

Oracle 数据库在远动系统中的应用探索

嵇媛¹, 肖华锋²

(1. 华东交通大学 电气与电子工程学院, 江西 南昌 330013;

2. 厦门大学 软件工程学院, 福建 厦门 361005)

摘要: 对现阶段远动系统中的数据存取方面存在的问题进行一次全新的分析。具体问题包括: 实时数据库中的信号对象存储到关系型数据库时需要经过“关系化过程”影响实时性能; 历史数据库数据量的增长影响查询速度; 数据转存后, 系统数据容易产生分析断面, 无法得到长时段、全面的分析数据。对 Oracle 所支持对象型数据表、分区技术、分区索引和函数索引技术作了简要介绍。利用实例说明 Oracle 对于解决以上问题的应用情况。

关键词: 远动系统; Oracle 数据库; 面向对象; 分区存储; 对象型

中图分类号: TM 734; TM 76 **文献标识码:** B **文章编号:** 1006-6047(2005)07-0064-04

1 问题分析

在远动系统及其他一些集散式控制系统中, 主要监控以下 5 类数据: 状态量设备信号、模拟量设备信号、脉冲量设备信号、状态关系量信号、模拟关系量信号^[1~4]。监控系统对各种设备运行状态进行监视和控制, 同时在系统中为这些设备当前状态建立各类监控量的一个实时映射, 系统将实现映射的数据结构进行有效封装, 加入获取相关非直接量的计算方法后形成可以真实表达设备当前状态的对象类。这些对象类组成实时数据库, 系统定时将实时数据库中有相关遥测的值、事件、事件顺序、操作记录等信息记录下来并保存到历史数据库中, 便于后期进行数据统计和分析、运行轨迹曲线显示、事故追忆, 以提高对站点的总体监控和管理水平。

现阶段一般远动系统多用 JAVA 开发, 数据支持体系采用如 SYBASE 之类的关系型数据库, 实时数据库中类对象保存到历史数据库时, 通常需要进行对象转换(对象关系化过程)后才可以存储到关系数据库的表中。如果需要对历史数据进行事故追忆和数据分析, 要读取关系型表数据并对象化才可处理, 转换过程复杂, 直接影响到远动系统的实时性。

另外, 随着电力系统的发展和监控力度的提高, 远动系统需要管辖的数据量迅速增长。传统数据库对超大规模数据量无法提供更高效的处理方式, 历史数据库管理很困难。现阶段大多系统采用数据转存方式, 将数据量很大的历史库和记录库进行转存后从系统中删除, 以削减数据量, 提升数据处理速度。转存数据和系统当前数据分开存放, 系统必须通过特殊工具才可读取转存后的数据。该处理方式导致系统数据不连贯, 分析过程必然出现访问断面, 无法进行

长时段的数据统计和分析。

Oracle 支持对象型的数据表, 该表允许直接存放对象型数据(包含对象类的属性和方法), 能够与 JAVA 构造的分布式多层应用系统无缝配合; Oracle 特有的分区技术允许将存储大规模数据的表按照各种规则(如按站点规则或月份规则)进行切割后分布式存储以提升数据的可重用性和降低磁盘的争用; 各分区具有“物理存储独立, 逻辑访问统一”的特性, 允许应用系统局部读取数据, 最大程度提升查询速度; Oracle 提供的异步访问能力, 使热机数据转存成为可能; 另外, Oracle 分区索引和函数索引能够极大提高历史数据访问性能^[5~7]。

2 实时数据库对象类直接存储的实现

根据系统对现场 3 种量(模拟量、状态量、脉冲量)的要求, 一般建立 3 类实时数据库, 分别为实时模拟量数据库、实时状态量数据库、实时脉冲(数字)量数据库。这些为直接量, 即它们可以从现场直接通过与 RTU 通信得到。同时系统中还有以下情况, 如功率、功率因数、馈线的带电情况等。这些量不能直接从现场得到, 而由其他量计算得到。对于这些量, 根据计算的结果不同, 再定义 2 种实时派生量数据库: 实时状态派生量数据库、实时模拟派生量数据库。系统中主要归结为状态量设备信号、模拟量设备信号、脉冲量设备信号、状态关系量信号、模拟关系量信号等 5 类实时数据库。

每个被控站所都有上述的 5 类实时数据库。为了能够管理好这 5 类数据库, 设计专门的类进行管理, 这样可以方便检索, 并将这些类的方法封装起来, 方便对类的操作。以下以脉冲量的处理过程为例描述 Oracle 对象型表和分区技术的使用。实时数据库中脉冲量类图如图 1 所示。

传统方式存储数据时,需要将实时数据库中的对象类进行关系化后成为如表 1 所示的数据结构。

其中实时数据库中的对象类存储到关系数据库时,需要进行复杂的关系化过程,类属性的关系化为字段,对象行转化为表中的记录,不利于系统的实时性,对象类中的方法无法在数据库中得以体现,同时实时类中部分属性(如脉冲名称、脉冲类型、单

JpulseDb
ID
AlarmGrade:String
AlarmTag: Int
DeviceId:String
DeviceName:String
InAddr: Int
InModual: Int
Offset: Double
Param: Double
PulseAD: Int
RTUNo: Int
Tag: Int
Type: Int
Unit: String
GetPluse Value();

图 1 脉冲量类图
Fig.1 The pulse class diagram

表 1 关系化后的数据结构 Tab.1 The data structure after relation course			
域名	作用	类型	长度
ID	对应脉冲量标识	Char	20
StationID	对应的站所号	Int	4
Name	对应脉冲量名称	Char	22
Type	对应脉冲量类型	Char	1
Unit	对应脉冲量单位	Char	7
Property	脉冲量属性字	Char	1
InModul	输入模块地址	Int	
InAddr	输入对象地址	Int	
PulseAD	脉冲量模数转换值	Int	
Param	脉冲量参数	Float	
Offset	脉冲量线性偏移值	Float	
Value	脉冲量值	Float	
Tag	预留	Int	

Oracle 中允许定义对象类型,用于直接接收并存储实时数据库中描述各种信号的对象类型,图 1 中的脉冲对象类可以通过创建以下对象类型描述。

```
Create Or Replace Type JpulseDb As Object
( AlarmGrade Varchar2(10),
  AlarmTag   Number(2,0),
  DeviceId   Varchar2(10),
  DeviceName Varchar2(20),
  InAddr     Number(2,0),
  InModual   Number(2,0),
  Offset     Number(9,4),
  Param      Number(9,4),
  PulseAD    Number(5,0),
  RTUNo      Number(4,0),
  Tag        Number(4,0),
  Type       Number(4,0),
  Unit       Varchar2(20),
  Instantiable Member Function GetPluseValue re-
```

turn Number) //允许函数实例化
以上对象类型可以完整表达一个脉冲信号的对象类的各种特征属性和计算量的处理方法,而脉冲量历史数据表可用以下数据结构表示:

```
Create Table PluseDb
(StationID Number(4,0), //站所号
 PlusTime Date, //脉冲记录时间
 PlusSat JpulseDb); //脉冲对象
```

以上数据表包含了产生该脉冲信号的站点信息,脉冲产生的时间和实时数据库中脉冲类的所有内容。

实时数据库描述状态量设备信号、模拟量设备信号、状态关系量信号、模拟关系量信号的对象类存储到关系数据库时,都可根据上述方法在 Oracle 中创建相应对象类型和对象表,Java 可以通过 Oracle 提供的 OSJB 包直接将实时数据库中的对象类存储到 Oracle 的对象表中。

3 历史数据库存储性能优化的实现

5 类监控数据的信息量增长幅度很大,为了保证历史数据库的查询速度,传统远动系统大多采用“时段转存”方式削减历史数据库中的数据量以提高查询速度,这种处理方式,系统将无法直接访问已经转存的数据,后期无法进行连贯的数据分析。如何提高数据库整体的存储性能和查询性能是解决问题的关键。一般关系数据库如 SYSBASE,SQL SERVER 对数据表的记录均采用统一存储原则,即数据表中的记录是集中存放的,查询过程中需要遍历表中的所有记录,面对大规模数据查询效率低下;同时数据量过大导致数据文件本身因体积过大而访问效率降低。为优化大规模数据表,应将大规模表的数据分布到多个磁盘上,尽可能平衡 I/O 负载。

Oracle 分区技术允许将存储大规模数据的表按照各种内在数据规则进行切割(本文案例中可按站点分布或月份分割)后分布式存储以提升数据的可重用性和平衡 I/O 负载,为设备间均衡的条形化数据提供易用的管理机制。各分区具有“物理存储独立,逻辑访问统一”的特性,允许用户对分区进行局部读取或异步操作,分区规则确定表中的记录隶属于哪一个分区,系统做查询时不再需要遍历所有数据,只需要根据实际需要读取表中局部分区中的少量数据就可以完成操作,从而保证查询性能。

以上 PluseDb 对象表中存放了站点、脉冲时间和脉冲对象数据,可以根据表的“脉冲时间”特征将 PlusDb 表中的数据按“月”分布到不同的数据区域,产生相应分区,例如:

```
Create Table PluseDb
(StationID Number(4,0), //站所号
 PlusTime Date, //脉冲记录时间
 PlusStat JpulseDb); //脉冲对象
Partition By Range(PlusTime)
```

```
(Partition Pt_PlusDb_200501 Values Less Than
To_Char('2005-01-31','YYYY-MM-DD'),
Partition Pt_PlusDb_200502 Values Less Than
To_Char('2005-02-28','YYYY-MM-DD'),
Partition Pt_PlusDb_200503 Values Less Than
To_Char('2005-03-31','YYYY-MM-DD')
Storage(Initial 500 M Next 100M PCTINCREASE 0
Maxextent Unlimited)
Logging;
```

存放在 PlusDb 对象表中的数据将根据月份进行自动分配,所有 2005-01-31 日以前的站点脉冲数据都将自动存储到 Pt_PlusDb_200501 分区中,2005-01-31 日到 2005-02-28 日的站点脉冲数据都将存放到 Pt_PlusDb_200502 分区中。Oracle 允许将分区放在不同的磁盘上来减少磁盘的争用可能性和提高访问速度,甚至允许不同的分区存储在不同的服务器上取得分布式数据特性。所有分区在逻辑上是统一的,也就是说如果远动系统中需要访问表中全部数据,依旧可以使用如下语句:

```
Select * From PlusDb;
```

但如果查询条件中时段是确定的,就可以进行局部读取,比如需要访问 1 月的数据,可以采用以下方法进行局部读取:

```
Select * From PlusDb Partition(Pt_PlusDb_200501);
```

系统并不遍历全表数据,而只读取包含 1 月数据的 Pt_PlusDb_200501 分区中的数据,很大程度上缩减了数据查询量。

分区是可管理的,如果需要增加 2005-04 所需要的数据分区,操作如下:

```
Alter Table PlusDb Add Partition Pt_PlusDb_200504
```

如果个别月份数据过大,还可以对存放该月份的分区进行拆分以减少分区中的数据量,如将 Pt_PlusDb_200501 分区可以进一步拆分如下:

```
Alter Table PlusDb Split Partition Pt_PlusDb_200501
At To_Char('2005-01-15','yyyy-mm-dd') Into
(Pt_PlusDb_200501_01,Pt_PlusDb_200501_02);
```

月份数据按照指定的切割时间点被划分成两个独立的分区,进一步减少分区中的数据量,提升局部查询的速度。通过以上分区方式,可将存储 5 类监控对象的大规模对象表的数据根据实际需要分割,通过分布式存储和局部读取来提高查询速度。

另外,传统远动系统中,若需要对单个和几张数据表独立备份,为确保备份的同步性和稳定性,必须等到数据库的系统工作低峰才可进行备份动作;Oracle 的分区允许对无活动分区备份而不影响其他活动分区的工作,即可不停机完成静态备份动作。

4 历史数据库查询性能优化的实现

Oracle 提供了种类丰富的索引来进一步提高历史数据库的查询速度。例如,用户经常需要取得一个站点的数据进行数据分析和历史事故重现,而分区

时,系统将同时段所有站点的各种历史对象数据存放在以时段为基准切割的分区中,每个分区的数据量还比较大,为了快速定位数据,需要对各分区中的数据设计合适的索引来进一步提升查询速度。

索引一般为 B+ 树格式,存放被索引字段和对应记录的 ROWID(记录的物理地址),处理基数很高(重复率很小)的字段效率很高,而处理低基数字段效率不高,对包含 NULL 的字段无效。Oracle 提供的位图索引能够有效提高低基数查询的速度。

Oracle 采用位图存储低基数字段中各不重复字段值,位图中每位映射表的 1 条记录。系统根据查询条件直接到位图中查找标志为“1”的位元,即是满足条件的记录并通过位图映射函数快速定位相应记录,提升查询效率。以上 PlusDb 表中,StationID 字段为重复率很高的字段,而应用系统中常需对该字段查询取得指定站点的各种历史数据,可以创建以下索引:

```
Create Bitmap Index Ix_Station On PlusDb
(StationId);
```

以上创建将为所有分区统一创建索引,由于系统数据量非常庞大,该索引可能太大而导致效率降低。Oracle 允许为每个分区创建独立的位图索引来进一步提升索引速度。创建索引如下:

```
Create Bitmap Index Ix_Station On PlusDb
(StationId) Local;
```

5 结语

传统远动系统中存在实时数据库中的信号对象存储到关系型数据库时需要经过“关系化过程”影响实时性能;历史数据库数据量的增长影响查询速度;数据转存后系统数据产生分析断面,不利于长时段数据分析,很大程度上制约了现代新型远动系统的开发和设计;Oracle 的面向对象技术可以直接接收远动系统中的各种监控信息对象,大大提高实时数据库转存到历史数据库和历史数据重现的速度。Oracle 分区技术可以轻松处理亿级的超大规模数据表,使数据传存成为历史,使无断面数据分析成为可能。局部读取、位图索引、分区索引等技术大大提高查询效率,这一切都为新型远动系统的设计和实现提供方向。

参考文献:

- [1] 陈赤培. 配电网自动化系统的监控信息[J]. 电力系统自动化,1999,23(4):26-30.
CHEN Chi-pei. The monitoring and control information of distribution automation system[J]. **Automation of Electric Power Systems**,1999,23(4):26-30.
- [2] 刘子英,谈竹奎. 铁道电气化远动系统分布式数据库系统设计[J]. 铁道机车车辆,1999,19(5):23-25.
LIU Zi-ying,TAN Zhu-kui. Distributed database system design in railway electrification telecontrol system[J]. **Railway Locomotive & Car**,1999,19(5):23-25.
- [3] 刘健,倪建立. 配电自动化系统[M]. 北京:水利电力出版社,1998.

[4] 杨奇逊. 配电网自动化及其实现[J]. 电力自动化设备,2001, 21(1):1-5.
YANG Qi-xun. Power distribution automation and its implementation [J]. **Electric Power Automation Equipment**,2001,21(1):1-5.

[5] 黄 河. Oracle 9i for Windows Nt/2000 数据库系统培训教程[M]. 北京:清华大学出版社,2002.

[6] 滕永昌. Oracle 9i 数据库管理员使用大全[M]. 北京:清华大学出版社,2004.

[7] FORTIER P.J. 数据库技术大全[M]. 林 瑶,范建华,赵

刚译. 北京:电子工业出版社,1999.

(责任编辑:戴绪云)

作者简介:

嵇 媛(1978-),女,江西临川人,硕士研究生,研究方向为 JINI 技术在电力调度自动化系统的研究与开发(E-mail: jiji@4y.com.cn);
肖华锋(1977-),男,江西景德镇人,讲师,研究方向为软件工程及其应用。

Discussion of Oracle database application in telecontrol system

Ji Yuan¹,XIAO Hua-feng²

(1. East China Jiaotong University,Nanchang 330013,China;
2. Xiamen University,Xiamen 361005,China)

Abstract: An analysis of data accessing problems existing in telecontrol system is presented,which are:the ‘relation course’ during storing the signal objects of real-time database to the relational database influences the real-time performance;the growth of the data quantity of the historical database influences the inquiry speed;the analyzed section of systematic data caused by data unloading makes unable to get the long period and full-scale analysis data. The object-type data list,partition technology,partition index technology and function index technology supported by Oracle are introduced briefly. The instance illustrates the application of Oracle to solve these problems.

Key words: telecontrol system; Oracle database; object-oriented; partitioned storage; object-type

(上接第 63 页 continued from page 63)

参考文献:

[1] SHIMANUKI Y. OLE for process control (OPC) for new industrial automation systems[J]. **Systems,Man,and Cybernetics**,1999,6(5):1048-1050.

[2] HOLLEY D. OPC data exchange specification[J]. **Instrumentation & Control Systems**,2002,75(4):11-14.

[3] 胡旦华,马永光,张宇晴. OPC 技术在分布式应用和异构环境下的实时数据通信[J]. 电力系统通信,2003,(10): 45-47,50.
HU Dan-hua,MA Yong-guang,ZHANG Yu-qing. Real-time data access in the distributed environment by OPC[J]. **Telecommunications for Electric Power System**, 2003, (10):45-47,50.

[4] ZHENG L,NAKAGAWA H. OPC(OLE for process control) specification and its developments[A]. **Proceedings of the 41st SICE Annual Conference**[C]. Osaka,Ja-

pan:SICE,2002. 917-920.

[5] BOX D. COM 本质论[M]. 潘爱民译. 北京:中国电力出版社,2001.

[6] ZHENG L. OPC for fieldbus and internet[J]. **Instrumentation and Control Engineering**,2002,45(8):23-25.

[7] 张传芹,盛昭瀚,郭桂珍. 基于 OPC 技术的生产管理信息集成方法[J]. 计算机工程,2002,28(3):217-220.
ZHANG Chuan-qin,SHENG Zhao-han,GUO Gui-zhen. An approach to integration of producing and management information based on OPC[J]. **Computer Engineering**, 2002,28(3):217-220.

(责任编辑:李 玲)

作者简介:

李富鹏(1977-),男,江苏徐州人,硕士研究生,从事电力系统及其自动化专业的研究工作(E-mail:yiming4967@sohu.com);
向铁元(1953-),男,湖北仙桃人,教授,从事电力系统及其自动化专业的科研和教学工作。

Integrated public database platform based on OPC technology

Li Fu-peng,XIANG Tie-yuan

(School of Electrical Engineering,Wuhan University,Wuhan 430072,China)

Abstract: The data islands and data conflicts existing in power system automations are analyzed. An integrated public database platform using OPC(OLE for Process Control)/ODBC/DDE data exchange technologies is designed to support production data in C/S communication mode with TCP/IP protocol of OPC. Thus the seamless data exchange among different automation systems is realized in power system. The data integration and processing are discussed,as well as the interfacing technology between public database and automation application programs.

Key words: power system automation; integrated database; data exchange; OPC