

文章编号:2096 - 5389(2022)04 - 0009 - 08

贵州大龙经济开发区极端气象参数研究

李 霄, 帅士章, 张东海, 朱 军

(贵州省气候中心, 贵州 贵阳 550002)

摘 要:在全球气候变暖的背景下,我国极端天气增多,气象灾害频发,造成了人员伤亡和重大经济损失。该文以贵州大龙经济开发区为例,利用开发区周边玉屏、新晃国家气象观测站资料,对极端气温、极端强降水和极值风速进行分析。采用 Pearson - III 和 Gumbel 分布函数等方法,拟合计算极值气温和不同时段强降水百年一遇设计值,不同设计频率、不同高度极值风速设计值。结果表明:大龙开发区区域内最高气温百年一遇设计值为 $42.7\text{ }^{\circ}\text{C}$,最低气温百年一遇设计值为 $-10.9\text{ }^{\circ}\text{C}$;1 d、3 d、5 d、10 d 最大降水量百年一遇设计值分别为 248.0 mm、261.8 mm、300.8 mm、327.7 mm;离地 10 m 高度百年一遇最大风速为 $26.7\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$,百年一遇极大风速为 $42.7\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ 。模拟得到的百年一遇气象参数设计值,为开发区企业工程项目设计提供科学参考,以期规避或降低极端气候事件可能对安全生产造成的风险。

关键词:极端气象参数;重现期;设计值

中图分类号:TU119⁺.4 **文献标识码:**A

Research on Extreme Meteorological Parameters in Dalong Economic Development Zone in Guizhou

LI Xiao, SHUAI Shizhang, ZHANG Donghai, ZHU Jun

(Guizhou Climate Center, Guiyang 550002, China)

Abstract: Under the global warming background, increasing extreme weather events and associated frequent disasters cause casualties and heavy economic losses in China. Based on station data from Yuping and Xinhuan, this study analyzed extreme temperature, extreme heavy precipitation and extreme wind in Dalong Economic Development Zone in Guizhou. Pearson - III, Gumbel distributions and other functions are used to fit and calculate the extreme temperature, the design value of heavy precipitation in different time periods at 100 - year return period, and the design value of extreme wind speed at different design frequencies and altitudes. The results indicate that the design value of the maximum temperature at 100 - year return period is $42.7\text{ }^{\circ}\text{C}$ in Dalong Development Zone. The design value of the minimal temperature at 100 - year return period is $-10.9\text{ }^{\circ}\text{C}$. The design values are 248.0 mm, 261.8 mm, 300.8 mm, and 327.7 mm for maximum precipitation in one day, three days, five days and ten days respectively. The maximum wind speed that occurs at 100 - year return period at 10 meters above the ground is $26.7\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. The maximum wind speed that occurs at 100 - year return period is $42.7\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Design values at 100 - year return period in this study can provide scientific and safe solutions for enterprises in the development zone, which can avoid and reduce the risk that extreme weather events causing to the safe production.

Key words: extreme meteorological parameters; return period; design value

收稿日期:2022 - 06 - 16

第一作者简介:李霄(1980—),男,高工,主要从事气候资源开发及气候可行性论证工作,E-mail:7106901@qq.com。

通讯作者简介:帅士章(1974—),男,正研,主要从事气象服务与应用气象研究工作,E-mail:1094087595@qq.com。

0 引言

在全球气候变暖的背景下,各类极端天气气候事件不断增多,极端强降水事件、极端高温事件更加严重和频繁。研究表明全国范围内平均降水、降水强度、极端强降水和连续性强降水呈增强趋势^[1-3]。张娇艳等^[4]在研究全球升温 1.5℃ 和 2.0℃ 情景下贵州省极端降水的变化特征时,发现贵州在 RCP2.6 和 RCP4.5 情景下各极端降水指数总体上均呈现增加趋势。袁文德等^[5]、戴声佩等^[6]发现西南地区、华南地区极端高温事件和极端低温事件分别呈上升和下降趋势。朱大运等^[7]同样发现贵州极端气温系列指数呈上升趋势、冷系列指数呈下降趋势。与极端强降水事件、极端高温事件呈上升趋势不同的是,有研究表明我国平均风速、最大风速和极大风速整体以减少趋势为主,但不同区域风速的波动性存在差异,如西南区东部平均风速变化趋势较不明显^[8-10],江滢等^[11]研究指出 21 世纪中国区域近地层年平均风速呈减小的趋势。随着我国城镇化建设,预计未来城市极端高温、极端降水事件将更为频发,气候变化风险进一步加大^[12]。因此,在极端天气气候事件频发的今天,气候可行性论证是科学应对气候变化、做好防灾减灾工作的具体行动和措施,是在预设的安全系数下为工程项目算好经济帐的基础性工作,气候可行性论证工作正在重大工程及区域经济发展中发挥着重要的作用^[13-14]。

贵州大龙经济开发区位于贵州省铜仁市玉屏县,是 1999 年经贵州省人民政府批准设立、2006 年经国家发改委审核通过的省级经济开发区,2014 年成为国家级循环化改造示范试点园区。本文以贵州大龙经济开发区为例,讨论在气候变化背景下,影响开发区安全生产的主要极端气象参数重现期。选取距离开发区最近、地形地貌相似的玉屏、新晃国家气象观测站资料,对影响开发区工程项目建设 and 安全生产较大的极端气温、极端强降水和极值风速进行分析,旨在为开发区企业科学认识当地气象灾害现状、防范气象灾害提供科技支撑。

1 资料和方法

1.1 资料来源

本文使用的资料为玉屏、新晃气象观测站 1959—2021 年历年极端最高、最低气温资料,历年 1 d、3 d、5 d、10 d 最大降水量资料,1980—2021 年历年最大风速、极大风速资料。资料来自全国综合气

象信息共享平台(CIMISS)及大数据云平台“天擎”。

1.2 研究方法

在进行极端气象参数计算时,选用国内外应用比较广泛的皮尔逊Ⅲ(Pearson - Ⅲ)和耿贝尔(Gumbel)分布函数,对玉屏、新晃气象观测站极端气温、降水量和风速数据进行拟合,推算不同重现期的设计值。

在处理风速资料时,采用风速廓线的幂指数公式对观测高度进行修正,同时对 10 min 平均年最大风速缺测数据采用定时观测 2 min 的年最大风速进行插补。

1.2.1 皮尔逊Ⅲ(Pearson - Ⅲ)分布函数 Pearson - Ⅲ型分布的概率密度函数 $f(x)$ 和累积分布函数 $F(x)$ 分别见下式:

$$f(x) = \frac{\beta^\alpha}{r(\alpha)}(x - a_0)^{\alpha-1}e^{-\beta(x-a_0)} (\alpha, \beta > 0, x \geq a_0) \quad (1)$$

$$F(x) = \frac{\beta^\alpha}{r(\alpha)} \int_{a_0}^x (t - a_0)^{\alpha-1} e^{-\beta(t-a_0)} dt \quad (2)$$

式中 $F(x)$ 为 α 的伽玛函数, α 为形状参数, β 为比例参数(尺度参数), a_0 为位置参数。皮尔逊Ⅲ型分布其他常用参数有 x 均值、 C_v 离(变)差系数、 C_s 偏态系数、 σ 标准差,参数间换算关系:

$$\alpha = \frac{4}{C_s^2} \quad (3)$$

$$\beta = \frac{2}{x \cdot C_v \cdot C_s} \quad (4)$$

$$a_0 = x \cdot (1 - \frac{2C_v}{C_s}) \quad (5)$$

$$x = \frac{\alpha}{\beta} + a_0 \quad (6)$$

$$C_s = \frac{2}{\sqrt{\alpha}} \quad (7)$$

$$C_v = \frac{\sqrt{\alpha}}{\alpha + \alpha_0 \cdot \beta} \quad (8)$$

$$\sigma = x \cdot C_v \quad (9)$$

已知累积概率 $P(x_p)$,求极值 x_p 时,可根据分布函数进行变量转换并按伽玛函数积分求得,也可查皮尔逊Ⅲ型分布的离均系数表求得。

1.2.2 耿贝尔(Gumbel)分布函数 Gumbel 分布的概率密度函数和累积分布函数分别见下式:

$$f(x) = ae^{-a(x-b)-e^{-a(x-b)}} (-\infty < x < +\infty, a > 0, -\infty < b < +\infty) \quad (10)$$

$$F(x) = e^{-e^{-a(x-b)}} \quad (11)$$

式中 a 为尺度参数, b 为位置参数。可设转换变量 $y = a(x - b)$ 以方便计算。已知累积概率 P

(x_p),按下式求极端事件的极值。

$$x_p = \frac{\ln(-\ln(P(x_p)))}{a} + b \tag{12}$$

1.2.3 测风数据修正 玉屏、新晃站测风观测仪器经历了几次变换,需要将不同观测高度的观测数据修正到标准高度,即地面上方 10 m 处高度。本文采用风速廓线的幂指数公式来做观测高度修正^[12]。即:

$$V_h = V_z \left(\frac{h}{z} \right)^\alpha \tag{13}$$

式中: h 为参照高度,取 10 m; z 为测量高度,单位为 m; V_h 、 V_z 为相应的风速; α 为幂指数(风速切变指数),取决于表面粗糙度等因素,开发区位于房屋比较稀疏的乡镇,属 B 类地区,幂指数(风速切变指数)取 0.15。

玉屏站 1998—2004 年 10 min 平均年最大风速

缺测,用定时观测 2 min 年最大风速进行插补,定时观测 2 min 年最大风速与 10 min 平均年最大风速换算关系^[13-14]见下式:

$$V_{10\min} = 1.14V_{2\min(\text{定时})} \tag{14}$$

2 极端气象参数计算

2.1 极端气温

统计玉屏、新晃气象观测站 1959—2021 年历年极端最高、最低气温(图 1)。由图 1 看出,极端最高气温出现在新晃站 1971 年的 40.9℃(图 1a),极端最低气温出现在玉屏站 1977 年的 -10.7℃(图 1b)。玉屏、新晃 2 站历年极端最高、最低气温变化基本相似,总体上,新晃极端最高气温比玉屏偏高,但 20 世纪 80 年代中期及之后,新晃极端最低气温比玉屏偏低。

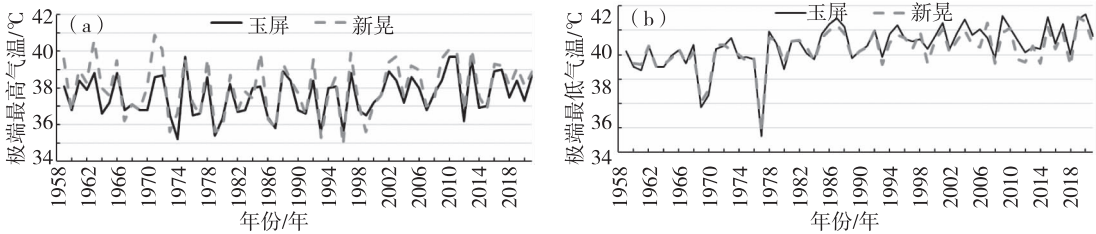


图 1 玉屏、新晃历年极端最高气温(a)和极端最低气温(b)变化图

Fig. 1 Time series of extreme maximum temperature (a) and minimum temperature (b) in Yuping and Xinhuang

利用玉屏、新晃气象观测站的最高气温资料系列,采用 Pearson - III 和 Gumbel 分布进行拟合,计算出 2 个气象观测站最高气温百年一遇值,结果见表 1,分布曲线拟合见图 2~3。由图可以看出,Pearson - III 和 Gumbel 分布对玉屏和新晃最高气温拟合效果较好,高重现期或低重现期 2 种分布函数拟合结果均大于 2 站实测值。由表 1 看出,2 站最高气温百年一遇值 Pearson - III 和 Gumbel 分布计算结果均大于各站实测值,拟合结果新晃站 Gumbel 分布

最高为 42.7℃,基于企业工程项目建设和安全生产考虑,开发区区域最高气温百年一遇设计值采用 42.7℃。

表 1 玉屏、新晃极端最高气温百年一遇设计值(单位:℃)

Tab. 1 Design value of extreme maximum temperature at 100 - year return period in Yuping and Xinhuang (Unit:℃)

站号	实测值	Pearson - III 分布	Gumbel 分布	推荐值
玉屏	39.7	40.4	41.2	42.7
新晃	40.9	41.7	42.7	

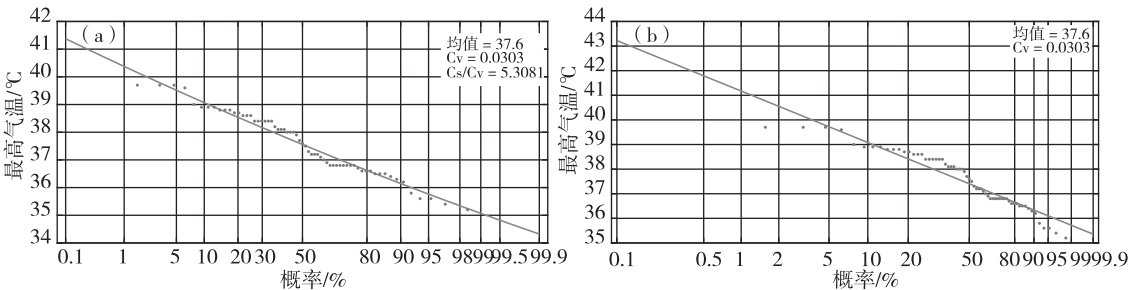


图 2 玉屏最高气温 Pearson - III (a) 和 Gumbel (b) 分布曲线拟合

Fig. 2 Pearson - III (a) and Gumbel (b) distribution curve fitting of the maximum temperature in Yuping

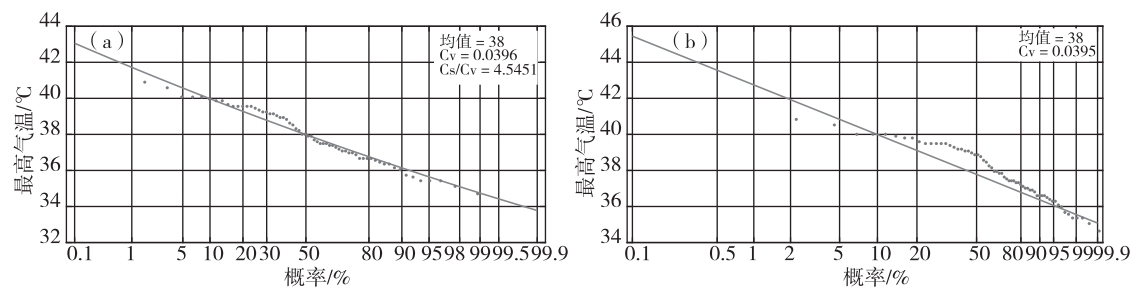


图 3 新晃最高气温 Pearson - III (a) 和 Gumbel (b) 分布曲线拟合
Fig. 3 Pearson - III (a) and Gumbel (b) distribution curve fitting of the maximum temperature in Xinhuang

利用玉屏、新晃气象观测站的最低气温资料系列,采用 Pearson - III 和 Gumbel 分布进行拟合,计算出 2 个气象观测站最低气温百年一遇值,结果见表 2,分布曲线拟合见图 4。由图 4 可以看出,Pearson - III 和 Gumbel 分布对玉屏和新晃最高气温拟合效果较好,尤其是低重现期部分,Gumbel 分布函数对 2 站在高重现期部分的拟合结果大于 2 站实测值。由表 2 看出,玉屏、新晃气象观测站最低气温百年一遇值 Pearson - III 计算结果均低于实测值,但 Gumbel 分布计算结果均高于实测值;2 个气象观测站最低气温百年一遇值 Pearson - III 和 Gumbel 分

布计算结果均以玉屏站为最低。因此,基于企业工程项目建设 and 安全生产考虑,开发区区域最低气温百年一遇设计值采用 $-10.9\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

表 2 玉屏、新晃最低气温百年一遇设计值 (单位: $^{\circ}\text{C}$)
Tab. 2 Design value of Extreme minimum temperature at 100 - year return period in Yuping and Xinhuang (Unit: $^{\circ}\text{C}$)

站号	实测极端最低气温	Pearson - III 分布	Gumbel 分布	推荐值
玉屏	-10.7	-10.9	-8.8	-10.9
新晃	-10.3	-10.5	-8.5	

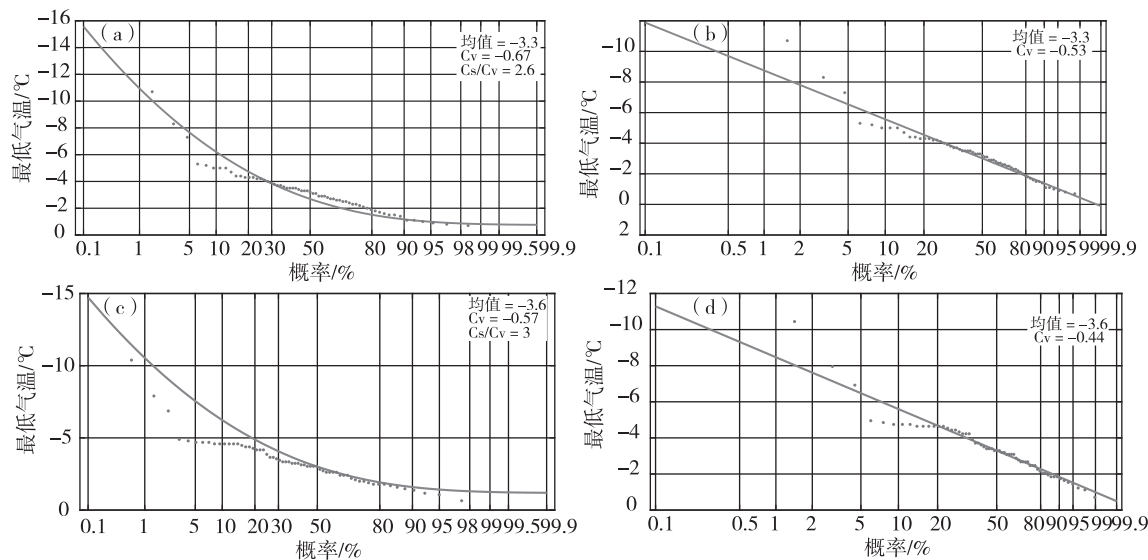


图 4 玉屏(a,b)新晃(c,d)最低气温 Pearson - III (左) 和 Gumbel (右) 分布曲线拟合
Fig. 4 Pearson - III (left) and Gumbel (right) distribution curve fitting of the minimum temperature in Yuping(a,b) Xinhuang(c,d)

2.2 极端强降水

统计玉屏、新晃气象观测站 1959—2021 年历年 1 d、3 d、5 d、10 d 最大降水量(图 5),由图 5 看出,1 d、10 d 极端最大降水量出现在 1960 年的玉屏,分别为 226.2 mm、316.7 mm(图 5a),3 d、5 d 极端最大降水量出现在 2007 年的新晃,分别为 245.3 mm、279.9 mm(图 5b)。

利用玉屏、新晃气象观测站的 1 d、3 d、5 d、10 d 最大降水量资料系列,采用 Pearson - III 和 Gumbel 分布进行拟合,计算出 2 个气象观测站不同日数最大降水量百年一遇值,结果见表 3,分布曲线拟合见图 6(部分分布曲线拟合图略)。由图可以看出,除 1 d 最大降水量分布拟合效果不理想外,其余不同日数最大降水量分布函数对 2 站的拟合效果均较好,高

重现期部分拟合值和实测值相当。由表 3 可知,2 站不同日数最大降水量 Pearson - III 和 Gumbel 分布百年一遇拟合计算结果均大于实测值,基于企业

工程项目建设 and 安全生产考虑,开发区区域 1 d、3 d、5 d、10 d 最大降水量百年一遇设计值分别采用 248.0 mm、261.8 mm、300.8 mm、327.7 mm。

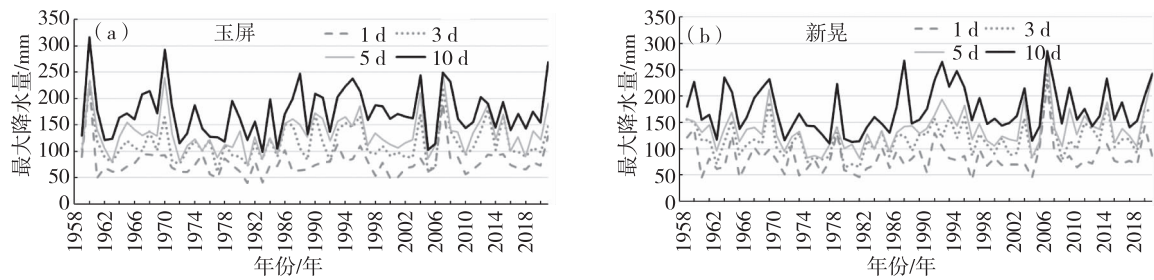


图 5 玉屏(a)、新晃(b)历年不同日数最大降水量变化图
Fig. 5 Time series of Maximum precipitation in different durations in Yuping (a) and Xinhuang (b)

表 3 玉屏、新晃不同日数最大降水量百年一遇设计值(单位:mm)

Tab. 3 Design value of maximum precipitation at 100-year return period at different durations in Yuping and Xinhuang(unit: mm)

日数	1 d		3 d		5 d		10 d	
站名	玉屏	新晃	玉屏	新晃	玉屏	新晃	玉屏	新晃
实测最大降水量	226.2	222.2	234.3	245.3	245.6	279.9	316.7	285.8
Pearson - III 分布	248	241.8	250.8	261.8	265.8	300.8	327.7	305.3
Gumbel 分布	228.3	225.2	241.3	247.8	251.7	280.7	327.5	311.6
推荐值	248		261.8		300.8		327.7	

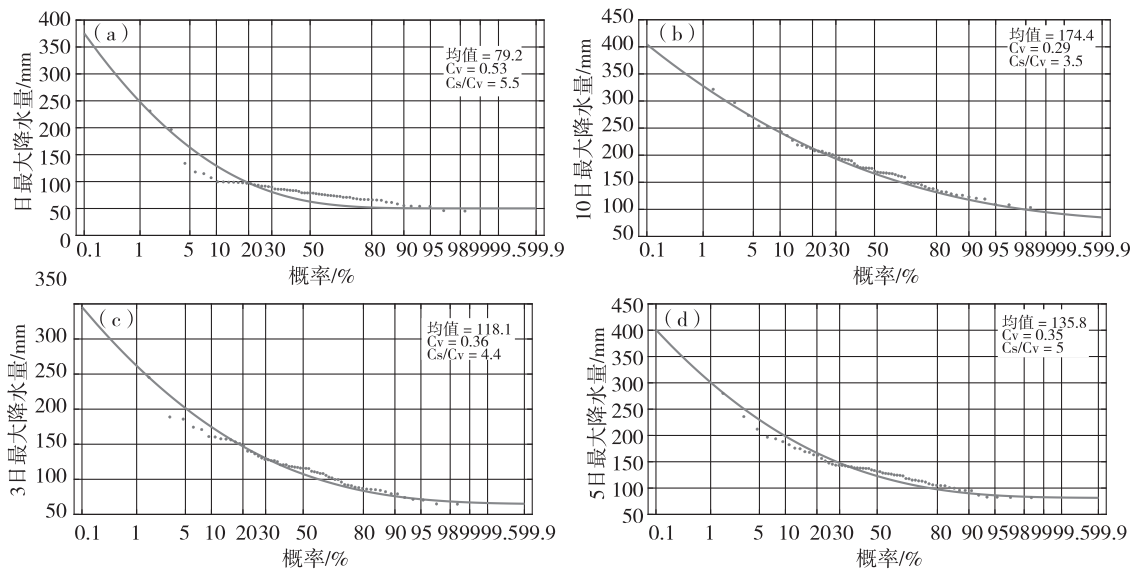


图 6 玉屏 1 d(a)、10 d(b)和新晃 3 d(c)、5 d(d)最大降水量 Pearson - III 分布曲线拟合
Fig. 6 Pearson - III distribution curve fitting of the maximum precipitation of 1-day (a)、10-day (b) in Yuping and 3-day(c)、5-day(d) in Xinhuang

2.3 极端风速

2.3.1 测风资料 《地面气象观测规范》(GB/T 35227-2017)对最大风速和极大风速作如下规定:最大风速“从 10 min 滑动平均风速值中挑取,并记录相应的风向和时间”。极大风速“从 3 s 滑动平均风速值中挑取,并记录相应的风向和时间”。

据统计(表略),新晃观测站极大风速为 39.6 m

· s⁻¹,出现在 2002 年 4 月 1 日;最大风速为 25.3 m · s⁻¹,出现在 2015 年 6 月 8 日;均为建国以来开发区区域内出现的极大和最大风速正式记录,是强对流天气过程导致(风雹)。

由于玉屏气象观测站 1998—2004 年风速缺测,故采用 2 min 年最大风速进行插补,统计得出玉屏、新晃站 10 min 平均最大风速资料(表 4)。由表 4

看出,新晃平均最大风速、平均极大风速均大于玉屏,表明新晃的风速比玉屏的大。经测风高度修正后得出玉屏、新晃站年最大风速变化情况(图 7)。由图看出,玉屏、新晃 10 min 年平均最大风速变化趋势基本一致,新晃最大值 $25.3\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ 出现在 2015 年,玉屏最大值 $23.1\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ 出现在 2014 年,新晃最小值 $8.1\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ 出现在 2018 年,玉屏最小值 $4.3\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ 出现在 1987 年。由图 7 还可以看出,2 站 10 min 年平均最大风速最大值基本出现在 20 世纪 90 年代初期、21 世纪初期和 10 年代中前期,而最小值基本出现在 20 世纪 80 年代中后期、90 年代中后期和 21 世纪 10 年代初期。总体来说,近 40 a 新晃最大风速、极大风速均比玉屏偏大。

表 4 玉屏、新晃极值风速资料统计表
Tab. 4 Information about extreme wind speed in Yuping and Xinhuang

站名	平均最大风速/ $(\text{m}\cdot\text{s}^{-1})$	统计年份	平均极大风速/ $(\text{m}\cdot\text{s}^{-1})$	统计年份
玉屏	8.2	1980—2021	16.4	2005—2021
新晃	12.2	1980—2021	19.4	2001—2021

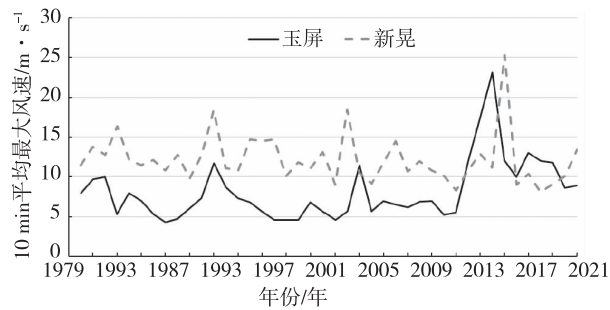


图 7 玉屏、新晃历年 10 min 平均最大风速变化图
Fig. 7 Time series of average maximum wind speed of 10 minutes in Yuping and Xinhuang

表 5 玉屏、新晃 10 min 平均最大风速各频率拟合值(单位: $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$)

Tab. 5 Fitting values of frequency of average maximum wind speed at 10 minute in Yuping and Xinhuang(unit: $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$)

站名	玉屏					新晃					推荐值				
频率%	3.33	2	1	0.5	0.1	3.33	2	1	0.5	0.1	3.33	2	1	0.5	0.1
Pearson - III 分布	19.8	22.3	25.9	29.6	38.3	21.6	23.7	26.7	29.7	36.9	21.6	23.7	26.7	29.7	38.3
Gumbel 分布	19	20.8	23.3	25.8	31.6	21.6	23.2	25.4	27.6	32.7					

有极大风速观测的近 21 a,新晃瞬时极大风速与 10 min 平均最大风速同时次的平均比值为 1.6。

2.3.4 各高度各频率最大风速与极大风速计算
根据新晃站采用 Pearson - III 分布计算的频率为 3.33%、2.0%、1%、0.5% 和 0.1% 最大风速结果,计算各离地高度不同重现期最大风速;同时利用极

2.3.2 最大风速统计分析 利用新晃、玉屏气象观测站 30 a 以上 10 min 平均年最大风速资料序列,采用 Pearson - III 和 Gumbel 分布计算频率为 3.33%、2.0%、1%、0.5% 和 0.1% 的最大风速,结果见表 5,分布曲线拟合见图 8。玉屏、新晃站实测最大风速分别为 $23.1\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ 和 $25.3\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ 。由图 8 可以看出,Pearson - III 和 Gumbel 分布对玉屏和新晃最大风速拟合效果较好,2 种分布函数百年一遇拟合结果均大于 2 站实测值。

从表 5 可知,各设计频率(重现期)风速,新晃站均大于玉屏站,新晃站 Pearson - III 拟合值大于 Gumbel 拟合值。基于企业工程项目建设 and 安全生产考虑,推荐开发区采用新晃站 Pearson - III 计算成果,该站 10 m 高度百年一遇最大风速拟合值为 $26.7\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$,大于实测值。按照《建筑结构荷载规范》(GB50009 - 2012),当 $R = 50$ 时,风压 $= 0.3\text{ kN}\cdot\text{m}^{-2}$,新晃累年气压 974.9 hPa,气温 $17.5\text{ }^{\circ}\text{C}$,水气压 16.5 hPa,可计算得到五十年一遇重现期风速为 $22.7\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$,小于推荐值。 $R = 100$ 时,风压 $= 0.35\text{ kN}\cdot\text{m}^{-2}$,新晃累年气压 974.9 hPa,气温 $17.5\text{ }^{\circ}\text{C}$,水气压 16.5 hPa,可计算得到百年一遇重现期风速为 $24.5\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$,小于推荐值。

2.3.3 最大风速与极大风速关系分析 新晃站 2001 年开始有年极大风速观测资料,为使分析结果更具代表性,收集该站 10 min 平均最大风速出现时间,挑选同处 1 次大风过程且同小时出现的极大风速资料,进行高度订正后,最大风速与极大风速的历年变化见图 9。由图可以看出,新晃历年 10 min 平均最大风速与极大风速变化趋势基本一致,最大风速最大值为 2015 年的 $25.3\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$,最小值为 2018 年的 $8.1\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$;极大风速最大值为 2002 年的 $38.9\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$,最小值为 2001 年的 $12.3\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ 。

大风速与最大风速比值计算得到的不同频率极大风速结果,计算各离地高度不同重现期极大风速。各高度的推算采用风廓线幂次律公式,幂指数值取 0.15,结果见表 6。由表 6 可知,开发区离地 10 m 高度百年一遇最大风速为 $26.7\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$,百年一遇极大风速为 $42.7\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ 。

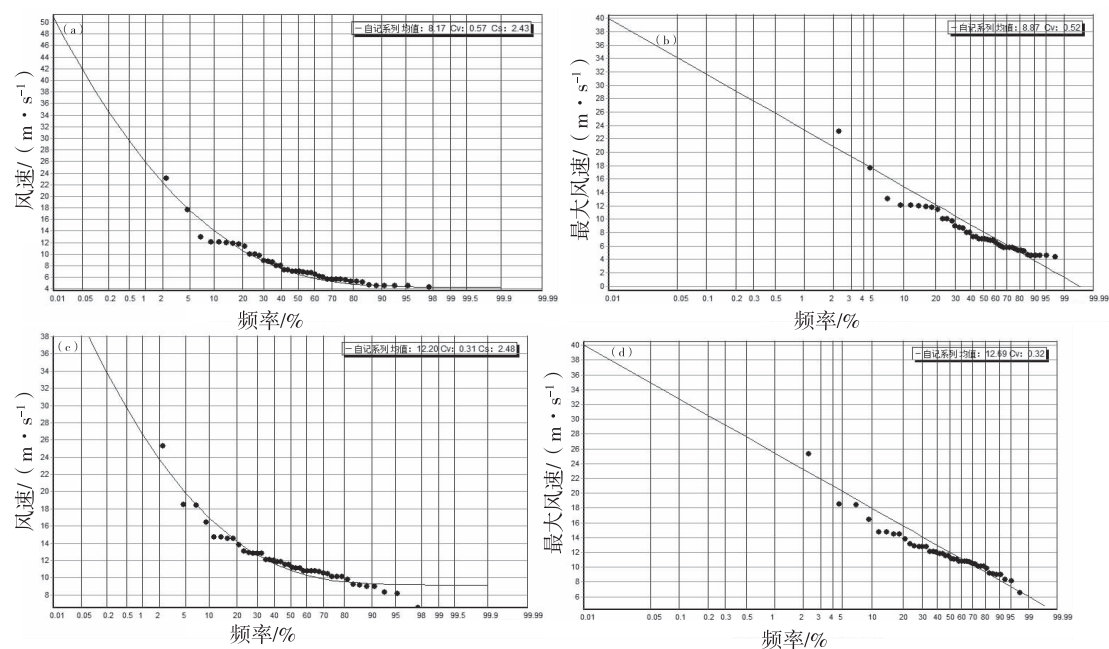


图8 玉屏(a,b)、新晃(c,d)最大风速 Pearson – III (左)和 Gumbel(右)分布曲线拟合
Fig. 8 Pearson – III (left) and Gumbel distribution (right) curve fitting of the maximum wind speed in Yuping(a,b) and Xinhuang(c,d)

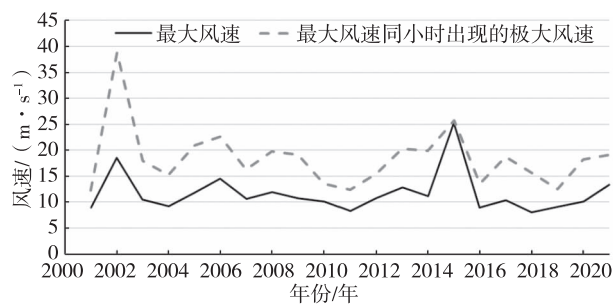


图9 新晃站历年最大风速与极大风速变化图
Fig. 9 Time series of maximum wind speed and maximum instantaneous wind speed in Xinhuang

3 结论与讨论

通过对大龙经济开发区距离最近、地形地貌相似的玉屏、新晃国家气象观测站极端气温、极端强降水和极值风进行分析,采用 Pearson – III 和 Gumbel 分布拟合,计算百年一遇设计值,得出如下结论:

①大龙经济开发区区域极端最高气温为 40.9℃,极端最低气温为 -10.7℃;1 d、3 d、5 d、10 d 极端最大降水量分别为 226.2 mm、245.3 mm、279.9 mm、316.7 mm;最大风速为 25.3 m·s⁻¹,极大风速为 39.6 m·s⁻¹。

表 6 开发区最大风速、极大风速各高度各频率风速

高度/m	最大风速/(m·s ⁻¹)					极大风速/(m·s ⁻¹)				
	3.33	2	1	0.5	0.1	3.33	2	1	0.5	0.1
10	21.6	23.7	26.7	29.7	38.3	34.6	37.9	42.7	47.5	61.3
15	23	25.2	28.4	31.6	40.7	36.8	40.3	45.4	50.6	65.1
20	24	26.3	29.6	33	42.5	38.4	42.1	47.4	52.8	68
25	24.8	27.2	30.6	34.1	43.9	39.7	43.5	49	54.6	70.2
30	25.5	27.9	31.5	35	45.2	40.8	44.6	50.4	56	72.3
40	26.6	29.2	32.9	36.6	47.2	42.6	46.7	52.6	58.6	75.5
50	27.5	30.2	34	37.8	48.8	44	48.3	54.4	60.5	78.1
80	29.5	32.4	36.5	40.6	52.3	47.2	51.8	58.4	65	83.7
100	30.5	33.5	37.7	42	54.1	48.8	53.6	60.3	67.2	86.6

②大龙经济开发区区域最高气温百年一遇设计值为 $42.7\text{ }^{\circ}\text{C}$,最低气温百年一遇设计值为 $-10.9\text{ }^{\circ}\text{C}$;1 d、3 d、5 d、10 d 最大降水量百年一遇设计值分别为 248.0 mm 、 261.8 mm 、 300.8 mm 、 327.7 mm ;离地 10 m 高度百年一遇最大风速为 $26.7\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$,百年一遇极大风速为 $42.7\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ 。

本文针对大龙经济开发区的极值气温、极端强降水和极值风不同重现期进行了分析,可为开发区工程项目设计和安全生产提供科学的气象设计参数。但贵州地处低纬高原,境内山高峪深、下垫面崎岖不平,造成气温、降水空间分布复杂多变,风速局地差异明显,只选取玉屏、新晃 2 个站点作为大龙经济开发区极端气象参数研究还存在一定的局限性,有待进一步研究。

参考文献

- [1] 江洁,周天军,张文霞.近 60 年来中国主要流域极端降水演变特征[J].大气科学,2022,46(3):707-724.
- [2] 高淑媛,李璠蔚,黄龙,等.全球升温 $1.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 和 $2.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 情景下中国乡村振兴核心区极端降水的变化特征[J].气候与环境研究,2022,27(1):123-133.
- [3] 卢珊,胡泽勇,王百朋,等.近 56 年中国极端降水事件的时空变化格局[J].高原气象,2020,39(4):683-693.
- [4] 张娇艳,李霄,陈早阳,等.全球升温 $1.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 和 $2.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 情景下贵州省极端降水的变化特征[J].中国农业气象,2022,43(4):251-261.
- [5] 袁文德,郑江坤.1962—2012 年西南地区极端温度事件时空变化特征[J].长江流域资源与环境,2015,24(7):1246-1254.
- [6] 戴声佩,李茂芬,罗红霞,等.华南地区极端气温事件时空变化及其因子分析[J].江苏农业科学,2021,49(14):194-203.
- [7] 朱大运,熊康宁,肖华.贵州省极端气温时空变化特征分析[J].资源科学,2018,40(8):1672-1683.
- [8] 孔锋,孙劭,王鹏.1961—2018 年中国风速均值和极端值的时空演变特征[J].灾害学,2021,36(2):89-96.
- [9] 史培军,张钢锋,孔锋,等.中国 1961—2012 年风速变化区划[J].气候变化研究进展,2015,11(6):387-394.
- [10] 王楠,游庆龙,刘菊菊.1979—2014 年中国地面风速的长期变化趋势[J].自然资源学报,2019,34(7):1531-1542.
- [11] 江滢,徐希燕,刘汉武,等. CMIP5 和 CMIP3 对未来中国近地层风速变化的预估[J].气象与环境学报,2018,34(6):56-63.
- [12] 袁宇峰,翟盘茂.全球变暖与城市效应共同作用下的极端天气气候事件变化的最新认知[J].大气科学学报,2022,45(2):161-166.
- [13] 宋丽莉.我国气候可行性论证的作用与实践[J].阅江学刊,2013,5(3):31-34.
- [14] 邹大伟,史军.加快开展我国气候可行性论证必要性研究[J].环境与发展,2017,29(7):14-16.
- [15] 金新阳,王建,王国砚,等.建筑结构荷载规范[M].北京:中国建筑工业出版社,2012.
- [16] 朱瑞兆.我国不同概率风压的计算[J].气象学报,1984,42(2):211-218.
- [17] 朱瑞兆.应用气候手册[M].北京:气象出版社,1991.