

文章编号: 1007-4929(2007)02-0022-03

棉花膜下滴灌比例混合变量施肥装置的研发与应用

李富先¹, 吕新^{2,3}, 潘冬梅², 王海江^{2,3}

(1. 国家节水灌溉工程技术研究中心(新疆), 新疆 石河子 832000; 2. 新疆生产建设兵团绿洲生态农业重点实验室, 新疆 石河子 832000; 3. 石河子大学, 新疆 石河子 832000)

摘要: 根据变量施肥技术研发适用于大田棉花膜下滴灌的比例混合变量施肥装置, 同时具有可编程控制(PLC)、计算机程序控制(CPC)和遥控控制(RC)3种功能, 通过水流驱动无需动力, 节能降耗, 提高肥料利用率10%以上, 达到预期研发应用目的。

关键词: 灌溉施肥; 变量施肥; 比例混合; 肥料利用率

中图分类号: S275.6 文献标识码: A

Study and Application of Rational-Mixed Variable Fertilization Devices for Cotton Drip Irrigation under Mulch Film

LI Fu-xian¹, LU Xin^{2,3}, PAN Dong-mei², WANG Hai-jiang^{2,3}

(1. National Efficient Irrigation Engineering and Technology Research Center-Xinjiang, Shihezi 832000, China; 2. Key Laboratory of Oasis Ecology Agriculture of Xinjiang Corps, Shihezi 832000, China; 3. Shihezi University, Shihezi 832000, China)

Abstract: According to variables fertilization technology, the device of rational-Mixed Variable Fertilization suitable for cotton drip irrigation under mulch film was developed in this paper. The device has three functions of programmable control (PLC), computer programmed control (CPC) and remote control (RC). It was droved by water flow without power, has the advantage of low energy consumption and increasing fertilizers utilization efficiency at more than 10%. The prospective developmental objection was reached.

Key words: fertilization; variable rate fertilization; rational-mixed; fertilizer utilization efficiency

0 引言

在节水灌溉农业先进国家如以色列、美国, 75%~80%的灌溉地采用灌溉施肥方式, 通常在滴灌和地下滴灌技术中, 按照作物生长各个阶段的需肥特点, 把可溶性肥料进行比例混合配制成溶液, 通过施肥装置注入到灌溉系统中, 随水一起输送到作物根系附近供给作物利用, 这种施肥技术又称为灌溉施肥(Fertigation)^[1~3], 是一种变量施肥方式。该施肥技术肥料利用率高, 有研究表明甘蔗滴灌施肥对N的利用率达75%~

80%, 而常规施肥只有40%^[4]。灌溉施肥的常用装置一般有文丘里注入器、水力(电力/内燃机)驱动的注入泵、压差式施肥罐^[4]。在我国, 目前温室大棚内的自动化滴灌系统也基本上实现了变量施肥, 而在大田棉花的滴灌技术应用中滴灌变量施肥装置尚处于试验示范阶段。本研究在新疆大面积推广应用的棉花膜下滴灌变量施肥技术基础上, 开发比例混合变量施肥装置并进行应用, 为滴灌施肥技术的进一步提高和大田自动化滴灌技术的大面积应用奠定基础。

收稿日期: 2006-11-18

基金项目: 兵团农业科技攻关计划项目—数字化农业关键技术研究及示范, 国家高技术研究与发展计划(“863”计划)专项—棉田变量施肥系统应用示范课题(2003AA209090)。

作者简介: 李富先(1970-), 男, 硕士, 高级工程师。

通讯作者: 吕新(1964-), 男, 教授, 博士, 博士生导师。

1 滴灌变量施肥装置研发的原理

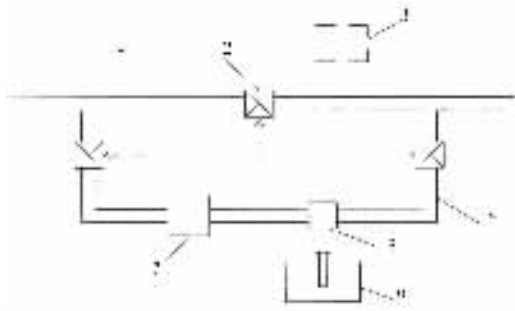
变量施肥 (Variable Rate Fertilization) 又称为精确施肥 (Precision Fertigation), 是根据作物生长的土壤养分条件、达到的目标产量、作物各个生育时期的需肥特性进行平衡施肥的一种技术。通常与作物生长动态遥感监测、土壤肥力条件动态监测相结合, 根据已建立的土壤肥力水平与作物生长的相关性施肥临界点, 确定作物各个生育阶段的定时定量施肥。随着膜下滴灌技术在棉花种植上的大面积推广应用, 滴灌施肥不能采用原有的传统施肥方式进行, 因此需要探索棉花在滴灌条件下的养分需求特性、土壤水分肥料运移特性, 结合新疆棉田土壤养分管理与棉花施肥模型研究成果, 从而确定滴灌条件下的肥水配比、施肥量、施肥次数等。根据滴灌变量施肥原理, 研发能够进行滴灌变量施肥的装置, 结合“3S”技术和计算机自动控制技术, 建立棉花膜下滴灌变量施肥系统。

2 比例混合变量施肥装置结构

本装置为比例混合变量控制施肥装置, 包括变量控制部分和施肥部分。

变显控制部分共设有 3 种控制方法: 通过可编程控制器 (PLC) 实现施肥时间和施肥量的控制; 通过计算机接口进行程序控制 (CPC); 通过遥控器对施肥装置进行遥控控制 (RC)。以上 3 种可单独控制, 也可组合使用, 具体可根据棉田滴灌系统使用不同的功能。

施肥部分包括滴灌系统主管道及施肥泵旁路连接管道上安装的电磁阀和微型过滤器, 施肥泵可进行比例混合施肥, 下部设有混肥箱。图 1 为该装置的示意图, 通过控制器控制电磁阀, 比例混合泵控制施肥比例, 微型过滤器改善进入施肥罐的水质。



1-主管道; 2-电磁阀; 3-控制部分; 4-旁通管;
5-比例混合施肥泵; 6-液肥箱; 7-微型过滤器

图 1 比例混合变量施肥装置示意图

3 比例混合变量施肥装置的基本特性

3.1 控制电源

本装置控制部分电源为交流 220 V, 50 Hz, 通过变压器转换为交流 AC24 V 和直流 DC12 V。时间控制和遥控控制的转换通过电源控制切换, 装置的主要技术参数: 工作电压, AC220 V; 工作电流, 80~150 mA; 输出电压, AC24 V、DC24 V; 输出负载电流, ≤ 1.2 A; 工作温度, $-30 \sim +60^{\circ}\text{C}$ 。

3.2 电磁阀

采用交流电磁阀 3/4"-AC24V 或直流电磁阀 3/4"-DC24

V, 通过电线与控制电源相连接, 控制器主要通过控制电流进行开启和关闭, 控制水流的时间以进行施肥。其主要技术参数见表 1。

表 1 电磁阀的工作技术参数

类别	直流型	交流型
工作电压/V	8~40	24(+10%)
开启电流/mA	80~500	400(290)
吸持电流/mA	脉冲式	200(140)
流量/($\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$)	0.025~7	0.1~20.0
压力范围/MPa	0.02~1.0	0.03~1.0

3.3 可编程控制器 (PLC)

以微处理器 (CPU) 为基础开发的可编程控制器 (PLC), 可以形成独立的系统实现对施肥装置的控制, 可通过手动或自动设置不同的时间参数控制电磁阀的工作状态。其主要技术参数: 工作电压, AC24 V; 环境温度, $-25 \sim +60^{\circ}\text{C}$; 相对湿度, 小于 95%; 时钟范围, 1 m~168 h; 计时误差, $< \pm 0.5$ 秒/d。

3.4 遥控装置 (RC)

采用 1 000 m 范围的遥控器和与其相配套的接收控制器组成遥控控制装置, 实现对电磁阀的遥控控制, 组成遥控系统。主要技术参数: 工作电压, DC12 V; 工作电流, 30 mA, 50~150 mA; 发射功率, 350 mW; 调制方式, ASK (调幅); 发射接收频率, 315 MHz; 接收机灵敏度, -105 dbm; 传输距离, 开阔地 600~1000 m; 工作温度, $-40 \sim +80^{\circ}\text{C}$ 。

3.5 比例混和泵

该设备不需要动力, 由管道内水压直接驱动, 泵内为水力引擎驱动比例调节器, 水头损失极小, 混和泵的液体肥料添加量取决于流经泵体的水量, 定比例浓度的肥料由动力引擎随水流被吸入管道中输送至田间。主要技术参数: 设计流量, 20~2 500 L/h; 工作压力, 0.02~0.6 MPa; 混和浓度范围, 0.4~4.0%; 溶液吸入量, 40~125 L/h; 液体温度, $< 50^{\circ}\text{C}$; 最大吸程, 3 m。

4 比例混合变量施肥装置主要功能

(1) 适合于大田膜下滴灌棉花灌溉施肥应用; 与滴灌系统相配合, 可在滴灌系统首部也可在单个轮灌区内使用; 控制器和电磁阀仅需用 24 V 电压。

(2) 可利用有线或无线控制系统对电磁阀进行时间控制, 并能与计算机滴灌自动化控制系统相配套, 实现水肥统一调控。

(3) 比例混合施肥装置不需外接动力, 仅靠水流力量即可正常工作, 实行旁路连接, 不影响滴灌系统运行压力, 可节能降耗, 降低滴灌系统运行成本。施肥容器采用敞口, 添加肥料比压差式施肥罐更方便。

(4) 通过设定时间或遥控进行变量控制, 施肥器可按比例调控, 与原来短时间、大肥量一次性施入相比, 肥料在灌水过程中通过水流缓缓施入, 减少了肥料的流失, 提高了肥料施入的均匀性和肥料利用率。

5 大田示范应用效果

本装置在新疆生产建设兵团农八师炮台土壤改良试验站

55.1 hm² 棉花膜下滴灌大田进行了示范。根据田间测定的棉花植株养分情况、土壤养分状况,通过施肥模型进行计算,确定了施肥量和施肥时间,将所施肥料提前进行溶解或施入液体肥料,再通过变量施肥装置进行施肥,实现了肥料的定时定量供应,减轻了施肥的工作强度,与原来传统压差式施肥短时间、大肥量一次施入相比,肥料在灌水过程中通过水流缓慢施入,减少了肥料的流失,提高了肥料利用效率。经组织测产,棉花籽棉每公顷平均单产达到 4.587 t,与对照滴灌棉田 4.205 t,相比增产 382.5 kg,增产 9.1%,以籽棉价格 4.8 元/kg 计算,每 hm² 增加效益 1 836.0 元;同时,由于采用变量控制施肥,经估算可减少 10% 的肥料投入,每 hm² 节省成本将近 300 元,二者相加每 hm² 增纯效益 2 136.0 元,55.1 hm² 滴灌棉花增加产值 176.4 万元。

6 结 语

(1) 比例混合变量施肥装置的控制系統通过引进、吸收、组合,完成了系统的自动控制,通过与传统压差式和比例混合泵施肥效果进行比较,表明该装置适合于大田滴灌生产。

(2) 以前的大田自动化滴灌生产应用中只考虑对滴灌的自动控制,而对施肥的自动控制技术未进行考虑,且目前在大田应用的施肥装置,一次性施入时间过短,施肥的均匀性不易控制,本装置第一次将比例混合变量施肥自动控制系统应用到大田生产,增加了施肥的均匀性和肥料的利用效率。

(3) 本施肥装置可与自动化滴灌系统进行组装配套,集成为滴灌施肥的定点、定时、定量施肥系统;最终可利用棉花膜下滴灌施肥模型与“3S”技术相结合,实现精确变量施肥。

(4) 本施肥装置将在大田滴灌棉田进一步示范推广应用,进而形成产业化,并不断改进与创新,应用于多种大田滴灌系

统中。

参考文献:

- [1] Dasberg S and Bresler E. Drip irrigation manual[M]. International irrigation information center. Publication No. 9, Bet Dagan, Israel, 1985.
- [2] Goldberg D, Gornat B and Rimon D. Drip irrigation principles, design and agricultural practices[M]. Drip irrigation scientific publications, Kfar Shmariahu, Israel, 1976.
- [3] Neilsen D, Parchomchuk P et al. Using soil solution monitoring to determine the effects of irrigation management and fertigation on nitrogen availability in high density apple orchards[J]. J. Am. Soc. Hortic. Sci., 1998, 123(4): 706-713.
- [4] Ng Kee Kwong KF and Deville J. Application of N-labelled urea to sugar cane through a drip-irrigation system in mauritius[J]. Fertilizer research, 1994, 39: 223-228.
- [5] Hochmuth G J. Fertigation of vegetable crops in Florida[A]. In: Dahlia Greidinger International Symposium on Fertigation Proc [C]. Haifa Israel, 1995. 199-214.
- [6] 李伏生, 陆申年. 灌溉施肥的研究和应用[J]. 植物营养与肥料学报 2000, 6(2): 233-240.
- [7] 曾胜河. 农八师棉花推荐施肥系统技术与推广[J]. 新疆农垦科技, 2003(5): 26-28.
- [8] 刘洪亮, 曾胜河, 施敏, 等. 棉花膜下滴灌施肥技术的研究[J]. 土壤肥料, 2004(2): 30-34.
- [9] 郑重, 马富裕, 慕自新, 等. 膜下滴灌棉花水肥耦合效应及其模式研究[J]. 棉花学报, 2004, 12(4): 198-201.

· 信 息 ·

“十一五”期间节水型社会建设的 指导思想、基本原则和主要任务

指导思想:以党的十六大和十六届五中、六中全会精神为指导,全面贯彻落实科学发展观,落实节约资源基本国策,以提高水资源利用效率和效益为核心,以水资源统一管理体制为保障,以制度创新为动力,以转变经济增长方式、调整经济结构、加快技术进步为根本,转变用水观念、创新发展模式,充分发挥市场对资源配置的基础性作用,建立政府调控、市场引导、公众参与的节水型社会体系,综合采取法律、经济和行政等手段,促进经济社会发展与水资源相协调,为全面建设小康社会提供水资源保障。

基本原则:一是坚持以人为本,促进协调发展。二是坚持制度创新,规范用水行为。三是坚持政府主导,全民共同参与。四是坚持节水减污,促进循环使用。五是坚持科技创新,促进高效利用。六是坚持统筹规划,加强分类指导。

主要任务:一是建立健全节水型社会管理体系。严格取、用、排水的全过程管理,强化取水许可和水资源有偿使用,全面推进计划用水,加强用水计量与监督管理。二是建立与水资源承载能力相协调的经济结构体系。控制用水总量,转变用水方式,提高用水效率,减少废污水排放。三是完善水资源高效利用的工程技术体系。加大对现有水资源利用设施的配套与节水改造,推广使用高效用水设施和技术。四是建立自觉节水的社会行为规范体系。加强宣传教育,使每一个公民逐步形成节约用水的意识,养成良好的用水习惯。建设与节水型社会相符合的节水文化,倡导文明的生产和消费方式,逐步形成“浪费水可耻、节约水光荣”的社会风尚。

(摘自水利部网站)