

自动化控制滴灌系统在大田棉花方面的应用

王京华¹, 孙孝贵², 杨建文²

(1. 北京绿源塑料有限责任公司, 北京 102600; 2. 新疆芳草湖农场, 新疆 呼图壁 831200)

摘要:滴灌节水技术在农场得到了快速发展, 其中提高技术人员、管理人员的知识水平和广大农工的节水意识以及文化素质, 是使滴灌节水技术能否持续发展的关键。因此, 根据农场条田大、机械化作业程度高等特点, 尝试建设大田滴灌自动化系统, 介绍了该系统的安装与运行情况以及项目实施效果, 为今后发展和建设节水农业探索新路。

关键词:自动控制; 滴灌; 棉花

中图分类号: S275.6 **文献标识码:** B

新疆芳草湖农场现有耕地 3.6 万 hm^2 , 未被利用的宜垦荒地 2 多万 hm^2 。由于水资源匮乏, 水土矛盾突出, 因此推广节水灌溉技术已成当务之急。农场从 1998 年与北京绿源公司合作开始推广滴灌高新节水技术, 至今滴灌节水灌溉面积已达到了 2 万 hm^2 。通过近 9 年的研究与实践, 目前, 以高密度栽培技术、膜上点播、种衣剂包衣、电场处理种子、微机决策平衡施肥、滴灌酸性液体配方肥、超宽膜复膜种植、系统化调技术为核心的节水灌溉综合集成技术日臻完善, 在农业生产中发挥了较好的节水、节本、增产、增效作用, 并且取得“棉花膜下滴灌综合配套技术研究”重大科技成果。除工程建设外, 在膜下滴灌棉花需水规律、灌溉制度、高效施肥技术、配套栽培技术、铺管机具的研制、滴灌系统管理模式等方面取得了一系列成熟的技术成果, 为更大面积、大范围推广应用滴灌奠定了良好基础。

1 项目背景

芳草湖农场占地面积 9.56 万 hm^2 , 现有耕地 3.6 万 hm^2 , 未被利用的宜垦荒地 2 万 hm^2 。地表水主要来源于呼图壁河, 多年平均引水量为 15 383 万 m^3 , 年均均口引水量 1.3 亿 m^3 (地表水 0.9 亿 m^3 、地下水 0.4 亿 m^3)。由于水资源匮乏, 水土矛盾突出, 年种植面积只有 2 万 hm^2 左右, 致使农场生产规模的扩大和经济可持续发展受到了严重的制约, 因此推广节水灌溉已成当务之急。根据农场水土极不平衡的现实情况, 农场党委十分重视节水灌溉工作, 从 1998~2004 年滴灌面积由开始的 10.7 hm^2 发展到 2005 年的近 1.3 万 hm^2 。

在这期间, 滴灌这一高新节水技术在农场得到了快速发

展, 同时也清楚地认识到, 提高技术人员、管理人员的知识水平和提高广大农工的节水意识和素质是滴灌这一高新节水技术能否持续发展的关键。因此, 根据农场条田大、机械化作业程度高等特点, 尝试建设大田滴灌自动化系统, 为今后更好发展和建设节水农业探索新路。农场由于水资源匮乏, 水土矛盾十分突出, 采用先进的滴灌自动化微机控制技术, 可以解决干旱地区水资源矛盾, 起到节水、节肥、节地和增产增效作用, 为农场的农业可持续发展奠定基础, 同时可带动相关产业, 促进传统农业向精准农业发展。

2 滴灌自动化微机控制系统计划

根据农场发展规划, 到 2010 年农场要全面实现滴灌自动化控制, 因此, 2001 年建设了 2 套滴灌自动化微机控制系统, 农工承包定额达到每人 6.7~10 hm^2 , 从而使节水灌溉水平再上一个新台阶。

根据滴灌系统的设计和轮灌的要求, 将滴灌系统中支管部分中的球阀更换成电磁阀, 并通过控制器向水泵和电磁阀发布开、闭指令从而达到轮灌目的。系统通过采集器将土壤中的水分、雨量等资料收集并传送给主控计算机, 帮助灌溉决策。再依据传感器传回的土壤水分情况, 并结合自然因素, 经过系统软件分析, 确立灌水时间、灌水次数、灌水量等。

由兵计委(2001)814 号文件及师计委(2002)45 号文下达项目计划: 106.7 hm^2 棉花膜下滴灌自动化控制系统总投资 170 万元, 其国债资金 80 万元, 农场自筹资金 90 万元。项目完成情况: 农场于 2001~2002 年在四场和五场分别建立了

106.7 hm² 和 133.3 hm² 两个膜下滴灌自动化控制系统。通过 3 年来的实施,灌溉管理定额达到 6.7 hm²/人,大大提高了劳动效率,并产生了明显的经济和社会效益。

3 项目实施效果

3.1 产量完成情况

2002~2003 年滴灌自动化灌溉平均单产籽棉 5 130 kg/hm²,比沟灌(4 140 kg/hm²)增加 990 kg/hm²,增产率 19.2%。其中,2002 年滴灌 5 460 kg/hm²,比沟灌(4 320 kg/hm²)增加 1 140 kg,增产率达 20.8%;2003 年滴灌 4 800 kg/hm²,比沟灌(3 975 kg/hm²)增加 825 kg,增产率达 17%;2004 年滴灌 4 725 kg/hm²,比沟灌(4 245 kg/hm²)增加 480 kg,增产率达 10.2%。

3.2 节水效益

2002~2004 年实施膜下自动化滴灌后,用水平均 3 150 m³/hm²,比淹灌(5 790 m³/hm²)节水 2 640 m³/hm²,节水率达 45.6%,按农场现价 0.25 元/m³ 计算,节约 660 元/hm²。

3.3 节肥效益

3 年中采用滴灌液体肥配方,在全场范围内全面实施微机决策施肥,通过 2 年试验推广,生产 115 kg 皮棉需要投入标准肥平均为 105 kg,打破以往认为 1 kg 标肥生产 1 kg 皮棉的传统做法。而且增产效果极其显著。

3 年中施用液体肥比常规施肥平均节约 150 kg/hm² 标肥,成本节约 195 元/hm²,肥产比达到每公斤纯养分生产籽棉 16 kg,比沟灌下的 12 kg 提高 26.6%。肥料利用率提高 15% 以上。

3.4 节省土地

因滴灌田间没有农渠和毛渠,从而可提高土地利用 5%~7%,节省土地,等于扩大了耕地种植面积。

3.5 节省机械动力费用

液体肥料通过施肥罐直接施入棉花根部,不需机械追施和中耕等,节省了田间机车作业次数,节约动力费 225 元/hm²。

3.6 田间病虫害少

因滴灌田间空气湿度小,角斑病的发病株率接近为零;而枯、黄萎病的发病率也有明显降低,立枯病也有所减少,且不同土壤减少程度不同。靠机械、水流传播的棉蚜、棉叶螨发生量显著少于沟灌棉田,年际间差异较大。

3.7 降低人工管理费

滴灌田不用人工修渠,不用人工浇水。防虫、治病次数少,可省工 300 个/hm²。承包管理定额由原来传统种植棉花 1.33 hm²/人提高到 4.33~5.67 hm²/人,提高了 3~5 倍。

综上所述,3 年中平均节省水费 660 元/hm²,节省肥料费 195 元/hm²、节省机械动力费 225 元/hm²,合计 1 080 元/hm²。2002~2004 年滴灌自动化灌溉平均增产 990 kg/hm² 籽棉。净增产值 3 360 元/hm²,减去材料设备折旧费 2 400 元/hm²,净利润为 960 元/hm²。推广面积 240 hm²,共节约 23.04 万元。每年平均节省成本 25.92 万元。

4 自动化控制系统安装与运行情况

4.1 滴灌自动化系统结构

滴灌自动化系统由水源、首部枢纽、输配水管网、过滤器和

流量、压力控制部件、量测仪表、主控计算机、场长工作站、控制器、采集器、气象站、电磁阀、传感器、导线等硬件设备和控制、监视接口软件设备组成。

滴灌自动化系统的运行,完全由主控部分实现,系统软件根据土壤水分的消耗、作物耗水方式进行灌溉,系统是由主控部分根据各传感器的灌溉要素经软件分析后下达是否进行灌溉的指令,因此,这种灌溉方式对农作物生长更加精确、科学。

4.2 滴灌系统结构和运行情况

自动化控制系统采用电脑控制中心进行控制。水源由地表水和地下水相结合,以砂石过滤器为主要过滤设备,水泵为潜水泵,主干管、分干管选用埋深 0.3 m,干管、支管选用高密度聚乙烯 PE 管材,毛管选用由北京绿源公司生产的滴灌带,厚度为 0.2 mm。管材使用年限 2~3 a,可以降低成本。过滤器采用自动及冲洗。

4.3 滴灌自动化控制系统运行方式

(1) 四场滴灌自动化控制系统运行方式:滴灌自动化控制系统管理区,在地面水出水量 280 m³/h 情况下,一条支管水量分配为 80 m³/h,每次由主控部分控制开启 4 条支管,控制小区 1、小区 2、小区 3、小区 4 进行灌溉。灌溉方式采用微机控制自动轮灌,每个灌水小区实际控制面积为 1.33 hm²(一条主管控制的面积)。以棉花花铃期为最大生育期消耗水量为依据(330 m³/hm²),确定每个灌溉小区最大一次灌溉延续时间为 4 h。在实际灌溉操作过程中,则是依据传感器传回的土壤水分情况,并结合自然因素,通过系统软件分析确定灌水时间、灌水次数、灌水量等。

(2) 五场滴灌自动化控制系统运行方式:田间通过 36 个自动调压阀进行控制,首部过滤为叠片式过滤器,其流量为 600 m³/h,由 2 台 300 m³/h 潜水泵供给,启动田间 6 个电磁阀,控制面积为 13.3 hm²,分配给 12 条 $\phi 75$ 支管。在流量 300 m³/h 情况下,启动田间 3 个电磁阀,控制面积 6.7 hm²,分配于 6 条 $\phi 75$ 支管,如此进行轮灌。以棉花花铃期为最大生育期消耗水量为依据(270 m³/hm²),确定每个灌溉小区最大一次灌溉延续时间为 8 h。在实际灌溉执行过程中,则是依据传感器(土壤张力计,盛特普测水仪)传回的土壤水分情况,并结合自然因素,根据系统软件分析,确立灌溉灌水时间、灌水次数、灌水量等实施灌溉。

5 滴灌农艺配套技术措施

5.1 滴灌灌溉制度

棉花花蕾期是灌水关键期,花铃期耗水量最高出现在 7 月下旬的盛花结铃期,8 月初后耗水率迅速下降。常规滴灌棉花全生育期滴水 13~14 次。

5.2 滴灌配套施肥操作技术

滴灌施肥是通过棉苗诊断和测土配方进行,适时适量向作物提供养分,达到因苗施肥,以水调肥,从而减少肥水流失,提高肥效,降低生产成本。根据棉花膜下滴灌需肥规律,调制了滴灌液体配方肥料,采用微机决策系统确定施肥数量。在操作中,根据滴灌水的压差,布置液体肥料桶,把液体肥吸入管道送入棉田。通过 2 年实施,解决了滴灌与施肥相(下转第 64 页)

设备陈旧落后,机械加工水平普遍偏低,工人的技术水平也不高。然而近年来,我国节水灌溉发展又较快,一些不具备条件的企业纷纷转产节水灌溉设备。因技术标准、生产工艺及产品质量检测等工作跟不上,致使一些质次、价高的节水设备流入市场。因此,对行走式节水灌溉机具进行技术保养、检查调整、修理就显得至关重要了。第三,使用行走式节水灌溉机具,与其配套的水箱等各种零配件及在播种、灌溉等农忙季节的油料供应仍显得尤为重要。

2 对策研究

2.1 制订有关的优惠政策

我国农业发展的基本经验是:一靠政策,二靠投入,三靠科技,政策是节水灌溉事业的保证。据中科院专家研究,我国农技推广投资强度 1999 年最高,为 0.44%,仅相当于世界上 30 个贫困国家 1980 年的水平,远远低于工业化国家。农业是弱势产业,但科技发展到现在,没有哪个产业可以替代农业给人类提供稳定的食品,人类对农业的依赖是 100%。制订和落实贴息贷款、低息贷款、延长还贷时间等鼓励发展节水灌溉的各项优惠政策,从政策上对农业节水实行倾斜,才能调动广大农民的积极性,增加他们对节水灌溉的投入,真正使农民买得起、用得上,从而解决人类对粮食的需求。

2.2 提高农民素质

“三农”问题的核心是农民问题,农民问题的核心是素质问题,素质问题的核心是教育问题。一方面,通过广播、影视、报刊等形式,改变农民“等雨播种,靠天吃饭”的传统种植习惯,并树立“灌溉是浇作物而不是浇地”的新理念;另一方面,积极发展多渠道、多层次、多种形式的行走式节水灌溉技术教育,使农民接受和应用科技成果的能力得到增强。从而把农村巨大的人口压力转化为人力资源优势,使农业科技成果真正转化为现实生产力,实现农业增产、农民增收。

(上接第 62 页) 互配套的技术问题。

5.3 滴灌优质高效配套栽培技术

棉花膜下滴灌采取以‘矮、密、早、膜、匀’为中心的栽培技术,通过应用高密度栽培技术、膜上点播、种衣剂包衣、电场处理种子、微机决策平衡施肥、滴灌酸性液体配方肥、超宽膜种植、系统化调等技术,实现棉花高产稳产,棉苗不旺长不早衰。

(1)采取高密度栽培技术。实现大面积皮棉产量 $1\ 950\ \text{kg}/\text{hm}^2$,保苗应在 22.5~27.0 万株,播种配制采用 60+30 cm,棉花株距因品种采用 7.5 cm、8.24 cm 等,毛管配制以一管二行为最佳。

(2)合理灌水。滴灌棉花可采取干播湿出法灌,也可进行秋冬灌,以控制和降低害虫越冬数量。常规滴灌经播前灌的耕地,生育期灌水定额 $3\ 315\ \text{m}^3/\text{hm}^2$,滴水 10~12 次;未经播前灌的土地,生育期灌水定额 $3\ 420\ \text{m}^3/\text{hm}^2$,滴水 13~14 次,9 月上旬停水。

6 膜下滴灌的社会、生态效益分析

(1)社会效益:主要表现在滴灌后效应一是可以直接提高

2.3 采取多种技术服务、合作形式

在农民自觉自愿的基础上,实行土地使用权的有偿转让,并组织农民以村、组为单位实行联片作业等多种形式^[6],扩大土地耕作规模,充分发挥机械化作业的最大效益,实现土地资源的优化配置。

2.4 充分发挥农机化技术推广机构的作用

农机化技术推广机构是国家设立的推进农机化技术推广事业发展的公益性事业单位,在发展节水型农业的今天,利用农机化技术推广机构的网点特点和技术优势,为农民提供信息咨询、培训指导、零配件的供应,对行走式节水灌溉机具进行技术保养、检查调整、修理等服务,实行无偿服务和有偿服务相结合,充分发挥农机推广机构在中国旱农地区行走式节水灌溉技术推广体系中的主导作用。

3 结语

在我国水资源日益紧缺的今天,分析影响行走式节水灌溉技术推广的主要原因,有针对性的采取措施,推动此项技术尽快在我国北方干旱地区广泛推广,解决作物适时播种和保苗问题,对实现增产增收、对保障粮食生产安全尤为重要。

参考文献:

- [1] 本书编写组.行走式节水灌溉——李岚清同志节水新理念[M].北京:中国农业出版社,2004.
- [2] 郭立场.提高农民素质刻不容缓[DB-OL].http://www.ycwb.com/gb/content/2006-04/20/content_1111001.htm.
- [3] 李红梅.农民素质与农业技术推广[J].云南农业,2001,(3).
- [4] 李学勇.推进新的农业科技革命的探索与实践[M].北京:中国农业出版社,2002.
- [5] 李忠国.新形势下农业技术推广体系创新问题思考[J].农业经济,2004,(1):4-6.
- [6] 傅玉祥.农业技术推广体系创新百例[M].北京:中国农业出版社,2000.

土地利用,扩大种植面积;二是节省的水资源再用来扩大耕地灌溉面积;三是多余劳动力用于发展第二、三产业;四是可以拉动相关产业的发展,如液体滴灌肥料厂、地膜厂、种子加工厂、机械厂等产业的发展。有利于传统农业向产业化、集约化方向转变,推动社会快速发展。

(2)生态效益:随着滴灌技术的普及应用,种植面积相应扩大,可以腾出一部分地进行改良,或者实行退耕还林、还草。随着用水量的减少,可以保持水资源的平衡,保持农业可持续发展,改善生态环境,促进农业良性循环。

7 滴灌自动化控制系统存在问题及改进措施

(1)滴灌自动化控制系统要在灌溉制度上改进,掌握棉田需水规律,完善棉田检测手段,如增加棉田需水丰缺指标、土壤含水量等检测仪器,充分利用微机系统为灌水提供决策依据。

(2)目前地面布置系统劳动强度相对比较高,耗材高,怎样降低劳动强度及一次性投入是当前亟待解决的问题。

(3)进一步完善和提高棉田配套管理技术,减少人工作业,提高承包定额,使微机自动化充分发挥作用,使承包定额提高到 $6.7\ \text{hm}^2$ 以上。 □