

阿里云

云数据库RDS

性能优化白皮书（MySQL）

文档版本：20210108

法律声明

阿里云提醒您在阅读或使用本文档之前仔细阅读、充分理解本法律声明各条款的内容。如果您阅读或使用本文档，您的阅读或使用行为将被视为对本声明全部内容的认可。

1. 您应当通过阿里云网站或阿里云提供的其他授权通道下载、获取本文档，且仅能用于自身的合法合规的业务活动。本文档的内容视为阿里云的保密信息，您应当严格遵守保密义务；未经阿里云事先书面同意，您不得向任何第三方披露本手册内容或提供给任何第三方使用。
2. 未经阿里云事先书面许可，任何单位、公司或个人不得擅自摘抄、翻译、复制本文档内容的部分或全部，不得以任何方式或途径进行传播和宣传。
3. 由于产品版本升级、调整或其他原因，本文档内容有可能变更。阿里云保留在没有任何通知或者提示下对本文档的内容进行修改的权利，并在阿里云授权通道中不时发布更新后的用户文档。您应当实时关注用户文档的版本变更并通过阿里云授权渠道下载、获取最新版的用户文档。
4. 本文档仅作为用户使用阿里云产品及服务的参考性指引，阿里云以产品及服务的“现状”、“有缺陷”和“当前功能”的状态提供本文档。阿里云在现有技术的基础上尽最大努力提供相应的介绍及操作指引，但阿里云在此明确声明对本文档内容的准确性、完整性、适用性、可靠性等不作任何明示或暗示的保证。任何单位、公司或个人因为下载、使用或信赖本文档而发生任何差错或经济损失的，阿里云不承担任何法律责任。在任何情况下，阿里云均不对任何间接性、后果性、惩戒性、偶然性、特殊性或刑罚性的损害，包括用户使用或信赖本文档而遭受的利润损失，承担责任（即使阿里云已被告知该等损失的可能性）。
5. 阿里云网站上所有内容，包括但不限于著作、产品、图片、档案、资讯、资料、网站架构、网站画面的安排、网页设计，均由阿里云和/或其关联公司依法拥有其知识产权，包括但不限于商标权、专利权、著作权、商业秘密等。非经阿里云和/或其关联公司书面同意，任何人不得擅自使用、修改、复制、公开传播、改变、散布、发行或公开发表阿里云网站、产品程序或内容。此外，未经阿里云事先书面同意，任何人不得为了任何营销、广告、促销或其他目的使用、公布或复制阿里云的名称（包括但不限于单独为或以组合形式包含“阿里云”、“Aliyun”、“万网”等阿里云和/或其关联公司品牌，上述品牌的附属标志及图案或任何类似公司名称、商号、商标、产品或服务名称、域名、图案标示、标志、标识或通过特定描述使第三方能够识别阿里云和/或其关联公司）。
6. 如若发现本文档存在任何错误，请与阿里云取得直接联系。

通用约定

格式	说明	样例
 危险	该类警示信息将导致系统重大变更甚至故障，或者导致人身伤害等结果。	 危险 重置操作将丢失用户配置数据。
 警告	该类警示信息可能会导致系统重大变更甚至故障，或者导致人身伤害等结果。	 警告 重启操作将导致业务中断，恢复业务时间约十分钟。
 注意	用于警示信息、补充说明等，是用户必须了解的内容。	 注意 权重设置为0，该服务器不会再接受新请求。
 说明	用于补充说明、最佳实践、窍门等，不是用户必须了解的内容。	 说明 您也可以通过按Ctrl+A选中全部文件。
>	多级菜单递进。	单击设置> 网络> 设置网络类型。
粗体	表示按键、菜单、页面名称等UI元素。	在结果确认页面，单击确定。
Courier字体	命令或代码。	执行 <code>cd /d C:/window</code> 命令，进入Windows系统文件夹。
斜体	表示参数、变量。	<code>bae log list --instanceid</code> <code>Instance_ID</code>
[] 或者 [a b]	表示可选项，至多选择一个。	<code>ipconfig [-all -t]</code>
{ } 或者 {a b}	表示必选项，至多选择一个。	<code>switch {active stand}</code>

目录

1.前言	05
2.选择数据库和配置	07
2.1. 使用自研内核AliSQL	07
2.2. 选择合适规格	07
3.数据库自动驾驶（DAS）	09
3.1. 什么是数据库自治服务DAS	09
3.2. 管理SQL	09
3.3. 管理空间	10
3.4. 管理会话	10
3.5. 管理锁	11
4.设置数据库参数	12
4.1. 使用高性能参数模板	12
5.监控和告警	13
6.读写分离	15

1.前言

性能优化白皮书将指导您从选型、监控、调参等多种维度对数据库进行性能优化，提高数据库性能。

RDS MySQL使用阿里云自研内核**AliSQL**（阿里云深度定制的独立MySQL分支），在社区版本的基础上提供了更多类似于MySQL企业版的诸多功能，如企业级备份恢复、线程池、并行查询等。

在性能方面，RDS MySQL提供**Fast Query Cache**、**Binlog in Redo**、**Statement Queue**等功能，有效提高实例性能，您还可以搭配**自治服务DAS**实现数据库自感知、自修复、自优化、自运维及自安全。

影响数据库性能的因素

影响数据库性能的因素多种多样，主要包括以下几种：

- SQL查询速度
- 网络
- 磁盘IO
- 硬件规格
- 数据库版本
- 数据库参数

性能优化方法

- 数据库选型

在业务开展前，建议您先对数据库进行选型，包括如下内容：

- 使用自研内核**AliSQL**
- 选择合适规格

 **说明** 如果业务调整，您可以变更配置，详情请参见**变更配置**。

- 使用自治服务DAS

数据库自治服务DAS（Database Autonomy Service）是一种基于机器学习和专家经验实现数据库自感知、自修复、自优化、自运维及自安全的云服务，帮助用户消除数据库管理的复杂性及人工操作引发的服务故障，有效保障数据库服务的稳定、安全及高效。

您可以基于DAS对数据库进行管理，包括如下内容：

- **管理SQL**
- **管理空间**
- **管理会话**
- **管理锁**

- 设置数据库参数

您可以直接使用阿里云预设的**高性能参数模板**，让数据库使用异步方式复制数据，数据安全性一般，但速度最快。

- 监报告警

RDS提供了丰富的**性能监控**项，并且可以设置告警规则，系统在监控数据满足条件时，会通知报警联系组中的所有联系人。

- 读写分离

读写分离的详情请参见[开通读写分离](#)。

- 使用缓存

您可以将MySQL和Redis结合使用，让读请求先访问Redis缓存，而不是直接访问MySQL数据库，如果Redis中没有需要的数据，才去访问MySQL数据库，这样既可以提高查询响应速度，也可以缓解MySQL数据库的压力。

性能测试

- [性能概述](#)
- [性能测试指导](#)

2. 选择数据库和配置

2.1. 使用自研内核AliSQL

阿里云在MySQL社区版的基础上，对内核进行了深度定制，提供了更多更强的功能供您使用。

AliSQL是阿里云深度定制的独立MySQL分支，除了社区版的所有功能外，AliSQL提供了类似于MySQL企业版的诸多功能，如企业级备份恢复、线程池、并行查询等，并且AliSQL还提供兼容Oracle的能力，如sequence引擎等。RDS MySQL使用AliSQL内核，为用户提供了MySQL所有的功能，同时提供了企业级的安全、备份、恢复、监控、性能优化、只读实例等高级特性。

RDS MySQL实例使用的内核AliSQL在功能、性能、稳定和安全方面进行了诸多优化创新，仅性能方面就有如下功能：

- **Fast Query Cache**

针对原生MySQL Query Cache的不足，阿里云进行重新设计和全新实现，推出Fast Query Cache，优化并发控制、内存管理和缓存机制，能够有效提高数据库查询性能。

- **Binlog in Redo**

Binlog in Redo功能指在事务提交时将Binlog内容同步写入到Redo Log中，减少对磁盘的操作，提高数据库性能。

- **Statement Queue**

AliSQL设计了针对语句的排队机制，将语句进行分桶排队，尽量把可能具有相同冲突的语句（例如操作相同行）放在一个桶内排队，减少冲突的开销。

- **Inventory Hint**

在秒杀等业务场景中，减少库存是一个常见的需要高并发，同时也需要串行化的任务模型，AliSQL使用排队和事务性hint来控制并发和快速提交或回滚事务，提高业务吞吐能力。

关于RDS MySQL各版本支持的AliSQL功能请参见[AliSQL 功能概览](#)。

2.2. 选择合适规格

实例规格过高会造成资源浪费，实例规格过低又会导致性能降低，进而影响业务，本文介绍如何选择适合您业务的实例规格。

规格族

RDS MySQL支持的实例规格族，包括通用型和独享型，不同规格族的配置不同，适用的场景也不同。规格族描述如下。

规格族	描述	适用场景
通用规格（入门级）	● 独享被分配的内存，与同一物理机上的其他通用规格实例共享CPU和存储资源。 ● 通过资源复用享受规模红利，性价比较高。CPU资源轻微复用，复用率小于共享型实例。 ● 存储大小不和CPU及内存绑定，可以灵活选配。	对性能稳定性要求较低的应用场景。

规格族	描述	适用场景
独享型	- 完全独享的CPU和内存，性能长期稳定，不会因为物理机上其它实例的行为而受到影响。 - 独享规格的顶配是独占物理机，完全独占一台物理机的所有资源。	以数据库为核心系统的业务场景，例如金融、电商、政务、大中型互联网业务等。

选择规格

线上业务通常建议使用独享型规格的实例，然后根据业务的连接数和每秒读写（IOPS）需求，选择具体的CPU和内存规格，详情请参见[主实例规格列表](#)。

升级规格

如果业务增长，您可以随时升级规格，详情请参见[变更配置](#)。

3. 数据库自动驾驶（DAS）

3.1. 什么是数据库自治服务DAS

本文汇总了数据路自治服务DAS的相关介绍文档。

产品介绍

- 数据库自治服务DAS是一种基于机器学习和专家经验实现数据库自感知、自修复、自优化、自运维及自安全的云服务，使用了DAS之后您可以避免这样的复杂性和人工操作引起的故障，有效保障数据库服务的稳定、安全及高效。
- 基于机器学习和细粒度的监控数据，实现7x24小时的异常检测，提供了自动SQL限流、异常快照、自动SQL Review和优化、存储空间自动扩展、计算资源自动扩展等功能，从异常发现、根因分析、进行止损、优化、效果跟踪、回滚和沉淀知识库等方面，实现了诊断流程的闭环，优化效果可量化，确保数据库持续可用。

更多具体信息请参见[产品概述](#)。

3.2. 管理SQL

随着业务发展，产生了大量慢SQL，数据库故障频发导致数据库的运维和管理成本越来越高，数据库自治服务DAS很好地解决了这个问题，自动优化了数千万条SQL。本文介绍如何用DAS对SQL进行分析、识别问题SQL、优化SQL等。

10秒SQL分析

当MySQL突然出现CPU飙升、活跃会话升高或者响应时间飙升的告警时，一般情况下，首先想到的是去数据库上执行show processlist，但是这个方式可能结果集巨大，非常难以分析。针对这个场景，DAS提供10秒SQL分析功能，在10秒中，每隔一秒执行一次show processlist，然后将所有的结果集进行统计分析，可以非常清晰地看到在这10秒中，哪些SQL执行的次数最多，是否存在慢SQL等。

 **说明** 每隔1秒指第1秒执行一次，第3秒又执行一次。

关于10秒SQL分析的操作步骤详情请参见[10秒SQL分析](#)。

慢SQL优化

- 慢日志问题极大地影响数据库的稳定性。当数据库出现负载高、性能抖动等问题时，建议先查看是否有慢日志在执行。您可以通过DAS慢日志分析功能查看慢日志趋势、执行情况和优化建议。您可以查看单个实例的慢日志，也可以查看全局慢日志趋势，关于慢日志分析的操作步骤请参见[分析慢日志](#)。
- DAS提供慢SQL告警功能，当慢SQL数量超过阈值后，可以通过手机短信、邮件或钉钉给您发送慢SQL告警消息。关于设置慢SQL告警的操作步骤请参见[设置慢SQL告警](#)。
- 您可以通过DAS慢日志的优化功能诊断和优化SQL，具体操作步骤请参见[SQL优化](#)。

全量SQL诊断

全量SQL诊断可以快速地解决难定位历史问题、难获取SQL压测模版、难判断慢SQL是否要优化等问题。具体场景请参见[全量SQL功能简介](#)。

实例的全量SQL分析功能默认关闭，您可以参见[全量SQL使用方法](#)进行开启。

若您想采用本地数据库网关部署方式采集全量SQL，关于数据库网关简介请参见[DBGateway简介](#)，请参见具体方案请参见[负载说明](#)。

3.3. 管理空间

数据库自治服务DAS已帮助您自动回收了数PB的空间，您可以通过空间分析、容量评估和集群管理来管理实例空间。

空间分析

- DAS提供空间分析功能来直观地查看某个数据库实例的空间使用概况、空间剩余可用天数，以及数据库中某个表的空间使用情况、空间碎片、空间异常诊断等，帮助您更好地管理空间。
- 支持空间分析功能的数据库有MySQL和MongoDB。其中MySQL可以是阿里云RDS和PolarDB，MongoDB可以是阿里云MongoDB或自建MongoDB。本文以RDS MySQL数据库为例介绍如何使用空间分析功能。
- 若您有多个数据库实例，您可以在[全局空间使用排行榜](#)页面，查看当前所有实例的空间使用情况，快速找出空间使用率最高的实例。

有关空间分析的操作步骤详情请参见[空间分析](#)。

容量评估

- 您可以通过[容量评估](#)功能，查看容量建议的概览以及近1天、近1周和近1月的容量评估分布趋势，例如CPU使用率水位、内存使用率水位、IOPS利用率、活跃会话、存储空间使用率。
- 该功能还可以通过机器学习和容量算法，来预测未来存储空间的使用情况供您参考，具体操作步骤详情请参见[容量评估](#)。

 **说明** 目前DAS容量评估功能仅支持RDS MySQL。

集群管理

您可以通过集群管理将相同数据库引擎（如MySQL）的实例组合成集群，然后以集群的视角查看这些实例的性能趋势、慢日志趋势和空间排行榜等信息，快速地确认空间利用率、日均增长量、剩余可用天数等，帮助您通过集群维度的空间排行榜，直观查看集群中所有实例的空间使用率、空间剩余可用天数、近一周日均增长量等。

有关集群管理的操作步骤详情请参见[管理集群](#)和[集群空间](#)。

3.4. 管理会话

您可以通过DAS的实例会话功能查看目标实例的会话统计信息，也可以管理会话，例如10秒SQL分析、导出活跃会话、优化会话、结束会话、会话统计等。

查看会话

您可以查看目标实例的实例会话和会话统计等详细信息。关于查看MySQL实例会话的操作步骤请参见[查看MySQL实例会话](#)。

会话功能

• 10秒SQL分析

DAS提供10秒SQL分析功能，在10秒中，每隔一秒中，执行一次show processlist，然后将所有的结果集进行统计分析，可以非常清晰的看到在这10秒中，哪些SQL执行的次数最多，是否存在慢SQL等等。您可以通过查看10秒SQL分析并进行统计分析功能来查看以下信息：

- SQL统计
- 慢日志
- SQL概览

❓ 说明 关于SQL和请求功能，详情请参见[10秒SQL分析](#)[分析慢日志](#)、[SQL优化](#)。

- 导出活跃会话
- 结束会话
- 优化会话

❓ 说明 基础版实例暂不支持该功能，您可升级到高可用版本。

- 会话统计

3.5. 管理锁

您可以在数据库自治服务DAS上通过锁分析功能直观地查看和分析数据库最近发生的死锁。

使用DAS锁分析功能可以帮助您直观地查看和分析数据库某个时间段内发生的死锁，您可以自主选择时间段，精确到每分每秒，立即诊断出最近发生的死锁，便于您解决问题。在锁分析对话框中，您可以查看死锁诊断的详情列表，也可以查看[死锁日志](#)，查看最近[死锁日志](#)的详情。

日志详情包括：

- 会话ID
- 请求类型
- 事务ID
- 涉及表
- 等待锁
- 等待锁索引名
- 等待锁类型
- 持有锁
- 持有锁索引名
- 持有锁类型
- 事务SQL

关于如何在DAS上管理锁，查看和分析数据库死锁的操作步骤请参见[锁分析](#)。

❓ 说明 当前锁分析功能仅支持RDS MySQL和PolarDB MySQL。

4. 设置数据库参数

4.1. 使用高性能参数模板

RDS MySQL为了保障服务可用性，没有开放部分重要参数，但为了满足不同的业务场景需求（如追求更高性能），RDS MySQL提供各类系统参数模板供您选择。

RDS MySQL提供高性能参数模板，使用该模板的实例数据安全性一般，但速度最快。数据复制方式为异步，涉及数据保护的参数为：

- `innodb_flush_log_at_trx_commit = 2`
- `sync_binlog = 1000`

参数说明如下。

参数	取值	说明
innodb_flush_log_at_trx_commit	1	事务提交时，把事务日志从缓存区写到日志文件中，并且立刻写入到磁盘上。
	2	事务提交时，把事务日志从缓存区写到日志文件中，但不一定立刻写入到磁盘上。日志文件会每秒写入到磁盘，如果写入前系统崩溃，就会导致最后1秒的日志丢失。
sync_binlog	1	事务提交后，将二进制日志文件写入磁盘并立即刷新，相当于同步写入磁盘，不经过系统缓存。
	1000	每写入1000次系统缓存就执行一次写入磁盘并刷新的操作，会有数据丢失的风险。

关于参数模板的更多介绍及如何应用参数模板请参见[使用参数模板](#)。

5. 监控和告警

RDS提供了丰富的性能监控项，并且可以设置告警规则，系统在监控数据满足条件时，会通知报警联系组中的所有联系人。

监控和告警是基础架构里重要的组成部分，对日常运维十分重要，可以帮助您及时了解实例的运行状态，发现和處理影响业务的隐患。

您可以通过RDS管理控制台查看实例的资源监控、引擎监控和部署监控数据，详情请参见[查看资源、引擎和部署监控](#)。

RDS MySQL支持的监控项如下。

类别	监控项	说明
资源监控	磁盘空间	实例的磁盘空间使用量，包括： - 磁盘空间总体使用量 - 数据空间使用量 - 日志空间使用量 - 临时文件空间使用量 - 系统文件空间使用量 单位：MByte。
	IOPS	实例的每秒I/O请求次数，单位：次/秒。
	连接数	实例当前总连接数，包括活跃连接数和总连接数。
	CPU内存使用率	实例的CPU和内存使用率（不含操作系统占用）。
	网络流量	实例每秒钟的输入、输出流量，单位：KB。
	TPS/QPS	平均每秒事务数和平均每秒SQL语句执行次数。
	InnoDB缓存读命中率、使用率、脏块率	InnoDB缓冲池的读命中率、使用率以及缓冲池脏块的百分率。
	InnoDB读写量	InnoDB每秒读取和写入的数据量，单位：KB。
	InnoDB缓存请求次数	InnoDB每秒钟的读取和写入的次数。
	InnoDB日志读/写/fsync	InnoDB每秒向日志文件的物理写入次数、日志写请求、向日志文件完成的fsync写数量。
	临时表数量	数据库执行SQL语句时在硬盘上自动创建的临时表的数量。

类别	监控项	说明
引擎监控	MySQL_COMDML	数据库每秒SQL语句执行次数，包括的类型如下： • Insert • Delete • Insert_Select • Replace • Replace_Select • Select • Update
	MySQL_RowDML	InnoDB每秒钟操作执行次数，包括： • 每秒向日志文件的物理写次数。 • 每秒从 InnoDB 表读取、更新、删除、插入的行数。
	MyISAM读写次数	MyISAM每秒从缓冲池中的读、写次数和每秒钟从硬盘上的读、写次数。
	MyISAM Key Buffer 读/写/利用率	MyISAM每秒的Key Buffer读命中率、写命中率、使用率。
	运行中的线程数	包括活跃线程 (Threads_running) 和线程连接数 (Threads_connected) 。  说明 活跃线程可能会多于线程连接数，因为线程有可能用于其他工作而没有用于建立连接。
部署监控	备节点复制线程状态	备节点复制线程包括： • IO线程：1表示状态正常，0表示线程丢失。 • SQL线程：1表示状态正常，0表示线程丢失。
	备节点复制延迟	备节点的复制延迟，单位：秒。

基于监控项，您可以在[云监控控制台](#)设置报警规则，详情请参见：

- [创建报警联系人或报警联系组](#)
- [创建阈值报警规则](#)

6.读写分离

读写分离是指通过独享代理地址（读写分离地址）实现读写请求的自动转发。

使用方法

详情请参见[开通读写分离](#)。