

## 抗旱用轻型滴灌系统的投资与效益分析

冯俊杰<sup>1</sup>, 贾艳辉<sup>1</sup>, 张红霞<sup>2</sup>, 孙秀路<sup>1</sup>, 王玉秀<sup>3</sup>, 赵青青<sup>1</sup>, 黄修桥<sup>1\*</sup>

(1. 中国农业科学院 农田灌溉研究所/河南省节水农业重点实验室, 河南 新乡 453002;  
2. 河南省商丘市水利局, 河南 商丘 476000; 3. 宁夏盐池县水务局, 宁夏 吴忠 750015)

**摘要:**【目的】解决常规固定式滴灌溉系统的单位投资成本相对较高、配套设备的重复利用率偏低、维护管理不便等实际问题。【方法】采用定型化设计、标准化配套和通用化操作的结构设计, 研制了具有设备集成度高、成本投资少、功能实用、操作简单、易于推广应用等特点的抗旱用轻型滴灌系统。根据轻型滴灌系统的组成和应用特点, 结合农业生产实际需求, 研究和优化了系统的总体结构, 并进行了成套系统的直接投资、间接投资和年运行费、折旧费等计算, 比较分析系统应用后的节本、减灾、增收等效益, 并运用投资静态评价指标的计算方法, 分析了抗旱用轻型滴灌系统的投资回收年限和益本比。【结果】轻型滴灌系统的最大控制灌溉面积为 0.67 hm<sup>2</sup>, 总投资 1 730 元/套, 年均运行总费用 537.50 元/hm<sup>2</sup>, 比常规固定式滴灌系统节约成本 45.3%, 促进作物产量提高 8%~13%, 用户整体经济效益提高约 25%~30%, 投资回收年限为 0.71 a, 益本比高达 1.40。【结论】从经济上充分说明轻型滴灌系统投资合理, 能够满足普通农户的实际接受能力, 并具有良好的经济效益。

**关键词:**抗旱; 滴灌; 工程投资; 效益分析

中图分类号: S275.6; S277.9<sup>5</sup>

文献标志码: A

doi:10.13522/j.cnki.ggps.2017.0420

冯俊杰, 贾艳辉, 张红霞, 等. 抗旱用轻型滴灌系统的投资与效益分析[J]. 灌溉排水学报, 2018, 37(7): 76-82.

### 0 引言

我国水资源总量极为短缺, 2015年《中国水资源公报》发布<sup>[1]</sup>, 全国水资源总量为 27 962.6 亿 m<sup>3</sup>, 人均拥有量不足 2 000 m<sup>3</sup>。我国又是一个农业大国, 农业用水量约为 3 850 亿 m<sup>3</sup>, 约占全国总用水量的 63.1%以上, 为保证农业稳产和高产, 农业用水量的 90%都用于农业灌溉。

灌溉技术主要包括 4 大类型: 地面灌、喷灌、微灌、渗灌。其中, 地面灌有畦灌、沟灌和淹灌等, 微灌有滴灌、微喷灌和涌泉灌等。喷灌、微灌和渗灌是技术先进、节水效果好、高效用水的节水灌溉技术, 与传统的地面灌相比, 喷灌节水 50%, 微灌节水 60%~70%, 膜下滴灌节水 80%以上, 渗灌的节水率更高<sup>[2]</sup>。目前, 我国仍多以单户家庭为基本单位进行独立、分散的农业生产模式, 大部分地区还以地面灌溉为主, 且地面灌溉面积仍占灌溉总面积的 95%左右。与世界发达国家相比, 我国存在着节水灌溉技术应用差距较为明显、水资源浪费严重、水分生产效率和灌溉保证率均较低的问题<sup>[3]</sup>。2017年全国微灌大会报告统计, 我国灌溉面积达 7 200 万 hm<sup>2</sup>, 其中微灌应用面积已近 530 万 hm<sup>2</sup>, 但也仅占全国有效灌溉面积的 7.4%, 而以色列微灌面积占其全国总灌溉面积 66%以上; 我国的灌溉水利用系数仅 0.5 左右, 而发达国家已达 0.75 以上; 我国粮食水分生产效率为 1 kg/m<sup>3</sup>左右, 而先进国家为 2 kg/m<sup>3</sup>以上<sup>[4]</sup>。2004年起, 国家已在连续 13 a 的中央一号文件和召开的中央水利工作会议上提出大力发展节水灌溉。2016年我国发布了《中华人民共和国国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要》, 明确提出了在重点灌区全面开展规模化高效节水灌溉行动, 特别是在新疆、甘肃河西等严重缺水地区, 均以发展微灌为重点<sup>[5]</sup>。

收稿日期: 2017-07-11

基金项目: “十三五”国家重点研发计划项目(2016YFC0400202); 中央级科研院所基本科研业务费专项(中国农业科学院农田灌溉研究所)资助项目(FIRI2016-20); 中国农业科学院科技创新工程“节水高效灌溉技术与装备”科研团队项目

作者简介: 冯俊杰(1976-), 男, 河南新郑人。副研究员, 博士, 主要从事农业节水灌溉理论研究和设备开发、应用。E-mail: fjjdg@sina.com

通信作者: 黄修桥(1961-), 男, 湖北汉川人。研究员, 主要从事节水灌溉理论与技术方面的研究。E-mail: huangxq626@126.com

由于常规滴灌系统需要独立配置有供水加压、过滤、施肥以及自动控制等组合产品,使得成套滴灌系统的一次性投资较高,平均造价为1.5~3.0万元/hm<sup>2</sup>左右,普遍给人以滴灌属于“贵族农业”投资的特殊感觉,只能应用于经济效益高的作物,而对于经济效益不高、应用面积更大的农作物使用滴灌,则显得利润极薄或无利可图。对于一家一户种植面积规模较小的作物,如1 hm<sup>2</sup>或更小面积等,极大地限制了滴灌技术的推广和应用,在某种程度上也就明显地影响到用户的实际接受能力和投资的积极性<sup>[6-7]</sup>。段东亮等<sup>[22]</sup>研究了滴灌毛管布设方式对马铃薯生长及地温的影响,分析了不同毛管布设方式的马铃薯单株产量、经济效益。因此,针对我国农户田地位置分散、单块面积较小、种植结构多样化、基础设施配套不完善等现实条件以及我国的农村经济水平、生产力发展状况,结合我国粮食主产区的多个省区频发的农业旱情等级和发生频率,需要研发形成“配套设备集成度高、技术先进、功能实用、操作简单、成本投资少”的新型滴灌技术及其节水、高效用水的应用模式,并易于在农户家庭中应用和推广,有效地发挥补充性灌溉和应急抗旱的功能<sup>[9-12]</sup>。

## 1 轻型滴灌系统

### 1.1 设计原则

针对目前我国广大农村家庭用户的灌溉方式传统、应用难度大、应急抗旱能力弱和整体技术水平落后等实际问题,系统设计时,主要遵循以下4项原则:①节水灌溉效果明显;②操作简单、应用灵活、管理方便;③灌溉系统配套设备重复利用率高、投资成本低;④易于在农村家庭用户推广。

### 1.2 总体结构设计与优化

结合全国广大地区的地形、农业种植结构和生产力发展水平等,按照上述设计原则,对常规滴灌系统的设计模式进行优化,配套形成了设备重复利用率高、投资成本小、灌溉效果好、方便管理、易于推广的轻型滴灌系统,整体具有操作简单、方便拆卸、整体移动灵活等特点。轻型滴灌系统结构主要由移动首部、移动管网和移动灌水器3大部分组成,总体结构设计如图1所示。

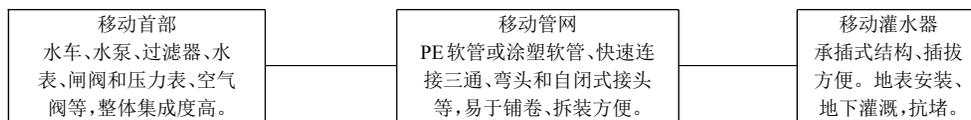


图1 轻型滴灌系统的总体结构组成图

#### 1.2.1 移动首部

根据灌溉水源类型、水质状况等,设计了简单型和复杂型2种不同类型的集成化移动首部组合模式。对于水质较好的水源,只配备简单型移动首部,对于水质状况较差的水源,须配置复杂型移动首部。系统产生的局部水头损失较小,既能在加压条件下实施常规灌溉,也可借助于自然地形坡度、靠水的自身压力,实施重力或低压灌溉。各类型首部的配套设备组合模式见表1。

2种类型移动首部的整体集成性好,配套设备之间均采用螺纹式塑料管件连接,易于拆卸和维修,其管路的结构化设计合理,产生的局部水头损失较小,既能在常规供水条件下,实施常规加压灌溉,又可借助于自然地形坡度、靠水的自身压力,实施重力或低压灌溉。

#### 1.2.2 移动管网

为降低管网连接方式的多样性和提高管路的统一配套性、整体可移动性等,系统管网设计在改变以往常规滴灌系统包括主管、分管、支管等多支输水管路结构的基础上,只配备单级输水管路,灌溉水经首部处理后仅通过一级输水管,直接进入配水毛管和各个灌水器,以实施灌溉。

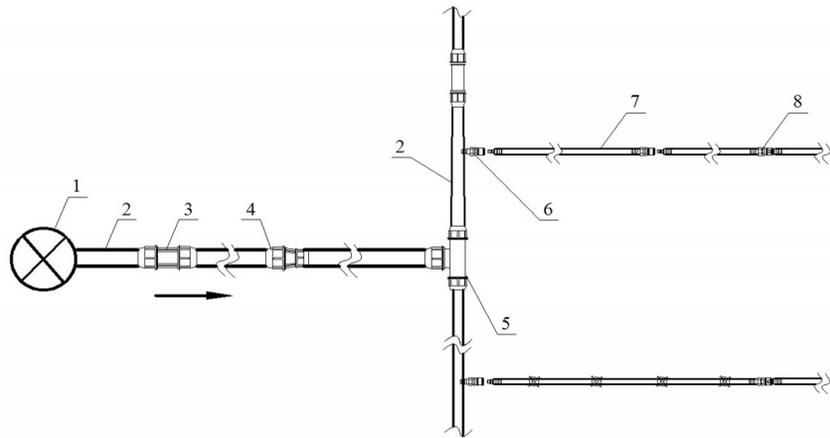
优化改进后的移动管网包括输水管路、配水毛路和三通、弯头、旁通、直通等具有快速连接功能的关键管件<sup>[13-14]</sup>。输水管路和配水毛管均设置为多节、定长管段(20 m)的形式(图2),应用时通过自由增减管段数量来调整单条管路的实际连接长度,管段间采用快速连接管件连接,安装简单、拆卸方便,较大地提高了设备的重复利用率。输水管同时可安装多条配水毛管,每条毛管铺设长度由不同数量的管段通过自闭式快速

表1 机具各类型首部的配套设备

设备名称	首部类型	
	简单型	复杂型
水泵	*	•
网式过滤器	•	•
砂石过滤器	*	•
施肥器	*	*
压力表	•	•
水表	*	*
闸阀	•	•
进排气阀	•	•
移动车体		•

注“•”为标配;“\*”为选配。

直通连接而成,1次控制2行作物。由于毛管的最大使用长度是固定的,若作物行长超过毛管最大允许铺设长度,则需通过多次轮灌的方式完成其全行作物的灌溉;若作物行长小于毛管段长度时,则可通过沿作物行回绕毛管,使2行或多行作物共用1条毛管。



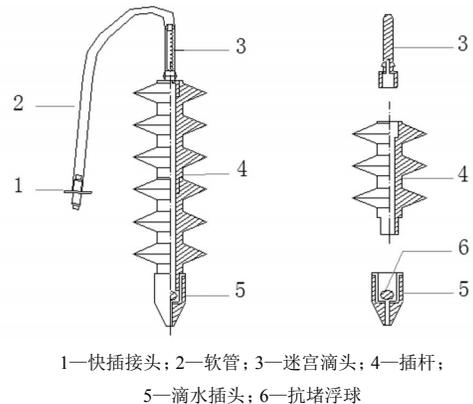
1—系统首部; 2—输水管; 3—直通; 4—变径; 5—三通; 6—自闭式旁通; 7—配水毛管; 8—自闭式直通

图2 轻型滴灌系统的管网布置、具体连接方式示意图

### 1.2.3 移动灌水器

采用一种插地深度可调、能够方便插拔的插入式地下滴水器,以地表操作的应用模式实现地下滴灌的精准灌溉,向作物根系直接供水,灌水均匀度高、节水优势明显<sup>[15]</sup>。插入式地下滴水器的结构主要包括迷宫滴头、插杆和滴水插头3个部件,各部件之间均以承插的方式相互插接而成,详见图3。

根据消能流道的现有长度和实际滴水量(1 L/h),采用不同长度和宽度、形状的迷宫流道方法,通过相关的理论计算和试验测试、分析,优化设计和开发了额定流量为2、4、8 L/h的系列化流道,详见图4,以增加流量规格的系列化、提高其适用范围。另外,对滴水器的外观设计,在不影响插杆自身强度的前提下,减小插杆的双翼尺寸,并在厚度上呈一定的凹状中空结构,使材料用量明显减少,在插地过程中减小插地阻力,降低插地难度。



1—快插接头; 2—软管; 3—迷宫滴头; 4—插杆; 5—滴水插头; 6—抗堵浮球

图3 插入式地下滴水器的结构示意图

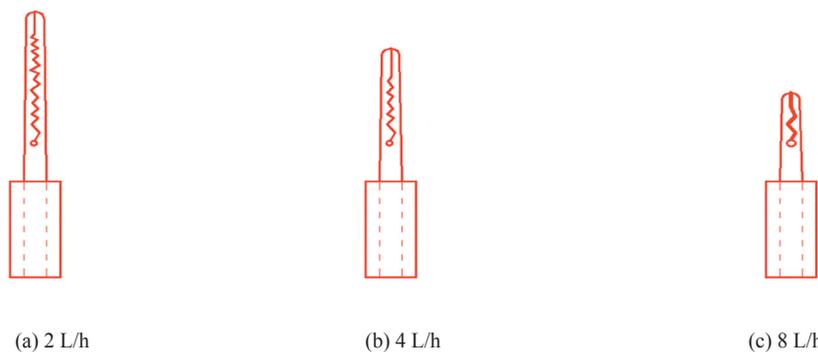


图4 消能流道结构的优化改进示意图

### 1.3 应用特点

抗旱用轻型滴灌系统充分利用微小水源实现作物的抗旱灌溉,主要适宜于地形复杂、严重缺水的干旱山区、集雨窑窖区的农村家庭用户,具有以下应用特点:

1)采用标准化配套、快速化装拆和集约化组合的结构设计,投资小、易于维护,满足普通农户接受能力。

2)单套抗旱用轻型滴灌系统的控制灌溉面积适宜(0.33~0.67 hm<sup>2</sup>),较符合广大农村家庭用户的农业种植模式和生产习惯。

3) 单户家庭的2~3成员即可轻松正常使用,操作简单、方便,非常接近农民的应用水平。

4) 根据实际地形和水源条件,可选用常规加压模式或重力自压模式,系统的局部水头损失小、所需的工作压力低,节水节能效果好。

5) 采用的插入式地下滴水器水力性能稳定、防堵塞能力强、易于清洗,以地下滴灌的方式实施灌溉,节水效果明显。

## 2 经济效益分析

农田节水灌溉工程的经济费用效益的主要评价指标有:经济内部收益率( $EIRR$ )、经济净现值( $ENPV$ )及经济效益费用比( $EBCR$ )<sup>[16-18]</sup>。

1) 基本参数。计算期取 $n=6$  a,基准年为2015年,工程投资年限1 a,计算基准点选在2015年初。社会折现率按文献规定取 $i_s=8\%$ 。

2) 经济内部收益率。以计算期内各年净效益现值累计等于0时的折现率表示,表达式为:

$$\sum_i^n (B - C)_t (1 + EIRR)^{-t} = 0, \quad (1)$$

式中: $EIRR$ 为经济内部收益率; $B$ 为年效益(万元); $C$ 为年费用(万元); $n$ 为计算期(6 a); $t$ 为计算期各年的序号,基准年的序号为1; $(B - C)_t$ 为第 $t$ 年的净效益(万元)。当 $EIRR \geq i_s = 8\%$ 时,该系统在经济上是合理的。

3) 经济净现值。用社会折现率( $i_s$ )将计算期内各年的净效益折算到计算期初现值之和表示,表达式为:

$$ENPV = \sum_i^n (B - C)_t (1 + i_s)^{-t}, \quad (2)$$

式中: $ENPV$ 为经济净现值(万元); $i_s$ 为社会折现率,8%。当 $ENPV \geq i_s = 8\%$ 时,在经济上是合理的。

4) 经济效益费用比。以系统的效益现值与费用现值之比表示,表达式为:

$$EBCR = \frac{\sum_i^n B_t (1 + i_s)^{-t}}{\sum_i^n C_t (1 + i_s)^{-t}}, \quad (3)$$

式中: $EBCR$ 为经济效益费用比; $B_t$ 为第 $t$ 年的效益(万元); $C_t$ 为第 $t$ 年的费用(万元)。当 $EBCR \geq 1$ 时,该系统在经济上是合理的。

## 3 投资计算

### 3.1 灌溉系统的总投资

灌溉系统的总投资包括:抗旱用轻型滴灌系统材料的直接投资和采购安装的间接投资2部分<sup>[19-21]</sup>。

1) 直接投资。灌溉系统的直接投资主要为过滤器、管材、管件和灌水器等材料设备费用,其价格取近3 a市场价的平均值。根据轻型滴灌系统的控制灌溉面积和配套材料、设备的规格和数量等,计算得出轻型滴灌系统的直接投资为1 600元/套,具体见表2。

表2 轻型滴灌系统的直接投资

滴灌组成	材料型号	配套标准	数量	单价/元	复价/元
首部过滤系统	120目	套	1	100	100
输水管	Φ40	m	80	3	240
配水毛管	Φ15	m	240	1.1	264
自闭快接头	Φ15	个	36	2	72
灌水器	2 L/h	套	804	1	804
打孔器	Φ3、Φ12	个	2	10	20
管件	Φ4	个	20	4	80
零星材料		批	1	20	20
合计					1 600

2) 间接投资。包括系统的采购费、配件费及常用工具耗材费等,根据常规经验和试验统计,得出每套轻型滴灌系统配套的零配件成本(50元)、采购运输费(30元)和安装工具(50元)的耗材费等间接投资合计为130元。

3) 灌溉系统的总投资,单套系统的总投资包括直接投资和间接投资2部分,直接投资、间接投资合计共

1 730 元。根据单套轻型滴灌系统在每个灌水周期内的最大控制灌溉面积 0.67 hm<sup>2</sup> 来计算,折合单位面积的滴灌系统总投资为 2 595 元/hm<sup>2</sup>。

### 3.2 轻型滴灌系统的年费用

轻型滴灌系统的年费用,包括折旧费和运行费共 2 项内容<sup>[22]</sup>。计算依据和方法为《水利经济计算规范》(SD139-85)及《微灌工程技术指南》。

1) 滴灌系统的折旧费。采用平均年限法计算,按照滴灌系统的平均正常使用年限为 6 a,折旧年限为 5 a,具体表达式分别为:

$$d = (K - S) / n, \quad (4)$$

$$S = K \left( 1 - \frac{n}{N} \right), \quad (5)$$

式中: $d$ 为年折旧费(元); $K$ 为系统总投资(元); $S$ 为系统残余价值(元); $n$ 为设备系统折旧年限(年); $N$ 为设备实际使用年限(年)。

根据式(4)、式(5),按轻型滴灌系统的最大控制面积 0.67 hm<sup>2</sup> 进行平均,计算轻型滴灌系统的年折旧费,得出单套轻型滴灌系统的年折旧费  $d = 288.33$  元/年,在其控制的最大灌溉面积范围内,折合单位面积年折旧费  $d' = 432.50$  元/hm<sup>2</sup>,具体数据见表 3。

2) 年运行费用。年运行费包括能耗费、维修费、管理费和水电费等分项费用。根据轻型滴灌系统的长期运行情况,计算得出单套轻型滴灌系统在控制面积 0.67 hm<sup>2</sup> 范围内的最大年运行费为 70 元,折合单位面积的年运行费为 105 元/hm<sup>2</sup>,各分项费用数额具体见表 4。

3) 年总费用。年总费用包括系统的年折旧费和年运行费,二者相加即可得出单套轻型滴灌系统的总年费用,具体计算见表 5。

表 3 轻型滴灌系统的折旧费

类别	数额
总投资 $K$ /元	1 730
控制灌溉面积/hm <sup>2</sup>	0.67
折旧年限 $n$ /a	5
使用年限 $N$ /a	6
残余价值 $S$ /元	288.33
年折旧费 $d$ /元	288.33
单位面积年均折旧费 $d'$ /(元·hm <sup>2</sup> )	432.50

表 4 轻型滴灌系统的年运行费

类别	数额	
控制灌溉面积/hm <sup>2</sup>	0.67	
费用类型/元	能耗费	10
	维护费	30
	人工费	20
	水电费	10
总费用/元	70	
单位面积费用/(元·hm <sup>2</sup> )	105	

表 5 轻型滴灌系统的年总费用

分项费用/(元·a <sup>-1</sup> )		合计/元	单位面积的年总费用/(元·hm <sup>2</sup> )
年折旧费	年运行费		
288.33	70	358.33	537.50

由表 3—表 5 可以看出,轻型滴灌系统的年总费用值较小,仅为 358.33 元/a,在其最大的控制面积 0.67 hm<sup>2</sup> 范围内,折合单套系统的年均运行总费用约 537.50 元/hm<sup>2</sup>,在农村用户的实际投资能力范围之内,可以为农民所接受,并便于推广应用。

### 3.3 节本、减灾、增收效益

2015—2016 年在宁夏回族自治区盐池县麻黄山乡的窖蓄水区进行了土豆抗旱灌溉的试验测试和应用过程中,计算和分析了单套轻型滴灌系统的投资成本和效益分析。从应用考核效果来看,轻型滴灌系统较好地适合于干旱缺水地区,用有限水量实施尽可能更大面积的作物抗旱,与常规灌溉系统相比,在节约用水、维持农业稳产、增产和增收等方面具有较好的经济效益<sup>[18,17,23]</sup>。

#### 1) 节约成本分析与计算

轻型滴灌系统中的输水管路、配水管路和灌水器等设备重复利用率明显提高 40%~60%,系统的配套设备数量得到大幅度减少,在控制相同灌溉面积的前提下,轻型滴灌系统的造价明显降低。另外,系统采用重力滴灌的供水模式,极大地减小了滴灌系统的能耗和运行成本。

在控制相同灌溉面积的前提下,计算了轻型滴灌系统的节水、系统设备投资、能耗费、人工费和维修费等指标,并与常规固定式滴灌系统进行了综合比较和分析统计。具体计算结果如表 6 所示。由表 6 可知,轻

型滴灌系统在正常运行年限内,平均投资 416 元/a,而常规固定式滴灌系统折合平均投资 760 元/a,二者比较,轻型滴灌系统比常规固定式滴灌系统的整体平均投资降低 344 元/a,节约成本折合约 45.3%。

表 6 灌溉系统的成本费用比较

指标	轻型滴灌系统		常规固定式滴灌		比较
	价格/(元·a <sup>-1</sup> )	计算年限/a	价格/元	计算年限/a	
系统设备成本	1 730	1	3 600	1	增加 1 870 元
能耗费	10	5	20	5	
人工费	20	5	5	5	
维修费	30	5	10	5	
其他费	10	5	5	5	
平均投资	416	1	760	1	节约 344 元,合 45.3%

2) 减灾、增收效益分析与计算。轻型滴灌系统对农业增产主要体现为该系统应用前、后形成的产量对比值,即为增产值,增收值即是按当地每年的农作物品种市场的平均价格,与其相应产量增加值相乘计算。

以此计算方法和依据<sup>[24-25]</sup>,得出 2015 年、2016 年在单套轻型滴灌系统的最大控制灌溉 0.67 hm<sup>2</sup> 全生育期的马铃薯试验面积范围内,马铃薯的农业增产量平均为 1 650 kg/a,实现农业增收 2 500 元/a,具体的增产率、增产量和增收值等效益计算如表 7 所示。

表 7 2015—2016 年的农业增产、增收效益

年份	应用对象	应用面积/hm <sup>2</sup>	平均增产/(kg·hm <sup>-2</sup> )	平均增产率/%	农业增产量/(kg·a <sup>-1</sup> )	单价/(元·kg <sup>-1</sup> )	增收值/(万元·a <sup>-1</sup> )
2015	马铃薯	2	2 475	9.9	4 950	1.4	0.69
2016	马铃薯	4	2 475	8.4	9 900	1.6	1.58
单套系统最大控制灌溉面积的平均年效益		0.667	2 475	9.15	1 650	1.5	0.25

## 4 经济分析与评价

1) 投资回收年限。按静态法计算<sup>[16,26]</sup>,以轻型滴灌系统 2015—2016 年马铃薯灌溉试验为例,单套轻型滴灌系统的设备总投资  $K=1\ 730$  元,年平均总增产值  $B=2\ 500$  元,年平均总费用  $C=70$  元,轻型滴灌系统的投资回收年限计算表达式为:

$$T = \frac{K}{B - C} \quad (6)$$

经计算,  $T=1\ 730/(2\ 500-70)=0.71$  a,即在其最大控制灌溉面积范围内,应用轻型滴灌系统 1 a,就能回收其全部投资成本。

2) 益本比。仍按静态法计算,表达式为:

$$R = \frac{B - C}{K} \quad (7)$$

经计算,  $R=(2\ 500-70)/1\ 730=1.40$ ,其效益费用较高,说明轻型滴灌系统在经济上是合理的。

## 5 结 论

1) 轻型滴灌系统的规格小、整体集成度高、操作方便简单,符合当前农村家庭用户的田地位置分散、单块面积较小或形状不规则、种植结构多样等农业种植模式,能够充分利用微小水源在特殊关键期实施作物的应急抗旱或常规灌溉。

2) 轻型滴灌系统的投资低,在 1 个灌水周期内的单套系统最大控制灌溉面积为 0.67 hm<sup>2</sup>,总投资 1 730 元/套,完全满足普通农户的实际接受能力,计算得出轻型滴灌系统的投资回收年限为 0.71 a,即应用 1 a 可回收系统的全部投资成本。

3) 农业抗旱效果好,节水、节能、增产、增收等优势明显,促进农业产量提高 8%~13%,用户整体经济效益提高约 25%~30%,益本比高达 1.40,明显地稳定了生产、维持了农业的可持续发展。

4) 轻型滴灌系统的设备重复利用率高、节本效益较好,极大程度地减少了塑料对农田的污染,具有较好的生态效益和环境效益。

## 参考文献:

- [1] 中华人民共和国水利部. 2015年中国水资源公报[M]. 北京:中国水利水电出版社,2016.
- [2] 吴普特,牛文全. 现代高效节水灌溉设备[M]. 北京:化学工业出版社,2002.
- [3] 彭世彰,丁加丽. 国内外节水灌溉技术比较与认识[J]. 水利水电科技进展,2004,24(8):49-52, 60.
- [4] 吴玉芹,杨鹏,刘思若. 关于我国微灌技术发展的几点思考[J]. 灌溉排水学报,2015,34(12):1-4.
- [5] 国家发展和改革委员会.《中华人民共和国国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要辅导》读本[J]. 全国新书目,2016(5):10.
- [6] 谢瑞贤. 适合发展中国家小农户的低成本滴灌系统[J]. 节水灌溉,1999(4):35-36.
- [7] 冯俊杰. 移动地下滴灌系统研究及配套产品开发[D]. 西安:西安理工大学,2008.
- [8] 宽鹏德,史才德. 旱坡地移动式自压滴灌工程设计[J]. 水利科技与经济,2015,21(9):64-66.
- [9] 黄彦,孙彦君,王柏,等. 黑龙江省抗旱节水灌溉集成技术模式研究[J]. 节水灌溉,2016(8):187-189.
- [10] 冯俊杰,翟国亮,仵峰,等. 可移动地下滴灌装置的研制开发[J]. 中国农村水利水电,2007(11):34-36, 38.
- [11] 李仰斌,谢崇宝,张国华,等. 自驱集成式一体化滴灌机研发[J]. 节水灌溉,2014(9):84-86, 90.
- [12] 冯俊杰,翟国亮,邓忠,等. 灌溉管路联接件:ZL200720187715.8[P]. 2008-10-08.
- [13] 邓忠,冯俊杰,翟国亮,等. 灌溉管路用快速连接件产品的研制及其水力性能[J]. 水利水电科技进展,2013,33(1):70-73.
- [14] 冯俊杰,李明臣,翟国亮,等. 移动插入式灌水器的结构研究与抗堵塞试验分析[J]. 中国农村水利水电,2008(11):39-42.
- [15] 张楨浦. 对水利工程经济评价若干问题的商榷[J]. 黑龙江水利科技,2014,42(1):202-203.
- [16] 李丹,赵经华,付秋萍,等. 滴灌核桃不同灌水定额下综合效益优选[J]. 灌溉排水学报,2017,36(1):91-94.
- [17] 王成福,朱美玲,邓浩,等. 基于LFA荒漠土地滴灌项目综合评价体系构建与应用:以新疆温宿滴灌生态园项目为例[J]. 节水灌溉,2017(5):98-101.
- [18] 水电部中国农业科学院农田灌溉研究所滴灌组,河南偃师县水电局,河南偃师县山化公社关窑大队. 偃师县关窑大队移动式滴灌抗旱总结[J]. 灌溉科技,1978(1):9-15.
- [19] 水电部中国农业科学院农田灌溉研究所滴灌组. 偃师千亩滴灌试验点大田作物移动式滴灌经济效益显著[J]. 排灌机械,1983(1):6.
- [20] 冯浩,吴普特,李少斌,等. 内蒙准格尔旗雨水集蓄利用工程投资效益分析[J]. 灌溉排水学报,2006,25(1):80-84.
- [21] 罗家雄,魏一谦,朱振兴. 滴灌效益试验总结以及发展滴灌的意见[J]. 新疆农垦科技,1981(8):24-32.
- [22] 段东亮,吴普特,汪有科,等. 沙地马铃薯滴灌毛管布设试验研究[J]. 灌溉排水学报,2008,27(1):100-102, 118.
- [23] 韩文锋,金光辉. 不同滴灌量对马铃薯产量及品质的影响[J]. 中国马铃薯,2010,24(5):263-266.
- [24] 王玉明. 达尔罕茂明安联合旗马铃薯膜下滴灌效益分析[J]. 内蒙古农业科技,2010(3):42-43.
- [25] 张学科,李惠霞. 不同灌溉方式下温室番茄水分利用率及经济效益研究[J]. 灌溉排水学报,2016,35(7):97-100.
- [26] 和瑞. 新疆膜下滴灌工程经济评价的研究[D]. 杨凌:西北农林科技大学,2008.

## Financial Analysis of the Light Drip Irrigation System for Emergence Use in Drought Fighting

FENG Junjie<sup>1</sup>, JIA Yanhui<sup>1</sup>, ZHANG Hongxia<sup>2</sup>, SUN Xiulu<sup>1</sup>,  
WANG Yuxiu<sup>3</sup>, ZHAO Qingqing<sup>1</sup>, HUANG Xiuqiao<sup>1\*</sup>

(1. Farmland Irrigation Research Institute, Chinese Academy of Agricultural Sciences/Key Laboratory of Water-Saving Agriculture of Henan Province, Xinxiang 453002, China; 2. The Bureau of Water Resources of Shangqiu Municipality, Shangqiu 476000, China; 3. Yanchi Water Authority of Ningxia, Wuzhong 750015, China)

**Abstract: 【Objective】** The fixed drip irrigation system has some shortcomings including high costs, difficult for reuse, inconvenient maintenance and management. To overcome these problems, a light drip irrigation system for emergent use in drought fighting was developed. The purpose of this paper is to analyze its financially viability. **【Method】** The analysis was based on the structure of the system. The costs considered in the analysis included direct and indirect costs, the operation cost and its devaluation; the benefits considered included the save in costs compared with the fixed system, increased profits due to amelioration of the adverse impact of the drought, and the consequent increased income. The calculation was based on the method of investment static index. **【Result】** The maximum area of the light drip irrigation system controlled was 0.67 hm<sup>2</sup>, the total investment was 1 730 yuan/set, the total annual operation cost was 537.50 yuan/hm<sup>2</sup>, and the system cost was lower 45.3% than that of the regular fixed drip irrigation system, the crop yield was raised by 8%~13%, the total economic benefit of the users was raised about 25%~30%, the investment in the light drip irrigation system could be returned after 0.71 years, and the benefit-cost ratio was 1.40. The system hence had a good economic benefit. **【Conclusion】** The light drip irrigation system is financially viable and acceptable by farmers. Its high benefit-cost ratio means that it provides a vial irrigation technique for emergent use in drought fighting.

**Key words:** anti-drought; drip irrigation; engineer investment; benefit analysis

责任编辑:白芳芳