

# 电力二次系统存储备份方案分析

李付亮

(湖南水利水电职业技术学院, 湖南 长沙 410131)

**摘要:** 电力二次系统的运行可靠性和数据安全性要求日益提高,目前所采用的主机内置或外置的磁带机对数据进行单机人工冷备份方式越来越不适应需要,研究一种全方位、多层次的“数据容灾备份系统”势在必行。在分析了 DAS、SAN、NAS的特点后,结合电力二次系统的特点,提出了电力二次系统存储备份建设方案,即基于 DAS+NAS+SAN的存储备份方案设计,实现了异构环境下电力二次系统数据的自动在线备份和快速恢复,提高了电力二次系统的运行可靠性。

**关键词:** 电力二次系统; 存储备份; DAS; NAS; SAN; 备份策略

**中图分类号:** TM76      **文献标识码:** A      **文章编号:** 1003-4897(2006)19-0042-04

## 0 引言

对于一个企业而言,数据的安全性极为重要。人为的操作错误、软件缺陷、计算机病毒、黑客的攻击、自然灾害等诸多因素,均可能造成数据的丢失,从而给整个企业造成无法估量的损失<sup>[1]</sup>。数据的备份与恢复是保护信息的重要手段。采用数据备份措施及恢复技术,可在人为或自然灾害造成计算机系统故障时尽快实现系统及数据的恢复,从而确保系统和数据的安全,保障企业的正常生产运行不受影响或减轻其影响。

在电力二次系统中有很多应用系统和重要的数据,如:能量管理系统 SCADA/EMS、电能量计量系统 TMR、调度员培训仿真系统 DTS等系统。在这些系统中有众多的设备和数据的安全需要加以保护。一旦这些系统出现人为或自然破坏时,凭借以往手工恢复的方式很难做到系统的正常恢复,即使能恢复也需要花费很长的时间。原因是:这些系统中不仅存在异构的计算机平台,如 Alpha小型机、工控机、PC服务器等,同时这些不同的系统平台可能连接不同的存储平台,以及运行不同的数据库或应用<sup>[2]</sup>。如此这些均给系统维护人员带来极大的工作压力。因为一旦系统出现故障,由于没有足够的技术储备和有效的恢复手段,加之系统出故障前没有采取有效的数据备份,电力二次系统维护管理人员此时会承受太大的几乎不能承受的责任。鉴于此,电力二次系统的计算机安全防护工作手段之一的数据备份与恢复系统的建设尤为必要<sup>[3]</sup>。

## 1 需求分析

电力二次系统中当前需要备份的业务系统包括:能量管理系统,调度员培训仿真系统,电能量计量系统,水调自动化系统,广域相量测量系统,继电保护故障信息管理系统。

这些应用系统中主机和服务器等硬件设备一般涉及的主机硬件平台有 DEC的 Alpha小型机、Alpha工作站、PC服务器及工控机等硬件设备;主机操作系统有 Unix、Linux、Windows等;涉及的数据库有 Sybase、SQL Server、Oracle、MySQL等。数据量一般约为 80 G左右,备份系统软件应支持异构平台,系统软、硬件产品应具有良好的升级扩容能力,降低总体成本,可对所有主机上的数据进行集中备份管理。

## 2 存储架构分析

### 2.1 DAS

直接连接存储 DAS(Direct Attached Storage)是指将存储设备通过 SCSI接口或光纤通道直接连接到一台计算机上。

当服务器在地理上比较分散,很难通过远程连接进行互连时,直接连接存储是比较好的解决方案,甚至可能是唯一的解决方案。利用直接连接存储的另一个原因也可能是企业决定继续保留已有的传输速率并不很高的网络系统。传统的电力二次系统的历史数据存储均采用 DAS的方式,所有数据备份是通过磁盘阵列来完成的。

DAS依赖服务器主操作系统进行数据的 I/O读写和存储维护管理,数据备份和恢复要求占用服

务器主机资源,因此许多企业用户的日常数据备份常常选择在深夜或业务系统不繁忙时进行。同时,DAS存在一个单点故障点,一旦出现故障,后果是不可想象的。为解决这个问题,应建立在线数据备份系统,对所有生产系统采用数据备份专用软件,统一进行数据的备份、恢复、对备份介质的管理。另外,电力二次系统采集的电网运行的历史数据,已经不限于调度运行部门的需要。因此,应将数据的存储备份和综合利用结合起来考虑<sup>[4]</sup>。

## 2.2 NAS

网络连接存储 NAS (Network Attached Storage)是指存储设备通过标准的网络拓扑结构(例如以太网),连接到一群计算机上。

NAS是部件级的存储方法,它的重点在于帮助工作组和部门级机构解决迅速增加存储容量的需求。NAS改善了数据的可用性。NAS设备也具有价格低廉、即插即用之优点。

NAS没有解决与文件服务器相关的一个关键性问题,即备份过程中的带宽消耗。与将备份数据流从 LAN 中转移出去的存储区域网(SAN)不同,NAS仍使用网络进行备份和恢复。NAS的另一个缺点是它将存储事务由并行 SCSI 连接转移到了网络上。这就是说 LAN 除了必须处理正常的最终用户传输流外,还必须处理包括备份操作的存储磁盘请求。还有,NAS的可扩展性受到了一定的限制,不适合大容量数据存储。

## 2.3 SAN

存储区域网 SAN (Storage Area Network)是指通过光纤通道连接到一群计算机上。在该网络中提供了多主机连接,但并非通过标准的网络拓扑。

SAN 专注于企业级存储的特有问题,大多数分析都认为 SAN 是未来企业级的存储方案。

SAN 是一种真正提供存储服务的架构或方法。SAN 集成多种存储设备及存储空间,它们比典型的 NAS 设备等级要高。SAN 通过光纤连接到服务器传输数据块,而不是直接向客户端传输文件。当收到请求时,服务器就连接 SAN,然后读取相应的数据块。

SAN 还能使存储更为高效。在通常的网络中,可能一个服务器可用空间已用完,而另一服务器却还有几个 GB 的可用空间。SAN 把所有存储空间有效地汇聚在一起,每一服务器都享有访问组织内部所有存储空间同等权利。它还提供集中式管理存储空间的能力。这一方法能降低文件冗余度,因为

某一文件只会存储在企业整个存储空间的一个地方,而不是各个服务器上。

SAN 的另一优势在于它让存储过程变成黑箱操作。它屏蔽系统的硬件,能同时采用不同厂商的存储设备,免除只能选择一家厂商的存储设备的尴尬。SAN 在经济性方面的竞争力也很明显,当有新需求时,可以选择最好的产品。这才是真正的存储虚拟化。这使得企业能经常分析其 IT 存储组合,最优化存储投资。

SAN 的不足之处在于,跨平台的性能没有 NAS 好。而且对于那些习惯使用 NAS 的用户来说,SAN 价格过高。此外,搭建 SAN 比在服务器后端安装 NAS 要复杂的多。有些 SAN 用户从没有充分发挥 SAN 的作用,只是把它作为基本的备份和存储设备<sup>[5,6]</sup>。

## 2.4 DAS + NAS + SAN

建立正确的存储组合是达到信息生命周期管理目标的关键。信息生命周期管理的全部目标是基于信息的重要程度区分优先次序,建立不同的信息层次。NAS 与 SAN 双方互补就能达到这一目标。

NAS 提供对于存储数据的访问,帮助用户快速获取 SAN 上的关键数据。有了 NAS,在给定的逻辑磁盘上查找数据更为方便,它还提供各种应用程序所需的跨平台访问。NAS 与 SAN 通力合作,就能更好地管理数据和降低成本。

基于以上分析而且根据电力二次安全防护的有关要求,以及考虑不想在每台机器上都加上光纤网卡,所以本备份系统方案是建立一个基于 DAS + SAN + NAS 架构,采用数据备份与恢复管理软件和 NAS 存储设备、磁带库的企业级的数据备份平台,实现异构环境下电力二次系统数据的自动在线备份和快速恢复。

备份系统基本架构如图 1 所示。

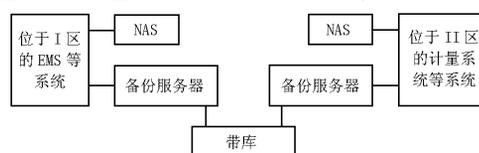


图 1 存储备份架构图

Fig 1 Structure of data storage

## 3 磁带库设备选择分析

### 3.1 选择所需磁带机数量

所需磁带机数量的计算方法为:(备份的数据量/备份的时间窗口)磁带机的速度。

在备份的数据链路上没有瓶颈时,备份的速度直接取决于磁带机的速度,如果备份软件支持通过并发的数据流使多个磁带驱动器同时工作,则:备份的理论速度 = 磁带机的速度  $\times$  带库中磁带机的数量。

若以 2 个 LTO2 驱动器计算,该磁带库的理论备份速度为  $35 \times 2 = 70 \text{ MB/s}$ 。

当然,实际的备份速度要略慢一些,因为在整个备份过程中,并不是所有的磁带机都同时结束工作。

备份的时间窗口即客户的 IT 环境中最适合做备份的时间。在通用的备份环境中,考虑到当由于任何原因导致备份作业失败后,还有重新启动备份的时间,因此,备份的时间窗口建议控制在 5 h 以内。

虽然备份有不同的形式,如全备份、差分增量备份、累积增量备份等,但全备份的数据量最大,作为一个最基本的原则,在实际的规划中,应将全备份的时间控制在要求的备份窗口以内,当然,如果条件许可,时间越短越好。因为只有成功地结束了备份,才能对数据起到有效的保护。

也就是说备份的数据量为 80 GB,使用的是 LTO2 的磁带机,LTO2 磁带机的速度为 35 MB/s,希望能在 0.5 h 内结束全备份,将计算结果向上取整,则:所需的磁带机数量为 2 个磁带机驱动器,如果考虑到增加数据余量,或是减少备份时间,2 个磁带驱动器最为合适。

### 3.2 所需磁带库内槽位的计算

常规的备份策略是全备份与增量备份相结合。而一个备份周期包括全备份加其后的增量备份(因为在恢复时要将全备份和增量备份结合使用才能有效地将数据恢复至最后一次备份或发生数据灾难的时刻)。

如果将所有要备份的数据量(这也是一次全备份的数据量)称之为一份存储,正常情况下,磁带库的容量应达到所备份数据量的 7 倍(7 份存储)以上。

若数据量为 80 GB,使用的是 LTO2 磁带机(每盒 LTO 磁带在非压缩格式下容量为 200 GB),为完成该环境的备份,所需要的磁带库槽位应为:

$$80 \times 7 / 200 = 2.8 \text{ 槽}$$

在某些初始数据量较小,但会逐渐增长的环境中,为降低最初的带库硬件投资,并在后期能保护该原有投资,可以考虑如下几个方面:

在最初的带库选型时,带库的可扩展规模按可

能达到的最大数据量考虑,但最初选配的磁带机和槽位数量按初始的数据量计算,计算方法参考上文所述。可以考虑购买具有线性扩充功能的磁带库设备。

## 4 备份软件

网络数据存储管理系统的核心是备份管理软件,通过备份软件的计划功能,可为整个企业建立一个完善的备份计划及策略,并可借助备份时的呼叫功能,让所有的服务器备份都能在同一时间进行。备份软件也提供完善的灾难恢复手段,能够将备份硬件的优良特性完全发挥出来,使备份和灾难恢复时间大大缩短,实现网络数据备份的全自动智能化。目前在数据存储领域可以完成网络数据备份管理的软件产品主要有 Veritas NetBackup、B-MADSM、Legato NetWorker 等。

对于备份软件的选择,不仅要注重使用方便、自动化程度高,还要有好的扩展性和灵活性。同时,跨平台的网络数据备份软件能满足用户在数据保护、系统恢复和病毒防护方面的支持。一个专业的备份软件配合高性能的备份设备,能够使损坏的系统迅速起死回生。同时在电力二次系统中的备份还应考虑以下几点:

- 1) 在 LAN 结构下备份可控制备份所占用的网络带宽。
- 2) 可结合磁盘快照技术,实现快速磁盘备份和恢复。
- 3) 支持增量备份合并技术,提高备份恢复的速度。
- 4) 支持磁盘缓存技术,提高备份恢复速度。
- 5) 支持备份和恢复时的断点续传。
- 6) 支持通用的磁带格式,能够创建兼容 TAR 格式的磁带,在没有安装备份软件的情况下可使用本地 UNIX 工具恢复磁带中的数据。

## 5 备份策略分析

首先简单地解释以下几种备份方式的定义和区别:

**全备份:**指对要备份的内容做无条件的全部备份。

**差分备份:**范围是从前一个全备份以后,对变更过或新增的文件进行备份。

**增量备份:**范围是从上次任意形式的备份以后变更过或新增的所有文件进行备份。

常规的备份可以采用全备份与增量备份相结合的方式。该备份策略充分运用了全备份、增量备份、差分备份的特点,尽可能减少每次备份的数据量以提高备份速度。而且在任意时间点发生数据灾难后,为恢复数据所需的备份MAGE不超过三个,保证了恢复的高效性。

对文件系统备份的专用策略:备份软件如果对文件系统备份时支持合成备份的功能,即只需要做一次全备份,以后永远只需要做增量备份,通过内置的策略可以自动将后期的增量备份和前期的全备份合成出新的全备份。因此,在恢复时,只需要恢复最后一个合成出的全备份即可<sup>[7]</sup>。

数据库备份的专用策略。周日做数据库全备份,周一到周六每天做数据库增量备份,以适当的手工操作作为补充。从技术上讲,只凭借上述的周期性的备份策略就已能够保护数据库的安全,但在某些情况下,若能配合适当的手工操作,可以使数据恢复的性能大幅提高或使复杂程度大幅降低。

达到的备份效果:能应对各种数据库损坏。能支持数据库的完全恢复。在必要的情形下,能支持数据库的各种形式的不完全恢复(通常用于挽回用户误操作)。通常情况下,可以确保数据库恢复至发生数据灾难前的一瞬间。仅在理论中的个别极端情况下,才有可能出现数据丢失,但这些情况只要通过正确的数据库配置是绝对不会发生的。

## 6 结论

本方案涵盖了基于DAS、NAS到SAN各种存储环境下的应用,采用数据备份与恢复管理软件和NAS存储设备、磁带库的企业级的数据备份平台,可以实现异构环境下电力二次系统数据的自动在线备份和快速恢复。具有一定的综合性,可以全面满足电力及各种数据中心等企业的数据备份需求。

### 参考文献:

- [1] 陈晓榕,陶振文. 电力数据备份系统的建设与研究[J]. 江西电力, 2003, 27(6): 43-45.

CHEN Xiao-rong, TAO Zhen-wen Research and Construct on Data Backup for Electric[J]. Jiangxi Electric Power, 2003, 27(6): 43-45.

- [2] 苏大威,金益民,张盛. 电网调度管理信息系统备份策略的研究[J]. 江苏电机工程, 2003, 22(5): 7-9.  
SU Da-wei, JIN Yi-min, ZHANG Sheng Research of Backup Strategy for Grid Dispatch Management Information System[J]. Jiangsu Electrical Engineering, 2003, 22(5): 7-9.
- [3] 熊文. 广州电力二次系统系统容灾备份研究[J]. 继电器, 2004, 32(20): 60-66.  
X DNG Wen Research of Disaster Recovery and Backup of Guangzhou Power Network SCADA System[J]. Relay, 2004, 32(20): 60-66.
- [4] 王治华,葛剑飞,顾立新. 数据保护技术在上海电力二次系统系统中的应用[J]. 电力系统自动化, 2005, 29(5): 93-96.  
WANG Zhi-hua, GE Jian-fei, GU Li-xin Application of Data Protection Technologies in Shanghai Power Grid Dispatching Automation System[J]. Automation of Electric Power Systems, 2005, 29(5): 93-96.
- [5] 陈延凯,梁晓刚. 存储设备的选择与存储网络系统的构建[J]. 微计算机应用, 2001, 21(3): 126-128.  
CHEN Yan-kai, LANG Xiao-gang Selection of the Storage Equipment and the Way to Construct the Storage Network[J]. Microcomputer Applications, 2001, 21(3): 126-128.
- [6] Phillips B. Have Storage Area Networks Come of Age[J]. Computer, 1998, 31(7): 10-12.
- [7] 韩德志,谢长生,李怀阳. 存储备份技术探析[J]. 计算机应用研究, 2004, 23(6): 1-7.  
HAN De-zhi, XIE Chang-sheng, LI Huai-yang Disaster Recovery with Data Backup and Its Product[J]. Application Research of Computers, 2004, 23(6): 1-7.

收稿日期: 2005-12-31; 修回日期: 2006-07-13

作者简介:

李付亮(1974-),男,硕士,讲师,从事继电保护、水电站综合自动化与软件工程等方面的研究。E-mail: lfliang\_@163.com

## Analysis of data storage for electrical secondary system

LI Fu-liang

(Hunan Hydroelectric Vocational Technology College, Changsha 410131, China)

**Abstract:** Power services are based on lots of data storage, and these data can not be lost With the rising of distributed network, the current data storage by one computer is unsuitable for distributed network Perfecting "data backup system" should be popularized

(下转第 82 页 continued on page 82)

情况,经与调度部门、施工单位和制造厂家共同研究,提出以上设计改进方案,在此 220 kV 变电所现场马上实施,通过了各项试验和调试,最后成功地使 220 kV 母差保护满足了运行的要求,按时投运,保证了基建的进度。实践证明我们的方案是科学的、合理的。

浙江省前几年投运的很多 220 kV 变电所的 220 kV 主接线目前是单母线接线,远景是双母线带旁路,旁路兼母联接线;或者远景是双母线带旁路,专用旁路、专用母联接线,中间也要经过旁路兼母联的过渡阶段。而其中又有相当大的一部分变电所采用了 PMH-150 型母线保护。在单母线接线时,由于没有内联的操作,文中所谈的问题暂时不会出现,但当改到旁路兼母联接线时,这一问题都将存在。所以,某 220 kV 变电所对这一问题的解决方案具有比较普遍的应用意义,对今后这类问题的解决提供了较好的参考方案。

#### 参考文献:

- [1] 贺家李,宋从矩. 电力系统继电保护原理(第三版)

[M]. 北京:水利电力出版社,1994.

HE Jia-li, SONG Cong-ju. Theory of Power System Relay Protection, Third Edition[M]. Beijing: Hydraulic and Electric Power Press, 1994.

- [2] 西北电力设计院. 电力工程电气设计手册——电气二次部分[M]. 北京:水利电力出版社,1990.  
Northwest Power Design Institute. Design Manual of Electric Power Engineering—Electrical Secondary Part [M]. Beijing: Hydraulic and Electric Power Press, 1990.
- [3] 上海继电器有限公司. PMH-150型母线差动保护说明书[Z].  
Shanghai Relay Co., Ltd. Instruction of PMH-150 Busbar Differential Protection[Z].

收稿日期: 2006-03-27; 修回日期: 2006-04-11

#### 作者简介:

刘宏波(1974-),男,在职硕士研究生,工程师,从事系统二次设计工作;E-mail: lhbcn@163.com

吴国威(1971-),男,在职硕士研究生,高级工程师,主要研究方向为继电保护。

### Partial improvement of PMH-150 busbar differential protection when transfer CB acting as a bus-coupler

LU Hong-bo<sup>1</sup>, WU Guo-wei<sup>2</sup>

(1. School of Electrical Engineering, Zhejiang University, Hangzhou 310027, China;

2. Zhejiang Electric Power Company, Hangzhou 310026, China)

**Abstract:** When transfer CB acting as a bus-coupler is used in Zhejiang 220 kV substations and this CB is used as a transfer CB, to make the isolators of busbar I and II as backup to each other, it is required that the busbar I and II must be hardwired through one circuit's isolator I and II. However it is found that the busbar protection type of PMH-150 can not meet this requirement. In this paper, an applicable scheme is proposed based on a solution applied in a 220 kV substation.

**Key words:** busbar protection PMH-150; 220 kV substation; transfer CB acting as bus-coupler

(上接第 45 页 continued from page 45)

After analyzing the characteristic of DAS, SAN, NAS and electrical secondary system, the paper puts forward a data backup project for Automation of Electric Network Management. The design of data storage on DAS + NAS + SAN for Automation of Electric Network Management realizes automatic on-line backup and restoring fast and improves the reliability and data security.

**Key words:** electrical secondary system; data storage; direct attached storage; networks attached storage; storage area networks; data storage strategy