

存储局域网(SAN)在地质调查数据存储中的应用

吕小婷, 施 艳, 张振芳

LÜ Xiao-ting, SHI Yan, ZHANG Zhen-fang

中国地质调查局发展研究中心, 北京 100037

Development Research Center of China Geological Survey, Beijing 100037, China

摘要:对中国地质调查局数据存储原有状况和存在的问题进行总结,在对数据存储技术进行分析的基础上,详细论述了基于 SAN 结构的地质调查存储系统的技术方案,包括基础结构、软、硬件配置等内容。系统满足了各项业务对数据的高可用性、数据存储的可靠性、数据的安全性日益增高的需求。系统运行后,取得了较为满意的应用效果。

关键词:存储局域网;地质调查;数据存储;数据备份

中图分类号:P5

文献标志码:A

文章编号:1671-2552(2012)09-1531-06

Lü X T, Shi Y, Zhang Z F. The application of SAN to geological survey data storage. *Geological Bulletin of China*, 2012, 31 (9):1531-1536

Abstract: Through the summary of original data storage condition of CGS and existent problems, this paper expounds the geological survey data storage system composed of basic construction, software and hardware configuration on the basis of introducing data storage technologies. The system can meet the requirements of different departments for data availability and data storage reliability and increasing safety for data. Practice shows that the system has got a satisfying application effect.

Key words: SAN; geological survey; data storage; data backup

从 20 世纪 60 年代中期开始,尤其是开展新一轮国土资源大调查以来,中国地质调查局(以下简称中国地调局)生产和积累了大量的数据资源,充分利用了已经掌握的各种数据和取得的研究成果,对提高地质调查工作服务民生的能力、促进地质工作与社会经济发展的密切结合具有重要意义。但是目前许多数据都分散保存在各单位项目组手中,没有实现成果数据的集中存储、实时备份和数据的共享,一旦这些数据丢失将对今后的工作造成不可弥补的损失。因此,如何解决地质调查数据在单位内部的集中存储与共享,提高数据存储的可靠性、安全性和数据的使用率已成为地质调查应用与管理的紧迫任务。

1 中国地调局数据资源概况

中国地调局承担并组织实施国家基础性、公益性地质调查和战略性矿产资源勘查工作,获得了海量的地质数据。据不完全统计,中国地调局所拥有的全国性地质数据资源包括区域地质、区域水工环灾害地质、基础地质、区域矿产、地球物理、地球化学、遥感(只计算 ETM 一种数据)、区域海洋地质、综合九大类 60 多个数据集,基本形成了国家地质数据库系列。同时,中国地调局还管理着新中国成立 60 多年来积累的全国性地质矿产调查、勘查、勘探成果资料和研究成果达 11 万余份^①。

这些数据主要产生于平时的生产作业和日常的

收稿日期:2011-07-04;修订日期:2012-06-29

资助项目:中国地质调查局项目《野战军装备计划——国家地质调查网络系统建设》

作者简介:吕小婷(1978-),女,硕士,工程师,从事地调局国际互联网门户网站网站建设。E-mail:lxiaoting@mail.cgs.gov.cn

管理工作中,不仅包括数字、文档、图片、报表、视频等非结构化数据,还包括元数据、数据库、应用系统等结构化数据,具有数据量大、空间性强、动态变化、结构复杂等特点。其中综合数据库系统、全国基础数据和重点地区的详细基础数据主要存储在以中国地调局发展研究中心为主的国家级地质调查网络数据中心;地质调查综合数据、基础数据和专业数据主要存储在以中国地调局直属单位(具有管理职能的单位)为基础的地区级网络数据分中心。

2 网络存储技术

数据存储技术近年来发展很快,特别是网络技术的发展,将人们对数据的认识提升到了信息技术核心的地位。当前主要有 2 类数据存储解决方案和技术——直接连接存储、网络存储。相对应的是直接附加存储(DAS)、网络附加存储(NAS)和存储区域网络(SAN)3 种基本存储系统架构。

2.1 DAS(Direct Attached Storage)

DAS 结构中将存储设备通过 SCSI 电缆直接连接到服务器,以服务器为中心,客户端的数据访问必须通过服务器,然后经过总线访问相应的存储设备。该方式使用简单,安装容易,建设费用低,但传递距离和服务器的连接数量有限。同时每个服务器都需要独立的存储设备,各种数据分散存储,甚至数据重复存放,造成资源的极大浪费,存储使用率不高。而当存储容量增加时,这种方式很难扩展,服务器出现异常时,又容易造成数据的丢失^[1-2]。

2.2 NAS(Network Attached Storage)

NAS 结构是以网络为中心,通过局域网接入专用的网络存储设备,以文件的 I/O 方式进行数据的网络传输。与 DAS 相比,其明显区别在于 NAS 设备是直接连接到网络上,具有自治功能。该方式具有较好的可扩展性,即插即用,易于管理。但由于 NAS 采用文件 I/O 方式进行数据传输,对于数据量较大、数据存取速度要求较高的应用,NAS 可能会成为网络系统的瓶颈,严重影响网络的使用^[1]。同时 NAS 只能对单个存储(单个 NAS 内部)设备之中的磁盘进行资源的整合,无法实现对多个 NAS 设备进行统一的集中管理,因此存储资源的整合度不高^[2]。

2.3 SAN(Storage Area Networking)

SAN 是近年来快速发展起来的网络数据存储

技术。SAN 通过特定的互连方式连接网络服务器和诸如大磁盘阵列或备份磁带库等存储设备,形成一个独立的高速数据存储网络,通过具有高传输速率的光纤通道直接连接,将数据存储管理集中在相对独立的存储区域网内,较好地解决了网络数据存储、应用对 IP 网络的影响。该方式的优势如下^[3]。

(1)SAN 存储设备不依赖于某个特定的服务器。一个服务器出现故障时,SAN 设备所管理的数据可通过其它服务器存取,从而提高了数据的可靠性。

(2)SAN 存储设备可以直接连接到网络上而无需进行复杂的配置,便于设备的扩充和管理。

(3)SAN 存储设备完全独立于应用服务器,应用服务器可以采用不同的操作系统,实现设备对不同平台的支持。

(4)SAN 存储设备组建的存储区域网络独立于应用网络,不消耗应用网络资源。

通过以上介绍可以看出,DAS 仅限于部门级数据存储,NAS 与 SAN 相比而言,NAS 适合中小企业,SAN 功能更为强大,可广泛应用于大型企业和石油、地质等数据量较大的行业。

3 地质调查数据存储需求

国家地质调查数据属多源、异构、海量数据,其数据使用的特点主要有:①数据安全性极为重要;②数据量大且呈几何级数增长;③数据档案既要存储,也要提供使用;④数据传输量大,不允许出现因网络拥塞造成的网络异常或中断。由此可见,地质调查行业对数据的安全性、存储量和传输率都要求较高。但在地质调查数据存储系统建设之前,数据存储主要以 DAS 为主,个别局属单位采用了 NAS 存储。存储设施主要依附于服务器硬盘,几乎没有其它专用存储设备。在这种情况下,地质调查数据存储存在许多问题。

(1)缺乏数据的快速存取

由于数据存储主要采用直接存储方式,依靠服务器硬盘,而地质调查数据存取量又非常大,这样数据的一次存、取操作就要消耗大量的时间。同时与不断增长的地质调查数据量相比,硬盘、磁带等存储介质的空间始终无法完全满足数据存储备份的需求,因此通常会采用减少数据的冗余备份、缩短数据存

储周期等手段来弥补存储空间不足,导致数据缺少保障。

(2) 缺乏数据的自动备份

地质调查工作周期长、工序多,需要分阶段进行多次存储备份操作。传统方式大部分都是人工操作,由于缺乏规范、误操作等一些人为因素,容易出现数据遗失、覆盖等问题,加之可能出现的存储介质老化,操作系统崩溃、病毒感染等计算机系统故障,都会对数据的一致性和完整性造成致命的破坏。

(3) 缺乏存储的集中管理

大部分数据存储备份工作主要依靠手工操作进行,自动化管理程度较低,同时各数据生产部门之间的存储设备共享程度不高,造成单位内部存储设备的重复投入和存储资源的浪费,从而间接地增大了存储的压力。

上述情况不仅容易导致数据的丢失,使国家失去大量宝贵的信息,而且也难以实现数据的共享,阻碍了通过数据的加工分析对宏观战略问题做出快速反应。因此,需要配置更大的磁盘及磁带存储空间,通过构建基于 SAN 的地质调查数据存储系统,使用专业的存储软件实现存储资源的集中管理,使用专业的备份软件实现无人值守的定期在线备份,确保数据的安全。

4 地质调查数据存储系统建设

目前,银行、气象、地震等部门都建立了数据存储中心,用于保存和备份本单位的海量数据资源。银行部门的单条记录数据量小,但是处理频繁,存取频率高;气象、地震等部门单条记录数据量大,计算量也大,需要对已有数据进行分析处理,因此这些部门存储系统的硬件配置一般较高,存储介质主要采用高端的带库产品和磁盘阵列,保障数据的安全,保证业务的正常运转。相比之下,地质调查数据更新周期长,单条记录的数据量大,并且数据种类复杂,包括文本、图片、视频、应用系统等类型,但是计算量小。因此,地质调查数据存储系统采用了 SAN 和 NAS 相结合的形式,既实现了块状数据的快速存取,也满足了办公自动化系统、邮件系统中文件级数据存储的需要。由于 SAN 存储结构建设成本较高,根据地质调查数据存储的需求,存储系统采用了能与各种品牌服务器无缝连接的,EMC 公司的全新一代中端存储产品 EMC CX4-480,存储介质也主要采用中

端的带库产品并配以少量的磁盘阵列。这样既降低了存储系统的建设成本,又能应对存储硬件设备的升级速度,实现在较长时间内满足用户对系统功能和性能的需求,为不同类型的地调数据提供高性能的数据访问支撑。

4.1 存储系统技术方案

根据国家地质调查数据现状和发展的要求,核心节点网络存储系统采用基于 SAN 和 NAS 相结合的网络系统结构(图 1)。

(1) SAN 结构概况

总体来看,地质调查数据存储系统采用的是 SAN 架构,即以 2 台光纤交换机作为存储数据的交换平台,将系统中的应用服务器、备份管理服务器、高端磁盘阵列和大型自动磁带库系统以光纤网络的形式连接在一起,实现了数据高速交换(单一光纤链路数据传输速度可达 2GB/s)和存储资源的共享。

该系统以 EMC 公司的 CX4-480 企业级智能存储系统作为数据存储的核心平台,分别配置了 102 块 300G 光纤盘,所有光纤盘按照 Raid5(7+1)规划,共做出 12 组,剩余 6 块硬盘作为热备盘。系统设计成完全冗余的网络结构,每台主机都配置了 2 块或更多的光纤通道卡,分别与 2 台光纤交换机连接;磁盘阵列、磁带库均使用了多个光纤接口,分别与 2 台光纤交换机连接。实现了从主机到磁盘、主机到磁带库都存在冗余光纤链路,以保证数据安全、可靠地传输。并且主机在进行磁盘访问时,可实现多光纤通道卡的并发操作,负载分担,显著提高数据存取的速度,优化主机 I/O 的性能;还可实现故障自动切换,当某条链路发生故障时,相应的数据访问可自动切换到其它链路上,为数据的传输提供了可靠的保证。

为了实现对存储资源的统一管理,存储系统中采用了 2 套 DataCore 存储软件,共同构成一套 N+1(N=1)的 HA 高可用架构存储管理软件平台。通过虚拟存储技术,把整个 SAN 中的存储资源视为一个存储池,将不同时期购买的不同容量的存储设备统一起来使用,通过单一界面进行数据管理和控制,从而实现对存储资源的集中管理,简化存储资源的分配与管理工作^[4]。

(2) NAS 结构概况

在地质调查数据存储系统中,将 NAS 设备连接

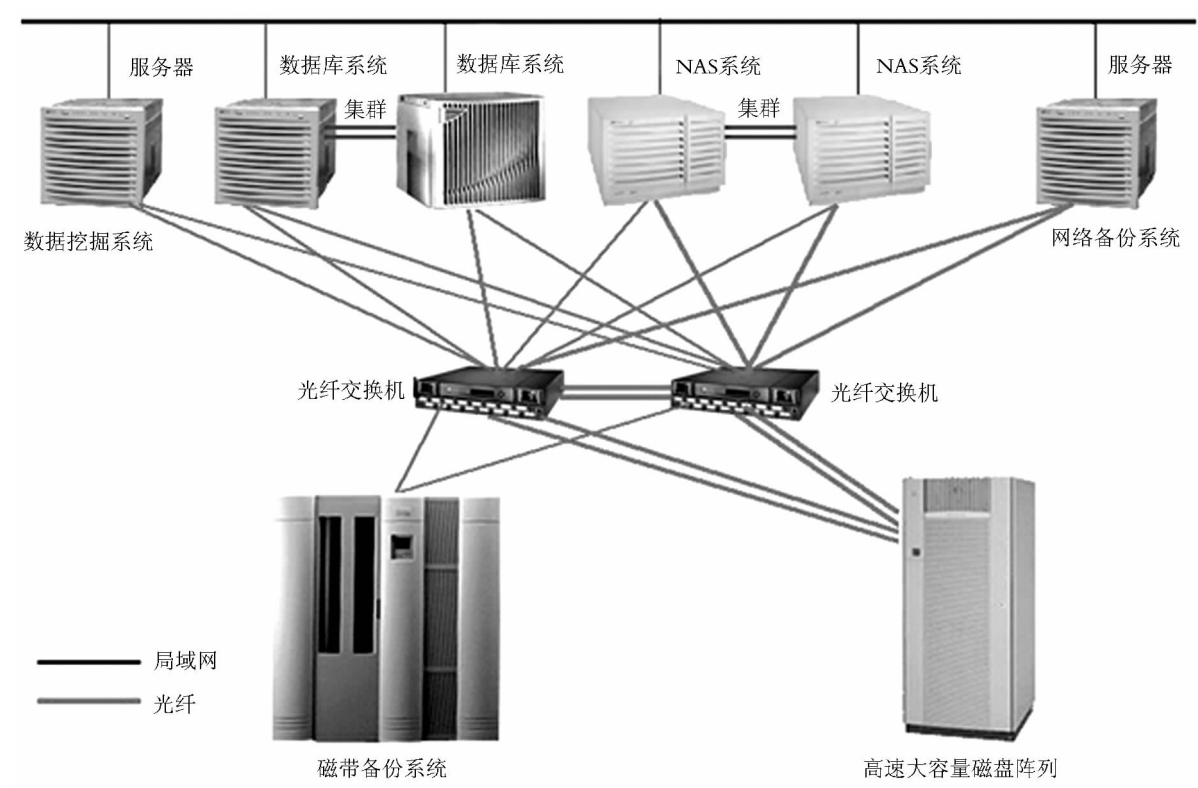


图 1 地质调查数据存储系统架构

Fig. 1 The structure of the geological survey data storage system

到了 SAN 存储网络中,2 种技术互补,构建了一个优化的以应用为中心的存储架构。NAS 通过以太网卡连接到内部网络上,同时通过光纤通道卡连接到 SAN 中,享用磁盘阵列上的数据空间。在 SAN 向服务器提交大型块级数据的同时,NAS 设备允许用户同时存取不同的文件。此结构主要用于邮件、OA 等应用系统。

将 NAS 设备连接到 SAN 的环境中,扩大了用户的访问范围:允许网络上的客户机和服务器访问存储区域网,而不需要每个服务器或客户机单独连接光纤通道。通过相应的存储管理软件,还可对 SAN 和 NAS 进行统一控制,实现真正的数据集中管理。

4.2 备份系统技术方案

地质工作产生海量地学数据的同时,也产生了大量与国家发展战略有关的矿产资源、生态环境、地质灾害、农业地质、城市地质等方面的信息。这些数据信息大都是科研人员通过辛勤的野外工作获得的,十分珍贵,一旦丢失损失巨大。因此在做好数据存储的同时,还需要建立完备的备份系

统,避免人为的操作错误和计算机软硬件系统故障、黑客攻击、自然灾害等诸多因素对数据安全可能造成的各种威胁。

地质调查备份系统采用 EMC NetWorker、EMC 磁盘库(虚拟磁带库)和昆腾物理带库(磁带库)。系统中配置了一个 EMC 虚拟带库,裸容量 30T,可支持远程数据复制功能;1 台昆腾物理带库(磁带库),2 个光纤通道接口驱动器,40 盘磁带,以光纤方式接入 SAN 存储网络中,构成一个完整的数据备份系统。在 SAN 网络中的备份服务器上安装了 networker 备份软件,通过建立严密的数据备份策略,定时或随时根据用户的需要进行数据的自动备份,将应用服务器上的重要数据备份到带库上,确保数据中心出现故障后,备份系统存有一份完整的数据。

在系统或数据出现问题后,可以采用初始备份或全备份中的系统备份进行恢复。恢复数据时,首先恢复最近的一次数据全备份,然后依次恢复之后的增量备份,直至故障发生时为止,从而可以最大限度

地减轻数据丢失所造成的损失。

4.3 地质调查数据存储系统的实施效果

地质调查数据存储系统自 2010 年 5 月正式投入使用以来,已陆续为办公自动化、邮件等应用系统,矿产资源潜力评价、境外地质调查等地调项目,以及科技档案、实验数据等部门级的地调数据提供存储、备份服务,实际分配存储空间 13T。各部门的应用取得了良好的预期效果,主要体现在以下几方面。

(1) 实现了高容量数据的快速存取

在日常工作中,地质数据的存取频率不高,但是一次数据的存取量又非常大,SAN 架构通过在光纤通道协议上加载 SCSI 协议,使数据在传输时被分成小段,降低了 SAN 对服务器处理的依赖,可有效地传送爆发性的块级数据,实现可靠的块级数据传输。同时 SAN 架构还可实现在关键应用中,多个服务器共同向存储设备进行读取的操作,充分满足地质调查数据高容量快速存取的需求。

(2) 实现了存储资源的集中管理

通过应用 DataCore 存储软件和存储虚拟化技术将地质调查数据存储系统中的各种存储资源整合在一起,形成统一的存储池,由管理员按需要建立所需容量的虚拟磁盘卷,实现“需要多少分配多少”,高效率地使用实体存储空间。当存储空间不足时,可随时在线扩充容量,当存储资源被删除后,可将已分配给虚拟磁盘但数据已删除的实体磁盘空间重新归还给存储池,实现存储空间的重复使用,提高了存储资源的使用效率。

(3) 实现了数据存储的安全稳定

地质调查数据存储系统以 SAN 数据存储为中心,磁盘阵列采用 Raid5 方式。由于硬件磁盘阵列本身有内置的 CPU 与主机系统并行运作,存取磁盘的输入、输出工作都在磁盘阵列本身完成,不花费主机的时间,即使在磁盘故障的情况下,主机系统的性能也不会有明显的降低,因此提高了存储系统的整体性能^[5];存储软件的自动化存储备援机制,可避免由存储设备硬件故障而导致的应用程序服务全面中断;通过光纤网络进行数据传输,提高了数据的存储速度,从而确保数据存储、恢复更加迅速、准确和安全。

(4) 实现了数据资源的自动备份

地质数据一般经过一段时间积累后呈现海量

的增长,备份管理软件 Networker 的快照功能可实现块级别的备份,而 EMC 备份设备又具有消除数据重复的特点,因此在实现加速备份包含数百万文件和各类图形资料的大型文件系统的同时,可消除重复数据的备份以减少带宽的使用量,从而提高了备份与恢复的速度,减轻数据备份与恢复对数据网络的影响。

综上所述,通过构建 SAN 存储局域网,中国地调局数据存储改变了以往 DAS 式的分散、单一的存储方式,实现了网络存储,建立了光纤存储局域网,使服务器与存储设备之间的通信在光纤交换网络上完成,确保数据访问的高可用性,实现对存储资源的集中管理,从而提高了地质调查存储系统的整体性能。在地质调查数据存储局域网中,系统如需扩展,既不需要停下当前的服务,也不需要改变网络结构,直接将服务器、磁盘阵列或磁带备份设备插入光纤网络中便可投入使用,实现在平滑方式下进行系统扩容或设备添加,确保高效地完成地质调查数据的保存和恢复^[6]。地质调查数据存储系统还规范了中国地调局存储局域网的建设模式,对于局属单位存储系统当前及未来的建设具有重要的指导作用。

5 展 望

备份系统对地质调查数据的保存十分重要,但目前只实现了一级备份,即只在本地进行数据备份,并且被备份的数据只在本地保存。因此,下一步还要建立异地备份系统,在异地建立一个只备份数据、不承担其它业务的备份站点。异地备份系统采用与本地相同的配置,通过光纤以双冗余方式接入到地质调查 SAN 网络中,通过网络以同步或异步方式,把主站点的数据备份到备份站点,当出现灾难时,备份站点接替主站点的业务,实现本地关键应用数据的实时同步复制,从而维护业务运行的连续性。

在地质调查数据存储系统的基础上,下一阶段还要实现将局系统内的网络设备、存储设备、服务器、应用软件、公用访问接口、接入网和客户端程序等集合起来协同工作,使存储系统具有海量的存储能力、大容量的文件系统、高吞吐量的互联网数据访问接口和强大的可扩展性,为实现地质调查云存储打下基础^[7]。从此,用户不再需要建立自

己的数据中心，只需向存储服务管理部门提出申请，通过网络便可将用户本地数据存放在统一提供的在线存储空间内，避免了存储平台的重复建设，节约建设成本，提高数据存储性能，真正实现数据资源的共享。

6 结 语

大规模数据存储技术是地质调查工作建立、发展、壮大的基础之一，加强存储新技术的应用对于促进地质调查事业的发展十分重要。通过构建地质调查数据存储局域网络，利用虚拟存储技术，将各种数据集中管理与应用，满足了对数据的高可用性、存储可靠性、数据安全性日益增长的需求，保证了业务的连续性，为系统高效、稳定地运行提供了强力的基础保障，为地质调查工作提供了稳定、可靠、安全的数据支撑。

致谢：在成文过程中，发展研究中心郎宝平教授

级高级工程师给予很多指导和建议，在此表示衷心的感谢。

参考文献

[1]胡在凯. 网络数据存储备份系统建设与应用[J]. 吐哈油气,2006,11(2):159-162.

[2]李琼,汪审权,方粮,等. SAN 存储技术研究[J]. 计算机工程,2003,29(19):165-167.

[3]李广涛. SAN 存储设备的软/硬件架构设计与实现[D]. 电子科技大学硕士学位论文,2009.

[4]可彦,张延园.基于 SAN 的存储管理系统的设计与实现[J]. 微处理机,2009,(3):125-128.

[5]封晨. 数据集中存储和备份技术在网络管理系统的应用研究[D]. 天津:天津大学硕士学位论文,2009.

[6]闫斌,徐红兵,周小佳,等.高可用性集群数据库服务器研究与实现[J]. 计算机应用研究,2004,(12):255-257.

[7]高建秀,吴振新,孙硕. 云存储在数字资源长期保存中的应用探讨[J]. 现代图书情报技术,2010,(6):1-6.

① 中国地质调查局发展研究中心.中国地质调查局数据资源现状与分析专题报告.2007.