

Lightning System

产品介绍

上海麦杰科技股份有限公司

2020 年 2 月

目录

一、 概述.....	3
1.1. 研发背景.....	3
1.2. 需求分析.....	4
1.3. 应用场景.....	6
1.4. 什么是 LIGHTNING SYSTEM?	4
1.5. 主要特性及优势.....	6
二、 LIGHTNING SYSTEM 介绍.....	10
2.1 平台构架.....	10
2.2 网络架构.....	11
三、 功能介绍.....	13
3.1. 系统监控.....	13
3.2. SQL 控制台.....	17
3.3. 结构管理.....	18
3.4. 容器管理.....	19
3.5. 硬件管理.....	20
四、 技术参数.....	25
4.1 读写.....	25
4.2 压缩.....	25
4.3 查询.....	25
五、 附件.....	错误！未定义书签。

一、概述

1.1. 研发背景

全球在智能制造、物联网进程的全面建设和推进过程中，智能制造企业爆发了大量的时间序列数据，包括生产设备运行数据、生产过程产品的质量检测/检验结果数据、已售产品运行状况数据、产品维护监控数据等。每日数据产生总量突破十亿级，日数据产生量超过 TB 体量，年产生的数据处理量超过 PB，大量的数据需要得到合理、有效、安全的存储，企业也期望数据可高速的取用、分析，充分的挖掘数据的潜在价值。目前对于时序大数据的存储和处理往往采用关系型数据库的方式进行处理，但由于关系型数据库天生的劣势导致其无法进行高效的存储和数据的查询。在长期数据要求可查、可用、可追溯的基本需求背景下，各数据库产品均受到极大的挑战。

例如某工业场景数据都是传感器、PLC 等的实时数据，这些工业数据采集基本为秒级，部分高频数据采集为毫秒或微秒级。假如 1 个传感器每秒产生 10Byte 数据，1 台安装有 100 个传感器的工业设备，每秒就会产生 1K 左右的数据，如果有 1000 台大型设备，那么每秒就会产生 1M 的数据，一天的数据量就接近 100G。当数据量少的时候在传统关系型数据库上加上时间戳一列就能作为时序数据库。但如今的时序数据往往是由百万级甚至千万级终端设备产生的，写入并发量比较高，属于海量数据场景，关系数据库已无法满足需求，且在时序数据场景下面临如下问题：

- 存储成本高：对于时序数据压缩不佳，需占用大量机器资源；
- 维护成本高：单机系统，需要在上层人工的分库分表，维护成本高；
- 写入吞吐低：单机写入吞吐低，很难满足时序数据千万级的写入压力；
- 查询性能差：适用于交易处理，海量数据的聚合分析性能差；
- 数据结构乱：业务变化带来的数据存储结构调整，数据结构修改难度高，无法兼容；
- 运维难度高：IT 构架复杂，各类软件系统部署混乱，维护难度增大。

1.2. 需求分析

随着物联网技术的不断发展，Lightning System 分布式时序数据库系统应运而生。

1、海量数据存储：面对海量时序数据的存储，系统的 LDB（核心数据库服务单元）支持平行扩容模型，存储能力可扩展。当出现计算负载不满足需求、存储容量不足及存储输出受限情况，可按需扩展 LDB。系统同时支持传统的服务器硬盘本地存储模式和网络存储模式。

2、减少存储成本：系统通过多层物理压缩来满足超大容量数据存储性能；支持最廉价的 SATA 接口 NAS 硬盘，相较于传统的服务器级硬盘，使用普通 SATA 接口 NAS 硬盘成本低，可极大的节约数据成本。

3、提高数据读写效率：通过分布式应用架构，将数据源进行合理的业务拆分，避免单服务节点负载过大，配合数据结构优化实现高效压缩存储，实现业务数据高效读写。

4、减少查询时间：系统设计时采用时序分区+存储表+逻辑分区概念划分数据存储单元，减少单次访问定位耗时及数据提取扫描区间，提高查询效率。

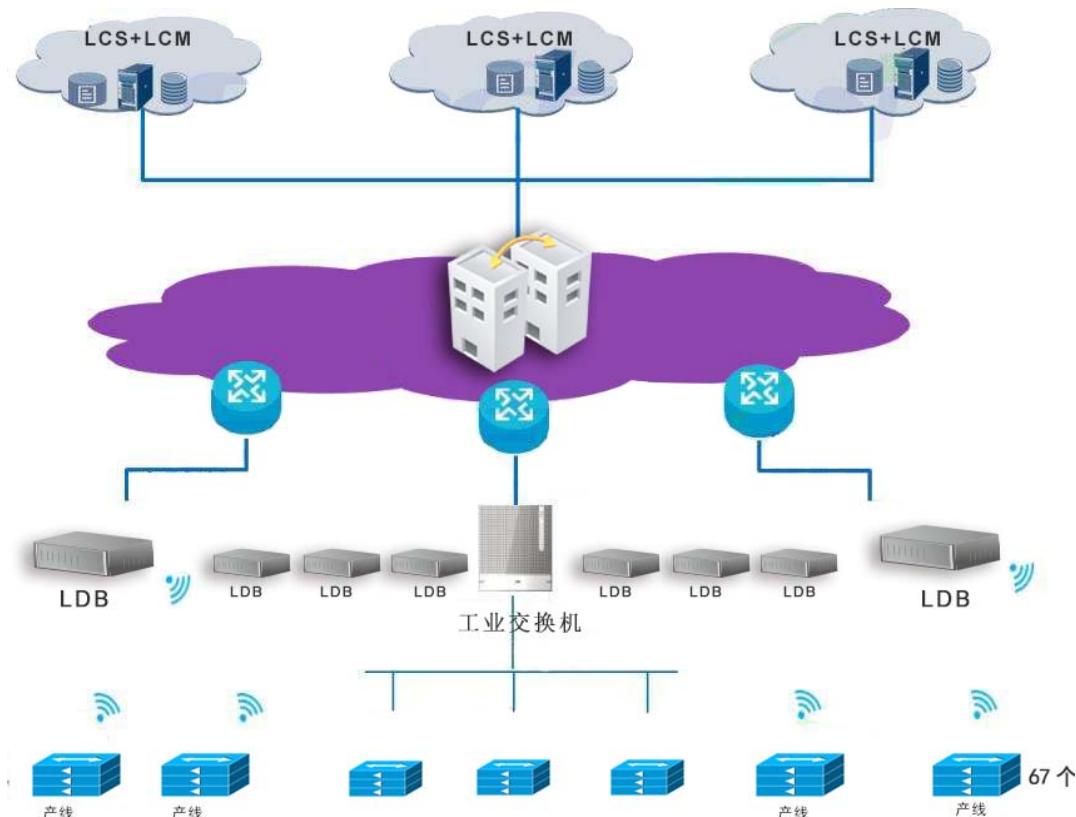
5、提高后期维护效率：docker 容器化技术架构和微服务思想进行构建，运维只需关心容器管理即可，极大地减轻后期维护工作。

6、数据结构可调整：数据结构可随业务进行调整，历史归档数据无修改，极大的减少了磁盘整理“翻新”，数据库灵活性大大提高。异构版本的数据可同时存在，可按需进行结构转换，利于完成版本间可兼容。

7、高可靠性：面对海量数据的读写、存储需求，系统采用分布式架构，支持多副本、多实例、弹性扩展，保证高可靠性。

1.3. 什么是 Lightning System?

Lightning System 是上海麦杰科技股份有限公司结合其近 20 年的工业实时数据库系统研发经验，Lightning System 主要基于 Linux 和 docker 容器技术实现的一套分布式时序数据库存储系统，主要应对研发背景下的各类问题提供的一套数据库系统解决方案。除常见的数据库存储外，同时还包括设备管理、容器管理、容器集群、订阅推送中心、报警监测、软硬件运维服务、故障自监测、故障自恢复等一体的数据库系统。其主要架构如下：



Lightning System 系统与市场上常用的其他系统对比如下表所示：

序号	项目	InfluxDB	Hadoop	Lightning System
1	介绍	开源分布式时序、事件和指标数据库。(开源版仅支持单机模式)	一个能够对大量数据进行分布式处理的软件框架。	利用容器技术构建的分布式时序数据库系统。
2	可靠性	对于更大规模的数据，InfluxDB 会在插入时耗尽内存，这将导致数据库崩溃并重启。	当前 Hadoop 单一 Namenode，单一 Jobtracker 的设计严重制约了整个 Hadoop 可扩展性和可靠性。	系统采用分布式架构，多服务同时在线运行，自动组网运行。在软硬件故障情况下，系统可灵活的将错误服务由其他正常设备进行迁移，系统服务节点将自动修复。可靠性高。
3	查询速度	Cache 用于承接最新写入数据，参数设置不当会导致查询效率降低。	一般数据较大不容易实现秒级别检索数据。	数据直接通过算法定位数据存储区，提取数据耗时可基本达到磁盘硬盘读取速率极限，速度快。
4	运维难度	软硬件都需维护，运维困难非常多。	适合做简单的数据查询工作，不能很好的与用户进行交互。后期的开发和维护花费大。	基于 docker 容器技术架构和微服务思想进行构建，提供可视化管理界面，运维难度降低、成本低。
5	性价比	现有的开源时序数据	在 Hadoop 中，数据是	Lightning System 系统高性能

	比	库 influxdb 只支持单机运行。	从磁盘读取并写入磁盘的，这在我们处理兆字节和 PB 级数据时使读/写操作非常昂贵。Hadoop 无法执行内存中计算，因此会增加处理开销。	且支持最廉价的 SATA 接口 NAS 硬盘，极大的节约数据成本。
--	---	---------------------	--	-----------------------------------

1.4. 应用场景

Lightning System 主要应用于以下行业并具有以下数据特点的场景：

1.4.1. 数据特点

有以下特点的数据都可以使用 Lightning System 来存储：

- 数据是时序的，一定带有时间戳；
- 数据是结构化的，结构可能会变化的；
- 数据极少有更新或删除操作；
- 无需传统数据库的事务处理；
- 相对互联网应用，写多读少；
- 用户关注的是一段时间的趋势，而不是某一特定时间点的值；
- 数据的查询分析是基于时间段的；
- 除存储查询外，还往往需要各种统计和实时计算操作；
- 数据量巨大，一天采集的数据超过 100 亿条或每天数据存储量达到 TB 级。

1.4.2. 行业应用

有以上数据特点的行业比如：

- 公共安全：上网记录、通话记录、个体追踪、区间筛选
- 电力行业：智能电表、电网、发电设备的集中监测
- 通讯行业：话费详单、用户行为、基站/通讯设备监测
- 金融行业：交易记录、存取记录、ATM、POS 机监测
- 出行工具：火车/汽车/出租/飞机/自行车的实时监测
- 交通行业：实时路况，路口流量监测，卡口数据

- 石油石化：油井、运输管线、运输车队的实时监测
- 互联网： 服务器/应用监测、用户访问日志、广告点击日志
- 物流行业：车辆、集装箱的追踪监测
- 环境监测：天气、空气、水文、地质环境等监测
- 物联网： 电梯、锅炉、机械、水表、气表等各种联网设备
- 军工行业：各种军事装备的数据采集、存储
- 制造业： 生产过程管控，流程数据、供应链数据采集与分析
-

1.5. 主要特性及优势

1.5.1. 容器化

基于 docker 容器技术架构和微服务思想进行构建，在基于 docker 基础容器服务的环境下，提供简洁易用的可视化管理界面，降低运维难度。

1.5.2. 高性能低成本

相较于传统的关系型数据库系统的存储周期短、存储入库能力差，Lightning System 支持最廉价的 SATA 接口 NAS 硬盘。单 LDB 服务能力基本可达到硬盘 80MB/s。相较于传统的服务器级硬盘，使用普通 SATA 接口 NAS 硬盘成本 300 元/TB。可极大的节约数据成本。同时，系统采用算法定位模型，数据可直接通过算法定位数据存储区，提取数据耗时可基本达到磁盘硬盘读取速率极限。

1.5.3. 高可用性

系统采用分布式架构，支持多副本、多实例、弹性扩展，客户可灵活根据业务内容进行设定定义，多服务同时在线运行，自动组网运行。在软硬件故障情况下，系统可灵活的将错误服务由其他正常设备进行迁移，系统服务节点将自动修复。

1.5.4. 灵活便捷

系统数据表支持灵活定义、修改。相较于传统的关系型数据库系统，大量累计数据后表结构变更将带来无可估计的数据“整理”工作。Lightning System 采用版本管理模型和存储版本自适应模式，数据表结构修改后不对原有记录进行整理。在后续需要使用的时候按需将数据存储的内容与当前最新版本进行适配转换，使其同时满足高效的表结构变更，也不影响后续使用过程。

1.5.5. 即开即用

系统支持功能完善，平台默认提供内容包括了数据库管理相关软件和系统监控、监测、

运维、更新、容器管理等套件，无需客户进行二次开发和复杂的配置工作，一键部署。

1.5.6. 学习难度低

支持多种语言的二次开发 API，包括 C/C++/.NET/JAVA/Golang/NodeJS/Python/。支持 grpc、thrift 等高级 RPC 框架。与现有主流开发技术完全贴合。同时，系统 Select 操作兼容 MySQL 数据库操作语法，开发人员无需学习即可使用。

1.5.7. 运维无忧

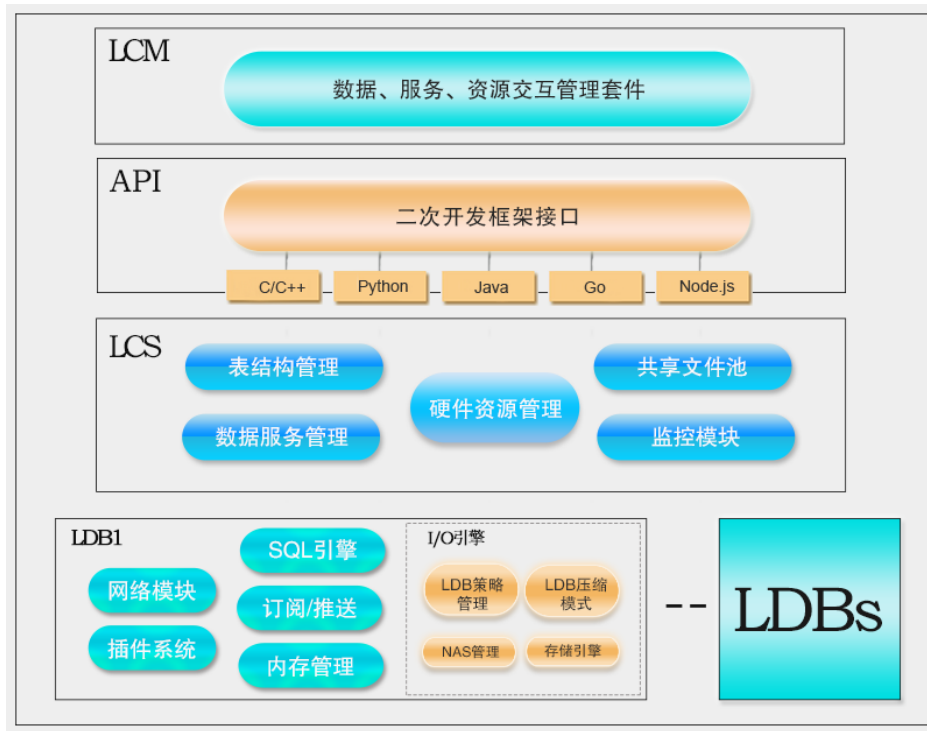
系统除传统的设备监视、服务状态监视、服务状态报警以外，同时提供了运维常用的 SSH 服务、RDP 服务。运维人员可直接在线配置、操作。无需前往现场进行就地管理，减少运维强度。

二、系统平台介绍

2.1 平台构架

整体以 LDB 数据库为基础单元依托，通过分布式应用架构将数据源进行合理的处理业务拆分，避免单服务节点负载过大，配合数据结构优化实现高效压缩存储，实现业务数据高效读写。系统设计结构中采用微服务概念，数据存储与计算任务分离，避免任意的计算节点故障导致的数据资源不可用情况。

Lightning System 设计包括五大部分，具体为 LDB（核心数据库服务单元）、LCS（集群服务模块）、LCM（管理套件）、LA(运维管理服务)和 API（应用接口二次开发）。



软件基本架构

LDB: Lightning DB 核心数据服务单元，用于负责数据接收完成后数据的持久化和数据应用任务，LDB 越多查询效率越高。用户可根据业务系统的常用拆分策略进行数据拆分，对定义的拆分策略进行算法定位，数据高效取用。

LDB中网络模块使用自主研发的OPIO协议，OPIO是麦杰沉淀多年的数据交互通讯模型，应用于核电的高性能、高安全等级数据协议。IO 引擎执行业务处理并和存储引擎发生交互，完成 NAS 管理，并实现数据压缩。

LCS: Lightning DB Cluster Server 集群的服务模块，用于调度和底层数据库表结构（Metadata）信息管理，包括硬件资源管理、表结构管理、数据服务管理、共享数据池、监控模块。

硬件资源管理用来完成 NAS 存储资源管理和服务器资源管理，而表结构管理是对底层数据库表结构进行总体管理，数据服务管理则是对数据库中的服务配置和集群管理进行统筹管理的模块，完成服务资源设置、数据存储设置、基本信息设置和任务管理等基本服务配置，以及服务组信息和报警策略、镜像策略、负载平衡策略和切换策略等服务组策略管理工作。

API: 为方便客户执行二次应用开发和业务扩展，系统设计接口支持的开发语言包括：C/C++/.Net/Java/Python/Golang/Nodejs 。数据查询方式兼容 MySQL 语法标准。

由于系统数据 IO 吞吐交互量较大，写入部分采用 API 形式提供。以确保单存储节点 IO 可满足每秒 20-50 万条（每条 200B）记录的交互能力。

LCM: LCS 管理套件，提供图形化管理界面支持。

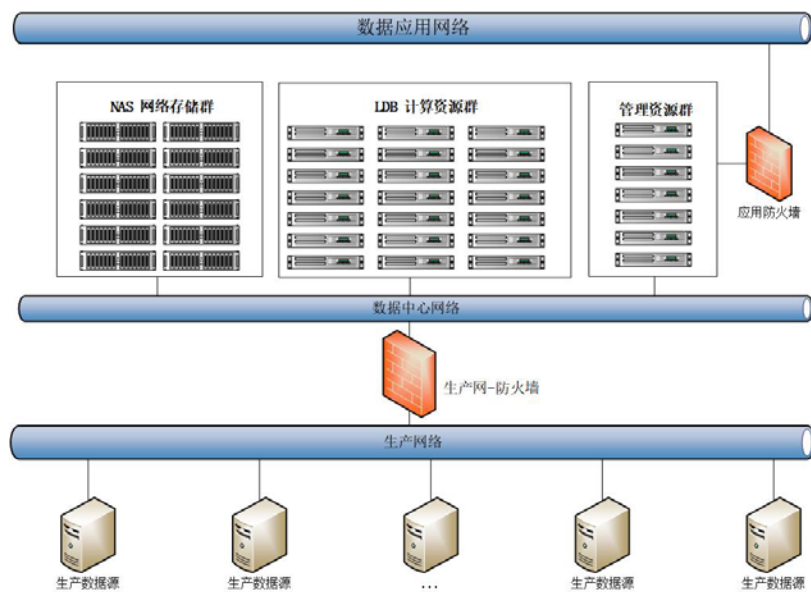
LCM 是客户和系统交互的管理平台，协助客户实现资源监控、数据服务交互，以及协助客户实现用户账号信息增删改功能，用户角色功能以及密码策略管理等功能。数据交互是指从 LCM 控制台下发查询命令，经过系统解析正确并成功返回结果的全流程。

LA: 运维管理服务，所有使用 Lightning System 系统的服务器均需要安装。提供自动运维管理相关的各项服务。

LA 是系统用于硬件基本信息收集、监视、容器内数据组网交互、远程指令执行、远程 SSH 访问服务、远程桌面服务、容器管理等功能的服务器集合体。主要用于简化设备运维难度，每个 LA 部署于单台物理硬件服务器设备/虚拟机操作系统。

2.2 网络架构

现场海量生产数据写入时序数据库时，LDB 核心数据服务单元负责读写数据，通过有效可靠的数据分区策略完成数据的合理分区存储，实现 LDB 各自独立分布，业务单元数据存储在对应的 NAS 网络存储服务器上，完成数据的压缩、存储。可通过系统 LCS 集群服务模块进行网络硬件服务器、表结构、服务配置、集群管理等。



网络架构

三、功能介绍

Lightning System 为用户提供可视化操作管理界面，方便处理使用过程中面临的各种维护管理问题。功能业务模块包括：系统监控、SQL 控制台、结构管理、容器管理、硬件管理和系统管理模块。系统使用过程中可根据使用者角色（数据库使用人员、软件运维人员、硬件运维管理员、软件开发人员、系统管理人员）对系统功能进行灵活的权限设置和分派。平台支持一键部署，可一体化解决开发、使用、运维和管理的诸多难题。

3.1. 系统监控

3.1.1. 系统总览

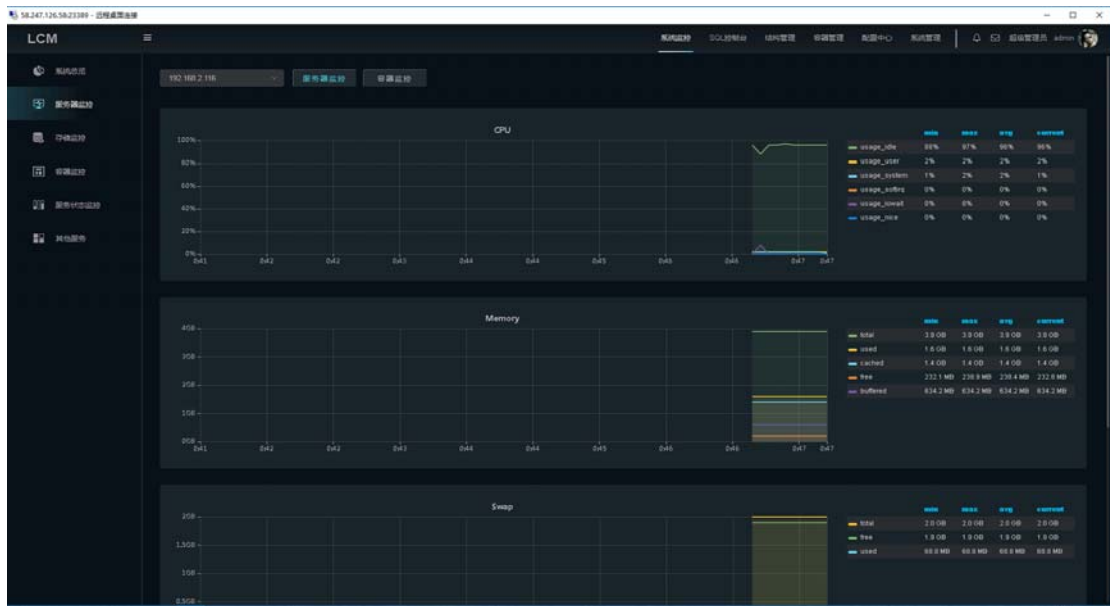
系统总览展示系统总体运行的基本概况，包括运行中系统的设备硬件各项负荷情况（CPU 负荷、内存负荷、网络负荷、存储负荷、会话情况、报警情况等）。管理人员可一目了然获得总体情况，并按需进入其子项进行细节查看和分析。





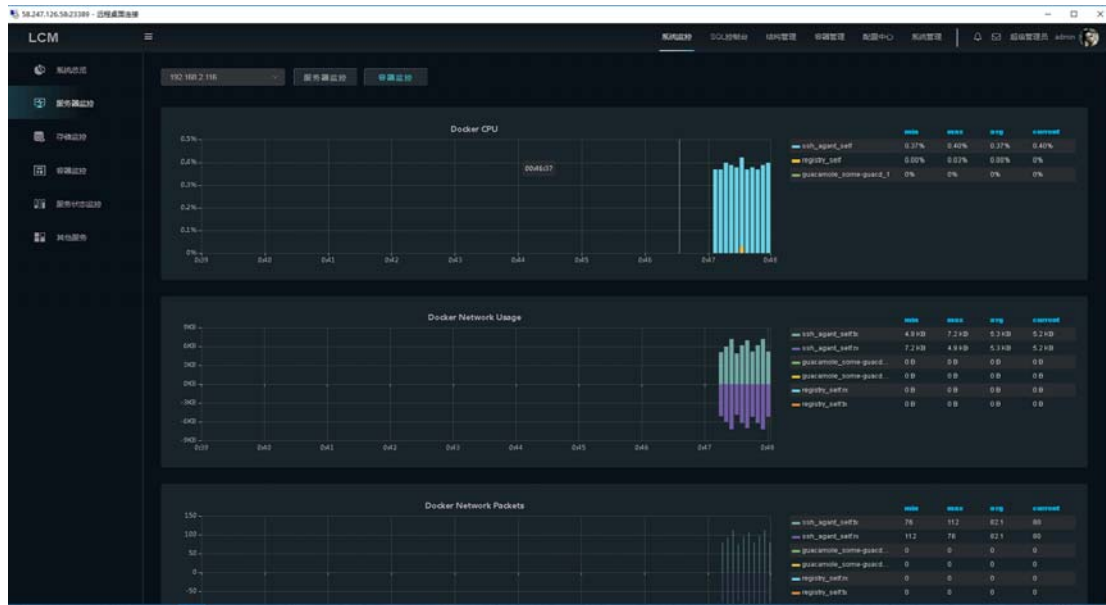
3.1.2. 服务器监视

服务器监视用于展示服务器 CPU、内存、网络、swap 交换区、硬盘等硬件资源使用和负载情况。



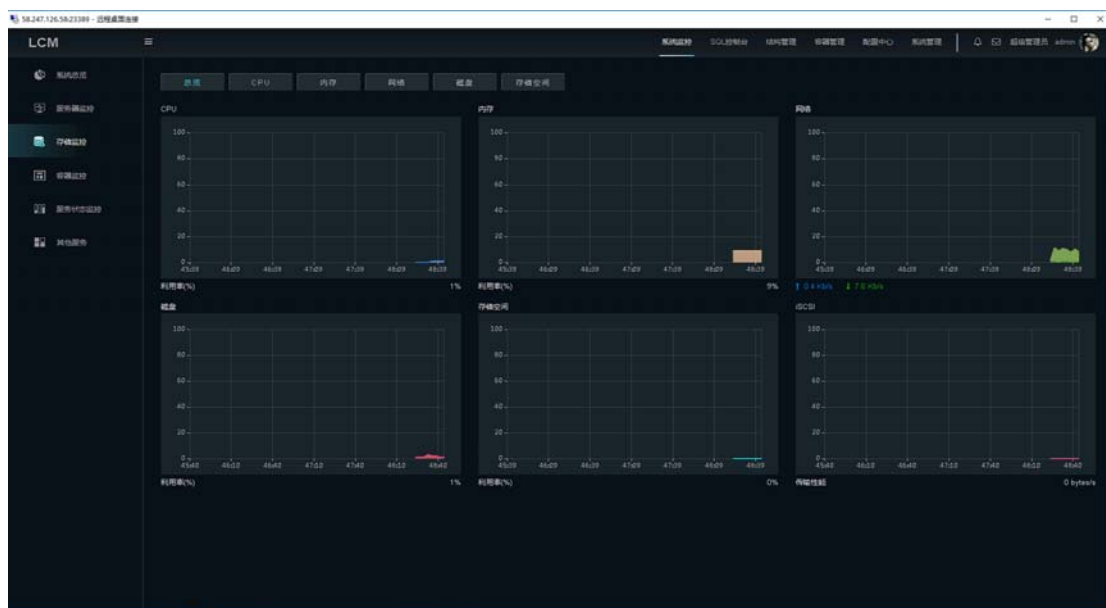
3.1.3. 容器监视

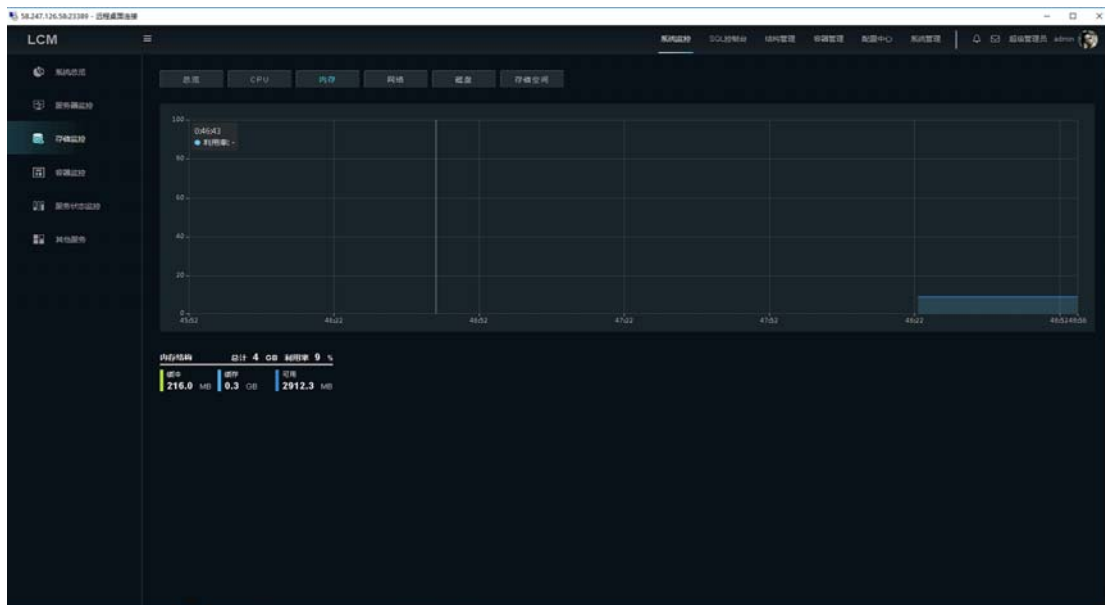
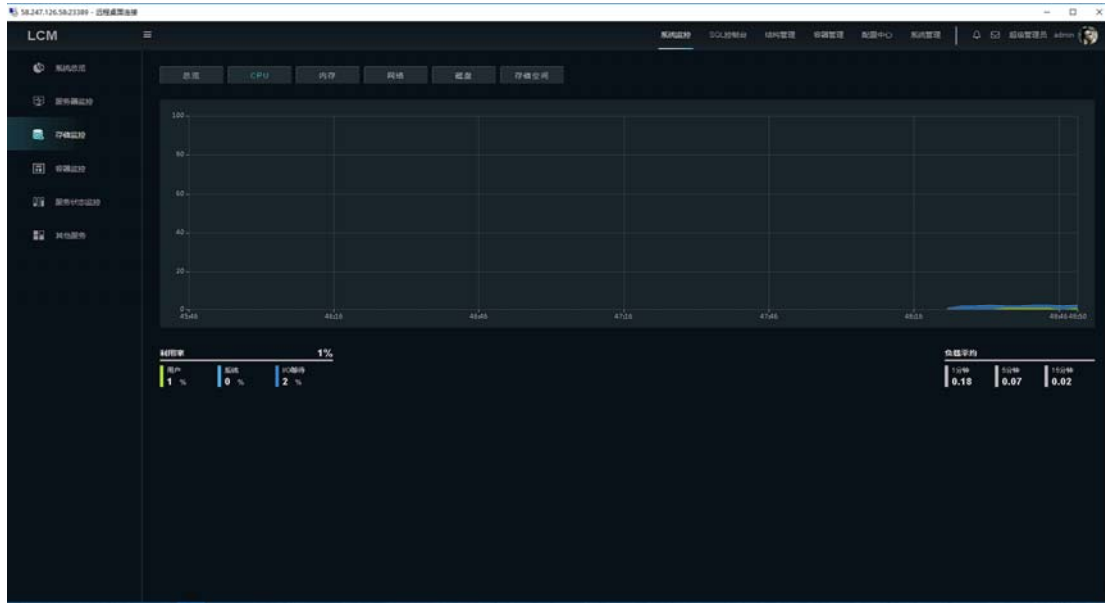
容器监视用于展示服务器中所运行的容器进程各运行指标内容，包括：CPU、Network、RAM。

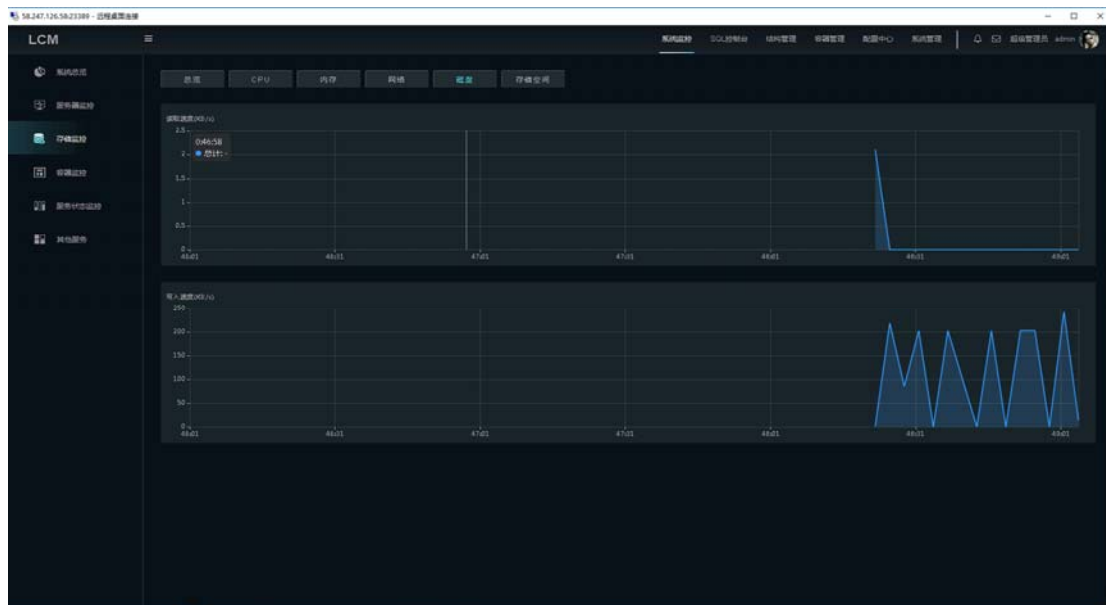
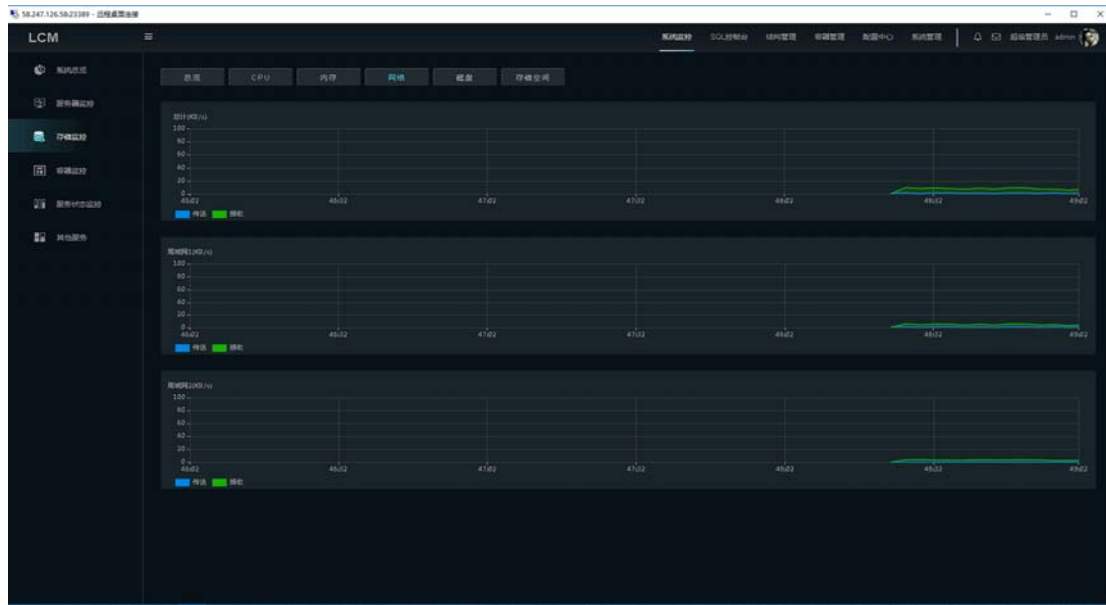


3.1.4. 存储监视

存储监视用于展示网络存储设备的 CPU、内存、网络、硬盘、存储空间使用情况等。

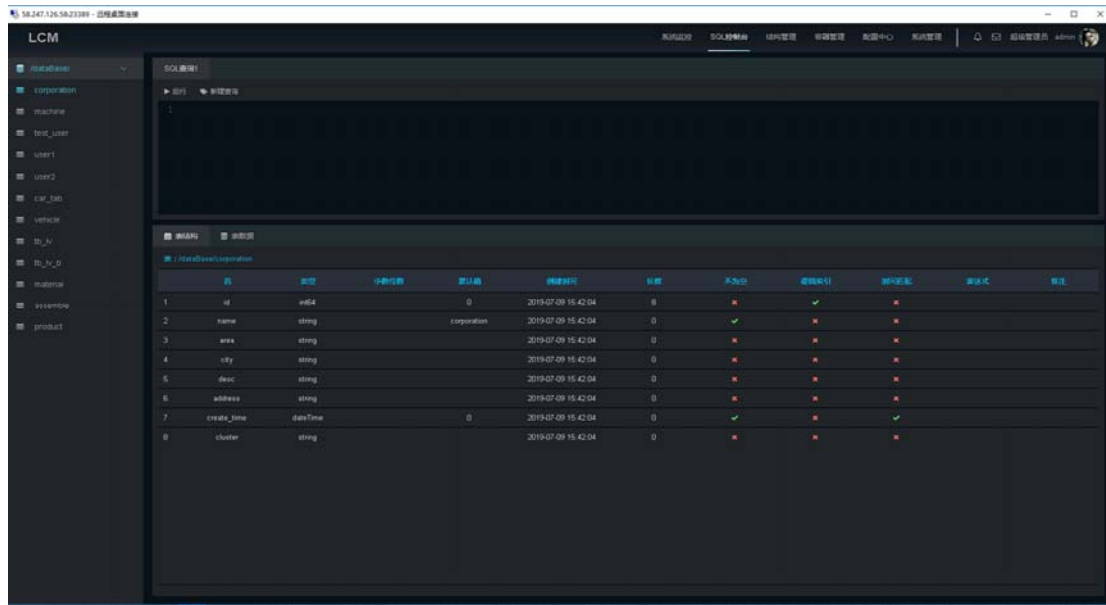






3.2. SQL 控制台

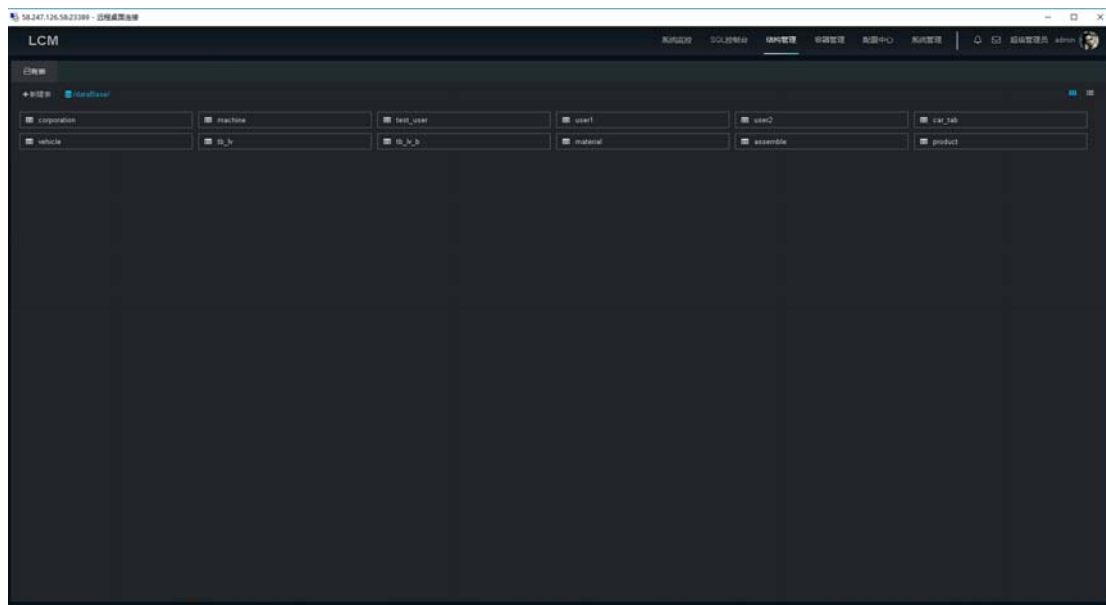
开发人员常用的 SQL 操作面板在本系统中以 B/S 结构进行呈现。用户无需安装其他软件即可在线运行完成其开发过程的调试工作。

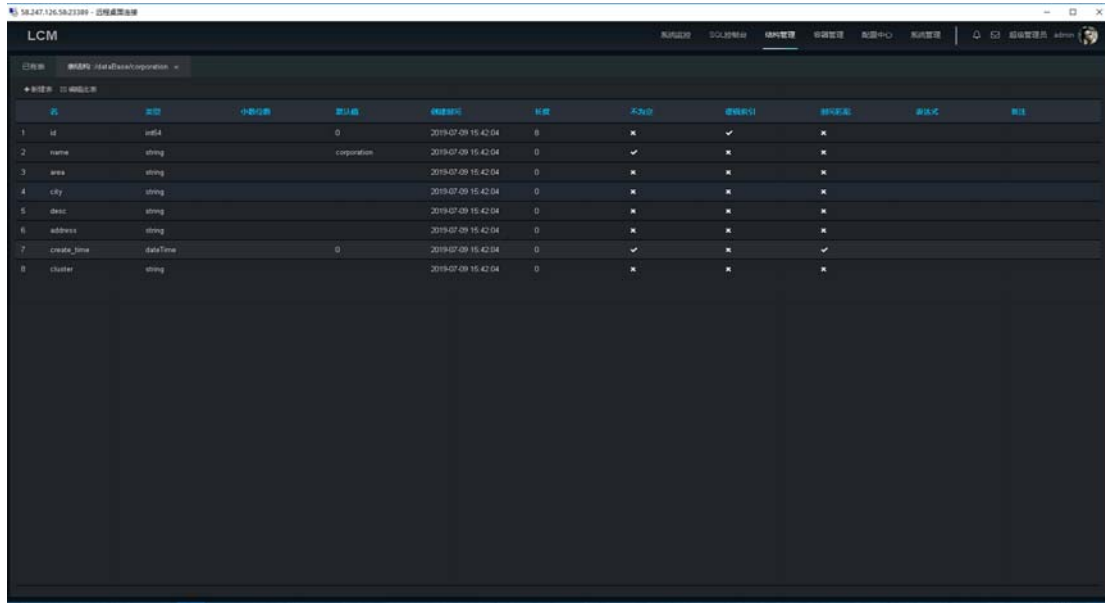


3.3. 结构管理

结构管理是用来进行数据库以及数据表定义的功能模块，用户可直接根据其业务场景进行数据库表定义。

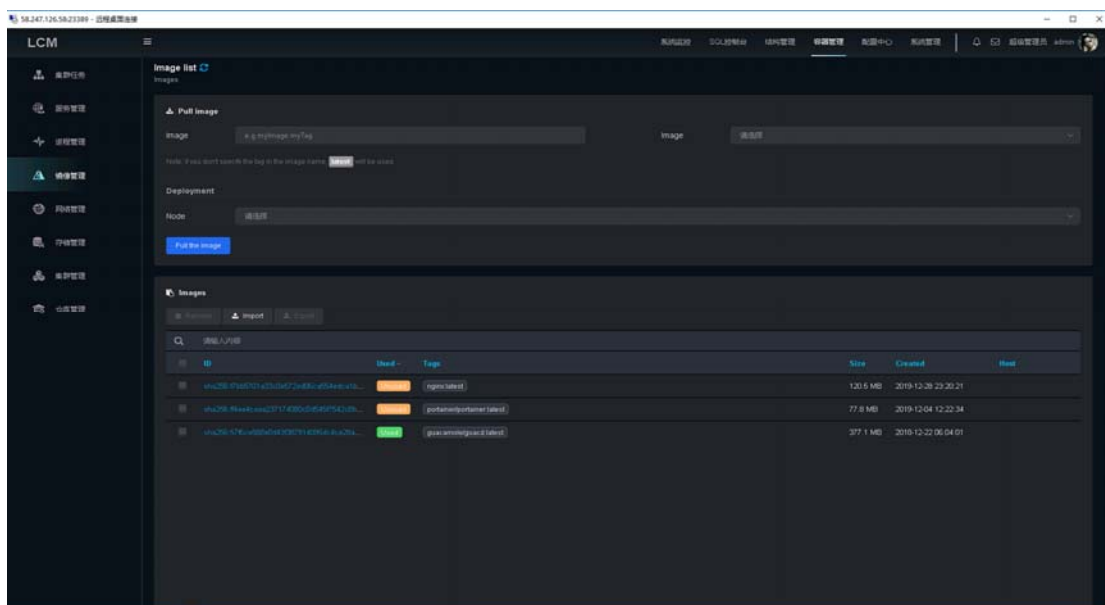
注意：表定义过程中，逻辑索引一旦建立不允许取消和增加。

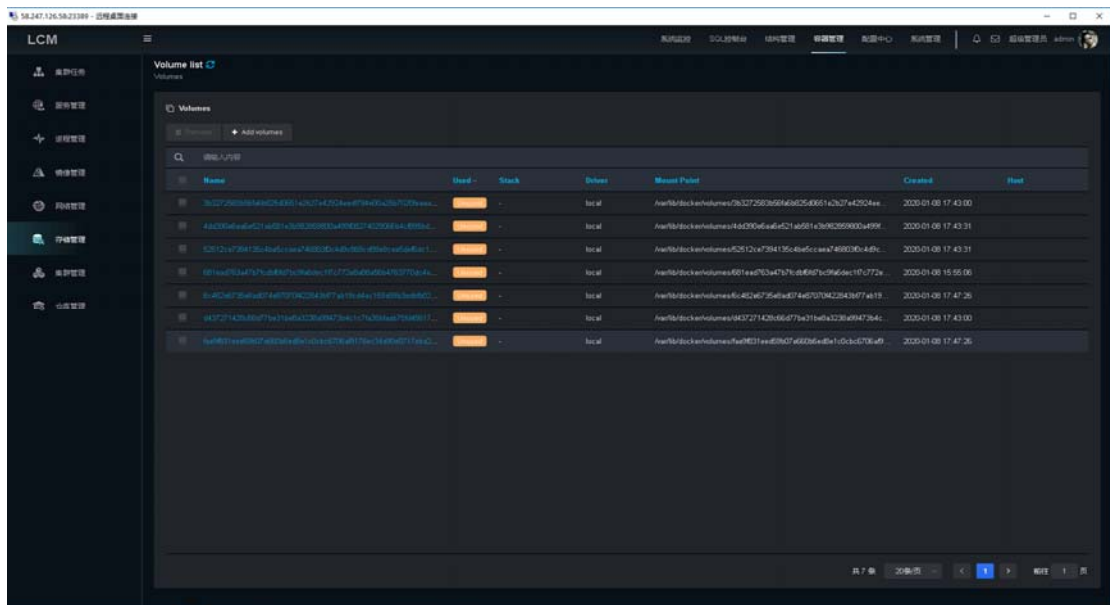
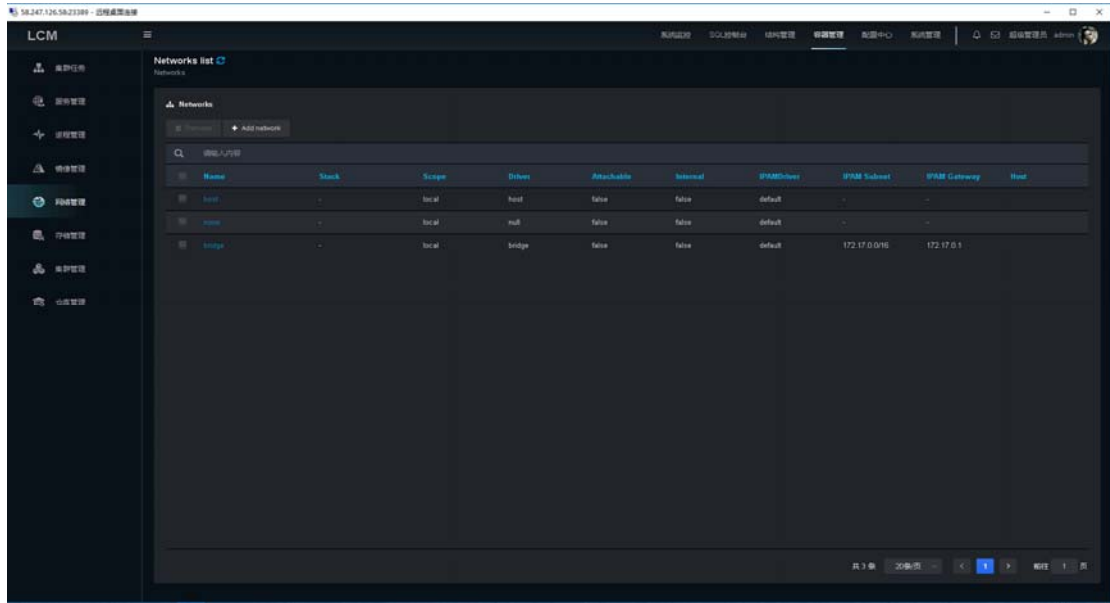




3.4. 容器管理

Docker 系统是一套完整的容器化服务器方案。目前 Docker 的使用需要用户大量的学习和整理, 命令模式也存在极大的不可控性, 为管理维护带来诸多不便。Lightning System 根据自身多年使用经验, 将容器管理过程中常用的集群任务、集群服务、容器进程管理、存储镜像管理、容器管理管理、容器存储管理、集群管理以及容器仓库等复杂的功能模块通过简洁易用的方式呈现给系统使用者, 极大的降低了客户在使用过程中所需的学习成本和使用运维成本。





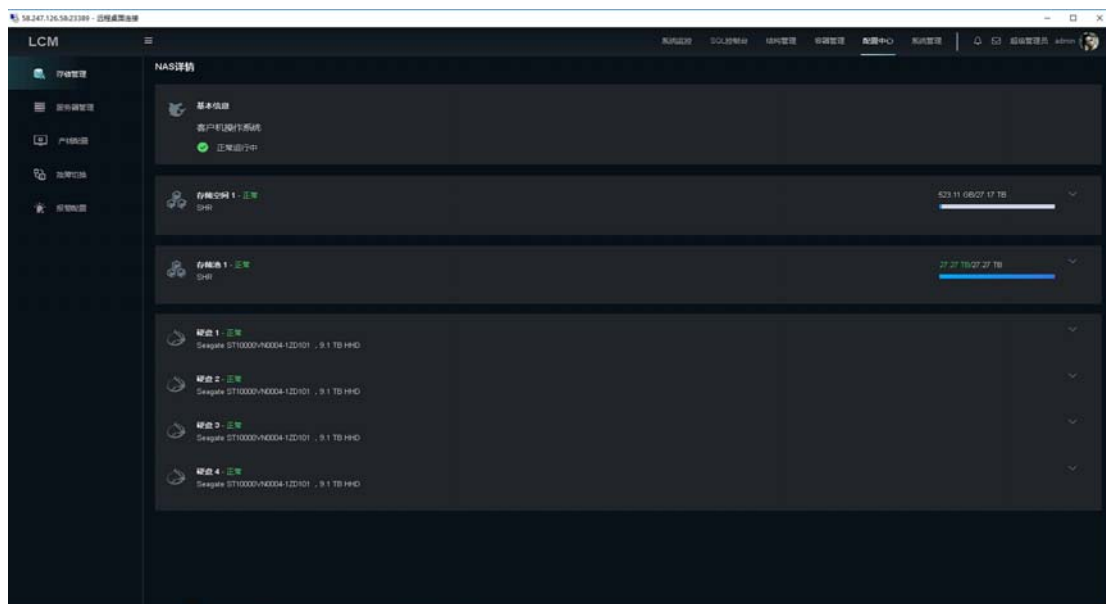
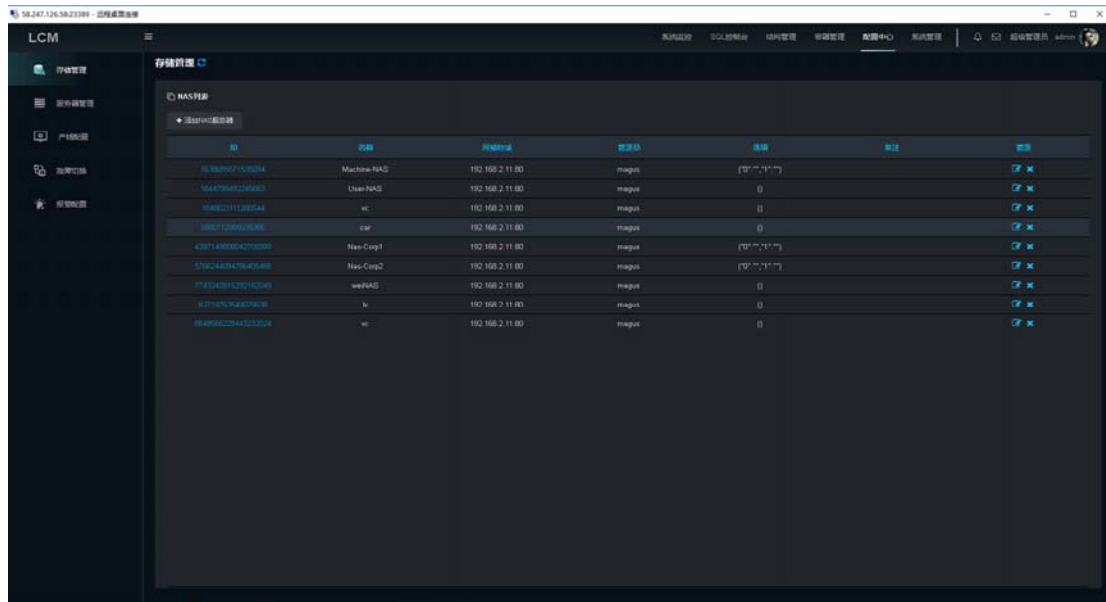
3.5. 硬件管理

硬件资源是系统不可或缺的一个重要组成部分。在 PB 级数据存储系统中，使用了大量的存储设备、计算设备和网络设备。用户在使用过程中，不可避免的需要对其进行大量的运行维护工作。Lightning System 通过对系统所需资源集中管控的方式，减少在设备管理运行过程中的维护强度和难度。

Lightning System 系统所有服务器中均部署 LA 作为其数据管理依托，通过 LA 模块完成信息自动收集工作。其中 LA 为一键部署模式，当前版本仅支持 Linux。

3.5.1. 存储管理

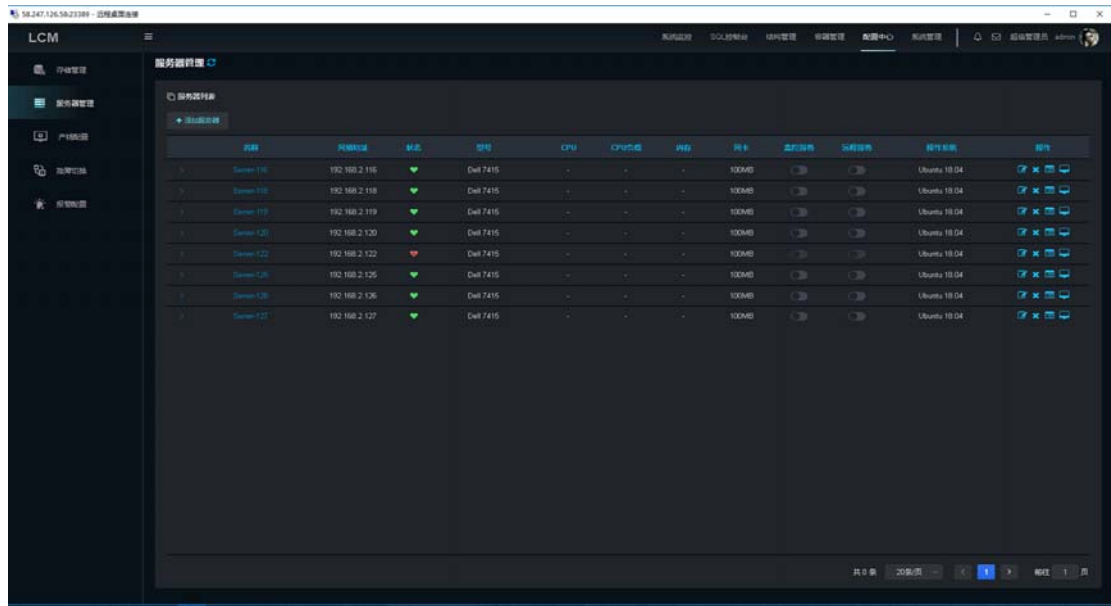
存储管理用于定义系统需要监控的存储设备。定义后，系统将对其进行核查验证，满足集成可用状态后，将自动纳入到存储空间中。同时，用户还可远程对存储设备中的基本信息进行远程监测，减少定期就地巡查工作量。



3.5.2. 服务器管理

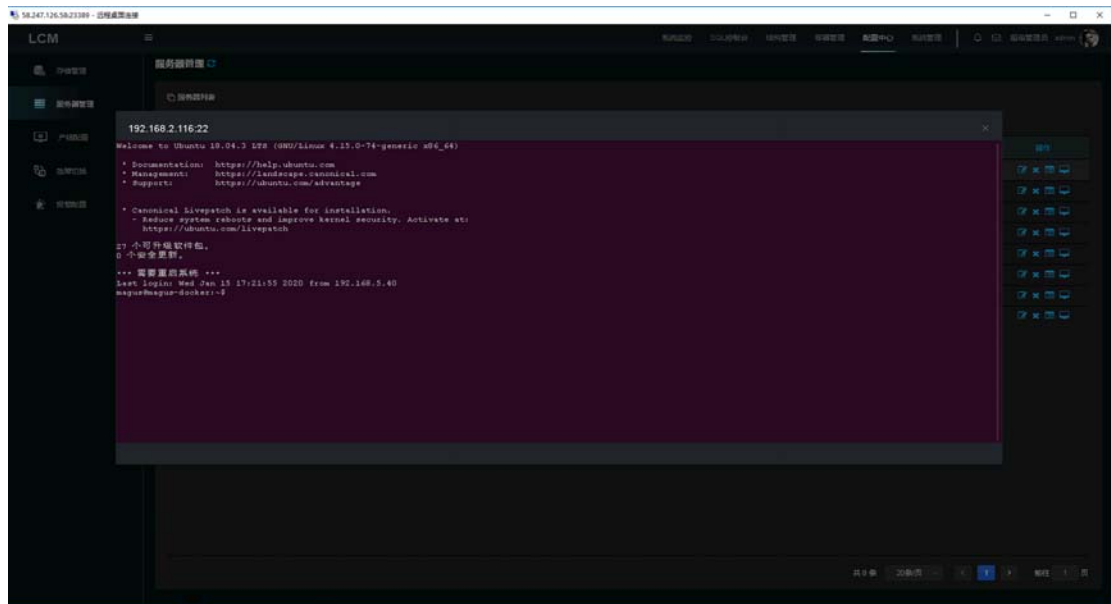
服务器管理用于对系统所提供的计算资源进行统一的定义和管理。资源定义并设备验证通过后，将纳入系统计算资源环境。除服务器基本的访问地址信息、账户密码等，其他

硬件信息自动收集、自动提供远程的 SSH 服务、远程桌面服务等。常规运维操作用户无需到机房，直接使用远程的操作界面即可完成常规运维活动。



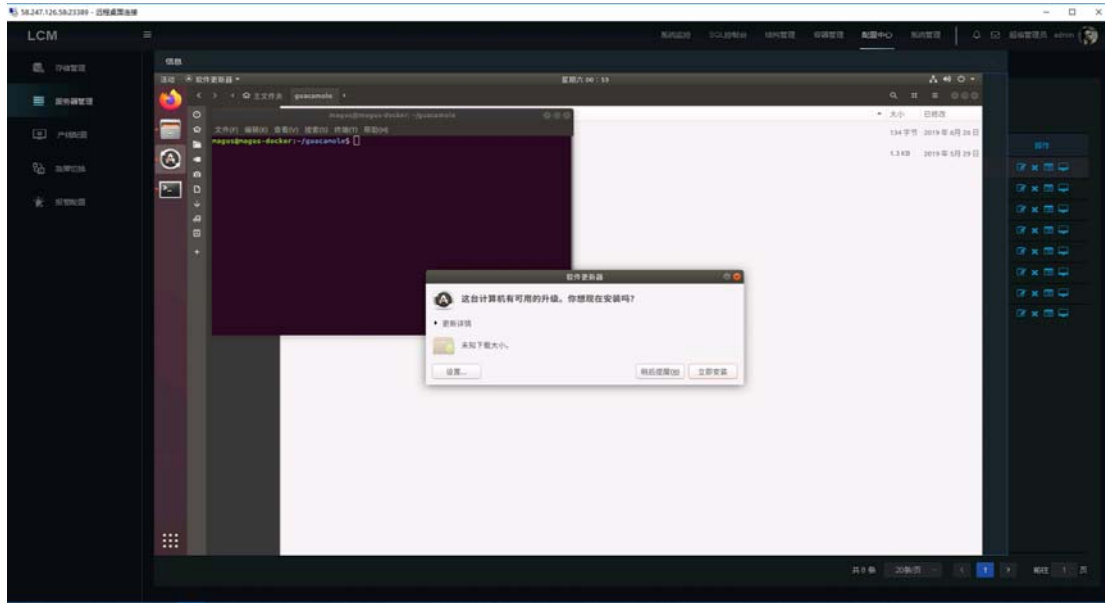
3.5.3. 运维控制台

系统提供运维控制台，支持硬件资源的后台管理，方便运维使用。



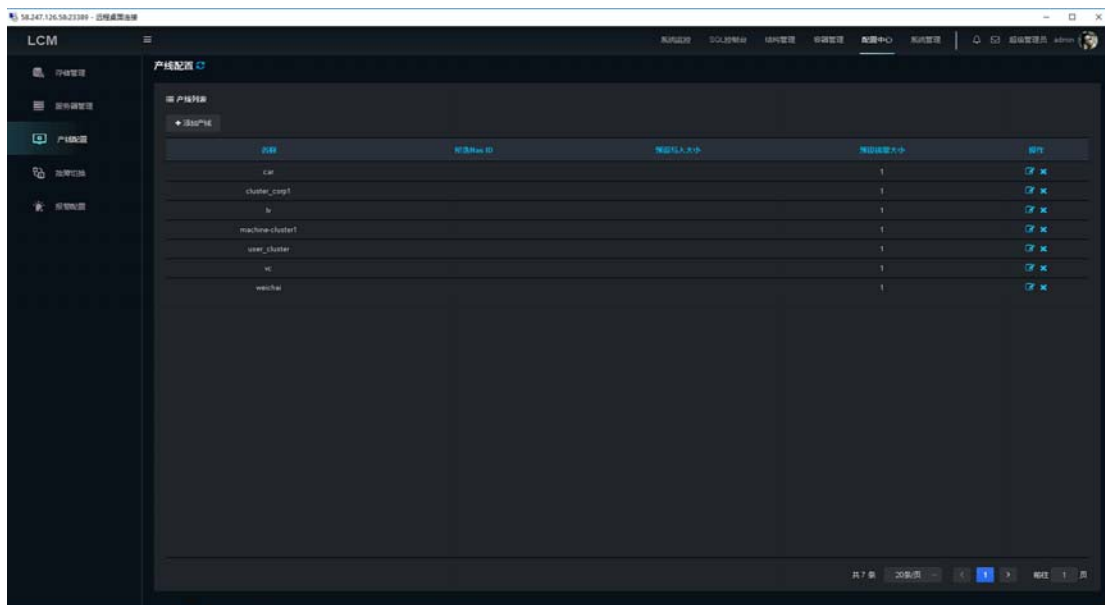
3.5.4. 远程桌面服务

支持远程桌面服务，方便运维人员执行后台维护。



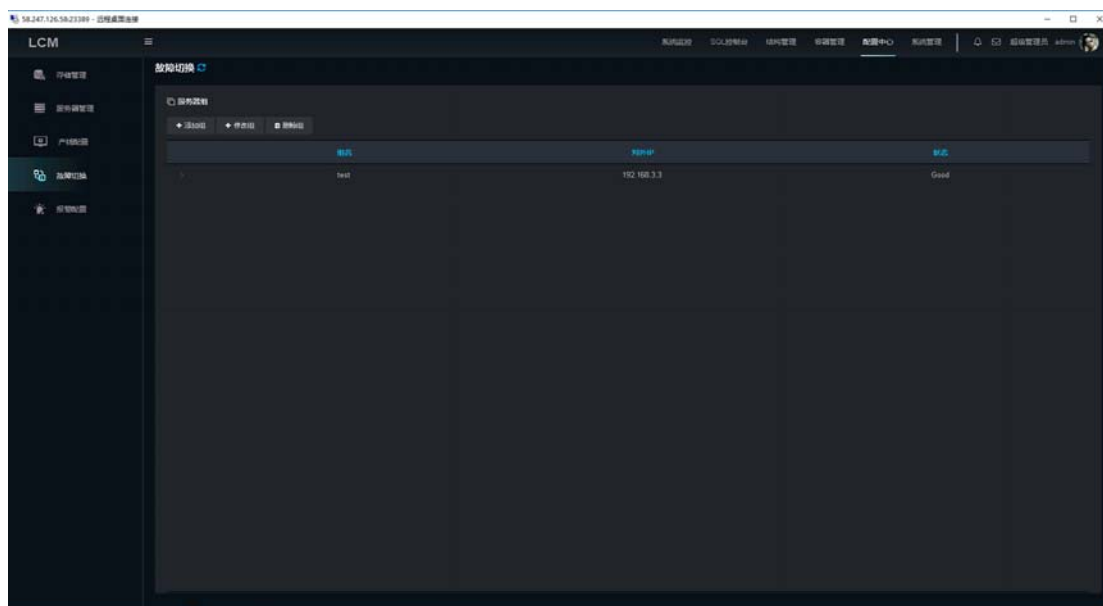
3.5.5. 逻辑分区管理

逻辑分区管理用于系统逻辑分区定义，定义数据分区内容归属和存储单元隐射关系。



3.5.6. 容错集群配置

多硬件设备网络组，定义为一组的设备可共享对外使用 IP 地址。任意设备故障情况下，对外使用地址不变，确保对外使用者可正常使用。常见为 LCS 的对外公共地址、LCM 对外的管理地址信息。



四、技术参数

4.1 读写

测试数据 1000W 条，每条 250B，数据标本总量：250B * 1000W=2.3GB。写入、读取耗时和每秒操作记录数见下表：

操作	耗时	平均(记录/s)
写入	6s--8s	100+W
读取	1.5--2s	500+W

读写性能与硬盘读写速率完全一致。已达到物理硬件极限。

4.2 压缩

无索引情况下，未经压缩的记录为 2.3GB。压缩后，快速归档格式为 1.1GB；归档格式为 290MB。快速归档格式文件增长到一定时间量后，数据会自动开始归档。不影响系统读写使用。归档整理耗时与硬盘写入速率持平。

单机 100 线程，每秒 15W 数据写入，持续压力测试 7 天。单日单表数据量 129 亿，总数据量：900 亿。总耗用存储：3000GB。单表压力检索 129 亿，耗时 1 小时 30 分钟左右。

1000W、15000W 和 9000000 条记录源数据、落盘数据和压缩比对比如下表：

记录数	源数据	落盘数据	压缩比
1000W	2.3GB	1.1GB	2.1:1
15000W	28GB	5GB	5.6:1
9000000W	21000GB	3000GB	7:1

4.3 查询

无索引单机单表 1.5 亿条记录，全查询、条件查询等几种不同情况查询耗时对比如下表：

描述	耗时	SQL
全查询	1m40s	SELECT count(*) FROM data

全查询+Limit	1s--30s	SELECT count(*) FROM data limit 10000
条件查询	40s--70s	SELECT * FROM data where spi_height > 100 and spi_offset_x < 0 and spi_offset_y < 0
条件聚合	40s--70s	SELECT count(*) FROM data where spi_height > 100 and spi_offset_x < 0 and spi_offset_y < 0

五、附件

数据压缩模型

为满足超大容量数据存储性能，降低客户成本，系统需完成以可自由定义结构的二进制存储数据服务，并尽一切可能达到硬盘物理极限。

本系统实现存储方案优化，主要通过多层物理压缩来实现。

多层无损压缩：系统默认对数据分为内存级、日志级和归档级。内存级数据不压缩，日志级别采用高性能简单压缩，归档级采用高压压缩。压缩算法支持包括：snappy, zlib, lz4, zstd, 系统默认使用 lz4。文件增长到一定时间量后，数据会自动开始归档，其过程不影响系统读写使用。

版本管理模型

系统提供了版本适配器进行数据结构的应用转换。数据版本管理器将各分支版本的数据结构转换，统一格式为最新版本进行计算和对外数据使用。

- 数据结构可随业务进行调整，历史归档数据无修改，极大的减少了磁盘整理“翻新”，数据库灵活性大大提高。
- 数据演变历史清晰，任意的数据表结构修改均完整记录，可追溯、可审计。
- 异构版本的数据可同时存在，可按需进行结构转换，利于完成版本间可兼容。

分区模型

由于系统存储总量巨大单日超过 TB 级、总存储量 PB 级，系统若无有效可靠的数据分区策略将直接导致数据无法使用。系统在设计实现过程中采用**时序分区+存储表+逻辑分区**的概念有效的划分数据存储单元，减少单次访问定位耗时及数据提取扫描区间。

时序分区：系统内所有数据内容根据其数据时标进行文件归档。归档模式为文件夹模式。根据年、月、日等时间维度进行数据文件夹分类。定位单日数据时，直接访问当前日期的数据文件夹即可。将系统总体量的 PB 基本，降低为 TB 级数据扫描。

存储表：系统所有存储单元以数据表为基本，任意表的数据进行单独存储，直接采用

算法索引定位方式，读取 TB 级单日文件时，根据算法索引可快速定位向单日数据表。将数据扫描强度降低，降低强度根据数据表数量决定。

逻辑分区：逻辑分区是 lightning System 独有的数据划分模式。用户在定义数据表时，可根据业务常用的数据查询分类字段进行设置。系统将根据其设置的逻辑分区字段内容进行数据拆解，从而针对常用字段扫描可进一步降低其数据排查的存储扫描内容。

平行扩容

lightning System 系统中支持 LDB 平行扩容模型。当计算负载不能满足业务需求的情况下，可按需拓展 LDB 进行扩展其计算能力，存储能力拓展可平行拓展网络存储设备。

由于系统采用容器化服务模式，若客户端硬件服务器具有较强的算力的情况下，可直接根据需求动态添加 LDB 容器服务单元。LDB 容器单元会自动会组网进入备用计算资源服务目录，系统有未分派的存储任务时，将自动分派 LDB 负责其数据写入活动。当单个读取任务在无法满足其数据读取要求时，LCS 将分派存储计算任务到多个 LDB 进行数据计算。

数据存储存在存储容量不足和存储输出受限时，也可按需扩展。存储设备越多，能提供的存储总容量越大，对外写入和存储输出能力越强。

网络存储

由于系统存储总量巨大，常规磁盘阵列方案存储难以满足用户存储区和在线检索的应用需求，同时其使用成本太高。系统同时支持传统的服务器硬盘本地存储模式和网络存储模式。存储集群中由于网络存储成本更为廉价，系统推荐采用 NAS 网络存储。

NAS（Network Attached Storage）网络存储基于标准网络协议实现数据传输，为网络中各种不同操作系统的计算机提供文件共享和数据备份。

NAS 是通过网线连接的磁盘阵列，具备磁盘阵列的所有主要特征：高容量、高效能、高可靠。NAS 的特点包括：

1. 易于维护，系统即插即用，简单便捷；
2. 可扩展性好，根据系统业务需求，可快速拓展存储节点；
3. 具有更快的响应速度和更高的数据带宽；
4. 对服务器的要求降低，可大大降低服务器的成本，有利于高性能存储系统在更广的范围内普及及应用；

5. 支持不同的操作系统平台。

分布式计算

本系统针对业务单元产生的大量生产过程数据和产品数据，提供分布式计算和查询。通过任务拆分实现 LDB 各自独立分布，每业务单元数据存储在对应的 NAS 网络存储服务器上，客户执行数据查询服务时，通过统一入口 LCS 集群服务完成任务分配。方案设计实现简化的 SQL 查询引擎，可完成部分 SQL 解析和查询动作，简化的 SQL 查询可大幅降低业务使用出错率，同时进行深度性能优化。查询命令经过解析，LCS 集群会将其分配到对应云存储服务器完成执行，多命令间资源分配有 LCS 集群服务进行协调，当执行数据查询工作时，系统会在服务器间完成资源负载分担，确保系统负载平衡。