

自动称重式蒸渗仪系统引进与开发

陶延怀, 司振江, 黄彦

(黑龙江省水利科学研究院, 黑龙江 哈尔滨 150080)

摘要: 蒸渗仪一般包括蒸渗土筒、称重系统、数据采集等部分, 是研究作物需水、耗水, 开展精准灌溉试验研究的试验装置, 分为非称重式和称重式两种, 称重式又分液压式、杠杆式和电子称重式(自动称重式)。本自动称重式蒸渗仪系统是通过承担水利部“948”计划“自动称重式土壤蒸渗系统引进与开发”项目, 在消化、吸收德国先进技术基础上, 创新出的具有自主知识产权、运行稳定、环境适应能力强的国产化基础试验平台。

关键词: 蒸渗仪; 技术引进; 消化吸收; 系统开发

中图分类号: TH79 **文献标志码:** A **文章编号:** 2096-0506(2017)02-0027-04

蒸渗仪是一种设在田间(反映田间的自然环境)或温室内(人工模拟自然环境)装满土壤的大型仪器, 仪器中土壤表面或者裸露或者种植各种作物, 主要用于测定植物总蒸散量、渗漏速度、渗漏量, 以及土壤中含水量的变化等有关水量平衡系统的各个分量^[1]。能够准确测量土壤含水量、蒸散量, 实时反映土壤水势、土壤温度的剖面变化, 揭示作物需水、耗水规律和土壤水分变化规律。国内技术需求单位多采用国外垄断的进口设备, 为打破国外产品在国内的垄断, 部分单位采取自行设计、试制蒸渗仪, 从而取代价格昂贵的进口同类产品, 但都因研发的产品存在结构庞大、投资过高等不利因素, 最终没有形成标准化、定型产品。

1 自动称重式土壤蒸渗系统引进

1.1 问题提出

基于水资源短缺矛盾已日趋尖锐, 灌溉农业快速发展对水资源刚性需求日益加剧, 国内许多科研院所、研究基地、大学院校, 采取自行设计制造价格昂贵、占地面积较大的大型称重式蒸渗仪或引进由国外垄断的进口同类设备, 开展作物需水、耗水、土壤水分迁移等精准灌溉试验的实

际情况。课题研究人员通过“948”计划, 引进德国 UMS 公司生产的自动称重式土壤蒸渗仪系统进行了消化、吸收、再创新, 设计出具有自主知识产权的自动称重式蒸渗仪系统。

1.2 技术消化吸收

1.2.1 技术分析

自动称重式土壤蒸渗系统包括温湿传感器、蒸渗土筒、称重系统、数据采集箱等部分^[2-3]。其中, 温湿传感器分土壤温度传感器和土壤湿度(水势)传感器, 分别按照不同土层深度安装在蒸渗土筒测试土体内; 蒸渗土筒为钢制圆筒, 土筒表面积为 1.0 m^2 、高 2.0 m , 土筒侧壁按照不同深度预留温湿传感器安装孔, 土筒底缘留有排水孔和补水孔; 称重系统的支撑结构为钢制“人”字型, 被称物体(蒸渗土筒)与三支重量传感器直接接触; 数据采集箱通过数据线连接温湿传感器和称重传感器, 采用移动存储设备从其下载重量、温度、水势等测试数据。

1.2.2 技术先进性

自动称重式土壤蒸渗系统结构简单、占地小、称量范围大(6 t)、称量精度高(100 g , 能准确测定 0.01 mm 水层变化引起的重量变化值), 测量间隔可任意设置, 能实时、定时测量不同深度的土壤

作者简介: 陶延怀(1968-), 男, 黑龙江绥棱人, 研究员级高级工程师, 主要从事节水灌溉与农业生态环境修复技术研究。E-mail: Taoy-anhuai1968@163.com.

水势、水分和温度，及原位测量土壤水分特征曲线，可随时供试验者下载、查询、分析、整理测试数据。

1.2.3 存在不足

系统工况条件与国内标准不匹配。在按照我国防雷标准建有地网、防雷装置的试验场内，设备安装当晚其水势传感器因雷雨天气而被击穿。

系统耐久性防护设计不完善。进口设备将蒸渗土筒直接安放在称重系统的三支重量传感器上，缺少传感器减压、卸荷等防护设计及装置，易造成传感器疲劳，系统稳定性无保障，影响设备使用年限等问题。

系统自动化水平不高。进口设备测定的重量、土壤水势、温度等基本测试数据均通过数据线传输至数据采集箱，属有线传输，数据下载、分析、整理均需人工操作。

2 自动称重式蒸渗仪系统开发

2.1 基本思路

全面剖析引进技术的结构、组成、功能及先进性，明确了移植改造的技术瓶颈和拟解决的关键问题。结合项目承担单位已有经验，以及国内应用的其他蒸渗仪的经验做法，确定了重点攻克核心技术、同步研发配套技术、系统组装单项技术、测试修正中试技术、推广应用定型技术的技术方案。

2.2 系统设计

综合进口设备的技术组成、先进性及存在问题，将国产化自动称重式蒸渗仪系统划分为温湿传感器、蒸渗土筒、称重系统、重量卸荷装置、数据采集系统等5个单元，结构型式见图1。

2.2.1 阻抗式土壤湿度传感器

温湿传感器是测定土壤温度、湿度(水势)的探测元件，包括温度传感器和土壤湿度传感器。温度传感器已是成熟技术，有定型产品，且精度满足要求，可直接选用。土壤湿度传感器采用三种：阻抗式土壤湿度传感器、TDR-3型土壤水分传感器、地表水位传感器。其中，TDR-3型土壤水分传感器、地表水位传感器的技术成熟、性能可靠，可直接应用成型产品。市场已有阻抗式土壤湿度传感器，受其组成、结构影响，在水平安

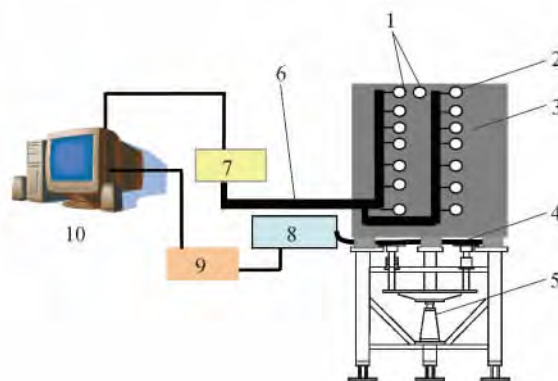


图1 自动称重式蒸渗仪系统结构图

- 1—水势传感器；2—温度传感器；3—蒸渗土筒；
- 4—称重系统；5—重量卸荷装置；6—数据线；
- 7—主机；8—重量显示器；9—交换机；10—计算机

装时排气难，影响测试准确度，不宜直接选用。新型阻抗式土壤湿度传感器采用倒梯型集气室，在水平安装使用时，便于排净空气，保证测试精度和性能稳定。结构型式见图2。

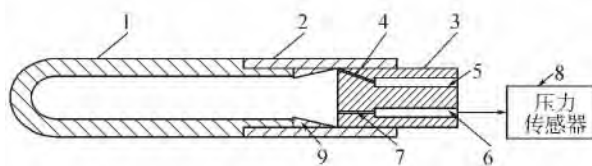


图2 新型阻抗式土壤湿度传感器结构图

- 1—陶土头；2—集气室套管；3—管塞；4—前段排气管；
- 5—后段排气管；6—前段进气管；7—后段进气管；
- 8—压力传感器；9—集气室

2.2.2 蒸渗土筒

蒸渗土筒采用测筒和防渗保护筒组成的组合式结构。其中，测筒为圆形钢筒，测筒裸土测试面积为1.0 m²，根据不同作物根系要求，筒高可分别设计成1.0 m、1.5 m、2.0 m，并焊有外倾防雨沿，防止雨水倒灌。防渗保护筒采用双“L”型防渗结构，能够有效防止外水内渗。结构型式见图3。

2.2.3 称重系统

称重系统是自动称重式蒸渗仪系统的核心技术，包括支撑臂、重量传感器、数据存储显示三部分。

支撑臂采用高耐压的轻型槽钢焊接，并依据

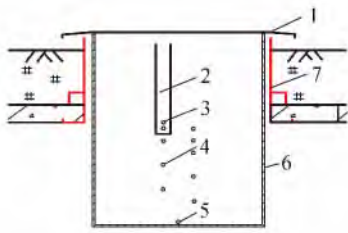


图 3 蒸渗土筒结构图

1—防雨沿; 2—穿线槽; 3—穿线孔; 4—传感器插孔;
5—排水孔; 6—蒸渗土筒; 7—“L”型防渗保护筒

三角形稳定性和三点确定一个平面原理, 三条支撑臂将平面 360° 三角等分为 120° , 结构型式类似“人”字, 该结构型式能保证三支重量传感器受力均匀; 重量传感器选用 H8C-C3-2.0t-4B 型, 称量范围为 2 t, 鉴别力 100 g; 应用 $\Sigma-\Delta$ 模数转换技术, 将重量电讯号转换为数字信号, 在可读性 $1/50\,000$ 的显示器上显示和计算机上存储。系统结构型式见图 4。

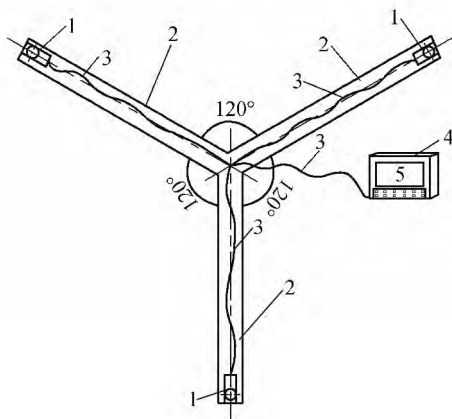


图 4 称重系统结构图

1—重量传感器; 2—系统支撑臂; 3—数据线;
4—显示器; 5—显示屏

2.2.4 重量卸荷装置

重量卸荷装置采用杆件连接结构, 包括带有加厚支座并可安放称重系统的支架、用于支撑测筒可上下移动的支撑座、保证支撑座自由移动的升降装置以及用于调整卸荷架支撑面水平的底脚调节螺栓。该装置可在试验间歇期, 为重量传感器减压, 提高称重系统稳定性、耐久性和精度,

延长称重系统的使用寿命。结构型式见图 5。

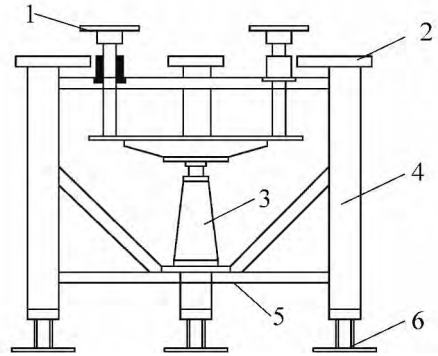


图 5 重量卸荷装置结构图

1—支撑座; 2—加厚支座; 3—千斤顶; 4—支架;
5—加固板; 6—底脚调节螺栓

2.2.5 数据采集系统

该系统由计算机、数据采集器、控制卡、模拟量采集卡、通讯模块和数据采集分析软件组成。具有中文菜单操作界面, 可采集重量、土壤水势、温度、渗漏量、地下水位等试验数据, 应用预存土壤物理参数的系统软件分析、存储测试结果, 并将测试结果以表格和曲线的方式在计算机上显示, 或直接查询、下载、打印。

3 结 语

自动称重式蒸渗仪系统, 经专家鉴定整体技术达国际先进水平, 已获新产品鉴定证书和批量生产许可, 是引进、消化、吸收国外先进技术, 国产化再创新的典型案例之一。截止 2016 年, 在内蒙、广西、宁夏及黑龙江省共 10 余家单位建设应用近 200 套。

参考文献:

[1] 郭会军, 张建丰, 王志林, 等. 基于 LabVIEW 和 ARM 处理器的大型称重式蒸渗仪测控系统[J]. 农业工程学报, 2013, 29(16): 134-141.
[2] 黑龙江省水利科学研究院. 自动称重式蒸渗仪研制技术总结报告[R]. 哈尔滨: 黑龙江省水利科学研究院, 2011.
[3] 黑龙江省水利科学研究院. 称重式蒸渗仪系统技术总结报告[R]. 哈尔滨: 黑龙江省水利科学研究院, 2015.

Introduction and development of automatic weighing lysimeter system

TAO Yanhuai, SI Zhenjiang, HUANG Yan

(Heilongjiang Provincial Hydraulic Research Institute, Harbin 150080, China)

Abstract: The lysimeter is a test device for the study of crop water demand, water consumption and precision irrigation test, which includes the soil cylinder, weighing system, data collection generally, it is divided into non weighing type and weighing type, and weighing type includes hydraulic type, lever type and electronic weighing type (automatic weighing type). Automatic weighing lysimeter system is “introduction and development of automatic weighing soil lysimeter” project by taking the “948” plan of the Ministry of Water Resources. It innovates out domestic basic test platform with independent intellectual property rights, stable operation and strong environment adaptability on the basis of digestion and absorption of Germany advanced technology.

Key words: lysimeter; technology introduction; digestion and absorption; system development