

云南气象与 防灾减灾

YUNNAN QIXIANG YU FANGZAI JIANZAI



主编 程建刚 王建彬

气象应急

云南省气象

云南出版集团公司
云南科技出版社

云南气象与防灾减灾

主编：程建刚 王建彬

云南出版集团公司

云南科技出版社

·昆明·

图书在版编目 (CIP) 数据

云南气象与防灾减灾 / 程建刚, 王建彬编. —昆明: 云南科技出版社, 2009. 4

ISBN 978-7-5416-3238-9

I. 云… II. ①程… ②王… III. 气象灾害—灾害防治—云南省 IV. P429

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 058425 号

云南出版集团公司

云南科技出版社出版发行

(昆明市环城西路 609 号云南新闻出版大楼 邮政编码: 650034)

云南省地矿测绘院印刷厂印刷 全国新华书店经销

开本: 889mm × 1194mm 1/32 印张: 6.625 字数: 190 千字

2009 年 4 月第 1 版 2009 年 4 月第 1 次印刷

印数: 1 ~ 3030 册

定价: 28.00 元

前 言

围绕着自然灾害和防灾减灾的话题，贯穿历史延伸到现实。过去，以自然再生产为特征的农耕文明对天灾（绝大多数是今天所说的气象灾害或者次生灾害）的敏感性，风调雨顺，则国泰民安；灾害频繁，则民不聊生，国无宁日。自然灾害特别是气象灾害影响农业生产、影响民生，进而影响社会稳定。今天，经济增长和科技进步为抗御各类灾害提供了前所未有的能力，不断完善的中国特色的社会主义抗灾救灾制度，使我们摆脱了饥荒魔影的笼罩，防灾减灾取得了举世瞩目的成就。但是，与自然界物质、能量变化的极端形态——自然灾害的破坏力相比较，人类抗御各类自然灾害的能力还显得十分脆弱。各类自然灾害还在不断威胁着人类的生命安全，破坏着人类所创造的经济、社会和文化财富。

大量事件表明，随着全球气候变暖的影响日益显现，人口、社会与资源、环境之间的矛盾和冲突加剧。人类对大自然的过度索取，对生态环境的破坏，加大了自然力量的破坏作用。反过来，频繁的自然灾害又进一步加剧了资源的紧缺和环境的恶化。由于山地环境的敏感性和脆弱性，使自然灾害和山地环境之间的相互影响更加显著。所以，在山地面积占国土面积94%的云南省，气候和生态环境的变化有可能使防灾减灾面临严峻的形势。云南气象灾

害易发、频发的基本省情，不会因为经济社会的发展和科技的进步而有所改变，同时，极端天气事件造成的损失还有可能呈现加重的趋势。因此，必须增强忧患意识，居安思危，立足于预防，主动地避灾，危可以转化为安；必须树立资源和生态环境本身就是财富的意识，尊重自然和科学规律，努力改善生态环境，加强大气等自然资源的保护。

面对频繁发生且日益严重的自然灾害，最大限度地减少生命和财产损失，关键是科学有效地防灾、避灾、减灾。人类社会至今虽然没有足够的能力改变自然，影响自然灾害发生的时间、地点和规模。但是，可以依靠现代科学技术把握一些自然灾害发生、发展的规律，预测一些自然灾害变化趋势。对主要气象灾害及其部分次生和衍生灾害进行更为有效的监测、预报、预警，并在此基础上采取行动，可以降低灾害的风险，减少自然灾害对社会经济和人民生命财产所造成的损失。同时，加强气象防灾、减灾知识的普及和宣传，让社会及公众了解气象灾害和防御措施，对减轻自然灾害给社会和公众带来的影响和损失有着重要的实际意义。

本书着眼于防灾、避灾、减灾的热点问题，由云南省气象部门的有关专家以评估报告的形式，尽可能地采用客观数据，引用近期的研究成果，努力用通俗易懂的语言，对云南的主要气象灾害，由气象灾害引发的次生灾害、衍生灾害，以及受不利气象条件影响的突发公共事件，就其致灾因子形成的地理条件、致灾因子的时空分布、强度、危害范围、形成后果等规律进行综合分析和评估，并在此

基础上提出有针对性的以科技为支撑的防灾、减灾措施，为各级领导和生产经营决策者提供防灾、减灾决策的科学依据。

本书共分为 11 章，第一章介绍了云南气象灾害及其特点、变化趋势、灾害防御等有关内容；第二章至第七章分别针对影响云南的主要气象灾害——干旱、暴雨洪涝、低温冷害、冰雹、雨雪冰冻、雷暴雷电灾害，分析了灾害发生现状、成因特点、发生趋势、时空分布、重点防御区域以及防御的工程性和非工程性科技措施等有关内容；第八章到第十章分别针对与气象条件关系密切的滑坡泥石流灾害、森林火灾、作物病虫害的发生现状、时空分布、不利气象条件的影响规律、重点防御区域以及防御的工程性和非工程性气象科技措施；第十一章专门介绍了突发环境事件、不利气象条件和应对突发环境事件的气象保障措施。本书可为云南省各级政府和有关生产部门制定相应的发展规划和计划，进行农业产业结构调整、发展现代农业，以及组织开展防灾减灾等工作提供一定的参考，也可为相关管理人员、科技人员和读者了解有关知识提供帮助。

从 19 世纪 20 年代第一张天气图出现以来，在气象仪器的发明、观测网的建立，以及流体动力学理论发展的基础上，大气科学从地理学中脱颖而出，并自 20 世纪 50 年代以来，在探测手段、通信方式、天气预报、气候分析、试验研究、人工影响天气、分支学科的发展和国际合作等各个方面，都有了突飞猛进的发展。大气科学具备了“相对成熟，工程化组织好，可预报性强，投入产出比大”的

特点。在自然灾害的防御和应急救援工作中，多层次的、时间和空间覆盖率高的气象观测资料，以及在准确率、及时性方面逐步提高的气象预报，日益发挥了基础性、先导性作用。但是，面对复杂多变的自然灾害，我们还有许多未知的领域。云南特殊的地理位置，复杂的地形地貌，再加上云南现代气象业务建设起步晚，天气预报、气候分析、试验研究基础薄弱，技术储备不足。因此，在本书的编写中，尽管我们投入了大量的精力，付出了艰苦的努力，但由于认识水平有限，书中错误与疏漏之处在所难免，恳请读者不吝赐教。

本书编写分工，第一章：程建刚、王建彬；第二章：解明恩；第三章：段旭、陶云；第四章：黄中艳；第五章：沈鹰；第六章：王学锋；第七章：杨荣建；第八章：彭贵芬；第九章：王建彬；第十章：谢国清；第十一章：王建彬、王凯。全书由王建彬同志统稿。

在本书的编写过程中，杨向东、赵红旭、舒康宁、李国良同志提供了资料；陈文芬、刘炳春同志参加了资料统计和图表绘制等工作；顾本文、吉文娟、金燕、李蒙、张加云、张茂松同志参与完成第十章的编写工作。在此我们谨致谢意！

编 者

2009 年 3 月

目 录

第一章 云南气象灾害与防灾减灾	(1)
第一节 相关的气象术语和定义	(1)
第二节 云南气象灾害特征	(6)
第三节 全球气候变化与极端天气事件	(9)
第四节 气象防灾减灾措施	(14)
第二章 云南干旱及其影响	(24)
第一节 干旱时空分布特征	(24)
第二节 干旱的形成原因及其影响	(29)
第三节 抗旱减灾措施	(33)
第三章 云南暴雨洪涝灾害	(36)
第一节 暴雨洪涝灾害时空分布特征	(36)
第二节 洪涝灾害形成和加剧的主要原因	(40)
第三节 预防和降低洪涝灾害的措施	(47)
第四章 云南低温冷害	(50)
第一节 低温冷害的成因、分类、辨识和指标	(51)
第二节 低温冷害的影响范围、特点和风险分区	(55)
第三节 低温冷害的防御对策措施	(61)
第五章 云南冰雹灾害与人工防雹	(64)
第一节 概 述	(64)
第二节 冰雹的形成	(67)
第三节 冰雹云的主要宏观识别特征及其演变	(73)
第四节 云南冰雹的时空分布	(80)
第五节 人工防御冰雹	(82)

第六章 云南雨雪冰冻灾害	(91)
第一节 概 述	(91)
第二节 云南雨雪冰冻灾害	(92)
第三节 防御措施	(102)
第七章 云南雷电灾害	(107)
第一节 雷电、雷电灾害、雷暴与雷暴日	(107)
第二节 云南雷暴的分布特征	(109)
第三节 云南雷电灾害	(111)
第四节 雷电灾害防御措施	(114)
第八章 气象与滑坡泥石流灾害	(120)
第一节 概 述	(120)
第二节 滑坡泥石流灾害成因及其与气象的关系	(127)
第三节 防灾减灾对策	(133)
第九章 气象与森林火灾	(137)
第一节 森林火灾概述	(137)
第二节 云南森林火灾	(145)
第三节 防灾减灾气象科技措施	(153)
第十章 气象与农作物病虫害	(160)
第一节 农作物病虫害与气象条件	(160)
第二节 云南主要农作物病虫害与气象条件	(162)
第三节 从气象角度谈病虫害防治措施	(176)
第十一章 突发环境事件与不利气象条件	(181)
第一节 概 述	(181)
第二节 云南突发环境事件与不利气象条件	(189)
第三节 应对突发环境事件的气象保障措施	(199)

第一章 云南气象灾害与防灾减灾

第一节 相关的气象术语和定义

一、天气、气候、季风气候

1. 天 气

通常是指一定区域内在某一瞬间或某一较短时段内（几小时到几天）大气中影响人们日常生活、生产活动的各种气象要素和各种天气现象及其变化的总称。表述天气的基本依据是气温、气压、湿度、风向、风速、降水与空气化学成分等气象要素的观测结果。如某地某日“最高气温 30℃，最低气温 20℃，午后有雷阵雨”就属于天气概念。

2. 气 候

气候是较长时间内天气特征的综合，通常指较长时间尺度内的平均状况，如月平均温度和年降水量等，但气候决非仅仅只指平均值，一些天气现象的概率分布和极端值也都属于气候范畴。气候要素主要有降水、温度、湿度、风向和风速、日照、雾、霜、雷暴等，云量和土壤湿度等也是气候要素。气候可以定义为全球或某一特定地区天气和大气状况及气象要素（包括这些要素的分布型）在足够长的时间内（通常是 30 年）反映出来的极值、均值和变率等统计特性。世界气象组织规定把 30 年的气象要素和气象现象的统计性质作为比较稳定的气候标准值，但这个标准并不是一成不变的。许多研究表明地球气候处于不断的变化过程中，不同时期采用了不同的 30 年平均值作为标准值，现在推荐使用 1971 ~ 2000 年平

均值作为标准值。如昆明市“年平均气温为 11.8°C ，年平均降水量 860 毫米，极端最高气温 40.6°C （出现在 1961 年 6 月 10 日），极端最低气温 -7.8°C （出现在 1983 年 12 月 30 日）”，则属于气候概念。

地球上的气候是多种多样、错综复杂而又多变的，几乎找不到任何两个地方的气候是完全相同的，也没有任何一个地方的气候每年的状况都是一样的。然而，气候的分布却具有明显的规律性或地带性，特别是在地势比较平坦的海洋或平原，地带性就更为明显。气候的地带性，引起地理环境中的土壤、生物、水体等都具有地带性。在中纬地区，由于陆地面积相对增大，而且海陆交错分布，地势也非常复杂，有大的山脉、高原，也有低的盆地、平原，这就造成了中纬度地区气候的地带性分布不很明显，往往发生间断、分裂，甚至偏离和消失。同时，尽管两个地区不连续，不在一个地方，但是在相似的气候条件下可以产生相似的气候。这些气候本质属性基本相似地区的气候称之为一个气候类型。如季风气候、高山气候等。

3. 季风气候

指受季风支配地区的一种气候类型。季风指近地面层冬、夏盛行风向近乎相反且气候特征迥异的现象。现代气象学意义上季风的观念是 17 世纪后期由哈莱（Halley）首先提出来的，即季风是由太阳对海洋和陆地加热差异形成的，进而导致了大气中气压的差异。夏季时，由于海洋的热容量大，加热缓慢，海面较冷，气压高，而大陆由于热容量小，加热快，形成暖低压，夏季风由冷洋面吹向暖大陆；冬季则正好相反，冬季风由冷大陆吹向暖洋面。这种由于下垫面热力作用不同而形成的海陆季风也是最经典的季风概念。季风气候的主要特征是冬干夏湿。在盛行风向发生季节性转变的同时，云、雨和天气系统等都随着发生明显的变化：伴随夏季风的来临，云量增多，湿度加大，雨量猛增，这时进入了雨季；冬季风来临，则云量减少，湿度变小，雨量剧减，这时转为旱季。

我国的绝大部分地区属于显著的季风气候区。季风气候直接影响区域的水资源、空气质量,以及灾害的发生,间接影响农业、工业以及人类健康和生态系统结构、功能等等。由于季风环流的作用,夏季风在高温季节给我国广大的亚热带地区带来丰沛的降水,形成温暖湿润的气候,使得这些地区的农业十分发达,适宜种植水稻;而世界同纬度的许多地区(回归线附近),由于受副热带高压带的控制,而不是季风的影响,多表现为荒漠或干旱草原,如北半球的撒哈拉沙漠、阿拉伯大沙漠,南半球的澳大利亚大沙漠、南非的纳米比亚沙漠、卡拉哈里沙漠等。同时,由于季风在一年中存在冬夏交替和南北进退,对我国自然景观的形成和发展也起着重要作用。我国东部和西部地区的差异以及东部地区自然地带的南北递变,也在很大程度上受季风的控制。

另一方面,由于受东亚夏季风进退和强度异常的影响,我国大部分地区也经常发生降水和雨带位置的异常,进而导致严重的旱涝灾害。特别是20世纪90年代以来,我国因夏季风异常而引发了旱涝灾害呈现加剧的趋势。这对我国的经济建设、社会发展,特别是广大人民群众的生命财产安全构成了严重威胁。而且,随着我国经济发展水平的提高,旱涝灾害造成的损失也将会越来越大。

二、气候变化、气候变率

1. 气候变化

指气候平均状态和离差(距平)两者之一或两者一起出现了统计意义上显著的变化。离差增大,表明气候变化的幅度增大,气候状态不稳定性增加,敏感性也增大。气候变化不但包括平均值的变化,也包括变率的变化。

政府间气候变化专门委员会(IPCC)描述的气候变化是指无论基于自然变化抑或是人类活动所引致的任何气候变动。

联合国气候变化框架公约(UNFCCC)的定义与IPCC的不一样。UNFCCC将气候变化定义为经过一段相当时间的观察,在自然

气候变化之外由人类活动直接或间接地改变全球大气组成所导致的气候改变。

综合而言,气候变化通常是指几十年或更长时间所检测出的由自然原因或人为原因所形成的变化。这种变化反映在气候的平均状态或其变率方面都是明显的,且又持续一段较长时间(10年或以上)。

目前公众所关注的气候变化,多指由于人类活动引起气候变暖从而引发的各种环境问题。

2. 气候变率

表示气候要素资料序列变动程度的量值。指在统计时段内各个年份(年代)之间的差异,主要表现在气象要素的均方差的改变上,均方差的改变往往是与异常天气的频率及强度相联系,因此需了解气象要素均方差的长期变化,如年代际变率,还有更长的时间尺度如百年变率、千年变率等。

三、灾害、气象灾害

1. 灾 害

广义而言,一切对自然生态环境、人类社会的物质和精神文明建设,尤其是人民的生命财产等造成危害的自然事件和社会事件通称为灾害。灾害发生的原因主要有两方面,一是自然变异,二是人为影响。以自然变异为主因产生的并表现为自然态的灾害称为自然灾害,如干旱、洪涝、地震、风暴潮、滑坡、泥石流等;以人为影响为主而产生的且表现为人为态的灾害称为人为灾害,如交通事故、人为引起的火灾、环境污染、生产事故等。从事物本质看,自然灾害是指人类赖以生存的自然环境(大气圈、水圈、生物圈、岩石圈、冰雪圈)中物质运动变化、能量积聚转换的一种激烈形式,是自然环境中物质、能量变化的极端形态。如生物圈的破坏或远离平衡的发展,大气和水圈在演化过程中所出现的大区域或局部远离平衡的运动,岩石圈在运动过程中出现大规模的突然断裂等。

2. 气象灾害

大气活动对人类的生命财产、国民经济建设、国防建设等造成的各种直接或间接损害,称为气象灾害。气象灾害是自然灾害中的主要原生灾害之一。气象灾害是气候灾害与天气灾害的统称。气候灾害是指大范围、长时间、持续性的气候异常所造成的灾害,如干旱、洪涝、霜冻、雪灾、冷害等,对农业、工业、水利、交通、通讯等行业将会产生重大影响,造成巨大经济损失。天气灾害则指局地范围内不利天气现象带来的灾害,如暴雨、冰雹、大风、龙卷风、雷击等,此类灾害强度大、时间短、危害性大,往往对农作物、公共设施、工程建设、水利电力、交通运输、通讯设备等造成严重破坏。

人类生活在大气圈中,大气圈的状态和变化,气象条件的变化直接影响着人类的生存条件和各种活动。不良气象条件尽管不会直接造成人员和财产的损失,但作为诱因间接地引发其他灾害或公共事件。如不良气象条件可能引发生理与心理疾患,或者突发公共卫生事件;大气边界层的气象条件影响大气污染物的扩散传输,不利气象条件可能导致大气污染事件;几乎所有大范围流行性、暴发性、毁灭性的农作物重大病虫害的发生、发展、流行都与气象条件密切相关,或与气象灾害相伴发生;气象因子与水文过程对湖泊富营养化和水华暴发有明显的驱动作用等等。

现代科学观点认为各种灾害就个别而言有其偶然性和地区局限性,但从总体上看,它们有着明显的相关性和规律性。如:农业灾害、海洋和海岸灾害往往受制于气象因子的变化;气候变化和气象灾害与天体的活动、地球的运动,以及大气圈下垫面的岩石圈和水圈的变化有关;地震活动主要是地壳运动的产物,然而其发生又常与气候变异、海洋潮汐等相联系;大气降水影响着地质作用及灾害的进程,地质构造和地貌分布也制约气象灾害的严重程度……许多自然灾害常在某一地区或某一时间段成群发生,形成灾害群;一些原发性灾害还可导致出一系列次生灾害形成灾害链。随着科学的发

展, 各类灾害之间, 以及灾害与其他自然社会因子之间的相互关系和相互影响, 将逐渐被认识。

第二节 云南气象灾害特征

一、种类多、频率高、重叠交错

云南气象灾害种类多, 除台风和沙尘暴外, 影响中国的气象灾害均可在云南出现, 如: 干旱、洪涝、低温冷害、霜冻、冰雹、大风、龙卷、干热风、大雪、凌冻、雷击、大雾等灾害。云南是中国自然灾害较严重的省份之一, 每年受灾面积占全省总面积 23% 左右, 在各种自然灾害造成的损失中, 气象灾害超过地震灾害和地质灾害, 居全省自然灾害首位, 比例高达 70% 以上。云南平均每年有 289 县次发生不同类型的气象灾害, 且灾害重叠交错发生。一般情形下, 表 1-1 所列气象灾害在云南发生频率较高。干旱、洪涝、冬季低温、夏季低温、风雹等 5 类主要气象灾害年均发生次数分别为 57 县次、77 县次、33 县次、27 县次、95 县次, 风雹和洪涝是云南出现最多的两类气象灾害。表 1 可见云南受灾率最高的是旱灾, 成灾率最高的是冷害。

表 1-1 1950 ~ 1995 年云南主要气象灾害影响情况统计

	干旱	洪涝	冷害	风雹	合计
受灾面积 (10 ⁴ 公顷)	1 316. 61	646. 51	439. 23	568. 57	2 970. 92
受灾比例 (%)	44. 32	21. 76	14. 78	19. 14	100. 00
成灾面积 (10 ⁴ 公顷)	640. 48	301. 26	254. 74	226. 82	1 423. 30
成灾比例 (%)	45. 00	21. 17	17. 90	15. 93	100. 00
成灾率 (%)	48. 65	46. 60	58. 00	39. 89	—

二、分布广，季节性、区域性突出

云南气象灾害点多面广，大部分灾害可在全省范围内发生，每年均有几十个县甚至上百个县遭受不同的气象灾害。尽管全省各种气象灾害在各地连年不断均有发生，但在同一时段内，由于各地气候与地形差异较大，气象灾害的影响范围不像全国其他省（区）那样波及大部分地区，如影响云南范围较大的干旱、低温冷害、霜冻、大雪等灾害，最多只会影响几个地区、几十个县；而冰雹、洪涝则最多是几个县，甚至是一个县的几个乡镇。气象灾害在云南多呈区域性分布，而无成片的大范围分布。云南气象灾害的地带性分布规律不明显，使得重灾区中有轻灾甚至无灾，轻灾区中隐含重灾点，有时会在相隔几十到几百公里的地方同时出现严重的气象灾害，给防灾抗灾工作带来极大的困难。由于受季风气候的影响，云南气象灾害的发生有明显的季节变化，如洪涝主要出现在夏秋季（滇西北怒江州北部有春季洪涝发生），寒潮和霜冻主要发生在冬春季，冰雹多形成于春夏季，干旱主要发生在冬春季，水稻低温冷害主要出现在夏季8月份等。除干旱和冷灾外，其他气象灾害有骤然暴发的特点。由于云南94%为山地，往往导致多种气象灾害和衍生气象灾害同时出现。受特殊地形的影响，云南气象灾害具有较强的地域性分布特征，如金平、河口、江城、罗平、盈江、福贡等地是云南易出现暴雨、大暴雨的地方，也是洪涝和地质灾害较频繁的主要地区；旱灾以金沙江流域的宾川、元谋、巧家一带最为严重；而冰雹则以昭通、丽江、鹤庆等地较为频繁；雪灾以滇东北和滇西北最为突出。

三、成灾面积小，累积损失大

云南气象灾害虽种类多，极易成灾，但灾害强度轻，成灾面积小。由于省内地形高差悬殊，降水量多径流大，水土流失严重，水利设施不配套，农业抗灾能力弱。因此，几十毫米、上百毫米的大

雨、暴雨、大暴雨，甚至降水量不足 25 毫米的中雨就会引起山洪、滑坡、泥石流暴发。总体讲，云南的气象灾害与全国相比，灾害强度较轻。对于旱灾，云南最严重的干旱年降水量也有 500 ~ 600 毫米，而不像北方干旱地区那样只有 200 ~ 300 毫米，也很少会出现连续数年干旱的情形，云南干旱受灾面积仅为全国各省平均水平的 31%。对于洪涝灾害，云南虽然单点大雨、暴雨突出，但多数地区降雨强度不大，云南一日最大降水量极值仅为 250.1 毫米（1987 年 6 月 2 日出现在江城县），而河南“75·8”特大暴雨一日降水量高达 1 060 毫米，云南平均降水强度仅为沿海和东部省份的 30% ~ 50%，云南洪涝影响范围小，受灾面积仅为全国平均水平的 45%。在冷害方面，中高纬度地区冬季一次强寒潮过程降温幅度可达 20℃ 以上，最低气温可降至 -20 ~ -30℃，云南除高寒山区（海拔 2500 米以上）外，冬季寒潮影响下气温最多只降至零下几度。云南的年降雪日数最多仅为 13 天，而青藏高原的那曲、班戈地区则最多可达 53 天。云南立体气候带来的“立体农业”，种植节令与作物发育阶段差别很大，造成全省受气象灾害影响的面广，而成灾面积小。进入 20 世纪 90 年代以来，随着云南地方经济的发展，自然灾害损失逐年增大，1991 ~ 2000 年年平均经济损失 66.7 亿元，2000 年达 128.2 亿元，占云南国民生产总值的 6.5%。1996 ~ 2000 年因气象灾害造成的直接经济损失高达 385.7 亿元，气象灾害的损失是同期地震灾害的 6.3 倍，气象灾害占自然灾害损失的平均比例 74.7%，仅 1999 年 12 月下旬一次重霜冻灾害就损失 55 亿元。云南是全国因暴雨引发的滑坡泥石流灾害最严重的地区之一，死亡人数和经济损失分别是全国平均水平的 5.4 倍和 1.7 倍。

四、受地理环境影响显著

云南西部和南部毗邻南亚次大陆与中南半岛，邻近孟加拉湾和南海，是著名的热带季风气候区。特殊的低纬高原，邻近热带海洋的地理特点，形成了云南气象灾害的复杂性与多样性。云南地形地