录波数据的分通道存储方式及其采用IEC61850传输的应用

苏忠阳

（广东电网公司广州供电局变电二部，广东 广州 510180）

摘要：目前的故障录波装置由于缺乏统一制定的通信协议，与上级系统通信时需要大量的规约转换工作，为工程实施增加了额外负担和不可靠性。IEC61850 标准在电力系统的迅速应用，为彻底解决录波装置的通信兼容问题提供了契机。提出了应用 IEC61850 标准文件传输模型进行录波数据 COMTRADE 格式文件传输的方案，并针对目前录波数据过于庞杂不利于快速传输和数据分析的问题，提出了录波数据分通道智能处理、并建立统一的逻辑文件存储目录结构的方法，满足了录波装置的通信功能需求，实现 IEC61850 标准的现阶段快速应用，并为未来全面使用 IEC61850 协议提供了平滑的过渡方案。

关键词：故障录波装置； COMTRADE； 文件传输； IEC61850； 模型

Channel split saving method of fault wave data and its application of IEC61850 file transmission

SU Zhong-yang

(Guangzhou Power Supply Bureau, Guangzhou 510180, China)

Abstract: This paper proposes the scheme of implementing the COMTRADE fault wave data transmission by the way of IEC61850 file transmission modeling. To solve the problems of big file size and too much redundant data mixed in the fault record files, which is not convenient for quick transmission and data analysis, this paper proposes the methods of splitting the disturbance data wave file by channels intelligently, and saving the files according to a common file naming standard, which could meet the communication function requirements of fault recorder devices, realize the quick-implementation of IEC61850 standard and provide the smoothing transition method to the complete use of IEC61850 in fault recorder devices in the future.

Key words: fault recording device; COMTRADE; file transfer; IEC61850; modeling

中图分类号： TM76; TM77　　文献标识码：B　　文章编号： 1674-3415(2009)07-0101-04

0 引言

故障录波装置作为电力系统故障及振荡的自动记录装置，通常作为独立系统运行，因此在业内一直没有形成统一规范的通信规约。随着近年来故障信息系统的建设，逐渐出台了一些区域性通信规范，如基于 TCP/IP 的南方电网故障信息系统通信规范[1]。

IEC61850 自 2004 年发布以来已经在电力系统各领域形成了广泛应用的氛围。由于系统功能集成的需要并有效解决目前通信规约不兼容的现象，IEC61850 在故障录波装置中也将逐步得到应用[2]。

由于传统录波装置存在录波数据量较大且庞杂冗余等缺点，不利于通信传输和上级系统进行数据提取，因此本文从以下角度提出 IEC61850 下录波数据的传输机制：

1) 定义录波数据的分通道存储机制，利用录波器进行故障信息分拣的预处理，定义数据文件的存储目录结构和文件命名规则。

2) 建立 IEC61850 的标准录波文件传输模型，使经过分通道处理的录波数据，可以在只建立 Server（FILE）模型的前提下，实现录波文件的上传，与未来的全面 IEC61850 录波功能数据模型相兼容。

1 录波数据的分通道存储机制

1.1 录波数据的智能处理

以往的录波装置在处理暂态录波时存在以下两个问题[3]：

① 采用一路通道启动，所有通道同时记录的方式，没有对故障和扰动的间隔通道进行有效区分，致使形成较多无效的录波信息，降低了录波装置的工作效率和存储元件的有效利用率，在与上级通信系统进行远程数据传输时，也增加了网络负载量和通道占用时间。

② COMTRADE 标准没有对配线定值参数进行明确定义，导致目前各种版本的基于 COMTRADE

标准的录波数据互不兼容，更无法进行高级分析。

针对以上两个问题，提出设计录波分通道文件存储机制、扩展定义.INI 格式文件的解决方案：

在不影响录波装置原有录波文件生成的前提下，增加录波数据的智能预处理模块——分拣出按照一次间隔元件对象分类的不同录波分通道文件（如图 1 中电压文件、线路文件等，对录波通道进行选择性划分），并按照 COMTRADE（IEEE Std C37.111-1999）的标准格式进行存储。同时为表征分文件的类型、并提供一次设备的建模信息、测距参数、变压器参数等便于上级系统进行数据分析、处理和计算的参数，在标准的.HDR、.CFG、.INF 和.DAT 文件之外扩展定义.INI 格式文件。.INI 和.CFG、.DAT 文件为必选文件。

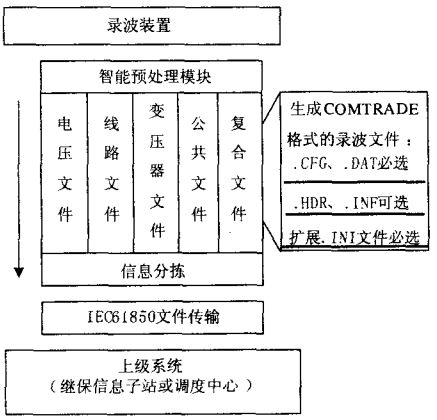

图 1 录波分通道文件机制示意图

Fig.1 Profile of channel split fault wave files

录波分通道文件的五种类型定义如下：

①电压文件：描述一组母线电压的信息，包括通道号、电压等级等。②线路文件：描述一组线路电流的信息，包括电压等级，电压通道，电流通道、高频、开关通道以及测距参数等；③变压器文件：描述一组变压器的信息，包括各侧电流、电压、开关通道等；④公共文件：所有不能归类到上述三种文件的信息；⑤复合文件：上述文件整合在一起，形成复合文件。

.INI 文件格式定义为图 2 的 8 个数据段，从间隔对象的角度出发，将所有一次侧元件分解为若干组电压、电流以及开关，而每组电压、电流又分解为若干个模拟通道——形成清晰的一次元件与通道的对应关系。

1.2 录波分通道文件的目录命名规范

在录波装置生成分通道文件之后，为了使录波装置的分通道文件存储系统具有良好的可识别性和通用性，方便运行人员和上级系统进行调阅，定义录波分通道的目录规范规则：

序号	组成内容
1	公共段：[COMMON]
2	母线电压参数段：[VOLTAGE_#n]
3	线路电流参数段[LINE_#n]
4	变压器参数段：[TRANSFORMER_#n]
5	独立通道参数段：[SINGLE_#n]
6	模拟量通道参数段：[ACHANNELS_INFO]
7	开关量通道参数段：[DCHANNELS_INFO]
8	开关量变位事件清单：[STATUS_EVENT_#n]

图 2 扩展的.INI 文件内容列表

Fig.2 Content list of extended .INI format file

每次录波启动后，录波装置根据设定的预处理策略生成一系列分文件，并以录波启动的记录时刻(dat 文件第一个采样点的绝对时刻)命名其目录，格式为：

PATH\YYYY-MM-DD@hh-mm-ss_@aaa\

其中 PATH 为本地磁盘目录，如 D:\splitter_data；YYYY 四位年数、MM 两位月数、DD 两位日数、hh 两位时数、mm 两位分数、ss 两位秒数；aaa 为启动状态标记，如果有保护动作或开关量变位，取值为 act，否则取值为 sta。分文件目录规范举例：D:\splitter_data\2006-02-21@15-48-32_@sta\。

2 基于 IEC61850 的录波分通道文件传输

2.1 IEC61850 的录波文件系统模型

在对录波文件进行分通道处理和规范的目录存储以后，即可利用标准的 IEC61850 文件传输模型与上级系统进行通信和传输。

IEC61850-7-4 中定义了在间隔层的录波装置完成录波功能所需的三个逻辑节点：RDRE（扰动记录功能）、RADR（扰动记录模拟量通道）、RBDR（扰动记录状态量通道）。在三个逻辑节点作用下生成的 COMTRADE 格式扰动记录，按照 IEC61850-7-2 的规定，属于 Server Class Model（服务器类模型）的 FILE 模型，可使用文件传输模型。录波装置的数据模型如图 3。

由于本文所述的录波装置仍然基于传统数据模型的设计，属于过渡阶段的应用，因此本文只关注文件传输模型，对逻辑节点类数据模型不作叙述。

按照 IEC61850-8-1 的建议，在录波装置 Server 的逻辑根目录下设置一个 COMTRADE 子目录，存放录波文件，本文根据录波文件分类存储的需要，在 COMTRADE 下又设置三个子目录：

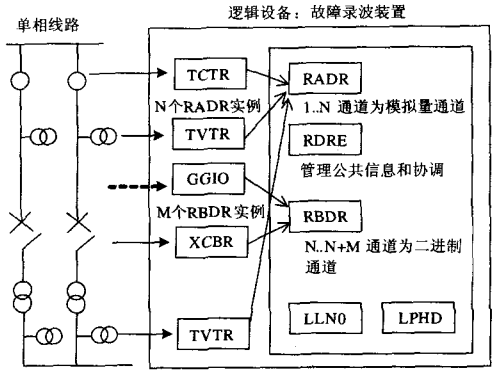

图 3 故障录波装置模型

Fig.3 Modeling of fault recorder

1) “normal_data”，存放装置正常启动产生的暂态录波文件。

2) “splitter_data”，存放正常启动后经过分通道处理的暂态录波文件。

3) “new_files”，存放装置最新的反映保护动作或开关量变位（启动标识为“ACT”）的分通道文件，供上级系统轮询。

图 4 分通道文件存储的文件目录结构

Fig.4 Channel separated files logical directory

2.2 录波文件的传输过程

IEC61850 的录波文件传输[4]主要使用两个服务如表 1。

表 1 录波文件传输使用的两个服务

Tab.1 Two services used by record file transmission

序号	任务	ACSI 服务	用途
1	列目录	GetServerDirectory	访问服务器的目录
2	读文件	GetFile	读取指定的文件

① 列目录 GetServerDirectory(File)

上级系统使用 GetServerDirectory 访问录波装置中的目录，录波装置则将目录中的文件及子目录名作为数据进行应答，如果返回的字符串最后一个字符是“\”，则表示这是一个目录名，否则就是一个文件名。例如：“\COMTRADE\sample”是一个文件名，而“\COMTRADE\splitter_data\”是一个目录名。服务器可以使用这个方法遍历录波装置的目录树。访问根目录的 ACSI 服务及映射见表 2（参数为空）。

表 2 ACSI 服务及映射

Tab.2 ACSI service and mapping

方向	ACSI 服务	MMS 服务	功能
发送	GetServerDirectory(FILE)	FileDirectory(Null)	访问根目录
响应+	FILE 列表	listOfDirectoryEntry	返回根目录所有文件和子目录
响应-	ServiceError		

② 读文件 GetFile

GetFile 服务用来从服务器（录波装置）中读取文件，主要参数如表 3。

表 3 主要参数

Tab.3 Main parameters

	服务	参数	功能
发送	GetFile	FileName	读取文件
响应+		File-Data	上送文件内容
响应-		ServiceError	文件访问失败

参照 IEC61850-8-1 的 23.2.1，ACSI 读文件服务应映射到一个 ISO 9506-1 和 ISO 9506-2 定义的 MMS 文件打开、文件读和文件关闭服务序列。

在读文件服务中，发送和响应报文的参数使用绝对路径，即从根目录开始的完整路径名。如在上级系统访问 COMTRADE 的目录时，使用 GetServerDirectory 服务（参数使用“\COMTRADE\”），录波装置在响应时上送“\COMTRADE\splitter_data\”等子目录。

2.3 录波文件传输功能的实现

在上级系统访问录波装置时，通常要求有以下两种文件传输方式：

① 录波文件目录的随机访问

通过对录播文件目录的随机访问，上级系统可以选择获取录波装置的录波文件及其列表。过程如下：

1) 上级系统首次访问录波装置时，可以使用列目录服务遍历录波装置的目录，列举所有目录结构，也可制定必要的简表策略，避免目录列表过长。

2) 在日常使用过程中，上级系统需要指定查看某目录下的文件信息时，可以使用列目录服务，列出指定目录中的内容。

3) 定位到需要访问的文件后，使用 GetFile 服务从录波装置读取文件。

② 最新的录波文件主动上送

重要的暂态录波文件产生后，需要及时主动上传到上级系统，实现数据同步。由于 IEC61850 没有定义文件目录的主动上送机制，为了避免使用如报告模型、Data 模型等数据建模时带来的复杂操作，定义了“new_files”子目录，目的在于仅通过

文件模型的服务实现上级系统对录波装置最新录波文件的获取。该目录存放的文件是录波装置中最新的反映保护动作或开关量变位(启动标识为"ACT")的分通道文件，要求上级系统必须召唤，但召唤时机可由子站自行决定。为了及时获取最新的录波文件，上级系统需要设定一定的周期（工程参数）访问录波装置"\COMTRADE\new_files\"的目录。

3 结论

本文设计的录波分通道文件存储机制，能够对故障和扰动通道进行有效区分，提高了录波装置信息处理效率。在这个机制的基础上，可以很方便地使用 IEC61850 的标准文件传输模型和 Server（FILE）模型，完成录波文件的目录访问以及最新录波文件的传输，既避免了数据建模过程可能带来的复杂工作和附加开销，又能够保证与未来全面使用 IEC61850 的数字化变电站系统的传输模式相兼容。

本文设计的录波文件处理模型，已经在广东电网范围内得到了试验性使用，为提高录波装置及其他二次设备的信息化应用水平提供了借鉴。

参考文献

[1] 中国南方电网继电保护故障信息系统通信与接口规范[Z].2006.
Communication Interface Specification for Relay Protection Fault Information System of China Southern Power Grid[Z].2006.

[2] 汪可友，张沛超，郁惟镛，等.应用 IEC 61850 通信协议的新一代故障信息处理系统[J]. 电网技术，2004，28(10).
WANG Ke-you，ZHANG Pei-chao，YU Wei-yong，et al. Research on a New Fault Information Processing System using IEC 61850 Communication Protocol[J].Power System Technology,2004，10.

[3] 陈菁，苏忠阳，蔡泽祥,等. 提高故障录波装置信息处理效率的方法[J].广东输电与变电技术，2007，5：25-27.
CHEN Jing，SU Zhong-yang，CAI Ze-xiang，et al.Methods to Promote Information Processing Efficiency of Fault Recorder[J]. Guangdong Power Transmission Technology, 2007，(5)：25-27.

[4] IEC 61850-7-2:2003 Communication Networks and Systems in Substations Part 7-2: Basic Communication Structure for Substation and Feeder Equipment-ACSI[S].

收稿日期：2008-05-09；　　修回日期：2008-07-02

作者简介：
苏忠阳（1969-），男，高级工程师，从事变电运行管理工作。E-mail：suzy@gzpsc.com

（上接第 100 页　continued from page 100）

线方式可以比较参考。改进后的运方为：#1 站用变高压侧开关合闸，低压侧 1QF 开关合闸供 400 V Ⅰ段母线运行，#0 站用变高压侧开关合闸，低压侧 3QF、4QF 开关分闸，分段开关 QF 合闸，2QF 在试验位置。

分析该运行方式，#0 站用变充电运行，其低压侧开关 3QF、4QF 可以分别对失电的 400 V 母线自投，保证不间断供电。例如，当 1QF 非母线故障（比如#1 站用变故障跳闸或高压侧失电）跳闸后，QF 也经欠压延时脱扣跳闸，此时#0 站用变低压侧开关 3QF、4QF 分别满足各自的自动投入条件，自动合闸后对Ⅰ、Ⅱ段母线供电。当 QF 故障跳闸后，此时 3QF 不满足自投条件，可靠地闭锁了不同电源的非同期并列的误操作，4QF 满足自投条件动作，由 4QF 对Ⅱ段母线供电。当 1QF、QF 同时跳闸后，情形同第一种状况，由#0 站用变经低压开关 3QF、4QF 对Ⅰ、Ⅱ段母线供电。

通过上述分析可知，改进后的接线方式可以满足任何故障情况下的备自投动作条件，是只有两路电源的非典型接线方式下的可靠运方。该站运行人员在低压侧分别拉开 1QF 和 QF 试验时，都顺利实现备投功能。并且在执行#1 站用变高压侧线路检修操作任务时，其低压侧也成功地实现了备自投。

4 结论

随着电力建设的步伐加快，许多变电站的建设都面临升压或者扩容的要求，此时站用电非典型接线方式的运行方式，更要引起运行人员的重视。合理的运方摆布，关系到站用电系统的安全、稳定运行。针对现场运行中遇到的实际问题，提出一种更合理的运行接线方式，从而保证了站用电运行的可靠性。

参考文献

[1] 国家电网公司. 十八项电网重大反事故措施[M]. 北京：中国电力出版社，2005.

[2] 宋继成. 220～500 kV 变电所电气接线设计(第二版)[M]. 北京：中国电力出版社，2006.

[3] 倪远平. 现代低压电器及其控制技术[M]. 重庆：重庆大学出版社，2003.

[4] 上海超高压输变电公司. 超高压输变电操作技能培训教材 变电运行（第一册）[M].北京：中国电力出版社，2005.

[5] 金建源. 新标准二次电路图识读[M]. 北京：中国水利水电出版社,2004.

收稿日期：2008-05-22；　　修回日期：2008-06-25

作者简介：
张　涛（1977-），男，硕士，工程师，现从事变电运行工作；E-mail:zt_zc@126.com
陈　宇（1965-），男，本科，工程师，现从事变电运行管理工作；
李运海（1975-），男，本科，工程师，现从事变电运行管理工作。