(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104255343 B
(45)授权公告日 2016.10.26

(21)申请号 201410443468.8

(22)申请日 2014.09.02

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 104255343 A

(43)申请公布日 2015.01.07

(73)专利权人 上海交通大学
地址 200240 上海市闵行区东川路800号

(72)发明人 张凯 常丽英 黄丹枫

(74)专利代理机构 上海汉声知识产权代理有限公司 31236
代理人 郭国中

(51)Int.Cl.
A01G 9/24(2006.01)
A01G 9/26(2006.01)
A01G 9/02(2006.01)

(56)对比文件
CN 101233822 A,2008.08.06,
CN 203388036 U,2014.01.15,
CN 101473779 A,2009.07.08,
CN 203388038 U,2014.01.15,
CN 201537416 U,2010.08.04,
CN 203181707 U,2013.09.11,
FR 2554315 A1,1985.05.10,

审查员 李霞

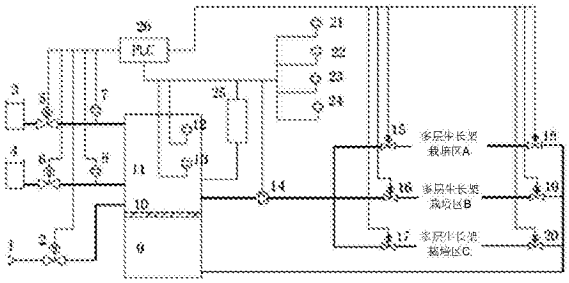
权利要求书1页 说明书6页 附图2页

(54)发明名称

日光型多层潮汐式绿叶菜工厂化生产系统

(57)摘要

本发明提供了一种日光型多层潮汐式绿叶菜工厂化生产系统，包括：多层立体生长架、潮汐式蓄水盘、穴盘、回水池、进水管路、回水管路；多层立体生长架的数量有多排；潮汐式蓄水盘、穴盘均设置在多层立体生长架上；所述日光型多层潮汐式绿叶菜工厂化生产系统中的多层立体生长架被划分为多个灌溉小组；回水池包括回水沉淀区域、母液区域及过滤夹层，过滤夹层位于回水沉淀区域与母液区域之间。本发明的有益效果为：(1)光照分布更加科学，既实现了立体栽培，又不需要LED灯补光；(2)生长架分层控制，减少了每层水肥的不均匀问题；(3)研发了潮汐灌溉自动控制系统，能够实时监测温室温湿度环境、光照强度、土壤温湿度，营养液PH、EC等参数。



CN 104255343 B

1.一种日光型多层潮汐式绿叶菜工厂化生产系统，其特征在于，包括：多层立体生长架、潮汐式蓄水盘、穴盘、回水池、进水管路、回水管路；

多层立体生长架的数量有多排；

潮汐式蓄水盘、穴盘均设置在多层立体生长架上；

所述日光型多层潮汐式绿叶菜工厂化生产系统中的多层立体生长架被划分为多个灌溉小组，每个灌溉小组依次灌溉，在其中一个灌溉小组灌溉时，已完成灌溉的灌溉小组中的水肥自流回到回水池；

回水池包括回水沉淀区域、母液区域及过滤夹层，过滤夹层位于回水沉淀区域与母液区域之间；回水沉淀区域用于沉淀杂质，母液区域用于混液，过滤夹层用于过滤；

回水管路连接在回水沉淀区域与潮汐式蓄水盘之间，以收集灌溉的回水；

进水管路用于将母液区域内的灌溉液输送给灌溉小组进行灌溉；

多层立体生长架整体尺寸为：长×宽×高＝2×0.6×1.35m；每排多层立体生长架的间距1.1米；多层立体生长架分为上中下三层，每层间距0.5米；

回水池长5米，宽1.4米；回水沉淀区域长1米，深1.6米；母液区域长4米，深1.4米；过滤夹层为1600mm×1400mm的板式过滤器；

还包括：灌溉水入口、灌溉进水电磁阀、酸液桶、母液桶、酸液桶电磁阀、母液桶电磁阀、酸液流量计、母液流量计、回水池液位传感器、营养液浓度传感器、灌溉水泵、PLC控制系统；

灌溉水入口、酸液桶、母液桶分别连接至回水池；

PLC控制系统连接灌溉进水电磁阀、酸液桶电磁阀、母液桶电磁阀、酸液流量计、母液流量计、回水池液位传感器、营养液浓度传感器、灌溉水泵；

灌溉进水电磁阀设置在灌溉水入口与回水池的连接管路上；

酸液桶电磁阀、酸液流量计设置在酸液桶与回水池的连接管路上；

母液桶电磁阀、母液流量计设置在母液桶与回水池的连接管路上；

回水池液位传感器、营养液浓度传感器用于分别采集回水池内的液位高度、营养液浓度；

灌溉水泵设置在回水池与多层立体生长架之间的连接管路上；

还包括连接所述PLC控制系统的温室光照传感器、温室湿度传感器、温室温度传感器、栽培基质湿度传感器、臭氧消毒器；

在多层立体生长架中，对不同层面水分到达的时间进行分别控制，避免不同层面水分分布不均；

日光型多层潮汐式绿叶菜工厂化生产系统，通过控制硬件和控制软件实现蔬菜工厂化育苗过程中的灌溉水和营养液的潮汐灌溉控制和管理。

2.根据权利要求1所述的日光型多层潮汐式绿叶菜工厂化生产系统，其特征在于，多层立体生长架的顶层用于种植喜光蔬菜，多层立体生长架的底层用于种植耐阴蔬菜，顶层与底层之间的各层用于种植较耐阴蔬菜。

日光型多层潮汐式绿叶菜工厂化生产系统

技术领域

[0001] 本发明涉及一种农业技术领域的日光型温室绿叶菜生长系统，尤其涉及集生长架优化参数设计、多层可调非等距离间距、分层可控潮汐灌溉和水肥自动化软件管理等技术于一体的绿叶菜工厂化生产系统。

背景技术

[0002] 目前欧美等国家的潮汐灌溉系统多采用单层平面的种植方式，日本的植物工厂中采用多层栽培方式，在一定程度上提高了种植面积和产量，但需要LED灯做为光源进行生产。

[0003] 2008年，上海交通大学根据花卉、蔬菜育苗的生产需求，发明了“多层潮汐灌溉育苗装置，CN200810033992.2，对于装置下层的育苗生产，由于存在光照不足，需要LED灯补光，增加了能源消耗等问题。

[0004] 应用于日光型温室的多层绿叶菜生长装置，可以有效利用空间，提高了生产面积，但仍然存在以下缺点：

[0005] (1)下层遮光，较多依赖补光灯，增加了能源消耗和资金投入；

[0006] (2)对生长架的分层控制不够灵活，环境控制性差；不能根据作物的生长习性对植物在生长架上的种植进行合理配置，进而分层管理；

[0007] (3)不能根据作物的生长需要，进行水肥的管理和调控，控制系统不够精确。

发明内容

[0008] 本发明针对现有技术的上述不足和缺陷，提供一种适用于日光温室的多层潮汐式绿叶菜生长装置，使其具有合理和有效利用自然光、对不同生长层进行蔬菜品种的合理配置，分别进行管理、能针对不同蔬菜对水肥的生长需求，进行自动化精准管理。

[0009] 根据本发明提供的一种日光型多层潮汐式绿叶菜工厂化生产系统，包括：多层立体生长架、潮汐式蓄水盘、穴盘、回水池、进水管路、回水管路；

[0010] 多层立体生长架的数量有多排；

[0011] 潮汐式蓄水盘、穴盘均设置在多层立体生长架上；

[0012] 所述日光型多层潮汐式绿叶菜工厂化生产系统中的多层立体生长架被划分为多个灌溉小组，每个灌溉小组依次灌溉，在其中一个灌溉小组灌溉时，已完成灌溉的灌溉小组中的水肥自流回到回水池；

[0013] 回水池包括回水沉淀区域、母液区域及过滤夹层，过滤夹层位于回水沉淀区域与母液区域之间；回水沉淀区域用于沉淀杂质，母液区域用于混液，过滤夹层用于过滤；

[0014] 回水管路连接在回水沉淀区域与潮汐式蓄水盘之间，以收集灌溉的回水；

[0015] 进水管路用于将母液区域内的灌溉液输送给灌溉小组进行灌溉。

[0016] 优选地，多层立体生长架的顶层用于种植喜光蔬菜，多层立体生长架的底层用于种植耐阴蔬菜，顶层与底层之间的各层用于种植较耐阴蔬菜。

[0017] 优选地，多层立体生长架整体尺寸为：长×宽×高＝2×0.6×1.35m；每排多层立体生长架的间距1.1米；多层立体生长架分为上中下三层，每层间距0.5米；

[0018] 回水池长5米，宽1.4米；回水沉淀区域长1米，深1.6米；母液区域长4米，深1.4米；过滤夹层为1600mm×1400mm的板式过滤器。

[0019] 优选地，还包括：灌溉水入口、灌溉进水电磁阀、酸液桶、母液桶、酸液桶电磁阀、母液桶电磁阀、酸液流量计、母液流量计、回水池液位传感器、营养液浓度传感器、灌溉水泵、PLC控制系统；

[0020] 灌溉水入口、酸液桶、母液桶分别连接至回水池；

[0021] PLC控制系统连接灌溉进水电磁阀、酸液桶电磁阀、母液桶电磁阀、酸液流量计、母液流量计、回水池液位传感器、营养液浓度传感器、灌溉水泵；

[0022] 灌溉进水电磁阀设置在灌溉水入口与回水池的连接管路上；

[0023] 酸液桶电磁阀、酸液流量计设置在酸液桶与回水池的连接管路上；

[0024] 母液桶电磁阀、母液流量计设置在母液桶与回水池的连接管路上；

[0025] 回水池液位传感器、营养液浓度传感器用于分别采集回水池内的液位高度、营养液浓度；

[0026] 灌溉水泵设置在回水池与多层立体生长架之间的连接管路上。

[0027] 优选地，还包括连接所述PLC控制系统的温室光照传感器、温室湿度传感器、温室温度传感器、栽培基质湿度传感器、臭氧消毒器。

[0028] 与现有技术相比，本发明具有如下的有益效果：

[0029] (1)本发明根据绿叶菜对光照需求，将多层的生长架参数做了改进，使光照分布更加科学，同时根据不同绿叶菜生长习性，在多层进行配置，既实现了立体栽培，又不需要LED灯补光，依靠太阳光就可以满足生长架各层个点绿叶菜对光照的需求；

[0030] (2)生长架分层控制，减少了每层水肥的不均匀问题；单层可根据不同蔬菜的株高设定层高，每层的水分和养分的管理实现了分层控制，既可以按照时间控制，也可以根据基质含水量控制进行自动灌溉。

[0031] (3)研发了潮汐灌溉自动控制系统，该系统的模式分为自动控制和手动控制两种，自动控制模式下每天定时打开和关闭水泵，打开和关闭时间可以通过触摸屏设定；自动控制模式下每天定时打开和关闭进水电磁阀和排水电动蝶阀，打开和关闭时间可以通过触摸屏设定；手动控制模式下：水泵、电磁阀、电动阀打开和关闭。能够实时监测温室温湿度环境、光照强度、土壤温湿度，营养液PH、EC等参数。

附图说明

[0032] 通过阅读参照以下附图对非限制性实施例所作的详细描述，本发明的其它特征、目的和优点将会变得更明显：

[0033] 图1为总体设计图。

[0034] 图2为以32米长的温室为例，摆放4排，排与排间隔1米，每排12个生长架的布局示意图。

[0035] 图3为灌溉进水主管路图。

[0036] 图4为灌溉回水主管路图。

[0037] 图5为潮汐灌溉自动化控制系统。

[0038] 图中：

[0039]

附图标记	组件名称	附图标记	组件名称	附图标记	组件名称	附图标记	组件名称
1	灌溉水入口	2	灌溉进水电磁阀	3	酸液桶	4	母液桶
5	酸液桶电磁阀	6	母液桶电磁阀	7	酸液流量计	8	母液流量计
9	回水池回水沉淀区域	10	过滤夹层	11	回水池母液区域	12	回水池液位传感器
13	营养液浓度传感器	14	灌溉水泵	15	栽培区A进水电磁阀	16	栽培区B进水电磁阀

[0040]

17	栽培区C进水电磁阀	18	栽培区A回水电磁阀	19	栽培区B回水电磁阀	20	栽培区C回水电磁阀
21	温室光照传感器	22	温室湿度传感器	23	温室温度传感器	24	栽培基质湿度传感器
25	臭氧消毒器	26	PLC控制系统				

具体实施方式

[0041] 下面结合具体实施例对本发明进行详细说明。以下实施例将有助于本领域的技术人员进一步理解本发明，但不以任何形式限制本发明。应当指出的是，对本领域的普通技术人员来说，在不脱离本发明构思的前提下，还可以做出若干变形和改进。这些都属于本发明的保护范围。

[0042] 本发明是通过以下技术方案实现的，包括：多层立体生长架、蓄水盘、穴盘、回水池、进水管路、回水管路以及控制硬件和软件。以下分别进行说明：

[0043] (1)多层立体生长架

[0044] 本发明重点研究了生长架参数，使下层光照能够合理分布；单层距离可调，可根据不同蔬菜的株高和对光照的需求进行多层的合理配置。

[0045] 根据作物生长对光照的需求，生长架宽度不能太宽，太宽了上层作物就会挡住下层作物的光照，通过建立立体的作物光照数学模型得出多层立体生长架的优化整体尺寸为：长×宽×高＝2×0.6×1.35m，分为上中下三层，每层间距0.5米，每排生长架的间距1.1米，经过多批次的绿叶蔬菜的栽培试验对该参数做了验证，能够实现生长架下层光照的合理分布，满足不同生长习性作物对光照的需求。

[0046] 本生长架的层数可以根据生产要求增加，不仅限于本例所述的3层。

[0047] 同时，生长架不同层面确定了蔬菜的配置为，顶层选用喜光蔬菜：鸡毛菜、生菜和空心菜，第二层可选用较耐阴品种：油麦菜、小油菜、芹菜和菠菜；第三层选用耐阴品种：木耳菜、茼蒿、米苋、雍菜。每层可以根据蔬菜种类的株高进行调节。

[0048] 以32米长的温室为例，摆放4排，排与排间隔1米，每排12个生长架；布局如图5。因此生长架个数为：12×4＝48个。

[0049] (2)潮汐式蓄水盘及穴盘

[0050] 分层潮汐灌溉的可控性，由于不同层面水分到达的时间不同，如下层距离近，先到达；最上层距离远，最后到达，造成水分的灌溉量不同，因此改进后的系统可以对3层面进行分别控制，避免不同层面水分分布不均问题。

[0051] 托盘规格：由于潮汐灌溉技术在国内处于研发起步阶段，国内配套的零部件较少，根据生长架的尺寸，选择了丹麦生产的长2040mm，宽630mm规格的托盘；由于采用3层立体式栽培架，所以潮汐灌溉托盘总数共计：12×4×3＝144个。每个潮汐灌溉托盘可以摆放普通穴盘7个，因此系统可播种穴盘总数：144×7＝1008盘。

[0052] (3)多功能回水池

[0053] 多功能回水池的作用为混液、过滤及沉淀杂质等功能。

[0054] 本系统采用分组灌溉的方式，即种植区分为若干灌溉小组，每个灌溉小组依次灌溉，在某一小组灌溉时，已完成灌溉的小组中的水肥自流回多功能回水池，从而可以极大减小多功能回水池的尺寸，节约成本和易于施工。

[0055] 根据多次的作物栽培试验结果表明：每3-5个8米棚或者3-5跨玻璃温室共用一个多功能回水池是最经济和优化的方案，按此方案的多功能回水池长5米，宽1.4米，分为回水沉淀区域、母液区及过滤夹层。其中回水沉淀区域长1米，深1.6米(±0.0m以下)；母液区长4米，深1.4米(±0.0m以下)。过滤夹层为母液区和回水沉淀区的1600mm×1400mm板式过滤器。

[0056] 多功能池连接臭氧消毒器、营养液母液桶、灌溉进水管、灌溉回水管和补水管，营养液EC、PH传感器也放置在多功能营养液池内，实时池内监测营养液的配比和浓度。

[0057] (4)系统各组件框架

[0058] 连接关系如下：自动控制装置分别连接营养液循环装置、配肥装置、消毒装置和空气混合器；消毒装置和空气混合器嵌入营养液循环装置中，营养液循环装置的输入和输出管道分别连接多层潮汐灌溉苗床架，配肥装置通过管道连接营养液循环装置，自动控制装置调节营养液循环装置营养液的浓度和酸碱度，营养液循环装置通过输出管道连接消毒装置入口管道，消毒装置出口管道连接空气混合器的入口管道，经消毒后的营养液要进入空气混合器后再连接到多层潮汐灌溉苗床架，多层潮汐灌溉苗床架连接营养液循环装置。

[0059] (5)进水管路设计

[0060] ➢主进水管

[0061] 本系统采用分组灌溉的方式，即种植区分为若干灌溉小组，每个小组依次灌溉，每灌溉小组的灌溉营养液上限为2000千克。

[0062] 理论计算

[0063] 总进水量V：2000千克(2立方米)；

[0064] 进水时间t：10分钟；

[0065] 水泵水流流速υ:1.5米/秒;

[0066] 方程:$\pi R^2 \upsilon * 3600 = V * 60/t$,即3.14*R*R*1.5*3600=2*60/10,则主进水管半径R=26.6毫米,即要实现进水时间不超过10分钟,水管半径应大于26.6毫米。

[0067] 主进水管选定为DN50,即直径50毫米。

[0068] ➢进水管支管

[0069] 理论计算

[0070] 由主管尺寸计算:$\pi R^2 = \pi r^2 * 24$,即3.14*25*25=3.14*r*r*24,则支管半径r=5.1,即支管半径应大于5.1;

[0071] 由流量计算:$\pi R^2 \upsilon * 3600 = V * 60/t$,即3.14*r*r*0.75*3600=0.045*6,则r=5.7,即支管半径应大于5.7。

[0072] 进水管支管选定为DN32,即直径为32毫米。

[0073] 同一排的生长架每两个为一组进水,生长架F1、F2的管路图

[0074] (6)回水管路设计

[0075] ➢主回水管

[0076] 理论计算

[0077] 回水时,灌溉水依靠自身重力回水,因此回水管道直径应大于进水管直径。

[0078] 回水管主管选定为DN75,即直径75毫米。

[0079] 回水管路图

[0080] 回水管与进水管共用,仅在出口处出水管、三通和电磁阀。

[0081] (7)控制硬件组成

[0082] 被控制单元:

[0083] ●5个进水电磁阀,雨鸟24VAC,DN50;

[0084] ●5个排水电动蝶阀,搏力谋DN80;

[0085] ●1台潜水泵220VAC 1.5KW;

[0086] ●1台臭氧发生器220VAC 1.5KW;

[0087] ●1个补水电磁阀;

[0088] ●1台活水器。

[0089] 控制设定:

[0090] ●控制模式分为自动控制和手动控制两种;

[0091] ●自动控制模式下每天定时打开和关闭水泵,打开和关闭时间可以通过触摸屏设定;

[0092] ●自动控制模式下每天定时打开和关闭进水电磁阀和排水电动蝶阀,打开和关闭时间可以通过触摸屏设定;

[0093] ●手动控制模式下:水泵、电磁阀、电动阀打开和关闭。

[0094] (8)控制软件

[0095] 系统自动检测并记录温室温湿度环境、光照强度、土壤温湿度,营养液PH、EC等参数;

[0096] 本控制软件实现了蔬菜工厂化育苗过程中的灌溉水和营养液的潮汐灌溉控制和管理,具有自动化管理和控制灌溉时间、灌溉频次,灌溉水量和设备故障报警功能,自动化

管理和控制灌溉水的消毒时间、消毒频次，消毒等级功能，手动启动和停止所有灌溉设备功能。

[0097] 潮汐灌溉过程的控制和操作只需要通过简单的对话框、鼠标点击或键盘敲击即可完成。系统界面包括系统主显示界面、灌溉水泵和臭氧消毒器手动控制界面、进水电磁阀和排水电动阀手动控制界面、故障报警及查看界面、灌溉水泵和臭氧消毒器自动控制界面、进水电磁阀和排水电动阀自动控制界面、操作说明界面、用户管理机设定界面等。系统运行记录和参数设定记录自动保存到数据库服务器，操作人员可根据对应权限，参与系统功能，浏览系统信息。

[0098] (9)总体设计图

[0099] 总体设计图如(图1)。

[0100] 经过不断地试验改进，课题组研制的“日光型多层潮汐式绿叶菜工厂化生产系统”具有以下特点：

[0101] ➢利用自然光照生产，立体生长架提高生产面积1倍以上；

[0102] ➢潮汐灌溉，灌溉均匀，保持植物叶面干燥，使叶片接受更多的光照进行光合作用，促使蒸腾拉力从根部吸收更多的营养元素，植物生长速度更快，提高品质产量；

[0103] ➢水肥由根部直接吸取，叶面干燥，病害减少；

[0104] ➢封闭的系统循环，营养液臭氧消毒循环利用，零排放，保护生态环境；

[0105] ➢能够根据基质湿度自动灌溉或者定时灌溉，管理成本降低，节约人工；

[0106] ➢实时记录和显示生长区的光照、温度、基质湿度等环境参数。

[0107] ➢通过对供、排水管网的优化，进水管和排水管共用一条水管，节约管材30％以上；水泵耗电量由5.5千瓦降为1.5千瓦，省电300％以上；水泵电压由380V降为220V，施工方便；灌溉电磁阀集中布置于种植区之外，并且控制电压由220V改为24V电压，杜绝由于温室气温高、湿度大，电缆电线易老化造成的触电隐患。

[0108] 以上对本发明的具体实施例进行了描述。需要理解的是，本发明并不局限于上述特定实施方式，本领域技术人员可以在权利要求的范围内做出各种变形或修改，这并不影响本发明的实质内容。

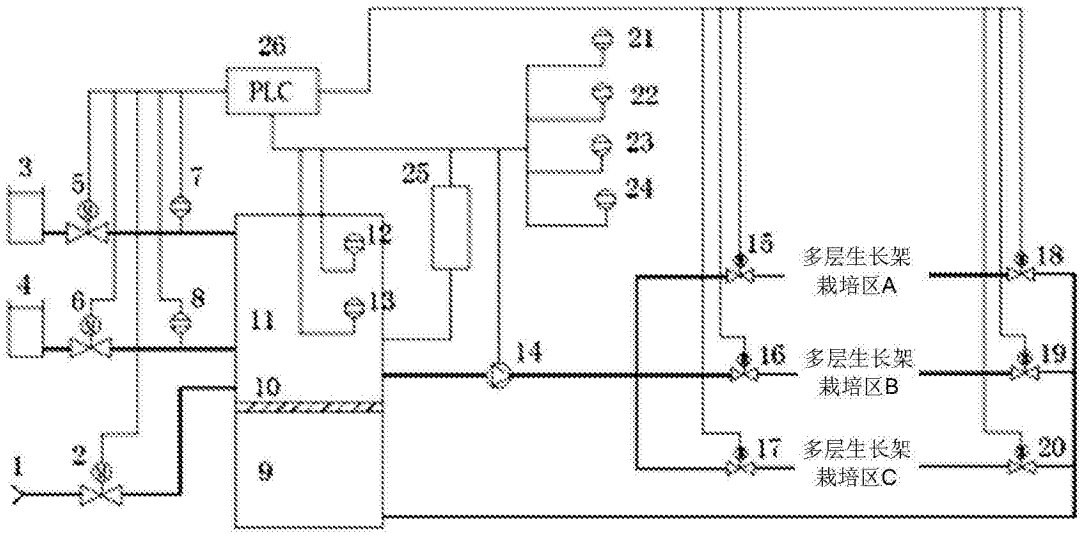

PLC
多层生长架
栽培区A
多层生长架
栽培区B
多层生长架
栽培区C

图1

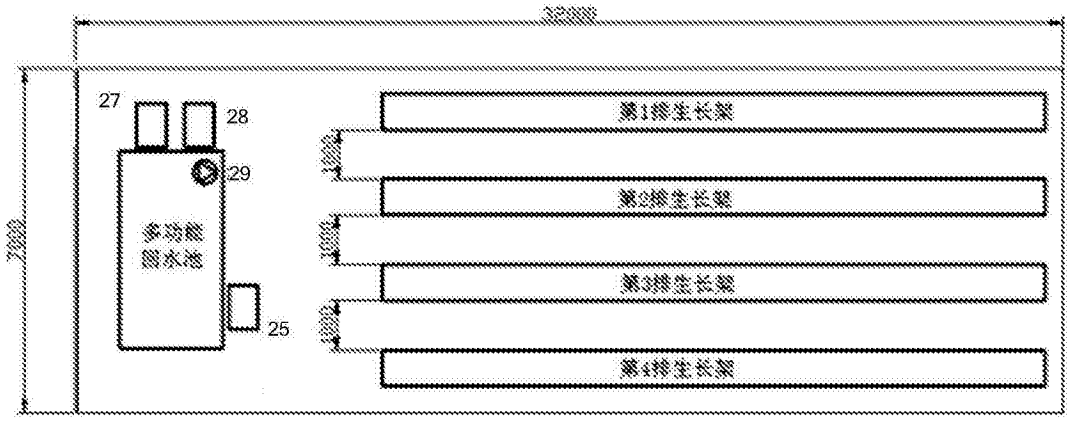

第1排生长架
第2排生长架
第3排生长架
第4排生长架

图2

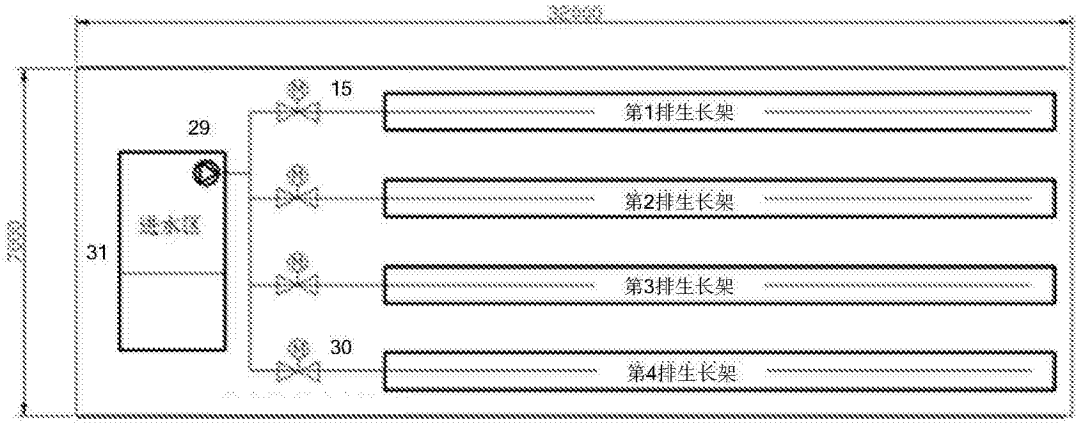

第1排生长架
第2排生长架
第3排生长架
第4排生长架

图3

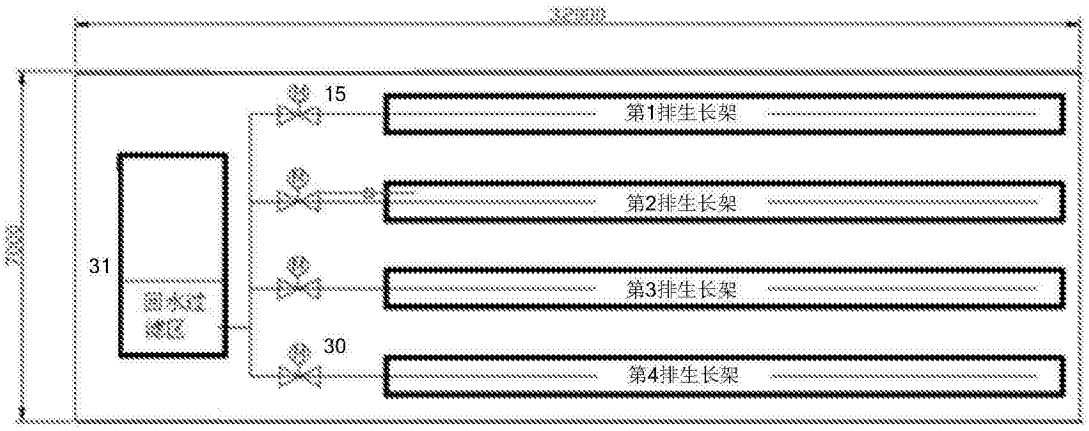

15
第1排生长架
第2排生长架
第3排生长架
30
第4排生长架
31

图4

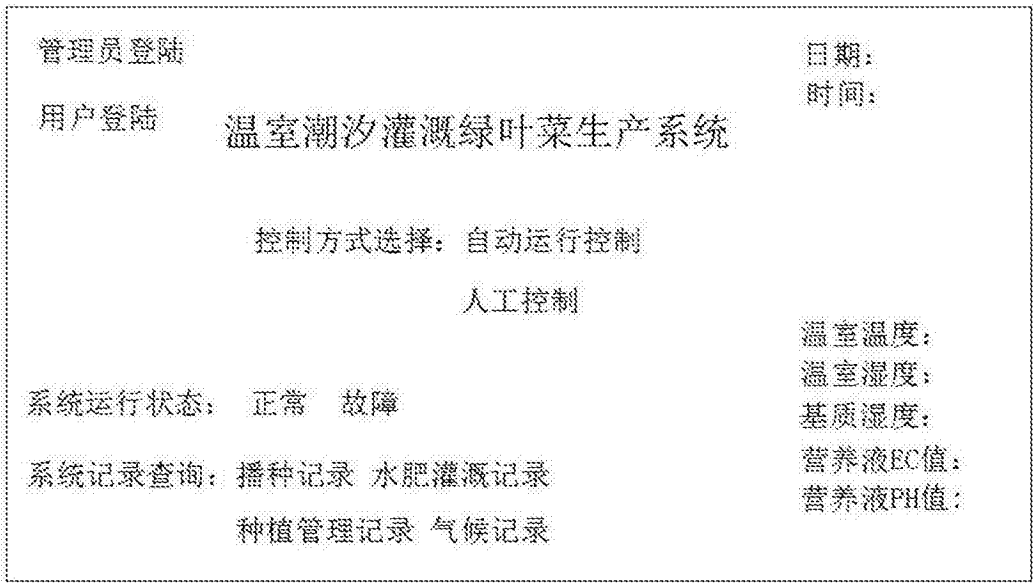

管理员登陆
用户登陆
温室潮汐灌溉绿叶菜生产系统
日期：
时间：
控制方式选择：自动运行控制
人工控制
温室温度：
温室湿度：
基质湿度：
营养液EC值：
营养液PH值：
系统运行状态： 正常 故障
系统记录查询：播种记录 水肥灌溉记录
种植管理记录 气候记录

图5