

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

G01R 31/12 (2006.01)

G01N 17/00 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200710078161.2

[43] 公开日 2008年2月20日

[11] 公开号 CN 101126792A

[22] 申请日 2007.1.31

[21] 申请号 200710078161.2

[71] 申请人 重庆大学

地址 400044 重庆市沙坪坝区沙正街 174 号
重庆大学电气工程学院

[72] 发明人 蒋兴良 孙才新 司马文霞 张志劲
胡建林 廖瑞金 舒立春 胡 琴
杨 庆 卢 至

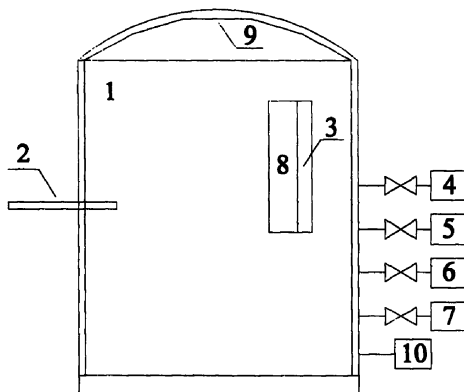
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 5 页

[54] 发明名称

用于电气试验的大型多功能人工气候室系统

[57] 摘要

用于电气试验的大型多功能人工气候室系统，属于高电压与绝缘技术领域，特别是涉及复杂大气环境下输变电设备外绝缘的人工模拟试验系统。该系统由人工气候室主体(1)、电源引入穿墙套管(2)、风速模拟装置(3)、制冷系统(4)、抽空系统(5)、蒸汽雾系统(6)、水处理系统(7)、覆冰、喷雾、淋雨系统(8)、吊钩与旋转装置(9)、试验环境测量系统(10)构成。本发明提供的大型多功能气候室系统，可模拟海拔高度 232 ~ 7000m、气压 98.6 ~ 30kPa、温度 -45℃ ~ 70℃、风速 0 ~ 12m/s、水电导率 10 ~ 5000 μ S/cm，能实现对高海拔、覆冰、喷雾、淋雨等复杂气象环境的模拟调控。



1、一种用于电气试验的大型多功能人工气候室系统，其特征在于，该系统包括人工气候室主体(1)、电源引入穿墙套管(2)、风速模拟装置(3)、制冷系统(4)、抽空系统(5)、蒸汽雾系统(6)、水处理系统(7)、覆冰、喷雾、淋雨系统(8)、吊钩与旋转装置(9)、试验环境测量系统(10)，其中：所述的人工气候室主体(1)还包含进风道(11)、回风道(12)、门道(54)、底板支座(58)、隔热层(59)；电源引入穿墙套管(2)还包含测量端子(13)、吊环(14)、取油装置(15)、电源引入电极(55)、绝缘瓷套(56)、均压环(57)；试验环境控制及测量装置(10)还包含温度传感器(50)、湿度传感器(51)、数据线(52)、PTU200型数字式测量仪(53)；风速模拟装置(3)由直流稳压电源(16)、调速控制器(17)、可调速风扇(18)构成后并与气候室(1)相连；制冷装置(4)由冷却塔(19)、进水管(20)、出水管(21)、支撑板(22)、气体循环器(23)、蒸发器(24)、回液管(25)、制冷机组(26)构成后并与气候室(1)相连；制冷装置(4)、水处理装置(7)、覆冰、喷雾、淋雨装置(8)与气候室(1)相连；抽空装置(5)由控制箱(27)、比例调节器(28)、电动高真空碟阀(29)、传动电机(30)、水环泵(31)、废水池(32)、管道离心泵(33)构成后并与气候室(1)相连；蒸汽雾装置(6)由喷嘴(34)、阀门(35)、锅炉(36)构成后并与气候室(1)相连；水处理装置(7)由自来水(37)、净水器(38)、储水罐(39)、增压泵(40)构成后并与气候室(1)相连；喷雾、淋雨、覆冰装置(8)由水箱(41)、水泵(42)、水管(43)、空气压缩机(44)、步进电机控制器(45)、排风机控制开关(46)、气压调节器(47)、水压调节器(48)、喷淋管排(49)构成后并与气候室(1)相连。

用于电气试验的大型多功能人工气候室系统

技术领域

本发明属于高电压与绝缘技术领域，特别是涉及复杂大气环境下输变电设备外绝缘的人工模拟试验系统。

背景技术

运行中的电力系统外绝缘不可避免地面临高海拔、覆冰(雪)、酸雨(酸雾)、污秽等复杂气象条件的影响，严重威胁电力系统的安全、可靠运行。现场运行经验表明：高海拔和覆冰(包括覆冰种类、覆冰期、融冰期、覆冰水电导率、覆冰程度)、污秽(包括雾的浓度、酸雨、酸雾)等气象条件对电力系统外绝缘电气性能均有严重影响。

国内外复杂大气环境的人工模拟试验系统不全面，如发明专利 200410061340.1 公开的“多功能环境模拟装置”，能模拟碳化、酸雨、干湿循环、冷热变化、冻融循环、酸碱盐溶液侵蚀和海洋侵蚀等多种环境条件，主要用于工程材料耐久性的研究；再如发明专利 95101369.6 公开的“人工气候复合环境试验机和试验方法”，能模拟温度、降雨、降雾、凝露、氙等光照等复杂环境，主要用于材料、防护器件、设备的气候环境试验研究。上述两种模拟环境装置，均未考虑海拔高度问题，因此只能对装置所在位置的海拔高度情况进行模拟，且由于无电源装置和电源引入装置，因此无法用于复杂环境下的电力系统外绝缘的电气试验。

到目前为止，模拟高海拔、覆冰、污秽等单一环境的人工气候室有多种多样，国内外现有的试验装置主要是针对单一环境条件(如覆冰或污秽或高海拔)而研制的，其功能远远不能满足电力系统外绝缘电气试验研究的实际需要。

发明内容

本发明的目的是针对现有技术的不足，提供一种可以模拟高海拔和覆冰(包括覆冰种类、覆冰期、融冰期、覆冰水电导率、覆冰程度)、污秽(包括雾的浓度、酸雨、酸雾)等复杂环境条件的大型多功能人工气候室系统，该人工气候室系统能准确模拟自然条件下的复杂环境，并可在模拟条件下进行电气外绝缘的特性试验，得到可与超高压、特高压输变电工程的实际运行情况相类似的特性规律，从而揭示复杂环境下外绝缘的电气特性规律，为超高压、特高压输变电工程外绝缘设计和运行的验证试验提供试验基础和试验依据，提高电力系统的运行可靠性，降低建设、运行成本和维护费用。

本发明可以通过以下技术方案来加以实现：用于电气试验的大型多功能人工气候室系统，其特征在于，该系统包括人工气候室主体(1)、电源引入穿墙套管(2)、风速模拟装置(3)、

制冷系统(4)、抽空系统(5)、蒸汽雾系统(6)、水处理系统(7)、覆冰、喷雾、淋雨系统(8)、吊钩与旋转装置(9)、试验环境测量系统(10)构成,其中:所述的人工气候室主体(1)还包含进风道(11)、回风道(12)、门道(54)、底板支座(58)、隔热层(59);电源引入穿墙套管(2)还包含测量端子(13)、吊环(14)、取油装置(15)、电源引入电极(55)、绝缘瓷套(56)、均压环(57);试验环境控制及测量装置(10)还包含温度传感器(50)、湿度传感器(51)、数据线(52)、PTU200型数字式测量仪(53);风速模拟装置(3)由直流稳压电源(16)、调速控制器(17)、可调速风扇(18)构成并与气候室(1)相连后实现风速的模拟调控;制冷装置(4)由冷却塔(19)、进水管(20)、出水管(21)、支撑板(22)、气体循环器(23)、蒸发器(24)、回液管(25),制冷机组(26)构成并与气候室(1)相连后实现模拟温度的调控;制冷装置(4)、水处理装置(7)、覆冰、喷雾、淋雨装置(8)与气候室(1)相连后实现覆冰(雪)的模拟调控;抽空装置(5)由控制箱(27)、比例调节器(28)、电动高真空蝶阀(29)、传动电机(30)、水环泵(31)、废水池(32)、管道离心泵(33)构成并与气候室(1)相连后实现气压、空气密度的模拟调控;蒸汽雾装置(6)由喷嘴(34)、阀门(35)、锅炉(36)构成并与气候室(1)相连后实现雾的模拟调控;水处理装置(7)由自来水(37)、净水器(38)、储水罐(39)、增压泵(40)构成并与气候室(1)相连后实现水电导率、pH值的模拟调控;喷雾、淋雨、覆冰装置(8)由水箱(41)、水泵(42)、水管(43)、空气压缩机(44)、步进电机控制器(45)、排风机控制开关(46)、气压调节器(47)、水压调节器(48)、喷淋管排(49)构成并与气候室(1)相连后实现降雨量、酸雨、雨滴颗粒的模拟调控。

电源引入穿墙套管(2)可承受交流500kV、直流±600kV、冲击2400kV;气候室系统可模拟海拔高度232~7000m、气压98.6~30kPa、温度-45℃~70℃、风速0~12m/s、水电导率10~5000 μ S/cm,实现对高海拔、覆冰、喷雾、淋雨等复杂气象环境的模拟调控。本发明提供的用于电气试验的大型多功能人工气候室系统,与现有相关技术相比,具有以下显著优点:能实现交流500kV、直流±600kV、冲击2400kV电源引入并进行超高压和特高压的外绝缘电气试验;能模拟高海拔大气环境条件和覆冰环境(包括各种覆冰种类、覆冰期、融冰期、覆冰水电导率、覆冰程度)、污秽环境(包括雾的浓度、酸雨、酸雾)等单一环境条件或组合环境条件,易于推广应用。

附图说明

图1为大型多功能人工气候室主体示意图,图中的11为进风道,12为回风道,54为门道,58为底板支座,59为隔热层。

图2为穿墙结构示意图,图中的13为测量端子,14为吊环,15为取油装置,55为电源引入电极,56为绝缘瓷套,57为均压环。

图3为风速模拟装置示意图,图中的16为直流稳压电源,17为调速控制器,18为可

调速风扇

图 4 为制冷装置结构示意图，图中的 19 为冷却塔，20 为进水管，21 为出水管，22 为支撑板，23 为气体循环器，24 为蒸发器，25 为回液管，26 为制冷机组。

图 5 为抽空装置示意图，图中的 27 为控制箱，28 为比例调节器，29 为电动高真空碟阀，30 为传动电机，31 为水环泵，32 为废水池，33 为管道离心泵。

图 6 为蒸汽雾装置示意图，图中的 34 为喷嘴，35 为阀门，36 为蒸汽锅炉。

图 7 为水处理装置示意图，图中的 37 为自来水，38 为净水器，39 为储水罐，40 为增压泵。

图 8 为覆冰、喷雾、淋雨装置示意图，图中的 41 为水箱，42 为水泵，43 为水管，44 为空气压缩机，45 为步进电机控制器，46 为排风机控制开关，47 为气压调节器，48 为水压调节器，49 为喷淋管排。

图 9 为试验环境控制及测量装置示意图，图中的 50 为温度传感器，51 为湿度传感器，52 为数据线，53 为 PTU200 型数字式测量仪。

图 10 为用于电气试验的大型多功能人工气候室系统示意图，图中的 1 为人工气候室主体、2 为电源引入穿墙套管、3 为风速模拟装置、4 为制冷系统、5 为抽空系统、6 为蒸汽雾系统、7 为水处理系统、8 为覆冰、喷雾、淋雨系统、9 为吊钩与旋转装置、10 为试验环境测量系统。

具体实施方式

以下结合附图对本发明的技术方案做进一步描述：

人工气候室主体(1)可采用工字钢骨架、普通碳素钢板将上顶部焊接成椭圆球形状、下底部采用工字钢骨架、普通碳素钢板焊接成平板形状的圆柱体，人工气候室主体(1)的内外压力差约为 70kPa，人工气候室主体(1)的圆柱形筒体，其纵向面可由 20 根以上的 120mm 的工字钢焊接而成，其横向面可由 8 根以上的 120mm 的工字钢焊接而成；人工气候室主体(1)的椭圆球形状的顶部可由 120mm 的工字钢焊接成一个半径为 970mm 的圆圈，人工气候室主体(1)的椭圆球形状的中间有一圈由 120mm 工字钢焊接而成的一个半径为 2345mm 的圆圈，其轴线可焊接不少于 20 根 120mm 工字钢；人工气候室主体(1)的底部为平面结构，其内侧的工字钢为 120mm，采用 400mm×400mm 的方式布置，其外侧的工字钢为 240mm，采用 800mm×800mm 的方式布置；人工气候室主体(1)的圆柱形筒体和椭圆球形状顶部骨架结构均在外侧焊接密封和承力钢板，人工气候室主体(1)的圆柱形筒体和椭圆球形状顶部采用 10mm 普通碳素钢板，人工气候室主体(1)的底部采用 12mm 碳素钢板；人工气候室主体(1)的圆柱形筒体中间部位开有一圆形孔，其开口大小为 340mm 左右，用于安装穿

墙套管(2);人工气候室主体(1)的圆柱形筒体下部的上方开有一圆形观测孔,其开口大小为 250mm 左右,用于直接观察人工气候室主体(1)内部的模拟试验;人工气候室主体(1)的圆柱形筒体下部设有一可自由开合的门(54),其高度为 1.8m,宽度为 1.4m;人工气候室主体(1)的圆柱形筒体上部和下部分别设有进风道(11)口和回风道(12)口,用于制冷系统(4)对人工气候室主体(1)送风和回风,其开口大小均为 900mm×760mm 的。

穿墙套管(2)可采用 330kV 以上的高压穿墙套管,其 30min.工频耐受电压不低于 650kV。户内绝缘距离不少于 2.765m,爬电比距不低于 25mm/kV。

风速模拟装置(3)可由不少于 12 台的调速风扇(18)构成。

制冷系统(4)可选用 2 台以上的 61M1-2000-FSMN200 型制冷机组组成,制冷系统(4)可由 2 台或 2 台以上的制冷机组联合工作,也可单台制冷机组独立工作。经制冷系统(4)冷却后的冷风由离心风机强制从进风道(11)送入人工气候室主体(1)内,用于降低人工气候室的环境温度,然后再从回风道(12)回到制冷系统(4),实现整体风循环制冷。

抽空系统(5)可排量不低于 $720\text{m}^3/\text{h}$ (200L/s)的水环泵作为真空泵。真空泵采用回流 PID 调节方式实现 $\pm 0.1\text{kPa/h}$ 的调节精度。

蒸汽雾系统(6)可采用蒸发量不低于为 1.5t/h 的蒸汽锅炉产生蒸汽雾,其蒸汽雾由蒸汽管道经喷嘴(34)送人工气候室,蒸汽的输送可由阀门(35)实现 $0\sim 0.5\text{kg}/(\text{h}\cdot\text{m}^3)$ 范围内的连续可调。

水处理系统(7)可采用净水量不低于 450L/h 的反渗透净水器,其产生的电导率在 $5\sim 5000\mu\text{s}/\text{cm}$ 范围内可调。

喷雾、淋雨、覆冰系统(8)根据 IEC68-2、GB775.2-2003 的相关试验标准,选用斯普瑞喷雾系统公司生产的 BSPT1/4J 系列喷嘴,喷嘴的进出口直径分别为 4.0、1.0mm。喷嘴的布置方式采用两列布置,两列之间的距离为 0.43m 左右,每列至少 7 个喷嘴,喷嘴之间的距离为 0.56m 左右。利用增压泵(22)、空气压缩机(23)在 $10\sim 500\mu\text{m}$ 范围内调整雾滴颗粒大小来实现喷雾、覆冰、淋雨的需要。

吊钩及旋转装置(9)采用 CD1-1-12A5 型电动葫芦,并按照模拟试验的要求进行上下升降,电动葫芦的旋转速度可在 $1\sim 3$ 转/min.可调。

试验环境测量装置(10)包含气压、温度、湿度的测量,其中:气压可采用指针式精密真空表进行测量,其测量范围为 $0\sim 0.09\text{MPa}$,测量精度为 0.0005 MPa;温度、湿度的测量采用 6 组传感器,每组传感器至少 2 个,每组传感器分别分布在人工气候室的上、中、下不同部位,并通过电缆线将检测的温度、湿度数据传输至 PTU200 型数字式测量仪的显示面板上,并与指针式气压表、温度传感器的测量结果进行对比分析,并利用风速模拟装置(3)的循环气体来调整人工气候室主体(1)内部各部位的温度、湿度、气压的一致性。

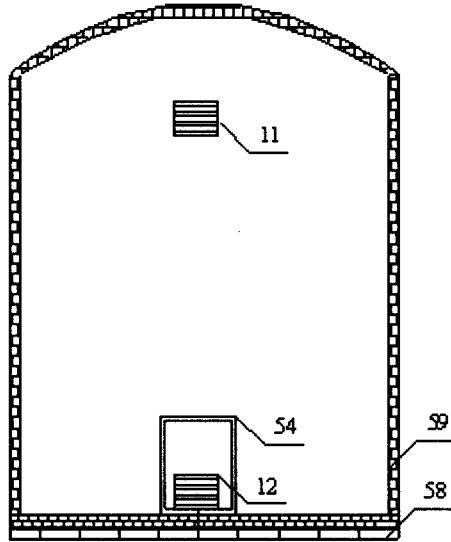


图 1

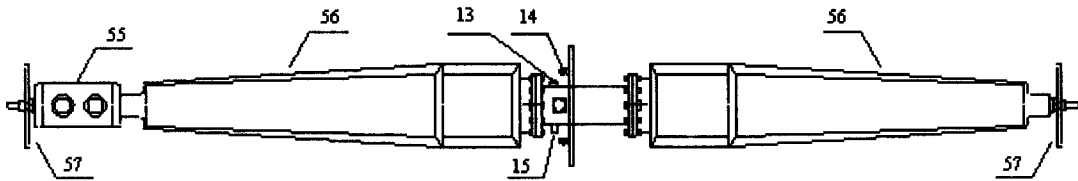


图 2

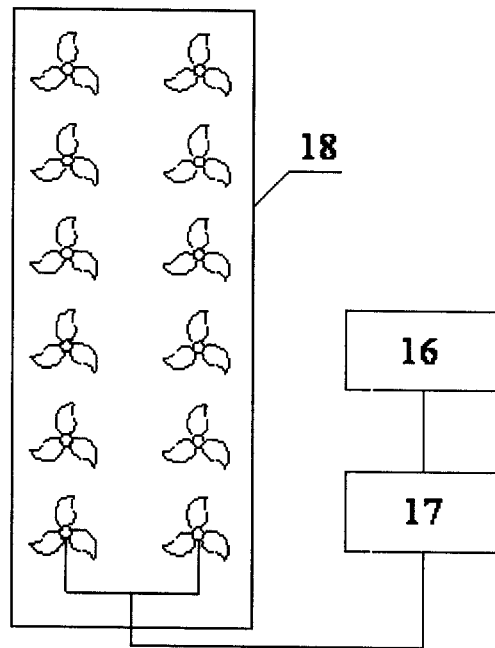


图 3

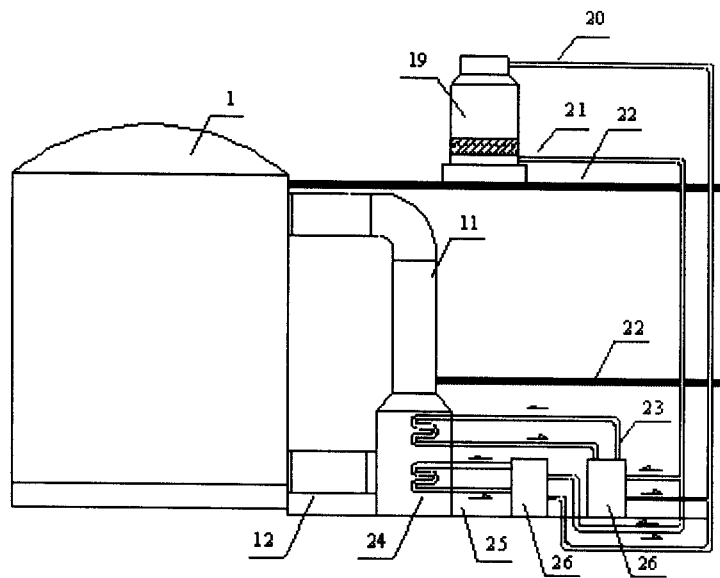


图 4

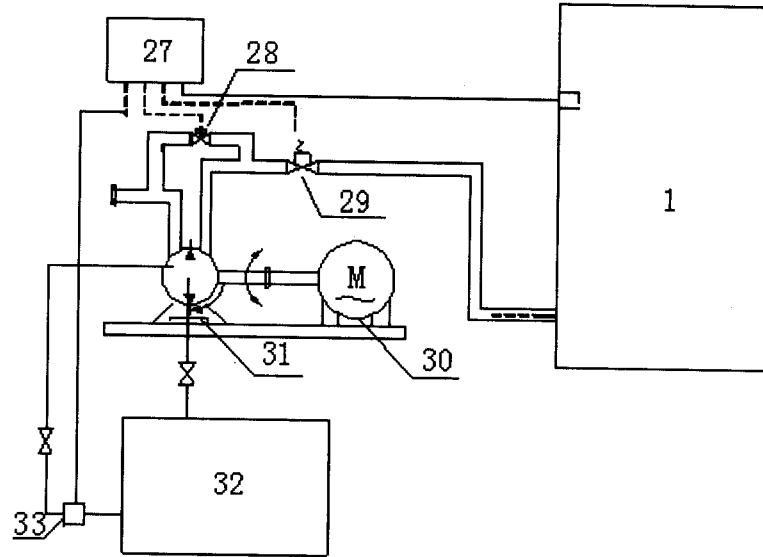
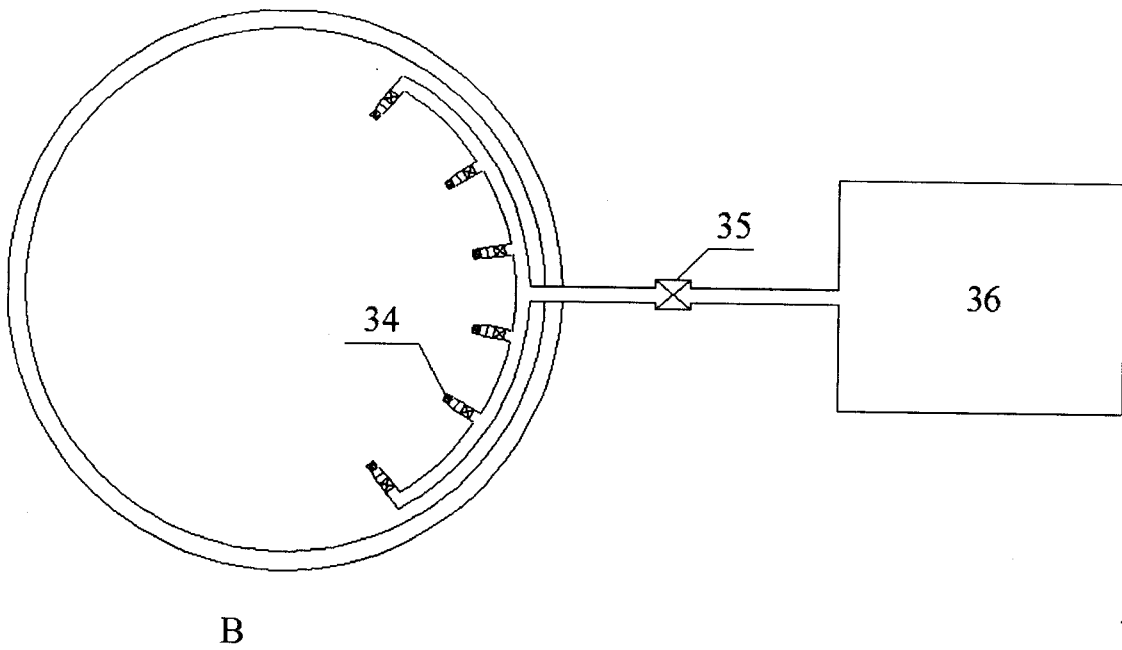


图 5



B

图 6

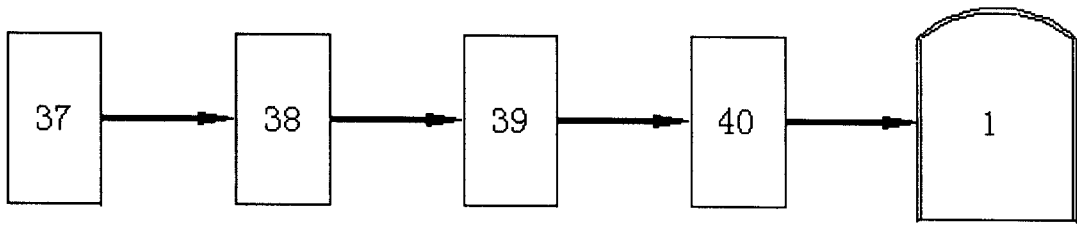


图 7

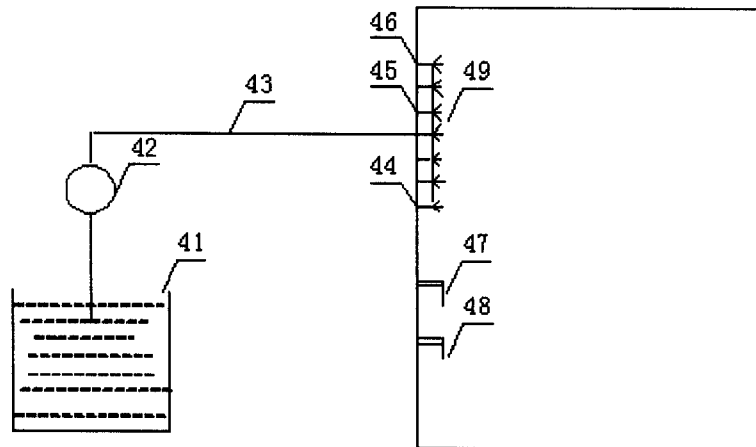


图 8

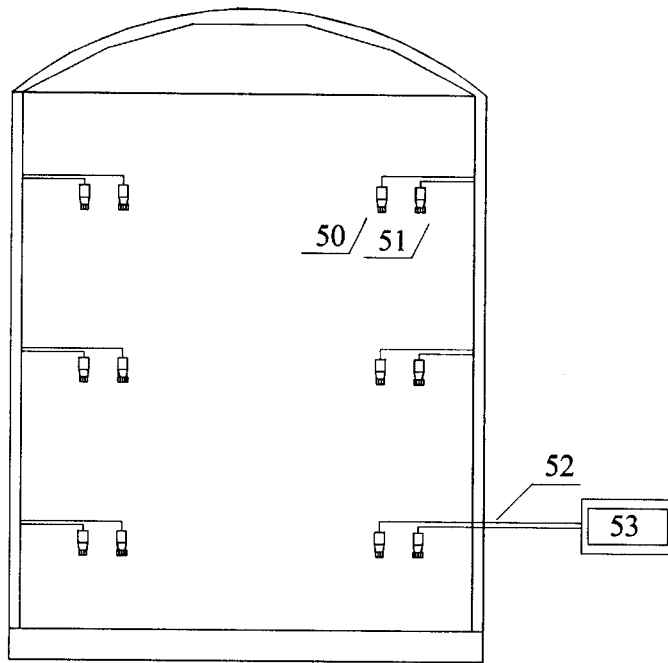


图 9

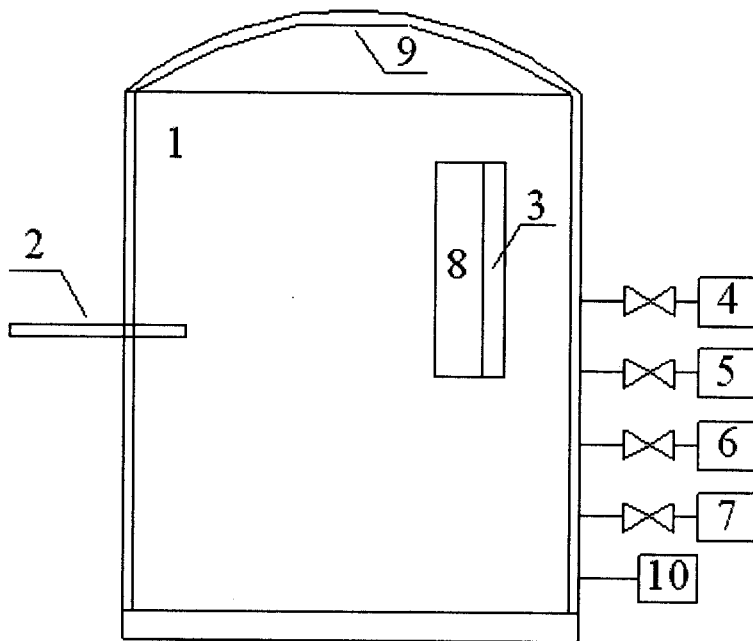


图 10