

南大通用基于共享存储的
数据库集群管理系统
企业版
(GBase 8s V8.8)
技术白皮书

GBase 8s 基于共享存储的数据库集群管理系统企业版技术白皮书，南大通用数据技术股份有限公司

GBASE 版权所有©2004-2020，保留所有权利。

版权声明

本文档所涉及的软件著作权、版权和知识产权已依法进行了相关注册、登记，由南大通用数据技术股份有限公司合法拥有，受《中华人民共和国著作权法》、《计算机软件保护条例》、《知识产权保护条例》和相关国际版权条约、法律、法规以及其他知识产权法律和条约的保护。未经授权许可，不得非法使用。

免责声明

本文档包含的南大通用公司的版权信息由南大通用公司合法拥有，受法律的保护，南大通用有限公司对本文档可能涉及到的非南大通用有限公司的信息不承担任何责任。在法律允许的范围内，您可以查阅，并仅能够在《中华人民共和国著作权法》规定的合法范围内复制和打印本文档。任何单位和个人未经南大通用公司书面授权许可，不得使用、修改、再发布本文档的任何部分和内容，否则将视为侵权，南大通用公司具有依法追究其责任的权利。

本文档中包含的信息如有更新，恕不另行通知。您对本文档的任何问题，可直接向南大通用公司告知或查询。

未经本公司明确授予的任何权利均予保留。

通讯方式

南大通用数据技术股份有限公司

天津市高新区开华道 22 号普天创新产业园东塔 20-23 层

电话：400-013-9696

邮箱：info@gbase.cn

商标声明

GBASE 是南大通用数据技术股份有限公司向中华人民共和国国家商标局申请注册的注册商标，注册商标专用权由南大通用数据技术股份有限公司合法拥有，受法律保护。未经南大通用公司书面许可，任何单位及个人不得以任何方式或理由对该商标的任何部分进行使用、复制、修改、传播、抄录或与其他产品捆绑使用销售。凡侵犯南大通用公司商标权的，南大通用公司将依法追究其法律责任。

目 录

1 产品简介	4
1.1 产品概述	4
1.2 特性简介	4
1.3 功能简介	6
1.4 共享存储集群简介	7
2 技术指标	8
2.1 支持平台	8
2.2 功能指标	8
2.3 性能指标	9
3 产品架构及部署方式	11
3.1 产品架构	11
3.1.1 数据库服务架构	11
3.1.2 安全架构	14
3.1.3 集群架构	16
3.2 部署方式	17
3.2.1 单机	17
3.2.2 共享存储集群	18
3.2.3 主备集群	19
3.2.4 两地三中心	20
4 基础功能	21
4.1 数据类型	21
4.2 锁和隔离级别	23

4.2.1 锁技术	23
4.2.2 隔离级别	23
4.3 分片和索引	23
4.3.1 分片技术	24
4.3.2 索引技术	24
4.4 非结构化数据支持	24
4.5 备份恢复	25
4.6 SQL 兼容	26
5 安全功能	26
5.1 身份鉴别功能	27
5.1.1 用户标识	27
5.1.2 用户鉴别	27
5.2 自主访问控制	28
5.3 安全标记与强制访问控制	28
5.3.1 安全标记	28
5.3.2 强制访问控制（MAC）	29
5.4 数据完整性	30
5.5 数据安全性	31
5.6 客体重用	32
5.7 安全审计	32
5.8 用户权限三权分立	33
6 共享存储集群	34
6.1 工作原理	34
6.2 SSC 技术特点	35
7 高可用集群	35

7.1 HAC 灾备集群	36
7.2 灵活的高可用集群	37
7.2.1 同城双活高可用	38
7.2.2 两地三中心高可用	39
8 产品性能	40
8.1 高效的文件空间和磁盘管理	41
8.2 可配置的多工作者线程处理能力	41
8.3 高效的事务并发控制和管理机制	42
8.4 可配置的、高效的内存管理策略	42
8.5 高效的查询优化策略	42
8.6 高效的存储加密机制	42
9 接口及管理工具	43
9.1 开发接口	43
9.1.1 ODBC	43
9.1.2 JDBC	43
9.1.3 ADO.NET	44
9.1.4 GCI/GCCI	44
9.2 开发语言	44
9.3 框架	44
9.4 管理工具	44
9.4.1 企业管理工具	45
9.4.2 安全管理工具	46
9.4.3 审计管理工具	47
10 迁移能力	48
11 技术服务	48

1 产品简介

1.1 产品概述

GBase 8s 是天津南大通用数据技术股份有限公司自主研发的、成熟稳定的企业级国产交易型数据库，拥有自主知识产权。产品达到国标第四级安全标准，支持国密算法，支持 SQL92/99/2003、ODBC、JDBC、ADO.NET 等国际数据库规范和开发接口。支持共享存储集群、支持两地三中心高可用部署。

GBase 8s 企业版适用于 OLTP 应用场景，包括金融、电信行业的关键核心业务系统，安全、党政、国防等行业对信息安全性有较高要求的信息系统，以及大型企业的经营类、管理类信息系统，能够在 90%以上场景中替换国际主流数据库及共享存储集群。

1.2 特性简介

GBase 8s 企业版是一款支持共享存储集群、两地三中心部署的、成熟稳定的百 TB 金融级国产基于共享存储的数据库集群。

- 最高安全等级

南大通用自主研发的 GBase 8s 数据库产品通过了中国信息安全测评中心的安全可靠测评，通过安全保障级（EAL4 增强级）认证、公安部等保四级、国家保密局认证，符合信息安全政府采购要求，具备 3C 证书的数据库产品。满足 GM/T 0028-2014《密码模块安全技术要求》，已囊括信息安全产品类主要资质，是中国安全等级最高、资质最全的数据库之一。

- 金融级高可用

GBase 8s 自带丰富的高可用软件组件，支持同城主备灾备集群（HAC）、异地容灾集群（RHAC）等高可用解决方案，故障秒级切换，高可用等级 99.999%。支持两地三中心高可用部署，异地容灾距离可达 3000 公里以上。

- 共享存储集群

GBase 8s 支持共享存储集群，解决用户关键业务中非常关心的数据高可用问题，支持故障自动秒级切换。集群支持节点数达 16 个，用户可通过增加集群节点数。

- SQL 语法广泛兼容

GBase 8s 长期持续完善主流数据库语法兼容，支持更广泛的、与多种主流数据库语法兼容的 SQL 使用方法，最大限度的复用用户和开发人员的数据库经验，降低产品使用门槛。

- 完备的国产生态

GBase 8s 已完成对全部国产平台的深度适配工作，支持鲲鹏、飞腾、龙芯、申威、兆芯、海光等系列的 CPU。已完成国产操作系统的适配，包括统信 UOS、麒麟、普华、凝思磐石、万里红、中科方德、浪潮 K-UX 等。

- 国际、国内标准：

GBase 8s 兼容 SQL92/99/2003 标准，支持 JDBC、ODBC、.NET 等标准开发接口。支持 GB18030 等多种常用字符集。

- 简单易用

GBase 8s 提供丰富管理工具，支持图形化安装、管理、开发。支持 B/S 架构的数据库监控工具，用于实时监控数据库状态、资源消耗状况、数据库健康状况检查等。

- 低成本迁移

GBase 8s 为客户提供了多层次的迁移能力支持。GBase 8s 内置了多达 150 项主流数据库兼容语法，满足应用的无更改迁移需求。GBase 8s 提供了多种迁移工具和实时同步工具，为应用迁移及试运行过程中的业务准确性及稳定性保驾护航。

- 良好的技术生态

GBase 8s 产品持续跟踪主流开发框架，构建产品良好的技术生态。支持的开发框架包括：hibernate、mybatis、Activity、xorm、EFCore、sqlalchemy 等。支持的国产中间件包括：金碟、中创、东方通等。

- 并发控制

GBase 8s 产品中采用封锁技术和隔离级别划分对事务并发控制，GBase 8s 中的锁包括共享锁、排他锁、和提升锁三种类型，通过在事务对数据库对象进行修改的过程中添加锁来防止其他用户对其进行修改，从而保持数据的一致性，而事务在提交或者回滚后释放锁资源；隔离级别包括脏读、提交读、最后提交读、游标读和可重复读五种类型，用于解决并行处理时的脏读、不可重复读和幻影读的问题。

- 在线滚动升级

GBase 8s 产品具备热升级能力，进行升级时无需中断业务。

1.3 功能简介

GBase 8s 产品功能简介表

功能	详细说明
数据类型	支持字符、数字、日期、二进制、布尔、大对象、扩展及自定义等

	丰富的数据类型
标准支持	兼容 SQL 92/99/2003 标准。支持 ODBC、OLEDB、JDBC、ADO.NET、GCI(OCI/OC CI)、等标准接口
事务管理	支持事务 ACID 特性。支持的隔离级别: Dirty Read、Committed Read、Cursor Stability、Repeatable Read 及 Last Committed Read
锁机制	支持排他锁、共享锁、提升锁, 支持数据库、表、页、行锁等多级别的锁机制
可靠性	支持多种方式的数据备份、故障恢复; 支持在线备份, 从而实现产品的不间断运行
大数据量	支持复杂数据类型和超大规模的数据量; 支持百 TB 级数据存储管理, 满足用户的应用需求
数据存储管理	提供了方便可靠的数据文件、日志文件的存储管理工具
模式对象管理	提供了针对数据表、索引、序列、视图、数据约束、同义词、存储过程、包、作业、外部链接、触发器等模式对象管理工具
安全性	支持身份鉴别、自主访问控制、数据存储加密、数据通讯加密、安全审计
可用性	支持共享存储、同城灾备、异地容灾等高可用部署方式。支持两地三中心高可用部署, 距离可达 3000 公里以上。支持自动切换, 支持读写分离
外围工具	支持企业管理器、监控工具、迁移工具、实时同步工具等
开发语言	.NET、C、C++、C#、Java、PHP、Cobol、Perl、Python、go 等
开发框架	SqlAlchemy、XORM、Hibernate、Mybatis、Activity、EFCore 等
兼容性	兼容主流数据库 SQL 语法, 兼容存储过程、存储函数等过程化语言

1.4 共享存储集群简介

针对各行业信息化系统可能出现的服务器断电、断网、进程消失及数据库宕机等问题, GBase 8s 企业版推出了基于共享存储的高可用集群解决方案, 该方案实现了在低成本服务器上构建数据库高可用系统, 应用自由部署, 故障自动切换。GBase 8s 共享存储集群 Shared Storage Cluster(SSC)通过多个节点对外提供服务, 保障系统高可用。数据保存在共享存储上, 所有节点共享一份数据。共享存储集群提供的通信协议、SQL 协议与单机相同, 保障应用系统无缝迁移。

GBase 8s SSC 目前正在包括电信、金融、电力、轨道交通、政府等众多行业得到大规模使用，成熟稳定。

SSC 具备如下特性：

- 高可用性
当某节点发生故障时，其他节点自动接管服务请求。主节点故障秒级切换，辅助节点故障不影响数据库服务。
- 高扩展性
GBase 8s 共享存储集群最高可支持 16 节点，用户可根据自己需要在线增加节点数。
- 应用透明性
搭配 GBase 8s 连接管理器使用，故障切换不影响业务。
- 低成本
GBase 8s SSC 特性包含在 GBase 8s 企业版内，不单独收费。

2 技术指标

2.1 支持平台

类别	内容
主流操作系统	Linux、Aix、Solaris、HP UNIX 等。
国产操作系统	统信 UOS、麒麟、普华、凝思磐石、万里红、中科方德、浪潮 K-UX 等。
国产芯片	鲲鹏、龙芯、申威、飞腾、RedPower、兆芯、海光系列等。
存储	支持本地存储、集中式存储、分布式虚拟存储等。

2.2 功能指标

技术指标	描 述
------	-----

技术指标	描 述
常用数据类型	支持数字类型：INTERGER、SERIAL、SERIAL8、BIGSERIAL、INT8、SMALLINT、BIGINT、BIGSERIAL、DECIMAL、NUMERIC、REAL、SMALLFLOAT、FLOAT、DOUBLE PRECISION、MONEY；字符类型：CHAR、CHARACTER VARYING、VARCHAR、LVARCHAR、NCHAR、NVARCHAR；日期类型：DATE、DATETIME、INTERVAL；布尔类型：BOOLEAN
结构化查询语言	支持 SQL 92/99/2003 标准，支持标准的 DDL、DML、DQL 等数据库操作
数据库对象	提供了数据库，表，索引，视图，序列，存储过程，触发器，系统函数和自定义函数等常用数据库对象的创建，修改和删除操作，支持数据库多用户多角色的创建，删除操作，以及用户和角色权限的分配与回收
系统函数	支持常用系统函数，包括但不限于数值函数、字符函数、日期时间函数、大对象函数、转换函数、系统管理函数、数学函数、分析函数等；支持常用正则表达式，包括但不限于 REGEXP_LIKE、REGEXP_INSTR、REGEXP_REPLACE 等
支持备份与恢复	支持在线全量备份，增量备份以及数据恢复
高密度事务处理	基于多线程的结构，可更有效地利用 CPU，提供高并发用户连接和高并发操作
支持数据复制	HAC 基于逻辑日志的同步实现数据复制
分片	分片策略支持轮询方式和表达式方式
字符集	GB18030、Unicode
大对象类型	支持 BYTE、TEXT、BLOB、CLOB
其他类型	JSON、BSON、XML

2.3 性能指标

技术指标	描 述
实例	256 个
大对象	4TB
数据压缩比	1:5
数字精度	32
表的个数	每个数据库 65536 个
表中一行的内部长度	32MB
一个整数类型列的长度	8 字节

技术指标	描 述
日期类型列中表示年的位数	4 位
用户名包含字符的个数	32 字符
CHAR 类型的最大长度	32765 字节
VARCHAR 类型的最大长度	32765 字节
数据库名长度	128 字符
表名长度	128 字符
列名长度	128 字符
索引名长度	128 字符
别名长度	128 字符
一页包含的数据行数	255
一个表或者分片最大的行数	4,277,659,295
表支持的列数的最大值	32767
单个 SQL 语句的最大长度	2GB
一个实例最大支持的数据库数	21,000,000
一个实例最大支持的表数	477,102,080
一个实例最大支持的活动用户数	32767
一个会话最大同时访问的数据库数	取决于操作系统，Linux/unix 操作系统最多 32 个，windows 操作系统 8 个
最大的页清理进程数	128
一个 dbspace 上最多可支持的分区个数	1048445 个（PageSize 为 2KB 时） 1048314 个（PageSize 为 4KB 时）
一个用户同时可以使用 Lock Table 锁住的表的个数的最大值	32
一个 dbspace 的最大空间	4TB（PageSize 为 2KB 时） 8TB（PageSize 为 4KB 时）
一个实例最多支持的 chunk 数	32767

技术指标	描述
一个 chunk 最大存储的数据页数	2,000,000,000
一个实例最大支持的 dbspace 数	2047 个

3 产品架构及部署方式

3.1 产品架构

3.1.1 数据库服务架构



GBase 8s 总体上由三大部分组成：管理工具、应用接口、数据库主服务。

➤ 管理工具

包含图形化管理工具和命令行管理工具。

- 图形化管理工具

- 安全管理器：用于安全标签、用户赋权等安全管理相关图形化界面；
- 审计管理器：安全审计的打开、关闭，审计标签设定，审计记录查看等功能；
- 统一监控平台：提供数据库系统的运行状态信息展示，供系统维护人员、系统管理员等角色对数据库进行调优、排错等日常维护工作；
- 迁移工具：提供同源或非同源数据的导入工具；例如 Oracle 到 8s；
- 企业管理器：供数据库 DBA 及普通用户使用的图形化管理工具，提供数据库元数据管理、用户数据管理、SQL 查询/操作的图形化管理工具
- GBase 管理工具：供数据库 DBA 及运维人员使用的图形化管理工具。

- 命令行管理工具

- DBAccess：命令行连接工具，可通过此工具执行 DDL、DML、DQL；
- 连接管理器 CM：分布式连接管理器组件，供高可用使用；
- 备份恢复工具；
- 状态监控工具；
- 系统启停工具；
- 磁盘检测工具。

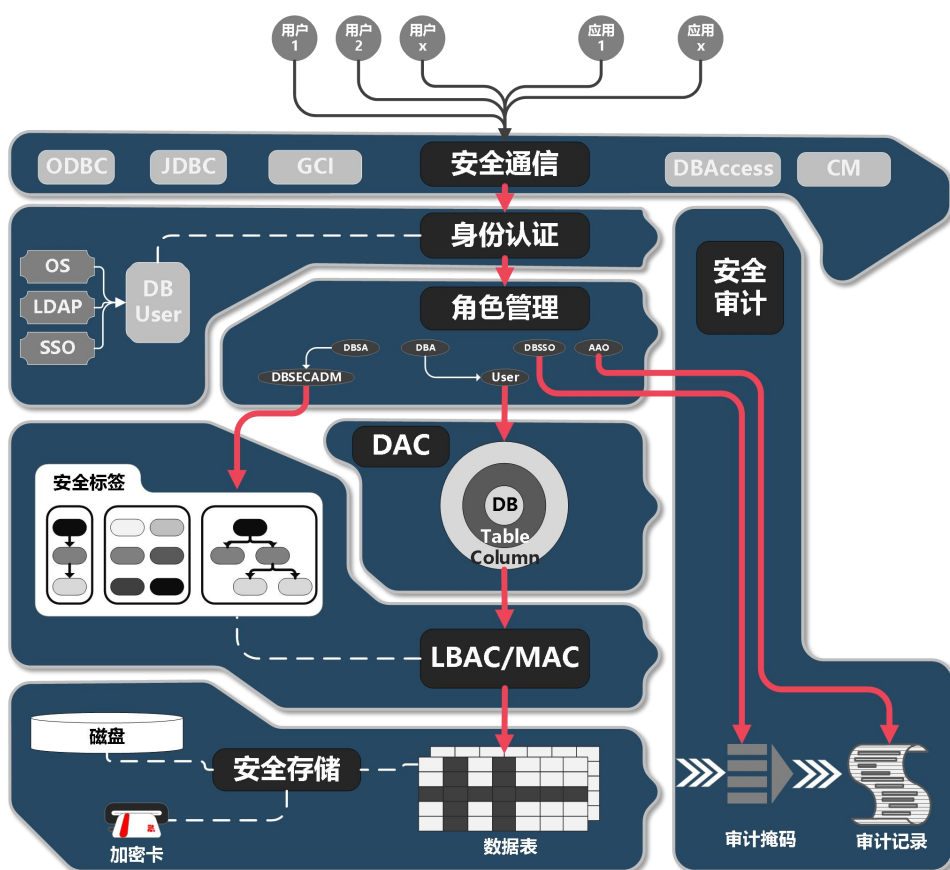
➤ 应用接口：

- JAVA 接口：JDBC 接口；
- C 接口：ODBC、GCI（OCI/OCIC）接口；
- ADO.NET 接口。

- 数据库服务，数据库服务是位于用户和操作系统之间的一层数据管理系统，主要功能包括：数据定义、数据操作、运行管理、运维等。架构采用多进程+共享内存架构实现高效的数据管理。本系统由如下几部分组成：
- GBase 8s 通过共享内存机制实现各服务进程间通信及数据处理。同时采用共享内存作为数据缓存减少 I/O 负荷、提高数据库的并发能力。
 - GBase 8s 的服务进程由一系列负责不同功能的进程组成，主要包括用户服务进程、逻辑日志服务进程、物理日志服务进程、管理服务进程、安全控制服务进程、I/O 服务进程、审计服务进程，以及其他一系列服务进程，负责客户端安全接入、解析、优化、执行、结果返回等工作。主要服务进程的相关资源可根据系统负荷情况在线动态调整。
 - GBase 8s 的存储管理提供数据库持久化能力，是数据库系统的重要组成部分，属于较低层的模块。包含：物理存储介质管理、文件组织管理、文件中记录的组织、数据字典管理、数据索引管理、大对象存储等数据库物理、逻辑元素的存储管理功能；
 - 通信：负责接收业务系统通过应用接口发送的 SQL 请求，由 SQL 引擎处理解析后，该模块负责将结果集通过应用接口返回给业务系统；
 - SQL 引擎：SQL 引擎模块向用户提供了数据的高层视图，包括查询、插入、删除和修改等。同时，本模块也负责创建用于存储数据的表和用于查看、管理和保护数据安全的数据对象（如索引、视图和存储过程）。
 - 基础支撑模块：包含底层操作系统的封装支持、后端底层算法、通用功能库的封装等底层供；
 - 安全模块：提供等保四级级别（TCSES B2 级）的安全保护功能，由身份鉴别、自主访问控制、标记与强制访问控制、安全审计、可信路径、推理控制、SSODB 自身保护等部分组成；

- 高可用模块：提供共享存储、灾备集群的高可用功能，满足业务系统对于高可靠性的需求；
- 服务扩展模块：提供用户自定义类型、函数的管理、存储和使用，同时以插件的方式提供附加功能。

3.1.2 安全架构



GBase 8s 安全架构是保证数据库具备安全特性的基础。用户或应用使用客户端通过安全通信登录数据库，经过身份认证模块确认用户身份，避免非法用户的访问。通过角色管理确认登录用户的角色，从而完成符合角色身份的工作。安全管理员通过 LBAC 模块制定安全标签来决定用户对数据的访问策略。数据

拥有者通过 DAC 模块分配用户对库、表、字段的访问权限。系统安全员制定审计策略决定审计的内容，审计操作员对审计功能进行启、停和配置，并对审计记录进行分析。被访问的数据以密文形式存储于磁盘上，经由安全存储模块通过硬件加密卡解密后加载以供合法用户的访问。

安全通信： GBase 8s 基于共享存储的数据库集群使用 SSL 安全协议，通过使用加密算法保护的链路层，并对服务端和客户端进行双向验证，保证客户端和服务端之间通讯的保密性和完整性。同时，安全通讯也对高可用环境下的连接管理器和客户端、服务端间的通讯，服务端和服务端间的通讯进行了安全保护。

身份认证： 支持常规数据库用户口令认证方式，同时支持插入式身份验证模块（PAM）、轻量级目录访问协议（LDAP/GBase 8d）、单点登录（SSO）用户对数据库访问的验证集成。

角色管理： GBase 8s 预定义了数据库安全管理员 DBSA、DBSECADM、DBSSO，数据库审计管理员 AAO，数据库管理员 DBA 等默认角色，也可以由系统管理员根据实际业务需要创建角色和分配用户。

自主访问控制（DAC）： 自主访问控制粒度分为数据库级、表级、字段级。数据拥有者和其指定的用户可对不同粒度对象设置不同的权限管理。

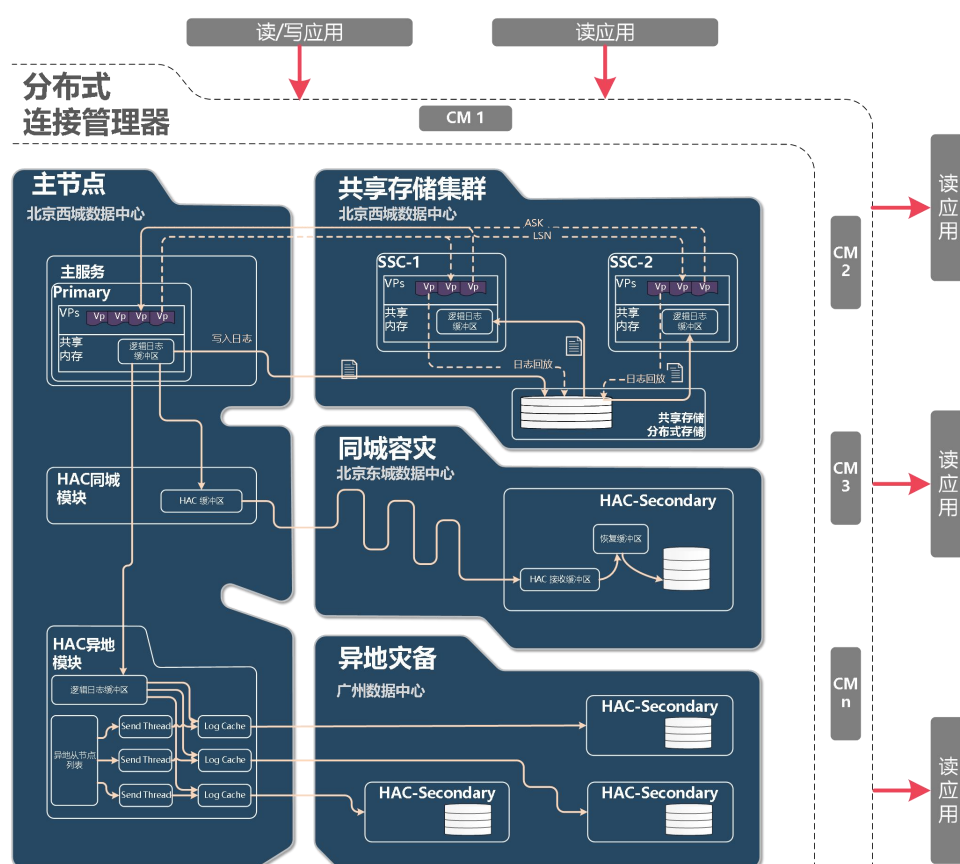
强制访问控制(LBAC/MAC)： GBase 8s 使用基于标签的访问控制系统（LBAC）以实现强制访问控制要求。安全标签由一个或多个带顺序的数列型构件、无序的集合型构件、表示层级关系的树型构件组成。强制访问控制力度达到行级。

安全存储： 存储数据的保密性是基于共享存储的数据库集群最重要的功能之一。GBase 8s 基于共享存储的数据库集群的数据加密采用库内加密的方式，在数据库管理系统的内核存储引擎上进行数据加解密处理，即数据在进行物理 I/O 时完成加 / 解密工作。由于数据页只有在真正进行 I/O 时才进行加解密操作，

从而对于合法用户来讲是完全透明的，因此也可以称为透明存储加密。加密算法及密钥由符合国密标准的硬件加密卡提供。

安全审计：由安全操作员进行审计掩码的设置，可针对每个用户、全局分别进行审计掩码的设定，可设定要求、排除两种审计掩码的设定，审计掩码可对 160 种审计事件进行组合。由审计操作员执行审计的启停和配置管理，并对审计记录进行分析。

3.1.3 集群架构



GBase 8s 系统的高可用集群有共享存储集群、容灾集群三种，并支持组合，实现两地三中心高可用部署。集群切换可通过连接管理器（CM）组件实现。其中，

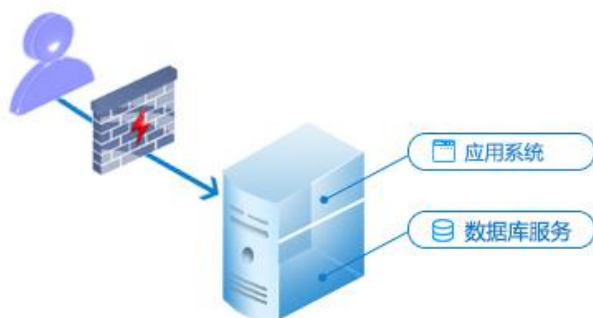
- 灾备集群 HAC(High availability cluster)根据备份距离不同分为同城灾备集群和异地灾备集群。HAC 技术是一种将数据从主服务器复制到备服务器的技术。异地灾备集群是同城容灾的扩展，提供远程的容灾备份方案，同城容灾备集群支持同步、半同步、异步三种模式，异地灾备集群支持异步模式；
- 共享存储集群 SSC(Shared storage cluster) 通过多个节点对外提供服务，保障系统高可用。数据保存在共享存储上，所有节点共享一份数据。当主节点出现故障时，备节点将自动、快速接管主节点服务。
- 连接管理器（CM）是一个轻量级连接管理组件，位于应用程序和 8s 高可用数据库集群之间，根据集群状态提供负载均衡及故障接管功能，支持代理和重定向两种模式。

3.2 部署方式

GBase 8s 支持多种部署方式，包括单机、共享存储集群、主备集群、两地三中心集群等。支持虚拟化或容器化部署等云化部署方式，支持应用与数据库部署在同一台或者不同服务器上。

3.2.1 单机

应用与数据库部署在一台服务器示意图：

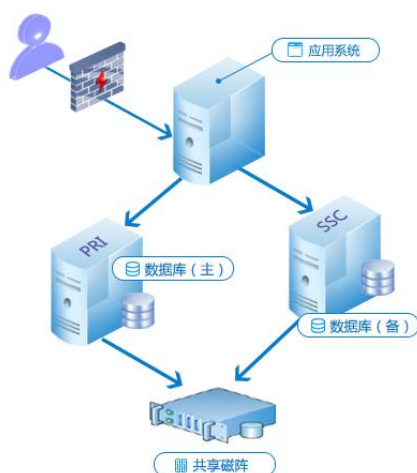


应用与数据库部署在不同服务器示意图：



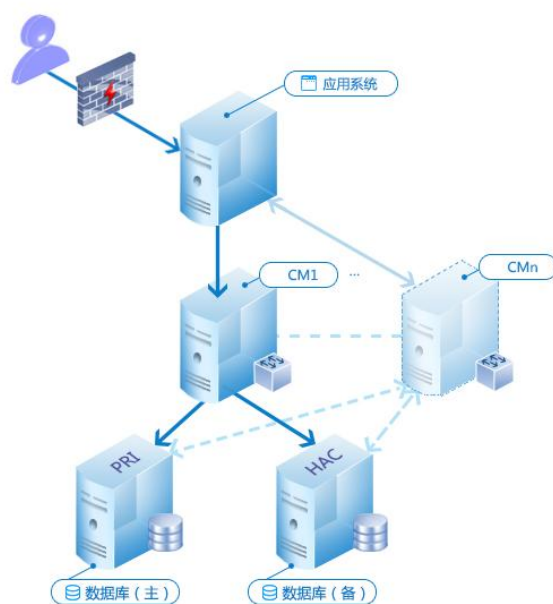
3.2.2 共享存储集群

共享存储集群部署示意图：



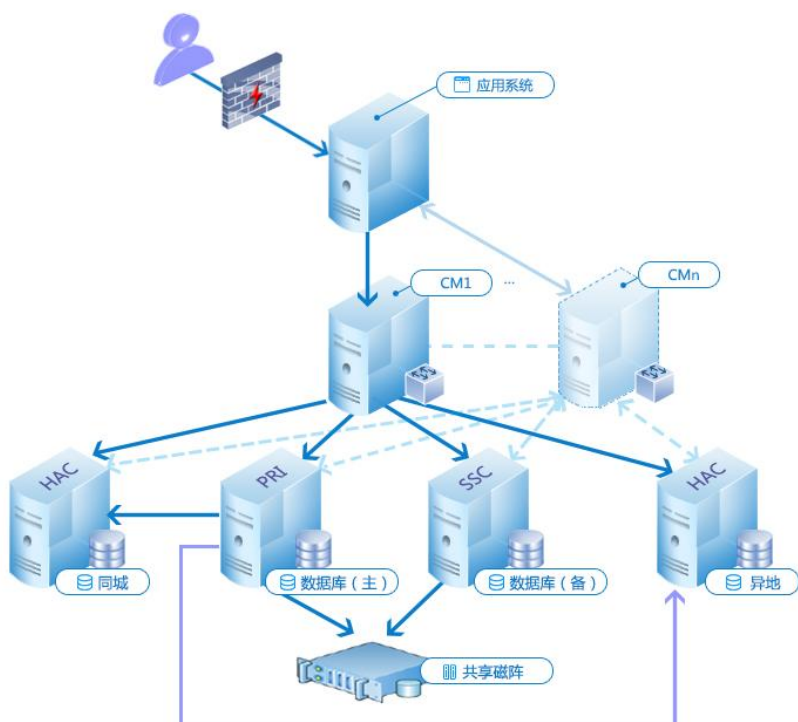
3.2.3 主备集群

主备集群部署示意图：



3.2.4 两地三中心

两地三中心组合方案部署示意图：



4 基础功能

4.1 数据类型

GBase 8s 拥有完善的数据类型管理体系，且内置了日常应用所能涉及的所有数据类型，完全可以满足企业数据管理的需求。支持的内置数据类型包括：

- 数值类型：SMALLINT、INTEGER、INT8、BIGINT、DECIMAL、NUMERIC、FLOAT、SMALLFLOAT、REAL、DOUBLE、LONG、SERIAL、SERIAL8、BIGSERIAL、MONEY。

- 字符类型：CHAR、VARCHAR、LVARCHAR、NCHAR、NVARCHAR、CHARACTER VARYING。
- 日期类型：DATE、DATETIME、INTERVAL。
- 大对象类型：TEXT、BYTE、CLOB、BLOB。
- JSON/BSON 数据类型。
- XML 数据类型。
- 二进制类型：RAW。
- 其他类型：BOOLEAN、ROW。

GBase 8s 支持简单大对象和智能大对象数据类型，可存储文本、图形、声音等内容。

- 简单大对象(Simple large object)
 - ◇ Text: 大字符对象，存储大文本信息，最大支持 2G。
 - ◇ Byte: 二进制数据，最大支持 2G。
- 智能大对象(Smart large object)
 - ◇ CLOB: 智能大字符对象，最大支持 4T。
 - ◇ BLOB: 智能二进制对象，最大支持 4T。

GBase 8s 支持复杂数据类型的定义，主要有 Row 数据类型、集合数据类型。

- Row 数据类型 (Row Data Type)。
- 集合数据类型 (Collection Data Type)，包括 Set、List、Multiset。

GBase 8s 提供用户定义的数据类型 (UDT) 功能，通过 UDT 用户可以定义自己的数据类型。

4.2 锁和隔离级别

4.2.1 锁技术

- 锁粒度：GBase 8s 提供 6 种粒度的锁，可满足各种并发模式下的需求。

锁粒度	说明
数据库锁	针对整个数据库的锁
表锁	针对整个表的锁
页锁	针对整页数据的锁
行锁	针对一个数据行的锁
键锁	在索引中的一个键值上的锁

- 锁类型：GBase 8s 支持多种类型的锁，包括共享锁、排他锁、提升锁。
- 支持自动解死锁：GBase 8s 对死锁的管理十分智能化，可通过数据库锁资源的相关设置，使得数据库具有自动解死锁功能。

4.2.2 隔离级别

GBase 8s 提供以下 5 个隔离级别：

隔离级别	说明
Dirty Read	脏读级别，这个并发性级别不锁定任何行。
Committed Read	提交读，这个级别不锁定任何行，但如果有人执行更新或在行上使用排他锁，它将失败。
Cursor Stability	游标固定，在选择的行上加共享锁，因此当有用户正在读取某行时，其他用户就不能更新它。
Repeatable Read	可重复读，为每个读取的行加共享锁，使这些行不能再被更改，重复读取将返回同样的记录和值。
Last Committed Read	最后提交读，与提交读相似；不过，当读取已更新某个行时，将从日志中读取最近提交的记录。

4.3 分片和索引

4.3.1 分片技术

分片技术也成为表分区技术，GBase 8s 支持多种分片方式：轮询分片、表达式分片、哈希分片、范围分片和列表分片等。其中常见分片表达式有：基本表达式、Mod 运算表达式、Remainder、List、Interval 表达式，GBase 8s 所提供的基于 Interval 的分片策略，将根据 Insert 记录的情况自动扩展分片，从而提供更为灵活的方式，减少人工维护。

另外，GBase 8s 支持数据库表的二级分区技术，同时支持建立分区索引。

4.3.2 索引技术

GBase 8s 支持 B+树索引、用户定义的索引等多种索引结构；拥有多种索引类型包括：唯一索引、函数索引、簇集索引、全文索引。

GBase 8s 索引除了拥有高效的查询能力外，还具备如下特性：

- 支持不影响业务的情况下，在线创建索引的能力。
- 支持中、英文分词全文检索，增量数据自动建立全文检索，无需手工维护。
- 支持索引和表可分开存储。
- 支持索引支持分片功能，具有并行扫描效果，进一步提升扫描效率。

4.4 非结构化数据支持

GBase 8s 支持非结构化数据存取驱动，对 Web 2.0 网站能够提供很好的支持，并提供高性能，高可用性和可扩展性。

GBase 8s 在非结构化数据库支持上具有如下特点：

- 支持 JSON/BSON 非结构化数据格式的存储和处理，支持 SQL、SQL

函数、NoSQL 数据库 API、NoSQL 数据库命令行的方式访问 JSON、BSON 表；

- 支持非结构化表之间的连接、创建索引；
- 支持非结构化表的事务管理和行级锁功能；

4.5 备份恢复

GBase 8s 的备份分为三个级别：

- 零级备份：全量备份。
- 一级备份：最近一次零级备份后的增量部分备份。
- 二级备份：最近一次一级备份后的增量部分备份。

GBase 8s 备份与恢复的功能特点：

- 支持利用灵活的数据导入导出能力：支持全库、单表、多表批量的导入导出能力；支持表结构（包括所有数据对象）、表数据的单独导入导出能力；支持全库、单表、多表批量导出成二进制文件或文本文件，并支持将导出的文件中数据导入到数据库中；支持外部表技术，通过外部表加载和卸载数据；
- 支持物理备份和恢复：包括全量、增量和差异备份及恢复功能。支持单节点数据库完全备份与恢复、增量备份与恢复、数据空间备份与恢复；支持备份数据的加密、压缩存储，支持备份数据的一致性校验。支持在线备份和恢复，并具备恢复到具体某个时间点的能力。支持多种备份存储媒体，并支持部分、完整数据库的恢复能力。可通过存储管理软件（如爱数、鼎甲等国产备份恢复软件）对数据库进行备份和恢复，具有并行地运行备份和恢复功能。具备数据库事务故障、系统故障、存储媒介故障等不同级别的可恢复能力。

- 支持数据库闪回查询，闪回查询时恢复数据，支持库级和表级等不同级别的闪回恢复；
- 支持数据库级的数据文件镜像功能。

4.6 SQL 兼容

GBase 8s 支持更广泛的、与多种主流数据库语法兼容的 SQL 使用方法。

主流数据库兼容：数据类型兼容如：varchar2、timestamp。函数兼容如：listagg()、sys_guid()等。语法兼容如：with as、insert /first all，支持为表添加注释，支持为列设置默认值等。

过程化语言兼容：实现了常用语法的兼容，简单存储过程可以不改动直接在 GBase 8s 中创建、调用。兼容数据类型、变量声明、赋值、顺序结构、选择结构、循环结构、静态 SQL、动态 SQL、异常处理等语法结构。

包兼容：支持 package 对象，支持以 DBMS 开头的一系列系统内置包。

5 安全功能

GBase 8s 提供和支持的安全功能包括：身份认证与鉴别、数据加密存储、自主访问控制、安全标记、强制访问控制、数据完整性保护、安全审计、三权分立等，参见如下示意图：



GBase 8s 提供和支持的安全功能示意图

5.1 身份鉴别功能

5.1.1 用户标识

在 GBase 8s 中，每个数据库用户都有一个不可重复的唯一性用户标识，并在 DBMS 的整个生命周期实现该用户标识的唯一性。

5.1.2 用户鉴别

按照基本鉴别、不可伪造鉴别及一次性使用鉴别要求进行用户身份鉴别，用户在使用 DBMS 时必须首先给出用户标识，通过检验合格后才能进入使用 DBMS。用户身份鉴别采用了用户密码及数据证书双重认证的鉴别机制。

数据库用户的密码使用杂凑算法加密处理后存储在 GBase 8s 的系统表中，从而保证了密码自身的安全性。

5.2 自主访问控制

采用访问控制表访问方式以实现自主访问控制，即采用如下表所示的访问控制表。

访问控制表

	客体 1	客体 2	客体 n
主体 1	操作 1.1	操作 1.2	操作 1.n
主体 2	操作 2.1	操作 2.2	操作 2.n
.....
主体 m	操作 m.1	操作 m.2	操作 m.n

其中主体即为用户，客体包括基表、视图、列、存储过程、函数等，操作包括 SELECT, INSERT, UPDATE, DELETE, ALTER、INDEX、REFERENCE, EXECUTE 等。

根据访问控制表，每个主体拥有一定操作权限，并可将其权限授予（或收回）另一个主体，称为授权。

当一个主体访问某个客体时，自主访问控制根据访问控制表检查，以确认主体对客体访问的操作是否在表中允许，若为允许操作，则访问为合法，否则为非法操作，此时访问不能进行。

目前自主访问控制的主体粒度为用户级，客体粒度为字段（属性）级。

5.3 安全标记与强制访问控制

5.3.1 安全标记

GBase 8s 中的主体（数据库用户）与客体（数据对象）均需标以敏感标记（简称标记），标记分为安全等级标记与范畴标记，等级标记是用正整数表示，而范畴标记则用集合表示。

由负责强制访问控制管理的系统管理员创建全局等级与全局范畴，并利用所创建的等级与范畴标记系统中的主体（代理）和客体。

5.3.2 强制访问控制（MAC）

强制访问控制（MAC）功能提供客体（数据对象）在主体（数据库用户）之间共享的控制，与自主访问控制（DAC）不同的是，强制访问控制由安全管理员管理；自主访问控制尽管也作为系统安全策略的一部分，但主要由客体的所有者管理。强制访问控制通过无法绕开的访问控制限制来防止各种直接和间接的攻击，一个用户无权将任何数据资源的访问权授予别的用户。GBase 8s 在传统的自主访问控制基础上增加了安全标记及强制访问控制功能。

GBase 8s 的强制访问控制模型以 BLP 模型作为核心基础，并加以适当的扩充，模型的主要内容有：

- 主体与客体

在 GBase 8s 中主体是指数据库用户，客体包括数据表、视图、存储过程和函数等。

- 安全标记（层次等级与非层次范畴）

敏感标记又称标记，每个主体、客体均有标记，标记分为安全等级标记与范畴标记，等级标记是用正整数表示，而范畴标记则用集合表示。标记是由层次等级标记 I 及非层次范畴标记 S 的二元组组成： (I, S) ，它们间有偏序关系。

设有 $L_1 = (I_1, S_1)$ ， $L_2 = (I_2, S_2)$ 则： $L_1 \leq L_2$ 成立的充分必要条件是： $(I_1 \leq I_2) \wedge (S_1 \subseteq S_2)$

- 强制访问控制安全策略

Bell-La Padula 模型的基本安全策略是“下读上写”。在 GBase 8s 中，基于实用性和灵活性的考虑对安全策略进行了扩充，除了采用向下读、向上写原则外，还设置有向上读向下写原则，以及将写分为插入，修改/删除两种操作而形成

成的下读等写的安全访问策略。

5.4 数据完整性

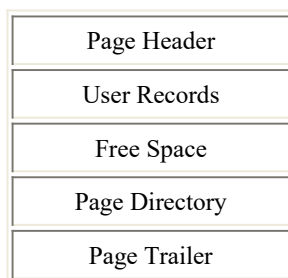
GBase 8s 提供一系列强有力的方法来确保数据库的完整性。

- 物理存储完整性保护

GBase 8s 的数据文件按照页方式进行存储，每个页为 16KB，数据文件存储的示意图如下：



每一个页数据的存储结构如下：



Page Trailer 存储了本页的校验码信息，当向页中写入数据时将页的校验码信息写到 Page Trailer 中；当从页中读取数据时，首先重新计算该页的校验码信息，然后和 Page Trailer 的校验码信息进行对比，如果不相等，说明此页的完整性信息被破坏了，如果相等，说明该页的数据完整性得到了保证，可正常访问，GBase 8s 通过页中保存校验码信息的方式来检查以库结构形式存储在数据库中的用户数据是否出现完整性错误。

- ACID 事务处理模式

GBase 8s 支持 ACID 事务属性，确保每个独立事务的数据完整性与有效性，

具备完善的提交、回滚机制，结合重做日志和回滚段共同作用确保在灾难恢复时数据的一致性。

- 外键功能

GBase 8s 支持外键功能，用来确保数据的参考完整性。

- 约束功能

GBase 8s 支持更改约束和唯一索引的过滤模式，或启用或禁用约束、索引和触发器，或正在重置它们的约束模式时绕过外键约束的引用完整性检查。

5.5 数据安全性

GBase 8s 通过数据存储加密保证数据存储的安全性。GBase 8s 的数据存储加密采用库内加密的方式，在数据库管理系统的内核存储引擎级进行数据加解密处理，从而对于合法用户来讲是完全透明的，因此也称为透明加密。

现有存储加密包括如下技术特点：

- 透明加密：存储加密由数据库内核在后端安全存储引擎中实现，对于合法用户来说完全透明，不影响合法数据库用户的前端操作，不存在功能损失；
- 硬件加密：通过集成国家密码管理局审批的密码卡，为基于共享存储的数据库集群提供高强度的加密函数及有效的密钥管理；
 - PCI/PCI-E 标准接口；
 - 对称密码算法 SM1；
 - 加解密运算速度快（大于 1000Mbps）。

- 完善的密钥保护：采用多级密钥管理机制，主密钥存储在安全硬件之内，正常运行情况下密钥不以明文方式出现在加密卡外；
- 加密数据无膨胀：加密后密文与加密前明文的大小相同，防止了密文膨胀的问题。

由于采用了较为合理的优化机制，GBase 8s 存储加密功能的综合性能衰减低于 15%。

5.6 客体重用

客体重用是指在计算机信息系统可信计算基的空闲存储客体空间中，对客体初始指定、分配或再分配一个主体之前，撤销该客体所含信息的所有授权。当主体获得对一个已被释放的客体的访问权时，当前主体不能获得原主体活动所产生的任何信息。客体重用功能可以防止重要的客体介质在重新分配给其他主体的时候产生信息泄漏。

由 GBase 8s 系统自动实现，系统在每次对资源作分配后，将自动清除资源中包含的残留信息。这些资源包括内存单元及磁盘区域，从而避免了客体重用的安全隐患。

内存单元：内存中不需要的信息将会被清零并删除，可保证不需要的资源信息不会残留到内存中。

磁盘区域：残留到磁盘区域的信息当不使用时将会自动删除，例如在一个会话期间，在磁盘上创建的临时表当会话关闭时，将会自动把残留在磁盘上的临时表文件给删除。

5.7 安全审计

GBase 8s 提供安全审计机制，对用户 in 数据库中的活动事件进行记录，该活动可能是修改或展示数据，或者是审计和安全策略的配置等。通过对这些活动的记录就可对可疑的活动进行分析。

为便于独立审计，设有专门的审计员进行审计管理，审计员可利用专门的审计操作界面对审计事件进行选择，查阅有关审计数据，处理报警信号。

5.8 用户权限三权分立

传统商业数据库通常定义一个超级管理员，该管理员具有至高无上的权力，可以操作任何的数据库功能，管理任何的数据，这便造成了特权用户缺少权力约束的安全隐患，这种系统机制存在的安全漏洞很难从应用的角度去规避。

GBase 8s 安全数据管理系统分权的基本安全思想是最小特权的授权原则，对一个主体（用户）仅赋予完成预定任务所必需的最小权限。基于该安全策略，把数据库管理系统的用户由原来单一的超级数据库管理员变成现在的三类角色：安全管理员、审计管理员、数据管理员。它们分别承担着不同的职责，并且期望它们三者之一应不能涉及其他两者的权力范围，从而实现整个数据库系统的分权管理，即所谓的三权分立原则。

三类用户的具体职责分配大致如下：安全管理员主要负责完成系统的安全（标记）管理功能，审计管理员负责完成系统的审计功能，数据管理员主要负责完成自主访问控制（DAC）、系统维护管理等功能。这三类管理员用户之间分工明确，各司其职，既相互制约又相互配合，共同实现数据库的安全管理功能。

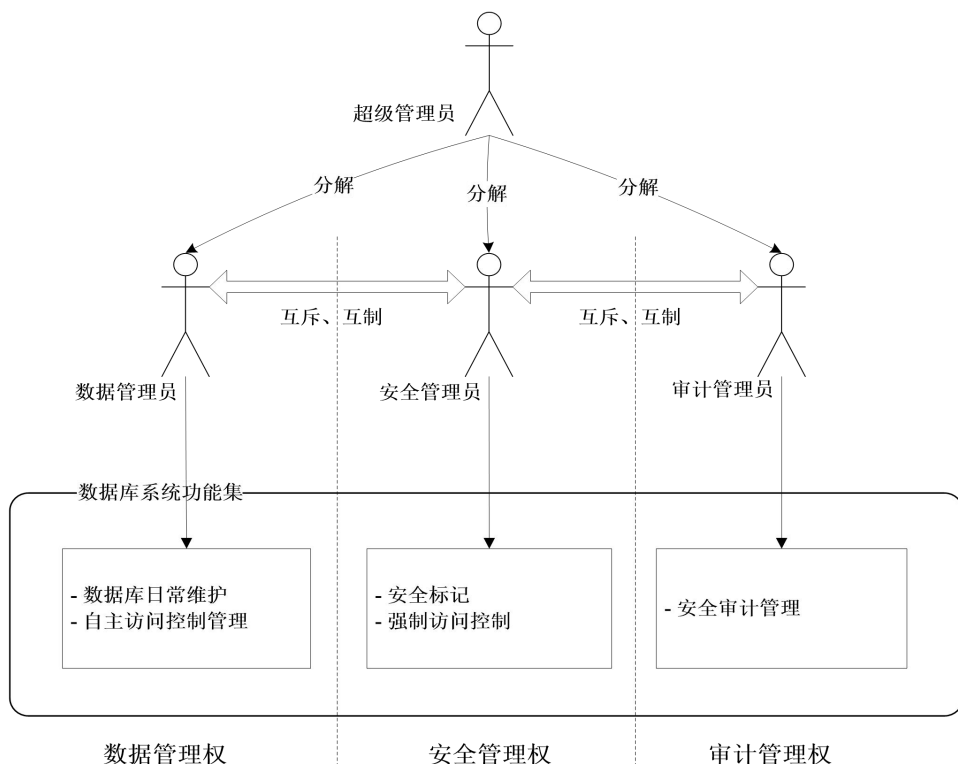


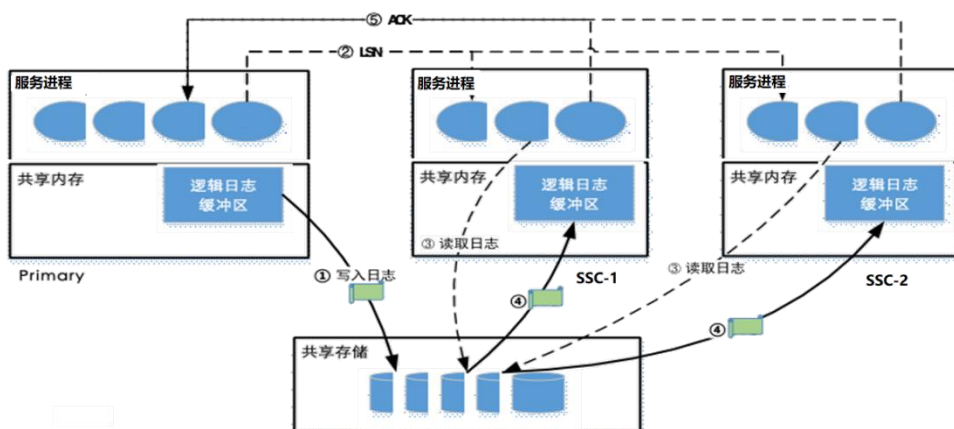
图 5-1 GBase 8s 用户权限三权分立示意图

6 共享存储集群

GBase 8s SSC（共享存储高可用集群）采用共享磁盘方式实现计算节点高可用，数据仅存储一份，有效利用硬件资源，避免数据重复存储问题。SSC 集群中各节点均能对外提供服务，适合写少读多，对读性能有线性扩展需求的场景，集群节点数最多可达 16 个。SSC 具有安装简单、应用无感知、故障自动切换、低成本等特点。

6.1 工作原理

SSC 主备节点状态一致性通过 LSN 同步+逻辑日志重放实现。SSC 主节点接收业务请求，写逻辑日志，并将逻辑日志中与操作一一对应的 LSN 号发给各个备节点，从主节点接收到 LSN 号，从磁盘读取相应逻辑日志到缓冲区进行重放，从而达到主备节点数据状态一致。备节点缓冲区数据的更改并不持久化到磁盘。



6.2 SSC 技术特点

- 1) SSC 具有扩展性，可以在一定范围内随业务需要而扩展；
- 2) 节点间关系对等，有节点失败后，集群中其他节点会接管失败节点的工作；
- 3) SSC 部署简单，可以非常容易地配置多个 SSC；
- 4) 与连接管理器配合使用，实现负载均衡、故障切换；
- 5) 应用无感知，客户端应用程序就像使用单个数据库一样使用 SSC；
- 6) 低成本，主备节点共享一套存储，节省存储成本。

7 高可用集群

GBase 8s 提供了业界领先的高可用集群技术基于共享存储的高可用集群 SSC、同城灾备集群 HAC、异地容灾集群 RHAC 和数据实时同步交换共享集群 ER，提供秒级故障自动切换功能，使数据库的可用性达到 99.999%，具备如下特点：

- 通过不同方案组合，GBase 8s 具有搭建两地三中心、同城双活高可用集群能力。
- 具有超远距离的（3000 公里）异地容灾功能。
- 提供连接管理器（CM）部件，实现故障接管和负载均衡能力，且对应透明。
- 无需采购任何第三方产品、低带宽、易维护。

7.1 HAC 灾备集群

GBase 8s HAC（高可用容灾集群）采用逻辑日志复制技术实现节点高可用。根据灾备距离不同分为同城容灾集群和异地灾备集群。同城容灾集群支持一主一从的部署方式，异地灾备集群支持一主多备的部署方式。HAC 集群主节点执行读写业务的同时，备节点可承担查询、报表等读业务。HAC 集群具有安装简单、应用无感知、故障自动切换、无须额外付费等特点。

HAC 主备节点状态一致性通过逻辑日志复制技术实现，因此要求主备服务器的数据库版本完全相同，主备服务器的硬件和操作系统版本尽量相同。使用时，HAC 主节点接收业务请求，写逻辑日志，将逻辑日志置于发送缓冲区，通过局域网或广域网发送给各备节点，备节点接收到逻辑日志，在内存中进行重放，从而达到主备节点数据状态一致。集群通过 CM（连接管理器）实现主备节点间互相切换。



HAC 架构技术是一种基于逻辑日志的集群技术，逻辑日志的更新模式支持同步和异步两种模式。

- 同步模式：逻辑日志同步更新模式下备实例上的事务始终和主实例保持一致，所以在发生故障时不会丢失数据。适用于主备节点距离较近（同机房或跨机房）的同城容灾集群。
- 半同步模式：逻辑日志半同步更新模式下，主实例在将逻辑日志刷新到磁盘之前要确保备实例日志已回放完成。适用于对主备节点相距几十或上百公里的同城容灾集群。
- 异步模式：逻辑日志异步更新模式下，主实例在将逻辑日志刷新到磁盘之前不需要收到备实例的确认信息，所以此模式可以提高日志的复制速度。适用于主备节点相距上千公里异地灾备集群。

此外，系统管理员可以通过配置，改进 HAC 高可用集群同步模式，用以平衡系统性能和数据保护。

7.2 灵活的高可用集群

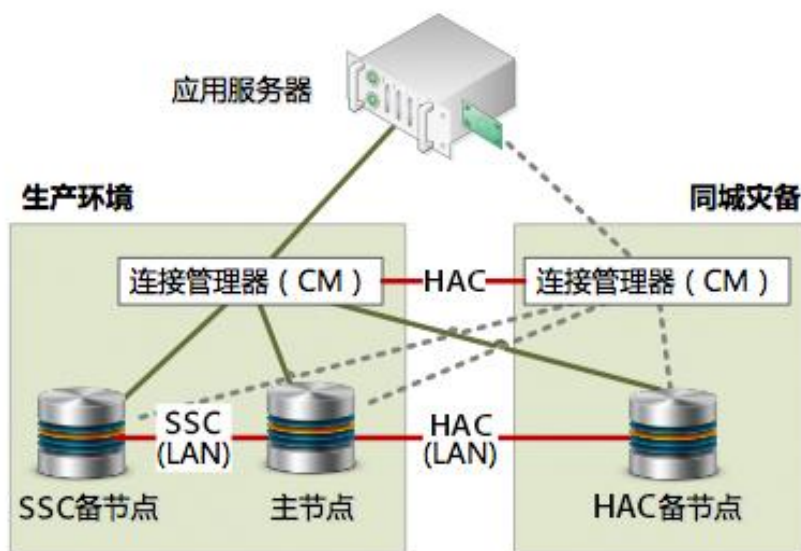
GBase 8s 的高可用方案可以支持组合使用，如：利用 SSC+HAC 同城灾备技术构建同城双活高可用架构，利用 SSC+HAC 异地灾备技术构建两地三中心

高可用架构。

适用场景	SSC	同城 HAC	远程 HAC
网络连接	光纤连接	互联网或专线	光纤连接
节点间的距离	数米内，同一个机房	同城百公里内	异地千公里
对带宽的要求	高	高	低
最大备节点数	多个	1 个	多个
存储设备	共享存储设备	独立存储设备	独立存储设备
承受服务器的 软硬件故障	是	是	是
承受天灾	否	是	是

7.2.1 同城双活高可用

为了达到企业核心业务系统对数据库高可用要求，GBase 8s 结合 SSC 集群和同城 HAC 集群，打造同城双活高可用解决方案。该方案的总体架构如下图所示：



本方案中，SSC 集群采用一主、多备节点方式集群，HAC 集群采用一主、一备节点方式，在同一机房内部署 SSC 集群，在百公里内的另一数据中心部署 HAC 集群，通过连接管理器实现故障切换。备节点为只读节点，通常用来完成数据查询、报表等功能，分担主机系统的压力。HAC 方式通常用来提供高可用性及热备功能。

7.2.2 两地三中心高可用

为了满足金融电信核心业务对数据库 99.999%高可用级别要求，GBase 8s 利用其强大的集群功能，结合 SSC 集群及 HAC 集群打造两地三中心的高可用解决方案。下图是两地三中心总体架构示意图：



本方案中，同一机房内部署 2 节点的 SSC 集群，一主一从。其中的主节点与同城另一数据中心部署的 HAC 备节点构成一主一从的同城 HAC 集群。SSC 的主节点与远距离异地城市部署的 HAC 备节点构成一主一从的远程 HAC 集群。SSC 节点对等，均支持读写，HAC 的备节点提供只读功能。

8 产品性能

GBase 8s 的目标是实现一个具有完善的事务处理能力的高性能的面向联机事务处理应用的基于共享存储的数据库集群系统。因此，在保证系统安全性的前提下，还需要尽可能的提高数据库系统的性能，GBase 8s 在实现上采用了以下几种机制来实现高性能：

- 高效的文件空间和磁盘管理；
- 可配置的多工作者线程处理能力；

- 高效的事务并发控制和管理机制；
- 可配置的、高效的内存管理策略；
- 高效的查询优化策略；
- 透明存储加密机制。

8.1 高效的文件空间和磁盘管理

GBase 8s 通过建立多个磁盘 I/O 线程模拟异步的磁盘 I/O 来构建和读写数据库文件，并且 I/O 线程的数目是可配置的，它和后面提到的工作者线程是被分开管理的，并且专用于磁盘 I/O 操作。在磁盘操作上采用了两种成熟的启发式预读技术：连续预读和随机预读来提高磁盘操作速度。连续预读指如果 GBase 8s 发现对于表空间段的访问是连续的，它就会提前向 I/O 系统申请对数据库页面的成批读取。随机预读是指当 GBase 8s 发现对表空间中的一些空间需要完全读到缓冲池中进行处理时，那么向 I/O 系统申请对剩余空间的读请求。

GBase 8s 可以使用一个“裸磁盘”分区作为一个表空间数据文件，通过使用裸盘，而不经文件系统执行非缓存 I/O，从而改进性能。

8.2 可配置的多工作者线程处理能力

GBase 8s 系统允许用户配置工作者线程的数目，这些线程是整个系统公用的，不会专门属于某个数据库连接。无论任何原因造成的数据库操作被阻塞（如锁等待），那么相应的工作者线程将会立即被用于执行其他的数据库操作，而不会被阻塞。此外，对于单 CPU 和多 CPU 设备，系统会合理的进行线程对内存和数据等物理资源的共享使用，因此能达到很好的并发处理能力。

8.3 高效的事务并发控制和管理机制

GBase 8s 在事务处理上采用以行级为主、表级为辅的锁技术来实现高效的事务处理。这些技术在保证事务 ACID 特征的前提下大大提高了事务的并发处理能力。

GBase 8s 通过对死锁监测，会自动检测一个事务的死锁并回滚一个或多个事务来防止死锁，并设法提取小的事务来进行回滚，从而降低由于回滚造成的大量磁盘刷新以提高性能。

8.4 可配置的、高效的内存管理策略

GBase 8s 针对不同的数据库操作提供了多种缓存机制，主要包括数据缓冲区、查询缓冲区、键缓冲区、插入缓冲区等。这些缓冲区的配合使用可以对有限的系统内存进行有效的利用，从而大大提高系统性能。此外还可通过调整缓冲区、顺序读缓冲区、排序缓冲区等来对系统性能进行微调。

8.5 高效的查询优化策略

GBase 8s 采用了以有效利用索引为基础的基于代价的查询优化策略。查询子系统通过将输入的查询语句进行复杂的转换，形成不同的查询计划，然后基于系统的 I/O、CPU 和内存等资源的情况估算各种查询计划的执行代价并最终确定一个最优计划执行。

8.6 高效的存储加密机制

GBase 8s 目前的存储加密由数据库内核在后端安全存储引擎中实现，对于

合法用户来说完全透明，不影响合法数据库用户的前端操作，不存在功能损失；采用按数据页加密的方式，不仅易于实现且加解密效率高；物理存储密文态，内存缓存明文态的机制保证了数据检索的高效性，使加密对 GBase 8s 原有的高效检索机制几乎没有造成任何实质性影响，由于存储加密造成的性能下降不超过 15%。

9 接口及管理工具

9.1 开发接口

9.1.1 ODBC

GBase ODBC 是 GBase 8s 的 ODBC 驱动程序，它提供了访问 GBase 8s 的所有 ODBC 功能。GBase ODBC 支持 ODBC 3.5X 一级规范（全部 API + 2 级特性）。用户可以通过 ODBC 数据源管理器调用 GBase ODBC 驱动访问 GBase 8s 数据库或者直接调用 GBase ODBC 驱动访问 GBase 8s，另外通过可视化编程工具如 C++ Builder、Visual Studio 等也可以利用 GBase ODBC 访问。GBase ODBC 支持所有 GBase 8s 支持的 Unix、Linux、Windows 平台。

9.1.2 JDBC

GBase JDBC 是一种兼容 JDBC 规范 3.0、4.0（类型 4）的驱动，这意味着它是符合 JDBC 3.0、4.0 版本规范的一种纯 Java 程序，并能使用 GBase 协议直接和 GBase 服务器通信。GBase JDBC 为使用 JAVA 程序语言的客户端应用提供访问 GBase 8s 接口。

9.1.3 ADO.NET

GBase ADO.NET 是一个提供.NET 应用程序与 GBase 数据库之间方便、高效、安全交互的接口程序，使用 100%纯 C#编写，并继承了 Microsoft ADO.NET 类。开发人员可以使用任何一种.NET 开发语言（C#、VB.NET、F#）通过 GBase ADO.NET 操作 GBase 数据库，无需安装 GBase 数据库的客户端。

9.1.4 GCI/GCCI

GBase GCI/GCCI 是 GBase 8s 数据库提供的兼容 Oracle OCI/OCCI 的接口标准，目前已实现了 193 个 Oracle OCI 接口和 107 个 Oracle OCCI 接口的兼容支持。应用可以通过调用 GBase GCI/GCCI 访问 GBase 8s 数据库。

9.2 开发语言

GBase 8s 支持多语言开发，包括：C、JAVA、.NET、ESQL、Python、Golang、PHP、QT、Ruby 等。

9.3 框架

GBase 8s 支持多种开发框架，包括：SqlAlchemy 和 Django（python 的 ORM 框架）、XORM(Go)、Hibernate、Mybatis、Activity、Nacos、Sharingsphere、Liquibase、Pagehelper、Seata、Flyway、Javers、Openjpa、.NET EFCore 等。

9.4 管理工具

GBase 8s 提供功能强大的、类型丰富的、易于使用的图形化管理工具帮助数据库管理员管理数据库。

9.4.1 企业管理工具

GBase 8s 企业管理工具为用户提供了访问和管理数据库的功能。

GBase 8s 企业管理工具通过 JDBC Driver 和数据库间建立连接，数据库管理工具直接和数据库实例以 JDBC 的方式进行通讯。

使用 GBase 8s 企业管理工具可以完成如下工作：

- 数据库单机或集群形态的图形化安装部署，实例配置，可以根据不同场景调整参数配置、存储配置和内存配置，实例启停并记录安装及配置日志；
- 查看和可视化管理用户、角色、数据库、表、索引、序列、视图、数据约束、同义词、存储过程、包、作业、外部链接、触发器等模式对象以及表空间信息；
- 可视化查看数据库日志、数据缓存、日志缓存、数据字典等信息；
- 完备的监控运维管理功能，如查看连接、会话、锁、事件等信息，统计资源使用、SQL 运行等信息，告警信息展示和推送，SQL 优化建议等；
- 在 SQL 对话框中创建和执行 SQL 语句，具备导入、编辑、保存 SQL 语句和 SQL 脚本的功能，具备复制、编辑现有数据库对象功能，选择和编辑（增删改查）表中的数据记录，具备关键词显示标记、动态语法提示的 SQL 编辑器功能；
- 提供全面的图形化网络等数据库参数配置、导入导出、数据库开发、数据库管理、数据库监控、数据库运维、数据库告警等模块功能。

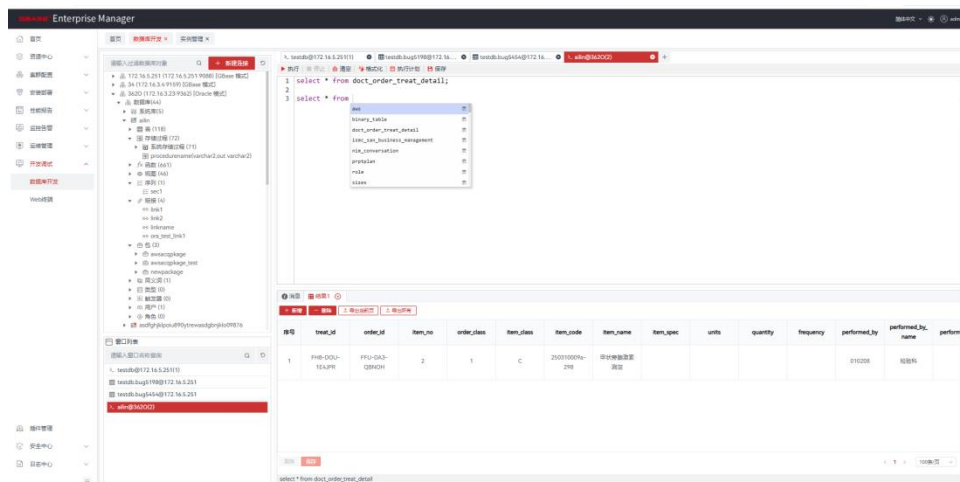


图 9-1 GBase 8s 企业管理器

9.4.2 安全管理工具

安全管理工具主要提供给安全管理员使用，完成主客体安全标记及安全策略定义等安全操作。安全管理员使用的强制访问控制管理命令或操作可分为参数设置命令、浏览命令、修改删除命令、特权命令和安全管理员用户管理 5 个类别。



图 9-2 GBase 8s 安全管理器

9.4.3 审计管理工具

审计管理工具主要提供给审计管理用户使用，用来设置审计对象、审计策略，并可以进行审计记录的综合查询分析。

供审计管理员使用的审计操作可分为参数设置操作、浏览操作、修改删除操作和用户管理操作 4 个类别。

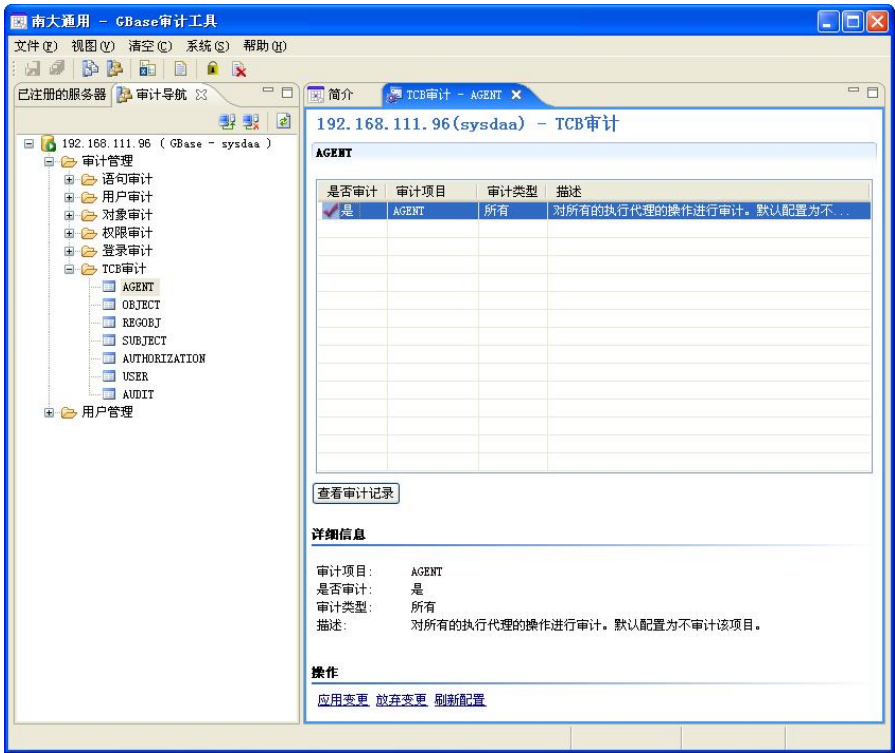


图 9-3 GBase 8s 审计管理工具

备份恢复工具用来备份和恢复数据库结构、数据文件和数据库配置信息。GBase 8s 备份恢复工具提供联机备份和恢复方式，进行联机备份时又可以根据情况进行完全备份、差分备份和增量备份。

10 迁移能力

GBase 8s 为由异构数据库无风险迁移到 GBase 8s 数据库提供全面解决方案，GBase 8s 产品本身配套的自研的功能强大的迁移工具 MTK，另外对各类外部迁移工具也能完美支持，更进一步保障数据迁移成功率，提升数据迁移工作效率。

MTK 具备以下技术特点和迁移能力：

- 支持多种数据源，如 Oracle、DB2、DM、Kingbase、MySQL、PostgreSQL、SQL Server、GBase 8s 等；
- 支持全量数据库对象迁移，如表结构和数据、约束、视图、物化视图、序列、同义词、存储过程、触发器、JOB、函数、包和自定义对象等；
- 支持迁移任务的启动、停止、编辑、恢复、删除、复制等；
- 支持资源评估、数据比对、迁移评估、导出评估报告等；
- 支持命令行、B/S、C/S 方式操作，支持查看迁移日志、失败数据日志；
- 支持设置定时任务，查看历史任务，错误恢复功能；
- 支持对迁移评估失败的对象进行修改及二次迁移，支持断点续传；
- 支持全量和增量数据迁移，支持实时数据同步、阶段性的数据校验等；

11 技术服务

GBase 8s V8.8 产品以光盘、便携式移动设备、镜像文件、在线下载等交付方式提供产品交付物。产品维护周期大于 5 年，产品延伸服务周期大于 4 年，产品延伸安全服务周期大于 2 年，售后服务最小保障期大于 6 年。

GBase 8s V8.8 产品技术服务级别分为三级，分别为 Level 1 电话支持服务、Level 2 非代码级技术服务和 Level 3 代码级高级技术服务。

Level 1 (电话支持服务) 是 GBase 8s V8.8 的标准运维服务，购买 GBase 8s V8.8 产品的客户都可以通过电话服务来咨询产品安装部署、使用过程中产生的疑问，以及产品的补丁升级、技术问题。

服务电话：400-013-9696

服务 Email：info@gbase.cn

客户在产品使用过程中产生疑问时，可通过电话向 Level 1 技术支持发起咨询；Level 1 技术支持经过分析后，对可以确定的问题给予反馈，对无法确定的问题转交给 Level 2 技术支持进行深度技术分析；Level 2 技术支持经过深度技术分析后，对无需修改代码的问题给予反馈，将涉及到需要代码修改的问题转交给 Level 3 技术支持；Level 3 技术支持对问题分析后，针对需要修改代码的问题进行修复，7-14 天内向 Level 1 技术支持发布临时补丁，由 Level 1 技术支持统一向客户对问题作出反馈。同时 Level 3 将临时补丁同步给研发，由研发纳入版本管理。

GBase 8s V8.8 产品提供的服务保障包括但不限于以下内容：

- 提供多种形式支持服务，包含电话、电子邮件、远程连接等；
- 提供技术支持服务，支持同城 4h、异地 12h 响应要求，两个工作日解决问题，对于未能解决的问题和故障提供可行的升级方案保障；
- 提供培训材料、产品手册、培训视频等培训相关内容；
- 具备全国技术服务体系和服务团队，符合专业服务体系标准要求，提供原厂中文服务；

- 服务周期内支持版本免费升级；
- 提供数据库参数、慢 SQL 语句的性能优化指南，包含性能优化的具体措施、技巧、案例及建议等；
- 针对关键客户提供代码级定制化服务；
- 提供原厂团队驻场服务；
- 支持在线反馈问题；
- 具备漏洞管理机制，及时通过邮件、网站等方式将安全漏洞告知用户，并提供安全补丁对漏洞进行修复。