

基于异地双活的 95598 跨库数据集成系统设计

吴杏平,李子乾,李 玮,王 雷
(国家电网公司客户服务中心,天津 300000)

摘 要:数据是灾备系统进行灾备的核心部分,多活数据中心可将传统数据中心的数据容灾备份到云数据中心,提升数据中心数据应用的连续性、可靠性,降低本地设备的应用压力,提高设备的利用效率。国家电网客户服务中心 95598 的供电服务面向千家万户,对社会的影响大,故其服务要求极高,是公司形象展示的重要窗口。客户服务中心作为国家电网公司的窗口部门,其信息系统的安全性、可靠性将直接关系到国家电网公司的社会形象。结合客服中心应用特点,以及业界多种应用双/多活的成熟经验和先进案例,将异地双活模式应用于 95598 系统。跨库数据集成是异地双活灾备系统建设的核心部分,从数据集成的需求出发,设计并构建异地双活环境下跨库数据集成系统,对各部分的功能做了详细说明,实现了南北中心两端数据一致性的要求,满足了异地双活的需要。

关键词:异地双活;统一数据模型;数据复制;数据集成;一致性校验

中图分类号:TP391

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2019)11-0118-05

doi:10.3969/j.issn.1673-629X.2019.11.024

Design of Power 95598 Cross-database Data Integration System Based on Off-site Active

WU Xing-ping, LI Zi-qian, LI Wei, WANG Lei
(State Grid Customer Service Center, Tianjin 300000, China)

Abstract: The data is the core part of the disaster recovery system. The multi-live data center can back up the data disaster recovery of the traditional data center to the cloud data center, improving the continuity and reliability of data application in data center, reducing the application pressure of local devices, rising the utilization efficiency of equipment. The power supply service of the State Grid Customer Service Center is open to millions of households and has a great impact on society. Therefore, its service requirements are extremely high, which is an important window for the company's image display. As the window department of the State Grid Corporation, the customer service center's information system security and reliability will directly affect the social image of the State Grid Corporation. Combined with the application characteristics of the customer service center, as well as the mature experience and advanced cases of multiple applications in the industry, the dual-active mode is applied to the 95598 system. Cross-database data integration is the core part of the construction of off-site dual-active disaster recovery system. Based on the requirements of data integration, we design and build a cross-database data integration system in a remote and live environment, and explain the functions of each part in detail. The requirements for data consistency at both ends of the North and South Centers meet the needs of different activities.

Key words: double-lived; unified data model; data replication; data integration; consistency check

0 引 言

近年来,在云计算、大数据等新兴技术不断涌现的新形势下,传统的单数据中心已经无法满足日益增长的数据需求^[1-2],信息系统压力日益增大,尤其具有高可用、高性能、持续可靠等要求的重要信息系统所面临的挑战很大。因此越来越多的行业开始建立多数据中

心的运行模式,来确保信息系统的安全、稳定和高效运行^[3-4]。

国家电网客户服务中心 95598 的供电服务面向千家万户,对社会的影响大,故其服务要求极高,是公司形象展示的重要窗口。客户服务中心作为国家电网公司的窗口部门,其信息系统的安全性、可靠性将直接关

收稿日期:2018-10-27

修回日期:2019-02-27

网络出版时间:2019-06-26

基金项目:国家自然科学基金(51507063)

作者简介:吴杏平(1966-),男,博士,高级工程师,研究方向为信息化管理、电力信息化与自动化;李子乾(1984-),男,中级工程师,研究方向为信息化管理、电力信息化与自动化。

网络出版地址: <http://kns.cnki.net/kcms/detail/61.1450.TP.20190626.0823.006.html>

系到国家电网公司的社会形象,其中尤为重要的是 95598 核心业务系统的业务连续性保障体系建设。结合客服中心应用特点,以及业界多种应用双/多活的成熟经验和先进案例,将异地双活模式应用于 95598 客服系统。建设客服中心 95598 异地双活核心业务灾备系统,将最大限度降低核心业务系统的单点异常对整体业务功能连续性的影响;灾备系统建成后,两个数据中心将分别对各省市远程用户提供访问服务;在灾难发生时,可将故障中心的用户访问流量全部转发到另一个数据中心处理。而远距离异地双活的难点在于如何将以省为单元的异地营销数据集成,储存在总部的公共库,以满足两个中心数据一致性的要求^[5]。

基于 95598 异地双活灾备模型,设计了一个跨库数据集成系统。该系统由数据复制、数据集成和数据提供三部分构成,完成了各省(市)异地营销数据到总部系统公共库的集成,并有效保证了双活中心数据的一致性,满足了异地双活的需要。

1 异地双活数据集成系统设计

双活数据中心的搭建要求建立两个数据中心^[6-7],二者能够实现数据的互通和互备,其中一个数据中心作为主数据中心,另一个数据中心作为备份数据中心,主数据中心可以调用备份数据中心数据为用户提供应用。当主数据中心出现故障时,备份数据中心可作为主数据中心应用,并且能够通过数据通道,将主数据中心存储的数据调用到备份数据中心进行应用。数据的调用要保证即时性、流畅性、无障碍,数据中心的转换不会给用户应用数据中心平台造成影响,并且要保证数据接口的安全,防止数据被窃取或者掉包。

1.1 需求分析

- (1)整合 27 省(市)电力公司客户数据,构建公司级客户档案统一视图,以支撑 3.6 亿客户信息的快速检索和无差异查询。
- (2)无论客服中心核心业务系统是从生产环境切换到灾备环境还是从灾备环境切换到生产环境,数据都不能出现混乱或丢失(例如有重复数据或是逻辑上不一致的数据)。
- (3)恢复点目标 RPO<2 分钟,恢复时间目标 RTO<30 分钟。根据系统的组成,针对灾备数据,灾备系统具有 2 个重要的指标,即恢复点目标 (recovery point object,RPO) 和恢复时间目标 (recovery time object,RTO)。RPO 是指业务系统所允许的灾难过程中的最大数据丢失量;RTO 是将信息系统“从灾难造成的故障或瘫痪状态恢复到可正常运行状态,并将其支持的业务功能从灾难造成的不正常状态恢复到可接受状

态”所需时间,由备份数据恢复到可用状态所需时间、数据处理系统切换时间、备用网络切换时间等组成。RPO 与 RTO 越小,灾备数据的状态越好,表示系统的可用性越高。

(4)数据一致性、完整性保障,同时实现关键业务数据本地保护。

1.2 系统设计

异地双活环境下跨库数据集成系统面向使用频度高,引用密度高,数据及时性要求高,变化缓慢,重复使用度高的信息。例如客户档案信息、客户电源及接入信息、客户计量信息等,在总部建立集中统一的存贮,不但可以避免频繁通过远程网络访问省(市)系统,而且可以有效提高总部系统处理效率。

数据集成范围包括客户档案、电费管理、业务费用、电量电费计算结果数据等业务分类。整合这些数据,构建公司级客户档案统一数据模型,如图 1 所示。

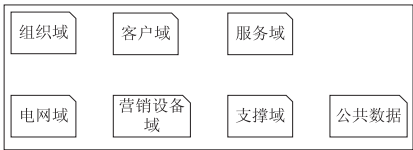


图 1 统一数据模型

其数据统一模型由组织域、客户域、服务域、电网域、营销设备域、支撑域和公共数据等七个数据域组成。为满足客户服务中心各业务应用的数据集成需求,27 个省(市)的营销数据分别通过数据复制工具复制到基础支撑平台对应的 27 个查询库,数据实时同步更新。基础支撑平台按业务类型将查询库中的数据进行整合,存储到公共库以提供统一数据服务。基于 95598 的特点及数据集成需求,设计并构建的异地双活环境下跨库数据集成系统如图 2 所示。

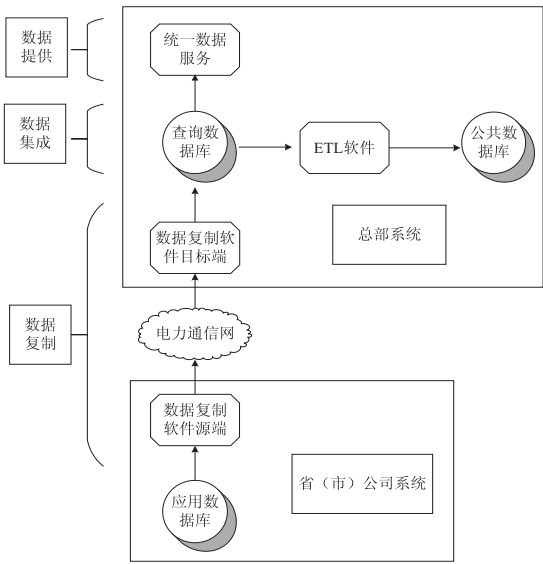


图 2 数据集成系统

异地双活环境下跨库数据集成系统由数据复制、

数据集成和数据提供三个模块构成,数据复制通过复制软件将省(市)公司系统档案等变化缓慢且复用度高的数据分别复制到总部对应省(市)公司的查询库。数据集成是由各省市独立的查询数据库集成为公共数据库的过程,依靠 ETL 软件完成。数据提供则是以统一接口统一对外提供服务。

2 数据复制

数据复制通过数据复制软件将省(市)公司系统档案等变化缓慢且复用度高的应用库数据,以电力通信网为媒介,分别复制到总部对应省(市)公司的查询库。

异地双活选择复制方式时需要对各自的系统进行 IO 读写实现复制,不能独占文件,要求可以与应用的服务并存,以满足双活灾备的要求。同时,由于异地数据传输距离较长,如果采用同步方式进行数据复制,那么就会造成系统的业务操作延时过长,导致系统性能和服务能力下降。综合考虑各种复制方式的特征,如表 1 所示,所以必须选择应用层异步复制的方式,文中选择应用层异步逻辑复制方法中的 OGG (oracle golden gate)^[8-9]复制方法。同时,为了解决系统的数据复制和业务操作同时更新同一条数据而造成冲突的

问题,需要对数据进行逻辑隔离,即:双活两端同时写入操作的数据必须保证不同。对于公共数据限制用户在单边维护操作,防止发生冲突。采用逻辑隔离的策略,例如不同的单位或者不同模块的数据,可让双活系统两端操作的数据完全无关。通过对用户按区域进行划分的隔离方式可以满足这一要求。对复制过程描述如下。

表 1 复制方式及特征

复制方式	复制单位	是/否独占文件	是/否满足双活
物理层复制	存储块	是	否
操作系统层复制	文件	是	否
应用层逻辑复制	逻辑数据块	否	是

2.1 源端、目的端数据域

数据集成将省(市)营销库的核心基础数据,如用电客户缴费账户、账户信息、历史用电数据等分别复制到支撑平台相应的查询库中。源端的数据域包括:组织域、客户域、服务域、电网域、营销设备域、支撑域、公共数据。目标端的数据域与源端保持一致。

2.2 复制过程

复制过程如图 3 所示。

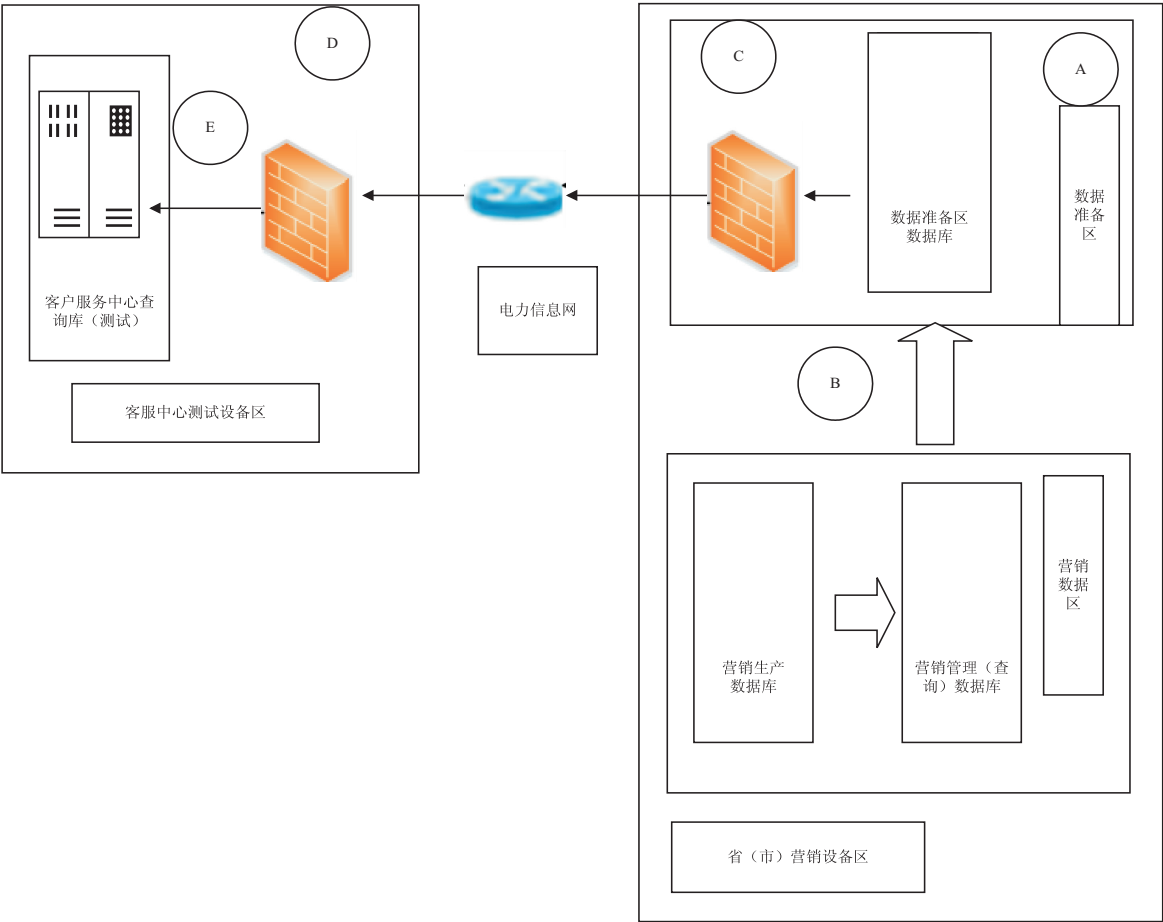


图 3 复制过程

- 步骤 1:按客服中心查询库标准数据模型构建数据准备区;
- 步骤 2:将营销数据转换并实时同步到数据准备区;
- 步骤 3:开通省(市)营销防火墙数据复制相关端口;
- 步骤 4:开通客服中心测试设备区防火墙数据复制相关端口;
- 步骤 5:利用数据准备区数据库导出的 dmp 文件初始化查询库,并启动 OGG 数据复制进程。

2.3 复制策略

- 复制策略描述如下:
- 步骤 1:利用捕捉进程(capture process)在源系统端读取 Online Redo Log 或 Archive Log,解析之后对数据的增、删、改等变化进行提取,将提取的相关信息以 GoldenGate TDM 自定义的中间格式存储于队列文件;
 - 步骤 2:将队列文件通过 TCP/IP 传送进程传送到目标系统。利用捕捉进程捕捉 log 中的数据变化,再读取、传送到目标系统后的检查点,并记录该检查点的位置。检查点是捕捉进程终止后恢复的起始点,避免了进程从头开始造成的资源浪费;
 - 步骤 3:目标系统接受数据变化并缓存到 GoldenGate TDM 的临时存储队列当中,等待投递进程读取数据;
 - 步骤 4:GoldenGate 投递进程读取数据变化并创建对应的 SQL 语句。这一过程通过数据库的本地接口执行,数据提交数据库成功后检查点自动更新为已完成复制的位置,复制过程至此结束。
- 数据库成功后更新自己的检查点,记录已经完成复制的位置,数据的复制过程最终完成。

3 数据集成

数据集成是利用 ETL 工具,将 27 个查询库向灾备中心公共库的数据整合过程。ETL 是数据抽取、转换和装载(extraction,transformation,loading)的英文简称^[10]。ETL 数据集成过程可以分为三步:数据抽取、转换和清洗、加载^[11]。其中,数据转换与清洗在 95598 异地双活灾备系统中并未涉及。

数据抽取就是从数据源的数据项中抽取数据,主要工作包括确认数据的来源和确认合理的数据抽取技术。数据抽取可以分为数据全量抽取和数据增量抽取。全量抽取类似于数据迁移或数据复制,它将数据源中的全部表项数据都抽取出来,加工转换后加载到数据库中。增量抽取主要指在全量抽取的基础上,按需对新增或修改等变化的数据进行抽取。根据 95598 异地双活系统的特点,该方法选择全量抽取方式。

数据加载是 ETL 过程的最终环节,是将数据从数据临时表或文件中加载到指定数据仓库中的过程。装载数据的最佳方法取决于所执行操作的类型以及加载的数据量。一般来说有两种装载方式:直接 SQL 语句操作或采用关系数据库特有的装载工具批量装载。此外,为了提高加载效率,也可以采用多程序并行处理方式。

4 一致性校验

应用层异步复制将系统中不同的数据采用各自的复制策略进行复制。Mongodb 日志数据、Oracle 关系型数据和非结构化数据等多种数据的独立异步复制存在时间差异,这将会导致系统数据不一致的问题,需要采用有针对性的策略解决系统数据一致性问题^[12-14]。

目前情况下,业界针对 OGG 的数据一致性校验方法^[15-16]一般有基于业务逻辑的数据一致性校验、忽略时间延迟直接进行数据一致性校验和基于 Golden Gate Veridata 的数据一致性校验三种方式。

4.1 基于业务逻辑的数据一致性校验方法

- 这种方法需要业务系统的运维或者开发人员配置,根据业务逻辑,查询到一到多个表生成静态的结果集,然后再比较静态结果的数据一致性。比较方法如下:
- 步骤 1:简单地通过聚合函数、记录数等确认;
 - 步骤 2:通过 minus 运算确认;
 - 步骤 3:通过表记录哈希值总和以及记录数记录;
 - 步骤 4:通过 Golden Gate Veridata 进行校验。
- 该方法的瓶颈在于静态结果集的生成,需要应用人员进行配合,实际操作中容易出现责任不清晰等管理问题。

4.2 忽略时间延迟直接进行数据一致性校验方法

- 这种方法简单地确认 OGG 运行状态正常以及不存在大的时间延迟后,直接进行数据一致性校验,校验方法如下:
- 步骤 1:通过 minus 对比,然后分析差异记录;
 - 步骤 2:简单地通过聚合函数、记录数等确认。
- 该方法存在如下瓶颈:很容易出现由于时间延迟而导致的差异,差异记录需进一步判断,以确定同步是否存在异常;需要进行 2 次 minus 操作校验,性能消耗较大,通常仅能用于校验数据量较小的表;要求创建数据库 dblink,部分生产环境管理规范不允许。
- 4.3 基于 Golden Gate Veridata 的数据一致性校验方法
- OGG 是 Oracle 官方的数据一致性校验工具,这种工具自动对初次校验记录不一致的表进行二次校验。直接利用 Golden Gate Veridata 进行校验则是 Oracle 官

方的一种说法,这种方法的瓶颈在于:①对于初次对比后发现的不一致记录,采用再次校验单条记录一致性的方法进行,如果单条记录在校验期间多次变更,则仅能识别为变化中的数据;②校验的精度较细,但为此付出了较大的资源消耗及时间;③无主键或者唯一键的表校验效率低下,且消耗大量的临时表空间或者文件系统目录。

基于此,文中采用的数据一致性校验方法的步骤如下:

步骤 1:暂停 Oracle 数据库复制进程,使得 Oracle 数据库提交所有事务;

步骤 2:获取源端数据库的时间戳信息 SCN;

步骤 3:查询目标端数据库并获取当前时间戳信息 SCN 后,重启暂停的 Oracle 数据库复制进程,恢复 Oracle 数据库同步;

步骤 4:在源端数据库与目标端数据库的时间戳信息 SCN 相一致的情况下,再对对应表做数据一致性校验。

该方法在获取匹配的时间戳信息之后再进行数据一致性校验,从而能够顺利处理变更频繁的记录,不依赖任何业务逻辑与主键,且校验速率更快,配置简单易用。

5 结束语

为了保证数字资源的可靠应用,搭建 95598 客服系统异地双活中心具有良好的可行性。文中基于客服中心的应用特点,以及业界多种应用双/多活的成熟经验和先进案例,设计了一种异地双活环境下跨库数据集成方法。通过数据复制、数据集成及数据的一致性校验,设计的数据集成方法实现了南北中心各省查询库到公共库的集成,满足了两个中心数据一致性的要求,提升了数据中心数据应用的连续性、可靠性,降低了灾难风险,提高了设备利用效率,具有良好的实用性。

参考文献:

- [1] 丁建立,王斌强,张超. 异地双活数据中心服务区域划分优化[J]. 计算机应用与软件,2016,33(2):30-32.
- [2] 吴智宏. 医院信息安全管理中异地双活容灾技术的运用分析[J]. 数字技术与应用,2018,36(5):194-195.
- [3] 姜青云,孙付龙,郝东文. 商业银行数据中心分布式异地多活运行模式[J]. 中国新通信,2018,20(7):46-47.
- [4] 李雪峰. 多校区数据中心双活容灾方案研究[J]. 中国教育信息化,2015(5):59-61.
- [5] 周冬雪. 多数据中心的远程数据同步机制研究[D]. 天津:中国民航大学,2017.
- [6] 卢小强. 双活数据中心的网络架构[J]. 金融科技时代,2013(7):63-65.
- [7] 史子静. 双活数据中心的搭建[J]. 信息与电脑,2016(14):121-122.
- [8] 聂庆节,缪骞云,马悦皎. 一种 GoldenGate 灾备系统中灾备数据快速验证方法[J]. 电力信息化,2013,11(1):60-65.
- [9] 俞凯晟. GoldenGate 软件在数据迁移中的应用[J]. 微型电脑应用,2012,28(4):47-49.
- [10] 陈跃国,王京春. 数据集成综述[J]. 计算机科学,2004,31(5):48-51.
- [11] EL-SAPPAGH S H A, HENDAWI A M A, BASTAWISSY A H E. A proposed model for data warehouse ETL processes [J]. Journal of King Saud University - Computer & Information Sciences, 2011, 23(2):91-104.
- [12] 林怀忠,陈纯,吴震华. 数据复制与一致性[J]. 计算机工程与应用,2001,37(20):107-108.
- [13] 金煜利,楼荣生. 数据复制和数据一致性[J]. 计算机科学,1996,23(3):52-55.
- [14] 卢炎生,钟欣. 嵌入式移动实时数据库管理系统的并发控制[J]. 武汉理工大学学报,2009,31(18):132-134.
- [15] WANG E N. Implement of data synchronization between heterogeneous databases using goldengate[J]. Advanced Materials Research, 2014, 926-930:3621-3624.
- [16] PAREEK A. Addressing BI transactional flows in the real-time enterprise using goldengate TDM[C]//International workshop on business intelligence for the real-time enterprise. Berlin: Springer, 2009:118-141.