

# 热电厂热控专业热工信号干扰问题及解决办法

李振鑫, 李建伟, 樊权乐

华能兰州热电有限责任公司, 甘肃 兰州 730104

**摘要:** 热电厂作为一个重要的工业基础设施, 在能源生产和供应中扮演着至关重要的角色, 为了确保稳定高效的运行, 热控系统对于监测和调节锅炉、汽轮机等关键设备的温度和压力参数至关重要。由此本文对热电厂热控专业中热工信号的相互干扰进行较为深入的研究, 通过对电磁干扰、电源干扰、接地干扰、信号线干扰等干扰源的分析, 阐明热力信号干扰对测量精度、控制可靠性以及设备维修和故障诊断的影响, 研究采用硬件监控与软件分析相结合的方法, 希望可以火电厂热控系统的稳定运行提供强有力的保证。

**关键词:** 热电厂; 热控专业; 热工信号干扰; 解决办法

## Thermal Power Plant Thermal Control Professional Thermal Signal Interference Problem and Solutions

Li Zhenxin, Li Jianwei, Fan Quanle

Huaneng Lanzhou Thermal power Co., LTD. Lanzhou, Gansu 730104

**Abstract:** As an important industrial infrastructure, the thermal power plant plays a vital role in energy production and supply. In order to ensure stable and efficient operation, the thermal control system is crucial for monitoring and adjusting the temperature and pressure parameters of key equipment such as boilers and steam turbines. In this paper, the research of the thermal signals in the analysis of interference sources, electromagnetic interference, power interference, ground interference, signal line interference, clarify the thermal signal interference on measurement accuracy, control reliability and equipment maintenance and fault diagnosis, research using the method of combining hardware monitoring and software analysis, hope to provide a strong guarantee for the stable operation of the thermal control system in thermal power plant.

**Keywords:** thermal power plant; thermal control specialty; thermal signal interference; solution

## 引言

在热电厂的生产过程中, 热控系统是一个非常重要的组成部分, 它承担着准确的测量、控制和监控各项热工参数的任务, 能够保证整个过程的安全、稳定、高效。但是热电厂的热控专家往往会遇到热工信号的扰动, 造成测试数据不准确以及控制指令错误, 从而引起设备故障或停机, 对热电厂的正常运行造成很大的影响。因此本文对热力系统中的热信号扰动问题进行深入研究, 寻求有效的处理办法是一项非常有意义的工作。

## 一、热电厂热控系统的重要性

热电厂的热控系统通过多种传感器和仪器, 能够实时地获取热工参数, 如温度、压力、流量、液位等, 并将这些信息发送给控制系统, 使其能够按照预先设定的控制策略, 对各个执行器(如阀门、泵、风机等)的工作状态进行调整, 达到对整个热动力生产过程的精准调控。比如在锅炉的燃烧控制系统中, 要对炉膛温度、烟气含氧量等进行精确测量, 才能对煤粉和送风进行合理的调整, 从而确保锅炉的高效、稳定运行; 在汽轮机控制系统中工作人员需要对汽轮机的速度、蒸汽压力、水温等参数进行准确的监控, 以实现机组的高效、稳定运行。但是当热控系统发生故

障或信号被扰动时, 整个热动力生产过程就会失控, 从而引起设备损伤、生产中断、能源浪费, 甚至危及人身安全等一系列严重后果。

## 二、热工信号干扰源的类型分析

### 1. 电磁干扰

热电厂中有许多电机、变压器、电焊机、通讯等电器设备及电磁辐射源, 这些装置在工作时会形成较强的交变电磁场, 当高温工作用电缆接近其时, 能够在其内部引入扰动 EMF, 进而影响热工信号的传输品质。比如在大容量电动机起动过程中会在瞬间

作者简介: 李振鑫(1993.09-), 男, 汉族, 甘肃省平凉市庄浪县人, 大学本科, 工程师, 现从事火电厂热控专业一线工作。

形成较强的磁场，从而引起周围热工仪器的测量数据的起伏和畸变。同时闪电还是一种很强的 EMI 源，其释放的电磁波可以通过空间辐射、传导等途径侵入热控系统，对热工信号产生严重的扰动，甚至导致器件的损伤。<sup>[1]</sup>

## 2. 电源干扰

热电厂的供电方式是比较稳定的，但是也会有一定的干扰。一方面电网电压波动、尖峰脉冲以及浪涌等现象普遍存在，这些不稳的供电电压会对热控装置的正常运行产生不利的影响，造成热工信息的获取与处理误差。比如在电网中发生过电压过大时，热控仪器的功率模块会受到一定的冲击，从而导致仪器输出不正确的信号。另一方面电力系统中存在着不可忽视的谐波污染，热电厂采用大量的非线性负荷装置（如变频器、整流器等），它们会将谐波输入到电网中导致电网的阻抗上出现谐波电压下降，从而使电源电压波形发生畸变，影响热控设备的供电质量以及干扰热工信号的传输和处理。

## 3. 接地干扰

在热电厂的热控系统中，接地系统是保证设备安全可靠、信号可靠传送的关键，但若接地设计不当或施工不当，极易引起接地干扰。在实际应用中，工程人员通常会遇到多点接地造成的地电势循环扰动，以及由于接地电阻太大而造成的信号不稳。比如热控装置各部件单独接地、其接地电阻大小不一，热控信号在传递过程中将遭受地电势环流的影响，造成信号误差增加，甚至造成信号传递中断。

## 4. 信号线路干扰

热电厂的热工信号线路分布范围广，经常要经过复杂的电磁环境及物理空间，由此受各种因素影响较大。多条信号线间互相串扰是一种普遍存在的现象，即多条信号线并联排列，彼此间存在着电磁耦合效应，导致信号在传输过程中产生相互干扰。比如在电力系统中如果不对电力系统进行有效的绝缘，这些电力系统中就会存在大量的电力信号，另外由于信号线路的损坏、接头松动或接触不良都会使信号的传输品质变差，同时还会引起外部的干扰。

## 三、热工信号干扰对热电厂热控系统的影响

### 1. 对测量准确性的影响

热力信号的扰动可能会对测试仪器所接收的信号产生失真或者与附加的干扰相叠加，造成测试结果与实际数据产生偏差。在一定条件下，温度传感器的输出信号会发生起伏，导致测量结果的不稳定，从而不能很好地反映实际温度的变化，导致控制命令也发生变化，使整个生产过程达不到理想的工作状态，降低产品的质量与生产效率。

### 2. 对控制可靠性的影响

精确的信号输入与稳定的控制算法是保证热控系统可靠性的重要保证。当热工信号被扰动时，会引起控制信号的错误动作或滞后，从而造成执行器的动作偏离实际要求。比如当水位信号被扰动，产生虚假的水位波动信号时，控制系统就会对给水泵的流

量进行错误调整，造成水位波动、锅炉满水、断水等事故，对电厂的安全运行构成极大的威胁。<sup>[2]</sup>

### 3. 对设备维护与故障诊断的影响

火电厂热力系统中的热力信号受到扰动，由此对其进行维修、故障诊断等工作造成很大的影响。同时受外界扰动的干扰，热工仪器的测试结果往往呈现出平稳甚至不正常的现象，给维护人员带来很大的困难。如某一压力计所测得的压力值出现不正常的波动，应考虑其自身的问题、电磁干扰和信号线的干扰。

## 四、热工信号干扰的诊断方法

### 1. 基于硬件设备的监测与诊断

工作人员通过在热控系统中加装专用的监控装置，能够实现热工信号传递过程的实时监控与分析，以及对有无干扰信号的判定。比如利用示波器能直接观测到热工信号波形的变化，并能对信号中有无尖峰脉冲、振荡等异常现象进行探测。频谱分析仪能通过分析信号中的各种成份来判断有无特殊频率的干扰，例如供电的谐波等。另外，工程人员也可加装信号隔离器或滤波器等硬件装置，将干扰信号从信号传送通道中分离、滤除，并根据其运行状况及输出信号，判定干扰源及程度。例如，若信号隔离器出端仍有干扰，则有可能是由于隔离器前置线的原因，也有可能由于其内部的电磁环境造成的；若滤波器能对某一特定频率的干扰讯号进行有效过滤，则其来源为此频段之谐波或电磁辐射。<sup>[3]</sup>

### 2. 软件数据分析与诊断方法

工程人员通过热控系统的软件可以对所收集的热负荷数据的深度分析，从而找出可能存在的信号扰动问题。比如利用数据趋势分析可以观测到各热力参数的变化情况，若发现某一参量发生频繁的变动，或者是反常的改变，这就有可能是信号扰动。另外也可以利用数据统计分析的方式，对热工数据的均值、方差、标准差等进行计算，并将其与正常运行时的数据统计特性相比较，判定数据的离散性是否太大，进而判定有没有干扰。

## 五、热电厂热工信号干扰的解决办法

### 1. 电磁干扰的抑制措施

#### (1) 屏蔽技术的应用

在热工信号电缆上工程人员可使用诸如铜网、铝箔等金属屏蔽层，屏蔽层要有较好的接地将外部 EMI 信号导入地下，避免其渗入到线缆中，从而影响信号的传递。比如在铺设热电偶信号电缆时，可以选择特殊的有屏蔽层的电缆，并使屏蔽层在信号源、接受端都有可靠的接地。对某些对电磁干扰比较敏感的电子仪器、控制器等热控装置，还可将其设置在金属屏蔽箱中，其壳体必须和接地系统紧密相连，构成一个综合的屏蔽空间，进而有效地阻止外部 EMI 的入侵。<sup>[4]</sup>

#### (2) 滤波技术的运用

滤波是指在热工信号线路上加一条滤波器，对某一频率的干

扰进行有选择的滤除。比如，针对电力系统的谐波问题，可以在热控制装置的供电入口设置一个功率滤波器，对电网中的高频谐波进行有效地过滤，从而使得输入到装置的供电电压波形更平稳。针对热工信号线的高频 EMI 问题，工程人员可以通过在信号线缆两端或者中部合适的地方加一条信号滤波器，压制干扰信号的传播，进而改善信号品质。

### (3) 合理布局与隔离

在火电厂的设计与施工中，工程人员要对热控设备及电器进行合理的布置，尽可能地将热工信号电缆与电机、变压器等强电磁辐射源隔离开来。同时对各种型号的电缆（包括强弱电缆）要分别敷设，在需要的时候可以使用电缆桥架或电缆沟将其隔离。比如在铺设光缆时，工程人员可以在桥架的一端配置电力电缆，在另一端配置热工信号电缆，并利用金属隔断将两者分开，从而使线缆间的电磁干扰得到最大程度的降低。另外在某些关键的温度控制装置及信号线上，还可以采用单独的屏蔽室或线槽进行隔离保护，进一步降低电磁干扰的影响。

## 2. 电源干扰的应对策略

### (1) 稳压与稳频设备的配置

稳压电源可以根据实际情况，对系统的电压进行自动调整，并将其维持在一个稳定的范围之内。为解决由于电网电压、频率等因素引起的温度控制问题，可以在热控系统中加稳压电源及稳频装置。比如在线不间断电源（UPS），其不但能够在电网断电的情况下，持续向热控设备供电，从而保障整个系统的正常运转。稳频装置能够监控并调节电网的频率，保证控制装置的供电频率在规定的范围内，从而防止由于频率的波动而引起的设备不正常工作。

### (2) 谐波治理措施

在电力系统中，由于谐波的存在，必须对其进行有效的控制，工程人员可以利用非线性负荷（如变频器、整流器等）接入到电网中，通过对其进行滤波，使其有效地抑制由非线性负荷引起的谐波，并将其引入到电网中，进而减小系统的谐波畸变。同时工程人员通过对热电厂用电设备的布置及操作模式进行优化，能够减少非线性负荷的用量，缩短运行周期，从根源上减小谐波的发生。

## 3. 接地系统的优化改进

### (1) 单点接地原则的遵循

在热控系统的接地设计中，工程人员必须严格遵守“单点接地”的原则，将热控装置、信号线等全部接地于同一地点，防止多点接地，以降低接地电流。比如把控制系统中的信号地线、保护地线、屏蔽地线等均与一条接地母线相连，接地母线与热电厂的主接地网通过地线可靠地相连。

### (2) 接地电阻的降低

为了提高接地系统的抗干扰能力，工程人员需要尽可能降低接地电阻，采用增大接地极数目，采用深埋接地极和使用降阻剂等措施可减小接地电阻。如在高电阻率区域可设置深井接地体，并将接地体埋入地下，充分利用深部土层的低电阻率，减小地电位；也可以在接地体附近铺设降阻剂，以提高接地体附近的土壤的导电性，达到减小接地电阻的目的。<sup>[5]</sup>另外为了保证热控系统的稳定运行，还需要对接地电阻进行定期的检查与维修，以保证其在合理的范围之内。

## 六、结语

热电厂热控系统的热信号干扰是一项涉及电磁学、电力电子和信号处理等多个学科交叉的技术难点。本文在对热力信号干扰源进行深入剖析的基础上，发现电磁干扰、电源干扰、接地干扰、信号线干扰等都会对热工信号的传递与处理造成不利的影响，从而对火电厂热控系统的安全、稳定运行构成极大的威胁。针对上述问题，本文从屏蔽、滤波与合理布局两个方面开展研究，重点研究屏蔽、滤波与合理布局，以及电源干扰的稳压稳频与谐波治理、接地系统的优化设计与信号线的抗干扰措施。因此工作人员在工程实践中要结合火电厂的具体条件和扰动问题的特征，将上述方法进行集成，对热控系统的设计、安装及维护进行持续的优化，保证热工信号的精确传递和控制系统的可靠工作，从而为火电厂的安全、高效运行提供强有力的保证。与此同时，随着科学技术的发展与进步，新型干扰源与抗干扰技术也会随之出现，因此热控工作者必须时刻关注产业发展趋势，不断地学习与研究新的技术手段，以满足生产要求与技术挑战。

## 参考文献

- [1] 连达得, 柯一鸿, 黄培松. 热电厂 DCS 热控自动化技术的智能应用研究 [J]. 装备维修技术, 2023, (05): 29-32.
- [2] 曹伟, 张英, 周驰, 等. 一起保护误动引发非计划停机的分析及解决措施 [J]. 吉林电力, 2020, 48(04): 51-53.
- [3] [3] 刘艳. 热能与动力工程在热电厂中的应用 [J]. 石河子科技, 2023, (02): 38-40.
- [4] 游翀. 做好能源保供守护万家灯火 [N]. 中国劳动保障报, 2023-11-08(002).
- [5] 贾志远. 热电厂汽轮机的检修及安全运行 [J]. 电子技术与软件工程, 2019, (13): 234.