

# 光纤温度传感器在高压避雷器热点温度监控的应用方案

(欧普申光电科技有限公司)

<http://www.opsensing.com> E-mail:info@opsensing.com

**摘要:** 光纤温度传感器由于光纤本身的特性使得其具有传统温度传感器所无法比拟的应用优势,并且由于光纤具有抗电磁干扰、电绝缘、体积小、耐腐蚀、本质安全等优点,目前广泛应用于电力行业高压避雷在线温度监控。本文主要介绍加拿大 OPSENS 光纤传感器在高压避雷器(MOA)的在线温度监控。

## 1. 引言

我国自80年代以来已有大量的高压MOA(主要指110 kV及以上电压等级)投入电网运行,特别交流特高压避雷器(MOA)作为1000kV交流特高压系统的重要过电压保护装置,其安全运行对电力设备乃至整个特高压系统的安全运行具有非常重要的意义。避雷器在运行电压作用下长期工作会使MOA的电阻片老化,同时由于环境条件的影响,MOA的电阻片会受潮及劣化,一旦系统中出现过电压,MOA可能热崩溃,甚至爆炸。温度是一个基本的物理量,自然界中的一切过程都与温度有关,许多设备的故障是由异常温升而造成。高压断路器中正常的导电回路,在正常运行时,长期通过工作电流,产生的能量,转变为热能,使电器材料温度升高不会超出规定范围,但导电回路不正常时,会使电器材料温度升高超出规定范围,而使电器材料的机械强度、物理性能等下降,因此在国家标准中规定了不同电器材料允许长期工作温度。采用光纤温度传感器进行实时监测避雷器为了及时发现避雷器的受潮、老化和其他隐患,避免因事故造成巨大经济损失,以提高避雷器产品可靠性,同时光纤温度传感器是高压避雷器进行在线监测是非常有效的手段。目前温度是导致高压避雷器老化的重要因素,必须对避雷器温度参数进行在线监测。高压避雷器(MOA)能量吸收能力和老化或受潮导致的能量损耗主要来自温度的影响。当避雷器正常运行条件下,能量吸收大于能量损耗,温度变化很小,出现过电压时,温度可能暂时会有所上升,但会慢慢恢复。但在老化或受潮时,温度会逐步上升。因此温度是判定高压避雷器MOA运行状态重要参数结果,在持续运行电压下高压避雷器(MOA)的过热直接与能量损失相关,而与运行电压的质量及外界干扰等无直接关系。将光纤温度传感器放在避雷器内部,实时监测避雷器温升变化的有效手段。

## 2. 原理和实施方案

原理:加拿大Opsens 光纤温度传感系统采用半导体能带间隙吸收技术(也称 GaAs 技术),

微小的 GaAs 感应晶体固定在光纤顶端，适合顶部测量应用。OTG-A 有光纤温度传感器的固有优势，与 Opsens SCBG 信号解调器兼容，提供史无前例的可重复性和可靠性。适用于高电磁，射频，磁共振和微波等大多数不利条件。OTG-A 光纤温度传感器的测温范围  $-40^{\circ}\text{C}$ - $250^{\circ}\text{C}$ ，高达  $350^{\circ}\text{C}$  的更高温度范围可依客户要求而定。OTG-A 光纤温度传感器符合工业标准，紧压和坚固的光纤温度传感器可依据客户特殊应用或 OEM 类型应用而选择不同光缆和封装形式。该系统可以实现对高压避雷器 (MOA) 的热点温度监控，并给用户方便使用界面。加拿大 OPSENS 光纤传感器在出厂之前已经进行了 NIST 标定，因此不需要输入任何传感器标定数据，实现温度测量的即时显示。

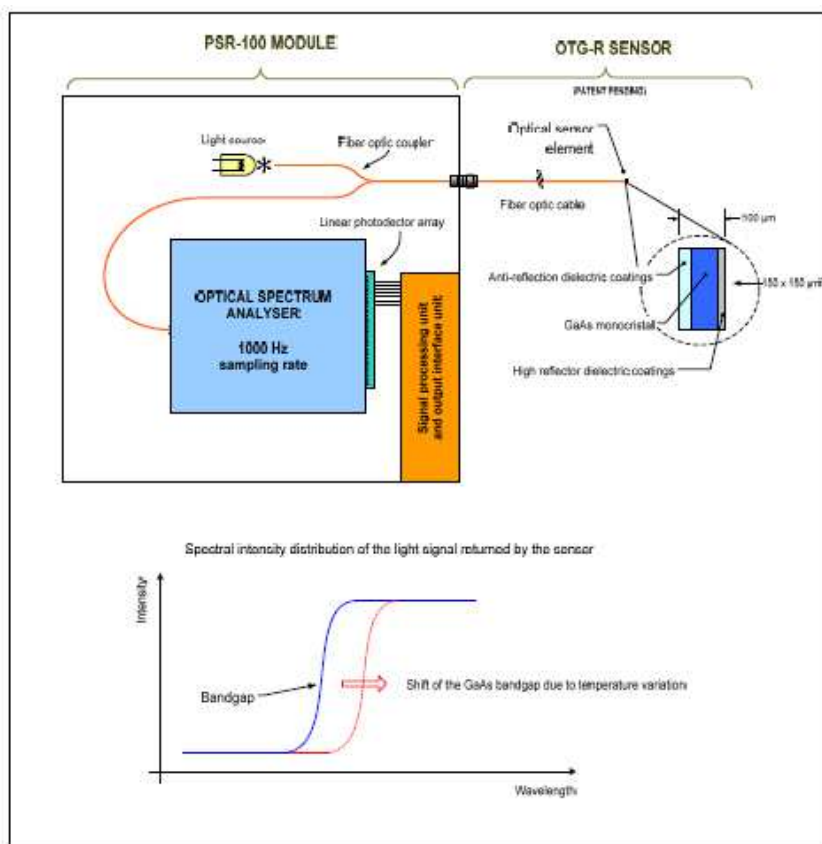


Figure 3: Schematic of Opsens SCBG technology

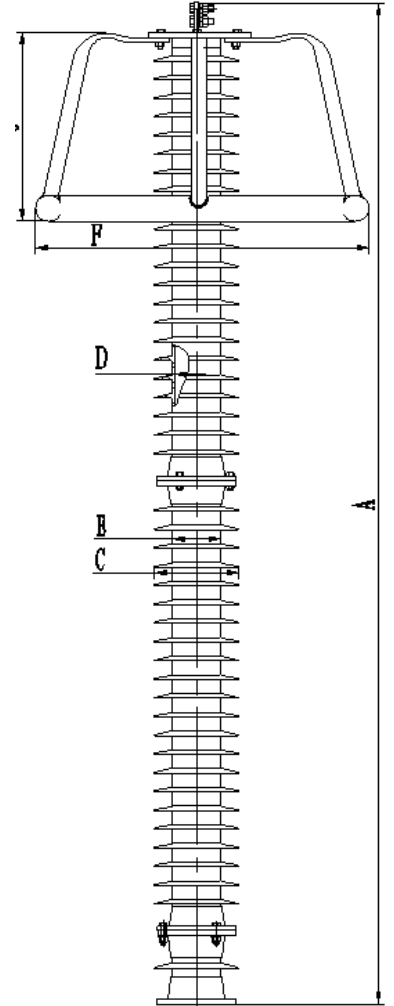
### 半导体吸收原理图

**半导体吸收原理:** SCBG 技术的温度传感器测量原理是利用了砷镓介质对光的吸收/反射的特性。砷镓半导体晶体在不同的温度下均可产生可测的光信号，随温度的增加，砷镓晶体的反射光谱（未被吸收的光）向高波长转移。对于任何温度，反射光将在一定光波长内发生可从 0%到 100%的跳跃，如上图所示。而这种温度与吸收跃变波长之间的关系遵从一种稳定的模式，它是可测量的。

## 高压避雷器热点温度监控实施方案：

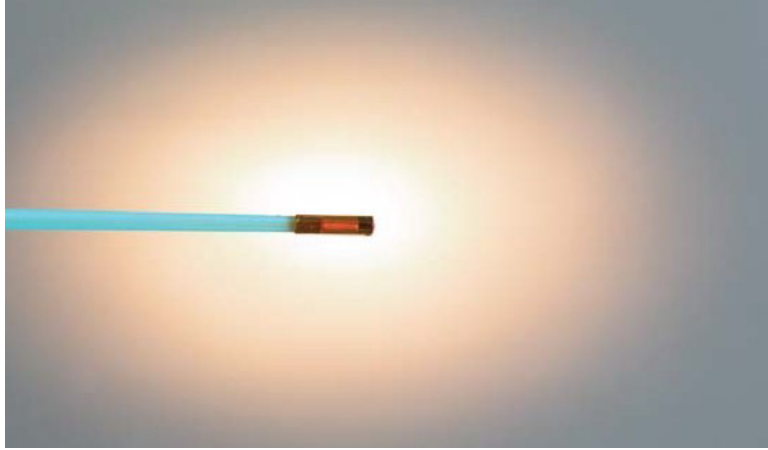
[国网电力科学研究院武汉高压所避雷器实验室](#)采用了加拿大Opsens 的 OTG-A 光纤温度传感器：

右图为典型避雷器试品，垂直于地面安装，避雷器内部为串联的氧化锌电阻片。顶端均压环部位施加高压，底部地电位，电压接通后，电阻片流过电流，温度会缓慢升高。实际产品中电阻片之间会有铝制垫块，试验时我们会将铝制垫块开槽，然后将探头放入铝垫块中，探头的光纤线从避雷器底部牵出，试品总高度约 2.5 米，考虑高压安全距离，光纤长度需大于 10 米，探头耐温高于 150 度。



高压避雷器

以 4 个点测试为例：采用 4 个 OTG-A 光纤温度传感器 和一个四通道 TempSens 信号解调器。



OTG-A 光纤温度传感器

技术参数：温度范围：-40° C-250° C（其它范围可以按要求定制）

精    度：± 0.8℃

响应时间：0.5s

标    定：NIST 标准溯源



TempSens 四通道信号解调器

技术参数：通道数：4、8（通道数可以按用户要求定制）

兼容性：所有 Opsens GaAs 光纤传感器

分辨率：0.1℃

采样频率：标准 50HZ

通道扫描速率：最大 6.25Hz（每个通道间的扫描周期 160ms）

输出接口：±5 和标准 RS232

**实施过程:** 1. 在进行温度测量之前, 对避雷器需要监测温度的位置进行钻孔预处理, 然后将光纤探头埋入孔内, 如下图所示



2. 将 OTG-A 光纤温度传感器外部光纤延长线接入 Tempsens 终端信号解调器。
3. Tempsens 信号解调器还可以提供继电器输出, 与 PLC 外围设备相连, 以实现自动报警控制。



Relay 1  
Relay 2  
Relay 3  
Relay 4  
Relay 5  
Relay 6



Wiring diagram for each relay.  
Programmable Form C Relays

### Protocol

- SCPI
- Modbus



Status LED's  
RS-485 connector  
RS-232 connector  
Power-supply connector

### Interface

- RS232
- RS485
- Analog Output



4. 安装完后，完成软件调试。

### Real time data transmission and post-process analysis



Temperature measurements					
Date	Canal 1	Canal 2	Canal 3	Canal 4	Canal 5
2005-10-21 17:38	78,00	103,47	98,70	98,80	103,52
2005-10-21 17:43	78,11	103,32	98,95	98,89	102,99
2005-10-21 17:48	77,80	103,32	98,52	98,58	103,15
2005-10-21 17:53	77,98	103,21	98,68	98,71	104,08
2005-10-21 17:58	78,16	103,82	98,26	98,02	103,88
2005-10-21 18:03	78,30	104,01	98,98	98,95	103,89
2005-10-21 18:08	77,88	103,49	98,88	98,76	103,56
2005-10-21 18:13	77,86	103,12	98,44	98,71	102,99

软件优势:

- 大数量数据保存;
- 系统诊断分析;
- 可追溯性;
- 自校正

**总结:** 1. OPSens 光纤温度传感器温度监测系统是国际上公认的最新避雷器热点温度监测工具,是高压避雷器的温度上升,高温循环测试的理想选择。光纤温度传感器耐高温,对电磁/射频,高电压和电子干扰完全免疫。通过光纤测试系统获取数据,补充热平衡,以优化产品设计。

2. Opsens 光纤温度传感器性能可靠稳定、安装方便,只需将探头直接接触物体表面就可以进行实时温度测量。及时准确发现高压避雷器温升变化,建立温度档案,实现事前管理、实时监测、实时报警;安装方便,直接、快速、准确监测温度。

OPSENS光纤在线监测温度系统的优点:

- 实时的热点温度监测,无需模拟和计算;
- 验证和优化避雷器可靠性;
- 提高变压器制造质量;
- 突发情况下,在保证安全的情况下输送更大负荷;
- 改进避雷器内部材料发热和散热的基础知识;
- 可以更加直观的监测和评估避雷器的运行情况。