



第7章 互联网应用技术

宁天桥

15820291950 / 661950

qq号: 930611

ntq@gcu.edu.cn

办公室: 行政楼 812

机器人工程学院
网络与通信技术



本章学习要求:

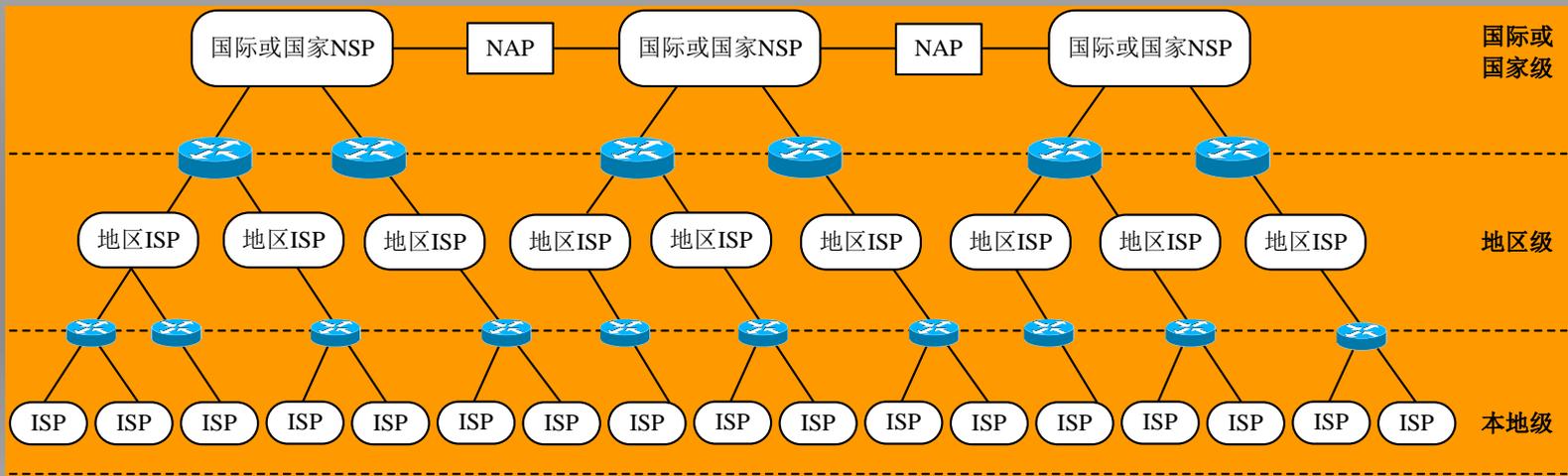
- ◆ **掌握：互联网的基本概念**
- ◆ **掌握：互联网的接入方式**
- ◆ **掌握：互联网的通信协议**
- ◆ **掌握：互联网的服务功能**
- ◆ **了解：C/S与P2P模式的对比**



7.1 互联网的概念

7.1.1 ISP的概念

从互联网运营管理的角度，而不是从地理位置和实际连接的层次、结构，可给出一个ISP（Internet Service Provider, 互联网服务提供商）层次结构模型。ISP可分为不同的层次：第一层ISP、第二层ISP与第三层ISP。最顶的ISP数量很少，称为Tier-1 ISP。



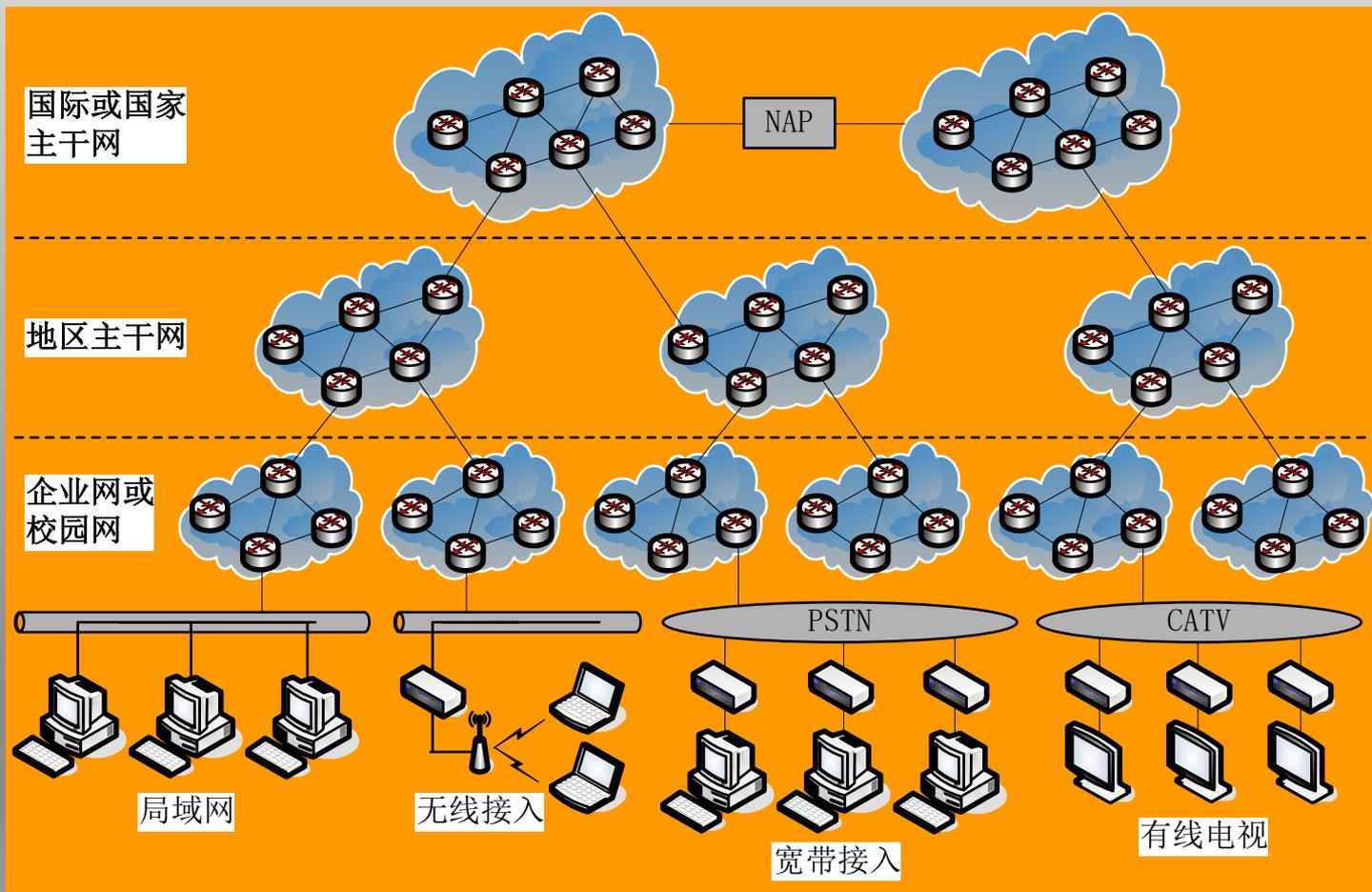


7.1.2 互联网的结构

- ◆ 从Internet结构角度，它是一个使用路由器将分布在世界各地的、数以千万计的规模不一的计算机网络互联起来的大型网际网。
- ◆ 从Internet使用者角度，它是由大量计算机连接在一个巨大的通信系统平台上，而形成的一个全球范围的信息资源网。



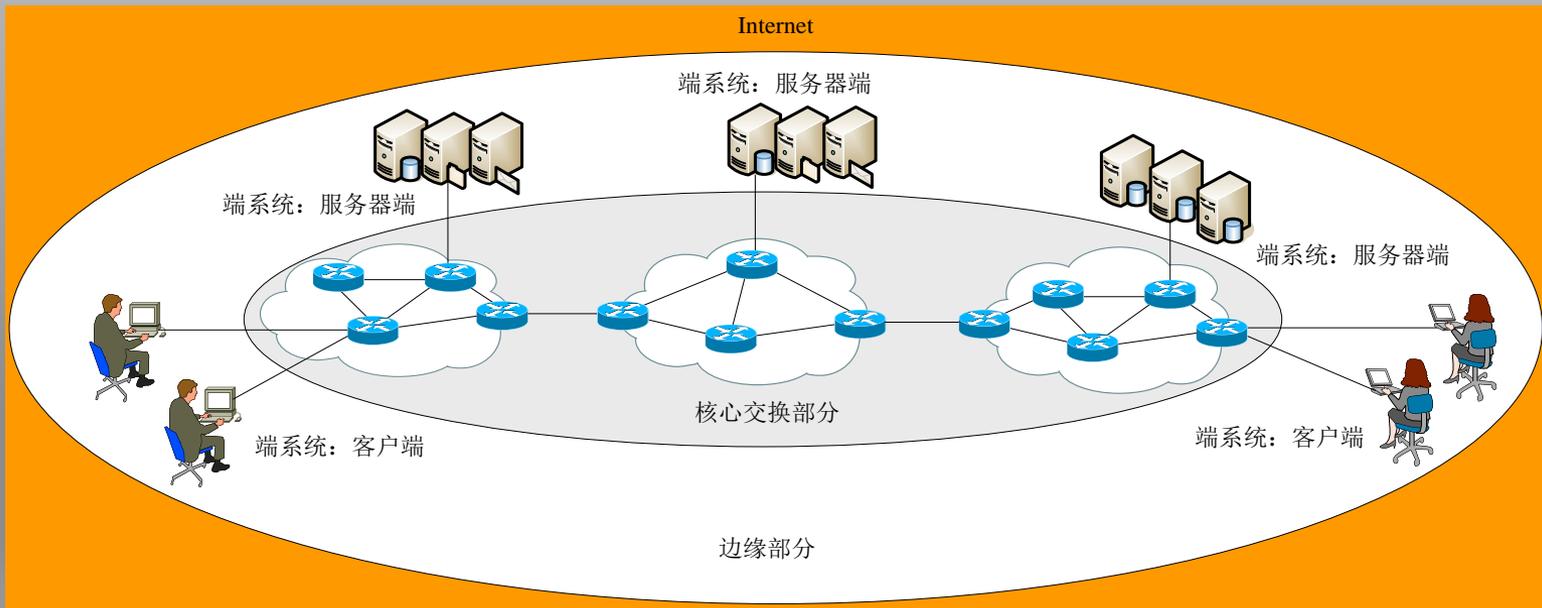
互联网的逻辑结构





互联网的抽象方法

将互联网看成由边缘部分与核心交换部分组成是最有效的方法。





7.1.3 互联网的发展状况

- ◆ 从1997年开始至今，Internet进入非常惊人的持续增长阶段。
- ◆ 2021年2月，CNNIC发布第47次《中国互联网发展状况统计报告》。报告显示：截至2020年12月，我国的上网用户数为9.89亿，其中手机用户数达9.86亿，互联网普及率攀升至70.4%；IPv4地址数量达3.892亿个，IPv6地址数为57634块/32，域名总数为4198万个，Web网站数量为443万个；截止2020年12月，国际出口带宽为11,511,397Mbps，较2019年底增长30.4%。通过本次报告发现，手机上网用户占比达99.7%，移动互联网主导地位强化。



第47次《中国互联网发展状况统计报告》摘要

一、基础数据

- ◇ 截至 2020 年 12 月，我国网民规模达 9.89 亿，较 2020 年 3 月¹增长 8540 万，互联网普及率达 70.4%，较 2020 年 3 月提升 5.9 个百分点。
- ◇ 截至 2020 年 12 月，我国手机网民规模达 9.86 亿，较 2020 年 3 月增长 8885 万，网民使用手机上网的比例达 99.7%，较 2020 年 3 月提升 0.4 个百分点。
- ◇ 截至 2020 年 12 月，我国农村网民规模达 3.09 亿，占网民整体的 31.3%，较 2020 年 3 月增长 5471 万；城镇网民规模达 6.80 亿，占网民整体的 68.7%，较 2020 年 3 月增长 3069 万。
- ◇ 截至 2020 年 12 月，我国网民使用手机上网的比例达 99.7%；使用电视上网的比例为 24.0%；使用台式电脑上网、笔记本电脑上网、平板电脑上网的比例分别为 32.8%、28.2% 和 22.9%。



第47次《中国互联网发展状况统计报告》摘要

- ◇ 截至2020年12月，我国IPv6地址数量为57634块/32，较2019年底增长13.3%。
- ◇ 截至2020年12月，我国域名总数为4198万个。其中，“.CN”域名数量为1897万个，占我国域名总数的45.2%。
- ◇ 截至2020年12月，我国即时通信用户规模达9.81亿，较2020年3月增长8498万，占网民整体的99.2%；手机即时通信用户规模达9.78亿，较2020年3月增长8831万，占手机网民的99.3%。
- ◇ 截至2020年12月，我国网络新闻用户规模达7.43亿，较2020年3月增长1203万，占网

¹ 受新冠肺炎疫情影响，第45次《报告》电话调查截止时间为2020年3月15日，故数据截止时间为2020年3月。



第47次《中国互联网发展状况统计报告》摘要

- 民整体的 75.1%；手机网络新闻用户规模达 7.41 亿，较 2020 年 3 月增长 1466 万，占手机网民的 75.2%。
- ◇ 截至 2020 年 12 月，我国网络购物用户规模达 7.82 亿，较 2020 年 3 月增长 7215 万，占网民整体的 79.1%；手机网络购物用户规模达 7.81 亿，较 2020 年 3 月增长 7309 万，占手机网民的 79.2%。
 - ◇ 截至 2020 年 12 月，我国网络支付用户规模达 8.54 亿，较 2020 年 3 月增长 8636 万，占网民整体的 86.4%；手机网络支付用户规模达 8.53 亿，较 2020 年 3 月增长 8744 万，占手机网民的 86.5%。
 - ◇ 截至 2020 年 12 月，我国网络视频（含短视频）用户规模达 9.27 亿，较 2020 年 3 月增长 7633 万，占网民整体的 93.7%；其中，短视频用户规模达 8.73 亿，占网民整体的 88.3%。
 - ◇ 截至 2020 年 12 月，我国在线政务服务用户规模达 8.43 亿，占网民整体的 85.3%。



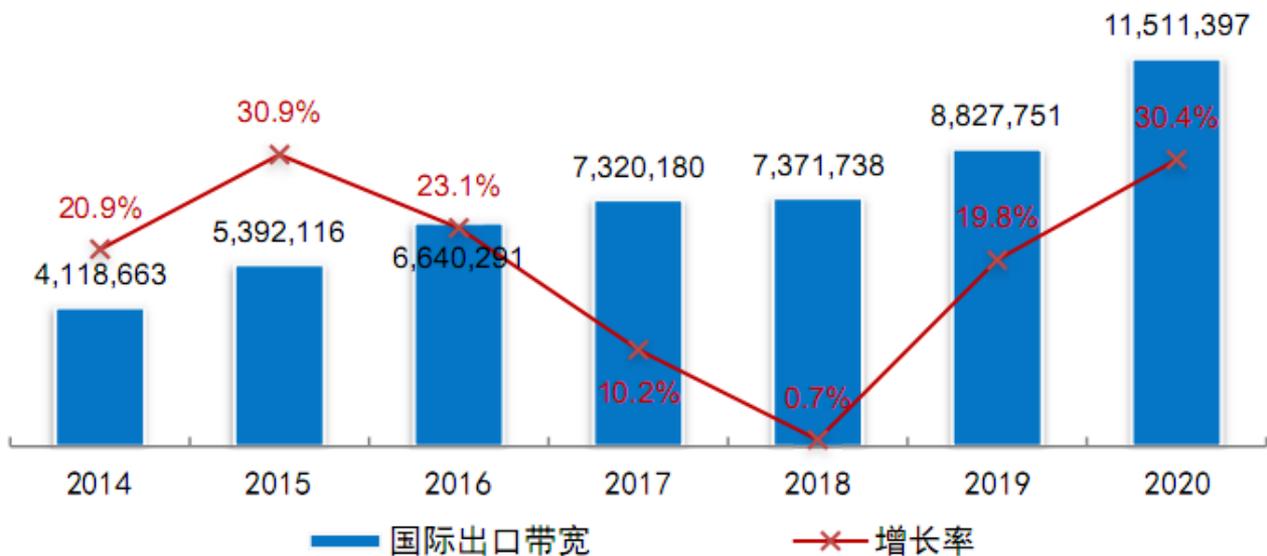
互联网络国际出口带宽

(四) 国际出口带宽

截至 2020 年 12 月，我国国际出口带宽数为 11,511,397Mbps，较 2019 年底增长 30.4%。

国际出口带宽数及增长率

单位：Mbps



来源：工业和信息化部，中国科技网，中国教育和科研计算机网

2020.12



主要骨干网络国际出口带宽

表4 主要骨干网络国际出口带宽数

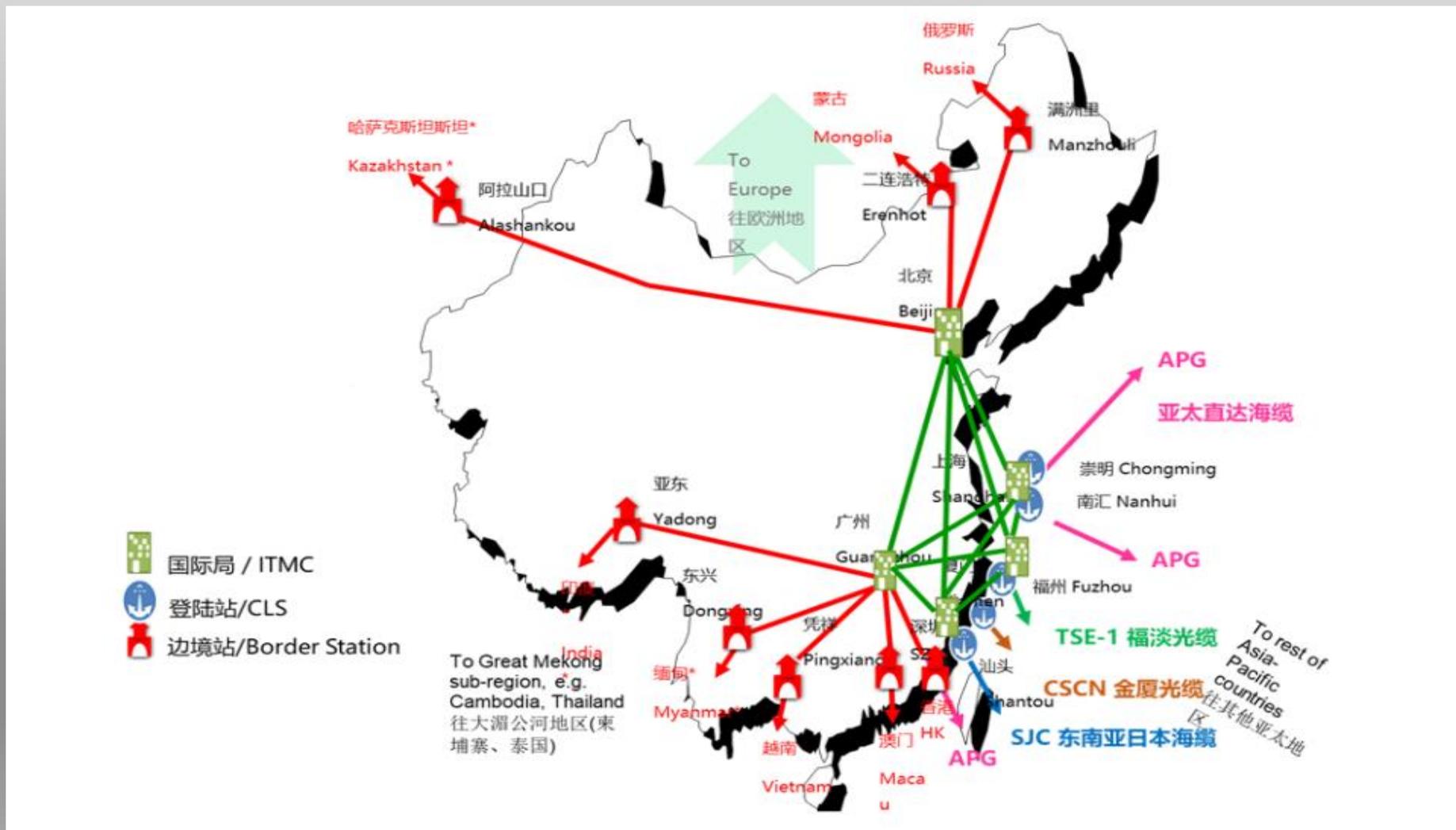
	国际出口带宽数 (Mbps)
中国电信 中国联通 中国移动	11,243,109
中国科技网	114,688
中国教育和科研计算机网	153,600
合计	11,511,397



中国移动国内骨干网络介绍

具备国内领先的多平面省际传输网络，省际传输网系统带宽达到 285Tbps，是中国电信(113Tbps)及中国联通(100Tbps)的总带宽的 1.34 倍，用户访问资源更顺畅。在普通平面基础上，又建成高速平面和超高速平面，经过节点更少，时延更低，业务质量更好。在省干管道光缆基础上，各省移动均建设了多个平面传输干线网络，各平面相互独立，提高网络的安全性和稳定性，优于省内其他运营商；

中国移动国际出口局分布





7.1.4 互联网的管理者

- ◆ Internet中最权威的管理机构是Internet协会，它是一个完全由志愿者组成的组织，目的是推动Internet技术与促进信息交流。
- ◆ Internet协会设有一个专门负责协调Internet的技术管理与技术发展的分委员会，即Internet体系结构委员会（IAB）。
- ◆ IAB设有两个部门：Internet工程任务组（IETF）与Internet研究任务组（IRTF）。



我国Internet的管理者

- ◆ 1997年6月3日，中国互联网信息中心（CNNIC）在北京成立，开始管理我国的Internet主干网。
- ◆ CNNIC的主要职责：为我国的互联网用户提供域名注册、IP地址分配等注册服务；提供技术资料、政策与法规、入网方法、用户培训资料等信息服务；提供网络通信目录、主页目录，以及各种信息库等目录服务。





我国的主干网发展状况

截止到2018年12月我国主要运营商的国际出口数据是：

- ◆ 中国电信：国际出口带宽为4,537,680Mbps。
- ◆ 中国联通：国际出口带宽为2,234,738Mbps。
- ◆ 中国移动：国际出口带宽为1,997,000Mbps。
- ◆ 中国教育和科研网（CERNET）：国际出口带宽为61,440Mbps。
- ◆ 中国科技网（CSTNET）：国际出口带宽为115,712Mbps。



7.2 互联网的接入方式

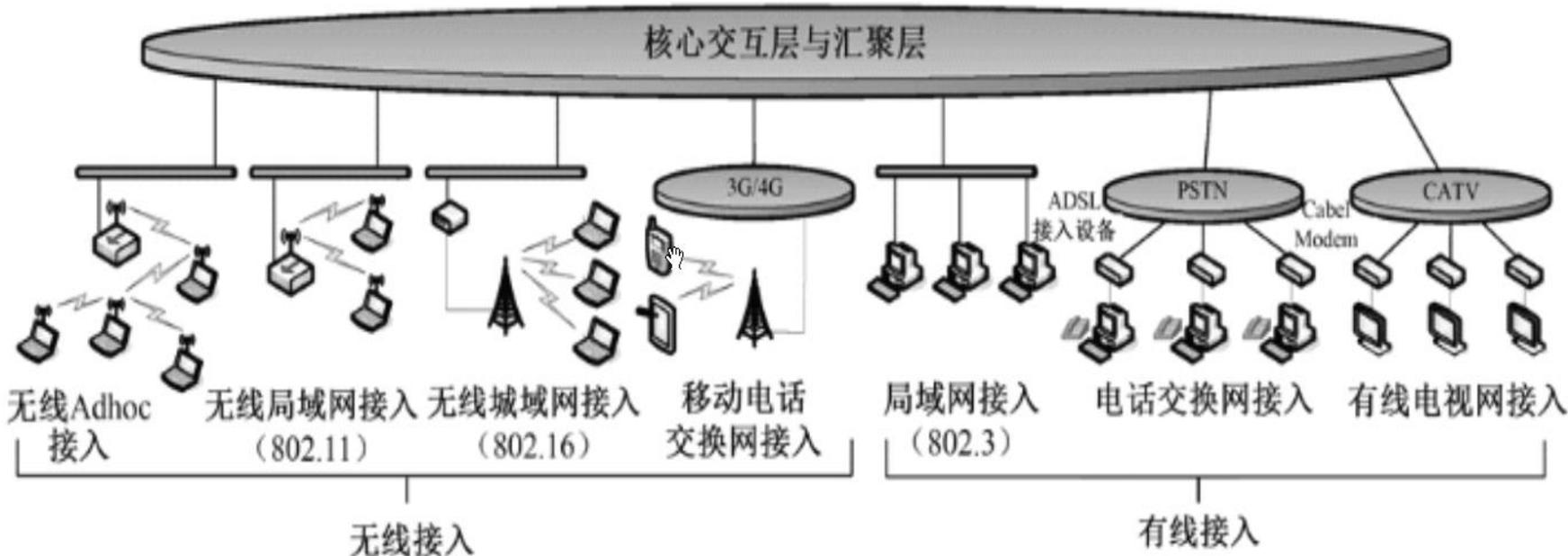


7.2.1 接入技术的概念

- ◆ 接入技术解决的就是最终用户接入本地ISP“最后一公里”的问题。通常，人们将端系统连接到ISP边缘路由器的物理链路及相关设备的集合称为**接入网AN(access network)**。
- ◆ 接入：将端系统连接到边缘路由器
- ◆ 接入技术可分为两大类：有线接入与无线接入。。
- ◆ 从实现技术的角度来看，有线接入技术主要包括：电话交换网接入、有线电视网接入、光纤接入、局域网接入与电力线接入等。
- ◆ 无线接入主要包括：蜂窝移动网络接入、无线局域网接入、无线城域网接入、无线自组网接入与移动通信网接入。

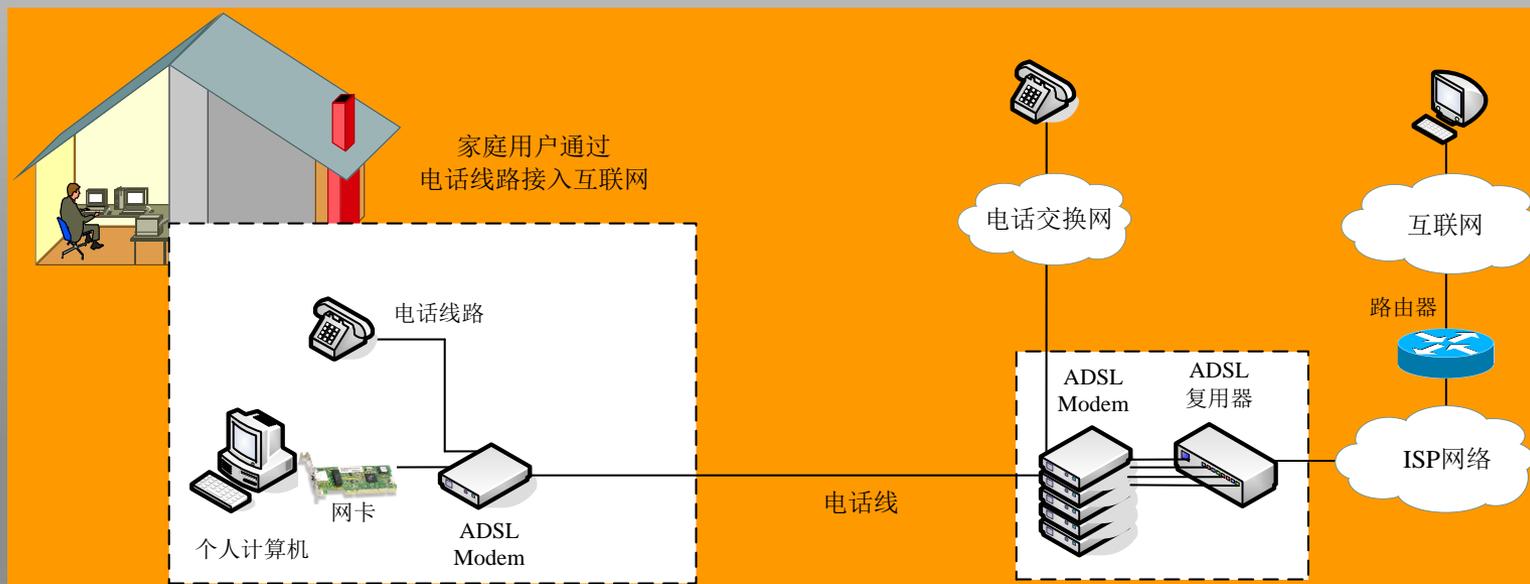


接入技术的主要类型



7.2.2 ADSL接入技术

- ◆ ADSL可在现有电话线上通过电话交换网，以不干扰模拟电话业务为前提，同时提供互联网接入服务。

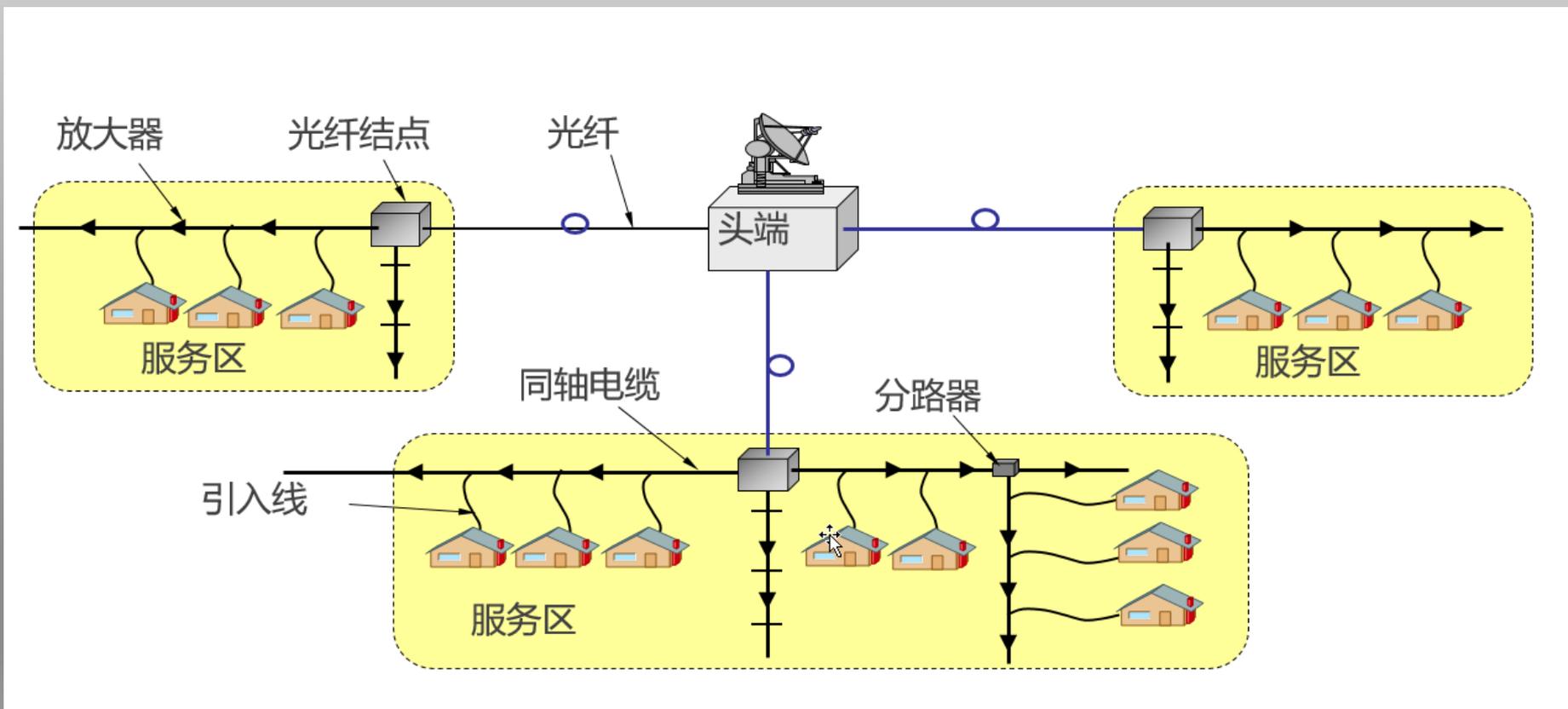




7.2.3 HFC接入技术

- ◆ HFC 网是在目前覆盖面很广的有线电视网 CATV 的基础上开发的一种居民宽带接入网。
- ◆ HFC 网除可传送 CATV 外，还提供电话、数据和其他宽带交互型业务。
- ◆ 现有的 CATV 网是树形拓扑结构的同轴电缆网络，它采用模拟技术的频分复用对电视节目进行单向传输。而 HFC 网则需要对 CATV 网进行改造
- ◆ HFC技术的本质是用光纤取代有线电视网中的干线同轴电缆，光纤接到居民小区的光纤节点之后，小区内部接入用户家庭仍然使用同轴电缆，这样就形成光纤与同轴电缆混合使用的传输网络。
- ◆ HFC网络形成以头端为中心的星形结构。在光纤线路上采用波分复用方法形成上行和下行信道，保证正常的电视节目播放与用户点播服务同时，为家庭用户的计算机接入互联网提供服务。

HFC网的结构





7.2.4 光纤接入技术

FTTx (光纤到.....) 也是一种实现宽带居民接入网的方案。这里字母 x 可代表不同意思。

◆ **光纤到户 (FTTH, Fiber To The Home) :**

- 光纤一直铺设到用户家庭可能是居民接入网最后的解决方法。

◆ **光纤到路边 (FTTC, Fiber To The Curb)**

◆ **光纤到小区 (FTTZ, Fiber To The Zone)**

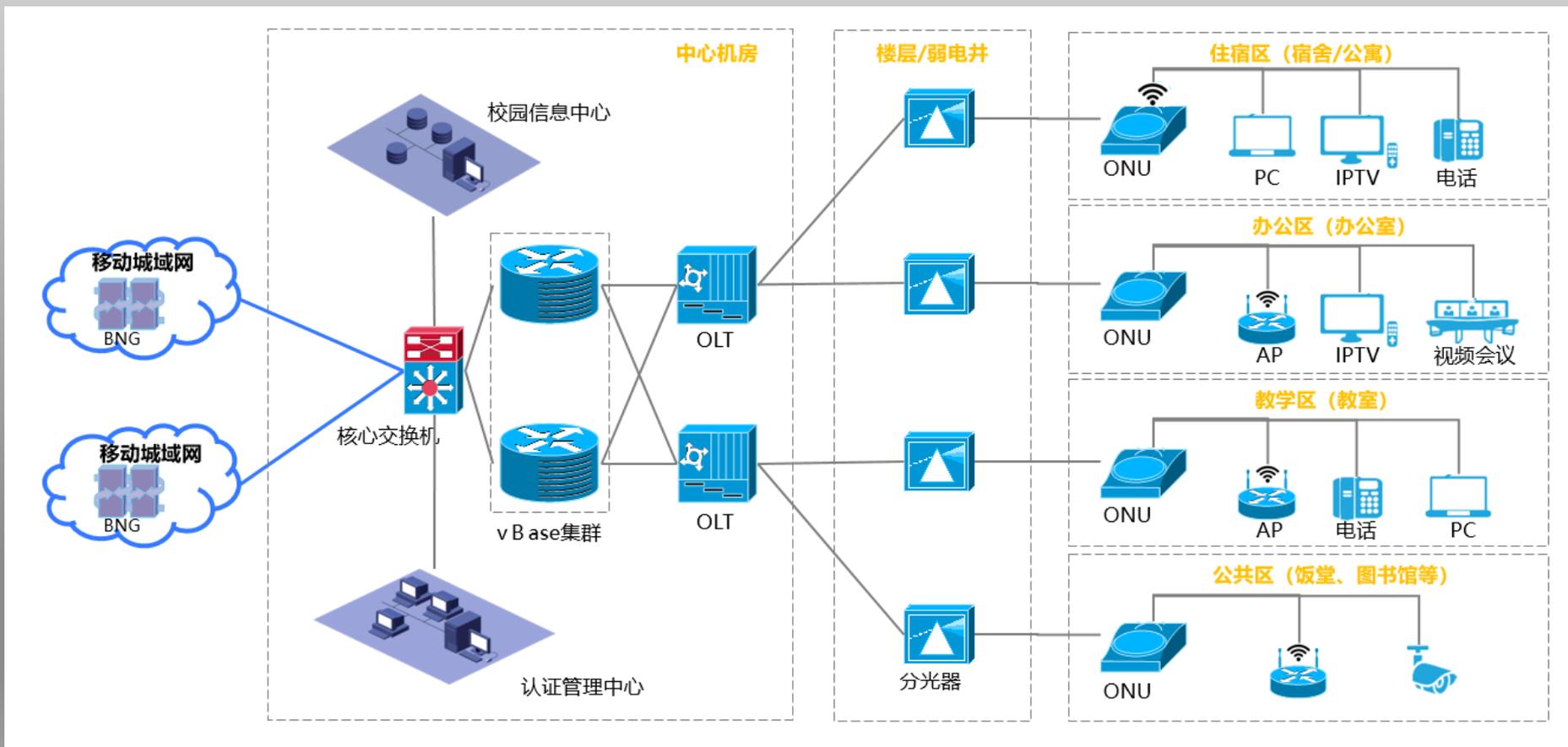
◆ **光纤到大楼 (FTTB, Fiber To The Building)**

- 光纤进入大楼后就转换为电信号, 然后用电缆或双绞线分配到各用户。

◆ **光纤到办公室 (FTTO, Fiber To The Office)**



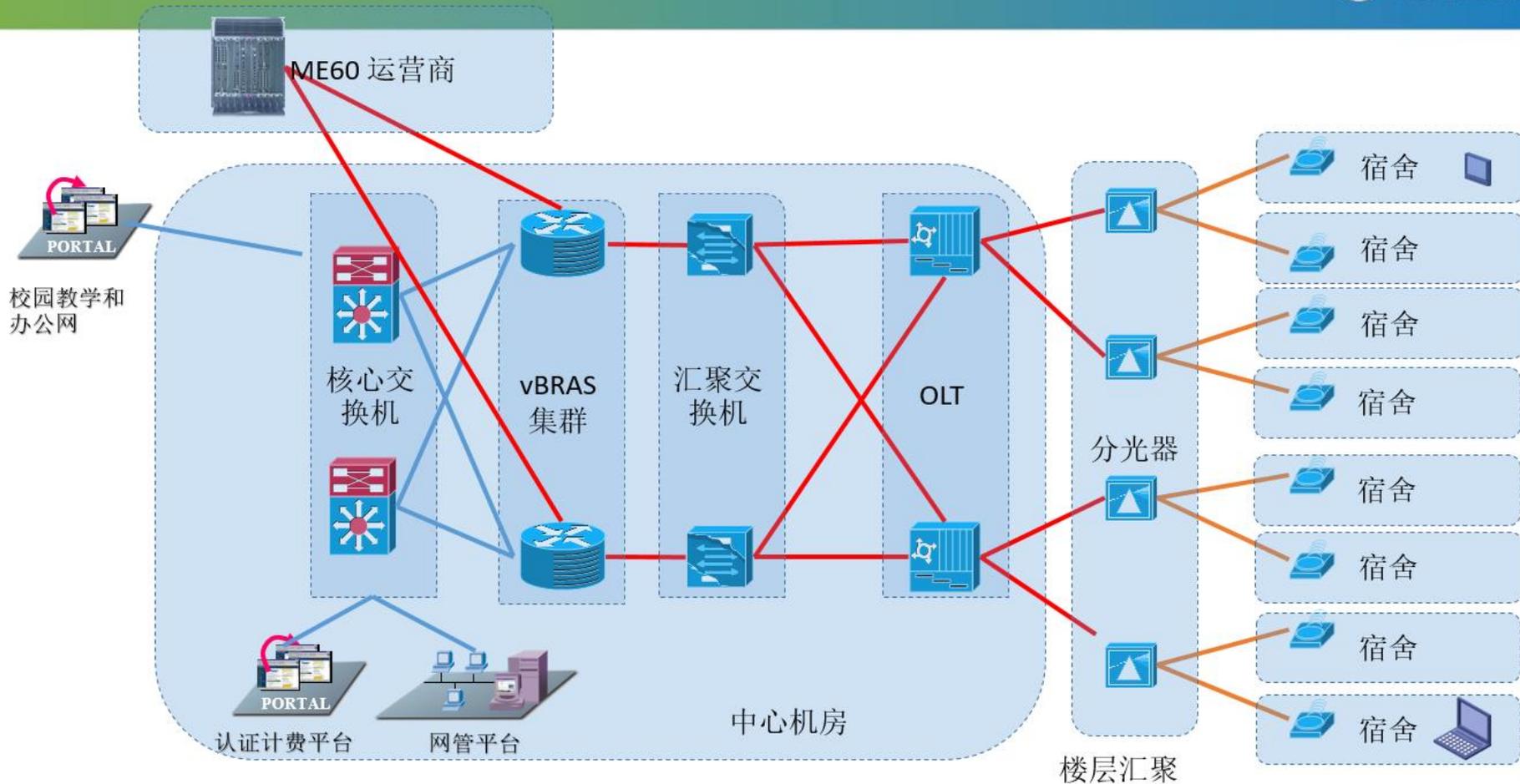
全光网络的典型结构图





光纤到户FTTH的应用场景，以华广校园宽带为例

华南理工广州学院拓扑图



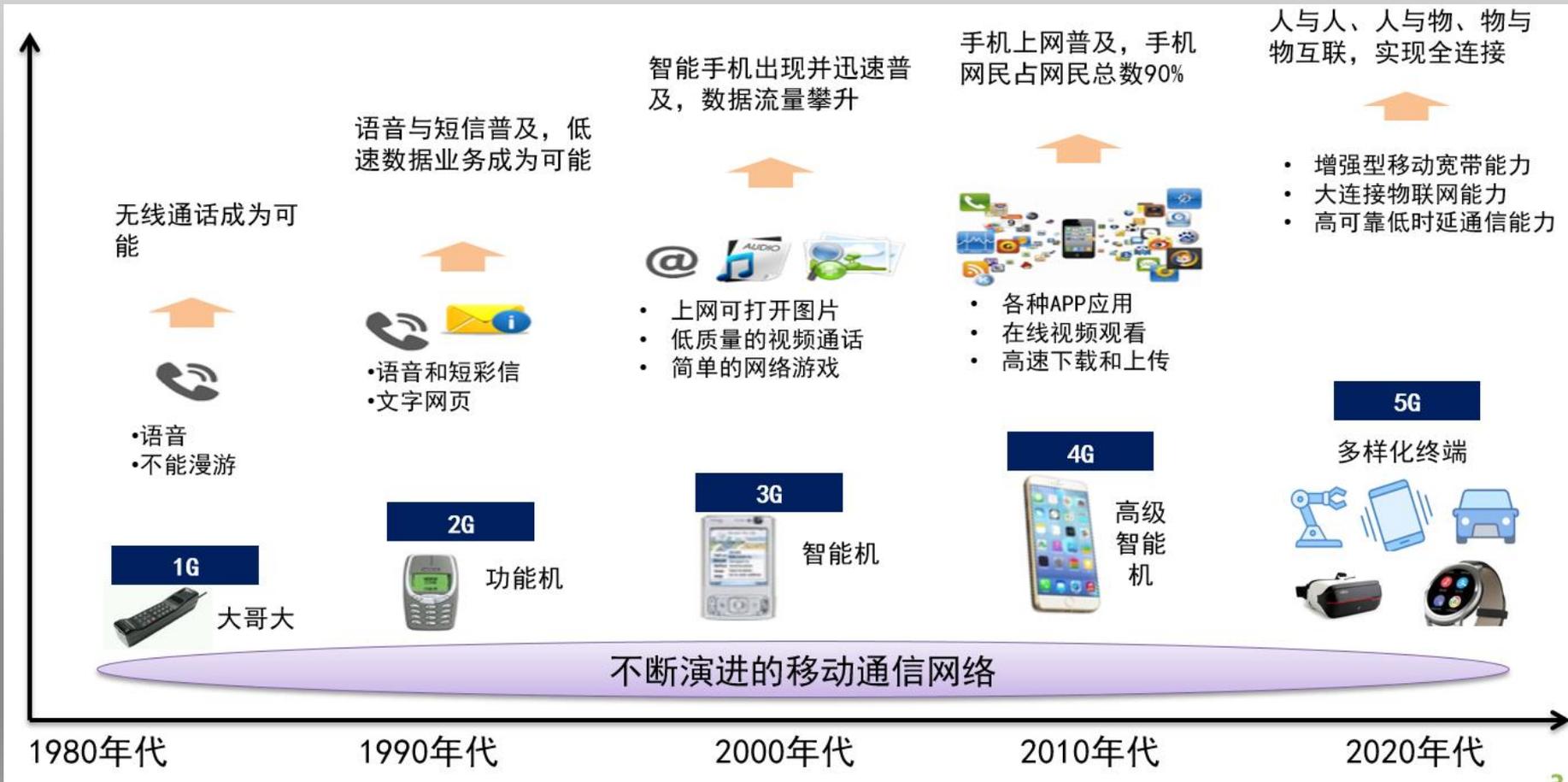


7.2.5 无线接入技术

- ◆ **无线广域接入：通过蜂窝移动通信系统接入到因特网（典型的：3G、4G、5G）。**
- ◆ **WLAN与IEEE 802.11**
 - 802.11系列标准，传输速率从2Mbps到IEEE802.11n标准最大传输速率为 600 Mbps，我们现在使用各种移动设备使用的WiFi技术
- ◆ **WMAN与IEEE 802.16（无线城域网）**
 - 预计，随着5G网络的建设，以后已经没有什么发展前途了
- ◆ **WPAN与IEEE 802.15.4**
- ◆ **Bluetooth技术**
- ◆ **ZigBee技术**
 - 是一种面向自动控制得低速率、低功耗、低价格的无线网络技术，适合网络节点多、数据传输量不大、造价低的应用领域



移动通信的演进不断推动社会信息化发展



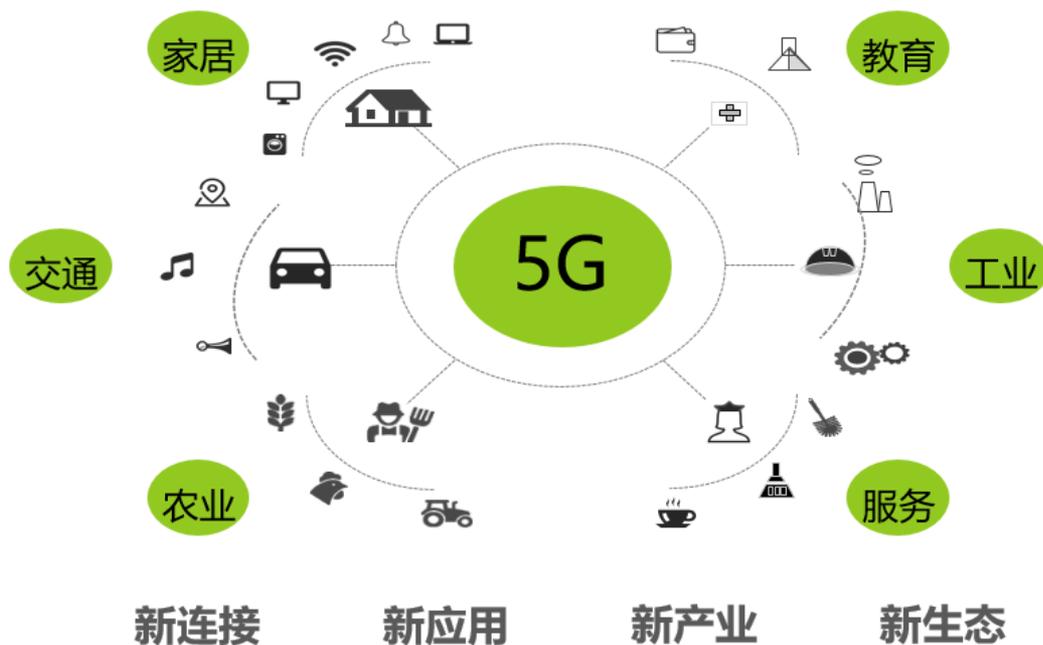


从4G到5G，开启万物互联新时代

4G
移动互联网繁荣

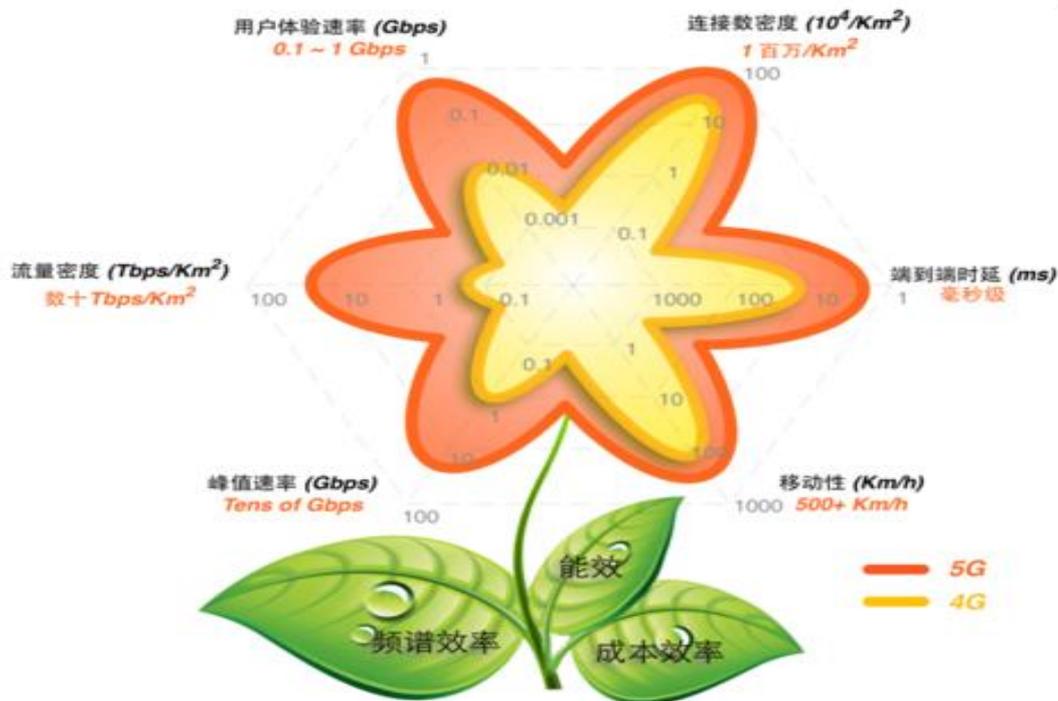


5G 与各行各业深度融合 带来“万物互联”新机遇



5G与4G有什么不同?

更强性能



体验速率**更快**
4G x **10~100**

空口时延**更低**
4G x **1/5**

频谱效率**更高**
4G x **3~5**

能效**更高**
4G x **100**



5G与4G有什么不同?

更多场景

5G不仅考虑人与人，也考虑人与物、物与物

全新生态

4G “修路”，5G “造城”，打造跨行业融合生态



通信产业



工业制造



智能车联



增强/虚拟现实



物联网

5G是什么?

eMBB-连续广域覆盖



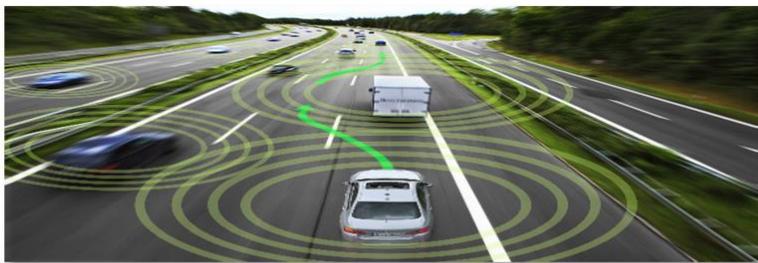
- 用户体验速率: 100 Mbps
- 移动性: 500 Km/h

eMBB-热点高容量



- 用户体验速率: 1Gbps
- 峰值速率: 20 Gbps
- 流量密度: 10 Tbps/km²

低时延高可靠 (URLLC)



- 单向空口时延: 1ms
- 可靠性: 99.999%

低功耗大连接 (mMTC)



- 连接数密度: 10⁶/km²
- 低功耗、低成本



裸眼3D



云游戏



4K/8K
超高清视频



AR/VR



智能抄表



智慧医疗



环境监测



智慧家庭



车联网



工业控制



智能电网

5G能带来什么?

信息随心至，万物触手及



• 光纤般的接入速率

• “零”时延和高可靠

• 千亿设备的连接能力

• 多样化场景的一致体验

• 超百倍的能效提升

5G关键技术：5G优势1（网络切片）

不同等级能力划分，支持垂直行业差异化安全需求

5G网络切片提供了端到端、多种灵活手段、逻辑+物理的QoS保障能力。网络切片可以完全专用、也可以共享组成部分，在SLA服务等级层面满足垂直行业应用差异化服务的需求



按需定制

网络能力、网络性能、接入方式、服务范围/部署策略可定制，快速开通新业务



隔离/专用性

为不同的切片提供特定应用场景的资源使用策略、数据访问策略及高可用性等保障



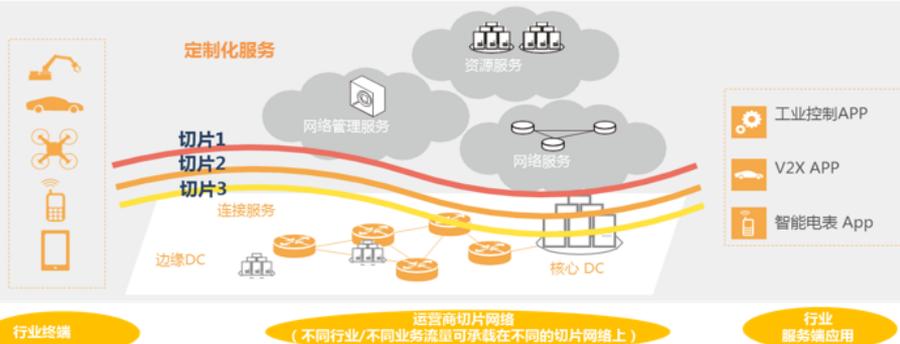
分级服务保障

按需连接服务，提供按需采购、稳定可靠的连接服务



统一平台

引入SDN和NFV，提升切片的管理效率
提供更为高效的行业服务



关键技术1

切片标识和接入选择

关键技术2

切片管理和编排

关键技术3

切片运营

更健壮的数据安全保护

更丰富的认证机制支持

更严密的用户隐私保护

更灵活的网间信息保护



5G关键技术：5G优势2（边缘计算）

内容与应用下沉，降时延省成本

核心网集中式部署不能满足新业务需求，网络随业务流向边缘迁移是产业趋势

边缘计算为运营商实现从管道销售向信息化“新服务”提供一个新路径

应用本地化

“低成本”



应用场景

工业园区、企业、场馆等自己的应用在本地进行闭环，实现降低运营成本，提高业务安全性

技术需求

本地部署、数据分流

适用业务

智能工厂、智能办公、智慧园区等

内容分布化

“大带宽”



应用场景

运营商高带宽内容从中心到区域分布式部署，优化网络，节省传输，保障体验

技术需求

核心网用户面下沉、网络能力开放

适用业务

游戏加速、AR/VR、移动视频监控等

计算边缘化

“超低时延”



应用场景

新型超低时延业务在边缘才能满足业务诉求，快速开拓新市场

技术需求

超低时延保障

适用业务

自动驾驶、远程医疗等

5G关键技术： 5G优势3（终端直连）

海量智能终端设备互联，满足用户特定需求

D2D通信是指两个对等的用户节点之间直接进行通信的一种通信方式。在由D2D通信用户组成的分散式网路中，每个用户节点都能发送和接收信号，并具有自动路由(转发消息)的功能。



本地业务

邻近特性的社交应用、内容分享、互动游戏等邻近用户之间数据的传输



应急通信

极端自然灾害引起通信基础设施损坏，邻近的移动终端之间仍然能够建立无线通信，为灾难救援提供保障



本地数据传输

基于邻近特性的本地广告服务、精确定位目标用户；实现对蜂窝网络流量的卸载



物联网增强

物联网特征的机器通信终端，产生真正意义上的互联互通，车联网中的V2V (Vehicle-to-Vehicle) 通信

非D2D

D2D



大幅度提供频谱利用率

避开蜂窝无线通信，设备共享蜂窝网络的资源。

改善用户体验

相邻用户进行资源共享，适用小范围社交以及本地特色业务

拓展应用

网络的稳定性增强，并具有一定灵活性



国内各家运营商5G网络建设投资 (2020年)

自从国家提出要大力推进“新基建”之后，国内的5G网络建设速度明显加快了。

运营商们的5G建设资金在源源不断地投入，关于5G的项目招标也在密集进行之中。我们经常可以看到关于招标的新闻见诸报端。

时间	招标集采项目	金额 (人民币)
2020年1月	中国电信2019-2020年STN集中采购项目	约38亿
2020年2月	中国移动2020年5G SA核心网移动用户数据设备集中采购	约7亿
2020年3月	中国联通2020年智能城域网核心汇聚设备以及接入设备集中采购招标	约27亿
2020年3月	中国移动2020年至2021年SPN设备新建部分集采项目	约91.8亿
2020年3月	中国移动2020年5G二期无线网主设备集中采购	约371亿
2020年4月	中国移动2020年5G SA核心网新建设备集中采购	约38亿
2020年4月	中国电信2020年5G核心网新建工程主设备集采	约1.7亿
2020年4月	2020年中国联通5GC集中采购	未公布
2020年4月	中国电信、中国联通2020年5G SA新建工程无线主设备联合集采	约328亿

今年以来运营商5G的几次重要集采

事实上，这些新闻也是一个重要的信号。它标志着我们的5G网络建设工作已经进入到一个新的阶段。



中国移动5G网络建设最新进展

以全球最大的4G网络为基础，运营5G和4G协同的精品网络

大力推动5G+4G，建设全球最大规模5G网络

广东移动将持续加大5G投入，全力打造新一代信息基础设施

站址资源

频率优势

全球规模最大4G网络
4G基站数量占全国一半以上

2.6GHz + 4.9GHz + 700MHz
(700MHz 5G无线网络与广电共建共享)

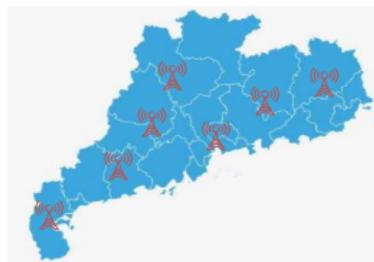
快速网络部署

低成本高效建网



超过5万个5G基站
超过50个城市提供5G商用服务
广州、深圳均入选集团“5G网络质量标杆城市”

2020年，省内全网升级成SA商用网络、各地市部署两套针对政企行业客户的边缘计算节点，并建成切片管理平台。



170亿 2020年5G投入

5.2万站 2020年5G基站到达

1000亿 2020年拉动经济增长

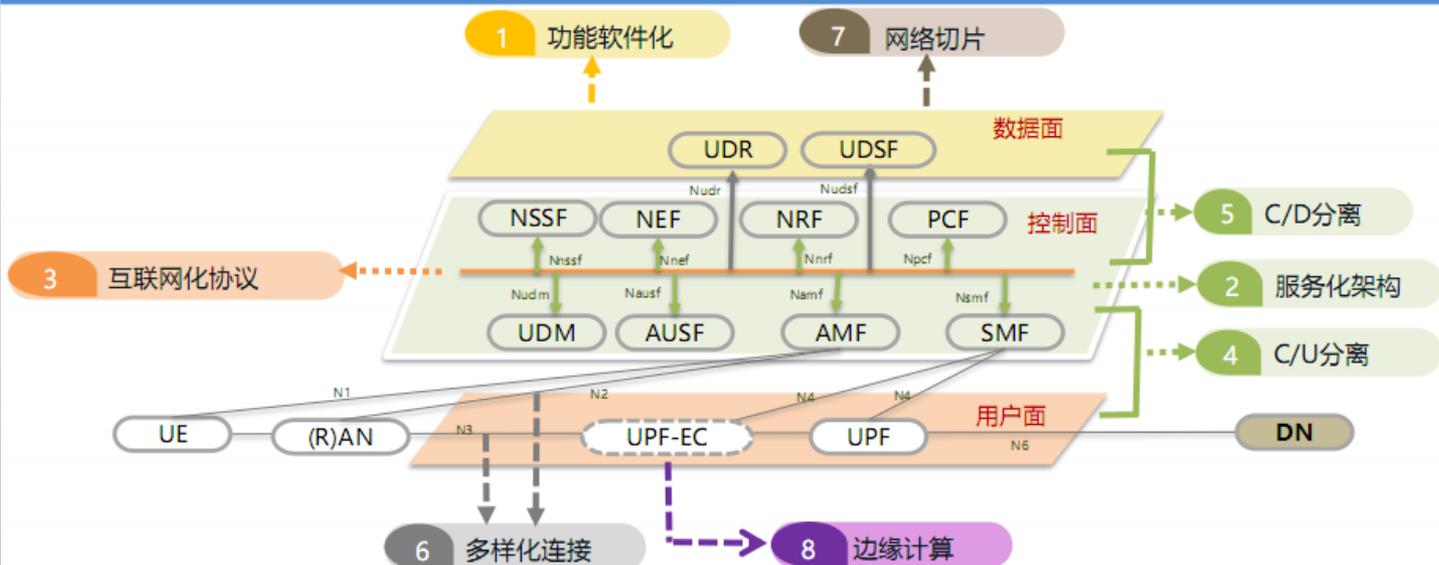
1.7Gbps 单用户下载峰值

2020年

到2022年投资超过350亿，建设超过11万5G基站
打造一张峰值速率5Gbps+ 时延<1ms的5G网络

中国移动5G SA核心网建成后带来的变化

为满足5G需求和打造先进的网络，5GC系统网络从四个系统设计理念出发，通过8大技术方向推进了网络架构的变革



IT化	① 功能软件化	② C/D分离 (计算和数据分离)
互联网化	③ SBA: 服务化架构	④ 互联网化协议: HTTP/2
极简化的	⑤ C/U分离	⑥ 多样化连接 (non-3GPP)
服务化	⑦ 网络切片	⑧ 边缘计算

中移动5G网：端到端网络切片支撑toB业务多样化

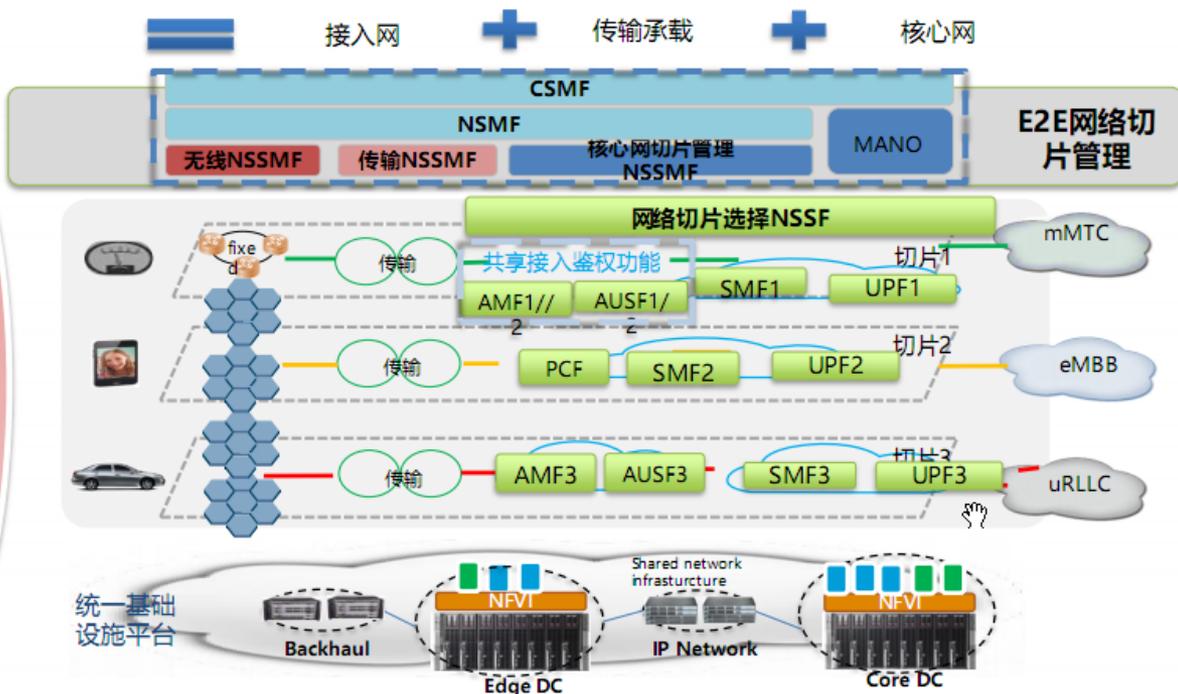
网络切片是端到端的逻辑功能集合和其所需的物理或虚拟资源，包括接入网、核心网、传输网等，网络切片可认为是5G网络中的虚拟化“专网”

切片实例

网络切片管理层

网络切片层

基础设施层



特征

定制性: 网络能力可定制、网络性能可定制、接入方式可定制、服务范围/部署策略可定制

隔离性/专用性: 切片服务于特定的应用场景，不同切片之间相互隔离，互不影响

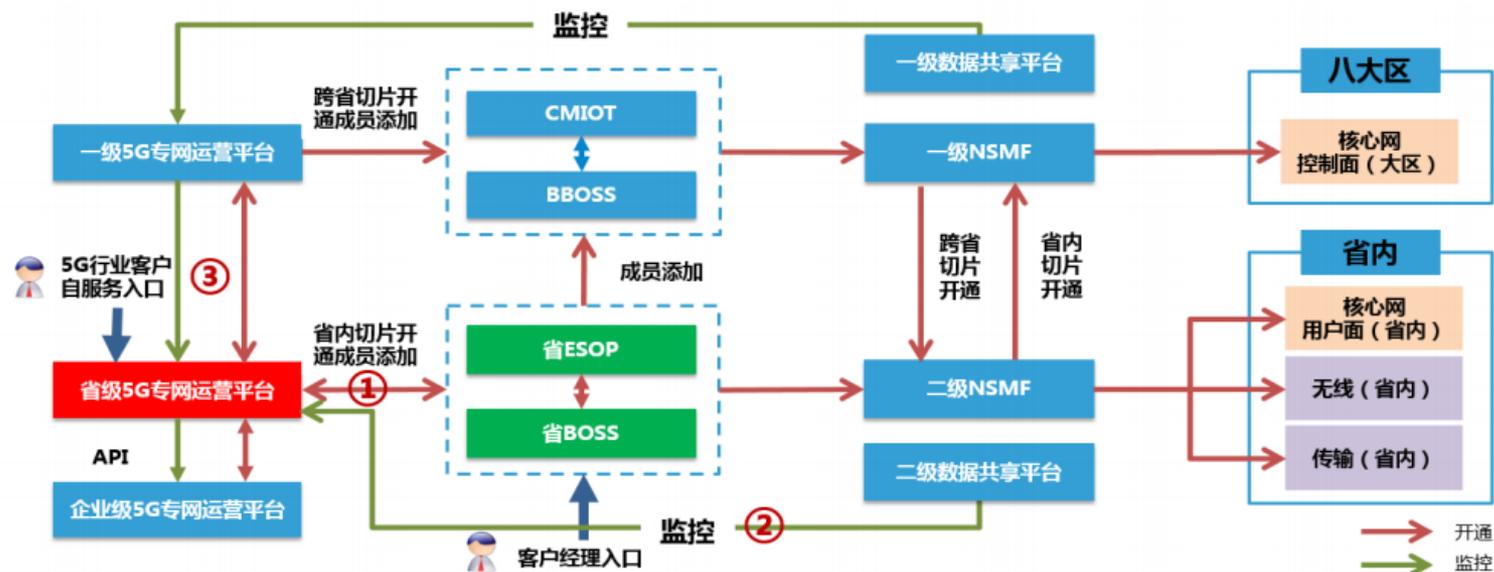
质量可保证: 按照垂直行业需求，满足其SLA服务质量要求

统一平台: 网络切片将基于NFV/SDN的统一基础设施灵活构建

中国移动5G网络：5G行业专网运营平台

5G专网运营平台以支撑5G专网业务全流程为核心，打通5G业务订购、交付、运营的端到端流程，为5G专网产品上架、开通计费、运维提供一站式的门户体验，为行业客户提供可视、可控的网络服务。

- 省内统一部署省级5G专网运营平台，支持私有化部署和定制化开发，需要与省BOSS/ESOP、省级数据共享中心/拨测系统，以及一级5G专网运营平台对接。
- 按项目私有化部署，企业客户如不想单独建设三级平台，可由省级平台向企业客户开同账号和权限，或者通过API能力开放的方式向企业客户提供服务。



中国移动5G网络：5G专网三类组网方法

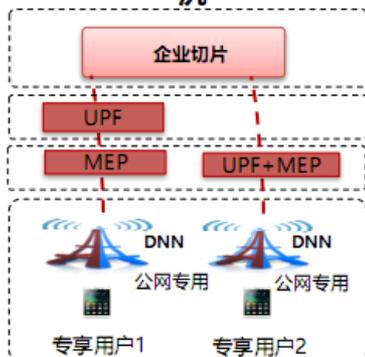
“优享、专享、尊享”三种专网模式，为用户提供不同的无线网、核心网资源专用方案，网络能力逐步叠加、网络专用程度逐步提高、网络价值逐步增强，通过5G专网和边缘云的结合为行业客户提供高品质的网络服务，促进价值变现。

优享模式：依托大网，提供QoS+DNN



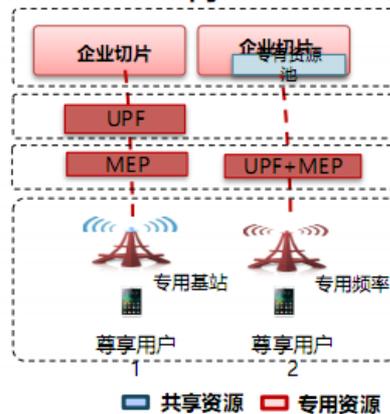
- 复用大网：无需新建资源
- 配置局数据实现差异化服务：通过配置不同5QI、DNN实现速率、优先级差异

专享模式：无线侧增强覆盖，UPF按需下沉



- 无线侧增强覆盖：按需补点，按需调优
- UPF及MEP按需下沉：核心网媒体面资源独享

尊享模式：提供基站或频率专享，按需提供专用SA核心网



- 基站/频率专用：独占无线侧资源，实现高隔离、高可靠
- 专用SA核心网：按需提供控制面资源（AMF/SMF/UDM）等



华广校园网的5G建设情况及计划

- ◆ 2019年9月份完成了6个室外宏基站的5G设备安装和网络开通，实现了全校范围室外连续5G信号覆盖；
- ◆ 2019年12月实现了对图书馆和行政楼的5G信号室内覆盖；
- ◆ 经过2020年及今年的建设，目前已经实现全校范围室内室外5G信号覆盖；
- ◆ 基础建设完成后，将大力发展基于5G技术的应用场景和应用系统。



THANKS

