



Sun Cluster 概述 (适用于 Solaris OS)

Sun Microsystems, Inc.
4150 Network Circle
Santa Clara, CA 95054
U.S.A.

文件号码: 817-6913-10
2004 年 4 月, 修订版 A

版权所有 2004 Sun Microsystems, Inc. 4150 Network Circle, Santa Clara, CA 95054 U.S.A. 保留所有权利。

本产品或文档受版权保护，其使用、复制、发行和反编译均受许可证限制。未经 Sun 及其许可方事先的书面许可，不得以任何形式、任何手段复制本产品或文档的任何部分。包括字体技术在内的第三方软件受 Sun 供应商的版权保护和许可证限制。

本产品的某些部分可能是从 Berkeley BSD 系统衍生出来的，并获得了加利福尼亚大学的许可。UNIX 是由 X/Open Company, Ltd. 在美国和其它国家/地区独家许可的注册商标。

Sun、Sun Microsystems、Sun 徽标、docs.sun.com、AnswerBook、AnswerBook2 和 Solaris 是 Sun Microsystems, Inc. 在美国和其它国家/地区的商标、注册商标或服务标记。所有 SPARC 商标的使用均已获得许可，它们是 SPARC International Inc. 在美国和其它国家/地区的商标或注册商标。带有 SPARC 商标的产品均基于 Sun Microsystems, Inc. 开发的体系结构。

OPEN LOOK 和 Sun™ 图形用户界面是 Sun Microsystems, Inc. 为其用户和许可证持有者开发的。Sun 感谢 Xerox 在研究和开发可视或图形用户界面的概念方面为计算机行业所做的超前贡献。Sun 已从 Xerox 获得了对 Xerox 图形用户界面的非独占性许可证，该许可证还适用于实现 OPEN LOOK GUI 和在其它方面遵守 Sun 书面许可协议的 Sun 许可证持有者。

本文档按“原样”提供，对所有明示或默示的条件、陈述和担保，包括对适销性、适用性和非侵权性的默示保证，均不承担任何责任，除非此免责声明的适用范围在法律上无效。



040520@8606



目录

序 5

1 Sun Cluster 简介	9
Sun Cluster 使应用程序具有高可用性	9
可用性管理	10
故障切换服务、可伸缩服务和并行应用程序	10
IP 网络多路径支持	10
存储管理	11
监视故障	12
管理和配置工具	12
SunPlex Manager	13
命令行界面	13
Sun Management Center	13
基于角色的访问控制	14
2 Sun Cluster 的主要概念	15
群集节点	15
群集互连	16
群集成员	16
群集配置系统信息库	17
故障监视器	17
数据服务监视	17
磁盘路径监视	17
IP 多路径监视	18
仲裁设备	18

数据完整性	18
故障防护	19
故障防护的快速故障报警机制	19
设备	20
全局设备	20
本地设备	20
磁盘设备组	21
数据服务	21
资源类型	21
资源	22
资源组	22
数据服务类型	22
3 Sun Cluster 体系结构	25
Sun Cluster 硬件环境	25
Sun Cluster 软件环境	26
群集成员监视器	27
群集配置系统信息库 (CCR)	28
群集文件系统	28
可伸缩数据服务	29
负载均衡策略	30
多主机磁盘存储器	30
群集互连	30
IP 网络多路径组	31
公共网络接口	32
索引	33

序

《Sun™ 群集概述 (适用于 Solaris OS)》通过解释产品的目的以及 Sun Cluster 达到此目的的方法，介绍了 Sun Cluster 产品。本书还介绍了 Sun Cluster 的关键概念。本文档中的信息可以使您了解 Sun Cluster 的特性和功能。

相关文档

有关相关的 Sun Cluster 主题的信息，可从下表列出的文档中获得。可从 <http://docs.sun.com> 获取所有 Sun Cluster 文档。

主题	文档
概念	《Sun Cluster 概念指南 (适用于 Solaris OS)》
概述	《Sun Cluster 概述 (适用于 Solaris OS)》
词汇表	<i>Sun Java Enterprise System 2003Q4 Glossary</i>
硬件管理	<i>Sun Cluster Hardware Administration Manual for Solaris OS</i> 各个硬件管理指南
软件安装	《Sun Cluster 软件安装指南 (适用于 Solaris OS)》
数据服务管理	《Sun Cluster 数据服务规划和管理指南 (适用于 Solaris OS)》 各个数据服务指南
数据服务开发	《Sun Cluster 数据服务开发者指南 (适用于 Solaris OS)》
系统管理	《Sun Cluster 系统管理指南 (适用于 Solaris OS)》

主题	文档
错误消息	<i>Sun Cluster Error Messages Guide for Solaris OS</i>
命令和功能参考	<i>Sun Cluster Reference Manual for Solaris OS</i>

有关 Sun Cluster 文档的完整列表，请参阅 <http://docs.sun.com> 上针对您的 Sun Cluster 软件发行版的发行说明。

联机访问 Sun 文档

可以通过 docs.sun.comSM Web 站点联机访问 Sun 技术文档。您可以浏览 docs.sun.com 档案或查找某个具体的书名或主题。URL 是 <http://docs.sun.com>。

订购 Sun 文档

Sun Microsystems 提供一些印刷的产品文档。有关文档列表以及如何订购它们，请参阅 <http://docs.sun.com> 上的“购买印刷的文档”。

获得帮助

如果您在安装或使用 Sun Cluster 系统时有任何问题，请与您的服务供应商联系并提供以下信息：

- 您的姓名和电子邮件地址（如果有）
- 您的公司名称、地址和电话号码
- 系统的型号和序列号
- 操作环境的发行版本号（例如，Solaris 9）
- Sun Cluster 软件的发行版本号（例如，3.1 4/04）

使用下面的命令收集系统上每个节点的有关信息，以提供给服务供应商：

命令	功能
<code>prtconf -v</code>	显示系统内存的大小并报告有关外围设备的信息
<code>psrinfo -v</code>	显示有关处理器的信息
<code>showrev -p</code>	报告已安装了哪些修补程序
<code>prtdiag -v</code>	显示系统诊断信息
<code>scinstall -pv</code>	显示 Sun Cluster 软件发行版和软件包版本信息
<code>scstat</code>	提供群集状况的快照
<code>scconf -p</code>	列出群集配置信息
<code>scrgadm -p</code>	显示有关安装的资源、资源组和资源类型的信息

还请提供 `/var/adm/messages` 文件的内容。

排版惯例

下表介绍了本书中使用的排版惯例。

表 P-1 排版惯例

字体或符号	含义	示例
<code>AaBbCc123</code>	命令、文件和目录的名称以及计算机屏幕输出	编辑 <code>.login</code> 文件。 使用 <code>ls -a</code> 列出所有文件。 <code>machine_name% you have mail.</code>
AaBbCc123	您键入的内容，与计算机屏幕输出的内容相对照	<code>machine_name% su</code> Password:
<i>AaBbCc123</i>	命令行占位符：用实际名称或实际值替换	要删除文件，请键入 rm <i>filename</i> 。
<i>AaBbCc123</i>	书名、新词或要强调的词	请参见《 用户指南 》第 6 章。 这些称为 类 选项。 必须是 root 用户才能执行此操作。

命令示例中的 shell 提示符

以下表格显示了 C shell、Bourne shell 和 Korn shell 的缺省系统提示符和超级用户提示符。

表 P-2 shell 提示符

shell	提示符
C shell 提示符	machine_name%
C shell 超级用户提示符	machine_name#
Bourne shell 和 Korn shell 提示符	\$
Bourne shell 和 Korn shell 超级用户提示符	#

第 1 章

Sun Cluster 简介

SunPlex 系统是集成的硬件和 Sun Cluster 软件解决方案，用于创建高可用性、高可伸缩的服务。本章简要概述 Sun Cluster 的功能。

本章包含以下几节：

- 第 9 页 “Sun Cluster 使应用程序具有高可用性”
- 第 12 页 “监视故障”
- 第 12 页 “管理和配置工具”

Sun Cluster 使应用程序具有高可用性

群集由两个或多个系统或节点组成，这些系统或节点一起作为一个连续可用系统进行工作，为用户提供应用程序、系统资源和数据。群集中的每个节点都是功能完备的独立系统。但是，在群集环境中，各个节点互相连接，并作为一个整体进行工作，从而提高了可用性也改善了性能。

在高可用性群集中，通过让群集在出现故障的情况下保持运行状态，来提供对数据和应用程序的几乎持续的访问，而这些故障通常会使单一服务器系统宕机。任何一种单一的故障（硬件、软件或网络）都不会导致群集失败。相比之下，容错硬件系统提供对数据和应用程序的持续访问，但由于使用专用硬件而成本较高。容错系统中通常不会处理软件故障。

每个 Sun Cluster 系统是一组紧密连结的节点，提供网络服务和应用程序的单一管理视图。Sun Cluster 系统通过采用以下硬件和软件的组合实现高可用性：

- 冗余磁盘系统提供存储。这些磁盘系统通常被镜像，以使某个磁盘或子系统出现故障时操作不被中断。如果服务器、控制器或电缆出现故障，磁盘系统的冗余连接可以确保数据不被隔离。节点间的高速互连提供了对资源的访问。群集中的所有节点还连接到公共网络，以使多个网络上的客户机可以访问该群集。

- 冗余热插拔组件（例如，供电和冷却系统）使系统在硬件出现故障后继续运行，从而提高了可用性。无需关闭运行系统，热插拔组件能够在运行系统中添加和删除硬件组件。
- Sun Cluster 软件的高可用性框架快速检测节点故障，并将应用程序或服务迁移到相同环境中运行的另一个节点。在任何时候，所有的应用程序决不会同时不可用。未受出现故障的节点影响的应用程序在恢复期间完全可用。而且，受出现故障的节点影响的应用程序在恢复后立即可用。已恢复的应用程序不必等待所有其它应用程序完成恢复。

可用性管理

如果一个应用程序可从系统中的任何单一软件或硬件故障中恢复，则它是高度可用的。由该应用程序自身出现的错误或数据破坏而造成的故障除外。高可用性应用程序具有以下特性：

- 恢复过程对于使用资源的应用程序是透明的。
- 资源访问权限完全不受节点故障的影响。
- 应用程序无法检测到提供服务的节点已切换为另一个节点。
- 单一节点故障对于其它节点上使用附加到该节点的文件、设备以及磁盘卷的程序是完全透明的。

故障切换服务、可伸缩服务和并行应用程序

故障切换服务、可伸缩服务和并行应用程序可以使应用程序高度可用，并提高应用程序在群集中的性能。

故障切换服务通过冗余提供高可用性。可以将应用程序配置为：当发生故障时，在同一节点上重新启动或切换到群集中的另一个节点，而无需用户干预。

为了提高性能，可伸缩服务使用群集中的多个节点并行运行应用程序。在可伸缩配置中，群集中的每一个节点都可以提供数据并处理客户机请求。

并行数据库启用该数据库服务器的多个实例执行以下操作：

- 加入群集
- 同时处理对同一数据库的不同查询
- 对大型查询提供并行查询功能

有关故障切换服务、可伸缩服务和并行应用程序的详细信息，请参阅第 22 页“数据服务类型”。

IP 网络多路径支持

客户机通过公共网络向群集提出数据请求。每个群集节点通过一个或多个公共网络适配器至少连接到一个公共网络。

IP network multipathing 使服务器具有连接到同一子网的多个网络端口。首先，通过检测网络适配器的故障或检修，IP network multipathing 软件使系统从网络适配器故障中恢复。同时将网络地址在当前适配器和备用适配器来回切换。当多个网络适配器处于正常工作状态时，IP network multipathing 通过将输出包分发到各个适配器，提高了数据吞吐量。

存储管理

通过将磁盘连接到多个节点，多主机存储使磁盘高度可用。多个节点启用多条路径来访问数据，如果一条路径出现故障，则另一条路径可替换该路径。

多主机磁盘启用以下群集处理：

- 容忍单一节点故障。
- 集中应用程序数据、应用程序二进制文件以及配置文件。
- 免受节点故障的影响。如果客户机请求通过某个节点访问数据，但该节点出现故障，则请求会被切换到与同一磁盘直接连接的另一个节点。
- 通过“控制”磁盘的主节点提供全局访问，或通过本地路径直接并行访问。

卷管理支持

卷管理器使您可以管理大量的磁盘以及这些磁盘上的数据。卷管理器提供以下功能，这样可以提高存储能力和数据可用性：

- 磁盘驱动器分条和并置
- 磁盘镜像
- 磁盘驱动器热备用
- 磁盘故障处理和磁盘替换

Sun Cluster 系统支持以下卷管理器：

- Solaris Volume Manager
- VERITAS Volume Manager

Sun StorEdge Traffic Manager

Sun StorEdge Traffic Manager 软件与 Solaris 操作系统 8 核心 I/O 框架完全集成。它使您更有效地表示和管理那些在 Solaris 操作环境的单一实例中可以通过多个 I/O 控制器接口访问的设备。Sun StorEdge Traffic Manager 体系结构启用以下功能：

- 对由于 I/O 控制器出现故障造成的 I/O 中断采取保护措施
- I/O 控制器出现故障后自动切换到备用控制器
- 通过在多个 I/O 通道之间进行负载平衡，提高了 I/O 性能

硬件独立磁盘冗余阵列支持

Sun Cluster 系统支持使用硬件独立磁盘冗余阵列 (RAID) 和基于主机的软件 RAID。硬件 RAID 使用存储阵列或存储系统的硬件冗余以确保独立硬件故障不会影响数据可用性。如果对各个存储阵列进行镜像, 当某个存储阵列整个脱机时, 基于主机的软件 RAID 确保独立硬件故障不会影响数据可用性。尽管可以同时使用硬件 RAID 和基于主机的软件 RAID, 但只需要一种 RAID 解决方案来维护数据的高可用性。

文件系统支持

因为群集系统的固有特性之一为共享资源, 所以群集需要一个文件系统, 以满足统一共享文件的需要。通过使用远程或本地标准 UNIX API, Sun Cluster 文件系统可使用户或应用程序访问群集中任何节点上的所有文件。如果应用程序被从一个节点切换到另一个节点, 访问相同的文件时无需对应用程序进行任何更改。无需更改现有应用程序就可以完全使用该群集文件系统。

监视故障

通过使用多主机磁盘、多路径支持以及全局文件系统, Sun Cluster 系统使用户与数据之间的路径具有高可用性。Sun Cluster 系统监视以下故障:

- 应用程序 – 多数 Sun Cluster 数据服务使用一个故障监视器来定期探测数据服务以决定其运行情况。故障监视器检验应用程序守护程序是否正在运行以及客户机是否受到服务。根据探测返回的信息, 可以启动预定义操作 (例如, 重新启动守护程序或进行故障切换)。
- 磁盘路径 – Sun Cluster 软件支持磁盘路径监视 (DPM)。通过报告辅助磁盘路径出现的故障, DPM 改善故障切换和转移的整体可靠性。
- 网际协议 (IP) 多路径 – 在 Sun Cluster 系统上, Solaris IP 网络多路径支持软件为监视公共网络适配器提供基本的机制。当检测到将 IP 地址故障后, IP 多路径支持还将 IP 地址从一个适配器切换到另一个适配器。

管理和配置工具

可以通过 SunPlex Manager GUI 或通过命令行界面 (CLI) 来安装、配置和管理 Sun Cluster 系统。

Sun Cluster 系统还具有一个可以作为 Sun Management Center 软件的一部分运行的模块, 来为某些群集任务提供 GUI。

SunPlex Manager

SunPlex Manager 是一种基于浏览器的 Sun Cluster 系统管理工具。SunPlex Manager 软件可使管理员进行系统管理和监视、软件安装以及系统配置。

SunPlex Manager 软件包含以下功能。

- 内置安全和授权机制
- 安全套接字层 (SSL) 支持
- 基于角色的访问控制 (RBAC)
- 可插接鉴别模块 (PAM)
- NAFO 和 IP 网络多路径支持组管理工具
- 仲裁设备、传输、共享存储设备以及资源组管理
- 复杂错误检查和专用互连的自动检测

命令行界面

Sun Cluster 命令行界面是一组公用程序，可用于安装和管理 Sun Cluster 系统以及管理 Sun Cluster 软件的卷管理器部分。

通过 Sun Cluster CLI 可以执行以下 SunPlex 管理任务：

- 验证 Sun Cluster 配置
- 安装和配置 Sun Cluster 软件
- 更新 Sun Cluster 配置
- 管理资源类型的登记、资源组的创建和资源组内资源的激活。
- 更改资源组和磁盘设备组的主节点和状态
- 使用基于角色的访问控制 (RBAC) 控制访问
- 关闭整个群集

Sun Management Center

Sun Cluster 系统还具有一个可以作为 Sun Management Center 软件的一部分运行的模块。Sun Management Center 软件作为群集的基础来管理和监视操作，并使系统管理员可以通过 GUI 或 CLI 来执行以下任务：

- 配置远程系统
- 监视性能
- 检测和隔离硬件和软件故障

Sun Management Center 软件还可以用作 Sun Cluster 服务器内管理动态重新配置的界面。动态重新配置包括域创建、动态板附加和动态分离。

基于角色的访问控制

在常规的 UNIX 系统中，`root` 用户（也称为超级用户）是全能的，具有读取和写入任何文件、运行所有程序并向所有进程发送终止信号的能力。Solaris 基于角色的访问控制 (RBAC) 可以替代极端的超级用户模型。RBAC 使用最小特权的安全原则，即仅授予每个用户执行任务所需的特权。

RBAC 使组织可以划分超级用户功能，并将其与特殊的用户帐户或角色关联以指定给特定的个体。这种划分和关联可以使安全策略多样化。对于某些方面，例如安全、联网、防火墙、备份和系统操作，可以为了特殊职责的管理员建立帐户。

第 2 章

Sun Cluster 的主要概念

本章介绍在使用 Sun Cluster 系统之前需要了解的与 Sun Cluster 系统的硬件和软件组件相关的主要概念。

本章包含以下几节：

- 第 15 页 “群集节点”
- 第 16 页 “群集互连”
- 第 16 页 “群集成员”
- 第 17 页 “群集配置系统信息库”
- 第 17 页 “故障监视器”
- 第 18 页 “仲裁设备”
- 第 20 页 “设备”
- 第 21 页 “数据服务”

群集节点

群集节点是运行 Solaris 软件和 Sun Cluster 软件的计算机。Sun Cluster 软件使群集中可以具有二到八个节点。

群集节点通常与一个或多个磁盘相连。未连接到磁盘的节点使用群集文件系统来访问多主机磁盘。在并行数据库配置中，所有的节点共享对某些或全部磁盘的并行访问。

群集中的每一节点都会知道另一节点的加入或离开。此外，群集中的每一节点还都会知道本地运行的资源和在其它群集节点上运行的资源。

同一群集中的节点应具备相似的处理能力、内存和 I/O 容量，以便能够在性能不显著下降的情况下实现故障切换。由于可能发生故障切换，每个节点都应具有足够的能力在其它节点发生故障时达到服务水平约定。

群集互连

群集互连是对用于在群集节点间传送群集专用通信和数据服务通信的设备进行物理配置。

当系统管理员隔离故障并检修通信时，冗余互连使得操作可以通过仍存在的互连继续进行。Sun Cluster 软件检测、检修通信并通过检修过的互连自动重新启动通信。

有关详细信息，请参阅第 30 页“群集互连”。

群集成员

群集成员监视器 (CMM) 是一组分布式代理，这些代理通过群集互连交换消息来完成以下任务：

- 使所有节点上具有一致的成员视图（仲裁）
- 驱动同步重新配置以响应成员更改
- 处理群集分区
- 在出现故障的节点没有检修好之前，将其放置在群集之外，从而确保所有群集成员之间具有完全的连通性

CMM 的主要功能是建立群集成员关系，这需要在随时加入群集的节点之间达成群集范围的协议。CMM 检测每个节点上的重要群集状态更改，例如，一个或多个节点之间的通信中断。CMM 依赖传输内核模块生成传输到群集中其它节点的传输介质所需的心跳。如果 CMM 在定义的超时范围内未检测到某个节点的心跳，CMM 就认为该节点出现了故障，并启动群集重新配置以重新确定群集成员。

CMM 执行以下任务来确定群集成员和确保数据完整性：

- 说明群集成员的更改，如某个节点加入或离开群集
- 确保出现故障的节点离开群集
- 确保出现故障的节点在检修好之前处于非活动状态
- 防止群集将自身划分为一些节点子集

有关群集如何防止将自身划分为多个独立群集的详细信息，请参阅第 18 页“数据完整性”。

群集配置系统信息库

群集配置系统信息库 (CCR) 是适用于群集范围的分布式专用数据库，用于保存与群集的配置和状态有关的信息。要避免破坏配置数据，每个节点必须知道群集资源的当前状态。CCR 可确保所有节点看到的群集都一样。当出现错误或进行恢复时，或当该群集的一般状态更改时，CCR 被更新。

CCR 结构包含以下类型的信息：

- 群集和节点名称
- 群集传输配置
- Solaris Volume Manager 磁盘集或 VERITAS 磁盘组的名称
- 可以控制每个磁盘组的节点的列表
- 数据服务的有效参数值
- 数据服务回叫方法的路径
- DID 设备配置
- 当前群集状态

故障监视器

通过监视应用程序本身、文件系统和网络接口，Sun Cluster 系统使用户和数据之间的“路径”上的所有组件高度可用。

Sun Cluster 软件快速检测节点故障，并为出现故障的节点上的资源创建等效的服务器。Sun Cluster 软件确保未受出现故障的节点影响的资源在恢复期间一直可用，出现故障的节点的资源在恢复后立即可用。

数据服务监视

每个 Sun Cluster 数据服务都具有一个故障监视器，该监视器定期探测数据服务以确定其运行情况是否良好。缺省监视器检验应用程序守护程序是否正在运行以及客户机是否正在接受服务。根据探测返回的信息，启动预定义的操作（例如，重新启动守护程序或进行故障切换）。

磁盘路径监视

Sun Cluster 软件支持磁盘路径监视 (DPM)。通过报告辅助磁盘路径出现的故障，DPM 改善了故障切换和转移的整体可靠性。监视磁盘路径有两种方法。第一种方法由 `scdpm` 命令提供。使用此命令，您可以监视、取消监视或显示群集中磁盘路径的状态。有关命令行选项的详细信息，请参阅 `scdpm(1M)` 手册页。

监视群集中磁盘路径的第二种方法由 SunPlex Manager 图形用户界面 (GUI) 提供。SunPlex Manager 提供了监视的磁盘路径的拓扑视图。该视图每 10 分钟更新一次，以提供有关失败的强制回应数目的信息。

IP 多路径监视

每个群集节点有自己的 IP network multipathing 配置，不同的群集节点，IP network multipathing 配置可以不同。IP network multipathing 监视以下网络通信故障：

- 网络适配器的传送和接收路径已停止传送包。
- 网络适配器与链路的连接断开。
- 交换机上的端口不传送、接收包。
- 系统引导时某个组中的物理接口不可用。

仲裁设备

仲裁设备是被两个或多个节点共享的磁盘，该设备进行投票来仲裁是否运行群集。只有达到了仲裁票数，群集才能运行。当群集分成若干单独的节点组时，仲裁设备用来确定哪些节点组构成新的群集。

群集节点和仲裁设备都会投票以形成仲裁。缺省情形下，群集节点在引导并成为群集成员时，其仲裁投票计数为一。当正在安装节点时，或当管理员将节点置于维护状态时，节点的投票计数可以是零。

仲裁设备获取仲裁投票计数，该票数基于设备连接的节点数。当设置仲裁设备时，设备获取一个最大投票计数 $N-1$ ，其中 N 是仲裁设备的连接票数。例如，连接到两个投票计数非零的节点的仲裁设备的仲裁投票计数为一（二减一）。

数据完整性

Sun Cluster 系统试图防止数据被破坏并确保数据完整性。因为群集节点共享数据和资源，所以决不能将群集分割成同时处于活动状态的多个独立分区。CMM 确保在任何时候仅有一个群集有效。

群集分区会引起两种类型的问题：群集分割和失忆。当节点间的群集互连失效，并且群集被分成多个子群集而每个子群集认为自己是唯一的分区时，会发生群集分割。不知道其它子群集的子群集可能会导致共享资源冲突，例如重复的网络地址和数据被破坏。

如果所有节点都认为群集处于不稳定的状态，就会发生失忆。以一个具有节点 A 和节点 B 的双节点群集为例。如果节点 A 关闭，仅更新节点 B 中的 CCR 配置数据，而不更新节点 A 中的 CCR 配置数据。如果稍后节点 B 关闭，并重新引导节点 A，则节点 A 将使用 CCR 的旧内容运行。该状态称为失忆，它可能导致使用旧配置信息运行群集。

群集分割和失忆可以通过以下方法避免：赋予每个节点一个选票，并规定只有获得多数票数才能成为有效群集。获得多数票数的分区拥有仲裁，因此允许其运行。该多数投票机制适用于节点多于两个的群集。在双节点群集中，多数为二。如果这样的群集分为两个分区，则需要使用外部投票才能使其中一个分区获得仲裁。此外投票由仲裁设备提供。仲裁设备可以是在两个节点间共享的任何磁盘。

表 2-1 说明 Sun Cluster 软件如何使用仲裁来避免群集分割和失忆。

表 2-1 群集仲裁及群集分割和失忆问题

分区类型	仲裁解决情况
群集分割	仅使获得多数票数的分区（子群集）作为群集（其中仅能有一个拥有多数票数的分区）运行。节点失去仲裁竞争后，则该节点停止使用。
失忆	在引导群集时，保证至少有一个节点是最新的群集成员之一（因而有最新的配置数据）。

故障防护

群集的一个主要问题是引起群集分区的故障（称作**群集分割**）。当此故障发生时，并不是所有节点都可以通信，所以单个节点或节点子集可能会试图组成单独的群集或群集子集。每个子集或分区都可能“认为”它对多主机磁盘具有唯一访问权和所有权。多节点试图写入磁盘可能导致数据被破坏。

故障防护通过防止对磁盘的访问，限制了节点对多主机磁盘的访问。当节点脱离群集时（它或是发生故障，或是分区），故障防护确保了该节点不再能访问磁盘。只有当前成员节点有权访问磁盘，从而确保数据的完整性。

Sun Cluster 系统使用 SCSI 磁盘保留来实现故障防护。使用 SCSI 保留，故障节点就将与多主机磁盘“隔离”开来，使它们无法访问那些磁盘。

当群集成员检测到另一个节点不再通过群集互连进行通信时，它启动故障防护措施来避免这个出现故障的节点访问共享磁盘。当故障防护发生时，防护节点停止使用，并且其控制台上显示“保留冲突”消息。

故障防护的快速故障报警机制

快速故障报警机制停止使用出现故障的节点，但是它不防止出现故障的节点重新引导。停止使用后，节点可能重新引导并试图重新加入群集。

如果某节点与群集中其它节点失去连接，并且它不属于可获取仲裁的分区的一部分，它将被另一节点强行从该群集中删除。属于可获取仲裁的分区的另一个节点将保留放置在共享磁盘上。根据快速故障报警机制，停止使用不拥有仲裁的节点。

设备

全局文件系统使群集中的任何文件对于所有节点来说都是可访问和可视的。与此类似，Sun Cluster 软件使群集中的所有设备在整个群集中都是可访问和可视的。即，I/O 子系统使得可以从任何节点访问该群集中的任何设备，而不管该设备实际附加在何处。这样的访问被称为全局设备访问。

全局设备

Sun Cluster 系统使用全局设备来使得群集中的所有设备在整个群集中对于任何节点都具有高度可访问性。通常，如果从节点无法访问某个全局设备，则 Sun Cluster 软件切换到该设备的另一条路径，并将访问重定向到该路径。由于不管使用哪条路径，设备都使用同一名称，因此重定向全局设备非常容易。访问远程设备就像是访问使用同一名称的本地设备。而且，访问群集中全局设备时所用的 API 与访问本地设备相同。

Sun Cluster 全局设备包括磁盘、CD-ROM 和磁带。但是，唯一支持的多端口全局设备是磁盘。这意味着 CD-ROM 和磁带设备目前还不是高可用性的设备。每个服务器上的本地磁盘也不是多端口的，因而也不是高可用性设备。

群集为其包含的每个磁盘、CD-ROM 和磁带设备指定唯一的 ID。这使得从群集中任何节点访问每个设备都是一致的。

设备 ID

Sun Cluster 软件使用设备 ID (DID) 驱动程序来管理全局设备。此驱动程序可自动给群集中的每个设备（包括多主机磁盘、磁带驱动器和 CD-ROM）指定的 ID。

DID 驱动程序是群集的全局设备访问功能的基本构成部分，它探测群集的所有节点，并生成唯一磁盘设备列表。DID 驱动程序还给每个设备指定对于该群集的所有节点都一致的唯一主号码和次号码。通过 DID 驱动程序指定的唯一 DID 而不是传统的 Solaris DID 访问全局设备。

这样可以确保访问磁盘（例如，Solaris Volume Manager 或 Sun Java System Directory Server）的任何应用程序使用的路径对于整个群集来说是一致的。对于多主机磁盘，这种一致性尤其重要，因为每个设备的本地主号码和次号码可能随着节点的不同而变化。这些号码还可以更改 Solaris 设备命名惯例。

本地设备

Sun Cluster 软件还管理本地设备。只有正在运行服务并物理连接到该群集的节点才可以访问这些设备。本地设备可能比全局设备具有性能优势，因为本地设备不需要同时复制多个节点上的状态信息。如果该设备的域出现故障，将删除对该设备的访问，除非设备可以被多节点共享。

磁盘设备组

磁盘设备组使卷管理器磁盘组成为“全局磁盘组”，因为它对底层磁盘提供多路径和多主机支持。物理连接到多主机磁盘的每个群集节点都提供了一条到磁盘设备组的路径。

在 Sun Cluster 系统中，通过将多主机磁盘登记为磁盘设备组，Sun Cluster 软件可以控制多主机磁盘。这样，Sun Cluster 系统可以了解节点分别对应于哪个卷管理器磁盘组。Sun Cluster 软件为群集中的每个磁盘设备和磁带设备各创建一个原始磁盘设备组。这些群集设备组将保持脱机状态，直到通过装载全局文件系统或通过访问原始数据库文件来将它们作为全局设备进行访问。

数据服务

数据服务是软件和配置文件的组合，它使得无需修改 Sun Cluster 配置，应用程序就可以运行。当在 Sun Cluster 配置中运行时，应用程序作为在资源组管理器 (RGM) 控制下的资源运行。数据服务使您可以将应用程序（例如，Sun Java System Web Server 或 Oracle 数据库）配置成在群集上而不是在单一服务器上运行。

数据服务软件实现了对应用程序执行以下操作的 Sun Cluster 管理方法：

- 启动应用程序
- 停止应用程序
- 监视应用程序中出现的故障并从这些故障恢复

数据服务的配置文件定义了 RGM 中表示该应用程序的资源的特性。

RGM 控制群集中故障切换和可伸缩数据服务的处理。RGM 负责在群集中的选定节点上启动和停止数据服务，以响应群集成员的更改。RGM 使数据服务应用程序可以利用群集框架。

RGM 将数据服务作为资源进行控制。这些实现由 Sun 提供，或者由使用普通数据服务模板、数据服务开发库 API (DSDL API) 或资源管理 API (RM API) 的开发者创建。群集管理员在称为资源组的容器中创建和管理资源。RGM 和管理员操作使资源和资源组在联机和脱机两种状态之间进行切换。

资源类型

资源类型是一个特性集，描述群集中的应用程序。该集合包含有关如何在群集的节点上启动、停止和监视应用程序的信息。资源类型还包含特定于应用程序的特性，要在该群集中使用此应用程序，需要定义这些特性。Sun Cluster 数据服务具有多个预定义的资源类型。例如，Sun Cluster HA for Oracle 的资源类型为 `SUNW.oracle-server`，Sun Cluster HA for Apache 的资源类型为 `SUNW.apache`。

资源

资源就是在群集范围内定义的资源类型的实例。资源类型使群集上可以安装应用程序的多个实例。初始化资源时，RGM 为特定于应用程序的特性指定值，并且该资源继承资源类型级别上的任何特性。

数据服务使用多种类型的资源。例如 Apache Web Server 或 Sun Java System Web Server 应用程序使用它们所依赖的网络地址（逻辑主机名和共享地址）。应用程序和网络资源组成由 RGM 管理的一个基本单元。

资源组

由 RGM 管理的资源被放置在资源组中，这样可以将它们作为一个单元进行管理。资源组是一组相关或互相依赖的资源。例如，源于 SUNW.LogicalHostname 资源类型的资源可能与源于某个 Oracle 数据库资源类型的资源放在同一资源组中。如果对资源组启动故障切换或转移，该资源组将作为一个单元迁移。

数据服务类型

数据服务使应用程序成为高可用性、高伸缩的服务，有助于防止重要的应用程序在群集中出现任何单一故障后发生中断。

当配置数据服务时，必须将该数据服务配置为以下数据服务类型之一：

- 故障切换数据服务
- 可伸缩数据服务
- 并行数据服务

故障切换数据服务

故障切换是一个过程，通过它群集自动将应用程序从出现故障的主节点重定位到指定的冗余辅助节点。故障切换应用程序有以下特性：

- 仅能在群集的一个节点上运行
- 不支持群集
- 高可用性依赖于群集框架

如果故障监视器检测到一个故障，它将试图在同一节点上重新启动该实例，或者在另一个节点上启动实例（故障切换），这取决于该数据服务是如何配置的。故障切换服务使用故障切换资源组，它是应用程序实例资源和网络资源（逻辑主机名）的容器。逻辑主机名是一些可以配置到节点上的 IP 地址，然后自动在原始节点解除配置，并配置到另一节点上。

客户机可能会有一个短暂的服务中断，并可能需要在故障切换结束后重新连接。不过，客户机并不知道提供该服务的物理服务器中的变更。

可伸缩数据服务

可伸缩数据服务可以使应用程序实例在多个节点上同时运行。可伸缩服务使用两个资源组：包含应用程序资源的可伸缩资源组和包含可伸缩服务依赖的网络资源（共享地址）的故障切换资源组。可伸缩资源组可以在多个节点上联机，因此服务的多个实例可以同时运行。提供共享地址的故障切换资源组每次只在一个节点上联机。提供可伸缩服务的所有节点使用同一共享地址来提供该服务。

群集通过单一网络接口（全局接口）接收服务请求。根据由负载平衡策略设置的多个预定义算法中的一个，将这些请求分发到节点。群集可以使用负载平衡策略来平衡几个节点间的服务负载。

并行应用程序

通过使用并行数据库，Sun Cluster 系统提供了一种环境来使群集的所有节点共享应用程序的并行执行。Sun Cluster Support for Oracle Parallel Server/Real Application Clusters 是一组软件包，安装之后可以使 Oracle Parallel Server/Real Application Clusters 在 Sun Cluster 节点上运行。此数据服务还使得可以使用 Sun Cluster 命令管理 Sun Cluster Support for Oracle Parallel Server/Real Application Clusters。

并行应用程序被设定成在群集环境中运行，从而可以通过两个或多个节点同时控制应用程序。在 Oracle Parallel Server/Real Application Clusters 环境中，多个 Oracle 实例协同提供对同一共享数据库的访问。Oracle 客户机可以使用任一实例来访问数据库。因此，如果一个或多个实例出现故障，客户机可以连接到剩余的实例并继续访问数据库。

第 3 章

Sun Cluster 体系结构

Sun Cluster 体系结构允许将一组系统作为一个单一的大型系统进行部署、管理和查看。

本章包含以下几节：

- 第 25 页 “Sun Cluster 硬件环境”
- 第 26 页 “Sun Cluster 软件环境”
- 第 29 页 “可伸缩数据服务”
- 第 30 页 “多主机磁盘存储器”
- 第 30 页 “群集互连”
- 第 31 页 “IP 网络多路径组”

Sun Cluster 硬件环境

以下硬件组件组成一个群集：

- 带有本地磁盘（未共享）的群集节点提供该群集的主要计算平台。
- 多主机存储库提供在节点间共享的磁盘。
- 可删除的媒体被配置为全局设备，例如，磁带和 CD-ROM。
- 群集互连为节点间的通信提供了一个通道。
- 公共网络接口启用了由客户机系统用于在该群集上访问数据服务的网络接口。

图 3-1 说明了硬件组件之间如何相互配合。

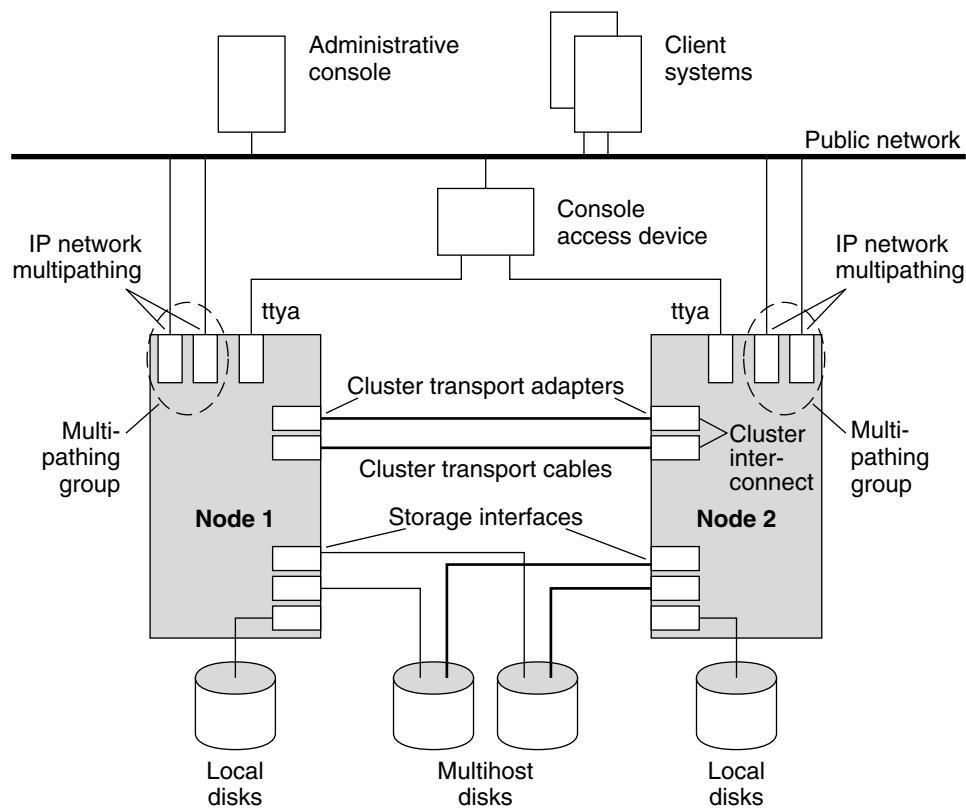


图 3-1 Sun Cluster 硬件组件

Sun Cluster 软件环境

要充当群集成员，节点必须安装了以下软件：

- Solaris 软件
- Sun Cluster 软件
- 数据服务应用程序
- 卷管理（Solaris™ 卷管理器或 VERITAS Volume Manager）

唯一的例外情况是在系统中使用卷管理的配置。这种配置不需要卷管理器软件。

图 3-2 显示了创建 Sun Cluster 软件环境所需的软件组件的概况。

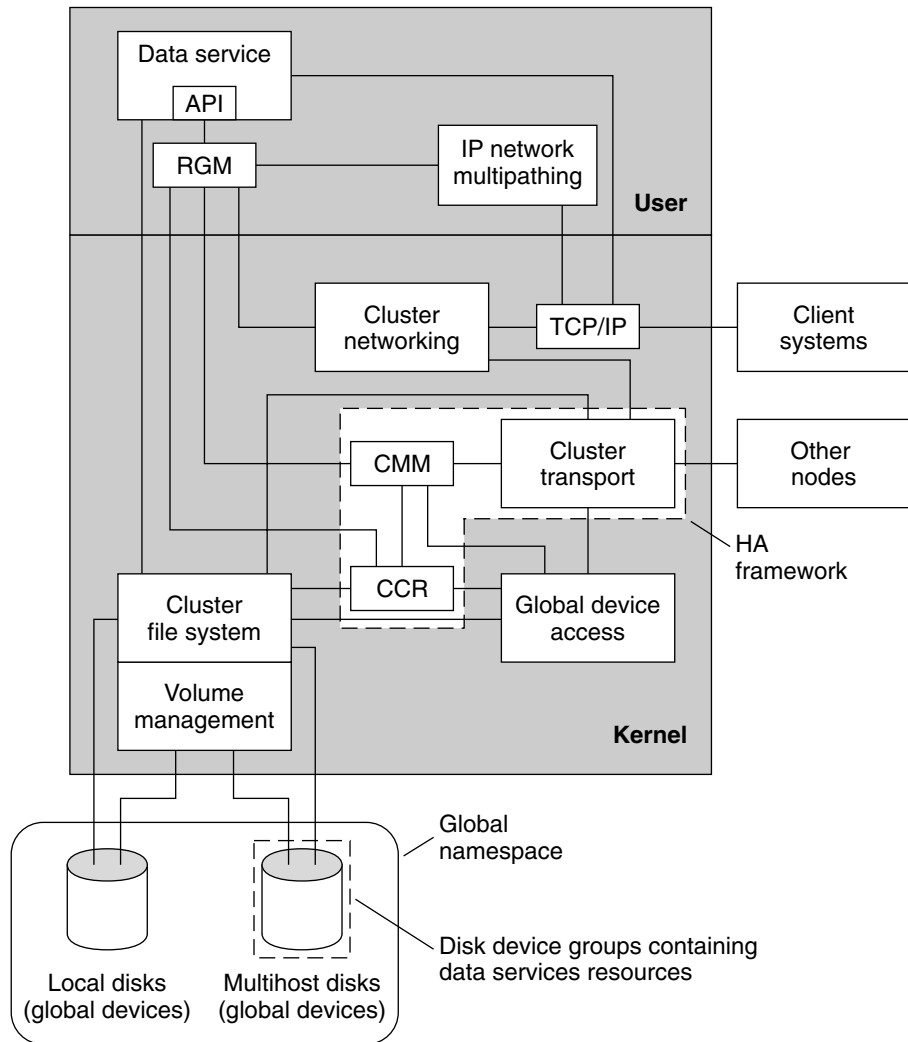


图 3-2 Sun Cluster 软件体系结构

群集成员监视器

为确保数据免遭破坏，所有节点必须在群集成员关系上达成协议。必要时，CMM将对群集服务的群集进行重新配置，以作为对故障的响应。

CMM 会从群集传输层接收到关于与其它节点连通性的信息。CMM 使用群集互连在重新配置期间交换状态信息。

在检测到群集成员的变化后，CMM 将执行该群集的同步配置。在此配置中，根据该群集的新成员关系，可能会重新分配群集资源。

CMM 完全在内核中运行。

群集配置系统信息库 (CCR)

CCR 靠 CMM 来保证群集只有在仲裁建立后才能运行。CCR 负责跨群集验证数据的一致性，需要时执行恢复，并为数据更新提供工具。

群集文件系统

群集文件系统是以下组件之间的代理：

- 节点上的内核和底层文件系统
- 运行在与磁盘有物理连接的节点上的卷管理器

群集文件系统依赖于全局设备（磁盘、磁带、CD-ROM）。全局设备可以从群集中的任意节点通过相同的文件名（例如，`/dev/global/`）进行访问，并且访问全局设备的节点与存储设备之间不需要具备物理连接。全局设备可以象常规设备一样使用，也就是说，可以使用 `newfs` 或 `mkfs` 在全局设备上创建文件系统。

群集文件系统具有以下特征：

- 文件访问位置是透明的。进程可以打开系统中任何位置的文件。同样，所有节点上的进程都可以使用相同的路径名找到同一个文件。

注意 – 在群集文件系统读取文件时，它不会更新这些文件的访问时间。

- 使用了一致的协议，以确保 UNIX 文件访问在语义上的一致，即使从多个节点并行访问文件时也是如此。
- 大规模高速缓存与零复制批量 I/O 移动一起使用，可以有效地移动文件数据。
- 通过使用 `fcntl(2)` 接口，群集文件系统提供了高度可用的报告文件锁定功能。而通过对群集文件系统文件使用报告文件锁定功能，运行在各个群集节点上的应用程序可以同步访问数据。节点脱离群集后，或应用程序在锁定操作期间出现故障后，文件锁定会立即恢复。
- 即使出现故障也可以确保对数据的不间断访问。如果对磁盘的路径仍然有效，应用程序就不会受到故障的影响。对于原始磁盘访问和所有文件系统操作，也可保证。
- 群集文件系统不依赖于底层文件系统和卷管理软件。群集文件系统可以使任何受支持的磁盘上的文件系统具有全局性。

可伸缩数据服务

群集联网的主要目的在于为数据服务提供可伸缩性。可伸缩性意味着当提供给服务的负载的增加时，如果向群集中添加新的节点并运行新的服务器实例，那么数据服务对这种增加的工作负载就能保持一个不变的响应时间。Web 服务是可伸缩数据服务的一个很好的示例。通常，可伸缩数据服务由几个实例组成，每一个实例运行在群集的不同节点上。这些实例一同作为一个服务为该服务的远程客户机提供服务，并实现该服务的功能。具有运行在不同节点上的多个 httpd 守护程序的可伸缩 Web 服务可以使任何守护程序为节点请求提供服务。具体由哪个守护程序为请求提供服务依赖于**负载均衡策略**。对客户机的回复看起来是来自该服务，而不是为请求提供服务的守护程序，从而实现了单一服务外观。

下图描绘了可伸缩服务的体系结构。

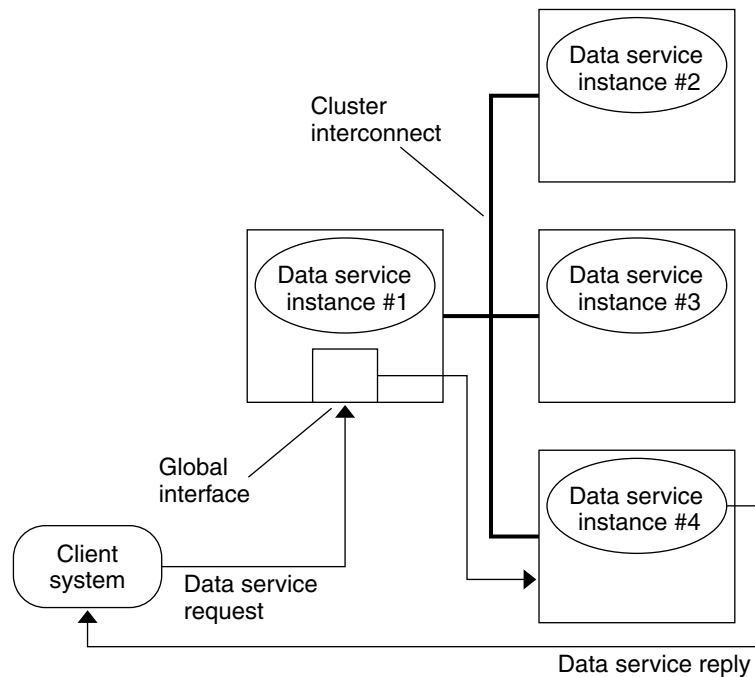


图 3-3 可伸缩数据服务体系结构

当前不作为全局接口主机的节点（代理节点）与它们的回送接口共享地址。进入全局接口的数据包将按照可配置的负载均衡策略分配到其它群集节点上。可能的负载均衡策略在下一节说明。

负载均衡策略

负载均衡在响应时间和吞吐量上同时提高了可伸缩服务的性能。

可伸缩数据服务分为两类：**纯粹服务和粘滞服务**。纯粹服务就是任何实例都可以对客户机的请求作出响应的服务。粘滞服务则由群集将请求的负载均衡到节点。那些请求不被重定向到其它实例。

纯粹服务使用加权的负载均衡策略。在这种负载均衡策略下，客户机请求按缺省方式被均衡地分配到群集内的服务器实例之上。例如，在一个三节点群集中，每个节点的加权为 1。每个节点代表该服务对客户机的所有请求中的 1/3 提供服务。随时可以通过 `scrgadm(1M)` 命令接口或通过 SunPlex Manager GUI 更改加权。

粘滞服务有两种：**普通粘滞和通配粘滞**。粘滞服务允许多个 TCP 连接上并行的应用程序级会话来共享状态内存（应用程序会话状态）。

普通粘滞服务允许客户机在多个并行的 TCP 连接之间共享状态。相对于服务器实例在单一端口上收听的情况，该客户机称为“粘滞”。如果实例保持打开状态并可访问，并且在服务处于联机状态时负载均衡策略未改变，则可以保证该客户机的所有服务请求都传给相同的服务器实例。

通配粘滞服务使用动态分配的端口号，但仍期望客户机请求去往相同的节点。相对于去往相同 IP 地址的情况，客户机就是端口上的“粘滞通配”。

多主机磁盘存储器

Sun Cluster 软件利用多主机磁盘存储器使磁盘高度可用，因为多主机磁盘存储器一次可以连接到多个节点。可以使用卷管理软件将这些磁盘安排到由群集节点控制的共享存储器中。如果发生故障，磁盘将被配置为移动到另一个节点。在 Sun Cluster 系统中使用多主机磁盘提供了很多好处，包括：

- 全局访问文件系统
- 指向文件系统和数据的多条访问路径
- 单点故障的容错性

群集互连

必须至少通过两个物理上相互独立的冗余网络或路径，将所有节点通过群集互连连接起来，以避免出现单点故障。尽管冗余只要求有两个互连，但最多可以使用六个互连来分散通信，以避免出现瓶颈并提高冗余性和可伸缩性。Sun Cluster 互连使用高速以太网、千兆以太网、Sun Fire Link 或可伸缩耦合接口（SCI、IEEE 1596-1992）来启用高性能群集专用通信。

在群集的环境中，高速、低延迟互连和节点间通信协议至关重要。Sun Cluster 系统中的 SCI 互连通过典型的网络接口卡 (NIC) 提供了改善的性能。对于通过 Sun Fire Link 网络进行的节点间通信，Sun Cluster 使用了远程共享内存 (RSM™) 接口。RSM 是一个 Sun 消息接口，它对远程内存操作非常有效。

该群集互连由以下硬件组件构成：

- **适配器** – 驻留在每个群集节点上的网络接口卡。具有多个接口的网络适配器在整个适配器出现故障时会成为单故障点。
- **结点** – 驻留在群集节点外的开关。结点实现通路和切换功能，使您可以将两个以上的节点连接到一起。双节点的群集不需要结点，因为可以通过冗余的物理电缆直接连接这两个节点。这些冗余电缆连接到每个节点的冗余适配器上。而超过两个节点的群集就需要结点。
- **电缆** – 被放置在两个网络适配器或一个适配器和一个结点之间的物理连接。

图 3-4 显示了三个组件是如何连接在一起的。

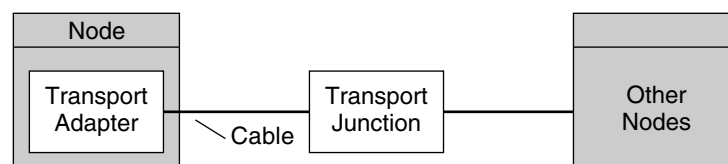


图 3-4 群集互连

IP 网络多路径组

公共网络适配器被组织为 IP 多路径组（多路径组）。每个多路径组具有一个或多个公共网络适配器。多路径组中的每个适配器都可以处于活动状态，也可以配置备用接口，使这些接口只有在发生故障切换时才会激活。

多路径组为逻辑主机名和共享地址资源提供了基础。节点上相同的多路径组可以拥有任意数目的逻辑主机名或共享地址资源。要监视群集节点之间的公共网络连通性，可以创建多路径。

有关逻辑主机名和共享地址资源的详细信息，请参阅《Sun Cluster 数据服务规划和管理指南（适用于 Solaris OS）》。

公共网络接口

客户机通过公共网络接口与群集相连。每个网络适配卡可连接一个或多个公共网络，这取决于卡上是否具有多个硬件接口。可以将节点设置为包含已配置的多个公共网络接口卡，从而激活多个接口卡，并作为相互之间的故障切换备份。如果其中某个适配器发生故障，则调用 Sun Cluster 上的 Solaris 网际协议 (IP) 网络多路径软件，将出故障的接口故障切换到该组中的另一个适配器。

索引

I

ID, 设备, 20
IP network multipathing, 10, 18, 31
IPMP
 请参见IP network multipathing

O

Oracle Parallel Server/Real Application
 Clusters, 11

S

scdpm 命令, 17
SCSI, 19
Solaris 卷管理器, 11
Sun Cluster Support for Oracle Parallel
 Server/Real Application Clusters, 23
Sun Management Center, 13
Sun StorEdge Traffic Manager, 11
SunPlex Manager, 13, 17

V

VERITAS Volume Manager (VxVM), 11

保

保留冲突, 19

本

本地设备, 20

并

并行
 数据库, 10, 15
 应用程序, 10, 23

成

成员, 15, 16, 27

磁

磁盘

本地, 20
多主机, 11, 20, 21, 30
故障防护, 19
管理, 11
镜像, 11, 12
全局设备, 20
设备组, 21
仲裁, 18
磁盘路径监视 (DPM), 17

存

存储

- 多主机, 11
- 管理, 11
- 阵列, 12
- 存储器, 多主机, 30

代

代理, 请参见数据服务

独

独立磁盘冗余阵列 (RAID), 12

多

- 多路径, 18, 31
- 多路径支持, 10, 12
- 多主机存储, 11

防

防护, 19

访

访问控制, 14

分

分区, 群集, 18

服

服务, 请参见数据服务

负

负载平衡

- 策略, 30
- 说明, 29

高

高可用性, 9

工

工具, 12

公

公共网络, 请参见网络, 公共

共

- 共享的磁盘组, 23
- 共享地址, 可伸缩数据服务, 23

故

故障

- 防护, 19
- 检测, 12
- 硬件和软件, 12
- 故障切换
 - 服务, 10
 - 数据服务, 22
 - 透明, 10
 - 由 Oracle Parallel Server/Real Application Clusters 软件提供, 23

管

管理, 工具, 12

互

互连, 请参见群集, 互连

环

环境

软件, 26

硬件, 25

恢

恢复, 9, 10

基

基于角色的访问控制 (RBAC), 14

监

监视

磁盘路径, 17

故障, 12

网络接口, 18

接

接口, 18, 31, 32

节

节点, 15

卷

卷管理, 11, 30

可

可伸缩

服务, 10

数据服务, 23

体系结构, 29

资源组, 23

可伸缩性, 请参见可伸缩

可用性管理, 10

快

快速故障报警, 19

逻

逻辑主机名, 故障切换数据服务, 22

命

命令行界面 (CLI), 13

配

配置

并行数据库, 15

工具, 12

系统信息库, 17, 28

驱

驱动程序, 请参见设备, ID (DID)

全

全局名称空间, 20

全局设备

磁盘设备组, 21

描述, 20

装载, 28

群

群集

- 成员, 15, 16, 27
- 分区, 18
- 公共网络, 32
- 互连, 16, 30
- 节点, 15
- 配置, 17, 28
- 通信, 16
- 文件系统, 12, 28
- 群集成员监视器 (CMM), 16, 27
- 群集分割, 18, 19
- 群集配置系统信息库 (CCR), 17, 28

容

- 容错, 9

冗

冗余

- 磁盘系统, 9
- 硬件, 12

软

软件

- 独立磁盘冗余阵列 (RAID), 12
- 高可用性, 9
- 故障, 12
- 基于主机, 12
- 组件, 26

设

设备

- ID (DID), 20
- 本地, 20
- 全局, 20
- 仲裁, 18
- 组, 21

失

- 失忆, 18

适

- 适配器, 请参见网络, 适配器

数

数据服务

- 并行, 23
- 定义, 21
- 故障监视, 12
- 故障切换, 22
- 可伸缩
 - 纯粹, 30
 - 体系结构, 29
 - 粘滞, 30
 - 资源, 23
- 类型, 22
- 资源, 22
- 资源类型, 21
- 资源组, 22
- 数据服务开发库 API (DSDL API), 21
- 数据库, 10
- 数据完整性, 18

停

- 停止使用, 19

通

- 通信管理器, 11

投

- 投票计数, 仲裁, 18

网

网际协议 (IP), 23

网络

负载平衡, 29, 30

公共

IP network multipathing, 10, 18, 31

监视, 12

说明, 32

接口, 10, 31

适配器, 10, 18, 32

文

文件锁定, 28

文件系统

群集, 12, 28

装载, 28

系

系统信息库, 17, 28

应

应用程序

还可参见数据服务

并行, 10, 23

高可用性, 9

监视, 12

容错, 9

硬

硬件

Sun StorEdge Traffic Manager, 11

独立磁盘冗余阵列 (RAID), 12

高可用性, 9

故障, 12

环境, 25

群集互连, 30

群集节点, 15

仲

仲裁, 18

装

装载, 28

资

资源

定义, 22

共享, 12

恢复, 10

类型, 21

组

故障切换, 22

描述, 22

资源管理 API (RMAPI), 21

资源组管理器 (RGM)

功能性, 21

资源组, 和, 22

组

组件

软件, 26

硬件, 25

