

doi:10.16018/j.cnki.cn32-1650/n.201801005

冷却塔群间“狭管效应”对风速影响的统计分析

马惠群,朱良山,王 勇

(山东电力工程咨询院有限公司,山东 济南 250010)

摘要:为研究群体高层对风速风向的影响,以与群体高层类似的嘉峪关酒钢电厂冷却塔群为例,在电厂冷却塔群附近及空旷地带设立 2 个测风塔,进行风速、风向对比观测,研究冷却塔群间“狭管效应”对风速风向的影响。数据分析表明,冷却塔群的存在使 10 min 平均风速降低,但是对 2 s 瞬时风速影响不大,同时 2 s 最大风速与 10 min 平均风速比值增大。

关键词:气象学;冷却塔;测风;狭管效应

中图分类号:P49 **文献标识码:**A **文章编号:**1671-5322(2018)01-0026-04

在电力工程设计中,常常考虑 50 年一遇或 100 年一遇,离地 10 m 10 min 平均最大风速作为设计风速^[1]。但在实际工程中,由于相邻建筑物之间的流场相互干扰,群体高层或群体高耸建筑物中,受扰建筑的风荷载大小及形态与其单独存在时相比会有较大的变化^[2]。因此,在冷却塔群由于其体型庞大、形状复杂,加之冷却塔群之间空隙狭窄,容易形成“狭管效应”,造成风荷载相互干扰、风速分布复杂^[3]。在此情况下,若仅考虑设计风速,有时会无法保障工程安全。本文通过立塔观测,并采用统计学的方法分析冷却塔群“狭管效应”对风速的影响,以期对相关设计提供参考。

1 工程简介

嘉峪关酒钢电厂开关站西南侧被电厂 4 个冷却塔包围,为监测冷却塔群形成的“狭管效应”对开关站门型架的影响,以及冷却塔通道处的最大风速与空旷地区最大风速之间的区别,在工业园区内竖立两座测风塔,进行风速对比观测,各构筑物之间相对位置如图 1 所示。图 1 中,冷却塔高约 110 m,最大直径为 110 m,1[#]冷却塔和 2[#]冷却塔之间的距离为 34 m,2[#]冷却塔和 3[#]冷却塔之间的距离为 65 m,3[#]冷却塔和 4[#]冷却塔之间的距离为 96 m。设立测风塔的目的首先是观测门型架处的风速是否比空旷处大,因此在 1[#]冷却塔和 2[#]冷却塔之间设立 1[#]测风塔,并尽量使之靠近门型

架,同时在空旷区域设置 2[#]测风塔。测风塔 1(以下简称 1[#]塔)位于门型架与冷却塔通道之间,距离 1[#]冷却塔约 94 m,距离门型架约 54 m;测风塔 2(以下简称 2[#]塔)位于空旷之地,距离 1[#]冷却塔约 140 m。



图 1 构筑物之间相对位置图

Fig. 1 Relative position of structures

2 测风设备

选用美国 NRG 自动记录测风设备,于距地面 10 m 处安装一套风速仪和风向仪。该仪器测量精度高、质量可靠,在性能和精度方面均满足相关规范的要求。仪器每 2 s 采样数据 1 次,并自动计算和记录 10 min 平均风速。测风时间为 2015

年 10 月至 2016 年 2 月。

NRG 数据有 10 min 平均风速和 2 s 最大风速 2 个指标,下面就这 2 个指标进行分析。

3 测风数据分析

3.1 平均风速及最大风速分析

根据测量数据得 1[#]塔和 2[#]塔在测量时段内 10 min 及 2 s 风速的平均值对比(图 2)、最大值对比(图 3),10 min 及 2 s 风速的平均值及最大值统计见表 1。

由图 2a、图 2b 可知,逐月平均风速和逐时平均风速对比中,1[#]塔数据均不大于 2[#]塔数据。从图 2c 可知,10 min 平均风速除 W 和 SSE 风向外,1[#]塔数据均不大于 2[#]塔数据;而 2s 平均风速中

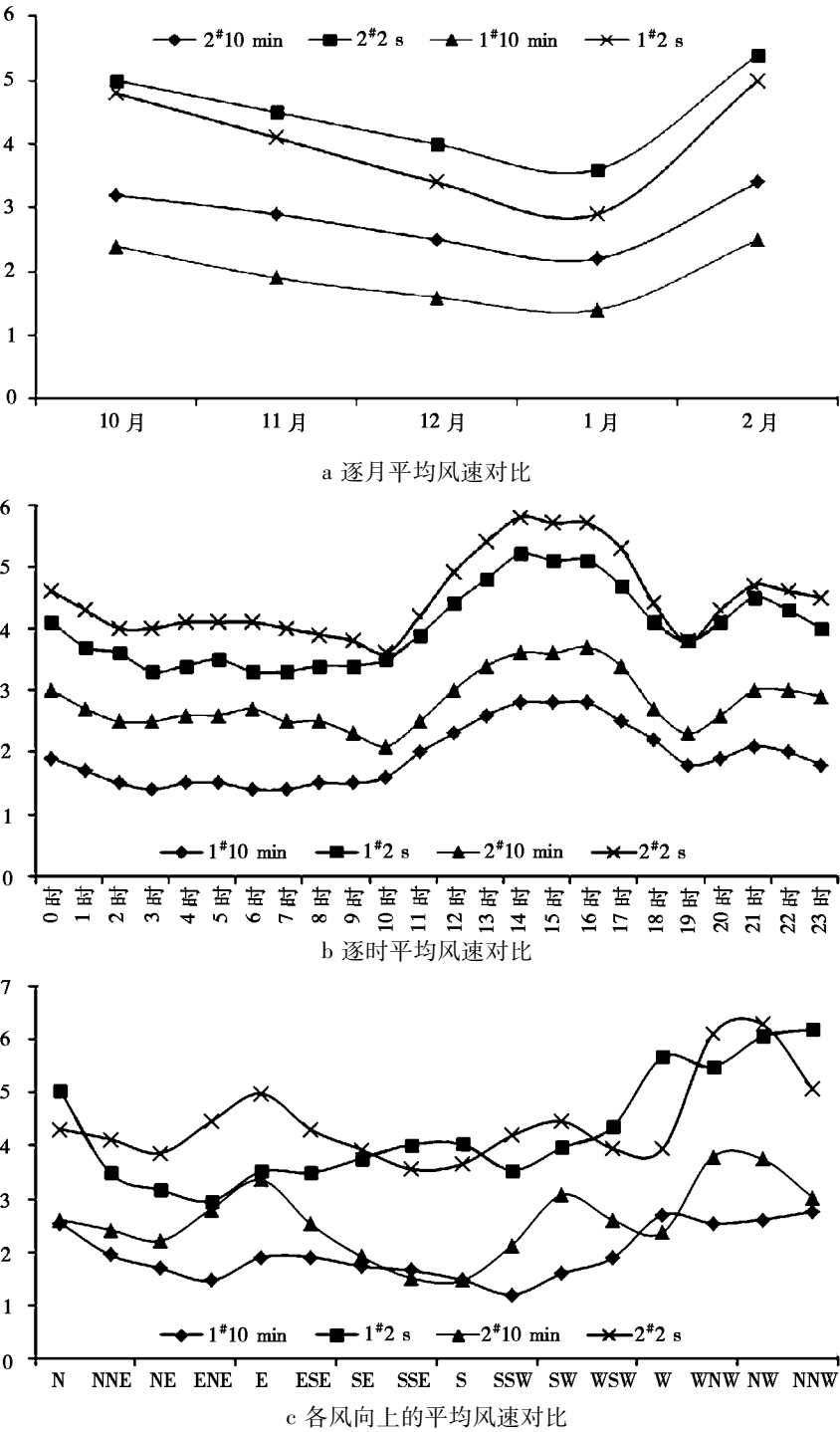
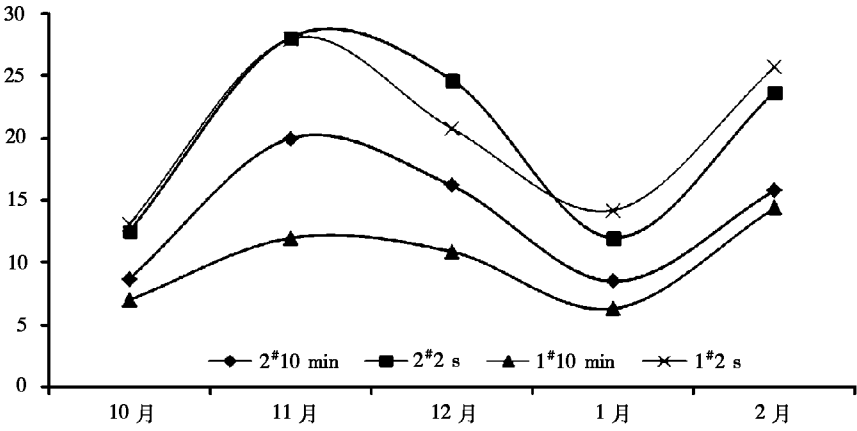
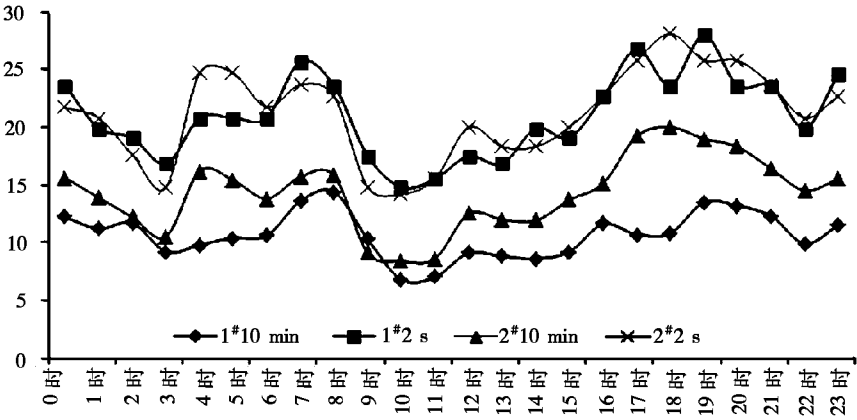


图 2 1[#]塔和 2[#]塔平均风速对比图

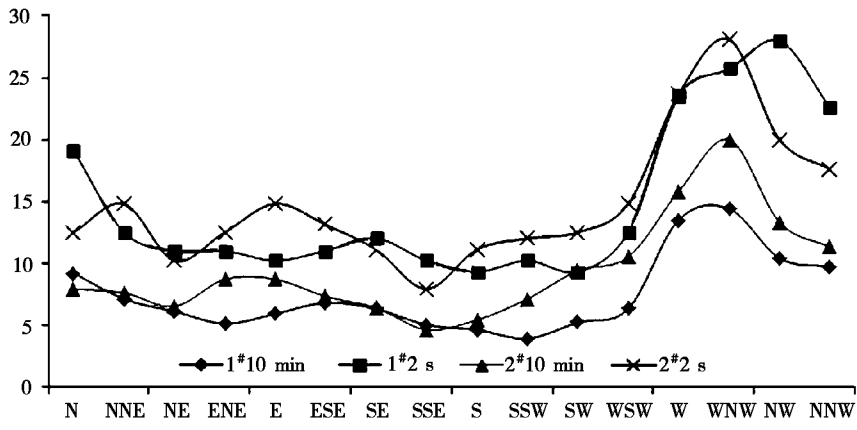
Fig.2 Contrast diagram of average wind speed of 1[#] tower and 2[#] tower



a 逐月平均风速对比



b 逐时平均风速对比



c 各风向上的平均风速对比

图 3 1[#]塔和 2[#]塔最大风速对比图

Fig. 3 Contrast diagram of maximum wind speed of 1[#] tower and 2[#] tower

1[#]塔数据大于 2[#]塔数据的风向数明显增多,分别为 N、SSE、S、WSW、W 和 NNW 风向。

由图 3 可知:10 min 逐月最大风速 1[#]塔数据均不大于 2[#]塔数据(图 3a);10 min 逐时最大风速除 9 时外,1[#]塔数据均不大于 2[#]塔数据(图 3b);

10 min 各风向最大风速除 N 和 SSE 风向外,1[#]塔数据均不大于 2[#]塔数据(图 3c);而 2 s 最大风速则表现出杂乱性,3 个图 45 个数据中 1[#]塔有 19 个数据大于 2[#]塔数据。

表 1 1#塔和 2#塔风速统计值

Table 1 Wind velocity statistics of 1# tower and 2# tower

塔号	平均值			最大值		
	10 min/ ($\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$)	2 s/ ($\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$)	比值	10 min/ ($\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$)	2 s/ ($\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$)	比值
1#塔	1.9	4	2.1	14.4	28	1.9
2#塔	2.8	4.5	1.6	20	28.1	1.4

由表 1 可知,无论是平均值还是最大值,2#塔均大于 1#塔,但是 2 s 风速与 10 min 风速比值则是 1#塔较大。

3.2 风向分析

对 1#塔、2#塔的数据进行风向比较,其风向玫瑰图如图 4 所示。

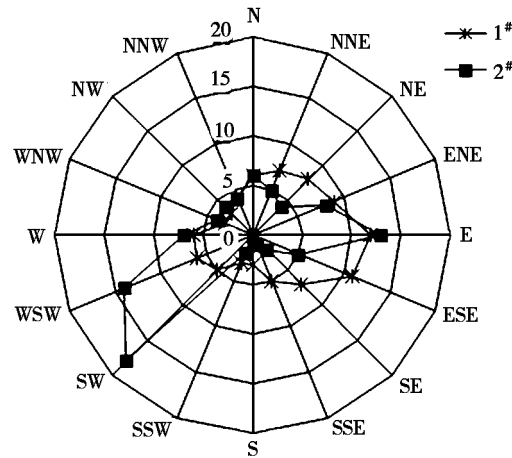


图 4 风向玫瑰图

Fig. 4 Rose diagram of wind direction

由图 4 可知:2#塔主导风向为 SW,次主导风向为 WSW;而 1#塔测量的风速在 SW 和 WSW 方向出现的频率比 2#塔明显偏少,主要为附近冷却塔群的阻挡所致。

3.3 大风分析

对 2 个测风塔 10 min 平均风速 $\geq 10 \text{ m/s}$ 的风速数据进行分析,其风向玫瑰图如图 5 所示。

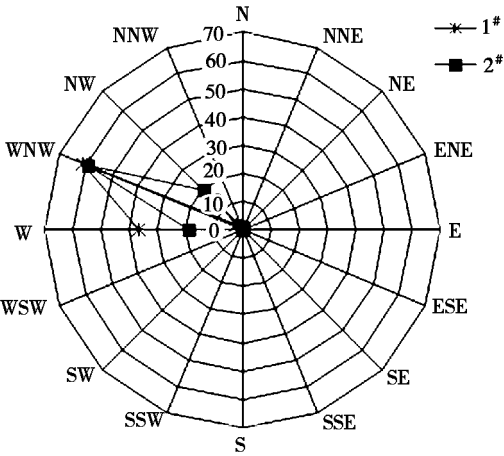


图 5 大风风向图

Fig. 5 Wind rose of strong wind speed

由图 5 可知:1#塔和 2#塔大风主导风向均为 WNW;但 1#塔次主导风向为 W,而 2#塔为 NW。

4 结论

由前文分析可以得出如下结论:

- (1) 冷却塔群对风向影响较大,但对大风风向影响较小,测风期间大风主导风向均为 WNW。
- (2) 冷却塔群的存在对 10 min 平均风速起到降低的作用,10 min 平均风速降低了 0.9 m/s ;但是对 2 s 风速特别是 2 s 最大风速影响较小,1#塔和 2#塔 2 s 最大风速仅差 0.1 m/s 。
- (3) 冷却塔群的存在增大了 2 s 风速与 10 min 风速的比值,其“狭管效应”主要增大 2 s 风速。

参考文献:

[1] 电力规划设计总院. 电力工程水文技术规程:DL/T 5084—2012[S]. 北京:中国计划出版社,2012.
[2] 刘庆宽,马文勇,盛永青,等. 双塔结构风荷载干扰效应试验研究[J]. 工程力学,2011,28(S1):75-79.
[3] 刘若斐,沈国辉,孙炳楠. 大型冷却塔风荷载的数值模拟研究[J]. 工程力学,2006,23(S1):177-183.