

一体化监控系统在事故状态下保持数据完整性的设计与实现

葛立青, 尹 凯, 杨 敏

(南京南瑞继保电气有限公司, 江苏 南京 211102)

摘 要: 本文介绍了智能变电站事故状态下一体化监控系统数据处理的瓶颈, 提出了监控系统相关模块在事故状态和双机主备切换时保证数据完整性的设计方案, 方案中涉及到与装置交互的前置机, 实时数据处理, 告警、历史存储等部分在事故状态下特殊的处理方式。设计成果已应用于实际开发的监控系统。

关键词: 事故; 完整性; 一体化监控系统

0 引言

在规范^[1]的13.1和13.2中对智能变电站的一体化监控系统在事故情况下的系统能力制定了详细的规范。规范中要求在事故情况下数据不丢失、记录过程完整、告警准确且不丢失。另外在测试规范中还要求事故发生时要伴随双机切换的操作。

监控系统在事故状态下保持数据完整性的要求, 在现在变电站的招标书中都有体现。但在真正发生大规模事故时, 由于各种原因, 一般后台系统并不能正确、迅速地反映电力系统的状态。例如丢失SOE事项, 甚至更严重的是计算机资源耗尽, 系统不能正常运转, 需要重新启动计算机。在^[2]中对这种现象造成的原因做出了相应的解释。除了这些原因外, 其实还有一个重要的因素: 变电站自动化系统应用的电压等级跨度大, 从35kV到500kV, 以至特高压1000kV, 不同电压等级站的规模差别很大, 信息点的数量差距也很大, 那么就导致了在低电压等级站能正常使用的后台系统, 应用到更高电压等级的站时就会出现问题。特高压系统对事故状态下保持数据完整性的要求更加严格, 其中还加入了进行双机主备切换时做雪崩实验的过程。

智能变电站中, 一体化监控系统是数据统一采集、管理的基础设施^[3], 它接入的信息远远大于常规的监控系统, 所以研究智能变电站事故状态下一体化监控系统如何保持数据完整性更显迫切, 本文详细研究了事故状态下突发数据的处理流程, 对这些流程上的关键路径进行了设计优化, 另外对双机主备切换时的数据处理也进行了详细的设计。

1 设计与实现

一体化监控系统是一个分布式的系统^[4], 为了完成系统的功能, 需要很多模块相互配合, 图1是其中一种系统的架构。对于事故状态下的数据处理问题, 首先必须厘清系统接收到数据后的处理流程。

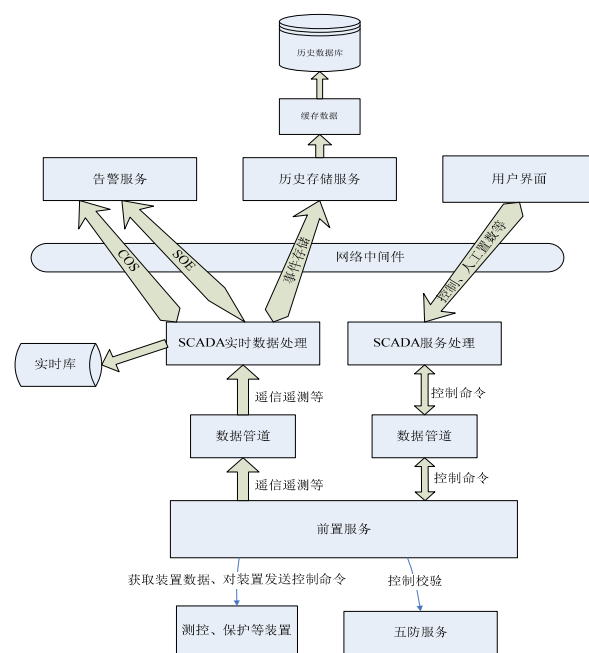


图1 SCADA数据流

从图1中可以看出, 监控系统包括前置服务模块、SCADA实时数据处理模块、SCADA服务处理模块、告警服务模块、历史存储模块、用户界面模块以及网络中间件。

前置服务模块: 负责监控系统和外部的通信:

- 1) 接收装置发过来的遥信、遥测等报文信息;
- 2) 与装置进行控制交互;
- 3) 与五防系统交互, 包括将后台点的信息发送给五防、将遥控请求发送给五防,

接收五防的遥控请求返回报文。

SCADA 实时数据处理模块：接收前置服务模块发送过来的测点信息，并处理入库、向告警服务模块发送 SOE、COS、遥测越限等告警信息。另外将需入历史库的事件发送给历史存储服务模块。

SCADA 服务处理模块：处理人工界面发过来的遥控、遥调、挂牌、人工置数等的命令。

告警服务模块：将 SCADA 实时数据处理模块发送过来的告警信息入库并在告警界面上显示出来，另外还有推画面、播放音响等告警动作。

历史存储服务：处理其他模块发送过来的历史存储请求。

用户界面模块：用画面、曲线、报表等方式表现系统的数据，另外接收用户的遥控、遥调等命令并发送给 SCADA 服务处理模块。

网络中间件：负责节点内以及节点之间进程与进程之间的通信。

模块之间需要进行通信，其方式可分为两种：

(1) 共享内存的通信方式

前置服务模块和 SCADA 实时数据处理模块、SCADA 服务处理模块之间通过共享内存来通信。优点：是前置和其他模块专用的通信方式，方便、快捷。能存储的数据容量可设，例如在某智能站中设为 4.8M，（能满足规模 20000 个信息点，每个信息点数据大概占 24 个字节，连续缓存 10 次）。共享内容在前置和实时数据处理模块之间起到了一种缓冲的作用，在事故状态下，SCADA 实时数据处理模块处理数据会耗费大量的时间，若没有这 4.8M 的缓冲空间，将会导致数据的丢失。

(2) 事件消息通信

利用可变箭头（例如：事件存储）表示的通信方式都是事件消息通信模式，例如 SCADA 实时数据处理模块要发送 SOE 告警，那么它组织一个事件报文，通过网络中间件将此事件发送到告警服务模块中去。

这种通信的优点是发送进程和接收进程可以不在一台节点上，另外接收进程平常处于休眠状态，当有需要处理的事件时，网络中间件会唤醒它，从而提高系统的处理性能。

1.1 如何保证事故状态下实时数据处理的完整性

在图 1 中，数据处理的瓶颈有四个地方：

- 1) 前置服务模块接收装置数据部分；
- 2) SCADA 实时数据处理模块处理数据部分；

3) 告警服务模块处理告警事件；

4) 历史存储服务将数据存储在历史数据库(例如：ORACLE)。

瓶颈部分的解决方案：

(1) 前置服务模块接收装置数据

前置服务模块需要分析报文，解析报文，并将初步处理过的数据发送给 SCADA 实时数据处理模块。对于事故时大量的报文，前置与装置的 TCP 连接接收缓冲区需要开得足够大，一般设置为 64K。另外前置服务模块需判断是否发生了事故，设 x 为某一秒中状态量总的变化数，则判断依据可简单的处理为 $x > n$ ， n 为事先设置的一个门槛值，可根据站规模的大小来设置。报文的类型很多，有遥信、遥测、遥控、遥脉、保护遥信、扰动数据、波形文件等，这些数据中以突发上送数据、控制返校数据最为重要，在非事故状态时，这些数据的处理基本按照发生先后次序依次处理即可。但当发生事故时，必须保证突发上送数据、控制返校数据的处理，抑制遥脉、扰动数据、波形文件等数据，另外在事故时不再发送总召命令以减少数据量！

(2) SCADA 实时数据处理模块处理数据

实时数据处理模块是 SCADA 基本功能，在事故时，前置送过来的突发数据必须都处理，不做优化。只是在事件告警和事件存储上，改变非事故时一个告警，一个存储发送一个事件消息给告警服务模块和历史存储模块，而是将事件个数达到一定数量时一起发出。

(3) 告警服务模块处理告警事件

告警服务模块中告警信息正常入库，而告警动作在事故状态下需弱化，表现在以下几点：

告警推画面：当事故发生时，只推最高优先级的画面，并且设定事故推画面数的最大量，达到这个数量则不再推。

告警音响：当事故发生时，只提交一次事故音响，不在提交其他音响告警。

告警事件打印：若系统中启动了告警事件随即打印的功能，则在事故发生时，合并打印内容，作为一个打印文件提交，使事故时的打印文件数较少，打印文件内容较多。打印文件临时保存下来，在事故状态解除后再开始由打印服务器读取打印文件将告警事件打印出来。

历史存储服务将数据存储在历史数据库(例如：ORACLE)中。

需存储到历史数据库中的事件紧急性不强，时效性不高，在系统发生事故时可以只缓存，等事故状态解除后才存入历史库。

另外在事故状态发生时，一些消耗较多系统资源的任务，例如历史数据采样、历史数据统计、数据计算等也都设计成在事故时暂停任务处理。

1.2 如何保证在事故发生时遥控的正确性

根据图 1，遥控数据经过的路径和突发数据的处理路径是分开的，它经过的路径是用户界面发出遥控请求，网络中间件将请求发送给 SCADA 服务处理模块，SCADA 服务处理模块再将遥控请求通过数据管道发给前置，由前置发给具体装置。遥控返校返回的路径和请求的路径正好相反！通过将遥控数据的处理路径和突发数据的处理路径分开能有效地保证雪崩发生时遥控动作的正确性！

1.3 事故时伴随双机主备切换

220kV 及以上监控系统一般配备了两台服务器，一主一备，主机的模块都处于值班状态、备机的模块处于备用状态，在主机发生故障或失去联系时备机能快速地升为主机，为了保证数据的完整性，备机中前置服务模块正常的接收装置发过来的数据，但不发送到前置服务模块和 SCADA 实时数据处理模块间通信的数据管道，而是将接收的数据缓存起来。

图 2 中出示了前置主备数据处理模式。

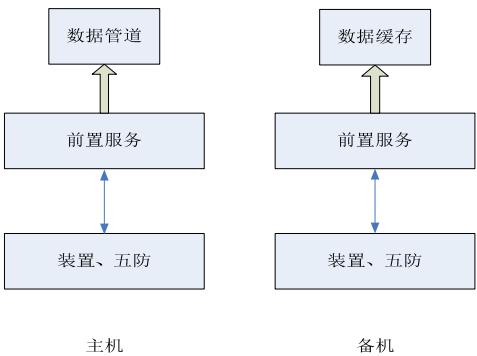


图 2 主、备机中的前置服务模块

在备用状态下，前置服务模块缓存一定时间的数据，缓存时间可根据不同的站规模来设定。备机升为主机后，前置服务模块首先需将缓存中的数据以特殊的标记发送给数据管道中去(图 3)。

对于前置服务模块发送过来的缓冲数据，SCADA 实时数据处理模块必须判断相应的数据是否已处理过，若没处理，则需处理入库并告警，若处理过则丢弃相应的数据。图 4 中说明了 SCADA

实时数据处理模块处理缓冲 SOE 时的过程。对已处理的 SOE 数据，可以用装置地址或 IEDName，遥信点的 GIN 号或引用名，以及 SOE 时戳来作为关键字，因此对于前置发送过来的 SOE，以这些关键字从 SOE 实时事件库中查找，若存在，则表明已处理过，若没有，做需按正常的处理过程来处理！

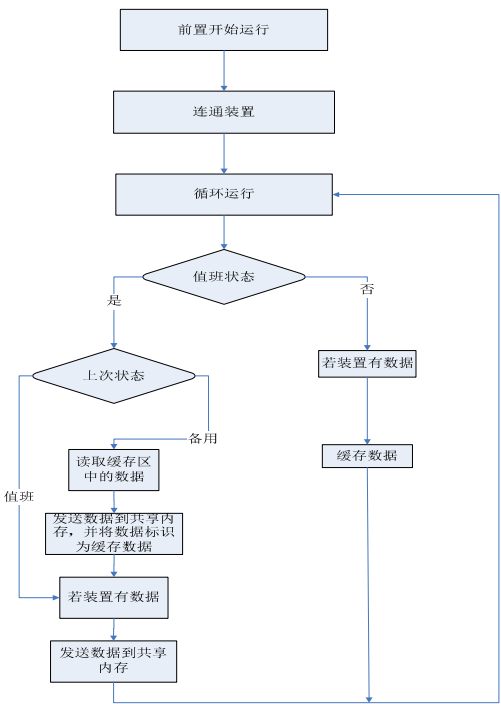


图 3 前置服务模块的运行逻辑图

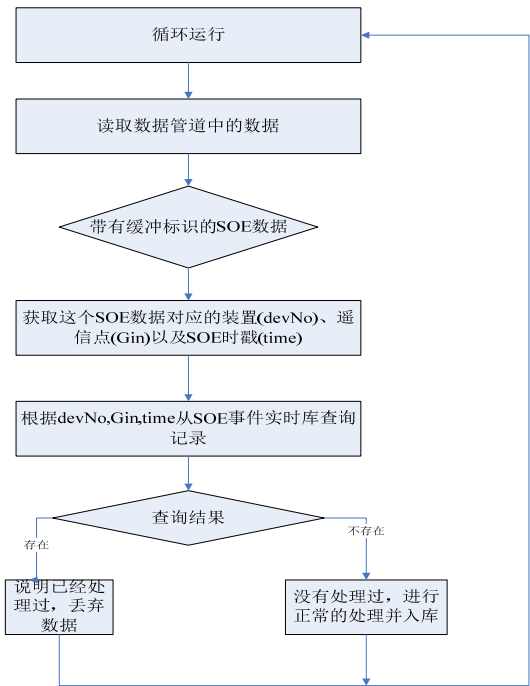


图 4 实时数据处理模块处理缓冲 SOE 的流程

2 实验结果

2.1 事故测试

1) 测试方法

事故时信息的容量按照总容量的 20% 计算；
事故发生时，检查对遥测刷新是否有影响；
事故发生时，进行遥控操作，检查是否有影响；
事故发生时，进行保护动作，检查是否有影响；
事故发生时，召唤保护定值，检查是否有影响。

2) 测试结果，见表 1。

表 1 事故测试结果

实验次数	信号个数	后台信号记录是否异常	遥控是否异常	保护动作是否异常	保护定值是否异常
1	1500	正常			
2	1500		正常		
3	1500			正常	
4	1500				正常

2.2 双机切换测试

1) 测试方法

A. 系统服务器的自动切换

拔掉系统主服务器和间隔层装置的连接网线，
迫使系统服务器自动切换，同时做事故实验。

检查检验切换过程中系统功能、系统性能正常，
系统操作正常、数据、告警、打印、显示不丢失，
动作和的告警信息要报告正确。

B. 系统服务器的手动切换

对系统服务器进行主动切换，在切换期间进行
事故实验。

检查检验切换过程中系统功能、系统性能正常，
系统操作正常、数据、告警、打印、显示不丢失，
动作和的告警信息要报告正确。

2) 测试结果，见表 2。

表 2 双机切换测试结果

实验项目	切换时间/s	切换过程中实验情况	切换过程中其他功能是否正常	结论
后台自动切换	35	不丢报文	正常	合格
后台手工切换	18	不丢报文	正常	合格

3 结论

针对监控系统对系统事故状态下功能、性能的要求，本文详细探讨了监控系统前置服务模块、SCADA 实时数据处理模块、告警模块、历史存储等模块在事故状态下如何工作，并对主备切换时各模块的处理情况做了相应的设计。设计的结果在实际的监控系统中得到了应用和验证。

参考文献：

[1] 国家电网公司. 智能变电站一体化监控系统设备及功能检测方案[Z]. 2012.
[2] 谭文恕. 测试 SCADA 系统性能的参考数据雪崩 _RDA_[J]. 电网技术,1999,23(2),42-45.
[3] 国家电网公司. 国家电网公司企业标准 Q/GDW 383-2009 智能变电站导则[Z]. 北京: 中国电力出版社, 2009.
[4] 廖铁, 刘东. 异步调用的 SCADA 系统海量信息处理方法 [J]. 电力系统自动化, 2006, 30(20), 41-44.

作者简介：

葛立青(1975-), 男, 硕士, 工程师, 主要从事电力系统自动化研究, E-mail: gelq@nari-relays.com;
尹凯(1981-), 男, 硕士, 工程师, 主要从事电力系统自动化研究, E-mail: yink@nari-relays.com;
杨敏(1980-), 男, 学士, 助理工程师, 主要从事电力系统自动化研究, E-mail: yangm@nari-relay.com.