科 学 通 报
第42卷 第21期 Chinese Science Bulletin 1997年11月

【研究简报】

# 季风区——全球降水变化率最大的地区

符淙斌 曾昭美
(中国科学院大气物理研究所,北京 100029)

关键词 气候变化率 降水 季风区

季风气候是全球一种主要的气候类型. 全球低纬度带大约有一半以上地区盛行季风气候, 有些地方还向中纬度有一定伸展[1]. 季风区是全球生物量最大的地区,同时居住着大量的发展中国家的人民. 季风区的气候变化对那里的人民生活、社会发展及生态系统的变化有着十分重要的影响. 因此,季风气候这个古老的科学问题近年来又受到了新的关注[2, 3].

关于季风气候的特点已有很多研究. 研究发现,季风区季节变化,无论从冬到夏,还是从夏到冬都很迅速,呈现出跳跃式或突变式[4]. 研究还表明季风区的气候年际变化十分明显,尤其是季风降水的变化造成了旱涝灾害的频繁发生[5]. 1991年,安芷生等人从历史文献和地质资料中揭示了季风气候的长期变化,并提出了古季风的概念[6].

本文试图从各种时间尺度降水量变化的全球分布的分析,进一步揭示季风区气候变化的特征. 所用资料为美国能源部和美国气候资料中心最近整编的全球历史气候网格数据集,它包括了7 533个降水观测站,其中40%以上的站至少有50年以上的资料,10%的站有100年以上的资料. 资料覆盖的年代为1910~1990年[7].

以往的研究,大都根据不同的目的采用方差(variance)、变率(variability)[8]和信噪比(ratio of signal to noise)[9]等来描述气候变化. 本文采用气候变化率的概念(ratio of climatic change),用单位时间(月、年、10年等)气候要素的变化量来度量. 分析了月际、年际、10年际降水变化率的全球分布. 研究发现,全球主要的季风区,即南亚、东亚、西非和澳大利亚季风区在各种时间尺度上均呈现出最大的变化率,其变化率比非季风区要大数倍到一个量级,这是一个十分重要的观测事实.

## 参 考 文 献

1 Andernach H, Hanisch R J, Network kesources for astronomers. Murtagh F. ASP, 1994, 106: 1 190~1 216
2 John E F. Robots in astronomy. Vistas in Astronomy, 1993, 35: 399~438
3 曹文达,季凯帆,宋 谦,等. 在云南天文台1 m望远镜上实现远程遥在观测. 云南天文台台刊,1997,3: 88~93
4 季凯帆,宋 谦,曹文达. 走向Internet网际. 云南天文台台刊,1995,3: 62~65
5 季凯帆,曹文达,宋 谦,FITS, BMP和SCR图象格式及相互转换. 云南天文台台刊,1996,2: 60~64
6 钱国祥,孙 宏,彭振方,等. 数据压缩技术经典,北京: 学苑出版社, 1994

(1997-03-28收稿)

# 1　降水变化率的全球分布

## 1.1　季节转换

利用最近 40 年(1950～1989)资料最齐备的时段,分析降水量季节转换的全球分布. 5 月到 6 月,8 月到 9 月是从春到夏和从夏到秋,季节转变最迅速的阶段[4, 10]. 图 1(a)给出了从春到夏降水变化率(mm/月)的全球分布,其变化范围在 − 10～ + 150 mm 之间,大部分地区在 10 mm 左右,即从 5 月到 6 月平均降水变化率大约为 10 mm,其中有三个大于 100 mm 的中心,分别位于西非、南亚和东亚北半球的典型季风区,反映了夏季风的迅速来临带来了降水量的迅速增加.

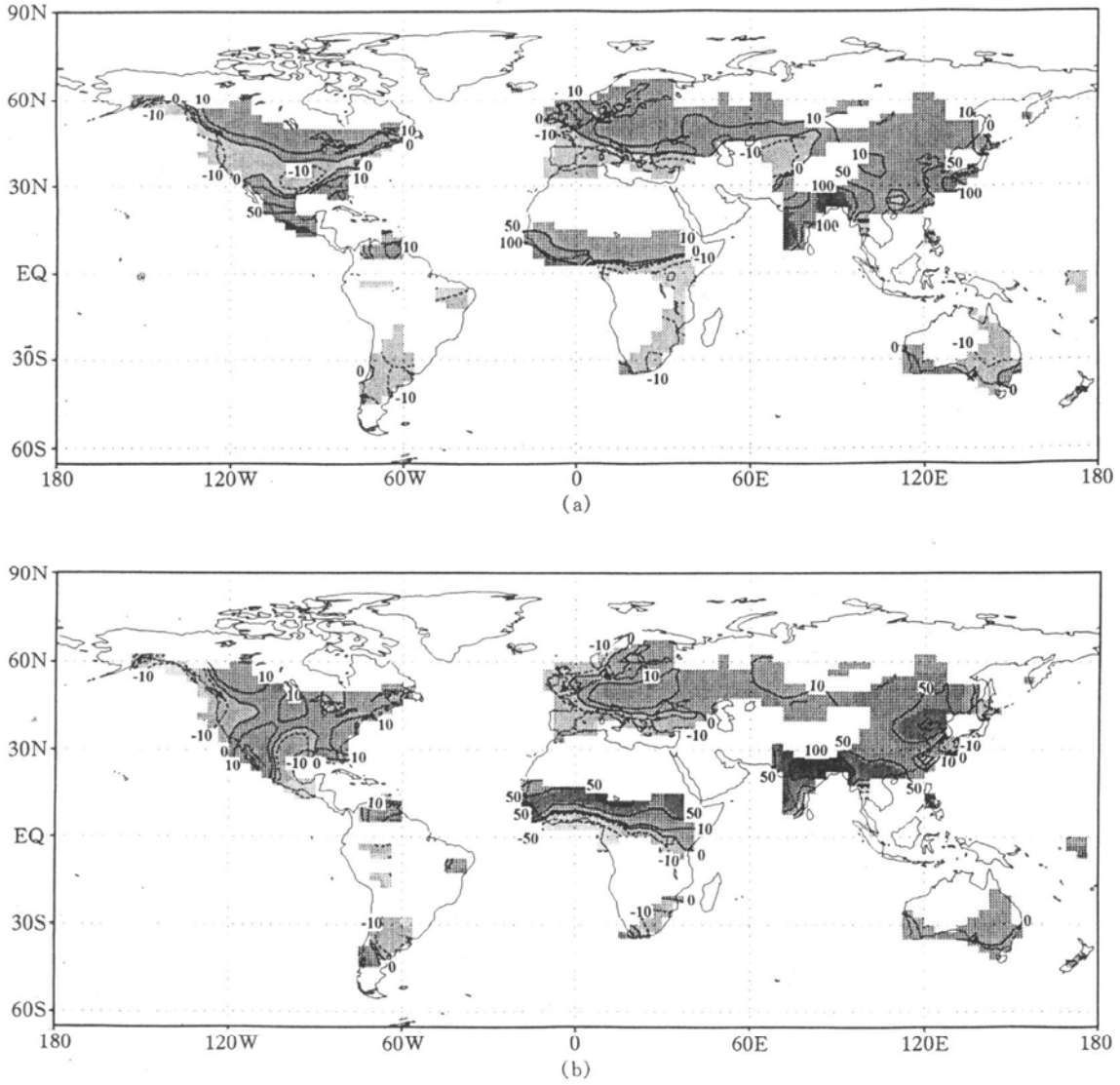


图 1　1950～1989 年降水量月际差值平均值的全球分布

(a) 6 月减 5 月;(b) 9 月减 8 月. 单位: mm/月

图 1(b)为从夏到秋降水量分布的转变,其空间分布特征与图 1(a)相似,大部分地区的变化率在 10 mm 左右,但是,在西非、南亚和东亚有三个大值中心,其降水量迅速减少,表示了夏

季风的迅速撤退. 然而在南半球的澳大利亚,由于夏季风的来临要晚一些,因而在从春到夏的转变阶段,降水量并无大的变化,从气候平均状况来看,处于南半球的澳大利亚季风的季节转换,发生在 10 月和 4 月[11],因此在 5～6 月,8～9 月的变化不明显.

### 1.2 年际变化

图 2 给出了年际降水量平均差值的全球分布,用以表示降水量的年际变化率. 其变化幅度为 50～300 mm/a,大部分地区为 50～100 mm/a,有 5 个大于 200 mm/a 的区域,其中西非、南亚、东亚和澳大利亚地区均大于 250 mm/a,尤其是东亚和南亚季风区,降水年际变化率大于 300 mm. 因此,季风区降水年际变化率也远远大于大部分非季风区. 此外,位于阿拉斯加湾的中纬地区也有较大的降水变化率,但不属于季风区.

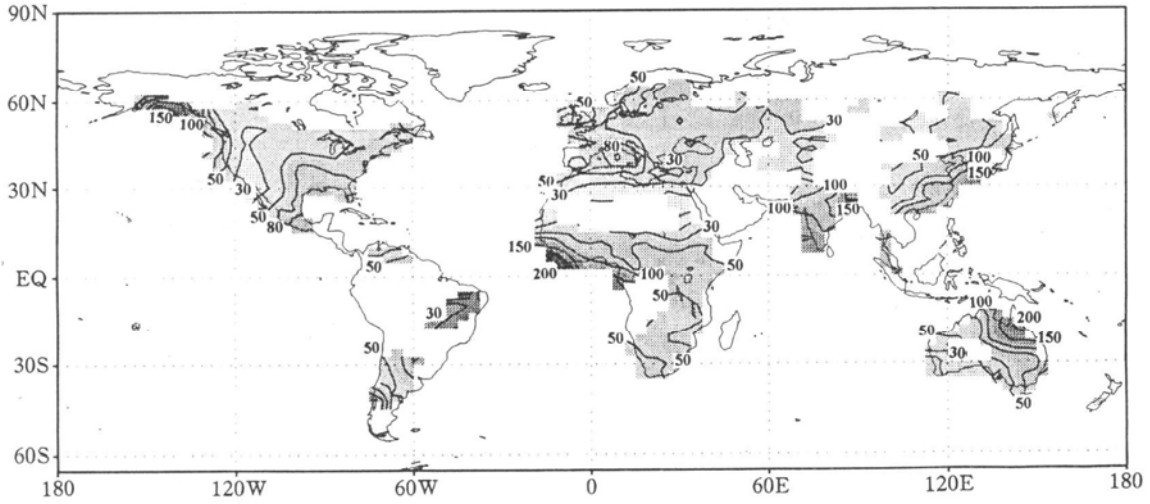


图 2 1950～1989 年年际降水量差值平均值的全球分布

单位:mm/a

### 1.3 10 年际变化

图 3 给出了 1910～1990 年共 8 个 10 年降水量差值的平均值的全球分布. 10 年累积降水量的变化率的变化范围在 300～2 000 mm 之间. 与年际变化率的分布相似,有 5 个最大中心,其中 4 个分别位于西非、南亚、东亚和澳大利亚季风区,其变化率高达 1 500～2 000 mm,另一个区位于非季风区的阿拉斯加湾,其原因尚不清楚. 这样大降水量的 10 年际变化无疑会对季风区的生态系统产生十分重要的影响.

根据作者以往的研究,亚洲季风气候在本世纪 20 年代随着全球的迅速增暖发生了明显的突变[12,13]:印度夏季风由弱转强,东亚季风则由强变弱. 为此,计算了 20 年代突变前后夏季降水量差值(1920～1929 减 1910～1919)的全球分布,以揭示不同气候阶段间转变中降水的变化率. 由于资料的限制,全球许多地方在这个时期缺乏完整的数据,但是,仍然可以看到,在这次突变过程中西非、南亚和东亚季风区降水变化最大,其中南亚季风区以降水量增加占优势,而东亚季风区则以降水量减少占优势,与以前从其他资料和季风数据的分析相一致. 这段时期,北美大陆降水变化率相对来说也比较大,其原因需进一步分析(图略).

应当指出的是,除了上面提到的南亚、东亚、西非和澳大利亚典型季风区之外,在各种时间尺度的降水变化率分布图上还有一个相对的大值区位于北美的墨西哥湾地区. 虽然其强度远不及典型季风区,但仍显示出类似的特征. 因此,近来有人称之为北美季风区[2].

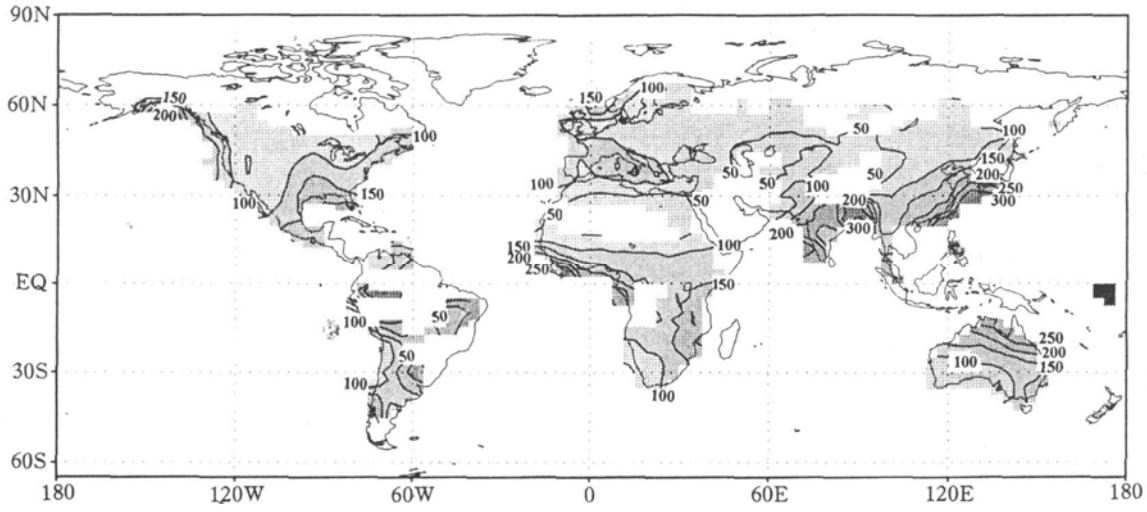


图 3　1910～1990 年 10 年际降水量差值平均值的全球分布

单位:10 mm/10 a

## 2　结论

根据以上分析,可以得到结论:与全球其他地区相比,季风区是各种时间尺度(季节、年际、10 年际)降水变化率最大的地区,这是季风系统的一个十分重要的特征,在季风区各种时间尺度的气候预测中必须考虑这一特征. 这样大的降水变化率将是作用于季风区生态系统的重要驱动力,形成强的气候-生态系统相互作用[14]. 为什么季风区在各种时间尺度上都表现出最大的降水变化率,这是一个需要进一步研究的重要问题.

**致谢**　本工作为国家"攀登"计划(85-27)资助项目.

## 参　考　文　献

1　Ramage C. Monsoon Meteorology. New York: Academic Press, 1991. 269

2　World Climate Research Programme, 1995. Climate Variability and Predictability, A study of climate variability, Science plan. WCRP, 89, WMO/ID, 1995, No 690, 157

3　Webster P J, Yang S. Monsoon and ENSO: selectively interactive systerms. Quater J Roy Meteor Soc, 1992, 118(507): 877～925

4　叶笃正,陶诗言,李麦村. 6 月和 10 月大气环流的突变. 气象学报,1958,29(4): 249～163

5　陶诗言,徐淑英. 夏季江淮流域持久性旱涝现象的环流特征. 气象学报,1962,32(1): 1～10

6　安芷生,吴锡浩,卢演俦,等. 过去两万年来中国古环流的初步研究. 见:刘东生主编. 黄土,第四纪地质和全球变化. 北京:科学出版社,1991. 1～26

7　Vose R S, Heim R, Schmoyer R L, et al. The global historical climatology network: long-term monthly temperature, precipitation, sea level pressure, and station pressure data. Oak Ridge Environmental Science Division Publication, 1992, No 3912, ORNL/CDIAC-53. 99

8　Gardiner C W. Handbook of Stochastic Methods. Berlin: Springer-Verlag, 1983

9　Yamamoto R T, Iwashima S N K. Climatic jump, a hypothesis in climate diagnosis. J Meteor Soc Japan, 1985, 63(6): 1 157～1 160

10　Shinoda M, Mikami T, Lwasaci K, et al. Global simultaneity of abrupt seasonal changes in precipitation during May and June of 1979. J Meteor Soc Japan, 1986, 64: 531～546

科 学 通 报
第 42 卷 第 21 期 Chinese Science Bulletin 1997 年 11 月

【研究简报】

# N-TIMS 法测定盘石山橄榄岩包体的 Os 同位素组成

孙卫东[①②] 彭子成[①②] 支霞臣[①②] 陈道公[①②]
王兆荣[①②] 周新华[③]

(①中国科学技术大学地球和空间科学系，合肥 230026；②第三世界科学院中国科学技术大学地球科学和天文学高级研究中心，合肥 230026；③中国科学院地质研究所岩石圈构造演化开放实验室，北京 100029)

**关键词** 负热电离质谱 锇同位素 幔源橄榄岩包体

Re，Os 是亲铁元素，在壳-幔分异过程中，由于 Os 是相容元素，Re 为中等不相容元素，因此 Re-Os 同位素体系可以提供主要由亲石元素构成的 Rb-Sr，Sm-Nd 和 U-Th-Pb 同位素体系所不能给出的重要信息[1]. 1991 年 Volkening 等首次应用负热电离质谱(N-TIMS)分析技术进行地质样品的超低含量($10^{-9}$～$10^{-12}$)Re-Os 同位素测定[2, 3]，揭开了 Re-Os 同位素体系研究的新篇章，使之成为 90 年代国际地球化学前沿领域的研究热点，但目前国内尚未见用 N-TIMS法测定地质样品中 Os 同位素组成的报道[4]. 本文利用负离子热电离质谱(N-TIMS)法测定了江苏省六合县盘石山尖晶石二辉橄榄岩包体的 Os 同位素组成，并对其地球化学意义作了初步探讨.

## 1 样品与方法

样品采自江苏省六合县盘石山，属未见含水矿物的干包体，样品新鲜，无低温蚀变作用. 其全岩主量元素特征显示亏损玄武质组分[5].

样品的 Os 同位素测定在中国科学技术大学七系同位素实验室完成. 实验流程为：(1)称取约 0.5～1 g 的 200 目粉末样品，加入适量经双瓶蒸馏的 HBr 和 HF，在 200℃下溶样；(2)用两级连续蒸馏装置在 180～200℃条件下蒸馏，初级蒸馏用 1 g $CrO_3$ 和 10 mL 1∶4 $H_2SO_4$ 作氧化剂，次级蒸馏用 2 mL $H_2O_2$ 和少量 1∶4 $H_2SO_4$ 作氧化剂，最后用 10 mL 浓 HBr 溶液吸收，蒸馏时间 2 h 左右；(3)吸收液密封后在 90℃下静置约 24 h 以充分还原 $OsO_4$，然后于 105～110℃蒸干；(4)用 MAT-262 固体质谱仪负离子源系统测量 Os 同位素组成. 测定中选用

11 Gentilli J. Climates of Australia and New Zealand, World Survey of Climatology, Vol13. Amsterdam-London-New York: Elsevier Publishing Company, 1971. 405

12 Fu Congbin. An aridity trend in China in association with global warming. In: Zepp R G, ed. Climate Biosphere Interaction: Biogenic Emissions and Environmental Effects of Climate Change. New York: John Wiley and Sons Inc, 1994. 1～17

13 Fu Congbin, Wang Qiang. The abrupt change phenomenon of South Asia summer monsoon and its synchronism with the global warming. Science in China, Ser B, 1991, 35(6): 666～672

14 Fu Congbin. Dynamics of monsoon-driven ecosystem: concept, preliminary evidence, proposal for further research. Proceedings of The Second International Study Conference on GEWEX in Asia and GAME, Pattaya, Thailand, 6～10, March, 1995. 68～70

(1997-01-16 收稿，1997-05-30 收修改稿)