

T213 数值预报产品在白银市盛夏中雨 以上降水中的释用技术

景怀玺¹, 徐科展¹, 石圆圆¹, 白虎志²

(1. 甘肃省白银市气象局, 甘肃 白银 730900; 2. 中国气象局兰州干旱气象研究所, 甘肃 兰州 730020)

摘要: 基于 MCAPS 系统, 利用 T213 数值预报格点资料、预报关键区 34 个站点的高空资料以及市内 4 县区不同时次的本站气压和日降水量资料, 通过分析白银市中雨以上降水的天气特征, 归纳出中雨以上降水的天气形势, 并据此进行客观定量分型; 选取对白银市中雨以上降水具有明显物理意义的消空指标和预报因子, 利用 PP 数值释用方法, 建立了白银市盛夏中雨以上降水的短期预报模型。对 2007 年 6~8 月进行试报, 预报准确率平均达 66.7%, 预报效果较好。

关键词: T213; 数值释用; 降水预报

中图分类号: P456.7

文献标识码: A

引言

随着数值预报新技术的不断发展, 数值预报产品及解释应用在全国普遍开展。这不仅是天气预报发展的方向, 而且也符合气象业务现代化的要求。王雨^[1]利用国家气象中心应用的 3 个业务运行模式 T213L31、HLAFS0.25、华北中尺度模式 MM5 及德国模式和日本模式对降水的预报性能进行了综合评估, 研究认为目前的数值预报模式对短时期时效内定量降水预报有一定的预报能力, 尤其是对中国区域量级比较大的降水与其他模式比较有一定的优势。西北地区在降水、气温及暴雨、沙尘暴等重要天气的数值预报方面已取得了重要的成果^[2]。但就位于甘肃省中部地带的白银地区而言, 开展有地域特色的较强降水数值预报释用方法研究工作并不多见。因此, 本文通过利用 T213 数值预报产品, 以实现白银地区盛夏中雨以上降水客观定量预报, 对提高短期预报水平具有现实意义。

1 资料及方法

选取由 MCAPS 系统提供的 2000~2006 年盛夏 (6~8 月) 预报关键区 85~110 E, 33~48 N 范围

内, 高空 500、700 hPa 34 个站点 08 时资料, 要素包括温度、高度、温度露点差以及风向风速, 并选取同期白银市所辖的白银、景泰、靖远、会宁 4 站地面资料中不同时次的本站气压和日降水量资料, 拟挑选预报因子; 选取 2007 年 T213 数值预报 (6~8 月) 08 时格点预报场资料, 作为预报检验备用。同时以北京时 20:00~20:00 为日界, 按分县区统计中雨以上降水个例日 ($RR \geq 10$ mm)。

为了解白银市盛夏中雨以上降水日数空间变化特征, 分别计算了其平均绝对变率和平均相对变率^[3]; 为建立降水的短期预报模型, 采用了多因子二级判别方法^[4]; 因 T213 资料是分辨率为 $1^\circ \times 1^\circ$ 的格点资料, 而实际业务中使用的是站点资料, 因此, 用距离加权平均法^[5-6]将各要素格点资料插值为站点资料, 即可得到预报关键区站点及 4 县区的数值预报资料。

2 降水日数的空间分布特征

由表 1 可知, 白银市盛夏中雨以上降水日数就各地平均而言存在显著的地域分布差异。景泰、白银、靖远等偏北地方较少, 偏南会宁较多, 是偏北地方的 2 倍左右。从平均绝对变率看, 会宁最大景泰最小; 从

收稿日期: 2007-12-14; 改回日期: 2008-01-15

基金项目: 甘肃省气象局“河西精细化和灾害性天气预报业务系统”(2007-05)和白银市科学技术局“白银市地质灾害气象灾害预报预警系统”(GK20062-3-011A)共同资助

作者简介: 景怀玺 (1964-), 男, 甘肃会宁人, 工程师, 主要从事天气气候预测研究。E-mail: jinghx@sina.com

平均相对变率看,景泰最大,会宁最小,表明白银市盛夏中雨以上降水日数的变化偏南地方较偏北地方

稳定。这与文献[7]对白银市年降水量在不同地域上的分析结论相一致。

表 1 白银市近 36 a(1971~2006年)盛夏中雨以上降水日数的空间分布

Tab 1 The spatial distribution of rainy days (≥ 10 mm) in midsummer in Baiyin from 1971 to 2006

站名	平均/(d/a)	平均绝对变率/(d/a)	平均相对变率
景泰	3.2	1.34	0.42
白银	3.6	1.42	0.39
靖远	4.1	1.57	0.38
会宁	7.0	1.81	0.26

3 降水的环流分型

对于白银市盛夏中雨以上降水这一小概率事件来说,经普查发现:触发盛夏中雨以上降水的环流特征及天气系统不尽相同。为了定量描述其环流类型,根据以往天气分型经验^[8-9],可在 500 hPa高空图上选取关键区内(85~110 E, 33~48 N)的 16 个站点的高度场变量组合作为天气分型的指标。

3.1 高度场变量组合

$$H_1 = H52267 - H51463$$

$$H_2 = H52681 - H51777$$

$$H_3 = H52983 - H52818$$

$$H_4 = H56096 - H56004$$

$$H_5 = \text{MAX}(H53614 - H52418, H53614 - H52533)$$

$$H_6 = \text{MAX}(H53915 - H52818, H53915 - H52836)$$

$$H_7 = \text{MAX}(H57127 - H56029, H57127 - H56046)$$

$$Z_1 = H_1 + H_2 + H_3 + H_4$$

$$Z_2 = H_5 + H_6 + H_7$$

$$Z_3 = H_2 + H_3$$

$$Z_4 = H_6 + H_7$$

3.2 分型规则

(1) $Z_1 \geq 11$ 为西南气流型;

(2) $Z_2 \geq 9$ 或 $Z_2 \geq 8$ 且 $Z_4 \geq 5$ 为低压槽型;

(3) $Z_2 \geq 12$ 或 $Z_1 \geq 11$ 且 $Z_3 \geq 7$, 同时 $H_1 \geq 1$, $H_2 \geq 1$, $H_3 \geq 3$, $H_4 \geq 1$ 为西北气流型;

(4) $Z_2 \geq 8$ 为高压脊型;

(5) 以上条件均不符合者为纬向环流型。

从以上分型规则可以看出,根据指标站高度差的不同配置,可分为西北气流型、低压槽型、纬向环流型、西南气流型和高压脊型。结合本地的降水实况日资料,经统计发现高压脊型内不会出现中雨以上降水。由此可见,造成白银市盛夏中雨以上降水的主要天气类型有:西北气流型、低压槽型、纬向环流型、西南气流型。

4 降水环流形势特征

由表 2 可以看出,在白银市盛夏各地中雨以上降水的 4 种主要环流形势中,其所占的比例差异明显。就平均状况而言,纬向环流型最多,西北气流型和低压槽型次之,西南气流型最少。

表 2 2000~2006年白银市盛夏中雨以上降水各地在不同环流形势下所占的百分率

Tab 2 The percentage of precipitation (≥ 10 mm) under the different circulation situation in each station in midsummer in Baiyin from 2000 to 2006

天气类型	站名			
	景泰	白银	靖远	会宁
西北气流型	10.5%	20.0%	19.0%	26.2%
低压槽型	26.3%	15.0%	14.3%	19.0%
纬向环流型	52.6%	55.0%	52.4%	45.2%
西南气流型	10.5%	10.0%	14.3%	9.5%
总次数	19	20	21	42

4.1 西北气流型

此类形势多为高空冷槽或冷涡东移到 106 E 以东,河西地区处于长波槽后西北气流里,温度槽落后于

高度槽,且新疆高压脊发展加强,脊前的西北气流引导冷空气迅速南下,冷槽或低涡南移,其南部的气旋性曲率影响本市,盛夏可造成中雨以上降水天气(图 1)。

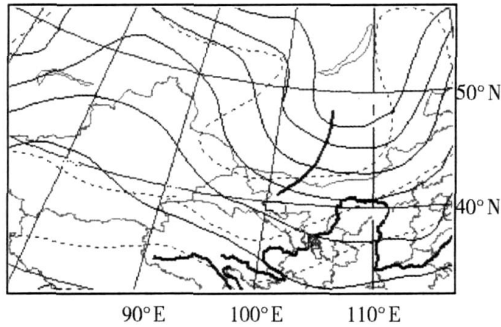


图 1 西北气流型中雨以上降水 500 hPa环流典型场
(实线为等高线,虚线为等温线)

Fig 1 The typical 500 hPa circulation field for precipitation (≥ 10 mm) under the type of northwest air current (solid lines are contours, dotted lines are isotherms)

4.2 低压槽型

本型常见的形势特点是南北 2 支槽系迭加在青藏高原中东部形成一比较深厚的低值系统,温度槽落后于高度槽,且加深发展,并向东南方向移动,盛夏可造成白银市中雨以上降水天气(图 2)。

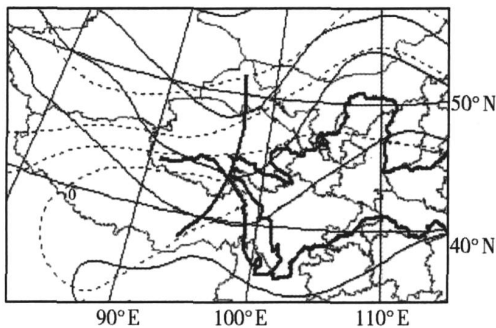


图 2 低压槽型中雨以上降水 500 hPa环流典型场
(实线为等高线,虚线为等温线)

Fig 2 The typical 500 hPa circulation field for precipitation (≥ 10 mm) under the type of low - pressure trough (the solid lines are contours, dotted lines are isotherms)

4.3 纬向环流型

本型的基本形势特点为亚洲中纬度地区环流平直呈多波动型,在 85°E 以东有较宽阔的西风气流,而锋区主要集中在 35°~45°N 之间,有短波槽携带冷空气或冷中心东移,且在东移过程中移速较快,盛夏可造成白银市中雨以上降水天气(图 3)。

4.4 西南气流型

此型常见的天气形势特点是“东高西低”型。

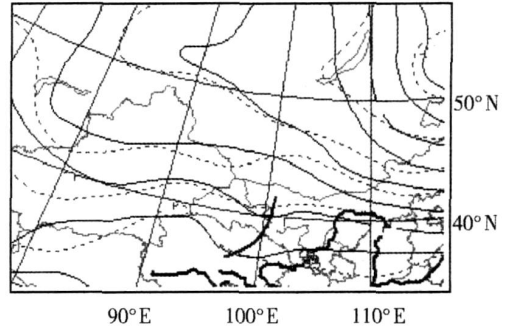


图 3 纬向环流型中雨以上降水 500 hPa环流典型场
(实线为等高线,虚线为等温线)

Fig 3 The typical 500 hPa circulation field for precipitation (≥ 10 mm) under the type of zonal circulation (Solid lines are contour lines, dotted lines are isotherms)

即西太平洋副热带高压北抬西伸至 35°N 以北、95°E 以西,其西北侧强盛的西南气流将孟加拉湾的水汽输送到本地上空,当北方有冷空气东移,盛夏可造成本地中雨以上降水天气(图 4)。

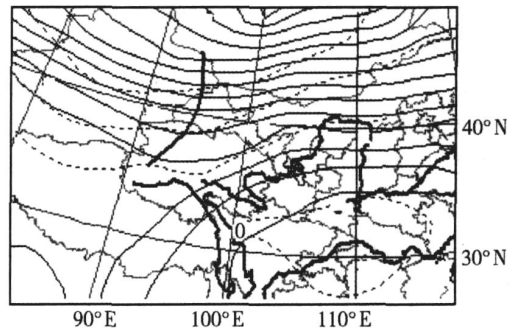


图 4 西南气流型中雨以上降水 500 hPa环流典型场
(实线为等高线,虚线为等温线)

Fig 4 The typical 500 hPa circulation field for precipitation (≥ 10 mm) under the type of southwest air current (the solid lines are contours, dotted lines are isotherms)

5 中雨以上降水 PP 预报方程的建立

针对不同的环流类型,分别对每一类型高空资料样本对应当日本地日降水资料进行消空过滤,以提高预报地点中雨以上降水的气候概率^[10],原则上不漏掉任何一个个例日。在剩余样本中挑取可信度 0.01 且天气物理意义比较明确的单因子 5 个,分别进行 (0, 1) 化处理。由于本文研究的预报对象为无中雨以上降水和有中雨以上降水 2 类,故利用多因子二级判别将无中雨以上降水划分为第 1 类,有中雨以上降水划分为第 2 类,按历史概括率最高

的原则建立中雨以上降水的 PP 判别方程^[11],并确定临界值;然后代入 T213 数值预报在不同预报时效不同层次不同时的预报场进行 24 h、48 h、72 h 未来 3 d 的短期预报制作。限于篇幅,本文以会宁站为例建立 PP 方程。

5.1 西北气流型

5.1.1 消空指标

(1) 700 hPa 上,榆中与平凉温度露点差之和 15.5 ,表明本地上空水汽条件较差,不利于中雨以上降水的产生。

(2) 700 hPa 上,酒泉与张掖位势高度之和减榆中与平凉位势高度之和,若 -2 gpdm 时,表明本地受高值系统影响,亦不利于中雨以上降水的产生。

5.1.2 预报因子

X_1 : 500 hPa 上,酒泉温度减西宁温度之差 0 ,且敦煌、酒泉、张掖、民勤、格尔木、都兰中有至少 3 站以上温度露点差 5.0 ,且敦煌、酒泉、张掖均为偏 N 风时取为 1,否则为 0。

X_2 : 500 hPa 上,敦煌、酒泉、张掖、民勤、都兰、西宁、榆中 7 站中至少有 5 站以上 $H_{24} - 1$ gpdm,且至少有 4 站以上 $T_{24} - 2$ 时取 1,否则为 0。

X_3 : 500 hPa 上,巴音毛道位势高度分别与敦煌、酒泉、张掖、民勤的位势高度差均 -1 gpdm,且巴音毛道温度分别与酒泉、民勤温度差均 -1 或至少有 1 站温度差 -2 时取 1,否则为 0。

X_4 : 500 hPa 与 700 hPa 上,平凉温度露点差之和 9.5 ,且位势高度之差 270 gpdm 时取 1,否则为 0。

X_5 : 当 08 时和 14 时本站 24 h 变压有任意一个时次 1.5 hPa 时取 1,否则为 0。

PP 判别方程为:

$$Y_1 = -1.17 + 0.43X_1 + 0.42X_2 + 1.72X_3 + 0.57X_4 + 1.32X_5 \quad (1)$$

临界值 $Y_{1c} = 1.07$ 。当 $Y_1 > 1.07$ 时,预报有中雨以上降水;当 $Y_1 < 1.07$ 时,预报无中雨以上降水。此方程的历史拟合率为 85%。

5.2 低压槽型

5.2.1 消空指标

(1) 700 hPa 上,西宁与榆中温度露点差之和 > 10.5 ,表明本地上空水汽条件较差,不利于中雨以上降水的产生。

(2) 700 hPa 上,茫崖与格尔木位势高度之和减榆中与平凉位势高度之和,若 < 0 gpdm 时,表明本地受高值系统影响,亦不利于中雨以上降水的产生。

5.2.2 预报因子

X_6 : 500 hPa 上,酒泉温度减榆中温度 -4 ,

且张掖、民勤、格尔木、都兰、西宁、榆中 6 站中至少有 4 站以上温度露点差 3.0 时取为 1,否则为 0。

X_7 : 500 hPa 上,敦煌、酒泉、张掖、民勤、格尔木、都兰、西宁、榆中 8 站中至少有 5 站以上 $H_{24} - 1$ gpdm,且至少有 4 站以上 $T_{24} - 1$ 时取 1,否则为 0。

X_8 : 500 hPa 上,格尔木温度分别减榆中、平凉温度均 -3 ,且榆中、平凉均为偏 S 风,其中任意 1 站风速 $7 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 以上时取 1,否则为 0。

X_9 : 500 hPa 与 700 hPa 上,榆中温度露点差之和 5.5 ,且位势高度之差 > 270 gpdm 时取 1,否则为 0。

X_{10} : 当 08 时、14 时和 20 时本站 24 h 变压有任意一个时次 3.0 hPa 时取 1,否则为 0。

PP 判别方程为:

$$Y_2 = -1.93 - 0.04X_6 + 1.49X_7 + 0.93X_8 + 1.04X_9 + 0.82X_{10} \quad (2)$$

临界值 $Y_{2c} = 0.01$ 。当 $Y_2 > 0$ 时,预报有中雨以上降水;当 $Y_2 \leq 0$ 时,预报无中雨以上降水。此方程的历史拟合率为 89%。

5.3 纬向环流型

5.3.1 消空指标

(1) 700 hPa 上,西宁与榆中温度露点差之和 > 11.5 ,表明本地上空水汽条件较差,不利于中雨以上降水的产生。

(2) 700 hPa 上,张掖与民勤位势高度之和减榆中与平凉位势高度之和,若 0 gpdm 时,表明本地受高原浅性高压脊影响,亦不利于中雨以上降水的产生。

(3) 500 hPa 上,酒泉与张掖温度之和减西宁与榆中温度之和 0 或格尔木温度减西宁温度 > 0 时,表明高原中东部受暖气团控制,亦不利于中雨以上降水的产生。

5.3.2 预报因子

X_{11} : 500 hPa 与 700 hPa 上榆中温度之差 -11 ,且 500 hPa 上榆中温度露点差 < 2.0 时取为 1,否则为 0。

X_{12} : 500 hPa 上,张掖、民勤、格尔木、都兰、西宁、榆中 6 站中至少有 3 站以上 $H_{24} - 1$ gpdm,且至少有 4 站以上 $T_{24} - 1$ 时取 1,否则为 0。

X_{13} : 500 hPa 上格尔木温度减榆中温度 -2 ,且 700 hPa 上榆中、平凉站任意 1 站温度露点差 < 1.5 时取为 1,否则为 0。

X_{14} : 500 hPa 上,格尔木位势高度减西宁位势高度 1 gpdm,且格尔木温度减西宁温度 -1 ,

且榆中、平凉均为偏 S 风时取 1, 否则为 0。

X_{15} : 当 08 时和 14 时本站 24 h 变压有任意一个时次 > 2.5 hPa 时取 1, 否则为 0。

PP 判别方程为:

$$Y_3 = -1.45 + 0.78X_{11} + 1.2X_{12} + 0.56X_{13} + 0.53X_{14} + 0.62X_{15} \quad (3)$$

临界值 $Y_{3c} = -0.01$ 。当 $Y_3 \geq 0$ 时, 预报有中雨以上降水; 当 $Y_3 < 0$ 时, 预报无中雨以上降水。此方程的历史拟合率为 86%。

5.4 西南气流型

5.4.1 消空指标

(1) 700 hPa 上, 西宁与榆中温度露点差之和 > 11 , 表明本地上空水汽条件较差, 不利于中雨以上降水的产生。

(2) 700 hPa 上, 酒泉与张掖位势高度之和减西宁与榆中位势高度之和, 若 ≤ 0 gpm 时, 表明本地

受高值系统影响, 亦不利于中雨以上降水的产生。

5.4.2 预报因子

X_{16} : 500 hPa 上, 酒泉温度减榆中温度 > 2 , 且榆中、平凉有任意 1 站温度露点差 < 2.5 时取为 1, 否则为 0。

X_{17} : 500 hPa 上, 西宁、榆中站中有任意 1 站 $H_{24} > 3$ gpm, 且有任意 1 站 $T_{24} > 1$ 时取 1, 否则为 0。

X_{18} : 500 hPa 上, 格尔木温度分别减榆中、平凉温度均 > 4 , 且平凉为偏 S 风, 其风速 > 9 m \cdot s $^{-1}$ 时取为 1, 否则为 0。

X_{19} : 500 hPa 上, 张掖位势高度减平凉位势高度 < -3 gpm, 且 500 hPa 与 700 hPa 上, 合作温度露点差之和 < 5.5 时取 1, 否则为 0。

X_{20} : 当 08 时和 14 时本站 24 h 变压有任意一个时次 > 2.5 hPa 时取 1, 否则为 0。

PP 判别方程为:

$$Y_4 = -1.73 + 1.16X_{16} + 1.37X_{17} + 2.47X_{18} + 0.93X_{19} + 1.35X_{20} \quad (4)$$

临界值 $Y_{4c} = -0.1$ 。当 $Y_4 \geq -0.1$ 时, 预报有中雨以上降水; 当 $Y_4 < -0.1$ 时, 预报无中雨以上降水。此方程的历史拟合率为 86%。

6 预报方程效果检验

2007 年白银市盛夏中雨以上降水日数按各县区统计共计出现 23 次。其中景泰 5 次、白银 5 次、靖远 8 次、会宁 5 次。经利用 2007 年 6~8 月 T213 数值预报产品不同预报时效预报资料进行了试报。从表 3 可以看出: 以上预报方程对区域白银市盛夏中雨以上降水 24 h、48 h、72 h 的预报准确率分别达 73.9%、65.2%、60.9%, 具有较好的预报能力, 可投入实际业务应用。

表 3 2007 年 6~8 月白银市中雨以上降水预报方程应用和检验

Tab 3 Application and examination of prediction equation for precipitation (≥ 10 mm) in Baiyin from June to August 2007

站名	24 h			48 h			72 h		
	空报	漏报	TS/%	空报	漏报	TS/%	空报	漏报	TS/%
景泰	1	1	60.0	1	1	60.0	2	1	40.0
白银	1	0	80.0	1	1	60.0	0	2	60.0
靖远	1	1	75.0	1	2	62.5	1	1	75.0
会宁	0	1	80.0	0	1	80.0	1	1	60.0
区域	3	3	73.9	3	5	65.2	4	5	60.9

7 小结

通过分析白银市盛夏在不同环流形势下产生中雨以上降水的天气特征, 选取了关键区域内高、低空基本气象要素作为预报因子, 建立了本市不同地域、不同环流形势下中雨以上降水的短期预报方程, 经试验预报准确率平均达 66.7%, 具有较好的业务应用价值。但预报模型建立时尚未考虑关键区域内涡度、散度、垂直速度等对降水有明显物理意义的动力特征量。所以, 预报模型还需进一步改进。

参考文献:

- [1] 王雨. 2004 年主汛期各数值预报模式定量降水预报评估 [J]. 应用气象学报, 2006, 17(3): 316-323.
- [2] 陈晓光. 西北重要天气成因及数值预报方法研究 [M]. 北京: 气象出版社, 2002.
- [3] 景怀玺, 石圆圆, 白虎志. 白银市近 48 a 地表干湿状况及变迁趋势 [J]. 干旱气象, 2006, 24(3): 52-56.
- [4] 黄嘉佑. 气象统计分析与预报方法 [M]. 北京: 气象出版社, 2000.
- [5] 邓兴旺. 利用数值预报产品制作夏季降水分县分级预报试验

- [J]. 气象, 1997, 23 (10): 27 - 30
- [6] 樊晓春, 董彦雄, 董安祥, 等. T213资料在冰雹短期预报中的释用 [J]. 干旱气象, 2004, 22 (1): 86 - 89.
- [7] 陈少勇, 何世博, 贺红梅. 白银市农业气候资源特征及开发利用 [J]. 成都信息工程学院学报, 2002 (4): 44 - 48.
- [8] 白肇焯, 徐国昌, 孙学筠, 等. 中国西北天气 [M]. 北京: 气象出版社, 1988.
- [9] 李岩瑛, 王汝忠, 齐高先, 等. 武威市寒潮天气气候分析及预报 [J]. 干旱气象, 2004, 22 (1): 49 - 52.
- [10] 中国气象局科教司. 省地气象台短期预报岗位培训教材 [M]. 北京: 气象出版社, 1998. 102 - 107.
- [11] 殷雪莲, 董安祥, 丁荣. 张掖市降雪特征及短期预报 [J]. 高原气象, 2004, 23 (6): 804 - 809.

Forecast of Precipitation over 10 mm Based on T213 Mathematical Forecast Products in Midsummer in Baiyin

JING Huaixi¹, XU kezhan¹, SHI Yuanyuan¹, BAI Huzhi²

(1. Baiyin Meteorological Bureau of Gansu Province, Baiyin 730900, China;
2. Institute of Arid Meteorology, CMA, Lanzhou 730020, China)

Abstract: Based on the MCAPS, T213 mathematical forecast products, aerological observations from 34 stations in forecast key area and pressure, precipitation data for different time in Baiyin, the weather patterns of precipitation over 10 mm in Baiyin are generalized by analyzing the synoptic character, and according to them an objective quantification grouping is made. Some indices and prediction factors with physical significance on precipitation over 10 mm are selected, and a short - period forecast model for precipitation over 10 mm is built by using the PP numerical interpretable and applied method. Finally, a forecast test from June to August in 2007 is made, it shows a excellent results that the average forecast accuracy reaches 66.7%.

Key words: T213; numerical interpretation and application; precipitation forecast

(上接第 77页)

Preliminary Summary on Parameterization of Heterogeneous Land Surface Process and Remote Sensing Technology Research

QIAO Juan^{1,2}, ZHANG Qiang², ZHANG Jie²

(1. Chinese Academy of Meteorological Sciences, Beijing 100081, China; 2. Key Laboratory of Arid Climatic Change and Reducing Disaster of Gansu Province, Key Open Laboratory of Arid Climate Change and Disaster Reduction of CMA, Institute of Arid Meteorology, CMA, Lanzhou 730020, China)

Abstract: Heterogeneous land surface has important impact on land surface process model (LSM) applying. If treated as homogeneous surface, to a great degree, the simulated accuracy of LSM would be influenced. In this paper the parameterization methods of heterogeneous land surface (Mosaic, statistical - dynamical and other methods) are introduced in detail, the defects of those methods are also analyzed. Then the question of land surface parameter scale conversion is simply discussed. At last the authors give some advice on the advanced study in the future, especially put forward that finding proper method to realize the different scale conversion of land surface parameters is necessary.

Key words: heterogeneous land surface; land surface process; parameterization methods; scale conversion