

Oracle 白皮书
2010 年 11 月

Oracle Real Application Clusters (RAC) 11g 第 2 版

引言	3
Oracle Real Application Clusters 是什么？	2
Oracle Real Application Clusters 架构	2
Oracle Clusterware	3
硬件架构	4
Oracle RAC 远距离集群	8
Oracle Real Application Clusters 的优势	9
高可用性	9
可伸缩性	10
管理您的 Oracle Real Application Clusters 数据库	11
Oracle Enterprise Manager	11
滚动补丁应用程序	12
滚动版本升级支持	13
使用 Oracle Real Application Clusters 进行负载管理	14
服务器池	14
服务	15
连接负载平衡	15
快速应用程序通知	16
Load Balancing Advisory	16
总结	17

引言

Oracle Real Application Clusters (RAC) 允许 Oracle 数据库在一个服务器池中以不变的方式运行任何打包或自定义的应用程序。这提供了最高级别的可用性和最灵活的可伸缩性。如果服务器池中的某台服务器发生故障，Oracle 数据库仍可在其余服务器上继续运行。如果您需要更多处理能力，只需再向池中添加一台服务器，而无需用户脱机。为了保持低成本，即使最高端的系统也可以使用标准的商用部件构建。

Oracle Real Application Clusters 为 Oracle 的私有云架构提供了基础。Oracle RAC 技术可为这一低成本硬件平台提供支持，使其能够提供优质的服务，并达到或超出昂贵的大型 SMP 计算机所能提供的可用性和可伸缩性等级。通过显著降低管理成本和提供出色的管理灵活性，Oracle RAC 为私有云提供了强有力的支持。除此之外，Oracle RAC 11g 第 2 版还支持客户构建动态私有云基础架构。

本白皮书从技术角度概括了 Oracle Real Application Clusters 11g，重点介绍了实施后可为企业应用程序提供最高可用性和可伸缩性的特性和功能。

“我们的平台由大型机转移到 Oracle Real Application Clusters 后，每年可以节省 500 多万美元。”

— Eugene Park, PG&E 平台服务高级总监

Oracle Real Application Clusters 是什么？

Oracle Real Application Clusters 是 Oracle 数据库企业版的一个选件，在 Oracle 9i 中首次引入。目前，它已发展成为一项成熟的技术，其用户过千，遍及各个行业，涉及各类应用程序。Oracle RAC 能够扩展应用程序，提供的性能可以超越单台服务器。这将允许用户利用低成本的商用硬件来降低他们的总拥有成本，并提供一个可伸缩的计算环境来支持应用程序负载。通过 Oracle RAC，Oracle 数据库可在服务器池上运行各类主流业务应用程序，包括常见的打包产品（如 Oracle 管理软件、PeopleSoft 和 SAP）和内部开发的应用程序（可以是 OLTP、DSS、或兼而有之）。

Oracle Real Application Clusters 是 Oracle 最高可用性架构 (MAA)¹ 的关键组件之一，该架构是应用程序最高可用性架构的发展方向。Oracle RAC 提供了在任何数据库应用程序环境中移除单点故障服务器的能力。

Oracle Real Application Clusters 架构

Oracle RAC 数据库是一种集群数据库。在集群中，彼此独立的服务器组成一个服务器池，并作为一个系统协同工作。服务器池提供了比单对称多处理器 (SMP) 系统更好的容错方式和模块化系统扩展方式。在系统发生故障时，服务器池仍可为用户提供高可用性。对关键任务数据的访问不会丢失。冗余的硬件组件（如额外的服务器、网络连接和磁盘）为高可用性提供了保障。此类冗余硬件架构避免了单点故障并提供了卓越的故障恢复能力。

¹ 有关 Oracle 最高可用性架构的详细信息，请访问：
<http://www.oracle.com/technetwork/database/features/availability/maa-090890.html>

Oracle Real Applications Clusters

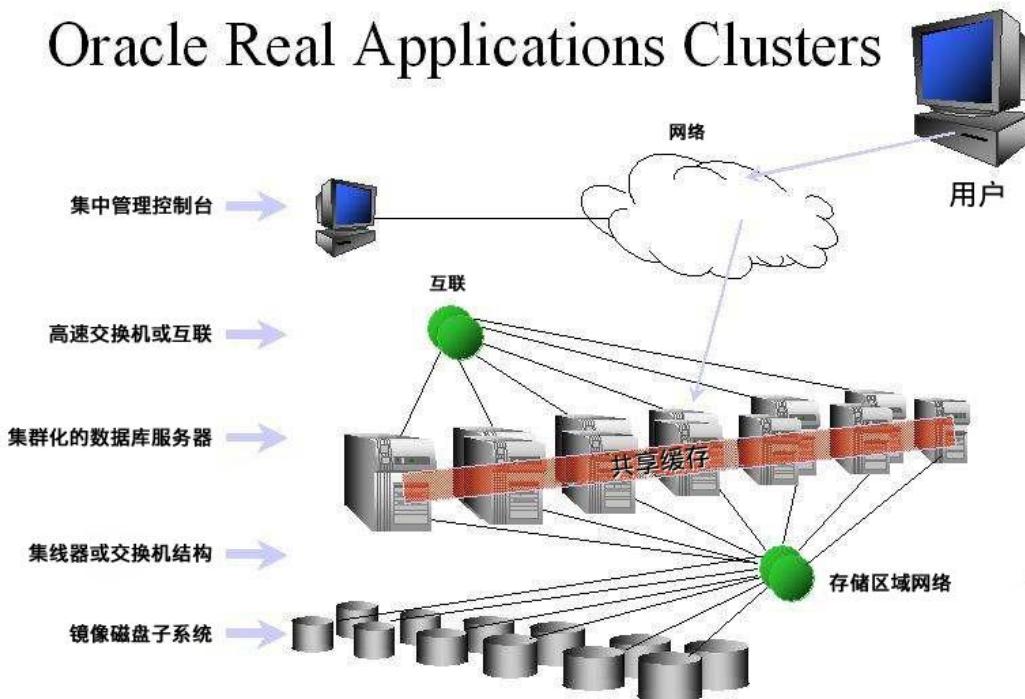


图 1 Oracle Real Application Clusters 架构

在 Oracle Real Application Clusters 中，我们将 Oracle 实例（运行在服务器上的进程和内存结构，用于支持数据访问）与 Oracle 数据库（驻留在存储器上的实际用于保存数据的物理结构，通常称为数据文件）进行了分离。集群数据库是一个可由多个实例访问的数据库。各实例在服务器池中不同的服务器上运行。当需要更多的资源时，可以在不停机的情况下轻松地向服务器池中添加服务器和实例。在启动新实例后，使用服务的应用程序可立即利用该实例，无需对应用程序或应用程序服务器进行任何更改。

Oracle Real Application Clusters 是 Oracle 数据库的一个扩展，因此可得益于 Oracle Database 11g 中内置的可管理性、可靠性和安全性等特性。

Oracle Clusterware

甲骨文公司从 Oracle Database 10g 开始提供 Oracle Clusterware，这是一个专为 Oracle 数据库集成和设计的可移植的集群件解决方案。它提供了全面的集群解决方案，支持所有的应用程序。Oracle Clusterware 是实施所有 Oracle RAC 的先决条件。支持方式也比以往更为简便，因为现在有一个专门的组织处理涉及集群件和集群数据库的支持问题。您可以选择使用第

三方集群解决方案来运行 Oracle RAC，但在此情况下，必须仍由 Oracle Clusterware 来管理系统中所有的 Oracle RAC 数据库。

Oracle Clusterware 用于监管 Oracle Real Application Cluster 数据库。当服务器池中的某台服务器启动时，所有实例、监听器和服务都将自动启动。如果一个实例出现故障，Oracle Clusterware 将自动重启该实例，这样通常可在管理员发现前恢复服务。

Oracle Database 10g 第 2 版新增了一个高可用性 API，支持使用 Oracle Clusterware 提供的高可用性框架管理非 Oracle 应用程序。当向 Oracle Clusterware 注册应用程序时，必须提供启动、停止和监视进程的方法。此外，用户还可以指定候选服务器，以便在出现故障时接管资源。Oracle Database 11g 第 2 版可通过 Oracle Enterprise Manager (EM) 提供的图形界面进一步简化应用程序管理。Oracle Clusterware 将 Oracle EM、改进的高可用性框架以及更多相关性选项结合在一起，因此可以轻松实现对复杂故障切换与恢复场景的建模。

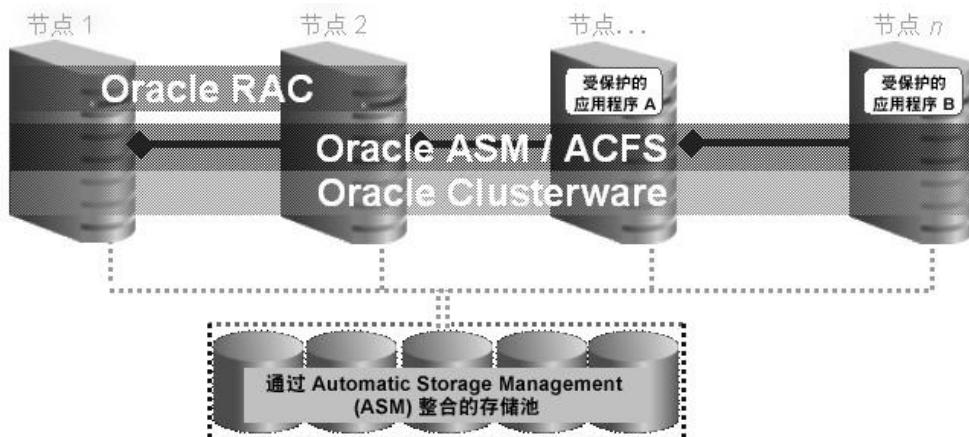


图2：Oracle Clusterware 概览

硬件架构

Oracle Real Application Clusters 是一种全共享式架构。服务器池中的所有服务器共享用于 Oracle RAC 数据库的所有存储。所用存储池的类型可以是网络连接存储 (NAS)、存储区域网络 (SAN) 或 SCSI 磁盘。存储的选择取决于所选用的服务器硬件和硬件供应商支持的硬件类型。选择适当存储池的关键之处在于，选择一个可向应用程序提供可伸缩 I/O 的存储系统，一个在向池中添加服务器时可进行伸缩的 I/O 系统。

Oracle RAC 数据库必须连接到数据库服务器所在的局域网 (LAN)，以便进行应用程序连接。服务器池还需要一个专用网络，即通常所说的“互联”。为实现高可用性，Oracle 建议采用冗余的互联。Oracle Real Application Clusters 11g 第 2 版补丁集 1 (11.2.0.2) 提供了一种本地解决方案，支持用冗余互联取代原来的 Oracle Grid Infrastructure 解决方案。在过去的版本中，要提供故障切换和负载平衡，必须使用在很大程度上依赖于操作系统 (OS) 的外部网络冗余解决方案（绑定/成组）。Oracle Clusterware 利用互联进行节点间的消息传递。Oracle RAC 则利用这种互联来实施缓存融合技术。对于集群互联，Oracle 建议使用 UDP，不建议使用 GigE。在生产环境中，Oracle RAC 数据库不支持将交叉线缆用作互联。

一个服务器池由一台或多台服务器组成（每台服务器有一个公共 LAN 连接、一个互联连接），并且必须连接到共享存储池。Oracle Clusterware 和 Oracle Real Application Clusters 可支持多达 100 个集群节点。集群中的每台服务器不需要完全相同，但是必须使用同样的操作系统和同一版本的 Oracle 产品。所有服务器都必须支持相同的架构，例如，都是 32 位或者都是 64 位。

有关 Oracle Real Application Clusters 的认证和技术限制的最新详情，请访问 My Oracle Support (<http://support.oracle.com>)。

文件系统和卷管理

Oracle RAC 是一种全共享式架构，因此卷管理和文件系统必须支持集群识别。Oracle 建议使用 Oracle Database 11g 包含的特性 Oracle Automatic Storage Management (ASM)，为数据库实现各种存储池的自动化管理。ASM 提供了异步 I/O 存储子系统的性能，并可以简化文件系统的管理。它在所有可用资源中分配 I/O 负载，以便在消除手动 I/O 调优需求的同时优化性能。Oracle Database 11g 第 2 版中的 ASM 还附带一个动态卷管理器和一个通用文件系统。

此外，Oracle 也支持特定、经过认证的集群文件系统，如可在 Windows 和 Linux 上使用的 Oracle Cluster File System (OCFS)，即 OCFS2。Oracle Database 11g 第 2 版中的 Oracle Univ 三方 Installer 和 Database Configuration Assistant 不再支持为数据库文件使用原始设备和块设备。但命令行界面仍然支持使用原始设备，因此目前使用原始设备的数据库在升级到 11g 第 2 版期间或者之后可继续使用这些设备。

Oracle Grid Infrastructure

Oracle RAC 11g 第 2 版中还引入了 Oracle Grid Infrastructure。通过 Oracle Grid Infrastructure，Oracle 将 Oracle ASM（成熟的 Oracle 数据库存储池管理解决方案）和 Oracle Clusterware 集成到同一软件包中。通过组合这两个集群环境中最强大的产品，Oracle 建立了通用的网格基础。在 Oracle RAC 环境中，Oracle Grid Infrastructure 为卷管理、文件系统和服务器池管理奠定了必要的基础，支持运行 Oracle RAC 数据库。因此，系统管理员和管理团队有必要对 Oracle Grid Infrastructure 进行管理。

虚拟互联网协议地址 (VIP)

Oracle Real Application Clusters 11g 要求集群中的每台服务器都拥有虚拟 IP 地址。该虚拟 IP 地址是从局域网 (LAN) 内同一子网下获取的 IP 地址，由 Oracle Clusterware 进行管理。应用程序使用这一地址连接 Oracle RAC 数据库。如果一个节点出现故障，该虚拟 IP 将自动切换到集群中的另一个节点，这样就可以快速响应针对故障节点的连接请求。这将提升应用程序的可用性，因为其连接请求可自动切换到服务器池中的另一个实例，不再需要等待网络超时。

网格命名服务

Oracle RAC 11g 第 2 版引入了网格命名服务 (GNS)，通过自动化 Oracle RAC 的 VIP 管理，该服务简化了扩展过程。要使用 GNS，用户必须与网络管理员协作，在域名服务 (DNS) 中设置委托域，并为网格命名服务 (GNS) 设置虚拟 IP 地址。在设置完成后，Oracle 即可自动管理集群中的 VIP。无论用户希望向池中添加服务器还是从中删除服务器，都不必再向网络管理员索要额外的 IP 地址。为了在集群中进一步实现网络管理自动化，使用网格命名服务 (GNS) 还需要一台公共网络中的 DHCP 服务器。Oracle 通过 DHCP 为加入集群的服务器动态分配所需的虚拟 IP 地址。总的来说，GNS 可在动态网络环境下减少不必要的手动重新配置。

单一客户端访问名称 (SCAN)

Oracle RAC 11g 第 2 版还引入了单一客户端访问名称 (SCAN) 这一概念，用以简化客户端对 Oracle RAC 数据库的访问。SCAN 提供用于客户端连接请求的单一名称，当集群随着时间的推移而扩展或其中任何节点发生变化时，该名称不会随之发生改变。这将允许使用简化的连接字符串，如 EZConnect（对于 sqlplus 系统：manager@sales1-scan:1521/oltp；对于 JDBC 系统：jdbc:oracle:thin:@sales1-scan:1521/oltp）。使用 GNS 时，只需为 SCAN 提供名称和监听器端口。如果选择不使用 GNS，则必须在 DNS 中将 SCAN 定义为循环使用 3 个 IP 地址的单一名称。这些 IP 地址必须与集群的公共网络位于相同的子网上。

Cluster Verification Utility

Oracle Grid Infrastructure 附带一种集群配置验证工具，即 Cluster Verification Utility (CVU)。该集群验证工具通过对安装步骤和/或配置变化进行预验证和后验证，避免错误的发生。此外，它也可用于进行持续的集群验证，因此，Oracle Grid Infrastructure 11g 第 2 版补丁集 1 (11.2.0.2) 整合了这种工具。该工具可通过命令行界面调用。在 Oracle RAC 11g 第 2 版中，Cluster Verification Utility (CVU) 与 OUI 集成，用以验证用户在询问式安装过程中提供的配置输入，还可以验证 Oracle Clusterware、ASM 和 Oracle 数据库的系统前提条件。如果您的服务器没有满足某些必要的前提条件，CVU 将创建一个修正脚本。为了自动修复这些前提条件，您可在适用的各个节点上运行这些修正脚本。

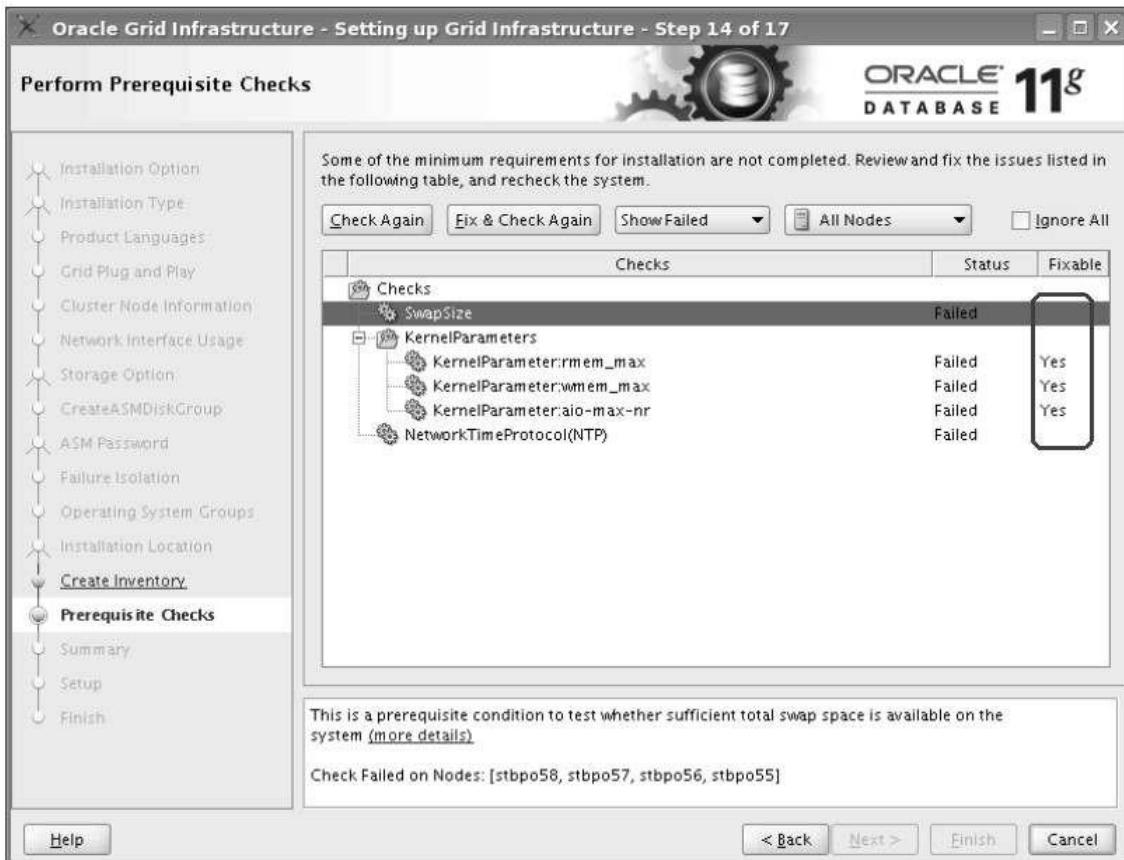


图 3: Oracle Universal Installer 与 CVU 的集成

“高可用性对于我们而言绝对重要……我们现在使用 Oracle RAC 进行实例故障切换，使用 Data Guard 进行站点故障切换，使用 ASM 管理我们的存储，并使用 Oracle Clusterware 将全部内容集合在一起。”

— Jon Waldron, 澳大利亚联邦银行的主管架构师

Oracle RAC 远距离集群

在 Oracle RAC 远距离集群这一架构中，集群中的各台服务器位于不同的地理位置。Oracle RAC 远距离集群提供了非常快速的站点故障恢复，允许所有站点中的所有服务器作为单个数据库集群的一部分主动进行事务处理。尽管该架构引发了广泛的关注，也已经得到成功实施，但用户有必要理解这种架构在距离、延迟时间和所提供的保护程度等方面的最佳适用情况。

延迟时间会产生巨大的影响，所以距离便对这一架构的适用情形有一些实际限制。该架构适用于 2 个数据中心间的距离相对较小（小于等于 100 公里），且有资金在两个站点间建立带专用通道的直连线缆的情况。

Oracle RAC 远距离集群提供了比本地 Oracle RAC 更高的可用性，但并不能达到每一家企业所需的完全灾难恢复要求。合理分区可以很好地防御某些灾难事件（局部断电、飞机失事、机房被淹），但并不能防御所有灾难事件。如地震、飓风、区域性洪灾等会影响更大的区域。客户应分析具体情况，确定一次灾难事件是否会同时影响两个站点。

要实现全面的灾难防御（包括防御数据受损和区域性灾难），Oracle 建议用户结合使用 Oracle Data Guard 与 Oracle RAC，具体请参阅 Oracle 最高可用性架构指南。Oracle Data Guard 还提供了一些其他的功能，如支持跨 Oracle 版本进行滚动升级。

远距离集群的配置比本地集群配置更为复杂。需要精心考虑节点的布局、表决磁盘和数据磁盘的布置。但如果实施得当，该架构可提供比本地 Oracle RAC 数据库更高的可用性，不过仍需牢记 Oracle 最高可用性架构指南的规定。

Oracle Real Application Clusters 的优势

高可用性

Oracle Real Application Clusters 11g 为数据中心的高可用性奠定了基础。它也是 Oracle 最高可用性架构不可或缺的一部分，为实现数据中心的最高可用性提供了最佳实践。Oracle Real Application 还为高可用性数据管理提供了以下至关重要的关键特性：

可靠性 — Oracle 数据库以其可靠性而著称。Oracle Real Application Clusters 消除了数据库服务器单点故障问题，从而使可靠性更上一层楼。如果一个实例发生故障，服务器池中的其余实例仍将保持运行状态。Oracle Clusterware 可监视所有 Oracle 进程，并能立即重启任何发生故障的组件。

恢复能力 — Oracle 数据库包含的许多特性有助于数据库轻松地从各类故障中恢复。如果 Oracle RAC 数据库中的一个实例出现故障，服务器池中的另外一个实例将察觉到这一故障，随后自动进行故障恢复。利用快速应用程序通知 (FAN)、快速连接故障切换 (FCF) 和透明应用程序故障切换 (TAF) 这三个功能，应用程序可以轻松地掩藏组件故障，使用户无法察觉。

错误检测 — Oracle Clusterware 可自动监视 Oracle RAC 数据库和其他 Oracle 进程 (ASM、监听器等)，并快速诊断环境中的问题。它还经常能在用户察觉之前自动完成故障恢复。利用快速应用程序通知 (FAN)，应用程序即可在集群组件出现故障时立即得到通知，以便在故障显现之前重新发布事务。

持续运行 — Oracle Real Application Clusters 可在计划内和计划外停机期间提供持续的服务。如一台服务器（或一个实例）出现故障，数据库仍将保持运行状态，应用程序仍可访问数据。大多数数据库维护操作均可在不停机的情况下完成，并对用户保持透明。许多其他的维护任务都可以通过滚动方式完成，从而能最大限度地减少（甚至避免）应用程序停机。快速应用程序通知和快速连接故障切换可帮助应用程序满足对服务级别的要求。

“我们成功完成了从大型机系统到集群服务器环境的爆炸式迁移。Oracle 的环境是非常稳定的，可提供强大的性能和方便的可伸缩性，从而提高了用户满意度，并改善了客户服务。”

— NoCheol Park, SK Telecom CIO 兼高级副总裁、NGM 项目经理

可伸缩性

Oracle Real Application Clusters 提供了独一无二的应用程序伸缩技术。过去，当数据库服务器容量不足时，我们会使用容量更大的新服务器取而代之。随着服务器容量的增加，其成本也日益攀升。但 Oracle RAC 为数据库提供了增加容量的其他方法。原先运行于大型 SMP 服务器上的应用程序可迁移到小型服务器池中。或者，您也可以选择保留对现有硬件的投资，在服务器池中添加新的服务器（或创建一个服务器池）来增加容量。通过 Oracle Clusterware 和 Oracle RAC 向服务器池中添加服务器时并不需要停机，并且，一旦启用新的实例，应用程序就可立即享有新增的容量。服务器池中的所有服务器必须使用同一操作系统和相同版本的 Oracle 软件，但不必具备相同的容量。如今，根据自己的需要选择服务器池的客户通常会选用特性不同（略有差别）的服务器。

Oracle Real Application Clusters 架构可自动适应快速变化的业务需求和由此带来的负载变化。应用程序用户或中层应用程序服务器客户端可使用服务名称连接到数据库。Oracle 能够在服务器池的多个节点中自动进行用户负载均衡。在不同节点上运行的 Oracle Real Application Clusters 数据库实例订阅了所有或部分数据库服务。这样，对于一些连接到特定数据库服务的应用程序客户端，数据库管理员可以灵活地选择将其连接到某个数据库节点或所有的数据库节点。随着应用程序需求的增长，管理员可以轻松地增加处理容量。Oracle RAC 的缓存融合架构可立即使用新节点的 CPU 和内存资源。DBA 无需手动进行数据的重新分区。

在 Oracle 数据库中分配负载的另一种方法是利用 Oracle 数据库并行执行特性。并行执行（即并行查询或并行 DML）将 SQL 语句的执行工作划分到多个进程中。在 Oracle RAC 环境中，利用 Oracle 基于成本的优化器即可制定出有关节点内和节点间并行性的明智决策。

例如，执行某个查询需要六个查询进程，而本地节点（用户连接的节点）上共有六个空闲的 CPU，则只需使用本地资源即可完成该查询。这体现了高效的节点内并行性，省却了在多个节点间协调查询的开销。但是，如果本地节点中只有两个 CPU，那么就由这两个 CPU 和其他节点中的 4 个 CPU 来共同处理该查询。因此，节点内和节点间并行性可加速查询操作。

管理您的 Oracle Real Application Clusters 数据库

Oracle Real Application Clusters 能提供单一系统映像，从而简化了配置和管理工作。用户可在
一个位置完成 Oracle RAC 数据库的安装、配置和管理。从 Oracle Universal Installer (OUI) 到
Enterprise Manager，用于管理数据库的所有工具和实用程序均支持集群识别。这些工具和实
用程序包括 Database Configuration Assistant (DBCA)、Database Upgrade Assistant (DBUA)、
Network Configuration Assistant (NETCA) 和命令行界面，如 `srvctl`。

Oracle Enterprise Manager

Oracle Enterprise Manager Grid Control 是 Oracle 推荐使用的环境管理界面。它能为整个
Oracle IT 基础架构（包括采用 Oracle 和非 Oracle 技术的系统）提供集中管理功能。Oracle
Grid Control 提供了广泛的功能，包括管理、配置管理、供应、端到端监视和安全功能。该
界面在帮助客户维护其 IT 基础架构服务级别的同时，降低了私有云的管理成本和复杂性。

Oracle Enterprise Manager Database Control 是 Oracle 提供的一种图形化管理工具，能够帮助您
管理 Oracle 数据库。在创建数据库时，DBCA 将自动配置该工具。此外，通过该工具，您
也可以在创建数据库时自动完成注册过程。这两款 Enterprise Manager 产品均支持集群识别，
可用于管理通过 Oracle Clusterware 创建的 Oracle RAC 和服务器池。

Select	Name	Current Size	Minimum Size	Maximum Size	Importance
<input type="checkbox"/>	Server Pools				
<input type="checkbox"/>	AppsPool	2	0*	2	0*
<input type="checkbox"/>	ora.RACpool	2	0*	2	0*

* Default value

图 4: Oracle Enterprise Manager Database Control — 服务器池管理

Oracle Enterprise Manager Grid Control 简化了 Oracle 数据库管理员的日常管理任务,以及 Oracle 数据库的部署和监视工作。它可在以下情况中发挥作用:

- 将 Oracle 数据库从文件系统迁移至 Oracle ASM 时
- 将 Oracle 单实例转化为 Oracle RAC 数据库时
- 监视各个方面 (如备份和恢复、复制、灾难恢复) 的高可用性时
- 达到已定义阈值 (集群级), 必须发布警报时。

从 Oracle Enterprise Manager 10g 第 2 版开始, Grid Control 提供了一些额外的功能, 进一步简化了 Oracle Real Application Clusters 数据库的供应。利用 Oracle Enterprise Manager, 客户即可轻松完成服务器池的初始创建, 包括部署所需的 Oracle 软件 (即 Oracle 主目录软件) 和配置 Oracle Clusterware。

Oracle 主目录软件可作为已知的“黄金映像”保存在 Oracle Enterprise Manager 中, 或用于进一步部署。创建“黄金映像”使用的是一个已知实施良好的 Oracle Clusterware 或 Oracle Real Application Clusters 的副本。因此, Oracle Enterprise Manager 支持完整、端到端地创建新的 Oracle RAC 和 Oracle Grid Infrastructure 环境, 包括执行超级用户操作 (root.sh) 和可定制的安装前后步骤。当向服务器池添加服务器时, 也将获得类似的支持。

对于 Linux 操作系统, Oracle 还可以向裸节点供应“映像”。该映像可以由操作系统、Oracle Enterprise Manager 代理、Oracle Grid Infrastructure 和带有 Oracle Real Application Clusters 的 Oracle 数据库组成, 并且可与硬件配置文件关联在一起。这一映像的全部组件都作为“黄金映像”, 储存在 Oracle Enterprise Manager 中。

Oracle Enterprise Manager Database Control 为服务器池和集群管理开辟了新领域。“集群选项卡”可供您监视和管理通过 Oracle Clusterware 创建的服务器池。通过集群选项卡, 您可以创建资源, 并对 Oracle 资源和用户创建的资源进行管理。用户创建的包含相关性的资源可以允许集群监视和管理集群内任意服务器上的任意进程。Oracle Clusterware 包含成熟的相关性选项, 允许用户轻松实现对所有关键业务应用程序的建模。Oracle Enterprise Manager Database Control 11g 第 2 版需要一个 Oracle RAC 11g 第 2 版数据库。然而, 即便数据库发生故障, 它也能管理 Oracle Clusterware 及其资源。

滚动补丁应用程序

Oracle 支持以滚动方式为 Oracle RAC 数据库的节点应用补丁, 且无需停机。补丁一次应用到一个节点, 而 Oracle RAC 系统中的其他节点仍可正常运行。这要求每个节点具有一个单独的 Oracle 主目录。系统根据补丁所做的更改, 对补丁进行标记, 以确定是否对其采用滚动升级的安装方式。某些修改实例间共享的通用结构或数据库内容的补丁不应采用滚动升级的安装方式。

此功能最早在 Oracle 9.2.0.2 中提供。所有 Oracle Clusterware 补丁均可采用滚动方式应用。在 Oracle Database 11g 中，Automatic Storage Management 可支持滚动升级。Oracle Grid Infrastructure 11g 第 2 版（包括 Oracle Clusterware 和 Oracle ASM）的全部补丁（包括补丁集在内）均可滚动升级。此外，在 Oracle Database 11g 第 2 版中，Oracle 还简化了集群内的补丁应用方式。补丁实用程序 Opatch 可通过几个简单的步骤来应用补丁集和补丁包。

滚动版本升级支持

Oracle Grid Infrastructure 11g 第 2 版和 Oracle Clusterware（从 Oracle Clusterware 10g 版本开始）均支持滚动升级。该特性允许您在不中断整个集群的情况下进行升级，因而能实现全天候的业务运营。在将 Oracle Automatic Storage Management 升级到 11g 版本之后，也可以使用 ASM 进行滚动升级。

利用 Oracle Data Guard SQL Apply，Oracle RAC 11g 支持以滚动的方式进行数据库软件的升级（从 Oracle Database 10g 第 1 版 补丁集 1 起），几乎无需数据库停机。滚动升级的步骤包括：将逻辑备用数据库升级到下一个版本，在一种混合模式下运行以便测试和验证升级过程，切换到升级后的数据库来执行角色对调，最终升级原来的主数据库。当为了测试而在混合模式中运行时，用户可以终止升级、降级软件，这样做不会造成数据丢失。为了在这些步骤中提供额外的数据保护，可以使用第二个备用数据库。

Oracle Data Guard 支持的滚动升级最大限度地减少了停机时间，因而缩短了通常包含许多管理任务的长维护时段，并实现了全天候的业务运营。

使用 Oracle Real Application Clusters 进行负载管理

使用 Oracle RAC 数据库的应用程序需要管理整个服务器池内的负载。Oracle Real Application Clusters 采用创新的负载管理技术，可在确保应用程序可配置和高可用的前提下提供最佳的应用程序吞吐能力。Oracle RAC 11g 第 2 版能简化服务器池内的 Oracle RAC 数据库管理，在将应用程序轻松整合到服务器池的同时，能够进行资源分配和角色分离的管理。

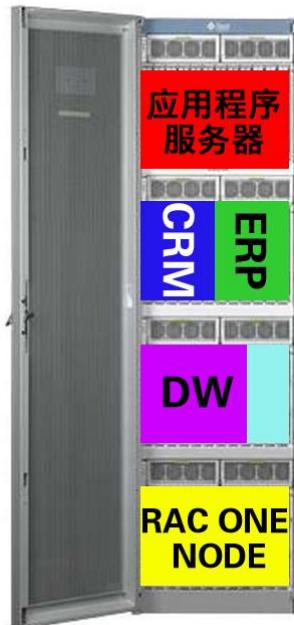


图 5 利用服务器池整合到低成本服务器中

服务器池

使用 Oracle RAC 11g 第 2 版，用户可将一个数据库定义为在服务器池中运行。服务器池是一种集群内的逻辑实体，允许管理员为特定应用程序分配资源。一个服务器池由 3 个属性定义：min（池中服务器的最小数量）、max（池中服务器的最大数量）和 importance（为集群内的不同池指定相对重要性）。当某个集群的重新配置生效时，Oracle Clusterware 会为用户定义的池分配服务器。Oracle Clusterware 将根据重要性分配服务器。为数据库维护的实例数量由服务器池的基数确定。

Database Configuration Assistant (DBCA) 允许通过定义基数和名称来创建策略管理的数据库。它将自动创建一个服务器池，尝试分配尽可能多的服务器，并根据基数参数的请求指定数据库实例数量。Oracle Clusterware 将根据集群内服务器的可用情况维护服务器池中的服务器，直至达到维护上限。

服务

负载管理依赖于所使用的服务，这是 Oracle 数据库的一项特性。服务通过提供一个系统映像来管理负载，隐藏了 Oracle RAC 数据库的复杂性。此外，服务还使应用程序受益于服务器池的可靠性。过去，一个数据库只能提供一项服务，其名称用于 SQL*NET 连接数据。在 Oracle Database 11g 中，DBA 可为单个数据库定义超过一百项数据库服务。

这允许您根据服务级别和优先级等业务需求，将应用程序负载细分为更易于管理的部分。服务与 Oracle 数据库的很多特性集成在一起。例如，可以根据某项服务，自动将应用程序用户分配至 Resource Manager 的某个用户组，从而限制用户对资源（如 CPU）的使用。此外，还可以根据服务将批处理作业分配到特定的作业类。在使用 Oracle Streams Advanced Queuing 时，利用服务能够实现队列的位置透明性，而 Oracle RAC 11g 能保证将节点间并行查询限制在服务处于活动状态的实例上。

一项服务可以跨越一个 Oracle 数据库的一个或多个实例，而一个实例可以支持多项服务。提供服务的实例的数量由 DBA 动态管理，与应用程序无关。如果发生故障，服务将自动在正常运行的实例中恢复运行。实例恢复后，任何未运行的服务都会自动恢复。

对于策略管理的数据库，服务仅能在一个服务器池中运行，并被定义为统一服务（在服务器池中的所有实例上运行）或单一服务（仅在服务器池中的一个实例上运行）。

连接负载平衡

Oracle Net Services 为数据库连接提供了连接负载平衡。客户端负载平衡将在集群内的全部 SCAN 监听器中平衡连接请求，方法是在客户端连接字符串的地址列表上使用 SCAN。SQL*NET 将随机选择其中一个 SCAN ip 地址。如果选中的服务器不可用，则将尝试列表中的下一台服务器。服务器端负载平衡是通过 SCAN 监听器实现的。每个 SCAN 监听器都能感知到提供每项服务的集群中的所有实例。基于为服务定义的目标，监听器会选择最符合目标的实例，然后通过本地监听器连接到该实例。

“我们部署的集群数据库架构满足了我们的业务和性能需求。更提供了未来发展所需的灵活性。架构经过重新设计的最新全局数据仓库特性不仅拥有更强大的处理器、更高的性能，还为应用程序和用户提供了更充足的容量。”

— Matthew Schroeder, Alcoa 业务信息与技术部经理

快速应用程序通知

快速应用程序通知 (FAN) 提供了 Oracle RAC 数据库与应用程序之间的集成。利用此特性，应用程序能够在任何给定时刻识别出服务器池的当前配置，从而仅连接至可响应用当前应用程序请求的实例。当集群内发生状态更改时，Oracle RAC HA 框架将立即发布一个 FAN 事件。

集成的客户端将接收这些事件，并立即做出响应。对于故障事件，通过清除与故障实例的连接，您可以将发生应用程序中断的风险降至最低。运行中的事务中断后，将向应用程序返回一条出错提示。应用程序仅与活动状态的实例建立连接。服务器端调出可用于记录故障单，通知管理员出现故障。

对于启用实例事件，系统将创建新连接，以允许应用程序立即使用新增的资源。Oracle JDBC、Oracle Universal Connection Pool、ODP.NET 和 OCI 客户端均与 FAN 集成。为了获得 FAN 特性带来的优势，自己拥有连接池的应用程序可利用 Oracle Database 11g 第 2 版 JDBC 驱动程序提供的 Oracle RAC FAN API 或 Oracle Call Interface 回调功能。

Load Balancing Advisory

随着时间的推移，数据库负载和服务器池配置都有可能发生变化，因此有必要根据最新信息创建和分配数据库连接。Oracle Real Application Clusters 提供了一个负载平衡顾问程序：Load Balancing Advisory。Oracle RAC 按每个提供服务的实例持续监视针对每项服务执行的负载。这些信息将发布到自动负载信息库，并使用 FAN 事件发布到应用程序。FAN 事件中包含当前所提供的服务级别，并为指向各实例的连接数应占的百分比提供了建议。

集成的 Oracle 客户端将利用这些事件对应用程序请求进行智能的负载平衡。当应用程序尝试建立连接时，大多数连接池使用随机或循环算法从池中选出一个空闲连接。利用来自 Load Balancing Advisory 的 FAN 事件，连接池即可选出当前能提供最佳服务的连接。Oracle JDBC、Oracle UCP、OCI 和 ODP.NET 与 Load Balancing Advisory 集成，从而提供运行时连接负载均衡。

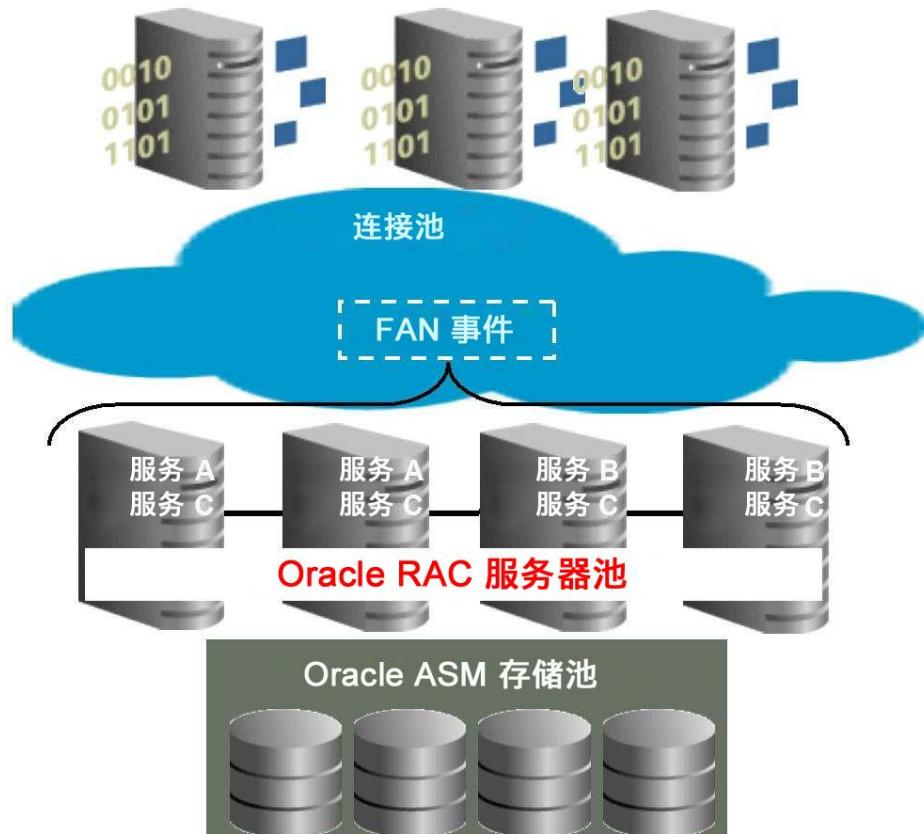


图 6: Oracle RAC 体系中的负载平衡

总结

Oracle Real Application Clusters 专为高可用性和可伸缩性而设计。通过预防硬件和软件故障，Oracle Real Application Clusters 提供了系统级的可用性，保障了持续的数据访问。其横向和纵向伸缩特性提供了一个可在任何方向上进行扩展的平台，为企业发展业务提供了支持。Oracle Real Application Clusters 提供的透明度令现有应用程序和新开发的应用程序都能从中获益。

应用程序的开发和管理以及变更管理因此变得更加简单，从而降低了总拥有成本。Oracle Real Application Clusters 凭借其特性和功能成为市场上独一无二的产品。Oracle RAC 在全球各地拥有数以千计的客户，遍及各行各业，涉及任务关键应用环境和许多其他应用环境。它是设置或管理私有云时不可或缺的重要组件。

甲骨文（中国）软件系统有限公司

北京远洋光华中心办公室

地址: 北京市朝阳区景华南街5号远洋光华中心C座21层
邮编: 100020
电话: (86.10) 6535-6688
传真: (86.10) 6515-1015

南京分公司

地址: 南京市玄武区洪武北路55号, 置地广场19层1911室
邮编: 210028
电话: (86.25) 8476-5228
传真: (86.25) 8476-5226

北京上地6号办公室

地址: 北京市海淀区上地信息产业基地, 上地西路8号, 上地六号大厦D座702室
邮编: 100085
电话: (86.10) 8278-7300
传真: (86.10) 8278-7373

杭州分公司

地址: 杭州市西湖区杭大路15号, 嘉华国际商务中心702室
邮编: 310007
电话: (86.571) 8717-5300
传真: (86.571) 8717-5299

上海分公司

地址: 上海市黄浦区天津路155号名人商业大厦12层
邮编: 200021
电话: (86.21) 2302-3000
传真: (86.21) 6340-6055

西安分公司

地址: 西安市高新区科技二路72号, 零壹广场主楼1401室
邮编: 710075
电话: (86.29) 8833-9800
传真: (86.29) 8833-9829

广州分公司

地址: 广州市天河区珠江新城华夏路8号合景国际金融广场18楼
邮编: 510623
电话: (86.20) 8513-2000
传真: (86.20) 8513-2380

福州分公司

地址: 福州市五四路158号, 环球广场1601室
邮编: 350003
电话: (86.591) 8801-0338
传真: (86.591) 8801-0330

成都分公司（川信大厦办公室）

地址: 成都市人民南路二段18号四川川信大厦20层A&D座
邮编: 610016
电话: (86.28) 8619-7200
传真: (86.28) 8619-9573

重庆分公司

地址: 重庆市渝中区邹容路68号, 大都会商厦1611室
邮编: 400010
电话: (86.23) 6370-8898
传真: (86.23) 6370-8700

成都分公司（高新国际广场办公室）

地址: 成都市高新区天韵路150号高新国际广场D座四楼18-19, 22-25单元
邮编: 610041
电话: (86.28) 8530-8600
传真: (86.28) 8530-8699

深圳分公司

地址: 深圳市南山区高新南一道飞亚达大厦16层
邮编: 518057
电话: (86.755) 8396-5000
传真: (86.755) 8601-3837

大连分公司

地址: 大连软件园东路23号大连软件园国际信息服务中心2号楼五层502号A区
邮编: 116023
电话: (86.411) 8465-6000
传真: (86.411) 8465-6499

甲骨文软件研究开发中心（北京）有限公司

地址: 北京市海淀区中关村软件园孵化器2号楼A座一层
邮编: 100094
电话: (86.10) 8278-6000
传真: (86.10) 8282-6455

济南分公司

地址: 济南市泺源大街150号, 中信广场11层1113单元
邮编: 250011
电话: (86.531) 8518-1122
传真: (86.531) 8518-1133

深圳分公司

地址: 深圳市南山区高新南一道德赛科技大厦8层0801-0803单元
邮编: 518057
电话: (86.755) 8660-7100
传真: (86.755) 2167-1299

沈阳分公司

地址: 沈阳市沈河区青年大街219号, 华新国际大厦17层D单元
邮编: 110016
电话: (86.24) 2396 1175
传真: (86.24) 2396 1033

甲骨文亚洲研发中心-上海

地址: 上海市杨浦区淞沪路290号创智天地10号楼512-516单元
邮编: 200433
电话: (86.21) 6095-2500
传真: (86.21) 6095-2555



Oracle Real Application Clusters (RAC) 11g 第 2 版
2010 年 11 月

公司网址: <http://www.oracle.com> (英文)
中文网址: <http://www.oracle.com/cn> (简体中文)
销售中心: 800-810-0161
售后服务热线: 800-810-0366
培训服务热线: 800-810-9931

欢迎访问:
<http://www.oracle.com> (英文)
<http://www.oracle.com/cn> (简体中文)

版权© 2011 归 Oracle 公司所有。未经允许, 不得以任何形式和手段复制和使用。

本文的宗旨只是提供相关信息, 其内容如有变动, 恕不另行通知。Oracle 公司对本文内容的准确性不提供任何保证, 也不做任何口头或法律形式的其他保证或条件, 包括关于适销性或符合特定用途的所有默示保证和条件。本公司特别声明对本文档不承担任何义务, 而且本文档也不能构成任何直接或间接的合同责任。未经 Oracle 公司事先书面许可, 严禁将此文档为了任何目的, 以任何形式或手段(无论是电子的还是机械的)进行复制或传播。

Oracle 是 Oracle 公司和/或其分公司的注册商标。其他名字均可能是各相应公司的商标。