



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102962106 A

(43) 申请公布日 2013. 03. 13

(21) 申请号 201210520281. 4

(22) 申请日 2012. 12. 07

(71) 申请人 中国农业科学院农业环境与可持续发展研究所

地址 100081 北京市海淀区中关村南大街
12 号

(72) 发明人 万运帆 李玉娥 游松财 高清竹
秦晓波 刘硕 马欣

(51) Int. Cl.

B01L 1/00 (2006. 01)

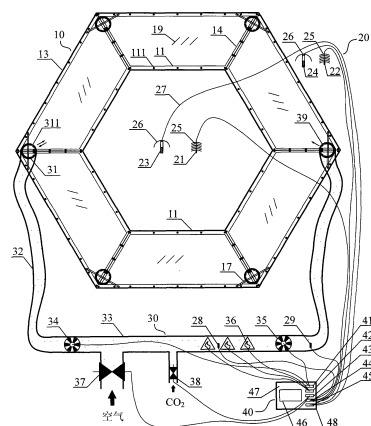
权利要求书 1 页 说明书 7 页 附图 4 页

(54) 发明名称

一种半开放式气候变化原位模拟气室

(57) 摘要

本发明公开了一种半开放式的气候变化原位模拟气室,属于大气环境变化模拟领域,包括:气室主构架、探头感应系统、换气加热系统及自动控制系统,其中气室主构架下部呈正六边形柱状,上部收口,呈正六边形棱台形状,气室内外均配有温度及二氧化碳探头,并配有三套温度和二氧化碳浓度控制装置,采用将气室外低温低二氧化碳浓度的空气抽入气室内部来达到降温及降二氧化碳浓度的目的,通过对气体加热后输入和外源二氧化碳注入的方式来增加温度和二氧化碳浓度。本发明适用于农牧业或自然生态系统气候变化原位模拟,能减少与自然条件下环境的差异性,使模拟更接近于未来气候变化下植物的生长环境,还能大大降低模拟运行时能源及二氧化碳的消耗。



1. 一种半开放式气候变化原位模拟气室,包含气室主构架、探头感应系统、换气加热系统和自动控制系统四大部分,其特征在于,此气室可原位安装于野外植物生长环境,气室内部及外部均有气温及二氧化碳浓度感应探头,通过动态对比气室内部及外部的气温和二氧化碳浓度与设定的阈值的差异,由自动控制系统控制换气加热系统将气室外空气输入到气室内部,在气体交换的过程中可以根据需要对交换的空气进行加热增温或混入高浓度的CO₂气体增加空气浓度,来动态调节气室内的温度及二氧化碳浓度到气候变化模拟所设定的阈值。

2. 如权利要求1所述的半开放式气候变化原位模拟气室,其特征在于,所述气室主构架上部上小下大的正多边形棱台结构,气室顶部为正多边形开口,一方面有利于利用太阳能自动增温减少能量消耗,另一方面也能减少能量及气体的逃逸损失。

3. 如权利要求1所述的半开放式气候变化原位模拟气室,其特征在于,气室原位安装于野外植物的生长环境,并且采用气室外的空气直接与气室内气体和热量进行直接交换方式,最大限度保证了气室内外植物生长除模拟的气温和CO₂浓度外其它环境条件的最大限度一致性,保证气候变化模拟的真实可靠。

4. 如权利要求1和3所述的半开放式气候变化原位模拟气室,其特征在于,在换气加热系统中有三套温控及气控装置,所述每套装置既可以根据需要打开空气阀或CO₂阀与外界进行气体及能量交换的开路式运行,也可以将空气阀和CO₂阀均关闭,采用循环加热的闭路式运行方式,提高能效。

5. 如权利要求4所述的温控及气控装置,每套装置均有一根左气体释放管和一根右气体释放管,每个释放管都均匀分布有可调节气量及气体方向的释放孔,能将气体及其能量均匀、快速地释放到气室中去。

一种半开放式气候变化原位模拟气室

技术领域：

[0001] 本发明涉及气候变化模拟气室，特别是指一种可以在自然环境条件下模拟气候变化，研究气候变化对植物生长影响的装置，主要用于农田、草地、林业（低矮林木）及其它植物生长条件下的气候变化影响模拟研究装置。

背景技术：

[0002] 气候变化是当今世界最重要的热点之一，对全人类生活的方方面面都产生着重要的影响，世界各国都在以节能减排为目标积极应对气候变化。政府间气候变化专门委员会（IPCC）是国际上最重要和最权威的应对气候变化研究机构，其第四次评估报告指出：气候变暖已是不争的事实，而且90%的可能是由于化石燃料燃烧和土地利用变化等人类活动排放的温室气体（主要包括二氧化碳、甲烷和氧化亚氮等）导致大气中温室气体浓度增加所引起的。自1750年以来，由于人类活动的影响，全球大气二氧化碳（CO₂）、甲烷（CH₄）和氧化亚氮（N₂O）等温室气体浓度显著增加，目前已经远远超出了根据冰芯记录得到的工业化前几千年来的浓度值，其中CO₂浓度值从工业化前的约280ppm增加到2011年的390.9ppm，CH₄浓度值从工业化前的约0.715ppm增加到2011年的1.85ppm，N₂O浓度从工业化前的约0.27ppm增加到2011年的0.32ppm，且大气中温室气体浓度将呈持续增加趋势。在过去的一百年（1906-2005年）中，全球平均地表气温升高0.74℃。未来气候将进一步变暖，预计到21世纪末仍将上升1.1-6.4℃。

[0003] 当今的气候变化以大气温室气体浓度（特别是CO₂）增加及温度的增加为主要特征，而植物对CO₂及温度又极其敏感，未来气候变化将对植物的生长产生重要影响，特别是对农牧业作物的影响，将关系到国家的粮食及畜产品产量和安全保障，因而研究气候变化对农作物及草地的影响是农业应对气候变化的重要前提。

[0004] 为了研究气候变化对农作物、草地和森林等的影响，科学工作者采用各种增温及增加CO₂的方式来模拟气候变化，使被监测的植物生长在未来可能达到的较高的CO₂浓度和温度下，通过观测植物的生长、产量和品质来评估未来气温增加和CO₂浓度增加的气候变化情景对植物可能产生的影响。目前主要有三种常用的气候变化模拟方式：第一种是开放式的自由空气CO₂加富（也称FACE）外加红外增温技术，它是在自然环增条件下建立一个大的动态释放CO₂的圈，再在圈层上方搭建红外加温方式。这种技术的最主要优点是在一种完全开放的环境条件下进行主动增加CO₂及温度，其主要缺点是硬件成本高昂，且CO₂气体和加热能源的消耗非常巨大，同时红外加温装置对光线有很大的遮挡，红外加温对作物生长及土壤也会产生一定的影响，另外还存在因风速影响造成CO₂释放或红外加热不均匀等缺点，目前世界上只有少数财力雄厚的研究机构能够做到；第二种是全封闭式的室内环境模拟室技术。这种技术是在室内环境中条件下，在一个封闭的腔体中采用人工控制植物生长所需的光、温、水、肥、气等条件，它的主要优点是较容易控制植物的生长条件，CO₂及加温用的能源消耗大大减少，但这种方式的最主要缺点是不大可能模拟出与植物生长比较一致的生长环境，植物的生长与大田生长差异很大，因而不能很好的反映气候变化对植物的影响，

另外用于光照模拟的能源消耗也较大;第三种是半封闭式的室外气候模拟室技术,一般是在室外采用透明的板材搭建一种半封闭的系统,自然采光,外辅控温及控 CO₂ 的系统,而且里面的作物大都是采用盆栽的方式,这种方法的优点是系统运行比较经济,且与外界环境条件相对比较一致,植物生长的环境与实际条件比较接近,但其生长条件与纯自然条件还是存在一定的差异,特别是植物生长在盆中,不能很好地代表野外的生长条件,且半封闭的系统对植物生长影响较大。因而总的来看,除了 FACE 外辅红外加热系统对气候变化模拟较好外,其余两种方式对植物生长的外部环境影响较大,对气候变化的模拟不够准确,但 FACE 系统的高昂成本使其发展受到很大的限制。

[0005] 为了克服在全封闭式的室内环境模拟室、半封闭式的室外气候模拟室条件和 FACE 系统模拟气候变化存在的主要问题,本发明拟采用一种半开放式的模拟气室,采用自然增温辅以外加热及降温系统,利用外源 CO₂ 输入控制系统,通过循环使用热量及 CO₂ 的方式来降低能源及 CO₂ 的使用。本系统完全安装在野外植物生长的真实自然环境中运行,来模拟气候变化对植物的影响。本发明的特点是既最大限度地利用自然条件,大大节约能源及运行成本,同时最大限度地保证植物生长条件与自然条件的一致,提高模拟的精度,真实地反映气候变化对植物的影响,使研究的结果更具说服力及代表性。

发明内容:

[0006] 针对上述问题,本发明的主要目的是在植物生长的野外环境中,创造一个半开放的气室环境,在气室的内部有自动控制的热量和 CO₂ 循环交换系统,在气室的内部及外部均有温度、湿度及 CO₂ 探头来感应气室内外的环境条件差异,使用自动控制技术来动态地调节气室内温度及 CO₂ 浓度等指标来达到设定的气候变化模拟条件,同时利用野外的自然环境降低其它非控制环境因素对植物的影响,提高气候变化对植物的影响研究的代表性及精度。

[0007] 为实现上述功能,本发明提供了一种能自动控制温度及 CO₂ 浓度的半开放式的模拟气室,其特征在于包含:一气室主构架,包括一项框架、六斜棱、一中框架、六直棱、六横棱、一底框架、六底脚、十三聚碳酸酯板、一滑动门、五十二压条及多个固定螺钉,组成一个顶部开口呈六边形,上部呈正六边形棱台状,下部呈正六边形柱状的半开放气室,所述项框架采用呈 135 度的优质不锈钢角钢焊接为一个正六边形圈,所述正六边形圈顶部呈正六边形,下部六条边斜向下呈 135 度,所述中框架采用六条呈 135 度的不锈钢角钢焊接为一个正六边形圈,并且使所述中框架的每条边斜向上呈 45 度,与所述项框架构成一个斜向上的平面,所述六斜棱为呈 135 度的不锈钢角钢构成,两端分别连接项框架及中框架的六个顶点,并以螺钉锁固,所述底框架由六根呈 90 度的不锈钢角钢焊接为一个正六边形,直角朝上,所述直棱为呈 120 度的不锈钢角钢,用于连接中框架与底框架,所述横棱为一“U”字形不锈钢角钢,两端分别使用螺钉连接直棱的中部,所述底框架的六条底边上分别开有两圆孔,用于固定六个底脚,所述底脚由横竖两条直角不锈钢角钢焊接而成,并在底脚的顶部相应位置开一长方孔和一圆孔,通过底框架及对应的底脚上的孔使用螺钉将底脚固定于气室底部的底框架上,在不锈钢气室框架上均匀分布有螺钉孔,所述五十二根压条上也对应有孔,通过螺钉将十三块聚碳酸酯板固定于气室框架上,在底框架的其中一条边的底部及对应中框架的顶部有一滑槽,一滑动门位于其中可以滑动;一探头感应系统,包含两空气温度探头、

两防辐射罩、两大气 CO₂ 浓度探头、两 CO₂ 探头防水罩和探头信号线,所述两空气温度探头、两大气 CO₂ 浓度探头分别位于气室的内部中间和外部相应高度的位置,用于监测对比气室内外部的空气温度及 CO₂ 浓度变化;一换气加热系统,含三套温控及气控装置,每套温控及气控装置包含一空气进气阀、一 CO₂ 释放阀、一加热组件、两轴流风扇、两温控头、一罩管、两空压软管、两多孔直立释放管,用于控制气室内外温室气体及热量的交换和循环利用;一自动控制系统,包含风扇控制模块、加热控制模块、阀控制模块、温度感应模块及 CO₂ 感应模块、显示屏、主控板、控制箱,通过计算机程序控制气室系统的总体运行。

[0008] 采用了上述技术方案的本发明具有以下优点:

[0009] 1) 由于本发明中的气室是在野外植物生长实际环境中原位建立的,气室内部生长的植物与外部植物的土壤、光温和气候环境条件一致,保证了气候变化模拟时植物生长外在条件的一致性,便于真实反应气候变化对植物生长的影响,模拟可信度高。

[0010] 2) 本发明采用气室内外气体及热量交换及循环使用,并辅以加热及温室气体释放模块的方式,一方面最大限度地利用了环境中的资源,保证了植物生长环境条件的一致性,大大节省了能源的消耗;另一方面,由于采用了循环换热及气体循环利用的方式,并且气室上部呈棱台状收缩,可以利用太阳能自增温,还可以减少热量及气体的逃逸损失,大大提高了热量及气体的利用效率,极大地节省了运行的成本。

[0011] 3) 气室主框架由优质不锈钢材料构成,具有耐腐蚀生锈、重量轻、强度高的优点,透光材料采用了特殊加工处理的加硬防刮伤及防结露涂层的高透光性聚碳酸酯板,相对于目前普遍使用的有机玻璃板、透明塑料或钢化玻璃具有机械强度高、透光性好、重量轻、柔韧性好、抗老化能力强、防叶片刮伤、防水汽结露的优良特性;另外气室采用多个部件组装并使用螺钉锁固而成,在保证结构牢实的同时便于运输、安装及拆卸保存。

附图说明:

[0012] 图 1 是本发明总体构造俯视图

[0013] 图 2 是本发明主体构造正视图

[0014] 图 3 是本发明斜棱示意图

[0015] 图 4 是本发明压条示意图

[0016] 图 5A 是本发明左气体释放管正视图

[0017] 图 5B 是本发明左气体释放管截面放大图

[0018] 图 6A 是本发明横棱正视图

[0019] 图 6B 是本发明横棱左视图

[0020] 图 7A 是本发明底脚俯视图

[0021] 图 7B 是本发明底脚正视图

[0022] 图 8 是本发明自动控制工作流程示意图

具体实施方式:

[0023] 如图 1 所示,本发明的半开放式气候变化原位模拟气室包括一气室主构架 10、一探头感应系统 20、一换气加热系统 30 及一自动控制系统 40 四大部分。

[0024] 气室主构架 10 由顶框架 11、中框架 12、底框架 13、斜棱 14、直棱 15、横棱 16、固定

脚 17、滑动门 18、碳酸酯板 19、压条 111 及固定螺钉 112 组装而成,其分布如图 1 及图 2 所示。顶框架由六条折弯角度为 135 度的不锈钢角钢无缝焊接而成,所述角钢的结构与图 3 中的斜棱 15 类似,在角钢的两片折片上都均匀分布有螺钉固定孔 151,用来固定聚碳酸酯板 19,焊接好后的顶框架 11 的六个折片在水平方向呈现一正六边形,另一折片斜向下呈 135 度角;中框架 12 也由六条折弯角度为 135 度的不锈钢角钢无缝焊接而成,但焊接时使六个角钢的折片在垂直方向上呈正六边形,另一折片斜向上呈 45 度角,折片上均匀分布有螺钉固定孔;所述底框架 13 由六条折弯角度为 90 度的不锈钢角钢无缝焊接而成,焊接时使六个角钢的折片在垂直方向及水平方向上均呈正六边形,折片上均匀分布有螺钉固定孔,此外,底脚的每个角都有两个固定孔用于底脚 17 的固定;所述斜棱 14 是由优质不锈钢板先激光切割成长条状,再将此长条状板折弯为 120 度的角钢,并在此板上均匀钻出螺钉固定孔 151 所形成的,斜棱 14 的结构如图 3 所示;直棱 15 的结构与斜棱 14 完全一致,但长度不同;横棱 16 结构如图 5A,在横棱中间由不锈钢板折弯成图 5B 所示“U”型,在横棱的两端呈片状,并打有螺钉固定孔 151,用于将横棱固定于气室中部;底脚 17 是用来将气室固定于大地上,其结构如图 6A 和图 6B 所示,在底脚 17 的顶端有固定长圆孔 171 和圆孔 172,便于微调整安装位置,在底脚 17 的中部焊有一横撑 173,用来加强底脚的强度,底脚底部作了削尖处理便于插入大地中;此气室还有一滑动门 18,由直角不锈钢角钢焊接而成,在中框架 12 及底框架 13 的其中一边上均焊有一滑槽 181,用于门的滑动开关,在滑动门 18 上还安装有一门把手 182 便于门的开关;此气室的侧面均安装有聚碳酸酯板 19,此聚碳酸酯板 19 采用透光性高的高纯聚碳酸酯制成,并且表明经过硬化及防结露透明涂层处理,防止作物生长过程中叶片对碳酸酯板 19 的划伤而影响透光性,另一方面也防止内外部温差大的情况下结露而影响透光性;此气室还有辅助安装材料压条 111 和固定螺钉 112,用来安装固定聚碳酸酯板 19,图 4 显示出了压条 111 的外形结构,在压条的宽面上有长圆孔 1111,便于安装时对齐孔位,压条 111 的窄面向上垂直折弯 1112 则有利于加强压条 111 的韧性和强度。

[0025] 此气室的探头感应系统 20 含有一气室内温度探头 21、一气室外温度探头 22、一气室内 CO₂ 探头 23、一气室外 CO₂ 探头 24、两温度探头防辐射罩 25、两 CO₂ 探头防水罩 26、探头信号线 27、一加热温度控制探头 28 和一出口温度控制探头 29。其中气室内温度探头 21 和气室外温度探头 22 用于获取气室内外的温度,气室内 CO₂ 探头 23 和气室外 CO₂ 探头 24 用于获取气室内外的 CO₂ 浓度,温度探头防辐射罩 25 用于将温度探头罩住,防止太阳辐射对温度探头的增温而造成温度获取偏差,CO₂ 探头防水罩 26 用于防止雨水淋湿 CO₂ 探头而造成的损坏,探头信号线 27 用于系统获取探头的数据,加热温度控制探头 28 位于加热组件内,用于反馈电加热组件 36 的温度,防止温度过高造成的损坏,出口温度控制探头 29 放在右风扇 35 的右侧,用来检测进入气室内气体的最终温度,防止温度过高对植物的灼伤。

[0026] 气室的换气加热系统 30 由三套温控及气控装置组成,图 1 中只画出了一套温控及气控装置的示意图,每套温控及气控装置包含一左气体释放管 31、两空压软管 32、一罩管 33、一左风扇 34、一右风扇 35、一加热组件 36、一空气阀 37、一 CO₂ 释放阀 38、一右气体释放管 39。左气体释放管 31 的外形如图 7A 所示,其主体为 PVC 塑料管,在塑料管的顶部有一密封用的管堵 312,在管的正面每隔一定距离径向装有一排气量调节孔 311,可以调节气体的方向及流量,图 7B 给出了左气体释放管 31 的横截面图,在气量调节孔 311 的管对面有一固定用的自攻螺钉 313,用于将左气体释放管 31 固定于直棱 15 上,图 7B 中还给出了气流

314 的运行方向 ;右气体释放管 39 的结构与左气体释放管 31 的结构完全一致,只是在功能上有一定的区别 ;空压软管 32 是能耐一定压力和高温的增强塑料管,并能防太阳紫外线照射损伤,通过套接的方式一端套接于左气体释放管 31 的下端,另一端套接于罩管 33 上,并都通过管箍(图中未示)锁紧 ;罩管 33 是一段耐热的 PVC 塑料管,在罩管 33 内左右两侧分别放有一左风扇 34 和右风扇 35,此两风扇均为轴流风扇,紧紧地卡接在管中 ;在两风扇之间还有一加热组件 36,是在电加热丝外面套有多孔网状散热片,散热片外形呈圆形,卡接于罩管 33 内,用于对流过管道的气体进行加热 ;在左风扇 34 和加热组件 36 之间还接有一空气阀 37 和一 CO₂ 阀 38,空气阀 37 为一大流量的气体电磁阀,通过其开关来控制外部空气的流入,CO₂ 阀 38 是一小流量的气体电磁阀,通过其开闭来控制通过钢瓶(图中未示)向管道内进行 CO₂ 气体的注入。

[0027] 自动控制系统 40 是控制气室自动运行的部分,包含有一风扇控制模块 41、一加热控制模块 42、一阀控制模块 43、一温度感应模块 44、一 CO₂ 感应模块 45、一显示屏 46、一主控板 47 和一控制箱 48。风扇控制模块 41 用来控制左风扇 31 和右风扇 32 的开关、风量的大小和风向 ;加热控制模块 42 是根据气室内外的温度差值、加热组件的温度和罩管 33 出口气体温度的情况,来控制加热组件的开闭、加热功率的大小 ;阀控制模块 43 是用于控制空气阀 37 和 CO₂ 阀 38 的打开和关闭,进而控制外部空气和钢瓶 CO₂ 气体的输入 ;温度感应模块 44 是用来感应气温内外的空气温度、加热组件的温度和罩管 33 出口气体的温度 ;CO₂ 感应模块 45 起感应气室内外的 CO₂ 浓度差异 ;显示屏 46 为触控显示屏,可以显示气室内部及外部各个探头的数值,也可显示风扇 34 和 35、加热组件 36 及空气阀 37 和 CO₂ 阀 38 的状态,还可以通过显示屏幕触控开关或设定它们的运行状态 ;主控板 47 是将各个控制模块集成在此板上,气室的主控制程序也在主控板 47 上,通过主控制程序控制整个气室的自动运行 ;控制箱 48 是一防水箱体,主控板 47、各种探头信号线和控制线都集中在此箱中,还有电源输入线(图中未示)也接入此控制箱,起到保护线缆和安全防护的作用,同时也便于集中检修和维护。

[0028] 现结合图 1 和图 2 说明本发明的野外原位安装方法。

[0029] 将此气室所需的部件包装好运抵野外安装现场后,要选好具体的安装位置,一般气候模拟涉及多个气室,要求各气室之间有足够的间距,相互之间无阳光及通风遮挡,将各气室部件拆包摆放好,采用由下而上的方式进行安装。首先测量选好六个底脚 17 的安装位置,将底脚 17 使用铁锤砸入大地固定牢靠 ;接着在底脚 37 上安装底框架 13,使有滑槽 181 的一面朝向北面(主要是为了减少门框对阳光的遮挡),并使用螺钉 112 将底框架 13 锁紧 ;接着竖直安装 6 个直棱 15,并将直棱的底端使用螺钉 112 锁紧在底框架 13 上 ;紧接着将中框架 12 相对应地与直棱 15 的顶端使用螺钉 112 相连并锁紧,而且使两滑槽上下对齐 ;然后将六个斜棱 14 的下端使用螺钉 112 锁紧在中框架 12 上,接着将顶框架 11 安装于气室的顶部,将六个斜棱 14 的上端与顶框架 11 使用螺钉 112 相连并锁紧 ;接着下一步是将聚碳酸酯板 19 固定到所搭建的气室侧面钢框架上,将聚碳酸酯板 19 从气室内部紧贴框加并对齐螺钉孔位,使用压条 111 压住聚碳酸酯板 19,并使用螺钉 112 通过固定孔将聚碳酸酯板 19 和压条 111 紧紧锁定在气室侧面框架上 ;再将横棱 16 通过其两端的螺钉孔使用螺钉 112 固定在直棱 15 的中部位置 ;最后通过滑槽 181 将滑动门 18 安装到气室上,这样就完成了整个气室主构架 10 的安装。

[0030] 气室主构架 10 安装好后,接着安装气室的自动控制系统 40。先确定好控制箱 48 的位置,以兼顾到各种信号线、控制线及电源线的长度为宜,定好安装位置后将控制箱 48 固定在一个安装架(图中未示)上,并将安装架牢固安装在大地上,在控制箱 48 内装入显示屏 46 和主控板 47,并依次插上风扇控制模块 41、加热控制模块 42、阀控制模块 43、温度感应模块 44、CO₂ 感应模块 45 于主控板上,完成自动控制系统 40 的安装。

[0031] 紧接着安装气室的探头感应系统 20。将气室内温度探头 21 和气室内 CO₂ 探头 23 分别装好防辐射罩 25 和防水罩 26,并将其固定于相应的安装杆上(图中未示),将安装杆插入气室内部泥土中,依植物的高度调节好探头的高度,接着再依法将气室外温度探头 22 和气室外 CO₂ 探头 24 在气室外安装好,然后将加热温度控制探头 28 和出口温度控制探头 29 使用强力胶固定在罩管 33 的相应位置,最后将所有探头的探头信号线 27 集中穿入控制箱 48 并连接于相应的模块上,完成探头感应系统 20 的安装。

[0032] 最后安装气室的换气加热系统 30。此系统由三套温控及气控装置组成,先将每套系统的部件进行编号并摆放到气室的相应位置,一套一套地依次安装,首先安装左气体释放管 31 和右气体释放管 39,用自攻螺钉 313 穿过直棱 15 将释放管固定在直棱 15 上,接着准备好罩管 33,将加热组件 36、左风扇 34、右风扇 35 依次装入罩管 33 并卡接好,再在罩管 33 个部相应位置装上空气阀 37 和 CO₂ 释放阀 38,准备好后将此罩管 33 放置于气室外的一个固定架上(图中未示),然后使用空压软管 32 将罩管的左右端分别与左气体释放管 31 和右气体释放管 39 相连,最后将各部件的控制线或信号线集中穿入控制箱 48 内并连接到主控板的相应位置,这样就完成了整个气室的原位安装。

[0033] 在气室安装完成后,经过仔细的检查后就可以加电调试和自动运行了,以下结合图 1 和图 8 来详细说明此气室气候变化模拟的具体运作方式。

[0034] 自动控制系统 40 加电后首先进行自检,自检通过后,在气候变化模拟前需要设定好模拟的气温阈值和 CO₂ 阈值作为模拟的依据,由于未来气候变化的趋势是气温升高和大气 CO₂ 浓度增加,而且大气中这两者的值是时刻变化的,因而设定的值是一个相对于外界大气的相对增加量,由于系统的反应时间和控制精度限制,这个设定值要有一定的变动范围,例如将阈值设定为气温增加 $2 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 和大气 CO₂ 浓度增加 $100 \pm 20\text{ppm}$ 表示相对于外界大气,气室内气温增加 $1.5 \sim 2.5^{\circ}\text{C}$ 和大气 CO₂ 浓度增加 $80 \sim 120\text{ppm}$ 范围内属于气候变化模拟控制的阈值范围;设定好阈值后,系统从气室内温度探头 21、气室外温度探头 22、气室内 CO₂ 探头 23 和气室外 CO₂ 探头 24 分别读取气室内外的气温和 CO₂ 浓度,将之与设定的阈值进行比较,如果气室内气温和 CO₂ 浓度在设定的阈值范围内,则系统维持原状,并时刻处于读取探头值和比较两者差值的状态,如果气室内的温度或 CO₂ 浓度不在设定的阈值范围内,则系统通过启动换气加热系统 30 进行调节直到气室内的环境条件达到设定的阈值范围。

[0035] 图 8 列出了四种典型的不符合气室内环境条件的情况及自动控制系统 40 的相应处理措施,以下就以这四种实施例来说明气室的自动控制动作流程及其动作意义:

[0036] 1) 气室内的温度偏高。当气室内的气温高于设定的阈值范围,系统将开启空气阀 37 及左风扇 34 和右风扇 35,风扇的出风向朝气室内部,外部较低气温的空气通过空气阀 37 进入到罩管 33,然后通过左风扇 34 和右风扇 35 提供动力,经空压软管 32 及左气体释放管 31 和右气体释放管 39 将外部的低温空气吹向气室内部,起到降低气室内部空气温度的目的,直到气室内部的温度达到设定的模拟阈值范围,释放管上均匀分布的调节孔可以调整

出风的量及其方向,使气室内部的气体热量交换快速、均匀。

[0037] 2) 气室内温度偏低。此时气室内的气温低于设定的阈值范围,将左风扇 34 反向开启,打开加热组件 36,打开风扇 35,在左风扇 34 吸气动力下,气室内的气体经左气体释放管 31 和空压软管 32,并经左风扇 34 加速,经加热组件 36 加热后,再经右风扇 35 加速后从右气体释放管均匀地排入到气室内,这样气室内的气体能被循环加热,同时也不降低气室内 CO_2 的浓度,大大减少了加热电能及 CO_2 的消耗。

[0038] 3) 气室内的 CO_2 浓度偏高。此时气室内的 CO_2 浓度低于设定的阈值范围,系统开启空气阀 37 及左风扇 34 和右风扇 35,让气室外部较低浓度的 CO_2 空气经空气阀 37 进入到罩管 33,并经左风扇 34 和右风扇 35 带动,从左气体释放管 31 和右气体释放管 39 释放到气室内部,从而降低气室内的 CO_2 浓度直到设定的阈值范围。

[0039] 4) 气室内的 CO_2 浓度偏低。在这种情况下系统将打开 CO_2 阀 38,反向开启左风扇 34 和打开右风扇 35,钢瓶中纯的 CO_2 气体将在左风扇 34 和打开右风扇 35 的带动下,从左气体释放管 31 和右气体释放管 39 释放到气室内部,提高气室内部的空气 CO_2 浓度直至达到设定的阈值范围。

[0040] 以上的实施例并不能概括所有的情况,当气室内 CO_2 浓度和温度都不满足阈值范围时,就通过空气阀 37、 CO_2 阀 38、左风扇 34、右风扇 35 和加热模块 36 的打开或关闭来实现所有组合情况下的调控。总的原则是当气室内温度偏高时通过将气室外冷空气抽入气室内降温;当气室内温度偏低时打开加热组件将气流加热后输入气室来增温;当气室内 CO_2 浓度偏高时从外部抽取低浓度的 CO_2 气体到气室内稀释来降低气室内的 CO_2 浓度;当气室内 CO_2 浓度偏低时则从 CO_2 钢瓶中输入高浓度的 CO_2 气体到气室内来提高其浓度而实现。

[0041] 下面以气室内温度偏高而 CO_2 浓度偏低条件组合为典型实施例来说明自动控制系统 40 的调控方式。在这种情况下系统将打开空气阀 37、 CO_2 阀 38、左风扇 34 和右风扇 35,参照图 1 的连接方式,左风扇 34 和右风扇 35 开启后将外部冷空气吸入到罩管 33 中,同时 CO_2 阀 38 处于打开状态,高浓度的 CO_2 气体混合到吸入到罩管 33 的冷空气中,然后这种低温高浓度 CO_2 的气体经过空压软管 32 及左气体释放管 31 和右气体释放管 39 上密布的调节孔 311 均匀地释放到气室中,从而同时实现气室内部空气的降温和增加 CO_2 的作用,直至达到设定的阈值条件为止。

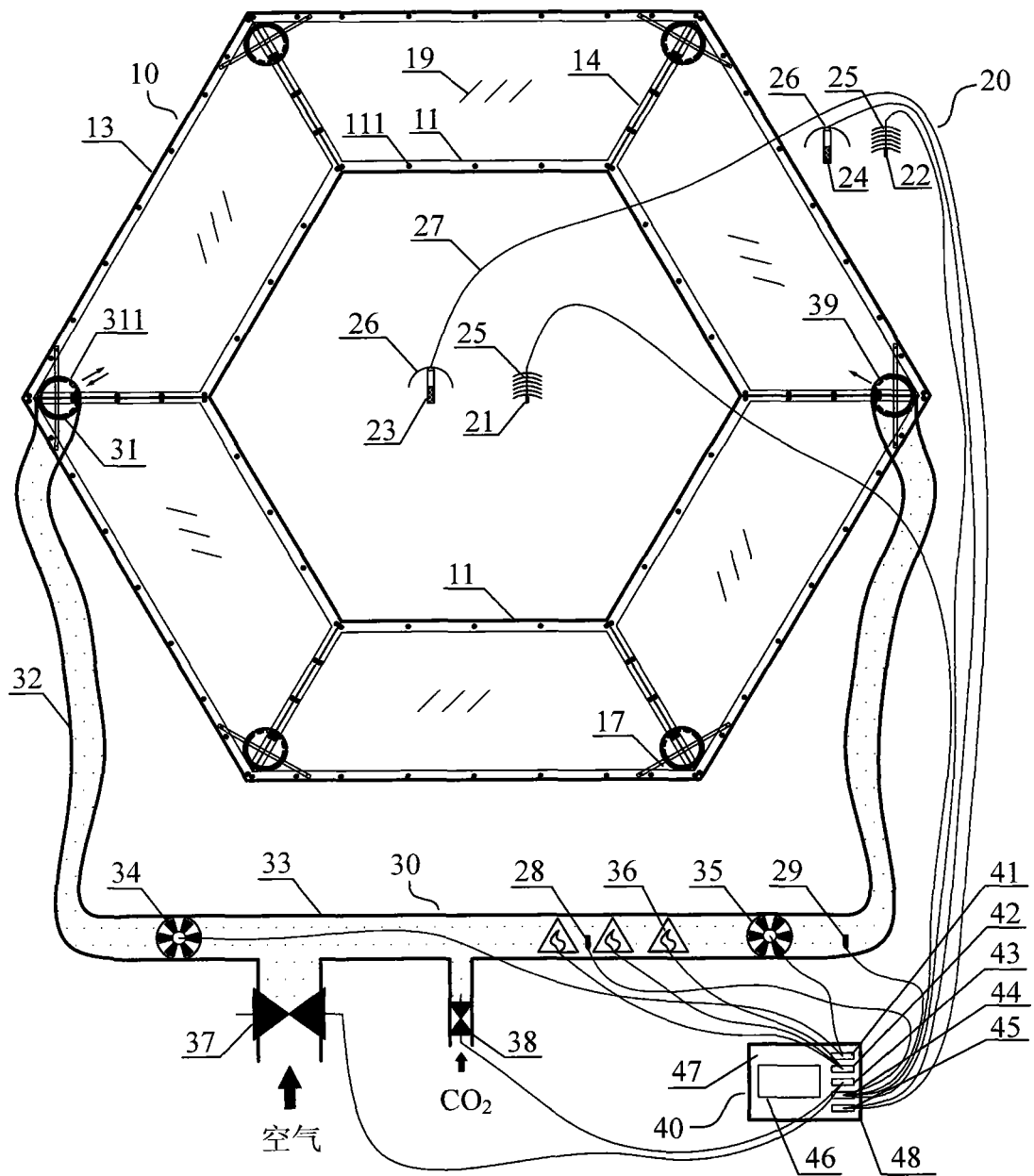


图 1

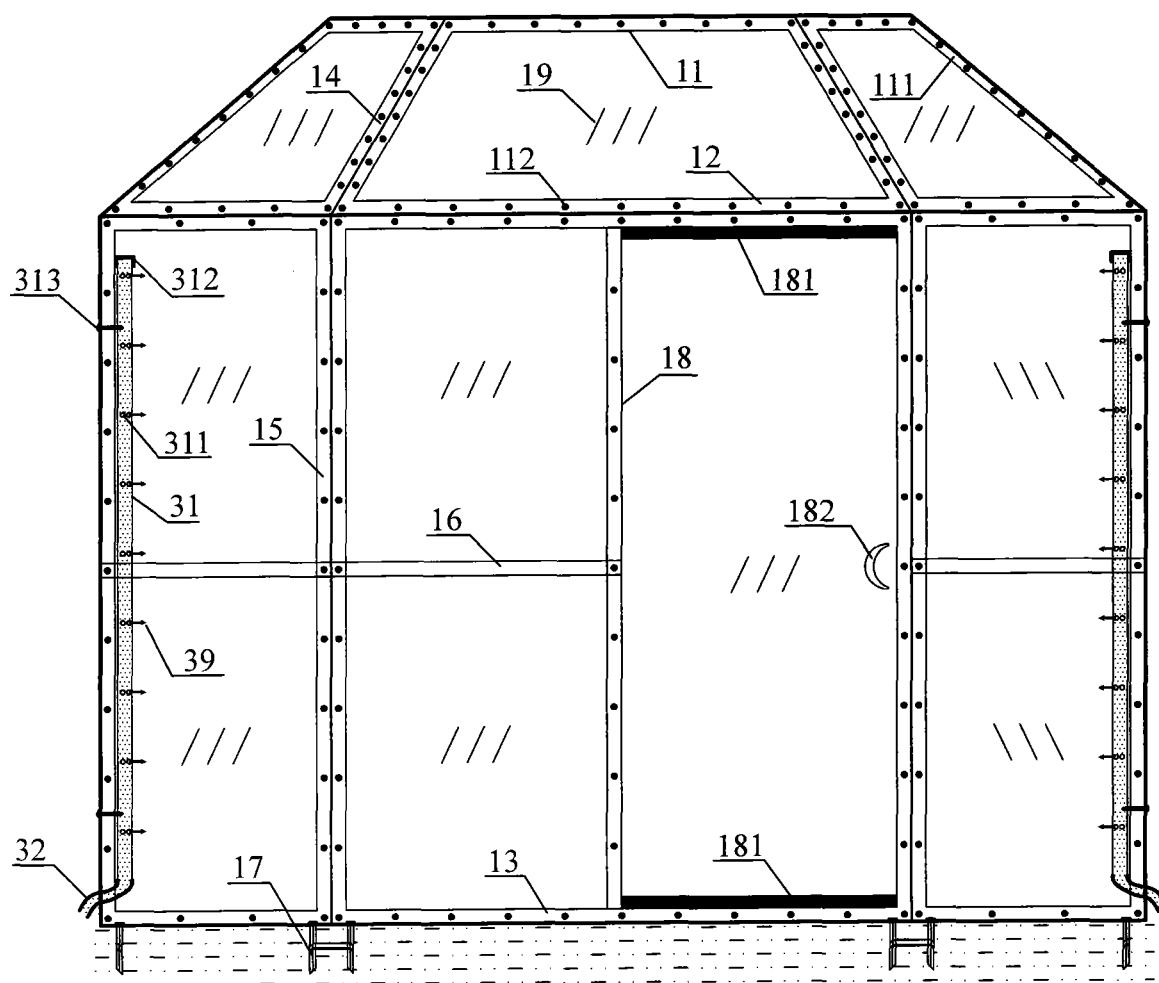


图 2

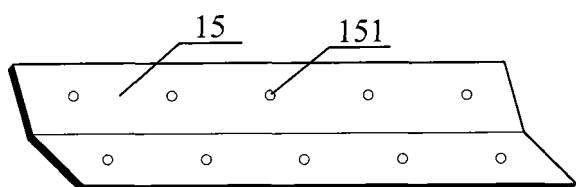


图 3

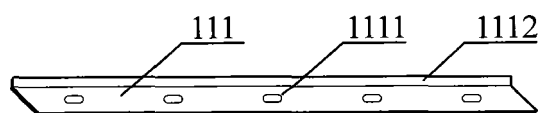


图 4



图 5A

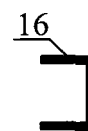


图 5B

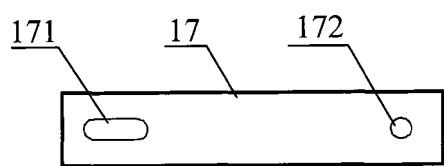


图 6A

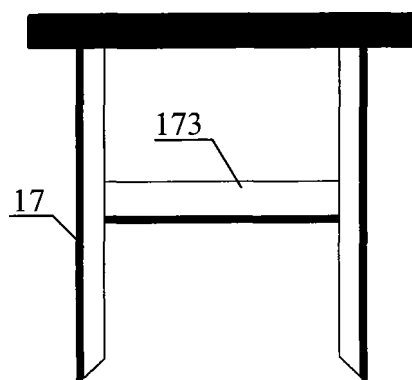


图 6B

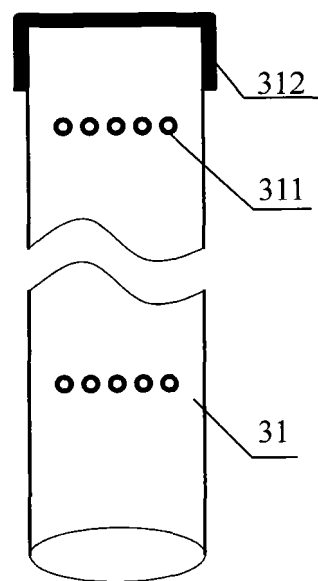


图 7A

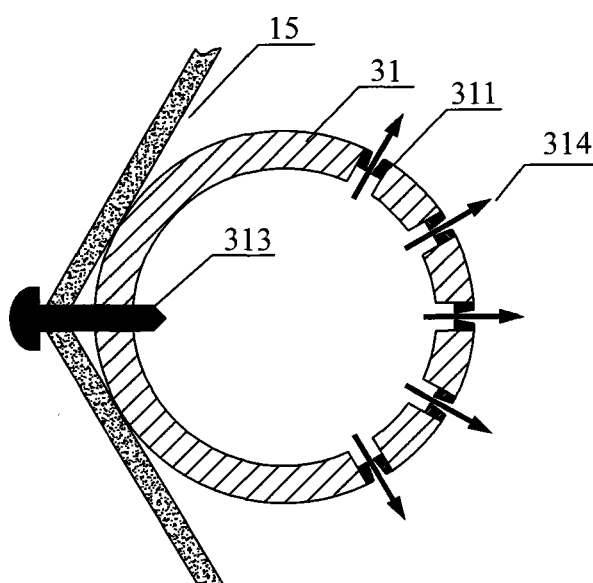


图 7B

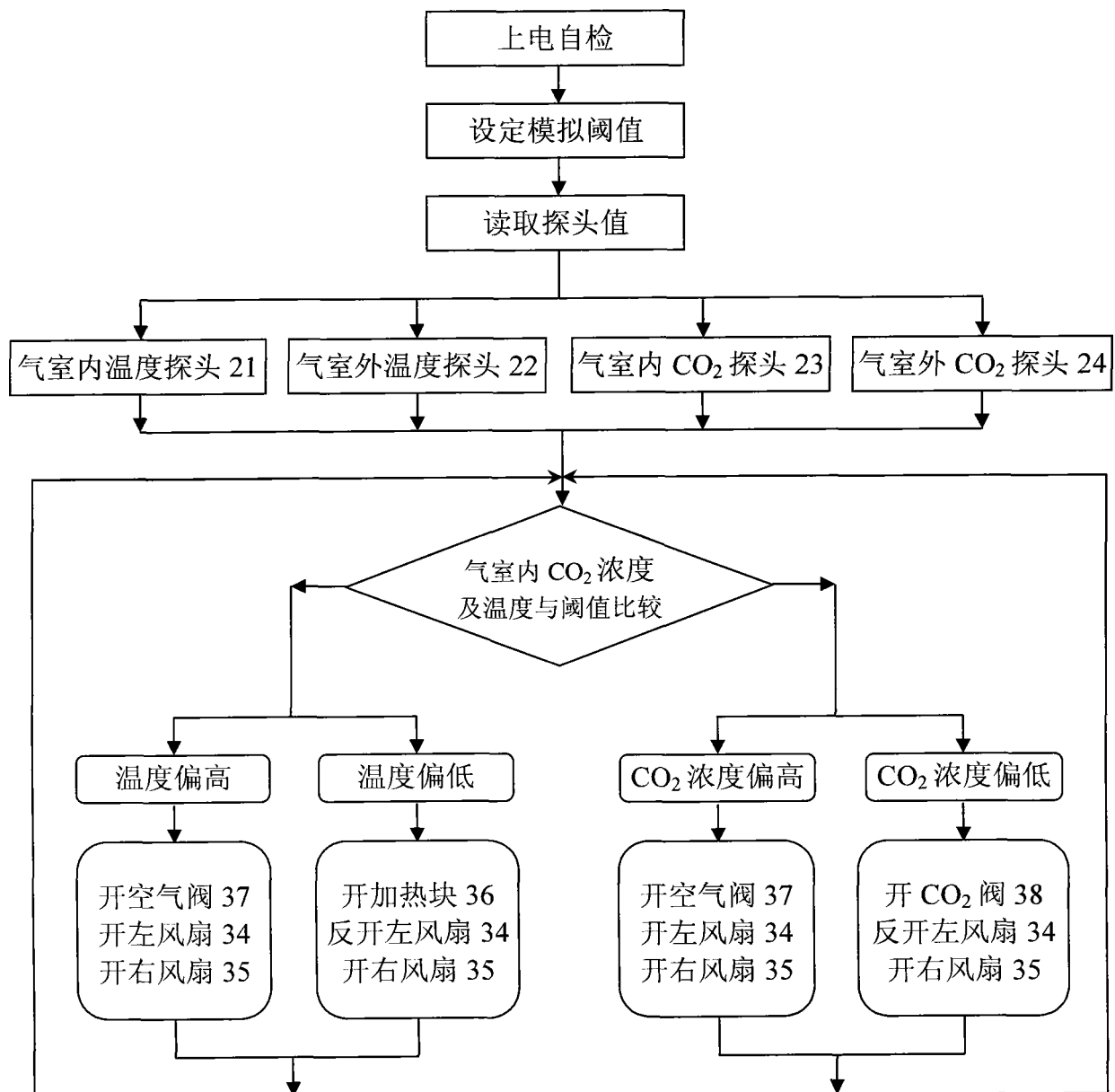


图 8