

20 世纪 80 年代以来中国的气候变暖 及其对自然区域界线的影响*

沙万英 邵雪梅 黄 玫

中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 100101

摘要 20 世纪 80 年代以来全球气候加剧变暖, 已为世人所瞩目. 利用代表性较好的全国 160 个站 1951~1999 年逐年逐月气温资料, 分析了 80 年代以来我国年和四季温度的变化, 发现中国的气候变暖表现为非均衡响应, 区域和季节差异颇大. 在区域变化上有“北暖南冷”的趋势, 在季节变化上有“冬暖夏凉”的特点. 并从数理统计学角度, 对温度变化进行显著性检验, 得出长江以北地区基本达到了 95% 以上的信度水平. 同时根据 335 个站, 自 1951 年或 50 年代初建站以来至 1999 年日平均温度稳定通过 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温资料, 对近 19 年与前 30 年资料进行对比分析, 得出 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温及 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 持续日数的变化幅度, 发现我国东部中亚热带、北亚热带、暖温带、中温带和寒温带普遍北移, 北亚热带和暖温带北移明显, 南亚热带和边缘热带变化不大, 我国西部地区除滇西南、青藏高原和内蒙古西部所处的各温度带有北移或上抬趋势, 其他地区变化不大或略有南压和下移.

关键词 气候变暖 年平均温度 四季温度 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温 自然区域界线

气候学家从气候资料分析发现近百余年来全球平均气温呈上升趋势, 平均增加约 0.5°C , 北半球气温上升趋势更加明显, 增温达 1°C 以上^[1,2], 而 20 世纪 80 年代以来, 增温最为迅速, 统计学上达到了突变程度^[3-5]. 中国气温的变化趋势与北半球大致相似^[6]. 全球气候变暖问题, 已引起社会各界的广泛关注. 不少学者对大范围气候变化及 CO_2 倍增后的温室效应做了大量的研究工作, 取得了很有意义的进展^[7-11]. 而对 80 年代以来全球气候加剧变暖的区域响应以及这种变化对社会经济活动、农业、环境和生态系统所产生的影响研究甚少.

本文对 20 世纪 80 年代以来中国年平均温度和四季温度的时空变化特征进行了分析, 同时对年及四季温度与日平均温度稳定通过 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温建立了统计关系, 并探讨了日平均温度稳定通过 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温和持续日数的变化. 通过研究, 我们将试图回答下面两个问题: (1) 中国温度在全球加速变暖的背景下是如何变化的? (2) 这种变化对自然区域界线有何影响? 本文的目的是揭示近 19 年我国气候明显变暖的事实及温度变化在区域和季节上的差异, 提出气候变暖对自然区域界线的影响, 为生态环境的合理配置和农业布局的调整提供参考依据.

1 资料与方法

本文使用了两套资料进行分析, 一套是分布均匀 代表性较好的 160 个站 1951~1999 年

2001-08-02 收稿, 2001-11-24 收修改稿

* 国家自然科学基金重点资助项目(批准号: 49731020)

逐年逐月气温资料,由国家气候中心短期气候预测室提供;另一套是自 1951 年或 50 年代初建站以来至 1999 年全国 335 个站逐年日平均温度稳定通过 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温及其持续日数资料,由国家气象局资料中心整编,所选台站除台湾省外,覆盖全国.

首先将各站 1~12 月气温资料整理成为春(3~5 月)、夏(6~8 月)、秋(9~11 月)、冬(12~2 月)四季温度和 12 个月平均的年平均温度序列,并按 1951~1980 年,1981~1999 年,1981~1990 年和 1991~1999 年四段分别统计,求近 19 年及 80 年代、90 年代与前 30 年平均温度的差值,为了检验所得差值在统计意义上是否显著,用数理统计软件 MINITAB 中 TWOT 指令^[12]对近 19 年与前 30 年两个时段的序列进行了均值相等的均值检验.对于检验中那些在 0.05 的信度均值不相等的站点又进一步进行了两个时段均值之差等于 0.5,1.0 或 1.5 的均值检验.同时,为研究年均温及四季温度与日平均温度稳定通过 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温的关系,对两者进行了相关分析.最后通过对近 19 年与前 30 年 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温、 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 持续日数的对比分析,得出 80 年代以来 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温及其持续日数的变化幅度,由此估计我国自然区域界线的变化情况.

2 结果与讨论

2.1 年平均温度的变化

从 1981~1999 年与 1951~1980 年两时段年平均温度差值的等值线图(图 1(a))来看,近 19 年除长江上游及西南局部地区温度略有下降外,全国普遍增温,我国东部主要增温区出现在 35°N 以北.东北北部、内蒙古东北部年均温上升 1°C 以上;东北南部、华北大部增温幅度在 0.5°C ~ 1.0°C 之间. 35°N 以南地区增温不明显,基本上不超过 0.5°C ,其中长江以南大部地区增温幅度不足 0.3°C .我国西部地区除新疆北部、青海东南部和甘南有明显增温外,其它大部地区增温幅度一般不超过 0.5°C .在近 19 年中,90 年代又比 80 年代增温迅速.80 年代除东北、华北增温可达 0.5°C ~ 1.0°C ,全国大部地区增温幅度在 0.1°C ~ 0.5°C 之间,且江南、华南及长江上游地区存在一较大范围的 -0.1°C ~ -0.4°C 的负距平区(图略).至 90 年代负距平区明显缩小(图 1(b)),仅长江上游局部地区有零星分布的降温.长江以北普遍增温在 0.5°C 以上,黄河以北多在 1.0°C 以上.90 年代与 80 年代比较,除渤海湾沿岸及西部个别台站年均温略有下降外,全国普遍增温,江南、华南、长江上游、西北、新疆及西藏一般上升 0.2°C ~ 0.5°C ,长江以北地区上升 0.5°C ~ 1.0°C 之间,东北西部、云南西部上升达 1.0°C 以上.

2.2 四季温度的变化

春季温度的变化径向分布明显(图略),与前 30 年比较,近 19 年东经 110°E 以东,除华南外,大范围增暖,其中黄河以北增温幅度在 0.5°C 以上,东北大部、内蒙古东北部及华北北部超过 1°C . 110°E 以西,除北疆及陕甘宁部分地区有不同程度的增温外,青藏高原、南疆、云贵川三省广大地区及陕南均有变冷趋势,其中西南地区降温幅度较大,部分地区可超过 0.5°C .而 80 年代我国东部地区(110°E 以东),江南南部和华南春温有所下降,其它地区多上升 0.5°C ~ 1.0°C 之间,东北地区上升最多,在 1.0°C 以上.我国西部除北疆、藏南及黄河上游略有升温,其它地区均有所下降.至 90 年代东部的降温区已不复存在,而西部地区的负距平区也明显缩小,主要集中在长江上游、贵州和南疆.与 80 年代比较,除黄河下游、环渤海地区、长江上游局部地区,天山南麓春季温度有下降趋势,全国大部地区均呈上升趋势,东部地区上升幅度约在 0.2°C ~ 0.5°C 之间;东南沿海上升 0.5°C ~ 1.0°C ,西部地区上升幅度较大,约在 0.5°C ~ 1.0°C 之间.

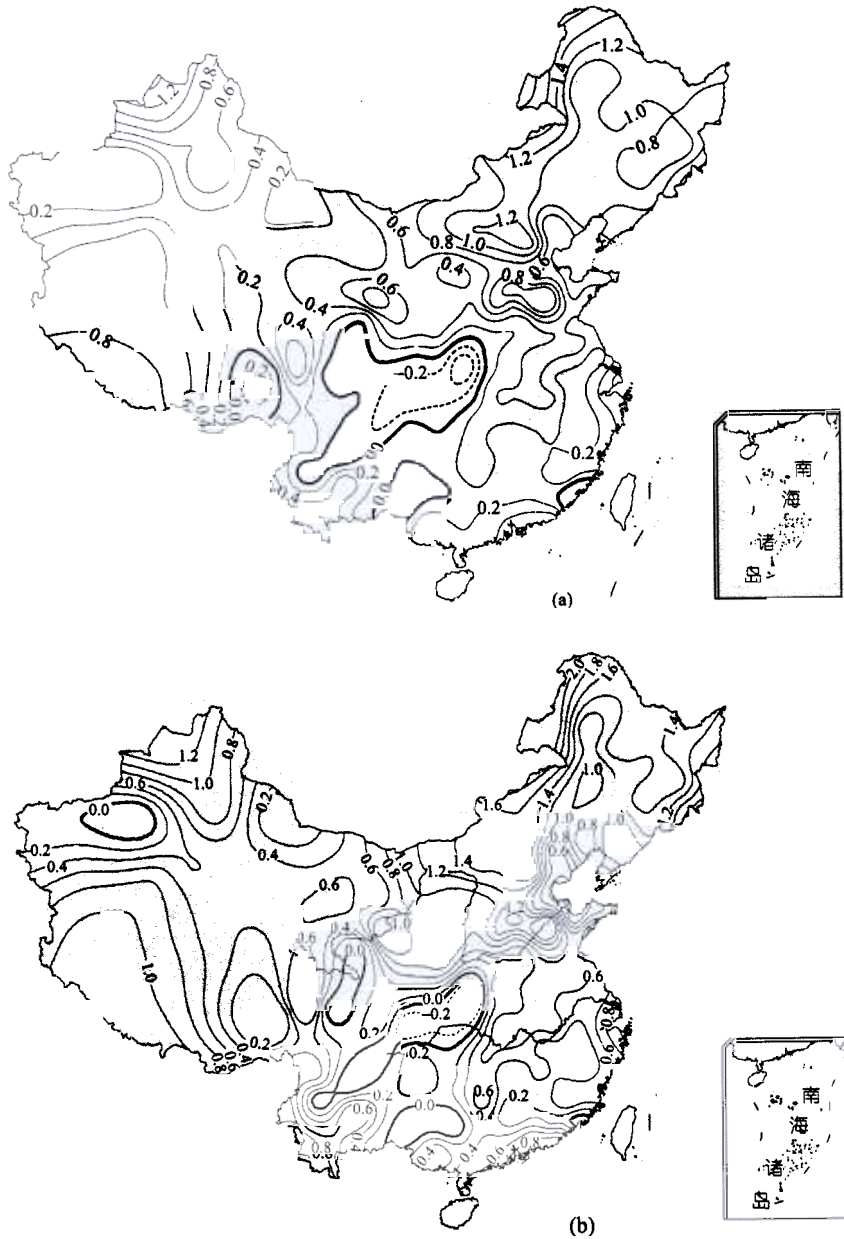


图 1

(a) 1981 - 1999 年减 1951 - 1980 年年平均温度差值分布; (b) 1991 - 1999 年减 1951 - 1980 年年平均温度差值分布
 实线为正值, 虚线为负值

夏季温度的变化与年均温和春季温度的变化不同(图 2(a)). 近 19 年与前 30 年比较, 温度距平在我国东部地区呈南北高中间低, 西部地区呈南高北低的分布形势. 东北、华北北部、山东北部、华南、云贵高原、川西高原、青藏高原夏季温度均有上升趋势. 升温幅度除华北北部、云南、新疆西部、藏南超过 0.5℃, 大部地区不足 0.5℃. 而华北南部、黄淮、江淮、江南及新疆大部、甘肃、青海部分地区气温明显下降, 其中豫南、关中平原、川东及新疆东北部降温幅

度较大, 在 0.5°C 以上, 局部地区超过 1.0°C . 而 80 年代我国东部地区江南北部-黄河上中游及西部的甘肃、新疆大部夏季温度大范围下降, 降温幅度多在 $0.1^{\circ}\text{C} \sim 0.5^{\circ}\text{C}$ 之间, 局部地区可达 1.0°C 左右. 东北、江南南部、华南、川西、云南、贵州、西北大部及西藏普遍升温, 升温幅度不大, 一般不超过 0.5°C . 至 90 年代, 夏季降温区明显南移, 主要集中在长江流域、华南北部、新疆降温区继续存在, 降温幅度大致与 80 年代相近. 90 年代与 80 年代比较, 长江以北除环渤

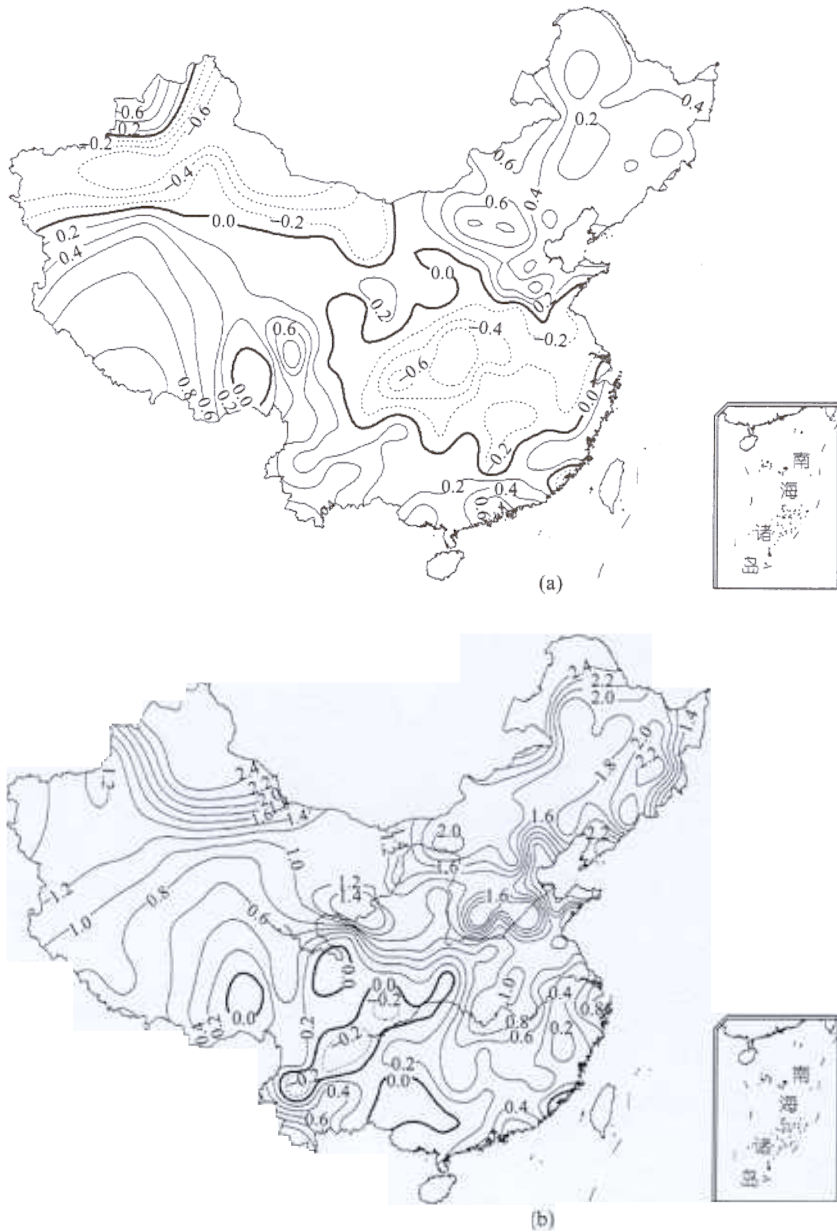


图 2 1981~1999 年减 1951~1980 年夏季(a)和冬季(b)平均温度差值分布
实线为正值, 虚线为负值

海湾地区夏季温度略有下降, 其它地区呈上升趋势, 其中以陕、甘、宁及东北西部增温明显, 多在 $0.5^{\circ}\text{C} \sim 1.0^{\circ}\text{C}$ 之间, 陕北达 1.0°C 以上. 长江以南除东南沿海外, 出现大范围降温, 降温幅度一般不超过 0.5°C , 西部的新疆也有一片范围不大的降温区.

从 1981~1999 年与 1951~1980 年秋季平均温度差值分布(图略)可以看出, 除川东、云贵高原局部地区、新疆南部及甘肃西部近 19 年秋季温度有下降趋势, 全国大部地区均有幅度不大的增温, 其中以东北、华北、黄河中下游增温明显, 在 0.5°C 以上, 部分地区可超过 1.0°C . 与前 30 年比较, 80 年代秋季温度除长江流域、新疆中部略有下降, 全国大部地区均有上升, 增温幅度不大, 多在 $0.1^{\circ}\text{C} \sim 0.5^{\circ}\text{C}$ 之间. 至 90 年代降温区范围进一步缩小, 主要分布在华南北部、长江上游局部地区 and 新疆中部, 降温幅度较小, 多在 0.2°C 左右. 90 年代与 80 年代比较, 秋季温度除环渤海地区、华南北部、新疆东部有下降趋势, 全国大部增温明显, 上升幅度一般在 $0.5^{\circ}\text{C} \sim 1.0^{\circ}\text{C}$ 之间.

我国 80 年代以来的气候变暖现象, 以冬季反映最为突出(图 2(b)). 除长江上游和广西北部近 19 年冬季温度略有下降外, 全国大部地区冬温上升明显, 增温幅度随纬度自南向北递增, 尤其是长江以北地区均在 0.5°C 以上, 西北、华北及东北冬季温度上升 1.0°C 以上, 其中东北北部、新疆北部、黄河中下游升温幅度达 2.0°C 以上. 与前 30 年比较, 80 年代江南、华南西部、长江上游有一幅度不大的降温区, 全国大部升温明显, 其中东北、华北上升幅度达 1.0°C 以上. 至 90 年代, 除长江上游局部地区仍有小范围降温区, 江南、华南西部降温区已不复存在. 而黄河以北地区增温幅度已达 2.0°C . 冬季温度 90 年代比 80 年代增温迅速, 除川西、滇北局部地区有小范围下降, 全国大范围大幅度上升, 平均比 80 年代上升 $0.5^{\circ}\text{C} \sim 1.0^{\circ}\text{C}$ 左右, 东北大部、华北南部、长江中游增温幅度达 1.0°C 以上.

2.3 温度变化的均值检验

图 3 展示了年均值在 1981~1999 年与 1951~1980 年两个时段序列均值相等的均值检验信度分布. 图中用不同符号表示增温和降温幅度超过 99%, 95% 和 90% 的置信区间. 对于年均温来说, 有 6 个站点均值降低, 62 个站点均值没有发生变化, 92 个站点均值增加. 降温的地点主要集中在长江上游, 而增温的地点在长江以北广大地区及东南沿海和新疆等地, 其中黄河以北地区增温的可信度达到或超过 99%. 对 92 个增温站点进一步的均值检验分析发现, 在 0.05 的信度下有 24 个站点增温达 0.5°C , 这些增温幅度较大的站点主要集中在东北和华北地区, 其中, 济南站增温达 1.0°C 之多, 其可信度为 99%. 其它站则分散在景洪、长治、兰州和塔城.

冬季温度的均值检验(图略)展现了较强的增温趋势. 首先, 降温的站点减少到仅有 1 个大理站, 93 个站点温度增加幅度较年均温大有提高. 其次, 在增温站点中有 3 个站点增温达到 1.5°C , 有 17 个站点达到 1.0°C , 有 32 个站点达到 0.5°C (信度为 0.05). 这些增温较强的站点主要集中在东北、华北和新疆地区. 与年均温分布相比, 长江中下游增温站点增加, 而长江以南增温站点有所减少, 东南沿海的高信度区已不复存在.

夏季增温较弱(图略). 仅有 34 个站点有所增温, 其中 2 个站点均值升高了 0.5°C . 112 个站点均值没有显著变化. 降温站点增加到 14 个. 从总体上看, 降温集中在新疆、长江上游和淮河上游, 增温在华南和云贵高原比较明显.

总结 80 代以来我国气温的变化, 可以发现气候变暖表现为非均衡性, 在区域、季节和时段上差异颇大. 在区域分布上有“北暖南冷”的趋势, 在季节变化上有“冬暖夏凉”的特点. 就年

均温而言, 增温幅度由南向北递增, 35° N 以北增温最为明显, 且增温主要集中在冬、春和秋三季, 以冬季增温最显著. 此外, 不同区域的增温季节不同. 我国东部黄河以北地区一年四季皆增温, 而位于 25° N ~ 35° N 之间的华中、华东地区冬、春、秋三季增温, 夏季降温; 25° N 以南的华南地区则出现冬暖、春寒、夏秋热的变化特点; 西北地区与中东部地区相似, “冬暖夏凉” 十分明显. 青藏高原除春季略有降温, 夏、秋、冬三季均有不同程度的增温; 西南地区较为特殊, 冬春季大范围降温, 夏秋季略有增温. 在时段上, 一般 80 年代增温幅度和增温范围小于 19 年的平均状况, 而 90 年代增温幅度与增温范围明显大于 80 年代和 19 年的平均.

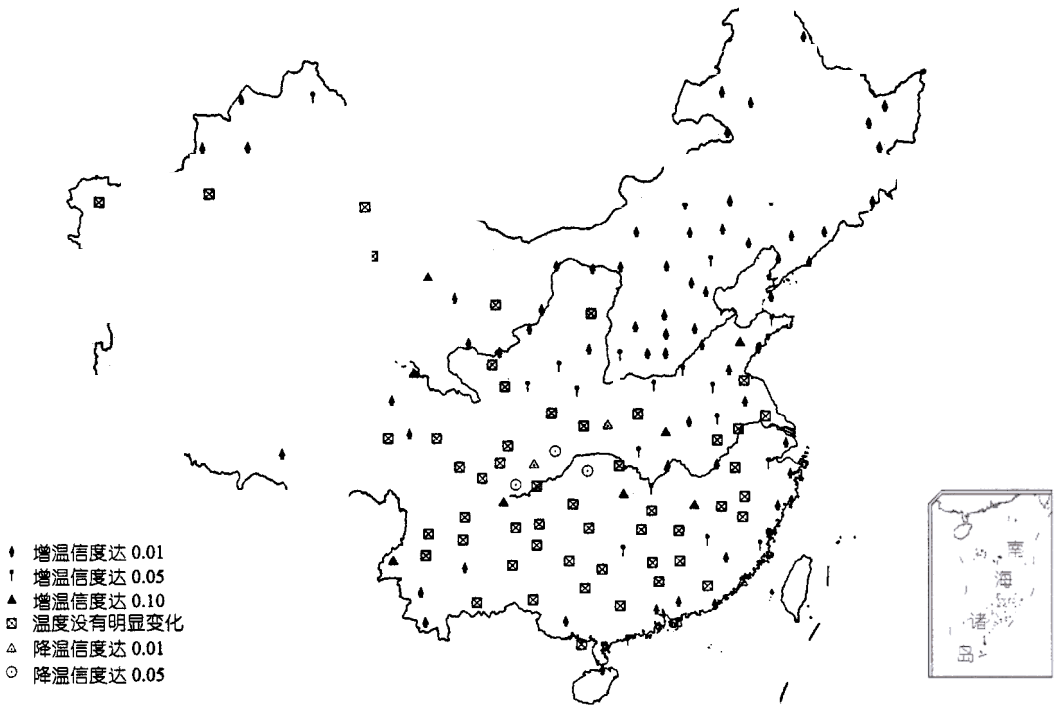


图 3 1981 ~ 1999 年减 1951 ~ 1980 年两个时段序列的均值检验信度分布

2.4 气候变暖对自然区域界线的影响

自然区域系统划分的主要依据是热量条件, 而衡量某一地区热量多少的重要指标是日平均温度稳定通过 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 的积温(以下简称 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 的积温). 它是大多数植物和农作物正常生长的保障温度. 积温的变化又与年和四季温度的变化息息相关. 表 1 为全国 16 个代表站年和四季温度与 10°C 积温的相关系数. 由表 1 可见, $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温与年平均温度有密切关系, 两者的相关系数除西北的西宁和乌鲁木齐、藏东的昌都在 0.45 左右, 其它地区均在 0.60 以上, 其中, 北京、上海、武汉、成都、昆明、西安、太原等地达到 0.70 ~ 0.90 之间. 可见年均温的变化对积温的贡献是明显的. 但是, 不同季节温度的变化对积温的影响差异颇大, 以春季温度与积温的关系最好, 其次是夏秋温度, 冬季温度对积温的贡献最小. 在区域上, 东北地区 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温主要与夏季温度关系最好, 相关系数达 0.71, 超过 99% 的信度检验; 以北京为代表的华北地区 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温与春、夏、秋、冬温度均存在较高的相关, 其中与春季温度相关系数高达 0.78; 黄淮

平原 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温与春夏两季温度关系最好; 长江中下游以春秋两季温度对 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温的贡献最大; 华南地区 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温与冬、春季温度关系密切; 我国西南地区 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温主要受春、秋两季温度的影响, 而西北地区以春季温度与 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温关系最好, 其次是夏秋温度。

表 16个站点 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温与年和四季温度的相关分析结果

站名	哈尔滨	北京	济南	上海	河源	郑州	武汉	成都	昆明	西安	兰州	西宁	乌鲁木齐	呼和浩特	太原	昌都
春	0.48	0.78	0.67	0.51	0.35	0.60	0.59	0.62	0.78	0.59	0.65	0.42	0.73	0.58	0.65	0.51
夏	0.71	0.69	0.59	0.76	0.27	0.36	0.54	0.35	0.59	0.39	0.53	0.30	0.72	0.55	0.49	0.44
秋	0.45	0.70	0.50	0.55	0.31	0.41	0.56	0.53	0.67	0.63	0.46	0.33	0.36	0.44	0.63	0.42
冬	0.49	0.66	0.34	0.44	0.30	0.14	0.49	0.18	0.48	0.55	0.40	0.35	-0.02	0.38	0.52	0.09
年	0.62	0.87	0.63	0.75	0.63	0.60	0.74	0.72	0.82	0.79	0.64	0.44	0.47	0.63	0.80	0.49

80年代以来中国的气候变暖必然会影响到 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温及其持续日数的变化。为此, 我们选择了50年代建站、分布均匀、序列完整的335个站逐日气温资料, 分别统计近19年和前30年 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温及持续日数的差值。由两者差值图(图略)可以看出, 华北北部、东北南部、滇西、川西、藏南、青海等地 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温增幅较大, 年均增温多在 $100^{\circ}\sim 300^{\circ}\text{C}$ 之间, 局部地区超过 300°C , 如内蒙古的临河、云南的楚雄等地增温大于 350°C , $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 持续日数增加 $5\sim 15\text{d}$, 西藏的定日达 20d ; 东北北部、黄河流域大部、江淮流域、西北大部、藏北、新疆局部增温在 $50^{\circ}\sim 100^{\circ}\text{C}$ 之间; 而长江上游、云贵川接壤地区、新疆西北部、华南 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温有减少趋势, 一般可减少 $50^{\circ}\sim 150^{\circ}\text{C}$, 局部地区可减少 $200^{\circ}\sim 300^{\circ}\text{C}$, 如新疆的温泉地区减少 280°C , 云南的元谋减少 314°C , $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 持续日数也相应少了 $5\sim 10\text{d}$ 左右。由于 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温在有些地区对季节温度的变化更为敏感, 造成积温与年平均温度的增温中心不相吻合。我国东北地区常年温度偏低, $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温主要受夏季温度的影响, 而近19年来东北增温主要出现在冬、春季, 对 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温贡献不大; 新疆 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温与春、夏季温度关系密切, 而新疆的增温同样以冬季最突出, 夏季则降温明显, 因此, $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温也随之减少; 华南地区常年温度偏高, $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温与春季温度关系最好, 而华南增温主要在秋季, 冬、夏季增温不明显, 春温则略有下降, 故增温对积温影响不大。由于气候变暖的季节分配不均, 不同季节温度对积温的贡献不同, 使不少地区的冬季增温对 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温来说成为无效增温, 从而抑制了积温的提高。

由于过去自然区划和气候区划涉及的资料年代较短, 基本截止到1980年, 而80年代以来气候加剧变暖, $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温的变化必然会影响到自然区域界线的变化。根据《中国自然地理》一书的中国气候区划一级区划的热量指标^[13], 各气候带要求的 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温和持续日数分别为: 寒温带 $<1600^{\circ}\text{C}$, $<100\text{d}$; 中温带 1600°C 至 $3200^{\circ}\sim 3400^{\circ}\text{C}$, $100\sim 170\text{d}$; 暖温带 $3200^{\circ}\sim 3400^{\circ}\text{C}$ 至 $4500^{\circ}\sim 4800^{\circ}\text{C}$, $171\sim 218\text{d}$; 北亚热带 $4500^{\circ}\sim 4800^{\circ}\text{C}$ 至 $5100^{\circ}\sim 5300^{\circ}\text{C}$, $218\sim 239\text{d}$; 中亚热带 $5100^{\circ}\sim 5300^{\circ}\text{C}$ 至 $6400^{\circ}\sim 6500^{\circ}\text{C}$, $239\sim 285\text{d}$; 南亚热带 $6400^{\circ}\sim 6500^{\circ}\text{C}$ 至 8000°C , $285\sim 365\text{d}$; 边缘热带 $8000^{\circ}\text{C}\sim 9000^{\circ}\text{C}$, 365d ; 中热带 $9000^{\circ}\text{C}\sim 10000^{\circ}\text{C}$, 365d ; 赤道热带 $>10000^{\circ}\text{C}$, 365d 。云南地区由于特殊的地理位置, 有效积温较高, 冬季寒害较轻, 在 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 持续日数相同的情况下, 北、中、南亚热带和边缘热带积温可适当降低 $500^{\circ}\sim 1500^{\circ}\text{C}$ 左右。我们分别绘制了1951~1980年和1981~1999年各气候带北界的等积温线和 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 持续日数的等值线图(图4), 这两者变化趋势基本一致。由图可见, 我国东部地区中亚热带、北亚热带、暖温带、中温带和寒温带北界普遍北移, 以北亚热带和暖温带东段北移明显, 北移幅度可达

0.5 ~ 1.5 个纬度左右, 南亚热带和边缘热带北界变化不大. 我国西部地区除滇西南、青藏高原和内蒙古西部, 各气候带有北移或上抬趋势, 其它地区变化不大, 或略有南压或略有下移.



图 4 1951 ~ 1980 年和 1981 ~ 1999 年 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温(a)、 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 持续日数(b)对比图
实线为 1951 ~ 1980 年年积温, 虚线为 1951 ~ 1999 年年积温

同时由于我国 90 年代春、夏、秋、冬四季温度普遍高于 80 年代, 因而 90 年代 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温也明显高于 80 年代. 表 2 列出 16 个代表站不同时段与各 1951 ~ 1980 年积温差值, 可以看出, 西南、华南和黄河中游已由 80 年代下降区转为上升区. 全国大部地区积温大幅度提高, 这

将有利于自然区划界线继续北移

表 2 80, 90 年代 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温与 1951—1980 年 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温差值

	哈尔滨	北京	济南	上海	河源	郑州	武汉	成都	昆明	西安	兰州	西宁	乌鲁木齐	呼和浩特	太原	昌都
1999																
减	108	300	157	199	80		88	-59	161	104	137	148	66	212	149	55
1951~1980																
1981~1990																
减	38	277	146	136	-63	-11	14	-121	57	25	83	189	34	195	95	-74
1951~1980																
1991~1999																
减	185	326	168	269	238	22	171	12	277	191	196	103	103	231	210	-34
1951~1980																

气候变暖使温度带北移,但由于季节增温的不均匀,在一定程度上抑制了 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温的提高,因而对自然区域界线的影响将主要发生在我国东部的中纬度地区.随之而来的将是生态环境对气候变化的适应,由于自然植被和土壤对气候变化的响应有滞后过程,而农业生产活动是最容易通过对自然环境条件的适应、利用和改造以及对生物生命活动过程的促进和控制,使生物再生产过程按照人类的社会、经济和生态目的来进行.种植制度的改变正是人们适应气候变化,充分合理利用气候资源的重要佐证.江爱良指出华北地区两年三熟制已改为冬小麦-玉米 1 年平播两作^[14];林尔达发现辽宁冬小麦的北界已经从大连($38^{\circ} 54' \text{N}$)移到了沈阳($41^{\circ} 46' \text{N}$)^[15];方修琦从黑龙江省原水稻种植区内种植面积的显著增加及原水稻种植热量条件不足的北部(47°N 以北)地区推移扩展^[16]来证明气候确实在变暖,热量条件有所改善.

3 结论

(1) 80 年代以来,除西南和华南局地年均温有下降趋势外,全国大部气候变暖,增温幅度由南向北递增. 35°N 以北增温最为明显.增温季节以冬季最显著.

(2) 不同区域的季节增温不同.东部黄河以北地区一年四季皆增温;华中、华东地区冬春秋三季增温,夏季降温;华南地区则出现冬暖、春寒、夏秋热的气候特点.西北地区与中东部地区相似,“冬暖夏凉”.青藏高原除春季略有降温,夏、秋、冬三季均有不同程度的增温.而西南地区冬春季大范围降温,夏秋季有一定程度增温.

(3) 从年均温和四季温度年代际变化幅度看,90 年代增暖趋势远超过 80 年代,升温区在扩大,降温区在缩小,增温幅度明显提高.人们关注的西南降温区已不明显或正在逆转.但长江以南和新疆中部的夏季则正在变凉.

(4) 通过年和四季温度与 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温关系的分析,发现 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温对季节温度变化更敏感,因而积温的增幅往往不能与年均温的变化相匹配.由于气候变暖的季节分配不均,使广大冬季增温区对 10°C 积温来说成为无效增温,从而抑制了积温的提高.

(5) 根据近 19 年积温变化的分析,发现我国东部中亚热带、北亚热带、暖温带、中温带和寒温带普遍北移,以暖温带北移的幅度最大.南亚热带、边缘热带和我国西部地区气候带变化不大或略有南移.虽然,生态区系将滞后于气候带的移动,但在人类的干预下,我国东北和华北一些农作物的种植界限和种植制度已随气候变化而变化.

参 考 文 献

- 1 Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Climate Change 1995: The Science of Climate Change. Houghton J T, et al. eds. Cambridge: Cambridge Univ. Press, 1996. 141~143
- 2 Houghton J T, Jenkins G J, Ephraums J J, et al. Climate Change. The IPCC Scientific Assessment. Cambridge: UK. Cambridge Univ Press, 1990. 194~238
- 3 Goossens C, Berger A. How to Recognize an Abrupt Climatic Change? In: Berger W H, Labeyrie L D, eds. Abrupt Climatic Change: Evidence and Implication. Dordrecht: D. Reidel Publishing Company, 1987. 31 ~ 46
- 4 衣育红, 王绍武. 80 年代全球气候突然变暖. 科学通报, 1992, (6): 528~531
- 5 符淙斌, 王 强. 南亚夏季风长期变化中的突变现象及其与全球迅速增暖的同步性. 中国科学, B 辑, 1991, 21(6): 662~672
- 6 Bradley R S, Diaz H F, Jones P D, et al. Secular fluctuations of temperature over northern hemisphere land areas and mainland China since the mid-19th century. In: Ye D, Fu C, Chao J, et al. eds. The Climate of China and Global Climate. Beijing: China Ocean Press, 1987. 76~87
- 7 王绍武, 叶瑾林. 近百年全球气候变暖的分析. 大气科学, 1995, 19(5): 545~553
- 8 丁一汇, 戴晓苏. 中国近百年来的温度变化. 气象, 1994, 20(12): 19~26
- 9 陈隆勋, 邵永宁, 张清芬, 等. 近 40 年我国气候变化的初步分析. 应用气象学报, 1991, 2(2): 164~174
- 10 高素华, 丁一汇, 赵宗慈, 等. 大气中 CO₂ 含量增长后的温室效应对我国未来农业生产的可能影响. 大气科学, 1993, 17(5): 584~591
- 11 张厚瑄. 我国种植制度对全球气候变化响应的有关问题. I. 气候变化对我国种植制度的影响. 中国农业气象, 2000, 21(1): 9~13
- 12 Cruze E, Weldon J. Minitab Reference Manual. Pennsylvania : PA, State College, 1989
- 13 《中国自然地理》编辑委员会. 中国自然地理(气候). 北京: 科学出版社, 1984. 151~161
- 14 江爱良. 中国 40 年来气候变化的某些方面及其对农业的影响. 气候变化对中国农业的影响. 北京: 北京科学技术出版社, 1993. 205~209
- 15 Lin Erda. Modeling Chinese agriculture impact under globe climate change. Beijing: Chinese Agricultural Science and Technology Press, 1997. 61 ~ 68
- 16 方修琦, 盛静芬. 从黑龙江省水稻种植面积的时空变化看人类对气候变化影响的适应. 自然资源学报, 2000, 15(3): 213~217