

# 温度动态监测在直流输电系统上的应用

古文威 廖正燧 高晶 闫振 李金华 刘汉文

中海石油(中国)有限公司湛江分公司 广东 湛江 524000

**摘要:** 某装置直流输电整流站功率单元有温度保护功能,在散热片上安装两个温度开关,并且串联在一起,只要有一个温度开关动作就会触发系统关停,关停之后无法确定温度开关动作时散热片的实际温度,也很难分析出导致温度高关停的原因。因此,在直流输电系统上安装一套功率单元温度动态监测系统非常必要,能够实时动态监测直流输电每个单元的温度,运行中一旦发现某个单元温度出现异常,及时采取措施,将超温报警停机消除在萌芽阶段,实现预知维修,保障装置的电力供应。  
**关键词:** 直流输电;功率单元;超温报警;动态监测

## Application of Temperature Dynamic Monitoring in DC Electric power transmission

Gu Wen-wei, Liao Zheng-yi, Gao Jing, Yan zhen, Li Jin-hua, Liu Han-wen  
CNOOC Zhanjiang Ltd, Zhanjiang, Guangdong 524000, China

**Abstract:** The power unit of a certain DC transmission rectifier station has temperature protection function. Two temperature switches are installed on the heat sink and connected in series. As long as one temperature switch acts, it will trigger the system shutdown. After shutdown, it is impossible to determine the actual temperature of the heat sink when the temperature switch acts, and it is also difficult to analyze the cause of high temperature shutdown. Therefore, it is necessary to install a set of power unit temperature dynamic monitoring system on the DC Electric power transmission, which can dynamically monitor the temperature of each unit of the DC transmission in real time. Once the temperature of a unit is abnormal during operation, take measures in a timely manner to eliminate the overtemperature alarm shutdown in the embryonic stage, realize predictive maintenance, and ensure the power supply of the device.  
**KeyWords:** DC transmission; power unit; over temperature alarm; dynamic detection

### 一、引言

某装置直流输电整流站系统在运行期间,功率单元经常有超温报警故障,造成整个直流输电系统故障停机,导致远端逆变站平台电力中断,对平台的生产、安全、以及生活保障造成严重影响。同时,系统停机之后无法确定温度开关动作时功率单元的实际温度,也很难分析出导致温度高关停的原因。因此,研发一套温度动态监测系统,在系统运行期间能够实时监测直流输电每个功率单元的运行温度,通过温度采样等功能绘制温度曲线,实现提供历史、趋势、预判、自动调整温度等功能。系统运行中发现温度有异常及时采取措施,避免直流输电系统停机,同时根据温度曲线,以及各个单元的温度对比关联,对分析查找出故障原因也有很大帮助。

### 二、项目背景及意义

某装置直流输电整流站有24个可插拔式功率单元,其中正极、负极各一半,在2016年至2017年两年时间内,该装置整流站总共有11次因为直流输电功率单元超温故障而停机。导致功率单元超温报警停机的因素较多,而且在功率单元内部只有温度开关一种敏感元件,且无法显示实时温度,超温报警时并不清楚内部的温度值具体是多少,每一次超温报警之后不易检查出故障点。直流输电单元超温报警停机后掉电很突然,平台电力中断期间的消防等安全问题相当严峻,

温度开关动作说明功率单元的温度已经上升到了极限高值,对功率单元本身运行带来相当大的风险!所以,增加一套功率单元动态温度监测系统非常必要,一旦出现某一个单元温度上升趋势明显,及时采取措施(如减少用电功率、调整空调制冷参数等),就能够将超温报警停机消除在萌芽阶段,保障平台电力供应。

本项目的意义是能够实时动态监测直流输电每个单元的温度,可以将超温报警停机消除在萌芽阶段,实现预知维修,减少产量损失和设备损坏的可能性,保证电力供应稳定。

### 三、现场技术创新点和难点

#### 创新点:

首次实现海上直流输电每个功率单元温度的动态监测系统,根据对温度变化的分析预判单元的运行状况并采取措施,根据对温度分布的分析,及时调整直流输电空调的运行参数,减少直流输电突然掉电造成停产的产量损失,降低掉电对设备的冲击造成损坏的可能性。

#### 难点:

1. 直流输电功率单元室内是20KV的强电环境,电磁环境复杂,在这样的环境下进行每个单元的温度动态监测,常规温度传感器会受到强烈的干扰,需要在监测设备选型、方案编制、施工作业中格外留意,并且还要采取特殊的措施规

避干扰。由于温度开关输出的开关信号无法转化为温度信号，且响应存在滞后性。因此对温度开关的动态特性准确测量则变得十分重要 [1]。

2. 监控程序和分析程序自主编写，需要将客服干扰、调节温度、智能趋势预判等功能放在一起实现，对编程能力要求比较高；

#### 四、温度动态监测系统组成及工作原理

光纤测温是目前应用在温度动态检测系统里面较为成熟的一种方法，光纤测温按原理不同分为三种，分布式光纤测温、光栅光纤测温、荧光光纤测温。根据热源及测试装置的特点对现有测试方法进行了分类，并进行了不同测试方法的对比分析，指出了不同测试方法的优点和适用性 [2]。通过对比，荧光光纤测温方式是最适合对平台直流输电系统进行测温。

温度动态监测系统主要由 HQ-28 开关柜荧光光纤测温仪、LumaProbe SP 荧光光纤温度传感器探针、以及上位温度监测应用软件三部分组成。

(一) HQ-28 开关柜荧光光纤测温仪 (如图 1 所示)

利用安装在被测点的温度传感器实时获取温度数据，然后通过光纤传输将收集的数据远传至对应的测温装置，测温装置进一步通过有线或其它通讯方式将数据传输至后台电脑，从而将数据反映到相应软件界面中供人员监测的测温方式。



图 1 HQ-28 开关柜荧光光纤测温模块

(二) LumaProbe SP 荧光光纤温度传感器探针 (如图 2 所示)

利用非金属材料制作的全光纤传感器探头，具有电绝缘性，抗化学腐蚀性，并且能做到 0 污染，在使用的时候还不受高压、强电磁场的影响。而且测温探头尺寸小，柔性好，耐高温，使得荧光光纤测量技术可以应用在不同工作的情况下，尤其微小功能系统中和电磁干扰的测量。

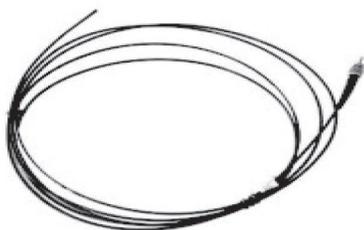


图 2 LumaProbe SP 荧光光纤温度传感器探针

(三) 工作原理

多模光纤和荧光物体组成了荧光光纤温度传感器，荧光

物质在受到一定波长的光辐射后，激发态高能级就能够通过电子吸收光子从低能级跃迁而来，发出的荧光是从高能级返回到低能级的辐射跃迁中得到的。当激励停止后，受激发荧光通常是指指数方式衰减，在激励脉冲终止后，取荧光指数衰减曲线上两个特定的强度值，激励脉冲终止时间  $t_1$ ，衰落信号的强度值为  $I_0$ ，当衰减信号达到第二个值  $I_1$  时，时间为  $t_2$ 。

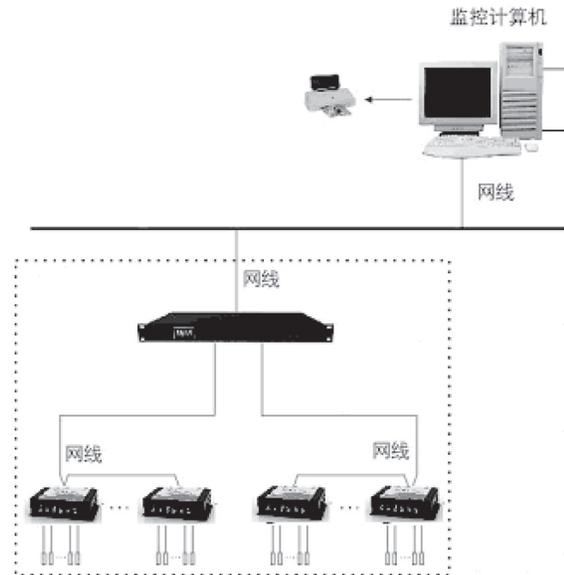


图 3 温度动态监测系统组成图

#### 五、温度动态监测系统安装及应用

直流输电整流站设备主要是给远端平台提供电力保障，项目实施期间直流输电系统需要停下来并做好能源隔离，施工期间远端平台采用临时发电机生产。

(一) 荧光光纤温度传感探头安装

直流输电整流站系统停下来并做好能源隔离，对设备进行验电、放电、挂接地线确定无电后，将整流站 24 个功率单元依次拆出来安装温度传感探头，因为单元设备较重，空间狭窄，拆装单元时注意人员站位，做好防护措施，避免人员受伤的同时要保护设备不被损坏。温度传感探头安装在单元柜里面的散热器上，通过光纤连接到整流站控制机室里的荧光光纤测温仪模块上，光纤与原来单元控制室里的光纤走向平行。

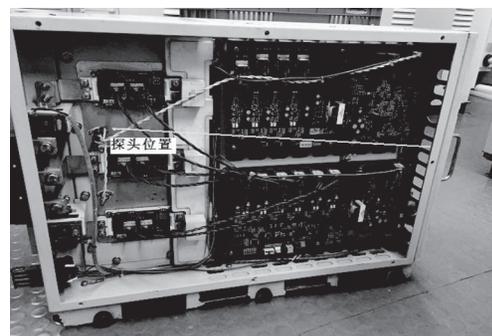


图 4 温度传感探头安装位置

### (二) 荧光光纤测温仪安装

续表

在整流站控制机室内安装3个荧光光纤测温仪，每个荧光光纤测温仪有8个信号通道，分别与24个单元对应，测温仪模块电源和通讯电缆与原有低压电缆走向平行，通讯电缆一直延伸至中控监控电脑。



图5 荧光光纤测温仪

### (三) 温度监测应用软件安装

在中控监测电脑上安装温度监测应用软件，将现场温度数据传输至后台电脑，从而将数据反映到软件界面中供人员实时监测温度信息，并绘制出温度曲线，对单元设备的不良反映及故障进行预警。



图6 温度监测应用软件界面

### (四) 温度动态监测系统的应用

从下面的表1中可以看出温度动态检测系统能够在设备出现超温故障时，发出报警，让维修人员能够迅速的判断出故障原因，快速的解决问题，保障了装置电力供应。同时也减少了设备的故障率，保障了装置稳定的生产。

表1

序号	时间	最高温度	报警单元柜	报警原因	解决办法
1	2019.1.20	61	N11	1号空调压缩机故障停机	启动2号空调

序号	时间	最高温度	报警单元柜	报警原因	解决办法
2	2019.5.23	63	P9	1号空调回风机故障	启动2号空调
3	2020.3.21	61	N8	2号空调压缩机高压保护动作	启动1号空调
4	2020.5.17	65	P12	2号空调控制接触器故障	启动1号空调

### 六、结语

直流输电单元超温报警停机后掉电很突然，平台电力中断期间的消防等安全问题相当严峻，同时也影响油田的产量生产。该项目完成后实现了直流输电整理站系统每个功率单元的温度动态监测，可以实时监测并存储每个功率单元模块的温度，对每个单元温度都绘制出一条温度曲线，可以根据曲线反应功率单元散热情况及老化程度，同时也可以根据温度变化分析判断单元运行的状况，给出温度异常的报警提示并采取相关措施，及时调整直流输电空调的运行参数，将单元超温报警故障停机消除在萌芽阶段，减少温度对功率单元模块的影响，降低直流输电设备的损坏率，节省了临时发电机供电所面临的柴油和维保费用以及租金等费用。同时也减少了因直流输电突然掉电造成停产的产量损失，降低了因系统掉电对直流输电设备的冲击造成损坏的可能性，保证电力供应稳定。

### 参考文献:

[1] 尤文敏. 温度开关动态特性测试装置及方法研究[J]. 仪器仪表工业, 2023(03)

[2] 李成浩, 刘显明, 章鹏, 雷小华, 陈伟民. 温度传感器时间常数测试技术发展现状与分析[J]. 自动化技术, 2019(10)

作者简介: 古文威, 男, 1985年出生, 大专, 主要海洋工程技术应用研究。