

光纤温度传感器在电力行业的应用方案

(欧普申光电科技有限公司)

<http://www.opsensing.com> E-mail:info_opsensing@163.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在线的温度监控。本文主要介绍加拿大 OPSENS 光纤传感器在高压开关柜、油浸变压器的在线温度监控。

1. 引言

高压开关柜、变压器作为发电厂、变电站中的重要设备, 起着关合及开断电力线的作用, 用来实现输送及倒换电力负荷、以及从电力系统退出故障设备和线段, 从而保证电力系统安全运行。加拿大 OPSENS 的光纤传感器可以实时有效的检测和监视高压开关触点、母线排连接处的工作温度和电力设备的一些关键部位进行连续的温度监测, 提前发现和排除热故障隐患, 对电力系统的安全可靠运行具有非常重要的意义。高压开关触头和母线排连接处处于高电压、高温、高磁场以及极强的电磁干扰环境中, 传统的测温仪表如热电偶、红外测温仪等易受到这些因素的干扰和影响, 因而无法对这些位置进行直接接触测量, 从而也就无法真正得到高压开关柜、变压器的真实工作状态。由于光纤传感器本身具有抗电磁干扰、电绝缘、体积小、耐腐蚀、本质安全、测试精度可靠性稳定等优点, 目前广泛应用于各种大型机电、石油化工、矿井等强电磁干扰和易燃易爆等恶劣环境中。

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°C - 250°C , 高达 350°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。并且该系统可以实现对高压开关、变压器的热点温度监控，由于该系统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。

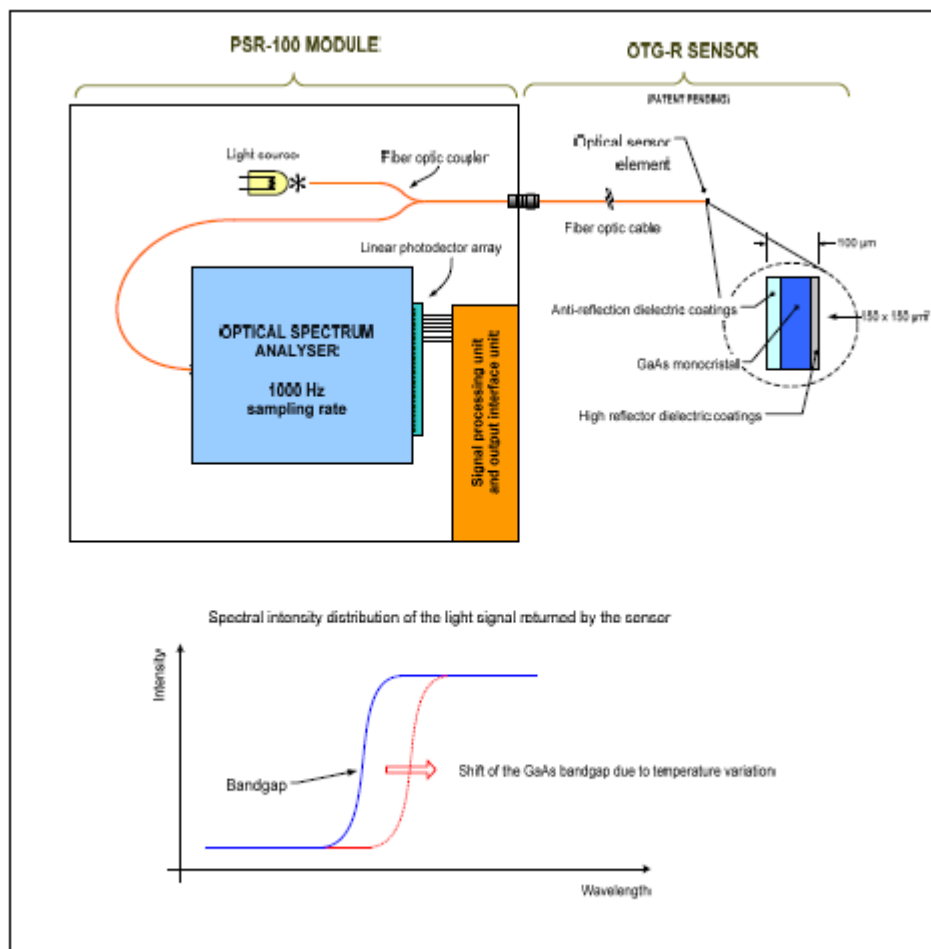


Figure 3: Schematic of Opsens SCBG technology

半导体吸收原理图

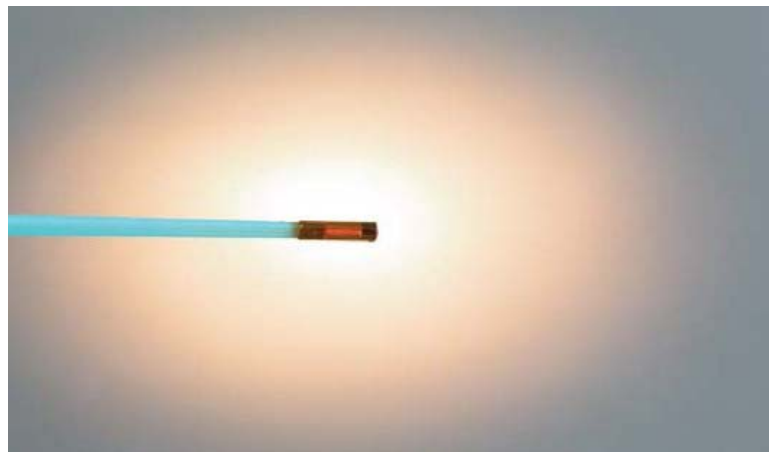
半导体吸收原理：SCBG 技术的温度传感器测量原理是利用了砷镓介质对光的吸收/反射的特性。砷镓半导体晶体在不同的温度下均可产生可测的光信号，随温度的增加，砷镓晶体的反射光谱（未被吸收的光）向高波长转移。对于任何温度，反射光将在一定光波长内发生可从 0%到 100%的跳跃，如上图所示。而这种温度与吸收跃变波长之间的关系遵从一种稳定的模式，它是可测量的。

高压开关柜热点温度监控方案：Opsens 光纤传感器是开关设备和其它高电压器件（如母线）的温度上升，高温循环测试的理想选择。光纤传感器耐高温，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。



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



OTG-A 光纤温度传感器

技术数据：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

技术数据：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℃

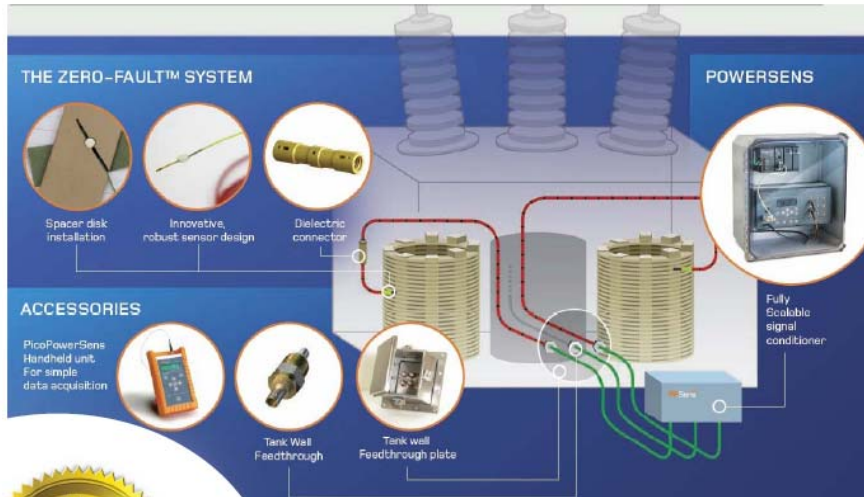
采样频率：标准 50HZ

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

对 Opsens 高压开关触点的温度测量中性能可靠稳定、安装方便,只需将探头直接接触物体表面就可以即时测量母线的温度。

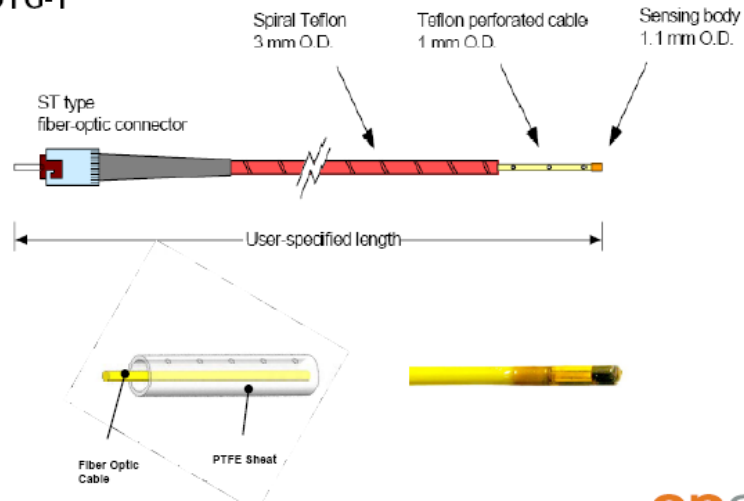
油浸变压器的热点温度监控方案: 变压器的绕组温度是影响变压器寿命的一个主要因素，但是无法直接用测温元件测量绕组温度，Opsens 给变压器绕组热点温度监控提供完整的配置，适合电力和变压器制造商明确参数选择。与 OTG-T+或 OTG-T 光纤传感器结合，PowerSens II 是绕组热点温度监控工业中最好的高精度系统，精度可达 $\pm 0.8^{\circ}\text{C}$ 。



变压器热点温度监控实施原理图

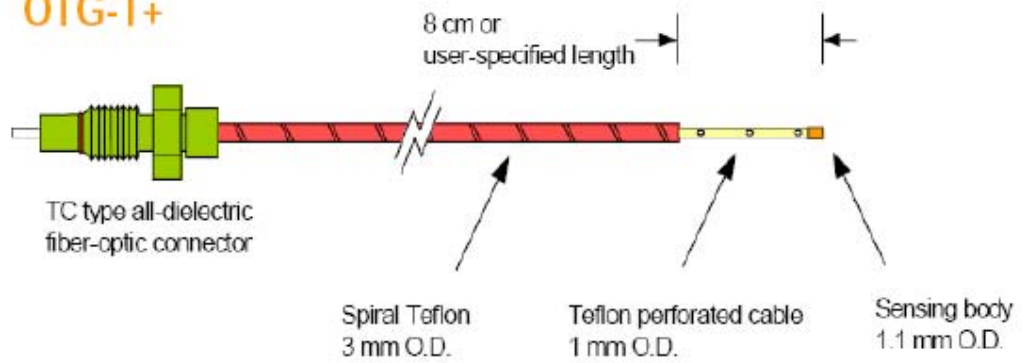
采用 8 个 OTG-T 或 OTG-T+ 光纤温度传感器，一个八通道 PowerSens II 信号解调器

The classic configuration
OTG-T



OTG-T 光纤温度传感器

The Zero-Fault configuration OTG-T+



OTG-T+光纤传感器

技术数据：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



PowerSens II 信号解调器

通道数： 4、8、12、32（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：RS-232、RS-485、SCPI

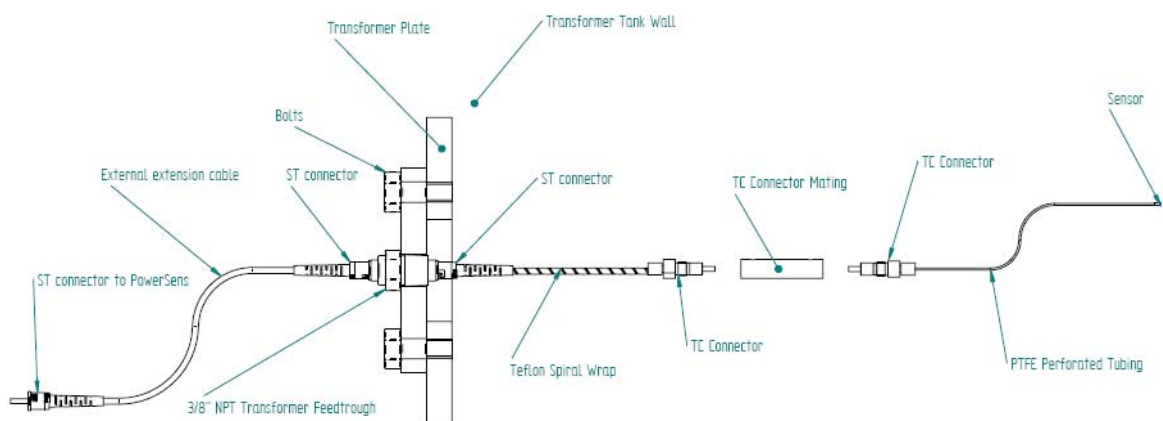
模拟输出：±5 V、4-20 mA、0-1 mA

继电器：4 A @ 240 VAC or 30 VDC

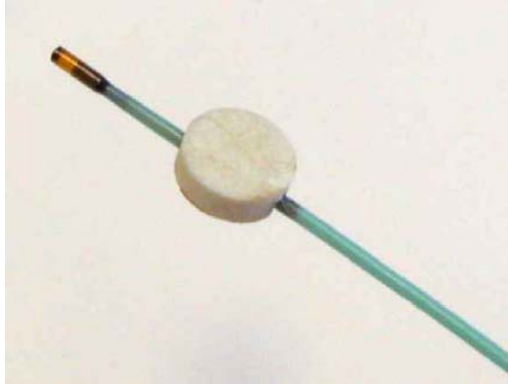
OPSENS 针对变压器温度测量提供完善解决的方案，附件齐全，安装实施方便，
以下是 8 个点监测整体实施方案。

1. 8 个 OTG-T+ 光纤温度传感器（GaAs 技术）
2. 1 个八通道 PowerSens II 信号解调器
3. 8 个 OEC 62ST ST 1.0PM3 外部光纤延长线（光纤延长线根据实际长度定制）
4. 8 个 OFT-N38-62ST-ST 贯通器
5. 1 个 FWP-N38-9-B-SS 变压器贯通板，带 9 个连通孔
6. 1 个 PCO-150-SS 变压器槽壁盘保护盖
7. 8 个 OIC-62TC-ST TC 转接头

以下是原理安装示意图：



安装原理示意图



OTG-T+光纤温度传感器

原理示意图 **SENSOR** 部分

OTG-T+光纤温度传感器, 62.5 微米芯径, ST 连接头, 2.0 米; 螺旋包裹光缆直径 3mm, 裸露部分为 70mm 长聚四氟乙烯封装, SD 盘



OIC-62TC-ST 转接头 (示意图 **ST Connector TC Connector Mating** 部分)

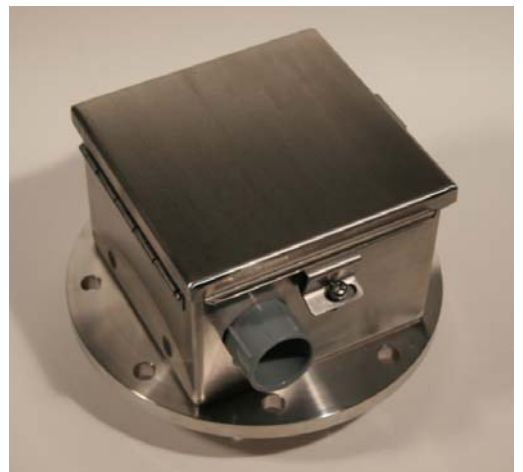


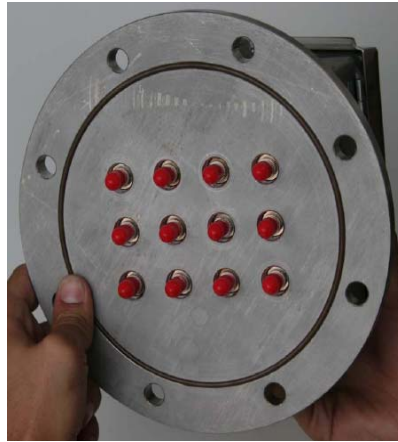
贯通器

示意图**3/8" NPT Transformer Feedthrough** 部分

贯通器, 玻璃封装焊接, 62.5微米光纤,
3/8" NPT螺纹接口, ST连接头。
最大运转温度+250°C
压力测试在20BAR

PCO - 150 - SS 变压器贯通器保护盖





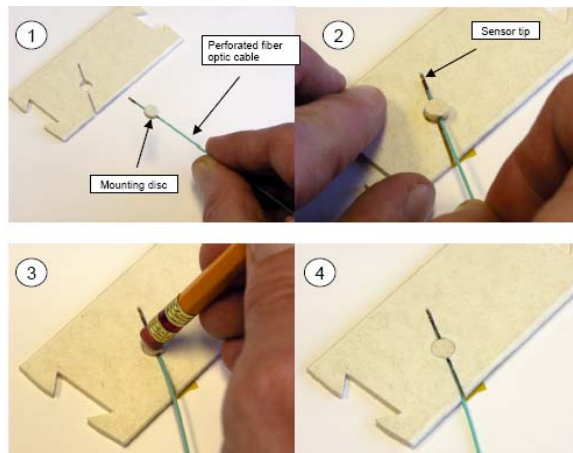
FWP - N38 - 9 - B - SS 变压器贯通器，带 9 个连通孔



8 通道 PowerSens II 信号解调器

安装流程如下：

1. 将 OTG-T+带 SD 盘传感器按以下示意图放入凹槽垫片里



2. 按以下示意图将凹槽垫片固定于变压器里绕组上

安装到变压器绕组上

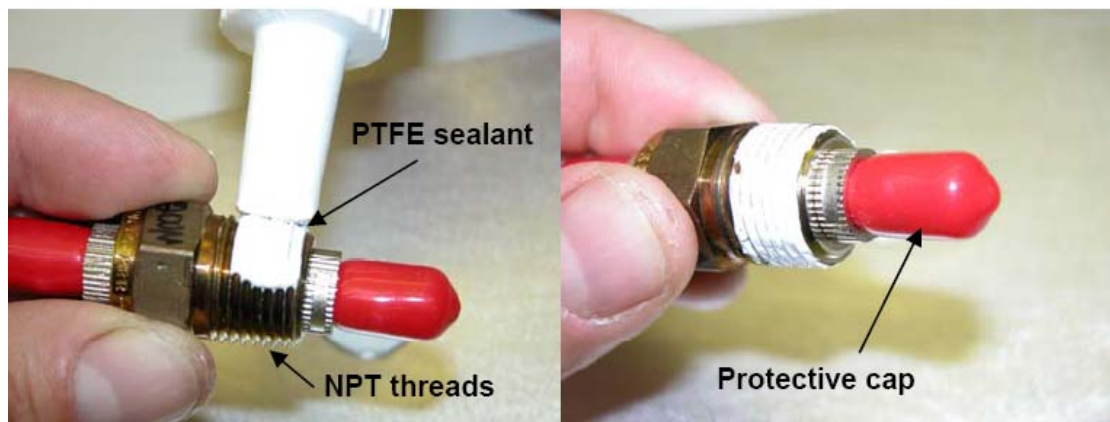


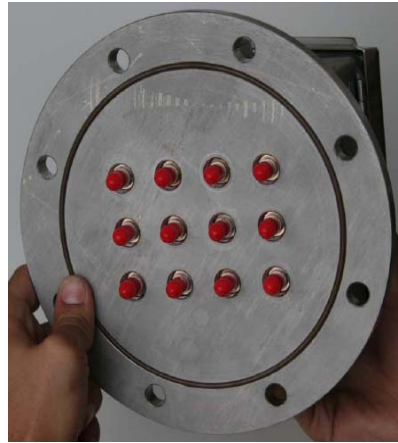
a. 传感器安装



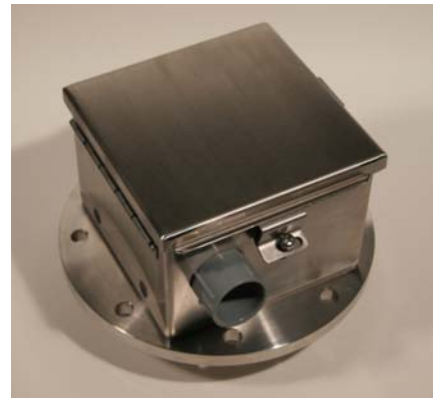
b. 变压器绕组安装传感器位

3. 将贯通器装置螺纹上涂上 PTFE 密封剂，然后拧入变压器贯通器板上

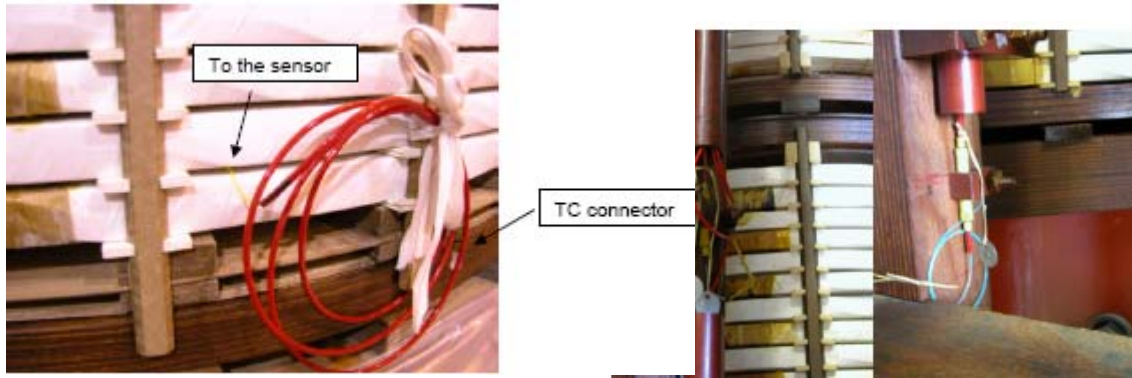




注意：安装贯通器板时应将防渗油橡胶圈平整、无扭曲地放置在贯通器板上的橡胶圈槽内。固定周围螺丝时，应先半紧固，检查橡胶圈无问题后，再紧固周围的螺丝，确保将来无渗油现象发生。



3. 按示意图连接变压器贯通板保护盖和 TC 转接头



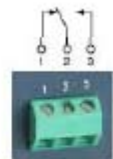
4. 在施工时有必要可以在光纤套管外再加一层保护管，如下图



5. 将外部光纤延长线端的接口接入终端信号解调器



6. 将信号解调器输出接口、继电器与 PLC 外围设备相连，以实现自动报警控制。



Wiring diagram for each relay.
Programmable Form C Relays

Protocol

- SCPI
- Modbus



Interface

- RS232
- RS485
- Analog Output

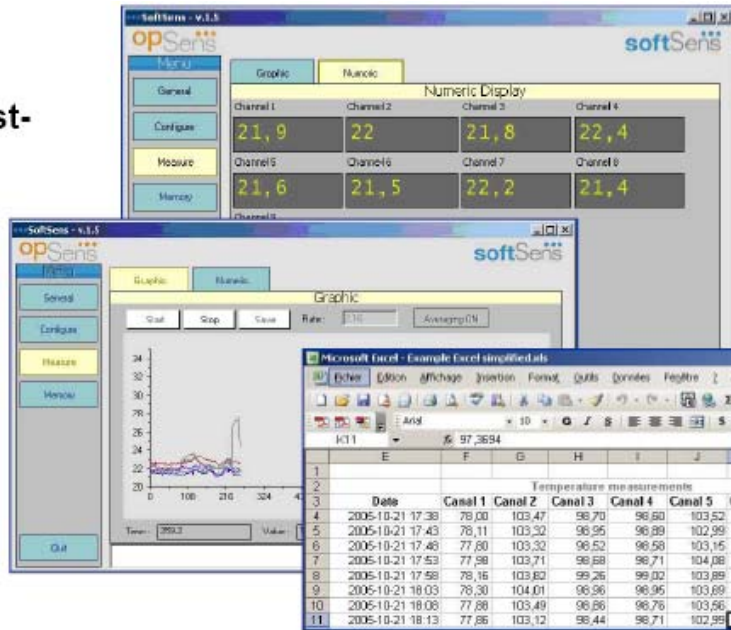


- Status LED's
- RS-485 connector
- RS-232 connector
- Power-supply connector



7. 安装完后，完成软件调试。

Real time data transmission and post-process analysis



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: OPSens变压器绕组温度监测系统是国际上公认的最新变压器绕组热点温度监测工具!

及时准确发现变压器内部缺陷

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;
- 验证和优化变压器的设计;
- 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;
- 改进变压器内部材料发热和散热的基础知识;
- 收集设备维护维修的有价值的信息;
- 尽可能延长变压器的寿命;
- 找到可能发生的问题的根源, 提前采取措施;

- 分别检测每一个单一绕组；
- 可以更加直观的监测和评估变压器的运行情况。



OPSENS 光纤传感器系统具有抗电磁干扰、电绝缘、体积小、耐腐蚀、本质安全，精度可靠性高，安装方便，广泛应用于各大智能电网工程，目前在国外已经非常成熟使用；ABB Group（瑞士）、AREVA T&D（法国）、Conдумex IEM（墨西哥）、DeltaStar、Ganz Transelektro（匈牙利）、GE Repair（美国）、GridSense（美国）、Howard Industries（美国）、Kuhlman Electric（美国）、Marson's Electrical Industries（印度）、Megatran Electric（加拿大）、Pauwels（比利时）、SEA Trasformatori（意大利）、SIEMENS Group（德国）、Vijai Electricals（印度）、Prolec GE（墨西哥）、WuHan NARI(中国)等众多用户