

电厂空冷设计中气象观测和分析原理

潘新民, 蔺婷婷, 黄智强, 武疆艳

(新疆气象科技服务中心, 新疆 乌鲁木齐 830002)

摘要:阐述了空冷技术发展现状和开展空冷气象观测的原因,介绍了空冷气象观测站的组成、要求和观测内容,以及空冷气象参数对比分析研究的思路和方法,并对风、温度对空冷电厂的影响进行了初步分析。空冷电厂必须在厂址处建立临时气象观测站进行1 a以上的气象观测;空冷气象观测站要按标准规范建站,按电力设计的要求进行不同层次多要素的气象观测;通过厂址气象观测站和临近气象站的对比分析,重建电厂厂址近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;风和温度是对空冷电厂影响最大的2个气象要素。

关键词:空冷;气象观测;分析原理

中图分类号:P412.4

文献标识码:A

1 空冷概况

空冷技术最早研究和应用是德国、俄罗斯等大工业化起步较早的国家,我国最早引进空冷技术的是山西省。山西省是典型的富煤缺水地区,空冷适用于火力发电站。目前,我国空冷技术运用广泛的是缺水地区^[1],如西北^[2]、东北、华北地区等,对空冷技术优势的研究也越来越多,火电厂空冷技术的应用有了多项技术进步^[3]。空冷电厂,其冷却系统是用空气来冷却蒸汽^[4],蒸汽通过大口径的管道输送到空冷塔或空冷岛中,经过很多散热气片,风吹过这些散热气片,让蒸汽内的热量散发,使之凝结为水,回收这些水进入锅炉,进行重复使用。与水冷却方式比较,空冷具有冷源充足、并可节省冷却用水、减少环境污染和维护费用低廉的优点。空冷电站的耗水量仅为水冷电站的三分之一,对水资源严重匮乏地区非常适用,但空冷对厂址当地的气象条件要求很高。

2 空冷气象观测

由于采用空气冷却方式,气象要素是进行空冷设计和运行的重要条件之一,在诸多的气象要素中,风和温度对于建设空冷电厂是至关重要的。气象条件的适合与否会直接影响电厂发电量的大小,从而

决定着电厂经济效益的好坏^[5]。

空冷平台的摆放位置和厂区的规划设计都必须依赖于现场多年的主导风向,而夏季的高温和大风天气又会对空冷产生不利影响,其出现频率的高低会直接影响发电效率。通过气象数据结合经济数据来确定建设空冷电厂的可行性,在气象因素稳定符合的条件下,煤价是一个关键性制约因素,有绝对的经济制约性,而不同的地形地理条件产生的制约都可以通过相关的技术进行修正和改变,对建设空冷电厂不会产生制约。建空冷电厂关键是预测核准产生经济效益的好坏、产出和成本等,气象条件不符合无疑会增加空冷运行成本,影响电厂经济效益。

设计中必须参考现场所在地的气候特征。不同的地形、气候带、下垫面和周边环境造成气候的差异也较大,特别是风场变化。由于电厂厂址处没有气象站,而电厂设计需要大量的当地实测气象资料,因此首先在空冷机组所在地要进行现场观测,建立短期1 a以上的临时气象观测塔进行现场气象观测,简称空冷气象梯度风塔。

选取距离电厂最近且气候背景条件相近的气象站作为对比分析气象站,用1 a的观测资料和同期对比气象站的观测资料进行相关性分析,建立相关模式,用对比气象站的多年历史资料,重建现场的气象资料,从而分析得出现场厂址处的气候特征值来

收稿日期:2009-04-16;改回日期:2009-05-07

基金项目:新疆煤电化能源基地建设气象服务技术的研究项目资助

作者简介:潘新民(1968-),男,汉族,高级工程师,从事气象科技服务工作。

作为设计依据。

另外,空冷气象分析需要 60 m 高度内不同层次温度和风的气象资料,而气象站只有 10.5 m 处风资料和 1.5 m 处的温度资料,通过建空冷气象梯度风塔可获取不同高度的气象资料,空冷平台多在 35 ~ 40 m 之间,空冷设计中必须参考空冷平台所在高度处的气象参数。

3 空冷气象观测站的要求和观测内容

3.1 空冷气象观测站的组成

空冷气象观测站包括观测铁塔、传感器、采集器、通讯接口、电源、计算机、采集软件系统等组成^[6]。

3.2 空冷气象观测站的要求和观测内容

空冷气象观测站的建设应按照《地面气象观测规范》进行设计安装,测站位置对厂区的气象条件要具有代表性,并根据临时气象站空冷观测技术的要求,对不同高度的气象要素进行为期 1 a 以上的观测^[7]。

观测内容包括:

(1)不同高度的逐时温度(一般选取层次为距地面 1.5 m、10 m、30 m、40 m、50 m、60 m 等);

(2)不同高度的逐时风向、风速(一般选取层次为距地面 10 m、30 m、40 m、50 m、60 m 等);

(3)距地面 1.5 m 的逐时气压、湿度;

(4)人工观测项目:天气现象、降水、积雪、电线覆冰、冻土、地温、日照、蒸发等(此部分观测可选,是为现场环境评价的需要开展,需观测人员在现场按气象观测规范进行人工观测,一般采用 4 个观测时次)。

4 空冷气象参数对比分析研究的思路和方法

4.1 选取对比气象站

电厂的选址必须依赖于厂址所在地的气候背景条件,首先选取距离电厂厂区最近且属于同一气候带、自然地理条件接近、下垫面条件相似的气象站作为空冷对比分析代表站,气象站已积累了多年的气象观测资料,代表站与厂址之间地形应较为一致,没有大的高山、河谷等起伏地形^[8]。

4.2 建立空冷气象观测站和对比气象站之间的相关模型

通过 1 a 以上的现场观测数据,与对比气象站的气象要素进行对比分析,寻找空冷气象观测站各

层次风、温度等气象要素和同期观测的气象站之间的相关关系,建立相关模型^[9]。

例如最常用的是气候统计原理,假设 X 代表对比气象站某气象要素、 Y 代表电厂厂址气象要素,以现场 1 a 的观测作为对比观测期,建立一元线性回归方程: $Y = a + bX$,回归系数用最小二乘法确定,从而建立风、温度等要素的气象站和电厂厂址风塔各层、各月的相关性方程。

4.3 资料反演

一般以近 10 a 的逐时资料代表近期的气候背景条件^[10],利用相关模型,以对比气象站近 10 a 的 24 h 逐时观测气象要素值,计算反演出电厂厂址近 10 a 的温度、风等逐时气象要素值。如果对比气象站无逐时观测资料,可在厂址临近地区多选几个对比气象站进行相关分析,最终选取相关较好且有逐时观测资料的气象站作为对比分析站。

4.4 反演资料的分析

对反演出的近 10 a 的厂址气象资料,进行特征分析,得出电厂设计所需的各种气象参数指标,为电力设计提供有力的气象参考依据。

5 风、温度对空冷电厂的影响

5.1 温度对空冷电厂的主要影响

温度决定了效益。发电机组的一个重要的技术数据叫汽轮机的阻塞背压值,它和汽轮机的冷却效果有直接的关系。在冬季,气温在 $-7 \sim -10$ °C 之间电厂的发电效益值最高,低于阻塞背压值的温度,就达不到很好的冷却效果,而且这时还要考虑散热器的防冻抗冻问题。在夏季,空冷岛有一个设计温度和安全满发的运行温度,这个设计温度要根据当地气象资料来设计。如果电厂 1 a 之内有 200 h 不满发,这个时候对应的温度就是该地夏季最高温度,新疆目前这个温度在 $33 \sim 36$ °C 范围内,它是空冷电厂安全满发运行的临界温度,超过这个温度就会造成电厂生产系统和工艺系统不能正常运行。

5.2 风对空冷电厂的主要影响

风是建设空冷电厂最关键的气候因素,相对于温度它具有不可控性,空冷设计一般是通过统计当地 10 a 发生频率的分析来统计风特征值,找出代表常值,根据主导风向和次主导风向来设计确定电厂的位置,电厂的朝向是迎着风的方向,同时要避免次主导风向为逆向。空冷岛的抗风能力一般在 6 m/s ,随着风速的增加,电厂的满发能力就会下降。风和温度密切相关,当气温达到临界温度 36 °C,外界风 $< 6 \text{ m/s}$,这时机组能够正常运行,发电量也不会

受到太大影响。假如温度达到了临界温度,外界风 $>6 \text{ m/s}$,这时风速越大造成的负面影响就越大,当 $\geq 9 \text{ m/s}$ 时会导致机组停机,电网中断,造成危及电网安全的恶性后果。所以空冷电厂不能够建在风速太大或大风天气过多的地区。风温组合不同,电机的发电量不同,安全性不同。临界值外界温度 $>36 \text{ }^\circ\text{C}$,外界风速 $>6 \text{ m/s}$,就会危及电厂安全,所以大风和高温是空冷电厂设计的最为重要的参考因素。

6 观测和分析中注意的问题

目前新疆已建成十几个空冷气象观测塔,在空冷塔建设中应注意下面 2 个问题:

(1)空冷气象观测塔位置的选择要力求具有本区域气象条件的代表性,同时要考虑到通讯传输问题;

(2)由于自动气象站各地建站时间不一致,例如新疆的气象台站多数从 2005 年开始有 24 h 的逐时观测资料,进行资料反演时,尽量采用有逐时观测的年代(基本要保证有 4~5 a 逐时观测)资料进行反演而不采用近 10 a 4 次观测资料进行计算^[8]。

7 小结

(1)电厂空冷设计必须依赖现场的气象条件,通过空冷气象观测和对比分析得到最终电力设计所需的各种气象参数和指标。

(2)电厂设计需要大量的厂址现场的实测气象资料,因此首先在空冷机组所在地建立短期 1 a 以上的临时气象观测站进行现场气象观测。

(3)空冷气象观测站要按标准规范建站,按电力设计的要求进行不同层次多要素的气象观测。

(4)通过厂址气象观测站和临近气象站的对比

分析,重建电厂厂址近 10 a 的气象资料,找出电力设计最终所需的各种气象参数和指标。

(5)空冷气象分析需要 60 m 内不同层次温度和风的气象资料,通过建空冷气象梯度风塔可获取不同高度的气象资料,空冷平台多在 35~40 m 之间,空冷设计中必须参考空冷平台所在高度处的气象参数。空冷气象观测开展的研究分析工作不仅仅是为空冷工程提供气象参数设计指标,而且还可以涉及到未来的气候变化影响评估、生态环境影响评估等。

(6)风和温度是对空冷电厂影响最大的 2 个气象要素。

参考文献:

- [1] 李育宁,蒋文军,吴栋.空冷电厂技术在我国的发展[J].中国高新技术,2008(11):80-81.
- [2] 张强,赵映东,张存杰,等.西北干旱区水循环与水资源问题[J].干旱气象,2008,26(2):1-8.
- [3] 王佩璋.我国火力发电厂直接空冷技术发展[J].电力设备,2007(11):52-56.
- [4] 马义伟,刘纪福,钱辉广.空气冷却器[M].北京:化学工业出版社,1982.
- [5] 高增宝,彭继业.空冷技术在华北电网的应用[J].华北电力技术,1995(8):25-27.
- [6] 中国气象局.地面气象观测规范[M].北京:气象出版社,2008.3.
- [7] 张良忠,熊海星,尹亮,等.电力工程气象勘测技术规程[M].北京:中国电力出版社,2002.8-18.
- [8] 电力工程水文技术规程[M].北京:电力出版社,2009.104-107.
- [9] 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.
- [10] 秦学林.空冷气象对比观测相关分析方法探讨[M].北京:电力出版社,2009.29-33.

Meteorology Observation and Principle Introduction of Air-cooling Design in Air-cooling Power Plant

PAN Xinmin, LIN Tingting, HUANG Zhiqiang, WU Jiangyan

(Xinjiang Meteorological Science and Technology Service Center, Urumqi 830002, China)

Abstract: Firstly, the air-cooling technical status quo and the reason of developing air-cooling meteorological observation are introduced in the paper. Secondly, the requirement and observation content of air-cooling meteorological observation station are suggested, as well as the idea of the air-cooling meteorological parameters contrast analysis is put forward, then the influence of wind and temperature on air-cooling power plant is analyzed simply. Major conclusion includes: The temporary (more than one year) meteorological observation in the place of the plant site must be carried out, and the different level and more elements observations should be observed according to power design of the plant; Through contrast analysis of the observations in the plant site and meteorological station close to the plant, the ten years meteorological information of the plant site is rebuilt to analyse various meteorological parameters and index which should reach the power design demand. Wind and temperature are the major meteorological influence factors of the air-cooling power plant.

Key words: air-cooling; meteorological observation; principle analysis