

doi:10.3969/j.issn.1674-8530.15.0043



浙江省推广喷滴灌技术措施

沈海标, 奕永庆

(余姚市农村水利管理处, 浙江 余姚 315400)



沈海标

摘要: 浙江省推广喷滴灌技术,采用了以下3种做法:一是技术创新,采用单元小型化、管径精准化、肥药简约化等多项措施,降低了喷滴灌工程造价;二是应用创新,把喷滴灌应用于竹笋、杨梅、水稻(育秧)等30多种作物,并应用于灌水、施肥、施药、除霜、除雪,淋洗沙尘等多种用途,还用于猪兔羊、鸡鸭鹅、石蛙蚯蚓等养殖场降温、消毒,提高了综合效益;三是政府主导,通过制订规划、增加投资、技术培训,加快了喷滴灌技术推广。

关键词: 喷滴灌;创新;主导;效益

中图分类号: S277.9 **文献标志码:** A **文章编号:** 1674-8530(2015)07-0640-05

沈海标, 奕永庆. 浙江省推广喷滴灌技术的做法[J]. 排灌机械工程学报, 2015, 33(7): 640-644.

Shen Haibiao, Yi Yongqing. Practices for extension of sprinkler and micro irrigation technologies in Zhejiang Province[J]. Journal of Drainage and Irrigation Machinery Engineering (JDIME), 2015, 33(7): 640-644. (in Chinese)

Practices for extension of sprinkler and micro irrigation technologies in Zhejiang Province

Shen Haibiao, Yi Yongqing

(Yuyao Rural Water Resources Management Department, Yuyao, Zhejiang 315400, China)

Abstract: Technical innovation, miniaturization in unit, precision in pipe diameter, and simplicity in fertilizer and pesticide application were adopted and therefore reduced the cost of sprinkler and micro irrigation schemes. Application innovation: sprinkler and micro irrigation technologies were applied in over thirty crops including bamboo, waxberry and paddy rice (rice seedling); sprinkler and micro irrigation technologies have irrigation, fertilizer application, pesticide application, defrost, snow removing, and dust leaching; sprinkler and micro irrigation technologies were also applied in cooling and disinfecting the breeding farm of pig, cow, sheep, chicken, duck, goose, rana - spinosa and earthworm which increasing the comprehensive benefit. Governmental predominance: the sprinkler and micro technologies can be extended by formulating planning, increasing investment and conducting technical training.

Key words: sprinkler and micro irrigation; innovation; predominance; benefit

喷灌是把由水泵加压或自然落差形成的有压水通过压力管道送到田间,再经喷头喷射到空中,形成细小水滴,均匀地洒落在农田,达到灌溉的目的^[1-2]。喷灌其明显的优点是灌水均匀,少占耕地,节省人力,对地形的适应性强。主要缺点是受风影

响大,设备投资高。经过20多年的努力,现在中国已有喷灌面积 $8.0 \times 10^5 \text{ hm}^2$ 左右^[3-5]。喷灌系统的形式很多,其优缺点也就有很大差别^[6]。

浙江省早从20世纪70年代中期开始推广喷灌,但在1985—1999年间基本停滞,主要是造价高

收稿日期: 2015-03-10; 网络出版时间: 2015-07-09

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/32.1814.TH.20150709.1119.013.html>

作者简介: 沈海标(1982—),男,浙江余姚人,工程师(shb198212@163.com),主要从事节水灌溉技术研究。

奕永庆(1951—),男,浙江余姚人,教授级高级工程师(yyq8866@vip.163.com),主要从事节水灌溉技术研究。

的门槛阻碍了新技术的推广.从2000年开始,余姚市水利局开发推广经济型喷滴灌技术,2009年浙江省政府召开现场会组织推广,到2014年底全省新发展喷滴灌 $8.47 \times 10^4 \text{ hm}^2$,降低造价12 300元/ hm^2 ,节约建设资金10.5亿元;增加农民收入13 950元/ hm^2 ,累计经济效益51.9亿元,节水 $4.4 \times 10^8 \text{ m}^3$.文中介绍浙江省的主要做法.

1 技术创新、降低造价

技术创新,降低造价,是加快推广节水灌溉设备的基础.只有投资小、成本低和设备政府才补得起,农民才用得起.把创造学理念、技术经济学原理应用于喷滴灌设计,对系统的每一种材料、设备作价值分析,避免浪费,形成了经济型喷滴灌设计理论和方法,使工程造价降低50%,总结为“八化”.

1.1 单元小型化

灌溉单元,即一座泵站或一套水泵机组能灌溉到的面积.推荐2种:第1种是 5.00 hm^2 左右,不超过 6.67 hm^2 ,轮灌面积 0.33 hm^2 左右,轮灌次数为10~20次;第2种为 10.0 hm^2 左右,尽量不超过 13.33 hm^2 ,轮灌面积 0.67 hm^2 左右.单元小型化是“经济型”的基础.

管道成本占喷滴灌系统50%以上,其中主管成本占2/3,而主管的直径由轮灌面积 A_L 决定,轮灌面积在 0.67 hm^2 以内,主管直径控制为110 mm,抓住了节约成本的主要矛盾,如表1所示,其中 Q_g 为干管流量, d 为干管直径, c_s 为干管单价, c_l 为干管总价.

表1 轮灌面积与干管成本的关系
Tab.1 Relationship between wheel irrigation area and drip pipe cost

序号	A_L/hm^2	$Q_g/(\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1})$	d/mm	$c_s/(\text{元} \cdot \text{m}^{-1})$	$c_l/(\text{元} \cdot \text{hm}^{-2})$
1	5	18	75	14	2 250
2	10	36	90	20	3 750
3	20	72	125	40	7 500
4	30	108	160	60	11 250
5	40	144	180	80	15 000
6	50	180	200	100	18 750

从表1可以看出,轮灌面积每扩大 0.67 hm^2 ,干管成本就增加2 250元/ hm^2 ,干管可节约的空间最大.轮灌单元不超过 0.67 hm^2 ,还使水泵电动机不超过11 kW,可以利用现有农用电力线路,避免了架高压线、配变压器的投资,造价降低6 000~7 500元/ hm^2 .

1.2 管径精准化

管道直径力求精确,管径太大浪费材料,太小影响流量,为了“恰到好处”,其中有2点创新:

①提出“管道允许水头损失”新概念.受材料力学中“材料许用应力”启发,提出“管道允许水头损失”新概念 $[h_{g允}]$,并得出其参数的计算公式为

$$[h_{g允}] = H - h_p - Z - h_{支}, \quad (1)$$

式中: H 为喷滴灌系统总工作压力,m; h_p 为灌水器正常工作压力水头,m; Z 为喷头到水面的高差,m; $h_{支}$ 为支管允许水头损失,m.

②推导出精准管径计算公式.把常规设计中计算管道沿程损失的式(2)变形为式(3),即

$$H_f = f \frac{LQ^m}{d^b}, \quad (2)$$

$$d = \sqrt[b]{\frac{fLQ^m}{h_{g允}}}, \quad (3)$$

式中: d 为管径,mm; b 为塑料管径指数4.77; f 为塑料管摩阻系数 0.948×10^5 ; Q 为管中流量, m^3/h ; m 为塑料管流量指数1.77.

式中包含了管道长度 L 、管中流量 Q 、允许水头损失3个重要参数,由此从定性的“经济管径”提升到定量的“精准管径”.

1.3 管材PE化

常见的塑料管有聚乙烯(PE)管、聚氯乙烯(PVC)管、聚丙烯(PPR)管,镀锌钢管又有热镀和冷镀2种.

PE管是近10 a中被社会所认识的,优点是具有“韧性”和“柔性”,不易破损,能适应复杂地形,节省弯头、接头等附件,且价格较低,是目前最理想的喷滴灌管道材料.PVC管是过去20 a最常用的管材,优点是价格较低,管道附件规格齐全,可以用胶水连接,安装方便.但其最大的缺点是具有“硬性”和“脆性”,在压力管道系统中已逐渐被PE管所代替.PPR管具有“耐热性”,使用温度可达 $120 \text{ }^\circ\text{C}$,仅用于热水管道,且具有“冷脆性”,不宜在喷滴灌系统中使用.钢管的优点是强度高,缺点是其“锈蚀性”,影响水质、寿命短,而且价格高,口径为110 mm及以内同口径管材,钢管高2倍以上,只有在无法埋入地下的局部才用镀锌钢管,热镀锌抗锈蚀性能好应优先选用.

1.4 泵站移动化

首先,建造1座小泵房($10 \sim 20 \text{ m}^2$)需要资金10 000~20 000元,分摊到的造价是2 250~4 500元/ hm^2 ,还占耕地 $20 \sim 30 \text{ m}^2$.其次,大田喷灌泵站

运行时间短,年使用仅100~200 h,机电设备长期闲置,容易被盗.中国早有成熟的喷灌专用水泵移动机组,4.41 kW的用手抬,8.82 kW装在胶轮车上用手拉,用完后放入仓库,既方便,又安全.

1.5 喷头塑料化

喷头材料有塑料和金属2大类.喷头质量的重要指标是使用寿命,30 a前影响喷头寿命的主要是摇臂断裂和弹簧疲劳失效.在笔者使用喷头的近15 a中,没有发生摇臂断裂的现象,说明工程塑料性能和金属铸造工艺较为成熟,只剩下弹簧这个“单因子”,而喷头无论是塑料还是金属,用的都是同一种金属弹簧,所以2种喷头的寿命也无明显差别.而前者价格仅后者的1/6~1/4,故应尽量选用塑料喷头,仅在射程、流量不能满足要求时,才选用后者.

1.6 微喷水带化

常规的微喷灌,一般需37 500元/hm²左右,只能应用在大棚内和小面积范围.微喷水带是在薄壁(0.2~0.4 mm)PE管上打许多小孔,孔径为1 mm左右,当水注满水带成为水管,丝状水柱从小孔喷出,对两边作物进行灌溉,水放空后呈扁状.喷水带把微喷灌从小区域扩展到大田,具有以下优点:投资省,3 000~4 500元/hm²,寿命2~3 a,最长的已用8 a;不易堵塞,发生小孔堵塞时可以冲水排除;使用灵活,灌水季节结束时收藏入库,不影响农业机械作业,是今后低矮作物微喷灌发展的方向.

1.7 滴灌薄壁化

滴灌管(带)的价格与管壁厚度成正比,如同是口径16 mm的滴管(带),其价格大相径庭,相差6倍,壁厚为0.2,0.4,0.6,1.0,1.2 mm的滴灌管(带),其参考价分别为0.25~0.45,0.60,0.80,1.20,1.50元/m.但决定滴管寿命的主要是滴头堵塞,管壁过厚则是功能的浪费.

1.8 肥药简约化

施肥(药)的设备需简单、集约、节约.利用喷滴灌设备施肥、施药,引入了一个全新的理念——“水肥药一体化”.但对于加肥(药)设备则不能迷信价格昂贵的进口设备,取而代之用简单的负压吸入法,即利用水泵进水管的负压吸入肥(药)液.在进水管上打1个小孔,焊上相应口径的接头,接上球阀、软管,在软管进口处配上过滤网罩,放入搅拌好的肥(药)桶.药桶和软管设备配2套,以轮流搅拌、连续供药,凡是水泵加压系统都可以用此种方式.在出水管也打小孔接软管,轮流为肥(药)桶加水,图1为水泵负压式加药装置示意图.

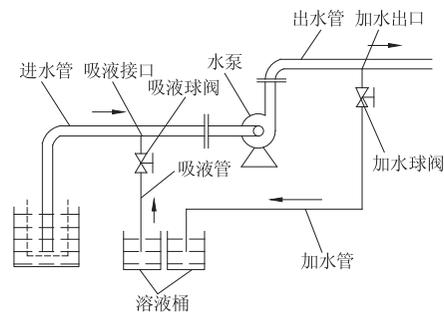


图1 水泵负压式加药示意图

Fig.1 Diagram of negative pressure type dosing pump

2 应用创新、提高效益

应用创新、提高效益,是加快推广节水灌溉设备的关键.喷滴灌,只有增收节本才能打动干部和农民的心,可以根据作物的需要适时适量灌水、科学灌溉,能促进作物优质增产;结合施肥喷药,可节省80%~90%的劳力成本;利用水在结冰过程中释放的凝结热,可以除霜防冻;利用水在雾化过程中的吸热原理,可降低温度,是最经济的降温措施;喷灌可以淋洗沙尘,防止沙尘暴对作物的危害;利用喷灌的冲击力,还可以除雪、增氧等,喷滴灌是典型的多功能、高效益.

经济型喷滴灌技术不但用于平原蔬菜、葡萄、草莓、西瓜,还创新应用于水稻大棚育秧,以及山区竹笋、杨梅、红枫、樱桃、猕猴桃、铁皮石斛等共30多种作物;不但用于灌水抗旱,施肥施药,还创新用于除霜除雪、淋洗沙尘;不但用于种植业,还创新用于猪、兔、羊、鸡、鸭、鹅等畜禽养殖场消毒、降温;还用于鱼塘、石蛙等水产养殖场增氧、施肥,以及蚯蚓养殖场增湿.喷滴灌装置已从单纯的节水灌溉设备拓展为现代农业、畜牧业不可或缺的基础设施,在节水的同时产生了优质、增产、节本、治污等综合效益,典型农户效益简述于后.

2.1 平原作物

① 蔬菜喷灌:增产、优质增收24 000元/hm²,节约肥料、劳力成本13 500元/hm²,两者合计年均效益37 500元/hm².② 葡萄滴灌:优质增收36 000元/hm²,节约肥料、劳力成本22 500元/hm²,两者合计年均获益共58 500元/hm².③ 草莓滴灌:增产3 750 kg/hm²,增收75 000元/hm²,节约劳力成本18 000元/hm²,合计年均效益93 000元/hm².④ 水稻大棚育秧微喷灌:优质增收36 000元/hm²,节约

浇水劳力成本 30 000 元/hm², 合计年均效益共 66 000 元/hm², 见图 2. ⑤ 菜秧大棚微喷灌: 产值 1 875 000 元/hm², 净利润 37 500 元/hm², 其中节约劳力成本 67 500 元/hm².



图2 水稻育秧微喷灌
Fig.2 Rice seeding in micro irrigation

2.2 山地作物

① 菜园喷灌: 优质增产净增收入, 绿茶 27 000 元/hm²、白茶 45 000 元/hm²、黄金芽茶 135 000 元/hm². ② 竹山喷灌: 仅冬笋增产 2 700 kg/hm², 价格 34 元/kg, 增收 91 800 元/hm², 见图 3. ③ 杨梅喷灌: 增产 20%, 增收 22 500 元/hm². ④ 石斛大棚微灌: 产值 600 000 元/hm², 其中节约浇水劳力成本 78 000 元/hm². ⑤ 茶苗大棚微喷灌: 成活率提高, 净增收入 1 125 000 元/hm², 同时节省浇水成本 52 500 元/hm².



图3 竹山喷灌
Fig.3 Zhushan sprinkler

2.3 畜禽养殖场

① 猪场微喷: 夏天减少死亡率、节约饲料、劳力、农药成本综合效益 20 元/m², 而安装成本仅 7.40 元/m², 见图 4. ② 兔场微喷: 总投资 45 万元, 因提高繁殖率、兔毛品质, 增强疫病防控能力, 节省劳力等综合效益, 每年增收节支 38 万元. ③ 羊场喷灌: 羊舍微喷节约消毒劳力成本 2 元/m², 饲料草地喷灌增加产量, 提高饲料产值 19 800 元/hm². ④ 鹅场微喷: 鹅体重增加 0.5 kg/羽, 售价提高 1 元/kg, 每羽增加收入 13 元. ⑤ 蚯蚓场微喷灌: 年增产增收 90 000 元/hm², 其中节约劳力成本 15 750 元/hm², 即 1.60 元/m², 而水带微喷灌安装成本不超过 7 500

元/hm².



图4 猪场微喷
Fig.4 Pig microjet

3 政府主导、财政支持

政府主导、财政支持, 是加快推广节水灌溉设备的保证. 农业是公益性的基础产业, 不可能完全进入市场经济, 节水也具有公益性, 农业节水灌溉的“双公益性”决定了必须领导重视, 由政府主导, 以财政投入为主.

1) 宁波市政府大幅度提高专项资金. 2007 年初宁波市政府把喷滴灌设备列入现代农业的基础设施, 财政专项资金从先前的每年 200 万元跃升至 1 500 万元, 增加幅度超出水利部门的申请 (800 万元), 并且此后逐年增加, 到 2013 年增至 3 000 万元, 其中支持余姚每年为 500 万元左右.

2) 余姚市政府集中资金大面积推广. 2008 年 8 月, 余姚市政府常务会议批准“2008—2011 喷滴灌发展计划”, 决定专项资金从每年 100 万元增至 500 万元, 并把中央小型农田建设重点县补助资金每年 800 万元全部用于推广喷滴灌技术, 2009—2012 年三级财政用于喷滴灌的财政资金达 1 800 万元, 对农民的补助提高到 80%~90%, 每年新发展喷滴灌面积 1 333.33 hm².

3) 浙江省政府召开现场会. 2008 年 5 月 6 日, 时任浙江省副省长茅临生在笔者喷滴灌总结上批示: “看了此文, 令人心情激动, 创业富民、创新强省发展现代农业, 既要有敢想敢干创新精神、运用先进技术的意识, 又要有从实际出发、从农民的实际出发推进工作的扎实作风. 余姚市经济型喷滴灌技术应用的经验应予总结推广.” 同年 8 月、12 月, 茅临生两次到余姚考察并作出评价: “余姚走出了一条把国外先进的喷滴灌技术与浙江省实际结合的成功道路, 这与当年把马克思主义与中国实际结合相类似”, “经济型喷滴灌是转变浙江省农业增长方式的重要切入点, 是农业增效、农民增收的好技

术!”2009年4月底,省政府在余姚召开现场会,茅临生指出:“要紧紧围绕农业增效、农民增收、农村发展的目标,通过学习推广余姚的成功经验,不断创新工作机制,使‘余姚之花’开满浙江省、开遍全国,走出一条具有浙江省特色的农业现代化发展之路。”2009年9月13日,省政府办公厅印发《关于大力发展设施农业的意见》,明确发展设施农业的重点为蔬菜、茶叶、水果、竹笋、花卉、苗木、蚕桑、食用菌、中药材料等9类作物的喷滴灌设施。

4) 省水利厅组织技术培训。2008年11月,浙江省水利厅在余姚召开全省经济型喷滴灌现场会,并讨论《浙江省喷微灌技术示范和推广工作指导意见》,该意见于12月由水利厅发文,是经济型喷滴灌技术的指导性文件。2008—2014年,省水利厅、宁波农科院共举办培训班38期,对省、市、县、乡镇4级水利工程师,农业大户、农技人员进行喷滴灌技术培训,共5 010人次,见表2。

表2 经济型喷滴灌技术培训班概况
Tab.2 Economic type of spray and drip technology training courses

年份	水利厅		宁波农科院		小结	
	期数	人数	期数	人数	期数	人数
2008	1	132			1	132
2009	6	979			6	979
2010	7	1 155	2	146	9	1 301
2011	5	805			5	805
2012	4	566	1	40	5	606
2013	5	533	3	178	8	711
2014	3	430	1	46	4	476
合计	31	4 600	7	410	38	5 010

5) 编制新一轮喷滴灌发展计划。2014年5月,浙江省副省长王旭明对经济型喷滴灌批示:“节水是最终解决水资源紧缺的根本办法,意义无比重大。奕永庆同志这些办法易学、实用、见效显著。请水利厅、农业厅研究推广的目标和办法。”9月初,水利厅向省长李强提交了“关于浙江省发展节水灌溉的思考与建议。”省长李强批示:“……各地各部门要牢固树立节水意识,珍惜资源,节约用水。对农

林来说,发展节水灌溉是大势所趋,更是浙江省所需。各涉农部门要高度重视,协调配合,整合资源,全力推广,要充分利用喷微灌、暗管等节水技术,做到精准灌溉、节约用水,打造具有浙江省特色的节水农业,节水林业。请旭明同志近期召集有关部门作一次专题研究,可适时在全省作部署。”2015年1月9日,省政府办公厅发出《关于加快推进高效节水灌溉工程建设的意见》,部署新一轮喷滴灌发展计划:到2020年,完成200 000 hm²喷滴灌工程建设任务,其中坡耕地雨水集蓄旱粮喷灌6 666.67 hm²,农业园区智能化微灌6 666.67 hm²,林园地喷灌6 666.67 hm²。

4 结 论

推广节水灌设备,技术必须创新,使技术上的先进性与经济上合理性有机结合;推广节水灌溉设备,必须突出高效,使节水的社会性与农民的经济性有机结合;推广节水灌溉设备,政府要唱主角,使节水的社会效益与农业的经济效益有机结合。

参考文献(References)

- [1] 周世峰. 喷灌工程技术[M]. 郑州:黄河水利出版社,2011.
- [2] 姚彬. 微灌工程技术[M]. 郑州:黄河水利出版社,2012.
- [3] 张承林,郭彦彪. 灌溉施肥技术[M]. 北京:化学工业出版社,2006.
- [4] 奕永庆,沈海标,张波. 经济型喷滴灌技术100问[M]. 杭州:浙江省科学技术出版社,2011.
- [5] 水利部国际合作司. 美国国家灌溉工程手册[M]. 北京:中国水利水电出版社,1998.
- [6] 陈大雕,林中卉. 喷灌技术[M]. 北京:科学出版社,1992.

(责任编辑 谈国鹏)