

⑦

34-36

第15卷第5期

水利水电科技进步

1995年10月

山西省海河流域农业需水预测模型研究

李智慧

周之豪

S274.4

(山西省水资源技术开发研究所 太原 030001)

(河海大学 南京 210098)

摘要 本文提出了山西海河流域农业需水预测模型。根据流域内各子区35年分月实测降雨资料 and 大量历史经济资料及农业规划指标,以优化的不同供水水平的灌溉制度和作物产量为基础,采用“元数换算法”求解,最终得出了各规划水平年在35个降雨年型下的分月灌溉需水量。文中考虑的约束条件比较全面(8类),且具有良好的界面,优化结果合理。

关键词 灌溉规划需水量 预测模型 农业用水 优化设计

海河

山西省海河流域农业需水预测模型是一个以农业灌溉定额优化为前提,在农业种植结构优化条件下的需水预测模型。该模型根据不同灌溉水平控制的灌水次数通过动态规划对作物生长期整个用水过程进行整体优化(使单产效益最大),提出各流域分区不同作物在不同降雨条件下最优供水方式的灌溉定额和作物单产,以此作为外生变量,供农业需水预测模型直接调用,由农业需水预测模型得出各规划水平年在35个降雨年型下的分月灌溉需水量,同时还可输出可能达到的各种作物产量及灌溉面积等。

1 模型设计

1.1 确定目标函数

粮食作物与经济作物在国民经济中所占地位不同,不同的粮食作物,不能用产量的简单相加作为目标函数,因为它不能反映生产消耗情况(如化肥、种子、农药、劳动力等输入情况),为此,我们采用实物型与价值型相结合的办法来确定目标函数,总目标函数采用农业纯收入(即净产值)最大作为目标函数,

表达式为

$$N = \max \sum_{i=1}^6 \sum_{f=1}^6 (C_{if} L_i - \sum_{j=1}^5 u_{jif} V_j) L_{if} \quad (1)$$

式中 N 为农业净产值(元); C_{if} 为第 i 种作物第 f 种灌溉方式的单位播种面积产量(t/hm^2),其中 $i=1,2,3,4,5,6$,分别表示冬小麦、春小麦、玉米、高粱、谷子、其它作物, $f=1,2,3,4,5,6$ 分别表示灌水3750,3000,2250,1500,750,0(m^3/hm^2),显然旱地是作为一种特殊灌溉方式出现的,不同操作降雨年型, C_{if} 不同; L_i 为第 i 种作物单价(元/ t); u_{jif} 为第 j 种投入物对第 i 种作物第 f 种灌溉方式的单位面积(hm^2)投入量,其中 $j=1,2,3,4,5$ 分别表示种子(kg/hm^2),化肥(kg/hm^2),农药(kg/hm^2),劳动力(人 $\cdot d/hm^2$)和水投入量(m^3/hm^2); V_j 为第 j 种投入物价格(单位分别为元/ kg ,元/人 $\cdot d$,元/ m^3); L_{if} 为第 i 种作物第 f 种灌溉方式的灌溉面积(hm^2)。

1.2 约束条件

a. 总播种面积约束;

$$\sum_{i=1}^6 \sum_{f=1}^6 L_{if} \leq S \quad (2)$$

式中 S 为总播种面积(hm^2)。

b. 作物总产量约束:

$$\sum_{i=1}^6 \sum_{f=1}^6 C_{if} L_{if} \geq W \quad (3)$$

式中 W 为作物总产量最低限(t)。

c. 各种作物的产量上限约束:

$$\sum_{f=1}^6 C_{if} L_{if} \leq W_{i,上} \quad (4)$$

式中 $W_{i,上}$ 为第 i 种作物最高总产量(t)。

d. 各种作物的产量下限约束:

$$\sum_{f=1}^6 C_{if} L_{if} \leq W_{i,下} \quad (5)$$

式中 $W_{i,下}$ 为第 i 种作物最低总产量(t)。

e. 各种投入物约束:

$$\sum_{i=1}^6 \sum_{f=1}^6 u_{if} \leq M_j \quad (6)$$

式中 j 取 1, 2, 3, 4 时, 分别表示种子、化肥、农药及劳动力总量约束, M_j 分别表示相应投入物的最大可供量, 除劳动力单位为(人·d)外, 其余单位为 kg。

f. 灌溉面积约束:

$$\sum_{i=1}^6 \sum_{f=1}^6 L_{if} \leq SG \quad (7)$$

式中 SG 为有效灌溉面积。

g. 可供水总量约束:

$$\sum_{k=1}^{12} \sum_{i=1}^6 \sum_{f=1}^6 q_{ifk} L_{if} \leq W \quad (8)$$

式中 q_{ifk} 为第 k 月第 i 种作物第 f 种灌溉方式的单位面积(hm^2)灌溉水量; Q 为可供水总量(m^3)。

h. 分月可供水量约束(水投入约束):

$$\sum_{i=1}^6 \sum_{f=1}^6 q_{ifk} L_{if} \leq Q_k \quad (9)$$

式中 Q_k 为第 k 月最大可供水量(m^3)。

2 模型求解

本模型实际是一个线性规划模型, 采用

“元数换算法”求解。求解步骤如下:

a. 将灌溉定额优化子模型所求出的各系列年分月灌溉定额及作物单产形成单独数据文件, 其余参数用 QUATTRO 软件生成数据文件, 两者共同构成初始元数表, 备模型调用。为了便于模型程序设计, 各种作物不同灌溉方式的灌溉面积按照各种作物的顺序进行统一编号, 即用 $GGMJ(j)$ 代 L_{if} 。

b. 约束条件方程右边常数项 B_i 的非负处理。

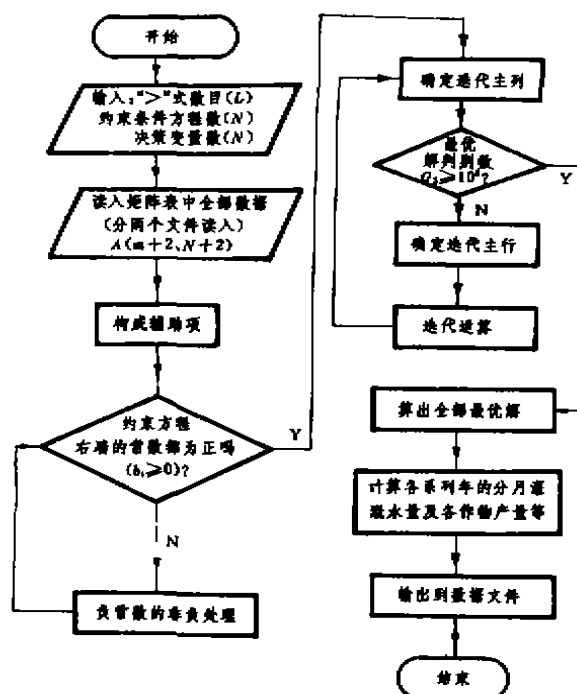
c. 优解判别。

d. 求优换算(元数换算的步骤与非负处理中的元数换算相同)。

e. 多组最优解的确定。

f. 结果输出。

程序框图见附图。



附图 山西省海河流域农业需水预测模型程序框图

3 结论

计算结果详见附表。从附表的预测结果

可以明显看出:①同一规划水平年,降雨年型不同,灌溉需水量也有较大差异,这说明灌溉需水量与年降雨量及其年内分配有着密切的关系;②同一降雨年型,随着时间的推移,灌溉需水量呈减少趋势,其主要原因是随着人

附表 山西省海河流域不同水平年农业灌溉需水量表(单位:万 m^3)

降雨年型	2001 年	2010 年	2020 年
1956	133794	127977	122161
1957	145085	138592	132099
1958	142586	136178	129771
1959	127780	122099	116418
1960	92240	88142	84044
1961	87199	83614	80029
1962	107542	102851	98160
1963	106448	101677	96905
1964	144780	135438	132095
1965	122426	116958	111489
1966	143303	136760	130216
1967	133769	127844	121919
1968	130801	125215	119629
1969	146293	139799	133305
1970	144634	138148	131662
1971	143893	137510	131126
1972	122039	116635	111230
1973	93750	89600	81745
1974	88871	85308	85451
1975	109069	104373	99678
1976	115894	110598	105303
1977	140414	134169	127924
1978	131068	125140	119212
1979	135697	129750	123803
1980	137391	131408	125426
1981	140091	133988	127886
1982	143458	137150	130842
1983	142804	136389	129974
1984	143744	137285	130825
1985	122155	116675	111195
1986	93694	89503	85312
1987	79387	76134	72881
1988	111705	106875	102045
1989	108667	103825	98983
1990	142570	136302	130034

类活动的影响,有效灌溉面积和可供水量将不断减少。

本模型采用 Quick BASIC 语言编程,以结构化设计方式为主,通用性强,有良好的界面,中西文两种方式提示,操作简单,经编译后,形成可执行文件,可直接在 DOS 环境下运行。

参考文献

- 1 朱世立. 汉字 TRUE BASIC 语言和系统工程常用方法. 北京:电子工业出版社,1988
- 2 山西省统计局. 山西省统计年鉴. 北京:中国统计出版社,1991

(收稿日期:1995-06-20)

《水科学进展》征订启事

《水科学进展》以水为论述主题。她反映国内外在暴雨、洪水、干旱、水资源、水环境等领域中科学技术的最新成就、重要进展、当代水平和发展趋势,报导关于水圈研究的新事实、新概念、新理论和新方法,交流新的科研成果、技术经验和科技动态;她涉及与水有关的所有学科,包括水文科学、大气科学、海洋科学、地质科学、地理科学、环境科学、水利科学和水力学、冰川学、水化学、生态学、水生物学,以及法学、经济学和管理科学中与水有关的内容。读者对象为从事与水有关的生产、科研、教学、规划、设计与管理的科技人员和大专院校师生。

《水科学进展》为季刊,每季季末出版,每期 88 个版面,定价 6.00 元。国际标准刊号:ISSN1001-6791,国内统一刊号 CN32-1309/P,国内发行代号 28-146,国外发行代号 Q1147,欢迎广大读者向当地邮局办理订阅手续,本刊可在当地邮局破季订阅。若错过订阅日期,亦可直接汇款到编辑部补订。联系地址:南京市西康路 1 号,水利部南京水文水资源研究所《水科学进展》编辑部。邮政编码:210024。