(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 115486359 A
(43)申请公布日 2022.12.20

(21)申请号 202211141732.3

(22)申请日 2022.09.20

(71)申请人 广州大学
地址 510006 广东省广州市大学城外环西路230号

(72)发明人 刘晓初 陈原野 梁忠伟 萧金瑞 马尧 张艺腾 胡彬 郑佳鹏

(74)专利代理机构 广州高炬知识产权代理有限公司 44376
专利代理师 刘志敏

(51)Int.Cl.
A01G 29/00(2006.01)
A01C 23/04(2006.01)
A01C 23/00(2006.01)

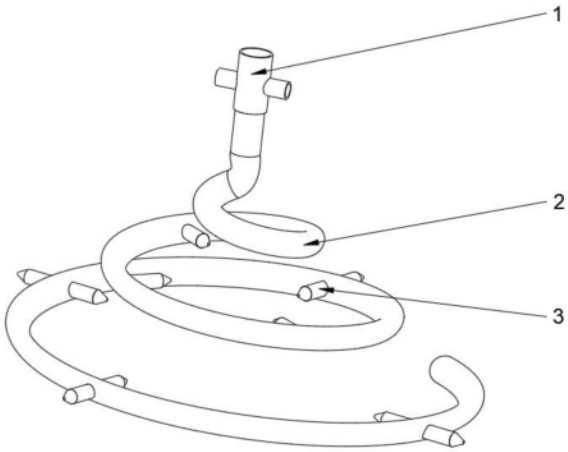
权利要求书2页 说明书6页 附图6页

(54)发明名称

一种自适应防堵塞地下微灌装置及方法

(57)摘要

本发明涉及农业技术领域，公开了一种自适应防堵塞地下微灌装置，包括与水肥一体化机连接的三通接头，三通接头的一端连接有螺旋状灌溉管，螺旋状灌溉管的外壁面上设置有防堵微灌头，螺旋状灌溉管的末端为密闭，螺旋状灌溉管的浅层部分为单侧布置防堵微灌头，深层部分为两侧布置防堵微灌头，所述螺旋状灌溉管的形状以恒定螺距的螺旋线作为管道轨迹。本发明提供的自适应防堵塞地下微灌装置及方法，可有效解决作物根系缺氧、灌溉不均、地下灌溉器易堵塞、土壤板结等问题，能够实现根区土壤环境改善、水肥利用效率提高、促进作物生长发育，能够实现根据作物不同生长时期根系分布情况进行精准、节水灌溉。



CN 115486359 A

1.一种自适应防堵塞地下微灌装置,其特征在于,包括与水肥一体化机连接的三通接头(1),三通接头(1)的一端连接有螺旋状灌溉管(2),螺旋状灌溉管(2)的外壁面上设置有防堵微灌头(3),螺旋状灌溉管(2)的末端为密闭,螺旋状灌溉管(2)的浅层部分为单侧布置防堵微灌头(3),深层部分为两侧布置防堵微灌头(3);

所述螺旋状灌溉管(2)的形状以恒定螺距的螺旋线作为管道轨迹。

2.根据权利要求1所述的一种自适应防堵塞地下微灌装置,其特征在于:所述螺旋状灌溉管(2)的侧壁上开设有灌溉口(4),防堵微灌头(3)与灌溉口(4)固定连接。

3.根据权利要求1所述的一种自适应防堵塞地下微灌装置,其特征在于:所述螺旋状灌溉管(2)的内部含有内层通道和外层通道,内层通道为水肥与气体通道,外层通道为线路通道,螺旋状灌溉管(2)的外层涂有防止作物根缠绕的药液,两层通道平行且等距,两通道间通过四个互成九十度的硬质连接柱支承连接。

4.根据权利要求1所述的一种自适应防堵塞地下微灌装置,其特征在于:所述防堵微灌头(3)包括外壳、弹簧阻尼缓震元件(5)、电磁阀开关(6)、土壤湿度探头(7)、液体压力传感元件(8)、特斯拉单向阀(9)以及多级调节流量阀(10),多级调节流量阀(10)与特斯拉单向阀(9)连接,多级调节流量阀(10)靠近外壳出口处设有液体压力传感元件(8),土壤湿度探头(7)与多级调节流量阀(10)和控制系统连接,土壤湿度探头(7)下半部置于外壳外层,平行于外壳,土壤湿度探头(7)上半部伸出于外壳外部,弹簧阻尼缓震元件(5)置于外壳外层,特斯拉单向阀(9)置于外壳内层,特斯拉单向阀(9)与弹簧阻尼缓震元件(5)连接,弹簧阻尼缓震元件(5)由特殊结构管段与两段弹簧阻尼器构成,电磁阀开关(6)与特斯拉单向阀(9)连接。

5.根据权利要求4所述的一种自适应防堵塞地下微灌装置,其特征在于:所述电磁阀开关(6)包括上下排列的电磁阀一、电磁阀二、电磁阀三、电磁阀四以及电磁阀五。

6.一种自适应防堵塞地下微灌的方法,其特征在于,包括以下步骤:

第一步:防堵灌溉头(3)上的土壤湿度探针(7)检测到土壤湿度低于预设湿度区间最低值后,控制模块接收信号,控制水肥一体化机开始工作,配制作物所需比例的水肥液,气体发生器开始工作,通入富氧气体;

第二步:水肥液由进水肥管进入螺旋状灌溉管(2),气体由进气口进入螺旋状灌溉管(2),水肥液与气体组成水肥气液体;

第三步:水肥气液体流至各个灌溉口(4),经多级调节流量阀(10)后从灌溉头末端流出到达根系附近的土壤中;

第四步:当防堵灌溉头(3)的土壤湿度探针(7)检测到土壤湿度值高于预设区间最高值后5min,多级调节流量阀(10)关闭,水肥一体化机停止工作,气体发生器停止工作,灌溉暂停;

第五步:当控制系统检测到每两次土壤湿度低于预设湿度区间最低值间隔少于30min,系统控制多级调节流量阀(10)打开,防堵灌溉头(3)通道增大,水肥气液体流量增大,灌溉方式由滴灌变为微喷灌;

第六步:当防堵灌溉头(3)发生堵塞时,控制系统检测到置于防堵灌溉头(3)内部的液体压力增大,当防堵灌溉头(3)内部的液体压力值大于预设安全液体压力区间最高值时,系统控制多级调节流量阀(10)在1s内完成一次将多级调节流量阀(10)打开到最大与关闭到

最小的动作,间隔0.5s后重复该动作,持续45s,即30个开启与关闭的周期;

第七步:当防堵灌溉头(3)完成30个振动周期后,控制系统检测到防堵灌溉头(3)内部的液体压力值依然大于预设安全液体压力区间最高值时,控制系统亮红灯报警并显示具体堵塞灌溉头位置,等待专业人员维护,可手动启动防堵灌溉头(3)振动,帮助清堵。

7.根据权利要求6所述的一种自适应防堵塞地下微灌装置,其特征在于:所述滴灌模式下可三级调节流量大小,电磁阀一开启,其余电磁阀关闭时为滴灌模式下最小流量,电磁阀一、电磁阀二、电磁阀三皆开启时为滴灌模式下最大流量,土壤湿度安全预设区间最低值、电磁阀二开启湿度值、电磁阀三开启湿度值可由使用者自行定义。

8.根据权利要求6所述的一种自适应防堵塞地下微灌装置,其特征在于:所述微喷灌模式下两级调节流量大小,电磁阀四开启,电磁阀五关闭时为微喷灌模式下最小流量,电磁阀四、电磁阀五皆开启时为微喷灌模式下最大流量,土壤湿度安全预设区间最佳值、电磁阀四开启湿度值、电磁阀五开启湿度值可由使用者自行定义。

一种自适应防堵塞地下微灌装置及方法

技术领域

[0001] 本发明涉及农业技术领域，具体为一种自适应防堵塞地下微灌装置及方法。

背景技术

[0002] 微灌是利用管道系统将水输送到灌溉处，通过末端毛细管上的孔口或灌溉装置，将作物生长所需的水以水流或水滴的形式直接输送到作物根部区域附近，均匀地施于作物根部层土壤上的灌溉技术，包括滴灌、微喷灌、涌泉灌等。地下微灌是一种高效的节水灌溉技术，在农业生产中发挥着重要作用，地下微灌装置埋于地下，用于灌溉的水肥可直接送到作物根区，能够有效减少蒸发，提高水与肥的利用率。水、肥、气是农作物在生长发育过程中不可缺少的因素，它们各自对植物生育起着特定的作用。改善作物根区土壤气体环境对作物的生长十分重要，在水肥灌溉的基础下，进行加气灌溉能够解决根系缺氧问题，改善根区土壤环境，实现根域土壤环境的优化，促进植株生长发育，提高农作物的产量和品质，还能改良土壤，提高生产力。随着微灌技术的发展和推广，利用微灌系统可实现一体化的向植物根区输送水、肥、气，从而改善根部土壤水气环境，促进作物生长，达到节水而增产的效果。同时，作物不同的生长时期有不同的根部分布状态与供水需求，需要对不同生长时期的作物采取精准、节水的灌溉策略，但目前可用于水肥气一体化、根据作物不同生长时期根系分布情况进行地下微灌的设施较为缺失。

[0003] 目前的滴灌水肥气一体化系统管网呈分支状，存在灌水、施肥和加气的均匀性不足等问题。传统的定时水肥一体灌溉往往没有有效结合土壤含水量实时变化情况，导致重复灌溉或延迟灌溉，同时由于灌溉器与管网布置情况，导致灌溉不均。此外，如今的滴灌水肥一体化系统由于喷头、毛管或滴头直接埋在土壤中，导致其出水口比较容易堵塞，需要花费大量的人工成本维护设备正常运行。目前能够自适应防堵塞的地下微灌设备较为缺失，为此本发明提出一种自适应防堵塞地下微灌装置及方法。

发明内容

[0004] (一)解决的技术问题

[0005] 针对现有技术的不足，本发明提供一种自适应防堵塞地下微灌装置及方法，以解决如下问题：1、解决目前地下微灌中常出现的灌溉器堵塞以致灌溉器无法工作以及雨水倒灌灌溉器的问题。2、解决目前地下微灌不能根据作物不同生长时期根系分布情况进行精准、节水灌溉。3、解决目前地下微灌器结构布置不佳，灌溉不均匀、不全面，对作物根部灌溉效率低的问题。

[0006] (二)技术方案

[0007] 为实现上述所述目的，本发明提供如下技术方案：

[0008] 一种自适应防堵塞地下微灌装置，包括与水肥一体化机连接的三通接头，三通接头的一端连接有螺旋状灌溉管，螺旋状灌溉管的外壁面上设置有防堵微灌头，螺旋状灌溉管的末端为密闭，螺旋状灌溉管的浅层部分为单侧布置防堵微灌头，深层部分为两侧布置

防堵微灌头；

[0009] 所述螺旋状灌溉管的形状以恒定螺距的螺旋线作为管道轨迹。

[0010] 优选的，所述螺旋状灌溉管的侧壁上开设有灌溉口，防堵微灌头与灌溉口固定连接。

[0011] 优选的，所述螺旋状灌溉管的内部含有内层通道和外层通道，内层通道为水肥与气体通道，外层通道为线路通道，螺旋状灌溉管的外层涂有防止作物根缠绕的药液，两层通道平行且等距，两通道间通过四个互成九十度的硬质连接柱支承连接。

[0012] 优选的，所述防堵微灌头包括外壳、弹簧阻尼缓震元件、电磁阀开关、土壤湿度探头、液体压力传感元件、特斯拉单向阀以及多级调节流量阀，多级调节流量阀与特斯拉单向阀连接，多级调节流量阀靠近外壳出口处设有液体压力传感元件，土壤湿度探头与多级调节流量阀和控制系统连接，土壤湿度探头下半部置于外壳外层，平行于外壳，土壤湿度探头上半部伸出于外壳外部，弹簧阻尼缓震元件置于外壳外层，特斯拉单向阀置于外壳内层，特斯拉单向阀与弹簧阻尼缓震元件连接，弹簧阻尼缓震元件由特殊结构管段与两段弹簧阻尼器构成，电磁阀开关与特斯拉单向阀连接。

[0013] 优选的，电磁阀开关包括上下排列的电磁阀一、电磁阀二、电磁阀三、电磁阀四以及电磁阀五。

[0014] 一种自适应防堵塞地下微灌的方法，包括以下步骤：

[0015] 第一步：防堵灌溉头上的土壤湿度探针检测到土壤湿度低于预设湿度区间最低值后，控制模块接收信号，控制水肥一体化机开始工作，配制作物所需比例的水肥液，气体发生器开始工作，通入富氧气体；

[0016] 第二步：水肥液由进水肥管进入螺旋状灌溉管，气体由进气口进入螺旋状灌溉管，水肥液与气体组成水肥气液体；

[0017] 第三步：水肥气液体流至各个灌溉口，经多级调节流量阀后从灌溉头末端流出到达根系附近的土壤中；

[0018] 第四步：当防堵灌溉头的土壤湿度探针检测到土壤湿度值高于预设区间最高值后5min，多级调节流量阀关闭，水肥一体化机停止工作，气体发生器停止工作，灌溉暂停；

[0019] 第五步：当控制系统检测到每两次土壤湿度低于预设湿度区间最低值间隔少于30min，系统控制多级调节流量阀打开，防堵灌溉头通道增大，水肥气液体流量增大，灌溉方式由滴灌变为微喷灌；

[0020] 第六步：当防堵灌溉头发生堵塞时，控制系统检测到置于防堵灌溉头内部的液体压力增大，当防堵灌溉头内部的液体压力值大于预设安全液体压力区间最高值时，系统控制多级调节流量阀在1s内完成一次将多级调节流量阀打开到最大与关闭到最小的动作，间隔0.5s后重复该动作，持续45s，即30个开启与关闭的周期；

[0021] 第七步：当防堵灌溉头完成30个振动周期后，控制系统检测到防堵灌溉头内部的液体压力值依然大于预设安全液体压力区间最高值时，控制系统亮红灯报警并显示具体堵塞灌溉头位置，等待专业人员维护，可手动启动防堵灌溉头振动，帮助清堵。

[0022] 滴灌模式下可三级调节流量大小，电磁阀一开启，其余电磁阀关闭时为滴灌模式下最小流量，电磁阀一、电磁阀二、电磁阀三皆开启时为滴灌模式下最大流量，土壤湿度安全预设区间最低值、电磁阀二开启湿度值、电磁阀三开启湿度值可由使用者自行定义。

[0023] 微喷灌模式下两级调节流量大小，电磁阀四开启，电磁阀五关闭时为微喷灌模式下最小流量，电磁阀四、电磁阀五皆开启时为微喷灌模式下最大流量，土壤湿度安全预设区间最佳值、电磁阀四开启湿度值、电磁阀五开启湿度值可由使用者自行定义。

[0024] (三)有益效果

[0025] 与现有技术相比，本发明提供了一种自适应防堵塞地下微灌装置及方法，具备以下有益效果：

[0026] 1、该自适应防堵塞地下微灌装置及方法，可多级调控灌溉量大小，通过压力监测自适应控制灌溉量，实现地下滴灌、微喷灌，同时可实现当灌溉头发生堵塞时，根据动量守恒定律利用灌溉头的震动防止灌溉头持续堵塞影响灌溉工作，利用水锤效应通堵。

[0027] 2、该自适应防堵塞地下微灌装置及方法，可实现根据作物所处生长时期不同，对处于不同生长时期作物的根系进行科学灌溉，如在作物处于生长期或幼苗期时，作物根系较短，根系覆盖土壤面积较小，可开启浅层灌溉喷头关闭深层灌溉喷头。

[0028] 3、该自适应防堵塞地下微灌装置及方法，可根据作物根部土壤的局部情况进行局部灌溉或者不同灌溉量的同步灌溉，通过监测不同灌溉头所测的土壤湿度情况，对不同土壤位置的具体情况采取不同灌溉策略。

[0029] 4、该自适应防堵塞地下微灌装置及方法，可有效解决作物根系缺氧、灌溉不均、地下灌溉器易堵塞、土壤板结等问题，能够实现根区土壤环境改善、水肥利用效率提高、促进作物生长发育，能够实现根据作物不同生长时期根系分布情况进行精准、节水灌溉。

[0030] 5、本发明较好的解决了如下问题：解决了目前地下微灌中常出现的灌溉器堵塞以致灌溉器无法工作以及雨水倒灌灌溉器的问题；解决了目前地下微灌不能根据作物不同生长时期根系分布情况进行精准、节水灌溉。解决了目前地下微灌器结构布置不佳，灌溉不均匀、不全面，对作物根部灌溉效率低的问题。

附图说明

[0031] 图1为本发明实施例地下微灌装置的立体外形结构示意图；

[0032] 图2为本发明实施例的螺旋状灌溉管结构示意图；

[0033] 图3为本发明实施例的防堵微灌头结构示意图；

[0034] 图4为本发明实施例防堵微灌头末端结构示意图；

[0035] 图5为本发明实施例的灌溉液正向流动原理示意图；

[0036] 图6为本发明实施例的灌溉液反向流动原理示意图；

[0037] 图7为本发明实施例的灌溉方法的流程示意图；

[0038] 图8为本发明实施例的自动防堵方法的流程示意图；

[0039] 图9为本发明实施例的灌溉方法控制流程示意图。

[0040] 图中：1、三通接头；2、螺旋状灌溉管；3、防堵微灌头；4、灌溉口；5、弹簧阻尼缓震元件；6、电磁阀开关；7、土壤湿度探头；8、液体压力传感元件；9、特斯拉单向阀；10、多级调节流量阀。

具体实施方式

[0041] 下面将结合本发明实施例中的附图，对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完

整地描述，显然，所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例，本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例，都属于本发明保护的范围。

[0042] 实施例

[0043] 请参阅图1-9，本发明实施例提供的自适应防堵塞地下微灌装置，其包括与水肥一体化机连接的三通接头1，三通接头1的一端连接有螺旋状灌溉管2，螺旋状灌溉管2的外壁面上设置有防堵微灌头3，螺旋状灌溉管2的末端为密闭，螺旋状灌溉管2的浅层部分为单侧布置防堵微灌头3，深层部分为两侧布置防堵微灌头3，利于水肥液向横向扩散，促进作物根部横向生长，充分吸收养分。

[0044] 进一步的，螺旋状灌溉管2的形状以恒定螺距的螺旋线作为管道轨迹，该螺旋线为与地面法线呈五十度角的螺旋线，接近地面处螺旋直径小，远离地面处螺旋直径大。

[0045] 进一步的，螺旋状灌溉管2的侧壁上开设有灌溉口4，防堵微灌头3与灌溉口4固定连接。

[0046] 进一步的，螺旋状灌溉管2的内部含有内层通道和外层通道，内层通道为水肥与气体通道，外层通道为线路通道，螺旋状灌溉管2的外层涂有防止作物根缠绕的药液，两层通道平行且等距，两通道间通过四个互成九十度的硬质连接柱支承连接。

[0047] 进一步的，防堵微灌头3包括外壳、弹簧阻尼缓震元件5、电磁阀开关6、土壤湿度探头7、液体压力传感元件8、特斯拉单向阀9以及多级调节流量阀10，多级调节流量阀10与特斯拉单向阀9连接，多级调节流量阀10靠近外壳出口处设有液体压力传感元件8，土壤湿度探头7与多级调节流量阀10和控制系统连接，土壤湿度探头7下半部置于外壳外层，平行于外壳，土壤湿度探头7上半部伸出于外壳外部，弹簧阻尼缓震元件5置于外壳外层，特斯拉单向阀9置于外壳内层，特斯拉单向阀9与弹簧阻尼缓震元件5连接，弹簧阻尼缓震元件5由特殊结构管段与两段弹簧阻尼器构成，电磁阀开关6与特斯拉单向阀9连接。

[0048] 进一步的，电磁阀开关6包括上下排列的电磁阀一、电磁阀二、电磁阀三、电磁阀四以及电磁阀五。

[0049] 一种自适应防堵塞地下微灌的方法，包括以下步骤：

[0050] 第一步：防堵灌溉头3上的土壤湿度探针7检测到土壤湿度低于预设湿度区间最低值后，控制模块接收信号，控制水肥一体化机开始工作，配制作物所需比例(人工预设)的水肥液，气体发生器开始工作，通入富氧气体；

[0051] 第二步：水肥液由进水肥管进入螺旋状灌溉管2，气体由进气口进入螺旋状灌溉管2，水肥液与气体组成水肥气液体；

[0052] 第三步：水肥气液体流至各个灌溉口4，经多级调节流量阀10后从灌溉头末端流出到达根系附近的土壤中；

[0053] 第四步：当防堵灌溉头3的土壤湿度探针7检测到土壤湿度值高于预设区间最高值后5min(干深湿点延时初设为5min)，多级调节流量阀10关闭，水肥一体化机停止工作，气体发生器停止工作，灌溉暂停。

[0054] 第五步：当土壤蒸腾作用较强时(控制系统检测到每两次土壤湿度低于预设湿度区间最低值间隔少于30min)，系统控制多级调节流量阀10打开，防堵灌溉头3通道增大，水肥气液体流量增大，灌溉方式由滴灌变为微喷灌。

[0055] 第六步：当防堵灌溉头3发生堵塞时，控制系统检测到置于防堵灌溉头3内部的液体压力增大，当防堵灌溉头3内部的液体压力值大于预设安全液体压力区间最高值时，系统控制多级调节流量阀10在1s内完成一次将多级调节流量阀10打开到最大与关闭到最小的动作，间隔0.5s后重复该动作，持续45s，即30个开启与关闭的周期。由于水的压缩性极低，当水无法形变时，它的刚性极高，分子与分子之间的力的传导是瞬间的。当水突然停止流动时，如果动量如果没有转换为其他势能，由动量守恒定律可知，则会全部转换为冲击力(也即水锤效应)，多级调节流量阀10的快速开启与关闭将在水肥气液体喷射方向产生前后的振动，利用该振动可有效防止灌溉头发生持续性堵塞。

[0056] $p=p'$

[0057] 开关电磁阀对微灌器产生的冲击压力可由下式计算：

[0058] $$\frac{\rho P}{\rho t}=a\frac{\rho v}{\rho t}$$

[0059] 其中，v为灌溉液流速，a为压力波在管道中的传播速度，t为动量改变的时间，P为冲击压力

[0060] 第七步：当防堵灌溉头3完成30个振动周期后，控制系统检测到防堵灌溉头3内部的液体压力值依然大于预设安全液体压力区间最高值时，控制系统亮红灯报警并显示具体堵塞灌溉头位置，等待专业人员维护，可手动启动防堵灌溉头3振动，帮助清堵。

[0061] 滴灌模式：

[0062] 土壤湿度探头7监测到实时的土壤湿度数据，控制模块将土壤湿度信息与人工预设的作物生长土壤湿度区间作对比，若土壤湿度值低于预设区间最低值，水肥一体化机工作，为灌溉装置提供作物需比例的水肥液，同时，气体发生器工作，为作物根部提供充足的空气。富含气体的水肥液进入地下微灌装置，流经螺旋状灌溉管，由螺旋状灌溉管侧壁上的灌溉口进入特斯拉单向阀，随后通过多级调节流量阀后由灌溉头出口滴灌至土壤中。若土壤湿度值高于预设区间最高值，多级调节流量阀10关闭，水肥一体化机停止工作，气体发生器停止工作，灌溉暂停。滴灌模式下可三级调节流量大小，电磁阀一开启，其余电磁阀关闭时为滴灌模式下最小流量，电磁阀一、电磁阀二、电磁阀三皆开启时为滴灌模式下最大流量。土壤湿度安全预设区间最低值、电磁阀二开启湿度值、电磁阀三开启湿度值可由使用者自行定义。

[0063] 微喷灌模式：

[0064] 土壤湿度探头7监测到实时的土壤湿度数据，控制模块将土壤湿度信息与人工预设的作物生长土壤湿度区间作对比，若土壤湿度值在滴灌模式三十分钟后依然无法到达预设土壤湿度最佳值，多级调节流量阀10开启至最大，水肥气液体液进入地下微灌装置，流经螺旋状灌溉管2，由螺旋状灌溉管2侧壁上的灌溉口4进入特斯拉单向阀9，随后通过多级调节流量阀10后由防堵微灌头3出口微喷灌至土壤中。当土壤湿度值到达预设土壤湿度最佳值时，多级调节流量阀关闭至滴灌模式状态。微喷灌模式下可两级调节流量大小，电磁阀四开启，电磁阀五关闭时为微喷灌模式下最小流量，电磁阀四、电磁阀五皆开启时为微喷灌模式下最大流量。土壤湿度安全预设区间最佳值、电磁阀四开启湿度值、电磁阀五开启湿度值可由使用者自行定义。

[0065] 在滴灌模式与微喷灌模式下，控制系统通过每个防堵微灌头3上的土壤湿度探针

与多级调节流量阀10上的液体压力传感元件8传递的土壤湿度信息与灌溉压力信息对每个灌溉头的多级调节流量阀做不同的控制动作，以此实现对不同的灌溉头采用不同的灌溉方式，从而实现在不同水平与竖直方向上均匀、高效地灌溉。

[0066] 本发明上述实施例提供的自适应防堵塞地下微灌装置及方法，可有效解决作物根系缺氧、灌溉不均、地下灌溉器易堵塞、土壤板结等问题，能够实现根区土壤环境改善、水肥利用效率提高、促进作物生长发育，能够实现根据作物不同生长时期根系分布情况进行精准、节水灌溉。

[0067] 尽管已经示出和描述了本发明的实施例，对于本领域的普通技术人员而言，可以理解在不脱离本发明的原理和精神的情况下可以对这些实施例进行多种变化、修改、替换和变型，本发明的范围由所附权利要求及其等同物限定。

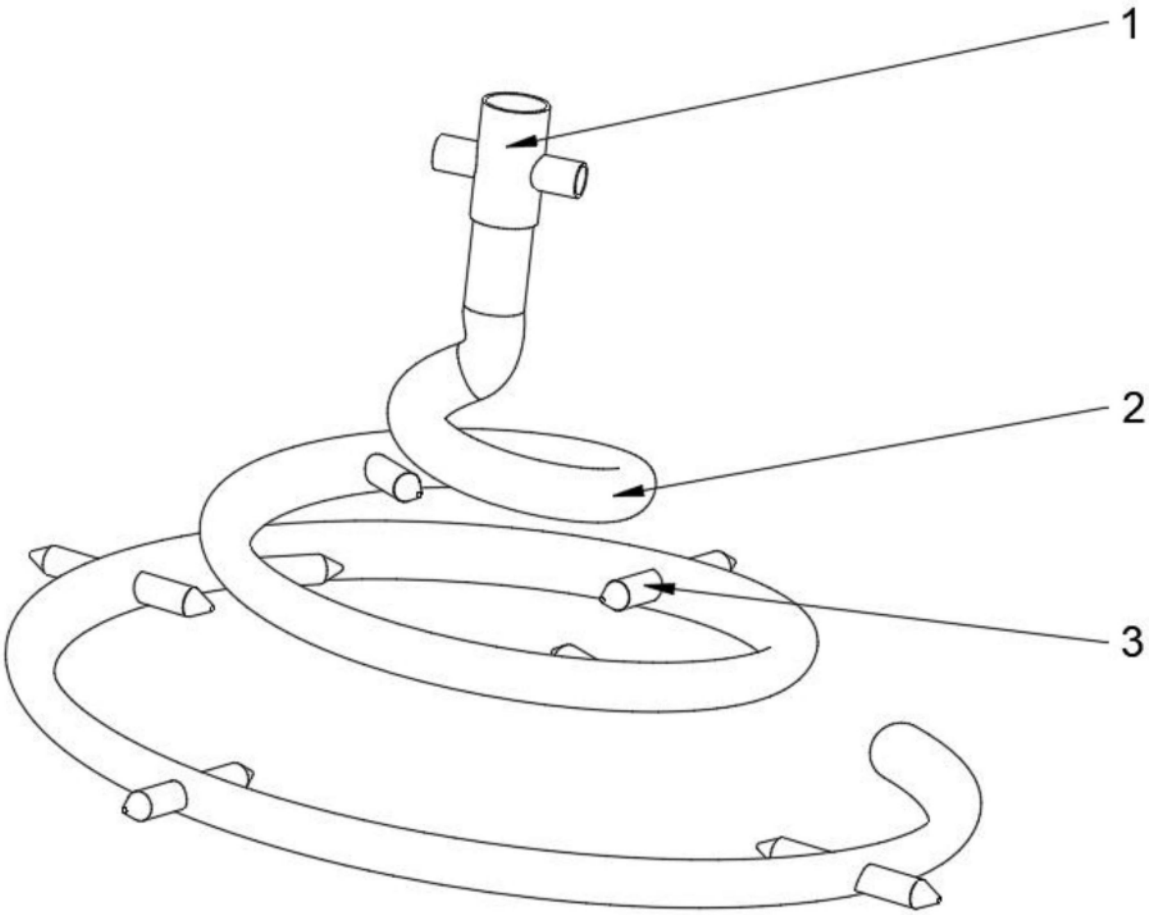


图1

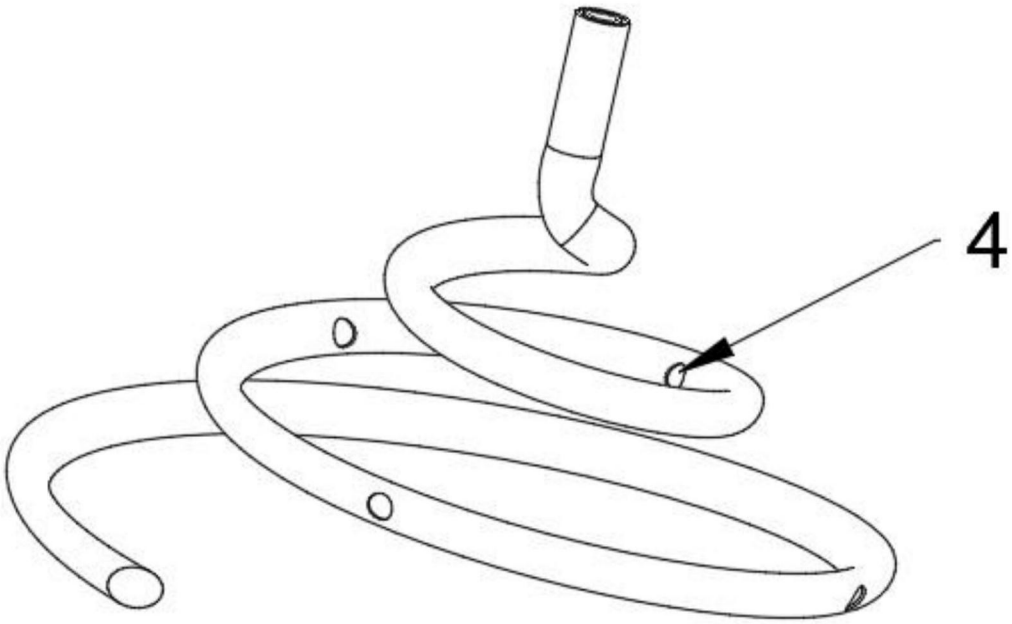


图2

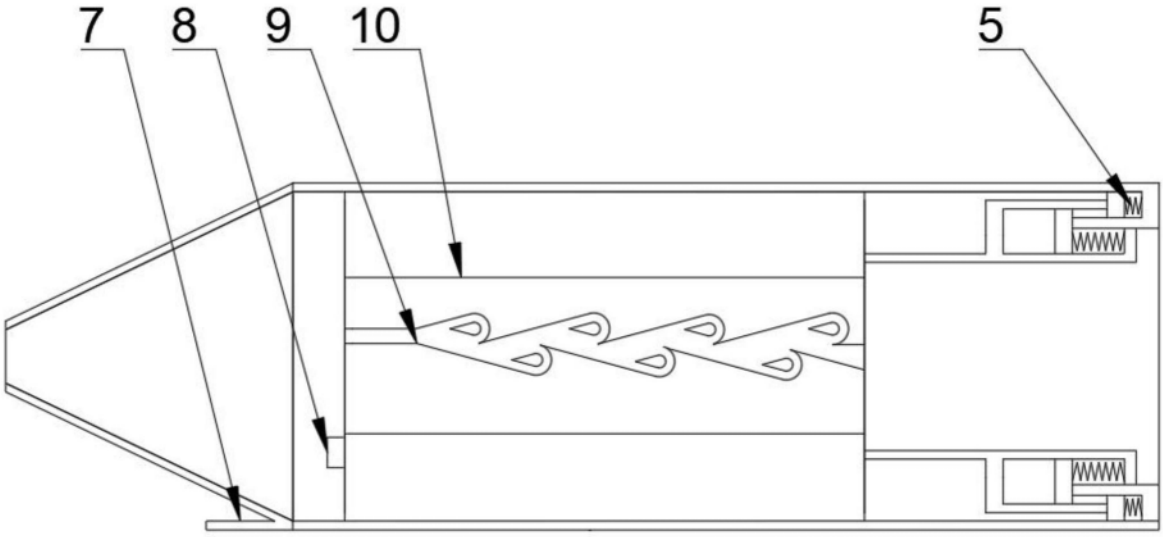


图3

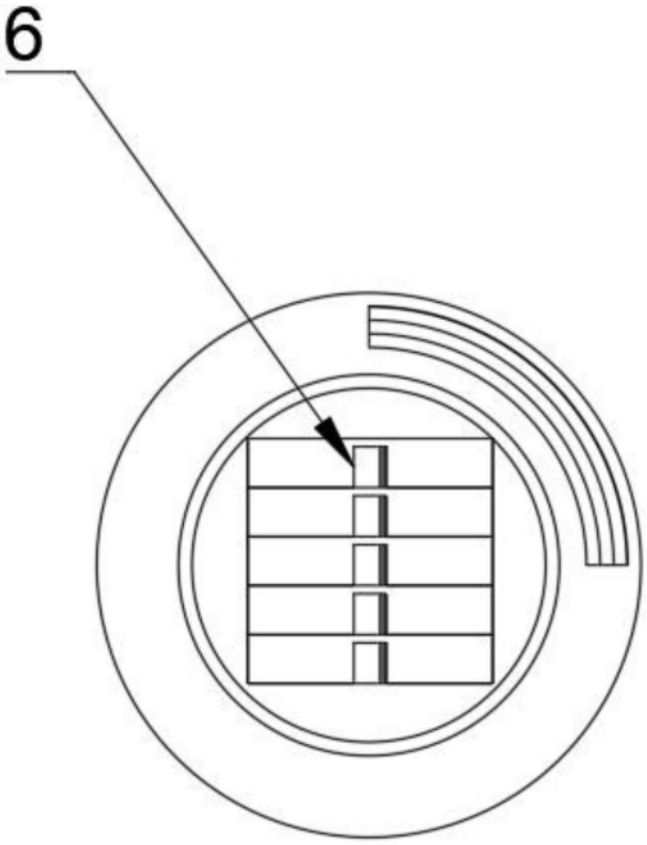


图4

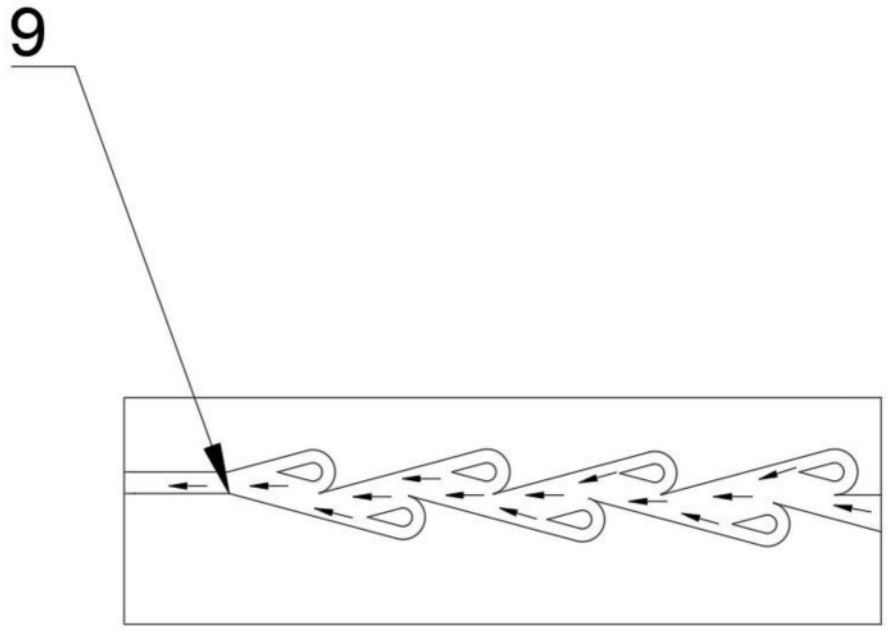


图5

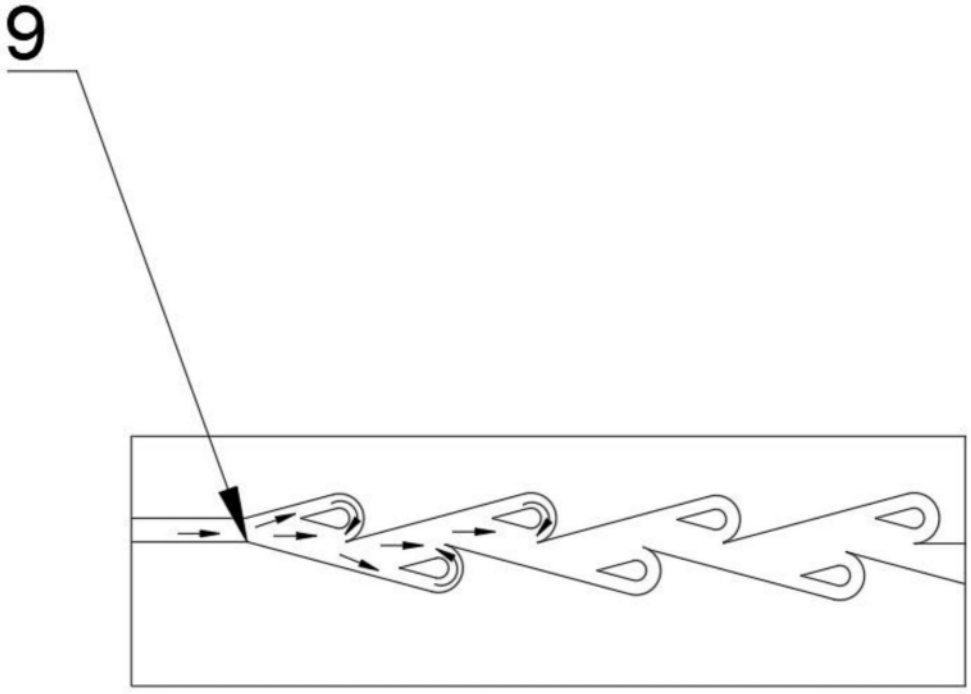


图6

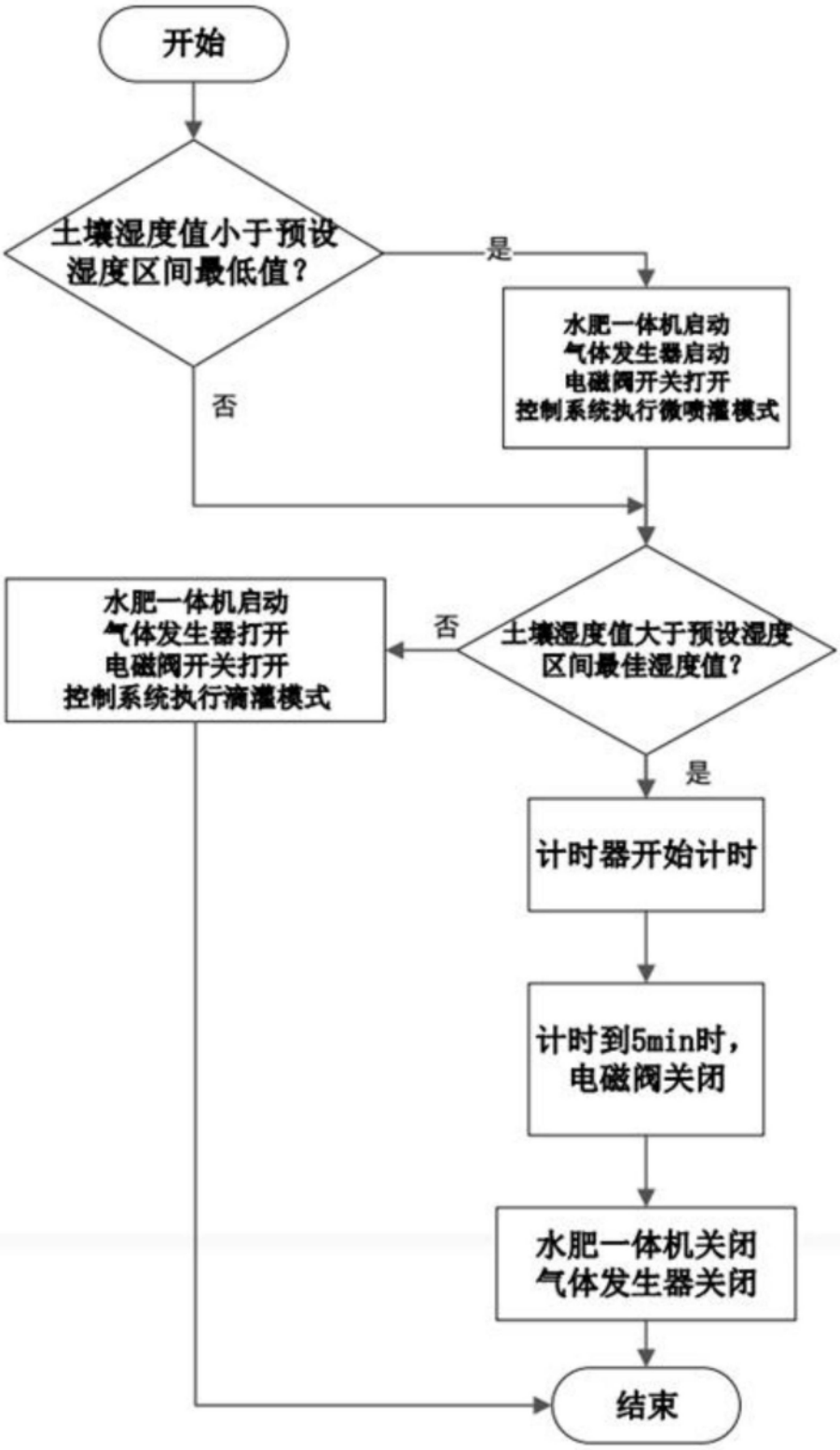

开始
土壤湿度值小于预设湿度区间最低值？
是
否
水肥一体机启动
气体发生器启动
电磁阀开关打开
控制系统执行微喷灌模式
土壤湿度值大于预设湿度区间最佳湿度值？
否
水肥一体机启动
气体发生器打开
电磁阀开关打开
控制系统执行滴灌模式
是
计时器开始计时
计时到5min时，电磁阀关闭
水肥一体机关闭
气体发生器关闭
结束

图7

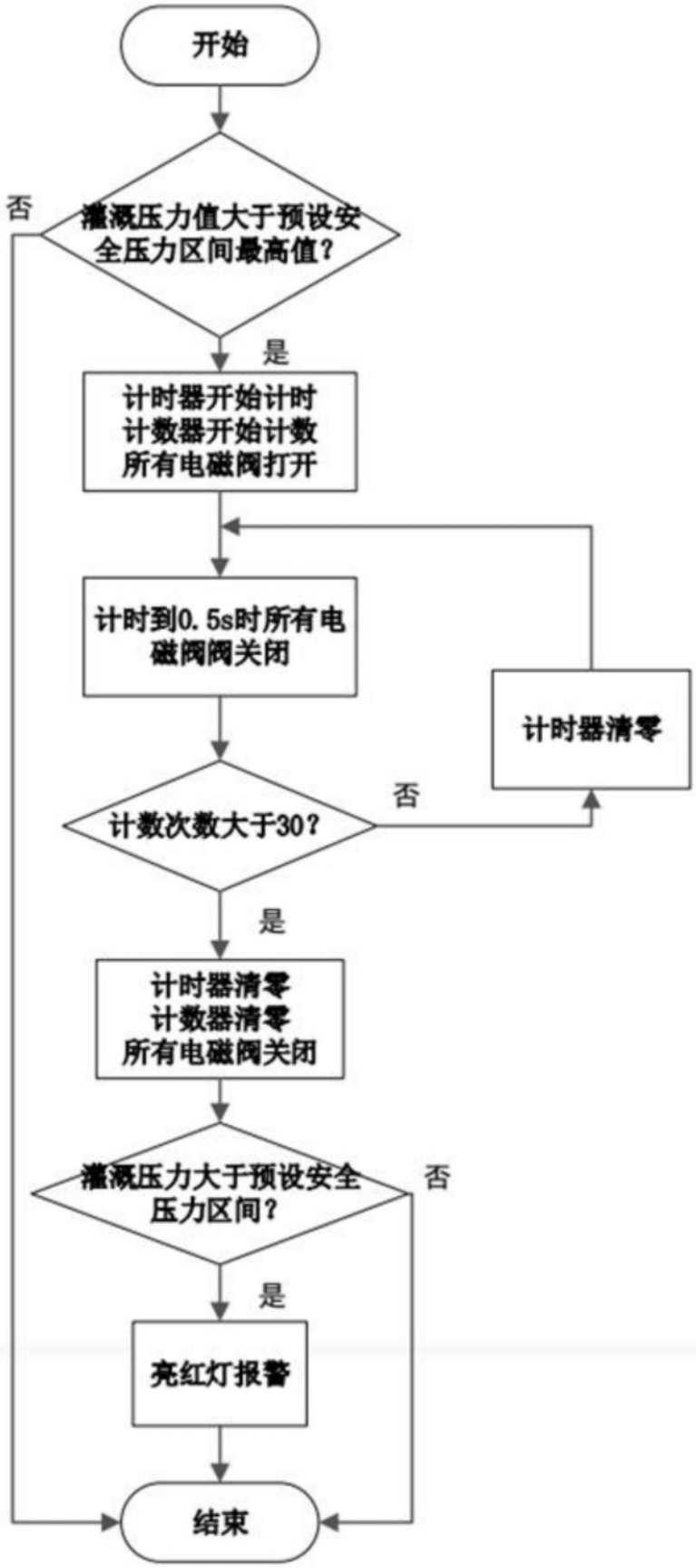

开始
灌溉压力值大于预设安全压力区间最高值？
否
是
计时器开始计时
计数器开始计数
所有电磁阀打开
计时到0.5s时所有电磁阀阀关闭
计时器清零
计数次数大于30？
否
是
计时器清零
计数器清零
所有电磁阀关闭
灌溉压力大于预设安全压力区间？
否
是
亮红灯报警
结束

图8

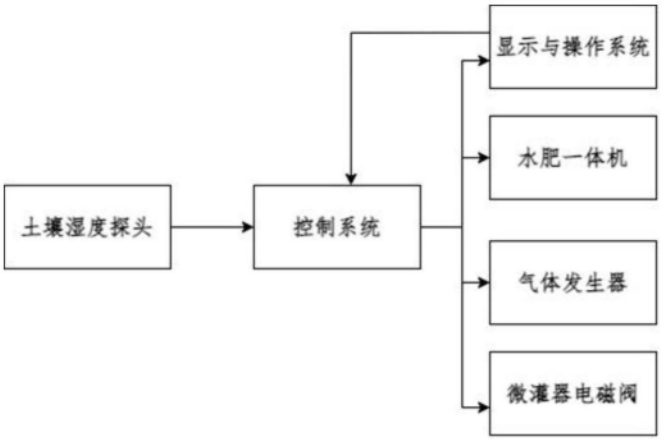


图9