

地表物理参数影响 MM5 模式预报的个例分析

刘宁微 纪瑞鹏 (中国气象局沈阳大气环境研究所 沈阳 110016)

摘要 根据美国国家大气研究中心(NCAR)提供的和利用卫星遥感反演资料所得到的地表物理参数分别应用于中尺度数值模式 MM5 中,选取 1998 年 6 月 28~30 日的辽宁强降水过程进行了敏感性试验。结果表明:卫星反演的下垫面物理参数使模拟结果更接近观测值,其优势随着网格距的减小而逐渐明显。同时,下垫面物理参数的改变对于动力、热力场也有一定的影响。

关键词 地表物理参数 MM5 模式预报 敏感性试验

地表物理参数(如反射率、土壤湿度、发射率、粗糙度、热惯量等)是天气预报、气候模拟与预测、边界层气象和生态气象研究的基础性数据,是影响全球气候变化的重要分量。目前,我国在数值预报的科研和业务中大多使用 PSU/NCAR 提供的下垫面资料,将植被类型划分为 13,17,25 类,将一年划分为冬(10 月 15 日—翌年 4 月 15 日)、夏(4 月 15 日—10 月 15 日)两季,各类各季的地表物理参数被确定为常数。然而,这样确定的物理参数对我国尤其是东北地区有明显的不足:(1)东北地区四季分明,下垫面植被覆盖率变化很大(如在一年中占陆地面积约 30% 的农田的植被覆盖率在 0%~100%

变化),这必然引起地表物理参数的季相变化;(2)气候的变化影响着下垫面的植被覆盖率和土壤含水量,进而影响下垫面的光谱特征和土壤的热力学特征,改变植被的物理参数。

利用卫星遥感资料反演区域尺度上地表特征参数是当前的一种有效方法。地表物理参数本身的极小误差,将会引起计算结果的较大误差。一些敏感性试验结果表明,利用符合实际的地表物理参数将会大大改善模式计算和模拟结果^[1-3]。

1 地表物理参数的对比

本文选用 NCAR 提供的 13 类下垫面,分别使用模式自

表 1 NCAR 的地表物理参数

类型代号	类型	反射率/(%)		土壤湿度/(%)		发射率/(%)		粗糙度/cm		热惯量/($\text{cal}\cdot\text{cm}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{s}^{-1/2}$)	
		夏	冬	夏	冬	夏	冬	夏	冬	夏	冬
1	城区	18	18	5	10	88	88	50.00	50.00	0.03	0.03
2	农耕地	17	23	30	60	92	92	15.00	5.00	0.04	0.04
3	草原	19	23	15	30	92	92	15.00	30.00	0.03	0.04
4	阔叶林	16	17	30	60	93	93	50.00	50.00	0.04	0.05
5	针叶林	12	12	30	60	95	95	50.00	50.00	0.04	0.05
6	混交林和湿地	14	14	35	70	95	95	40.00	40.00	0.05	0.06
7	水体	8	8	100	100	98	98	0.01	0.01	0.06	0.06
8	沼泽地	14	14	50	75	95	95	20.00	20.00	0.06	0.06
9	沙漠	25	25	2	5	85	85	10.00	10.00	0.02	0.02
10	冻土带	15	70	50	90	92	92	10.00	10.00	0.05	0.05
11	永冻冰	55	70	95	95	95	95	5.00	5.00	0.05	0.05
12	热带或亚热带森林	12	12	50	50	95	95	50.00	50.00	0.03	0.03
13	热带或亚热带草原	20	20	15	15	92	92	15.00	15.00	0.03	0.03

带的地表物理参数(表 1)和王鹏云等在《卫星遥感地表植被及其在华南暴雨中尺度数值模拟中的应用试验》中利用遥感资料反演所得的地表物理参数(表 2)资料,对辽宁一次强降水过程进行数值试验,比较两者的模拟结果。以下垫面类型“农耕地”为例,表 1 中所提供的土壤湿度夏、冬两季分别为 30%,60%;表 2 提供的 1998 年 5,6 月的土壤湿度分别为 65%,70%。相对于表 1 和表 2 在时间划分上更精细,而且其

值也有一定的增大。由于下垫面与大气间的相互作用,采用表 2 中物理参数模拟的降水量可能会略大一些,因此,利用遥感反演的物理参数资料是非常有必要的。

2 MM5 模拟试验个例

以 1998 年 6 月 28~30 日发生在辽宁的一次强降水过程为例。华北气旋是这次强降水的主要原因。在降水发生之前,维持在华北上空的低压中心(图 1)造成气流的辐合上升,

收稿日期:2005-04-18;修订日期:2005-06-08

表2 遥感资料反演的地表物理参数

类型代号	类型	反射率/(%)		土壤湿度/(%)		发射率/(%)		粗糙度/cm		热惯量/($\text{cal}\cdot\text{cm}^{-2}\cdot\text{k}^{-1}\cdot\text{s}^{-1/2}$)	
		5月	6月	5月	6月	5月	6月	5月	6月	5月	6月
1	城区	18	18	5	10	88	88	50.00	50.00	0.03	0.03
2	农耕地	18	16	65	70	91	92	14.00	15.00	0.03	0.04
3	草原	19	18	46	55	91	92	11.00	12.00	0.03	0.03
4	阔叶林	16	17	70	75	90	95	60.00	65.00	0.04	0.04
5	针叶林	13	12	50	60	95	95	50.00	50.00	0.04	0.05
6	混交林和湿地	13	14	65	70	94	95	55.00	60.00	0.03	0.03
7	水体	8	8	100	100	98	98	0.01	0.01	0.06	0.06
8	沼泽地	14	14	50	75	95	95	20.00	20.00	0.06	0.06
9	沙漠	25	25	3	2	84	86	9.00	10.00	0.02	0.02
10	冻土带	58	60	95	95	95	95	5.00	5.00	0.05	0.05
11	永冻冰	55	70	95	95	95	95	5.00	5.00	0.05	0.05
12	热带亚热带森林	12	13	85	80	95	95	50.00	50.00	0.05	0.05
13	热带亚热带草原	17	15	70	65	92	91	12.00	11.00	0.03	0.03

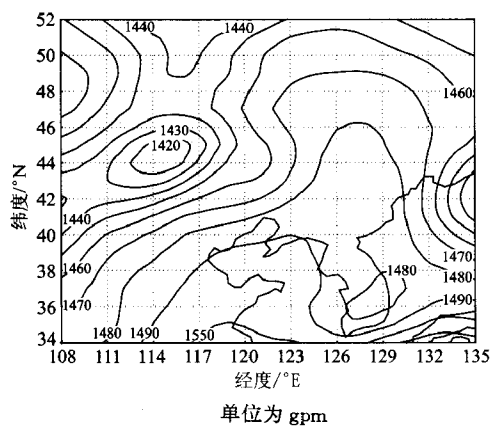


图1 1998年6月28日08时850 hPa高度场实况

促进了对流发展;同时西南暖湿气流的补充为这次降水提供了充分的水汽来源^[4]。图2为1998年6月28日20时—30日20时的累积降水分布,降水中心最大值为59.2 mm。

模式中心点为42.5°N,120.3°E,使用三重套网格,最外重网格距为45 km,格点数为51×51;第2重网格距为15 km,格点数为58×58;最内重网格距为5 km,格点数为73×73。使用NCEP全球再分析资料作为模式的初始场和侧边界条件,输出场频率为3 h。采用Grell积云参数化方案,混合相湿

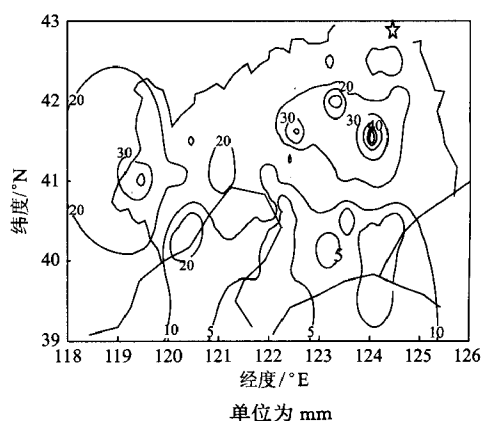


图2 1998年6月28日20时—30日20时辽宁降水实况物理方案,高分辨率Blackadar PBL行星边界层方案。

3 试验结果分析

3.1 48 h降水预报

使用NCAR提供的地表物理参数模拟3个网格区域上的48 h降水量,与实况比较(图3),模拟的降水落区偏西约60 km,三重网格预报的降水中心最大值分别为24,35,44 mm。使用遥感反演的地表物理参数预报降水范围略偏西,降水中心最大值分别为26,43,56 mm,其细网格最大降水量十

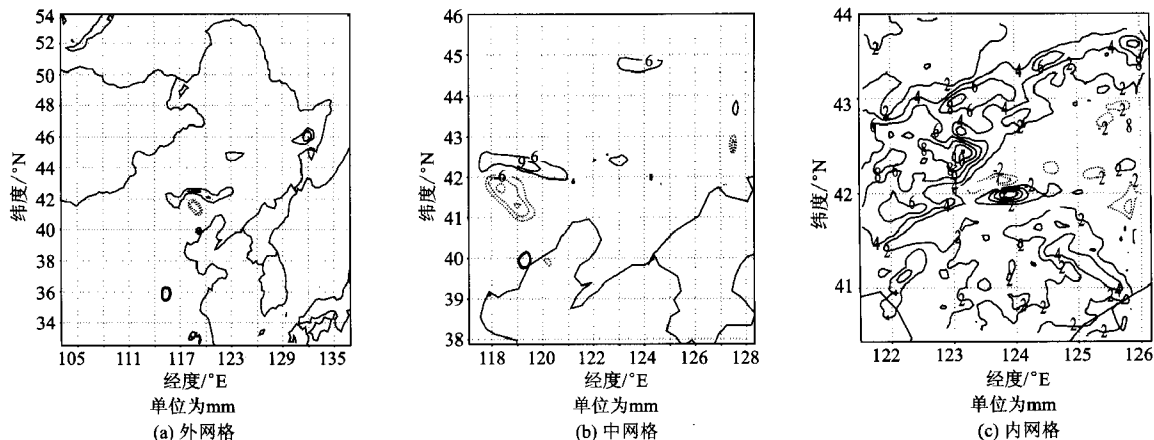


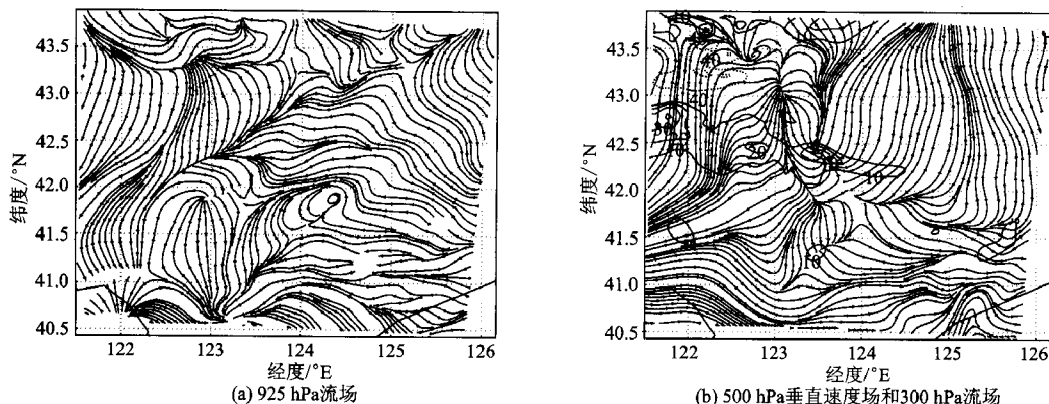
图3 用遥感反演与NCAR地表物理参数模拟的48 h降水差值场

分接近实况。可见,在模拟降水量中,植被参数的差异对格距为 45 km 的粗网格影响不大,格距为 15 和 5 km 的中、细网格降水中心最大值分别增加了 23% 和 21%。

3.2 动力场特征

图 4 为 1998 年 6 月 28 日 20 时遥感反演与 NCAR 地表物理参数模拟格距为 5 km 内重网格对比差值。由低层差值

流场(图 4 a)可见,遥感反演资料的应用使 41.5~42.0°N, 123.5~124.5°E 区域出现一个十分清晰的气旋性辐合环流。这个范围正是本次强降雨的中心;相应地在该地区上空出现中层强上升(达 20 m/s)和高层辐散(图 4b)。这表明地表物理参数的改变可以使低层流场发生明显的变化,并进一步使中高层流场发生相应的变化。



垂直速度单位为 m/s

图 4 遥感反演与 NCAR 地表物理参数模拟内网格的动力差值场

3.3 热力场特征

相当位温是分析大气热力性质的一个重要的变量。图 5 给出了用遥感反演与 NCAR 地表物理参数模拟的 1998 年 6 月 28 日 20 时三重网格在 925 hPa 等压面上的相当位温差值

场。三重网格上的正值范围与图 4 a 的辐合中心基本相同,最大值分别为 4, 4, 8 K。低层辐合区对应着增能区,意味着强降雨区斜压不稳定能量增加了,从而降水量增大了。能量的这一变化与地表物理参数改变引起的热量水汽再分布有关。

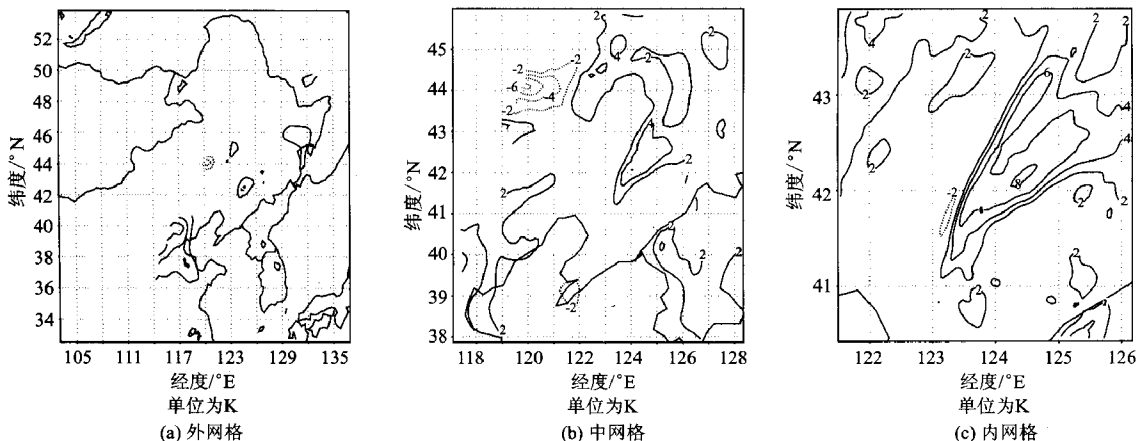


图 5 遥感反演与 NCAR 地表物理参数试验的 θ_e 差值场

4 结语

本文将符合我国地表特征的地表物理参数资料用于 MMS 模式预报中,通过对 1998 年 6 月辽宁一次降水过程的模拟比较出它相对于 NCAR 地表物理参数的优势。反演所得到的地表物理参数与 NCAR 相比,反射率偏小,土壤湿度偏大,由下垫面与大气的相互作用推断用反演资料所得到的模拟降水量可能略大。48 h 降水场的试验结果表明:当网格距为 45 km 时,二者差别很小;当网格距减小到 5~15 km,预报最大降水量增加 21%~23%。同时,由于各要素间的良好配置,动力和热力场特征也有相应的差别。本文只是对地表物理参数影响模式预报结果的一个初步试验,事实上各个物理参数对大气运动的影响乃至它们之间的相互作用产生的效应是一个十分复杂的过程,这将在今后的工作中继续进行研

究。

参考文献

- 1 王鹏云,肖乾广,林水辉,等.卫星遥感地表植被及其在华南暴雨中尺度数值模拟中的应用试验.应用气象学报,2001,12(3).
- 2 李月安,皇甫雪官.地表参数对 T106 模式预报的影响.应用气象学报,2001,11(1).
- 3 周锁铨,陈万隆,王革丽.夏季我国高原植被气候效应的数值研究——模式及降水流场的效应.南京气象学院学报,1997,20(2).
- 4 项英芬,陈力强,韩江文.1998 年 8 月 4 日华北气旋暴雨分析.辽宁气象,1999,(2).

欢迎在本刊刊登各种科技
产品信息广告,广告费用优惠。