

文章编号: 1007-4929(2007)03-0060-02

北京市设施农业雨水利用模式分析

田金霞¹, 肖 华¹, 姚少龙²

(1. 北京市水利水电技术中心, 北京 100073; 2. 北京市大兴区庞各庄镇水务站, 北京 102601)

摘要: 针对北京市水资源短缺和设施农业发展现状, 分析了设施农业雨水利用的必要性, 提出了雨水微集流和膜面集雨两种设施农业雨水利用模式, 通过对膜面集雨示范介绍, 提出了设施农业利用膜面集雨进行灌溉的条件和技术要点。说明面对水资源总量严重不足的现状, 因地制宜地在设施农业区发展雨水利用技术, 可一定程度上降低地下水的开采, 对当前都市型现代农业的发展有着重要的意义。

关键词: 设施农业; 雨水利用; 集雨技术

中图分类号: S273 **文献标识码:** B

1 设施农业雨水利用的必要性

北京市是资源型缺水城市, 多年平均降雨量 585 mm, 且年内降水分配不均匀, 年内多集中在 7~8 月份, 降雨集中, 时间短, 冬春秋三季降水量偏少, 年际间连旱频发。由于地下水位较低, 在降雨初期雨量下渗损失严重, 降雨中后期又易出现超渗产流现象, 雨后的无效蒸发也很剧烈, 造成有限的雨水资源难以得到有效的利用。

设施农业是北京都市型现代农业的重要组成部分, 据统计, 截至 2005 年, 北京市设施农业共计约 20 660 hm², “十一五”期间, 还计划发展以温室和大棚为主的设施农业 2 万 hm²。由于设施农业耕作的特殊性, 不能直接利用天然降雨, 全部靠抽取地下水灌溉, 并且由于一年四季的多茬耕作, 灌溉用水量。北京水资源总量的严重不足已成为北京都市型现代农业发展的瓶颈, 探讨在设施农业上高效利用雨水技术有着重要的意义。

2 设施农业雨水利用模式

总结北京市设施农业雨水利用模式, 可分为以下两类。

第一, 对于中小拱棚和阳畦, 由于建设的不固定性和分散性, 膜面面积小, 适合采用雨水微集流技术实现雨水利用。该技术即把汇流到农田中的降雨就地拦蓄入渗, 减少雨水径流损失, 提高土壤含水量, 利用棚膜的覆盖减少田间水分的蒸发, 提高作物水分利用率, 主要模式是“全拦降水、就地入渗、高效利用”^[1]。

第二, 对于连栋温室、日光温室和大棚, 由于其使用年限相对较长, 膜面面积较大, 雨水收集的下垫面较成熟, 可采用膜面

集雨高效利用技术。其主要模式是“膜面集雨+节灌”, 利用棚顶和膜面作为雨水收集下垫面, 通过集雨沟(管)、净化设施和集雨池将雨水存储起来, 再利用微灌、非充分灌溉、薄膜覆盖等技术将收集的雨水高效用于设施农业灌溉, 保证设施农业作物干旱时的及时补灌, 有效的替代部分地下水源, 充分发挥社会和生态效益^[2]。其中, 联栋温室占地面积大, 室顶材质好, 四周配有落雨管, 为雨水收集利用创造了有利条件。

3 膜面集雨示范简介

北京市大兴区庞各庄镇, 共有日光温室 60 座, 每个温室宽 7.6 m, 长 50 m, 建筑面积 25.3 hm², 主要种植叶类菜和西瓜, 东西两排布置, 中间混凝土路面 133.3 hm²。利用温室膜面和路面为下垫面, 在每个温室前修建 0.2 m×0.2 m 的次集雨沟, 坡降 $i=0.01$, 路两侧修建 0.4 m×0.4 m 主集雨沟, 坡降 $i=0.05$ 。次集雨沟和膜面之间铺设鹅卵石, 雨水从膜面流下后, 流经鹅卵石初级过滤再通过进水口流入次集雨沟, 再汇流到主集雨沟, 最后经拦污栅、沉砂池净化后统一汇流到集雨池, 收集的雨水最后通过水泵、管道和原有灌溉首部连接, 进入原灌溉管网, 进行作物补灌。

集雨工程设计年集雨量采用经验公式法计算如下:

$$V_P = P_P S K / 1\ 000$$

$$P_P = k_P k_0 P_0 \quad (1)$$

式中: V_P 为年集流量, m³; S 为集雨面积, hm²; K 为年集流效率; P_P 为保证率 P 时的年降雨量, mm; K_P 为模比系数; K_0 为全年降雨量与降水量的比值; P_0 为多年平均降水量, mm。^[3]

根据北京气象和水文资料, 本设计 K_0 取 92%, P_0 取 523 mm, K 取 0.8, K_P 取 0.94, 总集流面集 $S=(7.6 \times 50 \times 60 \times$

0.75)/15+133.3=1 273.3 hm², (膜面面积占温室建筑面积的0.75), 则设计年集雨量为:

$$V_P = 0.94 \times 0.92 \times 523 \times 1 273.3 \times 15 \times 0.8 / 1 000 = 6 911 \text{ m}^3 \quad (2)$$

即整个温室生产区利用膜面和路面设计年集雨量为 6 911 m³。

根据《北京市主要农作物节水灌溉用水定额》, 设施农业微灌年灌水定额是 7 800 m³/hm², 整个温室生产区种植面积 S_种为 2 hm², (种植面积占温室建筑面积的 90%), 如果收集的雨水全部用于温室内作物补灌, 设计补灌率将达到 44%。

试点从 5 月底建成使用, 截止 10 月底, 共利用雨水 3 000 m³, 初见效益显著。

4 膜面集雨技术利用条件

设施农业采用膜面集雨技术应符合以下几个条件。

(1)因地制宜, 充分考虑雨水利用需求和承受能力, 并与当地节水灌溉规划紧密结合, 注重农业结构的调整, 符合当地经济条件, 具有可操作性。

(2)本地区多年平均降雨量不小于 250 mm。

(3)本地区地下水缺乏, 设施农业生产规模较大。

(4)雨水水质适合灌溉作物。

(5)本地区设施农业生产管理到位, 在降雨时期能够保持膜面覆盖。

5 膜面集雨技术利用要点

设施农业利用膜面集雨灌溉还需注意如下一些问题。

(上接第 59 页) 这样, 将 D₁ 与 D₂ 作为已知值, 重新对 X₁ 与 X₂ 寻优, 结果见表 2。由于管段数也必须为整数, 因此取 X₁=4, X₂=2。管网优化前后的投资对比如表 3 所示。从表 3 可见, 优化后支管总投资比优化前节省 15.25%。

表 1 第一步寻优结果

D ₁ /mm	D ₂ /mm	X ₁ /段	X ₂ /段
40.61	30.06	3.72	2.28

表 3 管网优化前后的投资对比

管道直径/ mm	管道单价/ (元·m ⁻¹)	优化前			优化后		
		管道长度/m	总价/元	支管总投资/元	管道长度/m	总价/元	支管总投资/元
32	12.60	0	0	13 380.48	192	2 419.20	11 339.52
40	23.23	576	13 380.48		384	8 920.32	

喷灌系统中的多孔口出流变径支管进行优化设计具有可行性。本文建立了园林喷灌系统支管管径优化的数学模型, 采用遗传算法对该模型进行求解, 并应用到工程实例中, 达到了节省工程投资的目的, 对类似系统的管径优化具有一定的参考意义。本文建立的优化模型只适用于支管逆坡或平坡布置的情况, 对于支管顺坡布置的情况, 由于孔口高差可抵消部分水头损失, 其优化模型更为复杂, 应进一步深入研究。

参考文献:

[1] 张 华, 吴普特. 灌溉管网优化研究进展[J]. 节水灌溉, 2004,

(1)集雨系统应有拦污栅、沉沙池等净化装置和溢流设施。

(2)沉沙池结构设计要根据来水中泥沙含量和沉沙要求决定, 一般要求从雨水进入池口开始到流至出口结束这段时间内, 水流中所携带的设计标准粒径以上的泥沙正好全部沉到池底。

(3)集雨池的设计容量应根据当地降雨资料和作物灌溉制度确定, 力求经济合理。

(4)对沉沙池、集雨沟和集雨池要定期检查维修和清淤。

(5)雨水利用时应和原有灌溉首部和管网有机结合, 集雨沟和排水沟有机结合, 以降低投资。

6 结 语

设施农业通过雨水微集流技术和膜面集雨高效利用技术可有效的使作物喝上天上天水, 一定程度上缓解地下水的开采, 特别在地下水缺乏, 设施农业生产集中的地区, 有着重要的意义。尤其是雨水微集流技术应用效果显著, 膜面集雨技术对管理要求比较严格, 更适合连栋温室使用。

参考文献:

- [1] 黄 乾, 赵 蛟, 谭媛媛, 等. 北方农业雨水利用实践与发展前景展望[J]. 节水灌溉, 2006, (4): 22-25.
- [2] 辛鹏科, 徐 杰, 刘建平, 等. 宁夏彭阳县雨水集蓄利用模式与效益分析[J]. 节水灌溉, 2006, (1): 37-38.
- [3] 陈维杰. 集雨节灌技术[M]. 郑州: 黄河水利出版社, 2003.

表 2 第二步寻优结果

D ₁ /mm	D ₂ /mm	X ₁ /段	X ₂ /段
40	32	3.95	2.05

4 结 语

遗传算法具有自组织、自适应、并行性、对问题的依赖性小等优点, 具有较强的全局搜索能力, 因此, 采用遗传算法对园林

(2): 24-25.

[2] 周荣敏, 林性粹. 应用单亲遗传算法进行树状管网优化布置[J]. 水利学报, 2001, (6): 14-16.

[3] 周世峰. 喷灌工程学[M]. 北京: 北京工业大学出版社, 2004.

[4] 王 瑛, 范宗良. 草坪喷灌系统的规划设计及应用[J]. 排灌机械, 2003, (3): 13-16.

[5] GBJ85-85, 喷灌工程技术规范[S].

[6] 王小平, 曹立明. 遗传算法——理论、应用与软件实现[M]. 西安: 西安交通大学出版社, 2004.