

安宁河谷异常降水形成动因的特征分析

蒙 蒙

(南京信息工程大学 大气科学学院, 江苏 南京 210044)

【摘要】本文对安宁河谷温度及降水的分析,阐述了该流域常年气候的相关因子及其基本特征,对大气环流所产生的副热带高压对气温与降水的影响进行了剖析,讨论了异常降水的形成动因,提出了应对异常气候的对策。

【关键词】安宁河谷;大气湿度;副热带高压;副偏态分布;遥相关

【中图分类号】P426.6 **【文献标识码】**A **【文章编号】**1673-1891(2013)01-0017-04

近年来,笔者对安宁河流域的冕宁县、西昌市、德昌县、会理县、米易县等地的部分乡镇,进行了区域性异常降水现象的调查,实地考察河谷流域气候变化的相关因子,观测、拍摄了异常气候事件的发生场景,走访了部分亲历者和当地村民。就安宁河谷的强降水与持续干旱问题,咨询了凉山州和攀枝花市气象部门的部分资深人士,在凉山州气象局实习期间阅读了相关文献,侧重收集了1998~2012年间安宁河谷的部分气象资料。

根据上述实践活动经历和收集的资料属性,以分层抽样方式,对异常降水量形成动因进行了统计分析。

1 降水的特征

1.1 降水的气温因子

安宁河谷属于山地亚热带半湿润气候区,该区全年大气湿度较低,年均气温变幅在10.3~22.6℃之间。年温差较小,日较差 12 ± 1.5 ℃,四季不明显,日照时间长,年日照时数在2130~2720h之间波动,由北向南递增,全年太阳辐射总量4150~6230兆J/m²。河谷地区受焚风影响,成为典型的干热河谷气候,山地形成显著的立体气候。

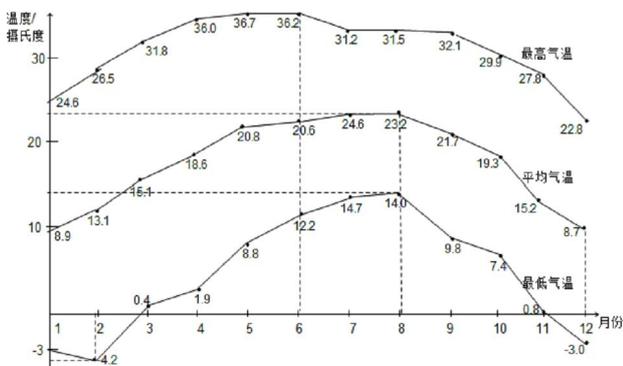


图1 安宁河谷中段1998~2012年月均气温比较(分层抽样值)

安宁河谷的地形具有比较明显的多样性,区域西北部偏高,东南部偏低。其中高山、深谷、平原、盆地、丘陵等相互交错,地貌复杂多样。受地形影

响,导致安宁河谷气候多样性分布明显,河谷流域各区段的气候变化各有特色,呈现出明显的小气候与立体气候的特征。河谷中段与降水相关的气温因子月均值变化相对稳定,其分层抽样的最高值、平均值、最低值变化曲线(见图1)。

由于下垫面位于云贵高原北侧的山地,安宁河谷空气密度偏于稀薄,河谷流域及两侧山地能够接受到更多的太阳辐射热能,使得气温适宜,1998~2012年间降水的气温因子月均值维系在一个相对平衡状态(见图1)。同时,又由于属于湿地、山地的构成,河谷两侧或高山峡谷深切,或冲积扇平坝展开,光热资源充足,地面吸热、散热较快,蒸发量加大,大气湿度明显增加。

1.2 降水量

安宁河谷中段干湿季节分明,年降水量930~1210mm,分布不均匀。旱季云量少,晴天多,降水量小,全年有7个月为旱季,90%的年降水量集中在6~10月的雨季。每年从6月起,安宁河谷雨季到来,降水量开始大幅增加,对1998~2012年六月份降水量进行分层抽样,其纵比与距平百分率见表1。进入雨季,河谷地区春旱得到改善,空气中的水分得到有效补充,大气相对湿度维系在63%~85%之间,土壤墒情改善,耕作层湿度基本饱和,这一状况一直要维系到10月下旬。

表1 安宁河谷局部区域1998~2012年六月份降水量纵比与距平百分率(分层抽样值)

	月降水量/mm	纵比	距平百分率
冕宁县	243.6	214.4	13.62%
西昌市	283.1	199.9	41.62%
德昌县	205.4	216.9	-5.30%
会理县	269.5	221.1	21.89%

安宁河谷夏季的降水主要动因受四个方面的影响,即太阳辐射、大气环流、下垫面以及人为因素。河谷流域处于北温带与热带之间,因受太阳辐

收稿日期:2013-02-02

作者简介:蒙 蒙(1990-),女,南京信息工程大学大气专业本科学生,研究方向:大气科学。

射的影响,与印度洋面相对湿度差异大,在大气环流作用下,该地区常年处于热带海洋气团和极地大陆气团交替控制之中,两种气团发生交绥,形成亚热带季风性气候。

根据分层抽样统计,安宁河谷中段 1998~2012 年 1~12 月的月均降水如图 2 所示:

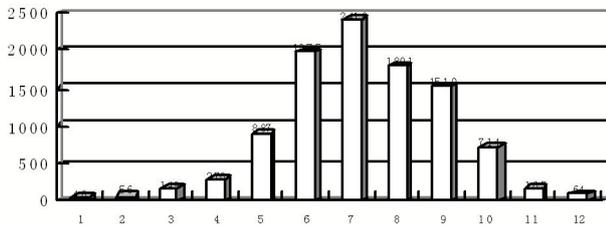


图2 安宁河谷中段 1998~2012 年月均降水(分层抽样值)

从图 2 可以看出,安宁河谷中段全年干湿较分明。根据降水量的大小可把一年分为旱季与雨季,5 月份、10 月份是过渡期;雨季的 6~9 月是全年降水量最多月份,呈现出夏季高湿、多云雨、凉爽;11 月至次年 4 月是典型的旱季,月均降水减少幅度显著,冬季具有大气干燥、少云雨、干冷的气候特征。

2 安宁河谷的异常降水

2.1 近年来异常的强降水与持续干旱

从 20 世纪 90 年代中期以来,安宁河谷气候变化明显,炎热、低温、强降水、持续干旱等异常降水现象不时出现。

2008 年 9 月 17 日 23 时 30 分至 18 日凌晨 2 时,位于安宁河谷中段西侧的西昌市琅环乡、民胜乡、响水乡、樟木乡等地遭遇持续的强降水,诱发琅环乡泥石流,乡政府所在的整个场镇房屋几乎全部被泥石流淹没,20 多间房屋瞬间垮塌,近 440 余名村民当时被困危境。

2010 年春季持续干旱,安宁河谷以及凉山州部分县市遭遇了 50 年不遇的严重干旱,降水减少,部分乡镇达连续 110 天无降水,溪流干涸,安宁河流量大幅度减小,依靠发源地附近的大桥水库维系最低径流量。

2010 年夏季强降水,与 15 年来的同期降水均值相比,6 月份多出 101.8mm,7 月份多出 192.5mm,几近常年降水量的 2 倍。连续降雨导致安宁河谷 6 县市受灾,局部村、镇受到大雨、冰雹、强雷暴和短时阵性大风的袭击,导致道路被冲断,农田被淹。此次强降水导致的夏汛,是该年度影响较为严重的异常天气之一。

2011 年,安宁河谷的西昌、德昌、冕宁县市一带降水量 539~663mm,创有历史记录以来同期最少值,是为间断性连续干旱,局部地区导致庄稼严重

减产,人畜饮水困难,属于异常气候。

2012 年 1~7 月,安宁河谷流域的西昌市、德昌县、米易县等地,均出现了区域性春旱、夏季暴雨,部分乡镇春寒、夏季高温,属于异常天气现象。

表 2 西昌市 2012 年 1~7 月降水量及月均气温

月份	1	2	3	4	5	6	7
月降水量	4.5	0.0	2.5	17.0	58.0	301.7	432.5
月均气温	10.8	14.0	16.4	20.0	24.4	20.9	22.8

从表 2 可看出,自进入 2012 年以来,降水量一直偏低,晴朗、多风、干燥的“干暖”天气持续,1~3 月降水量偏少尤其严重,导致今年冬季的出现严重干旱、气温偏高的情况。安宁河谷中段东西两侧山地,气温持续偏高,无降水日数长达 35~40d,并以晴暖多风的天气为主,空气湿度极小。在西昌市黄水乡、德昌县麻栗乡的部分村,旱地耕作层 0~10cm、10~20cm 土壤相对湿度已降至 34% 和 45%。大气湿度低,干旱凸现,森林火险气象等级也居高不下,给农经作物生长和护林防火工作造成了很大压力。

2.2 安宁河谷异常降水的气温因子的负偏态分布特性

2009~2012 年间,冕宁县泸沽镇、喜德县李子乡、西昌市月华乡、太和镇、黄水乡、德昌县麻栗乡、米易县丙谷镇等局部区域出现了与降水相关的气温因子的异常现象。由河谷中段部分县(市)1998~2012 年间气温与积温的资料,对其系列数据进行分层抽样,取其修正值,对样本进行统计分析。

安宁河谷夏季的高温引发地表蒸发加剧,使露点温度增加,水汽压增加,降水量发生与增加的概率增大。温度因子的变化规律可用正态分布方程表示如下:

$$Y = \frac{N}{(2\pi)^{1/2} \sigma} e^{-\frac{(t-\mu)^2}{2\sigma^2}}$$

式中,取气温数据大样本 $N=36$,年均气温值 $\mu=17.2^{\circ}\text{C}$,抽样标准差 $\sigma=4.5^{\circ}\text{C}$,代入上式。横坐标 t 为 1998~2012 年间的日均气温,纵坐标 Y 为频数(天); π 取值 3.14,自然对数之底 e 取值 2.718。

由此,安宁河谷降水量的气温因子年平均数值呈动态变化,是为负偏态分布(见图 3)。

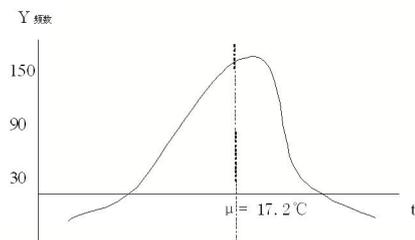


图3 安宁河谷降水量的气温因子年均值负偏态曲线

从上述可以看出:

——安宁河谷的气温因子基本上满足正态分布规律,但在异常降水量的年份,其变化的正态分布逐渐表现出不规则的负偏态分布特性。

——年平均值向 17.2°C 集中的趋势依然成立,但高于均值的天数在逐渐增多。

——据横坐标交点,异常气候的极端现象(极端高温与极端低温)依然属于小概率事件,常年频数值 $12\sim 26\text{d}$,年均频数值 19.3d ,近似地,小概率 $P=0.05$ 。

——由此导致 $30.7^{\circ}\text{C}(+3\sigma)$ 以上的高温天数与 $3.7^{\circ}\text{C}(-3\sigma)$ 以下的低温天数增加,即气温因子的异常气候特征趋于明显。

3 副热带高压形成而导致强降水的原因

1998~2012年间的夏季,安宁河谷的局部区域遭遇了7次超过 $260\text{mm}/24\text{h}$ 的强降水或持续大范围强降水天气,致使部分河谷区域及其支流的水位爆发性上涨,出现洪涝灾害,局部地区诱发了泥石流。

安宁河谷的强降水主要是在印度洋西南季风、太平洋东南季风、南下冷空气、高原槽冷湿气流等的共同作用下,产生副热带高压而形成的。

图4是通过气团和天气系统的移动来解释安宁河谷夏季强降水以及降水增多的动因。

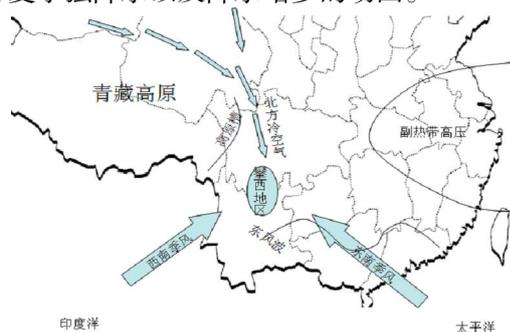


图4 安宁河谷副热带高压的形成

3.1 海洋暖湿气流交绥的直接作用

据图4可知,在海洋保温作用而产生的海陆差异的影响下,从印度洋面吹来的西南暖湿气流不断聚集,形成夏季西南季风,沿着滇西南山地进入安宁河谷。同样,夏季在太平洋面的暖湿气流形成了东南季风,在移行过程中进一步加强,沿着云贵高原一侧的横断山脉,进入安宁河谷。两股大洋暖湿气流在川西南、川滇结合部频繁交绥,形成更为强大的暖湿气流,在安宁河谷北端,遇到横断山余脉阻挡,大气环流造成副热带高压的局部小气候环境,产生强降水。

在海洋暖湿气流交绥形成副热带高压的过程中,安宁河谷局部区域同时伴有地面冷锋、气旋波、

低空冷涡、切变线等天气系统产生,这就加剧了强降水的趋势。

3.2 北方冷空气流的影响

因太阳辐射导致的亚欧大陆不同纬度之间的温度差异,产生了北部冷湿气团,安宁河谷受此影响,促进了该地区大气副热带高压的形成。

由图4所示,从欧洲内陆吹来的北方冷湿气团,经过青藏高原时受阻挡,分为北方、西北方向的两支。在夏季,由于太阳直射区域北移等因素的影响,北方支冷湿气团相对于西北方向支的影响力要强,经汇合后,到达安宁河谷,共同作用于河谷上空的大气层,加强了河谷区域的副热带高压,促进了强降水的形成。

3.3 西太平洋副热带高压的影响

根据图4,因夏季的大气环流和有效辐射,在 28°N 位置附近,西太平洋洋面形成500百帕的高压脊,从而生成西太平洋副热带高压(即“西太副高”)。

西太副高对安宁河谷产生的主导性影响不可忽视。其西部由于下沉气流、逆温较弱,在低层辐合产生上升的暖湿空气,容易冲破逆温层形成对流,从而产生多雷阵雨的天气,这对安宁河谷以及川西南的降水有着重要作用。

西太副高夏季北移时,在海上脊线可移至 $35\sim 40^{\circ}\text{N}$,在大陆上脊线也达 30°N 附近。它的持续时间较长,移动速度较慢,但活动年际变化较大。其形态、强度、位置等受到大气环流多重因素的影响,一直处于动态变化之中,一旦活动出现异常,常常会造成安宁河谷较大范围的旱涝灾害。

3.4 高原槽冷湿气流的作用

在夏季的7月中下旬,安宁河谷西侧的青藏高原产生的高原槽东下,带来了一定强度的冷湿气流侵入,不仅造成气温比同期下降,并且促进了副热带高压的产生,带来更加强烈的降水。

同时,7月中下旬的台风形成和移动都较为频繁,这就加强了大陆地区的东风波强度,强烈的东风波流向川渝、川东南,给安宁河谷带来了温湿气流(如图4所示),使得安宁河谷的降水量增加,这属于“高原槽与台风槽迭加”型暴雨。

在一些年份,由于六、七月份来自印度洋的西南季风显著增强,带来了大量的温湿气体,加上西太副高缓慢北进,使得安宁河谷以至川西南部分地区产生暴雨及局部特大暴雨。

4 遥相关作用的原因

地球大气系统本身构成了一个统一体,在系统

内部,存在着大气环流、气压交绥、气体温度、海面盐度等诸多因子,这些因子以系统相关的状态而存在着,通过大气环流释放效应,交互发生着影响。

根据 B.Jerknes (1969) 对远距离大气环流动力机制的研究,结合我国西南、安宁河谷等地的气象特征,大气环流的遥相关学说(pattern theory)可以进一步表述为:假设地球上 A、B、C 三个距离遥远的区域,A 区域的大气压强和天气变化,与 B 区域的天气特征有着直接或间接的联系,受制于 B 区域的天气变化矢量,并反馈输出干扰 A 区域的天气状况;同时,A、B 区域也交互影响着 C 区域的大气压强流变,促使其气候变量发生变异。

大气环流的长时间演变存在着遥相关的特征,是一个客观现象。事实上,大气运动存在遥相关现象,就是全球不同区域气候变化相互渗透、相互作用的普遍规律。全球性气候变暖,对于我国西南部、安宁河谷的气候变化以及气候异常现象,都存在着密切的关系,在本质上这就是一种遥相关。

笔者要强调指出的是,在遥相关的视野里,就其安宁河谷气象因素的分解而言,考虑到区域性河谷区域的差异,例如位于冕宁县、西昌市、德昌县、米易县等的不同河谷,其内容应该包括以下因子:不同河谷区域温差(Δt)的遥相关、河谷表面气压场($\sum P_i$)的遥相关、河谷对流层大气($\propto KPe$)的遥相关、河谷季风矢量($\log f$)的遥相关、河谷日照积温($\int h/y$)的遥相关、河谷季节性径流量(w/s)的遥相关、河谷生态植被系统(ξb)的遥相关等。

20 世纪 70 年代至今的 50 余年间,大气环流在一定条件下究竟怎样以遥相关的方式,改变着安宁河谷局部地区的气候特征,这一问题有待持续关注,亟待进行深入研究。

5 全球性气候变暖趋势的原因

1998~2012 年的 15 年间,安宁河谷异常降水不

时出现,极端气候所造成的灾害在不断增多,又一个重要原因是:受制于全球性气候变暖的趋势。

在全球性气候缓慢变暖的背景下,影响气候变化的因素很多,导致西太平洋副热带高压与季风的异常的主要动因有极冰、高原热状况、太平洋海温、El-Nino 现象、La-Nina 现象等。这些,与异常降水的出现具有高度的相关性。例如,相比 2012 年亚洲地区大范围受暴雨袭击,美洲大陆却遭遇十几年不遇的高温干旱,导致大面积受灾,美国出现有记录以来的最高气温;2010 年 7 月,局部赤道区域的太平洋海温较常年异常偏暖 0.6°C ,使全球进入 El-Nino 状态。

在这一大环境作用下,安宁河谷异常降水发生的频度增加,程度加剧,高温、低温、干旱、洪涝等极端天气也不时出现,表现出了与常年气候诸多不同的特征。

6 人类活动影响的原因

1998 年以来,在安宁河谷始段与中段的地域性气候变化明显,持续干旱、强降水、高(低)温、飓风等极端天气多发,这直接与人类活动的量与质构成因果关系。

人类活动力度加大,冕宁县境内的稀土资源开发、西昌钒钛基地、攀钢二基地建设、锌冶炼项目、德昌县水电与风电,以及安宁河谷全境的经济开发、乡村旅游项目的推出等,都在改变着河谷的地域性气候特征,直接导致了微气候现象的产生,对宏观气候施加着影响。这些,就必然会在一定程度上导致安宁河谷出现气候异常。

一般情况下,粒径在 $\text{PM}_{2.5}\sim 10$ 之间的悬浮粒子只能在大气中停留时间为 $7\sim 10\text{d}$,温室气体则能停留大约 50 多年的时间。如此,悬浮微粒的降温作用减少得快,而温室气体减少得慢。这样,在长期的动态平衡过程中,温室气体最终将战胜悬浮微粒,随之而来的就是灼热的高温天气。

注释及参考文献:

- [1]熊志强,张顺谦,邓彪.合理开发四川攀西优势气候资源发展特色农业[J].西南农业学报,2003(2):107-110.
- [2]邓波,罗菊芳.凉山 5.31 强对流天气过程的雷达回波特征分析[C].第 28 届中国气象学会年会论文,2011.
- [3]刘森森.降水减少气温走高,川南攀西喊“渴”[N].四川日报,2012 02 17.

Some Analysis for the Formation of the Abnormal Climate in the Anning River Valley

MENG Meng

(Information Science and Technology, Nanjing University, Nanjing, Jiangsu 210044)

Abstract: This article focuses on the analysis of the temperature and precipitation in the Anning (下转 28 页)

金属的浓度升高。这就能说明为什么五类区(公园绿地区)比三类区(山区)重金属污染严重。日常生活用品,比如说化妆品,电池,染发剂,含铝铅煲,放

射性石材等等都会产生大量重金属,随着水流和大气进入土壤。这也就能够说明为什么一类区(生活区)的污染也会很严重。

注释及参考文献:

[1]2011 高教社杯全国大学生数学建模竞赛题目(A 题)[2011-9-14][EB/OL],<http://www.mcm.edu.com>.
 [2]赵静,但琦.数学建模与数学实验(第 3 版)[M].北京:高等教育出版社,2008.
 [3]许金朵.基于 GIS 的金华市区土壤重金属含量空间分布与污染评价研究[D].南京师范大学,2008.
 [4]周品,何正峰.MATLAB 数值分析[M].北京:机械工业出版社,2009.
 [5]李珍萍,常双领,成晓红,等.数学建模论集[M].北京:国防工业出版社,2010.
 [6]朱道元,韦明俊.数学建模—方法指导与案例分析[M].杭州:浙江大学出版社,2011.

Analysis of Heavy Metal Pollution in the Surface Soil of City

GU Yi-qiu, SHENG Jie-jie, YAO Wen-xu

(Teacher Education Department, Suqian College, Suqian, Jiangsu 223800)

Abstract: Firstly, a contour map of the 8 kinds of heavy metal concentration of urban area of a city is drawn using the MATLAB software to get the spatial distribution of different kinds of heavy metal element in the city, and the preliminary conclusion of the pollution degree in 5 districts. What's more, Nemero comprehensive pollution index method is used to qualify the pollution degree of various areas, and to achieve the pollution grade of all kinds of heavy metal in each area at the same time. The main cause of the heavy metal pollution in the surface soil of the city is analyzed by using the table of the comprehensive evaluation of pollution.

Key words: Soil; Heavy Metal; Pollution; Nemero pollution index

~~~~~  
(上接 20 页)

River Valley. It demonstrates some essential characteristics of key factors that affect the climate here and how the atmospheric circulation which is caused by subtropical high pressure affects the temperature and precipitation. Besides it discusses the cause of the formation of the abnormal precipitation, and put forward some strategies towards the aberration in this paper.

**Key words:** The Anning River Valley; Atmospheric humidity; Subtropical high pressure; Skewness distribution; Teleconnection

~~~~~  
(上接 23 页)

belongs to moderate pollution grade, while the rest is free from contamination or belongs to light pollution grade. In the evaluation of the health risks and ecological risks of tobacco planting soil, Pb health values are in a low risk level, and Pb ecological risks are in a medium risk level. Cd is in a high risk level because of exceeding badly. We can see from this, the status of the heavy metal content of the tobacco planting soil of Nange township of Huili county is not optimistic, and it is worth our long-term attention.

Key words: Huili coutry; Planting tobacco soil; Heavy metal content determination; Pollution evaluation analysis