

# 上海地区暴雨预报方法初探

来小芳 (华东空管局气象中心, 上海 200335)

**摘要** 选取台风暴雨和非台风暴雨2个个例进行中尺度模拟, 针对不同天气类型, 进行ZH指数的计算, 并借鉴ZH指数统计结果, 进一步用配料法进行计算, 对上海地区的暴雨进行预报分析, 以期通过天气分型提高配料法的预报精度, 更清晰地指明降水强度和区域分布, 提供定点、定时、定量的降水预报。

**关键词** 暴雨预报; 配料法; 上海地区

**中图分类号** S161.1 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2014)33-11890-02

暴雨一直是气象工作者最重视的研究课题之一, 如何准确预报暴雨, 达到定点、定时、定量一直是我国科学家和业务人员长期探索的科学难题。配料法也称成分法, 是一种数值预报产品释用方法, 适用于暴雨和强对流天气等的预报。配料法(Ingredients-Based Methodology)的应用在国外发展较快, 已在业务应用阶段, 但它的发展完善还在进行。我国在这方面也有所关注, 但目前发表的研究成果较少<sup>[1-3]</sup>, 李俊等在梅雨锋暴雨预报中应用配料法, 通过一次暴雨两个例分析, 给出暴雨潜势预报是一种释用思路<sup>[4]</sup>。而通过历史资料统计, 使用配料法得出适合当地的权重公式, 使得计算分析更加直观<sup>[5]</sup>。ZH指数公式是用南通的历史资料进行分析得到的, 由于南通与上海仅有一江之隔, 地理位置上相差不远, 气候背景相似, 笔者在此借鉴ZH指数公式, 对上海地区的暴雨进行预报分析。

## 1 资料与方法

**1.1 配料法的简介和指数的定义** 配料法也称成分法, 是指用基本成分的观点预报降水可能性的方法, 适用于暴雨和强对流天气的预报<sup>[6-11]</sup>。ZH指数的定义为: 当湿位涡 $PV_{es}$ 为负, 且 $\nabla \cdot \vec{Q}$ 为负时,  $ZH = (1 + rh) \left( -PV_{es} - \frac{3\nabla \cdot \vec{Q}}{1 + t - t_d} \right)$ ;

当 $PV_{es}$ 为正和/或 $\nabla \cdot \vec{Q}$ 为负时,  $ZH = 0$ 。 $\nabla \cdot \vec{Q}$ 为Q矢量散度, 单位取 $10^{-11} s^{-3} hPa^{-1}$ , 用来衡量垂直运动的大小<sup>[12]</sup>;  $PV_{es}$ 为湿位涡, 单位取 $(m^2 \cdot k) / (s \cdot kg)$ , 用来衡量不稳定的大小<sup>[13]</sup>;  $rh$ 表示相对湿度(%), 用来衡量湿度;  $t_d$ 为露点温度(°C),  $t - t_d$ 衡量的是空气饱和程度, 单位取°C。从ZH指数的设计上可以看出, 理论上 $ZH > 0$ 的地区, 视为有降水, ZH值越大, 表示降水的量级越大。针对南通地区暴雨而言, ZH指数 $> 0.8$ 时, 对应暴雨出现; 区域平均后用来代表南通单站的效果较好。

**1.2 资料选取** 资料包括每隔6h一次的NCEP资料(水平分辨率为 $1^\circ \times 1^\circ$ )、地面高空常规资料、每6h一次的降水资料、虹桥机场自动观测资料。此处暴雨量级取日雨量(20:00~次日20:00) $\geq 50$  mm, 或20:00~次日08:00以及08:00~20:00任一时段 $\geq 30$  mm。

**1.3 分析方法** 选取2007年7月8日、2007年8月3日2

个暴雨个例, 进行24h模拟之后, 用模拟的结果来计算ZH指数, 进而预报降水。以上海所在经纬度为模式中心经纬度, 用MM5模式进行模拟, 对得到的数值预报产品进行诊断分析。模拟过程中采用高分辨率Blackadar边界层参数化方案、云层大气辐射冷却方案、简单冰相显示水汽方案; Guo积云对流参数化方案(粗网格), Grell积云对流参数化方案(细网格)。选取7月8日非台风暴雨两个例和8月3日台风暴雨两个例进行比较, 试图找出ZH指数对各种天气类型下的暴雨的指示意义。

## 2 结果与分析

**2.1 暴雨分型** 暴雨大多是中小尺度天气系统影响的结果, 但其发生、发展及消亡均受着环流形势背景及大尺度天气系统的制约和影响。对形成暴雨24h前的天气形式进行分型, 讨论预报效果并对其进行分析原因。经过长期统计显示<sup>[14]</sup>, 江苏区域性暴雨开始前24h的天气形势可大体分成槽前显脊型、副高边缘型、副高偏北型和台风型。从图1可以判断, 7月8日个例属于副高边缘型, 这里副高脊线位置定义为 $110^\circ \sim 150^\circ E$ 范围内副高体脊线与9条经线(每2条经线之间相差 $5^\circ$ )交点的纬度的平均值<sup>[15]</sup>; 而8月3日个例中, 5号台风东北向移动, 在日本海一带减弱, 倒槽辐合线伸向江苏造成暴雨, 属于台风型。

### 2.2 分型暴雨预报分析

**2.2.1 非台风暴雨个例。**从7月7日00:00~8日00:00 24h模拟降水图和24h实况降水(图2)可以看到, 虽然模拟降水整体位置符合, 但降水中心略有偏差。7月8日上海24h实况降水量是49.8 mm(虹桥机场气象台)、75.5 mm(Micaps实况资料), 模拟降水量为12.26 mm。

**2.2.2 台风暴雨个例。**从8月3日00:00~4日00:00 24h模拟降水和24h实况降水(图3)可以看到, 虽然强降水中心大体吻合, 但一些地区的降水量级仍然与实况有所差别。8月4日上海24h实况降水量是88.2 mm(虹桥机场气象台)、49.2 mm(Micaps实况资料), 模拟降水量为1.46 mm。

**2.3 ZH与实况降水量关系分析** 从2007年7月8日和8月3日个例实况降水与ZH指数随时间变化(图4)可以看出, ZH指数变化基本与实况降水量变化趋势一致, 说明可以利用计算ZH指数来指示降水量的变化, 进而对降水量进行预报。根据ZH指数诊断标准,  $ZH > 0$ 表示有降水,  $> 0.8$ 表示强降水, 对每小时降水量进行TS评分, 7月8日和8月3

**作者简介** 来小芳(1978-), 女, 黑龙江泰来人, 工程师, 硕士, 从事天气预报中尺度方面研究。

**收稿日期** 2014-10-20

日 ZH 指数对上海单站降水预报的 TS 评分分别为 0.594 5 和 0.585 4。从图 4 可以看出,ZH 指数对降水的指示与实际

降水基本吻合,表明 ZH 指数对降水的预报,尤其是强降水的趋势预警上,起了一定的作用。

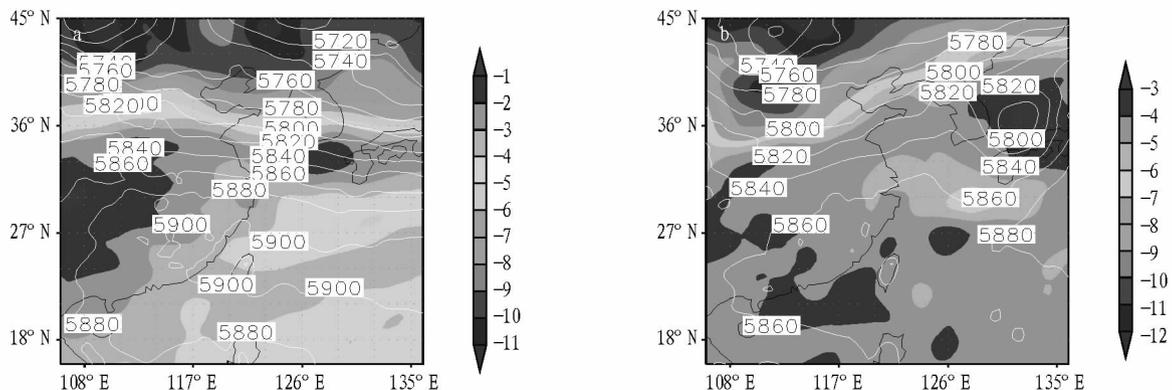


图 1 2007 年 7 月 8 日(a)和 8 月 3 日(b)500 hPa 形势场

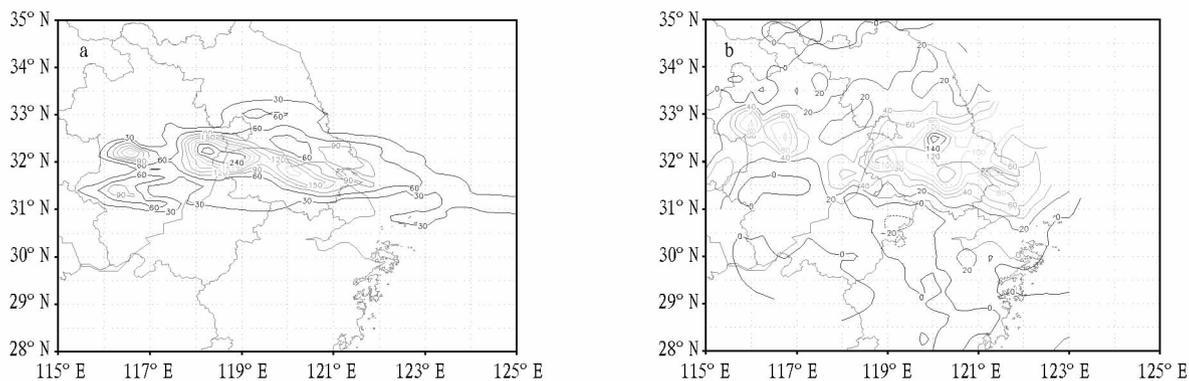


图 2 2007 年 7 月 7 日 00:00 ~ 8 日 00:00 24 h 模拟降水(a)和实况降水(b)(单位:mm)

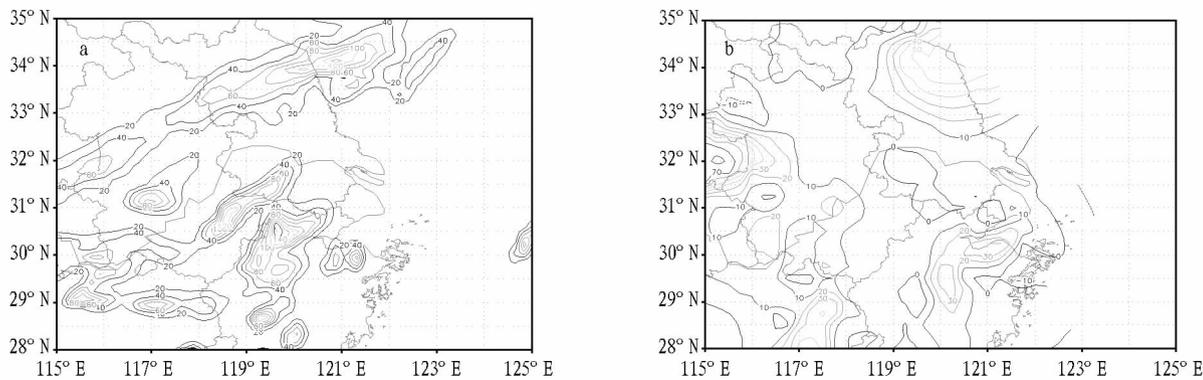


图 3 2007 年 8 月 3 日 00:00 ~ 4 日 00:00 24 h 模拟降水(a)和实况降水(b)(单位:mm)

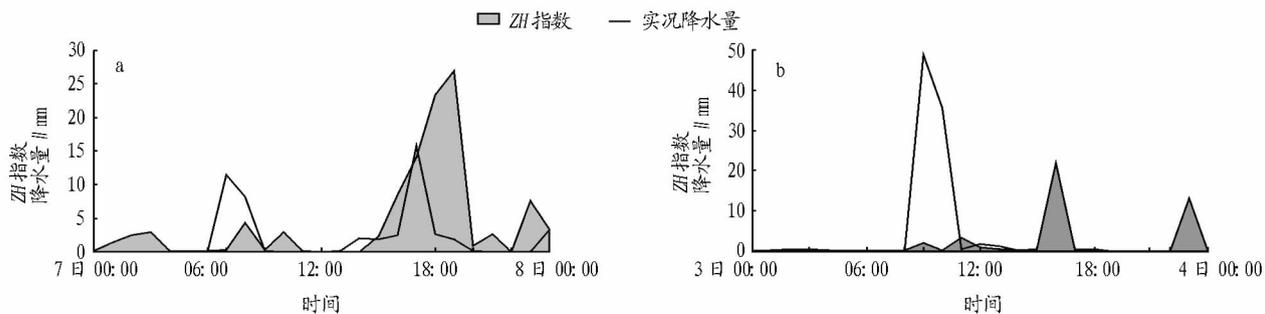


图 4 2007 年 7 月 7 ~ 8 日(a)和 8 月 3 ~ 4 日(b)实况降水与 ZH 指数随时间变化

北部因为较为闭塞偏僻的地理位置、落后的交通条件、匮乏的投资环境、投入资金不到位、行政性垄断壁垒使经济一直处于落后的地位。黑龙江省省在区域经济发展方面存在工业发展缓慢、对外开放度不够,而优势主导产业——农业,产业化水平低,没有开创良好的区域农产品品牌,致使优质的农产品仅能以低廉的价格出售。黑龙江省 2013 年的地区生产总值为 14 800 亿元,大大落后于江浙广,南北区域经济及其不平衡。在经济发展的主导作用下,黑龙江省财政收入大大落后于中部和南部地区,微薄的财政收入政府不能将过多的资金投入在人民生活的基础设施建设、医疗卫生保健、住房交通条件等方面,并落后于经济发展迅速的省市,这也是一个很大的驱动力,使高素质强劳动力的农村人口外流至江浙广一带打工创业。

**3.3 城乡二元经济发展结构** 二元发展结构是一个国家经济繁荣发展的必经之路,改革开放三十年来,在具有中国特色的“二元社会”的长期作用和延续,致使城乡的经济发展、经济结构的差异不断扩大,并产生负面的作用。这种负面的作用表现在农业生产规模的缩小、技术水平低下、农民收入低下、制约了农业的发展。农民收入偏低,不能拥有城镇居民在衣、食、住、行和教育等方面所优势条件。选取 2000 ~ 2012 年农村、城镇居民人均收入的数据相对比,在样本选取的 13 年中虽然农村和城镇居民人均纯收入都有所提高,但农村居民人均纯收入的年增长率远远落后于城镇居民。从二者纯收入比率来看,农村居民主要以重体力的农业生产为主要经济来源,其人均纯收入未达到城镇居民的 50%。可见仅以土地为生的农村人口的收入是非常微薄的。

**3.4 农村劳动力转移** 越来越多的农村青壮年转移至城镇

(上接第 11891 页)

### 3 结论与讨论

介绍了配料法用于暴雨预报,此方法利用上升强迫、不稳定、水汽、降水效率这几个成分组成了一个框架,针对不同天气类型,进行 ZH 指数的计算,得到了一些基本的结论。但也还存在很多不足,如文中用到的公式,权重系数是采用南通历史资料计算所得,更加适用于南通;针对分型,如果尝试使用不同的数值模拟参数化方案,可能会有更好的效果,这些均有待在以后的工作中逐步完善。

#### 参考文献

- [1] 寿绍文,励申申,姚秀萍. 中尺度气象学[M]. 北京:气象出版社,2003: 316-366.
- [2] 唐晓文,汤剑平,张小玲. 基于业务中尺度模式的配料法强降水定量预报[J]. 南京大学学报:自然科学版,2010(3):277-283.
- [3] 俞小鼎. 基于构成要素的预报方法——配料法[J]. 气象,2011(8):913-918.
- [4] 李俊,李武阶,廖穆山. 基于“配料”的梅雨锋强降水预报方法[J]. 气象,2006,32(9):3-8.
- [5] 来小芳,张艳玲,陆汉城,等. 配料法用于长江下游暴雨预报[J]. 南京气象学院学报,2007,30(4):556-560.
- [6] DOSWELL C A, III. The distinction between large-scale and mesoscale contribution to severe convection; A case study example[J]. Weather Fore-

cast, 1987, 2: 3-16.

接受更好的教育、享受更健全的社保制度,降低了对土地的依赖程度,而农业老龄人口还维持着“以土地为生”的传统思想。随着人口迁移流动加快和城市化进程的不断加速,经济和社会发展的不平衡相互作用,农业劳动力向外转移是加深了农村人口老龄化程度重要原因之一,与此同时也增大了应对农村人口老龄化的难度。

黑龙江省作为全国的农业大省,拥有富足的农业生产必须的土地资源。2012 年黑龙江省农用地面积 3 950.2 万  $\text{hm}^2$ , 占全省土地总面积的 83.5%, 而农村人口却仅占黑龙江省总人口的 18%, 也就是说我们用 18% 的人口耕种 83.5% 的土地供养 83% 的人口。但随着我国农业劳动力转移的客观现状,黑龙江省农业生产渐渐表现出“吸出模式,根据黑龙江省第二次农业普查结果显示,截止 2010 年黑龙江省已转移农村劳动力 400 万人同比增长 2%。拥有较高素质的青年农村人口选择转移至城镇,从事非农生产活动,农村人口的供需关系渐现不平衡状态,表现出需大于求的模式。综上所述,农业劳动力转移已成为造成农村人口老龄化的关键因素,不仅造成了农业老龄化还带来了数量少、低能化的负作用,这将对黑龙江省农村经济和农业发展带来了诸多的困扰。

#### 参考文献

- [1] 黑龙江省统计局,国家统计局黑龙江调查总队. 黑龙江省统计年鉴[M]. 北京:中国统计出版社,2000-2014.
- [2] 李旻,赵连阁. 农村劳动力流动对农业劳动力老龄化形成的影响——基于辽宁省的实证分析[J]. 中国农村经济,2010(9):68-75.
- [3] 张雪梅,黎万和,刘先莉. 中国社会转型期农村家庭养老存在的问题与对策[J]. 安徽农业科学,2008,36(6):2534-2535,2600.
- [4] DOSWELL H E, BROOKS, MADDOX R A. Flash flood forecasting: An ingredients-based methodology[J]. Weather Forecasting, 1996, 11(4): 560-581.
- [5] JANISH P R, CRISP C A, CORTINAS Jr J V, et al. Development of an ingredients based approach to forecasting winter weather in an operational environment[C]//Preprints, 15th Conf. on Weather Analysis and Forecasting. Norfolk, VA, Amer. Meteor. Soc, 1996:56-59.
- [6] NIETVELD D D, KENNEDY D A. Forecasting snowfall amounts: An ingredients-based methodology supporting the Garcia method[C]//Preprints, 16th Conf. on Weather Analysis and Forecasting. Phoenix, AZ, Amer. Meteor. Soc, 1998:385-387.
- [7] WETZEL S W, MARTIN J E. An operational ingredients-based methodology for forecasting midlatitude winter season precipitation[J]. Weather Forecasting, 2001, 16:156-167.
- [8] CORTINAS J V, Jr, DOSWELL C A. III. Comments on 'An ingredients-based methodology for forecasting midlatitude winter season precipitation'[J]. Weather Forecasting, 2002, 17:160-167.
- [9] 白乐生. 准地转 Q 矢量分析及其在短期天气预报中的应用[J]. 气象, 1988, 14(8):25-30.
- [10] 袁佳双,寿绍文. 1998 年华南大暴雨冷空气活动的位涡场分析[J]. 南京气象学院学报,2001,24(1):92-98.
- [11] 江苏省气象局预报课题组. 江苏重要天气分析和预报[M]. 北京:气象出版社,1988:62-67.
- [12] 李江南,蒙伟光,王安宇,等. 西太平洋副热带高压强度和位置的气候特征[J]. 热带地理,2003,23(1):35-39.