

文章编码: 1000-2022(1999) 01-0061-08

一种经验建模的客观分型方法及其应用

张丰启¹, 金保华²

(1. 山东省威海市气象局, 威海 264200; 2. 河南省周口地区气象局, 周口 466000)

摘要: 介绍一种应用常规历史天气图资料进行天气学客观分型的思路和方法。首先建立某种天气发生的若干环流模型, 然后确定各模型的判别条件和顺序, 由计算机进行自动分型, 得到各环流型样本, 实现客观分型。此方法应用于威海市冬季分区降水预报系统的天气分型, 降水模型物理意义明确, 识别条件实用, 系统自动化。指出了天气分型在数值预报产品释用中的重要性及应注意的问题。

关键词: 天气图; 经验建模; 客观分型; 数值产品释用

中图分类号: P456

文献标识码: A

天气学分型是预报业务中的一个重要环节, 特别在基层台站的业务研究中, 天气学分型为预报员分工合作提供了条件, 它使得每个研究者可以选择自己擅长的天气模型进行研究。天气学分型的自动化, 避免了人为的干预, 使分型更具有客观性。

关于天气分型国内已有较多的工作, 王京太^[1]研制了渤海、黄海偏北大风自动化预报系统, 童文林^[2]提出用综合相似系数和模糊变换进行客观分型。浙江省气象科研所^[3]研制的台风路径预报专家系统, 利用人一机结合和模糊聚类的方法进行了天气学分型。

本文给出的天气学分型, 是使用历史天气图资料, 根据影响系统而划分的, 通过经验建模, 吸收预报员丰富的实践经验, 经自动判别, 实现了环流分型客观化。此方法运用于威海市冬季分区降水预报自动化系统, 收到良好的效果。

1 经验建模、客观分型的思路和方法

大尺度大气环流奠定了天气发生、发展的基本特征, 天气学分型能够把不同环流形势下的降水区分开来, 在同一天气形势下寻求天气预报的规律, 更有利于认清问题的关键。

1.1 整理预报对象资料, 确定预报对象日

以降水为例(下同), 对于单站预报, 只要指定降水强度的标准, 即可确定资料中的降水日数, 对于分区预报, 则既要考虑降水的强度, 又要照顾降水覆盖的范围和落区。降水日标准的强弱, 直接影响降水日的样本个数, 也影响天气形势的建模。因此, 根据研究需要, 确定合适的降水日条件相当重要。

收稿日期: 1998-06-13; 改回日期: 1998-12-07

第一作者简介: 张丰启, 男, 1964 年 12 月生, 硕士, 工程师

1.2 反查降水日历史资料, 初建各类降水天气模型

反查所有降水日的天气形势, 结合天气预报的实际经验, 综合归纳出若干类天气模型。根据各类模型的基本特征, 初步给出模型的判别条件, 然后回代所有降水日样本资料, 查看降水日的入型情况, 把没有入型的降水日分离出来。

1.3 再查不入型降水日资料, 完善各类降水天气模型

分析所有未入型的降水日的资料, 如果不入型的降水日较多, 则首先考虑是否存在其他的降水模型; 其次是调整各型判别条件, 如果不入型的降水日不多, 则直接通过调整各型的判别条件, 使绝大部分降水日入型, 对极特殊的天气形势可作小概率事件处理, 不予考虑; 如果不入型的降水日很少, 则应适当加强各型的判别条件, 使其对形势的描述更为准确。

1.4 确定各种模型的判别顺序, 回代历史样本, 检验分型效果

为使得每一个天气形势只符合一种降水模型, 根据各模型的判别条件的特点, 确定天气分型的判别顺序, 回代所有历史样本, 检验分型的效果。

1.5 调整、确定模型的判别条件, 合理完成天气学分型

根据初步的分型效果, 调整判别条件, 使得各型的所有入型天数与所有入型降水日数保持一定比例。比例太大, 说明分型效果不好, 比例太小, 容易漏掉降水日。适当的判别条件, 使得分型合理, 为各型预报方法的研制打下坚实的基础。

2 经验建模的客观分型方法在自动化预报系统研制和运行中的应用

2.1 经验建模的客观分型方法在自动化预报系统研制过程中的应用

以威海市冬季分区降水预报系统为例, 介绍这种分型方法在系统研制和运行过程中的应用情况。威海市地处山东半岛的最东端, 冬季较强冷空气南下时, 大气低层(850 hPa 以下)与渤海、黄海北部暖湿海面间存在很强的层结不稳定, 低空很弱的辐合即可产生明显的雪花, 与冷空气南下形成的大风配合, 雪花漫天飞舞, 而实际雪量往往不足 0.1 mm。为考虑到这类地方性天气, 雨日标准定为: 全市四个测站中, 三个测站有降水; 或两个测站有降水, 其中有一测站降水 ≥ 0.1 mm。

利用 6 年(1988 年 ~ 1993 年) 11 月到次年 3 月共 908 天的 08 时 500 hPa 实况资料(其中雨日 297 个)进行天气学分型, 总结归纳了五种降水模型(见图 1), 其判别顺序为: 乌拉尔山阻塞高压, 亚洲中纬度平直型(以下简称乌阻平直型), 南支槽型, 中支槽型, 北支槽型和冷流槽型(见图 2)。其中冷流槽和北支槽可以说是山东半岛特有的降水天气形势。

乌阻平直型(图 1a): 环流特征表现为乌拉尔山有较强的高脊, 贝加尔湖有较深的低压, 亚洲中纬度环流平直。其判据是: $\overline{H}(70^{\circ}\text{E} \sim 80^{\circ}\text{E}, 52^{\circ}\text{N} \sim 57^{\circ}\text{N}) - \overline{H}(100^{\circ}\text{E} \sim 110^{\circ}\text{E}, 50^{\circ}\text{N} \sim 55^{\circ}\text{N}) \geq 120$ gpm, 且 $\overline{H}(100^{\circ}\text{E} \sim 105^{\circ}\text{E}, 40^{\circ}\text{N} \sim 42^{\circ}\text{N}) - \overline{H}(110^{\circ}\text{E} \sim 115^{\circ}\text{E}, 40^{\circ}\text{N} \sim 42^{\circ}\text{N}) \leq 30$ gpm。只要同时满足两个判据, 则认为是乌阻平直型。

南支槽型(图 1b): 环流特征表现为 $30^{\circ}\text{N} \sim 37^{\circ}\text{N}$ 的纬带上, 有南支槽存在。其判据是: $30^{\circ}\text{N}, 98^{\circ}\text{E} \sim 117^{\circ}\text{E}$ 范围有西南气流, $H(30^{\circ}\text{N}, 98^{\circ}\text{E}) < H(30^{\circ}\text{N}, 117^{\circ}\text{E})$, 且在 37°N , 低槽位于 $98^{\circ}\text{E} \sim 117^{\circ}\text{E}$ 之间。槽线存在的判据是: 在指定连线范围内的网格点高度的最小值, 不在纬线范围的两端。低槽强度的判据是: 指定连线范围内的网格点高度的最大值与最小值之差。实际应用中先判断是否有槽线, 有槽线时才计算低槽的强度。(以下各天气型槽线的判据与此相同)。

中支槽型(图 1c): 环流特征表现为 $37^{\circ}\text{N} \sim 41^{\circ}\text{N}$ 的纬带上, 有中支槽存在。其判据是:

41 °N, 槽线位于 98 °E ~ 115 °E 之间, 且在 37 °N, 低槽位于 98 °E ~ 117 °E 之间。

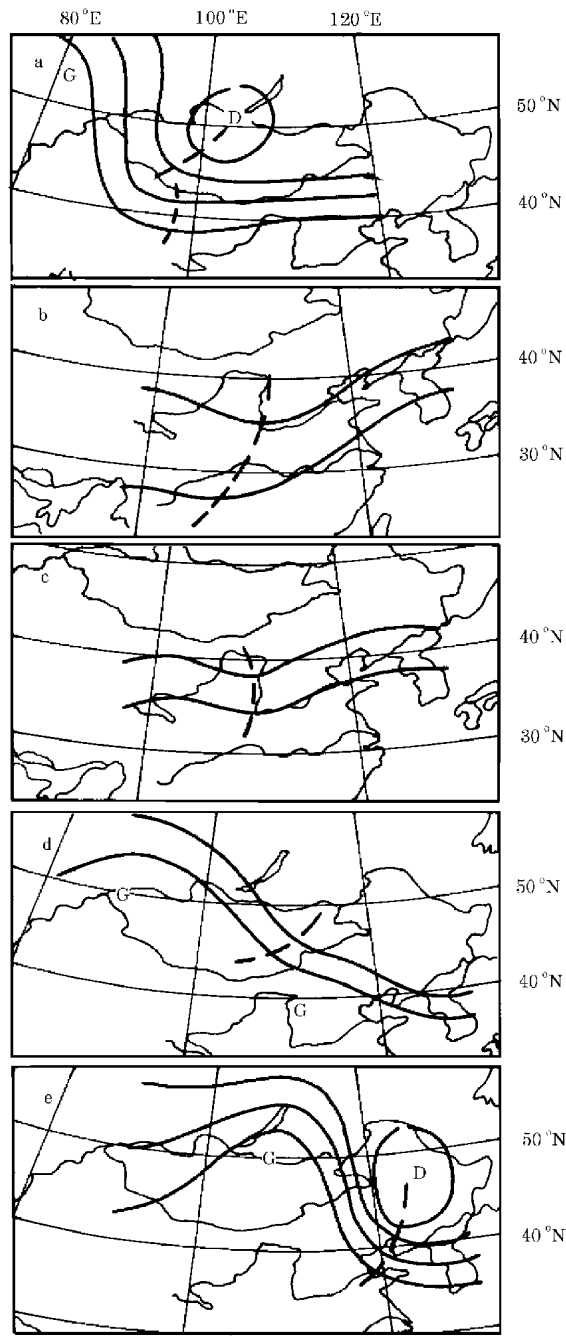


图 1 威海市冬季降水的五种天气型

a. 乌阻平直型; b. 南支槽型; c. 中支槽型; d. 北支槽型; e. 冷流槽型

Fig. 1 Five winter precipitation synoptic patterns for Weihai city

a. Ural-blocking-Aisa-zonal-flow; b. south-branch trough; c. middle-branch trough;
d. north-branch trough; e. cold-advection trough

北支槽型(图 1d): 环流特征表现为新疆北部是一高脊, 华东也有一弱高脊, 贝加尔湖西南部到华北是宽平的西北气流, 贝加尔湖南部有冷空气沿西北气流下滑, 与之配合, 西北气流中

有弱的小槽发展东南移。其判据是: 在点(95 °E, 50 °N) 和点(115 °E, 40 °N) 的连线上的网格点高度最小值不在两端; 或最大值与最小值之差< 40 gpm。

冷流槽型(图 1e): 环流特征表现为河套到贝加尔湖是较强的高脊, 东北是一个较强冷涡, 华北和东北西部有冷平流或横槽存在。其判据: $H(109^{\circ}\text{E}, 44^{\circ}\text{N}) - H(124^{\circ}\text{E}, 47^{\circ}\text{N}) > 260 \text{ gpm}$; 或 $H(110^{\circ}\text{E}, 40^{\circ}\text{N}) - H(117^{\circ}\text{E}, 44^{\circ}\text{N}) > 240 \text{ gpm}$; 或 $H(117^{\circ}\text{E}, 37^{\circ}\text{N}) - H(122^{\circ}\text{E}, 43^{\circ}\text{N}) > 200 \text{ gpm}$ 。这里是通过 500 hPa 等高线的密度反映了东北冷涡的强度, 间接指示了涡后冷平流的强度。由于要从历史天气图上读取资料, 为减少工作量, 判据着重于实用方面考虑。

根据以上五个降水模型的判别条件, 按图 2 所示的判别顺序, 由微机进行自动判别, 结果如表 1 所示。各型的比例分配与事实相符, 各型入型天数与所含雨日比例在 3 1 左右, 分型成功率为 99.6 %, 雨日概括率为 98.7 %, 其中 4 个雨日未能入型。

在基层台站业务系统研制过程中, 磁盘存放形式历史实时报文或格点资料往往是难以得到的, 这样就增加了自动分型的难度和工作量, 为尽可能减少工作量, 可以采用经验建模, 自动判别的方法。天气模型的判别条件力求简单实用。然后根据判别条件的需要, 使用历史天气图, 整理特征台站的资料, 输入微机, 完成自动分型和分型检验工作。在系统的业务运行时, 将从远程网络中得到的实时报文资料, 经检报和多元最优插值法^[4]的客观分析后, 根据特征台站的地理位置, 将判别条件移植到网格点上, 促成系统的全自动化运行。

表 1 威海市 1988 年~1993 年 11~次年 3 月 08 时 500 hPa 天气学分型结果
Table 1 500 hPa synoptic typing at 0800 BST from November to the next march in 1988~1993

降水模型	入型天数	含雨日个数	雨日所占比例(%)
乌阻平直型	108	30	10. 1
南支槽型	305	132	44. 4
中支槽型	101	37	12. 5
北支槽型	88	26	8. 6
冷流槽型	178	68	22. 9
无雨型	128	4	1. 3

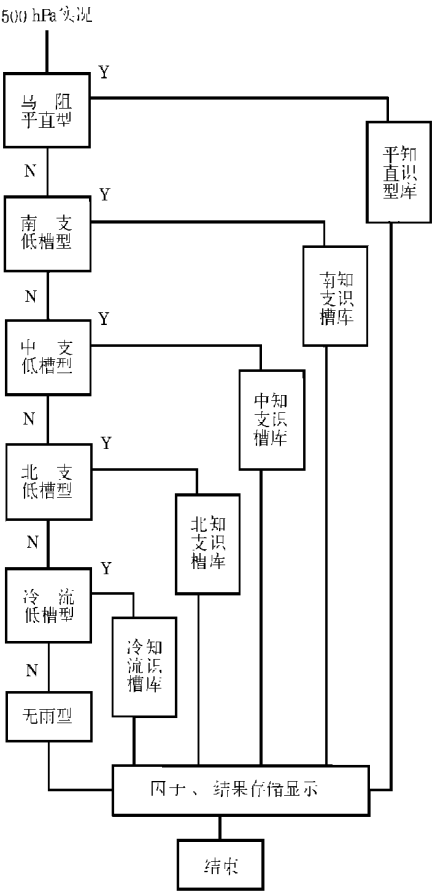


图 2 威海市冬季降水分区预报系统天气分型流程
Fig.2 Flow chart for the synoptic typing in the winter regional precipitation forecast system of Weihai city

的判别条件力求简单实用。然后根据判别条件的需要, 使用历史天气图, 整理特征台站的资料, 输入微机, 完成自动分型和分型检验工作。在系统的业务运行时, 将从远程网络中得到的实时报文资料, 经检报和多元最优插值法^[4]的客观分析后, 根据特征台站的地理位置, 将判别条件移植到网格点上, 促成系统的全自动化运行。

2.2 经验建模的客观分型方法在自动化预报系统业务运行中的体会

威海市冬季分区降水预报业务系统完成于 1996 年 11 月底, 同年 12 月开始试运行, 3 月中旬结束。其中 3 月份结果较差, 主要原因是系统移动太快, 超出了系统分型的判别区域; 冬季 (12 月~次年 2 月) 运行结果如表 2 所示, 分型成功率为 97.8%, 雨日概括率 90.9%, 总入型天数与所含雨日比例为 3:1, 预报成功率为 66.7%。

表 2 威海市冬季分区降水预报系统运行结果(1996 年 12 月~1997 年 2 月)

Table 2 Operational prediction results of the winter regional precipitation forecast system of Weihai city				
降水模型	入型天数	报对次数	空报次数	漏报次数
乌阻平直型	7	1	0	1
南支槽型	23	10	4	0
中支槽型	3	0	0	0
北支槽型	11	4	1	0
冷流槽型	17	3	1	1
无雨型	29			2

3 天气分型在数值预报产品释用中的应用

3.1 天气分型在数值预报产品释用中的重要性

天气系统的移动和变化伴随着天气现象的移动和变化, 不同的天气系统有其自身的特点和变化规律, 如以冷空气为主的天气系统来自北方, 低槽一般向东南方向移动; 以暖空气为主要势力的系统来自南方, 与其配合的低值系统一般向东北方向扩展。两者都能造成降水, 若将两种不同天气系统分开, 分别研究其移动规律和预报方法, 显然比较简便, 其规律性也较为明显; 若将两种天气系统混合起来研究, 其规律性就不明显, 因此在预报中, 天气分型是重要的。

在数值预报产品释用中, 天气分型同样是重要的, 这是因为目前各种业务模式下发的数值产品在时间上不是连续的, 而是离散的, HLA F 的下发的多时次预报产品相间也有 12 h, 两时次间大气环流的连续变化, 对数值产品释用者而言是未知的, 因此数值产品的释用包含着 12 h 时效的预报问题, 由此可以推论, 数值预报产品经过天气分型后的释用效果将会更好。

3.2 应用数值预报产品分型时注意的问题

注意充分利用数值产品的多时次优势。制作未来 24 h 预报需要考虑当天 20 时、第二天 08、20 时三个时次的天气形势及物理量分布, 可以利用当天 20 时和第二天 08 时的预报场作为天气分型的入型判别场, 用第二天 20 时的预报场做型内消空, 这样天气分型会更为准确。

经验建模、客观判别的天气学分型方法应用于数值产品的释用中应注意以下几个问题, 第一, 用于建模的环流形势应该是天气发生前最近时次的 08 时或 20 时资料, 即白天发生的天气用 08 时资料, 夜间发生的天气用 20 时资料。第二, 应用数值产品分型时, 对每个时次的数值预报产品进行释用, 这样只需研究 12 h 时效的预报方法, 在实际应用中即可制作不同时效的预报结果, 且不受上述应用个例中出现的季节变化影响。

4 结 语

(1) 本文介绍的天气学分型是一种经验分型, 通过自动判别实现了客观分型, 克服了经验

分型中天气系统不易被描述的困难。从使用情况看出, 这种方法是切实可行的。

(2) 使用常规的历史天气图资料进行天气分型和自动判别的方法, 特别适合于条件较差的基层台站; 实践证明, 在业务运行中, 根据特征台站的地理位置, 将判别条件移植到经多元最优插值客观分析后的网格点资料上的做法是可行的。

(3) 数值预报产品释用包含天气形势的预报, 因此天气分型是重要的。在使用数值预报产品分型时, 可利用产品的多时次优势, 使分型准确可靠。

参考文献

- [1] 王京太. 渤海、黄海偏北大风自动化预报系统[J]. 气象, 1989, 15(4): 22-24
- [2] 童文林. 客观分型和数值预报产品相结合的短时预报方法[C]. 见: 国家气象局天气预报警报管理司编. 首次全国短时天气预报经验交流会文集. 北京: 气象出版社, 1991. 80-84
- [3] 朱乾根, 寿绍文, 林锦瑞. 等. 天气学原理和方法[M]. 北京: 气象出版社, 1992. 351-376
- [4] 沈桐立, 温市耕, 周慧喜. M O M S 中尺度模式的多元最优插值客观分析方法[J]. 应用气象学报, 1996, 7(2): 195-202

A METHOD OF EMPIRICAL MODELING AND OBJECTIVE TYPING AND ITS APPLICATION

ZHANG Feng-qi

(Weihai Meteorological Bureau, Weihai 264200)

JIN Bao-hua

(Zhoukou Meteorological Bureau, Zhoukou 466000)

Abstract: This paper introduces an objective synoptic typing method which uses the routine historical synoptic data. Some circulation patterns associated with a weather phenomenon are empirically summed up at first, discriminant conditions and sequence for each pattern are then determined. On the above basis, historical samples for each pattern can be obtained and automatically objective typing of circulations completed with computers. This method is used to develop the winter regional precipitation forecast system of Weihai city. The system has many characteristics such as the precipitation circulation patterns have clear physical means, the discriminant conditions are practical, and the system is automatic. At last the importance of synoptic typing in the interpretation and utilization of numerical products and several relevant points for attention are discussed.

Keywords: synoptic chart; empirical modeling; objective typing; interpretation and utilization of numerical products