

# 浅谈生活垃圾发电厂中K型热电偶温度信号跳变故障分析及处理

杨后贵

上海康恒环境股份有限公司 上海 201703

**摘要:** 在生活垃圾发电厂自动化系统中,温度的检测与控制技术被大量应用,它是焚烧炉稳定燃烧的前提,它是各类温度PID自动调节的前提,它是汽轮发电机组稳定运行的必要前提,因此温度信号的稳定测量是生活垃圾发电厂安全、稳定、经济运行的前提。本文针对生活垃圾发电厂应用最多的温度检测元件-K型热电偶温度信号在实际应用场景中出现跳变情况进行故障分析和处理。

**关键词:** 生活垃圾发电厂; 温度信号; K型热电偶; 故障分析和处理

## 1 引言

为了控制焚烧炉稳定燃烧,满足《生活垃圾焚烧污染控制标准》(GB 18485-2014)中对焚烧炉燃烧 $850^{\circ}\text{C}/2\text{s}$ 环保指标的要求<sup>[1]</sup>,我们经常会焚烧炉本体设置 $3\times 3$ 温度场及其他必要的温度测点,根据温度范围及产品性价比,常规我们会选用耐磨K型铠装热电偶,以满足焚烧炉内复杂环境,并通过补偿电缆与南京科远DCS控制系统(分散型控制系统)<sup>[2]</sup>连接,利用计算机软件对热电偶进行冷端补偿和线性处理<sup>[3]</sup>,温度信号可以在控制系统显示终端准确显示,并参与系统中各类闭环控制的运算。

由于焚烧炉运行情况复杂、电缆敷设路径中存在电磁干扰以及控制系统因素,均会导致温度信号的失真,从而影响系统中各类闭环控制的正常调节,最终影响锅炉安全稳定运行。本文结合实际工程案例对K型热电偶在实际运用中出现跳变情况进行分析和处理。

## 2 背景阐述

### 2.1 焚烧炉测温元件、补偿电缆的选用

合肥龙泉山生活垃圾焚烧发电项目炉排采用上海康恒环境机械式炉排炉(4x750t/线),余热锅炉选用中温次高压(6.4MPa,  $450^{\circ}\text{C}$ )参数,配置2x35MW汽轮发电机组,焚烧炉常规运行温度范围在 $850^{\circ}\text{C}\sim 1050^{\circ}\text{C}$ ,最高温度不超过 $1200^{\circ}\text{C}$ (异常工况),根据温度范围及成本要求,选择耐磨双支铠装热电偶(镍铬-镍硅),热电偶端部喷涂 $\text{Co}$ 耐磨层,涂层长度根据热电偶插入焚烧炉内深度决定,该类热电偶测量范围为 $-50\sim 1000^{\circ}\text{C}$ <sup>[4]</sup>,短时可测量 $1200^{\circ}\text{C}$ 高温,其热电势大,线性好,测量范围比较

宽,且设备造价低<sup>[2]</sup>。

为使焚烧炉测量温度能在DCS侧精准显示,常规控制电缆无法保证热电偶冷端温度保持恒定,只有把热电偶做的很长,但是这要会使用很多贵重材料,为了解决这一问题,我们使用专用补偿电缆<sup>[2]</sup>,型号为ZC-KX-KFFP 2X1.5,此类电缆传输性能稳定,造价经济。

### 2.2 温度元件安装要求及电缆敷设要求

2.2.1 焚烧炉实际运行过程中为微负压,为保证温度信号测量准确,因此要求铠装热电偶法兰连接处应保证密封严密,避免冷空气进入;

2.2.2 热电偶接线盒出线孔应朝下,避免灰尘和积水<sup>[2]</sup>;

2.2.3 热电偶安装时应同时满足设计图纸、施工规范、生产厂家的要求;

2.2.4 补偿电缆敷设时,应严禁与高/低压动力电缆同槽,避免动力电缆运行过程中产生的电磁干扰;

2.2.5 补偿电缆严禁拉扯,避免损坏补偿电缆屏蔽层完整性;电缆敷设完成后,应进行外护层绝缘电阻进行测试,合格后再进行接线;

2.2.6 计算机电缆接线后,应在DCS侧进行单点接地,避免电磁干扰的影响;

2.2.7 可根据现场实际情况对从传入DCS信号电缆增加隔离栅,降低电磁干扰对信号传输的影响。

### 2.3 故障情况描述

在焚烧炉试运行阶段,DCS侧存在温度曲线呈现锯齿波浪型,且1s内温升率超出 $5^{\circ}\text{C}$ ,具体情况如图(1),可以判断出温度信号测量存在失真情况。

## 3 故障分析

根据测温系统的组成部分,本章节主要从测量元

**作者简介:** 杨后贵,男,1993.6,江苏淮安,本科,工程师,仪表与控制工程,已发表1篇文章。

件、控制系统和电缆传输等方面进行分析及处理。

### 3.1 测量元件

第一，我们通过检查温度元件的安装情况，通过观察，铠装热电偶法兰连接处密封严密，设备无明显进水情况，从而排除因设备安装原因导致温度信号跳变的情况；第二，通过更换同类型铠装热电偶进行对比，但温度信号跳变仍然存在，具体见下图（2），从而排除热电偶本身设备原因导致温度跳变的情况；第三，为了排除此处介质工况引起的扰动，造成热电偶测量值不准，通过查K型热电偶毫伏值与温度换算表（表1）得850℃对应热电动势约为35.314mV，通过信号发生器（FLUKE 725S）模拟热电偶温度热电动势进行复测，DCS侧温度信号曲线仍让存在跳变现象。

### 3.2 控制系统

本项目控制系统采用南京科远7.1.0002硬件版本，软件采用NT6000运行环境，为排除DCS侧问题对温度信号传输的影响，主要从机柜接地、硬件、软件三方面进行分析、处理，通过咨询DCS厂家，软件方面将DCS卡件滤波参数配置（信号变化率限值）从255修改为20及DCS侧冷却补偿组态是否正确，具体见图（3），温度信号仍然存在跳变，硬件方面将KM233B热电偶卡件更换为KM233B增强型系列，温度信号仍然存在跳变情况；最后将DCS机柜屏蔽地重新制作，单独接入接地箱，温度信号跳变仍然存在；通过以上三方面的进行处理，可以排

除DCS控制系统对温度信号采集的影响。

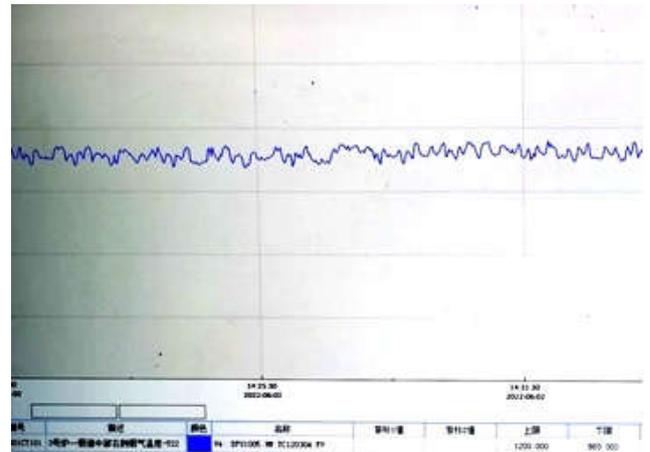


图1

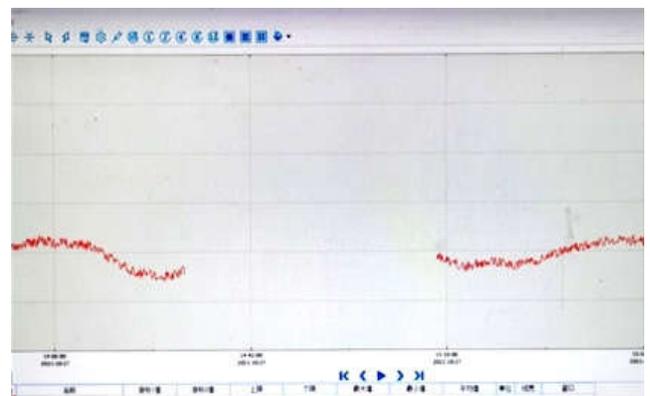


图2

表1 K型热电偶毫伏值与温度换算表<sup>[7]</sup>

温度/℃	K型镍铬—镍硅（镍铬—镍铝）热电动势（mV）（JJG 351-84）参考端温度为0℃									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
800	33.277	33.318	33.359	33.400	33.441	33.482	33.523	33.564	33.606	33.645
810	33.686	33.727	33.768	33.809	33.850	33.891	33.931	33.972	34.013	34.054
820	34.095	34.136	34.176	34.217	34.258	34.299	34.339	34.380	34.421	34.461
830	34.502	34.543	34.583	34.624	34.665	34.705	34.746	34.787	34.827	34.868
840	34.909	34.949	34.990	35.030	35.071	35.111	35.152	35.192	35.233	35.273
850	35.314	35.354	35.395	35.435	35.476	35.516	35.557	35.597	35.637	35.678
860	35.718	35.758	35.799	35.839	35.880	35.920	35.960	36.000	36.041	36.081
870	36.121	36.162	36.202	36.242	36.282	36.323	36.363	36.403	36.443	36.483
880	36.524	36.564	36.604	36.644	36.684	36.724	36.764	36.804	36.844	36.885
890	36.925	36.965	37.005	37.045	37.085	37.125	37.165	37.205	37.245	37.285
900	37.326	37.366	37.406	37.446	37.486	37.526	37.566	37.606	37.646	37.686
910	37.725	37.765	37.805	37.845	37.885	37.925	37.965	38.005	38.044	38.084
920	38.124	38.164	38.204	38.243	38.283	38.323	38.363	38.402	38.442	38.482
930	38.522	38.561	38.601	38.641	38.680	38.720	38.760	38.799	38.839	38.878
940	38.918	38.958	38.997	39.037	39.076	39.116	39.155	39.195	39.235	39.274
950	39.314	39.353	39.393	39.432	39.471	39.511	39.550	39.590	39.629	39.669

通道索引	信号类型	通道诊断使能	信号变化率限值
通道 1	-100~100mV	TRUE	255
通道 2	-100~100mV	TRUE	255
通道 3	-100~100mV	TRUE	255
通道 4	-100~100mV	TRUE	255
通道 5	-100~100mV	TRUE	255
通道 6	-100~100mV	TRUE	255
通道 7	-100~100mV	TRUE	255
通道 8	-100~100mV	TRUE	255
冷端通道使能	TRUE		

图3

### 3.3 补偿电缆方面

本工程选用的铠装热电偶类型为镍铬-镍硅型，因此电缆采用KX<sup>[2]</sup>型专用补偿电缆，补偿电缆是整个测温系统的重要组成部分，也因其影响因素较多以及施工难度较大，我们最后对电缆的问题进行分析，主要通过以下两方面进行分析：（1）施工原因：补偿电缆屏蔽完整性及接地是否良好，若屏蔽层存在问题，则需分段确认屏蔽故障区域，进行更换，屏蔽层完整性的破坏也会导致温度信号出现跳变<sup>[4]</sup>；（2）电缆原因：敷设一根补偿电缆（不同厂家供货或不同批次），通过信号发生器发送一组热电势信号，电子间通过示波器采集信号，通过对比两组数据，可发现新敷设电缆不存在信号跳变情况，恢复在DCS侧连接后，信号传输稳定，具体见图（4），因此可判定电缆槽盒内补偿电缆存在异常。

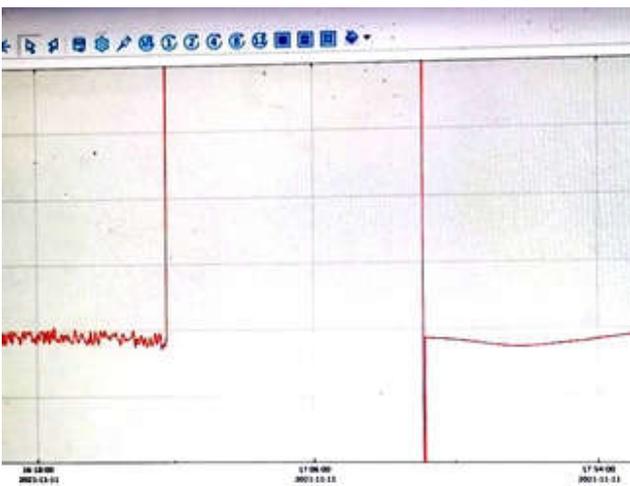


图4

## 4 结论

（1）补偿电缆故障是本工程温度信号跳变的主要原因；因现场施工原因，故障电缆无法抽出，我们无法判断电缆故障是由于补偿电缆品质问题还是电缆槽盒内存在电磁干扰所引起的，这需我们进一步研究、分析；

（2）温度元件、补偿电缆、控制系统是生活垃圾发电厂测温系统重要组成部分；

（3）生活垃圾发电厂建设过程中施工原因也可能是影响温度信号传输的重要因素，如温度元件安装情况、补偿电缆屏蔽完整度、控制系统机柜接地及敷设路径内存在电磁干扰等因素均会影响信号传输。

## 参考文献

- [1]王玉忠.垃圾焚烧炉850°C/2s环保指标的测点设置与监管方法探讨[J].无线互联科技,2021,18(16):3.
- [2]张根宝.工业自动化仪表与过程控制[M].西北工业大学出版社,2003.
- [3]李志锋,杜存飞,刘彦英.DCS控制系统的故障判别及处理方法[J].中国西部科技,2008,7(4):2.
- [4]韩灏.铠装热电偶的常见故障分析及处理方法[J].石油技师,2013(1):2.
- [5]张红,ZHANGHong.热电偶测温系统误差剖析及处理对策[J].安徽工程大学学报,2010,25(2):63-66.
- [6]HG/T20507-2014.《自动化仪表选型设计规定》[S].北京.中国石油和化工联合会.2014
- [7]佚名.中华人民共和国国家计量检定规程镍铬—镍硅工作用镍铬—考铜热电偶JJG351-84[M].计量出版社,1984.