

清代云南雨季早晚序列的重建与夏季风变迁

杨煜达¹, 满志敏¹, 郑景云²

(1. 复旦大学历史地理研究中心, 上海 200433;
2. 中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 100101)

摘要: 根据以档案为主的历史文献资料逐年进行考订, 复原了云南 1711~1911 年间的雨季早晚序列, 并利用多种资料进行了检验。分析表明, 云南雨季开始期年际和年代际的波动都较剧烈, 还存在年代际尺度以上的长时间尺度波动。雨季开始期从 18 世纪初逐步转向偏早, 19 世纪又转向偏迟, 到 20 世纪又偏早, 这在一定程度上反映了夏季风的长期变迁。云南雨季开始期存在明显的准 3 年和 11.3 年周期, 准 3 年周期可能和 El Nino 事件的准 3 年周期有关, 11.3 年周期明显和太阳活动的 11 年周期有关。同时发现, El Nino 事件对云南雨季的开始期有重要的影响, 在 El Nino 年云南雨季开始期主要为偏迟或正常, 但这种影响存在明显减弱的时期, 可能意味着 ENSO 事件对亚洲夏季风的影响存在某种震荡。

关键词: 云南; 清代; 雨季开始期; 夏季风; ENSO

1 引言

云南地处北半球低纬高原, 处在亚洲两大季风系统的结合部。夏季降水既受发源于赤道以南印度洋面上的西南季风的支配, 也受到东亚季风系统的影响, 其季风气候有其特殊性。对云南的夏季风演变情况进行复原和研究, 对进一步丰富西南季风演变的认识, 探讨全球性气候变化的机制, 有重要的学术意义。

学术界目前对这一问题的研究, 已有张美良、袁道先等对云南宣威洞穴石笋进行了 α 能谱系测年和碳、氧同位素分析, 得出了 4.61~2.75 万年间有较好分辨率的大时间尺度的气候演变情况^[1]。殷勇等人通过中甸纳帕海湖泊沉积物, 研究了 57 000 年以来的气候演变^[2], 张振克、吴瑞金等利用洱海湖泊沉积物的有机碳稳定同位素记录, 结合硅藻分析, 恢复了 8000 年来的气候演变系列, 并讨论了西南季风的演变情况^[3]。何元庆、姚檀栋等人则通过对丽江玉龙雪山冰芯的稳定同位素和离子分析, 提取了近年来西南季风环流的动态信息^[4]。无疑这些研究对进一步认识云南地区的历史气候变化和季风演变有着重要的学术意义。但是我们也应看到, 目前的研究主要是基于数万至数千年时段和百年—千年尺度分辨率的, 由于代用资料的精度问题, 直接讨论云南地区的夏季风近几百年时段和年代际演变情况的研究尚付阙如, 而这一时段的研究恰恰对于深入预估未来数十至百年时段的气候情景具有无可替代的作用。

本研究拟利用时间记载明确的高分辨率文献记载 (以清代档案为主) 来复原这一时段云南雨季开始的时间序列, 并进而讨论夏季风的年—年代际演变情况。

收稿日期: 2006-01-20; 修订日期: 2006-04-08

基金项目: 中国科学院知识创新工程项目 (KZCX3-SW-321-3); 教育部人文社会科学重点研究基地重大项目 (01JAZJD770008) 资助 [Foundation: Knowledge Innovation Project of CAS, No.KZCX3-SW-321-3; Key Project of Humanity & Social Science Research Base of Ministry of Education, No.01JAZJD770008]

作者简介: 杨煜达 (1968-), 男, 博士, 讲师, 主要研究方向为历史气候与环境变化。E-mail: yudayang968@sohu.com

2 资料、方法与结果检验

2.1 雨季开始与夏季风建立的关系

由于滇中全年地面的盛行风向都是偏西南风,因此以风向的转换来讨论夏季风的建立并不适用。已有很多学者提出,经典的以冬夏平均风向反相为特点的季风概念在云南并不适用,云南的季风气候,主要表现在雨量的季节变化上。王裁云研究了夏季风的建立和云南雨季开始的关系,指出,从1961~1977年16年间(1968年缺)昆明夏季风的建立候和雨季建立候不同步的只有两年,因此可以用夏季风的建立来预报云南雨季的开始期^[5]。张云瑾和秦剑进一步讨论了二者间的关系,指出从1968~1987年20年间,有8年全省性雨季是在夏季风在昆明700 hPa建立期后3~10天开始的,有7年则几乎同步。二者皆属正常,占了总数的75%,有较好的相关关系^[6]。尽管也有个别研究指出由于南支槽活动和冷空气的影响,云南地区夏季风的建立时间和雨季开始期有不一致的时候^[7]。但是可以肯定雨季开始期序列能够基本反映夏季风建立时间的长期变化。

云南地区干湿季分明,5~10月为雨季,11月至次年4月为干季,雨季降水集中。根据1971~2000年的降水资料,昆明5~10月平均降水为882.8 mm,全年降水为1011.3 mm,5~10月份降水占全年降水总量的87.3%^①。一般说来,5月是云南的干湿转换季节,而5月份的降水和大春生产的关系非常密切,现代雨季的平均开始期为5月5候,只有在雨季开始以后,大多数稻田才能栽插。云南雨季开始期前后降水这种十分明显的变化,使利用历史文献进行雨季开始期的考订成为可能。

2.2 研究利用的资料

故宫现存涉及云南的清代降水资料,大部分反映的是省会昆明地区的情况,有将近4000条记录,时间从1711年延续到1911年,主要为逐月的降水资料,加上部分灾害记载和农业收成记载,这构成了对昆明雨季复原的基本资料,辅以从方志和文集中收集整理的6000多条灾害和降水资料,大致可以形成逐月降水资料、灾害资料和收成资料3个系列。

2.3 复原方法

从本研究的资料和研究对象考虑,对云南历史雨季开始期的复原主要采用资料类比分析法:通过对各种历史气候记载的类比分析,推断出历史气候情景,同时利用各种资料相互校核,来保证推断的准确性。即以现代研究中对雨季开始的认定方法为基础,根据档案中的连续降水状况记载,逐年对资料进行类比分析,推断当时的降水情况,从而确定雨季开始的时间,并以灾害资料和农业收成资料来进行校验。具体的复原方法和考订标准,前已有专文进行过详述^[8],现略述如下。

目前有多种关于云南雨季开始期的计算方法,皆以雨量为标准,而略有异同。本文采用解明恩、王宇最新提出的一种标准为基础:自4月21日起,满足任意5天滑动累计雨量多年平均候雨量的一天为止,以后连续15天内,有任意五天滑动累计的 $K_{雨} \geq 1$,则第一个5天中日雨量 ≥ 10 mm的这一天即为雨季开始日,该天所在候为雨季开始候。就昆明而言, $\bar{R}_{雨候}$ 等于24.6 mm^[9]。在5~6月份,滇中一场超过10 mm的降水基本能满足玉米等农作物的需水要求。这对历史资料的认定十分重要,因为当时对雨量的记载,总是以能否满足农作物的需要为标准的。

根据以上标准,对档案资料中的降水资料做如下认定:(1)进入4月21日后,史料中昆明地区有“大雨”、“透雨”,且之后20天内,有连续降雨的记载,或以后一个月內,无有关降水不足或干旱的记载,即以出现大雨的第一候为雨季来临之候。(2)档案记

① 据云南省气象台、云南省气象档案馆2002年5月编印《云南省地面气象资料整编(1)》中资料统计。

载中之 5~6 月份无连续较大的降水过程，有旱情记载，或有农业栽插推迟的记载，即为雨季开始偏迟。具体雨季开始之时间，以奏报中得雨、旱情缓解的日期为准。(3) 若有该年度之降水记载，称该年“春夏雨暘时若”、“雨水调匀”，但无具体降水日期，且无旱涝记载者，即可判断此年度的雨季开始期为正常，取现在多年平均值，5 月 5 候。

如：乾隆三十年 (1765 年)，据云南巡抚常钧四月二十六日 (14/6) 奏：“又查四月初中 (20/5-8/6) 两旬各属刈麦之后，……迤东迤西地方次第得雨，或两三次或四五次俱各入土深透，秧田积水，陆续栽插已将普遍。” (中国科学院地理所摘录清档：卡片号 (下同) 176553005) 布政使钱度奏：“省城春间虽有微雨，未能沾足。至四月十四五 (2-3/6) 等日甘霖大沛，而各属亦俱得透雨。现在半月以来阴雨连绵，普行栽插，秋收大有又可预期。” (176553007) 综合分析，可以认为本年雨季的开始较晚，应在四月十四、五日 (2、3/6) 才开始，即 6 月 1 候，偏晚。

检验：据《续修嵩明县志》：“七月淫雨伤禾。” (光绪《续修嵩明州志》卷 2) 又据《昆明市自然灾害纪实资料》摘抄故宫档案称：“春夏之交，省城附近地方，雨泽稍稀，四月份未得透雨，故秋收间有歉薄之处，米价渐觉高昂。” (《昆明市自然灾害纪实资料》，第 23 页。) 多种记述可相印证。

2.4 1711~1911 年雨季早晚序列

利用前述研究的复原方法对资料进行了处理，得出了 1711~1911 年 201 年间的雨季开始期序列 (图 1)，其时间分辨率为候 (5 天)。在现代对云南天气气候的研究中，为便于分析，通常把滇中昆明雨季开始的时间定为全省雨季开始的时间。因此本研究具体复原的是昆明的雨季开始期序列，而将之作为云南的雨季开始期序列来进行分析。

2.5 检验

为进一步检验档案文献的复原结果，除了逐年利用灾害和收成资料互相对校外，我们再利用现存相关云南的天气日记中较详细的《王文韶日记》^[10] 中的 1891 年、1893 年两年的情况进行检验。

根据档案中降水资料复原的 1891 年和 1893 年的雨季开始期分别为 6 月 1 候和 5 月 2 候，分别为偏晚和偏早。

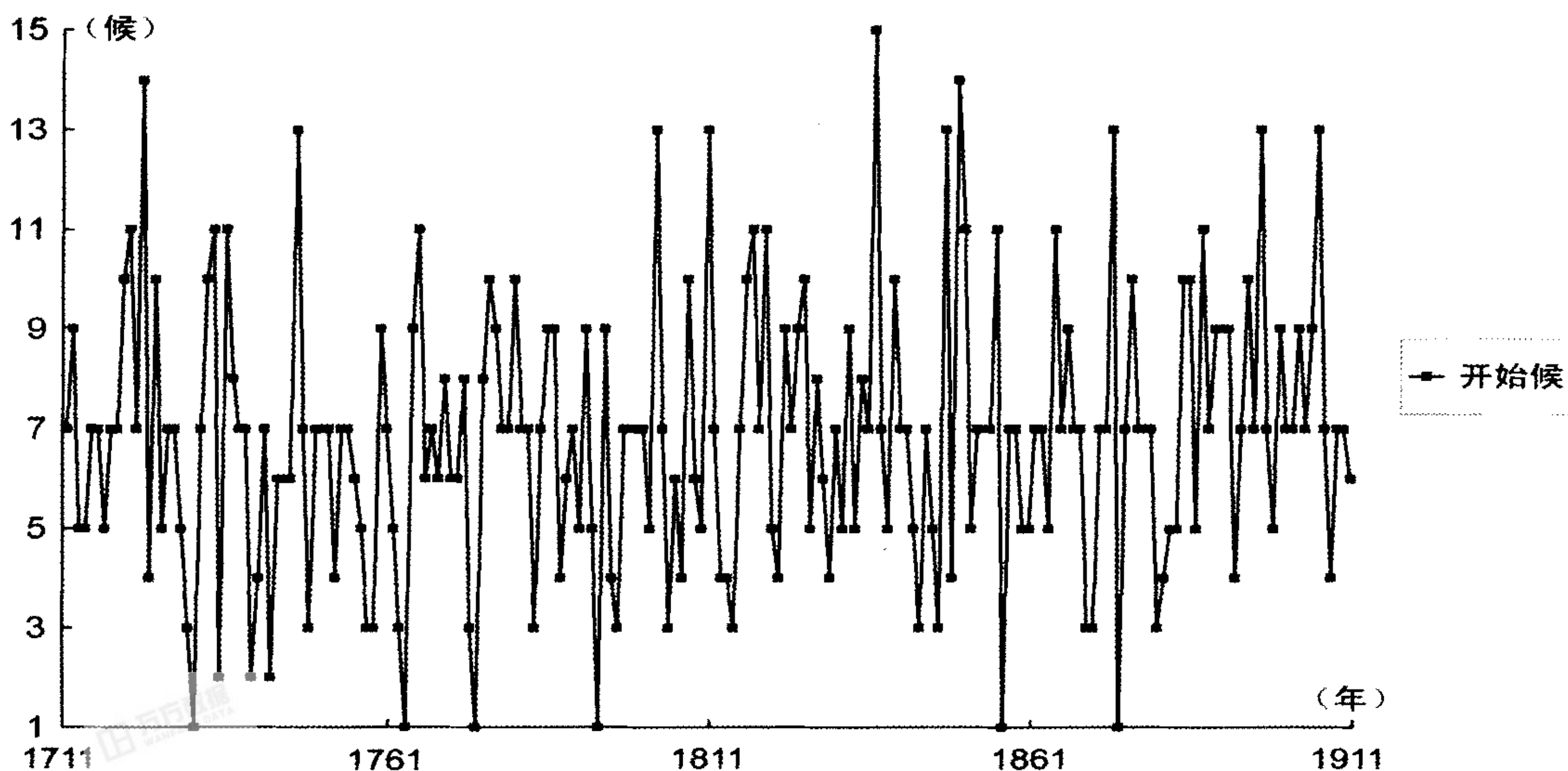


图 1 1711~1911 年云南雨季开始期序列

Fig. 1 The series of the starting date of rainy season in Yunnan province from 1711 to 1911

(说明：雨季开始期以候为单位，1 为 4 月 5 候，依次上推。最大值 15 为 7 月 1 候，下同。)

从王文韶日记中记载降水的习惯来看,一般将降水自小到大分为微雨、阵雨、雨、阴雨或透雨、大雨几个等级。1891年4月份降水仅有1天,5月份降水日数有7天,但全部为“微雨”或“下午雨”,都不能认为达到雨季开始所需要的8~10 mm左右的日降水标准。6月2日有“阴雨”的记载,在后来连接有降水记录,全6月降水日数达到13日,其中有1次“透雨”、7次“阴雨”,其它为“雨”或“微雨”的记载,据此,认为1891年雨季开始期为6月1候。这和前面利用档案和方志文集资料得出的判断是吻合的。

1893年的降水开始偏早,在日记中也有明确的反映。4月份王文韶外出巡阅营伍,就有不少降雨的记录。因不在昆明,故不取。5月份在昆明,降水日数达到15天,其中只有5月8日的降水记为“阴雨”,其余的记载皆为“夜雨”(难辨大小)、阵雨和微雨,故取5月8日为雨季开始的时间,即5月2候,这和利用档案和方志文集等文献作出的判定相吻合。从这些检验来说,复原的序列能较好的反映历史的真实。

3 对雨季开始期序列的初步分析

3.1 1711~1982年雨季开始期序列的建立

为了更好的对1711年以来的云南雨季开始期进行分析,本文将云南雨季开始期的序列延续到1982年。其中1929~1982年的雨季开始期直接采用李选周的研究成果^[11]。李的标准大致同前引解明恩等的标准,但有两个差异:一是雨季开始期的雨量低限定为8 mm/日,二是没有具体的时间低限,因此有1年的雨季开始期为4月17日,4月4候。由于史料中定性的描述资料很难对日降水量8 mm或10 mm作出区分,因此,此一区别对整个序列无大影响。至于时间低限,为方便分析,直接将早于4月21日的该年雨季开始期转为系列中的第1候即4月5候。

而1912~1928年的雨季开始期的复原,我们一方面采用了前述利用方志和其它文献的复原方法,另一方面还参考了这一时段器测雨量与雨日记录^[12]。需要说明的是,器测记录虽然有缺漏的年份和月份,但以之参考,仍可以提供较为详细的降水信息,使利用方志和其他文献所确定的雨季开始期时间精确至候。

由于1711~1911年、1912~1928年和1929年后的雨季开始期序列依据的资料并不一致,虽然三者认定的依据皆为雨量,但后者为器测资料,而前者则为史料中定性的描述,因此可能存在一定的误差。为此分别将1912~1928年和1711~1911年的序列和李选周的序列进行了F检验和t-检验(表1)。

从表1可以看出,虽然由不同资料建立的三段序列的均值、方差虽有一定的数值差异,但均通过了检验,证明利用史料建立的雨季开始期序列和利用现代降水量建立的序列应为来自同一正态总体的独立样本,也说明自1711年以来,雨季开始期并没有出现大的系统性的突变。

3.2 雨季开始期的变迁

从1711~1982年272年的雨季开始期的变化看(图2),雨季的平均开始期为6.79候,而在1711~1911年的201年间,雨季开始期的平均数为6.86候,两者基本一致,无显著性的差异。但深入分析可以看出,年际变化十分剧烈,其中最早的开始期为1候(4

表 1 统计检验的相关数值

Tab. 1 The relative data of statistic test ($\alpha = 0.05$)

	样本数 n_1	样本数 n_2	样本均值 $\bar{x}_1$	样本均值 $\bar{x}_2$	样本方差 s_1^2	样本方差 s_2^2	F 值	F 临界	T 值	t 双尾临界
检验 1	54	17	6.698	6.937	6.830	7.263	1.063	0.411	0.318	1.996
检验 2	54	201	6.698	6.835	6.830	7.726	1.131	0.305	0.322	1.969

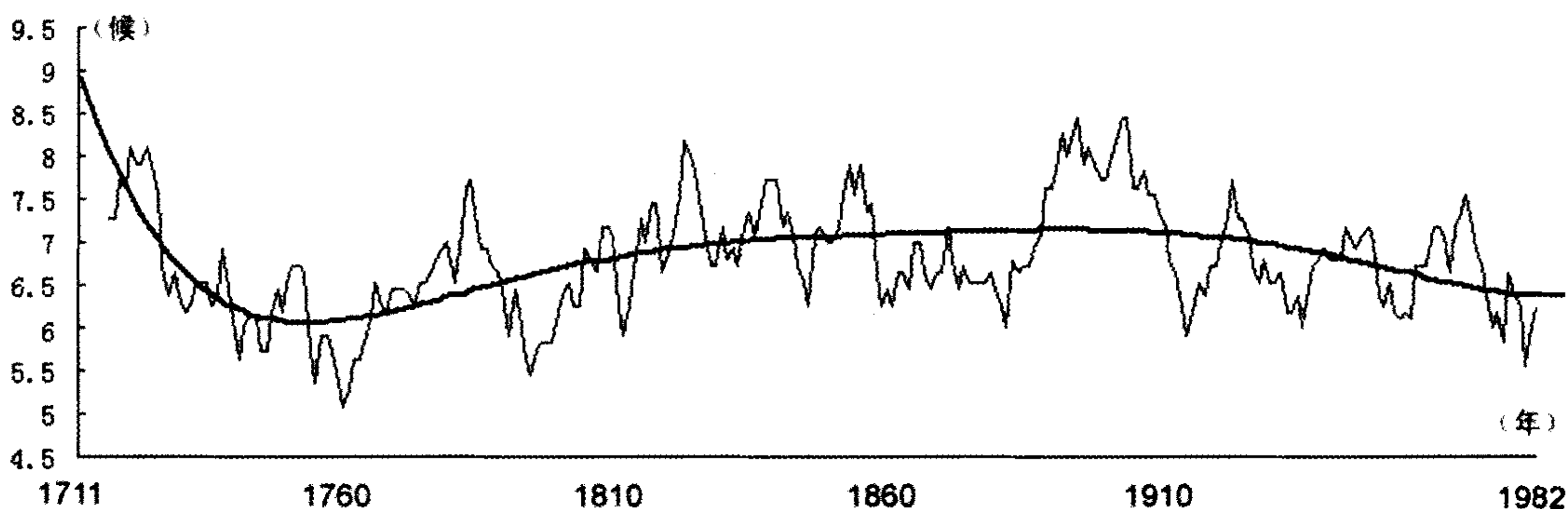


图 2 1711~1982 年云南雨季开始期的 11 年滑动平均及多项式拟合

Fig. 2 11-year running average and 5-degree polynomial equation of the starting date of rainy season in Yunnan, 1711-1982

(说明：以 4 月 5 候为 1，依此类推。细实线为雨季开始期 11 年滑动平均序列，粗实线为多项式拟合。)

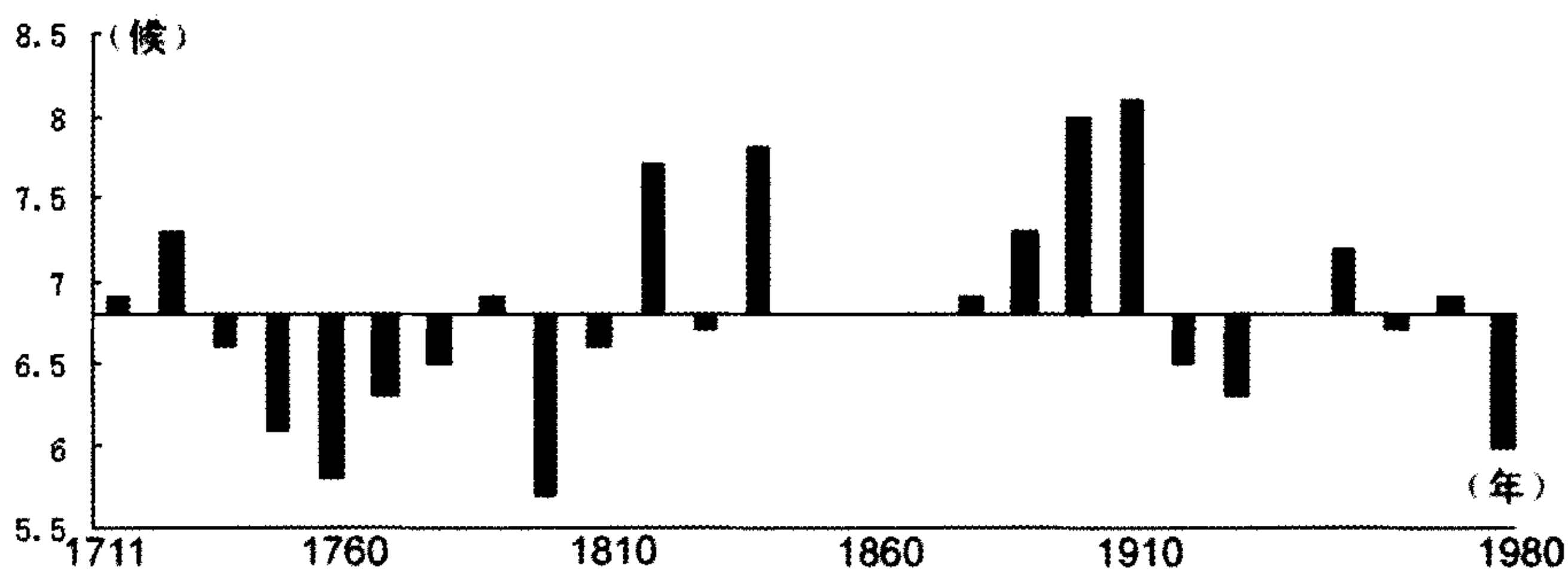


图 3 1711~1980 年雨季开始期 10 年平均序列

Fig. 3 The decadal mean of the starting date of rainy season in Yunnan from 1711 to 1980

(按：图中以 4 月 5 候为 1，依此类推。中间直线为 1711~1982 年多年雨季开始期序列平均值 6.79 候。)

月 5 候)，而最晚的开始期为 15 (7 月 1 候)，相差竟达 2 个半月，而相邻两年间雨季开始期的时间相差最大者也近 2 个月。而就年代际的变化来说，相邻间的平均雨季开始期差别一般不超过 1 候 (5 天)，相差最大的在 1910 年左右，达 1.6 候。

此外，从年代际以上的长时间尺度变化来看 (图 3)，18 世纪中期，雨季的平均开始期普遍要早一些。其中 1741~1800 年间的平均雨季开始期为 6.27 候；而 1751~1760 年间的平均雨季开始期为 5.8 候，1790~1800 年间平均更只有 5.7 候，而在 1890~1910 年间，雨季的平均开始期却推后到了 8 候、8.1 候。如果与极小值 5.7 候来比较，二者的相差值竟达到 2.4 候，即使与 1741~1800 年间的平均值比较，相差也达 1.8 候 (接近 10 天)。多项式拟合也显示，雨季开始期从 18 世纪初的稍晚逐渐向 18 世纪中后期的偏早转化，到 19 世纪转为偏晚，其间有两个特别晚的时期，即 1810~1840 年左右和 1880~1910 年左右，到 1911 年左右，雨季开始期又逐渐偏早。这说明夏季风的建立时间存在年代际以上的长时间尺度波动。

3.3 雨季早晚的周期

为了探索雨季开始期变化的规律性，对 1711~1982 年的雨季开始期进行了功率谱分析。从功率谱的分析可以发现，云南雨季的开始存在两个显著周期，1 个是准 3 年 (2.88 年) 周期，另一个是 11.3 年的周期。其中准 3 年周期可能和 El Nino 事件的准 3 年周期有关，11.3 年的周期和严华生等人提出的昆明旱涝的 11 年周期基本相同^[13]，明显受太阳黑

子 11 年左右周期的影响。同时还发现存在 13.6 年的周期, 这和刘瑜等提出的昆明 5 月雨量的 14 年周期近似。但是, 刘瑜根据对 1961~2002 年雨季开始期的分析而得出的雨季偏早、偏晚各存在 17 年左右周期的提法^[14], 在这里没有得到明显的响应。

3.4 雨季早晚与 El Nino 事件

为进一步讨论影响历史时期云南雨季早晚的因素, 我们利用前述的雨季开始期系列, 和 William H. Quinn 综合多种代用资料提出的 El Nino 事件的历史年表^[15]进行了对比 (对比表略), 在 1720~1950 年间有记录的 64 次 El Nino 事件, 其持续年份达到了 79 年, 在 79 年中, 云南雨季共有 24 年偏迟 (30.3%), 39 年正常 (49.4%), 二者合计达 80%, 而雨季偏早的年份只有 16 年 (20.2%)。而在这 231 年间, 共有雨季偏迟 60 年 (26%)、正常 98 年 (42.4%), 二者合计只为 68.4%, 雨季偏早则达 73 年 (31.6%)。就是说, 在 El Nino 事件的发生年, 雨季开始期主要为偏迟和正常。考虑到代用资料的精度和影响年份的问题, 这一比例无疑还会上升。因此我们可以明确的说, ENSO 事件是影响云南雨季开始早晚的一个重要的因素。这和据建华等人根据现代资料对 1951~2000 年间相同问题研究的结果一致^[16]。

根据 K. K. Kumar 等人的研究, 发现近年来 ENSO 事件和印度夏季风的反相关关系正在削弱。而可能的原因之一, 是冬春季欧亚大陆地面温度升高, 可能有利于加强陆地-海洋热力梯度, 因而导致强季风的爆发。即近 10 年来欧亚大陆的变暖有助于维持正常水平的季风降水^[17]。据建华最近的研究则提出, 这种相关减弱更可能是北大西洋上空的西风急流自 20 世纪后 30 年来加强并向极地漂移的结果^[18]。尽管对这种关系减弱的原因还未有定论, 但这种减弱乃是不争的事实。

而在分析中我们也发现, El Nino 事件和云南雨季早晚的相关性并非一直都很好, 而是有一定时期的减弱现象。比较明显的是在 1810-1850 年间, 共发生了 13 次 El Nino 事件, 影响年份为 15 个年份, 其中只有 3 个年份为偏晚, 而偏早的年份竟达 6 个。而在 1910~1929 年间发生的 7 次 El Nino 事件, 影响年份为 11 个, 其中雨季开始期偏早和偏晚的都为 2 个, 其它 7 个年份则为正常。这说明, El Nino 事件对云南雨季早晚的影响, 受到其它因素的制约, 可能存在波动。

不管其原因如何, 存在两个 El Nino 事件对云南雨季开始期影响偏弱的时期, 有可能和 20 世纪晚期这种 ENSO 和亚洲季风相关性减弱类似。这意味着 ENSO 事件对亚洲季风的影响, 确实存在一定的波动性, 20 世纪晚期以来 ENSO 事件对于亚洲季风影响的减弱, 并不一定是趋势性的, 而是一定时期内的震荡。这个现象提出来, 值得进一步的研究。

4 结论与讨论

(1) 利用以清代档案为主的历史文献中的气象资料, 能够较为准确地复原 1711~1911 年间云南雨季开始期序列。

(2) 雨季开始期年际和年代际的波动都较剧烈, 且还存在年代际尺度以上的长时间尺度波动。从 18 世纪初雨季开始期逐渐转向偏早, 至 19 世纪开始后, 雨季开始期逐渐转向偏迟, 到 1911 年以后雨季开始期又开始转向偏早。这在一定程度上反映了夏季风的变迁。

(3) 云南雨季开始期存在明显的准 3 年周期和 11.3 年周期, 其中准 3 年周期可能和 El Nino 事件的准 3 年周期有关, 11.3 年周期与太阳活动的 11 年周期较为吻合。

(4) 在 El Nino 事件发生的时候, 云南雨季开始期一般为偏晚或正常, 但开始期偏晚的年份并非一定是 El Nino 年。说明 ENSO 事件是影响云南雨季开始期的重要但非唯一的因素。同时, El Nino 事件对云南雨季开始期的影响存在明显减弱的时期, 这和 1990 年

代以来的 ENSO 和印度夏季风的影响关系减弱类似, 可能意味着 ENSO 事件对亚洲夏季风的影响存在某种震荡。

清代档案中保有的气象信息是多样的, 和方志、文集等多种资料中保有的气象信息结合互证, 可以补单一资料系统之不足, 这就需要综合的考辨。通过对清代云南雨季开始期序列的复原来考察夏季风的演变, 虽然还是初步的探索, 但却是开拓利用历史文献资料研究历史气候变化领域的新尝试。

参考文献 (References)

- [1] Zhang Meiliang, Yuan Daoxian, Lin Yushi et al. The record of climatic change from stalagmite in Xiashuilong Cave of Xuanwei City since 46ka. *Acta Sedimentologica Sinica*, 2002, 20(1): 124-128. [张美良, 袁道先, 林玉石等. 云南宣威 4.6 万年以来洞穴石笋古气候变化记录. *沉积学报*, 2002, 20(1): 124-128.]
- [2] Yin Yong, Fang Nianqiao, Sheng Jingfen et al. Lacustrine records of environmental changes during the last 57ka in the Napahai Lake, northwestern Yunnan, China. *Marine Geology & Quaternary Geology*, 2002, 22(1): 99-106. [殷勇, 方念乔, 盛静芬等. 云南中甸纳帕海湖泊记录指示的 57ka 环境演化. *海洋地质与第四纪地质*, 2002, 22(1): 99-106.]
- [3] Zhang Zhenke, Wu Ruijin, Wang Sumin et al. Climatic evolution recorded by organic carbon stable isotope ratios in Erhai Lake in the past 8ka years. *Marine Geology & Quaternary Geology*, 1998, 18(3): 24-28. [张振克, 吴瑞金, 王苏民等. 近 8kaBP 来云南洱海地区气候演化的有机碳同位素记录. *海洋地质与第四纪地质*, 1998, 18(3): 24-28.]
- [4] He Yuanqing, Yao Tandong, Cheng Guodong et al. Preliminary analysis of climatic and environmental signals of a shallow ice-core from a Chinese temperate glacier in Mt. Yulong. *Journal of Lanzhou University (Natural Sciences)*, 2001, 37(4): 118-124. [何元庆, 姚檀栋, 程国栋等. 玉龙雪山冰川浅冰芯内气候环境信息的初步剖析. *兰州大学学报 (自然科学版)*, 2001, 37(4): 118-124.]
- [5] Wang Caiyun. A symbol of upbuilding of summer monsoon and commencement of rainy season in the central part of Yunnan province. *Yunnan Meteorology*, 1982, (3): 7-11. [王裁云. 滇中夏季风建立和雨季开始的一个标志. *云南气象*, 1982, (3): 7-11.]
- [6] Zhang Yunjin, Qin Jian. The relationship between period of upbuilding of summer monsoon and commencement of rainy season. *Weather over Low Latitude Plateau*, 1993, (6): 41-46. [张云瑾, 秦剑. 夏季风的建立与云南雨季开始期的关系. *低纬高原天气*, 1993, (6): 41-46.]
- [7] Qin Jian, Ju Jianhua, Xie Ming'en. *Weather and Climate over Low Latitude Plateau*. Beijing: China Meteorological Press, 1997. [秦剑, 嵇建华, 解明恩. *低纬高原天气气候*. 北京: 气象出版社, 1997.]
- [8] Yang Yuda, Zheng Jingyun. Research on Evolvement of Summer Monsoon and Later or Earlier of Rainy Season in Yunnan Province in Qing Dynasty (1711-1911). *Historical Geography*. vol.20. Shanghai: Shanghai People's Press, 2004. 146-159. [杨煜达, 郑景云. 清代 (1711-1911) 云南雨季早晚与夏季风的演变研究: 资料与方法. *历史地理*, 第 20 辑, 上海: 上海人民出版社, 2004. 146-159.]
- [9] Xie Ming'en, Wang Yu. Study in the standard of starting date of rainy season in Yunnan. *Yunnan Meteorology*, 1998, (3): 6-10. [解明恩, 王宇. 云南雨季开始期标准的研究. *云南气象*, 1998, (3): 6-10.]
- [10] Wang Wenshao. *Wang Wenshao's Dairy*. Beijing: Zhonghua Book Company, 1989. [王文韶. *王文韶日记*. 北京: 中华书局, 1989.]
- [11] Li Xuanzhou. Summary of starting date of rainy season in Yunnan Province and technique of extreme drought forecast in May. *Yunnan Meteorology*, 1983, (1): 1-21. [李选周. 云南雨季开始期和五月特大干旱预报方法总结. *云南气象*, 1983, (1): 1-21.]
- [12] Datum Department, Central Weather Bureau with the Institute of Geophysics of CAS: *Chinese Precipitation Datum*. Beijing, 1954. [中央气象局, 中科院地球物理研究所联合资料室. *中国降水资料*. 北京, 1954.]
- [13] Yan Huasheng, Xie Yingqi, Zhao Xiaoqing et al. Evolution law of dryness and wetness of Kunming in recent 300 years. *Journal of Tropical Meteorology*, 1998, 14(2): 119-125. [严华生, 谢应齐, 赵筱青等. 昆明近 300 年的旱涝变化规律. *热带气象学报*, 1998, 14(2): 119-125.]
- [14] Liu Yu, Tao Yun, Long Chunhua. Circulation characteristic analysis on earlier onset time of Yunnan's rainy season in 2002. *Yunnan Meteorology*, 2003, 23(2): 11-16. [刘瑜, 陶云, 龙春华. 云南 2002 年雨季偏早的环流特征分析. *云南气象*, 2003, 23(2): 11-16.]
- [15] Quinn William H. A study of southern oscillation-related climatic activity for A. D. 622-1990 incorporating Nile River flood data. In: Henry F Diaz, Vera Markgraf (eds.), *EL NINO Historical and Paleoclimatic Aspects of the Southern Oscillation*. Cambridge University Press, 1992. 119-150.
- [16] Ju Jianhua, Li Yan, Huang Yifang. Research of the influence of ENSO event on the short-term climate in Yunnan.

Journal of Yunnan University (Natural Sciences), 2001, 23(6): 439-446. [琚建华, 李艳, 黄仪方. ENSO 事件对云南短期气候影响的研究. 云南大学学报 (自然科学版), 2001, 23(6): 439-446.]

[17] Kumar K K, Rajagopalan B, Cane M A. On the weakening relationship between Indian monsoon and ENSO. *Science*, 1999, 284: 2156-2159.

[18] Ju Jianhua. Research of the influence of ENSO on different areas of Asian monsoon. Doctor Dissertation from the Institute of Atmospheric Physics, Chinese Academy of Sciences. Beijing, 2001. [琚建华. ENSO 对亚洲季风各不同地区影响的研究. 中科院大气物理研究所博士学位论文. 北京, 2001.]

Reconstruction of Series in Later or Earlier Starting Date of Rainy Season in Yunnan Province and Evolvment of Summer Monsoon in Qing Period

YANG Yuda¹, MAN Zhimin¹, ZHENG Jingyun²

(1. Center for Historical Geography Studies of Fudan University, Shanghai 200433, China;

2. Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, CAS, Beijing 100101, China)

Abstract: Based on year by year examination and correction of files-dominated historical documents and verification of various kinds of data, the later or earlier rainy seasons in Yunnan from 1711 to 1911 has been reconstructed. The analysis indicates that there are obvious interannual and interdecadal fluctuations in the starting date of rainy seasons in Yunnan, as well as long-term fluctuations exceeding the interdecadal scale. It comes earlier from the beginning of the 18th century, later in the 19th century and earlier again in the 20th century. This reflects to a certain degree the gradual change of the summer monsoon in Yunnan. There exist obvious quasi-3 years and 11.3 years cycles for starting date of raining seasons in Yunnan, the quasi-3 years might be related to the El Nino's quasi-3 years cycle while the 11.3 years being visibly related to the 11 years cycle of solar activity. Meanwhile, the dissertation finds that the El Nino plays a very important role in the starting date of rainy seasons in Yunnan. The starting date of rainy seasons in Yunnan often comes later or normally in the year of El Nino. However, in the period when such influence weakens obviously, this means that ENSO may exert certain impact on Asian summer monsoon.

Key words: Yunnan; Qing Period; commencement of rainy season; summer monsoon; ENSO