

降水灾变灰过程预测

孙惠合 王 侠

陈 忠

(安徽省宿县地区气象局, 234000)

(南京气象学院)

提 要

在利用非邻均值生成方法对宿州市 1953—1994 年 6—8 月降水跳变值处理的基础上, 应用灰色残差辨识等预测方法, 建立降水跳变灰过程的若干 GM(1, 1) 模型, 对宿州市未来一定时期内涝、正常、旱三种降水等级出现的年份及其具体降水量值进行预测。

关键词: 降水 灰过程 综合预测

旱涝是影响农业生产的主要灾害。对其发生发展趋势作科学预测, 可使农业、水利等有关部门及时采取抗旱防涝对策, 从而减少损失, 达到减灾防灾的目的。在以往的旱涝灰色预测中, 一般只对旱涝出现的年份即跳变时间进行预测。本文以宿州市为例, 对其降水灰过程的跳变时间、跳变量值、光滑分量及其出现时间作综合预测, 以期对降水灰过程的未来发展趋势有一个全面的了解。

1 资料的选取及处理

6—8 月是宿州市一年中主要降水时段, 此期降水量约占全年降水量的 60%。6—8 月间的降水量直接影响到夏大豆、夏玉米等作物的生长发育进程, 还决定着土壤底墒状况, 从而间接影响到冬小麦、油菜等秋播作物的冬前生长。因此, 6—8 月降水量的多少基本上可反映宿州市一年中雨水供应状况。宿州市 1953—1994 年 6—8 月降水量见表 1。

1.1 灾变序列的确立

用 6—8 月降水距平百分率 Q 的大小作为旱涝划分依据:

$$Q = \frac{R_i - \bar{R}}{\bar{R}} \quad i = 1, 2, \dots, n (n = 42) \quad (1)$$

其中 R_i 为当年 6—8 月降水量, $\bar{R} = 482.7\text{mm}$, 为 1953—1994 年 6—8 月降水量的平均值。

$Q \geq 15\%$ 即 $R_i \geq 555.1\text{mm}$ 为涝年; $Q \leq$

15% 即 $R_i \leq 410.3\text{mm}$ 为旱年; $15\% > Q > -15\%$ 即 $555.1\text{mm} > R_i > 410.3\text{mm}$ 为正常年。具体结果见表 1。则 6—8 月降水量 R_i 属于区间 $(555.1, 1121.9)$ 中的点为涝灾变点, 其灾变序列:

$$X_a^{(0)} = \{1121.9, 891.7, 691.0, 571.4, 1033.7, 652.3\}$$

属于区间 $[245.5, 410.3]$ 内的点为旱灾变点。其灾变序列:

$$X_b^{(0)} = \{308.4, 412.5, 360.0, 245.5, 347.8, 321.1, 367.6, 253.4, 383.0, 401.6, 317.4, 402.1, 342.6, 309.0, 263.9, 363.4, 301.3, 324.7\}$$

分别将 $X_a^{(0)}$ 、 $X_b^{(0)}$ 序列映射成时序集 $T_a^{(0)}$ 、 $T_b^{(0)}$

$$T_a^{(0)} = \{2, 4, 10, 11, 13, 19\}$$

$$T_b^{(0)} = \{7, 9, 12, 14, 15, 16, 18, 21, 25, 28, 29, 33, 34, 35, 36, 39, 40, 42\}$$

1.2 原始数据列的修正

为了对属于正常阈值范围内的光滑分量量值进行预测, 就必须对灾变点进行平滑, 以修正原始数列 $X^{(0)}$ (见表 1 实际降水序列)。

对旱涝灾变点即灾变序列 $X_a^{(0)}$ 和 $X_b^{(0)}$ 内的点按式 (2) 作非邻均值生成。

$$X_*^{(0)}(i) = \frac{1}{4} [X^{(0)}(i-2) + X^{(0)}(i-1) + X^{(0)}(i+1) + X^{(0)}(i+2)] \quad (2)$$

其中对近于端点处的 $X^{(0)}(2)$ 按式(3)处理

$$X_*^{(0)}(2) = \frac{1}{2} [X^{(0)}(1) + X^{(0)}(3)] \quad (3)$$

对端点 $X^{(0)}(42)$ 取前级比生成

$$X_*^{(0)}(42) = \frac{X^{(0)}(41)}{X^{(0)}(40)} \cdot X^{(0)}(41) \quad (4)$$

经过以上对灾变点的处理,建立新序列,若新序列中仍有属于灾变区间内的点,再按以上方法处理,再建新序列,直到最终新序列中所有数值均属于正常区间为止。修正后的原始数列 $X_*^{(0)}$ 列于表1。

表1 宿州市 1953—1994 年 6—8 月降水状况及回代预测检验

年份	序号	6—8月降水量/mm	旱涝年型	修正数列	降水回代预测值/mm	相对误差/%
1953	1	426.8	正常	426.8	426.8	0
1954	2	1121.9	涝	486.3	1121.9	0
1955	3	545.8	正常	545.8	524.8	-4
1956	4	891.7	涝	518.6	795.5	-11
1957	5	511.0	正常	511.0	520.3	0
1958	6	531.2	正常	531.2	518.1	-3
1959	7	308.4	旱	490.7	308.4	0
1960	8	508.0	正常	508.0	513.6	1
1961	9	412.5	旱	519.7	342.5	-17
1962	10	691.0	涝	463.0	781.5	13
1963	11	571.4	涝	504.3	767.8	34
1964	12	360.0	旱	496.1	342.2	-5
1965	13	1033.7	涝	509.6	754.3	-27
1966	14	245.5	旱	515.7	341.8	39
1967	15	347.8	旱	522.3	341.5	-2
1968	16	321.1	旱	503.7	341.3	6
1969	17	488.9	正常	488.9	494.2	1
1970	18	367.6	旱	487.8	341.0	-7
1971	19	652.3	涝	507.6	741.1	14
1972	20	515.8	正常	515.8	487.9	-5
1973	21	253.4	旱	537.7	340.8	35
1974	22	550.8	正常	550.8	483.7	-12
1975	23	459.0	正常	459.0	481.6	5
1976	24	467.2	正常	467.2	479.6	3
1977	25	383.0	旱	477.3	340.7	-11
1978	26	449.5	正常	449.5	475.5	6
1979	27	533.4	正常	533.4	473.4	-11
1980	28	401.6	旱	450.5	340.6	-15
1981	29	317.4	旱	474.6	340.4	7
1982	30	501.5	正常	501.5	467.4	-7
1983	31	461.7	正常	461.7	465.4	0
1984	32	442.2	正常	442.2	463.3	5
1985	33	402.1	旱	430.3	340.4	-15
1986	34	342.6	旱	421.9	340.4	0
1987	35	309.0	旱	414.3	340.4	10
1988	36	263.9	旱	421.3	340.3	29
1989	37	513.1	正常	513.1	453.6	-12
1990	38	437.2	正常	437.2	451.6	3
1991	39	363.4	旱	423.9	340.5	-6
1992	40	301.3	旱	488.9	340.6	13
1993	41	444.0	正常	444.0	445.7	0
1994	42	324.7	旱	515.3	340.8	5

2 建立预测模型

分别对 $X_*^{(0)}$ 、 $X_a^{(0)}$ 、 $X_b^{(0)}$ 、 $T_a^{(0)}$ 、 $T_b^{(0)}$ 序列中的数据作一次累加生成数据处理(1—AGO),并建立各自的GM(1,1)模型。各模型

值与相应的实际值存在残差,由于残差中的 $\hat{a}$ 是灰色的,因而是含有有用信息的。取全部残差建立各相应的残差序列。残差序列一般为负时间数列,必须先进行正化处理:

$e_1^{(0)} = e^{(0)} + |e_{\min}^{(0)}|$ 。对正化处理后的各残差序列作1—AGO处理并建立GM(1,1)模型。然后按式(5)把各个原始模型与相应的残差模

型相结合即得残差辨识模型,具体生成模型见表2。

表2 残差辨识生成模型及精度

预测对象	模 型	模型精度	预测值精度
干旱灾变时间	$\hat{T}_b^{(1)}(k+1) = 167.595e^{0.0773k} + 2456.924e^{0.0024k} - 2624.519$	一级	好
干旱灾变量值	$\hat{X}_b^{(1)}(k+1) = -67574.41e^{-0.0052k} + 5979.9931e^{0.0155k} - 61801.5$	二级	好
雨涝灾变时间	$\hat{T}_a^{(1)}(k+1) = 17.9696e^{0.2859k} + 32.2193e^{0.0516k} - 48.1889$	一级	好
雨涝灾变量值	$\hat{X}_a^{(1)}(k+1) = 44143.6e^{-0.0018k} + 99723.920e^{0.002k} - 54458.43$	二级	好
正常降水量值	$\hat{X}_d^{(1)}(k+1) = -123159.6e^{-0.0043k} - 76092.71e^{-0.0006k} + 199679.1$	二级	高精度

$$\begin{aligned} \hat{X}^{(1)}(k+1) &= (X^{(0)}(1) - \frac{u}{a})e^{-ak} \\ &+ \frac{u}{a} + \delta(k)[(e^{(0)}(1) - \frac{u_e}{a_e}) \\ &e^{-a_e k} + \frac{u_e}{a_e} - e_{\min}^{(0)}] \end{aligned} \quad (5)$$

其中,由于残差序列皆取全部残差构成, $\delta(k)$ 值均取1。

模型的精度由后验差比值和小误差概率共同刻划。预测值的精度由预测值相对误差绝对值的平均值(%)来刻划,小于10%为高精度预测,10%—20%为好的预测。各模型精度及其预测值精度分级见表2。降水量逐年回代预测结果及其与实际降水量值间的相对误差列于表1,由表1可见42年中相对误差绝对值大于15%的年份有6年,若以相对误差绝对值 $\leq 15\%$ 为正确预测,则预测准确率达到86%,拟合效果较为理想。

3 综合预测

根据预测模型,对1995年以后一定时期

内宿州市6—8月降水量变化趋势作综合预测。

3.1 旱涝灾变时间的预测

根据模型 $\hat{T}_b^{(1)}(k+1)$,令 $k=18$,得 $\hat{T}_b^{(1)}(19)=615.1$,其还原值 $\hat{T}_b^{(0)}(19)=\hat{T}_b^{(1)}(19)-\hat{T}_b^{(1)}(18)=615.1-565.8=49.3$ 起始年份为1952年,则 $1952+49.3 \div 2001$,即未来第一次旱灾出现时间为2001年。

根据模型 $\hat{T}_a^{(1)}(k+1)$,用相同方法得未来第一次涝灾出现时间为1996年。

3.2 旱涝年降水量的预测

根据模型 $\hat{X}_b^{(1)}(k+1)$,令 $k=18$,并计算模型还原值,得 $\hat{X}_b^{(0)}(k+1) \div 340.1$,即未来下一次旱年2001年6—8月降水量值为340.1mm。

根据模型 $\hat{X}_a^{(1)}(k+1)$,用相同方法得到下一次涝年1996年6—8月降水量为702.9mm。

The Grey Process Precipitation Forecast of the Disaster Change

Sun Huihe Wang Xia

(Suxian Meteorological Office, Anhui Province, 234000)

Cheng Zhong

(Nanjing Institute of Meteorology, Nanjing, 210044)

Abstract

Based on the method of the Non-adjacent average value creation, the process of the precipitation sudden change values of Suzhou city from June to August (1953—1994) and the method of the grey incomplete difference recognition, the GM(1,1) models of the grey process of the precipitation sudden change can be established to forecast the years of the waterlogging, normal, drought of Suzhou and the values of the precipitation quantity in future.

Key Words: precipitation grey process synthetic forecast