

关于高压开关柜在线测温方案的应用探讨

安科瑞孟新元18721502664

(安科瑞电气股份有限公司 上海嘉定 201801)

摘要：

全封闭式高压开关柜在配电网中大量使用，运行可靠性得以大幅提高，由于高压开关柜全封闭的特点及无人值守运行模式给日常巡视工作带来了困难，尤其柜内一次电气接头的发热不易及时发现，易造成故障范围的扩大，通过对高压开关柜在线测温方案探讨分析，提出了一种全新的测温方案，以满足不同现场条件的需求。

关键词：接头发热 测温 传输方式 探讨

0引言

目前随着全封闭式高压开关柜在10kV系统电网中的大量使用，对其可靠性也提出了更高的要求，然而在长期的运行中开关柜内部电气接头的异常发热已成为影响开关柜安全运行众多因素中常见的问题。针对目前高压设备温度监测的现状，高压电气接点温度在线监测系统解决了在常规的温度监测手段中所遇到的问题，为避免高压电气设备事故起到了很好的预警作用。

1高压开关柜电气接头测温方法存在的问题

1.1 红外测温法

红外测温是非接触式测温方式，即利用红外线点温仪通过对全封闭式高压开关柜柜门上的巡视玻璃看窗进行测温，但由于玻璃的反射作用，造成测温误差较大，因此该测温方法是不可行的。针对此问题将玻璃看窗换成价格昂贵的红外线玻璃看窗，解决现场的测温问题，但却无法实现远传，不利于集控站实时监测。

1.2 无线测温法

将无线测温探头固定在封闭柜内待测温的电气接头上，无线接收装置则放置在柜外，实现了无线实时测温，并能够进行后台监控。该测温方法的缺点是：封闭式开关柜内的运行环境十分恶劣，电磁干扰严重，由于高压开关柜各隔室除电缆室玻璃看窗外均采用金属挡板进行密封处理，降低了无线测温设备数据传输度和可靠性，测温探头内电池的无线发功率比较小，抗电磁干扰差，也会导致测温数据传输出现错误。

1.3 光纤光栅传感器

该设备抗电磁干扰、抗腐蚀、耐高温以及信号衰减比较小、质轻、集信息传感与传输于一身等，有效解决常规检测技术中无法解决的测量难题，但是由于一个测温点的价格就高达3000元以上，因此在变电站中推广应用受到一定的制约。为解决高压开关触头处于高电压、高温、强磁场的电磁干扰环境中，实现对触头的测温及测温装置造价成本过高不易大面积推广等问题，各厂家及科研机构主要针对无线测温方法中的信号传输频率、抗干扰性进行了研究，为在线测温方法的多样性提供了现实的指导意义。

2高压开关柜超温远程报警系统

超温远程报警系统从功能角度可以分成三部分：用于监测被测电气接头温度的温度采集模块、用于接收电气接头温度报警的红外接收模块、用于查看报警信息及其功能设置的显示终端模块及后台监控系统。

2.1 温度采集模块的组成

由温度传感器、单片机、红外发射器、电池等元器件组成。通过模块内的单片机可实现温度监测、电池电压检测以及通过与显示终端模块的对答功能，实现每一个温度采集模块ID地址的配置。温度采集模块固定在待监测的三相电缆终端接头附件的金属导电体上，在监测到电气接头的温度达到报警温度阈值时（温度阈值设为70°），启动单片机将配置的ID地址及温度数据组合后编码调制通过红外发射器进行红外数据传输。

2.2 红外接收模块的组成

由单片机、红外收发器、485通讯等元器件组成。可实现温度报警信号的红外数据接收，接收到的数据信号经单片机解码后通过485通讯接口传输到显示终端模块。接收模块的外壳采用磁吸设计，可方便地吸附在金属柜体的内部，确保接收的灵敏性。

2.3 显示终端模块组成

显示终端模块主要由终端单片机、液晶屏、设置按键、LED显示及485通讯接口、电源、继电器等元器件组成。红外接收模块接收到的数据信号通过485通讯接口传输到显示终端模块内的单片机上去控制相应的LED灯显示，起到指明某个电气接头监测点发热的作用。同时启动继电器输出开出量用于给上位机上传报警信号。

2.4 温度采集模块的红外遥控编码传输协议

温度采集模块的编码调制采用NEC编码传输协议，其特点：8位地址和8位命令，为提高可靠性，地址和命令都分别传输2次，第2次为反码传输。脉冲间隔调制：38kHz载波频率；每一位时间为1.12ms（0）或2.25ms（1），调制采用脉冲间隔时间调制每一位。每一个脉冲都是560μs长度的38kHz载波脉冲，占空比为1/4或1/3（约21个周期），逻辑1：2.25ms，逻辑0：1.12ms，实现高压柜内每个温度采集器模块地址的准确性。

2.5 温度采集模块ID地址的配置

长按温度采集模块上的按键开关3s以上，给温度传感器单片机输入高电平信号，单片机芯片采用NEC红外遥控协议调制成38kHz载波频率输入到红外线发射器上，红外接收模块上的红外接收器接收到这个红外发射信号后，通过红外接收器内部电路对调制信号进行解调比较后输出高低电平，还原出发射端的信号波形后输送给红外接收模块内部的接收头单片机芯片，接收头单片机芯片随机产生8位2进制ID地址信号后采用NEC协议进行编码调制输出给红外发射器，温度采集模块上的红外接收器接收到这个信号后经解码输入到温度采集模块上的单片机芯片上存入这个ID地址，至此这个温度采集模块有了准确性ID地址，为显示终端识别这个温度采集模块提供了先决条件，

3 安装应用

温度采集器模块通过硅胶绑带方式将温度传感器的感温面直接贴合固定在被测A、B、C三相电气接头上待测电气接头附近的金属导电体表面上。

红外接收模块的外壳具有磁吸功能，可吸附在高压开关柜的内壁上可方便红外接收角度的调整。

显示终端模块安装在高压柜仪表室内，由柜内电源提供工作电源，开出量端子与综合保护装置的开入量端子连接（图1）。

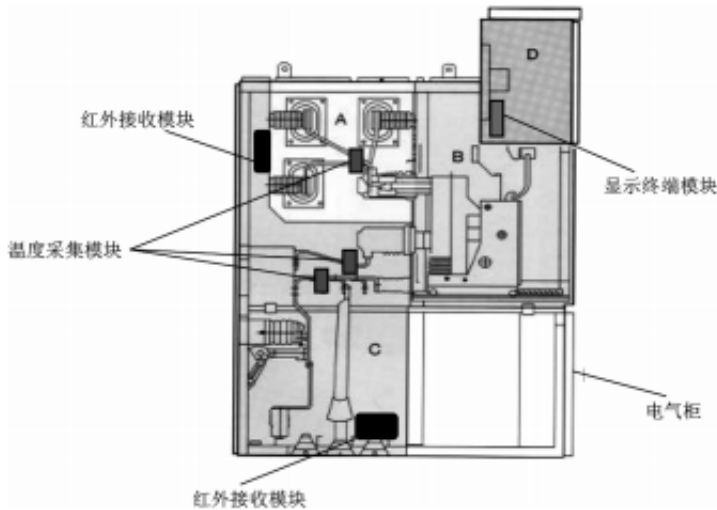


图1 安装示意图

4安科瑞温度在线监测系统解决方案

4.1概述

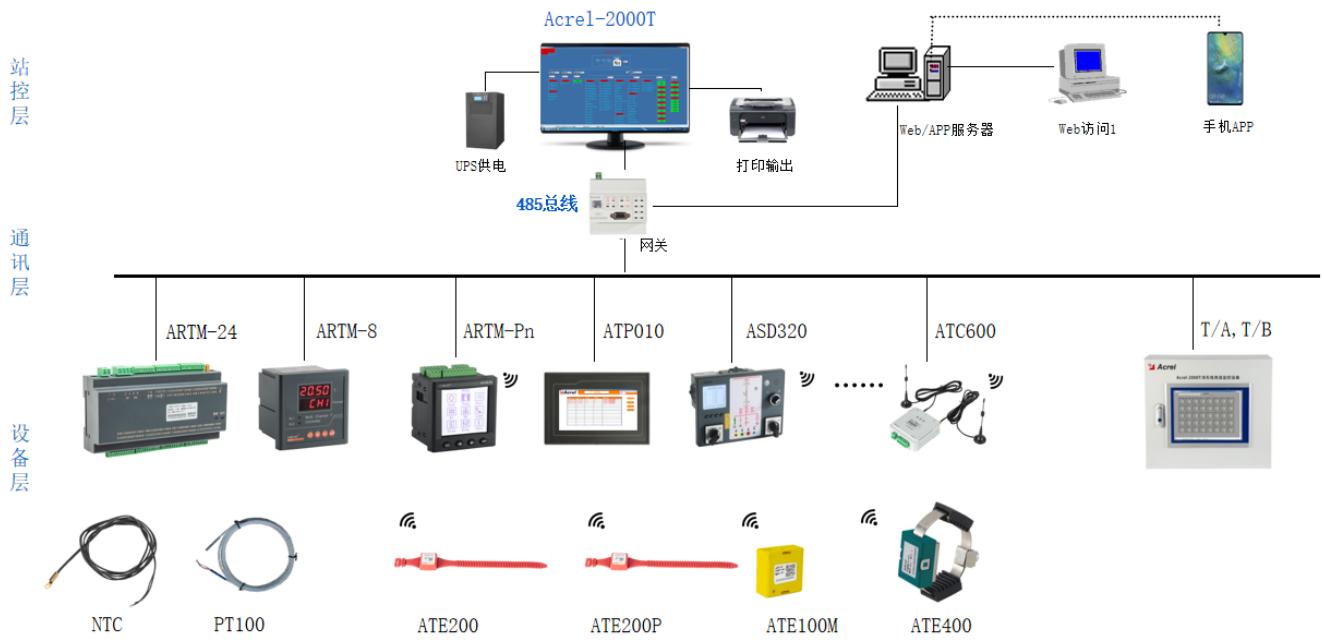
电气接点在线测温装置适用于高低压开关柜内电缆接头、断路器触头、刀闸开关、高压电缆中间头、干式变压器、低压大电流等设备的温度监测，防止在运行过程中因氧化、松动、灰尘等因素造成接点接触电阻过大而发热成为安全隐患，提高设备安全保障，及时、持续、准确反映设备运行状态，降低设备事故率。

Acrel-2000T无线测温监控系统通过RS485总线或以太网与间隔层的设备直接进行通讯，系统设计遵循国际标准Modbus-RTU、Modbus-TCP等传输规约，安全性、可靠性和开放性都得到了较大地提高。该系统具有遥信、遥测、遥控、遥调、遥设、事件报警、曲线、棒图、报表和用户管理功能，可以监控无线测温系统的设备运行状况，实现快速报警响应，预防严重故障发生。

4.2应用场所

适合在泛在电力物联网、钢厂、化工、水泥、数据中心、医院、机场、电厂、煤矿等厂矿企业、变配电所等电力设备的温度监测。

4.3系统结构



温度在线监测系统结构图

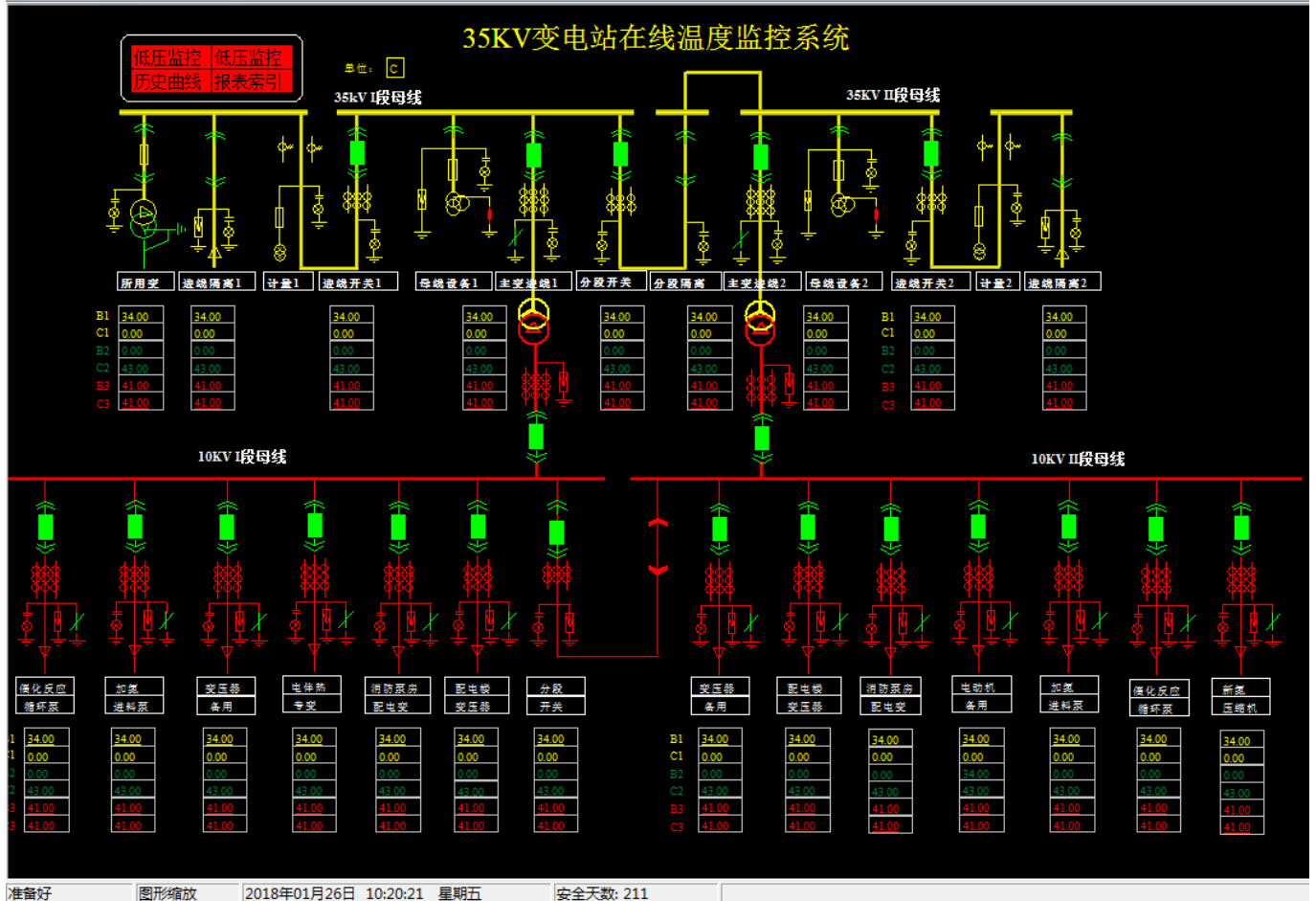
4.4系统功能

测温系统主机Acrel-2000T安装于值班监控室，可以远程监视系统内所有开关设备运行温度状态。系统具有以下主要功能：

温度显示

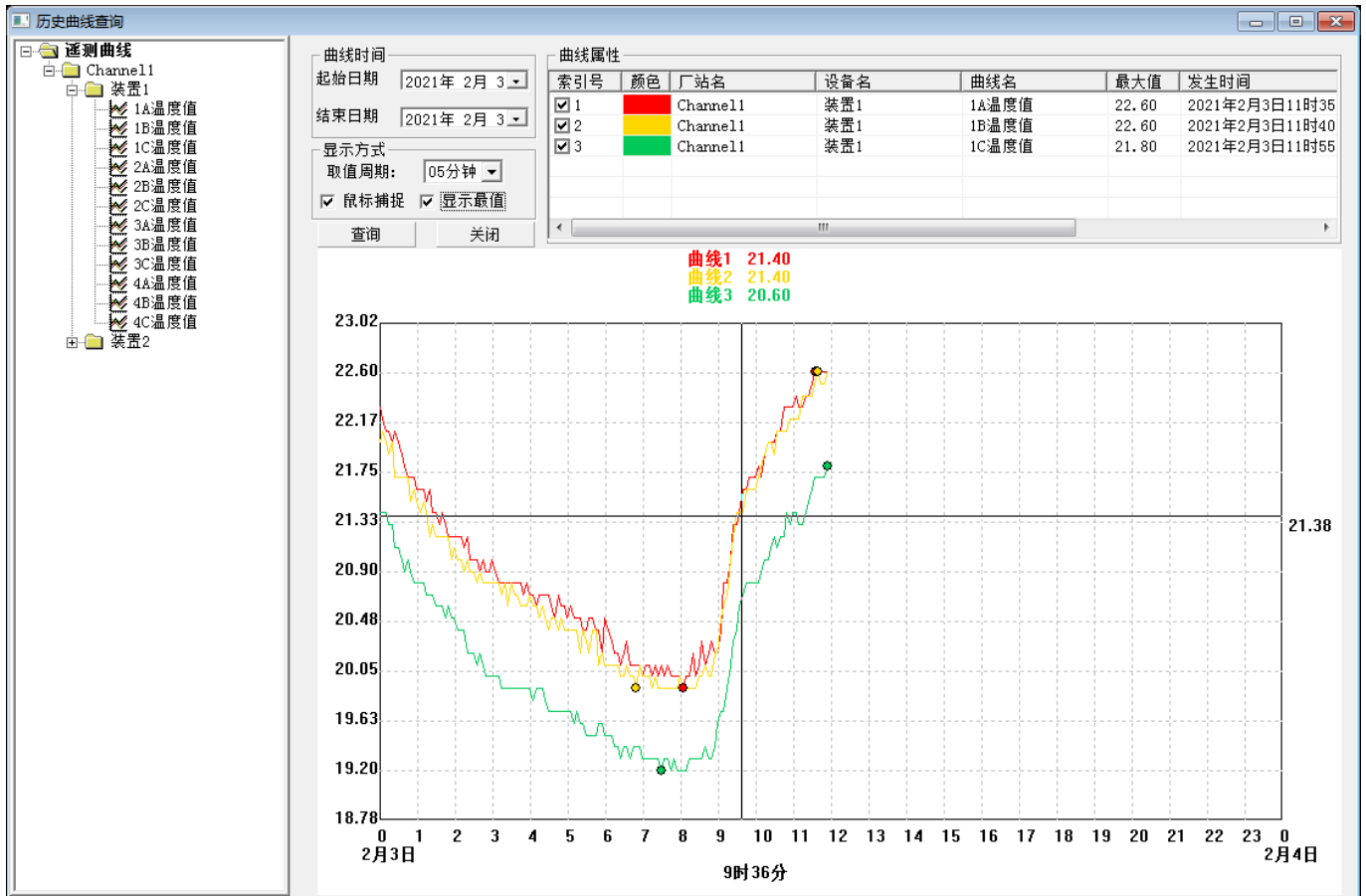
显示配电系统内每个测温点的实时值，也可实现电脑WEB/手机APP远程查看数据。

ACREL2000在线温度监控系统



温度曲线

查看每个测温点的温度趋势曲线。



运行报表

查询及打印各测温点指定时间的温度数据。

位置	名称	通道A温度值	通道A湿度值	通道B温度值	通道B湿度值	通道C温度值	通道C湿度值	组1A温度值	组1B温度值	组1C温度值	组2A温度值	组2B温度值	组2C温度值
配电房	1U	97.00	56.00	81.00	17.00	5.00	69.00	17.00	15.00	16.00	73.00	42.00	36.00
	2U	58.00	24.00	27.00	7.00	68.00	55.00	90.00	35.00	70.00	76.00	68.00	55.00
	3U	48.00	88.00	46.00	1.00	25.00	46.00	76.00	4.00	67.00	39.00	39.00	80.00
	4U	25.00	31.00	61.00	48.00	8.00	21.00	14.00	32.00	50.00	35.00	32.00	27.00
	5U	46.00	76.00	59.00	52.00	59.00	34.00	55.00	95.00	68.00	48.00	9.00	51.00
	6U	46.00	12.00	36.00	22.00	2.00	74.00	16.00	18.00	46.00	26.00	34.00	18.00
	7U	86.00	22.00	38.00	63.00	67.00	46.00	79.00	69.00	92.00	78.00	40.00	43.00
	8U	83.00	67.00	15.00	31.00	83.00	67.00	100.00	40.00	43.00	95.00	8.00	29.00
	9U	42.00	19.00	29.00	29.00	44.00	23.00	26.00	66.00	79.00	73.00	38.00	34.00
	10U	83.00	44.00	53.00	80.00	39.00	30.00	96.00	57.00	10.00	22.00	54.00	98.00
	11U	6.00	76.00	44.00	5.00	36.00	82.00	89.00	47.00	43.00	72.00	46.00	95.00
	12U	41.00	76.00	50.00	60.00	98.00	96.00	27.00	32.00	4.00	83.00	17.00	22.00
	13U	18.00	92.00	59.00	9.00	25.00	76.00	41.00	9.00	39.00	78.00	68.00	30.00

实时告警

系统能够对各测温点异常温度发出告警。系统具有实时语音报警功能，能够对所有事件发出语音告警，告警方式有弹窗、语音告警等，还可以短信/APP推送告警消息，及时提醒值班人员。

当前报警信息		
事件类型	事件发生时间	事件内容
逡测事件 安科瑞无线测温监控 1U 节温01A 20.90逡测越报警上限		
逡测越报警上限	2021年4月19日13时49分42秒647毫秒	逡测事件 安科瑞无线测温监控 1U 节温01A 20.90逡测越报警上限
逡测越报警上限	2021年4月19日13时35分5秒109毫秒	逡测事件 安科瑞无线测温监控 1U 节温02A 20.70逡测越报警上限
逡测越报警上限	2021年4月19日13时26分33秒146毫秒	逡测事件 安科瑞无线测温监控 1U 节温03B 20.10逡测越报警上限
逡测越报警上限	2021年4月19日13时24分11秒488毫秒	逡测事件 安科瑞无线测温监控 1U 节温01B 20.90逡测越报警上限
逡测越报警上限	2021年4月19日13时20分48秒685毫秒	逡测事件 安科瑞无线测温监控 1U 节温03A 20.70逡测越报警上限
逡测越报警上限	2021年4月19日13时20分9秒512毫秒	逡测事件 安科瑞无线测温监控 1U 节温02C 21.20逡测越报警上限
逡测越报警上限	2021年4月19日13时19分37秒911毫秒	逡测事件 安科瑞无线测温监控 1U 节温04A 20.30逡测越报警上限
逡测越报警上限	2021年4月19日13时17分29秒23毫秒	逡测事件 安科瑞无线测温监控 1U 节温01C 20.30逡测越报警上限
网络事件	2021年4月19日13时17分6秒282毫秒	网络事项 操作员 Manager 登录监控系统

历史事件查询




能够温度越限等事件记录进行存储和管理，方便用户对系统事件和报警进行历史追溯，查询统计、事故分析等。

事件类型	发生时间	事件内容
开入事件	2021年 4月18日10时51分14秒489毫秒	安科瑞无线测温监控 1U 遥信名0 合
逡测越物理下限	2021年 4月18日10时51分14秒540毫秒	逡测事件 安科瑞无线测温监控 1U 节温02A 20.10逡测事件
逡测越物理下限	2021年 4月18日10时51分14秒540毫秒	逡测事件 安科瑞无线测温监控 1U 节温02C 20.80逡测事件
逡测越物理下限	2021年 4月18日10时52分 6秒370毫秒	逡测事件 安科瑞无线测温监控 1U 节温01A 20.60逡测事件
逡测越物理下限	2021年 4月18日10时52分40秒916毫秒	逡测事件 安科瑞无线测温监控 1U 节温01B 20.70逡测事件
逡测越物理下限	2021年 4月18日10时54分51秒684毫秒	逡测事件 安科瑞无线测温监控 1U 节温03A 20.50逡测事件
逡测越物理下限	2021年 4月18日10时56分18秒292毫秒	逡测事件 安科瑞无线测温监控 1U 节温01C 20.10逡测事件
逡测越物理下限	2021年 4月18日11时 3分46秒974毫秒	逡测事件 安科瑞无线测温监控 1U 节温02C 20.80逡测越物理下限
网络事件	2021年 4月18日11时 4分 2秒114毫秒	网络事项 操作员 Manager 登录监控系统
逡测越物理下限	2021年 4月18日11时 4分31秒398毫秒	逡测事件 安科瑞无线测温监控 1U 节温02A 20.30逡测越物理下限
逡测越物理下限	2021年 4月18日11时 5分46秒 45毫秒	逡测事件 安科瑞无线测温监控 1U 节温01A 20.60逡测越物理下限
逡测越物理下限	2021年 4月18日11时 9分58秒123毫秒	逡测事件 安科瑞无线测温监控 1U 节温01C 20.10逡测越物理下限
逡测越物理下限	2021年 4月18日11时17分39秒909毫秒	逡测事件 安科瑞无线测温监控 1U 节温03A 20.40逡测越物理下限
逡测越物理下限	2021年 4月18日11时30分10秒 4毫秒	逡测事件 安科瑞无线测温监控 1U 节温01B 20.80逡测越物理下限
开入事件	2021年 4月18日11时41分21秒578毫秒	安科瑞无线测温监控 1U 遥信名0 分
逡测越报警下限	2021年 4月18日11时41分21秒672毫秒	逡测事件 安科瑞无线测温监控 1U 节温01A 0.00逡测越报警下限
逡测越报警下限	2021年 4月18日11时41分21秒672毫秒	逡测事件 安科瑞无线测温监控 1U 节温01B 0.00逡测越报警下限
逡测越报警下限	2021年 4月18日11时41分21秒672毫秒	逡测事件 安科瑞无线测温监控 1U 节温01C 0.00逡测越报警下限
逡测越报警下限	2021年 4月18日11时41分21秒672毫秒	逡测事件 安科瑞无线测温监控 1U 节温02A 0.00逡测越报警下限
逡测越报警下限	2021年 4月18日11时41分21秒672毫秒	逡测事件 安科瑞无线测温监控 1U 节温02B 0.00逡测越报警下限
逡测越报警下限	2021年 4月18日11时41分21秒672毫秒	逡测事件 安科瑞无线测温监控 1U 节温03A 0.00逡测越报警下限
逡测越报警下限	2021年 4月18日11时41分21秒672毫秒	逡测事件 安科瑞无线测温监控 1U 节温03B 0.00逡测越报警下限
逡测越报警下限	2021年 4月18日11时41分21秒672毫秒	逡测事件 安科瑞无线测温监控 1U 节温03C 0.00逡测越报警下限
逡测越报警下限	2021年 4月18日11时41分21秒672毫秒	逡测事件 安科瑞无线测温监控 1U 节温04A 0.00逡测越报警下限
开入事件	2021年 4月18日11时54分16秒 85毫秒	安科瑞无线测温监控 1U 遥信名0 合
逡测越物理下限	2021年 4月18日11时54分21秒576毫秒	逡测事件 安科瑞无线测温监控 1U 节温01A 20.60逡测越物理下限
逡测越物理下限	2021年 4月18日11时54分21秒576毫秒	逡测事件 安科瑞无线测温监控 1U 节温01B 20.80逡测越物理下限
逡测恢复正常	2021年 4月18日11时54分21秒576毫秒	逡测事件 安科瑞无线测温监控 1U 节温01C 20.00逡测恢复正常
逡测越物理下限	2021年 4月18日11时54分21秒576毫秒	逡测事件 安科瑞无线测温监控 1U 节温02A 20.40逡测越物理下限
逡测恢复正常	2021年 4月18日11时54分21秒576毫秒	逡测事件 安科瑞无线测温监控 1U 节温02B 19.40逡测恢复正常
逡测越物理下限	2021年 4月18日11时54分21秒576毫秒	逡测事件 安科瑞无线测温监控 1U 节温02C 20.80逡测越物理下限
逡测越物理下限	2021年 4月18日11时54分21秒576毫秒	逡测事件 安科瑞无线测温监控 1U 节温03A 20.50逡测越物理下限
逡测恢复正常	2021年 4月18日11时54分21秒576毫秒	逡测事件 安科瑞无线测温监控 1U 节温03B 19.90逡测恢复正常
逡测恢复正常	2021年 4月18日11时54分21秒576毫秒	逡测事件 安科瑞无线测温监控 1U 节温03C 19.80逡测恢复正常
逡测恢复正常	2021年 4月19日11时54分21秒576毫秒	逡测事件 安科瑞无线测温监控 1U 节温04A 20.00逡测恢复正常

4.5系统硬件配置

温度在线监测系统主要由设备层的温度传感器和温度采集/显示单元，通讯层的边缘计算网关以及站控层的测温系统主机组成，实现变配电系统关键电气部位的温度在线监测。

名称	外形	型号	参数说明
系统组态软件		Acrel-2000/T	硬件：内存 4G，硬盘 500G，以太网口。 显示器：21 寸，分辨率 1280*1024。 操作系统：Windows7 64 位简体中文旗舰版。 数据库系统：Microsoft SQL Server 2008 R2。 通讯协议：IEC60870-5-103、IEC60870-5-104、 ModbusRTU 、 ModbusTCP 等国际标准通信规约
智能通信管理机		Anet-2E4SM	通用网关，2 路网口，4 路 RS485，可选配 1 路 LORA，带电告警功能，支持 485，4G 从模块扩展。
无线测温集中采集设备		Acrel-2000T/A	壁挂式安装 标配一路 485 接口、一路以太网口 自带蜂鸣器告警 柜体尺寸 480*420*200 (单位 mm)
		Acrel-2000T/B	硬件：内存 4G，硬盘 128G，以太网口 显示器：12 寸，分辨率 800*600 操作系统：Windows7 数据库系统：Microsoft SQL Server 2008 R2 可选 Web 平台/APP 服务器 柜体尺寸为 480*420*200 (单位 mm)
显示终端		ATP007 ATP010	DC24V 供电；一路上行 RS485 接口；一路下行 RS485 接口； 可接收 20 个 ATC200/1 个 ATC400/1 个 ATC450-C。
		ARTM-Pn	面框 96*96*17mm，深度 65mm；开孔 92*92mm； AC85-265V 或 DC100-300V 供电； 一路上行 RS485 接口， Modbus 协议； 可接收 60 个 ATE100/200/300/400；配套 ATC200/300/450。
		ASD320 ASD300	面框 237.5*177.5*15.3mm，深度 67mm；开孔 220*165mm； AC85-265V 或 DC100-300V 供电； 一路上行 RS485 接口， Modbus 协议； 可接收 12 个 ATE100/200/300/400；配套 ATC200/300/450。

智能温度巡检仪		ARTM-8	开孔 88*88mm 嵌入式按照： AC85-265V 或 DC100-300V 供电； 一路上行 RS485 接口，Modbus 协议； 可接入 8 路 PT100 传感器，适用于低压开关柜电气接点、变压器绕组、点击绕组等场合的测温；
		ARTM-24	35MM 导轨安装； AC85-265V 或 DC100-300V 供电； 一路上行 RS485 接口，Modbus 协议； 24 路 NTC 或 PT100、1 路温湿度测温、2 路继电器告警输出，用于低压电气接点、变压器绕组、点击绕组等场所测温；
无线收发器		ATC450-C	可接收 60 个 ATE100/ATE100M/ATE200/ATC400/ATE100P/ATE200P 传感器数据。
		ATC600	ATC600 有两种规格；ATC600-C 可接收 240 个 ATE100/ATE100M/ATE200/ATC400/ATE100P/ATE200P 传感器数据。ATC600-Z 做中继遗传。
电池型无线测温传感器		ATE100M	电池供电，寿命 ≥5 年；-50℃~+125℃； 精度 ±1℃；470MHz，空旷距离 150 米； 32.4*32.4*16mm(长*宽*高)。
		ATE200	电池供电，寿命 ≥5 年；-50℃~+125℃； 精度 ±1℃；470MHz，空旷距离 150 米； 35*35*17mm，L-330mm(长*宽*高，三色表带)。
		ATE200P	电池供电，寿命 ≥5 年；-50℃~+125℃； 精度 ±1℃；470MHz，空旷距离 150 米，防护等级 IP68； 35*35*17mm，L-330mm(长*宽*高，三色表带)。
CT 取电型无线测温传感器		ATE400	CT 感应取电，启动电流 ≥5a；-50℃~125℃； 精度 ±1℃470MHz，空旷距离 150 米； 合金片固定、取电；三色外壳； 25.82*20.42*12.8mm(长*宽*高)。
有线温度传感器		PT100	用于低压接点测温时，具体封装、精度、线制、线材、线长与供应商联系； 用于变压器、电机绕组测温时，建议变压器或电机内部预埋好 Pt100

	NTC	用于低压接点测温时，具体封装、精度、线制、线材、线长与供应商联系；
---	-----	-----------------------------------

5结束语

近年来，电力系统已发生多起因设备过热而发生火灾和大面积停电事故。分析表明，我国每年发生的电力事故，有40%是由高压电气设备过热所致；而在采用高压开关柜和电力电缆的供电系统中，有70%以上的电缆运行故障是因为连接部位接触电阻变大、过负荷等引起接头温度过高所致。如某110kV变电站就出现过因馈出线电缆接头及开关一次触头发热起火，烧掉3面10kV全封闭式高压开关致使全站长时间停电，造成了巨大的经济损失。地方大型化工企业等为保证供电的可靠性生产的连续性，电缆接头测温已成为高压开关柜的标配，但受制于技术的可靠性及安装成本的过高，还未能大面积推广，但随着技术的成熟，成本的降低，相信会有很大的市场需求。

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/news/207538.html>