

## 浅谈10kV高压开关柜在线测温技术以及选型

### 摘要：

随着时代的发展，越来越多的设备逐渐走向智能化，变电站也是如此。在智能化变电站中，分析其基本结构以及基本运行方式，进而能实现10kV高压开关柜在线测温技术的投入使用。本文在这前提下，主要介绍10kV高压开关柜在线测温技术的重要内容，同时分析该技术的实际应用过程，期望以供参考。

**关键词：**智能化变电站；测量温度；高压

### 0引言

智能化变电站主要是电力系统直接向10kV配电网合理分配电气的设备，在时间较长的条件下，部分高压开关柜很可能通过4000A的电流。在较高的工作电流和高压开关柜内部各插头发生位置偏移、动静触头较为松动、不合理的用料等因素的影响下，造成相应的电阻明显增加，进而导致10kV高压开关柜的内部严重发热。我国对10kV高压开关柜具有严格规定（提供的产品应该符合国家鉴定文件或同有效证明文件）：如果超过允许的温度值，则会严重影响10kV高压开关柜的运行效率，从而造成事故。因此，采取有效的在线测温技术，准确、实时监测10kV高压开关柜的内部温度是至关重要的。

### 1 10kV高压开关柜在线测温技术的基本内容与特点

一般情况下，10kV高压开关柜的柜体是全封闭式，其柜内所含有空间范围很小，柜中包含较多的设备，造成电气设备之间的安全距离很短，这在一定程度上导致测温工作难度明显增加。传统测温技术（温度传感器传送被监测点温度时，将自身编号ID也进行传输，当传输到计算器时，则会自动显示各监测点温度）大多存在或多或少的问题，如果使用传统测温技术对10kV高压开关进行测温操作，一般不能达到良好的效果。因此，研究新型在线测温系统是很有必要的。

#### 1.1原理

10kV高压开关柜在线测温技术的工作原理为：采集器通过利用天线对SAW（表面声波）传感器传输无线电磁波信号，该传感器收到电磁波信号后，叉指换能器（广泛应用的有效瑞利表面波换能器）就会引发声表面波，使得声表面波能顺着电压基材表面传递到反射区，再传递回叉指换能器，让叉指换能器利用天线，对采集器发射反向电磁波，采集器进行接收即可[1]。

#### 1.2构成系统

##### 1.2.1站控层

站控层主要是由SCADA（监控与数据采集技术）系统和站内监控磁通共同构成，主要功能表现在：实现站内能进行实时监测，同时远程高压开关柜能被应用，使其得到好的使用效果。

##### 1.2.2间隔层

间隔层是测温系统重要的集中服务器。一般情况下，各站内往往都会设置一台集中服务器，充分利用RS485总线的重要方法，将各高压开关柜的温度采集器紧密的联系在一起，同时整理并对站内开关柜所有温度信息进行分类，并在间隔层需要提供以103/104为标准的通信规章制度，使得各站控层间能有效完成沟通交流。其次，集中服务器应该及时提供24V的输出电源（利用散热片，用DC-DC转换器），便于采集器能长期正常工作。

##### 1.2.3过程层

过程层主要是由传感器和天线构成。传感器需要在高压待测温点下能进行安装，比如接头开关、进线母线接点和电缆出线接点等方面。

### 1.3 10kV高压开关柜在线测温技术的特征分析

### 1.3.1 10kV高压开关柜在线测温技术的优缺点

随着我国科学技术的不断发展，10kV高压输电系统中，较为常见的主要有XGN开关柜和KYN开关柜两种类型，其组成部分主要包括隔离开关、电缆接点以及断路器装置等内容。但是如果长期放置开关柜，在开关柜内易产生一些杂物，如灰尘，其自身较为微小、不可避免，这些较小的灰尘和杂物会直接影响开关柜内部结构，导致其设备不能正常工作。因此，清洁这些电气设备内部也逐渐成为重要的问题。除此之外，柜内清洁不仅是重要问题，合理控制开关柜内部湿度也是重要问题。湿度如果过大，柜内潮气也会较为严重，这样也会导致高压开关柜不能正常进行工作。一般来说，在XGN开关柜中，在导电的位置需要做相应的绝缘热缩处理。简单说，在XGN开关柜中，需要采用绝缘层覆盖住整个需要进行测温的重要部分，在这种前提条件下，相关的检测人员不能在开关柜外对设备内部展开测温工作，这样无法及时了解开关柜实际内部情况。因此，在恶劣环境的影响下，要想充分发挥在线测温技术的实际应用，要有效提升其抗干扰能力，同时提升其负荷能力，保障测温数据的真实与完整。

### 1.3.2 开关柜内部原有电气元件注意要点

10kV高压开关柜的内部较为复杂，进而需要大量的电气元件量，并且不同电气元件具有自身工作原理和注意事项。但是运行这些电气设备需要从实际情况出发，不同电气设备的运行状态和运行程序存在较为显著的差异，相关工作人员应该选择较为实用的方法合理使用高压开关柜。因此，基于这种情况，要想确保相应的测温工作能顺利正常的运行，在实际安装工作中，一些相应的注意事项需要特别注意。比如工作人员在安装开关柜时，安装开关柜电气设备自身元件要特别注意，防止在安装过程时损坏部分元件，只有这样做，才能确保其能正常运行，同时还能充分发挥自身性能，只有在安装过程中注意点滴小事，才能让高压开关柜发挥自身性能[2]。

## 2 10kV高压开关柜在线测温技术的现状分析

### 2.1 红外测温法

红外测温法原理：详细测量检测系统，其是在非直接接触测量方法中较为典型方法。目前红外测温仪使用较为方便，大多数同时还具备扩展功能，如自主进行拍照和自动寻找温度点等功能，在现代化电力行业中得到较为广泛的应用。但对10kV开关柜来说，受到开关柜内部元件及绝缘体的影响，很可能阻挡红外线，导致测温工作难度加大，不能保证测量结果，在进行校正时会出现诸多麻烦，进而导致其通用性较低，仅仅适用于早期10kV开关柜测温工作，并不能应用于目前较为常用的全封闭式金属开关柜中。

### 2.2 光纤测温法

光纤测温法原理：光源发出光经过放大后，则由光纤到达传感器热敏材料部分，每个传感器反射会窄谱脉冲光信号。该测温技术是近几年研究开发的测温技术，其在开关柜内存在的电气元件进行测温的过程中，具有与检测设备紧密接触的优势。随着光纤的被广泛的使用，在很大程度上便于测温工作进行顺利，同时能抵抗附近周围的电磁环境，并且能避免损坏开关柜内部机械元件的特性，具有辐射强、电压高、侵蚀性大等特点。在电磁影响等恶劣环境下，其能够实现连续不间断顺利进行测温工作，这是其他测温技术不能实现方法，进而非常适合10kV高压开关柜中的测温工作。

### 2.3 无线测温法

无线测温法的原理：利用其固有的绝缘性以及抗电磁场干扰性能，安装到每个高压开关柜上，直接显示读取的数据。无线测温法是新型的一种测温方法。对于这种测温方法来说，在每个测温点上已被直接作用分散式测温设备。但在设立过程中，接收温度信息设备需要在设立位置与开关柜之间保留一定距离，可以利用无线技术进行沟通交流，从而完成高压分离工作与绝缘工作。但是，无线测温技术也存在或多或少的问题，其中较为显著的就是测温设备稳定性的问题。这种装置大多使用电流感应式电源，该电源的能量大小会因为电力荷载发生变化而进行变化，如果电力荷载变化情况过大，则会大幅度改变能量幅度，进而可能会引起测温装工作时出现断电的情况[3]。

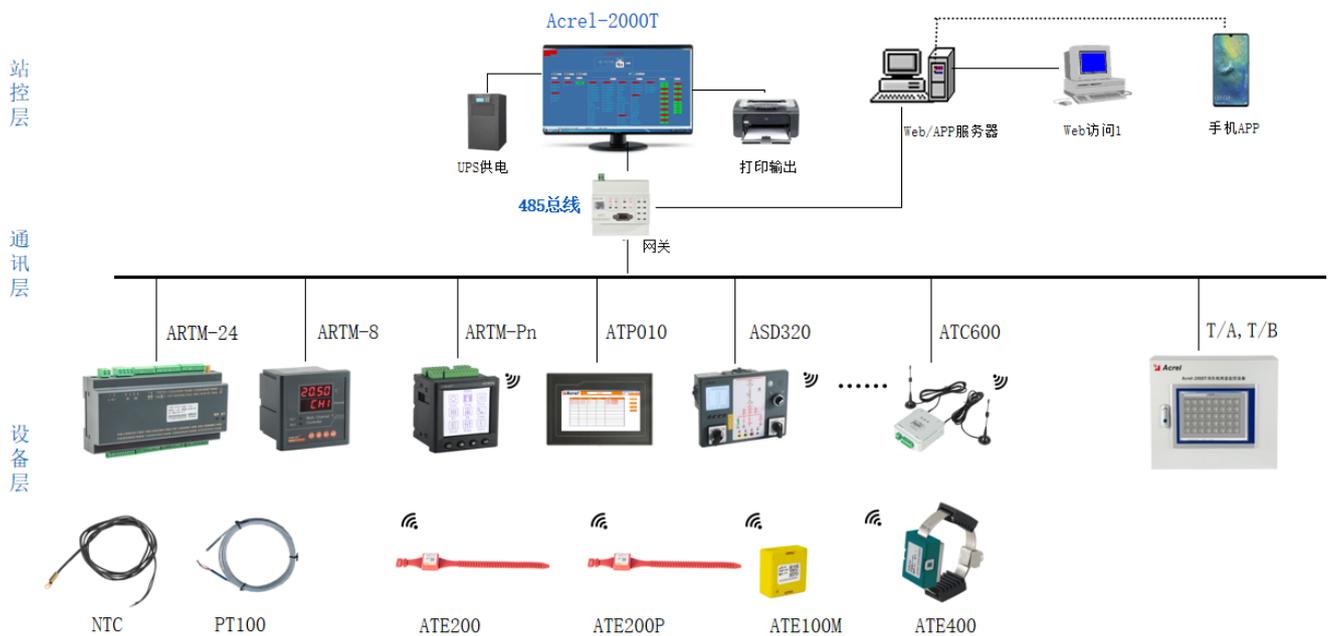
## 3 安科瑞无线测温系统

### 3.1 系统结构

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很大地提高。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。

适合在泛在电力物联网、钢厂、化工、水泥、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。



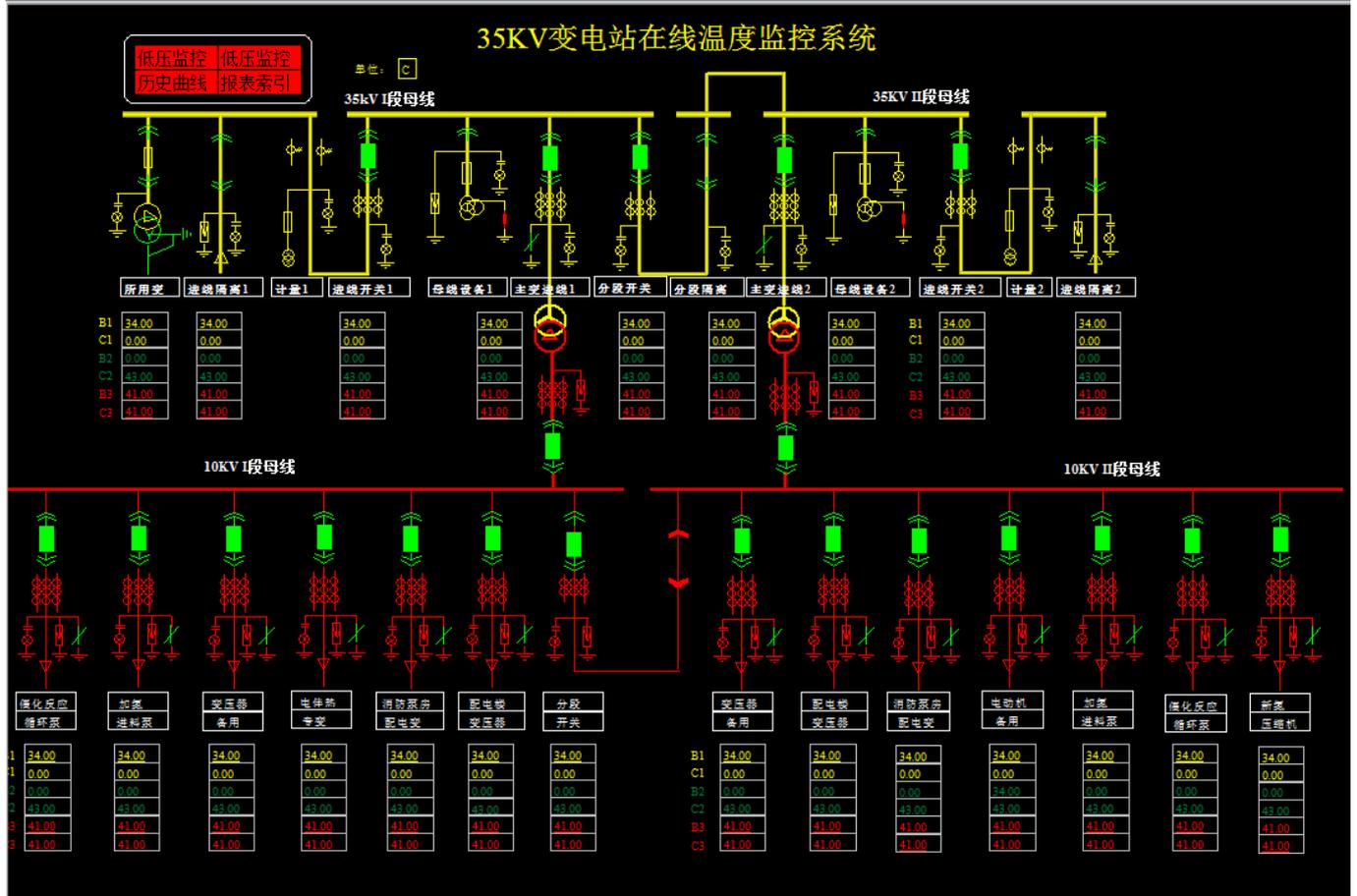
温度在线监测系统结构图

### 3.2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：

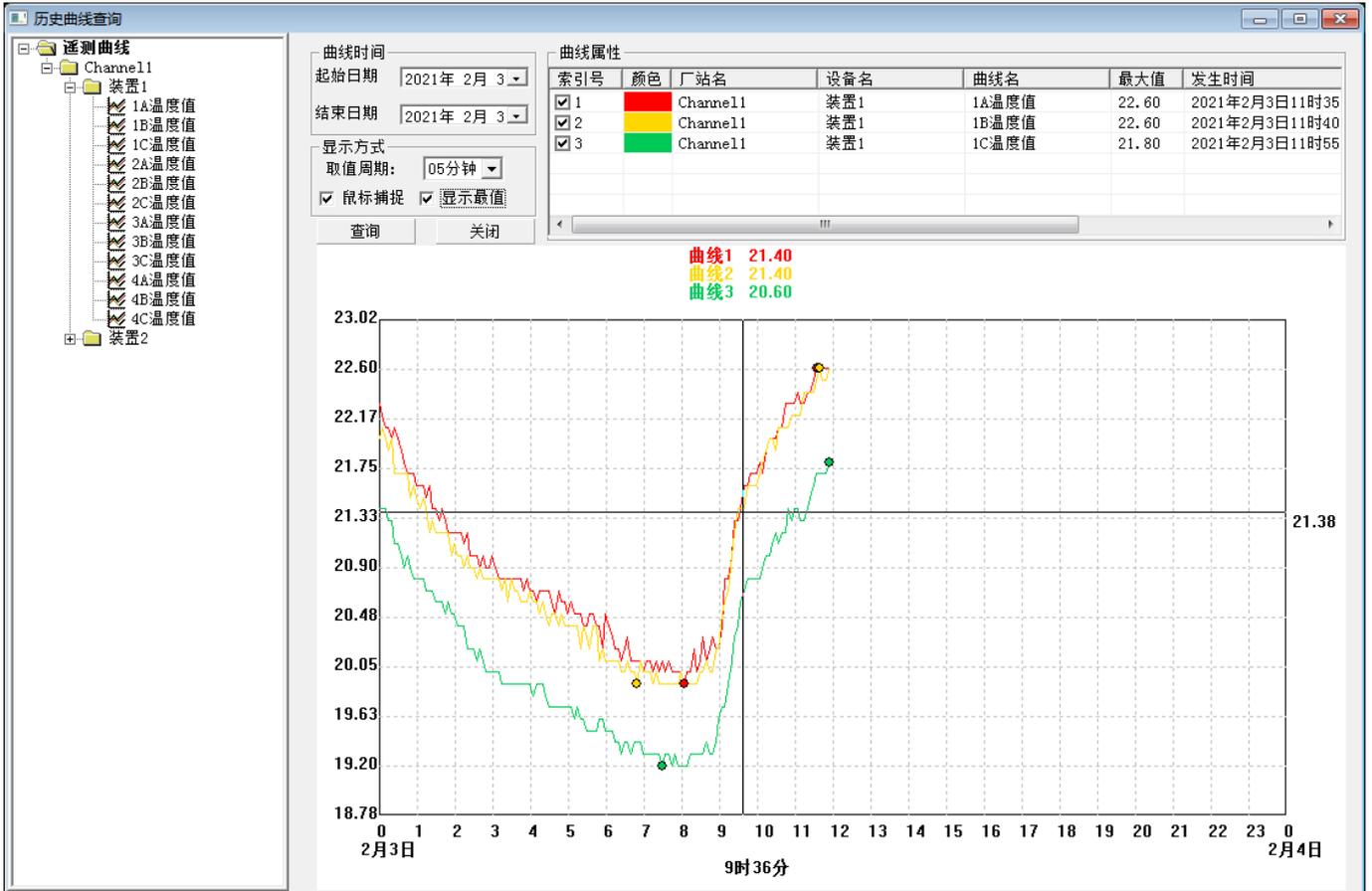
**温度显示：**显示配电系统内每个测温点的实时值，也可实现电脑WEB/手机APP远程查看数据。

ACREL2000在线温度监控系统



准备好 图形缩放 2018年01月26日 10:20:21 星期五 安全天数: 211

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。

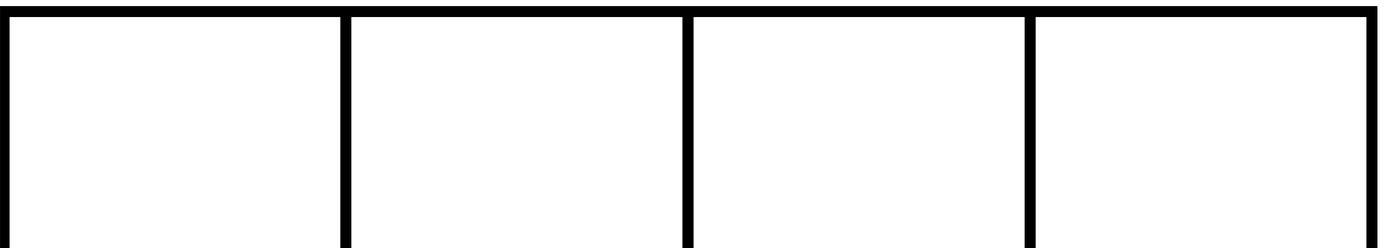
当前报警信息		
事件类型	事件发生时间	事件内容
逐测事件 安科瑞无线测温监控 1U 节温01A 20.90逐测越报警上限		
逐测越报警上限	2021年4月19日13时49分42秒647毫秒	逐测事件 安科瑞无线测温监控 1U 节温01A 20.90逐测越报警上限
逐测越报警上限	2021年4月19日13时35分5秒109毫秒	逐测事件 安科瑞无线测温监控 1U 节温02A 20.70逐测越报警上限
逐测越报警上限	2021年4月19日13时26分33秒146毫秒	逐测事件 安科瑞无线测温监控 1U 节温03B 20.10逐测越报警上限
逐测越报警上限	2021年4月19日13时24分11秒488毫秒	逐测事件 安科瑞无线测温监控 1U 节温01B 20.90逐测越报警上限
逐测越报警上限	2021年4月19日13时20分48秒685毫秒	逐测事件 安科瑞无线测温监控 1U 节温03A 20.70逐测越报警上限
逐测越报警上限	2021年4月19日13时20分9秒512毫秒	逐测事件 安科瑞无线测温监控 1U 节温02C 21.20逐测越报警上限
逐测越报警上限	2021年4月19日13时19分37秒911毫秒	逐测事件 安科瑞无线测温监控 1U 节温04A 20.30逐测越报警上限
逐测越报警上限	2021年4月19日13时17分29秒23毫秒	逐测事件 安科瑞无线测温监控 1U 节温01C 20.30逐测越报警上限
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
逐测越报警上限	2021年4月19日10时51分14秒540毫秒	逐测事件 安科瑞无线测温监控 1U 节温02A 20.10逐测越报警上限
逐测越报警上限	2021年4月19日10时51分14秒540毫秒	逐测事件 安科瑞无线测温监控 1U 节温02C 20.80逐测越报警上限
逐测越报警上限	2021年4月19日10时52分8秒370毫秒	逐测事件 安科瑞无线测温监控 1U 节温01A 20.80逐测越报警上限
逐测越报警上限	2021年4月19日10时53分40秒916毫秒	逐测事件 安科瑞无线测温监控 1U 节温01B 20.70逐测越报警上限
逐测越报警上限	2021年4月19日10时54分51秒664毫秒	逐测事件 安科瑞无线测温监控 1U 节温03A 20.50逐测越报警上限
逐测越报警上限	2021年4月19日10时56分18秒292毫秒	逐测事件 安科瑞无线测温监控 1U 节温01C 20.10逐测越报警上限
逐测越报警上限	2021年4月19日11时3分46秒974毫秒	逐测事件 安科瑞无线测温监控 1U 节温02C 20.80逐测越报警上限
网络事件	2021年4月19日11时7分2秒114毫秒	网络事项 操作员 Manager 登录监控系统
逐测越报警上限	2021年4月19日11时7分31秒398毫秒	逐测事件 安科瑞无线测温监控 1U 节温02A 20.30逐测越报警上限
逐测越报警上限	2021年4月19日11时7分5分46秒45毫秒	逐测事件 安科瑞无线测温监控 1U 节温01A 20.80逐测越报警上限
逐测越报警上限	2021年4月19日11时9分58秒123毫秒	逐测事件 安科瑞无线测温监控 1U 节温03B 20.10逐测越报警上限
逐测越报警上限	2021年4月19日11时17分39秒909毫秒	逐测事件 安科瑞无线测温监控 1U 节温03A 20.40逐测越报警上限
逐测越报警上限	2021年4月19日11时30分10秒4毫秒	逐测事件 安科瑞无线测温监控 1U 节温01B 20.80逐测越报警上限
逐测越报警上限	2021年4月19日11时41分21秒578毫秒	逐测事件 安科瑞无线测温监控 1U 节温01A 0.00逐测越报警上限
逐测越报警上限	2021年4月19日11时41分21秒672毫秒	逐测事件 安科瑞无线测温监控 1U 节温01B 0.00逐测越报警上限
逐测越报警上限	2021年4月19日11时41分21秒672毫秒	逐测事件 安科瑞无线测温监控 1U 节温01C 0.00逐测越报警上限
逐测越报警上限	2021年4月19日11时41分21秒672毫秒	逐测事件 安科瑞无线测温监控 1U 节温02A 0.00逐测越报警上限
逐测越报警上限	2021年4月19日11时41分21秒672毫秒	逐测事件 安科瑞无线测温监控 1U 节温02B 0.00逐测越报警上限
逐测越报警上限	2021年4月19日11时41分21秒672毫秒	逐测事件 安科瑞无线测温监控 1U 节温02C 0.00逐测越报警上限
逐测越报警上限	2021年4月19日11时41分21秒672毫秒	逐测事件 安科瑞无线测温监控 1U 节温03A 0.00逐测越报警上限
逐测越报警上限	2021年4月19日11时41分21秒672毫秒	逐测事件 安科瑞无线测温监控 1U 节温03B 0.00逐测越报警上限
逐测越报警上限	2021年4月19日11时41分21秒672毫秒	逐测事件 安科瑞无线测温监控 1U 节温03C 0.00逐测越报警上限
逐测越报警上限	2021年4月19日11时41分31秒822毫秒	逐测事件 安科瑞无线测温监控 1U 节温04A 0.00逐测越报警上限
逐测越报警上限	2021年4月19日11时54分16秒65毫秒	逐测事件 安科瑞无线测温监控 1U 节温01A 20.60逐测越报警上限
逐测越报警上限	2021年4月18日11时54分21秒576毫秒	逐测事件 安科瑞无线测温监控 1U 节温01B 20.80逐测越报警上限
逐测越报警上限	2021年4月18日11时54分21秒576毫秒	逐测事件 安科瑞无线测温监控 1U 节温01C 20.00逐测越报警上限
逐测越报警上限	2021年4月18日11时54分21秒576毫秒	逐测事件 安科瑞无线测温监控 1U 节温02A 20.40逐测越报警上限
逐测越报警上限	2021年4月18日11时54分21秒576毫秒	逐测事件 安科瑞无线测温监控 1U 节温02B 19.40逐测越报警上限
逐测越报警上限	2021年4月18日11时54分21秒576毫秒	逐测事件 安科瑞无线测温监控 1U 节温02C 20.80逐测越报警上限
逐测越报警上限	2021年4月18日11时54分21秒576毫秒	逐测事件 安科瑞无线测温监控 1U 节温03A 20.50逐测越报警上限
逐测越报警上限	2021年4月18日11时54分21秒576毫秒	逐测事件 安科瑞无线测温监控 1U 节温03B 19.90逐测越报警上限
逐测越报警上限	2021年4月18日11时54分21秒576毫秒	逐测事件 安科瑞无线测温监控 1U 节温03C 19.80逐测越报警上限
逐测越报警上限	2021年4月18日11时54分21秒576毫秒	逐测事件 安科瑞无线测温监控 1U 节温04A 20.00逐测越报警上限

### 3.3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

操作系统：Windows764位简

体中文旗舰版。

数据库系统：MicrosoftSQLSe

rver2008R2。

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
系统组态软件		Acrel-2000/T	每路功能支持4硬盘800从模  以太网。

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)

操作系统：Windows7

数据库系统：MicrosoftSQLSe

rver2008R2

可选Web平台/APP服务器

			<p>柜体尺寸为480*420*200 (单 位mm)</p>
<p>显示终端</p>		<p>AcrATP000T/B</p> <p>ATP010</p>	<p>硬件4V内存4G,硬盘128G,85</p> <p>接口;一路以太网RS485接口;</p> <p>显示器20位ATC分辨率800*600</p> <p>00/1个ATC450-C。</p>



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，Modbu

s协议；

可接收60个ATE100/200/300/4

00；配套ATC200/300/450。

AC85-265V或DC100-300V供

电；

一路上行RS485接口，Modbu

s协议；

可接收12个ATE100/200/300/4

00；配套ATC200/300/450。



ASD320

面框237.5\*177.5\*15.3mm，深

度67mm；开孔220\*165mm；

ASD300

s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；

AC85-265V或DC100-300V供

电；

一路上行RS485接口，Modbus

s协议；

24路NTC或PT100、1路温湿

			<p>度测温、2路继电器告警输出</p> <p>, 用于低压电气接点、变压</p> <p>器绕组、点击绕组等场所测</p> <p>温；</p>
<p>无线收发器</p>		<p>ATE102C</p>	<p>可接收60个导轨安装;E100M</p> <p>/ATE200/ATC400/ATE100P/A</p> <p>TE200P传感器数据。</p>



ATC600

ATC600有两种规格；ATC600

-C可接收240个ATE100/ATE1

00M/ATE200/ATC400/ATE100

P/ATE200P传感器数据。ATC

600-Z做中继透传。

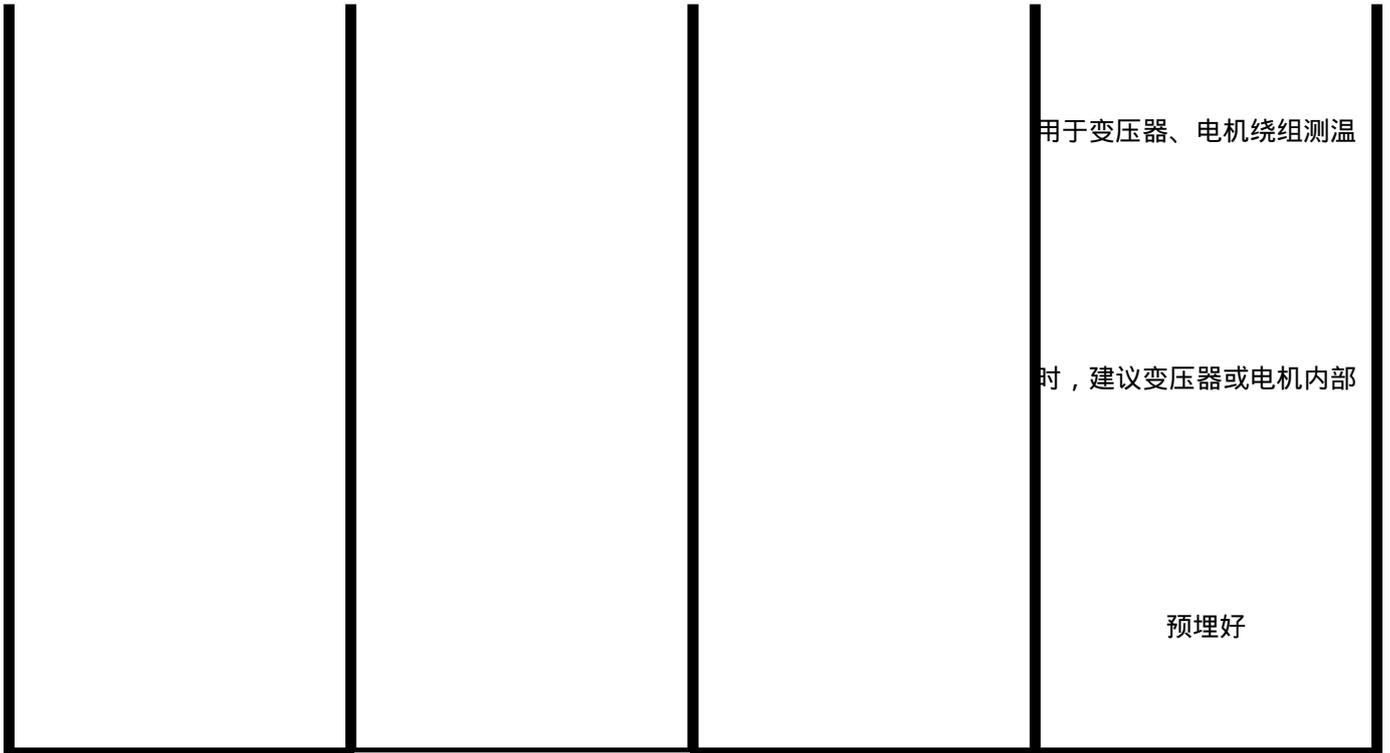
			精度 $\pm 1$ ；470MHz，空旷
			距离150米；
			32.4*32.4*16mm(长*宽*高)。
电池型无线测温传感器		ATE100M	电池供电，寿命 5年；-50
			~+125 ；

			精度 $\pm 1$ ; 470MHz , 空旷
			距离150米 ;
			35*35*17mm , L=330mm(长*
			宽*高 , 三色表带)。
		ATE200	电池供电 , 寿命 5年 ; -50
			~+125 ;

			<p>精度 <math>\pm 1</math> ; 470MHz , 空旷</p> <p>距离150米,防护等级IP68 ; 35</p> <p>*35*17mm , L=330mm(长*宽*</p> <p>高 , 三色表带)。</p>
		ATE200P	<p>电池供电 , 寿命 5年 ; -50</p> <p>~+125 ;</p>

			<p>合金片固定、取电；三色外壳；25.82*20.42*12.8mm(长*宽*高)。</p>
<p>CT取电型无线测温传感器</p>		<p>ATE400</p>	<p>CT感应取电，启动电流 5a；-50 ~125 ；精度 ±1 47；0MHz，空旷距离150米；</p>

			<p>用于变压器、电机绕组测温</p> <p>时，建议变压器或电机内部</p> <p>预埋好Pt100</p>
<p>有线温度传感器</p>		<p>PT100</p>	<p>用于低压接点测温时，具体</p> <p>封装、精度、线制、线材、</p> <p>线长与供应商联系；</p>



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

#### 4结束语

综上所述，目前我国科学技术水平逐渐呈现上升趋势，科技也在迅速发展，相关的科学研究也逐渐智能化。10kV高压开关柜在智能化变电站中被广泛应用。改革创新科技发展的同时，还要保持其安全性。利用10kV高压开关柜不仅有利于技术进步，同时能便于人们日常生活。因此，要加大物力、人力于高压开关柜的研究中，让其向着更好更快的方向发展。

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/news/218166.html>

封装、精度、线制、线材、

线长与供应商联系；