

近百年气候变化与变率的诊断研究*

王绍武

(北京大学地球物理系, 北京, 100871)

提 要

总结了近百年来气候变化与变率的诊断研究结果,包括全球平均气温及降水量、中国平均气温及降水量,以及 ENSO 及 QBO。指出全球有变暖趋势,1980 年代是最暖的 10 年。但中国的情况有所不同,1920 年代及 1940 年代最暖,而 1980 年代接近常年。全球降水量有增加趋势,但气温与降水的 10 年尺度变化并不完全一致。1950 年代及 1970 年代为多雨期,1980 年代降水反而减少。中国夏季降水变化的主要特征是冷湿、暖干。1920 年代及 1940 年代是近百年最干的时期。1871—1993 年共发生厄尼诺事件 28 次,拉尼娜 21 次。气候变暖时厄尼诺强,气候较冷时拉尼娜频率高。1951—1993 年赤道平流层纬向风准两年振荡的平均长度为 28.7 个月,比 1950 年代末的估计(26.3 个月)要长。1951 年以前的周期长度可能在 29 个月左右。未发现 QBO 与气候变化有明显关系。

关键词: 气候变化, 气候变率, 诊断研究, 全球气候。

1 引 言

20 世纪即将结束,全球公众对气候变化的关注与日俱增,气候变化已成为大气科学研究的一个热点。本文的目的是回顾近百年来气候变化与变率。这对认识气候变化形成的原因及作未来气候变化的预测有重要意义。

然而,不同地区的气候变化各有其特点,不可能在一篇文章中全加以讨论。所以,我们将集中研究全球的变化趋势。然后,把中国的气候变化与全球的变化进行对比。此外,过去研究气候变化时,很少涉及气候的年际变率。本文尝试把它们联系在一起,不过,气候的年际变率内容也十分广泛。这里只限于分析 ENSO 及 QBO,而且只着重研究它们的频率变化。

尽管如此,文章涉及的面还是比较广的。因此,只能引用最新的或最主要的文献。

2 全球气候变暖

20 世纪气候的变暖已经成为公认的事实。但是,要具体说明这个现象却也不容易。因为研究近百年气候变暖,主要的依据是气温观测资料。然而,气温观测资料有两个严重的缺陷,一是观测条件及方法变化,二是资料覆盖面不足。再加上计算全球或半球平均的方

* 1994 年 3 月 21 日收到原稿,1994 年 4 月 23 日收到修改稿。

表 1 不同地面温度序列之间的相关系数*

北半球				南半球				全球				中国			
I	V	J	H	I	V	J	H	I	V	J	H	C			
I	1.00	0.92	0.97	0.94	I	1.00	0.89	0.95	0.86	I	1.00	0.93	0.96	0.91	0.31
V		1.00	0.96	0.98	V		1.00	0.93	0.95	V		1.00	0.96	0.98	0.39
J			1.00	0.97	J			1.00	0.92	J			1.00	0.96	0.32
H				1.00	H				1.00	H				1.00	0.41

I—IPCC, V—Vinnikov, J—Jones, H—Hansen, C—中国

法差异,不同作者的结果往往有一定出入。

几十年来前前后后大约至少有 30 多位作者试图求半球或全球平均气温序列。看来比较成功的有三个序列即:Vinnikov^[1]、Jones^[2]及 Hansen^[3],分别代表了前苏联、英国及美国的研究。这三个序列之中又以 Jones 的序列最受欢迎。他应用了大约 1 亿个陆地测站的数据,及 6 千万个海洋船舶观测数据。对海温观测方法改变及城市热岛效应的影响均作了适当处理。后来 IPCC 公布了新的序列^[4]。这个序列是在 Jones 序列的基础上,对海温作了订正,并用 COADS 资料作了补充,使上一世纪末资料覆盖面从 40%增加到约 60%,计算格点气温的方法也稍有改进。但是比较这四个序列,依然是 Jones 的序列与其它序列相关较大,可能它比较适中(表 1)。图 1 给出北半球、南半球及全球 Jones 的序列^[5]。对以上四位

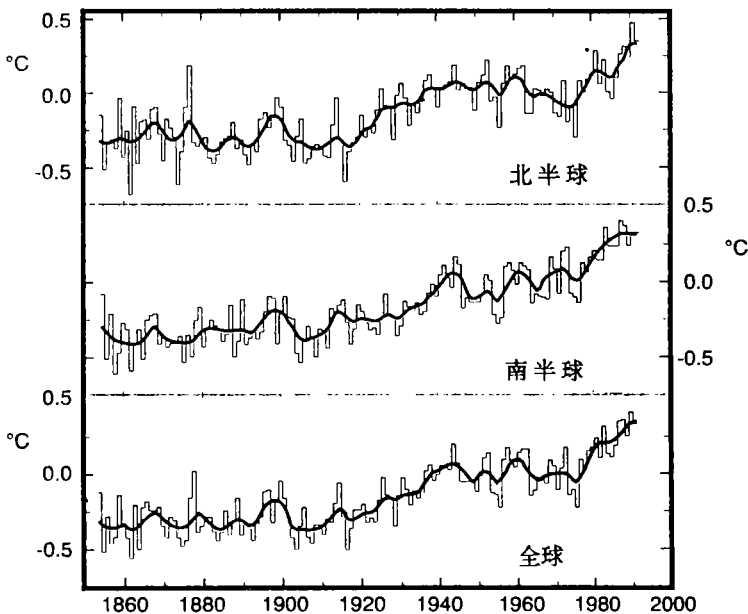


图 1 北半球、南半球及全球平均气温 (对 1950--1979 年平均距平。曲线为低通滤波值)

* 王绍武、叶瑾琳,近百年全球气候变暖的分析,即将发表。

作者，半球及全球共 12 个序列计算增暖的直线趋势，数值在 0.45—0.65℃/100a 之间。因此，可以粗略地说，近百年全球气温平均上升 0.5℃左右。

不过，这个变暖并不是均匀的。分析表明，有三次突变式的增温，发生在 1895 年、1925 年及 1980 年前后^[6]。三次分别增温 0.15℃、0.25℃及 0.20℃。但从 1940 年代到 1970 年代气温又下降 0.05℃。所以从 1880 年到 1990 年 110a 增温 0.55℃。正好平均每 100a 上升 0.5℃。

图 1 中的资料终止于 1991 年。1992 年全球地面平均气温比 1991 年下降 0.12℃。从 1991 年到 1992 年对流层气温可能下降 0.5℃。如果扣除 ENSO 的影响，可能相当于下降 0.75℃^[7]。因此，变暖的势头暂时有所缓和。这个分析得到了卫星观测资料的证实^[8]。卫星观测资料覆盖面最完全，虽然垂直分辨率不高，但对于求全球平均却有较好的代表性。图 2 给出平流层下层及对流层平均气温。从 5 个月滑动平均来看，对流层气温从 1991 年到 1992 年下降约 0.5℃，但 1993 年又回升 0.3℃左右。

3 中国的气温变化

由于缺少系统性的中国气温观测，所以很难建立一条有代表性的气温曲线。图 3 只是一个初步尝试^[9]。这条曲线是这样建立的：1911—1993 年根据中国气象局中央气象台中国气温等级，按级差温度转换为气温距平。1911 年以前根据哈尔滨、北京、上海及广州 4 个站平均，其中哈尔滨及广州的缺测分别用根室及香港的资料插补，最后对 1880—1979 年平均求距平。与图 1 比较可以看出：中国的气温变化与北半球并不完全一致。从表 1 中的相关系数亦可知，与全球平均气温的相关在 0.3—0.4 之间。从变化过程来看，1920 年代到 1940 年代的变暖是一致的。但从 1940 年代到 1970 年代的降温则激烈得多。1950 年代中期及 1960 年代末期寒冷的程度超过了本世纪初的水平。所以 1980 年代虽然有所回升，但仍略低于近百年平均。

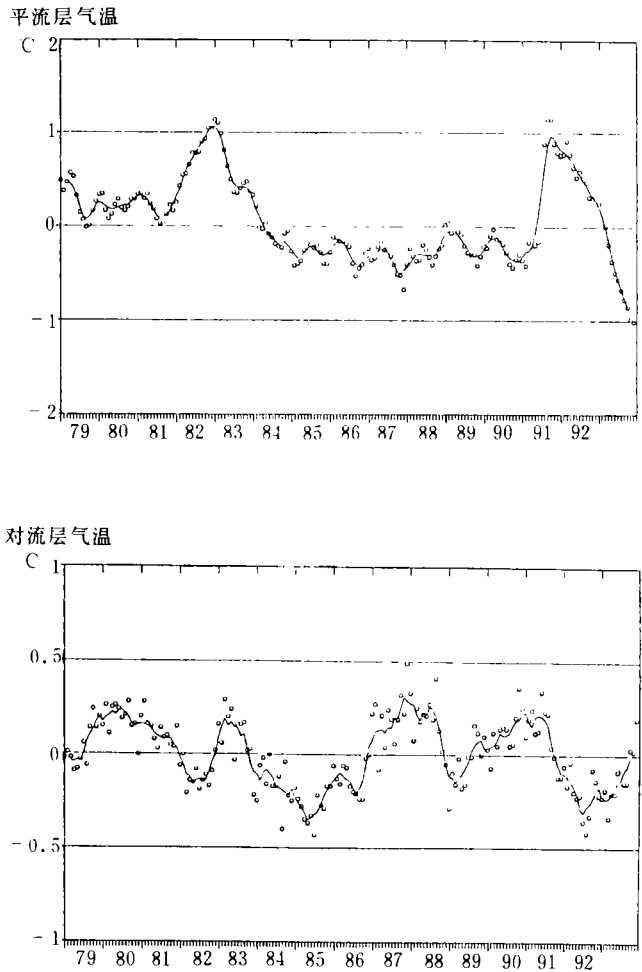


图 2 平流层低层(上)与对流层平均气温
(对 1982—1991 年平均距平。曲线为 5 个月滑动平均值)

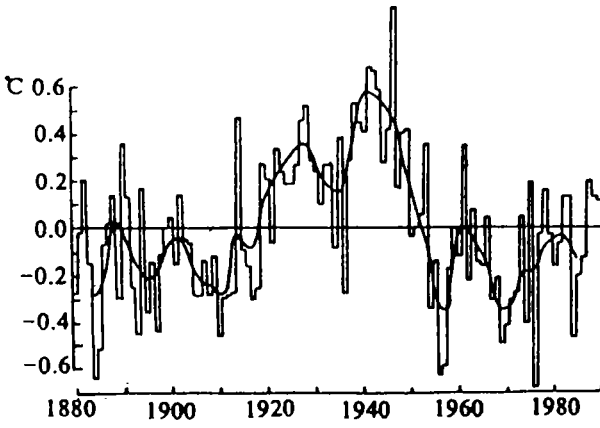


图3 中国年平均气温
(对1880—1979年平均距平。曲线为低通滤波值)

近百年的直线增暖趋势只有 $0.09^{\circ}\text{C}/100\text{a}$ 。

实际上1980年代中国北部还是变暖的。图4为1980年代中国气温距平对1951—1980年平均的差。这是直接用160个站气温观测值计算的,因此,不可能有更早期的资料。由此也可以看出,中国东北、华北及新疆的变暖可能与北半球一致,但长江流域气温反而有所下降。这表明,在预测中国的气候变化时,仅仅考虑全球的变化趋势是不够的。

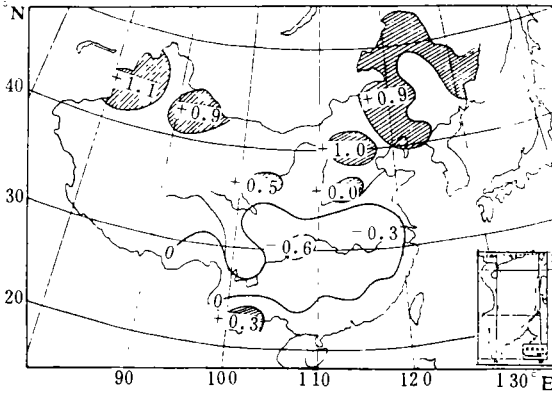


图4 1980年代中国气温距平
(对1951—1980年平均偏差)

4 全球降水变化

如上所述,求得一个有代表性的全球平均气温序列已有很大难度。求全球平均降水量序列就更加困难了。其主要原因就是降水量变化空间尺度小。因此,为了求得有代表性的序列,就要求使用更多测站的资料。近10几年来,已经有一些作者试图讨论全球的降水量变化^{[10,11][1]}。但一般只用数千个测站。估计全球在1900年前后大约有2万个降水测站。目前,约有4万个气象站观测降水,并有14万个雨量站。可惜大约其中只有5%有数字化资料可用。图5给出NOAA环境实验室气候研究组提供的一条全球降水量变化曲线^[5]。使用了大约5千个测站的资料,是第一次提出的一个较有代表性的全球陆地平均降水量序列。从图5可以看出,从上世纪末到本世纪前15年降水偏少。以后虽有波动,但无明显

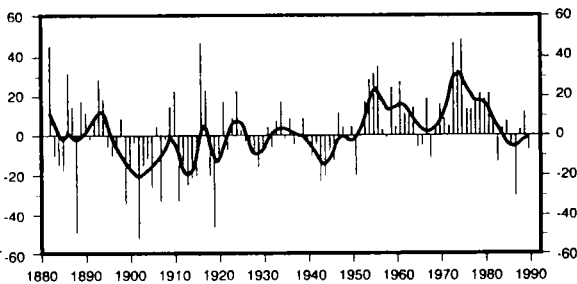


图5 全球平均陆地降水量年平均距平
(1882—1990年)

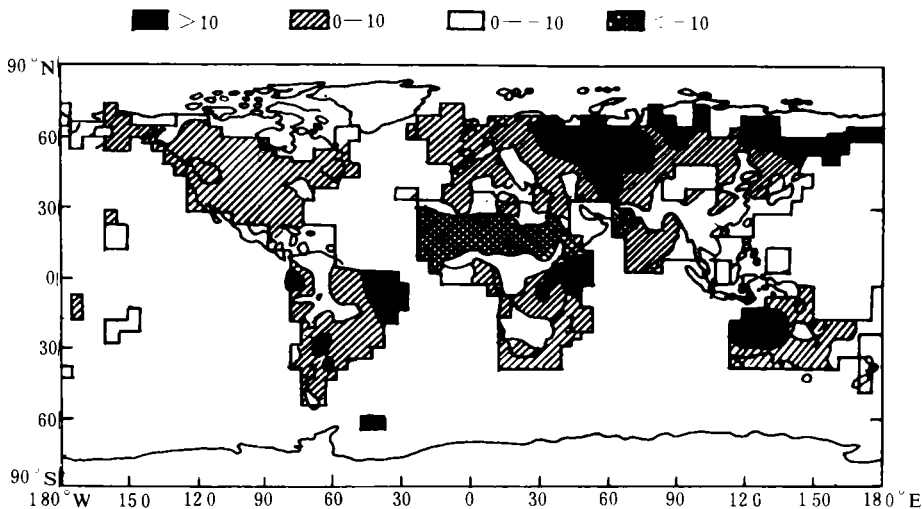


图 6 1931—1960 到 1961—1990 年平均降水量的变化

显的多雨期。1950 年代到 1960 年代前半,及 1970 年代到 1980 年代初为多雨期。从长期趋势看,近百年有变湿的倾向。这似乎与温室效应的理论一致,即全球气候变暖、水分循环加强、降水量增加。但是仔细比较图 5 与图 1 就会发现年代际的变化并不完全一致。1950 年代与 1970 年代与 1940 年代比较,气温要略低一些,但降水却明显增加。1980 年代是最暖的 10 年,而降水又下降到接近多年平均。因此,要得到近百年气候变暖的同时变湿的结论还为时过早。

更重要的是降水的增加是不均匀的。有资料表明,自上一世纪末到本世纪 1960—1980 年代,35—70°N 降水有增加趋势^[10]。1960 年之后比 1931—1960 年平均增加约 10 个百分点。但同时 5—35°N 的热带及副热带却减少 10 个百分点^[10]。Hulme^[11]作了 1931—1960 及 1961—1990 两段时间的全球降水量差(图 6)。北半球热带与副热带的变化非常突出。近 30 年降水减少最明显的是北非、中东到东亚。降水增加最多的是原苏联、北欧、北美、巴西及澳大利亚西部。高纬降水量增加与温室效应的数值模拟结果一致,值得注意。

5 中国旱涝变化趋势

虽然 1951 年以前中国的降水观测资料比气温资料稍多,但也不足以研究近百年的气候变化。幸好丰富的史料填补了这个空白。其主要成果之一,即出版了五百年旱涝图集^[12]。旱涝分 5 级,主要反映夏季降水的异常。旱涝图的资料终止于 1979 年。此后,用 6—8 月降水距平图续补。5 级之间的界限以±25%及±50%为准。旱涝共分为 6 种型^[13](表 2)。

1980 年代是一个 1b 型占优势的时期^[14]。图 7 给出 1979—1993 年旱涝分布示意图。图的左下角标

表 2 旱涝型的特征

型	旱涝特征
1a	长江多雨,全国偏多
1b	长江多雨,华北、华南少雨
2	南多北少
3	长江少雨,华北、华南多雨
4	北多南少
5	全国少雨

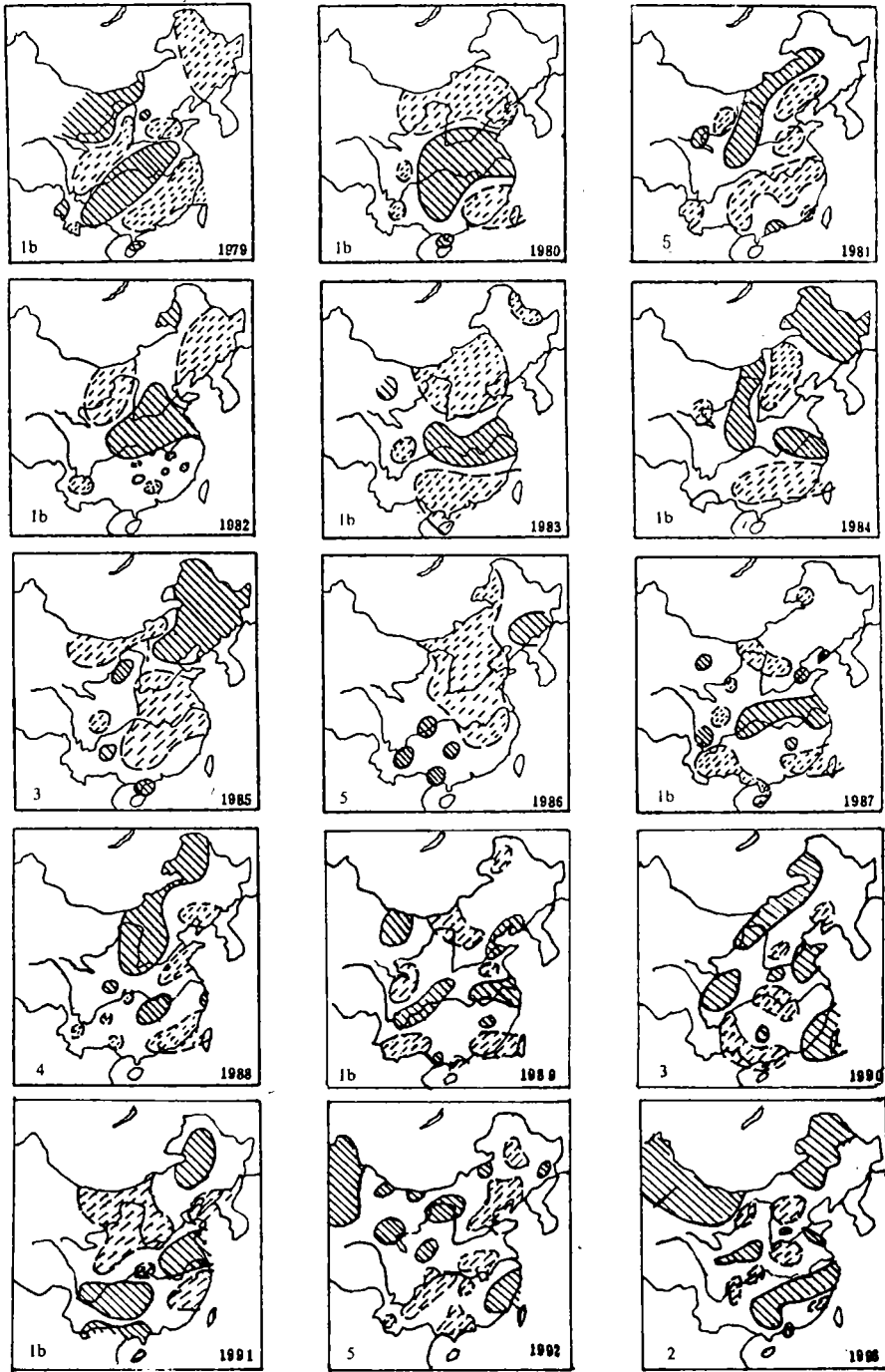


图7 1979—1993年旱涝分布示意图
(实线区为涝,虚线区为旱)

注的是旱涝型。可见自 1979 年到 1991 年这 13 年中共出现 8 次 1b 型, 频率达到 60% 以上。约为多年平均频率(14.7%)的 4 倍。历史分析表明, 这不仅是本世纪, 也是近千年来 1b 型频率最高的时期。

本世纪旱涝变化的另一个特征是 1920 年代中到 1930 年代中的干旱(表 3)。自 1925 年到 1934 年 10 年之内出现 6 次 5 型, 即全国干旱型的频率也达到 60%。而 5 型的气候概率只有 10.5%, 即这段时期 5 型频率达到气候值的 5—6 倍。

表 3 1880—1993 年中国东部旱涝型

年 年代	年										型	型					
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9		1a	1b	2	3	4	5
1880	2	2	1b	4	4	1a	1a	4	3	1a		3	1	2	1	3	0
1890	3	3	3	4	4	4	4	4	3	2		0	0	1	4	5	0
1900	5	1a	5	1a	3	1b	1a	5	2	1b		3	2	1	1	0	3
1910	4	1a	1b	3	3	1a	1b	4	3	2		2	2	1	3	2	0
1920	2	4	3	4	2	5	1b	5	5	5		0	1	2	1	2	4
1930	5	1b	3	4	5	2	2	3	1b	2		0	2	3	2	1	2
1940	4	5	2	2	3	5	2	3	2	3		0	0	4	3	1	2
1950	3	5	2	3	1a	2	4	1b	4	3		1	1	2	3	2	1
1960	5	5	1a	4	4	5	5	4	2	1b		1	1	1	0	3	4
1970	2	4	5	3	5	2	3	3	3	1b		0	1	2	4	1	2
1980	1b	5	1b	1b	1b	3	5	1b	4	1b		0	6	0	2	1	1
1990	3	1b	5	2													

表 4 夏季旱涝指数 R_I 与 R_L 的定义

级	R_I	R_L
	平均降水距平	最大降水正距平位置
1	20%	37—40°N, 华北
2	10%	33—37°N, 黄河
3	0	29—33°N, 江淮
4	-10%	25—29°N, 江南
5	-20%	25°N 以南, 华南

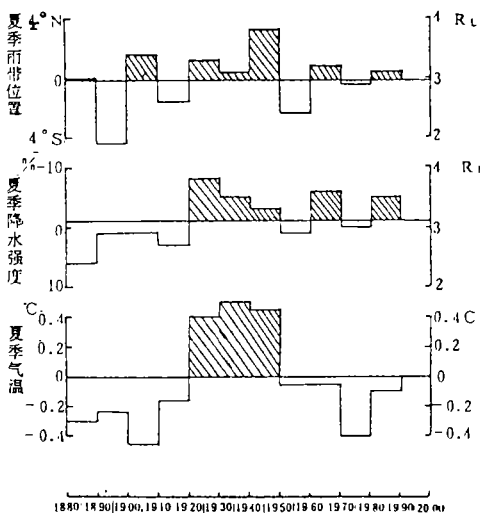


图 8 夏季旱涝指数 R_I 与 R_L 及气温距平的 10 年平均值

不过以上讨论的主要是旱涝的空间分布。为了得到中国东部旱涝变化的整体概念, 提出两个指数 R_I 与 R_L (表 4)。根据五百年旱涝图(1979 年之后用夏季降水距平图), 定出 1880 年以来的 R_I 与 R_L 。图 8 为 10 年平均 R_I 与 R_L , 图中同时给出中国东部夏季气温^[15]。可见中国夏季的气候变化大体上是暖干、冷湿。1920—1940 年代是最暖的时期, 也是最早的时期。并且与全球的趋势相一致。

• 王绍武、叶瑾琳, 中国东部夏季降水的年代际变化, 尚未发表。

1950年代及1970年代降水偏多也和全球趋势基本相同。但上世纪末到本世纪初雨水偏多则与全球的趋势相反。一般少雨时雨带偏南,多雨时雨带偏北。

6 近百年的 ENSO

ENSO 是气候年际变率中的一个重要分量。特别是近百年资料比较丰富。对这段时期 ENSO 进行诊断研究,对认识 ENSO 的变化规律及建立预测模式有重要意义。赤道东太

表 5 SST 与 SOI 的交叉相关

落后季	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4
新 SOI	-0.23	-0.37	-0.46	-0.58	-0.65	-0.50	-0.41	-0.18	-0.06
老 SOI	-0.12	-0.26	-0.36	-0.52	-0.56	-0.49	-0.36	-0.17	0.02

注:正落后表示 SST 超前,负落后表示 SOI 超前。

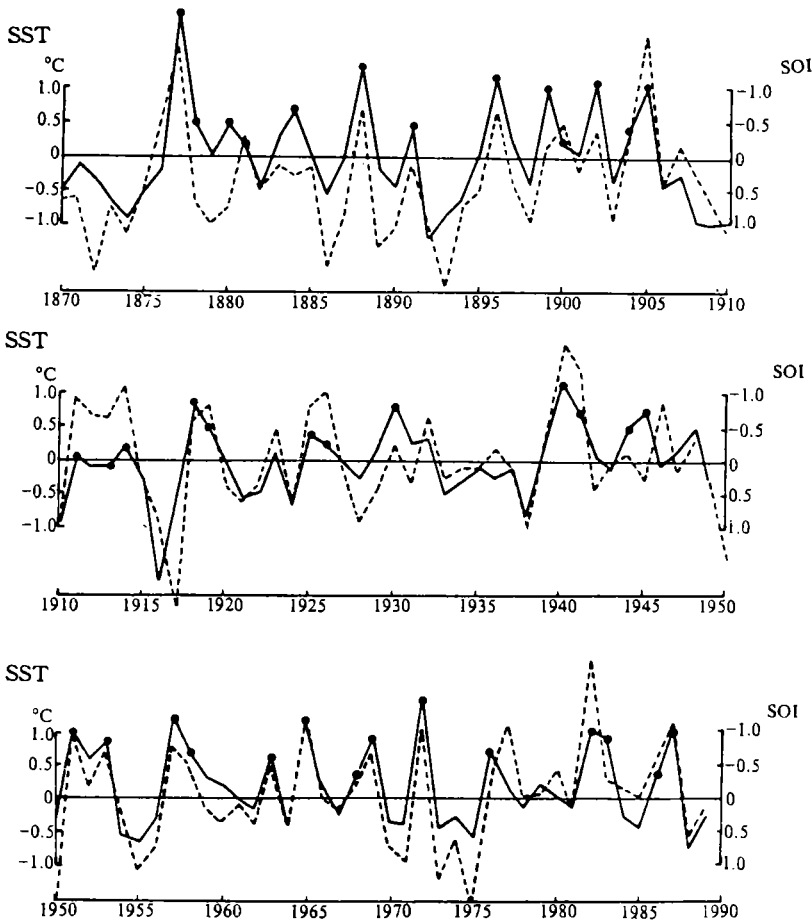


图 9 1870—1989 年 SST(实线)及 SOI(虚线)
(黑点为厄尼诺年,纵轴左为 SST;右为 SOI)

平洋海面温度(SST)用 Angell 的定义域,即 $0-10^{\circ}\text{S}$, $180-90^{\circ}\text{W}$ 。由于月的资料噪声较大,这里以季为基本单位。凡 SST 连续两个季度达到 $+0.5^{\circ}\text{C}$ 的定为厄尼诺年,而相邻年至少有一个季 SST 持续在 0.5°C ,也定为厄尼诺年,但算作一次厄尼诺事件。拉尼娜(或称反厄尼诺)年定义方法相同,但 SST 的标准为 -0.5°C 。

一般公认厄尼诺与南方涛动(SO)有密切关系,所以才统称 ENSO。因此南方涛动指数(SOI)也用来作为定义厄尼诺及拉尼娜的参考指标。现在,通常都用塔希提岛与达尔文港的气压差来定义 SOI。并作两次标准化,即先对两个站的气压分别标准化,然后求出差值后再标准化。后来发现如果不是对每个月分别标准化,而是对全年统一标准化,效果更好。从 1989 年 9 月开始,美国气候分析中心的气候诊断公报开始采用新定义^[16]。王绍武与石伟利用插补的资料,使 SOI 序列向前延伸到 1857 年^[17]。发现用新定义的 SOI 与 SST 求相关,比用老定义效果显著要好(表 5)。图 9 给出 1870—1989 年的 SST 与 SOI^[18]。图中黑点为厄尼诺年。其中 1913—1914 年 SST 并不很高,但 SOI 负值明显,故也定为厄尼诺年。

1980 年代以来,不少作者都倾向于把厄尼诺进行分类。王绍武与石伟^[17]按事件开始的季节把厄尼诺及拉尼娜均分为两类。事件开始于上半年的定为一类,用 E 及 A 表示。开始于下半年的为二类,用 E* 及 A* 表示。图 10 为两类厄尼诺及两类拉尼娜的 SST 及 SOI 合成图。每一类合成均用了 1872—1989 年期间的全部个例。表 6 给出 1872—1993 年 ENSO 的年表。其中厄尼诺的相邻年及拉尼娜的相邻年分别用“ \rightarrow ”及“ \Rightarrow ”表示。

表 6 1872—1993 年 ENSO 年表

年代	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1870			A	\Rightarrow	A	\Rightarrow		E	\rightarrow	
1880	E	\rightarrow	A*		E		A*	\Rightarrow	E	A*
1890	\Rightarrow	E	A	\Rightarrow	\Rightarrow		E*		A	E*
1900	\rightarrow		E	A*	\rightarrow	E*	A*		A	\Rightarrow
1910	\Rightarrow	E*		\rightarrow	E*		A	\Rightarrow	E*	\rightarrow
1920		\Rightarrow	A		A*	E*	\rightarrow			
1930	E*			A*	\Rightarrow				A	
1940	\rightarrow	E			E*	\rightarrow				A*
1950	\Rightarrow	E		E	A*	\Rightarrow	\Rightarrow	E	\rightarrow	
1960				E*	A*	E			\rightarrow	E*
1970	A*	\Rightarrow	E	A*	\Rightarrow	\Rightarrow	E*			
1980			E*	\rightarrow			\rightarrow	E*	A*	\Rightarrow
1990		E*	\rightarrow	E						

7 准两年振荡

1950 年代末,由于积累了数年的赤道平流层风观测,发现了平流层纬向风的隔年交替现象。由于平均周期为 26.3 个月,所以称为准两年周期振荡(Quasi-Biennial Oscillation),缩写为 QBO。本来 QBO 是专指赤道平流层纬向风的振荡。后来,发现对流层许多气候要素也有隔年交替现象,有时人们也称为 QBO^[19]。但是,需要注意,对流层的准

两年振荡平均周期长度可能与赤道平流层纬向风的平均周期长度不同^{*}。因为,即使两种周期长度仅差2个月,14—15a后位相也会变得相反。所以,研究对流层气候要素与平流层纬向风的关系时,要严格考虑后者的位相,而不能只笼统看是否对流层要素也有2a多的周期。

研究表明北半球夏半年与平流层纬向风关系最密切的有两个要素,即北大西洋热带气旋活动与印度夏季风降水。前者 Gray 已作了很多研究^[20],后者是近几年才提出来的^[21]。为了比较确切说明这两者的关系给出图 11。其中印度夏季风降水取自文献^[22]。北大西洋热带气旋为去掉趋势后的热带气旋数^{**}。图中方格表示西风位相(W),斜线表示东风位相(E)。平流层纬向风的位相是根据新加坡与巴尔博亚观测建立的订正到巴尔博亚的 30hPa 纬向风序列^{***}(图 12)。季风降水与热带气旋与平流层风的相关系数为 0.41 及 0.39,均达到 95%信度。而热带气旋与季风降水的相关仅 0.12,具有相对的独立性。因此,根据近百年的北大西洋热带气旋数及印度季风降水,重建了赤道平流层纬向风 QBO 的位相序列(表 7)。从图 12 及表 7 可以看出 1950 年代 QBO 周期较短。1951—1961 年共 11a 包括 5 个由 E 到 W 的循环。平均周期长 2.2a 或 26.4 个月,与 1950 年代后期人们得到的结论一致。但 1962—1993 年共 32a,包括 13 个 E 到 W 的循环,平均周期长 2.46a,或 29.5 个月。1873—1950 年共 78a。根据重建的序列共 32 个循环,平均周期长 2.43a,或 29.3 个月,与 1950 年代后的情况类似。1883 年克拉卡托火山爆发,火山灰自东向西沿赤道漂移说明是 E 位相,1908 年在非洲观测到西风说明是 W 位相^[19],均与重建结果一致,亦可作为重建 QBO 序列可靠性的旁证。

8 结 论

- (1) 近百年来全球气候变化的主要特征是变暖,趋势为 $0.5^{\circ}\text{C}/100\text{a}$ 。
- (2) 近百年全球平均降水量也有增加的趋势,幅度为 $21\text{mm}/100\text{a}$ 。
- (3) 全球气温与降水的年际及年代际变化并不完全一致。1950 及 1970 年代降水最

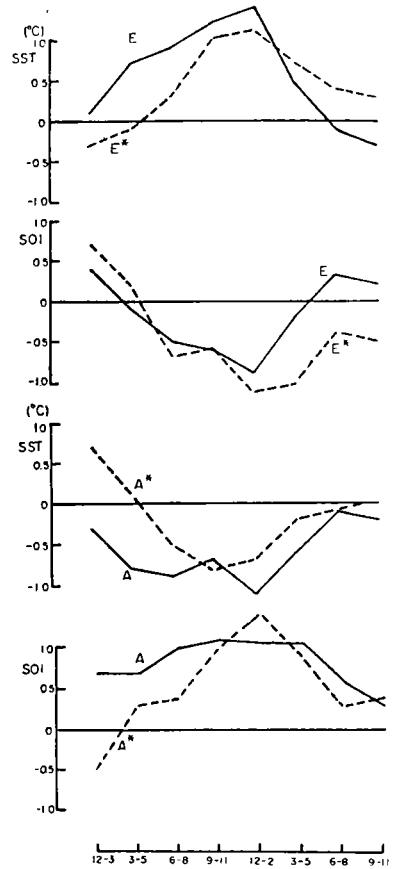


图 10 E、E*、A、A* 的 SST 及 SOI 合成曲线

* 吴晓红、王绍武,对流层大气环流的甚低频振荡,尚未发表。
 ** 李富勤、王绍武,近百年全球热带气旋活动,尚未发表。
 *** 王绍武、李富勤、吴晓红,近百年 QBO 的诊断研究,即将发表。

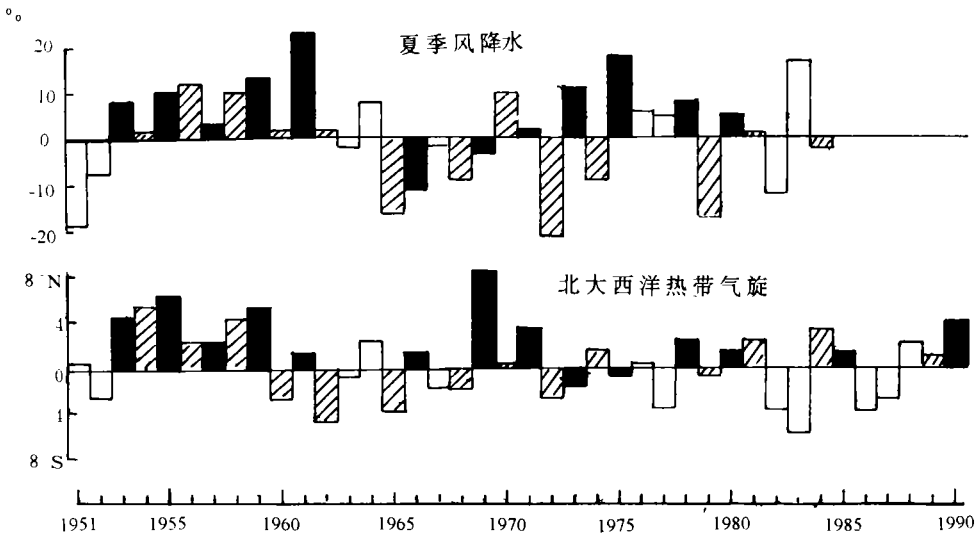


图 11 印度夏季风降水(%)与北大西洋热带气旋数距平
(涂黑区为 W 位相,斜线区为 E 位相)

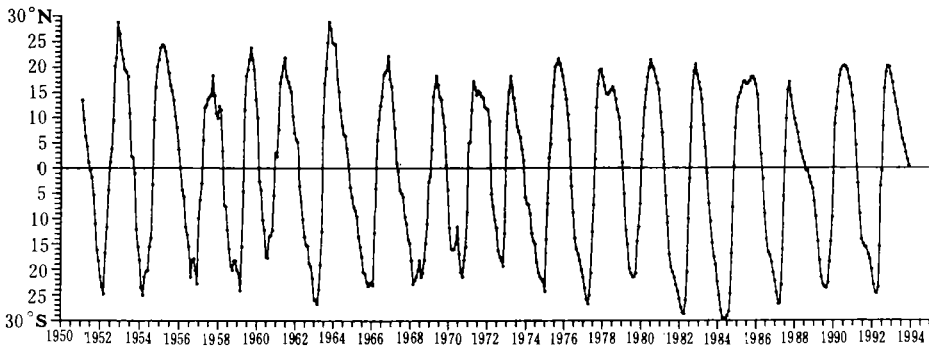


图 12 巴尔博亚 30hPa 纬向风
(1974 年之前用新加坡资料插补)

多,但气温不是最高。1980 年代为最暖的 10 年,降水量却接近多年平均。全球平均气温与降水年平均值的相关系数只有 0.05。

(4) 中国的气候变化与全球有相同的时候,却并不总是一致。中国与全球气温的相关系数在 0.3—0.4 之间。中国 1940 年代的少雨及 1950 与 1970 年代的多雨是与全球共同的,但本世纪初是全球最少雨时期,而中国的降水却略偏多。

(5) 全球气候暖时厄尼诺年较多,冷时拉尼娜年较多。但未发现 QBO 频率与气候变化有明显的关系。

表 7 1873—1993 年赤道平流层纬向风 QBO 重建序列

年代	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1870				E	W			E	W	
1880		E	W	E	W			W	E	W
1890	E	W	E	W				E	W	E
1900	W		E	W	E		W	E	W	
1910		E	W	E		E	W			
1920	E	W		E	W	E	W			
1930	E	W	E	W		E	W			E
1940	W	E	W			W	E	W		E
1950	W			W	E	W	E	W	E	W
1960	E	W	E			E	W	E	W	
1970	E	W	E	W	E	W			W	E
1980	W	E			E	W				E
1990	W	E	W							

参考文献

[1] Vinnikov K Ya, Groisman P Ya and Lugina K M. Empirical on contemporary global climate changes (temperature and precipitation). J Clim. 1990. 3: 662—677.

[2] Jones P D. The influence of ENSO on global temperatures. Climate Monitor. 1988. 17: 80—89.

[3] Hansen J and Lebedeff S. Global trends of measured surface air temperature. J Geophys Res. 1987. 92. (D11): 13345—13372.

[4] Houghton J T et al. Climate Change 1992. The Supplementary Report to the IPCC Scientific Assessment. Cambridge University Press. Edited. 1992. pp 200.

[5] The Global Climate System. Climate System Monitoring. December 1988—May 1991. WMO, WCDMP, UNEP, 1992.

[6] Wang Shaowu and Ye Duzheng. An analysis of global warming during the last one hundred years. Proceedings of International Workshop on Climate Variabilities, 13—17 July 1992, Beijing, China. edited by Ye Duzheng et al. China Meteorological Press. 1993. 23—32.

[7] Halpert M S et al. 1992 brings return to moderate global temperature. EOS. 74 (38): September 21. 1993.

[8] Climate Diagnostic Bulletin. Nov. 1993. p. 72. U. S. Dept. of Commerce. NOAA, NWS, NMC.

[9] Yi Yuhong and Wang Shaowu. Abrupt warming of global climate in 1980s. Chinese Science Bulletin. 1992. 37: 528—531.

[10] Bradley R S et al. Precipitation fluctuations over Northern Hemisphere land area since the mid-19th century. Science. 1987. 237: 171—175.

[11] Hulme M, Marsh R and Jones P D. Global changes in a humidity index between 1931—60 and 1961—90. Climate Research. 1992. 2: 1—22.

[12] 天气气候所, 中央气象台. 中国气温等级图. 北京, 气象出版社. 1984. 1911—2980.

[13] Wang Shaowu and Zhao Zongci. Droughts and floods in China, 1470—1979. in Wigley, et al. (eds), Climate and History. Cambridge University Press. 1981. 271—288.

[14] 王绍武. 当前气候变化及其演变趋势. 旱涝气候研究进展. 叶笃正, 黄荣辉主编. 北京, 气象出版社. 1990. 1—9.

[15] Wang Shaowu. Reconstruction of palaeo-temperature series in China from the 1380s to the 1980s. Wurzlourger Geographischl Arbeiten. 1991. 80: 1—19.

[16] Climate Diagnostic Bulletin. September 1989. Climate analysis Center. U. S. Department of Commerce. NOAA.

NWS, NMC.

- [17] 王绍武, 石伟. 两类 ENSO 及其对中国夏季降水的不同影响. 海洋对气候变化调节与控制作用学术讨论会论文集. 1992. 76—87.
- [18] Wang Shaowu. Reconstruction of El Nino event chronology for the last 600 year period. *Acta Meteorologica Sinica*. 1992. 6: 47—57.
- [19] 王绍武, 赵宗慈. 长期天气预报基础. 上海, 上海科学技术出版社. 42—49.
- [20] Gray W M. Atlantic seasonal hurricane frequency. Part I: El Nino and 30mb Quasi-Biennial Oscillation Influences. *Mon Wea Rev.* 1984. 112: 1649—1667.
- [21] Kuaff J A, Gray W M and Sheaffer J D. The modulation of monsoon intensity by stratospheric QBO. *Proceedings of the Seventeenth Annual Climate Diagnostic Workshop*. 19—23 October, 1992. 1993. 306—311.
- [22] The Global Climate System. *Climate System Monitoring*. Autumn 1984—spring 1986. WCDP, WMO. 49.

DIAGNOSTIC STUDIES ON THE CLIMATE CHANGE AND VARIABILITY FOR THE PERIOD OF 1880—1990

Wang Shaowu

(*Department of Geophysics, Peking University, Beijing, 100871*)

Abstract

Diagnostic studies on the climate change and variability were reviewed. The main subjects were the global mean temperature and precipitation, temperature and precipitation in China, ENSO and QBO. It was indicated that global mean temperature experienced a warming during the 20th century. The 1980's was the warmest decade since the instrumental observations became available. However, the temperature change in China differed from the global one. The warmest decade in China was the 1920's and 1940's. Mean temperature of the 1980's was near normal. Global mean precipitation showed also an increasing trend. But, the greater positive anomaly was found in 1950's and 1970's. Mean precipitation anomaly of 1980's was near normal. The main climatic characteristics of China was cold/wet or warm/dry during the last one hundred years or so. The decade of 1920's and 1940's was the driest in China for this period. The ENSO events were identified according to SST and SOI from 1871 to 1993. 28 El Nino and 21 La Nina events were found. The frequency of El Nino increased some what when the global temperature was higher than the normal, and that of La Nina increased in the cold periods. The mean length of QBO of the equatorial zonal wind in the stratosphere from 1951 to 1993 was 28.7 months. The QBO phases were reconstructed for the period of 1873—1950 according to the numbers of subtropical cyclone in North Atlantic and Indian monsoon rainfall. No evidence was found to show any significant relationship between the QBO and the global climate change.

Key words: Climate change, Climate variability, Diagnostic study, Global climate.