

张 骏,李万荣,王生元. 金昌热电厂空冷气象条件分析[J]. 干旱气象,2013,31(4):840-844, doi:10.11755/j.issn.1006-7639(2013)-04-0840

金昌热电厂空冷气象条件分析

张 骏¹,李万荣²,王生元¹

(1. 甘肃省永昌县气象局,甘肃 永昌 737200;2. 甘肃省金昌市气象局,甘肃 金昌 737100)

摘 要:空冷气象对比观测是空冷电厂勘测设计过程中提供客观反映空冷环境气象条件所必须的技术手段和方法。通过2008年4月1日至2009年3月31日金昌热电厂建设初期在厂址处建立的临时气象观测站资料,和临近气象站——金昌站的观测资料对比分析,通过相关的数学模型重建电厂厂址处近10 a的气象资料,进行分析研究得出电力设计最终所需的各种气象参数和指标。

关键词:空冷;气象条件;对比分析

文章编号:1006-7639(2013)-04-0840-05 doi:10.11755/j.issn.1006-7639(2013)-04-0840

中图分类号:P42

文献标识码:A

引 言

空冷技术是利用自然界的空气来实现对流体的冷却。与水冷却方式相比,空气冷却方式(以下简称空冷)具有冷源充足、可减少环境污染和维护费用低廉的优点,已成为我国北方缺水地区电厂设计发展的必然^[1]。然而,电厂空冷设计必须依赖当地的气象条件。在诸多的气象要素中,风和温度对建设空冷电厂是至关重要的,在不考虑其它因素的情况下,温度越高,散热效果越差;风向和风速的变化均可能对直接空冷系统造成不利影响^[2-3]。因此,空冷气象观测分析的内容包括:2地之间环境气象场的变化、温度和风速及风向的差异、典型年的选取、重建资料的温度和风的特征等。

金昌位于中国西北内陆干旱区甘肃河西走廊东段,地处腾格里沙漠边缘,北部地势平坦,干旱少雨,炎热干燥,南部山峦叠障,海拔较高而潮湿多雨,气候寒冷,终年无夏,地形为西南高,东北低,呈现以大陆性沙漠干旱气候为主和南部祁连山高寒气候为辅的特征^[4]。年日照时数为2 976.8 h,年平均气温为9.4℃,历史极端最高气温42.4℃,最低气温-28.3℃,气温平均日较差26.3℃,年平均风速2.4 m/s,年最大风速25.3 m/s,全年和各季盛行西北(NW)风,东(E)风次之,多年平均大风日数32.4 d,主要集中在4~6月。特殊的地理位置及气候特征,导致了

金昌是沙尘暴频发地区^[5],又是我国水资源短缺最严重的地区之一^[6]。2008年,甘肃省电力投资集团在金昌市金川区境内投资建立了金昌空冷热电厂,并被列为甘肃省“十一五”重点建设工程。空冷技术往往对气象条件有很高的要求,由于电厂厂址处没有气象站,不同的地形和下垫面造成气候的差异也较大,特别是风场的差异,需要大量的当地实测气象资料,因此要在空冷机组所在地进行现场观测^[7],以期带给电厂更大的经济效益。

本文首先对金昌市热电厂建设初期在厂址处建立的临时气象观测站观测资料进行空冷气象要素变化特征分析,指出各气象要素对空冷系统可能造成的影响。然后,通过与临近气象站——金昌站同期空冷气象要素进行对比,采用相关分析方法,建立2地空冷气象要素的关系,从而将临近气象站多年气象资料转移到工程地点处,为电厂的总平面布置及空冷设计提供合理可靠的依据。

1 资料与处理

本文使用了位于金昌热电厂的临时气象观测站(以下简称厂址站)2008年4月1日至2009年3月31日的气象观测资料和临近气象观测站(金昌气象站)1999~2009年近10 a的气象资料。其中,观测的项目有1.5 m和40 m高度逐小时气温及10 m和40 m高度每10 min采集1次的风向、风速数据。厂

收稿日期:2013-02-16;改回日期:2013-07-23

基金项目:科技部公益性行业(气象)科研专项(GYHY201106029)资助

作者简介:张骏(1971-),男,甘肃武威人,工程师,主要从事应用气象领域的研究. E-mail: ycxnw@163.com

址站东距金昌市区 8 km,海拔高度为 1 511 m,周围地势开阔平坦,植被稀疏,附近无高大建筑物、树木等障碍物。金昌站位于金昌市郊,与厂址站的直线距离为 10 km,海拔高度为 1 509 m,观测场周围不同程度被高楼阻挡。

为了获得厂址站的长期气候特征,需要对厂址站与金昌站 2 地的气象条件进行回归分析,用 x 代表金昌站某气象要素、 y 代表厂址站气象要素,以厂址站 1 a 的观测作为对比观测期,建立一元线性回归方程($y = a + bx$),回归系数采用最小二乘法确定,从而建立金昌站和厂址站风塔各层、各月风、气温等要素的相关性方程^[8],在此基础上利用相关性方程进行计算反推厂址站近 10 a 的气象资料,以反演的近 10 a 资料分析结果和现场实地 1 a 观测资料作为空冷设计气象参数的主要依据^[2]。

2 典型年的选取方法

典型年的选取意义在于空冷系统设计选型所需主要气象参数为典型年小时气温及小时风速,因此典型年的合理选取对空冷系统选型和设计至关重要^[9]。

选取方法是:典型年的选择应从气象参证站资料中先求出最近 10 a 的年平均气温,然后再求出最近 5 a 内各年按小时气温统计的算术年平均值,将算术年平均值与最近 10 a 的年平均气温最相近的一年作为典型年。在确定典型年时,若有多多个年份气温与多年年平均气温相近,应选择高于多年年平均气温的年份作为典型年;若仍然有多多个年份时,则应选择其热季平均气温偏高且分布最不均匀的年份作为典型年^[10]。

3 空冷气象要素特征分析

3.1 温度变化特征

2008 年 4 月 1 日至 2009 年 3 月 31 日期间,厂址站 1.5 m 高度年平均气温为 11.1 °C,40 m 高度为 11.5 °C,气温随高度升温明显,说明低空有逆温层存在。4~9 月,1.5 m 处的平均气温比 40 m 处高,而 10 月至次年 3 月,1.5 m 处的平均气温比 40 m 处低,这是由于逆温强度冬半年比夏半年强所造成的。

图 1 为厂址站 1.5 m、40 m 高度和金昌站 1.5 m 高度逐时气温变化曲线。由图 1 可以看出,厂址站低空逆温明显,逆温从傍晚 19:00 开始,至翌日上午 09:00 结束,逆温强度在凌晨 05:00 前后达到最强,逆温最强时从 1.5 m 至 40 m 高度气温升高约

2.3 °C。这种逆温属于典型的辐射逆温,一般是在日落前后由地面开始形成,夜间随着辐射冷却的加强,逆温层逐渐加厚,黎明前达到最大厚度,日出后从地面开始逐步消失^[11]。金昌站的气温日变化规律与厂址站基本一致,即:最低气温出现在 06:00 左右,此后开始逐步升高,最高出现在 15:00 左右,随后逐步下降。但经对比发现,白天厂址站 1.5 m 处的气温明显高于金昌站 1.5 m 处的气温,而夜间正相反,可见厂址站的昼夜温差明显高于金昌站的,这可能与周围的下垫面有关。金昌站位于市区,被绿地、建筑物所包围,而厂址站位于郊外,周围多为戈壁,地势开阔平坦,植被稀疏,因而造成厂址站昼夜温差大于金昌站。

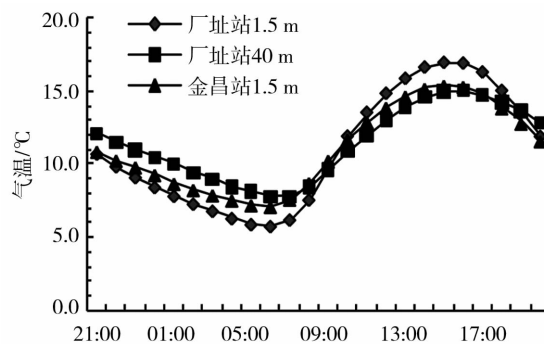


图 1 厂址站 1.5 m、40 m 和金昌站 1.5 m 高度逐时平均温度变化

Fig. 1 The hourly change of mean temperature at 1.5 m and 40 m height at power plant station and weather station of Jinchang

3.2 风的变化特征

3.2.1 风速变化特征

厂址站,10 m 高度年平均风速为 3.7 m/s,月平均风速最大发生在 5~6 月,其中 5 月最大,平均为 4.1 m/s,最小在 2 月,平均为 3.0 m/s;40 m 高度年平均风速为 4.4 m/s。可见,风速随高度的升高而增大。

厂址站 10 m、40 m 高度逐时平均风速变化曲线(图 2)显示,10 m、40 m 高度的风速均有明显的“单峰型”日变化特征^[12],且变化趋势基本一致。从上午 09:00 后风速开始增大,至下午 16:00 左右达到全天风速最高点,此后风速快速下降至晚上 20:00,晚上 21:00 至次日上午 09:00 时段风速持续缓慢下降。可见,09:00~16:00 时段为曲线的波峰,是风速增大时段。

金昌站 10 m 高度逐时平均风速变化曲线可以看出,金昌站风速亦呈“单峰型”日变化特征,与厂址站 10 m、40 m 高度逐时年平均风速变化趋势基本一致。

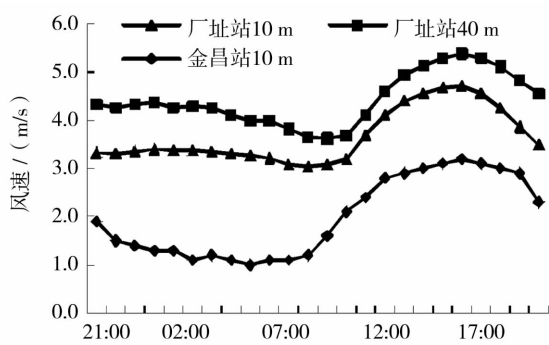


图2 厂址站(a)和金昌站(b)10 m、40 m 高度的逐时平均风速变化

Fig. 2 The hourly variation of wind speed at 10 m, 40 m height at power plant station and weather station of Jinchang

3.2.2 风向变化特征

2008年4月1日至2009年3月31日期间,厂址站10 m处NW风向最多,频率为12%,次风向为SSW,频率为11%;高度40 m处NNW风向最多,频率为12%,次风向为NW,频率为10%。可见,2个高度处主风向相差不大,但次风向差异明显。这主要是由于10 m高度的风向当风速较小时容易受下垫面乱流的影响。夏季,厂址站10 m和40 m高度主导风向和次风向均为NW和SSW,前者频率为

11%、9%,后者频率为13%、7%,2个高度上主次风向情况一致,但主风向随着高度的升高有所增强。

图3为观测期厂址站和金昌站10 m高度风向频率玫瑰图。由图3可以看出,两站主导风向完全一致,均为NW风,但次风向差异较大,厂址站为SSW,金昌站为NNW。这是由于两站距离较近,处在相同的环流背景下,一年中大部分时间受偏西北气流控制,所以主导风向相同;而次风向的差异与地形和周围环境有关,厂址站地处戈壁,四周平坦,无影响气流的障碍,而金昌站地处市郊,不规则的建筑物高度形成了粗糙的下垫面,使得空气流动受阻的同时,也会破坏水平流场分布^[13]。

3.2.3 不同条件下的风频特征

厂址站10 m高度 >3.0 m/s风向以NW为主,频率为16%,出现小时数为752;SSW风次之,频率为14%,出现小时数为666;40 m高度风速 >3.0 m/s风向以NNW为主,频率为14%,出现小时数为822,SW次之,频率为11%,出现小时数为618。10 m高度风向和40 m高度风向略有不同,但基本一致。

厂址站10 m、40 m高度风速 ≥ 4 m/s主风向和次风向跟10 m、40 m高度 >3.0 m/s的主、次各风向变化一致。

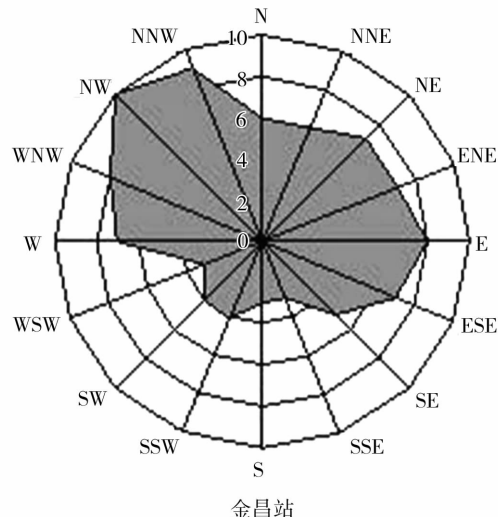
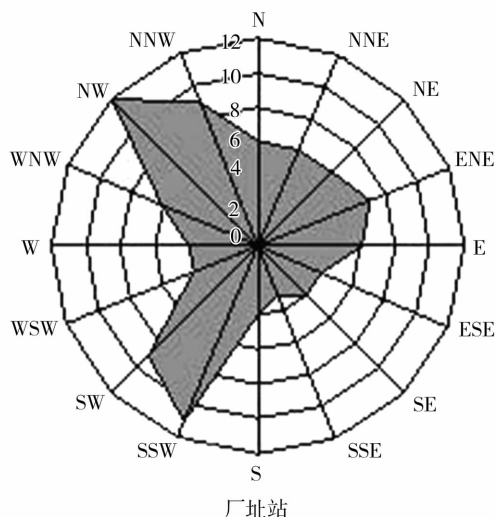


图3 观测期间10 m处厂址站和金昌站风向玫瑰图

Fig. 3 The wind roses of 10 m height at power plant and weather station of Jinchang during the observation period

3.3 高温大风特征

外界大风会造成风机的风量急剧减少,冷空气严重不足会导致汽机背压升高。因此,分析当地高温和大风时空分布特征及出现频率,对指导电厂空

冷系统的安全运行具有重要的意义^[3]。高温大风的选择条件有3种组合^[9],这里主要选取空冷系统所处位置40 m高度的高温大风条件来进行分析,见表1。

表1 40 m 高度不同组合条件下风频特征

Tab.1 The wind frequency of the 40 m height under different combination conditions

组合条件	主导风向	频率/%	小时数/h	次风向	频率/%	小时数/h
风速 ≥ 4 m/s 温度 ≥ 26 $^{\circ}\text{C}$	ENE	19	96	ESE	13	67
风速 ≥ 4 m/s 温度 ≥ 28 $^{\circ}\text{C}$	ENE	21	56	E	14	35
风速 ≥ 5 m/s 温度 ≥ 26 $^{\circ}\text{C}$	ENE	20	80	ESE	13	55
风速 ≥ 5 m/s 温度 ≥ 28 $^{\circ}\text{C}$	ENE	23	48	E	14	29

由表1可以看出:厂址站在高温大风条件下,最多风向完全一致,均为 ENE 风,次风向略有差异,分别为 ESE 和 E 风,这说明高温大风出现在同一环流背景下。高温大风情况的出现对空冷机组空冷散热十分不利,因此,在进行空冷设计时,应引起注意,选择合适的机型,以提高发电效率。

4 2 站空冷气象要素的相关性分析

不同的地形和下垫面往往造成气候差异较大。金昌市电厂与气象站相距较近,并处于同一环流背景下,但由于周围地形及下垫面特征在小尺度上有所差异,那么,2 地的空冷气象要素特征有多大的差异呢?为此,本文进行了 2 地空冷气象要素的相关分析,进而修正电厂空冷气象条件^[14]。

通过对厂址站 2008 年 4 月 1 日至 2009 年 3 月 31 日共 1 a 的逐小时不同高度气温和风速资料和金昌站同期资料的相关分析(表 2)发现,2 站点气温的相关系数在 0.9 以上,风速的相关系数在 0.8 ~ 0.9 之间。可见,2 站的气温和风速具有很好的相关性,可以将金昌站历年气象要素值订正到厂址处,得到厂址处各气象要素的历年订正值。

表2 厂址站和金昌站各气象要素的相关性分析

Tab.2 The correlation analysis of meteorological elements between Jinchang weather station and Jinchang power plant

气象要素	高度/m	回归方程	相关系数
气温	1.5	$y = 0.9819x - 0.3542$	0.9903
	40	$y = 0.882x + 2.2514$	0.9773
风速	10	$y = 0.5017x + 0.4108$	0.8662
	40	$y = 1.344x + 1.4172$	0.8491

5 典型年的选取

根据上述典型年的选取方法,首先得到金昌站最近 10 a(1999 ~ 2008 年)的年平均气温为 9.6 $^{\circ}\text{C}$,以及最近 5 a(2004 ~ 2008 年)内各年按小时气温统计的算术年平均值,见表 3。可以发现,与最近 10 a 的年平均气温最接近的年份是 2004、2005,因 2004 年的值 > 9.6 $^{\circ}\text{C}$,所以确定 2004 年作为典型年。

表3 金昌站近 5 a 各年和夏季平均气温(单位: $^{\circ}\text{C}$)Tab.3 The mean temperature in summer and of the year during 2004 - 2008 in Jinchang weather station (Unit: $^{\circ}\text{C}$)

年份	2004	2005	2006	2007	2008	1999 ~ 2008
年平均气温	9.8	9.4	10.2	9.9	9.2	9.6

6 结 论

(1)厂址站低空有逆温存在,逆温强度冬季强于夏季,在一日当中逆温从傍晚 19:00 开始,至翌日上午 09:00 结束,逆温强度在凌晨 05:00 前后达到最强,逆温最强时从 1.5 m 至 40 m 高度气温约升高 2.3 $^{\circ}\text{C}$ 。

(2)厂址站 10 m、40 m 高度的风速垂直变化表现为风速随高度的升高而增大;而风向表现为 2 个高度上的主风向变化相差不大,但次风向差异明显。

(3)厂址站和金昌站 10 m 高度观测期间主风向完全一致,但次风向有所不同,造成次风向差异的原因与地形和周围环境有关。

(4)通过对比分析,2 站的气象要素相关性较好,2 站处在相同的环流背景下,金昌站的气象资料对厂址站具有很好的代表性,可以将金昌站历年气象要素统计结果订正到厂址处,得到厂址处各气象

要素的历年订正值,为电厂空冷设计提供可靠的科学依据。

参考文献:

- [1] 孔静,王建民,张晓威. 电厂空冷气象条件的确定[J]. 华北电力技术,2010(2):10-13.
- [2] 潘新民,蔺婷婷,黄智强. 电厂空冷设计中气象观测和分析原理[J]. 干旱气象,2009,27(2):190-192.
- [3] 董旭光,王栋成,钱喜镇. 宁夏鸳鸯湖电厂空冷气象条件分析[J]. 气象科技,2006,34(6):769-773.
- [4] 滕水昌,赵明瑞,翟诚,等. 近 50a 金昌市气候逐渐转入相对暖湿分析[J]. 干旱气象,2010,28(4):411-417.
- [5] 朱正义. 关于 5 月 5 日甘肃黑风天气的情况汇报[J]. 甘肃气象,1993(3):13-15.
- [6] 张强,赵映东,张存杰. 西北干旱区水循环与水资源问题[J]. 干旱气象,2008,26(2):1-8.
- [7] 蔺婷婷,潘新民,黄智强. 空冷气象参数对比分析研究在新疆煤电化基地建设中的应用[J]. 沙漠与绿洲气象,2009,3(6):55-57.
- [8] 俞康庆,周月华,杨荆安,等. 气象要素时间序列的演化建模分析与短期气候预测[J]. 干旱气象,2005,23(4):1-6.
- [9] 何晓媛,林杨,苏静. 空冷机组气温设计典型年选取探讨[J]. 陕西气象,2009(6):15-18.
- [10] 国家能源局. 电力工程气象勘测技术规程[S]. 北京:中国计划出版社,2012.
- [11] 郑庆锋,史军. 上海地区大气贴地逆温的气候特征[J]. 干旱气象,2011,29(2):195-204.
- [12] 王勇,王澄海,陶健红,等. 甘肃酒泉地区近地层风场特征[J]. 干旱气象,2011,30(3):393-403.
- [13] 马凤莲,刘园园,周士茹,等. 从对比观测资料看城镇化对气象要素的影响[J]. 干旱气象,2011,29(2):205-210.
- [14] 秦学林. 空冷气象对比观测相关分析方法探讨[J]. 电力勘测设计,2009(1):29-33.

Analysis on Meteorological Conditions of the Air Cooling System for Thermal Power Plants of Jinchang

ZHANG Tao¹, LI Wanrong², WANG Shengyuan¹

(1. Yongchang Weather Station of Gansu, Yongchang 737200, China;
2. Jinchang Meteorological Bureau of Gansu Province, Jinchang 737100, China)

Abstract: During the survey and design process of the air-cooling power plant, the comparison of meteorological factors of air-cooling was necessary to reflect objectively the meteorological conditions of air-cooling environment. Based on air temperature, wind speed and wind direction in different height at the temporary weather station located in thermal power plant of Jinchang from April 1, 2008 to March 31, 2009 and the nearby Jinchang weather station from 1999 to 2009, the contrast analysis of meteorological data was carried out, firstly. Then, the correlations of meteorological factors between the power plant site and Jinchang weather station were studied, and the meteorological data of power plant site at nearly 10 years were reconstructed by regression models. And on this basis, the final meteorological parameters and indicators required by power plant were obtained.

Key words: air-cooling; meteorological conditions; comparison and analysis