



# (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108061791 A

(43)申请公布日 2018.05.22

(21)申请号 201711361983.1

(22)申请日 2017.12.18

(71)申请人 安徽省(水利部淮河水利委员会)水利科学研究院(安徽省水利工程质量检测中心站)

地址 230088 安徽省合肥市高新区红枫路55号

(72)发明人 汤广民 袁宏伟 曹秀清 蒋尚明 孙晶晶

(74)专利代理机构 合肥汇融专利代理有限公司 34141

代理人 赵宗海

(51) Int. Cl.

G01N 33/24(2006.01)

G05B 15/02(2006.01)

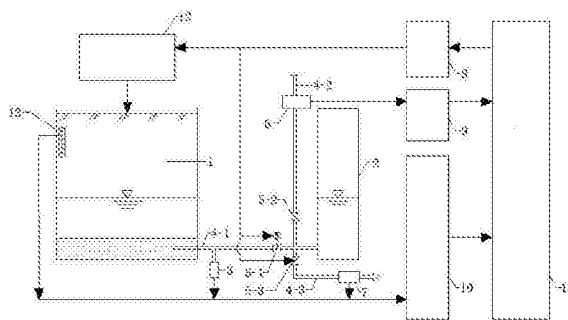
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

## (54)发明名称

一种农田灌排试验自动控制系统

## (57)摘要

本发明公开了一种农田灌排试验自动控制系统,包括有底测坑、灌溉装置、土壤水分传感器及平水器;所述有底测坑和所述平水器之间连接有连通管,所述连通管上连接有进水管和排水管,所述连通管上还设置有压力传感器和电动球阀;所述进水管上设置有进水流量计和进水电磁阀,所述排水管上设置有排水流量计和排水电磁阀;还包括工业控制计算机,所述工业控制计算机设置有开关量输出板、开关量输入板和放大采样板。该系统可实现农田灌溉试验的耕层或剖面土壤水分自动监测、地下水补给量的自动监测及自动灌溉等,并对数据自动采集、处理与存储;同时可实现农田排水试验的地下水位无级自动控制与调节,自动补排水并计量。



1. 一种农田灌排试验自动控制系统,其特征是,包括有底测坑(1)、设置于所述有底测坑(1)上方的灌溉装置(12)、设置于所述有底测坑(1)中的土壤水分传感器(13)、以及平水器(2);所述有底测坑(1)和所述平水器(2)之间连接有连通管(4-1),所述连通管(4-1)上连接有进水管(4-2)和排水管(4-3),所述连通管(4-1)上还设置有压力传感器(3)和电动球阀(5-1),且所述进水管(4-2)和所述排水管(4-3)与所述连通管(4-1)的连接处位于所述电动球阀(5-1)和所述平水器(2)之间,所述压力传感器(3)设置于所述电动球阀(5-1)和所述有底测坑(1)之间;所述进水管(4-2)上设置有进水流量计(6)和进水电磁阀(5-2),所述排水管(4-3)上设置有排水流量计(7)和排水电磁阀(5-3);

还包括工业控制计算机(11),所述工业控制计算机(11)设置有开关量输出板(8)、开关量输入板(9)和放大采样板(10),所述灌溉装置(12)、所述电动球阀(5-1)和所述排水电磁阀(5-3)与所述开关量输出板(8)信号连接,所述进水流量计(6)与所述开关量输入板(9)信号连接,所述土壤水分传感器(13)、所述压力传感器(3)和所述排水流量计(7)与所述放大采样板(10)信号连接。

2. 如权利要求1所述的一种农田灌排试验自动控制系统,其特征是,所述有底测坑(1)的上端开口,所述有底测坑(1)的侧壁和底壁均隔水封闭,所述有底测坑(1)中设置有2米厚的原状土层,所述原状土层的底部设置有30厘米厚的滤层,所述连通管(4-1)连通所述滤层的底部。

3. 如权利要求1所述的一种农田灌排试验自动控制系统,其特征是,所述有底测坑(1)的上方设置有活动防雨棚。

4. 如权利要求1所述的一种农田灌排试验自动控制系统,其特征是,所述灌溉装置(12)设置有灌溉平移机构和灌溉升降机构。

5. 如权利要求1所述的一种农田灌排试验自动控制系统,其特征是,所述连通管(4-1)连通所述平水器(2)的底部,且所述平水器(2)的底部高度与所述有底测坑(1)的底部高度相同;所述平水器(2)上设有刻度,所述平水器(2)内水位由所述工业控制计算机(11)监控并显示。

6. 如权利要求1所述的一种农田灌排试验自动控制系统,其特征是,所述土壤水分传感器(13)埋设于所述有底测坑(1)0~40厘米深的土层中,且所述土壤水分传感器(13)包括四个独立传感器,每个所述独立传感器均可采集10厘米土层厚度的实时平均土壤含水率。

7. 如权利要求1所述的一种农田灌排试验自动控制系统,其特征是,所述工业控制计算机(11)中安装有visiDAQ组态软件。

8. 如权利要求1所述的一种农田灌排试验自动控制系统,其特征是,所述平水器(2)为直径200毫米、长度2200毫米的塑料管柱。

## 一种农田灌排试验自动控制系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种农田灌排试验自动控制系统,属于农田灌排试验自动化控制技术领域。

### 背景技术

[0002] 农田排水试验主要研究作物不同生育阶段受涝渍对作物生长发育的影响,求得作物淹水深度、淹水历时、地下水埋深及其动态变化与产量的关系,为确定农田除涝降渍排水设计标准提供依据,而其中测坑排水试验的一个最基本也是最重要的要求就是要实现对地下水位及其动态变化的精准控制;农田灌溉试验则主要研究不同作物的需水量、需水规律、灌溉制度、及灌溉效益等,其中土壤含水率的动态变化、灌溉水量及地下水补给量的精确计量都是试验所需的重要数据。

### 发明内容

[0003] 本发明正是针对现有技术存在的不足,提供一种测坑耕层(或剖面)土壤含水率动态监测及自动灌溉、地下水位自动调控及补排水控制计量系统,以精确实现试验方案中对土壤含水率和地下水位的监测和控制要求,进行自动灌溉及地下水的补排水,并且能够精确计量,全过程实现自动化、精准化。

[0004] 为解决上述问题,本发明所采取的技术方案如下:

[0005] 一种农田灌排试验自动控制系统,包括有底测坑、设置于所述有底测坑上方的灌溉装置、设置于所述有底测坑中的土壤水分传感器、以及平水器;所述有底测坑和所述平水器之间连接有连通管,所述连通管上连接有进水管和排水管,所述连通管上还设置有压力传感器和电动球阀,且所述进水管和所述排水管与所述连通管的连接处位于所述电动球阀和所述平水器之间,所述压力传感器设置于所述电动球阀和所述有底测坑之间;所述进水管上设置有进水流量计和进水电磁阀,所述排水管上设置有排水流量计和排水电磁阀;

[0006] 还包括工业控制计算机,所述工业控制计算机设置有开关量输出板、开关量输入板和放大采样板,所述灌溉装置、所述电动球阀和所述排水电磁阀与所述开关量输出板信号连接,所述进水流量计与所述开关量输入板信号连接,所述土壤水分传感器、所述压力传感器和所述排水流量计与所述放大采样板信号连接。

[0007] 作为上述技术方案的改进,所述有底测坑的上端开口,所述有底测坑的侧壁和底壁均隔水封闭,所述有底测坑中设置有2米厚的原状土层,所述原状土层的底部设置有30厘米厚的滤层,所述连通管连通所述滤层的底部。

[0008] 作为上述技术方案的改进,所述有底测坑的上方设置有活动防雨棚。

[0009] 作为上述技术方案的改进,所述灌溉装置设置有灌溉平移机构和灌溉升降机构。

[0010] 作为上述技术方案的改进,所述连通管连通所述平水器的底部,且所述平水器的底部高度与所述有底测坑的底部高度相同;所述平水器上设有刻度,所述平水器内水位由所述工业控制计算机监控并显示。

[0011] 作为上述技术方案的改进,所述土壤水分传感器埋设于所述有底测坑0~40厘米深的土层中,且所述土壤水分传感器包括四个独立传感器,每个所述独立传感器均可采集10厘米土层厚度的实时平均土壤含水率。

[0012] 作为上述技术方案的改进,所述工业控制计算机中安装有visiDAQ组态软件。

[0013] 作为上述技术方案的改进,所述平水器为直径200毫米、长度2200毫米的塑料管柱。

[0014] 本发明与现有技术相比较,本发明的实施效果如下:

[0015] 本发明所述的一种农田灌排试验自动控制系统,实现了灌排试验测坑的灌排自动控制一体化,既可实时监测耕层或剖面土壤水分的动态变化并根据试验需要进行自动灌溉,又可以自动无级调控测坑的地下水位及其动态变化,并对灌溉水量及地下水补排水量进行计量。

## 附图说明

[0016] 图1为本发明所述的一种农田灌排试验自动控制系统的结构示意图;

[0017] 图2为本发明所述的有底测坑地下水位自动控制的流程示意图。

## 具体实施方式

[0018] 下面将结合具体的实施例来说明本发明的内容。

[0019] 如图1所示,本实施例所提供的一种农田灌排试验自动控制系统,包括有底测坑1、设置于有底测坑1上方的灌溉装置12、设置于有底测坑1中的土壤水分传感器13、以及平水器2;有底测坑1和平水器2之间连接有连通管4-1,连通管4-1上连接有进水管4-2和排水管4-3,连通管4-1上还设置有压力传感器3和电动球阀5-1,且进水管4-2和排水管4-3与连通管4-1的连接处位于电动球阀5-1和平水器2之间,压力传感器3设置于电动球阀5-1和有底测坑1之间;进水管4-2上设置有进水流量计6和进水电磁阀5-2,排水管4-3上设置有排水流量计7和排水电磁阀5-3;

[0020] 还包括工业控制计算机11,工业控制计算机11设置有开关量输出板8、开关量输入板9和放大采样板10,灌溉装置12、电动球阀5-1和排水电磁阀5-3与开关量输出板8信号连接,进水流量计6与开关量输入板9信号连接,土壤水分传感器13、压力传感器3和排水流量计7与放大采样板10信号连接。具体地,平水器2为直径200毫米、长度2200毫米的塑料管柱。

[0021] 压力传感器3可以同时监测平水器2和有底测坑1中的静态水位;电动球阀5-1用于控制平水器2与有底测坑1的连通与隔断,需要检测有底测坑1的地下水位时电动球阀5-1关闭,其他时间电动球阀5-1均为开连状态;由于有底测坑1和平水器2之间的压差较小,因此可以选用电动球阀5-1,相较于常开电磁阀,电动球阀5-1可以保证“零压差”情况下能正常动作且具有较低的造价。

[0022] 进水流量计6和排水流量计7具体地可以采用LWBS-15脉冲型流量变送器,多套设备可共用一个。

[0023] 具体地,有底测坑1的上端开口,有底测坑1的侧壁和底壁均隔水封闭,有底测坑1中设置有2米厚的原状土层,原状土层的底部设置有30厘米厚的滤层,连通管4-1连通滤层的底部。原状土层即非扰动土,有底测坑1的侧壁和底壁均隔水封闭可隔绝周边外水的干

扰。

[0024] 具体地,有底测坑1的上方设置有活动防雨棚。活动防雨棚用于在降雨时阻止雨水进入到有底测坑1中,使有底测坑1中所有进出水均受人为控制,且在未降雨时活动防雨棚可以移出有底测坑1的范围,避免遮挡阳光。

[0025] 具体地,灌溉装置12设置有灌溉平移机构和灌溉升降机构。灌溉装置12既可以水平方向移动,即不灌溉时移至有底测坑1外,不遮挡光;也可以垂直方向移动,使喷头可根据灌溉时作物的高度进行适度调节,以保证灌溉的均匀度及水不会喷到有底测坑1外。

[0026] 当工业控制计算机11监测到土壤含水率低于试验设定下限时,则控制灌溉装置12移至有底测坑1范围内,并根据作物的高度将喷头调节至合适位置进行灌溉,灌水量由工业控制计算机11根据试验设定的土壤水分上限进行计算确定。

[0027] 具体地,连通管4-1连通平水器2的底部,且平水器2的底部高度与有底测坑1的底部高度相同;平水器2上设有刻度,平水器2内水位由工业控制计算机11监控并显示。土壤水分传感器13埋设于有底测坑10~40厘米深的土层中,且土壤水分传感器13包括四个独立传感器,每个独立传感器均可采集10厘米土层厚度的实时平均土壤含水率。土壤含水率是指体积含水率,土壤水分传感器13将土壤含水率输入工业控制计算机11,工业控制计算机11可对动态数据进行保存和分析处理,根据设定的土壤水分下限判断有底测坑1是否需要灌溉。

[0028] 具体地,工业控制计算机11中安装有visiDAQ组态软件。利用visiDAQ组态软件中的工具,通过硬件组态、数据组态、图形图象组态等工作二次开发出满足科研要求、高性能、专业化的地下水位实时监控和数据采集与处理系统软件;在程序运行过程中,可对参数进行设置或修改;并将采集到的各种试验数据进行自动分析、运算、曲线绘制、报表打印以及存储等各项数据处理。

[0029] 有底测坑1底部滤层通过管道与地下室内的平水器2相连。在静态调控条件下,由于有底测坑1内种植作物,有底测坑1内的地下水将通过土壤毛管上升至作物根系区并连续不断地供其生理和生态需水。因此,从理论上讲由于滞后作用有底测坑1内的地下水位要略低于平水器2内的水位,但两者相差不大;在动态调控条件下,如地下水位从某一低值上升至某一高值,或由某一高值降至某一低值,均由工业控制计算机11根据设定参数自动调控完成,在这一过程中有底测坑1和平水器2中的水位相差较大。

[0030] 根据需要,本系统对地下水位的监测和控制分为两种状态,即加水状态和排水状态。在静态或地下水位由低值向高值动态变化过程中设定为加水状态,系统通过压力传感器3检测平水器2内的水压并与设定水位值进行比较,当检测到的水位值低于设定值时,如 $\Delta h = -3\text{mm}$ ,工业控制计算机11即发出指令,进水电磁阀5-2开启进行加水;在地下水位从高值降至低值动态变化时设定为排水状态,在此过程中有底测坑1中的水将回流至平水器2内,对水位的控制同样也是通过工业控制计算机11调节平水器2内的水位来完成的,即当检测到的水位高于设定水位值时,如 $\Delta h = +10\text{mm}$ ,由工业控制计算机11发出指令开启排水电磁阀5-3进行排水。

[0031] 为了真实反映测坑中地下水位及其动态变化过程,本系统增设了对测坑内地下水位的监测。具体方法为:①在静态情况下,由工业控制计算机11以2~4小时的时间间隔定时发出指令关闭电动球阀5-1,延时片刻后读取压力传感器3的检测值,此值即为有底测坑1内

的地下水位;②在动态过程中根据试验需要,增加或减少检测次数。

[0032] 本系统地下水位为无级调控,调控范围为+10cm~-200cm,即地面以上10厘米至地面以下200厘米。

[0033] 如图2所示,本系统可监测并记录40厘米土层深度的土壤含水率动态变化,并根据输入工业控制计算机11的土壤水分控制下限来自动判断有底测坑1是否需要灌溉,如需灌溉则根据输入工业控制计算机11的土壤水分控制上限及监测到的实时平均土壤含水率计算所需灌水量,工业控制计算机11对灌溉装置12发出指令,对有底测坑1进行灌溉并记录灌水量。

[0034] 本系统功能主要有:

[0035] (1) 自动调控地下水位。即根据试验要求自动地调节、控制地下水状平水器态,使之保持某一不变水位(静态调控)或以某种方式使地下水位上升或下降(动态调控)等。

[0036] (2) 实现数据的量测、采集与处理完全自动化。这些数据包括测坑地下水位动态、土壤含水率动态、作物的腾发量、排水量、灌溉量等。

[0037] (3) 本系统可用于农田灌排水指标、饱和与非饱和土壤水分运动、土壤溶质运移规律、土壤水分参数以及SPAC(土壤-植物-大气连续体)等领域的定量研究。

[0038] 本系统可实现灌排试验全过程实时监控与管理;控制方式灵活,全自动、半自动与手动相结合,保证了系统的可靠性、灵活性;本系统具有时效性强、效率高、信息量大和精度高等特点,可视化、直观性强,操作方便,价格低廉,易于推广。

[0039] 以上内容是结合具体的实施例对本发明所作的详细说明,不能认定本发明具体实施仅限于这些说明。对于本发明所属技术领域的技术人员来说,在不脱离本发明构思的前提下,还可以做出若干简单推演或替换,都应当视为属于本发明保护的范围。

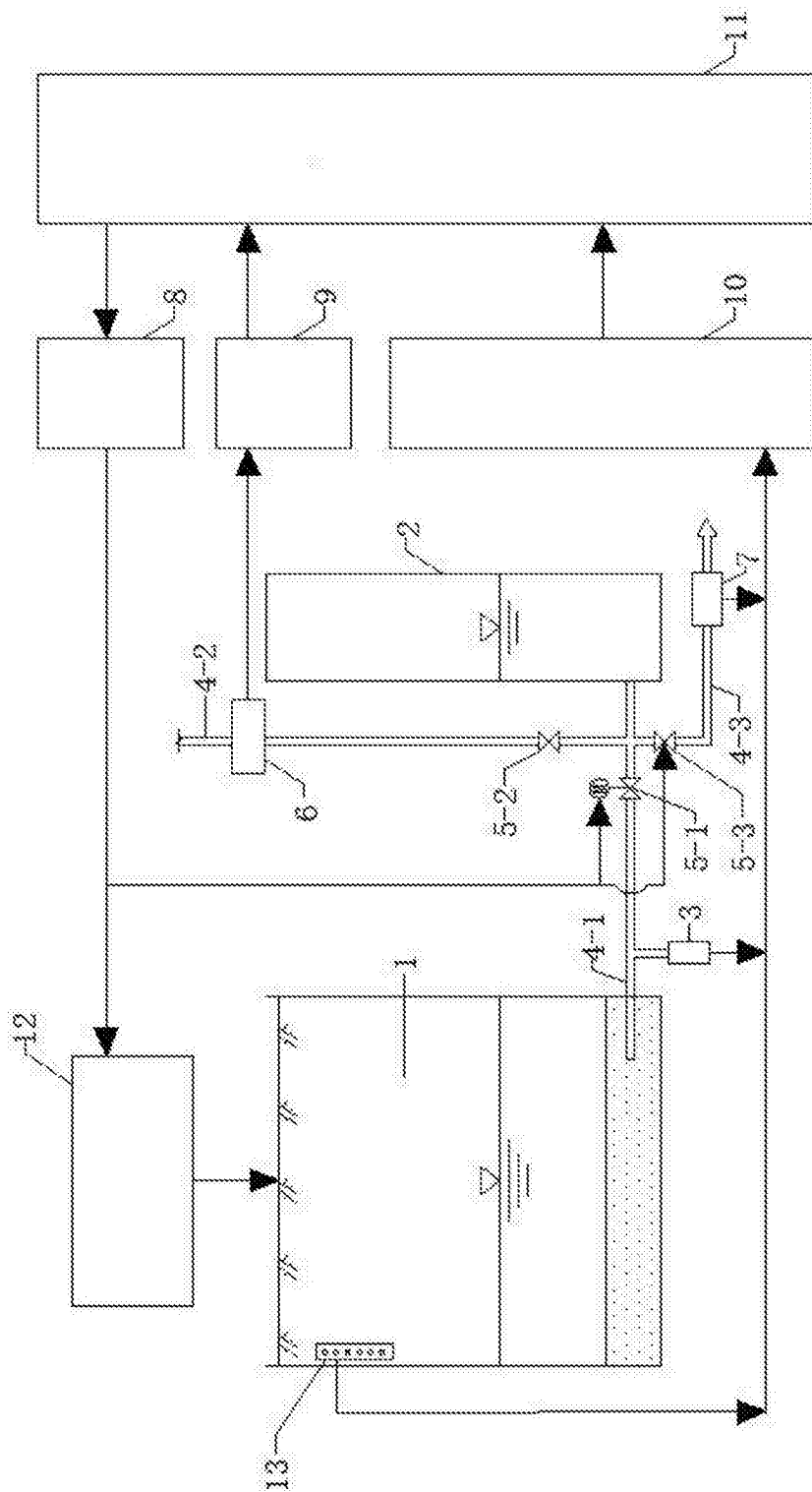


图1

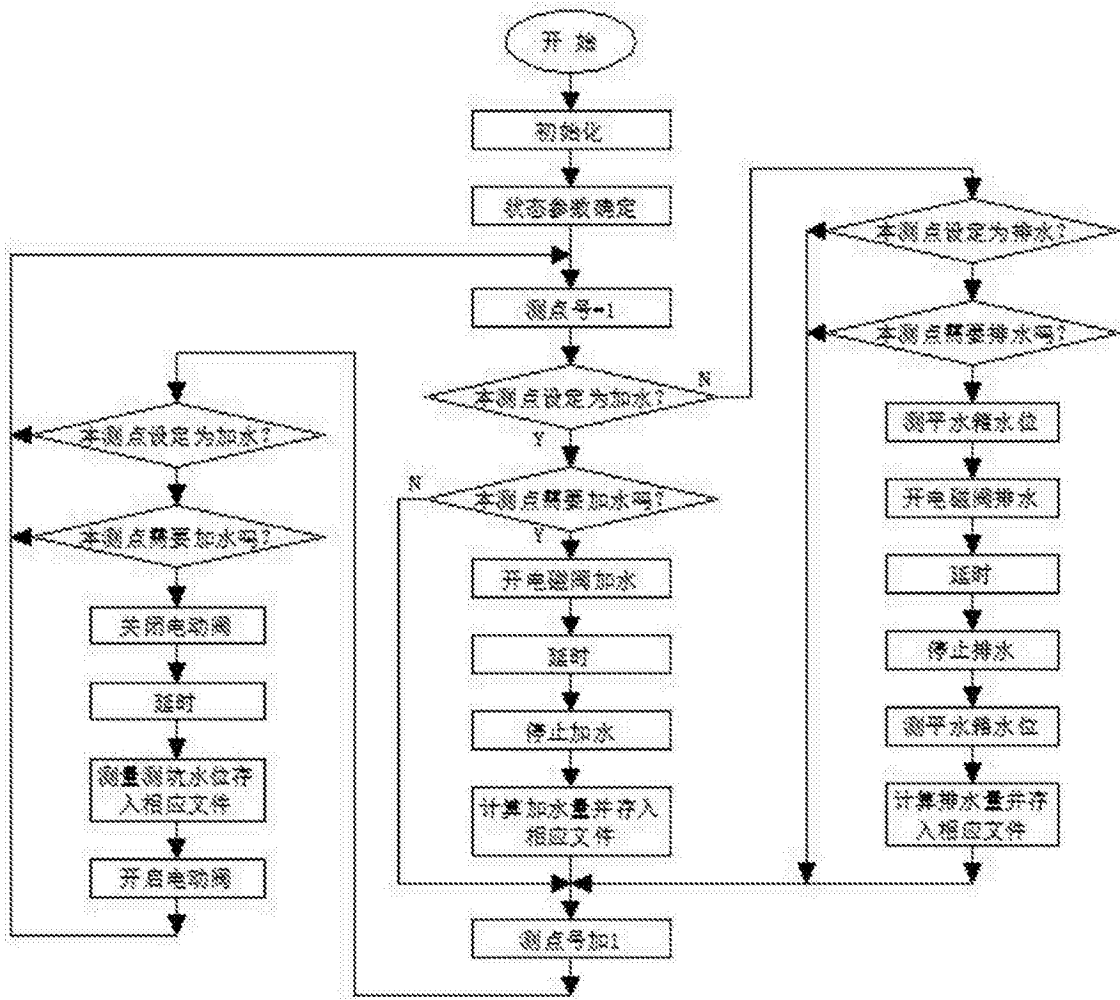


图2