

請交換

南京盛夏短时短期 雷暴统计预报

(统计教学组 实习室)

中国人民解放军空字六二三部队

一九七五年

目 录

序 言.....	1
第一节 天气形势分型.....	1
第二节 预报思路.....	9
第三节 各型天气预报.....	9
一、I 型一副高西部切变型雷暴天气预报.....	9
二、I ₁ 型一副高西部冷锋型雷暴天气预报.....	27
三、I ₂ 型一大陆 高压东部冷锋型雷暴天气预报.....	50
四、II 型一台风型雷暴天气预报.....	62
五、IV 型一高压西（东）部型雷暴天气预报.....	79
第四节 1974 年资料验证结果.....	86
第五节 问题讨论.....	86
附 录 预报因子说明.....	87

南京盛夏短时短期雷暴统计预报

“自然科学是人们争取自由的一种武装。”雷暴是对飞行活动影响最大的天气现象之一，为探索雷暴的短期预报方法，本文用1959—1965年7年资料，对南京地区盛夏季节(注)短时短期雷暴天气过程进行天气学的分析，在普查分析的基础上，将南京地区盛夏季节的逐日天气形势分为四个主型一个副型，用数理统计的方法做出各型四个时段有无雷暴天气的预报。四个时段是：

1. 用11时前资料做当日12—20时有无雷暴的短时预报；

2. 用17时前资料做18(当日)—18(次日)时24小时内有无雷暴预报。为使24小时的预报做细，又分做二个时段的预报：

(1) 用17时前资料做18(当日)—06(次日)时有无雷暴的预报；

(2) 用17时前资料做次日06—18时有无雷暴的预报。

3. 用次日05时前资料做次日06—18时的订正预报。

文中在做预报有无雷暴天气的过程中，对各个时段有无稳定性降水的预报也做了初步的探讨，以供预报时参考。

并用1974年的资料对各型各时段的预报方程进行了验证。

第一节 天气形势分型

数理统计是研究试验条件相同的情况下随机事件的统计规律。我们对南京地区盛夏季节

(注) 此处盛夏是指天气季节的盛夏。一般是七月初至九月初，各年有些差别。具体划分，盛夏开始：500mb西太副高脊线从25°N以南北跳并稳定在25°N以北；500mb西风带急流从40°N以南北移到40°N以北，长江流域梅雨期结束。盛夏结束：盛夏结束的环流变化主要反映在低层，地面天气图上蒙古一带又出现强冷高压，东亚冷空气活动加强，地面冷锋可到华南沿海；500mb急流从40°N以南北移到40°N以南。

的雷暴预报首先进行天气形势分型，以考虑在天气形势背景大体相同的条件下研究雷暴出现与否的统计规律。

普查1959—1965年7年南京地区盛夏季节逐日历史天气图资料，我们对南京地区盛夏季节短时短期雷暴预报提出如下的分型原则：

一、范围：20—45°N，100—130°E，

(南京站位在31°58'N，118°50'E)

二、图次：08时图次为主，兼顾历史演变；

(08时图次作为雷暴预报的起始图次)

三、层次：以850mb为主，结合地面，兼顾其它层次；

四、系统：以副热带系统为主，兼顾西风带系统；以大尺度系统为主，兼顾中尺度系统。

根据上述分型原则，将南京地区盛夏短时短期雷暴预报逐日天气形势分为四个主型一个副型。各型形势特征如下：

一、I型—西太副高西部切变型(见图1—1，图1—2)

1. 南京站位于西太平洋副热带高压(简称西太副高)的西部，主要在西太副高西部的暖湿空气影响之下。本站850、700、500mb中有二层以上是偏南气流。

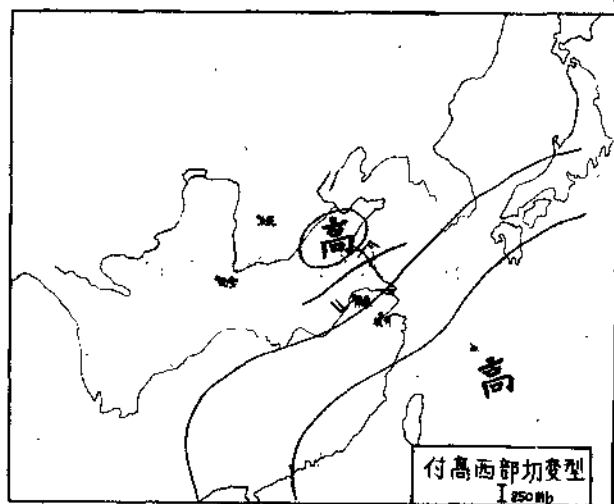


图1—1

2. 我国大陆 110°E 以东, 30°N 以北(杭州站以北,下同),太原、西安站以南地区,地面天气图上无冷锋,850mb上无槽线; 130°E 以西, $20-35^{\circ}\text{N}$ 间无台风中心出现。

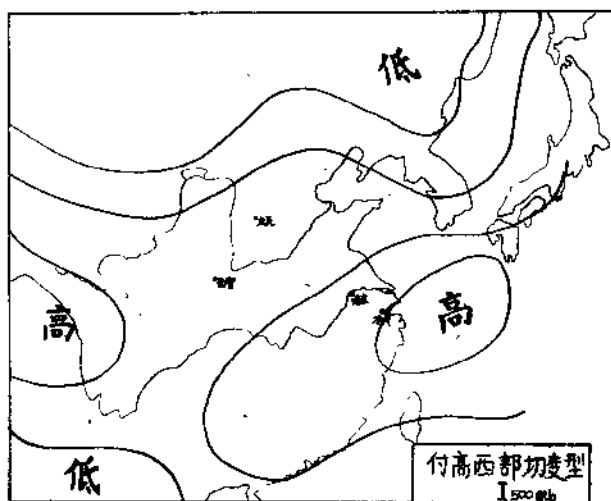


图 1-2

3. 850mb图上, $30-35^{\circ}\text{N}$ 间, 115°E 以东的长江下游地区,有明显的切变线(西南风与东南风,或西南风与东北风之间的切变)或者明显的风向辐合区;或地面冷锋过南京站(但仍位在 30°N 以北)后转静止锋或消失,但对应在850mb上的切变线仍位在 30°N 以北。

二、I型—冷锋型

该型分两个副型:

(一) II₁型—西太副高西部冷锋型(见图 1-3, 图 1-4)

1. 太原或西安站以南, 30°N 以北地区,地面天气图上有冷锋或850mb图上有槽线。

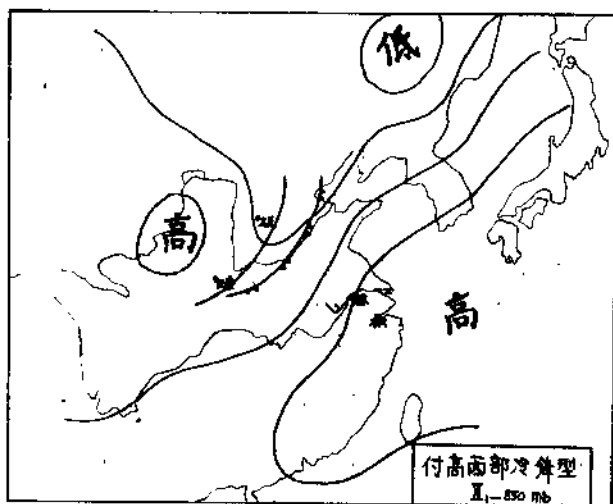


图 1-3

2. 南京站位在西太副高西部, 本站主要在副高西部的暖湿空气的影响之下, 850、700、500mb中有二层以上是偏南风。

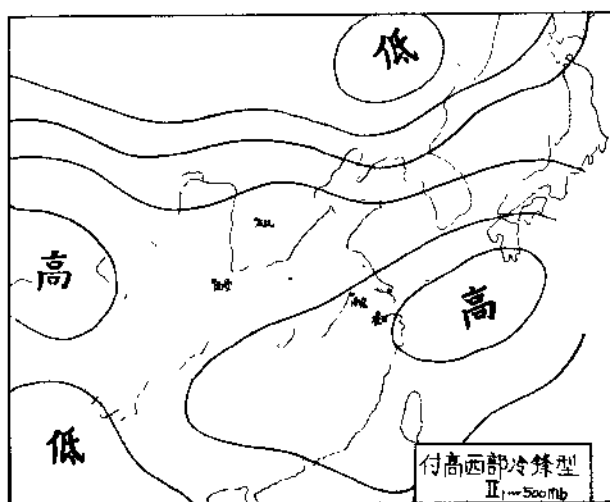


图 1-4

(二) II₂型—大陆高压东部冷锋型 (见图 1-5, 图 1-6)

1. 太原或西安站以南, 30°N以北地区, 地面天气图上有冷锋或850mb图上有槽线。

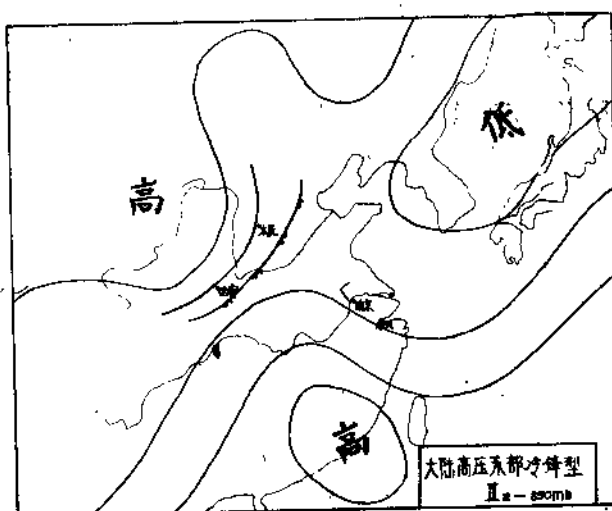


图 1-5

2. 南京站位于大陆高压的东部, 本站850、700、500mb中有二层以上是偏北风。

如850mb图上, 在30—35°N间、115°E以东的长江口一带同时有暖式切变存在, 仍属冷锋型。若台风转为低压, 亦划为本型。

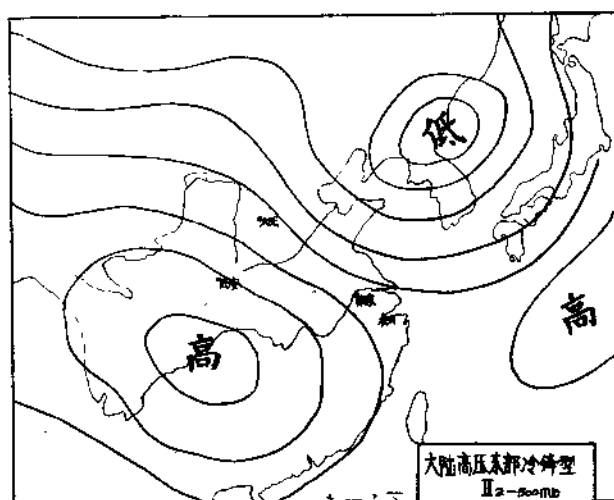


图 1—6

三、Ⅱ—台风型(见图1—7, 图1—8)

我国大陆 130°E 以西, 20°N 以北的地面天气图上有台风中心出现, 南京站700mb以下各层均转为偏东气流(东北或东南风)。

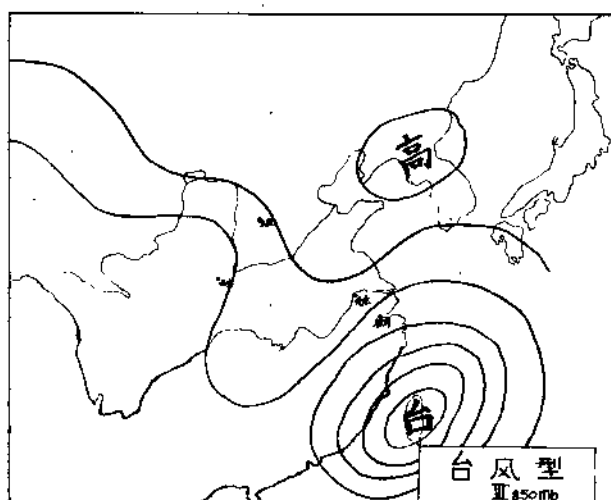


图 1—7

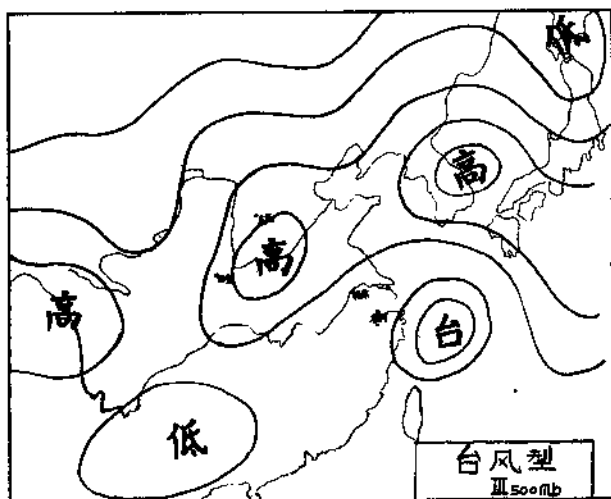


图1-8

四、Ⅳ—高压西(东)部型

该型本站可位在地面或850mb 西太副高的西部(见图1—9,)，也可位在大陆高压的东部(图1—10)。但在起始预报图次(08时)的预报区域内没有如上述各型所示的明显的抬升系统(如冷锋、静止锋、台风、槽线、切变线)影响南京站天气。

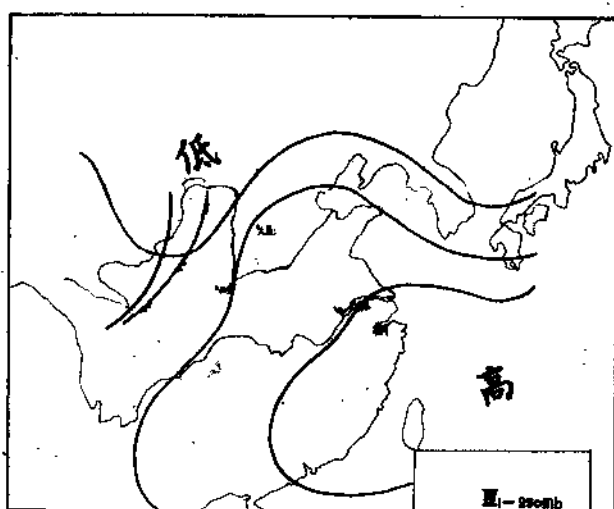


图1-9

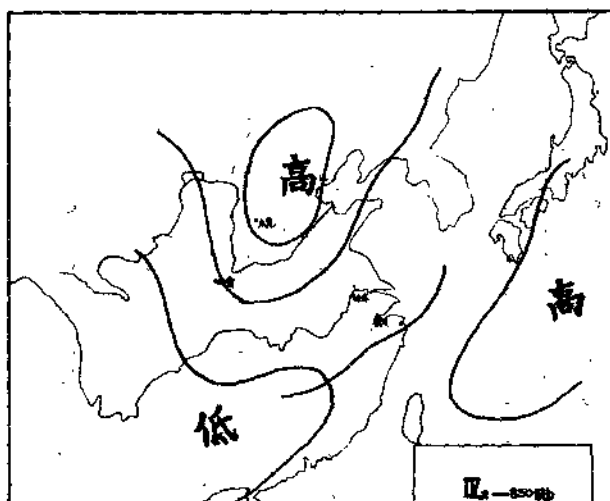


图 1—10

以上分型思路、首先将产生雷暴天气不同的辐合抬升条件进行区别，如切变型、冷锋型、台风型等；其次，将作用南京上空的不同空气性质和空气来源（它反映了大气稳定度性质和产生雷暴的温湿条件）的天气系统加以区别，如西太副高西部冷锋型、大陆高压东部冷锋型。这样，以便于寻找雷暴预报的统计规律。

各型气候概率与天气情况如表 1—1。由表看出，南京盛夏季节各天气型中以冷锋型最多，占各型总数的一半以上（53.7%），切变型最少，仅占各型总数的14.2%。各型雷暴天气的气候概率以切变型最大（0.627），高压西（东）部型最小（0.232）。

表 1—1 各型天气情况

天气 气候 型	I			I ₁			I ₂			I			IV		
	年份	Рсб	•У	无	Рсб	•У	无	Рсб	•У	无	Рсб	•У	无	Рсб	•У
1959	1/5	0/5	4/5	12/24	0/24	12/24	3/12	4/12	5/12	3/10	5/10	2/10	2/11	1/11	8/11
1960	5/6	1/6	0/6	8/14	4/14	2/14	3/4	1/4	0/4	4/23	10/23	9/23	0/6	0/6	6/6
1961	12/15	1/15	2/15	12/25	2/25	11/25	5/8	0/8	3/8	2/7	2/7	3/7	6/10	1/10	3/10
1962	2/5	1/5	2/5	16/32	4/32	12/32	0	0	0	4/10	5/10	1/10	1/10	1/10	8/10
1963	13/15	0/15	2/15	22/33	7/33	4/33	3/5	0/5	2/5	0/2	0/2	2/2	4/9	0/9	5/9
1964	1/5	2/5	2/5	27/42	0/42	15/42	1/3	0/3	2/3	2/6	2/6	2/6	3/16	1/16	12/16
1965	3/8	1/8	4/8	9/14	0/14	5/14	1/7	6/7	0/7	2/6	3/6	1/6	0/7	3/7	4/7
Σ	37/59	6/59	16/59	106/184	17/184	61/184	16/39	11/39	12/39	17/64	27/64	20/64	16/69	7/69	46/69

第二节 预报思路

考虑到各型天气（除Ⅳ型外），无论是不稳定性天气，如雷暴，cb，或者稳定性天气，如无cb的阵性降水，雨等，它们都是有抬升系统逼近本站的影响，而两类不同性质的天气在预报方程中反映抬升系统移近本站的因子又都是相同的，所不同者主要在它们的大气稳定度的性质的不同；且考虑到在实际气象保障工作中，不仅对报出不稳定性天气是重要的，对预报出稳定性降水天气也是有意义的。因此，本文在分型基础上，首先对各型各个时段各类性质的天气的气候概率进行分析，对于稳定性降水的气候概率很小（0.100以下）的情况，则直接做有无雷暴天气的预报。对雷暴和稳定性降水天气的气候概率都较大的情况，则预报分二步进行：

第一步 做有无天气的预报（有天气指预报时段内出现 R 、 (R) 、 $\geq 4/10\text{cb}$ 、 ∇ 、 $\bullet$ 中一种以上者；无天气指预报时段内无上述天气出现）；

第二步 在预报出的有天气中，做区分雷暴天气（指 R 、 (R) 、 $\geq 4/10\text{cb}$ 中一种以上者）和稳定性降水天气的预报。

以上两步分别建立预报方程。这样，不仅做出有无雷暴天气的预报，且对有无稳定性的降水天气也可作为预报的参考。

第三节 各型天气预报

一、Ⅰ型一副高西部切变型雷暴天气预报

（一）本型天气过程

盛夏季节，我国大陆东南沿海地区有稳定的西太副高存在，长江以南地区盛行西南气流。北方西风带冷空气南侵，一般在850mb以下的天气图上表现为一弱冷高压，地面有冷锋对应。由于盛夏季节冷空气势力弱，变性快，在副高的阻挡下，冷锋过35°N逼近南京站时，地面锋消或者趋于静止。本型环流形势，冷空气活动偏东，锋后冷高压大多在山东半岛入海，850mb上对应的槽线过济南郑州站一线后，西段少动甚至北退，而东段继续南下，槽线顺转成东西走向的切变线，稳定在30—35°N长江下游一带。例如1959年7月23日08时850mb

图(图3-1-1)槽线位在大连、济南、宜昌、重庆一线，呈东北—西南走向，25日08时槽后冷高压位于渤海湾内(图3-1-2)，槽线西段北退，东段南移，顺转呈东西走向，位于 $30-35^{\circ}\text{N}$ 间。

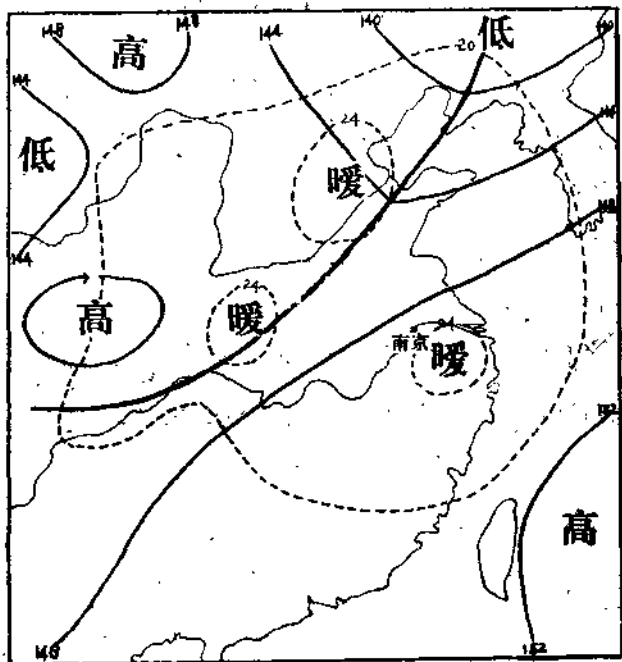


图3-1-1 1959年7月23日08时850mb图
粗实线—槽线，细实线—等高线，细断线—等温线(下同)

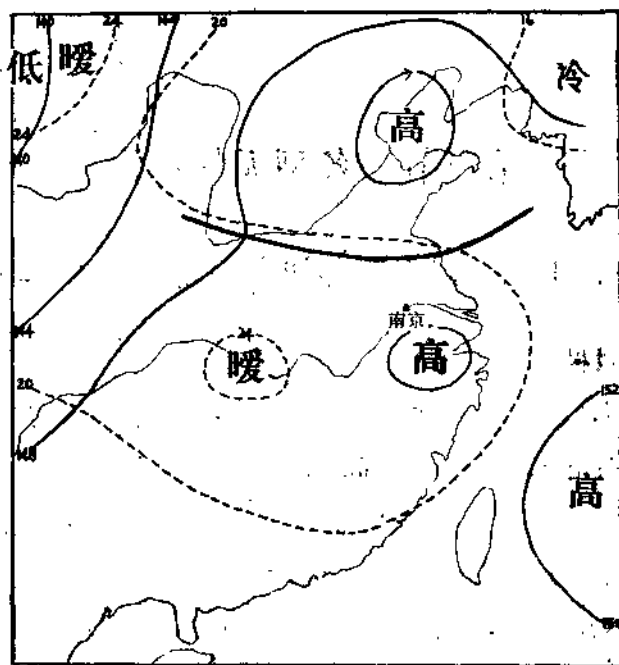


图3-1-2 1959年7月25日08时850mb图

长江下游地区，西太副高西部850mb上切变线的存在，是本型天气形势的主要特征。它的存在，利于水汽的平流与垂直输送，水汽汇集于切变线附近，加之盛夏地面空气性质变性快，大气低层温高湿大，极利于大气层结的对流性不稳定。在切变线的抬升下，利于南京地区雷暴天气的发生。

切变线的位置常有小的南北摆动。它的摆动取决于切变线两侧高压环流的进退。切变线南侧盛夏副高一般是稳定少动的，切变线的维持或者消失，多数情况取决于切变线北侧冷高的变性程度，即山东半岛能否维持一个高压环流。若此高压环流能维持，则长江下游的切变线一般也能维持；若此高压环流变性消失，或者入海并入西太副高，整个华东地区转成西南气流，则长江下游的切变线也就消失。另一种为数较少的情况，台风北上，西太副高东撤，长江以南转成东北气流而消失。

(二) 雷暴天气预报

本型天气特征见表3—1—1，看出当日12—20时雷暴天气的气候概率大(0.610)，稳定性降水的气候概率很小，仅0.068，因此，本型该时段仅做有无雷暴天气的预报，不做区分雨的预报。其它各个时段，雷暴天气与无天气的气候概率相当，雨的气候概率都为0.119，预报分两步进行。

表3—1—1 I型各时段天气气候概率

	12—20时	18—06时	06—18时
$P_{\Sigma}(R) > 4/10cb$	0.610	0.441	0.458
$\nabla, \cdot$	0.068	0.119	0.119
无 天 气	0.322	0.441	0.424

1. 用11时前资料做当日12—20时有无雷暴天气的预报

预报因子有：

$$x_1 - (e - T)_{南京}^{11}$$

(符号规定见附录因子说明6)当 $(e - T)_{南京}^{11} > -0.9$ 时，因子 x_1 取作“1”； < -0.9

时， x_1 取作“0”。

$x_2 = (T_d + \Delta T_{d24})_{700\text{南京}}^{08}$ 与 $A_{\text{南京}}^{08}$ 的组合因子 (见图3-1-3)。

(符号规定见因子说明14、15) 当样本点落在图3-1-3中“1”区时, 因子 x_2 取作“1”; 落在图中“0”区时, x_2 取作“0”(下同)。

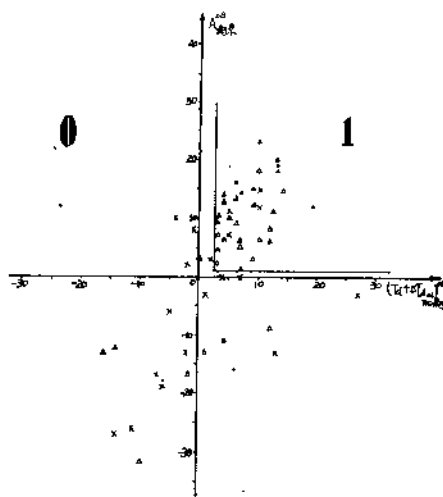


图3-1-3 x_2 1、12-20

$x_3 = H_{f\text{南京}}^{08}$ 。

(符号规定见因子说明17) 当 $H_{f\text{南京}}^{08} > 820\text{mb}$ 时, 因子 x_3 取作“1”; $\leq 820\text{mb}$ 时, x_3 取作“0”。

$x_4 = (\Delta \Phi_{24}^{08})_{500\text{阜阳}}$ 。

(符号规定见因子说明32) 当 $(\Delta \Phi_{24}^{08})_{500\text{阜阳}} < +9$ 时, 因子 x_4 取作“1”; $> +9$ 时, x_4 取作“0”。

各因子相关概率(注)如下表

因 子		x_1	x_2	x_3	x_4
相 关 概 率	1	0.714	0.824	0.839	0.800
	0	0.647	0.680	0.643	0.586

经 χ^2 检验, 在信度 $\alpha = 0.20$ 内各因子的相关概率比气候概率均有显著差异。

设预报量 y 表示有无雷暴, 有雷暴 y 取作“1”, 无雷暴 y 取作“0”。

今用概率回归估计法做有无雷暴的预报(下同)。预报方程如下:

(注) 相关概率的计算方法: 指标(因子)出现情况下预报对象也出现的次数除以指标出现的次数(下同)。

$$\hat{P}_{I(12-20)}(y=1|x_1x_2x_3x_4) = -0.029 + 0.122x_1 + 0.400x_2 + 0.322x_3 + 0.347x_4$$

由图 3—1—4，按历史概括率最高原则，确定概率回归估计法区分有无雷暴的临界值

$$\hat{P}_* = 0.430。$$

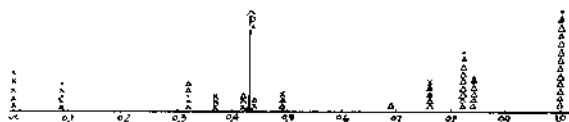


图 3—1—4 图中△表示<4/10cb，▲表示>4/10cb，•表示雨，×表示无天气。(下同)。

当 $\hat{P}_{I(12-20)}(y=1|x_1x_2x_3x_4) > 0.430$ 时，报有雷暴；

$\hat{P}_{I(12-20)}(y=1|x_1x_2x_3x_4) < 0.430$ 时，报无雷暴。

历史概括率：(注)

报 1 (有雷暴)：33/38 = 86.8%

报 0 (无雷暴)：18/21 = 85.7%

总 概 括 率：51/59 = 86.4%

为预报时使用方便起见，将预报因子的各种组合下按上述预报方程计算得到的 $\hat{P}_{I(12-20)}(y=1|x_1x_2x_3x_4)$ 值如下表，

因子组合	$\hat{P}$	因子组合	$\hat{P}$	因子组合	$\hat{P}$	因子组合	$\hat{P}$
0 0 0 0	0.000	0 1 0 0	0.371	1 0 0 0	0.093	1 1 0 0	0.493
0 0 0 1	0.318	0 1 0 1	0.718	1 0 0 1	0.440	1 1 0 1	0.840
0 0 1 0	0.293	0 1 1 0	0.693	1 0 1 0	0.415	1 1 1 0	0.815
0 0 1 1	0.640	0 1 1 1	1.000	1 0 1 1	0.762	1 1 1 1	1.000

2. 用17时前资料做18(当日)—18(次日)时24小时内有无雷暴预报

为使24小时内的预报做细，预报分做两段：

(1) 用17时前资料做18(当日)—06(次日)时有无雷暴的预报

预报分做两步：

第一步 做有无天气的预报

注：历史概括率的计算方法：在样本资料中按预报方程预报出现 1(0)而实际也出现 1(0)的次数除以预报出现 1(0)的总次数，即为报 1(0)的历史概括率。总概括率是样本资料中按预报方程预报对的次数除以预报的总次数。

预报因子有：

x_1 — $t^{17}_{(e-T>0)}$ 末与 $d^{108}_{槽700}$ 的组合因子（见图3—1—5）。

符号规定见因子说明9、23。

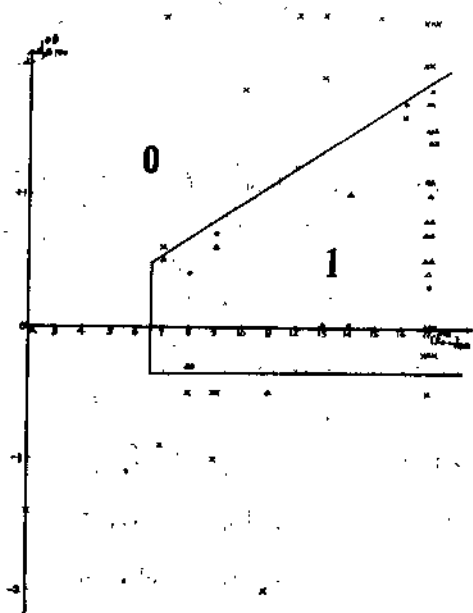


图3—1—5 x_1 I (18—06) 第一步

x_2 — $e^{16}_{南京}$ 与 N^{17}_{M+L} 或本站17时天气实况（见图3—1—6）。

符号规定见因子说明4、10。

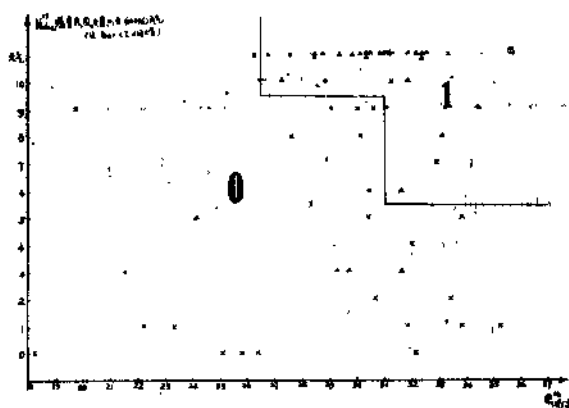


图3—1—6 x_2 I (18—06) 第一步

$x_3 = (T_d + \Delta T_{d:1})_{700\text{南京}}^{08}$ 与 $(\Delta \Phi_{24}^{08})_{500\text{阜阳}}$ 的组合因子 (见图 3-1-7)。
符号规定见因说明 14、32。

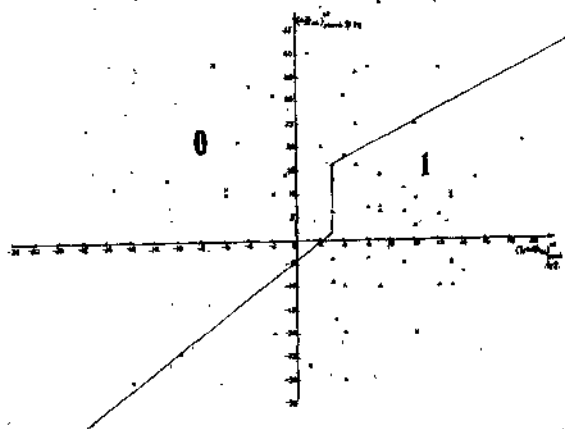


图 3-1-7 x_3 I (18-06) 第一步

各因子相关概率如下表:

因	子	x_1	x_2	x_3
相 关 概 率	1	0.865	0.889	0.768
	0	0.955	0.750	0.762

经 χ^2 检验, 在信度 $\alpha = 0.10$ 内各因子相关概率比气候概率均有显著差异。

设预报量 y 表示有无天气, 有天气 y 取作 “1”, 无天气 y 取作 “0”。

预报方程如下:

$$\hat{P}_{I(18-06)(-)}(y=1|x_1x_2x_3) = -0.238 + 0.426x_1 + 0.551x_2 + 0.426x_3$$

由图 3-1-8, 按历史概括率最高原则, 取 $\hat{P}_c = 0.500$ 。



图 3-1-8

当 $\hat{P}_{I(18-06)(-)}(y=1|x_1x_2x_3) > 0.500$ 时, 报有天气;

$\hat{P}_{I(18-06)(-)}(y=1|x_1x_2x_3) < 0.500$ 时, 报无天气。