

Meteorological Drought Evolution Analysis Based on Big Data Environment

Yiran Fu¹, Xinhui Xu^{1#}, Xingyu Zhou², Xiaoqing Zhao¹

1 School of Resource Environment and Earth Science in Yunnan University, Kunming 650091, China

2 School of tourism and geography science of Jilin Normal University, Siping 136000, China

#Email: xuxh@ynu.edu.cn

Abstract

For the consecutive drought conditions in the study area since 2009, this paper uses GIS technology and combines meteorology theory and method to research meteorological drought evolution. This method takes into account the use of modern scientific and technological means to digitize quantitative research, which has important scientific significance. Pu'er city in Yunnan province is the study area in this research, using linear analysis and IDW interpolation to spatial statistical analysis in ARCGIS software platform, by the monthly precipitation observations of the ten meteorological stations in 1961-2010. The results are 1) The distribution of rainfall in each season shows that southern region is high, the central and northern region is less. 2) Summer, autumn and winter precipitation decreased, spring precipitation rise slightly. 3) Drought each month has a larger difference. 4) Drought has been the regional differences in the distribution, a higher frequency of drought in western. The results can provide informative and reliable theories and methods for government decision-making departments.

Keywords: Big Data Environments; Meteorological Drought; Evolution Law

大数据环境下普洱市气象干旱演变规律分析*

付怡然¹, 许新惠¹, 周星宇², 赵筱青¹

1. 云南大学 资源环境与地球科学学院, 云南 昆明 650091

2. 吉林师范大学 旅游与地理科学学院, 吉林 四平 136000

摘要: 针对研究区自 2009 年以来连续干旱的实际情况, 提出了利用 GIS 技术结合气象学的理论与方法, 开展气象干旱演变规律研究。本研究以云南省普洱市为研究对象, 在 GIS 环境中, 利用云南省普洱市 10 个气象观测站 1961—2010 年近 50 年逐月降水观测数据, 运用线性分析法和反距离权重空间内插法, 在 ARCGIS 软件平台下进行空间统计分析, 研究结果表明: ①近 50 年研究区各季节的平均降水量的分布均呈现出南部地区高, 中部、北部地区较少; ②各季节的降水情况变化不同, 夏季、秋季和冬季的降水呈下降趋势, 春季降水略有上升趋势; ③研究区各月份的干旱有着较大的差异; ④各区域干旱分布有所差异, 西部发生干旱频次较高。研究结果可为政府决策部门提供翔实的、可靠的理论和技术方法。

关键词: 大数据环境下; 气象干旱; 演变规律分析

引言

干旱是我国主要的自然灾害之一, 具有发生频率高, 持续时间问长、波及范围广的特点; 而暴雨频繁、降水集中又会引发洪涝灾害。近几十年来, 随着全球气候变暖的不断加剧, 严重旱涝等极端气候事件也呈现明显的上升趋势。干旱作为一种气象灾害长期困扰着我国中西部地区的工农业生产, 干旱问题涉及因素多且复杂, 一般分为“气象干旱、农业干旱、水文干旱以及经济社会干旱等”^[1]。目前对于干旱指标已有大量的研究,

*基金资助: 教育部“春晖计划”科研项目 (Z2012051); 云南省教育厅科学研究基金项目 (2015Y004); 云南大学资源环境与地球科学学院项目 (2013CG006; 2014JC004); 国家基金项目 (41361020)资助。

乔丽等利用降水距平值与帕默尔干旱指数对陕西省干旱特征进行了对比分析^[2]；马建勇等利用标准化降水指数与相对湿润度指数对 1961-2009 年东北地区 5-9 月干旱趋势进行了分析^[3]；黄晓华等利用降水距平百分率分析南方地区季节性干旱时空特征^[4]。

由于标准化降水指数不能完全反映干旱的空间变化特点, 相对湿润度指数需要参数较多, 帕默尔干旱指数受到台站数目, 地表结构及资料同化水平的限制, 当仅考虑降水时, 降水距平百分率能直观反映降水异常引起的干旱, 因此在干旱检测和评价中得到了广泛的应用。我国西南地区是一个雨水充沛、气候湿润的地区, 但最近几年, 该地区屡屡发生了严重的干旱灾害, 干旱发生持续时间长、影响范围广、灾害程度重。且对当地工农业生产、水利电力、生态环境等诸多方面产生了很大的影响^[5-7]。因此, 研究西南地区干旱事件及其变化规律、特征和成因就显得尤为迫切, 也成为近年来相关研究的热点领域^[8-13]。本文以云南省普洱市为研究对象, 选取 1961-2010 年逐月降水资料。运用线性分析法、趋势线法和反距离权重空间内插法, 对云南省普洱市干旱分布特征以及演变趋势进行分析, 为政府决策部门提供理论依据。

1 资料与方法

1.1 数据来源

选取云南省普洱市 10 个气象站点 1961-2010 年的逐月降水数据气象资料, 分析该区近 50 年的干旱分布特征以及演变趋势。气象数据来源于中国气象科学数据共享服务网, 数据具有较好的连续性和可靠性。并依据气象划分季节标准, 以每年公历 3-5 月为春季、6-8 月为夏季、9-11 月为秋季、12 月至次年 2 月为冬季, 生成逐季序列, 并统计普洱市的年、季干旱时空变化。

1.2 研究方法

根据降水量数据, 采用反距离权重插值法, 得出普洱市全境范围内的降水量空间分布状况。在预测普洱市降水趋势的时候, 采用 Mann--Kendall 趋势检验方法判断时间序列中是否具有上升或是下降的趋势^[14]。

本文选用降水量距平百分率来监测和衡量普洱市的干旱程度, 降水量距平百分率是指某一时期降水量与同期历年平均值的差值, 能够直观地反映由于降水异常引起的干旱, 适合于月、季以及年尺度发生的旱情监测评估。

用气象干旱国家标准(GB/T20481-2006)中的降水距平百分率 (Pa) 确定历史干旱事件发生的等级^[1] , 降水量距平百分率气象干旱等级标准见表 1 。

表 1 降水量距平百分率干旱等级表

年尺度 Pa/%	季尺度 Pa/%	月尺度 Pa/%	干旱等级
-30<Pa≤ -15	-50<Pa≤ -25	-60<Pa≤ -40	轻度干旱
-40<Pa≤ -30	-70<Pa≤ -50	-80<Pa≤ -60	中度干旱
-45<Pa≤ -40	-80<Pa≤ -70	-95<Pa≤ -80	严重干旱
Pa≤ -45	Pa≤ -80	Pa≤ -95	特大干旱

2 结果分析

2.1 各季节降水空间分布特征

由春、夏、秋、冬四个季节的各站点 50 余年降水量进行反距离权重空间内插方法, 得到不同季节的普洱市的降水分布情况(如图 1 所示)。

由图 1 分析获得, 普洱市春季东南部比冬季东南部降水量略有上升。四季中北部、中部大部分地区的降

水量偏少，东南、西南地区降水略高。

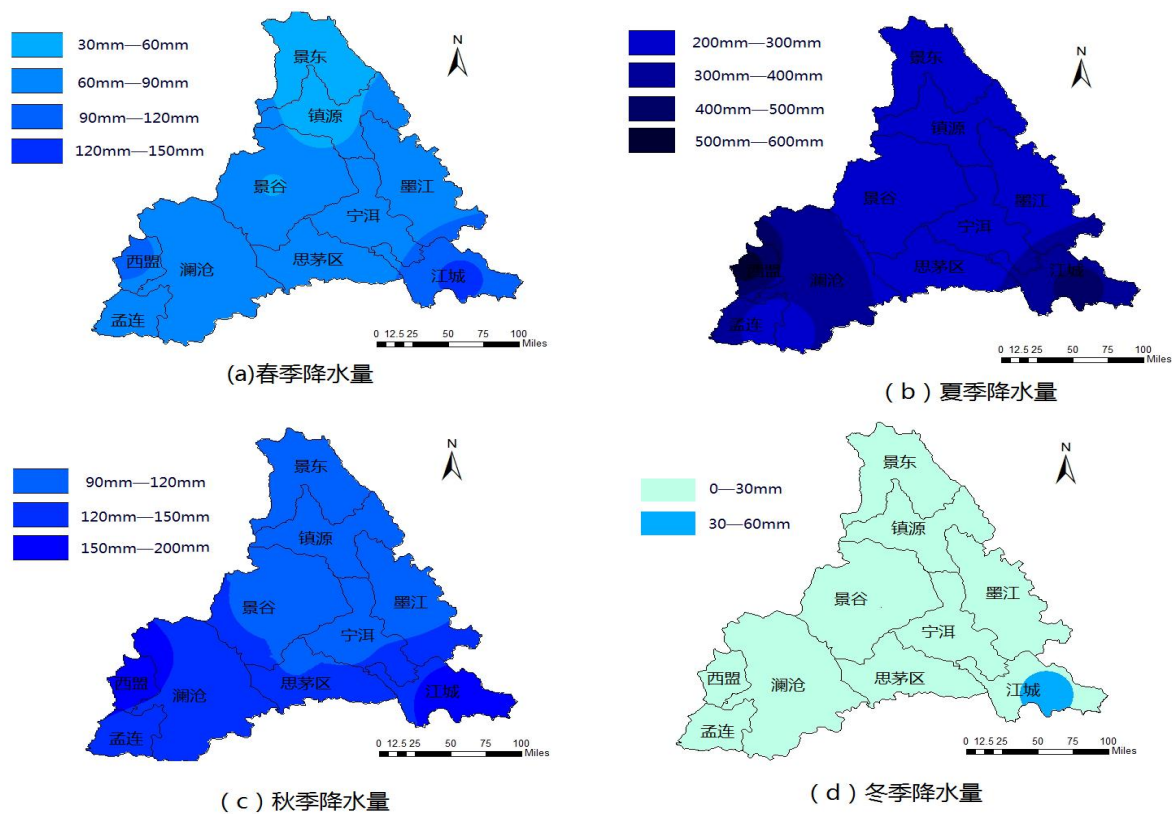


图 1 普洱市 1961 年—2010 年各季节平均降水量分布图

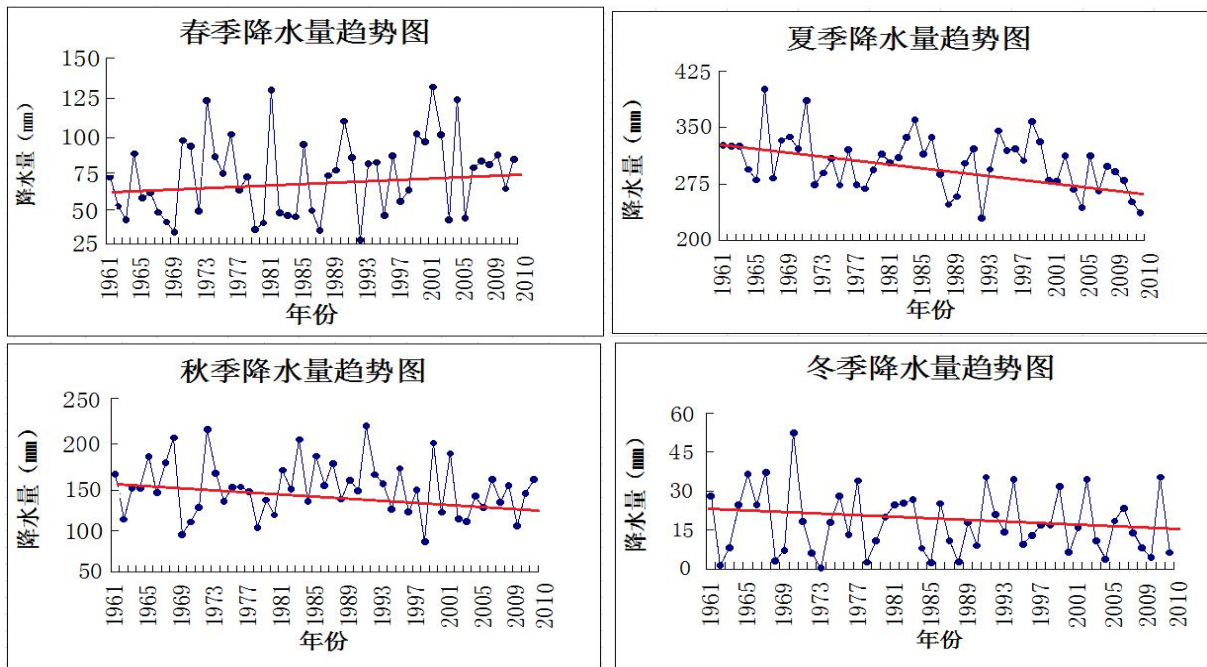


图 2 云南省普洱市四季降水量趋势图

2.2 降水量季节变化特征

由普洱市 1961—2010 年每年各季节的降水数据，利用 Mann-Kendall 预测方法，来预测各季节的降水趋

势，以便在干旱预防做出防范。

表 2 云南省普洱市四季 M--K 趋势分析表

	春季	夏季	秋季	冬季
Z 值	0.87	-2.30	-0.98	-0.83
β 值	1.93	-3.54	-1.31	-1.01

从表 2 中可以得出：春季 Z 值为 0.87，没有达到最小-1.96 和最大 1.96 的 Z 值区间，所以在 0.05 的置信度水平下显著性不很明显， β 值为正值，说明春季降水略有上升趋势。夏季 Z 值为- 2.30，达到最小-1.96 和最大 1.96 的 Z 值区间，所以在 0.05 的置信度水平下显著性明显， β 值为负值，说明夏季降水有下降趋势。秋季 Z 值为-0.98，没有达到最小-1.96 和最大 1.96 的 Z 值区间，所以在 0.05 的置信度水平下显著性不很明显， β 值为负值，说明秋季降水有下降趋势。冬季 Z 值为-0.83，没有达到最小-1.96 和最大 1.96 的 Z 值区间，所以在 0.05 的置信度水平下显著性不很明显， β 值为负值，说明冬季降水有下降趋势。

2.3 干旱统计分析

2.3.1 干旱强度及频率月际变化分析

根据 1961-2010 这五十多年的降水距平百分率在月尺度下干旱标准，计算出普洱市的月际干旱所发生的干旱等级和频次。

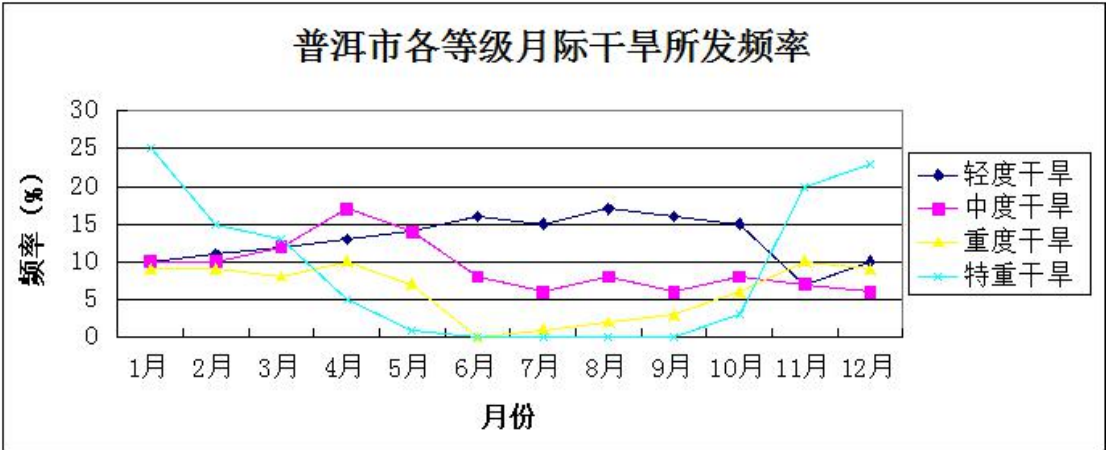


图 3 普洱市月际干旱发生频率分布图

普洱市各等级干旱发生频率存在着明显的变化（见图 3）。研究表明：发生干旱频率最高的月份为 1 月、12 月，在 4 月出现次高值，7 月干旱发生频率最低；轻度干旱的频率的月际间变化趋势为单峰型，最高值出现在夏季；中旱和重旱的发生频率变化比较小，且趋势相同峰值出现在 4 月份，7 月最低；特旱的变化趋势与总趋势相近，但没有次高峰出现。

2.3.2 干旱强度及频率季节变化分析

由表 3 可以看出，春夏秋冬四个季节干旱发生的程度大不相同，夏季和秋季无论是干旱的等级还是干旱的频率都比较弱，说明这两个季节的降水丰富，而且波动性相对不大；而冬季的干旱发生的频率高，干旱的强度大。

同时还可以从上表中分析出，轻度干旱出现的频次最高，中度干旱其次，而中度干旱和特大干旱出现的频率要远低于轻度干旱和中度干旱，这可以说明普洱市主要还是遭受轻度干旱和中度干旱。

表 2 云南省普洱市四季 M--K 趋势分析表

	春季	夏季	秋季	冬季	平均
轻度干旱	21.4	8.4	15.8	15.8	15.35
中度干旱	8.4	0	3.8	16.8	7.25
重度干旱	0.6	0	0	5.8	1.6
特大干旱	0	0	0	11.2	2.8

2.3 干旱空间分析

根据 1961-2010 这五十年的 Pa 年尺度下干旱标准，计算出普洱市 9 县 1 区的干旱所发生的干旱等级和频次（表 3 中所示）。然后按照相等间隔重分类，将各级别干旱频次空间分布划分为低频次、中频次和高频次三种类型区。

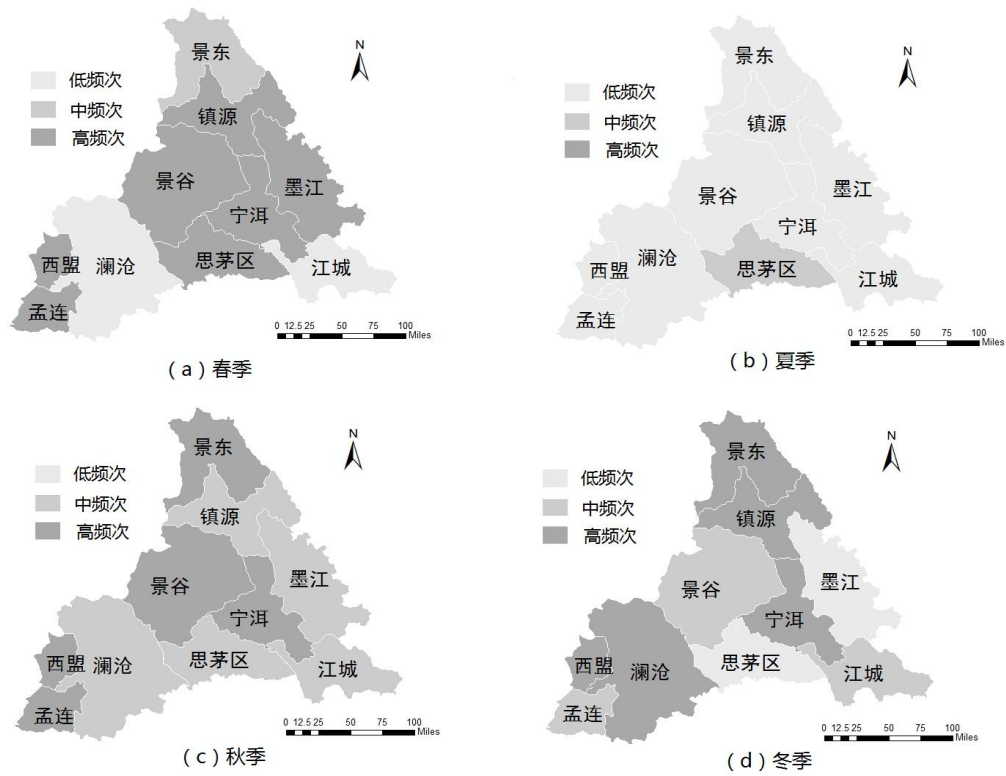


图 4 普洱市 1961-2010 年各县区轻度干旱频次图

由图 5 可以看出，普洱市的夏季和秋季很少发生中度干旱，而在春季和冬季的中度干旱发生的频率很高，冬季除了西盟和宁洱两个县是中频次中度干旱以外，其他的八个区县都出现了高频次的中度干旱。在普洱市的春季、夏季、秋季中的中度干旱频次要比相同季节的轻度干旱明显少了很多，这说明这三个季节的干旱都比较集中在轻度干旱，干旱的强度相对来说比较低。

从图 6 和图 7 中可以看出，春季、夏季、秋季普洱市没有出现重度干旱和特大干旱，而冬季重度干旱发生频率较高，故冬季防旱非常严峻。

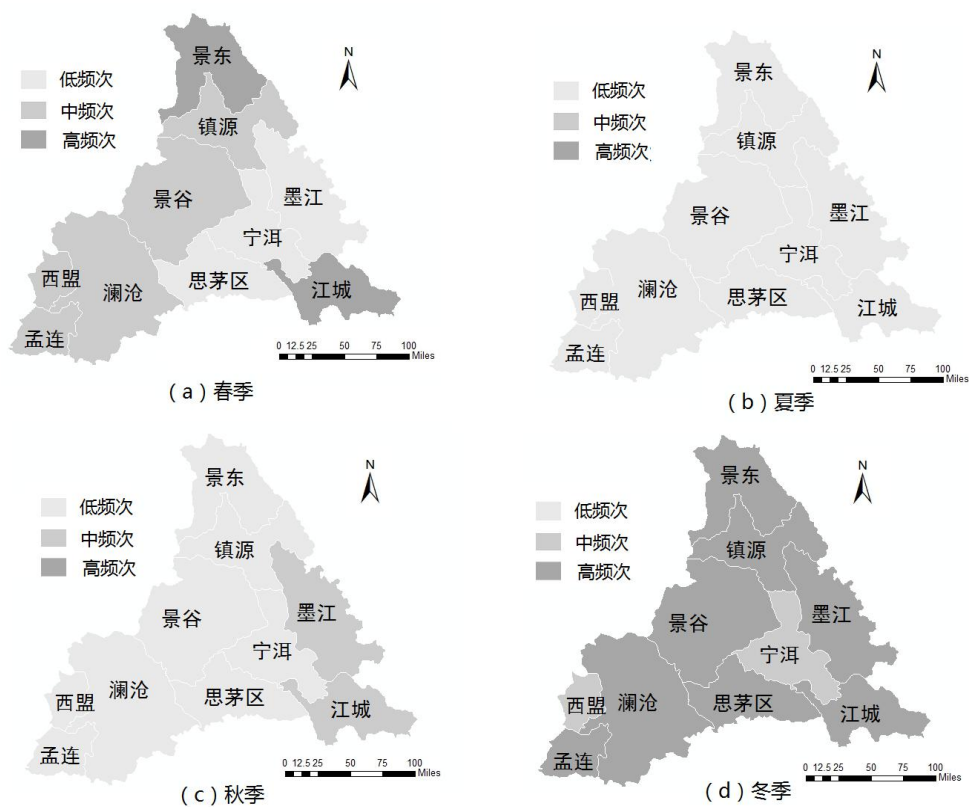


图5 普洱市 1961-2010 年各县区中度干旱频次图

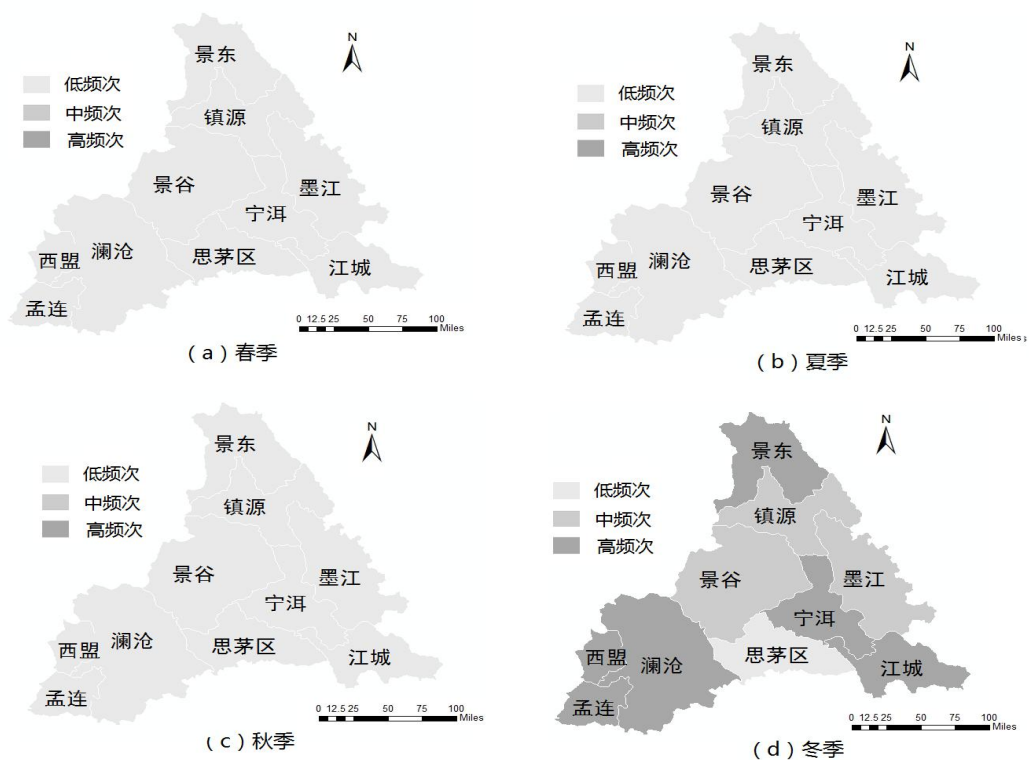


图6 普洱市 1961-2010 年各县区严重干旱频次图

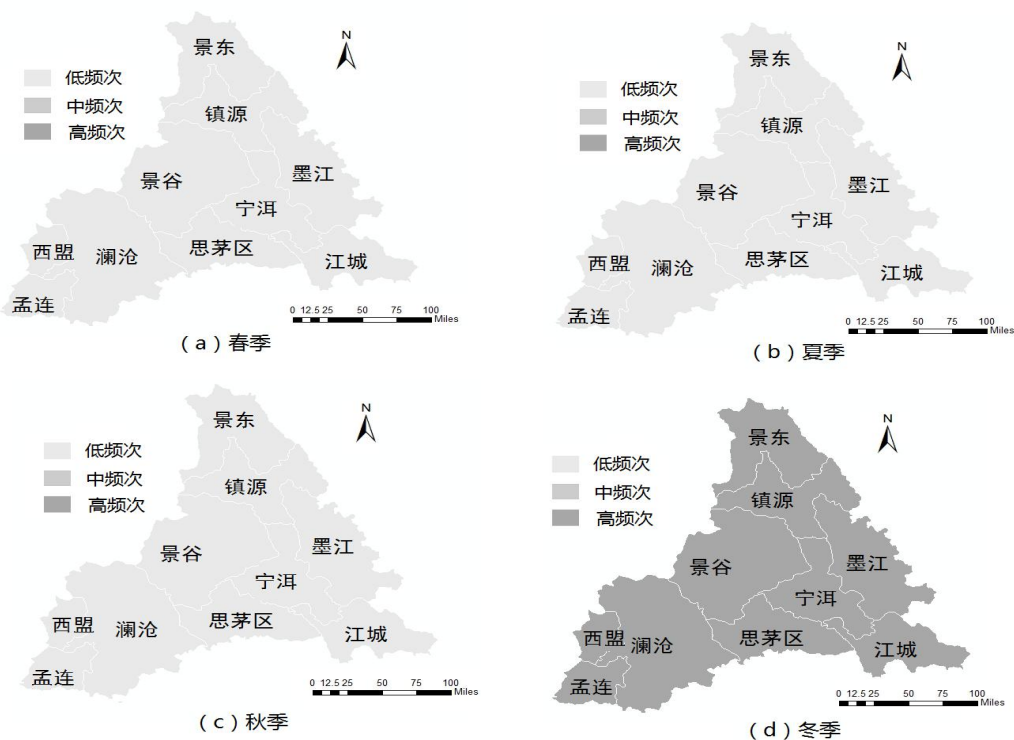


图7 普洱市 1961-2010 年各县区特大干旱频次图

3 结论

利用云南省普洱市 10 个观测站 1961—2010 年逐月降水量观测资料分析普洱市气象干旱时空特征和演变规律。研究结果如下：

(1) 根据普洱市各季节降水量的趋势图可以分析出，春季降水量呈弱上升趋势，而夏季、秋季和冬季的降水量呈下降趋势，其中夏季的下降趋势较为明显。

(2) 由 1961 年—2010 年各季度的平均降水量值分析，春夏秋冬四个季节中，普洱市的西南和东南地区的降水量略增，而北部地区的降水量相对较少，在干旱预防中，要尤为重视普洱市北部地区

(3) 普洱市的春夏秋冬四个季节干旱发生的程度大不相同，夏季和秋季无论是干旱的等级还是干旱的频率都比较弱，这两个季节的降水丰富，而且波动性相对不大；而冬季的干旱发生的频率高，干旱的强度大。

REFERENCES

- [1] National Climate Center, Chinese Academy of Meteorological Sciences, National Meteorological Center, etc. Meteorological drought level (GB / T20481-2006) [S]. Beijing: China Standard Press, 2006.
- [2] Li Qiao, Zhihong Jiang, Qing Li. Contrast and application of Palmer drought index and precipitation anomaly in Shannxi province[J]. JOURNAL OF SHAANXI METEOROLOGY, 2008(2):9-12.
- [3] Jianyong Ma, Yinlong Xu, Jie Pan. Drought tendency based on standardized precipitation index(SPI) and relative moisture index over North-east China from May to September during 1961-2009[J]. Journal of Meteorology and Environment, 2012, 28(3):90-95.
- [4] Wanhua Huang, Yue Sui, Xiaoguang Yang et al. Characteristics and adaptation of seasonal drought in southern China under the background of climate change. III. Spatiotemporal characteristics of seasonal drought in southern China based on the percentage of precipitation anomalies[J]. Chinese Journal of Applied Ecology, 2013, 24 (2): 397—406.
- [5] Weiguang Li, Meiting Hou, Huilin Chen et al. Study on drought trend in south China based on standardized precipitation evapotranspiration index[J]. JOURNAL OF NATURAL DISASTERS, 2012, 21(4):84—90.

- [6] Guangjie Xiong, Bokai Zhang, Chongyin Li. Characteristics of Drought Variation in Southwest China in 1061-2012 Based on SPEI[J]. Progressus inquisitiones de mutatione climatis, 2013, 9(3): 192—198.
- [7] Jiajin Wang, Yaobin Meng, Zhao Zhang et al. Establishment of Palmer drought severity model for Yunnan Province: analysis of characteristics of drought disaster in 2010[J]. Journal of Natural Disaster, 2012, 21(1): 190—198.
- [8] Yunjie Li, Fumin Ren, Yiping Li et al. A study of the characteristics of the southwestern China regional meteorological drought events during 1960—2010[J]. Acta Meteorologica Sinica, 2014, 72(2): 266-276.
- [9] Xiaomin Wang, Shunwu Zhou, Bing Zhou. Causative Analysis of Continuous Drought in Southwest China from Autumn 2009 to Spring 2010[J]. Meteorological Monthly, 2012, 38 (11) : 1399—1407.
- [10] Jiangang Liu, Jinhong Wan, Xuming Tan et al. Drought in Southwest China from Autumn 2009 to Spring 2010 and Its Comparative Analysis with Historical Drought Events[J]. Journal of Disaster Prevention and Mitigation Engineering, 2011, 31(2): 196—200.
- [11] Qiangzi Li, Nana Yan, Feifei Zhang et al. Drought Monitoring and Its Impacts Assessment in Southwest China Using Remote Sensing in the Spring of 2010[J]. Acta Geographica Sinica, 2010, 65(7): 771-780.
- [12] Lanying Han, Qiang Zhang, Yubi Yao et al. Characteristics and origins of drought disasters in Southwest China in nearly 60 years[J]. Acta Geographica Sinica, 2014, 69(5): 632-639.
- [13] Ronghui Huang, Yong Liu, Lin Wang. Analyses of the Cause of Severe Drought Occurring in Southwest China from the Fall of 2009 to the Spring of 2010[J]. Chinese Journal of Atmospheric Sciences, 2012, 36(3): 443—457.
- [14] Jing Ding, Yuren Deng. Stochastic hydrology[M]. Chengdu: University of Science and Technology of Chengdu Press, 1988.

【作者简介】



¹ 付怡然 (1992-), 男, 汉, 硕士研究生, 主要从事网络地理信息系统方面工作。
Email: fuyiran1992@qq.com

² 许新惠 (1969-), 女, 汉, 硕士, 副研究员, 主要从事地理信息系统方面的工作, 2007/9-2009/6 西南林业大学在职硕士研究生。E-mail: xuxh@ynu.edu.cn

³ 周星宇 (1996-), 男, 本科生, 主要从事地理信息系统, E-mail: 2457830410@qq.com

⁴ 赵筱青 (1969-), 女, 博士, 教授, 主要从事人文地理, E-mail: xqzhao@ynu.edu.cn