

杨晓霞¹ 李玉华¹ 李昌义² 蒋伯仁³ 王建国³ 贺业坤³ 顾润源⁴

(1. 山东省气象台, 250031; 2. 山东省气象科学研究所;

3. 山东省气象局; 4. 山东省气象中心)

提 要

介绍了山东省天气预报逐级指导技术研究的技术方法和预报逐级指导业务系统; 给出了常规要素、冰雹和暴雨预报对比试验的 TS 评分结果和研究结论。

关键词: 天气预报 逐级指导 技术研究 对比试验 业务系统

引 言

随着数值预报的发展, 数值预报准确率不断提高、预报产品越来越丰富。为了充分利用数值预报产品, 发挥气象现代化建设的效益, 加强上级台站对下级台站的指导, 避免重复劳动, 提高天气预报整体水平, 提高气象预测减灾能力, 促进我国天气预报业务向集约型转变, 1996 年中国气象局组织了一个部门的重点课题“我国天气预报逐级指导技术研究”^[1]。作为上述课题的一部分, 山东省气象局组织力量, 立题研究了山东省常规要素(包括最高温度、最低温度和降水)、暴雨和冰雹天气的预报逐级指导技术方法, 建立了预报逐级指导业务系统流程, 1998~2000 年在全省范围内进行了大规模的预报对比试验, 2001 年正式投入业务运行。

1 技术方法

以数值预报产品资料和常规、非常规观测资料为基础, 综合应用天气学、动力学、热力学、能量学和统计学原理, 采用多指标叠套方法、权重系数法、逐步判别方法、相似预报方法、统计回归、PP 预报方法和 MOS 预报方法等, 在 WIN98/20 操作系统下, 建立了常规要素客观预报系统、暴雨和冰雹落区客观预报系统。以客观预报、各种气象信息和预

报员综合预报为依据, 应用 9210 卫星通信系统和 MICAPS 气象应用软件, 建立了山东省、市(地)、县三级气象台站相互配套的逐级指导业务系统流程。

1.1 常规要素客观预报系统

应用 T106 数值预报产品资料, 选取大量的预报因子, 对预报因子进行内插、平滑、检验等技术处理, 应用距离权重内插的因子构造方案, 研究了综合指标方法在降水分级预报中的技术。应用 T106 数值预报资料, 采用 MOS 方法, 分别建立了山东省 123 个观测站全年 1~5 天的最高温度、最低温度和降水预报方程(共 6150 个方程)^[2~5]。1998 年 6 月 15 日开始运行并通过 9210 卫星通信系统下发指导预报产品。预报结果表明: 1~5 天最高、最低温度客观预报水平高于省、地(市)、县各级台站预报员预报水平, 3~5 天降水客观预报水平高于预报员主观预报水平。

1.2 暴雨落区客观预报系统

应用 HLAFS 数值预报产品资料, 对山东暴雨天气的物理量场特征进行了深入研究, 选用了较好的物理量预报因子, 选取包含非线性因子的预报因子, 应用物理量综合指标方法, 建立了暴雨站数 MOS 预报方程, 将

① 本研究为中国气象局和山东省气象局“天气预报逐级指导技术研究”科研项目

暴雨站数预报和 HLAFS 降水量预报相结合预报暴雨落区。应用 HLAFS 数值预报资料建立 6~9 月 1~2 天山东暴雨落区客观预报系统^[6-8]。预报结果表明:暴雨落区客观预报水平高于预报员主观预报水平,具有较高的参考价值。预报系统建立在实况资料和数值预报资料相结合的基础上,数值模式更新时易于调整,预报质量具有较高的稳定性。

1.3 冰雹落区客观预报系统

根据山东省冰雹天气气候特点,对产生冰雹天气的天气系统特征进行分析研究,把降雹天气系统进行分类归型,总结出降雹天气的宏观天气学预报指标;应用历史探空资料,计算各种大气参数,对降雹天气的物理量参数特征进行深入研究,选取对降雹有指示意义的物理量参数指标,并对参数指标进行分类、组合和处理;应用多指标叠套和权重系数相结合的客观预报方法、逐点判别法和相似预报方法,应用 HLAFS 数值预报产品,采用 PP 预报方法和人-机交互方式,建立 5~6 月 6、12、24 小时山东省冰雹客观分县预报系统^[9-12]。在进行本项研究之前,省气象台一直没有制作冰雹分县预报,分县预报准确率近似于零。在本项研究中,制作冰雹预报的结果表明:冰雹客观分县预报水平在原有的基础上提高了 10%,高于预报员主观预报水平,达到了课题的要求。

1.4 逐级指导业务系统流程

应用 9210 卫星通信系统和 MICAPS 气象应用软件,以客观预报和各种气象信息为依据,建立山东省天气预报逐级指导业务系统流程(见图 1)。常规要素的客观预报以表格形式给出,省台预报员参考国家级指导预报、客观预报和各种气象信息,制作综合预报,综合预报作为指导预报以表格形式下发市台;暴雨和冰雹落区的客观预报以 MICAPS 第 8 类数据格式给出,省台预报员参考客观预报和各种气象信息,制作综合预报,并作为指导预报,应用 MICAPS 软件,在山东省底图上标出冰雹和(或)暴雨落区,以

MICAPS 第 14 类数据格式下发市台。市台预报员参考省台指导预报,综合各种气象信息,制作市台综合预报,作为指导预报下发县站。县站预报员根据各种气象信息对指导预报进行订正,对外发布预报。

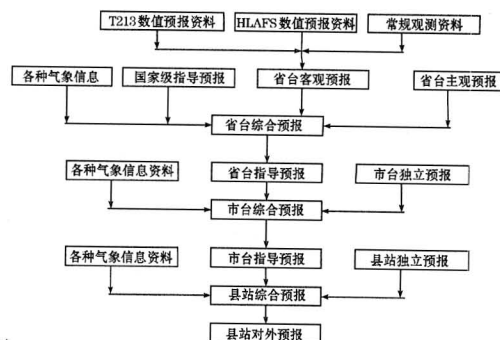


图 1 山东省天气预报逐级指导系统流程图

2 预报对比试验

1998~2000 年在全省范围内进行了省、市、县三级气象台站的预报业务对比试验。严格按照预报时间制作和分发预报,省局业务处和各市台预报管理人员负责对试验期间的各项工作进行督促和检查。试验内容为:客观预报、主观预报和综合预报(指导预报)。试验方法和制作时间见文献[1]。对预报结果进行了严格的预报评分和试验结果分析,得出了有价值的结论。按照文献[13]中的评分办法,进行全省分县预报评分。

2.1 冰雹预报对比试验结果分析

冰雹预报对比试验时间为 1998~2000 年 5~6 月,预报时效为 6 小时(14~20 时)、12 小时(20~08 时)和 24 小时(08~20 时)。上午制作 6 小时和 12 小时预报,下午制作 12 小时和 24 小时预报。

冰雹分县预报评定预报正确的标准为:当预报某县某时段内有降雹时,只有预报时段内该县(在测站或不在测站)出现降雹,方评定为预报正确;否则,预报为不正确。若预报某县某时段内没有降雹,只有在观测站观测到降雹才算漏报。冰雹各种预报对比试验 TS 评分结果见图 2。

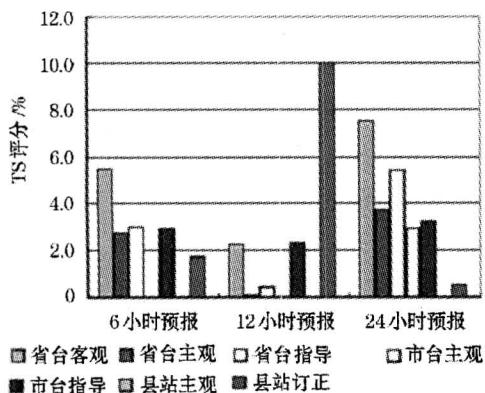


图2 1998~2000年5~6月冰雹预报对比试验 TS评分

由图2可以看出:在6小时(14~20时)和24小时(08~08时)预报时效内,客观预报水平最高,从各级台站的预报评分来看,在24小时预报时效内省台指导预报水平最高,在6小时预报时效内市台指导预报水平最高,在12小时预报(20~08时)时效内县站的订正预报水平最高。因为冰雹在傍晚出现的几率较多,县站根据当地的观测实况对预报的订正能力最强。在每一个预报时段中,上级台站的指导预报水平平均高于市台或县站的独立预报水平。市台和县站的综合(指导或订正)预报水平明显高于其独立预报水平,这说明上级台站的指导预报发挥了重要作用。在24小时预报时效内省台指导预报水平明显地高于市台和县站的综合预报水平,说明下级台站对省台指导预报的订正能力较差。无论哪一种预报,冰雹的TS评分都较低,都在10%以下,有待于进一步研究冰雹灾害性天气的预报方法,提高预报水平。

2.2 暴雨预报对比试验结果分析

暴雨的预报对比试验时间为1998~2000年6~8月,预报时效为24小时(20~20时)和24~48小时。每天下午制作24小时和48小时预报。暴雨各种预报对比试验结果见图3。从图3可以看出,24小时和48小时的客观预报水平最高。从各级气象台站的预报评分来看,在24小时和48小时预报时段内,上级台站的指导预报水平均明显高

于市台或县站的独立预报水平,市台的综合(指导)预报水平明显地高于其独立预报水平,24小时预报的订正预报水平高于指导预报,说明市台对省台的指导预报订正能力较强。县站的订正预报均低于其主观预报,说明县站对订正暴雨预报的能力较差。

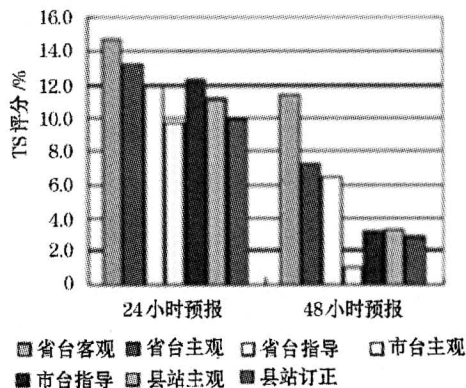


图3 1998~2000年6~8月暴雨预报对比试验 TS评分

2.3 常规要素预报对比试验结果分析

常规要素的预报对比试验时间为1998年7月~2000年9月,预报时效为12~24小时(08~20时)、24~48小时(20~20时)、48~72小时、72~96小时、96~120小时。预报要素为最高、最低温度和降水。每天早晨7~8时制作。最高温度、最低温度和降水晴雨预报对比试验结果见图4~6。从图4~5可以看出,在各个预报时段内,最高和最低温度的预报客观预报水平最高,平均绝对误差最小。无论是省台、市台或是县站,其订正预报的预报水平仍然明显地低于客观预报的预报水平。降水预报的晴雨预报TS评分见图6,从图6中可以看出,在24小时和48小时预报时段内各种预报的预报水平相差不大,72小时和96小时时段内的预报,省台综合(指导)预报水平高于市台和县站的主观预报,市台和县站的综合预报水平基本上与省台综合(指导)预报水平相当。120小时的预报,省台综合预报水平明显偏低,对下级台站无指导能力。

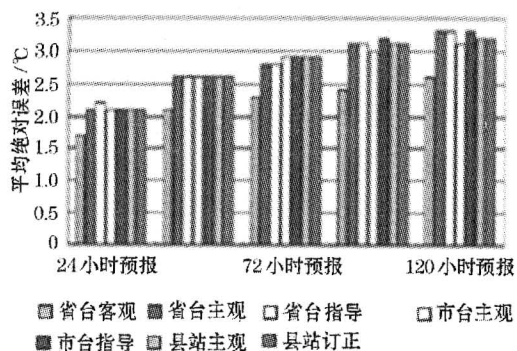


图4 1998年7月~2000年9月最高气温
预报对比试验评分

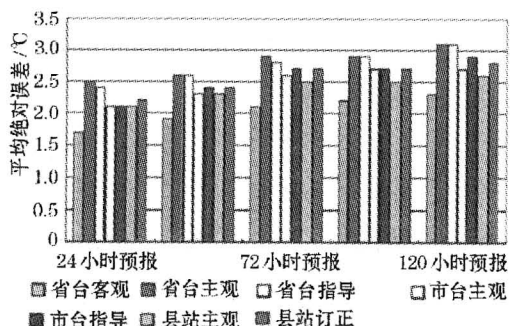


图5 1998年7月~2000年9月最低气温
预报对比试验评分

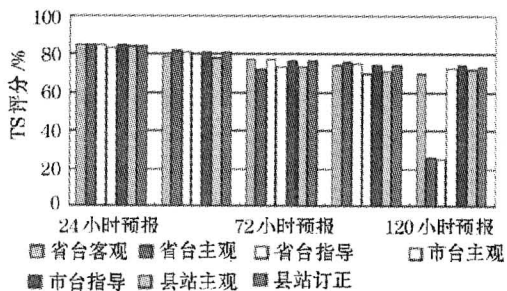


图6 1998年7月~2000年9月降水晴雨
预报对比试验 TS 评分

3 研究结果和应用

根据1998~2000年为期3年的预报对比试验结果,比较各级气象台的预报水平,可以初步地得出如下的结论供参考:(1)冰雹落区预报在6小时(14~20时)和24小时预报时效(08~20时)内,省级指导预报水平最高(见图2),对下级台站的预报有较强的指导能力,在12小时预报时效内县级台站有较强的临近预报订正能力。因此,冰雹落区预

报逐级指导技术流程应为:国家级制作时空分辨率高的数值预报产品,省级建立24小时内冰雹落区预报方法,制作24小时指导预报产品;有雷达的市级台站建立12小时内配套订正预报方法,县级根据上级指导预报产品进行预报服务和临近订正。(2)暴雨落区预报,在24和48小时预报时效内省台指导预报水平较高(见图3),对市、县级台站有较好的指导能力;市级气象台仅对省台24小时指导预报有订正能力;县站对指导预报无订正能力。因此,暴雨落区预报逐级指导技术流程应为:国家级制作时空分辨率高的数值预报产品,省级建立24、48小时暴雨落区预报方法,制作24、48小时指导预报产品,市级台站建立24小时内的配套订正预报方法,县站利用上级指导预报产品进行预报服务。(3)从图4~5中可以看出,最高和最低温度的客观预报水平最高,各级台站的预报订正能力相差不大;在降水预报中,各级台站的综合预报水平略高于独立预报水平(图6)。因此可以推论,常规要素客观预报产品的制作优势应在国家级,国家级根据数值预报产品制作客观预报,省级是制作客观配套预报方法的最佳台站,市地级台站是制作临近订正预报的最佳台站。该结论符合中国气象局的“集约化”技术路线,有利于减少下级台站的重复劳动。

山东省气象局根据天气预报逐级指导技术研究成果,以客观预报和各种气象信息为依据,以综合预报作为指导预报,应用9210卫星通信系统和MICAPS气象应用软件,在WIN98/20操作系统下建立了冰雹、暴雨和常规要素(最高、最低温度和降水)预报逐级指导业务系统。其工作流程见图1。省气象台5~6月每天制作两次24小时冰雹天气指导预报,6~8月每天制作一次24、48小时暴雨天气指导预报,全年每天制作一次96小时以内各时段的常规要素指导预报。2001年4月1日起正式投入业务运行。减少了重复劳动,建立了分工合理、上下级有机结合、相互

配套的预报业务体系。为促进天气预报业务向集约型转变迈出了实践的一步。

4 小 结

(1)应用数值预报产品资料和常规、非常规观测资料,采用多种预报方法,建立了冰雹、暴雨和常规要素分县客观预报系统。

(2)应用 9210 卫星通信系统和 MICAPS 气象应用软件,以客观预报和各种气象信息为依据,以综合预报作为指导预报,建立了冰雹、暴雨和常规气象要素预报逐级指导业务系统流程。

(3)对全省各级气象台站的各种预报进行了严格的对比试验,得出了有价值的结论。

(4)根据对比试验结论,建立了山东省天气预报逐级指导业务系统,并投入了业务应用。

参考文献

- 1 章国材等.我国天气预报逐级指导技术研究.北京:气象出版社,2001:序,前言;86~92.
- 2 王建国,李玉华,耿勃等.客观预报中因子处理方法探讨.气象,2001,27(3):8~12.
- 3 王建国,李玉华.常规气象要素逐级指导预报上下配套方法探讨.山东省天气预报逐级指导技术研究.北京:气象出版社,2001:1~6.

- 4 王建国,李玉华,耿勃等.综合指标法在降水分级预报中的应用.山东省天气预报逐级指导技术研究.北京:气象出版社,2001:30~34.
- 5 李玉华,王建国,耿勃等.动态 MOS 预报方法.山东省天气预报逐级指导技术研究.北京:气象出版社,2001:53~56.
- 6 李昌义,顾润源,张飒.暴雨站数预报在暴雨落点预报中的应用.气象,1999,25(8):26~30.
- 7 李昌义,顾润源,张飒.物理量综合指数预报山东暴雨落点方法研究.暴雨落区预报实用方法.北京:气象出版社,2000:1~4.
- 8 李昌义,顾润源,张飒.暴雨面预报在暴雨落点预报中的应用.暴雨落区预报实用方法.北京:气象出版社,2000:38~43.
- 9 杨晓霞,张爱华,贺业坤等.山东省冰雹分县预报方法研究与试验.山东气象,1998,18(4):12~16.
- 10 杨晓霞,张爱华,贺业坤等.山东省冰雹客观分县预报系统.气象,2002,28(10):41~44.
- 11 柳林,贺业坤,杨晓霞.山东省冰雹逐点判别客观预报方法.山东省天气预报逐级指导技术研究.北京:气象出版社,2001:174~180.
- 12 张丰启,张爱华,贺业坤.相似离度在山东省冰雹逐级指导技术中的应用.山东省天气预报逐级指导技术研究.北京:气象出版社,2001:174~180.
- 13 中国气象局业务发展司与天气司.天气预报业务规定(试行),1986:35~38.

Weather Forecast Techonology Research For Guidance in Shandong Province

Yang Xiaoxia¹ Li Yuhua¹ Li Changyi² Jiang Boren³

Wang Jianguo³ He Yekun³ Gu Runyuan⁴

(1. Shandong Province Meteorological Observatory, Jinan 250031;

2. Shandong Province Meteorological Institute;

3. Shandong Province Meteorological Bureau;

4. Shandong Province Meteorological Center)

Abstract

An introduction to weather forecast technology research for guidance and an operational system of weather forecast in Shandong province are given. TS-scores of general elements, hail and heavy rain prediction contrast test are also presented.

Key Words: weather forecast guidance contrast test operational system