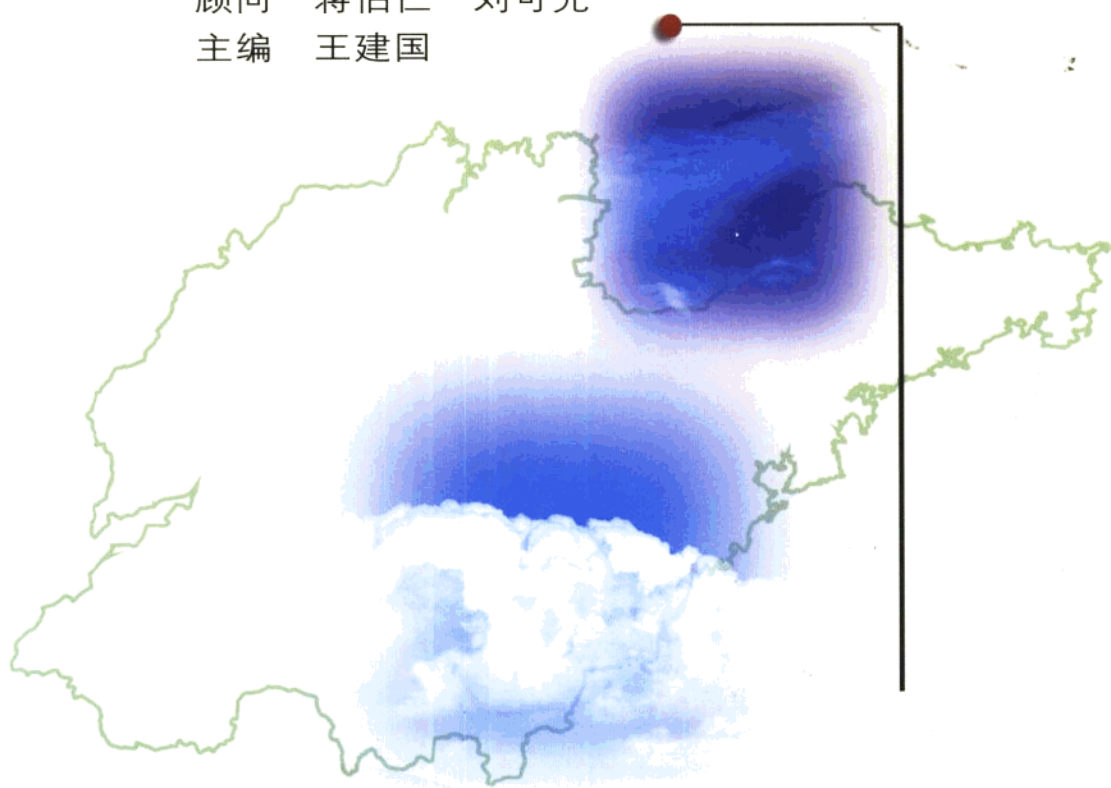


山东省天气预报 逐级指导技术研究

顾问 蒋伯仁 刘可先

主编 王建国



— 气象出版社

山东省天气预报 逐级指导技术研究

顾问 蒋伯仁 刘可先
主编 王建国

气象出版社

内 容 简 介

山东省气象局作为“天气预报逐级指导技术研究”项目的主要参加单位,于1996年底组建成立了“常规天气要素分县预报逐级指导技术研究”、“暴雨落区预报逐级指导技术研究”和“雷电落区预报逐级指导技术研究”等子课题组,通过近5年的努力,取得了许多重要成果。

本文集收集了各子课题组1996年来的研究成果共57篇,文章包括从课题立项起的研究成果、各类预报方法对比、各子课题组开展对比试验的结果及各子课题组的最终研究结论。从不同侧面反映了山东省“天气预报逐级指导技术研究”的研究现状。

本书适合广大气象工作者学习参考。

图书在版编目(CIP)数据

山东省天气预报逐级指导技术研究/王建国主
编. —北京:气象出版社,2001.10
ISBN 7-5029-3268-2

I. 山… II. 王… III. 天气预报-方法-文集
IV. P456-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 073243 号

山东省天气预报逐级指导技术研究

顾问 蒋伯仁 刘可先

主编 王建国

责任编辑:王小甫 终审:黄润恒

封面设计:彭小秋 责任技编:刘祥玉 责任校对:李明

气象出版社出版发行

(北京市海淀区中关村南大街46号 邮编:100081)

* * *

北京市白河印刷厂印刷

开本:787×1092 1/16 印张:16 字数:403千字

2001年10月第一版 2001年10月第一次印刷

印数:1~600

ISBN 7-5029-3268-2/P·1149

定价:35.00元

序

随着科学技术的迅速发展,我国天气预报的业务技术水平已得到极大的提高。中国气象局在 20 世纪 80 年代初确立了以数值分析预报产品为基础,综合运用各种气象信息和预报技术方法的天气预报技术路线,在这条技术路线指引下,我国数值天气预报业务获得了快速发展,目前我国的 T106L19 的水平分辨率达到了 $1.125^{\circ} \times 1.125^{\circ}$,可用预报时效达到了 5 天,预报质量明显提高,每天提供 1864 个场供预报员使用。HLAFS 产品的水平分辨率达到了 $0.5^{\circ} \times 0.5^{\circ}$,垂直分辨率达到了 21 层。水平和垂直分辨率更高的 T213L31 中期数值预报模式也即将投入业务运行。“9210”工程的实施使大量的气象信息,特别是我国数值分析预报产品能够及时传送到各级台站,为各级台站开展天气预报业务提供了更加广泛的信息保障。

气象现代化技术的发展与进步,使传统的天气预报作业方式越来越不适应气象业务发展的要求,预报体制中长期存在的上下一般粗的现象没有得到根本改变,重复劳动现象严重。同时各级台站缺乏有效的客观、量化预报方法和气象预报产品,使气象现代化效益得不到应有的发挥。为了充分发挥上级台,特别是国家气象中心和省气象台的技术人才、设备等方面的优势,减少下级台站不必要的重复劳动,最终在各级气象台站形成分工明确、有机结合、相互配套的逐级指导预报业务体系,促进我国天气预报业务体系向集约型转变,促进预报服务质量的不断提高,中国气象局于 1996 年底组织了“九五”重点课题“天气预报逐级指导技术研究”的立项研究工作,由国家气象中心、气象科学研究所和山东、江西、云南等省市气象局参加了该课题的研究工作,并在山东、江西等省开展了该项目的对比试验,取得了许多重要成果,首次在国家级实现了制作全国 2000 多个站点的常规天气要素 1~5 天逐日滚动预报,实现了在省台制作暴雨、冰雹落区指导预报,迈出了天气预报业务向集约型转变、预报产品向客观、量化转变的重要步伐。

作为该项目的参加者和试点省,山东省气象局为该项目的顺利进行,投入了大量的资金、人员和设备。经过近五年的研究和三年严格的对比试验,取得了许多重要成果,为我国天气预报技术体制改革提供了客观、可靠的数据。并首先在全省实现了预报逐级指导技术业务化,为在我国全面建立预报逐级指导技术业务体制进行了积极的探索,积累了宝贵经验。

深化天气预报技术体制改革是提高气象业务现代化建设总体效益的必由之路,建立新一代的天气预报业务系统和预报业务流程,努力提高天气预报准确率,是 21 世纪我国天气预报业务发展的重要任务。分工合理、有机结合、减少重复、提高效益的天气预报逐级指导技术体制是我国天气预报业务的发展方向。

中国气象局科教司司长

章 国 材

2001 年 5 月 18 日

前言

随着我国气象事业的进一步发展,中期数值预报业务技术有了重大突破,数值预报产品的质量有了较大提高。特别是“9210”工程投入业务运行后,气象通信瓶颈已得到了较好的解决,各级台站每天能够获取大量的气象信息资料。然而,各级台站在制作中、短期天气预报产品时,使用了基本相同的资料和方法,重复劳动现象非常严重。同时,随着我国社会经济的飞速发展,各行各业对气象产品的需求日益增长,对预报精度的要求也越来越高。现有的天气预报产品的数量和质量及分辨率已经难以满足社会各界的需求,我国现有的天气预报作业方式也越来越不适应气象事业发展的需要。为此,中国气象局“九五”期间设立“天气预报逐级指导技术研究”课题。旨在研究充分利用我国数值预报产品资料,进一步提高常规天气要素预报准确率和分辨率,提高暴雨、冰雹等灾害性天气预报准确率,并通过对我国各级气象台站人才、设备、技术等资源配置分析,确立各级台站的优势,从而为在我国建立起逐级指导、上下配套、有机结合的,既最大限度地减少重复劳动,又提高了预报精度和分辨率的新的预报业务技术体制提出建议和依据。

山东省气象局作为中国气象局“天气预报逐级指导技术研究”项目的主要参加单位,参加了该项目的研究工作,并成立了与总课题组相配套的“常规天气要素分县预报逐级指导技术研究”、“暴雨落区预报逐级指导技术研究”和“冰雹落区预报逐级指导技术研究”等三个课题组,吸收了山东省省、市级气象局的优秀气象科技人员参加该课题的研究工作。各子课题组于1996年底组建以来,从基础资料的采集、预报技术方法的收集、开发和各级台站预报经验总结等方面入手,积极开展研究工作,通过近5年的努力,取得了许多重要成果。其中,“常规要素”课题组建立了山东省分县1~5天日最高最低温度、降水量逐日滚动预报方程和配套预报方法,实现了全省常规天气要素的落点预报,为各级台站常规要素预报质量的提高和城市环境预报等气象服务的开展提供了重要依据。“暴雨落区”、“冰雹落区”课题组从预报方法研究入手,充分利用我国数值预报产品资料,建立了全省暴雨、冰雹落区预报方法。

课题组本着边研究、边应用、边开展对比试验的原则,积极开展工作。自1998年6月开始,各子课题组陆续在省、市、县三级气象台站开展了业务对比试验工作。通过对比试验,课题组认为:常规要素指导预报产品应由国家级制作,省级进行客观配套订正,由市、县应用和进行临近订正;“暴雨落区”、“冰雹落区”指导预报应由省级台站制作,由市级台站利用地方经验优势和相关气象信息建立配套订正预报方法,由县站利用短时天气预报有关经验进行临近订正。该业务流程有利于预报产品质量的进一步提高。

本文集收集了1996年来山东省各子课题组的研究成果共57篇。文章包括从课题立项起的研究成果、各类预报方法对比、各子课题组开展对比试验的结果及各子课题组的最终研究结论。从不同侧面反映了山东省“天气预报逐级指导技术研究”的研究现状。书中如有不当之处,请广大读者给予批评指正。

在此,对给予该项目大力支持的各级领导、专家和全体技术人员表示衷心感谢!

山东省“天气预报逐级指导技术研究”

课题组组长

蒋伯仁

2001年2月2日

目 录

常规要素预报逐级指导技术研究

常规气象要素逐级指导预报上下配套方法探讨.....	王建国	李玉华	(1)
常规气象要素客观预报方法在天气预报中的作用.....	王建国	李玉华	(7)
T106 产品在温度预报中的应用效果检验.....	李玉华	徐春娟	(11)
T106 数值降水预报产品降水预报效果检验.....	林曲凤	王家芬	高 慧(15)
关于县站天气预报制作有关问题的思考	王家芬	姜顺殿	闫丽凤(18)
国家常规气象要素指导预报效果检验	李玉华	王建国	耿 勃 吴 炜(21)
降水分级客观预报方法研究	李玉华	王建国	耿 勃 吴 炜(26)
综合指标方法在降水分级预报中的应用	王建国	李玉华	耿 勃 吴 炜(30)
客观预报中的因子处理方法探讨	王建国	李玉华	耿 勃 吴 炜(35)
6 月份中支槽与烟台市降水			姜俊玲(40)
如何综合应用各种降水指导产品制作短期预报 ...	王家芬	闫丽凤	矫卫兵 石 莹(44)
MOS、PP 预报方法预报效果对比检验	李玉华	耿 勃	吴 炜 王建国(50)
动态 MOS 预报方法	李玉华	王建国	耿 勃 吴 炜(53)
经验指标在地级台站预报中的应用	王家芬	闫丽凤	姜俊玲(57)
冬季分县降水配套预报方法研究	王家芬	宋洪盛	高瑞华 李 艳 矫卫兵(63)
泰安 7 月分县降水概率预报	张 杰	范维申	杨瑞峰 陈叶婷(71)
卡尔曼滤波方法在极端气温预报中的应用及与 PP 预报等方法的对比分析...			
.....	李玉华	车培珍	袁佳双(74)
烟台市高温过程的统计分析		石 莹	高 慧(80)
分县逐日最高、最低气温的客观自动预报方法的研究.....			
.....	李 刚	闫丽凤	于希里 唐世浩(85)

暴雨落区逐级指导预报技术研究

山东省暴雨落区预报逐级指导对比试验结果分析			
.....	李昌义	顾润源	张 枫 孙兴池 张少林 邹树峰(89)
山东区域性暴雨和局地性暴雨物理量场特征分析(摘要)			
.....	李昌义	顾润源	张少林 杨晓霞(93)
非线性因子预报山东暴雨站数的研究(摘要)	李昌义	顾润源	孙兴池 张 枫(94)
客观暴雨面预报在暴雨落点预报中的应用(摘要)			
.....	李昌义	顾润源	张 枫 孙兴池 张少林 邹树峰(95)
物理量综合指数预报山东暴雨落点方法研究(摘要)	李昌义	顾润源	张 枫(96)
集对分析在暴雨预报集成配套方法中的应用(摘要)			
.....	王繁强	郑美琴	王纪秀 于怀征(97)
“9711”号台风外围特大暴雨过程中的三层锋区结构			

.....	张兴强	张 杰	邢纪元(98)
“99.8.11”山东特大暴雨的数值模拟分析	张 飒	黎清才	刘诗军(101)
日照市单站暴雨客观预报方法研究	王纪秀	王繁强	于怀征(105)
HLAFS 和 JMC 对山东汛期大范围暴雨过程的预报检验	张 飒	李昌义	(108)
一次鲁南、鲁西特大暴雨云图特征分析	张少林	顾润源	周雪松(112)
一次特大暴雨过程的触发和维持机制	张兴强	姚广庆	王 焱(116)
影响我国北方不同路径热带气旋平均环流特征及暴雨落区(摘要)			
.....	顾润源	李昌义	张少林 邹树峰(123)
1998 年 7~8 月 HLAFS 山东降水预报检验(摘要)	李昌义	顾润源	张 飒(124)

冰雹落区预报逐级指导技术研究

山东省 4~6 月冰雹气候特征分析	杨晓霞	张爱华	贺业坤(125)
山东省降雹天气系统特征场分析	杨晓霞	张爱华	贺业坤(130)
山东省大范围冰雹天气环流形势场特征	杨晓霞	张爱华	贺业坤 朱平盛(135)
山东省大范围降雹气候特征和环境场分析	朱平盛	杨晓霞	张爱华 贺业坤(139)
威海市冰雹天气气候特征分析	张丰启		崔 晶(145)
德州冰雹云雷达回波若干特征统计	袁茂荣	柳 林	张幼勤(151)
山东省冰雹资料查询系统	刘素芳	张爱华	杨晓霞 贺业坤 张国平(155)
创建帮助系统的一种方法	刘素芳		杨晓霞(160)
1997 年 4 月 28~29 日冰雹天气过程分析			
.....	杨晓霞	张爱华	贺业坤 朱平盛 张国平(163)
连续冰雹天气的物理量场特征	杨晓霞	张爱华	贺业坤(168)
山东省冰雹分县预报方法研究与试验			
.....	杨晓霞	张爱华	贺业坤 朱平盛 张国平(174)
多指标叠套和权重系数相结合的冰雹客观分县预报系统			
.....	杨晓霞	张爱华	贺业坤 朱平盛 刘素芳 李 峰(181)
山东省冰雹逐点判别客观预报方法	柳 林	贺业坤	杨晓霞(186)
相似离度在山东省冰雹逐级指导技术中的应用	张丰启	张爱华	贺业坤(191)
德州市冰雹分片客观预报方法	柳 林	张国胜	李寿法(196)
东营市冰雹预报自动化系统	张经珍	孙秀忠	郝家学(205)
一个客观自动化的降雹预报方法			
.....	柳 林	张善君	朱平盛 赵秀英 吴宝俊 胡胜常 彭治班(208)
山东省冰雹相似预报业务系统及其自学习功能	张丰启	张爱华	(212)
计算机图形识别在冰雹预报中的应用			张丰启(216)
HLAFS 数值预报产品检验	杨晓霞	刘素芳	张爱华 贺业坤(220)
冰雹客观预报中的物理量参数指标检验		李 峰	杨晓霞(224)
气流边界的一种客观分析方法(译文改编)	杨晓霞	张爱华	吴宝俊(226)
中纬中尺度持续对流区对大尺度环境影响的数值试验(译文改编)			
.....	朱平盛	赵秀英	吴宝俊 张爱华 贺业坤 杨晓霞(233)
雷达反射率参量与风暴生命史的关系(译文改编)	朱平盛		冯桂力(240)

常规气象要素逐级指导预报 上下配套方法探讨

王建国¹ 李玉华²

(1 山东省气象局, 2 山东省气象台, 邮编: 250031)

提 要 通过对各级要素预报效果分析对比, 说明了上级指导预报有较好的应用价值; 探讨了下级台站如何在重复上级台站劳动的基础上, 利用上级指导预报产品, 发挥地方优势及地方经验, 建立上下配套方法, 提高上级指导预报产品的准确率及分辨率。

关键词 常规要素 逐级指导 配套方法

引 言

中国气象局“九五”重点课题“天气预报逐级指导技术研究”课题的初步成果表明, 随着我国数值预报产品质量的提高, 预报可用时效的延长, 国家级完全有能力制作 1~5 天逐日滚动要素分县预报, 其预报精度能够达到较高预报水平^[2]。该结论的产生, 使下级台站面临着一个严重的挑战: 下级台站对外发布的常规要素预报质量怎样才能高于上级指导预报水平? 因此, 下级台站如何充分利用上级指导预报产品, 建立配套预报方法, 进一步提高预报准确率及预报分辨率, 这既是目前需要认真研究解决的问题, 也是关系建立新预报业务技术体制的重要问题。

1 常规气象要素逐级指导预报试验情况分析

我国目前有五级台站, 每一级台站都在用基本相同的资料和方法制作各自的常规气象要素预报, 重复劳动非常严重。而上级台的技术、设备、人才等优势, 特别是国家气象中心数值预报产品资料的优势显现不出来。那么, 怎样才能充分发挥上下级台站的优势, 最大限度地减少重复劳动, 提高预报准确率与分辨率, 以便实现最佳、最流畅、最高效的逐级指导预报体制? 这个“级”是目前的五级还是四级、三级、二级呢? 上级指导预报产品是否可用? 为此, 中国气象局立项的“天气预报逐级指导技术研究”课题本着边研究、边应用、边实践、边总结提高的指导思想, 于 1998 年 6 月 15 日起开始发布部分试点省的 1~5 天常规气象要素(降水分级、日最高、最低温度)分县滚动预报, 并开展了预报对比试验。试验规定: 试点省份首先要充分利用现有资料, 在没有看到上级指导预报产品的基础上, 制作独立预报, 参考上级(国家级)指导预报产品制作订正预报, 将订正预报与国家级指导预报同时发到市台; 试点市充分利用现有资料, 在没有看到上级指导预报产品的基础上, 制作独立预报, 参考上级(国家级、省级)指导预报产品制作订正预报, 将订正预报与上级(国家级、省级)指导预报同时发到县站; 试点县不参考上级指

导预报,充分利用现有资料制作独立预报,参考上级(国家级、省级、市级)指导预报产品制作订正预报。由此,对于某试点县,可产生7个常规要素预报结论(国家级指导预报、省级独立预报、省级订正预报、市级独立预报、市级订正预报、县级独立预报、县级订正预报)。

根据中国气象局天气司《天气预报业务规定》中的指导预报评分方案规定,对山东省各试点站进行预报评定,表1是7、8、9月份试点站牟平的各级1~5天逐日滚动最高、最低温度、降水预报评分统计结果。

1.1 国家级预报有较好的指导意义

从表1可以看出:各级温度预报效果明显,不论是短时效还是长时效,国家级指导预报平

表1 牟平站1998年7~9月各级温度预报平均误差(℃)、
降水预报晴雨、Ts准确率(%)对照表

预报时效(h)		24				48				72				96				120			
制作单位		T_M	T_m	Q_H	T_s	T_M	T_m	Q_H	T_s	T_M	T_m	Q_H	T_s	T_M	T_m	Q_H	T_s	T_M	T_m	Q_H	T_s
7月	国家指导	1.8	1.6	58.1	19.0	1.8	1.9	71.0	23.5	2.1	1.8	58.1	23.5	2.6	2.0	51.6	20.8	2.5	1.9	54.8	28.6
	省独立	1.9	2.6	72.0	20.0	2.6	2.4	64.0	35.3	2.7	2.9	56.0	31.3	3.1	2.5	64.0	43.8	3.0	2.3	48.0	22.2
	省订正	1.8	3.0	68.0	20.0	2.5	2.9	52.0	27.8	2.5	2.5	44.0	26.3	2.5	3.3	56.0	35.3	2.9	3.7	61.5	27.3
	市独立	2.2	2.0	77.4	43.8	2.9	2.1	71.0	40.0	2.7	2.0	71.0	47.4	2.4	2.1	54.8	40.0	2.3	2.3	64.5	40.9
	市订正	1.9	2.1	74.2	35.3	2.5	2.0	71.0	40.9	2.5	2.0	64.5	38.1	2.5	2.0	64.5	47.8	2.2	2.2	54.8	29.6
	县独立	2.2	2.1	76.7	47.1	2.8	2.6	63.3	42.9	2.3	2.3	50.0	30.4	2.5	2.1	46.7	25.0	2.9	1.9	40.0	28.0
	县订正	2.5	2.0	72.4	41.2	2.6	2.3	69.0	45.0	2.5	2.1	72.4	52.6	3.1	2.1	51.7	30.4	2.6	2.4	44.8	29.6
8月	国家指导	0.9	0.9	67.7	41.2	1.5	1.3	71.0	25.0	2.0	1.1	64.5	22.2	1.6	1.2	38.7	25.0	1.5	1.5	41.9	5.3
	省独立	1.7	2.1	83.3	37.5	1.9	2.2	79.2	40.0	2.6	2.5	70.8	35.7	2.2	2.8	58.3	35.7	2.9	2.5	54.2	35.3
	省订正	1.7	1.7	75.9	27.3	1.8	1.8	82.8	46.2	2.7	1.9	62.1	30.0	2.4	2.2	51.7	31.6	2.7	2.0	51.7	26.3
	市独立	1.4	1.7	77.4	41.7	1.8	1.6	67.7	35.3	1.9	1.8	58.1	30.0	1.9	1.9	61.3	36.8	1.8	1.8	64.5	38.9
	市订正	1.3	1.3	77.4	46.7	1.6	1.4	71.0	29.4	2.2	1.4	58.1	36.4	1.8	1.7	51.6	28.6	1.9	1.3	48.4	27.3
	县独立	1.5	1.3	67.7	25.0	2.0	1.7	51.6	22.7	1.9	1.9	48.4	30.4	2.1	2.0	51.6	31.8	2.2	2.1	38.7	17.4
	县订正	1.3	1.3	83.3	53.8	1.5	1.4	76.7	33.3	2.0	1.6	60.0	38.1	1.6	1.4	53.3	33.3	2.5	1.6	46.7	20.0
9月	国家指导	1.9	2.0	91.7	0.0	1.6	1.6	79.2	0.0	1.8	1.7	75.0	32.3	2.2	1.7	75.0	25.0	2.5	1.8	75.0	0.0
	省独立	1.7	2.4	89.3	33.3	2.1	2.8	88.9	50.0	2.4	2.7	73.1	22.2	3.2	2.4	72.0	30.0	3.5	3.3	79.2	14.3
	省订正	1.9	2.6	84.0	16.7	2.3	2.8	88.0	42.9	2.1	3.1	79.2	37.5	2.6	2.5	69.6	22.2	2.9	2.9	69.6	0.0
	市独立	1.9	1.9	85.7	42.9	2.5	1.6	81.5	40.0	2.8	2.4	69.2	0.0	3.0	2.4	76.0	45.5	3.6	2.5	79.2	16.7
	市订正	1.8	2.0	89.7	33.3	2.1	1.9	89.3	37.5	2.5	2.7	70.4	10.0	2.5	2.0	80.8	54.5	3.2	2.3	76.0	25.0
	县独立	2.4	2.3	82.1	37.5	2.8	2.2	77.8	33.3	2.9	2.2	65.4	30.8	3.2	2.1	64.0	10.0	3.1	2.4	70.8	22.2
	县订正	2.2	2.5	88.9	33.3	2.4	2.2	88.5	37.5	2.8	2.6	76.0	22.2	2.5	2.1	83.3	55.6	2.7	1.9	69.6	12.5

均误差最小,高于省级、市级、县级独立预报水平与订正预报水平;省、市、县对各时效的温度预报基本没有订正能力,绝大部分的订正预报水平低于国家级指导预报;下级台站通过参考上级指导预报产品,能够部分降低独立预报的误差,如8月份的24小时最低温度预报,省级独立预报误差为2.1℃,通过参考上级指导预报后的平均误差为1.7℃,降低了0.4℃,市台独立预报为1.7℃,参考上级指导预报后的平均误差为1.3℃,比独立预报降低了0.4℃。

国家级降水预报有一定的参考意义,以晴雨预报准确率为例,国家级指导预报的48小时以上预报准确率高于县站独立预报的准确率、大部分高于或接近省、市级独立预报的准确率;下级的24小时预报准确率基本高于国家级指导预报水平,9月份略低于国家指导预报水平。

国家级降水指导预报的降水等级预报准确率有待提高,其预报量级偏大。

1.2 下级台站的订正预报水平有待提高

下级台站对上级指导预报的订正水平不高,在温度预报中最为突出,各预报时效的订正预报误差基本都高于国家指导预报,如9月份48小时最高温度国家指导预报平均误差为 1.6°C ,省级订正后误差为 2.3°C ,市级订正后误差为 2.1°C ,县级订正后误差为 2.4°C ,比国家指导预报高 0.8°C 。降水预报也存在这类问题,如7月份48小时降水预报,国家级降水晴雨预报准确率为71.0%,省级订正后为52.0%,市级订正后为71.0%,县级订正后为69.0%。

从分析中可以看出,国家级要素指导预报有较好的预报水平,有重要的参考应用价值,随着“天气预报逐级指导技术研究”课题的深入,国家级常规气象要素预报方程将进一步优化完善,预报准确率也将进一步提高。面对预报准确率、分辨率较高的上级指导预报产品,如何在最大限度减少重复劳动的基础上,建立上下配套方法,提高预报产品的质量是下级台站面临的突出问题。

2 下级台站配套方法探讨

国家级气象要素指导预报的方法主要是采取客观预报方法,其预报效果的好坏取决于是否选取了最优方法,是否选取了最佳预报因子。假设客观预报方法是最优方法,预报因子是最优因子,由于大气变化并不是线性的,因此再好的预报方法也会有预报误差,这就为下级台站建立上下配套方法,进一步提高指导预报的质量提供了理论依据。

下级台站能否提高预报质量?分析各级台站的优势不难发现,上级台站虽然有技术、设备、人才等方面的优势,但由于气象变化的地方性强,对地方预报经验的获取,上级台站的优势不比下级台站强。对于临近预报,当地台站具有较强的看天优势。因此,下级台站应该具备订正预报能力。

2.1 温度配套方法探讨

2.1.1 国家级温度预报的优、缺点分析

从表1中可以看到,国家级温度预报有其突出的优点,其各时效的平均预报准确率(误差最小率)基本高于下级各级的预报。国家级指导预报同样也存在缺点,为了找出国家级指导预报的缺点,进一步提高其预报准确率,我们分析了1998年7月1日~9月30日指导预报的温度预报误差。通过分析发现,各预报时效具有以下特点:

(1) 在各预报时效的高温、低温预报误差超过 3°C 的日数中,预报值高于实况的日数远远多于比实况低的日数,分别为5/7~6/7和2/7~1/7。

(2) 在各预报时效对某一实况日的预报误差值(偏高或偏低、偏离或接近实况)的趋向一致,如:7月16日最高温度实况为 25.5°C ,24小时预报误差为 -5.3°C 、48小时为 -6.9°C 、72小时为 -7.5°C 、96小时为 -8.5°C 、120小时为 -7.9°C ,9月16日最低温度实况为 25.5°C ,24小时预报误差为 5.7°C 、48小时为 3.1°C 、72小时为 2.6°C 、96小时为 3.0°C 、120小时为 1.3°C 。

(3) 预报负误差(预报偏高)较大的日数中,实况出现降水的占80%,20%的为无降水日;预报正误差(预报偏低)较大的日数中,实况出现晴天的占86%,14%的为降水日。说明指导预报在降水日的温度容易报高,在晴朗的天气里容易报低。

(4) 预报绝对误差大于 3°C 时,温度24小时变化大于 5°C 的占90%,占7~9月出现24小时温度变化大于 5°C 的8/9。由此可见,当温度出现较大变化时,指导预报的预报效果较差。

2.1.2 温度配套预报方法

通过对国家级指导预报的误差分析,我们可以得出这样的结论:在天气变化较大时,预报误差较大,需要进行订正;在天气变化不大时基本不用订正。因此,要进一步提高温度预报的准确率,需要建立天气突变过程的温度预报配套方法,通过建立科学的配套订正预报方法,进行科学合理的订正。

2.2 降水配套方法探讨

2.2.1 国家级降水预报的优、缺点分析

分析国家降水指导预报结果可以看出,国家级指导预报的漏、空报次数都较多,其中以空报为最多。如7~9月对牟平站的86次预报中,24小时空报次数为27次、48小时空报次数为19次、72小时空报次数为21次、96小时空报次数为31次、120小时空报次数为28次;24小时漏报次数为3次、48小时漏报次数为12次、72小时漏报次数为12次、96小时漏报次数为15次、120小时漏报次数为17次。

同时,在降水量级预报中,上级指导预报的预报量级比实况偏大,如48小时降水预报大雨5次,实况出现了1次;预报暴雨7次,实况出现了2次大雨,1次中雨,3次小雨,1次空报。

为了进一步提高方程的预报质量,国家级降水预报方程需要进行优化,减少空报、漏报次数。由于最好的客观方法,也存在不足,因此,下级台站必须充分发挥当地优势,建立科学合理的配套预报方法,对上级指导预报进行订正,使预报质量进一步提高。

2.2.2 降水配套预报方法探讨

对国家级指导预报结果的分析表明,要提高国家级指导预报产品的质量,必须降低其空、漏报率,如何降低上级指导预报产品的空、漏报率?广大台站预报员在实践中积累了丰富的预报经验,总结了许多降水指标。通过探索,我们认为,要降低空、漏报率,可以通过消空指标、补漏指标,建立综合配套预报方法,减少指导预报的空漏报次数,达到提高预报质量的目的。

2.2.2.1 利用客观方法进行消空、补漏

每一种客观方法都有其优点及缺点,为了建立下级配套预报方法,我们用济南站进行了客观方法消空、补漏试验,采用的两种方法是:

① 以济南市降水日为样本,利用T106产品,通过相关分析选取与降水相关好的因子,采用逐步回归方法,建立降水量预报方程,通过历史样本拟合发现,当方程预报值 ≤ 0 时,出现降水的概率为3%,因此,以方程预报值小于0为一个消空指标。

② 同样利用T106产品资料及济南市降水资料建立有无雨降水二级判别方程,通过历史样本拟合发现,当判别系数 ≤ -1.0 时,降水出现概率为98%,当判别系数 ≥ 2.0 ,无降水概率达100%,因此,选取判别系数 ≤ -1.0 为补漏指标,选取判别系数 ≥ 2.0 为消空指标,通过以上指标对国家级指导预报进行消空、补漏。

统计1998年7月1日~9月30日利用以上方法对国家级指导预报的订正结果可以看到,利用方法①48小时减少空报3次,72小时消空1次;利用方法②48小时消空2次,72小时消空2次,48小时补漏0次,72小时补漏2次,空报1次。48小时预报共计消空5次,补漏0次,72小时预报共计消空2次、补漏2次;订正后的48小时Ts评分由原来的21.4%提高到26.5%,72小时Ts评分由原来的12.5%提高到20.0%;48小时晴雨预报准确率由原来的69.8%提高到75.6%,72小时晴雨预报准确率由原来的74.4%提高到77.9%,提高了上级指导预报产品的质量。

2.2.2.2 利用多指标叠套方法进行消空、补漏

为了更好地体现降水现象的非线性性,通过相关分析,选取与降水关系密切的多个因子(T106因子、常规探测资料、云图、雷达),利用历史样本,对每个因子按从小到大排列,分别计算各段出现降水的概率,将每个样本的各因子概率累加,通过历史拟合,确定出现降水概率 $\geq 95\%$ 的值,作为补漏指标,确定出现降水概率 $\leq 5\%$ 的值,作为消空指标,利用该指标对上级指导预报进行消空补漏。

2.2.2.3 利用对数值预报产品的释用经验进行消空、补漏

通过1998年7~9月的预报试验可以看出,数值预报产品对部分天气系统的预报速度与实况有一定的差异,往往出现系统偏快或偏慢的现象,如8月3日系统48小时预报有降水,实况出现在4日,数值预报产品预报偏快了。

通过对数值预报产品释用经验的不断总结,积累数值预报产品对不同系统的预报快慢经验,通过预报员的释用经验对上级指导预报进行订正。

2.2.2.4 利用客观化的地方特点进行消空、补漏

天气的地方性很强,主要表现在地理条件的复杂多样性造成了相同的天气背景,出现了不同的天气现象。其中,有一些地方特点能够实现客观化,有些地方特点不能够实现客观化。

对于能够实现客观化的地方特点、经验,通过总结,建立客观化的配套预报方法,对上级指导预报进行订正。如山东半岛北部,在冬季出现6级以上的西北风时,北部沿海出现降水,根据这一地方特点,利用T106产品的1000hPa风场预报,通过与渤海实况风的对比,计算出订正系数,通过风场对上级指导预报进行补漏。

2.2.2.5 利用预报员经验进行订正预报

由于预报员的部分经验较难实现客观化,预报员对传统天气图的综合分析识别能力是当前客观方法难以达到的,因此,预报员的主观经验订正也是一种重要的配套手段。在上下配套预报方法应用中,预报员经验必须经过实践检验,对于模糊的经验不能够作为订正依据。

2.2.2.6 利用当地预报员看天经验进行临近订正预报

当地预报员的看天经验,作为对上级短时效指导预报产品的最后临近订正方法,是提高短时效指导预报产品质量的重要手段,该经验是上级台站不能替代的。实践证明,县级台站的降水临近订正预报质量基本高于上级台站,如8月份牟平县站24小时降水预报Ts评分为53.8%,高于市台的46.7%和省台的27.3%、国家级的41.2%,但其48小时以上的订正预报准确率接近或低于上级指导预报产品的准确率。

2.3 建立科学、合理的配套预报流程

国家级指导预报产品的质量已经达到了较高的水平,以国家级指导预报产品为基础进行订正预报制作是减少重复劳动、提高预报准确率的最佳捷径。

下级台站收到上级指导预报产品后,首先对降水进行订正,订正流程按先客观方法后主观方法的原则,首先利用客观方法的指标对上级指导预报产品进行消空、补漏,再利用地方经验指标对预报结果进行订正,预报结果经客观方法、地方指标订正后,再由预报员根据经验判断数值预报产品是否存在预报偏差,天气形势是否有利于降水,对短时效的预报结果进行订正。温度预报订正方法主要采用客观预报方法,首先判断未来是否得到出现强变温的条件,如果得到出现强变温的条件,则进入客观方法进行订正,否则不进行订正;其次判断是否有降水,如果有降水,则对温度进行适当订正。当温度预报不具备订正条件时,直接利用上级指导产品对外

发布。产品发布到县站后,由县级台站作临近预报订正,进一步提高预报质量。

3 小 结

(1) 预报质量较高的上级指导预报产品是减少下级重复劳动的必要条件,因此,上级台站必须充分利用现有资料,采取科学的方法,提高自身的预报质量。

(2) 实践证明,下级台站只要采取科学合理的配套方法,就能够提高上级指导预报产品的质量,因此,下级台站需要通过广泛的实践,探索出提高上级指导预报产品质量的有效方法,同时要最大限度地减少重复劳动。

参 考 文 献

[1] 章国材. 我国天气预报业务发展思路. 山东气象, 1998(2), 4~17

[2] 李玉华, 王建国等. 国家常规天气要素指导预报效果分析. 山东气象, 1998(4)

常规气象要素客观预报方法 在天气预报中的作用

王建国¹ 李玉华²

(1 山东省气象局, 2 山东省气象台, 邮编: 250031)

提 要 在分析数值预报模式及客观预报方法发展过程的基础上, 阐述了客观预报方法在天气预报中的重要作用, 同时, 对如何建立客观、高效的预报方法进行了初步探讨。

关键词 数值模式 常规天气要素 客观预报方法

引 言

我国从 20 世纪 80 年代初开始确立了以数值分析预报产品为基础, 综合应用多种信息和多种技术方法的天气预报技术路线。沿着这条路线, 国家气象中心不断改进数值预报模式, 着力提高产品的水平。各级气象台站应用数值预报产品建立了以 PPM、MOS、卡尔曼滤波、专家系统、相似预报、人工神经网络等常规气象要素的客观预报方法, 预报质量不断提高。据统计, 1991~1995 年一般降水的短期预报准确率比 20 世纪 80 年代提高了 4.2 个百分点。毋庸置疑, 客观预报方法在气象预报中有着重要的贡献。本文将对如何正确评估客观预报产品进行初步探讨, 真正认识客观预报方法在业务预报中的作用, 进而更好地开展数值预报产品的释用工作。

1 客观预报方法的发展过程

1.1 数值预报模式发展现状

国外 20 世纪 70 年代开始发展数值预报模式, 随着计算机技术的飞速发展, 其数值预报模式也不断更新, 预报精度也不断提高。如由美国 NCEP(国家环境预报中心)开发的 Eta 中尺度模式是 NCEP 的短期天气预报和风暴预报的主要业务模式。其水平分辨率为 29km, 垂直 50 层; 1998 年 NCEP 运用非静力平衡的水平分辨率为 10km 的 Eta 模式。日本在 1984 年应用 T42 模式以来, 通过不断改进, T63、T106 模式相继问世。1996 年 3 月正式推出 T213 模式。由于我国能够接收的国外数值预报产品受时次和产品数量的限制, 客观预报方法的研究、应用工作受到了制约。

我国自 1982 年建立了第一个短期数值预报系统(B 模式)后, 从 20 世纪 90 年代初开始又相继推出了中期数值预报模式 T42 模式(网格点距离为 2.5°)、T63 模式(网格点距离为 1.875°)、T106 模式(网格点距离为 1.125°)。T106 模式于 1997 年 6 月 1 日投入业务运行后, 能够提供 1000 多种数值天气分析预报产品, 预报质量已经有了较大提高, 其预报水平已达到欧洲中心 20 世纪 80 年代末的水平。

1.2 客观预报方法的发展过程

我国客观预报方法伴随着数值预报业务的进步而发展,从时间上大约有三个阶段:

第一阶段为起步阶段。20 世纪 80 年代初、中期,这段时间由于我国数值预报模式刚刚问世,通信技术还不配套,因此,除中央气象台外,其他台站没有实时资料库,进行客观预报方法的研究、应用较困难。许多台站主要利用日本传真图读取高度、风、降水及部分物理量资料进行 PP 预报、MOS 预报研究工作。但由于操作麻烦,读数误差大,产品种类少,自动化程度低,预报效果差,加之日本传真图的变化,使客观预报方法研究停留在低水平上。

第二阶段为徘徊阶段。20 世纪 80 年代中、末期,随着通信技术及计算机技术的改善,许多台站建立了实时资料库,预报因子不再需要人工读数,而通过话路接收北京 B 模式数值预报产品,并依此为基础,建立了自动化程度较高的 MOS 预报方法,在业务应用中也收到了较好效果,使客观预报方法的研究工作有了一定发展。但由于 B 模式的分辨率不够高,加之计算机技术、网络技术不适应,因此,客观预报方法研究工作进展不快。

第三阶段为快速发展阶段。进入 20 世纪 90 年代后,通信技术、计算机技术有了突飞猛进的发展,北京中期数值预报模式很快投入了业务运行,先后推出了 T42 模式, T63 模式。省级台与中国气象局开通了专线,使实时资料能够快速传输到省级实时资料库中,计算机也由快速高档机取代了速度缓慢的微机。进行客观预报方法研究、开展数值预报产品释用的硬环境已经建立起来了,使客观预报方法研究工作能够顺利进行,其业务效益也不断显现出来,如:山东省气象台利用 T63 产品建立了 24、48 小时日极端温度、降水 MOS 预报方法,并于 1996 年 6 月 1 日投入业务运行。一年的预报结果表明,其短期低温预报能够达到或超过主观预报水平,高温预报达到或超过了主观预报首次预报水平,降水预报接近主观预报水平,而其 48 小时预报已经超过了主观预报水平。由客观预报方法制作的可信度和准确率较高的产品以及它在预报业务中的重要作用,越来越得到各级气象台站预报人员的认可和接受。

1997 年 6 月 1 日,分辨率较高的 T106 产品取代了 T63 产品,加之“9210”工程的建设,下级台站能够及时接收到更多的数值预报产品资料,为客观预报方法的运行提供了可靠保障。1997 年 6~8 月山东省释用 T106 数值预报产品结果表明,其预报质量优于 T63 模式,预报可用时效长于 T63 模式,稳定性好于 T63 模式,因此为客观预报释用工作奠定了良好的基础。可以预料,客观预报方法将在各级台站广泛应用,它是提高预报准确率的最佳途径。

当前,我国数值预报产品可用时效已超过了 6 天,因此,通过对 48 小时及以上时效客观预报方法的研制,能够提高长时效的要素预报水平,为要素预报时效的延伸,特别是对专业服务的开展,具有重要意义。

2 客观预报方法在天气预报中的作用

2.1 客观预报结果的培训作用

客观预报方法是通过众多样本的统计分析、最优因子的选择组合而形成的方法,代表大多数情况下应出现的结果。可以通过客观预报方法的预报结论,使预报员(特别是对刚刚走上工作岗位的新预报员或对从外地调入的预报员)了解某一天气形势下多数情况的预报结果,因此客观预报方法能够达到培训作用。

2.2 客观预报结果的提示作用

客观预报结果能够起到提示预报员的作用,特别是在灾害性天气(高温、低温、大风、暴雨、

冰雹、霜冻等)预报中,该提示作用更为重要。如1996年1月5日,济南站出现了本冬季的第一次低温天气,4日的MOS方法24小时低温预报为 -10.0°C ,当时未能引起预报员重视,预报员发布低温为 -7°C ,实况出现了 -10.4°C ,使低温漏报;同样,次日预报员认为温度会继续下降,预报为 -12°C ,MOS预报为 -7.3°C ,实况出现了 -8.9°C ,使当日低温空报。可见,客观预报结果有很好的提示作用。

2.3 客观预报结果的控制作用

当预报员看到客观预报结论时,应首先根据自己的预报结论,对照客观预报结论找差距、找理由。当预报结论一致时,可以增加预报信心,当预报结论有较大出入时,可以督促预报员再去进一步分析,以更充分的理由和依据来集成预报。

2.4 客观预报结果的预报初始场作用

对较优的客观预报方法,可以利用其结果作为初始场,通过对其预报结论的修改,作为预报结论。

2.5 用客观预报结果作预报结论

对于实践证明预报效果能够达到满意水平的客观预报方法,其预报结果可以作为最终预报结论对外发布。

如果客观预报结果能够充分发挥以上作用,那么,预报水平将能够有较大提高,客观预报方法就能够发挥其应有作用。

3 提高准确率是客观方法的立足之本

过去的经验告诉我们,一种客观预报方法能否被人接受,关键是要看其预报准确率,能够建立一种准确率高的客观预报方法,是预报员梦寐以求的。如何建立高效、准确的客观预报方法,我们认为应从一下几个方面着手:

3.1 选取最好因子

实践证明,一种方法的预报效果好坏,与因子的筛选、因子的组合有重要关系,因此,一种成功的客观预报方法,需要经过认真的因子筛选工作,同时,在预报实践中还要进行不断改进。对于不同的季节、站点及预报要素,都要进行深入细致地分析,选取最好的因子。这些因子也不是固定不变的,对于某个要素可能在这个季节使用这些因子,而在另外季节则使用另外的因子。

3.2 选最优方法

选出最好因子后,应用什么客观预报方法最优?当前,较成熟的常规气象要素客观预报方法有PPM、MOS、卡尔曼滤波、专家系统、相似预报、人工神经网络等。要确定选用哪种客观预报方法,必须进行并行试验,通过预报效果检验,择优而用。因此,客观预报方法也不是固定不变的,对于某个要素可能在这个季节使用这种方法,而在另外季节则使用另外的方法。对于地区来讲,可能对这个县使用这种方法,而对另外的县则使用另外的方法。

3.3 选最佳叠代

因子筛选、方法选优工作完成后,是否能够建立较好的客观预报方法?由于大气千变万化,几年的样本不能够包罗万象,随着时间的延伸,选用的因子、方法可能不适应气候变化的要求,因此,需要对因子、方法进行不断检验,为此必须建立动态的因子、方法管理系统,通过因子、方法的不断叠代,使客观方法更加完善。