

文章编号:1007-2284(2017)03-0050-02

# 地埋式自升降喷滴管灌多功能取水器研发

谢崇宝<sup>1</sup>, 张国华<sup>1</sup>, 鲁少华<sup>2</sup>, 卢文娟<sup>3</sup>, 谢瑞环<sup>4</sup>

(1. 中国灌溉排水发展中心, 北京 100054; 2. 北京中灌绿源国际咨询有限公司, 北京 100054;

3. 河海大学, 南京 210098; 4. 中灌润茵(北京)节水灌溉设备有限责任公司, 北京 101302)

**摘要:**同一地块种植不同作物或不同灌溉季节可能需要采用不同的高效节水灌溉方式。目前田间安装的大多为管灌给水栓, 一般位于地面以上, 影响机械化耕作与收获, 难以适应现代农业的发展需求。同时, 为满足不同灌溉方式取水差异, 通常还要再配接不同的限流措施实现滴灌或喷灌取水, 配件多, 田间接续工程量大, 系统整体性较差。本文针对这一问题, 创造性的研发了地埋式自升降喷滴管灌多功能取水器, 该取水器能灵活满足管灌、喷灌和滴灌取水需求, 使用方便, 节省劳力。

**关键词:**地埋式; 自升降; 多功能; 取水器

中图分类号: S275.6 文献标识码: B

## 1 研发目的

为满足灌溉用水需求, 提高灌溉用水效率, 实践中倡导采用高效节水灌溉技术。高效节水灌溉一般采用取水器作为连接位于地下的输水管道和位于地上的灌溉系统的关键设备, 通过取水器将输水管道中的水输送至灌溉系统中。因此提供一种适当的取水器十分必要。

现有喷灌、滴灌、管灌等节水灌溉技术通常使用给水栓作为取水器, 而且给水栓通常固定在特定位置处并高于地面一定的距离, 为了田地的正常机械化耕作, 在非灌溉状态时, 需要将其拆卸保存, 在灌溉时进行再安装, 使用不便且劳动强度高。此外, 频繁的拆卸和安装容易对三通、立管等配件造成损坏。地埋式自动升起型取水设备应运而生, 成功解决了现有给水栓影响耕作的问题, 通过配置不同的取水设备分别实现其与输水管道及滴灌或喷灌或管灌系统的连接, 从而实现不影响耕作的高效节水灌溉功能。

但是, 这种地埋式自动升起型取水设备属于专用取水器, 一种取水器不能兼具喷灌、滴灌和管灌等多种取水功能, 难以满足目前农业生产对灌溉技术的不同需求, 因此研制一种可以同时满足管灌、喷灌、滴灌需求, 且不妨碍耕作、使用方便、节约劳力的多功能取水器十分必要。

收稿日期: 2016-09-08

基金项目: 水利部技术示范项目 SF-201621“地埋式自动升降喷灌技术推广”。

作者简介: 谢崇宝(1965-), 男, 教授级高级工程师, 主要从事农田水利与饮水安全方面的研究。

通讯作者: 张国华(1980-), 男, 高级工程师, 主要从事农业水土工程方面的研究。E-mail: zgh311133@163.com。

## 2 设计方案

### 2.1 结构设计

本文研发的地埋式自升起喷滴管灌多功能取水器在借鉴前述地埋式可升降研究成果的基础上, 通过创新研发实现一套设备多种功能, 整体结构如图1所示。主要包括外管、一级伸缩管、二级伸缩管、钻土器、下接头、管灌或滴灌用灌溉接头、喷灌用灌溉接头等部分组成。

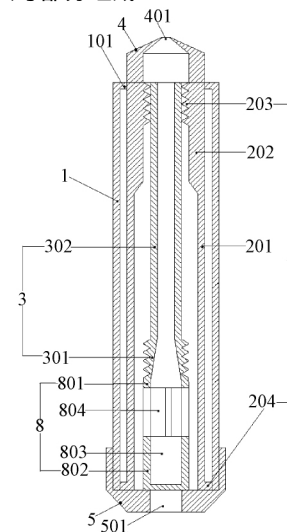


图1 地埋式自升降喷滴管灌多功能取水器主体结构图

注: 1-外管; 101-第二环形挡板; 2-一级伸缩管; 201-第一间隙段; 202-封堵段; 203-内螺纹段; 204-第一环形挡板; 3-二级伸缩管; 301-外螺纹段; 302-第二间隙段; 4-钻土器; 401-出水口; 5-下接头; 501-进水口; 6-管灌或滴灌用灌溉接头; 7-喷灌用灌溉接头; 8-配水器; 801-上开口端; 802-下封闭端; 803-进水内腔; 804-配水口

如图 1 所示,下接头 5 与外管 1 的下管口连接,一级伸缩管 2 可轴向滑动地套装在外管 1 内,钻土器 4 与一级伸缩管 2 的上管口可拆卸连接,二级伸缩管 3 可轴向滑动地套装在一级伸缩管 2 内。

取水器还包括配水器 8,配水器 8 呈上端开口且下端封闭的圆筒形结构,配水器 8 包括上开口端 801、下封闭端 802 和进水内腔 803。配水器 8 的上开口端 801 连接二级伸缩管 3 的下管口,配水器 8 的侧壁上设置有配水口 804,配水口 804 与进水内腔 803 相连通;配水口 804 设置在圆筒形结构侧壁上,圆筒形结构的内腔作为配水器的进水内腔 803,并且与配水口 804 相连通;圆筒形结构的下端作为配水器 8 的下封闭端 802,圆筒形结构的上端作为配水器 8 的上开口端 801,配水口 804 为至少两个,配水口 804 沿配水器 8 的周向均匀分布,

一级伸缩管 2 的管体由自下而上顺次连接的第一间隙段 201、封堵段 202 和内螺纹段 203 构成;二级伸缩管 3 由自下而上顺次连接的外螺纹段 301 和第二间隙段 302 构成;二级伸缩管 3 与一级伸缩管 2 之间设有环形间隙,第一间隙段 201、封堵段 202、内螺纹段 203 的内径逐渐减小,同时均大于第二间隙段 302 的外径并且,内螺纹段 203 与外螺纹段 302 螺纹适配;封堵段 202 用于封堵配水器 8 的配水口 804,当二级伸缩管 3 向上运动至外螺纹段 302 与内螺纹段 203 完全配合时,一级伸缩管 2 的管体上部封堵配水口 804。

在一级伸缩管 2 的下管口外周缘上设置有一圈第一环形挡板 204,第一环形挡板 204 与外管 1 的内壁可滑动地密封接触;外管 1 的上管口内周缘上设置有一圈第二环形挡板 101,第二环形挡板 101 与一级伸缩管 2 的外壁可滑动地密封接触;当一级伸缩管 2 向上运动至预定位置时,第一环形挡板 204 与第二环形挡板 101 相抵接触,下接头 5 的底部的进水口为圆孔形,并且与配水器 8 的下封闭端 802 同轴设置,进水口 501 的直径小于配水器 8 的下封闭端 802 的直径。管灌或滴灌用灌溉接头为三通;喷灌用灌溉接头为喷头。

### 2.2 技术特点

根据前述结构设计,地埋式自升降喷滴管灌多功能取水器具有明显的优点:一是本设备可自行调节流量,同时满足喷灌、滴灌、管灌需求,节约设备成本;二是本设备可整体埋设于耕作层以下,灌溉时自动升起,不影响耕作或收获;三是本设备操作简单,使用方便,无须额外准备多种配件,节省现场操作成本和劳力。

### 3 工作原理及工作流程

非灌溉状态时,该取水器埋于耕作层以下的土壤中,并且该取水器中的下接头 5 与地下供水管道相连通。

当进行灌溉作业时,有压的灌溉水将从地下供水管道经下接头 5 的进水口 501 进入外管 1 内,随之经二级伸缩管 3 的管腔进入钻土器 4 内,并从其顶部的出水口 401 射出,湿润其顶部及周围的土壤。随后,该灌溉水将推动钻土器 4 向上运动,以切割被湿润的土壤,直至钻土器 4 顶出地面。在此过程中,一级伸缩管 2 连同钻土器 4 一起向上运动,当钻土器 4 顶到地面上后,一级伸缩管 2 的上管口也到达地表位置。

钻土器 4 到达地面后,将钻土器 4 从一级伸缩管 2 的上管口拆卸下来,然后根据不同的灌溉类型来旋转使用管灌或滴灌用灌溉接头 6 或者喷灌用灌溉接头 7。实际应用中,如若进行管灌或者滴灌作业,如图 2 所示,只需将管灌或滴灌用灌溉接头 6 与一级伸缩管 2 的上管口连接,而二级伸缩管 3 因与管灌或滴灌用灌溉接头 6 的相抵接触(即受其阻挡作用)仍处于一级伸缩管 2 内,随后将管灌或滴灌用灌溉接头 6 与田间管灌或滴灌系统连接,进而实现管灌或者滴灌作业。如若进行喷灌作业,如图 3 所示,可待钻土器 4 其从一级伸缩管 2 的上管口上拆卸下来后,随之从一级伸缩管 2 中拔出二级伸缩管 3,使二级伸缩管 3 位于地面以上一定的距离,并使用喷灌用灌溉接头 7 连接二级伸缩管 3 的上管口,通过旋转二级伸缩管调节流量,从而实现喷灌作业。

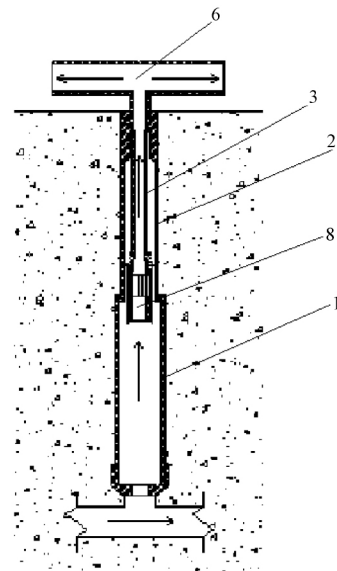


图 2 多功能取水器管灌及滴灌结构示意图

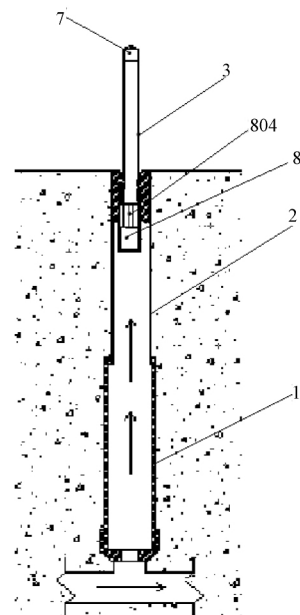


图 3 多功能取水器喷灌结构示意图

待灌溉作业完成后,取下灌溉接头,在一级伸缩管 2 的上管口上重新安装钻土器 4,然后依靠外力将二 (下转第 55 页)

- 水势动态的变化规律[J]. 中国农业大学学报, 2014, (4): 74-80.
- [11] Jarvis P G. The interpretation of the variations in leaf water potential and stomatal conductance found in canopies in the field[J]. Philosophical Transactions of the Royal Society, 1976: 593-610.
- [12] J Timothy Ball, Ian E Woodrow, Joseph A berry. Model predicting stomatal conductance and its contribution to the control of photosynthesis under different environmental conditions[J]. In: Biggens J ed. Progress in Photosynthesis, 1987: 221-224.
- [13] Jones C A. Effect of soil texture on critical bulk densities for root growth[J]. Soil Science Society of America Journal, 1983, 47: 1 208-1 211.
- [14] Dolman A J. A multiple-source land surface energy balance model for use in general circulation models[J]. Agricultural and Forest Meteorology, 1993, 65(1-2): 21-45.
- [15] Matsumoto K, Ohta T, Tanaka T. Dependence of stomatal conductance on leaf chlorophyll concentration and meteorological variables[J]. Agricultural & Forest Meteorology, 2005, 132(1-2): 44-57.
- [16] Yu G R, Nakayama K, Matsuoka N, et al. A combination model for estimating stomatal conductance of maize (*Zea mays* L.) leaves over a long term[J]. Agricultural and Forest Meteorology, 1998, 92(1): 9-28.
- [17] Leuning R. A critical appraisal of a combined stomatal-photosynthesis model for C3 plants[J]. Plant, Cell and Environment, 1995, (18): 339-355.
- [18] Collatz G J, Ball J T, Grivet C, et al. Physiological and environmental regulation of stomatal conductance, photosynthesis and transpiration: a model that includes a laminar boundary layer[J]. Agricultural and Forest Meteorology, 1991, (54): 107-136.
- [19] Kim S-H, Lieth H. A coupled model of photosynthesis, stomatal conductance and transpiration for a rose leaf (*Rosa hybrida* L.) [J]. Annals of Botany, 2003, (91): 771-781.
- [20] 李永秀. 冬小麦气孔导度模型的比较研究[C]// 第27届中国气象学会年会现代农业气象防灾减灾与粮食安全分会场, 中国北京, 2010.
- [21] 袁国富, 庄伟, 罗毅. 冬小麦叶片气孔导度模型水分响应函数的参数化[J]. 植物生态学报, 2012, (5): 463-470.
- [22] Wang S S, Yan Y, Trishchenko A P, et al. Modeling the response of canopy stomatal conductance to humidity[J]. Journal of Hydrometeorology, 2009, (10): 521-532.
- [23] 吴大千, 徐飞, 郭卫华, 等. 中国北方城市常见绿化植物夏季气孔导度影响因素及模型比较[J]. 生态学报, 2007, (10): 4 141-4 148.
- [24] 叶子飘, 于强. 植物气孔导度的机理模型[J]. 植物生态学报, 2009, (4): 772-782.
- [25] Tardieu F, Davies W J. Stomatal response to abscisic Acid is a function of current plant water status[J]. Plant Physiology, 1992, 98(2): 540-545.
- [26] Cochard H, Coll L, Le R X, et al. Unraveling the effects of plant hydraulics on stomatal closure during water stress in walnut[J]. Plant Physiology, 2002, 128(1): 282-290.
- [27] Tardieu F, Davies W J. Integration of hydraulic and chemical signaling in the control of stomatal conductance and water status of droughted plants[J]. Plant Cell & Environment, 1993, 16(4): 341-349.
- [28] 陈 骏. 气孔对土壤和空气湿度的反应及其模拟[D]. 北京: 中国科学院研究生院(教育部水土保持与生态环境研究中心), 2013.

(上接第51页) 级伸缩管3压入一级伸缩管2内(喷灌状态时), 再将一级伸缩管2压入外管1内(喷灌、滴灌和管灌状态时), 最后将该取水器压回地下即可。

#### 4 产品及技术性能指标

根据前述产品结构, 结合实际生产工艺, 批量生产出可以实际应用的产品, 如图4、图5和图6所示。



图4 多功能取水器之管灌



图5 多功能取水器之滴灌



图6 多功能取水器之喷灌

经检测, 本产品达到了国家标准 GB/T19795.1-2005 的要求, 其中轴承处的密封性能不大于 0.1 L/h, 喷嘴连接处的渗漏

量不大于 0.025 L/h; 2 倍最大工作压力下, 保压 1 h, 喷体不出现损伤, 喷体及其密封部位无泄漏。

#### 5 结 语

本设备已取得国家授权专利, 可自行调节流量满足滴灌、管灌、喷灌等不同灌溉方式的取水需求; 与传统取水设备相比, 本取水设备安装在耕作层以下, 不会影响正常耕作及其他农事活动, 相对传统取水设备节约了 5%~10% 的耕地; 本设备结构简单, 取水快捷方便, 不仅减轻了劳动强度而且降低了灌溉成本。 □

#### 参考文献:

- [1] 水利部农村水利司, 中国灌溉排水发展中心. 微灌工程技术[M]. 郑州: 黄河水利出版社, 2012.
- [2] 马有国, 燕在华, 李长城. 灌溉取水口位置选择时应注意的几个问题[J]. 节水灌溉, 2001, (2): 17-18.
- [3] 李仰斌, 谢崇宝, 张国华, 等. 地理式自动升起型取水设备研发[J]. 节水灌溉, 2014, (6): 75-77 81.
- [4] 李仰斌, 谢崇宝, 张国华, 等. 地理式自动升降型一体化喷灌设备研发[J]. 节水灌溉, 2014, (7): 75-78 82.
- [5] 张国华, 谢崇宝, 鲁少华, 等. 基于钢珠驱动的全地理式喷灌装置研发[J]. 农业工程学报, 2016, (12): 102-106.