热工水力学实验的关键测量参数,故在实验环境中,对实验流体工质差压的准确测量是关乎实验准确性、测量可靠性的重要保证。

[0003] 压力定义为介质垂直作用在单位面积上的力,即物理学中所谓压强;而任意两点间压力之差即为差压。在热工水力学实验环境中,根据流体力学原理,流体压力主要由两部分组成,分别为重力导致的流体静压以及由于流体流动导致的流动动压。目前在工业应用中,广泛使用的压力测量方法主要有液柱式压力计、弹性式压力计、电气式压力计以及活塞式压力计,其中液柱式压力计以及弹性式压力计由于读数不便、无法远程控制等缺点一般不用于热工水力学实验现场的自动化差压测量;活塞式压力计主要作为标准仪器用于校准、刻度其他压力测量设备,不用于实验现场的差压测量;考虑到热工水力学实验中流体流速较大、压力可观,同时为便于自动化数据采集、传输以及远程控制,在实验环境中差压的测量多采用差压变送器加以实现。本发明基于工业差压变送器作为压力测量设备,而在差压变送器安装过程中,取压点的布置、取压方式对于测量准确性具有显著影响。

[0004] 国内外针对差压测量的相关研究多集中于测量设备的终端开发、理论研究,而关于取压方式的这一基础性内容的研究则十分缺乏。徐思捷等人以核动力事故后压力容器水位监测为应用背景,基于热扩散原理,设计了一种压力容器水位测量系统。采用浸入式的方法将水位探测器伸入被测量关键点,通过信号处理可以显示液位情况,该系统具有测量直观、信号处理简单等特点。

[0005] 为了解决发动机左右进气道差压测量偏差的原因,刘昆等人在文章《发动机左右进气道压降测量偏差原因分析》中通过对进气道测压系统结构及原理分析,阐明了测压管路、测试设备及静压孔之间的关联和影响,确定了发生偏差的原因;采取对测压管路合理布局、测试设备合理选择以及静压孔合理维护措施,减小了左右进气道测量偏差;但该方案中差压的测量仍采用传统的直接取压方式。

[0006] 如中国公开号为ZL201810394606.6中公开的一种环形孔板节流装置及其取压排污方法,通过对环形孔板节流装置上的排污管进行移位改造,使得引压管与排污管处于同一直线上,便于及时排污以及取压管道的疏通。该发明主要用于煤气等气体工质,以排污为主要侧重点。

[0007] 综上所述,中低压、中低温热工水力学实验中,关于竖直圆管内液体差压测量取压方式的研究尚不充分,针对性不够强。主要表现在以下三个方面:1)目前热工水力学实验中液体差压的测量多采用传统的直接取压方式,而该方式在测量准确性方面存在固有缺陷,相关实验研究较少;2)中低压、中低温热工水力实验环境中,差压测量取压方法的研究很

少,无明确的设计标准;3) 竖直圆管内液体差压测量取压方式的相关研究较少。同时,传统的直接取压方式为了使得流体流动稳定,引压管长度应尽可能长,在实验室等狭小空间内,对于设备安装、空间利用等均带来不利影响。

[0008] 针对目前热工水力学实验中竖直圆管内液体差压测量所采用的直接取压方法的不足之处,为了在热工水力学实验中准确测量液体差压,设计了一种适用于中低压、中低温热工水力学实验台架、实验装置等实验现场液体差压测量的环形取压装置,对于实验测量准确性与工程应用均具有积极意义。

发明内容

[0009] 针对背景技术中存在的问题,本发明提供了一种用于实验现场竖直圆管内液体差压测量的环形取压装置,其特征在于,包括:竖直圆管、节流装置和两个环形取压装置,其中节流装置设置于竖直圆管的中段,两个环形取压装置分别垂直安装于竖直圆管的高压段和低压段上;

[0010] 环形取压装置包括轴线位于同一平面的引压管、均压环和测量管,其中均压环为环形管,四根引压管均匀安装在均压环内侧,四根引压管通过取压孔与被测量的竖直圆管光滑连接,测量管安装在均压环的外侧,测量管外安装有差压变送器,竖直圆管1内的液体经引压管进入均压环,并在均压环内均匀混合;引压管长度 $\geq$ 取压孔直径的10倍。

[0011] 所述引压管的内径、所述均压环的内径、所述测量管的内径与取压孔的孔径相等。

[0012] 所述取压孔为圆形;取压孔的轴线与竖直圆管的轴线垂直,取压孔的直径小于竖直圆管直径的8%。

[0013] 所述测量管与四根引压管中的任意一根轴线共线。

[0014] 本发明的有益效果在于:

[0015] 1. 中低压、中低温热工水力学实验台架、实验装置等实验现场圆管内液体差压的准确测量。

[0016] 2. 有效缓解液体在圆管内流动时由于流速过高对差压测量可能导致的不利影响,起到缓冲作用。

[0017] 3. 改进了目前热工水力学实验中所广泛采用的直接取压方式,避免了脉动压力、振动等对差压测量带来的不利影响,提高差压测量精度,保证实验准确性、测量可靠性。

[0018] 4. 均压管使得液体均匀混合,具有较好的缓冲作用,提高测量精度与数据稳定性。

附图说明

[0019] 图1为本发明一种用于实验现场竖直圆管内液体差压测量的环形取压装置实施例的结构示意图;

[0020] 图2为本发明实施例的正视图;

[0021] 图3为图2在A-A剖面的剖面图。

[0022] 其中:1- 竖直圆管,2- 环形取压装置,3- 节流装置,201- 引压管,202- 均压环,203- 测量管,204- 取压孔。

具体实施方式

[0023] 以下结合附图对本发明作进一步的详细说明。

[0024] 如图1所示的本发明实施例用于测量竖直圆管1内两点间液体差压(压力差),因此环形取压装置2根据液体流动方向分为高压段取压装置与低压段取压装置两部分;实施例包括:竖直圆管1、节流装置3和两个环形取压装置2,竖直圆管1的中段设有节流装置3;由于节流装置3的存在,竖直圆管1内的流动液体存在差压,且竖直圆管1的下游方向为低压段;

[0025] 高压段取压装置与低压段取压装置这两个环形取压装置2分别垂直安装于竖直圆管1的高压段和低压段上;为了使得取压点可以准确反应液体压力,为避免局部阻力导致的压力损失,应尽可能使得高压段取压装置与节流装置3间的距离为 $10D$ (D 为竖直圆管1的内径)以上;低压段取压装置与节流装置3间的距离为 $5D$ 以上;除此之外根据流体力学原理,安装环形取压装置2时还需遵循以下原则:

[0026] 在本实施例中,节流装置3为弦切圆形状的不锈钢金属片,节流装置3通过外侧所设的法兰安装于多个竖直圆管1的法兰之间;

[0027] 在本实施例中,竖直圆管1的内径为123mm;

[0028] 在本实施例中,高压段取压装置与节流装置3间的距离为1403mm,低压段取压装置与节流装置3间的距离为630mm;

[0029] 1) 环形取压装置2需安装在液体直线流动的管段部分,不可安装在弯头、三通等可能出现漩涡的地方,避免产生局部压力损失;

[0030] 2) 环形取压装置2需与竖直圆管1中液体流动方向垂直;

[0031] 3) 需确保进入取压装置的液体为单相介质,无气体混杂,需预留排气口,在本环形取压装置2中,利用差压变送器的排气孔进行排气;

[0032] 4) 为防止在寒冷条件下环形取压装置2管壁外结冰,实验中需利用保温层包覆,避免温度大幅度变化。

[0033] 如图2所示,环形取压装置2包括轴线位于同一平面的引压管201、均压环202和测量管203,其中均压环202为环形管,四根引压管201均匀安装在均压环202内侧,四根引压管201通过取压孔204与被测量的竖直圆管1光滑连接,测量管203安装在均压环202的外侧,且测量管203的轴线与均压环202的任意一根径线共线,测量管203的外端通过金属软管与有差压变送器所对因的高压端或低压端相连,差压变送器在测量中引出被测量液体;竖直圆管1内的液体经引压管201进入均压环202,并在均压环202内均匀混合,避免了由于流致振动与脉动压力对差压测量带来的不利影响,起到了缓冲作用;经均压环202混合后的液体最终通过测量管203与差压变送器高、低压接受端连接,完成差压测量;引压管201、均压环202与测量管203的内外径均相等,且内径均等于取压孔204的孔径,引压管201长度 $\geq$ 取压孔204直径的10倍;

[0034] 取压孔204为圆形;取压孔204的轴线与竖直圆管1的轴线垂直;为保证液体在均压环202内充分混合,引压管201与被测量的竖直圆管1直接相连;同时由于引压管201与被测量的竖直圆管1直接相连,且因圆管内流速较高,因此在保证钻孔精度与液体流动通畅的条件下,取压孔204的直径小于 $0.08D$,避免对于圆管内液体流动的干扰,均压环202的内径根据被测量圆管直径进行调整;

[0035] 由于从引压管201流入的液体已在均压环内已混合均匀,因此在本实施例中,测量

管203与四根引压管201中的任意一根轴线共线(正对)设置,而不会影响测量结果;

[0036] 在本实施例中,所使用的差压变送器为罗斯蒙特的3051DP4A22A1AB4M5HR5K8型差压变送器,其中量程范围为248.6~710kPa、工作温度为-50~250℃,该型差压变送器高、低压端与金属软管间通过螺纹连接,通过其内置排气旋钮完成排气操作;

[0037] 在本实施例中,光滑连接的方式为光滑焊接,即取压孔204附近的焊接处无明显倒角、凹槽、毛刺等,避免附加阻力导致的压力损失;

[0038] 在本实施例中,均压环202的外径是173.50mm;

[0039] 在本实施例中,引压管201的长度为100mm,环形取压装置2的其他主要参数请见表1。

[0040] 表1环形取压装置2主要参数

[0041]	参数	数值	备注
	设计压力	$\leq 1.6\text{MPa}$	中低压
	工作介质	液体	去离子水等
	工作温度	$\leq 100^{\circ}\text{C}$	中低温
	内径	9.2mm	
	外径	14mm	
	材质	304#不锈钢	
	连接方式	焊接	

[0042] 本实施例的具体安装工作流程为:

[0043] 1) 按表1完成环形取压装置2的制造,随后安装至竖直圆管1上,并根据具体位置分为高压段取压装置与低压段取压装置;

[0044] 2) 将高压段取压装置与低压段取压装置中的测量管203分别与差压变送器的高、低压端相连接;

[0045] 3) 待实验液体工质充满整个被测量圆形管道与环形取压装置2;

[0046] 4) 通过差压变送器预留排气孔进行排气,保证进入环形取压装置2为单相液体,防止气塞;

[0047] 5) 实验过程中完成差压测量。

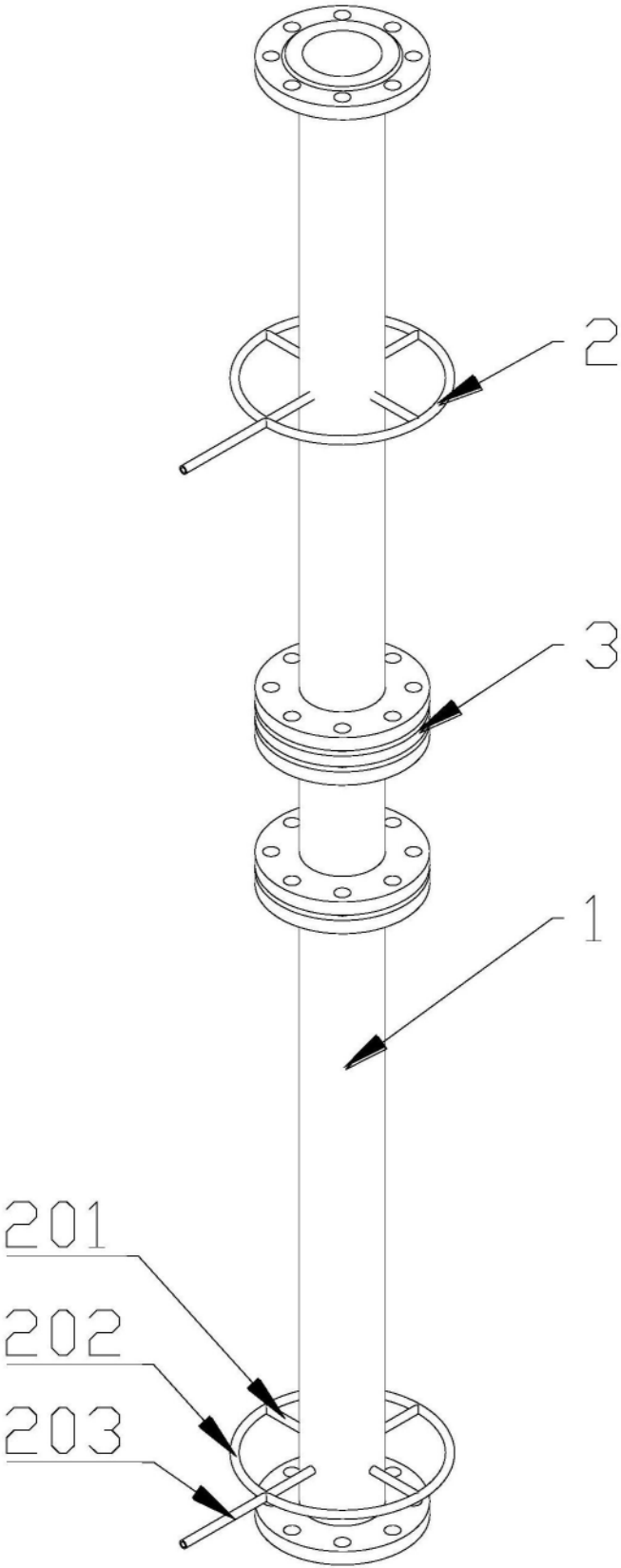


图1

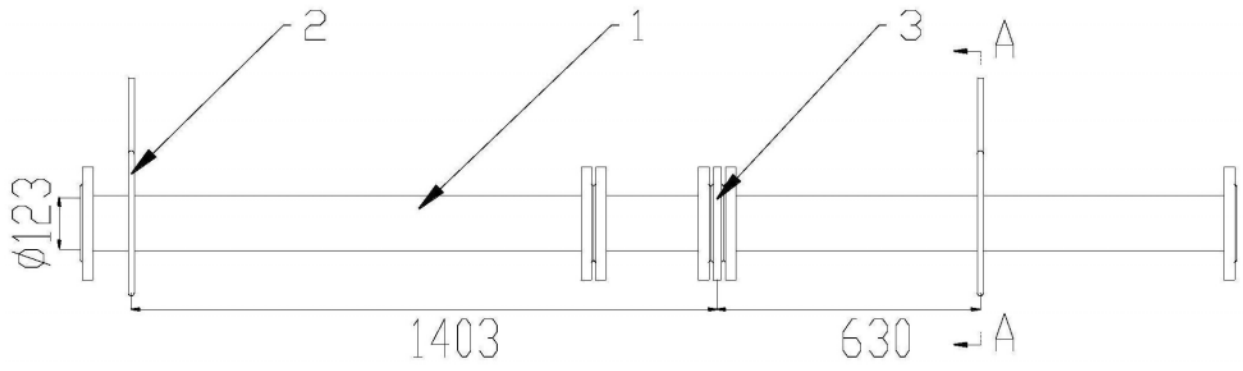


图2

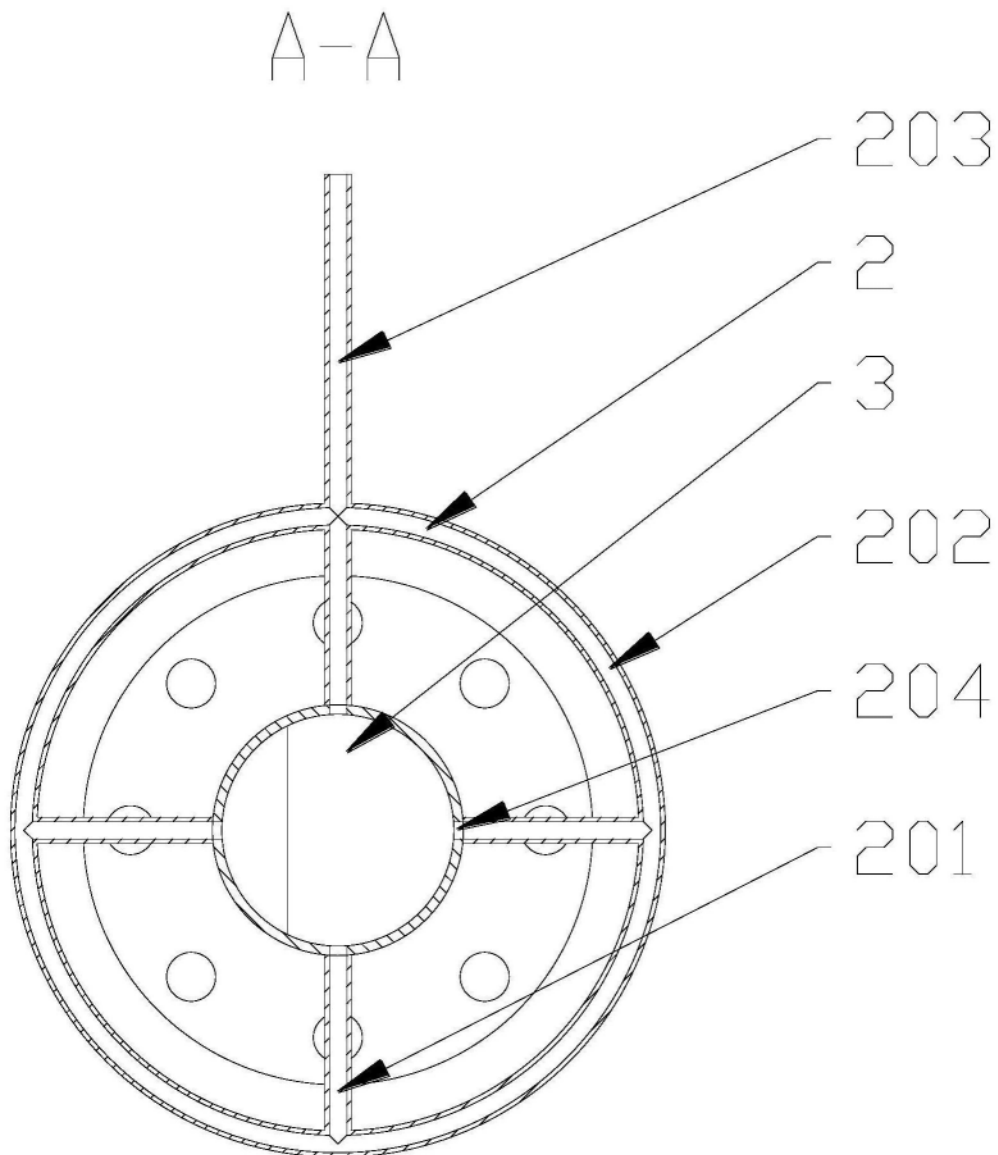


图3