

(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101285731 B

(45) 授权公告日 2010.09.08

(21) 申请号 200810114395.2

(22) 申请日 2008.06.04

(73) 专利权人 中国农业大学

地址 100083 北京市海淀区清华东路 17 号

(72) 发明人 杨培岭 王成志 任树梅 李仙岳

杨林林 尹明玉 陈龙

(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 戚传江

(51) Int. Cl.

G01M 10/00 (2006.01)

G01B 11/22 (2006.01)

G01N 33/24 (2006.01)

审查员 魏晓薇

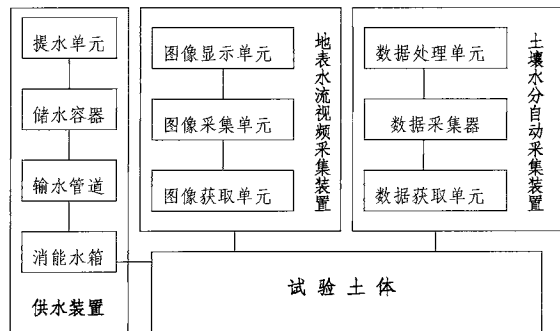
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 1 页

(54) 发明名称

一种模拟水流运动规律的测试系统

(57) 摘要

本发明公开了一种用来模拟地表灌溉水流运动规律的测试系统。所述测试系统包括：试验土体，所述土体表面设有灌水沟；供水装置，通过所述灌水沟与所述试验土体相连并为所述土体供水，包括储水容器、流量管、提水单元、输水管道以及消能水箱；地表水流自动视频采集装置，包括设置于所述灌水沟中的刻度尺以及图像获取装置、图像采集装置以及图像显示装置。通过该系统可以模拟灌溉地表水流运动规律。该系统具有功能全面、精确、可靠性高、成本低的优点。



1. 一种模拟地表灌溉水流运动规律的测试系统,其特征在于,包括:  
试验土体,所述试验土体表面设有灌水沟;  
供水装置,通过所述灌水沟为所述试验土体供水;  
水流自动视频采集装置,用来采集试验土体表面灌水沟中不同位置处水的深度;  
其中所述水流自动视频采集装置包括:  
若干刻度尺,用于测量所述土体表面水流在运动过程中不同位置的水深;  
图像获取单元,用于获取显示水深的刻度尺图像;  
图像采集单元,用于采集图像获取单元所获取的显示水深的刻度尺图像;  
图像显示单元,与所述图像采集单元连接,用于显示图像采集单元所采集到的显示水深的刻度尺图像。
2. 如权利要求 1 所述的测试系统,其特征在于,所述试验土体表面的灌水沟以大田地表灌溉沟道为原型,其底宽、沟深、边坡、糙率以及比降根据佛汝德准则确定。
3. 如权利要求 1 所述的测试系统,其特征在于,所述试验土体为均质土体。
4. 如权利要求 1 所述的测试系统,其特征在于,所述供水装置包括:  
储水容器;  
提水单元,用于将水输送到所述储水容器中;  
输水管道,连接所述储水容器与消能水箱;  
流量计,接于所述输水管道上,用来测定水流量。
5. 如权利要求 1-4 中任一项所述的测试系统,其特征在于,还包括土壤水分自动采集装置,用来采集水流过程中土壤的水分含量。
6. 如权利要求 5 所述的测试系统,其特征在于,所述土壤水分自动采集装置,包括:  
数据获取单元,预埋在所述试验土体中,用于获取所述土体中的水分含量数据;  
数据处理单元,通过数据采集器与所述数据获取单元相连,用于得出土壤水分分布的三维图。
7. 如权利要求 6 中所述的测试系统,其特征在于,还包括蒸发装置,用于加速空气流动,增加土面蒸发量。
8. 如权利要求 7 所述的测试系统,其特征在于,所述蒸发装置包括若干电扇,通过开关所述电扇数量来控制蒸发量。

## 一种模拟水流运动规律的测试系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及节水灌溉设备领域,特别是涉及一种模拟水流运动规律的测试系统。

### 背景技术

[0002] 国内外对灌溉水流运动规律做了大量工作,目前研究灌溉水流运动过程中对于水深变化的测定方法有人工测定和红外线测定两种。其中人工观测法由于操作简单为多数研究者经常采用,该方法需要大量人力,而且通过该方法获取试验数据精度较低;利用红外线原理研制出的地表水流自动监测系统精度较高,然而由于造价升高使得使用范围受到限制。

### 发明内容

[0003] 本发明的目的是提供一种可以精确、可视、可定量模拟地表灌溉水流运动规律的测试系统。

[0004] 为达到上述目的,本发明的技术方案提供一种模拟地表灌溉水流运动规律的测试系统,包括:试验土体,所述土体表面设有灌水沟;供水装置,为所述试验土体供水并且通过所述灌水沟与所述试验土体相连;地表水流自动视频采集装置,用来获取试验中所述土体上方水流运动过程中水深变化图像及数据,从而来模拟水流运动规律。

[0005] 其中,所述土体上表面设置灌水沟,所述灌水沟断面形状以大田地表灌溉沟道为原型,其沟道的底宽、沟深、边坡、糙率以及比降等因素根据佛汝德准则确定;

[0006] 其中,所述土体为均质土体;

[0007] 其中,所述供水装置包括提水单元、储水容器、流量计、输水管道以及消能水箱;

[0008] 其中,所述储水容器为定水头供水装置,一端通过所述输水管道与所述提水单元相连,另一端通过所述输水管道与所述消能系统相连;

[0009] 其中,所述提水单元由所述输水管道与所述储水容器相连,用于将试验用水通过水泵输送到所述储水容器;

[0010] 其中,所述消能水箱为下表面开口,上表面留有溢流嘴的空心立方体铁箱,储水容器中出来的水历经输水管道进入消能水箱下表面开口,然后通过水箱上部的溢流嘴进入所述灌水沟中;

[0011] 其中,所述流量计接于入沟处的输水管道上,用于测定入沟流量;

[0012] 其中,所述地表水流自动视频采集装置包括若干刻度尺、图像获取单元、图像采集单元以及图像显示单元;

[0013] 其中,所述刻度尺插入所述灌水沟相同深度处,沿沟长方向等距离排列,用于测量不同时刻、不同位置处的水深;

[0014] 其中,所述图像获取单元与所述刻度尺一一对应,面朝所述刻度尺有刻度的一面放置,用于实时监测并获取显示水深的刻度尺图像;

[0015] 其中,所述图像采集单元,与所述图像获取单元相连,用于采集图像获取单元所获

取得的显示水深的刻度尺图像；

[0016] 其中,所述图像显示单元,与所述图像采集单元相连,用于显示采集图像单元所采集到的图像；

[0017] 其中,所述图像获取单元为摄像头,所述图像显示单元为液晶显示器；

[0018] 其中,所述测试系统还包括还包括土壤水分自动采集装置,用来采集水流过程中土壤的水分含量,从而来模拟所述土体中的水分分布规律；

[0019] 其中,土壤水分自动采集装置,包括数据获取单元及数据处理单元,所述数据获取单元预埋在所述试验土体中,用于定时采集土壤体积含水率,所述数据获取单元与所述数据处理单元通过数据采集器相连,用于获取所述土体中的水分含量数据并且得出土壤水分分布的三维图。

[0020] 其中,所述测试系统还包括用来加速空气流动、增加土面蒸发量的蒸发装置；

[0021] 其中,所述蒸发装置位于所述试验土体上方,包括若干电扇,用于加速空气流动,增加土面蒸发量,并且通过开关所述电扇数量来控制蒸发量；

[0022] 上述技术方案仅是本发明的一个优选技术方案,具有如下优点:本发明水流运动规律测试平台采用均质土体,可调节定水头供水系统,以及自动视频采集系统,反映水流推进的动态过程,体现水分在土壤中的空间分布,通过该平台可以精确、可视、可定量模拟和研究地表水流及其运动过程中伴随的土壤水分分布规律。该平台具有功能全面、精确、可靠性高、成本低的优点。

## 附图说明

[0023] 图 1 是本发明实施例的测试系统整体结构示意图。

## 具体实施方式

[0024] 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。

[0025] 在图 1 中,本发明的测试系统由试验土体、供水装置、地表水流自动视频采集装置、土壤水分自动采集装置以及蒸发装置构成。

[0026] 该实施例中的试验土体位于土槽之内,为颗粒直径小于 2mm 的均质土体,采用分层分段方法夯实至设计容重。所述土槽为  $8.0 \times 1.2 \times 1.0\text{m}^3$  的空心立方体结构,底部设置沿所述土槽长度方向的排水渠道。在所述土体表面设计灌水沟,所述灌水沟断面形状以大田地表灌溉沟道为原型,试验沟道的底宽、沟深、边坡、糙率以及比降等因素由佛汝德准则确定。

[0027] 本发明实施例中的排水系统包括底部排水和沟道尾部排水,水流量较小时采用尾部排水,水流量较大时同时采用沟底排水和尾部排水。

[0028] 本发明实施例的测试系统中的供水装置由储水容器、流量计、提水单元、输水管道以及消能水箱组成。所述储水容器按照“马氏瓶”原理设计供水装置,容积为 212L,用于根据试验要求调节不同的水位高度;所述提水单元将试验水通过水泵输送到所述储水容器中,通过所述输水管道进入消能水箱,压力水流先从水箱底部进入水箱,然后通过水箱上部的溢流嘴进入沟中,所述消能水箱结构为  $60 \times 60 \times 100\text{cm}^3$  (长 × 宽 × 高)。水流由水箱底

部到达水箱上部的过程中上升的高度为 100cm,在此过程中,水流的一部分动能转化为重力势能,使得水动能减少,起到消能的作用。在输水的过程中可以根据调节阀门来控制入沟流量并且利用所述流量计进行测定。

[0029] 本发明实施例的测试系统中的地表水流自动视频采集装置由刻度尺、摄像头、监控软件以及液晶显示器构成,用于从试验中获取水流运动过程中水深变化的图像和数据;所述刻度尺插入所述灌水沟中不同位置的相同土壤深度处,沿沟长方向等间距排列,间隔为一米,用于监测某一位置不同时刻水深变化以及同一时刻沿沟长方向不同位置处水深的变化;所述摄像头与所述刻度尺相对而立,面朝有刻度的一面,所述摄像头与所述刻度尺一一对应;所述监控软件与所述液晶显示器一起,用于采集并显示试验过程中不同时刻水深随位置的变化关系图像;所述监控软件,图像压缩 MPEG-4,声音压缩 G729a,图像分辨率  $320 \times 240, 640 \times 480$ 。

[0030] 其中,水流在运动过程中满足下述方程:

[0031] 连续方程:

$$[0032] \quad \frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} + \frac{\partial Z}{\partial t} = 0$$

[0033] 运动方程:

$$[0034] \quad \frac{\partial y}{\partial x} = S_0 - S_f$$

[0035] 式中,  $y$  为水深,  $y = bA^h$ ,  $b, h$  为经验常数 ( $b \in (1, 3), h \in (0, 1)$ );  $S_f$  为水力坡度;  $x$  为水平距离;  $S_0$  为地面坡度;  $A$  为过水断面面积;  $t$  为时间;  $Q$  为流量;  $Z$  为水深。

[0036] 本发明实施例的测试系统中的土壤水分自动采集装置由预埋在所述土体中的水分自动监测仪与装有数据处理软件的 PC 机通过数据采集器相连而构成,用来定时采集土壤的体积含水率,从而得出土壤水分分布的三维图。预埋的方法是:在沟的首端起 30cm 处,在沟断面中心线两侧 15cm 的纵向上,从地表每隔 15cm 埋设一个探头。所述监测仪可以直接采集到体积含水率,利用数据分析软件分析所采集到的数据,即可生成土壤水分的三维分布图。

[0037] 本发明实施例的测试系统上可调控的土面蒸发装置设置于所述试验土体上方,由六个电扇组成,所述每台电扇功率为 80w,扇叶直径 1400mm,通过开关电扇的数量控制土面蒸发速度。

[0038] 利用本发明测试系统在沟灌条件下研究水流运动规律及土壤水分分布规律的操作过程包括以下步骤:

[0039] 确定试验条件包括灌溉流量、水位高度、灌溉水质以及排水条件;

[0040] 准备所述试验条件;

[0041] 检查所述地表水流自动视频采集装置与所述土壤水分自动采集装置是否正常,若所述采集装置正常,开启所述采集装置;

[0042] 打开球阀放水,所述球阀开启角度根据设计流量而定,具体流量通过流量计调节;同时根据试验蒸发要求相应打开风扇,控制时间为设计蒸发时间。

[0043] 观察所述视频采集装置中图像传送是否准确流畅,若所述图像传送准确流畅,则水流运动状态正常,则继续灌水直到设计灌溉流量;若在入口处出现冲刷、塌陷等异常情

况,则停止试验。

[0044] 关闭阀门和土壤水分自动采集装置,水分自动监测仪所监测到的体积含水率数据,经过数据采集器进入装有数据处理软件的 PC 机,处理所述体积含水率数据,并且生成土壤体积含水率的空间分布图。

[0045] 将地表水流自动视频采集装置所采集到的显示水深的刻度尺读数的图像进行分析,读取并记录某一特定位置处水深随时间的变化关系,以及同一时刻不同位置处水深的读数,结合所述刻度尺在灌水沟中的位置,绘制水流运动过程中地表水深度随时间的变化规律以及地表水深度随其在沟中位置变化的规律图形。

[0046] 上述水分自动监测仪也可以采用 HOB0 水分自动监测仪,其测量范围介于 0-40.5%,精度为  $\pm 3\%$ ,分辨率为 0.04%。数据处理软件也可以采用 sufer8.0 数据处理软件。

[0047] 以上所述仅是本发明的优选实施方式,应当指出,对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明技术原理的前提下,还可以做出若干改进和润饰,这些改进和润饰也应视为本发明的保护范围。

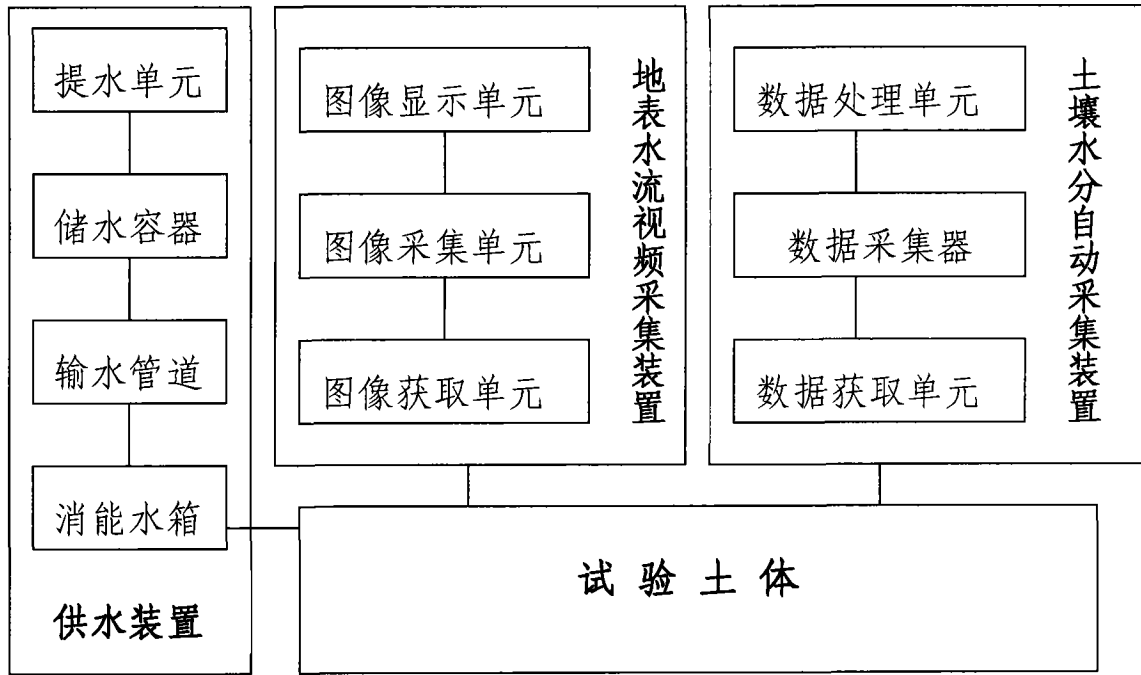


图 1