

No:20071102-001

高压开关柜
无线温度在线监测系统方案

北京安伏电子技术有限公司

2007-11-2

目 录

一	高压设备温度监测的必要性	3
二	为什么采用无线测温系统测量高压设备的温度.....	3
三	RF-sensor 无线测温系统的优势	4
3-1	RF-sensor 技术特点	4
3-2	无线测温与光纤测温的比较.....	5
3-3	无线测温与红外测温的比较.....	5
四	无线测温系统方案	6
4-1	系统网络结构.....	6
4-2	无线温度传感器工作原理.....	8
4-3	无线式温度传感器性能指标.....	9
4-4	传感器封装型式及外型.....	9
4-5	传感器的安装方式.....	10
4-6	无线温度监测仪的报警功能.....	10
4-7	无线温度监测仪的性能指标	11
4-8	RS-485 网络接口	11
4-9	SCAN-2485 网络接口转换器.....	12
4-10	RS-485 总线通讯电缆	12
五	温度监测分析软件	12
六	35kV 变电站开关柜温度监测的设计	14
七	系统预算	17

一 高压设备温度监测的必要性

发电厂、变电站的高压开关柜、母线接头、室外刀闸开关等重要的设备。在长期运行过程中,开关的触点和母线连接等部位因老化或接触电阻过大而发热,而这些发热部位的温度无法监测,由此最终导致事故发生。

近年来,在电厂和变电站已发生多起开关过热事故,造成火灾和大面积的停电事故,解决开关过热问题是杜绝此类事故发生的关键,实现温度在线监测是保证高压设备安全运行的重要手段。

二 为什么采用无线测温系统测量高压设备的温度

长期以来,高压设备的接头运行温度很难监测,这是因为这些部位都具有裸露高压,通常的温度测量方法因无法解决高压绝缘问题而不能使用。RF-sensor 无线温度监测系统采用无线电波进行信号传输,传感器安装在高压设备上,与接收设备之间无电气联系,因此该系统从根本上解决了高压设备接点运行温度不易监测的难题。

RF-sensor 无线温度监测系统具有极高的可靠性和安全性。相对低廉的价格,使得该系统可以安装到每台高压开关及母线接头上,系统配备标准通讯接口,可联网运行,通过上位计算机,

可记录开高压设备运行温度的数据，为高压设备的维修提供依据，实现了设备故障的预知维修。

绝缘和抗电磁干扰在电力系统特别是在高压输电系统监测中，是经常碰到的极其关键的问题。在当前的电力系统向着 500kV 以上超高压、大容量发展中，高压供电设备的运行温度监测尤为重要，光纤温度传感技术已成为其最佳解决方案。

三 RF-sensor 无线测温系统的优势

RF-sensor 无线系统是专门设计用于高压带电体的运行温度监测，实现非接触温度测量。系统包括无线温度传感器和无线接入设备构成。能实现网络化的温度测量。

3-1 RF-sensor 技术特点

1. 采用 2.4G 频段，工作在 2400 ~ 2483.5MHz (ISM) 频段。
2. 直接序列扩频 (DSSS)，抗干扰能力更强。
3. 采用 ZigBee 技术，符合 IEEE802.15.4 标准。
4. 温度传感器采用 LTCC 内置天线，体积最小。
5. 极低的传感器耗电，电池寿命：>5 年。
6. 高达 65535 个无线传感器编址。
7. 自动传感器识别，无连线，安装简便。
8. 可与 Nsmart 光纤系统混合使用。

用于高压设备接点运行温度监测的技术主要有红外测温、光纤测温 and 无线测温，下面对三种测温技术进行比较：

3-2 无线测温与光纤测温的比较

光纤温度传感器采用光导纤维传输温度信号，光导纤维具有优异的绝缘性能，能够隔离开关柜内的高压，因此光纤温度传感器能够直接安装到开关柜内的高压触点上，准确测量高压触点的运行温度，实现开关柜触点运行温度的在线监测。然而，用于隔离高压的光纤表面可能受到污染，将导致光纤沿面放电。这使得光纤测温系统用于室外开关设备的测温应用受到限制。

无线测温系统采用电磁波传输信号，传感器直接安装在高压设备上，温度测量准确，可以解决电气绝缘问题，无线测温系统的特点是不受气候环境的影响，可以测量室外开关和母线接点的温度。

3-3 无线测温与红外测温的比较

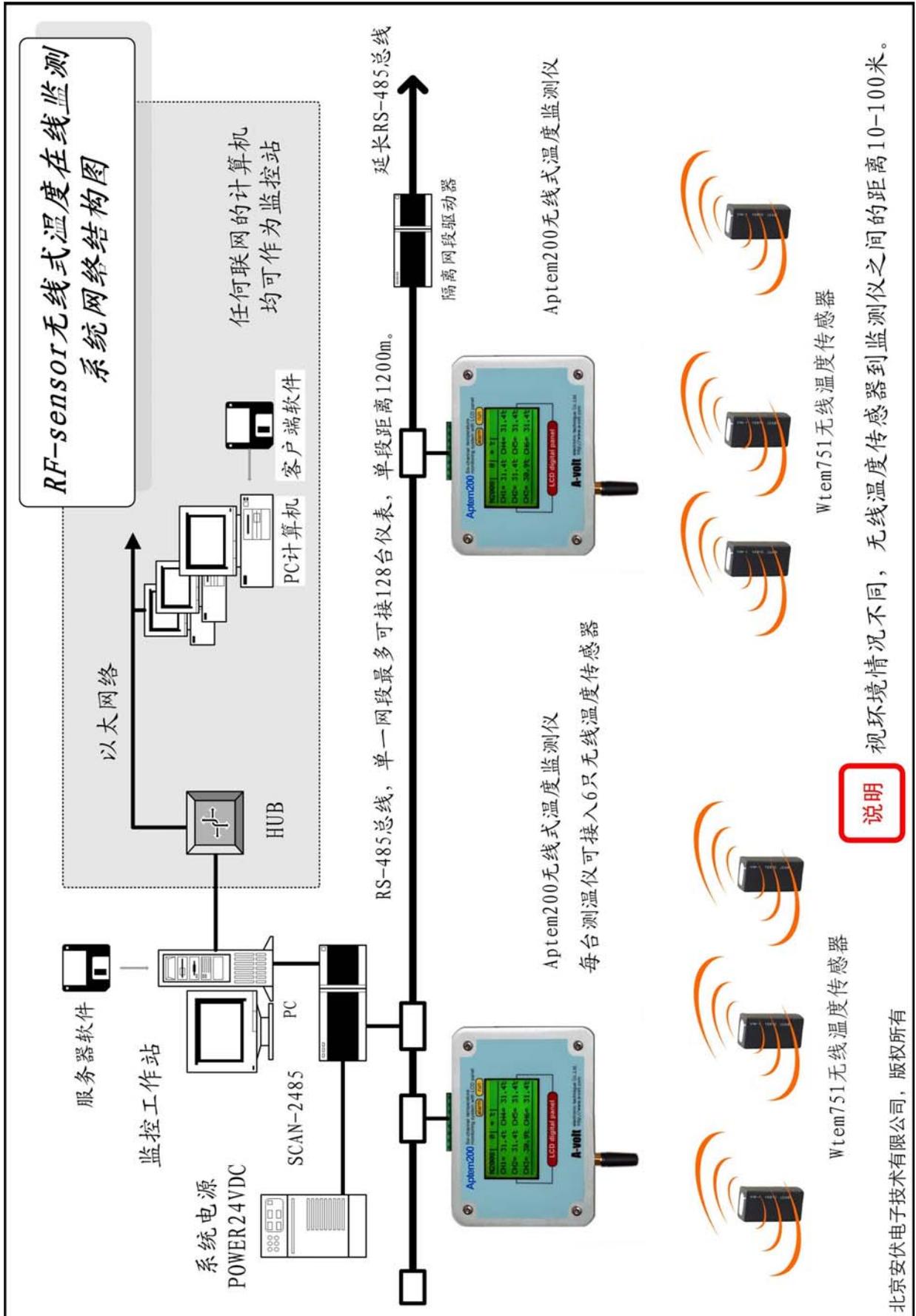
红外测温为非接触式测温，易受环境及周围的电磁场干扰，另外开关柜内的空间非常狭小，无法安装红外测温探头（因为探头必须与被测物体保持一定的安全距离，并需要正对被测物体的表面），而无线测温系统却不受开关柜体结构的限制。

四 无线测温系统方案

通过连续监测高压开关柜内触点或电缆接头的运行温度，可确定触点和接头处的过热程度，当发生超温时，系统能够发出报警指示。实现这一功能，采用 RF-sensor 无线测温系统是最佳的解决方案。

4-1 系统网络结构

RF-sensor 系统采用一台中心监测计算机，通过 RS485 工业总线，连接 Aptem200 无线式温度监测仪，每台 Aptem200 都具有一个 RS485 接口，在无中继器的情况下，多达 128 个 Aptem200 无线式温度监测仪可组成一个无线测量网络，每台 Aptem200 无线式温度监测仪相当于一个无线接入点，它可接入 6 只无线温度传感器，系统的中心计算机在线监测所有 Aptem200 无线式温度监测仪所测量的温度，下图显示了无线测量网络的组成。



4-2 无线温度传感器工作原理

Wtem751 无线式温度传感器用于测量带电物体表面的温度，如高压开关柜内的裸露触点和母线连接处的运行温度。光纤温度传感器是由温度传感器、测量电路、逻辑控制电路、无线调制接口和供电电路组成，如图 4-2 所示，传感器将温度信号通过 2.4G 无线网络发送到无线式温度监测仪。

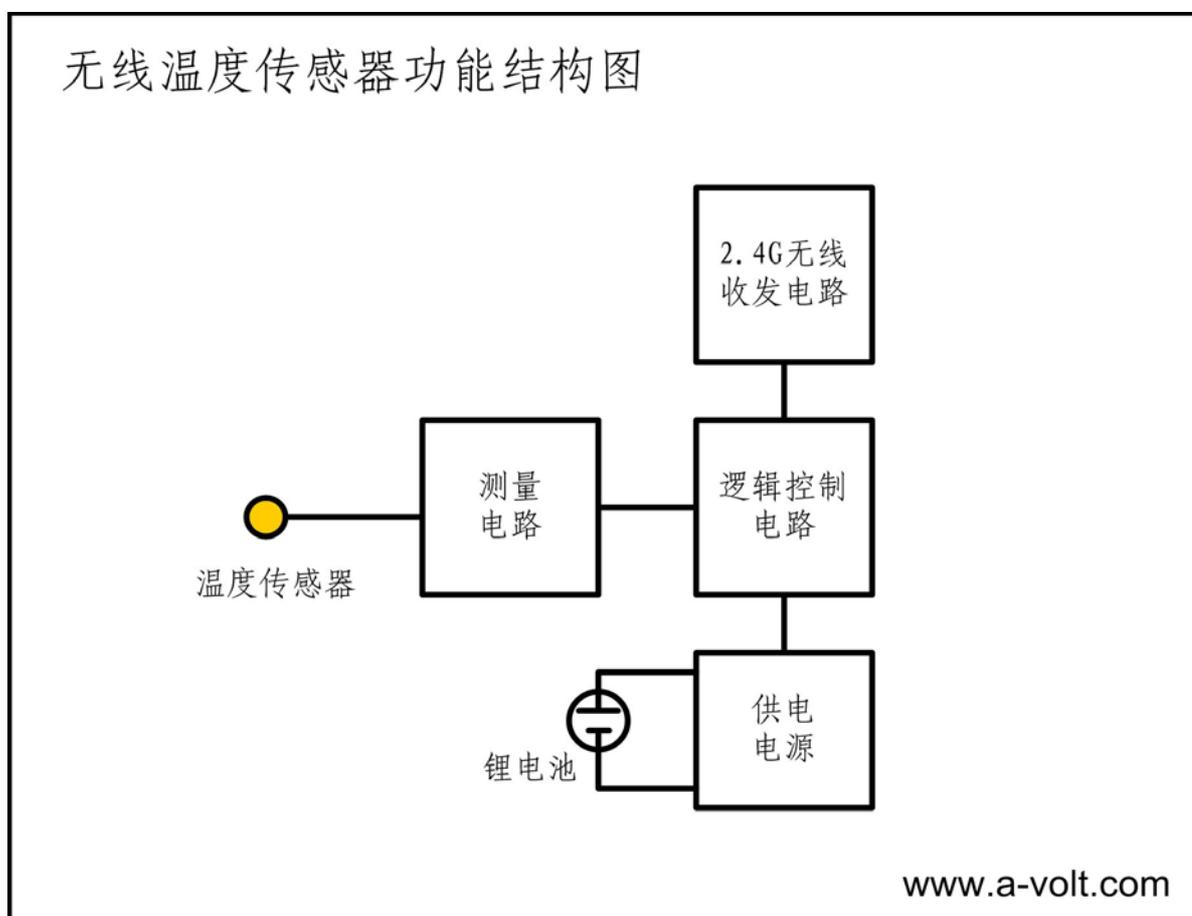


图 4-2 无线式温度传感器功能结构图

4-3 无线式温度传感器性能指标

1. 温度测量范围: $-55 \sim +125$
2. 精度: $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ ($-20 \sim +80^{\circ}\text{C}$)
3. 分辨率: 0.0625°C
4. 温度测量周期: 约 75s
5. 供电: AA 3.6V 锂电池, 工作时间 >5 年。
6. 射频标准: IEEE802.15.4。
7. 外形尺寸: $56\text{mm} \times 29\text{mm} \times 18\text{mm}$ 。

4-4 传感器封装型式及外型

Wtem751 无线温度传感器是一体化结构, 采用热缩外套封装, 在无线温度传感器的一个侧面用于检测温度, 该传感器适合测温范围低于 125°C 的环境。



图 4-4 Wtem751 无线温度传感器

Wtem751 无线温度传感器因体积小, 最适用于开关柜温度热接点测量, 它可测量开关柜内的触头、引出线电缆接头和母线连接点的运行温度, 该温度传感器的外形见图 4-4 所示, 感温传感探头尺寸为 $56\text{mm} \times 29\text{mm} \times 18\text{mm}$ 。

4-5 传感器的安装方式

Wtem751 无线温度传感器有一个侧面是感温面，传感器测到的温度就是该感温面的温度，若传感器放置在空气中，则测到的就是环境温度。为了准确测量物体表面的温度，应保证传感器的感温面与被测物体的表面紧密接触。

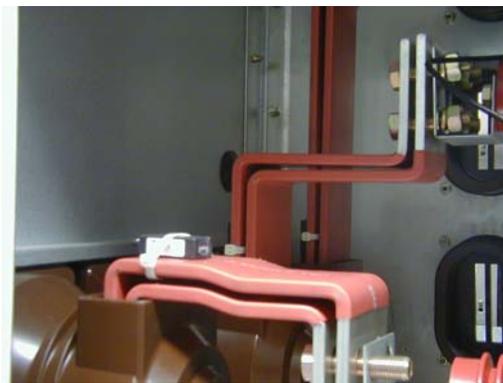


图 4-5 安装在母排上的传感器

在安装 Wtem751 无线温度传感器前，首先要找到传感器的测温面，每一个无线温度传感器的底面即是传感器的测温面，将该面贴到被测物体表面，并用尼龙扎带将其固定在被测物体上，根据实际情况的不同，也可采用粘结

或其它方法固定。

4-6 无线温度监测仪的报警功能

Aptem200 无线温度监测仪具有报警输出功能，一个无源继电器接点输出，1 个常开和 1 个常闭触点。

当发生超温报警时，报警输出可控制外部设备动作或用于报警指示，可以是指示灯或报警音响。

4-7 无线温度监测仪的性能指标

1. 射频标准: IEEE802.15.4。
2. 可管理传感器数: 32 只。
3. 可显示传感器数: 6 只
4. 温度显示: LCD 显示器, 带背光。
5. 报警输出: 1 个 (无源接点) 250Vac, 0.6A 或 24Vdc, 5A。
6. 网络接口: 隔离 RS-485 工业总线接口。
7. 工作电压: 直流 10 ~ 40V 或交流 110 ~ 240Vac (需外接电源适配器)。
8. 工作温度: $-10^{\circ}\text{C} \sim +80^{\circ}\text{C}$ 。
9. 存储温度: $-40^{\circ}\text{C} \sim +85^{\circ}\text{C}$ 。
10. 安装方式: 嵌入式盘装。

4-8 RS-485 网络接口

Aptem200 无线温度监测仪具有标准的 RS-485 接口, 支持网络方式运行, 该接口用于与上位计算机通信, 接口可以支持 128 个无线温度监测仪联网运行。

当系统需要超过 128 个无线温度监测仪时, 可以采用 RS485 中继器来增加联网的无线光纤温度监测仪的数量, 整个网络最多可连接 255 台光纤温度监测仪。

4-9 SCAN-2485 网络接口转换器

网络接口转换器实现 RS-232 到 RS-485 的电气隔离转换，该网络接口转换器实现 Aptom200 无线温度监测仪与上位计算机的通讯，接口可以支持 128 台光纤式温度监测仪联网运行。



图 4-9 SCAN-2485 转换器

SCAN-2485 只有两个接口。一个 DB9 接口用于连接来自监测计算机的 9 芯通讯电缆。另一个可拆卸 8 位接线端子用于连接电源及 RS-485 总线，RS-485 总线用于连接多个 Aptom200 无线温度监测仪。

4-10 RS-485 总线通讯电缆

RS-485 总线用于连接所有的分布于现场的 Aptom200 无线温度监测仪，一根总线电缆包括一对供电电源和一对 RS-485 数据线。实际的布线可能是两根屏蔽双绞线，或一根 4 芯屏蔽双绞线。

五 温度监测分析软件

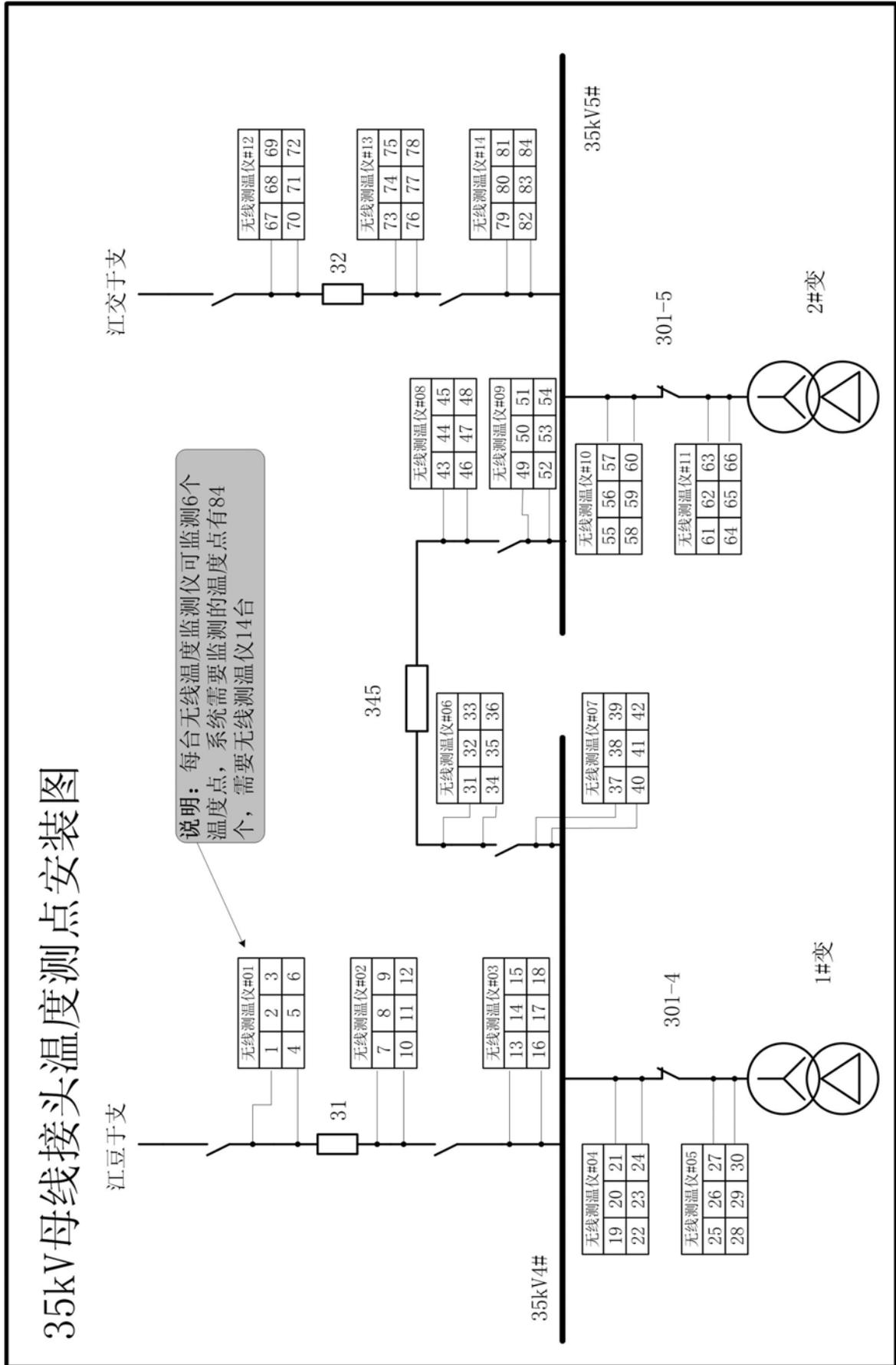
温度监测分析软件是一套专门用于开关柜触点温度监测的软件，软件运行在上位计算机上，可实现温度实时显示、历史数

据记录和分析、报警状态记录等功能。帮助运行人员监测和分析开关柜触点的过热情况，预测出故障发生的部位，保证开关柜设备的安全运行。

六 35kV 变电站开关柜温度监测的设计

于庄 35kV 变电站的 35kV 母线接头需要加装温度在线监测装置，根据现场情况，因 2 台进线开关已带电，不能安装测点外，其余部分需安装 84 个温度点，采用 RF-sensor 无线测温系统来监测 35kV 母线接点的运行温度，设计一台上位计算机用于集中监测温度，计算机采用工控机，安装在站内控制室，Wptem200 无线温度监测仪安装在对应开关柜的柜门上，以方便就地观察温度。

无线温度传感器安装在母线接头的母排上，对于每台开关，在母线室和开关室各有 6 个测温点需要安装，系统共有 84 个温度传感点，温度传感器的具体安装位置及测点编号见下图：



每台无线温度监测仪表可以通过 RS485 接口联网，通过上位计算机集中监测开关柜的运行温度。上位计算机安装在控制室中，实现温度的显示、报警和历史记录等功能。

本项目所需设备见下表：

序号	设备名称	单位	数量
1	工控机 P4 2.4G	台	1
2	液晶显示器	台	1
3	机柜	台	1
4	24V 电源	台	1
5	报警器 SCAN2500	台	1
6	转换器 SCAN2485	台	1
7	无线温度监测仪 Aptem200	台	14
8	无线温度传感器 Wtem751	只	84
9	屏蔽电缆 RVVP2x0.75	米	400
10	温度监测分析软件 SCAN3000V4.68	套	1

七 系统预算

序号	设备名称	单位	数量	单价	价格	备注
1	工控机 P4 2.4G	台	1			可自备
2	19" 液晶显示器	台	1			可自备
3	机柜	台	1			可自备
4	24V 电源	台	1			
5	报警器 SCAN2500	台	1			
6	转换器 SCAN2485	台	1			隔离型
7	无线温度监测仪 Aptem200	台	14			6 通道, LCD 显示
8	无线温度传感器 Wtem751	只	84			
9	屏蔽电缆 RVVP2x0.75	米	400			仪表供电和通讯
10	温度监测分析软件 SCAN3000V4.68	套	1			适于 win98/win2000/w inNT/winXp 系统
11	合计					