Climate Change Research Letters 气候变化研究快报, 2026, 15(6), 1156-1168
Published Online November 2026 in Hans. https://www.hanspub.org/journal/ccrl
https://doi.org/10.12677/ccrl.2026.156122

Hans汉斯

眉山市干旱特征分析

查　婕[1]，李欣蔚[1]，肖　丹[1,2*]，赵　霞[1]，陈　宁[1]，胡　进[3]

[1]眉山市气象局气象服务中心，四川 眉山
[2]高原与盆地暴雨旱涝灾害四川省重点实验室，四川 成都
[3]青神县气象局，四川 眉山

收稿日期：2026年9月30日；录用日期：2026年10月27日；发布日期：2026年11月4日

摘　要

全球气候变暖背景下区域干旱灾害风险持续上升，眉山作为新时代“天府粮仓”首提地和四川核心粮食产区，分析其气象干旱演变规律对粮食安全防控具有重要意义。本文基于眉山市6个国家级气象站1966~2022年逐日降水观测数据，划分五类干旱和四个干旱等级，从降水时空分布、干旱与降水的响应关系，以及干旱频次、持续时间、强度等维度，系统分析了全市气象干旱特征。结果表明：(1) 眉山市降水呈西高东低空间格局，年内集中于5~9月，冬春枯水现象突出，年际变幅较大；(2) 年降水量与干旱频次呈显著负相关，但响应强度区域差异明显，以仁寿县相关性最强，洪雅县最弱；(3) 全市主导干旱类型为夏旱与冬干，干旱频次与持续时长呈“东高西低”分布，仁寿县、彭山区为高值区，洪雅县为低风险区；(4) 干旱等级以一般为主，较重及以上等级发生频率极低，但冬干中高强度干旱占比远高于其他季节，且东部县域更易发生重度、特重干旱。

关键词

干旱，夏旱，冬干，轻旱，干旱频次

Analysis of Drought Characteristics in Meishan

Jie Zha[1], Xinwei Li[1], Dan Xiao[1,2*], Xia Zhao[1], Ning Chen[1], Jin Hu[3]

[1]Meteorological Service Center of Meishan Meteorological Bureau, Meishan Sichuan
[2]Sichuan Key Laboratory of Heavy Rain and Drought-Flood Disasters in Plateau and Basin, Chengdu Sichuan
[3]Qingshen Meteorological Bureau, Meishan Sichuan

Received: September 30, 2026; accepted: October 27, 2026; published: November 4, 2026

*通讯作者。

文章引用: 查婕, 李欣蔚, 肖丹, 赵霞, 陈宁, 胡进. 眉山市干旱特征分析[J]. 气候变化研究快报, 2026, 15(6): 1156-1168. DOI: 10.12677/ccrl.2026.156122

Abstract

Against the background of global climate warming, regional drought disaster risk continues to rise. As the first-proposed site of the "Tianfu Granary" in the new era and a core grain-producing area in Sichuan, Meishan is of great significance to analyzethe evolution of meteorological drought for food security prevention and control. Based on daily precipitation observation data from six national meteorological stations in Meishan from 1966 to 2022, this study classified five types of drought and four drought levels, and systematically analyzed the characteristics of meteorological drought across the city from the perspectives of spatiotemporal precipitation distribution, the response relationship between drought and precipitation, as well as drought frequency, duration, and intensity. The results indicate that: (1) precipitation in Meishan exhibits a spatial pattern of high in the west and low in the east, concentrated within May to September annually, with prominent winter-spring dry seasons and large interannual variability. (2) Annual precipitation shows a significant negative correlation with drought frequency, but the response intensity varies considerably among sub-regions, with the strongest correlation in Renshou County and the weakest in Hongya County. (3) Summer drought and winter dryness are the dominant drought types in the city. Drought frequency and duration present a pattern with higher values in the east and lower values in the west. Renshou County and Pengshan District are high-value zones, whereas Hongya County belongs to the low-risk zone. (4) Drought levels are predominantly classified as mild, with the occurrence frequency of severe and higher levels being very low. However, the proportion of medium-to-high intensity droughts in winter dryness is much higher than in other seasons, and eastern counties are more prone to severe and extreme droughts.

Keywords

Drought, Summer Drought, Winter Dryness, Mild Drought, Drought Frequency

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.
This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).
http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
Open Access

1. 引言

近年来，气候增暖进程持续加快，全球及区域尺度干旱事件呈增长态势，干旱灾害风险随之持续攀升[1] [2]，对生态安全、粮食安全和人类可持续发展的威胁日益严峻。

全球干旱演变趋势在中国区域存在一致性响应，已有研究证实，20 世纪 80 年代以来，中国干旱的时空分布逐渐从传统北方旱区向西南、西北西部及华北北部迁移。其中，西南地区的干旱态势尤为突出，四川南部因干旱发生频次高、强度大，成为该区域干旱灾害的核心聚集区，且近年来呈现出频次持续攀升、强度不断增强的发展趋势[3]-[5]。在气候变化的叠加影响下，四川作为西南地区的农业大省，干旱频率及严重干旱发生频次均呈增长态势[6]。2022 年四川遭遇近十年最严重的极端持续性高温干旱，除攀枝花外，全省其余 20 市(州)138 县(市、区)均受影响，累计 761.6 万人次受灾，121.4 万人次因旱饮水困难需应急救助，农作物受灾 52.2 万 hm^2，直接经济损失 48 亿元[7]。

眉山市位于四川盆地成都平原西南部，自古土壤肥沃，是四川省粮食主产区之一，作为新时代更高水平“天府粮仓”的首提地，肩负着保障国家粮食安全的重要使命。本文利用近 57 年气象观测数据，探究眉山气象干旱变化规律，对于提升气象干旱监测预测、减轻农业干旱损失以及气象防灾减灾工作具有积极意义。

2. 资料与方法

2.1. 数据

文中采用的降水数据为眉山市 6 个国家气象站 1966~2022 年的逐日降水量资料。

2.2. 干旱划分方法

根据干旱发生的季节不同，将干旱分为春旱、夏旱、伏旱、秋旱、冬干 5 类，各类干旱的具体定义见表 1。根据干旱持续时间的长短，将其分为一般、较重、严重、特重 4 个等级，具体分级标准见表 2 [8]。

Table 1. Definition of various drought types
表 1. 各类干旱的定义

干旱种类	定义
春旱	3 月 1 日~5 月 5 日，任意连续 30 天的总降水量小于 20 mm
夏旱	4 月 26 日~7 月 5 日，任意连续 20 天的总降水量小于 30 mm
伏旱	6 月 26 日~9 月 10 日，任意连续 20 天的总降水量小于 35 mm
秋旱	9 月 1 日~11 月 20 日，任意连续 30 天的总降水量小于 20 mm
冬干	11 月 21 日~次年 2 月 28 日或 29 日，任意连续 30 天的总降水量小于 4 mm

Table 2. Drought grading standard (unit: days)
表 2. 干旱分级标准(单位：天)

干旱种类	等级			
	一般	较重	严重	特重
春旱、秋旱、冬干	30~39	40~49	50~59	≥60
夏旱、伏旱	20~29	30~39	40~49	≥50

3. 眉山干旱特征

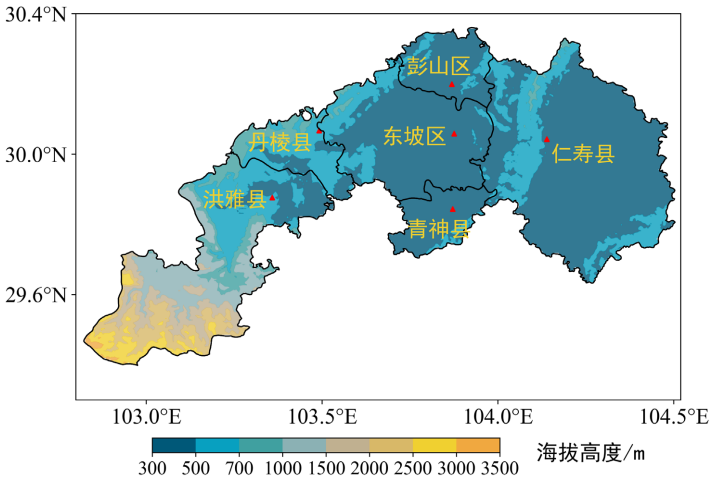


Figure 1. Topographic distribution of Meishan, Red triangles denote the locations of nationalmeteorological observation stations
图 1. 眉山市地形分布图，红色三角形代表国家气象观测站位置

眉山市下辖 2 区 4 县(见图 1)，境内地势西高东低、高差悬殊。西部洪雅县、丹棱县以山地为主，洪雅县南部的瓦屋山海拔最高超过 3227 m，中部东坡区、彭山区、青神县为岷江冲积平原与浅丘区，东部仁寿县为龙泉山南段丘陵区，最低点海拔仅 344 m。市域内最大高差近 3000 m，形成了自西向东的显著地形梯度。眉山地处亚热带湿润季风气候区，夏季受东南季风和西南季风双重影响，水汽充足，为降水提供了良好基础[9]。眉山市年降水量呈现自西向东递减的分布，受阶梯地形影响显著。下文将首先分析眉山市降水的气候特征，随后从干旱发生频次、干旱与降水的相关性、干旱持续时间及干旱等级等方面，系统揭示眉山干旱的主要特征。

3.1. 降水的年、月变化特征

对 1966~2022 年眉山市 6 个国家级气象站点降水数据进行统计分析，结果表明：全市各县(区)多年平均降水量介于 918.9~1418.6 mm 之间(图 2)，全市降水空间分异特征明显，其中洪雅县多年平均降水量为全市最大值，仁寿县为全市最小值。从历年累计雨量可见(图 3)，洪雅县在绝大多数年份中雨量均位列第一，丹棱县次之；东坡区与青神县雨量相近，常年处于中游水平，而彭山区与仁寿县则相对偏少。在 57 年统计期内，共有 28 个多雨年份，对应年份中全市不少于 4 个县(区)年降水量突破 1000 mm；另有 22 个少雨年份，对应年份内全市 4 个及以上县(区)年降水量低于 1000 mm，反映出眉山市降水年际变化大、各县(区)干湿同步变化的气候特征。

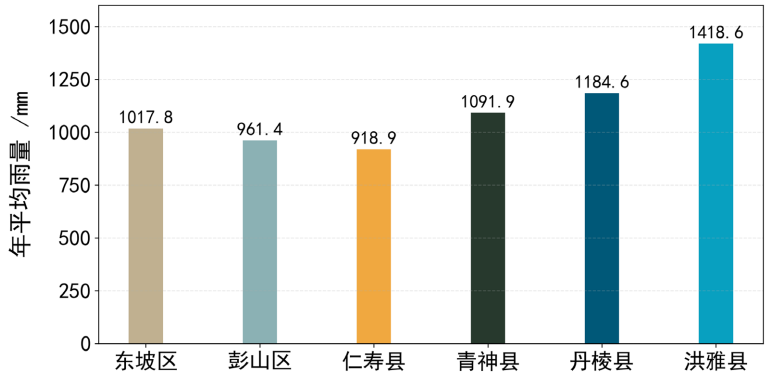


Figure 2. Annual meanprecipitation of national meteorological stations in Meishan (1966~2022)
图 2. 1966~2022 年眉山国家气象站年平均雨量

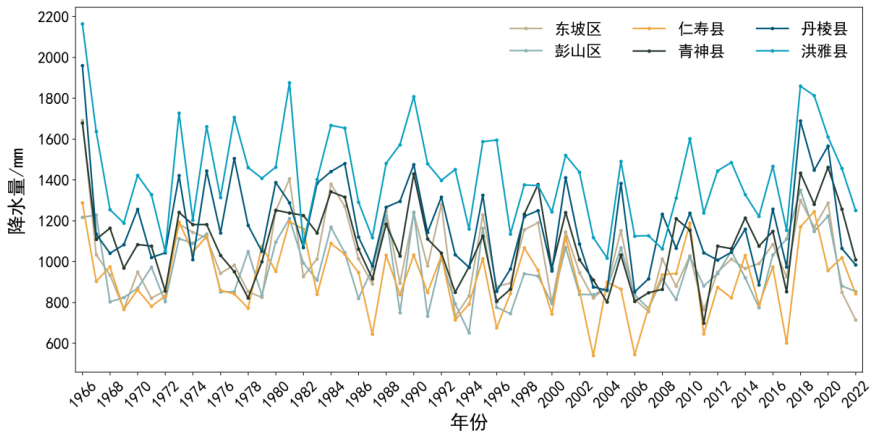


Figure 3. Dynamic variations of annual precipitation at national meteorological stations in Meishan (1966~2022)
图 3. 1966~2022 年眉山市国家气象站年雨量动态变化

眉山市各县(区)多年平均月雨量柱状图(图 4)的逐月对比显示，全市降水年内分配极不均匀、干湿季差异十分显著。11 月至翌年 3 月为全市持续性少雨时段，各县(区)月均降水量均低于 50 mm，其中 12 月为全年最低值，1 月与 12 月不足 20 mm。4 月降水回升，六县(区)月均降水量均突破 50 mm。5 月开始增长，各县(区)月均降水量维持在 100 mm 左右。主汛期 6~9 月各县(区)月均降水量稳定大于 100 mm，其中 7 月除仁寿县外，其余五县(区)均超过 200 mm，洪雅县突破 300 mm；8 月为全年峰值，六县(区)均高于 200 mm，洪雅县更达 350 mm 以上，降水量居全年各县(区)之首。9~10 月降水量持续回落。10 月降水呈现明显全市分异，彭山区与仁寿县月均雨量低于 50 mm，而洪雅、丹棱、青神、东坡四县(区)均超过 50 mm。逐月降水数据表明，眉山市降水主要集中于 5~9 月，冬春枯水期降水显著减少。

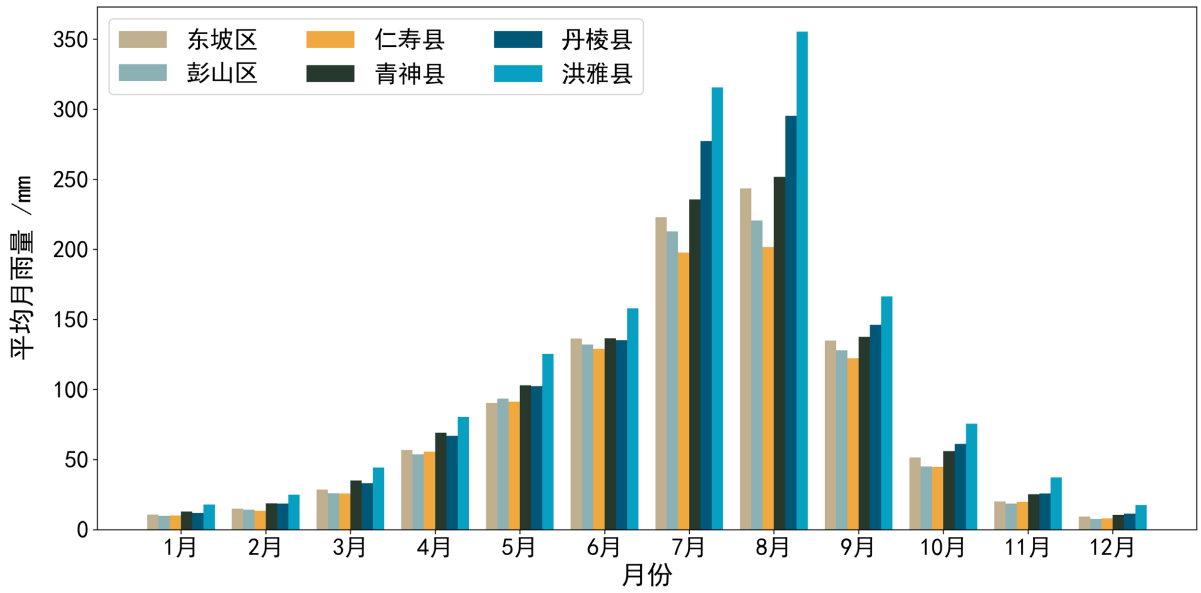


Figure 4. Mean monthly precipitation of six national meteorological stations in Meishan
图 4. 眉山市 6 个国家气象站平均月雨量

3.2. 干旱发生频次

基于 1966~2022 年 6 个国家级气象站逐日降水序列，按照表 1 干旱判定标准，逐年识别春旱、夏旱、伏旱、秋旱、冬干 5 类干旱事件，统计各县(区)分年代干旱发生频次(图 5)，并绘制每十年平均干旱频次空间分布图(图 6)，以此揭示眉山干旱类型与空间分布规律。

从图 5 中可以看出，五类干旱事件在年际间均呈现出显著的波动特征，反映出全市干旱事件受降水年际变化影响明显。春旱(图 5(a))发生频次整体较低，绝大多数年份单县(区)不超过 1 次，但在 1970 年代后期至 1980 年代初、1990 年代末至 2000 年代中期存在两个相对高频期，且 2020 年后春旱频次有抬升趋势。夏旱(图 5(b))为发生频次较高的干旱类型，各县(区)累计年干旱频次超过 6 次的情况在各类干旱中频次最高，1971 年全市夏旱累积频次达到峰值 11 次。伏旱(图 5(c))总体偏少且分布不均，但 2020 年开始有增强趋势，2022 年呈现集中爆发特征，眉山全市伏旱频次突破历史高位，这与近年来副热带高压异常导致的高温伏旱事件增多相吻合[10]。秋旱(图 5(d))频次相对较低，但年际波动明显，在 1970 年代初、1980 年代前期、1990 年代后期至 2000 年代前期发生频次较高。冬干(图 5(e))发生频次常年较高，绝大多数年份全市累计发生频次超过 2 次。1970 年代末至 1980 年代初、2000 年代中期及 2010 年代末出现三次

冬干显著高值期，1977 年全市累积频次峰值为 11 次。在各类干旱中，仁寿县、彭山区发生频次相较其它县(区)发生频次更高。

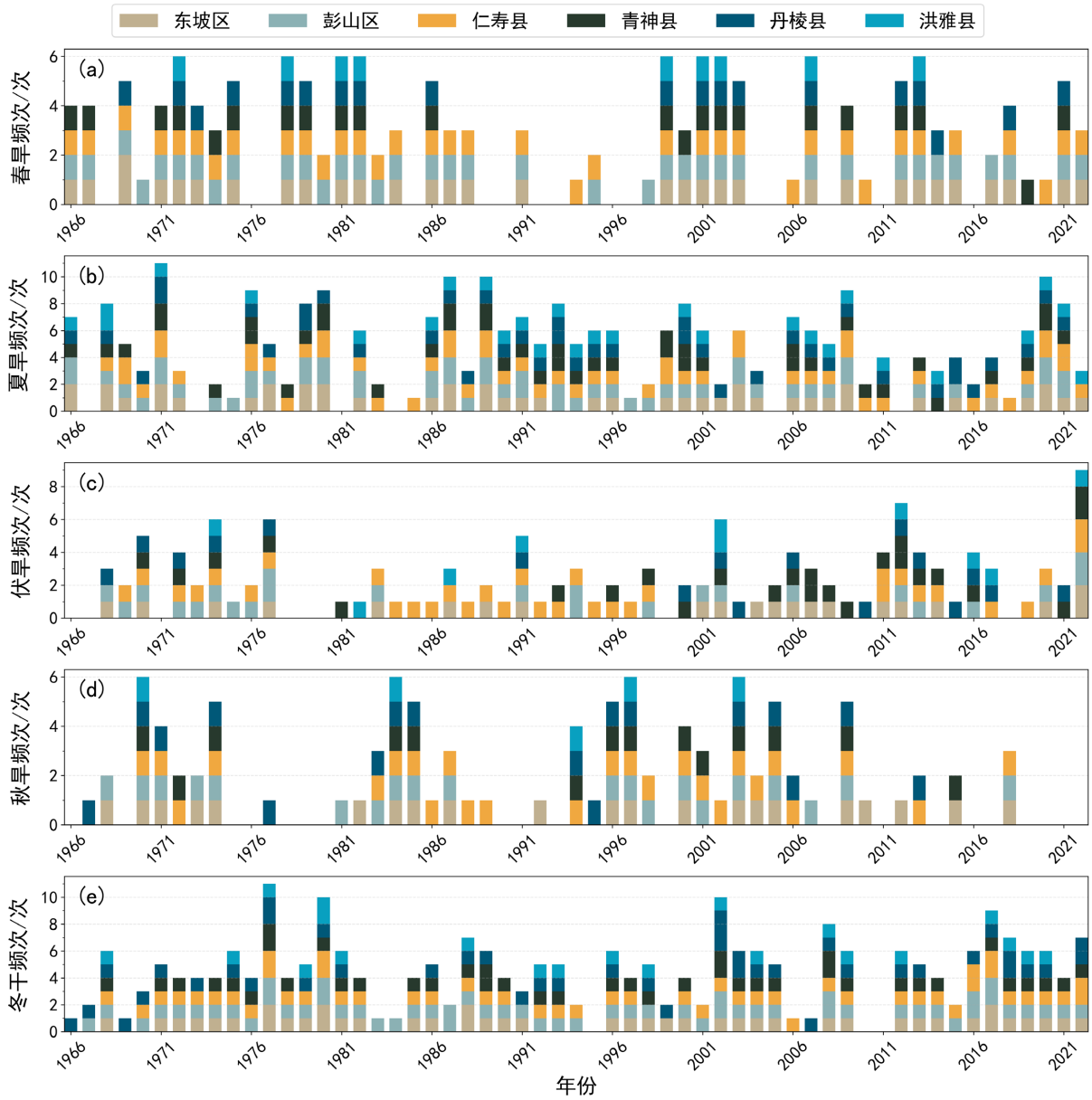


Figure 5. Occurrence frequencies of (a) spring drought, (b) summer drought, (c) midsummer drought, (d) autumn drought and (e) winter dryness in six counties (districts) of Meishan, 1966~2022
图 5. 1966~2022 年眉山 6 县(区) (a) 春旱、(b) 夏旱、(c) 伏旱、(d) 秋旱和(e) 冬干的发生频次

数据统计表明，近 57 年中眉山市春旱发生频次为 1.6~6.8 次，夏旱 5.1~9.6 次，伏旱 1.9~6.8 次，秋旱 1.6`6.7 次，冬干 3.7~10.2 次(图 6)。冬干为全市高发干旱，其次为夏旱，二者共同构成眉山主要干旱灾害。干旱频次表现为东高西低的空间梯度特征，该空间格局与降水量西多东少的分布特征呈显著反向对应关系。仁寿县、彭山区干旱风险最高，两类主导干旱频次接近 10 次，平均每年发生约 1 次夏旱或冬干；东坡区次之，夏旱、冬干频次均超过 8 次；青神县、丹棱县干旱频次稳定在 7~8 次；西部洪雅县受山地

迎风坡充沛降水调控[11]，干旱类型频次大多低于 5 次，干旱风险最低。

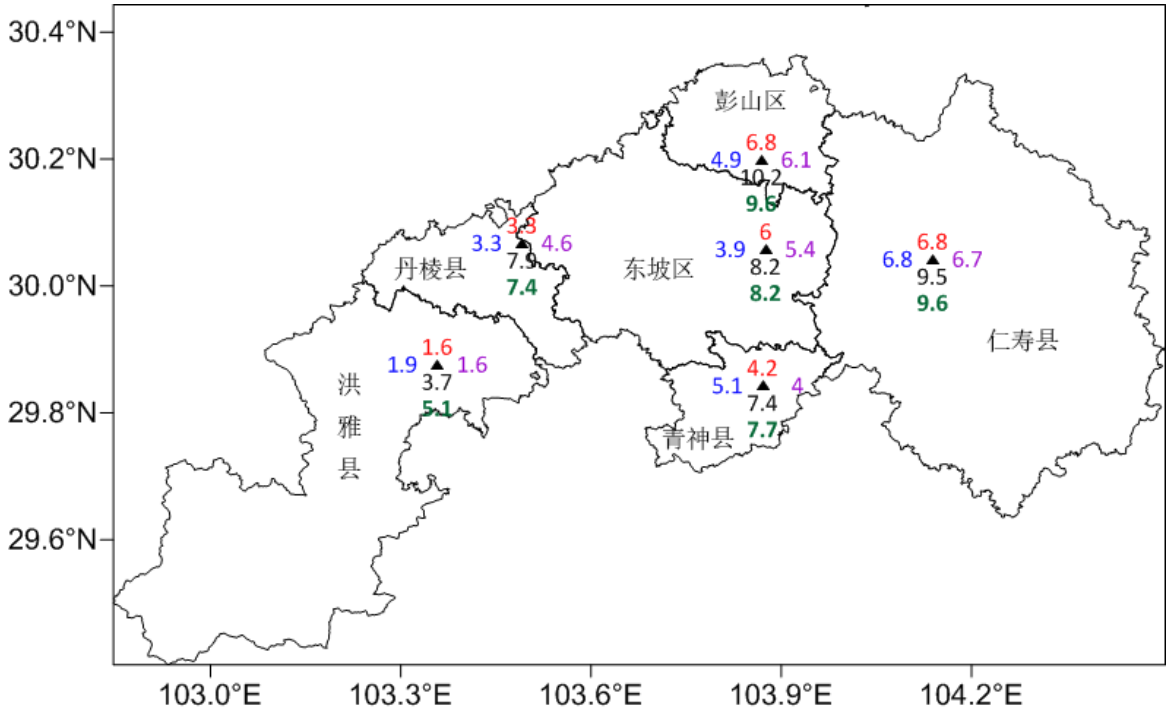


Figure 6. Decadal occurrence frequency distribution of spring drought (red text), summer drought (green text), midsummer drought (blue text), autumn drought (purple text) and winter drought (black text) in six counties (districts) of Meishan, unit: times

图 6. 眉山 6 县(区)春旱(红字)、夏旱(绿字)、伏旱(蓝字)、秋旱(紫字)和冬干(黑字)每十年出现频次分布，单位：次

3.3. 年干旱次数与年雨量的相关性

为定量解析年降水量对干旱发生频次的约束作用，提取 1966~2022 年逐年各县(区)年降水量、全年干旱总次数序列，绘制双变量时序对比曲线(图 7)，并计算 Pearson 相关系数开展显著性检验(表 3)。

从时序变化曲线(图 7)可直观看出全市统一的变化规律：年降水量与年干旱次数整体呈反向波动特征。当年降水量处于高值年份时，全年干旱事件发生次数偏少；若当年降水总量显著偏低，各类季节性干旱叠加出现，干旱总次数同步上升。各县(区)降水量与干旱次数的年际波动幅度均较大，反映出全市气候系统的高变率特征。同时，不同县(区)两条曲线的反向匹配程度存在明显空间差异，体现降水对干旱的约束作用强弱不同。仁寿县(图 7(c))作为全市降水量最低、干旱频次最高的县(区)，其反相关关系最为直观；洪雅县(图 7(f))则因降水量基数大、干旱频次总体偏少，曲线波动相对平缓。值得关注的是，2020~2022 年各县(区)干旱次数多处于高位，近年干旱有增强的趋势。

相关系数结果显示，眉山 6 个县(区)年雨量与干旱次数均呈负相关(表 3)，这表明年降水量偏少年份干旱频次偏高，降水量偏多年份干旱频次则偏低。但不同县(区)相关强度存在明显差异。仁寿县年雨量与干旱次数的负相关程度最高，相关系数为−0.45，通过 99%置信度显著性检验，说明降水量对当地干旱频次约束作用最强。该结论与前文分析相互印证，仁寿年均降水量为全市最低，干旱发生频次却最高，直观体现降水短缺加剧干旱风险。丹棱县、彭山区负相关关系较好，分别通过 95%、90%置信水平检验；东坡区、青神县、洪雅县二者相关性偏弱，未通过 90%显著性检验，当地年雨量对干旱次数的影响不显著。

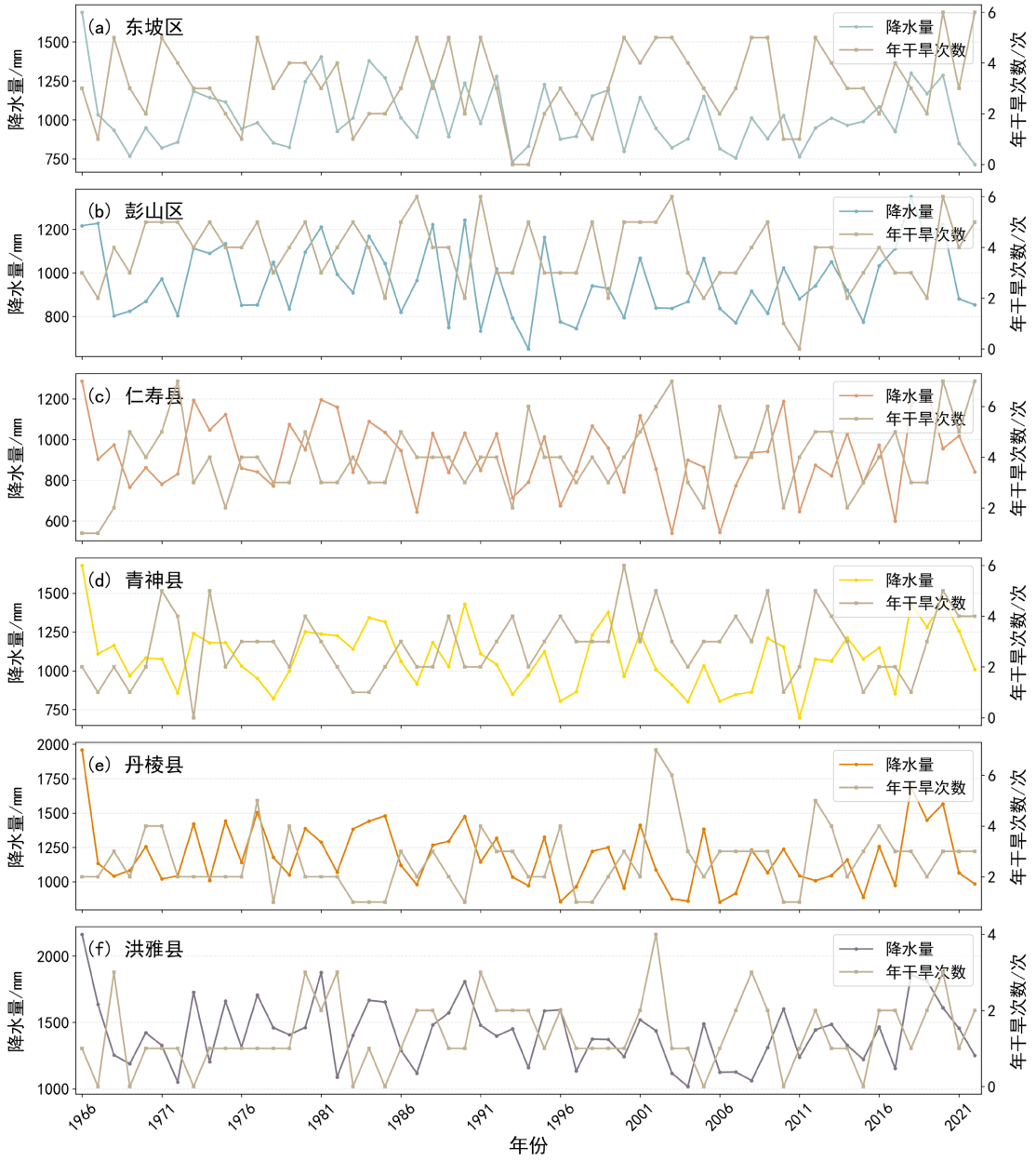


Figure 7. Annual precipitation and drought times in six counties (districts) of Meishan (1966~2022)
图 7. 1966~2022 年眉山市 6 县(区)年降水量与年干旱次数

Table 3. Correlation coefficients between annual precipitation and annual drought frequency in six counties (districts) of Meishan
表 3. 眉山 6 县(区)年雨量与年干旱次数的相关系数

县(区)	东坡区	彭山区	仁寿县	青神县	丹棱县	洪雅县
相关系数	−0.14	−0.24	−0.45	−0.16	−0.29	−0.14

3.4. 干旱持续天数

以箱线图和小提琴图结合的形式，分别绘制春旱、夏旱、伏旱、秋旱、冬干五类干旱持续时长分布

(图 8~图 12)，从均值、四分位数、极端离群值三个维度对比各县(区)干旱持续能力差异。箱线箱体代表25%~75%分位数区间，中线为平均持续天数，上下须为正常波动范围，上须上方的散点为极端超长干旱事件。

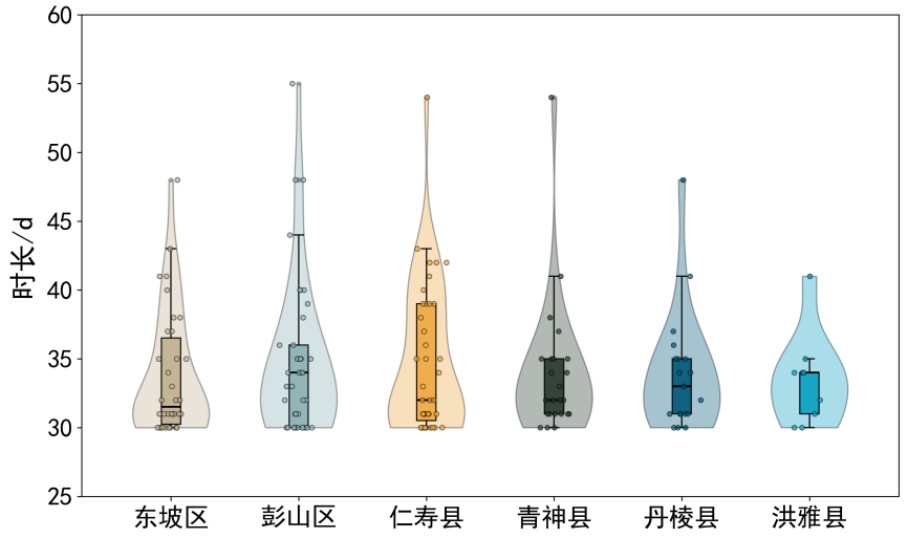


Figure 8. Boxplot of spring drought duration in six counties (districts) of Meishan
图 8. 眉山市 6 县(区)春旱持续天数箱线图

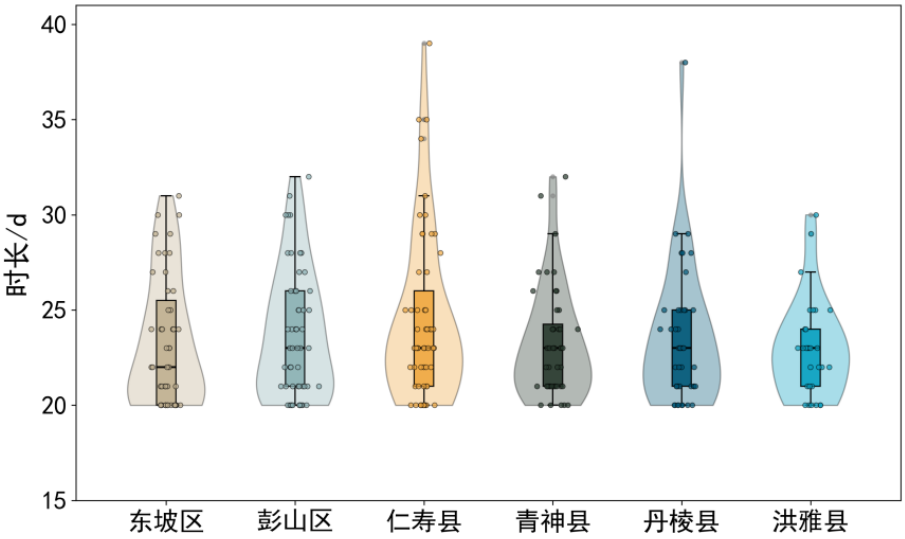


Figure 9. Boxplot of summer drought duration in six counties (districts) of Meishan
图 9. 眉山市 6 县(区)夏旱持续天数箱线图

眉山各县(区)春旱持续天数整体集中在 30~45 d 之间(图 8)，彭山区和洪雅县中位数最高，为 34 d，仁寿县的 75%分位数最大，达到 39 d。彭山区最长持续天数高达 55 d，仁寿县和青神县均达到 54 d。整体来看，彭山区、仁寿县春旱不仅频繁且持续时间长。而洪雅县春旱天数分布范围最窄(30~41 d)，整体干旱持续时间较短。各县(区)夏旱持续天数集中在 20~30 d 之间(图 9)，且中位数接近，均为 22~23 d。仁寿县分布范围最广，位于 20~39 d 之间，体现出夏旱持续性最强的特征。洪雅夏旱时长稳定在 20~25

d 区间，过程短促。伏旱是各类干旱中持续时间最短的，持续天数整体集中在 20~27 d 之间(图 10)。仁寿县和青神县中位数最高，为 23 d，其中仁寿县最大值达 40 d，分布范围最广。丹棱县分布范围最窄，为 20~26 d。秋旱持续天数整体集中在 30~42 d 之间(图 11)，持续时间显著长于夏旱和伏旱。彭山区和仁寿县中位数最高，达 34 d。彭山区秋旱天数离散度最大，极端过程达 52 d，是全市持续时间最长的县(区)。洪雅县秋旱天数分布最为集中(30~36 d)，反映出该地秋旱持续时间短且稳定。冬干在各类干旱中持续时间最长，整体集中在 30~50 d 之间(图 12)。仁寿县中位数最高，为 39 d。东坡区、彭山区和仁寿县分布范围广，最大值均达到 65 d。综合来看，仁寿县各类干旱持续天数均处于较高水平，是眉山市干旱持续性最强的县(区)。洪雅县各类干旱持续天数相对较短，与该地降水量充足、干旱事件少有发生的整体特征一致。

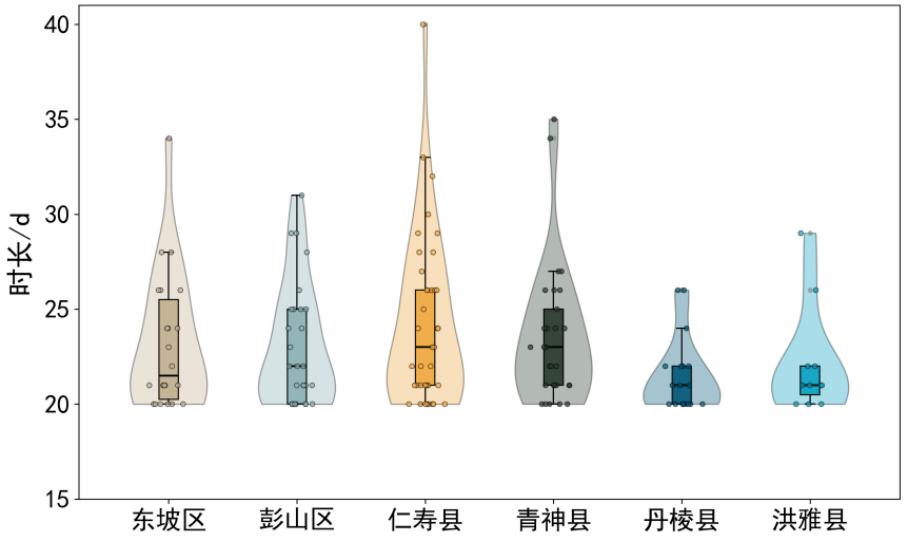


Figure 10. Boxplot of midsummer drought duration in six counties (districts) of Meishan
图 10. 眉山市 6 县(区)伏旱持续天数箱线图

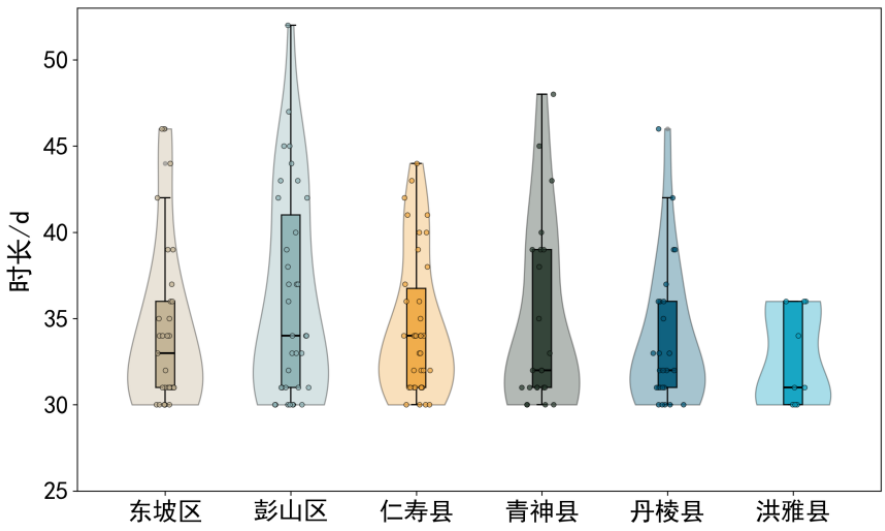


Figure 11. Boxplot of autumn drought duration in six counties (districts) of Meishan
图 11. 眉山市 6 县(区)秋旱持续天数箱线图

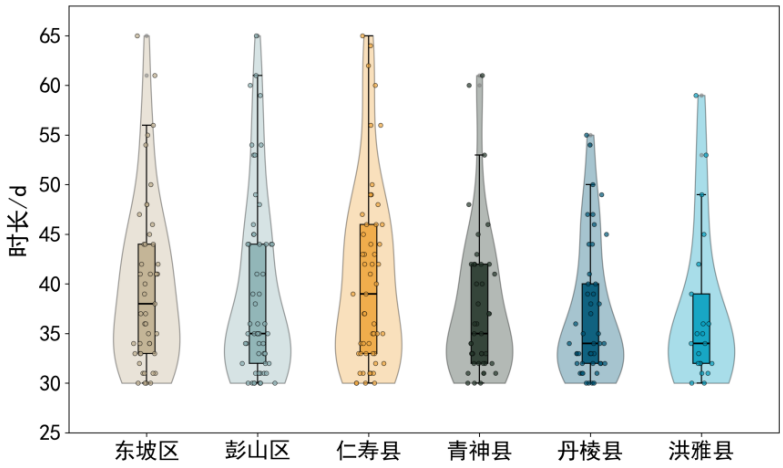


Figure 12. Boxplot of winter drought duration in six counties (districts) of Meishan
图 12. 眉山市 6 县(区)冬干持续天数箱线图

3.5. 干旱等级

按照表 2 干旱持续天数分级标准，将所有干旱事件划分为一般、较重、严重、特重 4 个等级，统计 1966~2022 年平均的各季节不同等级干旱发生占比(图 13)，揭示眉山干旱强度特征。从强度结构整体来看，全市干旱以一般等级干旱为绝对主体，较重、严重、特重高强度干旱占比极低，全市轻度干旱为主的特征突出，但季节间强度分化明显。春旱、夏旱、伏旱三类暖季干旱，一般等级占比普遍超过 80%。西部丹棱、洪雅夏旱、伏旱一般等级占比接近 100%，几乎无高强度干旱。东部仁寿、彭山较重及以上干旱占比小幅提升，高强度干旱零星出现。秋旱一般等级占比介于 71.4%~100%，除洪雅外，较重等级干旱占比有所提升，高强度干旱发生概率极低。冬干强度显著高于其它季节，是高强度干旱高发类型。全市冬干一般等级占比仅 48.9%~76.2%，较重、严重、特重等级占比为五类干旱最高，仁寿、彭山特重冬干占比显著高于西部县(区)，冬春极端持续性干旱风险突出。空间上，高强度干旱(较重、严重、特重)占比同样呈现东高西低，仁寿、彭山高强度干旱占比最高，东坡、青神居中，丹棱、洪雅几乎无特重干旱。究其原因，西部充沛降水可快速中断干旱过程，干旱难以向严重、特重等级发展，而东部丘陵常年降水量偏少，干旱过程持续时间更长，更易升级为高强度干旱。

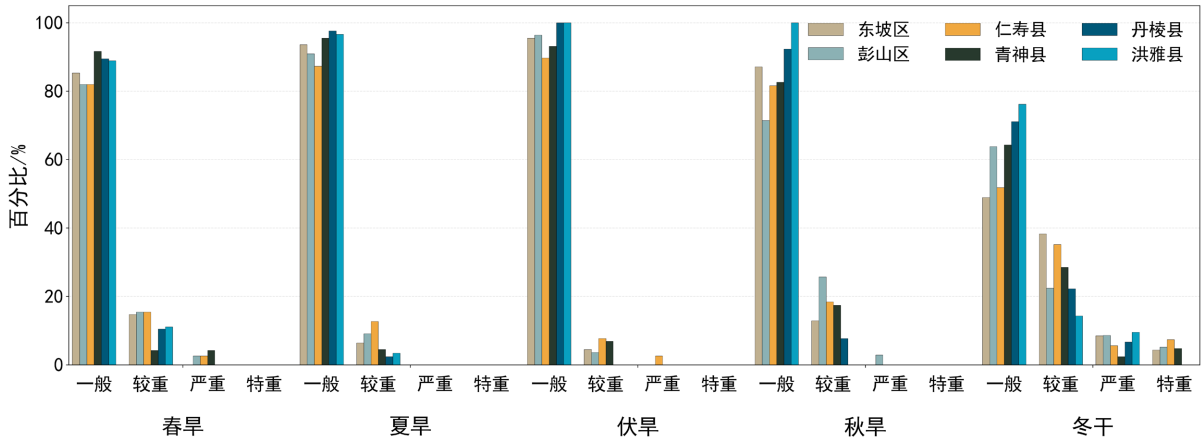


Figure 13. Proportion of drought occurrence at different grades in various seasons of Meishan city, unit: %
图 13. 不同季节眉山市各等级干旱发生占比，单位：%

4. 结论

本文利用1966~2022年眉山市6个国家气象站逐日降水数据，划分五类季节性干旱并评定四个等级，系统分析了全市降水时空演变及气象干旱特征，主要结论如下：

(1) 眉山市降水时空分布差异显著。空间上，全市多年平均降水量介于918.9~1418.6 mm，洪雅县降水量最大、仁寿县最小，整体呈西高东低格局。时间上，降水年际波动大，各县(区)干湿同步变化明显，年内分配不均，汛期5~9月降水集中，11月至次年3月为枯水时段，冬春季节性干旱特征突出。

(2) 眉山市各县(区)年降水量与年干旱次数整体呈负相关，表明年降水量是影响干旱发生频次的重要因子。不过，该约束强度存在明显的地区差异。其中，仁寿县负相关最强，相关系数达到−0.45，通过99%置信度检验，丹棱县、彭山区分别通过95%、90%显著性检验；东坡区、青神县、洪雅县相关性偏弱，未通过90%显著性检验。

(3) 眉山市干旱类型以夏旱和冬干为主导，干旱风险空间差异显著。冬干为全市最高发干旱类型(每十年3.7~10.2次)，其次为夏旱(每十年5.1~9.6次)，二者共同构成眉山主要干旱灾害。空间上干旱频次呈东高西低分布，与降水西多东少的格局完全反向。干旱持续天数因干旱类型和县(区)不同差异明显。冬干持续时间最长，秋旱次之，春旱居第三，夏旱和伏旱相对较短。仁寿县、彭山区干旱频次最高、持续时间最长，是全市干旱风险核心区；洪雅县各类干旱频次和持续天数均处于较低水平，干旱风险最轻；东坡区、青神县、丹棱县居于中等水平。

(4) 眉山市干旱等级分布以一般等级为主，较重及以上等级占比较低，但不同季节和空间差异明显。春旱、夏旱、伏旱一般等级占比普遍超过80%，其中夏旱、伏旱在丹棱、洪雅等地接近或达到100%；秋旱一般等级占比介于71.4%~100%；冬干一般等级占比最低，为48.9%~76.2%，较重、严重、特重等级占比为各类干旱中最高，高强度干旱风险最大。空间上，高强度干旱占比同样呈东高西低分布，仁寿、彭山最高，丹棱、洪雅几乎无特重干旱。

综上，眉山市东部和北部片区(仁寿县、彭山区)及临近的东坡区是干旱灾害重点防控区域，夏旱、冬干是地方抗旱的主要对象，冬干是眉山特重干旱的主要发生类型。根据眉山市干旱风险的时空分异特征，提出针对性防旱措施：(1) 分区差异化抗旱布局：将仁寿县、彭山区列为市级抗旱重点防控单元，集中配置抗旱物资和资金；东坡区为次高风险区，可作为重点防控的外围缓冲区；洪雅县、丹棱县以常规防汛与蓄水为主，不需大规模抗旱设施投入。(2) 分季节精准应对：夏旱高发期前完成水库蓄水、应急水源准备及灌溉系统检修；在冬干高发期加强山前塘堰蓄水、冬水田保墒，做好小春作物(冬小麦、油菜)的水源调度，保障越冬作物与人畜饮水安全。(3) 冬干高强度风险对策：在仁寿、彭山及东坡区针对冬干加强山前蓄水工程建设、塘堰整治与灌溉系统优化，提升持续性冬干的防御能力；同时建立冬干应急补水预案。

基金项目

高原与盆地暴雨旱涝灾害四川省重点实验室科技发展基金重点专项(SCQXKJYJXZD202510)。

参考文献

[1] Carrão, H., Naumann, G. and Barbosa, P. (2017) Global Projections of Drought Hazard in a Warming Climate: A Prime for Disaster Risk Management. *Climate Dynamics*, **50**, 2137-2155. https://doi.org/10.1007/s00382-017-3740-8

[2] 周波涛, 钱进. IPCC AR6报告解读: 极端天气气候事件变化[J]. 气候变化研究进展, 2021, 17(6): 713-718.

[3] 祁海霞, 智协飞, 白永清. 中国干旱发生频率的年代际变化特征及趋势分析[J]. 大气科学学报, 2011, 34(04): 447-455.

[4] 李韵婕, 任福民, 李忆平, 等. 1960-2010年中国西南地区区域性气象干旱事件的特征分析[J]. 气象学报, 2014(2): 266-276.

[5] 周长艳, 张顺谦, 齐冬梅, 等. 近 50 年四川高温变化特征及其影响[J]. 高原气象, 2013, 32(06): 1720-1728.

[6] 巫娜, 罗凝谊, 许勇. 四川盆地干旱灾害统计特征[J]. 气象科技, 2014, 42(2): 309-313.

[7] 2022 年四川生态环境状况公报[EB/OL]. 2023-06-05. https://sthjt.sc.gov.cn/sthjt/c104157/2023/6/5/644b1b19bbe249cb8b302ae8de2f1538.shtml?eqid=fcf56fc10001ff87000000066480452c, 2026-05-06.

[8] 张顺谦, 侯美亭, 王素艳. 基于信息扩散和模糊评价方法的四川盆地气候干旱综合评价[J]. 自然资源学报, 2008, 23(4): 713-723.

[9] 白莹莹, 等. 四川盆地夏季降水区域差异及其与季风的联系初探[J]. 气象, 2014(4): 440-449.

[10] 高洁, 肖红茹, 郭善云. 2022 年夏季四川持续高温干旱特征及成因分析[J]. 沙漠与绿洲气象, 2023, 17(5): 118-126.

[11] 付超, 谌芸, 单九生. 地形因子对降水的影响研究综述[J]. 气象与减灾研究, 2017, 40(4): 318-324.