



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106386412 A

(43)申请公布日 2017.02.15

(21)申请号 201610840747.7

(22)申请日 2016.09.22

(71)申请人 中国科学院遗传与发育生物学研究所

地址 050021 河北省石家庄市裕华区槐中路286号

(72)发明人 曹建生 胡春胜 郝小华 刘秀萍 王贺辉

(74)专利代理机构 北京市领专知识产权代理有限公司 11590

代理人 林辉轮 张玲

(51)Int.Cl.

A01G 25/16(2006.01)

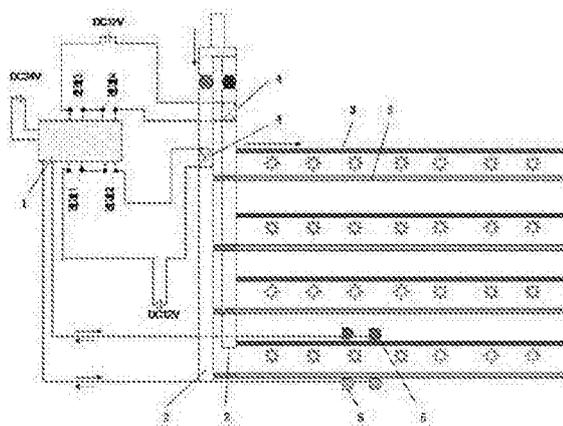
权利要求书2页 说明书6页 附图1页

(54)发明名称

一种宽行距分根交替灌溉自动控制方法

(57)摘要

本发明公开了一种宽行距分根交替灌溉自动控制方法,在作物行两侧分别设置一组带有电磁阀的输水毛管,任一组输水毛管输水时均不对另一组输水毛管下方的土壤湿度产生影响,然后为每组电磁阀配制分别位于作物行两侧的两支土壤水分传感器,通过中央智能控制器的控制实现两组输水毛管分别依次向作物行两侧进行灌溉。本发明中作物行两侧毛管的水平湿润半径相互无影响,根据作物行两侧的土壤湿度相互关系及其与四支土壤水分传感器和两组电磁阀的相互作用关系,通过对相应自动控制系统的构建实现高效率且高度自动化的宽行距分根交替灌溉。



1. 一种宽行距分根交替灌溉自动控制方法,其特征在于:在作物行两侧分别设置一组带有电磁阀(4)的输水毛管(3),任一组输水毛管(3)输水时均不对另一组输水毛管(3)下方的土壤湿度产生影响,然后为每组电磁阀(4)配制分别位于作物行两侧的两支土壤水分传感器(5),然后以下述三组条件为基础:

①同一时刻农田土壤任意两点的土壤含水量都不可能完全一样;

②任一组输水毛管输水时均不对另一组输水毛管下方的土壤湿度产生影响;

③作物行两侧的土壤湿度相互关系及其与四支土壤水分传感器和两组电磁阀的相互作用关系;

通过中央智能控制器(1)的控制实现两组输水毛管(3)分别依次向作物行两侧进行灌溉,即自动实现A侧输水毛管(3)灌溉时B侧输水毛管(3)关闭,达到一定土壤湿度要求后两侧输水毛管(3)均关闭,下次灌溉时B侧输水毛管(3)灌溉而A侧输水毛管(3)关闭,达到一定土壤湿度要求后两侧输水毛管(3)均关闭,自动循环。

2. 根据权利要求1所述的宽行距分根交替灌溉自动控制方法,其特征在于:

I、在作物行两侧分别设置一组带有电磁阀(4)的输水毛管(3),两组电磁阀(4)及输水毛管(3)分别标记为A、B,任一组输水毛管(3)输水时均不对另一组输水毛管(3)下方的土壤湿度产生影响;且每组输水毛管(3)下方分别埋设两支土壤水分传感器(5),合计四支土壤水分传感器(5)分别标记为1、2、3、4;

II、设置一组中央智能控制器(1),其上设置有电源输出通道,四路电压信号输入通道标记为1、2、3、4,四路继电器报警输出通道标记为1、2、3、4;

III、然后将土壤水分传感器1、3设定在输水毛管A下方,对应将土壤水分传感器2、4设定在输水毛管B下方;与此同时将四支土壤水分传感器1、2、3、4分别与中央智能控制器的四路电压信号输入通道1、2、3、4对应接通,中央智能控制器分别接收四支土壤水分传感器根据土壤湿度状态发送回来的4路电压信号,然后将该4路电压信号分别与预先设定的与土壤田间持水量相关的4路报警电压值进行比较,中央智能控制器根据比较结果分别控制四路继电器报警输出通道的开合;然后尤为重要的,将四路继电器报警输出通道中的1、2与电磁阀A串接,将继电器报警输出通道中的3、4与电磁阀B串接;

IV、最后,设定四支土壤水分传感器对应的报警值两高两低,同一组输水毛管下方的两支土壤水分传感器对应的报警值一高一低;

通过上述设定实现两组输水毛管(3)分别依次向作物行两侧进行灌溉,即自动实现A侧输水毛管(3)灌溉时B侧输水毛管(3)关闭,达到一定土壤湿度要求后两侧输水毛管(3)均关闭,下次灌溉时B侧输水毛管(3)灌溉而A侧输水毛管(3)关闭,达到一定土壤湿度要求后两侧输水毛管(3)均关闭,自动循环。

3. 根据权利要求2所述的宽行距分根交替灌溉自动控制方法,其特征在于:步骤III中,所述中央智能控制器(1)由直流DC24v电源供电,其上的电源输出通道与所述四支土壤水分传感器(5)连接并为后者提供DC12v电源。

4. 根据权利要求2所述的宽行距分根交替灌溉自动控制方法,其特征在于:步骤IV中,设定四支土壤水分传感器1、2、3、4对应的土壤含水量报警下限值依次为田间持水量的60%、80%、80%、60%;当土壤水分传感器的实际输出值低于所述预设值时,中央智能控制器控制对应的继电器报警输出通道闭合,当与某一电磁阀连接的所有继电器报警输出通道均闭合

时,电磁阀开启进行灌溉;否则电磁阀始终处于关闭状态。

5. 根据权利要求2所述的宽行距分根交替灌溉自动控制方法,其特征在于:所述输水毛管(3)设置在有压输水管路上,有压输水管路包括主管与若干支管(2),在主管和支管上分别设置有阀门。

6. 根据权利要求5所述的宽行距分根交替灌溉自动控制方法,其特征在于:作物行两侧的两组输水毛管(3)通过旁通安装在同一条支管(2)上,并分别在输水毛管(3)的首部安装电磁阀(4)。

7. 根据权利要求5所述的宽行距分根交替灌溉自动控制方法,其特征在于:作物行两侧的两组输水毛管(3)分别安装在两条并行的支管(2)上,并在支管的首部安装电磁阀(4)。

8. 根据权利要求6或7所述的宽行距分根交替灌溉自动控制方法,其特征在于:所述支管(2)采用 $\Phi 50\text{mm}$ 的PE管道,所述输水毛管(3)采用 $\Phi 20\text{mm}$ 的PE滴灌带,滴头间距为30cm,水平湿润半径为30cm,作物行两侧的两组输水毛管(3)间距为100cm,保证其中一侧输水毛管(3)灌水时不会引起另一侧土壤含水量的增加。

9. 根据权利要求2所述的宽行距分根交替灌溉自动控制方法,其特征在于:所述土壤水分传感器(5)为电压型传感器,埋深于作物根系层,其在直流DC12v电源供电条件下工作,根据土壤含水量的大小输出一个0-5v直流电压信号,土壤含水量Q电压信号V的关系是: $Q=V/5$ 。

10. 根据权利要求2所述的宽行距分根交替灌溉自动控制方法,其特征在于:所述电磁阀(4)为常闭式电磁阀,供电为直流DC12v,通电开启、断电关闭。

一种宽行距分根交替灌溉自动控制方法

技术领域

[0001] 本发明涉及节水灌溉技术领域,特别涉及一种宽行距分根交替灌溉技术。

背景技术

[0002] 随着淡水资源的日益短缺与需水量的不断增加,发展节水农业已成为世界各国实现水资源约束条件下可持续发展的重要对策。我国水资源人均占有量只有2300立方米,约为世界人均水平的1/4,排在世界上第121位,是世界上13个贫水国家之一,同时农业又是用水大户,农业灌溉用水量占全国总供水量的65%左右。然而,农业生产中水资源不足与严重浪费、利用效率低等矛盾十分突出,发展节水农业更为紧迫。鉴于目前我国农田水利投入水平的制约,改进地面灌溉在相当长的时间内将是节水灌溉的主流,但就节水潜力而言,生物节水是未来节水农业的研究重点与热点,因此集地面改进和生物节水于一体的综合性节水技术是我国节水农业的重点研究方向。

[0003] 早在20世纪60-70年代,国外学者已开始在一些作物上尝试采用隔行灌溉和隔沟灌溉技术,对这些技术下作物水分利用效率、蒸散发特性进行了系统研究。1996年,康绍忠等在室内盆栽、小区试验、大田应用试验的基础上,首次系统提出了作物根系分区交替灌溉技术,阐明了其概念、理论基础和实现方式。1997年康绍忠等提出了适于果树根系分区交替灌溉的四种应用模式,即交替隔沟灌溉系统、移动式交替滴灌系统、环状自动控制式交替滴灌系统和交替渗灌系统。结合我国果园灌水实际,一些学者还提出了发展交替穴灌技术。另外,对稀植类大田作物而言,在集成应用垄作沟灌技术的前提下也可实现不同根区间的交替供水。

[0004] 控制性分根交替灌溉作为一种全新的农田节水新思路和新技术,其研究目前尚处于初期阶段,尽管已经证实具有理论上和实施上的可能性及巨大的节水潜力,但在具体实施过程中还存在着一些问题。比如,输配水管道等设施装备的增加,其成本可能会超出常规灌溉,从而使其经济效益有所降低;考虑土壤水分运动过程、根系分布状况等的综合交替灌溉的定量化和可操作化水平还较低;分根交替灌溉控制系统的自动化水平还较低,成本比较高,结构较为复杂,不利于大面积应用与推广。

发明内容

[0005] 本发明要解决的技术问题是提供一种宽行距分根交替灌溉自动控制方法,使作物行两侧毛管的水平湿润半径相互无影响,根据作物行两侧的土壤湿度相互关系及其与四支土壤水分传感器和两组电磁阀的相互作用关系,通过对相应自动控制系统的构建实现高效率且高度自动化的宽行距分根交替灌溉。

[0006] 为解决上述技术问题,本发明所采取的技术方案如下。

[0007] 一种宽行距分根交替灌溉自动控制方法,在作物行两侧分别设置一组带有电磁阀的输水毛管,任一组输水毛管输水时均不对另一组输水毛管下方的土壤湿度产生影响,然后为每组电磁阀配制分别位于作物行两侧的两支土壤水分传感器,然后以下述三组条件为

基础：①同一时刻农田土壤任意两点的土壤含水量都不可能完全一样、②任一组输水毛管输水时均不对另一组输水毛管下方的土壤湿度产生影响、③作物行两侧的土壤湿度相互关系及其与四支土壤水分传感器和两组电磁阀的相互作用关系，通过中央智能控制器的控制实现两组输水毛管分别依次向作物行两侧进行灌溉，即自动实现A侧输水毛管灌溉时B侧输水毛管关闭，达到一定土壤湿度要求后两侧输水毛管均关闭，下次灌溉时B侧输水毛管灌溉而A侧输水毛管关闭，达到一定土壤湿度要求后两侧输水毛管均关闭，自动循环。

[0008] 作为本发明的一种优选技术方案：

I、在作物行两侧分别设置一组带有电磁阀的输水毛管，两组电磁阀及输水毛管分别标记为A、B，任一组输水毛管输水时均不对另一组输水毛管下方的土壤湿度产生影响；且每组输水毛管下方分别埋设两支土壤水分传感器，合计四支土壤水分传感器分别标记为1、2、3、4；

II、设置一组中央智能控制器，其上设置有电源输出通道，四路电压信号输入通道标记为1、2、3、4，四路继电器报警输出通道标记为1、2、3、4；

III、然后将土壤水分传感器1、3设定在输水毛管A下方，对应将土壤水分传感器2、4设定在输水毛管B下方；与此同时将四支土壤水分传感器1、2、3、4分别与中央智能控制器的四路电压信号输入通道1、2、3、4对应接通，中央智能控制器分别接收四支土壤水分传感器根据土壤湿度状态发送回来的4路电压信号，然后将该4路电压信号分别与预先设定的与土壤田间持水量相关的4路报警电压值进行比较，中央智能控制器根据比较结果分别控制四路继电器报警输出通道的开合；然后尤为重要的，将四路继电器报警输出通道中的1、2与电磁阀A串接，将继电器报警输出通道中的3、4与电磁阀B串接；

IV、最后，设定四支土壤水分传感器对应的报警值两高两低，同一组输水毛管下方的两支土壤水分传感器对应的报警值一高一低；

通过上述设定实现两组输水毛管分别依次向作物行两侧进行灌溉，即自动实现A侧输水毛管灌溉时B侧输水毛管关闭，达到一定土壤湿度要求后两侧输水毛管均关闭，下次灌溉时B侧输水毛管灌溉而A侧输水毛管关闭，达到一定土壤湿度要求后两侧输水毛管均关闭，自动循环。

[0009] 作为本发明的一种优选技术方案，步骤III中，所述中央智能控制器由直流DC24v电源供电，其上的电源输出通道与所述四支土壤水分传感器连接并为后者提供DC12v电源。

[0010] 作为本发明的一种优选技术方案，步骤IV中，设定四支土壤水分传感器1、2、3、4对应的土壤含水量报警下限值依次为田间持水量的60%、80%、80%、60%；当土壤水分传感器的实际输出值低于所述预设值时，中央智能控制器控制对应的继电器报警输出通道闭合，当与某一电磁阀连接的所有继电器报警输出通道均闭合时，电磁阀开启进行灌溉；否则电磁阀始终处于关闭状态。

[0011] 作为本发明的一种优选技术方案，所述输水毛管设置在有压输水管路上，有压输水管路包括主管与若干支管，在主管和支管上分别设置有阀门。

[0012] 作为本发明的一种优选技术方案，作物行两侧的两组输水毛管通过旁通安装在同一条支管上，并分别在输水毛管的首部安装电磁阀，

作为本发明的一种优选技术方案，作物行两侧的两组输水毛管分别安装在两条并行的支管上，并在支管的首部安装电磁阀。

[0013] 作为本发明的一种优选技术方案,所述支管采用 Φ 50mm的PE管道,所述输水毛管采用 Φ 20mm的PE滴灌带,滴头间距为30cm,水平湿润半径为30cm,作物行两侧的两组输水毛管间距为100cm,保证其中一侧输水毛管灌水时不会引起另一侧土壤含水量的增加。

[0014] 作为本发明的一种优选技术方案,所述土壤水分传感器为电压型传感器,埋深于作物根系层,其在直流DC12v电源供电条件下工作,根据土壤含水量的大小输出一个0-5v直流电压信号,土壤含水量Q电压信号V的关系是: $Q=V/5$ 。

[0015] 作为本发明的一种优选技术方案,所述电磁阀为常闭式电磁阀,供电为直流DC12v,通电开启、断电关闭。

[0016] 采用上述技术方案所产生的有益效果在于:

本发明使作物行两侧毛管的水平湿润半径无相互影响,根据作物行两侧的土壤湿度相互关系及其与四支土壤水分传感器和两组电磁阀的相互作用关系,通过对相应自动控制系统的构建实现了高效率且高度自动化的分根交替灌溉。

[0017] 具体的,本发明通过简单而巧妙的原理设定和系统构建,以“①同一时刻农田土壤任意两点的土壤含水量都不可能完全一样;②任一组输水毛管输水时均不对另一组输水毛管下方的土壤湿度产生影响;③作物行两侧的土壤湿度相互关系及其与四支土壤水分传感器和两组电磁阀的相互作用关系”——这三点为基础,藉助十分简单的几组传感器、电磁阀和简易控制器,就高效且高度自动化的实现了两组输水毛管分别依次向作物行两侧进行灌溉,即A侧输水毛管灌溉时B侧输水毛管关闭,达到一定土壤湿度要求后两侧输水毛管均关闭,下次灌溉时B侧输水毛管灌溉而A侧输水毛管关闭,达到一定土壤湿度要求后两侧输水毛管均关闭,自动循环。

[0018] 本发明系统设置有三个核心点:①土壤水分传感器1、3设定在输水毛管A下方,对应将土壤水分传感器2、4设定在输水毛管B下方;②四支土壤水分传感器1、2、3、4分别与中央智能控制器的四路电压信号输入通道1、2、3、4对应接通,其中的四路继电器报警输出通道中的1、2与电磁阀A连接,3、4与电磁阀B连接;③四支土壤水分传感器对应的报警值两高两低,同一组输水毛管下方的两支土壤水分传感器对应的报警值一高一低——参见下文的实施例3,正是上述三点设置的相互作用达成了本发明的自动化分根灌溉技术效果。

[0019] 另外,本发明的方法还集成了分根节水灌溉技术,保持作物根系活动层的土壤在水平(垂直)剖面的某个区域干燥,同时使根系在水平(垂直)剖面的干燥区域交替出现,始终保持作物根系的一部分生长在干燥或较为干燥的土壤环境中,这样的控制效果具有极高的节水和增产效果;这是因为,首先,处于干燥区的作物根系会产生水分胁迫信号传递到叶气孔,从而有效调节叶气孔关闭,控制蒸腾,而处于湿润区的作物根系从土壤中吸收水分,以满足作物的最小生命之需,使对作物的伤害保持在临界限度以内;其次,分根交替灌溉时土壤表层总是间歇性的处于干燥区,这样既可减少裸间的无效蒸发损失,又可改善土壤的透气性,促进作物根系补偿生长,增强根系的功能,提高根系对土壤水分、养分的利用率。

附图说明

[0020] 图1是本发明一个具体实施方式的原理图,其中A、B两组毛管安装在同一条支管上,并在毛管首部安装有电磁阀。

[0021] 图2是本发明另一具体实施方式的原理图,其中A、B两组毛管分别安装在两条并行

的支管上,并在支管的首部安装电磁阀。

[0022] 图中:中央智能控制器(1)、支管(2)、输水毛管(3)、电磁阀(4)、土壤水分传感器(5)。

具体实施方式

[0023] 以下是发明人给出的实施例,需要说明的是这些实施例均为本发明较优的实例,本发明并不限于这些实施例,本领域的技术人员按照本发明公开的方案,对其中的技术特征所作的等效替换、添加,均属于本发明的保护范围。

[0024] 实施例1、管道装置系统

支管采用 $\Phi 50\text{mm}$ 的PE管道,毛管采用 $\Phi 20\text{mm}$ 的PE滴灌带,滴头间距为30cm,水平湿润半径为30cm,毛管通过旁通与支管连接。在每行作物的左右两侧分别布设一条毛管,两条毛管间距为100cm,能够保证其中一侧毛管灌水时不会引起另一侧毛管处土壤湿度(含水量)的增加,并按照左右分为A、B两组,图1给出了A、B两组毛管安装在同一条支管上的结构示意图,并在每条毛管的首部安装有电磁阀,电磁阀为常闭式电磁阀,供电为直流DC12v,即通电开启、断电关闭。图2给出了A、B两组毛管分别安装在两条并行的支管上,并在支管的首部安装电磁阀。

[0025] 实施例2、自动控制系统

选择一行作物,分别在作物行的左右两侧,也就是两条毛管的附近安装土壤水分传感器,土壤水分传感器共4只,平均分为两组,即传感器-1、3与传感器-2、4,分别位于作物种植行的左右两侧的毛管处,埋深于作物根系层附近。土壤水分传感器为电压型传感器,即在直流DC12v电源供电条件下,根据土壤湿度(含水量)的大小,将输出一个0-5v直流电压信号。土壤含水量(Q)电压信号(v)的关系是: $Q=V/5$ 。其供电由中央智能控制器电源输出通道提供,并将0-5v直流电压信号通过电压输入通道输送给中央智能控制器,同时与土壤湿度(含水量)报警下限值进行比较,此处设置4只土壤水分传感器的土壤湿度(含水量)报警下限值依次为田间持水量的60%、80%、80%、60%。

[0026] 实施例3、宽行距分根交替灌溉的自动化实现

首先明确,本研究的目标是:“在宽行距条件下,高效且高度自动化的实现了两组输水毛管分别依次向作物行两侧进行灌溉,即A侧输水毛管灌溉时B侧输水毛管关闭,达到一定土壤湿度要求后两侧输水毛管均关闭,下次灌溉时B侧输水毛管灌溉而A侧输水毛管关闭,达到一定土壤湿度要求后两侧输水毛管均关闭,自动循环”。

[0027] 在进行分根交替灌溉之前,农田土壤不同点位的土壤湿度(含水量)可能存在一定的差异,但是不会太大,同时由于4只土壤水分传感器中,第2、3只的土壤湿度(含水量)报警下限值均为田间持水量的80%,因此在农田蒸散发过程中,第2、3只土壤水分传感器先报警,从而驱动相对应的第2路、3路报警输出通道闭合。另外,农田土壤任意两点的土壤湿度(含水量)都不可能完全一样,或多或少都会存在一些差异,这就会造成在农田蒸散发过程的后期,第1、4只中的一只土壤水分传感器-1的数值先下降到中央智能控制器报警下限值(田间持水量的60%),从而驱动相对应的第1路报警输出通道先闭合,随即相对应的电磁阀A打开,A组(右侧)毛管开始灌水,直至达到田间持水量灌水停止。由于第3只土壤水分传感器位于作物行右侧(A组)毛管处,其测得的土壤湿度值将由小变大,直到田间持水量,这样就会造

成已经闭合的第3路报警输出通道将断开,即使第4只土壤水分传感器测得的土壤湿度(含水量)降低到田间持水量的60%,相对应的第4路报警输出通道闭合,电磁阀B也不会打开,B组(左侧)毛管也不会灌水。

[0028] 随着作物行右侧(A组)毛管灌水过程的结束,作物行右侧土壤的含水量在田间持水量上下;由于作物行两侧毛管的间距足够宽,两侧毛管的灌溉水不存在相互影响,也就是右侧毛管的灌水不会造成左侧土壤湿度(含水量)的增加,因此作物行左侧的土壤湿度(含水量)基本在田间持水量的60%以下,此时相对应的第2、4路报警输出通道处于闭合状态,在之后的农田蒸散发过程中,由于第1、3只土壤水分传感器的土壤湿度(含水量)下限报警值分别为田间持水量的60%与80%,因此相对应的第3路报警输出通道会先闭合,随即相对应的电磁阀B打开,B组(左侧)毛管开始灌水,直至达到田间持水量灌水停止。由于第2只土壤水分传感器位于作物行左侧(B组)毛管处,其测得的土壤湿度值将由小变大,直到田间持水量,这样就会造成已经闭合的第2路报警输出通道将断开,即使第1只土壤水分传感器测得的土壤湿度(含水量)降低到田间持水量的60%,相对应的第1路报警输出通道闭合,电磁阀A也不会打开,A组(右侧)毛管也不会灌水。

[0029] 随着作物行左侧(B组)毛管灌水过程的结束,作物行左侧土壤的含水量在田间持水量上下;由于作物行两侧毛管的间距足够宽,两侧毛管的灌溉水不存在相互影响,也就是左侧毛管的灌水不会造成右侧土壤湿度(含水量)的增加,因此作物行右侧的土壤湿度(含水量)基本在田间持水量的60%—80%之间,此时相对应的第3路报警输出通道处于闭合状态,在之后的农田蒸散发过程中,由于第2、4只土壤水分传感器的土壤湿度(含水量)下限报警值分别为田间持水量的80%与60%,因此相对应的第2路报警输出通道会先闭合,现在剩下第1路、4路报警输出通道还处于断开状态,谁先闭合取决于第1、4只土壤水分传感器测得的土壤湿度(含水量)谁先达到田间持水量的60%,由于作物行左侧(B组)毛管刚刚灌过水,因此位于作物行右侧(A组)毛管处的第1只土壤水分传感器测得的土壤湿度(含水量)将先达到田间持水量的60%,相对应的第1路报警输出通道会先闭合,随即相对应的电磁阀A打开,A组(右侧)毛管开始灌水,直至达到田间持水量灌水停止。

[0030] 依次循环,便可实现宽行距条件下,分根交替灌溉的自动控制过程。即当作物行右侧土壤湿度(含水量)达到田间持水量的60%,同时左侧土壤湿度(含水量)达到田间持水量的80%时,右侧毛管开始灌水;同样,当作物行左侧土壤湿度(含水量)达到田间持水量的60%,同时右侧土壤湿度(含水量)达到田间持水量的80%时,左侧毛管开始灌水。

[0031] 可见,本发明研究目标的达成依据下述三点为基础:“①同一时刻农田土壤任意两点的土壤含水量都不可能完全一样;②任一组输水毛管输水时均不对另一组输水毛管下方的土壤湿度产生影响;③作物行两侧的土壤湿度相互关系及其与四支土壤水分传感器和两组电磁阀的相互作用关系”。

[0032] 本发明根据作物行两侧4点土壤湿度(含水量)大小及组合作用关系,驱动作物行两侧的两组电磁阀自动交替开启与关闭,并通过输配水管道与毛管,将灌溉水适时、适量的输送到作物左右两侧旁边,为作物正常生长提供水分保障。该分根交替灌溉的自动控制系统及方法,能够提高节水灌溉的自动化水平,具有节能、环保、绿色、低碳的特点。

[0033] 本发明面向农业现代化与水资源安全的需战略求,围绕农业用水粗放与节水灌溉自动化水平较低的问题,开展宽行距分根交替灌溉自动控制系统及方法的研究,集成创新

现代传感器技术与智能控制技术,实现宽行距分根交替灌溉的自动化控制,为节水灌溉自动化提供了新的高效且实用的技术手段。

[0034] 上述描述仅作为本发明可实施的技术方案提出,不作为对其技术方案本身的单一限制条件。

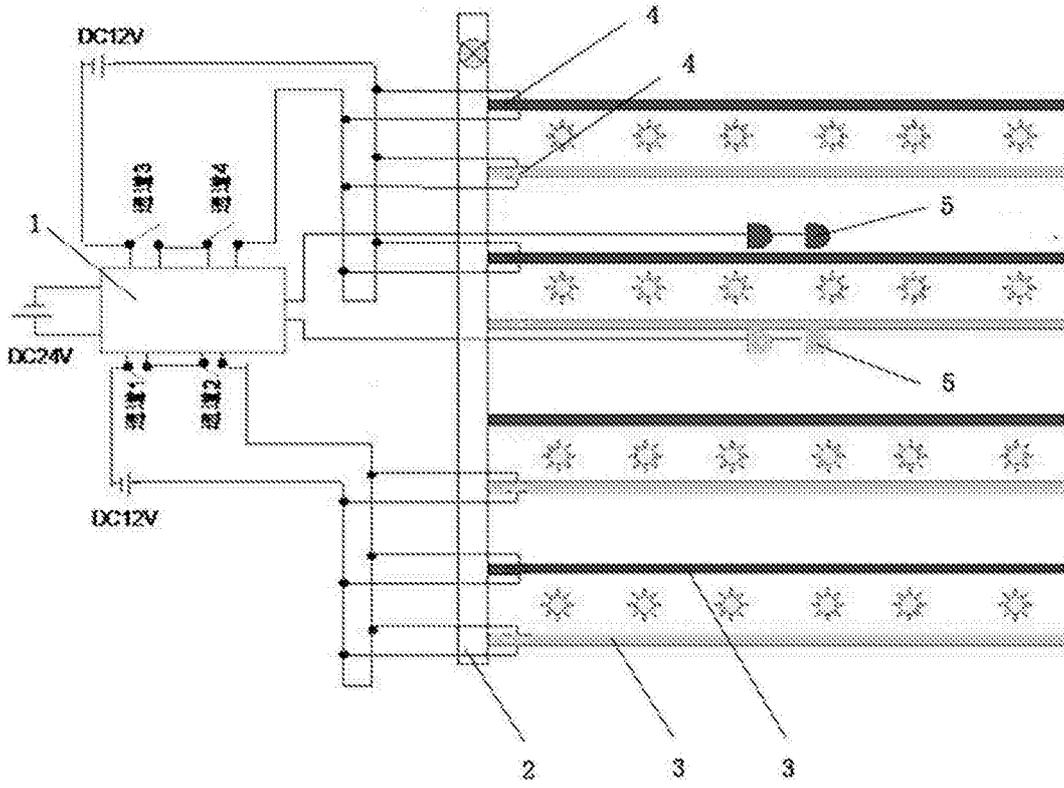


图1

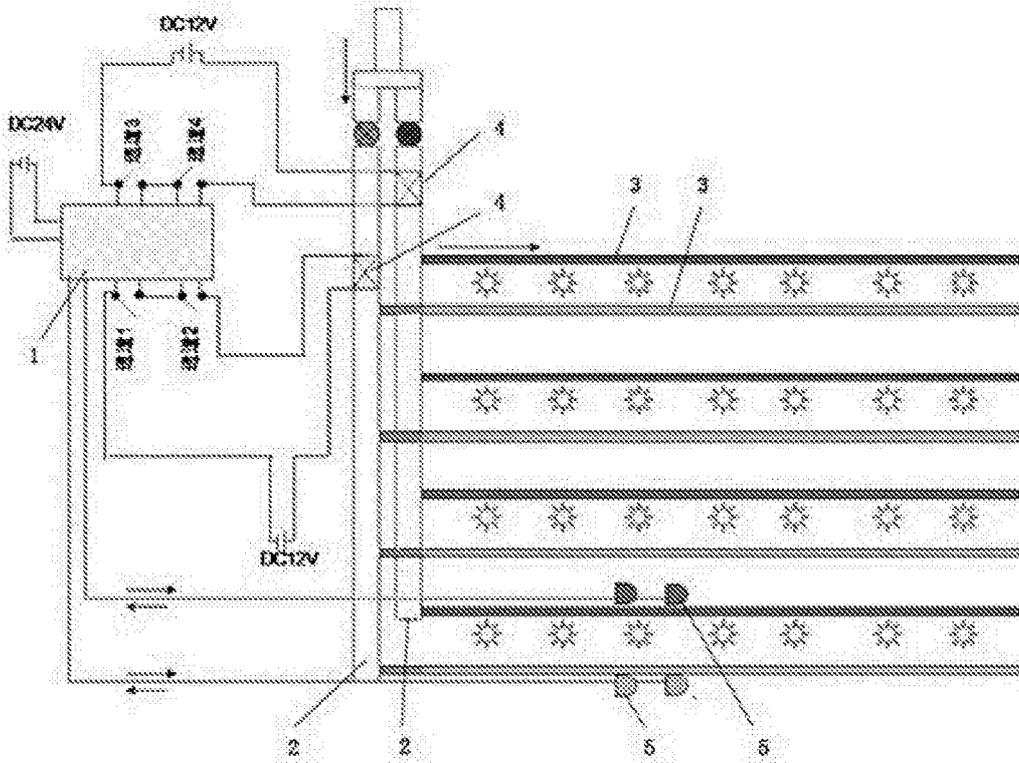


图2