

分布式光纤温度监测系统

型号: **CTM 4000**



德国技术

激光器 15 年免维护

产 品 样 本
(2006版)

国内主要用户: 北京电力公司
宁波电力公司

杭州电力公司
连云港核电站

厦门电业局

北京维新华通网络科技有限公司

目 录

1	应用领域
2	测量原理
2.1	拉曼散射
2.2	测量原理
3	系统组成
4	系统整体性能和特点
5	系统技术规范
5.1	系统主要技术参数
5.2	控制器 OTS
5.2.1	主机
5.2.2	电气参数
5.2.3	光的连接器
5.3	感温光缆
5.3.1	外敷设式光缆
5.3.2	内嵌式光缆
6	多路光纤转换开关（可选件）
7	中文操作软件 CHARON_02 增强版
8	系统网络(可选件)
9	计算机和打印机
10	安装附件
11	国内电力行业用户典型应用举例

分布式光纤温度监测系统

型号：CTM 4000

目前，在很多场合下，温度已成为非常关键的因素，许多物理特性的变化都直接反映在温度的升降上，因此对温度的监测的意义越来越大。随着光纤应用技术的发展，基于拉曼散射原理的分布式光纤测温系统是目前世界上最先进、最有效的连续分布式温度监测系统。

CTM4000型分布式光纤温度监测系统，由北京兴迪仪器有限责任公司引进德国先进核心技术成套生产，并提供整套系统的安装，调试和售后服务。已得到国内用户的广泛认可。截止到2005年底，已经应用在北京电力公司220kV电缆，回路长9.7公里，杭州电力局12根220KV电缆，厦门电业局10/110/220kV电缆，宁波电力局220 kV电缆，连云港核电站220KV电缆的温度监测上。同时向厦门电业局提供电缆载流量计算软件，实时提供电缆的负荷率和载流量预测。

在中国的高速公路隧道，过江隧道，办公大楼防火等领域也有50多套正在使用中。在全世界范围内共有约2500套系统投入使用。

1 应用领域

1) 电力电缆温度监测

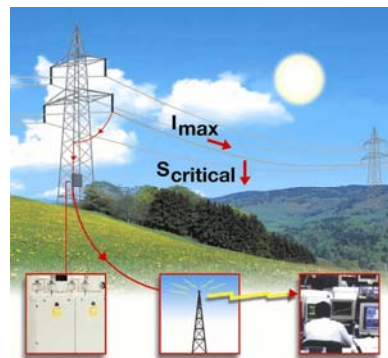
电力电缆的在线实时温度监测，具有重大现实意义：

- ◆ 运行状态监测，有效监测电缆在不同负载下的发热状态，积累历史数据；
- ◆ 载流量分析，可以保证在不超过电缆的允许运行温度的情况下，最大地发挥电缆的传输能力，降低运行成本；
- ◆ 老化监测，发现电缆上的局部过热点。及时采取降温措施，延缓电缆老化速度；
- ◆ 实时故障监测，发现电缆运行过程中的外力破坏；
- ◆ 电缆沟内火情监测与报警；



2) 高压架空线的增容

在欧洲还广泛应用于高压架空线的增容监测。通过对关键跨的导线温度监测，提高整条架空线路的输送容量。在法国里昂，巴黎等地具有成功实例。



3) 发电厂，大型冶金企业电缆沟防火及火情监测

电缆沟防火直接关系到发电机组的安全运行。根据电力事故分析，由于电缆故障引起的火灾事故占相当大比例。火灾一旦发生，会导致大面积电缆烧毁，机组被迫停机，造成重大直接经济损失。实时温度监测可以提前预警，以便及时采取措施。



传统的测温方法是将某些点式温度传感器安装在电缆沟的重要部位，用光缆进行温度数据传送，其优点是比较经济，但存在安装繁琐，抗电磁干扰能力低，监测不完整等缺点。

4) 交通运输领域的温度监测和火情监测

如：高速公路隧道、过江隧道，地铁、铁路、机场、船舱等防火，火情监测。10个报警输出，可同时启动强制通风，关闭火灾通道，通知医疗救援和指挥中心等。



5) 重要区域的温度测量和监控

如：发电厂电缆沟/桥架、电厂锅炉、变电站设备、输煤系统传输带、计算机房、电视台、通信机房、移动基站、控制机房、电线电缆通道等。

6) 危险区域的温度测量和监控（设备简单、无外加电源，受监控的区域不带电）

如：油罐、气罐、煤仓、危险品仓库等。

7) 大面积、大范围的温度测温 and 监控

如：粮仓、冷库、货仓、造纸厂、酒厂、制药厂、饮料厂、烟厂等。

8) 压力容器表面温度测量和监控

如：气化炉、反应罐等。

9) 大型电力变压器内部温度监测

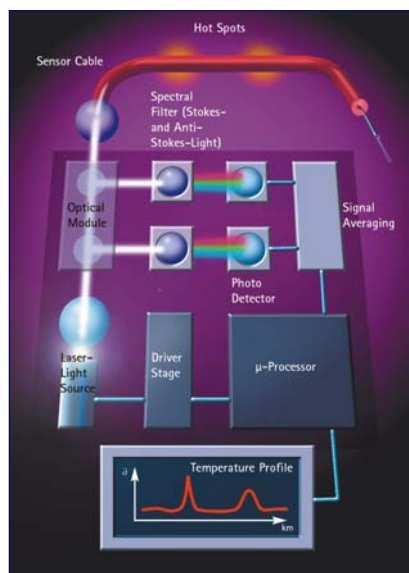
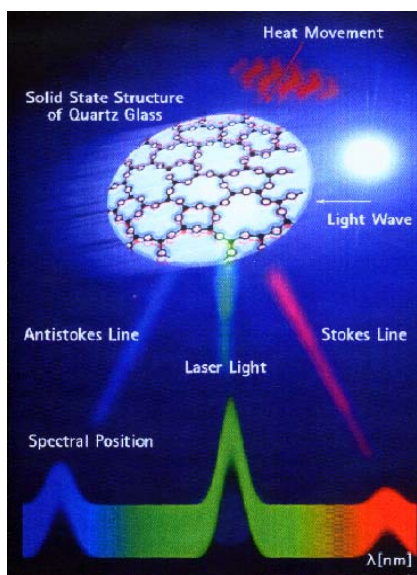
根据变压器的温度监测要求布置光缆，光缆所到之处，温度实时显示。

2 测量原理

2.1 拉曼散射

光纤温度测量技术基于拉曼散射的物理效应。光波导由掺杂的石英玻璃制成，石英玻璃由 SiO_2 分子组成，热使分子晶格产生振动，如果光照射在受热激发而振动的分子上，声子和这些分子的电子之间会发生相互作用。因此光在光波导中会发生散射，这种效应就是拉曼散射。

和入射光激发晶格谐振的频率相比，散射光的谱线频率发生了位移。反斯托克斯线的强度和温度有关，斯托克斯线和温度无关，使用光波导内一点的反斯托克斯光和斯托克斯光强度的一种关系式，即可得到这一点的温度。



2.2 测量原理

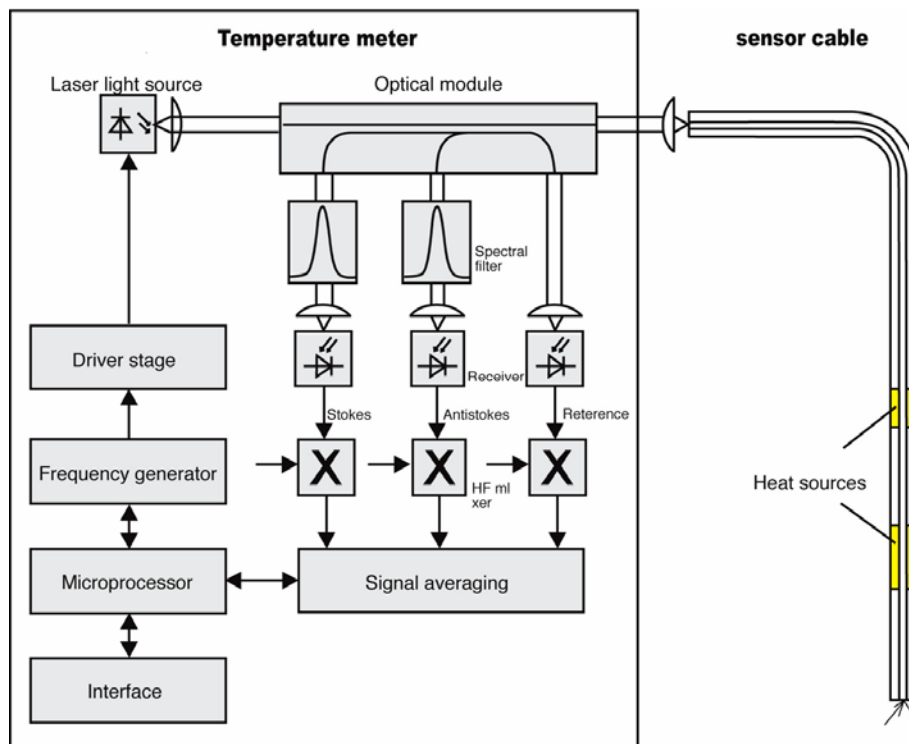
拉曼散射光的分布式测量要求有一个背光散射过程。最著名的背光散射过程就是OTDR (OTDR: 光时域反射测量技术)。使用这种技术可以定位光纤断开的位置，对接头和插头进行评价和定位，定位使用玻璃纤维材料的衰减特性（瑞利散射）。

OTDR的测量过程是发射激光脉冲，通过检测光脉冲的发射和返回的时间差决定光的散射水平和位置。与瑞利光相比，拉曼散射光测量显示的背光信号只是千分之一左右，使用OTDR技术的分布式拉曼温度传感器使用高性能脉冲激光源和快速信号平均技术。

本系统采用OFDR技术，通过傅利叶变换得到OTDR图谱。该技术已被德国厂家注册为专利技术。与OTDR相比，OFDR技术大大降低了对于激光器能量的要求，本系统不再使用固体激光器，而改使用半导体激光器，使激光器的寿命大大增加。

下图显示了拉曼温度测量系统的组成。 温度测量系统由控制器和作为线形温度传感器的玻璃光纤（光波导）组成，而控制器由激光源、光器件、微处理单元组成。

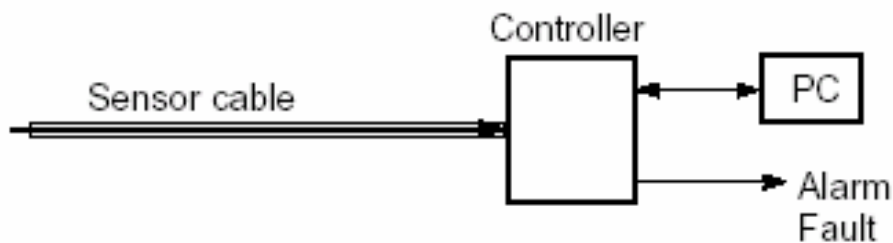
系统内部由三个通道组成，两个测量通道(反斯托克斯和斯托克斯)和一个参考通道，这些背光散射的幅值和各点的拉曼散射光的强度成比例，从两个测量通道得到幅值的关系即可得到沿传感器电缆的光纤温度。



经国家级试验室进行比对试验，光纤测温系统的测量结果与现场标准温度计测量结果进行比对，其测量误差在 $\pm 1^{\circ}\text{C}$

光纤测温系统测量值 $^{\circ}\text{C}$	29.5	34.0	40.5	43.5	51.0	53.0	60.5	65.0	71.0	74.5
标准温度计测量值 $^{\circ}\text{C}$	30.0	35.0	40.0	45.0	50.0	55.0	60.0	65.0	70.0	75.0

3 系统组成



温度监测系统CTM4000组成如下：

- 感温光缆
- 多路光转换开关（可选件）
- 带激光光源的控制器
- 测温软件
- 计算机及打印机
- 现场安装和技术服务

4 系统整体性能和特点

- 系统测量的空间分辨率可选:0.5米, 1米, 1.5米, 且不随监测长度变化
- 系统的温度精度高: $\pm 1^{\circ}\text{C}$



冰水 0°C 现场校准图（厦门）

- 系统采用 OFDR 频域反射技术，半导体激光源的工作寿命长达 20 年，系统具有更高的可靠性
- 系统使用半导体光学开关，使用寿命大于 20 年
- 系统可以分 128 个区，每个区域可以独立报警
- 具有自主软件/硬件研发能力，可以满足用户特殊的系统功能要求和组网要求
- 拥有自己的施工队伍，有内置和外敷光缆的现场经验

5 系统技术规范

5.1 系统主要测量参数

测量范围:	2/4/6/8/10/15km
长度分辨率:	0.5/1/1.5/3m
温度测量精度:	±1°C
测量方式:	单端测量
供电:	直流供电 22...30VDC 功率消耗 最大 50W 24VDC 或交流供电 85-264V AC, 47-63Hz 输入电流 230V AC; 0.45A typ.
使用条件（主机部分）:	温度 0°C~40°C 相对湿度 ≤95%(无凝结)

5.2 控制器 OTS

5.2.1 主机

OTS 测量设备为德国进口设备，是CTM测温系统的核心设备。嵌入在19"机架内，3U高。电缆从仪器的后面板连接。

尺寸 H x W x D 13.5 cm x 44.9 cm x 31.5 cm

重量 10.2 kg

24V 直流:

测量装置供电要求24V DC, 功率100W. 电流安全级A.

RS-232:

通讯电缆与 RS 232 端口相连

TCP/IP 通讯

输出:

10 个继电触点作为输出端口。将报警信号输送到最多10个不同监控点

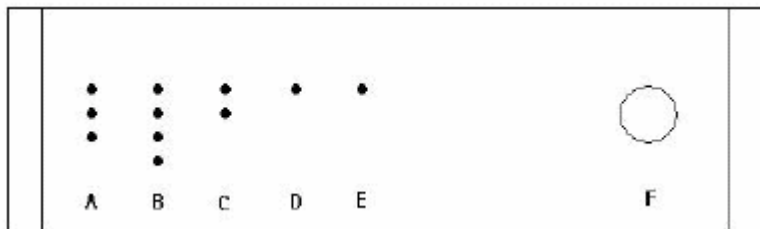
输入:

4 个光隔离 24V 输入端。所有电缆连接在仪器后面板

OTS 主机

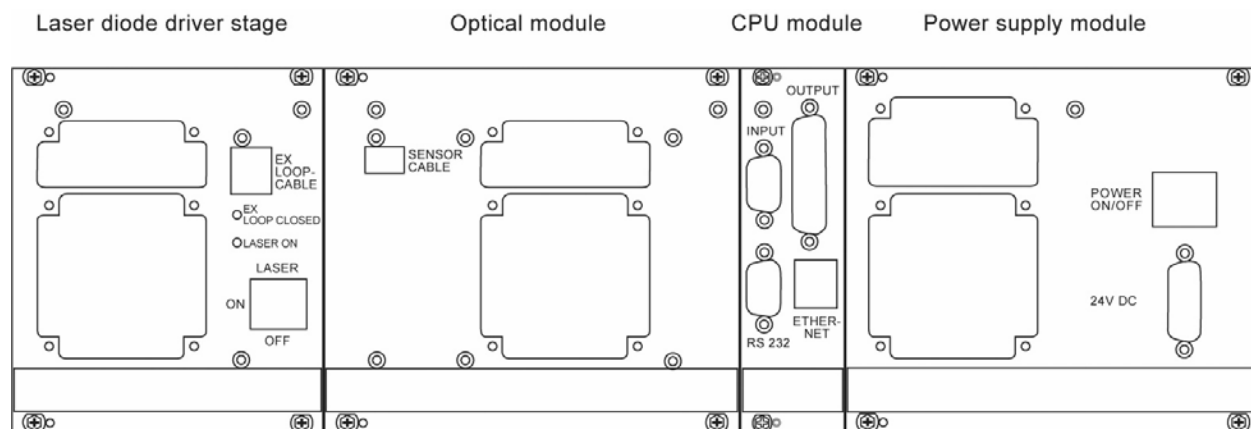


控制器前面板



A	LED's	操作	电源, 激光开, 故障
B	LED's	通讯	RS232 传输, RS232 接收, 因特网接收, 因特网工作
C	LED's	开关触点	输入, 输出
D	LED	报警	报警工作
E	LED	超保护	回路关闭
F	主开关	开关触点	输出复位

控制器后面板



5.2.2 电气参数

与 24V DC 电源连接

连接器类型	Sub-D 15-pin. Male
Pins 1-6	OV DC
Pins 7-8	Ground
Pins 9-15	+ 24V DC

与RS-232通讯连接

连接器类型	Sub-D 9-pin, male
Pin 1	DCD
Pin 2*	RxD
Pin 3 *	TxD
Pin 4	DTR
Pin 5 *	Signal Ground
Pin 6	DSR
Pin 7 *	RTS
Pin 8 *	CTS
Pin 9	RI

* 要求的连接, 符合相关协议

通讯参数:

硬件信号交换: RTS/CTS

波特率 19200

无奇偶, 8 data, 1 stop

输出连接 – 继电器触点

连接器类型	Sub-D 25-pin, female
Pins 1, 14	Out 1

Pins 2, 15	Out 2
Pins 3, 16	Out 3
Pins 4, 17	Out 4
Pins 5, 18	Out 5
Pins 6, 19	Out 6
Pins 7, 20	Out 7
Pins 8, 21	Out 8
Pins 9, 22	Out 9
Pins 10, 23	Out 10
Pins 11,12,13,24,25	n.c.

触点的电气运行数据:

断开功率最大 60 W

开关电压最大 45 V DC / 35 有效值

开关电流最大 2 A DC

接触电阻50 m Ω

输入连接：光隔离 24 V 输入

连接器类型	Sub-D9-pin, female
Pin1	In1
Pin2	In 2
Pin3	In 3
Pin4	In 4
Pin5,6,7,8,9	Ground

输入电压**24V, level, active LOW**

输入阻抗**2 kOhm**

5.2.3 光的连接器

采用软电缆连接方式

连接器类型	E2000 8° 对角截面
光纤	62.5/125 μm 光缆

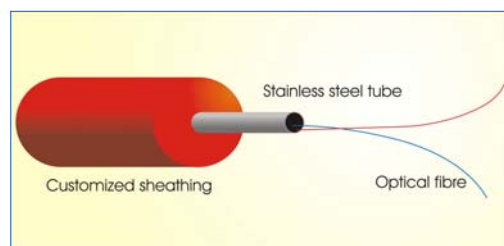
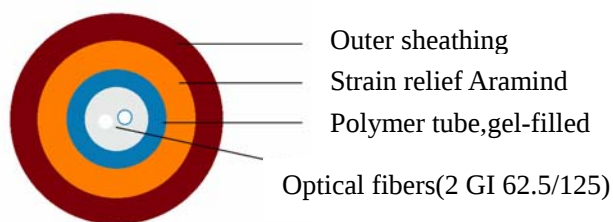
5.3 感温光缆

根据测温目的的不同，光缆敷设方式的不同，我们提供多种型式的感温光缆供用户选择（见下图），比如，用于火情监测时，光缆带钢丝铠装，耐温可达上千度，以下介绍，一种标准感温光缆的技术规范：

标准感温光缆包括2根型号为多模GI62.5/125 μm 的独立光纤，填充憎水性材料保护光纤，黑色或红色，带长度计米标志，直径5.6 mm $\pm$ 0.2 mm 。

感温光缆通过倾斜接地连接器与激光源连接，连接器在连接前必须迅速用酒精清洁和进行破损检查。

光缆截面图：



技术参数如下：

光纤型号：GI fibre 62.5/125

光纤数： 2

数值孔径：0.275 $\pm$ 0.02

光纤特性：

光谱衰减： $\leq$ 2.7 dB/km (850nm)

$\leq$ 1.6 dB/km (970nm)

$\leq$ 0.5 dB/km (1300nm)

带宽： $\geq$ 440 MHz (850nm)

$\geq$ 300 MHz (970nm)

$\geq$ 200 MHz (1300nm)

光缆重量： 30 kg/km

最小弯曲半径： 60 mm (无拉力)

80 mm (带拉力)

最大拉力： 400 N (长期)

800 N (短期)

最大抗压力： 400 N/cm

重复弯曲次数 (100N)： 500 次 (半径50mm)

外护套材料：阻燃材料，黑色或红色

外护套绝缘性能： 5000 V DC

温度范围： - 25 $^{\circ}\text{C}$ 到 + 70 $^{\circ}\text{C}$ (运输/存储温度)

-25 $^{\circ}\text{C}$ 到 120 $^{\circ}\text{C}$ (电缆温度监测)

600 $^{\circ}\text{C}$ 以上 (火情监测)



光缆标准：EN18700, IEC60754, IEC60332-1, IEC61034-1, IEC61034-2, IEC60754-2
 光纤标准：IEC60793

5.3.1 外敷设式光缆



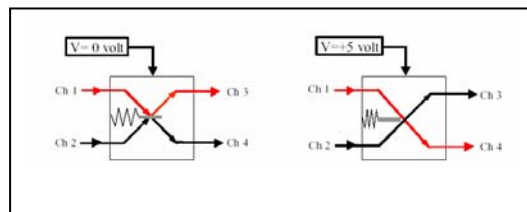
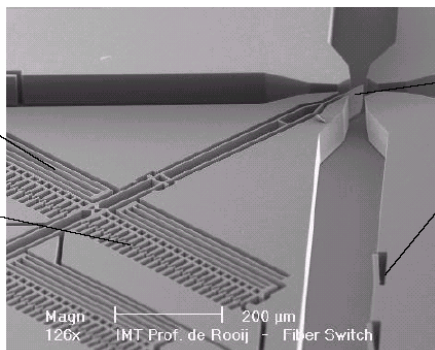
5.3.2 内嵌式光缆



6 多路光纤转换开关（可选件）

FS 光开关是一种光路控制器件，起着切换光路的作用。多路感温光缆在控制室和光纤转换开关相连，使检测系统可巡回检测多路检测对象。

FS 光开关为半导体光学式，通过改变半导体的输入电压来改变激光的反射方向。避免了机械式光开关带来的机械磨损和寿命短等问题。半导体光学式光开关的理论使用寿命可以达到 20 年以上。但目前此类开关的最大通道数为 8 通道。



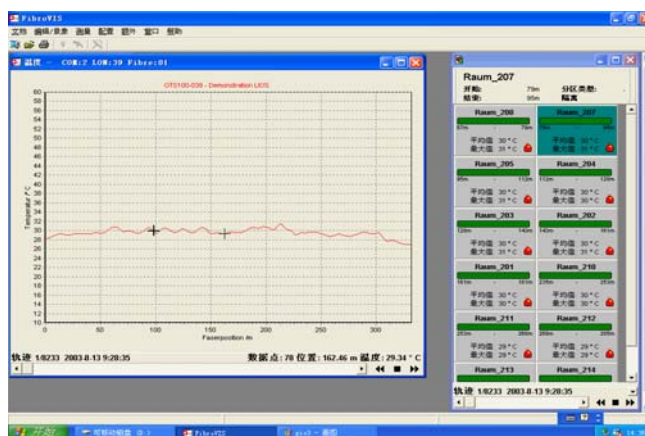
7 中文操作软件

温度监测软件已有5年以上的使用经验，它是强大而可靠工具，该程序使用方便，简单有效。具有以下特点：

- 全中文软件，操作简单
- 实时显示电缆线路上的温度分布曲线
- 实时显示各点温度随时间变化的曲线
- 对测量区域在长度上进行分区，最多可分成128各区，分区监测
- 对一些区域进行局部重点监测
- 不同的区域,独立报警
- 每个区域可独立设置3个报警参数

测量区域划分原则一般为：

- 被监测物体结构发生变化的
- 被监测物体周围环境发生变化的
- 被监测物体旁有明显标志物体的
- 用户确定的重点部位



每个区域内可以独立设置3个报警参数：

- 最高温度报警
- 温度上升速率报警
- 最高温度与平均温度差值（局部过热点）报警

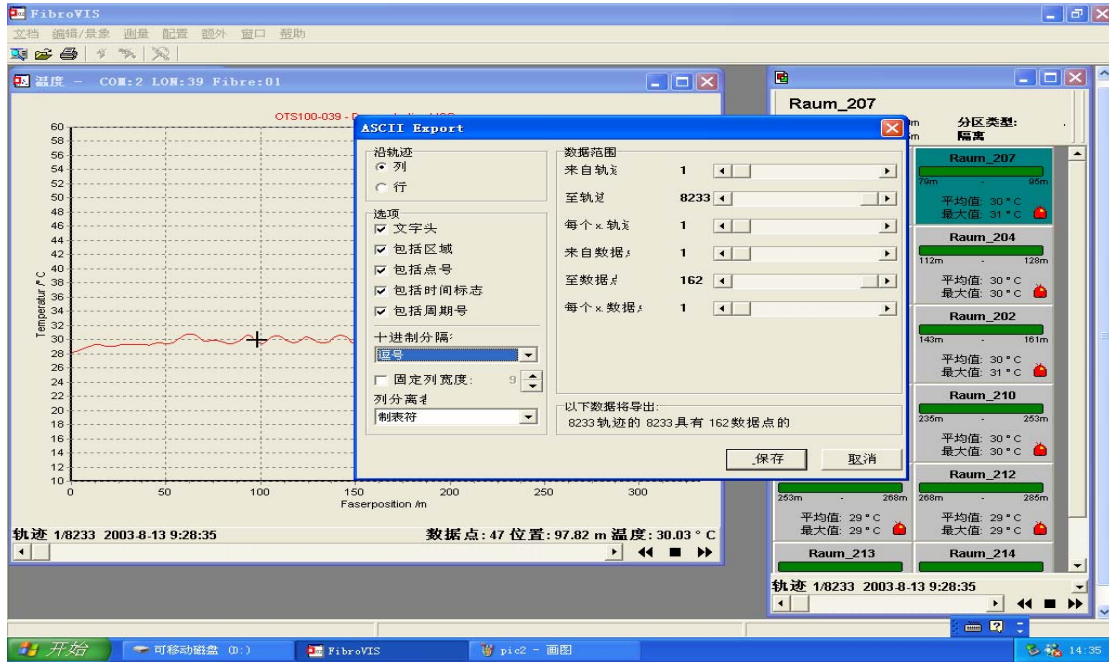
TCP/IP 接入： 几个控制器的信号可以在一台PC机上分析处理

新数据库设计： 系统功能强而高效

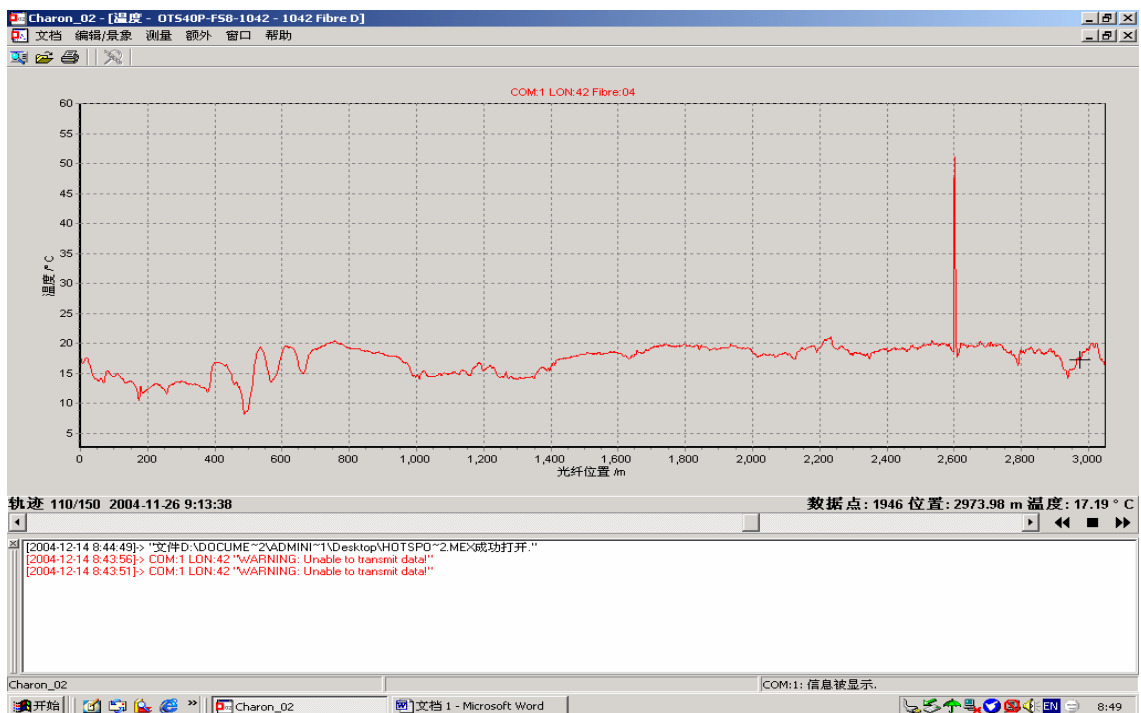
测温软件 提供强大数据库，存储所有测量和配置数据，有如下新特点：

- 测量过程同步浏览
- 简单输入和输出配置
- 嵌入式配置所有测量数据文件
- 测量数据的事件触发（报警）存储或永久数据存储的缓冲存储功能
- 测量数据探索者功能： 可轻易通过时间段、事件和OTS数或标题找到测量数据
- 为项目调试和文件归档列出详细的报告
- 全程分区图及其温度分布曲线

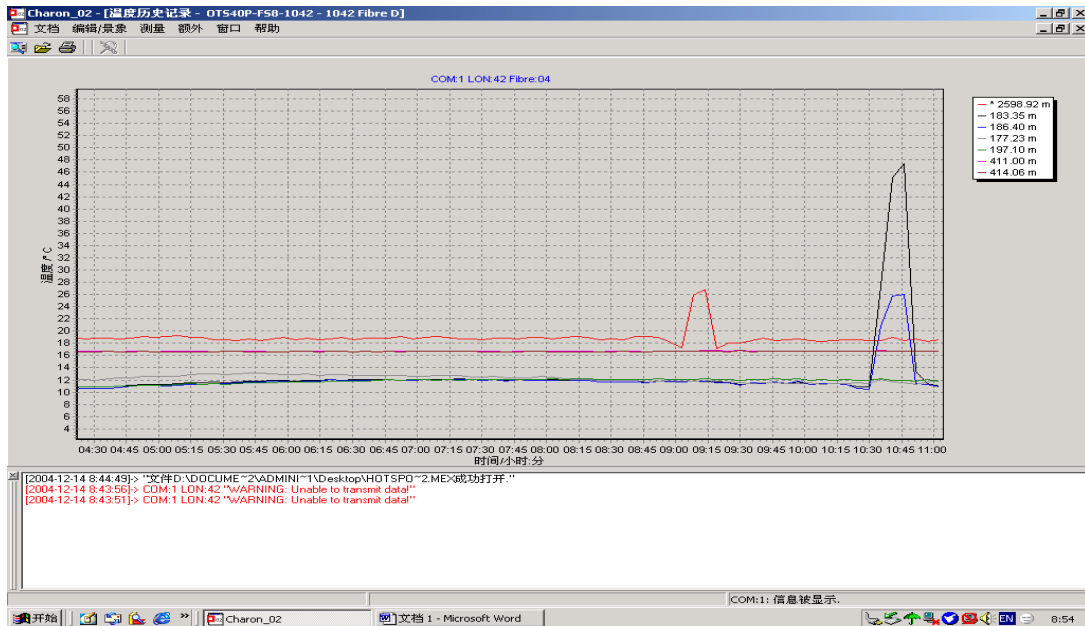
● 测量数据导出



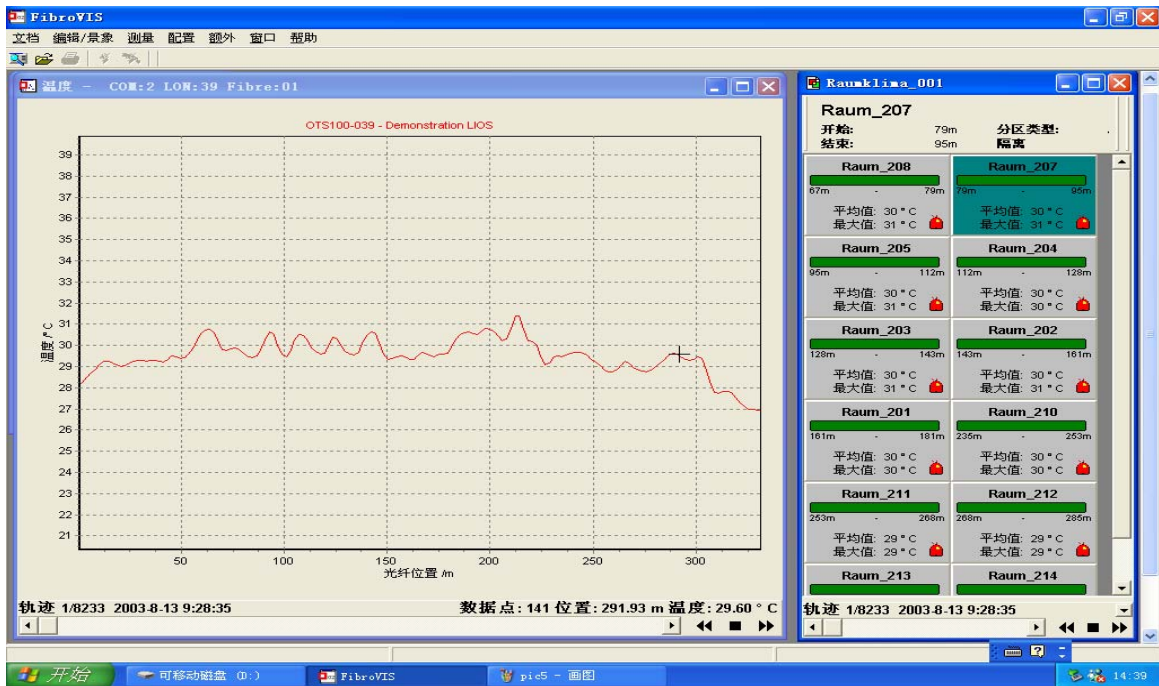
● 全程温度分布曲线



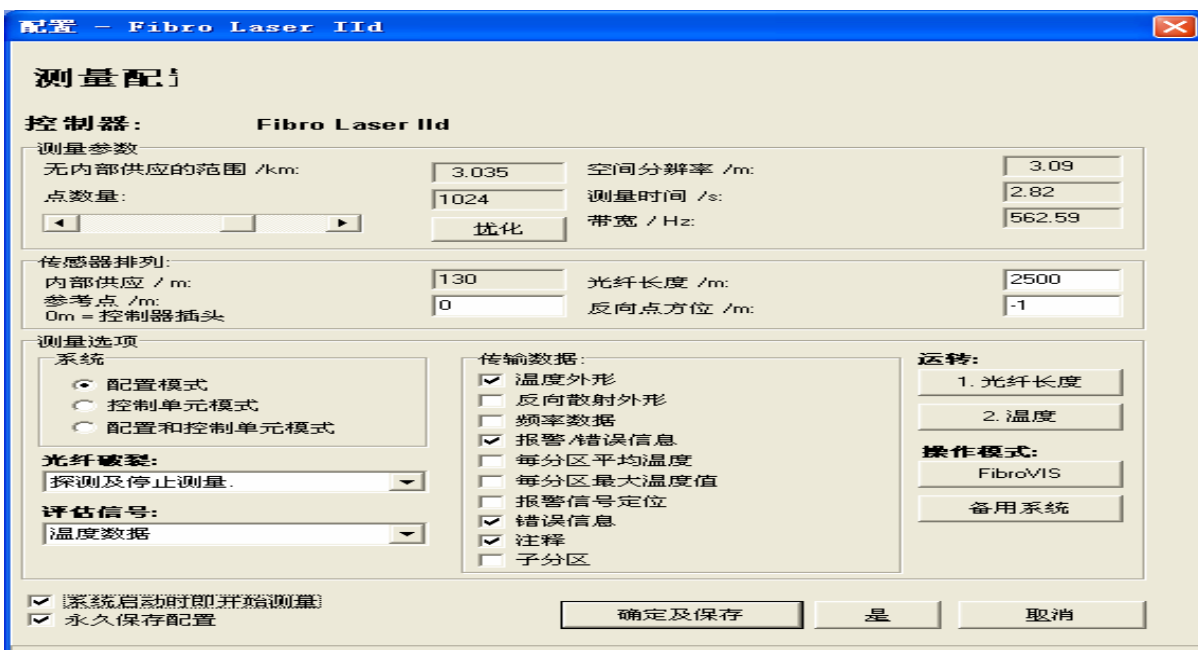
● 重点监测点的温度随时间变化曲线



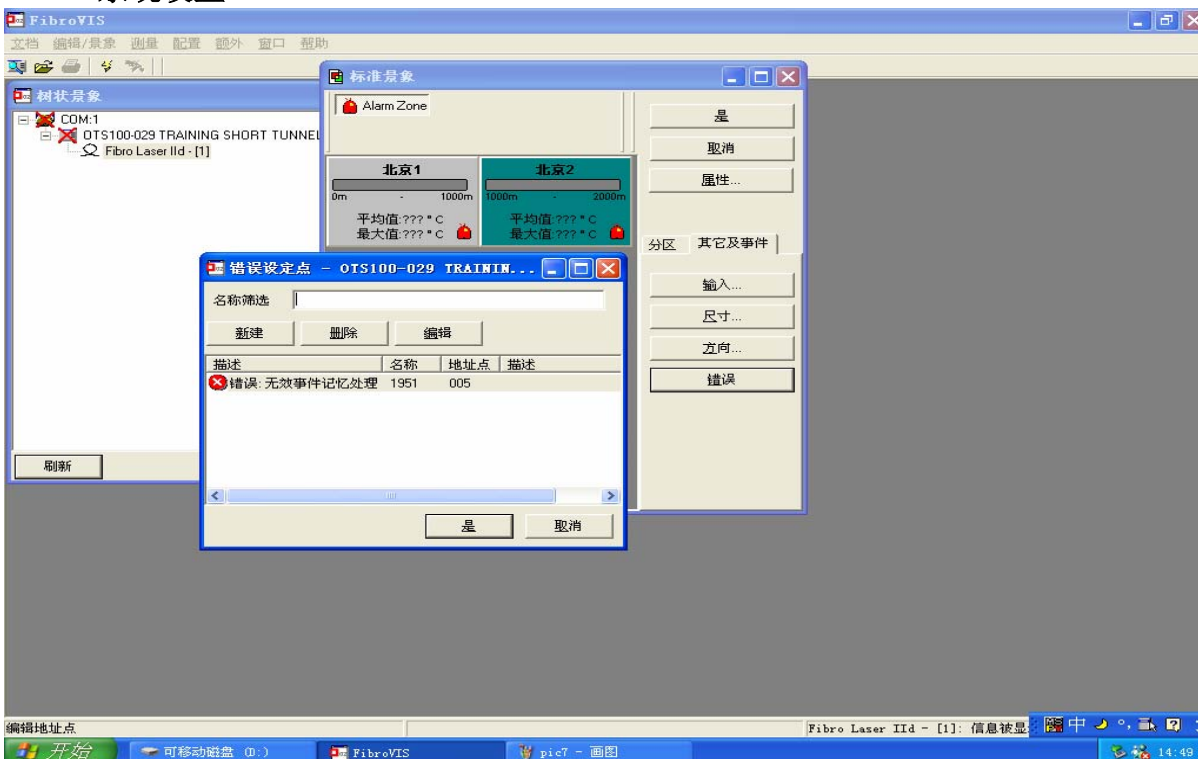
● 系统监测曲线



● 系统参数



● 系统设置



● 报警设置

编辑报警参数
✕

定义报警标准

报警参数设置: Tunnel1 Standard

新设置
删除
更名

最大特性:	58	°C	☒	起效	
分区上升	15	°C	☒	起效	
上升1:	8	°C		响应时间1:	60 s
上升2:	10	°C		响应时间2:	120 s
上升3:	14	°C		响应时间3:	180 s
报警延时:	1	测量数量			

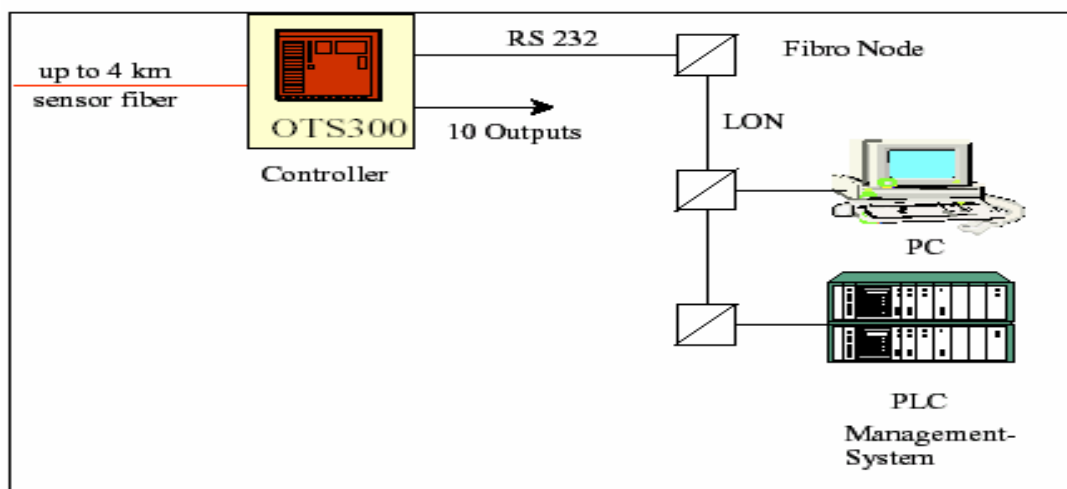
是

取消

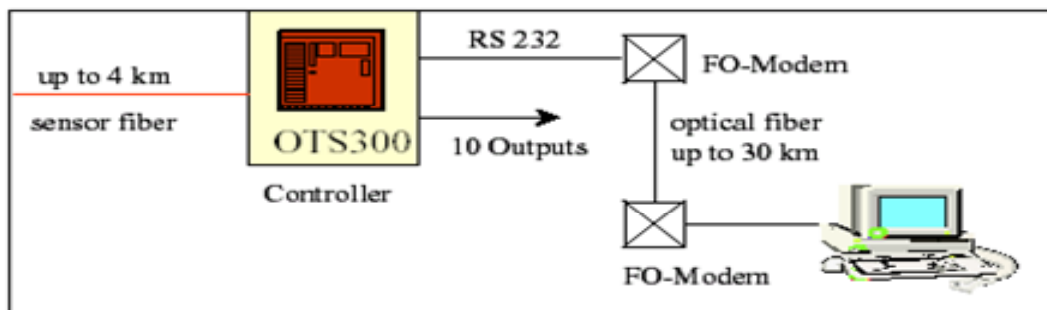
8 系统网络联接(可选件)

OTS 40P可有不同类型的工作站，通过TCP/IP与用户局域网相联，也可以特定的规约与用户的SCADA系统联接。

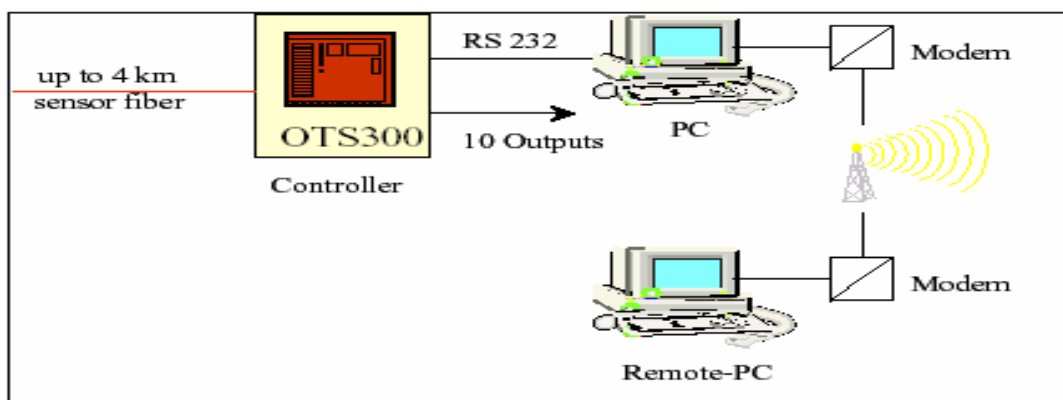
方案 1)



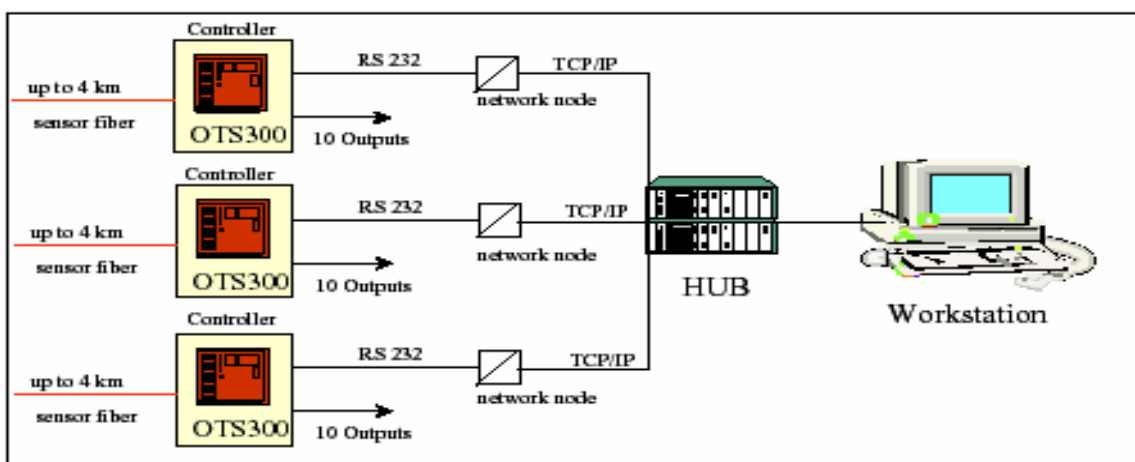
方案 2)



方案 3)



方案 4)



9 计算机和打印机

- 奔腾 IV (2 GHz) 计算机
- 显示器分辨率不小于 1024X768
- WINDOWS NT 4.0 或 WINDOWS 2000 软件
- 彩色喷墨打印机
- 网卡

10 标准机柜与安装附件

包括:

- 标准机柜
H xWxD 2.15m x 0.8m x 0.6m
- 连接软光缆 E-2000
- 接头盒
- 保护盖板
- 230V 电源电缆
- 输入电缆 2.5 米
- 输出电缆 2.5 米

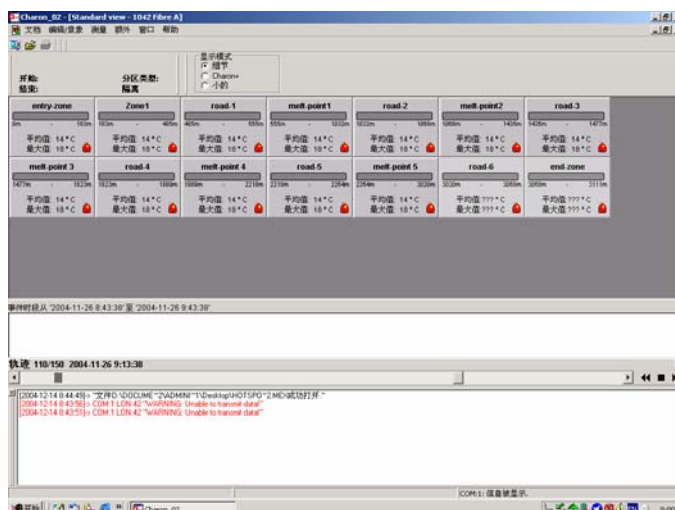
11 国内电力行业用户典型应用举例

- 1) 杭州市电力局 12 条, 220KV, 3.1 公里电缆温度监测, 其中 6 条将光缆敷设在电缆外部 (2004 年), 另外 6 条将光缆埋设在电缆内部 (2005 年)
- 2) 北京电力公司, 2 套系统, 监测最大回路长度 9.7 公里, 共 9 条 220kV 电缆的运行温度
- 3) 厦门电业局, 监测 10KV, 110kV, 220KV 共 4 条电缆
- 4) 宁波电力公司, 监测 6 根 220kV, 回路长度 5.6 公里
- 5) 连云港核电站, 监测 3 根 220kV 电缆温度

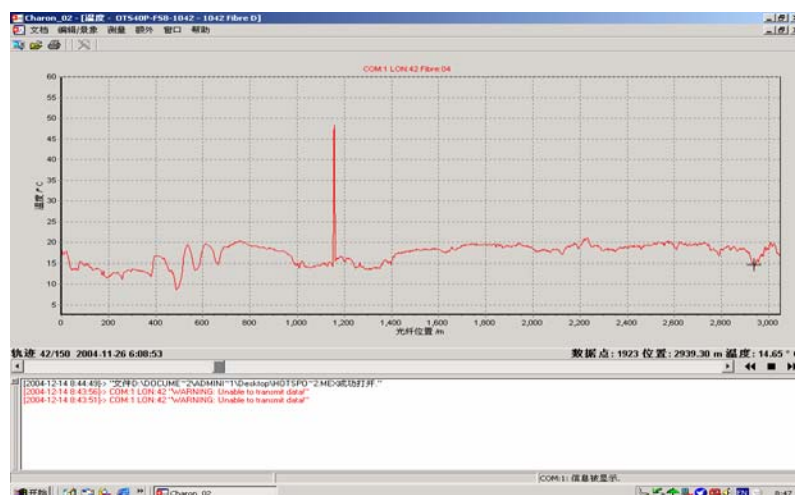
杭州系统资料



监测系统图



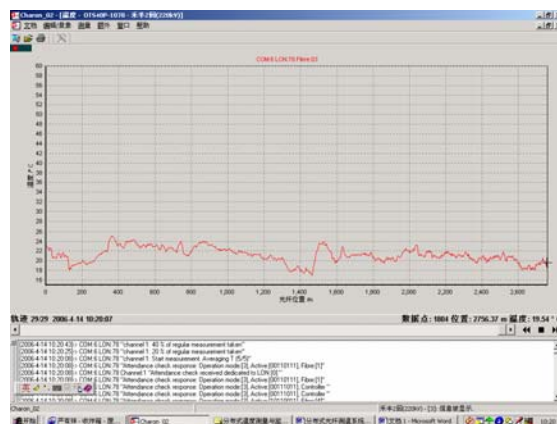
电缆分区图



6) 连云港核电站, 3 条, 220KV, 1.8 公里电缆温度监测



7) 厦门电业局禾半线的监测系统





北京维新华通科技有限公司

地址：北京市朝阳区大郊亭中街2号院华腾国际1号楼3HD

邮编：100020

电话：400-0066-586

传真：010-87951388

网址：
<https://www.otdr.cn>
<https://www.vintool.com.cn>