

直流故障信息快速采集技术的研究和应用

吕 冰, 沈 刚, 薛海平, 叶 周

(南京南瑞继保电气有限公司, 南京市江宁区苏源大道 69 号 211102)

摘 要: 直流输电工程中, 控制保护系统需要向远方调度中心远传内部故障录波信息。本文分析了目前已经投运和待建的直流换流站中故障录波信息采集的现状以及存在的问题。在此基础上, 提出了一种直流故障录波信息快速采集的新方案。该方案通过增加一种普遍适用于当前直流换流站控制保护系统中的故障录波前置管理机, 采用 SMABA 协议将控制保护系统的内部故障录波信息文件映射到故障录波前置管理机上, 实现故障录波信息文件的快速采集; 通过实时更新控制保护主机故障录波信息文件的文件列表, 减少远方调度中心的采集规模, 快速定位文件存放位置。从而大幅提高控制保护系统内部故障录波信息的采集速度和传输可靠性。

关键词: 故障录波信息; 前置管理机; 磁盘映射; SAMBA

0 引言

随着远距离大容量输电技术的发展, 已建设及规划建设的直流工程越来越多。随着直流换流站的日益增多, 调度中心对直流换流站的管理和信息采集的全面性越来越重要, 尤其当直流系统发生故障时, 要求调度中心智能调度系统能够尽快的定位故障点极其关联的控制保护系统, 尽快获取相应的故障录波信息并进一步分析故障原因。因此, 直流换流站快速、可靠上传直流故障录波信息到调度中心具有非常重要的意义。

直流换流站中, 直流控制保护系统一般通过保护及故障录波信息管理子站(简称保信子站)实现控制保护内部故障信息的采集和远传。目前已投运的直流换流站中, 存在两方面的问题: 一部分保信子站没有采集直流控制保护系统内部的故障录波信息; 另外一部分换流站保信子站虽然采集了故障录波信息, 但其采集的可靠性和速度都比较差, 无法满足调度中心的要求。

针对已经进行故障录波信息采集的换流站进行分析, 保信子站一般通过规约转换器这一中间环节, 采用 IEC103 获取文件服务器上保存的直流控制保护系统故障录波信息。但由于直流录波文件容量较大、数据多, 现有方式无法满足信息传递的快速性和可靠性要求。因此, 根据已投运的直流工程控制保护系统的特点、现状及直流控制保护系统的发展方向, 针对当前直流换流站故障信息采集过程

中的一系列问题, 研究一种适合直流控制保护系统的故障信息采集技术, 并应用于已投运及待建的直流工程中, 从而快速、可靠的将故障信息远传到调度中心, 充分发挥职能调度系统的优势并快速分析故障原因, 具有非常重要的意义。

1 采集方案

1.1 当前问题

早期投运的直流工程, 其保护控制系统为国外公司产品, 故其本身不具备远传功能, 升级也不现实, 无法直接将故障录波信息上送到远方调度中心。而近期投运的国产化控制保护系统, 虽然可以通过保信子站上传录波文件到远方调度中心, 但由于直流录波文件较大, 在 20M-40M 之间, 且文件数目较多, 导致上传可靠性较差, 速度也慢, 无法满足远方调度中心对故障录波信息的采集要求。

另外, 直流控制保护信息产生的内部故障录波文件, 一般都保存在系统服务器或文件服务器中。而该服务器作为换流站控制保护系统的重要设备, 一般通过站内局域网和控制保护系统连接, 为了保证换流站局域网的网络安全性, 服务器不允许直接接入调度数据网。因此, 文件服务器上的故障录波信息不能直接上送到远方调度中心。

另外, 虽然直流换流站也配置独立的故障录波器, 能够通过调度数据网直接上传到调度中心, 且快速可靠。但由于其采集的直流系统故障录波信息, 和直流控制保护系统的内部故障录波信息相比, 缺

乏全面性、完整性，也无法满足远方调度中心对故障分析的要求。

1.2 直流故障录波前置管理机

综合上述现状，直流控制保护系统已经有了内部的故障录波信息，且保存在文件服务器上，只是无法将文件服务器上的故障录波信息通过调度数据网直接上送到远方调度中心。因此，在直流控制保护系统中需要配置一套直流故障录波前置管理机，连接文件服务器和远方调度中心，专门负责直流控制保护系统内部故障录波信息的快速采集和可靠上送。

这样既可以保证快速、可靠的将故障信息传输到调度中心，也能保证直流控制保护系统故障信息的全面、完整。其接入方式如图 1。

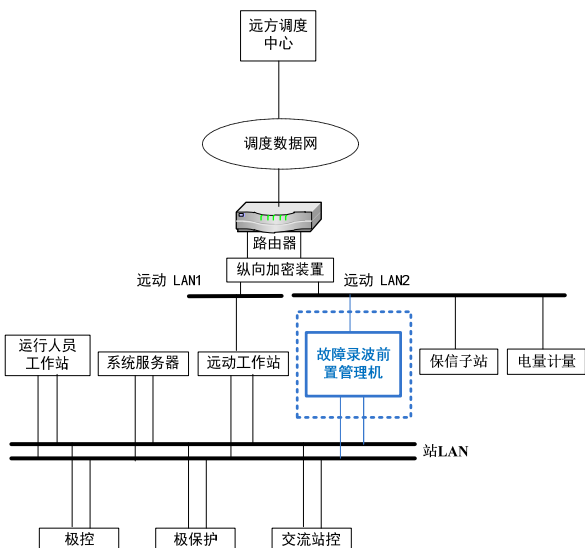


图 1 故障录波前置管理机接入方式

故障录波前置管理机对上通过远动 LAN2，经纵向加密装置、路由器、调度数据网和远方的调度中心通信，实现故障录波信息的上送；对下通过站 LAN 和直流控制保护系统通信，实现内部故障录波的采集。

考虑到网络安全及信息安全等方面因素，直流故障录波前置管理机必须 Linux 操作系统。

1.3 采集方式

一般而言，换流站直流控制保护系统产生的内部故障录波文件保存在各个文件服务器上，所以故障录波前置管理机可以通过站内局域网与文件服务器通信，从而快速采集故障录波文件。

故障录波文件采集可以通过 FTP 方式获取，由于直流控制保护系统的文件服务器属于系统核心部

件，如果开通 FTP 服务，会带来很多不确定的因素，如安全性、稳定性等。而且已投入的系统中有一部分属于国外厂家，他们本身也不允许开放 FTP 服务，所以不建议使用 FTP 方式。

也可以通过网络通信的方式，比如基于 TCP 方式获取。对于已经运行的直流控制保护系统，一般都不允许修改控制保护系统软件，避免发生未知的影响。因此，也不建议使用网络通信的方式。

在不影响现有控制保护系统，且尽可能不修改控制保护系统软件的前提下，故障录波信息快速采集的最佳方法就是文件共享的方式。考虑到各换流站采用的系统不同，文件系统服务器的型号也是五花八门，有 Windows 操作系统，有 Unix 系统，也有 Solaris 等其他系统。所以故障信息采集方法可以采用跨平台的磁盘映射方式。针对混合系统间的磁盘映射，且目的系统为 Linux 系统，综合各项因素，最佳解决方案就是通过 Samba 协议实现故障录波信息的快速采集。

2 磁盘映射管理

随着计算机技术的不断发展，磁盘映射方式已经非常成熟，在各行业、领域都有广泛的应用。由于存放故障录波信息的文件服务器采用的操作系统不同，所以选择的磁盘映射软件必须支持跨平台应用。而 SAMBA 作为内置在 Linux 和 UNIX 系统上，基于 SMB 协议的一个免费套件，能够很好地支持多系统磁盘映射功能，并且在服务管理方面 also 具有很强的稳定性、易用性，所以采用 SAMBA 套件作为故障录波前置管理机的磁盘映射管理软件。

在实际工程应用中，故障录波前置管理机对下管理多个文件服务器，每个文件服务器下保存多个控制保护主机产生的故障录波信息文件。为了方便管理，需要将故障录波文件统一映射到一个指定目录，比如“users/ems/TFR”目录下，该目录下保存所有控制保护主机的故障录波文件。每个控制保护主机都有一个唯一的名称作为下级文件夹名，保存该主机在运行过程中产生的所有故障录波信息文件。其结构如图 2 所示。

图 2 中，文件服务器 A 为 Win32 系统，文件服务器 X 为 Unix 系统，作为不同操作系统的两个文件服务器，通过 SAMBA 协议把本服务器上的故障信息录波文件统一映射到故障录波前置管理机上。

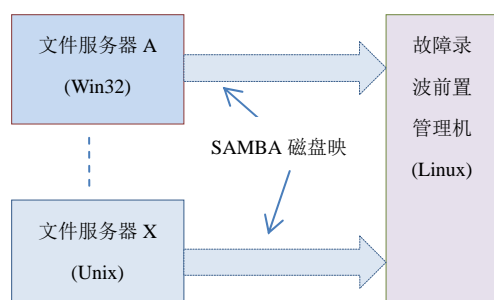


图 2 磁盘映射示意图

在使用过程中，我们需要在直流控制保护系统启动前预先将映射关系建立成功。映射关系的建立主要采用系统启动时建立和系统运行时建立两种方法。

（1）系统启动时建立

一般在机器启动或重启时将映射关系建立。即将映射关系作为系统初始化信息保存到前置管理机所用操作系统的文件系统静态配置信息文件中，该文件主要记录了当前系统在启动时需要挂载得所有文件系统和存储设备，其路径为“/etc/fstab”，可采用如下格式添加映射记录：

```
//192.168.0.1/PCP /users/ems/TFR/PCP cifs defaults 0 0
```

上述记录表示将 IP 地址为 192.168.0.1 的文件服务器上，控制保护主机 PCP 生成的故障录波信息文件映射到前置管理机下，目录为“/users/ems/TFR/PCP”。其中，CIFS 表示磁盘映射过程中采用 Common Internet File System 格式进行挂载，即通用网络文件格式，也可以根据实际情况填写其他格式，比如 NFS 等，可参见 /proc/filesystems 文件。default 表示挂载过程中设定的状态，可以设置 username, password, uid, gid, rw 等。第五位的 0 表示系统 Dump 时是否需要备份的参数，0 表示永不备份，1 表示每天备份等等，具体可以查阅相关资料。第六位的 0 表示设定的文件系统格式是否在开机时检查，0 表示不检查，1、2、3 等表示检查顺序。

（2）系统运行时建立

系统运行时一般不需要建立文件服务器和前置管理机之间的映射关系，主要是在文件服务器或前置管理机发生故障重启或网络断开、地址改变等异常情况下导致映射关系失效，这时候操作系统首先会尝试重新建立两者之间的映射关系，如果建立失败，则磁盘映射失效，导致前置管理机就无法快

速采集故障录波信息。

所以，为了保证文件服务器和前置管理机之间的映射关系，需要通过后台程序在系统运行期间实时监控。当发生映射关系断开重连失败后，能够主动介入，保证映射关系重建成功。如果因系统等无法自动解决的原因导致映射关系最终建立失败，能够提醒用户当前映射关系建立失败，需要检查。

3 故障录波文件管理

为了提高故障录波信息传送的效率和可靠性，正常情况下，一般不需要将文件服务器上的所有故障录波文件都上送到远方调度中心，而是先上传故障录波文件列表信息。当直流监控系统发生故障或其他原因需要的时候，如调度员查看某次故障信息，则从列表中选择需要上传的故障录波文件下发到故障录波前置管理机，故障录波前置机受到请求后在上传相应的文件。

因此，故障录波前置机需要将文件服务器中所有控制保护主机产生的故障录波文件生成一个唯一的故障录波文件列表，并实时更新，通过该文件列表对应到具体的故障录波文件。

3.1 故障录波文件列表管理

文件服务器上主要保存各个控制保护主机生成的故障录波文件，他们一般按照目录存放，每个目录下放置该设备在各个时期生成的故障录波文件。故障录波文件列表通过专门的故障录波文件列表管理后台程序生成，文件名称以装置名命名。当有新的故障录波文件生成时，则由后台程序实时更新到故障录波文件列表中。文件列表中主要记录每一个故障录波文件的文件名、生成时间、文件大小等信息，考虑到直流故障录波文件每次生成三个同名的文件，后缀分别为 CFG, DAT 和 HDR，所以这三个文件信息合并在一行记录中，方便查询和获取。

后台程序理论上可以部署在文件服务器上也可以部署在故障录波前置管理机上。考虑到如果在前置管理机上部署，需要通过磁盘映射实时扫描，对故障录波前置机和文件服务器都会产生影响，尤其在网络出现质量的时候，对文件服务器影响较大。而如果部署在文件服务器上，则由于是本地扫描，不存在网络等外在因素的影响，效率也比较高，对文件服务器的运行基本上没有影响。

基于上述考虑，故障录波文件列表在文件服务

器端生成并实时更新，通过 SAMBA 的方式映射到故障录波前置管理机上。

3.2 故障录波文件采集

文件服务器通过 SAMBA 协议将直流控制保护系统生成的内部故障录波文件和文件列表映射到前置管理机后，由前置管理机部署的文件上传程序统一管理。

文件上传程序接收到远方调度中心主动召唤的指令后，根据其对应的设备名，首先将该设备对应的故障录波文件列表上送。远方调度中心接收到列表后指定具体的某一次故障录波文件，文件上传程序通过故障录波文件名称分别获取相同名称的三个文件，并解析起保存路径，获取到相关文件后依次上送。

4 工程应用

上述采集方案已经在锦屏至苏州±800kV 特高压直流输电工程(简称锦苏工程)裕隆环流站直流控制保护系统中成功应用，实现了直流控制保护内部故障录波信息向国调中心的快速、可靠上送。

在锦苏工程中，通过部署一台 Linux 操作系统的工控机作为故障录波前置管理机，对上和国调中心连接，通过调度数据网上送直流控制保护内部的故障录波信息；对下和文件服务器连接，通过换流站局域网实现故障录波文件的快速采集。其结构图如图 3 所示。

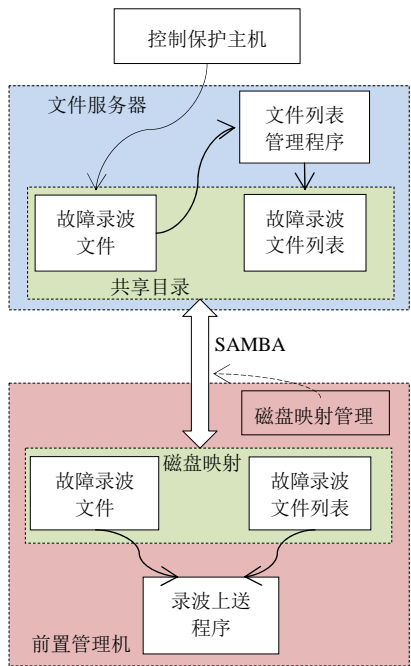


图 3 故障录波信息采集示意图

直流控制保护系统内部故障录波文件保存在文件服务器上，通过文件列表管理程序生成文件列表，并通过 SAMBA 进行磁盘映射到前置管理机上。录波上送程序负责将映射过来的文件列表和文件对应到具体的设备上送到远方调度中心。

5 结论

直流输电控制保护故障信息采集技术，通过采用故障录波前置管理机的方式，可以解决不同时期、不同型号的系统无法统一采集故障录波信息文件的问题。

本文提出的基于 SAMBA 磁盘映射技术实现录波文件快速采集技术，能够在不影响原先系统稳定运行的情况下，快速、可靠的实现故障录波文件的采集。

参考文献：

[1] 沈刚,薛海平,吕冰,等. 直流控制保护故障录波采集及远传研究与应用[J].江苏电机工程,2013,32(3).
[2] 景乾明,薛海平,曹卫国,等.IEC 61850 在高压直流输电系统中的应用[J].江苏电机工程.2012 31,(2).50-52.

作者简介：

吕 冰 (1981-), 男, 江苏昆山人, 工程师, 主要从事电力系统及其自动化的研究和开发工作, E-mail: lvbing@nari-relays.com;
沈 刚 (1972-), 男, 江苏江都人, 高级工程师, 主要从事店系统及其自动化的研究和开发工作;
薛海平 (1980-), 男, 江苏江阴人, 工程师, 主要从事电力系统及其自动化的研究和开发工作;
叶 周 (1967-), 男, 河南平顶山人, 研究员级高级工程师, 主要从事电力系统及其自动化的研究和开发工作。