

果园微灌与管道施药复合系统研究

李怀有

(黄河水利委员会西峰水土保持科学试验站,甘肃 西峰 745000)

摘要: 果园微灌与管道施药复合系统由水源工程、药池、首部枢纽、田间管网、配水取药栓、移动毛管、灌水器、移动胶管、喷头、喷枪、追肥枪、根注器等组成。该系统具有多目标利用价值,不仅可用于果园微灌,而且可快速及时有效地防治病虫害、喷施生长调节剂、防干热风、防日烧、防花期霜冻、叶面追肥、地下追肥、地下施药等。已建立示范点22处,运行良好;节水率达75%,可提高工效10倍~12倍,水肥同施,提高肥效,具有节水、节肥、省药、省工的显著效果。

关键词: 果园;微灌;施药;复合系统

中图分类号:S660.71 **文献标识码:**A **文章编号:**1000-7601(2001)01-0059-07

针对“果园管道施药系统研究”^[1]中存在施药系统与微灌系统相分离的问题,为同时解决果园微灌、施肥、施药的问题,在有关研究^[1]的基础上,深入开展果园微灌、施肥、施药方面的技术集成研究,使果园微灌化、施药管道化、功能多样化,实现了水肥同施,提高了水分利用率和肥效,该系统具有多目标利用价值,取得了较好的效果。

1 材料与方法

1.1 使用材料

果园微灌与管道施药复合系统由水源工程、药池、首部枢纽、田间管网、配水取药栓、移动毛管、灌水器、移动胶管、喷头、喷枪、追肥枪、根注器等组成。根据动力不同,可分为电动式、机动式、人力式、自压式4种,一套复合系统也可同时配置2种动力,如微灌时可配置电动式、机动式或自压式,施药时可配置机动式、人力式或电动式,该套系统也可配套一种动力(如电动式),动力配置根据果园情况因地制宜确定。

水源工程主要指雨水集蓄工程或其它小型蓄水建筑物(如水窖、水池等)。主要用于灌溉的水窖容积多为40 m³~60 m³,水池容积为30 m³~300 m³。

药池主要采用圆形或长方形半地上式结构,有效容积按3.0 m³/hm²~7.5 m³/hm²估算,药池容积一般在1.0 m³~15.0 m³之间,池底用三七灰土处理后铺10 cm 200#素混凝土,墙体采用12 cm或24 cm 100#机砖砌筑,内表面用200#砂浆粉光,池底预留集药坑,用于收集药液和放置潜水泵。

首部枢纽根据动力不同略有差异,一般包括动力(潜水泵、机动喷雾泵、踏板式喷雾器

收稿日期:2000-06-24

基金项目:甘肃省西峰市“九五”科技攻关项目;黄河上中游管理局基金项目资助(项目编号:99004)

作者简介:李怀有(1969-),男,甘肃西峰人,工程师,主要从事集雨节水灌溉方面的研究。

等)、水表、压力表、进排气阀、安全阀、过滤器、逆止阀、闸阀、管件等。安装逆止阀主要用于防止万一药液回流水管,这是有别于施药系统的一个技术关键。

田间管网按照操作管理方便、管线最短、投资最小的原则,主要采用“1”、“T”、鱼骨形 3 种形式布设;整个复合系统采用半固定式,干管顺果树行布设,支管垂直树行布设,毛管、移动胶管顺果树行布设。干管主要根据果园微灌的需要经水力计算后确定管径,一般选用 $\Phi 25$ mm 和 $\Phi 32$ mm PE 管(高压低密度聚乙烯管),最粗不得超过 $\Phi 40$ mm PE 管。支管根据同时满足微灌和施药的需要经水力计算后确定管径,一般选用 $\Phi 20$ mm 和 $\Phi 25$ mm PE 管,在干管的末端,必需布设排药冲洗阀,用于管网冲洗。干、支管埋入冻土层以下,一般达 1.0 m 左右。

配水取药栓选用 $\Phi 15$ mm 铜质(或不锈钢)三角阀,与移动胶管可快速连接;配水取药栓通过引出管(1.2 m $\Phi 15$ mm 无缝镀锌钢管)与支管相连并固定。配水取药栓距地表 0.2 m。

移动毛管选用 $\Phi 10$ mm PE 管上安装滴头或微喷头制成,也可选用内镶式滴灌管、薄壁滴灌带、渗灌管。长度一般为 15 m~30 m。

灌水器一般选用压力补偿式滴头、微管滴头、孔口滴头、防堵塞可调式滴头、涡流型滴头、微喷头和根注器等。

移动胶管选用耐磨性、柔韧性较好的胶管,内径为 $\Phi 8$ mm,长度一般为 15 m~30 m。

喷头、喷枪均为常用类型,追肥枪选用 LYJ 多功能追肥枪,根注器选用 G2Q-A 型作物根部注射器。

移动毛管和移动胶管均装有与配水取药栓可实现通用快速连接的快接头,以保证微灌或施药时移动管的快速连接和转换,不仅实现了系统的多功能,也实现了系统各功能之间方便、快速转换。这也是该复合系统的特点。果园微灌与管道施药复合系统见图 1。

1.2 实施步骤

(1) 立项前期论证和可行性研究。

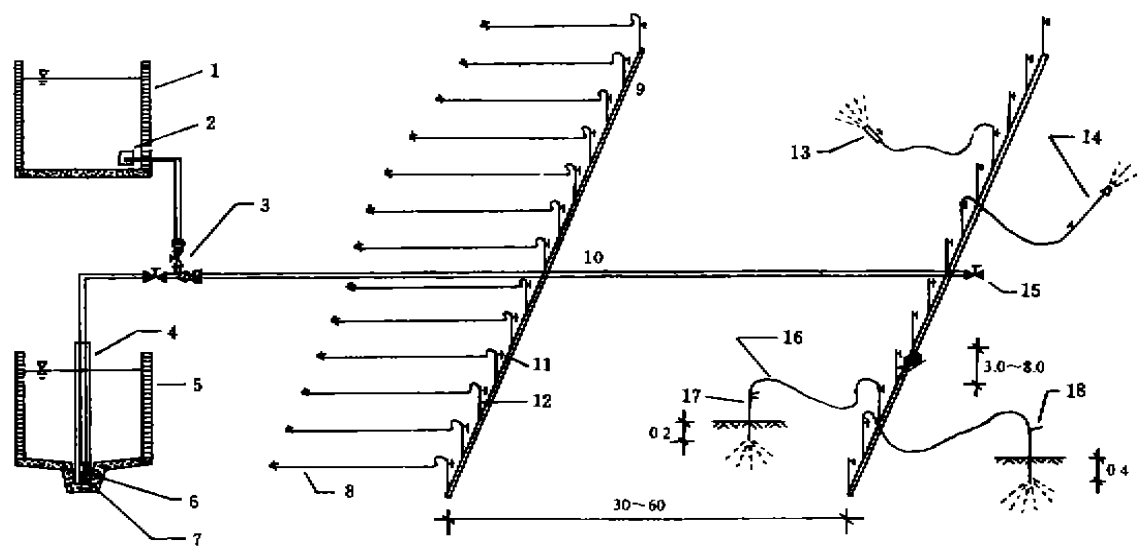
(2) 技术研究:包括进行试验设计、试验材料的选用,技术指标的确定,同时确定规划设计、试验安装的技术方案。

(3) 试验示范选点:考察果园的面积、树龄、密度、主栽品种、经营管理水平、经济效益,以及果园灌溉、施肥、施药现状,并根据果农文化素质、收入等综合评价果园是否适宜为微灌和管道施药复合系统示范点,以确定适宜的管网布设形式。

(4) 规划设计:在规划设计之前,首先调查果园的基本现状,并绘制出果园现状图,然后进行规划设计。根据果园现状图,确定微灌与管道施药复合系统管网的布设。经过水力计算,在确定各灌水器 and 施药器达到设计要求,满足生产实际,便于工程施工安装,管理维护及节省工程费用的前提下,根据系统的压力、流量、水头损失及管长等因素,经水力计算后确定干、支管的适宜管径^[2]。

(5) 施工安装:首先,进行管网放线,开挖管槽,槽深 1.0 m,同时,按照材料预算备料。对首部枢纽、田间枢纽、配水取药栓进行室内安装,完成后进行野外安装。室内和野外安装应严格按设计要求进行,不得随意安装。安装完成后试水,如发现有渗漏、破裂、脱落等情况及时进行修理,然后再试水,直到合格为止。试水时,应按照先试微灌用的毛管,再

试追肥枪和根注器,最后试喷头和喷枪,保证喷头、喷枪雾化达到设计和使用要求,切忌毛管、追肥枪、根注器、喷头、喷枪一齐开通试水,这样无法达到检测该系统性能的目的。试水合格后,修建首部枢纽和田间枢纽的保护装置,并对管槽及时回填压土,回填土高出地面 10 cm 以上。



- 1. 水塔蓄水池 Cistern of water tower; 2. 鼠笼式过滤器 Squirrel cage type filter; 3. 首部枢纽 Original hut; 4. 简易过滤器 Simple filter; 5. 药池 Pesticide pond; 6. 集药坑 Pesticide collecting pond; 7. 潜水泵 Submersible pump; 8. 移动毛管 Shiftable tiny pipe; 9. 支管 Subpipe; 10. 干管 Main pipe; 11. 配水取药栓 Bolt of water and pesticide; 12. 引出管 Fetch-out pipe; 13. 喷枪 Spray gun; 14. 喷头 Spray head; 15. 排药冲洗阀 Cleaning valve; 16. 移动胶管 Shiftable pipe; 17. 追肥枪 Top application gun; 18. 根注器 Root pour appliance

图 1 果园微灌与管道施药复合系统(单位:m)

Fig. 1 Diagrammatic stech of orchard compound system of micro-irrigation and pesticide application with pipeline(Unit:m)

(6) 管理培训:果园微灌与管道施药复合系统建成后,必须对果农进行使用管理知识培训。要树立“三分建、七分管”的思想,及时清洗管网,以免锈蚀。移动毛管、移动胶管用后及时收起盘好,挂于阴凉干燥处。对喷头、喷枪、根注器、追肥枪、首部枢纽等用后及时进行清洗、涂油保护,对各种农药妥善保管,以防人畜误食中毒。要加强果园微灌与管道施药复合系统的管护,及时检修配水取药栓等易损件,严格按技术操作规程使用农药和化肥。

2 系统安全设计与技术经济指标

2.1 系统安全设计

(1) 防堵设计:设计中,利用水窖、药池沉淀可去掉沉淀物,采用鼠笼式简易过滤装置过滤漂浮物,首部枢纽布设有二级筛网式过滤器。在熬制石硫合剂时,要筛去石灰和硫磺渣,并对石硫合剂原液进行过滤。施药后,特别是喷施石硫合剂后,立即清洗管网。施药与灌水可结合进行。干管和支管施药时流速较小,小颗粒淤积在管道内,待管道冲洗或灌水

时可冲洗掉,这样就保证不会堵塞喷孔和滴头。

(2) 防负压设计: 塬地果园高差较小,一般不考虑负压问题,PE 管抗负压能力较小,山地果园必须进行防负压设计。一般在管网最高点,干支管进口处布设进排气阀。

(3) 限压设计: 由于 PE 管额定工作压力为 0.4 MPa,加上埋于地下,周围土体对管道有侧压力,据有关资料^[3],埋深 1.0 m 时侧压力为 0.1 MPa 左右,因而,综合确定微灌与管道施药复合系统工作压力为 0.3 MPa~0.5 MPa,对落差大于 50 m 的山地果园,在管网最低点安装 0.3 MPa~0.7 MPa 的安全阀,塬地果园根据系统压力选择动力,一般不考虑限压问题。

(4) 防冻设计: 干、支管必须埋于冻土层以下,一般为 1.0 m,一年使用结束后对管网冲洗,并打开排药冲洗阀,排尽管网中积水,并将所有阀门打开一半左右,以防冻破阀门和首部枢纽,并防止异物进入管网。

2.2 技术经济指标

(1) 管网布设: 主要采用“T”、“T”、鱼骨形 3 种形式,整个复合系统采用半固定式,支管间距 30 m~60 m;毛管内径 $\Phi 10$ mm 或 $\Phi 12$ mm,毛管间距 3.0 m~8.0 m,毛管长度 15 m~30 m;移动胶管长度 15 m~30 m,内径 $\Phi 8$ mm。干管顺果树行布设,支管垂直树行布设,毛管、移动胶管顺树行布设。

(2) 工作压力: 系统的最佳工作压力为 0.3 MPa~0.5 MPa;滴头工作压力为 0.04 MPa~0.1 MPa,渗灌管工作压力 0.01 MPa~0.05 MPa,微喷头工作压力 0.1 MPa~0.2 MPa,根注器工作压力 0.05 MPa~0.1 MPa;喷头工作压力为 0.1 MPa~0.2 MPa,喷枪工作压力为 0.2 MPa~0.3 MPa;追肥枪工作压力 0.05 MPa~0.1 MPa。自压式水塔须高出果园 10 m 以上,自压式药池须高出果园 20 m 以上。

(3) 灌水器形式: 一般选用压力补偿式滴头、微管滴头、孔口滴头、防堵塞可调式滴头、涡流型滴头、微喷头和根注器等。

(4) 施药器形式: 均采用液压喷头或喷枪。

(5) 灌水器、施药器孔径: 微管滴头孔径 $\Phi 0.95$ mm,孔口滴头孔径 $\Phi 0.5$ mm,一般滴头孔径 $\Phi 0.5$ mm~ $\Phi 1.2$ mm,微喷头孔径 $\Phi 1.1$ mm,根注器孔径为 $4 \times \Phi 2.5$ mm;施药喷头孔径有 $\Phi 1.3$ mm 和 $\Phi 1.6$ mm 两种,喷枪孔径也有 $\Phi 1.3$ mm 和 $\Phi 1.6$ mm 两种;追肥枪孔径为 $3 \times \Phi 3.0$ mm。

(6) 灌水器、施药器流量: 滴头流量 1.5 L/h~12 L/h,滴灌带滴头流量 1.5 L/h~3.0 L/h,渗灌管流量为 2 L/(h·m)~4 L/(h·m),微喷头流量 20 L/h~250 L/h,根注器流量为 10 L/min~20 L/min; $\Phi 1.3$ mm 施药喷头流量 1.05 L/min~1.45 L/min, $\Phi 1.6$ mm 喷头流量 1.35 L/min~1.85 L/min,喷枪流量为 4.0 L/min~6.0 L/min;追肥枪流量为 10 L/min~20 L/min。

(7) 过滤器规格: 选用 60 目~100 目的筛网式过滤器。

(8) 安全阀规格: 选用压力为 0.3 MPa~0.7 MPa 的安全阀。

(9) 压力表规格: 选用 $\Phi 15$ mm 量程为 1.0 MPa 的压力表。

(10) 环境条件: 选择水温和环境温度为 5℃~30℃ 时进行果园微灌;选择天气晴朗、气温 5℃~30℃、风速 < 4 m/s 的早晨和下午进行施药。

(11) 田间工程投资 3 750 元/hm²~6 750 元/hm²。

(12)提高功效10倍~12倍,节水率75%,使果园增产25%,增收40%,年省工180 d/hm²,增产增收效果显著。

3 结果与分析

3.1 微灌试验结果与分析

试验中选用单相潜水泵加压微灌,额定压力为0.3 MPa,实际保证压力只有0.2 MPa,在该压力条件下,布设适宜数量毛管,可取得较好的效果(表1)。

表1 微灌试验结果
Table 1 Result of micro-irrigation test

加压方式 Mode of pressure	系统保证压力 System pressure (MPa)	灌水器类型 Type of pour appliance	孔径 Aperture (mm)	孔口流量 Flow of hole (L/h)	效果评价 Effect appraise
单相潜水泵加压 Add pressure with single phase submersible pump	0.2 Mpa	微管滴头 Dropping head	Φ0.95	2.8	优良 Good
		压力补偿式滴头 Pressure compensative dropping head	—	2.0	优良 Good
		防堵塞可调式滴头 Block-preventing and adjustable dropping head	3 丝道 3 screw line	5.0	优良 Good
			6 丝道 6 screw line	7.5	良好 Fairly good
			9 丝道 9 screw line	10.2	良好 Fairly good
		渗灌管 Seepage irrigation pipeline	—	3.5 L/(h·m)	优良 Good
		微喷头 Micro-spray head	Φ1.1	60	良好 Fairly good
		根注器 Root pour appliance	4×Φ2.5	720	优良 Good

注:防堵塞可调式滴头中的丝道指调节螺杆余留的丝道。

Note: The screw line of block-preventing and adjustable dropping head is the remaining space of adjust screw.

3.2 施药试验结果与分析

在试验中,选用单相潜水泵加压施药,额定压力为0.3 MPa,实际保证压力只有0.2 MPa,压力偏低,选用喷孔Φ1.6 mm 喷枪雾化效果一般,选用喷孔Φ1.3 mm 喷头喷施,雾化效果较好,可满足生产实际要求。采用摇臂式喷雾器人力加压喷施,当系统保证压力达0.4 MPa时,各施药器均取得令人满意的效果(表2)。

3.3 示范点统计结果与分析

该项目共建成果园微灌与管道施药复合系统22处,均为农民果园,主要布设在西峰市什社乡和温泉乡,示范面积10.5 hm²,主栽品种为红富士,果园管理水平在当地居中上水平,树龄4年~11年生。施药动力为电动和人力加压两种,微灌动力均采用电动式;药池为方形,容积为1.0 m³~2.0 m³,水窖容积30 m³~60 m³,配水取药栓为10个/处~42个/处;微灌形式有燕山滴灌、压力补偿式滴灌、华源渗灌、“润地”滴渗灌、微喷灌、注灌6种;毛管数为9条/处~30条/处,喷枪每处1个~2个,追肥枪每处1个,根注器每处1

个,666.7 m² 平均投资 3 750 元/hm²~6 750 元/hm²。

表 2 施药试验结果

Table 2 Result of pesticide application test

加压方式 Mode of pressure	系统保证压力 System pressure (MPa)	灌水器类型 Type of pour appliance	孔径 Aperture (mm)	孔口流量 Flow of hole (L/h)	效果评价 Effect appraise
单相泵加压 Add pressure with single phase pump	0.2 MPa	喷头 Spray head	1.3	1.1	良好 Fairly good
		喷枪 Spray gun	1.6	3.0	一般 Nomal
		追肥枪 Top application gun	3×3.0	10.8	优良 Good
人力加压 Add pressure manually	0.4 MPa	喷头 Spray head	1.3	1.35	优良 Good
		喷枪 Spray gun	1.6	4.8	良好 Fairly good
		追肥枪 Top application gun	3×3.0	18.5	优良 Good

3.4 复合系统与微灌系统的比较分析

在水源方面,复合系统与微灌系统相似,只是复合系统中增加 1 个药池;首部枢纽,复合系统中进水管与进药管在此连接成一个进入田间的管道,并在进水管上安装逆止阀,以防药液进入水窖;田间固定管网两者基本相同,只是用复合系统中的 1.2 m Φ15 mm 无缝钢管和三角阀取代微灌系统中的 Φ12 mm PE 旁通管和堵头;在移动设施方面,复合系统增加施药用的移动胶管、喷头、喷枪、追肥枪等。

3.5 复合系统与施药系统的比较分析

水源方面,复合系统比施药系统增加 1 个水窖;动力方面,施药系统一般只配备 1 种动力,复合系统根据需要也可配备 2 种动力;首部枢纽,复合系统增加了一道进水管和逆止阀,田间固定管网完全相同;在移动设施方面,复合系统增加了微灌用的移动毛管和灌水器。

3.6 功能分析

果园微灌与管道施药复合系统作为微灌系统和管道施药系统的技术集成,具有多方面的功能,可使果园的水、肥、病虫害防治等方面的管理水平得到较大提高,为走向精准农业提供了一项重要基础设施,由此实现果园的集约化管理。

(1) 用于果园微灌。可采用半固定式多种微灌方法进行,如滴灌、渗灌、微喷灌、注灌等,节水率达 75%,年灌水 3 次~4 次,节水效果显著。

(2) 防治病虫害。在防治病虫害的同时,喷施药肥,防治水心病,增加树体养分,年施药次数达 8 次左右。

(3) 喷施生长调节剂。集约化果园年喷施生长调节剂 5 次左右。

(4) 防干热风、防日烧。于 6 月中旬至 8 月中旬晴天中午喷水降温增湿,改善田间小气候,减轻干热风危害,预防日烧。

(5) 防花期霜冻。花前灌水,降低地温,延迟开花时间,花期低温时喷水,可提高果园温度,预防花期霜冻。

(6) 叶面追肥。利用该系统可进行叶面追肥,叶面追肥可与叶面喷药结合进行。

(7) 地下追肥。利用追肥枪叶面追肥时进行地下追肥,防治小叶病和黄叶病效果明显。

(8) 地下施药。利用追肥枪结合施肥时可向根部追施农药,可消灭地下害虫及根部病害。

该系统具有通用性良好,使用功效高,设施利用率高的优点。但值得注意的是,该系统不宜用于喷施除草剂,以防冲洗不净对果树生长产生不良影响。

4 结 语

该系统充分集成了微灌系统和管道施药系统的优点,实现了水肥同施,提高了水分利用率和肥效;该系统管网布设和系统结构合理,运行正常;安装规程操作性强,筛选出了适宜的材料,形成了一整套安装使用技术;提高功效 10 倍~12 倍,增产增收效果显著;使果园微灌化、施药管道化、功能多样化,该系统具有通用性、先进性、实用性的特点,推广应用前景广阔。

致谢:参加本项研究的还有吴建东、刘宗、王翔同志,特致谢意。

参 考 文 献:

- [1] 李怀有. 果园管道施药系统研究[J]. 干旱地区农业研究, 1999, 17(4): 50—54.
- [2] 周卫平, 宋广程, 邵思. 微灌工程技术[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 1999. 47—75.
- [3] 闫朝阳. 利用 PVC 薄壁管发展低压喷灌实验研究[J]. 节水灌溉, 1999, (4): 23—26.

Study on the compound system of orchard applying pesticide in tiny irrigation pipeline

LI Huai-you

(Xifeng Soil and Water Conservation Experimental Station, Yellow River
Water Conservancy Committee, Xifeng, Gansu 745000, China)

Abstract: The orchard compound system of applying in tiny irrigation pipeline consists of water sources, pesticide pond, original hut, field network, the bolt of mix water, shiftable little pipe, pour implement, sprinkler head, spray gun, top application gun, root pour implement etc. This system has multi-objective utilization value. It is not only used to orchard tiny irrigation, but also to prevent and control plant disease and eliminate pests effectively and rapidly, spray growth regulation chemical preparation, prevent warm and dry wind, sunlight hurt, flowering period frost. Twenty-two demonstration plots have been set up and run well. It can improve work efficiency 10 to 12 times, water-saving ratio to 75%, and has achieved remarkable result of increasing yield, economizing water, saving fertilizer and pesticide.

Key words: orchard; tiny irrigation; applying pesticide; compound system