

天气预报经验汇编

吉林省气象局

前 言

在无产阶级文化大革命和批林批孔运动的推动下，几年来，我省广大气象工作者努力学习马克思主义、列宁主义、毛泽东思想，阶级斗争、路线斗争和继续革命的觉悟不断提高。在气象业务工作中，认真贯彻气象工作“既要为国防建设服务，同时又要为经济建设服务”的方针，在为经济建设服务中，把为农业生产服务放在首位，为搞好气象工作而积极工作。在天气预报服务的实践中，运用辩证唯物主义的观点，注意总结经验，学习兄弟省的经验，对天气预报方法进行了深入的改革工作，取得了一些成果。为了互相交流经验，促进天气预报改革工作进一步开展，我们把这次全省天气预报经验交流会的有关材料，整理汇编成这个册子，供同志们在工作中参考。由于我们水平有限，不当之处，请批评指正。

吉林省气象局业务处

一九七三年十一月

目 录

1. 比较几种统计预报方法预报效果	吉林省气象台 (1)
2. 对《预报因子群》检验及其应用	吉林省气象科学研究所 (14)
3. 用逐步回归方法试报明年春雨	乾安气象站 (20)
4. 天气概率回归估计试验	哲里木盟气象局 (24)
5. 一次手算逐步回归试验	吉林省气象科学研究所 (27)
6. 用多元回归预报夏季6--8月降雨总量	开鲁气象站 (34)
7. 用回归分析法预报长春地区七月分降水量和初霜	长春市气象局 (39)
8. 用回归分析作七三年八月降水预报的小结	科左中旗气象站 (44)
9. 用多要素时间序列做长期预报一例	吉林省气象科学研究所 (47)
10. 方差分析在制作月降水量预报中的试用	九台气象站 (53)
11. 运用多元回归预报初霜	科左后旗气象站 (59)
12. 一次二级分辨的简单试验	乾安气象站 (62)
13. 用逐步二级分辨法预报春季第一场透雨	四平地区气象局 (67)
14. 统计分辨法在秋季预报中的应用	磐石烟筒山气象站 (72)
15. 一种简单的线性集成预报方法	乾安气象站 (77)
16. 用多元时间序列预报春夏降水的一次尝试	延边朝鲜族自治州气象局 (82)
17. 关于 m 年一迁月最大降水量的计算	哲盟师范学院、哲里木盟气象局 (86)
18. 逻辑代数方程在我台预报中的初步应用	哲里木盟气象局 (91)
19. 中部平原地区偏南大风短期预报经验小结	吉林省气象台 (96)
20. 一场大范围雷雨冰雹天气分析	吉林省气象台 (101)
21. 台风雨量的图解预报	吉林市气象局 (104)
22. 影响吉林地区台风初步统计与分析	吉林市气象局 (107)
23. 短期客观冰雹预报方法	吉林省气象台 (109)
24. 一种500毫巴月平均图的预报方法	吉林省气象台 (111)
25. 西南大风的客观定量预报方法	吉林市气象局 (115)
26. 丰欠气象条件的分析和预报	桦甸气象站 (119)
27. 四步定性定量短期预报方法介绍	舒兰气象站 (126)
28. 短期晴雨天气预报计算方法	海龙气象站 (132)
29. 七三年第一场大于五毫米降雨预报小结	通辽气象站 (137)
30. 试用阴阳迭加气压波做中长期天气过程预报	乾安气象站 (139)
31. 系数综合预报方法总结	桦甸气象站 (142)
32. 概率分布图短期预报方法	敦化气象站 (146)

33. 在周期前提下,用多因子点聚图解方法·····	白城地区气象局 (149)
34. 月降水量位序概率曲线预报法·····	通化地区气象局 (152)
35. 用周期分析作降水量及十天天气过程的预报方法·····	榆树气象站 (157)
36. 月降水量序次相关预报方法·····	抚松气象站 (162)
37. 空气状态趋近饱和法·····	库伦旗气象站 (165)
38. 气压三天滑动平均曲线图预报方法·····	前郭旗气象站 (168)
39. 利用八月分冷空气活动规律预报秋霜的方法·····	梨树气象站 (170)
40. 农谚“早雾和雨雾”在中期降水趋势预报中的应用·····	桦甸气象站 (172)
41. 相继相似综合过滤中长期预报方法·····	海龙气象站 (176)
42. 一条中长期降雨预报指标·····	敦化气象站 (180)
43. 八月分气温的判别分型预报法·····	四平地区气象局 (181)
44. 综合指标法·····	吉林市气象局 (188)
45. 多因子相似长期预报方法·····	通化地区气象局 (191)
46. 月际周期分析的应用·····	海龙气象站 (194)
47. 一条大——暴雨阵雨的指标·····	桦甸气象站 (197)
48. “大风百日雨”的初步检验分析·····	吉林市气象局 (199)
49. 应用温度槽作汛期少雨段预报·····	磐石气象站 (202)
50. 我们是怎样选定预报指标的·····	吉林市气象局 (204)
51. 三条指标与二十六天韵律·····	桦甸气象站 (207)
52. 用多因子综合作春季降水预报·····	科左后旗气象站 (210)
53. 春季预报方法小结·····	哲里木盟气象局 (213)
54. 用多因子综合相关法作七三年初霜预报·····	洮安气象站 (218)
55. 用多因子加权综合法作月降水定量预报·····	库伦旗气象站 (223)
56. 春季短期降雨量预报方法的探讨·····	长春市气象局 (230)
57. 多因子序列相关优选法·····	磐石气象站 (235)
58. “优选法”在冬季长期预报中的应用·····	吉林省气象台 (240)
59. 相关相似组合法·····	吉林市气象局 (243)
60. 应用连续百分率法作春季降水预报·····	蛟河气象站 (246)
61. 暖空气活动的151天韵律在大——暴雨预报中的应用·····	九台气象站 (250)
62. 中长期分档编码法·····	镇赉气象站 (252)
63. 几种多要素综合法在短期预报中的初步应用·····	哲里木盟气象局 (254)
64. 预报旱涝趋势的几条指标·····	敦化气象站 (264)
65. 相似法在3—5天预报中的应用·····	吉林省气象台 (266)
66. 天气谚语的验证·····	海龙气象站 (284)

比较几种统计预报方法预报效果

吉林省气象台

在试用几种统计预报方法作吉林省汛期（6—9月）降水趋势和降水量预报时，发现，有些预报方法预报的效果是相同的，实际只要预报因子（选择的好，采用那种统计预报方法其预报效果都会好一些，但是不同的预报对象应选取不同的预报方法，下面将我们用几种统计方法作的预报介绍一下，仅供参考。

一、应用多元回归方法作吉林省汛期降水量预报

（一）选择预报因子

1. 吉林省52年至71年汛期降水量的平均值为474毫米，取52年至71年（20年）为样本资料，用72年和73年资料进行试报。

2. 由公式（1），选取相关系数 $\gamma_{x_i y} = 0.5$ 以上的 x_i 为预报因子

$$\gamma_{x_i y} = \frac{\sum_{t=1}^{20} (x_{ti} - \bar{x}_i)(y_t - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{t=1}^{20} (x_{ti} - \bar{x}_i)^2} \sqrt{\sum_{t=1}^{20} (y_t - \bar{y})^2}} \quad (1)$$

选取三个预报因子，相关系数分别为

$$\gamma_{x_1 y} = 0.69, \quad \gamma_{x_2 y} = 0.62, \quad \gamma_{x_3 y} = 0.57$$

x_1 : 为前一年1月500毫巴Ⅲ区的高度

x_2 : 为前一年12月500毫巴Ⅱ区的高度

x_3 : 为前一年12月500毫巴Ⅰ区的高度

y : 为汛期降水量平均值是预报对象

（二）资料进行处理

为了计算上的方便，预报量 y 和预报因子 x_i 均取距平值，并且 y 值只取十位和百位数，个位四舍五入， x_i 值只取个位和十位数，小数四舍五入（见表1）

(表 1)

项目 年代	预报量和预报因子				正规方程的系数和常数项								
	y	x ₁	x ₂	x ₃	S ₁₁	S ₁₂	S ₁₃	S ₂₂	S ₂₃	S ₃₃	S _{1y}	S _{2y}	S _{3y}
52	-8	0	-6	2	0	0	0	36	-12	4	0	48	-16
53	4	2	20	3	4	40	6	400	60	9	8	80	12
54	7	-1	19	4	1	-19	-4	361	76	16	-7	133	28
55	-7	-5	-16	-2	25	80	10	256	32	4	35	112	14
56	12	6	5	1	36	30	6	25	5	1	72	60	12
57	6	3	-20	-2	9	-60	-6	400	40	4	18	-120	-12
58	-14	-10	-10	-2	100	100	20	100	20	4	140	140	28
59	4	6	13	2	36	78	12	169	26	4	24	52	8
60	9	5	29	2	25	145	10	841	58	4	45	261	18
61	3	-2	6	5	4	-12	-10	36	30	25	-6	18	15
62	-1	3	-32	3	9	-96	9	1024	-96	9	-3	32	-3
63	4	1	11	-5	1	11	-5	121	-55	25	4	44	-20
64	7	7	11	4	49	77	28	121	44	16	49	77	28
65	-3	-9	-4	2	81	36	-18	16	-8	4	27	12	-6
66	5	2	3	0	4	6	0	9	0	0	10	15	0
67	-11	-3	4	-6	9	-12	18	16	-24	36	33	-44	66
68	-8	0	-53	-5	0	0	0	2809	265	25	0	424	40
69	-1	4	4	-5	16	16	-20	16	-20	25	-4	-4	5
70	-11	-9	8	-7	81	-72	63	64	-56	49	99	-88	77
71	6	-5	29	2	25	-145	-10	841	58	4	-30	174	12
72	-10	-6	6	3									
73	-2	-10	4	8									
Σ	0	0	0	0	515	203	109	7661	443	268	514	1426	306
平均	0	0	0	0									

(三) 计 算 步 骤

1. 由 (2) 式和 (3) 式计算正规方程系数和常数项 (见表 1)

$$S_{ij} = \sum_{t=1}^{20} (x_{ti} - \bar{x}_i)(x_{tj} - \bar{x}_j) \quad (2)$$

$$S_{iy} = \sum_{t=1}^{20} (x_{ti} - \bar{x}_i)(y_t - \bar{y}) \quad (3)$$

$$i, j = 1, 2, 3$$

2. 建立正规方程

$$\begin{cases} 515b_1 + 203b_2 + 109b_3 = 514 \\ 203b_1 + 7661b_2 + 443b_3 = 1426 \\ 109b_1 + 443b_2 + 268b_3 = 306 \end{cases} \quad (4)$$

3. 用消去法求解方程组 (4), 算出回归方程

$$\hat{y} = b_1 x_1 + b_2 x_2 + b_3 x_3$$

的待定系数 b_1, b_2, b_3 和方程组系数矩阵 B 的逆矩阵 B^{-1}

$$b_1 = 0.8011, b_2 = 0.1311, b_3 = 0.6070$$

$$B^{-1} = \begin{pmatrix} 0.0021300 & 0.0000063 & -0.0008500 \\ 0.0000063 & 0.0001442 & -0.0002320 \\ -0.0008500 & -0.0002320 & 0.0044300 \end{pmatrix}$$

4. 建立预报方程

$$\hat{y} = 0.80x_1 + 0.13x_2 + 0.61x_3 \quad (5)$$

(四) 对回归效果进行方差分析和 F 检验

1. 计算复回归系数 R

$$u = \sum_{i=1}^3 b_i S_{iy} \quad (6), \quad S_{yy} = \sum_{t=1}^{20} (y_t - \bar{y})^2 \quad (7)$$

$$R = \sqrt{\frac{u}{S_{yy}}} \quad (8), \quad Q = S_{yy} - u \quad (9)$$

由 (6) 式 (7) 式和 (8) 式算出 R 值 (见表 2)

(表 2)

y 的高差平方和 S_{yy}	残差平方和 Q	回归平方和 u	复回归系数 R
1103	320	783	0.84

2. 由 (10) 式 (11) 式分别对回归方程 $\hat{y}$ 和预报因子 x_i 进行 F 检验

$$F = \frac{u/m}{Q/N-m-1}, F_{\alpha}(m, N-m-1) \quad (10)$$

$$F_i = \frac{b_i^2/C_{ii}}{Q/N-m-1}, F_{i\alpha}(m, N-m-1) \quad (11)$$

其中 Q, u, b_i, C_{ii} , 都已算出、 $N=20$ 为样本数, $m=3$ 为因子数, $F_{\alpha}, F_{i\alpha}$ 根据给出的信度 α 和自由度 $(m, N-m-1)$ 可由表查出, 检验的结果 (见表 3)

(表 3)

数 值 F, F_{α}	项 目	对回归方程 $\hat{y}$ 进行检验	对预报因子 x_i 进行检验		
			x_1	x_2	x_3
F (计 算)		16.00	15.30	6.00	4.20
F_{α} (查表)	$\alpha=0.05$	3.24	4.49	4.49	4.49
	$\alpha=0.1$				

分析结果: R 值较大, 回归方程 $\hat{y}$ 通过了 F 检验, 预报因子 x_1, x_2 较好、 x_3 稍差。

(五) 用预报方程

(5) 检验20年样本资料的拟合情况, 对72年和73年的汛期降水进行试报, 其结果(见表4)。

(表4)

年 代		拟 合 情 况										
项 目	数 值	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62
因 子 值	x_1	0	1.6	-0.8	-4.0	4.8	2.4	-8.0	4.8	4.0	-1.6	2.4
	x_2	-07.80	2.60	2.47	-2.08	0.65	-2.60	-1.30	1.69	3.77	0.78	-4.16
	x_3	1.22	1.80	2.44	-1.22	0.61	-1.22	-1.22	1.22	1.22	3.05	1.83
予 报 值	$\hat{y}$	0.44	6.00	4.11	-7.30	6.06	-1.42	-10.52	7.71	8.99	2.23	0.07
	$10 \times \hat{y}$	4.4	60.0	41.1	-73.0	60.6	-14.2	-105.2	77.1	89.9	22.3	0.7
实 况	6—9月R	-77.5	44.5	65.5	-70.5	123.5	61.5	-144.5	35.5	93.5	29.5	-13.5

年 代		拟 合 情 况									3	3
项 目	数 值	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73
因 子 值	x_1	0.8	5.6	-7.2	1.6	-2.4	0	3.2	-7.2	-4.0	-4.8	-8.0
	x_2	1.43	1.43	-0.52	0.39	0.52	-6.89	0.52	1.04	3.77	0.78	0.52
	x_3	-30.5	2.44	1.22	0	-3.66	-3.05	-3.05	-4.27	1.22	1.83	4.88
予 报 值	$\hat{y}$	0.82	9.47	-6.50	1.99	-5.54	-9.94	0.67	-10.43	0.99	-2.19	-2.60
	$10 \times \hat{y}$	8.2	94.7	-65.0	19.9	-55.4	-99.4	6.7	-10.43	9.9	-21.9	-26.0
实 况	6—9月R	36.5	67.5	-33.5	46.5	-110.5	-82.5	-14.5	-114.5	57.5	-96.5	-18.5

从表中可看到72年和73年的降水趋势报对了都是负距平, 但是, 72年预报的降水量与实际值相差很大(差74毫米), 预报方程对历史资料的拟合从趋势来看只有52年、57年报错, 62年和69年属正常, 从预报量上看52年、56年、67年相差50—70毫米, 其它年分均在50毫米以下。

二、应用逐步回归方法作吉林省汛期降水量预报

(一) 所选取的预报对象

预报因子, 样本资料和资料的处理与多元回归方法相同

(二) 逐步回归方法的步骤

1. 计算 S_{ij} , S_{iy} , S_{yy} (多元回归方法中已给出公式并算出了结果), 建立正规方程。

2. 由(1)式计算方差贡献

$$V_i = (S_{iy})^2 / S_{ii}, \quad (i = 1, 2, \dots, m) \quad (1)$$

3. 对已选中的变量找 V 的最小值 V_{min} 作 F 检验

$$F = \frac{V_{min}}{Q/N-l-1} \quad (2)$$

l 为已选中的变量数。

下面分做二种情况进行计算

(1) 如果 $F < F_{\alpha}$ (查表) 则该变量要剔除, 用公式 (3) 对剔除的变量 x_k 进行消去运算

$$S'_{ij} = \begin{cases} S_{kj}/S_{kk} & (i=k, j \neq k) \\ S_{ij} - \frac{S_{ik} S_{kj}}{S_{kk}} & (i \neq k, j \neq k) \\ 1/S_{kk} & (i=k, j=k) \\ -S_{ik}/S_{kk} & (i \neq k, j=k) \end{cases} \quad (2)$$

剔除的变量经过消去运算后, 再回到第二步重复计算。

(2) 如果 $F > F_{\alpha}$ (查表), 引入的变量不剔除对未选中的变量找 V 的最大值 V_{max} 作 F 检验

$$F = \frac{V_{max}}{Q^{(1)} - V_{max}/N-l-2} \quad (4)$$

假如 $F > F_{\alpha}$ (查表), 该变量要引入由公式 (3) 对引入的变量进行消去运算, 重复第二步再引入新的变量计算方差贡献。

如果 $F \leq F_{\alpha}$, 则该变量不引入逐步运算结束, 最后计算 b_0 得到预报方程并计算残差 Q, R, F (总的预报方程的检验)。

(三) 我们用多元回归方法计算的正规方程从第二步计算方差贡献开始按步骤进行运算

(1) 将多元回归方法中算得的回归系数和常数项都缩小100倍 (为了便于手算), 只取小数一位

$$\begin{cases} 5.2b_1 + 2.0b_2 + 1.1b_3 = 5.1 \\ 2.0b_1 + 76.6b_2 + 4.4b_3 = 14.3 \\ 1.1b_1 + 4.4b_2 + 2.7b_3 = 3.1 \end{cases} \quad (5)$$

$$\text{预报方程: } \hat{y} = b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 \quad (6)$$

(2) 第一步 ($l=0$, l 表示选入的因子数)

由 (1) 式计算方差贡献 $V_1^{(0)}$

$$V_1^{(0)} = 5.1^2/5.2 = 5.20, \quad V_2^{(0)} = 14.3^2/76.6 = 2.67, \quad V_3^{(0)} = 3.1^2/2.7 = 3.56$$

其中最大的是 $V_1^{(0)}$ 。

因为没有因子选入只考虑引进, 由 (2) 式进行 F 检验

$$F = \frac{V_1^{(0)}}{Q^{(0)} - V_1^{(0)}/N-l-2} = \frac{5.20}{11.03 - 5.12/20-0-2} = 15.60$$

$$Q^{(1)} = Q^{(0)} - V_1^{(0)} = 11.03 - 5.12 = 5.91,$$

$F_{\alpha}(1, 20-0-2)$, α 取 0.05, $F_{\alpha} = 4.41$, $F > F_{\alpha}$, x_1 被选入。

对 $K=1$ 列用公式 (3) 进行消去运算得到 (7) 式

$$\begin{array}{cccc} 0.192 & 0.385 & 0.212 & 0.980 \\ -0.385 & 75.830 & 3.977 & 12.340 \\ -0.212 & 3.977 & 2.467 & 2.020 \end{array} \quad (7)$$

(3) 第二步 $l=1$ (已选入一个因子)

由 (1) 式计算方差贡献 $V_i^{(1)}$

$$V_1^{(1)} = \frac{0.98^2}{0.192} = 5.00, \quad V_2^{(1)} = \frac{12.34^2}{75.83} = 2.01, \quad V_3^{(1)} = \frac{2.02^2}{2.467} = 1.65$$

在 $V_2^{(1)}$ 和 $V_3^{(1)}$ 中选取最大的 $V_2^{(1)}$, 因为 x_1 刚被引进不考虑剔除, 由 (2) 式对引进的新因子 x_2 进行 F 检验

$$F = \frac{V_2^{(1)}}{Q^{(1)} - V_2^{(1)}/N-l-2} = \frac{2.01}{5.91 - 2.01/20-1-2} = 8.77,$$

$$Q^{(2)} = Q^{(1)} - V_2^{(1)} = 3.90,$$

$F_{\alpha}(1,17)$, α 取 0.05 时 $F_{\alpha} = 4.45$, $F > F_{\alpha}$ 所以 x_2 也被选入。

对 (7) 式中 $K=2$ 列由公式 (3) 进行消去运算得到 (8) 式

$$\begin{array}{cccc} 0.19400 & -0.00508 & 0.19130 & 0.91730 \\ -0.00508 & 0.01320 & 0.05250 & 0.16300 \\ -0.19180 & -0.05250 & 2.25900 & 1.37200 \end{array} \quad (8)$$

(4) 第三步 $l=2$

由 (1) 式计算方差贡献 $V_i^{(2)}$

$$V_1^{(2)} = \frac{0.9173^2}{0.194} = 4.33, \quad V_2^{(2)} = \frac{0.163^2}{0.0132} = 2.01, \quad V_3^{(2)} = \frac{1.372^2}{2.259} = 0.86$$

对 x_1 、 x_2 仍不考虑剔除, 引进 x_3 由 (2) 式进行 F 检验

$$F = \frac{V_3^{(2)}}{Q^{(2)} - V_3^{(2)}/N-l-2} = \frac{0.86}{3.90 - 0.86/20-2-2} = 4.57,$$

$F_{\alpha}(1,16)$, α 取 0.05 时, $F_{\alpha} = 4.49$, $F > F_{\alpha}$ 所以 x_3 也被选入。

对 (8) 式中 $K=3$ 列由公式 (3) 进行消去运算得到最后的结果 (9) 式

$$\begin{array}{cccc} 0.21030 & 0.00063 & -0.08500 & 0.8011 \\ 0.00063 & 0.01442 & -0.02320 & 0.1311 \\ -0.08500 & -0.02320 & 0.44300 & 0.6070 \end{array} \quad (9)$$

则正规方程 (5) 式的解:

$$b_1 = 0.80, \quad b_2 = 0.13, \quad b_3 = 0.61 \quad \text{代入预报方程 (6)}$$

$$\hat{y} = 0.80x_1 + 0.13x_2 + 0.61x_3 \quad (10)$$

预报方程 (10) 式和多元回归预报方程 (5) 式完全相同, 因此计算的残差 Q , 复相关系数 R , 对方程 (10) 的 F 检验以及由方程 (10) 对历史资料的拟合, 对 72 年 73 年降水量的预报与多元回归计算的结果完全相同我们就不一一的重复计算了。

(四) 讨 论

比较多元回归与逐步回归方法, 其效果是一致的, 但是用多元回归方法 x_3 没有通

过 F 检验, 去掉 x_3 以后预报方程要重新建立, 工作量也比较大, 用逐步回归方法, 三个因子都被选入, 预报的效果也完全相同, 因此逐步回归方法优于多元回归方法。

三、应用 (0,1) 回归方法作吉林省汛期降水趋势预报

(一) 所选取的预报对象

预报因子, 样本资料和资料处理与多元回归方法相同。

(二) 为了使计算简化

将预报对象 y 和预报因子 x 分为 (0,1) 两级, 正距平为 1, 负距平为 0, 距平为 0 时也属于 1 级, y 和 x 经分级后见表 1

表 1

项 目 \ 年 代		拟 合 情 况										
		52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62
因子分级	x_1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	0	1
	x_2	0	1	1	0	1	0	0	1	1	1	0
	x_3	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1
预报值	$\hat{y}$	0.40	1.00	0.67	-0.24	1.00	0.10	-0.24	1.00	1.00	0.67	0.40
	分 级	0	1	1	0	1	0	0	1	1	1	0
实况	y	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1	0

项 目 \ 年 代		拟 合 情 况									试 报	
		63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73
因子分级	x_1	1	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0
	x_2	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1
	x_3	0	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1
预报值	$\hat{y}$	0.71	1.00	0.06	1.00	0.37	0.10	0.71	0.37	0.67	0.67	0.67
	分 级	1	1	0	1	0	0	1	0	1	1	1
实况	y	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0

(三) 计 算 步 骤

1. 由 (1) 式建立正规方程, 正规方程系数和常数项见表 2。

$$\begin{aligned}
 kb_0 + b_1 \sum x_1 + b_2 \sum x_2 + b_3 \sum x_3 &= \sum y \\
 b_0 \sum x_1 + b_1 \sum x_1^2 + b_2 \sum x_1 x_2 + b_3 \sum x_1 x_3 &= \sum y x_1 \\
 b_0 \sum x_2 + b_1 \sum x_1 x_2 + b_2 \sum x_2^2 + b_3 \sum x_2 x_3 &= \sum y x_2 \\
 b_0 \sum x_3 + b_1 \sum x_1 x_3 + b_2 \sum x_2 x_3 + b_3 \sum x_3^2 &= \sum y x_3
 \end{aligned} \tag{1}$$

$n = 20$ 为样本数

表 2

分 级 系 数 项 年 代	x_1	x_2	x_3	y	x_1^2	x_1x_2	x_1x_3	yx_1	x_2^2	x_2x_3	yx_2	x_3^2	yx_3
52	1		1		1		1					1	
53	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
54		1	1	1					1	1	1	1	1
55													
56	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
57	1			1	1			1					
58													
59	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
60	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
61		1	1	1					1	1	1	1	1
62	1		1		1		1					1	
63	1	1		1	1	1		1	1		1		
64	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
65			1									1	
66	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
67		1							1				
68	1				1								
69	1	1			1				1				
70		1							1				
71		1	1	1					1	1	1	1	1
Σ	12	13	12	11	12	7	8	8	13	9	10	12	9

将正规方程系数和常数项代入 (1) 式得正规方程 (2)

$$\begin{aligned}
 20b_0 + 12b_1 + 13b_2 + 12b_3 &= 11 \\
 12b_0 + 12b_1 + 7b_2 + 8b_3 &= 8 \\
 13b_0 + 7b_1 + 13b_2 + 9b_3 &= 10 \\
 12b_0 + 8b_1 + 9b_2 + 12b_3 &= 9
 \end{aligned}
 \tag{2}$$

用消去法计算正规方程 (2) 的解

$$b_0 = -0.24, b_1 = 0.34, b_2 = 0.61, b_3 = 0.30$$

2. 建立预报方程

$$\hat{y} = -0.24 + 0.34x_1 + 0.61x_2 + 0.30x_3 \tag{3}$$

3. 将20年样本资料代入方程 (3), 算出52年至71年汛期降水估计值, 根据拟合情况确定临界值 $\hat{y}_c = 0.67$, 当 $\hat{y} \geq 0.67$, $\hat{y}$ 取 1 级; $\hat{y} < 0.67$, $\hat{y}$ 取 0 级, 将预报分级的结果与72年、73年试报情况列入表 1 进行比较, 从历史资料拟合情况来看, 概括率达 90%, 但是72年、73年试报都报错了。

显然, 利用 (0.1) 回归估计作预报, 工作量大为减少由于试报效果不好, 所以, 用方程 (3) 作汛期降水预报不太可靠, 只能做为参考。

四、应用多元回归概率估计作吉林省汛期降水趋势预报

(一) 计 算 步 骤

1. 复回归概率估计方法, 是在 (0.1) 回归估计方法的基础上, 如果 $y=1$ 的概率为预报对象, 则将 x 出现 1 级的情况进行归纳分组, 计算每一组 y 出现 1 级时的次数和对应的概率见表 1

表 1

序 号	项 目 级 别	因 子 分 组				y 为 1 级		正规方程的系数和常数项								
		x_1	x_2	x_3	组数	次数	概率	x_1^2	x_1x_2	x_1x_3	x_1y	x_2^2	x_2x_3	x_2y	x_3^2	x_3y
1		1	1	1	6	6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2			1	1	3	3	1					1	1	1	1	1
3				1	1	0	0								1	
4		1			2	1	0.5	1			0.5					
5		1	1		2	1	0.5	1	1		0.5	1		0.5		
6		1		1	2	0	0	1		1					1	
7			1		2	0	0					1				
8					2	0	0									
Σ		4	4	4		3		4	2	2	2	4	2	2.5	4	2

2. 根据 (0.1) 回归方法中的公式 (1) 建立正规方程

$$\begin{aligned}
 8b_0 + 4b_1 + 4b_2 + 4b_3 &= 3 \\
 4b_0 + 4b_1 + 2b_2 + 2b_3 &= 2 \\
 4b_0 + 2b_1 + 4b_2 + 2b_3 &= 2.5 \\
 4b_0 + 2b_1 + 2b_2 + 4b_3 &= 2
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

由消去法求得方程组的解

$$b_0 = -0.125, \quad b_1 = 0.25, \quad b_2 = 0.5, \quad b_3 = 0.25$$

3. 建立 y 为 1 级的概率, 为预报对象的预报方程

$$\hat{P}_{(y)} = -0.125 + 0.250x_1 + 0.500x_2 + 0.250x_3 \tag{2}$$

4. 将 20 年样本资料代入 (2) 式, 算出 52 年至 71 年汛期降水概率值, 根据拟合情况确定临界值 $\hat{P}_c = 0.625$, 当 $\hat{P}_{(y)} \geq 0.625$, $\hat{P}_{(y)}$ 取 1 级, $\hat{P}_{(y)} < 0.625$, $\hat{P}_{(y)}$ 取 0 级, 将历史资料拟合情况与 72 年、73 年试报结果列入表 2 进行比较。

表 2

年 代		拟 合 情 况										
项 目		52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62
因子分级	x_1	1	1			1	1		1	1		1
	x_2		1	1		1			1	1	1	
	x_3	1	1	1		1			1	1	1	1
预报值	$\hat{P}(y)$	0.375	0.875	0.625	-0.125	0.875	0.125	-0.125	0.875	0.875	0.625	0.375
	分 级		1	1		1			1	1	1	
实况	y		1	1		1	1		1	1	1	

年 代		拟 合 情 况									试 报	
项 目		63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73
因子分级	x_1	1	1		1		1	1				
	x_2	1	1		1	1		1	1	1	1	1
	x_3		1	1	1					1	1	1
预报值	$\hat{P}(y)$	0.625	0.875	0.125	0.875	0.375	0.125	0.625	0.375	0.625	0.625	0.625
	分 级	1	1		1			1		1	1	1
实况	y	1	1		1					1		

(二) 讨 论

用复回归概率估计预报吉林省汛期降水, 预报效果与 (0.1) 回归估计预报的结果完全相同, 从历史资料拟合来看都是57年和59年报错, 试报72年、73年也报错了。但是, 复回归概率估计比 (0.1) 回归预报方法多一道程序, 所以 (0.1) 回归估计可以代替复回归概率估计进行预报。

五、应用判别分析作吉林省汛期降水趋势预报

(一) 选取的预报对象

预报因子, 样本资料和资料处理与多元回归分析相同,

(二) 计 算 步 骤

1. 整理资料, 将 x 按着对 y 的分辨能力分成 A (多雨年)、 B (少雨年) 两组, 其对应资料见表 1

1

A 因子	年 代	53	54	56	57	59	60	61	63	64	66	71	Σ	平均
	序 号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		
类	x_1	2	-1	6	3	6	5	-2	1	7	2	-5	24	2.18
	x_2	20	19	5	-20	13	29	6	11	11	3	29	126	11.45
	x_3	3	4	1	-2	2	2	5	-5	4	0	2	16	1.45

表 4

S_{11}	S_{22}	S_{33}	$S_{12}=S_{21}$	$S_{13}=S_{31}$	$S_{23}=S_{32}$
368.4	3466.4	202.8	-399.6	5.5	30.8

4. 将表 1 中最后一栏数和表 4 中的数, 代入方程组 (3)

$$\begin{cases} S_{11}C_1 + S_{12}C_2 + S_{13}C_3 = \bar{x}_1(A) - \bar{x}_1(B) \\ S_{21}C_1 + S_{22}C_2 + S_{23}C_3 = \bar{x}_2(A) - \bar{x}_2(B) \\ S_{31}C_1 + S_{32}C_2 + S_{33}C_3 = \bar{x}_3(A) - \bar{x}_3(B) \end{cases} \quad (3)$$

得方程组 (4)

$$\begin{cases} 368.4C_1 - 399.6C_2 + 5.5C_3 = 5.40 \\ -399.6C_1 + 3466.4C_2 + 30.8C_3 = 23.12 \\ 5.5C_1 + 30.8C_2 + 202.8C_3 = 3.67 \end{cases} \quad (4)$$

5. 用消去法求解方程组得

$$c_1 = 0.023, \quad c_2 = 0.009, \quad c_3 = 0.018,$$

则 A、B 两类的预报方程

$$\hat{y} = 0.023x_1 + 0.009x_2 + 0.018x_3 \quad (5)$$

6. 确定预报指标 y_c

$$\begin{aligned} \bar{y}(A) &= c_1\bar{x}_1(A) + c_2\bar{x}_2(A) + c_3\bar{x}_3(A) \\ &= 0.179, \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \bar{y}(B) &= c_1\bar{x}_1(B) + c_2\bar{x}_2(B) + c_3\bar{x}_3(B) \\ &= -0.219 \end{aligned}$$

$$y_c = \frac{N_1\bar{y}(A) + N_2\bar{y}(B)}{N_1 + N_2} = 0, \quad (6)$$

其中 $N_1 = 11$, $N_2 = 9$, 是 A、B 两类中, 预报因子的年数,

若 $y_c > 0$ 预报 A 类, $y_c < 0$ 预报 B 类。

7. 对 72 年和 73 年汛期降水进行试报见表 5, 将 20 年样本资料代入预报方程 (5), 从表 5 中可以看到拟合的较好只错两年, 试报 72 年和 73 年也报对了。

表 5

项 目	年 代 数 值	拟 合 情 况										
		52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62
预	值	-0.02	0.28	0.22	-0.30	0.20	-0.15	-0.36	0.29	0.41	0.10	-0.17
报	类	B	A	A	B	A	B	B	A	A	A	B
实	值	-8	5	7	-7	12	6	-15	4	9	3	-1
况	类	B	A	A	B	A	A	B	A	A	A	B

项目	年代 数值	拟合情况									试报	
		63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73
预报	值	0.03	0.33	-0.21	0.07	-0.14	-0.57	0.04	-0.26	0.18	-0.03	-0.05
	类	A	A	B	A	B	B	A	B	A	B	B
实况	值	37	7	-3	5	-11	-8	-2	-12	6	-10	-2
	类	A	A	B	A	B	B	B	B	A	B	B

小 结

从以上用五种统计预报方法作吉林省汛期降水结果来看，逐步回归与多元回归的预报结果是相同的，而且预报效果也较好，在预报降水趋势上，判别分析的拟合和预报效果都比较好，而（0.1）回归方法和多元概率回归方法预报结果是相同的，虽然拟合很好，但是预报效果不好。

统计预报我们刚刚开始作，对一些问题的认识，肯定存在着片面性，仅供初学者参考。