

I/O 特性和监控

[PDF \(ec2-ug.pdf#ebs-io-characteristics\)](#)

[RSS \(amazon-ec2-release-notes.rss\)](#)

在给定卷配置中，某些 I/O 特性会对 EBS 卷的性能表现造成影响。支持 SSD 的卷（即通用型 SSD（gp2 和 gp3）和预置 IOPS SSD（io1 和 io2）能够提供一致的性能，无论 I/O 操作是随机的还是顺序的。支持 HDD 的卷（即吞吐量优化型 HDD（st1）和 Cold HDD（sc1）仅当 I/O 操作是大型顺序操作时才能提供最佳性能。要了解 SSD 和 HDD 卷在您的应用程序中性能如何，务必要知道卷上的需求之间的联系、卷能支持的 IOPS 数量、完成 I/O 操作所需的时间，以及卷的吞吐量限制。

主题

- [IOPS \(#ebs-io-iops\)](#)
- [卷队列长度和延迟 \(#ebs-io-volume-queue\)](#)
- [I/O 大小和卷吞吐量限制 \(#ebs-io-size-throughput-limits\)](#)
- [使用 CloudWatch 监控 I/O 特性 \(#ebs-io-metrics\)](#)
- [相关资源 \(#ebs-io-resources\)](#)

IOPS

IOPS 是表示每秒输入/输出操作数的度量单位。这些操作以 KiB 为单位，而底层驱动程序技术决定了卷类型将作为单个 I/O 计数的最大数据量。由于 SSD 卷处理小型或随机 I/O 比 HDD 卷更有效，因此 SSD 卷的 I/O 大小上限为 256 KiB，而 HDD 卷的 I/O 大小上限为 1,024 KiB。

当小型 I/O 操作在物理上连续进行时，Amazon EBS 会尝试将这些操作合并为单个 I/O 操作，直至最大 I/O 大小。同样，当 I/O 操作大于最大 I/O 大小时，Amazon EBS 会尝试将这些操作分为较小的 I/O 操作。下表显示了一些示例。

卷类型	最大 I/O 大小	来自应用程序的 I/O 操作	IOPS 数量	备注
SSD	256 KiB	1 个 1024 KiB I/O 操作	4 (1,024÷256=4)	Amazon EBS 将 1,024 个 I/O 操作拆分为四个较小的 256 KiB 操作。
		8 个连续 32KiB I/O 操作	1 (8x32=256)	Amazon EBS 将 8 个连续 32 KiB I/O 操作合并为一个 256 KiB 操作。
		8 个随机 32 KiB I/O 操作	8	Amazon EBS 分别计算随机 I/O 操作。
HDD	1,024 KiB	1 个 1024 KiB I/O 操作	1	I/O 操作已经等于最大 I/O 大小。它不会被合并或拆分。
		8 个连续 128KiB I/O 操作	1 (8x128=1,024)	Amazon EBS 将 8 个连续 128 KiB I/O 操作合并为一个 1,024 KiB I/O 操作。
		8 个随机 32 KiB I/O 操作	8	Amazon EBS 分别计算随机 I/O 操作。

这样，当您创建支持 3,000 IOPS（通过将 Provisioned IOPS SSD 卷预置为 3000 IOPS 或将 通用型 SSD 卷大小确定为 1000 GiB）的 SSD 卷时，您就可以将它挂载到一个 EBS 优化实例，该实例可以提供足够的带宽，您可以每秒传输最高 3000 次数据 I/O，其吞吐量由 I/O 大小决定。

卷队列长度和延迟

卷队列长度是指等待设备处理的 I/O 请求的数量。延迟为 I/O 操作的实际端到端客户端时间，也就是说，从将 I/O 发送到 EBS 到接收来自 EBS 的确认以表示 I/O 读取或写入完成所经过的时间。队列长度必须进行适当调整，以便与 I/O 大小和延迟匹配，避免在访客操

作系统上或在到 EBS 的网络链路上产生瓶颈。

每个工作负载的最佳队列长度不同，具体取决于您的特定应用程序对于 IOPS 和延迟的敏感程度。如果您的工作负载未提供足够的 I/O 请求来充分利用 EBS 卷的可用性能，则卷可能无法提供您预置 IOPS 或吞吐量。

事务密集型应用程序对 I/O 延迟增加很敏感，很适合支持 SSD 的卷。您可以通过使卷保持较小的队列长度和较高的 IOPS 数量，来维持高 IOPS 和低延迟。持续迫使一个卷的 IOPS 高于它能够支持的 IOPS 可能增加 I/O 延迟。

吞吐量密集型应用程序对 I/O 延迟增加较不敏感，很适合使用 HDD 支持的卷。您可以在执行大型顺序 I/O 时维持大队列长度，从而对 HDD 卷保持高吞吐量。

I/O 大小和卷吞吐量限制

对于 SSD 卷，如果 I/O 大小非常大，由于达到卷的吞吐量限制，您的 IOPS 数可能会少于预配置数量。例如，对于具有可用突增积分的 1000GiB 以下的 gp2 卷，IOPS 限制为 3000，卷吞吐量限制为 250 MiB/s。如果您正在使用 256 KiB 的 I/O 大小，则您的卷在 IOPS 为 1000 时将达到其吞吐量限制 ($1000 \times 256 \text{ KiB} = 250 \text{ MiB}$)。当 I/O 大小较小（如 16 KiB）时，这个卷可以支持 3000 IOPS，这是因为吞吐量远低于 250 MiB/s。（这些示例都假设卷的 I/O 不会达到实例的吞吐量限制。）有关每种 EBS 卷类型吞吐量限制的更多信息，请参阅 [Amazon EBS 卷类型 \(/efs-volume-types.html\)](#)。

对于较小的 I/O 操作，从实例内部进行度量时，您可能会看到 IOPS 值高于预配置值。当实例操作系统在将小型 I/O 操作传递到 Amazon EBS 之前将其合并为一个较大的操作时，会发生这种情况。

如果您的工作负载在 HDD 支持的 st1 和 sc1 卷上使用顺序 I/O，则从实例内部进行度量时，您的 IOPS 值可能会高于预期数量。当实例操作系统将顺序 I/O 进行合并，并以 1024 KiB 大小为单位来对其进行计数时，会发生这种情况。如果您的工作负载使用小型随机 I/O，则吞吐量可能会低于您的预期。这是因为我们会将每个随机的非顺序 I/O 计入总的 IOPS 计数，这可能导致您比预期更快达到卷的 IOPS 限制。

⚠ 重要

无论您采用何种 EBS 卷类型，如果您的 IOPS 或吞吐量与您在配置中的预期不同，请确保 EC2 实例带宽并不是导致这种结果的限制因素。您应始终使用最新一代的 EBS 优化实例 (或包含 10 Gb/s 网络连接的实例) 以实现最佳性能。有关更多信息，请

参阅[Amazon EBS 优化的实例 \(/ebs-optimized.html\)](#)。未达到预期 IOPS 的另一个可能原因是未对 EBS 卷执行足够多的 I/O 操作。

使用 CloudWatch 监控 I/O 特性

您可以通过每个卷的 [CloudWatch 卷指标 \(/using_cloudwatch_ebs.html#ebs-volume-metrics\)](#) 监控这些 I/O 特性。要考虑的重要指标包括以下内容：

- BurstBalance
- VolumeReadBytes
- VolumeWriteBytes
- VolumeReadOps
- VolumeWriteOps
- VolumeQueueLength

BurstBalance 以剩余余额百分比的形式显示 gp2、st1 和 sc1 卷的突增存储桶余额。当您的突增存储桶耗尽时，卷 I/O（对于 gp2 卷）或卷吞吐量（对于 st1 和 sc1 卷）会限定在基准水平。检查 BurstBalance 值以确定卷是否因为此原因而受限制。有关可用 Amazon EBS 指标的完整列表，请参阅 [Amazon EBS 指标 \(/using_cloudwatch_ebs.html#ebs-metrics\)](#) 和 [基于 Nitro 的实例的 Amazon EBS 指标 \(/viewing_metrics_with_cloudwatch.html#ebs-metrics-nitro\)](#)。

HDD 支持的 st1 和 sc1 卷经过特别设计，旨在对使用 1024 KiB 最大 I/O 大小的工作负载提供最佳性能。要确定卷的平均 I/O 大小，请将 VolumeWriteBytes 除以 VolumeWriteOps。同样的计算也适用于读取操作。如果平均 I/O 大小低于 64 KiB，则提高发送到 st1 或 sc1 卷的 I/O 操作的大小应该能够提高性能。


❗ 注意

如果平均 I/O 大小达到或接近 44 KiB，说明您可能是在不支持间接描述符的情况下使用实例或内核。所有 Linux 内核 3.8 及更高版本的内核上具有此支持，任何当代实例也具有此支持。

如果您的 I/O 延迟高于您的所需，请检查 `VolumeQueueLength`，以确保应用程序尝试驱动的 IOPS 不会超过您的配置。如果您的应用程序需要的 IOPS 数量超出您的卷所能提供的数量，则应考虑使用以下选项之一：

- 更大的 gp2 卷，提供足够的基准 IOPS 性能
- gp3、io1 或 io2 卷，预置了足够 IOPS 以实现所需延迟。

相关资源

有关 Amazon EBS I/O 特征的更多信息，请参阅以下 re:Invent 演示文稿：[Amazon EBS：为性能而设计](#)  (https://www.youtube.com/watch?v=2wKgha8CZ_w)。