



高电科技
HIGH VOLTAGE TECHNOLOGY

www.hzhv.com



HIGH VOLTAGE TECHNOLOGY

CT5100

氧化锌避雷器绝缘在线监测系统

使用说明书

杭州高电科技有限公司

HANGZHOU HIGH VOLTAGE TECHNOLOGY CO.,LTD

电话：0571-89935600 传真：0571-89935608

前 言

感谢您使用本公司的产品。

为了让您尽快熟练的操作本产品，我们随机配备了内容详细的使用说明书，从中您可以获取有关产品介绍、使用方法、产品性能以及安全注意事项等各方面的知识。在第一次使用产品之前，请务必仔细阅读，这会有助于您更好的使用该产品。

在编写本说明书时，我们非常小心和严谨，并认为说明书中所提供的信息是正确可靠的，然而难免会有错误和疏漏之处，请您多加包涵并热切欢迎您的指正。

本公司保留对产品使用功能进行改进和升级的权力，如果发现产品在使用过程中其功能与说明书介绍的不完全一致，请以产品的实际功能为准。在产品使用过程中如发现有什么问题，请您拨打我们的服务电话，谢谢合作。

目 录

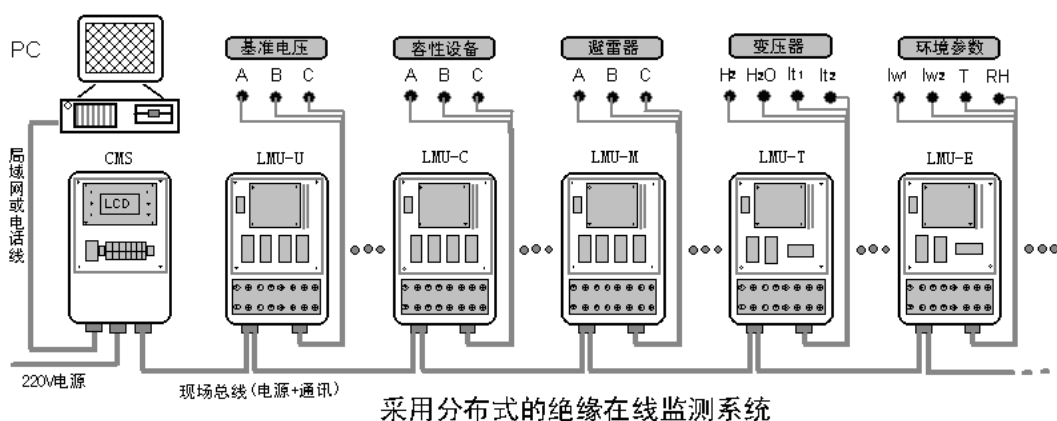
第一章、硬件调试手册	1
一、系统基本构成	1
二、装置构成	1
2.1 电压在线采集装置内部接线图	2
2.2.容性设备（CT）监测装置（内置式）	5
2.3 容性设备（CT）监测装置（外置式）内部接线图	7
2.4.避雷器（MOA）监测装置接线示意图（外置式）	10
三、现场总线的布线及联接	13
第二章、软件系统	14
一、系统安装	14
二、软件使用说明	14
2.1、软件登录	14
2.2、实时数据显示及历史数据查询等	15
2.3、系统维护	18
2.4、实时采集程序	21
第三章、技术说明	23
一、系统概述	23
1.1 监测系统的总体结构	23
1.2 监测系统的关键部件	24
1.3 监测系统的性能特点	26
1.4 监测系统的技术指标	27
二、测量原理	28
2.1 容型设备的介损及电容量测量	28
2.2 避雷器设备的全电流及阻性电流测量	30
三、结构特征	31
第四章、服务承诺	32

第一章、硬件调试手册

一、系统基本构成

容性设备及避雷器在线监测装置是一套针对 35kV, 110kV 及以上电压等级的电气设备, 实施绝缘状态在线监测及诊断的完整解决方案, 适应于监测运行中电力变压器、互感器、耦合电容器、避雷器等高压电气设备的绝缘状况。该产品采用分布式结构、就地测量、数字传输, 只需在被监测设备上安装智能化的本地采集测量装置 (IED), 即可实现就地测量, 并通过现场总线把监测数据传送到主站。

监测系统的结构图如下图所示



二、装置构成

监测系统测量装置子 IED (又称就地采集测量装置) 通常安装在变电站电气设备的运行现场, 每组被测电气设备 (三相) 安装一台或每相安装一台 (单相), 可就地监测电气设备的绝缘特征参量, 并通过现场通讯总线 (485), 把测量结果以数字方式传送到变电站的主站 (中央服务器)。

监测系统目前包括多种类型的测量装置, 如电压基准监测装置 (PT)、容性设备监测装置 (Cx)、避雷器监测装置 (MOA) 及变压器铁芯接地装置 (TX), 可根据监测需求自由进行组合。只要输入被测信号, 并把通讯及电源接口挂载到提供的现场总线上, 即可进行实时测量。由于整个监测系统的连接完全建立在数字化通讯基础上, 不但可彻底解决模拟信号在传输过程中的失真问题, 提高了监测数据的可信度, 同时也将大大简化现场安装、调试及运行维护工作。

2.1 电压在线采集装置内部接线图

2.1.1 电压在线采集装置内部结构图（图 1）

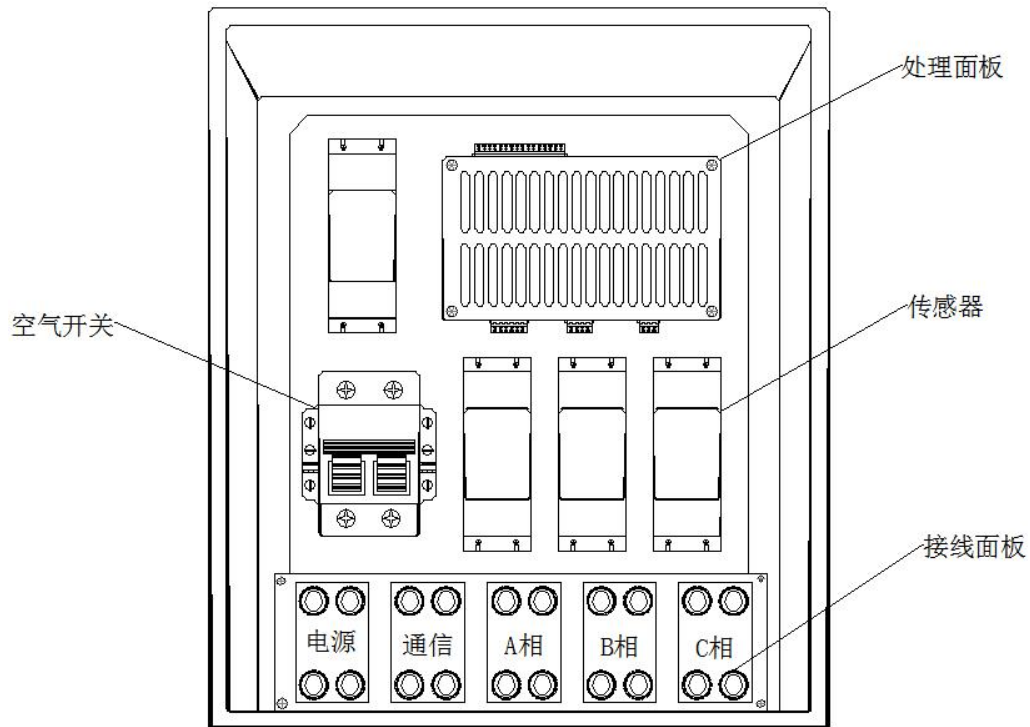


图 1 电压在线采集装置结构图

其中：

1:两极空气开关:

监测装置的总电源开关，空开的上端口为电源输入端，需通过接线排的 L（红接线柱） N（黑接线柱）上端提供。空开的下端接电源板的 J1 的 L, N。

2:接线端子排:

L（红接线柱） N（黑接线柱）：220V 电源输入，通过空开向电源板提供交流电源。建议上端连至上一个装置的 220V 电源的 L, N 下端连接下一个装置的 L, N。

注：整套系统的 220V 电源由同一相位 220V 电源提供，由于 220V 电源还要提供监测的一个参考相位，要求所有的监测装置的 L, N 可以不区分火线零线，但接线要一致。

485 通信线(红接线柱)（黑接线柱）：A 接红接线柱，B 接黑接线柱连接现场总线 A B，底部连接采集板的通信端，建议上端连至上一个装置的 485 通信线的的 A, B 下端连接下一个装置的 A B。如 A 连 B 接错误将导致该装置通信连接不上。A 相，B 相，C 相信号输入(红接线柱)（黑接线柱）： A 相，B 相，C 相，N ， PT 二次

信号输入端由母线电压 PT 端子箱提供,取至于 PT 端子箱的 57.7V 计量线圈的信号。建议在端子箱加装一个四级空开加以保护。下端对应接 A,B,C 信号,红接线柱接 A 相, B 相, C 相信号黑接线柱接 N, 三相的 N 在装置箱并在一起。(注意 N 不要和机箱地连接)

注: A 相, B 相, C 相信号输入(红接线柱) (黑接线柱)底部上端和下端之间串入 5K 高精度电阻,将 PT 电压信号转换为电流信号,上端连接对应的传感器一次输入。要确保在通电前用万用表的电阻档测量上下两个红接线柱之间有 5K 电阻,两个黑接线柱之间有 5K 电阻。

3: 传感器:

1)参考传感器一次输入由电源板的 J3 提供,二次输出连接采集板的参考输入端,主要提供 A,B,C 相的参考相位。接线定义见附件图 1

2) A, B, C 相传感器一次输入对应连接端子排, A 相连接端子排 A 相红 黑,。B 相连接端子排的 B 相红 黑,。C 相连接端子排 C 相红 黑,传感器二次输出连接采集板的 A 相输入端, B 相输入端, C 相输入端(采集板的 16 位端子 J1, 由 J1 标志开始由左到右依次对应“参考” “A 相”“B 相” “C 相”)。接线定义见附件图 1

4: 电源板:

电源板主要功能是将 220V 交流电源转换为采集板需要的±12V 和 5V 直流电压,同时满足抗电磁场干扰要求,保护采集板以免损坏。

J1 为 220V 电源输入端,由空开的下端提供,对应连接 L, N。

J3 为参考信号的输入端,主要是将 220V 电压通过电阻转换成电流提供给参考传感器。

J2 为直流电压输出端,主要输出±12V 和 5V 直流电压,提供给采集板稳定合适的工作电压。接线定义见附件图 1

5: 采集板:

用于检测电网的系统电压(有效值)、基波电压, 3, 5, 7, 9 次谐波电压, 频率等 并为该条母线上的其他设备监测装置提供相位基准。

1) 485 通信端 J4: 连接接线端子上通信总线的 A, B 端。接线定义见附件图 1

2) 电源输入端 J3: 连接电源板的直流电压输出端 J3, 提供采集板需要的电压。接线定义见附件图 1。

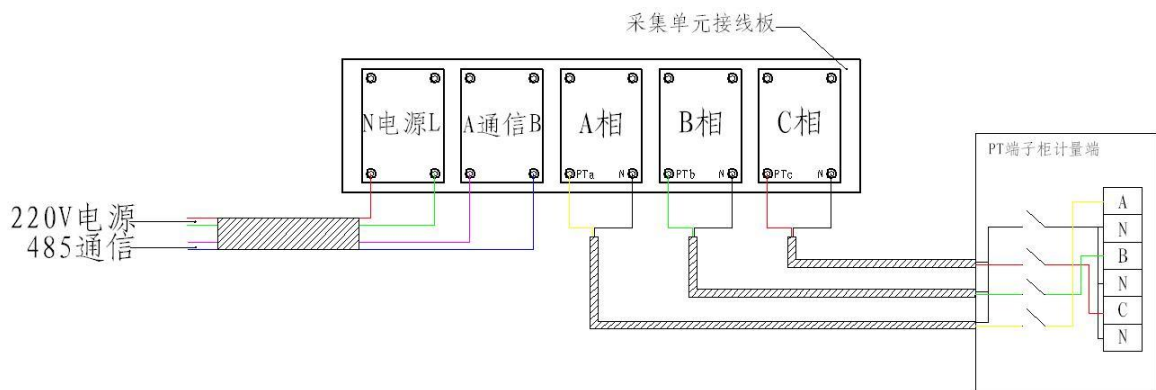
3) 信号输入端 J1: 连接对应的参考 A 相, B 相, C 相传感器二次输出端, 同时给传感器提供需要的 $\pm 12V$ 电压, 将被测到的二次信号以交流电压方式提供给采集板。接线定义见附件图 1

4) 8 位拨码开关 SM1: 用于设置监测装置的通讯地址, 采用二进制方式设置。(由左到右, 拨上为 1 拨下为 0)

5) 2 位拨码开关 SM2: 用于设置监测装置的类型, 采用二进制方式设置, PT 监测装置为 “ 3 ”, CT\ CVT\ OY 监测装置为 ” 0 ” “ 2 ” 量程不同, MOA 监测装置为 “ 1 ”。(采用数据库版本), ” 5 ” 试验版本 (由左到右, 拨上为 1 拨下为 0)

6) LED 灯: LED1 为处理器工作指示灯, 正常为常亮。LED2 为通信状态指示, 常亮为通信异常, 慢闪为通信正常。LED3 快闪为正常。LED4、LED5、LED6, 为 $\pm 12V$, 5V 工作电源指示灯, 常亮为正常。

6: 从电压互感器 (PT) 的二次端子箱获取基准 PT 信号的取样方式:



1) 取样方法:

监测系统在监测 CT、套管、CVT、OY 等电容型设备的介质损耗, 或者避雷器的阻性电流时, 均需使用 PT 二次电压作为相位测量的基准。为保证取样的安全性和取样信号的真实性和真实性, 监测系统采用了在 PT 二次柜内部取 PT 二次计量信号, 通过独立的本地测量装置取样并就地测量的方式。可通过绝缘导线连接到 PT 端子排的计量端子上, 如果 PT 二次侧有三个线圈 (计量/保护/开口 Δ), 则务必选用其计量线圈。

2) 取样安全性:

- ① 通过 $10K\ \Omega / 2W$ 的金属膜电阻 (2 个 $5K\ \Omega\ 1W$ 电阻串联) 把 57V 电压转换成 5.7mA 电流信号, 电阻的耐压及功率均有足够的裕度 (实际功耗仅为 0.4W), 且基

本不会增加 PT 的二次负载。

- ② 通过空开保护 57V 电压信号，可进一步防止 PT 二次信号意外短路。
- ③ 利用电流传感器来测量 5.7mA 电流信号，可实现 PT 二次信号的隔离。
- ④ PT 二次端子排之间的联接导线采用较高绝缘强度导线。

2.2.容性设备（CT）监测装置（内置式）

2.2.1 容性设备（CT）监测装置（内置式）内部结构图（图 2）

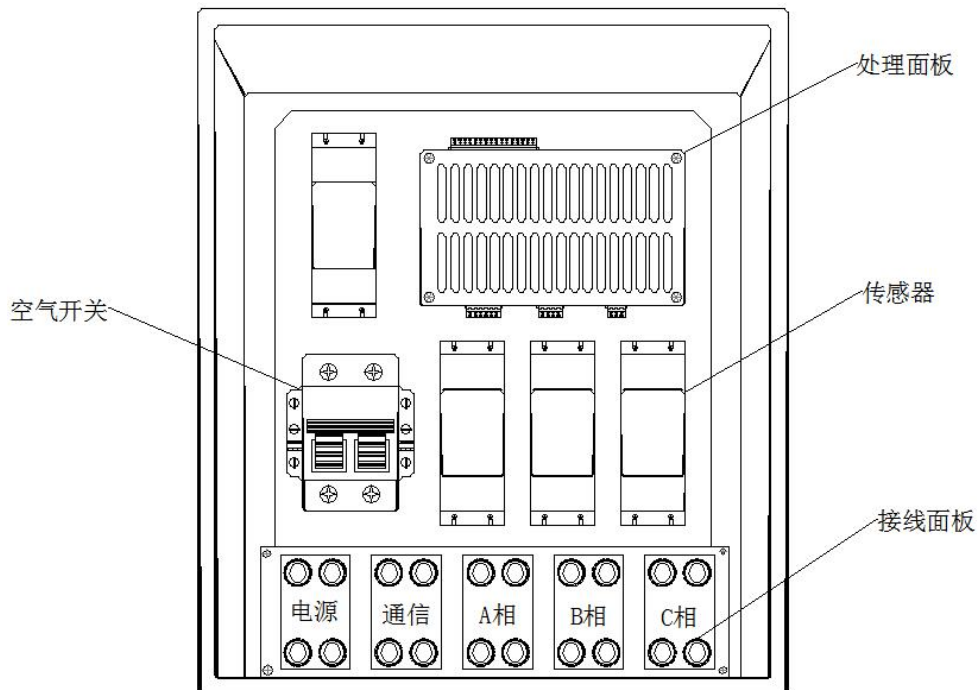


图 2 容性设备（CT）监测装置（内置式）内部结构图

注：容性设备监测装置内置式结构和电压监测装置基本一样，区别在于采集装置内部接线板上，电压监测装置，A 相，B 相，C 相下方印有：PTa, N PTb, N PTc, N；容性设备监测装置(内置式)，A 相，B 相，C 相下方印有：末屏 地 末屏 地 末屏 地

其中：

1:两极空气开关:

监测装置的总电源开关，空开的上端口为电源输入端，需通过接线排的 L（红接线柱） N（黑接线柱）上端提供。空开的下端接电源板的 J1 的 L, N。

2:接线端子排:

L (红接线柱) N (黑接线柱): 220V 电源输入, 通过空开向电源板提供交流电源。建议上端连至上一个装置的 220V 电源的 L, N 下端连接下一个装置的 L, N。注: 整套系统的 220V 电源由同一相位 220V 电源提供, 由于 220V 电源还要提供监测的一个参考相位, 要求所有的监测装置的 L, N 可以不区分火线零线, 但接线要一致。485 通信线(红接线柱)(黑接线柱): A 接红接线柱, B 接黑接线柱连接现场总线 A B, 底部连接采集板的通信端, 建议上端连至上一个装置的 485 通信线的的 A, B 下端连接下一个装置的 A B。如 AB 连接错误将导致该装置通信连接不上。A 相, B 相, C 相信号输入(红接线柱)(黑接线柱): 通过 2x4 平方双绞屏蔽电缆对应连接 A 相 B 相 C 相被测设备的末屏电流信号, 红线接被测设备的末屏, 黑线接地, 监测装置侧红线接对应相别的接线柱, 黑线接黑接线柱, 同时在被测设备末屏和地之间加保护器。

3: 传感器:

1)参考传感器一次输入由电源板的 J3 提供, 二次输出连接采集板的参考输入端, 主要提供 A, B, C 相的参考相位。接线定义见附件图 2

2) A, B, C 相传感器一次输入对应连接端子排, A 相连接端子排 A 相黄 黑。B 相连接端子排 B 相绿 黑。C 相连接端子排 C 相红 黑, 传感器二次输出连接采集板的 A 相输入端, B 相输入端, C 相输入端(采集板的 16 位端子 J1, 由 J1 标志由左到右开始依次对应“参考” “A 相” “B 相” “C 相”)。接线定义见附件图 2

4: 电源板:

电源板主要功能是将 220V 交流电源转换为采集板需要的 $\pm 12V$ 和 5V 直流电压, 同时满足抗电磁场干扰要求, 保护采集板以免损坏。

J1 为 220V 电源输入端, 由空开的下端提供, 对应连接 L, N。

J3 为参考信号的输入端, 主要是将 220V 电压通过电阻转换成电流提供给参考传感器。

J2 为直流电压输出端, 主要输出 $\pm 12V$ 和 5V 直流电压, 提供给采集板稳定合适的工作电压。接线定义见附件图 2

5: 采集板:

用于采集检测容性电气设备的末屏电流, 通过和母线电压监测装置计算介质损耗, 等值电容,

- 1) 485 通信端 J4: 连接接线端子上通信总线的 A, B 端。接线定义见附件图 2
- 2) 电源输入端 J3: 连接电源板的直流电压输出端 J3, 提供采集板需要的电压。

接线定义见附件图 2。

3) 信号输入端 J1: 连接对应的参考 A 相, B 相, C 相传感器二次输出端, 同时给传感器提供需要的 $\pm 12V$ 电压, 将被测到的二次信号以交流电压方式提供给采集板。
接线定义见附件图 2

4) 8 位拨码开关 SM1: 用于设置监测装置的通讯地址, 采用二进制方式设置。(由左到右, 拨上为 1 拨下为 0)

5) 2 位拨码开关 SM2 用于设置监测装置的类型, 采用二进制方式设置, PT 监测装置为 “ 3” , (由左到右, 拨上为 1 拨下为 0)

6) LED 灯: LED1 为处理器工作指示灯, 正常为常亮。LED2 为通信状态指示, 常亮为通信异常, 慢闪为通信正常。LED3 快闪为正常。LED4、LED5、LED6, 为 $\pm 12V$, 5V 工作电源指示灯, 常亮为正常。

2.3 容性设备 (CT) 监测装置 (外置式) 内部接线图

2.3.1 容性设备 (CT) 监测装置 (外置式) 内部结构图 (图 3)

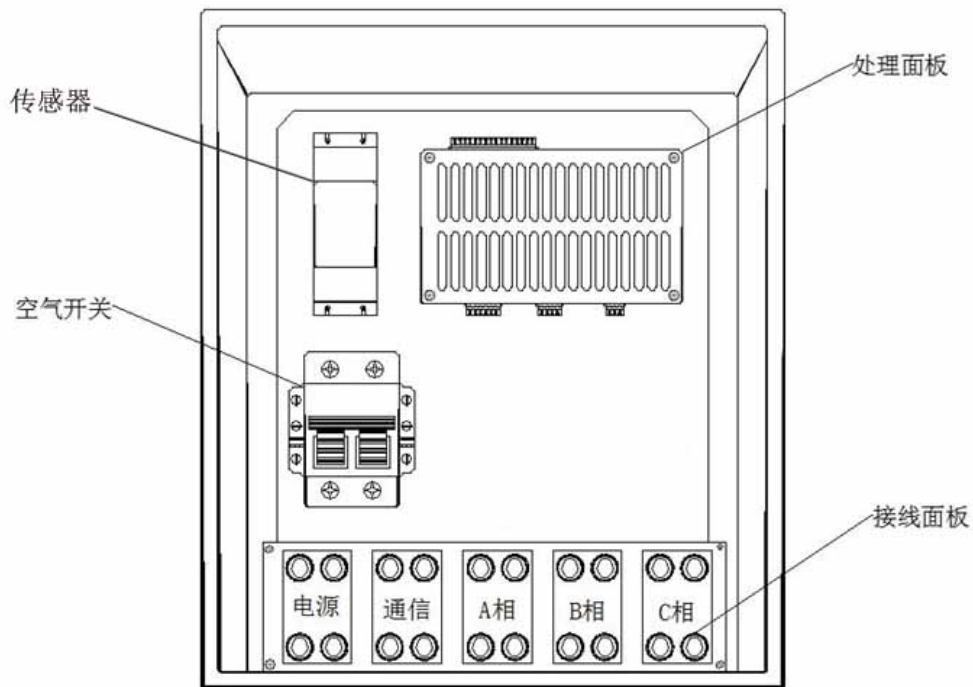


图 3 容性设备 (CT) 监测装置结构图

其中：

1:两极空气开关:

监测装置的总电源开关，空开的上端口为电源输入端，需通过接线排的 L（1，2） N（4，5）上端提供。空开的下端接电源板的 J1 的 L，N。

2:接线端子排:

（1，2）（4，5）端：220V 电源，下端为 220V 输入，上端通过空开向电源板提供交流电源。

（7，8），（9，10）端：485 通信线，下端联接现场总线 A(⑦⑧)B(⑨⑩)上端连接采集板的通信端，

（11，12，13，14） A 相末屏电流输入端，11 接+12v，12 接-12v 13 接地 14 接 V0，下端连接外置式传感器（取样装置），上端连接采集板 A 相输入。

（15，16，17，18） B 相末屏电流输入端，15 接+12v，16 接-12v 17 接地 18 接 V0，下端连接外置式传感器（取样装置），上端连接采集板 B 相输入。

（19，20，21，22） C 相末屏电流输入端，19 接+12v，20 接-12v 21 接地 22 接 V0，下端连接外置式传感器（取样装置），上端连接采集板 C 相输入。

3:传感器:

1) 参考传感器一次输入由电源板的 J3 提供，二次输出连接采集板的参考输入端，接线定义见附件图 3，主要提供 A, B, C 相的参考相位。

4: 电源板:

电源板主要功能是将 220V 交流电源转换为采集板需要的±12V 和 5V 直流电压，同时满足抗干扰要求，保护采集板以免损坏。

J1 为 220V 电源输入端，由空开的下端提供，对应连接 L，N。

J2 为参考信号的输出端，主要是将 220V 电压通过电阻转换成电流提供给参考传感器。

J3 为直流电压输出端，，主要输出±12V 和 5V 直流电压，提供给采集板稳定合适的工作电压。定义见附件图 3

5: 采集板:

用于采集监测容性电气设备的末屏电流，利用母线电压监测装置提供的电压相位，计算介质损耗，等值电容等绝缘参数

1) 485 通信端 J4: 连接接线端子上通信总线的 A, B 端。接线定义见附件图 3

2) 电源输入端 J3: 连接电源板的直流电压输出端 J3, 提供采集板需要的电压。

接线定义见附件图 3。

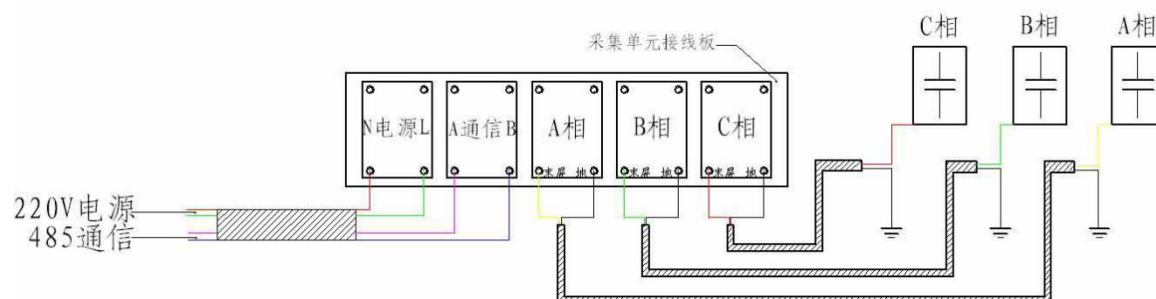
3) 信号输入端 J1: 连接对应的参考 A 相, B 相, C 相传感器二次输出端, 同时给传感器提供需要的 $\pm 12V$ 电压, 将被测到的二次信号以交流电压方式提供给采集板。接线定义见附件图 3

4) 8 位拨码开关 SM1: 用于设置监测装置的通讯地址, 采用二进制方式设置。(由左到右, 拨上为 1 拨下为 0)

5) 2 位拨码开关 SM2: 用于设置监测装置的类型, 采用二进制方式设置, CT 监测装置为“0”, CVT、0Y 时监测装置为“2”。(由左到右, 拨上为 1 拨下为 0)。

6) LED 灯; LED1 为处理器工作指示灯, 正常为常亮。LED2 为通信状态指示, 慢闪为通信正常, 常亮为通信异常。LED3 快闪为正常。LED4、LED5、LED6, 为 $\pm 12V$, 5V 工作电源指示灯, 常亮为正常。

6: 接线示意图:



对于采用“大螺盖”结构（内部充油）的互感器末屏，或采用“小螺盖”结构（带有夹簧，旋紧即接地或顶丝结构）的套管末屏，信号取样时需换用专门设计加工的末屏引出装置。

7: 取样安全性:

1) 电容型设备的末屏接地电流通常不超过 1A, 如果仅考虑取样回路的通流能力, 1mm^2 截面的铜导线足可满足使用要求, 但从机械强度方面考虑, 则最好采用尽可能粗的电缆。但因超过 2.5mm^2 截面的双绞屏蔽电缆属于非标产品, 订货较为困难。我们采用定制的耐高低温, 抗老化 4mm^2 截面的双绞屏蔽电缆。

2) 采用铠装护套是提高电缆机械强度的有效方法，监测系统早期曾采用该类电缆，但现场使用情况表明，该类电缆耐受机械损伤的能力有限，且存在联接电缆端头时易造成绝缘外皮损伤等问题。

3) 采用钢管或蛇皮管防护是提高电缆机械强度的实用方法，其优点防护能力强，具有足够的抗机械损伤能力，电缆端头联接方便且绝缘外皮不易受到损伤，缺点是钢管的用量稍有增加，但现场施工量增加不大，是目前推荐使用的防护方式。

4) 通过在末屏端安装专用的取样保护器，可进一步防止取样电缆意外断裂所导致的末屏开路故障。保护器的动作电压仅为 1V，连续通流能力大于 5A，瞬态通流能力为 1KA，且具备使用寿命长（正常状态不通流、不发热）、可靠性高（塑封器件，不易受潮）、保护能力强（损坏时将表现为短路）等特点，是一种较为新颖可靠的保护器件。

2.4.避雷器（MOA）监测装置接线示意图（外置式）

2.4.1 避雷器（MOA）监测装置结构图（外置式）见图 4

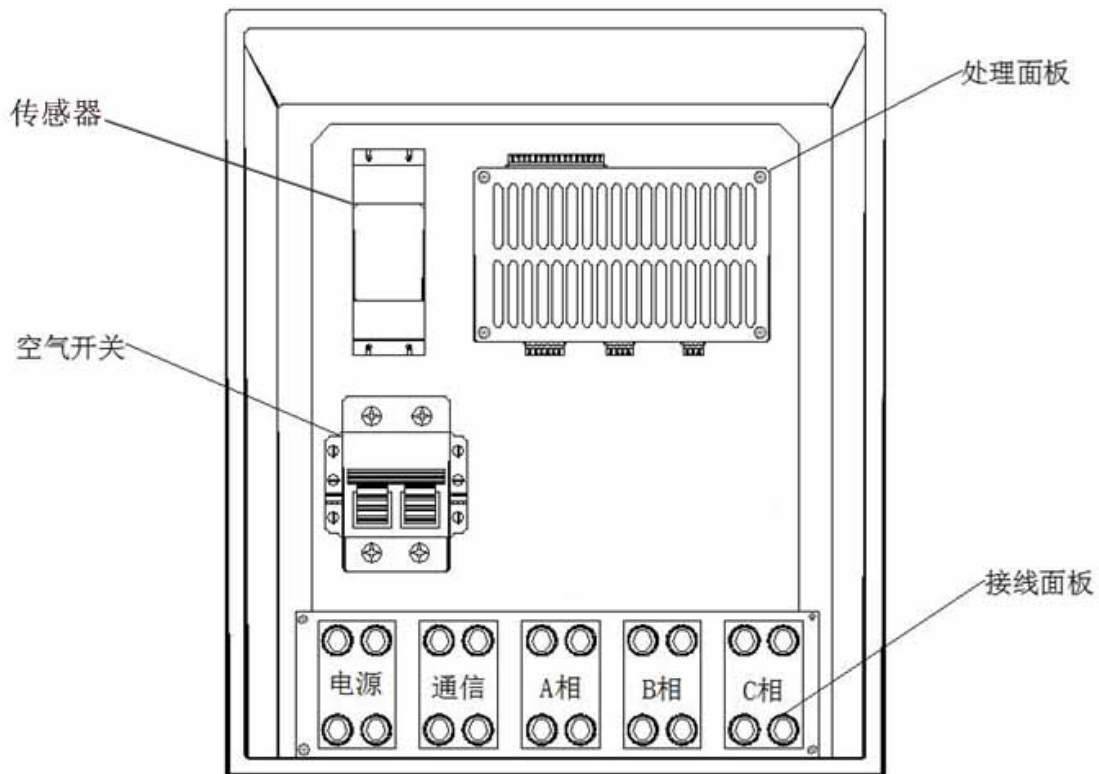


图 4 避雷器（MOA）监测装置结构图

其中：

1:两极空气开关:

监测装置的总电源开关，空开的上端口为电源输入端，需通过接线排的 L（1，2） N（4，5）上端提供。空开的下端接电源板的 J1 的 L，N。

2:接线端子排:

（1，2）（4，5）端：220V 电源，下端为 220V 输入，上端通过空开向电源板提供交流电源。

（7，8），（9，10）端：485 通信线，下端联接现场总线 A(⑦⑧)B(⑨⑩)上端连接采集板的通信端，

（11，12，13，14） A 相末屏电流输入端，11 接+12v，12 接-12v 13 接地 14 接 V0，下端连接外置式传感器（取样装置），上端连接采集板 A 相输入。

（15，16，17，18） B 相末屏电流输入端，15 接+12v，16 接-12v 17 接地 18 接 V0，下端连接外置式传感器（取样装置），上端连接采集板 B 相输入。

（19，20，21，22） C 相末屏电流输入端，19 接+12v，20 接-12v 21 接地 22 接 V0，下端连接外置式传感器（取样装置），上端连接采集板 C 相输入。

3:传感器:

参考传感器一次输入由电源板的 J3 提供，二次输出连接采集板的参考输入端，接线定义见附件图 4，主要提供 A, B, C 相的参考相位。

4: 电源板:

电源板主要功能是将 220V 交流电源转换为采集板需要的±12V 和 5V 直流电压，同时满足抗干扰要求，保护采集板以免损坏。

J1 为 220V 电源输入端，由空开的下端提供，对应连接 L，N。

J2 为参考信号的输出端，主要是将 220V 电压通过电阻转换成电流提供给参考传感器。

J3 为直流电压输出端，，主要输出±12V 和 5V 直流电压，提供给采集板稳定合适的工作电压。对应关系见附件图 4

5: 采集板:

用于采集检测避雷器设备的全电流，通过和母线电压监测装置计算阻性电流，容性电流，或阻容比

- 1) 485 通信端 J4: 连接接线端子上通信总线的 A, B 端。接线定义见附件图 4。
- 2) 电源输入端 J3: 连接电源板的直流电压输出端 J3, 提供采集板需要的电压。

接线定义见附件图 4。

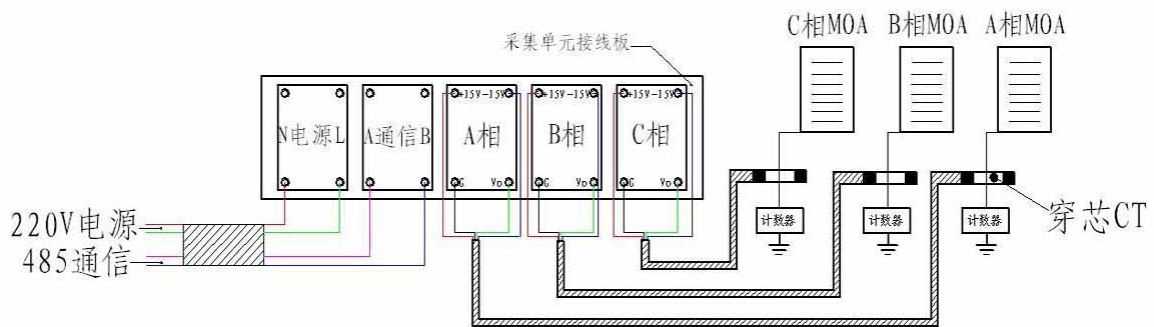
3) 信号输入端 J1: 连接对应的参考 A 相, B 相, C 相传感器二次输出端, 同时给传感器提供需要的 $\pm 12V$ 电压, 将被测到的二次信号以交流电压方式提供给采集板。接线定义见附件图 4。

4) 8 位拨码开关 SM1: 用于设置监测装置的通讯地址, 采用二进制方式设置。(由左到右, 拨上为 1 拨下为 0)

5) 2 位拨码开关 SM2: 用于设置监测装置的类型, 采用二进制方式设置, MOA 监测装置为“1”采用数据库时版本和“5”采用 61850 通讯时版本。(由左到右, 拨上为 1 拨下为 0)。

6) LED 灯: LED1 为处理器工作指示灯, 正常为常亮。LED2 为通信状态指示, 常亮为通信异常, 慢闪为通信正常。LED3 快闪为正常。LED4、LED5、LED6, 为 $\pm 12V$, 5V 工作电源指示灯, 常亮为正常。

6: 避雷器接线示意图:



1) 取样方法: 直接在避雷器接地线上穿过穿芯结构的电流传感器(又称“穿芯 CT”)取样, 使避雷器上的泄漏电流信号, 通过线圈感应后到本地测量装置, 避雷器的泄漏电流(通常小于 1mA)正常情况下泄漏电流全部通过电流传感器后接地; 而当发生雷电或操作冲击时, 取样装置内的保护器动作呈现出高频阻尼作用, 高频冲击电流将全部通过避雷器内部阀片接地。

2) 该取样方法的主要优点是取样回路与避雷器动作电流参数有关, 可保证信号

取样的安全性，且不会影响计数器的正常动作。

3) 该取样方法与目前广泛安装使用，通过常规的计数器冲击试验方式，现场可验证该取样方式的安全性和可靠性。

注：通过穿芯结构的电流传感器（又称“穿芯 CT”），避雷器监测累计次数或在线路 CVT（或耦合电容器（OY））与结合滤波器之间的联接引线上获取被测电流信号，尽管从结合滤波器下方的接地线上取样将会更加安全，但却因结合滤波器内部接地点的不唯一性（存在着分流现象），介质损耗测量数据将会严重失真。

每个本地测量装置仅可用于监测同一条线路上的 3 台 CVT 或 OY 设备，即使该线路上仅有 1 台 CVT 和 1 台 OY，也需使用 1 个本地测量装置，最好不要把不同线路上的 3 台 CVT 或 OY 设备合并使用 1 个本地测量装置，以免因模拟信号电缆过长而影响监测数据。

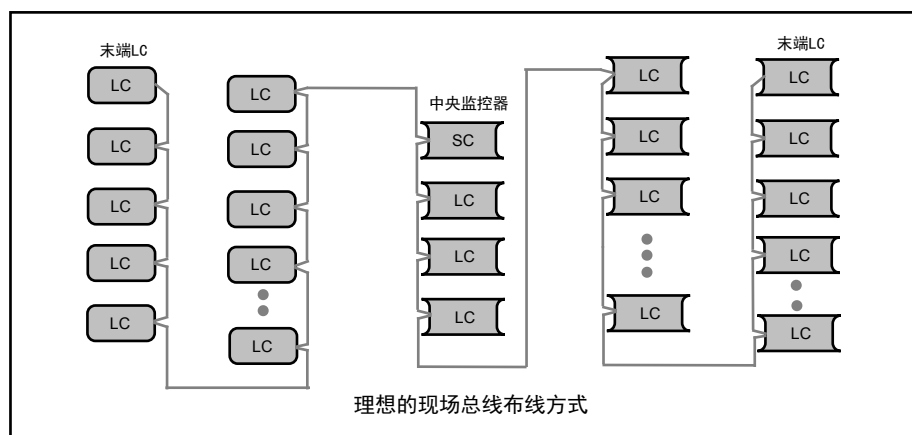
正常工作时结合滤波器上方的电压很低，但在电网故障时，则有可能出现数千伏的暂态过电压，因此取样回路必须具备承受数千伏的过电压冲击能力。实验表明，套装在结合滤波器引线上的取样传感器（穿心 CT）本身具备交流 3kV、冲击 10kV 的绝缘能力，取样用的电流传感器（穿芯 CT）尽管采用穿心结构，但仍会存在回路电感和对地电容，是否会影响载波通讯也是现场关心的问题。实测表明，在 1kHz~1MHz 频率范围内，穿心 CT 的对地电容均不超过 10pF，回路电感均不超过 2uH，且频率响应较为平坦，故不会对载波通讯信号造成明显影响。注：载波通信一般要求为，收信不低于 15dB（通常为 25dB 左右），当低于 -5dB 时表示收不到对方信号，线路不通，可以发保护命令跳闸。

该取样方式目前已在现场广泛应用，尚未发现影响载波通讯及运行安全等问题。

三、现场总线的布线及联接

1. 现场总线的布线原则：

监测系统理想的布线原则是：通过一条电缆，把现场中所有的节点（监测装置）以最短距离串接起来，如下图所示，即除两个端头的节点外（简称端点），其他节点（监测装置）均含有 1 条进线和 1 条出线，总线两端的节点（监测装置）则仅含有 1 条进线。并不存在任何差异。



该方式的主要优点是完全符合或 RS485 网络通讯要求，且所有的电缆接头均在 LC 内部，可保证外部无接头。

通常情况下，总线上不允许使用分枝方式连接，即存在 3 个或 3 个以上的端头节点。但如果分枝电缆的长度不足 20 米，或者不足总线长度的 5%，则允许采用局部采用这种非标准布线方式。该方式通常仅可在后期的系统结构调整时采用，前期布线时不推荐使用。

第二章、软件系统

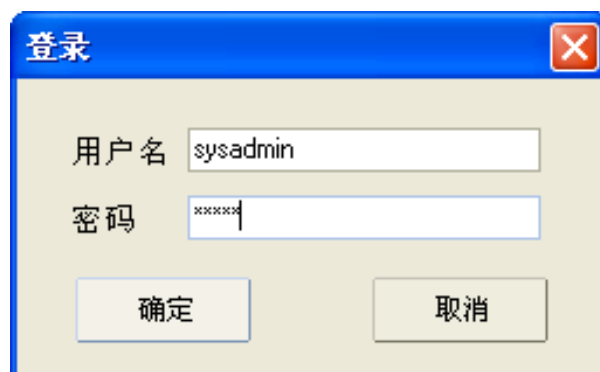
一、系统安装

二、软件使用说明

2.1、软件登录

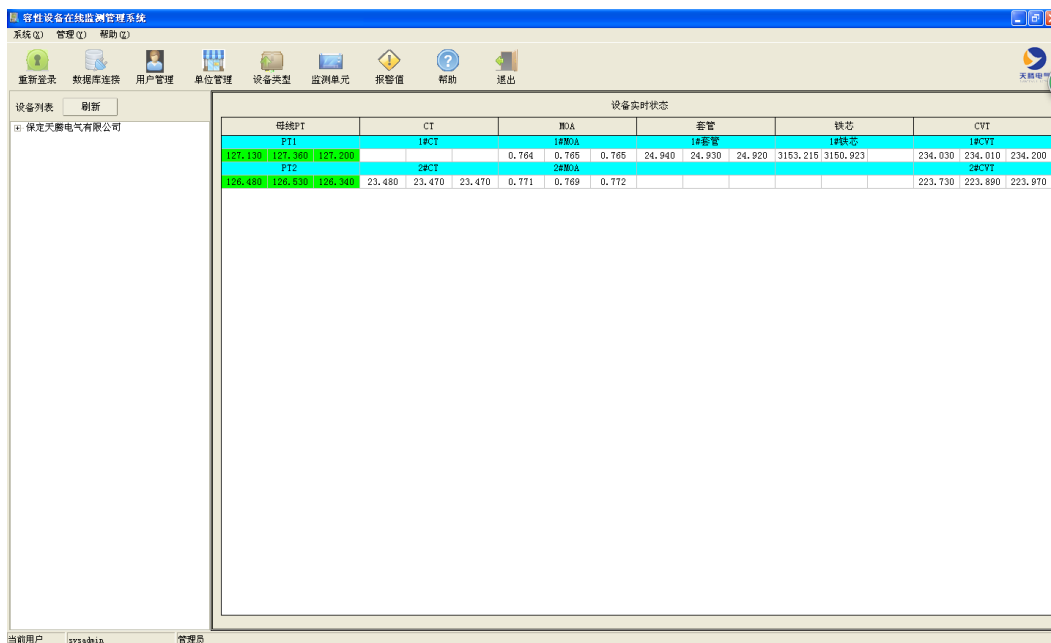
2.1.1 登录

点击容性设备及避雷器在线监测管理系统的快捷方式，弹出系统登录对话框，如下图



图一

输入用户名和密码，按确认按钮即可进入系统的主界面。密码连输 3 次错误，程序将会自动退出。如下图



图二

登录的用户将分三种用户，管理员、一般用户和 **guest** 用户，管理员有读写权限和用户管理权限，一般用户有读写权限，**guest** 有只读权限。

2.1.2 重新登录

点击工具栏“重新登录”按钮，将弹出图一对话框，如入要重新登录的用户名和密码，将会以新用户登录，如果开始登录的用户的权限不够，可以重新登录，以具备操作权限。

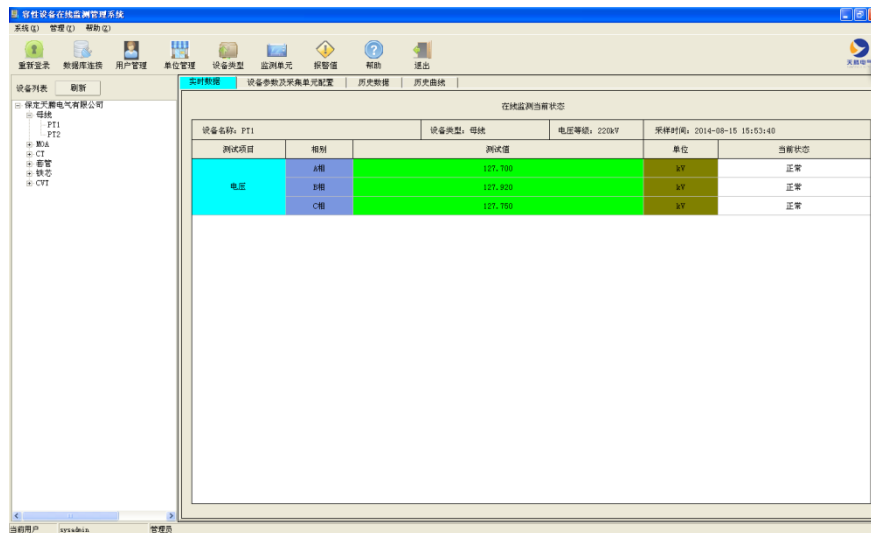
2.2、实时数据显示及历史数据查询等

2.2.1 主界面

如 2.1 所述，登录以后进入主界面，见图二，主界面左侧将按设备类型显示设备列表，右侧是各设备的电流或电压数据以及介损、电容的实时显示，如果采样值在正常范围，采样值底色会以绿色表示，如果超注意值，将会以黄底色显示，如果超过设定越限值，则以红底色显示。

2.2.2 实时数据显示

点击右侧显示栏中的各设备名称或点击左侧设备列表中的设备名称，将会进入此设备的详细测试值得实时数据显示。如下图



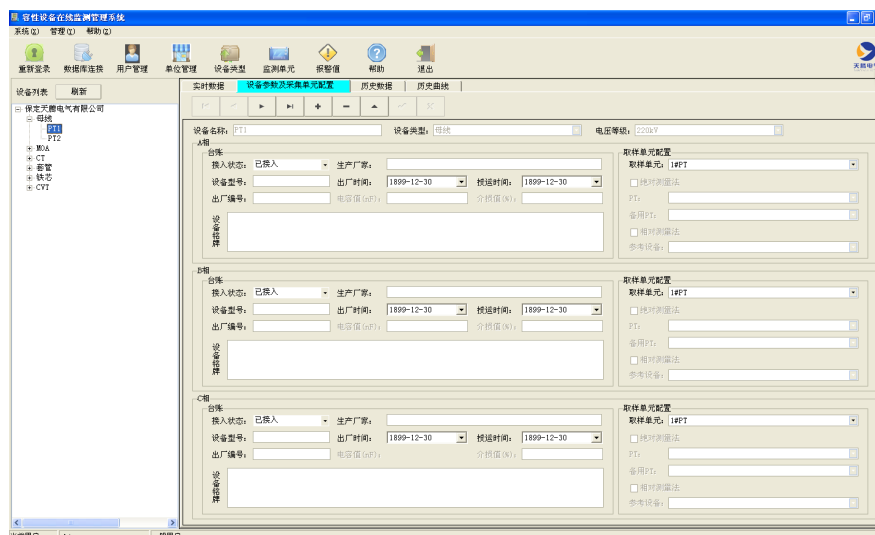
图三

包括容性设备的每相数据的泄漏电流、介损、电容量，PT 的每相电压等，避雷器的各相泄漏电流、阻性电流、容性电流；铁芯的铁芯电流、夹件电流等。如果采样值在正常范围，采样值底色会以绿色表示，当前状态会显示正常，如果超注意值，将会以黄底色显示，当前状态会显示超注意值，如果超过设定越限值，则以红底色显示，当前状态会显示超限。

2.2.3 设备参数及采样单元配置

点击标签栏“设备参数及采集单元配置”，将进入设备参数及采集单元配置模块。

如下图



图四

点击“+”按钮，可按所选设备类型，添加新的设备如 P T、C T、C V T、M O A、套管、铁芯等设备，如图四所示，建立新建设备的台帐信息，在此模块理

配置好取样单元（需要先维护好取样单元）以便进行测试。对CT、CVT、套管等设备，可以选择绝对测量和相对测量2种测试方法，并配置相应的PT设备和参考设备。对于铁芯设备，如果铁芯和夹件分别接地就选择：




铁芯及夹件分别接地

如果铁芯和夹件同时接地就选择：

铁芯及夹件共同接地

取样单元配置里还需要配置铁芯和夹件所选择的通道，如ACE通道或BDF通道。如下图

图五

点击  按钮，可以对数据进行修改，点击  可以删除数据，点击  按钮，可以保存数据。

2.2.4 数据

点击“历史数据”标签，即进入历史数据查询模块如下图

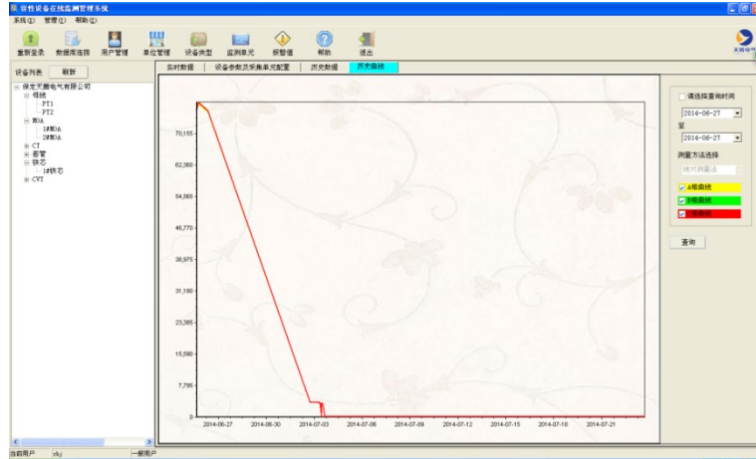
测试时间	铁芯电流(mA)	夹件电流(mA)	铁芯及夹件电流(mA)
2014-07-23 15:54:	240.02294495117	239.83001831958	
2014-07-23 15:56:	242.87007324219	242.438032640939	
2014-07-23 15:57:	241.040080371056	240.863994140828	
2014-07-23 16:48:	243.018987182383	242.802993774414	

图六

可以根据时间段查询历史数据，并将查询数据打印，也可对查询的数据进行修改、删除等操作。

2.2.5 历史曲线

点击“历史曲线”标签，将进入历史曲线模块，如下图



图七

可根据时间段查询历史数据的曲线，以便根据曲线的趋势了解设备运行的状态。按住鼠标左键并向右拖动会使曲线放大，按住鼠标左键向左拖动会使曲线恢复到原来的状态。

2.3、系统维护

2.3.1 用户管理

点击工具栏“用户管理”栏（需以管理员权限用户登录），会弹出用户管理模块，如下图：

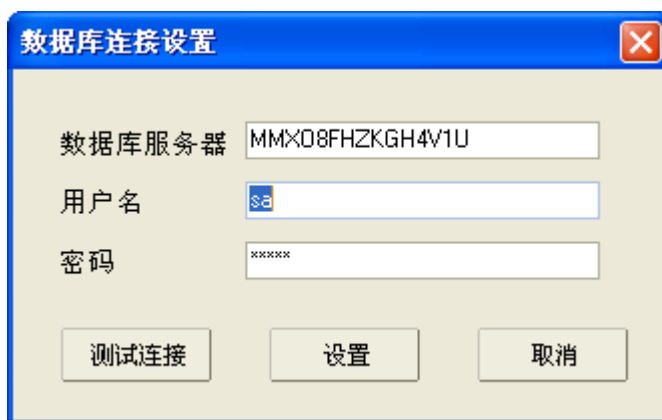


图八

此模块可以维护用户信息，如添加新用户、删除修改用户密码等操作。

2.3.2 数据库连接设置

点击工具栏“数据库连接”栏，弹出数据库连接配置模块，如下图

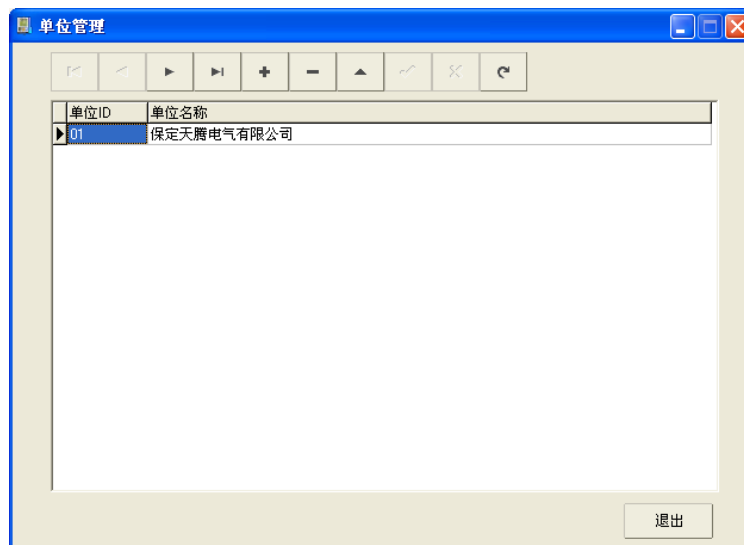


图九

输入要连接的数据库服务器名、数据库用户、密码，设置即可设置数据库连接，也可先进行连接测试，测试成功再点击设置按钮，以确保数据库连接正确。

2.3.3 单位管理

点击工具栏“单位管理”，将弹出单元管理模块，如下图

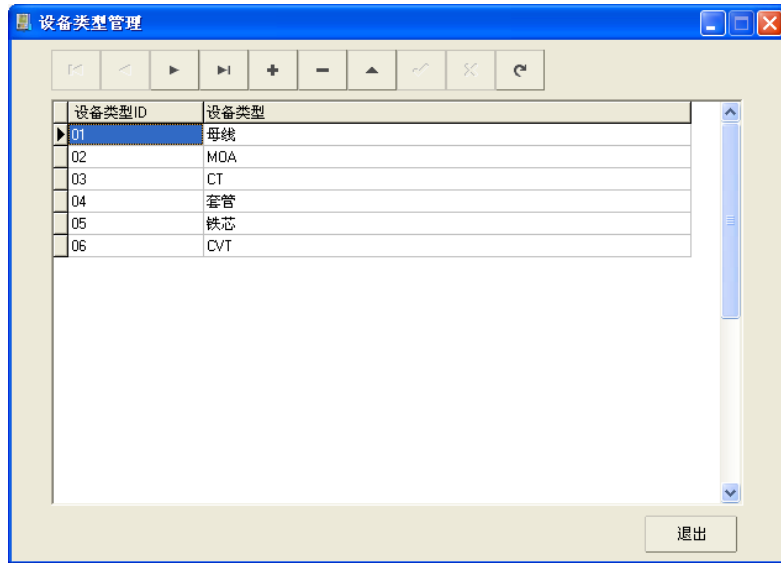


图十

此模块，可以添加、修改、删除单位 ID 及单位名称。

2.3.4 设备类型维护

点击工具栏“设备类型”栏，可弹出设备类型维护模块，如下图



图十一

此模块可以对监测的设备类型进行维护，一般出厂时已经设好，一般不需要进行改动。

2.3.5 监测单元维护

点击工具栏“监测单元”栏，将弹出监测单元维护模块，如下图

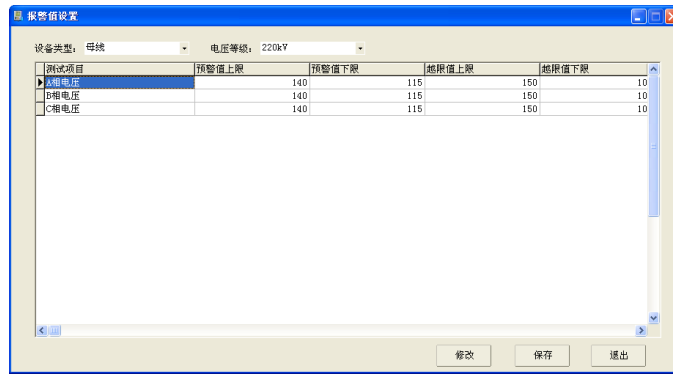


图十二

此模块可以维护各取样单元的信息，包括取样单元名称，取样单元地址、设备类别、接线端子、使用单位等信息。

2.3.6 报警值维护

点击工具栏“报警值”栏，可以弹出设备采样报警值维护模块，如下图：



图十三

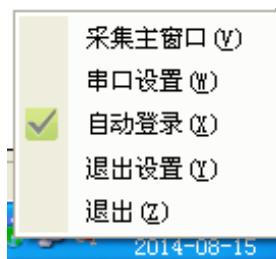
此模块，可以根据设备类型和电压等级的不同，维护各测试项目的预警值和越限值，维护完以后，测试值将会以不同颜色显示测试值不同的状态。

2.4、实时采集程序

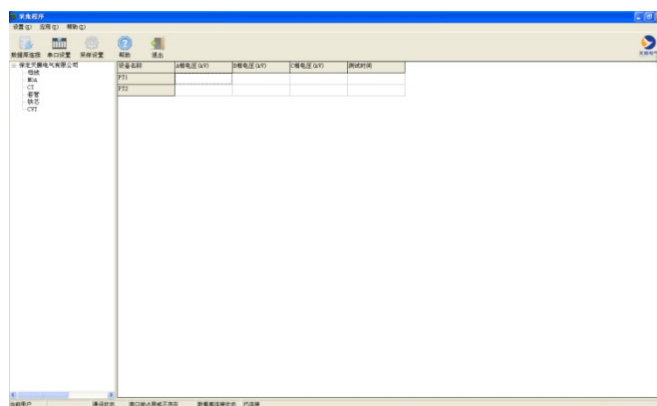
点击实时采集程序的快捷方式（电脑启动时会自动启动此程序），会启动实时采集程序，此程序会实时采集各取样单元的数据，采集的数据会存入数据库服务器中，以便进行查询分析等功能。

2.4.1 主窗口

此程序启动以后会自动隐藏到任务栏右侧图标中，右键点击图标会弹出菜单如下图所示



点击采集主窗口，即可显示采集主窗口。如下图所示



图十四

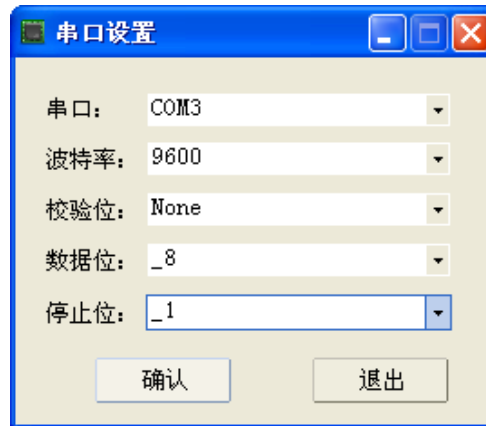
主窗口左侧是使用单位设备类型列表，右侧是按设备类型分类的各采样值得实时显示。

2.4.2 数据库连接

同 2.3.2

2.4.3 串口设置

点击工具栏“串口设置”栏，将弹出串口设置模块，如下图

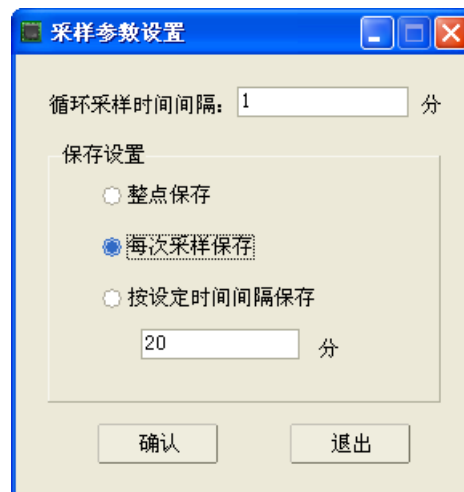


图十五

此模块可以配置使用的串口号、波特率等一些参数。

2.4.4 采样参数设置

点击工具栏“采样设置”栏，将弹出采样参数设置模块，如下图



图十六

此模块可以设置循环采样的时间间隔，也可设置保存时间间隔。

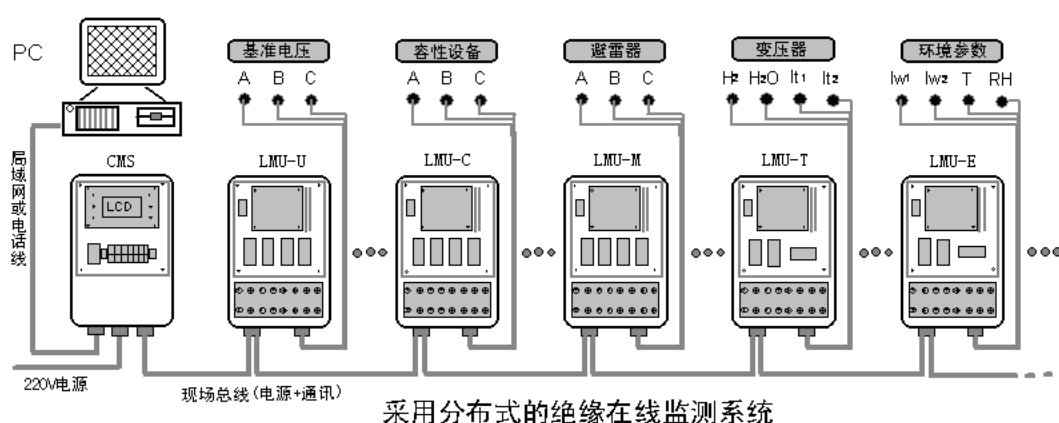
第三章、技术说明

一、系统概述

1.1 监测系统的总体结构

TTRJ-III容性设备及避雷器在线监测装置是高压设备绝缘在线监测系统，该系统采用总线控制技术，它由安装在变电站内的测量监控系统和安装在后台管理中心的数据管理系统两个部分组成，通过公共电话网络，可把若干个变电站监控系统的监测数据汇集到上层的数据管理诊断系统，实现对多个变电站内的高压设备绝缘在线监测。

绝缘监测系统通常由用户计算机、变电站中央监控器和若干个本地测量单元构成，其结构框图如图所示。其中：



(1) **本地测量单元：**安装在变电站被监测设备的运行现场，种类及数量可根据监测要求确定。目前可提供的本地测量单元可对变压器套管、电流互感器，电压互感器，耦合电容器的介损及电容量和末屏电流、避雷器的阻性电流及全电流等绝缘参数进行监测。并以总线通讯方式，通过一根定制的双绞电缆把监测数据以数字形式传送到变电站中央监控器。

(2) **变电站中央监控器：**安装在变电站控制室或监测设备现场，每台中央监控器提供的通讯总线上最多可挂载 100 多个本地测量单元。中央监控器能够通过总

线控制各个本地测量单元的工作状态，读取测量数据及异常信息，获得反映设备绝缘状态的特征参量，并按照下列方式保存各个设备的监测数据，等待上层的用户计算机进行访问。

- ①最近 1 小时内的 12 组数据（每 5 分钟形成一组新的监测数据）；
- ②最近 7 天内的 168 组数据（每小时形成一组新的统计数据）；
- ③最近 1 年内的 360 组数据（每天形成一组新的统计数据）。

(3) 用户计算机：安装在局内的信息管理部门，可通过局域网与其它的终端计算机进行数据交换。普通的电脑只要安装了专用数据库管理软件，即可通过局域网的通讯方式读取各个变电站中央监控器的监测数据。数据管理软件能够对监测数据进行分析判断，自动筛选出绝缘参数异常的电气设备，及时发出状态预警信号，同时提供包括参数变化趋势图在内的相关信息，以便管理人员作出更为精确的诊断。

1.2 监测系统的关键部件

监测系统的研制成功，很大程度上得益于高精度的电流传感器及先进的数字处理系统。监测系统采用模块化设计结构，所有的本地采样单元均由取样传感器模块、信号调理及 A/D 采样模块、嵌入式微处理器模块和通讯及电源管理模块构成，互换性强，便于批量生产及现场维修。

(1) 高精度的电流传感器模块

电流传感器是监测系统的关键部件，直接影响电容型设备介损耗参数参数的测量精度。为保证信号取样的安全性，通常应采用穿芯结构的零磁通电流传感器。

零磁通电流传感器的工作原理可用下式表示： $I_1W_1 + I_2W_2 = I_0W_1$ ，其中激磁磁势 I_0W_1 的存在是造成传感器误差的主要原因。降低铁芯激磁磁势的传统方法是采用截面较大、磁路较短的高导磁铁芯，并适当增加二次线圈的匝数。由于电容型设备末屏电流通常为毫安级信号，传感器的激磁阻抗很小，而且又必须采用穿芯取样方式，故传统的无源传感器通常无法保证相位变换误差的精确度和稳定性，难以满足介损参数的测量要求。

采用有源零磁通设计技术是提高小电流传感器检测精度的唯一途径。监测系统采用了先进的自动补偿式电流传感器，除了选用起始导磁率较高、损耗较小的坡莫合金作铁芯处，还采用了独特的深度负反馈补偿技术，能够对铁芯的激磁磁势进行全自动补偿，保持铁芯工作在接受理想的零磁通状态。长期使用经验表明，这种穿芯结构（穿芯孔径为 $\Phi 23\text{mm}$ ）的电流传感器能够准确检测 $50\mu\text{A}\sim 700\text{mA}$ 范围内的工频电流信号，相位变换误差不大于 $\pm 0.01^\circ$ ，并具有极好的温度特性和抗电磁干扰能力，彻底解决了对电容型设备末屏电流信号精确取样的技术难题。如果需要检测电压信号，只要通过无感电阻预先把电压信号转化为电流信号即可。

表 1：电流传感器技术指标

技术指标		精度	测量条件
比差	绝对比差	$\pm 0.01\%$	波形：正弦信号 频率： $50 \pm 10\text{Hz}$ 电流： $50\mu\text{A}\sim 650\text{mA}$ 温度： $-25^\circ\text{C}\sim 50^\circ\text{C}$
	非线性度	$\pm 0.005\%$	
角差	绝对角差	$\pm 0.01^\circ$	
	非线性度	$\pm 0.005^\circ$	

监测系统把电流传感器放置在本地测量单元的机箱内部，既解决了在运行条件下对传感器或其它部件的维修或更换问题，又便于保证传感器的长期工作可靠性。

（2）信号调整及 A/D 采样模块

信号调理及 A/D 采样模块是监测系统的重要部件，能够同时测量 4 个输入通道的交流或者直流电压信号，并具备极强的通道扩展功能。

（3）DSP 嵌入式微处理器模块

DSP 嵌入式微处理器模块是监测系统的核心部件，具备强大的数据处理及端口控制功能。绝缘监测系统的信号处理模块采用目前性能最优良的 32 位数字信号处理芯片，TI 公司的 TMS320F2812 DSP 芯片，并根据其特点精心设计了 DSP 核心及外围电路，对 2812 的功能进行了充分的扩展并预留相应的功能扩展接口，可以满足绝缘监测系统的需要。

(4) 通讯及电源管理模块

通讯及电源管理模块是监测系统的基本部件，具备如下功能：①含有 AC/DC 开关电源模块，能够向其它提供 5V 及 $\pm 12V$ 工作电源；②提供一个光电隔离的通讯接口，可挂载多个通讯接点。

1.3 监测系统的性能特点

由于监测系统采用全分布式现场总线结构，并在传感器设计、信号采样及处理等方面取得突破性的进展，与以往的监测系统相比，监测系统具备如下特点：

(1) 配置灵活

监测装置采用分布式结构：可根据需要在中央监控器提供的通讯总线上挂接不同类型及数量的本地测量单元，即在每台或每组被监测设备的附近安装本地测量单元，可就地把被测的电气信号变成数字量，并通过数字化的通讯总线传送到系统主机，较好地解决了模拟信号的长距离传输问题，并且具有较强的抗冲击性能。

(2) 安装维护简便

采用现场通讯总线，所有本地测量单元均安装在被测设备的下方，通过 1 根 4 芯屏蔽电缆(其中 1 对为通讯,另外 1 对提供 220V 工作电源)联接所有的测量单元；施工安装简单，所有单元和传感器均不需要在现场校正。测量单元的安装不会影响一次设备的安全运行。

本地测量单元采用模块化设计结构，采用了完全相同的硬件结构如取样用的电流传感器，具备高度的通用性和互换性，可在设备带电运行的条件下对包括传感器在内的所有部件进行维修或更换。

(3) 测量安全，数据准确可靠

在对 PT 二次信号进行取样时，通过就近安装的基准电压测量单元实现，并采取可靠的多重保护措施，确保在任何情况都不会造成 PT 二次回路短路；

监测 CT、套管等容型设备时，采用穿心式电流传感器取样，并安装特殊保护装置；取样安全可靠；

在监测氧化锌避雷器时，在取样回路中安装高频阻尼装置，取样方式不会影响原有计数器的计数功能；

所有的本地测量单元均具备严格的自检功能，测量数据全部采用数字通讯方式传输，克服了长距离传输模拟信号所导致的信号失真问题，采用高精度的电流传感器和先进的数字处理及传输技术，彻底解决了电容型设备介损测量的精度及稳定性问题。

(4) 功能齐全

监测装置具备远程监控、分析功能，可通过局域网和电话线实时获取监测数据，自动进行故障诊断和异常报警，并可显示及打印出相关曲线和表格。

监测装置具备实时自检功能，可在管理中心的计算机上给出明确的故障信息。

监测数据将自动存入 SQL 数据库，可保存 10 年以上的监测数据，并可方便地与 MIS 系统融合。

1.4 监测系统的技术指标

表 3：绝缘状态监测系统主要技术指标

设备名称	监测参数	测量范围	测量精度
母线 PT 电压	母线电压	110kV~500kV	0.5%
	谐波电压	3、5、7 次	2%
	系统频率	45~60Hz	0.01%
电容型设备	末屏电流	50 μ A~650mA	0.5%
	介质损耗	-50%~50%	\pm 0.05%
	等值电容	30pF~0.3 μ F	1%
MOA 避雷器	泄漏电流	70 μ A~100mA	0.5%
	阻性电流	70 μ A~100mA	0.5%
	容性电流	70 μ A~200mA	0.5%
变压器铁芯电流	铁芯接地电流	1mA~1000mA	\pm 5%

二、测量原理

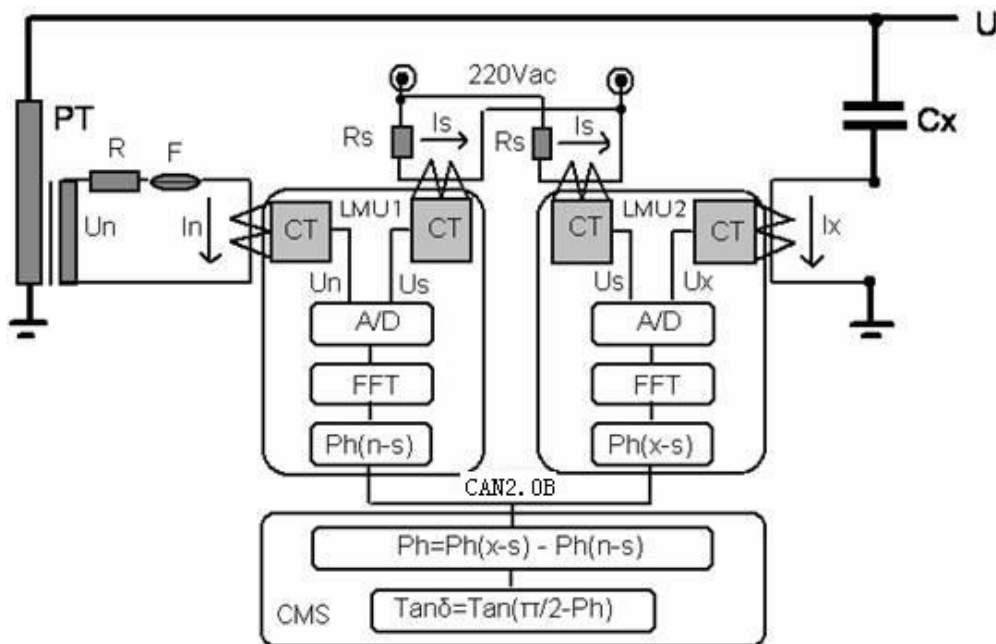
2.1 容型设备的介损及电容量测量

容型设备是指绝缘结构采用电容屏的电气设备，主要包括耦合电容器、套管、电流互感器（CT）以及电容式电压互感器（CVT）等，数量约占变电站电气设备的40%，其绝缘状态的好坏将直接影响整个变电站的安全运行，电力部门每年需要花费大量的人力物力对其进行预防性检修，迫切需要开展绝缘在线监测工作。

国内外经验表明，通过测量介质损耗 $\text{tg } \delta$ 及电容量 C_x ，可较为灵敏地发现容型设备的绝缘缺陷，目前所有的在线监测系统均把该项目作为重点测量的对象。

要实现电容型设备介质损耗参数的在线检测，关键技术是如何准确获得并求取两个工频基波电流信号的相位差。传统的方法是采用过零比较技术，通过计数器方式获得两个信号的时间差，然后再根据信号周期的大小转换成相位差。该方法需要采用复杂的硬件结构，对滤波器（滤除3次及以上的谐波）和过零比较器的工作稳定性要求极高，难以保证测量精度的长期稳定性。

鉴于该监测系统采用了嵌入式计算机系统，具备极强的数学运算功能，故专门设计和使用了一种以快速傅里叶变换（FFT）为核心的纯数学方法，来准确求取两个被测电流信号基波分量的相位差。基本测量原理如图所示：



利用两个高精度电流传感器(CT),把被测电流信号 I_x 、 I_n 变换为电压信号 U_x 、 U_n ,然后由数字化测量系统对信号进行整周期采样(A/D)及快速傅立叶变换(FFT)处理,获得这两个信号的基波向量及其相位夹角 $\text{ph}(x-n)$ 。如果不考虑电压互感器(PT)的相位失真问题,则可方便地计算出电容型设备 C_x 的介质损耗 $\text{Tan } \delta$ 值。与以往的相位对零比较法相比,该方法的最大优点是不需要复杂的模拟信号处理电路,长期工作的稳定性得到保证,且能有效抑制谐波干扰影响。实测表明,即使被测电流信号中的谐波信号含量与基波含量相当,也不会对介质损耗结果造成影响。

电容型设备的介损测量通常需要选用母线电压作为相位测量的基准。传统的处理方式是把母线 PT 的二次侧电压信号直接提供给检测系统,其主要缺点是现场布线复杂,模拟信号在长距离的传送过程中易受电磁场干扰的影响,有可能导致介损测量结果失真。借助于先进的现场总线控制技术和高精度的相位测量技术,监测系统提出并采用了一种新颖的相位比较测量方式,较好地解决了基准电压信号的取样问题,能够大大减少现场布线的工作量。

监测系统对电容型设备 $\text{Tan } \delta$ 参数的测量,是由电容型设备测量单元和基准电压测量单元共同实现。监测系统具体采用的测量方法如上图所示:母线 PT 的二次电压信号 U_n 经过电阻 R 变换为电流信号 I_n ,由安装在 PT 下方的本地测量单元 LMU1 进行检测,电容型设备 C_x 的末屏电流信号 I_x 则由本地测量单元 LMU2 检测。在中央监控器的控制下,两个本地测量单元 LMU1 及 LMU2 的信号采集系统同时启动,对传感器输出的模拟电压信号同步进行采样及 FFT 变换处理,得到输入信号 U_n 及 U_x 相对于 220Vac 工作电源 U_s 的基波相位 $\text{Ph}(n-s)$ 和 $\text{Ph}(x-s)$ 。中央监控器只需通过通讯总线读取 LMU、LMU2 对应的相位测量结果,即可计算出电容型设备末屏电流信号 I_x 相对于母线电压 U_n 的相位差 Ph ,从而获得介质损耗 $\text{Tan } \delta$ 和电容量 C_x 等参数。该方法对数字测量系统要求较高,其中,本地测量单元的同步采用控制技术和采样量程及采样频率的精确设定是保证介损测量精度的关键。

2.2 避雷器设备的全电流及阻性电流测量

氧化锌避雷器（简称 MOA）是近十年来广泛使用的一种新型过电压保护设备，具有非常好的非线性特性。由于氧化锌避雷器不带串联间隙，阀片的特性很可能会因长期承受系统运行电压的作用而逐渐劣化。此外，避雷器密封结构不良造成的内部元件受潮或污秽，也是危害安全运行的重要因素。因此，监测运行中 MOA 的工作状况，准确判断其劣化或受潮程度，是运行部门十分关心和重视的问题。

运行状态下氧化锌避雷器阻性电流分量的变化，是判定阀片劣化或受潮程度的有效方法。近年来的研究成果表明，用阻性电流的基波分量来评定 MOA 的小电流特性更为合理，因为：①在正弦波电压作用下，MOA 的阻性电流中含有基波和高次谐波，基波电流发热做功，谐波电流不发热也不做功；②即使在各种 MOA 阻性电流值相等的情况下，由于其阻性电流基波分量与谐波分量所占比例的不同，发热做功的情况也会存在较大的差异；③MOA 端电压中的谐波分量可从幅值和相位两个方面影响阻性电流的测量结果，但对阻性电流基波分量影响不大；④阻性电流的基波分量可有效地反映 MOA 内部元件受潮、污秽等故障。

该系统对氧化锌避雷器阻性电流基波分量的监测，采用了与电容型设备类似的方法，由避雷器测量单元和基准电压测量单元共同完成。其具体测量方法如上图所示：母线 PT 的二次电压信号 U_n 经过电阻 R 变换为电流信号 I_n ，由安装在 PT 下方的本地测量单元 LMU1 进行检测，MOA 的工频泄漏电流信号 I_x 则由本地测量单元 LMU2 通过高频阻尼电感 L 从计数器 JS 的两端获得。在中央监控器的控制下，两个本地测量单元的信号采集系统同时启动，对传感器输出的模拟电压信号进行同步采样及 FFT 变换处理，得到输入信号 U_n 及 U_x 相对于 220Vac 工作电源 U_s 的基波相位 $\text{Ph}(n-s)$ 和 $\text{Ph}(x-s)$ 。中央监控器只需通过通讯总线读取 LMU1、LMU2 相应的相位测量结果，即可计算出 MOA 泄漏电流信号 I_x 相对于母线电压 U_n 的相位差 Ph 。如果不考虑避雷器相间的电磁干扰问题及瓷套表面泄漏电流的影响，则可方便地获得阻性电流的基波分量峰值 I_r 等参数。

三、结构特征

数据库管理及诊断软件

绝缘在线监测系统的数据库管理及诊断软件主要包括如下几个功能模块，可以在任何一台安装了 Windows NT 系统的计算机上运行。

(1) 中央数据库模块

中央数据库是一个建立在 Microsoft SQL Server 上的大型数据库，应用程序可通过 SQL 专用命令来访问数据库内容。管理软件的所有数据都是以统一的数据结构存放在中央数据库之中。

(2) 数据远程收集模块

数据远程收集模块通常是一个后台运行程序，其基本功能是通过局域网定时从各个变电站的中央监控器中读取监测数据，并登录在中央数据库中。此外，该模块还提供 IE 浏览器访问功能，用户可通过普通的拨号上网方式访问监测系统。

(3) 数据查询分析模块

数据查询分析模块可为操作人员提供友好的图形操作界面，能够在变电站电气接线图中反映出被监测设备的分布情况和监测参数的异常情况，提供各种比例尺度的曲线及表格。利用提供的曲线图谱可有效地反映出绝缘参数的变化趋势，并可通过表格形式查询出精确的监测结果。

(4) 专家诊断系统模块

目前的监测系统仅仅提供了一个相对简单的数据诊断模块，它是通过对同类型设备或同相设备绝缘参数变化趋势的比较，筛选出绝缘异常的电气设备，输出包括绝缘参数变化趋势图在内的相关信息报告，供管理人员作出分析和判断，通常不需要人工干扰。此外，监测系统的上层软件为设计专家系统的人员提供了访问数据库和显示结果（包括特征量、曲线、表格等）的工具，专业人员可利用这些接口开发出更为完善的诊断方法，如果能够和现有的预防性数据管理软件结合起来，则将形成更为精确的诊断结果

第四章、服务承诺

售前服务：

- 1、保证为您解答任何专业技术问题。
- 2、我们在 24 小时内为您邮寄任何所需的技术资料。
- 3、我们随时欢迎您到公司实地考察，并为您提供各种便利条件。

售中服务：

- 1、我们保证与贵单位签订统一合法的《购销合同》。
- 2、我们保证及时、准确的送货上门。
- 3、我们提供安装、调试及培训的服务。

售后服务：

- 1、我们对所售设备提供三年免费保修。
- 2、我们对所售设备提供免费升级。
- 3、我们的服务人员每年进行两次回访。