

## 企业数通解决方案概述

- 1946 年，第一台电子计算机的发明，为人类打开的信息化时代的大门，也为信息通信技术的发展奠定了基础。
- 日新月异的信息通信技术，不断地改变着人们的生活方式，在过去的几年，以物联网、大数据、云计算、人工智能为代表的新一代 ICT 技术逐渐成为驱动社会和经济转型升级的重要引擎，渗透到各行各业中。
- 数通网络是实现数据交互的基础设施，是打造数字世界的基石，新的 ICT 技术导致数据流量以及存储爆发式的增长，也为数通网络带来了更大的挑战，为应对挑战，各大厂商不断优化网络解决方案，以匹配数字化转型诉求。
- 企业网络从应用领域可分为园区、WLAN、数据中心、广域等多个领域，本课程将从解决方案角度分别介绍数通网络在各领域的分类、架构、典型应用场景、趋势挑战以及华为在该领域的解决方案。

## 万物互联，构造数字化世界



### 万物互联：

- 人与人、人与物、物与物互联。
- 本质是数据的联结和计算。

## 数通网络是“万物”联结的管道



## 数通网络如“河湖江海”，打造智能世界数字基石



- 数通网络如“河湖江海”，数通产业便是打造智能世界的数字基石。很多数通初学者对于数通的了解可能并不全面，通过与现实世界中的“河湖江海”类比，可以感受数通产业之光，责任之重。
- 数通是联结领域真正成网的产业，部署在网络各个层级，犹如江河湖海；
- 5G 接入和家宽接入犹如支流，园区网络好比池塘；
- 城域网好比长江的大型支流，如金沙江；骨干网好比长

江；

- 核心数据中心是太平洋，区域数据中心是大型湖泊，如鄱阳湖，接入数据中心是水库；
- 华为在园区网络、广域及分支网络、数据中心网络及网络安全都在为客户提供优质服务，华为数通 4 大引擎，AirEngine 是园区网络解决方案，NetEngine 是城域和骨干网络解决方案，CloudEngine 是 DCN 解决方案，HisecEngine 是安全解决方案。

## 河流分支：园区网络



- 园区是一个广义的概念，可以说“城市，除了马路，都是园区”，城市中90%的活动，都发生在园区内，大部分数据从园区汇聚。
- 园区网络一般是指企业或者机构的内部网络，与广域互联、数据中心相关。
- 园区网络的主要目的是使企业的主营业务运作更有效率。
- 园区网络中，WLAN的应用愈加广泛，越来越多的园区选择无线建网。

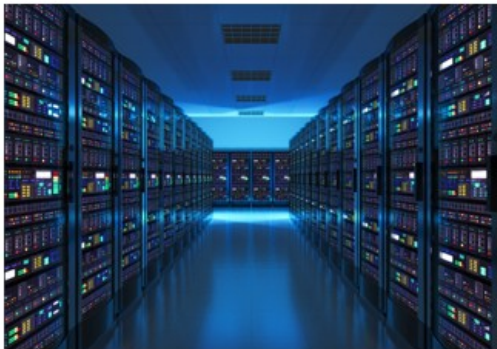
## 河流分支2：WLAN网络



- WLAN即Wireless LAN，是指通过无线技术（不仅仅包含Wi-Fi，还有红外、蓝牙、ZigBee等等）构建的无线局域网。
- Wi-Fi是一种基于IEEE 802.11标准的无线局域网技术。
- 最为熟知的是影响Wi-Fi代际演进的标准是802.11b、802.11a、802.11g、802.11n、802.11ac等，2018年Wi-Fi联盟简化命名，将最新一代802.11ax标准命名为Wi-Fi 6。



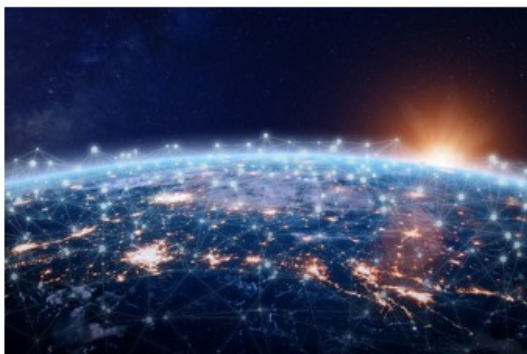
## 湖海：数据中心网络



- 数据中心（Data Center）用来传递、展示、计算、存储海量数据信息。
- 数据中心是一整套包括建筑在内复杂的设施。它不仅包括计算机系统和其它与之配套的设备（例如通信和存储系统），环境控制设备、监控设备以及各种安全设施。
- 数据中心网络（Data Center Network, DCN）：是提供数据中心内部互联、数据中心和外部互联的网络。

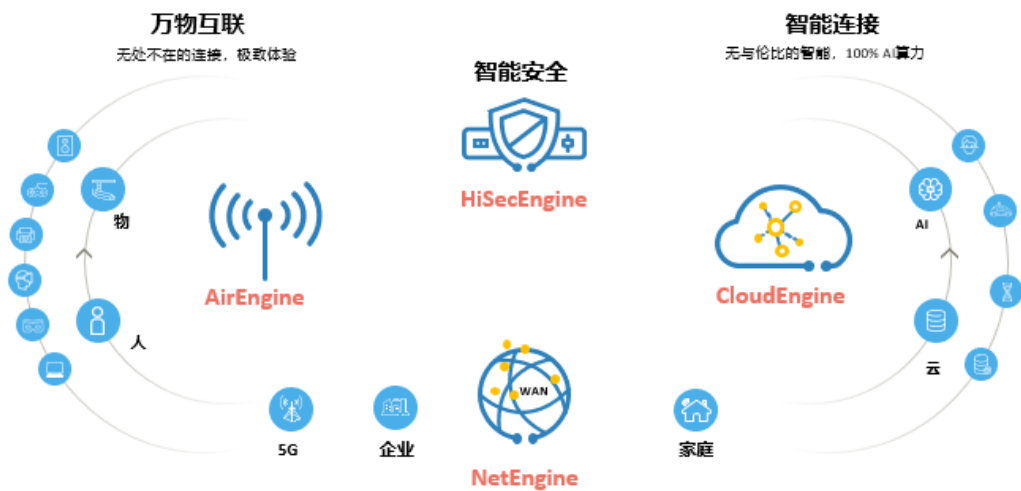


## 江流主干：广域网络

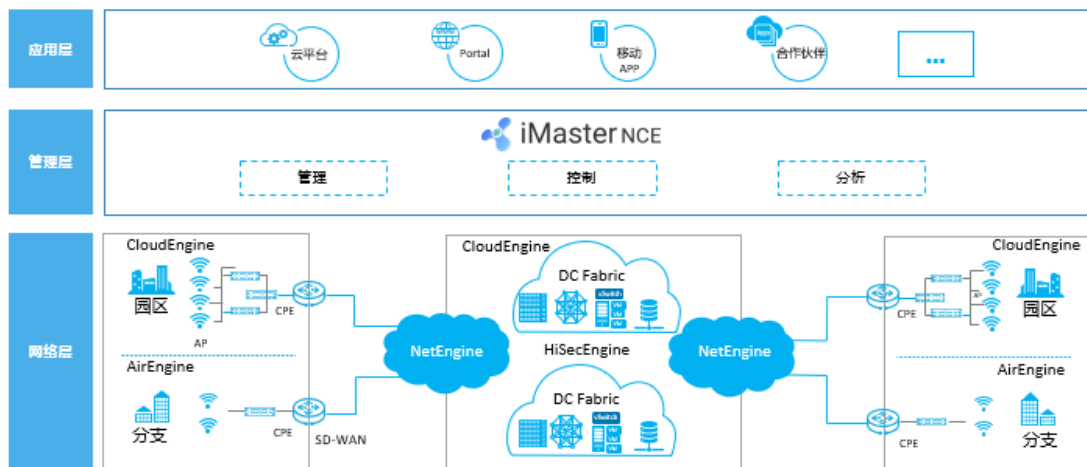


- 广域网（Wide Area Network, WAN），是连接不同地区局域网或城域网通信的远程网。
- WAN通常跨越很大的物理范围，它能连接多个地区、城市和国家，或横跨几个洲并能提供远距离通信，形成国际性的远程网络。
- 广域网络常用于实现园区网络、数据中心网络的互联。

## 华为四大引擎构建数通网络

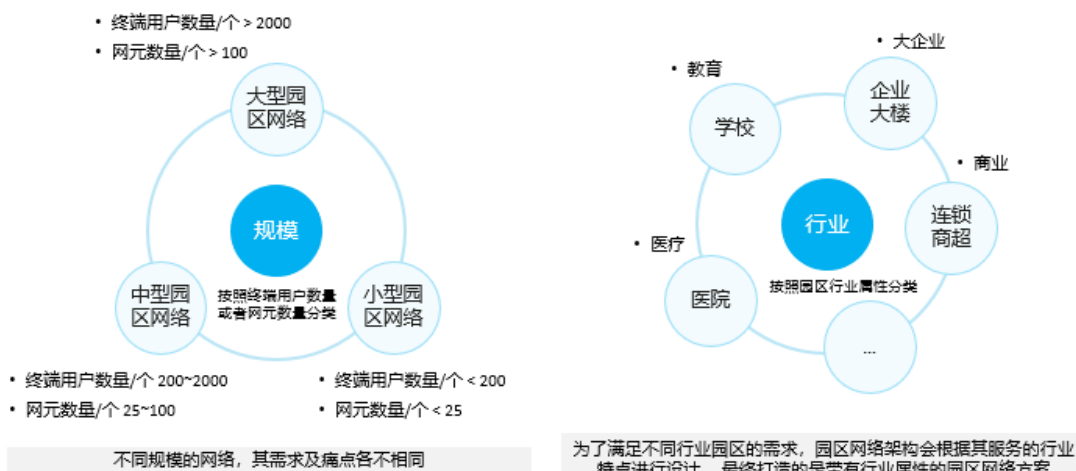


## 华为企业数通解决方案概览

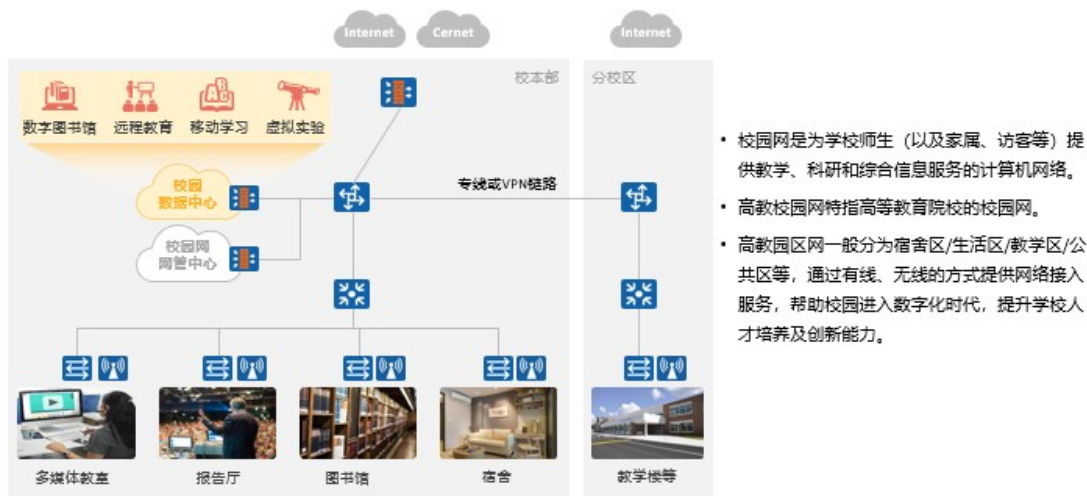




## 园区网络分类



## 典型园区网络应用：高教园区网



- **Cernet** 一般指中国教育和科研计算机网。中国教育和科研计算机网 (China Education and Research Network) 简称 CERNET，是由国家投资建设，教育部负责管理，清华大学等高等学校承担建设和管理运行的全国性学术计算机互联网络。



## 数字化时代，园区网络的特征

### 联接无处不在



- 随时随地接入
- 高品质业务承载

### 业务即需即得



- 业务快速部署及调整
- 增值类应用快速上线

### 智能可信



- 故障自动识别，预测优化
- 威胁精准处置，主动防御



## 园区网络运维面临的挑战



### 精准检测

传统运维基于SNMP协议，分钟级采集数据。一旦发现问题，故障发生时刻数据无法实时获取



### 体验感知

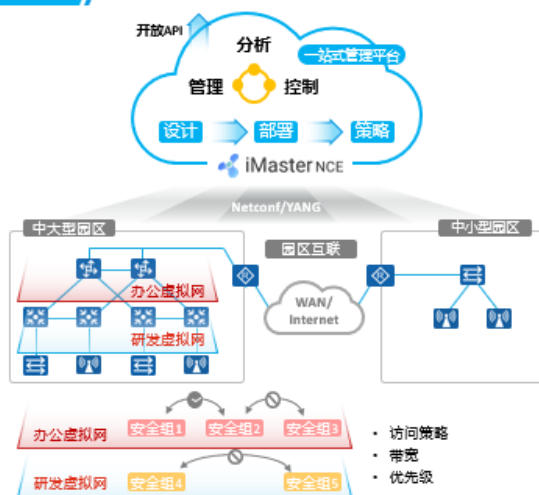
传统运维仅监控设备指标，有可能指标正常，但用户体验不好，缺少用户和网络的关联分析



### 问题识别

传统运维往往等到用户投诉了，才知道网络发生了问题，无法有效主动识别、分析问题

## 华为园区网络一站式自动驾驶解决方案



### 网络开通“快”，部署效率提升

- 设备即插即用：设备极简开局，场景导航，模板配置
- 网络极简部署：网络资源池化，一网多用，业务自动化发放

### 业务发放“快”，用户体验提升

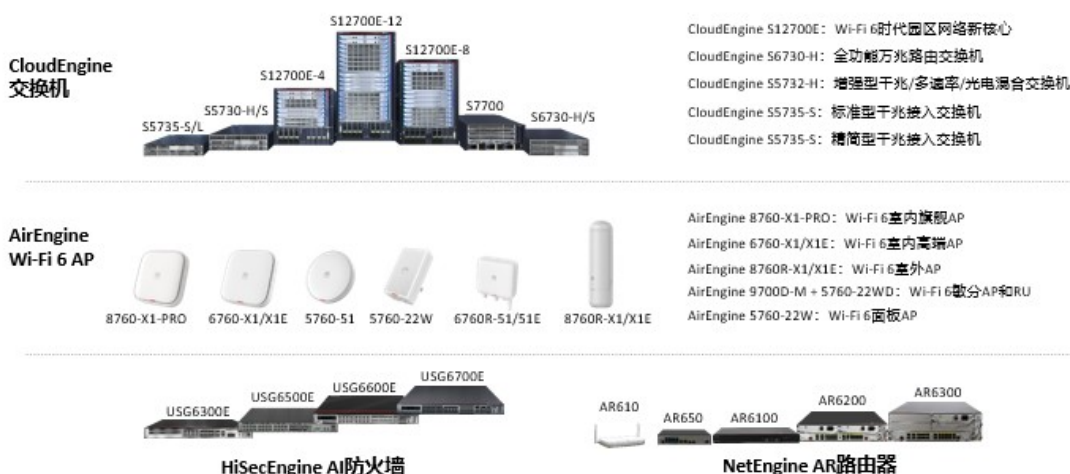
- 业务随行：图形化策略配置，用户随时随地接入，漫游权限不变，体验不变
- 终端智能识别：终端接入防仿冒，终端智能识别准确率95+%
- 智能HQos：基于应用调度和整形，带宽精细化管理，保证关键用户业务体验

### 智能运维“快”，整网性能提升

- 实时体验可视：基于Telemetry的每时刻、每用户、每区域的网络体验可视
- 精准故障分析：主动识别85%的典型网络问题并给出建议，实时数据对比分析故障预测
- 智能网络调优：基于历史数据的无线网络预测性调优，整网性能提升50%+ (来源: Tolly认证)

- 华为智简园区 ( CloudCampus ) 致力于为企业构建一张超宽、智慧、极简、安全、开放的基于业务意图的园区网络，时刻洞察并快速响应网络及业务需求，赋予企业捕捉转瞬即逝的商机能力。
- CloudCampus 解决方案是园区网络一站式自动驾驶解决方案。

## 解决方案组件1：智简园区网络硬件产品全景

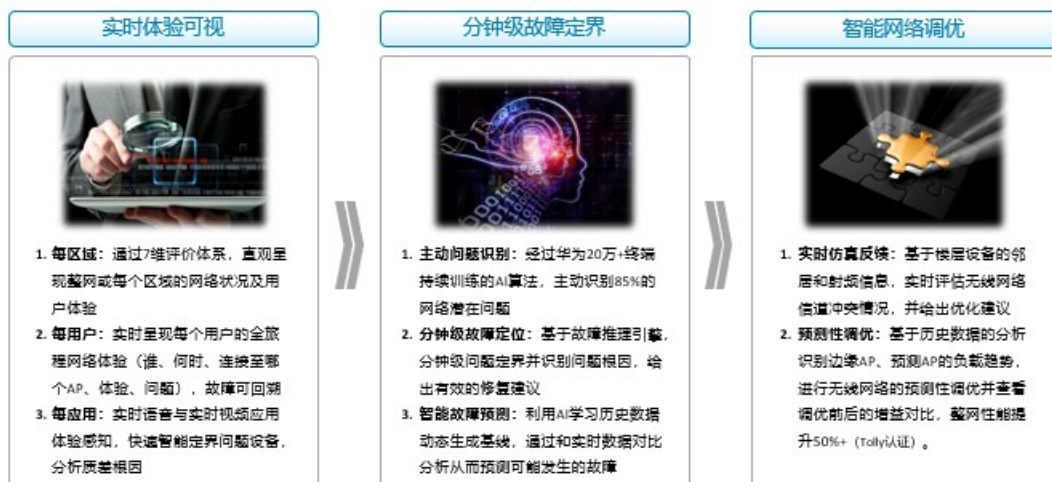




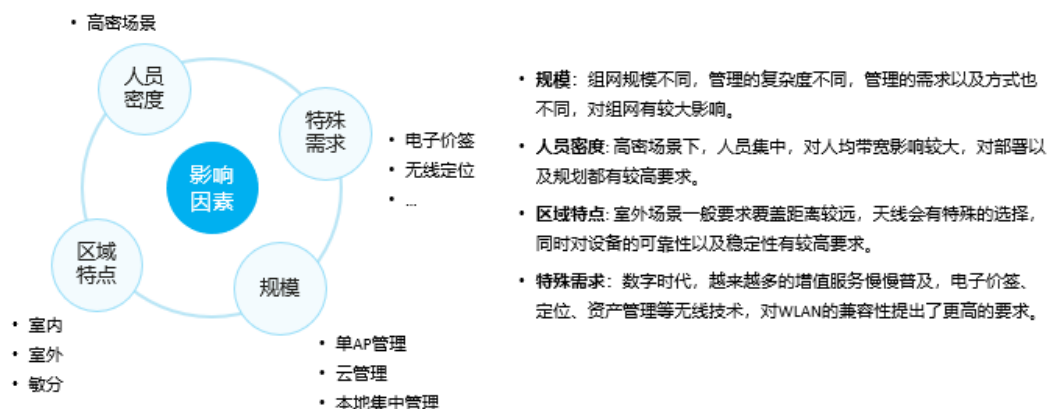
## 解决方案组件2: iMaster NCE-Campus



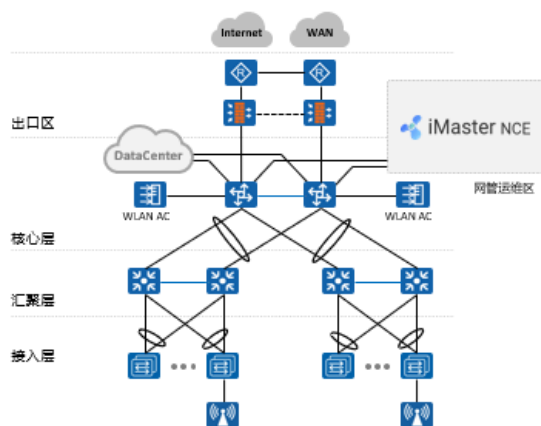
## 解决方案组件3: iMaster NCE-CampusInsight



## WLAN场景分类



## 典型WLAN组网场景：大型园区（独立WAC）

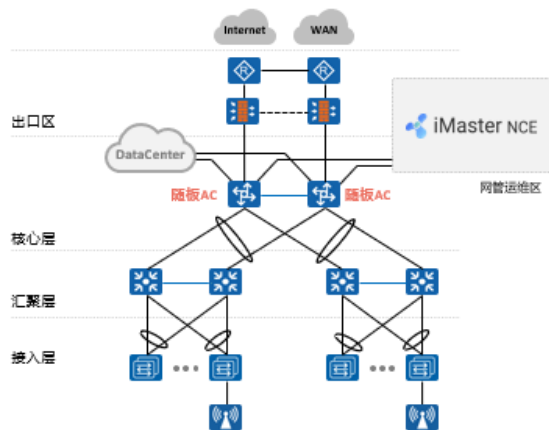


### 方案说明

1. 在园区有线网络已经部署完成需要独立增加无线网络部署, 或者无线网络规模较大时, 建议部署独立WAC。
2. 对于大型园区一般采用WAC旁挂方式 (旁挂在汇聚/核心交换机旁) 部署。
3. 为减少对现有有线网络的变动, 以及方便WAC集中管理和控制, 建议在此场景采用隧道转发方式。为提高WAC的可靠性, 独立WAC方案中通常部署VRRP双机热备。



## 典型WLAN组网场景：大型园区（有线无线融合）

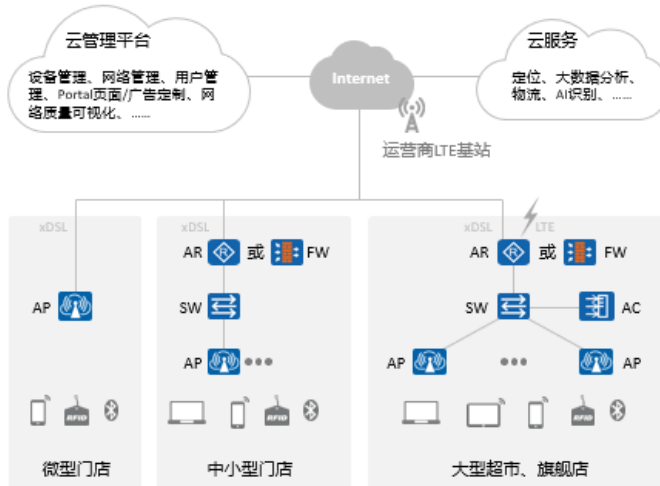


### 方案说明

1. 用户希望可以对有线、无线接入设备进行统一的管理与配置，以减少管理成本，此时建议使用随板WAC方案。
2. 随板WAC方案的核心是以太网网络处理器（Ethernet Network Processor, ENP）系列随板WAC，方案将WAC功能集成在交换机上，通过在交换机上安装特殊的业务单板，使交换机管理有线接入设备的同时，还能管理无线接入设备。
3. 使用随板WAC部署网络，可以同时为有线用户和无线用户提供网络接入的服务，实现对有线用户和无线用户的统一管理。随板WAC方案的可靠性可以借助交换机自带的可靠性技术（堆叠和链路聚合技术），做到设备级和链路级冗余备份。



## 典型WLAN组网场景：连锁商超



- 商超园区网用于实现商业超市自身的数字化办公，更重要的是实现数字化消费体验空间。例如实现：

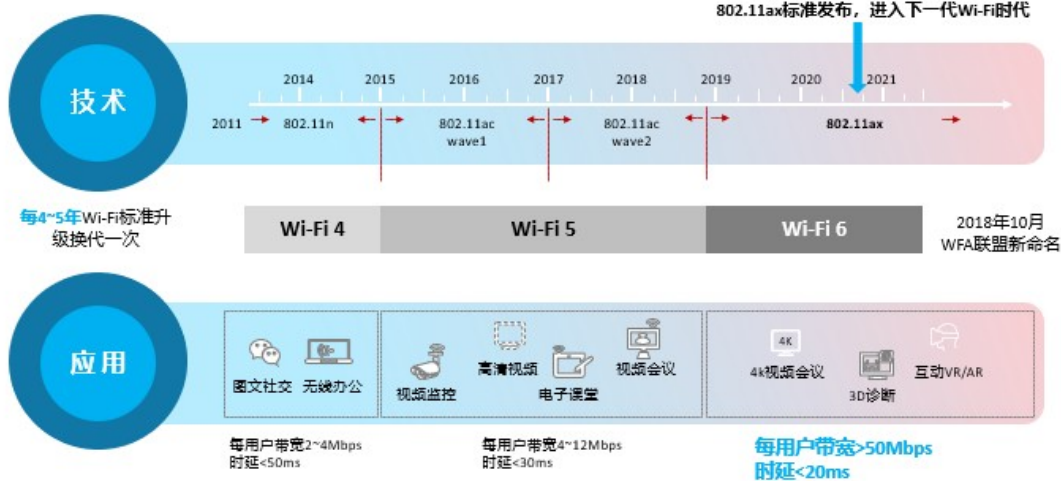
- 访客Wi-Fi接入
- 数字广告牌
- 智能导购
- 电子价签等

- 市场竞争和消费者需求的进化驱动线下零售数字化转型，“新零售”形式下，连锁商超：

- 关注购物体验
- 关注运营效率



## 双轮驱动：技术与应用发展助推Wi-Fi 6时代到来



## Wi-Fi 6带来更高性能





## WLAN运维挑战三“难”

### 问题主动识别“难”



- 往往要等到用户投诉才知道网络故障
- 无法识别潜在的影响用户感知的问题

### 用户体验衡量“难”

- 用户体验不好，但设备指标正常
- 缺少用户和网络关联分析



### 问题定位分析“难”



- 网络出现问题后，缺少方便的回溯手段
- 定位问题时，缺少故障发生时的关键数据



## 解决方案组件1: AirEngine Wi-Fi 6多元化新产品





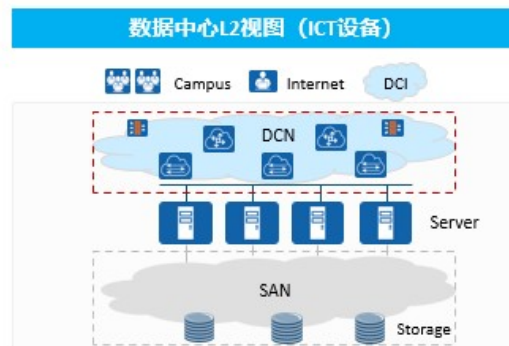
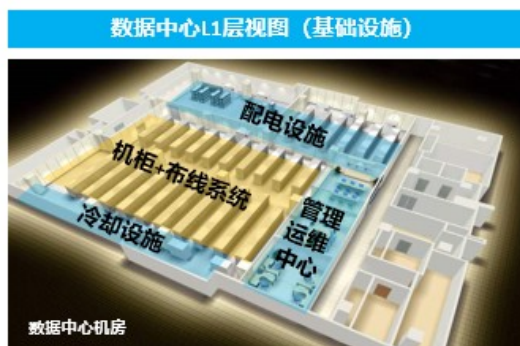
## 解决方案组件2: iMaster NCE CampusInsight



利用算法提升效率，通过场景化的持续学习和专家经验，智能运维将运维人员从复杂的告警和噪声解放出来，使运维更加自动化和智能化

## 什么是数据中心？

- 数据中心(Data Center): 是一整套包括机房在内复杂的设施。它不仅包括计算机系统和其它与之配套的设备(例如通信和存储系统)，还包含冗余的数据通信连接、环境控制设备、监控设备以及各种安全装置。
- 数据中心的使用分层架构。一般L1特指数据中心基础设施，L2指数据中心的ICT设备。



## 数据中心有什么？

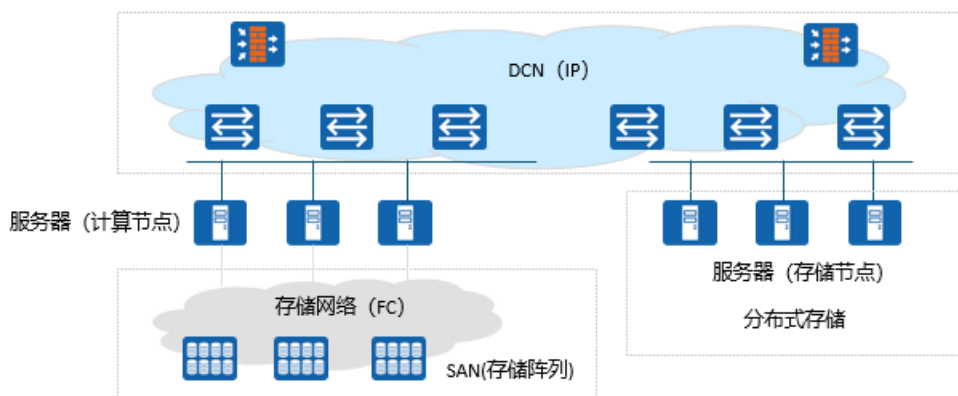
数据中心设备简单分为三类：计算设备、存储设备和网络设备（不包括数据中心基础设施）。



- 本页以华为数据中心产品为例进行介绍。

## 一个典型的数据中心组网

一个典型的数据中心组网包括，数据中心网络、存储区域网络（Storage Area Network, SAN）、服务器。

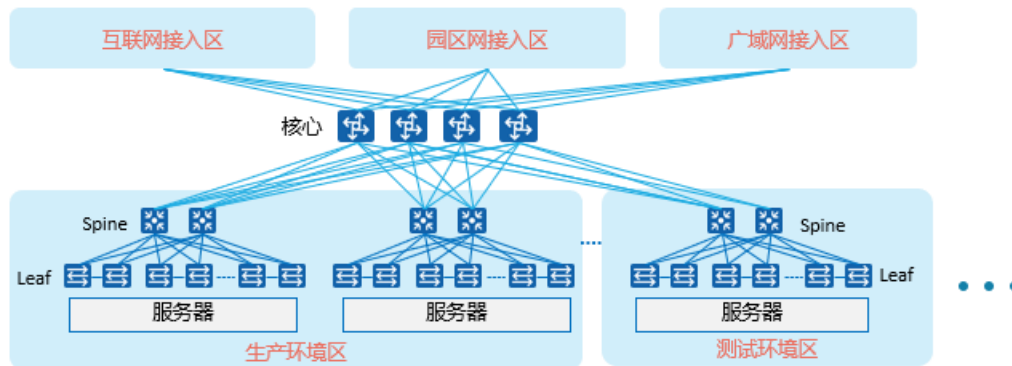


- 数据中心网络：提供数据中心内部计算单元之间互联、数据中心内部计算单元和外部出口之间互联的网络。
- 存储区域网络：一般是由存储阵列和光纤交换机组成的存储网络，用于提供块存储（Block Storage）。存储网络使用 FC 协议的叫做 FC SAN，使用 IP 协议的叫做 IP SAN。
- 分布式存储：分布式存储的部署形态和阵列不同。它将数据分散存储在多台独立的服务器（存储节点）上。一般也用作云存储。

- 服务器（计算节点）：用于提供计算服务的服务器。

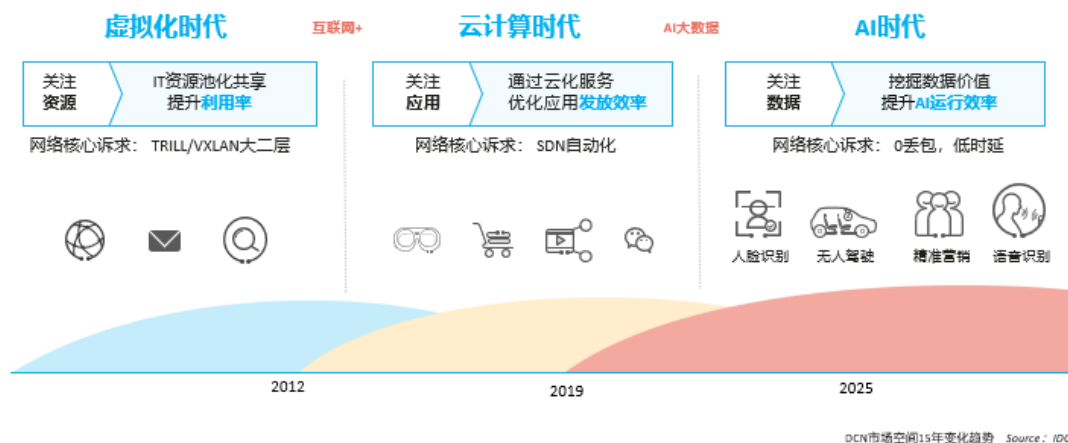
## 数据中心网络

- DCN是提供数据中心内部互联，和数据中心内部和外部出口互联的网络。
- DCN通常由一系列网络设备组成，根据业务功能分为不同区域。



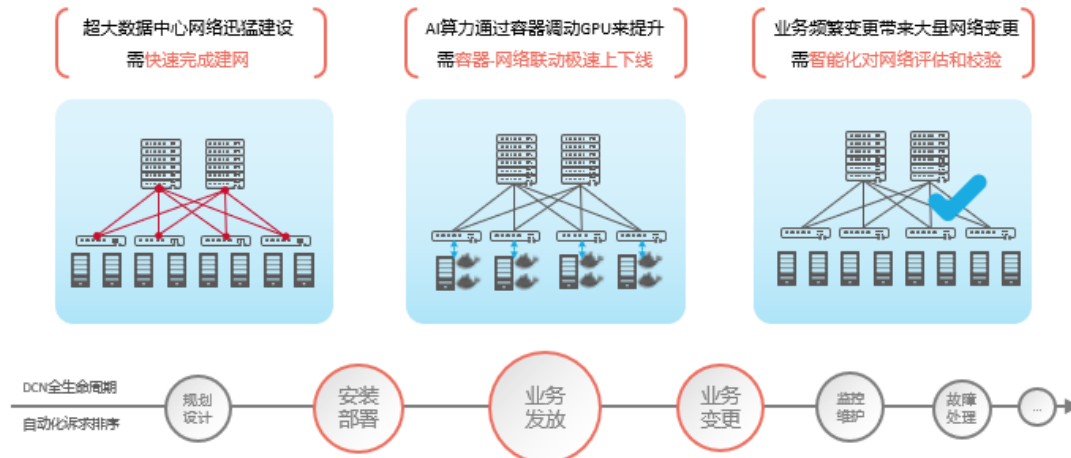
- 数据中心网络没有固定的区域划分，不同行业不同企业划分方式。例如有某金融数据中心，将数据中心根据功能划分为生产区 1 区、生产 2 区、测试区 1 区、测试 2 区、大数据区、运营管理区...
- 本例中：
  - 互联网接入区：用于接入来自用户 Internet 访问的流量。
  - 园区网接入区：用于接入企业园区用户访问的流量。
  - 广域网接入区：用于连接企业自建广域网，远端有例如其他城市的数据中心和园区等。
  - 生产环境区：用于联通生产环境的网络。
  - 测试环境区：用于联通测试环境的网络。

## 数据中心网络，SDN和AI应用创新，带来3代演进

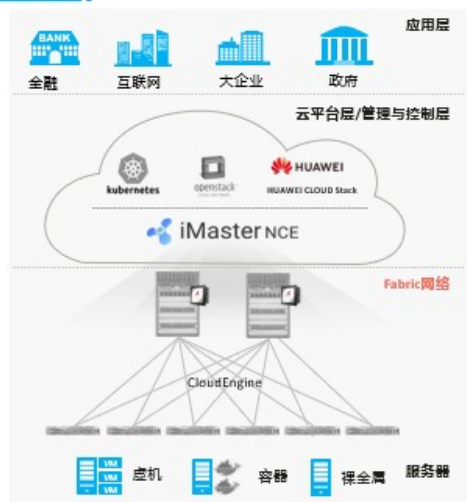


- AI时代的典型特征是关注数据，挖掘数据价值并提升AI运行效率，因此AI对数据中心网络的核心诉求是要快，即低时延。

## 新业务特征对数据中心网络提出新挑战



## 华为CloudFabric数据中心网络解决方案

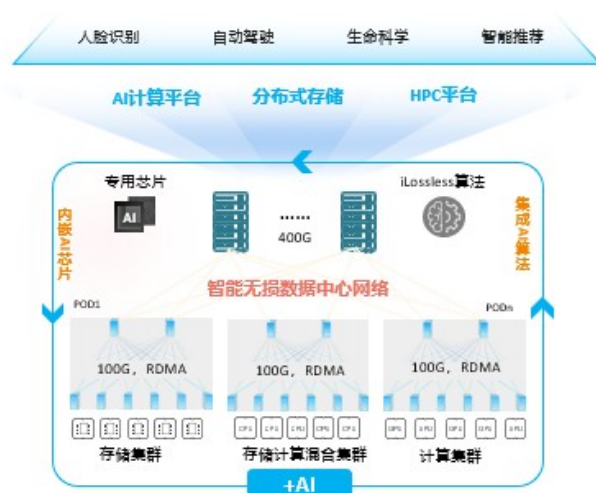


华为CloudEngine：两次获得Gartner Peer Insights “客户之选” 奖项



- \* 1-3-5：故障 1 分钟发现、3 分钟定位、5 分钟修复。

## 华为智能无损数据中心网络



**全融合，DC内三网合一**

网卡：智能RoCE网卡归一

网络：计算、存储和数据网三网合一，降低TCO

**零丢包，加速RDMA通信**

计算：提升AI训练效率

存储：提升分布式存储IOPS性能

**大带宽，400GE组网演进**

带宽：从25GE到400GE均支持

规模：从小规模到大规模全覆盖

- RDMA 是 Remote Direct Memory Access 的缩写，通俗的说可以看成是远程的 DMA 技术，为了解决网络传输中服务器端数据处理的延迟而产生的。RDMA 允许用户态的应用程序直接读取或写入远程内存，而无内核干预和内存拷贝发生。起初，只应用在高性能计算领域，最近，由于在大规模分布式系统和数据中心的网络瓶颈越来越突出，逐渐走进越来越多人的视野。



- InfiniBand：一种交换结构 I/O ( Input/Output ) 技术，其设计思路是通过一套中心机构(中心 InfiniBand 交换机)在远程存贮器、网络以及服务器等设备之间建立一个单一的连接链路，并由中心 InfiniBand 交换机来指挥流量，它的结构设计得非常紧密，大大提高了系统的性能、可靠性和有效性，能缓解各硬件设备之间的数据流量拥塞。
- RoCE：Remote Direct Memory Access over Converged Ethernet。RoCE 是一种网络协议，允许通过以太网使用远程直接内存访问 ( RDMA )。目前存在两个 RoCE 版本，分别是 RoCE v1 和 v2。RoCE v1 是数据链路层协议，允许在同一个以太网广播域内的任意两台主机之间通信。RoCE v2 是网络层协议，其报文可以被路由。



## 解决方案组件1：华为数据中心交换机





## 解决方案组件2：iMaster NCE-Fabric



- 提供数据中心网络全生命周期极简自动化体验
- 北向抽象网络资源和服务，南向适配不同设备和网络实现

### 网络E2E自动部署，部署“零”等待

- 极速网络发放：图形化拖拽式操作
- 极速容器上线：容器上线10K/min

### 变更风险评估，配置“零”差错

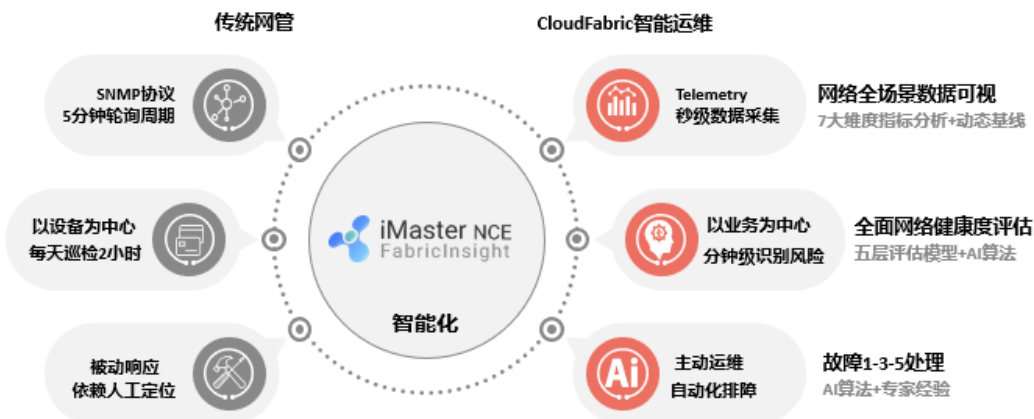
- 事前仿真：网络部署前通过形式化验证算法基于现网配置面仿真，评估待变更配置对网络影响、评估现网资源满足度
- 事后校验：Underlay网络连通性、接口、路由等问题配置面校验

### 典型故障智能修复，业务“零”中断

- 故障1-3-5：典型75类故障，1分钟感知、3分钟定位、5分钟恢复
- 网络健康度：基于业务体验全面评估网络健康度，实现未发生故障主动预测



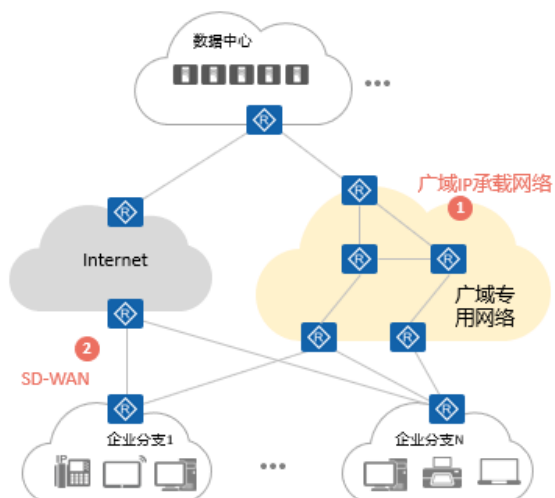
## 解决方案组件3：FabricInsight



## 从智慧城市通信网络看广域网络



## 广域IP承载网络与企业WAN



### 广域IP承载网络

#### 场景描述:

- 用于实现站点之间远距互联的IP网络，提供专用、可靠、超宽、服务质量可保障的专线服务。

#### 典型场景:

- 教育城域网：实现院校之间的互联。
- 金融广域骨干网：实现分支网点、数据中心间的互联。

### SD-WAN

#### 场景描述:

- 用于实现企业分支的广域网络接入，并根据分支之间或分支与数据中心之间的通信诉求，灵活定义网络业务模型、保障关键业务体验、合理利用各类广域网出口资源，实现软件定义WAN (Software Defined WAN, SD-WAN)。

#### 典型场景:

- 金融分支网点广域接入。

## 传统IP广域承载网络

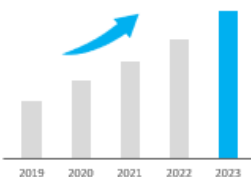


- WAN (Wide Area Network) 即广域网络，是连接不同地区局域网或城域网计算机通信的远距离通信网。
- 从空间上来讲，广域网络大多数情况下是跨区域的，其承载网络建设难度大，成本高，周期长。
- 业务部署效率、网络拥塞、时延等，是广域承载网络需要考虑的重要因素。

## 传统IP广域承载网络面临的挑战

### 网络流量迅猛增长

广域流量逐年迅猛增长



如何构建  
大容量、高性价比的综合承载网？

### 为各行业提供差异化联接

智慧金融、智能电网、智能城市...



如何提供  
SLA可保障的差异化联接服务？

### 自动化、智能化运维

业务质量可视，快速排障



如何实现  
主动运维，迈向自动驾驶网络？

# 华为IP广域承载网络解决方案

场景	目标网架构	解决方案
<p><b>政府</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>国家骨干网</li> <li>电子政务综合承载网</li> </ul> <p><b>电力</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>SDH退网，IP化改造</li> <li>PCM承载</li> </ul> <p><b>金融</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>一跳入云，业务快速开通</li> <li>数据中心间流量调优</li> </ul> <p><b>ISP</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>城域网改造</li> <li>用户接入，三层到边缘</li> </ul>	<p>The diagram shows a multi-tier network architecture. At the top, B2C (CloudVR, 在线游戏), B2B (企业专线, 垂直行业), and B2H (4k/8k视频, Internet) services are connected to a central cloud layer. This cloud layer is managed by iMaster NCE, which also handles analysis, management, and control. Below the cloud, there's a layer for Netconf/YANG and Telemetry. The core consists of SRv6 nodes (labeled 端到端 SRv6) connected in a mesh topology. The bottom layer shows city networks (城域网) and user access (用户接入). The overall goal is a '极简架构，智慧连接，智能运维' (Simplified architecture, smart connection, intelligent operation and maintenance).</p>	<p><b>新平台</b> 大容量全业务—NetEngine 8000 系列</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>14.4T/slot, 400G最高密度</li> <li>全场景统一平台，宽带业务/专线/数据中心出口/国际出口场景/BNG, 5合1</li> </ul> <p><b>新协议</b> SLA可保障，时延可承诺</p> <p><b>SRv6</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>SRv6 端短TTM，时延可承诺</li> </ul> <p><b>新管道</b> FlexE切片，带宽可保障</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>FlexE切片时隙抢占，带宽可保障</li> <li>高网络切片粒度 (1G VS 5G)</li> </ul> <p><b>新运维</b> AI加持的智能运维，业务质量可视</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>iMaster NCE+IT，逐跳丢包检测方案，iMaster NCE</li> <li>T-LFA 协议，E2E 50ms+切换</li> </ul>

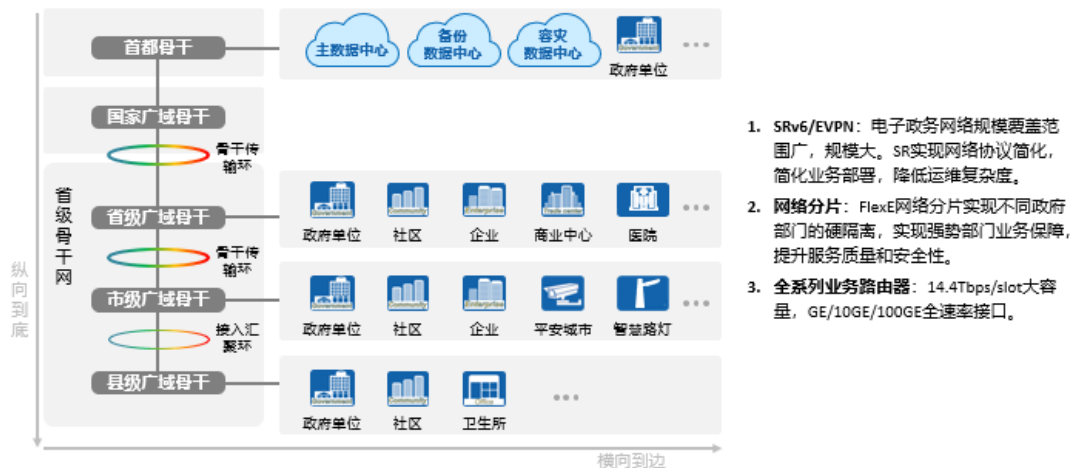
## SDN-WAN方案典型应用场景：金融



- 业务快速上线：**业务跨总行和分支快速打通，一跳入云，SRv6分钟级自动开通。
- 基于AI的智能运维：**iMaster NCE+SRv6标识应用和租户，实现基于时延、带宽等条件的智能选路，保障SLA。
- 流量动态调优：**基于NCE，实现DCI网络流量的动态调优，提高多活数据中心间链路带宽利用率。



## SDN-WAN方案典型应用场景：电子政务



## 解决方案组件1：NetEngine 8000



## 解决方案组件2: iMaster NCE-IP



管理

- 网元管理: 拓扑、告警、配置、存量
- 传统业务管理: 静态L2VPN、静态L3VPN

控制

- 集中算路: 多维约束的集中算路
- 逻辑拓扑: Cost、时延、带宽、利用率拓扑
- 网络调优: 基于PCEP和IP流量的调整和优化

分析

- 网络基础分析: 性能、流量、质量的展示和分析
- 预测分析: 流量、故障、异常预测

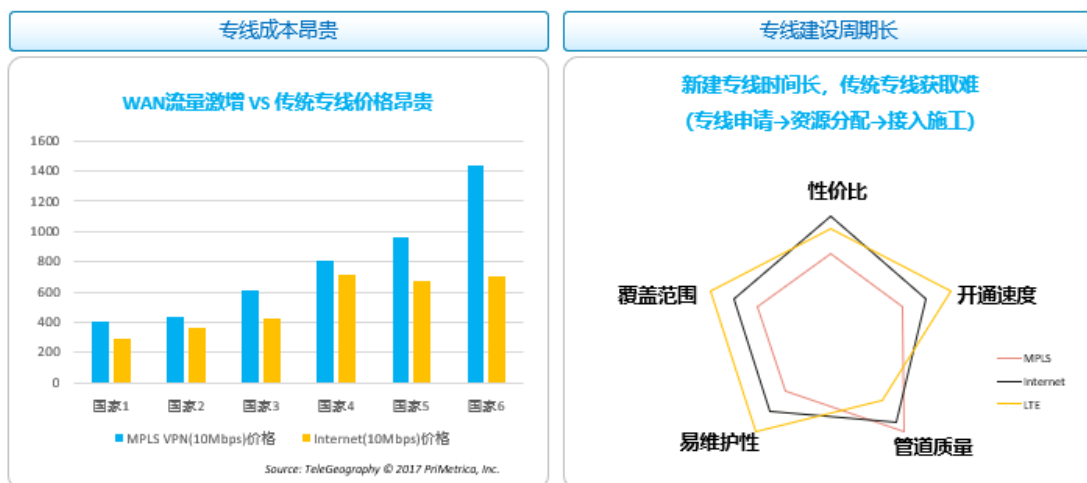
## 传统企业WAN简介



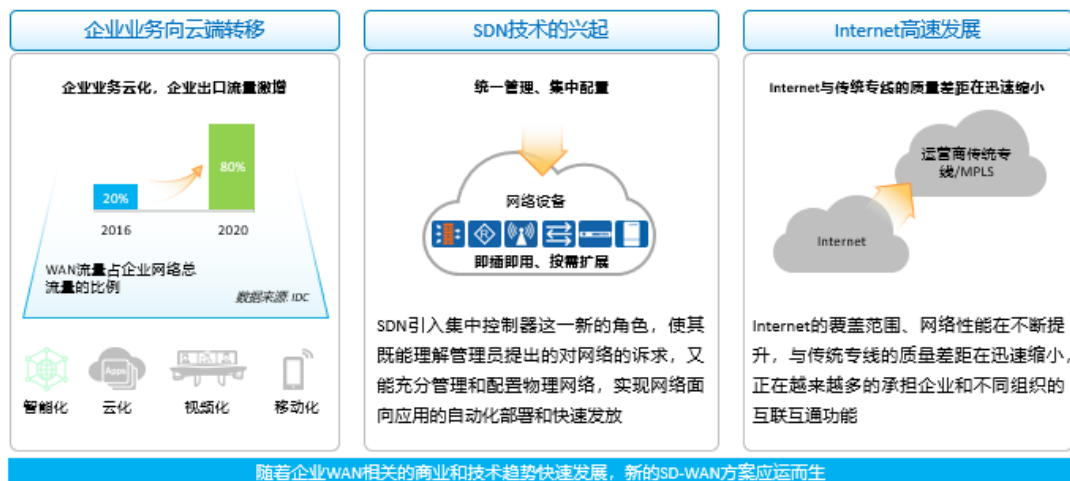
- WAN ( Wide Area Network ) 即广域网络，一般由运营商提供，是连接不同地区局域网或城域网计算机通信的远距离通信网。WAN 所覆盖的范围从几十千米到几万千米，能连接多个不同的地区、城市和国家，提供远距离通信。正是因为通过 WAN，企业可以将全球范围内的分支机构连接起来建立互联网络，进而互联互通开展企业的各项日常业务。
- 传统企业 WAN 一般有两种互联方式：
- 企业可以自己铺设或租用运营商光纤线路搭建互联网络。

- 企业可以通过租用运营商的传输或数据网络来实现互联网络。
- 一般来说，只有那些财力雄厚、实力超强的企业才使用第一种方式，绝大多数企业都会采用第二种方式，即租用运营商提供的线路或网络来搭建自己的 WAN。另外，随着 Internet 的高速发展，通过 Internet 实现分支互联也成为一种可能。但是考虑到 Internet 的不可靠性并缺少端到端的质量保证，一般情况下大型企业不会完全依赖 Internet 来构建 WAN，实现多地分支的互联。Internet 更多的时候会作为出差员工远程接入的方式，或者作为分支互联的备份方案，只承担一些非关键业务。
- 企业 WAN 借助运营商提供的 WAN 网络，将企业分布在跨地域的多个分支、总部和数据中心实现互联。传统企业的关键应用和信息数据一般都存储在企业内部，WAN 带宽需求较小、业务变化不频繁；WAN 网络的运营和维护也一般依靠本地化的运维团队。这种传统企业 WAN 技术架构在相当长的时间，为企业的分支互联互通发挥了重要的作用，比较好地满足了企业用户的业务需要。

## 传统企业WAN面临挑战



## 企业WAN相关技术的发展趋势



## 华为智简SD-WAN，加速企业业务云化转型



**5G上行:** NetEngine AR6000全系列支持5G

大带宽: 230M UL, 2G DL  
全网通: 5G/4G/3G/2G全网通  
双架构: 完全支持NSA/SA

**高性能:** 转发无拥塞

转发架构满足未来5年SD-WAN发展时期

**高品质网络:** 灵活、可靠、安全的企业互联

转控分离架构, 20+组网模型按需编排  
CPE主动防御增强, 构建端到端安全保障

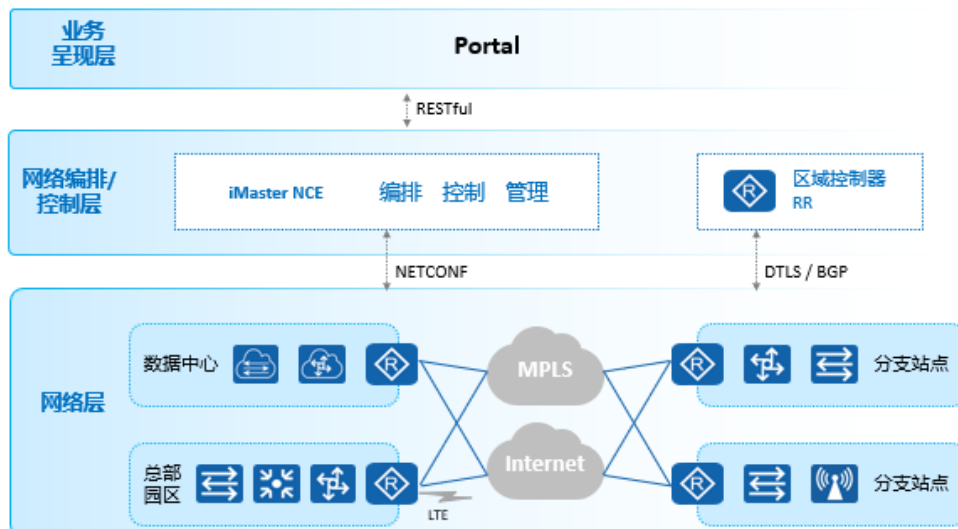
**优体验:** 智能应用选路, 关键应用体验可保障

应用级智能选路, 5G+ Fiber按需调度  
A-FEC使视频20%丢包不卡顿, 不花屏

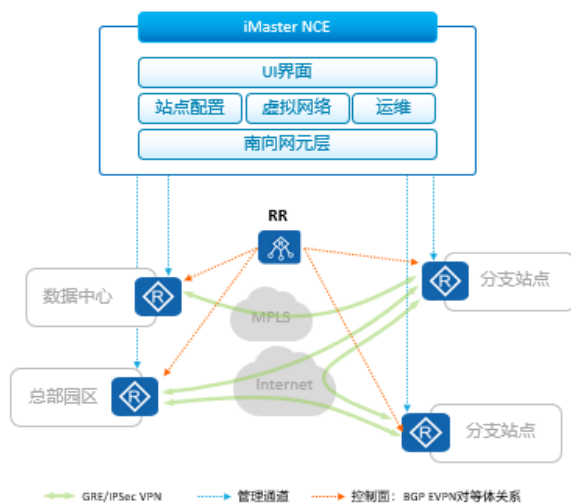
**简运维:** 全流程自动化, 即插即用

多方式ZTP, 网元网络分钟级部署  
应用/网元/设备/链路状态可视, 集中管理, 简化运维

## SD-WAN方案总体架构



## 基于SD-WAN思想的EVPN互联方案



- 通过对WAN网络抽象和建模，将上层网络业务和底层网络具体实现架构进行解耦，从而实现网络自动化。
- 通过部署独立的控制面，将网络转发和控制进行了分离，从而实现了网络控制的集中化。
- 通过集中的网络监控和可视，实现了端到端WAN网络的集中管理，从而实现了运维的智能化。



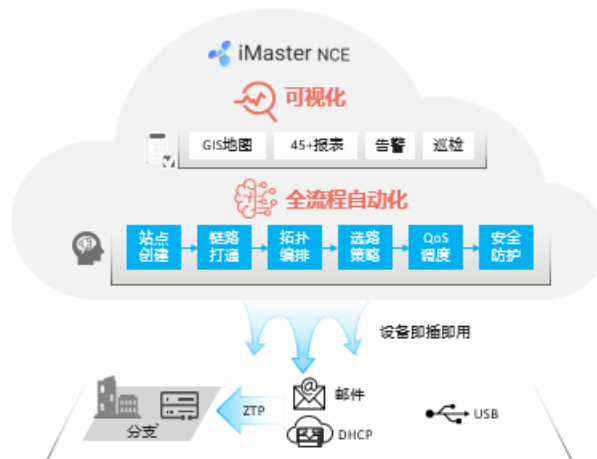


## 解决方案组件1：全系列NetEngine AR

5G AR：全系列NetEngine AR6000支持5G，为不同规模企业分支构建5G高速网络出口



## 解决方案组件2：iMaster NCE-WAN



### 可视化运维

- 基于GIS地图的网络监控，应用/链路/站点/整网状态可视
- 网络自动巡检，精准告警信息邮件通知

### 全流程自动化

- 模板化，流程化的站点和网络拓扑配置
- 应用为中心的选路，QoS和安全策略

### 多场景ZTP开局

- 丰富ZTP开局方式，设备即插即用

### 思考题：

- (单选题) 以下哪个名称对应华为在 WLAN 领域的产品：
- AirEngine
- NetEngine
- CloudEngine
- HiSecEngine
- (问答题) 华为 CloudCampus 解决方案支持业务随行功能，该功能对于用户的价值是？

答案：

- A
- 业务随行：图形化策略配置，用户随时随地接入，漫游权限不变，体验不变。
-