

蓄流分离式灌溉模式研究与实践

张江辉^{1,2}, 周和平³, 徐小波³, 姚新华⁴

(1. 西安理工大学, 西安 710048; 2. 新疆水利水电科学研究院, 乌鲁木齐 830049;

3. 新疆自治区水利厅, 乌鲁木齐 830000; 4. 新疆巴州水利管理处, 新疆库尔勒 841000)

[摘要] 蓄流分离式灌溉是基于稀植性果树园艺类经济作物需水特性和要求, 近年创新提出并实施技术试验与实践的节水灌溉新模式。综述了蓄流分离式灌溉模式基本理念; 阐述了蓄流灌溉系统关键技术——蓄流分离式灌水器; 分析了蓄流灌溉模式的节水增产、节能降耗、提升灌溉水温以及解决低水头条件下的灌溉均匀性等综合技术效应, 指出今后蓄流灌溉模式应着力研究的主要问题。

[关键词] 节水农业; 蓄流分离式灌溉模式; 创新研究; 实践

[中图分类号] S27 [文献标识码] A [文章编号] 1009-1742(2008)09-0025-06

1 蓄流分离式灌溉模式

1.1 蓄流分离式灌溉理念

蓄流分离式灌溉模式的基本理念^[1], 是基于供水与灌溉不连续、不同步、相互独立用水机理, 将田间作物需水量灌溉, 通过供、输水方式输至田间分离式蓄流灌水器之中, 作物灌溉用水是灌水器中的水量在自重作用下, 自行释放自流灌溉的过程, 即供输水“蓄”与作物自流灌溉的“流”之间彻底分离的灌溉方法, 由此形成了蓄流灌溉系统。蓄流分离式灌溉突破了传统的灌区供水与灌溉用水同步和连续性方式, 是一种创新的灌溉模式。

1.2 蓄流灌溉的非连续性

基于蓄流分离式灌溉基本原理, 作物实施灌溉是由蓄流灌溉系统中的关键技术设备——分离式蓄流灌水器进行自流式灌水。

分离式蓄流灌水器可视为接纳灌溉用水的有压容器, 它有管径较大的进水软管、充水排气小孔、管径微小的灌溉导流微管等构成。

根据小孔出流理论^[2] (出流微孔半径 d 与蓄流容器内的水位 H 之比, $d/H \leq 0.1$), 在蓄流容器内水位 H 保持恒定的出流式为

$$Q = \varepsilon \varphi A \sqrt{2gH_0} \quad (1)$$

或

$$Q = \mu A \sqrt{2gH_0}$$

式中, Q 为微孔出流量, m^3/s ; A 为微孔出流断面, m^2 ; g 为重力加速度, m^2/s ; H_0 为蓄流灌水器容器中的水位, m ; $\mu, \varepsilon, \varphi$ 为微孔出流系数, 根据实验, $\varepsilon = 0.63 \sim 0.64$, $\varphi = 0.97 \sim 0.98$, $\mu = 0.60 \sim 0.62$ 。

蓄流灌溉运行行为非恒定流, 它有蓄流灌水器的充水与泄空两个过程, 因此需考证充水和放水所需的时间。

1.2.1 蓄流灌水器出流时间

设蓄流灌水器容器 (见图 1) 的截面积为 Ω , 出流口面积为 A , 孔口水头为 H , 如果行近流速不计, 则由式(1)可得

$$Q = \mu A \sqrt{2gH} \quad (2)$$

在 dt 时段内, 从出流口流出的水体积为

[收稿日期] 2008-03-24; 修回日期 2008-06-6

[基金项目] 水利部科技创新 (流域规划及专题研究) 项目 (2005-533-4); 国家科技支撑计划“干旱区低压根渗灌及蓄水灌技术研究与示范”资助项目 (2007BAD38B06)

[作者简介] 张江辉 (1963-), 男, 陕西兴平市人, 研究员, 博士, 新疆水利学会理事, 主要从事综合农业节水技术与水资源管理研究; 周和平 (1958-), 男, 湖北孝感市人, 高级工程师、中国管理科学院特约研究员, 主要从事节水灌溉、盐碱改良技术等研究

$Qdt = \mu A \sqrt{2gH_0}dt$ 。在同一时段内,容器内水体积的变化量为 $-\Omega dH$,负号为在 dt 时段内 H 值减少所致。在同一时段内,从出口流出的水体积应与蓄流容器中的水体积变化量相等,即

$$Qdt = -\Omega dH$$

或 $\mu A \sqrt{2gH}dt = -\Omega dH$

$$\text{所以, } dt = -\Omega dH / \mu A \sqrt{2gH} \quad (3)$$

当蓄流灌溉容器中的水头从 H_1 变化到 H_2 ,对上式积分得所需要时间

$$t = 2\Omega (\sqrt{H_1} - \sqrt{H_2}) / \mu A \sqrt{2g}$$

当 $H_2 = 0$,即蓄流灌溉容器水放空,容器中的水位降至最低时所需时间为

$$t = 2\Omega \sqrt{H_1} / \mu A \sqrt{2g} = 2\Omega H_1 / \mu A \sqrt{2gH_1} \quad (4)$$

式(4)中的 $\mu A \sqrt{2gH_1}$ 为出流孔口在水头 H_1 作用下的恒定出流。可见,蓄流灌溉运行非恒定流,即变水头时放空水量所需要的时间是水头不变恒定流时放水所需时间的2倍,这说明灌水器入流快,出流慢;蓄流灌溉系统中的灌水器灌溉出流所消耗时间与蓄流灌水器容积大小有关,供输水与作物灌溉形成两个相对独立的不同单元,因而田间作物灌溉是一个与供水不连续的自行完成灌水过程。显然,由于蓄流灌溉系统的供水(充水)流量远大于灌水器出流(泄空)流量,灌溉系统供水过程在很短的时间内完成。

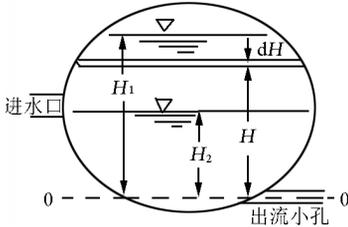


图1 蓄流灌水器容积示意

Fig. 1 Gathers flows the douche volume hint

1.2.2 蓄流灌水器入流时间

蓄流灌溉系统是将水源水量通过灌溉系统的供水管网,向灌溉管网系统上连接的 n_i 个分离式蓄流灌水器进行蓄水,灌溉系统中的蓄流灌水器充水完成后,则灌溉系统的水源供水开关关闭,此时,某轮灌区的某次灌溉供水作业完毕。

现取蓄流灌溉供水系统的一个单元(见图2)进行分析。设某个轮灌区某次灌溉作物所需灌溉总水

量为 W ;轮灌区内 n 个蓄流灌水器充水所需流量为 Q_i ,则轮灌区作物灌水定额为蓄流灌水器中水量之和: $\sum_{i=1}^n Q_i$;轮灌区内灌溉供水系统所需时间为输水管线长 L 与管内流速 V 之比,即 L/V ,则该轮灌区所需供水时间为

$$t = W / \sum_{i=1}^n Q_i + L/V \quad (5)$$

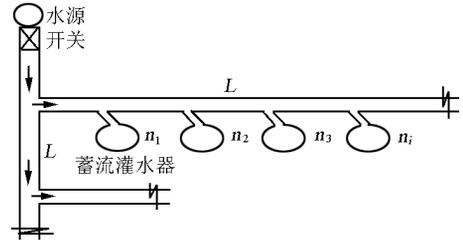


图2 蓄流灌溉供水系统

Fig. 2 Gathers flows the irrigation water supply system

由此可见,蓄流灌溉系统供水所需时间主要与轮灌区内蓄流灌水器容积充水过程有关。尤其是对于供水管道系统,由于流速较快、供水效率较高,加速了蓄流灌水器充水在短期内完成,使得轮灌区供水作业结束。这说明,蓄流灌溉系统的供水与田间灌溉是相互独立、彼此分离的过程。由此表明蓄流分离式灌溉与传统常规的供水与灌溉连续性模式不同,它将供水与作物灌溉彼此之间形成独立、不同步、不连续的单元体。

1.3 蓄流灌溉方式

蓄流灌溉系统的灌水过程,是以蓄流灌水器中的定额水量通过微管出流导管向埋设在果树根部区域一定深度的灌水入渗器皿进水的过程。根据土壤入渗速率和作物需水量要求,通过蓄流灌水器的出流微管的开关调节灌溉水的“出入平衡”灌溉。

2 蓄流灌溉综合技术效应

2.1 节水机理与试验分析

2.1.1 节水机理

基于蓄流灌溉系统及其灌水方式(见图3),既有喷灌、微灌等灌溉技术所共有的节水方式,也有其特有的灌溉运行特点,从而为果树节水灌溉创造了条件。



图3 蓄流灌溉节水路径简图

Fig. 3 Gathers flows the irrigation saving water way diagram

由图3看出,蓄流灌溉技术节水主要通过以下方式实现^[3]:

1)管网化供水系统节水。蓄流灌溉系统的田间均为封闭式管网供水,如同喷灌、微灌等灌溉系统一样,在供水过程中不会产生输水渗漏损失浪费,系统供水效率高。

2)细流渗灌充分节水。蓄流灌溉与喷、滴灌溉方式不同,喷灌是以喷洒方式灌水;滴灌是以滴头滴水的方式进行作物根区局部土壤湿润灌水。蓄流灌溉则是以分离式蓄流灌水器为条件,灌水器中的水量在自重作用下,通过微管出流导管自行释放缓慢出流进入果树作物根部灌水入渗器皿中,以细流灌溉的方式渗透作物根系区域土壤,灌溉用水是在封闭状态下进行的。既可减少水分蒸发、又能增加灌水均匀性,提高灌溉水有效利用率,解决了果树类作物喷灌过程中的水分飘移、蒸发损失等问题。

3)蓄流灌水器定额水量计量自控节水。蓄流灌水器具有作物灌水定额自控及自动出流等功能,果树用水量多少事先设计确定,实现了作物灌水定额及用水计量的自控。从而解决了喷灌、微灌等节水灌溉工程由于人为管理不当而产生的管理过程中的浪费用水现象,为定额用水计量灌溉的节水管理提供了技术保障。

2.1.2 蓄流灌溉节水增产

1)节水效果。2003~2005年蓄流灌溉在新疆巴州灌溉试验站,进行了石榴果树田间试验研究。结果表明(见表1),常规沟灌灌水3次,灌水定额 $1\ 115\ \text{m}^3/\text{hm}^2$,灌溉定额 $3\ 344\ \text{m}^3/\text{hm}^2$;蓄流灌溉灌水4次,灌水定额 $300\ \text{m}^3/\text{hm}^2$,灌溉定额 $1\ 200\ \text{m}^3/\text{hm}^2$,比对照(CK)平均减少用水量 $2\ 144\ \text{m}^3/\text{hm}^2$,节水率为64.1%,节水效果显著^[4]。

表1 石榴果树蓄流灌溉田间用水分析

Table 1 The pomegranate fruit tree gathers the class to irrigate the field water used analysis

试验年份	常规沟灌 CK/($\text{m}^3 \cdot \text{hm}^{-2}$)			蓄流灌溉/($\text{m}^3 \cdot \text{hm}^{-2}$)			与CK比较	
	灌水次数	灌水定额	灌溉定额	灌水次数	灌水定额	灌溉定额	节省水量	节水率/%
2003~2005	3	1 115	3 344	4	300	1 200	2 144	64.1

2)土壤水分效应。图4、图5分别为果树石榴蓄流灌溉、常规沟灌灌水前后土壤含水量变化。结果表明,灌水后的土壤含水量达到或接近土壤田间持水量之后,土壤含水量达到峰值;由于果树对水分的吸收和蒸腾效应,随着时间推移土壤含水量逐渐减少。这说明在蓄流灌溉条件下,作物灌水前后的土壤水分变化与常规沟灌有着类似的变化过程,遵循一般意义上的作物需水和土壤水分消长过程和规律。

由土壤含水量区间量化分析看出,在0~60 cm深度,土壤含水量最大值与最小值相差1.78~1.83倍;蓄流灌溉土壤含水量值相差1.56倍。表明蓄流灌溉土壤含水量上下变化幅度比常规灌溉变化要小。

0~60 cm土层常规沟灌土壤相对湿度(土壤含水量占田间持水的百分数)为58.5%~98.6%;蓄流灌溉为58.3%~92.2%,两种灌溉方式的土壤相对湿度基本接近。可以看出,蓄流灌溉土壤相对

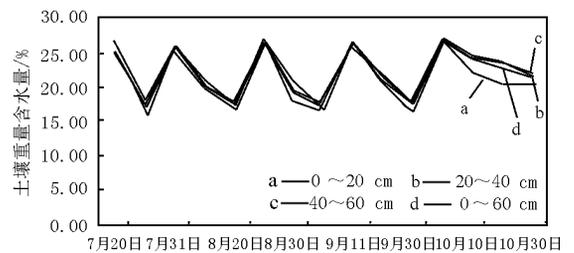


图4 蓄流灌溉土壤含水量变化过程

Fig. 4 Gathers flows the irrigation soil moisture content change process

湿度仍可达到适宜的土壤湿润范围。灌水之后的土壤水分干湿变率平缓,适宜的土壤水分有利于作物吸收水分和正常生长。

3)生长及产量效果。生长观测表明(见表2),蓄流灌溉石榴果树平均株高比沟灌提高1.86%,长势好于常规沟灌。试验区石榴果树为第4年生长期

已挂果,经实测,蓄流灌溉产量 3 150 kg/hm²,比常规沟灌产量 2 625 kg/hm² 增加 525 kg/hm²,增产 20%,增产效果显著。

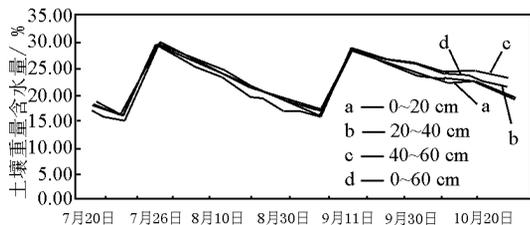


图5 常规沟灌(CK)土壤含水量变化过程

Fig.5 The conventional ditch fills the (CK) soil moisture content change process

表2 石榴果树生育期生长量观测分析

Table 2 Pomegranate fruit tree period of duration growth quantity observation analysis

生育期	观测时间 /年-月-日	观测 样数	蓄流灌 溉平均 株高/cm	沟灌(CK) 平均株 高/cm	比CK增 长量/cm	比CK 提高/%
萌芽期	2005-03-20	6	1.305	1.250	0.055	4.40
初花期	2005-05-20	6	1.584	1.573	0.011	0.70
坐果期	2005-07-21	6	1.820	1.770	0.050	2.82
加权平均			1.699	1.668	0.031	1.86

2.2 节能机理及效应

2.2.1 节能机理

目前喷、微灌节水灌溉运行中能耗较大是一个实际存在的问题,过多能耗给工程运行管理产生了一笔不少的费用,增加了运行成本。

蓄流分离式灌溉为解决能耗过多问题,从减少作物灌水时间着手,将灌水耗时及能源供应尽可能地向非能源消耗方面转化。其关键点是将灌溉运行过程分成以下三个不同阶段:

1) 灌区管网独立供、输水阶段。开启轮灌区供水开关,向本轮灌区供水主管、分管及田间输水毛管三级管网供、输水。

2) 蓄流灌水器充水和管网供、输水终止阶段。当管网系统加压运行后,分布在田间输水毛管上的蓄流灌水器,在供水压力作用下灌水器容积水量很快充水完成,蓄流灌水器中蓄贮水量即为果树的灌水定额。此时,关闭本轮灌区的供水开关,表明本轮灌区供、输水任务已经完成,意味能源供应结束。

3) 田间灌溉独立完成阶段。在停止供水非耗能情况下,蓄流灌水器容积水量,在水量自重作用下,自由水能转化为出流,通过蓄流灌水器的微小出流导管细流逐步浸润果树根系局部土壤,实施细流

渗水的节水灌溉方式,这意味着田间灌溉与轮灌区管网供输水彻底分离。

由此可见,蓄流灌溉系统供水在很短时间内相对独立地完成供、输水任务,作物需水量一次性输送到田间作物用水处的蓄流灌水器之中,作物灌溉是一个自行释放的过程,灌溉耗时和作业均自动相对独立在田间完成。因此,蓄流灌溉有效地减少灌水历时,省时节能低耗。

2.2.2 节能效应分析

石榴果树滴灌与蓄流灌溉对比研究表明,蓄流灌溉技术节能低耗效果十分显著^[4]:井灌区单井出流 180 m³/h,控灌面积 46.7 hm²,3 个轮灌区,电机功率 30 kW,电费 0.35 元/(kW·h)。滴灌区 6 次灌水时间需:3(轮灌区)×8 h(1 个轮灌区用水时间)×6(灌水次数)=144 h,用电量 4 320 kW·h,电费高达 1 512 元;蓄流灌区灌溉时间仅 36 h,用电量 1 080 kW·h,电费 378 元,蓄流灌溉比滴灌节电 3 240 kW·h,节省电费 1 134 元,比滴灌节能降耗 75%。对于香梨、苹果等用水量远比石榴果树要大,且灌水高达 10~15 次,则节能效益会更加突出。

2.3 提升灌溉水温与效果

2.3.1 灌溉水增温机理

1) 灌溉水增温时间场。适宜的灌溉水温有利于作物正常生长,这对于利用地下水或春季灌溉水温较低灌区尤为重要,而蓄流灌溉模式则具有明显的灌溉水增温效应。

由于分离式蓄流灌水器(见图 6)特有的结构和采用的“蓄”与“流”分离的灌溉运行模式,使得蓄流灌溉具有灌溉水增温的时间场效应。

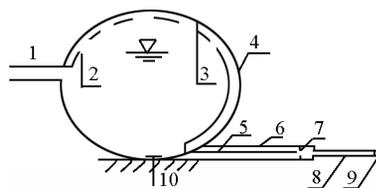


图6 蓄流灌水器结构简图

Fig.6 Gathers flows the douche diagram of mechanism

基于供水与灌溉的蓄、流分离的蓄流灌水器工作特点,提出蓄流灌溉水增温时间场理念:蓄流灌水器水量从灌水器容积充满至灌溉水量泄空的时间域,从灌溉水温考虑,灌水器容积中的水量滞留时间长,则利于灌溉水温的提升。显然,时间场与灌水器容积量、进水流量、灌溉水出流量有关。蓄流灌水器

充水时间由灌水器容积 V 和进水流量 Q 决定,即

$$T = V / Q \quad (6)$$

灌水器容积近似球体积,即 $V = 4\pi R^3 / 3$,灌水器进水流量与流速 v 、管径 d 有关,即 $Q = d^2 \pi v / 4$,代入式(8)中得

$$T = (4\pi R^3 / 3) / (d^2 \pi v / 4) \quad (7)$$

$$= 16R^3 / 3vd^2$$

式中, T 为灌水器充满水时间,s; R 为灌水器容积半径,m; D 为灌水器进水管径,m; V 为供水系统灌水器进水流速,m/s。

上式分析看出^[5],蓄流灌水器充水时间 T 与灌水器容积半径 R 的立方成正比,与灌水器的进水管径 d 的平方、流速 v 成反比。这说明,在灌水器容积一定情况下,进水管径和流速愈大,则充水时间愈少。

蓄流灌溉系统水流运动包括两个过程,通过输水管网向蓄流灌水器容积充水为恒定流;当蓄流灌水器容积水量充满后,灌区单元的输水系统关闭,此时灌水器灌溉水出流为非恒定流。

由水力学微孔出流理论推出,蓄流灌水器容积水量泄出时间 t 为

$$t = 4\pi R^3 / \mu A \sqrt{4gR} \quad (8)$$

整理得

$$t = 2\pi R^{2.5} / \mu A \sqrt{g}$$

式中, μ 为流量系数; A 为小孔出流断面, m^2 ; G 为重力加速度, m^2/s ; R 为灌水器容积半径,m。

上式表明,蓄流灌水器灌溉出流时间 t 与灌水器容积半径 R 的 2.5 次方成正比,与出流导管横断面 A 和重力加速度 g 的平方根成反比。这说明,灌水器水量一定时,出流导管过流面积愈小,则灌溉水量在灌水器中滞留时间愈长。

分析表明,蓄流灌水器容积快速进水充贮灌水器容积,慢速出流,即蓄流灌水器容积中水量 V 很快充满,灌溉水出流量 q 非常缓慢,即 $q_{\text{出流}} \ll V_{\text{蓄水量}}$,使灌水器容积水量有一个足够滞留时间,为灌溉水吸收太阳能提供了重要的时间和空间。

2) 蓄流灌水器吸热效应。蓄流灌水器相当于一个天然的太阳能吸热板,它将供水、贮蓄水、灌溉水出流通过“灌水器吸热板”连接,以达到灌溉水升温效应(见图7)。蓄流灌水器材料为具有一定厚度和耐压强度的 PVC 材料,并根据作物不同生长阶段的需水特点和灌溉水温等要求,事先设计成不同灌水定额和不同颜色的蓄流灌水器产品,可以充分借助材料吸热性能,利用

缓慢出流时间产生灌溉水升温效应。

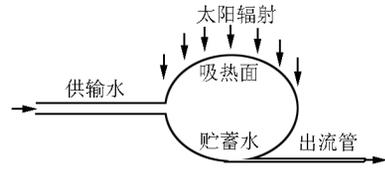


图7 灌水器吸热状态

Fig. 7 Douche heat absorption condition

2.3.2 灌溉水升温效应观测

观测结果表明,4~5月正值石榴果树果实生长初期,果树生长对灌溉水温要求敏感,适宜灌溉水温有利于果实的生长。据该时段观测,对照区提取井水灌溉水温 17°C ,采用蓄流灌溉方式灌溉水温 21°C ,灌溉水温增加 4°C 提高 23.5%,蓄流灌溉技术具有明显提升灌溉水温的作用。

2.4 低水头灌溉均匀问题

灌溉均匀度是微灌节水技术的重要指标。为满足作物均匀灌溉需要,供水系统通常以消耗较多的能源而获得系统较大工作压力。若是低水头微灌管网供水系统,很难满足作物均匀灌溉需要。目前常用方法是:通过若干个轮灌区设计,集中使用和消耗有限的供水压力;二是选择使用性能较好的灌水器。但对于自流灌区自然低水头(一般 $0.5 \sim 2.0\text{ m}$)微灌供水系统水头压力过小,尽管将灌溉系统划分成多而小的轮灌区,但灌溉均匀性仍差,蓄流灌溉有效地解决了这一技术难题。

蓄流灌溉系统工作原理和运行模式的三个特点是:a. 灌区供输水与灌溉相互分离;b. 采用分离式蓄流灌水器实施田间灌溉;c. 蓄流灌溉具有灌水定额控制自制性,这些重要特征为灌溉系统“总量控制,定额用水”提供了技术支持。

蓄流灌溉方式^[6],对于一个轮灌区内只要满足灌水器的充水要求,就能够实现该轮灌区内作物用水量和灌溉均匀性,解决了灌区因水头不足而产生的灌溉不均匀问题,为解决目前微灌系统以高水头为代价获得灌溉系统工程布局 and 均匀灌溉问题,提供了可行的技术途径。

蓄流灌溉系统运行以轮灌区进行,每个轮灌区取水处均有一个供水开关,当该轮灌区需要灌水时,开启轮灌区供水开关开始供水。

当该轮灌区内所有蓄流灌水器容积充满水后,表明该轮灌区内用水总量已供给完成,此时工作人员根据设计的“阈值”(灌溉制度或供水作业完成报

音器装置)信息指标关闭该轮灌区供水开关,从而完成本轮灌区的供水灌溉任务,接着开启另一轮灌区供水开关进行下一轮灌区供水任务。

3 结语

蓄流分离式灌溉是一种适用于稀植类果树类经济作物的节水灌溉新模式,多年的技术理论与试验实践表明,蓄流分离式灌溉具有明显的节水增产、节能降耗、提升水温、水量自控以及提高低水头条件下的灌溉均匀性等综合效果,为内陆干旱农业灌区果树节水灌溉提供了新方法。

随着经济结构调整,我国果树园艺类经济作物面积占有相当比重,由于果树用水特性和要求,需要研究符合果树节水灌溉的新技术。在我国有针对性多元化^[7-9]地研究新的节水灌溉模式、新的灌溉节水器,以适应不同作物生长和节水灌溉的需要是非常必要的。蓄流灌溉系统的关键核心技术是分离式蓄流灌水器^[10],蓄流灌水器技术研究已基本成熟,但因资金等问题目前尚未形成技术产品及向生产力方面转化,这也正是今后努力方向。

参考文献

- [1] 周和平,徐小波,张 荣,等. 自流蓄灌节水新技术的初步研究[J]. 节水灌溉,2004(4):16-18
- [2] 吴持恭主编. 水力学(上册第二版)[M]. 北京:高等教育出版社,1985,5:108-113
- [3] 周和平,徐小波. 蓄流灌溉技术节水节能机理研究[J],灌溉排水学报,2006,5(B):111-113
- [4] 周和平,徐小波,加帕尔·肉孜. 蓄流灌溉技术试验分析[J],灌溉排水学报,2007(1):89-92
- [5] 周和平,徐小波. 基于蓄流灌水器的灌溉水温研究[J]. 中国农村水利水电,2007(增):120-123
- [6] 周和平,徐小波,彭立新,等. 基于蓄流灌水器的灌溉均匀问题研究[J]. 节水灌溉,2007(6)
- [7] 吴普特,牛文全,郝宏科编著. 现代高效节水灌溉设备[M]. 北京:化学工业出版社,2002. 13-20
- [8] 许一飞. 国外农业高效用水的研究应用及发展趋势[J]. 节水灌溉,1998
- [9] 刘润堂,李 琪,曾令文. 我国节水灌溉设备企业发展对策[J]. 中国水利,2003
- [10] 周和平,赵登明,禹 锋,等. 我国节水灌溉灌水器研究现状与展望[J],中国农村水利水电,2007(5):68-70

Gathers flows the separation formula irrigation pattern research and the practice

Zhang Jianghui^{1,2}, Zhou Heping³, Xu Xiaobo³, Yao Xinhua⁴

(1. Xi'an University of Technology, Xi'an 710048, China; 2. Xinjiang Water Conservation Water and Electricity Academy of science, Urumqi 830049, China; 3. Xinjiang Autonomous Region Water Department, Urumqi 830000, China; 4. Xinjiang Pakistan State Water conservation Administrative office, Korla city, Xinjiang 841000, China)

[Abstract] Gathers flows the separation formula irrigation is a new water-saving irrigation pattern, which is based on the characteristic and request that thinly plants the fruit-growing class industrial crop needs water and is proposed on the basis of innovation technical experiment and practice in recent years. This paper summarized the basic idea of gathers flows the separation formula irrigation pattern, elaborated the key technologies of gathers flows the irrigation system, and that is gathers flows the separation formula douche, analyzed the comprehensive technical effect of gathers flows the separation formula irrigation pattern, including saving water to increase production, conserving energy and consumption, raising irrigation water temperature and solving the problem of irrigation unlevelness in low head conditions and pointed out the main problems which should be focused in future.

[Key words] water-saving agriculture; gathers flows the separation irrigation pattern; innovation research; practice