

近四十年我国气候变化的初步分析

陈隆勋 邵永宁 张清芬

(国家气象局气象科学研究所)

任阵海 田广生

(国家环保局环境科学院)

提 要

本文对近四十年来我国的气候变化作了一个初步分析。结果表明,众所周知的全球增暖在我国只反映在东北、华北和西北西部地区;大约 35°N 以南,南岭以北,青藏高原以东地区是变冷区,变冷中心在四川、陕南和滇北;在全球温室效应下,高低纬变湿和中纬变干,而我国则大部分地区变干,华北和西北变干更明显。我国气候变化特点和全球增暖趋势有许多不一致,这一点值得引起我国气候学家的注意。

一、引 言

近年来,不少学者提出全球增暖以及它们可能对环境和生态变化的影响。这种气候变化已成为全球人类瞩目的重大问题。一般认为,它是人类工业革命以来大量温室气体(如 CO_2 , N_2O , CH_4 和 CFC_s)向大气排放的结果。目前,描述全球温度变化最好的代表曲线是Hansen(1988)^[1]给出的。根据该曲线,全球平均地面气温约增加 0.8°C 。

全球在变暖,我国气候变化实况如何?张先恭等(1982)^[2]对我国温度等级进行研究,赵汉光等(1989)^[3]研究我国冬季温度变化,和陈隆勋等(1990)^[4]研究我国温度和温室效应对农作物耕作制度的影响,都指出了我国气温变化的特点。本世纪以来,我国以30和40年代最暖,随后迅速变冷,80年代温度回升,但未达到30—40年代最暖期的温度水平。这种增暖主要表现为冬季温度增高。此外,一些报导指出我国有些地区,例如四川省建国后一直在变冷*。本文利用国家气象中心中央台长期科的国内160站自1951年1月到1989年12月的地面气温月平均和降水月总量资料以及300多个站的自1951年1月1日到1983年底的月降水量资料,分析了我国近四十年来气候变化的特点。

二、中国气温变化分析

张先恭等(1982)^[2]指出,我国气温本世纪来以1940—1944年最高,气温等级为2.51

本文1990年8月14日收到,9月13日收到修改稿。

* 罗汉民,近半个世纪四川盆地气候变化的基本趋势(四川省气科所油印本),1990年。

(3 级为正常, 2 级偏暖, 4 级偏冷), 1955—1959 年最冷, 等级为 3.25, 随后增暖。冬季, 1955—1959 年最暖(2.30 级)。夏季, 1945—1949 年最暖(2.49 级)。建国后, 除 1960—1964 年外均偏冷。

我们计算了 160 站和各省的每十年年平均气温值, 由表 1 所示。由表可见, 东北三省(黑龙江、吉林和辽宁)、华北地区(内蒙古、河北、山西和山东)、西北地区(宁夏、青海和新疆)和广东省以 80 年代气温最高, 是建国后我国最明显的变暖省份。除广东省外, 这些省份每十年年平均气温逐步升高。30 年间, 东北三省平均升高 0.69°C 、华北升高 0.71°C (北京为 0.88°C) 以及西北平均升高 0.35°C , 均大大超过全球增温率($0.8^{\circ}\text{C}/100$ 年, 30 年升温为 0.24°C)。这表明, 除陕西、甘肃外, 我国 35°N 以北地区三十九年来逐步在增暖, 尤其是东北和西北西部。

表 1 各省每十年年平均气温值

	1951—1960	1961—1970	1971—1980	1981—1989	1951—1989	80 年代—50 年代
黑龙江	1.89	1.93	2.18	<u>2.67</u>	2.16	0.78
内蒙古	2.85	3.07	3.37	<u>3.67</u>	3.23	0.82
吉林	4.77	4.90	5.11	<u>5.42</u>	5.04	0.65
辽宁	8.62	8.76	8.93	<u>9.26</u>	8.88	0.64
北京	11.55	11.64	11.34	<u>12.43</u>	11.72	0.88
天津	12.28	12.26	12.30	<u>12.64</u>	12.36	0.36
河北	10.36	10.67	10.85	<u>11.20</u>	10.76	0.84
山东	12.75	12.76	12.90	<u>13.24</u>	12.90	0.49
河南	14.30	<u>14.47</u>	14.46	14.44	14.42	0.14
江苏	14.31	<u>14.45</u>	14.36	14.30	14.36	-0.01
安徽	15.62	<u>15.76</u>	15.69	15.67	15.68	0.05
上海	15.67	15.68	15.65	<u>15.90</u>	15.72	0.23
浙江	16.89	<u>16.90</u>	16.85	16.80	16.86	-0.09
江西	17.94	<u>18.19</u>	18.03	18.00	18.05	0.06
湖北	16.27	<u>16.27</u>	16.25	16.07	16.22	-0.20
湖南	17.18	<u>17.35</u>	17.20	17.12	17.22	-0.06
福建	19.21	<u>19.28</u>	19.24	19.05	19.20	-0.16
广东	21.63	21.59	21.57	<u>21.68</u>	21.61	0.05
海南	<u>23.95</u>	23.63	23.81	<u>23.94</u>	23.83	-0.01
广西	<u>21.10</u>	21.09	21.06	21.08	21.09	-0.02
贵州	<u>15.36</u>	15.30	15.29	15.20	15.29	-0.16
四川	<u>15.34</u>	15.12	15.07	14.86	15.10	-0.48
云南	<u>15.27</u>	14.95	14.95	15.26	15.10	-0.01
西藏	<u>7.70</u>	7.24	7.58	7.65	7.54	-0.05
陕西	<u>12.22</u>	12.08	12.21	12.03	12.14	-0.19
甘肃	<u>8.19</u>	7.83	7.98	8.05	8.01	-0.14
山西	10.05	10.20	10.45	<u>10.70</u>	10.24	0.65
宁夏	8.87	8.73	8.86	<u>9.01</u>	8.86	0.14
青海	1.52	1.36	1.52	<u>1.83</u>	1.55	0.31
新疆	9.14	9.50	9.53	<u>9.73</u>	9.47	0.59

注: 数值下的“—”号为建国后最高的十年。第 2—5 列为每十年年平均气温值(摄氏度), 第 6 列为 39 年年平均气温值, 第 7 列为 80 年代减 50 年代平均值。

除广东外的 35°N 以南的其它省份及甘肃、陕西两省却是变冷的。变冷类型有三种：第一种，50 年代最暖，以后不断变冷直到 80 年代。四川和贵州属此类型。三十年来，四川变冷 0.48℃，贵州变冷 0.16℃。其中四川内江变冷达 0.74℃，为最大。成都变冷也达 0.65℃。第二种，以 50 年代最暖，以后逐渐变冷，80 年代温度回升，但没超过 50 年代平均值。陕西、甘肃、广西、海南、云南和西藏属此类型。其中，云南和西藏（确切地说是西藏东部，因只有藏东的测站资料）前后变化不大，但云南北部在变冷，南部变暖。第三种，以 60 年代最暖，以后逐步降温直到 80 年代。江苏、河南、安徽、浙江、江西、湖北、湖南和福建等省均属此类型。它们在 20 年内分别降温 0.15, 0.03, 0.09, 0.10, 0.19, 0.20, 0.23 和 0.23℃，平均为 0.15℃。

图 1a 是中国 160 站 80 年代减 50 年代气温差值分布。除东北、华北、内蒙、新疆、西藏中西部、云南南部和赣江流域为增暖区外，其它地区为变冷区。变暖区中，有以下变暖中心：呼玛(+1.14℃)、沈阳(+1.11℃)、张家口(+1.55℃)、济南(+1.31℃)、兰州和西宁(+0.68℃)、塔城(+1.75℃)和景洪(+0.87℃)。沈阳、张家口、济南、兰州和西宁的变暖中心受城市热岛效应影响较大，而沈阳东侧的通化和西侧的朝阳是中等城市，也升温 +0.65℃。张家口东侧承德和北侧多伦分别升温 +0.5℃和 0.78℃。离兰州西侧不远的临夏却降温 -0.24℃。图 1a 中变冷中心有：内江(-0.74℃)、贵阳(-0.48℃)、大理(-0.63℃)、厦门(-0.75℃)、衢州(-0.36℃)和敦煌(-0.36℃)，大多位于西南和陕南的汉中地区。图 1b 是中国 160 站 80 年代平均气温减 39 年平均(1951—1989 年)气温的差值分布，与图 1a 的分布非常相似，只在局部略有差别。图 1b 中陕南地区的负值区比图 1a 中的小。图 1b 中赣江流域为负值区，而图 1a 中为正值区。

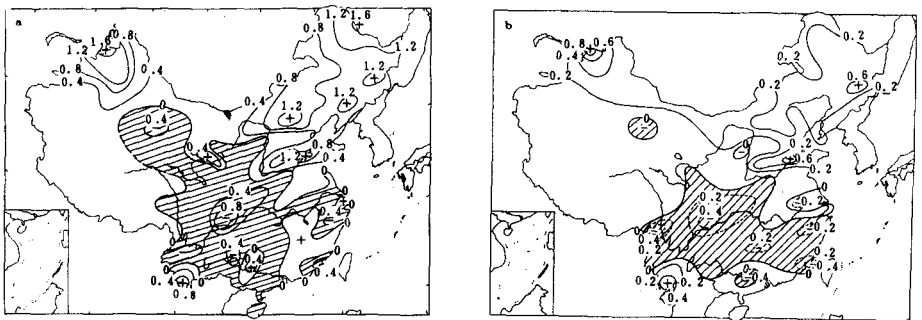


图 1a 80 年代减 50 年代年平均气温差值分布(0℃) 图 1b 80 年代年平均气温减 39 年
(斜线区为变冷区,等值线间隔为 0.4℃) (1951—1989)平均气温差值分布(℃)
(虚线为负值,等值线间隔为 0.2℃)

为了了解气温年际变化,我们把全国分为 7 个区,作出了各区逐年和十年滑动平均气温变化曲线。其中,第 1 区包含东北三省及内蒙古东部,第 2 区为新疆,第 3 区为陕西、甘肃、宁夏和青海,第 4 区为河北、山东、山西和河南及内蒙古西部,第 5 区为江苏、浙江、江西、安徽和湖北,第 6 区为四川、云南、贵州和西藏,第 7 区为广东、广西、海南和福建。我们分别称 1—7 区为:东北,西北西部,西北东部,华北,长江中下游,西南和华南地区。图 2 是

该 7 区逐年和十年滑动平均温度变化曲线,区号旁为该 39 年平均值,纵座标为对该多年平均值的距平。我们看到,东北、西北北部和华北地区明显增温,但这几个区在 1965—1970 年间明显地变冷,尤其是 1969 年。东北和西北西部,1989 年是 39 年中 最暖的年份。华北,则以 1961 年最暖,1989 年次之。实际上许多城市如北京、天津、张家口和济南均以 1989 年最暖。而西南区,变冷趋势十分明显。我们还做了各省的十年滑动平均距平曲线,限于篇幅,图 3 只给出了辽宁、河北、内蒙古、新疆、四川、浙江、湖北和福建的曲线。图中,辽宁、河北、内蒙古和新疆总的趋势是变暖的,尽管有些波动。其特点是 50 年代开始增暖,60 年代中期有一峰值(新疆则在 60 年代初),随后变冷至 70 年代前后,气温再逐步上升达到最大值。而四川、浙江、湖北和福建却在变冷。四川从 50 年代开始气温一直在下降,变冷趋势十分明显。浙江、湖北和福建从 50 年代开始增温至 60 年代中期达到最大值,随后变冷至 70 年代初,气温略有回升后又继续下降。湖北和福建在 80 年代中期达最小值。浙江的气温最低值虽然在 70 年代初期,但 80 年代气温明显低于 50 年代。

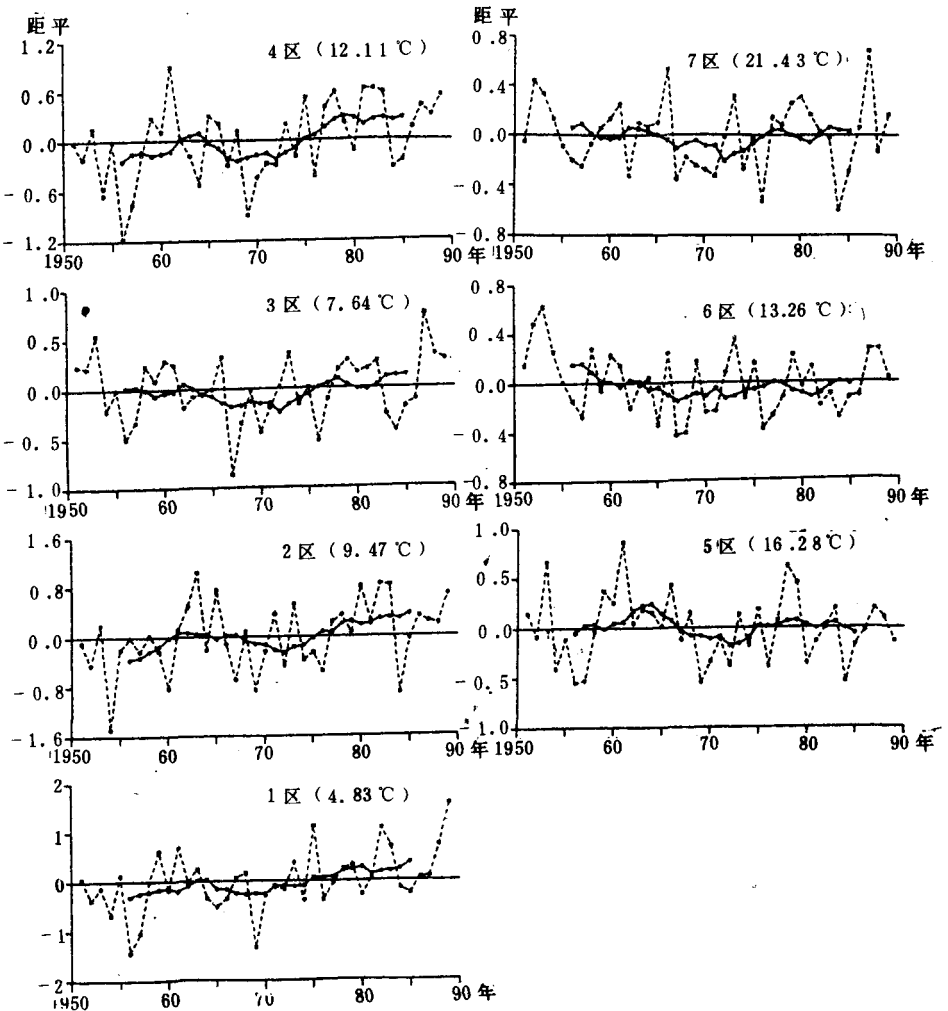


图 2 7 个区年平均及十年滑动平均气温变化曲线(1951—1989)(°C)

(虚线为逐年变化,实线为十年滑动平均)

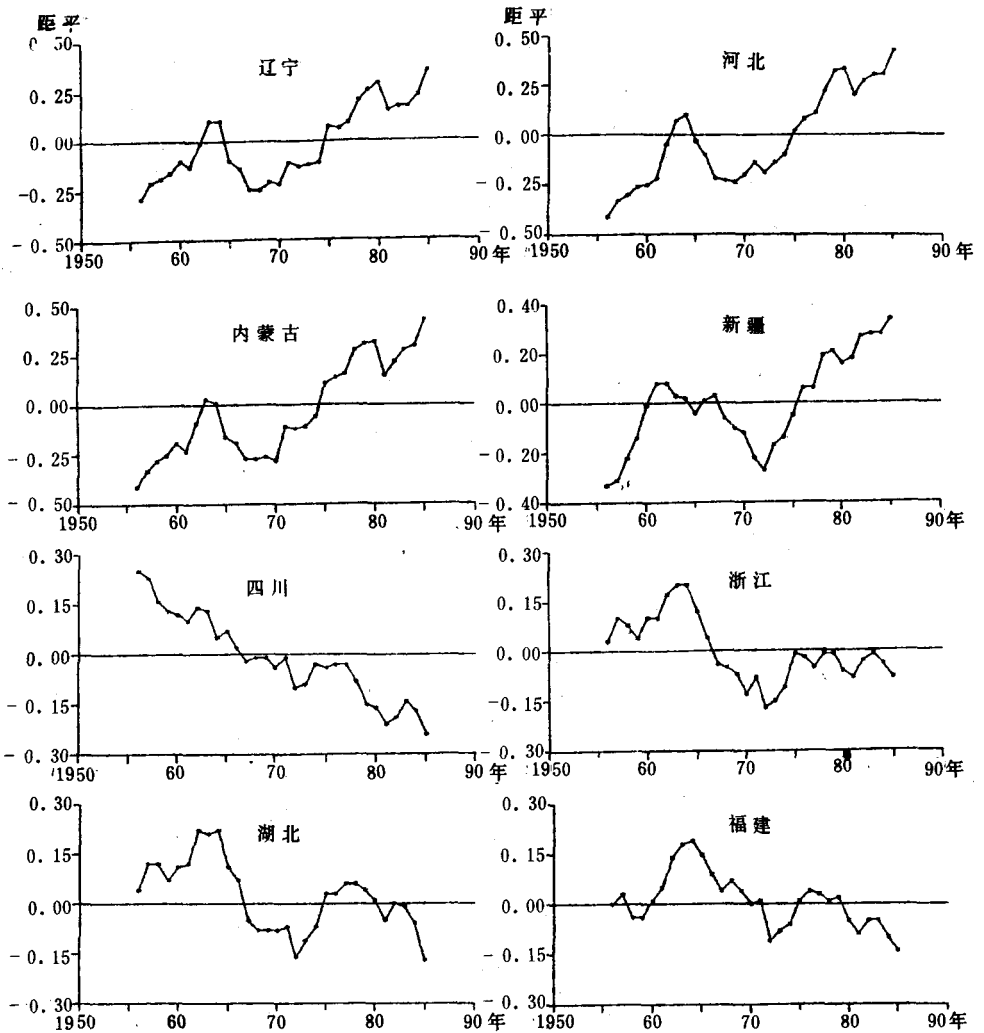


图3 几个省十年滑动平均气温距平变化曲线(°C)

我们对冬季(12—2月)和夏季(6—8月)气温作了与年平均气温类似的分析,限于篇幅,表2只给出7个区的年、夏季和冬季的每十年平均气温值。从表中可见,东北和西北西部冬夏均变暖,冬季变暖在1.26°C以上。西北东部冬季变暖但夏季变冷。华北冬季变暖;夏季以60年代最暖,70年代最冷,80年代温度回升,但回升幅度小,故80年代比50年代冷。长江中下游冬季80年代比50年代暖,70年代最暖;夏季则自60年代开始一直变冷。西南地区冬季以60年代最冷,70年代温度回升,80年代又下降;夏季则以60年代最冷,80年代温度回升。所以西南地区自60年代起冬变冷夏略变暖。华南地区冬季以70年代最暖,80年代变冷;夏季以60年代最冷,80年代最暖,也表现为冬变冷,夏变暖。图4a,b分别是中国160站冬季和夏季气温80年代减50年代的差值分布。冬季,基本上北方变暖、南方变冷,交界线大致自东向西沿安徽、湖北、陕西、甘肃和青海南界。此外,西藏和云

表 2 中国各地区每十年气温变化(°C)

年	1951—1960	1961—1970	1971—1980	1981—1989	1951—1989	80年代—50年代
东 北	4.28	4.42	4.65	5.01	4.58	0.73
西北西部	5.63	5.72	5.90	6.17	5.85	0.54
西北东部	9.76	9.55	9.68	9.70	9.67	-0.06
华 北	11.86	12.03	12.16	12.40	12.11	0.54
长江中下游	16.21	16.32	16.24	16.18	16.24	-0.03
西 南	13.42	13.15	13.22	13.24	13.26	-0.18
华 南	21.47	21.40	21.42	21.44	21.43	-0.03
夏 季	1951—1960	1961—1970	1971—1980	1981—1989	1951—1989	80年代—50年代
东 北	20.68	20.72	20.67	20.88	20.73	0.20
西北西部	19.02	10.05	19.11	19.13	19.08	0.11
西北东部	22.37	22.10	21.95	21.74	22.05	-0.63
华 北	24.65	24.92	24.51	24.56	24.66	-0.09
长江中下游	27.11	27.13	26.86	26.69	26.95	-0.42
西 南	20.43	20.22	20.30	20.52	20.36	0.09
华 南	27.83	27.68	27.71	28.01	27.80	0.18
冬 季	1951—1960	1961—1970	1971—1980	1981—1989	1951—1989	80年代—50年代
东 北	-14.12	-14.27	-13.45	-12.79	-13.68	1.33
西北西部	-9.53	-9.70	-9.16	-8.27	-9.19	1.26
西北东部	-4.17	-4.45	-3.91	-3.60	-4.04	0.57
华 北	-2.17	-2.07	-1.49	-1.20	-1.74	0.97
长江中下游	4.84	4.74	5.08	4.88	4.89	0.04
西 南	5.27	4.92	5.11	5.06	5.09	-0.21
华 南	13.93	13.65	13.95	13.66	13.80	-0.27

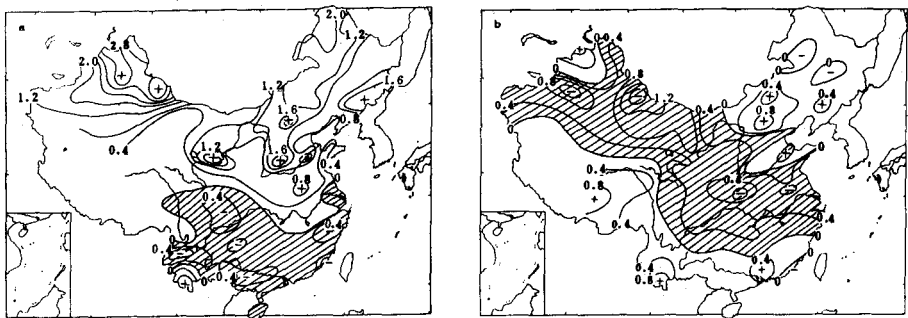


图 4 80年代减50年代季节平均气温差值分布(°C)

(a) 冬季 (b) 夏季

(斜线区为变冷区,等值线间隔为0.4°C)

南南部也是冬季变暖区。变暖中心有:呼玛、长治、沈阳—通化、兰州、哈密、塔城和云南景

洪。新疆变暖中心升温达 3°C 。变冷中心在衢州(-1.03°C)、宜宾(-0.78°C)、百色(-0.74°C)以及厦门(-1.03°C)。夏季,东北、内蒙古东部、新疆西部、华南和西藏为变暖区。变冷中心主要在陕西南部、四川以及哈密—敦煌。显然,四川、湖南、浙江、江苏大部分地区和厦门附近冬夏均是变冷区。

气温的春秋变化十分不一致。就80年代与50年代的差值分布(图略)而言,春季的差值零线大致是沿浙江、江西、湖南南界,并沿 110°E 经线,到内蒙古南界和新疆天山一线。零线以北为变暖区,以南为变冷区。变暖中心有嫩江($+1.84^{\circ}\text{C}$)、济南($+1.81^{\circ}\text{C}$)和塔城($+1.99^{\circ}\text{C}$);变冷中心有厦门(-0.79°C),四川的内江(-1.61°C)。秋季,大致是江苏、安徽、湖北北部、四川、陕西南部和云南北部为变冷区,四川变冷最多(宜宾 -0.66°C)。变冷区还有内蒙古西部、河西走廊和新疆东部、南部。而我国的其它地区为变暖区。

综上所述,近40年来我国气温变化十分复杂。东北、西北西部和华北正在变暖,而其它地区则在变冷。就季节而言,汉中盆地、四川、湖南和江苏北部四季均变冷,东北和新疆西北四季变暖,西北东部、长江中游(自宜昌到南京)和华南则冬变暖、夏变冷。这种气温变化和全球增暖趋势并不完全一致。

三、近40年中国降水变化的分析

一般认为,20世纪我国降水的总趋势大致是从18、19世纪较为湿润的时期转为干燥的过渡时期。从全国大范围降水来看,本世纪的10年代和50年代是两个明显的多雨期。60年代进入早期,70年代降水虽有增加,但80年代又趋于更为干旱。表3是北京、上海、广州三个记录较完整的站每十年年降水量。北京自50年代以来降水连续下降,80年代达到本世纪最少。上海以40—50年代最湿,随后降水减少,60年代达到最小值,60年代后又增加,80年代的降水量远未达到40年代的水平。广州则以20年代降水最多,50年代次之,60年代减少后又逐渐增加,但80年代又减少。表4是各省近40年来每十年平均降水年总量数值。自50年代开始,全国大部分地区降水在减少,只有湖北、广东、陕西、青海和甘肃增加。减少最多的是河北、山东、辽宁、江苏、湖南和海南。图5a,b分别是中国160站80年代减50年代和80年代减39年平均(1951—1989年)降水差值分布图。图5a中,除湖北北部、四川东部、陕西西部、甘肃、青海、新疆南部、福建和广东沿海为降水增加区外,我国其它地区为降水减少区。图5b中正负区分布与图5a基本一致,与图5a相比,图5b中东北、新疆北部降水减少区较小,安徽、江苏南部和浙江则为正值区。结合图1,可见近30年来我国基本上是变暖变干和变冷变湿。从温室效应的数值试验来看^[4],因 CO_2 增加,高纬将变为暖湿,中纬变暖干。以上分析表明,我国中纬地区变暖干,与数值试验结果一致,而东北和长江以南的观测事实则与数值试验结果不符。

图6是中国7个地区的逐年和十年滑动平均降水变化曲线。区号旁为该区39年平均降水年总量,纵座标为对该平均值的距平。除了西北东部外,80年代明显比50年代降水少。其中,东北以70年代最少,80年代略有回升,仍比50年代平均少36mm。华北一直在减少,80年代达到最低值。长江中下游以60年代最少,以后略有回升,但80年代仍比50年代平均少36mm。西南自60年代起缓慢变旱。华北从总的看,降水也在减少。各省1951—1989年每十年滑动平均降水曲线(图略)表明,海南、西藏和四川降水一直在下降。

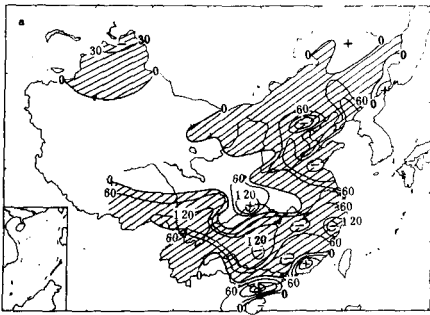


图 5a 80年代减50年代降水差值分布图
(斜线区为负值区,等值线间隔为60mm,
新疆北部等值线间隔为30mm)

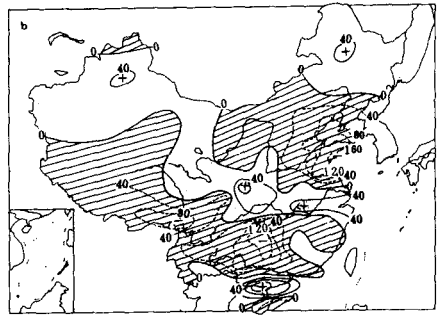


图 5b 80年代减39年平均降水差值分布图
(斜线区为负值,等值线间隔为40mm)

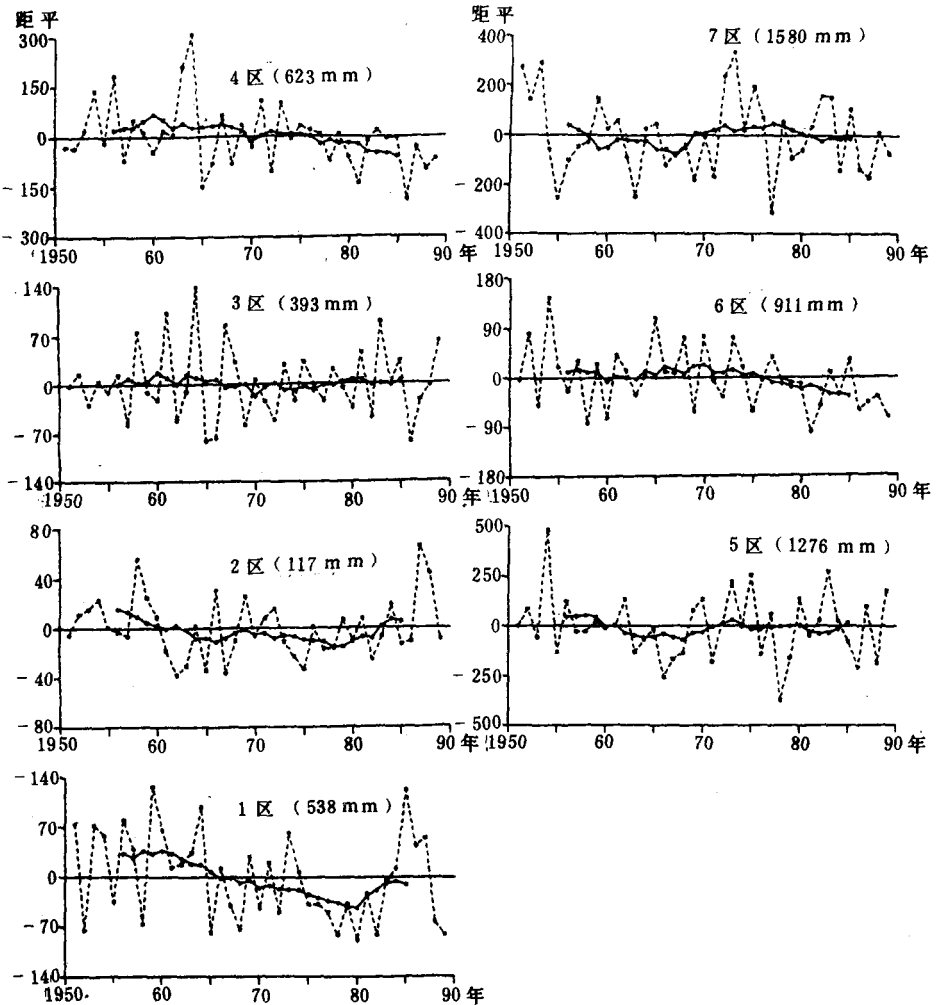


图 6 7个区年降水量和十年滑动平均降水量变化曲线
(虚线为逐年变化,实线为十年滑动平均)

表3 北京,上海和广州每十年年降水总量(mm)

	1910— 1919	1920— 1929	1930— 1939	1940— 1949	1950— 1959	1960— 1969	1970— 1979	1980— 1989	80年 平均
北京	642	604	583	567	820	618	605	549	624
上海	1225	1093	1195	1248	1239	1048	1084	1197	1166
广州	1596	1853	1461	1737	1773	1617	1610	1604	1656

表4 各省建国以来每十年年降水总量(mm)

	1951—1960	1961—1970	1971—1980	1981—1989	1951—1989	80年代—50年代
黑龙江	555	507	456	545	515	-10
内蒙古	377	340	338	348	351	-29
吉林	690	657	647	678	668	-12
辽宁	747	717	674	654	699	-93
河北	550	535	493	440	506	-110
山东	699	725	718	560	678	-139
河南	803	799	774	769	786	-34
江苏	992	976	943	903	955	-89
安徽	1234	1081	1180	1204	1174	-30
浙江	1645	1420	1540	1572	1544	-73
江西	1624	1551	1564	1564	1576	-60
湖北	1123	1139	1079	1192	1131	69
湖南	1386	1384	1326	1296	1349	-90
福建	1516	1395	1468	1457	1459	-59
广东	1713	1607	1775	1771	1715	58
海南	1776	1603	1675	1632	1672	-144
广西	1474	1467	1520	1442	1477	-32
贵州	1123	1154	1175	1052	1128	-71
四川	1116	1096	1055	1085	1088	-31
云南	960	1008	981	941	973	-19
西藏	478	487	436	413	455	-65
陕西	651	666	619	689	655	38
甘肃	314	341	317	319	323	5
山西	522	551	516	491	521	-31
宁夏	216	216	208	194	209	-22
青海	384	380	390	398	388	14
新疆	129	105	109	125	117	-4

湖北和广东自50年代开始变旱,分别在70年代中期和60年代后期达到最低值,随后降水增加,在80年代最大,是典型的降水增加的省份。浙江和新疆与这两个省的变化特征相似,但80年代比50年代降水少。贵州70年代降水最多,以后逐渐下降。辽宁、陕西、山东、河北、江苏、河南降水一直在减少,是典型的降水减少的省份。内蒙古和黑龙江从50年代降水减少,分别在70年代初期和中期达最小,随后降水增加,但80年代比50年代降水仍少。

四、结 论

从以上分析,我们可以得到以下结论:

1. 近 40 年以来,我国气温和降水变化具有明显的地区性。东北地区、西北西部和华北地区变暖,35°N 以南、南岭以北、青藏高原东坡以东地区变冷。大部分地区降水减少。自 1951 年以来,东北地区,西北地区和华北地区变暖变旱;西北东部地区变冷和略变湿;长江中下游地区略为变冷和变旱;西南地区明显变冷(尤以四川盆地为甚)和略变旱;华南略变冷(东南沿海在变暖)和变旱。

2. 东北、西北和华北变暖区主要是冬季变暖,而夏季有些地区是变冷的;西南(除西藏外)则冬夏均变冷;长江中下游冬季略变暖而夏季变冷;华南冬季变冷,夏季变暖。

3. 值得注意的是,西南,特别是四川和云南北部自 1951 年以来持续变冷,80 年代的最低值与本世纪最暖时期温度差值达 1.3℃ 以上。

因此,我国气候变化十分复杂。许多地区气候变化与全球增暖不同步,与温室效应的数值试验结果也不一致,需要进行深入的研究。

鸣谢:

本文在国家环境保护局环境保护科技项目 891205 号资助下完成,特此致谢!

参 考 文 献

- [1] Hansen, J., and S. Lebedeff, Global surface air temperature: Update through 1987, *Geophysical Research Letters*, 15, 323—326, 1988.
- [2] 张先恭、李小泉,本世纪我国气温变化的某些特征, *气象学报*, 4, 198—208, 1982.
- [3] 赵汉光、张树森,我国异常冬暖的时空变化及其环流特征的分析, *气象*, 5, 16—20, 1989.
- [4] Chen Longxun, Gao Suhua, Zhao Zongci, Ren Zhenhai and Tian Guangsheng, Change of climate and its influence on the cropping system in China, *Acta Meteorologica Sinica*, 4, 464—474, 1990.

PRELIMINARY ANALYSIS OF CLIMATIC CHANGE DURING THE LAST 39 YEARS IN CHINA

Chen Longxun Shao Yongning Zhang Qifen

(Academy of Meteorological Science, SMA)

Ren Zhenhai Tian Guangsheng

(Academy of Environment Science, National

Environment and Protection Agency, Beijing)

Abstract

The preliminary analysis of climatic change in China during the last 39 years has been made in this paper. The results show that although the global climate is getting warmer, some parts of China are cooling. The warming only occurs in northeast, north and west part of northwest China while the areas between about 35°N and Nanling mountain, east of Tibetan Plateau in China are getting cooler. The cooling centers are located in Sichuan, the south part of Shanxi and the north part of Yunnan, respectively. Under the greenhouse effect, the precipitation becomes more in low and high latitudes and less in middle latitude. But, the precipitation in the most parts of China becomes less, especially in north and northwest China.