



以色列 Elspec 公司基于 PQZip 数据压缩技术的 连续故障录波、阻抗故障定位、同步相量测量、电网大数据监测

以色列 Elspec 公司中国代表处 邓剑琪

随着智能电网和能源互联网的高速发展，基于物联网、云计算和大数据分析等先进技术的支撑，开展面向电网大数据的科学研究已经具有重要的理论与应用价值，进行连续的电力监测并对海量数据进行存储与传输成为亟待解决的问题。应用各种数据压缩技术对电力系统数据进行压缩，减少数据存储空间与传输量、保证传输速度，达到全天候连续监测是近年来来的一个研究热点。

在计算机技术中，常见的数据压缩方法有霍夫曼编码、傅立叶变换、小波变换等。基于小波的数据压缩方法包括多分辨率分析方法、Mallat 算法、小波变换、小波包变换和多级树集合分割编码相结合的方法。但小波变换的计算复杂度高，计算时需要消耗大量的内存，压缩比维持在几倍至几十倍，压缩特性适合于短时间的数据要求，不能满足电网长时间连续数据压缩的要求。

以色列 Elspec 公司采用独特的 1:1000 的 PQZip 数据压缩技术，可以连续记录一年以上每一个电网周波的所有波形和参数，采样率达 1024 点/周波，PQZip 技术提供所有的与电力系统相关的数据，在任何电压等级、任何时间的数据都被存储，它提供以下的优势：

- 你想要看见的每个事件将被存储，意味着快速的记录、没有数据被遗失
- 全年所有的每一个 20ms 电网周波的波形记录，都可以被毫无保留的恢复
- 所有数据参数都被记录，因此不需要任何触发阈值和选择测量参数
- 同步记录比较区域范围内所有设备参数，对数据进行综合的电力分析报告



Elspec BlackBox G5DFR 是一款具有 PQZip 数据压缩技术、进行集中和分布式监测的多功能数字故障录波仪，可以连续记录一年中电网的所有波形参数，采样精度 1024 个点/周波。BlackBox G5DFR 同时具有电力监测、电能质量、操作保护、同步相量、负荷解析等工作。BlackBox G5DFR 模块化的设计，可以根据用户需求扩展不同的功能，方便了二次开发定制。使用支持多个设备厂家通信的电能管理软件 Elspec PQSCADA Sapphire，BlackBox G5DFR 提供了对电网数据全面强大的采集、分析和报告生成功能。

完美的解决方案

Elspec Blackbox G5DFR 是具有连续记录能力的多功能数字故障记录仪，它能分析短时瞬态事件、长期电网扰动、以及各种相量趋势图。

- 24 位的连续数据采集 1024 点/周波 (50/60Hz)
- 模块化设计——集中或分散的架构
- 所有通道最高时间同步 $<0.1 \mu \text{ sec}$
- 7” LCD 触摸液晶屏，综合的 web 界面
- 符合 IEC 61850 MMS、GOOSE 信息和数据采样值

多种功能的应用

- 数字故障录波 (DFR); • 相量测量单元 (PMU);
- 电能质量监测 (PQM); • 事件顺序记录 (SER);
- 动态系统监测 (DSM); • 阻抗故障定位 (ibFL);
- 电能计费测量 (EBM)

电能质量监测 (PQM)

BlackBox G5DFR 可提供综合的电能质量模块，完全符合 IEC-61000-4-30 A 级标准，电能质量监测包含以下内容：

•谐波测量：符合 IEC61000-4-7 标准，同时 32 个虚拟通道用于谐波记录。100 次谐波和 100 次间谐波组在每个通道被记录，可以在连续的 10/12 周波、150/180 周波、1 分钟和 10 分钟。

•电能质量事件：符合 IEC61000-4-30 A 级标准，电能质量模块能检测所有 32 个虚拟通道，电压骤升/骤降、涌浪、中断和过电压以及快速电压变化。电能质量模块包括多相系统的事件支持。

•闪变记录：符合 IEC61000-4-15 标准。

所有的电能质量参数可以连续从 1/2 周波、10/12 周波、150/180 周波、10 分钟和 2 小时的精度进行记录，连续记录时间最大到 1 年。

阻抗故障定位 (ibFL)

BlackBox G5DFR 配有一个两端基于阻抗的距离和故障计算算法，精确的结果增加了电网的可靠性和可用性：

•减少空中巡逻成本; •避免再次发生故障; •减少可预防故障的电能质量的影响; •减少由于停电的监管成本罚款;

可以发现的故障点：

•三相短路; •两相短路; •两相对地短路; •单相对地短路; •单相开路。

相量测量单元 (PMU)

•符合电力系统最新的同步相量测量标准：IEEE C37.118 - 2011，包括修正的 IEEE C37.118.1a - 2014。

•两个独立的同步相量数据流，同时使用 2 个不同种类的报告速率 和/或 不同表现类 (P/M) 和/或 数据类型 进行报告同步相量。

•对于 P&M 类的超快的报告速率：

类别	50Hz 的最大报告率	60Hz 的最大报告率
P	200/sec	240/sec
M	100/sec	120/sec

- 相量测量报告功能在每个数据流最大可以到 32 个相量。
- 任何 10000 个计算的模拟量数据参数，可以通过 PMU 协议出现，使得不需要在 PDC 或其他地方计算电力参数。
- 模拟量参数数据流同时包括，最小电流输入信号用于控制目的，这样不需要使用其他的方式来传递传感器信号。
- 支持同步相量数据流同时使用 TCP/IP 和 UDP/IP，它可以配置为单播或多播，使广域测量系统 WAMS 通信有更好的设计，适合于多种实用或应用参与。

时间同步精度

BlackBox G5DFR 的同步算法能在不同的时间源中自动选出最佳时间源（基于精度），主时间源作为主/外部时间同步源，而替代时间源在主时间源同步失败时作为第二时间源。下表概述了 BlackBox G5DFR 各个时间源的同步精度：

时间源	精度
Internal Clock	±10ppm
NTP	100µsec
GPS/IRIG B	0.5µsec
DSP Sync	0.1µsec

传统同步方法使用 GPS、IRIG-B、NTP 等时间同步信号，但是在电能质量监测应用和连续波形记录，设备之间的同步采样频率也是非常重要的。

Elspec 高效的时间同步算法，可以在分布冗余架构中进行数百个的通道同步采样。

每一个单独的 BlackBox G5DFR 都充当一个同步主时间源，因此可以作为其他设备的同步参考，精度可达到 50-100nsec。

电能计量测量

BlackBox G5DFR 具有四相限的，精度高达 0.1%的电能计量功能。

灵活的结构

BlackBox G5DFR 的系统结构，可以进行集中和分布控制监测大数组的模拟量和二进制数据，同时也可以进行控制信号和过程信号处理。BlackBox G5DFR 是一个 19” 导轨安装的设备，包含 1 个 CPU 单元，1 个 PSU 单元和一个数据采集单元。每个数据采集单元可以有 5 个数据采集卡（2 个模拟量卡和 3 个 I/O 辅助卡），执行以下功能：

- 连接到输入/输出信号
- 滤波和隔离
- 模拟量/数字量 转换
- 所有通道同步时间采样

完全的 IEC61850 变电站协议支持

Elspec Blackbox G5DFR 依从变电站自动化 IEC61850 标准，在事件和数据的采集、传输和存储期间，确保完全控制所有的设备和系统。



Elspec PQSCADA Sapphire 电能管理软件，允许所有的故障记录仪、电能质量分析仪、计费表和其他智能电力监测装置（IED）在一个系统内进行分析。

PQSCADA Sapphire 支持多厂商设备，通过各种通信协议和文件格式从任何记录设备中获取、处理和存储记录数据，

从数据中获得最有价值的见解，PQSCADA Sapphire 有一套独有的图表和报告，有计划进行控制 and 数据驱动决策，在地理地图上了解电网和测量设备的情况。



在线式电能质量监测黑匣子 EG4000——连续测量记录每一个周波所有的波形和电能质量参数，连续记录一天的 EG4410、连续记录一个月的 EG4420、连续记录一年的 EG4430，可以组成区域范围内的电力系统监测网络。



便携式电能质量监测黑匣子 EG4500——连续记录一年以上每一个电网周波的所有波形和参数，采样率高达 1024 点/周波，进行电压、电流、谐波、闪变等测试，方便地进行携带、长时间的现场连续测量，可通过手机 WIFI 进行参数设置。



电能记录分析仪 Pure BlackBox——单相和三相的轻质手持移动式设备，非常容易地在插座上插拔使用，连续记录每一个周波所有的数据不需要设置阈值，快速 USB 连接到 PC 机进行分析，可以在民用、电力和工业场合以及高校教学中广泛应用。

作者介绍：

邓剑琪，以色列 Elspec 公司中国业务经理，上海以华电气技术有限公司总经理。联系方式：邮件 deng@elspec.com.cn，电话 13501825586 。