



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104542197 B

(45)授权公告日 2017.05.17

(21)申请号 201510006199.3

(22)申请日 2015.01.06

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 104542197 A

(43)申请公布日 2015.04.29

(73)专利权人 中国农业大学

地址 100193 北京市海淀区圆明园西路2号

(72)发明人 马道坤 姜明梁

(74)专利代理机构 北京路浩知识产权代理有限公司 11002

代理人 李相雨

(51)Int.Cl.

A01G 25/16(2006.01)

(56)对比文件

CN 102550372 A,2012.07.11,

CN 102550372 A,2012.07.11,

US 2014326801 A1,2014.11.06,

CN 101300945 A,2008.11.12,

CN 101574053 A,2009.11.11,

US 2013093592 A1,2013.04.18,

CN 101911905 A,2010.12.15,

US 2002010516 A1,2002.01.24,

审查员 马玉良

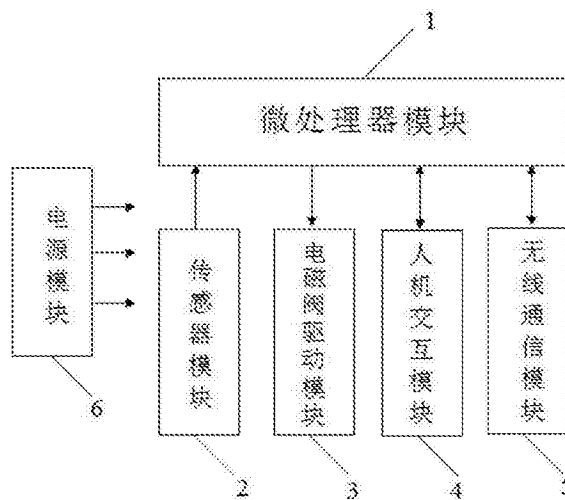
权利要求书2页 说明书5页 附图4页

(54)发明名称

一种无线交替灌溉智能控制系统及方法

(57)摘要

本发明涉及一种无线交替灌溉智能控制系统及方法。所述系统包括：微处理器模块，传感器模块，电磁阀驱动模块，人机交互模块，无线通信模块和电源模块。本发明基于作物局部分区交替灌溉的基础理论，通过采用压力流量传感器、土壤水分温度传感器、雨量传感器、叶面温度传感器和叶面湿度传感器等多种传感器获得丰富的灌溉信息，提高了作物灌溉控制的智能化程度和控制精度。与现有灌溉技术相比，本发明具有智能化程度高、人机交互性好和故障诊断自动化程度高等优点，适合于采用交替灌溉技术的大田灌溉控制系统，也可以进行温室灌溉。通过现场或远程调整作物类型，可以满足玉米、棉花、蔬菜等作物的灌溉要求。



1. 一种应用无线交替灌溉智能控制系统进行无线交替灌溉智能控制的方法,其特征在于,所述无线交替灌溉智能控制系统,包括:微处理器模块(1),传感器模块(2),电磁阀驱动模块(3),人机交互模块(4),无线通信模块(5),电源模块(6);其中,

微处理器模块(1),是所述系统的控制中心;根据传感器模块(2)输入的信息,完成交替灌溉智能控制算法,输出控制信号至电磁阀驱动模块(3)驱动电磁阀的开闭,实现灌溉智能控制;

传感器模块(2),用于实时采集灌溉水压、流量、土壤水分温度、雨量、叶面温湿度信息数据,并送至微处理器模块(1);

电磁阀驱动模块(3),包括继电器和隔离电路;继电器输入端与微处理器模块(1)的一个控制输出端相连,首先通过继电器将微处理器模块(1)省电模式下的电压转换为电磁阀标准供电电压,然后采用隔离电路驱动两个水压电磁阀的开闭;

人机交互模块(4),包括键盘、显示器和转换接口,用于进行参数设置、实时显示系统的数据和状态,实现系统与上位机的串行通信;

无线通信模块(5),与微处理器模块(1)相连,用于实现与中央控制系统的远程通信;

电源模块(6),为系统提供直流供电电源;

相应地,所述方法包括以下步骤:

当存在土壤水分下限的根区时,控制电磁阀开始启动,对该根区进行灌水,直至根区的土壤水分达到灌溉作物的土壤水分上限;

当所有待灌溉根区的土壤水分均不低于该根区的土壤水分下限时,进一步判断各侧根区的土壤水分的差值是否低于各侧根区的水分差异交替阈值,若是,控制电磁阀开始启动,对土壤水分相对较低的根区灌水;

在对水分较低侧灌水时,如果降雨量大于设定的阈值,认为此时不需要灌水,停止灌水;

如果流量传感器测得的流量大于灌水量,认为已经进行过灌水,不必再进行检测根区水分是否达到灌水上限,直接停止灌溉过程;

当灌水至该根区的土壤水分达到灌溉作物的土壤水分上限时,则停止灌水过程;否则,判断土壤水分相对较低的根区的土壤水分是否低于灌溉作物的土壤水分上限,若是,控制电磁阀开始启动,对土壤水分相对较低的根区灌水,直至该根区的土壤水分达到灌溉作物的土壤水分上限。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述方法还包括定时交替控制与远程遥控:通过人机交互或远程通信方式,设置灌溉程序的定时时间,所述系统自动定时运行;通过无线通信模块(5),在手机或电脑上通过互联网实现远程手动控制,弥补定时灌溉的不足。

3. 根据权利要求1或2所述的方法,其特征在于,所述方法还包括故障智能诊断和状态分析:自动诊断是否有缺水源、阀门异常启闭和传感器接入异常现象发生,发现故障后通过无线通讯报警,提醒系统维护人员进行维修;同时自动分析设备能量和通讯成功率。

4. 根据权利要求3所述的方法,其特征在于,所述故障智能诊断的方法是:采集监测点信号,根据监测点信号幅度是否在可接受的范围内,判断是否有硬件故障发生;如果是硬件故障,删除故障所在任务;否则,检查信号幅度是否超过设定的传感器的上下限值,如果超

过上下限,进行报警,停止所运行程序,检查数据设置及当地环境情况,进行系统故障排查。

一种无线交替灌溉智能控制系统及方法

技术领域

[0001] 本发明涉及地面灌溉技术领域,特别是涉及一种智能式作物局部根区交替灌溉控制方法及系统。

背景技术

[0002] 康绍忠等于1997年基于节水灌溉技术原理与作物感知缺水的根源信号理论提出了一种根系分区交替灌溉技术,该技术主动控制作物根区土壤在水平或垂直剖面的某个区域的水分状况,使作物根区始终有一部分生长在干燥或较为干燥的环境中,限制该部分的根系吸水,同时通过人工控制使根系在水平或垂直剖面的干燥区域交替出现,使干燥区的根系产生水分胁迫信号传递到叶气孔从而有效调节气孔运动,而处于湿润区的根系从土壤中吸收水分以满足作物的生命健康需水,使对作物的伤害保持在临界限度以内。同时由于表层土壤总是仅有部分区域湿润,既可减少裸间全部湿润时的无效蒸发损失和总的灌溉用水量,也可降低土壤机械强度、改善土壤的通透性,促进根系的补偿生长,提高根系对水分、养分的利用率,提高矿质养分的有效性,以达到不牺牲作物的光合作用累积而大量节水的目的。

[0003] 传统的地面灌溉技术存在劳动强度大、施肥粗放和水分养分浪费严重等问题,而滴灌、微喷灌等先进的节水灌溉技术虽然节省劳动力而且节水节肥效果显著,但同时又存在易于堵塞、盐分累积、造价较高以及管理复杂等缺陷。结合田间现有供水系统实施根系分区交替灌溉改造是一种节水、高效、简便易行的方式,而且进一步挖掘了作物自身的生理节水潜力并人为创造了一个高效用水的局部环境,是现代节水农业发展的新方向。

[0004] 现有的地面灌溉技术仍然存在以下几个方面的问题:一是已有的根系分区交替灌溉装置需要借助其他实验观测资料判断作物根区的实际含水情况,确定是否需要灌水以及何时需要交替灌水,严重影响了控制的精度,往往会错过作物需水的关键期而造成减产;二是已有的根系分区交替灌溉装置还停留在手动控制阶段,需通过机械或连杆的操作实现作物局部根区的交替灌溉,自动化程度较低,没有实现人机交互和基于土壤水分实时监测的智能控制,费时费力,响应速度较慢。

发明内容

[0005] 针对现有技术中存在的上述问题,本发明提供一种无线交替灌溉智能控系统及方法,用于提高作物局部根区交替灌溉的自动化程度及控制精度,适合于采用交替灌溉技术的大田灌溉控制系统,也可以进行温室灌溉。

[0006] 为了实现上述目的,本发明采用以下技术方案:

[0007] 一种无线交替灌溉智能控制系统,包括:微处理器模块,传感器模块,电磁阀驱动模块,人机交互模块,无线通信模块,电源模块。其中,

[0008] 微处理器模块,是系统的控制中心,根据传感器模块输入的信息,完成交替灌溉智能控制算法,输出控制信号至电磁阀驱动模块驱动电磁阀的开闭,实现灌溉智能控制。

[0009] 传感器模块,用于实时采集灌溉水压、流量、土壤水分温度、雨量、叶面温湿度等信息数据,并送至微处理器模块。

[0010] 电磁阀驱动模块,包括继电器和隔离电路。继电器输入端与微处理器模块一个控制输出端相连。首先通过继电器将微处理器模块省电模式下的电压转换为电磁阀标准供电电压,然后采用隔离电路驱动两个水压电磁阀的开闭。

[0011] 人机交互模块,包括键盘、显示器和转换接口,用于进行参数设置、实时显示系统的数据和状态,实现系统与上位机的串行通信。

[0012] 无线通信模块,与微处理器模块相连,用于实现与中央控制系统的远程通信。

[0013] 电源模块,为系统提供直流供电电源。

[0014] 进一步地,所述传感器模块包括以下传感器:

[0015] 压力流量传感器,安装在水阀前端,用于测量灌溉水压、流量;

[0016] 土壤水分温度传感器,传感器的三个探针分别埋在地面以下不同同深度处,用于测量土壤水分温度;

[0017] 雨量传感器,竖直安装,用于测量降雨量;

[0018] 叶面湿度传感器,安装在作物叶片附近,用于测量叶面湿度信息;

[0019] 叶面温度传感器,探头垂直于作物叶面进行安装,用于测量叶面温度信息。

[0020] 进一步地,所述传感器模块还包括A/D转换器,用于将传感器输出的模拟量转化为数字量后送至微处理器模块。

[0021] 更进一步地,所述传感器模块还包括电池开启控制电路,用于在微处理器模块输出的控制信号作用下,控制传感器电源的开闭,选择是否给某个传感器供电,达到省电的目的。

[0022] 更进一步地,所述传感器模块还包括传感器工作状态监测电路,通过监测传感器管脚的电压大小判断该传感器的工作状态:如果所述管脚电压为高电平,说明管脚悬空,传感器处于未接入电路状态;如果所述管脚电压为低电平,说明传感器正常工作。

[0023] 应用所述智能控制系统进行无线交替灌溉的智能控制方法,包括以下步骤:

[0024] 当存在土壤水分下限的根区时,控制电磁阀开始启动,对该根区进行灌水,直至根区的土壤水分达到灌溉作物的土壤水分上限;

[0025] 当所有待灌溉根区的土壤水分均不低于该根区的土壤水分下限时,进一步判断各侧根区的土壤水分的差值是否低于各侧根区的水分差异交替阈值,若是,控制电磁阀开始启动,对土壤水分相对较低的根区灌水;在对水分较低侧灌水时,如果降雨量大于一定值时,则可认为此时不需要灌水,停止灌水;如果流量传感器测得的流量大于灌水量,认为已经进行过灌水,不必再进行检测根区水分是否达到灌水上限,直接停止灌溉过程;当灌水至该根区的土壤水分达到灌溉作物的土壤水分上限时,则停止灌水过程;否则,判断土壤水分相对较低的根区的土壤水分是否低于灌溉作物的土壤水分上限,若是,控制电磁阀开始启动,对土壤水分相对较低的根区灌水,直至该根区的土壤水分达到灌溉作物的土壤水分上限。

[0026] 进一步地,所述方法还包括定时交替控制与远程遥控:通过人机交互或远程通信方式,设置灌溉程序的定时时间,所述系统自动定时运行;通过无线通信接口,在手机或电脑上通过互联网实现远程手动控制,弥补定时灌溉的不足。

[0027] 进一步地,所述方法还包括故障智能诊断和状态分析:自动诊断是否有缺水、阀门异常启闭和传感器接入异常现象发生,发现故障后通过无线通讯报警,提醒系统维护人员进行维修;同时自动分析设备能量和通讯成功率。

[0028] 更进一步地,所述故障智能诊断的方法是:采集监测点信号,根据监测点信号幅度是否在可接受的范围内,判断是否有硬件故障发生;如果是硬件故障,删除故障所在任务;否则,检查信号幅度是否超过设定的传感器的上下限值,如果超过上下限,进行报警,停止所运行程序,检查数据设置及当地环境情况,进行系统故障排查。

[0029] 与现有技术相比,本发明具有以下优点:

[0030] 本发明基于作物局部分区交替灌溉的基础理论,通过采用压力流量传感器、土壤水分温度传感器、雨量传感器、叶面温度传感器和叶面湿度传感器等多种传感器获得丰富的灌溉信息,提高了作物灌溉控制的智能化程度和控制精度。与现有灌溉技术相比,本发明具有智能化程度高、人机交互性好和故障诊断自动化程度高等优点,适合于采用交替灌溉技术的大田灌溉控制系统,也可以进行温室灌溉。通过现场或远程调整作物类型,可以满足玉米、棉花、蔬菜等作物的灌溉要求。

附图说明

[0031] 图1是本发明所涉及的无线交替灌溉智能控制系统组成框图;

[0032] 图2是实施例的无线交替灌溉智能控制系统的硬件组成框图;

[0033] 图3是实施例的智能式作物交替灌溉的方法流程图;

[0034] 图4是实施例的智能式作物交替灌溉的故障诊断流程图。

具体实施方式

[0035] 下面结合附图和实施例,对本发明的具体实施方式作进一步详细描述。以下实施例用于说明本发明,但不用来限制本发明的范围。

[0036] 一种无线交替灌溉智能控制系统,如图1、2所示,包括:微处理器模块1,传感器模块2,电磁阀驱动模块3,人机交互模块4,无线通信模块5,电源模块6。其中,

[0037] 微处理器模块1,采用jennic公司生产的JN5139型微处理器。该芯片集成了一个32位16MHz主频的RISC处理器,代码效率、代码大小方面高度优化,其内置的193KB的ROM存储器集成了点对点通信和网状网通信的完整协议栈,96KB的RAM存储器可以支持网状路由和控制器功能,而不需要外部扩展任何的存储器空间。同时,它拥有4路12位的模拟量输入,2路11位的模拟量输出,2个比较器,温度传感器,2个应用程序定时器,3个系统定时器,2个UART异步串口(一个用于系统调试),SPI接口以及2线串行接口,21个可用的IO引脚。

[0038] 传感器模块2,包括传感器、12位的A/D转换器和外围电路。采用SMC16系列的传感器提取灌溉水压、流量、土壤水分温度、雨量、叶面温湿度等信息数据的模拟量。通过12位的A/D转换器将模拟量转化为数字量,将数据传入微处理器处理。外围电路包括:电池开启控制电路和传感器管脚电压监测电路,电池开启控制电路可以实现控制传感器的电源的开闭,选择是否给某个传感器供电,达到节电的作用。传感器管脚电压监测电路监测具体某个传感器管脚的电压大小,如果电压为高电平,则管脚悬空,即传感器处于未接入电路状态,不能工作,而管脚为低电平,则传感器能正常工作。

[0039] 电磁阀驱动模块3,包括继电器和隔离电路。首先通过SN74ALV164继电器将省电模式下的3.6V电压转换为5.0V的电磁阀标准供电电压,采用MC33143的IRF530N或IRFP250N的隔离电路驱动两个水压电磁阀进行开闭,水压的大小不小于0.9MPa。

[0040] 人机交互模块4,包括键盘、显示器和RS232转换接口。键盘可供管理员操作,输入设置不同作物的参数,和控制电磁阀的开闭。显示器选用LCM128645ZK系列的LCD,实时显示系统的数据和状态,包括灌溉水压、流量、土壤水分温度、雨量、叶面温湿度等信息数据,还设置有报警灯的闪烁和蜂鸣器的鸣响,提醒故障的发生。RS232转换接口采用SP3223E,通过串口通信,实现数据的传输、程序的下载等功能。

[0041] 无线通信模块5,采用的是SIM公司生产的GPRS/3G无线通信模块SIM4100,进行远距离点对点的数据传输。SIM4100是一款双模TD-SCDMA模块解决方案,在TD-SCDMA模式下,工作频率为2010-2025MHz。在GSM模式下,工作频率为三频900/1800/1900MHz。

[0042] 电源模块6,为微处理器模块1、传感器模块2、电磁阀驱动模块3供电。电池采用的是3.6V、1.5W的太阳能锂电池。

[0043] 交替灌溉智能控制方法的流程如图3所示,具体包括以下步骤:

[0044] (1) 如果任意作物任一侧根区水分小于灌水下限,选择转动阀门选择灌溉区域,准备灌水;否则,比较作物任一侧根区水分差值和交替阈值。

[0045] (2) 若作物任一侧根区水分大于灌水下限,则停止灌水过程;否则,转动阀门选择灌溉区域,准备灌溉量。

[0046] (3) 在准备灌水之前,计算灌溉量,灌溉量计算方法为:

[0047] 灌溉量=灌溉面积×作物根系活动层深度×水分变化值

[0048] 之后启动交替灌溉设备,对水分较低侧灌水。

[0049] (4) 如果降雨量大于15mm,此时不需要进行灌水,灌水达到上限过程后有一个缓冲延时过程。此时为了节水,可停止灌溉过程。

[0050] (5) 接着比较流量和灌水量,如果流量大于灌水量,则此时认为灌水已达到要求,不再需要灌水,停止灌溉过程。

[0051] (4)、(5)两个步骤是为了更好地进行节水而设计的,对灌水达到上限后的延时起到一定的保护作用。

[0052] (6) 在以上条件满足之后,一直进行灌水,直到该作物该侧根区水分超过灌水上限后,结束灌水过程。

[0053] 本发明实施例的智能式作物交替灌溉的故障诊断流程如图4所示,故障诊断主要判断是有缺水源、阀门异常启闭和传感器接入异常等现象,若有将会通过无线报警,提醒系统维护人员进行维修。同时自动分析设备能量和通讯成功率,便于设备维护。具体包括以下步骤:

[0054] (1) 如果传感器管脚电压出现高电平,即可认为管脚处于悬空状态;如果管脚电压大于4.5V,则确定为传感器电路接入异常,需要进行故障排查和报警,提醒管理员进行维修。

[0055] (2) 如果检测到的通信信号强度<120dBm,说明信号较弱,这时需要调整天线,更换功率更大的发送模块。

[0056] (3) 如果这时检测到的电池电压<1.5V,更换电池或充电。

[0057] (4) 检测水压大小,如果水压在设备开启的状态下 $<0.6\text{MPa}$,则可判断为无水源,要求工作人员寻找水源。

[0058] (5) 电磁阀打开的情况下,如果流量 $<6\text{L/s}$;或电磁阀没有打开的情况下,如果流量 $>0.1\text{L/s}$,则可判断为电磁阀异常关闭,这时可能是人工开阀,或者电磁阀出现了故障,需要维修或更换。

[0059] (6) 故障信息通过无线通信模块5远程传给中央系统,在中央系统的LCD屏幕上进行查看,并报警。

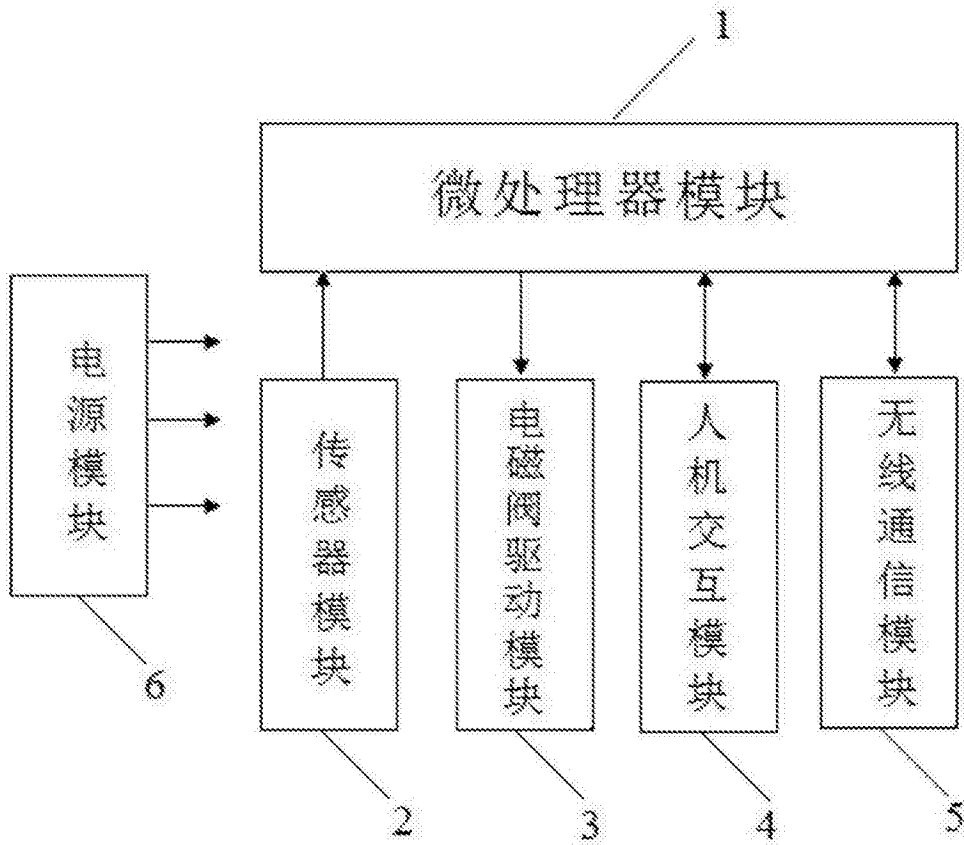


图1

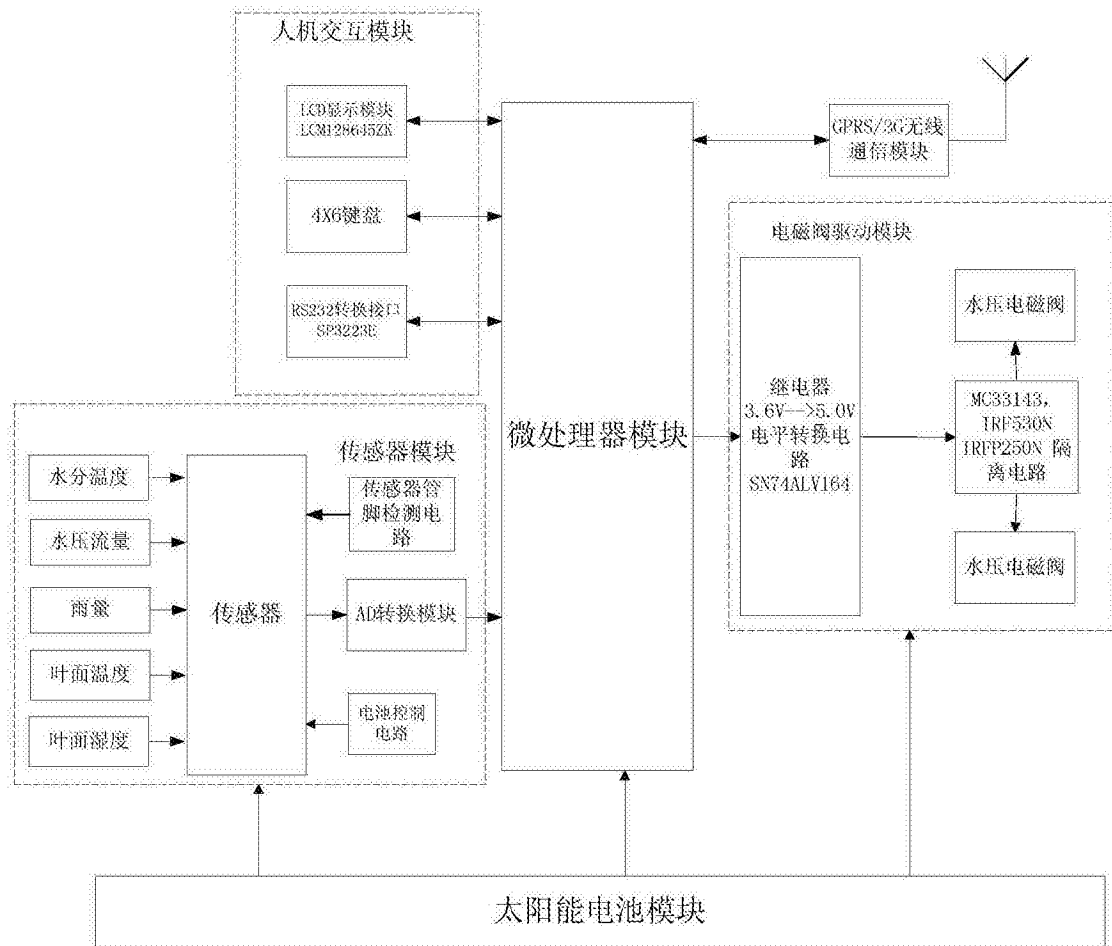


图2

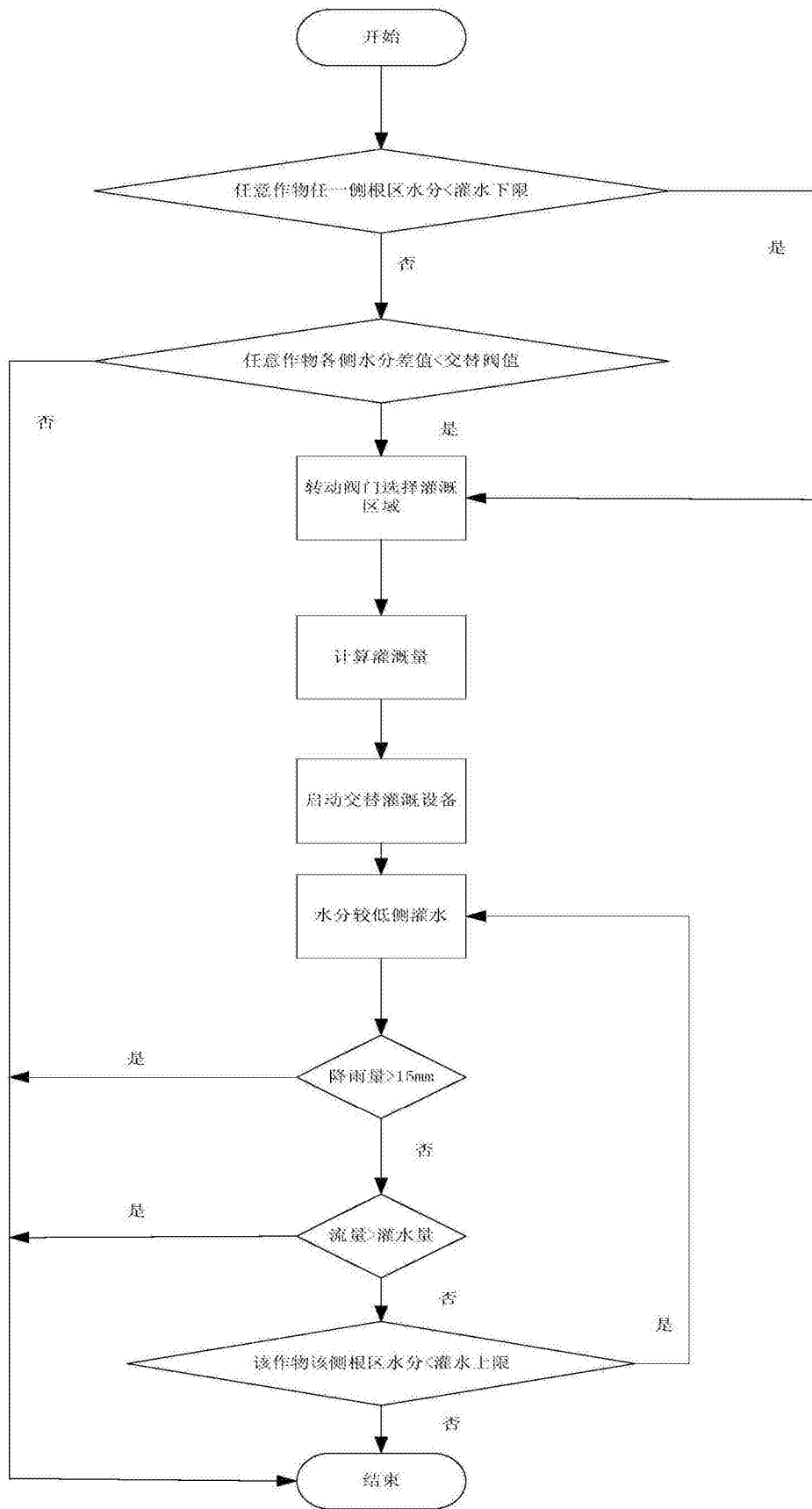


图3

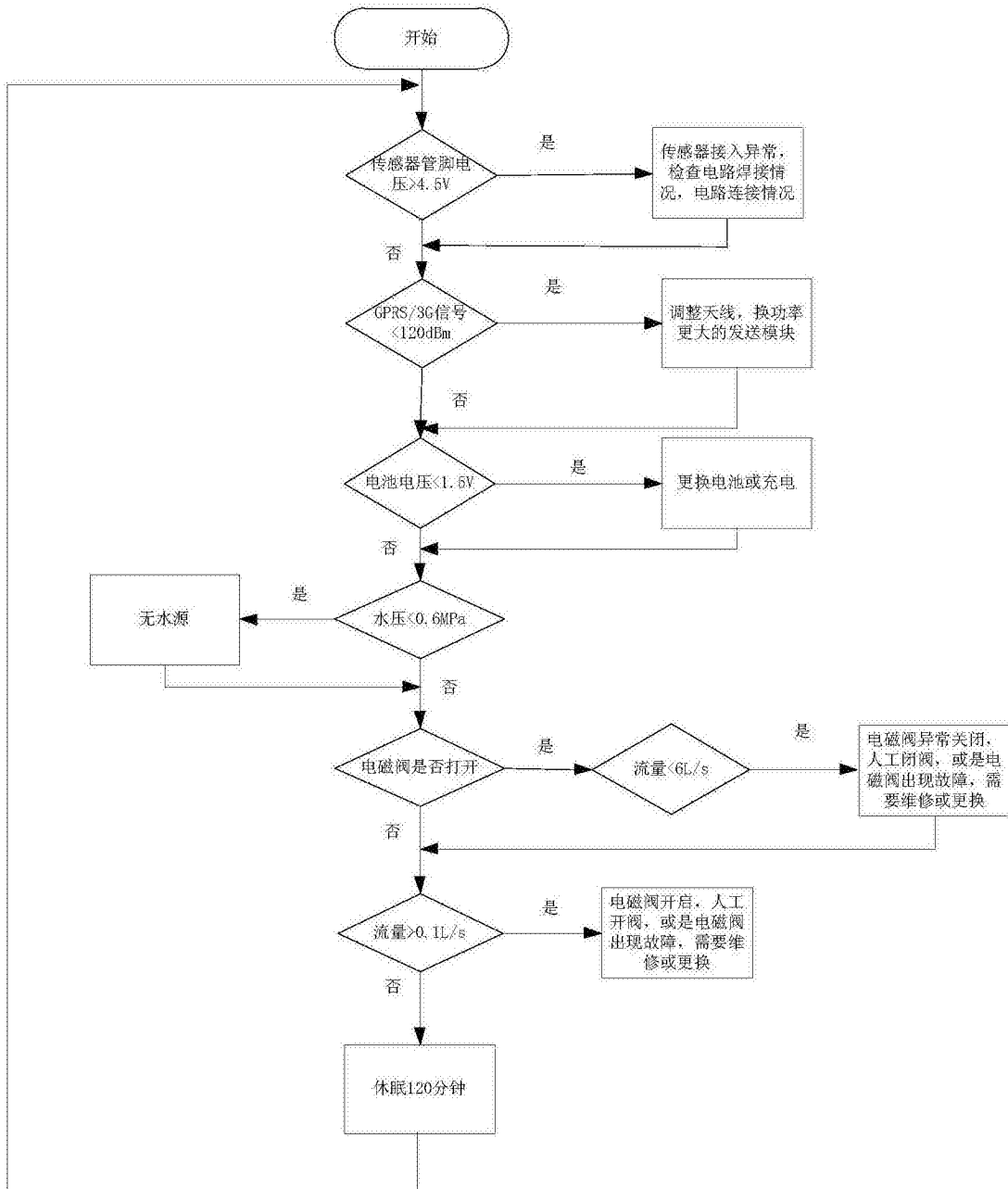


图4