

宁夏鸳鸯湖地区低空气象要素观测分析

董旭光,王栋成,陈艳春,钱喜镇

(山东省气候中心,山东 济南 250031)

摘要:利用宁夏鸳鸯湖地区2004年8月至2005年7月铁塔气象观测资料和地面气象站观测资料,分析了宁夏鸳鸯湖地区近地层不同高度各气象要素的变化规律。并与邻近灵武市气象站同期气象观测资料进行相关性分析,同时结合灵武市气象站累年(1971~2000年)气象资料,得到鸳鸯湖地区累年各气象要素订正值。分析结果对火力发电厂空冷设备的安装与安全运行具有重要的指导意义。

关键词:鸳鸯湖地区;气象要素;相关性

中图分类号:P42

文献标识码:A

引言

宁夏鸳鸯湖地区地处我国西北内陆毛乌素沙漠内,地表由粉沙及中沙组成,具有典型的大陆性气候特征。该地煤炭储量丰富,但水资源严重匮乏,非常适合建立节水型空冷火力发电厂。空冷电厂的空冷系统散热效果依赖于当地气象要素特征,尤其是温度、风况等气象要素特征对空冷电厂安全运行有显著的影响。

鸳鸯湖地区为谷地,中心相对高度低于四周,东南方向相对较平坦。与其邻近的灵武市气象站位于黄河河谷,黄河从灵武市西侧自南向北流过,由于地形、地貌的差异,导致两地各气象要素特征明显不同。鸳鸯湖地区位于灵武市气象站以东约34 km,限于当地条件,鸳鸯湖地区各气象要素特征值较为贫乏,为了能够更好地服务于空冷电厂的建设,特在鸳鸯湖地区设立61 m高铁塔,分别观测10 m、30 m、60 m高度上的气温、风速、风向等气象要素特征值,同时鸳鸯湖地区、灵武市气象站也进行地面同步观测。气象站观测结果主要用于分析两地气温、风况等气象要素的异同及订正得到鸳鸯湖地区累年值。分析结果揭示了鸳鸯湖地区气候特征。

1 观测目的、观测仪器及观测内容

(1) 观测目的

为开展宁夏鸳鸯湖电厂可行性研究工作,准确掌握厂址处气象要素,在宁夏鸳鸯湖电厂西北角处设立低空梯度气象观测塔和地面气象观测站。分析鸳鸯湖地区各气象要素特征值,同时将与鸳鸯湖邻近的灵武市气象站累年气象观测资料订正到鸳鸯湖地区,得到鸳鸯湖地区累年各气象要素订正值。准确计算电厂空冷气象参数,为电厂勘测设计提供依据。

(2) 观测仪器

低空梯度气象观测塔采用山东恒生电器有限公司生产的“zfj DL型测风仪”,同时增加了温度测量功能。铁塔高61 m,风、温度传感器安装在距铁塔1.5 m的身臂前端,安装高度分别距地面10 m、30 m、60 m。

(3) 观测内容

低空梯度气象观测站:逐时正点10 min平均风速及风向,每分钟记录1次当前气温值,在月报表中记录每小时的温度平均值。并记录每天的最高温度、最低温度及出现时间和日平均温度。逐日10 min最大风速及风向、出现时间,极大风速及风向、出现时间。

地面气象观测站:观测常规气象要素如气压、温度、相对湿度、露点温度等,观测结果主要用来分析当地气候特征与灵武市气象站同步观测资料进行对比分析。

收稿日期:2006-03-09;改回日期:2006-05-12

作者简介:董旭光(1979-),男,吉林敦化人,在读研究生,助理工程师,主要从事气候应用与环境影响评价工作。

同步观测时间为 2004 年 8 月至 2005 年 7 月。

2 铁塔观测数据分析

2.1 气温随高度的变化

通过对鸳鸯湖地区低空梯度观测塔 1 a 观测资料的统计分析得到:鸳鸯湖地区 10 m 高度年平均气温为 9.1 °C, 30 m 为 9.5 °C, 60 m 为 9.9 °C, 而地面观测站观测得到的年平均气温(02、08、14、20 时 4 个时次平均)为 8.0 °C。温度随高度明显升高, 达到 1.6 °C/50 m, 地面至 60 m 高度整层逆温。

各高度观测期间平均气温均在 1 月份达到最低, 其中 1 月份平均气温又以 10 m 高度最低, 为 -10.0 °C。6、7 月份平均气温在观测期间内较高, 均超过 24.0 °C。除 7、8 月份 1.5 m 高度上平均气温高过 10 m 上平均气温外, 7、8 月份 10 m 至 60 m 高度及其它各月份平均气温均随高度上升而升高, 逆温效果明显。

图 1 为鸳鸯湖地区观测塔在观测期间不同高度逐时年平均气温变化曲线。从每天 24 时次年平均气温看, 鸳鸯湖地区低空逆温明显, 逆温从傍晚 19 时开始, 至翌日上午 10 时结束, 逆温强度在凌晨 2 时前后达到最强, 逆温最强时从 10 m 高度至 60 m 高度温差约为 2.4 °C。

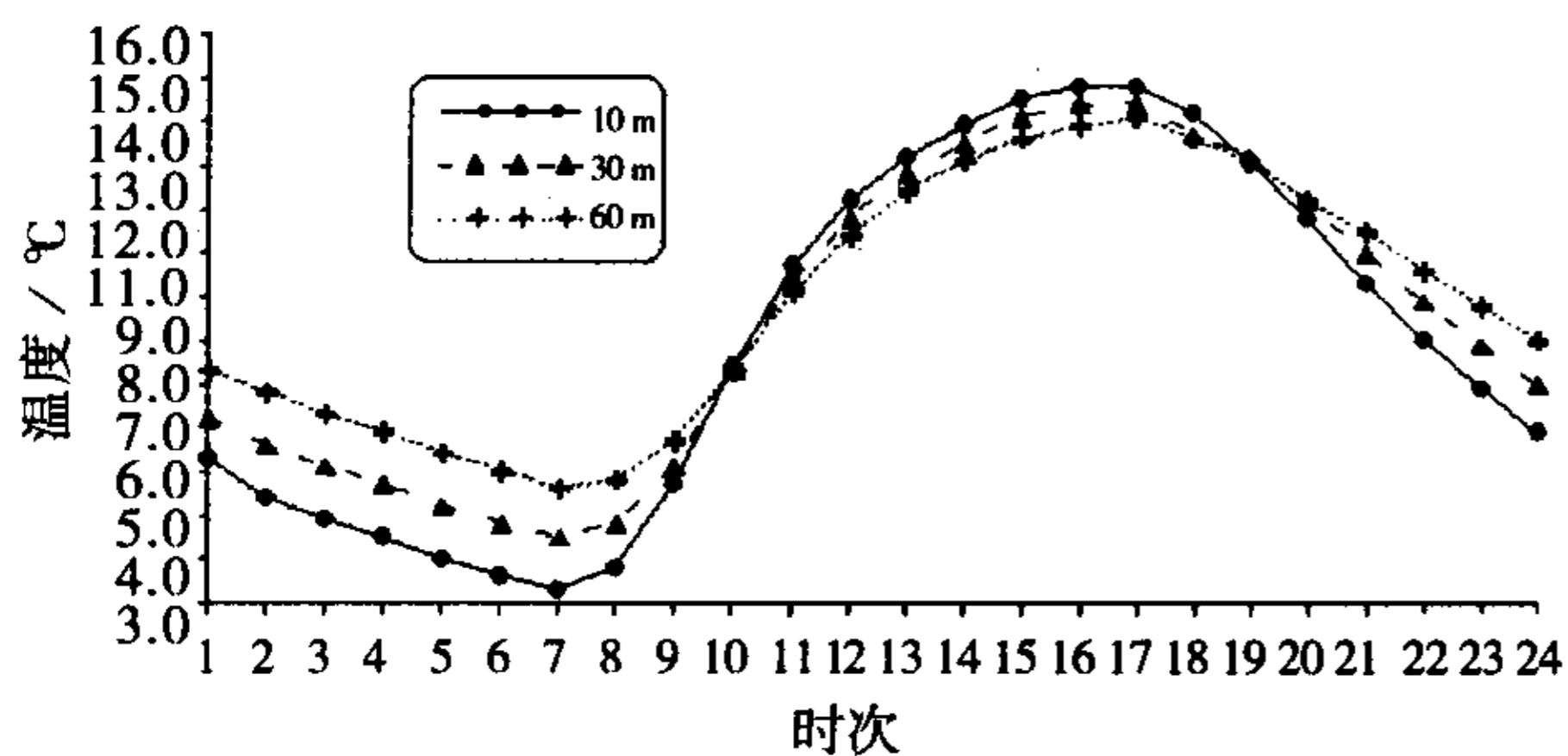


图 1 鸳鸯湖地区观测塔不同高度逐时年平均温度变化曲线

Fig. 1 The annual mean hourly temperature change with different height obtained from the observational tower in Yuanyanghu region

2.2 风况随高度的变化

2.2.1 风速随高度的变化

运用 1 a 逐日 24 时次风观测数据计算得到各高度年平均风速分别为: 10 m 高度年平均风速为 3.5

m/s, 30 m 为 3.7 m/s, 60 m 为 4.0 m/s。各高度月平均风速均在 4 月份达到最大, 分别为 4.1, 4.3, 4.8 m/s; 7 月份月平均风速最小, 分别为 3.1, 3.2, 3.5 m/s。鸳鸯湖地区风速随高度升高明显增大, 且各高度年、月平均风速均 > 3.0 m/s。

图 2 为鸳鸯湖地区观测塔在观测期间不同高度逐时年平均风速变化曲线。从每天 24 时次年平均风速看, 各高度风速均在上午 9 时左右开始增大, 至下午 14 时左右风速增幅较大, 14 时至 17 时平均风速波动性增减, 下午 17 时左右至翌日上午 10 时左右, 各高度风速普遍减小。

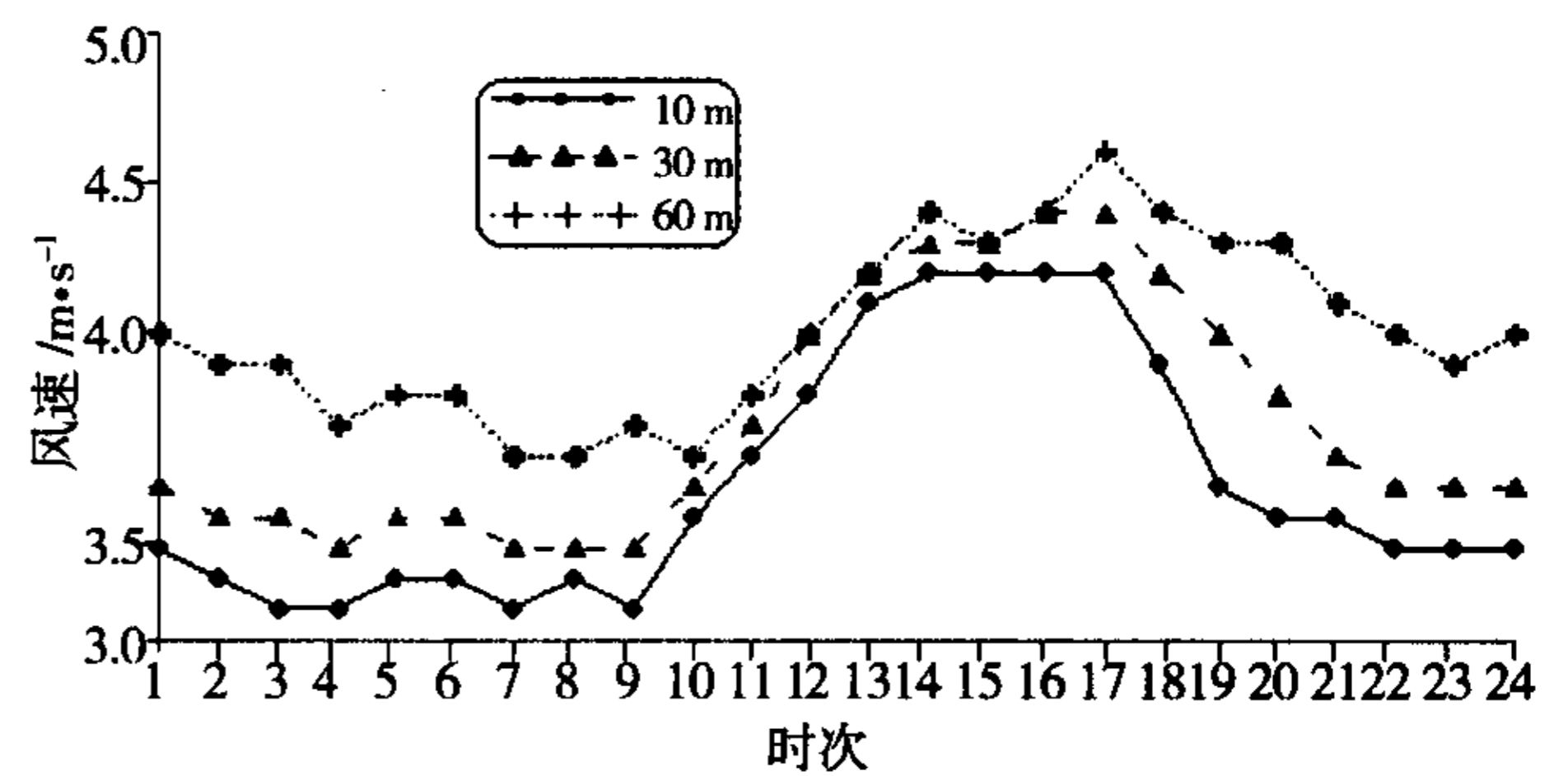


图 2 鸳鸯湖地区观测塔不同高度逐时年平均风速变化曲线

Fig. 2 The annual mean hourly wind velocity change with different height obtained from the observational tower in Yuanyanghu region

2.2.2 风向随高度的变化

观测期间鸳鸯湖地区各高度最多风向均为 SE 风, 10 m、30 m、60 m 高度 SE 风频率分别为 25%、21%、19%, 最多风向随高度的升高有减弱的趋势。

2.2.3 各风向下年平均风速

统计鸳鸯湖地区各高度各风向下年平均风速见表 1。当地各高度 S 风年平均风速最小, 其中 10 m 和 30 m < 3.0 m/s, 其余各风向下均 > 3.0 m/s, 10 m 高度上以 WSW 风最大, 达到 5.3 m/s, 30 m、60 m 高度以 SW 风最大, 分别为 5.0 m/s、5.1 m/s。从总体上看, 鸳鸯湖地区东东南、南方向年平均风速较小, 西南、西西南方向年平均风速较大。

2.2.4 大风出现日数

根据当地 10 min 日平均最大风速统计结果, 按照 1 天中出现 1 次 10 min 平均最大风速 ≥ 8.0 m/s, 即 5 级风标准, 统计这 1 天为大风日, 见表 2。

表 1 鸳鸯湖地区各高度各风向下年平均风速(单位:m/s)

Tab. 1 The annual mean wind velocity at different height and direction in Yuanyanghu region (Unit:m/s)

高度/m	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
10	3.9	4.2	3.6	3.5	3.9	3.2	3.3	3.3	2.6	3.5	4.9	5.3	4.2	3.4	3.5	3.6
30	4.3	4.0	3.9	3.6	4.2	3.3	3.6	3.0	2.4	3.4	5.0	4.8	3.8	3.2	3.5	3.9
60	4.4	4.2	4.5	4.3	4.6	3.7	4.0	3.2	3.1	3.2	5.1	4.1	3.8	3.2	3.8	4.0

鸳鸯湖地区 5、6 级大风出现日数较多,且随高度的升高大风出现日数也明显增多,60 m 高度 5 级以上大风观测期间内出现日数达到 178 d。各高度 8 级以上大风出现日数少。

表 2 鸳鸯湖地区各高度上大风出现日数(单位:d)

Tab. 2 The gale occurring days at different height in Yuanyanghu region (Unit:d)

风速等级/ $m \cdot s^{-1}$	10 m	30 m	60 m
≥ 8.0 (5 级风以上)	143	145	178
≥ 10.8 (6 级风以上)	36	45	55
≥ 13.9 (7 级风以上)	4	9	12
≥ 17.2 (8 级风以上)	1	1	2

3 地面同步要素观测数据分析

表 3 鸳鸯湖地区、灵武市气象站观测期间气温、风速特征

Tab. 3 The monthly and annual mean temperature and wind speed during observation period at Yuanyanghu and Lingwu stations

项 目	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年/a
鸳鸯湖气温/ $^{\circ}C$	-10.0	-6.6	1.8	11.5	17.3	24.1	24.9	20.4	15.8	6.8	-5.3	-5.1	8.0
灵武站气温/ $^{\circ}C$	-7.7	-5.1	3.8	12.7	18.2	23.1	24.4	20.8	16.4	8.0	-2.7	-3.1	9.1
鸳鸯湖风速/ $m \cdot s^{-1}$	3.0	3.5	3.9	4.1	3.6	3.2	3.1	3.7	3.6	3.5	3.5	3.7	3.5
灵武站风速/ $m \cdot s^{-1}$	2.3	3.5	3.5	3.6	3.3	2.6	2.6	2.4	2.4	2.4	2.9	3.4	2.9

2 站最多风向完全不一致,灵武市气象站年最多风向为北风,频率为 14%。6、11 月最多风向为 S 风,频率分别为 18%、14%,7 月 S、N 风出现频率相当,为 13%,其余各月最多风向均为 N 风,全年静风出现频率为 3%。鸳鸯湖地区年最多风向为 SE 风,频率达 25%,次最多风向为 ESE 风,频率为 15%,各月最多风向 ESE 风及 SE 风均超过 10%,除 6 月

3.1 气象要素平均值分析

运用逐日 24 时次各气象要素观测结果计算得到鸳鸯湖地区和灵武市气象站月、年平均气象要素值见表 3。在此仅对空冷电厂影响显著的气温、风速做列表分析,风向频率玫瑰图见图 3。由于鸳鸯湖地区与灵武市两地海拔、地形、地貌上的差异,各气象要素平均值明显不同。

鸳鸯湖地区气温值低于灵武市气象站,约低 1.1 $^{\circ}C$ 。鸳鸯湖地区年平均风速值高出灵武市气象站约 0.6 m/s。各气象要素月变化规律基本一致,月平均气温夏季各月均达到 20 $^{\circ}C$ 以上,日平均气温 ≥ 25 $^{\circ}C$ 仅出现在 6 月至 8 月上旬;月平均风速春季较大,4 月份达到最大。鸳鸯湖地区年平均气压、相对湿度、露点温度等气象要素值均低于灵武市气象站,分别约低 22 hPa,4.4%,3.4 $^{\circ}C$ 。

ESE 风略占优外,其余各月最多风向均为 SE 风,全年静风出现频率较小。

造成 2 站最多风向完全不一致的最可能原因是地形因素,灵武市气象站位于黄河河谷,南北方向通畅,多 SN 风;鸳鸯湖地区地势低洼,周围海拔高出鸳鸯湖地区约 200 m 上下,但东南方向相对平坦,多 SE 风。

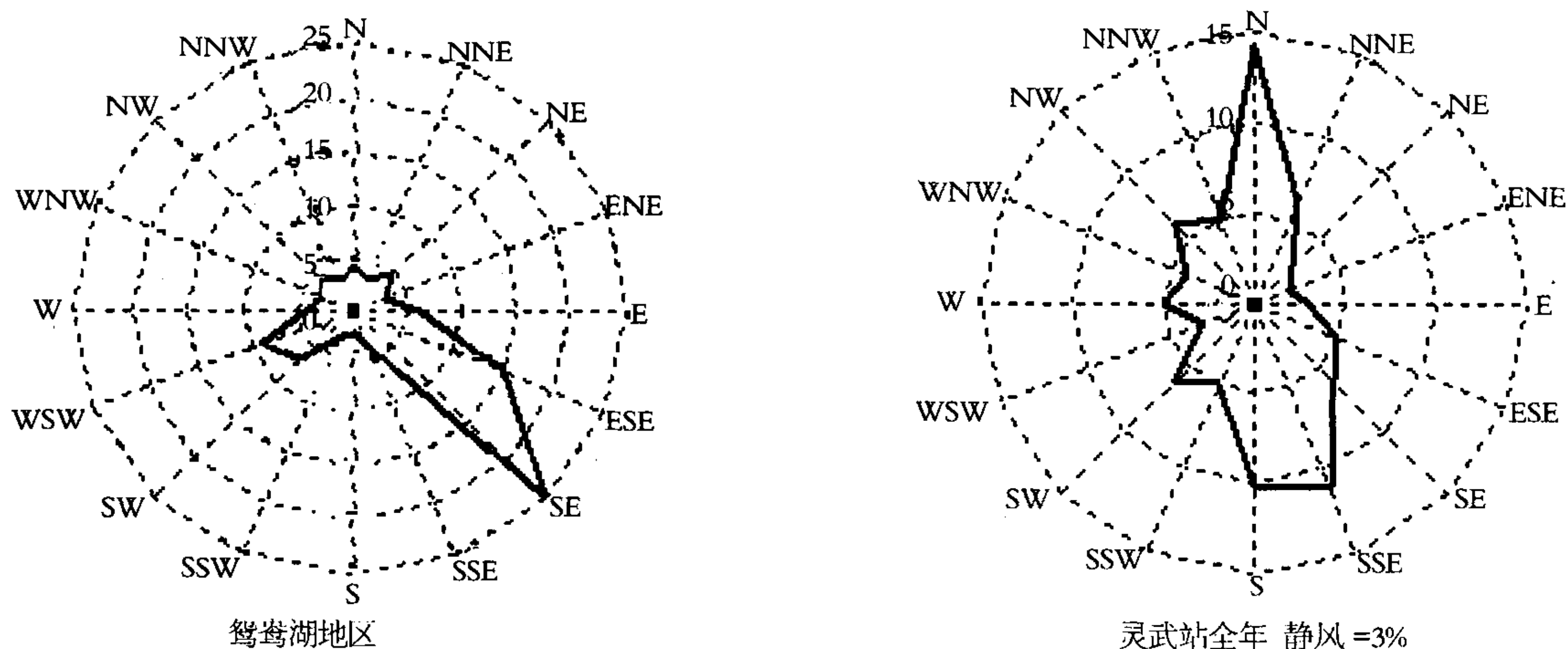


图3 鸳鸯湖地区与灵武市气象站观测期间全年风向玫瑰图

Fig. 3 The wind rose plots during the whole year of observation at Yuanyanghu and Lingwu stations

3.2 气象要素极端值分析

极端气象条件,尤其是极端最高气温、瞬时极大风速对空冷电厂的空冷系统影响极大。温度骤然升高或者风速突然增大,使处于满发阶段平稳运行的发电机组超负荷运转,发电机组跳闸,影响电厂的安全运行^[1-3]。分析当地出现的极端气象条件,为建

设单位设计基准气温提供重要依据。

运用2地1a观测资料得到各气象要素极端值,在此仅选取气温和风速的极端值做列表分析,表中所列最大风速为10 min日平均最大风速,详见表4。

表4 鸳鸯湖地区与灵武市气象站观测期间各气象要素极端变化值比较

Tab. 4 The extreme values comparison of various meteorological elements during the observation period at Yuanyanghu and Lingwu stations

测 站	极端最高气温/℃	极端最低气温/℃	最大风速/ $m \cdot s^{-1}$	瞬时极大风速/ $m \cdot s^{-1}$
鸳鸯湖地区	37.9	-26.8	17.7(WSW)	20.3(WSW)
	出现日期 7.23	出现日期 2.23	出现日期 2.23	出现日期 2.23
灵武站	36.7	-19.8	13.6(W)	22.5(NW)
	出现日期 7.12	出现日期 12.31	出现日期 2.23	出现日期 5.30

鸳鸯湖地区极端最高气温值高于灵武站相应值,极端最低气温值低于灵武站相应值。鸳鸯湖地区气温相对于灵武站变化强度大,造成这种现象的原因是下垫面因素,鸳鸯湖地区为干燥沙地,受太阳辐射影响相比灵武站更强烈。

鸳鸯湖地区最大风速、瞬时极大风速达到8级,灵武站最大风速为6级,瞬时极大风速达9级。2

地最大、瞬时极大风速均出现在西方向。

3.3 相关性分析

3.3.1 气温订正

利用灵武市气象站累年(1971~2000年)气温资料,结合2地同步观测数据,进行相关性分析,运用一元回归方法将灵武市气象站累年气温订正到鸳鸯湖地区,得到鸳鸯湖地区气温累年值,见表5。

表 5 鸳鸯湖地区与灵武市气象站气温相关性分析结果

Tab. 5 The result of analysis on correlation between temperatures at Yuanyanghu and Lingwu stations

气象要素	一元回归方程	相关系数	灵武累年值	鸳鸯湖订正值
平均气温	$y = 1.085x - 1.909$	0.995	8.9 °C	7.7 °C

2 站气温相关系数达到 0.995, 说明 2 站气温线性关系显著, 运用灵武市气象站累年气温资料订正得到的鸳鸯湖地区气温累年订正值能比较好地反映当地的气温特征。鸳鸯湖地区平均气温累年订正值低于灵武市气象站相应累年值, 低 1.2 °C。

鸳鸯湖地区平均气压、平均相对湿度累年订正值分别为 868.4 hPa, 51.3%, 分别低于灵武市气象站相应累年值 22 hPa, 4.7%。由于降水量的年际变率较大, 用 1 a 降水量资料订正得到鸳鸯湖地区累年降水量偏差较大, 故不做降水量订正分析。

3.3.2 风向、风速的订正

鸳鸯湖地区与灵武市气象站相距较近, 处于大致相同的环流背景下, 风向、风速的差异主要由 2 地的地理环境造成, 它们之间的某种联系相对稳定。由于地形动力和热力作用, 地形、地貌对各风向平均风速影响不同, 因此鸳鸯湖地区风向、风速的订正采取风向的全概率公式订正^[4]。

各风向概率的估计公式:

$$P(A_j) = \sum_{i=1}^n r(B_i) \times r_0(A_j/B_i) \quad (1)$$

式中: A_j ($j = 1, 2, \dots, n$) 代表鸳鸯湖地区某月的各

种风向; B_i ($i = 1, 2, \dots, m$) 代表灵武市气象站相应月的各种风向, $P(A_j)$ 为鸳鸯湖地区各月各风向频率累年订正值; $r(B_i)$ 为灵武市气象站各月各风向频率累年值; $r_0(A_j/B_i)$ 为观测期间各月灵武市气象站各风向条件下鸳鸯湖地区各种风向的条件概率。

各月平均风速订正公式:

$$\bar{Y} = \sum_{i=1}^{m-1} K_i \times \bar{X}_i \times f_i + Y_{17} \times f_{17} \quad (2)$$

式中: \bar{Y} 为鸳鸯湖地区各月平均风速订正值; \bar{X}_i, f_i, f_{17} 分别代表灵武市气象站各月各风向平均风速、各风向频率、静风频率; K_i, Y_{17} 分别代表观测期间灵武市气象站各月各风向条件下鸳鸯湖地区与灵武市气象站的风速比、灵武市气象站静风下鸳鸯湖地区平均风速; i 含义同公式(1)。

利用公式(1)和(2)、鸳鸯湖地区、灵武市气象站观测期间及累年风资料订正得到鸳鸯湖地区累年风向频率订正值见表 6, 平均风速订正值见表 7。鸳鸯湖地区累年各月风向频率和各月各风向下平均风速略。

表 6 鸳鸯湖地区累年风向频率订正结果(单位: %)

Tab. 6 The correcting values of wind direction frequency for years in Yuanyanghu region

项 目	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	C
鸳鸯湖地区	2	2	6	4	8	15	27	3	2	4	9	9	4	3	2	2	0
灵武市气象站	17	10	5	2	3	7	7	9	6	4	6	4	6	2	3	6	3
灵武站累年值	11	7	3	2	3	5	6	10	9	5	5	4	5	3	4	5	13
鸳鸯湖订正值	2	1	5	5	8	11	23	4	3	6	8	10	3	5	3	2	0

表 7 鸳鸯湖地区累年平均风速订正结果(单位: m/s)

Tab. 7 The mean wind velocity revising result for years in Yuanyanghu region

项 目	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年
鸳鸯湖地区	3.0	3.5	3.9	4.1	3.6	3.2	3.1	3.7	3.6	3.5	3.5	3.7	3.5
灵武市气象站	2.3	3.5	3.5	3.6	3.3	2.6	2.6	2.4	2.4	2.4	2.9	3.4	2.9
灵武站累年值	2.6	2.8	3.0	3.1	2.8	2.5	2.4	2.3	2.1	2.2	2.7	2.8	2.6
鸳鸯湖订正值	3.0	3.1	3.2	3.2	3.1	3.0	2.9	2.9	2.8	2.8	3.0	3.1	3.0

鸳鸯湖地区累年主导风向订正值SE风,频率达到23%,静风出现频率很小。累年平均风速订正值3.0 m/s,3、4月平均风速较大,为3.2 m/s。

4 鸳鸯湖地区气候特征分析

根据鸳鸯湖地区观测塔1 a气象观测资料及地面常规气象要素观测资料,通过以上分析可知:鸳鸯湖地区气候干燥,平均相对湿度累年订正值仅为51.3%。雨量少而集中,观测期间降水量为105.8 mm,降水主要出现在夏季7~8月份。鸳鸯湖地区低空逆温强烈,造成这种现象的主要原因是辐射逆温和地形逆温。观测期间年平均风速较大,达3.5 m/s,并随高度上升,风速明显增大,累年订正风速也达到3.0 m/s。当地最多风向随高度升高有减弱趋势。冬春季节大风天气较多,由于鸳鸯湖地区地处半沙漠地带,沙尘大风天气出现频繁。蒸发强烈,年蒸发量远大于降水量。

5 讨论

(1) 鸳鸯湖地区观测期间气压、气温、相对湿度、露点温度等气象要素年平均均值均低于灵武市气象站,风速和观测年降水量大于灵武市气象站相应值。观测期间鸳鸯湖地区最多风向为SE风,灵武市气象站最多风向为N风。

(2) 鸳鸯湖地区年平均气压累年订正值867.5 hPa;年平均气温为7.7℃;年平均相对湿度为52.3%;年

平均风速为3.0 m/s,观测期间年降水量为209.1 mm,最多风向为SE风,频率达23%。

(3) 鸳鸯湖地区地面年平均气温为8.0℃,10 m高度年平均气温为9.1℃,30 m为9.5℃,60 m为9.9℃。低空逆温明显,逆温最强时(凌晨2时前后)从10 m高度至60 m高度温差约为2.4℃。10 m高度年平均风速为3.5 m/s,30 m为3.7 m/s,60 m为4.0 m/s,全年静风出现频率很小。5~6级大风出现日数较多,且随高度的升高大风出现日数也明显增多。

通过在鸳鸯湖地区建设61 m高度铁塔低空观测塔以及地面气象观测站,经过1 a的气象要素观测分析及与邻近灵武市气象站累年气象资料的订正,掌握了鸳鸯湖地区地面和低空气候特征,弥补了当地气象资料的空白。对空冷电厂的建设具有积极的指导意义。

参考文献:

- [1] 那小桃,郝卫,王宏格. 电站直接空冷系统设计探讨[J]. 电力学报,1999,14(1):8-11.
- [2] 刘乃铎. 空冷发电厂设计气温的选择[J]. 电力建设,2000,(7):28-29.
- [3] 谢滨. 大型直接空冷电厂的设计思路[J]. 电力建设,2004,25(11):7-10.
- [4] 钱喜镇,崔秀兰. 风电场选址模式化研究[J]. 气象学报,1995,53(4):495-503.

Observation and Analysis of Low Level Meteorological Elements over Yuanyanghu Region in Ningxia

DONG Xu-guang, WANG Dong-cheng, CHEN Yan-chun, QIAN Xi-zhen

(Climate Center of Shandong Province, Ji'nan 250031, China)

Abstract: Based on the observed meteorological data (from August 2004 to July 2005) from the meteorological observation tower and surface weather station in Yuanyanghu of Ningxia, the change of various meteorological elements at different height near surface was analyzed, and the correlation between it and the observed data in the same time at the neighbor Lingwu weather station was analyzed also, then according to the observed data for years (1971-2000) of Lingwu weather station, the corrected values of meteorological elements in Yuanyanghu were obtained. The analysis result has important guiding meaning for air cooled equipment installment and safe operation of the thermal power plant.

Key words: Ningxia Yuanyanghu; meteorological element; correlation