

文章编号: 1007-4929(2004)06-0018-03

## 试验研究

## 复合流道薄壁滴灌带的特性分析

翟国亮,冯俊杰

(中国农业科学院农田灌溉研究所,河南 新乡 453003)

**摘要:**国内生产的薄壁滴灌带产品多以单流道形式为主,由于其基本结构存在缺陷,其产品在质量上存在流道易堵塞、滴水不均匀和流量互补功能差等一系列问题。针对这些问题,课题组经过2年的潜心研究,设计研制出一种迷宫和直流道相组合的新型复合流道薄壁滴灌带。试验证明,复合流道薄壁滴灌带具有良好的滴水均匀度和抗堵塞效果,同时还带有一定的流量互补功能。

**关键词:**流道;滴灌带;抗堵性;补偿性

**中图分类号:**S277.9 **文献标识码:**A

## Analysis of Characteristics of Drip Irrigation Belt with Thin Wall and Complex Flow Channel

ZHAI Guo-liang, FENG Jun-jie

(Farmland Irrigation Research Institute, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Xinxiang 453003, China)

**Abstract:** Domestic products of drip irrigation belt with thin wall are almost the type with single flow channel. On account of the structural shortage, the product has some problems such as easy-blocked flow channel, uneven drip and poor flow compensability, and so on. Aiming at above problems, through two years' hard work, the research team has designed a new type drip irrigation belt with thin wall and complex flow channel, which has both labyrinthic channel and straight channel. The experiment has proved that this new product had good uniformity of irrigation, good anti-clogging ability and certain flow compensability.

**Key words:** flow channel; drip irrigation belt; anti-clogging ability; flow compensability

## 0 引言

滴灌管(带)是指在制造塑料管(带)的过程中依靠专门的生产工艺,在其上加工有孔眼或其他流出装置所形成的兼具配水和滴水功能的塑料管(带)。一般情况,当加工的管壁较厚、卷盘后仍呈管状的称为滴灌管;管壁较薄、卷盘后压扁呈带状的称为滴灌带,主要是用来对农作物实施滴灌功能。滴灌带包括有双上孔滴灌带、迷宫式滴灌带、双腔滴灌带和内镶式滴灌带等多种形式,与滴灌管相比,其管壁较薄(一般小于0.63 mm),用料较少,生产效率较高,产品具有成本低、包装运输方便、铺设应用简单的优点。正是这些特点,使得滴灌带能够大面积地应用于棉花、玉米、瓜类等大田作物。

滴灌带按成型工艺分为2种:内镶式滴灌带和热合式滴灌带。内镶式滴灌带是在挤出塑料管的过程中,将预先制造好的滴头镶嵌在管的内壁,其内嵌滴头厚度一般在2 mm左右,多为片式结构,水流的消能方式多采用涡流迷宫式或齿形流道。热合式滴灌带是在加热、挤出、补气和吹塑等制造薄壁带的工

序过程中,通过专用模具,靠挤压热合,由定膜铜轮的真空吸附腔体进行吸附成型,直接在管壁或侧边上热合出滴水流道,流道一般为直流道或迷宫流道。

## 1 复合流道薄壁滴灌带的设计

## 1.1 产品结构

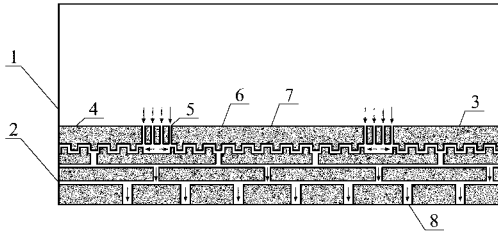
新型滴灌带结构如图1所示,在滴水流道的内、外侧留有进水口和出水口,其孔数比为1:4,间距分别为80 cm、20 cm,输水管内径为 $\phi 4\sim 20$ ,可根据不同需要任意调整,壁厚为0.15~0.25 mm,也有一定的调整区间。

新型薄壁滴灌带的流道形状、流道级数及其配水方式都发生了变化,采用了直流道和迷宫流道相组合的三级流道结构,按配水先后的顺序,依次为第一、二、三级流道,其中第一级流道为迷宫形,第二、三级流道为直流道,不同级别的相邻流道间用一定数量的通水口连接,以保持上级流道向其下级流道均匀供水。在相邻两个进水口的长度内,第一级流道与第二级流道之间用两个通水口相连,间距40 cm;第二级流道与第三级流道

收稿日期:2004-07-14

基金项目:国家“863”科技攻关计划项目“新型薄壁滴灌带的研制”(2002AA2Z409102)。

作者简介:翟国亮(1963-),男,硕士,副研究员。



1. 输水管; 2. 滴水通道; 3. 直通道; 4. 迷宫流道; 5. 进水口;  
6. 二级通水口; 7. 三级通水口; 8. 出水口

图1 复合流道薄壁滴灌带示意图

表1 复合流道薄壁滴灌带技术参数表

产品名称	内径/ mm	壁厚/ mm	流道级数	流道形状和组合方式	内孔间距/ cm	外孔间距/ cm	单出水口流量/ (L·h <sup>-1</sup> )	重量/ (g·m <sup>-1</sup> )
复合流道薄壁滴灌带	4~20	0.15~0.25	3	迷宫流道+直通道	80	20	1.04	13

注:出水口流量为在 100 kPa 的工作压力下测得。

的输水管时,由流道内侧的进水口先把有压水流分配,并依次送入经过压边技术处理过的三级滴水通道,在此过程中完成整个水流消能,最终以滴流的形式从出水口排出。由于第一级流道为迷宫型,水流在其内部折弯较多,再加上线路较长,则其消能效果良好,成为主消能流道,使进水口来的有压水流一旦经过此流道后,能量就基本消失。第二级和第三级流道均为直通道,从上级流道来的水流在其内部流动通畅,损失较小,并完成水流的彻底消能。由于水流在同级流道是全程贯通,这在一定程度上增强了流量互补功能。

新型薄壁滴灌带采用了多级流道、全程连通的供水方式,出水口的滴水量更为均匀,在输水、配水和消能的一系列过程中,增强了流道间的相互补充供水功能,使滴灌带各级流道的水量分配合理、水流更加稳定,很好地解决了因个别通水口堵塞而改变流道的水量分配和供水方式的问题,以至于影响对作物的灌溉效果。

## 2 复合流道薄壁滴灌带的特点

复合流道薄壁滴灌带的设计从流道的结构、形状和布置方式等方面进行合理的更新、设计,使新产品具有以下主要特点。

### 2.1 滴水均匀性

新型薄壁滴灌带的结构设计,主要从流道形状、流道级数两方面考虑,变单级流道为多级流道,变单一流道形状为不同形状的组合,即复合流道薄壁滴灌带采用了一级迷宫流道和两级直型流道相组合的三级复合型流道结构,水流先经过第一级迷宫流道,水流在其内部呈涡流状态,完成主要的能量消耗,再依次经过第二、第三级直形流道,做进一步的彻底消能,使水流更加均匀、稳定。此外,缩小末级出水口的间距,使单位长度的出水口数量增多,保证了水分在土壤中的分布效果。

针对复合流道薄壁滴灌带的出水均匀性指标,采用了随机从新生产的滴灌带(Φ16)产品挑出 8 m 作为试样(含有 32 个出水口),做了滴水量测定,测得在不同压力下多个单出水口的滴水流量数据,并计算出流量偏差系数,如表 2 所示。

用 3 个连通水口相连接,间距 40 cm。另外,同级流道为整段连通,改变了以前的分段供水形式,这有效地提高了滴灌带的实际利用长度,并增添流量互补功能。

### 1.2 技术指标

复合流道薄壁滴灌带的技术参数如表 1 所示,其流道结构的特殊设计,相邻两个进水口和出水口具有相当的流量互补作用,提高了产品的抗堵性能,使新型滴灌带产品具有较好的滴水均匀性。

### 1.3 工作原理

在正常工作状态下,当滴灌系统中的有压水流进入滴灌带

表2 复合流道薄壁滴灌带流量及偏差数据表

压力/kPa	50	75	100	125	150
额定流量 $q_0$ / (L·h <sup>-1</sup> )	0.69	0.86	1.04	1.33	1.60
平均流量 $\bar{q}$ / (L·h <sup>-1</sup> )	0.65	0.91	0.98	1.26	1.66
单口流量偏差系数 $C_v$ / %	5.65	6.60	6.96	6.51	6.78
平均流量相对偏差 $C$ / %	5.84	5.34	6.25	5.47	3.84

综合分析,薄壁滴灌带在正常工作状态下,当进水口压力达到 50 kPa 以上时,其平均流量相对额定流量的偏差及其单出水口的流量偏差系数在 7% 的范围之内,符合国内“微灌灌水器——微灌管、微灌带”的行业标准不大于 7% 的规定,显然该滴灌带产品具有较好的出水均匀性。

### 2.2 流道及出水口流量的互补性能

现有薄壁滴灌带的流道多为单一的迷宫式或直线式,就国产滴灌带来说,多数热合式滴灌带不具备流量补偿功能,在实际应用过程中常因出现个别出水口不出水产生漏灌等现象。

复合流道薄壁滴灌带流道设计,流道由原来的单级变为多级,且同级流道为全程贯通的方式,使配水性能明显地改进,具备一定的流量互补功能。在实际工程中,即便有个别通水口或某段流道受堵塞,其邻近的通水口或流道可以为其弥补一定的供水量,达到补充供水的效果。针对此互补功能,开展了试验,测得含有多个进水口的一定长度滴灌带在 50 kPa、100 kPa 和 150 kPa 等不同压力下各级流道的某一个通水口受堵前后的滴水量及其变化,其中 100 kPa 压力下的测试数据见表 3 所示。根据表中数据,绘出其簇状柱形图(见图 2)。

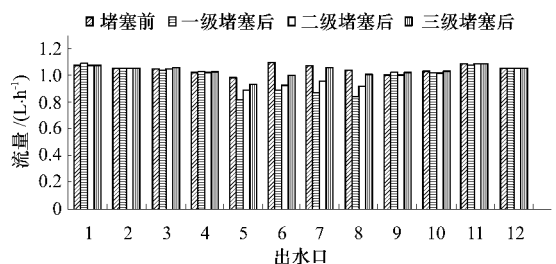


图2 100 kPa 压力下不同流道堵塞的各出水口流量变化图

表3 复合流道薄壁滴灌带各级流道堵塞前后的流量变化数据表(100 kPa 压力下)

L/h

出水口	进 I				进 II				进 III			
	出 1	出 2	出 3	出 4	出 5	出 6	出 7	出 8	出 9	出 10	出 11	出 12
堵塞前	1.07	1.04	1.04	1.01	0.98	1.09	1.06	1.03	0.99	1.02	1.08	1.05
一级堵塞	1.08	1.04	1.03	1.02	0.81	0.88	0.86	0.83	1.01	1.01	1.07	1.05
二级堵塞	1.07	1.05	1.04	1.02	0.88	0.92	0.95	0.91	1.00	1.01	1.08	1.05
三级堵塞	1.07	1.05	1.05	1.02	0.93	0.99	1.05	1.00	1.01	1.02	1.08	1.05

注:表中数据是在进口 II 所属区流道的某一位置受堵塞的情况下测得的。

从图 2 看出:受堵塞区(进 II)的出水口滴水流量变化较明显,且随着堵塞点所在流道级数的延后,其对各出水口滴水量的影响逐渐减小,但减少量有限,不会产生灌水盲点。新型薄壁滴灌带的出水口的间距较小(20 cm),灌溉过程中,土壤的湿润点较密,且湿润线有一定的交结,即便有些出水口受堵、不能正常为其位置的土体供水时,相邻出水口的水量也可以部分湿润受堵位置的土体,满足作物维持正常生长的需水。这充分体现了产品在结构设计上的流量互补功能。

### 2.3 增强抗堵性

复合流道薄壁滴灌带流道的进水孔的通道数量增加,尺寸变小,既能保证有充足的供水量,又能起到初步的过滤、冲洗的作用,同时又大大减少了堵塞的几率。即便输水管内有一些杂质,也不易堵塞尺寸较小的内进水孔,更不可能进入以下的各级滴水流道中,在一定程度上降低了流道及滴水口的堵塞机率,提高了产品的抗堵塞性能。

## 3 结 语

①复合流道薄壁滴灌带是一种结构独特的滴灌设备,与现有的同类产品相比,减小了滴灌带的进水口、流道和滴水口等

位置的堵塞机率,增加了流量互补功能,从而提高了灌水均匀度和抗堵塞性能。

②从近几年的微灌发展来说,薄壁滴灌带的应用水平逐渐取代了管上滴头或滴灌管,成为大田农作物滴灌的主流产品,如何进一步提高滴灌带的抗堵塞性、出水均匀度和可靠性已成为滴灌带研究的主攻方向,复合流道薄壁滴灌带的研制成功,开创了一个改进滴灌带性能的新路子。

### 参 考 文 献

- [1] 吕谋超,彭贵芳. 新型双壁滴灌带的研制与应用[J]. 中国农村水利水电,2002,(7):52-54.
- [2] 翟国亮,吕谋超. 微灌系统的堵塞及防治措施[J]. 农业工程学报,1999,(1):144-147.
- [3] 王尚锦,刘小民. 农灌用新型迷宫式滴头内流动特性分析[J]. 农业工程学报,2000,(4):61-63.
- [4] 水利部灌溉所. KD型大流量系列孔口滴头研制[J]. 喷灌技术,1992,(1):8-10.
- [5] 曹善革,徐太生. 滴灌带成型机组的设计[J]. 节水灌溉,2001,(3).

(上接第 17 页)

表 1 滴灌系统材料分类投资

分 类	手控系统		自控系统方案 I		自控系统方案 II	
	投资/元	占总投资百分比/%	投资/元	占总投资百分比/%	投资/元	占总投资百分比/%
滴灌管	224 907	70.0	224 907	71.2	224 907	69.5
首部	16 366	5.1	16 366	5.2	16 366	5.1
管网	79 928	24.9	46 301	14.7	47 561	14.7
自控设备			28 262	8.9	34 742	10.7
总投资	321 201		315 836		323 576	
每公顷投资	12 674		12 462		12 767	

注:①表中材料数量为实际使用的量,没有考虑损耗;②系统首部投资不包括自控设备,首部未采用自动过滤设备;③自控设备包括电磁阀或调压阀、控制器及电线;④管网投资包括支管、分干管、干管及连接管件的的投资,不包括田间滴灌管投资;⑤各方案分项投资占总投资的百分数为各方案分项投资与该方案总投资的比值。

### 参 考 文 献

- [1] 吕 露. 园林绿地自动化灌溉及主要自控设备选型[Z]. 美国雨鸟国际公司.

- [2] 白 丹. 微灌田间管网的优化[J]. 水利学报,1996,(8).
- [3] 白 丹. 机压喷灌干管管网优化[J]. 农业机械学报,1996,27(3).
- [4] 赵竟成,王彦军. 井灌区管网化计算模型的改进[J]. 水利学报,1999,(3).