

·学科进展·

近百年中国气候变化的研究

王绍武

(北京大学地球物理系, 北京 100871)

[摘要] 总结了对近百年中国气候变化的研究。指出由于缺少系统的观测资料, 影响了对气候变化的估计。最近利用史料、冰芯 $\delta^{18}\text{O}$ 及树木年轮等代用资料补充观测资料的不足, 建立了 1880—1996 年中国平均气温及降水量曲线。重点讨论了气候变暖及干旱两个问题。

[关键词] 中国, 气候变化, 气候变暖, 干旱

引言

研究近百年中国的气候变化有重要意义, 首先这是预测未来气候变化的基础。其次, 是研究全球气候变化成因的最好样本。第三, 也是探讨人类活动对气候影响的最重要时期。然而, 所有这一切, 最基本的条件就是要建立对中国有一定代表性、相对均匀的气温及降水量序列。没有这样的气候序列, 就无法准确判断气候变化, 自然也很难探讨气候变化的自然成因, 以及人类活动可能对气候的影响。当然, 也不利于对未来的气候变化作出预测。可惜中国的仪器观测资料十分缺乏。能追溯到上一个世纪 80 年代的降水量站仅有 10 个, 气温站只有 3 个。而且, 随后在 20 世纪逐步建立的气象观测站又深受战乱影响, 记录残缺不全, 站址变更, 观测仪器也不统一。直到 1951 年我国才开始有了比较完整的气候序列资料。目前应用最多的是国家气候中心气候预测室提供的 160 个站月平均气温及降水量序列。近来国家气候中心又建立了 384 个站的序列, 并对观测中存在的问题作了初步分析。不过, 这些序列均只有 40 多年, 对于研究气候变化, 长度不够。

因此, 至今几乎所有的近百年气温或降水量序列都是早期包括的站少, 后期包括的站多, 而且前后差别十分悬殊, 因而无法保证序列的均一性。解决这一问题的办法只有一个, 就是如何把代用资料序列与观测资料序列同化, 以代用资料弥补实测资料的不足。这样就可以得到一个较为均一的序列, 从而可对气候变化作出更为准确的判断。本文扼要介绍这方面最新的结果, 并与过去的研究进行比较。

1 近百年中国气温序列

90 年代以来, 不同作者提出了两条近百年中国气温变化曲线。王绍武于 1990 年发表了第一条 1880—1988 年的中国年平均气温变化曲线^[1]。其中 1880—1910 年仅用了哈尔滨、北

国家自然科学基金重点项目, 批准号 49635190.

本文于 1997 年 12 月 3 日收到.

京、上海、广州4个站,这4个站的缺测部分用日本根室及香港插补。1911—1950年用东北、华北等6个区气温等级^[2],但缺新疆、西藏及台湾3个地区。1951年之后补了新疆,成为7个区,但仍缺西藏及台湾。林学椿等^[3]的序列前后共用711个站。然而在19世纪末也仅有5个站。因此,这两个序列的共同特点就是早期选用站数太少。显然,这是一个非常大的问题。因为用的站少代表性就小,而另一方面求平均所用的站少则平均值的标准差就大。这样无形中就加大了早期气温的不确定性。因此,相对来讲用区平均气温等级要比用单站得到的曲线更平稳一些^[4,5]。不过,这些曲线均未能达到1910年之前,因为气温等级图仅开始于1911年^[2]。在王绍武的曲线^[1]中1911年以后用了气温等级资料,因此,在一定程度上要比林学椿等曲线变率小一些。简单比较就可以看出这个差异。王绍武的曲线中,40年代最暖的1946年与上世纪80年代最冷的1884年差1.58°C,而林学椿等的曲线^[3]最暖的1946年与最冷的1885年差2.36°C,可见后者振幅要大得多。

为了克服序列前后的不均匀及资料覆盖面不完整的缺点。王绍武等近来以代用资料插补,得到了相对均一的中国气温序列。其作法是将全国分10个区,即东北、华北、华东、华南、台湾、华中、西南、西北、新疆及西藏。这种分区基本上与气温等级图一致,只不过把长江下中游分为华东及华中两个区,另加了西藏及台湾。每个区根据对本区的代表性选出5个代表站,用5个站平均气温代表本区平均气温。1951—1996年直接用月平均气温计算每个区的年平均气温,1911—1950年按气温等级与气温的关系把年平均气温等级转换为气温距平。1880—1910年分3种情况:东北等前5个区每个区均有一个代表站(或根据邻近站插补的)气温记录,先标准化,然后再乘以该区标准差,就得到代表该区的气温距平;第二类,华中、西南及台湾早期,凡缺测部分用史料插补季气温级别,再求年平均级别,最后换算为气温距平;第三类,西北、新疆及西藏3个区史料很少,西北及新疆用敦德及古里雅冰芯 $\delta^{18}\text{O}$ ^[6,7],西藏用树木年轮^[8]插补。方法同样是把代用资料序列标准化,再乘以该区气温的标准差。

这样得到了10个区1880—1996年平均气温距平(对1961—1990年的差)。再根据1951—1990年每个区代表站气温与 $1^\circ \times 1^\circ$ 经纬度格点气温的相关,确定每个区代表的格点数,同时考虑每个格点所在纬度决定每个区的权重系数,求全国平均。最后求得1880—1996年逐年中国气温距平。这个序列与过去的序列有几点不同:首先,覆盖面完整,包括了过去缺少的新疆、西藏、台湾。其次,序列均一,每段时期均采用相同的区气温标准差。避免早期站少,后期站多的影响。第三,求中国平均时,不是采用各区算术平均,而是考虑了代表面积的大小。

2 近百年中国降水序列

关于中国降水,过去只有章名立^[9]用279个站建立的中国东部降水量序列。并讨论了用不同站时得到的序列的差别。如何把中国降水量序列向前延伸到19世纪是一个比较困难的问题。而且很显然,只依靠降水量观测资料是解决不了这个问题的。王绍武等近来用史料与降水量观测结合,重建了中国东部35个站1880—1996年四季及年降水量序列。

首先确定研究范围。因为降水量异常分布的空间尺度小,所以不可能像气温一样全国只分10个区。但是,降水量的仪器观测长序列略多于气温,而且史料也比气温丰富。所以,决定建立单站降水量序列。为了弄清究竟什么地区在中国最有代表性,利用1951—1990年的完整资料,先计算全国165个站的平均降水量。(国家气候中心的标准序列160个站,加上台湾的

台北等5个站),然后计算全国平均降水量与165个站每一个站的相关系数。结果表明0.2以上的相关系数覆盖了大约105°E以东、45°N以南的地区。长江中下游到江南东部相关系数在0.4以上,中心值达0.7。由此,决定建立有长观测序列、并同时考虑与全国平均降水量有较高的相关,而且站点分布均匀的东部地区的35个站的降水量序列。其中,东北部最北为哈尔滨、长春,内蒙为呼和浩特,西部最西为兰州、昆明,东部最东为上海、台北及恒春。用1951—1990年的资料检验序列的代表性,35个站年平均降水量与全国165个站平均年降水量的相关系数高达0.95,与384个站平均降水量的相关系数也有0.86,这表明我国东部地区35个站的降水量序列确实对全国有较好的代表性。

其次,插补早期的缺测。对于利用史料划分夏季降水的级别已经有了比较丰富的经验^[10]。分析表明,这种方法也能成功地应用到其他季节。例如1886—1887年冬我国长江及其以北大部分地区多雨。有史料说明这个冬天江苏、安徽、湖北及江南大雪,而这个冬季上海、芜湖、汉口、宜昌及烟台降水量正距平均达50%以上;又如1891年春,长江及其以北地区大范围干旱,山东、陕西、江苏、上海等地均有“二至五月不雨”、“春大旱”等记载。而同时北京、烟台、上海、芜湖、汉口等地降水量距平在-30%—-80%之间。因此,只要收集了足够的史料,不难以对四季的降水量定出级别,然后根据1951—1990年期间级别与降水量的关系转换为降水量。

第三,1951年之后一律直接用月降水量观测值计算季降水量,1900—1950年期间用月降水等级图转换为月降水量,再合为季降水量。1880—1899年期间在有观测资料时用观测资料,没有观测资料时用史料插补。这样就得到35个站1880—1996年四季降水量序列。

最后,把得到的四季降水量之和作为年降水量。不过由于冬季为12月到2月,所以把冬、春、夏、秋四季合为年,代表上年12月到当年11月。最后把35个站的降水量平均,得到代表中国的降水量序列。

3 近百年中国的气候变化

这里只讨论两个问题,一个是气候变暖问题,一个是干旱问题。

从开始研究近百年中国的气温变化,人们就注意到20世纪中国的暖期出现在20年代到40年代(图1a)。从50年代开始气温明显下降,直到70年代末至80年代初才恢复到接近平均,80年代末到90年代才显著回升。虽然1994年气温已经能与40年代最暖的年份相比较,但从10年平均来看,90年代(1990—1996年)仍低于40年代。所以,中国的气候变暖幅度低于全球的平均。用1880—1996年的气温曲线,计算线性增温趋势,得到 $0.44^{\circ}\text{C}/100\text{a}$,高于文献[1]及[3]的估计。这主要是本文的序列中包括了新疆及台湾地区,那里在19世纪末气温较低,而20世纪80年代到90年代的气温又显著高于20年代到40年代,因此增加了全国的变暖趋势。

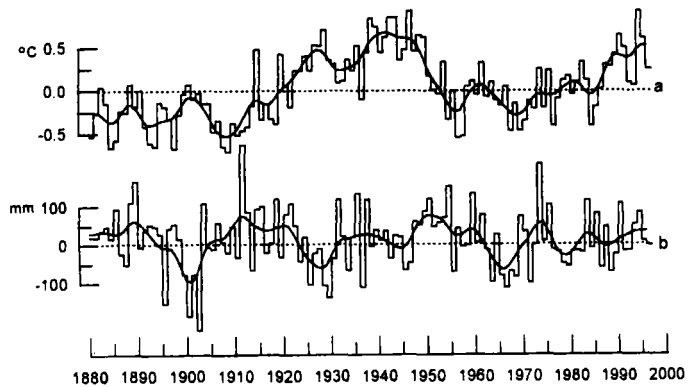


图1 1880—1996年中国年平均气温(a)与年降水量(b)距平

关于干旱,凡根据近40年资料研究中国降水量变化的论文,大部分都得到气候变干的结论。从35个站平均降水量变化曲线(图1b)来看,这是正确的。但是由于有了更长时间的序列,人们不难发现,近百年降水量并无明显下降趋势。实际上,降水量从40年代末到50年代是比较丰沛的。此后明显下降,到60年代中达到一个低点。70年代前半期虽略有恢复,但在70年代末到80年代初又出现一个低点,不过其强度要比60年代中弱得多。其实,如果向前看,在上世纪末到本世纪初就有一个十分强的早期,20年代后期又有一个早期,40年代中还有一个弱的早期。这样1880—1996年这117年中就至少有5次早期。因此,降水量的变化与气温的变化并不一致,至少从目前的情况来看,并没有显著的变旱的趋势,而是以20—30年的干湿期交替为主。

参 考 文 献

- [1] 王绍武. 近百年我国及全球气温变化趋势. 气象, 1990, 16 (2): 11—15.
- [2] 中国气象科学研究院天气气候研究所, 中央气象台. 中国气温等级图, 1911—1980年. 北京: 气象出版社, 1984, 443.
- [3] 林学椿, 于淑秋, 唐国利. 中国近百年温度序列. 大气科学, 1995, 19 (5): 525—534.
- [4] 魏凤英, 曹鸿兴. 中国、北半球和全球气温突变分析及其趋势预测研究. 大气科学, 1995, 19 (2): 140—148.
- [5] 陈玉琼, 丁梅. 近百年来我国年、季气候的变化. 见: 85—913项目02课题论文编委会编. 气候变化规律及其数值模拟研究论文(第一集). 北京: 气象出版社, 1996, 178—185.
- [6] 姚檀栋, 谢白楚, 武筱岭等. 敦德冰帽中的小冰期气候记录. 中国科学(B辑), 1990, 11: 1197—1201.
- [7] 姚檀栋, 杨志红, 皇翠兰等. 近2ka来高分辨的连续气候环境变化记录—古里雅冰芯近2Ka记录初步研究. 科学通报, 1996, 41 (12): 1—4.
- [8] 林振耀, 吴祥定. 青藏高原历史时期气候变化的探讨. 中央气象局研究所编, 气候变迁和超长期预报文集, 北京: 科学出版社, 1977, 23—28.
- [9] 章名立. 中国东部近百年的雨量变化. 大气科学, 1993, 17 (4): 451—461.
- [10] 王绍武, 赵宗慈. 近五百年我国旱涝史料的分析. 地理学报, 1979, 34 (4): 329—341.

STUDIES ON CLIMATIC CHANGE IN CHINA DURING THE LAST ONE HUNDRED YEARS

Wang Shaowu

(Department of Geophysics, Peking University, Beijing 100871)

Abstract Studies on climatic change in China during the last one hundred years are reviewed. It is indicated that scarcity of observational data has greatly hindered the understanding of climatic change. Recently, a series of proxy data, including historical documents, ice core $\delta^{18}\text{O}$ and tree-ring data have been used in reconstruction of annual temperature and precipitation series of China for 1880—1996. Warming of climate and development of droughts in China are examined according to the constructed series.

Key words China, climatic change, warming of climate, drought