中国内陆 TRMM 降水数据质量评估

邓斅学,叶爱中,毛玉娜,朗 杨,徐 静

(北京师范大学全球变化与地球系统科学研究院,全球变化研究协同创新中心,北京 100875)

摘 要:针对 TRMM 降水数据在中国内陆是否可靠的问题,本研究采用了 Xie Pingping 根据地面观测站点产生的降水数据、中国气象局公开的 759 个站点观测降水数据与 3B42_V6 版本的 TRMM 降水数据,在中国内陆将地面观测数据同 TRMM 数据进行了深入对比分析。发现 TRMM 降水质量受地形影响很大,迎风坡偏小背风坡与山顶偏大,TRMM 降水在汛期(夏季与秋季)比站点观测降水大,枯季(冬季与春季)TRMM 相对精确。所以本研究建议在对 TRMM 降水数据进行应用时应该进行地形矫正。

关键词:TRMM:观测;降水;相关系数;偏差;

中图分类号:TV122;P338;G353.11 文献标识码: A

文章编号:1000-0852(2015)04-0047-08

1 引言

降水是水文气象领域最重要的要素之一,具有很强的时空变异性。虽然全球已经建设了数以万计的降水地面观测站点,但仍不能满足研究与应用对降水信息的需求^[1],尤其是高寒山区仍无或缺地面观测降水资料,遥感降水不受地面环境的影响,很好的弥补了地面观测降水的时空不足。TRMM ^[2](Tropical Rainfall Measuring Mission)降水观测计划是美国和日本联合施行的遥感降水观测计划。TRMM 卫星已经提供多套准全球覆盖的降水信息。

目前 TRMM 降水数据已被广泛研究与应用。在中国内陆已经有很多将区域 TRMM 降水同站点观测降水对比分析的研究。骆三等[3]利用 2004~2008年 6~8 月中国 673 个气象站 6h 降水资料检验同期 3B42 版本 TRMM 降水产品的精度,经检验得出:卫星资料日平均降水和降水频率空间分布与台站资料非常相似,相关系数分别能达到 0.79 和 0.84,降水频率与台站资料相比偏大。郝振纯等[4]分析了 TR-MM 降雨数据在青藏高原的适用性,研究表明 TR-MM 降水数据具有较好的适用性,月尺度的相关系数在 0.9 以上。白爱娟等[5]利用 2002~2006年 6~8 月

3B41RT 版本 TRMM 降水数据,分析了 TRMM 在陕西及周边地区的夏季降水,结果表明,TRMM 降水在陕西及周边地区偏小,但能够大致表现夏季降水的基本特征。毛冬艳^[6]用 TRMM 降水分析了中国暴雨个例,表明 TRMM 降水能反映区域降水、降雨强度和垂直分布,但强降雨估计偏小。傅云飞 ^[7] 利用TRMM 测雨雷达和微波成像仪对两个中尺度特大暴雨降水结构进行了观测分析研究。闵爱荣^[8]评估了TRMM 降雨量在青藏高原的误差,并提出了地形纠正方法。另外,还有大量对 TRMM 降水精度的检验^[9]及应用研究^[10-11]。

现有的 TRMM 降水方面的研究虽然已经很多,但仍存在如下不足:(1)对小区域 TRMM 降水研究较多,对全中国整体研究相对较少;(2) 对 TRMM 降水不确定性的定量研究及误差成因分析不够深入;(3)未经校正的 TRMM 降水直接应用导致结果存在很大的不确定性。因此中国内陆区域的 TRMM 降水数据精度仍需要进一步深入研究。在本文基于网格尺度和流域尺度深入地对比分析 TRMM 降水与地面站点观测降水,探讨 TRMM 降水误差来源,给出 TRMM 降水在中国内陆区域质量的时空分布特征,为 TRMM 降水在中国内陆区域质量的时空分布特征,为 TRMM 降水在中国内陆的应用与发展提供建议。

收稿日期:2014-12-20

基金项目:国家自然科学基金项目(41475093);北京市科技计划(Z141100003614052);中央高校基本科研业务费专项资金 (2013YB32)

作者简介:邓斅学(1991-),男,山西临汾人,硕士研究生,研究方向遥感水文。E-mail: dengxxtj@163.com

2 数据说明

本文采用的数据是 3B42_V6 版本的 TRMM 降水数据、Xie Pingping 根据地面观测站点产生的降水数据与中国气象局公开的 759 个站点观测降水数据,下文分别简称为"TRMM 降水"、"Xie 降水"及"站点降水"。

文中使用到的 TRMM 降水数据是卫星资料合成的降水数据,空间分辨率 0.25°×0.25°,时间分辨率 3h。该数据集是利用卫星的红外亮温资料通过 TRMM 3B-42 算法得到的降水估算数据。数据的维数均为 1× 1440×400,空间范围:东经-180°~180°、北纬-50°~50°。研究中使用的是 1998~2009 年共 12a 的降水数据。

地面观测降水数据主要基于中国气象局公开的 759 个观测站点实测的日降水。Xie Pingping [12] 采用 759 个地面观测站点日降水值、黄河水利委员会在黄 河流域的 1000 多个水文观测站点的观测数据及美国 国家海洋大气局的数据、通过空间插值生成了一套东 亚地区日降水数据。该数据空间分辨率为 0.5°×0.5°, 空间范围北纬 5°~60°N, 东经 65°~155°E,时间范围是 1978~2003年,为了同TRMM降水时间匹配,本文采 用了 1998~2003 年的数据。该套数据自发布以来,已 经得到了广泛应用与认可[13-14]。为了扩大研究的时间 范围,本文也采用759个气象观测站观测的日降水数 据,时间范围为 1998~2009 年。由于 TRMM 数据纬度 范围最北到达 49.875°N,中国黑龙江部分地区超出了 TRMM 卫星的观测范围,因此我们将这少部分区域忽 略不计。图 1 是 759 个中国气象观测站点空间分布图。 从图 1 可以看气象站分布相对均匀,但在青藏高原的 高寒山区站点稀疏,华东、华南地区站点相对较多。

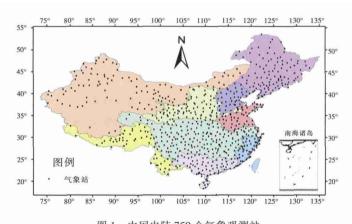


图 1 中国内陆 759 个气象观测站 Fig.1 759 weather stations in the inland of China

3 计算方法

对中国区域 TRMM 降水数据的质量评估,空间上分为 0.25°的栅格与流域分区分析,时间上分为日、月与年三个尺度分析。TRMM 数据同地面观测数据在时间、空间尺度均不一致,需要将其时间与空间尺度统一。本文将 Xie 降水通过双线性插值生成日尺度 0.25°的栅格数据,将 TRMM 降水通过时间求和生成日尺度 0.25°的栅格数据,地面 759 个站点降水通过站点平均可以得到分区日平均降水。

对 TRMM 降水数据的质量评估采用了相关系数、偏差及相对偏差三个指标。

相关系数^[15](或称线性相关系数、皮尔逊相关系数等)是衡量两个随机变量之间线性相关程度的指标。皮尔逊相关系数计算公式如下:

$$R = \frac{\sum_{i=1}^{n} [(x_{i} - \overline{x}) \cdot (y_{i} - \overline{y})]}{\sqrt{\sum_{i=1}^{n} (x_{i} - \overline{x})^{2} \cdot \sum_{i=1}^{n} (y_{i} - \overline{y})^{2}}}$$
(1)

式中:x,y 分别表示两个随机变量,本文分别指 TRMM 降水与地面观测降水; \bar{x} , \bar{y} 分别表示两个随机变量均值;n 是序列长度;i 是变量位置。

偏差 Bias 指两个随机变量均值的差值:

$$Bias = \overline{x} - \overline{y}$$
 (2)

相对偏差 RBias 是指两个随机变量均值的相对差值:

$$RBias = \frac{(\bar{x} - \bar{y})}{\bar{x}} \tag{3}$$

4 结果分析

4.1 网格降水分析

我国属于季风气候,东南沿海地区的降雨量丰富,最湿润地区年降水量能达到 2 400mm 左右,由东南沿海到西北内陆呈现降雨量减少的趋势; 西部内陆降雨少,尤其是我国西北部地区,由于青藏高原的阻挡,全年降水在 300mm 左右,塔克拉玛干沙漠地区年降水量在 100mm 以内,新疆北部的伊犁河流域降水量略有增多,年降水 800mm 左右(见图 2)。

图 2 是中国内陆多年平均年降水空间分布图。从图中可以看出 Xie 降水数据 (图 2a)、759 站点降水数据(图 2b)与 TRMM 降水数据(图 2c)在降水空间分布上完全一致,但局部存在差异。在台湾岛、海南岛,Xie

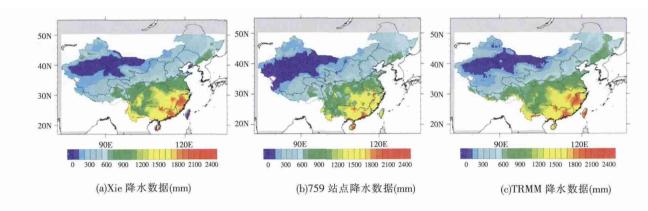


图 2 中国内陆多年平均年降水量分布图 Fig.2 The average annual precipitation in the inland of China

降水由于缺乏站点观测资料导致降水偏小,在该地区 TRMM 数据要更加精确。759 站点降水由于在西北地 区观测数据较少,因此与其他两套数据在此处差异 较大。所以本文主要采用 Xie 降水对比 TRMM 降水,759 站点观测降水仅仅作为 2004~2009 年 Xie 降水的补充。

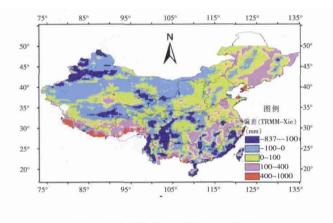


图 3 年均降水偏差(TRMM-Xie 降水)
Fig.3 The bias of the average annual precipitation(TRMM-Xie)

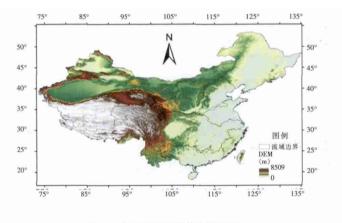


图 4 中国内陆区域数字高程图 Fig.4 The digital elevation of the inland of China

图 3 是 TRMM 降水与 Xie 降水的年降水差值,该图蓝色与淡蓝色显示的是 TRMM 降水相对 Xie 降水偏小区域,其中蓝色显示年均降水偏小超过 100mm,即在我国西部大部分地区 TRMM 降水偏小,局部地区 TRMM 降水偏小超过 100mm。图 3 中黄色、粉红与红色均表示 TRMM 降水相对 Xie 降水偏大,其中粉红色与红色表示降水偏大 100mm 以上,即在我国东部大部分地区 TRMM 降水偏大,局部地区 TRMM 降水偏大超过 100mm。青藏高原 TRMM 降水偏大很多原因可能是此处基本没有地面观测站点,Xie 降水数据相对实际降水可能偏小。总体来看 TRMM 年降水相对 Xie 降水误差在—100mm~100mm 之内的占全国大部分地区。图 4 是中国内陆区域数字高程图。将图 3 与图 4 对比发现降水差值同地形有非常高的相关性。山前的迎风

坡 TRMM 降水均小于 Xie 降水,在山顶及背风坡 TR-MM 降水均偏大。造成这种情况可能原因是 TRMM 降水在遥感反演时未充分考虑地形降水。

我国降水多出现在夏季与秋季,所以不同的季节TRMM 降水同 Xie 降水会存在不同的偏差。在中国内陆地区,Xie 降水采用了更多的地面观测站点信息,所以此处设定 Xie 降水为相对可靠数据。在一年 12 个月内,对比所有 0.25°的栅格日尺度 Xie 降水与 TRMM数据,评估 TRMM 降水的质量。

图 5 给出了月均降水在 0.25°的栅格上的中国内陆的降水偏差。计算方法是将 TRMM 月均降水减 Xie 月均降水。从整体上看,月偏差基本在±10mm 以内,说明 TRMM 测得的降水数据准确度较高。空间上,TRMM降水偏大区域较偏小区域较多,尤其是在湿润区域

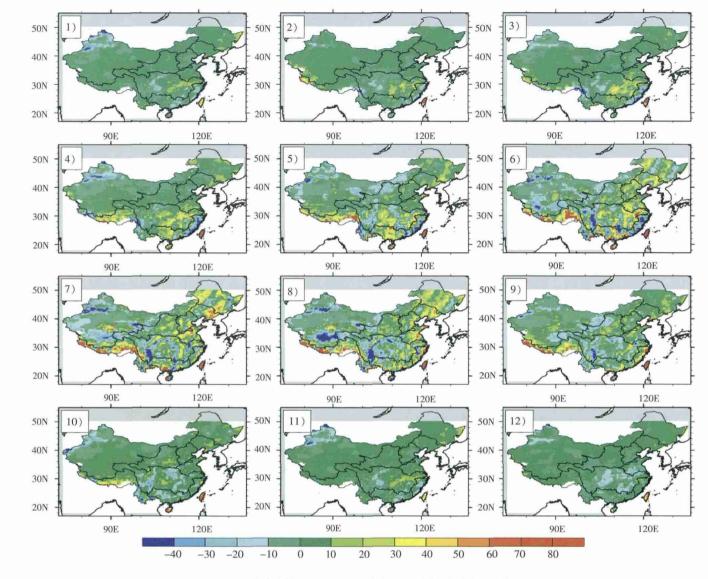
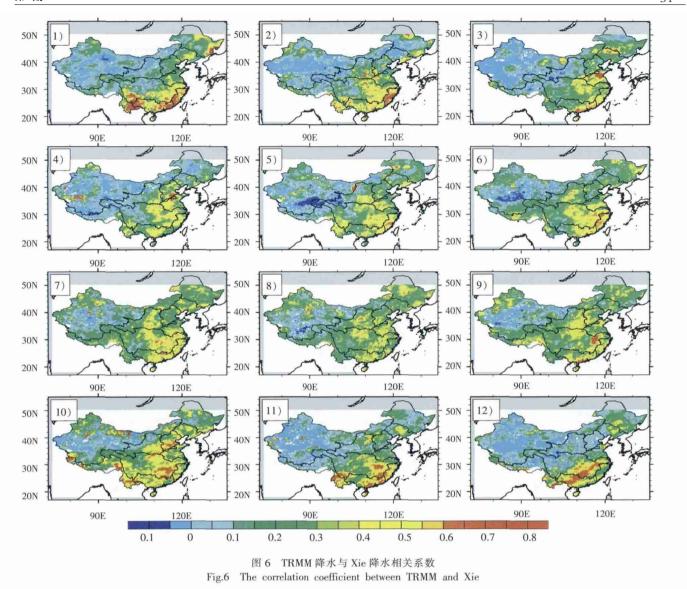


图 5 月均降水偏差(TRMM-Xie 降水)(mm),图中编号表示月份 Fig.5 The deviation of the average monthly precipitation(TRMM-Xie) (mm)

TRMM 降水偏大。台湾、海南岛及青藏高原南部由于缺乏观测站点,Xie 数据存在很大不确定性,所以存在异常。时间上,夏季与秋季偏差要比春季与冬季大,说明遥感反演夏季的对流性降水要比冬季的大尺度降水误差大。图 6 是日尺度 TRMM 降水与 Xie 降水分别在12 个月的相关系数图。将 1998~2003 年的日降水数据在每个月单独进行相关分析,避免了气候态对相关系数的影响,所计算的相关系数更能够反映出 TRMM 降水的可靠性。

空间上,从图 6 可以看出,TRMM 降水在湿润地 区普遍同 Xie 降水数据相关系数较高,最高能够达到 0.8 以上。而在干旱地区,TRMM 降水同 Xie 降水数据 相关系数非常低。主要原因是在干旱地区遥感能够观测到云信息,但反演成降水时存在很大的时空差异,导致误差偏大。另外在西部及青藏高原的高寒山区缺乏地面观测站点,所以该地区 Xie 降水数据同样存在很大不确定性。从全国整体上看,TRMM 降水同 Xie 降水具有较高的相关性,大部分地区相关系数都在0.5 以上。

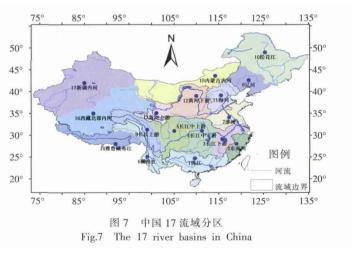
时间上,冬季与春季的相关系数要高于夏季与秋季。出现这种现象的原因是冬春季多出现的是大尺度降水,而夏季常出现的是对流性降水或地形降水。遥感反演强对流天气造成的降水相对与大尺度降水具有更大的不确定性。



4.2 流域降水分析

洪水预报、水资源管理及水文学的研究都是基于流域。所以在流域尺度上是否有高精度的降水非常重要。为了评估 TRMM 降水在流域尺度上的质量,基于中国内陆数字高程,在9个一级流域的基础上(海河、淮河、内河、珠江、松辽河、东南诸河、西南诸河,长江和黄河),将中国内陆分为17个流域分区。根据分区内年均降水量从高到低排序编号见表1。分区边界见图7。17个分区中,年均最大降水是珠江流域,降水达到1456mm;最小年均降水是新疆内河,降水为107mm。流域面积相对均匀,最大为新疆内河,流域面积是1537520km²;最小是东南河,流域面积是199721km²。气象站点最多是珠江流域,有73个站点;最少是西藏北部内河,有17个站点。

在 17 个流域分区中, 分别计算了 1998~2009 年



间日尺度 TRMM 降水和站点观测降水的相关系数、偏差及相对偏差(见表 1)。气象局设置的气象站点相对均匀,可以忽略地形对其降水数据测量的影响,因此本

表1 中国内陆分区属性 Table 1 The river basin property in the inland of China

				1 1 2			
编号	流域名称	Xie 年降水量/mm	面积/km²	观测站个数	TRMM 与 Xie 日降水 相关系数	TRMM-Xie 年均值偏差/mm	相对偏差
2	东南河	1204	199 721	42	0.66	406	33.70
3	长江下游	1200	310 117	41	0.64	399	33.28
4	长江中下游	1049	504 731	54	0.68	176	16.74
5	长江中上游	893	567 237	59	0.61	145	16.29
6	澜沧江	844	399 541	32	0.74	199	23.62
7	淮河	667	323 970	50	0.62	227	34.08
8	辽河	563	324 061	40	0.53	-1	-0.14
9	长江上游	542	415 287	30	0.68	62	11.38
10	松花江	454	908 881	66	0.61	71	15.68
11	海河	444	316 057	42	0.59	87	19.57
12	黄河下游	380	578 092	64	0.67	63	16.65
13	黄河上游	346	226 496	29	0.43	142	41.13
14	雅鲁藏布江	295	448 864	25	0.69	581	196.87
15	内蒙古内河	170	694 413	39	0.56	6	3.48
16	西藏北部内河	116	1 104 104	17	0.37	61	52.54
17	新疆内河	107	1 537 520	56	0.48	-4	-3.88
	中国内陆	512	9 426 621	759	0.86	115	22.4

注:中国内陆流域面积通过 DEM 提取,不包括内海、领海和台湾。

文默认站点观测降水为准确值,以此来分析 TRMM 降水。全国整体分析 TRMM 降水偏大 22.4%。针对相关系数,发现相关系数同流域年均降水存在非常好的相关性(见图 8),即在降水量大的区域,TRMM 降水同站点观测降水的相关系数高,也就是说湿润地区比干旱地区 TRMM 降水更可靠。17 个分区中有 14 个分区相关系数超过 0.5,说明 TRMM 数据在流域尺度上可靠性较好。偏差是 TRMM 年均降水减站点年均降水。偏差及相对偏差分析可以看出,在 15 个分区 TRMM 降水都要大于站点降水,说明 TRMM 降水整体偏大。雅

鲁藏布江流域相对偏差达到 196.87%,可能原因是该区域为山区,多地形降水,而 TRMM 对地形降水遥感反演存在很大不确定性。图 9 是测站个数与相对偏差散点图。从图 9 可以看出观测站点多的流域分区中相对偏差要小,说明观测数据的不确定性对相对偏差分析有一定的影响。对全国数据的计算可以看出,TRMM 与 Xie 两套降水数据在全国尺度范围的日降水相关系数明显增高,年降水偏差和相对偏差也相对较小,原因是全国大尺度范围消除了部分流域之间的不稳定因素。

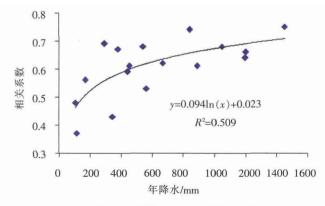


图 8 年均降水与相关系数散点图 Fig.8 The scatters between the annual mean precipitation and correlation coefficient

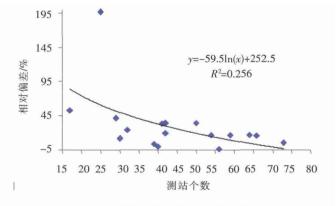
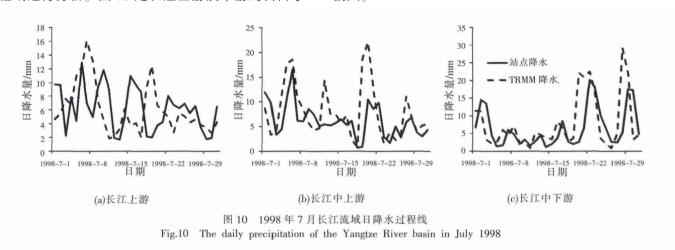


图 9 测站个数与相对偏差散点图 Fig.9 The scatter between the number of stations and relative deviation

流域尺度上,降水过程是否同观测一致是评价降水数据质量的关键指标。1998年7月长江流域出现特大暴雨,所以挑选出长江流域1998年7月的日降水过程线进行分析。图 10 是长江上游及中游的日降水

过程线。黑实线是站点观测降水,虚线是 TRMM 降水。 从图可以看出,TRMM 降水和站点日降水趋势一致, 但暴雨的峰现时间存在时间差,暴雨峰值 TRMM 降水 偏大。



由于日过程线存在很大不确定性,很难从多年日过程线总结出 TRMM 降水时间过程规律,所以图 11给出了 17个流域分区上的月降水过程线。黑实线是站点观测降水,虚线是 TRMM 降水,发现 TRMM 降水在汛期几乎都要大于站点降水,尤其在雅鲁藏布江流域及长江下游更为明显。在非汛期 TRMM 降水同站点降水基本一致。辽河、内蒙古内河、新疆内河等流域分区TRMM 降水同站点观测降水过程线非常一致。

5 结论

基于 Xie Pingping 根据地面观测站点产生的降水 数据、中国气象局公开的 759 个站点观测降水数据与 3B42 V6 版本的 TRMM 降水数据, 计算了 TRMM 降 水与 Xie 降水(站点观测)间的相关系数、偏差及相 对偏差,从多时空尺度深入的对比分析了中国内陆 TRMM 降水数据与站点观测降水数据。研究发现: (1)TRMM 降水同站点观测降水具有较高的相关系数, 说明 TRMM 降水在中国内陆已经具有相当高的精度; (2)TRMM 降水在迎风坡偏小,背风坡及山顶偏大,说 明 TRMM 遥感反演算法对地形雨考虑不足,使用 TR-MM 降水时需要进一步矫正;(3) 时间上,TRMM 降水 在汛期(夏季与秋季)要比站点观测降水明显偏大,可 能原因是 TRMM 降水对夏季对流性降水反演误差较 大;TRMM 降水在枯季(春季与冬季)同站点观测降水 基本一致,说明 TRMM 降水对大尺度降水的反演精度 较高;(4) 空间上,TRMM 降水在湿润地区的相关系数 高,干旱地区略差,说明 TRMM 降水在我国湿润地区 具有较高精度,而在干旱地区精度有待进一步提高。

研究中还发现 TRMM 降水的相对偏差同采用站点的多少存在很大的关系,站点采用多的区域相对偏差相对较小。说明站点观测数据的不确定性影响对比结果。需要收集更多的站点观测信息进一步研究。虽然 TRMM 降水已经有较高的精度,但应用到水文、水资源流域仍需要进一步通过地面观测站点进行矫正,并充分利用 TRMM 降水合理的空间分布信息从而弥补地面站点的数量不足。

参考文献:

- [1] Zeng, H. W., Li, L. J., & Li, J. Y., The evaluation of TRMM multisatellite precipitation analysis (TMPA) in drought monitoring in the Lancang River basin [J]. Journal of Geographical Sciences, 2012,22(2):273–282.
- [2] 美国国家航空和宇宙航行局 TRMM 网[EB/OL]. http://trmm.gsfc.nasa. gov/. (National Aeronautics and Space Administration about TRMM [EB/OL]. http://trmm.gsfc.nasa.gov/. (in Chinese))
- [3] 骆三,苗峻峰,牛涛,等. TRMM 测雨产品 3B42 与台站资料在中国 区域的对比分析[J]. 气象, 2011,37(9):1081-1090. (LUO San, MIAO Junfeng, NIU Tao, et al. A comparison of TRMM 3B42 products with rain gauge observations in China [J]. Meteorlogical Monthly, 2011,37(9):1081-1090. (in Chinese))
- [4] 郝振纯,童凯,张磊磊,等. TRMM 降水资料在青藏高原的适用性分析[J]. 水文, 2011,31 (5):18-23. (HAO Zhenchun, TONG Kai, ZHANG Leilei, et al. Applicability analysis of TRMM precipitation estimates in Tibetan Plateau [J]. Journal of China Hydrology, 2011,31(5):18-23. (in Chinese))
- [5] 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

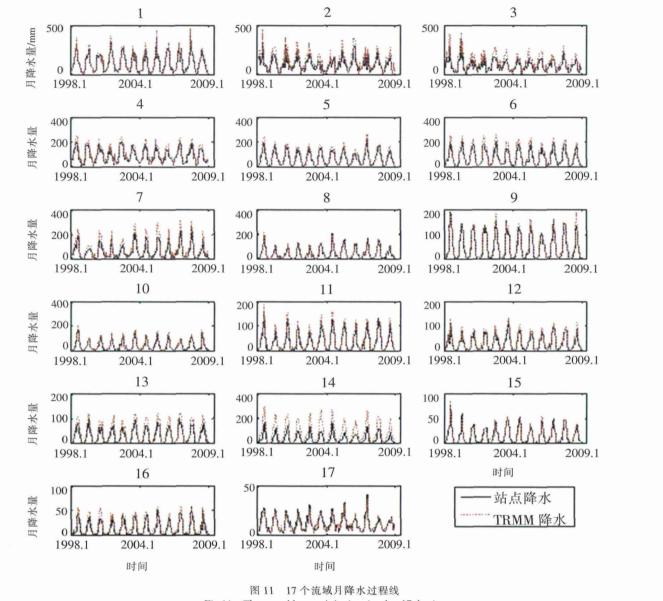


图 11 17 个流域月降水过程线 Fig.11 The monthly precipitation in the 17 basins

水的探测 [J]. 灾害学, 2008,23 (2):41-45. (BAI Aijuan, FANG Jiangang, ZHANG Kexiang. Summer rainfall in Shaanxi and its neighborhood regions observed by TRMM satellite [J]. Journal of Catastrophology, 2008,23(2):41-45. (in Chinese))

- [6] 毛冬艳.用 TRMM 资料对中国暴雨个例的分析和降水反演[D].北京: 中国气象科学研究院,2001.(MAO Dongyan. Analysis and Retrieval of Chinese Case Precipitation Rainstorm with TRMM [D]. Beijing: Chinese Academy of Meteorological Sciences, 2001. (in Chinese))
- [7] 傅云飞.TRMM 测雨雷达和微波成像仪对两个中尺度特大暴雨降水结构的观测分析研究[J].气象学报, 2003,61(4):421-431.(FU Yunfei. Analysis on precipitation structures of two heavy rain cases by using TRMM PR and TMI [J]. Acta Meteorologica Sinica, 2003,61 (4):421-431. (in Chinese))
- [8] 闵爱荣,游然,卢乃锰,等. TRMM 卫星微波成像仪资料的陆面降水反演[J]. 热带气象学报, 2008,24(3):265-272. (MIN Airong, YOU Ran,

- LU Naimeng, et al. Retrieval of precipitation over land using TRMM microwave image [J]. Journal of Tropical Meteo rology, 2008,24(3):265–272. (in Chinese))
- [9] 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 [J]. 地理科学进展, 2012,31 (9):1164-1170. (LI Xianghu, ZHANG Qi, SHAO Min. Spatio-temporal distribution of precipitation in Poyang Lake basin based on TRMM data and precision evaluation [J]. Progress in Geography, 2012,31(9):1164-1170. (in Chinese))
- [10] 傅云飞,刘栋,王雨,等. 热带测雨卫星综合探测结果之"云娜"台风降水云与非降水云特征[J]. 气象学报, 2007,65(3):316-328. (FU Yunfei, LIU Dong, WANG Yu, et al. Characteristics of precipitating and non-precipitating clouds in typhoon Ranan as viewed by TRMM combined measurements [J]. Acta Meterorologica Sinica, 2007,65(3):316-328. (in Chinese)) (下转第 61 页)

Study on Water Resources Risk in Beijing after "South-North Water Transfer" Project

LIU Xiao¹, WANG Hongrui^{1,3}, YU Song¹, MA Dongchun^{2,3}, LIANG Yuan¹, LAI Wenli¹, GAO Yuanyuan⁴

- (1. College of Water Science, Key Laboratory for Water and Sediment Science, Beijing Normal University, Beijing 100875, China;
- 2. Beijing Hydraulic Research Institute, Beijing 100048, China; 3. Beijing Water Strategic Study Center, Beijing 100048, China;
- 4. Bureau of South to North Water Transfer of Planning, Designing and Management, Ministry of Water Resources, Beijing 100038, China)

Abstract: In this paper, water usage of Beijing was forecasted by combining trend forecasting method and water quota method. The empirical frequency under different precipitation was given by the use of the Pearson Hydrology Frequency Curve. The changes of water resources shortage quantity and risk after "South-to-North Water Transfer" Project were calculated. The mainly conclusions are as follows. Water usage of Beijing is guaranteed sufficiently under the normal annual after "South-to-North Water Transfer" Project. In dry years, "South-to-North Water Transfer" Project reduces water shortage over the proportion of 60%, in the average year over about 40%, in wet years without water shortage. The effect of the project to reduce water shortage is more obvious in dry years and is growing with the time going. Risk of water shortages in Beijing in during 2015–2030 after the implementation of the Project was reduced from 70%–80% to 26%–36%, totally above a 40% reduction. The project decreases more and more water shortage risk with time.

Key words: south-to-north water transfer; water resources; risk; shortage; Beijing

 27^{2}

(上接第54页)

- [11] 臧文斌,阮本清,李景刚,等. 基于 TRMM 降雨数据的西南地区特大气象干旱分析 [J]. 中国水利水电科学研究院学报, 2010,8 (2):97-106. (ZANG Wenbin, RUAN Benqing, LI Jinggang, et al. Analysis of extraordinary meteorological drought in southwest China by using TRMM precipitation data [J]. Journal of China Institute of Water Resources and Hydropower Research, 2010,8(2): 97-328. (in Chinese))
- [12] Xie, P., M. Chen, et al.. A gauge –based analysis of daily precipitation over east Asia [J]. Journal of Hydrometeorology, 2007,8(3): 607–626.
- [13] Ebert, E.E., J.E. Janowiak, C. Kidd. Comparison of near-real-time precipitation estimates from satellite observations and numerical models [J]. Bulletin of the American Meteorological Society, 2007,88(1):47-64.
- [14] Yatagai. A 44-year daily gridded precipitation dataset for Asia based on a dense network of rain gauges [J]. Sola, 2009,5:137-140.
- [15] 何晓群.多元统计分析(第二版)[M].北京:中国人民大学出版社, 2008. (HE Xiaoqun. Multivariate Statistical Analysis (second edition) [M]. Beijing: China Renmin University Press, 2008. (in Chinese))

TRMM Precipitation Evaluation for Inland of China

DENG Xiaoxue, YE Aizhong, MAO Yuna, LANG Yang, XU Jing

(Joint Center for Global Change Studies, College of Global Change and Earth System Science, BeijingNormal University, Beijing 100875, China)

Abstract: In order to evaluate the reliability of TRMM precipitation in the inland of China, this paper compared the observed precipitation and TRMM precipitation. We used three individual datasets which are (1) Xie Pingping's grid precipitation, (2) observed precipitation on 759 gauges by the China Meteorological Administration, and (3) the 3B42_V6 version TRMM precipitation. The major results from this study: we first discovered that the TRMM precipitation was impacted by terrain, it is lighter in windward slope, and it is heavier in leeward slope and hill top; TRMM precipitation is heavier than the gauges observed precipitation in the flood season (summer and autumn) and more precisely in the Dry Season TRMM (winter and spring). Therefore, this study suggests that it should be corrected with terrain information at the time of application for the TRMM precipitation data.

Key words: TRMM; observation; precipitation; correlation coefficient; bias