

白冰, 陆登荣, 陈学君, 等. 兰州地区降水量正态分布特征[J]. 干旱气象, 2014, 32(1): 123-127, [BAI Bing, LU Dengrong, CHEN Xuejun, et al. Normal Distribution Characteristics of Precipitation in Lanzhou Region[J]. Journal of Arid Meteorology, 2014, 32(1): 123-127], doi:10.11755/j.issn.1006-7639(2014)-01-0123

兰州地区降水量正态分布特征

白冰¹, 陆登荣¹, 陈学君¹, 韩海涛¹, 王有恒²

(1. 甘肃省气象信息与技术装备保障中心, 甘肃 兰州 730020; 2. 西北区域气候中心, 甘肃 兰州 730020)

摘要:在对降水资料的分析过程中, 要求资料的时间序列呈正态分布。利用兰州地区的兰州、皋兰、榆中和永登4个站点1960~2009年的降水量资料, 采用“偏度—峰度系数+W检验”方法, 基于SPSS软件, 对兰州地区的年、季和月降水量正态特征进行分析。结果表明, 兰州地区4个气象站的年降水量均呈正态性分布; 兰州、皋兰和永登3站的夏、秋2季降水量为正态性分布, 而榆中站只有秋季降水量为正态性分布, 且秋季降水量的正态性最好, 冬季最差; 大多数月降水量不服从正态分布, 但对降水序列进行平方根处理后, 其正态性得到明显的改善。

关键词:兰州地区; 降水量; 正态分布; 正态性检验

文章编号:1006-7639(2014)-01-0123-05 doi:10.11755/j.issn.1006-7639(2014)-01-0123

中图分类号:P426.61

文献标识码:A

引言

兰州位于陇西黄土高原的西北部, 地处温带半干旱气候区, 温差大、降水少、冬季时间较长, 具有显著的温带半干旱气候的特点。由于该地区降水少, 农业生产和经济发展与降水量关系密切, 因此对该地区的降水研究显得至关重要^[1-6]。降水作为气候研究的重要要素之一, 受到国内外很多学者的关注。在对降水资料的分析与研究中, 许多统计方法要求降水资料的时间序列符合正态分布, 气候变化研究中资料序列的均一化也要求检验序列和参考序列服从正态分布。然而, 部分降水资料并不是很好地符合正态分布^[7-10]。因此, 对降水资料的正态性分析是降水其它方面研究的基础, 意义重大。

近年来, 很多学者对降水资料的正态分布特征进行了相关研究, 取得了部分成果^[11-17]。胡文东等^[13]对宁夏各气象站的年、季、月降水量资料, 使用偏度与峰度及 χ^2 检验方法, 对降水量分布的正态性进行了分析。结果表明: 宁夏大多数气象站的年降水量服从正态分布, 夏、秋季的计算结果普遍比冬、春季的好, 月降水总体分析表明, 各站均不服从正态性分布; 王纪军等^[14]对河南省48个气象站月、年降

水量资料, 利用标准偏态系数和峰度系数检验方法, 对降水量的正态性进行了分析。结果表明, 河南省大多数气象站的月 and 年降水量不服从正态分布, 但对降水量序列进行开平方或开立方处理后, 其序列的正态性得到明显的改善。另外, 方建刚^[15]、陶云^[16]、黄嘉佑^[17]等也对不同地区的降水量正态分布特征进行了相关的研究, 但不同地区的降水资料存在差异, 其检验的结果不尽相同。

1 资料与方法

1.1 资料

本文利用兰州地区4个气象站(兰州站、皋兰站、榆中站、永登站)1960~2009年50a的年、季、月降水资料, 对降水量的正态分布特征进行分析, 为进一步开展兰州地区的降水规律研究和预报工作提供参考依据。选用的降水资料经过严格的质量控制, 迁站等环境因素造成的非均一性对年、季、月降水分布特征影响不大。

1.2 方法

以往大部分学者采用偏度系数和峰度系数检验、 χ^2 拟合优度检验、D检验等方法对降水资料作正态性检验, 然而本文采用“偏度—峰度系

收稿日期: 2012-08-31; 改回日期: 2014-01-22

基金项目: 科技部公益性行业(气象)科研专项(GYHY201206013)资助

作者简介: 白冰(1983-), 男, 辽宁阜新人, 硕士, 工程师, 主要从事气象数据处理与分析工作. E-mail: baibing_119@163.com

数 + W 检验”方法,严格对兰州地区降水量正态特征进行分析。

1.2.1 偏度—峰度系数检验

偏度定义为: $s = \frac{m_3}{m_2^{3/2}}$ (1)

峰度定义为: $k = \frac{m_4}{m_2^2} - 3$ (2)

式中: $m_j = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^j$ 为 j 阶中心矩, j=2,3,4; x_i 为降水量的样本序列, \bar{x} 为样本序列的数学期望; n 为样本长度, i=1,2,...,n。

在样本量足够大时,如果样本服从正态分布,其偏度和峰度也服从正态分布,且数学期望为 0,方差分别为:

$s_i = \sqrt{\frac{6(n-2)}{(n+1)(n+3)}}$ (3)

$k_i = \sqrt{\frac{24n(n-2)(n-3)}{(n+1)(n+3)(n+5)}}$ (4)

假设序列服从正态分布,取置信度 $\alpha = 0.05$, 当 $|s| > 1.96 s_i$, 且 $|k| > 1.96 k_i$ 时,拒绝假设,否则假

设成立。偏度、峰度系数越接近 0,说明数据越接近正态分布。

1.2.2 W 检验

Shapiro—Wilk 检验法是 S. S. Shapiro 与 M. B. Wilk 提出用顺序统计量 W 来检验分布的正态性,对研究的对象总体,先提出假设认为总体服从正态分布,再将样本量为 n 的样本按大小顺序排列,然后确定显著性水平 α ,如果 $W > 0.05$,表明资料服从正态分布。

2 结果分析

2.1 年降水量的正态性分析

兰州地区 4 个气象站年均降水量的偏度系数平均为 0.348,其中兰州站偏度系数最大,为 0.690,永登站最小,为 0.017;兰州站峰度系数为正值,其它 3 站皆为负值,且峰度系数绝对值最大的永登、最小的是榆中(表 1)。当置信水平 $\alpha = 0.05$ 时,经检验 4 个站的年降水资料的 W 检验值均 > 0.05 ,年降水量均服从正态性分布。另外,从兰州地区 4 个气象站年降水量的 Q-Q 图(图 1)上也可以看出,数据服从正态分布。

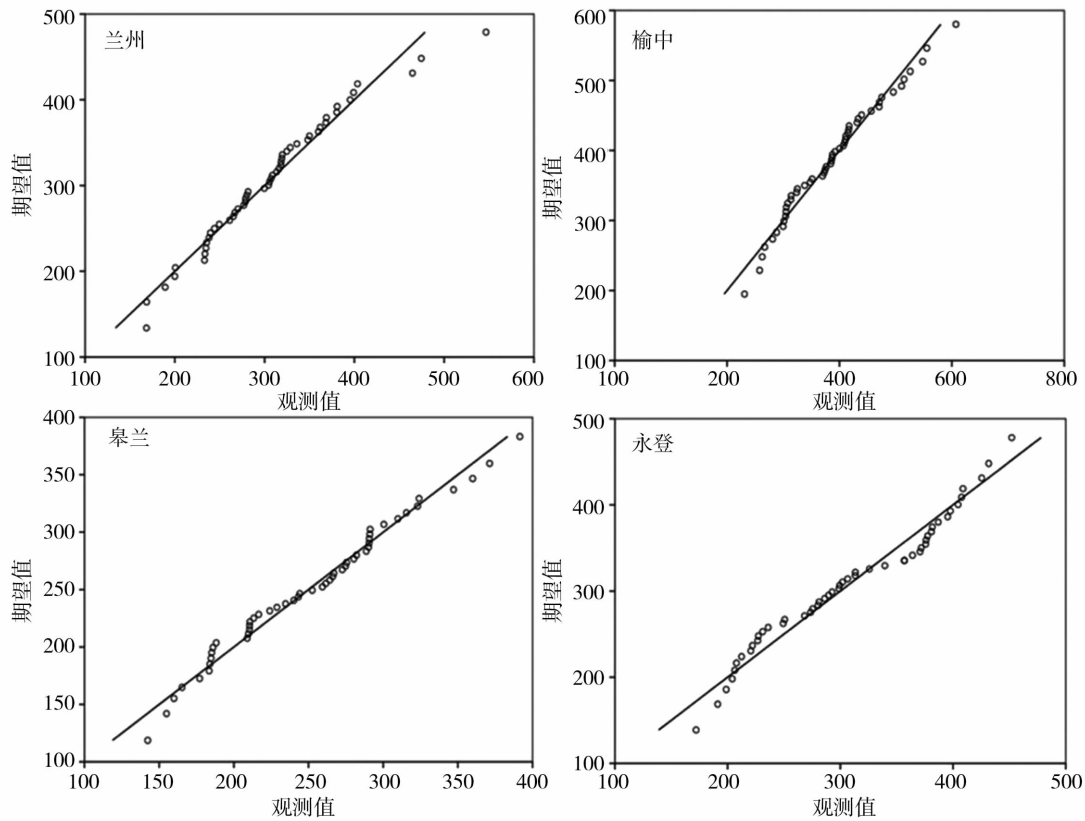


图 1 兰州地区兰州、榆中、皋兰、永登 4 站年降水量 Q-Q 图
Fig. 1 The Q-Q graphs of the annual precipitation in Lanzhou, Yuzhong, Gaolan and Yongdeng stations

表 1 兰州地区各站点年降水量偏度、峰度系数及 W 检验值

Tab.1 The skewness and kurtosis coefficients and the test value of Shapiro – Wilk of annual precipitation at each station

站点	偏度系数	峰度系数	W 检验值
兰州	0.690	1.077	0.154
榆中	0.434	-0.252	0.354
皋兰	0.250	-0.440	0.492
永登	0.017	-1.180	0.060

2.2 季降水量的正态性分析

分别对 4 个气象站的春、夏、秋、冬四季降水

量进行正态性检验(表 2)。当置信水平 $\alpha = 0.05$ 时,若 W 值 > 0.05 ,表明资料服从正态分布;偏度、峰度系数越接近 0,说明数据越接近正态分布。从表 2 中的 W 值来看,兰州、皋兰和永登 3 站夏、秋季的降水量均通过了正态性检验,榆中站仅秋季降水量通过了正态性检验。另外,各站点春季的偏度、峰度系数的绝对值均最大,其次是冬季,夏季和秋季的相对较小,表明夏、秋季的降水量较春、冬季的更接近于正态分布。就各站点而言,兰州站,秋季降水量的偏度和峰度系数最小,正态性特征最好;永登站,夏季降水量的偏度和峰度系数最小,正态性最标准。

表 2 各站点四季降水量的偏度、峰度系数及 W 检验值

Tab.2 The skewness and kurtosis coefficients and the test value of Shapiro – Wilk of seasonal precipitation at each station

站点	春季			夏季			秋季			冬季		
	偏度	峰度	W 值	偏度	峰度	W 值	偏度	峰度	W 值	偏度	峰度	W 值
兰州	1.483	3.648	0.000	0.557	0.191	0.385	0.521	0.112	0.411	1.068	0.601	0.000
榆中	0.941	1.517	0.035	0.884	0.403	0.009	0.376	0.538	0.547	0.479	-0.625	0.047
皋兰	1.478	3.404	0.000	0.128	-0.870	0.058	0.469	0.023	0.341	1.318	1.389	0.000
永登	0.931	1.238	0.023	0.560	-0.022	0.315	0.568	0.347	0.338	0.909	0.635	0.009

2.3 月降水量的正态性分析

由兰州地区 4 个气象站月降水量正态检验结果(表 3)看出,月降水量基本不服从正态性分布。当置信水平 $\alpha = 0.05$ 时,各月降水量序列均为正偏,且 11、12 月偏度系数较大,8、9 月偏度

系数较小;4 个气象站的峰度系数只有少数几个月为负值,站间差异较小。从 W 值上看,兰州站的 7、8、9 月降水量通过了正态性检验,皋兰和榆中站仅 9 月降水量通过正态性检验,永登站仅 10 月降水量通过正态性检验。

表 3 各站点月降水量偏度、峰度系数及 W 检验值

Tab.3 The skewness and kurtosis coefficients and the test value of Shapiro – Wilk of monthly precipitation at each station

站点	月份	偏度系数	峰度系数	W 值	站点	月份	偏度系数	峰度系数	W 值
兰州	1	2.100	5.075	0.000	榆中	1	1.941	4.788	0.000
	2	1.988	4.333	0.000		2	1.203	1.299	0.000
	3	0.972	0.126	0.000		3	1.003	0.477	0.001
	4	1.383	3.267	0.000		4	1.172	1.042	0.000
	5	1.369	2.393	0.000		5	1.050	1.482	0.003
	6	1.227	1.157	0.000		6	1.342	1.698	0.000
	7	0.759	0.248	0.290		7	1.100	1.132	0.002
	8	0.377	-0.664	0.199		8	0.576	-0.649	0.008
	9	0.197	-0.845	0.212		9	0.527	0.112	0.230
	10	0.801	-0.393	0.000		10	0.816	0.092	0.012
	11	2.111	4.449	0.000		11	2.022	4.976	0.000
	12	2.568	6.841	0.000		12	2.351	7.390	0.000

站点	月份	偏度系数	峰度系数	W 值	站点	月份	偏度系数	峰度系数	W 值
皋兰	1	2.298	6.367	0.000	永登	1	1.276	1.360	0.000
	2	2.376	6.688	0.000		2	1.875	5.574	0.000
	3	2.929	11.877	0.000		3	0.956	0.245	0.000
	4	1.436	1.998	0.000		4	0.825	-0.072	0.002
	5	1.091	1.009	0.001		5	1.053	0.853	0.002
	6	1.366	1.918	0.000		6	0.961	0.384	0.002
	7	0.620	-0.312	0.039		7	1.364	3.084	0.001
	8	0.224	-1.089	0.011		8	0.465	-0.751	0.036
	9	0.228	-0.633	0.452		9	0.823	0.316	0.025
	10	0.478	-0.820	0.007		10	0.271	-0.464	0.482
	11	1.794	3.262	0.000		11	1.342	1.656	0.000
	12	1.980	3.565	0.000		12	1.447	1.837	0.000

综上所述,兰州地区月降水量正态性较差,仅个别月份的降水序列通过了正态性检验。以兰州站为例,对不服从正态分布的月降水序列进行开平方处理,然后对其进行偏度、峰度系数及 W 检验计算(表4)。表4显示,经平方根转换后,各月降水量的偏度和峰度系数值变小,降水序列的正态性有了很大改善,与此同时,3、4、5、10月的 W 值 >0.05 ,其降水平方根序列通过正态性检验。

表4 平方根处理后的兰州站月降水量的偏度、峰度系数及 W 检验值

Tab.4 Coefficient of skewness, kurtosis and the test value of Shapiro - Wilk of monthly precipitation by taking the square root in Lanzhou

月份	偏度系数	峰度系数	W 检验值
1	0.630	-0.405	0.000
2	0.468	-0.175	0.022
3	-0.151	-0.225	0.154
4	0.195	0.084	0.228
5	0.282	0.017	0.658
6	0.595	-0.155	0.043
10	-0.001	-0.594	0.124
11	0.662	-0.134	0.001
12	1.085	0.537	0.000

3 结论与讨论

(1)兰州地区4个气象站的年降水量均呈正态性分布特征。

(2)兰州、皋兰和永登3站夏、秋季降水量均呈正态性分布,其中兰州站秋季降水量的正态性最好,永登站夏季降水量的正态性最好,而榆中站仅秋季

降水量分布呈正态性特征。

(3)月降水量的正态性检验表明,月降水量大多不服从正态分布,但对降水序列进行平方根转换后,序列的正态性得到明显的改变。

(4)未通过正态性检验的降水序列,多是因为 W 检验值未能达到阈值标准,这也是兰州地区降水非正态性的主要原因。

(5)综合分析来看,皋兰站的降水量正态性分布特征最差。皋兰县区属陇西黄土高原,山川相间,多为山地,这是造成该地区降水量序列非均一性的主要原因。

(6)在对降水的分析和预测时,应基于正态分布条件下,采用各种统计方法来研究降水演变规律,因此研究降水量正态分布特征是十分重要的。

参考文献:

- [1] 袁兴仁. 兰州地区年降水量的分布函数[J]. 西北师范大学学报(自然科学版),1990,2(2):69-71.
- [2] 张强,赵映东,张存杰,等. 西北干旱区水循环与水资源问题[J]. 干旱气象,2008,26(2):2-6.
- [3] 董安祥,白虎志,雷小斌. 中国西北地区干旱气候学的新进展及其主要科学问题[J]. 干旱气象,2006,24(4):57-61.
- [4] 刘世祥,王遂缠,刘碧,等. 兰州市空中水汽含量和水汽通量变化研究[J]. 干旱气象,2006,24(1):19-22.
- [5] 吴红,邵亮,陆登荣. 兰州市区地质灾害与暴雨强度[J]. 干旱气象,2005,23(1):63-67.
- [6] 陈志昆,张书余. 地形在降水天气系统中的作用研究回顾与展望[J]. 干旱气象,2012,28(4):460-466.
- [7] 张志富. 国外气候资料整编方法介绍[J]. 干旱气象,2009,27(4):396-398.
- [8] 蒲志锦,赵桢柳,韩春光. 新疆石河子近40 a 气候变化特征[J]. 干旱气象,2008,26(4):56-59.
- [9] 曹杰,陶云. 中国的降水量符合正态分布吗[J]. 自然灾害学报,2002(3):115-120.
- [10] 王纪军,裴铁璠,顾万龙,等. 降水年内分配不均匀性指标[J].

- 生态学杂志,2007,26(9):1364-1368.
- [11] Wijngaard J B, Klein Tank A M G, Kennen G P. Homogeneity of 20th Century European daily temperature and precipitations series [J]. *Int J Climatol*, 2003,23:679-692.
- [12] 王新平,张景光,李新荣,等. 沙坡头地区多年降水分布特征、趋势及其变率[J]. *中国沙漠*,2001,21(4):260-264.
- [13] 胡文东,陈晓光,李艳春,等. 宁夏月、季、年降水量正态性分析[J]. *中国沙漠*, 2006, 26(6): 963-968.
- [14] 王纪军,任国玉,匡晓燕,等. 河南省月和年降水量正态性分析[J]. *气候与环境研究*,2010,15(4):522-528.
- [15] 方建刚,毛明策,程肖侠. 陕西降水的正态分布特征分析[J]. *西北大学学报(自然科学版)*,2009,39(1):131-136.
- [16] 陶云,段旭. 云南降水正态分布特征的初探[J]. *气象科学*, 2003(2):161-167.
- [17] 黄嘉佑,黄茂怡,张印,等. 中国三峡地区汛期降水量的正态性研究[J]. *气象学报*,2003,61(1):122-127.

Normal Distribution Characteristics of Precipitation in Lanzhou Region

BAI Bing¹, LU Dengrong¹, CHEN Xuejun¹, HAN Haitao¹, WANG Youheng²

(1. *Gansu Meteorological Information and Technic Support and Equipment Center, Lanzhou 730020, China*;
2. *Northwest Regional Climate Center, Lanzhou 730020, China*)

Abstract: It is generally known that the research on precipitation depends on normal distribution of the time-series data. Based on the observational precipitation data at 4 weather stations in Lanzhou, Gaolan, Yuzhong and Yongdeng of Lanzhou region from 1960 to 2009, the normality of the monthly, seasonal and annual precipitations were analyzed by using strictly the “skewness and sharpness coefficient + W test” methods. The results showed that the annual precipitation of each station obeyed normal distribution in Lanzhou region. The seasonal precipitation in Lanzhou, Gaolan and Yongdeng was subject to normal distribution in summer and autumn, but that in Yuzhong was only subject to normal distribution in autumn, and the normality of precipitation in autumn was the best and the worst in winter in Yuzhong. In addition, most of the monthly precipitations at 4 stations didn't conform normal distribution, however, the normality of their square root had been improved significantly.

Key words: Lanzhou region; precipitation; normal distribution; normality test

(上接第 122 页)

Analysis of Characteristics of Temperature Change in the Ice Flooding Season in Ningxia Section of the Yellow River

LU Xiaojing^{1,2}, SU Zhansheng^{1,2}, TAN Zhiqiang²

(1. *Ningxia Key Laboratory of Meteorological Disaster Preventing and Reducing, Yinchuan 750002, China*; 2. *Ningxia Meteorological Observatory, Yinchuan 750002, China*)

Abstract: Based on the hydrological data and temperature series in the ice flooding seasons from 1991 to 2010, the variation of daily temperature in ice flooding seasons, the main occurring period of ice flooding disaster, and the relationship between the freezing-up/breaking-up periods of the Yellow River in Ningxia section and daily mean temperature were studied. The results show that time sequence of the freezing-up and the breaking-up of the river was reversed. When a ice flooding occurred, the flow of the Yellow River in Ningxia was small and the water level was high. The ice flooding was affected by the strong cold air. Ice flooding disasters occurred mainly during the periods of freezing-up and breaking-up of the river. The date when daily mean temperature transferred from positive to negative or negative to positive was corresponding to the periods of freezing-up and breaking-up of the river. The concentrated date was from December 20 to January 19 for freezing-up, and for breaking-up, it was from February 13 to 20. Using MODIS remote sensing data to monitor and prevent ice flooding disaster had some guiding significance in the critical period of ice flooding.

Key words: Ningxia section of the Yellow River; daily temperature; MODIS remote sensing data; ice flooding disaster