



# 华为敏捷网络解决方案

——让网络更敏捷地为业务服务

华为技术有限公司



# 华为敏捷网络解决方案

## 1 告别过去，走向敏捷

- 1.1 移动性的挑战：体验、安全、管理
- 1.2 云计算的挑战：实时性、可靠性、虚拟化
- 1.3 实时化的挑战：如何保证实时业务体验
- 1.4 扩展性的挑战：如何适应加速增长的流量、功能和节点
- 1.5 安全的挑战：安全防护失去边界、传统安全失效
- 1.6 告别过去，走向敏捷

## 2 SDN 能解决所有问题吗

- 2.1 SDN 的范围
- 2.2 SDN 只解决了部分问题

## 3 敏捷网络解决方案

- 3.1 什么是敏捷网络
- 3.2 敏捷园区网
- 3.3 敏捷交换机
- 3.4 高效广域
- 3.5 云数据中心
- 3.6 敏捷网络价值总结

## 4 选择华为

# 1 告别过去，走向敏捷 >>>



IP 网络的发展历史

为什么需要敏捷网络，这得从 IP 网络的历史谈起：网络是用来承载信息数据的，业务和应用发展的走向，决定了网络的未来发展。

IP 网络技术的发展，大概经历了 4 个阶段：

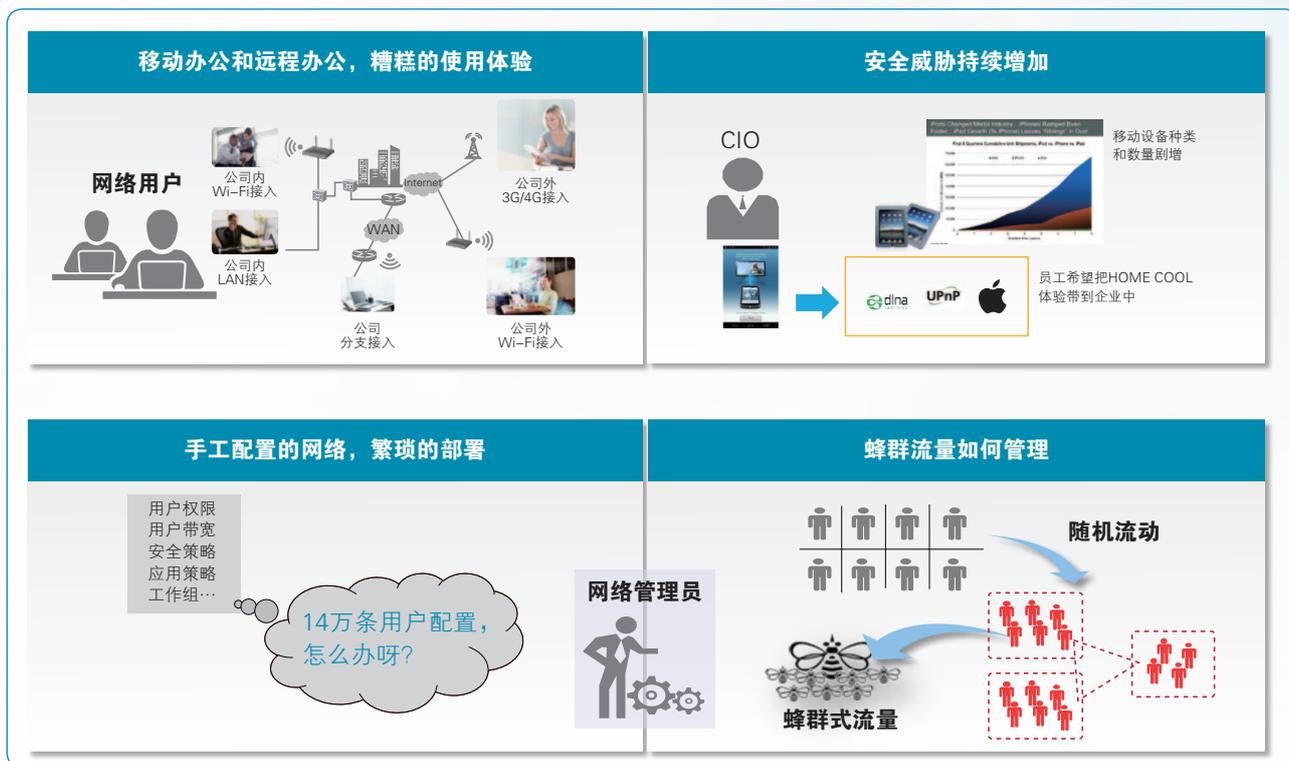
**初始阶段：**这个阶段网络上的典型业务，都是类似 Email，Telnet 的文本界面，网络还是专业人员的工具，其对网络的带宽和实时性要求都很低，网络只需要提供基本的连通功能就可以了。这个阶段的典型网络设备是以太网 Hub 和软件转发的路由器。

**普及阶段：**从 1994 年底开始，Netscape 浏览器掀起了互联网普及的大潮。这个阶段互联网上的用户数激增，业务开始走向丰富，界面也从文本变成了 Web 图文混合，下载业务开始变得普及，网络流量快速增长。网络的主要责任是解决网络规模，带宽和性能问题，L2/L3 交换机和硬件转发路由器开始出现。

**多业务阶段：**从 2000 年开始，电信业务 IP 化成了网络发展的重点，如何把语音 / 视频 / 专线等专业网络实现的功能，用 IP 网络来替代，这就涉及到了多业务承载的问题。大量的网络新技术开始出现，主要包括 MPLS/TE、QoS、BFD 和快速倒换、NSF/NSR/ISSU 等可靠性技术。其主要目的是保证多业务承载，特别是实时业务的网络质量、可靠性、业务隔离 3 个诉求。

**下一代网络：**近些年来，业务的发展日新月异，大量的新业务和新技术的出现，对网络产生了更多的诉求。这些业务包括云计算、WLAN 和移动性、社交媒体和高清视频、大数据和物联网。如何应对这些新业务带来的挑战，如何解决现有网络一些残留的问题，是下一代网络要重点考虑的。

## 1.1 移动性的挑战：体验、安全、管理

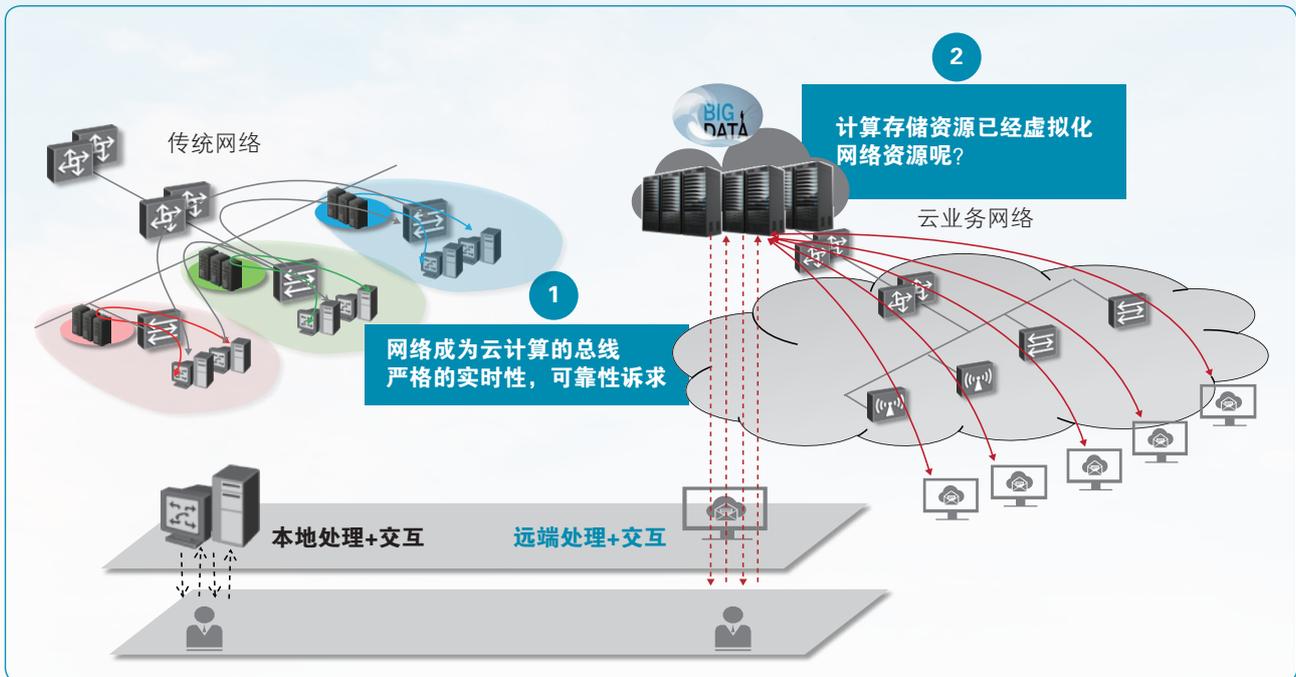


### 移动性的挑战

WLAN、移动办公、BYOD 其基本特征就是作为信息消费者的用户终端，物理位置变得不固定，这对传统以手工静态配置为核心的传统网络形成了挑战：

1. 不同的位置、不同的终端，如何保证一致的用户办公体验？让用户感觉不到位置的差异？
2. 网络安全如何部署？传统的网络安全只需要考虑企业和互联网的出口，而移动性的引入，移动终端和WLAN 引入了大量新的安全泄漏点。
3. 如何动态配置用户的权限、安全、QoS 优先级等网络策略？传统的固定网络用户可以跟一个物理端口绑定，策略是管理员手工配置到离用户最近的网络设备上的，当用户位置不固定时，我们不能要求网络管理员通过手工配置去适应每个人位置的变化。这就要求网络需要具备动态分配资源和部署策略的能力，网络资源需要跟着用户走。
4. 最后一个挑战是流量。某天大家开会，突然涌进一群人，是带手机、iPad、电脑来的，这时候流量在这个地方突然增高了，这叫蜂群流量。

## 1.2 云计算的挑战：实时性、可靠性、虚拟化



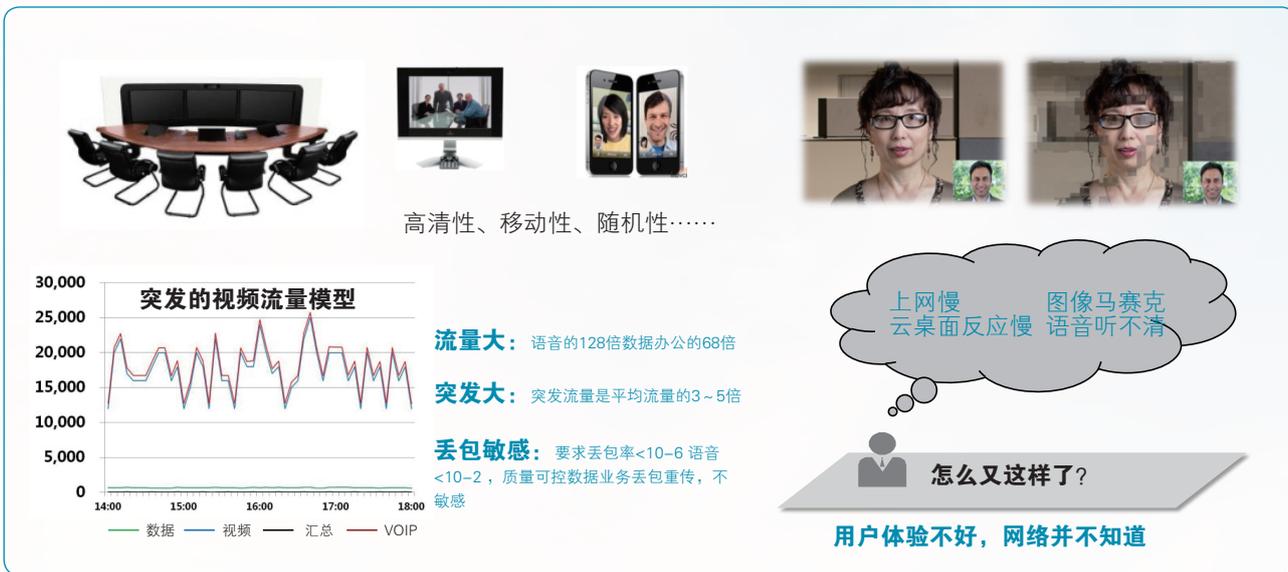
云计算的挑战

云计算是以计算和存储资源虚拟化为核心的重要技术革新。计算虚拟化技术，将传统服务器的平均利用率从5%~7%，大幅度提升到60%以上，大幅度节省了IT投资成本。但很多企业在建立自己的私有云和混合云的过程中，忽略了网络在里面的作用：云计算是需要一张云网络配套的，否则业务体验和运维效率就会大幅度下降。

云计算特别是云桌面的部署，使得传统业务的功能分配发生了改变。传统的业务部署大部分是Client/Server架构，和终端用户紧密联系的体验，大部分由Client PC机在本地处理完成，客户的业务使用体验，和网络关联相对较小。而云计算环境下，所有的处理都集中到了云中，终端客户的体验已经不完全由本地处理终端决定，而是完全取决于数据中心的响应能力+网络的实时性和可靠性保证。云计算的本质就是一台大的计算机，网络就是传统计算机的总线，其实时性和可靠性，对云计算的体验至关重要。

计算虚拟化技术除了提高服务器利用率，节省成本外，还能够让计算和存储资源可以象水电一样，通过云管理界面动态分配，节省了传统物理服务器部署的繁琐过程。比如当企业的一个部门需要增加计算资源时，传统的方式就购买新的物理服务器，经过一个繁琐的物理部署过程，才能完成计算能力的提升。而在云计算环境下，只需要在虚拟管理系统界面上输入一个参数，计算资源就会及时获得，其效率比传统方式提高了数个数量级。但问题来了，一个完整的信息系统，除了计算和存储资源外，还需要网络资源、计算和存储资源已经通过云管理系统动态部署，而网络资源如果还是通过传统方式静态物理部署的话，整个云业务的效率就会大幅度下降，云计算带来的好处也会大打折扣。那么网络资源是否能够象计算和存储资源一样，以虚拟化的方式动态分配、动态部署呢？这正是下一代网络需要解决的问题。

## 1.3 实时化的挑战：如何保证实时业务体验



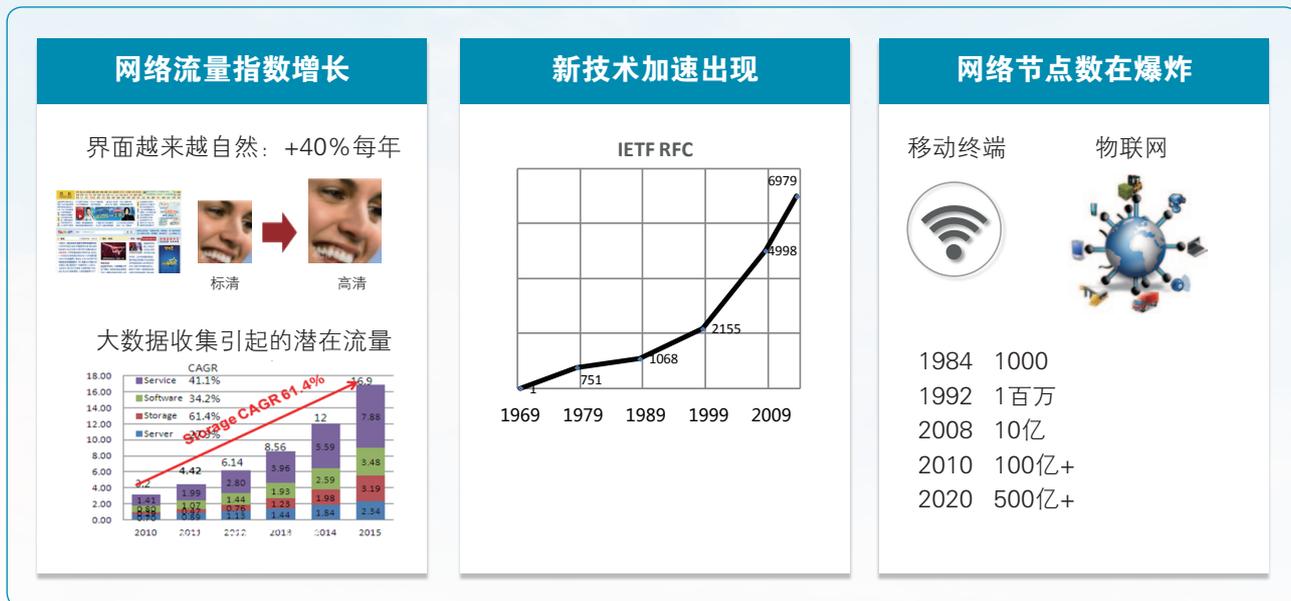
### 实时化的挑战

第三个挑战是网络实时化的问题。网络实时化在 2000 年时发生了，把语音和视频承载到网络上，对网络有了一定的实时性要求。数据业务对丢包、时延、抖动的容忍度比较高，即使出现这些问题，对业务本身的影响也较小。但语音和视频业务一旦出现丢包就会有非常明显的感觉，体验迅速变差。

目前的网络在实时性方面已经解决了快速倒换的问题，网络在出现故障的时候能够在 50ms 内快速的切换到备用链路，这也是网络这些年来一直在致力于解决的问题。但网络除了这种大的中断性故障以外，还有很多其他的因素影响者业务体验：如带宽不足、交换机缓存小、链路质量劣化、硬件老化、网络安全攻击、配置错误等等。比如，我们日常在上网的过程中感觉网速突然变慢，看视频的时候可能会遇到马赛克，语音通话的时候遇到单通、听不清等现象，重拨后问题解决。这些现象在我们目前的网络中是非常普遍的。这些问题的出现主要是因为用户在使用网络中体验差，网络并不知道。网络管理员也根本不知道用户体验不好，更别提去发现是什么因素影响了业务体验。这是 IP 网络的无连接架构导致的，网络中没有任何业务的状态信息，缺少一个能够自动感知用户体验和自动定位问题的机制。

缺少自我质量感知的机制，就缺少了一个自我修正的正反馈机制，就相当于一个机体生病了，自己却不知道，网络体验由于这种机制的缺失迟迟得不到改善。

## 1.4 扩展性的挑战：如何适应加速增长的流量、功能和节点



### 扩展性的挑战

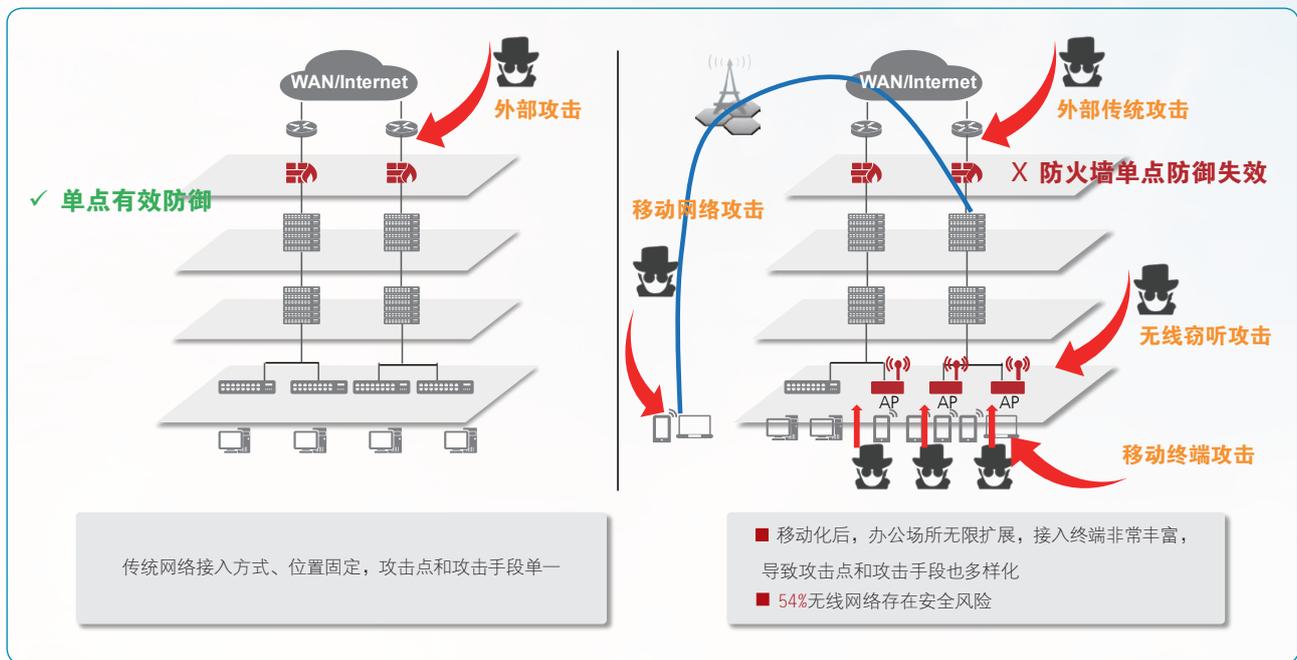
我们构建一张网络时，不能仅要考虑现在，因为网络所承载的流量、业务和节点数都在快速发生着变化。网络扩展性是首要考虑的因素，以免网络刚刚建好就过时了：

**流量 / 带宽的扩展：**Internet 每用户带宽平均每年增长 40% 左右，其根本原因是界面自然变化引起的流量变化，包括网页上更多的动画和更高清晰度的视频。另一方面是自由沟通的基本需求给网络提出了更高的要求，包括语音、视频通话，以及越来越多的云应用。1998 年一个网民人均的流量每月约 1MB，而到 2008 年一个网民每月流量就已经达到 1GB，到 2014 年更将达到 10GB。因此在建网过程中，选择具有带宽扩展性的网络架构，选择具有带宽扩展性的设备，是需要重点考虑的。

**应用和特性扩展：**除了流量在快速增长外，新技术和新业务也在加速增长。以定义网络设备功能的 IETF RFC 文稿数为例，在最初的 20 年中，一共才出现 1000 多篇 RFC 文档。而最近的短短 10 年，就新增了近 3000 篇。我们通过直观也可以感觉到，近些年来，云计算、移动办公、BYOD、社交媒体、物联网、SDN、大数据大量新的技术和业务出现，如何适应这些快速出现的新技术和新业务，这就对网络和网络设备的业务扩展能力提出了要求。

**网络节点数扩展：**网络互联的设备数量，是以超指数的速度在快速发展。近些年来，设备节点数由于移动终端和物联网的引入，呈现越来越快的增长趋势。很多人不理解，网络节点数的增长跟网络设备是什么关系，很简单，选购网络不能仅仅看带宽，还看里面的表项大小 (MAC 表，路由表，ARP 表等)，这些表项直接决定了你未来能够支撑大的网络节点规模，小表项交换机由于网络规模太大表项被撑爆的事情屡见不鲜。

## 1.5 安全的挑战：安全防护失去边界、传统安全失效



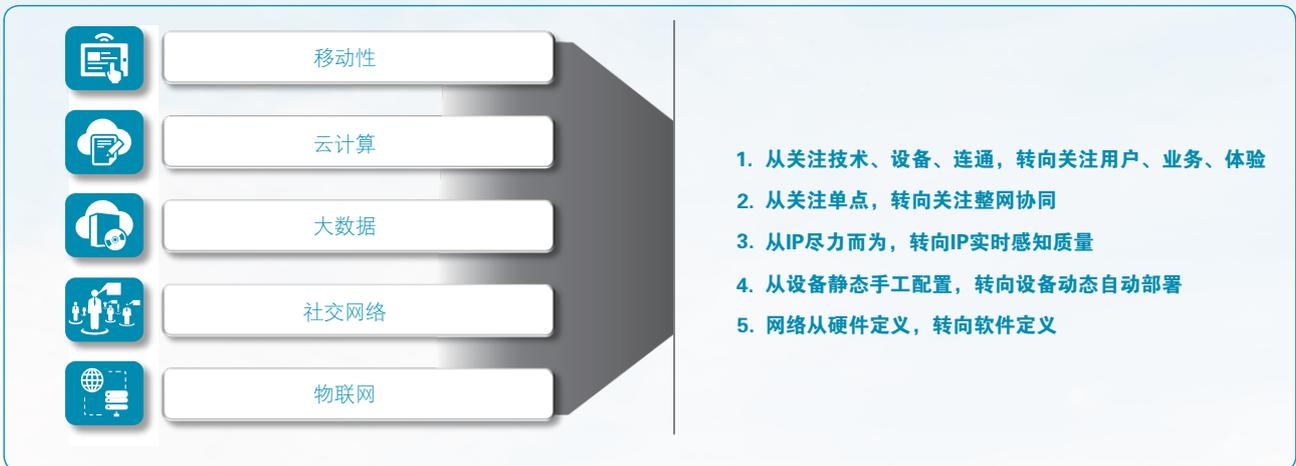
### 安全的挑战

传统的网络，安全泄漏点主要是在企业到互联网的边界，很多企业也都把防火墙等安全设备部署到这个边界位置进行防护。但移动性的引入，以及网络攻击手段的发展，使得安全防护失去了边界：Wifi、移动终端、远程办公引入了大量的新的安全泄漏点，以及内部攻击手段（病毒/木马/APT攻击）的出现，都让传统的边界防护手段彻底失效。

如何解决这种多点泄漏和内部攻击带来的新安全问题，是下一代网络需要重点考虑的。



## 1.6 告别过去，走向敏捷



### 敏捷网络的 5 大改变

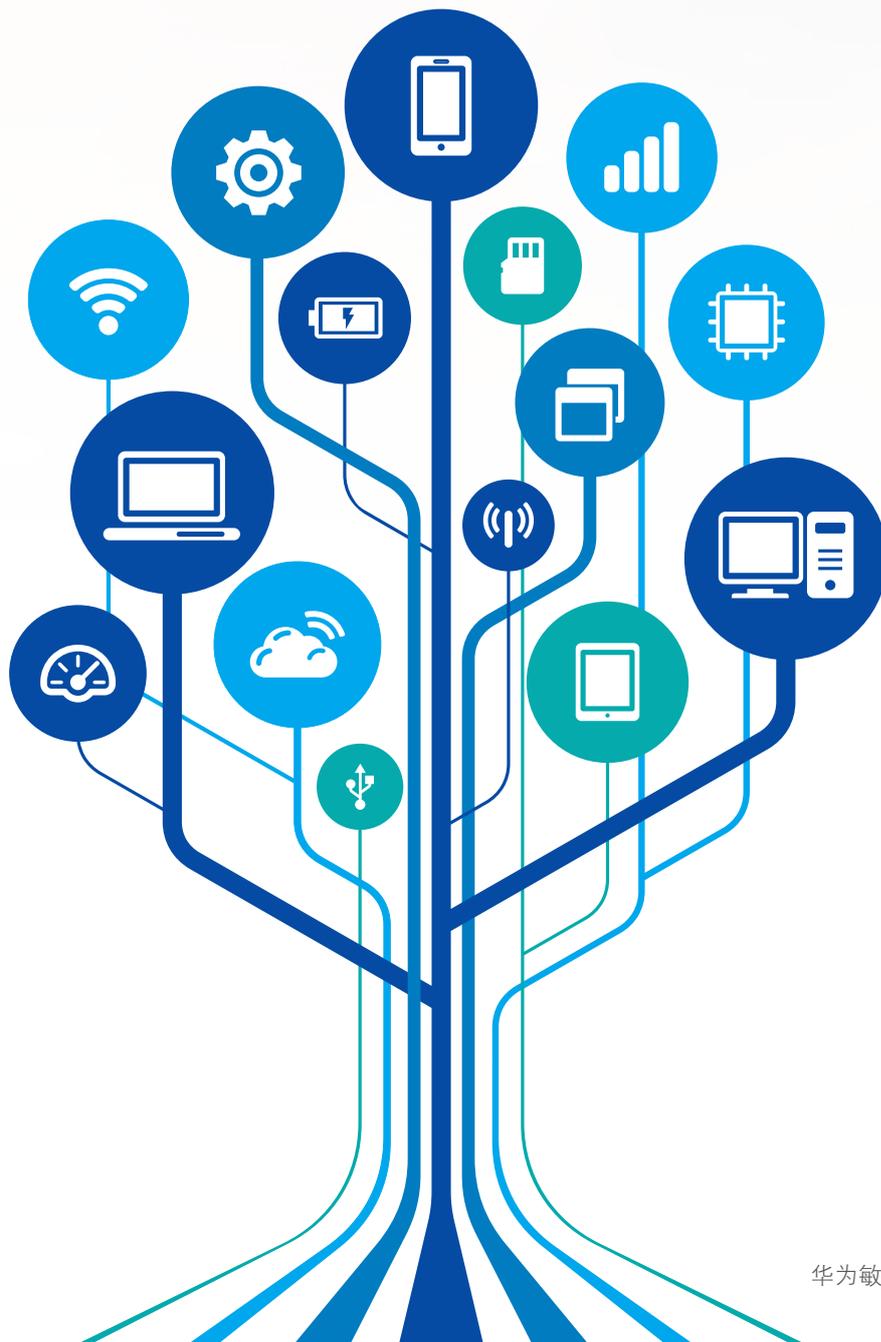
传统的网络有什么问题呢？总结起来有 5 点：

1. 首先网络资源是手动静态配置的，静态的网络资源无法即时响应业务的动态化，如计算资源的动态分配和虚拟机迁移，移动终端位置的变化等，这形成了矛盾。
2. 第二是 IP 网络缺乏一个基本的质量感知机制，即人感受到体验差时，网络不能够感知。这就为完美流畅的业务体验设置了障碍，特别是实时业务出现时，这个问题会更加明显。
3. 第三是故障和问题定位效率比较低效，在网络出现问题而又无法自动恢复的情况下，需要对整网进行大规模排查，无法在短时间内精确定位故障点。
4. 第四是单点防护的安全手段已经过时，安全问题已经从单一的出口安全，扩展到整网任意位置、任意设备的安全，尤其是移动性发展，使得攻击点可能遍布各个角落。
5. 最后是缓慢的响应能力，所有这些问题形成的根源，都是因为网络设备，特别是以太交换机的更新速度，是硬件定义的，其新功能的增加取决于新器件的更新，目前的更新速度网络的响应速度远远跟不上以软件定义为基础的业务发展速度，成为了业务发展的一个瓶颈。

敏捷网络将带来 5 大改变，让您走出传统网络的困扰，步入敏捷时代：

1. 传统网络是以技术、设备和网络连通作为核心来设计的；  
敏捷网络将关注点转移到如何提供卓越的用户体验和快速引入业务创新，尽量屏蔽技术和设备细节。
2. 传统网络是以单台设备为中心的，各自为政；  
敏捷网络更加关注全网作为一个功能的整体，提供整体的服务和整体的体验。

3. 传统网络用户体验不好，网络并不知道；  
敏捷网络让网络实时感知用户体验和业务质量，当用户体验不好时，网络会自动发现问题并提供精确的定位信息。
4. 传统网络管理员的精力消耗到技术细节和复杂的设备配置和繁琐的问题定位上；  
敏捷网络让管理员更多地关注用户体验和业务创新，只需发挥您的经验和智慧，体力活全部由敏捷网络自动完成
5. 传统网络功能由硬件定义，演进速度慢，新业务和新功能往往需要更换设备；  
敏捷网络功能由软件定义，4 倍于硬件定义的速度，让新业务快速引入，让创新无处不在。



## 2 SDN 能解决所有问题吗 »»

### 2.1 SDN 的范围



SDN 的范围

SDN 的概念自从诞生以来，概念的应用不断丰富，包含了 4 个大的范围，不同的组织，不同厂家在宣传 SDN 时，都不自觉地偏重其中一种范围，而忽略了其他的范围：

**范围 1：**SDN 首先是指网络架构的改变，即集中式控制架构，网络设备的控制功能（如路由计算）集中到一个 Controller 上去处理，转发表由 Controller 生成下发到设备上。设备功能大大简化，只负责转发，变成了一个傻瓜式的设备，OpenFlow 是 Controller 和设备之间的控制接口。集中式架构和 OpenFlow 主要由 ONF 倡导和定义。

**范围 2：**SDN 第二个范围是指网络能力开放，即网络能力以 API 方式开放，第 3 方的应用可以通过 API 调用网络能力，从而实现了类似操作系统 + 应用程序的灵活功能架构。ONF 和 IETF 的 SDN 工作组，都强调了网络能力开放，但从实现方式上差异很大。网络能力开放，跟特征 1 集中式架构并没有必然的联系，在现有的网络架构下，也可以实现网络能力和设备能力的开放。

**范围 3：**SDN 第三个范围是指网络资源虚拟化，这是云数据中心 SDN 的主要应用场景，其根本诉求是以云计算的视角来看网络：在云计算环境下，计算和存储资源已经动态化，客户只需要在云管理界面上输入需要多少计算资源，多少存储资源，就可以动态生成一个虚拟机给某个部门或租户。但是实现一个租户或部门的 IT

系统，仅仅有计算存储资源动态生成是不够的，网络资源也需要在计算和存储资源动态生成时，通过云界面配置一起动态生成，这就是网络资源虚拟化的概念。网络资源虚拟化中一种典型的实现是 Overlay 软件网络，即用软件的方式部署虚拟网络，与物理网络完全解耦。Overlay 技术可理解为是将 L2 层的报文封装在 L3 层报文中进行传输，将物理网络进行虚拟化后，提供给上层的应用，该技术主要用在云数据中心当中，可以很好的做到多租户之间的有效隔离，虚拟机在整网自动迁移等等，满足大型云服务提供商、大企业的需求。数据封装类型目前主要有 VxLAN、NVGRE、STT 等方式。

**范围 4:** 网络功能虚拟化 NFV, 由 13 家运营商联合在 ETSI 建立 NFV( Network Function Virtualization )联盟，主要希望推进电信网络向 IT 化方向发展。由于运营商网络中设备类型多样, 如: DDSN、CDN 等, 新业务上线困难、运营成本高等问题, 运营商希望将 L4 - L7 的功能通过软件平台来实现, 从而降低运营成本。



## 2.2 SDN 只解决了部分问题

在对照我们前面讲到的现有网络挑战，SDN 只解决了其中一部分问题：

1. 它可以通过网络能力开放，让更多人加入到网络功能开发群体中，用整个产业的力量快速响应客户需求。
2. 一些功能的集中式控制有利于提升网络资源的利用率，提高功能部署和运维效率。
3. 网络资源虚拟化可以让网络资源象云计算的计算 / 存储资源一样，可以灵活调度和分配，这对解决移动性和云计算业务至关重要。

但 SDN 并没有解决现网存在的所有问题：

**问题 1：功能灵活扩展：** 仅仅网络能力开放和 OpenFlow 设备抽象，是无法真正实现网络功能软件定义，自由扩展的。目前企业网部署的交换机设备，报文的转发用了固定功能的 ASIC 芯片，也就是说从出厂的那一刻起，其包处理功能就已经固化，不可改变。新的特性和功能，只要涉及到包处理的改变，就无法软件升级获得，只能通过更换设备来实现。即使是 OpenFlow 本身，协议也在频繁地变化，一个支持 OpenFlow1.0 的交换机，其硬件大部分无法支持 1.1 以上的 OpenFlow 规范。要实现网络功能的软件定义，从设备基础架构就要灵活可编程，否则软件定义就是一句空话。

**问题 2：性能：** Overlay 网络和 NFV，都是用通用 CPU 软件实现网络功能，但是其往往忽略了一个基本的现实，就是通用 CPU 软件只能替代网络功能，却不能替代网络性能。以典型的防火墙应用为例，一个 Intel 的 4 核至强 CPU，只能处理 3Gbps 的流量，而一个同样成本的专用防火墙转发硬件，却可以处理到 20Gbps ~ 30Gbps 的流量，性价比差了一个数量级。如何实现软件的灵活性 + 硬件的性能，是需要我们解决的问题。

**问题 3：平滑演进：** 任何客户，不可能完全抛弃现有网络，去建一个新的网络。下一代网络必须能够在现网直接部署，平滑过渡，才可以生存下去。目前的 SDN 技术还没有很好地解决这个问题。

**问题 4：业务体验：** 缺乏质量感知机制的 IP 网络，业务体验无法得到很好的保证，下一代网络不能仅仅解决功能问题，还要解决极致完美体验的问题。这个 SDN 也没有回答。

幸运的是，华为公司的敏捷网络解决方案，找到了上述所有问题的钥匙，让我们一起去看看它的真面目。

# 3 敏捷网络解决方案 »»

## 3.1 什么是敏捷网络



华为敏捷网络解决方案

敏捷网络是华为公司面向企业市场发布的下一代网络解决方案。它基于 SDN 思想加三大架构创新，让网络能够快速、灵活地为业务服务，让企业获得领先四倍的业务创新速度，帮助企业在激烈的竞争中获得先机。

敏捷网络解决方案包含敏捷园区网、云数据中心和高效广域三大子解决方案，全面满足了移动性、云计算、社交媒体、大数据及物联网五大业务趋势对网络的新诉求，给企业带来了前所未有的新价值。

**全可编程：** ENP+POF，让网络从硬件定义迈向软件定义

软件定义的本质是网络功能以软件的方式灵活地改变和增强。而目前的企业网络中的交换机设备，其包处理功能是基于 ASIC 的，一旦出厂就无法改变。很多厂商宣传的软件升级和 SDN 可编程，实际上是无法完全兑现的，是虚假的。因为一旦涉及到包处理新功能的引入，如增加新的协议，新的协议处理功能，根本无法实现。华为公司第一次将 ENP 技术引入交换机的包处理，实现了软件的灵活性 + 硬件的性能。同时对 SDN 的架构做了优化，引入了 POF（协议无关转发）架构，第一次真正做到了网络功能的可编程和快速演进，让网络

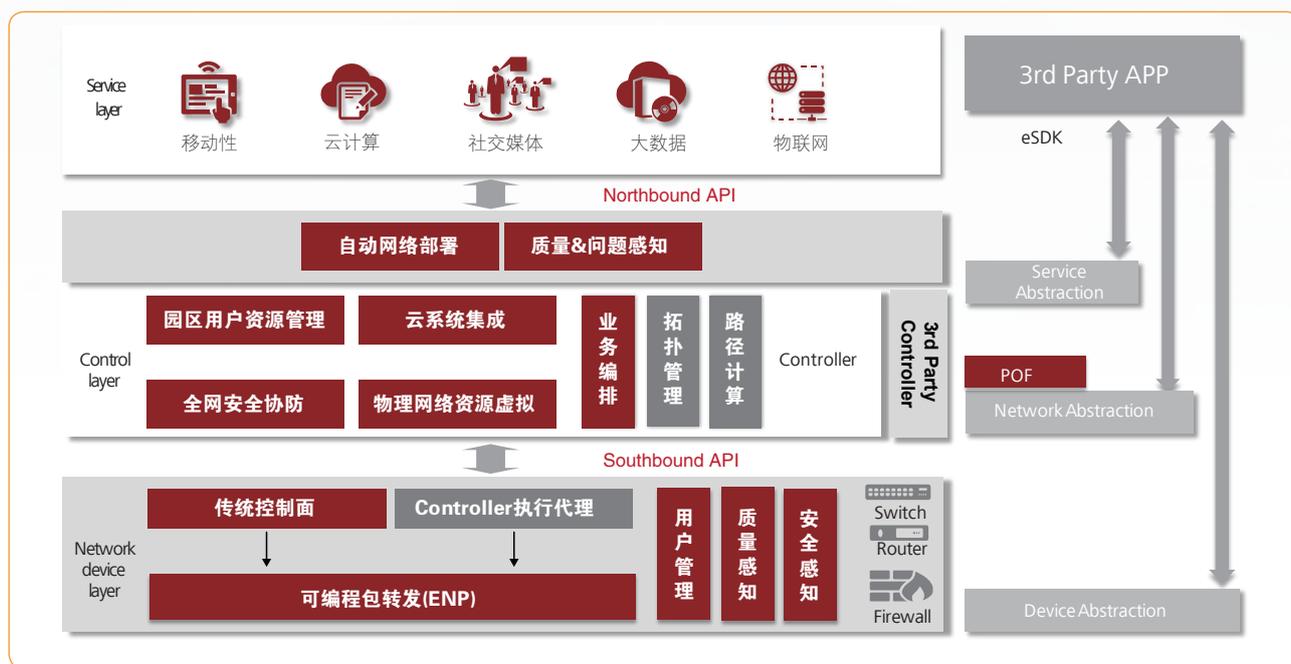
第一次从硬件定义走向软件定义。这为网络功能的快速创新和快速演进提供了可能。本次敏捷网络和敏捷交换机上之所以能快速发布多个重大的创新功能：业务随行 / 全网安全协防 / iPCA / 有线无线深度融合等，其根源就是 ENP+POF 的全可编程的架构创新。

**质量感知：** iPCA，第一次让 IP 感知质量，网络从简单连通到极致体验

SDN 没有解决传统 IP 网络存在的质量感知缺失问题，就是说 IP 网络没有一种合适的技术，能够自动感知其承载业务的质量状况。当我们使用者感受不好时，网络和网络管理员并不知道，这是目前一些实时业务，如语音、视频、云桌面等体验不好的最主要原因。华为公司通过 iPCA(包守恒算法)技术，彻底解决了这个问题。iPCA 部署了一个覆盖全网（设备、链路、单板、交换网）的质量感知系统，当由于网络自身原因影响到客户体验时（主要是丢包），它能够及时检测出来并精确定位到一个可更换单元，从根本上保障了 IP 网络的极致体验。同时也从根本上解决了困扰 IP 网络多年的问题定位难的问题。

**平滑演进：** 一机双平面，第一次让 SDN 在现网直接部署

SDN 是集中式控制，而当前网络是分布式控制，如何实现其平滑过渡和互通，华为敏捷网络通过一机双平面的技术顺利解决了这个问题，第一次让 SDN 可以直接在现网部署。



华为敏捷网络功能图

华为敏捷网络功能图如上所示：分为设备层、控制层、管理协同层共 3 个层次：设备层包含了华为公司的物理设备以及运行到 Hypervisor 上的虚拟设备。控制层为 Controller。

管理协同层控制整个网络，实现端到端的网络部署，同时配合设备层实现华为独特的业务质量感知和问题自动定位。

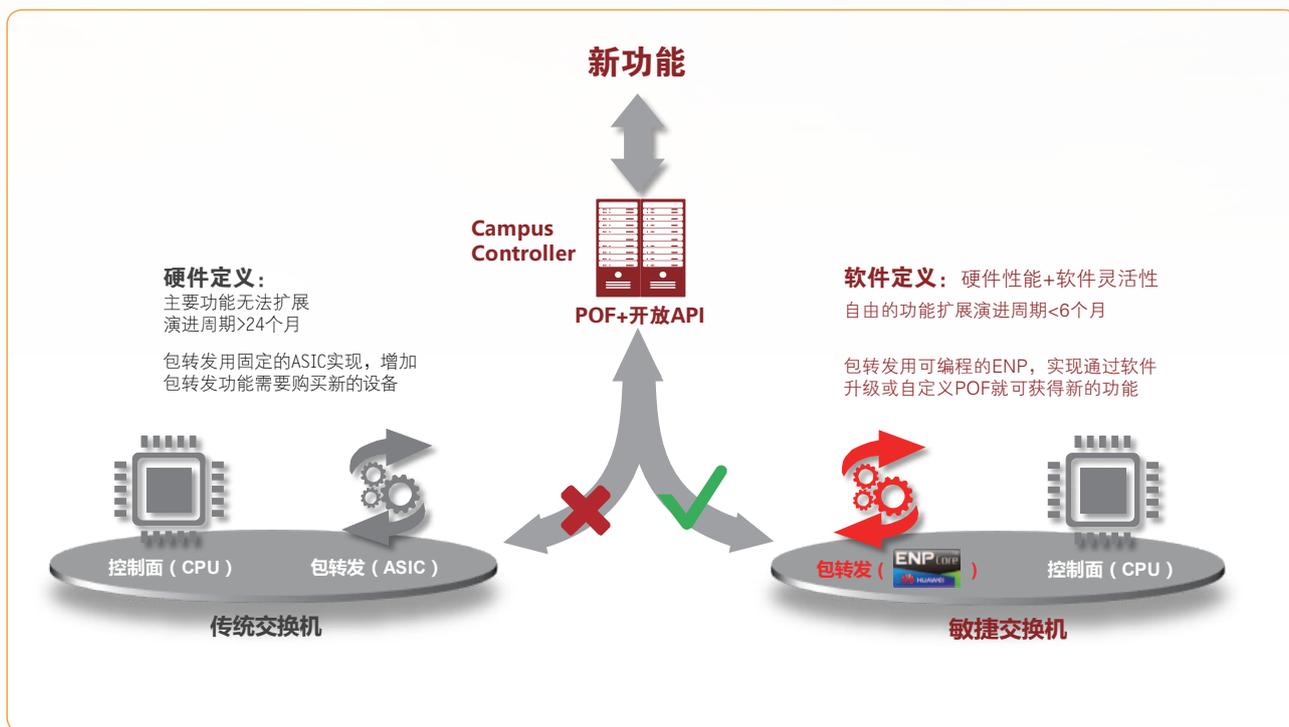
每个层次都提供独立开放的 API，分别提供设备能力抽象、网络能力抽象和业务能力抽象，以满足各种不同层次用户的编程需要。除了传统 SDN 的控制面可编程能力，华为公司通过 POF +ENP，第一次将可编程能力引入包转发面，是业界第一个能够提供全可编程能力的厂家。

图中的灰色功能框是 SDN 通用功能，红色功能框是华为公司的增强功能。

在控制层，除了传统 SDN Controller 上的拓扑管理和路径计算能力外，华为根据各个子场景的实际功能需要，增加了业务编排、物理网络资源虚拟、全网安全协防、园区用户资源管理、云系统集成五大新功能。

在设备层，为了最大限度地兼容现有网络，我们保留了传统控制面。同时增加了用户管理、质量感知、安全感知五个新的功能。

## 全可编程：插上软件定义的翅膀，领先 4 倍的演进速度



敏捷交换机与传统交换机的对比

如何让企业 ICT 系统领先对手一步，如何快速引入新业务和新功能，答案就是全可编程。让您的网络通过软件定义快速引入新功能，以超出传统硬件定义网络四倍的速度演进，获得先机。

全可编程是华为公司敏捷网络独有的增强架构，其核心就是 ENP+POF，在业界第一次实现了网络功能通过软件定义快速扩展，让业务创新无处不在。

一个新的网络功能，由**控制面**和**包转发面**两部分组成，很多厂家宣传的 SDN 开放 API，只是控制面的软件定义，由于其交换机包转发还是用不可编程的 ASIC 实现，本质上是无法增加全新功能的。

华为公司第一次实现了**控制面 + 包转发面**的全可编程，让任何新业务和新功能的定义都非常便捷，是真正的软件定义。

## 质量感知：困扰不再的体验、困扰不再的故障

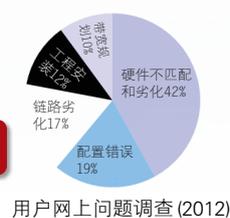
### 熟知的因素

- ◆ **带宽和Qos问题：** 带宽不足
- ◆ **断网类故障：** 设备或链路故障，流量中断

### 长期被忽略的因素

- ◆ **流控失效：** 传统交换机的缓存太小、对于突发类业务丢包
- ◆ **安全攻击：** 安全攻击会引入异常流量和异常处理
- ◆ **亚健康故障：** 光纤劣化丢包，硬件老化丢包
- ◆ **网络配置问题：** 隐藏的配置错误

我们需要一种手段，无论是任何因素影响业务体验，网络都能够自我感知并精确定位



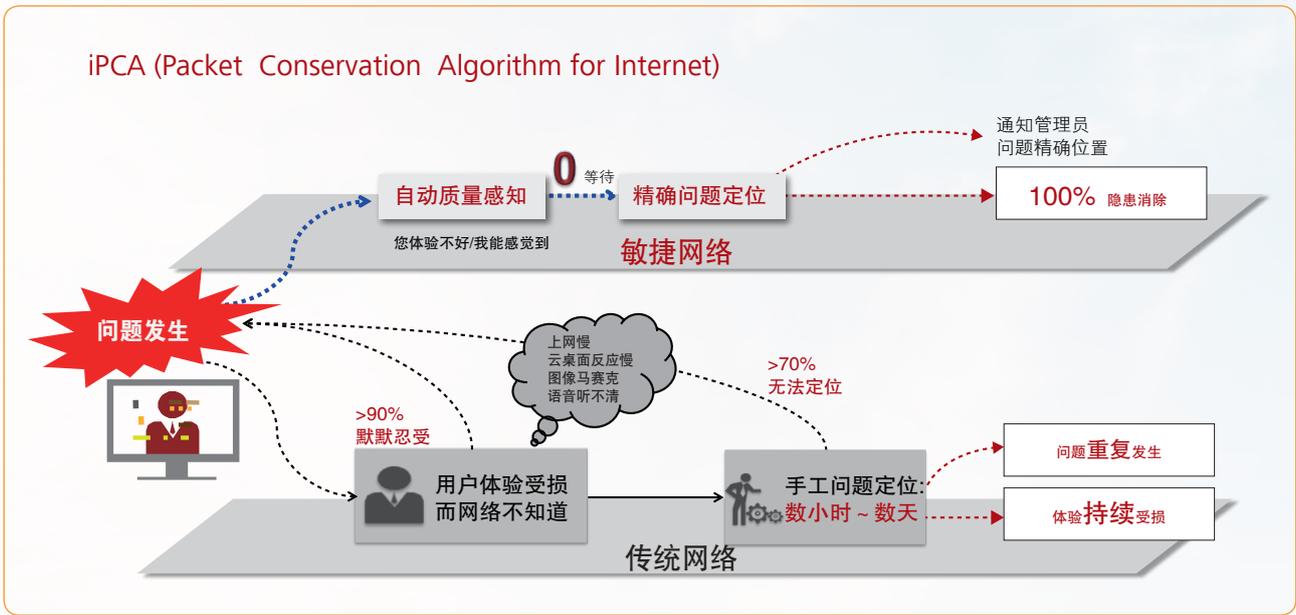
用户网上问题调查(2012)

### 用户体验下降的因素

谈到业务体验，很多人都有一个误解：即有了带宽，业务体验自然就有了保证。除了大家熟知的影响业务体验带宽和断网类故障外，还有大量被忽略的因素影响着我们的业务体验。

有问题不要紧，关键是很多问题网络不具备自我发现的能力，特别是被忽略的 4 个问题类，这些问题长期隐藏在网络中，严重影响着终端用户的体验，而网络和网络管理员却不知道。

## iPCA (Packet Conservation Algorithm for Internet)

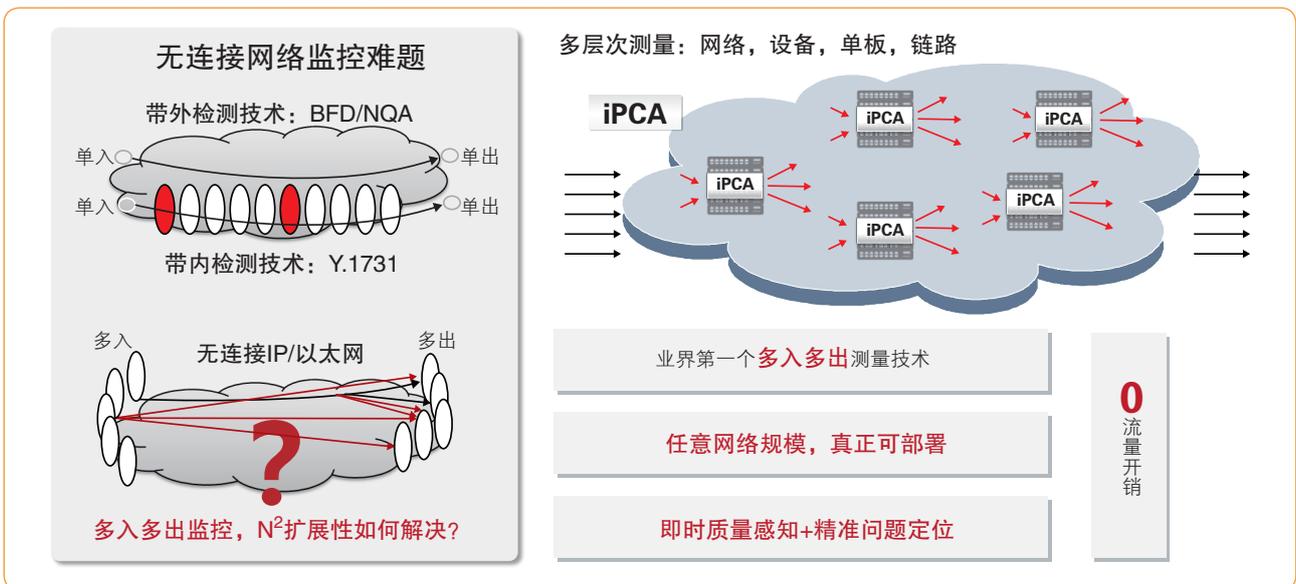


### 敏捷网络与传统网络的对比

上图是一个传统网络与敏捷网络的效果对比。

当问题发生时，传统网络用户体验受损，只要用户不去投诉，网络和网络管理员就不知道这个问题。即使有人投诉，问题也非常难以被发现。因此这些问题就会长期隐藏在网络中。根据华为公司做的用户网络调研，很多用户的网络长期存在异常丢包问题而自己并不知道，因为传统的 TCP 业务流会重传，丢包只会让人感觉网络慢，而不会影响业务通断，致使很多用户都忽略了网络中存在的问题。直到网络上部署了实时性的业务，如语音、视频、云桌面等，问题才被暴露出来。

敏捷网络中增加了一个叫 iPCA（包守恒算法）的技术，使得网络具备了感知业务质量并精准定位问题的能力，在用户体验受损时，网络会快速感知精确定位问题，并且提供了详细的质量记录，帮助管理员确定是什么问题影响了业务体验。



### iPCA

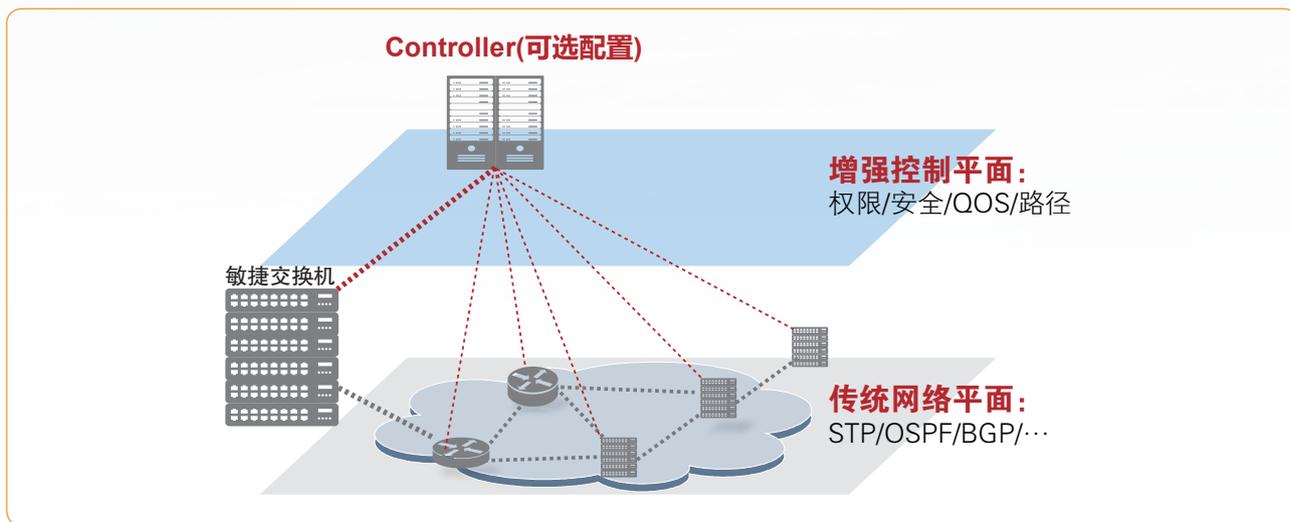
既然网络质量感知这么重要，为什么在 IP 网络中不增加这么一个机制呢。这里涉及到了 IP 网络自身的一个架构性问题，即 IP 网络是面向无连接的网络，它跟传统的 TDM、SDH、ATM 有所不同，后者在业务通信之前，会建立一个端到端的网络连接。而 IP 网络中，网络本身只是数据包，没有任何业务连接的信息。

无连接的网络更加适合于大规模的部署，但同时也遭遇了质量监控的难题。如上图所示，目前的监控技术，如 BFD/NQA/Y.1731 等，都是面向点对点连接的技术，点对点技术在 IP 网络中部署时，就会引入一个  $N^2$  问题，即所有的通信节点之间都要两两部署，这对于 IP 网络扩展性是不可接受的。因此截至目前为止，IP 网络和以太网网络中，实际上没有部署质量监控措施。

华为公司经过多年的研究，发明了 iPCA 多入多出监控技术，它可以同时监控多个节点之间的两两的通信，而不引入  $N^2$  问题。我们把这个技术做了迭代部署，它不仅可以在一个网络中，还可以监控到设备、单板、链路，在整个网络内部署了一张完整的质量和故障监控系统，任何影响终端用户体验的问题，都逃不过它的范围。

需要明确的是，iPCA 并不会引入额外的性能和流量开销，也不存在跟第三方设备的对接问题，所有的部署过程都经过了完美的设计。

## 平滑演进：完美兼容传统网络

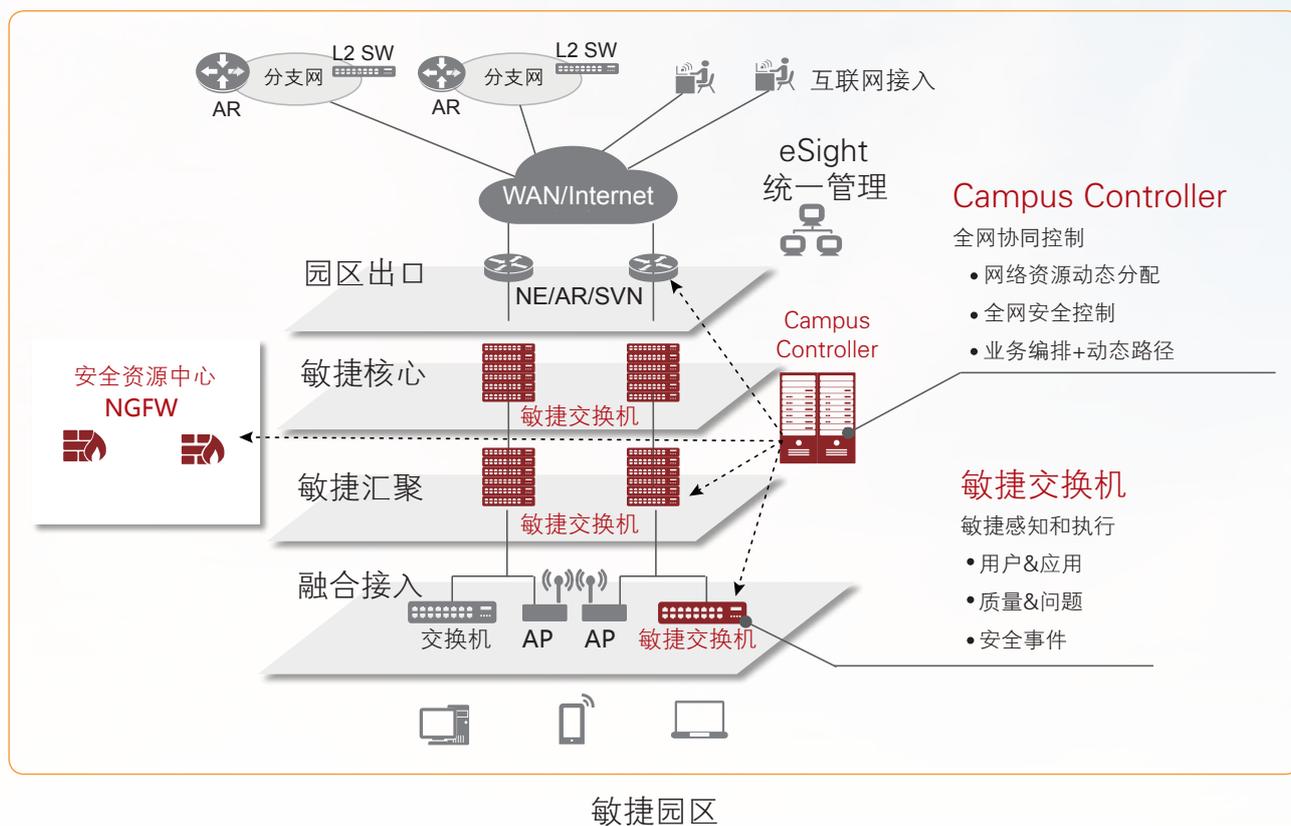


华为公司发布的敏捷交换机和其他敏捷设备，都具备了一机双平面的能力，可以直接在现有网络中部署，不存在任何兼容性问题。

敏捷交换机具备传统网络控制和 Controller 控制两个平面，可以独立部署到现网中，Controller 的部署是完全可选的，只有需要全网协同部分功能时才需要配置 Controller。

而且，即使 Controller 故障，传统网络平面的连通性也不会受到影响。华为公司同时实现了 Controller 的多机冗余备份，确保网络万无一失。

## 3.2 敏捷园区网



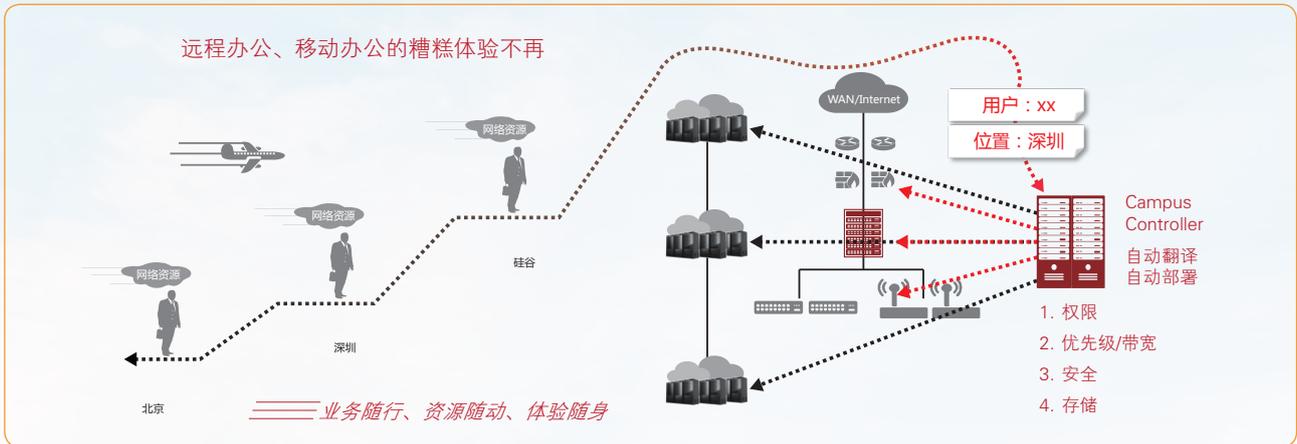
敏捷园区是敏捷网络解决方案在园区网的落地实现，相对于传统园区，有3个大的变化：

它增加了 Campus Controller 集中式控制，实现整个园区网络包括出口路由器 /SVN 的全网系统控制，可以动态地调配网络资源，实现网络资源跟随用户移动，从而保证了自由移动环境下每个用户的业务体验。同时它可以调配全网安全资源，实现网络的协同整体防护。

它用敏捷交换机替代了传统交换机，增加了敏捷感知和执行的能力，可以感知用户 & 应用，网络质量 & 问题以及安全事件

它实现了安全能力资源化，防火墙等安全资源不再是某个单点的功能，而是可以全网共享的功能，具体参加后面的全网安全协防小节。

## 业务随行：自由移动新体验



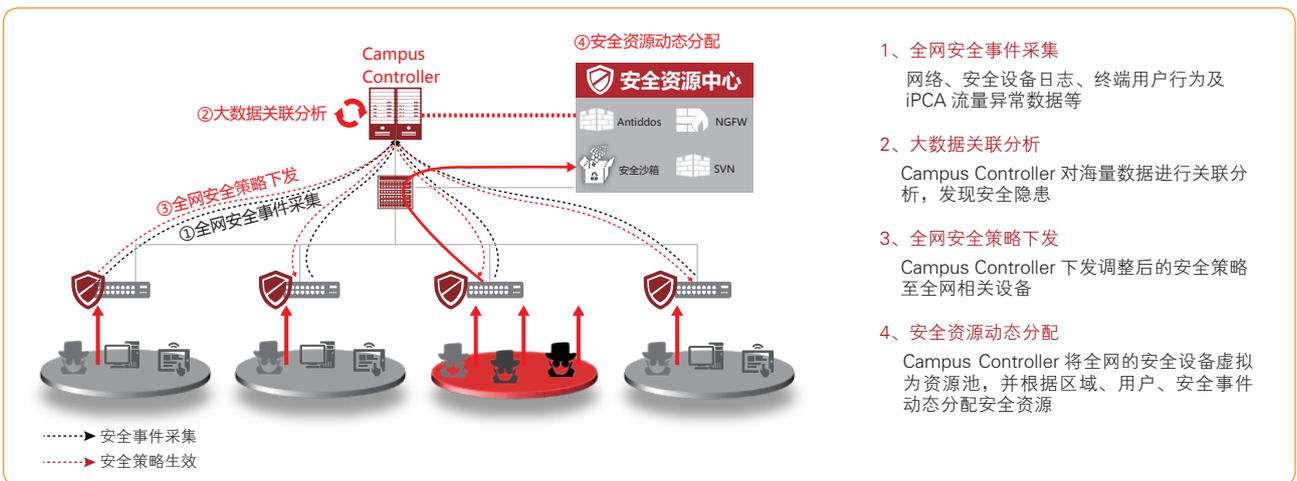
### 业务随行

不希望被束缚在办公室的感觉，希望自由自在地移动、随时随地地办公。但糟糕的远程办公、移动办公体验阻碍我们获得自由。慢如蜗牛的企业内网访问速度，让我们的美好愿望全部落空。

问题在哪里？因为传统网络资源是按照物理位置分配的，它不会移动，更不关注人的体验。

敏捷网络引入了 Campus Controller 和敏捷交换机，第一次把网络资源跟人关联起来，让网络资源自动跟随人移动，从而保障了人的使用体验和使用安全。敏捷网络第一次让网络变得人性化，让上班族获得自由。

## 全网安全协防：从单点防护步入全网防护年代



### 全网安全协防

移动办公和 Wi-Fi 引入企业后，网络安全泄漏从传统的互联网出口一个点，变成了多个点。传统防火墙只能防住一个点，而无法实现全网多泄漏点的防护。

为了解决失去防护边界的安全问题，华为公司用 Campus Controller+ 防火墙 + 敏捷交换机，实现了全网安全协同防护。在这种体系架构下，安全功能不再由出口防火墙一个点来执行，而是由 Campus Controller 进行全网的安全事件收集，进行大数据关联分析并全网自动下发安全策略。

敏捷网络让网络中的所有设备，都变成安全事件的监听者。Campus Controller 发现某个可疑点或者不可信区域的流量时，会通过业务编排，把这些流量动态引入到共享的安全中心进行深度检测和清洗，当确认某个流量缺失为攻击流量后，它还会指挥边缘网络节点直接隔离或降级此流量，以免对网络形成威胁。

## 有线无线深度融合



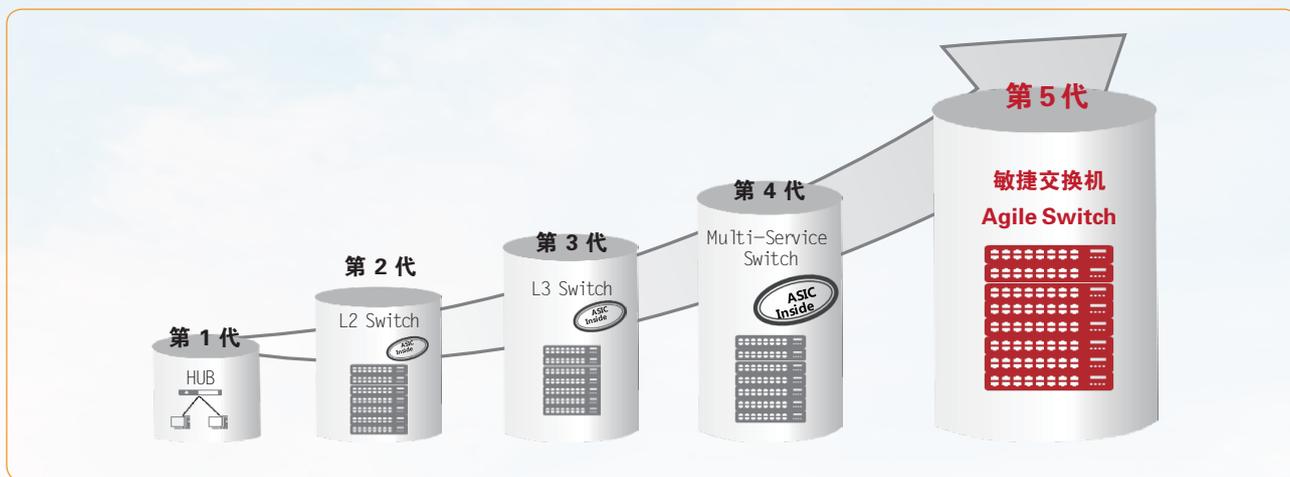
### 有线无线深度融合

敏捷网络让企业无线的部署变得前所未有的简洁：

利用敏捷网络提供的全可编程能力，无线功能已经作为一个特性内置到有线板卡中，不用部署独立的 AC 设备，不用部署独立的 AC 板卡。

有线无线的管理界面完全统一，像传统有线一样管理无线，像无线 AP 一样实现接入交换机免配置，一次学习，一次管理，一次部署。

### 3.3 敏捷交换机



交换机的发展

敏捷交换机是敏捷园区中最重要的部件，从交换机发展历史来看，它是第五代交换机。相比于前四代交换机，它最大的改变是通过 ENP 第一次让交换机的包转发可编程，通过 ENP+POF 第一次让交换机从硬件定义进入了软件定义年代，为快速的业务创新提供了可能。如果说前四代交换机对应传统功能手机，那么敏捷交换机对应的就是智能手机。

ENP 是华为公司芯片能力的集中体现，它集软件定义的灵活性、硬件的性能和交换机的低成本为一身，是唯一的可在交换机上实现全可编程的器件。

和它的几种包转发器件的对比如下：

ASIC：硬件性能 + 交换机低成本，**无软件灵活性**

CPU（含多核 CPU）：**软件灵活性，性能差，成本高**

传统 NP：软件灵活性，准硬件性能，**成本太高**

**S12700 敏捷交换机**

业界首款随板 **T-bit AC**  
**有线无线深度融合**

当前受益，未来无忧  
敏捷扩展，十年稳定的平台

业界首款随板 **用户管理**  
**内置用户管理**

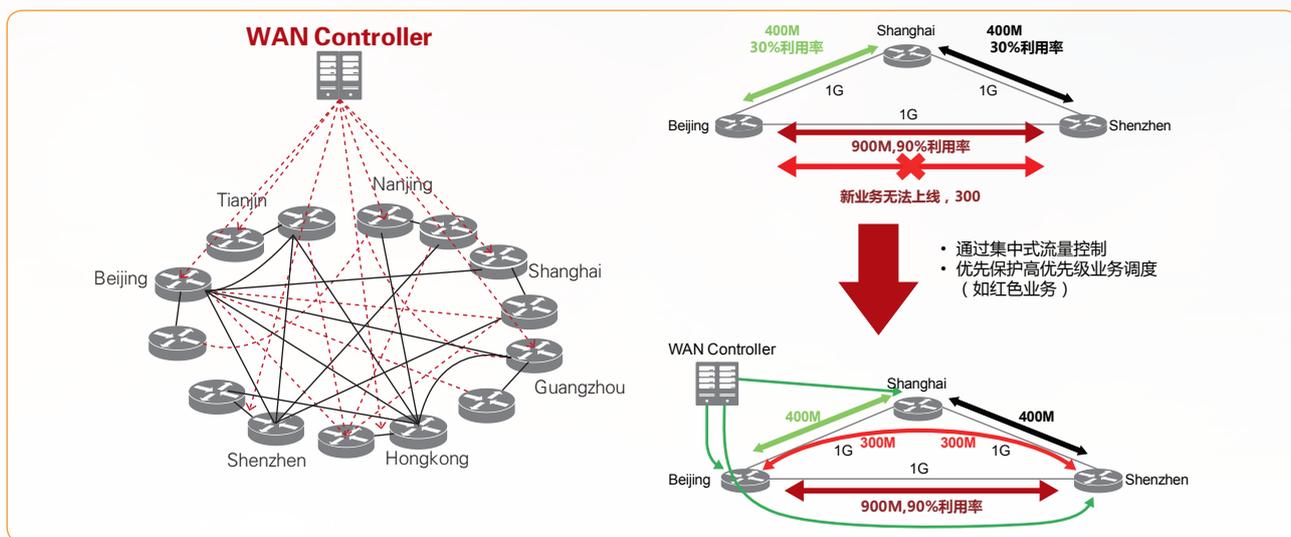
交换机的价格  
**核心路由器的业务品质**

敏捷交换机

S12700 是华为公司第一款敏捷交换机，后继 S9700/7700 通过插入敏捷板卡就会具备敏捷能力，S5700 系列的敏捷交换机也会陆续推出。敏捷交换机通过强大的全可编程能力，配合实现了敏捷园区中大量的创新功能：业务随行、全网安全协防、质量感知、有线无线深度融合，实现了随板 AC 和随板用户管理功能。其可靠性是按照互联网核心路由器的要求来设计的，满足了云计算对网络的高可靠性要求和品质要求。

最重要的是，敏捷交换机具备了软件定义的能力，其新功能演进速度将远远快于传统交换机。它不仅给您的网络带来直接的收益，更为未来做好了充分的准备。

### 3.4 高效广域



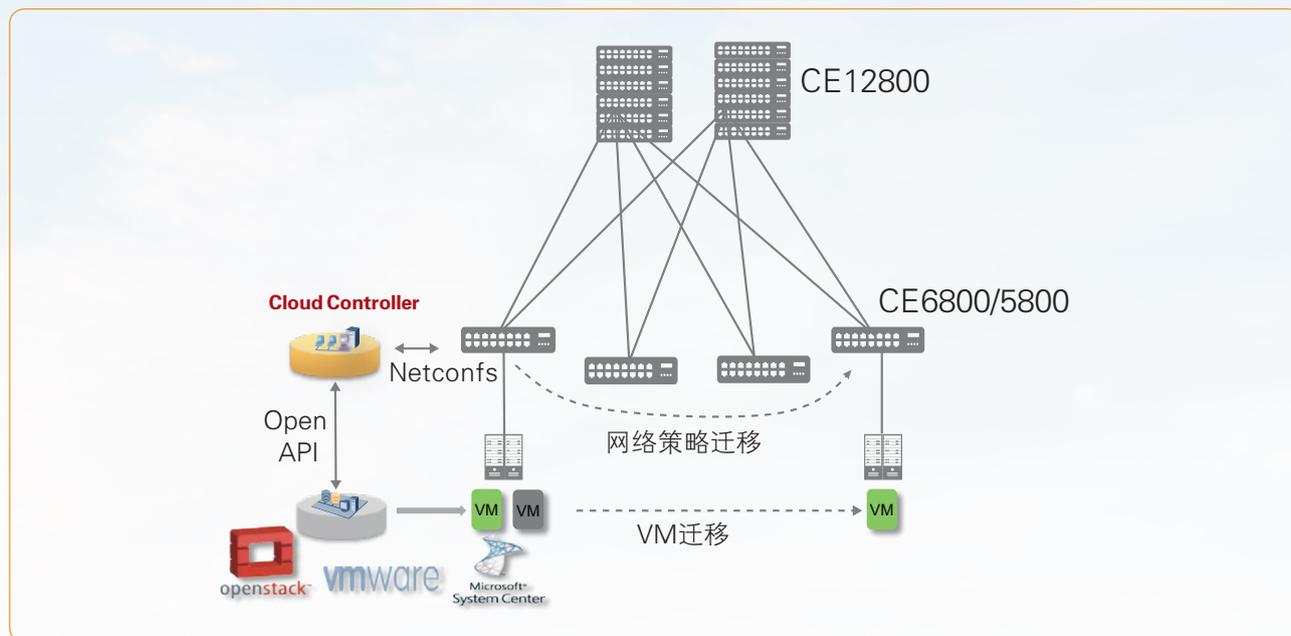
高效广域

广域网的租用带宽不仅费用高昂，更是影响大部分业务体验的关键因素。根据各个互联网企业的统计数据，其数据中心间租用链路的利用率在 30% 左右，如何更加充分利用广域部分的带宽，对于节省费用，提升用户体验是至关重要的。

华为公司通过 WAN Controller 的引入，根据网络状态和业务请求，自动计算业务路径，优化带宽使用，通过网络状态感知、业务优先级感知，完全呈现业务网络特征，实现了整网路径规划与计算，将整网链路利用率提升至 >90%。

例如，某客户北京、上海、深圳三地 DC 间的广域网链路情况如图所示，当有新的业务（300M 带宽）需要在北京 - 深圳之间上线时，由于该条链路带宽不足（该条链路最优），造成新业务无法上线，而实际在北京 - 上海、上海 - 深圳之间的网络带宽利用率仅为 40%。华为 WAN Controller 集中控制计算全网的路径、并实时获取各网元的具体情况，自动将新业务部署在北京 - 上海 - 深圳的链路上。这样，既保证了新业务上线，也提升了链路带宽利用率，降低客户运营成本。

## 3.5 云数据中心



云数据中心

随着数据中心虚拟化技术的不断应用，虚拟机如何根据业务需要快速部署上线？虚拟机迁移时，其相关的网络配置策略如何随虚拟机而自动迁移？网络中既有虚拟网络 vSwitch 又有传统的网络设备，当业务中断时，如何快速准确定位具体问题所在？以上已经成为数据中心面临的重要问题。

华为 Cloud Controller 虚拟网络感知方案，以统一的风格对物理、虚拟网络设备进行管理，统一监控物理服务器、虚拟机、虚拟交换机、TOR 交换机等数据中心网络资源，通过感知虚拟机变更动态调整虚拟机的物理网络策略。Cloud Controller 通过对 vSwitch 的管理把网络管理从物理网络延伸物理服务器内部的虚拟网络，使整个数据中心网络对用户保持透明，能够对数据中心的网络故障进行精确定位和快速排除故障。

同时通过虚拟感知技术，能够感知到 VM 的状态信息及变化情况，并进行网络拓扑与网络策略的联动调整。如当虚拟机迁移时，其相应的网络配置策略可以自动迁移，无需人工干预。

通过 Cloud Controller 还可以实现网络策略的自动编排，如：批量创建虚拟机时，网络策略的自动部署和回收。其网络自动化部署速度是业界的 10 倍。

## 3.6 敏捷网络价值总结



### 敏捷网络的价值

敏捷网络让网络用户获得了前所未有的卓越体验，让网络管理员获得了前所未有的运维效率，更让企业 CIO 能够以前所未有的速度引入新业务创新：

**体验解放：**网络用户再也感受不到业务不畅、视频马赛克、语音听不清、操作响应速度慢等长期困扰 我们的糟糕体验；远程办公和移动办公再也感受不到让人窒息的慢如蜗牛的企业内网访问。

**运维解放：**网络管理员将会从复杂的技术术语、成千上万的网络设备、繁琐的手工网络配置、彻夜不眠的手工网络故障定位中彻底解脱出来，更多的精力可以用于关注用户体验和业务创新，只需发挥您的经验和智慧，体力活全部由敏捷网络自动完成。

**业务解放：**企业 CIO 再也不用担心新业务的引入和部署，敏捷网络专为创新和新业务而生。它能快速适应新业务的引入，并以领先 4 倍的业务演进速度让您的 ICT 系统时时领先，让您的企业在竞争中获得先机。

下面是一张业务挑战和敏捷网络解决方案的对应表，用于指导用户利用敏捷网络解决其现网问题或者引入新业务。

业务挑战	敏捷网络对应解决方案
移动性 /BYOD	业务随行 有线无线深度融合
云计算	iPCA 质量感知 – 云桌面体验 云数据中心解决方案 – 云业务部署
实时业务 ( 视频 / 语音 / … ) 体验	iPCA 质量感知 敏捷交换机大缓存
功能 / 节点数快速膨胀	全编程 / 全开放 敏捷交换机大表项
安全失去边界	全网安全协防
运维效率低 / 故障定位困难	iPCA 快速问题定位 有线无线深度融合
广域质量 / 效率	高效广域解决方案



## 4 选择华为 »

华为公司在 IP 领域具备 20 年的深厚技术积累，拥有全系列的网络产品及解决方案。华为作为全球领先的网络解决方案供应商，在网络领域有明确的长远规划，不仅拥有业界领先的全球研发能力，包括世界级专家团队、标准预研积累和芯片自研能力，同时更具备在网络领域长期投入的坚定决心。

在网络演进的大趋势下，华为从标准研发、产品开发、定制化能力等多个方面积极不断投入。华为期望通过运营级的网络经验、创新的产品，为客户提供智能化、自动化、可编程、开放的优质网络，帮助客户成为网络变革的业务受益者。

版权所有 © 华为技术有限公司 2013。保留一切权利。

非经华为技术有限公司书面同意，任何单位和个人不得擅自摘抄、复制本手册内容的部分或全部，并不得以任何形式传播。

#### 商标声明

、HUAWEI、华为、 是华为技术有限公司的商标或者注册商标。

在本手册中以及本手册描述的产品中，出现的其他商标、产品名称、服务名称以及公司名称，由其各自的所有人拥有。

#### 免责声明

本手册可能含有预测信息，包括但不限于有关未来的财务、运营、产品系列、新技术等信息。由于实践中存在很多不确定因素，可能导致实际结果与预测信息有很大的差别。因此，本手册信息仅供参考，不构成任何要约或承诺。华为可能不经通知修改上述信息，恕不另行通知。

华为技术有限公司  
深圳市龙岗区坂田华为基地  
电话: (0755) 28780808  
邮编: 518129

[www.huawei.com](http://www.huawei.com)