



## (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 118542222 A

(43) 申请公布日 2024. 08. 27

(21) 申请号 202410677569.5

(22) 申请日 2024.05.29

(71) 申请人 怀化学院

地址 418000 湖南省怀化市鹤城区迎丰东路798号

(72) 发明人 邓小武 唐喜燕 石元泉 鲁荣波  
匡光旭(74) 专利代理机构 杭州科启星知识产权代理事务  
所(特殊普通合伙) 33456  
专利代理师 张文骏

(51) Int. Cl.

A01G 25/16 (2006.01)

A01C 23/00 (2006.01)

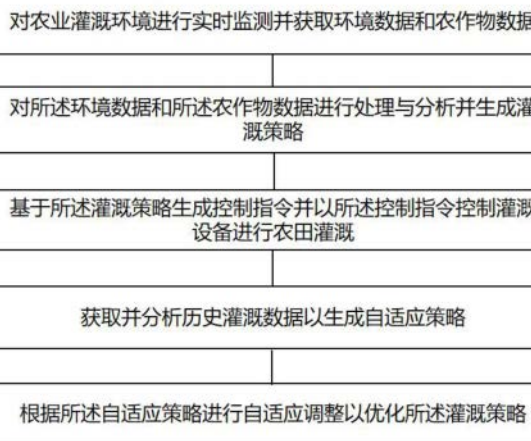
权利要求书4页 说明书13页 附图2页

## (54) 发明名称

一种基于物联网的自动化农业灌溉方法及系统

## (57) 摘要

本发明公开了一种基于物联网的自动化农业灌溉方法及系统,涉及农业灌溉技术领域。该方法包括:对农业灌溉环境进行实时监测并获取环境数据和农作物数据;对环境数据和农作物数据进行处理与分析并生成灌溉策略;基于灌溉策略生成控制指令并以控制指令控制灌溉设备进行农业灌溉;获取并分析历史灌溉数据以生成自适应策略;根据自适应策略进行自适应调整以优化灌溉策略。本发明通过获取环境数据和农作物数据并对其分析以生成灌溉策略,提高农业的灌溉效率和产量并减少资源浪费;还通过将ZigBee和LoRaWAN两种技术结合的方式进行网络传输以确保数据的可靠性和稳定性;还通过采用能量转换系统将自然资源转化为电能来保障灌溉的电力供应。



1. 一种基于物联网的自动化农业灌溉方法,其特征在于:包括如下步骤:  
对农业灌溉环境进行实时监测并获取环境数据和农作物数据;  
对所述环境数据和所述农作物数据进行处理与分析并生成灌溉策略;  
基于所述灌溉策略生成控制指令并以所述控制指令控制灌溉设备进行农业灌溉;  
获取并分析历史灌溉数据以生成自适应策略;  
根据所述自适应策略进行自适应调整以优化所述灌溉策略;  
其中,所述环境数据包括土壤条件、气象条件、灌溉条件和设备条件;  
所述农作物数据包括生长条件、生长因素和生长情况;  
生成所述灌溉策略,包括如下步骤:  
根据所述土壤条件与所述农作物数据建立第一关系式;  
根据所述气象条件与所述农作物数据建立第二关系式;  
根据所述第一关系式与所述第二关系式建立第三关系式;  
根据所述第三关系式生成灌溉策略;  
其中,所述第三关系式表示为: $W=W_1+W_2$ ;  
其中, $W$ 表示农作物生长所需的灌溉总水肥量; $W_1$ 表示第一灌溉水肥量; $W_2$ 表示第二灌溉水肥量。
2. 根据权利要求1所述的一种基于物联网的自动化农业灌溉方法,其特征在于:所述土壤条件包括盐碱化程度、含水量、持水率和土壤肥力;所述气象条件包括温度、湿度、光照、地理数据和气象数据;所述灌溉条件包括水位、水量、水质和病虫害;所述设备条件包括灌溉设备、运行状态和老化程度;  
其中,所述地理数据包括农业灌溉环境的经纬度、海拔和地势地形特征;所述气象数据包括降水量、日照时数、天气现象、四季变化以及风向风速。
3. 根据权利要求1所述的一种基于物联网的自动化农业灌溉方法,其特征在于:在所述农作物数据中,所述生长条件表示农作物生长所必需的生长需求,包括需水量、需肥量、光照量、土质要求、水质要求、种植时间和气候环境;所述生长因素表示农作物生长过程中所必需的营养元素,包括氮元素、磷元素、钾元素、铁元素和锌元素;所述生长情况表示农作物在不同生长阶段所表现出的生长状态。
4. 根据权利要求1所述的一种基于物联网的自动化农业灌溉方法,其特征在于:对农业灌溉环境进行实时监测,具体包括:  
在所述农业灌溉环境周围部署多种传感器,包括环境传感器和农作物传感器;  
采用ZigBee技术建立第一传感器网络节点;  
在农业灌溉环境的周边/中心位置部署LoRaWAN网关;  
采用LoRaWAN技术建立第二传感器网络节点;  
建立远程控制端,包括云端服务器/本地控制中心;  
其中,所述第一传感器网络节点与所述第二传感器网络节点建立网络连接;所述第二传感器网络节点与所述远程控制端建立网络连接;  
所述第一传感器网络节点用于监测并采集数据;  
所述第二传感器网络节点用于接收所述第一传感器网络节点发送的数据,并通过LoRaWAN协议将数据传输到所述远程控制端;

所述远程控制端用于接收和处理来自所述第二传感器网络节点的数据,并对数据进行分析与存储;

其中,所述环境传感器包括盐碱化传感器、含水量传感器、持水率传感器、土壤肥力传感器、温度传感器、湿度传感器、光照传感器、水位传感器、水量传感器、水质传感器和雨量计;

所述农作物传感器包括营养元素传感器、生长状态传感器。

5. 根据权利要求4所述的一种基于物联网的自动化农业灌溉方法,其特征在于:采用多协议网关处理器作为所述第一传感器网络节点与所述第二传感器网络节点的中间节点,其包括协议转换层、协议支持层和数据处理层;

所述协议转换层,用于将ZigBee与LoRaWAN采用的协议转换为统一的通信格式;

所述协议支持层,具有支持ZigBee协议与LoRaWAN协议的能力;

所述数据处理层,用于进行数据的接收与转发;

其中,所述协议支持层包括数据传输协议帧格式和节点认证加密传输机制;

所述数据传输协议帧格式,用于对所有节点进行统一编址,将目的地址设置为统一地址,其通信帧格式为:帧头:2字节;ACK确认位:1字节;源地址:8字节;目的地址:2字节;数据类型:1字节;数据:2字节;CRC校验:1字节;

所述节点认证加密传输机制,用于识别网络节点的身份并使用双方防抵赖的数字签名机制建立安全信道;还用于在身份认证的基础上采用对称加密技术进行加密,并采用密钥预存机制保存密钥;

所述密钥预存机制具体为:

在节点中预先存储一个初始密钥;

在网络的基站中存储所有节点的初始密钥的备份;

网络在进行数据加密的时候,节点和基站使用各自存储的密钥进行加密和解密;

其中,在加密和解密过程中采用随机数作为随机步长,用于控制加密过程中数据位移的步长情况。

6. 根据权利要求1所述的一种基于物联网的自动化农业灌溉方法,其特征在于:采用能量转换系统和供电系统为农业灌溉中的设备提供电力支持,包括如下步骤:

获取太阳能并通过所述能量转换系统将其转换为第一电能;

获取热能并将其划分为第一热能和第二热能,将所述第一热能进行存储并将所述第二热能通过所述能量转换系统转换为第二电能;

获取风能并通过所述能量转换系统将其转换为第三电能;

将第一电能、第二电能和第三电能进行存储;

对所述供电系统的稳定性进行判断,若电力供应稳定,则将所述第一电能作为所述供电系统的补充能源;若电力供应不稳定,则将所述第二电能和/或所述第三电能作为所述供电系统的补充能源;

其中,所述能量转换系统基于所述气象条件进行构建,包括太阳能子系统、热能子系统和风能子系统;

所述太阳能子系统与光照、日照时数和地理数据建立关联,用于将太阳能转化为电能;

所述热能子系统与温度、光照和地理数据建立关联,用于存储热能以及将热能转化为

电能;

所述风能子系统与风向风速和地理数据建立关联,用于将风能转化为电能;

其中,根据气象数据判断当前农业灌溉环境的温差,若温差大于设定的温差阈值,则通过释放所述第一热能为农业灌溉环境提供热能;

所述温差阈值基于历史温差数据和农作物的生长情况进行设定。

7.根据权利要求6所述的一种基于物联网的自动化农业灌溉方法,其特征在于:对供电系统的稳定性进行判断,具体包括:

对所述供电系统中各个节点的电压波动进行判断,若所述电压波动超过设定的电压范围,则判断所述供电系统不稳定;

对所述供电系统的频率变化进行判断,若所述频率变化超过设定的频率范围,则判断所述供电系统不稳定;

对所述供电系统中各个负荷之间的功率平衡进行判断,若出现过载或欠载情况,则判断所述供电系统不稳定;

反之,则判断所述供电系统稳定。

8.根据权利要求1所述的一种基于物联网的自动化农业灌溉方法,其特征在于:所述第一关系式表示为:

$$W_1 = P * h (H - (H_0 + H_1 + H_2));$$

其中, $W_1$ 表示第一灌溉水肥量; $P$ 表示农作物的生长状态; $h()$ 表示土壤条件与农作物生长条件的映射函数; $H$ 表示土壤盐碱化程度; $H_0$ 表示土壤含水量; $H_1$ 表示土壤持水率; $H_2$ 表示土壤肥力。

9.根据权利要求1所述的一种基于物联网的自动化农业灌溉方法,其特征在于:所述第二关系式表示为:

$$W_2 = P * f ((F + F') - (F_0 + F_1 + F_2));$$

其中, $W_2$ 表示第二灌溉水肥量; $P$ 表示农作物的生长状态; $f()$ 表示气象条件与农作物生长条件的映射函数; $F$ 表示气象数据; $F'$ 表示地理数据; $F_0$ 表示温度; $F_1$ 表示湿度; $F_2$ 表示光照。

10.一种基于物联网的自动化农业灌溉系统,应用于如权利要求1-9任一项所述的自动化农业灌溉方法,其特征在于:包括传感器模块、数据通信模块、中心控制模块、自适应优化模块和能量转换模块;

所述传感器模块,用于部署若干传感器并对农业灌溉环境进行实时监测,以获取环境数据和农作物数据;

所述数据通信模块,用于建立数据传输通道并对网络连接进行加密;

所述中心控制模块,用于对所述环境数据和所述农作物数据进行处理与分析并生成灌溉策略;还基于所述灌溉策略生成控制指令并以所述控制指令控制灌溉设备进行农业灌溉;

所述自适应优化模块,用于获取并分析历史灌溉数据以生成自适应策略,并根据所述自适应策略进行自适应调整以优化所述灌溉策略;

所述能量转换模块,用于将太阳能、风能和热能转换为电能并为农业灌溉中的设备提供电力支持;

其中,所述环境数据包括土壤条件、气象条件、灌溉条件和设备条件;  
所述农作物数据包括生长条件、生长因素和生长情况;  
生成所述灌溉策略,包括如下步骤:  
根据所述土壤条件与所述农作物数据建立第一关系式;  
根据所述气象条件与所述农作物数据建立第二关系式;  
根据所述第一关系式与所述第二关系式建立第三关系式;  
根据所述第三关系式生成灌溉策略。

## 一种基于物联网的自动化农业灌溉方法及系统

### 技术领域

[0001] 本发明属于农业灌溉技术领域,尤其涉及一种基于物联网的自动化农业灌溉方法及系统。

### 背景技术

[0002] 农业灌溉是指在农业生产中利用水资源,通过人工手段将水肥等引入农田/农场进行灌溉,以满足农作物的生长需求。但现有的农业灌溉无法对水资源以及肥料等营养物质进行精细的把控,且无法将土壤、光照及温湿度等多种环境因素考虑进去,从而使得现有的农业灌溉出现资源利用率低、作物产量不高且灌溉效率低下等多种问题。

[0003] 随着物联网的飞速发展,集成了物联网技术的农业灌溉也实现了大的跨越,物联网技术能够为农业灌溉带来智能化的控制,从多个方面提升了农业灌溉的效率和经济效益。但搭载了物联网技术的农业灌溉因为技术局限性依然存在诸多问题,例如:农业环境数据的监测与分析不全面导致不能更加精细化地控制农作物的生长、水肥及用药的控制不精确导致农作物产量无法达到预期且增加了资源的浪费、无法有效利用太阳能风能等自然资源保证电力的供应以及提高农作物产量,以及因为物联网的数据泄露/篡改使得农业灌溉系统的安全性和稳定性受到挑战并影响灌溉效率等。

### 发明内容

[0004] 本发明的目的在于提供一种基于物联网的自动化农业灌溉方法及系统,通过获取环境数据和农作物数据并对其分析以生成灌溉策略,提高农业的灌溉效率,减少资源浪费并提高产量;还通过采用ZigBee和LoRaWAN两种技术结合的方式进行网络传输以确保数据的可靠传输和稳定性;还通过采用能量转换系统将自然资源转化为电能来保障灌溉的电力供应。

[0005] 本发明的目的可以通过以下技术方案实现:

[0006] 第一方面,本申请实施例提供了一种基于物联网的自动化农业灌溉方法,包括如下步骤:

[0007] 对农业灌溉环境进行实时监测并获取环境数据和农作物数据;

[0008] 对所述环境数据和所述农作物数据进行处理与分析并生成灌溉策略;

[0009] 基于所述灌溉策略生成控制指令并以所述控制指令控制灌溉设备进行农业灌溉;

[0010] 获取并分析历史灌溉数据以生成自适应策略;

[0011] 根据所述自适应策略进行自适应调整以优化所述灌溉策略;

[0012] 其中,所述环境数据包括土壤条件、气象条件、灌溉条件和设备条件;

[0013] 所述农作物数据包括生长条件、生长因素和生长情况;

[0014] 生成所述灌溉策略,包括如下步骤:

[0015] 根据所述土壤条件与所述农作物数据建立第一关系式;

[0016] 根据所述气象条件与所述农作物数据建立第二关系式;

- [0017] 根据所述第一关系式与所述第二关系式建立第三关系式；
- [0018] 根据所述第三关系式生成灌溉策略；
- [0019] 其中,所述第三关系式表示为: $W=W_1+W_2$ ;
- [0020] 其中, $W$ 表示农作物生长所需的灌溉总水肥量; $W_1$ 表示第一灌溉水肥量; $W_2$ 表示第二灌溉水肥量。
- [0021] 优选地,所述土壤条件包括盐碱化程度、含水量、持水率和土壤肥力;所述气象条件包括温度、湿度、光照、地理数据和气象数据;所述灌溉条件包括水位、水量、水质和病虫害;所述设备条件包括灌溉设备、运行状态和老化程度;
- [0022] 其中,所述地理数据包括农业灌溉环境的经纬度、海拔和地势地形特征;所述气象数据包括降水量、日照时数、天气现象、四季变化以及风向风速。
- [0023] 优选地,在所述农作物数据中,所述生长条件表示农作物生长所必需的生长需求,包括需水量、需肥量、光照量、土质要求、水质要求、种植时间和气候环境;所述生长因素表示农作物生长过程中所必需的营养元素,包括氮元素、磷元素、钾元素、铁元素和锌元素;所述生长情况表示农作物在不同生长阶段所表现出的生长状态。
- [0024] 优选地,对农业灌溉环境进行实时监测,具体包括:
- [0025] 在所述农业灌溉环境周围部署多种传感器,包括环境传感器和农作物传感器;
- [0026] 采用ZigBee技术建立第一传感器网络节点;
- [0027] 在农业灌溉环境的周边/中心位置部署LoRaWAN网关;
- [0028] 采用LoRaWAN技术建立第二传感器网络节点;
- [0029] 建立远程控制端,包括云端服务器/本地控制中心;
- [0030] 其中,所述第一传感器网络节点与所述第二传感器网络节点建立网络连接;所述第二传感器网络节点与所述远程控制端建立网络连接;
- [0031] 所述第一传感器网络节点用于监测并采集数据;
- [0032] 所述第二传感器网络节点用于接收所述第一传感器网络节点发送的数据,并通过LoRaWAN协议将数据传输到所述远程控制端;
- [0033] 所述远程控制端用于接收和处理来自所述第二传感器网络节点的数据,并对数据进行分析与存储;
- [0034] 其中,所述环境传感器包括盐碱化传感器、含水量传感器、持水率传感器、土壤肥力传感器、温度传感器、湿度传感器、光照传感器、水位传感器、水量传感器、水质传感器和雨量计;
- [0035] 所述农作物传感器包括营养元素传感器、生长状态传感器。
- [0036] 优选地,采用多协议网关处理器作为所述第一传感器网络节点与所述第二传感器网络节点的中间节点,其包括协议转换层、协议支持层和数据处理层;
- [0037] 所述协议转换层,用于将ZigBee与LoRaWAN采用的协议转换为统一的通信格式;
- [0038] 所述协议支持层,具有支持ZigBee协议与LoRaWAN协议的能力;
- [0039] 所述数据处理层,用于进行数据的接收与转发;
- [0040] 其中,所述协议支持层包括数据传输协议帧格式和节点认证加密传输机制;
- [0041] 所述数据传输协议帧格式,用于对所有节点进行统一编址,将目的地址设置为统一地址,其通信帧格式为:帧头:2字节;ACK确认位:1字节;源地址:8字节;目的地址:2字节;

数据类型:1字节;数据:2字节;CRC校验:1字节;

[0042] 所述节点认证加密传输机制,用于识别网络节点的身份并使用双方防抵赖的数字签名机制建立安全信道;还用于在身份认证的基础上采用对称加密技术进行加密,并采用密钥预存机制保存密钥;

[0043] 所述密钥预存机制具体为:

[0044] 在节点中预先存储一个初始密钥;

[0045] 在网络的基站中存储所有节点的初始密钥的备份;

[0046] 网络在进行数据加密的时候,节点和基站使用各自存储的密钥进行加密和解密;

[0047] 其中,在加密和解密过程中采用随机数作为随机步长,用于控制加密过程中数据位移的步长情况。

[0048] 优选地,采用能量转换系统和供电系统为农业灌溉中的设备提供电力支持,包括如下步骤:

[0049] 获取太阳能并通过所述能量转换系统将其转换为第一电能;

[0050] 获取热能并将其划分为第一热能和第二热能,将所述第一热能进行存储并将所述第二热能通过所述能量转换系统转换为第二电能;

[0051] 获取风能并通过所述能量转换系统将其转换为第三电能;

[0052] 将第一电能、第二电能和第三电能进行存储;

[0053] 对所述供电系统的稳定性进行判断,若电力供应稳定,则将所述第一电能作为所述供电系统的补充能源;若电力供应不稳定,则将所述第二电能和/或所述第三电能作为所述供电系统的补充能源;

[0054] 其中,所述能量转换系统基于所述气象条件进行构建,包括太阳能子系统、热能子系统和风能子系统;

[0055] 所述太阳能子系统与光照、日照时数和地理数据建立关联,用于将太阳能转化为电能;

[0056] 所述热能子系统与温度、光照和地理数据建立关联,用于存储热能以及将热能转化为电能;

[0057] 所述风能子系统与风向风速和地理数据建立关联,用于将风能转化为电能;

[0058] 其中,根据气象数据判断当前农业灌溉环境的温差,若温差大于设定的温差阈值,则通过释放所述第一热能为农业灌溉环境提供热能;

[0059] 所述温差阈值基于历史温差数据和农作物的生长情况进行设定。

[0060] 优选地,对供电系统的稳定性进行判断,具体包括:

[0061] 对所述供电系统中各个节点的电压波动进行判断,若所述电压波动超过设定的电压范围,则判断所述供电系统不稳定;

[0062] 对所述供电系统的频率变化进行判断,若所述频率变化超过设定的频率范围,则判断所述供电系统不稳定;

[0063] 对所述供电系统中各个负荷之间的功率平衡进行判断,若出现过载或欠载情况,则判断所述供电系统不稳定;

[0064] 反之,则判断所述供电系统稳定。

[0065] 优选地,所述第一关系式表示为:

[0066]  $W_1 = P * h(H - (H_0 + H_1 + H_2))$ ;

[0067] 其中,  $W_1$  表示第一灌溉水肥量;  $P$  表示农作物的生长状态;  $h()$  表示土壤条件与农作物生长条件的映射函数;  $H$  表示土壤盐碱化程度;  $H_0$  表示土壤含水量;  $H_1$  表示土壤持水率;  $H_2$  表示土壤肥力。

[0068] 优选地, 所述第二关系式表示为:

[0069]  $W_2 = P * f((F + F') - (F_0 + F_1 + F_2))$ ;

[0070] 其中,  $W_2$  表示第二灌溉水肥量;  $P$  表示农作物的生长状态;  $f()$  表示气象条件与农作物生长条件的映射函数;  $F$  表示气象数据;  $F'$  表示地理数据;  $F_0$  表示温度;  $F_1$  表示湿度;  $F_2$  表示光照。

[0071] 第二方面, 本申请实施例提供了一种基于物联网的自动化农业灌溉系统, 包括传感器模块、数据通信模块、中心控制模块、自适应优化模块和能量转换模块;

[0072] 所述传感器模块, 用于部署若干传感器并对农业灌溉环境进行实时监测, 以获取环境数据和农作物数据;

[0073] 所述数据通信模块, 用于建立数据传输通道并对网络连接进行加密;

[0074] 所述中心控制模块, 用于对所述环境数据和所述农作物数据进行处理与分析并生成灌溉策略; 还基于所述灌溉策略生成控制指令并以所述控制指令控制灌溉设备进行农业灌溉;

[0075] 所述自适应优化模块, 用于获取并分析历史灌溉数据以生成自适应策略, 并根据所述自适应策略进行自适应调整以优化所述灌溉策略;

[0076] 所述能量转换模块, 用于将太阳能、风能和热能转换为电能并为农业灌溉中的设备提供电力支持;

[0077] 其中, 所述环境数据包括土壤条件、气象条件、灌溉条件和设备条件;

[0078] 所述农作物数据包括生长条件、生长因素和生长情况;

[0079] 生成所述灌溉策略, 包括如下步骤:

[0080] 根据所述土壤条件与所述农作物数据建立第一关系式;

[0081] 根据所述气象条件与所述农作物数据建立第二关系式;

[0082] 根据所述第一关系式与所述第二关系式建立第三关系式;

[0083] 根据所述第三关系式生成灌溉策略。

[0084] 本发明的有益效果为:

[0085] (1) 本发明首先通过监测设备对农业灌溉环境进行实时监测并获取环境数据与农作物数据; 紧接着经过对上述数据进行数据处理与数据分析后得到分析结果, 并根据所述分析结果生成灌溉策略; 再基于该灌溉策略生成控制指令并以此控制灌溉设备进行农业灌溉; 最后再获取历史灌溉数据并对其进行分析, 以生成自适应策略, 再根据该自适应策略进行自适应调整以优化上述灌溉策略。本发明通过获取上述环境数据与农作物数据并分析出影响农作物生长的一些重要条件, 以及这些条件与农作物之间的关系和影响程度, 生成了用于控制农业灌溉的灌溉策略; 该灌溉策略中包含了影响农业灌溉的若干影响因素, 因此以该灌溉策略对灌溉设备进行控制可以极大程度上提高灌溉的精确度, 并通过控制用水量及施肥量等满足农作物生长所需的所有必要且最佳的生长环境, 由此提高农业的灌溉效率且减少了资源浪费并提高了农作物的产量。

[0086] (2) 本发明在农业灌溉中采用ZigBee和LoRaWAN两种技术结合的方式进行网络传输,其中ZigBee技术用于进行短距离的无线通信,而LoRaWAN技术用于进行长距离的无线通信,二者结合可以实现对农业内部或农场之间的数据传输覆盖,也能够适应于多种距离需求;另一方面,LoRaWAN技术具有较高的抗干扰能力和信号穿透能力,适合于复杂的农业环境,其结合ZigBee技术可以在局部范围内建立更健壮的网络,确保数据的可靠传输和稳定性,从而实现灵活、高效、低成本的智能化灌溉管理,为农业生产提供更好的通信支持。

[0087] (3) 本发明将多协议网关处理器作为第一传感器网络节点与第二传感器网络节点的中间节点,用于在ZigBee与LoRaWAN之间提供数据转换和传输,对上述两种技术所采用的协议进行支持,允许异构节点进行通信以完成不同协议之间的转换,支持异构节点之间进行双向透明传输,使得数据转换更为迅速,解决了数据拥堵和转换不及时的问题;还通过建立节点认证加密传输机制来识别网络节点的身份并使用双方防抵赖的数字签名机制建立安全信道,通过网络节点的身份认证来加强数据的安全性,而双方防抵赖的数字签名机制可以有效地验证数据的完整性和身份认证,确保通信双方在交互过程中不能否认已发送或接收的数据;还通过在身份认证的基础上采用对称加密技术进行加密,该对称加密技术在加密和解密的过程中使用相同的密钥,是互为逆运算,其相较于其他加密算法开销较少,更适合本实施例中的传感器的应用;还采用密钥预存机制保存密钥,极大程度上降低了密钥在网络传送中泄露的风险,并且还在加密和解密过程中采用随机数作为随机步长,使得加密算法成为一种变化的运算,加大了算法被破解的难度,从而提高了数据的安全性。

[0088] (4) 本发明在农业灌溉中采用太阳能、热能和风能等能量转换系统,将获取的太阳能、热能和风能等自然资源转换为电能进行存储,并在农业灌溉的供电系统供电不足时作为备用能源提供电能,从而保证灌溉设备与物联网设备能够不受断电影响正常运行;另一方面,本发明还将热能分为两部分,一部分用来转化为电能,另一部分用来存储,等到当前农业灌溉环境的温差(温度变化)大于设定的温差阈值时,则通过释放第一热能为农业灌溉环境提供热能,从而保障农作物的生长不会受到温度变化的影响;由此,本发明利用上述能量转换系统实现了将自然资源转化为电能并进一步保障了灌溉的电力供应,从而增强了农业灌溉的自动化运行与数据传输,还通过存储的热能在一定程度上提高了农作物的产量。

[0089] (5) 本发明通过对农业灌溉环境进行实时监测以获取环境数据和农作物数据并生成灌溉策略,通过该灌溉策略来精细化地控制农作物的生长、水肥及用药,从而实现农作物灌溉的全面性和准确性;通过在农业灌溉中采用ZigBee和LoRaWAN两种技术结合的方式进行网络传输,确保数据的可靠传输和稳定性,从而实现灵活、高效、低成本的智能化灌溉管理,为农业生产提供更好的通信支持;通过在农业灌溉中采用太阳能、热能和风能等能量转换系统,将自然资源转化为电能并进一步保障了灌溉的电力供应,从而增强了农业灌溉的自动化运行与数据传输,还通过存储的热能在一定程度上提高了农作物的产量;通过分析土壤条件、气象条件与农作物生长状态之间的关系来求得农作物生长所需的灌溉水肥量,从而使得农作物得到最准确的灌溉量,节约资源的同时,也提高了灌溉效率和农作物产量。

## 附图说明

[0090] 为了更好地理解和实施,下面结合附图详细说明本申请的技术方案。

[0091] 图1为本申请实施例提供的一种基于物联网的自动化农业灌溉方法的步骤流程

图;

[0092] 图2为本申请实施例提供的一种基于物联网的自动化农业灌溉系统的结构示意图。

### 具体实施方式

[0093] 为更进一步阐述本发明为实现预定发明目的所采取的技术手段及功效,这里将详细地对示例性实施例进行说明,其示例表示在附图中。下面的描述涉及附图时,除非另有表示,不同附图中的相同数字表示相同或相似的要素。以下示例性实施例中所描述的实施方式并不代表与本申请相一致的所有实施方式。相反,它们仅是与如所附权利要求书中所详述的、本申请的一些方面相一致的方法和系统的例子。

[0094] 在本申请使用的术语是仅仅出于描述特定实施例的目的,而非旨在限制本申请。在本申请和所附权利要求书中所使用的单数形式的“一种”、“所述”和“该”也旨在包括多数形式,除非上下文清楚地表示其他含义。还应当理解,本文中使用的术语“和/或”是指包含一个或多个相关联的列出项目的任何或所有可能组合。

[0095] 以下结合附图及较佳实施例,对依据本发明的具体实施方式、特征及其功效作详细说明。

#### [0096] 实施例1

[0097] 请参阅图1,本申请实施例提供一种基于物联网的自动化农业灌溉方法,包括如下步骤:

[0098] 对农业灌溉环境进行实时监测并获取环境数据和农作物数据;

[0099] 对所述环境数据和所述农作物数据进行处理与分析并生成灌溉策略;

[0100] 基于所述灌溉策略生成控制指令并以所述控制指令控制灌溉设备进行农业灌溉;

[0101] 获取并分析历史灌溉数据以生成自适应策略;

[0102] 根据所述自适应策略进行自适应调整以优化所述灌溉策略。

[0103] 其中,所述环境数据包括土壤条件、气象条件、灌溉条件和设备条件;

[0104] 所述农作物数据包括生长条件、生长因素和生长情况;

[0105] 生成所述灌溉策略,包括如下步骤:

[0106] 根据所述土壤条件与所述农作物数据建立第一关系式;

[0107] 根据所述气象条件与所述农作物数据建立第二关系式;

[0108] 根据所述第一关系式与所述第二关系式建立第三关系式;

[0109] 根据所述第三关系式生成灌溉策略。

[0110] 需要说明的是,本申请所述的自适应策略可以通过历史数据找出变化规律并进行实时反馈,通过归纳不同季节对农作物生长阶段的影响来进行自适应调整,从而使得灌溉策略得到优化并提高其精确性。

[0111] 具体地,由于现有的农业灌溉技术无法精确地控制灌溉的水量以及肥料用量,由此导致农作物生长受到限制并且增加了资源的浪费,因此为了解决上述问题,本申请首先通过监测设备对农业灌溉环境进行实时监测并获取环境数据与农作物数据;紧接着经过对上述数据进行数据处理与数据分析后得到分析结果,并根据所述分析结果生成灌溉策略;再基于该灌溉策略生成控制指令并以此控制灌溉设备进行农业灌溉;最后再获取历史灌溉

数据并对其进行分析,以生成自适应策略,再根据该自适应策略进行自适应调整以优化上述灌溉策略。本申请通过获取上述环境数据与农作物数据并分析出影响农作物生长的一些重要条件,以及这些条件与农作物之间的关系和影响程度,生成了用于控制农业灌溉的灌溉策略;该灌溉策略中包含了影响农业灌溉的若干影响因素,因此以该灌溉策略对灌溉设备进行控制可以极大程度上提高灌溉的精确度,并通过控制用水量及施肥量等满足农作物生长所需的所有必要且最佳的生长环境,由此提高农业的灌溉效率且减少了资源浪费并提高了农作物的产量。

[0112] 需要说明的是,本申请中的灌溉设备包括但不限于输水总管、水泵、电磁阀、若干喷水管以及肥料供给装置;由于本申请中主要针对的是农业灌溉方法,因此对于灌溉设备可以根据具体的应用场景进行选择,本实施例在此不做具体限定,而可以理解的是,除上述列举的灌溉设备以外,其他灌溉设备也在本申请的保护范围内。

[0113] 可以理解的是,上述农业灌溉不仅可以表示农田,还可以表示为农场,其根据具体的应用场景进行选择,本实施例中不对农业做具体限定。

[0114] 在本申请提供的一种实施例中,所述土壤条件包括盐碱化程度、含水量、持水率和土壤肥力;所述气象条件包括温度、湿度、光照、地理数据和气象数据;所述灌溉条件包括水位、水量、水质、病虫害;所述设备条件包括灌溉设备、运行状态和老化程度;而进一步地,所述地理数据包括农业灌溉环境(农田/农场)的经纬度、海拔和地势地形特征(如丘陵、平原、河流、山地或高原等);所述气象数据包括降水量(如降雨降雪等)、日照时数、天气现象(如晴天、多云、雨天、雪天等)、四季变化以及风向风速等。

[0115] 具体地,因为土壤条件对农作物生长起到至关重要的作用,因此本申请对农田/农场的土壤条件进行分析,主要判断土壤的盐碱化程度是否超标、含水量与持水率是否在正常范围内,以及土壤的肥力是否能够维持农作物生长等;还因为气象条件作为客观因素也会在在一定程度上影响农作物生长,因此还对温湿度、光照、经纬度、海拔以及降水量和天气现象等气象条件进行分析;而灌溉条件作为影响农作物生长的另一个因素,通过分析灌溉水位与水量,检测水质与病虫害情况来得出农作物生长的最佳数据;而设备条件主要为灌溉设备的相关数据,通过分析该数据能够体现出灌溉设备的运行状态及老化程度,从灌溉设备的角度避免了一些设备错误或控制失误,保证农作物能够得到精确的灌溉;本申请通过对上述环境数据包含的多个条件进行分析,将农作物生长的多个外部环境进行剖析并与农作物生长进行关联,再利用该关联在后续生成灌溉策略,从而保证农作物的生长可以得到精准的控制。

[0116] 在本申请提供的一种实施例中,在所述农作物数据中,所述生长条件主要为农作物生长所必需的生长需求,包括需水量、需肥量、光照量、土质要求、水质要求、种植时间、气候环境(如四季更替也会导致农作物进行更替、光照会对生长因素内营养元素的合成造成影响)等;所述生长因素主要为农作物生长过程中所必需的营养元素,这类营养元素的含量多少会反映出农作物生长的情况以及土壤水肥的变化情况,其包括氮元素、磷元素、钾元素,以及微量元素中的铁元素和锌元素等;所述生长情况主要表示农作物每日/月变化的生长状态,比如苗高、是否开花、是否开始结果实、果实成熟情况、枝叶生长情况等,其反映的是农作物在不同生长阶段所表现出的生长状态。需要说明的是,环境数据内灌溉条件中的病虫害也会在一定程度上影响农作物的生长情况,因此本实施例也将上述灌溉条件作为生

长情况的判断因素之一。

[0117] 具体地,农作物数据主要表示为反映农作物生长变化的数据,其通过生长条件来判断农作物所需的生存环境、通过生长因素中各营养元素的含量反映出生长条件以及上述环境数据的变化情况,再通过生长情况更进一步地表现出农作物多个阶段的生长状态,利用生长状态的变化来体现上述生长条件以及环境数据对农作物的影响。本实施例利用生长条件、生长因素和生长情况这三个变化因子来表示农作物在生长过程中的变化情况,同时也将上述三个变化因子与环境数据中的土壤条件、气象条件以及灌溉条件建立联系,从而使得变化的数据更为完整可靠,进而为后续生成的灌溉策略提供最准确的数据支持。

[0118] 在本申请提供的一种实施例中,对农业灌溉环境进行实时监测,具体包括:

[0119] 在所述农业灌溉环境周围部署多种传感器,包括环境传感器和农作物传感器;

[0120] 采用ZigBee技术建立第一传感器网络节点;

[0121] 在农业灌溉环境的周边/中心位置部署LoRaWAN网关;

[0122] 采用LoRaWAN技术建立第二传感器网络节点;

[0123] 建立远程控制端,包括云端服务器/本地控制中心;

[0124] 其中,所述第一传感器网络节点与所述第二传感器网络节点建立网络连接;所述第二传感器网络节点与所述远程控制端建立网络连接;

[0125] 所述第一传感器网络节点用于监测并采集数据;

[0126] 所述第二传感器网络节点用于接收所述第一传感器网络节点发送的数据,并通过LoRaWAN协议将数据传输到所述远程控制端;

[0127] 所述远程控制端用于接收和处理来自所述第二传感器网络节点的数据,并对数据进行分析与存储;

[0128] 其中,所述环境传感器包括但不限于盐碱化传感器、含水量传感器、持水率传感器、土壤肥力传感器、温度传感器、湿度传感器、光照传感器、水位传感器、水量传感器、水质传感器和雨量计等;

[0129] 所述农作物传感器包括但不限于营养元素传感器、生长状态传感器。

[0130] 需要说明的是,所述环境传感器的选择与上述环境数据有关,环境数据中包含的每一个数据类型,都需对应地采用一种传感器进行检测和数据采集,而具体选用哪种传感器依据上述环境数据的类型进行选择,本实施例不做具体限定;而农作物传感器的选择也与上述农作物数据有关,农作物数据中包含的每一个数据类型,都需对应地采用一种传感器进行检测和数据采集;而营养元素传感器与生长状态传感器在现有技术中也许并不是如此名称,其只是本实施例对农作物数据中多个数据类型的一种统称,本实施例中只是限定其作用并将其作为检测农作物营养元素与生长状态的一类传感器,因此凡是能够起到对农作物的营养元素(如氮元素、磷元素、钾元素,以及微量元素中的铁元素和锌元素等)以及生长状态(如苗高、是否开花、是否开始结果实、果实成熟情况、枝叶生长情况等)进行检测的传感器均被称为“营养元素传感器”与“生长状态传感器”。比如:营养元素传感器可以选用光谱传感器、离子选择性电极传感器、电导率传感器或者化学传感器;而生长状态传感器可以选择光谱传感器、红外传感器等。

[0131] 具体地,本实施例在农业灌溉中采用ZigBee和LoRaWAN两种技术结合的方式进行网络传输,其中ZigBee技术用于进行短距离的无线通信,而LoRaWAN技术用于进行长距离的

无线通信,二者结合可以实现对农田内部或农场之间的数据传输覆盖,也能够适应于多种距离需求;需要说明的是,上述两种技术内已经包含有彼此的通信协议,因此不需要额外的协议或装置作为中间节点,但如有需要中间节点,也可将ZigBee-LoRaWAN协调器或者同时支持ZigBee和LoRaWAN通信能力的集成芯片作为中间节点建立网络通信。另一方面,LoRaWAN技术具有较高的抗干扰能力和信号穿透能力,适合于复杂的农业环境,其结合ZigBee技术可以在局部范围内建立更健壮的网络,确保数据的可靠传输和稳定性,从而实现灵活、高效、低成本的智能化灌溉管理,为农业生产提供更好的通信支持。

[0132] 虽然上述ZigBee和LoRaWAN两种技术内已经包含了彼此的协议,但是在数据传输过程中,如果数据量过大也会存在诸如数据转换不及时导致的数据拥堵以及数据泄露导致的数据安全问题,因此为了解决上述数据拥堵与数据安全问题,在本申请提供的一种实施例中,采用多协议网关处理器作为所述第一传感器网络节点与所述第二传感器网络节点的中间节点,其包括协议转换层、协议支持层和数据处理层;

[0133] 所述协议转换层,用于将ZigBee与LoRaWAN采用的协议转换为统一的通信格式;

[0134] 所述协议支持层,具有支持ZigBee协议与LoRaWAN协议的能力;

[0135] 所述数据处理层,用于进行数据的接收与转发;

[0136] 其中,所述协议支持层包括数据传输协议帧格式和节点认证加密传输机制;

[0137] 所述数据传输协议帧格式,用于对所有节点进行统一编址,将目的地址设置为统一地址,其通信帧格式为:帧头:2字节;ACK确认位:1字节;源地址:8字节;目的地址:2字节;数据类型:1字节;数据:2字节;CRC校验:1字节;

[0138] 所述节点认证加密传输机制,用于识别网络节点的身份并使用双方防抵赖的数字签名机制建立安全信道;还用于在身份认证的基础上采用对称加密技术进行加密,并采用密钥预存机制保存密钥;

[0139] 所述密钥预存机制具体为:

[0140] 在节点中预先存储一个初始密钥;

[0141] 在网络的基站中存储所有节点的初始密钥的备份;

[0142] 网络在进行数据加密的时候,节点和基站使用各自存储的密钥进行加密和解密;

[0143] 其中,在加密和解密过程中采用随机数作为随机步长,用于控制加密过程中数据位移的步长情况。

[0144] 具体地,本申请将多协议网关处理器作为第一传感器网络节点与第二传感器网络节点的中间节点,用于在ZigBee与LoRaWAN之间提供数据转换和传输,对上述两种技术所采用的协议进行支持,允许异构节点进行通信以完成不同协议之间的转换,支持异构节点之间进行双向透明传输,使得数据转换更为迅速,解决了数据拥堵和转换不及时的问题;还通过建立节点认证加密传输机制来识别网络节点的身份并使用双方防抵赖的数字签名机制建立安全信道,通过网络节点的身份认证来加强数据的安全性,而双方防抵赖的数字签名机制可以有效地验证数据的完整性和身份认证,确保通信双方在交互过程中不能否认已发送或接收的数据;还通过在身份认证的基础上采用对称加密技术进行加密,该对称加密技术在加密和解密的过程中使用相同的密钥,是互为逆运算,其相较于其他加密算法开销较少,更适合本实施例中的传感器的应用;还采用密钥预存机制保存密钥,极大程度上降低了密钥在网络传送中泄露的风险,并且还在加密和解密过程中采用随机数作为随机步长,使

得加密算法成为一种变化的运算,加大了算法被破解的难度,从而提高了数据的安全性。

[0145] 由于农业灌溉过程中极度依赖电力的能源供应,因此为了避免出现断电或电力供应不稳定的问题,在本申请提供的一种实施例中,采用能量转换系统和供电系统为农业灌溉中的设备提供电力支持,包括如下步骤:

[0146] 获取太阳能并通过所述能量转换系统将其转换为第一电能;

[0147] 获取热能并将其划分为第一热能和第二热能,将所述第一热能进行存储并将所述第二热能通过所述能量转换系统转换为第二电能;

[0148] 获取风能并通过所述能量转换系统将其转换为第三电能;

[0149] 将第一电能、第二电能和第三电能进行存储;

[0150] 对所述供电系统的稳定性进行判断,若电力供应稳定,则将所述第一电能作为所述供电系统的补充能源;若电力供应不稳定,则将所述第二电能和/或所述第三电能作为所述供电系统的补充能源;

[0151] 其中,所述能量转换系统基于所述气象条件进行构建,包括太阳能子系统、热能子系统和风能子系统;

[0152] 所述太阳能子系统与光照、日照时数和地理数据建立关联,用于将太阳能转化为电能;

[0153] 所述热能子系统与温度、光照和地理数据建立关联,用于存储热能以及将热能转化为电能;

[0154] 所述风能子系统与风向风速和地理数据建立关联,用于将风能转化为电能;

[0155] 其中,根据气象数据判断当前农业灌溉环境的温差(温度变化),若温差大于设定的温差阈值,则通过释放所述第一热能为农业灌溉环境提供热能;

[0156] 所述温差阈值基于历史温差数据和农作物的生长情况进行设定。

[0157] 具体地,本申请在农业灌溉中采用太阳能、热能和风能等能量转换系统,将获取的太阳能、热能和风能等自然资源转换为电能进行存储,并在农业灌溉的供电系统供电不足时作为备用能源提供电能,从而保证灌溉设备与物联网设备能够不受断电影响正常运行;而之所以在电力供应稳定时将第一电能作为供电系统的补充能源,在电力供应不稳定时将第二电能和/或第三电能作为供电系统的补充能源,是由于在太阳能、热能和风能这三种可再生能源中,转换为电能时提供电力最少的是太阳能,太阳能转换为电能通常需要利用光伏电池板将太阳光直接转换为电能,相比之下,热能和风能的转换效率通常要高于太阳能的转换效率,因此将太阳能转换的第一电能作为供电系统稳定时的补充能源可以为供电系统多加一重保障而不会损失太多的电能;另一方面,本实施例还将热能分为两部分,一部分用来转化为电能,另一部分用来存储,等到当前农业灌溉环境的温差(温度变化)大于设定的温差阈值时,则通过释放第一热能为农业灌溉环境提供热能,从而保障农作物的生长不会受到温度变化的影响;而设定的温差阈值是在历史温差数据的基础上,通过分析温差与农作物生长情况设定的;由此,本申请利用上述能量转换系统实现了将自然资源转化为电能并进一步保障了灌溉的电力供应,从而增强了农业灌溉的自动化运行与数据传输,还通过存储的热能在一定程度上提高了农作物的产量。

[0158] 需要说明的是,本实施例中不对能量转换系统中所包括的设备做具体限定,凡是能实现上述功能和作用的能量转换系统都在本实施例的保护范围内。

[0159] 进一步地,对供电系统的稳定性进行判断,具体包括:

[0160] 对所述供电系统中各个节点的电压波动进行判断,若所述电压波动超过设定的电压范围,则判断所述供电系统不稳定;

[0161] 对所述供电系统的频率变化进行判断,若所述频率变化超过设定的频率范围,则判断所述供电系统不稳定;

[0162] 对所述供电系统中各个负荷之间的功率平衡进行判断,若出现过载或欠载情况,则判断所述供电系统不稳定;

[0163] 反之,则判断所述供电系统稳定。

[0164] 具体地,本实施例通过对电压波动、频率变化以及功率平衡进行判断,从而确定供电系统是否稳定;通过监测和评估上述参数,能够全面且准确地了解供电系统的稳定性情况。

[0165] 在本申请提供的一种实施例中,所述第一关系式表示为:

[0166]  $W_1 = P * h(H - (H_0 + H_1 + H_2))$ ;

[0167] 其中, $W_1$ 表示第一灌溉水肥量; $P$ 表示农作物的生长状态; $h()$ 表示土壤条件与农作物生长条件的映射函数; $H$ 表示土壤盐碱化程度; $H_0$ 表示土壤含水量; $H_1$ 表示土壤持水率; $H_2$ 表示土壤肥力。

[0168] 具体地,本实施例对土壤条件与农作物的生长状态进行关联分析,将土壤条件中的盐碱化程度、含水量、持水率和土壤肥力与生长条件建立映射函数,接着再以该映射函数与生长状态表达第一灌溉水肥量;该第一灌溉水肥量用于表示在以土壤条件与农作物数据为主要因素的情况下,农作物所需的灌溉水肥量(包括水量和肥料量)。

[0169] 在本申请提供的一种实施例中,所述第二关系式表示为:

[0170]  $W_2 = P * f((F + F') - (F_0 + F_1 + F_2))$ ;

[0171] 其中, $W_2$ 表示第二灌溉水肥量; $P$ 表示农作物的生长状态; $f()$ 表示气象条件与农作物生长条件的映射函数; $F$ 表示气象数据; $F'$ 表示地理数据; $F_0$ 表示温度; $F_1$ 表示湿度; $F_2$ 表示光照。

[0172] 具体地,本实施例对气象条件与农作物的生长状态进行关联分析,将气象条件中的温度、湿度、光照、地理数据和气象数据与生长条件建立映射函数,接着再以该映射函数与生长状态表达第二灌溉水肥量;该第二灌溉水肥量用于表示在以气象条件与农作物数据为主要因素的情况下,农作物所需的灌溉水肥量。

[0173] 在本申请提供的一种实施例中,所述第三关系式表示为: $W = W_1 + W_2$ ;

[0174] 其中, $W$ 表示农作物生长所需的灌溉总水肥量; $W_1$ 表示第一灌溉水肥量; $W_2$ 表示第二灌溉水肥量。

[0175] 具体地,第三关系式是将第一关系式与第二关系式结合起来求出农作物生长所需的总的灌溉水肥量;该灌溉总水肥量的得出是以气象条件与土壤条件为影响因素进行总体分析,能够反映出农作物生长状态与气象条件和土壤条件的变化关系。

[0176] 需要说明的是,第三关系式只是表示出了所需灌溉水肥量,而基于第三关系式生成的灌溉策略还需要考虑灌溉时间和灌溉设备,因此得出第三关系式并不等同于生成了灌溉策略;而将灌溉水肥量与灌溉时间以及灌溉设备共同作为考虑因素才能最终生成灌溉策略。

[0177] 综上所述,本申请通过对农业灌溉环境进行实时监测以获取环境数据和农作物数据并生成灌溉策略,通过该灌溉策略来精细化地控制农作物的生长、水肥及用药,从而实现农作物灌溉的全面性和准确性;通过在农业灌溉中采用ZigBee和LoRaWAN两种技术结合的方式进行网络传输,确保数据的可靠传输和稳定性,从而实现灵活、高效、低成本的智能化灌溉管理,为农业生产提供更好的通信支持;通过在农业灌溉中采用太阳能、热能和风能等能量转换系统,将自然资源转化为电能并进一步保障了灌溉的电力供应,从而增强了农业灌溉的自动化运行与数据传输,还通过存储的热能在一定程度上提高了农作物的产量;通过分析土壤条件、气象条件与农作物生长状态之间的关系来求得农作物生长所需的灌溉水肥量,从而使得农作物得到最准确的灌溉量,节约资源的同时,也提高了灌溉效率和农作物产量。

[0178] 综合来说,本申请所述的基于物联网的自动化农业灌溉方法可以大大提高农业灌溉的灌溉效率,减少资源浪费并提高产量。

[0179] 实施例2

[0180] 请参阅图2,本申请实施例提供一种基于物联网的自动化农业灌溉系统,包括传感器模块、数据通信模块、中心控制模块、自适应优化模块和能量转换模块;

[0181] 所述传感器模块,用于部署若干传感器并对农业灌溉环境进行实时监测,以获取环境数据和农作物数据;

[0182] 所述数据通信模块,用于建立数据传输通道并对网络连接进行加密;

[0183] 所述中心控制模块,用于对所述环境数据和所述农作物数据进行处理与分析并生成灌溉策略;还基于所述灌溉策略生成控制指令并以所述控制指令控制灌溉设备进行农业灌溉;

[0184] 所述自适应优化模块,用于获取并分析历史灌溉数据以生成自适应策略,并根据所述自适应策略进行自适应调整以优化所述灌溉策略;

[0185] 所述能量转换模块,用于将太阳能、风能和热能转换为电能并为农业灌溉中的设备提供电力支持;

[0186] 其中,所述环境数据包括土壤条件、气象条件、灌溉条件和设备条件;

[0187] 所述农作物数据包括生长条件、生长因素和生长情况;

[0188] 生成所述灌溉策略,包括如下步骤:

[0189] 根据所述土壤条件与所述农作物数据建立第一关系式;

[0190] 根据所述气象条件与所述农作物数据建立第二关系式;

[0191] 根据所述第一关系式与所述第二关系式建立第三关系式;

[0192] 根据所述第三关系式生成灌溉策略。

[0193] 在上述实施例中,对各个实施例的描述都各有侧重,某个实施例中未详述或记载的部分,可以参见其他实施例的相关描述。

[0194] 所属领域的技术人员可以清楚地了解到,为了描述的方便和简洁,仅以上述各功能单元、模块的划分进行举例说明,实际应用中,可以根据需要而将上述功能分配由不同的功能单元、模块完成,即将装置的内部结构划分成不同的功能单元或模块,以完成以上描述的全部或者部分功能。实施例中的各功能单元、模块可以集成在一个处理单元中,也可以是各个单元单独物理存在,也可以两个或两个以上单元集成在一个单元中,上述集成的单元

既可以采用硬件的形式实现,也可以采用软件功能单元的形式实现。另外,各功能单元、模块的具体名称也只是为了便于相互区分,并不用于限制本申请的保护范围。上述系统中单元、模块的具体工作过程,可以参考前述方法实施例中的对应过程,在此不再赘述。

[0195] 本领域普通技术人员可以意识到,结合本文中所公开的实施例描述的各示例的单元及算法步骤,能够以电子硬件,或者计算机软件和电子硬件的结合来实现。这些功能究竟以硬件还是软件方式来执行,取决于技术方案的特定应用和设计约束条件。专业技术人员可以对每个特定的应用来使用不同方法来实现所描述的功能,但是这种实现不应认为超出本发明的范围。

[0196] 以上所述,仅是本发明的较佳实施例而已,并非对本发明作任何形式上的限制,虽然本发明已以较佳实施例揭示如上,然而并非用以限定本发明,任何本领域技术人员,在不脱离本发明技术方案范围内,当可利用上述揭示的技术内容做出些许更动或修饰为等同变化的等效实施例,但凡是未脱离本发明技术方案内容,依据本发明的技术实质对以上实施例所作的任何简洁修改、等同变化与修饰,均仍属于本发明技术方案的范围。

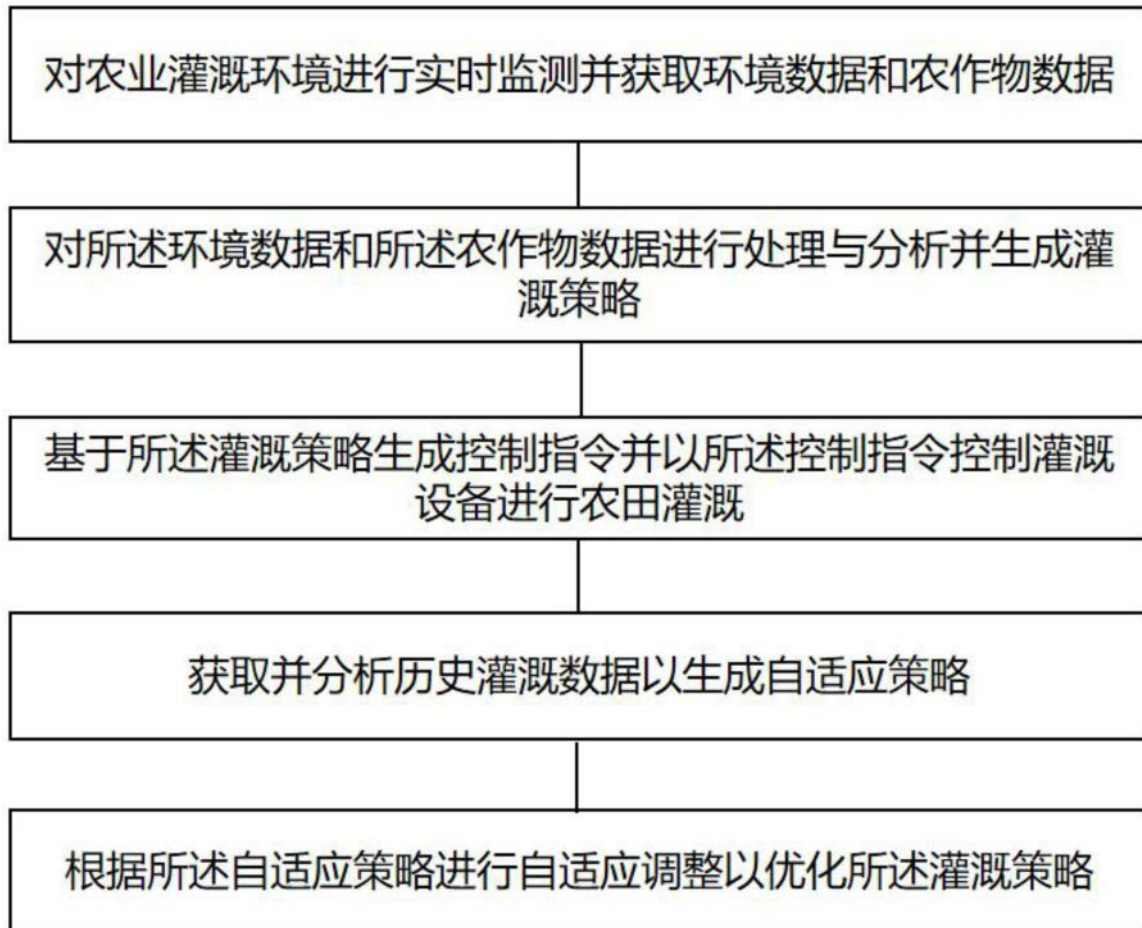


图1

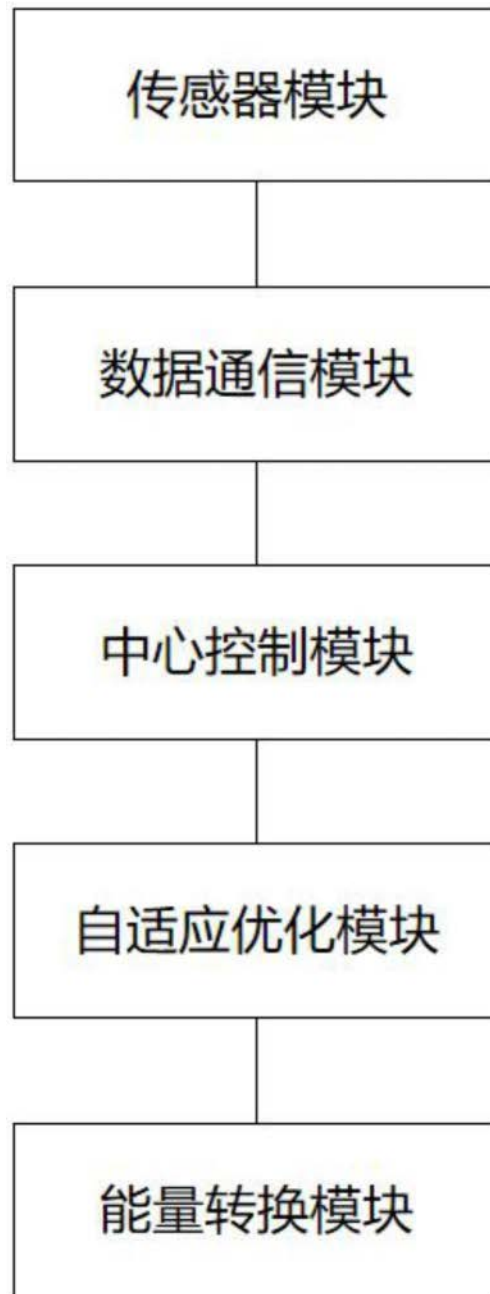


图2