

中长期分片指导预报方法的业务应用

吕玉芳 陈 克 席林华 王国兰

一、长期分片指导预报

苏州气象台站长期预报工作从1981年起进行了有计划的调整，经过6年的实践，逐步形成了自己的技术思路、工作方法和业务体系。与1981年前相比，有了很大的变化。

1. 由市气象台制作发布长期天气分片指导预报，气象站接收指导预报开展服务，必要时做些补充订正预报

1981年市气象局制定了统一做长期天气预报的改革实施方案，决定由气象台2人和气象站2—3人统一制作全市各气象台站的汛期预报。经试验后，1982年起改为由市气象台2人承担。1983年，全部工作用计算机处理，业务人员减少为1人。

在预报区域上，用模糊等价分型方法将苏州地区站点分为四片，每片选一个代表站建立分片指导预报方程。气象站接收指导预报开展服务。

2. 由经验预报转变为客观预报，由定性预报转变为定量预报

1981年后，把各气象台站的预报方法集中进行优化。经过两年的验证、试用，最后筛选出10多种较优方法，编制程序。1981年引进了Apple-II，1985年又引进了IBM-PC/XT微机后，现在长期天气预报工作已全部在微机上实现。常用的方法有：概率统计中的逐步回归、逐步判别、逐步聚类、多层递阶、自然正交函数，谱分析中的富氏谐波分析、最大熵谱分析，Fuzzy中的模糊分型、模糊优选比、模糊数学模型和非交互的模糊数学模型等。例如用概率统计方法全年建成分片指导预报方法792个：冬季（12—2月）204个，春季（3—5月）216个，夏季（6—9月）212个，秋季（9—11月）160个。冬季对每片代表站的51个预报项目，用77个预报因子建成51个指导预报方程，如雨日预报方程：

$$y = 36.17 + 0.55x_{10} + 0.32x_1$$

$$- 0.14x_{37} - 0.25x_{56}$$

$$RR(F) = 0.80$$

x_{10} ：该站当年1月平均气温；

x_1 ：该站当年1月雨量；

x_{37} ：该站当年1月平均最高气温；

x_{56} ：该站当年2月最高气压。

3. 预报因子由气候资料、实时资料转变为大量使用数值预报产品及非气象因子

以往应用的资料仅有地面的气压、温度、露点温度、水汽压等要素，现在增加了高原热状况，500hPa、100hPa的月平均高度场，球函数展开系数，南方涛动指数，各种环流指数和太阳黑子相对数等多种资料。如应用多层递阶方法建立的6、7月份雨量预报方程：

$$y_{86} = 0.1749y_{85} + 0.3200y_{84} + 0.2039y_{83}$$
$$- 0.0127x_1 + 0.0646x_2 + 0.1923x_3$$
$$+ 0.0012x_4 + 0.2303x_5 + 0.0202x_6$$

x_1 、 x_2 、 x_3 、 x_4 分别为上一年12月500hPa月平均高度距平场球谐展开的振幅 $C_0^0(12)$ 、 $C_2^0(12)$ 和月平均动能的谱分布 $K_3^0(12)$ 、 $K_5^0(12)$ ， x_5 为500hPa 20—30°N、85—95°E范围内高度和， x_6 为大寒节气降水量。同时还用dBASE-2系统在Apple-II机上建立了长期预报数据库管理系统，改变了过去资料管理、调用上存在的烦杂情况。

长期天气预报经过调整以后，预报准确率逐步稳定提高。采用现行评分办法，对全市9个站点分四片评定出月降水和月平均温度预报的质量，再求出其平均值。由表1中可以看出，1981试验后的成绩是稳定且有明显的提高。

表1 年平均成绩

得分 种类	年	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986
		45.2	55.7	58.1	58.4	58.3	62.5	68.3
a类		45.2	55.7	58.1	58.4	58.3	62.5	68.3
b类		45.2	52.5	64.0	59.2	58.5	62.8	68.3

4. 预报传递由单一的书面邮递改变为传真发片、警报系统发布和邮送等多种途径相结合的分发手段

过去长期天气预报以书面邮送分发到气象站和用户，速度慢时效差，满足不了服务的需要。现在采用多渠道分发，首先通过传真发片把分片指导预报传给气象站，尔后再打印邮寄给气象站。同时又通过警报服务系统向各专业服务用户发布并邮寄给各用户单位和党政领导部门。

为了使气象站在不做长期天气预报的情况下仍能搞好当地服务工作，气象台除发布季度预报和月预报外，还增加了农业生产的关键季节预报。为了满足专业服务用户的需要，月预报中又增加了分旬的雨量、雨日、气温、降水过程和冷空气活动的预报。另外对用户特殊需要的项目，如有的工厂需要郑州、济南等城市的春季阴雨天数和第一次透雨日期的预报，有的需要11月份日 $T_{\min} \leq 0^{\circ}\text{C}$ 的出现日期预报等，我们也都尽力给予满足，这就充分发挥了长期预报的社会、经济效益。

二、中期旬指导预报

各县中期旬预报由市气象台制作，于每旬末16时用传真发片方式将下一旬的天气预报传送给气象站，同时通过警报系统、打印邮送等手段对专业合同用户和党政领导部门进行服务。为了提高旬预报的质量，气象

台将其分为三个部分，并对每个部分的不同预报项目及要求，均按其特点采用不同的资料信息，选择不同的技术方法。

1. 要素预报

以单站实时资料为主，采用概率统计和模糊数学方法，如时间序列、模糊判别以及相似分析等，在Apple-II微机上实现全年各旬的降水量、降水日数、极端温度、平均温度等旬要素的预报。

2. 重要天气过程预报

以日本数值预报模式（JMA）输出产品为依据，分析未来8天内天气过程演变趋势图，并参考日本的周间天气预报和实时资料，用三种不同时段的韵律叠加天气概率做出下一旬的冷空气强度和降水过程的指导预报。

3. 专题项目预报

梅雨是影响苏州地区的重大天气过程。我们对入梅日期、出梅日期、梅雨期长度、梅雨量多寡等进行了分析研究。将入梅日期分为早、正常、迟三类；将梅雨量分为特少、偏少、正常、偏多、特多五级。还用了对整个大气环流演变起作用的副高因子及大量（256个）单点因子，经过人工挑选组合、相关普查、典型相关分析等，筛选出较优因子，同时进入多元回归、计量法、模糊判别等数学模型，建立由多个预报方程组成的预报系列。在业务应用中效果较好，见表2。

表2 1986年业务应用情况

项 目	入 梅 日	出 梅 日	梅 雨 期	梅 雨 量
预 报 实 况	正常（6月14—20日） 6月19日	正常（7月2—8日） 7月7日	22天 19天	偏多（ $\geq 270\text{mm}$ ） 181mm

三、中期3—7天指导预报方法的研制和业务应用

1982年秋天，苏州气象台接受“中期地方MOS试验研究”课题任务。于1984年3月正式发布3—7天趋势预报，进入了准业务化阶段。1985年1月正式投入业务化使用，向气象站发布指导预报并开展专业

服务，两年来效果比较好。降水评分与1984年前用常规方法做的第3天预报相比，平均提高4分左右（见表3）。

1. 采用数值预报产品，应用微机新技术

中期3—7天的预报困难很多，信息来源有限，样本资料也较短缺。经过分析对比、误差检验等，我们采用了日本气象厅

表3 年平均成绩

项目	得分 年	1984年前	1985年	1986年
		第3天预报	第3—7天预报	第3—7天预报
降水(CSI)	49.03	52.88	52.98	
晴雨准确率(%)	—	68.1	71.2	

(JMA) 中期数值预报模式输出产品和欧洲中心中期数值预报模式(ECMWF)输出产品。主要依据 JMA 播发的 500hPa 高度、涡度, 850hPa 温度和地面气压场等四项模式输出产品, 制作未来 3—7 天的逐日天气预报。

在预报技术方法上, 采用多种方法, 综合应用。我们采用了 MOS 法、PPM 法、CMOS 法、CPPM 法和 SSM 方法等预报方法^[1]。1985年下半年研制成了既有 MOS 法优点又具有 WES 功能的 MWOFS^[2]——中期天气客观预报系统(主要用于降水预报), 1986 年研制成了 MWOFS-2——中期极端温度客观预报系统。

试验研究工作一开始, 我们就应用了计算机新技术。1982—1983 年使用袖珍机编制业务应用程序, 1983 年开始用 Apple-2 微机, 同时编制了综合性多功能业务应用程序, 1985 年继续用 Apple-2 的同时, 又用了 IBM-PC/XT。在用 dBASE-II 系统时又建立了用于 Apple-II 的“中期天气预报模式资料库”, 1986 年, 在 IBM-PC/XT 微机上用 dBASE-III 系统建立了“中期天气预报模式资料库”和“苏州历史实况资料库”。

2.3—7 天中期指导预报的业务实施

按自然天气季节分别建立 MOS 方程和 PPM 方程。分冬季(12 月至翌年 2 月)、前春(3—4 月)、后春(5 月)、初夏(6—7 月中旬)、盛夏(7 月中旬—8 月)、初秋(9 月)、仲秋(10 月)、晚秋(11 月)等八个天气阶段, 分别建立一套预报方程, 样本数逐年增加或更换。每套基本预报方程有 176 个。

根据基本模式的检验, JMA 的中期数

值预报输出产品, 按 72—96、96—120、120—144、144—168 和 168—192 小时五个时段, 制作 MOS 方程。在 MWOFS 和 MWOFS-2 系统中, 对每个时段分别用相关普查、典型相关、对应分析和主成分分析等各种方法分析、筛选因子。分别采用多元回归、逐步回归、分对数模型、分对数模型迭代算法、岭回归等五种数学统计模型, 建成晴雨预报方程和极端温度预报方程。在 3—9 月间, 还分别用 PPM、MOS、CMOS、CPPM、Fuzzy 等方法, 在 Apple-II 上建立逐日降水预报、逐日极端温度预报、逐日平均温度距平预报、5 天过程总雨量和 5 天降水日数等项目的指导预报方程。其中极端温度预报, 采用 Fuzzy 分类法将苏州市分为南、中、北三片, 分别用代表站资料建立指导预报方程。

每逢周 1、周 4, 从 JMH FEAS 96—192 和 FEAS 509—519 图上读取关键区的各种格点值, 输入 MWOFS 和 MWOFS-2 系统中, 在 IBM-PC/XT 上运行 20 分钟就可做出未来 3—7 天的逐日天气预报。每一次预报, 需要计算 101 个晴雨预报方程, 75 个极端温度预报方程。每个时次由微机自动挑选出 10 个较好的 MOS 预报方程和 1 个 PPM 方程输出打印, 下面附上输出样本。

3—7 月份, 除了用 MWOFS 和 MWOFS-2 系统外, 还在 Apple-II 上制作 3—7 天的逐日降水预报、逐日极端温度和平均温度距平预报、5 天过程总雨量和总降水日数预报。

根据 MWOFS、MWOFS-2 系统和程序系列计算出的结果, 再参考 ECMWF96、ECMWF120 的 500hPa 形势、实时资料、B 模式输出产品的一部分及预报员的经验等, 最后会商做出未来 3—7 天的逐日天气指导预报。

此外, 我们还研究试用 JMA、ECMWF 和 B 模式三种数值预报产品相结合, 来预报未来 3—5 天内有无较强天气过程的方法。在谐波分析的基础上, 建立了“早春冷空气

预报结果

(96小时)

起报日 11/19/86

预报日 11/23/86

MOS方程

序号	因子选法	统计方法	制作日期	降水晴雨评分	均方差	临界值及差	结果
1	相关普查	多元回归	09/29/86	72.4	79.0	0.41	0.37 0.87 有雨
2	相关普查	逐步回归	09/29/86	75.9	83.4	0.38	0.37 0.72 有雨
3	相关普查	分对数模型	09/29/86	77.5	85.4	0.00	0.49 0.17 有雨
7	典型相关	逐步回归	09/29/86	71.8	81.3	0.32	0.29 -1.68 无雨
9	典型相关	迭代算法	09/29/86	72.9	83.8	0.00	0.64 -0.64 无雨
10	典型相关	岭回归分析	09/29/86	68.9	81.3	0.41	0.39 -3.72 无雨
12	对应分析	逐步回归	09/29/86	55.2	75.7	0.48	0.47 -2.65 无雨
14	对应分析	迭代算法	09/29/86	53.6	75.3	0.00	0.44 -0.44 无雨
17	主成分分析	逐步回归	09/29/86	65.8	76.3	0.39	0.33 0.37 有雨
18	主成分分析	分对数模型	09/29/86	63.6	74.3	0.00	0.26 0.65 有雨

PPM方程

序号	因子选法	统计方法	制作日期	拟合降水评分	临界值及差	结果
1	相关普查	逐步回归	09/06/83	80.0	0.47 .21	有雨

到前次预报结果为止，所有预报方程中综合效果最好的方程是：

第1号 2号 3号 7号 9号 方程

根据这几个方程和PP方程的预报意见，推理出无雨和有雨的可信度分别为：

预报无雨的可信度为 .923578

预报有雨的可信度为 .9413441

故报有雨

降温预报系列”和“梅雨期大暴雨中期客观预报方案”。同时还充分应用了Fuzzy数学中隶属函数的合成运算、Fuzzy判别、Fuzzy关系方程求解、Fuzzy多元决策模型、Fuzzy多维相似分析等。在应用Fuzzy集方法与SI分析方法相结合方面，初

步形成了一个Fuzzy数学分析统计应用系列。

参考文献

- [1]苏州地方MOS试验研究报告(一)、(四)、(七)。
- [2]任健等，中期天气客观预报系统，气象，1986年第9期。