



## 存储区域网络

### 技术简介：

## 适应性网络 — 高级数据中心光纤网络技术

博科数据中心光纤网络(DCF)架构是一种适用于设计、创建和管理企业数据中心的架构基础和进化战略。博科适应性网络就是其中所集成进的一项关键高级技术。随着新兴数据中心光纤网络打破原有的服务器到存储、服务器到服务器以及存储到存储连接，而改用一种公共网络连接方式来连接虚拟化设备，适应性网络的存在将是必不可少的。

**BROCADE**

## 目录

执行摘要 .....	3
新兴数据中心 .....	4
博科数据中心光纤网络架构 .....	5
聚合协议 .....	7
博科的虚拟通道技术.....	8
博科适应性网络服务概述 .....	8
应用关注式光纤网络 .....	8
适应性网络概览 .....	10
设备虚拟化与动态工作负载 .....	10
虚拟通道 .....	11
适应性网络架构.....	13
<b>ASIC</b> 功能 .....	13
适应性网络服务 .....	14
服务质量 (QoS) .....	14
流量管理服务 .....	15
光纤网络动态配置 .....	17
资源恢复服务 .....	17
适应性网络服务的管理 .....	18
基于 <b>Fabric OS 6.0</b> 及后续产品的适应性网络 .....	19

## 执行摘要

此次，数据中心将由原先那种以专属服务器和存储来主管应用，改造成为应用在虚拟服务器上运行来共享计算资源并在虚拟存储池中存储其所产生数据的虚拟环境。这是一次由数字数据、Web内容和全球供应链要求的空前增长所引发的改造。仅为了跟上这些增长速度，数据中心就必须在简化基础设施管理的同时动态地提高物理服务器和存储资产的利用率。而提高数据中心虚拟环境中设备利用率有一个致命好处就是电源、散热和占用空间的减少，毕竟目前这几方面已日益变得更为缺乏，价格也更为昂贵。而到高容量阵列的连接性越好，高端存储利用率就越高。

虚拟服务器和虚拟存储就是这一改造进程中必不可少的两大重要技术，不过它们同时也给数据中心带来了新的复杂性。当数据中心基础设施成为“虚拟的”时，一方面应用程序是在虚拟机上动态供应，随时根据工作负载变化从一台虚拟机快速移动到另一台虚拟机；另一方面虚拟存储应用会依据访问类型和数据保留策略自动地将数据由一个存储层移到另一个存储层上。这种应用程序工作负载和数据的动态移动可能会带来无法预料的瓶颈，可能由于网络主管的服务器到存储流量、服务器到服务器集群以及存储到存储复制而给网络造成不可预测的拥塞情况。在虚拟环境中，供应、配置管理、容量规划、安全性和故障隔离全都变得更为复杂。

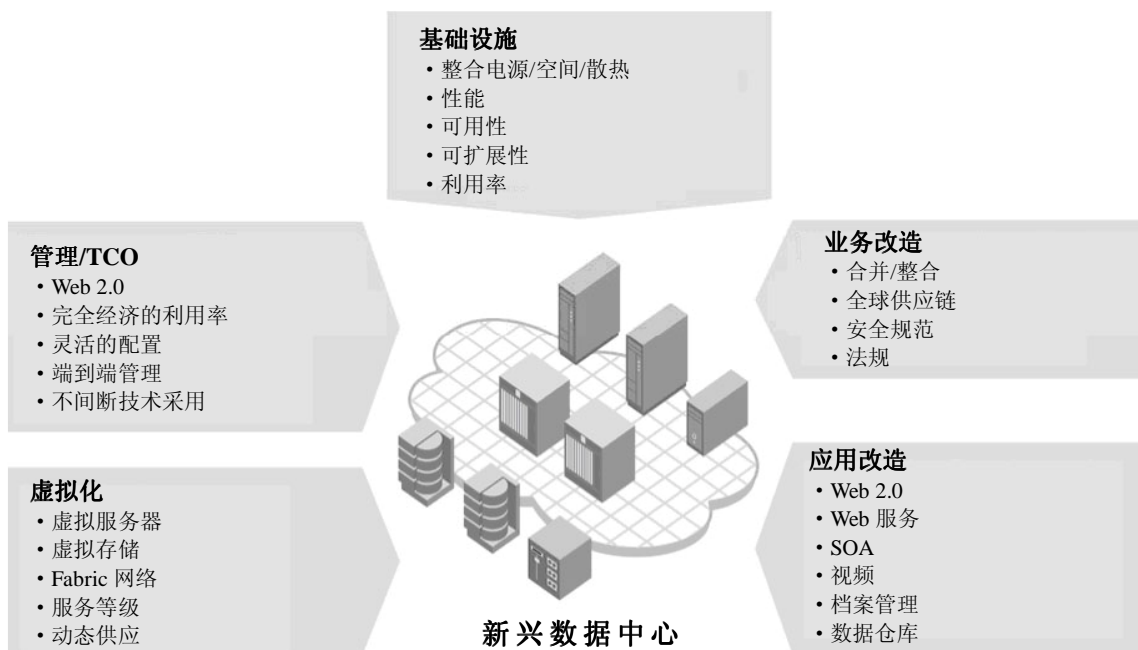


图 1. 推动数据中心改造的因素及它们对基础设施的影响

博科数据中心光纤网络战略提前估计了此次数据中心改造及其对物理基础设施的影响。适应性网络（Adaptive networking）是我们高级博科数据中心光纤网络(DCF)架构方案的一部分，通过在该光纤网络中使用深层网络智能来预期拥塞情况并进行动态地调整，从而使得应用流量可持续畅通。适应性网络推出了四项新网络服务：服务质量(QoS)、流量管理、光纤网络动态配置以及资源

恢复。将来，适应性网络还将与虚拟服务器和存储管理应用相集成用于供应、配置管理、容量规划和故障隔离，最终简化数据中心运营和管理。

- 服务质量（**QoS**），定义服务的高、中、低优先级；应用可基于其需求分配到一个**QoS**优先级。
- 流量管理（**traffic management**），实施自动速率限制和高级优先级排队算法来消除拥塞情况，还可为特定应用提供专属带宽从而改善整体带宽利用率。
- 光纤网络动态配置（**fabric dynamic profiling**），提供有关跨聚合光纤网络端到端资源使用的知识，支持流量管理和容量规划。
- 资源恢复（**resource recovery**），可检测所消耗的缓冲区信用阈值（**buffer credits**）来作为流量控制机制一部分，还可检测“慢漏”（**slow-drain**）设备来防止资源耗尽和应用中断。

虚拟服务器和存储增加了光纤网络的配置和管理的复杂性，而与此相反，博科的适应性网络应用将可简化新兴虚拟数据中心的供应、配置管理、容量规划、安全管理以及故障隔离。

## 新兴数据中心

随着二十世纪九十年代末光纤通道（**FC**）存储区域网络（**SANs**）的出现，光纤通道证实了自身有提高性能、保持关键业务可用性水平以及支持可承受存储大量增长的能力。作为底层技术，光纤网络提供了决定性延迟、高性能、可扩展带宽（每两年翻一番）以及极高可用性（**99.999%**）。有这些功能集于一身，正是光纤网络不同于**best-effort**（尽力传送）通信网络（如，以太网）之处。

到此就产生了个逻辑问题：拥有公认关键业务功能的光纤网络还可用于其它哪些地方？

根据博科合作伙伴和客户所透露的他们改造数据中心的技术战略与需求，博科完成了一项技术战略的拟定。现已发现了导致数据中心改造的**5**个基本业务驱动因素：

- 数字数据的空前增长
- 服务器和工作负载整合
- 面向服务的应用架构
- 快速灵活的应用部署
- 敏捷的基础设施和可扩展的数据管理（可经济快速地支持更快捷的业务改造）

博科发现了光纤网络技术在未来数据中心的独一无二的优势。高级光纤网络智能可在简化管理、提高光纤网络利用率的同时提供大范围性能、持续可用性以及不间断可扩展性，而后三者正是虚拟服务器和虚拟存储环境的基本特质。

博科的适应性网络就是博科数据中心光纤网络中所集成进的一项重要的高级技术。随着新兴数据中心光纤网络打破原有的服务器到存储、服务器到服务器以及存储到存储连接，而改用一种公共网络连接方式来连接虚拟化设备，适应性网络服务的存在将是必不可少的。

## 博科数据中心光纤网络架构

博科的数据中心光纤网络战略提前估计了此次数据中心的改造。而博科**DCF**架构则认识到了适用于数据中心基础设施的**5**大连锁原理：

- 聚合所有协议到一个逻辑光纤网络中以整合（池化）数据中心的所有物理资源。
- 通过使用到共享资源池的智能化虚拟连接进一步扩展到设备的物理连接。
- 集成虚拟分区技术以提供灵活管理。
- 将应用服务等级与拥有敏捷供应、高资源利用率和适应性网络应用的光纤网络相集成。
- 拓展数据管理策略到光纤网络中以统一、控制并扩展数据移动性应用（复制、迁移、拷贝等）

博科的**DCF**架构可整合所有光纤网络技术到一个统一的逻辑光纤网络中，不仅帮助我们提升了目前技术领导地位，还拓展了我们现有产品组合。管理层通过使用由我们存储和服务器虚拟化合作伙伴所提供的工作负载管理、供应和容量规划工具可深入地连接所集成的设备和光纤网络智能，从而管理更简单、运营成本更低、动态基础设施的进化速度也可媲美业务创新。

此次改造中，数据中心物理资源整合有着很大影响力。随着更多资源实现集中化，多种工作负载可共享相同的物理资源，当然持续可用性、高性能以及不间断可扩展性是必不可少的。总而言之，这些特质是光纤网络的品质证明，特别是对博科产品来说更是如此。图2举例说明了博科**DCF**架构组件间的相互协作。

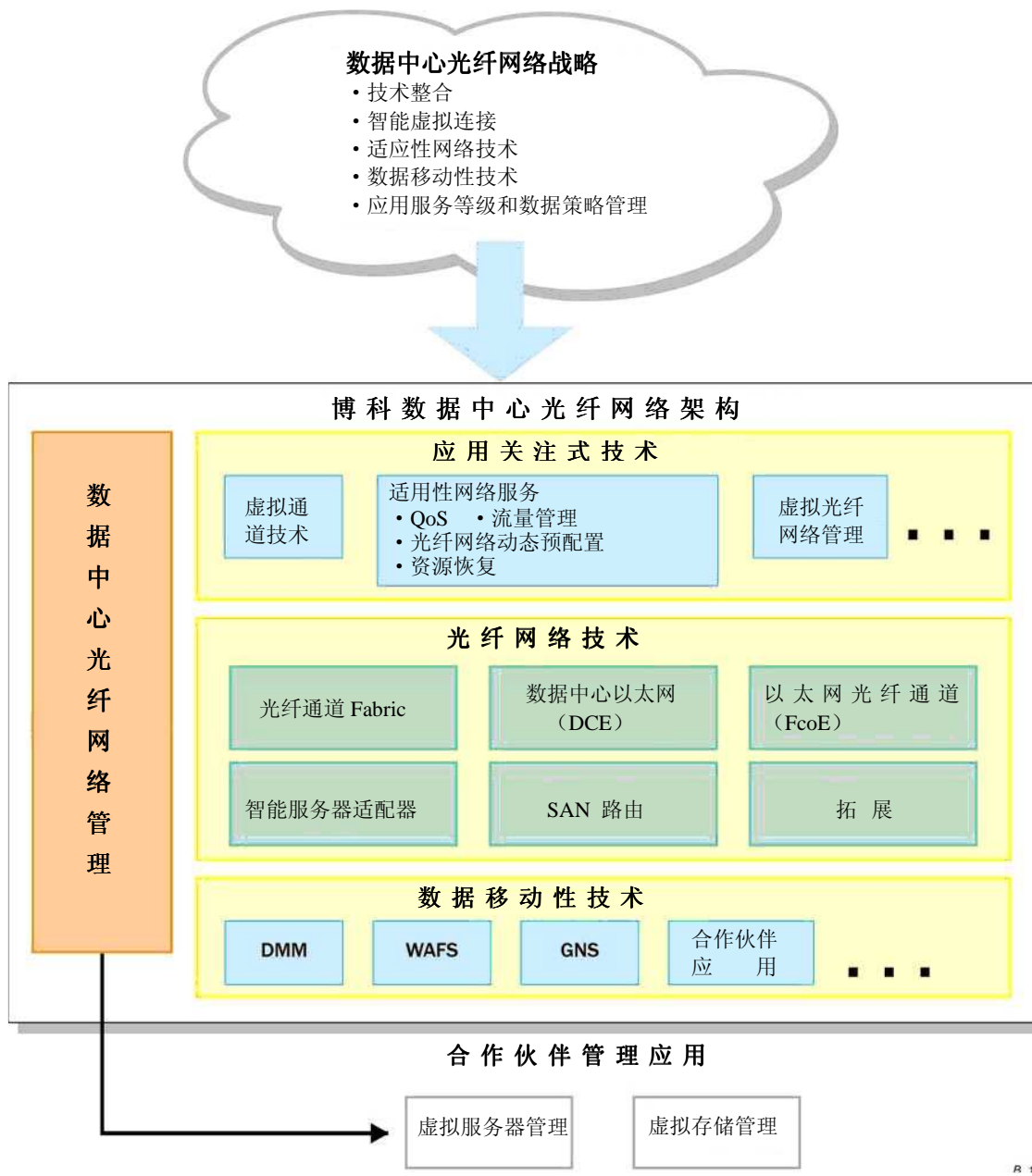


图 2. 数据中心光纤网络战略和技术架构

### 聚合协议

所有应用应控制对其数据的访问和管理，而不是控制对网络的访问和管理。不过随着数据中心添加进了新网络协议以及基础设施虚拟化，对于应用来说要想控制对其数据的访问变得更为困难。为简化数据访问，博科DCF架构进一步加入了一种公认的光纤网络技术来达到网络和协议的整合，如图3所示。

企业实际上部署和管理着许多个物理网络：分离的服务器到存储(SANs)、服务器到服务器(集群)以及存储到存储复制网络都是普遍分布于数据中心内部及数据中心之间。博科的数据中心光纤网络战略可将这些网络整合成为一个可不间断地集成进新兴技术（如，以太网光纤通道(FCoE)以及数据中心以太网(DCE)）的单一光纤网络。

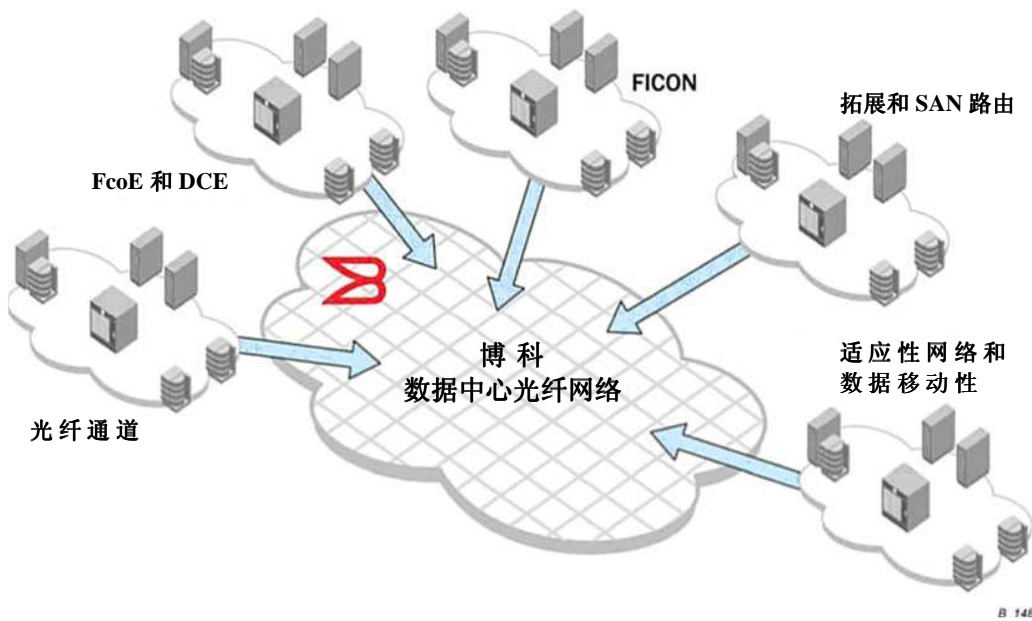


图 3. 该数据中心光纤网络提供了光纤网络技术整合

## 博科的虚拟通道技术

物理光纤网络中虚拟通道允许应用程序工作负载在虚拟服务器间进行动态移动，从而可提高了网络可用性、简化虚拟服务器和存储的供应并减少网络配置工作。博科的虚拟通道技术就提供了专为逻辑连接虚拟服务器和虚拟存储而设计的智能虚拟连接。虚拟通道允许对物理链路中物理资源（带宽、缓冲区到缓冲区信用等）进行逻辑分割，同时还提供对光纤网络资源的细粒度管理和控制。博科虚拟通道技术的一个基本特性就是虚拟通道内数据流动态的隔离。这就使得拥有不同数据流动态的多个虚拟服务器应用可处于同一个物理链路上，同时还不会相互干扰。图4所展示的就是这一概念。

有关资源利用的光纤网络智能技术必须可跨数据路么和跨异构协议（光纤通道、iSCSI、FcoE）进行端到端拓展，且不孤立于任一网络设备。适应性网络应用可帮助虚拟通道横跨所有协议，在数据中心内以及数据中心之间形成一个统一的逻辑数据路径。

## 博科的适应性网络服务概述

适应性网络服务倚靠的是博科的虚拟通道技术。QoS可分类应用的相关重要性（高、中、低），使得用户可按分类结果细粒度地向应用分配以光纤网络资源。特定虚拟通道都将分配到各自QoS优先级。而且当应用在物理服务器和光纤网络连接间移动时，其QoS优先级必须随着发生改变。这点对光纤网络来说，在监控资源使用和检测（预测）整个数据路径各地点拥塞情况时尤显重要。而虚拟通道技术使这成为了可能。当检测或预测到拥塞时，QoS优先级可帮助流量管理应用对资源使用进行重大调整，从而避免网络拥塞情况的发生。

流量管理服务可在网络入站点提供拥塞管理（入站速率限制和流量整形）以确保达到所执行的应用服务等级。它们还可为高性能应用提供专属带宽，实现更有效的光纤网络利用。

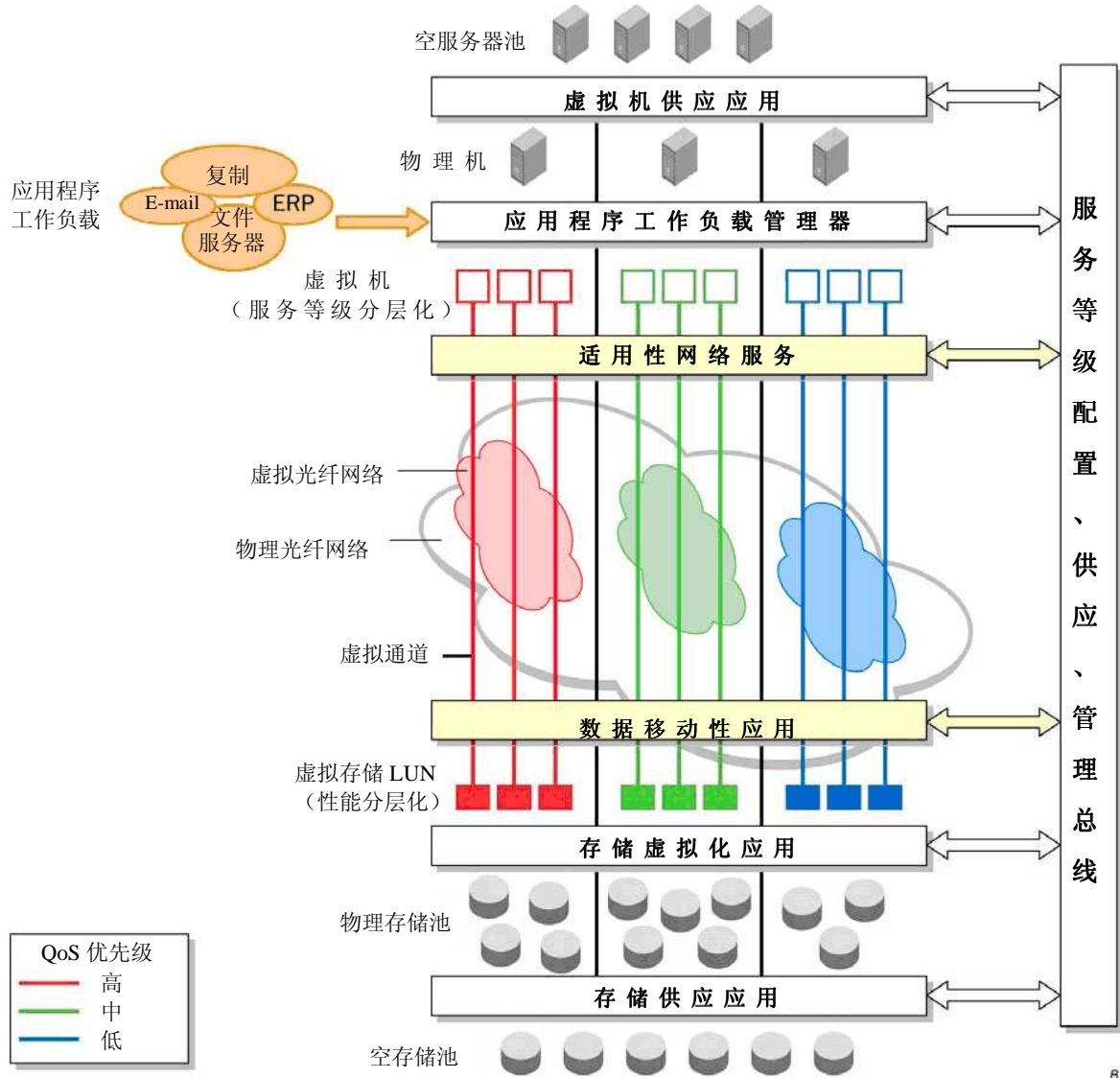
光纤网络动态配置服务可提供针对单个数据流及其资源使用（带宽、缓冲区到缓冲区信用、排队时间等）进行细粒度端到端分析，统计出虚拟服务器环境中流量管理必不可少的光纤网络性能的深层信息。

最后，资源恢复服务可防止缓冲区信用阈值耗尽（缓冲区信用阈值可用于光纤网络流量控制），还可隔离来自“慢漏”设备的数据流，使得其它应用数据流得以通过，从而避免拥塞的发生。

## 应用关注式光纤网络

博科DCF架构包括了服务器中接入服务提供点（POP）、智能服务器适配器(ISA)。所有应用皆可通过ISA与光纤网络应用进行交流，向光纤网络中请求应用服务等级。这进一步将服务器中物理光纤网络拓展成为应用关注式（application-aware）逻辑连接，实现了与智能QoS、流量管理以及安全服务应用的集成。光纤网络可使用其智能技术来监控资源使用并确保能够为应用提供其所请求的服务等级。更多了解应用的需求将有助于改善光纤网络资源利用率和容量规划，同时也有助于简化光纤网络资源供应、配置以及故障隔离。

总而言之，博科**DCF**架构创造了一个聚合多种网络及协议的公共逻辑光纤网络。它提供了一种**动态的、经济高效的、可扩展且安全的光纤网络来连接虚拟服务器与存储**。数据中心光纤网络管理能够与工作负载供应、配置管理、供应管理相集成，如图4所示。



B 149

图 4. 博科 DCF 架构与数据中心改造相结合

## 适应性网络概述

随着使用到数字信息的业务数量的增多，存储就自然会有所增长，这也是光纤网络复杂性的增加一方面原因所在。而另一方面，服务器和存储虚拟化的使用在实现经济高效共享所合并物理资源（计算、存储）的同时也增加了复杂性。由于流量类型转换速度的加快，使得要想了解光纤网络中动态行为变得更为困难。这种转变确定了对适应性网络的重要需求。

### 设备虚拟化与动态工作负载

直到近期，连接到光纤网络的服务器和存储才与物理资源相隔离。在大多数情况下，一台物理服务器仅运行一个应用程序工作负载，从而造成了对网络带宽的大量需求。不过现在，存储虚拟化和服务器虚拟化已替代了这一战术，以虚拟机和虚拟存储LUN代替了服务器和存储间物理连接。而这些新技术增加了光纤网络设计和管理的复杂性。例如：由于应用可从一台虚拟机转换到另一台虚拟机，存储可从一个虚拟存储LUN转换到另一个虚拟存储LUN，因此共享的网络资源（交换机间链路和使用NPIV技术的F\_Ports）现在易受各类工作负载影响。如果在该数据路径任何地点的资源耗尽，那么就可能会给共享的光纤网络链路带来无法预料的拥塞情况。数据中心光纤网络必须要能随着工作负载在虚拟主机和虚拟存储设备间移动来灵活地分配资源并调整资源使用。

## 虚拟通道

虚拟服务器与虚拟存储连接所需的一项基本光纤网络技术就是虚拟通道（VC）。虚拟通道可在单个物理链路及连接中创建多条逻辑数据路径。各条路径会分配以各自网络资源（队列、缓冲区到缓冲区信用等流量控制机制等等）。虚拟通道技术是构建适应性网络应用的基石。

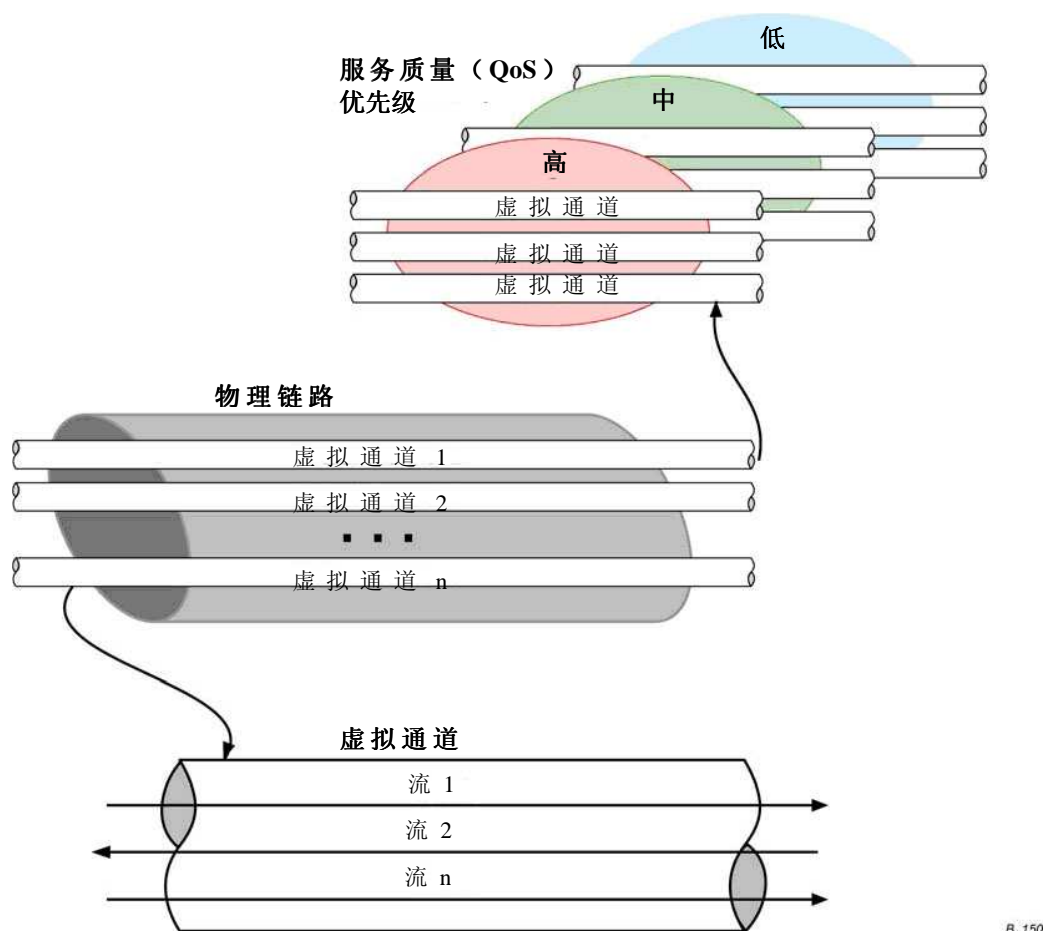


图 5. 物理链路和QoS优先级中虚拟通道

适应性网络技术通过添加可自动反应虚拟服务器工作负载变化的全新应用，进一步提升了光纤网络的智能，从而使得光纤网络不仅可提高共享物理资源的利用率，还可依据虚拟服务器和虚拟存储LUN间数据流变化对这些资源进行相应的调整。如果发生拥塞情况，用户还可依据应用服务等级对数据流进行重新路由和节流来减少流量，直到拥塞情况解除为止。而随着趋势分析中加入了物理资源利用情况的历史信息的细粒度分析，光纤网络容量规划得到了进一步增强。由此，用户更容易发现瓶颈所在，还可按最大需要添加资源。

适应性网络集成了ASIC设计（虚拟通道和深层资源监控工具）、新固件功能和光纤网络应用等方面创新技术，从而可在光纤网络内创建涉及整个范围的资源监控和管理服务。适应性网络层可依

据应用程序工作负载动态地分配和调整光纤网络资源，确保相对较高优先级工作负载即便是网络发生拥塞时也可持续通过。适应性网络还可前瞻性采取行动来避免资源使用意外失控时拥塞情况的可能发生。适应性网络所需的主要应用包括：**QoS**、流量管理、光纤网络动态配置和自动化资源恢复。

至于适应性网络如何通过使用虚拟通道提供对不同细粒度**QoS**分配的支持，请看图6所示范例。例如，一个**QoS**优先级可能被分配给一个物理**HBA**、一台只运行单个应用的虚拟机，甚至是一台虚拟机上的执行线程。在虚拟机上，一些线程支持以太网服务器到服务器集群消息，一些则支持光纤通道存储**I/O**，其它的则用于备份应用以实现数据保护。这种虚拟通道架构提供了一种灵活途径来为虚拟服务器环境中应用配以相应的**QoS**。

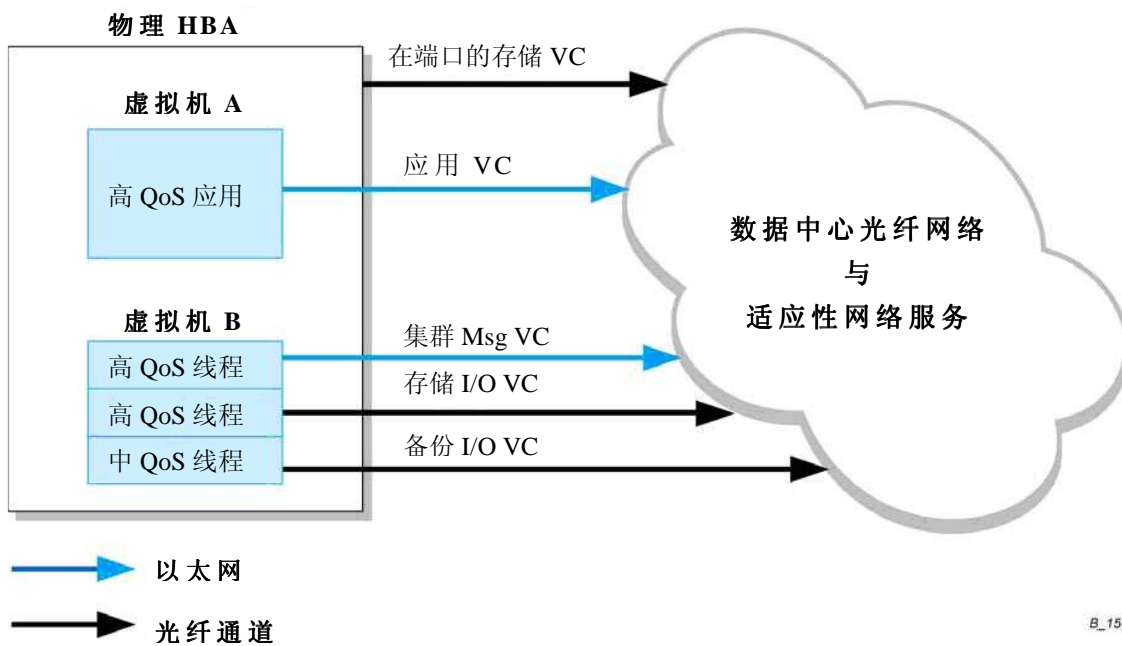


图 6. 使用虚拟通道和 QoS 映射的聚合光纤网络

## 适应性网络架构

适应性网络的博科DCF架构包括了创新ASIC技术与灵活固件功能和全新适应性网络服务的深入集成，并且所有这些皆可通过一个统一管理层进行管理。图7所展示的是，如何在博科DCX Backbone上实施适应性网络技术。博科DCX Backbone是新级别的网络基础设施，是博科数据中心光纤网络（DCF）的核心部分。博科DCX 架构支持适应性网络服务，可自下而上开拓博科深层技术集成。

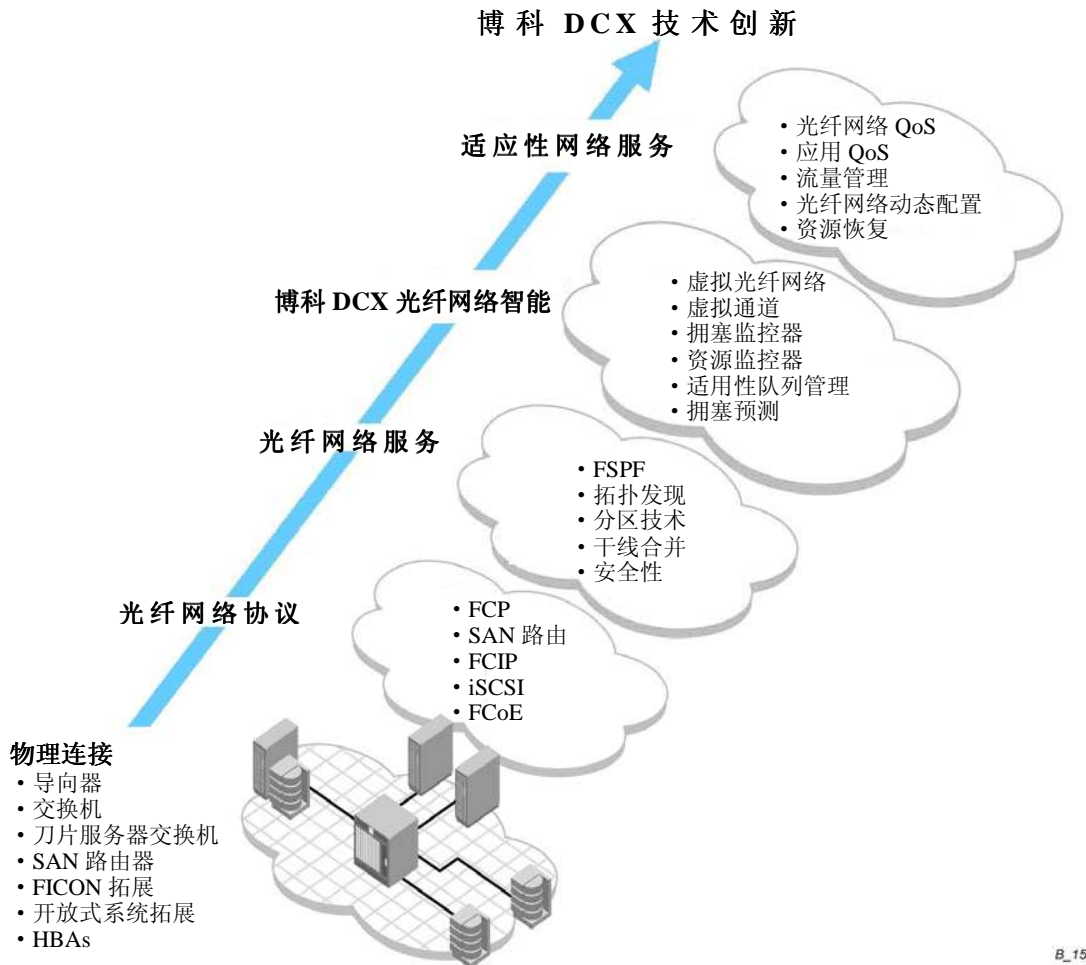


图 7. 面向适应性网络服务的博科DCX技术集成

## ASIC功能

ASIC技术的创新是博科的一项核心竞争力。我们在博科4 Gbit/sec光纤通道技术和Condor ASIC中推出了适应性网络所需求的核心ASIC功能(虚拟通道、基于目的地的QoS以及端口和交换机资源监控器)。博科DCX Backbone基础设施进一步拓展了虚拟通道技术，实现了更多可扩展性并新增了资源监控功能，如拥塞检测、速率限制、基于数据流的QoS以及其它的端口资源监控器。

虚拟通道可通过战略的实施来提供对物理资源的虚拟访问。简言之，物理链路的资源（带宽、队列优先级、缓冲区到缓冲区信用）现在可通过逻辑虚拟通道连接进行分配。这就实现底层物理链路资源的池化，达成更高利用率和更低成本基础设施；并且服务等级还可通过监控虚拟通道资源分配来进行管理。

博科4 Gbit/sec SAN产品系列每个端口可支持16个虚拟通道，同时博科DCX技术能够支持最多32个虚拟通道。在我们的SAN产品中，我们通过F级帧为每个虚拟通道提供了独家使用，从而大大改善了光纤网络的稳定性、可扩展性及性能。在博科DCX架构中，我们保留了16个虚拟通道来支持适应性网络服务。ISL、使用NPIV技术的F\_Port以及底盘间链路（Inter-Chassis Link，ICL）全都支持虚拟通道技术。

### 适应性网络服务

在前文已介绍过，博科的适应性网络架构包括4类服务：

- 服务质量（QoS）
- 流量管理
- 光纤网络动态配置
- 资源恢复

#### 服务质量

服务质量（QoS）过去是由倚赖TCP/IP的best-effort通信网络所引入的一个概念，用以在端口变得拥塞时优先选择丢弃哪些帧。由于这些网络仅提供best effort数据和消息流，网络的拥塞经由帧丢弃会随时影响到所有流量。不过，路由器在决定丢弃哪些帧时必须先要考虑到各个应用的重要性。这正是TCP/IP通信网络引入QoS背后的动机所在。通过使用QoS，网络路由器可基于帧头标签识别帧的QoS优先级，从而决定丢弃哪些个级别的帧（与应用程序工作负载相绑定的）。首先丢弃的是一般是较低优先级的帧，只有这样较为关键应用工作负载即便在拥塞点也可继续通过网络。

重要的是要注意，TCP/IP QoS仅在路由器队列中检测到拥塞发生时才会起作用。没有发生拥塞情况时，帧会随着产生该帧的应用程序工作负载而自由流动，不受QoS优先级的影响。换句话说，QoS并不为应用程序工作负载提供“特权”的网络资源访问（预分配带宽）。

#### Fabric QoS

光纤网络入站端口（ingress port）可基于帧头所包含的信息以及管理员分区服务配置来决定帧的QoS优先级。例如：光纤网络分区可识别出一个主机发启方（host initiator）及其需连接到的所有存储目标。光纤网络分区可建立逻辑连接来代表通过发启方及其目标间光纤网络的数据流。要想针对数据流实施QoS，SAN管理员可在分区名称中以QoS优先级为前缀创建特定的分区。QoS优先级前缀可用以定义分区的QoS优先级，同时分区成员（启动器和目标）也可识别出与此QoS相关的数据流。除了可在分区级别明确QoS以外，QoS还可使用虚拟光纤网络、逻辑SAN(LSAN)、甚至帧有效负载内容进行定义。

在光纤网络中，三类QoS优先级中每一类都可分配以多个虚拟通道。每个虚拟通道都拥有其各自的输入队列。光纤网络中所有交换机的QoS排队算法都是一样的，QoS排队算法可在所有QoS优先级的输入缓冲区中提供加重的帧服务。其加重比例依据QoS优先级而定，可为高优先QoS级别提供比

低优先QoS级别更多的帧转发。需注意的是，当网络发生拥塞时低优先级队列仍是可继续得到服务（而不是停止服务）。这种方法确保了，不管用于连接的交换机、ISL以及IFL的数量有多少，整个光纤网络中数据流都实施相同的QoS级别。由于每类QoS优先级都拥有多个虚拟通道，因此资源恢复服务能够消除由“慢漏”设备所引发的ISL拥塞。

光纤网络QoS可在光纤网络入站端口(F\_Port) 检查帧的源ID/目标ID (SID/DID) ，并将其与指定QoS分区中名单相比较。如果有找到一个相匹配对象（即，QoS分区中SID/DID），它可使用分区名称中所包含的QoS“名称标签”来决定为该数据流分配哪个优先级（高、中或低）。如果该分区名称标签中显示的是高QoS优先级，入站端口将会将此帧加入到分配给高优先级流量的那些虚拟通道的队列中。在数据路径的每台交换机中，相同的虚拟通道可用于转发特定QoS优先级的帧。而且每台交换机可使用相同排队算法来安排来自虚拟通道的帧转发。最终使得帧可跨任意规模光纤网络接收到相同的帧转发优先级。

注：今天进一步讲到分区技术是为了用以定义QoS优先级。一个分区包含了主机HBA的全球通用端口名称(WWPN)和存储端口的WWPN。命名服务器会将这些地址转换成为适当的光纤网络ID。当一个帧通过入站交换机上端口进入光纤网络时，命名服务器会查阅其分区WWPN及光纤网络ID表，告知交换机此帧属于哪个分区，而分区名称将告知交换机应部署哪一QoS优先级。

## 应用QoS

主机如果拥有有此功能的光纤网络接口，就可直接发出QoS优先级请求。博科智能服务器适配器（ISA）就是一种可发送数据流（启动器、目标）QoS优先级请求到其所在光纤网QoS服务接口的主机适配器。

- 如果光纤网络有充分资源可满足这一请求，它就会返回一个接受指令以及有关哪个虚拟通道用于转发此帧的信息。QoS请求每个数据流仅使用一次，而不是每次发送一个帧。主机适配器现在知道如何将此发启方/目标的帧加入到所分配QoS优先级的适配器队列中。在这种情况下，光纤网络入站端口(F\_Port)并不分配QoS优先级，而是配置以接受来自它所接收的那个虚拟通道的帧并将其转发到相同虚拟通道的适当入站端口上。
- 如果光纤网络没能力满足该主机接口所请求的QoS服务等级(物理资源不足)，该主机则能够接受更低级别的QoS。适应性网络管理应用会记住所请求的QoS优先级，当物理资源允许时通过向其适配器发信号表示可升级其QoS等级，将该数据流移到分配有更高QoS优先级的虚拟通道中。

## 流量管理服务

流量管理涉及到了网络带宽的控制和分配、数据路径中延迟性降低以及网络端口拥塞的最小化。流量管理所提供的几种服务包括：入站速率限制（ingress rate limiting）、流量隔离（traffic isolation）和拥塞控制（congestion management）。

### 入站速率限制

要了解入站速率限制，可以想像一下使用交通灯来限制从入口坡道进入拥塞高速路这一交通状况就明了了。在入口坡道的车辆须一直等到信号灯指示其可以进入才可进入高速路，由此来节制进入高速路的车辆以减少拥塞情况。而流量管理服务则是用于在拥塞发生或即将发生时调节进入光纤网络的帧的速率。应用程序工作负载可提前进行优先级分配以便当拥塞发生时可对较不重要应用程序工作负载进行节流。当共享的网络数据路径近乎达到物理资源极限时，较低优先级工作负载还是可得到服务，只不过速率要有所降低以避免拥塞。随着物理数据路径拥塞情况的减轻，这

些较低优先级应用则可随着帧的可用而再一次进入网络。这就好比在现实生活中，到了后半夜交通量少时，高速路入口坡道可一直保持绿灯，从而车辆不必等待可直接进入高速路。

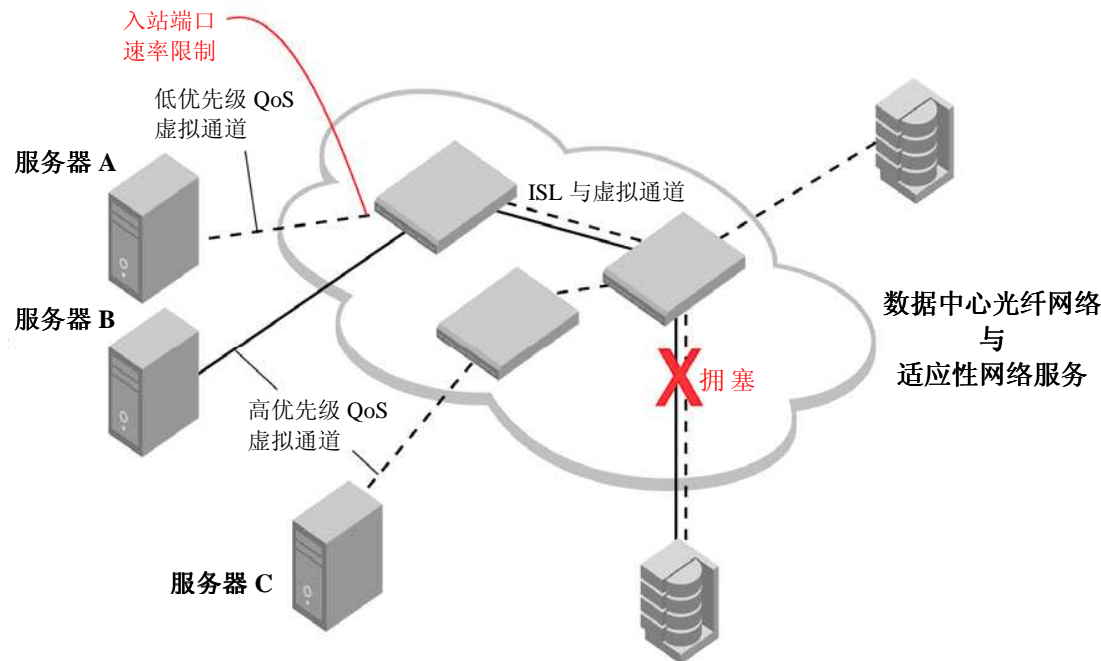
### 流量隔离

第二类流量管理服务是流量隔离。用户定义的数据流无需改变Fabric最短路径优先（Fabric Shortest Path First, FSPF）路由即可分配以特定ISL。这就确保了应用的流量总是拥有其专属的网络资源，这种情况的保持会带来很大价值，毕竟高带宽流量是由工作负载所造成的。例如：在使用物理或虚拟磁带设备的备份应用中以及对于提供同构及异构块复制的阵列到阵列复制应用来说，它都可起到很好作用。其它应用工作负载则可通过避免使用所分配的物理连接来实现流量隔离，从而使它们的性能不会受到高带宽工作负载的影响。

### 拥塞管理

第三类流量管理服务拥塞管理，适用于虚拟通道级别，可提供细粒度管理。拥塞管理分为两类：拥塞控制（congestion control）和拥塞避免（congestion avoidance）。深层网络智能可拓展数据路径每个端口上资源使用，而上述二者都是由这些智能技术所形成的高级服务。

拥塞控制：拥塞控制是反应性服务；当拥塞发生时它们通过从网络中丢弃负载来消除拥塞情况。入站端口速率限制(在下文中简称为“速率限制”)就是一种手工的拥塞控制技术。速率限制要求管理员在光纤网络的入站端口（F\_Port）设置一个最大带宽。由于所选择的入点速率是视使用F\_Port的应用而定，因此用户可通过速率的设置来避免网络发生拥塞情况。如图8所示，拥有低QoS优先级的服务器A和拥有高QoS优先级的服务器B数据流共享一个ISL和一个存储端口。当检测到与存储端口相连接的交换机端口发生拥塞时，管理员可在与服务器A相连接的F\_Port设置一个输入端口速率限制来限制它可发送的最大带宽，从而避免拥塞。(注意，服务器C并未受到拥塞情况的影响)



B\_153

图 8. 使用拥塞控制中入站速率端口限制的虚拟通道与QoS

自动速率限制是在手工方法上的一次重大突破。它可预测即将来到的拥塞，对数据流进行速率限制以使其通过拥塞点，直到拥塞情况消除为止再恢复正常帧流动。一种自动速率限制算法是使用一种**入站帧衰退式节流率（decaying throttle rate）**。随着这种节流率的提高，进入光纤网络的帧的速度就慢下来，从而慢慢解除了拥塞情况。过一段时间，这节流率会逐渐衰退，允许恢复正常的进入速率。

拥塞避免是通过密切监控物理资源使用并将其与高水线（**high water mark**）相比较，从而前瞻性防止拥塞发生。当资源利用率高于高水线时就将沿着数据路径激活特定拥塞避免技术。拥塞避免要求使用深层网络智能（如光纤网络动态配置）来监控光纤网络中所有端口的物理资源利用率（队列深度、带宽利用率、缓冲区到缓冲区信用），还要求应用启发式模式以预测光纤网络中任一点拥塞的可能发生。拥塞避免可使用特定排队算法和速率限制算法来降低共享资源的利用率直到资源使用降至高水线以下为止；通过对较低优先级应用工作负载的资源分配和应用特定速率限制方面进行改变来支持高优先级应用程序工作负载，从而防止拥塞的发生。

### 光纤网络动态配置

这种适应性网络服务可提供有关整个光纤网络中基线资源利用率的配置情况。它可识别出拥塞点并且进行监控，然后依据有关物理资源利用的大量监控统计数据提供报表。这种高级报表技术可用于支持供应、容量规划和端到端故障隔离工具，由此简化管理工作。“最高用量者（**Top Talker**）”配置就是光纤网络动态配置的一个例子。

在报表中就可用到最高用量者配置，它可识别出哪些数据流（**SID/DID**）占有最高带宽利用率。通过对最高用量者信息处理后所产生整个光纤网络范围情况表格会显示出哪些应用工作负载消耗了最多光纤网络带宽。通过了解哪些应用是最高用量者，用户就会知道应在哪个地点设置手工入站端口速率限制以避免拥塞。

将来，最高用量者配置还可用于激活自动速率限制功能以防止低优先级应用消耗过多光纤网络资源，确保更为重要的应用程序工作负载能保持一致的性能水平。

### 资源恢复服务

缓冲区到缓冲区（**BB**）信用（**BB-credits**）是一种流量控制机制，代表着接收端口资源的可用性。光纤网络常会发生由于**BB credits**资源可能耗尽而导致数据流无法通过共享数据路径的状况。可能导致这种状况的情形有两个：**R-RDY**帧的损坏或丢失以及“慢漏”设备。第一种情形可通过缓冲区到缓冲区信用恢复来克服，而第二种情形则可通使用动态虚拟通道数据流映射来克服。

#### 缓冲区到缓冲区信用恢复

在倚赖缓冲区到缓冲区信用进行流量控制的光纤网络中，信用恢复帧（**R-RDY**）的损坏或丢失都可能会导致缓冲区到缓冲区信用的耗尽。如果接收端口的缓冲区到缓冲区信用为零，那么传输端口将不会发送帧。接收端口在收到帧后会返回一个**R-RDY**帧来显示资源可用性。由于接收端口不再有缓冲区到缓冲区信用，缓冲区到缓冲区信用损耗随时可能导致网络端口不能发送帧。资源恢复服务通过使用带内信令（**ANSI**规格基于此目的定义了**BB\_ScN**基元）从而允许一个端口可确定缓冲区到缓冲区信用的缺乏是否是由于**R-RDY**帧的丢失或损坏。如果是，那么这些端口可能确定进行缓冲区到缓冲区信用的恢复。

### 动态虚拟通道数据流映射

另一种资源恢复服务是在共享数据路径中慢漏设备阻止其它数据流使用该路径时提供。这种情形可能发生在ISL连接上，可能是存储目标不能足够快速处理所接收到帧（常由于内部资源耗尽，比如存储阵列缓存丢失、内部队列溢出或总线饱和）造成该ISL中传输E\_Port的缓冲区到缓冲区信用耗尽。没有可用缓冲区到缓冲区信用，所有其它使用该ISL的数据流都将停顿下来。在通过多条ISL横穿多台交换机的数据路径中，缓冲区到缓冲区信用耗尽会向后传送到所有使用这条已拥塞ISL的数据流的入站端口处。

若在缓冲区到缓冲区信用耗尽前就对慢漏情形进行检测，那么一旦存在慢漏情形该数据流就可转换到拥有缓冲区到缓冲区信用存储的不同虚拟通道中。而正共享该ISL中的剩余数据流则可继续经原先虚拟通道通过网络。动态虚拟通道映射（dynamic virtual channel mapping）功能可防止终端设备（存储端口）中物理资源耗尽，避免未使用此资源的其它应用程序工作负载受到影响。

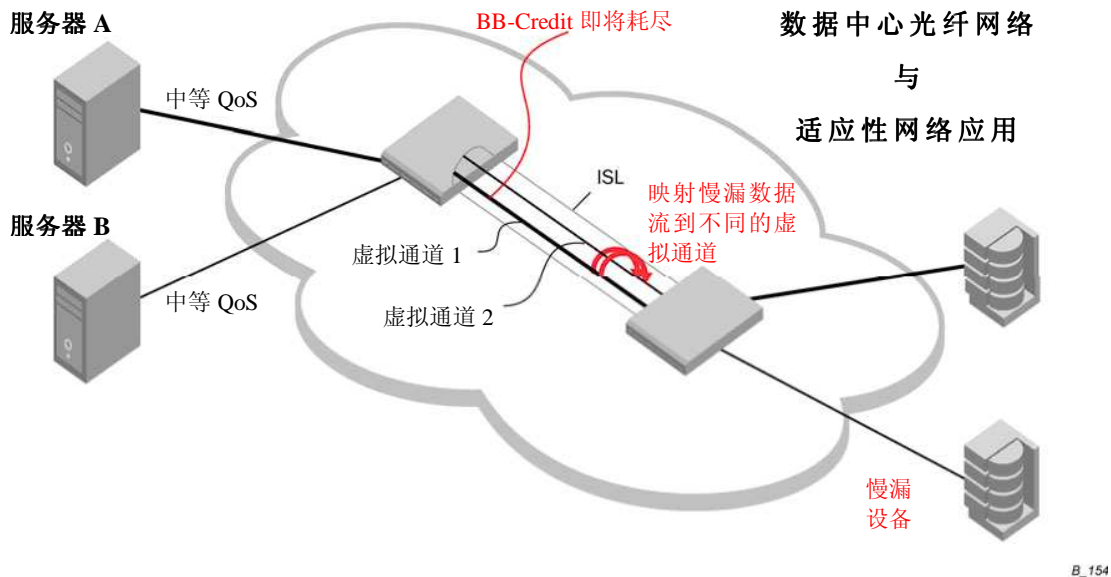


图 8. 适用于慢漏设备的动态虚拟通道数据流映射

如图8所示，服务器A和服务器B全都拥有中等QoS优先级。所有阵列中，有一个表现为慢漏且将耗尽其ISL端口上缓冲区到缓冲区信用。此时，就可调用动态虚拟通道数据流映射功能来将服务器B与其阵列端口间慢漏数据流从虚拟通道1移动到虚拟通道2。由于每条虚拟通道都拥有其各自分配到的缓冲区到缓冲区信用，因此虚拟通道1可快速重新获得其缓冲区到缓冲区信用，同时虚拟通道2可隔离慢漏数据流，防止其拥塞ISL流量。

## 适应性网络服务的管理

适应性网络的一个主要目标就是简化光纤网络管理。随着虚拟服务器和虚拟存储在数据中心的应用，生成了更多动态应用程序工作负载，光纤网络智能必须提供更多有关光纤网络范围内资源利用情况的深层知识；同时还必须能横跨所有虚拟设备将资源使用与应用程序工作负载（数据流）联系在一起。最后，设备管理和光纤网络管理软件（博科Fabric Manager和博科EFCM）必须可进一步提

供对适应性网络服务的简单配置和管理。随着应用程序QoS在适应性网络中的使用，管理层将与那些可用于更高级别管理应用（如IBM Tivoli、HP OpenView、EMC ECC、微软管理控制台等）的工作负载供应、容量规划和端到端故障隔离管理工具相集成。

## 基于Fabric OS 6.0及其后续产品的适应性网络

随着Fabric OS 6.0的发布，以下适应性网络服务变为现实：

- 对SID/DID对分配以高、中、低QoS优先级的Fabric QoS
- F\_Ports的入站端口速率限制
- 流量隔离
- 端口级和光纤网络级最高用量者

博科正计划增强最初版本适应性网络以将应用关注式服务等级拓展加入到聚合的数据中心光纤网络，这就要求适应性网络服务必须要能跨多种协议运作且要能在服务器中提供应用接口。

博科还将简化虚拟服务器上应用程序工作负载的供应方式以及与高级适应性网络服务的连接方式，比如：自动带宽分配，自动入站速率限制，HBA级、应用程序工作负载级以及应用或应用线程级QoS优先级分配功能。总体目标是要在不增加供应和配置复杂性前提下提供高级适应性网络服务。

随着适用于嵌入式刀片服务器交换机和Brocade 200E的博科创新性接入网关（AG）模式的推出，博科与虚拟服务器供应商（Vmware、Microsoft Virtual Server和XenSource）共同合作已开发出所需软件接口，它将简化虚拟服务器、虚拟通道和虚拟存储的供应工作。通过充分利用在HBA技术方面的投资，博科的智能服务器适配器（ISA）将可以让应用程序所请求的光纤网络资源通过适应性网络服务自动供应。这种适应性网络的进化也是我们的合作伙伴进一步拓展虚拟服务器和虚拟存储技术时必不可少的一部分。

© 2007 Brocade Communications Systems, Inc. All Rights Reserved. 11/07 GA-TB-058-01

Brocade, the Brocade B-weave logo, McDATA, Fabric OS, File Lifecycle Manager, MyView, SilkWorm, and StorageX are registered trademarks and the Brocade B-wing symbol, SAN Health, and Tapestry are trademarks of Brocade Communications Systems, Inc., in the United States and/or in other countries. FICON is a registered trademark of IBM Corporation in the U.S. and other countries. All other brands, products, or service names are or may be trademarks or service marks of, and are used to identify, products or services of their respective owners.

Notice: This document is for informational purposes only and does not set forth any warranty, expressed or implied, concerning any equipment, equipment feature, or service offered or to be offered by Brocade. Brocade reserves the right to make changes to this document at any time, without notice, and assumes no responsibility for its use. This informational document describes features that may not be currently available. Contact a Brocade sales office for information on feature and product availability. Export of technical data contained in this document may require an export license from the United States government.