

基于TRMM数据的鄱阳湖流域降雨时空分布特征及其精度评价

李相虎^{1,2}, 张奇¹, 邵敏¹

(1. 中国科学院南京地理与湖泊研究所湖泊与环境国家重点实验室, 南京 210008;
2. 河海大学水文水资源与水利工程科学国家重点实验室, 南京 210098)

摘要:基于1998-2007年热带测雨卫星(TRMM) 3B42 V6降雨数据分析鄱阳湖流域降雨时空分布特征,并利用40个气象站观测日降雨数据对TRMM数据在不同子流域、不同降雨强度及不同季节里的精度进行了对比分析,弥补了以往只评价整体精度的不足。结果显示:鄱阳湖流域北部地区修水、饶河子流域较易出现暴雨,导致雷达信号衰减,使TRMM对大雨强降雨的探测出现较大偏差;流域内降雨以10~50 mm为主,其雨量占到总雨量的60%;流域降雨在年内1-3月中旬为干旱少雨期,3月下旬-9月初为湿润多雨期,9-12月再次进入干旱少雨期;而空间分布呈东、西部大,中部小的格局;同时发现,在赣南山区TRMM降雨较观测雨量低300~400 mm,这可能受高程和坡度的影响,使TRMM对山区降雨的探测精度也出现较大偏差。

关键词:鄱阳湖流域; TRMM; 降雨; 时空特征; 精度评价

1 引言

降雨是水文循环中最重要、最活跃的物理过程之一,同时也是水文模型最基本的输入资料,它具有明显的时空差异^[1]。由于受站点位置、站网密度等限制,地面观测不能准确把握降雨的空间分布和强度变化,而卫星遥感测雨能够实现降雨的大范围连续观测,并且微波遥感能够穿透云体,利用云内降雨粒子和云粒子与微波的相互作用对云、雨进行更为直接的探测^[2]。热带测雨卫星TRMM(Tropical Rainfall Measuring Mission)自1997年成功发射以来,已向陆地发回多种高时间和空间分辨率探测数据,为与降雨有关的研究提供了新的数据支撑^[3],其应用范围也趋于多元化,包括水文过程模拟^[4-7]、降雨分布的特征分析^[8-10]、天气过程分析^[11-12]、潜热分析^[13]以及流域旱涝分析^[14-15]与侵蚀力计算^[16]等。随着TRMM卫星降雨数据应用日趋广泛的同时,数据的精度问题已成为很多研究人员关注的焦点^[5]。

目前,国际上在TRMM降雨分析和降雨资料验证等方面做了大量工作,例如Huffman等^[17]在澳

大利亚将TRMM 3B42 RT数据在日尺度与月尺度上与气象观测数据、雷达观测数据进行了一致性检测,结果表明TRMM数据与观测数据之间具有较高的线性相关特征。Islam等^[18]在孟加拉国对TRMM的日降雨产品3B42与观测值进行了对比研究,结果表明TRMM反演降雨值达到观测值的96%,能够很好的反映区域的降雨状况。Koo等^[19]使用TRMM(3B42 V6) 3 h步长的降雨资料对韩国6-8月降雨量、降雨频率、降雨强度等特性进行对比分析,在日时间尺度上,TRMM降雨分布与地面观测具有很强的一致性。在国内,刘俊峰等^[3]在不同时间尺度上分析了TRMM 3B42降雨数据在中国大陆50°N以南地区的适用性,发现随着时间尺度的增加,TRMM数据的精度逐渐提高。白爱娟等^[20-21]采用TRMM 3B41 RT资料分别在青藏高原及陕西周边区域与观测数据进行了比对,发现TRMM数据大体上可以反映降雨的基本特征。李景刚等^[14]、Yong等^[22]也分别在洞庭湖流域及东北老哈河流域开展了相应研究并得到了类似结论。

综上所述,①虽然目前与TRMM有关的降雨

收稿日期:2012-01; 修订日期:2012-05.

基金项目:国家重点基础研究发展计划(973计划)项目(2012CB417003);国家自然科学基金项目(41101024);水文水资源与水利工程科学国家重点实验室开放研究基金项目(2010490811)。

作者简介:李相虎(1980-),男,博士,助研,主要从事水文过程模拟及其环境效应研究。E-mail: lxx8010@yahoo.com.cn

通讯作者:张奇(1966-),博士,研究员,博士生导师,主要从事流域水文过程及模拟研究。E-mail: qzhang@niglas.ac.cn

数据精度分析较多,但这些研究大都基于较大空间尺度,从而可能掩盖了中小尺度上的数据差异^[23];②这些研究侧重于验证TRMM数据的整体精度,而对于TRMM降雨在不同降雨强度下及不同季节里的精度分布状况尚未涉及;③之前研究多分布于地形较简单、地势较平坦的区域,对于下垫面较复杂的区域则检验不足^[23]。而鄱阳湖流域地形复杂、地势垂直变化显著,近年来又旱、涝灾害频发,其作为中国重要的战略水源地,准确把握降雨的空间分布和强度变化对长江中下游的防洪安全十分重要,但目前在该流域的卫星测雨分析及资料验证等方面的研究还不多见,因此亟需在鄱阳湖流域开展类似研究,给出TRMM降雨的时空分布特征及其精度状况,为TRMM降雨数据广泛应用于该流域的水文预报、水文过程模拟及水资源评价等方面提供可靠的科学依据。

2 研究区概况

鄱阳湖流域位于113°35'~118°29'E,24°29'~30°05'N之间,长江中下游南岸,赣江、抚河、信江、饶河和修水分别由南、东、西向北注入鄱阳湖,形成一个完整的流域系统(图1)。流域覆盖面积 $16.2 \times 10^4 \text{ km}^2$,约占长江流域面积的9%,流域地理环境特殊,地貌类型齐全,三面环山,中间丘陵,分布大致为不规则环状结构,地貌类型则以山地和丘陵为主,分别占流域面积的36%和42%。鄱阳湖流域属亚热带湿润季风气候,距水汽源地较近,降雨丰富,1980-2007年平均年降雨量为1740 mm,蒸发量在800 mm左右。各子流域降雨量存在一定差异,但年内分布基本一致,4-9月为汛期,而4-6月降雨最为集中,约占汛期总降雨量的67%,为主汛期(图2)。流域各地最大最小年降雨量的比值在2.0~3.5之间,年降雨量变差系数 C_v 在0.15~0.25之间^[24],表现出明显的季节性和区域性。

3 数据来源及处理

TRMM 3B42 V6降雨数据空间范围为50°S~50°N,180°W~180°E,空间分辨率为 $0.25^\circ \times 0.25^\circ$,时间分辨率为3 h。3B42融合了多个微波遥感数据,其中包括微波成像仪(TMI)、微波成像专用传感器(SSM/I)、改进的微波扫描辐射计(AMSR)、高级微波

探测器(AMSU)等,数据质量高于以往数据产品,从而被推荐为科学研究的数据产品^[25]。本文采用的TRMM降雨数据为1998-2007年3B42 V6数据产品,研究中日降雨量由3 h降雨强度数据计算得到,月降雨量由日降雨数据逐日累加计算得到。同时,为检验该数据的精度,选用流域内及附近40个气象站(图1)同期观测日降雨量数据进行对比分析,各子流域及全流域面平均降雨量通过平均法计算得到,观测降雨量的空间分布采用反距离权重法插值得到。

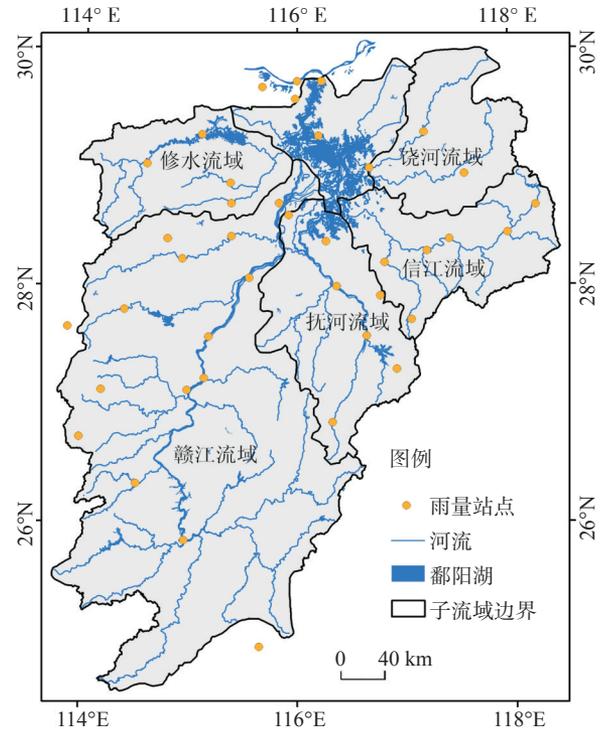


图1 鄱阳湖流域地理位置及气象站点分布

Fig.1 Location of Poyang Lake basin and the distribution of weather stations

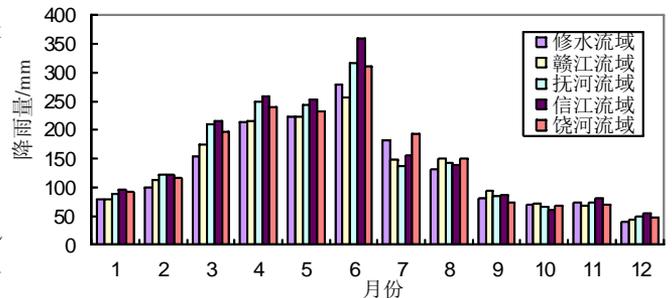


图2 1980-2007年鄱阳湖各子流域多年平均降雨量年内分布
Fig.2 Distributions of annual precipitation over years in sub-basins of the Poyang Lake from 1980 to 2007

4 结果与分析

基于TRMM数据和雨量站观测数据的鄱阳湖各子流域降雨统计特征对比如表1所示。由表1可见,TRMM数据的降雨日面平均雨量在饶河流域最大,为8.72 m,其次为信江流域7.67 m,赣江流域最小,为5.04 m,地面观测雨量的统计结果与TRMM结果在数量上有一定差别,各子流域降雨日面平均雨量在6.14~10.03 mm之间,但区域分布一致,饶河流域最大,其次为信江流域,赣江流域最小;TRMM数据最大1日雨量出现在信江流域 157.5 m,其次为修水流域 152.9 m,赣江流域最小 92.9 m;而雨量站结果为修水流域最大 157.2 m,其次为信江流域 145.1 m,赣江流域依旧最小,只有 68.8 m。而最大5日雨量,TRMM数据与站点数据在空间分布上较为一致,都是在信江流域和饶

河流域出现最大值,赣江流域最小,但在绝对值上TRMM数据较站点数据普遍偏小。从最大1日雨量与最大5日雨量的统计对比发现,降雨强度较大的降雨易出现在鄱阳湖流域北部地区修水、信江和饶河流域,同时,TRMM与观测数据的差异也表明TRMM对大降雨强度的探测能力不足。

图3为TRMM日降雨与站点观测日降雨发生

表1 TRMM降雨与雨量站观测降雨统计对比

Tab.1 Comparison of statistical indexes between averaged TRMM rainfall and rain gauges rainfall

子流域	降雨日面平均雨量/(mm/天)		最大1日雨量/(mm/天)		最大5日雨量/(mm/5天)		年降雨量/(mm/年)	
	TRMM	站点	TRMM	站点	TRMM	站点	TRMM	站点
修水	7.55	8.75	152.9	157.2	280.5	289.2	1762	1642
赣江	5.04	6.14	92.9	68.8	171.4	155.2	1642	1631
抚河	6.67	8.43	113.4	99.5	268.7	300.5	1770	1793
信江	7.67	8.99	157.5	145.1	320.8	453.7	1880	1901
饶河	8.72	10.03	143.1	134.1	320.7	371.6	1894	1747

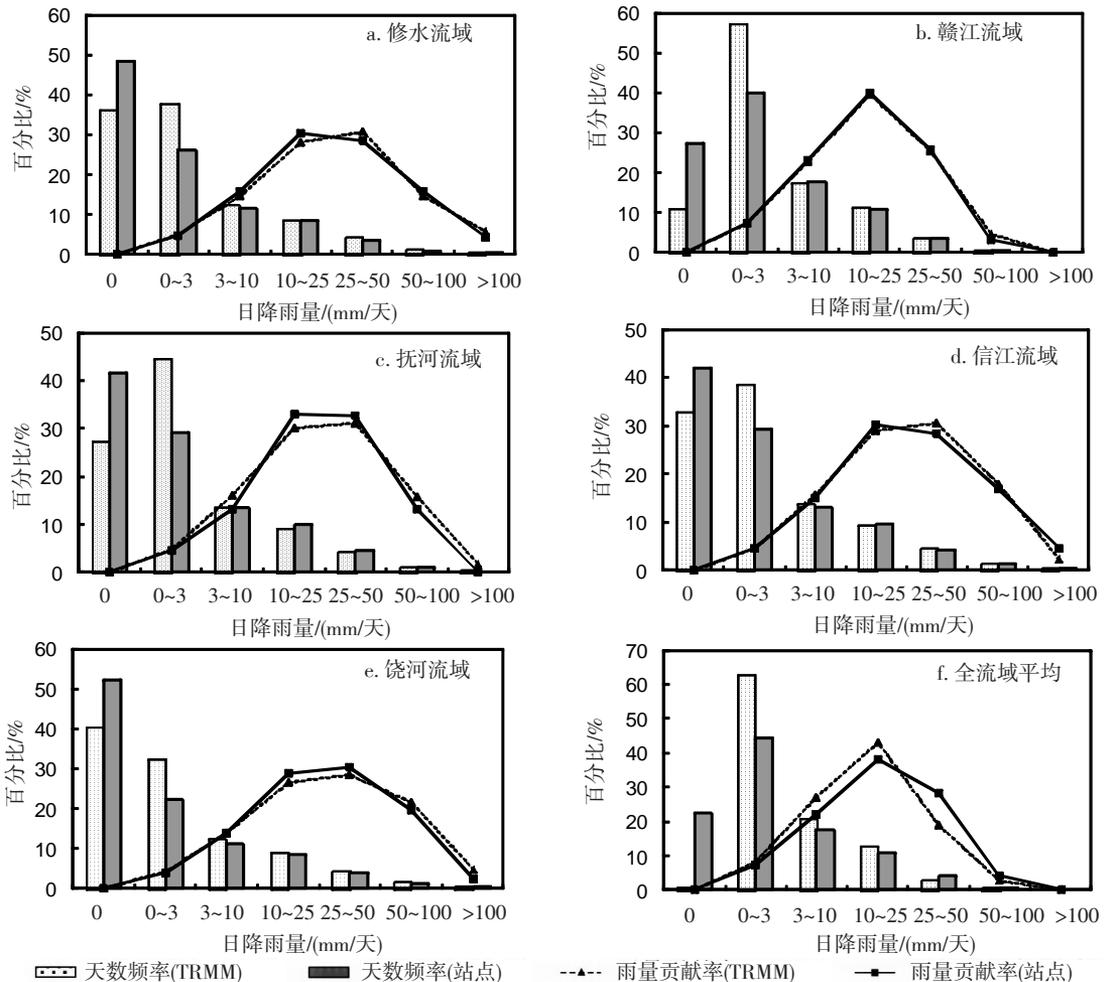


图3 TRMM日降雨与站点观测日降雨发生率及雨量贡献率分布对比

Fig.3 Distribution of frequency and relative contributions from TRMM and rain gauges daily rainfall

率及雨量贡献率分布对比,图中柱状图为两种降雨数据不同雨强的发生频率。由图可看出,TRMM数据的无雨日发生率一般在30%~40%左右,赣江流域较小,仅为10%,而站点雨量统计结果显示各子流域无雨日在40%~50%左右,赣江流域也较小,不到30%,平均比TRMM结果高10%;对0~3 mm小降雨事件的发生率,TRMM数据统计结果又比站点数据平均偏大10%左右,这主要是由于TRMM卫星探测日降雨小于1 mm的微小降雨事件能力较强,而站点数据由于观测精度等限制,将微小降雨都归为无降雨所致。同时发现,对于无雨日和0~3 mm降雨的总发生率,TRMM数据与站点数据具有较高的一致性。对各子流域大于3 mm以上降雨的发生率,TRMM数据与站点数据统计结果基本一致:以3~10 mm和10~25 mm的降雨占主体,大于50 mm的降雨其发生率在各子流域都很低。图3中折线图为两种降雨数据不同雨强的降雨对总降雨量的贡献率,TRMM与站点数据统计结果很相似,0~3 mm降雨虽然发生频率很高,但由于每次雨量较小,因此对总降雨量贡献也较小;相比之下10~25 mm以及25~50 mm的降雨其贡献率最大,两者总和占总降雨量的60%左右,大于50 mm的降雨虽其每次雨量较大,但发生频率很低,因此雨量贡献率也不高。

图4为10年平均TRMM降雨和站点降雨数据5日滑动平均对比以及平均日雨量差积曲线。由图4a可看出,TRMM降雨数据5日滑动平均雨量在年内出现较大差异,1~6月降雨量在波动中从1 mm/d逐渐增大,其中6月增幅较明显,至6月末最大达到14 mm/d左右,之后降雨量猛然降低至4 mm/d左右,在波动持续两个月之后,9月上旬则再次降低,维持在2 mm/d左右波动变化直至12月末;站点雨量数据所反映的年内变化过程基本和TRMM数据结果一致,仅在部分时段出现微小差别。图4b中,TRMM降雨差积曲线反映了年内鄱阳湖流域干旱与湿润期变化,1-3月中旬为干旱少雨期,3月下旬-9月初为湿润多雨期,但其中7-8月基本

为平水期,可视为湿润向干旱的转折期,之后9-12月再次进入干旱少雨期;站点观测雨量的差积曲线与TRMM数据结果相似,两者揭示的鄱阳湖流域降雨年内变化特征是一致的。

在月尺度上,由鄱阳湖流域内各子流域1998-2007年TRMM与站点月降雨量散点图(图5)可看出,在各子流域的散点分布基本呈一直线形,确定性系数 R^2 都在0.88以上,在抚河流域更是高达0.93,全流域平均 R^2 为0.883,表明月尺度的TRMM降雨数据与站点观测数据具有很高的相关性。同时,各子流域TRMM雨量与站点观测雨量的逐月偏差如图6所示。在鄱阳湖流域北部地区的修水与饶河子流域,TRMM降雨量除在个别月份外大部分时间都高于站点观测值,致使这两个子流域的TRMM年降雨量偏高(表1),主要是因为鄱阳湖流域雨强较大的降雨易出现在北部地区的修水、饶河子流域,而暴雨易导致雷达信号衰减^[26],使TRMM对大雨强降雨的探测出现较大偏差。对流域中部的抚河和信江子流域,TRMM降雨表现出在7-10月偏高而11-6月偏低的情形;在南部赣江子流域,TRMM降雨在3-10月较站点观测雨量偏高,11-2月较站点观测值偏低,这可能是由于不同季节降雨温度及雷达反射率的变化所造成。

基于TRMM和站点观测数据的鄱阳湖流域1998-2007年平均年降雨量空间分布如图7所示。TRMM降雨分布在空间上存在较大差异,鄱阳湖流域东北部饶河和信江子流域及抚河子流域南部年

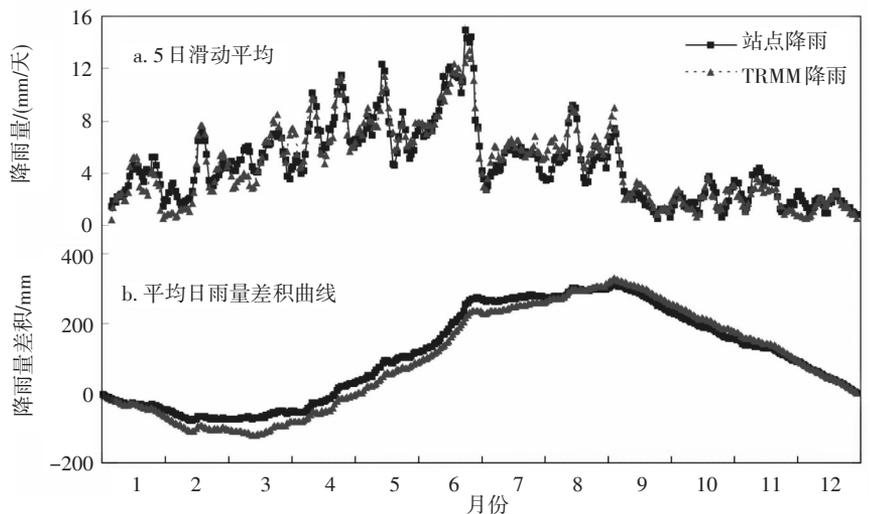


图4 TRMM降雨与站点降雨数据5日滑动平均(a)和平均日雨量差积曲线(b)
Fig.4 The 5-day moving average (a) and daily rainfall difference accumulative curve (b) for averaged TRMM rainfall and rain gauges rainfall

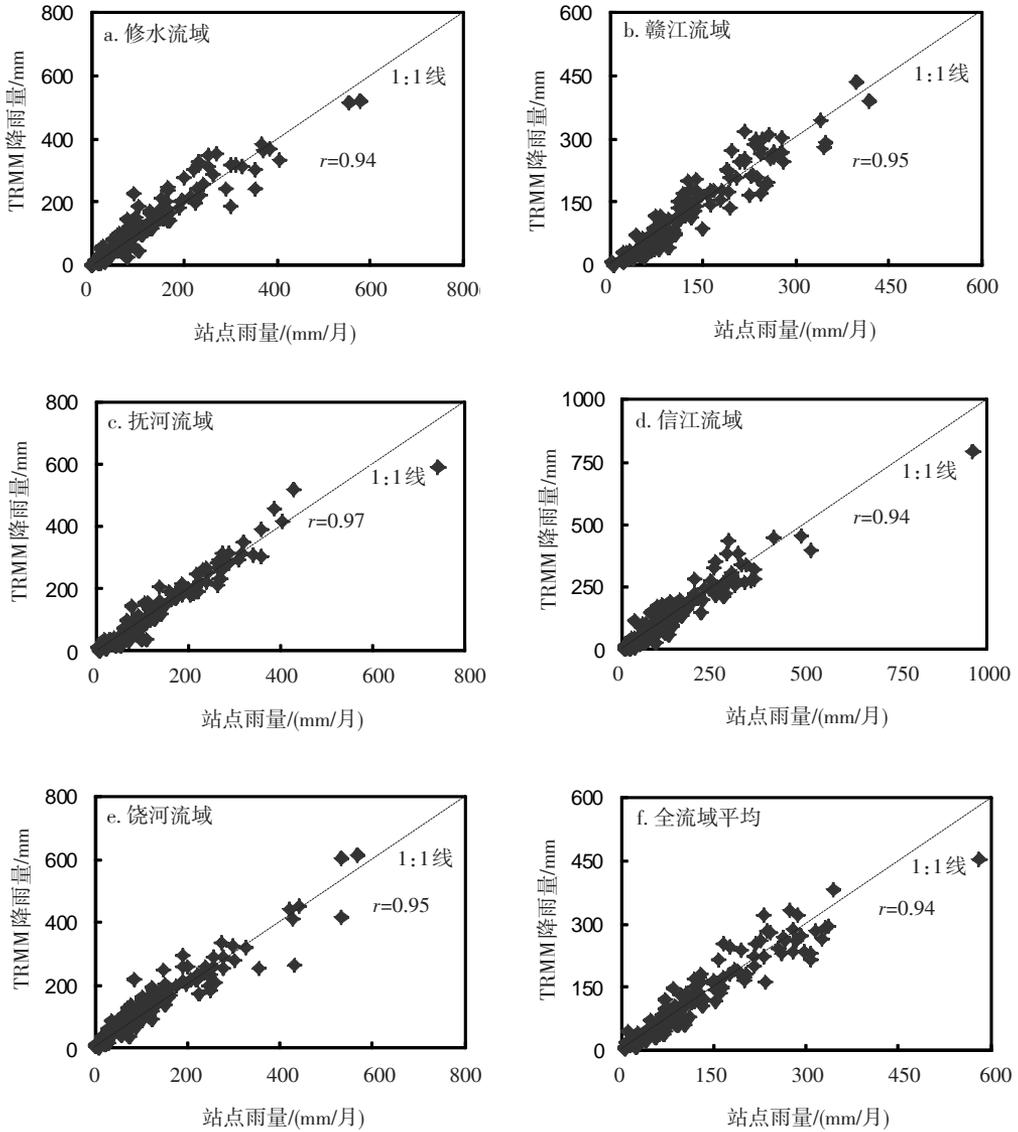


图5 各子流域 TRMM与站点月降雨量散点图

Fig.5 Scatter plots of monthly rainfall from TRMM and rain gauges data for each sub-basin

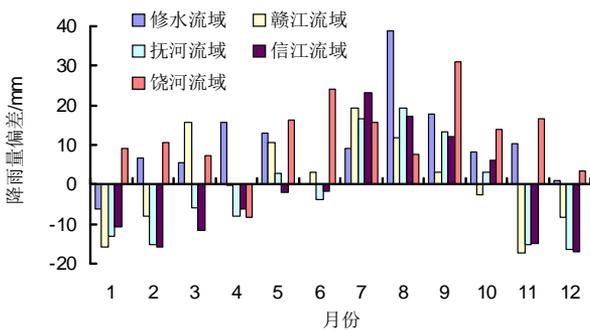


图6 各子流域 TRMM与站点月降雨量偏差分布

Fig.6 Distribution of average dispersion of TRMM and rain gauges data for each sub-basin

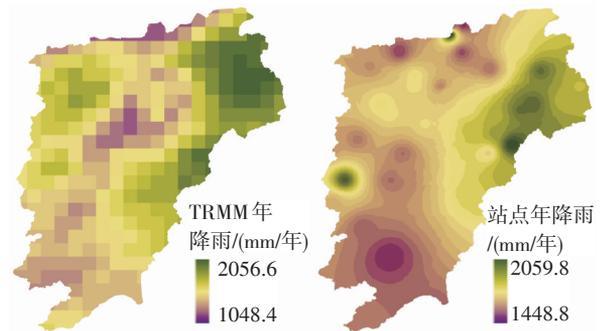


图7 TRMM降水与站点观测年平均雨量空间分布对比

Fig.7 Spatial distribution of averaged yearly rainfall from TRMM and rain gauges data

降雨量最大,超过 2000 mm,同时在流域西部部分地区年降雨量也较大,而在鄱阳湖湖区及赣江流域南部地区,年降雨量较低,在 1200 mm 左右,整个鄱阳湖流域年降雨量分布呈东、西部大,中部小的格局。作为对比,分析了由站点观测值通过反距离权重法插值得到的年降雨量空间分布,其分布格局与 TRMM 降雨结果基本相同,只是流域西部高降雨区范围有所减小,这种空间差异可能源于雨量站点数量、分布及空间插值方法产生的不确定性。同时,在赣江流域南部山区,虽然两者均为降雨量较小的区域,但在绝对值上 TRMM 降雨较观测值小 300~400 mm,这些差异可能由两方面原因造成:①山区地形复杂,而降雨量观测站点稀少,受地形、高程的影响使观测雨量存在一定的误差,未能全面反映这一区域的真实降雨情况;②有研究表明坡度和高程对 TRMM 数据精度有较大影响,坡度越大,数据精度越低,高程的影响小于坡度^[23]。赣南山区河谷深切,山峰耸立,高程落差巨大,使 TRMM 在这一区域对降雨探测精度出现较大偏差。

5 结论

针对以往研究的不足,本文基于 TRMM 降雨数据分析了地形复杂、地势垂直变化显著的鄱阳湖流域降雨的时空分布特征,并利用站点观测数据对 TRMM 数据在不同子流域、不同降雨强度及不同季节里的精度进行了对比分析,弥补了以往只评价整体精度的不足,结果显示:

(1) TRMM 和站点数据反映出最大 1 日雨量和最大 5 日雨量发生区域基本一致,二者均显示在鄱阳湖流域北部地区修水、信江和饶河流域较易出现暴雨洪水,但在降雨量绝对值上 TRMM 数据较站点数据普遍偏小,表明其对大雨强降雨的探测能力不足。

(2) TRMM 数据的无雨日发生率一般在 30%~40%左右,赣江流域较小,站点雨量统计结果比 TRMM 结果高 10%,而 TRMM 数据中 0~3 mm 小降雨事件的发生率比站点数据平均偏大 10%左右;两种数据揭示的各子流域大于 3 mm 以上降雨的发生率基本一致:以 3~10 mm 和 10~25 mm 的降雨占主体,大于 50 mm 的降雨其发生率在各子流域都很低;流域内 10~25 mm 以及 25~50 mm 的降雨其贡献率最大,两者总和占总降雨量的 60%左右。

(3) 鄱阳湖流域 1-3 月中旬为干旱少雨期,3 月

下旬-9 月初为湿润多雨期,但其中 7-8 月基本为平水期,可视为湿润向干旱的转折期,之后 9-12 月再次进入干旱少雨期;站点观测雨量的差积曲线与 TRMM 数据结果相似,两者揭示的流域降雨年内变化特征是一致的。

(4) 月尺度的 TRMM 降雨数据与站点观测数据具有很高的相关性,但在流域北部地区的修水与饶河子流域,较多的暴雨导致雷达信号衰减,使 TRMM 对大雨强降雨的探测出现较大偏差,而对于中南部地区,可能受降雨温度及雷达反射率的影响,使 TRMM 在不同季节表现出不同的偏差。

(5) TRMM 数据显示鄱阳湖流域多年平均降雨量空间分布呈东、西部大,中部小的格局,其分布与站点雨量基本一致,但在赣江流域南部山区 TRMM 降雨较观测雨量低 300~400 mm,可能一方面源于观测数据的误差,另一方面受高程和坡度的影响,使 TRMM 对山区降雨的探测精度出现较大偏差。

致谢: 本文用到的部分气象数据通过中国科学院知识创新工程方向性项目“鄱阳湖流域气候—水文—物质输移过程与湖泊水安全研究”数据共享获取,特别感谢刘健研究员的帮助。

参考文献

- [1] 余钟波. 流域分布式水文学原理及应用. 北京: 科学出版社, 2008.
- [2] 杨扬, 张建业, 戚建国, 等. 雷达测雨及其在水文中的应用的回顾与展望. 水科学进展, 2000, 11(1): 92-98.
- [3] 刘俊峰, 陈仁升, 韩春坛, 等. 多卫星遥感降雨数据精度评价. 水科学进展, 2010, 21(3): 343-348.
- [4] Collischonn B, Coll Ischonn W, Tucci C. Daily hydrological modeling in the Amazon basin using TRMM rainfall estimates. Journal of Hydrology, 2008, 360(1-4): 207-217.
- [5] 杨传国, 余钟波, 林朝晖, 等. 基于 TRMM 卫星雷达降雨的流域陆面水文过程. 水科学进展, 2009, 20(4): 461-466.
- [6] 赵志轩, 严登华, 王浩, 等. 基于 WEP 模型和 TRMM_PR 的唐家山堰塞湖入湖径流预报. 水利学报, 2011, 42(7): 848-856.
- [7] Li X H, Zhang Q, Xu C Y. Suitability of the TRMM satellite rainfalls in driving a distributed hydrological model for water balance computations in Xinjiang catchment, Poyang lake basin. Journal of Hydrology, 2012, 426-427: 28-38.
- [8] 穆振侠, 姜卉芳. 基于 TRMM/TMI 的天山西部山区降雨研究. 干旱区资源与环境, 2010, 24(10): 66-71.
- [9] 刘俊峰, 陈仁升, 卿文武, 等. 基于 TRMM 降雨数据的山

- 区降雨垂直分布特征. 水科学进展, 2011, 22(4): 447-454.
- [10] 赵文静, 张宁, 汤剑平. 长江三角洲城市带降雨特征的卫星资料分析. 高原气象, 2011, 30(3): 668-674.
- [11] 胡亮, 李耀东, 杨松, 等. 东亚热带与副热带季风区对流降雨和层云降雨季节变化特征对比分析研究. 中国科学: 地球科学, 2011, 41(8): 1182-1191.
- [12] 毛江玉, 吴国雄. 基于 TRMM 卫星资料揭示的亚洲季风区夏季降雨日变化. 中国科学: 地球科学, 2012, 42(4): 564-576.
- [13] 傅云飞, 刘奇, 自勇, 等. 基于 TRMM 卫星探测的夏季青藏高原降雨和潜热分析. 高原山地气象研究, 2008, 28(1): 8-18.
- [14] 李景刚, 李纪人, 黄诗峰, 等. 基于 TRMM 数据和区域综合 Z 指数的洞庭湖流域近 10 年旱涝特征分析. 资源科学, 2010, 32(6): 1103-1110.
- [15] 杜灵通, 田庆久, 黄彦, 等. 基于 TRMM 数据的山东省干旱监测及其可靠性检验. 农业工程学报, 2012, 28(2): 121-126.
- [16] 朱强, 陈秀万, 樊启祥, 等. 基于 TRMM 的降侵蚀力计算方法. 中国科学: 技术科学, 2011, 41(11): 1483-1492.
- [17] Huffman G J, Adler R F, Bolvin D T. et al. The TRMM Multisatellite Precipitation Analysis (TMPA): Quasi-global, multiyear, combined-sensor precipitation estimates at fine scales. *Journal of Hydrometeorology*, 2007, 8(1): 38-55.
- [18] Islam M N, Uyeda H. Use of TRMM in determining the climatic characteristics of rainfall over Bangladesh. *Remote Sensing of Environment*, 2007, 108(3): 264-276.
- [19] Koo M S, Hong S Y, Kim J. An evaluation of the tropical rainfall measuring mission (TRMM) multi-satellite precipitation analysis (TMPA) data over South Korea. *Asia-Pacific Journal of Atmospheric Sciences*, 2009, 45(3): 265-282.
- [20] 白爱娟, 刘长海, 刘晓东. TRMM 多卫星降雨分析资料揭示的青藏高原及其周边地区夏季降雨日变化. *地球物理学报*, 2008, 51(3): 704-714.
- [21] 白爱娟, 方建刚, 张科翔. TRMM 卫星资料对陕西及周边地区夏季降雨的探测. *灾害学*, 2008, 23(2): 41-45.
- [22] Yong B, Ren L L, Hong Y, et al. Hydrologic evaluation of Multisatellite Precipitation Analysis standard precipitation products in basins beyond its inclined latitude band: A case study in Laohahe basin, China. *Water Resources Research*, 2010, 46: W07542.
- [23] 曾红伟, 李丽娟. 澜沧江及周边流域 TRMM 3B43 数据精度检验. *地理学报*, 2011, 66(7): 994-1004.
- [24] 闵骞, 芦应根, 郭玉银. 近 12 年江西省雨水情特征与防汛抗旱形势分析. *中国防汛抗旱*, 2008(1): 41-46.
- [25] Hall D K, Foster J L, Salomonson V, et al. Development of a technique to assess snow-cover mapping errors from space. *IEEE Trans Geosci Remote Sens*, 2001, 39(2): 432-438.
- [26] 刘元波, 傅巧妮, 宋平, 等. 卫星遥感反演降雨研究综述. *地球科学进展*, 2011, 26(11): 1162-1172.

Spatio-temporal Distribution of Precipitation in Poyang Lake Basin Based on TRMM Data and Precision Evaluation

LI Xianghu^{1,2}, ZHANG Qi¹, SHAO Min¹

(1. State Key Laboratory of Lake Science and Environment,

Nanjing Institute of Geography and Limnology, CAS, Nanjing 210008, China;

2. State Key Laboratory of Hydrology-Water Resources and Hydraulic Engineering, Hohai University, Nanjing 210098, China)

Abstract: Based on the precipitation data of Poyang lake basin based on TRMM (tropical rainfall measuring mission) satellite 3B42 V6 during 1998-2007, this paper studies the spatio-temporal distribution of precipitation. And the precisions of TRMM data are evaluated for different sub-basins, rainfall intensities and seasons through the observation rainfall data obtained from 40 weather stations, which fills in a gap in the previous studies. The results show that the heavy rain events generally occur in the northern part of Poyang lake basin (Xiushui and Raohe sub-basins) based on TRMM and observation data, which can cause signal attenuation of radar and make a large error for TRMM. The class of 10~50 mm makes the greatest contribution to the total rainfall, accounting for about 60%. The temporal distribution of precipitation in the lake basin shows that there is a dry spell from January to mid-March and a wet spell from late March to September, and another dry spell is observed after September. The spatial distribution presents that more rainfall is observed in the eastern and western parts of the basin than in the central parts. It is also found that the rainfall is 300~400 mm less than observed data in the mountainous areas of southern Jiangxi province, which may be affected by elevation and gradient of landform. So, there is a limitation for TRMM to measure the heavy rain events and the rainfall in mountainous areas.

Key words: Poyang lake basin; TRMM; precipitation; spatio-temporal distribution; precision evaluation

本文引用格式:

李相虎, 张奇, 邵敏. 基于 TRMM 数据的鄱阳湖流域降雨时空分布特征及其精度评价. *地理科学进展*, 2012, 31(9): 1164-1170.