

云南地理环境研究

第 22 卷 增刊 2010 年 5 月

目 次

曲靖市雨季开始期的时空分布特征及夏季降雨规律研究	张精华, 尤 临, 白 波 (1)
曲靖一次大雨空报的预报失误分析	王 燕, 唐 勇 (5)
2009 年 4 月百色市一次冰雹天气特征分析	邓汝伊, 班荣贵, 黄 飞 (10)
百色市干旱典型个例成因分析	邓海光, 覃志年, 邓汝伊, 等 (15)
ENSO 事件对红河州泸西县夏季降水的影响研究	李智全 (21)
一次飚线引发的强雷暴大风大雨分析	严直慧, 陆于昌 (27)
贵州省黔西南州一次严重低温霜冻灾害成因分析	段 荣, 蒋 斌, 岑启林, 等 (31)
桂西北 2008 年 6 月暴雨过程南亚高压特征分析	黎 云, 韦丹宜, 罗 雅 (36)
三都县稻纵卷叶螟发生规律与气象因子的关系	黄桂东, 韦召义, 吴永红 (40)
基于 C/S 模式的自动气象站正点数据实时监测系统开发和设计	易烈刚, 杨 溢, 袁洪钊 (44)
基于 GIS 的桂林市细网格平均温度计算与特征分析	黄庆忠 (48)
黔西南农业气象灾害风险评估及灾害风险区划	李腹广 (52)
全球变暖背景下的文山州气温变化分析	张 文, 陈 兵, 晋方鹏 (58)
红河州 4 次西行台风强降水特征分析	周秀美, 兰 兰, 崔志刚 (63)
文山州寒潮的气候特征分析	王 邴, 朱 纬, 龙春华, 等 (69)
自动观测站气象资料在农业气候区划中的应用	黄进云, 谢敬明, 黄 萍 (74)
桂西台风灾害性天气的成因分析	卢小丹, 刘国忠, 唐毓勇 (80)
2009 年初夏 3 次中 α 尺度对流云团分析	杨 林, 韦昭义 (85)
荔波喀斯特旅游气候资源优势分析	张红霞, 易延勇, 梁正文 (90)
地形因子对低纬高原地区云南松氧同位素空间分布的影响	刘云生, 王顺江, 李代玺, 等 (96)
多要素区域自动气象站建设及维护分析	保小林, 丁世民, 柳 汨 (102)
12121 气象信息语音平台数据维护软件应用开发	王月庆, 蓝 东 (106)
2008 年 6 月两次低涡暴雨的多普勒雷达回波分析	刘万杰 (109)
河池境内集雨区一次大暴雨天气的多普勒雷达资料分析	贺春江 (113)
黔南州暴雨洪涝灾害情势及防御	石昌军 (118)
本次会议交流的其它论文题录	(124)
照片: 普者黑秋韵	徐 旌 (封面)
照片: 交流会剪影	徐 旌 (封三)
照片: 喀斯特美景	徐 旌 (封底)

YUNNAN GEOGRAPHIC ENVIRONMENT RESEARCH

Vol. 22 Supp. May 2010

CONTENTS

Research on Spatial and Temporal Distribution Features of Initial Rain Season and Summer Precipitation Patterns of Qujing City	ZHANG Jing-hua, YOU Lin, BAI Bo (9)
Diagnostic Analysis of a False Heavy Rain Forecast in Qujing	WANG Yan, TANG Yong (9)
Characteristics of a Hail in April 2009 in Baise City	DENG Ru-yi, BAN Rong-gui, HUANG Fei (14)
Analysis of Causes of the Typical Drought in Baise City	DENG Hai-guang, QIN Zhi-nian, DENG Ru-yi, et al (20)
The Influence and Research of ENSO Event on Summer Precipitation in Luxi Honghe	LI Zhi-quan (39)
Case Analysis of a Severe Thunderstorms and Strong Wind and Torrential Rain Initiated By Squall Line	YAN Zhi-hui, LU Yu-chang (30)
Analysis of a Serious Disaster of Low Temperature and Frost in Southwest Guizhou	DUAN Rong, JIANG Bin, CEN Qi-lin, et al (35)
The Characteristic Analysis of the Continuity Rainstorm and South Asia High Activity at Northwest of Guangxi in June 2008	LI Yun, WEI Dan-yi, LUO Ya (39)
Occurrence Regularity of Cnaphalocrocis Medinalis Guenee in Sandu County and Meteorological Factors Relationship	HUANG Gui-dong, WEI Zhao-yi, WU Yong-hong (43)
Automatic Weather Station on Time Data Real-Time Observation System Development and Design Based on C/S Mode	YI Lie-gang, YANG Yi, YUAN Hong-zhao (47)
GIS-Based Small Grids Computation and Characterization Analysis of Average Temperature in Guilin	HUANG Qing-zhong (73)
Agricultural Meteorology Disaster Risk Assessment and Division to the Hazard in Southwest of Guizhou	LI Fu-guang (57)
The Analsis of Temperature Changes of Wenshan Prefecture Under Global Warming Background	ZHANG Wen, CHEN Bing, JIN Fang-peng (62)
A Character Study of Honghe State Precipitation Associated with Four Typhoons	ZHOU Xiu-mei, LAN Lan, CUI Zhi-gang (68)
Analysis for the Climatic Characteristics of Cold Wave in Wenshan	WANG Li, ZHU Wei, LONG Chun-hua, et al (73)
The Application of Automatic Observation Station Meteorological Data in Agro-Climatic Division	HUANG Jin-yun, XIE Jing-ming, HUANG Ping (79)
Analysis About the Causes of the Typhoon Severe Weather in Western Guangxi	LU Xiao-dan, LIU Guo-zhong, TANG Yu-yong (84)
The Analysis of α Criterion Counter-Flow Cloud in Early 2009 Summer for 3 Cluster	YANG Lin, WEI Zhao-yi (89)
The Advantage Analysis of Karst Traveling Climatic Resource in Libo	ZHANG Hong-xia, YI Yan-yong, LIANG Zheng-wen (95)
The Influence of Terrain Factors on the Oxygen Isotopes Spatial Distribution of Yunnanensis in Low Latitude Plateau	LIU Yun-sheng, WANG Shun-jiang, LI Dai-xi, et al (101)
Multi-Element Regional Construction and Maintenance of Automatic Weather Stations	BAO Xiao-lin, DING Shi-ming, LIU Mi (105)
The Development and Application of Data Maintenance Software Use in the 12121 Meteorological Information Vocie Platform	WANG Yue-qing, LAN Dong (122)
Analysing Two Rainstorms by Cinrad Products in June 2008	LIU Wan-jie (112)
The Doppler Radar of Data Analysis of a Heary Rainstorm Weather Process in Rain Gathering Area in Hechi	HE Chun-jiang (117)
Circumstance and Defense of Rainstorm Flooding Disaster of Qiannan	SHI Chang-jun (122)

曲靖市雨季开始期的时空分布特征 及夏季降雨规律研究

张精华^{1,2}, 尤 临², 白 波²

(1. 云南大学 资源环境与地球科学学院, 云南 昆明 650091; 2. 曲靖市气象局, 云南 曲靖 655000)

摘要: 用 EOF 方法对曲靖 1961 ~ 2008 年雨季开始期进行分解得到曲靖雨季开始主要表现为明显的南北差异特征。并用 Morlet 小波分析方法对代表站的夏季 (6 ~ 8 月) 降雨序列的多时间尺度进行研究, 结果表明: 雨季偏早和偏晚区域的夏季降雨量包含了多个不同尺度的周期变化和演变特征, 分别包含了 15、3、7 a 和 39、14、4、11 a 的周期振荡, 在 14 a 左右的尺度表现出的降水丰 - 枯交替振荡规律最为突出。20 世纪 70 年代到 80 年代, 夏季降雨都存在有较小尺度的周期振荡, 多雨年和少雨年都集中在较小时间尺度的演变上。目前都一致处于夏雨偏少期。

关键词: 曲靖; 雨季开始期; 夏季降雨; Morlet

中图分类号: P468

文献标识码: A

文章编号: 1001 - 7852(2010)S0 - 0001 - 04

0 引言

曲靖地处滇东北, 地形复杂多样, 属于亚热带气候, 雨雨季分明, 降水主要集中在夏季。雨季早晚和夏季降水直接关系到大春作物的栽种和生长, 以及护林防火、水库蓄水等。因此研究雨季开始期的预报和掌握夏季降雨的规律十分必要, 对建立客观的预测方法, 提供预报思路及为党政部门安排农业生产提供依据具有一定意义。

1 曲靖市雨季开始期的变化特征

利用曲靖市 1961 ~ 2008 年 8 个县站的雨季开始期资料, 以 4 月下旬为起点, 如记 4 月下旬为 20, 5 月上旬记为 30, 依次直到 6 月下旬, 据此标准统计出雨季开始期时间序列, 建立二维资料矩阵 $X(I, J)$, $I = 1, 2, \dots, N$ 为年代数, $J = 1, 2, \dots, M$ 为站点数。求出该资料序列各自相对于平均

值的距平变化值。距平为正时表示雨季开始期偏晚, 反之偏早。

1.1 空间变化特征

分析雨季开始期资料序列可知, 雨季开始最迟在 7 月 4 日, 最早在 4 月 21 日, 相差近 75 天。用 EOF 方法^[1]对 1961 ~ 2008 年 8 个县站的雨季开始期进行分解, 发现第一个特征向量呈明显的南 - 北分布, 以中部沾益为界, 北部的会泽、宣威、富源为负距平区, 最小值在富源 - 0.56, 而南部的马龙、陆良、师宗、罗平为正值区, 正值中心在罗平, 为 0.40, 原因可能是因为曲靖北部容易受冷空气侵袭, 造成降水。同时也表明曲靖的雨季开始, 为南早北晚或南晚北早型。分析第二特征向量可知, 雨季开始日期表现为东西向的差异, 除西部是会泽、马龙为负距平区, 其余各站表现为正值区。其中两个正值中心在宣威, 其次是富源, 负值的最大中心在会泽。一定程度上说明了曲靖西部比东部更先得到孟湾的水汽输送, 西南气流与北方冷空气交汇, 易形成降水。由方差贡献看, 收敛性较快,

前两个特征向量累计方差贡献为 65.5%，而第一个特征向量的方差贡献就达到了 50.8%，表明研究第一个主成分及其特征向量就可较好地表征曲靖雨季开始期的空间分布基本特征，为此将正负值中心罗平、富源作为偏晚和偏早的代表站进行分析。

1.2 时间变化特征

由第一时间系数演变曲线（图略）可见，雨季开始期呈明显的七峰七谷型，最高值出现在 1977 年为 64.80，最低在 1974 年为 -55.27。峰值依次出现在 1979 年、1997 年、1988 年、1987 年、1982 年、1991 年。谷值分别为 1990、1980、2007、2008、2002、1976 年。20 世纪 80 年代偏晚的年份稍多，进入 21 世纪偏早的年份稍多。分析代表站 1961~2008 年雨季开始期距平曲线（图 1），南部的罗平雨季开始期在 20 世纪 70 年代以前偏晚，70 年代早晚各占一半，其中 1977 表现得异常晚（7 月 4 日），80 年代到 90 年代有近 2/3 的年份是偏晚

的，而 90 年代后几乎都是偏早的。北部的富源雨季开始期在 90 年代后和罗平表现得十分一致，都是以偏早为主。进一步分析发现富源的雨季大多以偏早为主，至 60 年代开始到 90 年代近 3/5 的年份是偏早的。雨季的早迟和夏季降水对农业生产的影响十分重要，为此分别作出代表站富源和罗平的夏雨（6~8 月）的降水距平演变曲线（图略），由图可见，富源的多数年份的雨季开始期距平与夏季降水距平呈反位相，即雨季偏迟时，夏季降水量偏少，雨季偏早时，夏季降水就偏多，这种特点在 20 世纪 80 年代表现得最为突出，仅在 90 年代不明显，其余年代的雨季早迟与夏季降雨关系也主要维持这种特点。而罗平除了在 80 年代雨季开始期距平与夏季降水距平呈反位相的年份稍多外，其余年代的雨季早迟与夏季降雨并不十分对应反位相的关系。这可能与罗平夏季多单点大雨、暴雨的不确定性有关，还有待作进一步研究。

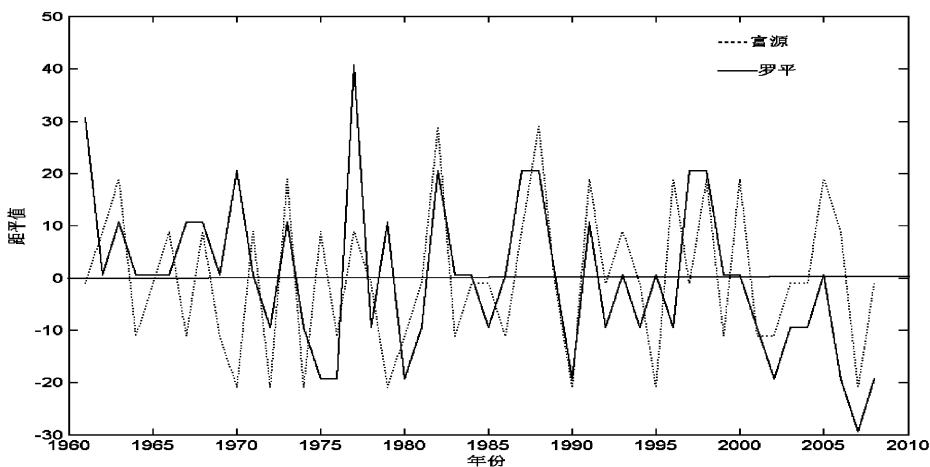


图 1 代表站（富源、罗平）雨季开始期距平曲线

Fig. 1 Initial rain season anomaly of representative station Fuyuan and Luoping

2 夏季降雨的气候特征

前述分析可知，富源和罗平分别代表曲靖雨季早迟的代表性区域，雨季的开始日期早（迟）与夏季降雨量多（少）的关系并不完全一致。下面从夏季的降雨规律来作进一步的讨论。小波分析是一种将信号做时间-频率分析的新技术，为客观地研究气候变化的多层次规律与特征提供了新方法^[2-3]。Morlet 小波的小波变换系数的位相可以用来研究信号的奇异性 and 即时频率，判别信号不同时空尺度的结构及突变点的位置^[4-5]，利用代表站富

源、罗平为研究区域，基于两地 48 年来夏季（6~8 月）降雨量，利用 Morlet 小波变换方法分析夏季降雨的多时间尺度，从而更好地掌握曲靖夏季降雨规律及特点。

2.1 夏季降雨距平小波变换系数分析

图 2 为富源、罗平夏季降雨距平的 Morlet 小波变换系数实部时频结构图。其中等值线上的正、负量值，反映在时间域上降雨量的丰、枯变化。从图中可以看出，48 年来富源、罗平的夏季降雨量包含了多个不同尺度的周期变化，形成各种尺度正负相间的振荡中心。图中可见从上至下分析得出，富源以 15 a 左右时间尺度的降水变化主要经历了 6 个时

期的交替变换：1967 年以前的偏多期，1968 ~ 1976 年的偏少期，1977 ~ 1986 年的偏多期，1987 ~ 1996 年的偏少期，1997 ~ 2004 年的偏多期，目前富源处于 2005 年以后的偏少期。图中还显示，1968 年以前，富源的夏季降雨基本以 3 a 为周期产生振荡，1968 ~ 1993 年，周期拉长到 7 a，同时包含了 3 a 左右的周期。而 14 a 左右的周期则从 20 世纪 60 年代一直延续到新世纪初。分析罗平的小波系数实部时频图，罗平以 39a 时间尺度的降水变化经历了 2 个时期的变换：1967 ~ 1985 年的偏多期，1985 ~ 2005 年的偏少期。以 14 a 时间尺度的降水变化主要经历了 6 个时期的交替变换，1971 年以前的偏多期，1972 ~ 1979 年的偏少期，1980 ~ 1987 年的偏多期，1988 ~ 1994 年的偏少期，1995 ~ 2004 年的偏多期，2004 年以后的偏少期。可以看出 1985 年以前，基本以 14 a 为周期产生振荡，其中包含了 20 世纪 70 年代中期到 80 年代中期 4 a 左右的周期。1985 年以后周期下降

到 11 a 左右。罗平在较大尺度和大尺度下目前都表现为降水偏少期。在 14 a 左右的周期，富源和罗平在新世纪中期后都一致的处于偏少期。70 年代和 80 年代富源和罗平都存在有较小尺度的周期振荡，前面所讨论的雨季开始早（晚）与夏季降雨多（少）的反位相关系的年份较多的年份也多出现在这一时段。同时还发现，富源多雨年或少雨年主要取决于 3 a 及 3 a 以下尺度的周期振荡。如 1961 年（多雨）、1997 年（多雨）、1970（少雨）、1992（少雨）分别对应于 3 a 振荡（正）中心、3 a 振荡（正）中心、1 a 振荡（负）中心、3 a 振荡（负）中心。罗平多雨年或少雨年主要取决于 5 a 及 5 a 以下尺度的周期振荡。如多雨年 1980 年、1986 年、少雨年 1977 年、1999 年、2004 年与 4 a 振荡（正）中心、4 a 振荡（正）中心、4 a 振荡（负）中心、5 a 振荡（负）中心对应。图中还可以明显看出富源和罗平在 14 a 左右的尺度表现出的降水丰 - 枯交替振荡最为突出。

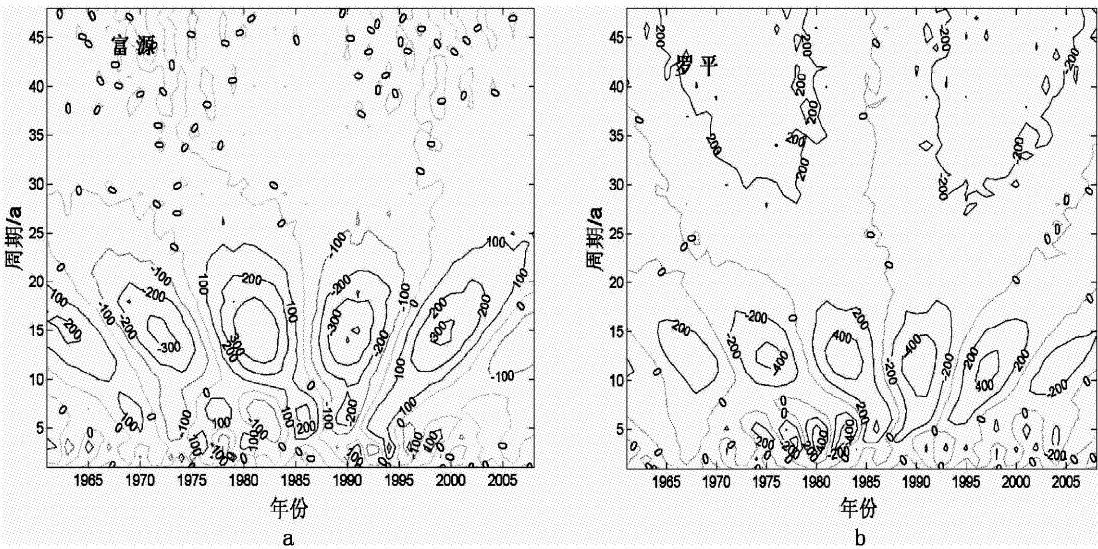


图 2 夏季降雨 Morlet 小波变换系数实部时频结构（a：富源；b：罗平）

Fig. 2 Summer precipitation real - part time - frequency structure of Morlet wavelet transfer coefficient（a：Fuyuan b：Luoping）

2.2 小波方差分析

在一定尺度下，小波方差随尺度变化的过程能反映时间序列中所包含的各种尺度（周期）及其强弱随尺度变化的特征。因此通过小波方差可以较方便的查找一个时间序列中起主要作用的尺度（周期）。富源、罗平夏季降雨距平序列的小波方差变化见图 3。

从图 3 可以看出，富源夏季降雨序列在 14、22、31、39 a 左右尺度的小波方差极差表现得较突出，其中最为显著的是在 22 左右的尺度，说明富

源夏季降雨过程存在 14、22、31、39 a 的主要周期，这 4 个周期的波动决定着富源夏季降雨在整个时间内的变化特征；罗平夏季降雨序列在 14、22、31、39 a 左右尺度的小波方差极值表现较明显，其中在 14 a 左右尺度最为显著，说明罗平夏季降雨过程存在 14、22、31、39 a 的主要周期，这 4 个周期的波动决定着罗平夏季降雨在整个时间内的变化特征。分析结果与图 2 相符。显而易见，无论雨季开始偏早或偏晚区域，夏季降雨在年代际的周期或大尺度时间尺度上都呈现一致性的特点，仅显著周期

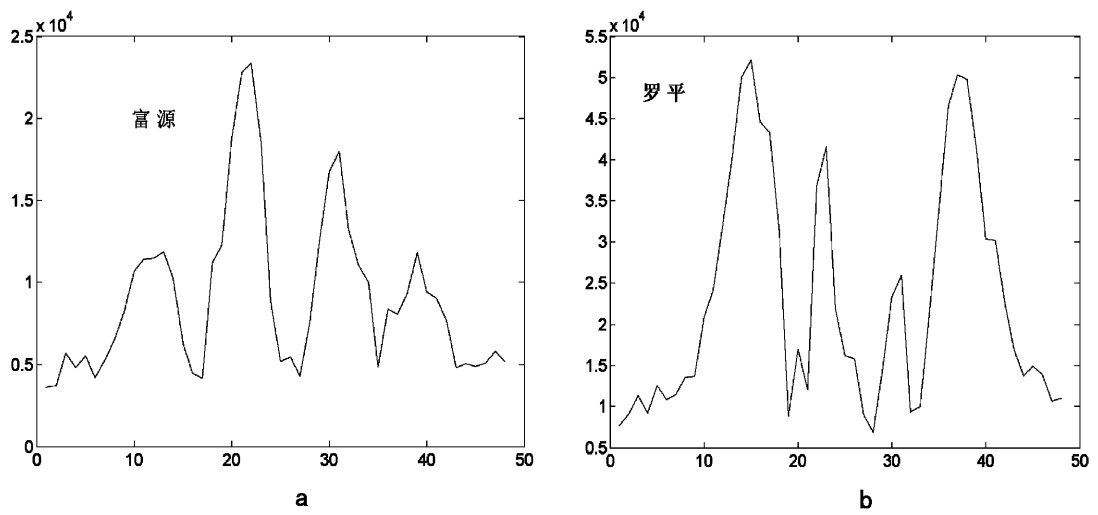


图 3 夏季降雨小波方差变化 (a: 富源; b: 罗平)
Fig. 3 Summer precipitation wavelet variance deviation (a: Fuyuan, b: Luoping)

有所不同。这从另一个角度说明雨季开始早晚仅是因为影响的天气系统在短时间内的时域性，而整个夏季降雨却是大尺度环流演变造成的。结合雨季开始期的时间系数分析，进入 21 世纪偏早的年份稍多，值得注意的，在 14 a 左右的周期，富源和罗平在新世纪中期后都一致处于夏季降雨偏少期，所以分析近年来大气环流演变特征具有研究意义。

3 结论

曲靖雨季开始主要表现为南早北晚或南晚北早型，同时伴有东西差异的特征。南北差异的特点可较好地表征曲靖雨季开始期的空间分布基本特征。偏晚与偏早的区域在 20 世纪 90 年代后雨季都是以偏早为主。

雨季偏早的地区主要维持雨季偏迟，夏季降水量偏少，雨季偏早时，夏季降水偏多的特点。而偏晚的区域雨季早迟与夏季降雨不完全对应反位相的关系，可能与地理位置特殊性夏季多单点大雨、暴

雨的不确定性有关。

曲靖雨季偏早和偏晚区域的夏季降雨量包含了多个不同尺度的周期变化和演变特征。偏早区域的夏季降水包含了 15、3、7 a 的周期振荡。偏晚区域的夏季降水包含了 39、14、4、11 a 的周期振荡，且在较大尺度和大尺度下目前都表现为降水偏少期。

雨季偏早还是偏晚区域都在 14 a 左右的尺度表现出的降水丰 - 枯交替振荡规律最为突出，在新世纪中期后夏季降雨都一致的处于偏少期，多雨年和少雨年都集中在较小时间尺度的演变上。

无论雨季开始偏早或偏晚区域，夏季降雨在年代际的周期或大尺度时间尺度上都呈现一致性的特点，仅显著周期有所不同。

20 世纪 70 年代到 80 年代，雨季偏早和偏晚区域在间夏季降雨都存在有较小尺度的周期振荡，雨季开始早（晚）与夏季降雨多（少）的反位相关系的年份较多。

参考文献:

[1] 解明恩, 张万诚. 云南短期气候预测方法与模型 [M]. 北京: 气象出版社, 2000: 69 - 73; 239 - 249.

[2] 尤卫红, 段旭, 杞明辉. 连续小波变换在云南近百年气温和降水变化分析中的应用 [J]. 高原气象, 1999, 18 (1): 47 - 54.

[3] 尤卫红, 杞明辉, 段旭. 小波变换在短期气候预测模型研究中的应用 [J]. 高原气象, 1999, 18 (1): 39 - 46.

[4] 陈志芳. 佛山市降水变化的小波特征 [J]. 气象科技, 2002, (4): 214 - 217.

[5] 俞开炬. 景德镇市近 50 年降水的小波变化特征 [J]. 江西气象科技, 2004, 27 (1).

曲靖一次大雨空报的预报失误分析

王 燕, 唐 勇

(曲靖市气象局, 云南 曲靖 655000)

摘要: 实时天气系统的时空分布, 多个物理要素都表明 2009 年 6 月 9 ~ 10 日曲靖市将有大雨天气发生的可能, 结果大雨并没有发生。为了找到空报原因, 对常规资料和数值预报产品进行了诊断分析。结果表明, 预报失误的原因为: 500 hPa 低槽太浅, 而且没有东移, 槽前偏南分量太小, 不利于水汽输送, 是此次大雨空报的首要原因; 水汽通道快速东移, 水汽辐和中心偏西偏北, 不利于水汽的输送; 散度场不利于抽吸作用形成深厚的上升运动; 指导预报降水量级偏大。

关键词: 大雨; 预报失误; 诊断分析

中图分类号: P458.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001 - 7852(2010)S0 - 0005 - 05

0 引言

2009 年 6 月 8 日, 在综合考虑偏南气流、低涡切变、地面冷锋及其数值预报和降水指导预报后, 曲靖市气象台会商, 认为系统配合较好, 利于 6 月 9 ~ 10 日有区域性大雨发生, 对外发布了大雨天气消息。然而 6 月 9 日仅有宣威下了中雨, 会泽、师宗下了小雨, 其余各县只有微量降水, 预报与实况相差较大。本文旨在通过分析当时的预报思路, 结合实况, 找出降水预报偏差的原因, 对今后这样的短期预报有一定的警示作用。

1 预报降水思路分析

按照 6 月 8 日欧洲数值预报在 9 日 08 时 500 hPa 98°E 附近有浅槽东移, 曲靖市为槽前西偏南气流, 水汽输送良好, 700 hPa 重庆至滇东北为低涡切变, 10 日 08 时低涡中心位于曲靖上空, 500 hPa 青藏高原上有低槽东移, 有利于低涡加深发展造成强降水, 9 日、10 日 700 hPa 相对湿度在 90% 以上, 滇中以东地区为大面积高湿区。地面海平面气

压场青藏高原上有冷高压维持, 9 日、10 日有分裂的冷空气南下, 滇东地区有明显正变压, 850 hPa 湿度场预报 10 日有 4 ℃ 左右的降温。综合分析, 曲靖市水汽和动力触发条件已经具备, 而且各要素场与形式预报相吻合。

从实况分析来看, 6 月 2 ~ 8 日全市均无明显降雨, 8 日 14 时地面图上, 巧家 - 威宁 - 水城一线有冷锋, 后部有 - 7 ℃ 变温和 + 6 hPa 变压, 全市气温在 25 ℃ 以上, 南部达到 28 ℃, 天气闷热, 而未来冷锋过境有利于能量释放。可见, 曲靖已经具备出现较强降水的低涡切变形势, 动力和热力水汽条件均已经满足, 所以 8 日下午预报 9 ~ 10 日全市有一次大雨天气过程。但预报与实况相差较大。

2 预报失误分析

2.1 实况形势分析

9 日 08 时, 500 hPa 中高纬为两槽一脊形势, 乌拉尔山脉到中国的新疆为槽, 9 日 20 时该槽东南移与南支合并, 全省为槽前西偏南气流, 10 日槽减弱, 全省转为偏西气流, 不利于水汽输送。700 hPa, 9 日 08 时低涡切变南移至滇东以北地区, 南

高北低, 10 日由于后部冷空气补充, 形成北高南低的形势, 切变维持在滇东地区。从高空的实况可知, 9 日有弱偏南气流影响, 但是由于槽较浅, 不利于水汽的输送, 因为槽没有东移, 10 日全省转为偏西气流, 不利于水汽输送。从地面图上看, 9 日 08 时冷锋位于会泽 - 宣威 - 兴义一线, 后部有强的正变压和负变温, 9 日 14 时冷锋南移到陆良 - 罗平 - 广南一线, 曲靖全市处于锋后。10 日由于后部冷空气补充, 四川出现 1 010 hPa 冷高中心, 08 时、14 时、20 时曲靖全市维持偏北风, 并且有 3 ℃ 的负变温和 3 hPa 的正变压, 可见 9 ~ 10 日地面上有明显的冷锋过境, 有利于强降水的产生。

2.2 水汽条件分析

强降水形成的首要条件就是充分的水汽供应。为此分析了水汽通量、水汽通量散度和相对湿度的实况剖面图 (以曲靖中部的沾益站为基点, 以下同)。

2.2.1 水汽通量

分析 8 ~ 10 日的水汽通量表明, 从 8 日 08 时开始, 有明显的东西向水汽通道, 在通海附近, 中心强度达 $16 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-1} \cdot \text{hPa}^{-1} \cdot \text{S}^{-1}$, 曲靖为 $12 \sim 14 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-1} \cdot \text{hPa}^{-1} \cdot \text{S}^{-1}$, 9 日 08 时大值中心快速东

移至东部沿海地区, 曲靖的水汽通量迅速减小至 $6 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-1} \cdot \text{hPa}^{-1} \cdot \text{S}^{-1}$, 10 日 08 时减小至 $4 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-1} \cdot \text{hPa}^{-1} \cdot \text{S}^{-1}$ 。可见水汽通道的快速东移不利于强降水的产生。

2.2.2 水汽通量散度

水汽通量散度表征水汽的辐合辐散。分析此次过程的水汽通量散度剖面图, 8 日 20 时的纬向剖面图, 700 hPa 以下为水汽辐合区但是辐合位置大值中心区位置偏东, 位于 850 hPa, 90°E 附近, 经向剖面图上, 水汽辐合不够强, 700 hPa 以上均为辐散区, 700 hPa 以下为水汽辐合区, 辐合大值中心偏北, 位于 850 hPa, 28°N 附近。9 日 08 时 (图 1a), 曲靖上空 850 hPa 以上均为水汽辐散区。9 日 20 时, 600 hPa 以下为辐合区, 但是依然不够深厚, 而且辐和中心偏西偏北, 位于 700 hPa、 100°C 附近和 850 hPa、 28°N 附近。10 日 08 时 (图 1b), 500 hPa 以下为水汽辐合区, 但是强度不大, 最大中心仅为 $-8 \times 10^{-7} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{hPa}^{-1} \cdot \text{S}^{-1}$, 中心位置依然偏北, 位于 850 hPa、 28°N 附近。综上, 此次过程没有强的水汽辐和, 而且辐和的大值中心区位置偏北偏西, 因此没有产生强降水有利的水汽输送条件。

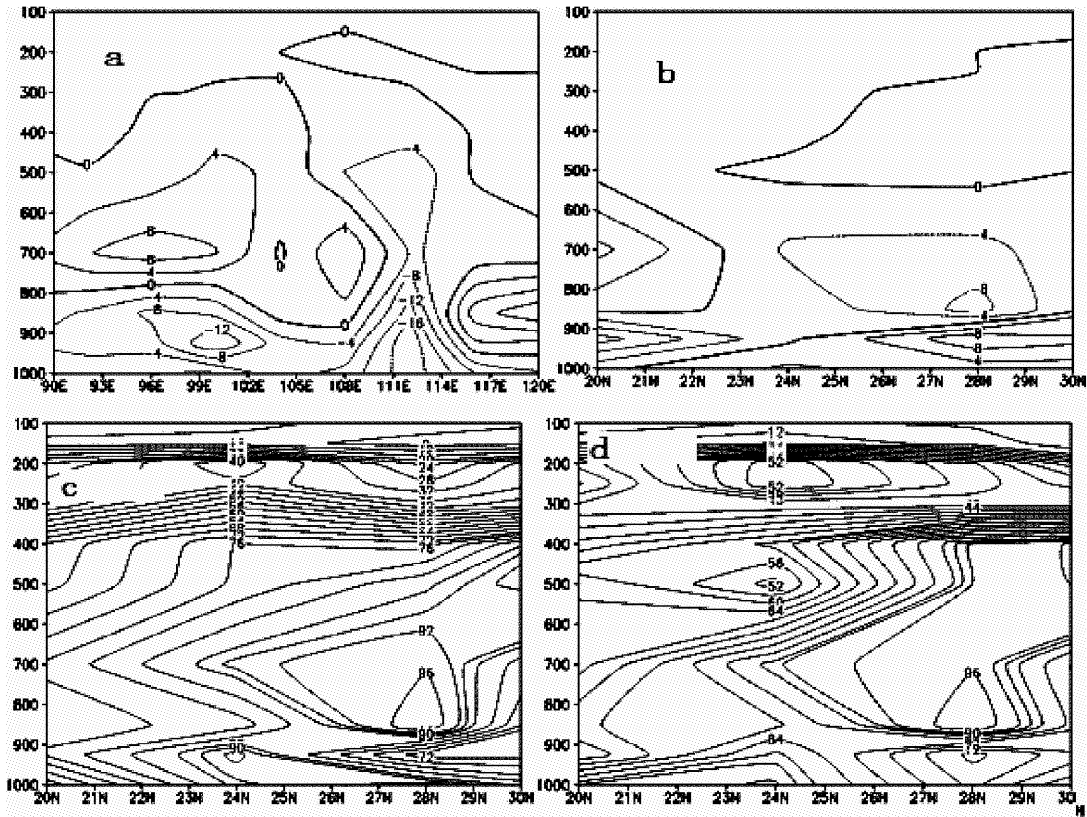


图 1 6 月 9 日 08 时和 10 日 08 时水汽通量散度剖面图 (a、b), 9 日 08 时和 10 日 08 时相对湿度剖面图 (c、d)

Fig. 1 The cross - section diagrama of the water vapor flux divergence (a、b) and relative humidity (c、d) at 8 o'clock on 9 and 10 June 2009

2.2.3 相对湿度

分析 9 日 08 时相对湿度剖面图发现，在经向剖面图上（图 1c），700 ~ 850 hPa 曲靖市上空相对湿度大于 90% 接近饱和，而 700 hPa 以上均小于 90%，纬向剖面图各层小于 90%，水汽含量不大。10 日 08 时经向剖面图上（图 1d）曲靖上空 700 hPa 附近大于 90%，700 hPa 以上小于 90%。两个时段的大值中心区位置都偏北，位于 850 hPa、28°N 附近。说明曲靖上空并没有大量的水汽聚集，不具备形成强降水的条件。

3 动力学条件

强降水产生的另一个条件就是强烈的上升运动。为此，分析了垂直速度、涡度、散度剖面图。

3.1 垂直速度

垂直速度造成水汽、热量、动量、涡度等物理量的垂直输送，对天气系统的发展有很大影响。分析 9 日 08 时垂直速度剖面图，曲靖上空 700 hPa 以下为负垂直速度区，以上为正垂直速度区。9 日 20 时经向剖面图上（图 2a），曲靖上空，850 ~ 100 hPa 均为负垂直速度区，中心最大值为 -16×10^{-3} hPa/S，位于 500 hPa，24.5°N 附近，纬向剖面图上曲靖上空 850 ~ 100 hPa 为负垂直速度区，中心最大值位于 500 hPa、103.5°E 附近，正好位于曲靖市上空。10 日 08 时（图 2b），垂直速度大值中心区有所东移，但曲靖上空 850 ~ 100 hPa 依然为负垂直速度区。由此可见，9 ~ 10 日为深厚的上升运动，最大上升运动区正好位于曲靖上空，这种强烈的上升运动对输送水汽、热量、动量、涡度等物理量较为有利。

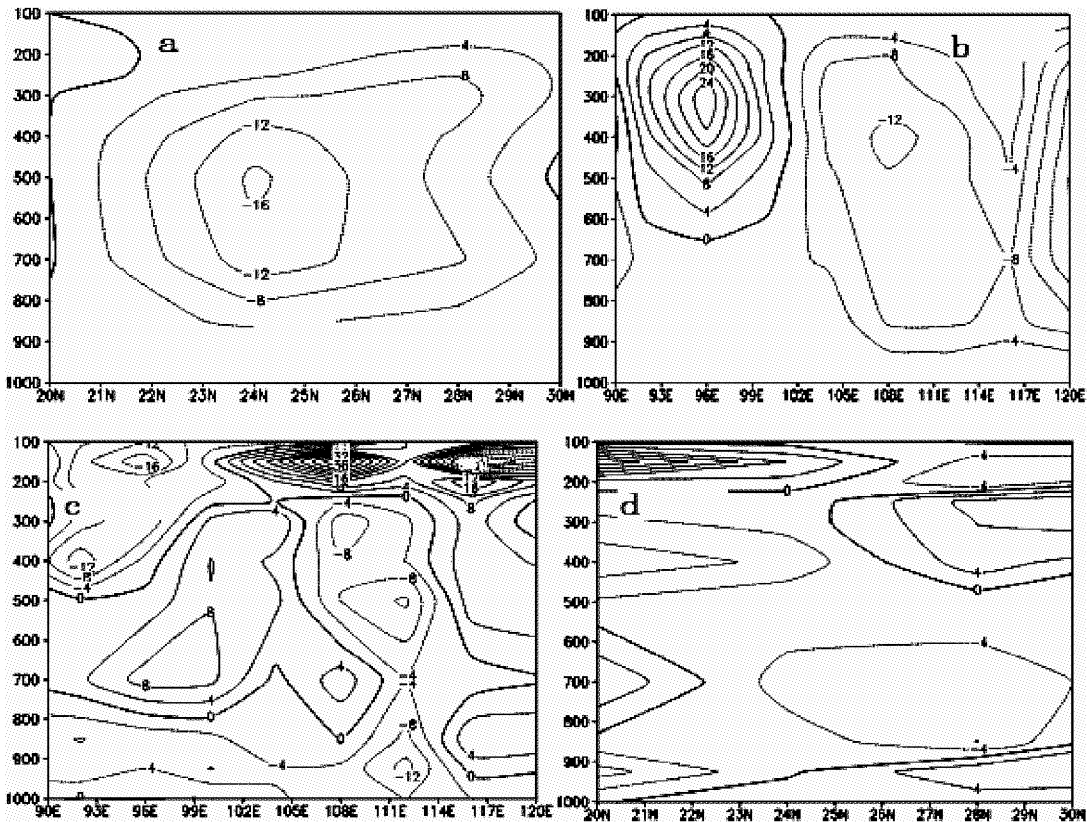


图 2 9 日 20 时和 10 日 08 时垂直速度剖面图（a、b），9 日 08 时和 10 日 08 时散度剖面图（c、d）
Fig. 2 The cross-section diagrama of the vertical velocity at 20 o'clock on 9 and 20 o'clock on 10 June (a、b), and the divergence at 8 o'clock on 9 and 8 o'clock on 10 June 2009 (c、d)

3.2 涡度

9 日 08 时涡度纬向剖面图上，曲靖上空 500 hPa 以下为正涡度区，最大中心为 16×10^{-5} hPa/S，位于 700 hPa，103.5°E 附近，正好位于曲靖上空，

500 hPa 以上为负涡度区。经向剖面图上，600 hPa 以下为正涡度区，最大值位于 700 hPa，23° ~ 26° N，正好位于曲靖上空，700 hPa 以上为负涡度区。9 日 20 时和 10 日 08 时的涡度剖面图上，经向、纬

向都是 600 hPa 以下为正涡度区, 以上为负涡度区。从涡度场的配置来看, 9 ~ 10 日都是中低层辐和, 高层辐散, 抽吸作用有利于形成上升运动。

3.3 散度

从 9 日 08 时的经向和纬向 (图 2c) 剖面图来看, 700 hPa 以下为负散度区, 最大值仅为 -4×10^{-5} hPa/S, 以上为正散度区, 虽然符合了低层辐和、高层辐散的特征, 但是辐和强度太小, 不利于形成抽吸作用。9 日 20 时, 600 hPa 以下为负的散度区, 中心最大值为 -8×10^{-5} hPa/S, 位于 850 hPa, $24^{\circ} \sim 28^{\circ}\text{N}$ 附近, 正好位于曲靖上空, 600 hPa 以上为正散度区。10 日 08 时的经向 (图 2d) 和纬向剖面图, 400 hPa 以下为负散度区, 最大值为 -4×10^{-5} hPa/S, 400 hPa 以上为正散度区。由此可见, 9 ~ 10 日散度场都符合低层辐和、高层辐散的特点, 但是辐和强度太小, 不利于抽吸作用形成深厚的上升运动, 对产生强降水不利。

4 热力学条件

K 指数和 SI 指数是反映大气稳定度状态的定量指标。据统计, K 指数大于等于 38 的区域为不稳定能量高值区, 出现大雨以上天气的概率较大。9 日 08 时, 云南大部地区为高能区控制, 其值大于 36°C , 10 日 08 时, 高能区南移, 曲靖 K 值小于 36°C 。SI 指数负值表示大气层结不稳定, 负值越大, 层结越不稳定。9 日 08 时曲靖大部地区 SI 指数大于 0, 处于稳定区域, 只有南部边缘地区处于 $-2^{\circ}\text{C} < \text{SI} < 0^{\circ}\text{C}$ 的不稳定区域, 10 日 08 时 SI 大于 0 为稳定区域。可见 9 ~ 10 日曲靖上空的大气层

结较为稳定, 不利于强降水的产生。

5 预报失误的原因总结

(1) 500 hPa 低槽太浅, 而且没有东移。槽前偏南分量太小, 不利于水汽输送。是此次大雨空报的首要原因。

(2) 水汽通道快速东移, 水汽辐和中心偏西偏北, 不利于水汽的输送。

(3) 散度场符合低层辐和、高层辐散的特点, 但是辐和强度太小, 不利于抽吸作用形成深厚的上升运动, 对产生强降水不利。SI 指数表明大气层结较为稳定, 不利于强降水的产生。

(4) 指导预报降水量级偏大。日本、德国降水预报和中央台、省台指导预报均是降水量级偏大。市级台站制作天气预报是以数值预报为基础、根据当时情况和经验方法对上级指导预报加以订正, 因此在一定程度上依赖这些指导预报。

6 讨论

(1) 根据 8 日 08 时的资料分析, 500 hPa 浅槽东移, 中低层的低涡切变, 高能高湿, 不稳定是预报大雨天气的典型形势和特征。

(2) 强降水形成的首要条件就是充分的水汽供应, 即使有强烈的上升运动也不能产生强降水。因此在以后的此类预报中要更加关注是否有持续的水汽供应。

(3) 不能过分依赖指导预报, 在重视数值预报的基础上要加强天气学方法的预报订正。

参考文献:

- [1] 匡顺四, 王丽荣, 刘金平, 等. 石家庄盛夏一次暴雨空报诊断分析 [J]. 干旱气象, 2009, 27 (1), 41 - 45.
- [2] 杨利霞, 苏俊辉. 一次暴雨空报的预报失误分析 [J]. 陕西气象, 2007 (2), 16 - 18.
- [3] 朱乾根, 林锦瑞, 寿绍文, 等. 天气学原理与方法 [M]. 北京: 气象出版社, 1992.

DIAGNOSTIC ANALYSIS OF A FALSE HEAVY RAIN FORECAST IN QUJING

WANG Yan, TANG Yong
(*Qujing Meteorological Bureau, Qujing 655000, Yunnan, China*)

Abstract: Temporal and spatial distribution of the real-time synoptic system and various physical factors all demonstrated that heavy rain is likely to occur in Qujing from 9th to 10th, in June, 2009. However, it proved to be a false forecast. In order to find out the reasons behind, diagnostic analysis is conducted on conventional material and numerical prediction products. The results show that the major reason for the false report is that 500 hPa troughs of low pressure were rather light and didn't move eastwards. Consequently, the weight of the southern side of these troughs was inadequate and thus it was difficult for water vapor to be transported. There are also other reasons contributing to this false report: the passage of water vapor moved eastwards swiftly and this also compounded the difficulty of water vapor's transportation; chimney effect was not working well due to the interference of divergence field.

Key words: heavy rain; false forecast; diagnostic analysis

（上接第 4 页）

RESEARCH ON SPATIAL AND TEMPORAL DISTRIBUTION FEATURES
OF INITIAL RAIN SEASON AND SUMMER PRECIPITATION
PATTERNS OF QUJING CITY

ZHANG Jing-hua^{1,2}, YOU Lin², BAI Bo²
(1. *School of Resource Environment and Earth Science, Yunan University, Kunming 650091, Yunnan, China;*
2. *Qujing Meteorological Bureau, Yunan Province, Qujing 655000, Yunnan, China*)

Abstract: Through EOF decomposition of initail rain season of Qujing from 1961 to 2008, it is found that south-to-north diffenrence is principal feautre. Morlet wavelet analysis method is adopted to study summer precipitaiton from June to August of representative stations with multi-time sieres. Results show that summer precipitation in regions with earlier and later rain season is composed of periodic change and evolution in several scales, which are 15a, 3a, 7a and 39a, 14a, 4a, 11a periodic oscillation. At 14a scale, the floody-dry alternation feature is the most prominent in all. From 70s to 80s in 20th century, summer precipitaiton oscillation stays in a smaller scale, and year with more or less precipitation than normal concentrate on smaller time scale. Less summer precipitation is accordant to present period.

Key words: Qujing; initail rain season; summer presipitation; Morlet

2009年4月百色市一次冰雹天气特征分析

邓汝伊, 班荣贵, 黄 飞

(百色市气象局, 广西 百色 533000)

摘要: 2009年4月12日~4月13日, 百色市出现了一次较大范围的冰雹天气过程, 使用 micaps 常规资料、多普勒天气雷达产品、物理量场等资料进行特征分析, 结果表明: 此次降雹过程在 500 hPa 高空环流形势场上呈典型的西北气流型, 低层辐合、高层辐散; 从雷达回波的演变来看此次降雹是典型的冰雹云回波特征, 各种雷达产品在冰雹天气的演变上显示出了特征性。

关键词: 冰雹; 强对流; 多普勒雷达

中图分类号: P458.3

文献标识码: A

文章编号: 1001-7852(2010)S0-0010-05

0 引言

冰雹天气是一种中小尺度强对流过程, 具有空间尺度小、生命期短、危害巨大等特点^[1]。冰雹天气是百色市近年来对生产生活造成极大影响的常见灾害性天气之一。冰雹天气在有利的大尺度天气背景下生成、发展, 大尺度天气背景决定了中小尺度对流天气系统的强度、时空尺度、演变特征, 而多普勒天气雷达观测具有空间、时间分辨率高的特点, 对中小尺度天气系统的发展、演变、位置、移动以及内部结构进行监测, 为精细化天气预报提供了监测手段^[2]。使用常规资料分析大尺度天气背景, 利用多普勒天气雷达分析冰雹云结构、形成机理, 总结强冰雹天气发生的典型天气环流形势。在有利的大尺度天气背景下, 应用物理量场、多普勒天气雷达产品资料, 提取对冰雹天气有指示意义的特征, 对强对流天气预报、预警具有重要意义。

1 实况及灾情

2009年4月12日~4月13日, 百色市出现了一次中到大雨, 局部暴雨天气过程(图1)。12日

下午开始, 全市共有9个县(区)的部分乡镇伴随出现了冰雹天气, 据不完全统计, 本次冰雹灾害性天气给民房以及蔬菜、烟叶、果树等农经作物造成了不同程度的损失, 受灾人口高达14万人, 经济损失6000余万。

2 百色市冰雹灾害天气历史特征分析

图2为1983~2008年百色市冰雹灾害月份频率分布表, 可以明显看出, 将近86%的冰雹灾害发生在春季(3、4、5月份), 4月份是冰雹灾害高发期, 有一定的季节特征。因此在春季, 尤其是4月份, 监测冰雹灾害是预报服务中的重点项目之一。图3为冰雹灾害区域统计: 中部地区出现的频率最高。其中, 田林出现20站次、百色(右江区)出现18站次, 田阳、德保、隆林12站次, 其余各县在9站次以下。百色(右江区)、田阳、田东、平果常称为河谷。结合图2可得出冰雹灾害地理分布规律: 山区多于河谷, 北部山区多于南部山区, 有一定的地理特征。从冰雹灾害的日变化来看, 一天中任何时刻均可降雹, 但14~21时最多, 14时过后, 降雹频率迅速增加, 17~18时达最高峰, 此后逐渐减少, 凌晨5~7时降雹的机会最少。

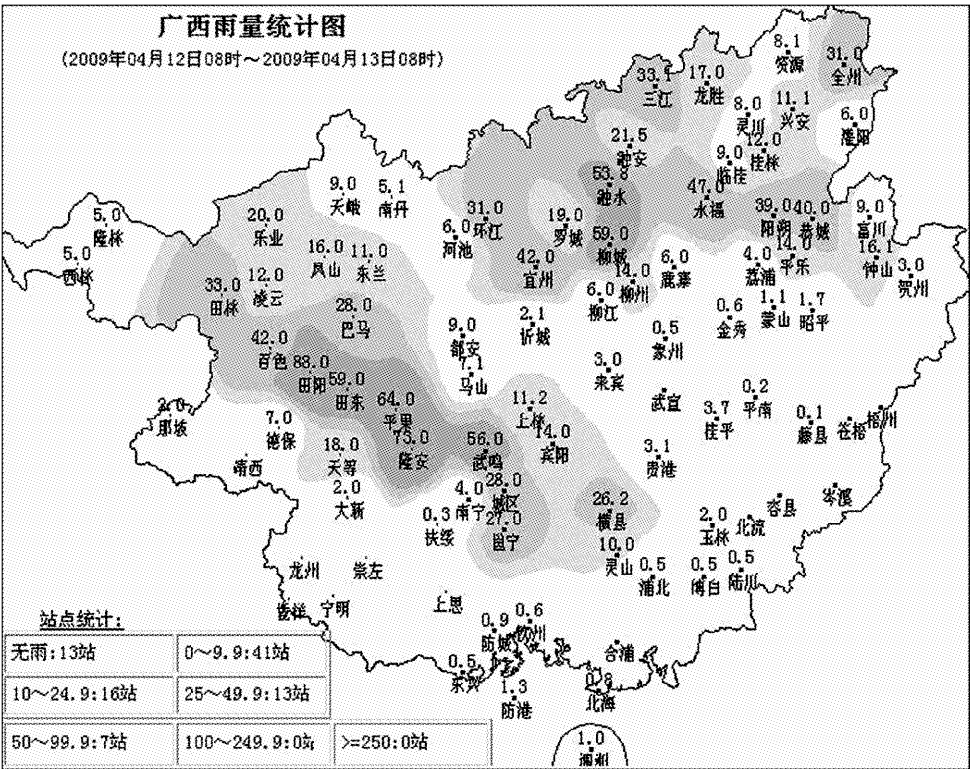


图 1 2009 年 4 月 12 日 08 时 ~ 13 日 08 时广西雨量统计图

Fig. 1 Rainfall statistical chart at 08:00 April 12 to 08:00 April 13, 2009 in Guangxi

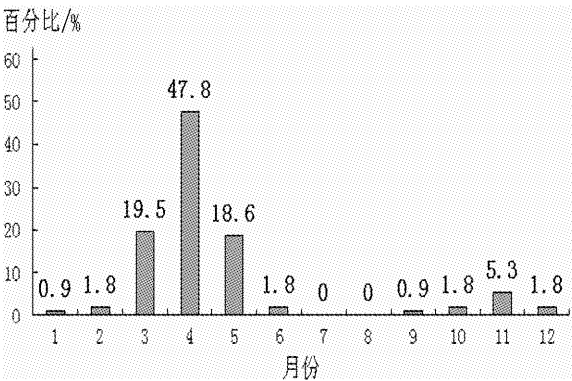


图 2 1983 年 ~ 2008 年百色市降雹月份频率表

Fig. 2 The frequency form in month of hail falls in Baise City, 1983 ~ 2008

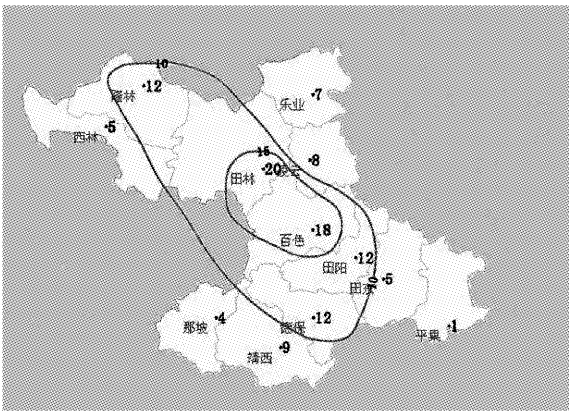


图 3 1983 年 ~ 2008 年冰雹灾害区域统计

Fig. 3 The regional statistics for hail disaster, 1983 to 2008

3 2009 年 4 月 12 日冰雹灾害天气特征分析

3.1 micaps 资料分析

2009 年 4 月 12 日 ~ 4 月 13 日, 200 hPa 上, 印度高压于 11 日夜间接至 12 日稍有北抬东进, 推动高原槽东移, 西侧西北气流引导冷平流进入中国西南地区, 桂西北高层有明显的辐散场。在 500 hPa 上, 西伯利亚冷槽不断东移, 南支槽在云南中部呈南北

向, 受高原冷平流推动, 南支槽转横并移至贵州北部, 副高位置西脊到达越南中部, 桂西北处于槽底西北风急流区 (图 4)。在中低层可以明显看到, 位于重庆的低涡发展南压东进, 带动切变线南压到达桂西北 (图略)。从地面场可以看出, 高原有弱冷空气扩散南下。高层深厚辐散场和急流为能量的累积提供了条件, 低层切变线南压及南下的弱冷空气引起不稳定能量的爆发, 导致了强降水伴随冰雹天气的发生。

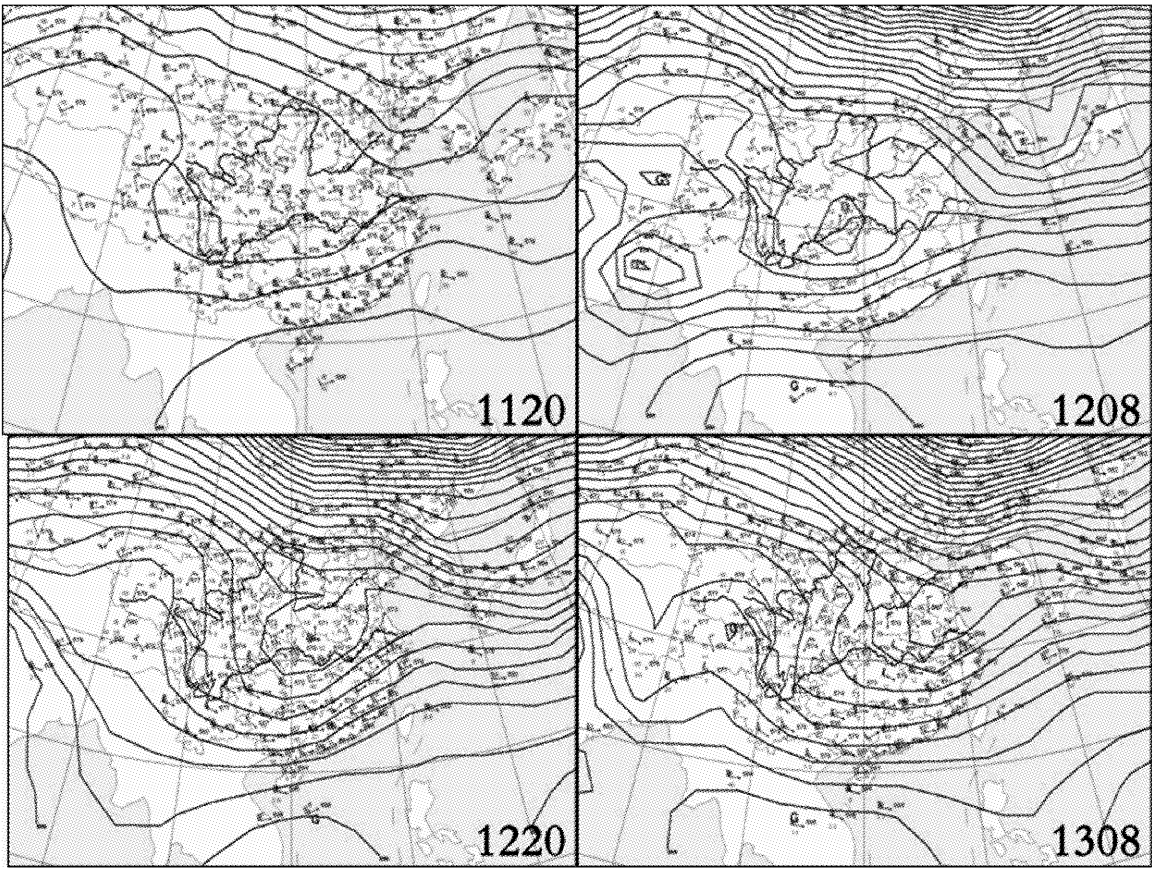


图 4 009 年 4 月 11 日 ~ 13 日 500 hPa 高空图
Fig. 4 500 hPa height map, April 11 ~ 13, 2009

3.2 多普勒雷达资料

从本地多普勒雷达上可以直观地看到，本次冰雹天气较显著的特点是不断有对流云团生成，并沿东南方向传播移动，移动过程中持续补充能量加强，连续降雹，造成极大危害。

冰雹云最主要的判别特征是回波强、强回波高度高及典型的形态特征^[3]，因此着重分析 ≥ 45 dB（红色、紫色）强回波的变化。12 日下午，百色市雷达图上显示有多对流云团发展，强度都比较强，本文选用特征最明显的回波图来作代表说明。16:05，强回波在距离雷达站点约 25 km 处的西南部发展，中心位于百色市右江区百峰乡南部，回波中心强度为 65 dB。该强对流单体在一小时内快速传播，沿东南方向移至距雷达站点约 50 km 外的田东县印茶镇北部，强度维持，范围有所扩大（图 5，图中星形标注为百色市本站，三角形标注为田东县站）。至 17:05，该对流单体降雹后仍以中心强度为 65 dB 的形态朝东南向继续移动。从图上可以明显看到，雷达站点南部又生成了强回波对流云团，中心强度最强时为 65 dB，据跟踪观察，新生成的对

流云团仍旧沿着上一云团的轨迹移动并降雹，加重了灾害程度。

在预报过程中，常使用实用性较好的雷达导出产品分析强对流天气过程。多普勒雷达 VCS 垂直剖面产品能够很好地反映对流发展的强度，VCS 垂直剖面、VIL 垂直累积液态水含量特征与强对流冰雹天气有很好的对应关系^[4]。统计分析表明，出现强对流冰雹天气时，VCS 最大值达 10 ~ 12 km，一般在 7 ~ 8 km 以上；VIL 产品最大值达 60 kg/m²，一般在 40 kg/m² 以上。

从 4 月 12 日 16:05 ~ 17:05 的 VCS 垂直剖面产品可以看出，强对流云团的特点是强回波垂直高度超过 9 km 以上，中心强度最强时为 65 dB，有很完整的冰雹云特有的悬垂结构（图 5），强回波区出现在 3 ~ 9 km，是冰雹生长的高度层，对流发展旺盛。

同一时次的 VIL 垂直累积液态水含量对应反映出了对流云团的强度变化，17:12 云团到达田东县印茶镇时 VIL 值到达最高，为 65 kg/m²，降雹后迅速减弱（图略），随后新生成的对流云团的 VIL 最高值也达到了 60 kg/m²。

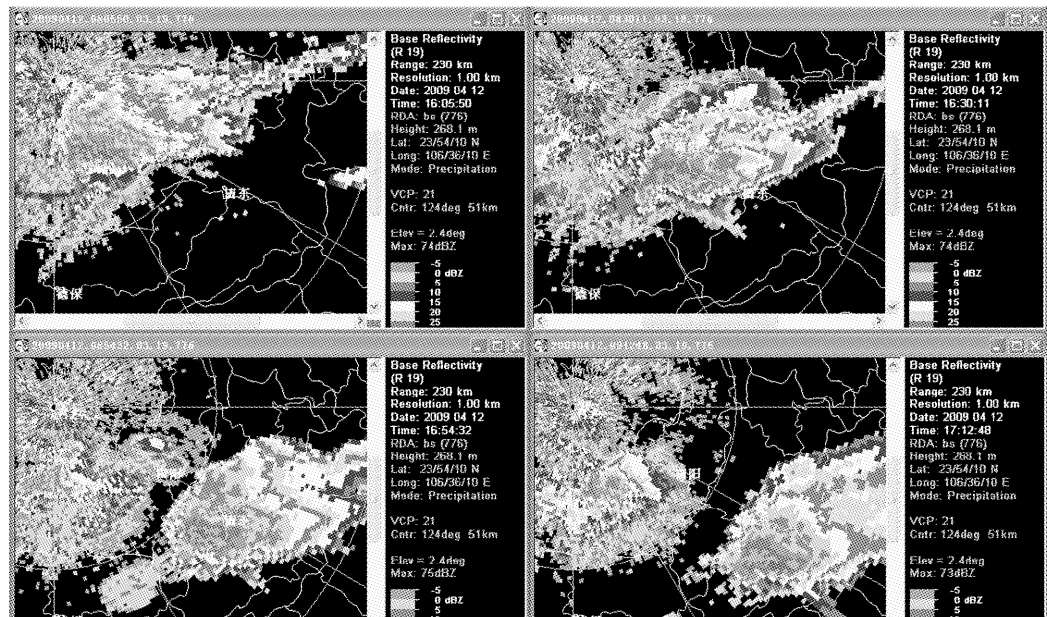


图 5 2009 年 4 月 12 日 16:05、16:30、16:54、17:05 雷达反射率 (19 号产品, 2.4 deg)
Fig. 5 Radar reflectivity (No. 19 product, 2.4 deg) at 16:05, 16:30, 16:54, 17:05, April 12, 2009

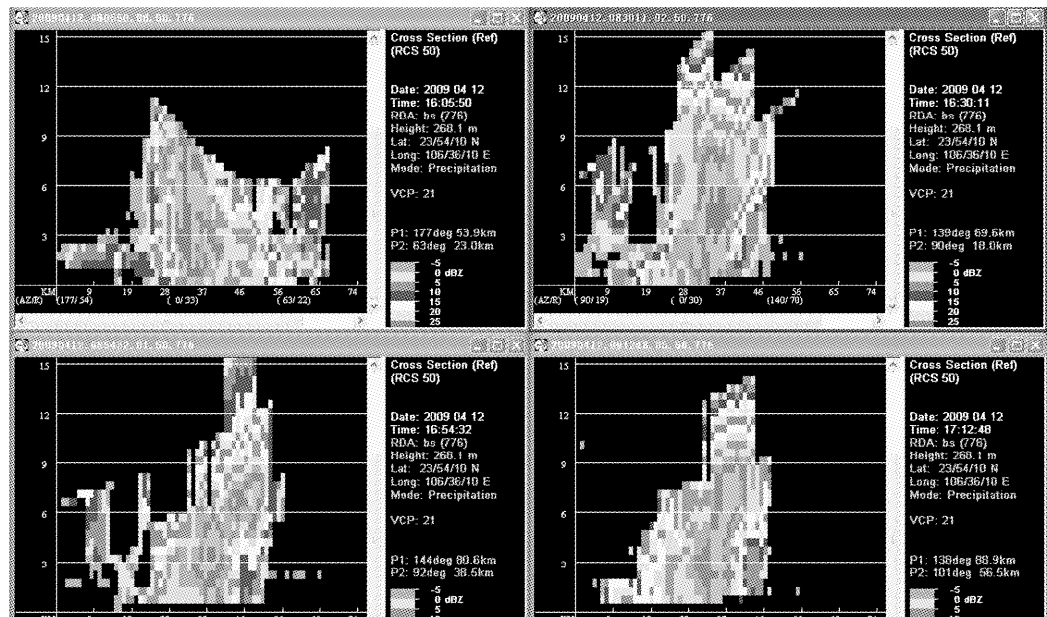


图 6 2009 年 4 月 12 日 16:05、16:30、16:54、17:05 剖面反射率 (50 号产品)
Fig. 6 Profile reflectivity (No. 50 product) at 16:05, 16:30, 16:54, 17:05, April 12, 2009

3.3 物理量场特征分析

3.3.1 探空图分析

根据强回波区相对于 0℃ 和 -20℃ 等温线高度的位置,可简单判断冰雹的发生。强回波区必须扩展到 0℃ 等温线以上才能对强降雹的潜势有所贡献。当强回波区扩展到 -20℃ 等温线高度值上时,对强降雹的潜势贡献最大^[5]。从 4 月 12~13 日探空图分析可得,12 日 08 时,0℃ 层高度在 600 hPa

附近,在此高度条件下,既保证云体可发展得较高,有利于冰雹生成,同时在雹块长大后下落时也不至于因暖层较厚而被融化成雨滴^[1]。12 日 20 时,-20℃ 层高度在 400 hPa 附近,与 0℃ 层之间的厚度比较适宜(图 6)。因高层有弱冷空气进入中层,加剧了层结的对流不稳定性,同时使雹胚在过冷水含量丰富的环境中相互碰撞的机会较多,雹粒增长快,有利于冰雹生成。

3.3.2 垂直速度分析

垂直速度是反应上升运动的重要因子,在预报分析中垂直速度越大说明上升运动越强,通常是诊断预报冰雹、暴雨等强对流等天气的物理量之一。分析 4 月 11 日~13 日的垂直速度图可得,百色市处于一个负值区,从 850 hPa~500 hPa,上升运动随着高度的增加而增强。12 日 08 时 500 hPa,桂中出现负值中心,最大升速为 -20×10^{-3} hPa/s,至 20 时,负值区范围扩大到四川南部、云南,最大升速为 -17×10^{-3} hPa/s。850 hPa 上也有对应的垂直速度变化,最大升速达到 -11×10^{-3} hPa/s (图略)。

3.3.3 涡度、散度场分析

高空正涡度平流是促使低层或地面低压系统发展的动力因子。这次过程中,正涡度随高度增强,从 850 hPa~500 hPa,正涡度表现明显。在 12 日 08 时 500 hPa 上空,四川盆地、江淮、江南、华南为正值区,中心位于四川南部,强度为 54×10^{-5} s^{-1} ; 20 时,正值区东扩,中心到达湖南,强度为 48×10^{-5} s^{-1} 。低层涡度场的变化和高层有很好的对应关系。

分析 4 月 11 日~13 日百色市上空高低层的散度场,可以得出,11 日~12 日,500 hPa 上,广西处于负值区,中心强度最强时为 $-19/s$,而后广西

转为正值区,散度场由辐合转为辐散。同时低层由辐散转为辐合,高低层配合形成抽吸作用,有利于上升运动的维持和发展。

4 小结

(1) 由 1983 年~2008 年共 25 年百色市历史冰雹灾害资料统计可得出,百色市冰雹灾害天气多发生在春季,尤其是 4 月份,要结合多普勒天气雷达资料,在关注暴雨、雷电、等强对流天气的同时,还要注意是否有可能降雹,尽量提前做出预报预警,做好降雹前的应对准备工作。

(2) 在预报过程中,要使用实用性较好的多普勒天气雷达产品。新一代天气雷达观测的实时回波强度(即反射率因子)、径向速度图像中,提供了丰富的有关强对流天气的信息。而在对冰雹天气的辅助监测中,还可以使用组合反射率、回波顶、垂直累积液态水含量及剖面产品。

(3) 在本次过程中,高空辐散、低空辐合为强对流天气提供了动力作用,高空槽、低空急流提供不稳定能量,在有利的天气形势下,使用常规天气资料结合多普勒天气雷达产品,预报冰雹天气的准确性和及时性得到大幅度的提高。

参考文献:

- [1] 朱乾根,林锦瑞,寿绍文,等. 天气学原理和方法 [M]. 北京:气象出版社,1981: 400-402.
- [2] 王伏村,丁荣,李耀辉,等. 河西走廊中部冰雹天气的环流和多普勒雷达产品特征分析 [J]. 高原气象,2008, 27 (6): 1343-1348.
- [3] 李润春,高俊寿,高源,等. 2006 年 7 月阳泉市两次致灾冰雹天气过程分析 [J]. 安徽农业科学,2008, 36 (36): 16049-16052.
- [4] 张君,赵俊荣,王存亮,等. 冰雹天气的多普勒雷达产品分析 [J]. 安徽农业科学,2008, 36 (25): 11057-11059.
- [5] 俞小鼎,姚秀萍,熊廷南,等. 多普勒天气雷达原理与业务应用 [M]. 北京:气象出版社,2006.

CHARACTERISTICS OF A HAIL IN APRIL 2009 IN BAISE CITY

DENG Ru-yi, BAN Rong-gui, HUANG Fei

(Baise Meteorological Bureau, Baise 533000, Guangxi, China)

Abstract: A large-scale of Hail occurred in April 12, 2009 ~ April 13 in Baise City. By using the micaps conventional data, Doppler weather radar product, physical characteristics to analysis, the results showed that: the hail showed the typical of the northwest airstream on the height of 500 hPa, low-level convergence and high-level divergence. In the evolution of the radar echo, it was a typical echo of the hail cloud. A variety of Doppler radar products showed the evolution of the characteristic in the hail.

Key words: hail; convective; Doppler Rada

百色市干旱典型个例成因分析

邓海光¹, 覃志年², 邓汝伊¹, 刘国忠¹

(1. 百色市气象局, 广西 百色 533000; 2. 广西气象局 气候中心, 广西 南宁 530022)

摘要: 利用百色市干旱资料“01”化处理, 使用 500 hPa 环流场、海温、海平面气压场、700 hPa 风场和相对湿度场等资料, 进行 EOF 特征、旱涝典型合成对比, 分析了百色市春秋季节干旱典型年的情况, 并从大气环流、北太平洋 SST、水汽输送等对少雨干旱气候的影响进行了分析, 指出冬季大气环流关键区域、较强副热带高压、青藏高原东侧较差的水汽输送条件以及汛期空气偏干对百色市春秋季节干旱趋势预测具有重要的指示意义。

关键词: 气候; 干旱; 百色市

中图分类号: P462.616 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-7852(2010)S0-0015-06

1 干旱气候概况

百色市地处云贵高原南麓, 一定程度上受高原气候的影响, 春秋季节容易形成干旱少雨的天气。据资料统计, 1984~2007 年共 24 年中, 百色市 2~4 月总雨量少于历年同期 2 成以上的有 11 年, 即春季干旱率为 45.8%, 秋季干旱率为 37.5%。但 1987 年、2003 年、2006 年春季以及 1992 年、2004 年秋季百色市总雨量少于 5 成以上, 受旱面积大, 农作物缺水枯死, 给工农业生产造成较大损失。为此, 以 1987 年、2003 年、2006 年春季合成以及 1992 年、2004 年秋季合成作为典型干旱年, 分析春秋干旱典型的气候特征及其形成的原因, 对防灾减灾有着重要的意义。

2 百色干旱环境场的关键区位置

2.1 计算方法

合成分析可以看到百色异常干湿年有关场的不同特征, 通过计算相关系数, 则可以找到百色干旱在各种环境场中的关键区位置。

这里计算的相关系数, 采用的是“01”型系数法。即预报量经“01”处理后的系数为:

$$r = \frac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_0)[p(1-p)]^{\frac{1}{2}}}{S_x}$$

式中: $\bar{x}_1$ 为对应 $y=1$, 前兆因子 x 的平均值; $\bar{x}_0$ 为对应 $y=0$, 前兆因子 x 的平均值; P 为 $y=1$ 出现的相对频率, $p = \frac{n_1}{n}$, 其中 n 为总数; n_1 为 $y=1$ 的次数; S_x 为前兆因子的标准差。前兆因子 x 可以是“01”型, 也可以是原始实况值。此处前兆因子为全球 500 hPa, 850 hPa V 风分量, SST 等, 预报量见表 1 和表 2。

2.2 计算结果

2.2.1 春季(2~4月)干旱与 500 hPa 高度场相关分析

由图 1 可见, 百色春季干旱与同季北半球中纬度地区(欧洲中部、中国东北部、美洲南部)正相关, 与南半球高纬度的冷空气活动呈反相关关系。从北半球中纬度的相关分布看出, 中亚一带高度偏高, 印度半岛一带为一槽区, 中国东北一带高度偏高, 有利干旱。显而易见, 可带来充沛水气的南支槽位置已较为偏西位于印度半岛, 可引导北方冷空气南下; 东亚大槽较弱, 减少了冷空气南下影响本区的机率, 与该季平均较强的东亚大槽有所不同。

表 1 2~4 月百色“01”型干旱序列
Tab. 1 The drought sequence of Baise “01” type, February ~ April

58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74
0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0
75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91
1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1
92	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02	03	04	05	06	07	
0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	

表 2 8~10 月百色“01”型干旱序列
Tab. 2 The drought sequence of Baise “01” type, August ~ October

58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74
0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91
0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0
92	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02	03	04	05	06	07	
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	

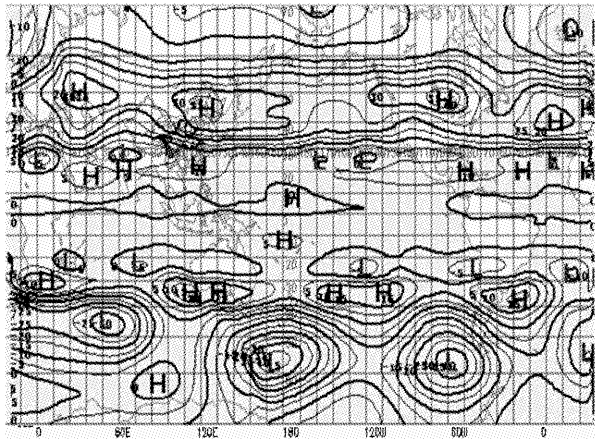


图 1 春季干旱与 500 hPa 高度场相关图
Fig. 1 The related chart of spring drought and 500 hPa height field

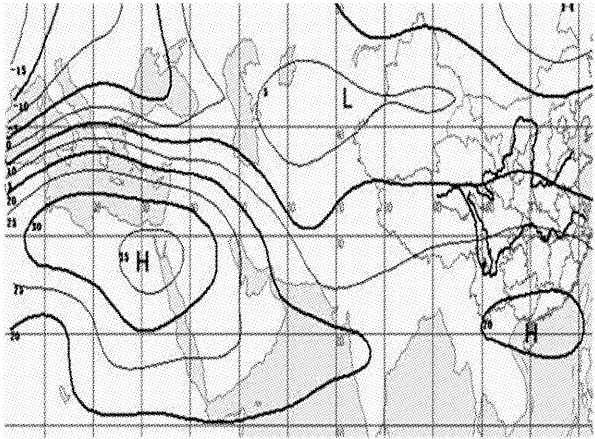


图 2 百色夏秋干旱与全球 500 hPa 高度场相关图
Fig. 2 The related chart of summer-Autumn drought and global 500 hPa height field of Baise

2.2.2 夏秋（8~10 月）干旱与 500 hPa 高度场相关分析

由图 2 可见，百色夏秋干旱与同季地中海南部以及中国华南地区高度场存在正相关。由此可知，百色干旱通常伴随着较强的副热带高压，该区域的副高强度越强，越容易发生干旱。

3 百色干旱与月尺度环流相关

为了解同期月尺度平均环流与干旱的关系，应用上述方法，计算春季和夏秋季干旱“01”序列与同年各月平均环流的相关。

3.1 春季干旱与月际环流相关

计算得出，春旱与 2 月昆仑山西北部及北太平

洋中部 850 hPa 南风正距平成正相关，与孟加拉湾北侧的北风正距平成正相关，这说明 2 月孟加拉湾水汽输送受阻或条件较差，百色春季干旱的可能性较大（图 3）。春旱还与 2 月白令海海温负距平有关（ $R = -0.47$ ）（图 4）。

3.2 夏秋季干旱与月际环流相关

计算夏秋季干旱与各月环流相关发现，与同季（8~10 月）各月相关并不太好，反而与 7 月 500 hPa 西太副高以及澳大利亚高压表现为正相关（ $R = 0.52$ ），与 7 月北大西洋海温有正相关（ $R = 0.54$ ）。显然，西太平洋副高较强且脊点偏西对百色干旱有直接的影响，甚至澳大利亚气候上的冬季冷空气较强，也可致使西太平洋副高偏强偏西。

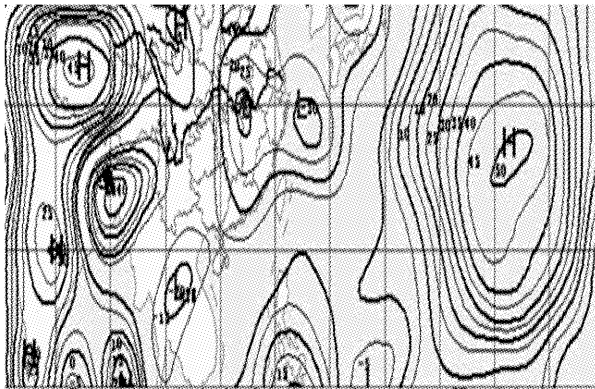


图 3 百色春季干旱与 2 月 850 hPa V 风相关图
Fig. 3 The related chart of spring drought
and 850 hPa V wind in February of Baise

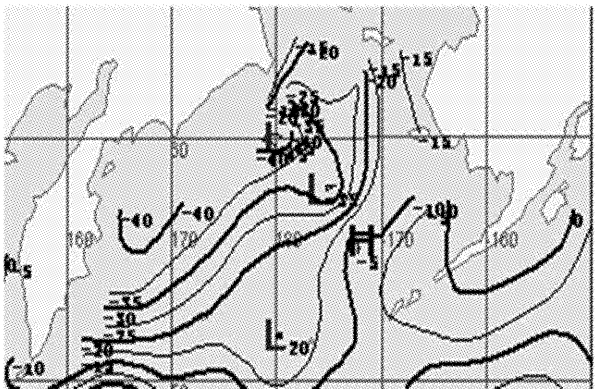


图 4 百色春季干旱与海温相关图
Fig. 4 The related chart of spring drought
and sea surface temperature of Baise

4 百色春季和夏秋季干旱的 EOF 特征

4.1 资料方法

这里使用经验正交函数展开 (EOF) 要素场分解的方法, 分析百色市干旱的环流场结构和特征。

对一个要素场 X 进行 EOF 分解, 可分解成时间函数 Z 和空间函数 (即特征向量) V 两部分, 其数学表达式为: $X = VZ$ 。由于空间函数随时间变化量很小, 同时 EOF 展开收敛速度很快, 对于高度场特别是所展开的区域较小时, 一般前 5 个特征就可代表了总方差 70% 以上。以下分别对春季异常旱涝的 2 月 1 日~4 月 30 日 (共 89 天) 的合成资料、夏秋季异常旱涝的 8 月 1 日~10 月 31 日 (共 92 天) 的海平面气压场 (SLP) 和 500 hPa 高度场合成资料, 进行 EOF 展开并分析其前 5 个特征 (表 3)。

4.2 旱涝年 500 hPa 高度场 EOF 分析

计算春季异常旱涝年 500 hPa 高度场 EOF 展开

表 3 春季异常旱涝年 500 hPa 高度场 EOF 展开的前 5 个特征向量贡献率

Tab. 3 The first 5 of characteristics vector contribution rate of 500 hPa altitude EOF in spring of abnormal dry-flood year

项目	第一特征	第二特征	第三特征	第四特征	第五特征
旱年	0.657	0.804	0.898	0.929	0.948
涝年	0.678	0.828	0.903	0.934	0.952

前 5 个特征向量贡献率 (表 3), 分析春季异常旱涝年 5 个特征向量可见, 5 个向量图上的正负距平中心位置大体一致, 说明旱涝年的 500 hPa 高度场大系统的位置基本一样。不同的是, 反映了南北系统强弱变化的第二特征向量 (广西以南的高度场) 旱年表现为较强负值, 涝年比旱年明显偏高, 说明旱年广西南部有利于热低压发展 (图 5); 而反映东西系统强弱变化的第四特征向量, 涝年广西的高度场梯度值比旱年大 8 个单位, 南北向梯度大, 说明涝年南北向的锋区较强, 有充足的水汽辐合存在 (图 6)。

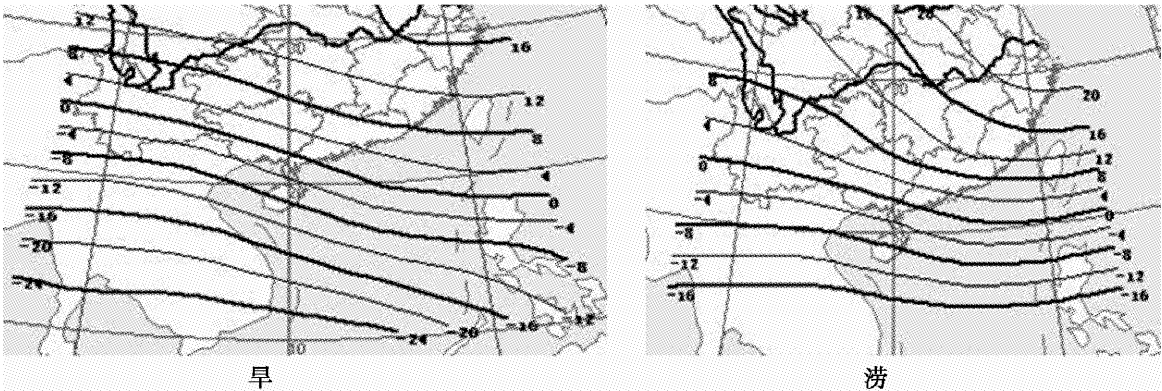


图 5 春季旱涝年 500 hPa EOF 分析第二特征向量
Fig. 5 The second characteristics vector analyzed by 500 hPa EOF in the spring of dry-flood year

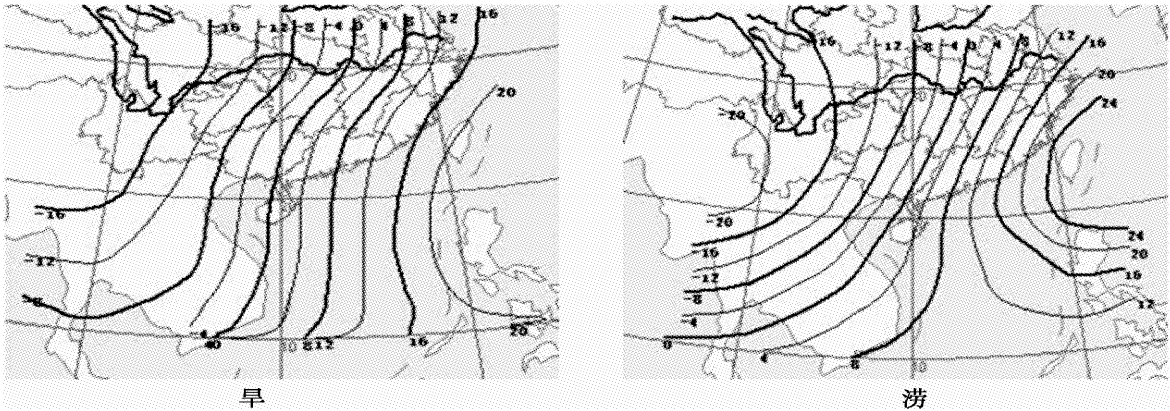


图6 春季旱涝年 500 hPa EOF 分析第四特征向量

Fig. 6 The fourth characteristics vector analyzed by 500 hPa EOF in the spring of dry-flood year

计算夏秋异常旱涝年 500 hPa 高度场 EOF 展开前 5 个特征向量贡献率 (表略), 分析 5 个特征向量可知, 前两个特征正负距平中心位置大体一致, 说明夏秋所处的季节环流背景是一样的。分析第三特征向量可见, 百色夏秋旱年副热带高压比涝年强度明显偏强位置明显偏西, 第四特征说明百色夏秋旱涝的天气系统是截然不同的 (图略)。

4.3 旱涝年海平面气压场 EOF 结果

用原始气压值对百色旱涝年的海平面气压场 EOF 展开。计算表明, 前 4 个特征向量累积方差贡献达到 0.98 以上, 几乎代表了全部的特征。

分析前 4 个特征向量可见, 春季旱涝前 3 个特征差别较小, 与 500 hPa 高度场 EOF 分析结果相类似, 说明气候背景的一致性。第四特征出现了明显不同, 说明春旱时, 海平面气压场为高压控制, 涝年多为低压控制。分析夏秋季旱涝的海平面场的 EOF 可见, 第三特征向量在北纬 20 度一带的数值

出现了明显的相反, 旱年正值很强, 涝年为较小的负值, 说明百色夏秋异常旱年系统很强 (可以是强高压或很强热低压), 代表系统比较单一且很强。涝年则系统较弱, 可能有多系统共同作用。

5 异常旱涝的合成分析

5.1 春季 (2~4 月) 旱涝对比的合成分析

5.1.1 春季环流分析

如图 7 所示, 春季旱年 500 hPa 高度场在东欧、西伯利亚、鄂霍克海沿岸地区存在 3 个较强的负距平中心, 北美洲、北极、中国大陆、南极及低纬度地区为正距平; 西伯利亚高压偏弱, 不利于冷空气南下影响广西。从涝年合成图 (图 8) 来看, 西伯利亚到鄂霍克海一带为正距平, 北美洲、北极、中国大陆及南极附近地区为负距平, 低纬度地区为正常值。

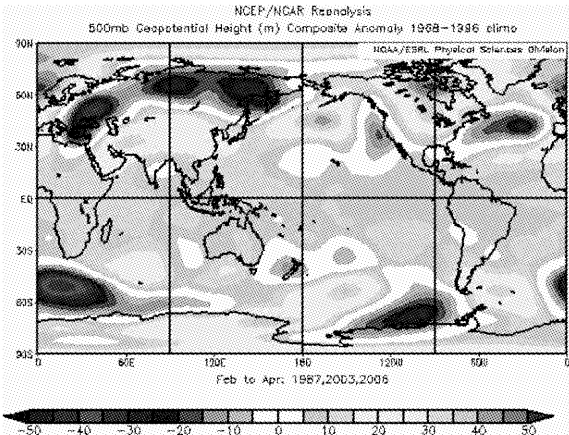


图7 春季旱年 500 hPa 高度场合成

Fig. 7 The synthesis of 500 hPa height field in the spring of dry year

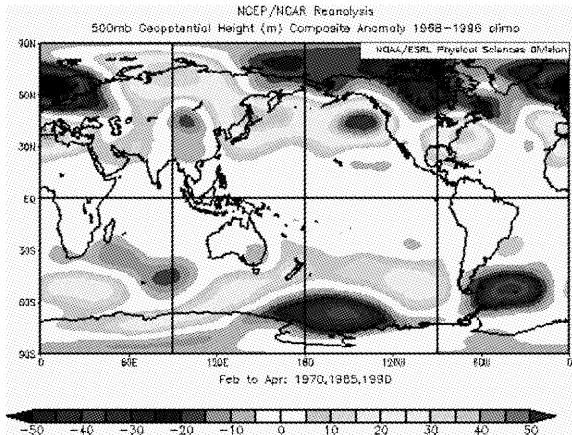


图8 春季涝年 500 hPa 高度场合成

Fig. 8 The synthesis of 500 hPa height field in the spring of flood year

5.1.2 春季水汽输送条件分析

从图 9 中可以看出，在春季早年，广西上空 700 hPa 的相对湿度距平为负值，空气比较干；从 700 hPa 风场来看，北风为主，空气较干不利于降水。春季早年的前一年秋季在青藏高原东南侧有一个强的负湿度区，前一年秋季孟加拉湾向中国输送水汽不足及北风强劲对下一年春季干旱有一定影响。从涝年合成图可以看出，从孟加拉湾到中国有强的正湿度带，孟加拉湾到中国东部地区为西南

风，说明春季的湿润和孟加拉湾较强的水汽输送有密切的关系（图略）。从图 10 看春季涝年的前一年秋季的孟加拉湾到中国一带为负湿度，春涝和前一年秋季的水汽输送关系较小。由以上分析可知，孟加拉湾向中国的水汽输送强弱跟百色春季的旱涝有密切的关系，当孟加拉湾到中国这一带西南风强时，空气比较湿，百色容易产生降水；当西南气流弱而北风强时，空气比较干，不利降水发生，百色容易发生干旱。

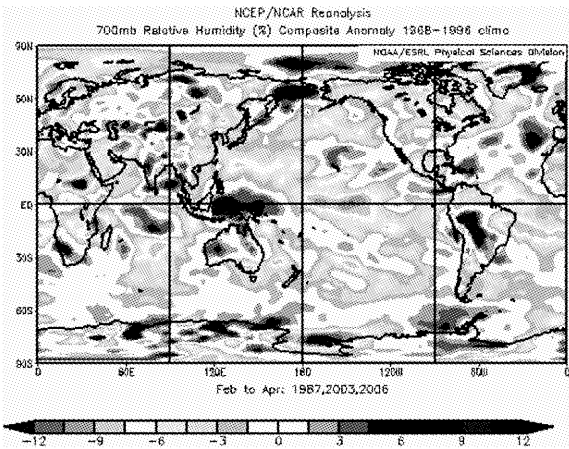


图 9 春季早年 700 hPa 相对湿度合成
Fig. 9 The synthesis of 700 hPa relative humidity
in the spring of dry year

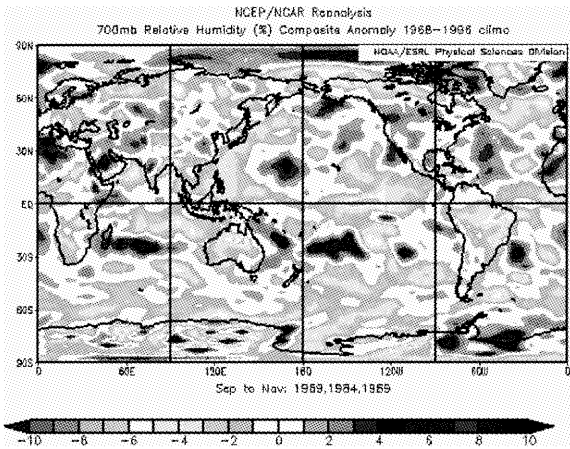


图 10 春季涝年的前一年秋季 700 hPa 相对湿度合成
Fig. 10 The synthesis of 700 hPa relative humidity
in the autumn of the year before spring flood year

5.2 秋季（8～10 月）旱涝对比合成分析

5.2.1 秋季环流分析

由秋季早年 500 hPa 高度场合成图来看，东欧、北极及南极地区为正距平，大洋洲东南侧有较强的负距平中心，低纬度地区为正常值。涝年 500 hPa 高度场在贝加尔湖地区、阿留申群岛、南美洲东南

侧、澳大利亚以东洋面存在着正距平中心，在巴尔喀什湖、澳大利亚南部及南极附近地区存在着负距平中心（图略）。

5.2.2 秋季水汽输送条件分析

由图 11、12 可知，百色秋季早年 700 hPa 平均为西北风，空气比较干，非常不利降水；前汛期空

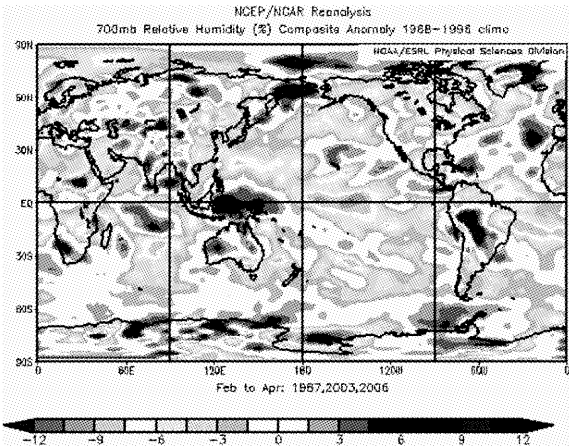


图 11 秋季早年 700 hPa 相对湿度合成
Fig. 11 The synthesis of 700 hPa relative humidity
in the autumn of dry year

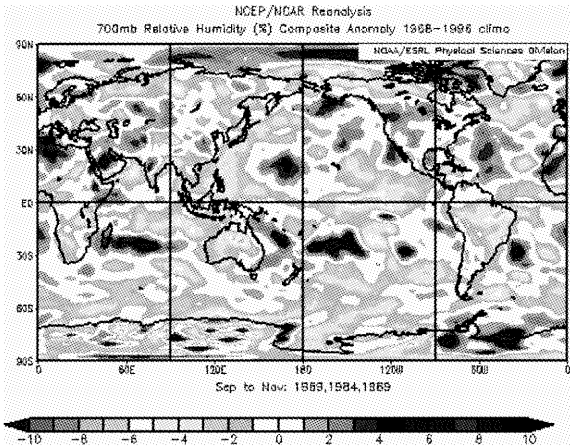


图 12 秋季早年 700 hPa 风场合成
Fig. 12 The synthesis of 700 hPa wind field
in the autumn of dry year

气偏干也跟秋季百色干旱有一定的对应关系。从涝年合成图来看，700 hPa 风场平均为东南风，非常有利于降水产生，从而使秋季降水偏多，秋季涝年的前汛期水汽输送强度也跟秋季涝有一定的关系（图略）。

6 结论

通过对百色春季和夏秋两季典型干旱个例的多种分析得出结论：

（1）春季 500 hPa 高度场上，中亚、中国东北一带高度场偏高，印度半岛一带为一槽区，南支槽的位置偏西，东亚大槽减弱，百色位于平直西风环

流之中，无大槽大脊，冷空气难以南下影响广西，加上孟加拉湾水汽输送不足，难以形成降水。此外，地面高压的控制、广西南部热低压的发展以及 2 月白令海出现的海温负距平，导致了百色地区春季干旱的发生。

（2）春季涝年成因主要是地面受低压系统影响，孟加拉湾有充足的水汽补充，南北向的锋区较强，为百色地区水汽的辐合创造了有利条件。

（3）秋季受较强副热带高压控制且副高脊点偏西时，多出现高温少雨天气，易发生干旱；前汛期空气偏干与秋季干旱也有一定的对应关系；秋季旱涝都跟前汛期的水汽输送有密切的关系。

参考文献：

[1] 章基嘉, 葛玲. 中长期天气预报基础 [M]. 北京: 气象出版社, 1983: 274 - 276.
[2] 蒙远文, 蒋伯仁. 广西天气及其预报 [M]. 北京: 气象出版社, 1989: 8 - 11.
[3] 王得民, 施能. 气象统计预报 [M]. 南京: 南京气象学院: 191 - 205.

ANALYSIS OF CAUSES OF THE TYPICAL DROUGHT IN BAISE CITY

DENG Hai-guang¹, QIN Zhi-nian², DENG Ru-yi¹, LIU Guo-zhong¹

- (1. Baise Meteorological Bureau, Baise 533000, Guangxi, China;
2. Climate Center of Guangxi Meteorological Bureau, Nanning 530022, Guangxi, China)

Abstract: By using the drought information with “01” treatment of Baise City, 500 hPa circulation, sea surface temperature, sea level pressure, 700 hPa wind and relative humidity, etc., comparison synthesized for EOF characteristics, typical drought and waterlogging, a typical situation of drought in autumn of Baise City was analyzed. The atmospheric circulation, North Pacific SST, water vapor affected on the dry drought climate were analyzed too. These data pointed out that the critical region of atmospheric circulation in winter, a strong subtropical high, dry vapor Tibetan Plateau conditions and dry air in rainy season, were important implications effected on forecasts of the trend of drought in Baise City in spring and autumn.

Key words: climate; drought; Baise City

ENSO 事件对红河州泸西县夏季降水的影响研究

李智全

(红河州气象局, 云南 蒙自 661100)

摘要: 依据云南省红河州泸西县 51 年 (1958 ~ 2008 年) 的月平均降水资料, 以及 20 世纪 50 年代以来发生的中等以上强度厄尔尼诺事件和拉尼娜事件, 初步讨论了 ENSO 事件对泸西县夏季降水的影响。结果表明, 在 ENSO 事件的不同位相时, 泸西县夏季降水的分布情况不同; 在同一位相下, 每个月的降水分布也存在很大差异; 各个月与整个夏季降水存在不同程度的差别。ENSO 可能主要是通过影响西太平洋副热带高压和孟加拉湾气流强弱, 进而影响泸西县的夏季降水。

关键词: 泸西县; 夏季降水; 厄尔尼诺; 拉尼娜; 西太平洋副热带高压

中图分类号: P461 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001 - 7852(2010)S0 - 0021 - 06

0 引言

关于 ENSO 事件对中国降水的影响已经有很多相关研究, 尽管在研究中使用的厄尔尼诺和拉尼娜事件的标准、降水资料及处理方法不同, 得到的结果也有很大差别, 但这些研究都表明, ENSO 事件与中国各地降水存在着一定的相关关系。但由于中国幅员辽阔, 地形地貌差异较大, 受其影响, ENSO 事件对各地的影响也明显不同。

夏季 (6 ~ 8 月) 是中国雨量特别集中的季节, 这时西太平洋副热带高压 (以下简称西太副高) 北跳, 江南、长江中下游和黄淮流域相继进入雨季。由于中国大部分地区夏季降水集中强度较大, 而且年际变化也较大, 旱涝现象较常见, 对农业影响也最大。而且每年夏季, 中国南海到辽东半岛的沿海和东部内陆地区都有受到台风侵袭的可能。强台风来临时, 往往带来狂风、暴雨天气, 引起巨浪和风暴潮, 尤其是当台风移近大陆和登陆后, 更易带来巨大的灾害。因此, 夏季降水分布与中国旱涝灾害和农业生产密切相关, 研究夏季降水与 ENSO 事件的关系对于预测洪涝灾害具有重要意义^[1]。

云南地处北半球低纬高原, 位于中国气候的脆弱带^[2], 受印度季风、南海季风和青藏高原的影响, 全年降水大致在 1 000 ~ 1 500 mm, 其中约 85% 出现在雨季 (5 ~ 10 月)^[3]。地处云南省东南部、红河哈尼族彝族自治州东北部的泸西县, 国土面积 1 674 km², 年平均降水量为 927.2 mm, 年最多降水量为 1 360.9 mm, 年最少降水量为 636.8 mm, 降水年际变化差异达两倍以上, 降水年度分布不均现象突出。县境内大部地区气候温和、光照充足、降水适中、具有“冬无严寒、夏无酷暑”的高原季风气候, 境内四季如春, 无霜期达 273 天, 是红河州烤烟主产区之一。

夏季是中国雨量特别集中的季节, 也是红河州的主汛期。此时西太平洋副热带高压西伸北跳, 全州各县市相继进入雨季主汛期。由于红河州夏季降水集中且强度较大, 而且分布南北差距较大, 呈现出南多北少的气候特点, 旱涝现象比较常见, 常常引发山体滑坡、泥石流等自然灾害, 对全州农业生产和防灾减灾工作造成严重影响。因此, 夏季降水与全州农业生产和防灾减灾工作密切相关, 夏季也是烟叶生产的关键时期, 降水变化对烟叶生产有着至关重要的影响。研究夏季降水和厄尔尼诺的关系

对预测洪涝灾害，减轻灾害损失，提高防灾减灾工作水平具有重要的现实意义。

1 资料的收集和处理

本文依据泸西县气象台站降水观测资料，选取

出该站自 1958 年以来 51 a（1958 ~ 2008 年）夏季（6 ~ 8 月）的降水资料；同时，采用 20 世纪 50 年代以来 14 次中到强的厄尔尼诺事件和 11 次中到强的反厄尔尼诺（拉尼娜）事件（见表 1），这与多数学者确定和公认的厄尔尼诺（拉尼娜）事件的年份相一致^[4]。

表 1 1958 ~ 2008 年厄尔尼诺及拉尼娜年分布表
Tab. 1 El Nino and La Nina years 1958 ~ 2008 on the distribution list

项目	年份
厄尔尼诺年	1958, 1965, 1969, 1972, 1976, 1982, 1986, 1991, 1993, 1994, 1997, 1998, 2003, 2006
拉尼娜年	1964, 1967, 1968, 1970, 1973, 1975, 1988, 1996, 1999, 2001, 2008

夏季降水级别划分主要依据《云南省天气预报质量评定办法的补充规定》的月降水趋势预测分级和预测用语规定，按照 6 级评分标准制定：距平百分率 $\Delta R \leq -50$ 为特少，距平百分率 $-50 < \Delta R \leq -20$ 为偏少，距平百分率 $-20 < \Delta R < 0$ 为略少，距平百分率 $0 \leq \Delta R < 20$ 为略多，距平百分率 $20 \leq \Delta R < 50$ 为偏多，距平百分率 $\Delta R \geq 50$ 为特多；为了便于统计，规定：1 - 级为略少；2 - 级为偏少；3 - 级为特少；1 + 级为略多；2 + 级为偏多；3 + 级为特多。

根据多年平均降水量，计算不同厄尔尼诺年份时，泸西县夏季各月降水距平百分率，利用 t 检验方法来检验其与多年平均降水量差异的显著性。

进行显著性检验公式：

$$\bar{p}_t = \frac{1}{n_t} p_t$$
$$\bar{p}_u = \frac{1}{n_u} p_u$$
$$s^2 = \frac{(p_t - \bar{p}_t)^2 + (p_u - \bar{p}_u)^2}{n_t + n_u - 2}$$
$$t = \frac{\bar{p}_t - \bar{p}_u}{s \sqrt{1/n_t + 1/n_u}}$$

式中： p_t 、 p_u 为该站厄尔尼诺年及全年份计算时段内的降水距平百分率； n_u 、 n_t 分别为资料库中厄尔尼诺年样本数和全年份的样本数； s 为通用标准方差。

给定一定的信度 α ，当 $|t| > t_\alpha / (n_t + n_u - 2)$ 时，则认为厄尔尼诺年的降水量与其它年份有显著差异，厄尔尼诺其它位相的检验方法和厄尔尼诺年相似。根据分析结果，选取自由度为 7 时， $\alpha = 0.05$ ， $t_\alpha = 2.365$ ，与 $|t|$ 进行比较，当 $|t| > t_\alpha$ 时，则认为对夏季降水有显著影响，否则认为无影响。

通过对 EL 年夏季各月降水与多年夏季降水进行显著性水平检验计算可知，在 EL 年，6、7、8 月和 EL 年夏季降水 t 值分别为 11.045，10.058，11.05 和 0.13。由此可见，EL 年夏季各月降水与多年夏季降水均有显著影响，而 EL 年的夏季降水量与多年夏季降水并无显著影响。而在 LA 年，6、7、8 月和 LA 年夏季降水 t 值分别为 0.30，9.2，9.1 和 -0.64，由此可见，在 LA 年，仅 7、8 月降水与多年夏季降水有显著影响，而 6 月和 LA 年的夏季降水量与多年夏季降水并无显著影响。可见，厄尔尼诺年和拉尼娜年，泸西夏季降水各月差异不同。

2 泸西县夏季降水与厄尔尼诺现象的关系

2.1 厄尔尼诺年泸西县夏季降水特征分析

表 2 是依据《云南省天气预报质量评定办法的补充规定》的月降水趋势预测分级和预测用语规定，通过计算厄尔尼诺年泸西县夏季各月降水距平百分率，其计算公式为： $(R \text{ 月} - R \text{ 多年月平均}) / R \text{ 多年月平均} \times 100\%$ ，并按照 6 级评分标准（距平百分率 $\Delta R \leq -50$ 为特少，距平百分率 $-50 < \Delta R \leq -20$ 为偏少，距平百分率 $-20 < \Delta R < 0$ 为略少，距平百分率 $0 \leq \Delta R < 20$ 为略多，距平百分率 $20 \leq \Delta R < 50$ 为偏多，距平百分率 $\Delta R \geq 50$ 为特多）制定，同时为了便于统计分析，规定：1 - 级为略少；2 - 级为偏少；3 - 级为特少；1 + 级为略多；2 + 级为偏多；3 + 级为特多。

图 1 是根据表 2 制作的 1958 ~ 2008 年厄尔尼诺年泸西县夏季各月降水等级分布图，为便于制作，将 -1 表示为略少；-2 表示为偏少；-3 表示为特少；+1 表示为略多；+2 表示为偏多；+3 表示为特多。

表 2 1958 ~ 2008 年厄尔尼诺年泸西县夏季各月降水等级分布表

Tab. 2 Grade distribution of precipitation from 1958 to 2008 El Nino years, the monthly precipitation in the summer in Luxi County

年份	6 月	7 月	8 月	夏季降水	年份	6 月	7 月	8 月	夏季降水
1958	2 +	2 +	1 -	2 +	1991	1 -	1 -	2 -	2 -
1965	3 +	3 -	1 +	1 +	1993	2 -	1 +	2 +	1 -
1969	1 -	2 -	3 +	1 +	1994	1 +	2 -	1 +	1 -
1972	3 +	3 -	1 -	1 -	1997	1 +	3 +	2 +	2 +
1976	2 -	1 -	1 +	1 -	1998	1 -	1 +	2 -	1 -
1982	2 -	2 -	1 +	2 -	2003	2 -	2 -	2 -	2 -
1986	2 -	3 +	2 +	2 +	2006	2 +	1 -	2 -	1 -

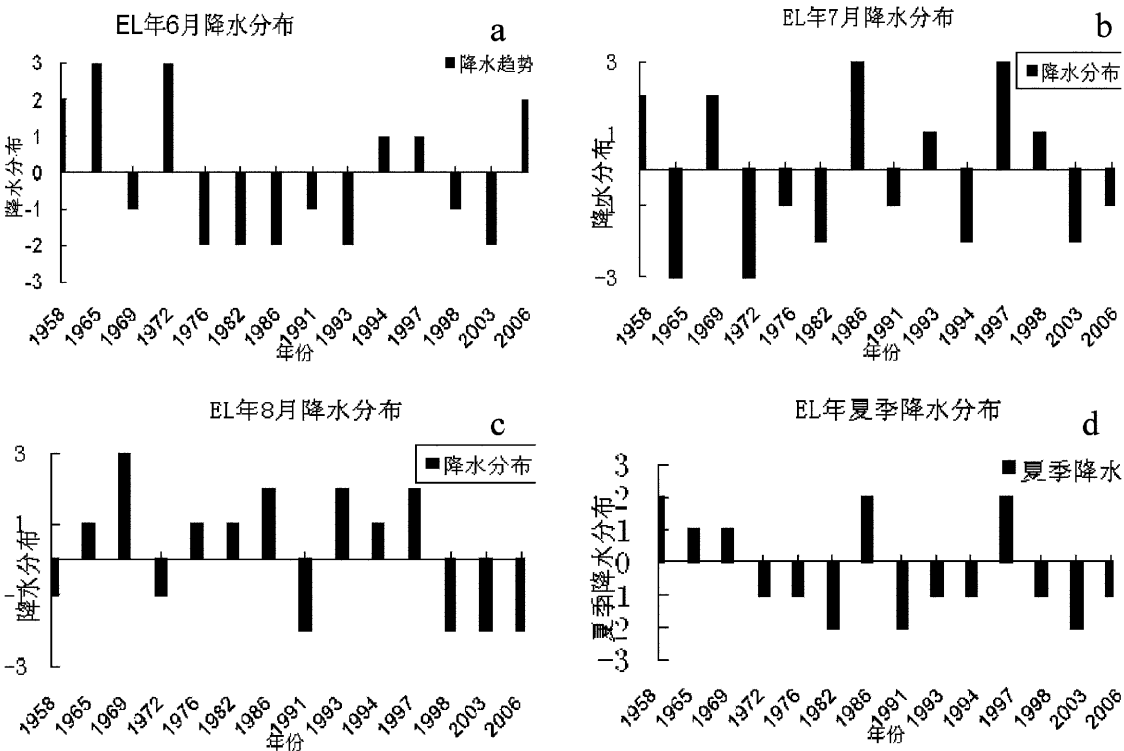


图 1 1958 ~ 2008 年厄尔尼诺年泸西县 6 月 (a), 7 月 (b), 8 月 (c) 和夏季 (d) 降水等级分布图

Fig. 1 Distribution map of the precipitation grade from 1958 to 2008 El Nino years in Luxi County in June (a), July (b), August (c) and summer (d)

通过对厄尔尼诺年泸西县夏季各月降水分布情况进行分析研究（图 1 和表 2），可以初步得出如下结论：

（1）在厄尔尼诺年，泸西县夏季出现降水特多或特少的概率为零，而出现整个夏季降水略少的概率为 43%，偏少的概率为 21%，略少至偏少的概率为 64%，略多至偏多的概率为 36%。表明在厄尔尼诺年，泸西县夏季降水呈现总体偏少的趋势。

（2）在厄尔尼诺年，泸西县夏季各月降水分布呈现不一至的情况。在 6、7、8 三个月中，6 月和 8 月出现降水偏少的概率为零，仅 7 月份会出现降水

特少的情况，具体分布如下：6 月出现降水略少至偏少的概率为 57%，出现略多至偏多的概率为 43%；7 月出现降水略少至特少的概率为 64%，出现略多至特多的概率为 36%；8 月出现降水略少至偏少的概率为 43%，出现略多至偏多的概率为 57%。说明在厄尔尼诺年，泸西县夏季降水呈现 6 月、7 月降水总体偏少，8 月降水总体偏多的分布特征。

2.2 拉尼娜年泸西县夏季降水特征分析

表 3 为拉尼娜年泸西县夏季各月降水等级分布。图 2 是根据表 3 制作的 1958 ~ 2008 年拉尼娜年泸西县夏季各月降水等级分布图。

表 3 1958 ~2008 年拉尼娜年泸西县夏季降水分布表

Tab. 3 The distribution table in summer precipitation in Luxi County from 1958 to 2008 La Nina years

年份	6 月	7 月	8 月	夏季降水	年份	6 月	7 月	8 月	夏季降水
1964	3 +	1 +	1 -	2 +	1988	2 -	1 +	3 +	2 +
1967	2 +	1 -	3 +	2 +	1996	1 +	1 -	1 -	1 -
1968	3 +	2 -	2 -	1 -	1999	3 -	1 -	3 +	1 +
1970	1 -	3 +	1 -	1 +	2001	2 -	1 +	1 -	1 +
1973	2 -	2 +	1 -	1 -	2008	1 +	2 -	1 -	2 -
1975	1 -	3 -	1 -	2 -					

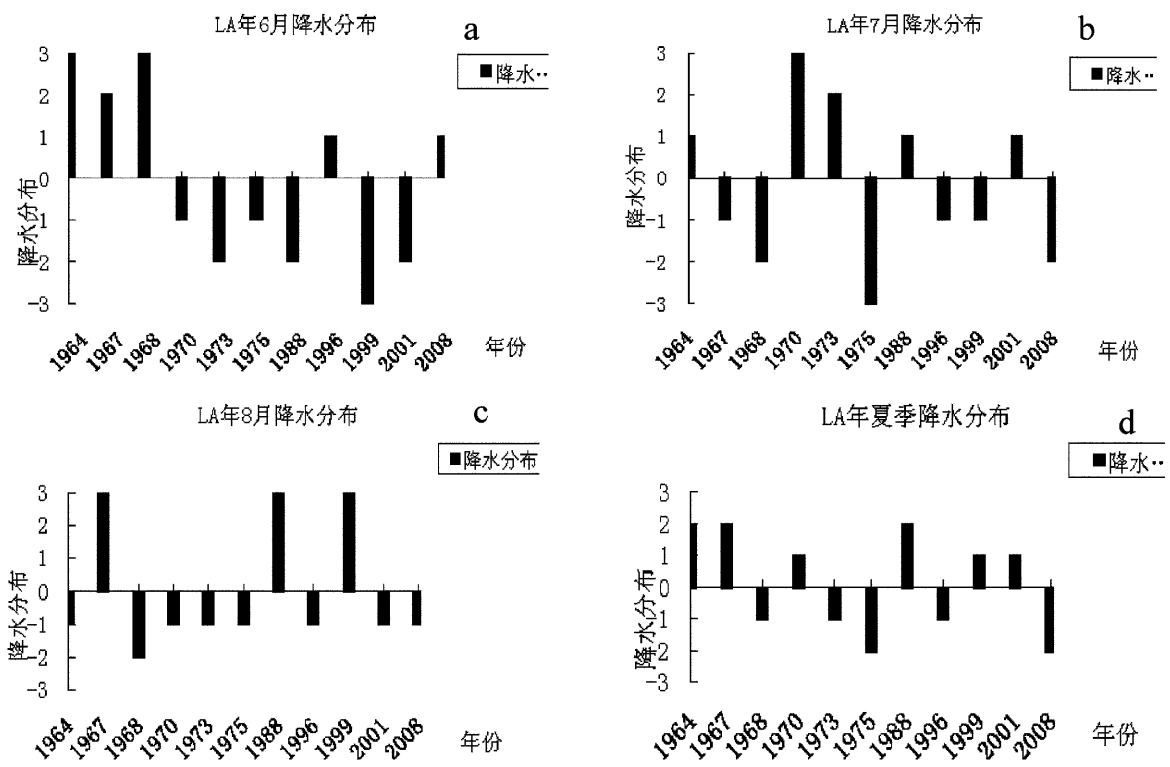


图 2 1958 ~2008 年拉尼娜年泸西县 6 月 (a) , 7 月 (b) , 8 月 (c) 和夏季 (d) 降水等级分布图

Fig. 2 Distribution map of the precipitation grade from 1958 to 2008 La Nina years in Luxi County in June (a) , July (b) , August (c) and summer (d)

通过对拉尼娜年泸西县夏季降水分布情况进行分析研究,可得出如下结论:

(1) 在拉尼娜年,泸西县夏季出现降水特多或特少的概率为零,而出现整个夏季降水略少的概率为 27%,偏少的概率为 18%,略少至偏少的概率为 45%,略多至偏多的概率为 55%。说明在拉尼娜年,泸西县夏季降水呈现总体偏多的趋势,与厄尔尼诺年呈完全相反的分布。

(2) 在拉尼娜年,泸西县夏季各月降水分布呈现一致性的分布特征。即在 6、7、8 三个月中,各月出现降水略少至特少的概率均大于出现降水略多至特多的概率,具体分布如下:6 月出现降水略少

至特少的概率为 55%,出现略多至特多的概率为 45%;7 月出现降水略少至特少的概率为 55%,出现略多至特多的概率为 45%;8 月出现降水略少至偏少的概率为 73%,出现降水特多的概率为 27%。说明在拉尼娜年,泸西县夏季各月降水分布呈现总体偏少的分布特征。

(3) 在拉尼娜年,泸西县 8 月出现极端降水事件的概率较大。通过对泸西县 8 月份降水特征进行分析可知:在拉尼娜年的泸西县 8 月降水中,出现降水特少的概率为零,多数情况为降水略少,概率为 64%;而拉尼娜年的泸西县 8 月降水中,出现降水略少和偏少的概率均为零,但出现降水特多的概

率却占 27%，说明在拉尼娜年，泸西县 8 月出现极端降水事件的概率较大。

3 ENSO 事件影响泸西县夏季降水的可能机制

关于厄尔尼诺现象影响中国降水的机制很多研究中都有论述，大多数研究都认为厄尔尼诺现象对中国降水的影响主要是通过西太副高作为媒介。西副高脊线的南北变动对中国夏季主要雨带位置和旱涝分布有很大影响^[5]。一般情况下，当副高位于 20°N 以南时，雨带位于华南，称为华南雨季或华南前汛期雨季；当脊线徘徊于 20°~25°N 时，雨带位于江淮流域，即所谓江淮梅雨季节；当脊线越过 25°N 稳定于 30°N 以南时，雨带北推至黄淮流域，称为黄淮雨季；当脊线越过 30°N 时，华北雨季开始。9 月，副高开始南撤，雨带也随之向南推移。

在厄尔尼诺的不同年份，由于西太副高的相应变化，造成了中国夏季不同的降水分布特征。对赤道海温与西太平洋赤道缓冲带反气旋和西太副高脊线之间的关系进行分析^[6]，当赤道海温异常暖时（厄尔尼诺事件），赤道缓冲带及气旋发展，西太副高脊线减弱，位置偏南、偏东，中国北方降水减少，出现大范围干旱或偏旱现象；而当次年赤道海温降至负距平时（厄尔尼诺次年），西太副高加强，位置偏北，在副高后部中国北方出现大范围多雨区。

同时对厄尔尼诺及拉尼娜年登陆中国的热带气旋的分析表明^[7]，在厄尔尼诺年，由于大气环流和副热带高压的共同作用，使得西北太平洋地区气旋性环流的发展受到抑制，热带气旋发生频次减少，登陆中国的热带气旋明显少于拉尼娜年，并且登陆位置偏南，因此在厄尔尼诺和拉尼娜年，中国夏季降水呈现不同的分布特征。

云南地处青藏高原东南侧的低纬高原地区，其西南部是孟加拉湾，东南部是中国南海，正处于印度季风和东亚季风结合部。由于其特殊的地理位

置，青藏高原积雪的多寡、印度西南季风和东亚季风的强弱变化对云南的天气气候变化具有重要的影响。而热带海温的异常变化（厄尔尼诺及拉尼娜）必然对印度季风和东亚季风产生影响，从而对云南旱涝变化产生显著的影响，造成云南降雨年际波动变化大，旱涝发生频繁。

由于印度洋和太平洋热带地区存在 2 个纬向环流圈（沃克环流圈和季风环流圈），2 个环流圈共享 1 个上升支，厄尔尼诺的发生与这 2 支纬向环流圈的相互作用有密切的联系，亚洲季风的强弱变化与云南降水的多少有密切的联系^[8]。夏季，泸西县主要受来自东亚季风系统的东南气流和印度洋孟湾气流影响，水汽源地为南海和孟加拉湾。亚洲季风建立的早迟，对泸西县夏季降水和雨季期关系密切。ENSO 爆发年，西太副高减弱东退、偏南；热带辐合带弱而偏南，从而东南支气流减弱^[9]。因为当赤道太平洋东部海面温度出现异常增暖，亚洲夏季风受其影响将推迟建立，季风环流强度偏弱；季风控制区域的整层水汽偏少，而且季风气流向东亚内陆的水汽输送也减少，不利于整个季风区的降水发生。所以当厄尔尼诺发生前一年秋冬季开始，东亚地区往往有强的冬季风，这种强冬季风加强了由北向南的越赤道气流越过赤道后加强印度尼西亚地区的西风，使西太平洋的暖水东移，季风环流圈下沉支东移，使得印度洋地区西风减弱，造成水汽供应切断，可能造成泸西县夏季少雨的原因。而厄尔尼诺发生在前年冬但未持续到该年初夏，则不能导致季风环流上升支对流活动减弱，从而影响泸西县初夏降水的大气环流影响不明显，因此对初夏降水影响不大。

表 4 为 EL 年和 LA 年与多年夏季降水关系的比较表，通过对上表进行分析可以看出，在 6 月降水中，EL 年平均降水比 LA 年的平均降水和多年平均降水要少，LA 年平均降水比 EL 年和多年平均降水要多，这与前述的在厄尔尼诺年，泸西县夏季降水呈现总体偏少的趋势相一致；但同时也应注意：6

表 4 EL 年和 LA 年与多年夏季降水比较表
Tab. 4 The comparison table of summer precipitation of EL years and LA years with many years summer mm

项目	6 月			7 月			8 月			夏季		
	最少值	均值	最多值	最少值	均值	最多值	最少值	均值	最多值	最少值	均值	最多值
EL	94.6	159.0	268.8	70.1	178.0	376.6	88.6	163.4	263.0	379.4	510.0	768.1
LA	24.4	179.4	291.0	73.3	180.1	339.0	107.3	179.0	365.2	388.7	538.6	678.6
多年	24.4	169.6	316.0	70.1	182.4	413.9	17.5	162.6	365.2	248.4	514.6	867.7

月降水振幅 LA 年比 EL 年要大,说明 6 月降水 LA 年的影响要比 EL 年大,更易出现极端降水事件。而对 7 月降水分析可见,无论是从均值还是振幅上看,不论 EL 年还是 LA 年,影响比 6 月要小得多。而对 8 月而言,降水影响与 6 月相似,但 8 月极端最少降水均没有出现在双方的影响年。但从整个夏季降水而言,EL 年降水振幅则要比 LA 年大。可见,研究 ENSO 事件对泸西夏季降水的影响,不能一概而论,要结合当地各月的天气气候特点,进行具体分析和研究。

如 1998 年,受厄尔尼诺影响,中国南北方同时出现特大洪水,受灾严重,但泸西县却出现降水偏少的现象,整个夏季降水仅有 460.7 mm,比常年偏少 53.9 mm,降水距平百分率为 -10.5%;而 1964 年 3 月开始的 La Nina 事件,则造成泸西县 6 月降水特多,6 月降水量达 291 mm,超过泸西多年 6 月平均降雨量 (169.6 mm) 121.4 mm,降水距平百分率达 71.6%;而 7 月份降水略多,8 月份降水略少,整个夏季降水达 646.3 mm,与泸西多年夏季降水平均值 (514.6 mm) 相比,比常年偏多 131.7 mm,降水距平百分率达 25.6%,当年夏季降水占全年降水的 61.4%。

由此可见,由于厄尔尼诺现象发生的月份或最暖海温出现的地理位置不同,对各地降水有不同影响,因此厄尔尼诺事件与本地夏季降水的关系是很复杂的。同时由于云南省地形复杂,所以受厄尔尼诺影响的敏感区在各时段中有所变化,在同一时段内,各区域的对应关系也不完全相同,因此厄尔尼诺与一个地方夏季降水的相关关系不能简单地一概而论。

通过厄尔尼诺年与泸西县夏季降水的统计对比分析得出:在厄尔尼诺年,泸西县夏季降水呈现总体偏少的趋势,这是与 ENSO 年亚洲夏季风建立推迟、西太平洋副高偏弱偏南,热带辐合带弱而偏南不利于亚洲季风区降水产生有关。拉尼娜年与厄尔

尼诺刚好相反,在拉尼娜年,泸西县夏季降水呈现总体偏多的趋势,这与拉尼娜年有利于亚洲夏季风的提前建立,有利于季风区降水产生有关。

4 结论

通过对 ENSO 不同位相期间,泸西县夏季降水分布情况的分析,初步给出了本地夏季降水与厄尔尼诺事件和拉尼娜事件的配置关系。现总结如下:

(1) 在厄尔尼诺年,泸西县夏季降水呈现总体偏少的趋势。

(2) 在厄尔尼诺年,泸西县夏季各月降水分布呈现不一致的情况。主要表现为在厄尔尼诺年,泸西县夏季降水呈现 6 月、7 月降水总体偏少,8 月降水总体偏多的分布特征。

(3) 在拉尼娜年,泸西县夏季出现降水特多或特少的概率为零。同时在拉尼娜年,泸西县夏季降水呈现总体偏多的趋势,与厄尔尼诺年呈完全相反的分

布。(4) 在拉尼娜年,泸西县夏季各月降水分布呈现一致性的分布特征。即在拉尼娜年,泸西县夏季各月降水分布呈现总体偏少的分布特征。

(5) 厄尔尼诺可能主要是通过影响西太平洋副热带高压和孟加拉湾气流强弱,进而影响泸西县的夏季降水。

尽管通过对泸西县夏季降水的分析,本文得出了一些具有参考作用的配置关系,但应该明确指出的是,厄尔尼诺事件的影响过程是一个非常复杂的过程,有些降水分布情况并不能完全由厄尔尼诺来解释,这说明厄尔尼诺事件并不是决定泸西县降水的惟一因素。在实际预测预报工作中,由于影响云南省的天气气候的因素比较复杂,加之由于特殊的地形地貌,因此除考虑厄尔尼诺现象影响外,还要充分考虑大气环流、冰雪和其他物理过程的综合影响*,这对解释一些复杂的气候情况是十分重要的。

参考文献:

- [1] 张雪刚,毛媛媛.厄尔尼诺现象对中国夏季降水的影响[J].水资源保护,2004(1):10-11.
- [2] 秦剑,余凌翔.云南气象灾害史料及评估咨询系统[M].北京:气象出版社,2001.
- [3] 段长春,朱涯,陶云.云南雨季开始日期的年际和年代际变化的研究[J].云南气象,2008,28(2):2-3.
- [4] ENSO 监测小组.厄尔尼诺事件的划分标准和指数[J].气象,1989,15(3):37-38.
- [5] 陈烈庭.太平洋海气相互作用的时空变化[J].气象学报,1983(14):3-4.

(下转第 39 页)

一次飑线引发的强雷暴大风大雨分析

严直慧, 陆于昌

(广南县气象局, 云南 广南 663000)

摘要: 利用常规探测、地面加密观测资料和 850 ~ 500 hPa 高空图环流形势及影响天气系统, 对 2009 年 4 月 15 日 22 时广南县发生的一次飑线天气过程进行综合分析。结果表明: 飑线发生在冷暖气流的汇合前缘, 导致上干冷下暖湿的不稳定层结中, 高空急流入口区与低涡切变快速移动对不稳定能量的释放有触发作用; 飑线是在深厚冷温槽扩展到低层增温增湿中形成的, 并在风速垂直切变条件下发展成熟。偏南气流水汽输送和能量积聚是这次飑线过程的能量来源。

关键词: 飑线; 不稳定能量; 高空急流; 低涡切变

中图分类号: P429 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-7852(2010)S0-0027-04

0 引言

飑线也称不稳定线或气压涌线, 是中尺度天气系统之一。飑线是一种带(线)状的深厚对流系统, 是一条规则活跃的风暴线, 由许多雷暴单体排列呈带状的狭长云带, 水平尺度通常为几百公里, 宽 20 ~ 50 km, 水平长度与宽度的比例至少为 5:1。飑线可以导致瞬间风速突增、风向突变、气象要素剧烈变化常伴有雷暴、暴雨、大风、冰雹龙卷等剧烈天气现象, 在广南县也是极为罕见。这种突发性灾害天气, 或多或少, 或显或隐有些前兆显示, 如果能及时捕捉, 就为我们防灾、避灾赢得了宝贵时间。在此之前其他州、市已有预报员对飑线天气过程进行总结分析, 作为县级单位, 气象设备、获取资料的来源都有一定的局限性。此外, 罕见的天气, 使得我们思想重视不足, 过程出现时又很突然, 发展又特别迅猛, 使我们猝不及防。本文通过飑线发生前后、产生冰雹、大风天气时的天气尺度以及地面气象要素的变化的分析, 从中找出一些规律性的事实, 归纳出几条预报思路, 县级单位对于以后预报强对流飑线雷雨大风天气, 得出一些有益的经验。

1 天气实况

2009 年 4 月 15 日 22 ~ 24 时, 广南县自北向南出现一次飑线天气过程, 大部分地区出现雷雨、大风、冰雹极端天气。广南气象站实测雨量为 34.4 mm, 最大风速 29.4 m/s (11 级), 突破 1953 年 8 月以来的历史最高记录 (24 m/s), 城西最大冰雹直径 30 mm。莲城、珠琳、板蚌、坝美、黑支果出现冰雹。此次风雹灾害造成全县 5 个乡(镇) 21 个村委会(社区) 不同程度受灾, 受灾最严重的是莲城镇及城区部分企业、民房、电力、通信、市政等设施, 共造成直接经济 6 796.23 万元, 其中农业经济损失 200 万元。

2 地面气象要素变化特征

飑线过境时, 常常引起局地风向突变, 风速剧增、气压涌升、温度骤降, 伴随的天气有雷电、大风、冰雹、龙卷风等灾害性天气^[1]。2009 年 4 月 15 日 22 ~ 24 时, 发生在广南县的飑线天气过程的地面要素有如下变化特征。

2.1 气压的变化特征

15 日 18 时，气压降至最低点（867 hPa），比正常的气压日变化周期略有推迟。至 22 时前，气

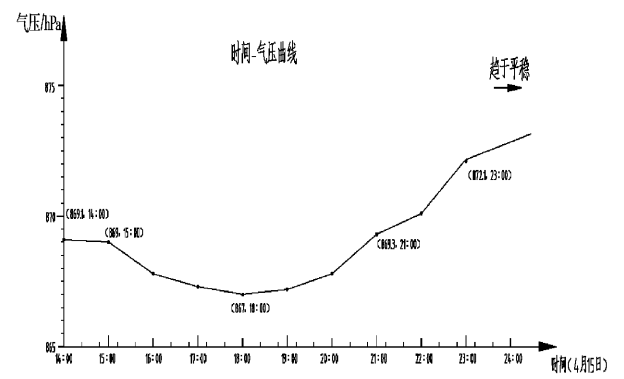


图 1 4 月 15 日广南 14~20 时气压变化曲线
Fig. 1 The changes curve of air pressure from 14:00 p. m. to 20:00 p. m. in April 15 of Guangnan

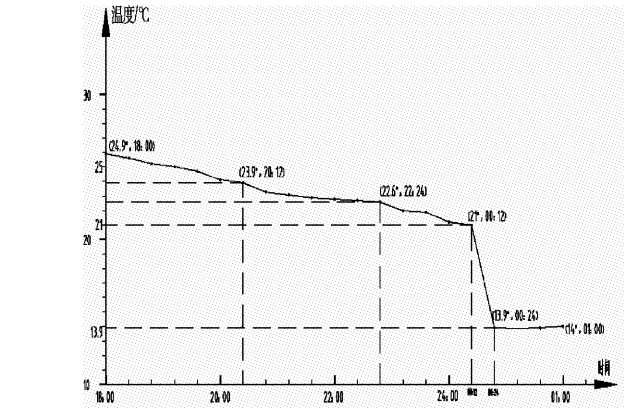


图 2 4 月 15 日 18 时~16 日 01 时温、湿度变化曲线
Fig. 2 The changes curve of temperature and humidity at 6:00 p. m. April 15 to 01 a. m. April 16

3 环流形势及影响天气尺度分析

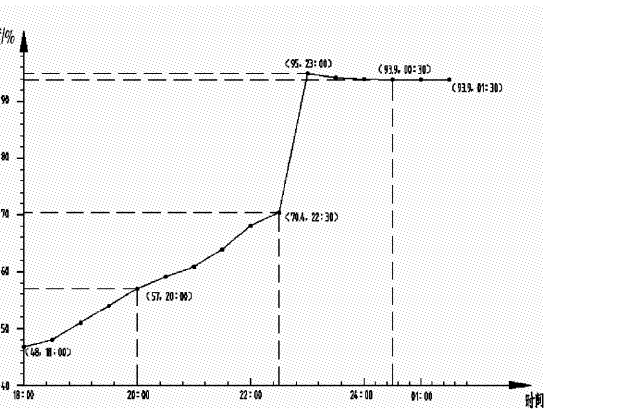
4 月 14 日 20 时 500 hPa 高空欧亚中高纬度地区经向度较为明显，西风低压槽东移到东经 125°E，中国大部分地区受槽后西北气流控制，青藏高原上空为一阻塞高压脊和欧洲东部有一横槽的环流形势。在环流形势演变过程中，15 日 20 时 500 hPa 图上（图 3），影响天气尺度西风低压槽北段维持在东北哈尔滨至华中南阳附近，温度槽落后于高度槽，槽后西北风速较大，说明中高纬度地区冷平流强盛。冷锋附近的强力管环流促使上升、下沉垂直运动加强，有利于冷锋前的中尺度飑线产生^[2]。而低压槽南段减弱东移，中低纬地区华南和西南由西北气流转为西西南气流，且风速较大，基本在 20

压变化仍按正常的趋势平缓上升，22~23 时气压上升速率明显加大，1 小时内上升近 3 hPa，初步判断飑线应在此期间过入境。23 时 45 分后趋于平稳（图 1）。

2.2 温度、湿度、风的变化特征

根据温、湿自记纸读数作图分析，飑线入境前湿度、温度 14~20 时变化微小，20~22 时温度缓慢下降、湿度明显上升但幅度不大。22:30~23:00，湿度出现大幅度跃升（从 70% 升至 99.5%）并接近饱和，而温度的剧烈变化出现在 00:12~00:24，12 分钟内从 21℃ 陡降至 14℃。

上述分析可看出，温度的剧烈变化明显晚于气压与湿度，说明温度变化是飑线过程造成的后果，而不是形成飑线过程的原因。气象要素发生变化时，伴随大风、强雷暴等剧烈天气现象出现，气压跳跃，飑线过境后，湿度、温度基本趋于正常，风停雷止，飑线过程对本站影响结束（图 2）。



m/s 左右，24°~30°N 间形成一支东西向急流带，又有冷温槽向南侵伸叠加在急流中，增强了触发强对流生成机制。这支急流带表现在高层上，并与中低层低涡切变南侧暖湿气流相对应，低层辐合，高层辐散。15 日 20 时 700 hPa 和 850 hPa 图上（图 3）。广南县处在四川盆地到云南滇西的低涡切变偏南气流中，风速很小，一般风速为 2~4 m/s，风速随高度迅速增大，从而产生风速垂直切变，为强对流发生发展提供了必要的动力条件。风向随高度顺转，加剧暖湿气流辐合上升运动，加之切变后面深厚的冷温槽扩展到中低层，导致强冷平流不断向南渗透到暖湿气流上。受暖气流的推动作用，低涡切变逐渐演变衔接中高纬度低槽，并快速南移与急流带相结合是强对流飑线天气的主要影响天气尺度^[3]。

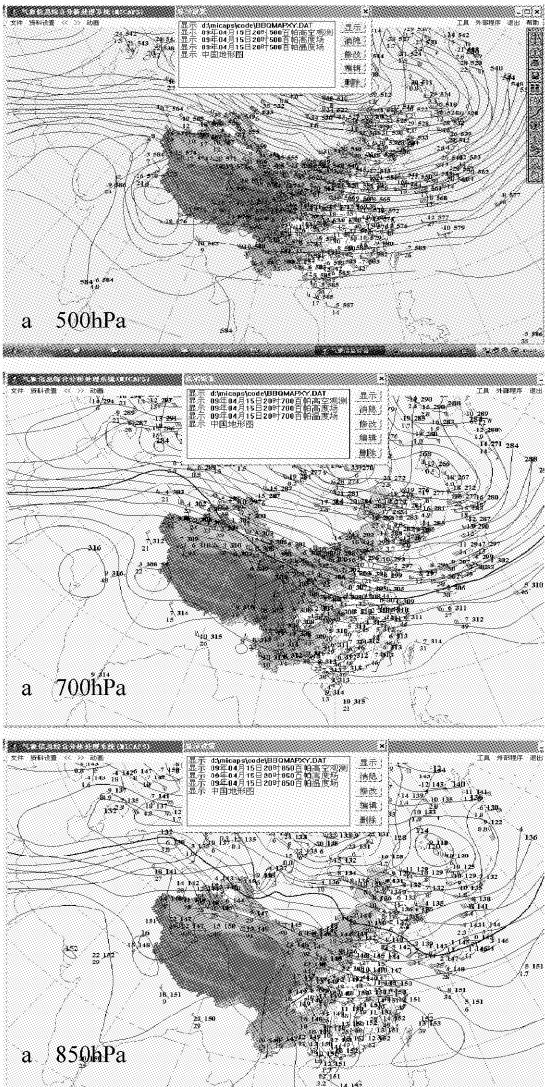


图 3 15 日 20 时高空图
Fig. 3 The aerial map of 8: 00 p. m. April 15

4 不稳定能量分析

广南位于蒙自和百色之间，利用蒙自和百色两站探空资料分析强对流飊线天气发生发展的不稳定能量变化，发现飊线的形成需要大量不稳定能量积

聚。强对流天气发生前，14 日 20 时气团不稳定能量指标 K 指数均大于 $35\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，假相当位温 θ_{se} 随高度降低， $\theta_{se500} - \theta_{se850}$ 小于 $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的负值区，地面温度达 $30.1\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度为 94% ，中低层风场较弱，有利于强对流天气不稳定能量的产生。湿静力温度 $T_{\sigma H0}$ 同样处于高能区内，且低层大高层小， 500 与 850 hPa $T_{\sigma H0}$ 相差 $10 \sim 15\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。随着高层深厚冷湿槽叠加在低层偏南暖湿气流上，大气上冷下暖的结构促使层结不稳定加剧，为强对流飊线天气的发生发展提供了较大的不稳定能量积蓄。到了 15 日 20 时，由于低槽切变东南移动，广南正是处在高空急流入口区低层暖湿气流辐合上升运动触发对流不稳定能量释放。蒙自、百色 K 指数都出现了下降，但百色降幅十分显著，从 $+36\text{ }^{\circ}\text{C}$ 突然降至 $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ， 850 hPa $\Delta\theta_{se}$ 和 $\Delta T_{\sigma H0}$ 降幅达 $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，说明在此之前有很大的能量释放，查询当时各站点的降雨情况发现，4 月 15 日 20 时 $\sim$ 16 日 08 时雨量，广南 34 mm 、百色 39 mm 。从图 4 和表 1 可以看出，14 日蒙自、百色两站 K 指数为正值，增能，15 日剧降 $19 \sim 40\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，减能。蒙自、百色两站 θ_{se850} 和 $T_{\sigma H850}$ 同时出现增减过程，飊线接近时不稳定能量释放幅度较大，说明在天气尺度的影响，冷暖气流汇合触发对流不稳定能量释放产生此次飊线天气。

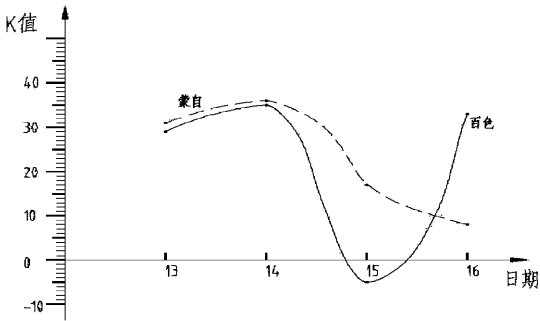


图 4 4 月 14 日 $\sim$ 15 日蒙自、百色 K 指数变化图
Fig. 4 The change maps of K index, April 14 $\sim$ 15 of Mengzi and Baize

表 1 2009 年 4 月 14 $\sim$ 15 日不稳定能量变化表
Tab. 1 The change table of unstable energy, April 14 $\sim$ 15, 2009 $^{\circ}\text{C}$

日期	站名	24 时 ΔK	24 时 $\Delta\theta_{se850}$	$\theta_{se500} - 850$	24 时 $\Delta T_{\sigma H850}$	$T_{\sigma H500} - 850$
14	蒙自	+5	+8	-16	+7	-15
	百色	+6	+5	-10	+10	-8
15	蒙自	-19	-19	0	-17	0
	百色	-40	-21	+13	-20	13
16	蒙自	-9	+4	+3	+2	+2
	百色	+28	-8	+22	-5	20

5 小结

- (1) 2009 年 4 月 15 日夜间发生在广南的飑线过程是在高空槽配合四川盆地低涡切变逐渐演变过程中形成的。
- (2) 飑线过境时气温的剧烈变化明显晚于气压

- 与湿度变化。
- (3) 飑线的形成前需要大量不稳定能量积聚，而飑过境后对流不稳定能量也完成释放。
- (4) 地面增温、增湿、降压、风小有利于不稳定能量储蓄，风向随高度顺转表明暖湿气流上升运动，风速垂直切变为飑线发生发展提供了必要的动力条件。

参考文献：

[1] 段鹤，马学文，杨建梅．云南省一次大范围飑线天气过程的诊断分析 [J]．云南气象，2006（4）：19－24.

[2] 钱莉，杨永龙．一次飑线引发的大风强沙尘暴诊断分析 [J]．气象，2009（3）：4248.

[3] 王玮，刘继敏．山东省中西部飑线过程个例分析 [J]．气象科技，2009（4）：181－185.

CASE ANALYSIS OF A SEVERE THUNDERSTORMS AND STRONG WIND AND TORRENTIAL RAIN INITIATED BY SQUALL LINE

YAN Zhi-hui, LU Yu-chang
(Guangnan Meteorological Bureau, Guangnan 663000, Yunnan, China)

Abstract: A synthetic analysis on the weather process of squall line at 22:00 on April 15, 2009 was done through conventional survey, ground intensive observations, 850 ~ 500 hPa height chart circulation and weather system. The results showed that: The squall line was in the convergence of cold and warm air front It causes the fast-moving of the vortex shear instability in the upper level jet entrance area which is in the cold and dry under the warm unstable stratification played a role of a trigger for unstable energy release; squall line appeared in the formation of cold temperature in the deep trough extended to the lower humidity temperature and matured in the vertical wind shear conditions. Southerly flow accumulation of water vapor transport and energy is the energy source of Squall Line.

Key words: squall line; unstable energy; jet stream; vortex shear

贵州省黔西南州一次严重低温霜冻灾害成因分析

段 荣, 蒋 斌, 岑启林, 朱 瑕, 何海燕, 杨 玲

(黔西南州气象局, 贵州 兴义 562400)

摘要: 2009 年 3 月中旬贵州省黔西南州出现了 1976 年以来损失最大的一次霜冻灾害。利用高空及地面气象资料, 分析了严重低温霜冻的天气成因, 又根据黔西南州不同地理位置的农作物生长特点, 对灾害成因进行了分析。结果表明: 前期在受热低压连续控制的暖冬背景下, 高空冷平流引导地面冷空气急剧南下入侵, 骤然形成 500 hPa、700 hPa、850 hPa 高压环流, 导致干冷晴空天气, 强烈辐射冷却, 是造成此次严重霜冻天气的主要原因。黔西南州北部霜冻重, 但受灾轻, 而南部霜冻较北部轻, 但受灾却重, 原因是与海拔高、地理位置、气候特点以及当地作物出苗、发芽、拔节期有关。

关键词: 低温; 霜冻; 灾害; 成因

中图分类号: P458 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-7852(2010)S0-0031-05

0 引言

贵州省黔西南州霜冻一般在每年 11 月到次年 3 月期间出现, 地处西北部地势较高的晴隆县、普安县霜冻出现早, 结束晚, 且霜冻天数在州内为最多; 地势较低的册亨县、望谟县霜冻出现晚, 结束早, 且霜冻天数在州内为最少^[1]。黔西南州一般不易出现严重的霜冻但在有利的大气环流形势下, 也可出现严重的霜冻灾害。文中对这次特大霜冻天气过程进行了研究并对灾害成因进行了分析, 以期提高对黔西南州重霜冻天气过程的认识, 对做好黔西南州冬季农经作物和亚热带冬季农业开发的防寒减灾工作有一定的参考作用^[2]。

1 特大霜冻灾害概述

进入 2009 年 2 月以来, 全州气温持续高温(最高气温连续 11 天超过 25℃), 3 月 13 夜间到 14 日早晨, 受强冷空气南下影响, 气温骤降, 出现

严重低温辐射霜冻, 农作物严重受灾。全州小麦、油菜、马铃薯、茶叶、早玉米、蔬菜等农作物均不同程度受灾, 导致小麦结实差或空秕, 油菜结荚、结实差或不结实, 马铃薯青苗、茶叶嫩芽、蔬菜苗枯死, 早玉米枯黄, 造成严重经济损失。全州农作物受灾面积 $4.574 \times 10^4 \text{ hm}^2$, 成灾面积 $2.37 \times 10^4 \text{ hm}^2$, 绝收面积 $1.00 \times 10^4 \text{ hm}^2$, 造成直接经济损失 12 470.22 万元。

2 特大霜冻成灾分析

3 月 14 日全州最高温度在 18.8~25.4℃, 最低温度在 0.1~4.2℃, 各县(市)最高温度与最低温度的降温幅度达 16.1~21.6℃。全州地面最高温度在 40.8~47.6℃, 地面最低温度在 -2.8℃~6.7℃, 地面最高温度与最低温度降温幅度达 42.3~50.4℃(见表 1)。由此可见白天气温高, 夜间气温低, 降温剧烈, 温差大也是造成这次霜冻对农作物受灾严重原因之一。

表 1 3 月 14 日全州各县市气温及地温实况统计
Tab. 1 The statistics of temperature of air and ground on 14 Mar
in the counties of southwest Guizhou

县市	日期	最低气温 / ℃	最高气温 / ℃	地面最低 / ℃	地面最高 / ℃
晴隆	14 日	1.7	19.0	-2.8	47.6
普安	14 日	1.1	18.8	-1.9	40.8
兴仁	14 日	0.1	20.1	-1.1	41.2
兴义	14 日	3.4	19.5	-1.5	45.3
安龙	14 日	0.2	18.6	-2.5	43.5
册亨	14 日	2.1	18.6	0.4	41.9
贞丰	14 日	3.8	25.4	6.7	43.3
望谟	14 日	4.2	24.0	2.7	42.5

由地面最高温度与地面最低温度降温以及最高温度与最低温度降温幅来看，北部晴隆县最大，兴义市、安龙县次之，而普安县、兴仁县、册亨县、贞丰县、望谟县相比要小些（见图 1）。这次受灾较重的是地处南部的兴义市、安龙县。地处北部的晴隆县虽降幅大，气温低，霜冻重，但受灾却轻，主要原因是由于北部海拔高，气温较南部要低些，当地作物出苗、发芽、拔结晚，躲过这次霜冻的危害；而南部的是兴义市、安龙县却受灾较重，主要原因是近热带作物及早熟经济作物种植面大，作物出苗、发芽、拔结早，这次霜冻过程正赶上黔西南州南部近热带作物及早熟经济作物大面积出苗、发芽、拔结期，所以受害较重。

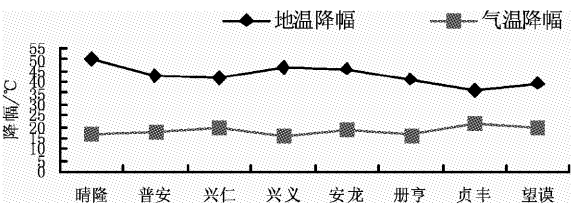


图 1 3 月 14 日全州各县（市）气温及地温降幅实况
Fig. 1 The air temperature and the declining situation of ground
temperature on 14 Mar 2009 in the counties of southwest Guizhou

通过这次特大霜冻灾害实地进行调查发现：因低洼地和闭塞地冷空气容易积聚，洼地、山谷及山坡下部霜冻严重，而山坡的中部霜冻最轻，山顶次之；同一山地，因迎风部位由于地形对气流的阻挡抬升而降温，受害重，而山坡的背风部位盛行下沉气流增温受害轻^[13]。另外就全州而言由于近年全球气候变化，终霜期逐年提前，无霜期天数逐年增加，

广大种植户对农作物播种期也逐年在提前，对春霜冻的危害产生了麻痹思想，未采取有效防范措施^[5]。

3 与历年次特大霜冻的比较

将 1976、1983 年两次特大霜冻冷害的部分代表站最低气温进行比较（表略），从极端最低气温看，此次霜冻灾害是，最高气温及最低温强度来看高于前两次，而最高温度到最低温度降温幅度则大于前两次。从贵州气候变化的年际变化看，20 世纪 60~80 年代中期贵州处于气温偏冷期，80 年代中期以后处于气温偏暖期^[2,3]。近年 2008 年冬季虽气温偏低，但年平均温度还属正常，2009 年冬季（2008 年 12 至 2009 年 2 月）气温又偏高 1.4℃~2.3℃，是贵州近 50 年来次暖年。1976 年和 1983 年的重霜冻均出现在黔西南州偏冷期的强低温位相，2009 年这次重霜冻是在暖冬背景下的重霜冻^[4,5]。

4 严重霜冻天气成因分析

4.1 地面形势分析

2009 年 3 月 10~12 日强冷空气在 40°N~60°N，80°E~110°E 范围内堆积，冷高压中心值达 1 047.5 mb，中国西南部地区则为热低压控制，且黔西南州位于低压中心，低压中心值为 1 005.0 mb（见图 2 中左图箭头所指）。12 日 20 时地面图上，黔西南州为晴热天气，3 月 13 日 20 时冷空气大举南下（冷空气路径见图 2 中右图箭头所标），进入贵州省是入春以来最强的一次强冷空气活动。

12 日 08:00 地面冷锋呈西北东南向，位于四川的攀枝花—贵州的安顺—广西桂林一线，锋后的强冷高中心位于贝加尔湖—巴尔喀什湖之间，高压中心值达 1 068.0 mb；13 日 08:00 高压中心移至贵州西北部到湖南北部，地面高压中心值达 1 075.0 mb，地面冷锋压到贵州南部，进入黔西南州，全州阴天有小雨；13 日 20:00，地面冷锋移出贵州，冷锋移至广西南部—广东沿海，全州自北向南迅速雨止转晴。再从 24 小时变压分析，13 日 08:00，贵州省内有 10~15 mb 的正变压，黔西南境内有 10~12 mb 的正变压；14 日 08:00 贵州北部虽已有 -1~-5 mb 负变压，但地处南部的黔西南州仍有 3~4 mb 的正变压。可见，这是一次强冷高压入侵控制，突然转晴的剧烈降温，冷平流与晴空辐射双重

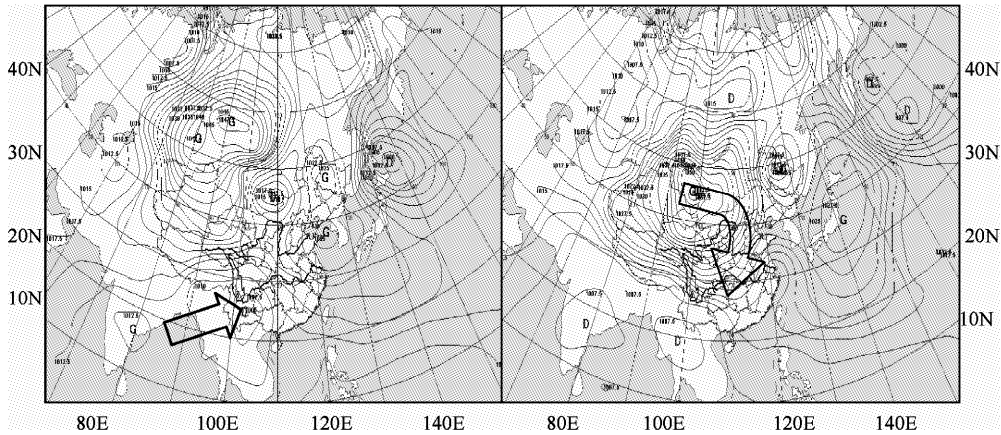


图 2 3 月 12 日 20 时、13 日 20 时地面形势图
Fig. 2 The prebariatric chart at 2000 LST 12 Mar and 2000 LST 13 Mar

降温且以晴空辐射冷却为主。天气实况表明，黔西南州历史上出现的 2 次特大霜冻均与剧烈的晴空辐射冷却有关。

4.2 高空形势分析

10 日 08:00 在中高纬巴尔喀什湖 - 贝加尔湖地区为低槽控制，同时伴有冷温槽，造成天山附近有 7 ~ 8 ℃ 的降温，中低纬青藏高原在 80°E 附近有低槽生成东移。北面中高纬度的大槽与南部在青藏高原生成东移波动小槽，南北两槽打通并有冷温槽配

合，造成青藏高原北部有 8 ~ 12 ℃ 的降温。11 日 ~ 13 日控制中高纬度西风槽与中低纬度的低槽同位相叠加，促使冷温槽剧烈南移，强冷空气自青藏高原东侧南移，直泻云贵高原，影响到黔西南州，14 日云贵高原转受槽后高压脊控制，高层剧烈的冷平流降温 and 下沉气流，造成晴空辐射冷却，在贵州西部（包括黔西南）到云南有深厚的下层气流，在 14 日 00 时高空涡度场的实况分析就可得到证实（见图 3）200 hPa 高层到 850 hPa 都处于辐散的大值区。

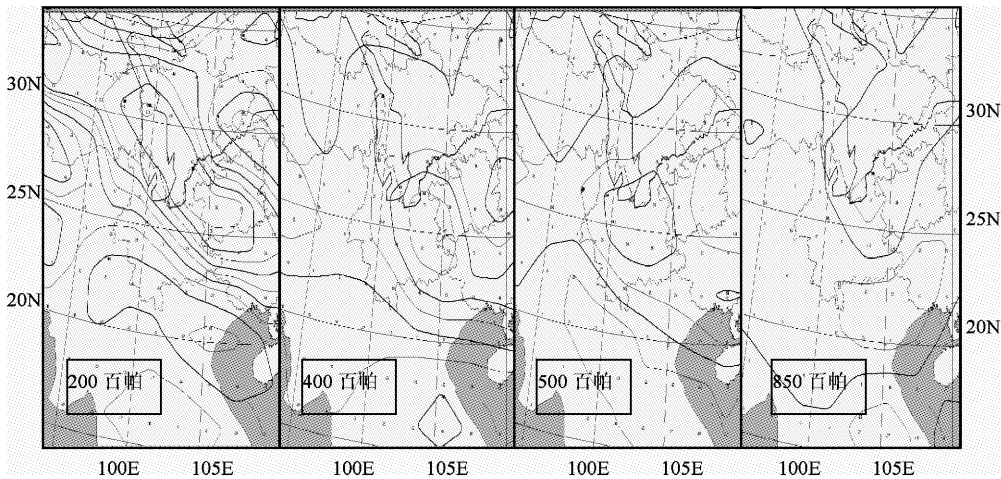


图 3 14 日 00 时高空不同层上涡度的实况分析图
Fig. 3 The analytic picture of vorticity in different layer of upper air at 0000 LST 14 Mar

从槽的移动位置分析：500 hPa 11 日 08:00 图上位于贝加尔湖 - 蒙古国有一东北西南向的大槽，12 日至 13 日维持东移南压，14 日出海在日本到中国东海一线；700 hPa 11 日 08:00 图上在中高纬度，位于贝加尔湖 - 蒙古国一线有东北西南向的槽东南移，中低纬度，沿河套东部经湖北、湖南到贵州北

部有东北西南向的槽缓慢东南移。12 日 08 时 500 hPa 位于湖贝加尔湖 - 蒙古国的低槽，迅速东移追赶上中国中部东北西南向的低槽，南北两槽打通，发展加深成一个深厚的东北西南向的大槽，位于黑龙江东部 - 山东东部 - 安徽中部 - 湖南中部 - 贵州中部一线，槽后为较强西北气流控制，槽前

盛行西南气流，贵州为强西南气流（风速大于 20 m/s），14 日 08 时迅速东南压，移出大陆，维持在日本北部 - 东南沿海 - 台湾一线。从层与层的这间槽配置来看，是一个明显的后倾槽，并且温度槽明显落后于气压槽。再从温度槽的冷中心移动位置分析：11 日 08 时 500 hPa，冷中心位于贝加尔湖以北（即北纬 65°东经 100°附近）中心值为 -48 ℃；12 日 08 时 500 hPa，冷中心南移至贝加尔湖以南的蒙古国（即北纬 45°东经 100°附近）中心值为 -43 ℃；13 日 08 时 500 hPa，冷中心迅速南移至内蒙古国东部（即北纬 45°东经 115°附近）中心值为 -40 ℃。11 日 08 时 700 hPa，冷中心位于贝加尔湖以北（即北纬 60°东经 115°附近）中心值为 -38 ℃；12 日 08 时 700 hPa，冷中心南移至贝加尔湖以南蒙古国（即北纬 45°东经 105°附近）中心值为 -32 ℃；13 日 08 时 700 hPa，冷中心东移至内蒙古（即北纬 45°东经 110°附近）

中心值为 -32 ℃。从以上 500 hPa、700 hPa、温度槽的冷中心移动变化可看出，11 日 500 hPa 温度槽的冷中心还落后于 700 hPa 温度槽的冷中心，12 日当中高纬的冷槽在东移过程中，当追赶上中低纬位于中国中部北部东北西南向的冷槽，两槽打通同相位叠加时，500 hPa、700 hPa、温度槽的冷中心基本重合，形成了深厚的冷气层，维持加强地面冷高压。

总之 11 日 ~ 14 日高空图上，是中高纬度西风槽与中低纬度的低槽同位相叠加^[2]、发展东移出海建立东亚大槽的过程。由于大槽的快速发展加深引发了冷空气直泻南下到云贵高原，造成了贵州一次明显的强降温天气过程，14 日云贵高原迅速转为高压环流控制（见图 4），因高压环流引起的剧烈的下沉运动，贵州省碧空而见不到锋面存在，黔西南州则出现了强烈的晴空辐射冷却，造成了 1976 年以来损失最大的一次霜冻灾害。

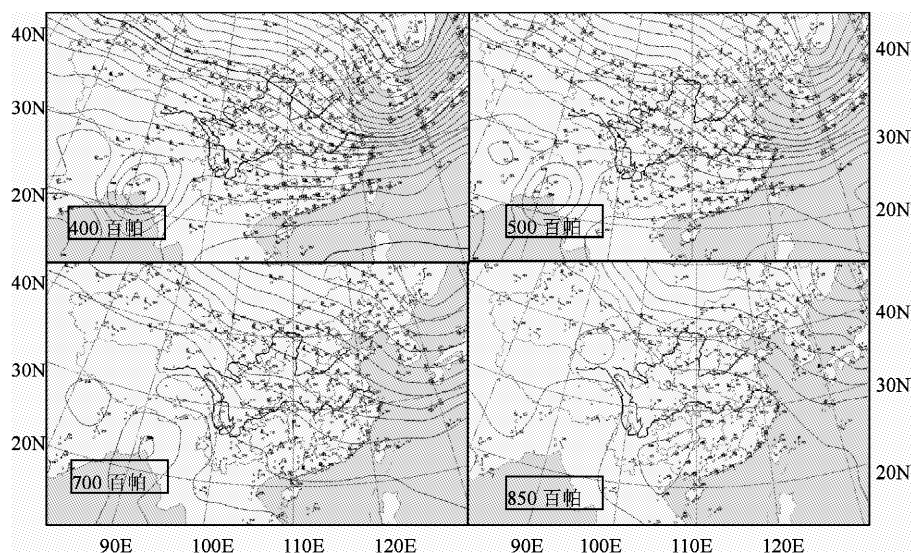


图 4 2009 年 03 月 14 日 08 时高空图

Fig. 4 The upper air picture at 0800 LST 14 Mar 2009

5 结论

- (1) 严重霜冻天气是在前期受热低压连续控制的暖冬背景下，地面干冷空气急剧南下入侵，骤然形成强冷空气控制下的晴空强烈辐射冷却，气温骤降，冷空气入侵与晴空辐射冷却双重降温是形成此次重霜冻的主要原因。
- (2) 500 hPa 中高纬度西风槽与中低纬度的低槽同位相叠加、发展东移出海建立东亚大槽。由于

- 大槽的快速发展加深引发了冷空气直泻南下到云贵高原，造成了贵州一次明显的强降温天气过程。高层剧烈的冷平流降温 and 下沉气流，造成晴空辐射冷却。
- (3) 这次受灾较重的是黔西南州南部，黔西南州北部虽降幅大、气温低、霜冻重，但受灾却轻，主要原因是由于海拔高气温较南部要低些，当地作物出苗、发芽、拔节晚，躲过这次霜冻的危害；而黔西南州南部近热带作物及早熟经济作物种植面积大，作物出苗、发芽、拔结早，这次霜冻过程正赶

上南部近热带作物及早熟经济作物大面积出苗、发芽、拔结期所以受灾较重。

(4) 就全州而言由于近年全球气候变化，终霜期逐年提前，无霜期天数逐年增加，广大种植户对

农作物播种期也逐年在提前，且近热带作物及早熟经济作物种植面又逐年大面积增加，对春霜冻的危害产生了麻痹思想，未采取有效防范措施，所以受灾较重。

参考文献：

[1] 黔西南布依族苗族自治州志·气候志 [M]. 贵阳：贵州人民出版社，1989.

[2] 解明恩，程建刚，鲁亚斌，等. 云南严重霜冻灾害天气过例分析 [J]. 气象科技，2005，3（25）：251-254.

[3] 秦剑，解明恩，刘瑜，等. 云南气象灾害总论 [M]. 北京：气象出版社，2000.

[4] 马振锋，彭骏，高文良. 近四十年西南地区的气候变化事实 [J]. 高原气象，2006，25（4）：80-81.

[5] 蒋斌，段荣，岑启林. 黔西南 2009 年初春严重低霜冻天气特征及其对农作物的影响 [J]. 贵州农业科学，2009，37（11）：76-78.

[6] 谢应齐. 云南省农业自然灾害区划 [M]. 北京：中国农业出版社，1995.

[7] 王宇. 云南省农业气候资源及区划 [M]. 北京：气象出版社，1990.

[8] 潘里娜，王恒康. “99·12” 云南低温重霜冻分析 [J]. 云南气象，2002（1）：33-35.

[9] 吴兴国. 广西冬季重大霜冻天气过程特征分析 [J]. 广西气象，2000，21（1）：3-5.

[10] 陈少勇，孙秉强. 白银市霜冻气候变化及对农业生产的影响 [J]. 气象科技，2006（4）.

[11] 张学河，王连起，杨洪瑜. 果树晚霜冻害调查及预防补救措施 [J]. 河北农业科学，2005（1）.

[12] 任国玉，徐铭志，初子莹，等. 近 54 年中国地面气温变化 [J]. 应用气象学报，2005（4）.

[13] <http://www.szbbs.org/home/space.php?uid=37046&do=blog&id=391>.

ANALYSIS OF A SERIOUS DISASTER OF LOW TEMPERATURE
AND FROST IN SOUTHWEST GUIZHOU

DUAN Rong, JIANG Bin, CEN Qi-lin, ZHU Xia, HE Hai-yuan, YANG Ling
(The Meteorological Bureau of Qianxinan Prefecture, Xingyi 562400, Guizhou, China)

Abstract: The chilling damage occurred in southwest Guizhou, which was the most to lose in the history, in the middle of Mar 2009, analysis of the reason of low temperature and frost weather by use of the reason of low temperature and frost weather on the basis of the upper and ground weather information, and analysis of disaster in accordance with growth characteristic of crops in different position. The result shows that the early stage of warmer winters caused by the successive thermal depression, and the main reason is the high-cold advection leaded cold air to south rapidly, which formed the dry and sunny sky that was under in the circle of 500 hPa, 700 hPa and 850 hPa of high pressure, while air cooled sharply, the above showed is the main reason to cause the serious low temperature and frost. Although there was a serious chilling damage in the north of Qianxinan, the disaster was lightly, oppositely, there was a less serious chilling damage in the south compared to north, but the disaster was heavy, the main reason was related to altitude、location、characteristics of climate、the sprouting day of local crops and shooting period.

Key words: low temperature; frost; disaster; origin

桂西北 2008 年 6 月暴雨过程南亚高压特征分析

黎云, 韦丹宜, 罗雅

(河池市气象局, 广西河池 547000)

摘要: 利用 9210 提供的常规资料, 通过对桂西北 2008 年 6 月 7~17 日连续性暴雨过程分 3 个阶段进行 100 hPa 平均高度场以及地面雨区合成图进行分析, 得到以下结论: 在此次过程中, 南亚高压的反气旋环流比较强盛, 从而造成桂西北上空脊区附近有明显的高空辐散, 易产生上升运动, 为异常降水创造了条件, 并且由于南亚高压在青藏高原上的中心位置以及在桂西北上空的脊线位置及其影响范围的不同从而造成桂西北的降水范围和强度的不同。

关键词: 桂西北; 连续性暴雨; 南亚高压

中图分类号: P458.1⁺21.1

文献标识码: A

文章编号: 1001-7852(2010)S0-0036-04

0 引言

暴雨是桂西北地区夏季最常见和影响最广泛的一种主要灾害性天气, 深入认识旱涝事件所发生的天气和气候背景, 提高对灾害性气候的预测水平, 目前已成为广泛关注的问题。6 月份是桂西北暴雨、连续性暴雨频发的时期, 也是南亚高压较为强盛的时期。南亚高压作为夏季存在于青藏高原上空对流层上部的大型反气旋环流系统, 其范围从非洲一直延伸到西太平洋, 占据了所在纬圈的 1/2。夏季桂西北地区都处在它的控制下, 因此, 它对夏季桂西北大范围旱涝分布有重大影响。盛夏期间南亚高压与中国大范围旱涝的关系, 已有诸多研究^[1-5], 但对南亚高压的活动与桂西北连续性暴雨的联系研究较少。因此, 本文将对桂西北 2008 年 6 月发生的连续性暴雨过程中南亚高压的活动特征及南亚高压活动对桂西北连续性暴雨产生的影响进行分析。

1 资料及处理方法

本文资料采用 9210 系统提供的常规数据资料中的 2008 年 6 月 7~17 日逐日 100 hPa 位势高度场

和风场资料, 分成 3 个阶段进行分析处理, 得到各阶段 100 hPa 平均位势高度场和平均风场资料。逐日降水资料为广西 89 个测站地面观测资料。

为了便于研究南亚高压活动对桂西北地区连续性暴雨产生的影响进行分析, 针对桂西北上空 100 °E ~ 110 °E 范围内南亚高压脊线的位置变化进行分析, 并将 1664 线作为南亚高压特征线对南亚高压影响范围进行分析。采用广西各测站降水资料分析处理得到全区降水分布图。

2 6 月 7~17 日南亚高压活动特征分析

2.1 概况

2008 年 6 月 7 日 08 时~17 日 08 时, 位于桂西北的河池市共经历了 3 次大雨到暴雨、局部大暴雨到特大暴雨天气过程, 这次强降水天气过程是河池市 2008 年入汛以来最强的一轮降雨天气过程, 具有来势猛、范围广、强度强、间隔时间短、持续时间长等特点。

将河池市 11 个县市 2008 年 6 月 7~17 日 (08~08) 逐日降水资料处理分析得到, 6 月 7~17 日发生的连续性暴雨总降水量达 3 307 mm, 总台站数达 26

个。台站数和降水总量的逐日变化（见图 1），可以看到降水有 3 个高峰期，7~9 日为第一个高峰期，11~13 日为第二个高峰期，15~17 日为第三个高峰期。其中 12 日降水总量达到最大，达 812 mm，11 日出现暴雨的台站数达到最多有 7 个站，但降水量比 12 日有所减少；其次是 15 日出现暴雨的台站数和降水总量也比较多，降水总量达 596 mm。

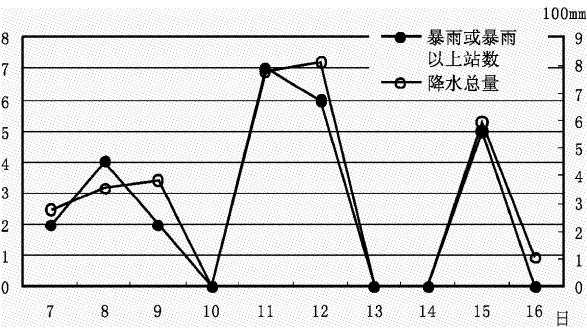


图 1 2008 年 6 月 7~17 日连续性暴雨台站数和暴雨总量的逐日变化

Fig. 1 Daily change of continuous heavy rain number stations and the total rainfall, June 7~17, 2008

3.2 6 月 7~17 日南亚高压活动特征分析

从图 1 来看，这次连续性暴雨过程可分为 3 个阶段：7~10 日为第一阶段，11~13 日为第二阶

段，15~17 日为第三阶段。将这 3 个阶段的 100 hPa 高度场分别进行分析处理，得到这 3 个阶段的 100 hPa 平均高度场（见图 2）。将各阶段广西降水区域划分图与 100 hPa 平均高度场合成得到图 3。

7~9 日平均高度场上，亚洲中高纬度环流为两槽一脊，在 60°E 和 130°E 附近各有一低压槽，贝加尔湖西部附近有一高压脊。这时南亚高压中心稳定在青藏高原上空，南压高压中心在（88°E，32°N）附近，中心强度达 16 750 gpm，100°E~110°E 范围内脊线大约位于 26°N~27.5°N 呈西北-东南走向，高压脊线沿伸到中国东部沿海，其中 1664 线伸至 118°E 附近，而在东亚上空维持一个较强的长波槽。在 100 hPa 平均高度场和地面雨区的合成图（见图 3a）上可看到，雨区位于脊区下方，在南亚高压东南侧脊线的南侧，并且河池市出现了区域性暴雨（图中浅蓝色区域为暴雨降水区，深蓝色区域为大暴雨降水区，下同）。对应 7~9 日的 100 hPa 平均风场（图略），由于在中国东部偏北位置等高线密集，高度梯度较大，对应风场，即南亚高压东北部有较强的西北气流，同时南亚高压东南部有较强的东北风，它们都有助于引起南亚高压反气旋性环流加大，从而增强高层辐散，利于为上升运动提供条件。

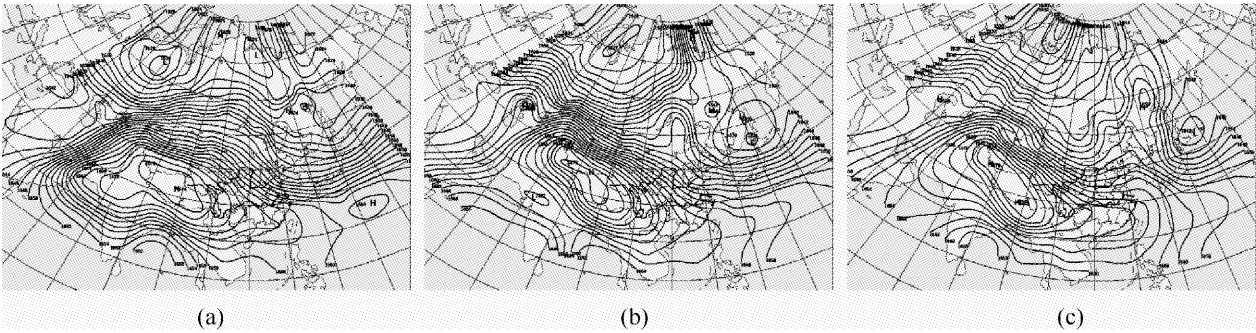


图 2 3 次过程 100 hPa 平均高度场

Fig. 2 100 hPa average height field of 3 process

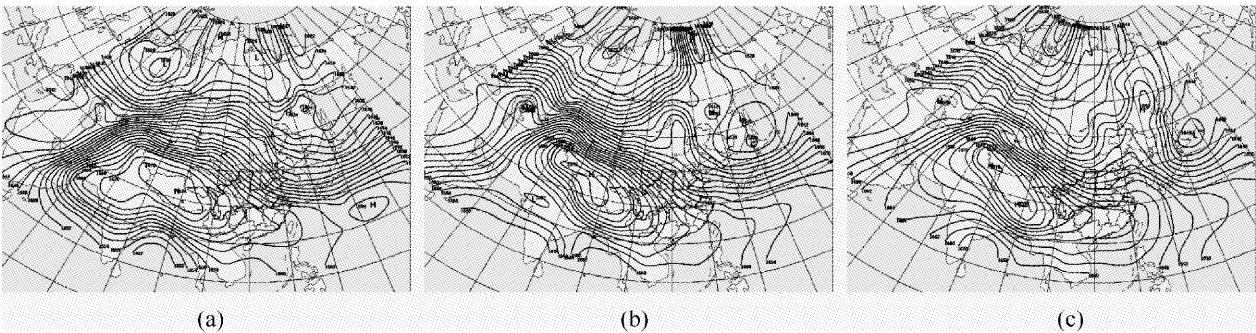


图 3 100 hPa 平均高度场和地面雨区的合成（图中蓝色区为降水总量≥50 mm 的区域；平均高度场单位：gpm）

Fig. 3 Synthesis of 100 hPa average height field and ground of rain (unit: gpm)

11~13 日的平均高度场上,亚洲中高纬度环流变仍为两槽一脊,在 80°E 和 140°E 附近各有一低压槽,贝加尔湖以东的高压脊变窄东移,其东部的槽变宽东移。这时南亚高压中心一直稳定在青藏高原上空,南压高压中心仍在 (88°E , 32°N) 附近,中心强度达 16 790 gpm, $100^{\circ}\text{E} \sim 110^{\circ}\text{E}$ 范围内脊线大约位于 $24^{\circ}\text{N} \sim 27^{\circ}\text{N}$ 呈西北-东南走向,1664 特征线西退至 115°E 附近。在 100 hPa 平均高度场和地面雨区的合成图(见图 3b)上可看到,雨区位于脊区下方,南亚高压东侧密集等高线的南侧,雨区比上一阶段范围和强度扩大,特别是大暴雨的范围比上一次过程明显扩大,并且河池市还出现了一个特大暴雨中心。对应 11~13 日的 100 hPa 平均风场(图略),由于在中国东部偏北位置等高线密集,变高梯度较大,呈东西向,对应风场,即南亚高压东北部有较强的偏北气流。同时在南亚高压东南部有较强的东北风。它们有助于引起南亚高压反气旋性环流加大,从而增强高层辐散,利于为上升运动提供条件。

15~17 日的平均图上,亚洲中高纬度环流为两槽一脊,在 85°E 和 145°E 附近各有一低压槽,贝加尔湖以东高压脊进一步东移。这时南亚高压中心在青藏高原上空稍有南落,南压高压中心在 (89°E , 28°N) 附近,中心强度有 16 780 gpm, $100^{\circ}\text{E} \sim 110^{\circ}\text{E}$ 范围内脊线大约位于 28°N 呈东西走向,1664 特征线东伸至 125°E 附近,南亚高压脊线北抬并趋于稳定。在 100 hPa 平均高度场和地面雨区的合成图(见图 3c)上可看到,强降水雨区范围明显减小,主要集中在广西北部一带。对应 15~17 日的 100 hPa 平均风场(图略),在南亚高压东北部偏北气流有所减弱,但东南部的东北风依旧较强,南亚高压反气旋性环流有所减弱,从而使高层辐散作用减弱。

从以上对此次连续性暴雨 3 个阶段的分析,可

看出此次过程有较强的高空南亚高压反气旋环流,从而造成河池市上空脊区附近有明显的高空辐散,易产生上升运动,为异常降水创造了条件。而由于南亚高压的中心、脊线位置和影响范围的变化从而造成降水范围和强度的不同,从地面雨区分布上可看到很好的对应。南亚高压在此过程不同阶段的东伸西退,使南亚高压东面等高线密集程度有所改变,从而使该位置风场强度发生改变,进而影响南亚高压反气旋环流的强弱,造成高空辐散强度发生变化,控制了上升运动的强弱,也影响了此次过程不同阶段的降水量和发生连续性暴雨的台站数。

4 结论

(1) 在此次连续性暴雨过程中,在南亚高压东北部都有较强的西北气流,同时南亚高压东南部有较强的东北风,它们都有助于引起南亚高压反气旋性环流加大,从而增强高层辐散,为上升运动提供有利条件,为异常降水创造了条件。

(2) 在此过程中,前两个阶段南亚高压中心一直位于青藏高原的相同位置上,第三个阶段中心位置在青藏高原上稍有南落。

(3) 在前两个阶段中,桂西北上空的脊线都呈西北-东南走向,加大了经向南北能量的交换,形成了不稳定状态,从而造成了桂西北大范围高强度的降水;而第三个阶段中,桂西北上空脊线呈东西走向相对稳定,南北能量相对平衡无明显经向交换,因此降水范围和强度都比前两次减弱了许多。

(4) 在前两个阶段中,南亚高压的 1664 线都在 120°E 以西,而第三个阶段 1664 线扩大到了 120°E 以东,南亚高压在此过程不同阶段的东伸西退,使南亚高压东面等高线密集程度有所改变,从而使风场强度发生改变,进而影响南亚高压反气旋环流的强弱。

参考文献:

- [1] 陶诗言,朱福康. 夏季亚洲南部 100 hPa 流型的变化及其与太平洋副热带高压进退的关系 [J]. 气象学报, 1964, 34 (4): 385-395.
- [2] 陈桂英,廖荃荪. 100 hPa 南亚高压和我国夏季降水. 气象科学技术集刊 [C]. 北京: 气象出版社, 1983: 41-45.
- [3] 钱永甫,张琼,张学洪. 南亚高压与我国盛夏气候异常 [J]. 南京大学学报: 自然科学, 2002, 38 (3): 295-307.
- [4] 张淑惠. 南亚高压与华南汛期天气 [J]. 台湾海峡, 1991, 10 (1): 39-45.
- [5] 陈桂英,廖荃荪. 100 hPa 南亚高压位置特征与我国盛夏降水 [J]. 高原气象, 1990, 9 (4): 432-438.

THE CHARACTERISTIC ANALYSIS OF THE CONTINUITY RAINSTORM AND SOUTH ASIA HIGH ACTIVITY AT NORTHWEST OF GUANGXI IN JUNE 2008

LI Yun, WEI Dan-yi, LUO Ya
(Hechi Meteorological Bureau, Hechi 547000, Guangxi, China)

Abstract: Hechi City as an example, the conventional use of 9210 to provide information, through the northwest of Guangxi in June 2008 from 7 ~ 17 continuous rainstorm three stage process for an average of 100 hPa height field, as well as rain and ground-based analysis of synthetic map obtained in this process, the Asia High pressure (SAH) anti-cyclone circulation relatively strong, resulting in the northwest of Guangxi district over the ridge near the apparent divergence of the high altitude and easy to produce upward motion, in order to create the conditions for precipitation anomalies, and in Asia as a result of the Asia High pressure (SAH) the center of the Qinghai-Tibet Plateau in northwest Guangxi, as well as the ridge line above the location and the extent of the different resulting in the northwest of Guangxi scope and intensity of precipitation is different from mine.

Key words: the northwest of Guangxi; continuity rainstorm; South Asia High (SAH)

~~~~~  
(上接第 26 页)

[6] 钱步东, 范钟秀. 北极海冰与赤道东太平洋海温的相互影响及其与 EL NINO 的联系 [J]. 热带气象学报, 1994 (4): 325 - 334.

[7] 刘聪, 曲学实. 厄尔尼诺事件与中国热带气旋关系的初步分析 [J]. 气象, 1992 (1): 13 - 14.

[8] 杨庆元, 苏绍基. 厄尔尼诺与拉尼娜对红河州初夏降水的影响研究 [J]. 云南大学学报, 1999, 21 (5): 365 - 369.

[9] 韦志刚. ENSO 现象与气候异常 [J]. 大气情报, 1994, 14 (4): 1 - 12.

THE INFLUENCE AND RESEARCH OF ENSO EVENT  
ON SUMMER PRECIPITATION IN LUXI HONGHE

LI Zhi-quan  
(The Meteorological Bureau of Honghe Prefecture, Mengzi 661100, Yunnan, China)

**Abstract:** Based on the 51 years (1958 ~ 2008) average monthly precipitation data of Huxi Honghe State Yunnan Province, as well as El Nino and La nina occurred since the late 1950s, the impacts of ENSO event on summer precipitation in Luxi is analyzed. The result showed that: in the different phase of El Nino, the distribution of precipitation in summer of Luxi is different. Under the same phase, the distribution of monthly precipitation also varies considerably and the precipitation of each month is different from the whole summer. Through the impact on the west Pacific Subtropical high and the flow strength of the Bay of Bengal, El Nino affecting Luxi summer rainfall.

**Key words:** Luxi; Summer precipitation; El Nino; Lanina; the west Pacific Subtropical high

# 三都县稻纵卷叶螟发生规律与气象因子的关系

黄桂东<sup>1</sup>, 韦召义<sup>1</sup>, 吴永红<sup>2</sup>

(1. 黔南州气象局, 贵州 都匀 558000; 2. 平塘县植保站, 贵州 平塘 558300)

**摘要:** 根据三都县植保站近31年(1979~2009年)的稻纵卷叶螟测报资料和气象站相应年份的气象资料, 统计稻纵卷叶螟始见期、为害发生程度及时间的年纪变化; 利用相关分析和逐步回归的方法研究为害发生程度及时间与气象因子的相关关系并建立回归预报方程。稻纵卷叶螟始见期10年来主要集中在4月中、下旬; 每年发生程度各不相同, 但呈逐年加重趋势; 为害时期主要集中在6月上旬到中旬。4月中旬的日照时数与发生程度有反相关; 5月上旬的气温与发生程度有正相关; 稻纵卷叶螟主为害期与始见期、4月平均气温、4月下旬气温相关。

**关键词:** 稻纵卷叶螟; 发生程度; 气象因子; 相关系数

**中图分类号:** S431; P42      **文献标识码:** A      **文章编号:** 1001-7852(2010)S0-0040-04

## 0 引言

稻纵卷叶螟是水稻上一种重要的迁飞性害虫, 其对贵州省各稻区为害有日渐加重的趋势。为了把其控制在经济阈值以下, 各地专业人员对其深入、长期的研究, 取得了很多成果, 如: 王惠长等研究了黔西南州稻纵卷叶螟发生规律<sup>[1]</sup>, 杨洵研究了黔东南州稻纵卷叶螟发生规律及防治对策<sup>[2]</sup>, 李大庆对贵州余庆县稻纵卷叶螟发生规律及预测防治进行了多年的研究<sup>[3]</sup>等。本文着重探讨黔南州三都县稻纵卷叶螟发生规律与气象因子的关系, 为建立科学可靠的预测预报数学模型做基础。

## 1 稻纵卷叶螟历年发生情况及特点

稻纵卷叶螟发生情况资料由三都县植保站提供: 为1979年~2009年监测记录资料。成虫始见期、发生程度按贵州省稻纵卷叶螟测报技术规范取值、划分。

### 1.1 成虫始见期

稻纵卷叶螟成虫始见期最早是1981年4月10日, 最晚为1996年5月18日, 两者相差28天。始见期出现在4月中旬的有6年, 4月下旬的有14年, 5月上旬的有4年, 5月中旬的有6年。为了便于计算稻纵卷叶螟始见期与主为害期及发生程度的关系, 将始见期时间按旬分级: 4月上旬为1, 中旬为2, 下旬为3, 5月上旬为4, 中旬为5(图1)。从图中看出20世纪90年代末期以来始见期基本稳定出现在4月中下旬。

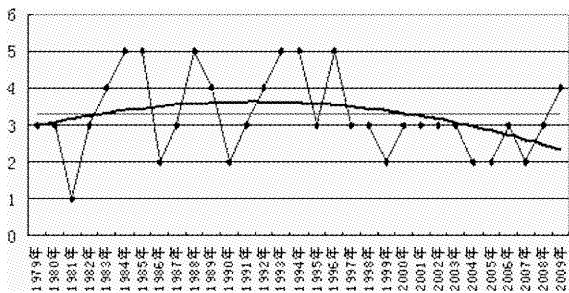


图1 稻纵卷叶螟成虫始见期历年变化曲线

Fig.1 See the beginning of the calendar year of adult Medinalis curve

1.2 发生程度及时期

稻纵卷叶螟的发生程度分为：1——轻发生，2——偏轻发生，3——中等发生，4——偏重发生，5——大发生五级。经统计，1981 年、1987 年和 1991 年发生程度轻，其余年都是中等或中等以上，其中中等发生有 6 年，占 19%；偏重有 7 年，占 23%；大发生有 15 年，占 48%，年纪分布不均。值得注意的是 21 世纪后发生程度偏重，其中 2003 年到 2009 年连续 7 年都是大发生。作发生程度 2 次多项式回归模拟曲线（见图 2），总趋势是中等以上发生程度，90 年代以后发生趋重，模拟曲线为  $y = 0.0032x^2 - 0.0581x + 3.8186$ 。每年主要为害时期集中在：6 月上旬到 6 月中旬，占 71%；5 月下旬 3 年占 10%、6 月下旬、7 月上中旬各占 10%、9%（见图 3）。其中最早出现大发生是 1979 年 5 月 31 日，最晚时间是 1984 年 7 月 14 日，中等发生程度最晚出现在 1996 年 7 月 20 日。

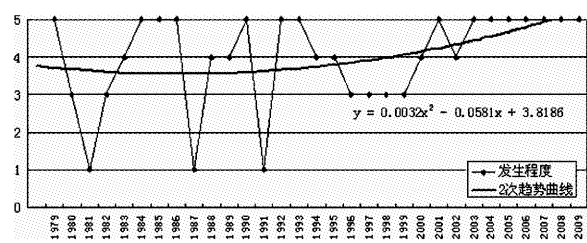


图 2 稻纵卷叶螟发生程度历年变化曲线  
Fig. 2 Medinalis occurrence degree curve over the years

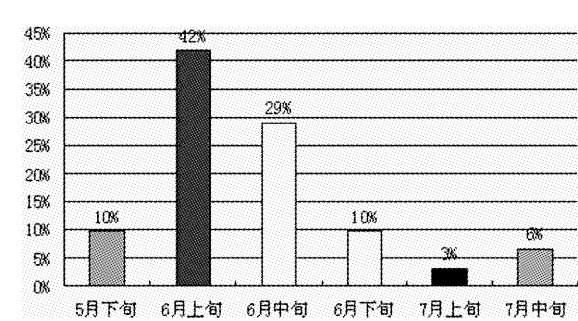


图 3 稻纵卷叶螟发生程度最大时的时间分布  
Fig. 3 Medinalis occurs when the time distribution of the maximum level

2 稻纵卷叶螟发生程度及主为害期发生时间与气象因子的相关计算

2.1 4~6 月气象要素平均状况与发生程度、主为害期发生时间的关系

根据稻纵卷叶螟成虫始见期 4 月开始，主为害期

集中在 6 月的情况，将 4~6 月的气象要素设为因子变量  $x$ ，发生程度设为预报变量  $y$ ，用两变量间相关系数计算公式：

$$r_{xy} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \sqrt{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}}$$

分别计算发生程度与温度、降水量等各个气象因子间的相关性<sup>[4]</sup>。得到：发生程度与温度、降水量、降水日数、日照、相对湿度的相关系数分别为 0.20、0.17、0.30、-0.09、-0.09，取自由度  $n - 2 = 29$ ，显著水平  $\alpha = 0.05$ ，相关系数临界值  $r_c = 0.355$ ，计算所得的相关系数的绝对值都小于  $r_c$ ，均不能通过检验，即相关性不显著。表明，4~6 月气象因子的平均状况与稻纵卷叶螟发生程度之间的关系并不明显。

计算每年稻纵卷叶螟达到最大发生程度的时间与气象因子的相关性。由于发生程度较重年份的时间基本都处在 6 月上中旬（图 3），因此计算 4~5 月气象因子与发生时间的关系。将发生时间分级，5 月下旬为 1，6 月上旬为 2，中旬为 3，下旬为 4，7 月上旬为 5，中旬为 6。31 年的平均值是 2.7，取整数 3，即 6 月中旬是平均的发生时间。将 6 月中旬前发生的定为偏早，中旬后定为偏晚。将发生时间序列设为变量  $yt$ ，4~5 月的气象因子设为  $xt$ ，计算相关系数。经计算，4~5 月平均温度、降雨日数、日照时数、相对湿度与发生时间的相关系数分别为 -0.347、0.08、0.332、-0.057、0.204，这些因子与发生时间的相关系数都不能通过检验，相关性不显著。

2.2 气象条件下发生程度分析

由于 4 到 6 月这段时间气象因子的平均状况与稻纵卷叶螟为害程度之间的相关性不好，因此针对不同的等级将每一年的情况进行对比分析。

1981 年、1987 年和 1991 年发生程度轻，其余都是中等偏重发生。先分析这 3 年的情况，1981 年 4 到 6 月平均温度较多年平均值偏低 0.7℃，降雨量偏少 67.2 mm，1987 年温度正常，降雨量同样偏少，1991 年也是温度正常，降雨量偏少。这 3 年共同的特点是降雨量都偏少，温度正常或偏低。那么反查与这 3 年相似的其它年份是怎样的情况呢？温度偏低的年份除 1981 年外，还有 4 年，其中 2 年中等，2 年大发生，中等以下与偏重的比例是 3:2。



温度正常的年份包括 1987 和 1991 年有 20 年，其中发生偏轻有 5 年，偏重的 15 年。相反，温度偏高的年份有 6 年，其中 1 年发生程度中等，2 年偏重，3 年大发生。降雨量偏少的年份有 17 年，包括发生程度轻的 3 年，中等程度的有 4 年，偏重 3 年，大发生 7 年。降雨偏多的年份有 14 年，中等程度的有 2 年，偏重 4 年，大发生 8 年。从降雨量看，程度较轻的多在降雨量偏少的年份，而偏重的在偏少偏多的年份基本相同，都有发生。

2.3 成虫始见期与发生程度及时间的相关计算

同样用两变量的相关系数计算公式计算成虫始见期与为害发生程度的相关系数为 0.193，不能通过检验，两者相关性不显著。计算成虫始见期与为害发生程度最高时的时间的相关系数为 0.604，通过检验，两者有显著的正相关，即成虫始见期早，那么发生危害程度最高的时间也早，反之，始见期晚，发生危害的时间也晚（图 4）。

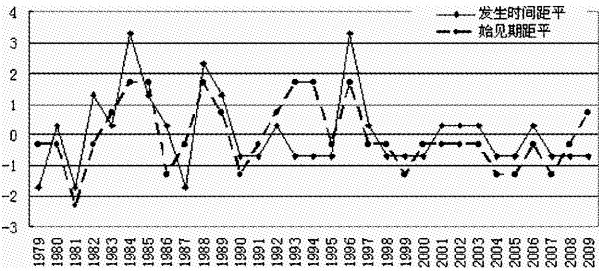


图 4 稻纵卷叶螟发生程度最大时的时间距平与始见期时间距平

Fig. 4 Medinalis occurs when the maximum degree of anomaly and the beginning of time, see Time Anomalies

2.4 气象要素的旬、月及其组合因子与发生程度、发生时间的相关计算及预报方程

由于 4~6 月单个气象要素 3 个月平均值与稻纵卷叶螟发生程度和发生时间的相关性不显著，需要更细分析 4~6 月中某段时间气象因子及相互组合与研究对象的关系。将 4~6 月的气象要素分成旬资料，4、5 月的月资料及 4~5 月合计、平均资料，把这些气象资料作为预报因子，发生程度和发生时间作为预报量，在预报发生时间时，再加上成虫始见期作为因子。用逐步回归分析方法。在建立多元回归方程的过程中，对引进的因子进行检验，引用相关性好的因子，不断剔除不好的因子，建立最优的回归方程。经计算，得到发生程度与气象因子的回归方程为  $y = 0.541 - 0.04191x_1 + 0.19283x_2$

$+ 0.00546x_3 + 0.01349x_4$ ， $x_1$  为 4 月中旬日照时数，相关系数 -0.3501， $x_2$  为 5 月上旬温度，相关系数 0.3347， $x_3$  为 4 月下旬日照时数，相关系数 0.2915， $x_4$  为 5 月上旬日照时数，相关系数 0.2589。方差值：4.02，复相关系数：0.618，剩余方差值：0.983，拟合率：66.26%。

发生达最大程度的时间与前期因子的方程为  $y_i = 9.033 + 0.61521x_1 - 0.31051x_2 - 0.11665x_3 - 0.00209x_4$ ，其中  $x_1$  为成虫始见期，相关系数为 0.6039， $x_2$  为 4 月平均温度，相关系数为 -0.5097， $x_3$  为 4 月下旬温度，相关系数为 -0.4092， $x_4$  为 6 月上旬日照时数，相关系数为 0.2723，方差值：8.717，复相关系数：0.756，剩余方差值：0.821，拟合率：67.64%。

3 结论

三都县稻纵卷叶螟成虫始见期近十年基本稳定在 4 月中下旬；发生程度年纪分布不均，呈加重趋势；发生时间集中在 6 月上旬到中旬；4~6 月平均气象因子状况与稻纵卷叶螟发生程度两者相关性不显著；4 月至 5 月旬日照时数与为害发生程度有一定的相关关系。其中 4 月中旬日照时数与发生程度有反相关，即如果 4 月中旬阴天寡照，则比较利于稻纵卷叶螟的发生，这与同为迁飞害虫的稻飞虱相似<sup>[5]</sup>。5 月上旬的温度与为害程度有正相关，温度高利于重发生。为害发生时间除与成虫始见期相关外，还与 4 月的平均温度、4 月下旬温度、6 月上旬日照时数有关。在成虫始见期早，4 月平均温度、4 月下旬温度高的条件下，达最大发生程度的时间就早，反之，成虫始见期晚，4 月平均温度、4 月下旬温度低，最大发生程度的时间就晚。

利用相关性好的因子建立多元回归预报方程：发生程度与气象因子的回归方程为  $y = 0.541 - 0.04191x_1 + 0.19283x_2 + 0.00546x_3 + 0.01349x_4$ ；发生达最大程度的时间与前期因子的方程为  $y_i = 9.033 + 0.61521x_1 - 0.31051x_2 - 0.11665x_3 - 0.00209x_4$ 。

以上结论建立在统计意义上的、单站的情况，由于稻纵卷叶螟是迁飞性害虫，要研究其在黔南州的为害规律，还要研究其在具有不同气候条件的其他地点的情况，总结出其活动规律。

参考文献：

[1] 王惠长, 范先豪, 王华锋, 等. 黔西南州稻纵卷叶螟发生及影响因素分析 [J]. 贵州农业科学, 1995, 4: 24 – 27.

[2] 杨洵. 黔东南稻纵卷叶螟发生规律及防治对策 [J]. 贵州农业科学, 2001, 29 (5): 31 – 33.

[3] 李大庆. 稻纵卷叶螟发生程度及发生期预测模型研究 [J]. 贵州农业科学, 2006, 34 (6): 68 – 70.

[4] 黄嘉佑. 气象统计分析与预报方法 [M]. 3 版. 北京: 气象出版社, 2004: 8; 24.

[5] 黄进云, 谢敬明, 李华伟. 红河州稻飞虱预报方程模式研究 [J]. 云南地理环境研究, 2008, 20 (S1): 128.

OCCURRENCE REGULARITY OF CNAPHALOCROCIS MEDINALIS GUENEE  
IN SANDU COUNTY AND METEOROLOGICAL FACTORS RELATIONSHIP

HUANG Gui-dong<sup>1</sup>, WEI Zhao-yi<sup>1</sup>, WU Yong-hong<sup>2</sup>

(1. The Meteorological Bureau of Qiannan Prefecture, Duyun 558000, Guizhou, China;  
2. Plant Protection Station of Pingtang County, Pingtang 558300, Guizhou, China)

**Abstract:** Stands according to Sandu County plant protections in the recent 30 years (1979 ~ 2008 years) . to measure and report the material and the meteorological data of meteorological station in the corresponding year, statisticalsees the time, to damage has the degree and the time age change; Uses the correlation analysis and the stepwise regression method study damages has the degree and the time and the meteorological condition correlational dependence and the establishment of regression prediction equation. *Cnaphalocrocis medinalis Guenee* sees the time for 10 years mainly to concentrate in mid-April, every year has the degree to be various, but assumes aggravates the tendency year by year; Damages the time mainly to concentrate in early June to the middle ten days. Mid-April’s sunshine hours with have the degree to have well counter-related; Early May’s temperature with has the degree to have is being related; The host to damage the time of *Cnaphalocrocis medinalis Guenee* is related and sees the time, in the April average temperature, temperature in late April.

**Key words:** *Cnaphalocrocis medinalis Guenee*; occurrence degree; meteorological factors; correlation coefficient

# 基于 C/S 模式的自动气象站正点数据 实时监测系统开发 and 设计

易烈刚, 杨 溢, 袁洪钊

(黔西南州气象局, 贵州 兴义 562400)

**摘要:** 介绍采用 Client/Server (C/S) 技术模式, 综合应用 WINDOWS 服务技术原理及 VB.NET 编程技术, 通过内部专用网络对全地区自动气象站的正点数据文件进行实时监测、传输和转换, 在地级构建全州 8 县市自动气象站正点观测资料数据库, 同时开发设计客户端监测显示系统, 实现全地区正点观测数据实时显示和监测的技术原理及过程。简述基于 C/S 模式的自动气象站正点数据实时监测系统的构成和主要功能。

**关键词:** C/S; 正点气象数据; 监测; 开发; 设计

**中图分类号:** P412

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1001-7852(2010)S0-0044-04

## 0 引言

随着气象台站业务现代化的不断发展, 全国各级气象部门均建成了七要素、两要素等自动观测气象站。这不仅实现了气象要素的自动观测, 而且还极大地丰富了各时段的气象观测数据, 打破了过去人工观测时期气象数据只有几个定点观测时段的瓶颈, 也为气象预报及服务提供了更多更精细的基础数据。但由于各气象台站观测数据的分散, 严重制约了气象预报及服务工作的开展。所以如何在现有网络架构的基础上, 利用计算机数据库及网络编程技术构建集监控、传输、存储、分发、统计、查询为一体的地级自动气象站实时监测业务系统, 实现地县两级自动气象探测数据的同步实时显示, 使地级气象预报员能在第一时间掌握辖区内气象台站各气象要素的变化趋势, 从而作出更为准确的预报产品, 为各级政府部门面对突发气象灾害时科学决策提供及时、准确的气象信息是值得地市级气象台站

探讨和研究的重要课题。本文从现行地(市)县两级气象业务运行体系和信息网络架构出发, 介绍了运用 C/S 模式, 结合 WINDOWSE 服务、SQL 数据库及文件监控等技术开发设计自动气象站正点探测数据实时监测系统的主要技术思路及构成。

## 1 系统总体设计思路

### 1.1 设计思路

开发设计正点探测数据实时监测系统的主要目的是构建全地区各气象自动站正点探测数据库系统, 实现正点数据的实时显示和集中存储, 为地市级气象预报员及全地区气象服务提供实时基础数据, 提升地级气象部门面对重大灾害性天气的决策服务能力和临近短时预警预报的准确率。同时, 为以后的科研活动提供基础数据检索支撑。基于现行气象系统网络架构, 我们认真分析了当前较为流行的 C/S (客户机/服务器) 和 B/S (浏览器/服务器) 两种技术模式的特点, 综合考虑开发本系统的

应用范围、目的及运行特点，确定采用自下而上的文件传输方式和自上而下的 C/S 数据分发模式开发设计本监测系统。主要设计思路是在地级搭建 FTP 服务器，在县级台站安装 FTP 终端定时将正点观测数据同步传输至地级服务器上，在服务器端利用 WINDOWS 服务技术及 VB.NET 文件监控控件实时监控各台站 Z 文件（自动气象站业务软件自动生成，用于存储台站各气象要素正点值的随机文件）更改状态，将 Z 文件新增记录转换成 SQL 数据表，再应用 C/S 技术模式动态地分发显示各台站气象要素正点探测值。同时，统计和绘制某一要素的变化趋势图。

1.2 系统功能需求分析

自动气象站正点探测数据实时监测系统主要涉及数据库的构建，Z 数据文件的同步传输、实时转换及数据分发方式等问题。如 Z 数据文件自动同步传输的设计、实时转换及更改监控、客户端动态刷新及气象要素变化趋势图形绘制、统计功能设计等。系统需实现以下几个功能。

(1) 异地同步传输功能由于研发本业务系统的主要目的是为地级预报员在面对突发性重大天气事件时能在第一时间动态跟踪辖区内台站各气象要素的变化情况，以便能及时为各级政府提供决策支撑，所以必须保证各基层台站正点观测数据能同步实时的传输至地级服务器端。

(2) 实时文件监控及格式转换功能 Z 文件为随机文件，按台站编号加年月日命名，每月一个，记录采用定长类型，每一条记录 218 个字节，每小时添加一条记录。因此，为能实现以 C/S 模式实现各台站正点数据的动态显示，需要实时监控各台站 Z 文件新添加的记录，并按其约定长度和各要素值格式对新记录进行解码转换，同时将各气象要素值存入各台站相应的数据表中。

(3) 数据分发及动态显示功能。数据分发及动态显示功能是本系统开发研究的核心，也是本系统研究的最终归属。其需实现各气象要素各时段探测值的动态刷新和变化趋势图形绘制。统计显示任意时段内气象要素的各种类型值。如各时段降雨量统计、某时段内要素极值统计等。

(4) 数据输出及打印正点气象数据主要用于决策气象服务，这就要求将统计结果输出保存为较通用的 EXCEL 文件格式，以便利用电子表格处理软件对其进行再次编辑，如插入图表、调整打印格式等，以符合气象决策服务材料格式，满足日常气象服务工作需要。同时，为便于查找和归类，输出文件自动按台站编号、要素名称及统计时段命名。

1.3 总体结构

系统分为三大部分：一是 Z 文件异地同步传输子系统；二是文件监控及格式转换子系统；三是数据分发子系统。如图 1。

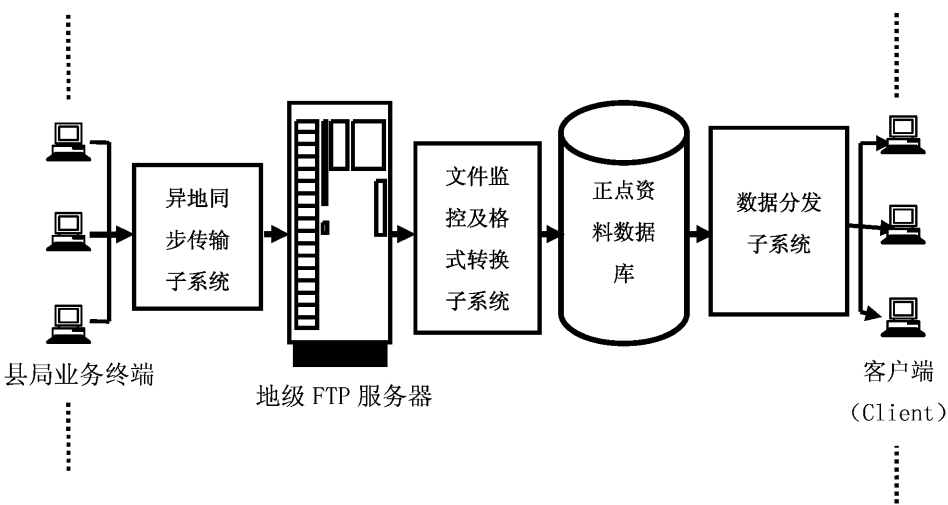


图 1 系统结构

Fig. 1 System structure

## 2 系统主要原理及功能简介

### 2.1 FTP 服务器及数据库系统的构建

本监测显示系统以 Windows 2000 为操作系统, 客户端为 Windows 系列。后台数据库工具选用安全性高、运行稳定的 SQLServer 2003 数据库管理系统。采用 SERV-U 构建 FTP 服务器。台站正点资料数据表以“Z”加台站编号命名, 字段名称以气象要素名称对应, 以日期和时次升序存储。

### 2.2 Z 文件异地同步传输

为尽可能减少程序对客户端业务用机的资源占用, 确保台站文件的实时同步传输, 该子系统采用 VBTimer 控件对 Z 文件实时检测, 并根据自气象台站业务规程, 在规定的时间内利用 VBInet 控件通过 FTP 终端方式实现 Z 文件的同步传输。同时, 为提高系统的容错性, 还开发设计了断电重传等功能。

### 2.3 文件监控及数据处理

在服务器端, 采用 WINDOWS 服务程序与 VB.net Filesystemwather 控件相结合的技术方案, 对台站 Z 文件变化进行实时跟踪和转换处理。及时将各时次要素值转换存入 SQL 数据表, 以供数据分发系统调用。同时, 设置手动转换处理功能, 对任意时次的台站数据补充入库, 确保数据的完整。

### 2.4 数据分发及趋势分析

数据分发及显示是本系统设计核心, 有图形和表格两种显示模式。其中表格模式动态刷新多个气象要素值, 以表格形式显示, 图形模式主要绘制一个或多个气象要素在某时段内的变化趋势曲线, 用于统计分析其变化情况, 有日线、时线、月线 3 种曲线类型。

(1) 表格模式。即根据用户设置, 以表格形式显示不同时段的气象要素值, 如气温、气压、一小时最高气温及出现时间等, 并按设定的时间间隔动态刷新。

(2) 图形模式。即以折线或柱形等形式绘制多个或单个气象要素变化趋势。

①日线图。绘制每日气象要素 24 小时的变化趋势图。如气温变化情况。

②时线图。绘制某一时段内某一时次气象要素

的变化趋势图。如近两月每日 08 时相对湿度变化趋势。

③月线图。绘制每月逐日气象要素平均值变化趋势。如 2009 年 5 月逐日降雨量统计柱形图。

### 2.5 数据统计

统计某时段内, 气象要素的合计值或极值。如 3 小时、6 小时、24 小时降雨量。当日最高温度及出现时间, 最大风速风向等。

## 3 系统特点及运行情况

### 3.1 系统特点

本系统采用自下而上的 FTP 传输方式和自上而下的 C/S 数据分发模式, 有效解决了相临台站及地县两级实时探测资料共享方面的问题。特别对临近短时天气预警预报及区域联防方面发挥了较为重要的指导作用。其特点主要有:

(1) 有效利用气象系统内部专用宽带网实现了对所辖基层台站探测资料的集中存储、管理, 实现全地区探测数据的实时监控。

(2) 较好应用了 FTP 模式实现自动气象站观测资料的异地备份, 保证数据的安全性。应用 C/S 模式实现全地区探测数据的同步显示。

(3) 系统可扩展性强, 可根据不同用户的需求, 显示不同时段不同气象要素值。实时性高、稳定性好。

### 3.2 运行情况

本监测显示系统自 2009 年开发完成以来, 已成功在黔西南州 8 个县(市)气象台站及地区气象台、专业台等业务单位使用, 运行稳定良好。在各单位日常决策气象服务工作发挥了重要作用。在 2010 年黔西南州遭遇百年难遇的干旱灾害天气时, 为各级政府应对突发性气象灾害提供了及时、准确的第一手资料, 发挥了重要决策参谋作用。同时, 为黔西南州多个重大建设项目可行性论证提供资料统计服务。

## 4 结语

本文主要阐述了地县两级在自动气象观测数据方面同步传输和实时显示方面的设计思路, 着重介绍了监测系统的构成和基本功能。提出了自下而上

的 FTP 文件传输方式和自上而下的 C/S 技术模式开发设计正点数据监测系统。该系统与资料异地备份系统有相似之处，但本系统主要侧重于对实时正点观测资料的应用，而异地备份系统主要是侧重于观测数据的安全。由于自动气象站探测资料种类多，

数据量大，所以限于网络带宽和现行决策服务的需要，本文未对其他观测数据如分钟数据等作相应技术处理，有兴趣的读者可按此系统结构和思路开发设计相应的监测系统。

参考文献：

[1] 中国气象局监网司. 地面气象测报业务系统软件操作手册 [M]. 北京：气象出版社，2005.

[2] 范元品，雷云，彭显锋. 地面自动气象站资料自动备份系统的研究与开发 [J]. 云南地理环境研究，2008，20（增刊）：143.

[3] 王海军，杨志彪. 自动气象站实时资料自动质量控制方法及其应用 [J]. 气象，2007，33（10）.

[4] 赵明生，陈良琴. Visual Basic. Net 全方位教程 [M]. 北京：航空工业出版社：126.

[5] Microsoft Corporation 中文 Visual Basic 6.0 程序员指南 [M]. 北京：科学出版社：743.

AUTOMATIC WEATHER STATION ON TIME DATA REAL-TIME OBSERVATION  
SYSTEM DEVELOPMENT AND DESIGN BASED ON C/S MODE

YI Lie-gang, YANG Yi, YUAN Hong-zhao  
(The Meteorological Bureau of Qianxinan Prefecture, Xingyi 562400, Guizhou, China)

**Abstract:** Based on the Client/Server (C/S) technology model and WINDOWS services technology principle and VB. NET programming, punctual data files are monitored, transmitted and transformed real-time through the local area network. The punctual observed data database is constructed in automatic weather station of eight county. It will be realized that punctual observation data is displayed and monitored real time with the developing design client side monitor display system. It is summarized that the constitution and major function of punctual data real-time observation system of automatic weather station.

**Key words:** C/S; punctual meteorological data; monitoring; development; design

# 基于 GIS 的桂林市细网格平均温度计算与特征分析

黄庆忠

(河池市气象局, 广西 河池 547000)

**摘要:** 气温分布受纬度、海拔高度和地形等多种因素的影响, 利用 1:25 万 DEM 数据和桂林市各气象站 1971 ~ 2000 年的常规气温资料, 采用回归分析方法, 建立了桂林市月平均和年平均气温的空间推算模型, 并运用 Mapinfo、Arcgis 等软件, 对计算得到的平均气温进行坡度、坡向等地形因子订正, 得到实际地形下的地表温度空间分布图。经检验, 模拟的结果具有较高的精度, 反映了桂林市气温的空间变化规律, 为精细化的农业气候资源区划提供了高分辨率的热量要素基础数据源。

**关键词:** 气温; GIS; 细网格

**中图分类号:** P468.0+21

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1001-7852(2010)S0-0048-04

气温在实际地形下的空间分布特征、变化规律对农业和人们的生产活动具有重要的影响, 与农作物生长、发育和产量形成的关系极为密切, 高分辨率的气温要素空间分布数据是精细化农业气候区划中最为重要的关键气候因子。丘陵山区气温的空间差异特征非常明显, 对气温分布的模拟, 国内外学者相继提出了许多计算方法和模型, 采用这些方法虽然能够反映气候要素在整个区域的变化趋势, 但局部误差较大且计算繁琐, 工作量大<sup>[1]</sup>。卢其尧等人<sup>[2]</sup>提出了山区农业气候资源空间分布的推求方法, 并用计算机绘制了山区小网格农业气候资源空间分布图。傅抱璞等人<sup>[3]</sup>分析得到了各种气象要素在太白山南北两面的分布规律, 并详细讨论了冬季南京方山坡地方位对土壤和空气温度、湿度的影响。20 世纪 90 年代后期, 随着地理信息系统 (GIS) 和遥感等现代空间信息技术的发展, GIS 技术开始被用于起伏地形下气温的定量评估分析, 不仅提高了分辨率, 而且大大减少了工作量<sup>[4,5]</sup>。

利用桂林市各气象站气温统计数据, 采用桂林市 1:25 万电子地图, 以 100 m × 100 m 分辨率的 DEM 资料, 通过回归拟合计算了桂林市各月月平均和年平均气温的空间分布, 取得了较好的模拟效

果, 为桂林市的山地生态研究、气候资源开发利用和工农业生产提供了科学依据。

## 1 研究区概况及数据来源

### 1.1 研究区概况

桂林市地处中国南方南岭山系的西南部, 广西壮族自治区东北部, 辖 5 城区和 12 个县, 行政区域总面积 27 809 km<sup>2</sup>, 地理位置在纬度 24°15'23" ~ 26°23'30"、东经 109°36'50" ~ 111°29'30", 南北长 236 km, 东西宽 189 km。区域内丘陵多, 山地面积大, 海拔高度介于 100 ~ 2 100 m, 平均海拔 150 m。桂林市属于亚热带季风气候, 气候温和, 雨量充沛, 光照充足, 季节特征明显, 无霜期长, 立体小气候资源丰富, 生产条件十分优越, 精细化农业气候区划需求迫切。

### 1.2 数据来源

#### 1.2.1 温度数据

桂林市共有 14 个常规气象站, 选取其中 11 个气象站的历史气候资料进行模型拟合, 用其余 3 个站的资料进行模型检验。研究所用的基础气温数据来源于桂林市气象局, 时间为 1971 ~ 2000 年, 数

据内容为历年逐月平均温度，各气象站的经度、纬度和海拔高度，共涉及桂林市的 14 个气象站点。

1.2.2 DEM 数据

所用的数字高程是以国家测绘局提供的桂林市 1:25 万数字化地形图的 DEM 数据为信息源，空间分辨率为 100 m。

2 基于 DEM 空间格点的平均温度计算方法与步骤

2.1 温度的地理影响因子分析

影响气温分布与变化的因素很多，主要包括宏观地理环境（测点纬度、海拔高度等），微观地形（坡向、坡度、地形遮蔽度等），以及下垫面性质（大森林、大水体、土壤、植被状况等），天空状况（云状、云量等）<sup>[6]</sup>。在研究中假定各点下垫面性质基本一致，则气温分布主要受纬度、海拔高度和地形的影响，其次为坡向、坡度、地形遮蔽度等对气温的影响。由于常用气象观测资料来源于各地的气象站点，气象站点在选址时，充分考虑了气象资料采集的基本要求，均选择在山顶或平坦宽阔的地方，观测场地坡度基本为零，并且在规范要求的距离内没有遮蔽物的影响，可以视为没有小地形影响的无遮蔽水平面。因此根据常规气象站网的实际观测资料可以推算出在相当于常规气象站所在地形情况下（无遮蔽水平面）气温的地理分布函数。傅抱璞<sup>[7]</sup>、陈晓峰<sup>[8]</sup>进行小气候研究发现，微观地形对气象要素空间分布的影响过程也有明显的规律。地表能量的来源主要是太阳辐射，在实际地形中，不同方位坡地上的温度差异主要来源于太阳辐射的差异。翁笃鸣<sup>[9]</sup>曾进行数值试验，证实在 15°~55°N 范围内，在遮蔽角不大于 20°（一般满足实际山地条件）下，由此引起对坡面太阳直接辐射的影响不超过 5%，在一般情况下周围地形遮蔽对坡地太阳直接辐射计算的影响不大，而遮蔽对散射辐射和有效辐射的影响有互相抵消作用。由于坡地位置不同，坡地上每天所接受的太阳辐射总量有差异，凡是接受太阳辐射多的坡地，其温度一般也高，反之亦然。因此坡地上温度分布随坡向、坡度及季节和纬度而变化的特点和规律性一般与坡地上的辐射相类似，温度分布与坡向、坡度变化存在一定的函数关系<sup>[10]</sup>，对于地形对气温的影响，可以在上述得到的无遮蔽水平面气温值中直接引入地形因子（坡度、坡向）进行气温订正。

基于以上所述，以桂林市 DEM 数据和气象站气温统计数据为基础，利用 MAPINFO 对不同经度（ $\theta$ ）、纬度（ $\varphi$ ）和海拔高度（ $h$ ）下的气象站数据进行模拟计算，得到无遮蔽水平面上气温的空间分布值  $Y$ ；然后再利用 DEM 数据得到坡度（ $\alpha$ ）、坡向（ $\beta$ ）等地形地貌要素，通过地形与辐射、温度之间的相关关系对桂林市起伏地形下的平均气温进行订正，最终获得更接近实际的温度分布式模拟值  $T$ 。

$$T = Y(\theta, \varphi, h) + F(\alpha, \beta) \tag{1}$$

2.2 空间无遮蔽水平面平均气温的计算

首先将选定的各站点的平均气温（ $Y'$ ）、经度（ $\Theta$ ）、纬度（ $\Phi$ ）和海拔高度（ $h$ ）等进行复相关分析，通过多元线性回归法进行拟合，建立回归模型，计算出本地无遮蔽水平面上的气温分布。将气象资料按其纬度、经度、海拔高度在 MAPINFO 中生成点图层，在 MAPINFO 中将平均气温作为图层的属性数据，内插生成网格图层的气温值。其平均气温（ $Y$ ）随经度、纬度、海拔高度分布的计算式：

$$\begin{aligned} \text{年平均气温: } Y &= 71.20872 - 0.2292 \times \Theta - 0.0063 \times h - 1.0266 \times \Phi \\ 1 \text{ 月平均气温: } Y &= 129.48445 - 0.7198 \times \Theta - 0.0042 \times h - 1.6339 \times \Phi \\ 7 \text{ 月平均气温: } Y &= -49.9351 + 0.7619 \times \Theta - 0.0076 \times h - 0.196 \times \Phi \end{aligned}$$

以上 3 式都反映了气温随海拔高度增加而降低的一般规律，经度增加温度降低则反映了桂林的大地形特点，而冬季和年平均气温随着纬度的变化与夏季相反的现象则反映了大气候变化的特点，因为夏季的高温中心是在长江流域。因此，该图层很好地反映了本地无遮蔽水平面上气温随纬度、经度、海拔高度的影响。

2.3 起伏地形下精细网格平均气温的计算与分布图的制作

傅抱璞、陈晓峰总结了小气候气象要素的空间分布规律，同一点坡地与水平面的温度差异主要由坡地与水平面的辐射差异造成，气温年变化特点在很大程度上取决于天文辐射的年变化，月平均气温与辐射的相关系数可达 0.90 以上，根据辐射的影响可推算出山地气温的空间分布。实际应用中，可以根据简化公式<sup>[11]</sup>

$$F(\alpha, \beta) = rQY \tag{2}$$



计算实际地形下各网格点的气温。式中  $F$  为坡地气温估算订正值,  $Y$  为格点上的水平面气温估算值,  $Q$  为坡地上天文辐射与水平面辐射之差,  $r$  为订正系数。李新<sup>[11]</sup>以 105°E 以东全国 422 站 1971~2000 年 30 a 年平均气温, 与各站年平均天文辐射量进行回归分析, 得到回归系数  $r$ ,  $Q$  值与坡度、坡向、太阳赤纬存在一定函数关系, 可以通过文献<sup>[11-13]</sup>所提供的计算方法得到。

$$Q = 1 - \{[(\cos\varphi\cos\alpha + \sin\varphi\sin\alpha\cos\beta)\cos\delta - \sin\alpha\sin\beta\cos\delta + \sin\delta(\sin\varphi\cos\alpha - \cos\varphi\sin\alpha\cos\beta)]/2(\sin\varphi\sin\delta + \cos\varphi\cos\delta)\}$$

(3)

式中:  $\alpha$ 、 $\beta$  分别为坡度、坡向;  $\delta$  为太阳赤纬;  $\varphi$  为纬度;  $\theta$  为日角。

$$\delta = 0.3723 + 23.2567\sin\theta + 0.1149\sin2\theta - 0.1712\sin3\theta - 0.758\cos\theta + 0.3656\cos2\theta + 0.0201\cos3\theta$$

(4)

$$\theta = 2\pi t/365.2422$$

(5)

(5) 式中  $t$  又由两部分组成, 即

$$t = N - N_0$$

(6)

(6) 式中:  $N$  为积日 (日期在年内的顺序号, 例如, 1 月 1 日其积日为 1, 平年 12 月 31 日的积日为 365, 闰年则为 366)。为简化计算, 各月均取 15 日的序号为  $N$ 。

$$N_0 = 79.6764 + 0.2422 \times (\text{年份} - 1985) - \text{INT}[(\text{年份} - 1985)/4]$$

(7)

将桂林市 DEM 数据 (采样间隔 100 m × 100 m) 代入 (1) ~ (7) 式即可计算得到起伏地形下格点化的各月月平均和年平均气温。在 Arcgis 中将气候要素资料加入地理信息数据库后即可进行细网格温度分布图的制作 (见图 1、2、3)。

3 结论与讨论

采用本方法所生成的年平均气温分布图与传统分布图相比, 精度得到显著提高, 准确揭示了河谷、山间盆地、山坡地气温的差异, 直观地反映了地理位置相近而地形条件不同地点坡向、坡度对气温分布的重要影响, 很好地表现了热量资源的立体空间差异。

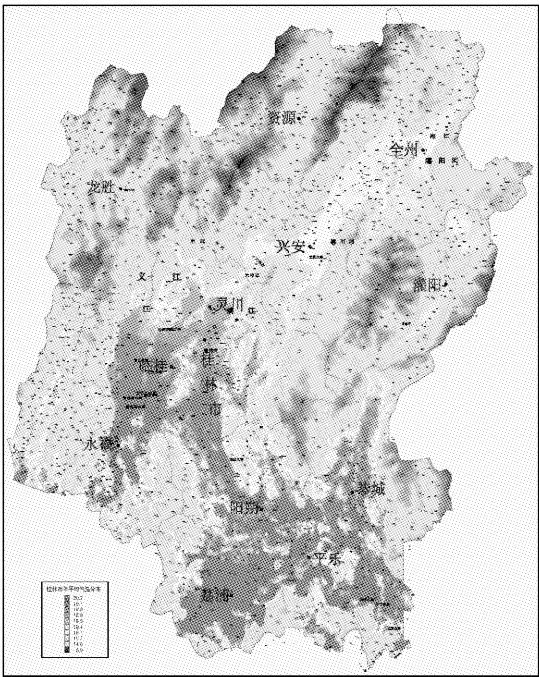


图 1 桂林市年平均气温的空间分布图  
Fig. 1 The annual mean air temperature distribution of Guilin City

由图 1 可见: 南部平原、河谷、山间盆地的年平均气温明显高于北部山区; 山地南坡的气温高于北坡, 山地顶部的气温年较差小, 而谷地和盆地则较大; 全市各地年均气温在 7~20℃, 年均温低值区在山区, 高温区在南部的荔浦县境内。

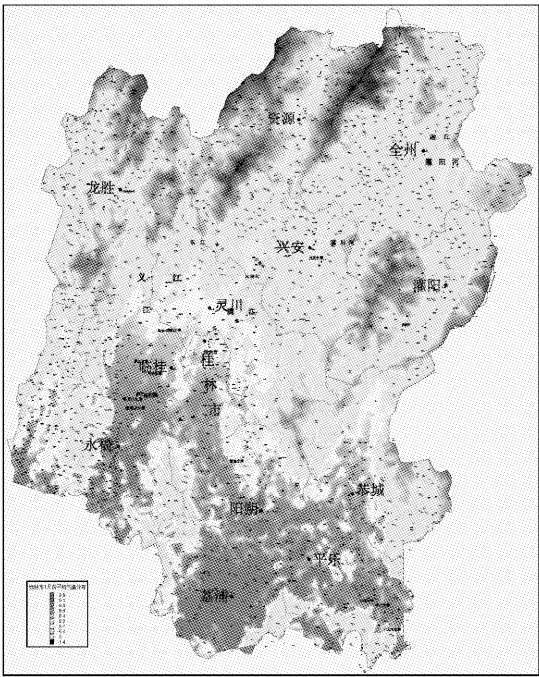


图 2 桂林市 1 月平均气温的空间分布图  
Fig. 2 The mean air temperature distribution of Guilin City in January



# 黔西南农业气象灾害风险评估及灾害风险区划

李腹广

(黔西南州气象局, 贵州 兴义 562400)

**摘要:** 根据相关文献资料, 提出了黔西南农业气象灾害风险评估的方法, 对各种灾害对农业生产的风险度进行了估算和分析, 并从风险角度出发, 分析农业气象孕灾环境、致灾因子、承灾体的抗灾能力和灾情。进一步揭示农业气象灾害对黔西南农业生产的影响程度, 并作出相关农业气象灾害风险区划。

**关键词:** 农业气象灾害; 风险度; 区划; 黔西南

**中图分类号:** P429      **文献标识码:** A      **文章编号:** 1001-7852(2010)S0-0052-06

## 0 引言

农业气象灾害风险评估是对灾害发生的可能性及其给农业生产所带来的风险性的研究与定量分析。由于农业生产对外界条件的强烈依赖性, 一旦外界条件不适, 就会给农业生产带来不可估量的损失。一些专家学者<sup>[1-4]</sup>从风险的角度对贵州农业气象灾害发生发展的规律进行过较多的研究, 但对黔西南气象灾害的研究却少之又少。本文从风险的角度出发, 通过计算灾害风险度并对其进行分析研究。在明确黔西南农业气象孕灾环境、致灾因子、承灾体的抗灾能力及灾情等概念的基础上, 分析它们与灾害风险的关系, 进一步深入揭示农业气象灾害对农业生产的影响程度, 然后结合黔西南地理因子等, 作出农业气象灾害风险区划和评估。为政府和生产部门制作农业生产计划, 控制农业气象灾害的发生, 防御或减轻灾害对农业生产的危害, 制定救灾措施、农业灾害保险政策和风险转移等提供科学依据。

## 1 黔西南基本农业气象灾害概况

黔西南位于贵州省西南部, 是一个灾害种类

多、发生频繁的地区之一。农业气象灾害有近 20 种, 主要有干旱、暴雨洪涝、冰雹、低温冷害、绵雨、霜冻、凝冻等, 而且每年都有不同程度的灾害发生, 故有“无灾不成年”之称。灾害发生导致农作物大面积减产、降质, 人民生命财产等遭到很大损失, 不仅影响农业持续发展和农民生活水平提高, 而且影响国民经济的发展。黔西南气象灾害不仅种类繁多, 而且影响深远。限于篇幅, 该文只对几种常见的气象灾害(干旱、洪涝、风雹、低温霜冻)从孕灾环境、致灾因子、承灾体等方面对粮食、油料、烤烟等作物进行风险分析, 并按分析结果进行等级划分。

### 1.1 干旱

干旱是影响最大、波及面积最广的气象灾害, 具有水平地带连续性和成片分布的特点, 严重影响作物生长发育和产量的形成。在黔西南, 干旱可分为春旱、秋旱、冬旱、秋冬春连旱及夏旱等, 且几乎每年均有发生<sup>[5]</sup>。相对而言, 春旱在黔西南发生的频率在 90% 以上, 即平均 6 年左右出现 1 次重旱, 3 年出现 1 次中旱。春季发生轻旱、中旱和重旱的频率分别为 43%、31% 和 17%, 在中、重旱年中, (秋)冬春连旱的频率为 34%<sup>[6]</sup>, 而夏旱主

要影响黔西南东部和东南部地区。夏旱主要影响水稻、玉米、烤烟等。春旱主要影响小麦、油菜和烤烟等。由于水稻、玉米在粮食总产中、油菜在油料总产中占的比例较大。因而对粮食生产来说，夏旱的影响大于春旱，但对烤烟而言，干旱的影响几乎是伴随整个生命周期的。因而干旱是制约黔西南农业和经济发展最主要的气象灾害之一。

1.2 洪涝

洪涝灾害是指某一时间内降雨量达到某一界限值时而引起山洪暴发，江河水位上涨，淹没或冲毁作物、交通、房屋等的一种气象灾害。洪涝对农业生产的影响除天气因素外，还取决于局地的水利设施条件及农田状况。一般坡地农田的洪涝灾害轻，坝区或平地农田的洪涝灾害重。由于黔西南特殊的地形、地势、地貌，洪涝对农业生产的危害并不严重。

1.3 风雹

风雹属于阵发性灾害，它产生于强烈发展的积雨云，具有来势迅猛、灾害重、破坏力强等特点，其危害程度与冰雹大小、数量密度、降雹持续时间有关。对局部区域而言，风雹可能会对作物造成较重的危害。但对整体而言，其影响也并不大。风雹黔西南全年均有可能出现，但其以春季最多，占全年的 70% 以上，其次为冬季、夏季、秋季。若以月份划分，3、4、5 月出现频繁，而以 4 月最多，此时正是烤烟出苗移栽，小麦、油菜成熟待收季节。烤烟是黔西南主要的农业经济作物，小麦在粮食总产中所占比例虽小，但对小麦的产量也有影响，而油菜籽基本是油料的主要来源，所以风雹对黔西南农业经济发展的危害也不能忽视。

1.4 霜冻

霜冻在黔西南发生的时间为 11 月 ~ 次年 4 月，以 1 月出现频率最高，2 月次之。所以霜冻主要危害的是越冬作物如油菜、小麦等，对水稻、玉米、烤烟、花生等基本无影响。由于小麦和油菜在粮食、油料生产结构中的作用不同，因而当发生霜冻时，霜冻对油料产生的影响要大于对粮食产生的影响。

2 孕灾环境和致灾因子

2.1 孕灾环境

孕灾环境是孕育灾害的自然环境。从广义角度，它包括空间、时间和人文社会背景。如生物

圈、大气圈、地质构造、社会文明等。农业气象灾害的孕灾环境，主要包括地理环境、大气环流、天气系统、地势、地形、地貌等。

黔西南位于贵州省西南部，为低纬高原山区。在地势上处于西部高原山地的第二大梯级向东部丘陵平原第三大梯级过渡的云贵高原大斜坡地带。由于自然界的物质能量交换过程中容易产生某些异变和强大自然力的释放，导致某些气象要素发生某些异常突变和出现极值，成为农业气象灾害的致灾因子。即黔西南所处低纬、高原、离海较远的特殊地理位置和复杂的地势、地形等是孕育农业气象灾害种类多和发生频繁的重要环境之一。西南低涡、切变的形成、发展和东移与黔西南冰雹、暴雨多有着密切的关系就是一个例子。黔西南处于东亚季风区域，受西风带环流系统和副热带环流系统的影响，又是北、南冷暖气流交绥比较频繁、剧烈的地区，天气变化非常复杂，往往容易造成灾害。春季受西南或偏南气流的影响，黔西南常发生较大范围的春旱。由于东西部之间海拔相差悬殊，温度随海拔升高而规律地递减，使北部的晴隆、普安和兴义七捧高原成为黔西南的高寒地区，低温冷害和凝冻天气就比较多。此外，黔西南丘陵起伏，槽谷纵横，岩溶地貌发育强烈，大部分岩石裸露，土层浅薄，一些地方农业基础设施较差，文化技术欠发达，耕作粗放等，这些因素也是孕育致灾因子的环境条件。

2.2 致灾因子

致灾因子是指有可能导致农业气象灾害的气象因子。包括自然因子和人为因子。自然因子主要是在大气圈内的自然物质和能量交换过程中，出现某种异常或者某些天气气候要素值的时空分布出现反常的结果。例如，降水反常形成降水量过于集中或产生暴雨，就会招致洪涝；若长期降水量特少或无降水，就会发生干旱；若在形成降雨过程中，水汽充足，上升气流特别强烈，还有可能降雹；若温度突降，往往会出现低温冷害，在冬季还有可能产生霜冻或凝冻；若温度突然显著升高，形成热浪，往往会产生热害或高温逼熟等。

人为因子主要是人类在进行生产活动中，违反自然规律而造成灾害的一些行为或手段。例如毁林开荒种粮，结果是造成水土流失严重，生态环境遭到破坏，使干旱、暴雨等加剧等。黔西南农业气象的主要致灾因子有干旱、暴雨洪涝、低温冷害、冰雹、大风、霜冻、凝冻、绵雨等。各主要承灾体不同时段的致灾因子见表 1 ~ 表 3。

表 1 水稻（玉米）不同时期的主要致灾因子  
Tab. 1 The main hazard of rice (maize) in different periods

| 项目     | 生育期 |     |       |      |       |     |     |
|--------|-----|-----|-------|------|-------|-----|-----|
|        | 播种期 | 出苗期 | 分蘖拔节期 | 孕穗期  | 抽穗抽雄期 | 乳熟期 | 成熟期 |
| 主要致灾因子 | 春旱  | 春旱  | 初夏旱   | 夏旱   | 秋风    | 秋风  | 秋绵雨 |
|        | 倒春寒 | 倒春寒 | 低温连阴雨 | 低温   |       | 秋绵雨 |     |
|        | 连阴雨 | 连阴雨 | 暴雨洪涝  | 冷害   |       |     |     |
|        |     | 冰雹  |       | 暴雨洪涝 |       |     |     |

表 2 小麦（油菜）不同时期的主要致灾因子  
Tab. 2 The main hazard of wheat (rape) in different periods

| 项目     | 生育期   |     |       |       |       |       |     |
|--------|-------|-----|-------|-------|-------|-------|-----|
|        | 播种出苗期 | 幼苗期 | 现蕾分蘖期 | 抽苔拔节期 | 开花孕穗期 | 结荚抽穗期 | 成熟期 |
| 主要致灾因子 | 秋旱    | 秋冬旱 | 秋冬旱   | 春旱    | 春旱    | 干热风   | 连阴雨 |
|        | 连阴雨   | 霜冻  | 凝冻    | 低温冷害  | 低温冷害  | 连阴雨   | 冰雹  |
|        |       |     |       | 连阴雨   | 冰雹    | 冰雹    |     |
|        |       |     |       |       |       |       |     |

表 3 烤烟不同时期的主要致灾因子  
Tab. 3 The main hazard of tobacco in different periods

| 项目     | 生育期 |     |     |      |     |
|--------|-----|-----|-----|------|-----|
|        | 播种期 | 幼苗期 | 移栽期 | 旺长期  | 成熟期 |
| 主要致灾因子 | 冬旱  | 春旱  | 春旱  | 夏旱   | 连阴雨 |
|        | 连阴雨 | 连阴雨 | 冰雹  | 冰雹   | 冰雹  |
|        |     |     | 连阴雨 | 暴雨洪涝 |     |
|        |     |     |     |      |     |

2.3 承灾体的抗灾能力和灾情

承灾体是致灾因子作用的对象，即蒙受灾害的实体。广义的承灾体包括人类、生物以及人类社会所创造的一切物质文明和财富。就农业而言，承灾体应包括农民、农舍、土地、作物、森林、畜、禽等。如贵州夏旱的承灾体主要是水稻、玉米、烤烟、油菜、小麦等；暴雨洪涝的承灾体主要是江河两岸的农民、农舍和土地等。灾情是指承灾体遭受致灾因子影响后，造成生命和物质财富损失的情况。与致灾因子的强度、出现时间、承灾体的抗灾能力等有关。例如，轻旱的灾情要比重旱的灾情轻；同样强度的干旱，发生在作物需水关键期的灾情比较重，而发生在其它生育期的灾情比较轻；在同一时间发生同样强度的干旱，耐旱作物的灾情比不耐旱作物轻，有水源灌溉的农田甚至没有受旱。黔西南是一个岩溶发育强烈的地区，农田抗灾能力差，灾害一旦发生，造成的灾情都比较重。

3 农业气象灾害风险评估

3.1 风险度含义及其计算方法

所谓农业气象灾害风险是指当前农业生产水平下，气象灾害可能给农业造成的损失，换句话说，即气象致灾因子可能给农业带来的危险。由于农业

气象灾害风险具有潜在性、客观性、不确定性、可比性等特点，而且其结果是多方面的。因此，要对农业气象灾害风险进行分析评估，就必须有一个能反映农业气象灾害风险大小的指标值。研究采用风险度作为指标值，它表征致灾因子对承灾体造成的风险程度。其计算公式为：

hv = δ × d × p/m

式中：hv 为风险度（%）；δ 为灾害系数的标准方差（%）；d 为致灾因子对承灾体影响的系数，p 为松弛变量；m 为灾害系数的均值。风险度越小，致灾因子给农业造成的风险越小，农业生产的安全越有保障；风险度越大，灾害给农业造成的风险越大，农业生产就越没有保障。其中 δ、d、P 可以通过计算得出<sup>[3]</sup>。

3.2 不同农业气象灾害风险的分析

利用黔西南 1971 ~ 2000 年灾害资料，按上述风险度的计算公式计算出黔西南的农业气象灾害风险度（见表 4、表 5）。表 4 表明，不同气象灾害给农业生产带来风险程度不同。就黔西南而言，干旱的风险度最大，其次为洪涝、风雹，而风险度最小的是霜冻。从量级上来看，洪涝、风雹和低温霜冻对农业生产的危险程度基本相当。各种气象灾害风险度在全州分布来看，干旱风险度最大的在黔西南

表 4 气象灾害风险度

| Tab. 4 The risk degree of meteorological disasters % |       |      |      |      |
|------------------------------------------------------|-------|------|------|------|
| 县市                                                   | 干旱    | 洪涝   | 风雹   | 低温霜冻 |
| 普安                                                   | 6.53  | 3.56 | 4.23 | 4.52 |
| 晴隆                                                   | 6.49  | 4.71 | 4.01 | 4.15 |
| 兴仁                                                   | 8.77  | 4.02 | 6.39 | 3.82 |
| 兴义                                                   | 8.62  | 3.78 | 7.68 | 1.69 |
| 安龙                                                   | 9.91  | 2.99 | 6.41 | 2.57 |
| 贞丰                                                   | 14.64 | 2.43 | 3.33 | 0.93 |
| 册亨                                                   | 13.98 | 1.96 | 1.36 | 0.22 |
| 望谟                                                   | 15.45 | 1.79 | 1.27 | 0.15 |
| 全州                                                   | 10.55 | 3.16 | 4.34 | 2.26 |

以东、以南地区，洪涝、风雹风险度中部以北地区比东部南部地区大，而霜冻风险度以北部地区为大。

就具体的作物而言（见表 5），干旱风险度最大，不论是平均值，还是最大值，均居首位。粮食、油菜、烤烟等 4 种承灾体的风险度平均值为 5.62%，最大值平均为 15.25%；其次是风雹平均为 1.32%，最大为 6.12%；风险度最小的是低温霜冻，平均值为 0.40。说明黔西南的诸多农业气象灾害中，干旱对农业造成的风险最大，造成农业减产最多，因而黔西南的防灾减灾的重点是干旱，所以防御干旱是黔西南防灾减灾重中之重的任务。

表 5 黔西南主要农业气象灾害风险度

| Tab. 5 The risk degree of main agricultural meteorological disaster of qianxinan (Southwest Guizhou) % |      |       |      |      |      |       |      |      |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|-------|------|------|------|-------|------|------|
| 项目                                                                                                     | 干旱   |       | 洪涝   |      | 风雹   |       | 低温霜冻 |      |
|                                                                                                        | 平均   | 最大    | 平均   | 最大   | 平均   | 最大    | 平均   | 最大   |
| 农作物                                                                                                    | 9.05 | 18.14 | 3.42 | 8.19 | 3.14 | 13.33 | 0.92 | 4.18 |
| 粮食                                                                                                     | 7.49 | 15.83 | 0.79 | 4.10 | 0.75 | 3.41  | 0.11 | 1.98 |
| 油菜                                                                                                     | 3.68 | 12.45 | 0.43 | 1.89 | 0.66 | 2.99  | 0.17 | 2.22 |
| 烤烟                                                                                                     | 6.24 | 14.56 | 0.47 | 2.07 | 0.74 | 4.75  |      |      |
| 平均                                                                                                     | 5.62 | 15.25 | 1.28 | 4.06 | 1.32 | 6.12  | 0.40 | 2.79 |

此外，同一致灾因子对不同承灾体以及灾害发生的时间不同，造成的风险也有差异。例如干旱对粮食的危害最大，风险度为 7.49，其次是烤烟为 6.24；就干旱灾害来说，黔西南春旱造成的风险最大，其次是夏旱；就风雹灾害而言，春夏季的风雹对烤烟、油菜和小麦的风险最大。

4 农业气象灾害风险区划

4.1 区划的目的

农业气象灾害风险区划的目的在于把致灾因子出现后有无风险或带来风险大小进行分区，揭示农业气象灾害风险的地域差异，合理划分出黔西南各种农业气象灾害风险大小的范围，并对各风险区内的孕灾环境、致灾因子、承灾体的抗灾能力和灾情等进行综合评价，为政府及防灾部门确定防灾重点地区、重点灾害、重点防灾时间等提供科学依据。

4.2 区划的原则和指标

本区划是在对农业气象灾害的孕灾环境、致灾因子、承灾体、灾情及灾害风险度的地域分布等分析的基础上进行的。在分区中遵循主导因子原则、综合性原则和应用性原则。即除主要考虑灾害的风

险度外，还考虑致灾因子的强度、出现频率等，并力求区划能客观反映灾害的地域分布规律，以便于应用。

由于农业气象灾害风险具有多样性，从而使风险的大小除与自然环境有关外，还与人类生产活动有关；不同的致灾因子对同一种承灾体造成风险或者同一种致灾因子对不同的承灾体造成的风险往往有很大差异，即风险的突变性很大。因此对不同的致灾因子或不同的承灾体的风险区划不能采用同等量级的指标划区。区划主要用风险度作为划区指标，在具体划区定界时，参照孕灾环境、承灾体、灾情以及自然地理因子等作适当的调整。

4.3 黔西南灾害风险区划的分布和评述

按照确定各种灾害风险区划的指标，对贵州干旱、暴雨洪涝、风雹、低温霜冻等进行风险区划，区划结果如图 1~4。

4.3.1 干旱风险区划

（1）大风险区分布在黔西南东部、南部地区，包括兴义、安龙的南部边缘，贞丰东南部，册亨、望谟的大部（图 1）。该区风险度在 12 以上，最大达 15.45，严重的春旱频率在 65% 左右，灾情比较重。每年 3~5 月，由于受低纬度副热带高压系统

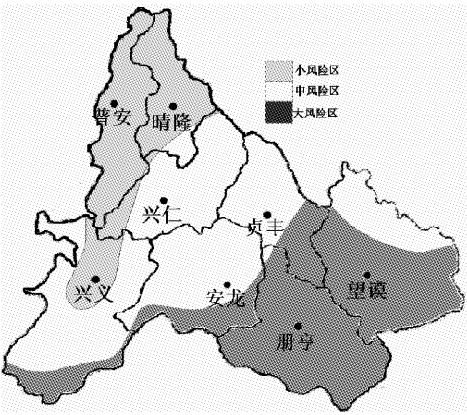


图 1 黔西南干旱灾害风险区划

Fig. 1 The zoning of drought risk of qianxinan (Southwest Guizhou)

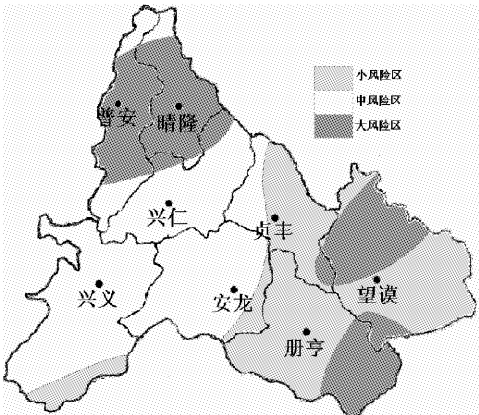


图 2 黔西南暴雨洪涝灾害风险区划

Fig. 2 The zoning of storm flood risk of qianxinan (Southwest Guizhou)

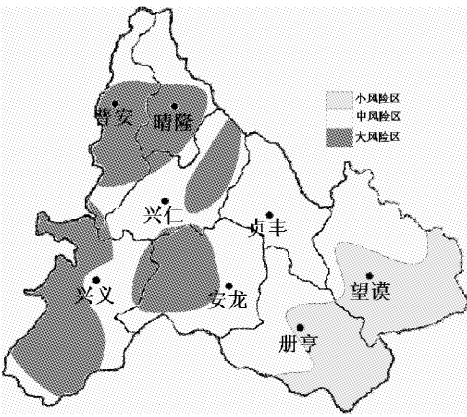


图 3 黔西南风雹灾害风险区划

Fig. 3 The zoning of wind and hail disaster risk of qianxinan (Southwest Guizhou)

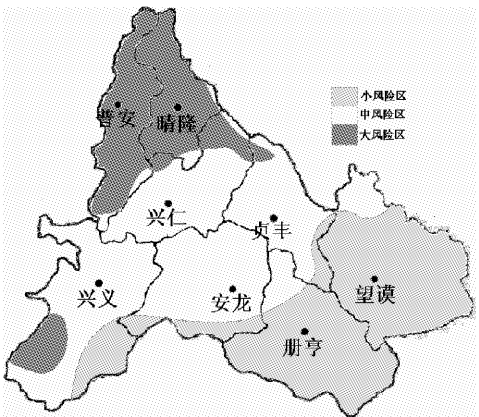


图 4 黔西南低温冷害灾害风险区

Fig. 4 The zoning of cold damage risk of qianxinan (Southwest Guizhou)

的增强北抬影响和西南热低压的发展和东移的长期影响，常出现连晴少雨天气<sup>[5]</sup>而产生严重的春旱。加上维度和海拔地，气温高，蒸发量大，同时地面生态环境恶化，岩溶发育强烈，河流深切，土层浅薄，耕作技术落后，这都是导致干旱风险度大的因素之一。

(2) 中风险区分布在黔西南中部一线，包括兴义、兴仁、安龙和贞丰和望谟北部。本区风险度在 8~11，处于中春旱区内。夏季为西太平洋副热带高压控制不稳定区，降水量较多，受旱强度中等。是春季受西南热低压控制时间长和比较稳定地区，大部分地区岩溶发育强烈，山岭崎岖，耕作技术落后，因而灾害风险比较大。

(3) 小风险区主要分布在晴隆、普安 2 县。本区风险度在 8 以下，该区地势高，温度低，耗水较少，加上降雨量多，因而风险度较小。

4.3.2 暴雨洪涝风险区划

(1) 大风险区分布在黔西南北部、东部和南部

地区，包括兴晴隆、普安大部，兴仁、贞丰局部，望谟北部和册亨东部（图 2）。风险度在 4 以上，北部为暴雨中心区，东南部由于河流深切，土层浅薄，且陡坡开荒普遍，水土流失严重，因而风险度较大。

(2) 中风险区分布在黔西南中部偏北、偏西一带，包括兴义、兴仁和安龙的大部及普安、晴隆和贞丰的局部。风险度在 2~4，这一地区基本上是黔西南粮食作物的主产区，暴雨对农作物的影响有两重性，暴雨出现在缺雨地区，可提供充足的水分，但出现在多雨时期，则会造成洪涝。

(3) 小风险区分布在黔西南东部及偏南一带。风险度 < 2，是黔西南少暴雨区之一。由于由于纬度地，蒸发量大，风险性就更小一些。

4.3.3 风雹风险区划

(1) 大风险区分布在黔西南北部和西部一带，包括晴隆、普安中部、兴义西部和安龙中西部（图 3）。风险度在 5~6，是黔西南冰雹灾害最多、最重的地区，以夏收作物小麦、油菜的风险最大，其次



是玉米、烤烟幼苗期和水稻秧田期。

(2) 中风险区黔西南 8 个县市均有分布。风险度在 2~4, 处于风雹灾害的一般区域内, 以夏收作物风险比较大。

(3) 小风险区分布在黔西南的册亨、望谟 2 县。风险度小于 2, 由于风雹出现比较少, 故其风险也较小。

#### 4.3.4 低温冷害风险区划

(1) 大风险区主要分布在黔西南北部一带, 包括晴隆、普安大部 and 兴义七捧高原一带 (图 4)。风险度在 4 以上, 是黔西南的高寒地区, 作物虽较耐寒, 但霜冻较重, 温度较低, 对某些不太耐寒的作物会带来风险, 对晚秋作物和迟熟的秋收作物以及过早播种的秋收作物如遇初霜或终霜也会造成风险。

(2) 中风险区分布在黔西南中部一带, 包括兴义、兴仁、安龙、贞丰的大部和北部晴隆、普安及东南部册亨、望谟的局部。风险度在 1~3, 其风险度比大风险区略小。

(3) 小风险区分布在黔西南东部和南部地区, 包括册亨、望谟大部和兴义、安龙的局部。风险度

<1, 本区除引种热带、亚热带作物, 又不采取防冻措施, 会招致风险外, 一般农作物基本上无霜冻的风险。

关于粮食、油菜、烤烟等作物具体的风险区划与上述农业气象灾害风险区划基本一致, 故评述从略。

## 5 结语

该文对农业气象灾害风险进行的评估是初步的、有益的尝试, 为黔西南生产和监管部门制作农业生产计划, 控制农业气象灾害的发生, 防御或减轻灾害对农业生产的危害, 制定救灾措施、农业灾害保险政策和风险转移等提供科学依据。

此评估方法是针对贵州省黔西南地区的, 具有一定的局限性, 又受到很多条件的影响, 主要有以下几个方面: 资料的限制、选取因子有待优化、评估方法的适用性、黔西南地区特殊的地理地貌及气候背景、农业气象灾害影响作物的多样性、复杂性等。因此, 此农业气象灾害风险评估及灾害风险区划方法具有区域性, 未必适用于其它地区。

## 参考文献:

- [1] 吴俊铭, 谷小平, 徐永林. 贵州省农业气象灾害风险区划研究 [J]. 贵州农业科学, 1999, 27 (2): 3-8.
- [2] 刘雪梅, 谷小平, 吴俊铭. 贵州省重大农业气象灾害防御对策研究 [J]. 成都气象学院学报, 1999, 14 (1): 108-112.
- [3] 谷小平, 吴俊铭, 武文辉. 贵州省农业气象灾害风险研究 [J]. 贵州气象, 1997, 21 (4): 3-6.
- [4] 李玉柱, 许炳南. 贵州短期气候预测技术 [M]. 北京: 气象出版社, 2001.
- [5] 李腹广, 孙文英, 王芬, 等. 黔西南州干旱灾害分析及其防御对策研究 [J]. 贵州气象, 2006, 30 (2): 27-29.
- [6] 陈光德, 虞志通, 韦尚煜, 等. 黔西南州气候志 [M]. 贵阳: 贵州人民出版社, 1989.
- [7] 李腹广, 王芬, 赵玉金. 黔西南气候资源与农业生产 [J]. 广西气象, 2006, 27 (增刊 III): 42-44.

## AGRICULTURAL METEOROLOGY DISASTER RISK ASSESSMENT AND DIVISION TO THE HAZARD IN SOUTHWEST OF GUIZHOU

LI Fu-guang

(The Meteorological Bureau of Qianxinan Prefecture, Xingyi 562400, Guizhou, China)

**Abstract:** In this paper, based on relevant literature, presented in southwest Guizhou Agricultural meteorological disaster risk assessment methods, a variety of disasters on the riskiness of agricultural production was estimated and analyzed, and from a risk point of view of geo-hazards of agricultural meteorology, hazard factor, hazard and disaster response capacity of body. Further reveal the agro-meteorological disasters on agricultural production in Southwestern influence and make related agricultural meteorological disaster risk zoning.

**Key words:** agricultural meteorology disasters; risk; division; Southwest of Guizhou



# 全球变暖背景下的文山州气温变化分析

张 文<sup>1,2</sup>, 陈 兵<sup>2</sup>, 晋方鹏<sup>2</sup>

(1. 云南大学 资源环境与地球科学学院, 云南 昆明 650091; 2. 文山州气象局, 云南 文山 663000)

**摘要:** 利用文山州 8 县气象站 1961 ~ 2008 年的年平均及月平均气温资料, 分析文山州近 50 年来的气温变化特征, 结果表明: 文山州气温整体呈上升趋势, 有一半区域达到或超过全球变暖的平均水平, 但整体低于全球平均水平; 文山州变暖主要表现是低温变化较显著, 平均上升了 2.06 ℃, 冬季变化较显著, 全年除 5 月略有下降外, 其他月均呈上升趋势, 其中 1 月升温最明显; 文山州大部区域的变暖是属于缓慢变化过程。

**关键词:** 全球变暖; 文山州; 气温变化

**中图分类号:** P467      **文献标识码:** A      **文章编号:** 1001 - 7852(2010)S0 - 0058 - 05

## 0 引言

全球变暖指的是在一段时间中, 地球的大气和海洋温度上升的现象。1990 年出版的政府间气候变化委员会第一次评估报告 (IPCCFAP) 指出, 在过去的 100 年中, 全球平均表面温度升高了 0.3 ~ 0.6 ℃, 2000 年的 IPCC 报告指出: 19 世纪末以来, 全球地面温度增暖了 0.4 ~ 0.8 ℃<sup>[1]</sup>。更新的研究指出, 在 20 世纪, 全球平均接近地面的大气层温度上升了 0.74 ℃。普遍来说, 科学界发现过去 50 年可观察的气候改变的速度是过去 100 年的双倍, 有理由认为该时期的气候改变是由人类活动所推动 (维基百科, <http://zh.wikipedia.org/zh-cn>)。

解明恩、张万诚总结了云南省气候分析、诊断的方法<sup>[2]</sup>, 王宇对云南的气候变化作了较系统的研究<sup>[3]</sup>, 段旭等对造成云南气候变化的物理因子作了相应研究<sup>[4]</sup>, 尹文有等分析红河流域气温变化的气候特征, 得出其增温速度高于全球增温速度的结果<sup>[5]</sup>。文山州地处滇东南, 其气候及气候变化特点与云南省不尽相同。对于文山州的气候特点, 冯学

初曾作过农业气候资源分析和农业气候区划, 但未涉及气候变化方面的研究与论述\*。研究文山州的气候变化尤其是全球变暖背景下的气温变化特点, 有一定的科学意义, 也能本地调整工农业生产结构以适应全球变化提高决策依据。

## 1 资料和方法

### 1.1 资料选取

选取文山州 8 县气象站的 1961 ~ 2008 年气温资料, 其中个别站在个别年份资料缺测, 我们采用计算当年有资料各站点距平的平均值, 加到缺测站点的平均值上, 作为该站点当年资料, 由于气温属均匀变化的气象要素, 如此插值应与实际情况相差不大。

### 1.2 分析方法

#### 1.2.1 线性趋势法

将气象要素看作是时间  $t$  的函数  $x(t)$ , 用线性方程来对  $x(t)$  进行模拟, 即

$$\hat{x}(t) = at + b \tag{1}$$

收稿日期: 2009 - 11 - 16; 修订日期: 2010 - 04 - 14.  
作者简介: 张文 (1967 - ), 男, 云南省文山县人, 高级工程师, 主要研究方向为天气与气候。  
\* 云南省文山壮族苗族自治州农业气候资源及农业气候区划. 1990.

根据要素序列，用最小二乘法求系数  $a$  和  $b$ ，方程斜率  $a$  就是要素  $x(t)$  的线性变化趋势。

1.2.2 累积距平法

对于序列  $x$ ，其某一时刻  $t$  的累计距平表示为：

$$\hat{x}_t = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x}) \quad (t = 1, 2, \cdots, n) \quad (2)$$

式中： $\bar{x}$  为  $x$  的数学期望。将  $n$  个时刻的累计距平全部算出，并汇出累积距平曲线，曲线呈上升趋势，表示要素距平值增加，下降则减少，若在某时刻的累积距平值中绝对值出现极大值时，所对应的时刻能为突变时刻。

1.2.3 信噪比 SNR 法（Yamamoto 法）

天气过程的突变常用气候状态分布特征量（如平均值或方差）随不同时段的变化来衡量，Yamamoto 等人（1986）提出，以相临气候段的平均值的显著差异定义为气候突变。即分别计算两个

气候阶段的平均值之差和标准差（ $\sigma_1$  和  $\sigma_2$ ），定义信噪比

$$SNR = |\bar{x}_1 - \bar{x}_2| / (\sigma_1 + \sigma_2) \quad (3)$$

作为相临两气候阶段差异的统计量，若  $SNR > 1$  则认为存在气候突变，若  $SNR > 2$  则视为强突变<sup>[2,6]</sup>。

2 年均温变化

2.1 变化的范围

比较文山州年均温最高与最低年的情况，最暖年出现在 1998 年（麻栗坡、广南为 2003 年），最冷年出现在 1971 年（广南为 1976 年），冷暖差异在 1.5~2.3℃，其中文山差异最大，麻栗坡差异最小（见表 1）。从年均温标准方差来看，文山仍是整体上变化最大的，而砚山整体变化最小。

表 1 文山年均温变化范围  
Tab. 1 Average annual temperature range of Wenshan

| 项目    | 文山   | 砚山   | 西畴   | 马关   | 麻栗坡  | 丘北   | 广南   | 富宁   | 全州   |
|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 最暖/℃  | 19.3 | 17.1 | 17.0 | 17.9 | 18.5 | 17.5 | 17.8 | 20.6 | 18.2 |
| 最暖年   | 1998 | 1998 | 1998 | 1998 | 2003 | 1998 | 2003 | 1998 | 1998 |
| 最冷/℃  | 17.0 | 15.3 | 15.1 | 16.1 | 17.0 | 15.6 | 16.1 | 18.8 | 16.4 |
| 最冷年   | 1971 | 1971 | 1971 | 1971 | 1971 | 1971 | 1976 | 1971 | 1971 |
| 冷暖差/℃ | 2.3  | 1.8  | 1.9  | 1.8  | 1.5  | 1.9  | 1.7  | 1.8  | 1.8  |
| 标准方差  | 0.49 | 0.38 | 0.43 | 0.39 | 0.39 | 0.45 | 0.48 | 0.46 | 0.41 |

2.2 线性变化趋势

绘文山、砚山、全州各县年均温 8 县平均值变化曲线图（图 1），图中可看出，各曲线间存在非

常相似的变化趋势，计算文山、砚山与 8 县平均年年均温之间的相关系数分别为 0.940 和 0.937，足见其相似程度很高。

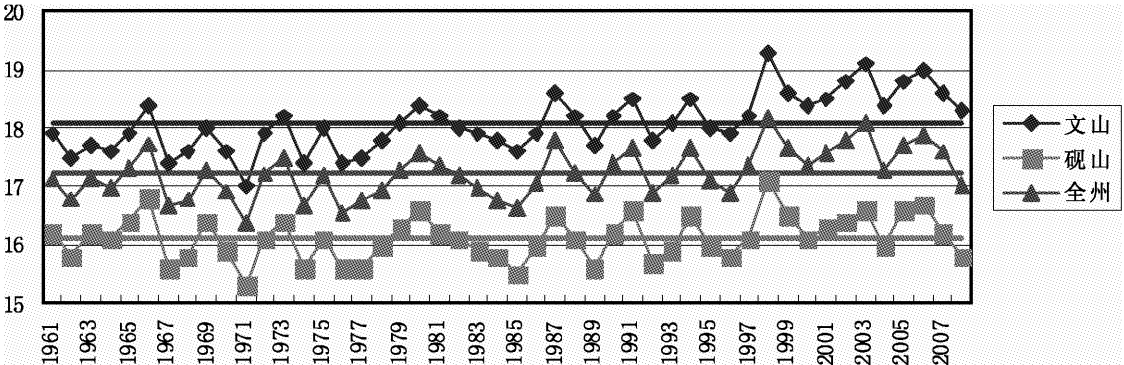


图 1 部分县及全州年均温变化曲线图

Fig. 1 Part of the county and statewide average annual temperature change curve

应用线性趋势法<sup>[2]</sup>，分别求出文山、砚山与全州平均年均温的线性变化趋势（即一元线性回归方程）：

$$\hat{x}_1(t) = 0.02409t + 17.499$$

(4)

$$\hat{x}_2(t) = 0.069t + 15.948$$

(5)

$$\hat{x}_3(t) = 0.01423t + 16.883$$

(6)

.....

方程（4）、（5）、（6）中自变量  $t$  的系数均为正数，说明气温估计值  $\hat{x}(t)$  随着时间的推移是呈上

升趋势的，上升的速率取决于  $t$  的系数大小，从方程及图 1 中可看出，1961 ~ 2008 的 48 年间，文山升温很明显，大约上升了 1.16 ℃，而砚山的上升趋势较缓，大约上升了 0.33 ℃，8 县平均则居于文山和砚山之间，大约上升了 0.70 ℃。从全州各县的变化情况来看（见表 2），是文山变化最大，砚山变化最小。从线性模拟与原序列的相关系数上看，砚山未通过置信度  $\alpha = 0.05$  的显著性检验，麻栗坡通过了置信度  $\alpha = 0.05$  的显著性检验，其他均通过了置信度  $\alpha = 0.01$  的显著性检验，说明文山州 48 年来的增温趋势是确定无疑的。

表 2 文山州年均温线性变化趋势及突变检验

Tab. 2 Wenshan average temperature linear trend and mutation testing

| 项目            | 文山      | 砚山      | 西畴      | 马关      | 麻栗坡     | 丘北      | 广南      | 富宁      | 全州      |
|---------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 线性倾向率         | 0.024 3 | 0.006 9 | 0.013 1 | 0.014 8 | 0.009 4 | 0.015 6 | 0.015 3 | 0.017 7 | 0.014 6 |
| 平均升温/℃        | 1.16    | 0.33    | 0.63    | 0.71    | 0.45    | 0.75    | 0.74    | 0.85    | 0.70    |
| 相关系数          | 0.696   | 0.254   | 0.462   | 0.53    | 0.343   | 0.483   | 0.449   | 0.541   | 0.582   |
| 通过检验 $\alpha$ | 0.01    | —       | 0.01    | 0.01    | 0.05    | 0.01    | 0.01    | 0.01    | 0.01    |
| 年均温 SNR       | 1.038   | 0.605   | 0.409   | 0.739   | 0.830   | 0.802   | 0.676   | 0.711   | 0.752   |
| 达突变标准         | 是       | 否       | 否       | 否       | 否       | 否       | 否       | 否       | 否       |

2.3 冷暖阶段的区分及突变判定

从文山州年均温 8 县平均的累积距平曲线图（图 2）上看，1986 年曲线达到最低点，此前曲线整体是呈下降趋势，说明 1986 年以前文山州年均温以负距平为主，属偏冷阶段；1987 ~ 1997 年累积距平线呈小幅度波动，说明此期间气温接近平均值；1998 年曲线出现大幅度上升，此后曲线基本呈上升趋势，说明此期间气温属偏暖阶段。各县累计距平线与全州平均值大体相似（图略）。

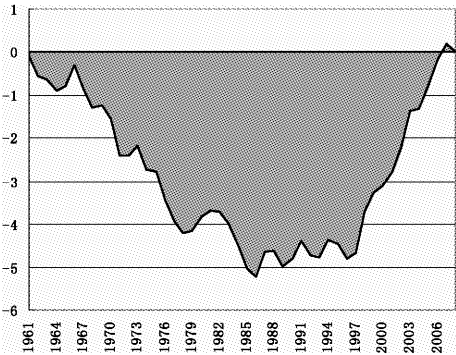


图 2 文山州年均温累积距平曲线图

Fig. 2 Wenshan average temperature anomaly curve of cumulative

针对气温跃升最显著的 1998 年，为确定各县年气温是否存在突变的的现象，采用信噪比 SNR 法（Yamamoto 法），我们取 1986 ~ 1997 年为一气候段，1998 ~ 2008 年为另一气候段，分别计算各县及全州年均温的信噪比 SNR（见表 2），结果显示：除文山县年均温在 1998 年达到突变标准外，其他均未达到。

3.3 极端气温与月均温变化趋势

分别计算各县年极端最高、最低气温、逐月月均温的线性变化趋势（线性趋势线斜率）如表 3，从表中可看出，年极端最低气温变化最明显，48 年间上升了 1.54 ~ 2.88 ℃，平均上升了 2.06 ℃；而年极端最高温则变化不明显，变率最高的富宁上升了 0.60 ℃，西畴、麻栗坡、丘北还出现微降趋势，全州平均上升了 0.24 ℃，变化率明显低于年极端最高温。

从各月月均温的线性变化趋势图来看，（见图 3），1 月升温最显著，其次为 2 月，5 月则呈略降趋势。从季节变化趋势来看，则是冬季变化最强，秋季次之，春季最弱。

表 3 文山州极端气温及月均温线性变化趋势

Tab. 3 Wenshan extreme changes in temperature and monthly average temperature of the linear trend

| 项目       | 文山      | 砚山      | 西畴      | 马关      | 麻栗坡     | 丘北      | 广南      | 富宁      | 全州      |
|----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 极端最高气温   | 0. 012  | 0. 013  | -0. 007 | 0. 014  | -0. 002 | -0. 003 | 0. 001  | 0. 015  | 0. 005  |
| 极端最低气温   | 0. 033  | 0. 047  | 0. 043  | 0. 032  | 0. 054  | 0. 044  | 0. 035  | 0. 060  | 0. 043  |
| 1 月平均气温  | 0. 043  | 0. 028  | 0. 033  | 0. 034  | 0. 029  | 0. 039  | 0. 028  | 0. 035  | 0. 034  |
| 2 月平均气温  | 0. 027  | 0. 022  | 0. 032  | 0. 030  | 0. 025  | 0. 035  | 0. 015  | 0. 033  | 0. 027  |
| 3 月平均气温  | 0. 017  | -0. 001 | 0. 013  | 0. 010  | 0. 003  | 0. 015  | 0. 006  | 0. 010  | 0. 009  |
| 4 月平均气温  | 0. 023  | 0. 001  | 0. 017  | 0. 016  | 0. 012  | 0. 005  | 0. 008  | 0. 013  | 0. 012  |
| 5 月平均气温  | -0. 001 | -0. 019 | -0. 012 | -0. 007 | -0. 014 | -0. 012 | -0. 008 | -0. 006 | -0. 010 |
| 6 月平均气温  | 0. 031  | 0. 011  | 0. 020  | 0. 021  | 0. 013  | 0. 023  | 0. 025  | 0. 026  | 0. 021  |
| 7 月平均气温  | 0. 016  | -0. 004 | 0. 006  | 0. 007  | 0. 003  | 0. 004  | 0. 008  | 0. 010  | 0. 006  |
| 8 月平均气温  | 0. 028  | 0. 004  | 0. 009  | 0. 013  | 0. 005  | 0. 013  | 0. 020  | 0. 015  | 0. 013  |
| 9 月平均气温  | 0. 024  | 0. 003  | 0. 003  | 0. 006  | 0. 000  | 0. 009  | 0. 008  | 0. 008  | 0. 008  |
| 10 月平均气温 | 0. 030  | 0. 016  | 0. 019  | 0. 021  | 0. 015  | 0. 019  | 0. 021  | 0. 027  | 0. 021  |
| 11 月平均气温 | 0. 030  | 0. 017  | 0. 019  | 0. 019  | 0. 011  | 0. 026  | 0. 032  | 0. 029  | 0. 023  |
| 12 月平均气温 | 0. 021  | 0. 008  | 0. 013  | 0. 010  | 0. 007  | 0. 014  | 0. 012  | 0. 015  | 0. 012  |

### 3 本地变暖成因及可能造成不利影响的讨论

#### 3.1 变暖成因

全球变暖的人为因素，首先就是大气中温室气体在增加，使地球表面在逐渐变暖。温室气体对于太阳的短波辐射来说是透明的，可是它们却吸收了来自地球发放的（黑体辐射）部份长波的红外线辐射，并将此辐射能量返回到地球表面，这样使地球表面接收的辐射能量多于放出能量，形成温室效应。作为地球“大温室”中的一小部分，文山州自然也在享受着此“温暖”而升温。其次，造成文山州升温的另一个重要因素就是“城市热岛效应”。采集气候数据文山州各气象观测站在建站之初都是位于城郊，随着城镇的发展，现在大部分站点都已处于城中心，周边环境与当处有着很大的区别，环境变化最大的是文山站、丘北站和西畴站，其中丘北站、西畴站已因观测环境遭破坏而搬迁（此处不对其数据作讨论），而砚山站周边环境则是受城市化影响最小的（目前其外围仍有大片农用地），对比前述升温数据的差异，可以推论出城市化产生的“城市热岛效应”也是非常显著的。

#### 3.2 可能造成的不利影响

由于海洋温度增加，水蒸发加快，大量水气被输送进入大气，会导致局部地区短时间内降雨量突

然升高，这样暴雨天气就会导致水灾、山体滑坡、泥石流等更加频繁的发生，位于河流沿岸的城市和位于河流下游的广大地区因此受到洪水的威胁，水灾面积因为短时的强降水而迅速扩大，水土流失问题也比过去更加严峻。

由于冬季升温明显，在低温下难以存活的病毒有全年活动的可能，最近一段时间的监控发现，过去已经得到控制的疾病如结核病等有再度爆发的可能。澳大利亚流行病学家 Anthony McMichael 于美国微生物学会的会议上提出警告，表示全球变暖使得多种流行病的流行模式发生改变增加爆发机会。同时昆虫越冬更容易，也可能使农作物和森林面临更严重虫害的威胁。

由于大气温度升高，令蒸发量上升，在以往干旱少雨的地区面临更加严峻的考验，而不正确的耕作方法很有可能让以前植被覆盖就不好的半干旱地区变都更干旱，进而使植被更差，更容易遭受水土流失的损害，形成恶性循环。

气后变化引起自然环境的变化，将会对某些动、植物（尤其是濒危物种）的生存造成直接威胁，可能加速濒危物种的灭绝。而从生态系统的意义上来讲，物种的减少，使得区域生态平衡被打破，区域内生态系统趋向于单一化，某类生物出现疯长现象，而更多类物种将逐渐畏缩直至消亡。若此类恶性循环现象的产生，也将严重威胁到人类的

生存环境。

4 小结

- (1) 在全球变暖的背景下，地处滇东南的文山州也在随之变暖，有一半区域达到或超过全球变暖的平均水平。
- (2) 文山州大部地区变暖的趋势属缓变过程，

- 达不到突变的诊断标准。
- (3) 与全球变暖的格局类似，文山州变暖以低温变化较显著，高温变化较弱。
- (4) 文山州变暖冬季增温最显著，秋季次之，春季最弱。
- (5) 文山州并不是全年各时段都出现增温，个别时段（5 月）还出现了降温。

参考文献：

[1] 王绍武. 现代气候学研究进展 [M]. 北京：气象出版社，2001：37；398.

[2] 解明恩，张万诚. 云南短期气候预测方法与模型 [M]. 北京：气象出版社，2000：15 - 24.

[3] 王宇. 云南气候变化概论 [M]. 北京：气象出版社，1996.

[4] 段旭. 云南气候异常物理过程及预测信号的研究 [M]. 北京：气象出版社，2000.

[5] 尹文有. 红河流域气温变化的气候特征分析 [J]. 云南地理环境研究，2008，20（增刊）：1 - 6.

[6] YAMAMOTO R, T IWASHIMA, N K SANGA, An Analysis of Climatic Jump. J. Met. soc [J]. Japan, 1986, 64（2）：273 - 281.

[7] 陈宗瑜, 云南气候总论 [M]. 北京：气象出版社，2001：58 - 64.

[8] 严华生. 气候变化分析预测 [M]. 北京：气象出版社，2003：28 - 31.

[9] 吴洪宝，吴蕾. 气候变率诊断和预测方法 [M]. 北京：气象出版社，2005.

THE ANALSIS OF TEMPERATURE CHANGES OF WENSHAN PREFECTURE  
UNDER GLOBAL WARMING BACKGROUND

ZHANG Wen<sup>1,2</sup>, CHEN Bing<sup>2</sup>, JIN Fang-peng<sup>2</sup>

(1. School of Resource Environment and Earth Science, Yunnan University, Kunming 650091, Yunnan, China;  
2. The Meteorological Bureau of Wenshan Prefecture, Wenshan 66300, Yunnan, China)

**Abstract:** Use of 8 counties in Wenshan Prefecture from 1961 to 2008 the annual average and monthly average temperature data, the past 50 years Wenshan temperature variation was analysed. The results show that: Wenshan overall upward trended in temperature, half of the regional meteed or exceeded the global average level of warming, but the overall lower than the global average; Wenshan Prefecture warming is mainly low-temperature, more significant changes, with an average increase of 2. 06 ℃, winter, more significant changes, a slight decrease throughout the year except May, the other months were the rise of temperature is the most obvious of which 1; Wenshan Prefecture regional warming in most change processes are slow.

**Key words:** global warming; Wenshan Prefecture; temperature changes

# 红河州4次西行台风强降水特征分析

周秀美, 兰 兰, 崔志刚

(红河州气象台, 云南 蒙自 66110)

**摘要:** 对“伊布都”、“科罗旺”、“碧利斯”、“莫拉菲”4次西行台风引起的红河州强降水过程进行分析, 得出: 影响红河州的西行台风并没有一定的地域、强度、路径限制, 副热带高压对台风的移动路径起着主导作用, 是台风是否西行影响红河州的关键; 4次过程中, 均存在低空急流向风暴东侧、南侧输送水汽、能量; 强降水的落区与风暴的非对称结构、周围物理量的分布以及红河州本地的能量条件、地形有关。

**关键词:** 热带风暴; 副热带高压; 非对称

**中图分类号:** P458.1<sup>+</sup>23

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1001-7852(2010)S0-0063-06

## 0 引言

西行台风是造成红河州强降水的一类重要天气系统。红河州位于云南东南部, 当西行台风深入影响云南时, 红河州首当其冲, 研究西行台风引起红河州强降水机制显得尤为重要。本文利用 micaps 常规资料, 对引发红河强降水的 0307 号台风“伊布都”、0312 号台风“科罗旺”、0604 号热带风暴“碧利斯”、0906 号台风“莫拉菲”进行分析, 探讨引起红河州强降水的台风低压路径、环流背景、物理机制、降水分布特征。

## 1 风暴路径、强度分析

“伊布都”于2003年7月20日02时加强为台风, 中心位于133.5°E, 10.9°N, 最大风速达到45 m/s, 生成后向偏西北方向移动, 24日10时在广东阳西到电白之间的沿海地区登陆, 登陆时中心附近最大风力有12级(38 m/s)、最低气压960 hPa, 登陆后经茂名南部达湛江北部进入广西境内, 25日08时中心到达越南北部地区。

“科罗旺”于2006年8月22日11时增强为台风, 8月23日早上进入南海后向西北偏西推进, 移

速维持在20 km/h, 最强盛阶段中心最低气压965 hPa, 近中心最大风力38 m/s, 8月25日掠过海南岛东北部后进入北部湾。8月26日清晨在越南北部登陆。“科罗旺”先后3次登陆(菲律宾吕宋岛、雷州半岛、中越边境), 最后在中越边境登录时中心附近最大风力仍有12级。

“碧利斯”2006年7月9日上午中心位于137°E, 13.4°N, 7月12日上午加强为强热带风暴, 中心最大风力有28 m/s。“碧利斯”沿西北方向移动, 13日晚在台湾宜兰地区登陆, 登陆后穿过台湾海峡, 14日再次在福建省霞浦县北壁镇登陆, 登陆时中心气压975 hPa, 近中心最大风力11级(30 m/s)。登陆后转向西偏南移动, 15日08时中心位于福建于江西交界处, 7月15日下午减弱为热低压, 继续向西偏南方向移动, 16日08时位于两广交界, 17日08时移动至广西河池与南宁之间, 18日08时移动至越南北部。

“莫拉菲”于2009年7月18日05时加强为台风, 中心位于119.0°E, 21.2°N, 中心附近最大风力有12级(33 m/s)。19日凌晨在广东深圳市大鹏半岛登陆, 中心附近最大风力13级(38 m/s), 中心最低气压965 hPa。登陆后向西北偏西方向移动, 19日凌晨在深圳减弱为强热带风暴, 然后继续向西进发, 19日13时40分进入广西, 15时减弱为热

带低压, 20 日 02 时停止编号, 残余部分继续向云南移动, 20 日 07 时减弱后的残涡位于云南东南部地区。

可看出, “伊布都” 强度最强、“科罗旺”、“莫拉菲” 次之, “碧利斯” 最弱; “莫拉菲” 生成地点离红河州最近, 移动速度快, 从生成到影响红河州仅用了四天半左右, “科罗旺” 移动速度同样很快, 从生成台风到影响红河仅用了四五天的时间, 而“伊布都”、“碧利斯” 则用了八九天的时间; “伊布都”、“科罗旺” 在中国大陆登录地点离红河州较近, “莫拉菲” 次之, “碧利斯” 最远; 登录前“伊布都”、“碧利斯”、“莫拉菲” 为西北路径, “科罗旺” 由西北转西偏南再转西北, 登录后“伊布都”、“科罗旺” 继续西北移影响红河州, “碧利斯” 则出现了转向, 向西偏南方向影响红河州, “莫拉菲” 逐渐转为偏西。

## 2 红河州降雨分布特征

“伊布都” 于 2003 年 7 月 25 ~ 27 日影响红河州, 全州降暴雨 3 站次, 大雨 11 站次, 日雨量最大为建水 53 mm。各站过程雨量均达 36 mm 以上, 50 mm 以上降雨出现在中部、南部地区, 北部泸西、弥勒、开远降雨较小, 过程平均雨量 61.4 mm。

“科罗旺” 于 2003 年 8 月 26 日开始影响红河州东部地区, 27 日大部地区降大到暴雨, 两天共出现暴雨 2 站次, 大雨 8 站次, 日雨量最大为金平 112.6 mm。除弥勒、建水外, 其余站点过程雨量均超过 23 mm, 过程平均雨量 47.8 mm。

“碧利斯” 于 2006 年 7 月 17 ~ 18 日影响红河州, 全州降暴雨 5 站次, 大雨 8 站次, 日雨量最大为金平 91.4 mm。各站过程雨量均达 17 mm 以上, 降水集中在州南部, 过程平均雨量 63.4 mm。

“莫拉菲” 由于移动速度快, 2009 年 7 月 20 日早晨影响红河州, 之后迅速西移, 20 日夜间已移出红河州西部, 降雨集中在 20 日, 1 天之内出现暴雨 5 站次, 大雨 5 站次, 日雨量最大为屏边 67.2 mm, 北部的泸西、弥勒、开远降雨未超过 15 mm, 平均雨量 39.8 mm。

从过程雨量来看, “碧利斯”、“伊布都” 较大, “科罗旺”、“莫拉菲” 较小; 从 4 次过程的降水分布来看, 南部的河口、金平、绿春出现 100 mm 以上降水的几率较大, 而北部的泸西、弥勒、开远降雨相对较少; 泸西、弥勒、开远、个旧既未出现单日暴雨, 过程雨量也没有超过 50 mm, 大部分站点 4 次过程中有 2 次单日雨量超过 50 mm。

由降雨强度还可看出, 强度最强的“伊布都” 以及离红河州最近的“莫拉菲” 造成过程雨量及日雨量都并非最大。

表 1 红河州各县市过程雨量及各站共出现的暴雨次数

| Tab. 1 | The process of rainfall and the number of total rainfall occurs of stations in every county of Honghe Prefecture mm |      |      |      |      |      |      |      |      |       |       |      |       |
|--------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|------|-------|
| 项目     | 蒙自                                                                                                                  | 泸西   | 弥勒   | 开远   | 个旧   | 建水   | 石屏   | 红河   | 元阳   | 绿春    | 金平    | 屏边   | 河口    |
| 伊布都    | 64                                                                                                                  | 40.9 | 38   | 36.7 | 47.7 | 66.3 | 82.4 | 75.1 | 53.1 | 87.3  | 68.3  | 77.7 | 60.2  |
| 科罗旺    | 66.8                                                                                                                | 35.7 | 9.1  | 23.2 | 67   | 14.1 | 42.7 | 28.9 | 30.4 | 46.1  | 125   | 62.8 | 69    |
| 碧利斯    | 50.6                                                                                                                | 17.0 | 22.5 | 28.3 | 36.8 | 47.2 | 58.6 | 86.1 | 43.9 | 105.6 | 125.8 | 71.6 | 130.1 |
| 莫拉菲    | 28.6                                                                                                                | 3.3  | 6.9  | 14.2 | 49.1 | 53.8 | 63.3 | 32.1 | 43.4 | 65.1  | 33.5  | 67.2 | 57.5  |
| 暴雨次数/次 | 2                                                                                                                   | 0    | 0    | 0    | 0    | 2    | 1    | 2    | 0    | 2     | 2     | 2    | 2     |

## 3 环流背景及气旋结构分析

台风路径西折的原因主要有<sup>[1]</sup>高空冷涡对台风的牵引作用和吸引作用、高空阻塞高压或较强高压脊外围气流的引导作用、孟加拉湾风暴、副高的作用等。台风降水按其性质不同可分为两类<sup>[2]</sup>: 第一类是台风本身造成的降水, 第二类是台风与其它系统共同造成的降水, 包括台风前部与冷空气共同作用产生的降水, 台风后部与低层西南风急流相联系

的大暴雨, 以及地形影响加剧的地形雨。

下面从大气环流背景以及热带气旋本身的结构来研究“伊布都”、“科罗旺”、“碧利斯”、“莫拉菲” 路径、强降水的形成原因。

### 3.1 中低空环流特征

“伊布都” 登录前, 中高纬度以经向环流为主, 孟加拉湾为低压环流, 副热带高压增强西伸, 7 月 23 日 20 时, 副高 588 线的西侧到达红河州东部。24 ~ 25 日副高北抬东退, 25 日 08 时副高接近南北向, 588 线的西侧位于广东、湖南的中部一线, 最

北侧到达了山西太原一带，“伊布都”在副高外围气流的引导下，经广东、广西一路西北移影响到红河地区。台风登录前后，热带地区西南低空急流及副高外围的东南急流稳定维持。

“科罗旺”在广东登陆之前的 8 月 22 日 ~ 23 日 08 时，中高纬以经向环流为主，孟湾附近为低压，副高势力强大，588 线控制了中国大部分地区，最西端到达西藏中部以西地区，南端到达南海 - 红河中北部一线。23 日 08 时后副高北抬，此时“科罗旺”路径也由西偏南转为西偏北，之后中高纬度槽发展南伸影响了副高的稳定，副高持续减弱东退，到 26 日 08 时，588 线西侧位于广东 - 湖南一带，“科罗旺”沿着副高边沿一路西北移影响红河州。“科罗旺”与副高之间的偏南低空急流以及热带西南急流同样为强降水提供丰沛的水汽、动力条件。

“碧利斯”登陆前期，中高纬度为两槽一脊的形势，槽的位置偏北，范围偏小，中国大部分地区位于脊区，孟加拉湾为低压带，副热带高压偏东偏北，位于渤海湾一带。7 月 15 日增强西伸并与大陆高压合并，由于北部短波槽的东移南压，使得高压带断裂，15 日 20 时，两个高压一个位于海上，一个控制中国中部大部分地区，“碧利斯”正处于两个高压之间。之后，海上高压增强西伸，而大陆高压逐渐北抬，“碧利斯”在两个高压的力量对比及其外围气流的引导作用下，并受到孟加拉湾低压的吸引，由西北转向西南以影响红河地区，最后减弱并入孟湾低压。“碧利斯”影响期间同样存在稳定的西南低空急流。

“莫拉菲”登录前后，中高纬气流平直，槽的位置偏北，孟湾附近为低压环流，副热带高压强大。7 月 20 日 588 线南部到了云南中部地区，西端伸到西藏东部，之后西端减弱向北向东收缩，“莫拉菲”在孟湾低压的吸引下，沿副高外围西北上影响红河。“莫拉菲”水汽来源主要为副高外围的东南急流及孟加拉湾地区。

### 3.2 高空东风急流

在亚洲和中非，主要降水带、对流区、高层辐散及大尺度上升运动都出现在东风急流入口区的右侧<sup>[3]</sup>。通过对“伊布都”、“科罗旺”、“碧利斯”、“莫拉菲”100 hPa、150 hPa 高空图、全风速图分析发现，在低压影响红河州降雨最强的时段，红河州位于东风急流入口区右侧。由前面的分析可知 4 次过程低空均存在西南急流或偏东、偏南急流，而低空急流左侧的辐合场中利于对流的发展、水汽大

量凝结产生暴雨<sup>[4]</sup>。红河州位于高空东风急流入口区的右侧、低空急流的左侧，高低空急流的耦合为强降水提供了有利的动力、水汽条件。

### 3.3 风暴的非对称结构

风暴的非对称结构是受风暴不同部位影响的地区降水强度不同的原因之一。

2003 年 7 月 24 日 08 时，“伊布都”北半部风速较大、气压梯度较大，这主要是因为其北侧为副高；24 ~ 25 日，随着副高东退以及西南季风的加入，风速较大的区域在风暴的东象限。同样，“科罗旺”、“碧利斯”也具有明显的不对称结构，其形成原因，是由于风暴北侧、东侧副高的稳定维持，使得“碧利斯”在向内陆靠近的过程中，其北部的气压梯度加大，后期西南季风的加入，使得风暴中心东北、东南象限的风速较其它部位大得多。“莫拉菲”东侧风速较大，同样是由于其东侧为稳定的副热带高压，有较大的气压梯度。

风暴的非对称结构从卫星云图（图略）上能直观地看出来，中心南侧、东侧积云对流发展旺盛，西侧相对松散稀薄。

风暴的不对称性不仅表现在对流云系及流场上，在垂直运动、水汽通量等物理量场上也有很好体现。以下对物理量场的分析中将加以说明。

### 3.4 地形的影响

红河州地形复杂，境内山地、峡谷、高原、盆地交错，但地势总是西北高，东南低，最高点为金平县西隆山，海拔 3 074 m，最低点为东南部河口县红河与南溪河交汇处，海拔 76.4 m。东南急流从东南部低洼河谷地带灌入，携带大量水汽沿山坡爬升，迎风坡由于地形动力抬升作用有利于上升运动加强，使得对流发展旺盛，降雨量增加。同时，偏东气流在进入红河河谷中向西移动的过程中，由于河谷的“狭管效应”，促使对流进一步发展。西南急流则可沿着西部较低海拔地区爬升，处在西部迎风坡的站点出现强降雨的几率同样较大。河口、金平、绿春地处红河州最南端，当携带大量水汽和能量的东南急流或西南急流在红河州爬升时，这 3 个站点的地理位置最为有利，因此降雨量往往最大，甚至出现单日降雨超过 100 mm 的情况，而北部的泸西、弥勒、开远降雨较小的一个重要原因是水汽条件较南部地区差得多。

## 4 物理量场

### 4.1 垂直速度

2003 年 7 月 24 日 08 时，850 hPa 上“伊布都”



中心附近上升运动绝对值大于  $-20 \times 10^{-3} \text{ hPa} \cdot \text{s}^{-1}$ , 700 ~ 200 hPa 上大于  $-50 \times 10^{-3} \text{ hPa} \cdot \text{s}^{-1}$ , 直到 150 hPa 仍为上升运动, 大于  $-30 \times 10^{-3} \text{ hPa} \cdot \text{s}^{-1}$ 。25 日 08 时, 850 hPa、700 hPa 上大于  $-10 \times 10^{-3} \text{ hPa} \cdot \text{s}^{-1}$ , 500 ~ 250 hPa 大于  $-20 \times 10^{-3} \text{ hPa} \cdot \text{s}^{-1}$ , 150 hPa 上升运动很微弱; 红河州以 300 hPa 为分界层, 以下为低压外围弱上升运动, 以上为弱下沉运动。25 日 20 时, 从 850 hPa 到 150 hPa, 红河州上空均为上升运动, 400 ~ 300 hPa 最强, 超过  $-20 \times 10^{-3} \text{ hPa} \cdot \text{s}^{-1}$ 。上升运动随时间减弱, 27 日 20 时, 对流层中下层转为下沉运动, 上层维持微弱的上升运动。从前面的分析可看出, 上升运动在对流层中上层最为剧烈, “伊布都”从海上移向内陆后, 垂直运动大大减弱; 低压影响期间, 红河州上空有弱的上升运动。“伊布都”的不对称结构从垂直速度场上也能得到体现, 上升运动中心偏离环流中心, 位于低压中心东南侧。

2003 年 8 月 25 日 08 时, 在“科罗旺”附近, 从对流层低层到高层均为上升运动, 700 ~ 250 hPa 最强, 中心超过  $-40 \times 10^{-3} \text{ hPa} \cdot \text{s}^{-1}$ , 25 日 20 时, 红河州转为低压外围上升运动区, 此时低压附近上升运动强度只有原来的一半左右, 红河州上升运动小于  $-20 \times 10^{-3} \text{ hPa} \cdot \text{s}^{-1}$ 。26 日 08 时, 红河州上空为上升区, 最强集中在 500 ~ 250 hPa, 大于  $-20 \times 10^{-3} \text{ hPa} \cdot \text{s}^{-1}$ 。27 日 08 时红河州上空仍以上升运动为主, 强度大大减弱, 27 日 20 时中上层转为下沉运动, 低层上升运动很微弱。同样, 上升中心位于低压中心东南部。

“碧利斯”上升运动中心比环流中心位置略偏南, 2006 年 7 月 16 日 08 ~ 20 时, 上升运动有所减弱, 17 日 08 时, 低压移近红河州后, 上升运动得到加强, 700 ~ 400 hPa 上升运动最强, 500 hPa 超过  $-34 \times 10^{-3} \text{ hPa} \cdot \text{s}^{-1}$ , 往后上升运动逐渐减弱。

“莫拉菲”上升运动中心比环流中心位置偏西, 2009 年 7 月 19 日至 20 日, “莫拉菲”移近红河州后, 对流层中上层的上升运动得到加强, 20 日 08 时 500 ~ 400 hPa 上升运动超过  $-22 \times 10^{-3} \text{ hPa} \cdot \text{s}^{-1}$ , 21 日红河州转为下沉运动区。

“碧利斯”和“莫拉菲”移近红河州后上升运动得到加强的原因主要是在低压移近前, 红河州天气炎热, 积蓄了大量的不稳定能量, 大气层结极不稳定, 利于对流的发生发展。

通过以上的分析可看出, 由于低压的结构不对称, 上升运动中心与环流中心有所偏离; 在向内陆移动的过程中, 低压的低层减弱破碎, 较强上升运

动集中在对流层中上层; 低压移向红河州上空后, 上升运动仍然维持, 在有利的条件下, 还能再次得到加强; 红河州的强降水区与上升运动大值区有很好的对应关系。

#### 4.2 涡度分析

“伊布都”: 随着低压的西移, 2003 年 7 月 25 日至 26 日, 红河州自东向西转为正涡度大值区, 从 850 ~ 400 hPa, 红河州大部为大于  $20 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$  的正涡度区, 25 日 20 时 700 hPa、500 hPa 出现了  $40 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$  的正涡度中心。25 ~ 26 日红河上空 100 hPa 转为负涡度区。

“科罗旺”: 2003 年 8 月 25 日夜间开始, 红河州东南部出现正涡度大值区, 26 ~ 27 日, 700 ~ 400 hPa 红河州大部为大于  $20 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$  的正涡度区, 700 hPa、500 hPa、400 hPa 上均出现过  $40 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$  正涡度区, 其中 500 hPa 上一直存在  $40 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$  正涡度区。26 日、27 日 200 hPa 以上转为负涡度区。

“碧利斯”: 2006 年 7 月 17 日开始, 红河州上空 850 ~ 400 hPa 为  $20 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$  正涡度区, 18 日 08 时, 700 hPa、400 hPa、300 hPa、250 hPa、150 hPa 均有  $40 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$  正涡度中心存在。17 日 08 时、18 日 08 时红河州上空 100 hPa 为负涡度区。

“莫拉菲”: 2009 年 7 月 20 日, 850 ~ 300 hPa 红河州大部为  $20 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$  的正涡度区, 100 hPa 上, 为  $-20 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$  的负涡度区。

从涡度的分布来看, 在 4 次强降水期间, 正涡度中心在台风中心附近, 在中心附近出现深厚的正涡度柱, 对流层高层为负涡度, 这种涡度场的配置利于低空辐合、高空辐散的加强, 从而导致上升运动的加强, 为强降水的发生提供了所需的动力条件。

#### 4.3 水汽条件

2003 年 7 月 25 日 08 时水汽通量场上, 850 hPa、700 hPa 在“伊布都”的南部、东部从中南半岛到广西为一个大值带, 呈东北 - 西南向, 分别在中南半岛、广西有大于  $22 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-1} \cdot \text{hPa}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$  的中心, 有低空急流与之配合。随着低压的西移, 26 ~ 27 日, 红河州 850 hPa、700 hPa 大部位于大值带外围大于  $8 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-1} \cdot \text{hPa}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$  的区域。7 月 24 日 20 时 850 hPa 水汽通量散度场上, 红河州大部位于  $-20 \times 10^{-7} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{hPa}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$  水汽辐合区, 700 hPa 上也有  $10 \times 10^{-7} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{hPa}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$  的水汽辐合中心, 表明从 24 日红河州上空的水汽积累已经开始, 25 日红河州上空仍有水汽辐合。由于大气中的水汽主要集

中在对流层的下半部，25~27 日红河州从近地面直到 500 hPa 相对湿度达到 80% 以上，有的地区达到

90% 以上，有非常有利的水汽条件。

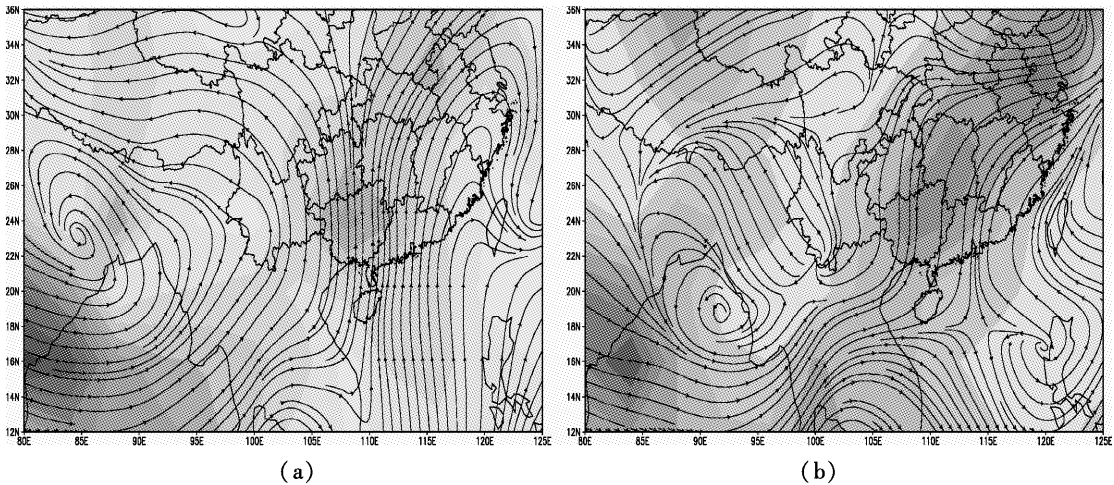


图 1 (a) 2003 年 7 月 26 日 08 时流场及水汽通量场 (b) 2003 年 8 月 27 日 08 时流场及水汽通量场  
Fig. 1 (a) The flow field and moisture flux field at 08 o'clock on 26 July 2003  
(b) The flow field and moisture flux field at 08 o'clock on 27 August 2003 (units:  $\text{g} \cdot \text{cm}^{-1} \cdot \text{hPa}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ )

2003 年 8 月 25 日 20 时 850 hPa 水汽通量场上，在“科罗旺”中心东南部东南急流与西南急流交汇的地区，有个  $40 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-1} \cdot \text{hPa}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$  的水汽通量大中心。26 日 08 时在东部、南部分别出现大于  $20 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-1} \cdot \text{hPa}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$  的大值中心，在整个低压东部、南部形成一个水汽通量大值带，红河州 700 hPa 大部位于大于  $8 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-1} \cdot \text{hPa}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$  的区域。25 日 20 时，在红河州上空 850 hPa 出现  $30 \times 10^{-7} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{hPa}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$  水汽辐合大值区，700 hPa 上大于  $20 \times 10^{-7} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{hPa}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ 。26 日 08 时 925 hPa 上出现了  $40 \times 10^{-7} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{hPa}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$  水汽辐合区，925 hPa、850 hPa 的强水汽辐合一直维持到 26 日 20 时。相对湿度场上，26 日 20 时~27 日 20 时，红河州上空 850~500 hPa 相对湿度大部地区大于 80%，尤其是 27 日 08 时，850 hPa、700 hPa、500 hPa 均大于 90%。红河州大范围的强降水就出现在 27 日。

2006 年 7 月 17 日 08 时 850 hPa 上，在“碧利斯”东侧、南侧为水汽通量大值带，对应低空急流，在中南半岛及中国东部沿海分别有  $26 \times 10^{-7} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{hPa}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$  水汽通量大值中心，红河州位于水汽通量大值带的外围，红河大部地区上空 700 hPa 水汽通量大于  $10 \times 10^{-7} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{hPa}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ 。16 日 20 时开始，红河州上空就有水汽的积累，17、18 日最强，925 hPa 上出现超过  $30 \times 10^{-7} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{hPa}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$  的水汽辐合，850 hPa、700 hPa 上超过  $20 \times 10^{-7} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{hPa}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ 。17 日、

18 日的相对湿度场上，从近地面层到 500 hPa 红河州上空均有大于 90% 的高湿区。

2009 年 7 月 19 日 08 时 850 hPa 上，水汽通量的大值带位于“莫拉菲”东侧、南侧地区，南部中心大于  $28 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-1} \cdot \text{hPa}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ ，东部中心大于  $18 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-1} \cdot \text{hPa}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ ，20 日水汽通量大值带主要在风暴东侧，中心大于  $22 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-1} \cdot \text{hPa}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ ，红河州位于大值带外围大于  $6 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-1} \cdot \text{hPa}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$  的地带。水汽通量散度场上，从 19 日 20 时在对流层低层有水汽的积累，直到 20 日 08 时，中心大于  $10 \times 10^{-7} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{hPa}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ 。相对湿度场上，20 日从近地面到 500 hPa 红河州上空相对湿度均大于 80%，850 hPa 上大于 90%。

由 2003 年 7 月 26 日 08 时 (图 1a)、2003 年 8 月 27 日 08 时 (图 1b)、2006 年 7 月 17 日 08 时 (图略)、2009 年 7 月 20 日 08 时 (图略) 850 hPa 流场及水汽通量场 (阴影部分) 可直观地看出，水汽通量大值区 (深色区) 在低压的东侧、南侧呈东北—西南向带状分布，水汽由低空急流从孟湾与南海输送而来。红河州位于大值带外围的水汽通量较大的区域，在强降水开始前，红河州上空已经开始有水汽的积累，降水期间，红河州中低层为深厚的湿层。

4.4 能量条件

“伊布都”：2003 年 7 月 24~27 日，红河州始终处于  $20^{\circ}\text{N} \sim 30^{\circ}\text{N}$  的东西向高能带内，850 hPa 上  $\theta_{se}$  大于  $76^{\circ}\text{C}$ ，25 日 20 时超过了  $84^{\circ}\text{C}$ 。

“科罗旺”：2003 年 8 月 25 ~ 27 日，红河州同样为高能区，25 日、26 日 850 hPa 上均出现了 80 °C 的高能中心区。

“碧利斯”：2006 年 7 月 16 ~ 18 日，红河州上空 850 hPa 均为  $\theta_{se}$  大于 80 °C 的高能区，16 日 20 时甚至超过了 88 °C

“莫拉菲”：2009 年 7 月 19 ~ 20 日，红河州处于高能区，20 日 850 hPa  $\theta_{se}$  大于 80 °C。

对  $\theta_{se}$  场进行分析发现，在 2 次强降水发生前后，红河州处于高温高湿不稳定区，从而为强降水积蓄了大量不稳定能量。

## 5 小结

(1) 4 个影响红河州的低压中，生成地及登录点有远有近，强度有强有弱，影响时间有长有短，路径有西北路径、西偏南转西北、西北转西南等。比如“碧利斯”强度最弱，登录后到达红河州的路途最为遥远，影响红河州产生强降雨时已是其编号后的第九天，

“莫拉菲”则离红河州最近，移动最快，从生成到影响红河州仅用了四天半左右，但同样都给红河州带来了强降水。因此影响红河州的西行台风不

受生成区域、强度、生命史长短以及初始移动方向、登录点的限制。

(2) 副热带高压对台风的移动路径起着主导作用，高空槽的南伸也会影响副高的稳定，从而影响台风路径，孟湾附近为低压带也是吸引台风西移的一个有利因素。4 次过程中均有低空急流向低压的东侧、南侧输送水汽，红河州位于高空东风急流入口区的右侧，高低空急流的耦合为强降水提供了有利的动力、水汽条件。

(3) 强降水发生前后，红河州上空有水汽、不稳定能量的积累，低压移近红河州后，深厚的正涡度柱、上升运动区也随之西移，非常利于不稳定能量的释放，产生强降水。

(4) 强降雨的落区与风暴的非对称结构及地形有关。风暴的不对称结构不仅表现在流场、卫星云图上，上升运动中心、水汽通量中心也与风暴中心偏离，随着低压的西移，红河州强降水出现在其水汽条件、动力条件、能量条件更为有利的一侧；迎风坡由于地形动力抬升作用有利于上升运动加强，偏东气流在进入红河河谷中向西移动的过程中，由于河谷的“狭管效应”，促使对流进一步发展，二者均能对降水起到增幅作用。

## 参考文献：

- [1] 陈联寿. 我国东部海面台风路径突然西折的成因分析 [J]. 大气科学, 1979, 3 (3): 294 - 297.
- [2] 包澄澜, 陆胜元. 冷空气影响台风倒槽降水的个例分析 [J]. 大气科学, 1977, 1: 18.
- [3] 陈桦, 丁一汇, 何金海. 夏季热带东风急流的结构、变化及其与亚非季风降水的关系 [J]. 大气科学, 2007, 31 (5): 926 - 936.
- [4] 朱乾根, 林锦瑞, 寿绍文, 等. 天气学原理和方法 [J]. 2000, 10: 374 - 377.

## A CHARACTER STUDY OF HONGHE STATE PRECIPITATION ASSOCIATED WITH FOUR TYPHOONS

ZHOU Xiu-mei, LAN Lan, CUI Zhi-gang

(Honghe Meteorological Office, Mengzi 661100, Yunnan, China)

**Abstract:** Based on the analysis of precipitation caused by four typhoons: Inbudo, Krovanh, Bilis and Molave, the results indicate that: (1) The subtropical high played a leading role in the typhoons' movement and it was the key whether the typhoons affected Honghe state. (2) The Low-level jet transported energy and vapor to typhoon's eastern and southern parts in every process. (3) The area of heavy rainfall are related to storm asymmetric structure, physical quantity distribution and local energy, terrain.

**Key words:** tropical storm; subtropical high; asymmetry

# 文山州寒潮的气候特征分析

王 郅<sup>1</sup>, 朱 纬<sup>1</sup>, 龙春华<sup>1</sup>, 孙秀芬<sup>2</sup>

(1. 文山州气象台, 云南 文山 663000; 2. 玉溪市气象台, 云南 玉溪 653100)

**摘要:** 采用文山州 8 个气象观测站 1980~2008 年近 29 年 11 月~次年 4 月的日平均气温、最低气温、各县寒潮气温临界值  $T_k$  等资料, 计算出 24 小时及 48 小时降温幅度, 根据云南省气象局制定的全省寒潮标准, 结合文山州的气候特点, 找出符合文山州寒潮标准的寒潮天气过程, 并统计分析这 29 年来全州 8 站寒潮的时空分布、强度、路径等特征。统计中发现, 每个站点寒潮出现的频率不仅与站点的位置有关, 还与站点海拔高度有一定的对应关系; 寒潮天气出现的频率, 呈逐年下降的趋势; 寒潮出现前 1~2 天, 其各层关键区内, 会出现相应的指示性变化。找到这些特征, 对做好文山州寒潮的预测预报有着重要的参考价值。

**关键词:** 云南文山; 寒潮; 特征; 指标

**中图分类号:** P458.1+22      **文献标识码:** A      **文章编号:** 1001-7852(2010)S0-0069-05

## 0 引言

云南省文山州地处低纬高原地区, 位于云南省东南角, 为典型的喀斯特岩溶地貌, 其中山区、半山区占 94.6%, 坝区占 5.4%, 文山大部分地区为亚热带气候, 出现寒潮的次数不多, 平均 1 年 2~3 次, 但由于低纬高原冷空气活动少, 气温偏高, 防寒能力弱, 一旦出现寒潮, 损失较重<sup>[1]</sup>, 冬半年寒潮是其主要灾害性天气之一, 且文山又是云南的东南角, 影响云南省的冷空气, 大部分都是先影响昭通、曲靖和文山。当寒潮侵入时, 除了出现较强的降温外, 有时还伴有雨雪天气, 当寒潮天气结束转晴时, 常会出现重霜冻天气, 直接影响着文山州的工农业生产、交通运输等, 特别是对文山州的三七、草果、八角等热带经济作物危害较大。因此, 系统地分析文山州寒潮的气候规律、分布情况, 做好文山州寒潮天气的预报, 对当地的工农业生产有着举足轻重的作用。

在 2002 年, 已有人对文山州前 26 年寒潮进行过

统计分析, 但目前全球气温逐渐上升, 寒潮出现的频率和强度也有所不同, 因此对近年来的寒潮进行统计很有必要。本文应用已有的各个层次出现寒潮前 1~2 天 08 时的寒潮关键区\* (500 hPa 关键区 35°~45°N、95°~105°E, 700 hPa 关键区为 30°~40°N、100°~110°E, 850 hPa 关键区为 22°~27°N、100°~110°E, 地面关键区为 25°~30°N、105°~110°E 和 25°~35°N、105°~115°E) 及指标站特征, 对 1980~2008 年冬半年 (11 月~次年 4 月) 共 29 年文山州气象资料进行统计分析, 得出最近 29 年文山州寒潮的气候特征和分布情况以及影响路径。

## 1 寒潮标准

根据云南省气象局制定的全省寒潮标准<sup>[2]</sup>, 结合文山州的气候特点, 规定凡满足下述 3 条中任意一条的, 即定义为一次寒潮天气\*<sup>[2]</sup>: (1) 日平均气温 24 小时降温幅度  $\geq 6\text{ }^{\circ}\text{C}$ , 同时日平均气温  $\leq T_k$  (各县  $T_k$  值见表 1); (2) 日平均气温 48 小时降温幅度  $\geq 8\text{ }^{\circ}\text{C}$ , 同时日平均气温  $\leq T_k$ ; (3) 有降雪天

收稿日期: 2009-11-16; 修订日期: 2010-04-07.  
作者简介: 王郅 (1977-), 女 (壮族), 云南省文山县人, 工程师, 主要从事天气气候研究工作.  
\* 汪德, 杨松福. 文山州寒潮天气分析与预报 [J]. 云南气象, 2002 (增刊): 9-14.

表1 文山州各县寒潮气温临界值 Tk

Tab.1 The temperature threshold of Cold wave  
of each station in wenshan ℃

| 项目 | 县名  |     |     |     |     |     |     |     |
|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|    | 文山  | 砚山  | 西畴  | 马关  | 麻栗坡 | 丘北  | 广南  | 富宁  |
| Tk | 8.3 | 6.4 | 6.0 | 7.1 | 7.5 | 6.4 | 6.5 | 9.1 |

气现象，不论其量的大小。并规定全州 8 个县中有 5 县及以上达到寒潮标准的，即定义为一次全州性寒潮天气过程，5 县以下的为局部寒潮天气过程。

2 文山州寒潮的气候统计特征

据统计，从 1980 ~ 2008 年这 29 年中，文山州共出现了 61 次全州性寒潮天气过程，达 406 站次；区域性寒潮共有 224 次，达 508 站次，其中：4 县达到寒潮标准的有 46 次 186 站次，3 县的有 41 次 123 站次，2 县的有 62 次 124 站次，1 县的有 75 次 75 站次。通过统计，发现近年来由于全球气温逐年上升，出现全州性寒潮的时间相对缩短，冬半年（11 月 ~ 次年 4 月）文山州境内出现全州性寒潮天气最早的日期是 12 月 11 日（1997 年），最晚日期是 3 月 1 日（1986 年）；区域性寒潮天气出现最早的日期是 11 月 9 日（1981 年，发生于文山、砚山、西畴、马关），最晚日期是 4 月 1 日（1991 年，发

生在砚山）。文山州大部都属于亚热带气候，出现寒潮天气的机会不多，一般都是较强的冷空气出现时，才有可能出现寒潮天气。统计过程中，发现在这 29 年中，影响文山州的寒潮天气大多持续时间较长，最长的持续了 21 天，最短的也有 2 ~ 3 天，持续时间达 5 天以上的就出现了 34 次，持续时间达 8 天以上的有 18 次（地处文山州西南部的文山对冷空气的反应具有代表性，只要冷空气能到达文山，就会同时影响到文山州 2/3 的地区，因此用文山县的观测资料来看这 29 年的寒潮过程特征）。表 2 中，持续时间最长的是 1984 年 1 月 20 日 ~ 1984 年 2 月 9 日，达 21 天；其次是 1989 年 1 月 25 日 ~ 2 月 12 日和 2008 年 1 月 27 日 ~ 2 月 14 日，达 19 天；但最强的寒潮出现在 1983 年 12 月 23 日 ~ 1984 年 1 月 9 日，持续时间达 18 天，文山站的最低日平均气温为 0.1 ℃，日最低气温为 - 2.8 ℃；其次是 2000 年 1 月 25 日 ~ 2 月 1 日，虽然它持续时间不是很长，但强度比较强，文山站的最低日平均气温为 1.6 ℃，日最低气温为 - 0.4 ℃；文山站 48 小时降温幅度最大的是 1996 年 2 月 18 日 ~ 2 月 27 日，降幅达 13.4 ℃；其次是 1993 年 1 月 14 日 ~ 1 月 28 日，降幅为 12.3 ℃；由此看出，持续时间最长的或者是降温幅度最大的并不一定是强度最强的。

表2 1980 年 ~ 2008 年文山州持续 8 天以上寒潮过程简表

Tab.2 Summary tables of cold wave process for 8 day in wenshan county in 1980 ~ 2008

| 过程时间/年. 月. 日                | 持续时间/d | 48 小时降温幅度/℃ | 最低日平均气温/℃ | 日最低气温/℃ |
|-----------------------------|--------|-------------|-----------|---------|
| 1980. 2. 5 ~ 1980. 2. 12    | 8      | 4. 3        | 3. 7      | 1. 6    |
| 1982. 12. 11 ~ 1982. 12. 18 | 8      | 5. 1        | 6. 4      | 3. 9    |
| 1983. 1. 19 ~ 1983. 1. 26   | 8      | 7. 9        | 2. 2      | 0. 1    |
| 1983. 12. 23 ~ 1984. 1. 9   | 18     | 8. 2        | 0. 1      | - 2. 8  |
| 1984. 1. 20 ~ 1984. 2. 9    | 21     | 10. 4       | 3. 7      | 2. 6    |
| 1984. 12. 19 ~ 1984. 12. 31 | 13     | 5. 6        | 3. 2      | 2. 0    |
| 1985. 1. 8 ~ 1985. 1. 17    | 10     | 4. 7        | 6. 2      | 2. 8    |
| 1986. 1. 1 ~ 1986. 1. 9     | 9      | 7. 8        | 6. 7      | 3. 6    |
| 1988. 3. 1 ~ 1988. 3. 8     | 8      | 7. 3        | 6. 5      | 4. 1    |
| 1989. 1. 12 ~ 1989. 1. 19   | 8      | 10. 4       | 2. 7      | 1. 2    |
| 1989. 1. 25 ~ 1989. 2. 12   | 19     | 2. 5        | 4. 6      | 2. 3    |
| 1993. 1. 14 ~ 1993. 1. 28   | 15     | 12. 3       | 2. 3      | 1. 3    |
| 1995. 1. 30 ~ 1995. 2. 7    | 9      | 4. 3        | 4. 4      | 3. 2    |
| 1996. 2. 18 ~ 1996. 2. 27   | 10     | 13. 4       | 3. 0      | 1. 4    |
| 1998. 1. 19 ~ 1998. 1. 28   | 10     | 3. 4        | 7. 4      | 5. 4    |
| 1999. 12. 21 ~ 1999. 12. 28 | 8      | 4. 8        | 3. 9      | - 2. 3  |
| 1900. 1. 25 ~ 2000. 2. 1    | 8      | 8. 9        | 1. 6      | - 0. 4  |
| 2002. 1. 25 ~ 2002. 2. 2    | 8      | 2. 8        | 6. 6      | 5. 7    |
| 2008. 1. 27 ~ 2008. 2. 14   | 19     | 4. 2        | 2. 9      | 1. 7    |

2.1 文山州寒潮的年际分布

图 1 给出了 29 年来 61 次全州性寒潮过程出现的年份，其中 1985a、2002a、2007 年没出现过全州性寒潮天气过程，出现最多的年份是 1984 年，共 6 次，其次是 1989 年，为 5 次，1990 年后除了 2005 年有 4 次外，就再没有超过 3 次的；1990 ~ 2008

年，除 2005 年外，出现最多的是 1992 年、1999 年、2000 年、2008 年，均分别出现过 3 次；总的来看，20 世纪 80 年代影响文山州的全州性寒潮次数较多，平均为 2.6 次，90 年代稍少，平均为 1.9 次，21 世纪初（缺 2009 年资料）共 9 年中，出现全州性寒潮天气的次数更少，平均为 1.8 次。

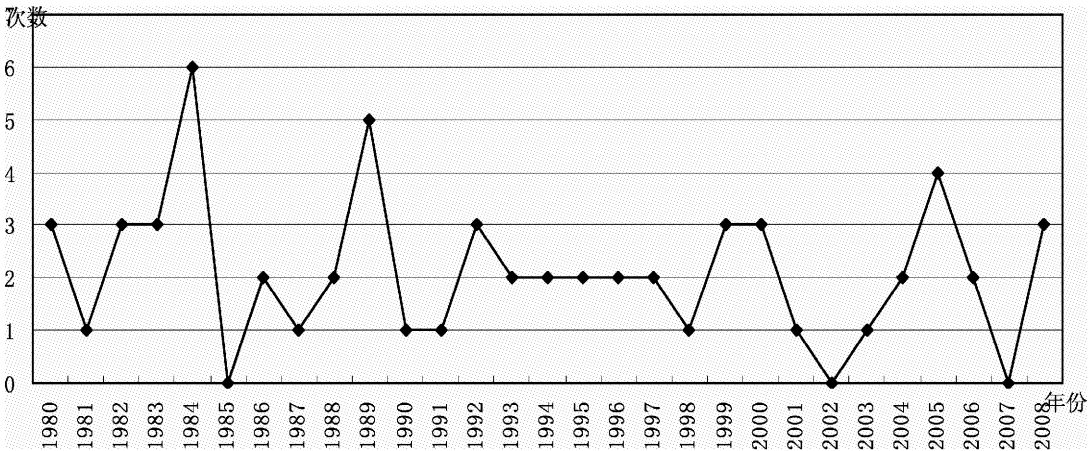


图 1 文山州全州性寒潮天气过程年际变化曲线  
Fig. 1 Interannual variation curve of statewide cold wave weather process in Wenshan

而 224 次区域性寒潮天气过程中，年平均为 7.7 次，出现最多的是 1995 年，为 15 次，其次是 1996 年，为 14 次，最少的是 1986 年，仅有 3 次；20 世纪 80 年代年平均有 7.8 次，90 年代年平均为 8.4 次，21 世纪初的 7 年平均为 8.3 次。

2.2 文山州寒潮的月际变化

由图 2 可看出，近 20 多年来，在文山境内，无论是全州性寒潮还是区域性寒潮，都是集中在 12 月 ~ 次年 2 月，峰值都出现在 1 月；1 月份全

州性寒潮总的出现 33 次，12 月和 2 月分别出现 11 次和 15 次，3 月份出现过 2 次，11 月和 4 月都没出现过；区域性寒潮 1 月份出现过 88 次，12 月和 3 月分别出现 47 次和 48 次，11 月有 9 次，3 月有 24 次；而前人统计过的前 26 年的 11 月还出现过全州性寒潮，且 3 月份出现的次数也不少。可以看出，随着全球气温逐年变暖，影响文山州的寒潮时段也逐步缩短，但高峰月和次高峰月的频数变化不大。

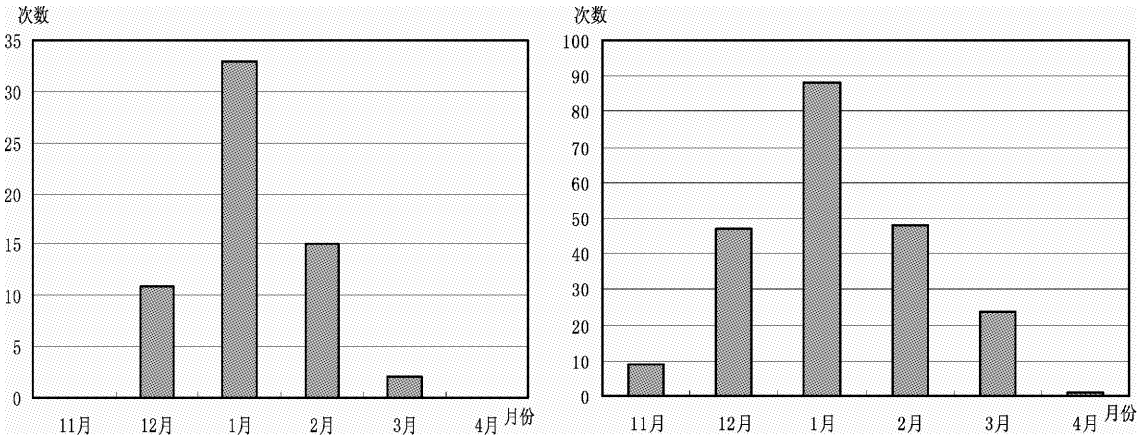


图 2 文山州冬季全州性寒潮 (a) 和区域性寒潮 (b) 月际变化曲线  
Fig. 2 Monthly variation curve of statewide (a) and regional (b) cold wave weather process in winter in Wenshan

表 3 文山州全州性寒潮天气过程中各县出现的次数比率

Tab. 3 Ratio of the number of each station occurrences during statewide cold wave weather process in Wenshan

| 项目     | 县名    |       |       |       |       |       |       |      |
|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|
|        | 文山    | 砚山    | 西畴    | 马关    | 麻栗坡   | 丘北    | 广南    | 富宁   |
| 寒潮次数/次 | 55    | 59    | 61    | 53    | 37    | 59    | 52    | 31   |
| 出现概率/% | 86.9  | 96.7  | 100.0 | 86.9  | 60.7  | 96.7  | 85.2  | 50.8 |
| 海拔高度/m | 1 271 | 1 561 | 1 507 | 1 332 | 1 093 | 1 518 | 1 249 | 685  |

2.3 地区分布

在 61 次全州性寒潮天气过程中，以西畴出现的最多，出现 61 次，占 100%，其次是砚山和丘北，出现 59 次，占 96.7%，麻栗坡和富宁出现得最少，分别出现 37 次和 31 次，分别占 60.7% 和 50.8%，统计中发现，寒潮出现的概率与站点的海拔高度有一定的关系，海拔高的站出现寒潮的概率相对要比海拔低的出现的概率要大（表 3）；另外，在 61 次全州性寒潮天气过程中，8 个站全都达到寒潮标准的有 22 次，7 个站的有 14 次，6 个站的有 9 次，5 个站的有 16 次。

3 各个寒潮关键区特征

3.1 500 hPa 寒潮关键区(35°~45°N、95°~105°E)

出现寒潮前 1~2 天，在 61 次全州性寒潮天气过程中，关键区内北风分量不是很明显，最大风速 80% 达 18 m/s，最低气温 80% 达 -32℃，其中 8 站一起达到寒潮标准的其关键区内的最低气温达 -36℃ 以上，强度稍强；区域内平均气温 70% 都小于 -28℃；500 hPa 上，甘肃、成都、西昌、威宁等 4 站中 24 小时变温至少有两项 ≤0℃ 的占 70% 以上，其中 8 站一起达到寒潮标准的天气过程中，有 80% 的这 4 项全 ≤0℃。

3.2 700 hPa 寒潮关键区(30°~40°N、100°~110°E)

在 61 次全州性寒潮天气过程中，关键区内北风分量比较明显，76% 的最大风速 ≥12 m/s，95% 的最低气温 ≤-16℃，86% 的区域内各站平均气温 ≤-12℃。

3.3 850 hPa 寒潮关键区(22°~27°N、100°~110°E)

850 hPa 上，蒙自与贵阳的温差 96% ≥8℃，蒙自与贵阳的高度场差值有 85% ≤-2 hPa，蒙自与成都的高度场差值有 70% ≤-4 hPa；冷高压中心高度值 91% ≥156 hPa，中心附近最低气温 80% ≤16℃；90% 以上都有切变。

3.4 地面关键区 (25°~30°N、105°~110°E 和 25°~35°N、105°~115°E)

地面上，这 61 次全州性寒潮天气过程中，

84% 的冷高压 ≥1 045 hPa，在 25°~30°N、105°~110°E 内的最大气压有 89% ≥1 027.5 hPa；在 25°~35°N、105°~115°E 内，最大气压有 93% ≥1 032.5 hPa。

4 路径特征

影响文山州的寒潮过程一般有两个路径，即偏北路径和偏东路径，偏北路径就是指切变位于四川东南部-滇东北等地，或切变位于湖南-贵州一线，或切变位于湖南-广西北部，以及切变位于广东北部-广西北部等这几种类型；而偏东路径则是指切变位于广东中部和广西中部以南而产生的回流。影响文山州最多的寒潮过程是偏北路径，在这 29 年的 61 次全州性寒潮天气过程中，有 48 次是偏北路径，占 78.7%。偏东路径的冷空气要稍微弱一些，偏北路径的较强。

5 小结

(1) 统计 1980 年~2008 年逐年全州 8 个观测站出现寒潮的次数，在得出的 61 次全州性寒潮天气过程中，西畴出现的概率最大，达到 100%，其次是丘北和砚山，这与站点的海拔高度有一定的对应关系。

(2) 统计影响文山州寒潮天气过程出现的频率，发现从 20 世纪 80 年代到 21 世纪初，该频率是呈下降变化趋势；且在冬半年里主要出现在 12~2 月，峰值出现在 1 月。

(3) 持续时间长或降温幅度大的并不一定是最强的寒潮天气过程，但其危害性也比较大。

(4) 出现寒潮前 1~2 天，500 hPa 上，关键区内将会出现较强低温，达 -32℃ 以上，且甘肃、成都、西昌、威宁等 4 站中 24 小时变温至少有两项 ≤0℃；出现较强寒潮时，关键区内最低气温将达到 -36℃ 以上，且甘肃、成都、西昌、威宁等 4 站中 24 小时变温将全都 ≤0℃。

(5) 出现寒潮前 1~2 天, 700 hPa 关键区内北  
风分量比较明显。

(6) 850 hPa 上, 蒙自与贵阳的温差  $\geq 8\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、  
高度场差值  $\leq -2\text{ hPa}$ , 且切变较明显。

参考文献:

[1] 秦剑, 琚建华, 解明恩, 等. 低纬高原天气气候 [M]. 北京: 气象出版社, 1997: 107 - 108.  
[2] 秦剑, 解明恩. 云南气象灾害总论 [M]. 北京: 气象出版社, 2000: 66 - 77.

ANALYSIS FOR THE CLIMATIC Characteristics OF COLD WAVE IN WENSHAN

WANG Li<sup>1</sup>, ZHU Wei<sup>1</sup>, LONG Chun-hua<sup>1</sup>, SUN Xiu-fen<sup>2</sup>

(1. *The Meteorological Bureau of Wenshan Prefecture, Wenshan 663000, Yunnan, China;*  
2. *The Meteorological Bureau of Yuxi Prefecture, Yuxi 653100, Yunnan, China*)

**Abstract:** To calculate the 24 hours and 48 hours of cooling rate, meteorological data (the daily average temperature, minimum temperature, cold temperature threshold Tk) from 1980 to 2008 of 8 stations of Wenshan were used. According to the cold weather bureau standards of Yunnan province and the climatic characteristics of Wenshan, We found the weather process according with the standards, and analyzed the statistical characteristics of the cold at the state's 8 stations, such as the temporal and spatial distribution, intensity, path etc. The results showed that the frequency of cold at each station correlated with not only the location, but also the altitude of the station. The frequency of cold wave showed a decreasing trend. 1 to 2 days before the cold wave, there was indicative changes in the key areas on each floor. It has important reference value to find these features for the forecast of cold wave in Wenshan county.

**Key words:** Yunnan Wenshan; cold wave; characteristic; index

~~~~~  
(上接第 51 页)

GIS-BASED SMALL GRIDS COMPUTATION AND CHARACTERIZATION
ANALYSIS OF AVERAGE TEMPERATURE IN GUILIN

HUANG Qing-zhong

(*Hechi Meteorological Bureau, Hechi 547000, Guangxi, China*)

Abstract: The surface average temperature distribution was influenced by the latitude, the altitude above sea level and the terrain, as well as other factors. With 1: 25 ten thousand DEM data and common temperature of Guilin multiple weather stations for years 1971 to 2000 convention temperature material, through the regression analysis method, the developed spatial calculation model about monthly and annual mean temperature of Guilin City was established. Applying software tools such as Mapinfo and Arcgis, corrected average temperatures were obtained to take into account terrain factors. After testing the developed model, the simulation results were found to be highly precise in predicting the spatial temperature variations for Guilin, it had provided the reliable high resolution thermal essential factor foundation data for the fine refinement's agriculture climatic resource regionalization.

Key words: temperature; GIS; small grids

自动观测站气象资料在农业气候区划中的应用

黄进云, 谢敬明, 黄 萍

(红河州气象局, 云南 个旧 661100)

摘要: 选取2008年1月~2009年12月自动气象观测站观测资料进行统计、计算。采用年平均气温、大于10℃积温、标准化降水指数、干燥度等作为气候影响因子进行影响评述, 其结果通过F检验。参考地理位置、海拔高度和农作物、经济作物、植被等因素作辅助分析, 采用聂斯切洛夫综合判别的方法得到相关关系。在1990年完成的《红河州农业气候区划》的基础上作进一步的补充、细化和完善, 建立气候分析综合指标方程模式, 运用定量化指标作农业气候分析, 在农业气候区划指标和方法上作新的探索。为气候资源的开发利用和农业可持续发展提供可靠的科学依据。

关键词: 气象观测站; 气象资料; 农业气候

中图分类号: S162.2

文献标识码: A

文章编号: 1001-7852(2010)S0-0074-06

0 引言

红河州位于云南省东南部地区, 国土面积 $3.23 \times 10^4 \text{ km}^2$, 北纬 $22^\circ 26' \sim 24^\circ 45'$ 、东经 $101^\circ 48' \sim 104^\circ 17'$, 北回归线横穿中部。山脉走势处于云岭分支的六诏山和哀牢山的南延地带, 多呈阶梯由西北向东南渐次递减。州内海拔高差大, 最高点为金平县西南部的西隆山, 海拔3 074 m; 最低点在河口县城与南溪河交汇处, 海拔76.4 m; 高差近3 000 m, 形成红河州复杂多变的方体气候类型, 同时也蕴藏了丰富的气候资源。

在地方政府的大力支持下, 红河州气象部门至2007年底已在全州建成自动气象观测站109个。红河州气象局曾于1980年至1988年开展气候资源普查和农业气候区划工作, 当时由于没有自动气象观测站, 设人工观测站投入人力、物力较大, 所设观测对比站点少, 获取的资料有限。为了更详实地反映红河州区域内的气候状况, 运用红河州已建成的109个自动气象观测站的气象要素资料, 在上次农业气候区划成果的基础上, 应用农业气候分区综合

计算指标及等级划分的新方法, 对全州的气候资源状况作进一步的细化、补充和完善, 为红河州气候资源的开发利用和农业可持续发展提供依据。

1 自动气象观测站观测资料在气候分析中的运用

自动气象站是近年来新投入使用的高科技气象观测设备, 其具有运行成本低、人为干扰因素少和时间分辨率高等优点, 应用前景非常广泛。

1.1 资料的选取

红河州已于2007年底以前建成了109个乡镇自动气象观测站, 站点分布于全州各县市乡镇, 具有水平分布和垂直梯度的代表性。用2008年1月~2009年12月自动气象观测站观测资料进行统计、计算, 与人工观测站观测资料作误差订正分析, 再对资料作向前延伸处理。使资料更能详实地反映出本州行政区域内气象要素的分布状况, 为我们进行农业气候资源分析提供了较为完整的气象要素依据。州内地形错综复杂, 海拔高差悬殊, 热量和降雨量水平分布不平衡, 垂直

差异明显。热量在空间分布上具有北低南高、西暖东冷、干热河谷高于湿热河谷的特点。红河河谷地带由于海拔低，形成了以红河流域为中心的一条高温地带，从个旧市蔓耗镇以上为干热河谷地带，以下至河口为湿热气候带。年降雨量水平分布具有南多北少，雨季开始从南向北的特点。为更好地了解 and 掌握红河州的气候资源及其特

点，充分发挥气候资源优势，为发展当地特优产品进行气候资源开发提供科学决策依据。

1.2 年降雨量分布特征

红河州季风气候特征明显，降雨量分布在水平方向、垂直方向和季节时间上极不均衡。具有南多北少、山区多于坝区、雨季（5~9 月降雨量占全年的 75%）多于干季 的分布特点，见图 1。

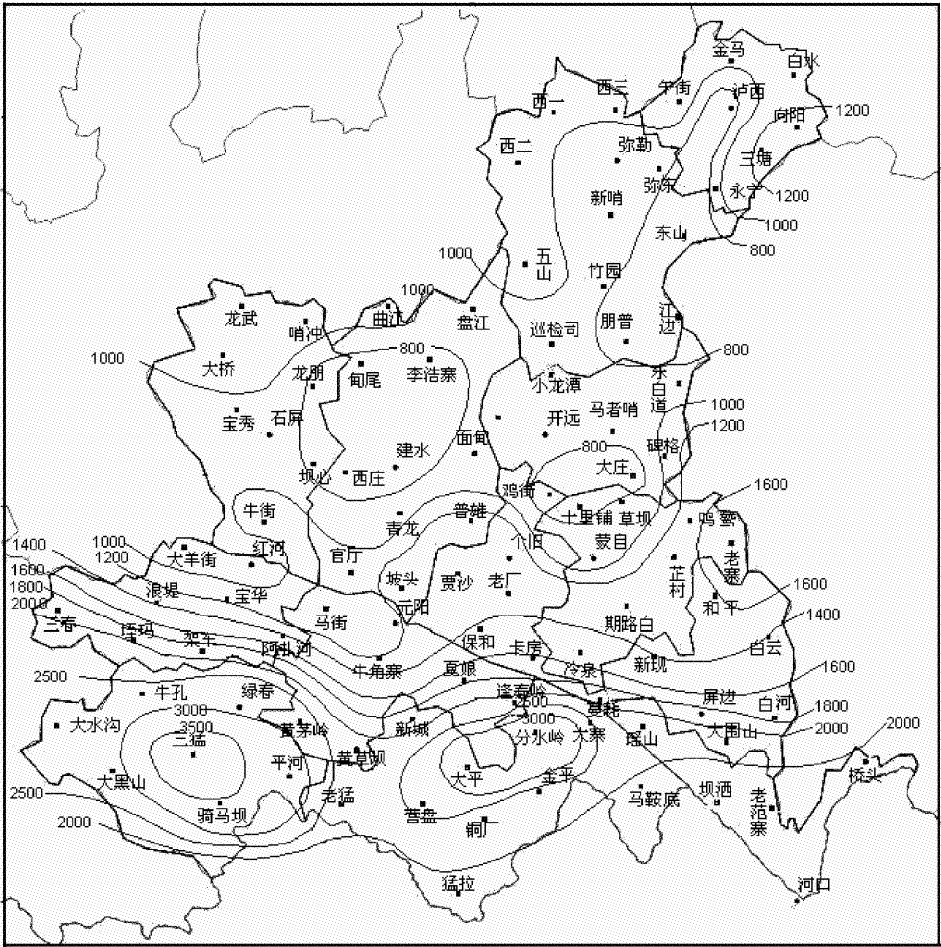


图 1 红河州区域年平均降雨量分布图

Fig. 1 Regional annual average rainfall distribution map of Honghe Prefecture

从图 1 可以看出，红河州南北地区降雨量分布极不均匀，表现为南多北少降雨分布特征。出现两个强降雨区，分别以绿春县的三猛乡（年降雨量 3 629 mm）和金平县的分水岭（3 216 mm）为中心。红河河谷地带年降雨量在 1 500~2 000 mm，东部边缘地区降雨量由于常受冷空气侵袭频繁要多于中部和西部边缘地区。降雨量最少的 3 个区域分别是：建水、蒙自、开远、弥勒坝区。

1.3 年气温分布特征

红河州境内地形特殊，海拔高差悬殊，热量水

平分布复杂，垂直差异明显。热量在空间分布上具有西暖东冷，干热河谷高于湿热河谷的特点，见图 2。

气温较高的地带位于红河流域低海拔河谷和南溪河低海拔地区和南部边缘地区，年平均气温在 22℃ 以上；其次是中部坝区和部份中海拔山区，气温在 18~22℃。气温较低的地区是中部的个旧山区、州东北部的山区，年平均气温均 14~18℃。气温最低的高海拔地区，年平均气温低于 14℃。

式中： t_i 为 $\geq 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的年度积温； $\&$ 为权重系数。

2.1.3 标准化降水指数

降水相对变率是反映水分条件的主要气候因子，其反映出现干旱或洪涝可能性的大小。由于不同地区、不同时间降水量变化大，直接用降水量很难相互比较。降水分布不是正态分布，采用分布概率来描述降水量的变化，求得标准化降水指标。

设某时段降水量为随机变量 x ，某一年的降水量为 x_0 ，其分布概率密度函数为：

$$f(x) = \frac{1}{\beta^{\gamma} \Gamma(\gamma)} x^{(\gamma-1)} e^{-x/\beta} \tag{3}$$

$$\Gamma(\gamma) = \int_0^{\infty} x^{(\gamma-1)} e^{-x} dx \tag{4}$$

式中： β 为尺度参数； γ 为形状参数。

随机变量 x 小于 x_0 事件的概率为：

$$p(x < x_0) = \int_0^{\infty} f(x) dx \tag{5}$$

对 Γ 分布概率进行正态分布标准化处理得：

$$p(x < x_0) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_0^{\infty} e^{-x^2/2} dx \tag{6}$$

对 (4) 式进行近似求解标准化降水指数 (Z) 得：

$$Z = \gamma \frac{s[t - (c_2t + c_1)t + c_0]}{[(d_3 + d_2)t + d_1]t + 1} \tag{7}$$

式中： $t = \sqrt{\ln \frac{1}{p^2}}$ ； p 为 (5) 求得的概率值，当 $p > 0.5$ 时， $S = 1$ ； $p \leq 0.5$ 时， $S = -1$ 。

$$c_0 = 2.515517, c_1 = 0.802853, c_2 = 0.010328, \\ d_1 = 1.432788, d_2 = 0.189269, d_3 = 0.001308$$

2.1.4 干燥度

干燥度是衡量一个地区干湿程度的定量指标，也是水分资源的区划指标。

其计算公式为：

$$K = \delta \frac{c \sum T}{R} \tag{8}$$

式中： k 为年干燥度， $k = 1$ 时表示水分大体收支平衡， $k > 1$ 时表示水分支大于收， $k < 1$ 时表示水分支小于收； C 为系数； $\sum T$ 为 $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 活动积温； R 为 $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ （日平均气温）期间的降水量。

2.2 综合指标计算及等级划分

其计算公式为：

$$W = \alpha \bar{t} + \beta \sum t_i + \gamma \frac{s[t - (c_2t + c_1)t + c_0]}{[(d_3 + d_2)t + d_1]t + 1} + \delta \frac{c \sum T}{R} \tag{9}$$

式中： α 、 $\&$ 、 γ 、 δ 为权重系数，分别取 $\alpha = 0.7$ 、 $\& = 0.00175$ 、 $\gamma = 0.36$ 、 $\delta = 0.63$ 。

依据综合计算指标，参考海拔高度，将全州划分为北热带气候带、南亚热带气候带、北亚热带气候带、温带气候带、高寒山区气候带 5 个大的农业气候带；结合地理环境、农作物、经济作物、植被等因素，将五大农业气候区再细分为 18 个亚区（见表 1）。

2.3 气候类型评述

红河州处于典型的季风气候区域，干湿季分明，瞎区地形复杂多变和海拔高差悬殊大，形成了多种气候特征和生物多样性，由一年一熟到一年多熟的农业种植制度。

按气候特征可划分为：

热带气候：海拔低于 700 m，年平均气温高于 $21\text{ }^{\circ}\text{C}$ 多集中在南部边缘和红河、南溪低海拔地区。

主要种植物：橡胶、紫胶、双季稻、热带水果。农业种植制度可一年多熟。

南亚热带气候：海拔 700 ~ 1 200 m，年平均气温 $16\text{ }^{\circ}\text{C}$ ~ $21\text{ }^{\circ}\text{C}$ 中部坝区和部份中海拔山区。

主要种植物：紫胶、双季稻、甘蔗、烤烟、八角、牧区、水果区。可一年二熟，热量有余。

北亚热带气候：海拔 1 200 ~ 1 800 m，年平均气温 $16\text{ }^{\circ}\text{C}$ ~ $21\text{ }^{\circ}\text{C}$ 中部坝区和部份中海拔山区，可一年两熟。

主要种植物：杂交稻、玉米、油料、烤烟、甘蔗、茶叶、草果、林区。

温带气候：海拔 1 800 ~ 2 300 m，年平均气温 $12\text{ }^{\circ}\text{C}$ ~ $16\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的中高海拔山区为温带。

主要种植物：杂交稻、玉米、油料、用材林、水源林、牧区、国家级自然保护林区。可一年两熟，大春生产两头易受低温影响。

高寒山区：海拔 2 300 m 以上，年平均气温低于 $12\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的高海拔山区。

主要种植物：玉米、油料、杉木、经济林、水源林、牧区。可一年一熟，以荞麦、洋芋为主。见图 3。

表 1 红河州农业气候类型分区

Tab. 1 Division of Agricultural Climate type of Honghe Prefecture

区号	气候区名称	海拔	综合指标	气候亚区名称
I	北热带气候带	700 m	36	I 1 北热带湿润河谷橡胶、三熟制热作区
				I 2 北热带半干旱半湿润河谷双季稻、热果区
				I 3 北热带湿润河谷橡胶、双季稻、热果区
II	南亚热带气候带	700 ~ 1 200 m	25 ~ 34. 9	II 1 南亚热带湿润山区双季稻、热果、紫胶区
				II 2 南亚热带半湿润山区热果、粮、牧区
				II 3 南亚热带湿润山区粮、牧区、八角区
				II 4 南亚热干热坝区粮、甘蔗、烤烟、水果区
				II 5 南亚热半湿润河谷粮、水果、牧区
III	北亚热带气候带	1 200 ~ 1 800 m	18 ~ 24. 9	III 1 北亚热带湿润山区粮、茶叶、草果区
				III 2 北亚热带半湿润山区粮、烟、林、牧区
				III 3 北亚热带半湿润坝区粮、烟、油、甘蔗区
IV	温带气候带	1 800 ~ 2 300 m	10 ~ 17. 9	IV 1 温带潮湿山区用材林、水源林区
				IV 2 温带湿润山区林、牧、农业区
				IV 3 温带潮湿国家级自然保护林区
				IV 4 温带半湿润山区粮、油、林、牧区
V	高寒山区气候带	2 300 m	9. 9	V 1 高海拔潮湿山区用材林、水源林区
				V 2 高海拔潮湿山区粮、杉木、经济林区
				V 3 高海拔半潮湿山区粮、油、林、牧区

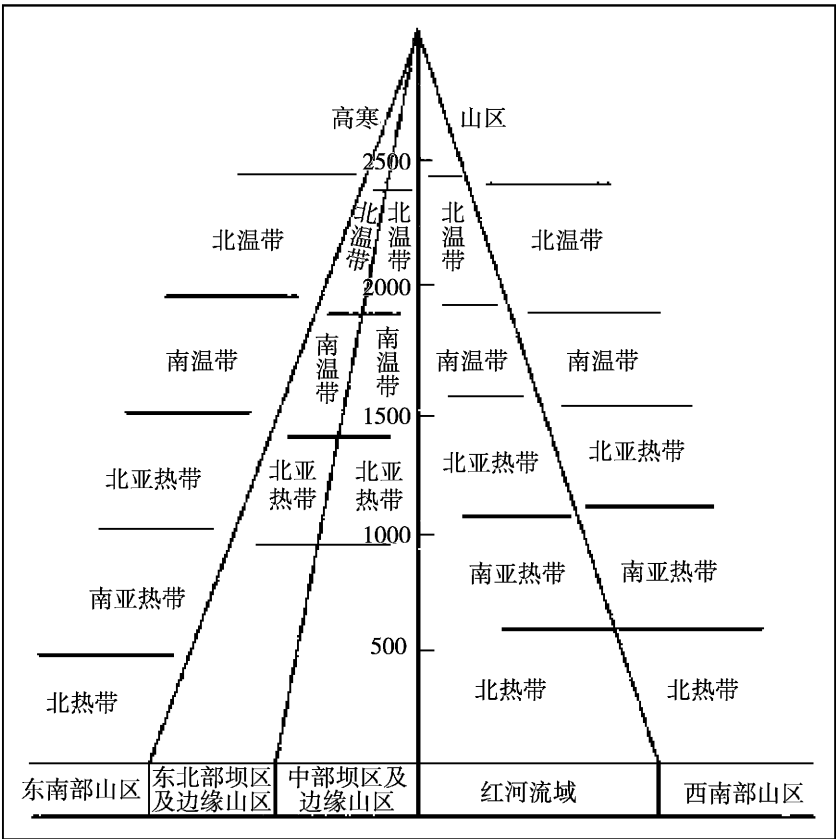


图 3 红河州区域垂直热量带示意图

Fig. 3 Schematic drawing of region vertical quantity of heat belt of Honghe Prefecture

3 结语

近几年，全省大部地区已安装了自动气象观测站。但由于使用时间不长，对人工站与自动观测站之间的观测误差大小和变化规律掌握得不够。由于人工自动气象观测站本身具有资金和人力投入少，人为干扰因素少，时间分辨率高等优点，以后将会大量地应用到气象要素资料观测工作中。

3.1 气象观测资料误差方面

自动气象观测站资料与人工站与自动观测资料客观上确实存在误差，所以对人工站与自动观测资

料进行误差分析，将有效地提高自动站观测资料的使用效果，能更好地发挥自动气象观测站优势。

3.2 农业气候资源划分

在以往农业气候资源区域划分上，虽然运用了很多的指标和方法，但多为定性的指标，使用部份定量指标也是分开运用的。本文运用综合判别定量指标为主导因子，地理环境和农作物、经济作物、植被等因素作辅助因子，结合本地区的农业生产实际划分农业气候资源区域。探索出现一种科学、有效和实用的农业气候资源区域划分的新方法，为农业气候资源区域划分方法作为参考。

参考文献：

[1] 黄泽霖，李鑫，王增福，等．红河州农业气候区划．红河州气象局，1990. 12.
[2] 自动气象站用户手册．
[3] 陈宗瑜．云南气候总论 [M]．北京：气象出版社，2001. 9.
[4] 生态气象监测指标体系（试行）．中国气象局，2006. 3.
[5] 王正非，余家世，崔启武．森林气象观测及森林火灾预报法 [M]．北京：中国林业出版社，1960：4.

THE APPLICATION OF AUTOMATIC OBSERVATION STATION
METEOROLOGICAL DATA IN AGRO-CLIMATIC DIVISION

HUANG Jin-yun, XIE Jing-ming, HUANG Ping

(The Meteorological bureau of Honghe Prefecture, Mengzi 661100, Yunnan, Chain)

Abstract: Select the automatic meteorological observation station observed data in January 2008 to December 2009 were statistically calculated. Using the annual average temperature, accumulated temperature above 10 ℃, the standardized precipitation index, aridity and other factors as the impact of climate comment, its result through the F-test. Reference to geographical position, altitude and crops, cash crops, vegetation and other factors for secondary analysis, obtain the correlational dependence by the method of Nie Siquelufu synthesis distinguished. Further complement, fine and perfect based on “Honghe Prefecture Agro-Climatic Division” that was finished in 1990, set up comprehensive index equation model of the climate analysis, use the index of melting quantitatively for agro-climatic analysis, in the indicators and methods of agro-climatic division for new exploration. Provide the reliable scientific basis for development and utilization of climate resources and agricultural sustainable development.

Key words: meteorological observation stations; meteorological information; agro-climatic

桂西台风灾害性天气的成因分析

卢小丹, 刘国忠, 唐毓勇

(百色市气象局, 广西 百色 533000)

摘要: 采用桂西 1985 年来气象灾情资料及相关 micaps 常规资料对桂西台风灾害进行统计和诊断分析, 结果表明: 桂西台风灾害主要发生在 7~9 月, 其中 8 月发生频率最高; 副热带高压与台风路径有最密切关系; 桂西台风暴雨主要是台风环流本身造成, 而台风与冷空气、西风槽等西风带系统相互作用可使台风暴雨增幅, 形成大暴雨; 西南季风爆发为台风环流输送更多水汽, 涡度、散度、垂直速度相互耦合是桂西台风暴雨最重要的动力机制。

关键词: 桂西台风灾害; 台风路径; 副热带高压; 台风暴雨

中图分类号: P425.6⁺1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-7852(2010)S0-0080-05

0 引言

广西是受台风影响较多的地区, 据统计, 除 2004 年外, 自 1949 年有气象记录以来每年都有台风影响广西, 而台风造成的大范围暴雨天气是桂西夏秋季节主要的灾害性天气之一。据统计, 自 1985 年以来, 台风共使桂西 47 站次受灾, 其中, 8515 号台风、0103 号台风“榴莲”、0606 号台风“派比安”、0809 号热带风暴“北冕”、0814 号台风“黑格比”给桂西造成了大范围的灾害。

1 资料选取

本文采用桂西 1985 年以来气象灾情资料及相关 micaps 常规资料对桂西台风灾害进行统计和诊断分析。

2 桂西台风灾害特征分析

2.1 桂西台风灾害气候概况

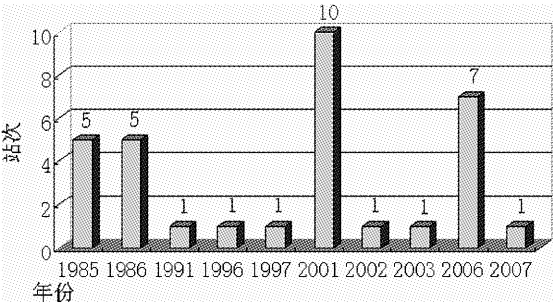
通过统计发现, 自 1985 年以来桂西共有 47 站次遭受台风灾害, 其中 2001 年 3 号台风“榴莲”

造成 10 站次受灾, 是造成灾害范围最大的一次; 而 2008 年受 9 号热带风暴“北冕”及 14 号台风“黑格比”影响, 累计 14 站次受灾, 是桂西遭受台风灾害站次最多的一年 (图 1 a)。桂西台风灾害主要出现在 7~9 月, 此时为热带气旋多发时段, 尤其 8 月, 是桂西台风灾害频率最高的月份, 占总频数的 46.8% (图 1 b)。

2.2 路径分析

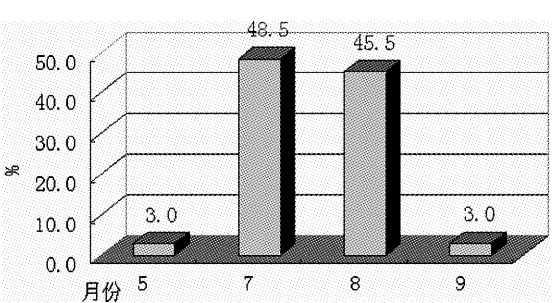
选取了 5 个具有代表性的台风个例, 分别为 1985 年 15 号台风、2001 年 3 号“榴莲”、2006 年 6 号“派比安”、2008 年 09 号“北冕”和 14 号“黑格比”。分析发现, 引起桂西灾害的台风有两个生成源地: 一是南海生成 (120°E 以西); 二是西太平洋生成 (120°以东), 其中南海生成台风 2 个, 西太平洋生成台风 3 个。台风生成后向西北方向移动, 在珠江口至湛江一带登陆, 后向偏西或西北方向移动, 从广西东南部或南部进入广西。有研究表明在珠江口以西到湛江一带登陆的台风可造成广西大范围暴雨或特大暴雨天气过程, 尤其桂南、桂西雨量最大^[1]。

台风进入广西后, 在广西境内不同的的路径对桂西造成的灾害强度、范围等有很大的差异。按台风进入广西后的路径进行划分, 可以分成两类 (图 2):



(a) 桂西台风灾害站次年分布图

(a) The distribution map of typhoon damage stations in western Guangxi, times and years



(b) 桂西台风灾害月分布频率图

(b) The distribution map of typhoon damage frequency in western Guangxi, months

图 1 桂西台风灾害分布图

Fig. 1 The distribution map of typhoon damage in western Guangxi

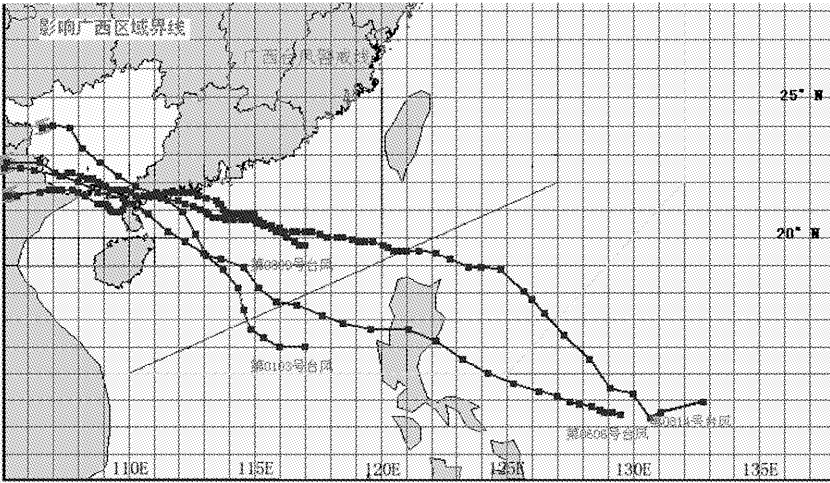


图 2 台风路径图

Fig. 2 The path map of typhoon

(1) 偏西路径。台风进入广西东南部或南部后向偏西方向移动，经桂南、桂西南进入越南，此类路径的台风是造成桂西暴雨灾害出现最多的一类。由此类路径的台风引发的暴雨或特大暴雨灾害主要在桂西右江河谷及南部山区一带。

(2) 西北路径。台风进入广西后以西北方向移动，穿过桂中，一般会经桂西中部后消失或者继续西行至云南，如 1985 年 15 号及 2006 年 06 号台风就属于此类路径。受此类路径的台风影响，桂西暴雨灾害范围会扩大到北部山区。

3 形势特征分析

3.1 副热带高压对台风路径的影响

台风是否会影响桂西，最主要取决于其移动路径，而大量事实表明：台风的移动受各种复杂因素的影响，但起到最主导作用的是高空的引导气流。

对 5 个台风个例进行分析发现，副热带高压的分布、强度变化与影响桂西的台风路径有最密切的关系。

(1) 副高呈虎口形状。台风进入在 120°E 附近的南海以后，西太平洋副高加强西伸影响到华东一带，脊线在维持在 30°N 附近，并呈虎口形状，在这种形势下，副高继续加强西伸，台风在副高的推动下向西北方向移动，从而影响到桂西（图 3 a、b）。

(2) 副高南侧气流引导台风影响桂西。台风在南海活动时，西太平洋副高势力强盛，长轴呈东西走向，西伸控制到中国江南一带，脊线在 25°~32°N 附近稳定维持，在副高南侧气流的引导下，台风将稳定西行。台风登陆后，副高位置的变动对台风在广西境内行进路径有很大影响，若副高有所加强并西伸，台风在内陆地区继续保持偏西方向影响桂西；当副高稍后退或脊线稍北抬，则台风有可能沿西偏北方向影响桂西（图 4 a、b）。

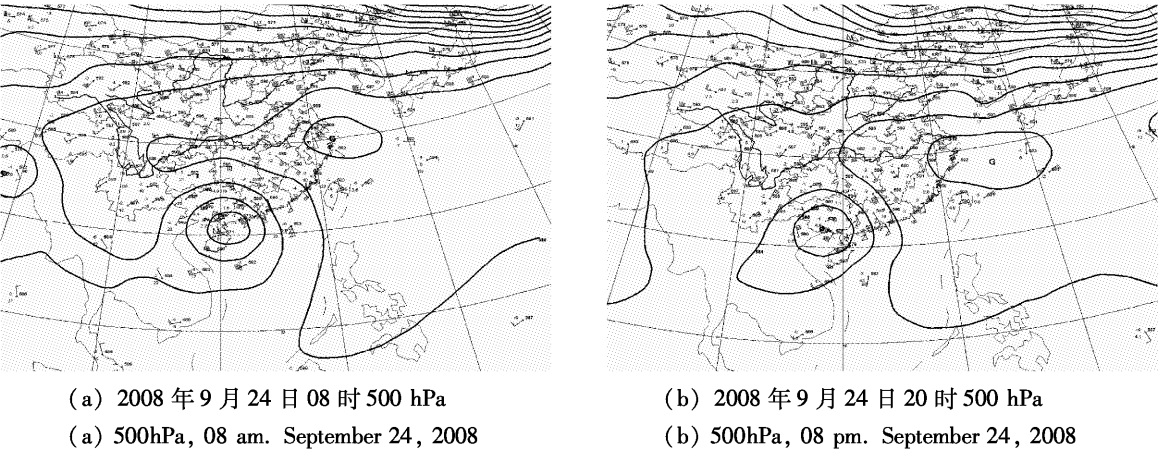


图 3 副高呈虎口形状
Fig. 3 Subtropical high was the tiger's mouth shape

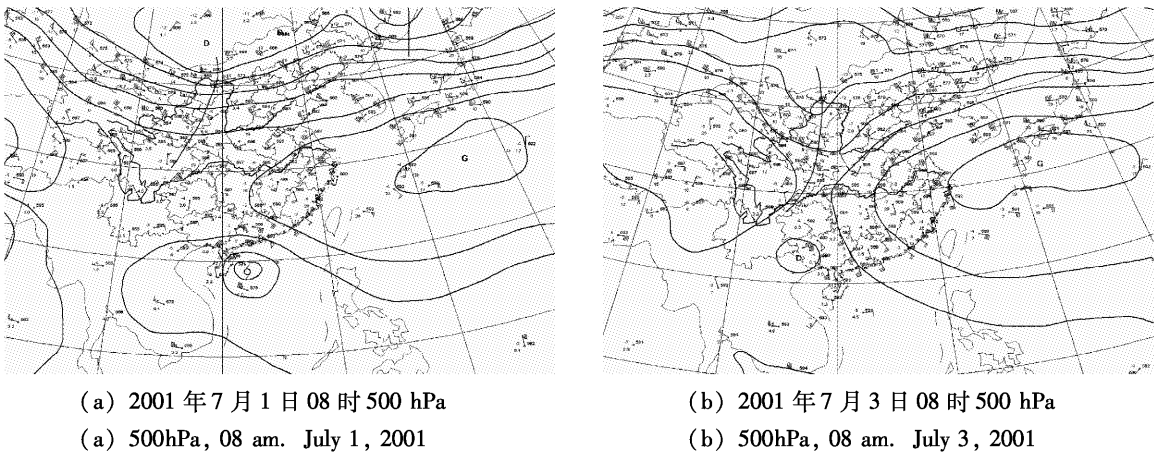


图 4 副高南侧气流对台风路径影响
Fig. 4 Subtropical high south flow on the impact of the typhoon path

3.2 桂西台风暴雨形成机制

台风暴雨是造成桂西台风灾害的主要原因，有研究表明，在珠江口至湛江一带登陆的台风降水与登陆时的强度关系较为密切^[2]。对 5 个影响桂西的台风个例分析发现，登录时中心气压值 ≤ 990 hPa，中心附近风力 ≥ 10 级。登录时强度越大，则台风消失得越慢，就越有利于台风更深入地影响内陆地区。

通过分析发现，影响桂西的台风暴雨形成机制主要有两种：

(1) 台风环流本身造成的暴雨，以 0606 号台风“派比安”为例。“派比安”生成于热带辐合带中，南亚季风的爆发与缓慢北抬的辐合带相互作用，使“派比安”后期发展成台风后强度强，能量充足，水汽充沛，具备了造成持续大范围暴雨的基本条件。台风登陆后进入广西时，西太平洋副高持续增强，副高与台风之间气压梯度小，“派比安”

填塞缓慢。台风影响桂西时，台风后部仍存在较强的偏南风急流，且中南半岛一带有较强的西南暖湿气流使水汽和不稳定能量不断的补充到台风环流中，而过程中高层 200 hPa 广西维持一个辐散的反气旋环流场（图 5 a、b），这样的形势有利于在桂西形成强降水，造成灾害。

(2) 台风与西风带系统共同作用。台风与其他西风带系统共同作用时往往能使暴雨增幅，出现大暴雨或特大暴雨，这是桂西台风灾害比较常见的一种形势，常见与台风相互作用的西风带系统如冷空气或西风槽。

台风登陆西行时，贝湖地区有冷空气堆积，500 hPa 上副高较稳定，副高北侧有明显的西风槽。当台风减弱成的低压移至桂西南一带时，副高势力减弱，西风槽缓慢东移，引导地面冷空气南下。台风低压继续西移至越南北部，桂西处于低压后部，受偏南暖湿气流影响，为桂西输送充足的水汽和不

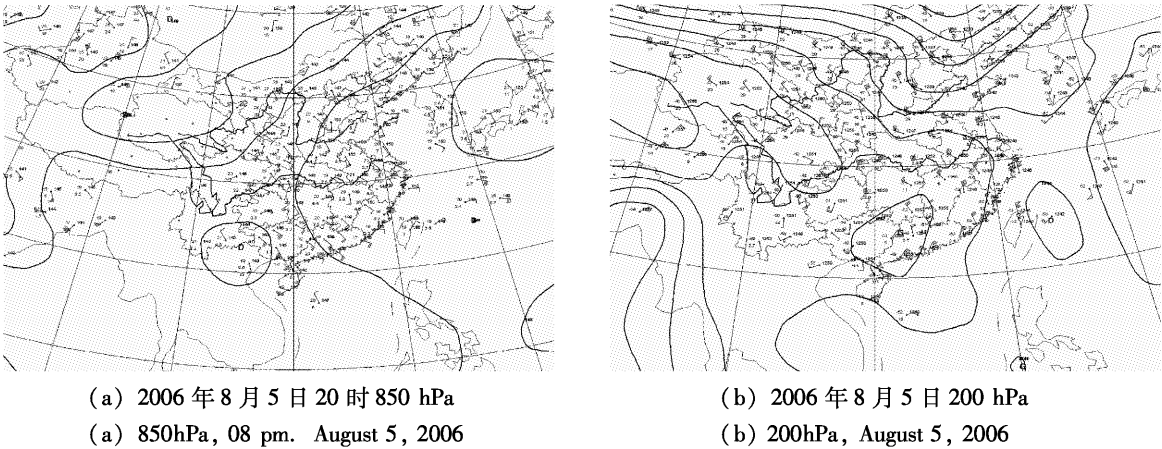


图 5 “派比安”影响桂西形势图
Fig. 5 The situation map of “Prapiroon” affect in western Guangxi

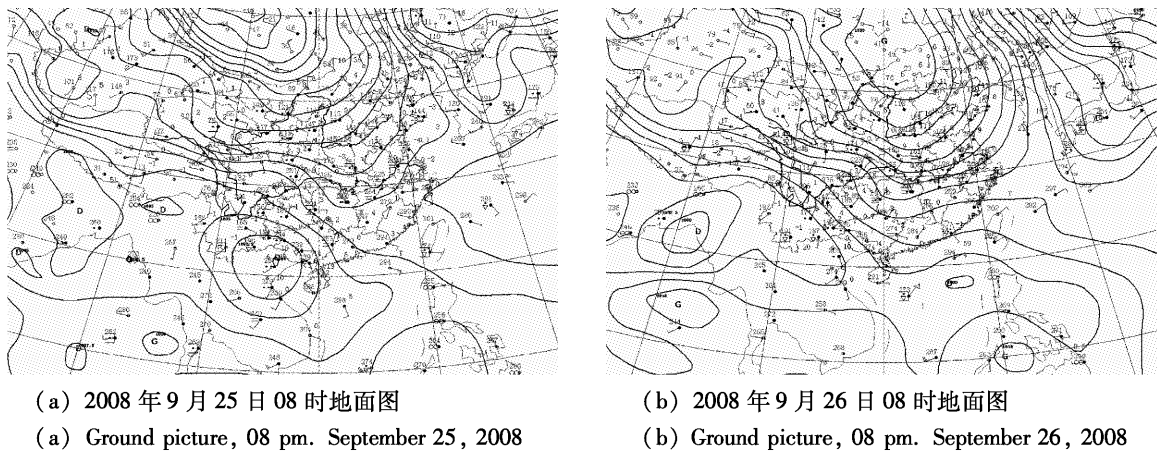


图 6 台风与冷空气作用
Fig. 6 The function of typhoon and cold air

稳定能量，而此时北方冷空气南下开始影响广西（图 6 a、b）。冷暖空气在桂西相互作用加大了大气的斜压性，大量水汽通过辐合抬升，从而导致台风所带来的降雨增强，给桂西造成灾害。

4 物理量场分析

4.1 水汽条件分析

由台风个例水汽通量的分布上看，台风登陆到进入广西，进而影响桂西，其周围在低层都维持水汽通量的大值区，最大值中心在 850 hPa 附近，这表明，台风登录时携带着大量水汽，充足的水汽是台风进入广西后强降水产生的原因。另一方面，西南季风的爆发亦是影响台风暴雨的重要因素。台风登陆到影响桂西，其南侧维持的西南急流可将水汽从海面不断输送到台风环流中，这为台风强降水的维持提供了更有利的条件。

由水汽通量散度的分布上看，台风中心周围为

水汽辐合区，辐合中心位于 850 hPa 附近。随着台风西移影响桂西，辐合中心移到桂西上空，中心值一般可达 $-60 \text{ g/cm}^2 \cdot \text{hPa} \cdot \text{s}$ 以上，这与桂西台风暴雨落区对应。

4.2 动力条件分析

台风在南海活动时，一般在 700 hPa 以下的低层台风区有一个大值的负散度区。随着台风西移，台风区的负散度最大中心也西移，在西移过程中，台风登陆后，台风区负散度最大中心逐渐减弱，而桂西出现一个负散度区。当台风继续西移到影响桂西时，桂西负散度最大中心加强，这表明桂西低层辐合逐渐增强。从高层来看，当台风逐渐靠近桂西时，桂西 700 hPa 以上开始为正散度区控制，正散度最大中心在桂西到桂南一带。这种低层强烈辐合，高层强烈辐散的配置与台风暴雨落区一致。

台风在西行过程中，中心附近始终对应正涡度区，且正涡度中心区一般从低层伸展到 400 hPa 高度附近，形成涡度柱，最大正涡度中心一般出现在

850 ~ 700 hPa 附近。正涡度区随台风西移逐渐控制桂西, 在桂西正涡度值 $40 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1} \sim 80 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$, 最大可达 $100 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$ 。

由垂直速度的分布上看, 台风中心上升运动可伸展到 500 hPa 层或以上, 台风影响桂西时, 桂西上升速度最大值出现在 700 hPa 附近, 值约为 $20 \times 10^{-5} \text{ hPa} \cdot \text{s}^{-1} \sim 40 \times 10^{-5} \text{ hPa} \cdot \text{s}^{-1}$ 。

强散度柱与强涡度柱相互耦合, 容易形成强烈的垂直上升运动; 同时, 低空强烈的辐合导致局地强的正涡度产生, 并通过垂直上升运动输送到高空, 是涡度柱可以维持甚至加强。这中涡度、散度、垂直速度的配置, 是桂西台风暴雨发生的重要动力机制。

5 小结

通过对 1985 年以来桂西台风灾害及造成桂西灾害的台风个例进行分析, 得到以下结论:

(1) 桂西台风灾害主要出现在 7 ~ 9 月, 尤其

8 月是桂西台风灾害频率最高的月份; 台风进入广西后可由偏西及西北两种路径影响桂西, 偏西路径台风一般造成右江河谷及南部山区灾害, 西北路径台风可影响到桂西北部。

(2) 副热带高压的分布、强度变化与影响桂西的台风路径有最密切的关系。副高成虎口形状时, 台风在加强西伸的副高推动下稳定西行影响桂西; 副高强盛且脊线维持在 $25 \sim 32^\circ \text{N}$ 附近时, 其南侧偏南气流引导台风西行影响桂西。

(3) 桂西台风暴雨形成机制主要有两种: 一是台风环流本身造成的暴雨; 一是台风与其它西风带系统共同作用而引起的暴雨增幅, 如台风与冷空气及西风槽的共同作用下, 桂西台风暴雨增强, 出现大暴雨。

(4) 台风登陆时携带的大量水汽, 及西南急流不断把水汽输送到台风环流中, 是桂西台风暴雨形成的重要条件, 水汽辐合中心与台风暴雨落区对应; 涡度、散度、垂直速度的相互耦合是桂西台风暴雨的重要动力机制。

参考文献:

- [1] 黄治逢, 李菁. 台风影响广西造成大范围暴雨的天气类型及预报 [J]. 气象研究与应用, 2007, 28 (4): 8 - 10.
- [2] 蒙远文, 蒋伯仁, 韦相轩, 等. 广西天气及其预报 [M]. 北京: 气象出版社, 1989.
- [3] 朱乾根, 林锦瑞, 寿绍文, 等. 天气学原理和方法 [M]. 北京: 气象出版社, 2000.
- [4] 赵金彪, 刘万杰. 桂西北两次台风降水过程的对比分析与预报概念模型 [J]. 广西气象, 2002, 23 (4): 13 - 15.
- [5] 陈见, 罗建英, 廖胜石. 台风“派比安”分析 [J]. 气象研究与应用, 2007, 28 (2): 1 - 6.
- [6] 张劲梅, 何冰, 叶昌儒. 三个连续性台风特征分析 [J]. 广东气象, 2003, 3: 10 - 12.
- [7] 任素玲, 刘屹岷, 吴国雄. 西太平洋副热带高压和台风相互作用的数值试验研究 [J]. 气象学报, 2007, 65 (3): 329 - 340.
- [8] 王晓芳, 李红莉, 王金龙. 登陆我国热带气旋的气候特征 [J]. 暴雨灾害, 2007, 26 (3): 251 - 255.

ANALYSIS ABOUT THE CAUSES OF THE TYPHOON SEVERE WEATHER IN WESTERN GUANGXI

LU Xiao-dan, LIU Guo-zhong, TANG Yu-yong

(Baise Meteorological Bureau, Baise 533000, Guangxi, China)

Abstract: By using the meteorological disaster information and micaps conventional data of western Guangxi since 1985, based on statistical and diagnostic methods, the typhoon severe weather of western Guangxi was analysed. The results showed that: the typhoon disasters occurred mainly in July to September, in which the highest frequency in August; the subtropical high is closely related with the typhoon track; the typhoon rainstorms in western Guangxi were mainly caused by the typhoon circulation, while the interaction between the typhoons and the westerly zone systems such as cold air, westerly trough can increase the rainfall. The southwest monsoon transport more aqueous vapour for the typhoon circulation, and the coupling between vorticity, divergence and vertical velocity were the most important dynamical mechanisms.

Key words: typhoon disasters of western Guangxi; typhoon track; subtropical high; typhoon rainstorms

2009 年初夏 3 次中 α 尺度对流云团分析

杨 林, 韦昭义

(黔南州气象台, 贵州 黔南 558000)

摘要: 通过对 2009 年初夏黔南 3 次大范围强降水天气过程的中 α 尺度对流云团的天气学和降水特征及其生命史初生、形成、发展和减弱 4 个阶段云团活动特点的分析, 表明 3 次强降水天气过程的中 α 尺度对流云团均发生在 08 时 500 hPa 高空小槽底部, 850、700 hPa 低空偏南风急流左侧; 午后至傍晚前后生成于与 850 hPa、700 hPa 切变线配合的地面辐合线附近; 发展于 700、850 hPa θ_{se} 锋面东侧或南侧的向北凸起的高 θ_{se} 舌内; 成熟于 850、700 hPa 的 θ_{se} 锋面南侧的高 θ_{se} 区中, 凌晨达到最强; 移入 850、700 hPa 高 θ_{se} 区东侧或南侧的低 θ_{se} 区内消散, 或高 θ_{se} 区内减弱消散。降水量在发生、发展阶段相对小, 但雷暴等强对流天气相对强; 暴雨主要发生在成熟及其之后的一段时间内; 在消散初期, 降水稍大但很快减弱。

关键词: 中尺度; 对流云团; 特征分析

中图分类号: P458.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-7852(2010)S0-0085-05

0 引言

中 α 尺度对流云团是春末夏初造成黔南大范围强降水的主要天气系统, 通过对 2009 年初夏 3 个造成黔南大范围强降水天气过程的中 α 尺度对流云团个例的统计分析, 了解和认识中 α 尺度对流云团发生时的天气学特征和降水场特点和其生命史各阶段的云团活动特征, 可为提高数值预报产品释用水平和短期、短时强降水落区预报准确率、改进强降水分析和精细化服务思路提供有益的线索。

1 个例及资料概况

所选个例为 2009 年 6 月对黔南而言影响范围广、降水强度大的 3 次主要强降水天气过程, 均属于切变线类暴雨。所用资料为黔南州气象台 DVBS 所接收处理的高空和地面气象资料、黔南 85 个国家及区域气象站的观测资料、星地通公司的静止气象卫星资料接收处理系统所接收的 FY2C 红外云图。表 1 是 3 个个例的一些基本情况。

表 1 3 次中尺度对流性云团强降水天气过程概况
Tab. 1 The profiles of 3 mesoscale convective clouds heavy precipitation processes

过程日期	影响范围	日降水量	日降水量	最大降水量及站点
		>50 mm 站数	>100 mm 站数	
6 月 8 日 08 时~9 日 08 时	黔南中南部	27	8	荔波佳荣 283 mm; 荔波立化 235 mm
6 月 21 日 08 时~22 日 08 时	黔南中南部	13	0	荔波佳荣 90 mm; 三都中和 94 mm
6 月 29 日 08 时~30 日 08 时	黔南北部和西部	26	6	惠水甲戌 166 mm

2 3 个个例的 α 类对流云团的天气学、降水场及云团活动特征

通过对 3 个个例的天气背景、每半小时一张 FY2C 红外云图、黔南 85 个国家和区域气象站逐小时雨量的对比分析可知,这 3 个个例的中 α 尺度对流云团有以下一些共同特征:

(1) 500 hPa 有高空槽,槽底压到川西南、滇东北及黔西一带;700 hPa、850 hPa 有准东-西向切变线,切变线南侧有一支偏南风急流;700、850 hPa 上有较强的 θ_{se} 锋面,且有向北凸起的高 θ_{se} 舌;地面有准东-西向的辐合线配合。与方宗义在研究中国长江流域中间尺度云团发展的大尺度云型特征时概括出的天气学模型图基本一致^[1]。

(2) 云团最早的小对流单体,生成于与 700

hPa、850 hPa 切变线配合的地面辐合线附近,并沿地面辐合线呈弧状排列;此后初始胚胎在 700、850 hPa θ_{se} 锋面东侧或南侧向北凸起的高 θ_{se} 舌内发展并向东偏南方向移动,移向与 700 ~ 500 hPa 层的平均气流方向大体一致;成熟于 850、700 hPa 的 θ_{se} 锋面南侧的高 θ_{se} 区中;最后,或移入 850、700 hPa 高 θ_{se} 区东侧或南侧的低 θ_{se} 区中消散,或在高 θ_{se} 区内减弱消散。

(3) 云团胚胎于午后发生,前半夜暴发性发展,几小时就成熟,凌晨达到最强。云团在东偏南移动过程中,云团强中心位置的移速度要比云团的移速快。在云团的发生、发展阶段,降水量相对小,但雷暴等强对流天气相对强;暴雨主要发生在成熟及其之后的一段时间内;在消散阶段,初期降水仍较强但很快减弱。

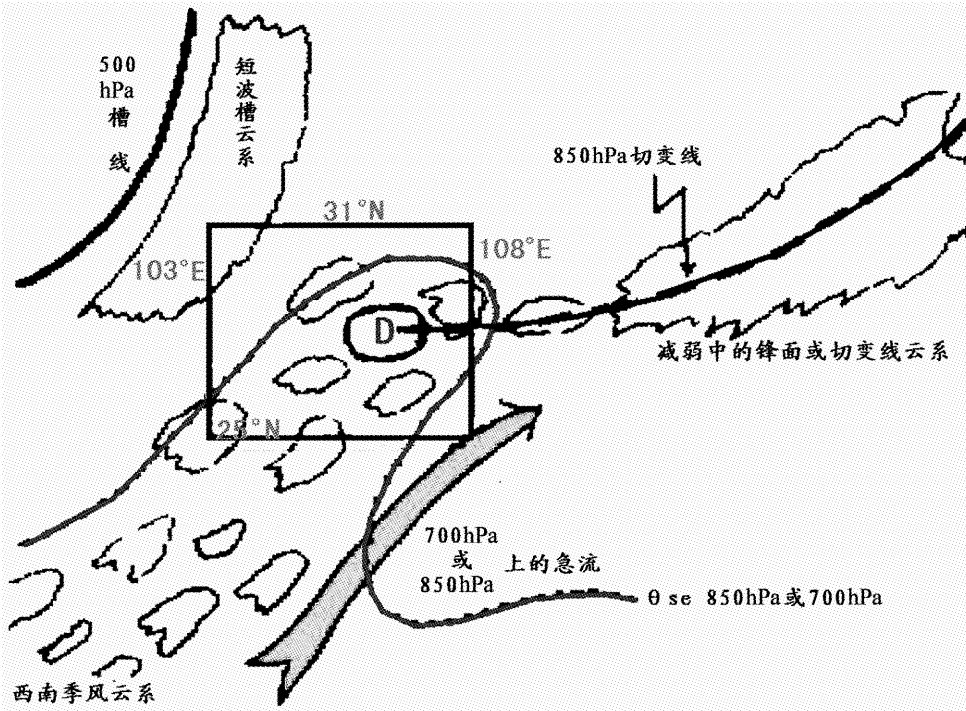


图 1 有利于 MCC 形成和发展的综合模型 (图中方框为 MCC 的有利发展区)
Fig. 1 The integrated model of advantageous of MCC formation and development
(shown in the box for the advantageous of MCC's development area)

3 个个例分析

为清楚说明中 α 尺度对流云团的天气学和降水场特征及云团活动特点,以 2009 年 6 月 8 日 08 时~6 月 9 日 08 时的强降水天气过程为例作详细分析说明。

3.1 云团的演变

通过每半小时一张的 FY2C 红外云图的分析可知:

(1) 初生阶段。6 月 8 日 15 时,在贵州中部有东西向的多个离散的中、小尺度云团,排列成一个向北开口的半圆弧 (图 2a)。

(2) 形成阶段。6 月 8 日 18 时，中尺度小云团已增长、合并成东西向的云团（图 2b），于 6 月 8 日 22 时演变成形状上东小西大、强度上东弱西强的砧状云团并向东移动（图 2c）。

(3) 成熟阶段。6 月 9 日 1 时 31 分，云团发展成熟，面积达到最大，强中心大致呈椭圆形（图 2d）；之后云团面积减小云团强中心开始东移且云

团强中心位置东移的速度要比云团东移的速度快，6 月 9 日 3 时云团强中心呈圆形（图 2e）。

(4) 减弱阶段。6 月 9 日 3 时 32 分，云团呈面积减小、强度减弱的趋势，云团已开始减弱，云团结构虽开始松散，但云团强中心仍呈圆形。之后继续减弱，于 6 月 9 日 8 时云团中心移出贵州境内，形状变为东北 - 西南走向的云带（图 2f）。

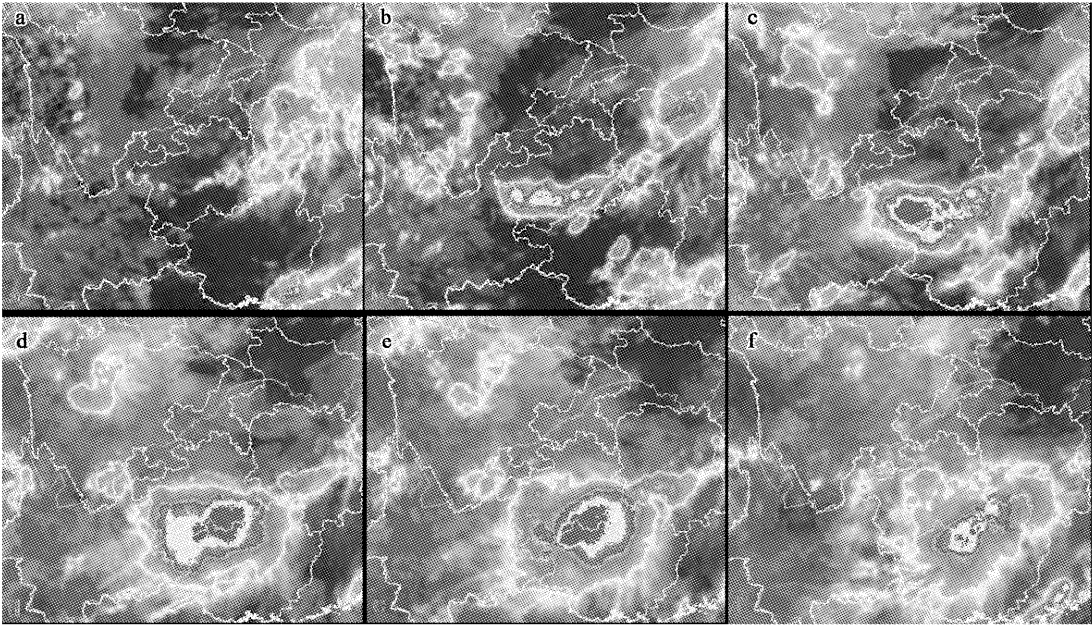


图 2 6 月 8 日 15 时 ~9 日 08 时 α 类云团的 FY2C 红外云图演变图

Fig. 2 Evolution of FY2C infrared cloud map of α Category Cloud at 3:00 p. m. on the June 8 to 8:00 a. m. on the June 9

3.2 云团的降水特征

通过计算分析黔南 85 个国家和区域气象站 6 月 8 日 16 时 ~9 日 08 时逐小时雨量的平均值可知（图 3）：降水强度曲线呈“ Ω ”型，且振幅大，雨

强在从发展阶段向成熟阶段过渡时开始增大，从 3.1 mm/h 增加到 6.2 mm/h，在云团面积达到最大时雨强达到最大，即最强降水出现在其发展成熟阶段。当云团开始减弱时，雨强虽减弱但并不立即明显减小，仍将维持一段时间的较强降水。

通过对黔南逐小时雨量分布图的分析可知：随着云团强中心位置的东移和强度的增强，降水中心也随着东移且强度加大，且降水中心东移的速度与云团强中心东移的速度有较好的同步关系。6 月 8 日 21 ~22 时降水中心位于惠水与平塘交界处，最大降水为惠水姜塘的 41.4 mm/h（图 4a）；6 月 8 日 23 ~24 时降水中心位于平塘与独山交界处，最大降水为平塘者密的 54.3 mm/h（图 4b）；6 月 9 日 1 ~2 时降水中心位于荔波与黔南东南州交界处，最大降水为荔波佳荣的 92.2 mm/h（图 4c）。

3.3 云团的天气背景

从 6 月 8 日 08 时高空和地面天气图可知（图 5a），500 hPa 上在四川盆地东部有高空小槽，槽底

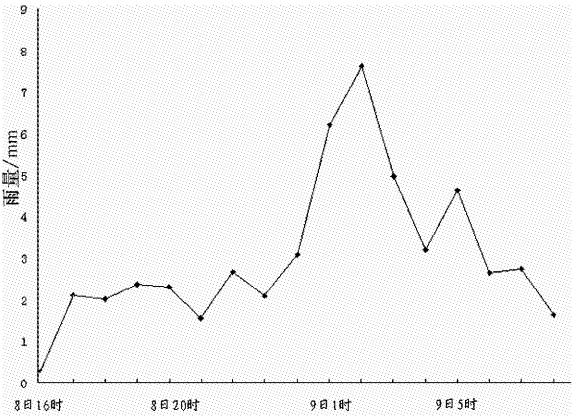


图 3 6 月 8 日 16 时 ~9 日 08 时逐小时雨量演变曲线

Fig. 3 Evolution curve of hourly rainfall from 4:00 p. m. on June 8 to 8:00 a. m. on June 9

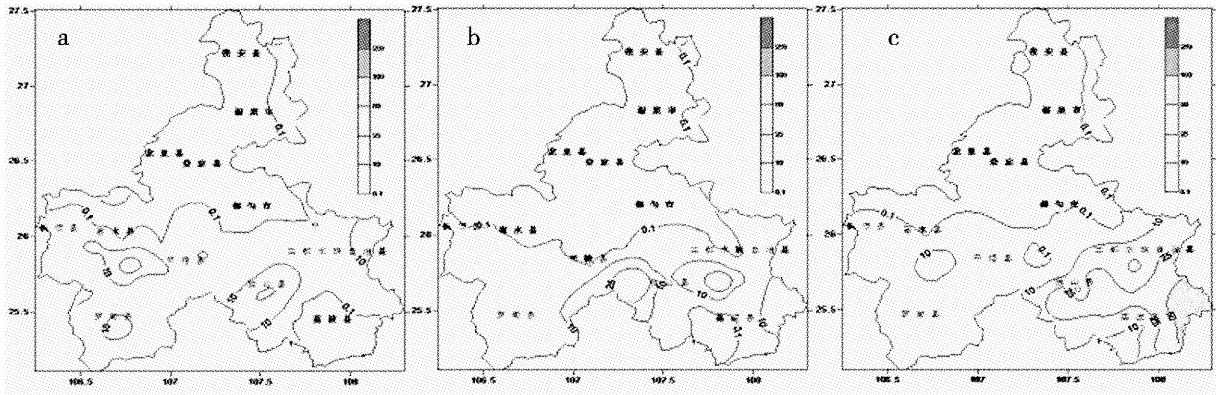


图 4 6 月 8 日 22 时~9 日 2 时云团降水中心演变图

Fig. 4 Evolution map of cloud precipitation center from 10:00 p. m. on June 8 to 2:00 a. m. on June 9

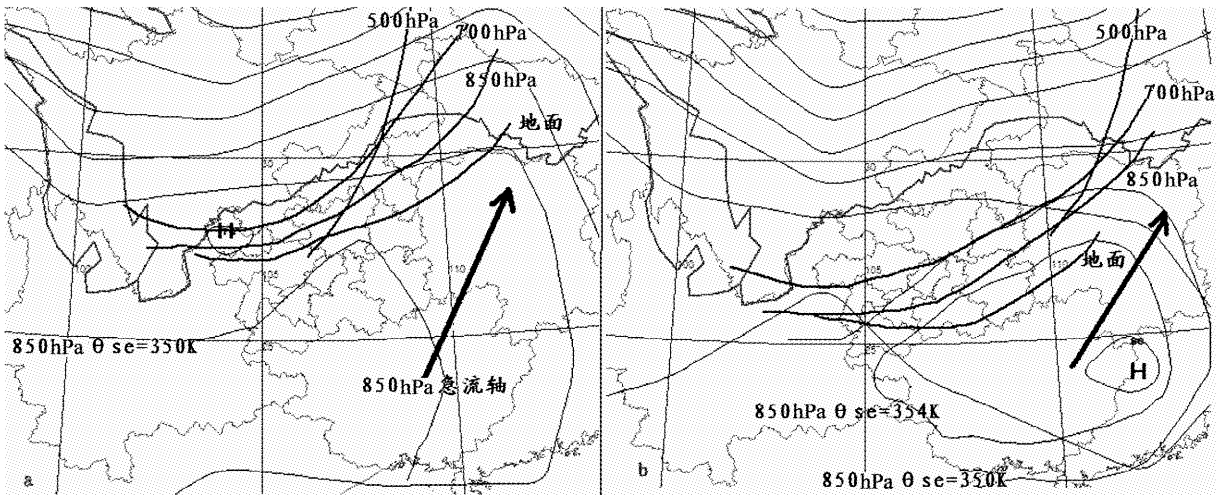


图 5 6 月 8 日 08、20 时天气系统配置图 (图中除标注外, 为 700 hPa θ_{se} 等值线图)

Fig. 5 The weather system disposition chart at 8:00 a. m. and 8:00 p. m. on June 8
(besides marking in picture, is 700 hPa θ_{se} equivalence line charts)

伸到黔北; 700 hPa 有一切变沿渝黔、川黔交界延伸
到川西南; 850 hPa 切变线位于宜昌 - 西阳 - 遵义 - 威宁直至川西南一线; 在地面流场上, 对应
850 hPa 切变线有一条较强的辐合线。地面辐合线
东南侧对应着 700 和 850 hPa 上的 14~20 m/s 的偏
SW 风急流; 急流区内 850 hPa $T - T_d$ 为 0.8~1.2
 $^{\circ}\text{C}$ 、700 hPa $T - T_d$ 为 1.2~2.2 $^{\circ}\text{C}$; 850 hPa 上的
 $\theta_{se} = 350\text{ K}$ 等值线在贵州境内向北凸起, 700 hPa
上的 θ_{se} 锋南侧的 $\theta_{se} = 345\text{ K}$ 的高值区覆盖贵州全
境。6 月 8 日 14 时地面辐合线分别位于六盘水经安
顺中部到贵阳以及贵定麻江一线, 6 月 8 日 14 时云
团的初始胚胎就基本沿着地面辐合线生成, 此后初
始胚胎就在 850 hPa $\theta_{se} = 350\text{ K}$ 等值线向贵州境内
向北凸起的高 θ_{se} 舌区内发展。

到 6 月 8 日 20 时 (图 5b), 500 hPa 高空小槽

东移, 贵州境内为槽后弱西北气流, 700、850 hPa
切变南压到贵州中部一线, 700 和 850 hPa 偏 SW 风
急流减弱, 850 hPa 上为 14 m/s, 且急流轴位置稍
东移; 地面辐合线南压到贵州南部; 急流区仍维持
高湿, 850 hPa $T - T_d$ 升为 0.8~2.0 $^{\circ}\text{C}$ 、700 hPa
 $T - T_d$ 降为 1.0~1.2 $^{\circ}\text{C}$; 850 hPa 上的 $\theta_{se} = 354\text{ K}$
的高值区覆盖贵州东南部, $\theta_{se} = 358\text{ K}$ 的中心位于
桂东北, 700 hPa 上的 θ_{se} 锋南侧的 $\theta_{se} = 350\text{ K}$ 的
高值区仍覆盖贵州全境。云团就在 850 hPa $\theta_{se} = 354\text{ K}$
高值区发展到成熟, 最后减弱消散。

4 结论

通过对 2009 年初夏黔南 3 次大范围强降水天
气过程中 α 尺度对流云团的天气学和降水特征及其

生命史 4 个阶段云团活动特点的分析, 表明:

(1) 中尺度 α 类对流性云团发生、发展的天气系统配置为 08 时 500 hPa 高空小槽底部; 700 hPa、850 hPa 有准东 - 西向切变线, 切变线南侧有一支偏南风急流; 700、850 hPa 上有较强的 θ_{se} 锋面, 且有向北凸起的高 θ_{se} 舌; 地面有准东 - 西向的辐合线配合。

(2) α 类对流性云团最早的小对流单体, 生成于与 700 hPa、850 hPa 切变线配合的地面辐合线附近, 并沿地面辐合线呈弧状排列; 发展于 700、850 hPa θ_{se} 锋面东侧或南侧的向北凸起的高 θ_{se} 舌内并向东偏南方向移动, 移向与 700 ~ 500 hPa 层的平均气流方向大体一致; 成熟于 850、700 hPa 的 θ_{se} 锋面南侧的高 θ_{se} 区中; 最后, 或移入 850、700 hPa

高 θ_{se} 区东侧或南侧的低 θ_{se} 区中消散, 或在高 θ_{se} 区内减弱消散。

(3) 云团胚胎于午后发生, 前半夜暴发性发展, 几小时就成熟, 凌晨达到最强。云团在东偏南移动过程中, 云团强中心位置的移速度要比云团的移速快。在云团的发生、发展阶段, 降水量相对小, 但雷暴等强对流天气相对较强; 暴雨主要发生在成熟及其之后的一段时间内; 在消散初期, 降水稍大且很快减弱。

(4) 3 个个例的中 α 尺度对流云团分析表明, 建立各类灾害性天气的天气学模型, 了解其影响活动过程及特点, 对提高灾害性天气预报准确率具有现实的业务预报意义。

参考文献:

- [1] 方宗义. 夏季长江流域中间尺度云团的研究 [J]. 大气科学进展, 1986, 2 (3): 334 - 340.
- [2] 江吉喜, 叶惠明. 我国南方地区中 - α 尺度对流云团的研究 [J]. 中国气象科学研究院院刊, 1986, 1 (2): 132 - 141.
- [3] 项续康, 江吉喜. 我国南方地区的中尺度对流复合体 [J]. 应用气象学报, 1995, 6 (1): 158 - 166.
- [4] 廖胜石, 罗建英, 姚秀萍, 等. 广西西江流域致洪暴雨过程中尺度特征及机制分析 [J]. 高原气象, 2008, 27 (5): 1161 - 1171.
- [5] 陈茂强, 顾清源, 汪延波, 等. 一次西南低涡特大暴雨的中尺度对流云团特征 [J]. 高原山地气象研究, 2008, 28 (4), 66 - 71.

THE ANALYSIS OF α CRITERION COUNTER-FLOW CLOUD IN EARLY 2009 SUMMER FOR 3 CLUSTER

YANG Lin, WEI Zhao-yi

(The Meteorological Observatory of Qiannan Prefecture, Qiannan 558000, Guizhou, China)

Abstract: Through analysis of the synoptic meteorology, the precipitation characteristic and cloud cluster activity characteristic of its life history newborn, form, develop and weaken in the processes of 3 times a wide range of strong precipitation in the early summer, 2009, Qiannan, it is show that 3 heavy precipitation processes in α - scale convective cloud clusters occurred at 8:00a. m, 500 hPa high altitude, the bottom of the small trough, left side of 850th, 700 hPa low altitude leaning south wind jet stream; produced in near the ground spoke vanishing line of 850 hPa, 700 hPa shear line coordination afternoon to evening around; Developed in the high θ_{se} areas tongue protruding of 700, 850 hPa θ_{se} front north east or south side; matured in 850, 700 hPa θ_{se} in frontal area south side high θ_{se} area, reached the strongest in the early morning; and weakened and dissipated when it moved 850, 700 hPa high θ_{se} area east or south of the region of low θ_{se} , or the area of high θ_{se} . Precipitation is relatively small in the stage of occurrence and development, but thunderstorms and other severe convective weather is relatively strong. Rainfall occured mainly in a period of time of mature and the after. The precipitation is slightly big but decreased quickly in the early dissipation.

Key words: mesoscale; convective clouds; early summer

荔波喀斯特旅游气候资源优势分析

张红霞, 易延勇, 梁正文

(荔波县气象局, 贵州 荔波 558000)

摘要:荔波县地处云贵高原向桂东丘陵过度的斜坡地带,是贵州高原的最后一级阶梯,是地球同纬度喀斯特生态保存最完好的地方,被誉为地球腰带上的“绿宝石”。从降水、气温、日照、人体舒适度等方面对荔波旅游气候资源进行分析,并与杭州、苏州、南京、西安等旅游胜地的气候进行对比,得出荔波的旅游气候资源优势:(1)温度适宜,适合旅游期长;(2)全年湿度适中,风速有利,适合疗养;(3)夏季降水充沛,多夜雨,空气清新凉爽;(4)紫外线辐射弱,适宜户外活动;(5)茂密的森林成为气候的“天然空调”。

关键词:荔波;旅游气候

中图分类号: P463.1

文献标识码: A

文章编号: 1001-7852(2010)S0-0090-06

0 引言

荔波县地处云贵高原向桂东丘陵过度的斜坡地带,是贵州高原的最后一级阶梯,其南部、东部与广西南丹、环江县接壤,西部、北部与贵州省独山县、三都县交界,东北部与榕江、从江县为邻,荔波县地跨北纬 $25^{\circ}07' \sim 25^{\circ}39'$,东经 $107^{\circ}37' \sim 108^{\circ}18'$,属中亚热带季风湿润气候,冬季暖和,夏无酷暑,气候适宜;县境内山峦起伏,植被丰富且保持原始生态,气候多样,立体气候明显,为荔波气候资源开发和可持续发展创造了有利条件。在1994年荔波被国务院批准为国家重点风景名胜区,2005年被国家旅游局和中国地理杂志社评为“中国最美的地方”,同时被国务院和贵州省列为优先发展的重点旅游开发区,2007年被联合国授予“世界自然遗产地”,是中国第六个、贵州第一个世界自然遗产地,是地球同纬度喀斯特生态保存最完好的地方,是地球腰带上的“绿宝石”,以上优越条件的存在,为荔波旅游走向世界打下了良好的基础。

荔波县是旅游资源富裕县,风景区面积占全县总面积的近四分之一,拥有国家级樟江风景名胜区

和被联合国教科文组织纳入“国际人与生物圈保护区网络”的茂兰喀斯特森林自然保护区。已开发景点77处,经专家考证,其中一级景点17处,二级景点25处,三级景点35处。这些景观天然浑成,没有人工斧凿矫饰,风景“野、秀、奇”个性鲜明,世所罕见,具有不可替代的价值,更兼有珍奇的动、植物资源和布依、水、苗、瑶等少数民族独具魅力的浓郁风情,令中外学者和游人倾慕。现已成为贵州南线旅游的一片热土。

因此,我们对荔波丰富的旅游气候资源进行分析评价,从气象角度提出建议,为荔波旅游可持续发展,为政府及有关部门决策荔波旅游经济发展远景规划和生态旅游开发提供科学依据。

1 荔波气候概况

荔波县内山峦起伏,河谷深切,气候多样,立体气候和地区气候明显,海拔为 $300 \sim 1\,468\text{ m}$,在气候带划分上属中亚热带季风湿润气候。气候温热、雨量充沛、多云寡照、雨日较多、空气清爽、气候宜人,全年温差不大,冬无严寒,夏无酷暑,四季分明。年平均气温 $15.0 \sim 19.0\text{ }^{\circ}\text{C}$,最热的7

月平均气温 $22.7 \sim 26.4\text{ }^{\circ}\text{C}$, 最冷的 1 月平均气温 $8.1 \sim 8.8\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。无霜期长达 10 个月以上; 常年雨量充沛, 气候湿润, 年平均降雨量在 $919 \sim 1\,650\text{ mm}$, 一年中的大多数雨量集中在夏季, 为湿季。光照条件较适宜, 降雨日数较多, 相对湿度较大, 年平均日照时数在 $1\,000 \sim 1\,300\text{ h}$, 年雨日 (日降水量 $\geq 0.1\text{ mm}$ 的日数) 一般约 135 d 左右, 年平均相对湿度高达 79%, 季风气候显著, 年平均风速 $1.5 \sim 2.0\text{ m/s}$, 常年主导风为东北风, 夏季为西南风, 冬季以东北风居多。

2 荔波各月气候评价及旅游气候特点

2.1 各月气候评价

1 月: 1 月影响贵州全省的冷空气强盛, 是荔波县一年中平均气温最低的一个月, 也是全年最冷的一个月, 又是一年降水量位于倒数第二的一个月。荔波县该月平均气温 $8.1 \sim 8.8\text{ }^{\circ}\text{C}$; 极端最低气温 $-4.3 \sim -3.1\text{ }^{\circ}\text{C}$; 极端最高气温 $13.3 \sim 27.5\text{ }^{\circ}\text{C}$, 月降水量 $15.8 \sim 28.1\text{ mm}$ 。本月地面一般受冷高压控制, 如果在滇黔间有静止锋存在, 500 hPa 高原到贵州省气流平直, 则可能造成全县的连阴雨天气。由于气温低, 当南支槽活跃时, 县的北部乡镇往往出现降雪和凝冻天气。

2 月: 本月影响贵州全省的冷空气强盛, 地面一般受冷高压控制。月平均气温比 1 月偏高。偶有较强降温天气出现。荔波县该月平均气温 $8.8 \sim 11.0\text{ }^{\circ}\text{C}$, 极端最低气温 $-3.5 \sim -5.7\text{ }^{\circ}\text{C}$, 极端最高气温 $16.1 \sim 32.0\text{ }^{\circ}\text{C}$, 月降水量在 $21.6 \sim 44.2\text{ mm}$ 。

3 月: 本月冬季风减弱, 西南季风开始活跃。白天日照强, 气温急升, 气压剧降, 地面热低压发展, 近地层升温快, 易出现冰雹和较强降温天气。荔波县月平均气温 $12.6 \sim 14.7\text{ }^{\circ}\text{C}$, 极端最低气温 $0.0 \sim 7.7\text{ }^{\circ}\text{C}$, 极端最高气温 $23.8 \sim 34.4\text{ }^{\circ}\text{C}$, 月降水量在 $35.8 \sim 66.2\text{ mm}$ 。

4 月: 本月是暖气流在贵州互相交汇形成锋面较多的时段。由于白天日照强, 近地层升温快, 极易产生不稳定层结, 因此, 本月是荔波县出现冰雹最多的时期, 降水量也比上月急增, 荔波在本月的中旬进入雨季。荔波县月平均气温 $17.2 \sim 20.6\text{ }^{\circ}\text{C}$; 极端最高气温 $27.6 \sim 35.8\text{ }^{\circ}\text{C}$; 极端最低气温 $3.8 \sim 12.9\text{ }^{\circ}\text{C}$, 月降水量在 $101.7 \sim 145.4\text{ mm}$ 。

5 月: 本月西南季风活跃, 加之冷空气尚有一定的势力, 因此常有冷暖空气在贵州省交汇, 产生

暴雨和冰雹天气。由于暖气流活跃, 近地层升温快, 易形成地面热低压, 使得荔波县该月的极端最高气温达 $31.2 \sim 35.5\text{ }^{\circ}\text{C}$, 月平均气温 $21.7 \sim 23.5\text{ }^{\circ}\text{C}$, 极端最低气温 $7.9 \sim 17.0\text{ }^{\circ}\text{C}$, 月降水量在 $171.1 \sim 214.3\text{ mm}$ 。

6 月: 本月西南季风活跃, 冷锋影响贵州全省的频率也较高, 因而多为大一暴雨天气过程。特别是中旬副高脊线将出现第一次北跳过程, 越过北纬 20° , 在 $20 \sim 25\text{ }^{\circ}\text{C}$ 徘徊, 利于水汽输送, 造成荔波县中、下旬降水相对集中。全县该月平均气温 $24.6 \sim 25.8\text{ }^{\circ}\text{C}$; 极端最高气温 $32.0 \sim 36.0\text{ }^{\circ}\text{C}$; 极端最低气温 $2.5 \sim 19.9\text{ }^{\circ}\text{C}$, 月降雨量在 $215.5 \sim 354.5\text{ mm}$ 。

7 月: 本月仍然是西南季风活跃和盛行的季节, 上旬多暴雨天气过程, 全月降雨量仅次于 6 月。中旬以后由于副高第二次北跳, 暴雨出现频率开始减小, 一旦副高强盛, 易出现干旱天气。月降雨量在 $196.8 \sim 302.6\text{ mm}$ 。全县月平均气温 $26.2 \sim 26.4\text{ }^{\circ}\text{C}$; 极端最高气温 $32.8 \sim 37.5\text{ }^{\circ}\text{C}$; 极端最低气温 $15.7 \sim 22.4\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。日最大降雨量为 172.7 mm (出现在 1994 年 7 月 17 日)

8 月: 本月副高脊线位置达全年中的最北端, 贵州全省经常受副高南侧的东南气流控制, 降雨量较 6、7 月有所减少, 出现暴雨少。当副高强盛时, 易出现干旱, 特别是副高与青藏高原高压合并形成高压坝时, 则会出现较重的干旱。8 月下旬受冷空气影响时会出现日平均气温低于 $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的秋风天气; 如于强冷空气影响, 荔波县北部乡镇将出现 1~3 天的秋风天气。荔波县日平均气温 $25.5 \sim 26.5\text{ }^{\circ}\text{C}$; 极端最高气温 $32.7 \sim 39.2\text{ }^{\circ}\text{C}$; 极端最低气温 $17.1 \sim 22.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。荔波县降雨量在 $146.3 \sim 221.7\text{ mm}$ 。

9 月: 本月副高势力减弱, 迅速南撤, 冷空气活动逐渐增多, 出现绵雨天气的频率较高。中旬以前仍有秋风天气出现的可能。荔波县月平均数气温 $22.3 \sim 25.0\text{ }^{\circ}\text{C}$; 极端最高气温 $32.1 \sim 36.9\text{ }^{\circ}\text{C}$; 极端最低气温 $10.6 \sim 18.3\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。荔波县月降雨量 $73.2 \sim 109.7\text{ mm}$ 。

10 月: 本月是秋绵雨出现最多的时段, 占全年出现绵雨总数的一半, 雨季一般在 10 月中旬结束, 偶有强降温出现。荔波县月平均气温 $17.5 \sim 21.0\text{ }^{\circ}\text{C}$; 极端最高气温 $29.2 \sim 35.4\text{ }^{\circ}\text{C}$, 极端最低气温 $5.3 \sim 13.9\text{ }^{\circ}\text{C}$, 月降雨量在 $55.9 \sim 100.5\text{ mm}$ 。

11 月: 本月由于受开始盛行的冬季风影响, 荔波县平均气温降至 $13.0 \sim 16.8\text{ }^{\circ}\text{C}$, 极端最高气温

24.5 ~ 32.7 ℃，极端最低气温 - 0.1 ~ 9.1 ℃。强降温出现的概率少，出现绵雨的频率占全年绵雨总数的 30%，月降水量 38.8 ~ 88.2 mm。

12 月：本月冬季风盛行，荔波县平均气温已降到 9.5 ~ 11.6 ℃，但极端最高气温仍可达到 21.3 ~ 30.5 ℃，而极端最低气温可降至 - 4.1 ~ 4.5 ℃。因此，当前期日平均气温偏高，遇有冷空气南下时，要特别注意强降温天气的出现；当水汽条件好时，有雪凝天气发生。荔波县月降水量在 17.6 ~ 37.2 mm，为全年降水量的最少月份。

2.2 旅游气候特点

(1) 冬无严寒，夏无酷暑。冬季（12 ~ 2 月）全县平均温度在 8.1 ~ 11.6 ℃，冬季较为短促，春季气温回升早，与纬度相近的东部地区比较，算得上冬无严寒。夏季（6 ~ 8 月）全县平均温度在 24.6 ~ 26.5 ℃，县城平均每年只有 1.1 天 35 ℃ 以上的高温出现，县的东部、北部至西部的乡镇都没有 35 ℃ 以上记录出现过，与东部沿海地区的那种酷热高温天气相比，具有“天然大空调”的特点，算得上夏无酷暑。

(2) 紫外线辐射弱、适宜户外活动。全县多年平均年日照时数在 1 000 ~ 1 300 h，为同纬度其他地区的三分之二左右，夏季多为阴间多云天气，因此是紫外线辐射较少的地区。

(3) 雨量充沛，空气湿润清新。全县多年平均年降水量在 919 ~ 1 650 mm，年相对湿度在 75% ~ 82% 左右，而且不同季节之间的变幅较小，是同纬度东部地区所少见。据统计显示：荔波降水主要集中在夜间，即多夜雨，夜间降水量占总降水量的 70% 左右。夜雨之后，大气中的尘埃被清洗，次日的空气湿润清新，空气质量极好，具有“天然氧吧”的特点。

(4) 立体气候明显，物种丰富。全县海拔高差 1 168 m，立体气候较明显，也孕育了生物的多样性。在县内，可见到生长于热带、亚热带和温带的许多动、植物。

3 荔波旅游气象舒适度（SD）评价分析

人体舒适度是各种环境因素综合影响的结果，气象环境是影响人体舒适度的最主要因子，由于气象环境复杂多变，表现形式各异，其与舒适度的关系也具有复杂性和多样化特性，各种气象条件均可

引起人体生理上相应的变化，并可能在一定条件下产生舒适或不舒适的感觉。旅游气象舒适度（SD）是指某时段的地面气温、湿度、风速对人体户外活动舒适程度的综合影响。由于中国幅员辽阔、气候类型多样，计算旅游气象舒适度的公式有很多种。经过对多种公式的比较分析，选择了适合西南地区的公式。它考虑了气温、湿度和风速对人类户外活动的综合影响。其表达式为：

$$SD = 1.8T - 0.55(1.8T - 26)(1 - RH) - 3.2\sqrt{V} + 32$$

式中：SD 为舒适度；T 为气温；RH 为相对湿度；V 为风速。

表 1 人体舒适度划分说明

Tab. 1 Division explanation of human body comfort level

舒适度指数 SD	等级	说明
≤25	-4	很冷,感觉很不舒服,有冻伤的危险
26 ~ 40	-3	冷,大部分人感觉不舒服
41 ~ 50	-2	微冷,少部分人感觉不舒服
51 ~ 58	-1	凉舒适,大部分人感觉舒服
59 ~ 68	0	舒适,绝大部分人感觉舒服
69 ~ 74	1	暖舒适,大部分人感觉舒适
75 ~ 77	2	微热,少部分人感觉不舒适
78 ~ 85	3	热,大部分人感觉不舒服
≥86	4	闷热,感觉不舒服

气象要素及其变化与人体舒适度有显著的关系。在所有的气象要素中，气温是影响人体舒适度的最主要因子。晴朗、温和的天气，给人以舒适和愉悦感。荔波一年中的气温只有冬季和夏季对舒适度有轻微影响，春秋两季的气温最适合人体气温的需要。具体情况如下：

荔波的冬季气温在 8.4 ~ 10.4 ℃，且降雨量显著偏少（绵雨天气少），只占全年雨量的 5%，冬季以晴间多云天气为主，湿度不大；另外，受贵州地形地势影响，影响贵州的冷空气到荔波已明显减弱，对荔波影响较轻；在冷空气活动期间，早晚凉、白天晴、气温回升快，随时感觉暖和且舒适。

荔波县的夏季，还有两个气候特点：一是常有山谷风、夏季风吹拂。二是云多雨多。如同两套巨大的天然空调设备，时刻调节着气温，使荔波县夏天始终保持着凉爽、舒适，空气格外清新。

据有关医学气象实验，人体最感适宜的温度为 18 ~ 24 ℃。除荔波县城和捞村乡夏季（6 ~ 8 月）

平均气温为 25.2 ~ 26.4 ℃ 外，其余乡镇和景区的平均温度在 22.7 ~ 23.9 ℃，刚好在人体感觉适宜的温度范围，加上空气清爽，格外宜人。

我们把荔波县城各月、季的舒适度的计算结果列成表 2、表 3。

表 2 荔波县城各月舒适度

Tab. 2 Comfort level each month, Libo County

月份	舒适度指数	舒适度等级	舒适情况
1	45	-2	微冷
2	47	-2	微冷
3	53	-1	凉舒适
4	62	0	舒适
5	68	0	舒适
6	73	1	暖舒适
7	75	2	微热
8	74	1	暖舒适
9	70	1	暖舒适
10	63	0	舒适
11	55	-1	凉舒适
12	48	-2	微冷

表 3 荔波县城各季度舒适度

Tab. 3 Comfort level each quarter, Libo County

月份	舒适度指数	舒适度等级	舒适情况
冬季（12~2月）	47	-2	微冷
春季（3~5月）	61	0	舒适
夏季（6~8月）	74	1	暖舒适
秋季（9~11月）	55	-1	凉舒适

从荔波县城各月、季舒适度分析，冬季 3 个月只出现微冷，十分有利小孩、老人、病人过冬；春季的 3 月份呈现凉舒适，而 4、5 月份气候舒适宜人；夏季几个月中除了 7 月的气候有微热之外，6 月和 8 月荔波的气候是暖舒适，非常适宜荔波旅游；秋季各月中 9 月暖舒适，10 月气候舒适，11 月气候凉舒适。荔波良好的气候舒适环境，一年四季都适合旅游休闲度假，是名副其实的旅游度假圣地。

4 荔波旅游气候优势

4.1 温度适宜，适合旅游期长

荔波县一年有 11 个月平均气温均在 10 ℃ 以

上，最冷月的 1 月平均气温在 8 ℃ 以上，最低气温低于 0 ℃ 的日数，北部乡镇有 3.7 d，而东南部平均仅有 1.8 d。因此，荔波县的冬季没有严寒。荔波冬季气温比贵州北部地区以及东北部的省、市和云南昆明的气温明显偏高，是广大旅客避寒的最佳选择；加上空气清爽、湿度小，是老人和病人过冬的好地方。冬季气温高，大多数亚热带喜温作物均能安全越冬，整个荔波呈现出春夏秋冬的美景，使荔波的山水更加绚丽多彩。

荔波县城和捞村乡夏季（6 ~ 8 月）平均气温为 25.2 ~ 26.4 ℃，其余乡镇和景区的平均温度在 22.7 ~ 23.9 ℃，刚好在人体感觉适宜的温度范围，加上空气清爽，格外宜人。以最热月 7 月平均气温来看：荔波县城为 26.4 ℃，不仅远远低于南京（28.7 ℃）、武汉（29.0 ℃）、重庆（28.6 ℃）、三大“火炉”城市和桂林（28.4 ℃）、杭州（28.7 ℃）、苏州（28.2 ℃）、广州（28.4 ℃）等风景游览城市的气温；而且远低于上海（27.9 ℃）、西安（26.7 ℃）等著名旅游城市夏季的气温；旅游景区及其余乡镇的气温 23.9 ℃ 甚至比避暑山庄承德（25.0 ℃）、大连（24.1 ℃）、青岛（25.4 ℃）等地夏季气温都偏低。可见，荔波县夏季凉爽程度连天下闻名的大连、青岛和承德等避暑胜地也相形见绌，荔波旅游风景区才是人们理想的名副其实的避暑圣地。再以日最高气温高于 35 ℃ 的酷暑天气来看：杭州平均出现 23 天、西安 24 天、桂林 16 天、上海 10 天、广州 6.1 天、承德 4 天。而荔波县仅有 1.1 天 35 ℃ 以上的高温出现，其余时间都没有出现过，“夏无酷暑”在荔波得到体现。夏季，人们常常由于酷热而难以入眠。可是荔波县的夏夜却令人陶醉，微风吹拂，晚上至早晨的气温仅 17 ~ 24 ℃，不是秋天胜似秋天，是人体最感到舒适的温度。

4.2 全年湿度适中，风速有利，适合疗养

全年相对湿度在 75% ~ 79% 左右，变化幅度不大，空气清新湿润，有利于人体健康。

荔波县因为处于贵州高原向桂东丘陵过度的斜坡地带，山谷风特别明显。夏季，来自印度洋的西南季风不断吹拂，使荔波县夏季风多、风较大。平均风速 2.0 m/s，比北京（1.8 m/s）、广州（1.9 m/s）等地的风速还大。太阳好容易晒热大地，吹来一阵阵凉风，气温就又降了下来。因此，尽管荔波县夏季白天中午最高气温有时升到 28 ~ 30 ℃，甚至偶尔超过 30 ℃，但你不活动也不会出汗，更

不必担心会出现酷暑。习习凉风，常不期而至，使你仍感到心凉身爽。

4.3 夏季降水充沛，多夜雨，空气清新凉爽

荔波县夏季的降水，既多又集中，6~8月降水达 660~880 mm，占全年降水量的 53%，月平均雨日 22 天左右（以降雨天气为主），且降水主要集中在夜间。在夏季，一般是气温升高 1~2 或 3~4 天，正当你感觉有点热时，荔波县奇特的天气会长空一声霹雳，雷声隆隆，大雨倾盆，使得气温又保持在让人适宜的温度，再加之降水多为夜雨，雨后的早晨空气格外清新，负氧离子含量丰富，使这里成为天然的“氧吧”，吸一口都似饮琼浆玉液，为旅游者增添了舒适感。

4.4 紫外线辐射弱，适宜户外活动

全县多年平均年日照时数在 1 000~1 300 h，为同纬度其他地区的三分之二左右，夏季由于空气相对湿度大，易成云，所以全县多为阴间多云天气。在荔波，夏季的太阳就好似怕羞的少女，常躲在云幕里不愿露面，平均每天日照只有 4.2 h，而庐山、哈尔滨、承德却烈日炎炎，平均日照每天达 7 h。正是因为荔波县云多雨多，减少了太阳辐射从而增加了白天的凉意，极其适合开展户外活动。

4.5 茂密的森林成为气候的“天然空调”

荔波拥有丰富的森林资源，走进荔波就是走进了绿色的王国。据有关资料显示，荔波全县森林覆盖率为 57%，景区和保护区森林覆盖率达 80% 以上。尤其是面积达 $20 \times 10^4 \text{ hm}^2$ 多的茂兰喀斯特自然保护区，原始森林面积大，森林覆盖率达 87.54%。

森林对气候的调节起到了重要作用。林冠吸收和反射太阳辐射，透入林区的太阳辐射少，使白天或暖季时林内净辐射也减少，出现森林对气温有缓热效应；另外，林冠也能向下反射地面发射的长波辐射，被地面吸收，使夜间或冷季时林内净辐射增加，出现森林对气温的缓冷效应。加上荔波夏季雨水多且降雨日数多和冬季少雨干旱、冷空气影响轻微的特点，荔波旅游风景区的森林小气候明显，在夏季林内气温比林外低 2.5~3.5℃，冬季林内气温比林外高 1.5~2.5℃。可见荔波旅游风景区凸显冬暖夏凉，四季如春。

5 荔波气候与空气环境质量分析与评价

荔波不但是一个林业县，也是一个生态农业县，工业不发达，多年来，荔波干部群众共同致力

于环境保护的行动中，使得全县空气质量和环境十分优越。根据黔南州环境监测站报告数据显示，荔波负氧离子平均浓度每立方厘米为 2.7 万个。荔波县城常年空气质量为优，其中空气污染指数为 0.338 以下，二氧化碳每立方米含量为 0.010 mg，二氧化氮每立方米含量 0.008 mg，总悬浮颗粒物每立方米日均值为 0.013 mg。空气质量达（超）国家空气质量二级标准，低于国家卫生县城允许浓度限值，空气质量优，达标率 100%，空气质量位居全国前列。地表水质方面，依照规范在县城地表水断面进行的监测中， $\text{NH}_4 - \text{N}$ （氨氮）、 BOD_5 （五日生化需氧量）等主要污染物浓度均能按照功能区达国家排放标准，达标率 100%。

荔波如此优越的空气和环境质量是和其气候条件密不可分的。主要体现在：

一是丰富的气候资源为优越的空气和环境质量创造了有利条件。因为荔波丰富的山地、森林、水域等小气候多样，立体气候明显，为生物多样性奠定了基础；雨量充沛的气候特征为生物的生长提供了水分条件，使得大面积的原始森林成为空气的“净化器”。

二是冬季暖和，夏无酷暑，气候适宜的气候特点直接影响着人们的生活习性。如冬季短且暖和，使人们使用煤炭取暖的时间少而短，污染物排放量少，对森林资源的破坏也少。

三是多夜雨的特征往往使得大气中的尘埃在雨后被清洗，次日是空气变得更加湿润清新。

6 对荔波旅游发展规划及开发的几点建议

针对荔波旅游气候资源的特点，建议政府在规划和开发旅游资源时，充分考虑荔波特有的旅游气候因素，始终贯彻可持续发展的原则，大力发展生态旅游，充分展示独特的喀斯特地貌和森林自然景观以及原始的民俗风情，不断提高旅游档次，丰富旅游内涵。具体建议如下：

（1）春季气温温和，加上荔波种植油菜较为集中并且面积大，规划集中连片开发驾欧的拉欧一带的油菜花开展生态农业旅游，以作为冬季“万亩梅园”观光活动的延续。

（2）夏季，全国气温偏高，荔波景区内气温适宜，舒适度良好，非常适合休闲度假，建议在国家级风景旅游区大、小七孔、水春河景区及茂兰国家级喀斯特自然保护区森林公园外围，增修适合荔波

特色的人文景观及休闲度假设施。另外，夏季雨水集中，可多发展水上游览游玩活动。

(3) 秋季重点规划开发樟江两岸经果林生态农业观光，适当增修休闲设施。

(4) 冬季以梅花观光为重点，增加辅助人文景点；根据荔波冬季的气候，加大对外宣传，吸引各地的老人、小孩游客到荔波休闲过冬。

(5) 大力发展喀斯特森林生态旅游和地方特色的民风民俗原始民族生活生态旅游；将荔次县开发成为一个集原始森林观光、生态休闲度假、疗养、少数民族民俗体验、科普教育、科考探险等旅游产品为一体的高品位生态旅游区。

7 结语

自然环境是风景名胜区存在的基础，旅游竞争力强的风景名胜区必然存在于优美的自然环境之中，而气候又是影响环境的重要因子。人身气候舒

适指数偏离度小，舒适期持续时间长的旅游地，往往当地的自然环境优美，旅游资源丰富。

荔波县山川秀丽、空气清爽、气候宜人，加上植被好，全县森林覆盖率达 57%，造就了得天独厚的自然旅游资源。荔波旅游风景区的特色：有千姿百态、雄浑苍茫的漏斗喀斯特；有丰富多姿、涟漪清秀的水；有清澈见底、鱼儿遨游的樟江、卧龙生态长廊等等潺潺河流；有景象万千、结构奇绝的洞；有婀娜多姿的原始森林和独特的民族风情；形成了以山、水、洞、树、民风民俗“五奇”为主要特色的自然风光和民族特色。加之飞流直下的瀑布，独特的喀斯特地貌所形成的具有较高观赏价值的山峰、溶洞、石林、地下河、动植物等奇景。在降水充沛、河川径流量大的情况下，形成了千姿百态的自然景观。而冬无严寒，夏无酷暑，多风、多雨的气候特点，使荔波县的空气格外清新，更是荔波县旅游业的一大优势，是其它旅游地点所不及的。

THE ADVANTAGE ANALYSIS OF KARST TRAVELING
CLIMATIC RESOURCE IN LIBO

ZHANG Hong-xia, YI Yan-yong, LIANG Zheng-wen
(The Meteorological Bureau of Libo County, Libo 558000, Guizhou, China)

Abstract: Libo county, the emerald on the belt of the earth, is located in the Yunnan – Guizhou Plateau. The karst here is well preserved at the same latitude in the world. This article analyzes the climate resources in the tourism areas about rainfall, temperature, sunshine, the comfort for people. Comparing with the climate of other famous scenic spots such as Hangzhou, Suzhou, Xian, we know the advantages of the climate resources. (1) The warm temperature is good for traveling. (2) It’s a pleasant place to recuperate because of the air humidity and good wind. (3) The rainfall in summer is abundant, so the air is very fresh and cool. (4) There is little radiation of ultraviolet ray and it’s good for outdoor activities. (5) Clumpy forest becomes “the natural conditioner” .

Key words: Libo county; the climate resources

地形因子对低纬高原地区云南松氧同位素空间分布的影响

刘云生^{1,2}, 王顺江², 李代玺², 赵小勇², 邹祖容², 余维²

(1. 云南大学 资源环境与地球科学学院, 云南 昆明 650000; 2. 西畴县气象局, 云南 西畴 663500)

摘要: 通过中国科学院地理所在云南中南部采集分析的48个云南松氧同位素站点资料, 利用MATLAB及GrADS读出各个站点的南北向坡度、东西向坡度、南北向坡度变率、东西向坡度变率。将经度、纬度、海拔高度、南北向坡度、东西向坡度、南北向坡度变率、东西向坡度变率作为地形因子, 考察其对氧同位素空间分布的影响。利用MATLAB软件对前43组数据进行逐步回归处理, 得到氧同位素随空间分布的回归方程。在利用剩下的5组数据对回归效果进行检验, 得出其复相关系数及F值。结果表明, 回归效果十分好, 得到的结果比较理想。

关键词: 氧同位素; 地形因子; 逐步回归; 坡度; 坡度变率

中图分类号: P461^{+.7} **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-7852(2010)S0-0096-06

0 引言

自然界中氧以160、170、180三种同位素的形式存在, 相对丰度分别为99.756%、0.039%、0.205%, 天然物质的氧同位素组成通常用由180/160比值确定的 $\delta(180)$ 来描述, 一般采用标准平均海洋水(SMOW)作为标准品^[1]。氧同位素在科学研究中有很重要的意义。如高晶等根据羊卓雍错流域湖水氧稳定同位素空间分布特征, 分析了湖水受冰川融水补给及湖水动力混合不充分等的影响。陈拓, 秦大河等通过对树轮、纤维素中氧同位素的研究揭示了其气候学意义, 研究表明, 树轮纤维氧同位素组成的变化是温度变化的良好载体^[2]。王文斌等在1988年、刘格庆于1991年测试了层状含铜黄铁矿矿床的氢、氧同位素组成, 结果显示此类矿床的成矿流体主要是地层水(热卤水)和大气降水, 并有部分海水、岩浆水混入。何大明、尤卫红等通过对贵州七星洞全新世石笋的氧同位素的研究表明氧同位素能够指示季风气候的变化。由此可

见, 通过对植物中氧同位素的研究, 可以分析历史气候的演变, 植物中水循环等问题。本文主要是分析地形因子对氧同位素组成空间分布的影响。云南松属松科常绿针叶乔木, 又名“飞松”、“青松”。产地主要分布于云南、四川西南部、西藏东南部、贵州西部等地, 多分布于海拔1 000~3 200 m的广大地区。因此本文通过在云南省中南部采集的48个云南松样本, 分析其氧同位素组成, 进而得到影响该地云南松氧同位素空间分布的主要地形因子。便可总结出地形因子对低纬高原地区氧同位素组成空间分布的影响。再根据当地各水汽来源的氧同位素值, 便可以追踪当地的水汽来源, 得到地形因子对气候及降水的影响。

1 数据处理

1.1 氧同位素原始数据

以下是在云南中南部采集的云南松氧同位素原始数据。

表 1 云南中南部云南松氧同位素原始数据

Fig. 1 Oxygen isotopes in central and southern Yunnan, pinus yunnanensis raw data

编号	海拔高度 /m	纬度值 /°N	经度值 /°E	氧同位素组成 /‰	编号	海拔高度 /m	纬度值 /°N	经度值 /°E	氧同位素组成 /‰
Y1	1 314	23.324 97	104.281 0	24.753	Y25	1 052	23.373 89	99.688 83	24.538
Y2	1 624	22.951 25	104.291 2	22.429	Y26	1 371	23.030 67	104.387 1	23.377
Y3	1 401	23.127 67	103.554 3	23.912	Y27	1 348	22.869 86	104.122 4	23.25
Y4	1 688	23.408 58	103.149 1	23.657	Y28	245	22.999 64	103.720 6	21.931
Y5	1 456	23.559 69	102.865 7	24.545	Y29	1 563	23.208 39	103.514 9	22.113
Y6	1 465	23.547 50	102.861 6	24.399	Y30	1 870	23.289 75	103.142 8	21.894
Y7	1 008	23.582 94	102.451 1	20.847	Y31	1 392	23.172 58	102.758 7	22.986
Y8	1 299	23.823 81	102.375 4	23.230	Y32	1 308	23.055 78	102.735 6	23.965
Y9	1 258	23.884 83	102.303 9	23.609	Y33	828	22.931 17	102.661 5	23.968
Y10	1 302	23.462 31	101.877 3	22.445	Y34	1 485	23.001 08	102.369 1	22.859
Y11	1 421	23.443 75	101.866 3	25.312	Y35	1 078	23.298 64	101.711 2	24.239
Y12	1 616	23.426 86	101.759 9	22.512	Y36	1 060	23.336 42	101.663 4	23.234
Y13	1 523	23.516 97	101.689 8	22.063	Y37	1 199	23.175 42	101.147 6	24.123
Y14	1 660	23.402 97	101.608 9	21.195	Y38	1 664	23.217 83	100.927 3	22.978
Y15	1 023	23.341 22	100.913 6	21.867	Y39	1 666	23.492 25	100.503 3	22.296
Y16	1 050	23.668 11	100.785 3	23.732	Y40	884	23.545 28	100.253 8	23.146
Y17	1 249	23.863 44	100.894 0	24.034	Y41	1 195	23.524 14	100.153 9	22.555
Y18	1 173	24.097 44	101.056 8	22.454	Y42	1 155	24.149 81	100.077 9	24.322
Y19	1 105	23.880 67	101.138 3	23.739	Y43	2 088	24.118 36	99.731 33	23.243
Y20	1 179	23.924 61	99.744 22	23.36	Y44	1 467	23.889 19	99.060 94	23.828
Y21	1 383	23.732 44	99.596 86	23.328	Y45	1 871	23.957 42	99.201 78	24.342
Y22	1 390	23.675 06	99.570 92	21.287	Y46	1 148	24.212 94	99.520 14	24.821
Y23	1 248	23.272 22	99.310 75	24.681	Y47	1 650	23.757 19	100.048 3	23.915
Y24	1 041	23.393 94	99.417 58	24.073	Y48	1 767	23.611 17	99.990 97	23.784

1.2 氧同位素分布图

将原始数据中的经、纬度与云南省的地形资料相比较，用 GrADS 便可画出所采集的云南松样本的氧同位素分布图。

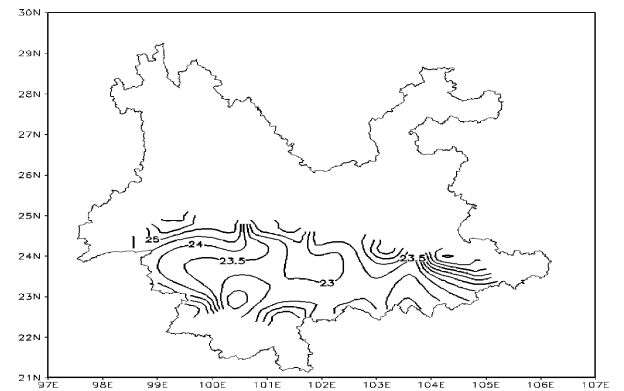


图 1 氧同位素随经、纬度的分布

Fig. 1 The distribution of oxygen isotopes with the longitude and latitude

从图 1 中可以看出云南松氧同位素分布的大致形势是随纬度有先递减再递增的趋势，在西南部文山境内有个高值区，而随经度变化不大。

1.3 地形因子的读取

由于现象不明显，数据量又比较小。我们可以通过云南省地形的数据文件用 GrADS 读出各个点的南北向及东西向坡度和南北向及东西向坡度变率，以增加地形因子的数量。为求找到对氧同位素分布影响明显的地形因子。

首先我们根据 GTOP030_ 10MIN 的地形文件，取出 21°N ~ 31°N，97°E ~ 107°E 范围内的经、纬度、海拔高度等，然后通过公式：

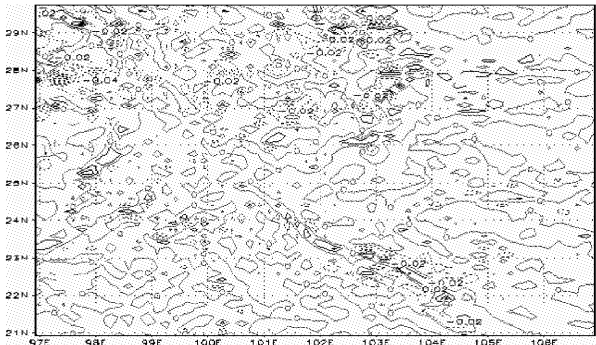
$$p = [h(x + 1) - h(x)] / L$$

求得坡度 p ，其中 $h(x)$ 为格点的海拔高度， L 为两格点间的距离。再通过公式：

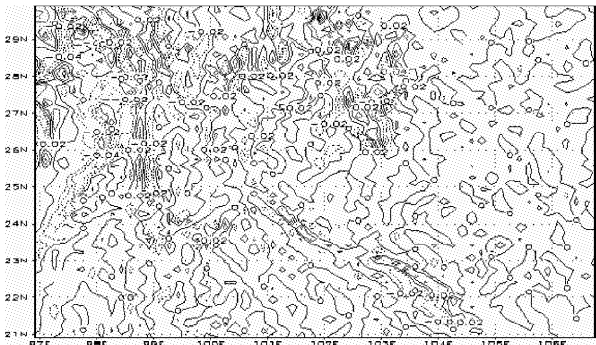
$$pb = p(x + 1) - p(x)$$

求得坡度变率 pb 。再读出各个原始站点的经度、纬度、海拔高度、南北向坡度、东西向坡度、南北向坡度变率和东西向坡度变率。便得到了各个地形因子数据。

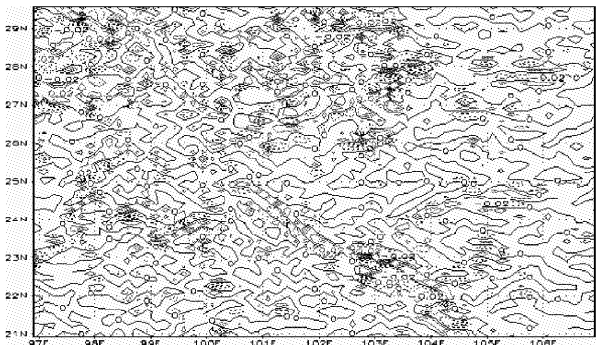
以下是通过计算之后画出的坡度图和坡度变率图（见图 2）。



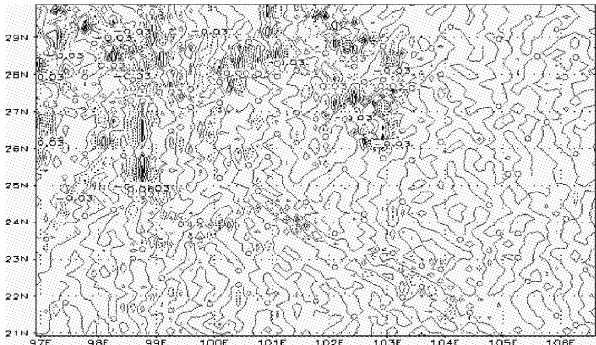
(a) 南北向的坡度
(a) Slope NS



(b) 东西向的坡度
(b) Slope EW



(c) 南北向的坡度变率
(c) Slope variable rate NS



(d) 东西向的坡度变率
(d) Slope variable rate EW

图 2 坡度图和坡度变率图

Fig. 2 Slope map and the slope variable rate map

2 氧同位素与各个地形因子的关系图

根据读取的各个地形因子的数据，利用 MATLAB 便可画出氧同位素同各个地形因子的关系图。

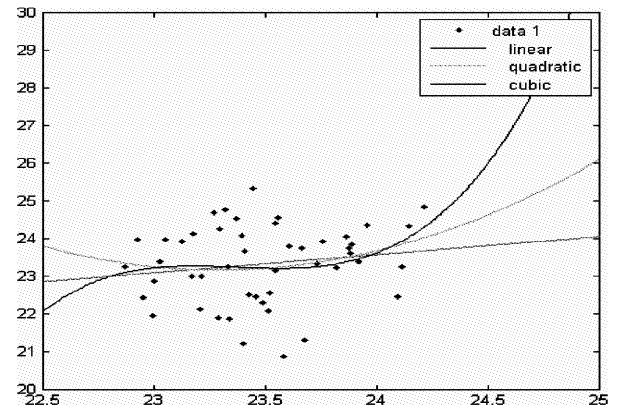


图 3(a) 氧同位素与纬度的关系

Fig. 3(a) The relationship between oxygen isotopes and latitude

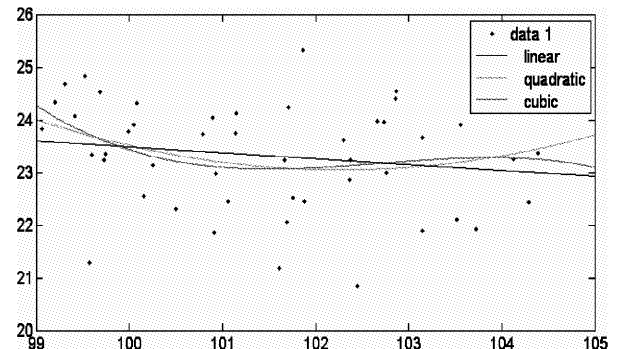


图 3(b) 氧同位素与经度的关系

Fig. 3(b) The relationship between oxygen isotopes and longitude

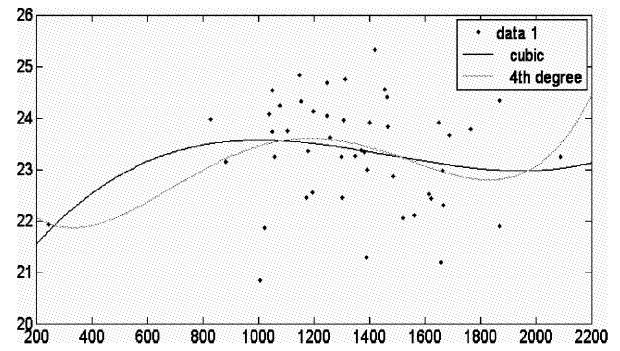


图 3(c) 氧同位素与海拔高度的关系

Fig. 3(c) The relationship between oxygen isotopes and altitude

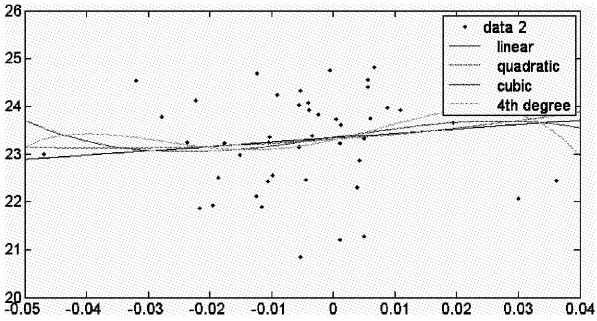


图 3(d) 氧同位素与南北向坡度的关系
Fig. 3(d) The relationship between oxygen isotopes and north-south slope

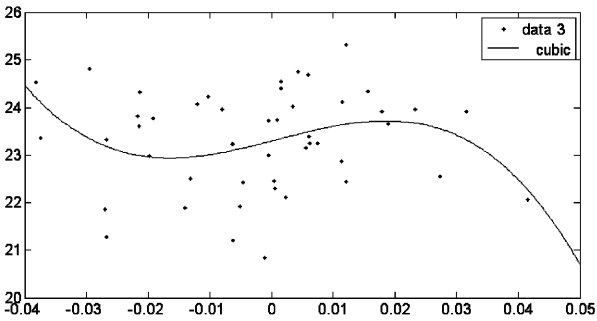


图 3(e) 氧同位素与东西向坡度的关系
Fig. 3(e) The relationship between oxygen isotopes and east-west slope

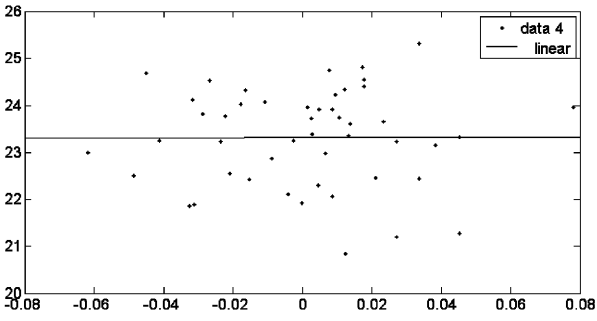


图 3(f) 氧同位素与南北向坡度变率的关系
Fig. 3(f) The relationship between oxygen isotopes and north-south slope variability

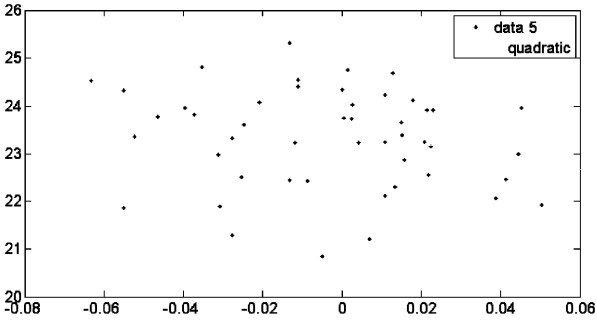


图 3(g) 氧同位素与东西向坡度变率的关系
Fig. 3(g) The relationship between oxygen isotopes and east-west slope variability

从图 3 中可以看出，氧同位素随各个地形因子的分布都不是简单的线性关系，而是呈现不同的幂次关系，其中与纬度和南北向坡度的关系最为显著。值得注意的是，氧同位素随经度的各次幂分布都十分分散，受经度影响不大。氧同位素空间分布与纬度的一次、二次、三次方，海拔高度的三次方，南北向坡度的一次、二次、三次、四次方，东西向坡度的一次、二次、三次、四次方，南北向坡度变率的一次方和东西向坡度变率的二次方有较好的相关性。

3 建立回归方程

为了找到对氧同位素分布影响显著的因子，得到最优的回归方程。参照前面得到的关系图，将氧同位素的 7 个地形因子各取到 4 次方。然后将这 28 个影响因子与氧同位素值进行标准化，取 48 组数据中的前 43 组做逐步回归分析，剩余 5 组做检验。在剔除了一些对氧同位素空间分布影响微小的因子之后，得到了回归方程：

$$y = 4936.1x_2 - 9924.1x_2^2 + 4988.5x_2^3 - 0.5801x_3^3 + 1.4916x_4 + 1.1828x_4^2 - 1.0619x_4^3 - 1.2936x_4^4 - 0.5695x_5^3 - 0.5590x_6 - 0.5990x_7^2$$

式中： x_2 为纬度； x_3 为海拔高度； x_4 为南北向坡度； x_5 为东西向坡度； x_6 为南北向坡度变率； x_7 为东西向坡度变率；因为经度对氧同位素分布影响不显著，故被剔除。

在剔除了对氧同位素影响不大的因子之后，取剩余的 5 组数据对回归方程进行独立样本检验。得到的复相关系数 $R=0.6060$ ， $F=1.63547$ 。通过了置信区间为 95% 的显著性检验。说明剩下的地形因子与氧同位素的相关性比较好。方程的回归效果比较显著。

然后我们单独取出所有的纬度项画出氧同位素随纬度的变化趋势图（见图 4 a），与氧同位素空间分布图（见图 4 b）进行比较：

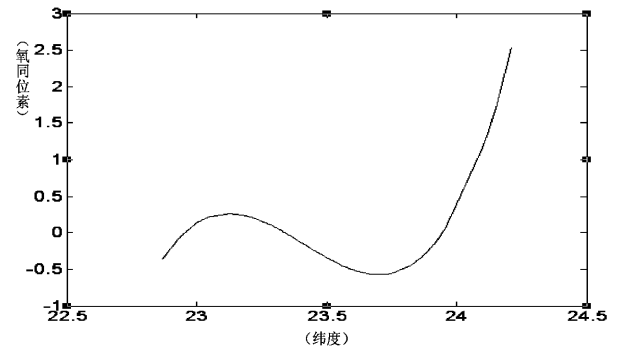


图 4(a) 氧同位素随纬度变化趋势
Fig. 4(a) The trends of oxygen isotope with latitude

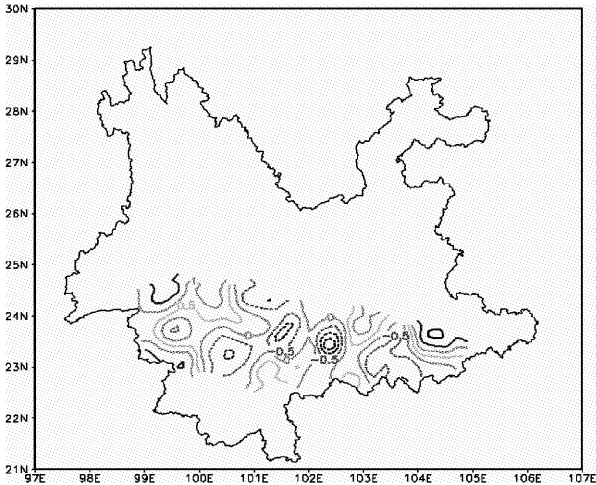


图 4 (b) 氧同位素空间分布图
Fig. 4 (b) Spatial distribution map of oxygen isotopes

从氧同位素随纬度变化趋势图中可以看出，氧同位素随纬度呈现一个三次方的变化趋势，在 22.8°N~23.2°N 有一个小的增值区，在 23.2°N 处为极大值，相应的在地形分布图上，在 23°N 附近有一个高的小值区；在 23.2°N~23.7°N 呈现递减的趋势，在 23.7°N 处为极小值，在地形分布图上 23°N~24°N 有几个连续的低值区，低值中心主要位于 23.7°N 附近；在 23.7°N 之后又逐渐增大。相应的在氧同位素空间分布图上，在 24°N 附近有一个高的小值区；地形分布图上 24°N 附近呈现高值分布。由此可见，两图的相关性很好，方程能较好地反映氧同位素随纬度的变化趋势。

下面，我们将所有地形因子代入回归方程，得到模拟的氧同位素值，将这些氧同位素值画成空间分布图，得到反演的氧同位素空间分布图，与实测图进行比较：

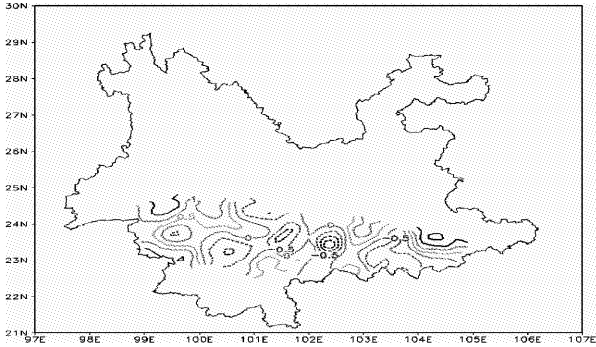


图 5(a) 实测空间分布图
Fig. 5(a) Measured spatial distribution map

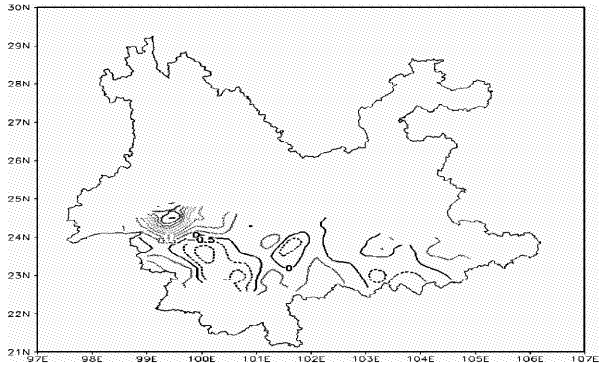


图 5(b) 反演空间分布图
Fig. 5(b) Spatial distribution of inversion map

比较图 5 发现：在实测图中保山附近有个高值区，反演图中保山附近也有个高值区，但量级有所增大；在实测图中中部有 3 个连续的低值区，反演图中也有 3 个低值区，但东部的低值区位置有所东移；在实测图中文山有个高值区，反演图中文山附近也呈现高值分布，但量级偏低。这里模拟的不好可能与氧同位素随经度分布不显著有关。总体来看，模拟出来的氧同位素分布形势与实测值大致相同。模拟的效果比较好，模拟图与实测图比较接近。说明回归方程能较可靠的预测氧同位素值。

4 结论

(1) 通过详细分析了各个地形因子与云南松氧同位素空间分布的关系发现：云南松氧同位素与纬度、海拔高度、南北向及东西向坡度、南北向及东西向坡度变率等呈现非线性的分布关系，与经度的关系相对较不显著。

(2) 通过逐步回归获得了利用地形因子反演云南松氧同位素空间分布的方程，通过对方程的显著性检验，我们认为方程是可靠的，方程反演的云南松氧同位素空间分布图也能真实的反映实际情况。可用此方程对云南松氧同位素值进行预测。为研究地形因子对气候和降水的影响提供了重要的科学依据。

致谢：衷心感谢云南大学曹杰教授、王冰副教授对我们论文的帮助和指导，衷心感谢中科院地理所将其在云南省中南部各地采集到的云南松氧同位素站点资料提供给我们！

参考文献：

[1] 高晶, 姚檀栋, 田立德, 等. 羊卓雍错流域湖水氧稳定同位素空间分布特征 [J]. 冰川冻土, 2008, 4: 30 – 2.

[2] 陈拓, 秦大河, 任贾文. 树轮纤维素中氧同位素温度意义 [J]. 冰川冻土, 1999, 9: 21 – 3.

[3] 黄嘉佑. 气象统计分析与预报方法 [M]. 北京: 气象出版社, 2004: 36 – 86.

[4] 严华生, 王学仁. 多因变量及要素场统计预报 [M]. 北京: 气象出版社, 1991.

[5] 徐海, 洪业汤. 红原泥炭纤维素氧同位素指示的距今 6ka 温度变化 [J]. 科学通报, 2002.

[6] Wang Li, Wang Yong, Wang Jiangli. Research on Oxygenisotope Aplication in Paleoclimate of High Resolution [J]. Marine Geology Letters, 2004, 20 (9): 16 – 22.

[7] LIBBY L M, PANDOLFIL J, PAYTON P H, et al. Isotopic Tree Themometers [J]. Nature, 1976, 261 (5 558): 284 – 288.

[8] SONG X, KAYANE I, TANAKA T, et al. A Study of Groundwater Cycle Using Stable Isotope in Sri Lanka [J]. Hydrological Processes, 1999, 13 (10): 1479 – 1496. .

[9] 张荣祖, 郑度, 杨勤业. 西藏自然地理 [M]. 北京: 科学出版社, 1982: 23 – 67.

THE INFLUENCE OF TERRAIN FACTORS ON THE OXYGEN ISOTOPES SPATIAL DISTRIBUTION OF YUNNANENSIS IN LOW LATITUDE PLATEAU

LIU Yun-sheng^{1,2}, WANG Shun-jiang², LI dai-xi², ZHAO Xiao-yong², ZOU Zu-rong², YU Wei²
(1. School of Resource Environment, and Earth Science, Yunnan University, Kunming 650091, Yunnan, China;
2. The Meteorological Bureau of Xichou County, Xichou 663500, Yunnan, China)

Abstract: On the basis of oxygen isotope 48 yunnanensis site data that they are collected and analyzed through Institute of Geography Chinese Academy of Sciences in central and southern of Yunnan Province, then using MATLAB and GrADS read each site slopes from north to south, east-west slope, slope variability from north to south, east-west gradient variability。The longitude, latitude, altitude, slope from north to south, east-west slope, slope variability from north to south, east-west slope of the terrain variability are made to orographical factors to study their spatial distribution of oxygen isotopes. The first, using MATLAB on 43 sets of data before the regression, and to obtain the spatial distribution of oxygen isotopes regression equation. the second, the remaining 5 groups in the use of regression results to test data and get their correlation coefficients and F values. The results show that the regression results are quite good; the results obtained are very well.

Key words: oxygen isotopes; terrain factors; stepwise regression; slope; slope variability

多要素区域自动气象站建设及维护分析

保小林¹, 丁世民¹, 柳 汨²

(1. 曲靖市气象局, 云南 曲靖 655000; 2. 云南能源职业技术学院, 云南 曲靖 655000)

摘要: 通过气候资源开发利用的分析提出了建设多要素自动气象站的意义, 并结合实际情况提出了建设站点的选址方案, 结合实例对多要素自动气象站可能出现的各种故障从原理及方法上分析并提出解决办法, 对多要素区域自动气象站建设及维护工作具有较强的指导意义。

关键词: 多要素; 自动气象站; 故障维护

中图分类号: P411 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-7852(2010)S0-0102-04

1 建设多要素区域自动气象站的意义

云南省曲靖市气候类型复杂多样, 以亚热带高原季风气候为主。气候主要特点是: 冬春季节受大陆季风影响, 晴天日数多, 光照充足, 日照多气候温和干燥, 夏秋季节受海洋季风影响, 阴雨日数偏多, 日照条件差, 气候凉爽潮湿。具有很好的气候资源开发利用前景。

气候资源主要指大气中的光资源、热量资源、降水资源和气象能源以及潮汐能、生物能等其他衍生资源。它不仅具有巨大的潜在价值, 同时也会由于开发利用不当而产生严重的灾害, 因此对于气候资源既要趋利, 也应避害。气候资源中的光资源、热量资源、降水资源、风资源在开发利用中具有很好的前景。风能、太阳能具有可再生性可以直接转化为电能, 比火电具有更高的转化和利用率。同时由于生产本身不产生污染, 没有污染治理和安全保护等额外的开支, 能够节约大量的资源开发利用成本和难以估量的社会成本。利用人工增雨, 充分获取空中水资源, 是解决水资源匮乏严重的重要途径。

自2007年6月始, 在曲靖市范围内开展全面

建设乡镇区域自动气象站的计划任务, 为避免重复投资和减少浪费, 采用建成多要素自动气象站(雨量、气温、日照、风向、风速、土壤湿度)的方案, 为推动气候资源的合理开发、利用和保护, 加快建立气候资源监测评估系统, 开展气候资源变化分析, 为进行风能、太阳能等清洁能源开发利用提供气候资源分布状况的科学依据。

2 区域自动气象站站点选址

准确可靠的气象观测资料是气象部门研究天气和气候变化规律为国民经济和国防建设提供气象服务的基本依据, 而观测场地对设备的正常运行起着重要的作用。建成的多要素自动气象站(雨量、气温、日照、风向、风速、土壤湿度)基本处于无人值守状态, 站点的选址应结合观测场地选址规范及乡镇实际情况, 除保证获取的资料及时性、准确性、完整性外, 还应考虑设备的安全(防盗); 通信(GPRS/CDMA)信号良好; 交通方便等, 站点的地段可选在乡镇府、水文站、烟站、公园、风景管理区、学校、厂矿企业等机构的绿化地和相对空旷的地方。观测场的建设原则是力求自然、美观、安全、简便、实用。

气温要求：建设地点在地面，通风罩安装于近地面 1.5 m 高度。

风向风速要求：周围建筑物、山体、树林等尽量低于 10 m 高度，且周边场地开阔，所选场地远离高大物体 500 m 以上。

日照要求：东西方位不能有遮挡物体，安装于风杆的南北方位。

土壤湿度要求：地段对所在地区的土壤水分状况应具有代表性，代表当地的土壤类型和土壤水分状况；选择地形、地势、气候、土壤、作物以及生产水平有代表性的地方；观测地段距林缘、建筑物、道路、水塘等应在 20 m 以上，应远离河流、水库等大型水体，尽量减少小气候的影响。

采集器主机要求：自动气象站周围不得有致使传感器观测值发生异常变化的各种干扰源。

3 自动气象站故障实例分析

3.1 温度传感器

温度传感器由传感器线和用金属外壳包裹密封的 PT100 铂电阻组成。温度传感器感应部件位于测温杆头部，外有一层滤膜保护。测温部分为标准 4 线制铂电阻测温，温度升高或者降低 1 ℃，电阻增加或降低 0.385 Ω。当数据库中的温度数据为空或 9 999 时，应怀疑温度传感器有问题。检查温度传感器是否损坏，测量 1 脚（或者 2 脚）与 3 脚（或者 4 脚）之间的电阻值，正常阻值根据实际温度不同应在 80 Ω ~ 120 Ω。

师宗县雄壁镇站点在 2008 年 1 ~ 2 月因低温冷冻天气出现温度值为空现象，现场测试发现电阻值不稳定，经检查发现因安装时可能导致连接线受损，一年的时间及低温导致冷缩而接触不良引起故障。

3.2 SL2-1 雨量传感器

用万用表蜂鸣档测量雨量传感器电路板背面干簧管焊点上下两个空焊点，当翻斗翻动，万用表发出蜂鸣声表示正常。如果没有蜂鸣声，应当首先考虑干簧管损坏。

3.3 风向传感器

曲靖市的设备使用了天津和无锡两个厂家的传感器，但接入方式一样。测量风速信号（PIN4）和地（PIN6）之间的电压，风杯转动时测量值应当接近 1/2 工作电压，风杯停止时，测量值为 0 或者接

近工作电压值（注：工作电压为 5V）；测量风向信号（PIN1）和地（PIN6）之间的电压，测量电压正常范围为 0 ~ 2.5V，对应 0 ~ 360°。

陆良县小百户乡站点风向长期为 0 度值，测量风向信号（PIN1）和地（PIN6）之间的电压为 0 V，经检查发现传感器密封不严，导致水汽渗透腐蚀了接线柱，经除锈、焊接并密封后测试正常。

3.4 辐射计（日照）

采用的是 HTZD-2 辐射计，用于测量太阳短波辐射，它利用硅光探测器产生一个正比于入射光的电压输出信号，并安装了余弦修正器，可直接测量辐射强度。测量正极（PIN2）和负极（PIN3）之间的电压范围 0 ~ 200 mV（大小依入射光强度），输出电压/灵敏度 = 辐射量。日照数据的获得原理是一种间接的测量数据，即通过 HSC-HTZD-2 型辐射计将太阳光谱中的短波辐射选择一定的阈值来表示日照的有或无。该项辐射计的灵敏度由于产品的离散性往往不是一个定值，一般在 $200 \mu\text{VW}^{-1}\text{m}^2$ 左右波动。因此在更换了辐射计后或者是当日照数据异常时必须重新设置该参数或检查该项参数，可用 STATIC03 命令进行修改，该项值是一串 82 位（包含小数点）的数字。当辐射计插在“模拟量采集口 1”时设置第 11 位至 20 位。此值可由计算获得：即用 1000 除以辐射计的灵敏度值，如灵敏度为 $215 \mu\text{VW}^{-1}\text{m}^2$ 时，该项值即为 04.651 162 8，以此类推。而当辐射计插在“模拟量采集口 2”时则要相应地设置第 52 位至 61 位的值，其他同上所述。

陆良活水乡站点在晴天时日照数仍为 0，在正对太阳光线时测试电压仅为 30 mV 左右，远低于经计算设定的阈值，因此判定为损坏；宣威务德镇站点在晴天时日照数偏少或为 0，正对太阳光线时测试电压偏小或接近阈值，经擦拭后恢复正常，证明灰尘对辐射计的灵敏度有较大影响，应列为巡检时的除尘项目。

3.5 土壤湿度

以模拟口的方式接入采集器，采用的是体积比的数值反映，采集得到的数值受所选地址的小环境影响较大，较容易出现故障的原因是连接线受损情况。

3.6 供电系统

自动气象站的供电系统采用的是太阳能充电和免维护蓄电池续行方式。

太阳能电池的额定功率是 12 W, 正常情况下输入端口电压值为 6.9 V ~ 8.0 V, 该值仅是端电压, 并不表示能正常的对蓄电池进行充电, 我们在平时工作中经常采用的是将电流表串入电路, 测量其充电电流, 此方法需将电表串联在电路中, 实际工作中可采用瞬间短路法测太阳能电池的供电状态, 具体方法是将太阳能电池的插头从主机上拔下, 用电表的电流档 (2 A) 直接测太阳能电池的短路电流, 当太阳直射时瞬间电流应在 1A 左右, 如果没有电流则说明当时日照强度不足以使太阳能电池板为蓄电池充电。特别要注意的是只能为瞬间, 短接时间过长则会造成不必要的损害。用此方法就能很容易的查出太阳能电池这一回路是否有接触不良的故障。要定期维护清理太阳能板, 应列为巡检时的除尘项目, 保证其正常采光, 尤其是下雪过后, 要及时扫除太阳能板上的积雪, 否则会导致系统供电异常。

多要素自动气象站使用的电池为两只各 6 V 12 AH 的铅酸电池 (一般使用寿命约为 2 年), 若单独测量电池电压, 需断开电池输出端。蓄电池在白天太阳能充足的情况下, 测得工作电压应当在 6.7 ~ 8.5 V 左右, 在夜间, 蓄电池工作电压应当在 6.3 V 左右。如果电压低于 5.5 V, 电源将不能保证自动站的正常工作。自动站的电池每天都在充放电, 充放电次数越多, 可循环的次数就减少, 性能也在下降, 特别是在连续阴天, 太阳能电池补充电量小, 电池较弱将导致数据缺测 (市台开发的业务平台软件查看各站点电量情况), 因此在电池电压于夜间减少为 6.0 V 以下时应尽快进行更换。曲靖市两年前建成的 55 个站点已基本更换完所有的电池。

3.7 通信

数据通讯部分是采用无线通讯方式, 通过 GPRS 与 SMS 相结合的方式将气象数据实时地传送到中心站数据服务器, 以 GPRS 方式为主 SMS 为辅。通信可能出现的几种故障如下。

3.7.1 当地通信基站故障

通信基站故障表现为手机也不能使用, 如宣威市普立乡曾在 2009 年 8 月连续约 10 天通信基站工作不稳定, 当地用户无法使用手机, 经联系市移动公司后由专人负责排除; 马龙县王家庄乡地势开阔处于 3 个通信基站中心, 手机通信及上网均能正常, 但自动站在其它地方通信正常, 但此地不能连接, 后联系移动公司查明系新增基站系统参数不当

导致 3 个基站在 GPRS 处理上相冲突。

3.7.2 站点信号弱

通过手机可以初步判断站点位置的信号接收较弱, 自动站点与中心站服务器的无线通信连接有时会时断时续, 不稳定, 时而在线, 时而掉线, 一般情况下通信天线是安装于主机箱中, 天线对外接触面积小及连接线缠绕的串绕现象导致信号衰减增大, 在信号弱的情况下, 这种衰减更加激烈, 此情况下应把天线移到外面在横臂支杆上固定, 并尽量使得连接线展开。如会泽县的上村、罗平县的大水井等站点位置的信号接收较弱, 手机连接信号状态只有 1 ~ 3 格, 且经常变化, 通过此方法能完善地解决出现的通信障碍。

3.7.3 两省交界地信号抢夺

曲靖市位于省界边线上建有部份自动气象站, 站点的通信连接始终在两省的通信基站间进行切换, 获取的 IP 地址无法固定, 通信连接有时会时断时续, 不稳定, 时而在线, 时而掉线, 无法与中心站服务器保持联接, 解决方法为采用定向天线的思路, 使得主机的天线面向本省基站方向, 外省方位则以金属物进行遮挡, 如宣威杨柳镇与贵州省的威宁县接壤并受其干扰, 采用此思路得于解决。

3.8 电磁波干扰

自动气象站周围出现强电磁波辐射时, 各传感器状态正常, 但对采集器主板的工作会产生很大影响, 导致采集的数据出现严重错误。

曲靖市富源县富村镇自动气象站 2009 年 5 ~ 6 月的数据一直表现异常, 最明显的是温度出现 -40 ℃ ~ 50 ℃ 的跳跃。经现场通过分析自动站主机中的历史及实测数据发现: 自 5 月 18 日 17 点开始每天凌晨 1 点到 6 点数据正常, 其余时间则为错误。结合现场发现的新安装发射天线得出结论为: 自动气象站数据异常系电磁波干扰所致。经与镇政府负责人联系已确认此事。该镇的“村村通”调频广播共 300 W 功率发射器于此日正式开通, 定时于 0 ~ 6 点关闭, 其余时间发射。富源气象局已决定搬迁此站至 1 000 m 外。

经初步了解, “村村通”调频广播做为云南省政府的一项建设工程已开始安装, 有可能对已建自动气象站产生电磁波干扰, 因此, 对于将要且尚未安装的“村村通”调频广播, 应主动协调当地政府在安装选址时尽量距离自动气象站 500 m 以上。

3.9 防雷

自动气象站一般均建在空旷的地方，因此防雷安全不容忽视。由于风杆上已装有防雷的接闪器，因此在安装时一定要将防雷的引下线连接并可靠接地，能用独立的接地体更好，同时保证接地电阻不大于 4Ω ；采集器机壳也应当保证接地，这样对于防静电和防电磁感应具有一定的效果。

会泽县乐业镇的站点因建在房顶，引下线在建设初期时连接在房顶的避雷带上，避雷带年代长久已不能可靠接地，在一次雷击事故后停止工作，经检查，采集器主板上部份元件被击坏导致无法

使用。

4 结语

随着自动气象站安装的普及，管理维护人员是否能快速判断和排除故障，是保障自动气象站正常运行的关键，通过实例对多要素自动气象站可能出现的各种故障从原理及方法上分析，对多要素区域自动气象站建设及维护工作具有一定的指导意义和借鉴作用。

参考文献：

[1] 敖振良, 伍光胜, 周钦强, 等. 基于 GPRS 技术的自动气象站数据采集系统 [J]. 广东气象, 2007, 29 (4): 1-4.

[2] 李黄. 自动气象站实用手册 [M]. 北京: 气象出版社, 2007.

[3] 中国华云技术开发公司, 北京华创升达高科技发展中心. 自动气象站中心控制软件说明书 [M]. 北京: 中国华云技术开发公司, 2002. 71.

[4] 中国气象局. 地面气象测报规范 [S]. 北京: 气象出版社, 2003: 11.

MULTI-ELEMENT REGIONAL CONSTRUCTION AND MAINTENANCE
OF AUTOMATIC WEATHER STATIONS

BAO Xiao-lin¹, DING Shi-ming¹, LIU mi²

(1. *Qujing Meteorological Bureau, Qujing 655000, Yunnan, China;*

2. Yunnan Vocational Institute of Energy Technology, Qujing 655000, Yunnan, China)

Abstract: Through the analysis of climatic resources development and utilization of multi-elements proposed building the meaning of automatic weather stations, combined with the actual situation of the construction site of the site plan, with examples of the many elements of automatic weather stations in all sorts of possible faults in the theory and methods analysis and solution of many elements of the regional construction and maintenance of automatic weather station has a strong significance.

Key words: multi-factor; automatic weather stations; failure to maintain

12121 气象信息语音平台数据维护软件应用开发

王月庆, 蓝 东

(曲靖市气象局, 云南 曲靖 655000)

摘要: 根据曲靖市气象局 12121 气象信息语音平台的业务特征和操作流程, 对语音平台日常数据维护所用的天气实况、天气预报等数据源进行数据结构分析, 并对系统所涉及的气象信息信箱数据进行归纳、分类后, 把语音平台信息维护划分为 5 个模块, 实现数据源收集、数据格式转换、信箱信息检索分类、语音数据存储、信箱更新等功能。最后将软件各模块嵌入到 12121 平台中, 使气象信息语音业务平台和气象基础业务充分结合, 实现 12121 气象信息语音平台的数据的自动更新和维护功能。

关键词: 12121 平台; 气象信息; 语音平台; 气象业务

中图分类号: P414 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-7852(2010)S0-0106-03

12121 气象信息语音平台 (以下简称 12121 平台) 是气象部门面向民众, 为民众日常生活、出行、生产安排、防灾减灾而提供气象信息查询的重要气象服务窗口, 同时也是创造良好社会效益和经济效益的服务平台。及时准确的气象信息是确保 12121 平台信息查询服务质量的根本保证, 因此在提供准确的气象信息和努力提高天气预报水平的同时, 做好日常 12121 平台的信息更新, 确保信息数据准确维护工作极其重要。而 12121 平台系统自身仅提供手工录入功能实现信息数据更新功能, 不仅效率低而且容易出错。为提高 12121 平台信息维护工作效率、简化平台信息制作流程和保证信息数据的及时、正确更新, 针对 12121 平台开发了气象信息数据更新维护软件“12121 信息数据制作平台软件”简称 12121 数据制作软件。

12121 数据制作软件根据 12121 平台气象信息数据结构和信息更新制作流程, 以地面测报数据、天气预报数据产品为基础, 借助气象现代化业务中运行的应用软件、网络等工具实现 12121 平台日常信息数据更新维护功能本软件充分利用天气预报软件业务为电视天气预报业务提供的天气预报数据加工产品和远程服务器收集整理的地面气象观测数据

等现有资源, 降低开发成本, 实现 12121 平台信息数据自动化处理转换, 较好嵌入 12121 平台系统中, 满足日常 12121 平台气象信息的正确、可靠、安全地数据更新, 有效提高维护工作效率。

1 12121 平台系统结构

从系统安全性、可靠性和稳定性的角度出发, 12121 平台不接入与局域网、气象内部网和互联网网络, 而独立存在。但 12121 平台信息更新所需的数据来源于局域网内天气预报制作软件产生的天气预报数据产品和远程服务器加工收集的地面气象观测数据, 因此维护人员主要以移动存储介质 (如 U 盘) 为载体通过局域网和内网装载相关数据, 再提供给 12121 数据制作软件进行数据加工转换, 从而实现 12121 平台信息更新维护。12121 气象信息语音平台系统结构见图 1。

2 12121 平台信息数据结构

12121 平台的信息以信箱的形式进行分类, 当用户拨打 12121 平台查询气象信息时, 根据需要按

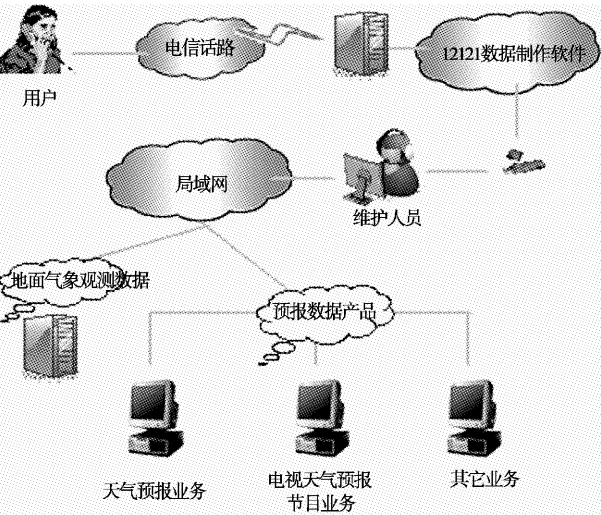


图 1 12121 气象信息语音平台系统结构

Fig. 1 System structure of the 12121 meteorological information voice platform

信箱类型语音提示听取相应信息内容。平台日常更新所需的数据源以天气预报数据产品和地面测报数据文件为主，在此基础对数据进行加工处理后分别形成以字符串文本和整型数据格式为主的信息模版文件，模版文件中所有数据必须通过检索与 12121 平台语音库中的语音数据吻合，否则无法进行语音合成，而最终生成平台使用语音文件。12121 平台日常所需更新的气象信息数据如下。

2.1 天气预报信息数据

县、市、区及风景区上午天气预报：天气状况、雨水状况、温度、风向、风速。

县、市、区及风景区下午天气预报：天气状况、雨水状况、最高温度、最低温度、风向、风速。

2.2 实况信息数据

2.2.1 上午实况数据

各县、市、区的上午实况数据：昨天最高气温、昨天最低气温、昨天日降雨量、今天早晨 08 点气温。

2.2.2 上午实况数据

各县、市、区的今天上上午最低气温、今天下午 14 点气温、今天 08 点到 14 点的降雨量。

2.2.3 指数预报数据

紫外线指数、舒适度指数、穿衣指数、空气污染指数。

2.2.4 中期预报数据

中期预报数据以文字方式简述未来 2 ~ 6 天内

的天气形势。

天气预报信息数据、指数预报数据、中期预报数据通过天气预报数据产品文件中得到，实况信息数则从每日天气实况文件中获取。每个县市、区，每个风景区的不同预报信息、不同实况信息分别是一个 12121 平台信箱，因此每次平台信息更新需要对 25 个语音信箱进行数据更新工作。

3 软件系统结构

本软件系统采用 C#语言开发，在曲靖市气象局 12121 平台的 WinXP 系统上运行。通过对天气预报和实况数据进行数据过滤、格式转换、加工处理，并根据语音分类信箱生成对应的信箱模版文件存放到默认目录，为各信箱直接合成语音信息提供正确的、最新的信箱模版，实现 1212 平台信息数据更新。

软件系统包括软件界面和功能模块两部分。其中软件界面，是系统和用户实现交互的平台；后台数据处理的由文件读取、数据转换加工、信箱信息检索分类、数据表格显示、保存生成信箱模版文件等功能模块构成。各功能模块主要通过面向对象的类、方法传递数据。

3.1 软件界面

12121 数据制作软件主要工作是基于后台的数据处理，因此软件界面设计简洁，操作方便。按数据处理流程设计，软件由读文件、以表格方式显示数据、表格编辑、保存数据 4 部分人机交互界面组成。软件界面见图 2。



图 2 软件界面

Fig. 2 The interface of software

3.2 功能模块

软件系统分为五大模块实现语音平台的数据更新维护功能，分别是：文件读取模块、数据转换模块、信箱信息检索分类模块、数据显示模块、保存信箱模版模块。

3.2.1 文件读取模块

系统读取的文件有两种：天气预报产品文件和天气实况文件。两种文件都是以文本方式存储数据。其中天气预报产品文件的内容结构上午和下午的不同，上午仅有天气预报内容，而下午内容有：天气预报、指数数据预报、中期预报。天气实况文件则是通过 Ftp 从远程服务器上获取对地面气象观测小图报进行解码处理过，生成的各气象要素实况数据。由于每个县市、区，每个风景区的不同预报信息、不同实况信息分别是一个 12121 平台信箱，因此在文件读取过程中根据不同分类以字符串数组形式存数据。再通过类和方法把数据传递给数据转换加工模块。

3.2.2 数据转换模块

(1) 数据取整数和格式转换。12121 平台气象信息中的温度和降水数据是整数，而天气实况文件中的温度和降水数据都是保留一位小数，因此针对温度和降水需要进行取整处理。温度按四舍五入处理，而降水量 1.0 mm 以上可以按四舍五入方法计算，1.0 mm 以下 1 mm 计算，0.0 直接转换为字符串“微量”。所有的数据类型最终需要全部转换为 12121 平台支持的字符串类型。

(2) 指数预报级数转换成文字注解。指数预报类型有紫外线指数、舒适度指数、着衣指数、空气污染指数。在天气预报文件中指数数据预报只有预报级数，在转换为 12121 平台所需信息前，需要调取且转换为预报级数对应的文字注解。

(3) 中期预报数据转换。天气预报文件的中期

预报是以某种格式组织起的文本，需要分别检索出日期、区域、天气形式、雨水状况等语句再重新组织成 12121 平台支持的信息文本格式。

3.2.3 信箱信息检索分类模块

信箱信息检索分类功能模块把经过转换加工的数据，通过检索根据 12121 平台信箱分类，按地点、信息内容结合在一起，为保存生成信箱模版文件提供数据。

3.2.4 数据显示模块

为了让信息维护人员如实看到系统读取到的文件内容，把以上面的后台功能模块处理好的数据填充到 DataGridView 控件中，在界面上以表格的形式显示。同时对表格提供编辑功能，当意外情况下没有天气预报或实况数据文件，则可以通过手工录入方式完成数据更新。

3.2.5 保存信箱模版模块

在确认界面表格上的数据正确后，模块调取参数文件获取 12121 平台各信箱对应的信箱名称和存放路径，把信箱信息检索分类功能模块子加工好的数据按对应的信箱名称和格式，生成信箱模版文件放到对应的路径，即完成信息数据更新维护。

4 小结

根据 12121 平台气象信息制作流程和气象信息数据分析，12121 数据制作软件借助于其它气象业务流程所生成的现有数据产品为数据源，无需手工录入信息，自动对数据进行加工处理，简化维护过程，实现 12121 平台的数据更新。在投入业务运行以来，操作简洁有效，节约时间，保证了信息数据的正确性和可靠性，确实有效提高维护工作效率。同时 12121 数据制作软件的开发应用也是对提高气象现代化业务应用资源使用率做有益的尝试。

参考文献：

[1] 章立民. Visual C# 2005 文件 IO 与数据存取秘诀 [M]. 北京：机械工业出版社.
[2] 林邦杰. 深入浅出 C#程序设计 [M]. 北京：中国铁道出版社.

(下转第 122 页)

2008年6月两次低涡暴雨的多普勒雷达回波分析

刘万杰

(河池市气象台, 广西河池 547000)

摘要: 利用多普勒雷达产品中的反射率因子、径向速度等基本产品和雷达垂直积分液态水含量、1小时、3小时降水估测等导出产品对2008年6月中旬广西河池市两次低涡暴雨天气过程进行分析, 并讨论各种产品在低涡暴雨中的特征及预报指示性。结果表明: (1) 低涡暴雨回波强度最大值均超过50 dBZ, 但小于65 dBZ, 未出现冰雹和长时间雷暴, 回波强度大于35dBZ时降雨强度较大; (2) 平均径向速度产品能反映低涡降水系统的移动速度; (3) 雷达垂直积分液态水含量值与降水强度成较强的正相关; (4) 雷达估计降水产品在出现大于25 mm/h的强降水时存在较大误差。

关键词: 低涡暴雨; 多普勒雷达; 特征分析

中图分类号: P458.1+21.1

文献标识码: A

文章编号: 1001-7852(2010)S0-0109-04

0 引言

2008年6月中旬, 河池市出现了严重的暴雨洪涝灾害天气, 造成暴雨洪涝的是6月11~12日、15~17日两次连续的低涡暴雨天气过程组成, 两次强降水天气过程为: 6月11~12日, 受低涡切变线影响, 全市共有114个自动观测站降雨量超过50 mm, 大于100 mm有75个, 大于250 mm以上的有6个。6月15~17日, 受850 hPa低涡影响, 全市共有84个自动观测站降雨量超过50 mm, 大于100 mm有33个, 大于250 mm以上的有1个。

中国从1998年布设第一部多普勒天气雷达以来, 俞小鼎^[1-3]等人对强降水的雷达产品特征做了积极的尝试, 也总结出许多有益的经验。但是西南低涡暴雨在布设多普勒天气雷达以后出现较少, 2008年6月的两次低涡暴雨是2003年以来影响桂西北较大的低涡系统, 河池S波段多普勒天气雷达对两次低涡暴雨天气过程实行24小时不间断观测, 由此获得了此次大暴雨过程完整的多普勒雷达资

料。通过对这次大暴雨过程天气的多普勒雷达资料的分析, 找出桂西北低涡暴雨天气过程的一些多普勒雷达产品的基本特征。

1 雷达反射率回波演变特征分析

分析第一次强降水的雷达回波演变图(图1)可见, 6月11日18时, 河池南部开始出现零星的积云回波, 并迅速发展, 到20时回波已经连成带状并北抬与贵州南压的低涡系统回波汇合, 到了22时一条明显的弓型回波已移到雷达站上空, 同时低涡系统也移到雷达站附近, 两个回波系统在雷达站西面合并发展南压。到了12日02时低涡系统在雷达站西南方向发展维持, 同时带状的弓型回波从低涡系统东侧向外伸展。低涡系统持续在雷达站西南部9个小时之久, 直到11时才从西南部移动到东部, 接着在东部维持了近10个小时, 到23时才移出河池。弓型回波的出现表明此次强降水的降水强度比一般积云强降水要强得多, 而低涡系统的出现使得强降水区将更加广泛。

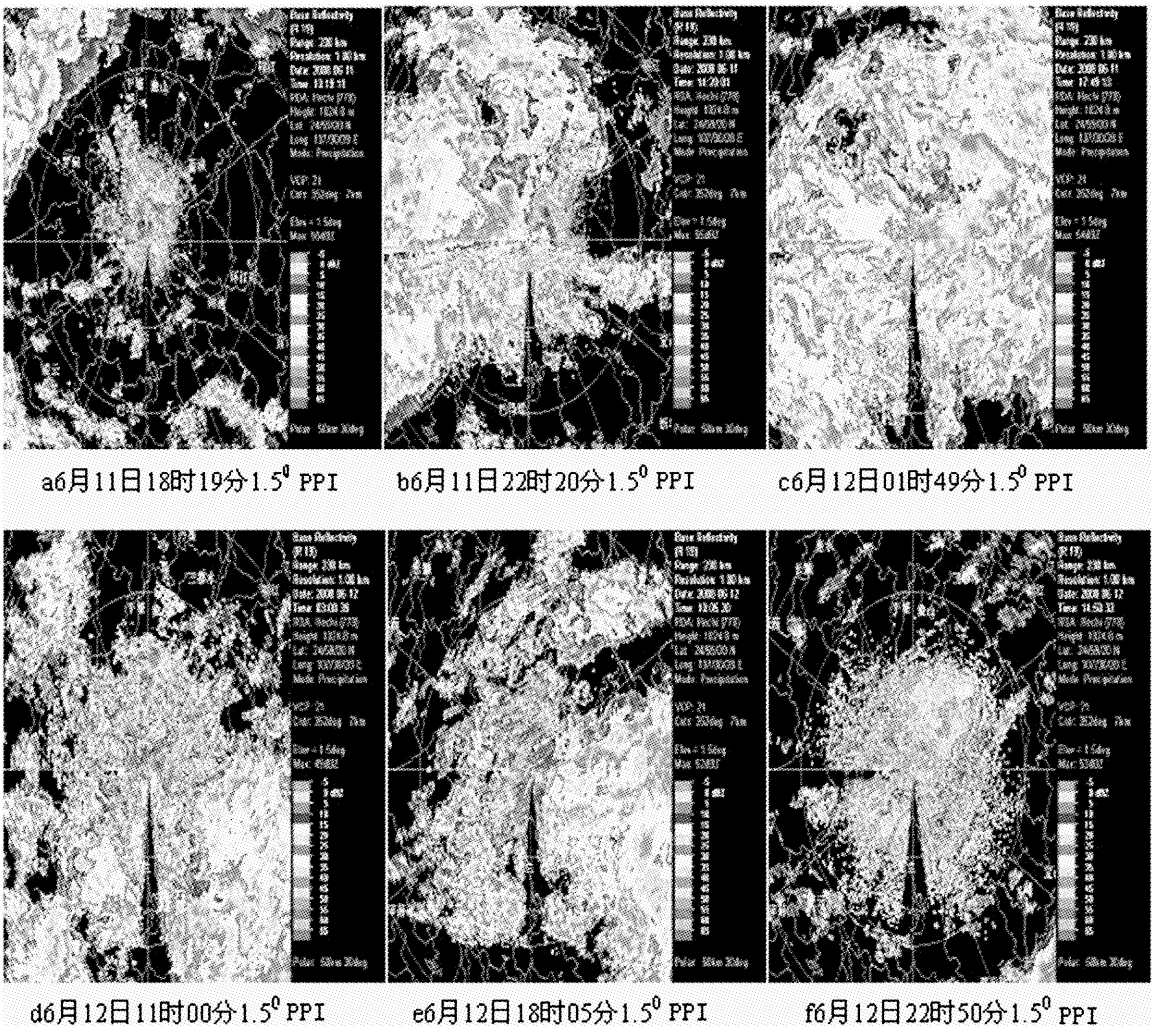


图 1 2008 年 6 月 11 ~ 12 日河池多普勒雷达 1.50 仰角回波图

Fig. 1 Base reflectivity of Hechi Doppler radar (Elev = 1.5 deg) on June 11 ~ 12, 2008

分析第二次强降水的雷达回波图（图略）可见，6 月 15 日 12 时，在雷达站的西南和东南方向开始出现积云回波，强度达到 50 dBZ 以上，到了 16 时，雷达站北面有带状回波出现，强度也达到 40 dBZ，于此同时南面的积云回波则密布在河池境内。20 时南北两支回波带已经加强，面积变大，强度增强，其中大于 35 dBZ 的回波占到三分之一。两支回波带在 23 时左右在雷达站附近汇合在一起，向东南方向移动，到 16 日凌晨，雷达站西北方向已经无降水回波，而雷达站东南方向的强降水回波则一直维持到 19 时才完全移出，持续时间近 24 个小时。

2 雷达速度场演变特征

分析第一次强降水的雷达速度图（图 2）可

见，11 日 17 时在雷达探测范围开始出现对流单体，雷达站地面为东风；20 时雷达站西北方向 3 000 m 高度为辐合环流，且向东南移动，东南方向 3 000 m 高空为辐散气流，且向东西两边延伸。23 时，辐合环流移到雷达站，地面转为东南风，且出现一对“牛眼”，中空也有西南急流出现。此后，辐合环流继续东移，低层东南气流和中空西南急流维持到 12 日 12 时。14 时，整个雷达探测范围都是辐散气流，到了 17 时，雷达站地面开始转东北风，雷达站西南面仍有辐合环流存在，直到 22 时才消散。

分析第二次强降水的雷达速度图（图略）可见，15 ~ 16 日低涡暴雨过程前期速度图与第二次强降水速度图的共同之处是低层的东南气流和中高层的西南气流，且西北方向有气旋性辐合环流，东南方向有气旋性辐散环流；不同的是中高空没有急流出现，而且地面锋面运动速度更快，16 日 6 时就移

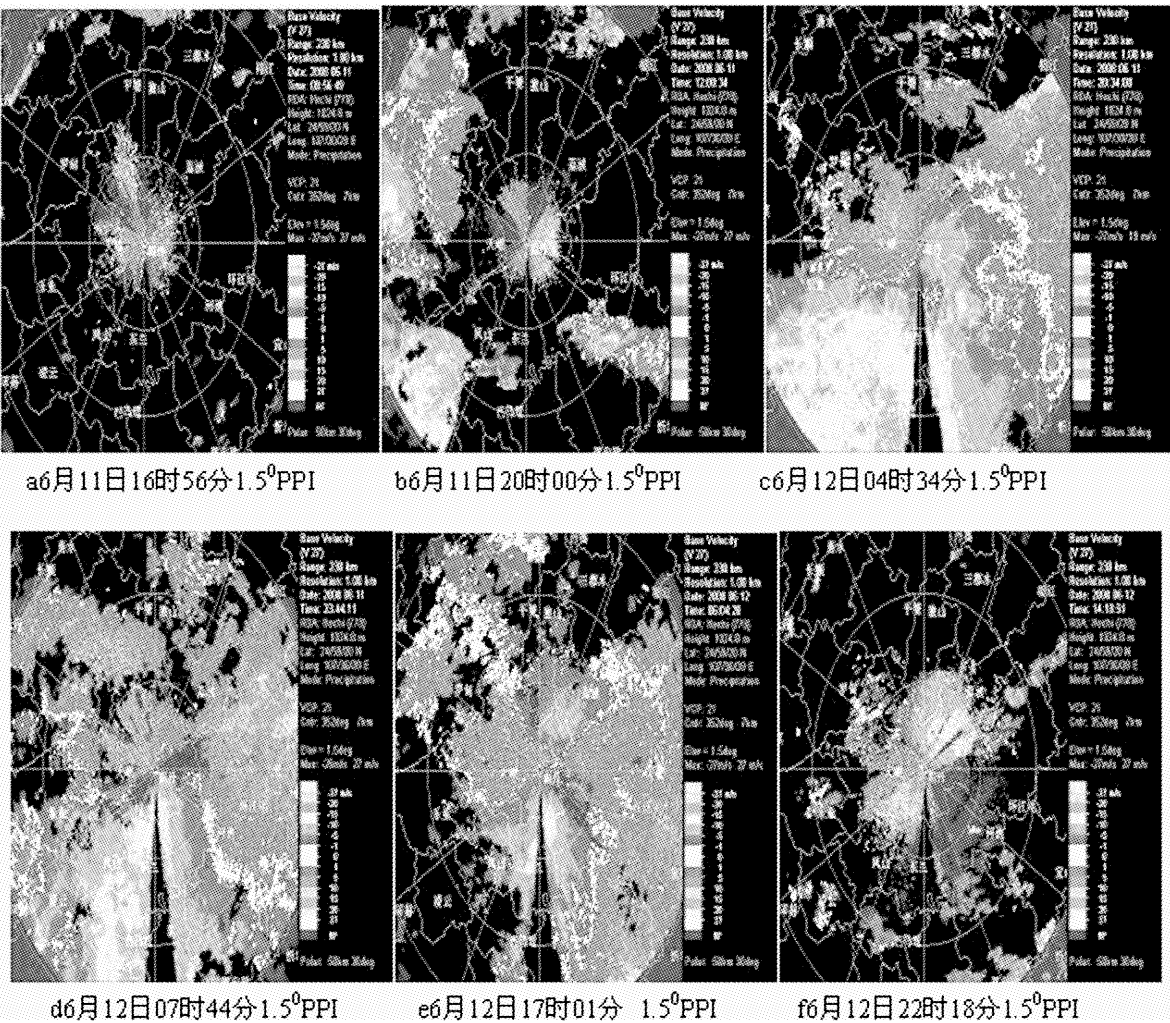


图 2 2008 年 6 月 11 ~ 12 日河池多普勒雷达 1.50 仰角速度图
Fig. 2 Base velocity of Hechi Doppler radar (Elev = 1.5 deg) on June 11 ~ 12, 2008

过雷达站。锋面移出雷达站后，气旋性辐散环流仍维持到 14 时才开始消散，从 15 日 13 时开始一直到 16 日 14 时一共维持了 25 个小时。21 时，整个降水系统移出河池。

王彦等^[4]研究表明，雷达速度产品能够反映天气系统的高空辐合情况，而且与强降雨落区密切相关。这两次过程雷达站东南方向 3 000 ~ 3 500 m 一直存在的气旋性辐散环流对强降雨的发生和维持起着重要的作用，中层辐散有利于对流的发展，对照实际降雨观测，降雨中心正好出现在气旋性环流覆盖区，可见稳定维持的气旋性环流对降水的贡献很大。

3 雷达垂直积分液态水含量分析

通过对两次低涡暴雨的雷达垂直积分液态水含量演变分析发现，在强对流开始出现的时段对流单

体的 VIL 值在 1 ~ 3 kg/m²，随着降水系统的发展，回波体中的 VIL 值逐渐增加，达到 15 kg/m² 左右时降水强度开始加大，出现 20 mm/h 的降雨强度时 VIL 值大部分时间维持在 20 kg/m² 以上，当 VIL 值小于 10 kg/m²，降水趋于结束，VIL 值小于 1 kg/m² 则天空放晴。

4 雷达估计降水与实际降水对比

从反射率因子及 1 小时、3 小时累计雨量与自动站降雨量对比（表 1、2）发现，1 小时累计雨量估计值和 3 小时累计雨量估计值比自动站降雨量偏小，而且偏小程度普遍较大。而在孙瑞^[5]等的观察中，1 小时、3 小时累计雨量与自动站降雨量偏差不大，是否与雷达型号或软件设置有关，有待进一步验证。

表 1 反射率因子、1 小时累计雨量与自动站降雨量对比

Tab. 1 Contrast of reflectivity factor, 1 hour total rainfall with automatic station rainfall

时间	反射率因子 R	1 小时累计雨量 OHP/mm	地面自动站雨量/mm	误差/mm
12 日 04 时	50	15. 8	东兰长乐 70. 9	- 55. 1
15 日 22 时	45	19. 5	凤山江洲 79. 4	- 59. 9

表 2 反射率因子、3 小时累计雨量与自动站降雨量对比

Tab. 2 Contrast of reflectivity factor, 3 hours total rainfall with automatic station rainfall contrast

时间	反射率因子 R	3 小时累计雨量 THP/mm	地面自动站雨量/mm	误差/mm
12 日 03 ~ 05 时	50 ~ 55	76. 2	金城江白土 151. 5	- 75. 3
15 日 15 ~ 18 时	50 ~ 55	44. 5	宜州龙头 101. 5	- 67

5 讨论与结论

- (1) 低涡降雨系统回波强度均超过 50 dBZ, 回波强度大于 35 dBZ 时降雨强度较大。两次过程最大回波均小于 65 dBZ, 未出现冰雹和长时间雷暴, 是否表明低涡系统等暖性系统难以出现冰雹, 需要在今后的实践中去证明。
- (2) 平均径向速度产品能提供降水系统的移动速度, 对移动慢且范围大的低涡系统移动的预测估计较为准确。速度产品对中尺度辐合系统反映明显, 对分析强降雨落区起到很好的指示作用。
- (3) 雷达垂直积分液态水含量与降水强度成较

强的正相关, 可以很好的用于短时临近预报中。两次强降雨过程中雷达垂直积分液态水含量均小于 40 kg/m², 说明过程中未出现超级单体。

(4) 实际雨量比降雨估计大的原因初步分析是: 第一是由于河池雷达尚未进行校准,, 降雨估计有所偏差。第二是降雨估计的原理是把同一方位的回波强度的雨量反馈给最接近雷达站的一块雨团, 而这次的强降雨区离雷达站较远, 同一方位有时也有降雨区, 所以对降雨估计偏小有一定影响。但某些时次也无降雨云团遮挡, 降雨估计仍然偏小。

低涡暴雨雨强大, 雷达估计降水在出现大于 25 mm/h 的强降雨时存在较大误差, 最大误差达 75. 3 mm/h, 难以在实际预报中起到主要作用。

参考文献:

[1] 俞小鼎, 姚秀萍, 熊廷南, 等. 多普勒天气雷达原理与业务应用 [M]. 北京: 气象出版社, 2006.

[2] 应冬梅, 郭 艳. 江西省一次强对流天气的多普勒天气雷达分析 [J]. 江西气象科技, 2003, 26 (3): 8 - 10.

[3] 张沛源, 杨洪平, 胡绍萍. 新一代天气雷达在临近预报和灾害性天气警报中的应用 [J]. 气象, 2008, 34 (1) 3 - 11.

[4] 王彦, 吕江津, 周海龙, 等. 暴雨的多普勒天气雷达速度辐合风场特征 [J]. 气象, 2008, 34 (3) 63 - 68.

[5] 孙瑞, 郑芬, 黎淋, 等. 2008 年一次混合性强降雨过程的雷达产品特征分析 [J]. 云南地理环境研究, 2008, 20 (增刊) 16 - 19.

ANALYSING TWO RAINSTORMS BY CINRAD PRODUCTS IN JUNE 2008

LIU Wan-jie

(Hechi Meteorological Bureau, Hechi 547000, Guangxi, China)

Abstract: Using CINRAD products, analyzed two rainstorm processes at Hechi of Guangxi in the middle of June, 2008, and discussed characters and forecasting indexicalities of various products in the rainstorm. The results show that: (1) The maximum of base reflectivity in the rainstorm is between 50 dBZ and 65 dBZ, and there is no hail and longtime thunderstorm, the precipitation is quite heavy when the echo intensity is more than 35 dBZ; (2) The average velocity products reflect the moving velocity of the low vortex system; (3) There is a positive correlation between precipitation intensity and vertically integrated liquid water; (4) Precipitation of low vortex system is heavy, and precipitation estimating exists a grate error when the rianfall is more than 25 mm/h.

Key words: low vortex system; doppler radar; characteristic analysis

河池境内集雨区一次大暴雨天气的多普勒雷达资料分析

贺春江

(河池市气象局, 广西 河池 547000)

摘要: 分析 2009 年 7 月 2 日 20 时到 7 月 3 日 20 时河池市境内集雨区的一次大暴雨天气过程。由雷达基本反射率因子、平均径向速度、风廓线产品、累积降雨量、自动站雨量资料分析得出: 强降雨时段里风场结构的主要特征有垂直风切变、西南低空急流, 持续深厚的暖湿平流, 对实际短期预报中有很好的指导作用; 强降雨中心基本反射率因子强度达 55 dBZ, 对应速度场有大风区、逆风区; 但在这次降雨过程中 PUP 降水产品 OHP、THP、STP 与实际降水误差较大, 在实际应用中要给予订正。

关键词: 大暴雨; 多普勒雷达; 河池市

中图分类号: P458.1⁺21.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-7852(2010)S0-0113-05

0 引言

受高空槽和中低层切变线影响, 2009 年 7 月 2 日到 4 日, 河池市境内出现了入汛以来最强的连续性强降雨天气, 强降雨造成局部地区山洪地质灾害和内涝, 水库水位猛涨, 其中 2009 年 7 月 2 日 20 时到 4 日 20 时, 龙江河流域、红水河流域(河池境内

集雨区)普降暴雨到大暴雨, 局部特大暴雨; 根据自动站资料显示, 此次过程有两个强降雨中心, 分别位于龙江河的支流大小环江中上游、东小江一线; 红水河支流澄江、刁江下游一线(图 1)。本文利用河池多普勒天气雷达产品, 重点对 7 月 2 日 20 时到 3 日 20 时大暴雨的回波结构、演变发展及地面中尺度扰动进行初步分析, 为以后更好的监测强降水天气, 做好临近跟踪预报积累一定的经验。



图 1a 大小环江、东小江暴雨中心

Fig. 1 (a) Storm Center of Dahuanjiang River, Xiaohuanjiang River and Dongxiao River

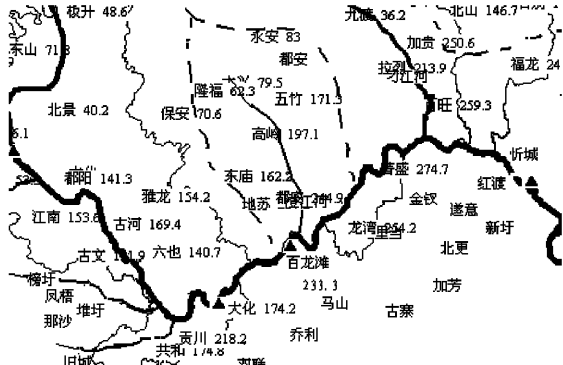


图 1b 澄江、刁江下游暴雨中心

Fig. 1 (b) Storm center of Chengjiang River and Diaojiang River downstream

1 天气背景

大暴雨过程初期,500 hPa 图上(图略),亚州大陆中高纬为“两槽一脊”型,7月2日到4日高原不断有低槽东移,触发中低层低涡的生成并发展;同时西太平洋副热带高压东退到120°E附近,广西大部为其西侧西南暖湿气流影响,地面有中尺度辐合线维持;在高空槽、低涡切变、西南暖湿气流、地面辐合线的共同影响下,造成这次强降水天气过程。

2 雷达资料分析

2.1 强降雨中心逐时雨量分布

2009年7月3日到4日,龙江河流域平均面雨量达到了105 mm,特别是3日龙江河流域普降暴

雨到大暴雨,局地特大暴雨,强降雨中心在大小环江中上游和东小江一线,大部乡镇日雨量达100 mm以上,根据自动站资料显示,7月2日20时到3日20时大小环江上游的长美乡日雨量240.5 mm,东兴乡240.6 mm,龙岩乡148.6 mm,明伦141.4 mm,逐时雨量如图2a所示,从7月2日23时开始降雨,并持续增强,强降雨时段在5:00~12:00的7个小时里。1小时最大雨强出现在长美乡为58.6 mm。东小江的谦爱、宝坛、怀群日雨量在172.7~197.1 mm,在这24小时里有两个强降雨时段,分别是0:00~3:00,10:00~15:00,最大雨强为40.1 mm/h,出现在1:00~2:00时(图2b)。

澄江、刁江下游也是此次降雨过程的暴雨中心之一。降水开始时间是在7月3日2时,强降雨一直持续到7月3日11时,11时后降水趋于减弱;最大雨强为48.1 mm/h,出现在7月3日8时~9时(图2c)。

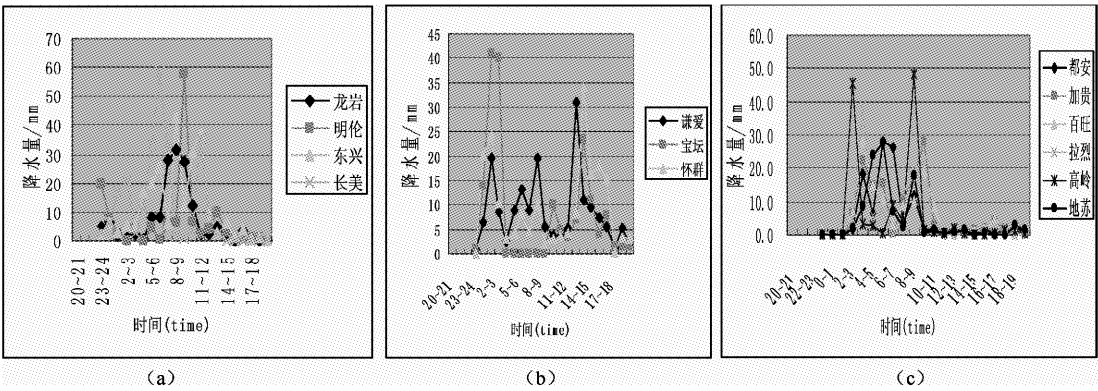


图2 2009年7月3日大小环江(a)、东小江(b)、澄江刁江下游(c)代表站点逐时雨量强度分布

Fig.2 Intensity distribution of hourly rainfall on behalf site in Dahuanjiang River, Xiaohuanjiang River (a), Dongxiao River (b), Chengjiang River and Diaojiang River downstream on July 3, 2009

2.2 雷达回波分析

7月2日12时,北盘江上游的镇宁、关岭一带开始出现弱的块状回波,河池境内也有零散的对流回波出现;7月2日15时30分块状回波强度增强,范围扩大,并缓慢东南移到北盘江下游的紫云、贞丰、望谟一线,中心强度有50 dBZ,由于有850 hPa的切变线配合;到19时切变线附近的回波逐渐增强,范围不断扩大,向东扩展到罗甸、平塘、独山,向南扩展到乐业一线。1.5度仰角上,回波中心达到55 dBZ;20时35分回波继续合并发展成为片状回波并向雷达站移来,回波梯度很大,24时回波移至大小环江、东小江附近,大部份强度在35 dBZ以上,中心强度55 dBZ,此后回波继续缓慢东移,3日6时57分对应速度图上有10 m/s的正速

度区,中心有27 m/s的大风区(图3),对应长美乡一小时雨强达到58.6 mm,此强片状回波在3日12时以后才逐渐减弱,强回波维持时间达12小时;造成了该地区普降大暴雨。

7月3日1时27分,在回波主体的西南面,位于澄江、刁江下游的都安境内,有新的对流回波出现,由于有500 hPa高空槽和850 hPa切变线存在,同时在大化、都安、忻城一线地面有中尺度辐合线(图略),因此回波在地面辐合线上迅速发展壮大,3日2时18分,回波已发展成片状,从2时30分到10时回波主体维持在30 dBZ以上,中心强度55 dBZ,对应澄江、刁江下游一带有强降水区域。在相应速度图上,正速度区中出现了明显的逆风区,逆风区从2时24分一直持续到6时44分,该区与雷达回

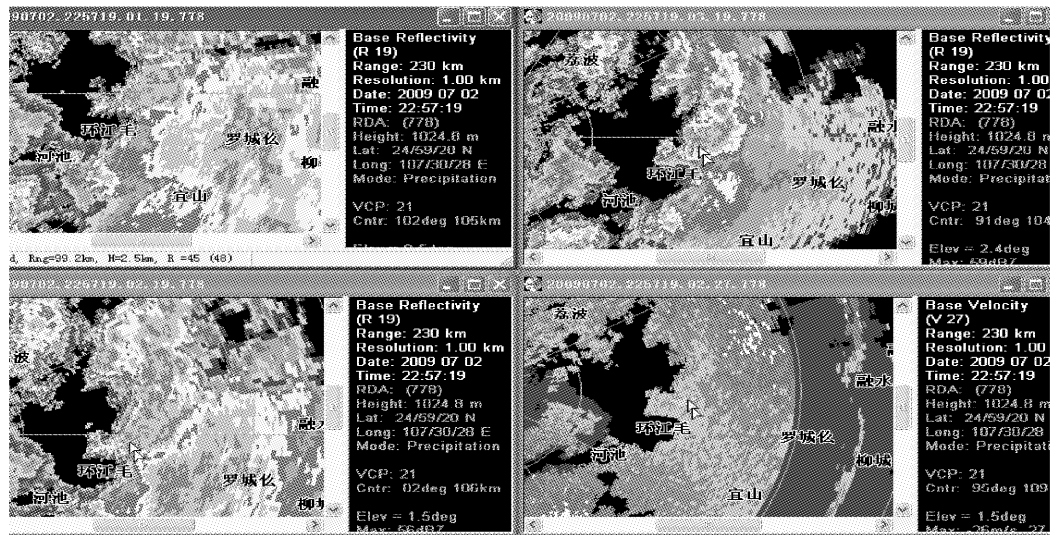


图 3 2009 年 7 月 3 日 6 时 57 分 0.5 度、1.5 度、2.4 度仰角反射率因子及 1.5 度仰角基本径向速度图

Fig. 3 The basic radial velocity chart of 0.5 degree, 1.5 degree, 2.4 degree elevation angle index of reflection factor and 1.5 degree elevation angle at 6: 57on July 3, 2009

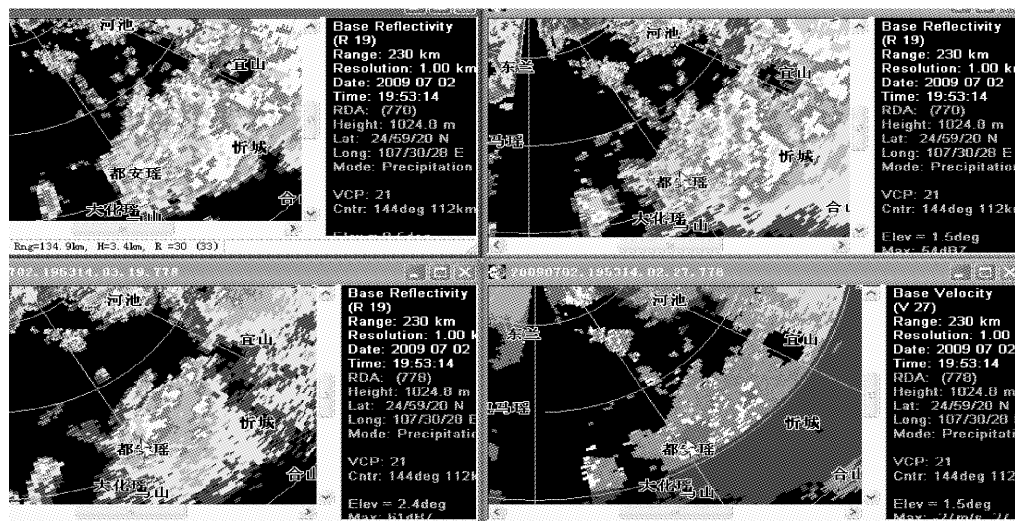


图 4 2009 年 7 月 3 日 3 时 53 分 0.5 度、1.5 度、2.4 度仰角反射率因子及 1.5 度仰角基本径向速度图

Fig. 4 The basic radial velocity chart of 0.5 degree, 1.5 degree, 2.4 degree elevation angle index of reflection factor and 1.5 degree elevation angle at 3: 53on July 3, 2009

波强度上的强回波中心位置对应一致（图 4），逆风区是短时暴雨预报的一个判据^[1]。根据自动观测站降水记录显示，该区从 7 月 3 日 2 时开始到 10 时维持强降雨天气，最大雨强为 48.1 mm/h。

2.3 1 小时、3 小时降雨量和风暴总累积降雨量分析

新一代天气雷达的重要功能之一是降水估计^[2]；本文分析比较了 1 小时累积雨量 OHP、3 小时累积雨量 THP、风暴总降水量 STP 产品与自动站实测雨量资料发现，OHP、THP、STP 产品与实际降水误差较大；如在这次降雨过程中，95 度方位距

离测站 100 km 周围，对应为长美乡，1 小时降雨量产品显示 7 月 3 日 6 时降雨量为 12.7 mm，而实际降雨量为 33.4 mm；3 日 7 时降水产品显示为 31.8 mm，实际降雨量为 58.6 mm；7 月 3 日 23 时到 2 时 THP 产品显示为 19.1 mm，而实况 3 小时降雨量为 27.4 mm；7 月 3 日 5 时到 8 时 THP 产品显示为 63.5 mm，而实况 3 小时降雨量为 125.3 mm；3 日风暴总降水量 STP 显示为 127 mm；实况总雨量为 240.4 mm。图 5 分别是长美与百旺 7 月 3 日 1 小时累积雨量与自动站雨量资料实况对照表。由此可知，雷达降水产品与自动站雨量误差较大，降雨量

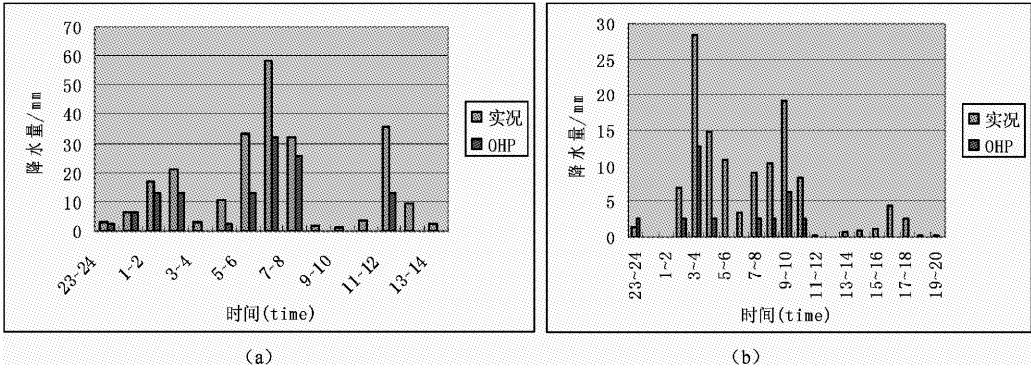


图 5 2009 年 7 月 3 日长美 (a)、百旺 (b) 降水中 OHP 与实况雨量对照图

Fig. 5 The comparison chart of precipitation OHP and live rainfall on July 3, 2009 in Changmei (a), Beiwang (b)

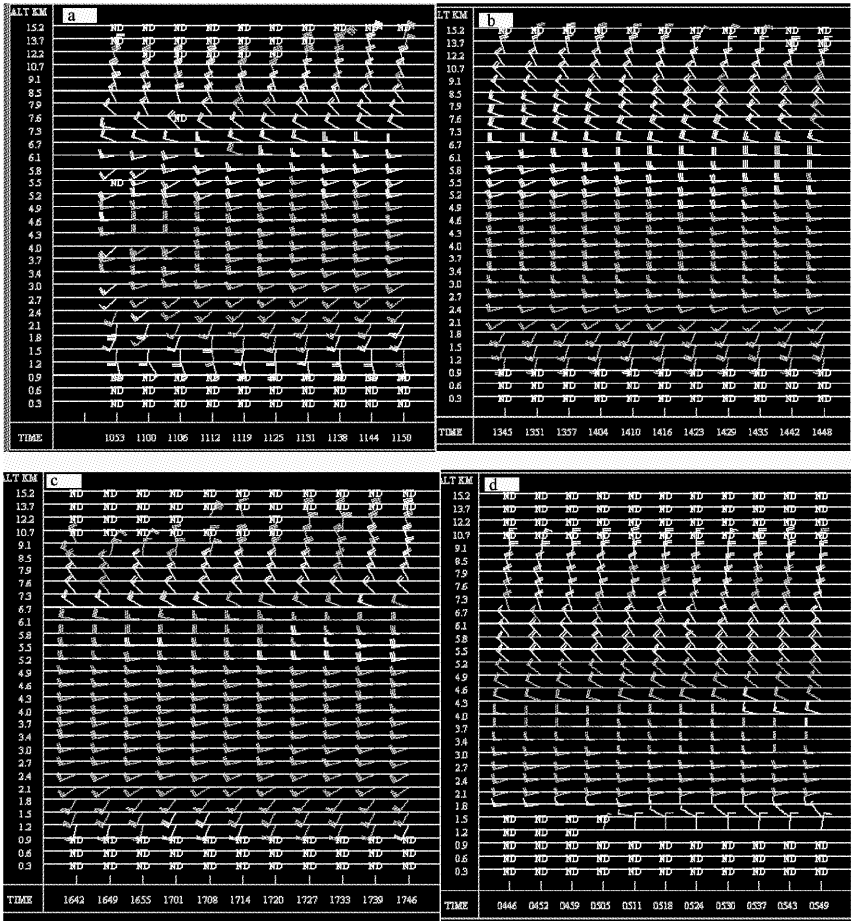


图 6 2009 年 7 月 2 日到 3 日河池雷达 VWP 产品

(a) 2 日 18:53 ~ 19:50; (b) 2 日 21:45 ~ 22:48; (c) 3 日 0:42 ~ 1:46; (d) 3 日 12:46 ~ 13:49

Fig. 6 Radars VWP product , July 2 to 3, 2009, Hechi

级总是比实况值要偏小，偏小的程度达 40% ~ 60%；因此我们在应用到这些产品做降雨监测预报时，要注意做好订正。

2.4 降水前后风廓线 VWP 产品分析

新一代天气雷达 VWP 产品可代表测站四周 60 km 范围风的垂直分布和冷暖平流以及湿层厚度的

情况。图 6 给出了降水前后测站 VWP 产品的分布情况，从图 6 中可看出，降水开始前，7 月 2 日 18 时 53 分测站开始测得速度，1.2 km 以下为东南风 4m/s，1.5 km ~ 6.1 km 为西南风，再往上是西北风，风向随高度顺转，有暖平流；到了 19 时 50 分，低层的风速由东南风转为正南风，风速加大到

8 m/s, 低层风的增大说明入流开始增大, 同时有风的垂直切变存在, 垂直风切变有利于相对风暴气流的发展^[2], 使得暖湿气流源源不断地输送到发展中的上升气流当中; 22 时 23 分低层西南急流建立, 5.5 km 以下均为偏西南气流, 湿层很深厚, 对应测站以及测站下游的站点开始降雨, 此后低空急流一直维持, 从 0.9 km ~ 5.5 km 一直维持深厚的西南气流。我们知道暴雨产生的条件之一是要有充分的水汽供应, 而低空急流是为暴雨输送水汽的通道, 是对流不稳定层结的建立者和维持者^[3]。而持续深厚的暖湿平流更加强了层结的稳定度及低层的扰动, 为持续输送大量水汽、为降雨云系的维持和发展提供了有利的条件。从 7 月 2 日 23 时开始, 测站周围以及下游距测站 150 km 范围内出现了大范围的降水, 并且持续、增强。直到 7 月 3 日 12 时中低层偏南风风速逐渐减小, 13 时以后风向转为偏北风, 降水也趋于减弱。可见, 持续性深厚的暖湿平流以及低层的西南急流有利于强降水的加强和维

持。VWP 产品可清晰的反映雷达风场的分布及冷暖平流的发展演变, 同时对下游短时临近预报有指导作用。

3 小结

(1) 本次强降雨天气过程是由于强降水回波持续时间较长造成的, 回波形态呈块状、片状, 回波中心强度达到 55 dBZ。强降雨中心对应的速度图有大风区、逆风区。

(2) 雷达降水产品比实况值要偏小, 偏小的程度达 40% ~ 60%。

(3) 风廓线 VWP 产品反映雷达站周围 60 km 风场的时空分布、冷暖平流的发展演变; 垂直风切变、持续性深厚的暖湿平流以及低层的西南急流有利于强降水的加强和维持, 在探空资料不能满足的情况下, 它是对探空资料的一个补充, 并可为下游的短时降水预报提供依据。

参考文献:

- [1] 张沛源, 陈荣林. 多普勒速度图上的暴雨判据研究 [J]. 应用气象学报, 1995, 6 (3): 373 - 377.
- [2] 俞小鼎, 姚秀萍, 熊延南, 等. 多普勒天气雷达原理与业务应用 [M]. 北京: 气象出版社, 2006: 1 - 314.
- [3] 朱乾根, 林锦瑞. 天气学原理和方法 [M]. 北京: 气象出版社, 2000: 398.

THE DOPPLER RADAR OF DATA ANALYSIS OF A HEARY RAINSTORM WEATHER PROCESS IN RAIN GATHERING AREA IN HECHI

HE Chun-jiang

(Hechi Meteorological Bureau, Hechi 547000, Guangxi, China)

Abstract: Analysis on July 2, 2009 at 20 to 3 July 20, . a Heary RainStorm Weather Process in Rain Gathering Area in Hechi. By means of radar, average reflectivity basic factor of radial velocity, wind profiling products, accumulated, rainfall, rainfall data automatically stand concluded; strong rainfall during the main characteristics of the structure of wind field is vertical wind shear, southwest of the low-level jet, continue to actual consumption of the advection, warm in the short-term forecast has very good guidance, Strong rainfall intensity factor of center of basic reflectivity 55dBZ, corresponding velocity field area, the wind is strong; but in the process of rainfall, rainfall OHP product PUP THP, STP and actual precipitation, in actual applications to add to correction.

Key words: Heary rainstorm; Doppter radar; Hechi City

黔南州暴雨洪涝灾害情势及防御

石昌军

(黔南州气象局, 贵州 都匀 558100)

摘要: 根据黔南州 1983~2007 年共 25 年的暴雨洪涝灾害资料及降水资料, 对黔南州洪涝灾害的基本特征、主要特点进行分析和总结, 结合该州气候变化趋势及人文地理、经济社会发展等情况进行研究, 结果表明: 5~8 月是该州暴雨洪涝灾害的多发季节, 尤以 6 月最多, 7 月次之; 州的南部和中部地区洪涝灾害要重于北部地区, 而且随着经济的发展, 暴雨洪涝灾害所造成的损失越来越大。大暴雨等极端天气气候事件增多、特定的人文地理环境、生态环境的逐步恶化和防洪抗灾基础建设滞后使该州防御暴雨洪涝灾害所面临的形势日趋严峻。对暴雨洪涝灾害的防御措施作了一些探讨。

关键词: 黔南; 暴雨; 洪涝; 防灾减灾

中图分类号: P426.616 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-7852(2010)S0-0118-05

0 引言

黔南州地处云贵高原东南部向广西丘陵过渡的斜坡地带, 是亚热带季风气候区夏季风盛行的主要通道, 春夏季盛行于州内上空的强劲偏南季风, 是南海和孟加拉湾水汽向中高纬度输送的主要管道。全州地势西北高, 东南低, 起伏大。境内地形地貌和地质构造较为复杂, 以喀斯特地貌和岩溶地质结构为主, 山地、丘陵、盆地和河谷犬牙交错。境内水系发达, 中小河流众多^[1]。全州共辖 2 市 9 县 1 自治县。州内的都匀、长顺、三都等县市是贵州省的多暴雨区^[2]。因暴雨造成的洪涝灾害在该州年年都有发生, 常造成山洪暴发、城镇被淹、农田被毁, 公路、铁路、电力、通信、水利等基础设施遭受破坏, 并且往往引发崩塌、山体滑坡及泥石流等地质灾害, 造成人员伤亡, 给人民群众生命财产安全带来严重威胁。文献[3]对该州暴雨气候特征及灾害特点等进行过分析, 并提出一些防御措施和对策。但随着经济社会的不断发展和气候变化的影响, 全州暴雨气候及其灾害呈现了越来越复杂的特征。对该州暴雨洪涝灾害所面临的情势进行分析,

进一步掌握其特点及发生的规律, 对于提高黔南暴雨洪涝灾害的预测预报及防治整体技术水平, 加强社会防灾减灾功能具有重要的现实意义。

1 资料来源

本文所用的暴雨资料为全州各县市气象站 1983~2007 年的气候资料。所用的暴雨洪涝灾害资料为黔南州气象局 2008 年最新建立的全州各县市 1983~2007 年气象灾害数据库, 其资料主要来源于各县市民政局、水利防汛部门和气象台站的气象灾情档案。其灾害次数、经济损失、伤亡人员等统计难免有疏漏, 但重大灾情较齐全, 对分析应用仍有一定价值。

2 黔南暴雨洪涝灾害的基本特征和主要特点

2.1 基本特征

2.1.1 灾害损失特征

灾害发生频繁, 经济损失大, 往往伴有人员伤亡。据资料统计, 在 1983~2007 年这 25 年, 全州各县市共发生大小洪涝灾害 360 次, 造成直接经济

损失约 47.4 亿元，因暴雨洪涝和其引发的地质灾害共造成 229 人死亡、47 人失踪。

2.1.2 时空分布特征

州内暴雨洪涝灾害多发生于每年的 5 ~ 8 月 (图 1)，尤其以 6 月发生最多，占总次数的 40.3%，7 月次之，占总次数的 28.1%。

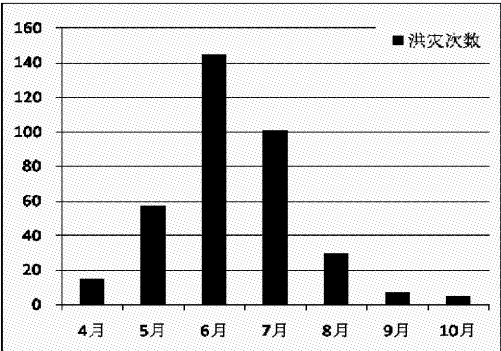


图 1 黔南州 1983 ~ 2007 年各月暴雨洪涝灾害频次分布图
Fig. 1 The monthly flood frequency distribution over 1983 ~ 2007

暴雨洪涝灾害发生的范围广，州内各县市几乎每年都有局地洪涝灾害发生。从洪涝灾害造成的直接经济损失和造成的人员伤亡情况看，州的南部和中部地区洪涝灾害要重于北部地区。根据 25 年来各县市暴雨洪涝灾害造成的直接经济损失，将全州暴雨灾害划为 3 个区域 (图 2)：(1) 偏重区：直接经济损失 4 亿元以上，包括三都、都匀、平塘、荔波、罗甸；(2) 中灾区：直接经济损失 2 亿元以上 4 亿元以下，包括贵定、瓮安、惠水；(3) 轻灾

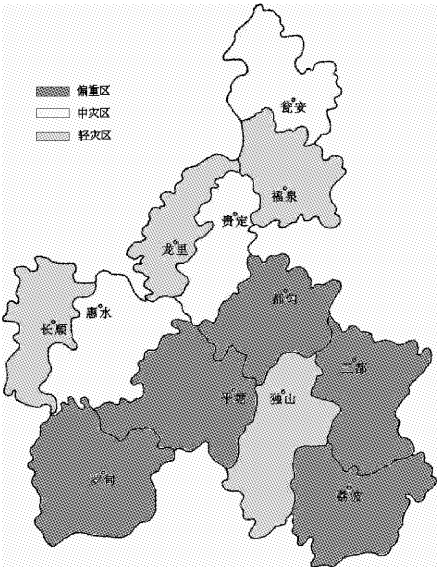


图 2 黔南州暴雨洪涝灾害空间分布图
Fig. 2 The spatial distribution of flood disaster

区：直接经济损失 2 亿元以下，包括独山、长顺、福泉、龙里。

2.1.3 时代特征

从灾害发生时代特征来看，2000 年以后暴雨洪涝灾害造成的经济损失、人员伤亡等情况远比 1983 ~ 1999 年的要重。尤其是近年来，随着经济的发展，黔南暴雨洪涝灾害造成的损失在全州气象自然灾害损失中的比例明显增大。据统计，2000 年 ~ 2007 年的 8 年间，全州共出现洪涝灾害 156 次，造成的直接经济损失达 31.6 亿元。其中，发生直接经济损失达 1 000 万元以上的暴雨洪涝灾害 43 次，每年平均达 5 次以上。尤以三都、都匀、平塘、荔波、罗甸 5 个县 (市) 为重，仅这 5 个县市在 8 年间就发生了中型以上暴雨洪涝灾害 26 次，造成的直接经济损失达 25.4 亿元，占全州 8 年来洪涝灾害直接经济损失的 80%。

2.2 几次典型暴雨洪涝灾害及其主要特点

2.2.1 都匀 2000 年“6·8”特大洪水

2000 年 6 月 7 日夜间到 8 日上午，都匀市遭受特大暴雨袭击，24 h 降雨量达 307.4 mm，刷新了该市有气象记录以来的单日雨量最大值。6 月 8 日凌晨 3 时，洪峰袭击都匀城区、沿河两岸被淹，城区低洼处水深高达 3 m，市中心积水达 1.5 m。特大暴雨诱发了山洪，在全市范围内造成交通、通讯中断、多处山体滑坡、房屋倒塌、人员伤亡、供电供水中断、工厂停工、学校停课，人民群众的生产和生活受到严重影响。全市受灾 29.5 万人，因灾死亡 20 人，失踪 13 人，因灾无家可归 230 人，还造成大量农田被毁。全市累计直接经济损失达 5 亿元。

2.2.2 罗甸 2006 年“6·12”洪涝灾害

2006 年 5 月 23 至 6 月 12 日间，罗甸县持续阴雨天气，6 月 12 日傍晚 20 时至 13 日 08 时，县城总降水量达 208.4 mm，其中 12 日 21 时 ~ 23 时 2 h 内降水量达到 150 mm。同时县城附近降水量超 100 mm 的有 3 个乡镇。由于前期土壤水分饱和，加上降水强度大，造成山洪暴发，洪水横溢，河堤缺口，公路、堡坎塌方、房屋倒塌，给该县造成了严重灾害，共造成 13 个乡镇 142 个村 682 个组 15 223 户 61 888 人不同程度受灾，倒塌房屋 462 间，损坏房屋 912 间，其中因房屋倒塌死亡 2 人；公路、电力、桥梁等基础设施受损；部分牲畜、家禽被洪水冲走；农田及作物也遭受重大损失。全县因灾造成直接经济损失 1706 万元，其中农业经济损失 1 033.4 万元。

2.2.3 平塘、三都 2007 年“7·26”特大暴雨洪涝灾害

2007 年 7 月 25 日夜间至 26 日早晨，平塘县 19

个乡镇普降暴雨或大暴雨，县城 24 h 降雨量达 139.5 mm，乡镇最大降雨量达 163.5 mm，同时由于周边的都匀、独山、贵定、惠水等县市都降了 100 mm 以上的大暴雨，全县遭遇了百年一遇的特大洪涝灾害，强降水造成该县河流水位暴涨，县城平湖水文站洪峰水位达 705.92 m，超过 1924 年历史最高水位 1.88 m，洪峰流量 3 070 m³/s。此次洪灾，该县共有 97 个村 1 320 个村民组 55 611 户 23 3567 人受灾，全县水、电、路、通讯设施及工商业、农业严重受损。县城 70% 区域被淹，公路、桥梁毁损 265 处 164.7 km，县城 3 条出境公路全部中断，有 15.6 万人饮水困难，40 户群众受山体滑坡威胁。洪水造成民房倒塌 5 560 间，15 800 间毁坏，并冲走大量牲畜、粮食、车辆。造成直接经济损失 5.8 亿元。

同日，三都县及黔东南州丹寨县遭受暴雨到大暴雨袭击，三都县 21 个乡镇不同程度受灾，特别是 26 日下午 5 时左右，因强降水造成丹寨县马劲坳电站水库溃堤，由于水量过大造成山体浸泡、垮塌，决口处宽约 100 m，7×10⁸ m³ 左右的库容水量由缺口下泄，洪峰高达 30 m 多，给水库下游的三都县部分乡村带来毁灭性灾害，冲毁房屋 2 000 多间，通往广西自治区的 321 国道主干线的 100 m 跨度桥梁——“打鱼大桥”被洪水冲塌，交通中断。因突发的洪水造成 5 人死亡，1 人失踪。此次洪涝灾害共造成该县 3.1 万户 14.2 万人受灾，倒塌房屋 8 627 间，损坏房屋 13 243 间，造成直接经济损失 3.86 亿元。

2.2.4 主要特点

从上述典型暴雨洪涝灾害和 1983 ~ 2007 年历次暴雨洪涝灾害的情况看，黔南的暴雨洪涝灾害除具有前述的基本特征外，还具有以下主要特点。

一是突发性强，成灾时间短，且多发于夜间。黔南暴雨洪涝灾害往往在短时间内因突降大到暴雨，导致河川径流迅速汇集，水位涨落时间极短，突发成灾，从降雨到灾害形成仅 1 小时到几小时，且强降水及洪峰多发于夜间，使人们措手不及，防不胜防。

二是来势迅猛，毁灭性大。因山区地形落差大，形成山洪灾害的强降雨，大多来势迅猛，冲击力大，洪水造成的损失重，尤其是沿山沟和溪河两岸的农田、房屋受损较重。

三是洪害造成的损失要远比涝害造成的损失大。由于州内地势落差大，洪水流速快，易涨易落，绝大多数损失是由于洪水强大的冲击力造成的，而造成城镇、农田积水成灾的涝害较为少见。

四是暴雨洪涝灾害常伴随有大量的崩塌、滑坡和泥石流等次生山地灾害发生，造成房屋倒塌、人员被埋等现象，而且由于滑坡、崩塌，使道路受阻，增大救灾难度。

五是暴雨中常伴有雷电、风雹等强对流灾害天气，造成多种灾害并发，难以防范。

六是局部强度大，区域不固定。降雨强度大是造成灾害的直接原因，但降雨往往是局部强度特别大，区域不固定，预测预报难度大，而且大范围跨县域的强降水天气过程也趋于常见。

七是连续性暴雨过程多，降水时间长，降水总量大，造成的危害更重。

八是灾后恢复难度大。因强降水引发的山洪往往挟带大量泥沙石块，使沿溪河两岸农田被水冲砂压，堤崩岸塌，导致灾后不能复耕。

3 黔南暴雨洪涝灾害的主要情势

3.1 全球气候变暖造成大暴雨等极端天气气候事件增多

由于全球气候变暖的影响，该州的强降雨天气也日趋异常。根据 1983 ~ 2007 年 25 年全州暴雨资料统计分析，全州各县市平均每年暴雨日数为 2.4 ~ 4.6 d（见表 1），平均每年大暴雨日数为 0.2 ~ 0.8 d，大暴雨日数显现出波动上升的趋势（图 3）。特别是 2000 年以来，州内的都匀、长顺、龙里、罗甸、三都、平塘、独山等 7 个县市 24 h 降水量上限连年突破了 1983 年以来的最大值。全州每年 100 mm 以上的大暴雨天气呈增多趋势。

表 1 黔南州各县市 1983 ~ 2007 年平均暴雨、大暴雨日数
Tab. 1 Alternating the county or city from 1983 to 2007, average Rainfall days and Heavy Rainfall days

项目	县市名称												
	瓮安	福泉	龙里	贵定	长顺	惠水	独山	平塘	罗甸	荔波	三都	都匀	合计
暴雨日数/d	2.4	3.0	2.7	2.9	4.4	3.9	3.5	3.1	3.3	3.7	3.8	4.6	41.2
大暴雨日数/d	0.2	0.3	0.2	0.2	0.6	0.4	0.4	0.2	0.3	0.2	0.6	0.8	4.5

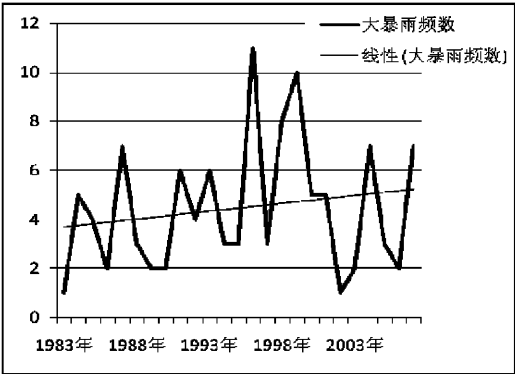


图 3 黔南州 1983 ~ 2007 年大暴雨频数及趋势图
Fig. 3 Southern Guizhou heavy rainstorm frequency and trends over 1983 ~ 2007

3.2 特定的人文地理环境，使山洪具有极大的破坏效率

黔南是布依族苗族自治州，州内聚居着汉、布依、苗、水、侗、毛南、仡佬等 37 个民族的 390 多万群众。州内高山、峡谷和丘陵占全州总面积的

97% 以上^[1]。千百年来，黔南民众尤其是少数民族群众都喜欢选择依山傍水的河谷和山脚、山腰开垦田土、搭建房舍，集市多是借河流靠码头而兴起，由于经济的不断发展，造成越来越多的财富和人口集聚在山洪隐患区，山洪造成的损失越来越严重。据 2004 年末的人口统计数据，州内暴雨洪涝灾害较重的三都、都匀、平塘、荔波、罗甸 5 个县（市），其少数民族人口比例都是州内县市中少数民族人口比例较高的（见表 2）。可见，暴雨所造成的洪涝灾害损失不仅与降雨量有关，还与人文地理环境息息相关。

3.3 人类工程活动增多，生态环境逐步恶化

随着全州经济社会的发展，人类工程活动大幅增加，主要是在山区大量的切坡建房、采矿、毁林开荒等，造成地质环境质量日趋下降，地质灾害发生的频率有所提高。加之森林砍伐过度，自然植被缩减，在很大程度上削减了自然环境对山洪的缓滞效能，使防灾形势更为严峻。

表 2 黔南州各县市 2004 年末少数民族人口比例
Tab. 2 Alternating the county or city the end of 2004 the proportion of minority population

项目	县市名称											
	瓮安	福泉	龙里	贵定	长顺	惠水	独山	平塘	罗甸	荔波	三都	都匀
少数民族人口比例/%	5.0	26.8	39.5	51.3	58.0	60.0	74.8	59.8	67.0	88.7	96.2	68.5

3.4 防洪抗灾基础设施建设滞后

虽然改革开放以来全州防洪抗灾建设取得了巨大成绩，投入大量资金兴修水利、防洪设施，实施退耕还林、还草工程和积极开展地质灾害防治，但在防洪抗灾基础设施建设总体上仍严重滞后，主要体现在：一是许多沿河城镇、乡村防洪标准偏低，有的甚至不设防。二是建国后陆续修建的水利工程因年久失修，呈现出许多病险水库。三是全州地质灾害隐患点逐年增多，如 2007 年全州查明的各类地质灾害隐患点 603 处*，防治工程缺乏资金。四是灾后恢复难度大，造成一些地方连年遭受洪灾。五是山洪监测基础信息网点建设滞后。如全州加密自动气象站网、地质灾害监测点满足不了防灾需要等。

4 结论和讨论

4.1 小结

(1) 5 ~ 8 月是该州暴雨洪涝灾害的多发季

节，以 6 月最多，7 月次之。州的南部和中部地区洪涝灾害要重于北部地区。随着经济的发展，暴雨洪涝灾害所造成的损失越来越大。

(2) 该州暴雨洪涝灾害具有突发性强，成灾时间短，多发于夜间，毁灭性大；洪害重于涝害；常伴有崩塌、滑坡和泥石流等次生山地灾害；局部强度大，区域不固定；连续性暴雨过程多，危害重；灾后恢复难度大等特点。

(3) 全球气候变暖造成大暴雨等极端天气气候事件增多；特定的人文地理环境使山洪的灾害更加严重；人类工程活动增多造成生态环境逐步恶化；防洪抗灾基础设施建设滞后等使该州防御暴雨洪涝灾害所面临的形势日趋严峻。

4.2 讨论

(1) 应建立有效的防御洪涝灾害的联动机制。加强开展防治洪涝灾害的宣传教育力度，制定防御和治理洪涝灾害的规划，建立健全防御洪涝灾害的责任体系，加强洪涝灾害跨区域的联防工作。

* 郑府相：黔南喀斯特地区地质灾害成因分析，贵州省气象学会 2007 年学术论文集，180 ~ 181。

- (2) 加快实施防治洪涝灾害的水利工程、地质灾害防治工程、河道治理工程、病险水库除险工程和退耕还林、还草工程，努力改善生态环境。

(3) 做好山洪和地质灾害易发区日常监测。做好强降水的预报和雨情监测是防御山区洪涝灾害的有效途径之一^[4]。防汛、国土、气象、水文等部门应联合加强山洪和地质灾害预警预报，组织开展经常性的防洪应急演练，提高应急处理能力。

参考文献：

[1] 黔南布依族苗族自治州史志编纂委员会. 黔南布依族苗族自治州志第八~九卷 科学技术志, 气象志 [M]. 2 版. 贵阳: 贵州人民出版社. 1994.

[2] 贵州农民技术培训教材编辑委员会. 贵州气候与农业生产 [M]. 贵阳: 贵州科技出版社, 1992: 53 - 54.

[3] 黄先林. 黔南暴雨气候分析及其对策 [J]. 贵州气象, 1992 (6): 17 - 18.

[4] 韦昭义. 都匀市凯口镇洪涝灾害成因分析及对策 [J]. 广西气象, 2006, 27 (增刊Ⅲ) .

CIRCUMSTANCE AND DEFENSE OF RAINSTORM
FLOODING DISASTER OF QIANNAN

SHI Chang-jun

(The Meteorological Bureau of Qiannan Prefecture, Duyun 558100, Guizhou, China)

Abstract: Base on Southern Guizhou rainstorm data and floods over 1983 ~ 2007, through analyzing the basic and main characteristics of flood, combined with the trend of climate change and human geography, economic and social development of case study results show that: the flood disaster multiple seasons is May to August in the Southern Guizhou, particularly in June, July took the second place; the floods were more serious which in southern and central. With the development of economic, heavy rain caused flood damage is increasing. Heavy rainfall and other extreme weather events will increase, the specific human geography environment, the gradual deterioration of ecological environment, and floods control infrastructure lags behind so that the state is Confronted with the situation has beening worsening. Storm floods also made some of the defensive measures.

Key words: Southern Guizhou; rainstorm; flood disaster; disaster prevention and reduction

~~~~~  
(上接第 108 页)

THE DEVELOPMENT AND APPLICATION OF DATA MAINTENANCE SOFTWARE USE  
IN THE 12121 METEOROLOGICAL INFORMATION VOCIE PLATFORM

WANG Yue-qing, LAN Dong

(Qujing Meteorological Bureau, Qujing 655000, Yunan, China)

**Abstract:** Based upon the service characteristics and operating process of the 12121 Meteorological Information Voice Platform of Qujing Meteorological Bureau, this paper analyzes the data structure of actual weather, weather forecast and other data source used in the routine data maintenance of the voice platform, and summarizes and categorizes the meteorological information mailbox data involved in the system. Then the maintenance of the voice platform information is divided into five modules to realize the function of data source collection, data format conversion, mailbox information retrieval and classification, voice data storage and mailbox update. Consequently, all the five software modules are embedded in the 12121 Platform to fully integrate the meteorological information voice service platform and the basic meteorological service so as to achieve the goal of the automatic data update and maintenance of the 12121 Meteorological Information Voice Platform.

**Key words:** 12121 platform; Weather information; pronunciation platform; meteorological services

本次会议交流的其它论文题录

研究论文与技术报告

1. 压能风在短时强降水天气中的可预报性应用研究  
..... 云南曲靖市气象台：白波；云南富源县气象局：郭菊馨；云南曲靖市气象台：张精华
2. 云南一次暴雨天气过程熵流指数演变  
..... 云南富源县气象局：郭菊馨；云南曲靖市气象台：白波；云南富源县气象局：王云，等
3. 昆明准静止锋与罗平油菜生长 ..... 云南曲靖市气象台：浦吉存
4. “3.25”强对流天气分析 ..... 云南西畴县气象局：王顺江，李代玺
5. 3G 移动通信基站雷电电磁干扰防护措施探讨..... 广西河池市气象局：黎莫清，周小武，黄正宏
6. 0906 号台风登陆广西内陆的路径分析 ..... 广西河池市气象局：何草青
7. 2008 年秋季桂西北两次强降雨过程对比分析 ..... 广西河池市气象局：党国花，陆广驰
8. 惠水县摆榜乡脱毒马铃薯种植的气候条件分析 ..... 贵州惠水县气象局：陈朝龙，罗建国
9. 对比分析三次强对流天气过程 ..... 云南文山天气雷达站：黎淋，郑芬，孙瑞
10. 风暴单体识别与跟踪 SCIT 算法评估 ..... 贵州黔西南州气象局：王芬，李腹广，张辉，等
11. 富宁地区臭氧的变化及与地面温度的关系研究..... 云南富宁县气象局：周永泰，黄国平，张自旭，等
12. 桂西北暴雨的分布特征与防灾减灾对策..... 广西河池市气象局：韦丹宜，黄雷安，李肖雅
13. 桂西北高寒山区极端气温天气分析..... 广西乐业县气象局：罗新宁，农万江
14. 红河流域气候变化特征分析  
..... 云南红河州气象局：李华伟；云南石屏县气象局：王建华；云南红河州气象局：黄健云，等
15. 红水河流域汛期（4~9 月）降雨时空分布特征 ..... 广西河池市气象局：廖彩荣，黄力坚
16. 影响贵定“金海雪山”酥李花期的热量分析  
..... 贵州贵定县气象局：黄晓俊；贵州六盘水市气象局：夏恒；贵州玉屏县气象局：杨明
17. 基于地面总能量的暴雨定点预报方法研究..... 广西河池市气象局：何振伟，陈丽娜
18. 泸西县初夏霜冻天气环境场初探..... 云南泸西县气象局：李敏
19. 模糊均生函数模型在开远主汛期降雨预报中的应用..... 云南开远市气象局：刘辉
20. 气象要素自相关回归模式预报的试验方法..... 贵州安龙县气象局：汪法鉴
21. 黔西南州“6.8”区域性大暴雨天气过程分析 ..... 贵州黔西南州气象局：段荣
22. 黔西南州春季强对流天气回波分析..... 贵州黔西南州气象局：岑启林，张辉，陈晓燕，等
23. 长顺引种红富士苹果的气候条件分析..... 贵州长顺县气象局：舒兴武，罗明权，兰昌明

|                                                  |                                         |
|--------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| 24. 天峨县冰雹灾害的分析·····                              | 贵州天峨县气象局：蒲廷超，黎玉梅                        |
| 25. 文山全州性强降水过程的气候特征·····                         | 云南文山州气象局：龙春华，蒋盛闻，王郅                     |
| 26. 一条南北向暴雨带的降雨特征及成因分析<br>·····                  | 广西都安气象局：唐新；广西区气象减灾研究所：林宗桂；广西都安气象局：黎家宜，等 |
| 27. 荔波甘蔗种植气候分析评价·····                            | 贵州荔波县气象局：易延勇，梁正文，石文俊，等                  |
| 28. 在高空气象探测资料中如何预知天气变化·····                      | 广西百色市气象局：黄荟，卢雪勤，唐明松                     |
| 29. 红河州自动站观测资料在气候分析中的应用及误差分析<br>·····            | 云南红河州气象局：黄进云，谢敬明，黄萍，等                   |
| 30. 最高最低气温突升突降概念模型预报工具初探·····                    | 广西百色市气象局：刘国忠，唐毓勇，班荣贵，等                  |
| 31. 从 2002 年以来累年极端最高气温和平均最高气温变化看文山州气候变迁<br>····· | 云南文山州气象局：徐宇，晋方鹏；云南富宁县气象局：范璐             |
| 32. 一次对流性天气引发强降水的成因分析<br>·····                   | 云南文山州气象局：孙瑞；云南曲靖市气象局：张精华；云南文山州气象局：晋方鹏   |
| 33. 百色市典型高温天气过程成因分析·····                         | 广西百色市气象局：黄飞，杨思施，黄学忠                     |
| 34. 百色市三种干旱指标适用性分析<br>·····                      | 广西百色市气象局：韦金海；广西靖西县气象局：农文军；广西西林县气象局：张玉录  |
| 35. 土壤有效水分贮存量出现负值的原因浅析·····                      | 贵州黔南州气象局：石昌军                            |
| 36. 石门坎特大桥气候可行性论证报告·····                         | 贵州黔南州气象局：宋启堃，韦昭义，熊晓红                    |
| 37. 火龙果种植应注意的不利气象条件分析·····                       | 贵州黔南州气象局：唐红忠，熊平                         |
| 38. 黔南近 30 年夏季降水变化特征及早涝关系分析<br>·····             | 贵州独山县气象局：王政荣；贵州黔南州气象局：石昌军               |
| 39. 罗甸县火龙果种植适应性气候分析<br>·····                     | 贵州黔南州气象局：韦昭义；贵州罗甸县气象局：左丽芳；贵州黔南州气象局：宋彦棠  |
| 40. 独山县近 40 年日照特征变化分析 ·····                      | 贵州黔南州气象局：颜可贵，唐红忠                        |
| 41. 罗甸县近几年气候变化对农业的影响及其对策<br>·····                | 贵州罗甸县气象局：左丽芳；贵州瓮安县气象局：田红莉               |

气象现代化建设

|                                                |                                       |
|------------------------------------------------|---------------------------------------|
| 42. DLP 在气象会商平台的应用<br>·····                    | 广西百色市气象局：岑瀚；广西田阳县气象局：周冬梅；广西百色市气象局：黄春莎 |
| 43. 喷墨打印机日常维护及故障排除·····                        | 广西百色市气象局：杨思施，黄飞                       |
| 44. 气象业务网络故障分类诊断·····                          | 云南开远市气象局：刘辉                           |
| 45. 浅论文山气象网络安全·····                            | 云南文山州气象局：晋方鹏，徐宇                       |
| 46. 用 Excel 制作农气簿 - 1 - 1 与农气表 - 1 的应用经验 ····· | 云南丘北县气象局：杨建云，许鹏                       |

47. 伍豪 12121 系统的维护探讨  
..... 广西河池市气象局：杨腾慧；广西区气象局：韦玉洁；广西河池市气象局：梁继晗

雷达气象

48. 2009 年 3 月 28 日冰雹天气过程及雷达回波分析 ..... 广西河池市气象局：蓝春灵  
49. 新一代天气雷达的冰雹探测、预警方法初探..... 云南文山州气象局：郑芬，孙瑞，黎淋，等  
50. 多普勒天气雷达与 TWR 小天气雷达回波资料在一次强降水天气过程中的对比分析  
..... 贵州独山县气象局：陈余兰，罗永祥  
51. CINRAD/SB 型雷达接收机检修技术和方法 ..... 广西河池市气象局：黄正宏，韦佳旺，冯克志，等  
52. 滇南一次弓状回波带过程的分析..... 云南文山州气象局：黄海波，汪德，杨松福，等  
53. 多普勒雷达供电系统保护电路实用技术..... 云南文山天气雷达站：谢富友  
54. 新一代天气雷达 CINRAD - CC 软件故障维护点滴  
..... 云南文山天气雷达站：黄海波，杨松福，孙瑞，等  
55. CINRAD/CC 雷达常见故障检测处理 ..... 云南文山天气雷达站：谢富友，杨松福，孙瑞

气象服务与防灾减灾

56. 文山州人工影响天气工作调查报告..... 云南文山人工影响天气中心：陈文  
57. 安龙 2009 年 1 ~ 6 月天气监测预报服务总结..... 贵州安龙县气象局：侯令琼，汪法鉴  
58. 黔西南州“三农”气象服务需求调研报告 ..... 贵州黔西南州气象局：蒋斌  
59. 百色市右江区中、小学校防雷工作初探..... 广西百色市气象局：区铭香，苏春芹，苏平  
60. 从法律法规层面上探讨防雷减灾事业发展之障碍..... 广西河池市气象局：张梅，周小武  
61. 高炮人工增雨防雹过程中的雷电防护探讨..... 广西百色市气象局：苏春芹，区铭香，黄革鑫  
62. 工业自动化防雷初探..... 广西市气象局：周小武，覃飞，黎莫清，等  
63. 加油站防雷装置安全检测..... 云南文山州气象局：郭立新  
64. 最新规范：《雷电防护》的探讨 ..... 广西河池市气象局：周小武，黎莫清，覃飞，等  
65. 黔南州“4. 11”天气过程防雹作业效果分析 ..... 贵州黔西南州气象局：林廷友，罗红  
66. 提升气象服务农村能力的思考..... 云南弥勒县气象局：余启军，孔令文  
67. 黔西南州气象局气象应急管理工作现状与发展对策  
..... 贵州黔西南州气象局：杜龙彩，蒋斌，丁晓红，等  
68. 黔西南州气象科技服务发展分析..... 贵州黔西南州气象局：易烈刚，杨溢，杨玲，等  
69. 浅谈如何加强农村的防雷宣传..... 广西巴马县气象局：赖英度，柳林秀  
70. 信息网络系统综合防雷浅析..... 云南文山州气象局：郭立新  
71. 农村学校雷电灾害防护对策..... 广西河池县气象局：周小武，覃飞，张梅，等

地面测报

72. 地面气象站双轨测报操作和管理探讨····· 云南泸西县气象局：杨长荣，普琼珍
73. 靖西县气象观测场环境变化对气象要素的影响····· 广西靖西县气象局：梁琼芳，肖盛，凌莉，等
74. 地面测报业务运行辅助保障系统研究····· 贵州黔南州气象局：罗林勇
75. 马关县气象局自动站与人工站观测数据的对比分析····· 云南马关县气象局：马抗，黄一珊
76. 自动观测与人工观测降水量差值的成因分析····· 云南弥勒县气象局：罗丽萍
77. 一次特殊虹吸雨量计故障····· 云南文山县气象局：谢富友

软科学

78. 浅谈如何提高探空气球的探测高度····· 云南红河州气象局：和翠英
79. 浅谈气象部门会计工作的定位····· 广西河池市气象局财务中心：陈涛
80. 如何做好基层气象台站办公室工作浅谈····· 云南麻栗坡县气象局：姜苏，罗锡健



我们共同的家园——《云南地理环境研究》

欢迎投稿

欢迎订阅

地理环境包括我们周围的自然环境、经济环境与社会环境，是我们的家园。

《云南地理环境研究》着重刊登国内外地理环境研究的理论、方法与成果。自创刊以来，不少学界泰斗为本刊惠赐力作，许多学坛新秀由本刊脱颖而出。办刊水平不断提高，专家学者和广大读者给予了高度赞誉。本刊影响因子屡创新高，在云南省的全部期刊中连年名列前茅，在全国地理与国土资源类期刊中位列十名前后。2009 年荣获第三届云南期刊评选“改革创新奖”；在 2006 年—2007 年云南省报刊出版质量评估中，《云南地理环境研究》荣获 A 类期刊。

《云南地理环境研究》由“中国期刊网”、“中国学术期刊（光盘版）”、“万方数据——数字化期刊群”、“中国学术期刊综合评价数据库”、“中国核心期刊（遴选）数据库”、“中国科技期刊数据库”、“中国台湾思博网”等全文收录。目前机构用户 1138 个，国际个人读者分布在 14 个国家和地区，是读者、作者与编者共同的家园。

《云南地理环境研究》是学术类科技期刊，由云南大学主办。本刊辟有：地理环境探索、区域环境展顾、人地关系研究、国土开发整治、资源开发论证、山区开发建设、流域规划研究、山地灾害防治、环境保护建设等栏目。可供各级决策管理部门、从事地理环境工作的业务部门、科研及教学单位人员、大专院校师生及其他有兴趣者阅读参考。

《云南地理环境研究》1989 年 6 月创刊，**国内外公开发行**。来稿一律免收审稿费，欢迎网上投稿。

《云南地理环境研究》编辑部地址：昆明市学府路 20 号。邮政编码：650223。电话：（0871）5134021。  
电子信箱（E-mail）：[dlhjy@public.km.yn.cn](mailto:dlhjy@public.km.yn.cn)。

欢迎惠赐佳作，欢迎踊跃订阅。