

杨利霞,王欣,张婷,等. 基于两种分布的勉县年最大日降水量重现期估算[J]. 陕西气象,2023(3):37-40.

文章编号:1006-4354(2023)03-0037-04

基于两种分布的勉县年最大日降水量 重现期估算

杨利霞¹,王欣²,张婷¹,刘元珺¹

(1. 汉中市气象局,陕西汉中 723000;2. 汉台区气象局,陕西汉中 723000)

摘要:2021年8月22日勉县遭遇极端降水事件,日降水量高达237.9 mm,灾害十分严重。统计分析1959—2021年勉县历史逐年最大日降水量特点,采用皮尔逊Ⅲ型(简称P-Ⅲ型)曲线分布和耿贝尔极值分布方法推算重现期及降水量,并将两者进行比较,对2021年8月22日极端大暴雨进行重现期估算。结果表明:勉县年最大日降水年际变化明显,2008年以来变率增大且有更极端的趋势;基于P-Ⅲ型曲线分布和耿贝尔极值分布的1959—2020年最大日降水积累概率拟合效果均较好,但耿贝尔极值分布对年最大日降水量的拟合优于P-Ⅲ型分布;应用耿贝尔极值分布推算勉县极值降水,100 a一遇的日降水量为154.7 mm,2021年8月22日降水量237.9 mm的重现期为4 881.33 a。增加2021年最大日降水量进入样本序列重新构建耿贝尔极值分布函数,推算日降水量237.9 mm的重现期为707.35 a,100 a一遇的估算降水量为183.4 mm,重现期及降水量估算变化均较大,说明超极端降水和样本长度对重现期的推算影响较大。

关键词:年最大日降水量;P-Ⅲ型曲线分布;耿贝尔极值分布;重现期估算

中图分类号:P426.6

文献标识码:A

2021年8月21—22日,受西风槽和西太平洋副热带高压外围暖湿气流共同影响,汉中市出现一次区域性暴雨过程。其中勉县国家气象观测站22日降水量(20—20时)高达237.9 mm,远远超过该站1959年建站以来的历史极值(147.5 mm,2008年7月21日),9个乡镇气象监测站日降水量超过100 mm,大暴雨主要集中于勉县县城、同沟寺镇、定军山镇、茶店镇、新铺镇、镇川镇、新街子镇、元墩镇、武侯镇内,强降水中心位于勉县县城。此次强降水具有范围广、极端性强、降水时段集中、致灾性强等特点。暴雨导致部分农作物受损,农业、水利、电力、交通、通信等基础设施损毁严重。据相关部门信息,直接经济损失达7.537亿元^[1]。本文采用数理统计方法,借鉴国内同行对极值降水和暴雨重现期研究经验^[2-9],对2021年8月22

日勉县大暴雨进行重现期估算,为进一步认识本地降水的极端性和防灾减灾提供参考依据。

1 资料与方法

建立勉县气象站1959—2020年年最大日降水量序列,分别采用皮尔逊Ⅲ(简称P-Ⅲ)型曲线分布、耿贝尔极值分布方法^[2-5],对年最大日降水量序列进行概率分布计算和拟合,进而对不同重现期下的日降水量进行推算,对不同降水量进行重现期推算。

2 年最大日降水变化特征

勉县国家气象站1958年建站,1959年开始有完整的降水观测资料。1959—2021年最大日降水量年际变化明显(图1),1970—1981年、2008—2021年为两个相对高峰阶段,1991—2007年为一个相对低谷阶段。年最大日降水的最小值

收稿日期:2022-05-11

作者简介:杨利霞(1973—),女,陕西勉县人,汉族,硕士,高工,从事农业气象和决策气象服务工作。

基金项目:汉中市气象局科研项目(2019HZ-03)

为 1996 年的 29.9 mm, 最大值是 2021 年的 237.2 mm, 两者相差 207.3 mm。计算年最大日降水相对变率(与 1991—2020 年气候均值相比),

2008 年、2021 年最大日降水相对变率分别高达 134% 和 277%, 表明降水极值总体有增大、更极端的趋势, 极不稳定。

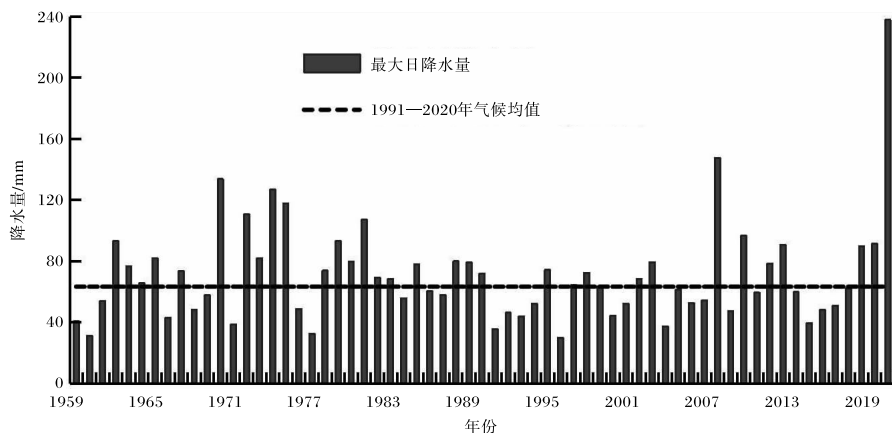


图 1 1959—2021 年勉县最大日降水量年际变化

3 基于两种分布的年最大日降水量的积累概率拟合

将勉县气象站 1959—2020 年逐年最大日降水量从大到小组成一个数据序列, 其中, 最大年最大日降水是 2008 年的 147.5 mm, 最小为 1996 年的 29.9 mm, 年最大日降水平均值为 68.1 mm, 标准差为 25.2 mm, 偏态系数 C_s 为 0.933 5, 变差系数 C_v (标准差/平均值) 为 0.369 4。由此通过

变量转化, 分别求出 P-Ⅲ型分布曲线和耿贝尔极值分布的 3 个参数——形状参数、比例参数和位置参数, 再由伽玛函数推算出理论积累分布概率。经验概率分布与理论概率分布见图 2。从图 2 可以看出, 两种分布拟合线相似, 70 mm 以下误差均很小, 70 mm 以上误差逐渐增大, 但总体拟合效果比较好。

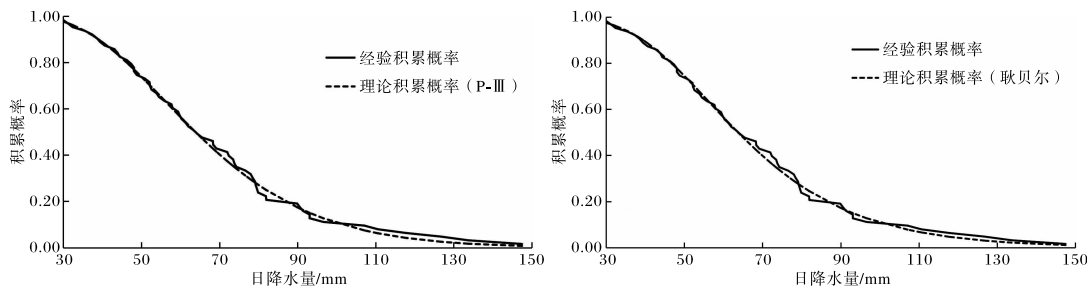


图 2 勉县 1959—2020 年最大日降水量经验积累概率和基于两种分布的拟合积累概率

比较两种分布对 1959—2020 年最大日降水量的拟合结果(图 3)发现: 耿贝尔极值分布函数的拟合降水量绝对误差分布在 $-5.9 \sim +5.9$ mm 之间, 相对误差平均为 1.96%; 而 P-Ⅲ型曲线拟合降水量绝对误差为 -13.8 mm, 降水拟合值明显偏小, 随着日降水量减小, 相对误差增大。采用 t 检验方法检验拟合效果, P-Ⅲ型曲线拟合的降水量通过了 0.05 的显著性检验, 而耿贝尔极值分布函数拟合降水量通过 0.01 的显著性检验。说明耿贝尔极值分布拟合效果明显好于 P-Ⅲ型曲线分布。

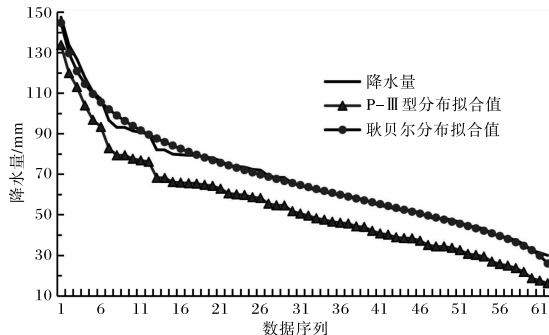


图 3 两种分布对勉县 1959—2020 年各年极端日降水量(由大到小序列)拟合效果对比

4 年最大日降水量的重现期推算及比较

分别用 P-Ⅲ型曲线分布与耿贝尔极值分布对不同日降水量进行重现期推算,对不同重现期进行日降水量推算,结果见表 1、表 2。可以看出,对于给定的不同重现期(或概率),耿贝尔极值分布推算的降水量明显比 P-Ⅲ型曲线分布推算的值偏大。对于给定的不同降水量,耿贝尔极值分布推算的不同重现期(或概率)比 P-Ⅲ型曲线分布推算的重现期值偏小(概率偏大)。采用 2020 年以前的日降水极值 147.5 mm(2008 年 7 月 21 日)进行推算,耿贝尔极值分布推算的重现期为 71.67 a,而 P-Ⅲ型曲线分布推算的重现期为 130.47 a。采用 2021 年 8 月 22 日创历史新高的日降水量记录 237.9 mm 进行推算,耿贝尔极值分布推算的重现期为 4 881.33 a,而 P-Ⅲ型曲线

分布推算的为 51 451.31 a。因此,对于超极端降水的估算,两种方法差别很大,与实际观测的年最大日降水量序列相比较,耿贝尔极值分布推算的降水量更符合实际。

表 1 给定重现期推算勉县日最大降水量

重现期 <i>T/a</i>	概率 <i>P</i>	推算降水量/mm	
		P-Ⅲ型曲线分布	耿贝尔极值分布
5	0.200	73.2	88.4
10	0.100	87.6	104.4
20	0.050	100.8	119.8
50	0.020	117.2	139.7
100	0.010	128.9	154.7
200	0.005	140.3	169.5
500	0.002	154.8	189.2
1 000	0.001	165.6	204.0

表 2 给定勉县日最大降水量推算重现期

降水量/mm	P-Ⅲ型曲线分布		耿贝尔极值分布	
	重现期 <i>T/a</i>	概率 <i>P</i>	重现期 <i>T/a</i>	概率 <i>P</i>
100.0	9.12	0.109 63	8.23	0.121 52
120.0	26.24	0.038 12	20.17	0.049 57
130.0	46.21	0.021 64	31.90	0.031 35
140.0	83.06	0.012 04	50.62	0.019 76
147.5	130.47	0.007 66	71.67	0.013 95
150.0	151.98	0.006 58	80.50	0.012 42
180.0	1 015.53	0.000 98	325.92	0.003 07
200.0	3 815.43	0.000 26	829.74	0.001 21
237.9	51 451.31	0.000 02	4 881.33	0.000 20

重现期的推算与历史样本长度相关,如果延长样本序列,重现期推算会相应发生一些变化。追加 2021 年年最大日降水进入样本序列,即 1959—2021 年 63 a 年最大日降水量序列,重新用耿贝尔方法计算参数、构建函数,反推日降水 237.9 mm 的重现期为 707.35 a。可以看出重现期估算结果变化较大,说明超极端降水和样本长度对重现期推算影响较大。

5 结论与讨论

(1)勉县气象站建站以来年最大日降水量年际变化明显,2021 年 8 月 22 日降水量极端性超

强,2008 年以来变率增大且极不稳定。

(2)在勉县年最大日降水量及重现期估算中,耿贝尔极值分布拟合效果优于 P-Ⅲ型分布拟合效果。采用 1959—2020 年年最大日降水样本构建耿贝尔极值分布函数,推算 100 a 一遇的降水量为 154.7 mm,2021 年 8 月 22 日降水量 237.9 mm 重现期为 4 881.33 a。

(3)增加样本,追加 2021 年最大日降水量进入样本序列,重新构建耿贝尔极值分布函数,推算日降水 237.9 mm 的重现期为 707.35 a,100 a 一遇的降水量为 183.4 mm,样本的变化导致重现

期和降水量估算差别较大。

(4)本文对勉县最大日降水量的重现期估算是基于已有的 63 a 降水观测,观测年限不到 100 a,超百年甚至千年一遇的降水重现期估算有一定的局限性,有待未来验证。随着未来观测年限的延长、极值降水量发生较大的变化,需重新构建分布函数进行推算。

参考文献:

- [1] 张凌. 勉县积极开展救灾重建恢复生产生活[EB/OL]. (2021-08-26) [2022-05-11]. <http://www.mianxian.gov.cn/mxzf/xwzx/zwyw/202108/0d990a6dbbb740eba2b237372fe6b3ea.shtml>.
- [2] 气候可行性论证规范极值概率统计分析: QX/T 529—2019[S]. 北京:气象出版社,2019.
- [3] 林两位,王莉萍. 用 Pearson-Ⅲ 概率分布推算重现期年最大日雨量[J]. 气象科技,2005(8):314-318.
- [4] 张美花,鲍思钻,曹茜. 用 Excel 快捷推算重现期气象要素极值的分布[J]. 农技服务,2014(11):109-110.
- [5] 徐军昶,高彦斌,李四虎. 基于 GIS 的陕西省极端气温及其重现期值[J]. 陕西气象,2010(1):6-9.
- [6] 赵晓萌,毛明策,雷杨娜,等. 陕北沙漠边缘区风速均一性检验及其重现期计算[J]. 陕西气象,2015(4):27-30.
- [7] 吴素良,蔡新玲,张文静,等. 汉中市暴雨强度公式推算与适用性分析[J]. 陕西气象,2021(2):38-43.
- [8] 毛明策,吴素良,范婧儿. 基于遗传算法的暴雨强度公式参数计算[J]. 陕西气象,2020(4):50-52.
- [9] 吴素良,范建勋,陈建文,等. 洛川暴雨强度公式参数的搜寻计算[J]. 陕西气象,2010(1):31-33.