

土壤轮灌改良系统蓄水池计算

柴康生 编译

(平凉地区水利水电勘测设计院 甘肃平凉 744000)

合理评价单块轮灌区地表径流量是一个较复杂的问题,文[1]介绍了新的研究动态,可供土壤轮灌改良监测工作参考。

农田水利学中常用的轮灌是改良耕地的一种自然保护措施,能科学地利用水、土资源。单块区地表径流的合理利用是其不同于其它土壤灌溉系统的一个显著特征,蓄水池又是其主要组成部分。因单块区地表径流和排泄随机地变化,要对其进行评价和监测,首先要确定其水文地质条件和主要参数,其中地表径流模数是最难确定的一个特征值,当蓄水池位于单块区中心地段时尤为如此。

由附图可知,单块区地表径流量(Q_{sp})和排泄量(Q_{op})、蓄水池涵管排泄量(Q_{om})及其底、侧墙渗透量(Q_{ϕ})和蓄水池水面蒸发量(Q_e)的变化必然引起蓄

水池中水体变化。假设在某一较短时间内(如1昼夜),恒有

$$Q_{sp} + Q_{om} \geq Q_{op} + Q_{\phi} + Q_e$$

则说明改良区地表径流量和蓄水池涵管排泄量在池水体(W_{nd})的变化过程中起着决定性作用。在 Δt 时段内,当池水位由 Z_0 增至 Z 时,其水体的变化可用下列微分方程表示

$$\frac{dW_{nd}}{dt} = \omega_{nd}(Z) \cdot \frac{dZ}{dt} = \omega_{nd}(Z) \frac{dZ}{dt} \quad (1)$$

式中 $\omega_{nd}(Z)$ 为池水深为 Z 时池水面面积。蓄水池涵管排泄量用下式计算

$$Q_{om} = \mu \omega_{nd} \sqrt{2gZ} \quad (2)$$

式中 μ 为流量系数; ω_{nd} 为涵管全断面排水时横断面面积; Z 为相对于涵管轴线的池水深。

当蓄水池中水位呈上升状时,池中水体增量可用下列微分方程式表示:

$$\omega_{nd}(Z) \frac{dZ}{dt} = Q_{sp} - Q_{om} \quad (3)$$

$$\text{或} \quad \int_{t_0}^t dt = \int_{Z_0}^Z \frac{\omega_{nd}(Z)}{Q_{sp} - \mu \omega_{nd} \sqrt{2gZ}} dZ \quad (4)$$

对式(4)右边部分积分得

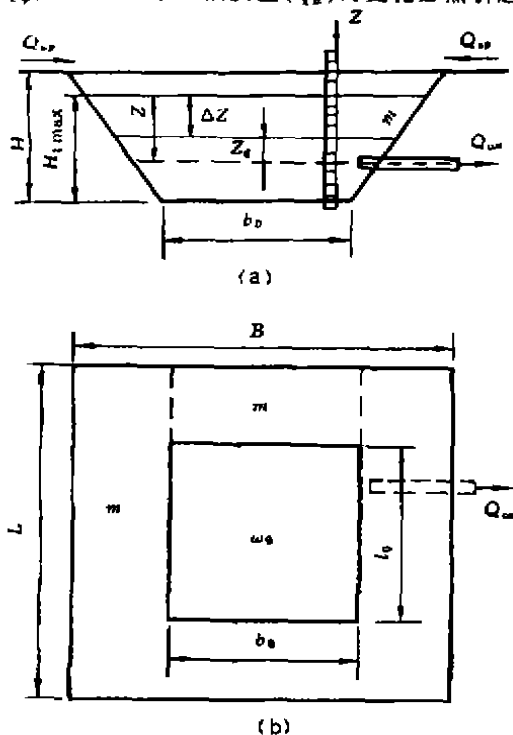
$$\int_{Z_0}^Z \frac{dZ}{(b - a\sqrt{Z})} = \frac{2}{a^2} \{ [(b - a\sqrt{Z}) - b \ln(b - a\sqrt{Z})] - [(b - a\sqrt{Z_0}) - b \ln(b - a\sqrt{Z_0})] \} \quad (5)$$

式中 $a = \mu \omega_{nd} \sqrt{2g}$, $b = Q_{sp}$ 。

假设:单块区地表径流量均被蓄水池拦蓄,并且池中水面面积不随池蓄水高度 Z 值的变化而变化,即 $\omega_{nd}(Z) = \bar{\omega}$,而 $\bar{\omega}$ 又可用下列关系式表示,即 $\bar{\omega} = \omega_0 + mH_1(L + b_0)$, ω_0 为蓄水池底面积。

根据式(5),解方程(4)得

$$\ln \frac{(b - a\sqrt{Z})}{(b - a\sqrt{Z_0})} = - \frac{a}{b} (\sqrt{Z} - \sqrt{Z_0}) \frac{(t - t_0)a^2}{2\bar{\omega}b} \quad (6)$$



附图 单块灌区中蓄水池示意图

$$\text{或} \quad Q_{np} = \frac{I^{1/Q_{np}} Q_{am}^Z - Q_{am}^Z}{I^{1/Q_{np}} - 1} \quad (7)$$

$$\text{式中} \quad A = Q_{am}^Z - Q_{am}^Z + \frac{\Delta t}{2\omega} \cdot \frac{Q_{am}^Z Q_{am}^Z}{ZZ_0} \quad (8)$$

由式(7)可知,不能据其直接得出 Q_{np} 的解,因其指数项中含有未知项 Q_{np} ,所以,式(7)类似于泰斯井函数,可用匹配法或电子计算机计算。

式(7)和(8)的意义是:降水期,产生地表径流,根据测量标尺向蓄水池蓄水时,先记录下初始水位 Z_0 ,然后,打开涵管控制阀,向单块灌区外排水,并连续监测,当蓄水池水位增至涵管轴线以上任意高度 Z 时,据 Z 和 Z_0 ($Z_0 \neq 0, Z > Z_0$) 值,可计算出涵管排泄时 Q_{am} , (如果可能的话,还可通过一定的措施使排泄量减小),然后,可计算出 Δt 时间内的 Q_{np} 值。

当蓄水池水位下降时,用类似的计算方法,此时,式(7)恒定不变,只需用 A_1 替换 A ,而 A_1 据式(8)确定,即将其第二项前“-”变成“+”, Z 和 Z_0 更换位置 ($Z_0 > Z, Z \neq 0$) 即可。

用匹配法解(7),(8)两式时, Q_{np} 第一次逼近值用下式计算:

当池水位呈上升状时

$$Q_{np} = Q_{am}^Z a \quad (9)$$

$$\text{其中} \quad a = \beta \frac{Q_{am}^Z - Q_{am}^Z}{Q_{am}^Z Q_{am}^Z} + 1$$

当水位呈下降状时

$$Q_{np} = Q_{am}^Z a_1 \quad (10)$$

$$\text{其中} \quad a_1 = \beta \frac{Q_{am}^Z - Q_{am}^Z}{Q_{am}^Z Q_{am}^Z} - 1$$

$$\text{而} \quad \beta = \frac{2\omega \sqrt{ZZ_0}}{\Delta t}$$

根据式(9),(10)两式,第一次逼近计算时,得 Q_{np} 值,将此值代回式(7),可得较精确的 Q_{np} 值;将第二次所得 Q_{np} 值再一次代回式(7),可得更逼近于真值的 Q_{np} 值。但如果展开幂级数 $I^{1/Q_{np}}$ 时,(9)和(10)两式可由保留的前两项得到;如果保留前三项,并解 Q_{np} 的二次方程时,可直接得到 Q_{np} 的本征值。有了这个值,便不难计算地表径流模数(地表径流和排泄):

$$q = \frac{Q_{np} \times 10^3}{F} \quad (11)$$

式中 q 为径流模数, $L/(a \cdot km^2)$; F 为单块区径流面积。

因此,根据蓄水池水位升降动态便可计算出如此复杂的径流模数值。如果蓄水池中的水均由渠道排泄(或涵管呈不完全断面排泄),则式(2)中的 $\mu \omega_{np} \sqrt{2gZ}$ 项应改成 $\omega_c C \sqrt{Rh/l_c}$, 其中, ω_c 为渠道实际过水断面面积, m^2 ; l_c 为渠道长度, m ; C 为谢才公式中的速度系数; R 为渠道水力半径, m 。相应地有: $Q_{am} = \omega_c C \sqrt{Rl}$, 其中, $l = h/l_c$ 为 l_c 的渠道比降。

由上述分析可见,由单块轮灌区蓄水池水位动态监测——这种相对简单的技术可以得出其地表径流模数;同时,在池水位动态监测过程中还可能阐明单块区地层结构,发现可能的异常变化,为建立现代化生态改良系统提供必要的基础监测研究资料。

参考文献

1. Минаев И. В. Расчет ирригационных-Накопителей Для Мелкоративных Водоборотных Систем. Доклады Росельхозакадемии, 1993, (6); 18 ~ 20

(收稿日期:1996-01-24)

西洱河梯级水电站二级电站

西洱河梯级水电站位于云南省,利用西洱河上游的天然湖泊洱海作为调节水库,在西洱河上修建4座梯级水电站。4级开发方式均为隧洞引水式,共利用落差608m,总装机容量25.5万kW,多年平均年发电量11.07亿kW·h,为滇西电力系统中的主力电站。

二级水电站(见封面照片)拦河坝位于一级水电站厂房下游100余米处,为混凝土重力坝。进水口设在右岸坝内,后面连接22m长的钢筋混凝土明管,然后由坝址下游26m处进入有压引水隧洞,洞长2184m,内径4.3m,装有4套调压阀,取代了调压井。电站为地面厂房,距一级电站厂房2.5km,装有4台单机容量1.25万kW的混流式水轮发电机组。

西洱河梯级水电站由能源部水利部昆明勘测设计研究院规划设计,中国水利水电第十四工程局施工。

(摄影:谢玉良)