

初夏暴雨综合物理诊断预报自动化系统

汪克付

(安徽省芜湖市气象局, 241000)

提 要

简要介绍了一个与 STYS 接口的省-市-县配套的市级暴雨综合物理诊断预报自动化系统, 即市台根据省台的指导预报信息, 启动市台预报系统作出响应, 再结合县站单站预报指标, 综合判断作出全区预报。

关键词: 暴雨 物理量综合诊断 预报自动化系统

引 言

夏季暴雨是沿江城乡主要灾害性天气之一。它的尺度小, 突发性强, 各种临界参数不明显, 历来是天气预报的重点和难点。芜湖市台自 50 年代初建台以来, 罗吴喜等老一代预报员对芜湖市梅汛期暴雨预报进行了大量的探索, 将产生暴雨的大尺度环流背景进行了仔细的分型, 积累了许多宝贵经验。在此基础上, 又寻找了适用价值很强的预报指标, 建立了暴雨预报的天气学概念模型; 近年来, 在数值预报产品的释用方面又做了有益的研究, 并建立了统计预报方程。实践证明, 这些工作已为我市汛期天气预报与服务做出了积极的贡献。随着省-地-县远程传输系统的开通, 实现了与省台资料共享, 地市台能够迅速获得各种实时资料、数值预告产品和指导预报产品。在此基础上, 各地(市)台是否能结合已有的预报经验, 再筛选一些与暴雨有较好关系的物理参数, 建立一套与 STYS 接口且自动化程度较高的省-地-县相配套的暴雨分析预报系统呢? 芜湖市台自 1991 年起开展了这方面的工作, 并取得了一些成果。本文对其中的一个部分: 初夏暴雨诊断分析预报系统作一简介。

1 预报因子及其物理意义

众所周知, 一种预报方法的优劣, 主要取决于预报因子与预报对象之间是否存在内在的必然联系。就暴雨的诊断预报而言, 则要求

预报因子必须是在产生暴雨过程中起主要作用的物理量, 对此, 国内有不少研究, 尤其是安徽省气科所 80 年代初开展的诊断预报试验^[1], 取得了重要成果, 集累不少成功的预报经验, 同时也指出: 不少物理量尽管物理意义明确, 但后延性差, 因而不宜使用。为此, 我们在对 80 年代以来较典型的 30 次梅雨期区域性暴雨个例进行诊断分析的基础上, 结合现有研究成果和预报经验, 选择了以下几个物理量进行标准化处理后, 作为建立芜湖市汛期暴雨诊断预报的备选因子。同时, 增选了预报准确率较高的数值预报产品和实况资料, 分别作为启动因子和消空因子, 最后组成物理量诊断综合预报方案。

1.1 日本 36 小时降水预报场

日本 36 小时降水预报场一直是我台降水预报的主要依据之一, 尤其是一般降水的预报成功率较高, 据统计, 除盛夏外准确率在 90% 以上, 且很少空报。梅雨期的预报情况则是: 对梅雨带的位置预报较好, 对量级预报则要根据实况图作经验订正。统计表明, 在主雨带的两侧也会出现强降水, 但若预报无大雨带出现, 则几乎不会出现区域性暴雨。因此, 本工作选取该预报图上本地在 $>15\text{mm}$ 的 (即 4 条线) 降水带内作为启动因子。

1.2 700hPa 湿位涡

湿位涡的定义是相对涡度和湿静力稳定度的乘积, 表达式为:

$$\zeta_p = \zeta \cdot \left(\frac{\partial e}{\partial p} \right)$$

这是一个考虑了水汽凝结作用, 表征大气湿度和动力特征的综合物理量。可以看出: ζ_p 的大小取决于风场、温度场和湿度场。计算表明: 在低空急流的左侧和低涡的东南象限均是湿位涡的高值区。研究指出: 在这种高值区极易激发中尺度对流系统发生发展, 因而与暴雨的发生发展密切相关。

1.3 西南气流与低空急流

低空西南气流特别是低空急流与暴雨有密切关系, 据统计芜湖区域性暴雨(除台风暴雨外)都与较强的西南气流($850\text{hPa} > 16\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$)有关, 其风轴一般位于贵阳—芷江—长沙一线。为了定量表征西南气流的强弱变化和活动情况, 并分析它与芜湖区域暴雨之间的关系, 我们设计了一个南风动能参数 E , 并定义

$$E = \frac{1}{2} (v_{700} + v_{850})^2$$

本工作选取长沙站的南风动能来表征西南气流的活动情况。

1.4 Q 矢量散度场

众所周知, 梅雨锋暴雨与梅雨锋上垂直环流的发展密切相关, 从最近的一些研究^[2,3]可知: Q 矢量分析方法是诊断次级环流的一个较好方法; 文献^[4]则进一步研究指出: Q 矢量散度场能替代 ω 场应用, 且比 ω 场具有更好的后延性, 这给预报带来了便利; 文献^[5]通过多个个例分析后指出: Q 矢量散度对急流切变线暴雨的落区有较好的预报意义。本工作选取 700hPa Q 矢量散度, 经相关分析后确定关键区, 当关键区内 $\nabla \cdot \vec{Q} < -1.0 \times 10^{-13} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{hPa}^{-1}$ 时, 对应一次降水过程。

1.5 西太平洋副热带高压

西太平洋副高是影响夏季天气的主要天气系统之一, 副高的位置及其强弱变化对低层天气系统, 如切变线等的形成与移动均具有直接的影响, 对梅雨带的分布和暴雨的落区亦关系密切, 因此, 整个夏季副高是预报员关注的中心之一。根据本台的预报经验, 认为同时使用 588 线和脊线来表征副高较好, 本

工作采用指标站的高度来表征 588 线, 而副高脊线则用 U, V 分量零线表示, 并以此作为消空指标之一。

2 暴雨预报方案

2.1 预报方程的建立

应用不同的数学方法可建立多种形式的预报方程。我们通过比较, 就目前的样本情况看, 还是采用权重系数法建立的多元线性方程较好, 方程为:

$$Y = F \cdot (0.25X_1 + 0.08X_2 + 0.12X_3 + 0.05X_4)$$

式中, X_1 为日本 36 小时降水预告值; X_2 为 700hPa 湿位涡; X_3 为长沙站南风动能; X_4 为 700hPa Q 矢量散度; F 为西太平洋高压, 取 $F=0$ 或 1 。

经历史个例检验, 确定临界值 $Y_c = 0.38$, 即当 $Y \geq Y_c$ 时, 对应一次区域性暴雨过程。

2.2 分县预报方程的建立¹⁾

县站预报人员在值班过程中积累了许多预报经验, 本系统中, 分县预报方程的主要思路就是在这些经验的基础上建立起来的, 即首先对这些经验进行筛选, 保留物理意义明确的因子, 并表达成使计算机能自动识别的形式。芜湖市下属有 3 个县, 气候分析表明: 暴雨的发生频率具有显著差异, 因此, 根据各县的特点分别建立了 3 个方程, 下面以芜湖县为例作一说明。

2.2.1 消空指标: (a) 省台指导预报; (b) 副高的位置和强度, 用南昌和上海两站的高度表示。

2.2.2 预报方程

应用权重系数法, 得出集成预报方程

$$Y = \sum_{i=1}^4 a_i \cdot X_i$$

式中, X_1 为 08 时 500hPa 南昌高度; X_2 为 08 时 500hPa 南京高度; X_3 为 08 时 700hPa ΔH_{24} ; X_4 为 08 时 700hPa 汉口风向; X_5 为 08 时 850hPa 长沙高度; X_6 为 08 时 850hPa 长沙风向; X_7 为 08 时 850hPa 黄山风向; X_8

1) 芜湖县站预报方程系邦忠同志的研究成果。

为 14 时本站 3 小时变压; X_9 为 14 时本站气压; X_{10} 为 14 时 $T-e$ 值。

以上因子均按规定作了 0,1 化处理。经统计求得临界值为: $Y_c=0.81$, 当 $Y \geq Y_c$ 时, 则对应一次暴雨过程。

3 预报自动化系统

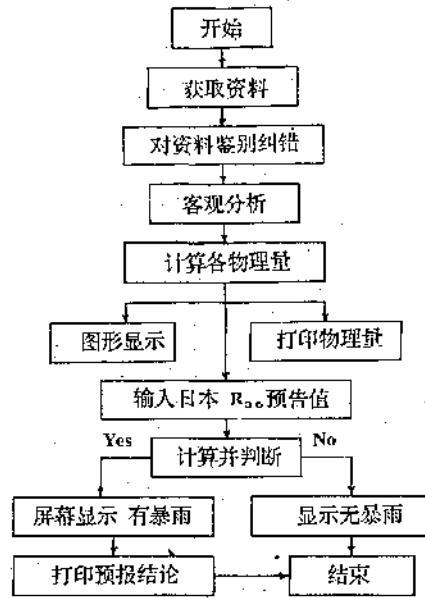
3.1 系统的软件设计

根据地、市、台八五期间建立天气预报实时业务系统的总体要求, 预报方法要尽可能实现自动化、客观化、定量化, 日常业务使用的图形要以计算机屏幕显示为主; 亦为了满足日常预报业务的需要, 预报员使用方便和减少人为误差, 我们设计了这套综合物理量诊断预报自动化系统。主要软件包括: 数据预处理, 客观分析, 物理量计算, 图形显示输出, 预报方程的建立与更替, 预报方程的计算和判断, 屏幕图像或打印输出预报(见附图)。

本系统经 1992、1993 年的业务使用, 证明其运行速度快、操作简便、分析客观, 具有一定的预报能力, 且运行稳定, 自动化程度较高。

3.2 预报系统的使用

本系统不需每天启动, 只有当本市处在日本 36 小时降水预告图 4 条线内或是接到省台指导预报信息时, 才启动, 同时也启动 MOS 预报、专家系统和综合决策后输出预报结论。如果结论与省台一致, 再运行县站预报方程进行消空, 并将预报结论显示在屏幕上或打印输出。



附图 系统流程示意图

参考文献

- 1 安徽省气象科学研究所. 梅雨期暴雨诊断预报. 合肥: 安徽科技出版社, 1988, 6.
- 2 林本达. 大气中垂直环流的成因和诊断. 北方天气文集 (6), 北京大学出版社.
- 3 白乐生. 准地转 Q 矢量分析及其在短期天气预报中的应用. 气象, 1988, 14(8).
- 4 谢重阳等. Q 矢量与 ω 方程的对比分析. 安徽气象, 1990, 2.
- 5 汪克付等. Q 矢量在暖切低涡暴雨落区预报中的初步应用. 安徽气象, 1992, 4.

An Automatic System of Composite Physical Diagnosis and Forecasting for Heavy Rain in Early Summer

Wang Kefu

(Wuhu City Meteorological Bureau, 241000)

Abstract

An automatic system of composite physical diagnosis and forecasting over Wuhu, which is a province-city-county weather forecasting service link connected with the "STYS", is briefly introduced. With reference to the weather forecasting indexes from weather station at county level, a regional weather forecasting output will be given by operating the system in the light of the forecasting informations as guiding reference from meteorological observatory at the provincial level.

Key Words: heavy rain composite physical diagnosis automatic forecasting system