

# 地下水位控制系统及最优灰色决策 ——人民胜利渠的灌溉决策

邓琦

(河南省水利干部学校)

冯清玺

(河南引黄人民胜利渠管理局)

邓聚龙

(华中工学院)

## 摘 要

本文提出了控制人民胜利渠地下水位埋深的数学模型,并按灰色系统的多目标局势决策,从“适灌”、“防次”、“经济”三目标出发,确定了最优灌溉决策。实践证明,这种决策收益大、效果好,年内水位系统状态变化良好,埋深较大,是一种优化的地下水位埋深的控制系统。

## 一、前 言

人民胜利渠是我国首建的大型引黄(引黄河水)灌溉工程,经过30年的曲折,终于建成了由多个控制量控制的地下水位系统(图1)。从而走上了综合治理旱、涝、碱的道路,成为高产灌区。

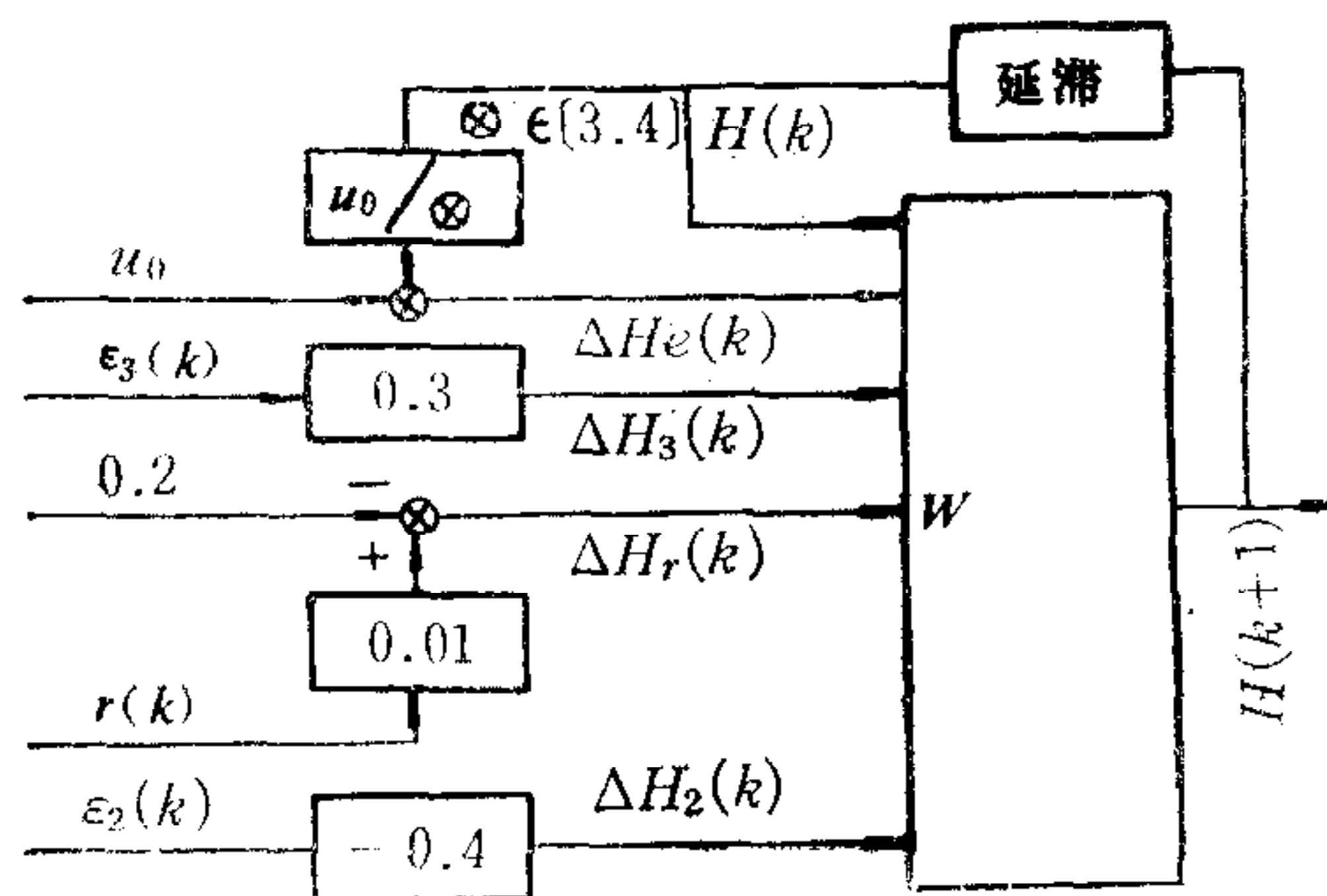


图 1

本文以灰色系统的局势决策为基础,研究了最优灌溉决策。优良的灌溉决策要求做到: 1) 控制农田地下水位,以防治土壤次生盐碱化,简称“防次”目标 1; 2) 适时适量灌溉,保证作物的生长条件,简称“适灌”目标 2; 3) 经济效益大,简称“经济”目标 3。

## 二、系统的控制函数

图 1 是人民胜利渠地下水位控制系统框图。图中  $H(K+1)$ ,  $H(K)$  是第  $K+1$  与  $K$  月的地下水位埋深 (米);  $\Delta H_e(K)$  与  $\Delta H_r(K)$  分别是第  $K$  月蒸发和降雨引起的地下水位埋深增量;  $\Delta H_i(K)$  是第  $K$  月第  $i$  种灌溉方式引起的地下水位埋深增量。  $i=1$  为“不灌”;  $i=2$  为“渠灌”;  $i=3$  为“井灌”。  $u_0$  为控制量。其动态关系为

$$\Delta H_e(K) = u_0 - 0.16H(K), \quad \Delta H_e(K) \geq 0, \quad (1)$$

$$\Delta H_r(K) = 0.2 - 0.01r_0(K). \quad (2)$$

$r_0(K)$  为灰色量, 记为  $\otimes(K)$ , 并且  $\otimes(K) \in [80, \infty]$ ,  $\otimes(K)$  的白化值  $r_0(K)$  取下界, 即  $r_0(K) = 80$ ; 若  $\otimes(K) \in [0, 20]$ , 则  $\otimes(K)$  的白化值取上界, 即  $r_0(K) = 20$ .

$$\Delta H_1(K) = \Delta H_1 \varepsilon_1(K) = \Delta H_e(K) \varepsilon_1(K), \quad (3)$$

$$\Delta H_2(K) = -0.4 \varepsilon_2(K), \quad (4)$$

$$\Delta H_3(K) = 0.3 \varepsilon_3(K). \quad (5)$$

$$\varepsilon_i(K) = \begin{cases} 1, & \text{第 } i \text{ 个决策被采纳} \\ 0, & \text{否则} \end{cases} \quad i = 1, 2, 3.$$

归纳起来, 得地下水位控制的差分矩阵函数为

$$H(K+1) = Wu,$$

$$W = [1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1],$$

$$u = [H(K), \Delta H_e(K), \Delta H_r(K), \Delta H_2(K), \Delta H_3(K)].$$

$\varepsilon_i(K)$  称为第  $i$  个决策系数。  $u$  中, 与  $\varepsilon_i(K)$  有关的量是  $\Delta H_i(K)$ 。因此, 地下水位的控制事实上是对  $\Delta H_i(K)$  的控制, 也就是灌溉方式的安排, 称为局势决策问题。

## 三、局势决策效果测度

以第  $i$  个月作为决策事件, 第  $j$  种灌溉方式作为对策, 便可构成局势  $S_{ij}$

$$S_{ij} = (a_i, b_j), \quad i = 1, 2, \dots, 12, j = 1, 2, 3.$$

下面以 10 月为例, 计算目标 1, 即防次目标的效果测度  $r_{10,i}^{(1)}, j = 1, 2, 3$ 。

记  $\alpha, \beta, \gamma$  为深度、中度、浅度埋深代号; 记  $a, b, c$  为大雨、中雨、小雨的降雨代号; 记  $b_1, b_2, b_3$  为“不灌”、“渠灌”、“井灌”的代号。则 10 月份深度埋深、大雨、渠灌条件下地下水位埋深增量为

$$\Delta H(10, \alpha, a, b_2) = \Delta H_e(10, \alpha) + \Delta H_r(10, a) + \Delta H_2(10).$$

$\Delta H_e(10, \alpha)$  是 10 月分埋深为深度时由蒸发引起的地下水位埋深增量, 查表 1, 知

$$\Delta H_e(10, \alpha) = 0.3.$$

$\Delta H_r(10, a)$  是 10 月分大雨时引起的埋深增量, 查表 1 知

$$\Delta H_r(10, a) = -0.6.$$

表 1

$\Delta H_e$ (米/月)			$\Delta H_r$ (米/月)		$\Delta H_{bi}$ (米/月)		备 注	
	$H_{深}$	$H_{中}$	$H_{浅}$	大雨	-0.6	$b_1$ 不灌	$\xi_1(t)$ 0	$H_{深}$ 为 2.4 <sup>m</sup>
1, 2, 3, 4 月	0.1	0.36	0.45	中雨	-0.3	$b_2$ 渠灌	$\xi_2(t)$ -0.4	$H_{中}$ 为 2 <sup>m</sup>
5~8, 11, 12 月	0.2	0.45	0.55	小雨	0		$\xi_3(3)$ 0.3	$H_{浅}$ 为 1.4 <sup>m</sup>
9, 10 月	0.3	0.54	0.65					

$\Delta H_2(10)$  是 10 月份渠灌引起的埋深增量, 从 (4) 式知

$$\Delta H_2(10) = -0.4\varepsilon_2(10) = -0.4.$$

由此得

$$\Delta H(10, \alpha, a, b_2) = 0.3 - 0.6 - 0.4 = -0.7.$$

相应地有

$$\begin{aligned} \Delta H(10, \alpha, b, b_2) &= \Delta H_e(10, \alpha) + \Delta H_r(10, b) + \Delta H_2(10) \\ &= 0.3 + (-0.3) + (-0.4) = -0.4, \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta H(10, \alpha, c, b_2) &= \Delta H_e(10, \alpha) + \Delta H_r(10, c) + \Delta H_2(10) \\ &= 0.3 + 0 + (-0.4) = -0.1. \end{aligned}$$

因为  $H(K+1)$  是第  $K+1$  月月初的地下水位埋深, 且

$$H(K+1) = H(K) + \Delta H_e(K) + \Delta H_r(K) + \Delta H_2(K) + \Delta H_3(K),$$

因此在求 10 月份的局势效果测度时, 上式中的  $K=10$ , 而  $H(K+1)$  仍作为计算 10 月份效果测度  $r_{10,i}^{(1)}$  的基本数据, 或者说是局势  $S_{10,i}$  的一种“效果”。

10 月在埋深为深度、渠灌, 降雨情况不同的地下水位埋深为

$$\begin{aligned} H(K+1, a) &= H(K) + \Delta H(10, \alpha, a, b_2) \\ &= H(10, \alpha) + \Delta H(10, \alpha, a, b_2) = 2.4 - 0.7 = 1.7, \end{aligned}$$

$$H(K+1, b) = H(10, \alpha) + \Delta H(10, \alpha, b, b_2) = 2.4 - 0.4 = 2,$$

$$H(K+1, c) = H(10, \alpha) + \Delta H(10, \alpha, c, b_2) = 2.4 - 0.1 = 2.3.$$

对  $H(K+1, i), i = a, b, c$  分别查功效曲线图 2, 有  $\lambda_a = \lambda(1.7) = 0.75, \lambda_b = \lambda(2) = 0.95, \lambda_c = \lambda(2.3) = 1$ .

查表 3 知, 10 月份大雨、中雨、小雨的概率  $P_a, P_b, P_c$  分别为  $P_a = 0.08, P_b = 0.69, P_c = 0.23$ .

现在得局势  $S_{10,2} = (a_{10}, b_2)$  在深度埋深  $\alpha$  时的效果测度为

$$\begin{aligned} r_{10,2}^{(1)}(\alpha) &= \lambda(a)P_a + \lambda(b)P_b + \lambda(c)P_c \\ &= 0.75 \times 0.08 + 0.95 \times 0.69 \\ &\quad + 1 \times 0.23 = 0.94. \end{aligned}$$

对于中度  $\beta$ 、浅度  $\gamma$  的埋深情况下, 效果测度

$$r_{10,2}^{(1)}(\beta) = 0.82, \quad r_{10,2}^{(1)}(\gamma) = 0.33.$$

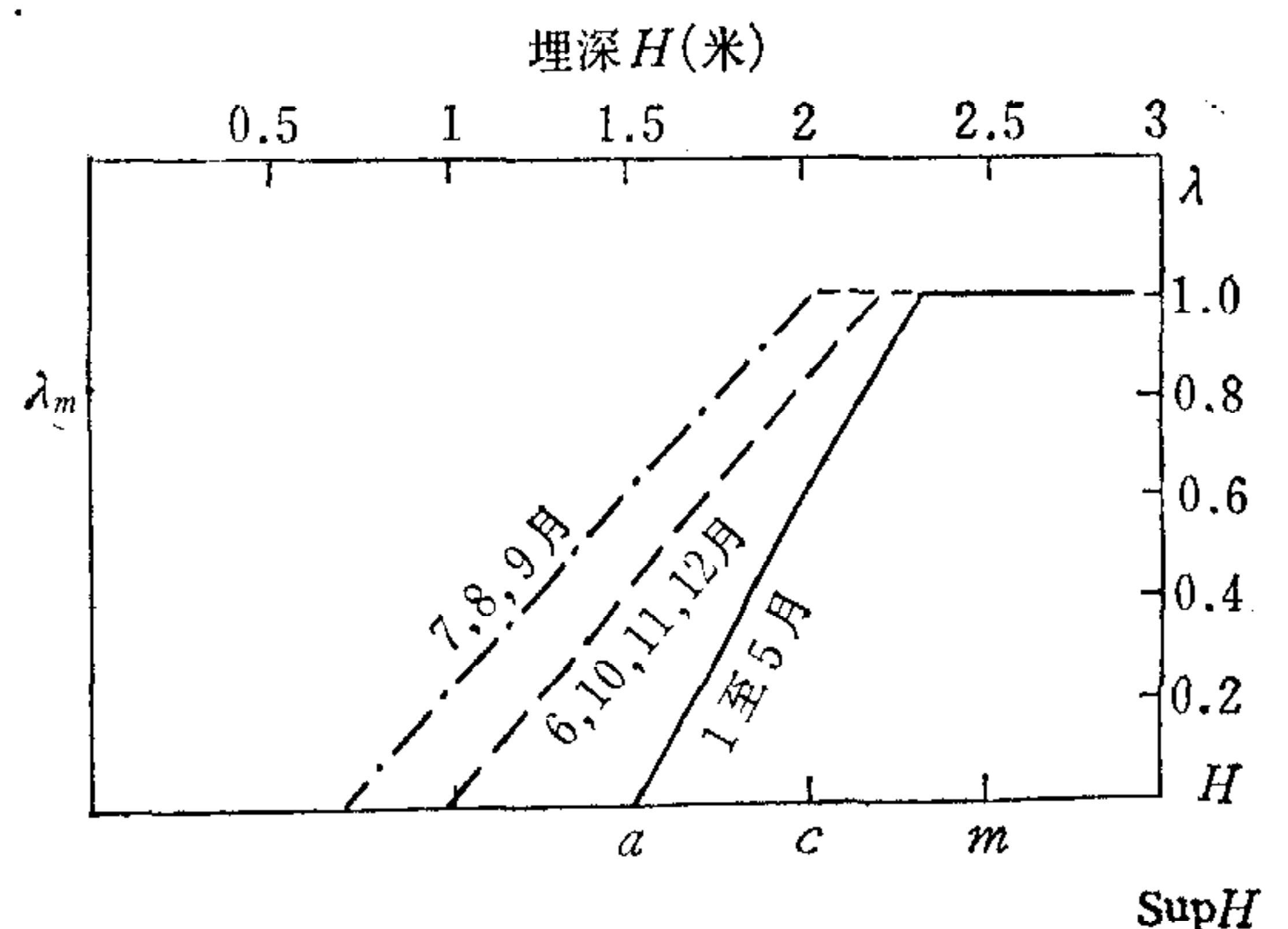


图 2

表 2

月	埋深概率			降雨概率			备 注
	$P_{深}$	$P_{中}$	$P_{浅}$	$P_{深}$	$P_{中}$	$P_{浅}$	
1	0.46	0.54	0	0	0	1	1) $P_{深}$ 为埋深大于 2.2 米的概率. 2) $P_{中}$ 为埋深是 1.8 至 2.2 米的概率 3) $P_{浅}$ 为埋深小于 1.8 米的概率 4) 大雨指月雨量大于 80 毫米 5) 中雨指月雨量为 20 至 80 毫米 6) 小雨指月雨量小于 20 毫米 并记 $P_{深} = P_{\alpha}$ ; $P_{中} = P_{\beta}$ ; $P_{浅} = P_{\gamma}$ . $P_{大} = P_{\alpha}$ ; $P_{中} = P_{\beta}$ ; $P_{小} = P_{\gamma}$ .
2	0.54	0.37	0.09	0	0.08	0.92	
3	0.28	0.72	0	0	0.23	0.77	
4	0.18	0.82	0	0	0.85	0.15	
5	0.46	0.54	0	0.08	0.38	0.54	
6	0.28	0.72	0	0.31	0.54	0.15	
7	0.18	0.54	0.28	0.85	0.15	0	
8	0.18	0.18	0.64	0.54	0.46	0	
9	0.22	0.33	0.45	0.38	0.54	0.08	
10	0.22	0.67	0.11	0.08	0.69	0.23	
11	0.44	0.45	0.11	0	0.31	0.69	
12	0.45	0.44	0.11	0	0.15	0.85	

查表 3, 10 月份不同埋深的概率分别为

$$P_{\alpha} = 0.22, P_{\beta} = 0.67, P_{\gamma} = 0.11.$$

表 3

$H, P$	决策 $b_i$	大雨 $P_{\alpha} = 0.08$			中雨 $P_{\beta} = 0.69$			小雨 $P_{\gamma} = 0.23$			$\Delta H_R$ ( $e_i(10)$ )	$R_H$
		$H_{k+1}$	$\Delta H_{bijk}$	$r_{bijk}$	$H_{k+1}$	$\Delta H_{bijk}$	$r_{bijk}$	$H_{k+1}$	$\Delta H_{bijk}$	$r_{bijk}$		
$H_{深}$ (2.4 米) $P_{\alpha} = 0.22$	$b_1$	2.1	-0.3	1	2.4	0	1	2.7	0.3	1	0.05	1
	$b_2$	1.7	-0.7	0.75	2.0	-0.4	0.95	2.3	-0.1	1	-0.36	0.94
	$b_3$	2.4	0	1	2.7	0.3	1	3.0	0.6	1	0.35	1
$H_{中}$ (2 米) $P_{\beta} = 0.67$	$b_1$	1.94	-0.06	0.9	2.24	0.24	1	2.54	0.54	1	0.39	0.99
	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	-0.12	0.82
$H_{浅}$ (1.4 米) $P_{\gamma} = 0.11$	$b_1$											
	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫	⑬
查表 1		①加④	查表 2 后 用 (2) 式	用③查 图 2	①加⑦	同④	同⑤					

为此, 10 月份考虑三种埋深、三种降雨情况下, 局势  $(a_{10}, b_2)$  在目标 1 的效果测度为

$$\begin{aligned} r_{10,2}^{(1)} &= P_{\alpha} r_{10,2}^{(1)}(\alpha) + P_{\beta} r_{10,2}^{(1)}(\beta) + P_{\gamma} r_{10,2}^{(1)}(\gamma) \\ &= 0.22 \times 0.94 + 0.67 \times 0.82 + 0.11 \times 0.33 = 0.8. \end{aligned}$$

相应的决策元为

$$r_{10,2}^{(1)} / S_{10,2} = 0.8 / (a_{10}, b_2).$$

仿此计算,有表 3 及表 4.

表 4

月		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		$b_1$ 不灌	$\frac{\Delta H_R}{\xi_1(t)}$	0.24	0.21	0.23	0.05	0.28	0.03	-0.12	0.12	0.10	0.31
	$R_H$	1	0.92	0.95	0.69	0.89	0.93	0.91	0.89	0.96	0.96	0.98	0.98
$b_2$ 渠灌	$\frac{\Delta H_R}{\xi_2(t)}$	-0.16	-0.19	-0.17	-0.33	-0.17	-0.37	-0.51	-0.40	-0.26	-0.16	-0.16	-0.10
	$R_H$	0.54	0.51	0.43	0.62	0.50	0.66	0.70	0.55	0.80	0.80	0.9	0.9
$b_3$ 井灌	$\frac{\Delta H_R}{\xi_3(t)}$	0.54	0.51	0.53	0.36	0.48	0.24	0.18	0.31	0.41	0.54	0.53	0.6
	$R_H$	1	0.97	1	1	0.92	1	1	1	1	1	0.99	0.98

考虑  $a_i, i = 1, 2, \dots, 12, b_j, j = 1, 2, 3$  得目标 1 的局势决策矩阵  $M^{(1)}$

$$M^{(1)} = \left( \frac{\gamma_{ij}^{(1)}}{S_{ij}} \right).$$

然后对目标 2 及目标 3 采用“中心效果测度”和“下限效果测度”, 可得目标 2 与 3 的决策矩阵  $M^{(2)}, M^{(3)}$

$$M^{(2)} = \left( \frac{\gamma_{ij}^{(2)}}{S_{ij}} \right), \quad M^{(3)} = \left( \frac{\gamma_{ij}^{(3)}}{S_{ij}} \right).$$

再按

$$\gamma_{ij}^{(\Sigma)} = \frac{1}{3} (\gamma_{ij}^{(1)} + \gamma_{ij}^{(2)} + \gamma_{ij}^{(3)}),$$

可得三个目标下的综合决策矩阵  $M^{(\Sigma)}$

$$M^{(\Sigma)} = \left( \frac{\gamma_{ij}^{(\Sigma)}}{S_{ij}} \right)$$

$$M^{(\Sigma)} = (M^{(1)} + M^{(2)} + M^{(3)})/3$$

$$= \frac{1}{3} \left[ \begin{array}{c} \begin{array}{cccccccccccc} 1 & 0.92 & 0.95 & 0.69 & 0.89 & 0.93 & 0.91 & 0.91 & 0.96 & 0.96 & 0.98 & 0.98 \\ (a_1 b_1) & (a_2 b_1) & (a_3 b_1) & (a_4 b_1) & (a_5 b_1) & (a_6 b_1) & (a_7 b_1) & (a_8 b_1) & (a_9 b_1) & (a_{10} b_1) & (a_{11} b_1) & (a_{12} b_1) \\ 0.53 & 0.51 & 0.43 & 0.62 & 0.5 & 0.66 & 0.7 & 0.55 & 0.8 & 0.8 & 0.8 & 0.9 \\ (a_1 b_2) & (a_2 b_2) & (a_3 b_2) & (a_4 b_2) & (a_5 b_2) & (a_6 b_2) & (a_7 b_2) & (a_8 b_2) & (a_9 b_2) & (a_{10} b_2) & (a_{11} b_2) & (a_{12} b_2) \\ 1 & 0.97 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0.99 & 0.98 \\ (a_1 b_3) & (a_2 b_3) & (a_3 b_3) & (a_4 b_3) & (a_5 b_3) & (a_6 b_3) & (a_7 b_3) & (a_8 b_3) & (a_9 b_3) & (a_{10} b_3) & (a_{11} b_3) & (a_{12} b_3) \end{array} \end{array} \right]^T$$

$$\begin{aligned}
 & + \left[ \begin{array}{cccccccccccc} 0.9 & 0.3 & 0.3 & 0.3 & 0.9 & 0.4 & 0.8 & 0.5 & 0.9 & 0.3 & 0.9 & 0.3 \\ (a_1b_1) & (a_2b_1) & (a_3b_1) & (a_4b_1) & (a_5b_1) & (a_6b_1) & (a_7b_1) & (a_8b_1) & (a_9b_1) & (a_{10}b_1) & (a_{11}b_1) & (a_{12}b_1) \\ 0.3 & 0.4 & 0.9 & 0.9 & 0.3 & 0.8 & 0.3 & 0.3 & 0.3 & 0.9 & 0.3 & 0.3 \\ (a_1b_2) & (a_2b_2) & (a_3b_2) & (a_4b_2) & (a_5b_2) & (a_6b_2) & (a_7b_2) & (a_8b_2) & (a_9b_2) & (a_{10}b_2) & (a_{11}b_2) & (a_{12}b_2) \\ 0.7 & 0.8 & 0.3 & 0.3 & 0.5 & 0.6 & 0.7 & 0.8 & 0.4 & 0.4 & 0.4 & 0.9 \\ (a_1b_3) & (a_2b_3) & (a_3b_3) & (a_4b_3) & (a_5b_3) & (a_6b_3) & (a_7b_3) & (a_8b_3) & (a_9b_3) & (a_{10}b_3) & (a_{11}b_3) & (a_{12}b_3) \end{array} \right]^T \\
 & + \left[ \begin{array}{cccccccccccc} 0.8 & 0.8 & 0.8 & 0.8 & 0.8 & 0.8 & 0.8 & 0.8 & 0.8 & 0.8 & 0.8 & 0.8 \\ (a_1b_1) & (a_2b_1) & (a_3b_1) & (a_4b_1) & (a_5b_1) & (a_6b_1) & (a_7b_1) & (a_8b_1) & (a_9b_1) & (a_{10}b_1) & (a_{11}b_1) & (a_{12}b_1) \\ 0.7 & 0.7 & 0.7 & 0.7 & 0.7 & 0.7 & 0.7 & 0.7 & 0.7 & 0.7 & 0.7 & 0.7 \\ (a_1b_2) & (a_2b_2) & (a_3b_2) & (a_4b_2) & (a_5b_2) & (a_6b_2) & (a_7b_2) & (a_8b_2) & (a_9b_2) & (a_{10}b_2) & (a_{11}b_2) & (a_{12}b_2) \\ 0.6 & 0.6 & 0.6 & 0.6 & 0.6 & 0.6 & 0.6 & 0.6 & 0.6 & 0.6 & 0.6 & 0.6 \\ (a_1b_3) & (a_2b_3) & (a_3b_3) & (a_4b_3) & (a_5b_3) & (a_6b_3) & (a_7b_3) & (a_8b_3) & (a_9b_3) & (a_{10}b_3) & (a_{11}b_3) & (a_{12}b_3) \end{array} \right]^T \\
 & = \left[ \begin{array}{cccccccccccc} 0.9^* & 0.67 & 0.68^* & 0.6 & 0.87^* & 0.71 & 0.84^* & 0.74 & 0.89^* & 0.69 & 0.89^* & 0.69 \\ (a_1b_1) & (a_2b_1) & (a_3b_1) & (a_4b_1) & (a_5b_1) & (a_6b_1) & (a_7b_1) & (a_8b_1) & (a_9b_1) & (a_{10}b_1) & (a_{11}b_1) & (a_{12}b_1) \\ 0.51 & 0.54 & 0.68^* & 0.74^* & 0.5 & 0.72^* & 0.5 & 0.42 & 0.6 & 0.8^* & 0.6 & 0.63 \\ (a_1b_2) & (a_2b_2) & (a_3b_2) & (a_4b_2) & (a_5b_2) & (a_6b_2) & (a_7b_2) & (a_8b_2) & (a_9b_2) & (a_{10}b_2) & (a_{11}b_2) & (a_{12}b_2) \\ 0.77 & 0.8^* & 0.63 & 0.63 & 0.67 & 0.71 & 0.77 & 0.8^* & 0.67 & 0.67 & 0.66 & 0.83^* \\ (a_1b_3) & (a_2b_3) & (a_3b_3) & (a_4b_3) & (a_5b_3) & (a_6b_3) & (a_7b_3) & (a_8b_3) & (a_9b_3) & (a_{10}b_3) & (a_{11}b_3) & (a_{12}b_3) \end{array} \right]^T
 \end{aligned}$$

#### 四、最优局势

根据局势决策知最优对策的效果测度为

$$r_{ij}^{(\Sigma)*} = \max_j \{r_{ij}^{(\Sigma)}\}, \quad j = 1, 2, 3.$$

最优事件的效果测度为

$$r_{i*j}^{(\Sigma)} = \max_i \{r_{ij}^{(\Sigma)}\}, \quad i = 1, 2, \dots, 12.$$

最优列决策元及最优局势为

$$\frac{r_{ij}^{(\Sigma)}}{S_{ij}^*}, \quad S_{ij}^* = (a_i, b_j^*), \quad i = 1, 2, \dots, 12.$$

最优行决策元及最优局势为

$$\frac{r_{i*j}^{(\Sigma)}}{S_{i*j}^*}, \quad S_{i*j}^* = (a_i^*, b_j), \quad j = 1, 2, 3.$$

根据以上计算得最优对策元为

$$\begin{aligned}
 & \frac{0.9^*}{(a_1b_1)}; \frac{0.8^*}{(a_2b_3)}; \frac{0.68^*}{(a_3b_1)}; \frac{0.68^*}{(a_3b_2)}; \frac{0.74^*}{(a_4b_2)}; \frac{0.87^*}{(a_5b_1)}; \frac{0.72^*}{(a_6b_2)}; \frac{0.84^*}{(a_7b_1)}; \\
 & \frac{0.8^*}{(a_8b_3)}; \frac{0.89^*}{(a_9b_1)}; \frac{0.8^*}{(a_{10}b_2)}; \frac{0.89^*}{(a_{11}b_1)}; \frac{0.83^*}{(a_{12}b_3)}.
 \end{aligned}$$

即最优局势为  $(a_1b_1), (a_2b_3), (a_3b_1), (a_3b_2), (a_4b_2), (a_5b_1), (a_6b_2), (a_7b_1), (a_8b_3), (a_9b_1), (a_{10}b_2), (a_{11}b_1), (a_{12}b_3)$ ; 最优对策为  $\xi_1(1) = 1$  (1月不灌);  $\xi_3(2) = 1$  (2月井灌),  $\xi_1(3) = 1$  或  $\xi_2(3) = 1$  (3月不灌或渠灌),  $\xi_2(4) = 1, \xi_2(6) = 1, \xi_2(10) = 1$  (4月, 6月, 10月渠灌);  $\xi_1(5)$

$= 1, \xi_1(9) = 1, \xi_1(7) = 1, \xi_1(11) = 1$  (5月, 7月, 9月, 11月不灌);  $\xi_3(8) = 1, \xi_3(12) = 1$  (8月, 12月井灌).

## 结 论

通过以上灰色决策,得出了在一年中1, 3, 5, 7, 9, 11月不灌; 4, 6, 10月渠灌; 2, 8, 12月井灌的对策,这与目前实际生产所采用的指导思想是完全一致的. 人民胜利渠灌区,属暖温带大陆性季风型气候区,冬春干旱多风,夏季多雨,因此,2月、12月采取井灌决策对降低地下水位、抑制春季土壤返盐,达到防次目标具有重要作用. 8月正处汛期,雨量集中,采用井灌能降低地下水位、增加土壤蓄水能力、减轻雨涝灾害.同时8月正处黄河含沙量高峰,渠灌将引进大量泥沙,招致渠道淤积.井灌则无此弊.本文列举的决策调度方案,无论从水资源的合理利用,或是防止土壤次生盐碱化,以及经济合理方面都是理想的.

人民胜利渠灌溉管理局袁光耀工程师对本文提出宝贵建议,特此致谢.

## 参 考 文 献

- [1] Deng Julong, Control Problems of Grey System, *Systems & Control letters*, 1(1982), No. 5.
- [2] 邓聚龙,灰色系统与计量未来学,未来与发展,1983年7月.
- [3] 邓聚龙,浅析决策系统研究,华中工学院院报专辑,1980年1期.

# UNDERGROUND WATER LEVEL CONTROL SYSTEM AND OPTIMAL GREY DECISION-MAKING (IRRIGATION DECISION-MAKING FOR THE PEOPLE'S VICTORY CHANNEL)

DENG QI

(Water Conservancy Cadre School of Henan Province)

FENG QINGXI

(Management Bureau of the People's Victory Channel)

DENG JULONG

(Huazhong Institute of Technology)

## ABSTRACT

The mathematical model of the depth of burying of underground water of the People's Victory Channel, and its automatic control systems are proposed in this paper. Optimal irrigation strategy is determined according to multiple objective grey decision-making from the three goals, i.e. "proper irrigation time", "prevention of alkalification", and "economy". Practice proves that gains and effects of this strategy are satisfactory. State of underground water level within a year is excellent, and burying level is deeper. It is an optimal control system for the depth of burying of underground water.