

一种提高防冻效果的间冷塔温度场监测系统测温组件及布置方法

张文超

(山西昱光发电有限责任公司 山西 朔州 036900)

摘要: 文章介绍了一种提高防冻效果的间冷塔温度场监测系统测温组件及布置方法, 该方法可通过优化温度测点的布置方式, 有效监测散热器管束的危险区域, 提高了间冷温度监测系统防冻的有效性, 在不增加测点的前提下增强了防冻预警的效果。

关键词: 防冻; 布置方式; 监测; 有效性

1 项目背景

随着我国西部大开发、西电东送通道的开通, 我国北方地区的晋、陕、宁、蒙等省区的电力工业得到迅猛发展, 而建设大型火力发电厂需要充足的冷却水源。这些地区的优势是煤炭资源丰富, 劣势是水资源匮乏, 利用丰富的煤炭资源和有限的水资源发展火电工业, 就需要采用新的冷却方式来排放废热。空冷系统技术逐渐成熟, 节水效果显著, 可调效果好。因此, 在山西、内蒙古等产煤区所新建单机容量为 300MW 以上机组的电厂多采用空冷技术。但是北方地区发电厂所建的空冷系统冬季运行时都面临着防冻问题, 尤其是间接空冷系统, 由于两次换热, 中间由水作为换热介质, 冬季运行中如果发生冻结将会造成很大损失, 后果非常严重。

对间接空冷系统增加温度场监测是一种很重要的防冻手段, 就好比为操作人员增加了眼睛, 并且实时的温度场监测系统能够替代人工巡检, 节省劳动力, 改善劳动环境。间接空冷温度场监测系统是一种总线式结构的监测系统, 即多个温度传感器连接到一条总线, 并且通过总线传输信号。这样在一套监测系统中就可以容纳很多温度测点, 而系统的连接和传输电缆增加得很少, 系统非常简单。图 1 所示为一个间接空冷温度场监测系统及测温组件的基本构成。

但是, 当前大部分间冷塔散热器管束温度监测系统不够完善, 主要存在以下问题:

(1) 缺乏对散热管束温度的有效监测, 系统参数监测不全面;

(2) 管束监测系统测点布置方案不合理, 或简单地采用等距分布不能有效地监测管束容易冻结的位置;

(3) 由于缺少监测或测点布置不合理, 系统调整手段不足, 从而造成设备损害等。

2 项目目的

这一项目的目的在于制作一种间冷塔散热管束温度监测系统温度测点不等间距分布测温组件, 温度测点不等间距分布的测温组件不等于任意间距分布, 而是根据间冷塔的防冻实际情况有利于发挥监测系统防冻效果的分布方法。通过对间冷塔内的气流情况进行分析, 并在有限温度测点的情况下, 合理地布置于冷却管束的位置上, 替代部分原有均匀分布测点或者其他不合理的测点分布方式。该系统通过优化测点的分布方式, 提高了温度测点的利用效率, 可以更加精准地实现对间冷散热管束关键位置的监测情况; 同时可以实现对间冷塔散热管束的风险预警, 在相同测点布置的情况下既满足了经济性, 又提高了设备运行的安全性。

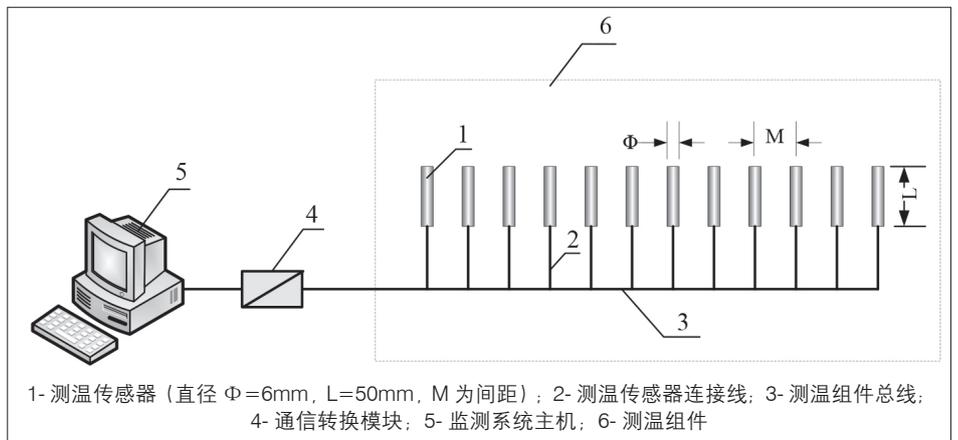


图 1 间接空冷温度场监测系统及测温组件基本构成图

3 工程范围及内容

根据对间接空冷发生冻结的分析，在间接空冷散热管束回水末端约 1.5m 高度布置一排温度测点对管束温度分布进行监测，可以达到防冻监测预警的目的。

间冷扇区管束温度监测系统采用总线式传感器网络系统。温度传感器采用探头式结构，探头由 $\phi 6 \times 50\text{mm}$ 不锈钢封装，通过连接线连接到总线上，总线布置在管束区域，沿管束的翅片安装。

每个冷却三角形安装 12 个温度传感器，因此 12 个传感器并联构成一组。1 ~ 6 号传感器安装于一个冷却三角的一个冷却柱上，7 ~ 12 号探头安装于另一个冷却柱上。监测组件由 1 条总线和 12 个支线组成，每个支线长度 0.35m 左右，每条支线连接一个温度传感器探头。温度传感器与总线的连接是完全密封的，防水防尘，保证系统长期无故障运行。温度组件的总线敷设进入电缆廊道的电缆桥架中，图 2 所示为测点分布安装图。

每个冷却三角中温度测点的分布方式，靠近冷却三角边缘测点加密分布，以一个冷却柱为例，其分布见表。

表 以冷却柱为例，冷却三角中温度测点分布

测点号	1	2	3	4	5	6
翅片管号	3	8	14	21	29	38
近百叶窗位置	外边缘					三角顶部边缘

整个 3# 机间冷却塔 1、5、6 运行扇区进行温度监测系统改造，单个冷却三角一层布置 12 个温度点，单个扇区有 16 个冷却三角（6 号扇区 15 个冷却三角），单个扇区需布置 192 个温度点（6 号扇区 180 个温度点）。对 3 个扇区进行总体改造后，总计 564 个监测点。

温度传感器通过一个集热块贴基管的管壁安装，集热块、传感器和翅片管采用“U 形卡+弹簧”的方式绑紧固定，U 形卡采用小于 2mm 直径的金属制作，用螺母拧紧，弹簧的夹紧作用保证散热器的热胀冷缩也能始终保持贴紧散热面。曲面与基管贴合界面、导热块与传

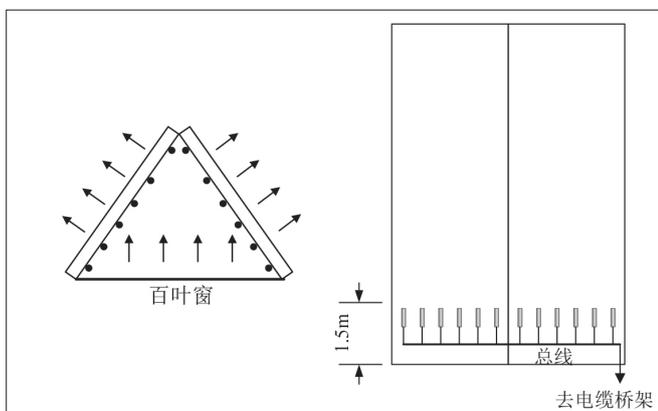


图 2 测点分布安装图

感器的贴合界面增加软性导热片填充缝隙。

传感器上方加装防风盒，用于挡住直接吹在传感器表面的大风，使测量温度不受环境风的影响，防风盒内填充泡沫胶隔热材料。

传感器引线、管束区域布置的总线用小的特制铝卡片固定在散热器翅片上，用 M5 × 20 的自攻螺丝拧入翅片的凸形环中。总线从冷却三角一个角的缝隙或专门的引出孔引出至冷却三角下面的电缆桥架，汇总到采集器。

采集器安装在散热器下方电缆桥架附近的立柱上。采集器与采集器之间的通讯线及采集器供电电源线顺着电缆线桥架布置。采集器安放在不锈钢防水机箱内，防护级别 IP65。

采集器工作需要 24V 直流电源，现场安装电源箱负责将 220V 交流电源转换为 24V 直流电给采集器供电。220V 交流电源就地通过电控柜取用。

主控电脑安装在工程师站，主控电脑采用研华工控机，4G 内存，500G 硬盘，主频 3.2G，6 个串行通讯接口。显示器满足招标文件要求，显示器与厂内现有一致。温度监测系统支持 MODBUS 协议进行通讯，可将空冷温度场的测温数据上传到 DCS 系统。

从间冷却塔到电子间夹层或主控室敷设光纤，在间冷却塔和主控室分设光纤转换器，分别实现光电转换、传输信号，在主控室显示间冷却塔温度监测数据或者从现场直接敷设光纤至主控室。

4 技术内容

为达到上述目的，本实用新型提供了一种间冷却塔散热管束温度测点根据间冷管束防冻特点分布测温点的测温组件。该测温组件主要应用于间冷却塔管束温度场监测系统。所述间冷却塔散热器包括多个冷却三角；所述冷却三角主要包含百叶窗装置、换热管束及翅片，换热管束分左右两个冷却柱，冷却柱的高度为 H，宽度为 W，百叶窗及两组冷却柱组成一个等腰三角形向上延伸的三棱柱形状冷却装置，称为冷却三角形散热装置，多个冷却三角形在冷却塔下部垂直围绕塔筒圆形布置一周。

冷却风经过百叶窗吹到冷却三角内部，再通过两组冷却柱换热后，热风流出冷却三角形，每面冷却柱的迎风面横向布置 40 根换热翅片管，左右两个冷却柱共布置 80 根翅片管，前后沿空气流动方向有 4 排冷却管。所述间冷却塔管束温度场监测系统安装在冷却柱的进风面 40 根冷却管的部分冷却管束上，每个冷却柱安装 6 个温度测点，左右 2 个冷却柱需要安装 12 个温度测点。所述间冷却塔管束温度场监测系统包括测控主机、通信模块、测温组件及总线、测温探头及连接线；所述测温组件为安装到间冷却塔散热管束的温度传感器和总线，所述测温

探头由测温传感器和连接线组成，每个测温传感器都单独连接到总线；所述间冷却塔管束安装的温度传感器装置包括采用数字式温度传感器、热电阻等对温度敏感的器件；所述温度传感器与间冷却塔散热管束通过接触的方式进行测量，间冷却塔管束温度通过数据传输方式将温度数据传递出去，供人员进行防冻预判使用。

前述一种提高防冻效果的间冷却塔温度场监测系统布置方法为，在每个冷却三角散热器迎风面下部距管束下端1.5m高度布置温度测点，每个冷却三角形散热器布置12个测点，冷却三角左右的两组冷却柱各布置一半温度测点，即每个冷却柱布置6个测点，距离百叶窗越近的位置测点密度越大，测点间距示例但不限于按如下方法布置：每个测点安装在距离边缘管束第3、第8、第14、第21、第29和第38根管束的位置，测点之间间距为不均等分布，将测点更加集中于外侧的管束，提高了测点的利用效率。

前述一种提高防冻效果的间冷却塔温度场监测系统测温组件的结构如图3所示。间冷却塔冷却散热器翅片管的间距为A，测温组件的温度传感器通过其连接线按A的整倍数间距接到总线上。

前述一种间冷却塔散热器管束温度场温度测点布置工艺方法中，所述间冷却塔散热器管束温度场温度测点布置工艺方法特征在于：自然风经过冷却三角百叶窗后会在百叶窗的边缘位置形成涡旋，越靠近百叶窗位置，形成的涡旋风速越大，散热器换热的效率越高，管束内水的温度越低。因此在靠近百叶窗的位置适当增加测点的密度，对低温区域的管束进线更加密集地监测，同时在其其他区域也布置部分测点，形成对同一高度管束温度的整体监测。本实用新型测点布置方式如图4所示。

5 优点和积极效果

本实用新型的有益效果包括：

- (1) 利用本实用新型，通过温度传感器的不均等分布，替代原来传感器均匀分布的方式，相同测点的情况下，可以更加精准全面地表述管束的状态；
- (2) 利用本实用新型，实现了在达到同样监测效果的情况下，减少了设备和预算的投入；

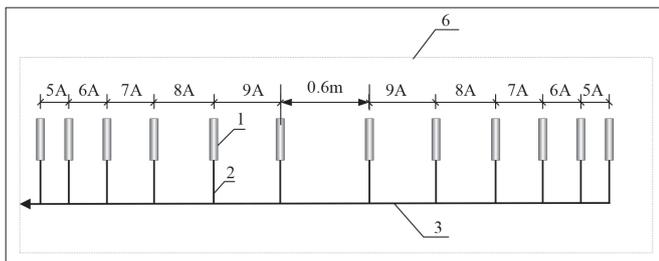


图3 测温组件结构图

(3) 利用本实用新型，提高了温度传感器的利用效率；

(4) 利用本实用新型，可以充分提高间冷却塔冷却系统冬季运行的安全性；

(5) 本实用新型在煤资源丰富、存在大型燃煤发电机组且采用间接冷却方式的北方地区具有极大的优势。

6 实施方式举例

下面结合具体实施方式，并参照图2和图3，对本实用新型作进一步的详细说明。

本实用新型一种间冷却塔散热器管束温度场温度测点布置工艺方法。

所述间冷却塔散热器包括百叶窗7、换热器管8、散热器翅片9，散热器管内流动液体水，自然风通过百叶窗进入，从换热器翅片交换热量后流出。

所述温度场温度测点1的布置工艺方式，测点布置于距离百叶窗第3根、第8根、第14根、第21根、第29根和第38根，这样距离百叶窗越近的位置测点密度则越大。

当自然风经过百叶窗进入冷却三角内部后，会在靠近百叶窗的位置形成涡流，靠近百叶窗空气涡旋风速较大，与翅片换热比较充分，换热器管内的液体温度降低比较多，整体温度偏低，在此处温度传感器的测点密度较大可以更有效地覆盖低温区域。

综上所述，对于本实用新型提出的一种间冷却塔散热器管束温度场温度测点布置工艺方法，通过优化测点的布置方式，可以有效地监测散热器管束的低温区域，提高了测点的利用率，在保证不增加测点的前提下，增加了监测设备的有效性。

7 可替代方案

以上所述的具体实施案例，对本实用新型的目的、技术方案和进行了进一步详细说明，但是本实用新型并不局限于上述的具体实施方式。上述的具体实施方式仅是示意性的，而不是限制性的。在本实用新型的启示下，还可做出很多变形和改进等，这些均属于本实用新型的保护范围之内。

8 权利要求

- (1) 一种提高防冻效果的间冷却塔温度场监测系统及布置方法，其特征在于温度场监测系统包含测温组件、通信转换模块、主控计算机，测温组件包含12个温度测点，水平安装于间冷却塔冷却三角散热管束下端的翅片管上，测温点高度1.5m；
- (2) 根据权利要求(1)所述的测温组件，其特征在于测温组件的温度测点分为2组，每组6点，左侧一

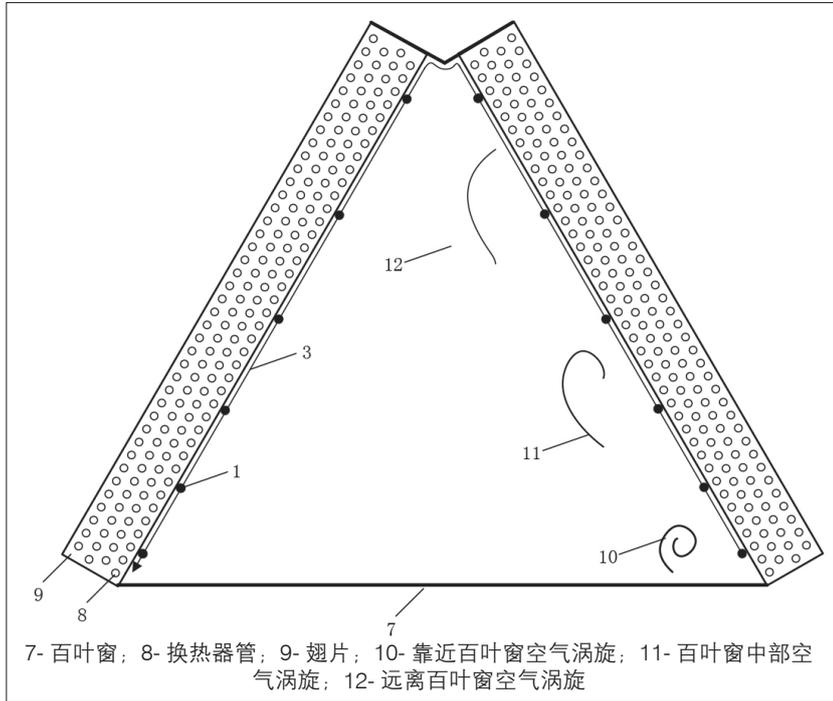


图4 布置方式示意图

组的间距为 5A、6A、7A、8A、9A，右侧一组的间距为 9A、8A、7A、6A、5A；

(3) 根据权利要求 (1)，测温组件的温度测点布置于冷却三角左右冷却柱散热器上，距离百叶窗越近的位置

测点密度越大，布置间距示例但不限于：测点布置于距离百叶窗第 3 根、第 8 根、第 14 根、第 21 根、第 29 根和第 38 根翅片管上。

9 结语

通过本次改造，在冬季机组深调期间给运行人员提供了有力的监视手段，循环水及背压调节有了可靠的保障，当温度发生异常时第一时间发出预警，提升了机组的经济性和安全性。

参考文献：

[1] 邢照凯，高红丽．低温天气下间接空冷系统控制策略研究 [J]．现代工业经济和信
息化，2016，6(23)：69-70.

[2] 顾红芳，王海军，陈琦，顾玉强．百叶窗开度对间接空气冷却塔冬季防冻的影响 [J]．热
力发电，2016，45(04)：70-75.

作者简介：张文超（1988.10-），男，汉族，吉林省吉林市人，本科，工程师，研究方向：电厂热工自动控制、一次调频、电力安全防护监控。

