

三江源湿地 与气候变化

高素华 刘 玲 等编

三江源湿地与气候变化

高素华 刘 玲 等编

气象出版社

内容简介

本书共分三个部分:第一部分利用近 55 年气象资料分析了三江源地区主要气象要素的时空分布和变化以及演变趋势。第二部分利用 RegCM-3 模式分析三江源地区气候变化与湿地的相互作用,第三部分是相关论文。这些研究成果不仅具有较高的学术价值,而且具有较好的实用性。该书可供从事气象、生态、环保、农业、林业、牧业等工作的领导和从事技术、业务、生产、教学人员阅读,也可供相关学科的大中专院校师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

三江源湿地与气候变化/高素华等编. —北京:气象出版社,2008. 8

ISBN 978-7-5029-4545-9

I. 三… II. 高… III. 沼泽化地-气候变化-研究-青海省
IV. P942.447.8 P467

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 093431 号

Sanjiangyuan Shidi Yu Qihou Bianhua

三江源湿地与气候变化

高素华 刘 玲 等编

出版发行:气象出版社

地 址:北京市海淀区中关村南大街 46 号

总 编 室:010-68407112

网 址:<http://cmp.cma.gov.cn>

责任编辑:陈 红

封面设计:王 伟

责任校对:赵 寒

印 刷:北京中新伟业印刷有限公司

开 本:787mm×1092mm 1/16

字 数:256 千字

版 次:2008 年 8 月第 1 版

定 价:30.00 元

邮政编码:100081

发 行 部:010-68409198

E-mail: qxcbs@263.net

终 审:纪乃晋

责任技编:陈 红

印 张:10

印 次:2008 年 8 月第 1 次印刷

本书如存在文字不清、漏印以及缺页、倒页、脱页等,请与本社发行部联系调换。

前 言

本书为科技部社会公益研究项目《三江源湿地的气候水文生态效应监测评估技术》(项目编号:2005DIB3J109)的主要研究成果之一,由中国气象科学研究院生态环境和农业气象研究所和青海省气象科学研究所共同完成。经过两年的努力已经完成了三江源地区气候变化及其与湿地的相互作用研究。此研究成果将为三江源地区退化湿地的修复、重建提供科学依据。

全书共分三个部分,其主要内容是:

第一部分为三江源地区近 55 年来的气候变化及演变趋势,包括气温(平均气温、平均最高气温、平均最低气温)、地温、降水、相对湿度、日照、风速等 8 个要素的时空分布和小波分析。(由高素华、刘玲、李凤霞、常国刚、梁宏、纪玲玲、刘荣华、李林等完成)

第二部分利用 RegCM-3 模式分析三江源地区湿地减少对区域气候的影响。主要包括:利用 RegCM-3 模式模拟三江源地区气候的可行性分析;利用 RegCM-3 模式模拟三江源地区气候的敏感性试验;利用 RegCM-3 模式定量分析湿地变化对气候变化的影响。(由纪玲玲、王兰宁、高素华、郭安红、刘玲、刘文泉等完成)

第三部分为相关课题论文。

本书在编辑过程中得到庄立伟、唐棣、于瀛等同志的帮助,在此表示感谢!

编者

2008 年 3 月

目 录

前言

第一部分 三江源地区气候变化

引言	(1)
1 资料来源及其处理	(2)
2 计算方法	(3)
3 气候变化	(4)
3.1 气温变化	(4)
3.1.1 年平均气温变化特征	(4)
3.1.2 平均最高气温变化特征	(9)
3.1.3 平均最低气温变化特征	(14)
3.1.4 小结	(19)
3.2 地温变化	(20)
3.2.1 年平均地温变化特征	(20)
3.2.2 四季(春、夏、秋、冬)平均地温变化特征	(21)
3.2.3 小结	(25)
3.3 降水变化	(25)
3.3.1 年降水量变化特征	(25)
3.3.2 四季(春、夏、秋、冬)降水量变化特征	(27)
3.3.3 小结	(30)
3.4 相对湿度变化	(30)
3.4.1 年平均相对湿度变化特征	(30)
3.4.2 四季(春、夏、秋、冬)平均相对湿度变化特征	(32)
3.4.3 小结	(36)
3.5 日照时数变化	(36)
3.5.1 年日照时数变化特征	(36)
3.5.2 四季(春、夏、秋、冬)日照时数变化特征	(38)
3.5.3 小结	(41)
3.6 风速变化	(41)
3.6.1 年平均风速变化特征	(41)
3.6.2 四季(春、夏、秋、冬)风速变化特征	(43)
3.6.3 小结	(46)
3.7 气候变化趋势分析	(47)

3.7.1	气温变化趋势	(47)
3.7.2	降水量变化趋势	(48)
3.7.3	小结	(50)

第二部分 利用 RegCM-3 模式探讨三江源地区 湿地减少对区域气候的影响

引言	(51)
1 湿地的概念	(52)
2 三江源湿地在气候变化研究中的重要意义	(52)
2.1 三江源地区湿地概况	(53)
2.2 三江源地区气候和自然条件演变	(53)
3 三江源地区气候变化及其与湿地的相互作用	(54)
3.1 气候变化对湿地的影响	(54)
3.1.1 对湿地面积和分布的影响	(55)
3.1.2 对湿地生态系统结构和功能的影响	(55)
3.1.3 对湿地生态系统的温室气体源汇的影响	(56)
3.2 湿地对气候变化的影响	(56)
3.2.1 湿地的三种主要类型及其对气候变化的影响	(57)
3.2.2 湿地温室气体排放与气候变化	(58)
3.2.3 湿地对局地小气候的影响	(58)
4 利用 RegCM-3 模式对三江源地区气候模拟的可行性分析	(58)
4.1 模式简介及其在中国的应用举例	(59)
4.2 模式模拟三江源地区气候可行性分析	(60)
4.2.1 连续积分与间断积分两种模拟结果分析	(60)
4.2.2 标准试验模拟结果分析	(62)
4.3 小结	(63)
5 RegCM-3 模式模拟三江源地区气候的敏感性试验	(64)
5.1 改变地表特征模拟试验(以下简称 R2)敏感性分析	(64)
5.1.1 试验设计方案介绍	(64)
5.1.2 R2 模拟结果与 R1 模拟结果对比分析	(64)
5.2 改变植被参数模拟试验(以下简称 R3)敏感性分析	(67)
6 利用 RegCM-3 模式定量分析湿地变化对气候变化的影响	(71)
6.1 试验说明	(71)
6.1.1 试验设计方案简介	(71)
6.1.2 下垫面说明	(71)
6.2 湿地退化对三江源地区各站主要气象要素的影响	(72)
6.3 湿地退化引起三江源地区气候的变化	(74)
6.3.1 面积权重法	(74)

6.3.2 湿地退化后的气候变化	(75)
6.3.3 R4 和 R5 模拟气候要素差值变化趋势	(78)
6.4 三江源西部地区湿地消长与区域气候变化关系	(78)
6.4.1 西部地区湿地与气候变化对比	(78)
6.4.2 分析西部地区四季 15 年总变化规律	(80)
6.4.3 结论	(80)
6.5 玛多模拟试验	(80)
7 结论与讨论	(82)
7.1 结论	(82)
7.1.1 利用三江源地区实测资料统计并分析了其气候变化趋势	(82)
7.1.2 RegCM-3 模拟三江源地区气候的可行性试验和敏感性试验	(83)
7.1.3 利用 RegCM-3 模拟定量分析湿地变化对气候变化的影响	(83)
7.2 本研究的创新点	(84)
7.3 讨论	(84)
7.3.1 本研究的局限性	(84)
7.3.2 今后的研究展望	(84)
参考文献	(86)

第三部分 三江源湿地与气候变化有关专题论文

近 43 年来三江源地区气候变化趋势及其突变研究	(89)
三江源地区气候突变及未来演变趋势分析	(97)
三江源地区土壤储水量动态变化规律	(106)
玛多湿地的热通量变化初探	(112)
三江源地区湿地修复技术研究	(119)
青海省降水与干旱地段土壤水分关系研究	(128)
青海省自然灾害灾情与特征分析	(143)

第一部分 三江源地区气候变化

引 言

三江源地区地处素有世界屋脊之称的青藏高原腹地,气候严酷,地势高峻,自然条件十分恶劣。三江源地区气候及生态环境的变化不仅直接影响当地资源开发利用和经济建设,而且对全国乃至全球气候变化及生态平衡起着极其重要的作用。但是,近几十年来,由于三江源地区气候变化总体上呈现出气温升高、降水减少和蒸发量增大的暖干化趋势,并导致湖泊萎缩、河流干涸和冰川退缩等水资源减少与草场退化、土壤沙化、盐渍化和水土流失等一系列的生态环境退化问题。过去的研究多注重于高原整体气候变化、突变及其与我国东部气候变化的比较,而对于三江源地区气候变化的研究虽有报告,但是随着时间的变迁和最新气候资料的不断积累,有必要进一步了解三江源地区这一独特的地理环境及其组成单元气候变化的最新特点,因此,在对三江源地区整体气候变化及其突变情况给予关注的同时,对其组成单元气候变化特点也应予以重视。

张占峰等利用长江、黄河、澜沧江三江源地区 18 个气象台站 1961—1999 年的气象资料,统计并分析了降水、热量、光照以及蒸发量等气象要素近 39 年来的变化趋势、年代际变化特征,揭示了三江源地区气候资源变化的实际情况。结果表明:(1)三江源地区降水资源呈弱的减少趋势,20 世纪 60 年代、70 年代、90 年代为少雨时段,尤其是 90 年代为一干旱时期,80 年代为降水最为丰沛的时期。冬、春两季降水递增明显,尤其是冬季十分显著。(2)三江源地区的热量资源增加是明显的,年平均气温和 $\geq 0^{\circ}\text{C}$ 的积温的气候倾向率分别为 $0.158^{\circ}\text{C}/10\text{a}$ 和 $235.3^{\circ}\text{C}/10\text{a}$,而且热量的增加在全年各季均有反映。李林、朱西德等利用 EOF 等方法通过计算 1962—2001 年 40 年来三江源地区 16 个气象台站气温、降水、蒸发资料,分析了三江源地区近 40 年来气候变化的异常特征及其对生态环境的影响,结果表明:三江源地区气候变化表现为气温升高,降水减少和蒸发增大的干旱化气候变化趋势。在不合理的人类经济活动和气候干旱化的共同作用下,导致三江源地区水资源的短缺和生态环境的荒漠化。李林、李凤霞等利用三江源地区 14 个气象台站 1962—2004 年气温、降水量资料,分析了该地区气候变化趋势及其突变情况。研究表明:近 53 年来,三江源地区气温普遍升高,年及夏、秋季降水量的变化呈微弱减少趋势,而冬、春季降水量呈现出显著增加趋势,气候暖湿变化表现出不同季节性,四季及年蒸发量变化呈逐年增大趋势。

李林等两次研究得出的降水量总体变化趋势有所差别,主要原因在于两次选择的测站数量不同,分析的时间长短不同,使用的方法也各异。这些都会导致结果不同。

本文利用近 55 年气象资料对三江源地区的气温(平均气温、平均最高气温、平均最低气

温)、地温、降水、相对湿度、日照时数、风速的时空变化进行了较详细的分析,并对其距平进行了小波分析,同时还利用统计方法分析了气候变化趋势。由此较系统地揭示了三江源地区的气候变化特征。

1 资料来源及其处理

本研究采用三江源地区 18 个气象观测站逐月的资料。气象要素包括平均气温、最高气温、最低气温、地温、降水量、相对湿度、日照时数、风速。这些资料来自青海省气象局信息中心气象资料室。逐年的数据按照国家地面气象观测规范的要求通过计算得到。

资料年代:本研究涉及的 18 个站点建站时间不同、不同要素开始观测的时间也不完全一致。为了获得较长时间的序列,我们对不同要素所采用的时间段不完全一致,站点也不完全一致。下面对资料年代做具体介绍:

①年平均气温、日照时数、降水量、相对湿度、风速五个要素所用资料年代为 1953—2005 年。

②最高温度、最低温度、地温资料年代为 1962—2004 年。

三江源地区各要素平均值的计算:

关于年平均气温、日照时数、降水量、相对湿度、风速五个要素,20 世纪 50 年代只有玉树和玛多两个站有上述观测资料。50 年代的平均值是这两个站的平均值,代表全区的平均。

20 世纪 60 年代的平均是去掉甘德(1976 年建站)、班玛(1966 年建站)、治多(1968 年建站)以外的 15 个站点的平均。70 年代为 17 个站点(去除甘德)的平均。80 年代以后为 18 个站点的平均。

由于各年代站点数不一致,对计算多年平均值是否会产生影响?对评估三江源地区近 50 年的气候变化会有多大的影响?为了回答这些疑问,本研究对采用不同站点计算区域多年平均值进行了对比分析,得到以下结果,如表 1.1 所示。

文中空间分布图是采用 1971—2000 年,30 年平均值。

表 1.1 三江源地区不同站点计算区域平均值对比分析结果

要素	1952—2005 年 15 个站	1962—2005 年 17 个站	偏差	单位
	区域平均值	区域平均值		
日照时数	2581.1	2604.3	23.2	h
相对湿度	58.6	58.8	0.2	%
气温	0.79	0.68	0.11	℃
降水量	465.8	473.8	8.0	mm
风速	2.45	2.45	0.0	m/s

由图 1.1 和表 1.1 可见,15 个站和 17 个站点的要素变化趋势是一致的。除了年平均气温两者差值较明显外,其他三个要素差值很小。在分析长序列气候变化时可以忽略不计。风速的变化完全一致(图略)。年平均温度 20 世纪 50 年代、60 年代平均差也在±0.1℃以下,也小于器差(干湿球±0.2℃),所以本研究在计算多年平均值时采用了上述办法。这样做对周期分析也是有利的。

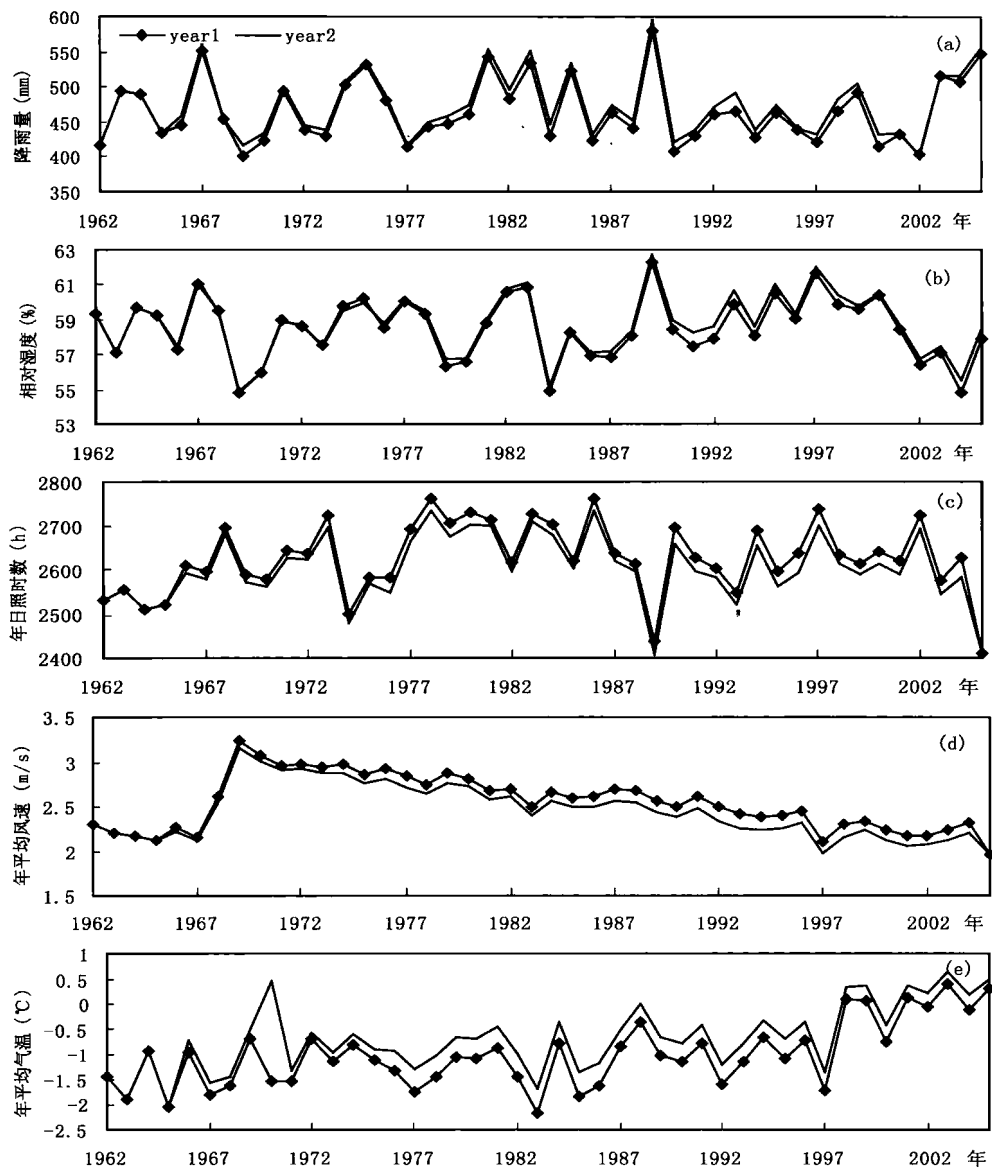


图 1.1 三江源地区不同站点计算区域平均值对比分析
(year1: 15 个站点区域平均 year2: 17 个站点区域平均)

2 计算方法

本文以 $f(t)$ 表示随时间变化的可测函数, $\psi(t)$ 表示时间域的小波函数, $\psi(w)$ 表示频率域的小波函数。如果 $\psi(t)$ 和 $\psi(w)$ 分别满足下述条件:

$$\int_R \psi(t) dt = 0 \tag{1.1}$$

$$\int_{R^*} [|\psi(w)|^2 / |w|] dw < \infty \quad (1.2)$$

式中 R 定义为整个实数轴, R^* 定义为非零实数全体, 则对任意的一对实数 (a, b) , 其中实数 a 必须为非零实数, 称下面的函数

$$\psi_{a,b}(t) = |a|^{-1/2} \psi(t - b/a) \quad (1.3)$$

为由小波母函数 $\psi(t)$ 生成的依赖于参数 a, b 的连续小波函数, 简称小波。

对于任意随时间变化的可测函数 $f(t)$, 其小波变换的连续形式为:

$$W_f(a, b) = |a|^{-1/2} \int_R f(t) \psi(t - b/a) dt \quad (1.4)$$

小波变换的高频形式为:

$$W_f(a, b) = |a|^{-1/2} \Delta t \sum_{i=1}^n f(i\Delta t) \psi[(i\Delta t - b)/a] \quad (1.5)$$

式中 Δt 为样本的时间间隔, n 为样本量。

本文取小波母函数 $\psi(t)$ 为:

$$\psi(t) = (1 - t^2)(1/\sqrt{2\pi})e^{-t^2/2} (-\infty < t < \infty) \quad (1.6)$$

3 气候变化

3.1 气温变化

3.1.1 年平均气温变化特征

3.1.1.1 年平均气温空间分布

三江源地区年平均气温的分布趋势如图 1.2 所示。由图可见, 平均气温变化在 $4 \sim -6^\circ\text{C}$ 之间。年平均气温的低值中心在中部的清水河 (-6°C), 高温区在囊谦、班玛 ($3 \sim 4^\circ\text{C}$)。清水河以西地区年平均气温由东南向西北逐渐减少, 囊谦 4°C 左右, 五道梁 $-5 \sim -6^\circ\text{C}$ 。清

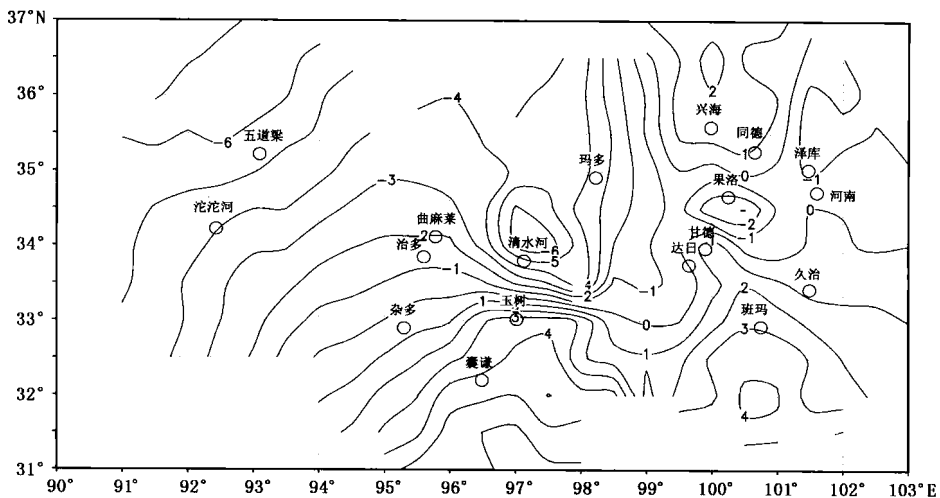


图 1.2 30 年平均(1975-2004)气温分布图($^\circ\text{C}$)

水河以东地区,年平均气温在果洛以南地区由南向北递减,班玛年平均气温为 3°C 。果洛最低(-2°C),果洛以北地区,年平均气温的分布由南向北递增,兴海在 1°C 以上。平均来看,东部高于西部。

3.1.1.2 年平均气温时间变化

三江源地区 1953—2005 年,年平均气温为 -0.70°C 。由图 1.3 和图 1.4 可见,年平均温度最高的年份为 2003 年达 0.65°C ,比多年平均高 1.35°C 。年平均气温最低的年份为 1953 年(-2.73°C)。比多年平均低 2.03°C 。从年代际来看,20 世纪 50 年代平均为 -1.14°C ,在 8 年中有 6 年为负距平。60 年代平均气温为 -1.13°C ,高于 50 年代但仍低于多年平均,在 10 年中有 8 年为负距平、2 年为正距平。70 年代平均气温为 -0.90°C ,在 10 年中有 6 年为负距平、4 年为正距平。80 年代平均气温为 -0.80°C ,10 年中有 5 年为负距平、5 年为正距平。90 年代平均温度为 -0.48°C ,在 10 年中有正距平为 6 年、负距平为 4 年。2001—2005 年平均气温为 0.40°C ,5 年全为正距平。由上述分析可见,三江源地区年平均气温呈逐年增加的趋势,从 90 年代开始增温更为明显。

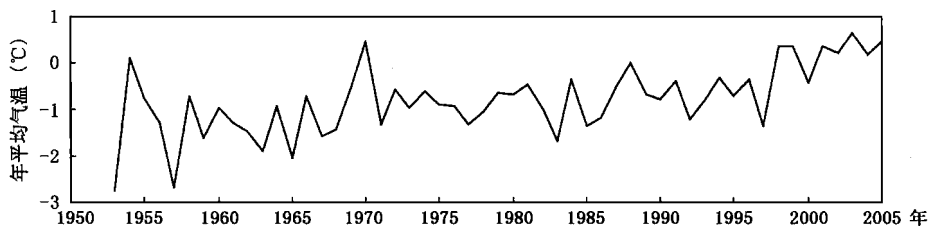


图 1.3 年平均气温时间变化图

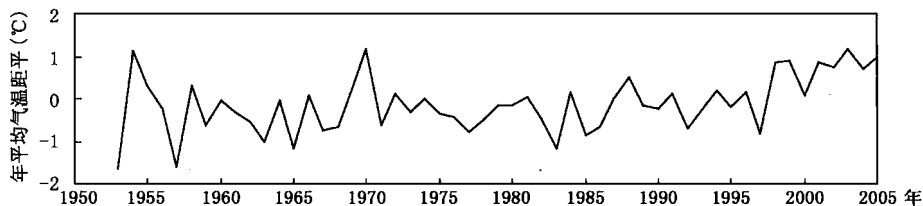


图 1.4 年平均气温距平时间变化

3.1.1.3 年平均气温突变分析——距平小波分析

对三江源地区年平均气温距平数据集进行小波变换(图 1.5)。图中上半部分为低频区,下半部分为高频区,图中等值线为小波参数值,间隔为 0.2(下同),正值中心为暖中心,负值中心为冷中心。图中纵坐标为频率参数,以年为单位;横坐标为时间(年)(下同)。由图可见,年平均气温在 23~25 年周期振荡较激烈,有三次突变,突变点分别在 1966 年附近、1982 年附近、1996 年附近。1966 年之前年平均气温为偏低期。1967—1982 年为偏高期,1983—1996 年为偏低期,1996 年之后为偏高期。此外,在 10 年周期 1985—2005 年有一次突变,突变点在 1993 年,1993 年之前为偏高期,1993 年之后为偏低期。1999 年之后年平均气温又以正距平为主,21 世纪前 10 年气温偏高的可能性大。

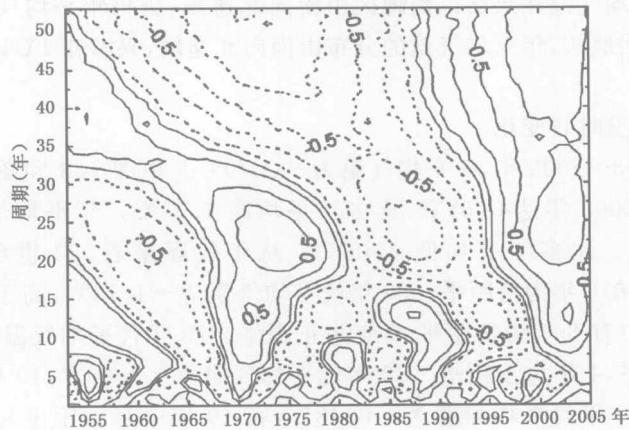


图 1.5 年平均气温距平小波分析

3.1.1.4 四季(春、夏、秋、冬)平均气温时间变化

冬季(1月)平均气温

三江源地区冬季(1月)平均气温,多年(1953—2005年)平均值为 -12.26°C ,由图 1.6 和图 1.7a 可见,在 53 年中冬季平均温度最低的年份是 1963 年,为 -16.26°C ,气温最高的是 2005 年,为 -9.91°C 。从年代际变化来看:20 世纪 50 年代冬季平均气温为 -13.17°C ,在 8 年中有 5 年为负距平、3 年为正距平。60 年代冬季平均气温为 -13.32°C ,在 10 年中有 7 年为负距平、3 年为正距平。70 年代冬季平均气温为 -12.14°C ,在 10 年中有 5 年为负距平、5 年为正距平。80 年代冬季平均气温为 -11.98°C ,在 10 年中有 4 年为负距平、6 年为正距平。90 年代冬季平均气温为 -12.22°C ,在 10 年中有 6 年为负距平、4 年为正距平。2001—2005 年冬季平均气温为 -10.62°C 。从年代际变化看,60 年代冬季平均气温最低,次之为 50 年代,再次之为 90 年代,冬季平均气温 2001 年之后增温明显。90 年代相对较低,这种变化趋势不同于其他地区。

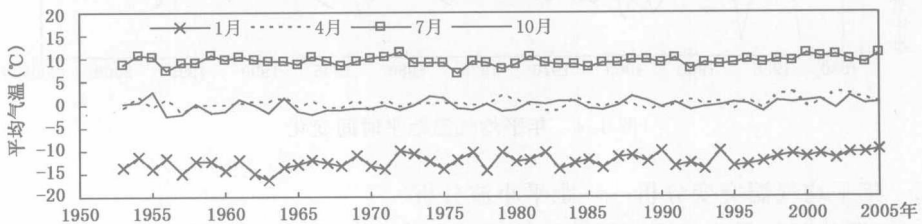


图 1.6 四季(春、夏、秋、冬)平均气温时间变化

春季(4月)平均气温

三江源地区春季(4月)平均气温,1953—2005 年平均为 0.21°C 。由图 1.6 和图 1.7b 可见,在 53 年中气温最高的是 1999 年,为 2.53°C ,比多年平均高 2.32°C ;气温最低的是 1957 年,为 1.82°C ,比多年平均低 1.61°C 。从年代际来看,20 世纪 50 年代春季平均为 -0.21°C ,在 8 年中有 6 年为负距平。60 年代春季平均气温为 -0.003°C ,在 10 年中有 4 年为负距平、6 年为正距平。70 年代春季平均气温为 0.30°C ,在 10 年中有 5 年为负距平、5 年为正距平。80 年代春季平均气温为 -0.40°C ,在 10 年中有 8 年为负距平、2 年为正距平。90 年代春季

平均气温为 0.45°C ，在 10 年中有 4 年为负距平、6 年为正距平。2001—2005 年春季平均气温为 1.28°C ，5 年全为正距平。从年代际变化看，80 年代春季平均气温最低，次之为 50 年代，90 年代之后春季平均温度增温明显，2001 年之后更为明显。

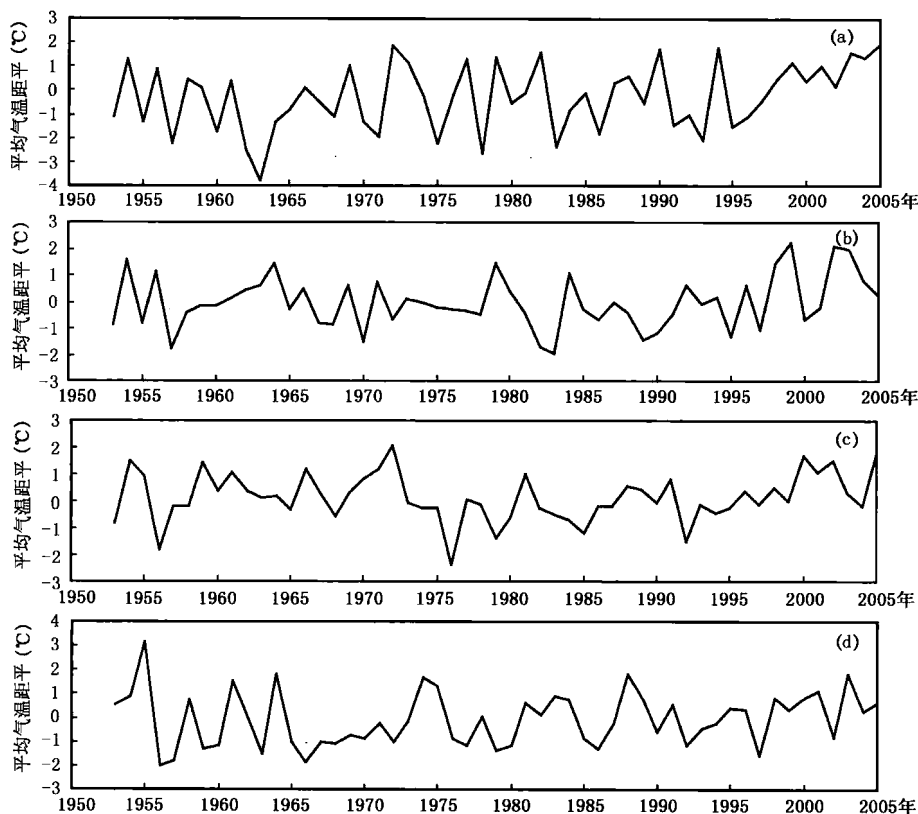


图 1.7 四季[冬(a)、春(b)、夏(c)、秋(d)]平均气温距平时间变化

夏季(7月)平均气温

三江源地区夏季(7月)1953—2005 年平均气温为 9.41°C 。由图 1.6 和图 1.7c 可见，夏季平均温度最高的年份是 1972 年，为 11.29°C ，比多年平均高 1.88°C ；气温最低的是 1997 年，为 6.92°C ，比多年平均低 2.49°C 。从年代际看，20 世纪 50 年代夏季平均气温为 9.49°C ，在 8 年中有正负距平各为 4 年。60 年代夏季平均气温为 9.56°C ，10 年中有 4 年为负距平、6 年为正距平。70 年代夏季平均气温为 9.09°C ，10 年中有 8 年为负距平、2 年为正距平。80 年代夏季平均气温为 9.20°C ，10 年中有 7 年为负距平、3 年为正距平。90 年代夏季平均气温为 9.40°C ，在 10 年中有 6 年为负距平、4 年为正距平。2001—2005 年夏季平均气温为 10.19°C ，5 年中有 1 年为负距平。70 年代夏季平均气温最低，次之为 80 年代，90 年代比 80 年代高，但仍低于多年平均，2001 年以后夏季平均温度升高明显。

秋季(10月)平均气温

三江源地区秋季(10月)1953—2005 年平均气温为 -0.14°C 。由图 1.6 和图 1.7d 可见，秋季平均气温最高的年份是 1955 年，为 2.75°C ，比多年平均高 2.95°C ；气温最低的年份

是1956年,为 -2.57°C ,比多年平均低 2.43°C 。从年代际变化看,20世纪50年代秋季平均气温为 -0.54°C ,在8年中有正负距平各为4年。60年代秋季平均气温为 -0.71°C 。在10年中有8年为负距平,2年为正距平。70年代秋季平均气温为 -0.27°C 。在10年中有6年为负距平,4年为正距平。80年代秋季平均气温为 0.20°C ,在10年中有6年为正距平,4年为负距平。90年代秋季平均气温为 0.02°C ,10年中有4年为负距平,6年为正距平。2001—2005年秋季平均气温为 0.62°C ,5年中有1年为负距平。60年代平均气温最低,50年代次之,80年代高于90年代,最高仍为2001—2005年。

3.1.1.5 四季平均气温突变分析

冬季(1月)

对三江源地区冬季平均气温距平数据集进行小波变换(图1.8a)。由图可见,在45年周期中,冬季平均气温有一次突变,突变点在1986年附近,1986年之前为偏低期,1986年之后为偏高期。在25年周期中有三次突变,突变点在1970年附近、1984年附近、1998年附近。1970年之前为偏低期,1970—1984年为偏高期,1985—1998年为偏低期,1998年之后为偏高期,在高频区10年周期1985—2000年有一次突变,突变点在1993年。1993年之前平均气温偏高,1993年之后偏低。2000年之后平均气温以升高为主。21世纪初冬季气温偏高的可能性大。

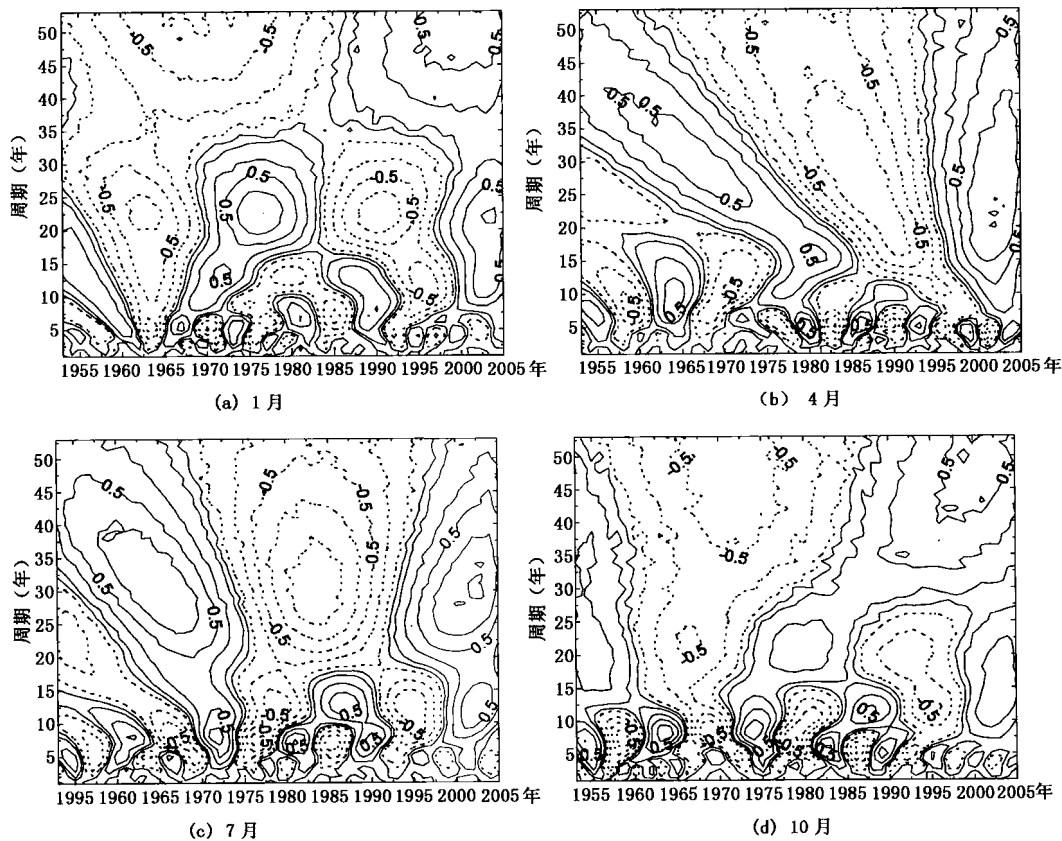


图 1.8 四季平均气温距平小波分析

春季(4月)

对三江源地区春季(4月)平均气温距平数据集进行小波变换(图 1.8b)。由图可见,在 30 年周期里,春季平均气温有两次突变,突变点在 1977 年和 1995 年附近,1977 年之前为偏高期,1977—1995 年为偏低期,1995 年之后为偏高期。在中频区 10~12 年周期里,1955—1975 年也有两次突变,突变点在 1961 年附近和 1968 年附近。1961 年之前为降温期,1961—1968 年为升温期,1968 年之后为降温期。20 世纪 80 年代之后 5 年周期振荡强烈,有多个突变点。

夏季(7月)

对三江源地区夏季(7月)平均气温距平数据集进行小波变换(图 1.8c)。由图可见,在 33 年周期里,三江源地区夏季平均气温有两次突变,突变点在 1975 年附近和 1994 年附近,1975 年之前为平均气温偏高期,1975—1994 年为偏低期,1994 年之后为偏高期。在中频区 12 年周期里,1975—2005 年振荡强烈,有三次突变,突变点在 1980 年附近、1992 年附近和 1999 年附近。1980 年之前为偏低期,1980—1992 年为偏高期,1993—1999 年为偏低期,1999 年之后为偏高期。高频区以 5~7 年周期振荡为主。有多个突变点。

秋季(10月)

对三江源地区秋季(10月)平均气温距平数据集进行小波变换(图 1.8d)。由图可见,在 35~45 年周期里,秋季平均气温有两次突变,突变点在 1962 年附近和 1985 年附近。1962 年之前为偏高期,1962—1985 年为偏低期。1985 年之后为偏高期,秋季平均气温在高频区振荡激烈,1985 年之前以 8 年周期振荡最为激烈,1985 年之后以 5 年周期振荡为主。1985 年之前,有 4 次突变,突变点在 1962 年附近、1966 年附近、1972 年附近、1982 年附近。1962 年之前为偏低期,1962—1966 年为偏高期,1967—1972 年为偏低期,1973—1982 年以偏高为主,但也有负距平出现,1982 年以后为偏低期。

3.1.2 平均最高气温变化特征
3.1.2.1 年平均最高气温空间分布

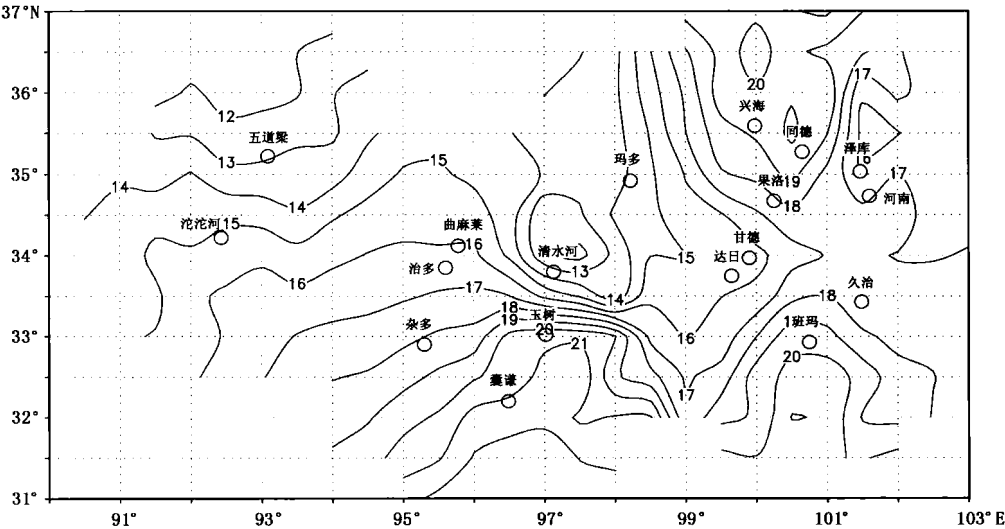


图 1.9 30 年(1975—2004)年平均最高气温分布图(℃)

三江源地区年平均最高温度总的分布形势,和年平均气温、年平均最低气温分布基本一致,也是由南向北递减(图 1.9),东部高于西部。低值中心仍在中部清水河附近,而且中部平均最高气温变差较大,清水河在 13℃左右,而玉树在 21℃左右。东部变差较小,班玛在 20℃左右,兴海为 19℃。西部(清水河、玉树以西)分布由东南向西北递减,囊谦为 19℃左右,五道梁 13℃左右。

3.1.2.2 年平均最高气温时间变化

三江源地区 1962—2004 年 43 年平均最高气温为 16.89℃。由图 1.10 可见,在 43 年中,年平均最高气温出现在 2001 年,达 19.52℃。最低的出现在 1976 年为 14.56℃。从年代际来看,20 世纪 60 年代平均最高气温为 16.34℃,9 年均均为负距平(图 1.11)。20 世纪 70 年代最高气温平均为 16.75℃,在 10 年中有 5 年为负距平、5 年为正距平。80 年代年平均最高气温平均为 16.71℃,10 年中有 7 年为负距平、3 年为正距平。90 年代年平均最高气温为 17.16℃,10 年中正负距平各为 5 年。2001—2005 年年平均最高气温为 18.22℃,5 年均均为正距平。60 年代最低,80 年代次之,90 年代开始增温明显。2001—2005 年增温最多。

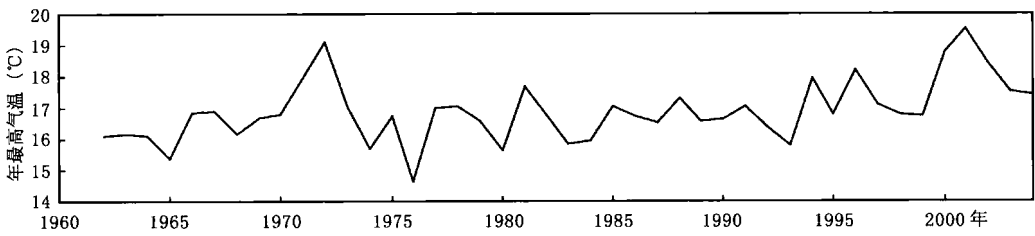


图 1.10 年平均最高气温时间变化

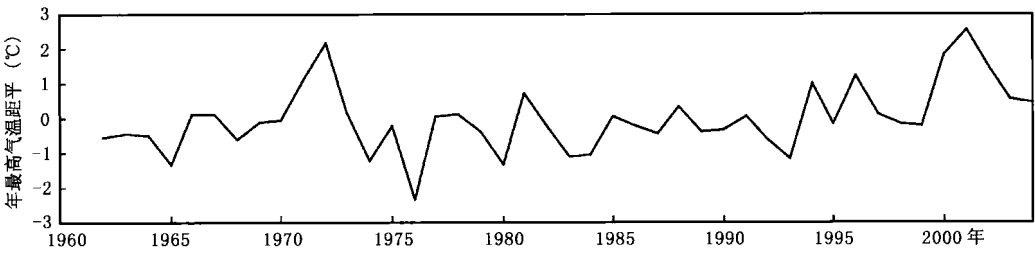


图 1.11 年平均最高气温距平时间变化

3.1.2.3 年平均最高气温距平小波分析

对三江源地区年平均最高气温距平数据集进行小波变换(图 1.12)。由图可见,在时间频率 25 年附近,年平均最高气温有两次突变,突变点在 1978 年附近和 1993 年附近。1978 年之前为最高气温升温期,1978—1993 年为降温期。1993 年之后为升温期,中频区 12 年周期有 5 个突变点,位于 1968 年附近、1976 年附近、1983 年附近、1991 年附近、1998 年附近。1968 年之前为降温期,1968—1976 年为明显升温期,1977—1983 年为明显的降温期,1984—1992 年为升温期,1992—1998 年为降温期,1998 年之后为升温期。