

杨鹏鹏,张大燕. 50年一遇最大风速估算[J]. 陕西气象,2019(4):46-48.

文章编号:1006-4354(2019)04-0046-03

50年一遇最大风速估算

杨鹏鹏,张大燕

(中国电力工程顾问集团西北电力设计院有限公司,西安 710075)

摘要:根据榆林气象站1961—2016年逐年及该地区某一风电观测场2007年逐时最大风速资料,在探讨最大风速突变点的基础上,利用极值I型分析法及1d、5d设计风速取样法对风电观测场50a一遇最大风速进行估算,同时参考《建筑结构荷载规范》,最终确定风电观测场最大风速的取值。结果表明:榆林气象站历年最大风速有下降趋势,并在1980年发生突变;利用突变点前风电观测场最大风速序列计算的50a一遇风速修正后,得到的结果与建筑结构荷载规范的值相近,可以互相验证,最终确定50a一遇最大风速为25.3m/s,相应风压为0.4kN/m²。

关键词:50a一遇最大风速;Mann-Kendall突变分析;极值I型分析法;1d及5d设计风速取样法

中图分类号:P425

文献标识码:B

风是一种重要的自然资源,目前风电开发是新能源开发利用的重要组成部分。根据《电力工程气象勘测技术规程》(DL/T 5158—2012)的要求,为保证风力发电场的运行安全,风力发电机组安全设计最大风速的设计重现期为50a。50a一遇最大风速是决定风电机组极限载荷的关键指标^[1,2]。近年来伴随着全球气温的不断升高,极端天气频发,大风灾害也时常发生,风作为生产建设规划与设计时必须慎重考虑的气象要素,在各项工程设计上,必须了解这些建筑物和装置在使用期内可能遇到的风速极值,即要求提供不同重现期的最大风速值。正确分析年最大风速分布特征,并估算出不同重现期内可能出现的最大风速,具有一定的现实意义^[3]。目前,关于最大风速这一课题国内外学者已进行了大量的研究。廖小青^[4]等应用Gumbel分析法和风压法计算风电场50a一遇最大风速;鹿翠华^[5]利用枣庄市1971—2008年各月10min最大风速资料,利用耿贝尔分布函数估算出枣庄未来若干年的最大风速极值;谢今范^[6]等利用吉林省1973—2008年共36a来40个观测站的逐月最大风速资料,分析了吉林

省逐年最大风速的变化趋势及概率分布特征。以上学者的研究为50年一遇最大风速的计算提供了相关的方法参考,本文在总结上述研究成果,分析风速趋势变化的基础上,利用多种方法综合估算50年一遇最大风速。

1 数据及方法

榆林气象站位于榆林市城关肤施路,地理坐标为北纬38°14′、东经109°42′,观测场海拔高度为1057.5m,1951年开始设站观测。2005年站址位置迁至榆阳区青云乡刘家洼“郊外”,北纬38°16′,东经109°47′,海拔高度为1157m。气象站站址变迁前后,最大风速均值相差0.2m/s,可见迁站对最大风速观测值影响较小,资料有可靠性和一致性,因此统称为榆林气象站。

使用的数据有:榆林气象站1961—2016年逐年最大风速资料、榆林气象站2007年2月至2008年1月逐时风速观测值、风电观测场2007年2月至2008年1月逐时观测值,以上资料完整率均超过了95%。风电观测场位于榆林市郊区,海拔高度1137m,与气象站的距离为27km。气象站与风电观测场的观测高度均为10m。

收稿日期:2018-11-30

作者简介:杨鹏鹏(1989—),男,汉,甘肃静宁人,硕士,设计员,从事水文气象、电力水文气象研究。

根据《建筑结构荷载规范》GB 50009—2012规定,设计风速采用极值 I 型分布进行统计分析^[7-8]。其分布函数为:

$$P = \varphi(x) = e^{-e^{-a(x-u)}}$$

式中: a 为待定常数; u 为极值分布众数。

极值 I 型分布函数的简化公式为:

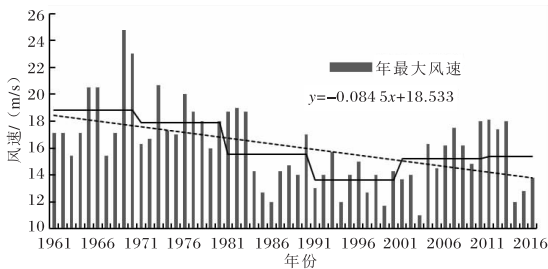
$$V_P = \bar{V} + S\lambda_{n,P}$$

式中: V_P 为设计风速(m/s); \bar{V} 为均值(m/s); S 为均方差; $\lambda_{n,P}$ 为分布参数,根据计算求得; P 为设计频率; n 为样本容量。

2 风速计算

2.1 历年最大风速变化趋势分析

根据榆林气象站 1961—2016 年历年最大风速资料,进行年最大风速变化趋势分析。由图 1 可以看出,榆林气象站年最大风速总体有逐年减小的趋势,气候倾向率为 $-0.845(\text{m/s})/10 \text{ a}$,其中 20 世纪 60—70 年代风速较大,80—90 年代风速较小,2000 年以后风速略有上升。



虚线为趋势线;折线为年代最大风速均值变化线

图 1 1961—2016 年榆林气象站年最大风速年际变化

进一步利用 Mann-Kendall 突变分析法分析年最大风速的趋势变化^[9-10],如图 2 所示。由图 2 可以看出, U_F 、 U_B 曲线在置信区间外的点较少,说明年最大风速没有显著性变化;在 0.99 置信水平区间内, U_F 、 U_B 两曲线只有一个交点,说明年最大风速在该年份发生了突变,突变时间为 1980 年。因此在分析 50 a 一遇最大风速时,考虑将年最大风速序列分为两个阶段进行研究。

2.2 50 a 一遇最大风速计算

(1) 利用气象站长序列 1961—2016 年的最大风速观测资料,按照极值 I 型分析法计算气象站 50 a 一遇最大风速,得 $V_1 = 23.5 \text{ m/s}$ 。

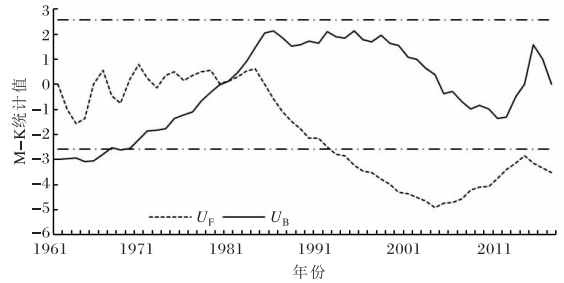


图 2 1961—2016 年榆林气象站年最大风速 M-K 突变检验图(点划线为 0.01 显著性水平临界值)

(2) 利用风电观测场及气象站同期观测资料,做逐日最大风速相关散点图如图 3。

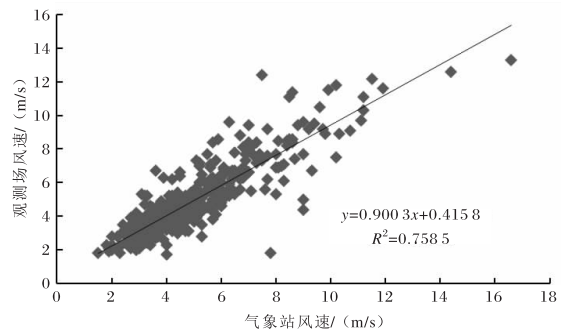


图 3 风电观测场及榆林气象站同期风速相关散点图

由图 3 可见,两站同期资料相关性较好,相关系数 $R = 0.87$ 。因此,利用上述相关方程,修正气象站历年最大风速,再进行极值 I 型计算,最终得到设计风速为 $V_2 = 21.8 \text{ m/s}$ 。

(3) 根据《电力工程气象勘测技术规程》(DL/T 5158—2012)中规定:气象站有连续 25 a 以上的年最大风速资料时,可直接进行频率计算推求气象站设计风速。根据前文分析,榆林气象站年最大风速在 1980 年发生了突变,因此,在分段计算设计风速时,1981—2016 年风速长度满足规程要求,可以直接计算。1961—1980 年风速系列年限虽不足 25 a,但考虑资料的年限在 1980 年以前,下垫面受人为活动影响较小,比较当前来说更能真实反映最大风速变化情况;因此采用 20 a 资料进行计算。

根据极值 I 型分析法,计算气象站 1961—1980 年 50 a 一遇最大风速为 $V_3 = 25.0 \text{ m/s}$,1981—2016 年为 $V_4 = 20.9 \text{ m/s}$ 。

(4)《建筑结构荷载规范》风压表估算法

目前通用的《建筑结构荷载规范》(GB 50009—2012)中全国风压表是以气象站 10 m 高度测风数据计算得到的,在风压表中查得榆林市 50 a 一遇设计风压为 0.4 kN/m^2 。根据风压公式反推,计算得该地区 10 m 高度 50 a 一遇的最大风速为 $V_5 = 25.3 \text{ m/s}$ 。

(5)1 d 及 5 d 设计风速取样法

根据气象站及风电观测场 2007 年 2 月至 2008 年 1 月的逐时观测值,分别挑选出 1 d 及 5 d 最大风速组成新的风速系列,按照极值 I 型分析法计算设计风速。5 d 最大风速取样法能够较好的反映年内风速的变化,符合实际大气系统的移动周期,可以简单、完整地在一整年的实测风速中获取样本,目前该取样方法已经广泛应用在最大风速估算中,结果较好^[11]。

根据 1 d 及 5 d 最大风速的差值对观测场计算结果 V_1, V_3, V_4 进行订正,结果见表 1。首先按照 1 d 差值进行订正,得到不同设计风速的结果 V_1^1, V_3^1, V_4^1 (上标 1 表示 1 d 取样方法)分别为 $23.61 \text{ m/s}, 25.11 \text{ m/s}, 21.01 \text{ m/s}$;其次,按照 5 d 差值进行订正,得到不同设计风速的结果 V_1^5, V_3^5, V_4^5 (上标 5 表示 5 d 取样方法)分别为 $22.98 \text{ m/s}, 24.38 \text{ m/s}, 20.38 \text{ m/s}$ 。

表 1 1 d 及 5 d 取样法计算的 50 a 一遇最大风速 m/s

计算项目	风速	差值
1 d 气象站序列	10.55	-0.11
1 d 风电观测场序列	10.66	
5 d 气象站序列	13.67	0.52
5 d 风电观测场序列	13.15	

2.3 50 a 一遇最大风速的确定

对比分析订正后设计风速以及 V_2, V_5 可知, V_5 数值最大,通过 1 d 取样法订正的 1961—1980 年设计风速 V_3^1 基本与 V_5 接近,相应风压为 0.394 kN/m^2 。在考虑工程安全性的基础上,根据最不利原则,可以选择以上两种方法最终确定 50 a 一遇最大风速为 25.3 m/s ,相应风压为 0.4 kN/m^2 。

3 结论与讨论

(1)榆林气象站年最大风速有逐年减小的趋

势,气候倾向率为 0.845 (m/s)/10 a ,但减小的趋势不显著,最大风速在 1980 年发生突变。

(2)以风速突变点为分界,分别根据极值 I 型分析法及建筑结构荷载规范计算气象站 50 a 一遇最大风速。结果显示,利用极值 I 型分析法计算 1961—1980 年的结果与建筑结构荷载规范计算的结果相近,分别为 25.0 m/s 和 25.3 m/s 。

(3)用 1 d 及 5 d 设计风速修正后的最大风速值差别较大,其中以 1 d 修正气象站突变前风速 (1961—1980 年)得到的 50 a 一遇最大风速的结果最大,与《建筑结构荷载规范》计算的成果相接近,二者相互验证,最终确定风电场 50 a 一遇最大风速为 25.3 m/s ,相应风压为 0.4 kN/m^2 。

(4)只应用了榆林气象站及当地风电观测场风速进行计算,没有利用更多的数据进行验证,后续还需进行深入研究,以期得到确定 50 a 一遇最大风速的普适方法。

参考文献:

- [1] 李霄,帅士章,潘徐燕. 复杂山区 50 a 一遇最大风速估算[J]. 贵州气象,2012,4(36):24-26.
- [2] 苏婧,杜燕军. 两种推导风电场 10 m 高最大 10 min 风速方法的讨论[J]. 内蒙古电力技术,2009,27(6):7-12.
- [3] 鹿翠华. 最大风速变化特征及再现期极值估算[J]. 气象科技,2010,38(3):399-402.
- [4] 廖小青,谢秋菊. 风电场 50 年一遇最大风速计算方法分析[J]. 红水河,2011,30(2):22-25.
- [5] 鹿翠华. 最大风速变化特征及再现期极值估算[J]. 气象科技,2010,38(6):399-402.
- [6] 谢今范,刘玉英,张婷. 吉林省年最大风速的变化特征分析[J]. 吉林气象,2010(3):2-6.
- [7] 建筑结构荷载规范:GB 50009—2012[S].
- [8] 鲁渊平,杜继稳,侯建忠,等. 陕西省风速风向时空变化特征[J]. 陕西气象,2006(1):1-3.
- [9] 杨鹏鹏,黄晓荣,柴雪蕊,等. 南水北调西线引水区近 50 年径流变化趋势对气候变化的响应[J]. 长江流域资源与环境,2015(2):271-276.
- [10] 苗云玲,张林海,卓世新. 哈密绿洲近 55 年日照和风速变化特征[J]. 陕西气象,2017(1):14-19.
- [11] 呼津华,王相明. 风电场不同高度的 50 年一遇最大和极大风速估算[J]. 应用气象学报,2009,20(1):108-111.