

监测电能质量与故障录波一体化装置的解决方案

文/国网甘肃省电力公司甘南供电公司 深圳市双合电气股份有限公司白兴东

牛启宏 丁金良 郝广平 唐 丽

随着科学技术的不断发展，电力系统中二次智能设备数量及种类越来越多。电力系统如何对这些不同类型的设备进行系统化的集中、智能、高效管理，如何对复杂多变的用电质量进行监测、分析和治理、优化，是电力系统需要解决的重要问题，也是我国提出的“智能电网”中长远电网建设规划中的重要组成部分。

在现有的电力系统中，各个电气量监视设备都是各自为阵，如用于故障情况下分析保护动作行为的故障录波器，用于收集电能量的电能量计量装置，用于监测电能质量的电能质量装置等。这些装置的监测量部分相同或类似，但由不同的装置实现功能，都相互独立、分散运行，管理数据分散，采集数据时间误差大小不一，无法有效实现电力系统运行数据和故障数据共享、同步，无法实现对电力系统进行综合、联动及因果分析，无法对电力系统的整体运行情况和缺陷进行有效准确掌握。

因此，从实际应用需求的角度考虑，急需有一套能集合故障录波、电能质量监测于一体的一体化监测装置，以便解决目前电力系统普遍存在的设备种类繁多、子系统多、管理复杂、数据共享困难及采集数据时间误差不一，无法进行有效的数据统一、系统地同步分析问

题。从根本上提高电网运行数据的综合管理与分析能力，帮助管理人员快速掌握电网电能质量、电网运行缺陷，有效进行电网故障分析与定位，科学制定电网电能质量治理方案，有效提高电网电能质量，增强电网运行的稳定性和可靠性，减少停电时间，切实提高生产效率。

方案简述

这是一个基于卫星统一授时的集故障录波、监测电能质量于一体的解决方案。方案的原理图如图1所示。

该装置的核心是利用GPS提供精确的全网同步时钟，在同一硬件平台上实现电能质量与故障录波的功能。

根据故障录波装置和电能质量装置基于相同电气量监测对象的特征，共用前端采集及数据预处理模块，实现基本电气量的采集和计算，然后再根据两种监测装置的各自要求，分别由独立的故障录波模块和电能质量模块。故障录波逻辑模块根据计算结果进行启动判断，如果判断符合启动条件，则生成故障文件，完成对录波数据的离线分

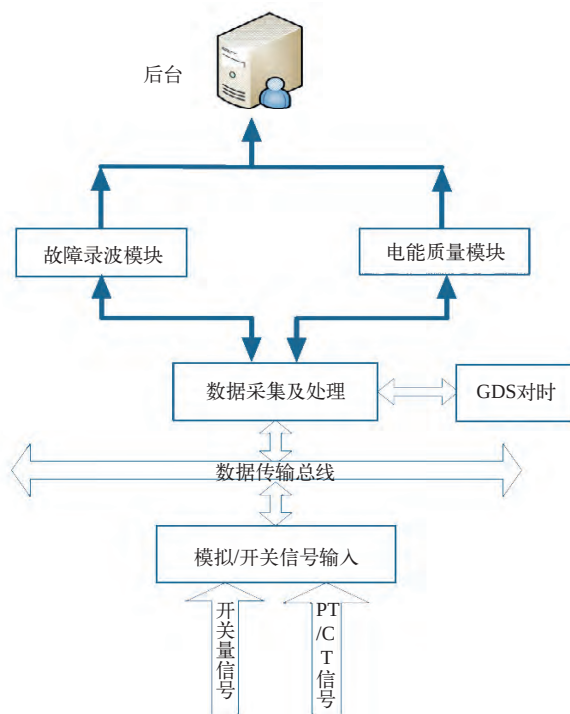


图1 电能质量与故障录波一体化监测装置原理框图

析；电能质量逻辑模块实现电压偏差、三相不平衡度、频率、谐波、电压波动、闪变、电压暂降和电压暂升，以及电压短时中断等电能质量参数的在线测量。

该一体化设备可实时监测变电站/发电厂内各设备的运行参数及电能质量参数。实现了稳态运行下电能质量数据持续记录和暂态故障下故障记录的有机结合，保证在各种运行状态下都有精准的数据可查，可称之为电力系统运行监视的“黑匣子”。

硬件原理

该一体化装置包括模拟量/开关量输入模块、数据采集模块、背板数据总线、GPS对时模块、数据处理模块，以及与后台通讯的以太网口。装置的硬件结构图如图2所示。

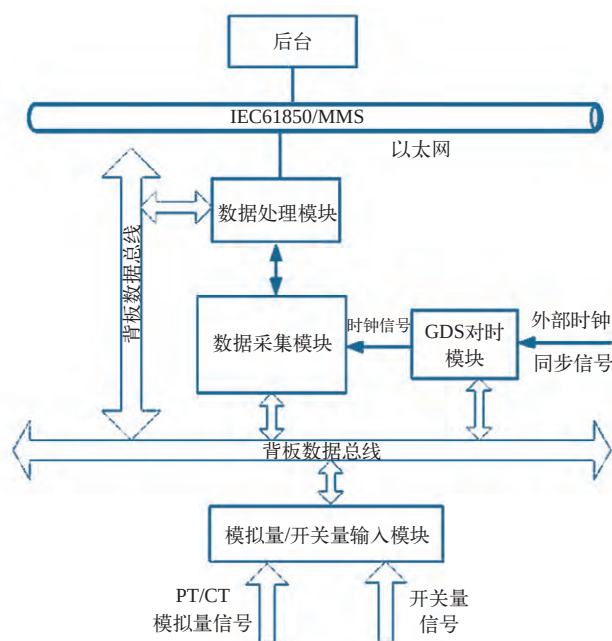


图2 电能质量与故障录波一体化监测装置硬件结构图

1. 模拟量/开关量输入模块

模拟量/开关量输入模块用于接收监测点的PT/CT转变过来的二次信号及开关量信号。通过隔离转换及滤波电路进行隔离转换、滤波，

再通过采样保持电路的采样开关采取当前通道信号，对当前电压/电流/开关量通道的信号进行保持。再通过A/D变换电路将模拟信号转换为数字信号，汇总后通过背板数据总线上传给数据采集模块进行处理。

接收电压、电流模拟信号，以及空接点的形式接入的开关量信号。再按电网结构和数据时间标进行规整和同步，并存储在相应的存储单元中。

2. 数据采集模块

数据采集模块，用于实时数据采集及打时标。该模块从背板数据总线获取已经转换为离散数字信号的电压/电流数据，根据稳态定值设定内容，累积一定时间的电压/电流采样数据，持续计算电能质量指标（电压有效值/偏差、电流有效值/偏差，电压/电流谐波、电压/电

件，即生成暂态扰动数据，并按预定义的数据类型将暂态数据进行保存。稳态数据和暂态数据都通过所述网口发送给数据处理板卡。

3. GPS对时模块

GPS对时模块为该装置提供统一的同步时钟。该模块对接入的IGIB-B码信号进行解析，生成高精度的时钟信号。当外部卫星信号消失时，由模块内部的守时模块进行精确守时，保证时间信号的正确性，卫星信号恢复后，再自动切换到GPS对时方式。

4. 数据处理模块

数据处理模块实现电能质量稳态数据和暂态数据的二次计算、外围交互及数据保存的功能。该模块根据定值设定，将电能质量稳态数据进行二次计算，统计各电能质量参数的趋势数据，自动生成符合预定义结构的稳态趋势文件并存储。根据暂态扰动数据的时间标记及数据特征，分析扰动数据的有效性，对有效的暂态扰动数据，快速提取暂态电能质量信息，分析暂态扰动的起始时刻、持续时间、扰动幅值，对暂态扰动事件进行分类，自动生成预定义结构的暂态录波文件并存储。

5. 数据通信

该监测装置采用客户-服务器架构，管理机为客户端，在服务器端按照IEC 61850标准要求统一建立IEC 61850模型，服务器通过以太网和多个客户端同时通信，采集部分接收模拟信号或数字信号进行实时运算，客户端对客户请求有关的模型进行映射，服务器端和所述客户端都能与保护信息子站连接，通讯协议符合IEC 61850-8，映射为多媒体信息服务MMS，按照IEC 61850-6实现系统配置，并形成独立使用的配置工具。

6. 后台及综合分析

在统一的GPS时间平台下，管理人员可以任意调取故障录波和电能质量的运行数据，进行实时监测与同步分析，对发电厂中各电气量的相互影响及故障的因果关系进行科学、客观、细致的研究，对于准确掌握电网电能质量、查找电网缺陷和分析电网故障具有重要的现实意义。

各项检测指标相结合，可对电力系统内的电气设备实现全方位的监测及综合分析的功能。如电能质量数据与故障录波数据相结合的电能质量溯源问题分析。

7. 装置特点

该装置是故障录波和电能质量监测装置的集合，又高于这些装置的集合。其共用部分是GPS对时模块和数据采集模块，主体部分是有不同监测风格的数据监测与分析模块，升华部分是相互结合的智能分析模块。

电能质量与故障录波一体化监测装置在现场的应用

某供电局辖内由于太阳能光伏产业等新能源迅速发展，大量太阳能光伏发电项目投产。光伏发电接入电网后，为电网引入各种扰动，如电压闪烁、谐波等，从而对系统的电能质量产生影响。为实时监测接入光伏系统后的电力系统运行情况，同时能够记录故障动态过程记录系统大扰动如短路故障、系统振荡、频率崩溃、电压崩溃等发生后的有关系统电参量的变化过程及继电保护与安全自动装置的动作行为。保证光伏系统接入情况下电网的电能质量水平，并对变电站的运行情况进行综合监测和评估，特在某220 kV变电站投入一台新研制的电能质量与故障录波一体化监测装置。

图3是一体化装置监测的含有大量谐波的波形。由图可以看出，大量谐波的存在使电压、电流波形严重畸变，谐波分量还传递到整个配电系统的各段母线和线路上，且大量谐波分量的存在已影响系统的安全运行，谐波损耗也影响系统的经济运行。根据监测结果，可在光伏电站侧增加以下治理措施：降低逆变器输出谐波含量，增设单通滤波回路；采用三角形接线阻挡3K次谐波注入；增加并联补偿设备，调整逆变器无功输出。

图4是持续一段时间的电能质量指标监测（三相不平衡），根据监测结果，应提高母线短路容量，降低逆变器不平衡度。

实时在线监测的电能质量数据可评估治理方案的成效并根据实时监测结果对治理方案及时调整。

结束语

电能质量与故障录波一体化监测装置基于精准的采样点时标，实现了电能质量暂态数据和稳态数据的匹配，在同一硬件平台上实现了故障录波和电能质量的监测及分析功能。暂态数据和稳态数据的匹配，实现电能质量暂态和稳态相结合的综合分析功能，精确定位电能质量问题实质，各项检测指标相结合，可电力系统的电气设备实现全方位的监测。

电能质量与故障录波一体化监测装置正是多年监测经验的总结和提升，其全面的监测和强大的分析功能为电力系统安全稳定运行提供科学有效的依据，同时进一步提高电力系统的自动化管理水平和电网的电能质量，减少停电时间，提高生产效率，为实现坚强智能电网目标，打下坚实的基础。EA

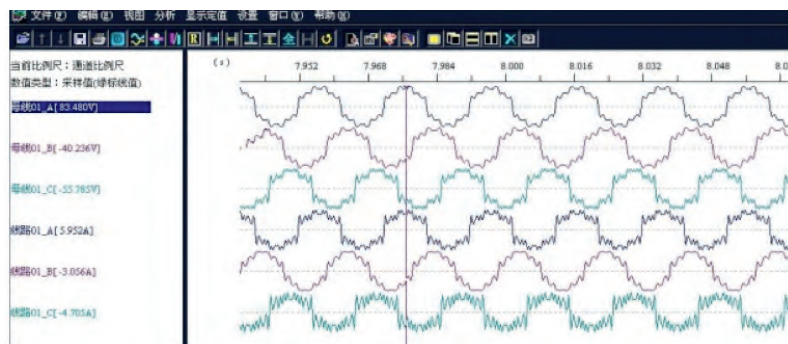


图3 包含大量谐波的现场运行波形

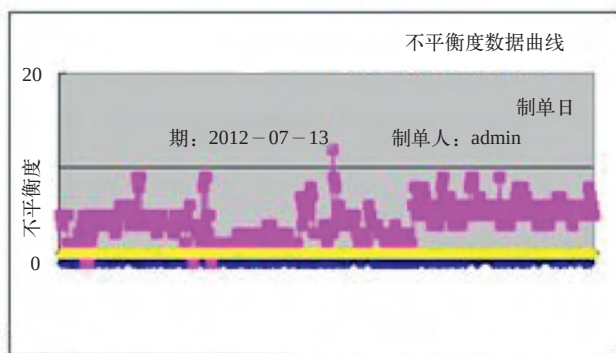


图4 不平衡度曲线