

[变电站]

IEC 61850变电站网络系统分析工具解决方案

文/ABB (中国) 有限公司 陈虹铮

提供一种基于IEC 61850变电站网络系统分析工具的解决方案，介绍了方案产生的背景，开发一款基于IEC 61850的变电站在线网络系统分析工具，致力于解决基于IEC 61850智能变电站调试和运行过程中出现的问题。

IEC 61850是变电站自动化系统的国际标准。保护和变电站自动化行业认为这个标准的颁布是电力技术上的一个突破。

我国自2005年起开始研究IEC 61850 Ed1标准，目前在智能化变电站中，IEC 61850 Ed2标准均已被广泛采用，成为变电站自动化系统的通信标准。

继电保护设备都统一采用IEC 61850-6变电站配置语言（Substation Configuration Language, SCL）进行建模，站控层采用IEC 61850 MMS通信，间隔层采用面向通用对象的变电站事件（Generic Object-Oriented Substation Event, GOOSE）快速报文实现与过程层跳闸和间隔层之间的联锁，过程层采用IEC 61850-9-2 Ed.2 LE 采样测量值（Sample Measurement Value, SMV）进行采样值传输。

采用IEC 61850的智能变电站的最大好处就是实现了真正的互操作性，由于标准统一，不同厂家的设备和系统之间可以方便地实现互联互通，真正打破了各家的通信壁垒。并且用高性能的广播消息传递实现了硬接线无法实现的快速通信功能，提高了现场工程调试的效率以及后期升级维护的方便性。

方案产生的背景

随着智能化变电站的广泛应用和普及，对变电站的网络安全和可靠性等方面有了更高要求。

变电站网络的性能成为国家电网安全的重要决定因素。片刻的网络通信中断及网络风暴都可能引起变电站内的继电保护和系统不能正常运行。

1. 工程调试过程中出现的问题

工程调试过程中出现的问题有：网络连接是否可靠？怎么确保配置的逻辑节点的正确性？如何更好地进行联调测试？报文信息是否有丢失？控制命令是否执行成功？顺序化控制流程是否执行正确？如何有效地分析系统事件定位问题？

2. GOOSE应用中遇到的困难

1) GOOSE的配置工作是一个相当繁琐的工作，需要对每个继电保护设备的逻辑节点进行设置，如需要接收相邻继电保护设备的哪些逻辑节点，需要发布哪些信号给相邻的继电保护设备以达到GOOSE选跳的功能。如果需要更改一个保护设备的GOOSE配置信息，则需更改整个变电站配置描述（Substation Configuration Description, SCD）文件。

2) 当配置完成后，没有一个现成的工具可以很好地记录清楚GOOSE的配置点表。

3) GOOSE 信息是在网络上传输的信息，看不见摸不着，如果出现通信中断，查问题的难度也非常大，没有GOOSE可视化的工具。

3. SMV应用中遇到的困难

SMV的质量和准确性在网络传输中的监控非常

困难，如果一台合并单元的采样值发送失败将会影响变电站内其他设备的正常运行，比如采样值出错引起的误动作。

变电站网络分析工具解决方案

开发一款基于IEC 61850的变电站在线网络系统分析工具，致力于解决基于IEC 61850智能变电站的调试和运行过程中出现的问题。

1. 系统框架

该工具涵盖从设备到系统的全网络性能的监视和事件分析，即从通用的网络性能到IEC 61850的各种数据在线监视，再到对变电站事件的分析，系统框架如图1所示。

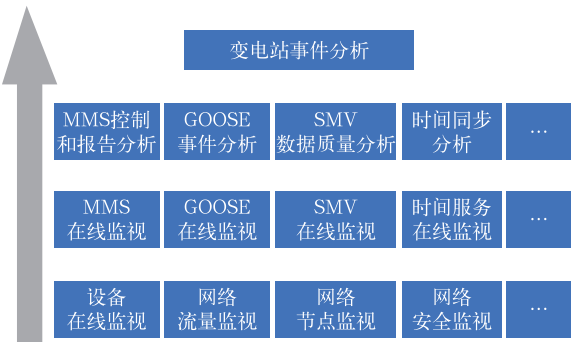


图1 网络性能监视和分析工具

2. 实现的主要功能

1) 对IEC 61850变电站实现自动拓扑，展示变电站的网络系统拓扑图，实现对变电站的各网络节点状态和流量的监视和统计，当发现网络异常（包含网络中断、网络风暴、网络事件风暴和网络广播风暴等）时自动报警，并可根据历史趋势判断网络的流量趋势。

2) 展示变电站内继电保护设备的GOOSE通信拓扑图，对各继电保护设备的GOOSE通信状态、GOOSE值及GOOSE通信流量进行监视和统计并判断趋势，当发生GOOSE报文出错、丢失或属性更改时可自动告警。对于发生的GOOSE通信事件可进行解析和分析，并记录事件发生时的报文信息。

3) 展示变电站SMV的数据流图，监视SMV的通信状态及其质量，对变电站内合并单元的采样值进行流量统计并判断趋势，当发生SMV丢失或属性更改时可自动告警，并记录对应的采样值波形。

4) 对变电站层的SNTP对时服务在线监视，对

过程层的IEEE 1588对时服务在线监视。可检测时钟源变化并告警，并提供时钟报文信息统计。

5) 其他一些高级功能，例如：在系统联调时可以验证SCD文件，仿真GOOSE和SMV协助调试。调试完成后可以导出变电站的GOOSE配置文件。

3. 实现方式的思维导图

UI界面思维导图如图2所示。编程流程思维导图如图3所示。

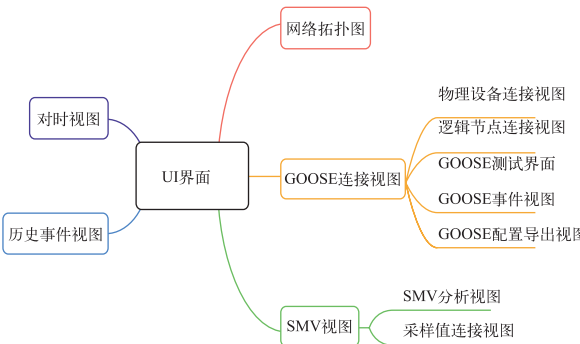


图2 UI界面思维导图

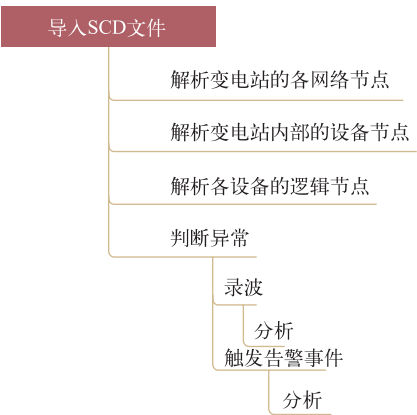


图3 编程流程思维导图

4. 工具展示

网络拓扑图如图4所示。

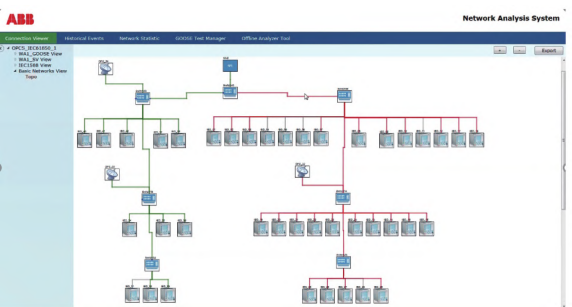


图4 网络拓扑图

GOOSE相关视图

GOOSE网络连接拓扑图如图5所示；GOOSE测试信号页面如图6所示；GOOSE配置导出页面如图7所示。

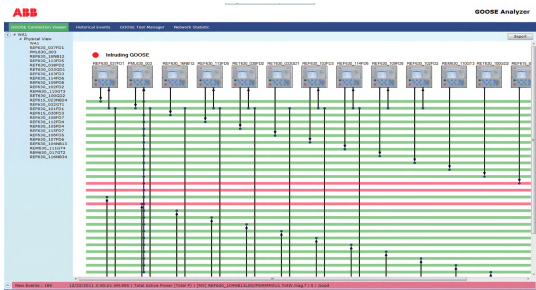


图5 GOOSE网络连接拓扑图

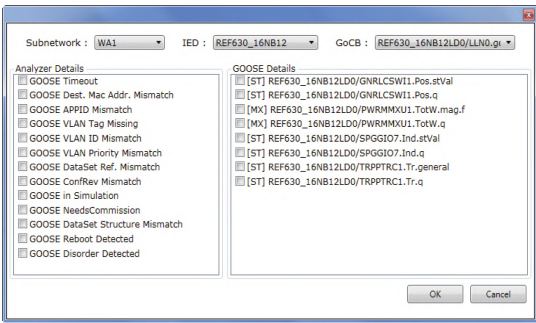


图6 GOOSE测试信号页面

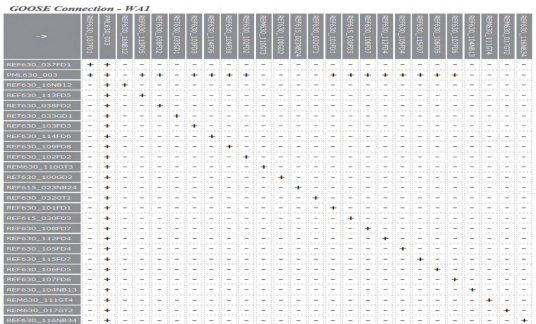


图7 GOOSE配置导出页面

SMV相关视图

SMV网络连接拓扑图如图8所示；设备SMV连接页面如图9所示；SMV事件分析页面如图10所示。

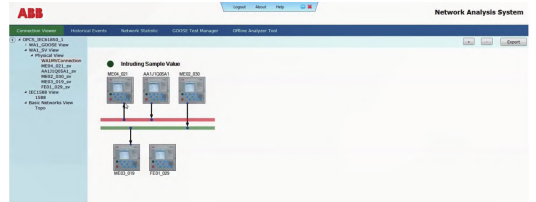


图8 SMV网络连接拓扑图

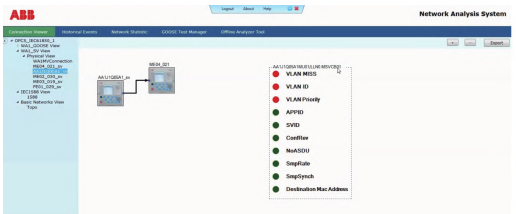


图9 设备SMV连接页面

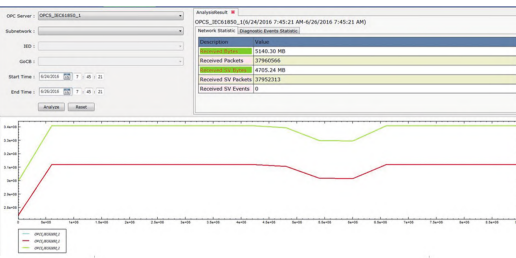


图10 SMV事件分析页面

对时分析相关视图

对时网络拓扑图如图11所示；对时信号分析页面如图12所示。

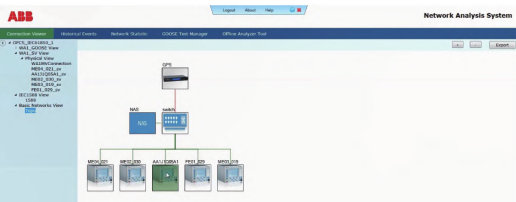


图11 对时网络拓扑图

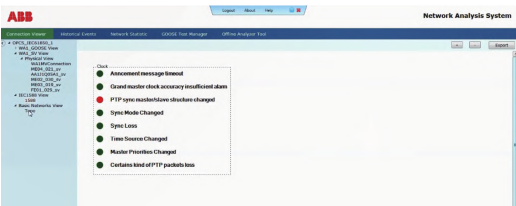


图12 对时信号分析页面

变电站网络分析工具的优点

该工具降低了智能化变电站配置工作的难度，让配置可视化，可以随时随地进行仿真测试，以确保配置的准确性，减少联调过程中出现的问题。可以非常简便地对GOOSE、SMV、对时信号及网络情况进行监视。该工具为变电站系统的网络和数据安全提供了可靠性支持，提高了变电站的调试和运作效率。EA

(收稿日期：2021-12-22)