

暴雨及其预报文集

暴雨及其预报文集编审组

气象出版社

暴雨及其预报文集

《暴雨及其预报文集》编审组

气象出版社

内 容 简 介

本文集选编了一九八六年“暴雨及其预报应用研究”学术交流会议论文二十四篇以及会议收集到的论文摘要九十一篇。综合介绍了近年来暴雨气候学和暴雨天气动力学方面的研究成果以及各种暴雨预报方法的应用。

本文集可供广大气象、水文的科研、教学以及预报工作者参考。

暴雨及其预报文集

《暴雨及其预报文集》编审组

责任编辑：陆勇

气象出版社 出版

(北京西郊白石桥路46号)

顺义兴华印刷厂印刷

气象出版社发行 新华书店经售

开本：787×1092 1/16 印张：13.625 字数：317千字

1989年1月第一版 1989年1月第一次印刷 印数：1—1000 定价：4.80元

ISBN 7-5029-0170-1/P·0110

前 言

“75.8”河南特大暴雨后，国内广泛地开展了暴雨及其预报的研究，尤其是长江流域一带，结合其实际业务预报服务上的要求，对暴雨的研究日益深入，暴雨预报的方法更具有物理基础和实用性。因此，我们在1986年11月于苏州召开的“暴雨及其预报应用研究”学术交流会所提交的80余篇论文的基础上，选择了部份较优秀的论文编辑出版。这些论文是近3—4年，主要是近1—2年来的工作，较过去出版的《长江流域暴雨文集》及《江淮暴雨文摘》均有新的进展。本文集分两部分，第一部分是论文，均是近年尚未发表的新著。第二部分是摘要，主要考虑到论文成果较多以及印刷出版的困难，为了便于同志们查阅有关文献而汇编的，作为《江淮暴雨文摘》的继续。

本文集的论文由毕慕莹同志负责全部稿件的组织和主要编辑工作，并由章淹、廖洞贤、牟维丰、丁一汇、李明熙、郑庆林、陈隆勋、王作述、姜达雍、董克勤、潘汉明、曹鸿兴等有关专家协助进行了审阅，尤其得到了章淹教授和王作述副研究员的大力支持并提出宝贵意见。白建强同志负责部分绘图工作。在此表示衷心感谢。由于时间仓促，水平有限，错误与不当之处：敬请批评指正。

编 者

1987.6

目 录

论 文

- 1.梅雨期暴雨落区数字化综合诊断杨金锡、周嘉瑜 (1)
- 2.用物理量诊断场资料制作暴雨的落区预报刘德 (7)
- 3.物理量场综合分析在梅雨期大-暴雨短期落区预报中的应用胡伯威、王灵艳 (14)
- 4.上海地区两次台风暴雨分片预报的诊断分析李叔廷、林友玲 (20)
- 5.浙江暴雨预报物理量因子相关分析高坤、朱惠群、周一明 (31)
- 6.几种常用物理量与初夏降水关系的分析邹浩 (38)
- 7.四川盆地暴雨的M.D.C物理综合预报方法试用情况刘富明、洪梅娟 (43)
- 8.诊断场分析在暴雨预报中的初步应用朱金元 (47)
- 9.梅雨期暴雨落区的M.D.C预报方法研究丁太胜、梁慧平、侯瑞燕 (51)
- 10.用数值预报产品作安徽省梅雨期大到暴雨的分片预报张明玉、陈小红、刘应松 (57)
- 11.天气尺度运动中强降水临近预报的探讨王善华 (61)
- 12.梅雨锋暴雨降水特征及其中小尺度天气系统丁太胜 (72)
- 13.梅雨期暴雨的热力层结分析朱谦阳、程宏林 (79)
- 14.边界层急流对暴雨的贡献和暴雨落区的双轴相交预报法周军 (86)
- 15.川东南中尺度低空东南风急流滕家谟、芮良生、郁淑华 (92)
- 16.影响四川暴雨的低空急流郁淑华 (99)
- 17.三峡及其附近区域地形对暴雨的影响郁淑华、崔岫敏、童文林 (104)
- 18.背风波暴雨过程的分析和预报林必元 (111)
- 19.“80.8.1.”上海地区暴雨过程分析邓之瀛、杨美川 (120)
- 20.1985年梅雨期内大暴雨过程的分析研究张秀雯、周君群、束家鑫、鲍宝堂 (129)
- 21.四川盆地大暴雨过程的分析芮良生、刘富明 (135)
- 22.对梅雨锋上一个暴雨云团生命史的初步分析王登炎、周筱兰 (144)
- 23.安徽省暴雨预报专家系统刘勇、刘孝昌、叶永培、高桂新 (151)
- 24.暴雨预报的综合实验朱光祚、何凤鸣 (158)

摘 要

- 一、暴雨气候学 (163)
 - 1.影响上海海岸带海涂地区的暴雨天气气候分析张秀雯、周君群 (163)
 - 2.上海市暴雨气候与暴雨天气王致德 (164)
 - 3.湖北省汛期(5—9月)大暴雨气候统计分析王崇洲 (164)
 - 4.岳阳暴雨的时间分布林必元 (165)
 - 5.湖北省暴雨的气候特征王业武、黄德江 (165)
- 二、暴雨天气动力学 (165)
 - 1.湖北初夏暖式切变暴雨的合成分析黄德江 (165)
 - 2.1982年6月湖北特大暴雨黄德江 (166)
 - 3.1982年7月29—30日特大暴雨成因分析黄德江、林杏奇 (166)
 - 4.四川盆地大范围强暴雨的合成分析(一)郁淑华 (166)
 - 5.东移青藏高原低涡的研究刘富明、洪梅娟 (167)

6. 四川盆地的东风波暴雨	芮良生、徐精忠 (167)
7. 暴雨前期低层环境流场的平均扰动结构	汪钟兴 (167)
8. 梅雨期盛期的大尺度涡度收支特征	汪钟兴 (168)
9. 积云对流对涡度场和散度场的反馈作用	汪钟兴 (168)
10. 暴雨系统中环境涡度场与散度场之间相互关系	汪钟兴、孙淑清 (169)
11. 西风系统与台风共同作用下暴雨的成因及其与台风环流暴雨的对比分析	唐章敏、金秀兰 (169)
12. 中纬度中层低涡与台风共同作用的特大暴雨个例分析	唐章敏、金秀兰 (169)
13. 暴雨落区与急流配置关系的分析	朱谦阳 (170)
14. 单站边界层风场结构与强对流天气	翟国庆、孙淑清 (171)
15. 关于湖北省梅雨期区域性大暴雨天气成因的调查分析	郑启松 (171)
16. 一次西南低涡强暴雨过程的分析	刘富明、杜文杰 (172)
17. 夏季风的表征方法及其与长江中上游梅雨期暴雨的关系	林必元 (172)
18. 七月十八日至廿三日连续暴雨过程分析	还爱霞、朱汉苏、颜仁伟 (173)
19. 倒“L”型高压南侧的横切变与内蒙古西、中部地区的暴雨	贺勤 (173)
20. 大尺度低空急流附近的水汽输送与暴雨	朱乾根、洪永庭、周军 (174)
21. 华南暴雨区边界层急流的特征和成因	周军 (174)
22. 切变线北侧边界层内偏东急流与暴雨的关系	孙淑清、翟国庆 (174)
23. v 分量场顺时针旋转趋势对西风带系统区域性大暴雨作用的统计分析	范东光 (175)
24. 湿有效能量预报暴雨的动力分析	翟国庆、王泽厚、俞樟孝、朱明、潘小凡 (175)
25. 江淮地区急流切变线暴雨的物理机制及诊断分析	朱乾根、周军 (176)
26. 四川盆地四大类大暴雨的物理量特征	郁淑华、芮良生、刘富明 (176)
27. 行星边界层对暴雨的贡献	黄德江 (177)
28. 四川盆地大范围强暴雨的合成分析 (二)	郁淑华 (177)
29. 1983年梅汛期江苏暴雨分析	于达人、俞晓景 (177)
30. 用多方位铅直剖面图综合分析暴雨和强对流天气	汤锁坤 (177)
31. 能量锋生与台风倒槽暴雨	杨金锡、洪吉 (178)
32. 梅雨暴雨期边界层流场及能量场特征	朱谦阳、邹聪 (179)
33. 地面锋生函数分析	邓秋华 (180)
34. 梅雨期西南低涡东移与能量场的关系	黄德江 (180)
35. 地面能量系统与暴雨中心	黄德江 (180)
36. 浙江暴雨过程的中尺度低压	俞樟孝、翟国庆、王泽厚 (181)
37. 1982年6月19—21日特大暴雨的中尺度分析	黄德江 (181)
38. 梅雨锋上中尺度雨带	梁慧平 (182)
39. 夏季准静止锋暴雨的云天分析	束家鑫、张秀雯 (182)
40. 1983年7月18—23日苏北连续暴雨过程的雷达回波分析	杨锡柱、张明祥等 (182)
41. 安徽省大面积暴雨的卫星云图特征	高桂新 (183)
42. 1985年“8.25”湘南大暴雨的卫星云图和雷达回波分析	曾国铨 (184)
43. 1983年7月3—5日特大暴雨雷达回波分析	黄德江 (184)
44. 1986年6月27—28日鄂东北大暴雨预报分析	王崇洲 (184)
45. 几次大暴雨的云图特征分析	沈树勤、还爱霞、颜仁伟、马夕全 (185)

46. 8116号台风倒槽暴雨的雷达回波分析	朱守东 (185)
47. 汛期五次暴雨雷达回波分析和暴雨预报	顾锋峰、朱守东、杨锡桂 (186)
48. 暴雨过程中的重力波分析	林必元、章淹、李松勤 (186)
49. 鄂西南地形与强降水关系	王崇洲 (187)
50. 新疆大降水的某些天气动力学特点	邓子凤 (187)
三、暴雨预报	(188)
1. 暴雨落区预报的映象方法	周嘉瑜、杨金锡 (188)
2. 物理量场与环境场相结合作梅雨期暴雨诊断预报	陈忠敏、颜仁伟、王肖成 (188)
3. 湘西暴雨预报综合系统	周新明 (189)
4. 安徽省梅雨期暴雨预报的物理量判据及落区订正	薛兰 (189)
5. 单站暴雨SMAJ预报方法的初步研究	刘国宁 (190)
6. 暴雨预报中应用数值预报产品的分析	刘富明、洪梅娟 (190)
7. 短期暴雨落区预报的M.D.C方案	廖运勋、洪梅娟 (191)
8. 盛夏四川盆地东部暴雨MDCE预报方法	郁淑华 (191)
9. 在天气周期下用Fuzzy决策制作六月份暴雨预报	吴震 (192)
10. 用模糊聚类分析作暴雨预报	吴震 (192)
11. 用多层递阶方法试作梅雨期雨量预报	张秀雯、周君群 (192)
12. 500hPa高度场的模糊聚类分型作安化6月大一暴雨预报	张家望 (192)
13. 天气、动力、统计相结合作梅汛期暴雨预报	郑耀文、张玉瑾 (193)
14. 湿有效位能与动力因子相结合的暴雨预报和落区方法	王灵艳 (193)
15. 湿有效能量与天气系统相结合的重庆暴雨预报方案	余惠雯 (194)
16. 湿有效能量在暴雨落区预报中的应用	魏淑华 (194)
17. 川东初夏大一暴雨预报方法	魏淑华 (195)
18. 谐波分析与因子场典型相关分析结合作梅雨期大一暴雨中期预报的试验	席林华 (195)
19. 一次梅雨暴雨过程的数值模拟	黄安丽、高坤、李毓芳 (196)
20. 1986年汛期暴雨数值预报试验简介	俞康庆、匡本贺、谢齐强 (196)
21. 对流加热在梅雨暴雨系统中的作用	李毓芳、黄安丽、高坤 (197)
22. 三种数值降水预报对长江中游暴雨预报能力的讨论	谢齐强 (197)
23. 暴雨数值预报试验的一些情况	谢齐强 (197)
24. 中尺度模式在梅雨暴雨预报中的初步试验	李毓芳、高坤、黄安丽 (198)
25. 一次长江流域暴雨物理过程的分析	匡本贺 (198)
26. 用地面变饱和和能差及流场预报暴雨落区	黄德江 (199)
27. 低层风扰动与四川盆地暴雨落区	芮良生 (199)
28. 重庆大一暴雨的成因与预告	郑自衡 (199)
29. 江苏省台风特大暴雨的预报方法	唐章敏、王金坤、张元明 (200)
30. 湖北省梅雨期区域大暴雨短期预报模式及其着眼点	王崇洲 (200)
31. 湖北省梅雨期大暴雨前36小时左右预报判据分析	郑启松 (201)
32. 6—7月暴雨的地县配套预报指标	季玲、孙锦铨、陈汉珊等 (202)
33. 杭州地区梅汛期全区性暴雨预报方法	管振云、俞连根 (202)
34. 江苏区域性大暴雨分析及预报	于达人、高智松、刘方、洪贞铨、胡洛林 (203)
35. 江苏台风暴雨的预报	于达人、高智松、刘方、洪贞铨、胡洛林 (203)
36. 利用数值预报产品制作大降水预报模式	邓子凤 (203)

梅雨期暴雨落区数字化综合诊断

杨金锡 周嘉瑜

(安徽省气象科学研究所)

提 要

暴雨发生的时间,暴雨量和暴雨落区目前乃是暴雨预报面临的三个重要问题。本文在安徽省气象科研所五年来对梅雨期暴雨落区的物理参数诊断分析的基础上,借助于微型计算机,采用繁简不同的统计技术,对梅雨期暴雨落区进行数字化综合诊断,并于一九八五年六一七月份在省台投入业务使用,为台站暴雨预报客观定量化做了一点初步工作。

一、某些物理参数之间的相关统计

应用物理参数对暴雨落区进行诊断和预报,近几年来在一般台站已经很普遍,发布物理参数传真的单位也有几处,发布的物理参数也很多,到底哪些物理参数与暴雨关系较好,这些物理参数之间的关系又如何?至今尚不是很清楚,为了了解那些与暴雨关系较密切的常用物理参数之间的关系,我们就1982年至1984年梅雨期间的31个时次,80个空间点,共2480个样本点对如下一些物理参数进行了单相关统计。这些物理参数是:850hPa散度(D_8), 200hPa散度(D_2), 500hPa垂直速度(W_5), 300hPa涡度与850hPa涡度差(ξ_{3-8}), 850hPa水汽通量散度(D_{q8}), 水分平衡法算得的降水率(R_1), 凝结函数法算得的降水率(R_2), R_1 和 R_2 均只计算到400hPa。统计结果见表1。由表可见, R_1 , R_2 , W_5 , D_{q8} , D_8 之间的相关系数绝大多数在0.60以上。 R_1 与 R_2 之间的相关系数达到0.79, 而 D_8 与 D_{q8} 之间的相关系数竟高达0.937, 也就是说水汽通量散度主要取决于风的散度, 水汽平流的效应可以忽略。同时, 还可以看到, 低层散度与

表1 各物理参数相关表

	R_1	R_2	W_5	D_{q8}	D_8	D_2	ξ_{3-8}
R_1	1.0000	0.7922	-0.7458	-0.6895	-0.6120	0.4702	-0.2146
R_2		1.0000	-0.6587	-0.6155	-0.5806	0.3477	-0.2427
W_5			1.0000	0.6310	0.6387	-0.5643	0.1543
D_{q8}				1.0000	0.9373	-0.3474	0.1330
D_8					1.0000	-0.3548	0.0957
D_2						1.0000	-0.0798
ξ_{3-8}							1.0000

中层垂直运动的关系比与高层散度的关系密切,而降水率与高层物理参数的相关也比低层弱。

二、几种数字化综合诊断方案及其结果比较

(1) (0, 1)统计综合方案: (0, 1)统计是最简单的数字化综合诊断方案,其具体做法首先是对各个物理参数给定一个界限,在这个界限内有暴雨发生者记为1,在这个界限外无暴雨发生,记为0。为了方便,对不同空间点上同一物理参数的界限取为相同的数值。然后,在各空间点上,对各物理参数为1的次数进行统计,次数最多的地方就是最容易发生暴雨的地方。如果用数学式表达则可设 U_{ik} 为某诊断点 k 的某物理参数 i 的值, A_{ik} 为 k 点物理参数有利于暴雨发生的临界值, P_{ik} 为 k 点有利暴雨发生的物理参数计数,当 $U_{ik} \geq A_{ik}$ (有些是 $\leq A_{ik}$)时易发生暴雨则记 P_{ik} 为1,设 S_k 为 k 点易发生暴雨的物理参数因子个数,则

$$S_k = \sum_{i=1}^n P_{ik}$$

n 为总物理参数因子数, S_k 大的地方易出现暴雨。

(2) 无量纲化求和方案: 这种方案也比较简单,做法有两种,其一是对每一物理参数除以它的标准值然后求和,其二是对每一物理参数除以它的暴雨临界值然后求和。同样可以用数学表达式加以表示: 设 U_{ik} 为诊断点 k 第 i 个物理参数值, A_{ik} 为 k 点第 i 个物理参数有利于发生暴雨的临界值, S_k 为诊断点 k 无量纲物理参数值之和,则

$$S_k = \sum_{i=1}^n U_{ik}/A_{ik}$$

n 为物理参数总个数, S_k 越大越有利暴雨发生,给出 S_k 空间分布就得出一张暴雨诊断图。以上二个方案的关键之点在于选取 A_{ik} ,要使 A_{ik} 选取得恰当,必须依靠大量算例和经验。

(3) 空间距离方案: 这种方案的思路是,在一个以物理参数为坐标的多维空间中,以最有利于暴雨发生的某空间点为中心,计算诊断区中各空间点与该中心处各物理参数的空间距离,距该中心点越近,越有利于暴雨发生。设 S_k 为第 k 个空间点与中心点的距离, U_{ik} 为第 k 个空间点的第 i 个物理参数, U_{ic} 为中心点的第 i 个物理参数值,则空间距离可以表达为

$$S_k = \left[\sum_{i=1}^n (U_{ik} - U_{ic})^2 \right]^{\frac{1}{2}}$$

n 为物理参数因子总个数。 S_k 愈小的地区愈有利于暴雨发生,当然必须选好中心点 c ,才能有较好的预报效果。

(4) 非线性映象综合方案: 这是一种数学上比较严格的数值化综合诊断方案,它的思路也是设想以最有利于产生暴雨区的物理参数为标准,全面考察其他地区相应物理参数可产生暴雨的相对有利程度,将其综合并数量化,从而客观地诊断暴雨落区。具体

做法是从计算出的众多物理参数中选取对暴雨落区反映较好的若干物理参数作为因子，用非线性映象原理，将多维物理参数空间中各诊断点之间的相互关系映射到二维平面上，然后在该平面上选取物理条件最有利于产生暴雨的诊断点作为原点，作极坐标变换，最后把各诊断点还回到天气图上，并分析距离等值线，即可得到有利于暴雨发生的区域，详细情况参见[1]。此种方法不仅可以考察数值因子（如垂直运动等物理参数），也可以考虑图形因子（如低空急流、切变线等因子）。

（5）各暴雨落区方案诊断结果之比较。我们用以上方案对1982到1984年梅雨期间的暴雨过程进行了22次综合诊断试验。1至3三个方案取用第一节所述七个物理参数作为因子。方案1和方案2中所用的临界条件为： $D_8 \leq -5 \times 10^{-5}/s$, $D_2 \geq 3 \times 10^{-5}/s$, $W_3 \leq -5 \times 10^{-3}hPa/s$, $\zeta_{3-4} \leq -5 \times 10^{-5}/s$, $D_{33} \leq -3 \times 10^{-3}/s$, $R_1 \geq 5mm/h$, $R_2 \geq 3mm/h$ 。方案3中的中心点取自方案2中 S_k 最大值点，而方案4中的因子则只有4个，它们是水汽平衡法降水率 R_1 ，A指数，300hPa与850hPa涡度差以及相对低空急流轴的位置。从22次诊断试验结果看，各种方法所得的结果大同小异，区别并不很大，而以第4方案比较细致，效果稍好。图1是其中一例。图1a为1983年7月4日8时到5日8时雨量分布实况，可见主要暴雨区发生在长江中下游地区，有两个大暴雨中心，一个在汉口稍北另一个在安徽芜湖附近。图1b为1983年7月4日8时（0，1）方案诊断结果，图中等值线数值为满足暴雨临界条件的因子数。从大体上看来，主要暴雨诊断落区与暴雨实况位置基本一致，但是只有一个范围较大的大值区，而不是象实况那样有二个大暴雨中心。图1c为综合求和方案诊断结果，由图可见，求和法和（0，1）统计综合法没有多大差别，只是最大值区范围小些。图1d是空间距离方案诊断结果，大概落区与图1c基本相同，没有任何改

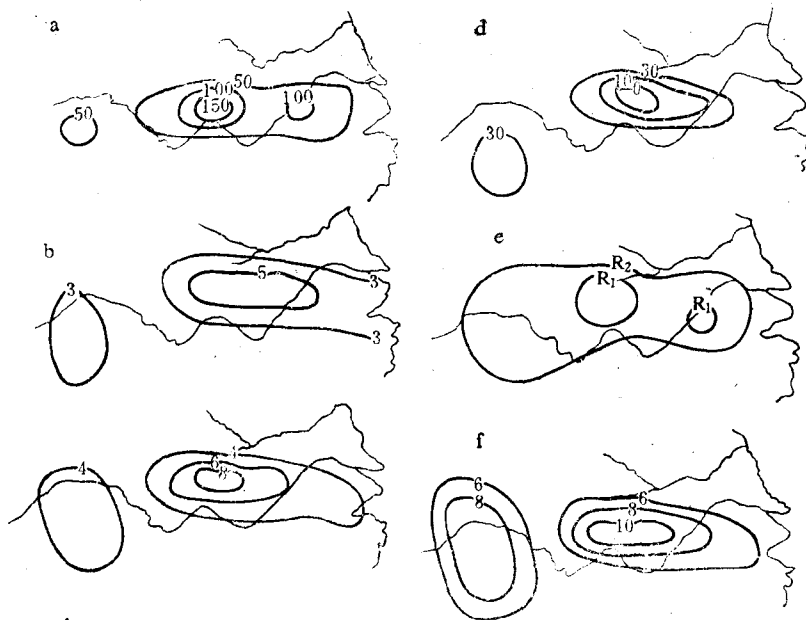


图1

- a. 1983年7月4-5日雨量分布 (mm/24h)；
- b. (0, 1) 法诊断； c. 无量纲求和法诊断；
- d. 空间距离法诊断； e. 非线性映象法诊断；
- f. 11个因子 (0, 1) 法诊断

善。图1e为非线性映象法诊断结果，可以看出，该方案诊断出二个大暴雨中心，位置大体与实况相一致，从而比前述三个方案有些改进，虽然它只采用了四个因子。不过，这可能是由于该方案中考虑了低空急流因子；或者是由于它考虑的四个因子中既有动力因子也有热力因子的关系，然而从图1中我们将会看到采用(0, 1)方案，即既考虑动力因子，也考虑热力因子的11个物理参数综合诊断的结果，同样未能区分出二个大暴雨中心。图1f中所用的物理参数因子除第一节中所述的七个外还有850, 500, 400hPa相当温度和A指数。它们有利于暴雨发生的临界值分别取为： $\geq 72^{\circ}\text{C}$ 、 $\geq 72^{\circ}\text{C}$ 、 $\geq 72^{\circ}\text{C}$ 和 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 。其诊断预报的落区与七个因子没有什么区别（参见图1b和1f）。表示并非因子数越多落区诊断越好。

三、暴雨落区数字化综合诊断实用效果检查

表2给出1982年到1984年梅雨期间22次暴雨落区数字化综合诊断预报试验的初步结

表2 1982—1984年暴雨落区诊断统计

时 间	暴雨落区实况位置	报 对	报 错
1982.6.14	南岭		✓
1982.6.15	南岭	✓	
1982.6.16	南岭	✓	
1982.6.17	南岭	✓	
1982.6.18	干、闽	✓	
1982.7.17	长江流域	✓	
1982.7.18	江淮地区		✓
1982.7.19	江淮地区	✓	
1982.7.20	淮河流域		✓
1982.7.21	淮河流域	✓	
1982.7.22	淮河流域	✓	
1983.6.29	长江中下游	✓	
1983.6.30	淮河流域		✓
1983.7.1	淮河流域东部	✓	
1983.7.2	无暴雨	✓	
1983.7.3	长江中游		✓
1983.7.4	长江中下游	✓	
1983.7.5	江南地区	✓	
1984.6.12	长江中游		✓
1984.6.13	长江中下游	✓	
1984.6.14	江南地区	✓	
1984.6.15	无暴雨	✓	

表3 1985年6月1日—7月22日暴雨落区综合诊断效果统计

时 间	暴雨实际落区位置	报 对	报 错
6.1	无暴雨	✓	
6.2	无暴雨	✓	
6.3	长江中游南岸	✓	
6.4	南岭	✓	
6.5	无暴雨	✓	
6.6	零星分布	✓	
6.7	无暴雨	✓	
6.8	无暴雨	✓	
6.9	无暴雨		✓
6.10	西南地区	✓	
6.11	西南地区	✓	
6.12	浙江地区		✓
6.13	无暴雨	✓	
6.14	无暴雨	✓	
6.15	无暴雨	✓	
6.16	无暴雨	✓	
6.17	无暴雨	✓	
6.18	无暴雨	✓	
6.19	无暴雨		✓
6.20	鄂、豫地区	✓	
6.21	淮河流域		✓
6.22	淮河流域东部	✓	
6.23	淮河流域东部	✓	
6.24	广东地区	✓	
6.25	东南沿海地区	✓	
6.26	浙、干	✓	
6.27	无暴雨	✓	
6.28	无暴雨		✓
6.29	无暴雨		✓
6.30	无暴雨	✓	
7.1	无暴雨	✓	
7.2	江淮地区		✓
7.3	江南地区		✓
7.4	江南地区	✓	
7.5	长江中游	✓	
7.6	淮河流域	✓	

时 间	暴雨实际落区位置	报 对	报 错
7.7	无暴雨		✓
7.8	干、闽	✓	
7.9	无暴雨	✓	
7.10	无暴雨		✓
7.11	山东地区		✓
7.12	淮河流域		✓
7.14	淮河流域		✓
7.15	苏北	✓	
7.16	淮河流域东部		✓
7.17	无暴雨		✓
7.18	无暴雨		✓
7.19	无暴雨	✓	
7.20	长江中游		✓
7.21	无暴雨	✓	
7.22	无暴雨	✓	

果。其中报对16次, 报错6次。报对部分又可分为较好和尚好二类, 所谓“较好”指的是诊断落区位置和实况大致叠合如图1那样, 所谓“尚好”是诊断落区与实况有叠合部分, 而中心偏离实况稍远, 但从总体落区来看还比较接近实况。报错部分包括有: 诊断落区位置距实况位置很远或空报、漏报三部分。此表系以(0, 1)方案之诊断结果为依据进行统计的。

1985年从6月1日起到7月22日止, 采用上述诊断方案, 在安徽省气象台进行了暴雨落区诊断预报的业务应用。1986年梅雨期间, 由于台风活动频繁, 致使梅雨形势遭到破坏, 或者说几乎没有形成典型的梅雨形势。从梅雨期降水量看, 该年可算是枯梅年。因此, 这对梅雨暴雨综合诊断的实用试验非常不利。本检查的地理范围不限于江淮地区, 而是遍及整个诊断计算的地区。实际诊断51次, 有暴雨报对15次, 无暴雨报对19次, 空报8次, 漏报、错报9次。其中报得较好的有10次, 它的代表如图2a所示。图中实线为6月3日8时(0, 1)法诊断预报的结果, 虚线为3日8时到4日8时实况雨量, 可见实况位置略偏东。图2b为报得尚好的代表, 实线为7月4日8时(0, 1)法诊断结果, 虚线为4日到

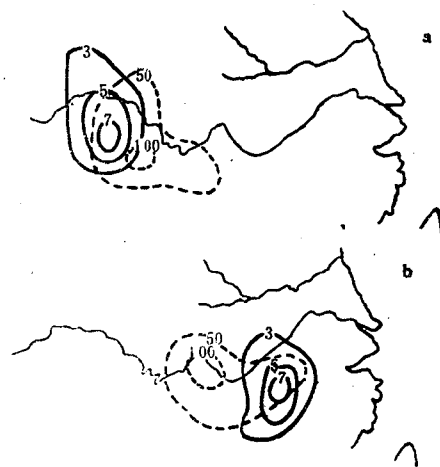


图2 1985年暴雨落区数字化综合诊断示例

a、6月3日例子。实线: 综合诊断落区; 虚线: 实况(mm/24h);
b、7月4日例子。说明同a

用物理量诊断场资料制作暴雨的落区预报

刘 德*

(四川南充地区气象局)

提 要

本文在对暴雨历史个例分析的基础上,选用温度平流等五个物理量作为因子场,对其进行车比雪夫多项式展开,建立南充地区的暴雨落区预报方程。经过试验,效果较好。

一、引 言

地区一级气象台既肩负对县气象站的预报指导任务,又接受上级气象台的技术指导。随着数值预报的发展,通讯条件的改善,上述指导将更加显著。应当看到,地区气象台的预报正面临着两个急待解决的问题,即对信息的加工浓缩处理和预报的客观量化。

针对上述问题,本文就南充地区暴雨短期预报,在分析历史暴雨个例的基础上,引

•南充地区气象局何险峰同志参加了部分工作

☆

☆

☆

☆

5日雨量分布实况,可见二者中心位置偏离稍远,诊断位置偏于实况东边,但落区范围还有相当交叠。具体统计结果见表3。

四、结 语

通过本工作得到如下几点看法:1)可以用较简单的统计方法把若干个物理参数综合在一起以明确的数字表示,客观地综合各物理参数对暴雨落区的共同作用。2)由于常用的与暴雨关系较为密切的诸物理参数之间关系较为密切,所以物理参数的选取不宜太多,太多的物理参数会增加工作量,而对诊断效果不起好作用。3)采用一些图形因子(如低空急流位置等)参与数字化综合诊断对改善诊断效果起到好的作用。4)通过一个枯梅年的业务使用证明数字化诊断有一定使用价值,这种方法具有客观定量、直观的优点。目前我们已把整个诊断程序在Apple II微机上实现,从原始资料输入、各物理参数计算、综合诊断到图象在荧光屏上自动分析显示及打印机上打印结果整个过程均已软件化。

参 考 文 献

[1] 周嘉瑜、杨金锡,暴雨落区预报的映象方法,气象学报,(11),447(1986)。

入温度平流等五个物理量作为因子场, 对其进行车比雪夫多项式展开, 建立南充地区暴雨落区预报方程, 进而对方程中的一些主要因子场的特征进行了必要的讨论, 最后给出方程的使用情况。

二、物理量的引入

文献[1]指出, 中间尺度天气系统(300—1000km)不仅是造成24小时降水量的主要系统, 而且能制约直接造成暴雨的中尺度天气系统(10—300km)的发展。目前我们能够获取的物理量诊断场资料(水平格距144km), 虽然难以捕捉到中尺度天气系统, 但能较好地刻画中间尺度天气系统的特征, 这正是我们开展暴雨短期预报所需要的。

要使暴雨预报尽量地客观定量, 我们认为可以从物理量的引入着手。为此, 我们从分析降水成因入手, 通过对历史雨例的分析, 选调一些物理意义清楚, 计算简便, 与暴雨关系密切的物理量。

降水的物理过程, 可以理解为潮湿空气绝热上升到凝结高度后, 水汽发生凝结。假设整个大气柱中凝结的水汽量全部成为降水下落到地面, 则单位截面积大气柱里水汽的减少量即为降水量(R)

$$R = \int_0^{P_s} \frac{\delta q}{\delta t} \frac{dp}{g} \quad (1)$$

其中

$$\begin{aligned} \frac{\delta q}{\delta t} &= \frac{\partial q}{\partial t} + \vec{v} \cdot \nabla q + \omega \frac{\partial q}{\partial p} \\ &= \frac{\partial q}{\partial t} + \vec{v} \cdot \nabla q + \omega \frac{\partial q}{\partial p} + q \frac{\partial \omega}{\partial p} - q \frac{\partial \omega}{\partial p} \end{aligned} \quad (2)$$

引入连续方程, 则(2)式得

$$\frac{\delta q}{\delta t} = \frac{\partial q}{\partial t} + \nabla \cdot \vec{v} q + \frac{\partial}{\partial p} (\omega q) \quad (3)$$

(3)式右边三项分别为比湿的局地变率, 水平的水汽通量散度和水汽的垂直输送随高度的变化。

由(1), (3)式可知, 某地区较大的水汽辐合和较强的上升运动, 是产生较大降水的主要原因。据此思路, 我们引入了下述五个物理量。

1. 水汽通量散度和 $\left(\sum_{850}^{700} Q\right)$

水汽辐合是产生暴雨的重要条件之一, 通常大气中的水汽主要集中在对流层低层(700hPa以下)。因此, 我们引入850hPa与700hPa的水汽通量散度和

$$\sum_{850}^{700} Q = \sum_{850}^{700} \nabla \cdot \left(\frac{1}{g} \vec{v} q \right) \quad (4)$$

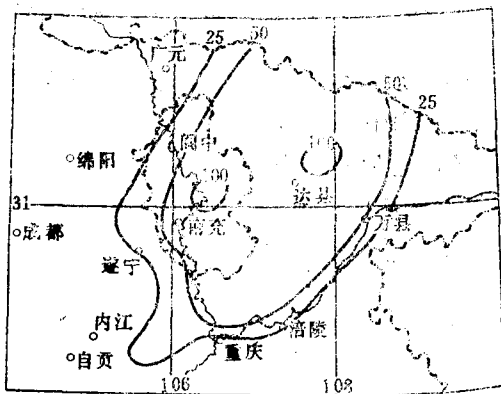


图1 1984年7月6日降水实况(06—03时)

单位: mm

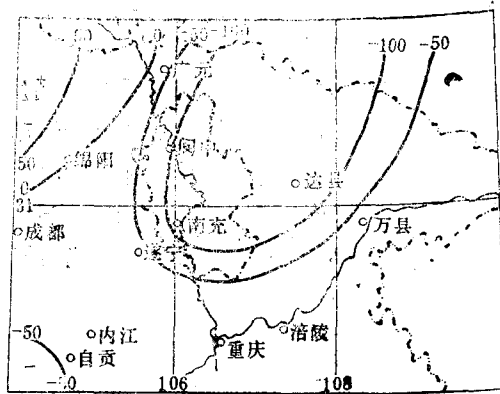


图2 1984年7月6日 $\sum_{850}^{700} Q$ 场(08时)

单位: $10^{-8} \text{g/cm}^2 \cdot \text{hPa} \cdot \text{s}$

来表征水汽收支情况。

通过对1984年7月6日发生在川东北地区的一次暴雨过程(图1)的分析,可知大气低层水汽辐合区与暴雨区配合很好。图2所示,7月6日08时,南充、达县两地区的 $\sum_{850}^{700} Q \leq -100 \times 10^{-8} \text{g/cm}^2 \cdot \text{hPa} \cdot \text{s}$, 水汽辐合较强,暴雨也主要发生在上述地区。

2. 涡度(ζ)

四川盆地暴雨的一种重要触发机制是青藏高原和四川盆地垂直涡旋的耦合。青藏高原和四川盆地的天气系统是两个不同的体系,当两者耦合时,对产生暴雨极为有利。根据这种触发机制,我们引入了700hPa、500hPa涡度,试图反映出青藏高原—四川盆地垂直涡旋耦合的特征。

我们仍以1984年7月6日的暴雨天气过程来分析,6日08时700hPa等压面上,遂宁有一正涡度中心,强度大于 $100 \times 10^{-6}/\text{s}$ (图3),与此同时,500hPa等压面上阆中—遂宁—乐山也有一正涡度中心,强度大于 $50 \times 10^{-6}/\text{s}$,暴雨发生在700hPa、500hPa正涡度中心的东侧。分析表明,暴雨过程中,青藏高原和四川盆地垂直涡旋的耦合是明显的。我们可以进一步用 ω 方程作些定性解释。

ω 方程(3)为

$$\left(\sigma \nabla^2 + f^2 \frac{\partial^2}{\partial p^2} \right) \omega = \sum_i F_i \quad (5)$$

(5)式右端各项是强迫项,其中第一强迫项为

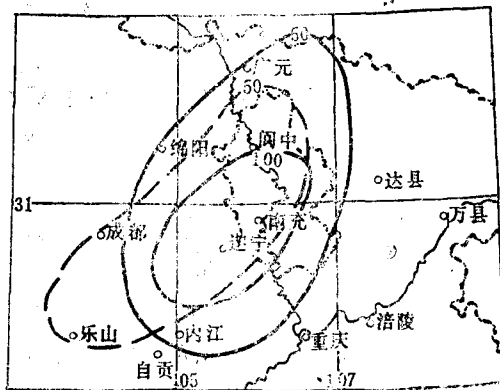


图3 1984年7月6日涡度场(08时)

单位: $10^{-6}/\text{s}$

——700hPa涡度 ——500hPa涡度

$$F_1 = f \frac{\partial}{\partial p} (\vec{v} \cdot \nabla (\xi + f)) \quad (6)$$

F_1 被称为涡度平流项,它表示绝对涡度平流随高度变化对 ω 的贡献。如果正涡度平流随高度是增加的,则 F_1 的贡献是上升运动。我们分析的个例中,700hPa、500hPa正涡度中心东侧是正涡度平流区,由于500hPa正涡度中心位于700hPa正涡度中心西侧,显然500hPa正涡度中心前部的涡度平流大于700hPa的涡度平流,该区域的上升运动较强,暴雨就产生在上述两个正涡度系统引起的上升运动较强的区域。

3. 温度平流 ($-\vec{v} \cdot \nabla T$)

ω 方程的第二强迫项为

$$F_2 = A \nabla^2 (\vec{v} \cdot \nabla \theta) \quad (7)$$

$$\text{其中 } A = -\frac{R}{P} \left(\frac{P}{P_0} \right)^{\frac{R}{C_p P}} \quad (8)$$

F_2 为热力平流项,它反映大气斜压性对系统发展的作用。分析可知,在冷平流区对应下沉运动,暖平流区对应上升运动。通过个例分析,暴雨区位于500hPa冷平流东侧的暖平流区域内,因此,引入温度平流是必要的。

4. 位势涡度 (ξ_P)

位势涡度(以下简称位涡)是反映大气热力性质和动力性质的特征量,其表达式为

$$\xi_P = (f + \xi) \frac{\partial \theta}{\partial p} \quad (9)$$

杨大升^[3]通过对暴雨过程的位涡计算,认为暴雨的发生、发展过程就是位涡的发生、发展过程。进而通过位涡平衡方程对暴雨过程的诊断分析,得知位涡的平流过程与暴雨的关系甚为密切。对于四川盆地的暴雨,也有暴雨和位涡的发生、发展比较一致的事实。在我们分析的暴雨个例中,700hPa位涡大值区与暴雨区配合相当好,暴雨区正好位于位涡大值中心(大于 $100 \times 10^{-6} \text{K/hPa} \cdot \text{s}$)的东侧,即位涡平流最大的区域。

三、数学处理方法

根据上述分析,我们引入了08时的 $\sum_{850}^{700} Q$, ξ_{500} , ξ_{700} , ξ_{P700} , $(-\vec{v} \cdot \nabla T)_{500}$ 五个

物理量。

在建立暴雨落区预报方程时,必须考虑因子的选取和降水分布的客观描述等问题。

关于因子的选取,我们将上述五个物理量诊断场在如图4所示的范围内进行车比雪夫多项式展开^[2,3],其展开系数集合构成因子场。分析表明,采用二阶以内的车比雪夫多项式展开,对原始场已能较好地描述,其拟合率可达到0.9以上。

南充地区位于 $30^{\circ}10' - 32^{\circ}10' \text{N}$, $105^{\circ}35' - 107^{\circ}03' \text{E}$,夏季常处于西太平洋副热带高压控制边缘,降水分布有较明显的纬向特征。为使问题简化,我们将南充地区按降水天气气候特征分为北、中、南三片,对各片平均降水量(20—20时)构成的一维场作车比雪夫多项式展开,得到预报向量。显然,采用0—2阶车比雪夫多项式展开,已能客