

非均匀下垫面陆面过程参数化问题研究进展

乔娟^{1,2}, 张强², 张杰²

(1. 中国气象科学研究院, 北京 100081; 2. 中国气象局兰州干旱气象研究所, 甘肃省干旱气候变化与减灾重点实验室, 中国气象局干旱气候变化与减灾重点开放实验室, 甘肃 兰州 730020)

摘要:非均匀下垫面对陆面过程模式应用有着重要影响。若将下垫面一概视为均一, 在很多情况下会影响模式模拟的准确性。本文详细介绍了目前非均匀地表陆面过程参数化的方法 (Mosaic法、统计—动力法和其它方法), 初步分析了这些参数化方法的缺陷, 并简单探讨了陆面参数尺度转换问题, 最后对今后研究的问题给出了建议, 其中特别提出要寻找适当方法实现陆面物理量不同尺度间的转换。

关键词:非均匀下垫面; 陆面过程; 参数化方法; 尺度转换

中图分类号: P456.7

文献标识码: A

引言

非均匀下垫面问题一直是困扰数值模式和遥感反演技术发展的关键环节。随着陆面过程模式的改进和遥感技术的发展, 人们逐渐提高了对下垫面的科学描述能力, 然而由于下垫面非均匀性的影响, 对陆面过程的描述仍存在很多问题。因为不同地域的地形、土地利用、植被和土壤属性的差异, 甚至小尺度局地 and 次区域气象、水文和生态条件下地气能量和水分交换的差异都会对陆面过程产生影响^[1]。近 20 a 来, 由于对 IGBP, GEWEX 及 BAHC 等计划的重视和推动, 关于陆面非均匀性的研究及其对陆—气相互作用的重要影响, 已受到越来越多的各国学者的高度重视^[2]。

地表的非均匀性通常是指地表土壤特性 (土壤类型、湿度、颜色及粗糙度等)、植被分布 (植被类型、叶角、高度、密度及形态等) 以及非均匀分布的云和降水对地表辐射收支和地表湿度的非均匀影响。过去的研究发现下垫面的非均匀性会对地表的能量平衡、地表水文过程及局地环流产生一定的影响, 甚至可能造成新的附加中尺度环流并引发附加的中尺度通量^[3]。

目前处理陆面过程非均匀性的方法主要有 Mosaic法和统计—动力法, 还衍生出一些其它的方法,

但这些方法均存在一定的缺陷。同时, 遥感与陆面模式相结合已成为陆面过程研究中必不可少的手段。本文研究探讨了非均匀下垫面陆面过程参数化方法的研究现状, 以及遥感技术、LAS在非均匀下垫面陆面过程中的应用, 最后对今后研究可能改进的方面提出了几点建议。

1 非均匀下垫面与陆面过程模式

从 20 世纪 60 年代末第一代 GCM 的诞生到近 10 a 涌现出了许多陆面过程模式 (LSM), 如 BATS^[4]、SB^[5]等。但已有的 LSM 基本假设下垫面均匀分布, 而实际下垫面的二维非均匀性会引起很多重要的次网格过程, 造成原来建立在均匀性假设基础上的结果严重失真, 因此, 陆面过程模式最严重的缺陷之一是没有考虑这些次网格的非均匀性。各国学者逐渐致力于这方面的研究, 20 世纪 80 年代后期以来, 各有侧重地考虑次网格非均匀性的陆面过程模式 (Mosaic模型, 动力—统计模型等) 相继出现^[2]。

1.1 非均匀下垫面陆面过程参数化方法

一个理想的陆面过程模式应真实客观地反映下垫面附近发生的各种物理过程 (如水分、动量、能量等的交换), 尽量体现出下垫面特征量的非均匀性

收稿日期: 2007 - 12 - 06; 改回日期: 2008 - 01 - 27

基金项目: 国家自然科学基金项目 (40575006) 资助

作者简介: 乔娟 (1984 -), 女, 陕西宝鸡人, 在读硕士, 主要从事陆面过程、陆—气相互作用研究。E-mail: juanqiao2005@163.com

(如粗糙度、叶面积指数、温度、湿度等),并且计算尽量省时^[6]。然而现有的陆面过程模式(LSEM)基本建立在网格区下垫面均一、单一分布的假设基础上,即认为网格区只有一种植被均匀覆盖,并在均匀分布大气条件下实现地—气交换过程,这显然不能准确地描述陆面过程的真实情况。因为真实陆面的构成既非单一又非均匀,具有由不同特征尺度构成的热力和力学上的差异而产生的次网格尺度的非均匀性;而且大气条件也不可能是均匀分布的^[7]。LSEM尚未充分考虑这种次网格非均匀地表与大气间的相互作用,因此它对陆面过程的描述欠真实,特别是陆面过程中的非线性项对地表参量的非均匀性最为敏感,明显影响着陆—气之间的动量、水分和能量的交换,直接影响模拟的准确性^[8-9]。因此,如何有效地描述LSEM中网格区内和网格之间的非均匀性,是一个关键性问题。

目前在陆面模式中处理陆面过程非均匀性的方法主要有马赛克法(Mosaic)和统计—动力法(statistical-dynamical),同时还衍生出一些其它的方法。

1.1.1 Mosaic法

Mosaic法主要是考虑一个格元中小块与小块之间的差异,如裸土小块与植被小块间的差异^[4]。它采取“拼图”形式,假定大气环流模式的网格被不同的植被覆盖,这些植被分别单独地和同一网格上的混合大气相互作用。这种方法忽略了小尺度的非均匀性,把每一网格内不同的植被类型重新组合成几块,每一块上都假设被一种单一的植被完全覆盖,然后利用网格上平均的大气条件,分别单独计算每一块植被上的能量平衡以及和大气边界层相交换的面积加权平均的热量、水汽、动量通量。这种方法的缺陷是:它要求网格上通常是地面层的大气充分混合,这样每一个次网格的大气强迫就可以认为是相同的。但当总体动力学阻抗很小,每块蒸腾阻抗很不一样时,这一假设就有问题。Mosaic方法的另一个缺陷是没有考虑大气强迫的非均匀性,它定义地面上大气强迫在每个大气环流模式网格上是相同的,即为每一个网格点上的总体平均值。显然这种方法没有考虑不同地表类型不均匀空间分布时,地气间相互作用的影响。

1.1.2 混合型法

在Mosaic法产生之后,不少学者又提出类似的方法,混合型法就是其中之一。这一方法^[3]假定每个大气环流模式的网格都是由一种均匀的、充分混

合的、能量平衡的地表覆盖,它能够描述较小尺度的地面垂直结构及非均匀性,但无法考虑较大尺度地面覆盖的非均匀性。如Dickinson等^[4]的BATS模式和Sellers^[5]等的Sib模型都是采纳混合型方法。这一方法的缺陷与Mosaic法大致相同,没有考虑大气强迫的非均匀性,有较大的局限性。

1.1.3 显式次网格法

Seth等^[10]总结了以上2种方法,发展了一种显式次网格法(Explicit Subgrid Method)。像Mosaic法一样,它假定在一个大气环流模式网格中包含不同地点的不同植被类型,虽然这些不同的植被之间没有相互作用,但它们在垂直方向都直接和覆盖在上面的大气相互作用。这种方法没有把相同的植被类型重新组合成一块,而是在大气环流模式的每一个网格上定义了一个更高分辨率的次网格,每一个次网格都是一种植被和裸土的混合,通过直接对大气环流模式的网格划分,把每一个次网格的地理位置表示出来,这样,可以把大气强迫场,特别是降水和云按照某个有物理意义的函数分布到次网格中。这种方法的基本假设是次网格尺度的大气强迫场对地气之间的热量、水汽、动量交换具有重要意义。这种方法也存在缺陷,一是计算量大,二是还没有一种较好的函数能把大气强迫的次网格效应描述出来,并且这种方法没有考虑到与地面非均匀性相联系的次网格动力效应。

1.1.4 统计—动力法

统计—动力法是采用一个分布函数来考虑大气强迫的非均匀性,把这一强迫分布到同一网格上的不同块中。在统计—动力法中,由于应用了表征特征量的非均匀性分布的概率密度函数(probability density function,简称PDF),在具体计算时,既可以在分布范围内很多细小间隙内通过数值积分进行,并假定在每一间隙内特征量是均匀的;也可以在整个分布范围内通过解析积分进行^[6]。我们把前者称为统计—动力法的数值表达型^[11-14],后者称为统计—动力法的解析表达型^[8-9,15-16]。这种方法最大的缺陷是计算繁冗,函数复杂,不便于在模式中进行计算。基于上述原因,Giorgi^[8-9]用马赛克法及统计—动力法解析表达型拟合某一气象要素的空间分布,他没有在非均匀分布上用数值方法积分整套方程,而是用解析方法积分一些影响较大的非线性项。借助Cabauw、HAPEX和ARME的试验资料,对这种方案的有效性和敏感性进行了实验,结果表明方案

的可行性程度较高。但使用这种方法时,如何选择恰当的 PDF 作为陆面通量非均匀性的描述函数是一个关键问题。曾新民等^[6]在 Giorgi^[8-9]的基础上提出“结合法”(Mosaic法及统计—动力法解析表达式两者的结合),应用较线性概率密度函数(PDF)计算效率更高的余弦函数型 PDF,将 PDF 的自变量推广到基本气象特征量的单值函数,使“结合法”具有更广泛的应用。但是这种方法只考虑了温度、湿度非均匀而未涉及粗糙度、叶孔阻抗等重要的陆面参量的非均匀性。

总之,上述的各种方法各有缺陷,均有一定的局限性和适用性。

2 非均匀下垫面陆面参数尺度转换

2.1 遥感技术在陆面过程研究中的主要应用及存在的问题

近 20 a 遥感技术越来越多地用于气象探测,成为气象研究中不可或缺的手段,如用于冰川、洪水、飓风的研究,干旱、半干旱区的开发等^[17]。而在广受国际关注的陆面过程研究中,利用卫星遥感资料反演区域尺度上地表特征参数的有效性在科学界已达成共识^[18]。在陆—气相互作用研究中需要获取一些地表参数,如太阳辐射、地表反射率、地表温度、比辐射率、土壤湿度、地表粗糙度和植被参数等。这些参数可以由常规气象、水文和农田等观测站提供,也可通过陆面过程试验实地观测获取,但一般只能获取点上的资料,将这些资料由单点向区域扩展时,采用的一些经验方法大多以单个站点的资料为基础,在站点上精度较高,但在大面积区域推广应用时,由于下垫面几何结构及物理性质的水平非均匀性,一般很难取得准确结果^[19]。目前一般利用遥感资料解决这个难题。多时相、多光谱及倾斜角度的遥感资料能综合地反映出下垫面的几何结构和湿、热状况,特别是表面热红外温度与其它资料结合起来能客观地反映出近地层湍流热通量大小和下垫面干湿差异,较经验方法有明显的优越性^[20]。但是遥感资料获得的像元值是“面”上(区域)的平均值,而现有的研究大都将遥感得到的区域数据与测站观测得到的单点数据直接对等起来,这对于均匀平整下垫面比较适用,但在复杂下垫面上不再适用。因而对于非均匀下垫面而言,需要寻找恰当的方法建立“点”资料(测站得到的观测资料)与“面”资料(遥感获得的区域资料)的关系,以“点”上资料代替一

个像元或网格,然而目前还没有一种方法能真正圆满解决这个问题,实现“点”、“面”尺度资料的合理转换。

2.2 LAS(大孔径闪烁仪)在非均匀地表能量通量研究中的应用

获取区域地表参数和植被参数后,进一步确定区域能量通量时,在几 km 到几十 km 尺度上,特别在非均匀下垫面和地形起伏情况下,有代表性的区域能量通量的观测及相关分析研究,仍然非常困难。传统的通量观测方法,如涡动相关方法、波文比—能量平衡方法和空气动力学方法等,尽管在多个国际大型陆面过程试验以及当前各种研究中广泛应用,却只能提供局地结果,每个站点的地面代表性通常只有几百 m 左右,很难得到非均匀下垫面一个较大尺度上的能量通量^[21]。利用卫星遥感与地面观测相结合的手段不失为解决这一问题的一种较为有效的途径^[22]。而近年来蓬勃发展的大孔径闪烁仪(LAS)为确定非均匀下垫面上的区域能量通量提供了全新的手段。单台大孔径闪烁仪可以测量 200 m 至 10 km 范围内的平均感热通量,不仅对时间,也对空间作了平均,其测量尺度与大气模式的网格尺度以及卫星遥感的像元尺度匹配较好^[21]。

大孔径闪烁仪(LAS)的发展与 20 世纪 90 年代中期以来迅速发展的利用卫星遥感反演区域地面能量收支各分量密切相关。由于二者空间尺度相近,LAS 自然成为卫星遥感反演结果的最佳验证手段^[21]。对地形相对平坦但拥有不同植被类型的地区,许多学者讨论了各种小块(均一小区域)的通量(由涡动相关仪测定)与较大区域通量值(由 LAS 测定)之间的关系。如,1999 年 7 月, Hemakumara 等^[23]在斯里兰卡霍勒讷(Horana)地区的一个混合植被区进行的田间实验,该地区在 1.9 km 的光路径上有常年作物,也有季节性的水稻和草地。作者将 LAS 得到的 H 的日变化与净辐射 R_n 的日变化作对比,据此算出的蒸散量的日变化范围在当地的气候条件下认为是合理的。这给出了 LAS 可以在非均一地表应用的一个直观认识。Beyrich 等^[24]研究了德国东北部一个森林和农田的混合区域。将涡动相关仪测得的各个地块的感热通量以各地表所占比例为权重求和,计算得到的区域平均通量值与 LAS 的测量值很一致。Meijninger 等^[25]1998 年夏天在荷兰 Flevoland 南部农田(主要有甜菜、土豆、洋葱和小麦 4 种作物)进行实验,将涡动相关仪测量的各作物下

垫面的通量,结合权重方程,得到区域平均通量,二者吻合较好。对地形略有起伏的地区而言,如 Chehbouni等^[26]在墨西哥上圣佩德罗(Upper San Pedro)流域一块退化草地和豆科灌木的混合区域进行的在适当考虑了 LAS路径上植被和地形的不均一性(包括有效高度、地表粗糙度、零平面位移等)之后,LAS的测量值和涡动相关法测出的区域平均值一致性很好。

国内,2000年在中国—荷兰合作 CEWBMS项目中首次引进大孔径闪烁仪。根据5个测点获得的长时间序列 LAS数据以及相关气象资料进行了一些分析。如陈忠明等^[27-28]根据2000~2001年乐至获得的观测资料得出:LAS观测获得的感热通量与乐至站的月平均地气温差($T_s - T_a$)之间有显著的相关,相关系数达0.77。胡丽琴等^[29]分析郑州 LAS测站2000年的资料后指出,由LAS测出的感热通量值,以及结合净辐射资料间接得到的潜热通量值,合理地反映出了当地能量平衡状况的季节变化。2002年起,北京师范大学和中国科学院地理科学与资源研究所合作,利用新引进的2台LAS在北京昌平地区进行了数次连续观测。刘绍民、黄妙芬等^[30-31]利用2002年裸地上的观测资料得出:LAS的测量值与涡动相关方法和波文比方法的测量结果符合性很好,相关系数在0.8以上。

总体来说,LAS在非均匀陆面能量通量研究中都有着很好的代表性。

3 讨论

遥感、LAS观测在陆面过程研究的最终目的是将获取的地表参数及能量通量代入陆面过程模式,从而对陆面过程的参数化进行改进,并为区域性或全球性气候模式提供改进的陆面过程参数化方案^[20]。

然而,陆面参数化方案比较计划(PLPS)的结果表明,20多个陆面过程模式在相同的初边值条件下,算出的陆面水热通量结果存在很大的差异^[32-34]。真实陆面过程的复杂性(包括下垫面的非均匀性)、研究者本人的主观意念(如一些假定的建立和参数的认定)等各种主、客观因素的影响,导致各个陆面过程模型均具有局限性。所以,如何选择合适的陆面过程模型、如何确定及优化参数,进而改进陆面过程模式等非常重要。而将地面单点观测、LAS观测及卫星遥感3种手段相配合,建立依赖

非均匀因子的陆面物理量的局地、卫星像元尺度和模式网格尺度之间的转换关系,有助于得到更接近真实陆面的地表参数及地表通量等,有利于参数的优化,陆面过程模式的发展与完善,进而促进其模拟能力的提高,是非均匀下垫面陆面过程参数化研究的发展趋势。

近年来,对非均匀下垫面陆面过程参数化问题的研究取得了一定的成绩,但仍存在一些问题,有待进一步发展、完善。特别是以下几个方面还需要深入探索。

(1)国内外陆面过程试验很多,如有代表性的试验 HAPEX/MOBLMY、BOREAS、HEIFI、GAME-Tibet、TIPEX及 MGRASS^[35]等,但得到的观测结果较少转化为数值模式参数化方案。

(2)寻找恰当的方法建立“点”资料(测站得到的观测资料)与“面”资料(遥感获得的区域资料)的关系,以“点”上资料代替一个像元或网格,实现局地像元尺度、模式网格尺度之间的合理转换,这一问题有待继续研究。

(3)用传统通量观测法,如涡动相关法与LAS观测获取的能量通量进行对比转换,分析各自的Footprint后,再与遥感反演结果进行对比分析,寻求不同尺度间的转换关系,有助于陆面参数的优化。

(4)要表示出下垫面非均匀与下垫面特征量之间,下垫面特征量与近地层气象特征量之间强烈的非线性作用,陆面模式与区域气候模式,陆面模式与大气环流模式的双向嵌套非常重要。要进一步发展高水平分辨率的区域气候模式以减少网格的非均匀性。

总之,非均匀下垫面条件下,陆面过程参数化问题的研究将是一个长期而艰巨的过程。要想有所突破,在完全领悟现有的研究方法以及相关原理的基础上,特别要寻找恰当的方法实现由单点、卫星像元尺度、模式网格尺度的合理转换。还有,仪器、观测手段要有所突破,以进一步提高所获取资料的准确度,进而改进陆面过程模式。

参考文献:

- [1] 穆宏强,夏军,胡玉惠. 陆面过程参数化方案研究综述[J]. 人民长江,2000,31(7):10-12
- [2] 孙淑芬. 陆面过程研究的进展[J]. 新疆气象,2002,25(6):1-6
- [3] 魏和林,符淙斌. 下垫面非均匀性的模拟[J]. 气候与环境研究,1997,2(2):106-114
- [4] Dickinson R E, Henderson-Sellers A, Kennedy P J, et al Bio-

- sphere atmosphere transfer scheme (BATS) for the NCAR Community Climate Model [J]. NCAR Tech Note, NCAR/TN - 275 + STR, Natl Cent for Atmos Res, Boulder, Colorado
- [5] Sellers P J, Mintz Y, Stu Y C, et al A simple biosphere model (Sib) for use with in general circulation models [J]. J Atmos Sci, 1986, 43: 505 - 531.
- [6] 曾新民, 赵鸣, 苏炳凯. “结合法”表示的下垫面温湿非均匀对夏季风气候影响的数值试验 [J]. 大气科学, 2002, 26(1): 41 - 55.
- [7] 孙菽芬, 金继明. 陆面过程模式研究中的几个问题 [A]. 陶诗言, 陈联寿, 徐祥德, 等. 第二次青藏高原大气科学实验理论研究进展 (二) [M]. 北京: 气象出版社, 2000. 76 - 84.
- [8] Flippo, Giorgi An approach for the representation of surface heterogeneity in land surface models Part : Theoretical framework [J]. Mon Wea Rev, 1999, 125: 1885 - 1899.
- [9] Flippo, Giorgi An approach for the representation of surface heterogeneity in land surface models Part : Validation and sensitivity experiments [J]. Mon Wea Rev, 1999, 125: 1900 - 1919.
- [10] Seth A, Giorgi F, Dickinson R E. Simulating fluxes from heterogeneous land surface: Explicit subgrid method employing the biosphere - atmosphere scheme (BATS) [J]. J Geoph Res, 1999, 18651 - 18667.
- [11] Avissar R. Conceptual aspects of a statistical - dynamical approach to represent landscape subgrid heterogeneities in atmospheric models [J]. J Geophys Res, 1992, 97: 2729 - 2742.
- [12] Famiglietti J S, Wood E F. Multi - scale modeling of spatially - variable water and energy balance processes [J]. Water Resour Res, 1994, 30: 3061 - 3078.
- [13] Sivapalan M, Wood R A. Evaluation of the effects of general circulation model subgrid variability and patchiness of rainfall and soil moisture on land surface water balance fluxes [A]. Scale Issues in Hydrological Modeling [M], Kalma J D, Sivapalan M Eds John Wiley and Sons 1995. 453 - 473.
- [14] Li Bin, Avissar R. The impact of spatial variability of land surface characteristics on land - surface heat fluxes [J]. J Climate, 1994, 7: 527 - 537.
- [15] Moore R J, Clarke R T. A distribution function approach to rainfall runoff modeling [J]. Water Resour Res, 1981, 17: 1367 - 1382.
- [16] Entekhabi D, Eagleson P. Land surface hydrology parameterization for the atmospheric general models including subgrid - scale spatial variability [J]. J Climate, 1989, 2: 816 - 831.
- [17] 陈建平. 遥感技术发展史初探 [J]. 大自然探索, 1986, 5(15): 177 - 184.
- [18] 高峰, 王介民, 孙成权, 等. 遥感技术在陆面过程研究中的应用进展 [J]. 地球科学进展, 2001, 16(3): 359 - 366.
- [19] 王介民. 陆面过程实验和地气相互作用 - 从 HEF1到 MGRASS和 GAME - Tibet/TIPEX [J]. 高原气象, 1999, 18(3): 280 - 294.
- [20] 郭晓寅, 程国栋. 遥感技术应用于地表面蒸散发的研究进展 [J]. 地球科学进展, 2004, 19(1): 107 - 114.
- [21] 卢俐, 刘绍民, 孙敏章, 等. 大孔径闪烁仪研究区域地表通量的进展 [J]. 地球科学进展, 2005, 20(9): 932 - 938.
- [22] 马耀明, 李茂善, 马伟强, 等. 西北干旱区高原上卫星遥感非均匀地表区域能量通量研究 [J]. 干旱气象, 2003, 21(3): 34 - 42.
- [23] Hemakumara H M, Lalith Chandrapala, A mold F Moene. Evapotranspiration fluxes over mixed vegetation areas measured from large aperture scintillometer [J]. Agricultural Water Management, 2003, 58: 109 - 122.
- [24] Beyrich F, De Bruin H A R, Meijninger W M L, et al Results from one - year continuous operation of a large aperture scintillometer over a heterogeneous land surface [J]. Boundary - Layer Meteorology, 2002, 105: 85 - 97.
- [25] Meijninger W M L, Hartogensis O K, Kohsiek W, et al Determination of area - averaged sensible heat fluxes with a large aperture scintillometer over a heterogeneous surface - Flevoland field experiment [J]. Boundary - Layer Meteorology, 2002, 105: 37 - 62.
- [26] Chehbouni A, Watts C, Lagouarde J P, et al Estimation of heat and momentum fluxes over complex terrain using a large aperture scintillometer [J]. Agriculture and Forest Meteorology, 2000, 105: 215 - 226.
- [27] 陈忠明, 高文良, 闵文彬, 等. 四川盆地丘陵地区地气相互作用的观测分析 [J]. 高原气象, 2003, 22(增刊): 40 - 44.
- [28] 陈忠明, 高文良, 闵文彬. 四川盆地丘陵地区地气相互作用的遥感监测研究 [J]. 四川气象, 2002, 3: 4 - 7.
- [29] 胡丽琴, 吴蓉璋, 方宗义. 大孔径闪烁仪及其在地表能量平衡监测中的应用 [J]. 应用气象学报, 2003, 14(2): 197 - 205.
- [30] Liu Shaomin, Huang Miaofen, Han Lijuan, et al A Study Surface Sensible Fluxes with Large Aperture Scintillometer [M]. Toulouse, France: IGARSS03, 2003.
- [31] 黄妙芬, 刘绍民, 朱启疆. LAS测定显热通量的影响因子分析 [J]. 干旱区资源与环境, 2004, 18(4): 133 - 138.
- [32] 牛国跃, 洪钟祥, 孙菽芬. 陆面过程研究的现状与发展趋势 [J]. 地球科学进展, 1997, 12(2): 20 - 25.
- [33] 张强. 简评陆面过程模式 [J]. 气象科学, 1998, 18(3): 295 - 304.
- [34] 孙菽芬, 金继明. 陆面过程模式研究中的几个问题 [J]. 应用气象学报, 1997, 8(增刊): 50 - 57.
- [35] 杨兴国, 牛生杰, 郑有飞. 陆面过程观测试验研究进展 [J]. 干旱气象, 2003, 21(3): 83 - 89.

(下转第 88 页)

- [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. 张掖市降雹特征及短期预报 [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