

2002—2005年T213数值降水预报 产品分析检验

管成功^{1,2} 王克敏¹ 陈晓红³

(1. 国家气象中心, 北京 100081; 2. 中国气象科学研究院; 3. 安徽省气象台)

提 要: 利用2002—2005年T213模式的降水预报值和全国400个标准测站的降水实况资料, 采用客观降水检验方法, 对T213数值降水预报产品的预报能力进行了分析检验。结果表明: 降水预报TS评分和预报偏差B值均存在明显时空分布差异; 各级降水中, 小雨TS值最大、B值最小, 夏季TS和B值均好于其它季节; 中到大雨TS最高评分和最低B值均是长江中下游地区, 其次是华南; 暴雨TS评分各区较低, 但华南、长江中下游地区和东北地区B值较小。这些地区T213降水预报对预报业务有较好的参考作用。T213降水预报对春季东北地区和华北的强降雨(雪)、夏季长江中下游地区的梅雨、西部地区的华西秋雨等降水过程具有相当好的预报能力。

关键词: T213模式 TS评分 预报偏差 时空分布

Analyses and Verifications of T213 Rainfall Forecast from 2002 to 2005

Guan Chenggong^{1,2} Wang Kemin¹ Chen Xiaohong³

(1. National Meteorological Center, Beijing 100081; 2. Chinese Academy of Meteorological Sciences;
3. The Meteorological Observatory of Anhui Province)

Abstract: Based on the objective rainfall verification methods, the forecasting abilities of the numerical precipitation products of T213 were analyzed and verified using numerical precipitation forecast products of T213 and rainfall observation data of 400 stations. The results

资助项目: 国家气象中心自筹资金项目“全球中期数值预报系统改进与升级研发”资助

收稿日期: 2006年1月20日; 修定稿日期: 2006年5月30日

show that obvious temporal-spatial characteristics exist in threat score (TS) and bias score (B) of the rainfall forecast. The light rain's TS is the largest and its B value is the smallest. The TS and the B value in summer is better than that in the other seasons. The highest TS and the lowest B value of the moderate and the heavy rain are both in the middle and lower reaches of the Changjiang River, and then in South China. T213 rainfall forecast shows a good performance in heavy rain (snow) in Northeast and North China in spring, and in Meiyu period in the Yangtze River, and also in the autumn rainfall forecast in West China.

Key Words: T213 global model threat score (TS) bias score (B) temporal-spatial distribution

引 言

2002 年 9 月 1 日国家气象中心新一代全球中期模式 T213L31 投入业务运行^[1]至今已 3 年多, 其产品向全国分发不仅为各地区模式提供初始场和侧边界条件, 而且还提供未来 5 天国内降水预报。2003 年之前, 预报人员可通过《数值预报评价公报》相互交流数值预报模式评价方法和预报产品性能检验结果, 为各种模式产品使用提供订正参考依据, 这对于提高灾害性天气预报准确率起到积极的作用。

近些年来, 数值预报模式不断发展, 但因模式预报检验工作较为繁琐和单调, 有关模式使用评价工作较少, 就预报业务来看, 对一种预报模式的长期使用和预报性能的全面系统了解尤为重要。因此, 现在很多地方气象台站建立了数值预报客观检验系统, 以利为模式使用和改进提供依据。

T213 降水预报产品使用后, 中央气象台和省地台站对其降水预报曾进行过一些检验评价^[2-6], 但由于降水预报时间、地点和检验方法各异, 所得结果不尽相同, 并且降水预报时空分布差异较大。为了更加全面和深入地了解业务使用的 T213 模式降水预报产品性能, 同时也为模式改进提供一些有益的反馈信息, 本文利用中国气象局预测减灾

司和国家气象中心联合开发的降水量预报检验系统^[7]对 T213 降水预报全国平均和分区进行客观分析检验, 讨论 TS 评分和预报偏差 B 值时空分布特征及其原因分析, 以便更好地应用和改进 T213 降水预报产品。

1 资料和检验方法

本文使用的降水客观检验实测资料来自全国 400 个台站逐日实测降水量; 降水预报场资料是 T213 逐日预报的降水量, 分辨率为 $0.5625^\circ \times 0.5625^\circ$; 降水实况是逐日 24 小时实况降水量; 资料时间从 2002 年 9 月到 2005 年 10 月。

采用中国气象局制定的降水客观评分方法, 用 TS 评分和预报偏差 (B 值) 分析方法来分析 T213 降水预报性能的时空变化特征。这两种方法简述在表 1 中, 具体方法和原理不再赘述, 请参见相关文献^[7]。

表 1 降水检验分类表

实况/预报	有降水	无降水
有降水	N_A	N_C
无降水	N_B	N_D

TS 评分:

$$TS = N_A / (N_A + N_B + N_C)$$

预报偏差 (B 值):

$$B = (N_A + N_B) / (N_A + N_C)$$

2 T213 降水预报性能的分析检验

降水是各种尺度天气系统相互作用的结果,这种不同尺度天气系统相互作用是一个很复杂的问题。因此,依靠主观分析则无法对各种等级降水预报性能作长时间的尺度分析,故本节用客观评分方法检验。经对 T213 的小雨、中雨、大雨和暴雨 4 级降水预报时间平均和分区进行分析评价。由于 T213 对大暴雨基本无预报能力,则不做检验。

2.1 全国降水预报检验

图 1 给出全国 400 个站 T213 小雨、中雨、大雨和暴雨 36 小时预报平均 TS 评分时间变化曲线,由图可见,这 4 个降水等级的 TS 评分存在明显季节性变化,5—9 月其值大于 10—4 月,与我国季风雨量月际多寡相对应,表明主汛期降水频繁,TS 评分高于非主汛期,反映 T213 降水的预报能力。

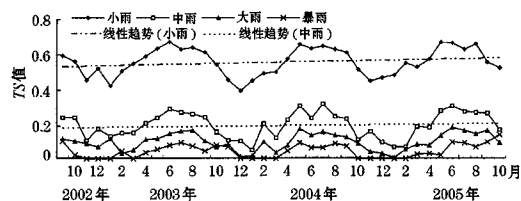


图 1 2002 年 9 月至 2005 年 10 月 T213 36 小时小雨—暴雨预报 TS 评分曲线图

小雨 TS 评分明显大于其它等级,2003 年 6 月达最大,为 0.668,12 月却最小,为 0.388,两者相差 0.28。说明 T213 对该年 6 月全国大部地区降水偏多预报得较好,而对 12 月北方大部地区降水偏少,南方部分地区持续干旱出现的少许弱降水过程预报能

力则差。通过对各级降水 TS 评分逐月变化的线性趋势分析可以看出(图 1)各量级 TS 评分随时间变化均有增加趋势(大雨和暴雨线性趋势线略),其中小雨的 TS 评分增加趋势比其它等级降水明显。

就全国月际降水预报平均 TS 评分来看(图 2),图中 4 个等级降水 3 年逐月平均 TS 曲线呈抛物线型,呈现显著的春夏大、秋冬小的季节变化特征。尤以小雨 TS 评分变幅最大,中雨其次,大雨和暴雨较小;暴雨 TS 评分在 12 月和 1 月均为 0,揭示该季无暴雨发生,即使偶尔会产生,T213 模式也难以预报出。

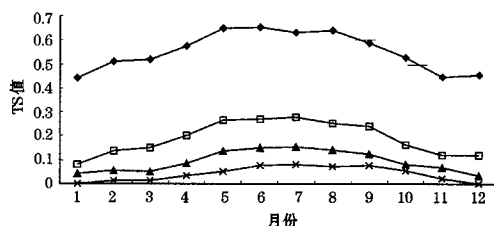


图 2 2002 年 9 月至 2005 年 10 月月平均 T213 36 小时小雨—暴雨预报 TS 评分曲线图

—◆—小雨; —□—中雨; —▲—大雨; —×—暴雨

2.2 分区降水预报检验

(1) 小雨预报

从全国 8 个区域 4 个等级 36 小时降水预报 3 年平均季际 TS 分布图(图 3)可看出,对于小雨(见图 3a),新疆、西北地区东部和华北四季 TS 评分均较低,以西北地区东部最低,并且 TS 评分季节变率也较小,表明这些干旱和半干旱地区雨雪天气过程较少,对于这些过程 T213 漏报较多,变率最大在青藏高原中南部。夏季 TS 评分竟达 0.815;其次是西南地区东部,T213 对这些地区小雨有较强的预报能力。

(2) 中雨预报

夏季除新疆之外,其它各区 TS 评分均

高于其它季节; 长江中下游地区各季均高于其它地区。就 TS 变幅而言, 新疆变幅最小, TS 评分较低; 最大值出现在长江中下游地区夏季, TS 评分达 0.287, 表征该区中雨 T213 有相当好的预报能力。最低值是西北地区东部冬季, TS 评分为零 (见图 3b)。反映冬季该地区无 10~24.9mm 降水出现, 若出现了 T213 根本预报不出。

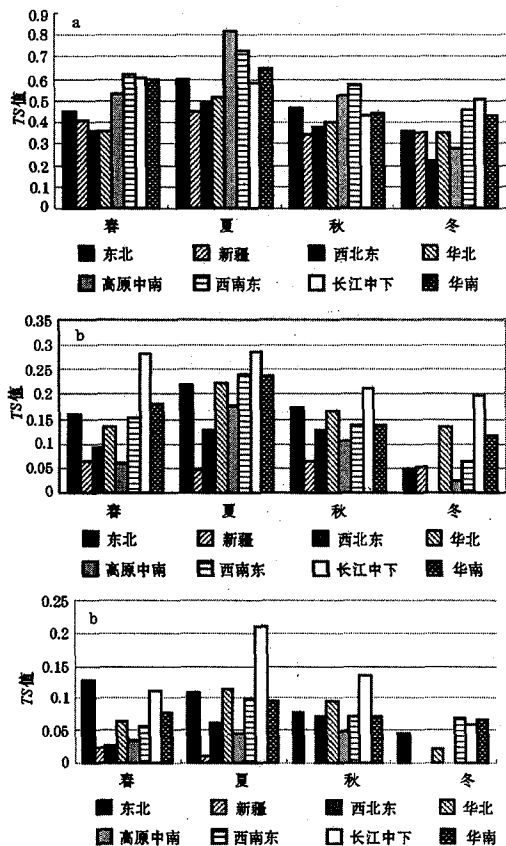


图3 全国8个区域 T213 的 36 小时小雨—暴雨预报 TS 评分季节分布

a: 小雨 b: 中雨 c: 大雨 d: 暴雨

(3) 大雨预报

春季东北地区 TS 评分高于其它季节, 是东北气旋活动产生强降雨 (雪), T213 预报准确率较高的表现。西北地区东部秋季最

高, 说明 T213 对华西秋雨预报较为成功。其它区域夏季 TS 评分要高于其它季节; 长江中下游地区变化幅度最大, TS 值相对较高, 新疆变化幅度最小, TS 值最小。最大值出现在长江中下游地区的夏季, TS 评分达 0.209, 说明 T213 预报该地区梅雨具有较高参考价值。最低值为零, 出现在新疆秋、冬季及西北地区东部、青藏高原中南部, 对于这些地区的大雨 T213 基本无预报能力 (见图 3c)。

(4) 暴雨预报

在春季新疆和西北地区东部 TS 评分为零, 华北 TS 最高显示 T213 对春末不常见的暴雨能报出; 青藏高原中南部次之; 夏季新疆评分为零, 其它地区均有得分, 以西北地区东部最高, 长江中下游和华南次之; 秋季东北地区 TS 评分最高, 华北次之, 新疆因无暴雨没有评分, 在西北地区东部得分为零; 冬季东北地区、新疆、西北地区东部和华北没有暴雨无评分, 青藏高原中南部和西南地区东部和华南 TS 评分均为零 (图略)。

从以上分析可知, T213 降水预报能力在每个区域各不相同, 不同等级降水特征各异, 但总体上看, 长江中下游地区明显好于其它地区, 其次是华南; 有关夏季暴雨, 不是暴雨频发的地区评分就高, 而最高则是西北地区东部。

3 T213 降水预报偏差分析

TS 评分是衡量要素预报水平的主要客观标准, 但仅从 TS 的评分来分析模式降水预报性能较为片面, 并容易忽视降水空漏报现象, 并不能深刻了解模式降水预报能力, 故本节分析 3 年多 T213 各量级降水预报偏差, 了解实测与预报站点降水偏差, 来评价 T213 降水预报空漏报现象。

3.1 全国降水平均预报偏差

从全国平均 T213 各量级降水预报偏差月际变化 (图 4) 可知, 降水各量级偏差值也有明显季节变化特征, 其中小雨变化幅度最小, 暴雨最大, 除暴雨在冬季平均偏差最小外, 其它量级均在夏季偏差最小, 冬春季较大。除暴雨有 4 个月 B 值为 0 外, 各量级降水均比实况偏大, 揭示 T213 降水预报范围较实况大, 与业务中使用结果相一致。其中小雨量级偏差始终在 1~2 之间, 相对最小。对偏差变化线性趋势分析可见 (图 4), 各量级降水偏差随时间均有不同程度降低 (小雨, 大雨和暴雨趋势线略), 其中中雨减少趋势最为明显, 大雨其次, 小雨偏差减少趋势最弱。

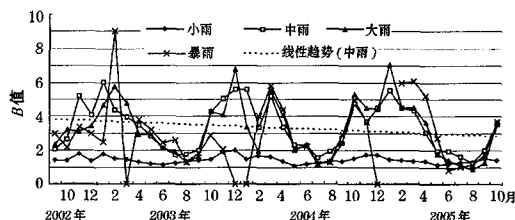


图 4 T213 各量级降水预报偏差月际变化

图 5 是 T213 各量级 36 小时降水预报月际偏差, 由图可见, 在各月逐量级降水预报偏差中, 12 月暴雨偏差为 1, 但 3 个 12 月的偏差分别为 3、0、0, 平均为 1, 则无

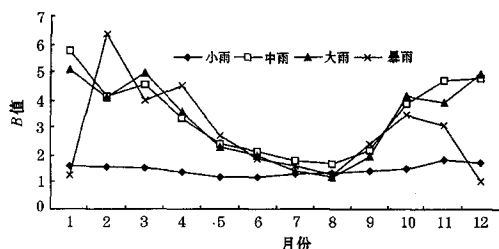


图 5 T213 各等级降水预报月际偏差

统计意义。8 月大雨预报偏差最小为 1.15; 2 月暴雨预报偏差最大达 6.33。中雨和大雨季节偏差变化特征基本相同, 均 4—8 月较小, 8 月最小; 冬半年暴雨较少发生, 其变化特征不明显, 与夏半年中雨和大雨偏差变化特征比较相似。值得一提的是大雨预报偏差除 3、4、11、12 月大于中雨外, 其它月份均比中雨小。在夏季暴雨和大雨预报偏差比中雨小, 以大雨预报偏差最小, 说明 T213 强降水预报可信度较高。3 月, 小雨预报偏差最小, 11 月最大, 但季节变化特征不明显, 夏半年预报偏差略小一些。

3.2 区域降水预报偏差

(1) 小雨预报偏差

图 6 是 T213 的 4 个量级全国 8 个区季节降水预报偏差分布图, 图中各季小雨偏差均比实况偏大, 春季长江中下游地区和华南预报偏差在四季中最小, 其它各区夏季预报偏差最小。表明空报偏多。春季偏差最小是长江中下游地区, 最大是华北; 夏季最小是青藏高原中南部, 最大是华南; 秋季最大是新疆, 最小是西南地区东部; 冬季偏差最大是青藏高原中南部, 最小是新疆。总体而言, 四季中偏差最大是冬季的青藏高原中南部, 达 4.15, 最小是夏季的青藏高原中南部, 达 1.11; 新疆除季预报偏差相对较大, 其它季节较小。年平均降水偏差较小的是新疆、西南地区东部和长江中下游地区, 较大的为青藏高原中南部 (图 6a)。

(2) 中雨预报偏差

各季各区中雨预报偏差均偏大, 长江中下游地区冬季偏差在四季中最小, 其它 7 区夏季预报偏差在四季中最小。春季长江中下游地区预报偏差最小, 青藏高原中南部最大; 夏季华南最小, 新疆最大; 秋季长江中下游地区最小, 新疆最大; 冬季长江中下游最小, 最大为西北地区东部, 在东北地区

青藏高原中南部也有较大偏差。总之, 偏差最大的是冬季, 以西北地区东部为最大, 偏差最小的不在夏季, 而是冬季的长江中下游地区。年平均降水偏差较小的是长江中下游地区、华南, 较大的是西北地区东部、青藏高原中南部和新疆 (图 6b)。

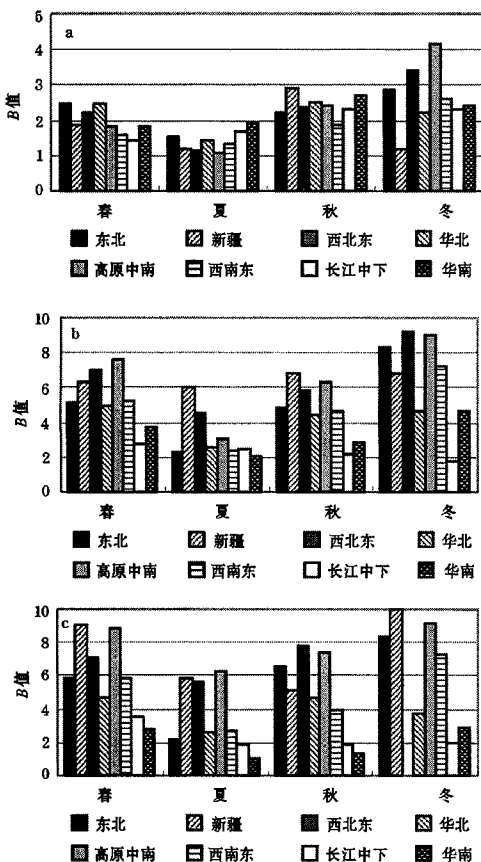


图 6 8 个区域 T213 各等级季节降水预报偏差分布

a. 小雨; b. 中雨; c. 大雨

(3) 大雨预报偏差

大雨预报偏差明显增大, 在冬春季更大, 这与降水范围和概率明显变少有关。在春季仅华南预报偏差小于 3, 新疆和青藏高原中南部均为 9 左右; 在夏季偏差明显降低, 其中华南为 1.038, 表明有较好的预报

能力, 而新疆、西北地区东部和青藏高原中南部偏差大于 3; 秋季长江中下游地区和华南预报偏差小于 3; 冬季长江中下游地区和华南预报偏差较小, 其它地区都较大, 新疆达到 10。总体来看, 华南和长江中下游地区预报偏差明显低于其它地区, 新疆、青藏高原中南部预报偏差较大 (图 6c)。

(4) 暴雨预报偏差

在华南夏、秋、冬三季暴雨预报偏差略低于 1, 说明该地区暴雨预报准确率较高, 而其它区逐季偏差却偏大, 其中东北地区春季最小, 青藏高原中南部秋季最小, 华南秋季最好, 其它区均是夏季预报偏差最小。冬季东北地区、新疆、西北地区东部和华北未出现暴雨, 其它地区暴雨概率也较低。在春季, 西北地区东部偏差最大达到 10, 东北地区最小, 为 1.67; 夏季, 华南的预报偏差接近 1, 为最小, 青藏高原中南部预报偏差最大; 秋季新疆无暴雨, 华南最小, 其次是长江中下游地区; 冬季仅 4 个区有暴雨, 以华南最小, 长江中下游地区次之 (图略)。

综上所述, 近 3 年来, T213 模式对长江中下游地区的降水预报相对较好, 其次是华南、华北、西南地区东部和东北地区, 而青藏高原中南部小雨预报较好。在实时预报业务中具有一定的参考作用。在相同季节不同地区降水预报性能的差异主要与模式分辨率、地形以及下垫面状况的描述有关。在同一地区不同季节的预报性能差异可能与物理过程的描述有一定关系。这些均是目前国家气象中心全球模式研发与改进的重点。

4 结 论

经对 T213 模式自 2002 年 9 月正式业务运行以来降水预报进行分析检验, 得到以下几点结论:

(1) T213 各量级降水预报 TS 评分有

明显的时空差异,小雨全国平均 TS 值明显高于其它量级;夏季 TS 值高于其它季节,冬季最低。

(2) 不同地区 TS 值存在差异,小雨 TS 评分西南地区东部最高,青藏高原中南部、长江中下游地区和华南其次;中雨 TS 评分长江中下游最高、其次是华南和华北地区;大雨 TS 评分长江中下游地区最高,其次是东北地区、华南;暴雨 TS 评分各区均较低,除新疆为 0 外,其它地区相差甚小。但各量级降水的 TS 值逐年有升高趋势,其中以小雨增加最为明显,暴雨最小。

(3) T213 降水预报偏差存在明显的时空分布差异,小雨偏差值明显小于其它量级,除暴雨外,其它量级的夏季预报偏差均小于其它季节。

(4) 不同地区的小雨预报偏差相差较小;中雨预报偏差长江中下游地区最小,其次是华南和华北地区;大雨预报偏差华南、

长江中下游地区和华北较小;华南、长江中下游地区和东北地区的暴雨预报偏差较小。

参考文献

- 1 陈起英,金之雁,伍湘君等.中期数值预报系统 T213L31 在 IBM/SP 高性能计算机上的建立 [J]. 应用气象学报,2004,15 (5): 523-533.
- 2 王东生,康志明,杨克明.2003 年淮河流域梅汛期首场大暴雨成因分析 [J]. 气象,2004,30 (1): 16-21.
- 3 王中,周毅.2002 年 6 月 13 日重庆区域大暴雨分析 [J]. 气象,2004,30 (5): 30-32.
- 4 王雨.2002 年主汛期国家气象中心主客观降水预报对比检验 [J]. 气象,2003,29 (5): 21-25.
- 5 李辉,宋婧,霍传秀等. T213 模式对河南省降水预报检验评价 [J]. 河南气象,2004,28 (4): 16-17.
- 6 罗纲. T213 对贵州省 24 小时雨量预报检验 [J]. 贵州气象,2003,27 (1): 18-20.
- 7 黄卓等. 气象预报产品质量评分系统技术手册 [G]. 北京: 中国气象局预测减灾司,2001: 9-11.