

[电力供应]

一种基于电源替续控制工程应用的上位机监控分析系统

文/ 国网浙江省电力有限公司丽水供电公司 许文涛 刘文伟 杜向前 高孙来

为提高供电可靠性，电力生产供电一般设计为多条线路供电，并配置电源替续控制系统，实现异常供电时的替续控制，在多级供电系统场合还需要在各级配置替续控制系统。结合工程应用的各种实际需求，通过网络构架方式实现一种基于电源替续控制的上位机监控分析系统。

电力供应的不间断是国民经济各领域正常运行的重要保证，电力系统的发展和技术进步正是沿着这一目标行进。保证供电不间断有赖于电力生产、输送的各环节，备用电源自动投入装置就是一项重要技术措施。对供电可靠性提高的前提首先是不少于两个供电电源；其次是在一个电源因故障被保护切除时，要快速且不损害供、用电设备的前提下投入备用电源。

石化、冶金供电网络一般涵盖从110 kV到380 V多个电压等级，为满足各级电源故障或电源晃电时工作电源的不间断供应，需要在各级电压系统间配置电源切换装置，根据各级电压系统的运行方式及保护配置方案，设计相应的配合方案及装置定值配置，由此解决电网不同位置可能发生的故障，实现供电保障。由于在不同等级电源配置有电源切换装置，需要在运行时刻及装置动作过程进行监视、数据提取及分析等操作。切换装置设计有液晶、指示灯和按键等常规人机交互功能，但是由于装置工作时采集的信息量相对较多，液晶的显示及分析工作开展困难。同时，为实现现场对装置定值、测量数据的监视及导出保存等调试维护工作，装置需要配套功能丰富的外部调试环境。此外，目前对二次设备智能化的要求不断提高，需要二次设备提供更多的工作过程

记录，便于进行事故分析、数据备份等日常运行维护工作，使得具备上述功能的上位机监控分析系统需求更加迫切。

传统技术方案说明

1. 传统技术方案

传统的二次设备有极少部分装置未设计人机交互界面，仅通过指示灯或状态标志等方式进行单向体现；而一般的设备主要通过液晶界面、按键及指示灯等常规方式实现人机交互。一般是采用点阵式液晶显示简单的图形，装置参数定值及事件录波信息等功能，通过按键执行修改、移动及执行等操作，指示灯一般是应用于指示装置工作相关的状态信息。

在交互内容不多，装置智能化要求不高，不需要对装置数据或录波进行本地存储及分析的情况下是可以满足应用要求的。

2. 传统技术的局限

结合装置的日常应用及目前设备智能化的要求来看，主要存在下述问题。

1) 交互过程困难，交互内容相对较少。液晶显示内容受限，特别是配置小液晶装置。一般仅能够显示3~4行内容，对数据或图形的处理十分受限，比如对录波数据进行查看或分析，对事件

记录进行搜索排序等。同时,单纯采用按键操作也降低了操作的简便性。工程应用时的数据或录波分析等操作基本无法实现。现场调试配置或分析事故时对装置信息处理难度较大。

2) 智能化程度不高,无法满足远程监控应用要求。对装置相关的运行信息及数据需要就地操作,而且是单机操作方式,无法实现装置的远程实时和集中监控。在有多台装置分散运行管理的场合,集中管理控制的问题更加突出,不利于设备集中管理维护。

当前实现技术方案

针对传统方案在实际应用中存在的局限,也为了对控制角度、控制时间等重要参数及控制效果等进行获取及分析,当前方案通过网络交互设计功能强大的上位机软件。

上位机系统开发的主要成果如下。

1) 图形化的界面体系。采用成熟的Windows应用程序的用户界面。软件主要使用Visual C++开发,界面和功能关系密切。软件的应用功能主要是通过界面及控件编程实现。方案重点实现三项重要操作。第一将测量数据据实时更新;第二将交流量和数字量以波形图显示。第三联机打印电脑显示的波形。

2) 上下位机之间通信。上位机通过网口与下位机连接。通过内部规约获取和控制装置。

3) 装置定值导入、导出和设置功能。

4) 事件提取并存入数据库。

5) 上位机用同一套代码,实现中英文两版应用程序。

1. 当前实现技术方案系统连接

本方案设计的快速无扰动备用电源替续控制上位机监控分析系统,由两个独立系统配合实现,分别为快速无扰动备用电源替续控制装置(下位机)和监控分析系统(上位机)。下位机和上位机间通过网络接线进行数据双向传输,实现控制装置的定值、参数、测量数据、控制及过程记录的监控操作,主要功能是对多个电源进线网络进行备用电源的替续控制。单机应用时的装置及上位机应用连接组成如图1所示。

(1) 下位机部分

下位机是快速无扰动备用电源替续控制装置,也是监控系统的操作对象,其硬件组成包括

AD插件、DI插件、DO插件、CPU插件、POWER插件、HMI模块及装置内部的总线板。各插件或模块是独立设计的电路板,信号连接经过总线板的内部PCB走线实现,结构连接通过总线板插口连接。CPU插件作为电源替续控制的控制核心,也是监控系统的接口环节。

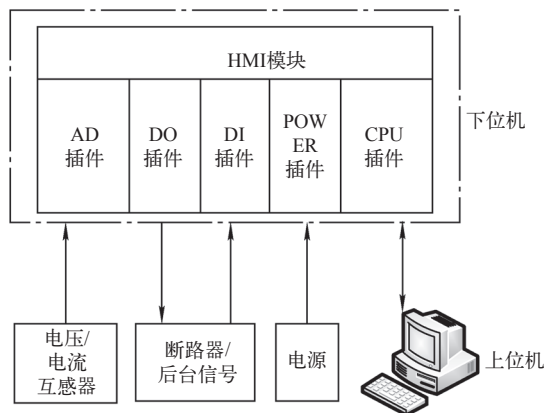


图1 装置及上位机应用连接组成

(2) 上位机部分

上位机监控分析系统载体一般为计算机或工业监控后台,系统间数据传输介质为5类或超5类屏蔽双绞线,线缆硬件电气接口为RJ45接口。计算机配置有RJ45接口,装置的CPU插件设计有RJ45接口,两者通过双绞线连接并对计算机及装置进行通信地址配置后,通过本方案设计的上位机监控分析系统,能够通过网络通信获取下位机数据或配置下位机。

2. 当前实现技术方案功能及模块划分

上位机监控分析系统采用分布式系统架构。各子系统独立运行,相互独立,不受相互之间的影响;实现资源利用最大化,将下位机的部分功能在子系统运行,提高主要功能的运行效率;不受各子系统实际距离限制,实现远程可控。

通过在上位机监控分析系统和下位机装置中设计预期的对应服务模块,通过网络交换及组网技术,可以把装置的部分应用功能及操作转移到上位机实现。同时,方案设计中为满足当前的应用习惯,把上位机监控分析系统的操作设计为图形化操作方式。

上位机监控分析系统主要功能有:工程管理、事件管理、定值管理、测量数据管理和录波管理等功能模块。图2所示为详细的总体功能架构图。上位机监控分析系统功能模块分为界面视图模块、逻辑业务模块、网络服务模块、文件服

务模块、打印模块、语言管理模块和工程管理模块。下位机装置也设计相应的服务模块：网络服务模块、文件服务模块和存储设备。网络服务又根据实际应用功能分为：定值服务、事件服务、实测数据服务和录波服务。

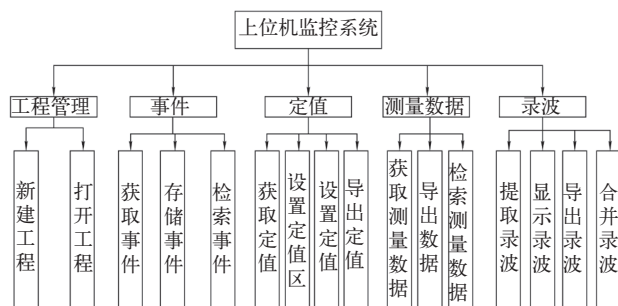


图2 总体功能架构图

3. 当前实现技术方案主要模块设计

上位机软件采用MVC架构思想。MVC架构功能明确，层次分明，易于管理和维护。在实现的应用中采用双缓存机制、UDP网络技术和ADO数据库访问等技术。各模块应用交互如图3所示。

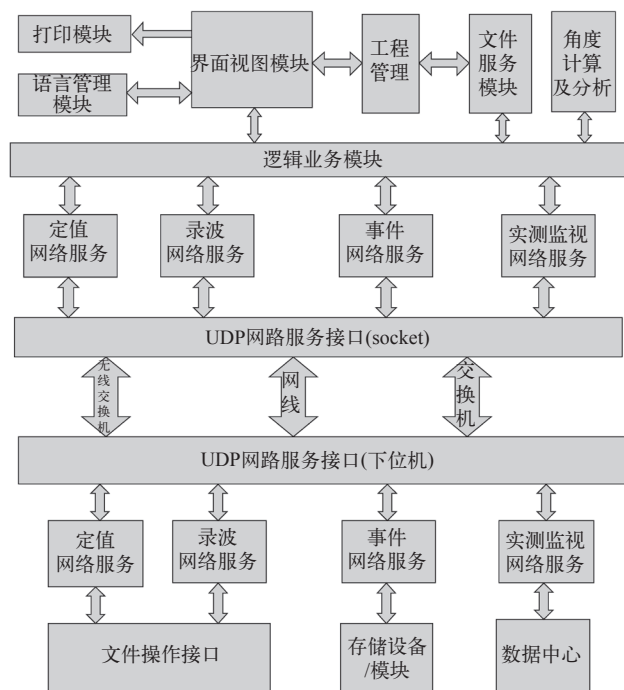


图3 模块应用交互图

(1) 界面视图

在波形界面采用双缓存绘图机制。波形显示是首先通过录波文件得到每一个通道所对应波形曲线的点数组，再将数组中的每一个点转化为显示器上的像素点坐标，最后将曲线数组转化出来的像素点按数组的顺序，用直线连接起来，从而

绘制出通道曲线。

时间差计算：要求可以计算出任意两个时间点之间的时间间隔。在本软件中使用当鼠标移入显示坐标系中时单击鼠标左键获得时间基线，再次让鼠标在显示坐标系中移动 $x = t_0$ 这条基线，将显示在原位，界面中会显示当前移动后时间差。通过确定 t_0 和 t 得到任意两个时间点之间像素差可以转换为时间差，并在下方的状态栏中显示了时间差信息。

波形缩放：由于录波时间长，或录波频率过高时，完全可能出现逻辑坐标系中的两个不同的点，映射到显示器上就变成了同一个像素点，所以横向放缩采用一个浮点数的放缩系数。这个放缩系数可能是一个很小的小数，用以保证一屏可以完全显示录波的全过程，这样通过改变一个放缩系数，就能达到横向放缩的功能。垂直缩放是通过改变每个通道的坐标系的高度，软件必须记录下改变后的各坐标系的高度，这样在显示曲线时才不会出错。在方案实现设计中，所有的模拟量使用的是相同的坐标系高度，所有的开入开出量使用一个比模拟量小的坐标系高度，所以垂直放缩只需要修改一下这两种坐标系的高度就能够实现。

(2) 角度分析及计算

实时显示 t 光标处时模拟量通道的相位角，需要计算瞬时值时添加对该通道相位角的计算。使用距离 t 时刻最近，且在 t 之前的一个周波来计算 t 时刻的相位角。对于下位机来说，下位机在 t 时刻无法知道 t 之后的电压电流等模拟量的值是多少，所以 t 时刻的相位自然只能用上一周波的数据来推算本周波的相位角。

在录波文件的波形曲线中，第一个周波的相位角，无法使用前一个周波来推算。在本方案中处理为使用当前或后一个周波的数据推算第一个周波内的相位角。对于非第一个周波的相位角，均使用与之距离最近的前一个周波的数据来计算相位角。

(3) 文件服务及ADO数据访问

硬盘文件服务：主要通过PC的API函数调用实现。主要封装打开波形图、导出标准格式、录波数据拆解析和工程文件管理等。

(4) 工程管理模块

工程文件的创建，刚创建的工程文件的录波文件数 N 为零。这时工程文件记录工程名、装置

类型、与装置通信的IP地址以及存储事件信息的ACCESS文件名。

(5) 网络通信实现

通信基于以太网和UDP协议。由于通信的内容较多,包括录波数据、事件记录、定值参数查询与设置、实时测量数据查询和操作调试等,为了简化程序,将不同的“内容”看作不同的“服务”,使用不同的端口号进行区分,每类装置占用10个UDP端口,即最多提供10种服务,具体端口号是9000~9009。

为达到通信的可靠性,通信过程采用一问一答模式,且带出错重发机制。发送方发送一包数据,接收必须回应一包数据。若接收正常则回应一包正确数据(发送所要的数据),反之发送一包错误数据包(告知发送方错误在哪)。

重发主要由上位机控制。上位机首先发送读取报文,装置返回数据为实际查询或读取内容。上位机端接收到正确数据后,发送正确确认报文,装置继续发送下一包数据。上位机端接收异常时,发送错误确认报文,装置重发上一包数据。如果同一包报文出错三次,或是整个读取过程累计出错100次,则提示错误,中止操作。

(6) 工程应用实现过程

正常情况下,单个下位机装置能够自动进行备用电源与工作电源的替续控制,并将产生的动作事件及录波保存在装置中。但在多数情况下,如开篇所述,电网中一般有多级供电网络,且在不同等级的系统中需要分别配置有替续控制装置,如图4所示的110 kV和6 kV系统分别配置有电源替续控制装置。

按照目前的工程设计,不同等级的电压设计有不同的供电室,理解为图4中的装置1和装置2存在一定空间距离的,而装置通过液晶显示的数据是相对有限,且不够灵活。现场应用时,上位机和下位机可用通过现有的网络域连接,实现多台装置组网集中管理控制。连接方式采用网线直连,根据装置与上位机距离远近需要增加交换机组件。

在替续控制装置工作的整个过程中,上位机监控分析系统通过网络通信连接,利用图形化操作菜单,能够把使用者关注的测量数据、定值参数设置、动作事件及录波数据等信息提取到上位机监控分析系统中进行查看、修改、分析及保存等操作。采用上述方案技术实现的上位机监控分

析系统实现结果如图5所示。

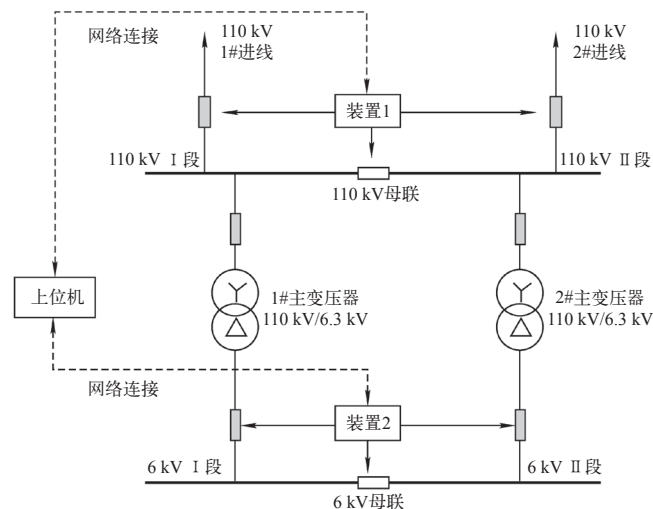


图4 多电压等级替续控制及上位机监控分析系统应用

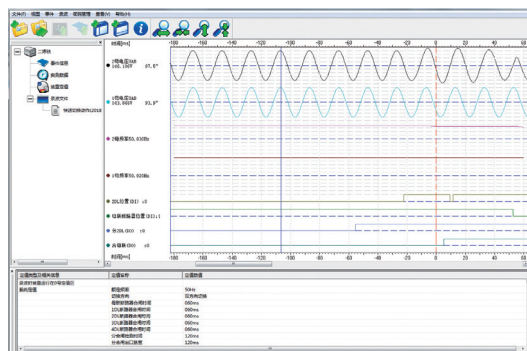


图5 上位机监控分析系统实现结果

结束语

本方案技术结合备用电源替续控制应用功能,采用网络通信交换技术,实现上位机监控分析系统与装置的联合应用,提高装置在工程应用中的智能化及可操作性。

上位机监控分析系统实际上是通过应用服务功能接口及网络交换技术,把装置的控制应用、存储及显示等部分功能转移到可视化的上位机监控分析系统实现,扩展装置的数据记录及分析功能,使用户能够更加直观地获取装置信息,提高装置的易用性及简便性,解决多台装置由于空间距离限制无法统一集中管理维护的问题,实现装置功能的应用扩展及维护配置的简易性,提高现场应用装置的系统级管理水平。EA

(收稿日期:2019.01.16)

(编辑:朱金凤)