

渠系配水优化编组通用化软件的研发与应用

马孝义, 于国丰, 李安强, 何自立

(西北农林科技大学水利与建筑工程学院, 杨凌 712100)

摘要: 针对国内外已开发的渠系优化配水软件存在的通用化程度不高的问题, 在对渠系结构及优化配水模型抽象概括化的基础上, 以VC++ 6.0为开发平台, 研制了一种渠系优化配水的通用化软件。该软件以渠系层状树形结构图、空间布局概化图、渠道特征参数数据库等直观表达复杂渠系上下级关系、空间布局和特征参数, 并实现了上述图形与数据库的交互使用, 使用户可以方便的完成复杂渠系的空间布局搭建、渠道特征参数的输入与修改。在对渠系配水过程分析的基础上, 建立了所需参数少、通用性强、计算结果稳定可靠的渠系优化配水模型, 并通过对模型特点的分析, 提出了一种基于遗传算法的模型求解方法, 该方法采用轮灌组序号编码, 可以大大压缩染色体长度, 显著加快了计算速度。同时编制了应用软件, 使用户只要输入配水要求, 软件可自动确定渠系优化配水的相关参数, 求解并输出配水结果。整个软件具有通用性和可视性强、操作简单的优点, 能方便地应用于渠系优化配水决策。

关键词: 灌溉渠系; 配水; 软件; 通用化; 遗传算法

中图分类号: S274.3; TP311.52

文献标识码: A

文章编号: 1002-6819(2005)01-0119-05

0 引言

目前中国大多数灌区仍采用手工编制用水计划, 进行渠系水量调配的, 这经常造成渠系输水时间长, 小流量配水, 局部无效弃水和水量浪费现象。渠系优化配水是通过对各渠道的配水水量、流量和配水次序的合理安排, 减少整个渠系的弃水和水量损失, 取得最大的增产效益。对此问题国内许多学者进行了大量的研究, 大致分为两类: 一类是以满足一定约束条件下的以灌区某次配水的增产效益最大或灌溉管理部门水费收入最高为目标进行优化配水^[1], 另一类是为以满足一定约束条件下的渠系水量损失最小为目标进行优化配水^[2-7]。由于灌区某次配水的增产效益受作物种植制度、降雨、前期灌水、土壤水分、农产品价格等众多因素的影响, 前一类方法需要参数多, 特别是在中国以家庭联产承包经营体制下, 农户地块小且种植多元化情况下, 确定上述参数难度很大, 且模型复杂难以实现通用化。实际上目前大多数灌区在实际渠系配水过程中, 根据下级渠道申报的用水量, 在满足各种限制的情况下, 由上级灌溉管理部门根据经验, 以渠系水量损失小为目标进行水量调配的。因此第二类模型具有符合灌区配水实际情况, 相对简单, 所需参数少, 便于实现通用化的优点, 但其存在着没有很好解决其通用化求解方法的问题。近年来, 顾世祥、孟桃平等开发了多种灌区灌溉用水管理软件^[8,9], 考虑了灌溉系统运行管理、作物的腾发量、有效降雨量、灌溉时间、灌水量预报等因素, 能在短时间内完成渠系配水过程, 渠系水流模拟仿真, 软件可视化程度比较高, 但

由于考虑因素多, 特别是针对某一具体灌区或渠系编制的, 对其它灌区或渠系应用时需要对整个软件进行修改, 也不便于用户使用。本文正是针对国内外已开发的渠系优化配水可视化软件存在的通用化程度不高这一问题, 研究渠系结构抽象概括化方法和所需参数少、通用性强、计算结果可靠的优化配水模型, 并研制可视化程度高, 便于灌区管理部门直接应用的渠系配水优化编组软件, 为灌区渠系优化配水决策提供技术手段。

1 软件的研制思路

通用化渠系配水优化编组软件, 首先必须用简洁通用的图表概化表征灌区存在的干、支、斗、农渠道的布局和渠道特征参数, 特别是各级渠道的上下级渠道水流配送关系, 以使用户可根据渠系情况方便地搭建渠系布局图、上下级渠系关系图, 输入并修改各级渠道特征参数等。同时要建立一套所需参数少, 通用性强的渠系优化配水模型, 并能根据灌溉配水过程中的各种主要约束条件和配水安排, 自动确定优化配水模型中的各项参数, 求解并输出。为此软件的研制思路是: 1) 对渠系结构及渠系布局抽象, 将上下级渠道关系抽象成层状的树形结构, 用这一通用化结构来反映各级渠道的上下级关系。2) 对各级渠道的空间布局进行概化, 用渠系布局概化图来近似反映各级渠道空间布局。3) 对与配水过程相关的渠道参数, 如渠道长度、比降、正常流量、最小流量、最大流量等用渠道特征参数数据库表达。用上述树形结构和渠系布局概化图及渠道特征数据库全面地表征整个渠系的布局及特征参数。4) 通过多视图交互, 使用户能根据灌区实际情况方便地搭建复杂渠系的概化布局图, 设置并修改渠道特征参数。5) 分析渠系配水过程, 建立通用性强的渠系配水优化编组模型, 并能从上述的渠系的树形结构图、概化布局图、渠道特征参数数据库传递模型所需参数, 在用户输入本次配水的要求后, 软件自动确定渠系配水优化编组数学模型中的参数, 求解模型, 输出配水优化编组结果。

收稿日期: 2004-04-10 修订日期: 2004-09-16

基金项目: 国家自然科学基金项目(50479052); 国家“十五”重大科技专项课题(2002AA 2Z4211); 教育部优秀青年教师资助计划课题资助(2003-108)

作者简介: 马孝义(1965-), 男, 博士, 教授, 博士生导师, 陕西凤翔人, 杨凌 西北农林科技大学水利与建筑工程学院, 712100。Email: xiaoyin.asl@yahoo.com.cn

2 渠系布置及特征的概化与软件实现

以 VC++ 6.0 为开发平台^[11]采用以下技术来完成通用化渠系布局概化图的搭建及特征参数的设置与修改。

2.1 渠系布局及特征参数的概化与表达

灌溉输配水渠系是由干、支、斗、农等多级渠道组成的,由上级渠道向下级渠道配水,因此灌溉输配水渠系在可视为树状网,用 VC++ 中的树状视图类 (CTreeView) 这一通用化模式可以很好表征渠系的总体结构和上下级渠道水流接送关系。灌溉输配水渠系空间布局是十分复杂的,为了清晰地反映渠系的布局特征,去掉与配水无关的各种沟道、居民点、公路等设施,仅把各级灌溉输配水渠系用布局概化图反映,并把具体

的某条渠道抽象成直线,通过渠首、渠尾的相对坐标确定其位置,就可用渠系布局概化图清晰地反映渠系空间分布(图 1)。虽然用直线反映具体的某条渠道与渠道实际存在折线、曲线布置有不符之处,但它能较好的反映渠道相对位置,便于实现通用化,为用户提供一个形象直观的工作环境。把渠道长度、比降、设计流量、最小流量、最大流量等渠道特征参数用渠道特征参数数据库表达,同时设置渠道长度参数可以避免实际渠道为折线、曲线时直接用渠首、渠尾的相对坐标计算渠道长度与实际渠道长度不符的问题。为应用方便计还将渠道名、桩号、流量、渠道水利用系数等参数列入渠道特征参数数据库。

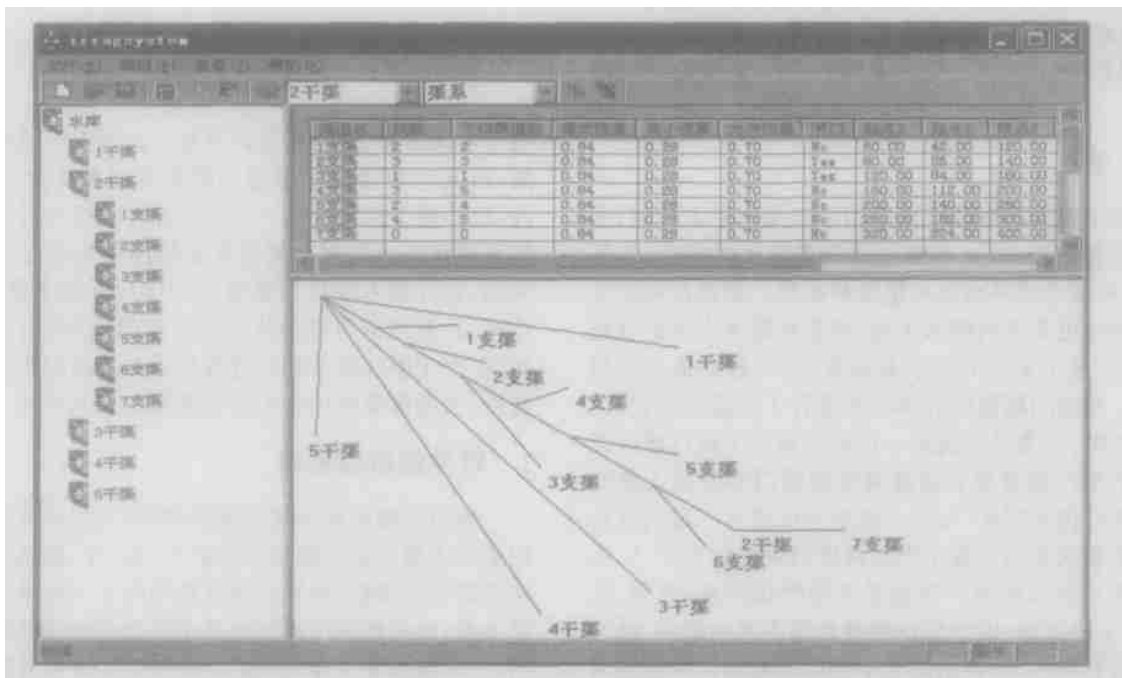


图 1 渠系配水优化编组可视化软件主界面

Fig 1 Main window of visualized software for irrigation system distribution optimal operation

2.2 多视图交互

为在输入、修改并设置渠系的空间布局、上下级关系和渠道特征参数时不致出错,软件将上述三个可视图集成在同一界面中。在图 1 中,左视图用树形结构反映渠系总体结构;右上视图是渠道属性参数数据库;右下视图是渠系概化布局图。采用多视图交互技术,实现了上述各视图之间的数据共享,如在左视图中添加、删除某一条渠道,渠道特征参数数据库会自动添加、删除某一条记录,渠系的概化布局图会自动添加、删除这一条渠道。若右上视图增加一条记录,左视图也会自动添加一条渠道。这样用户方便搭建渠系的空间布局和上下级关系图,正确地输入、修改渠道特征参数。

3 优化配水数学模型建立及模型参数传递

3.1 优化配水模型的建立

本软件以渠系水量损失最小为目标进行开发,为简

化软件研制工作,建立两级渠道配水优化编组模型。对于多级渠道配水优化编组可按从下级渠道逐级统计申报用水量,由灌溉管理部门采用上述模型对从最高一级渠道向其下级渠道进行优化配水。对其以下各级渠系的配水优化编组,可采用上述模型逐级进行优化分配,这样完成整个渠系的配水优化编组。采用上述方法,也便于研制出通用化软件。

在这一模型必须估算渠系配水过程中的水量损失,由于渠系损失水量主要为渗漏水,受渠床土壤性质及衬砌方式、地下水埋深及出流条件、渠道输水流量与时间等众多因素的影响,要准确确定其值是十分困难的,但据文献[11]的研究,渠道损失流量可用下式来概化:

$$Q_s = A Q^{1-m} \tag{1}$$

式中 Q_s, Q —— 分别为渠道渗漏损失流量和输水流量, A 值是由渠道输水工作长度、渠床土壤性质及衬砌方式、地下水埋深及出流条件确定的系数, m 值是由渠

床土壤性质确定的系数, 渠床土壤在粘土 ~ 砂壤土之间变化时, m 在 0.3 ~ 0.5 之间变化。

由式(1)得, 在输水总量为 W 时的渠道输水渗漏水量 W_s 为:

$$W_s = Q_s t = (A Q^{1-m}) t = A W Q^{-m} \quad (2)$$

在渠道输水总量、输水工作长度、渠床土壤性质及衬砌方式、地下水埋深及出流条件确定情况下, 渠道输水损失水量随渠道流量增大而减小。

基于上述分析, 参照文献[2 - 6] 建立两级渠系配水中水量损失最小目标的简化配水优化编组模型, 其基本思路是: 上下级渠道在其约束条件下尽可能采取大流量, 短历时配水, 使其总水量损失最小, 进行渠道优化配水。其假定条件为: 1) 下级渠道按固定流量引水, 其配水时间按该渠道的申报水量除以其引水流量确定, 采用“定流量, 变时间”运行方式从上级渠道引水, 引水流量可取 0.8 ~ 1.2 倍的设计流量, 这样水量损失小且为确定值, 为简化计假设各下级渠道的引水流量相同; 2) 对有 N 个下级渠道的上级渠道, 当其流量满足下级渠道同时灌溉要求, 下级渠道采用续灌, 当其仅能满足 M ($M < N$) 个下级渠道量的取水流量的要求时, 将其分为 M 个轮灌组, 实行组内轮灌, 组间续灌, 配水过程中应使上级渠道流量在其约束条件下上级渠道输水时的总流量尽量大, 以减小其输水时间, 使其总水量损失最小; 3) 应满足上级渠道的输水天数和引水流量应小于其轮期和最大允许流量要求, 同时还应满足下一级渠道连续配水, 保持流量稳定, 一直配到申报水量的要求。

设决策变量 $X_{ij} = \{0, 1\}$ 表示下级渠道的引水状态。下标 i 表示轮灌组数, $i = 1, 2, 3, \dots, M, M$ 为配水渠道的最大可能轮灌组数, j 表示下级渠道的进水口序号, $j = 1, 2, \dots, N; X_{ij} = 1$ 表示第 j 条渠道在第 i 轮灌组引水, $X_{ij} = 0$ 表示不引水。由于下级渠道的配水流量、配水时间, 工作长度均已固定, 所以下级渠道的输水损失也就固定了, 减少输水损失主要在于上级渠道。为减少上级渠道的输水损失, 使其总水量损失最小, 应在满足约束条件下尽可能加大上级渠道配水流量, 且使配水时间最短。而实际轮灌组 Y 值的大小标志着上级配水渠道内总流量的大小, 所以可以以轮灌组数 Y 最大为一级目标, 在轮灌组数 Y 相同的条件下, 以配水时间最长轮灌组的配水时间最小为二级目标, 建立目标函数:

$$\max Y = \sum_{i=1}^M f_i \left(\sum_{j=1}^N X_{ij} t_j \right) \quad (3)$$

$$\min T^* = \max_{1 \leq i \leq M} \left(\sum_{j=1}^N X_{ij} t_j \right) \quad (4)$$

式中 $f_i \left(\sum_{j=1}^N X_{ij} t_j \right)$ —— 轮灌组存在序数; t_j —— 第 j 条渠道的配水时间。

$$f_i \left(\sum_{j=1}^N X_{ij} t_j \right) = \begin{cases} 1, & \sum_{j=1}^N X_{ij} t_j > 0 \quad (i = 1, 2, 3, \dots, M) \\ 0, & \sum_{j=1}^N X_{ij} t_j = 0 \end{cases} \quad (5)$$

1) 轮期约束: 设上级渠道最大允许引水时间为 T , 则每一轮灌组内各出水口的轮流配水时间之和不大于轮期 T 。

$$\sum_{j=1}^N X_{ij} t_j \leq T \quad (i = 1, 2, 3, \dots, M) \quad (6)$$

2) 一次性引水约束: 任一个下级渠道出水口在轮期内只开启一次。

$$X_{ij} = 1 \quad (j = 1, 2, 3, \dots, N) \quad (7)$$

3) 上级渠道引水流量约束: 各下级渠道净流量之和不大于上级渠道引水流量

$$\sum_{i=1}^M q_i X_{ij} \leq Q \eta \quad (j = 1, 2, 3, \dots, N) \quad (8)$$

式中 q_j —— 第 j 条下级渠道的配水流量; Q —— 上级渠道引水流量(若对最高一级渠道, Q 为其渠道最大允许引水流量, 由设计流量确定); η —— 上级渠道水利用系数。需要说明的是, 由于上级渠道的最大可能轮灌组数为下级渠道数, 为使编制软件通用化, 取 $M = N$ 。

3.2 优化配水模型中渠系结构、特征参数的传递

软件的各项功能通过菜单和快捷键实现, 对某条渠道进行配水时, 先从渠系结构树状图捕捉渠道, 通过多视图之间的交互, 从渠道参数属性数据库中, 自动提取上级渠道的渠道名及对应编号、设计流量、渠道水利用系数及下级渠道个数、渠道名及对应编号、设计流量及渠系水利用系数, 并传递到渠系配水信息表中, 一般情况下以下级渠道设计流量作为配水流量, 对最上级渠道以其设计流量确定最大允许引水流量作为引水流量, 其它情况下, 按其更高级渠系优化配水结果确定, 它们也可由用户根据实际情况修改。上级渠道的轮期和下级渠道申报配水量等参数由键盘输入, 调用模型求解模块求解, 实现了渠系结构与优化配水模型衔接。渠系结构与优化配水模型的参数衔接调用参见图 2。

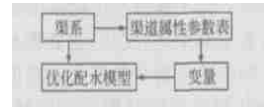


图 2 渠系结构与渠系配水优化编组模型衔接框图

Fig 2 Linkage of irrigation system structure with optimal water distribution model

4 基于遗传算法的模型求解方法

上述数学模型的目标函数中为非线性函数, 求解是十分困难的, 为方便地解得该数学模型的全局优化值, 采用遗传算法求解。该法是一种仿效生物界进化过程中自然选择与进化机制, 按照“生存竞争”、“优胜劣汰”的原则, 借助于复制、交叉和变异等操作, 使所要求解的问题从初始解逐步逼近最优解的高度并行、随机、自适应全局优化概率搜索算法^[12], 由于它具有健壮性, 特别适合于处理传统搜索算法不好解决的非线性问题。生物的进化过程主要是通过染色体之间的选择、交叉和染色体变异来完成的, 相应的遗传算法中搜索过程也模仿生物

的这个进化过程,用遗传算子对群体以相应目标优化为准则,进行选择、交叉、变异操作,从而得到新一代群体,逐步筛选出对应于所求问题最优目标的个体。其过程包括编码、产生初始种群、解码、选择、计算染色体的适应值、选择、交叉、变异等。

4.1 编码与解码

遗传算法的运算对象是表示个体的符号串,必须先把决策变量 x_{ij} 编码为一种符号串,即染色体串。若按基本方法采用二进制编码,则对 N 条渠道的配水染色体的长度将达 NN 位,计算工作量很大。软件采用轮灌组序号自然数编码法,把矩阵 x 中每列中元素 1 所在行的行号(即轮灌组序号)减 1 作为基因,由于最大轮灌组数为渠道数 N (相当于续灌),直接采用 $0 \sim N-1$ 的自然数编码,如对于 7 条渠道,用 $0 \sim 6$ 之间的自然数进行编码。若基因编码 $k_1k_2k_3k_4k_5k_6k_7 = 1302000$,即意味着下级渠道 3、5、6、7 属于第一轮灌组(基因编码为 0); 1 属于第二轮灌组; 4 属于第三轮灌组; 2 属于第四轮灌组。为使算法通用化,根据下级渠道数选择编码长度,对于 3~4 条渠道,其对应基因的长度用 2 位编码,5~8~16、17~32 条渠道可分别采用 3 位、4 位、5 位编码,软件中假定最大下级渠道数为 32,则染色体的最大长度将为 $32 \times 5 = 160$ 位。这样可以大大减小编码长度,根据编码规则解译出对应的决策变量 x_{ij} 的值。

4.2 染色体适应值的计算

将解码得到的各 x 值代入各种约束条件,筛选出满足的各 x 值编码,并将其代入目标函数得到相应的目标函数值 Y ; 再将目标函数值转换为适应度值,适应度越大,说明其染色体对目标接近程度越大。对不满足约束条件的个体,其适应度取最小值。

4.3 选择、交叉和变异

据当前群体(母体)中各个体的适应度大小,按一定概率规律找出一定数目的优秀个体通过交叉和变异产生下一代种群,交叉是仿照生物中的杂交原则,按一定概率选择的若干对个体(父代)及其部分基因位,进行相互交换产生新的若干对个体替代对应的原个体。变异是仿效生物进化过程中的基因突变机制,按一固定的小概率选择的若干个体(父代)及其部分基因位,进行逆转变异(0 变为 1, 1 变为 0)操作,产生新的若干个体替代对应的原个体。变异操作可以提供初始种群中不含的基因,为种群提供新的内容,保证遗传算法跳出局部最优解的主要手段。将新产生的个体与原母体一起计算适应度,淘汰适应度较小的个体,保持种群大小不变,形成新一代群体,实现优选操作。

在遗传算法中,还需要确定种群数、遗传代数和终止条件等。种群数越大,参与搜索个体越多,越易找到全局最优解,但每代迭代时间越长,一般取 $z = 20 \sim 100$,考虑到种群中存在许多不满足约束条件的个体,故取 $z = 100$ 。遗传算法中是一种反复迭代搜索的方法,要有终止条件控制其结束,常用的终止方法有规定迭代次数法、控制目标函数偏差法等,在软件编制中采用了规定迭代次数的方法。由实际中存在模型无解的可能性,为此软件编制中采用 5 次遗传算法计算,并对每次的最优

决策进行约束校核,若 5 次均不满足,给出本问题无解的结论,供用户重新修订上下级渠道配水要求等。

5 实例与求解

这里引用文献[7]实例的两级渠道配水要求,编制渠系配水优化编组计划。有 7 条下级渠道,参见图 1。上级渠道来水流量 $3.0 \text{ m}^3/\text{s}$,实测渠道水利用系数为 0.956;下级渠道设计流量、实测渠道水利用系数和控制面积列于表 1,本次灌水定额取为 $75 \text{ m}^3/\text{亩}$ (1 亩 = $1/15 \text{ hm}^2$)。由下级渠道的灌溉面积、灌水定额可以确定其灌水量。本次轮灌周期为 6 d,即 144 h。

表 1 上下级各条渠道参数表

Table 1 Table of parameters for upper and lower irrigation canals

下级渠道序号	设计流量 / $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	灌溉面积 /亩	渠道水利用系数	申报用水量 / m^3
1	0.7	2194	0.96	164550
2	0.7	2836	0.96	212700
3	0.7	1035	0.96	77625
4	0.7	2587	0.96	194025
5	0.7	328	0.96	24562
6	0.7	1389	0.96	104175
7	0.7	944	0.96	70800

应用研制的软件对上文问题求解,首先设置渠系布局及特征参数,而后单击配水求解命令,弹出本次配水信息表如图 3 所示。用户输入上级渠道轮期和下级渠道申报用水量等信息,通过软件求解并输出配水优化编组结果如图 4 所示。

图 3 配水要求信息表

Fig 3 Table of irrigation water distribution requirements

图 4 配水优化编组结果

Fig 4 Results of irrigation water optimal distribution

6 结 论

1) 以渠系层状树形结构图、布局概化图及渠道特征数据库等直观反映渠系的空间分布、上下级关系。系实际情况搭建渠系层状树形结构图、布局概化图, 方便地输入、修改渠系的渠道特征参数, 完成添加、删除、修改等功能, 具有操作简单、可视性强的优点。

2) 分析灌区实际配水决策过程后, 建立两级渠道配水过程水量损失最小的渠系配水优化编组模型, 具有所需参数少、通用性强、计算结果稳定可靠的优点。

3) 采用遗传算法对模型求解, 并通过对模型特点的分析, 提出了一种基于轮灌组序号自然编码的方法, 可以大大压缩染色体长度, 快速找到模型的最优解。

4) 编制的软件能将渠系的上下级关系和配水相关渠道特征参数传递到渠系配水优化编组模型中, 使用户只输入本次配水的要求后, 软件自动确定本次渠系配水优化编组数学模型各项参数, 求解并输出优化配水结果, 操作简单, 可用于多级渠系配水优化编组决策。

5) 渠系配水优化编组通用化软件的研发是一个十分复杂的问题, 本研究中还存在一些问题, 如假定下级渠道的配水流量相等, 与渠系配水实际情况不完全相符, 也未能解决在上级渠道的来水量不能满足下级渠道配水量要求时的优化配水问题, 都需在今后进一步研究相应模型, 修改软件, 使其不断完善。

[参 考 文 献]

- [1] 汪志农, 熊运章. 灌溉渠系配水优化模型的研究[J]. 西北农业大学学报, 1993, 21(2): 66- 69.
- [2] Suryavanshi A R, Reddy J M. Optimal operating schedule of irrigation distribution system [J]. Agricultural Water Management, 1986, (11): 23- 30.
- [3] 王 智, 朱凤书. 灌溉渠系流量最优调配的 0—1 规划模型 [J]. 灌溉排水, 1992, (11): 8- 13.
- [4] Wang Zhi, Reddy J M, Feyen J. Improved 0 - 1 programming model for optimal flow scheduling in irrigation canals [J]. Irrigation and Drainage Systems, 1995, 14(9): 105- 116.
- [5] 吕宏兴, 熊运章, 汪志农. 灌溉渠道轮支斗渠轮灌配水与引水时间优化模型[J]. 农业工程学报, 2000, 16(6): 43- 46.
- [6] 宋松柏, 吕宏兴. 灌溉渠道轮灌配水优化模型与遗传算法求解[J]. 农业工程学报, 2004, 20(2): 40- 44.
- [7] 吴 泽, 张平山, 吴 东. 渠道经济工作制度 0- 1 规划模型[J]. 水利经济, 1995, (2): 39- 43.
- [8] 顾世祥, 李远华, 崔远来, 等. 灌溉管理应用软件的研究现状及前景[J]. 灌溉排水, 1999, 18(1): 61- 64.
- [9] 孟桃平, 雷存伟, 等. 红旗渠灌区自动化管理系统开发与实现[J]. 中国农村水利水电, 2001, (3): 13- 16.
- [10] 谢崇宝, J M Lance, 崔远来, 等. 大中型灌区干渠输配水渗漏损失经验公式探讨[J]. 中国农村水利水电, 2003, (2): 20- 22.
- [11] David J. K. (著), 潘爱民, 王国印(译). Visual C++ 6.0 技术内幕[M]. 北京: 清华大学出版社, 1999, 814.
- [12] 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, 2002, 311.

Research and development of general software for optimal irrigation water distribution and its application

Ma Xiaoyi, Yu Guofeng, Li Anqiang, He Zili

(Water Conservancy and Architecture College, North West Sci-Tech University of Agriculture and Forestry, Yangling 712100, China)

Abstract Irrigation water optimization distribution plays an important role in improving irrigation management. A few of models and softwares were developed, but most of them need a lot of parameters and are designed for special irrigation system, thus it is often difficult to use in practice. In this paper, a general irrigation water distribution model that has less input parameters and stable calculated results is put forward and a model calculation method based on genetic algorithms is presented. The method is coded with the order number of alternative irrigation canal so the length of chromosome in genetic algorithms is cut down and the calculation is speeded up remarkably. Based on the model and algorithms, a general software for irrigation water optimal distribution was developed on the platform of VC++ 6.0. By use of irrigation canal layer CTreeView map, simplified canal space-layout map and canal parameter database, the software can directly demonstrate the complex linkage of upper and lower irrigation canals, space-layout structure and canal characteristic parameters of an irrigation system. The maps and the database above are linked dynamically, users can easily edit the complex irrigation system structural and space-layout map, modify the characteristic parameters of irrigation canals. The software is easy to operate, when inputting the requirements of irrigation water distribution, it can automatically transfer the relative canal characteristic parameters from the canal character parameters database to model computing program and then output the results of irrigation water optimal distribution. The software with visualized manual interface can be widely used in decision-making in irrigation water optimal distribution.

Key words: Irrigation canal system; water allocation; software; generalization; genetic algorithm s

马孝义, 于国丰, 李安强, 等. 渠系配水优化编组通用化软件的研发与应用[J]. 农业工程学报, 2005, 21(1): 119- 123.

Ma Xiaoyi, Yu Guofeng, Li Anqiang, et al. Research and development of general software for optimal irrigation water distribution and its application[J]. Transactions of the CSAE, 2005, 21(1): 119- 123. (in Chinese with English abstract)