

内蒙古雨养农业区土壤水分动态监测模式*

侯 琼 李一平

(内蒙古气象科学研究所, 呼和浩特 010051)

沈建国

(内蒙古气候中心, 呼和浩特 010051)

提 要

文章根据多年实际观测资料, 在土壤水分平衡参数模拟方法的基础上, 利用初始土壤有效水分贮存量、降水量和实际蒸散量 3 要素, 建立了 0~50 cm 土层的土壤水分动态监测模式, 确定了各项参数的计算方法. 通过 11 个站点两年的检验和试用, 对主要农作物春小麦和春玉米农田的水分状况监测准确率达 80% 以上. 同时, 对两个站点的土壤水分进行了预报, 准确率平均为 92%.

关键词: 雨养农业区 土壤水分 动态监测模式 实际蒸散量

引 言

农田水分动态监测及预测方法一直是农田水分平衡及土壤-植物-大气连续体系研究的重点. 根据已有的研究成果, 土壤水分监测方法大致可分为两类, 一类是根据土壤水分与气象条件关系建立的经验方法, 另一类是利用水分平衡公式估算的数理方法. 这两类方法在国内外都进行了大量的研究, 并投入实际应用^[1]. 本文从内蒙古旱地农田土壤水分的实际情况出发, 利用 11 个站点 12 年的逐旬观测资料, 在土壤水分平衡公式的基础上, 结合相关统计方法, 提出内蒙古地区主要作物(春小麦、春玉米)主要根区(0~50 cm)土层的土壤水分动态监测模式, 经 11 个站点两年试用和两个站点的预测, 效果较好, 可在内蒙古雨养农业区旱地农田试用.

1 旱地土壤水分动态监测模式

旱地土壤水分状况及其变化受许多因素影响. 概括而言, 主要受当地气象、土壤和作物 3 因素的综合影响. 其中气候因素对土壤水分的影响最大. 在自然条件下, 大气降水是旱地土壤水分的主要来源, 实际蒸散则是土壤水分的主要支出项. 旱地土壤水分平衡公式

* 内蒙古科委资助项目(93-04-03).

1997-05-19 收到, 1997-11-12 收到修改稿.

一般可表示为^[1]:

$$W_i = W_{i-1} + R_i + G_i - E_{ii} - B_i - RO_i - D_{ri} \quad (1)$$

式中 W 为土壤水分贮量, R 为降水量, G 为地下水补给量, E_i 为蒸散量, RO 为径流量, B 为作物截流量, D_r 为渗漏量, i 和 $i-1$ 分别代表当旬和前一旬的值, 以上各项的单位为 mm.

内蒙古雨养农业区一般降水量和平均降水强度较小, 土壤表面干燥, 旱地作物群体密度低, 叶面积指数小, 所以 RO_i 和 B_i 可忽略不计.

在旱作农业区, 尽管深层土壤水分对作物生长十分重要, 但因这些地区的土壤不仅水、肥含量低, 土层薄, 作物根系多集中在这一层, 而且大部分气象台站土壤水分实际测定深度为 0~50 cm, 50 cm 以下水分只能在下层水补给项中考虑. 据此, 本文土壤水分监测深度为 0~50 cm, 并将式(1)中的 G_i 和 D_{ri} 看成 50 cm 以下土层水的补给或 50 cm 以上水分的下渗, 用 W_{Pi} 表示, 当 W_{Pi} 为正时表示水分补给, W_{Pi} 为负值时表示水分下渗. 这样, 简化后的式(1)可改写为:

$$W_i = W_{i-1} + R_i - E_{ii} + W_{Pi} \quad (2)$$

式中 W_P 为 50 cm 以下土层水分的补给量或上层下渗量.

自然状况下生长的作物, 其生育期间的土壤水分状况主要决定于 3 个因子: 初始土壤有效水分贮存量, 生育期降水量和实际蒸散量^[2], 其中初始土壤有效水分贮量在旱地作物生长、发育和产量形成过程中起着十分重要的作用. 内蒙古自然降水与季风影响关系密切, 冬春降水很少, 主要集中在 7~9 3 个月; 土壤作为聚集、贮存雨水的涵养层, 可以接纳雨季大量降水贮存起来, 为来年作物提供充足底墒, 发挥伏雨春用的作用. 故此, 依据水分平衡原理, 旱地作物土壤水分贮存量的动态方程可表示为:

$$W_i = W_0 + \sum_{t=1}^i R_t - \sum_{t=1}^i E_{it} + \sum_{t=1}^i W_{Pt} \quad (3)$$

式中 W_i 为当旬土壤水分贮量, W_0 为初始土壤有效水分贮量, 第二、三、四项分别为当旬前的累积降水量、累积实际蒸散量和累计补给或下渗量.

为应用方便起见, 上式可变为递推形式:

$$W_i = W_{i-1} + R_i - E_{ii} + W_{Pi} \quad (4)$$

其中 W_i 和 W_{i-1} 分别是当旬和前一旬的土壤水分贮存量, R_i 、 E_{ii} 和 W_{Pi} 分别是当旬降水量、实际蒸散量和水分补给或下渗量.

2 模式各项的模拟计算

2.1 初始土壤有效水分贮存量 W_0 的确定

土壤有效贮水量是指田间持水量与永久凋萎点之间的水量. 监测层的初始土壤有效水分贮量是由监测层的初始土壤湿度减去该层次的凋萎湿度计算得到. 初始土壤湿度以春季解冻后连续两旬测定的土壤湿度的平均值为准.

2.2 实际蒸散量 E_i 的计算

实际蒸散量是表征作物在某一时间内土壤水分的实际耗失量, 包括地面裸间蒸发和

植株蒸腾两部分,是农田土壤水分平衡公式中的主要支出项,一般经计算得出.由于内蒙古干旱地区降雨量小,蒸发量大,土壤较干旱,农田大多处于湿润不足状况,可能蒸发和实际蒸散有明显的差别.所以,应首先用气象资料计算可能蒸发量 E_0 ,再用作物系数进行订正,求出实际蒸散量.

本文采用修正后的 Penman 公式^[3],并对其中的 R_a 项做适当订正,计算逐旬平均可能蒸发量(mm/d),其形式为:

$$E_0 = \frac{\Delta_i \cdot R_{n_i} + \gamma \times 0.16(1 + 0.41V_i)(e_a - e_d)_i}{\Delta_i + \gamma} \quad (5)$$

其中:
$$\Delta_i = (e_a / (273 + T_a)) \cdot \left(\frac{6463}{273 + T_a} - 3.927 \right) \quad (6)$$

$$\gamma = 0.46 / 10^{z / (18400(1 + 0.7T_a))} \quad (7)$$

取多年平均值,辐射差额项 R_n 为:

$$R_n = (1 - A)R_a - s\delta T_k^4 \cdot (0.39 - 0.058(e_d^{1/2})) (0.1 + 0.9 \times \frac{n}{N}) \quad (8)$$

利用在内蒙古气候条件下得出的计算旬太阳总辐射的方法^[4]计算 R_a ,即

$$R_a = R_0(a + b \times \frac{n}{N}) \quad (9)$$

式(5)~(9)中 E_0 为旬平均可能蒸散(mm/d), e_a 为饱和水汽压(mm), e_d 为实际水汽压(mm), T_a 为气温($^{\circ}\text{C}$), T_k 为绝对温度($T_k = 273 + T_a$), V_i 为 10 m 风速(m/s), n/N 为日照百分率, z 为海拔高度(m), A 为反射率,一般农田取 0.25, $\alpha = \frac{1}{273}$, s 为灰体系数,取 0.9, δ 表示斯蒂芬-波尔兹曼常数(以 mm 水计), R_a 为旬太阳总辐射, R_0 为旬天文辐射(以 mm 水计), a, b 为随气候状况而变化的系数.

利用农田水分平衡方程求取大范围的农田实际蒸散,由于缺乏土壤湿度实测资料而比较困难,目前国内外都使用气候学方法进行计算,其公式为^[5]:

$$E_i = K_c \cdot E_0 \quad (10)$$

式中 E_i 为农田实际蒸散(mm/d), K_c 为作物系数, E_0 为可能蒸发量(mm/d).

在利用式(10)计算 E_i 时,首先要确定适宜于本地区的作物系数.干旱地区作物基本处在水分供应不足的情况下,若用充分供水条件下得到的作物系数反映干旱地区的作物耗水情况,显然欠妥.因此,本文根据实测土壤资料,利用农田水分平衡方程计算农田实际蒸散量,并把正常年和丰水年的实际蒸散量与彭曼公式计算的可能蒸发量进行比较得出 K_c 值,且将 K_c 变化看成时间的函数,用二次曲线描述,即

$$K_c = a + bt + ct^2 \quad (11)$$

式中 a, b, c 为待定系数, t 为从播种之日起计算的天数.表 1 给出 11 个站点 K_c 的待定系数和检验结果.

2.3 监测层以下水分的补给量或监测层下渗量 W_{pt} 的计算

一般旱地作物根系入土较深,可利用深层的土壤水分.同时,土壤水分在一定深度范围内(2 m 以内)可以随毛细管上升到上层土壤中.本文利用 3 个站点(通辽、赤峰、准格尔)8 年 4~10 月的逐旬土壤水分观测资料,分析了 1 m 深两个层次(0~50 cm、60~100 cm)

表 1 11 个站点 K_e 的系数和检验结果

| | a | b | c | n | 相关系数 | F | 作物 |
|-------|--------|---------|-----------------------|-----|--------|--------|-------|
| 武 川 | 0.1543 | 0.01389 | -8.2×10^{-5} | 14 | 0.9598 | 64.39 | 小麦 |
| 固 阳 | 0.1315 | 0.01223 | -5.6×10^{-5} | 15 | 0.9608 | 72.13 | 小麦、苜蓿 |
| 准 格 尔 | 0.2040 | 0.01170 | -6.9×10^{-5} | 12 | 0.9630 | 57.14 | 小麦 |
| | 0.2620 | 0.01340 | -6.7×10^{-5} | 17 | 0.9530 | 89.09 | 玉米 |
| 扎 兰 屯 | 0.1253 | 0.01780 | -1.1×10^{-4} | 12 | 0.9646 | 60.16 | 小麦 |
| | 0.3077 | 0.01970 | -1.3×10^{-4} | 13 | 0.9470 | 43.50 | 玉米 |
| 察右中旗 | 0.1837 | 0.01040 | -4.7×10^{-5} | 15 | 0.9625 | 75.64 | 小麦 |
| 翁 牛 特 | 0.2335 | 0.01490 | -1.1×10^{-4} | 11 | 0.9730 | 71.19 | 小麦 |
| | 0.2790 | 0.01630 | -8.6×10^{-5} | 17 | 0.9651 | 95.04 | 玉米 |
| 通 辽 | 0.1659 | 0.01690 | -1.2×10^{-4} | 11 | 0.9702 | 64.14 | 小麦 |
| | 0.2724 | 0.01800 | -1.1×10^{-4} | 16 | 0.9710 | 107.34 | 玉米 |
| 奈 曼 | 0.2280 | 0.01668 | -8.5×10^{-5} | 17 | 0.9764 | 142.90 | 玉米 |
| | 0.2765 | 0.01783 | -1.4×10^{-4} | 11 | 0.9782 | 88.60 | 小麦 |
| 开 鲁 | 0.3233 | 0.01360 | -1.1×10^{-4} | 10 | 0.9690 | 53.79 | 小麦 |
| | 0.3129 | 0.01190 | -5.8×10^{-5} | 16 | 0.9659 | 90.38 | 玉米 |
| 突 泉 | 0.2172 | 0.01820 | -1.0×10^{-4} | 17 | 0.9751 | 135.30 | 玉米 |
| 宝 昌 | 0.1815 | 0.01118 | -5.2×10^{-5} | 17 | 0.9484 | 62.65 | 小麦 |

注:均通过 0.01 显著性检验。

的土壤水分变化情况,结果表明:60~100 cm 土层中水分平均减少量占 0~100 cm 总减少量的 30%~50%。其减少原因,一是随毛细管上升到上层土壤中,二是被作物根系直接吸收利用,其余水分下渗到 1 m 以下的土壤中,但在干旱地区这部分水分很少,可忽略。故文中将毛细管上升水和根系吸收的水分均视为补给上层的水,即 W_p 。

在土壤-植物-大气系统中,大气状态对农田蒸散的影响很大。据资料分析,气象因子对土壤水分运动的影响存在一定的累加性和滞后性, W_p 与降水和蒸散量差值的累积量存在一定的相关关系,其关系可用下式表示:

$$\sum_{t=1}^i W_{P_i} = a + b \sum_{t=1}^i (R - E_t)_i + c \sum_{t=1}^i (R - E_t)_i^2 \quad (12)$$

式中 $\sum_{t=1}^i W_{P_i}$ 为时段内上升水量或下渗量的累积, $\sum_{t=1}^i (R - E_t)_i$ 为时段内降水量与蒸散量差值的累积。当水分上升补充到监测层时, W_{P_i} 为正值;当降水较多,下渗到监测层以下时, W_{P_i} 为负值。表 2 给出了 11 个站点 W_p 的系数和检验结果。

3 监测模式的检验和试用

在全区范围内选择 11 个有代表性的站点,利用 1980~1991 年 12 年的气象、农业气

象和相应的土壤水分观测资料,求出各个站点式(11)和式(12)中的待定系数及检验结果(见表1和表2).再利用所得结果和式(5)~(12)计算出式(3)或式(4)中的各项,最后通过式(3)或式(4)计算出土壤湿度,并将其与实测土壤湿度比较,拟合率达到80%以上(表3).小麦田监测模式的平均拟合率为85%,高于玉米田模式的平均拟合率(83.3%).

表2 11个站点 W_p 的系数及检验结果

| | a | b | c | n | 相关系数 | F | 作物 |
|------|--------|---------|-----------------------|-----|-------|--------|----|
| 武川 | 3.342 | -0.8719 | -5.1×10^{-4} | 180 | 0.941 | 681.1 | 小麦 |
| 固阳 | 3.840 | -1.0853 | -1.8×10^{-4} | 199 | 0.991 | 5600.0 | 小麦 |
| 察右中旗 | 4.896 | -0.7855 | 15.1×10^{-4} | 170 | 0.925 | 497.2 | 小麦 |
| 准格尔 | -3.066 | -1.0393 | -2.7×10^{-4} | 120 | 0.934 | 400.0 | 小麦 |
| | 1.356 | -0.9973 | -2.1×10^{-4} | 188 | 0.986 | 3321.0 | 玉米 |
| 扎兰屯 | 1.875 | -0.5666 | -1.5×10^{-4} | 121 | 0.914 | 300.7 | 小麦 |
| | -6.121 | -1.2714 | -6.6×10^{-4} | 151 | 0.983 | 2089.7 | 玉米 |
| 翁牛特 | 9.401 | -0.8369 | -0.3×10^{-4} | 129 | 0.922 | 357.0 | 小麦 |
| | 2.722 | -0.8533 | 1.7×10^{-4} | 204 | 0.958 | 1116.2 | 玉米 |
| 突泉 | 13.157 | -0.8154 | 3.0×10^{-4} | 183 | 0.926 | 588.1 | 玉米 |
| 通辽 | -1.574 | -0.7554 | 21.3×10^{-4} | 121 | 0.902 | 257.7 | 小麦 |
| | 0.073 | -0.7286 | 14.1×10^{-4} | 175 | 0.911 | 419.9 | 小麦 |
| 奈曼 | 2.642 | -0.7859 | 0.32×10^{-4} | 204 | 0.952 | 965.4 | 玉米 |
| | 4.033 | -0.7797 | 1.0×10^{-4} | 132 | 0.906 | 296.4 | 小麦 |
| 宝昌 | 5.218 | -0.7862 | 1.8×10^{-4} | 165 | 0.924 | 470.8 | 小麦 |
| 开鲁 | 6.962 | -0.8084 | -2.4×10^{-4} | 120 | 0.879 | 198.4 | 小麦 |
| | 2.740 | -0.9337 | -3.7×10^{-4} | 180 | 0.943 | 708.8 | 玉米 |

根据1992年和1993年气象资料,利用上述方程对小麦、玉米生长季内各旬的土壤湿度进行了监测,其结果与实测值基本吻合,准确率 $(1 - |(W_{\text{计}} - W_{\text{实}})/W_{\text{实}}|)$ 多数达到80%以上(表3).同时,利用武川县1994年和1995年及察右中旗1995年4月中旬土壤水分观测资料(W_0)和多年平均降水量(\bar{R})、大于平均降水量($\bar{R} + 50\% \bar{R}$)、小于平均降水量($\bar{R} - 50\% \bar{R}$)及多年平均实际蒸散量资料,并参考旬预报降水量,对两个站4月下旬~8月下旬的土壤水分进行了预报,武川县1994年4月下旬~8月下旬的结果如表4.当旬预报降水量偏多时,采用 $\bar{R} + 50\% \bar{R}$ 的计算结果;当旬预报降水量偏少时,采用 $\bar{R} - 50\% \bar{R}$ 的计算结果.将武川县1994年13个旬的土壤水分预报值与相应的实测值比较,平均相对误差为7.2%,除7月18日因降水预报有误导致土壤水分预报误差较大外,其余误差均低于10%;1995年9个预报值的平均相对误差为4.9%,最大误差16.5%.察右中旗8个预报值的平均相对误差为7.9%,最大误差17.4%.1995年旬土壤水分预报值和实测值的比较见图1.

表 3 土壤水分监测模式效果检验和试用结果

| | 拟合率(%) | 准确率(%) | | 平均绝对误差(mm) | | 样本数 | | 作物 | |
|-------|--------|--------|-------|------------|-------|-------|-------|----|----|
| | | 1992年 | 1993年 | 1992年 | 1993年 | 1992年 | 1993年 | | |
| 武 川 | 88.0 | 91.0 | 89.2 | 6.1 | 6.6 | 14 | 14 | 小麦 | |
| 固 阳 | 82.0 | 80.0 | 84.4 | 11.5 | 8.5 | 11 | 15 | 小麦 | |
| 察右中旗 | 84.9 | 87.7 | 87.4 | 9.6 | 11.2 | 12 | 12 | 小麦 | |
| 突 泉 | 83.7 | 86.5 | 81.8 | 11.2 | 15.8 | 17 | 14 | 小麦 | |
| 宝 昌 | 83.5 | 84.4 | 91.2 | 11.0 | 10.8 | 14 | 16 | 小麦 | |
| 准 格 尔 | 82.4 | 81.1 | 81.8 | 4.7 | 5.8 | 10 | 10 | 小麦 | |
| | | 81.9 | 78.2 | 82.6 | 7.3 | 5.7 | 13 | 17 | 小麦 |
| 扎 兰 屯 | 90.2 | 93.1 | 88.3 | 7.2 | 7.6 | 10 | 8 | 小麦 | |
| | | 83.7 | 88.1 | 84.6 | 15.2 | 14.4 | 10 | 3* | 玉米 |
| 翁 牛 特 | 82.7 | 89.1 | 84.7 | 9.3 | 11.1 | 11 | 10 | 小麦 | |
| | | 81.3 | 84.5 | 84.2 | 8.5 | 11.1 | 12 | 15 | 玉米 |
| 通 辽 | 85.3 | 88.3 | 78.7 | 10.4 | 13.9 | 7 | 9 | 小麦 | |
| | | 81.1 | 87.1 | 81.2 | 11.6 | 12.7 | 11 | 12 | 玉米 |
| 奈 曼 | 85.7 | 90.5 | 90.9 | 13.4 | 12.2 | 10 | 11 | 小麦 | |
| | | 85.4 | 85.4 | 86.7 | 19.5 | 18.9 | 15 | 13 | 玉米 |
| 开 鲁 | 87.1 | 88.8 | 88.0 | 13.8 | 9.7 | 10 | 8 | 小麦 | |
| | | 86.5 | 91.1 | 87.6 | 10.3 | 7.9 | 15 | 10 | 玉米 |

* 缺实测资料.

表 4 武川县 1994 年 4 月下旬~8 月下旬土壤水分预报值与实测值的比较

| 日期 (月·日) | 实测值 (mm) | \bar{R} | | | $\bar{R}+50\%\bar{R}$ | | | $\bar{R}-50\%\bar{R}$ | | | 预报 降水 趋势 |
|-------------|-------------|---------------|------------------|-----------------|-----------------------|------------------|-----------------|-----------------------|------------------|-----------------|----------------|
| | | 预报 (mm) | 绝对 误差 (mm) | 相对 误差 (%) | 预报 (mm) | 绝对 误差 (mm) | 相对 误差 (%) | 预报 (mm) | 绝对 误差 (mm) | 相对 误差 (%) | |
| 4·28 | 61.9 | 64.9 Δ | 3.0 | 4.9 | 65.6 | 3.7 | 5.9 | 64.3 | 2.4 | 3.8 | 正常 |
| 5·8 | 39.9* | 63.7 | 23.8 | 59.6 | 64.7 | 24.8 | 62.1 | 62.6 | 22.7 | 56.7 | 正常 |
| 5·18 | 61.7 | 62.4 Δ | 0.7 | 1.1 | 64.2 | 2.5 | 4.0 | 60.4 | -1.2 | -2.0 | 正常 |
| 5·28 | 66.3 | 59.9 Δ | -6.5 | -9.8 | 62.6 | -3.8 | -5.7 | 56.8 | -9.5 | -14.3 | 正常 |
| 6·8 | 55.7 | 56.8 Δ | 1.2 | 2.1 | 60.7 | 5.0 | -9.0 | 52.5 | -3.2 | -5.7 | 正常 |
| 6·18 | 49.1 | 55.4 | 6.3 | 12.8 | 61.1 | 12.0 | 24.5 | 48.5 Δ | -0.6 | -1.1 | 偏少 |
| 6·28 | 63.5 | 53.3 | -10.2 | -16.1 | 61.1 Δ | 2.4 | 3.8 | 43.7 | -19.8 | -31.2 | 偏多 |
| 7·8 | 55.4 | 52.9 Δ | -2.5 | -4.5 | 62.9 | 7.5 | 13.6 | 39.6 | -15.8 | -28.5 | 正常 |
| 7·18 | 46.6 | 51.2 | 4.6 | 9.9 | 63.4 Δ | 16.8 | 36.1 | 34.2 | -12.4 | -26.6 | 偏多 |
| 7·28 | 60.5 | 53.1 | -7.4 | -12.2 | 67.1 Δ | 6.6 | 10.9 | 31.1 | -29.4 | -48.6 | 偏多 |
| 8·8 | 62.8 | 56.3 Δ | -7.4 | -10.2 | 70.6 | 7.8 | 12.5 | 29.9 | -32.8 | -52.3 | 正常 |
| 8·18 | 75.0 | 57.4 | -17.6 | -23.5 | 71.8 Δ | -3.2 | -4.2 | 27.7 | -47.3 | -63.0 | 偏多 |
| 8·28 | 76.3 | 58.9 | -17.3 | -22.7 | 72.8 Δ | -3.4 | -4.5 | 26.3 | -50.0 | -65.6 | 偏多 |
| 平均 | 61.2 | 56.9 | ± 7.0 | ± 10.8 | 65.3 | ± 6.2 | ± 11.2 | 42.9 | ± 18.7 | ± 28.6 | |

* 观测值有剔除, Δ 为参考预报降水趋势后选取的预测结果.

本文提出的土壤水分监测方法具有一定的代表性和准确性,监测结果可用于分析土壤水分动态变化和干旱的分布状况,特别是在缺少土壤湿度资料的地区,据此进行干旱气候评价意义重大.土壤水分预报尽管只有两个站 13 个旬的值,缺乏普遍性,预报准确率还需要在其它站点检验.然而,其预报结果比较理想,有较好的应用前景,可用作旱情评价的参考和确定干旱趋势.

4 结 论

(1)基于土壤-作物-大气连续体理论,在土壤水分平衡公式的基础上,利用初始土壤有效水分贮存量、降水量和实际蒸散量 3 要素,建立了内蒙古雨养农业区 0~50 cm 土层的土壤水分动态监测模式.监测结果对旱情分析和缺乏长序列土壤湿度资料的地区开展农业气象服务和进行气候评价有实际意义.

(2)根据观测资料分析,得出适宜于内蒙古雨养农业区主要农作物的作物系数和计算方法;提出 60~100 cm 土层中的水分对上层水分含量的影响,及其补给量、降水量和蒸散量之间的函数关系.

(3)利用文中公式和 11 个站点 12 年的资料进行回代检验,拟合率达 80%以上;对各站点 1992 年和 1993 年的土壤水分进行监测,准确率几乎均超过 80%;同时,选取两个站点预报 1995 年的土壤水分状况,并与实测值比较,平均相对误差低于 10%.

由于土壤湿度空间变异相对较大和观测资料短缺,本文提出的旱地土壤水分动态监测方法还有待于进一步修正和完善,特别是初始土壤贮水量的确定还应寻找更准确的方法.

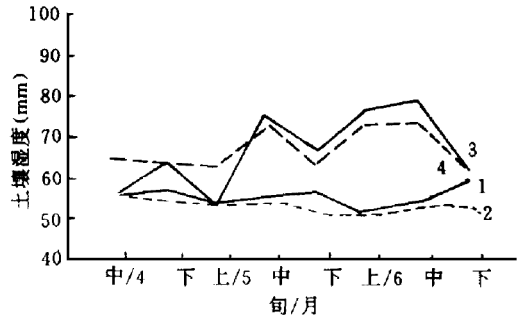


图 1 1995 年 4 月中旬~6 月下旬土壤水分预报值与实测值比较(1、2 为武川县实测值与预报值, 3、4 为察右中旗实测值与预报值)

参 考 文 献

- 1 裴步祥,毛飞,吕厚荃.我国北方春季土壤水分动态模拟预报模式的试验研究.北京农业大学学报,1990,16(增刊): 116~122.
- 2 朱自玺,牛观增,侯建新.冬小麦水分动态分析和干旱预报.气象学报,1988,46(2): 202~209.
- 3 裴步祥.蒸发和蒸散的测定与计算.北京:气象出版社,1989.84~90.
- 4 刘寿东.内蒙古旬太阳总辐射的计算方法.内蒙古气象,1986,(3):24~28,(4):19~20.
- 5 华北平原作物水分胁迫与干旱研究课题组.作物水分胁迫与干旱研究.郑州:河南科学技术出版社,1991.106~107.

DYNAMIC MODEL TO MONITOR SOIL MOISTURE CONTENT OF RAIN-FED AGRICULTURAL REGION IN INNER MONGOLIA

Hou Qiong Li Yiping

(Inner Mongolia Research Institute of Meteorological Science, Hohhot 010051)

Shen Jianguo

(Inner Mongolia Climatic Center, Hohhot 010051)

Abstract

Based on the simulation of soil water balance parameters, a dynamic model was developed to monitor soil moisture content in 0~50 cm soil layer using the observational data for many years. The model uses effective moisture storage of initial soil, precipitation and actual evapotranspiration as basic elements to determine the parameters of the model.

Through the test and application of the model in 11 stations, the monitoring accuracy of moisture condition for spring wheat and corn was higher than 80%, and the mean forecast accuracy of soil moisture in 2 stations was 92%.

Key words: Rain-fed agricultural region Soil moisture content Dynamic monitoring model Actual evapotranspiration