

# 农业气象观测所必须的观测量

И. Г. Грушка    А. И. Муница

农业气象观测的最优化问题是一个综合性的问题。在解决这个问题时，必须考虑观测目的、天气气候变化和农业对象的地区性与统计结构。它本身包括以下几个问题：确定农业气象观测的允许误差；评定气象要素的时空变化；解决气象观测合理的时空分布。

一般来说，农业生产过程可以表达为

$$\frac{d\Pi}{dt} = f(M_t, W_t, R_t) \quad (1)$$

$\Pi$ ——由  $t$  时刻前的环境条件所决定的最高产量(潜在产量)，它等于

$$\Pi = \int_{t_0}^t f(M_t, W_t, R_t) dt \quad (2)$$

$M_t, W_t$ ——在  $t$  时刻的农业对象和环境状况；

$R_t$ ——在同一时刻农业措施的影响； $t_0$ —— $t$  的初始时刻。

一个农业生产周期结束时，农业产量可以表达为下面形式：

$$\Pi(R) = \varphi(m_1, m_2, \dots, m_k, w_1, w_2, \dots, w_k, r_1, r_2, \dots, r_k) \quad (3)$$

$m_1, m_2, \dots, m_k$ ——农业对象状况； $w_1, w_2, \dots, w_k$ ——农业环境状况； $r_1, r_2, \dots, r_k$ ——在一个生产周期内各时段的农业措施。

显然，管理的任务在于选择一套措施  $r_1, r_2, \dots, r_k$ ，使得在  $t$  末时刻( $t=k$ )能够获得所规定的最高产量：

$$Q(r_1, r_2, \dots, r_k) = \max(\Pi) \quad (4)$$

在上述这种情况下，只有当在任意给定的  $t$  时刻都

能保证产品的最大增长量的条件时，这套措施才是最适宜的。

假定利用情报资料  $i_1, i_2, \dots, i_k$  来代替农业环境的实际状况，而此情报资料与实际状况存在有某种偏差。既然  $i_1 \neq w_1, i_2 \neq w_2, \dots, i_k \neq w_k$ ，那末要解方程(3)的问题，需求者就要选择另一套措施  $r'_1, r'_2, \dots, r'_k$ ，代入方程(3)可得到总的产量  $\Pi_1$ 。当缺乏情报下，即  $i_1 = i_2 = \dots = i_k = 0$  或  $i_1 = \bar{w}_1, i_2 = \bar{w}_2, \dots, i_k = \bar{w}_k$  ( $\bar{w}_1, \bar{w}_2, \dots, \bar{w}_k$ ——农业环境的多年平均状况)，为解方程(4)问题，需求者就要选择一套新的措施  $r''_1, r''_2, \dots, r''_k$ 。按(3)式之函数，这套措施可使需求者得到产量  $\Pi_2$ 。假如  $\Pi_1$  与  $\Pi_2$  采用价值单位，那末当考虑费用时便得到农业气象情报的经济效益方程

$$\mathcal{E} = (\Pi_2 - \Pi_1)a - b \quad (5)$$

$\mathcal{E}$ ——经济效益； $a$ ——考虑农业产品价值的系数； $b$ ——索取情报  $i_1, i_2, \dots, i_k$  的费用。

由此可见，为获得最大的经济效益，农业气象情报的误差应当最小。在给定经济效益条件下，就可确定为保证获得这个效益的情报所允许的误差。

显然，同一份情报在不同管理生产过程中会得到不同的效果和不同的误差。考虑到情报的时空变化，为取得农业气象情报的最大经济效益，掌握其允许误差是合理制定农业气象观测网的重要基础。因此，Л. С. Гандин 和 Р. Л. Каган 指出：“要想完全正确地解决气象观测系统合理规划的问题，不能不考虑经济效益。”这决不是没有缘故的。

一切气象要素都是时间坐标的函数  $f(x, y, z,$

t)。于是就产生一个理所当然的问题：观测某要素需要多长的间隔时间和在地理上如何来配置这些观测站，以便在给定误差条件下，能复现一个完整的连续过程或者能估计出时间平均误差和面积平均误差。农业气象情报资料应具有代表性，也就是说，农业气象观测不仅观测时和观测点，而且对观测点的周围和观测时的间隔都要有代表性，这些问题的解决可用“气象观测资料解析能力”这一通用术语统一起来。

关于气象要素时间内插和外延问题以及气象要素单位面积的平均问题已在一些文献中阐述(略)。

依上述论点，下面介绍一下德聂伯罗彼得罗夫斯克省气象站配置密度的评定问题。现以编制三个主要粮食作物：小麦、大麦和玉米产量预报以及以此确定最合理的种植结构时，要用5月份温度( $T$ )和降水( $R$ )的资料为例。

温度和降水的误差范围是由产量预报的允许误差所决定的，而产量预报的允许误差是根据使用预报来合理安排各作物播种面积所取得利润的多少求算的。有了 $T$ 和 $R$ 的允许误差的数据，在保证测定精度的前提下，也就不难确定气象站的合理配置密度。

计算是按下列方式进行的：从有关文献得知，当粮食作物产量预报的相对误差为 $\frac{\Delta y}{y} = 8\%$ 时，在乌克兰大部分地区，由于使用产量预报，合理安排粮食作物播种面积所获得的净利润都是正的。因此，产量预报的相对误差为8%可作为允许误差。

为了计算产量(误差8%)，我们对德聂伯罗彼得罗夫斯克省5月份降水观测站点的必要数量进行了计算。假定产量模式的误差等于0，那么模式具有以下形式：

$$y = y_i(1-p)f(k)S(T, W, R)\varphi(\lambda) \quad (6)$$

$y_i$ ——每年统计的最高产量； $p$ ——缺苗率； $f(k)$ ——分蘖力函数； $S(T, W, R)$ ——在春夏时期水文气象要素生产力指数； $\varphi(\lambda)$ ——不同比例的收割面积与播种面积的产量水平指数。

$$\text{这里 } S(T, W, R) = \eta_{b.c.}(W) + \sum_{i=1}^n \eta_i(T)\eta_i(R)\alpha_i \quad (7)$$

$\eta_i(T)$ 、 $\eta_i(R)$ 、 $\eta_{b.c.}(W)$ ——为春季温度 $T$ 、降水 $R$ 、水份储蓄量 $W$ 的生产力系数； $\alpha_i$ ——反映生长期各个时期对产量贡献的权重系数。

为了研究各要素均值时所产生的误差与实值之

间的关系，必须解以下方程：

$$\frac{[y(W, T, R) - y(W, T, R \pm \Delta R)]}{y(W, T, R)} = 0.08 \quad (8)$$

$$\text{或 } (1+\alpha)^{\frac{1}{2}}(\beta-\alpha-1) = 1.08(\beta-1) \quad (9)$$

$\alpha$ ——降水相对误差 $\left(\frac{\Delta R}{R}\right)$ ， $\beta = \frac{709}{R}$ 。在截距为1.1和接近于0.5时方程(9)有实根(当 $R_i = 0.40$ 时， $\alpha$ 实际上不取决于 $R$ )。

按照月平均温度确定观测站的密度时，首先要建立温度与距离的相关函数。距离从34到186公里内相关系数大致相同，等于0.95。在德聂伯罗彼得罗夫斯克省为使按照5月平均温度所做的产量预报达到给定精度，一个站就够了。

为确定雨量哨的适宜密度可利用计算一天、十天、一个月的降水量与距离的相关系数。从德聂伯罗彼得罗夫斯克省面积为3.2万平方公里的实际出发，根据文献大约70平方公里设一个雨量哨，其内插误差为0.04 mm，这个省的个别地区内插误差可达1.8 mm，而在个别集体农庄(或国营农场)可达8.8 mm。在已知 $T$ 与 $R$ 误差的情况下可按В. П. Дмитренко模式计算产量误差。当5月的适宜温度等于8°C，降水量 $R = 10$  mm(误差 $\pm 10$  mm)，产量误差为30%—7%；当 $R = 20$  mm(误差 $\pm 10$  mm)时，产量误差为7%—1%。

表1列出了德聂伯罗彼得罗夫斯克省当产量误差为8%时所必须的5月份降水量观测哨数目的计算结果。从表1中看出，观测哨点的适宜数目同样也取决于降水量的大小。如果每年5月份最小降水量为10 mm，那末对该省来说，哨点的适宜数目为7，对地区来说为4个，而对于个别生产单位来说为3个。

表1 德聂伯罗彼得罗夫斯克省为保证产量预报精度所必须的雨量哨数量

区 域	降 水 量(mm)		
	10	20	30
省	7	3	1
地区	4	2	1
个别生产单位	3	1	1

总之，为了有效而经济地解决粮食作物播种面积的合理安排问题，在德聂伯罗彼得罗夫斯克省，

气温观测站已足够了。从节省经济角度来说，不论在全省范围还是个别行政区域范围，雨量哨数量也足够了。但为了保证个别生产单位合理的播种面积，

雨量观测点的数量大致需要扩大两倍。

林葆威译

杨之华校