

田间节水灌溉管理决策支持系统的开发

周彩霞 汪志农 (西北农林科技大学水建学院, 陕西杨凌 712100)

摘要 介绍国内外农业专家系统发展的现状, 农业专家系统的原理结构及专家系统在节水灌溉上的应用。该专家系统是在中国科学院合肥智能机械研究所开发研制的雄风4.1 开发工具的基础上, 将节水灌溉相关知识与此结合, 以陕西省宝鸡峡灌区大同管理站所辖的五泉段20 斗的降南、降中两个村的实际资料, 从解决农业生产中常见的几个问题: 灌溉制度、灌溉预报、灌溉决策着手, 结合程序说明农业专家系统当前所存在的问题, 针对问题提出相应的对策, 从而使农业专家系统更好地为农业服务。

关键词 农业专家系统; 节水灌溉; 开发应用

中图分类号 S274 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2008)03-01271-02

Development of the Decision making Support System of Water-saving Irrigation Management in Farmland

ZHOU Cai-xia et al Water Conservancy and Architecture College, Northwest A&F University, Yangling, Shaanxi 712100

Abstract in this paper the development, principle, structure, present situation of agricultural expert system and its application in water saving irrigation were introduced. This system has been developed based on XF 4.1 tools of expert system which has developed by Institute of Hefei Intelligent Machine of China Academy Science and combined with related knowledge in water-saving irrigation and the real information of two villages of Jiangnan and Jiangzhong in Wuquan Section of Datong Management Station in Baojixia Irrigation District to solve the normal problems in agricultural production as irrigation schedule, irrigation forecast and irrigation decision making. Also the program was combined to explain the present problems in the agriculture expert system, and the related countermeasures were put forward. Through above, the system do play important role in agriculture.

Key words Agriculture expert system; Water saving irrigation; Development and application

水是人类的生命线, 是经济社会发展的物质基础, 是生态环境的重要要素。水利是经济社会可持续发展极为重要的保证。水资源紧缺已是一个全球性问题。另一方面, 我国水资源不但贫乏, 而且分布不平衡。因此, 实现水资源的可持续利用, 促进生态环境的良性发展, 发展节水灌溉农业势在必行。多年来, 我国在节水农业研究方面取得了许多成果, 但农民的整体素质还不高, 影响先进灌排技术的推广。因此, 需要转变传统的农田灌溉观念, 利用高新技术——节水灌溉农业专家系统来实时指导农民进行节水灌溉实践, 从而推动节水农业的发展, 实现我国节水农业的信息化、现代化, 促进我国农业现代化的进程和农村经济的全面振兴。目前农业专家系统已经广泛应用于农业生产的各个领域。

1 农业专家系统的理论基础研究

农业专家决策系统是基于农业专家知识, 模仿农业专家进行推理决策, 把多项农业技术和知识进行高度集成的计算机应用系统。一方面, 它比一般的计算机信息系统更突出农业专业知识与推理判断的作用, 且具有更强针对性的决策咨询能力; 另一方面, 它比人类农业专家拥有综合性知识和高速的知识处理本领, 可以不受时间、空间的限制和人类情感的影响, 起到“农村不走”多方面高层次农业专家的作用。它的理论基础是人工智能的知识表示和问题求解技术。基本结构见图1^[1]。知识和推理构成专家系统的两大因素。专家系统的核心是知识, 所以专家系统又称为知识基系统, 或基于知识的系统。

2 农业专家系统在节水灌溉中的应用

实践证明, 在节水农业中, 灌溉节水50% 的潜力是在管理上, 灌溉管理起着很重要的作用。因此, 做好农业灌溉预报和灌水决策是保障供水、减少水资源浪费的一项重要工作^[2]。笔者运用的中国科学院合肥智能机械研究所研制开

发的雄风4.1 开发工具是在 Windows 界面下完成的^[3]。以陕西省宝鸡峡灌区大同管理站所辖的五泉段20 斗的降南、降中两个村的实际资料, 以冬小麦、夏玉米、油菜3 种主要农作物为研究对象。

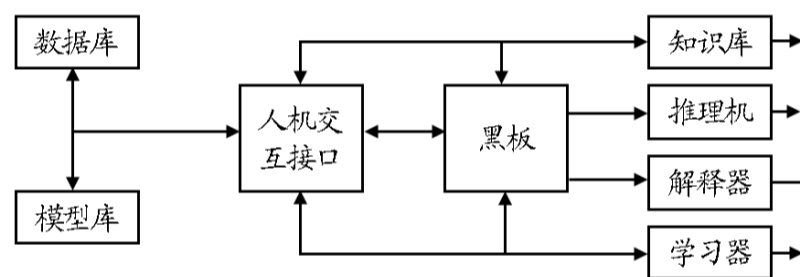


图1 农业专家系统的结构及组成

Fig. 1 Structure of agriculture expert system and its component

2.1 灌溉制度 根据宝鸡峡灌区大同管理站所辖的五泉段20 斗的降南、降中两个村多年的实际资料, 针对冬小麦、夏玉米、油菜3 种主要农作物归纳总结而得^[4](图2)。

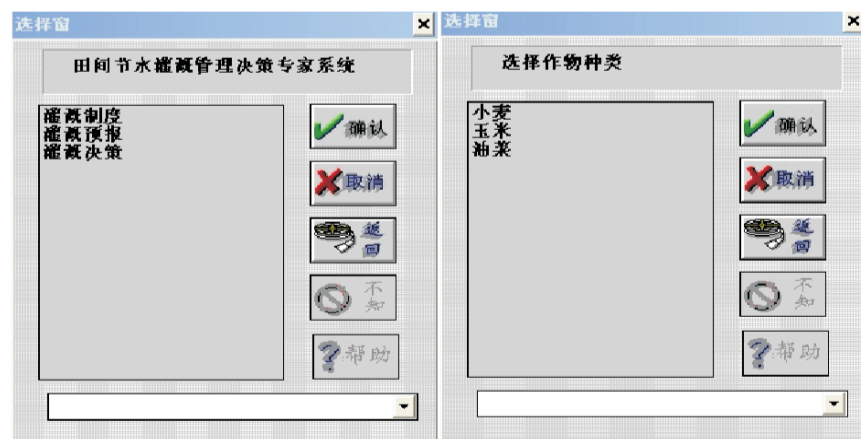


图2 农业专家系统在灌溉制度中的应用

Fig. 2 Application of agriculture expert system on irrigation schedule

2.2 灌溉预报 灌溉预报就是根据土壤墒情、作物蒸发蒸腾量、地下水情况、水资源状况等基本信息来确定灌溉用水计划^[5-6]。专家系统根据输入的气象、土壤等资料自动选择计算方法来预报灌溉时间、灌水定额等目标信息。需要时间短, 准确性高, 适合大型灌区以及农场的运作。

灌溉预报主要分为预报原理和下次灌溉预报时间, 预报原理采用水量平衡方程: $I + P + G + ASW = ET + R + D$ 或 $PE + GE \cdot T + ASW = ET \cdot T$ 。得灌水时间: $T = (PE + ASW) /$

作者简介 周彩霞(1982-), 女, 湖南新邵人, 硕士研究生, 研究方向: 农业水土工程。

收稿日期 2007-09-14

($ET - GE$)。

其推理过程为:由气象资料推算参考作物蒸发蒸腾量 ET_0 值, 乘上作物系数 K_C 得实际作物蒸发蒸腾量 ET_C ; 由降雨资料和土壤入渗特性确定有效降雨量 P_E ; 由作物和土壤类型及地下水埋深, 确定地下水有效补给量 G_E ; 最后由土壤初始含水量及作物允许的土壤水分下限指标确定土壤有效储水量 ASW 。 K_C 可通过作物类型和生长月份查相关资料获取。利用这个原理, 专家系统可给出下次灌水时间(图3)。

其原理是运用水量平衡方程来计算下次灌溉时间(t):

$$t = (W_0 - W_{min}) / (e - k)$$

式中, e 为日平均耗水强度(mm/d), k 为地下水补给强度(mm/d), W_0 为时段初土壤含水量, W_{min} 为土壤计划湿润层内允许最小储水量(m^3/hm^2)。

2.3 灌溉决策

在水资源有限的干旱缺水地区, 可利用的灌溉水量往往不能满足全部灌溉面积充分灌水的要求。此时, 不能盲目追求单位面积高产, 而应根据作物产量与蒸发蒸腾的关系, 以获得最大增产率为目标。所以要进行灌溉决策, 以决定实行何种灌水方法^[7]。

主要分析采用充分与非充分灌溉哪种方案进行灌溉(图4), 即: 在某次灌水决策中, 如果灌水费用小于灌溉的增产效益, 或边际资源成本小于边际收益, 从经济效果角度讲, 只要水源条件许可, 则应实施该次灌水; 另从节水灌溉的角度, 若非充分灌溉的效益费用比($B_2/COST_2$) 大于充分灌溉的效益费用比($B_1/COST_1$), 则建议采用非充分灌溉的决策, 反之则采用充分灌溉方案。



图3 专家系统在灌溉预报中的作用

Fig. 3 Role of agriculture expert system on irrigation forecast



图4 专家系统在灌溉决策中的作用

Fig. 4 Role of agriculture expert system on irrigation decision making

首先根据 $CROP$ (作物类型)、 $SOILTY$ (土壤类型)、 Q_{min} (最小含水量)、 $ROOTD$ (作物根系层深度)、 Y (土壤干容重)、 QFC (田间持水率) 等因素推求作物充分、非充分灌溉的灌水定额 M_1 、 M_2 , 根据斗口水费分别求出单位面积水费 $COST_1$ 、

$COST_2$ 。然后依据 YM (作物单位面积最高潜在产量)、 ET (作物需水量^[8-9])、 ET_C (参考作物需水量)、 I (敏感指数) 分别计算出作物增产量, 依据作物单价 $PRIC$ 求出各自单位面积增产值 BB_1 、 BB_2 , $BB_1/COST_1$ 、 $BB_2/COST_2$ 两者中哪个大于 1, 即说明此方案可行。

3 结语

农业专家系统是精确农业的重要组成部分, 是农业信息化的突破口, 农业专家系统的应用和发展, 是实现我国农业信息化、现代化的重要途径。随着节水灌溉技术的不断发展, 专家系统的内容也必然会不断更新和丰富。因此, 该系统中的知识库在推广应用中还不断地扩充和完善, 为我国干旱地区有限水资源的优化利用提供科技支撑。但研究还存在以下问题^[10-12]:

(1) 目前农业专家系统的研制及应用大多局限于科研院所及示范基点, 其潜在作用远没有充分发挥出来, 要想充分发挥作用, 必须考虑到目前农业工作者的总体知识水平较低的现状, 所采用的语言要通俗易懂, 尽量采用可视化界面, 使农民方便使用; 考虑应用领域特点, 按照生态环境、气象、地理等因素开发适应地区的、针对性和实用性强的农业专家系统, 服务于农民的田间地头, 切实解决农民手头问题的农业专家系统。

(2) 目前国内外已研制开发了许多有关管理、施肥、病虫害诊断、品种选择、节水灌溉等方面的专家系统, 这只能单一地从某一方面服务于农业, 而农业生产受多方面因素的制约, 所以研制系统化、综合化的农业专家系统将是现代化农业的需求。

(3) 由于专家系统服务对象并不都在同一个层次上, 文化程度存在较大的差异, 不同对象要求获取信息的复杂程度不同, 所操作的专家系统和输出的内容复杂程度也不相同, 因此要开发面向管理专业人员、农村技术人员、农户等不同层次的专家系统。同时将全球定位系统、地理信息系统、遥感技术等高新技术与农业专家系统相结合, 开发出更加全面、实用、方便、快捷的专家系统。

参考文献

- [1] 汪志农, 冯浩. 节水灌溉管理决策专家系统 M . 郑州: 黄河水利出版社, 2001: 34 - 57.
- [2] 康绍忠, 蔡焕杰. 农业水管理学 M . 北京: 中国农业出版社, 1996.
- [3] 熊范纶, 汪懋华. 农业专家系统及其开发工具 M . 北京: 清华大学出版社, 1998.
- [4] 毛飞, 张光智, 周丽. 冬小麦区土壤水分预报和灌溉决策系统的业务应用 J . 气象, 2001, 27(6): 36 - 39.
- [5] 汪志农. 灌溉排水工程学 M . 北京: 中国农业出版社, 2001: 117 - 127.
- [6] 汪志农, 康绍忠, 熊运章, 等. 灌溉预报与节水灌溉决策专家系统研究 J . 节水灌溉, 2001(1): 4 - 8.
- [7] 杨宝祝, 赵春江, 孙想, 等. 水灌溉专家决策系统的研究与应用 J . 节水灌溉, 2002(2): 17 - 23.
- [8] FAO. Irrigation and drainage papers 24 M . // Crop Water Requirements. Rome: FAO, 1977.
- [9] 上官周平, 邵明安, 薛增召. 旱地作物需水量预报决策辅助系统 J . 农业工程学报, 2001, 17(2): 42 - 46.
- [10] 高明亮, 王雪珍. 农业专家系统存在的问题与对策 J . 洛阳农业高等专科学校学报, 2001, 21(2): 88 - 90.
- [11] 李靖, 傅骅, 顾世祥. 基于地理信息系统的灌区用水管理系统初步研究 J . 农业工程学报, 2001, 17(6): 153 - 155.
- [12] 夏继红, 周明耀. 农田灌溉决策支持系统与地理信息系统的集成化研究 J . 农业系统科学与综合研究, 2002, 18(1): 41 - 44.