空冷汽轮机设计气温确定方法探讨

陈立军¹,徐超¹,王莹¹,杜箭²,米利俊¹

1. 东北电力大学节能与测控技术研究中心,吉林 吉林 132012

2. 国电吉林热电厂,吉林 吉林 132012

[摘要] 阐述了计算空冷汽轮机设计气温目前已有的几种方法,并提出了以空冷汽轮机组全年利用小时数为依据的利用小时数加权平均法。通过实例,得出了各种方法确定的设计气温值。对计算结果分析论证后认为,利用小时数加权平均法计算空冷汽轮机设计气温较合理。

[关键词] 空冷汽轮机;设计气温;冷却;年利用小时

[中图分类号] TK264.1

[文献标识码] A

[文章编号] 1002-3364(2011)07-0045-03

[DOI 编号] 10.3969/j.issn.1002-3364.2011.07.045

AN APPROACH TO THE METHOD FOR DETERMINING THE DESIGNED AIR TEMPERATURE FOR AIR-COOLED TURBINES

CHEN Lijun¹, XU Chao¹, WANG Ying¹, DU Jian², MI Lijun¹

1. Research Centre of Energy-saving, Measuring and Control Technologies, North-east China Electric Power University, Jilin 132012, Jilin Province, PRC

2. Guodian Jilin Power Plant, Jilin 132012, Jilin Province, PRC

Abstract: Several methods existing at present for calculating the designed air temperature for air-cooled turbines have been expounded, and a utilization hours weighed averaging method taking utilization hours in one whole year as the practical examples, the determined values from various methods have been obtained, it is believed from analysis and evaluation that the weighted averaging method of utilization hours is more suitable to calculate the designed air temperature of the air-cooled turbines.

Key words: air-cooled turbine; designed air temperature; cooling; utilization hours in one year

在空冷汽轮机及其排汽冷却系统的设计中,合理地选取当地大气温度(指干球温度)的某一个代表值即为设计气温。设计气温的选取采用最近5年的气象资料中典型年的小时气温分布,现行空冷系统设计中的气温典型年的选择方法是:根据气温资料,计算最近多年(一般为近10~20年)平均气温,计算最近5年内各年

按小时气温统计的算术年平均值,将此气温算术年平均值逐一与多年平均气温比较,以其中与多年平均气温相等或最接近者作为典型年^[1]。设计气温的选取还应综合考虑燃料价格、装机性质、气候变化趋势等多种因素^[2]。

基金项目: 国家重点基础研究发展规划基金项目(2007CB206904),中国华能集团公司科学技术项目(HNKJ08-H32),东北电力大学博士基金项目(BSJXM-201005)。

作者简介: 陈立军(1968-),男,博士,教授,从事节能技术及其评价和检测新技术的教学与研究。

E-mail: chenlj0507@126.com

1 设计气温的确定方法

设计气温的确定首先应收集厂址附近近5年的小时气温分布资料,取具有代表性的典型年的小时气温分布制成典型年的小时-气温分布表,然后将根据电站调度曲线和负荷模式整理出的数据复合到小时-气温分布表上,对应出典型年的小时-气温-负荷分布表(表1)。

空冷电厂的设计气温目前在有关设计规范中没有规定确定方法,现介绍如下几种确定方法。

(1)6 000 h 法 将典型年的小时-气温分布表绘

制成典型年的小时-气温历时频率曲线,从低温到高温找出6 000 h所对应的气温作为设计气温。

(2)年平均气温法 在典型年的小时-气温历时频率曲线上从左至右取高温区面积与低温区面积相等的点对应的气温为设计气温。

(3)+5℃以上加权平均气温法 在典型年的小时-气温分布表上从+5℃至最高值取其加权平均值作为设计气温。

(4)+5℃以上全年加权平均法 在典型年的小时-气温分布表上将+5℃以下的气温按+5℃计算,+5℃以上的气温按实际气温计算,从+5℃至最高值取其加权平均值作为设计气温。

表1 典型年小时-气温-负荷分布

温度/℃	全年小时数/h	递增累积数/h	递减累积数/h	运行工况/h			运行小时数/h	利用小时数/h
				100%	75%	50%		
-33.5~-32.6	1	1	8 760	0.9	0	0	0.9	0.9
-32.6~-31.6	1	2	8 759	0.9	0	0	0.9	0.9
-31.5~-30.6	2	4	8 758	1.7	0	0	1.7	1.7
.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.
37.6~38.5	3	8 759	4	0	1.6	0	1.6	1.2
38.6~39.5	1	8 760	1	0	0.5	0	0.5	0.4

除上述几种方法外,还有30%频率曲线法和年发电量最大法。30%频率曲线法与6 000 h法同属经验取值方法,计算结果比较接近(按每年8 760 h计算,6 000 h所对应的点为31.5%),可根据具体情况选择其中的一种。年发电量的大小与散热面积有关,用年发电量最大法确定设计气温需要对电站冷端参数进行综合优化。

《空冷电站设计导则》中建议:“按100%负荷模式的小时数加权平均值作为汽轮机的设计气温”,并规定100%负荷模式是指电站年负荷分配中汽轮机功率范围在85%~105%额定功率运行的小时数^[3]。因此,本文提出采用利用小时数加权平均法作为设计气温的确定方法,即在典型年的小时-气温-负荷分布表上从最低气温到最高气温按利用小时数求加权平均值。

2 实例计算及分析

结合白城、大板、众和、乌拉山4个电厂所在地区典型年的小时-气温-负荷分布表进行计算,结果见表

2。由表2可见:+5℃以上加权平均法计算出的结果最高,+5℃以上全年加权平均法计算出的结果最低,两者相差5℃以上。6 000 h法的计算结果比+5℃以上加权平均法的计算结果低1℃左右。利用小时数加权平均法的计算结果呈现出比较均匀的梯度分布。

机组要想获得良好的经济性,设计气温的值既不能过高也不能过低,过高使空冷凝汽器体积增大,过低使全年不满发小时数过多^[4]。它的值应该反映机组的实际运行情况,+5℃以上加权平均法将+5℃以下机组的运行情况直接舍去,不符合机组的实际运行情况,因而用其确定设计气温不合适。

6 000 h法是一种简单的经验取值方法,是为了保证机组年满发6 000 h,此方法只适用于我国的北方地区,不适合年平均气温比较高的地区。在这些地区采用此方法将得到一个很高的数值,影响其技术经济性。虽然以6 000 h法确定的设计气温并不精确,但在初步设计阶段仍可采用6 000 h法作为初步设计阶段的投资概算。

表 2 设计气温计算实例

厂名	电厂容量 /MW	6 000 h 法 /℃	已有的确定方法			本文提出的方法
			年平均气温法 /℃	+5℃以上加权 平均法/℃	+5℃以上全年 加权平均法/℃	利用小时数加权 平均法/℃
白城电厂	2×660	15.68	13.04	17.95	9.75	11.91
大板电厂	2×600	15.31	13.77	16.52	11.84	14.81
众和电厂	2×150	18.75	19.33	19.58	13.72	16.30
乌拉山电厂	2×300	17.34	19.27	18.02	12.96	13.76

年平均气温法是一种作图方法,适用于小时-气温频率曲线中高温区面积是低温区面积 2 倍的特殊情况,此方法不适合作为一般方法推广^[5]。

+5℃以上全年加权平均法假定气温低于+5℃时的运行气温都是+5℃,+5℃以上的气温按实际气温计算。虽然+5℃是空冷系统安全、经济运行的分界点,这时候空冷系统不会发生冻害,汽轮机的背压接近阻塞背压,机组的出力最大,但是将+5℃以下的运行气温假定为在+5℃下运行不符合机组实际运行工况。

汽轮机组的利用小时数是根据任一地区的典型机组的年实际运行工况,包括每年 100%负荷、75%负荷和 50%负荷的运行时间的统计结果,运行小时数代表了某一个地区所有机组最典型的运行工况。用利用小时数加权平均法将小时-气温-负荷分布表上的温度按机组实际的利用小时数求加权平均值,反映了机组对全年温度小时数的实际利用情况,因此此方法可以作为一般方法推广使用。

利用小时数加权平均法的计算结果反映了我国三北地区设计气温的不同:白城电厂、乌拉山电厂、众和电厂分别位于我国的东北、华北及西北地区,用利用小时数加权平均法的计算结果分别是 12、14、16℃,呈现出一定的梯度分布,符合一些专家建议在我国的三北

地区将直接空冷机组设计气温分为 3 个档次的建议^[6]。

3 结 论

(1) 利用小时数加权平均法反映了机组对全年温度小时数的实际利用情况,实例计算表明以此作为确定设计气温的方法是合适的。

(2) 采用利用小时数加权平均法符合将我国三北地区直接空冷机组的设计气温分为 3 个档次的建议,并为此提供了支持。

[参 考 文 献]

- [1] 胡琳,李占斌,何晓媛.空冷机组气温设计典型年选取探讨[J].中国电机工程学报,2009,29(35):45-48.
- [2] 高增宝.关于空冷机组背压选择的问题[J].电力建设,2002,23(4):4-8.
- [3] DL/T 5521-2006,空冷电站设计导则[S].
- [4] 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):8-10.
- [5] 刘乃铎.空冷发电厂设计气温的选择[J].电力建设,2000,21(07):28-29.
- [6] 陈建功.直接空冷系统主要设计参数确定研究[J].电力勘测设计,2006(5):10-16.

(上接第 27 页)

- [7] 刘儒勋,王志峰.数值模拟方法和运动界面追踪[M].合肥:中国科学技术大学出版社,2001.
- [8] Yakhot V,Orzag S A. Renormalization group analysis of turbulence,basic theory[J].J Science Comput,1986,1:3-11.

- [9] Brackbill J U. A continuum method for modeling surface tension [J]. Journal of Computational Physics,1992,100(3):335-354.
- [10] 陈天华.数字图像处理[M].北京:清华大学出版社,2007:268-269.