

统计预报文集

大气物理研究所二室

目 录

1. 用多因子综合相关法试作春播期连阴雨长期预告及汛期
月降水总量预告-----1~15
2. 逐日降水最大可能中期预报——
多因子分档组合相关法的应用-----16~24
3. 分辨法预报天气-----25~33
4. 应用统计分辨法作晴雨预报-----34~38
5. 多因子回归估计法制作6月份逐日雨日
分佈长期预报-----39~55
6. 武昌地区回暖的长期预报-----56~64
7. 多因子回归估计预报方法——试作上海地区春季回
暖长期预报-----65~69
8. 武汉初夏暴雨中期预报-----70~80
9. 初夏鄂西南区域大雨、暴雨的三天中期预报-----81~99
10. 平稳时间序列预报-----100~115

11. 時間序列予報方法	116~123
12. 平穩時間序列予報中的几个具体问题	124~138
后 記	139

用多因子综合相关法试作春播期连阴雨 长期预告及汛期六月降水总量预告

湖北省武昌气象站

中国科学院大气物理所武昌蹲点学习组

一、前言

目前，各台站在制作春季连阴雨长期预告方面，利用韵律作长期预告是最普遍使用的方法。其他的方法也多属单因子相关。要做比较具体细致的长期预告，例如在春播前预报各次连阴雨的开始、结束就颇感困难。为了较好地解决上述问题，我们用多因子综合相关法试做武昌县春播期连阴雨长期预告。通过七〇年春播期初步试报，说明此方法是较为有效的。我们将它介绍出来，希望各站同志们提出宝贵意见，以便更进一步提高、完善。

二、用多因子综合相关法 试做春播期连阴雨长期预告

1. 思路

目前，长期天气预报最有效的方法是资料统计。寻找出前期要素同预告对象之间的统计关系，利用这些关系作预报。要提高预报准确率，首先必须提高概括率。如果概括率不高，则预报准确率必定更低些。而单因子相关一般概括率不高，只有在资料次数较少时，概括率可以较高。但由于次数少，偶然碰巧的机会就多，虽然概括率较高，但往往不可靠。当资料次数较多时，用单因子相关就很难提高概括率，一般能到70-80%就不错了。这是可以理解的。毛主席教导我们说：“世界上的事

情是复杂的，是由各方面的因素决定的。看问题要从各方面去看，不能只从单方面看”。同样，影响天气变化的因素也是非常复杂的。某时期的天气不会只同前期某一个要素有关，也不会只同远期要素或只同近期要素有关。所以单因子相关概括率不高的主要原因就在于它的片面性。毛主席还教导我们说：“……所谓片面性，就是不知道全面地看问题。……或者叫做只看见局部，看不见全体，只看见树木，看不见森林。这样，是不能找出解决矛盾的方法的，是不能完成革命任务的，是不能做好任何工作的，是不能正确地发展党内思想斗争的。……”

列宁说：“要真正地认识对象，就必须把握和研究它的一切方面，一切联系和‘媒介’。我们决不会完全地做到这一点，可是要求全面性，将使我们防止错误，防止僵化。”我们应该记得他的话……”。因此，我们在做预报时也应该把有关的因子尽可能多地找出来。虽然我们不可能完全地做到这一点，但要尽量地避免片面性。为此，我们使用了多因子综合相关法。用此方法分别回答各天是否处在连阴雨。例如：3月11日是否处在连阴雨中，3月12日，3月13日……是否处在连阴雨中，如果连续几天都处在连阴雨中，则就是一次连阴雨。其第一天是开始日，最后一天是结束日。具体步骤如下：

2. 步骤

多因子综合相关法的制作过程可分两大步。首先，把单因子相关比较好的因子挑选出来。然后，将挑选出的若干因子综合判断，定出客观预报指标。下面将分别叙述其具体作法。

（1）把单因子相关比较好的因子挑选出来。

连阴雨的定义是至少连续四天有雨（包括0.0）如果在六天以上，则允许其中有无雨日，但不能连续两天无雨。我们使用了1947—1969年武汉和武昌县（纸坊）的资料。（59

年前是武汉资料，60年后是武昌县资料。）首先普查春播期（3月11日——4月20日）连阴雨同前期（前一年10月1日——今年3月5日）各要素的关系。例如我们普查前期降水同春播期连阴雨的关系。首先我们将前期各月各候降水总量（RR）分为三级即偏多、正常、偏少。分级原则是尽量使每级的年数差不多。以十一月第二候（11月6—10日）降水总量为例。当RR ≥ 32.4公厘定为偏多（共七年），当32.3 ≥ RR ≥ 0.1公厘时定为正常（共八年），当RR ≤ 0.0时定为偏少（共七年）。如图一所示，将1548—1969各年按前一年十一月第二候RR的级别分为三部分（上部为偏多年份、中为正常年份，下为偏少年份）。然后，将相应各年春播期各次连阴雨列立（过程性降水不列），如1950年仅有3月21日—30日一次连阴雨，我们将1950年3月21日—30日列立虚线表示连阴雨。同样可把各年连阴雨分别列立。然后分别统计各级各日处在连阴雨中的次数。如偏多级中，3月11日、12日、13日处在连阴雨中各一次，14日、15日、16日、17日各2次……为清楚起见，列立逐日次数曲线（实线）。这样，三级共三条曲线。我们比较三条曲线，差别较大的地方有两段，一段是3月11日—14日，另一段是4月2日—11日。这表示，前一年十一月第二候降水的多少同当年3月11日—14日及4月2日—11日这两段时间有无连阴雨关系较好。当RR偏少时，3月11日—14日这段云现在连阴雨特别多，正常时次之，偏多时特别少。当RR偏多时，4月2日—11日这段云现在连阴雨特别多，偏少时次之，正常时特别少。其它时段，曲线差别不大，这说明前一年十一月第二候降水多少同当年这些时段有无连阴雨关系不大。为了以后再客观地挑选较好的因子起见。我们将次数变成百分比，如偏多级共七年，3月11日处在连阴雨中只一次，百分比为 $\frac{1}{7} = 0.14 \dots$ 。然后得各日三级的三个

有分比中最大或最小之差标志。如3月11日偏少级有分比为0.71, 偏多级有分比为0.14, 二者之差为0.57。此差越大表示关系越好。

虽然在图中有两条关系较好, 但仅用+、-月二候RR这一个因子还不能做预报。因为这单一因子相关概括率低。比如, 当 $RR \geq 0.1$ 时报3月11日不处在连阴雨中, $RR \leq 0.0$ 时报3月11日处在连阴雨中, 这样将有4次漏报, 2次空报, 概括率只有 $\frac{2}{3} = 0.73$ 。如果当 $RR \geq 30.4$ 时报3月11日不处在连阴雨中, 当 $RR \leq 30.3$ 时报3月11日处在连阴雨中, 则将有一次漏报, 7次空报, 概括率只有 $\frac{1}{8} = 0.64$ 。因此, 不能只用单因子相关。同图一一样, 我们将11月第一候各候降水(二月第六候除外, 因为此后天数不等)各做一张同春播期连阴雨的关系图(总共30张)。然后, 又做了前期各候温度变化同春播期连阴雨的关系图(也有30张)。所谓候温度变化, 指本候五天及前候最后一天共六天中, 六日日均温度比较, 最大减最小, 最大在前为负, 表示冷空气活动, 最大在后为正, 表示升温。将各候变温分为三张, 即显著升温级, 变温不大级, 显著降温级。然后像图一样, 可做30张关系图。总共有60张关系图。

对春播期(3月11日-4月20日), 每一天来说, 都有60个因子, 我们需从这60个因子中挑选出若干个好的因子来。具体挑选几个有任意性。我们是每天各挑选7个因子。因为若太少, 将失去综合相关的意义。太多则烦琐, 而且容易把不太好的因子也挑出来。对每天来说, 60个因子有60个有分比差。

我们挑选出七个最大的, 它们所对应的七个因子就是同3月11日是否处在连阴雨中关系最好的因子。对3月12日, 又可挑选出另外七个因子。(这七个因子可以同3月11日相同, 也可不同, 一般相邻两天多数是相同的。)

图3挑选出后即可作第二步，

(1) 将挑选出的因子综合判断，定出客观预报指标。

我们仍以3月11日为例，从60个因子所对应的60个百分比差中挑选出七个最大的。（有时第七、第八一样大，则还要看两边相邻两天百分比差的大小，挑选两边百分比差大的那个，这样做是为了避免偶然性。）这七个因子分别是：十一月二候降水，十一月三候降水；一月四候降水；十一月二候变温；十二月二候变温；十二月三候变温；一月三候变温。然后制作表一。

表一中十一月二候RR下面的一半百分比（每年一个）是由图一中来的。如该年是处在偏多组中，则百分比为0.14；正常组0.38；偏少组为0.71。同样，其它六个因子下面的百分比是由各对应的图中得来。然后，对于每年将七个百分比加起来，如1948年为4.49……1969年为3.66。我们查1948—1969年廿二年中，3月11日处在连阴雨中共九年。我们从表一中廿二个百分比中按大小次序挑出第九个和第十个，取二者中间的那个做为指标。大于此指标的年份按该年3月11日处在连阴雨中，小于此指标的年份按该年3月11日不处在连阴雨中。这样取指标的目的在于使预报的次数同实际次数相等，从而使概括率最高。我们将指标取在靠近第九个的 $\frac{1}{2}$ 处。（为什么这样取，见后面说明。）如3月11日第九个为3.46，第十个为3.16，则指标为： $3.46 - \frac{3.46 - 3.16}{3} = 3.36$ 。（如果某日实际出现N次，则取第N个和第N+1个之间靠近第N个 $\frac{1}{2}$ 处）表一中有“V”者是大于指标的年份，有“0”者是3月11日处在连阴雨中的年份。由表一中有五、1952年为漏报，1965年空报，概括率为 $20/22 = 0.91$ 。实际的概括率要大于0.91。因为我们是报连阴雨，按照连阴雨的定义，单独一天超过指标仍然不报；单独一天不到指标，而周围几天都超过指标则该天仍要报。

类似表一3月11日的作法，我们可将3月12日、3月13日、-----4月20日逐日的指标分别算出。超过指标则该日处在连阴雨中。如果连续几天都处在连阴雨中，则就是一次连阴雨，第一天为开始日，最后一天为结束日。

3. 七0年春播期连阴雨长期预告及实况。

我们将分别回答七0年3月11日—4月20日每天是否处在连阴雨中。以3月11日为例。按表一中七个因子，分别查七0年处在哪一级，如69年十一月第二候降水为0.0，为偏少级，其有分比为0.71，将0.71填入表一最下一行（1970年）十一月二候RR下面。同样查其它六个因子属于哪一级，将该级对应之有分比分别填入，然后算七个有分比之和，即为3.73，大于指标3.36，则按七0年3月11日是处在连阴雨中。3月12日、13日-----都可象3月11日一样做出。

我们把连续三天以上处在连阴雨之中的时段列示如下：

按连阴雨定义，六天以上中间可有一天不到指标，但不能连续两天不到。3月11—22日、3月28—30日、4月8日—10日、4月16日—20日。

而七0年实际出现的连阴雨时段如下：

3月11—14日、3月28—4月2日、4月8—11日、4月16—19日。预报和实际差别不大。

这里需要说明的是，我们在3月上旬作预报时，取指标的方法略有不同，如果日实际出现N次，则取N个最大的百分比和为指标。这样4月8—10日这一次为漏报（不到指标），后来发现，指标取在第N个和第N+1个中间更合理些。根据七0年情况，取在二者中间靠近第N $\frac{1}{2}$ 处最合适，可使预报和实况最接近。这样取则4月8—10日也超过指标。还需要说明的是，3月28日那次连阴雨起初把握不大，因为按定义至少需要

连续四天有雨，现在只三天超过指标，能不能预报呢？实践证明三天超过指标就应报一次短连阴雨。我们通过七〇年试报，对此方法也有所改进。今后仍需经过更多的实践，使它逐步更加完善。

此方法的优点及须改进之处。

优点：

(1) 预报内容比较具体细致。连阴雨开始、结束、长短的预报都可解决。

(2) 时效可长可短。如果要在二月初予报，那就不用二月以后的资料就行了。如果要在二月初预报，则不要用三月以后的资料就行了。长期预报、中期预报都可用。

(3) 方法比较客观。

此外法不但可用来预报连阴雨，也可用来预报连晴或连续无雨、寒潮等，对持续时间比较长的现象都比较合适。

缺点：

(1) 它具有一般统计预报共有的缺点，即所概括之这段时间内没有出现过的情況就预报不出来。例如，1948—1969年三月中旬出现连阴雨次数特多，我们如果用这廿二年概括出来的指标来作1931—1938年三月中旬连阴雨预报，则将有許多空报。因为这八年中三月中旬连阴雨特少。如果今后气候特点同1948—1969年比较有了较大变化，则预报失败次数就大大增加。

(2) 此方法要求资料年代不能太短，有15年以上资料用起来才较好。如果资料不足15年，则在找相关时相关要素不必分三级，分两级更好。如图一中十一月二候降水级大小分成两半。

(3) 预报对象的次数要求不能太少，如预报暴雨就不合适。

须改进之处：

11. 逆因果的定义还不够合适，各站若用此法作试验时，应根据生产的实践需要，给出更合适的定义，（且还必须考虑）

12. 超出指标较多或低于指标较多的时段把握都较大。在指标附近的时段把握就较小，容易造成失败。此时应与其它办法配合使用。

三. 用多因子综合相关法试作汛期

(5-8月) 分月降水量报告

在试作七〇年汛期分月降水预告时，我们分别用了两种作法。其思路都是一样的，即多因子综合相关。因为我们在工作中大部分用的是武汉资料，但武汉汛期降水同纸坊差别较大。例如，今年五月上旬，武汉降水只90多公厘，而纸坊却有200多公厘。因此，我们在这里主要是介绍方法，而预报结果仅供参考。而且仅举七月预报为例，其它月份方法完全一样。

1. 第一种作法。

第一步是挑选单因子相关比较好的因子，首先将各月雨量与前期相关要素分成五级，即特少，偏少，正常，偏多，特多。在寻找相关过程中，发现将正常级再按正负距平分两级更好（最后预报仍归一级），这样就有六级，分别以-3, -2, -1, +1, +2, +3表示之。我们举七月雨量预报为例。首先要计标七月雨量同前期各要素关系的好坏。如我们现在计标七月雨量和一月雨量的关系的好坏。按下列公式计标：

$$A = \sum_{n=48}^{69} R_n^1 \cdot R_n^7 = R_{48}^1 \cdot R_{48}^7 + R_{49}^1 \cdot R_{49}^7 + \dots + R_{69}^1 \cdot R_{69}^7$$

式中 n 表示年份， R_n^1 表示 n 年一月雨量级数， R_n^7 表示各年七月雨量级数。 A 的意义类似相关系数。

A绝对值越大表示相关越密切，A为正表示正相关，A为负表示反相关。计算结果A为+57。

同样，可按公式计算七月雨量同其他前期要素的关系。然后，所有的关系比较，按A的绝对值挑选出几个最大的，这几个就是相关较好的因子。

第二步，综合判断。我们把同七月雨量关系好的因子挑出几个，见表二。表中数字为各年相关因子的级别。按上述公式分别计算69-70年之一排（10个级）同各年（10个级）的关系，即表二中的下面的一串数。这一串数表示相似程度。正数越大表示69-70年同该年越相似，负数越大表示越不相似。

然后计算各级平均 Σ （表二后部）。如七月雨量为特多级者有1951, 1954, 1969三年，此三年分为+3, -27, 0, 平均为-8.0。其它四级平均分别为+6.0, +26.6, +41.6, +48.0。我们看到，70年同七月雨量特少的年份最相似，因此预报70年七月雨量为特少，按分级标准为<50公厘。另外，在正一串数中挑出五个正数最大的年份，表示70年同这五年最相似，而这五年七月份平均雨量为70.9公厘。因此，参考这一数，70年七月雨量预报为40-80公厘。另外三个月同七月份作法相同。

2. 第二种作法

第一步，挑选相关好的因子。

根据群众经验提供的线索，初步选定若干因子。将每一因子分成若干级，计算每一级情况下七月雨量的各级有分率，算法与极值阴雨方法的第一步相同。例如“秋旱，来年旱”这条群众经验，选出9月降水量为一个因子。表三A列出它与7月雨量关系的计算结果，当所得有分率满足下列条件之一时认为相关好。

(1) 为气候百分率两倍以上 (包括两倍)

(2) 大于或等于 0.67

(3) 特涝与偏涝百分率之和为特旱与偏旱百分率之和四倍以上 (包括四倍), 反之亦然。

因此, 选五九月份特涝、偏涝与偏旱为预报七月雨量的相关好的因子, 正常与特旱不取。

第二步, 综合判断。

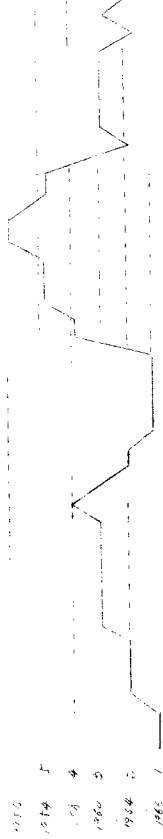
对七月雨量预报相关好的因子共 15 个 (见表三) 表三的第一行为各级出现的气候百分率 (如特涝为 0.03, 偏涝为 0.00, 正常为 0.36 等), 下面几行即满足因子条件下各降水量各级百分率, 最后几行分别为各级 15 个百分率之和、各级百分率平均值 (特和用 15 去除即得) 以及平均值与气候百分率的差值。最后一行为综合指标, 是用气候百分率去除上述差得来的。我们看到, 特旱级指标值最大, 为 0.71, 即七〇年七月出现特旱的百分率超过气候百分率最多 (特涝低于气候百分率最多, 为 -0.57)。因此, 预报七〇年七月为特旱, 按分级标准, < 50 公厘。

四、结束语

上面简略地介绍了我们的初步工作, 肯定有不少缺欠, 希望有关同志们提出宝贵意见。

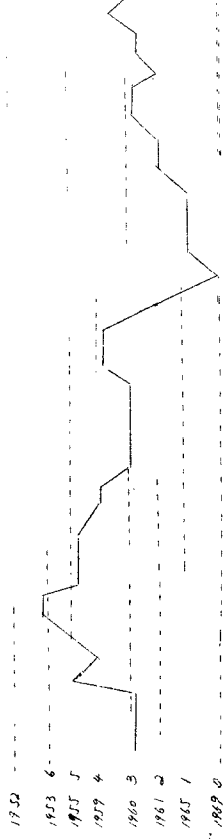
RR ≤ 3.24 ML (共 7 年) (续)

年次 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100



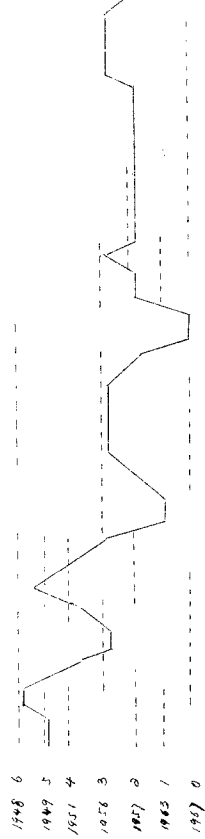
RR 0.5 0.6 0.7 0.8 0.9 1.0 1.1 1.2 1.3 1.4 1.5 1.6 1.7 1.8 1.9 2.0 2.1 2.2 2.3 2.4 2.5 2.6 2.7 2.8 2.9 3.0 3.1 3.2 3.3 3.4 3.5 3.6 3.7 3.8 3.9 4.0 4.1 4.2 4.3 4.4 4.5 4.6 4.7 4.8 4.9 5.0 5.1 5.2 5.3 5.4 5.5 5.6 5.7 5.8 5.9 6.0 6.1 6.2 6.3 6.4 6.5 6.6 6.7 6.8 6.9 7.0 7.1 7.2 7.3 7.4 7.5 7.6 7.7 7.8 7.9 8.0 8.1 8.2 8.3 8.4 8.5 8.6 8.7 8.8 8.9 9.0 9.1 9.2 9.3 9.4 9.5 9.6 9.7 9.8 9.9 10.0

RR ≤ 3.24 ML (共 8 年) (续)



RR 0.5 0.6 0.7 0.8 0.9 1.0 1.1 1.2 1.3 1.4 1.5 1.6 1.7 1.8 1.9 2.0 2.1 2.2 2.3 2.4 2.5 2.6 2.7 2.8 2.9 3.0 3.1 3.2 3.3 3.4 3.5 3.6 3.7 3.8 3.9 4.0 4.1 4.2 4.3 4.4 4.5 4.6 4.7 4.8 4.9 5.0 5.1 5.2 5.3 5.4 5.5 5.6 5.7 5.8 5.9 6.0 6.1 6.2 6.3 6.4 6.5 6.6 6.7 6.8 6.9 7.0 7.1 7.2 7.3 7.4 7.5 7.6 7.7 7.8 7.9 8.0 8.1 8.2 8.3 8.4 8.5 8.6 8.7 8.8 8.9 9.0 9.1 9.2 9.3 9.4 9.5 9.6 9.7 9.8 9.9 10.0

RR ≤ 0.0 ML (共 7 年) (续)



RR 0.5 0.6 0.7 0.8 0.9 1.0 1.1 1.2 1.3 1.4 1.5 1.6 1.7 1.8 1.9 2.0 2.1 2.2 2.3 2.4 2.5 2.6 2.7 2.8 2.9 3.0 3.1 3.2 3.3 3.4 3.5 3.6 3.7 3.8 3.9 4.0 4.1 4.2 4.3 4.4 4.5 4.6 4.7 4.8 4.9 5.0 5.1 5.2 5.3 5.4 5.5 5.6 5.7 5.8 5.9 6.0 6.1 6.2 6.3 6.4 6.5 6.6 6.7 6.8 6.9 7.0 7.1 7.2 7.3 7.4 7.5 7.6 7.7 7.8 7.9 8.0 8.1 8.2 8.3 8.4 8.5 8.6 8.7 8.8 8.9 9.0 9.1 9.2 9.3 9.4 9.5 9.6 9.7 9.8 9.9 10.0

表一 杨木寺 三月十一日, 升香, 在黄塘新中

相关因子 年份	十一月 二候 RR	十一月 三候 RR	十一月 四候 RR	十一月 二候 ΔT	十二月 二候 ΔT	十二月 三候 ΔT	一月 三候 ΔT	百分比 和		处 于 连 明 雨
1948	.71	.75	.45	.38	.63	.66	.71	4.49	✓	0
1949	.71	.75	.45	.38	.63	.66	.38	4.16	✓	0
1950	.14	.14	.00	.38	.00	.00	.38	1.04		
1951	.71	.75	.67	.71	.63	.86	.38	4.71	✓	0
1952	.38	.14	.67	.71	.50	.38	.38	3.16		0
1953	.38	.29	.45	.71	.50	.86	.71	3.70	✓	0
1954	.14	.29	.00	.14	.00	.00	.38	0.75		
1955	.38	.29	.67	.71	.00	.00	.14	2.19		
1956	.71	.29	.00	.38	.50	.00	.14	2.00		
1957	.71	.75	.67	.38	.63	.39	.71	4.23	✓	0
1958	.14	.29	.45	.71	.50	.86	.71	3.66	✓	0
1959	.38	.14	.45	.38	.63	.00	.14	2.12		
1960	.38	.29	.00	.14	.00	.38	.38	1.57		
1961	.38	.29	.45	.38	.50	.38	.14	2.52		
1962	.14	.14	.45	.14	.50	.38	.38	2.13		
1963	.71	.75	.45	.71	.50	.86	.14	4.12	✓	0
1964	.14	.14	.45	.14	.63	.00	.38	1.88		
1965	.38	.75	.45	.38	.50	.86	.14	3.16	✓	
1966	.14	.75	.67	.14	.00	.38	.71	2.79		
1967	.71	.14	.45	.71	.00	.38	.71	3.10		
1968	.14	.14	.00	.14	.63	.00	.14	1.19		
1969	.38	.75	.67	.14	.63	.38	.71	3.66	✓	0
1970	.71	.14	.45	.71	.63	.38	.71	3.73		

表二 七〇年七月降水总量预报(第一种作法)

[illegible]

特多: 51 54 69 $[+3-27+0]/3 = -8.0$

偏多: 57 68 $[+9+3]/2 = +6.0$

正常: 48 49 50 58 60 63 61

$[+21+45+45-24+15+39+45]/7 = 26.6$

偏少: 3 55 56 61 62 64 66

$[+45+36+51+33+15+60]/7 = +41.5$

特少: 52 59 65 $[+51+45-48]/3 = +48.0$

预报70年7月降水为特少 < 50 公厘

49.1 公厘 (52年七月R)

74.1 公厘

99.5 公厘

42.7 公厘

88.6 公厘

5年平均
70.9公厘

表 三 a

预报对象 相关因子		七 月 雨 量				
		特涝	偏涝	正常	偏旱	特旱
九 月 雨 量	特涝	0.67	0.00	0.00	0.33	0.00
	偏涝	0.00	0.00	0.00	0.33	0.67
	正常	0.25	0.00	0.38	0.12	0.25
	偏旱	0.00	0.00	0.50	0.50	0.00
	特旱	0.25	0.00	0.50	0.25	0.00