

棉花年景评价方法

王建林 太华杰

(中国气象科学研究院,北京 100081)

提 要

文章介绍两种棉花年景评价方法:综合气象要素评价法和相似分析评价法。前者是将 AB 报收到的旬平均气温、旬降水量和旬日照时数按照一定的原则组合成为综合气象要素,分析历史综合气象要素和棉花产量丰歉,得出其评价指标,依据指标,进行实时棉花年景评价;后者是根据历史资料,确定丰歉年型,利用相似分析原理,得出相似分析评价指标,根据指标,判断棉花产量的丰歉。结果表明,这两种评价方法在棉花产量丰歉评价中,准确率都在 90% 以上。

关键词: 棉花年景 综合气象要素 相似分析 评价

引 言

农业气象情报服务自 80 年代初恢复以来,尽管在服务形式和产品信息、系统建设和自动化处理等方面都有了长足的发展^[1],但目前仍处在定性和单因子评价阶段,还不能进行定量和综合评价。在阐述某一农业气象因子对作物生长有利,而另一因子不利于作物生长时,往往很难给出两个因子的综合效应。本文本着提高农业气象情报服务水平,更好地为国民经济有关部门服务的原则,以棉花为例,探索两种综合、定量的作物年景评价方法。

1 资料

文中所用气象资料是 1961—1990 年全国三大主产棉区 71 个代表站(其中:黄河流域棉区 23 个、长江流域棉区 40 个、新疆棉区 8 个)旬平均气温(°C)、旬日照时数(h)和旬降水量(mm)的平均值;产量资料为 1960—1990 年全国棉花平均单产(kg/ha)。

2 综合气象要素评价法

综合气象要素是由独立的温度、降水和日照时数按照一定的原则组合而成。综合气象要素评价就是评价温度、降水和日照时数

对棉花生长发育的综合效应。

2.1 资料处理方法

将棉花全生育期分为苗期(4—6 月)、蕾铃期(7—8 月)、裂铃吐絮期(9—10 月)三个发育时段。利用

$$AT_k = \sum_{j=m_k}^{n_k} ((T_j - 10) \times 10) \quad (1)$$

$$AS_k = \sum_{j=m_k}^{n_k} S_j \quad (2)$$

$$AP_k = \sum_{j=m_k}^{n_k} P_j \quad (3)$$

$$D_{kl} = (M_{kl} - MP_{kl}) \times 100\% \quad (4)$$

分别求得全国棉区 1961—1990 年逐年不同发育时段的积温、总日照时数和降水总量及它们的距平百分率。式中 AT_k 为第 k 个发育时段 $\geq 10^\circ\text{C}$ 的积温, $k=1-3$, 分别表示苗期、蕾铃期和裂铃吐絮期, T_j 为第 j 旬平均气温, m_k, n_k 分别为不同发育时段的第一旬和最后一旬; AS_k 为第 k 个发育时段的总日照时数, S_j 为第 j 旬的日照时数; AP_k 为第 k 个发育时段的降水总量, P_j 为第 j 旬的降水量; D_{kl}, M_{kl}, MP_{kl} 分别为第 k 个发育时段第 l 因子的距平百分率、第 l 因子和第 l 因子

1961—1990年的平均值, $I=1-3$, 分别为积温、总日照时数和降水总量。利用^[2]

$$Z_{kl} = D_{kl}/DX_{kl} \times 100\% \quad (5)$$

对各因子的距平百分率进行标准化处理。式中 Z_{kl} 、 DX_{kl} 分别为标准化处理后的 D_{kl} 和 1961—1990年30年中 D_{kl} 的最大值。利用^[3]

$$\Delta Y_i = Y_i - Y_{i-1} \quad (6)$$

求得全国棉花产量相邻两年的差。式中 ΔY_i 为第 i 年棉花的平均单产, $i=1-30$, 为 1961—1990年的任一年, Y_i, Y_{i-1} 分别为第 i 年与第 $(i-1)$ 年的棉花单产。当 $\Delta Y_i > 75$ kg/ha 时, 为丰年; $\Delta Y_i < -75$ kg/ha 时, 为歉年; -75 kg/ha $\leq \Delta Y_i \leq 75$ kg/ha 时, 为平年。

2.2 综合气象要素评价指标的建立

在式(5)、(6)的基础上, 分别求出全国棉花苗期、蕾铃期和裂铃吐絮期的积温、总日照时数和降水总量与 ΔY_i 的相关系数 R_{kl} 。利用

$$I_k = \sum_{l=1}^3 (R_{kl} \times Z_{kl}) \quad (7)$$

$$I = \sum_{k=1}^3 (R_k \times I_k) \quad (8)$$

求出不同发育时段和全生育期的综合气象要素, 结果见表1。式中 I_k, I 分别为第 k 个发育时段和全生育期的综合气象要素, R_k 代表 I_k 与 ΔY_i 的相关系数。

分析 ΔY_i 与 I_1, I_2, I_3 及 I 之间的关系, 得出全国棉花产量丰歉的综合气象要素评价指标。

丰收指标:

$$I_1 > 20 \quad I_3 \geq 3 \quad I \geq 8$$

歉收指标:

$$I_1 < -10 \quad I_2 < -10 \quad I_3 < 0$$

平年指标: 除丰歉之外的其它情况。

利用上述指标, 验证 1961—1990年棉花产量丰歉, 拟合率为 93.3%, 评判 1991—1993年全国棉花产量丰歉, 准确率为 100%。

3 相似分析评价法

3.1 丰歉年型的确定

利用式(5)分析全国棉花历史产量, 确定 1973年、1983年为典型丰产年, 1985年、1988年为典型歉收年, 用算术平均法分别求出丰产年型和歉收年型 4—10月份逐旬气象要素(旬平均气温、旬降水量、旬日照时数)的平均值。

表 1 1961—1990年不同发育时段及全生育期的综合气象要素与产量差

年代	苗期 I_1	蕾铃期 I_2	裂铃期 I_3	全生育期 I	产量差 ΔY_i
1961	-22	10	3	-4	8
1962	-9	11	1	0	8
1963	10	17	-6	6	53
1964	51	10	6	21	68
1965	-43	4	-8	-15	83
1966	-27	6	-2	-7	53
1967	10	6	1	5	-8
1968	-46	-6	5	-15	8
1969	-16	15	-5	-2	-45
1970	12	4	3	5	30
1971	12	4	8	7	-30
1972	-24	-11	8	-9	-30
1973	45	4	12	18	120
1974	-17	-4	3	-6	-23
1975	38	0	-3	11	-15
1976	-2	-13	-1	-5	-60
1977	41	2	-10	11	0
1978	-37	2	-7	-13	23
1979	0	-6	-4	-3	45
1980	7	-12	2	-1	60
1981	-23	-1	14	-4	23
1982	-30	19	0	-4	45
1983	48	-7	3	14	150
1984	21	-2	8	8	150
1985	-11	-35	-15	-17	-105
1986	-8	-14	3	-6	15
1987	1	5	-7	0	45
1988	-13	-12	-1	-3	-120
1989	29	-12	-3	5	-15
1990	5	4	-9	1	75

3.2 建立相似分析评价指标

在确定丰歉年型后, 利用

$$D_{yt} = SQR(\sum_{i=1}^n (X_{iy} - X_{it})^2) \quad (9)$$

$$R_{yt} = \frac{\sum_{i=1}^n (X_{iy} - \bar{X}_y)(X_{it} - \bar{X}_t)}{SQR(\sum_{i=1}^n (X_{iy} - \bar{X}_y)^2 \sum_{i=1}^n (X_{it} - \bar{X}_t)^2)} \quad (10)$$

求出目标年逐旬气象要素与丰/歉年型对应

要素的欧氏距离和相关系数。式中 D_{yt} 为目标年逐旬气象要素与丰/歉产年型对应要素的欧氏距离; R_{yt} 为目标年逐旬气象要素与丰/歉年型对应要素的相关系数; X_{iy} 为丰/歉年型逐旬气象要素; X_{it} 为目标年逐旬气象要素。

根据相似理论, D_{yt} 值越小, 表明目标年与丰/歉年型越相似, 当其值小到一定程度, 即可认为目标年为丰产年或歉收年; 而 R_{yt} 则相反, 其值越大, 表明目标年与丰/歉年型越相似, 当其值大到一定程度, 即可认为目标年为丰产年或歉收年。由于前者反映的是气象要素差值的大小, 而后者反映的则是气象要素随时间变化的趋势是否一致, 所以, 将二者

综合起来判断目标年是丰产年还是歉收年, 准确率更高。

对 1961—1990 年逐年与丰/歉年型进行相似分析, 得出 D_{yt} 、 R_{yt} , 然后按丰、歉分类, 将 D_{yt} 分为 D_g (与丰年的欧氏距离)、 D_p (与歉年的欧氏距离), R_{yt} 分为 R_g (与丰年的相关系数)、 R_p (与歉年的相关系数), 并求出各气象要素 (日照时数、平均气温、降水量) 的 D_g 、 D_p 、 R_g 和 R_p 之和, 再利用

$$D_{gp} = \sum D_g - \sum D_p \quad (11)$$

$$R_{gp} = \sum R_g - \sum R_p \quad (12)$$

求出各气象要素的 D_g 和与 D_p 和之差, 以及 R_g 和与 R_p 和之差。结果详见表 2。

表 2 棉花全生育期(4—10月)逐旬光温水分别与丰/歉年型光温水的欧氏距离 D_g 、 D_p 和相关系数 R_g 、 R_p

年代	日照时数				气温				降水量				D_{gp}	R_{gp}	丰/歉
	丰年		歉年		丰年		歉年		丰年		歉年				
	D_g	R_g	D_p	R_p	D_g	R_g	D_p	R_p	D_g	R_g	D_p	R_p			
1965	82.441	0.409	94.339	-0.042	7.595	0.937	8.385	0.923	93.086	0.440	101.00	0.114	-20.608	0.791	丰
* 1966	72.668	0.707	86.134	0.317	7.723	0.945	7.899	0.956	79.154	0.698	88.060	0.236	-22.548	0.841	丰
1973	27.756	0.904	49.747	0.598	6.623	0.954	7.565	0.943	39.957	0.870	83.680	0.413	-66.656	0.774	丰
1983	38.753	0.809	58.890	0.486	11.517	0.893	16.657	0.742	45.674	0.844	97.292	0.227	-76.895	1.091	丰
1984	29.404	0.861	60.576	0.315	6.272	0.961	6.827	0.958	54.072	0.761	70.978	0.491	-48.633	0.819	丰
* 1986	55.779	0.561	68.988	0.135	5.065	0.973	8.117	0.932	78.194	0.627	87.354	0.189	-25.421	0.905	丰
1990	37.255	0.834	53.005	0.471	6.461	0.958	6.622	0.964	65.933	0.624	75.079	0.328	-25.057	0.653	丰
1985	60.772	0.389	34.277	0.809	12.159	0.816	6.513	0.937	90.099	-0.051	48.667	0.602	73.573	-1.194	歉
1988	54.443	0.485	34.210	0.779	6.943	0.947	6.490	0.959	80.858	0.587	48.590	0.897	52.954	-0.616	歉
1961	61.382	0.554	59.810	0.515	7.059	0.956	8.430	0.936	73.387	0.330	53.830	0.517	19.758	-0.128	平
1962	58.522	0.671	68.819	0.396	7.075	0.957	8.347	0.950	61.465	0.606	63.476	0.573	-13.580	0.315	平
1963	67.798	0.518	82.922	0.111	6.730	0.958	7.339	0.961	03.061	0.376	92.195	0.530	-4.867	0.250	平
1964	73.820	0.617	79.272	0.535	7.899	0.932	6.967	0.951	85.712	0.241	86.587	0.281	-5.395	0.023	平
1967	64.906	0.724	75.298	0.457	7.760	0.953	9.727	0.933	69.279	0.681	75.261	0.505	-18.341	0.463	平
1968	77.007	0.638	81.943	0.491	5.868	0.968	8.665	0.932	97.561	0.385	90.092	0.297	-0.264	0.271	平
1969	78.137	0.454	90.694	0.064	8.074	0.926	7.930	0.927	04.776	0.463	114.16	0.335	-21.798	0.517	平
1970	62.922	0.427	60.820	0.391	6.515	0.958	7.279	0.952	83.984	0.407	79.583	0.450	5.739	-0.001	平
1971	65.504	0.527	70.653	0.320	6.779	0.964	9.596	0.932	84.417	0.485	91.067	0.244	-14.616	0.480	平
1972	50.448	0.685	47.620	0.636	9.276	0.917	7.940	0.952	60.421	0.762	62.500	0.506	2.085	0.270	平
1974	58.897	0.614	58.744	0.535	6.094	0.958	7.853	0.919	92.073	0.371	79.714	0.464	10.753	0.025	平
1975	59.967	0.588	74.835	0.273	7.204	0.945	7.170	0.952	83.818	0.252	91.187	0.085	-22.203	0.475	平
1976	51.955	0.520	61.713	0.169	7.099	0.954	7.610	0.952	83.684	0.385	71.376	0.382	-2.039	0.356	平
1977	64.415	0.306	62.384	0.253	9.038	0.904	7.391	0.926	74.806	0.443	83.390	0.309	-4.906	0.165	平
1978	72.140	0.418	70.095	0.290	6.665	0.960	7.760	0.947	81.149	0.654	66.458	0.513	15.641	0.282	平
1979	75.994	0.289	84.680	-0.070	9.004	0.917	8.197	0.938	76.238	0.628	81.344	0.428	-12.985	0.538	平
1980	63.853	0.227	66.971	0.009	8.119	0.932	8.913	0.911	71.069	0.548	76.728	0.456	-9.571	0.331	平
1981	57.326	0.571	57.378	0.530	8.015	0.940	9.195	0.928	84.937	0.432	85.732	0.198	-2.027	0.287	平
1982	73.652	-0.163	58.837	0.117	13.456	0.838	14.221	0.818	05.597	0.379	90.648	0.559	28.999	-0.440	平
1987	57.649	0.544	51.438	0.615	7.062	0.944	7.737	0.933	74.098	0.507	75.425	0.468	4.209	-0.021	平
1989	55.376	0.378	62.262	0.055	7.363	0.941	6.442	0.945	64.146	0.592	71.801	0.385	-13.620	0.526	平

* 表示判断与实际不符

分析上表得出： $D_{gp} \geq 20$ 、 $R_{gp} \leq -0.6$ 且 $D_g > D_p$ 、 $R_g < R_p$ 为歉年； $D_{gp} \leq -20$ 、 $R_{gp} \geq 0.6$ 且 $D_g < D_p$ 、 $R_g > R_p$ 为丰年；否则为一般（平）年景。

运用相似分析评价指标，验证 1961—1990 年棉花产量丰歉，拟合率为 93.3%，评判 1991—1993 年全国棉花产量丰歉，准确率为 100%。

4 结 语

利用综合气象要素评价法和相似分析法对棉花产量丰歉进行评判比利用单一气象要素（如积温或降水等）更具有科学性，能够较全面地反映气象条件对作物生长发育的综合影响，有着广阔的应用前景。应用上述评价指标，评价棉花产量丰歉，准确率在 90% 以上，基本上能适用于农业气象情报业务服务。值得注意的是：两种评价方法在对 1965 年、

1966 年产量丰歉进行评价时，都出现错误，很可能是由于历史原因造成资料的不准确性引起的。相似分析评价法不仅适合棉花全生育期评价，也适合作物的任一发育时段评价，尤其可用于特殊天气（灾害）分析评价，是农业气象情报评价方法的一种突破。然而，文中综合气象要素的组成、综合气象要素评价指标的建立以及相似分析评价法的应用还需要进行大量的验证和完善，使之成为有效的农业气象情报业务服务的评价方法。

参考文献

- 1 太华杰等. 中国农业气象情报概论. 北京: 气象出版社. 1994, 7—13.
- 2 王建林, 太华杰. 影响中国棉花产量丰歉的气象指标. 应用气象学报, 1995, 6(supplement): 96—101.
- 3 王建林, 赵四强. 全国棉花产量预报模式. 气象, 1990, 16(5): 26—29.

Study on the Year's Harvest Assessment of Cotton

Wang Jianlin Tai Huajie

(Chinese Academy of Meteorological Sciences, Beijing 100081)

Abstract

Two methods assessing the year's harvest of cotton are introduced. One is comprehensive element and another is analogous analysis. The first is that a assessing index is given by analysing historical comprehensive meteorological element, which is adequately established by using ten-days' mean temperature, ten-days' precipitation and sunshine hours of AB telex data, and bumper or poor harvest of cotton. In the second, typical year of failure or good harvest of cotton is firstly defined. Analogous analysis indexes were attained by using principle of similar analysis. It is shown that their accuracy can reach more than 90% on adjudging bumper or poor harvest of cotton by using these indexes.

Key Words: the year's harvest of cotton comprehensive meteorological element analogous analysis assessment