View metadata, citation and similar papers at core.ac.uk
brought to you by CORE
provided by Xiamen University Institutional Repository

学校编码：10384　　分类号_____密级_____

学号：200428031　　UDC_____

厦门大学

# 硕 士 学 位 论 文

# 基于 ORACLE RAC 平台的海量数据 DML 处理性能的研究

# The Research of Massive Data Processing Capability of DML Operation Based on Oracle RAC

周晓丹

指导教师姓名：冯少荣 副教授

专 业 名 称：计算机科学与技术

论文提交日期：2007 年 4 月

论文答辩时间：2007 年　　月

学位授予日期：

答辩委员会主席：_____

评　　阅　　人：_____

2007 年 04 月

厦门大学博硕士论文摘要库

# 厦门大学学位论文原创性声明

兹呈交的学位论文，是本人在导师指导下独立完成的研究成果。本人在论文写作中参考的其他个人或集体的研究成果，均在文中以明确方式标明。本人依法享有和承担由此论文产生的权利和责任。

声明人（签名）：

年　月　日

厦门大学博硕士论文摘要库

# 厦门大学学位论文著作权使用声明

本人完全了解厦门大学有关保留、使用学位论文的规定。厦门大学有权保留并向国家主管部门或其指定机构送交论文的纸质版和电子版，有权将学位论文用于非赢利目的的少量复制并允许论文进入学校图书馆被查阅，有权将学位论文的内容编入有关数据库进行检索，有权将学位论文的标题和摘要汇编出版。保密的学位论文在解密后适用本规定。

本学位论文属于

1.保密（），在年解密后适用本授权书。

2.不保密（　）

（请在以上相应括号内打“√”）

作者签名：　　日期：　　年　　月　　日

导师签名：　　日期：　　年　　月　　日

厦门大学博硕士论文摘要库

# 摘　要

随着 IT 应用的广泛与深入发展，传统的计算架构难于适应企业急速发展带来的需求。企业需要他们的系统以最低的成本、最高的效率、最出色的可用性为企业提供服务。而事实上，他们的信息系统却往往响应缓慢，为了解决这个问题，各企业不得不构建昂贵的基础架构，而这些架构的设计能力和冗余度却远远超出应付偶然事件的需要。

同时，随着 TB 时代的来临，海量数据大大降低了数据库日常操作和批量处理的性能与效率。使用传统的数据库 DML 处理方法，即使在硬件支撑能力充足的情况下，数据库处理 TB 级数据的效率仍然十分低下。

Oracle 10g 是第一个为企业网格计算而设计的数据库，它带来了许多新技术，并大幅度改良了数据库性能。IT 软硬件技术的高速发展，为企业向网格计算转移带来了成熟的条件，合理利用 Oracle 10g 数据库提供的新技术，并解决企业成本、性能、效率的三大难题是本文研究的主要方向。

本文引入企业网格技术的概念，以 Oracle 10g 数据库为研究背景，深入分析 Oracle 10g RAC 的核心机制。通过实例研究测试 RAC 的三大特点，并在同一实验条件下，测试单节点与双节点性能。以实验数据为基础，提出一种合理利用当今软硬件新技术来架设高性能、低成本的 RAC 数据库平台，解决企业难题的方案。

以 Oracle 10g RAC 平台为基础，并利用 RAC 平台的特点，提出一种通过加大 RAC 数据库系统缓冲区，采用分组的批量绑定方式，大幅度提高海量数据 DML 处理能力的方案，高效解决数据 DML 处理效率低下的问题。

关键字：Oracle 10g; Oracle 真正应用集群; Oracle 批量绑定

厦门大学博硕士论文摘要库

# Abstract

With the extensive and further development of IT application, the traditional structure of the calculation can't meet the needs of enterprises with rapid development. Enterprises need their systems with the lowest cost, the most efficient and outstanding availability to serve enterprises. Indeed, their information systems usually respond slowly. To solve these problems, all enterprises had to build expensive infrastructure, but these facilities' excess capacity and redundancy are far from accidental incidents. Meanwhile, according to traditional DML Principles, even with adequate hardware to support, the data processing efficiency is still low.

Oracle 10g is the first database designed for enterprise grid computing, it will bring many new technologies, and substantially improve the performance of the database. The rapid development of IT technology has made it impossible that Enterprises using Oracle 10g database can solve the problems of cost, performance, efficiency easily.

Based on the research of Oracle 10g ,this article mainly analyzed the core mechanism of Oracle RAC, set up experiments to test the three major characteristics of Oracle RAC, and compared the performance of two-node with single-node. On the basis of the experimental data, this article also proposed a resolution to build a high performance and low cost cluster database platform using Oracle RAC 10g. On the platform of Oracle 10g RAC, using Oracle 10g bulk binds technology, this article finally presents a new DML solutions, which can deal with bulk data and solve the problem of low efficiency greatly.


**Key Words:** Oracle 10g; Oracle RAC; Oracle Bulk Binds

厦门大学博硕士论文摘要库

# 目 录

第一章 绪论 ..... 1

1.1 论文的研究背景 ..... 1

1.1.1 目前的研究和发展现状 ..... 2

1.1.2 大型企业面临的难题 ..... 4

1.2 本课题的研究价值 ..... 5

1.3 本文的主要内容和组织 ..... 6

第二章 Oracle 10G 数据库 ..... 8

2.1 ORACLE 10G 数据库概述 ..... 8

2.2 ORACLE 10G RAC 技术概述 ..... 10

2.3 ORACLE BULK BINDS 技术概述 ..... 12

2.3.1 PL/SQL 语言介绍 ..... 12

2.3.2 Oracle Bulk Binds 功能 ..... 19

第三章 架设 RAC 高能数据库平台 ..... 22

3.1 传统计算与网格计算 ..... 22

3.2 RAC 概念及特点 ..... 23

3.3 RAC 体系结构 ..... 25

3.4 高速缓存合并原理 ..... 27

3.5 透明应用切换技术 ..... 30

3.6 RAC 性能研究 ..... 32

3.6.1 硬件环境 ..... 32

3.6.2 RAC 功能及性能测试 ..... 33

3.7 小结 ..... 36

第四章 实现高效数据处理能力 ..... 39

4.1 利用 BULK BINDS 实现数据处理能力 ..... 39

4.2 BULK BINDS 技术 ..... 39

厦门大学博硕士论文摘要库

4.2.1 SQL 语句执行机制.....39
4.2.2 Bulk Binds 语法.....40
**4.3 BULK BINDS 性能研究.....42**
4.3.1 环境说明.....42
4.3.2 数据插入实例.....43
4.3.3 删除操作速度对比.....44
4.3.4 更新操作速度对比.....48
4.3.5 测试结论.....48
**4.4 分组批量绑定方案.....49**
4.4.1 分组批量绑定.....49
4.4.2 提高缓冲值.....52
**4.5 小结.....53**
**第五章 总结.....54**
**5.1 方案总结.....54**
5.1.1 ORACLE RAC 配置方案.....54
5.1.2 数据处理应用方案.....55
**5.2 全文总结.....56**
**参考文献.....57**
**研究生期间个人成果.....59**
**致 谢.....60**

厦门大学博硕士论文摘要库

Contents

Chapter 1: Introduction ..... 1

1.1 Research backgrounds ..... 1

1.1.1 Present research and development situation ..... 2

1.1.2 Difficulties that large enterprises are facing ..... 4

1.2 This article's research values ..... 5

1.3 Research contents and chapter arrangement ..... 6

Chapter 2 Oracle 10g database ..... 8

2.1 Oracle 10g database generalization ..... 8

2.2 Oracle 10g RAC technology generalization ..... 10

2.3 Oracle bulk binds technology generalization ..... 12

2.3.1 PL/SQL application introduction ..... 12

2.3.2 Oracle bulk binds functions ..... 19

Chapter 3 Building rac database platform ..... 22

3.1 Traditional computing and grid computing ..... 22

3.2 RAC conception and characteristics ..... 23

3.3 RAC structures ..... 25

3.4 Theory of database cache fusion ..... 27

3.5 Transparent application failover technology ..... 30

3.6 RAC performance research ..... 32

3.6.1 Hardware enviroment ..... 32

3.6.2 RAC function and performance test ..... 33

3.7 Conclusion ..... 36

Chapter 4 Realize efficient data-processing capabilities 39

4.1 Bulk binds data-processin capabilities ..... 39

4.2 Bulk binds technology ..... 39

厦门大学博硕士论文摘要库

4.2.1 SQL sentence executive mechanism ..... 39
4.2.2 Bulk binds syntax ..... 40
**4.3 Bulk binds performance research ..... 42**
4.3.1 Enviroment statements ..... 42
4.3.2 Data insert examples ..... 43
4.3.3 Delete operation speed comparison ..... 44
4.3.4 Update operation speed comparison ..... 48
4.3.5 Test results ..... 48
**4.4 Group bulk binds ..... 49**
4.4.1 Group bulk binds resolutions ..... 49
4.4.2 Increase cache values ..... 52
**4.5 Conclusion ..... 53**
**Chapter 5 Summarizes ..... 54**
**5.1 Solusion Summarizes ..... 54**
5.1.1 The Solusion of ORACLE RAC Configure ..... 54
5.1.2 The Solusion of DML ..... 55
**5.2 Summarizes ..... 56**
**Reference ..... 57**
**Personal research accomplishments ..... 59**
**Acknowledgement ..... 60**

厦门大学博硕士论文摘要库

厦门大学博硕士论文摘要库

# 第一章 绪论

## 1.1 论文的研究背景

“网格就是下一代Internet”，这句话强调了网格可能对未来社会的巨大影响。在历史上，数据库系统曾经接受了Internet带来的挑战，毫无疑问，现在数据库系统也将应对网格带来的挑战。Oracle 10g网格数据库产品的推出，则将网格技术的应用领域扩展到企业计算。网格计算将是数据库技术发展的大趋势之一，数据库不仅仅是存储数据，而是要实现对信息整个生命周期的管理。在Oracle刚刚发布的 Oracle 10g Release 2 中进一步改良了许多网格运算的功能，提升了性能及简化管理功能。同时，可让客户更容易地在网格环境中分享储存资源，大幅提升数据安全性[1,2]。

企业使用信息技术来增加竞争优势、提高工作效率并帮助用户更快做出明智决策。然而，所有这些优势与信息技术的基础架构的优劣息息相关。如果一个关键应用程序、服务器或数据不可用，那么整个企业可能面临严重的危机，包括收入降低、客户流失和债务增加，同时各种负面报道将会对客户和公司的声誉产生长期的影响。

构建一个具有高可用性的 IT 基础架构对于希望在当今瞬息万变的经济环境立于不败之地并取得成功的企业而言至关重要。

计算机软硬件发展的众多趋势，使得企业向网格计算转移变得更为容易：

**硬件趋势**

当今，使网格计算成为可能的主要原因是硬件的革新。例如：

处理器：新的低成本、高容量的 Intel Itanium 2、Sun SPARC 和 IBM PowerPC 64 位处理器现在提供的性能等于或者优于在高端 SMP 服务器中使用的处理器。

服务器：刀片服务器技术降低了硬件成本，并提高了服务器的密度，这进一步降低了昂贵数据中心的需求。这些刀片服务器还自带了远程管理功能，这使得数据中心管理员可以轻松地管理这些系统。

网络互联：千兆位以太网和无限带宽互联技术正不断降低连接服务器集群

厦门大学博硕士论文摘要库

的成本。

**软件趋势**

Linux 在小型计算机上已运行得非常良好，提供最好的性价比，是网格环境的最佳选择。而且，Linux 继续保持比其它操作系统更快的增长速度。

刀片服务器较之 SMP，经济上的优势会使刀片服务器在网格环境中成为主导。由于 Linux 已经可以很好地用于刀片服务器，这将加速 Linux 的成长。因为 Linux 具有价格优势，当刀片服务器数量不断增加时这种优势会更加明显。所以，标准的低成本刀片服务器集群自然与 Linux 非常相配。

只有当运行在硬件上的软件能够有效利用硬件革新时，这些革新才是有用的。软件已经开始利用这些硬件革新。目前软件存在的一个问题是，它能够使用提供给它的资源，但很难释放或者放弃不再需要的资源。 Oracle 10g 数据库能够利用这些硬件革新，并且可以轻松地释放不再需要的资源。

**海量数据**

在过去的二十年里，磁盘容量从在 1980 年初的 200MB，到今天主流磁盘容量已达到 500GB，而且磁盘容量还在不断增长。有许多大数据的企业，磁盘容量已经达到并超过了 1TB。

要处理如此庞大的数据，对于服务器的性能以及数据库的执行能力是一个最大的考验。对于目前流行的四大数据库软件中， Oracle 数据库和 IBM 的 DB2 在支撑 TB 级海量数据的计算上最为突出。

### 1.1.1 目前的研究和发展现状

从最早用文件系统存储数据算起，数据库的发展已经有 50 多年了，其间经历了 20 世纪 60 年代的层次数据库和网状数据库的并存，70~80 年代关系数据库的异军突起，90 年代对象技术的影响。

目前比较流行的数据库软件主要有四种产品有[29]：Oracle数据库、Microsoft SQL Server、IBM DB2、Sybase ASE等。作为成熟的产品，关系数据库已经走过了几十年的历史，如今各主流数据库厂商大动干戈、紧锣密鼓地筹备各自新产品发布，为平淡的数据库市场掀起了新一轮热潮。甲骨文推出了Oracle 10g的第二版本；IBM代号为Viper的新一代DB2 数据库产品于已推出了

厦门大学博硕士论文摘要库

测试版本；微软公司的SQL Server 2005 已经在 2006 年推出，现在已升级到SP2版本；Sybase也推出新版本的数据库产品Sybase ASE 15。

在这四种数据库软件中，Oracle 10g 数据库与 IBM 的 DB2 V8.1 数据库在运行海量数据的性能方面是领先的。

IBM DB2 V8.1

IBM DB2 UDB 可以作为海量数据库引擎,在单 UNIX 主机 CPU 扩展方面，显示了 DB2 在扩展性方面的能力。

在集群技术方面，IBM DB2 也有非常深入的研究，它采用 Share Nothing 的 MPP（大规模并行处理）体系结构，每个节点独享各自的硬盘空间，各个节点间通过网络交换数据。可伸缩性强，最多可以扩充到 1000 个节点。国外有 512 节点的实例。每个数据库中单个表的大小可以达到 512GB*1000=500TB。在全球范围有许多 TB 级的数据库。

在数据处理方面，DB2 积累了大量独有专利技术。针对任意的查询，DB2 独特的查询重写功能将所有 SQL 语句改写成为语义上完全相同，但是可以使用优化器所有优化功能的语句，优化器再自动选择最优的查询路径完成查询。

ORACLE 10g

相对于 IBM DB2，Oracle 10g 同样有着卓越的海量数据处理能力，而且在集群方面做得更加成熟。Oracle 推出了 Oracle 真正应用集群，它支持 Oracle 数据库在集群上运行真正的应用程序。“真正应用”是指 RAC 能够支持所有类型的主流商业应用程序。 RAC 集群可以实现多机共享数据库，从而保证了应用的高可用性。同时可以自动实现并行处理和负载均衡，还能实现数据库在故障时的容错和无断点恢复。当 RAC 集群内的一个节点发生故障，Oracle 将应用转移到其余的节点上运行。如果需要更高的处理能力，新的节点可以轻松添加至集群。

Oracle RAC 有三个主要特点使它在集群上优于 IBM DB2：

1、共享磁盘技术：该技术比 IBM DB2 的集群使用的独立硬盘空间技术更加合理。RAC 允许多个实例同时访问同一数据库，所以一个实例的故障不会导致无法访问数据库。

2、高速缓存合并技术：高速缓存合并使得集群中的节点可以通过节点间的

厦门大学博硕士论文摘要库

互联高效地地同步其内存高速缓存，从而最大限度地降低磁盘 I/O 。

3、透明的应用切换：当一个节点发生故障的时候，连接在该节点上的终端用户会被自动重新连接到其它能够提供服务的数据库节点上。

Oracle 10g 数据库增强了数据库内置各种主要的技术。其中，Oracle数据库为PL/SQL程序提供了批量绑定的功能。该功能可以一次性从指针中获取大量数据行来减少CPU的占用，并且让代码运行得更快。批量绑定的性能在Oracle 10g得到进一步的优化，其性能比之前版本提高了 2 到 4 倍[9]。目前，批量绑定技术的在实际应用方面的文献与资料还很少。

为了体现网格技术的以及分组批量绑定技术的优势，需要有足够的业务数据对数据库和服务器带来压力。因此，本文的研究是针对于数据量及数据吞吐量庞大的企业。如果是一个规模不算很大的企业，一到两台服务器就已经可以满足现在及未来几年企业发展的需要的话，将不在本文的方案的研究范围之内。

### 1.1.2 大型企业面临的难题

**应用的不稳定性**

在设计高度可用的 IT 网格基础架构时，所面临的一大挑战是检查和解决所有可能的停机原因。停机原因主要可以归为两类：意外停机和计划停机。在设计容错和灵活 IT 基础架构时，很重要的一点就要考虑意外停机和计划停机时间。

意外停机主要是由于计算机故障或数据故障引起的。造成意外停机的一个最常见的原因是系统故障或崩溃。系统故障是由于硬件故障、电源故障和操作系统或服务器崩溃造成的。这些故障导致的中断次数取决于受影响的用户数量，以及服务恢复的速度。用户希望数据库具有高可用性，当故障发生后，数据库能自动快速进行故障恢复。

计划停机主要是由于生产系统的数据改变或系统改变而引起的。在大多数情况下，这是由于硬件故障导致。企业希望，可以在不停机的情况下，来解决由于计划停机带来的问题。

**硬件升级成本太高**

由于业务数据与用户的不断增加，一段时间后，势必会带来系统运算能力

厦门大学博硕士论文摘要库

不足的问题。所以，用户一般采用高端 SMP 设备来支撑数据库应用。当然，这些设备的主机一般都会预留一定的扩展模块，以便将来升级。

购买高端的 SMP 设备，硬件的一次投入会相当高，而且购置的设备在应用初期甚至一段较长的时间内只使用了 50%到 70%的性能，造成资源的闲置。等到设备性能不能满足需要的时候，企业只能通过预留的模块在一定程度上进行升级，比如：加 CPU、内存等来提升主机的性能，但扩展能力十分有限，而且费用不低。在升级后的很快时间内，主机的性能再次达到极限，而此时，主机已无法再进行扩展，最终必然将会被淘汰。用户必须重新购置新的高端设备。而旧服务器被闲置了，新服务器投入使用初期，性能又出现冗余，造成了无法避免的浪费。

**海量数据降低了数据 DML 操作性能**

随着业务数据的迅速膨胀，数据库容量已进入了 TB 级时代。如此庞大的数据量势必会影响数据库的日常事务处理性能，业务处理反应缓慢。面对庞大的数据量与日吞吐量，数据库每一次的大批量数据操作都是件很棘手的问题。当硬件的性能达到或超过极限时，数据库的稳定性必然降低，特别是业务处理到高峰期时，宕机出现频率增大。对于许多行业来说，哪怕是一分钟的停机，对企业的损失也是巨大的。

## 1.2 本课题的研究价值

本课题的研究，是在一次无意间，有感于网上看到一位在电信业工作多年的 DBA 帖子，以下就是摘取了他说的两段话：

“XX 省的移动电话用户有两千万，一个人一天只打一个电话，数据库便增加了两千万行。如果打的是网内电话，则记录则要双倍，因为要记录拨打者与接听者的通话信息。数据暴涨，服务器的处理能力也跟不上了，一年半之前花两百万买的一台 IBM P570 小型机，现在已经跑不动了，现在又得开始着手升级工作了……”

“有谁相信，删除 20 亿行数据要花 4 天的时间才能完成？由于需要对没用的历史数据进行转移，需要删除 2001 年某月份 20 亿行的通话记录信息。一次性删除超过 140 万行数据时，系统便报回滚段空间不足，删除失败。经实验计

厦门大学博硕士论文摘要库

算，一次删除 120 万行数据，删除所需要耗费的时间是 3 分半钟，如果按这种速度删除 20 亿行数据的话，需要 95 个小时才能删除完成。而在数据删除过程中，占用了大量的 CPU 和 IO 资源，为不影响白天高峰期的系统性能，每次删除都必须放在半夜进行……”

其实，电信行业就是海量数据库处理的典型例子。比如，浙江移动，预付费移动呼叫授权系统有 1.5TB 的容量，批次计费系统仅数据就有 21TB 的容量，每天加载数据量达到 300GB。

如何解决这些棘手的问题，真正实现硬件投入的高可用性与高性能，降低企业用户的成本，并且提高海量数据的操纵能力？这是本文研究的主要目标。

本课题的研究价值主要在以下两点：

1) 深入研究 Oracle RAC 机制，充分分析 Oracle 10g RAC 引以自豪的网格应用核心技术。架设 Oracle RAC 实例，测试 Oracle RAC 三大性能特点，以及双节点 RAC 带来的性能提升，实验证明 RAC 应用的可行性与优越性。利用当前发展的软硬件趋势，为大型企业用户设计一个高稳定、高性能、低成本的企业信息平台。
2) 在 Oracle 10g RAC 平台下，利用 Oracle 10g Bulk Binds 技术，研究出一种通过提高 RAC 数据库系统缓冲区，采用分组的批量绑定方案，大幅度提高海量数据 DML 处理能力的方案，有效解决海量数据库 DML 处理效率低下的问题。

## 1.3 本文的主要内容和组织

本文主要通过对 Oracle 10g 数据库的研究，深入分析 Oracle RAC 核心机制，架设实例测试 RAC 三大特点，在同一条件下，测试对比单节点与双节点性能；以实验数据为基础，提出一种利用 Oracle 10g RAC 架设高性能、低成本的集群数据库平台的解决方案；并在 Oracle 10g RAC 平台下，使用 Oracle 10g Bulk Binds 技术，研究出一种通过提高 RAC 数据库系统缓冲区，采用分组的批量绑定解决方案，大幅度提高海量数据 DML 处理能力的方案，有效解决数据库海量数据 DML 处理效率低下的问题。

本文的组织如下：

厦门大学博硕士论文摘要库

Degree papers are in the "Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database". Full texts are available in the following ways:
1. If your library is a CALIS member libraries, please log on http://etd.calis.edu.cn/ and submit requests online, or consult the interlibrary loan department in your library.
2. For users of non-CALIS member libraries, please mail to etd@xmu.edu.cn for delivery details.

厦门大学博硕士论文摘要库