



白皮书

针对 SAP 的 IBM DB2: 全效的事务处理及分析数据平台

发起方: IBM

Carl W. Olofson

Matthew Eastwood

Dan Vesset

2014 年 4 月

执行摘要

本白皮书帮助 SAP 客户评估基础架构选择, 讨论数据库技术演变和可用选项。由于 SAP 工作负载同时跨越实时分析和极限事务处理, 所以很难提出非黑即白的选择, 而由于有关内存的技术有所进步以及处理速度提高, 如今的基础架构选择十分宽泛。

IBM 通过 DB2 with BLU Acceleration 在不设限分析的情况下提供极致性能, 并通过 DB2 pureScale 为 SAP ERP 提供灵活全面的扩展能力。据 IBM 称, 在 Power Systems 上运行的 DB2 配置为所有 SAP 客户构成了完整的解决方案。考虑到市场上所有的选项及其成熟度, IDC 建议 SAP 用户采用 IBM DB2 作为包括事务型和分析型在内的全系列 SAP 应用程序的数据平台。

IDC 观点

全球各个行业中的众多企业将 SAP 应用程序作为其任务关键型流程的支柱。IDC 研究表明, 规划并实现可满足此类 SAP 工作负载所需处理要求的计算平台令企业压力重重。也就是说, 这些应用迫使内部业务流程所有者和客户、合作伙伴及供应商不断要求提高响应速度和增加关键数据访问。SAP 行业领先的移动扩展, 如 MEM ERP, 进一步推动了此类工作负载的数量、可变性和特性 (例如, 不断变化的读取更新比率)。到时企业将需要对来自 SAP 应用程序和其他来源 (CRM、网络流量等) 的新产生的数据进行更快速广泛的合成分析。这两项要求最重要的部分直指该系统的核心: SAP ERP 核心组件 (SAP ECC) 和业务信息仓库 (BW)], 以及运行它们的数据库。为了保持领先地位并取得成功, IT 部门需要以最有效、最具成本效益和最精简的方式运行此类关键的核心数据库元素。总之, 此类事务型和分析型要求比以往任何时候都更强大、更易于管理的数据库。

为确保 SAP 应用程序的数据库基础能够处理这些不断增长、可变的事务处理及分析需求, 而不增加数据中心工作人员或数据库管理员 (DBA) 的负担, 各组织需要实施能够执行下述操作的数据库平台:

- 与传统的磁盘优化相比, 所提供的数据库管理压缩方案可节省空间, 简化操作, 加快处理速度
- 针对分析型数据提供列式组构
- 利用集群的高可用性支持事务型数据的动态扩展
- 符合整个数据中心管理方案, 最好与其他战略性数据库管理产品属于同一系列

凭借其事务处理和分析优化技术, IBM DB2 成为了该领域的主要候选产品, 并可通过在 IBM Power Systems 上运行获得附加价值。

随着业务速度的不断加快，促使企业寻求极限事务处理和实时分析支持，本白皮书探讨了在这一背景下 SAP 应用的数据库需求。它概述了为了满足这类需求，数据库管理系统（DBMS）技术的主要进展，说明了 DB2 与 PureScale 实现极限事务处理的方式，以及 DB2 with BLU Acceleration 实现实时分析功能的方式。它还说明了 Power Systems 上的 DB2 如何在无需 SAP 客户在数据中心组构和运营方面做出让步的情况下，整体满足 SAP 客户的需求。

现状概述

迄今为止，每个人都深谙业务速度加快所涉及的各种问题，它包括：全天候业务可用性要求，无处不在的数字化引发的高速事务处理，来自移动设备、互联网点击流及各种大数据源（包括但不限于社交媒体）的客户跟踪及情绪数据所造成的企业的过度竞争性。即刻做出更明智的决策、提高事务处理速度以及消除宕机时间的压力导致以往业务应用程序的两个关键领域功能增强，即极限事务处理和实时分析。

实时企业所需的数据库技术

极限事务处理

从前，在某种程度上，企业以其计算机系统处理事务的速度来规划自己的业务活动速度。如今这已不再符合要求。相反，计算机系统处理事务的速度必须跟上业务的速度。因此，数据库与针对性能而设计的架构相结合，必须使企业从客户、合作伙伴和供应商的角度以最快的速度开展业务。

为了满足这一要求，即便针对复杂的事务处理，数据库也必须能快速执行而不造成业务流程的延迟。这样的处理速度可能需要事务处理速度从亚秒级提速至毫秒。对于大多数 DBMS 而言，这意味着彻底重新设计事务型数据处理方式，确保可扩展性，以及最高的可用性和吞吐量。

实时分析

除了快速事务处理需求，各企业还需要更智能的事务处理。除非在流程中引进更多智能，事务处理加速可能导致错误百出。在事务处理期间执行相关的复杂查询可促成更高效的业务运营，提高销售量。例如，若一位销售人员能够根据客户行为发现其购买模式（通过高速复杂的查询）与站在自己面前的客户资料相匹配，则可以立刻做出决策，实现更成功的销售互动。当前可以从数据集挖掘商业智能，促进与客户、合作伙伴和供应商进行更丰富、与情境相关的互动，从而提高运营效率，并更好地利用商机。

利用最新数据并在做出战术决策所需之时提供及时的业务智能，这种能力被称为“实时分析”，由于该分析具有高度的时间敏感性，所以必须在实际业务活动的有效时间间隔内提供。它们需要以下章节中讨论的特定 DBMS 技术。

技术格局的转变

此类业务需求，连同功能和成本方面的技术变革迫使开发和交付具有颠覆式变革的 DBMS，其目的在于实现极限事务处理和实时分析。要理解其可能性，我们必须考虑近期计算机技术的演变发展。

扩展和故障切换集群

数据库根据数据处理量灵活扩展的能力是使企业能够跟上业务速度的关键。集群是实现成本可控事务型数据库的可扩展性的根本途径。数据库集群架构已存在了相当长的一段时间，但实现基于集群的事务处理，同时高效地管理锁以避免延误所需的技术却仅在少数 DBMS 产品中获得，而这样的体系结构对动态可扩展的事务型数据库的成功至关重要。在各节点之间高效地处理锁和共享缓冲存储器而无任何单点故障的共享存储集群，对实现既可扩展，又能确保持续可用性的事务型数据库服务器而言必不可少。

诸多主要 DBMS 供应商宣称它们能够提供这种技术。在评估此类声明时，必须考虑其实现方式，以及供应商兑现承诺的程度。关键考察因素包括：

- 所有节点有效且能够促成眼下问题的解决，同时也可在需要时作为故障切换节点
- 没有可减慢或停止整个集群的瓶颈或节间冲突
- 精简管理，包括 DDL 构成，应用程序 SQL，以及节点的添加或删除等
- 能够添加额外资源来应对需求“尖峰”时刻，并于随后减小规模

大内存模型和高速处理器

以前，可用的直接随机存取存储器（DRAM）数量相对有限、处理器的速度相对较慢等因素限制了 DBMS 的性能。在过去十年中，处理器功能日益强大，如今可使用 64 位访问内存。这意味着处理的存储空间更大。此外，每个处理器拥有多个内核，以确保每个处理器运行的并行流程数量与其内核数量一样多。与此同时，处理器和 DRAM 的成本均已下降，主总线架构已得以改善，可对大量内存进行更快的访问，而增强的处理器指令集可更高效地利用处理器缓存，降低 DRAM 的访问次数。所有这一切均大幅增加了内存处理的规模和速度。

从磁盘优化转移至内存优化的数据库技术

过去由于内存、处理器以及地址空间所存在的固有历史局限，DBMS 在旋转的磁盘上进行浓缩的数据管理，以优化操作。其结果是，传统 DBMS 技术将其大量的处理操作用于磁盘数据管理，在内存中维持磁盘映像缓冲器，并基于磁盘访问处理数据。如今，基于内存组织而非磁盘的数据管理已成为现实。之前的数据管理方法是“磁盘优化”数据库管理，而后来的方法是“内存优化”。内存优化并不仅仅意味着大规模或巧妙地管理缓冲或缓存，而是从针对内存操作优化的存储层起对数据库架构进行根本性改变。内存优化数据库管理的益处包括管理更简易、数据库运行特别是查询处理更快捷。

基于内存的数据组织

驻留在内存中的数据库管理使数据库内核可以较少指令执行基本的数据库操作，往往还不到磁盘优化数据库所需指令数量的十分之一。例如，假设有一个简单的数据检索问题。为了检索数据，磁盘优化系统必须维护可使 DBMS 确定数据页面位置的数据库关键字；确定数据是否在缓冲区中，若不在，确定页面驻留在磁盘上的位置；检索页面并置换出另一页，以便为其腾出空间；然后遍历页面以查找相关记录。与之相反，内存优化 DBMS 通过把数据库关键字（实际物理地址）转换为内存指针来检索数据，并直接进入内存中的数据位置。

这意味着复杂的查询可在传统磁盘优化系统的十分之一时间内完成，每个服务器节点可处理的负载是传统磁盘优化系统的 6 倍。实施这项技术的组织由于可加快已嵌入查询的事务处理的速度而节省了成本，增加了查询能力，并减少了基础架构所占的空间，使企业能够完成更多业务，并做出更明智更及时的决策。

除了提高 DBMS 内核的效率之外，内存优化 DBMS 还减少了参与数据库管理的 IT 人员数量。利用磁盘优化 DBMS，数据库管理员必须制定一项存储管理策略，通常涉及的任务包括：为卷上的文件仔细分配表空间，使用哈希键分区在卷上分配表数据，使用数据分块和镜像提高可用性，维护全局和分区索引提高随机数据检索速度。此外还需要定期执行检查点备份，在表定义变更时卸载并重新加载操作，整理数据库碎片，以及重建索引。内存优化数据库则无需执行以上所有任务。对磁盘简单的高度压缩检查点备份（或快照保存）通常是其唯一的操作任务，并常常可在不暂停数据库的情况下进行。在一般情况下，唯一需要的其他磁盘写入是写入一个或多个变更日志、用于回滚、前滚和恢复。

对于分析型数据库，内存优化架构提供了相当大的优势。然而对于大型事务型数据库而言，磁盘优化的方法往往是首选，因为它可比其它选项提供更好的整体事务处理性能、可靠性和可用性。因此，有必要视情况选择合适的工具来完成工作。

事务处理与分析处理

事务处理通常需要检索和插入整行表格，有时是在相当简单的查询情景中。此外，事务处理通常需要插入或更新少量表格，但却需要查询大量表格。在另一方面，分析包括涉及所选列的复杂查询，有时需在多个表中应用数学选择标准，并嵌套到多层次的深度。由于事务处理和分析处理的要求不同，DBMS 必须针对这两类处理以不同方式组织数据。对于事务处理，数据通常以行格式被保存。对于分析处理，列式组织是首选，在内存优化数据库中，这种格式可被进一步优化，在特定的内存地址界限上利用对按顺序访问的数据的压缩和精心安置来获得额外的性能优势。

事务处理优化技术

优化事务处理的最佳方法是在数据库服务器中采用内存优化的行式表格管理。由于大多数事务型数据库应用程序往往不会引用处理中同一阶段写入的相同数据，所以在磁盘上管理数据，是保存数据最常用的方法，而非将其保存在内存中。为了实现灵活的可扩展性，从而在事务处理量增加时能够扩展服务器以满足需求，共享磁盘集群技术是必不可少的。

分析加速技术

对于分析，为了进一步优化内存优化数据库中的数据检索，有各种各样的技术可供利用。

列式组构和压缩

如前所述，列式数据组构是大多数分析处理的最优选择。原因有二：大多数分析查询涉及的标准仅引用其操作涉及的表格列中的一个小子集；通过观察组构在一起的一列数据，DBMS 可利用减少查询时间的组构和压缩方案，并省去索引需要。

向量处理

在一般情况下，向量处理是一种编程技术，涉及到建立向量（一维数组，或连续值的序列列表），并使用一种被称为 SIMD（单指令多数据）的方法来使单指令在这些向量上运行。利用 SIMD，工作可分散到在多线程和多处理器核心，从而大大提高性能，帮助决策者迅速得到所需的答案。核心数以及每个核心的线程数越大，性能就越高。例如，IBM POWER8 处理器技术提供了每核八个线程，即其他产品的两倍。较多线程应能提供更高的性能。

当与列结合时，这意味着要在内存中组构列式数据，以便在处理器执行数据时，数据被加载至处理器缓存，其方式可使每个过程在返回 DRAM 之前执行最大数量的值。该技术可使搜索提速十倍或以上。通过使用一种确保数据无需在比较评估之前先进行解压缩的策略来与最优压缩相结合，可实现更大的性能提升。

单数据库幻觉

一些供应商宣传的一项理念是，在同一数据库中存放事务型和分析型数据库是一种理想状态。乍一看，这似乎颇有道理：更简单，更整洁，更易于管理。然而进一步仔细探究，我们却发现单个事务型和分析型数据库的愿景实乃海市蜃楼。

首先，正如我们所见，优化事务处理和复杂分析查询所涉及的技术大相径庭。我们已看到，共享资源和管理行数据的可扩展集群节点对事务处理最具意义，而使数据维持最佳压缩列的状态非常有利于分析。然而，分别管理分析型和事务型数据的理由更简单、更根本。其中包括以下理由：

- 即使针对相同的域，执行事务处理所需的数据与分析所需的数据不尽相同。事务处理数据包括对分析并不重要、但对事务处理至关重要的细节，而分析则需要与事务处理不相关的上下文数据。把两种数据结合起来将导致架构混乱、过于复杂。
- 分析师们不断调整所分析的数据，并需要自由地更改模式，而不必担心此种变化会对事务处理造成不利影响。

- 对于 SAP 用户而言，至少在起初，由 SAP Business Suite 管理的数据和由 AP Business Warehouse 或 SAP 分析工具处理的数据之间不存在重叠。相关事务数据仍然必须被转换成一种使其可用于分析查询和操作报告（和可视化）的形式。

同样还存在运行顾虑。即使一个数据库可将主要用于事务处理的数据排成行，主要用于分析的数据排成列，以相同架构管理两类数据来支持混合查询，但此种方法却明显危及到了性能和效率，而某些可从主要事务处理和主要分析数据之间发展而来的运行相互依存关系，例如外键，可能会使旨在使运行模式有效的优化无功而返。

最后，这种寻找问题的一种解决方案。提倡单一数据库方法的人们声称，使用面向批处理的提取、转换和加载（ETL）方法将数据从事务型系统向分析型系统转移，会导致妨碍实时分析的超长时间延迟。此言属实，但批处理 ETL 并非唯一选择。通过变更数据捕获（CDC）等技术驱动的流动数据移动能够确保分析数据库可满足所需分析的目前需求。

CDC 与 ETL 的比较

用于“风口浪尖”的事务处理和决策实时分析的分析型数据与用于一段时期或其他主要维度的分析型数据同样也有区别。后一种分析形式是长期战略决策的关键。前一种情况可采用高速分析数据存储，而后者可能需要数据仓库。前者可能需要基于 CDC 的动态数据迁移，将数据从事务型数据库移至分析型数据库，而后者需要定期 ETL 运行，将数据从多个来源加载至数据仓库。

尽管如此，毋庸置疑的是，在单个 DBMS 产品系列之下管理所有相关的数据确实符合常理，尤其如果供应商能够提供连贯一致地管理这两类数据库中数据的方式。

针对 IBM DB2 for SAP 的论证

鉴于 SAP Business Suite、SAP Business Warehouse 和 SAP BusinessObjects 应用程序后续版本的数据库要求，用户有诸多合理的产品可供选择。但难题在于选择满足自身需求的产品。适用 Linux、UNIX 或 Windows（LUW）的 DB2 就是其中的选择之一，并有几个应该考虑的差异化因素。

针对 SAP Business Suite 的 IBM DB2 PureScale

IBM DB2 pureScale 旨在实现如 SAP Business Suite 这种综合 ERP 应用系统所需的灵活可扩展性。它在共享的存储集群上运行，该集群允许用户轻而易举地调整节点数目以匹配处理需求。其主要差异化特性包括：

- 伸缩扩展不存在固有局限性，几项简单命令即可实现节点添加
- 集中式锁管理，可避免某些共享存储数据库集群与可冻结整个集群的锁管理冲突之间的问题
- 集中式缓冲管理，可使所有相关节点在内存中拥有最新数据，这一差异特征要归功于一种不会以任何方式影响其运行或性能的缓冲刷新技术——即远程直接内存访问（RDMA）技术，它在不造成中断的情况下更新远程系统的内存
- 与其他技术不同，DB2 共享数据管理方法不需要任何类型的分区，从而实现更佳性能

此类优势在部分程度上是 IBM 向客户提供并行处理技术方面数十年经验的结晶，该并行处理无需变更应用 SQL 的情况下即可供应用程序使用。

针对 SAP 分析的 IBM DB2 with BLU Acceleration

如前所述，事务型工作负载需要一组围绕可扩展性和最大事务吞吐量的优化。分析型工作负载需要另一组针对大型、复杂查询实现极短响应时间的优化。满足 SAP Business Warehouse 等 SAP 分析应用用户需求的 DB2 技术就是 DB2 with BLU Acceleration。

针对分析的全加速

针对分析的 IBM DB2 with BLU Acceleration 通过为令牌创建可评估规则，采用了超越标准字典式压缩的压缩技术（即用一个令牌替代每个值，并根据存在于该列的值范围和值类型，以压缩格式将每个值恰好存储一次），使得实际值无需被引用，并根据其代表的值频率确定令牌大小，其中最常见值对应于最短的令牌（1 位）。这使得该 DBMS 可在内存中保存比大多数 DBMS 更多的数据，同时提高查询性能。

如前所述，性能可通过使用向量处理得到进一步增强。尽管向量处理并非 DB2 with BLU Acceleration 特有，但这种技术与列式组构、数据忽略和缓存优化等压缩方法的结合十分引人注目。

无内存限制的内存速度

某些内存优化 DBMS 旨在仅针对内存中的数据执行查询。由于给定数据库中的大部分数据极少被访问，所以难以管理。IBM DB2 with BLU Acceleration 旨在优化内存和硬盘的使用，使整个数据库无需加载至内存来实现全面的内存速度。此外，如果整个表位于内存中，某些内存优化 DBMS 仅可针对一张表进行操作。IBM DB2 with BLU Acceleration 可管理表中的数据，以确保实现全面的内存优化速度，而无需将所有查询数据加载至在内存中。

针对 IBM Power Systems 进行优化

DB2 pureScale 和 DB2 with BLU Acceleration 可用于 x86 或 Power Systems。然而，为实现额外益处，DB2 设计师与 Power Systems 硬件工程师多年密切合作，确保 Power Systems 尤其是 POWER7 及以上版本，可充分发挥 DB2 优势，反之亦然。

这些设计师们调整了硬件/软件环境，确保 Power Systems 的巨量核心以最大能力运行，按照企业需要的速度完成 BLU Acceleration 查询。Power Systems 建立在强大的复原性、可用性和安全性的传统之上，利用最新的 POWER8 处理器技术提供了更大的缓存规模、更大的内存带宽，以及更多的并行（每插槽多达 12 核，每核心 8 条同步线程），满足最苛刻的事务型和分析型工作负载。POWER8 的平衡设计优化了核心利用率，并减少甚至消除了 CPU 核心的等待时间，从而加快了解决方案的查询时间。

软件硬件优化的益处

DB2 with BLU Acceleration 可进行 Power Systems 调优意味着拥有 Power Systems 的企业可充分利用其现有的硬件基础架构，将 BLU 加速分析添加至其 SAP 数据存储。这有助于组织在不扩大服务器基础架构占地面积的情况下增加更多分析功能。

对现有 IBM Power 环境无破坏性

需要指出的是，除了前面提到的益处，与其他用于管理 SAP 应用程序数据的选项不同的是，基于 DB2 的方法可无缝融入基于 IBM 技术的环境。举例来说，因为客户可从整体上管理整个环境，而非将 SAP 应用程序资源作为特例进行集中处理，客户选择 IBM Power 平台完全合理。BLU Acceleration 不仅是一种附加组件；对这一关键功能的支持被内置到内核和存储管理层，这意味着在 DB2 with BLU Acceleration 上管理一个数据库对 DB2 DBA 而言是轻而易举的事情。此外，DB2 with BLU Acceleration 还提供了内存优化数据库的速度和效率，无需用户迁移至另一个平台，如 Intel Xeon，而其他方法可能有此要求。

其他混合工作负载 DBMS 选项的具有成本效益、全效的替代方案

同时支持分析型和事务型 SAP 应用的某些 DBMS 方法均涉及快速发展并需要特殊专业知识来管理的新兴技术。与 DB2 on Power Systems 平台相比，其他应用程序过于昂贵，并需要大量调优。DB2 on Power Systems 平台不仅具备易于管理、速度快和可扩展的特点，而且是由遍布世界的人才库所支持的成熟技术。

符合 IBM 未来数据库平台发展方向

采用 DB2 on Power Systems 还确保了数据中心与 IBM 未来数据库平台的方向完全保持一致。假设除了 SAP 之外，还采用了其他应用程序和数据库，那么协调数据库运行和专注于 DB2 技能的能力则极其有利于未来的互操作性和决策。

除了直接连接不同 DB2 数据库的能力之外，IBM 还利用 InfoSphere 产品系列中的产品提供了一系列针对数据库协调的选择。

展望未来

毫无疑问，内存优化技术代表着 DBMS 的未来。如今诸多供应商均拥有某种形式的此类技术，还有更多供应商计划很快推出。然而，其中却极少有适合 SAP 应用的数据平台。其中一些平台如今可在 IBM 硬件上运行，但可能并非未来环境的最佳选择。毋庸置疑，IBM DB2 on Power Systems 将永远是明智之选。

挑战与机遇

尽管包括压缩、矢量处理和列式组构在内的 IBM 内存优化技术是当今业界的领先技术，但是诸多一流 DBMS 供应商正在继续开发其技术。IBM 公司必须继续在这些领域进行创新，以保持其竞争地位。

结论

商机和竞争压力推动着业务计算领域发生翻天覆地的变化，这些变化通过功能的变革和处理器及内存成本的降低得以实现。大数据、移动计算、社交媒体和即时满足电子商务等领域的发展趋势更加迫切地需要有应用程序来支持大数据集、智能极限事务处理和实时分析的快速分析。SAP 通过适当地开发其应用程序来缓解此类压力。支持此类应用程序的 DBMS 也必须如法炮制。

成功实现这点的 DBMS 平台必须满足以下关键需求：

- 实现只有通过优化并行处理架构才能实现的性能，并通过共享存储集群的灵活可扩展性来加以增强。
- 以较低的管理成本支持更复杂的查询，同时实现更强的响应能力，这仅通过由向量处理等技术实现执行优化的列式压缩组构才能变成现实。
- 以简单、易于管理的方式实现事务处理和分析数据的实时或接近实时的协调。
- 无缝集成到数据中心的总体战略组构，而无需引入需要特别照料和关注的外来物理系统，从而实施可作为系统和存储管理通用方法的一部分加以管理的系统。

DB2 及其两项配置——DB2 pureScale（针对可扩展事务处理）和 DB2 with BLU Acceleration（针对实时分析）可满足以上所有要求。当添加 Power Systems 部分时，即意味着采纳了可额外提升 DB2 性能的技术。

对于渴求领先的数据持久性平台的 SAP 用户而言，IBM DB2 pureScale 外加 IBM DB2 with BLU Acceleration on Power Systems 可满足以上所有要求。对于渴求内存处理速度，以及可扩展、稳健、成熟的 DBMS 功能的 SAP 用户，IBM DB2 与 BLU Acceleration on Power Systems 是任何其他现有方案的强有力的替代选择。

关于 IDC

国际数据公司（IDC）是市场情报、咨询服务以及信息技术、电信和消费者技术市场活动方面全球首屈一指的全 球 供 应 商。IDC 帮 助 IT 专 业 人 士、企 业 高 管 和 投 资 界 针 对 技 术 采 购 和 业 务 战 略 做 出 基 于 事 实 的 决 策。1100 多 名 IDC 分 析 师 在 全 球 110 多 个 国 家 针 对 技 术 和 产 业 机 遇 与 趋 势，提 供 全 球、区 域 及 当 地 的 专 家 意 见。50 年 来，IDC 一 直 致 力 于 提 供 战 略 分 析，以 帮 助 我 们 的 客 户 实 现 其 关 键 业 务 目 标。IDC 是 全 球 领 先 的 技 术 媒 体、研 究 及 活 动 公 司 IDC 的 子 公 司。

全球总部

5 Speen Street
Framingham, MA 01701
USA

508.872.8200

Twitter: @IDC

idc-insights-community.com

www.idc.com

版权声明

IDC 信息和数据的外部出版 — 凡是在广告、新闻发布稿或促销材料中使用 IDC 信息都需要预先获得相应 IDC 副总裁或国家区域经理的书面同意。此类申请均应附上所提议文件的草稿。IDC 保留因任何原因拒绝批准外部使用 IDC 信息的权利。

版权所有 2014 IDC。未经书面许可不得复制。

This document was developed with IBM funding. Although the document may utilize publicly available material from various vendors, including IBM, it does not necessarily reflect the positions of such vendors on the issues addressed in this document.

本文由 IBM 资助撰写。本文可能利用了来自包括 IBM 在内的不同供应商的公开材料，但这不代表供应商所持立场。

