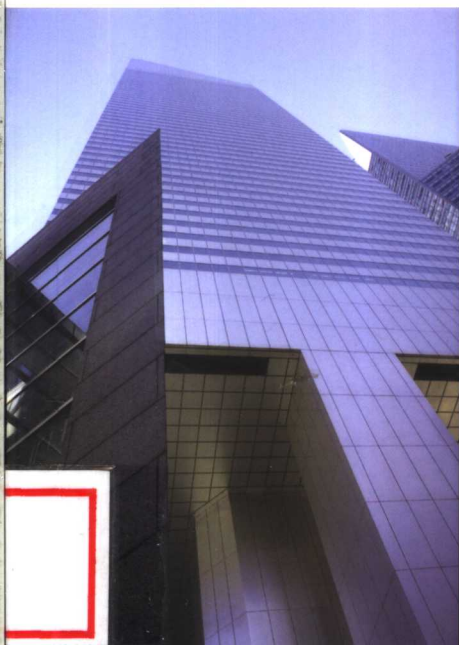




企业重生

—— 信息系统的灾难恢复



(美) VERITAS 软件公司 著



机械工业出版社
China Machine Press

VERITAS™

企业重生

信息系统的灾难恢复

Veritas 软件公司 编著



机械工业出版社
China Machine Press

当今的企业越来越依赖于数据来处理各种业务，并需要连续访问关键的信息；由此来保证它在同行中立于不败之地。数据处理的高可靠性和高可用性显而易见就成为了重中之重。因此，每一个企业都必须具有灾难恢复和业务连续性计划并部署相应的技术，这样即使出现灾难也能正常运行。而本书正是介绍如何在受到灾难袭击后让关键数据持续可用的。相信您读完本书定会获益匪浅。

版权所有，翻印必究。

图书在版编目（CIP）数据

企业重生——信息系统的灾难恢复 / 维尔（Veritas）软件公司编著. —北京：机械工业出版社，2004.6

ISBN 7-111-14402-3

I. 企… II. 维… III. 信息系统-安全技术 IV. TP309

中国版本图书馆CIP数据核字（2004）第041947号

机械工业出版社（北京市西城区百万庄大街22号 邮政编码 100037）

责任编辑：华章

北京牛山世兴印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2004年6月第1版第1次印刷

787mm × 1092mm 1/16 · 22.25 印张

定价：48.00元

凡购本书，如有倒页、脱页、缺页，由本社发行部调换
本社购书热线：（010）68326294

作者简介

Richard Barker, VERITAS 软件公司

Richard Barker 是 VERITAS 软件公司软件工程设计部高级副总裁，其职责范围包括存储区域网（SAN）和其他存储软件的可管理性与可用性。他与存储网络工业协会（SNIA）理事会成员 Paul Massiglia 合著了《Storage Area Network Essentials》一书。Richard 还担任过 SNIA 理事会成员。

之前，他曾任 OpenVision 科技有限公司产品部高级副总裁，负责其数据保护、高可用性、安全和系统管理软件的开发和市场推广。

1984 年到 1994 年期间，Barker 先生担任 Oracle 欧洲分公司的高级副总裁，负责 Oracle 的“开发方法与计算机辅助系统工程设计”产品线的全球开发和市场推广。在此期间，他编写的三本软件与系统开发方法论书籍先后获奖。之前，他曾负责 ICL IDMSX 主机数据库产品开发中心的运营，并为英国卫生服务部开发了一个分布式数据库系统。

Mark Erickson, VERITAS 软件公司

作为高级产品专家，Mark Erickson 在 VERITAS 工作了 6 年多。他在分级存储管理（HSM）软件方面具有 10 多年的工作经验，并在大容量存储行业工作了 20 多年，包括在 Ciprico 任职时，帮助将第一批 RAID 磁盘阵列推向开放系统市场。目前，Mark 主要致力于为 VERITAS 客户设计 HSM 解决方案，并负责与 VERITAS 内部的工程设计和产品管理团队进行日常交流。

David Lai, VERITAS 软件公司

David Lai 现任 VERITAS Editions 工程设计团队开发经理。他在关系数据库方面具有 12 年的工作经验，曾担任过 Teradata 和 Sybase 公司的程序员。在 VERITAS，他主要负责将存储和集群技术与各种数据库集成。

Evan Marcus, VERITAS 软件公司

Evan 是 VERITAS 软件公司的一名总工程师和数据可用性专家, 具有 15 年以上的 Unix 系统经验。在 Sun Microsystems 工作五年后, Evan 先后加盟 Fusion Systems 和 OpenVision 软件公司。其间, 市场推出了用于 SunOS 和 Solaris 的第一种高可用应用软件。Evan 与 iPlanet 的 Hal Stern 合著了《High Availability: Designing Resilient Distributed Systems》(2000 年 John Wiley & Sons 出版), 还写过数篇相关论文。Evan 还是一名备受尊重和深受欢迎的高可用系统设计演讲者。

Evan 获得 Lehigh 大学的计算机科学硕士学位(1984 年)和 Rutgers 大学的 MBA 学位(1989 年)。

Claus Mikkelsen, 日立数据系统公司

Claus 于 1998 年加盟 HDS, 目前担任日立数据系统公司(HDS, Hitachi Data Systems)存储应用部高级总监, 负责存储应用和存储虚拟的新技术研究。在 HDS 工作期间, Claus 还开发了 NanoCopy 和其他相关产品技术, 并获得专利。他目前还继续与 HDS 业务合作伙伴和其他供应商合作, 开发存储解决方案的补充体系结构。加盟 HDS 之前, Claus 曾在 IBM 公司担任过长达 15 年的存储复制和灾难恢复产品的总设计师。在 HDS 和 IBM 工作期间, Claus 先后获得 16 项存储子系统体系结构专利。Claus 还是硅谷一家公司的技术顾问委员会成员。

Bruce Parker, VERITAS 软件公司

Bruce 是 VERITAS 软件公司的一名资深高可用性产品专家。1977 年, 他在宾夕法尼亚州上了第一堂关于运行 System III 的 PDP-11 的操作系统课, 此后他一直从事 Unix 编程。他在宾夕法尼亚州大学、加利福尼亚州大学、史蒂文斯技术学院、新泽西技术学院教授过计算机科学课程。他还曾为 Burroughs、AT&T 贝尔实验室和 OpenVision 工作过。在 VERITAS 和 OpenVision, 他从事过软件工程师、工程经理和顾问等不同工作, 但都与开发高可用产品相关。他持有宾夕法尼亚州大学(学士与博士)和加州大学伯克利分校(硕士)的计算机科学学位。

William Saathoff, MaxOptix 公司

William 目前担任 ISV 软件战略关系部总监, 负责全世界不同软件供应商新旧产品的认

证。2000 年 12 月，MaxOptix 公司收购 Breece Hill。自 1995 起，William 就在 Breece Hill 工作。在此之前，William 是 StorageTek 公司磁带存储和自动化部的一名工程师。William 已经在磁带存储行业工作了 20 多年。

Greg Schulz，INRANGE 科技有限公司

Greg 担任 INRANGE 科技公司存储网络部经理，在 Unix、Windows、大型机、OpenVMS、集群和其他平台方面具有 20 多年的工作经验。在 BNSF Railroad 等公司工作的数年时间里，Greg 先后做过程序员、分析师、系统程序员、系统管理员、容量规划员和灾难恢复顾问，之后进入供应商领域。加盟 INRANGE 之前，Greg 曾是存储设备供应商 MTI 公司的一名技术营销总监和高级技术专家。Greg 发表过许多存储网络、存储、I/O、容量规划方面和其他相关主题的论文与文章。Greg 还是一名备受尊重和深受欢迎的演讲者，主题包括存储、I/O 和存储网络。

Greg 持有 Concordia 学院计算机科学学士学位和 St. Thomas 大学软件工程硕士学位。

Bill Weston，资深业务持续性专业人士

Bill Weston 是一名获得认证的资深业务持续性专业人士，居住在美国马萨诸塞州波士顿，从事金融业风险经理工作。他经常在美国地区性和全国性会议上就紧急事件与紧急通信技术问题做主题发言。在过去六年中，Bill 为在全国不同观众前举行各种类型的灾难恢复测试提供了帮助，并数次参与灾难恢复工作。

编者按

撰写本书的最初构想是由 VERITAS 的两位副总裁 Richard Barker 和 Paul Borrill 于 2001 年 10 月提出的。其直接出发点在于提高用户对诸如 2001 年 9.11 事件所引起的潜在灾难的关注。但从更广泛的意义上讲，这是信息技术用户一直需要的一本书。

Richard 和 Paul 确立的目标是，全面介绍信息服务灾难恢复计划。合著过程中，我们采取“各个击破”的方法，介绍了代表一系列技术和灾难恢复专业知识的个人和公司。由于日程非常紧张（八周内完成编写），所以采取紧密合作的创作模式，每位作者至少负责编写、建议和审阅数章内容。因此我们就没有明确具体章节的具体作者。

毫无疑问，没有许许多多“无名英雄”的大力支持和帮助，我们就根本无法实现如此宏大的目标。以下是我们选登的部分作者对大力支持者的特别感谢。

作者致谢

Mark Erickson, VERITAS 软件公司

感谢存储运营商 *MN and Boulder* 公司（位于 *Roseville*）的 Robert Anderson 及其工程设计团队。

感谢产品管理团队 Madeline Wong、Brian Poellinger 和 Jeff Lundberg。

感谢我的老板 Brad Hargett 给我这个机会，为本书撰写一章内容，分享我们的经验和专业。

感谢我的家人 Jane、Luke 和 Janell。

David Lai, VERITAS 软件公司

感谢 Paul Massiglia 的帮助与支持。

感谢 Melissa Stein 建议和鼓励我参与本书的编写。

感谢 Bruce Parker 和 Jay Jones 在数年前给予我在 VERITAS 工作的机会。

感谢 VERITAS 编辑开发团队无私的奉献和出色的工作，我从他们身上学到了很多。

当然，我还要感谢我的妻子 Lilly、女儿 Kimberly 和刚出生的儿子 Russell。

Evan Marcus, VERITAS 软件公司

感谢 Bryan Matthey、Dan Harris、Bob Farley 和 Ed Applebaum 帮忙收集应用案例。

感谢 Marty Ward 和 Matt Fairbanks 为我提供某一些图形。感谢 Brad Hargett 慷慨提供人手。

感谢 VERITAS 公司下列技术人员提供帮助和支持：Guy Bunker、Chris Steinauer、Don Brinkley、Hans van Rietschote、Roger Reich、Paul Czarnik、Roger Cummings 和 Tiffany Hirshfield。

感谢 Paul Borrill、Richard Barker 和一些狂热的志愿者，没有他们，所有这一切都不会实现；感谢 Fred van den Bosch 对我们的支持和信任。

在此，我还要特别对以下各位致以无以言表的诚挚谢意：Steve、Jan 博士、Matt、Kevin、Tom、Shari 和 Jay。

当然，我要永远感谢我的爱妻 Carol 和我的孩子 Hannah、Madeline 及 Jonathan，感谢你们对我的爱护和支持。

Claus Mikkelsen, 日立数据系统公司

特别感谢我的妻子 Lisa (VERITAS 的工作人员)，她不仅让我在这件事情上与 Paul 有了接触，还忍受了为完成该项目而失去的那些周末与夜晚。非常感谢 Hu 允许我在写作期间暂停许多其他活动。最后，我还要感谢本地的各家咖啡店，允许我在那里喝两杯浓咖啡，工作数小时。

Bruce Parker, VERITAS 软件公司

感谢在加州芒廷维尤工作的 Sharad Srivastava、Karen Burley、Shmuel Goshen 和集群工程小组的其余人员。

感谢我的主管 Brad Hargett 给了我本书撰稿的机会。

最特别的是，我要热情拥抱 Mary、Kyle 和 Corinne，他们使所有这一切值得为之。

William Saathoff, MaxOptix 公司

感谢 Don Swoch 建议我参与此项目，感谢 Paul Massiglia 在我的第一次写作经历中给予的耐心指导。

感谢我的妻子 Ann Saathoff 帮助我进行研究和初始编辑，并容忍我的长时间精神缺席。

Greg Schulz, INRANGE 科技有限公司

感谢 INRANGE 的 Sherrie Woodring 和 Tony Fusarelli 的帮助与支持，否则这一切将不可能完成。

感谢 Paul Massiglia 在编辑上给予的帮助和在图形制作中体现的灵活性。

感谢 Evan Marcus、Paula Skoe、Gwendolyn Harrison 和 VERITAS 的其他所有人。

感谢 INRANGE 以下人员提供的帮助和支持：Tony Almeida、Jack Consoli、Paul Grossmann、John Dean、Jim Dyer、George Jaap、Ken Koch、Dale Lafferty、Bob Muenster、Lou Martelli、Dan Raup、Irma Avila-Turner、Christine Schmidt、Dave Signori、Nelson Viola、Keith Wells、Don Wiles、Nichole Yochus 和其他所有人。

感谢 Bashir Ashrafi、George Dutra、Jerry Graham、Ron Carr、Peter Doob、Rich Ramos 和 Phil Ruff 在这些年里，提供了解存储、I/O、网络和弹性企业重要性的工具。

感谢 Louise Stich、Jim Ellingson、Tom Becchetti、Sznevy、Schmitty 和 CRB

特别感谢 Damaris Larsen、Mike Naylor 和 Mike Olsen

当然，我还要感谢我的妻子 Karen 和“小家伙”Babe、Cinders 和 Leo。

Bill Weston，资深业务持续性专业人士

感谢 VERITAS，尤其是 Paul Massiglia 邀请我为本书撰稿，分享我所学到的东西。感谢 Fran Zinke 提供的无数次早午餐，以及在“事件管理”一章中提供的帮助，包括在管理状态会议方面的出色工作。感谢 Bill Bruce 和 Kelley Goggins 多年来以各种方式提供的指导、实用培训和支持。我热爱这份工作，就是因为您和您向我灌输的工作热情。感谢 Stormy 所做的一切，以及没有因为我参加这个项目而将我踢出门外！

本书的出版日程跟编写日程一样非常紧张。我要感谢 Left Coast Group 在复制编辑和制作方面的杰出表现，尤其是 VERITAS 公司的 Rania George，她领导的设计团队游刃有余地处理这项紧迫任务，并兼顾了其他所有营销工作。Charlie Van Meter 及其团队特别值得一提，他们注解说明了近一百幅制图，其中有一些特别难懂，他们还我们的技术书籍提供了最精美的艺术设计。

Paul Massiglia
科罗拉多州 Silverthorne
2002 年 4 月

Gary Bloom 致词

—— VERITAS 软件公司董事长兼首席执行官

企业弹性的重要性

我们公司以保护客户信息和保证这些信息可用为职业，作为这样一家公司的首席执行官，我清楚地看到，最近的一些事件改变了企业对业务持续性的看法。尽管在过去，灾难恢复计划一般定义如何从磁盘或系统故障中进行恢复，或在极端情况下，如何从毁坏数据中心的火灾或洪灾中进行恢复，但是在今天，需要的却是一个全新的灾难规划范例。整座城市被关闭，边界的封锁，基本服务和供应链被切断，都完全是有可能的。当今的业务持续性规划必须针对这些现实三思而行。

我们最近还注意到，企业主管们对业务持续性规划和防备问题的兴趣越来越大。随便哪位主管都会说灾难恢复很重要。但是遗憾的是，在过去，企业随意决定恢复设施、设备和工作人员预算。不过今天，我们看到这种态度已经有了根本转变。企业都认为业务持续性是必不可少的，而且想知道，应当为此做些什么。

正是出于这个原因，VERITAS 组织了一个跨职能、跨行业的专家组来撰写本书。这个专家组接受项目后认定，要采取一个更加全面的观察角度。这样做的结果就是您手中这本书：这不仅是对信息技术的纵览，而且是对受到灾难袭击后，让工作人员、设施和设备恢复运行所面临的挑战的全面剖析。

阅读本书，您会发现一个从对灾难恢复的传统看法——“做好备份，发生灾难后恢复数据”——到一种更主动的态度——“让企业做好准备，不让灾难中断信息服务”——的转变。这种转变在信息技术行业提供的各种技术性能和企业用户的需求中都得到了体现。企业正在意识到持续可用的信息对其财产甚至生存的重要性。

我相信从信息技术产业和用户群中选出的作者们已经描绘了这种转变。在本书中，您不仅可以读到如何让数据中心具有弹性，还将了解如何针对可能降临的一切，设计灾难恢复中心，以及如何培训和动员工作人员在困难环境下高效地使用它们。

最后，我们还从具有领先信息技术思想的机构请来了一些首席技术官，就未来技术的发展将如何影响企业看待弹性这个问题，发表他们的看法。我衷心希望，在您制定或调整企业弹性策略的过程中，这本书能给您带来启迪和帮助。

Gary Bloom
VERITAS 软件公司首席执行官
2002 年 4 月

Greg Reyes 致词

—— 博科通讯系统有限公司董事长兼首席执行官

必不可少的业务条件：不间断的数据访问

现在，对真正业务持续性策略需要的重视程度高于以往任何时候。在许多行业中，中断成本是令人生畏和颇具杀伤性的。专家估计，在遭遇过真正的灾难，丢失了大量数据的公司中，大约一半的公司再也没有开张。

但是，推动弹性技术解决方案开发的因素不只是灾难问题。对企业来说是最佳成长的时期也会为数据中心带来挑战：企业的快速增长、技术人员的增加、新增数据的雪崩式增长。全球的机构都在寻找可以提高重要企业数据可用性的途径，这些机构需要的是既能满足业务需求，又能为灾难恢复提供支持的解决方案。满足两方面要求的解决方案对企业的利益至关重要。

现在，存储网络为满足快速的企业增长、合并与收购和公司重组等常见业务挑战提供了弹性。这是通过简化与集中化的管理、自诊断与自修复功能、数据路径冗余和出色的可扩展性来实现的。这些功能帮助企业数据防范日常问题，否则这些问题将变得严重，会对数据中心造成威胁。

在数据中心的运行发生中断的情况下，可以采用很多各种各样的技术解决方案，从备份恢复到无故障的业务持续性解决方案都有，这些业务持续性解决方案允许将数据故障转移到一个包含镜像数据的远程站点。每家公司都必须评估和权衡其需要，并估计要为中断付出的代价，以决定最佳解决方案。

本书包含根据具体需要，帮助规划和设计灾难恢复策略的及时使用信息。对于任何地方的信息技术专业人员，对于任何业务环境，以及任何阶段的灾难恢复规划，本书都将是一个有用的资源。

Greg Reyes

博科通讯系统有限公司董事长兼首席执行官

2002 年 4 月

David Thiel 的历史序言

“过去是未来的序言”

— 美国国家档案馆入口题词

David Thiel 是康柏企业存储集团存储软件与解决方案部技术总监，负责存储虚拟与存储管理软件的技术领导工作。他已在康柏（及其前身 Digital 公司）工作了 22 年，领导了存储区域网、RAID、存储管理软件和 VMScluster 技术体系结构的开发。David 持有麻省理工学院的三个电子工程学位。

VMScluster：灾难恢复的发展历史

VMScluster 计算机系统由 DEC 于 20 世纪 80 年代开发，在能够经受灾难的计算系统的发展历史中发挥了重要作用。很荣幸，从早期开发到它的成熟时期，我都一直负责核心工作。而最近，我又负责将这些功能引入存储系统。

1978 年，DEC 推出了 VAX 系列 32 位处理器和 VMS 操作系统。这种操作系统是为 VAX 处理器体系结构编写的（这是当时的一种实践）。VAX/VMS 计算机系统很快被人们所接受，并迅速在计算机系统市场上占据非常重要位置。到 1980 年，DEC 进一步发展了这种成功，扩大了这些计算机系统的性能，满足了多种类型的更广泛需求。

可用性的集群和扩展

在必需的众多功能中，有高可用性与模块可扩展性。高可用性的定义是，即使出现故障（如 CPU 或磁盘驱动器故障），计算机系统也能发挥作用。模块可扩展性是指这样一种功能：即通过添加组件（例如 CPU），而不是用功能更强大的新组件替换旧组件，来扩展计算机系统，现在通常叫做向外扩展。有趣的是，DEC 高可用性的产生竟然是与 Tantem 公司竞争的结果。而 Tantem 也像 DEC 一样被康柏收购。

Digital 采用一种先进技术方案满足了这些要求，就是构建一个分布式计算机系统，该系统由多个 CPU 和存储控制器组成，并通过冗余高速串行总线和增强型 VMS 操作系统相互连接，协调运行，实现高可用计算和模块可扩展性。为这种用途开发的互联技术是 Digital CI（计算机互联），它最多可支持 16 个连接节点的冗余串行总线。现有的存储控制器（HSC）

能够支持磁盘与磁带设备，可以通过 CI 总线连接到多个 CPU。每一台磁盘与磁带设备通过另一条串行互联线路连接到一对存储控制器。CPU 是标准的 VAX CPU。VMS 操作系统增强以后，在 VMScluster 配置的 VAX CPU 上运行的多例 VMS 操作系统能够整合所有设备，使之作为一个高可用计算机系统运行。

集群软件技术

将集群功能添加到操作系统的目的是：

- 允许所有现有 VMS 应用不经修改即可运行。
- 将集群的优点引入未被修改的应用。
- 为修改过的应用带来额外优点，以利用集群功能。
- 限制硬件依赖性，为硬件基础的发展做好准备。
- 维护单一 VMS 系统的镜像（正如所定义的一样），为系统管理员带来好处。

扩展 VMS 来支持集群的方法是，扩展每一个主要系统设施，以便每一个设施都能在集群的每一个 VAX CPU 上运行，并与其他设施进行对等通信。活动的序列化（例如到普通磁盘的 I/O）通过一个采用相同实施方式的分布式锁定管理器设备来完成。连接管理器是一个与分布式锁定管理器紧密集成的组件，它确定哪些操作系统实例正在运行，并维护参与集群的操作系统实例列表，做出修改参与实例列表的所有相关决定，并在向集群添加或从中删除实例时，对需要做出的修改进行调整。这种设计产生了在单个分布式操作系统控制下运行的强大而可扩展的 CPU 组，并且只要大多数 CPU 及其操作系统处于运行中，就能提供服务。

在 I/O 域中，所有操作系统实例都可以访问和共享由分布式锁定管理器串行的存储资源。当存储控制器发生故障时，I/O 驱动器将切换路径，通过备用控制器访问存储设备。

为了解决磁盘设备故障，提供了卷镜像（影子技术——shadowing）——即存储控制器管理基本数据路径，操作系统实施控制算法。这是基于主机的镜像和基于控制器的镜像的一种混合方法，采取这种方法是希望比完全基于主机的方法获得更高的性能，并降低实施的复杂性。

所有这一切都在不断改进：1983 年实现新硬件支持，1984 年实现集群环境的完全操作系统支持，1985 年实现磁盘卷镜像。市场以非常高的热情接受这款产品，安装此产品的用户快速增长。用户用这种技术解决了众多问题：包括高可用性、不中断运行的系统轻松扩展、计算资产管理。

搭建灾难恢复平台

1987 年，当“工作站”成为一个重要计算范例时，VMScluster 增加了对以太网的支持，

作为连接 CPU 的 CI 辅助或选择性技术,可支持更多数量的 CPU,这样,就可以在 VMScluster 系统中添加 VAX 工作站。数年后,又增加了对的 FDDI (100 MB / 秒光纤交互连接)的支持,这是以太网的一种选择性技术。

1989 年,对卷镜像进行了重新设计,使其可以与更多的磁盘驱动和存储控制器合并使用,而不仅仅是最初设计的围绕它的 HSC 控制器。这种新设计完全基于主机,避免了对磁盘驱动或磁盘控制器的任何特殊功能的依赖。这种设计呈对称分布,这样,每个 CPU 就可以处理其 I/O 请求的镜像,在必要时,还可以通过分布式锁定管理器,与其他 CPU 合并使用。

进入灾难恢复

目前,灾难恢复这一市场需求得到认可,VMScluster 则被视为理所当然的解决方案。VAXcluster 的高可用性功能可以确保计算操作在某个“盒子”(CPU、存储控制器、磁盘驱动器等)发生故障时仍能继续运行。灾难恢复这个刚被认可的市场需求,要求计算机在灾难发生时能继续运行。这些灾难包括火灾、洪水、地震或恐怖活动,它们会使很大范围内的许多组件停止运行。

创建一个 VMScluster 系统,精心分布在两个站点(防火单元、校园中的建筑或哈德逊河两岸的建筑等)之间,可以达到非常接近的效果。可以将 CPU 部署在两个站点,将存储设备部署在两个站点,并采用最近开发的基于主机的镜像技术,在两个站点间生成存储镜像。FDDI 是可以满足这些部署的距离要求的一种集群互联。通过桥接和隧道技术,可以将 FDDI 扩展到更远的距离。事实证明,VMScluster 的基本技术足够灵活和强大,不需要进行什么修改即可实现这些容灾配置(现在有时被称作“延长集群”)。

一个需要改进的领域是故障的管理。在本地环境中处理盒子级故障时,通常期望能够找到合格的管理人员,能够在自动机制不能运行时确定是盒子还是连接发生了故障。然而,在容灾环境下,管理人员的工作就少多了。如果某站点由于灾难而发生故障,幸存站点的工作人员就不能立即获得相关信息。可以想象受灾站点的工作人员将会感到困惑和烦恼,主要是担心他们的即时个人需求。

所有这些问题都得到了解决。Digital 大约在 1990 年开始推出容灾 VMScluster 计算机系统,并相继推出了新的系统。事实证明,在提供现行计算服务,经受 CPU、存储设备等故障和真正灾难方面,这些系统非常有效。

RAID 和存储区域网的影响

在 20 世纪 90 年代,RAID 技术成为主流技术。许多应用中,包含 RAID 技术的阵列控制器取代了基于主机的镜像技术——但在容灾 VMScluster 配置中,基于主机的镜像技术仍然发挥着重要作用。在 20 世纪 90 年代后期,远程镜像功能被引入阵列控制器,成为容灾配置

中基于主机的镜像选择。这也导致了操作系统和存储系统功能的分离。与以前相比，各个系统以更加独立的方式运行。存储与操作系统功能独立性的不断增加，大大增加了集群计算系统和容灾计算系统与其他供应商存储设备实现互操作的机会，为用户选择一流产品带来了更多自由，而用户付出的代价就是成为自己的集成商。

20 世纪 90 年代后期的另一个发展是存储区域网（SAN）的出现。存储区域网将许多存储设备和许多计算机系统互联起来，而这些设备和系统不必是集群化的。SAN 很容易被理解为将集群计算机系统组件互联起来的广义网络。现在，用户经常采用 SAN 技术来实施集群和容灾计算机系统，以便连接本地和站点之间的 CPU 和存储组件。

现状与未来展望

这种技术不断取得进步，包括康柏、IBM、微软和 VERITAS 在内的许多供应商都在提供集群技术。康柏（于 1998 年收购 Digital）提供基于 StorageWorks 存储系统、Tantem、Tru64 UNIX、Microsoft Windows 服务器和 OpenVMS 服务器的容灾计算解决方案。

时至今日，尤其是 2001 年发生 9.11 事件以后，任何计算环境的灾难恢复考虑都具有了新的紧迫感和重要性。容灾技术的发展历史为能在未来可能发生的灾难中幸存、恢复和继续运行计算系统奠定了基础。

借此机会，我向您隆重推荐本书，希望并期待您通过阅读和学习，能够创建计算系统、环境和流程，让您的企业达到所需的强大的不间断的计算水平。

Dave Thiel

康柏计算机集团企业存储公司
存储软件与解决方案部技术总监

2002 年 1 月 28 日

目 录

作者简介

编者按

Gary Bloom 致词

Greg Reyes 致词

David Thiel 的历史序言

第一篇 信息服务，灾难和灾难恢复

第 1 章 有弹性的企业.....	2
1.1 纽约交易所.....	2
1.2 为纽约交易所构建灾难恢复计划.....	4
1.2.1 从灾难中恢复	4
1.2.2 教训	5
1.2.3 规划未来的可恢复性	5
1.2.4 业务连续性计划	6
1.2.5 新产品，新责任	7
1.2.6 成本制约	7
1.3 千年虫问题（Y2K）准备.....	7
1.3.1 人为因素	8
1.3.2 恢复站点的交易	8
1.3.3 千年虫问题之后	9
1.4 9.11 事件.....	10
1.4.1 恢复开始	10
1.4.2 恢复中的障碍	11
1.4.3 恢复在继续	12
1.4.4 熟悉新场地	12
1.4.5 交易恢复	13
1.5 交易中的混乱.....	13
1.5.1 9.11 之后	14
1.5.2 小结	15