

---

白皮书

**aruba**  
a Hewlett Packard  
Enterprise company

# 广域网优化如何提高 SD-WAN 中的 应用程序性能



概要	3
TCP 协议加速技术	5
数据减少技术	7
参考文献	10

### 概要

不久前，企业仅部署了专用线路服务（例如 MPLS）来将分支办公室站点连接到托管关键业务应用程序的数据中心站点。维护 MPLS 连接需要大量时间和资金，因为到达所有分支机构站点会增加运输成本，并需要 IT 资源来管理多个区域 MPLS 供应商。由于配置 MPLS 连接通常既费时又费钱，为了最大限度地降低带宽成本，许多企业部署了广域网优化解决方案。企业很快就意识到实施服务器虚拟化技术的好处，并开始整合多个数据中心站点。此外，随着 SaaS 应用程序和 IaaS 工作负载的出现，企业开始将许多内部应用程序迁移到公共云基础设施，例如 AWS、Microsoft Azure 和 Google Cloud Platform (GCP)。当所有这一切发生时，广域网的压力增加了，因为分支机构站点到公共云之间的流量首先被拉回数据中心，所需的 MPLS 带宽呈指数级增加。

在过去的五六年中，采用 SD-WAN 解决方案安全可靠地利用低成本宽带服务的企业，带宽成本大幅下降。企业可以使用混合广域网，包括不同的传输服务，如宽带、4G/LTE、MPLS 等。SD-WAN 允许企业使用宽带互联网和 4G/LTE 连接来实现分支到数据中心和直接到网络的连接，同时提供专用线路连接的所有 QoS 优势。由于这些连接相对便宜，所以增加更多的带宽不成问题。然而，随着数据中心整合和公共云选项的出现，用户和数据之间的距离也在增加。网络延迟的增加会降低某些应用程序的性能，例如文件共享。例如，如果远程员工希望将文件从分支办公室站点传输到位于公共云基础设施中的公司文件夹，由于用户和数据之间的距离，以及文件传输协议的数据接收确认要求，这可能需要相当长的时间。如果几个员工每天都要进行这样的转移，总时间很容易增加到几分钟或几个小时。以前，大多数应用程序都在用户附近托管，因此延迟问题没有那么严重。如今，由于大多数应用程序位于公共、私有或混合云环境中，因此需要解决延迟因素，以持续满足并超过应用程序性能 SLA。

数据从发送方传输到接收方并返回所需的时间称为网络延迟。随着位置之间的距离通过广域网增加，特别是对于具有低速

一个常见的误解是，SD-WAN 减少或消除了对广域网优化技术的需求。现实是 SD-WAN 和广域网优化解决的是根本不同的问题，当统一部署时，可以互补。

传输服务的远程国际站点或有长回程的地方，应用程序性能会下降。这与可用带宽关系不大，而与远距离发送和接收数据包所需的时间、某些协议在发送下一段数据之前要求的数据接收确认，以及由于数据包丢失而必须重新传输数据的次数关系更大。为了应对这些挑战，企业部署了广域网优化解决方案。一个常见的误解是，SD-WAN 减少或消除了对广域网优化技术的需求。现实是 SD-WAN 和广域网优化解决的是根本不同的问题，当统一部署时，可以互补。对于对延迟敏感的关键 TCP/IP 应用程序，例如事务处理或数据备份，由于过度的往返延迟，在全球各地分布的企业可能会遇到应用程序性能下降的问题。网络延迟主要是由站点之间的地理距离造成的，额外的带宽不会改变这一物理定律。

为了强调广域网优化在当今世界的重要性，让我们回顾一下客户遇到的三种常见情况：

- a. 许多全球性企业都有跨越大地理区域的业务。为了支持本地企业的业务运营而开设地区分支机构。这些区域分支机构站点定期与总部站点通信，以共享交易细节和其他业务相关信息。这对任何企业保持正轨和保持盈利目标都至关重要。然而，许多这样的分支机构位于偏远地区，在这些

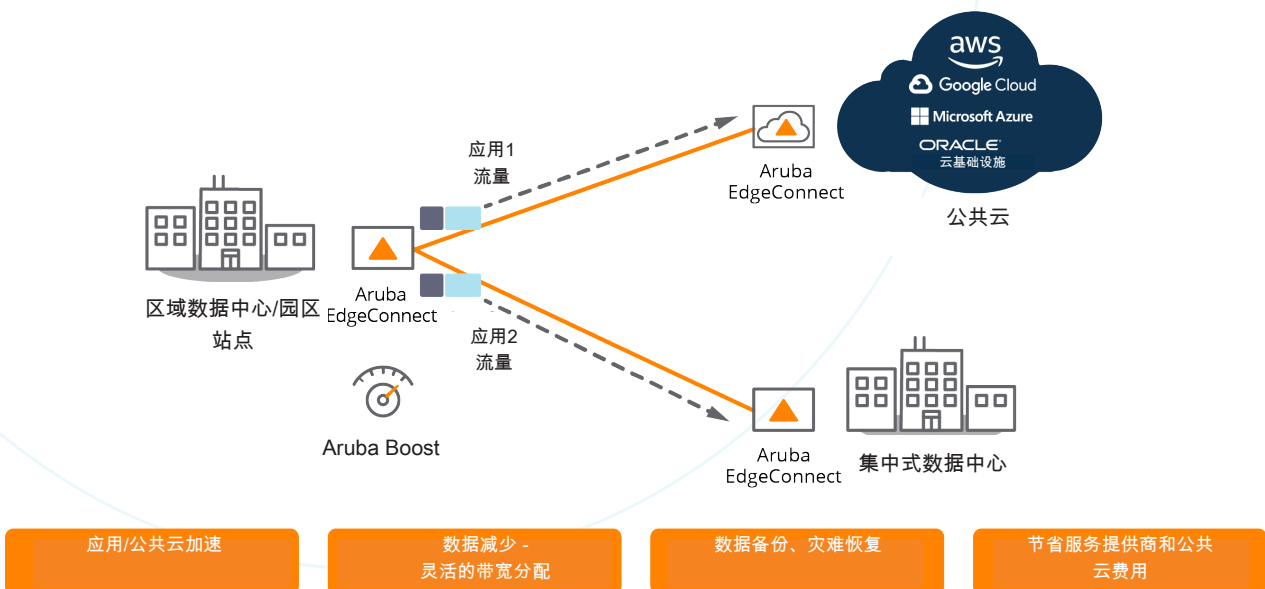


图 1：Aruba Boost 的“一键式”按需广域网优化加速了应用程序，并最大限度地提高了其他应用程序的可用带宽。



地区，持续的高速互联网连接是一个问题。因此，企业系统之间的业务信息共享很慢，这影响了业务的速度。借助集成的广域网优化解决方案，企业可以自信地保持在当今竞争激烈的世界中取得成功所需的业务灵活性。

- b. 随着企业扩大运营，维护连续数据备份和灾难恢复计划变得更加重要。由于许多业务活动都是由区域站点支持的，因此保持 DRDC 活动的成功非常重要。但在大多数情况下，DRDC 活动遵循“如果没有坏，就不要修复它”的模式。因此，现实情况是许多企业仍然具有传统的 DRDC 应用程序。为了支持这些应用并确保与集中式数据中心的一流通信，需要集成的广域网优化。如果没有适当的广域网优化解决方案，对传统应用程序进行完整备份和增量备份将变得难以管理，并影响应用程序性能，从而导致业务生产力出现更多问题。
- c. 高速互联网和专用 MPLS 服务的出现，简化了将大量数据从总部和区域数据中心迁移到公共云（例如 AWS、Azure 或 GCP）的过程。然而，数据传输可能会导致高成本，这可能会反映在高昂的云账单上；传输的数据越多，最终支付的费用就越多。为了节省数据传输的成本，企业可以部署集成的广域网优化解决方案，有效减少需要通过高速互联网或专用 MPLS 传输到云中的冗余数据量。电信服务提供商对通过不同连接选项传输的数据量也有限制。由于广域网优化解决方案减少了通过高速互联网或专用 MPLS 传输的数据字节数，客户最终节省了向云和服务提供商上支付的成本。

SaaS 和 IaaS 应用程序的激增给企业广域网带来了压力，因为这些应用程序通常采用局域网速度。尽管随着全球网络成本的下降，组织通常能够承担增加带宽的费用，但延迟问题并不容易克服。如果仅仅增加带宽而不减轻高延迟的影响，不会给基于云的应用带来显著的好处。公共、私有和混合云环境都面临着当今应用程序和网络固有的性能限制。为了最大限度地提高公共云的灵活性和成本节约，企业必须克服分布式 IT 基础设施环境面临的延迟限制。通过在公共云中部署 Aruba EdgeConnect SD-WAN 设备的虚拟实例，并启用 Aruba Boost 广域网优化，企业可以克服应用程序和网络延迟性能问题，并加快云托管应用程序和数据从任何地方传输到云。随着企业将越来越多的内部应用程序迁移到公共云环境，他们需要解决连接到 IaaS 工作负载时遇到的网络延迟限制。在云环境中，公司服务器的物理位置以及 IP 地址或子网可能随时发生变化。例如，某一天，可以在离用户较近的区域配置服务器，而第二天，可能会在离用户较远的不同区域配置服务器，这使得企业很难保持一致的应用程序性能 SLA。借助在 Aruba EdgeConnect SD-WAN 边缘平台的虚拟实例上启用的 Aruba Boost，企业可以利用广域网优化技术来确保无缝的公共云集成，即使服务器 IP 地址或子网发生变化，也能让企业充分利用云的灵活性，而无需担心应用程序性能。

Aruba Boost 加速了数据中心、分支机构和云之间的数据移动。它使用实时优化技术来克服网络质量、容量和距离方面的挑战，从而可以在世界任何地方快速、可靠地访问信息。

Aruba Boost 的关键广域网优化功能包括：

1. 通过 TCP 协议加速技术减少延迟，改善应用程序远距离响应时间
2. 数据减少技术，包括压缩和重复数据消除机制，以减少通过广域网链路传输的数据量

TCP 协议加速可以提高对延迟敏感的应用程序的性能，数据减少技术在传输大型数据集方面具有优势，尤其是在地理上分布的位置之间传输时。例如，如果没有广域网优化，就无法高效地提供用于灾难恢复的加速远距离复制数据。Aruba Boost 与 Aruba EdgeConnect 集成在一起，而不是一个单独的 VNF，其唯一目的是支持广域网优化。灵活的 Aruba Boost 消费模式在需要时为应用程序提供广域网优化。Aruba Boost 在业务意图覆盖配置中为从中受益的关键应用程序类别启用，但通常不为不需要广域网优化的应用程序启用，例如对延迟不太敏感的应用程序或实时应用程序，例如语音和视频会议。

### TCP 协议加速技术

TCP 是一种面向连接的限速协议，广泛应用于数据网络和互联网（例如 HTTP、HTTPS、SCP/FTP 和 SMTP），在决定整体网络性能方面起着不可或缺的作用。TCP 维护一个窗口，该窗口规定有多少流量可以通过连接流动。TCP 窗口是指在接收方发回确认之前，发送方可以在一条路径上发送的数据量。TCP 从一个小窗口开始，并逐渐增加窗口大小，直到在指定的时间段内没有收到确认。出现这种情况时，TCP 会假设网络拥塞和数据包丢失。协议通过重新传输丢失的数据包和减小窗口大小来进行响应。通常情况下，TCP 有一个 16 位的窗口字段，接收方使用该字段通知发送方接收方愿意接受多少字节的数据。在标准的 TCP 实施中，窗口字段被限制为 16 位，支持的最大窗口大小为 65535 字节。

Aruba Boost 广域网优化软件支持窗口缩放功能，可提供高达 1GB 的窗口大小，克服了标准 64KB TCP 窗口大小带来的吞吐量限制。这允许用户在每个流中发送更多的数据，充分利用可用带宽。

根据马西斯算法：

$$\text{大可能传输速率 (吞吐量)} = \frac{\text{TCP 窗口大小}}{\text{RTT}}$$

往返时间 (RTT) 是数据包从起点到目的地再回到起点所需的持续时间（毫秒）。

通过上面的公式，可以明显看出，吞吐量与窗口大小有关。窗口缩放功能可实现更高的数据传输，提高网络 and 应用程序性能。

每当 TCP 传输数据段时，发送方就会启动计时器，记录需要多长时间才能返回确认函（用于确认在目的地收到该数据段）。该计时器被称为重传超时 (RTO)。随着数据包的发送和确



认，TCP 会调整其往返时间估计值，并使用该信息为发送的数据包得出合理的超时值。Aruba Boost 采用了一种往返测量方案，该方案能够更有效地进行 RTT 计算，以获得更精确的 RTO 测量结果，从而提高网络吞吐量。如果确认函很快返回，则往返时间很短，并将重传超时设置为较低的值。这使得 TCP 能够立即重传数据，从而减少对长时间延迟的需求。反之亦然。当网络响应时间较长时，TCP 不会过快地重传数据。

TCP 确认系统不能处理多个丢失的数据段；它只确认最后一个成功接收的数据段，导致会重新传输接收方已经接收的数据。为了应对这种情况，Aruba Boost 支持选择性确认 (SACK) 机制，在该机制中，只有尚未到达接收方的必要数据包才会被重新发送。这极大地提高了网络性能，因为重传的数据包更少，从而有效利用了带宽。SACK 机制用于在广域网环境中处理多个数据包丢失的情况，通过该机制，可以清晰了解哪些数据段在接收方排队以及哪些数据段尚未到达，因此发送方只重传丢失的数据段。

Aruba Boost 提供高速 TCP，改进了标准 TCP 拥塞控制技术。在高速 TCP 中，TCP 拥塞控制会改变拥塞窗口的打开方式，该窗口控制数据包发送到网络的时间，在每次往返时打开，在拥塞事件时关闭，以便在高带宽、高延迟环境中获得更好的性能。在窗口可能变得非常大的网络中，传统的 TCP 拥塞控制算法无法发挥作用。在高带宽和高延迟网络中，发生拥塞事件后，拥塞窗口大小可能需要很长时间才能恢复。这导致网络收敛速度缓慢，广域网链路带宽利用率低。

在高速 TCP 中，当窗口小的时候，算法的行为和普通 TCP 完全一样。但是当窗口变大时，它会以更大的量增加窗口大小，并以更小的量减少窗口大小。这些变化的影响是，TCP 在高带宽、高延迟的网络上实现了高得多的吞吐量。

### 数据减少技术

Aruba Boost 广域网优化提供了所需的技术来提高广域网性能，并为最终用户提供了类似局域网的体验。借助数据减少技术，企业能够在由 MPLS、互联网和 4G/5G/LTE 连接组成的混合广域网上实现卓越的应用性能。数据减少技术包括数据压缩和重复数据消除，消除了任何冗余数据的传输，从而提高了广域网性能，因为在任何给定时间通过广域网的数据包都更少。此外，数据减少为其他应用程序释放了带宽，使客户能够更有效地利用带宽，并通过推迟增加带宽的需求来潜在地节省成本。对于数据压缩，Aruba Boost 结合了各种压缩算法，以获得最佳的“首过”增益。数据压缩技术应用于有效载荷和 IP 报头，以实现最佳压缩。数据压缩技术适用于重复流量和各种协议。有效载荷压缩使用算法来识别频繁重复的相对较短的字节序列。然后用更短的代码段来代替，以减小传输数据的大小。此外，IP 报头压缩是在链路上传输之前压缩多余的协议报头，并在另一端将其解压缩到原始状态的过程。

重复数据消除技术使用高级指纹算法来检查所有传入和传出广域网流量，从而提高带宽效率。网络内存将信息本地化，仅在启用了 Aruba Boost 功能的 Aruba EdgeConnect 设备之间传输修改。由于网络内存是双向的，所以模式识别可以跨流执行，在一个方向学习的模式可以在相反的方向使用，而不必重新学习。网络内存在 OSI 堆栈的网络层运行。因此，与其他广域网优化解决方案不同，Aruba Boost 能够提高所有文件共享应用程序的性能，包括使用 UDP 的应用程序，例如 NFS。

对于重复数据消除，Aruba Boost 使用带隧道的设备对等作为 Aruba EdgeConnect 设备之间的通信方法。这还允许实时路径调节功能，例如前向纠错 (FEC) 和数据包顺序纠正 (POC)，对于克服使用宽带互联网或 4G/5G/LTE 连接甚至卫星或微波连接时固有的数据包丢失和有序的不利影响，这些功能至关重要。

在企业网络中，大多数应用程序默认包括安全套接字层 (SSL) 加密。在 Aruba EdgeConnect 设备上启用 Aruba Boost 后，企业可以通过解密 SSL 会话、应用压缩技术、对数据进行重复数据消除，然后对数据进行重新加密以在广域网上传输，从而为 SSL 流量启用数据减少技术。此过程可减少需要通过企业广域网传输的数据量，从而提高了应用程序的性能。

Aruba Boost 广域网优化技术提高了数据中心托管的应用程序的性能。如今，随着企业继续将应用程序迁移到 SaaS 和 IaaS 工作负载，他们意识到了与迁移相关的网络 and 应用程序性能挑战。面临这些挑战的客户可以在公共云中部署 Aruba EdgeConnect 的虚拟实例，并受益于 Aruba 的性能功能，例如隧道绑定、路径调节和 Aruba Boost。Aruba Boost 通过使用 TCP 协议加速和数据减少技术，最大限度地减少分支机构站点和云之间第一英里的延迟影响，从而提高应用程序性能。提供固有的弹性可确保应用程序按照服务级别运行，并且即使底层网络传输服务出现故障，用户也能保持高效工作。

广域网不再只是连接 A 点到 B 点的管道；它已经成为一项战略资产，使员工更具生产力，企业更具竞争力，更快地响应客户和行业需求，并成为下一步创新的基础。向分支机构和数据中心站点的用户提供高性能应用的挑战并没有消失。云网络、SaaS 应用程序和 IaaS 工作负载的兴起使问题变得更加复杂。Aruba EdgeConnect 和 Aruba Boost 可以改善与基于云的应用程序的连接，提高性能，并优化分支机构、企业数据中心和公共云环境之间的带宽利用率。

本文前面列出的三个场景强调了广域网优化在 SD-WAN 环境中的重要性。借助集成的广域网优化解决方案，企业可以自信地保持在当今竞争激烈的世界中取得成功所需的业务灵活性。随着企业的迁移，越来越多的数据迁移到公共云，无缝连接到公共云以及公共云之间的连接对于企业的顺利运营和盈利至关重要。通过在公共云中运用 Aruba EdgeConnect SD-WAN 设





图 2：通过广域网链路的吞吐量，没有 Aruba EdgeConnect 和 Aruba Boost。广域网链路的平均利用率相当低，因为没有应用 TCP 协议加速技术。

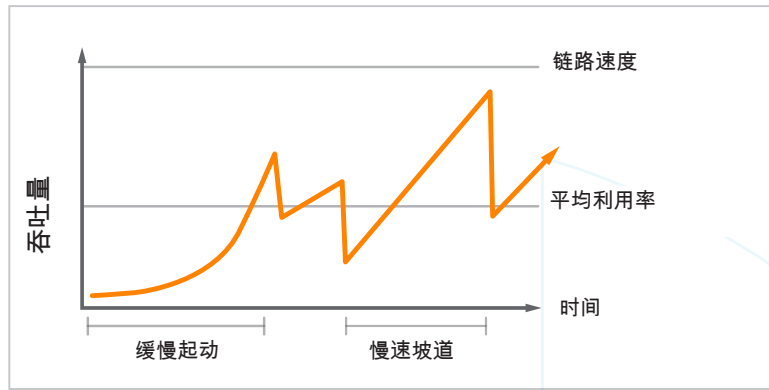
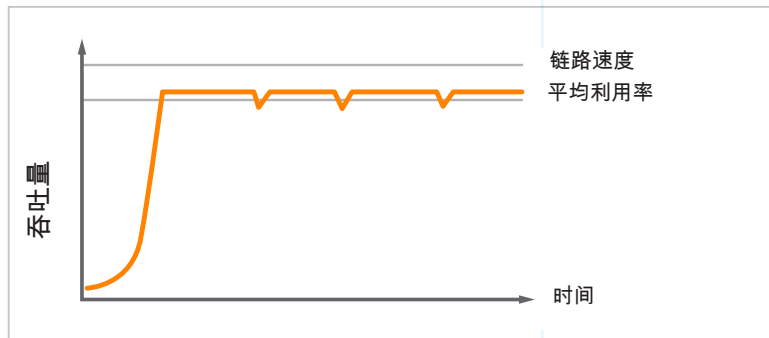


图 3：通过广域网链路的吞吐量，启用了 Aruba EdgeConnect 和 Aruba Boost。很明显，使用上述 TCP 协议加速技术，可以极大提高广域网链路的利用率。



备的虚拟实例，并启用 Aruba Boost 广域网优化，企业可以克服应用程序和网络延迟性能问题，并加快云托管应用程序和数据从任何地方传输到云。此外，涉及传统应用程序的日常数据备份和恢复活动变得易于管理，确保最佳应用程序性能，同时最大限度地减少对业务的负面影响。此外，通过使用广域网优化，云数据传输费用和电信服务提供商费用大幅降低。

参考文献：

- [SD-WAN 专家博客：为什么您的最大吞吐量小于您的带宽](#)
- [可扩展的 TCP：提高高速广域网的性能，Tom Kelly](#)
- [TCP 拥塞控制研究论文](#)

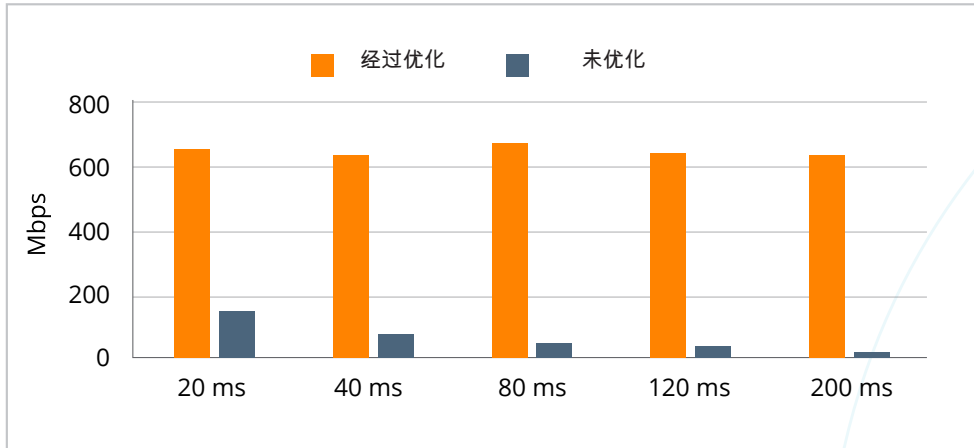


图 4：TCP 协议加速技术克服了延迟的影响，加速了远距离应用。

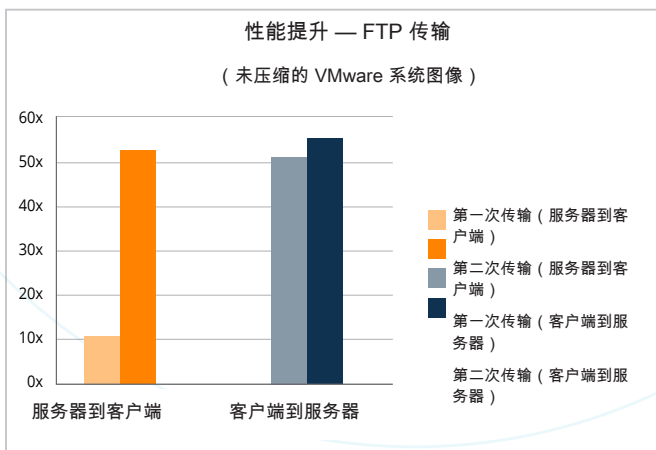


图 5：网络内存是双向的，在文件传输的两个方向上都提供了显著的性能改进。

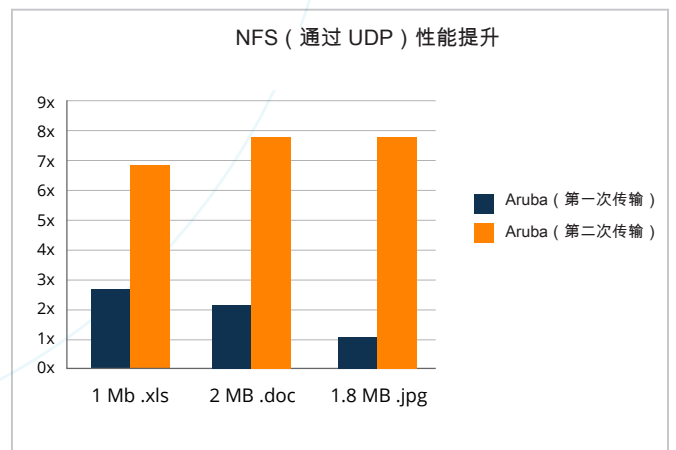


图 6：网络内存存在网络层工作，为所有的 TCP 和 UDP 应用程序提供显著的性能改进，包括 NFS。



图 7：重复数据消除消除了冗余数据包穿越广域网的开销。

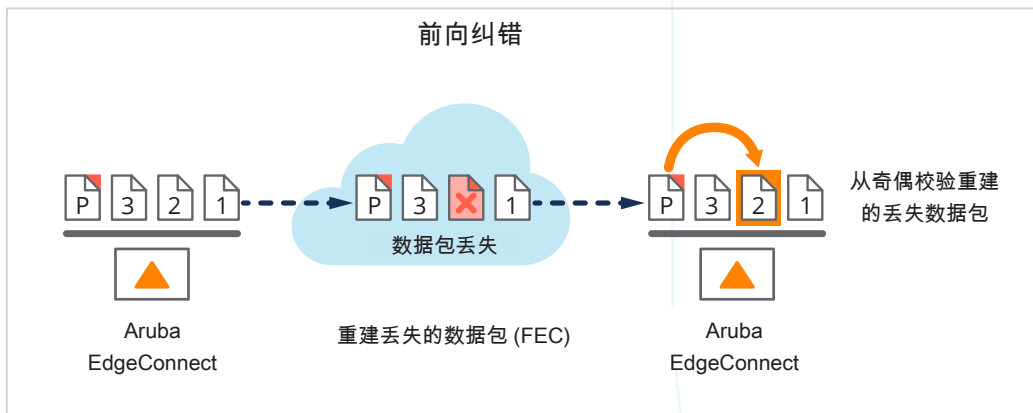


图 8：使用前向纠错，通过广域网传输时丢失的数据包将使用奇偶校验数据包进行重建。Aruba EdgeConnect 根据不断变化的链路条件动态调整 FEC，以最大限度地减少开销。

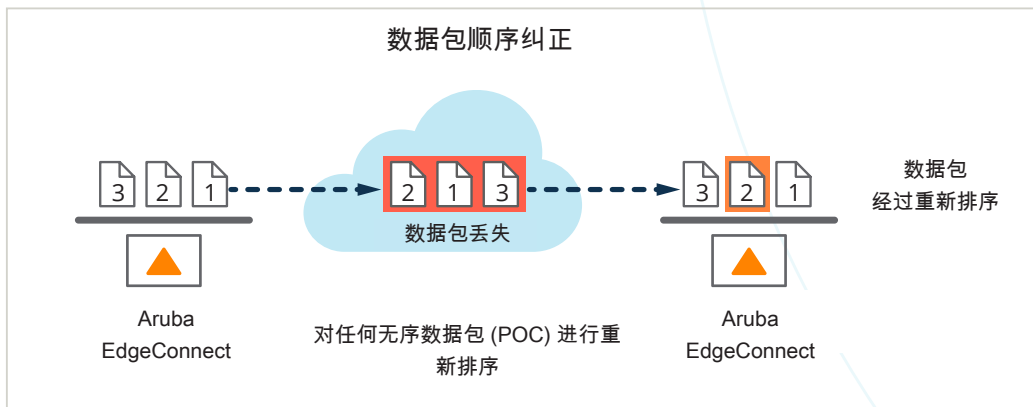


图 9：借助数据包顺序纠正，通过广域网无序传送的数据包将被重新排序为正确的顺序。



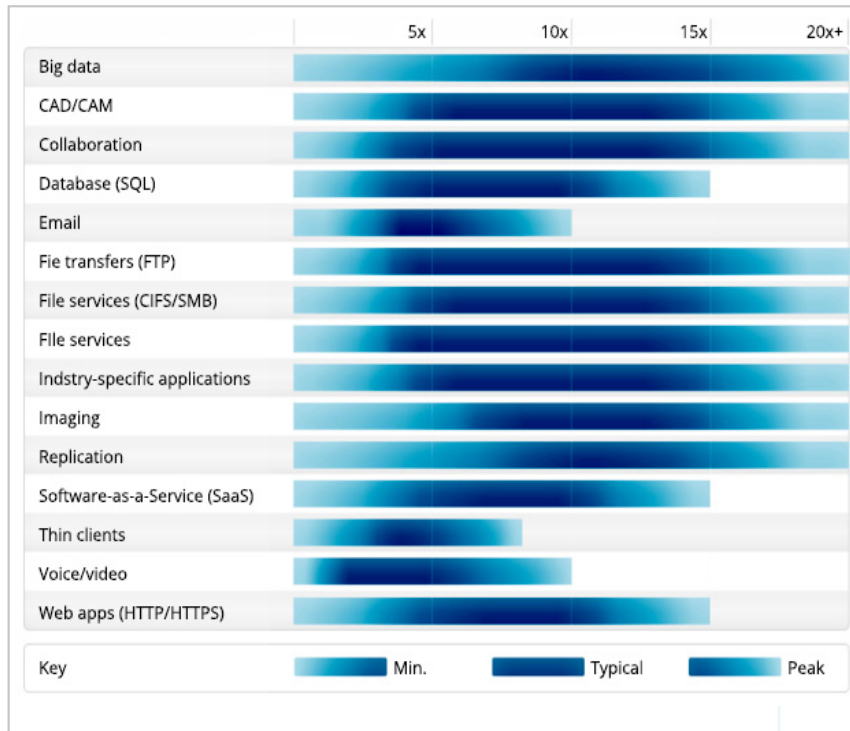


表 1 显示了企业通过利用 Aruba 集成广域网优化解决方案缓解延迟而实现的应用程序性能提升。



© 版权所有 2021 Hewlett Packard Enterprise Development LP. 此处所含信息可能会在未经通知的情况下更改。对于 Hewlett Packard Enterprise 提供的产品和服务，仅在随产品和服务提供了明示担保声明时，Hewlett Packard Enterprise 方按照其中规定的条款提供担保，此处所述任何内容均不可理解为构成额外担保。对于此处所含的技术或编辑错误或疏漏，Hewlett Packard Enterprise 不承担任何责任。

WP\_WAN-Optimization\_EM\_031821 a00110933enw

[联系我们](#) [分享](#)