



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 118749404 A

(43) 申请公布日 2024. 10. 11

(21) 申请号 202410971141.1

E03F 5/10 (2006.01)

(22) 申请日 2024.07.19

E03F 3/04 (2006.01)

(71) 申请人 水利部交通运输部国家能源局南京水利科学研究院

E03B 11/00 (2006.01)

地址 210029 江苏省南京市广州路223号

E03B 7/07 (2006.01)

E03B 3/02 (2006.01)

(72) 发明人 王小军 陈凤 张建云 邹睿
张涛(74) 专利代理机构 北京一枝笔知识产权代理事务
所(普通合伙) 11791

专利代理师 张庆瑞

(51) Int. Cl.

A01G 25/16 (2006.01)

A01C 23/00 (2006.01)

A01C 23/04 (2006.01)

A01M 7/00 (2006.01)

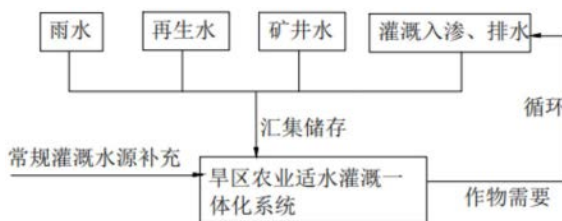
权利要求书2页 说明书7页 附图2页

(54) 发明名称

一种旱区农业适水灌溉一体化系统和方法

(57) 摘要

本发明公开了一种旱区农业适水灌溉一体化系统,属于水利工程技术领域,包括蓄水井、明沟、暗沟,其中蓄水井上设有储水腔,储水腔用于存储水源;明沟与蓄水井连通、且设有若干个,若干明沟均设置于地表;暗沟与蓄水井连通、且设有若干个,若干暗沟均设置于与地表间隔一定距离的土壤内,明沟和暗沟中靠近蓄水井的一端均设有第一控制阀。本发明还提供了一种旱区农业适水灌溉一体化方法,综合考虑可供水量、当地农作物的生长阶段以及关键需水阈值需要进行灌溉,在农田及输排水过程中实现循环利用,减少排水导致肥料等随水流失,实现农田尺度的水分高效利用,减少外排同时减少面源污染。本发明根据实际情况实现多种不同水源的高效循环利用,效果显著,适于广泛推广。



1. 一种旱区农业适水灌溉一体化系统,其特征在于,包括:
蓄水井(1),上设有储水腔(11),所述储水腔(11)用于存储水源;
明沟(2),与所述蓄水井(1)连通、且设有若干个,若干所述明沟(2)均设置于地表;
暗沟(3),与所述蓄水井(1)连通、且设有若干个,若干所述暗沟(3)均设置于与地表间隔一定距离的土壤内,所述明沟(2)和所述暗沟(3)中靠近所述蓄水井(1)的一端均设有第一控制阀(12)。

2. 根据权利要求1所述的一种旱区农业适水灌溉一体化系统,其特征在于,还包括设置于所述蓄水井(1)和所述明沟(2)周围的覆盖层(4),所述覆盖层(4)为覆盖于地表的生物材料。

3. 根据权利要求1所述的一种旱区农业适水灌溉一体化系统,其特征在于,所述明沟(2)和所述暗沟(3)内均设有流量计,所述流量计用于监测所述明沟(2)或所述暗沟(3)内流速和水量。

4. 根据权利要求1所述的一种旱区农业适水灌溉一体化系统,其特征在于,还包括:
过滤池(5),环绕所述蓄水井(1)设置,用于对收集的水源进行处理,所述明沟(2)和所述暗沟(3)均通过所述过滤池(5)与所述蓄水井(1)连接,所述过滤池(5)上设有过滤腔(51);

水位测量组件(6),设置于所述蓄水井(1)内;

喷药组件(7),设置于所述过滤池(5)的一侧、且与所述过滤池(5)连接,用于向所述过滤腔(51)内喷洒处理药剂;

充吸组件(8),设置于所述过滤池(5)的一侧,所述充吸组件(8)的一端贯穿所述过滤池(5)伸入所述过滤腔(51)内,用于向所述过滤池(5)内充气或将所述过滤池(5)内的沉淀物抽出;

排水沟(9),一端与所述过滤池(5)连通,另一端用于与河道连通。

5. 根据权利要求4所述的一种旱区农业适水灌溉一体化系统,其特征在于,所述过滤池(5)与所述排水沟(9)之间设有第二控制阀(52),所述过滤池(5)与所述蓄水井(1)之间设有第三控制阀(53),所述过滤池(5)内设有水质检测器(54),所述水质检测器(54)同时与所述第二控制阀(52)、所述第三控制阀(53)和所述水位测量组件(6)电连接。

6. 一种旱区农业适水灌溉一体化方法,其特征在于,应用如权利要求1-5任一项所述的一种旱区农业适水灌溉一体化系统实现,包括:

步骤1、将区域范围内符合灌溉水质要求的水源收集贮存于所述暗沟(3)和所述蓄水井(1)中,其中所述水源包括:地表水、地下水等常规灌溉水源,雨水、再生水、矿井水等非常规水源,以及灌溉入渗、排水或混合水源等;

步骤2、以作物生长过程中的关键需水阈值作为控制指标,实时监测天气、土壤和植物生长情况,并综合考虑可供水量、当地农作物的生长阶段以及关键需水阈值需要进行灌溉。

7. 根据权利要求6所述的一种旱区农业适水灌溉一体化方法,其特征在于,所述步骤2中调控灌溉的模式分为三种,包括需水模式、适水模式和排水模式,调控灌溉的具体步骤包括:

步骤2.1、实时获取所述蓄水井(1)和所述暗沟(3)的可供水量 $Q_{供}$,判断可供水量与作物生长过程中最低需水量 Q_{min} 和作物生长过程中最高需水量 Q_{max} 的关系,若 $Q_{供} < Q_{min}$,则此时处

于需水状态,调控灌溉采用需水模式,从外部引入水源补充至所述蓄水井(1)和所述暗沟(3)中,并采用所述蓄水井(1)内收集和补充的水源适时对作物进行灌溉,需要补充的水量 $Q_{补}$ 函数表示为 $Q_{补}=Q_{灌}-Q_{供}$,其中 $Q_{灌}$ 为作物所处生长阶段的灌溉需水量;

步骤2.2、不断获取可供水量,并判断可供水量与作物生长过程中最低需水量和最高需水量的关系,持续进行水源补充,直至 $Q_{min}<Q_{供}<Q_{max}$,此时处于适水状态,调控灌溉采用适水模式,无需从外部补充水源,仅使用所述蓄水井(1)和所述暗沟(3)进行水源收集及作物灌溉;

步骤2.3、在适水模式下进行循环灌溉,根据水量监测和作物生长状态实时判断下一阶段循环的灌溉状态,若 $Q_{供}>Q_{max}$,且 $Q_{储}>Q_v$,则此时处于排水状态,调控灌溉采用排水模式,将多余的水源处理后排放至河道内,若处于适水状态,则采用适水模式,若处于需水状态,则采用需水模式,其中 $Q_{储}$ 为所述蓄水井(1)和所述暗沟(3)的储存水量, Q_v 为所述暗沟(3)和所述蓄水井(1)的设计容量。

8.根据权利要求7所述的一种旱区农业适水灌溉一体化方法,其特征在于,所述步骤1中一种旱区农业适水灌溉一体化系统的储存水量 $Q_{储}$ 的函数表示为: $Q_{储}=Q_{雨}+Q_{再}+Q_{渗}+Q_{矿}+Q_{补}-Q_{作实}-Q_{损} \leq Q_v$,其中, $Q_{雨}$ 为降雨蓄集量, $Q_{再}$ 为再生水供给量, $Q_{矿}$ 为矿井水供给量, $Q_{渗}$ 为灌溉后入渗汇集到所述暗沟(3)和所述蓄水井(1)中的水量, $Q_{补}$ 为常规灌溉水源补充量, $Q_{作实}$ 为作物实际需水量, $Q_{损}$ 为水分在运输、入渗过程中的损失量, Q_v 为所述暗沟(3)和所述蓄水井(1)的设计容量。

9.根据权利要求7所述的一种旱区农业适水灌溉一体化方法,其特征在于,所述步骤2中灌溉的需水量 $Q_{灌}$ 的函数表示为:

$$Q_{灌} = \begin{cases} Q_{min} + Q_{损} & Q_{供} < Q_{min} \\ Q_{供} + Q_{损} & Q_{min} < Q_{供} < Q_{max} \\ (Q_{min} + Q_{损}, Q_{max} + Q_{损}) & Q_{max} < Q_{供} \end{cases}$$

其中, $Q_{供}$ 为所述蓄水井(1)和所述暗沟(3)可供水量, Q_{min} 、 Q_{max} 分别为作物生长过程中最低需水量和最高需水量, $Q_{损}$ 为水分在运输、入渗过程中的损失量。

10.根据权利要求7所述的一种旱区农业适水灌溉一体化方法,其特征在于,所述步骤2中,需要补充的常规灌溉水量 $Q_{补}$ 的函数表示为:

$Q_{补} = \max(Q_{作需} + Q_{损} - Q_{储}, 0)$,其中, $Q_{储}$ 为系统中现有储存水量, $Q_{作需}$ 为期间作物需水量, $Q_{损}$ 为水分在运输、入渗等过程中的损失水量;

当 $Q_{作需} + Q_{损} < Q_{储}$ 时, $Q_{补} = 0$;

循环调控灌溉的过程中,水源利用效率 η 函数为:

$\eta = Q_{渗} / Q_{灌} \times 100\%$,其中 $Q_{渗}$ 为灌溉后入渗汇集到所述暗沟(3)和所述蓄水井(1)中的水量, $Q_{灌}$ 为灌溉需水量。

一种旱区农业适水灌溉一体化系统和方法

技术领域

[0001] 本发明涉及水利工程技术领域,特别涉及,一种旱区农业适水灌溉一体化系统和方法。

背景技术

[0002] 农业用水量占总用水量的60%以上。长期以来,我国农业缺水问题主要通过节水灌溉技术予以解决,包括渠道防渗、低压管灌、微灌、喷灌和其他新型节水工程。灌溉通常包括如下环节:水源取水,并通过输水系统将灌溉水源送至田间;通过灌溉将水源转化为土壤水;通过作物吸水过程,把土壤水转化为生物水,进而促进作物生长。水源到土壤水的过程是当前节水灌溉研究的重点。如今灌溉用水系统性循环利用程度不高、区域灌溉排水配置与作物需水不相匹配,导致农业生产过程中水资源浪费严重。针对上述问题,亟需采用系统性方法来实现循环利用与高效节水。

发明内容

[0003] 针对上述缺陷,本发明解决的技术问题在于,提供一种旱区农业适水灌溉一体化系统和方法,以解决现有技术所存在的灌溉用水系统性循环利用程度不高、区域灌溉排水配置与作物需水不相匹配的问题。

[0004] 本发明提供了一种旱区农业适水灌溉一体化系统,包括:

[0005] 蓄水井,上设有储水腔,所述储水腔用于存储水源;

[0006] 明沟,与所述蓄水井连通、且设有若干个,若干所述明沟均设置于地表;

[0007] 暗沟,与所述蓄水井连通、且设有若干个,若干所述暗沟均设置于与地表间隔一定距离的土壤内,所述明沟和所述暗沟中靠近所述蓄水井的一端均设有第一控制阀。

[0008] 优选地,还包括设置于所述蓄水井和所述明沟周围的地表覆盖层,所述覆盖层为覆盖于地表的生物材料。

[0009] 优选地,所述明沟和所述暗沟内均设有流量计,所述流量计用于监测所述明沟或所述暗沟内流速和水量。

[0010] 优选地,还包括:

[0011] 过滤池,环绕所述蓄水井设置,用于对收集的水源进行处理,所述明沟和所述暗沟均通过所述过滤池与所述蓄水井连接,所述过滤池上设有过滤腔;

[0012] 水位测量组件,设置于所述蓄水井内;

[0013] 喷药组件,设置于所述过滤池的一侧、且与所述过滤池连接,用于向所述过滤腔内喷洒处理药剂;

[0014] 充吸组件,设置于所述过滤池的一侧,所述充吸组件的一端贯穿所述过滤池伸入所述过滤腔内,用于向所述过滤腔内充气或将所述过滤腔内的沉淀物抽出;

[0015] 排水沟,一端与所述过滤池连通,另一端用于与河道连通。

[0016] 优选地,所述过滤池与所述排水沟之间设有第二控制阀,所述过滤池与所述蓄水

井之间设有第三控制阀,所述过滤池内设有水质检测器,所述水质检测器同时与所述第二控制阀、所述第三控制阀和所述水位测量组件电连接。

[0017] 本发明还提供了一种旱区农业适水灌溉一体化方法,应用上述任一项所述的一种旱区农业适水灌溉一体化系统实现,包括:

[0018] 步骤1、将区域范围内符合灌溉水质要求的水源收集贮存于所述暗沟和所述蓄水井中,其中所述水源包括:地表水、地下水等常规灌溉水源,雨水、再生水、矿井水等非常规水源,以及灌溉入渗、排水或混合水源等;

[0019] 步骤2、以作物生长过程中的关键需水阈值作为控制指标,实时监测天气、土壤和植物生长情况,并综合考虑可供水量、当地农作物的生长阶段以及关键需水阈值需要进行灌溉。

[0020] 优选地,所述步骤2中调控灌溉的模式分为三种,包括需水模式、适水模式和排水模式,调控灌溉的具体步骤包括:

[0021] 步骤2.1、实时获取所述蓄水井和所述暗沟的可供水量 $Q_{供}$,判断可供水量与作物生长过程中最低需水量 Q_{min} 和作物生长过程中最高需水量 Q_{max} 的关系,若 $Q_{供} < Q_{min}$,则此时处于需水状态,调控灌溉采用需水模式,从外部引入水源补充至所述蓄水井和所述暗沟中,并采用所述蓄水井内收集和补充的水源适时对作物进行灌溉,需要补充的水量 $Q_{补}$ 函数表示为 $Q_{补} = Q_{灌} - Q_{供}$,其中 $Q_{灌}$ 为作物所处生长阶段的灌溉需水量;

[0022] 步骤2.2、不断获取可供水量,并判断可供水量与作物生长过程中最低需水量和最高需水量的关系,持续进行水源补充,直至 $Q_{min} < Q_{供} < Q_{max}$,此时处于适水状态,调控灌溉采用适水模式,无需从外部补充水源,仅使用所述蓄水井和所述暗沟进行水源收集及作物灌溉;

[0023] 步骤2.3、在适水模式下进行循环灌溉,根据水量监测和作物生长状态实时判断下一阶段循环的灌溉状态,若 $Q_{供} > Q_{max}$,且 $Q_{储} > Q_v$,则此时处于排水状态,调控灌溉采用排水模式,将多余的水源处理后排放至河道内,若处于适水状态,则采用适水模式,若处于需水状态,则采用需水模式,其中 $Q_{储}$ 为所述蓄水井和所述暗沟的储存水量, Q_v 为所述暗沟和所述蓄水井的设计容量。

[0024] 优选地,所述步骤1中一种旱区农业适水灌溉一体化系统的储存水量 $Q_{储}$ 的函数表示为: $Q_{储} = Q_{雨} + Q_{再} + Q_{矿} + Q_{渗} + Q_{补} - Q_{作实} - Q_{损} \leq Q_v$,其中, $Q_{雨}$ 为降雨蓄集量, $Q_{再}$ 为再生水供给量, $Q_{矿}$ 为矿井水供给量, $Q_{渗}$ 为灌溉后入渗汇集到所述暗沟和所述蓄水井中的水量, $Q_{补}$ 为常规灌溉水源补充量, $Q_{作实}$ 为作物实际需水量, $Q_{损}$ 为水分在运输、入渗过程中的损失量, Q_v 为所述暗沟和所述蓄水井的设计容量。

[0025] 优选地,所述步骤2中灌溉的需水量 $Q_{灌}$ 的函数表示为:

$$[0026] \quad Q_{灌} = \begin{cases} Q_{min} + Q_{损} & Q_{供} < Q_{min} \\ Q_{供} + Q_{损} & Q_{min} < Q_{供} < Q_{max} \\ (Q_{min} + Q_{损}, Q_{max} + Q_{损}) & Q_{max} < Q_{供} \end{cases}$$

[0027] 其中, $Q_{供}$ 为所述蓄水井和所述暗沟可供水量, Q_{min} 、 Q_{max} 分别为作物生长过程中最低需水量和最高需水量, $Q_{损}$ 为水分在运输、入渗过程中的损失量。

[0028] 优选地,所述步骤2中,需要补充的常规灌溉水量 $Q_{补}$ 的函数表示为:

[0029] $Q_{补} = \max(Q_{作需} + Q_{损} - Q_{储}, 0)$,其中, $Q_{储}$ 为系统中现有储存水量, $Q_{作需}$ 为期间作物需水量,

$Q_{损}$ 为水分在运输、入渗等过程中的损失水量；

[0030] 当 $Q_{作需} + Q_{损} < Q_{储补}$ 时, $Q_{补} = 0$;

[0031] 循环调控灌溉的过程中, 水源利用效率 η 函数为:

[0032] $\eta = Q_{渗} / Q_{灌} \times 100\%$, 其中 $Q_{渗}$ 为灌溉后入渗汇集到所述暗沟和所述蓄水井中的水量, $Q_{灌}$ 为灌溉需水量。

[0033] 由上述方案可知, 本发明提供的一种旱区农业适水灌溉一体化系统基于降雨、灌溉、地表水、地下水、雨水、再生水、矿井水等多水源高效和循环利用的理念, 将旱区降雨(灌溉)入渗-土壤中水循环利用-浅层地下水储存构建的一个系统, 该装置引入多种水源(如地表水、地下水等常规灌溉水源, 雨水、再生水、矿井水等非常规水源, 以及灌溉入渗、排水或混合水源等)进行内部循环, 对已有水源进行最大程度的循环利用。通过流量计和第一控制阀等结构的设置, 实现流速、水量等数据的采集及监控, 进而形成具有实时监测调控功能的上灌溉-中入渗-下汇集储存的立体蓄灌排一体化的结构。本发明还提供了一种旱区农业适水灌溉一体化方法, 该方法基于作物不同时期的生长需水等情况, 采用灌溉调控的方法进行合理灌溉, 解决现有技术所存在的灌溉用水系统性循环利用程度不高、区域灌溉排水配置与作物需水不相匹配的问题, 效果显著, 适于广泛推广。

附图说明

[0034] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案, 下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍, 显而易见地, 下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例, 对于本领域普通技术人员来讲, 在不付出创造性劳动的前提下, 还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0035] 图1为本发明提供的一种旱区农业适水灌溉一体化系统的结构示意图;

[0036] 图2为本发明提供的一种旱区农业适水灌溉一体化方法的过程示意图框图;

[0037] 图3为本发明提供的又一种旱区农业适水灌溉一体化系统的结构示意图。

[0038] 图1-3中:

[0039] 1、蓄水井; 2、明沟; 3、暗沟; 4、覆盖层; 5、过滤池; 6、水位测量组件; 7、喷药组件; 8、充吸组件; 9、排水沟; 11、储水腔; 12、第一控制阀; 51、过滤腔; 52、第二控制阀; 53、第三控制阀; 54、水质检测器。

具体实施方式

[0040] 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。

[0041] 请一并参阅图1至图3, 现对本发明提供的一种旱区农业适水灌溉一体化系统的一种具体实施方式说明。该种旱区农业适水灌溉一体化系统包括蓄水井1、明沟2、暗沟3, 其中蓄水井1上设有储水腔11, 储水腔11用于存储水源; 明沟2与蓄水井1连通、且设有若干个, 若干明沟2均设置于地表; 暗沟3与蓄水井1连通、且设有若干个, 若干暗沟3均设置于与地表间隔一定距离的土壤内, 明沟2和暗沟3中靠近蓄水井1的一端均设有第一控制阀12。

[0042] 蓄指在暗沟3及蓄水井1中储存降雨、灌溉入渗水量以及水源补充;灌指综合考虑作物生长阶段及阈值指标和可供水量进行灌溉,由单一高效节水向节水节肥节药一体化转变,不以节水为单一指标;排指夏季强降雨情形下减少雨水外排增加地下水分储存,或水源较为充足时采用传统灌溉方法存在农田排水情况下汇集排水增加内部循环次数。

[0043] 在本实施例中,蓄水井1和暗沟3在当地地形地貌气候条件的基础上根据农田种植作物生长和需水特点布设,蓄水井1中布设水位、水质监测设备,及灌溉用的水泵,此处的水泵、水位、水质检测设备均为现有技术在此不做过多说明,只要能实现对应功能的结构均在本申请保护范围内。该系统还包括设置于蓄水井1和明沟2周围的覆盖层4,覆盖层4为覆盖于地表的生物材料,示例性的,可以为秸秆等生态材料,达到减少蒸发、收集地表空气中水汽及增加地表土壤含水量的目的。明沟2和暗沟3内均设有流量计,流量计计用于监测明沟2或暗沟3内流速与水量。明沟2可以为灌溉沟渠。在地下5-6m处还布设隔水层,防止水继续下渗。

[0044] 在本实施例中,玉米根系一般80-100cm;小麦根系50-80cm,最长至3m;棉花根系长度一般1.5-3m,甚至长达5-6m;向日葵主根一般为100-200cm;旱区作物根系可能会更长一些,考虑工程施工经济可行性和减少蒸发的影响,所以可以定在50-250cm。根据不同作物的根系深度在田间布设地下暗沟3和蓄水井1(示例性的,将暗沟3和蓄水井1设置于距离地表50-250cm的位置),汇集储存降雨、灌溉的入渗水量,其容量根据控制面积、当地降雨量、灌溉水量和水源状况综合确定。

[0045] 与现有技术相比,该种旱区农业适水灌溉一体化系统基于降雨、灌溉、地表水、地下水、雨水、再生水、矿井水等多水源高效和循环利用的理念,将旱区降雨(灌溉)入渗-土壤中水循环利用-浅层地下水储存构建的一个系统,该装置引入多种水源(如地表水、地下水等常规灌溉水源,雨水、再生水、矿井水等非常规水源,以及灌溉入渗、排水或混合水源等)进行内部循环,对已有水源进行最大程度的循环利用。通过流量计和第一控制阀12等结构的设置,实现流速、水量等数据的采集及监控,进而形成具有实时监测调控功能的上灌溉-中入渗-下汇集储存的立体蓄灌排一体化的结构。

[0046] 作为本发明的另一种实施方式,该种旱区农业适水灌溉一体化系统的结构与上述实施例中的结构基本相同,其不同之处在于,该系统还包括过滤池5、水位测量组件6、喷药组件7、充吸组件8、排水沟9,其中过滤池5环绕蓄水井1设置,用于对收集的水源进行处理,明沟2和暗沟3均通过过滤池5与蓄水井1连接,过滤池5上设有过滤腔51;水位测量组件6设置于蓄水井1内;喷药组件7设置于过滤池5的一侧、且与过滤池5连接,用于向过滤腔51内喷洒处理药剂;充吸组件8设置于过滤池5的一侧,充吸组件8的一端贯过滤池5伸入过滤腔51内,用于向过滤池5内充气或将过滤池5内的沉淀物抽出;排水沟9的一端与过滤池5连通,另一端用于与河道连通。

[0047] 在本实施例中,过滤池5与排水沟9之间设有第二控制阀52,过滤池5与蓄水井1之间设有第三控制阀53,过滤池5内设有水质检测器54,水质检测器54同时与第二控制阀52、第三控制阀53和水位测量组件6电连接。过滤池5与蓄水井1之间设有单向阀,过滤池5对收集的水源处理后通过单向阀流入蓄水井1内进行存储。

[0048] 当水位测量组件6检测到存储的水源过多需要排放时,单向阀关闭,第三控制阀53打开,蓄水井1内的液体通过第三控制阀53流入过滤池5内,喷药组件7将处理药剂喷洒进过

滤腔51内,充吸组件8向过滤腔51内充入气体将待排放的液体与药剂混合,当水质检测器54检测到水质满足排放条件后,打开第二控制阀52,将液体排放至河道内。排水沟9与过滤池5之间设有排水泵,排水泵用于将过滤池5内的水源尽快抽出并推动液体尽快排放出去。在此,只要能够实现上述水质检测器54、第二控制阀52、第三控制阀53和第一控制阀12相关性能作用的均在本申请文件保护的范围之内。

[0049] 在本实施例中,喷药组件7包括喷药头和储药箱,储药箱设置于地面上,用于存储药剂;喷药头的一端与储药箱连接,另一端贯穿过滤池5伸入过滤腔51内,用于向过滤腔51内喷洒药剂;喷药头与储药箱之间设有用于控制通断的第四控制阀。该装置还包括控制器,控制器同时与水位测量组件6、喷药组件7、充吸组件8、第二控制阀52、第三控制阀53、第一控制阀12、水质检测器54、单向阀电连接,用于在不同工作模式下控制对应结构的启闭。

[0050] 在本实施例中,充吸组件8可以包括充吸管、充吸泵、回收箱,充吸管贯穿过滤池5伸入过滤腔51内,充吸管伸入过滤腔51的底部;充吸泵用于充气或抽取;回收箱设置于充吸管与充吸泵之间,用于收取沉淀物等废弃物。无需排放水源时,充吸组件8从过滤池5向外抽取过滤时或者液体处理时产生的沉淀物。入渗水源收集时,喷药组件7和充吸组件8均保持关闭状态,从明沟2、暗沟3收集到的水源直接到过滤池5内进行沉淀过滤,过滤池5底部可以设有过滤网等过滤结构,过滤后的水经过单向阀流入蓄水井1内进行存储。

[0051] 在本实施例中,水位测量组件6包括限位槽、浮球、间距传感器,其中,限位槽沿竖直方向设置于蓄水井1内,限位槽上设有与储水腔11连通的连通孔;浮球设置于限位槽内、且与限位槽滑动连接,浮球在水的浮力作用下上下浮动,连通孔与浮球卡合,用于限制浮球的运动范围,保证浮球沿限位槽上下滑动;间距传感器与限位槽连接、且与浮球电连接,间距传感器设置于限位槽的一端,用于检测与浮球之间的间距,进而获取蓄水井1内的水位。

[0052] 请一并参阅图1至图3,现对本发明提供的一种旱区农业适水灌溉一体化方法的一种具体实施方式说明。该种旱区农业适水灌溉一体化方法应用上述任一项中的一种旱区农业适水灌溉一体化系统实现,包括:

[0053] S1、汇集储存:将区域范围内符合灌溉水质要求的水源收集贮存于暗沟3和蓄水井1中,其中其他水源包括:地表水、地下水等常规灌溉水源,雨水、再生水、矿井水等非常规水源,以及灌溉入渗、排水或混合水源等;

[0054] 汇集储存的来源包括常规灌溉水源(地表水、地下水等),非常规水源(雨水、再生水、矿井水等),以及灌溉入渗、排水或混合水源等;实现就地存储,水源在旱区农业适水灌溉排一体化系统内部循环应用。

[0055] S1中一种旱区农业适水灌溉一体化系统的储存水量 $Q_{\text{储}}$ 的函数表示为: $Q_{\text{储}} = Q_{\text{雨}} + Q_{\text{再}} + Q_{\text{渗}} + Q_{\text{矿}} + Q_{\text{补}} - Q_{\text{作实}} - Q_{\text{损}} \leq Q_v$,其中, $Q_{\text{雨}}$ 为降雨蓄集量, $Q_{\text{再}}$ 为再生水供给量, $Q_{\text{矿}}$ 为矿井水供给量, $Q_{\text{渗}}$ 为灌溉后入渗汇集到所述暗沟3和所述蓄水井1中的水量, $Q_{\text{补}}$ 为常规灌溉水源补充量, $Q_{\text{作实}}$ 为作物实际需水量, $Q_{\text{损}}$ 为水分在运输、入渗过程中的损失量, Q_v 为所述暗沟3和所述蓄水井1的设计容量。

[0056] S2、灌溉调控:以作物生长过程中的关键需水阈值作为控制指标,根据农田水分运移过程,从增加水源(地表水、地下水等常规灌溉水源,雨水、再生水、矿井水等非常规水源,以及灌溉入渗、排水或混合水源等)、减少运移损耗(地面覆盖减少蒸发)和水收集循环利用(蓄水井1、暗沟3储存汇集雨水、排水等)环节提高利用效率,实时监测天气、土壤和植物生

长情况,并综合考虑可供水量、当地农作物的生长阶段以及关键需水阈值需要进行灌溉。

[0057] S2中在旱区农业适水灌排一体化系统的基础上,针对作物生长过程中的不同情况,将调控灌溉的模式分为三种,包括需水模式、适水模式和排水模式,调控灌溉的具体步骤包括:

[0058] S2.1、实时获取所述蓄水井1和所述暗沟3的可供水量 $Q_{供}$,判断可供水量与作物生长过程中最低需水量 Q_{min} 和作物生长过程中最高需水量 Q_{max} 的关系,若 $Q_{供} < Q_{min}$,则此时处于需水状态,调控灌溉采用需水模式,从外部引入水源补充至所述蓄水井1和所述暗沟3中,并采用所述蓄水井1内收集和补充的水源适时对作物进行灌溉,需要补充的水量 $Q_{补}$ 函数表示为 $Q_{补} = Q_{灌} - Q_{供}$,其中 $Q_{灌}$ 为作物所处生长阶段的灌溉需水量;

[0059] S2.2、不断获取可供水量,并判断可供水量与作物生长过程中最低需水量和最高需水量的关系,持续进行水源补充,直至 $Q_{min} < Q_{供} < Q_{max}$,表明旱区农业适水灌排一体化系统处于适度供水状态,系统中储存的水量能满足作物需水,无需从外部补充水源,此时处于适水状态,调控灌溉采用适水模式,无需从外部补充水源,仅使用蓄水井1和暗沟3进行水源收集及作物灌溉;

[0060] S2.2中经过系统内数次循环灌溉-入渗-汇集储存,根据水量监测和作物生长状态确定是否进入需水模式运行。

[0061] S2.3、在适水模式下进行循环灌溉,根据水量监测和作物生长状态实时判断下一阶段循环的灌溉状态,若 $Q_{供} > Q_{max}$,且 $Q_{储} > Q_v$,表明旱区农业适水灌排一体化系统处于充足供水状态,系统中储存的水量能满足作物需水,无需从外部补充水源,则此时处于排水状态,调控灌溉采用排水模式,将多余的水源处理后排放至河道,若处于适水状态,则采用适水模式,若处于需水状态,则采用需水模式,其中 $Q_{储}$ 为蓄水井1和暗沟3的储存水量, Q_v 为暗沟3和蓄水井1的设计容量。

[0062] S2.3中经过系统内数次循环灌溉-入渗-汇集储存,根据水量监测和作物生长状态确定是否进入适水模式运行。

[0063] S2中灌溉的需水量 $Q_{灌}$ 的函数表示为:

$$[0064] \quad Q_{灌} = \begin{cases} Q_{min} + Q_{损} & Q_{供} < Q_{min} \\ Q_{供} + Q_{损} & Q_{min} < Q_{供} < Q_{max} \\ (Q_{min} + Q_{损}, Q_{max} + Q_{损}) & Q_{max} < Q_{供} \end{cases}$$

[0065] 其中, $Q_{供}$ 为所述蓄水井(1)和所述暗沟(3)可供水量, Q_{min} 、 Q_{max} 分别为作物生长过程中最低需水量和最高需水量, $Q_{损}$ 为水分在运输、入渗过程中的损失量。

[0066] 在旱区农业适水灌排一体化方法中,水高效利用指标包括两方面:补充常规灌溉水量和水重复利用率,其中补充常规灌溉水量越少,水重复利用率越高,则表示水高效利用指标越好,通过获取补充常规灌溉水量和水重复利用率,在一定时间内对水利用情况进行判断。在实际使用过程中,使用该种旱区农业适水灌排一体化系统进行灌溉可确保水的循环高效利用,保证灌溉效率的同时,起到很好的节水效果。S2中需要补充的常规灌溉水水量 $Q_{补}$ 的函数表示为:

[0067] $Q_{补} = \max(Q_{作需} + Q_{损} - Q_{储}, 0)$, 其中, $Q_{储}$ 为系统中现有储存水量, $Q_{作需}$ 为期间作物需水量, $Q_{损}$ 为水分在运输、入渗等过程中的损失水量;

[0068] 当 $Q_{\text{作需}}+Q_{\text{损储}}<Q_{\text{补}}$ 时, $Q_{\text{补}}=0$;

[0069] 循环调控灌溉的过程中,水源利用效率 η 函数为:

[0070] $\eta=Q_{\text{渗灌}}/Q_{\text{灌}}\times 100\%$,其中 $Q_{\text{渗}}$ 为灌溉后入渗汇集到所述暗沟3和所述蓄水井1中的水量, $Q_{\text{灌}}$ 为灌溉需水量。

[0071] 本发明根据水资源承载力提出旱区农牧业适水灌溉一体化技术,提高农业用水效率,解决现在技术所存在的灌溉用水系统性循环利用程度不高、区域灌溉排水配置与作物需水不相匹配的问题。本发明针对旱区水土资源及农业布局特点,从农业用水全过程循环利用方面加强变化环境下农业高效节水技术研发,具有以下有益效果:将区域范围内符合灌溉水质要求的雨水、再生水、矿井水等水源及灌溉入渗、排水汇集储存于暗沟和蓄水井中,拓宽灌溉水源范围,提高区域供水能力;综合考虑可供水量和当地农作物的生长阶段和关键需水阈值需要进行灌溉,在农田内部实现循环利用,减少排水导致肥料等随水流失,实现农田尺度的水分高效利用,减少外排同时减少面源污染;通过暗沟3和蓄水井1中水量的灌-蓄-排措施来调控近地表地下水位,提高雨水、再生水、矿井水等非常规水源利用率,改善区域生态环境和小气候。提高雨水等其他水源利用率,改善区域生态环境和小气候的目的。通过灌溉调控的操作,推动循环利用与高效节水,实现用水科学调配与精量控制,保证区域灌溉水配置与作物需水相匹配。需要理解的是,术语“长度”、“宽度”、“上”、“下”、“前”、“后”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“顶”、“底”、“内”、“外”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系,仅是为了便于描述本发明和简化描述,而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作,因此不能理解为对本发明的限制。

[0072] 本说明书中各个实施例采用递进的方式描述,每个实施例重点说明的都是与其他实施例的不同之处,各个实施例之间相同或相似部分互相参见即可。本发明实施例中未作详细描述的内容属于本领域专业技术人员公知的现有技术。

[0073] 对所公开的实施例的上述说明,使本领域专业技术人员能够实现或使用本发明。对这些实施例的多种修改对本领域的专业技术人员来说将是显而易见的,本文中所定义的一般原理可以在不脱离本发明的精神或范围的情况下,在其他实施例中实现。因此,本发明将不会被限制于本文所示的这些实施例,而是要符合与本文所公开的原理和新颖特点相一致的最宽的范围。

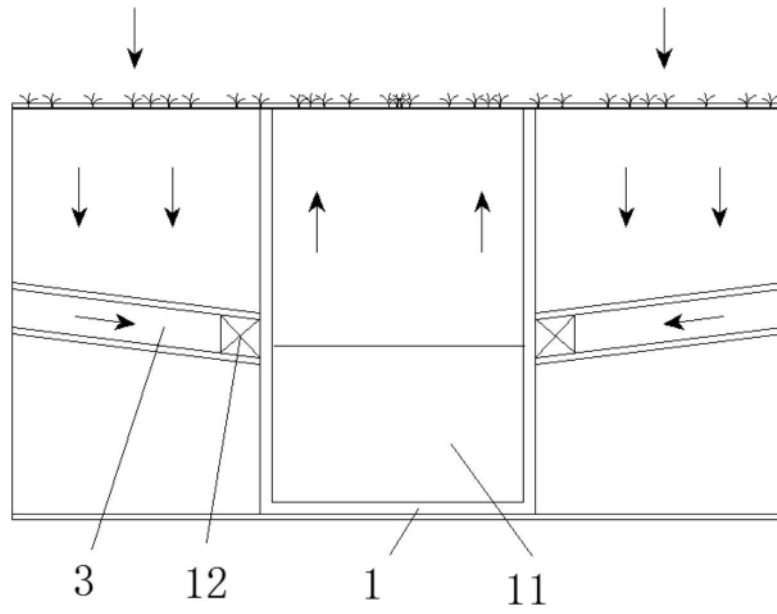


图1

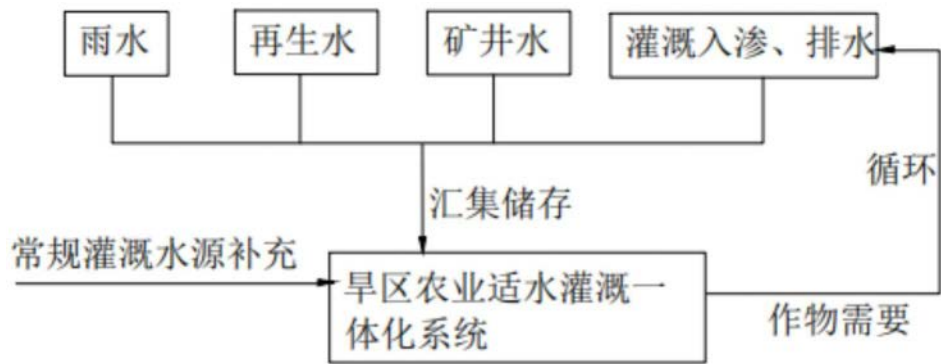


图2

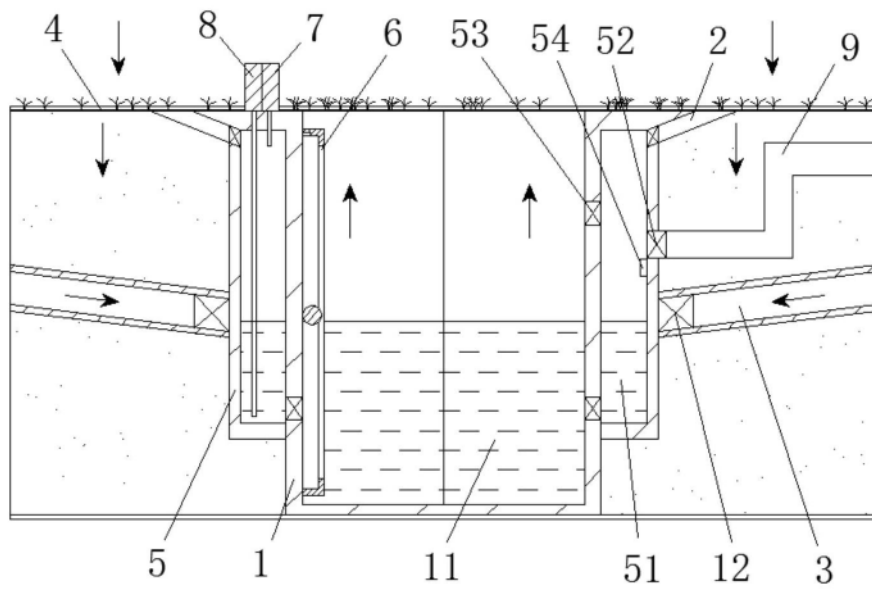


图3