

HUNAN
ZHUYAO QIXIANG ZAIHAI

湖南主要 气象灾害

廖玉芳 张剑明 蔡荣辉 陈湘雅 编著



湖南大学出版社

湖南主要气象灾害

廖玉芳 张剑明 蔡荣辉 陈湘雅 编著

湖南大学出版社

内 容 简 介

本书分析并总结了湖南省暴雨洪涝、气象干旱、冰冻、高温及降雨型地质灾害等主要气象灾害的气候特征及演变规律,并对极端气象灾害案例进行了气象成因的探讨和总结。全书共分七章,分别为:引论、资料及方法、暴雨洪涝、气象干旱、冰冻、高温、降雨性地质灾害。

本书图文并茂,实用性较强,易于阅读,可作为广大气象预报人员、有关院校师生及农业、林业、水利、电力、交通、保险、规划等行业技术人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

湖南主要气象灾害/廖玉芳,张剑明,蔡荣辉,陈湘雅编著.

—长沙:湖南大学出版社,2011.5

ISBN 978-7-81113-981-5

I. ①湖… II. ①廖… ②张… ③蔡… ④陈… III. ①气象灾害—研究—湖南省
IV. ①P429

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 081423 号

湖南主要气象灾害

Hunan Zhuyao Qixiang Zaihai

编 著:廖玉芳 张剑明 蔡荣辉 陈湘雅

责任校对:祝世英

责任编辑:卢 宇

责任印制:陈 燕

出版发行:湖南大学出版社

社 址:湖南·长沙·岳麓山

邮 编:410082

电 话:0731-88822559(发行部),88821315(编辑室),88821006(出版部)

传 真:0731-88649312(发行部),88822264(总编室)

电子邮箱:pressluy@hnu.edu.cn

网 址: <http://hnupress.com>

印 装:衡阳顺地印务有限公司

开本:787×1092 16 开

印张:10.5

字数:243 千

版次:2011 年 5 月第 1 版

印次:2011 年 5 月第 1 次印刷

书号:ISBN 978-7-81113-981-5/P·3

定价:52.50 元

版权所有,盗版必究

湖南大学版图书凡有印装差错,请与发行部联系

前 言

随着社会经济的不断发展和全球气候的变化,极端气象灾害发生频率和危害程度已增大增强,并对我省社会经济发展产生诸多影响。2008年1月中旬至2月初发生在我国南方地区的低温雨雪冰冻天气所造成的影响告诉我们:任何一种气象灾害只要发生时段适宜、其强度或持续时间构成极端天气气候事件,都可产生巨大的灾害损失。湖南省科技厅将“湖南省极端气象灾害预警评估技术体系研究与示范”立项为湖南省2008年科技重大专项,这是湖南省组织实施重大科技专项以来首个公共安全领域的重大科技专项。该项目拟通过组织开展湖南极端气象灾害的预警评估技术的专项研究,建立一整套科学规范的防灾救灾技术体系,提高气象灾害预测预报和预警水平,提高政府各部门和农业、电力、交通等高影响行业的应急响应能力,尽量减少气象灾害带来的人员伤亡和经济损失。

本书为“湖南省极端气象灾害预警评估技术体系研究与示范”第一课题研究内容,对湖南暴雨洪涝、气象干旱、冰冻、高温、降雨型地质灾害等主要气象灾害的气候特征及演变规律进行了分析总结,并对极端气象灾害成因进行了探讨,以期能对防御湖南主要气象灾害提供气候背景信息。

全书共分七章。第一章:引论;第二章:资料及方法;第三章:暴雨洪涝;第四章:气象干旱;第五章:冰冻;第六章:高温;第七章:降雨型地质灾害。

本书编著过程中,李超、段丽洁、彭嘉栋参与了资料的统计整理工作,在此表示最诚挚的感谢。

由于我们编写水平有限,书中不可避免地存在错误或不足,敬请读者和专家予以批评指正,我们不胜感谢。

编 者

2011年2月

目 次

1 引 论

1.1 极端天气气候事件案例	1
1.2 湖南主要气象灾害	2
1.3 相关定义	3
1.4 气象灾害规律研究进展	5
参考文献	5

2 资料及方法

2.1 资 料	7
2.2 方 法	8
2.2.1 线性回归	8
2.2.2 曼肯德尔法	9
2.2.3 滑动 t 检验	10
2.2.4 小波分析	10
2.2.5 经验正交函数与旋转经验正交函数	11
2.2.6 标准差和相似系数	12
参考文献	12

3 暴雨洪涝

3.1 时空分布特征	14
3.1.1 空间分布特征	14
3.1.2 时间分布特征	18
3.1.3 空间分型	22

3.2 气候变化特征	25
3.2.1 趋势变化	25
3.2.2 年代际变化	29
3.3 周期变化	33
3.3.1 Morlet 小波分析	33
3.3.2 特征时间尺度下的转折分析	36
3.4 突 变	38
3.4.1 Mann-Kendall 检验	38
3.4.2 滑动 t 检验	39
3.5 暴雨洪涝过程个例分析	41
3.5.1 2002 年 5 月 13~14 日暴雨洪涝过程	41
3.5.2 2002 年 6 月 28 日~7 月 1 日暴雨洪涝过程	43
3.5.3 2010 年 5 月 13~14 日暴雨洪涝过程	45
3.5.4 2010 年 6 月 18~20 日暴雨洪涝过程	46
3.5.5 2010 年 6 月 23~24 日暴雨洪涝过程	48
参考文献	50

4 气象干旱

4.1 时空分布特征	52
4.1.1 空间分布特征	52
4.1.2 时间分布特征	59
4.1.3 空间分型	60
4.2 气候变化特征	63
4.2.1 趋势变化	63
4.2.2 年代际变化	66
4.3 周期变化	77
4.3.1 Morlet 小波分析	77
4.3.2 特征时间尺度下的转折分析	79
4.4 突 变	81
4.4.1 Mann-Kendall 检验	81
4.4.2 滑动 t 检验	82
4.5 干旱个例分析	83
4.5.1 1991 年夏秋干旱	83
4.5.2 2003 年夏秋干旱	83

4.5.3 2005 年夏秋干旱	85
参考文献	86

5 冰 冻

5.1 时空分布特征	88
5.1.1 空间分布特征	88
5.1.2 时间分布特征	88
5.1.3 空间分型	90
5.2 气候变化特征	92
5.2.1 趋势变化	92
5.2.2 年代际变化	94
5.3 周期变化	97
5.3.1 Morlet 小波分析	97
5.3.2 特征时间尺度下的转折分析	99
5.4 突 变	100
5.4.1 Mann-Kendall 检验	100
5.4.2 滑动 t 检验	101
5.5 冰冻天气的大气环流特征	102
5.5.1 典型特征	102
5.5.2 个例分析	103
参考文献	108

6 高 温

6.1 时空分布特征	110
6.1.1 空间分布特征	110
6.1.2 时间分布特征	112
6.1.3 空间分型	113
6.2 气候变化特征	121
6.2.1 趋势变化	121
6.2.2 年代际变化	123
6.3 周期变化	131
6.3.1 Morlet 小波分析	131
6.3.2 特征时间尺度下的转折分析	134
6.4 突 变	135

6.4.1 Mann-Kendall 检验	135
6.4.2 滑动 t 检验	135
6.5 高温天气大气环流特点	136
6.5.1 主要大气环流特征	136
6.5.2 个例分析	137
参考文献	144
7 降雨型地质灾害	
7.1 时空分布特征	146
7.1.1 空间分布特征	146
7.1.2 时间分布特征	146
7.2 降雨型地质灾害气象条件	150
7.2.1 大气环流特征	150
7.2.2 动力条件	153
7.2.3 水汽条件	154
7.3 个例分析	155
7.3.1 1998 年地质灾害与大气环流	155
7.3.2 2006 年地质灾害与大气环流	156
参考文献	158

1 引 论

在全球气候变暖大背景下,极端天气气候事件发生的频率越来越高,强度越来越大,对经济社会发展和人民福祉安康的威胁日益加剧。本章概要性地介绍了近年来发生在全球、中国及湖南的一些极端天气气候事件案例,给出了湖南省气象灾害种类及主要气象灾害的相关概念与定义,描述性地介绍了国内对有关气象灾害发生规律的研究进展。

1.1 极端天气气候事件案例

(1) 近年来全球极端天气气候事件个例

2006 年印度洋特大海啸造成 20 多万人死亡;2008 年 1~2 月暴风雪、严寒、低温、雨雪和冰冻天气席卷欧洲东南部经中亚至中国等多个国家和地区,多个地区遭遇数十年乃至百年不遇的罕见严寒冰冻天气,导致逾千人死亡。2008 年 8 月中旬至 9 月中旬大西洋热带风暴“费伊”,飓风“古斯塔夫”、“汉娜”和“艾克”相继袭击加勒比海岛国和美国,共造成至少 832 人死亡,其中“汉娜”和“艾克”为加勒比海岛国近 48 年来最严重的飓风灾害。2009 年 9 月澳大利亚强沙尘暴横扫昆士兰州和新南威尔士州,并推至澳大利亚东海岸,为近 70 年来罕见的极端天气。2009—2010 年一场场罕见的寒流暴雪天气使得北半球的中国、韩国、日本、美国、俄罗斯、德国、英国等地出现极端性寒流,600 多人因寒冷死亡;韩国首尔积雪深度刷新 1937 年以来的历史纪录;墨西哥最低气温打破 124 年来的纪录。2010 年 4 月印度遭高温热浪袭击,各地最高气温纷纷刷新历史纪录:新德里 17 日最高气温达 43.7℃,创下 52 年以来 4 月气温新高,高温热浪造成至少 114 人死亡;5 月印度西北部最高气温接近 50℃,高温热浪致使印度近 1 亿人口受到罕见旱情威胁,导致近 300 人死亡。2010 年 10 月 18 日,超强台风“鲇鱼”在菲律宾吕宋岛东北部沿海登陆,登陆时中心附近最大风力达到 17 级以上(68 m/s),是近 20 年以来西北太平洋和南海出现的最强台风。

(2) 近年来中国极端天气气候事件个例

2008 年初,历史罕见的低温雨雪冰冻灾害肆虐南方,造成 1 111 亿元直接经济损失。2008 年 8 月 25 日,上海市出现 1872 年有气象记录以来所未遇的强降雨天气,徐汇区 1 小时最大降水量 117.5 mm,造成市区 150 多条马路严重积水,最深达 1.5 m,交通堵塞,有的

路段封闭达 10 小时,虹桥机场 138 架航班延误,长途班车 400 多个班次晚点。2009 年 9 月~2010 年 3 月中旬,云南、贵州、四川南部、广西北部温高雨少,降水量比常年同期偏少了 30%~80%,云南、贵州降水量之少打破气象观测纪录,导致西南地区出现有气象记录以来最严重的秋冬春连旱,农业生产受灾严重,江河湖库水位明显下降,人畜饮水困难,经济社会发展和人民群众生产生活受到严重影响。2009 年 11 月~2010 年 4 月,东北、华北发生近 40 年来罕见持续低温灾害,1 月 1 日内蒙古满洲里最低气温达 -43.8°C ,突破历史极值;北京 1 月 6 日最低气温达 -16.7°C ,突破 1971 年以来 1 月上旬最低气温纪录。2010 年 8 月 7 日 20:00 至 24:00 甘肃省甘南藏族自治州局地短时强降水引发舟曲县发生特大山洪泥石流灾害,造成 1 500 多人死亡,200 多人失踪。2010 年 10 月 1~19 日海南平均降水量达 1 060.1 mm,暴雨日数及降雨量均为 1961 年以来同期最多,强降水导致部分江河水库水位超过警戒水位,多个县(市)出现严重内涝,公路交通一度中断,旅游业受到严重影响,海口、三亚、万宁、琼海等地中小学停课。

(3) 湖南极端天气气候事件个例

1998 年特大洪涝灾害造成湖南 3 129 万人受灾,203.97 万 hm^2 农作物受灾,毁坏耕地 14.73 万 hm^2 ,倒塌房屋 123.5 万间、损坏 224.54 万间,直接经济损失达 329 亿元。2003 年我省出现严重夏旱和秋旱,全省 1 713 座小型水库、34.7 万处山塘干涸、7 943 条溪河断流,受旱耕地面积达 175.47 万 hm^2 ,涉及 14 个市(州)117 个县(区)2 269 个乡镇)234.8 万人饮水困难,粮食减产 260 万 t,旱灾损失共 53 亿元。2006 年 7 月中旬受台风“碧利斯”影响,湘东南发生严重山洪地质灾害,造成 346 人死亡,因灾直接经济损失超过 78 亿元。2007 年湖南秋旱导致湘江最低水位多次刷新历史纪录,对城市供水、河流水质、水力发电、航运交通等造成严重威胁,干旱造成的直接经济损失达 47 亿元。2008 年初我省遭受新中国成立以来最严重的低温雨雪冰冻灾害,造成部分电力、通讯线路中断,交通受阻,城区部分居民及部分乡镇村民断水断电,3 927.7 万人受灾,农作物受灾面积达 253.29 万 hm^2 ,因灾直接经济损失 680 多亿元。

1.2 湖南主要气象灾害

湖南特殊的地理位置及特有的地形地势特点,决定了湖南是我国气象灾害多发省份之一:一方面湖南位于青藏高原南缘下游,属于冷暖空气经常交汇地带,来自北方的干冷空气常常与来自南方的暖湿空气在我省交汇,容易引起剧烈天气发生,形成强降雨(雪)或强对流天气;另一方面,我省南高北低,东、南、西三面环山,冷空气易进难出,常可促成长时间连续雨(雪)天气;另外,湖南地处长江中下游,西北太平洋副热带高压常于夏秋季节稳定维持在我省上空,造成我省严重的夏秋季节性连续干旱。因此,湖南有暴雨洪涝、干

旱、高温热害、低温冷害(春寒或倒春寒、五月低温、寒露风)、连阴雨、冻害(霜冻、冰冻)、大风(含龙卷风)、冰雹、雷击、大雾、霾等多种气象灾害和降雨型地质灾害以及森林火灾、酸雨等气象次生灾害。本书将对暴雨洪涝、干旱、冰冻、高温热害、降雨型地质灾害等主要气象灾害展开分析。

1.3 相关定义

(1) 暴雨洪涝

暴雨:指 24 小时降水量 ≥ 50 mm 的强降水,本书中的暴雨指日降水量(20~20 时) ≥ 50 mm 的强降水。

大暴雨:指 24 小时降水量 ≥ 100 mm 的强降水。

特大暴雨:指 24 小时降水量 ≥ 200 mm 的强降水。

暴雨量:指所有暴雨日降水量的总和。

暴雨强度:指暴雨量与暴雨次数之比。

暴雨集中率:指统计时段内暴雨降水量与总降水量之比。

暴雨洪涝:一次降水过程,连续 10 天最大降水量 ≥ 200 mm,期间至少有一天日降水量 ≥ 50 mm。

(2) 气象干旱

气象干旱指数是利用近 30 天(相当于月尺度)和近 90 天(相当于季尺度)的降水量标准化降水指数,以及近 30 天相对湿润度指数进行综合而得,该指标既反映短时间尺度(月)和长时间尺度(季)降水量气候异常情况,又反映短时间尺度(影响农作物)水分亏欠情况。该指标适合实时气象干旱监测和历史同期气象干旱评估。综合气象干旱指数(CI)的计算公式为:

$$CI = aZ_{30} + bZ_{90} + cM_{30} \quad (1-1)$$

式中, Z_{30} 、 Z_{90} 分别为近 30 天和近 90 天标准化降水指数 SPI;

M_{30} 为近 30 天相对湿润度指数;

a 为近 30 天标准化降水系数,由达轻旱以上级别 Z_{30} 的平均值除以历史出现最小 Z_{30} 值,平均取 0.4;

b 为近 90 天标准化降水系数,由达轻旱以上级别 Z_{90} 的平均值除以历史出现最小 Z_{90} 值,平均取 0.4;

c 为近 30 天相对湿润系数,由达轻旱以上级别 M_{30} 的平均值除以历史出现最小 M_{30} 值,平均取 0.8。

通过式(1-1),利用前期平均气温、降水量可以滚动计算出每天综合气象干旱指数

(CI),进行干旱监测。

气象干旱指数的干旱等级的划分标准见表 1.1。

表 1.1 气象干旱等级的划分表

等级	类型	CI 值	干旱影响程度
1	无旱	$-0.6 < CI$	降水正常或较常年偏多,地表湿润,无旱象
2	轻旱	$-1.2 < CI \leq -0.6$	降水较常年偏少,地表空气干燥,土壤出现水分轻度不足
3	中旱	$-1.8 < CI \leq -1.2$	降水持续较常年偏少,土壤表面干燥,土壤出现水分不足,地表植物叶片白天有萎蔫现象
4	重旱	$-2.4 < CI \leq -1.8$	土壤出现水分持续严重不足,土壤出现较厚的干土层,植物萎蔫、叶片干枯、果实脱落;对农作物和生态环境造成较严重影响,对工业生产、人畜饮水产生一定影响
5	特旱	$CI \leq -2.4$	土壤出现水分长时间严重不足,地表植物干枯、死亡;对农作物和生态环境造成严重影响;对工业生产、人畜饮水产生较大影响

(3)冰冻

冰冻指雨淞、雾淞、冻结雪、湿雪层,不指地面结冰现象。湖南冰冻灾害主要由雨淞造成,也称雨淞天气为冰冻天气。

冰冻过程:自出现雨淞天气开始,至雨淞天气结束,定义为一次雨淞过程。

冰冻持续时间:雨淞天气开始至结束所经历的时间为雨淞过程持续时间。

平均连续冰冻日:历次雨淞过程总持续时间与雨淞过程次数之比。

(4)高温热害

高温:日最高气温 $\geq 35\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

高温热害:日最高气温 $\geq 35\text{ }^{\circ}\text{C}$ 连续 5 天或以上。

平均连续高温日:历次高温过程总持续时间与高温过程次数之比。

(5)降雨型地质灾害

地质灾害:指在自然或者人为因素的作用下形成的,对人类生命财产、环境造成破坏和损失的地质作用(现象)。它的主要类型有:滑坡、崩塌、泥石流、地面塌陷、地震等。

降雨型地质灾害:主要是指降雨诱发的滑坡、泥石流灾害。它分布广泛、暴发突然、发生频率高,严重影响山区经济发展。

1.4 气象灾害规律研究进展

在极端天气气候事件增多、增强,对经济社会发展的影响不断加重的情况下,开展气象灾害的时空分布、变化趋势及气象灾害发生机制研究,对防灾减灾具有重大意义。国内外关于气象灾害发生规律的研究较多,且技术较为成熟,多以统计分析或动力统计分析为主。有些学者从气候变化角度,指出了全球变暖或干旱化等对旱灾的影响。有些学者从气象记录或历史记录中,提取干旱次数或划分干旱等级(一般旱和重旱),编制历史重大旱灾年表和灾情系列图。翟盘茂分析中国降水极值的变化趋势后指出,在中国东部,降水日数趋于减少,平均降水强度极值出现的范围趋于扩大。陈兴芳认为,中国年降水的年代平均分布特征就有5种气候型,即大范围偏多、南少北多、南北多中间少、南北少中间多和南多北少。潘华盛通过山洪灾害发生规律及成因研究后指出黑龙江省山洪发生时空分布特征基本同全省暴雨分布相一致,山洪暴发前3小时、24小时及前10天降雨量为有效关键时段。徐双柱分析了湖北省山洪灾害的时空分布特征,特别是分析了造成该省西部山洪灾害的中尺度雨团的特征,以及中小尺度天气系统演变的规律。易燕明等利用广西88个观测站1959—2000年冬季(12~2月)逐日极端最低气温资料,根据冬季冻害的标准,分析了广西冬季冻害的发生规律和地域分布特征,并采用数理统计方法,分析了北半球500 hPa月平均高度场和太平洋海温场与广西冬季冻害的关系。高阳华等系统地提出了重庆市单站冻害和全市性冻害的分级指标,揭示了冻害的发生分布规律,划分了冻害的分布类型,探讨了冻害的变化规律。

参考文献

- [1] 施雅风. 全球变暖影响下中国自然灾害的发展趋势[J]. 自然灾害学报, 1996, 5(2): 102-117.
- [2] 马柱国, 付淙斌. 中国北方干旱区地表湿润状况的趋势分析[J]. 气象学报, 2001, 59(6): 738-746.
- [3] 陈家其, 施能. 全球变暖下我国旱涝灾害可能情景的初步研究[J]. 地理科学, 1995, 15(3): 201-207.
- [4] 马柱国, 任小波. 1951—2005年中国区域气候变化与干旱化趋势[J]. 气候变化研究进展, 2007, 3(4): 195-201.
- [5] 王静爱, 孙恒, 徐伟, 等. 近50年中国旱灾的时空变化[J]. 自然灾害学报, 2002, 11(2): 1-6.
- [6] 朱晓华, 蔡运龙, 王建. 中国旱涝灾害的分形结构[J]. 地球科学进展, 2003, 18(4): 509-514.
- [7] 邓振镛, 张强, 尹宪志, 等. 干旱灾害对干旱气候变化的响应[J]. 冰川冻土, 2007, 29(1): 114-118.
- [8] 马柱国, 符淙斌. 1951—2004年中国北方干旱化的基本事实[J]. 科学通报, 2006, 51(20):

- 2429-2439.
- [9] 黄荣辉,蔡榕硕,陈际龙. 我国旱涝气候灾害的年代际变化及其与东亚气候系统变化的关系[J]. 大气科学,2006,30(5):730-743.
- [10] 李克让,尹思明,沙万英. 中国现代干旱灾害的时空特征[J]. 地理研究,1996,15(3):6-15.
- [11] 马柱国,符淙斌. 20 世纪下半叶全球干旱化的事实及其与大尺度背景的联系[J]. 中国科学,2007,37(2):222-233.
- [12] 潘耀忠,龚道溢,王平. 中国近 40 年旱灾时空格局分析[J]. 北京师范大学学报(自然科学版),1996,32(1):138-142.
- [13] 张养才,何维勋,李世奎. 中国农业气象灾害概述[M]. 北京:气象出版社,1991.
- [14] 范宝俊. 灾害管理文库(第一卷)[M]. 北京:当代中国出版社,1999.
- [15] 张家诚,周魁一,杨华庭,张宝元. 中国气象、洪涝、海洋灾害[M]. 长沙:湖南人民出版社,1998.
- [16] 张海仑. 中国水旱灾害[M]. 北京:中国水利电力出版社,1997.
- [17] 黄荣辉,郭其蕴,孙安健. 中国气候灾害分布图集[M]. 北京:海洋出版社,1997.
- [18] 冯佩芝,李翠金,李小泉,等. 中国主要气象灾害分析[M]. 北京:气象出版社,1985.
- [19] 中央气象局气象科学研究所. 中国近五百年旱涝分布图集[M]. 北京:地图出版社,1981.
- [20] 张德二,刘传志.《中国近五百年旱涝分布图集》续补(1980—1992 年)[J]. 气象,1993,19(11):41-45.
- [21] 科技部、国家计委、国家经贸委灾害综合研究组. 灾害社会减灾发展[M]. 北京:气象出版社,2000.
- [22] 翟盘茂,任福民,张强. 中国降水极值变化趋势检测[J]. 气象学报,1999,57(2):208-216.
- [23] Panmao Zhan, Anjing Sun, Fumin Ren, et al. Change of Climate Extremes in China[J]. Climatic Change,1999,42:203-218.
- [24] 陈兴芳,晁淑懿. 近 50 年我国汛期旱涝气候的年代际变化[M]. 北京:气象出版社,2000:14-23.
- [25] 陈兴芳,孙林海. 我国年、季降水的年代际变化分析[J]. 气象,2002,20(7):3-9.
- [26] 潘华盛,张桂华,袁美英. 大气环流变化对黑龙江省雨涝及全国雨型的影响[J]. 气象,2002,28(2):51-55.
- [27] 徐双柱,王仁乔,柯怡民,等. 湖北省山洪灾害暴雨的中尺度分析[J]. 自然灾害学报,2006,15(6):101-105.
- [28] 易燕明,苏志,李秀存. 广西冬季冻害发生规律及影响因子研究[J]. 灾害学,2002,17(3):48-53.
- [29] 易燕明,李秀存,苏志. 广西冬季冻害发生环流特征[J]. 广西气象,2002,23(4):32-34.
- [30] 高阳华,唐云辉,冉荣生,等. 重庆市冻害的发生分布规律研究[J]. 西南农业大学学报,2003,25(1):80-83.
- [31] 湖南省气象志编纂委员会. 湖南省气象志[M]. 北京:气象出版社,2008.
- [32] 曾庆华,祝燕德. 中国气象灾害大典·湖南卷[M]. 北京:气象出版社,2006.
- [33] 湖南省统计局. 湖南年鉴[M]. 长沙:湖南年鉴社,1985—2008.

2 资料及方法

国内外关于气象灾害发生规律研究的方法较多,且技术较为成熟,多以统计分析或动力统计分析为主,本章对线性回归、曼肯德尔法、滑动 T 检验、小波分析、经验正交函数与旋转经验正交函数、标准差和相似系数等常用方法进行了介绍。同时对湖南主要气象灾害分析的主要资料来源进行了说明。

2.1 资 料

(1)地面气象观测资料

湖南省规模型建设地面气象观测站时间始于 20 世纪 50 年代初,大规模建站时间在 50 年代中后期(1956—1959 年),截至 1960 年 1 月 1 日,全省地面气象观测站建站数 89 个,为现有气象观测台站数的 91.8%(图 2.1);之后(1960—1980 年初)全省地面气象观测站建站 8 个。基于资料序列长度的一致性和站点空间分布的均匀性考虑,本书选择建站时间相对较长的 89 个地面气象观测站从 1960—2009 年逐日气象资料作为代表站的分析资料。由于南岳站海拔高度为 1 265.9 m,高于附近衡山站 66.3 m,在做气象干旱和高温分析过程中,剔除了南岳高山气象站。

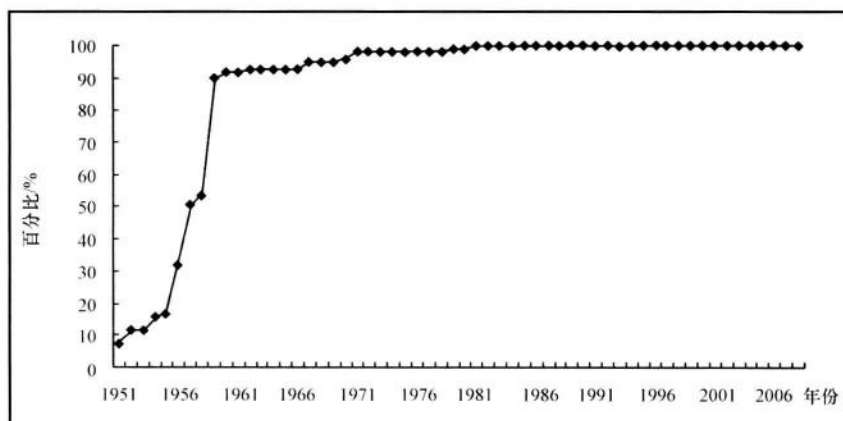


图 2.1 湖南省历年台站数与现有台站数之比

所选 89 个气象观测站站名为: 龙山、桑植、张家界、石门、慈利、澧县、临澧、南县、华容、安乡、岳阳、临湘、花垣、保靖、永顺、古丈、吉首、沅陵、泸溪、辰溪、桃源、常德、汉寿、桃江、安化、沅江、湘阴、益阳、宁乡、马坡岭、平江、浏阳、凤凰、麻阳、新晃、芷江、怀化、溆浦、黔阳、洞口、新化、涟源、邵阳、隆回、新邵、邵东、韶山、湘乡、湘潭、双峰、南岳、衡山、攸县、株洲、醴陵、会同、通道、绥宁、新宁、武冈、城步、邵阳县、永州、东安、祁阳、祁东、衡阳县、衡阳、常宁、衡南、耒阳、安仁、茶陵、炎陵、永兴、桂东、道县、宁远、江永、新田、郴州、桂阳、嘉禾、蓝山、宜章、临武、资兴、汝城、江华(图 2.2)。

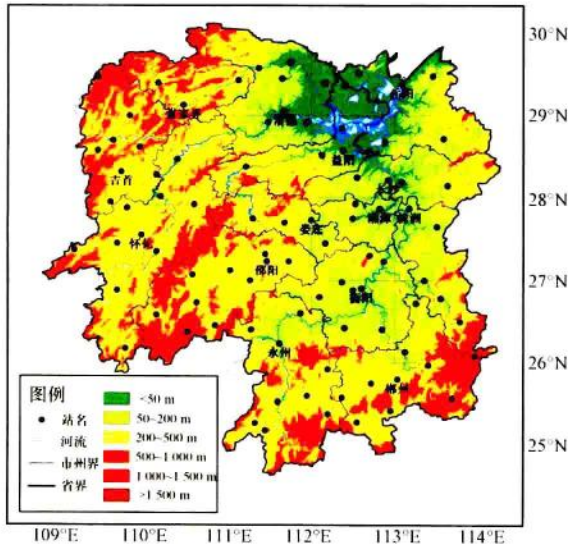


图 2.2 代表站点空间分布图

(2) 高空气象分析资料

大气环流特征分析资料来源于 NCEP/NCAR 再分析资料。

(3) 灾情信息

气象灾害的相关灾情信息来源于《中国气象灾害大典·湖南卷》、《湖南省气象志》、《湖南年鉴》等相关书籍,及国家气候中心业务产品中国气候影响评价和极端天气气候事件、湖南省气候业务产品湖南气候影响评价及主要气候事件等材料。

2.2 方 法

2.2.1 线性回归

线性回归是研究气候变化的最常用方法,它可以估算气候变化的趋势。在一元线性回归分析中用 x_i 表示样本量为 n 的某一气候变量, t_i 表示对应的时间, x_i 与 t_i 之间的一元

线性回归模型为式(2-1)。

$$x_i = a_0 + a_1 t_i \quad (t = 1, 2, \dots, n), \quad (2-1)$$

式中, a_0 为回归常数, a_1 为回归系数, 它们可用最小二乘法进行估计:

$$a_0 = \bar{x} - a_1 \bar{t} \quad (2-2)$$

$$a_1 = \frac{\sum_{i=1}^n x_i t_i - \frac{1}{n} \left(\sum_{i=1}^n x_i \right) \left(\sum_{i=1}^n t_i \right)}{\sum_{i=1}^n t_i^2 - \frac{1}{n} \left(\sum_{i=1}^n t_i \right)^2}, \quad (2-3)$$

其中,

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i, \bar{t} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n t_i. \quad (2-4)$$

时间 t_i 与变量 x_i 之间的相关系数为 r 。计算公式见式(2-5)。

$$r = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^n t_i^2 - \frac{1}{n} \left(\sum_{i=1}^n t_i \right)^2}}{\sqrt{\sum_{i=1}^n x_i^2 - \frac{1}{n} \left(\sum_{i=1}^n x_i \right)^2}} \quad (2-5)$$

$b = a_1 \times 10$ 作为气候要素倾向率。当 $b > 0$ 时, 说明气候变量随时间 t 呈上升趋势; $b < 0$ 时, 说明气候变量随时间 t 呈下降趋势。相关系数 r 的取值在 $-1.0 \sim 1.0$ 之间。当 $r > 0$ 时, 表明两个变量呈正相关, 越接近 1.0, 正相关越显著; 当 $r < 0$ 时, 表明两个变量呈负相关, 越接近 -1.0 , 负相关越显著; 当 $r = 0$ 时, 则表示两个变量相互独立。

2.2.2 曼肯德尔法

曼肯德尔法(Mann-Kendall)是一种非参数检验方法, 其优点是不需要样本遵循一定的分布, 也不受少数异常值的干扰。对于具有 n 个样本量的时间序列 x , 构造一秩序列:

$$S_k = \sum_{i=1}^k r_i \quad (k = 1, 2, \dots, n). \quad (2-6)$$

秩序列是第 i 时刻数值大于 j 时刻数值个数的累计数。

在时间序列随机独立的假定下, 定义统计量:

$$UF_k = \frac{S_k - E_{(S_k)}}{\sqrt{\text{Var}_{(S_k)}}} \quad k(1, 2, \dots, n), \quad (2-7)$$

其中,

$$E_{(S_k)} = k(k+1)/4, \quad (2-8)$$

$$\text{Var}_{(S_k)} = k(k-1)(2k+5)/72, \quad (2-9)$$

这里 UF_k 是标准正态分布, 它是按时间序列 x 顺序 $x_1, x_2, \dots, x_n$, 计算出的统计量序列, 给定显著性水平 α , 查正态分布表, 若 $|UF_i| > U_\alpha$, 则表明序列存在明显的趋势变化。

按时间序列 x 逆序 $x_n, x_{n-1}, \dots, x_1$, 重复上述过程, 同时使 $UB_k = -UF_k, k = n, n-1, \dots, 1, UB_1 = 0$ 。给定显著性水平: $\alpha = 0.05$, 临界线为 ± 1.96 (两条虚线)。若 UF 或 UB 值大