



# 第一章 概述

张喆

南京邮电大学



**PART 02**

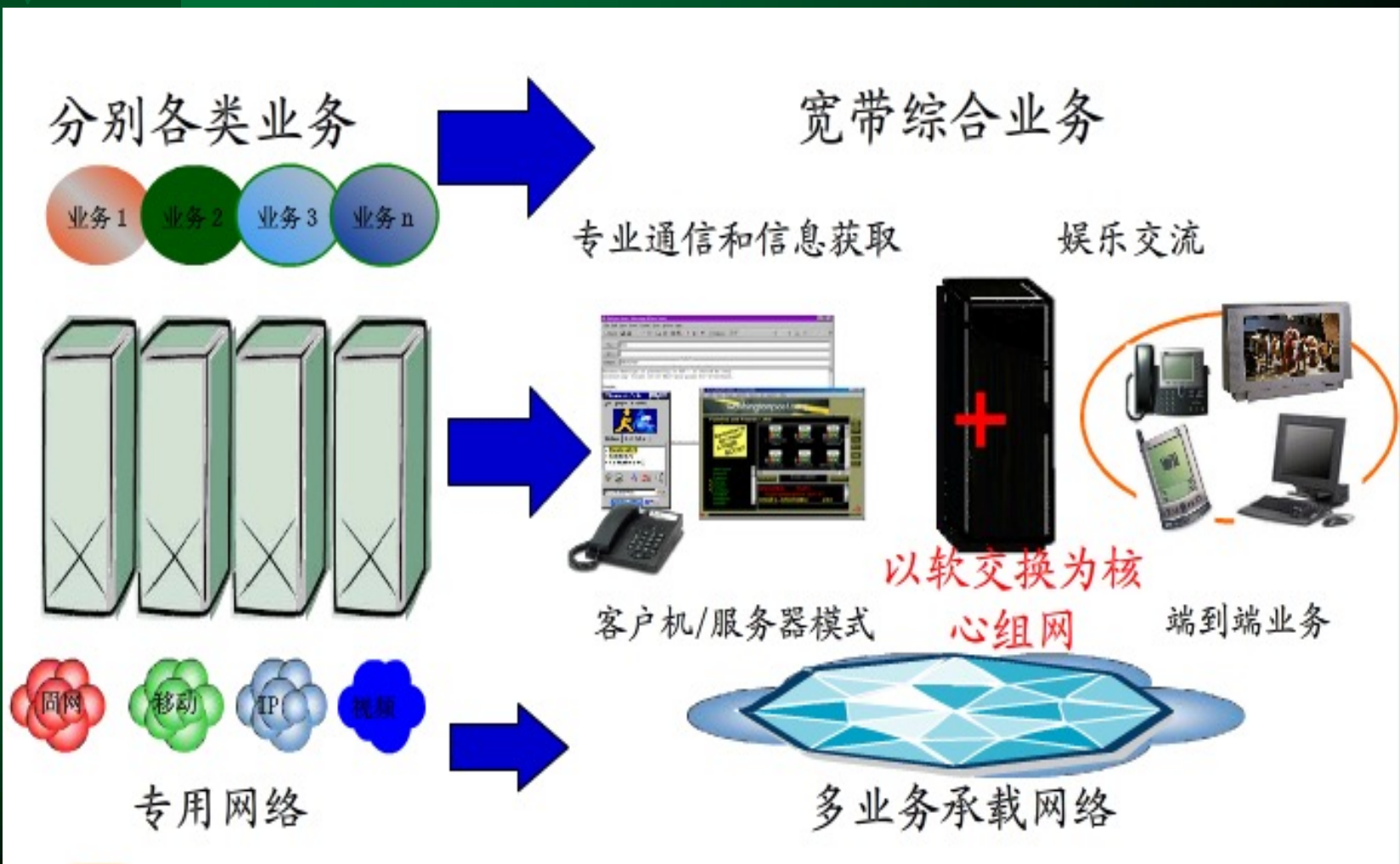
**NGN及未来网络概述**



# 传统电信网络的问题

- ✦ 容量、速度不足
  - 视频、直播、云计算对大带宽的需求
- ✦ 多样化业务的需求
  - 视频、游戏、语音等不同业务的QoS需求不同
- ✦ 灵活性不足
  - 难以升级、扩展
- ✦ 可靠性不足
  - 需要大量的人工运维管理

# NGN体验—运营商转型

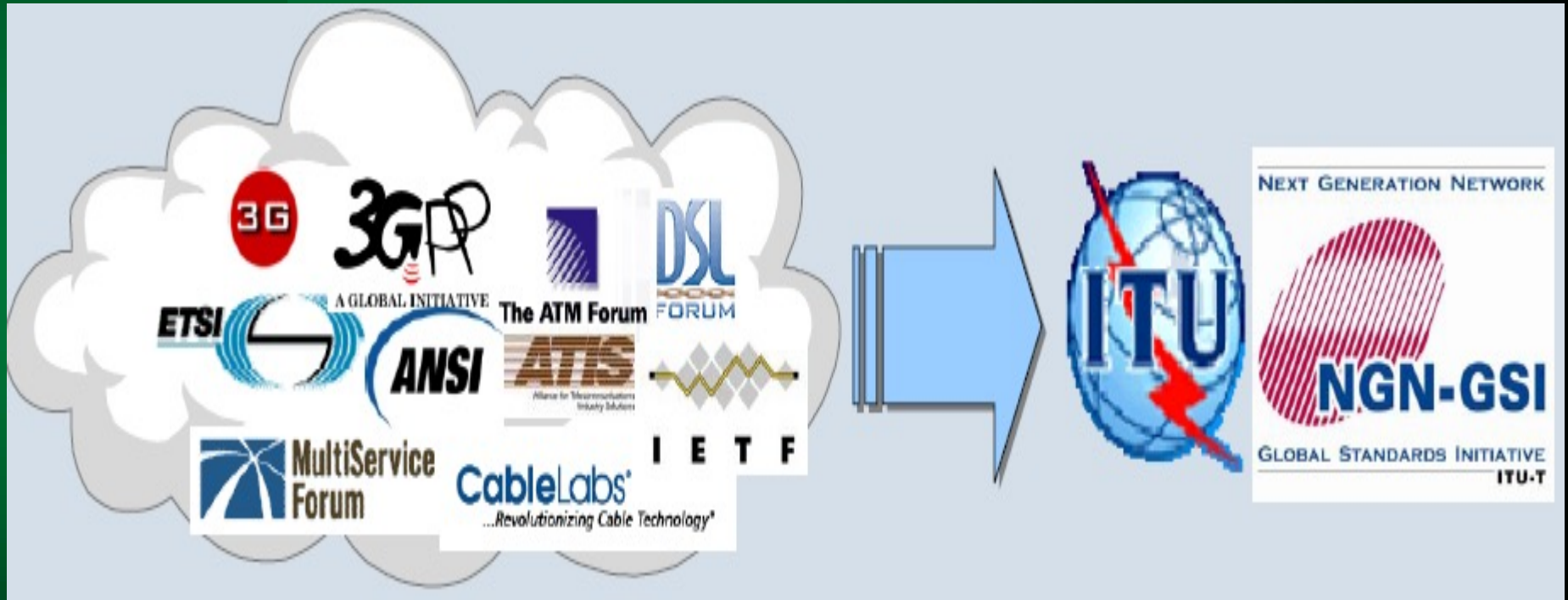


# 下一代网络的基本概念和特点

## 基本概念 (1)

- ✔ NGN是“下一代网络(**Next Generation Network**)”或“新一代网络(**New Generation Network**)”的缩写。含义从多个层面来理解（业务层面，网络层面）；
- ✔ 下一代网络内涵非常丰富，针对不同的专业领域可以赋予不同的含义。
  - ❖ 对于数据网，下一代网络指**下一代Internet (IPv6, NGI)**；
  - ❖ 对于移动网，下一代网络指**5G/6G**；
  - ❖ 对于传送网，下一代网络指**下一代传送网SDOTN**；
  - ❖ 对于交换网，下一代网络指**软交换/IMS系统**；
  - ❖ 泛指下一代网络**包括了所有新一代网络技术**；
- ✔ 不是现有网络的简单延伸及叠加；
- ✔ 颠覆性的革命很难，渐进式的演进更容易被接受
- ✔ NGN是一种概念，不是一种技术

# NGN标准进展情况





# NGN标准进展情况

1. ITU-T: NGN的基础体系结构和通用功能、接口、协议等方面的标准。
2. 3GPP: 移动网络NGN标准, 包括移动核心网、IMS (IP multimedia subsystem) 等方面的标准。
3. ETSI: NGN体系结构、接口和协议的标准, 包括 TISPAN (Telecoms & Internet converged Services & Protocols for Advanced Networks) 。
4. ATIS: 北美电信工业协会, 推进了一些NGN相关的标准。
5. CCSA: 中国通信标准化协会, 推进了一些NGN相关的标准。



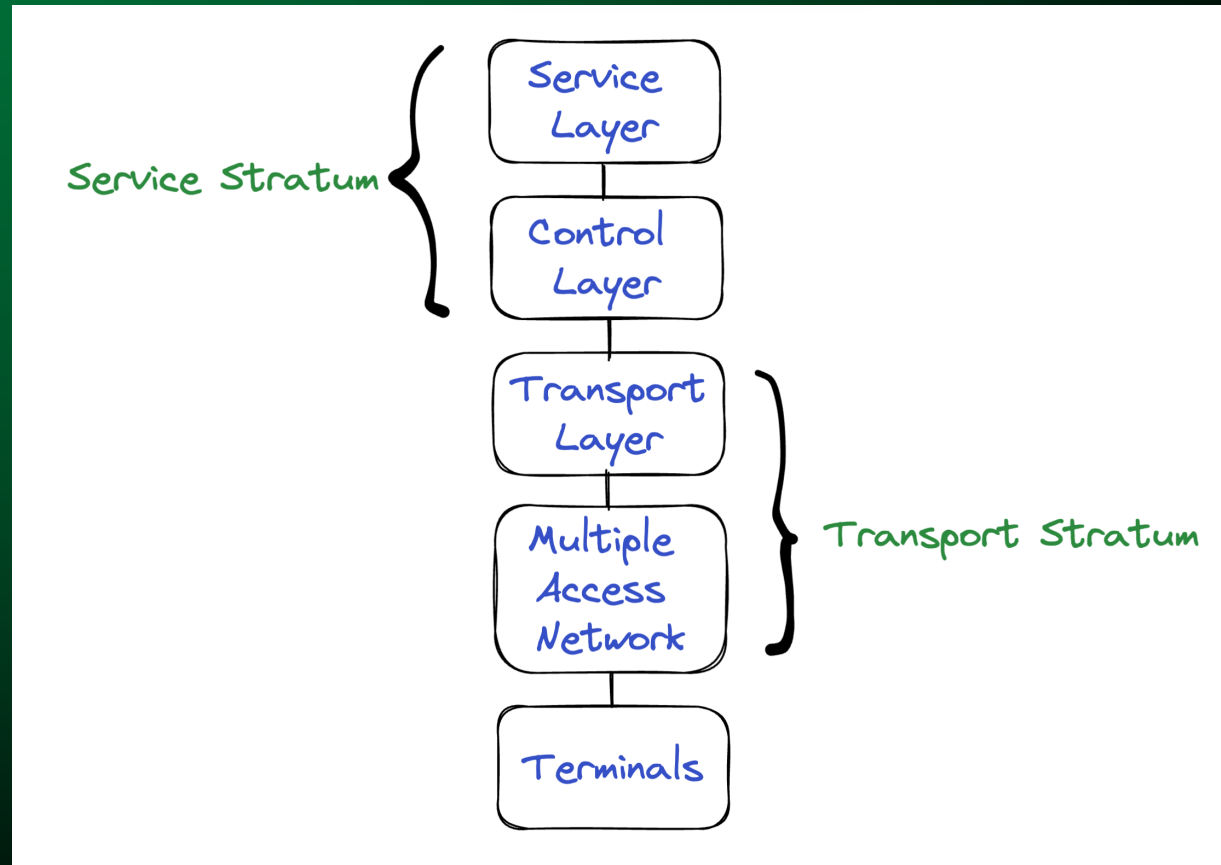
# 下一代网络（电信网）的基本 概念和特点

- ▼ NGN（Next-Generation Network，下一代网络）是一种**基于IP**（Internet Protocol）的综合性、**全IP化**的网络架构，它将语音、数据、视频等各种电信业务**整合到一个IP网中**，实现了各种通信服务的统一。
- ▼ NGN具有高速、高效、多样化的特点，能够为用户提供更加便捷、实用、可靠、可扩展的通信服务，是一种集成了各种通信技术的全新网络架构。





# NGN的体系架构





# NGN的体系架构

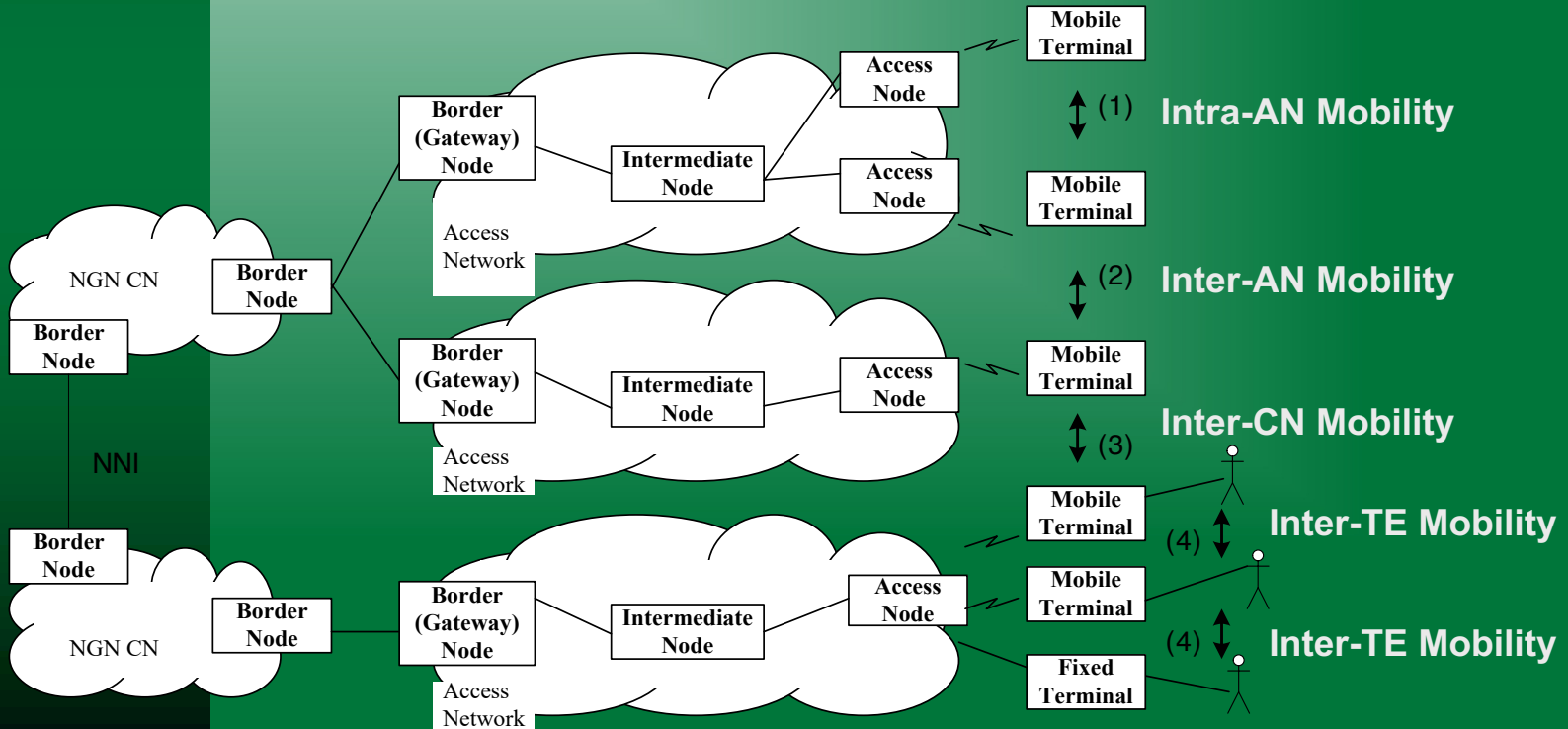
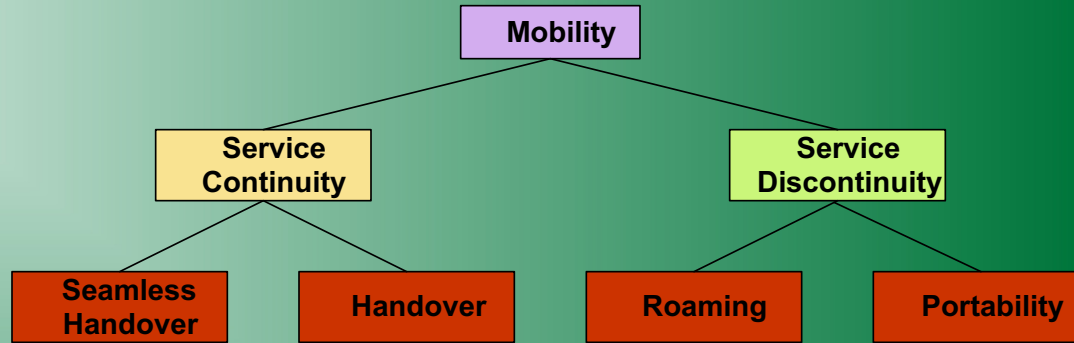
- ✔ **Multiple Access Network:** 为用户提供接入服务。
  - 采用多元化的宽带接入技术，如 5G、Wi-Fi、光纤等
- ✔ **Transport Layer:** 提供各种基础服务。
  - 如呼叫控制、用户认证、媒体处理等
- ✔ **Control Layer:** 实现网络的管理和控制。
- ✔ **Service Layer:** 为用户提供语音、视频、数据等多种服务。



# NGN的技术特征

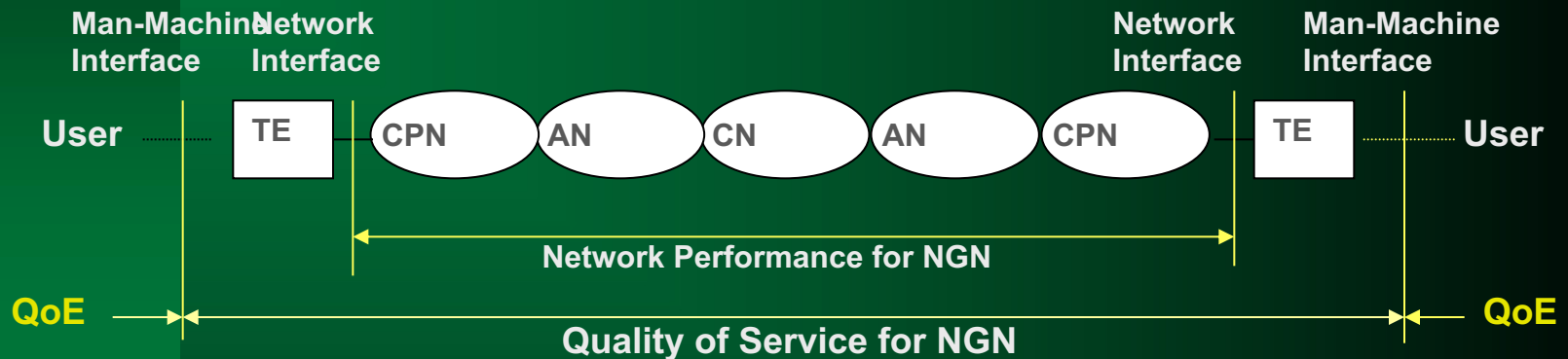
- ✔网络层采用IP协议；
- ✔链路层采用电信级分组节点；
- ✔传送层使用光传输技术；
- ✔接入层采用多元化的宽带接入技术；
- ✔呼叫控制和业务层独立于承载层；
- ✔管理平面提供运营网各种所需的管理功能；
- ✔开放式体系结构和标准接口；

# Mobility Aspects of NGN



# QoS Aspects of NGN

## General reference configuration for NGN QoS, NP and QoE



Quality of Experience	Quality of Service	Network Performance
User oriented		Provider oriented
User behaviour attribute	Service attribute	Connection/Flow element attribute
Focus on user-expected effects	Focus on user-observable effects	Focus on planning, development (design), operations and maintenance
User subject	Between (at) service access points	End-to-end or network elements capabilities

## QoS Aspects of NGN

- **Bandwidth (带宽) : High**
  - allocate and dynamically adjust bandwidth based on traffic characteristics.
- **Delay (时延) : Low**
  - traffic engineering
- **Jitter (抖动) : Low**
  - jitter control
- **Packet loss (丢包率) : Low**
  - packet loss prevention
- **Security (安全) : High**
  - encryption, access control, intrusion detection



# 几个重要的概念

- ▼ MSTP: (Multi-Service Transport Platform)  
城域传输网技术: 将传统的SDH、以太网、ATM、RPR等多种技术有机融合, 通过将多业务汇聚、并高效适配的方式实现**多种业务的综合传送**。
- ▼ BRAS (Broadband Remote Access Server) :  
面向宽带网络应用的新型接入网关, 是宽带接入网的骨干网之间的桥梁, 提供基本的接入手段和宽带接入网的管理功能。位于网络的边缘: 提供宽带接入服务、实现多种业务的汇聚与转发, 能满足不同用户对传输容量和带宽利用率的要求。



# 移动核心网IP化

- ✔ 移动TDM交换机退出历史舞台
- ✔ 在长途和省级移动交换机加速退网
- ✔ 实现固网、移动网融合，退网后以移动软交换为主进行网络演进。
- ✔ 运营商根据业务需求驱动，引入IMS系统，提供多媒体业务，形成软交换与IMS并存的网络结构。
- ✔ IMS已经成为国内外主流运营商核心网主流架构。





# 电信级以太网

- ✦ 电信级以太网(Carrier Ethernet, CE)技术在2008年成为承载网领域的新热点。
- ✦ 电信级以太网:在保留传统以太网帧结构的基础上,通过引入传送网功能、扩展帧头或引入二层协议和信令等方式,在以太网上实现和电信网类似的可管理性和可靠性
- ✦ 电信级以太网领域主要包括PBB(provider backbone bridge), PBB-TE, VPLS及增强型以太网技术流派;
- ✦ 用于移动回传(backhaul)承载

# 物联网是对5G需求的驱动力

智慧生活需要实现端到端的全方位连接，**5G**网络下的使用体验是质的飞跃，对于出行，居住，就医，教育等场景都是颠覆性的改变，这也是中国对**5G**需求的根本驱动力。



## 消费场景



- 智慧物流
- 衣联网

## 出行场景



- 自动驾驶
- 编队行驶

## 家庭场景



- 沉浸式游戏体验

## 制造场景



- 工业互联

## 医疗场景



- 异地远程手术

## 赛事场景



- 360°全景直播
- 4K/8K视频转播

## 工作场景



- 全息会议
- AI助理

## 社交场景



# 5G:网络切片技术, 虚拟功能网络, 软件定义无线电, 软件定义网络

网络切片技术

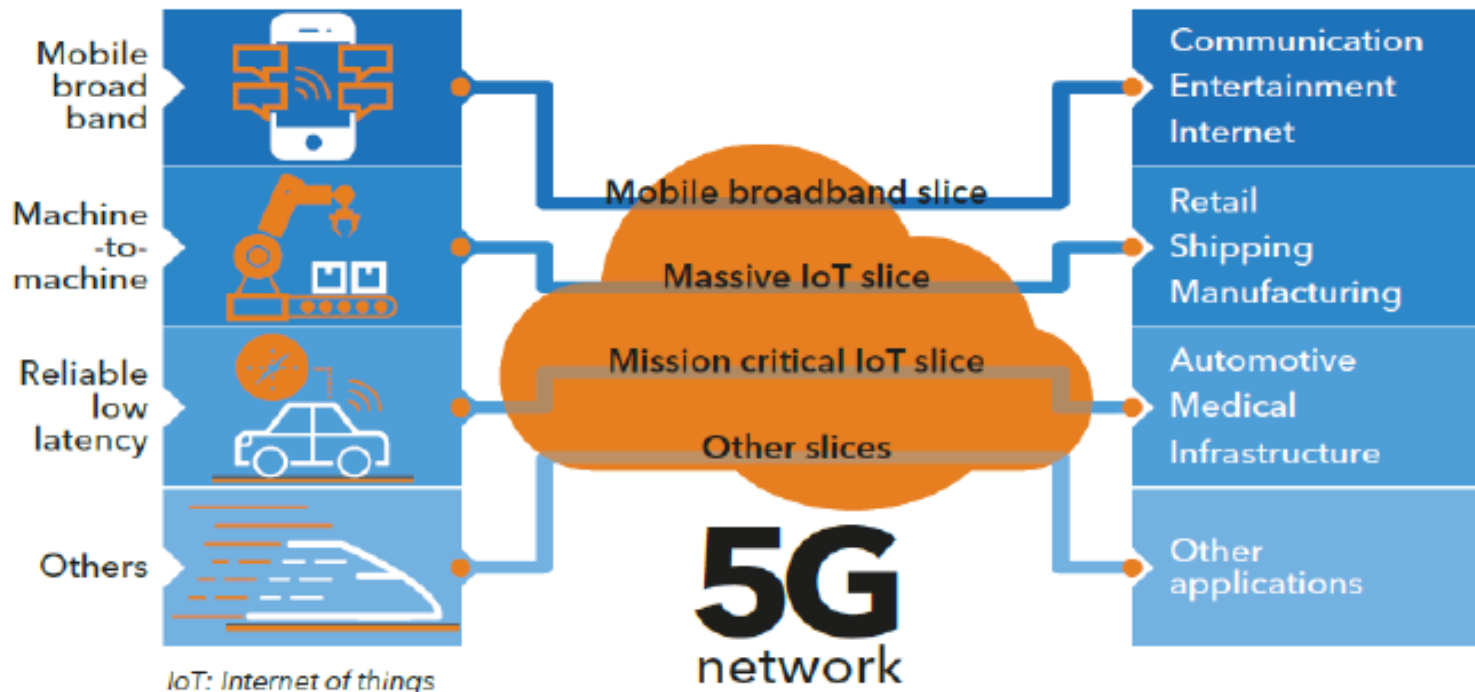


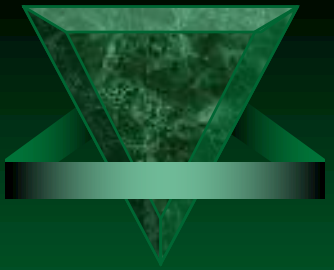
4G networks do not enable the range of services that the future requires. 5G will be faster and more flexible.

## 4G network

## 5G network slicing

5G network slicing enables service providers to build virtual end-to-end networks tailored to application requirements.





# SDN

- ✔ SDN技术:路由设备的控制和转发相分离，把原来改变网络拓扑需要对网络中大量路由器进行路由配置的工作，转化成只需要通过控制面集中配置并下发到转发面执行的方式，使网络路由维护的工作得到最大的简化。
- ✔ 核心技术**OpenFlow**通过将网络设备控制面与数据面分离开来，从而实现了网络流量的灵活控制，使网络作为管道变得更加智能。

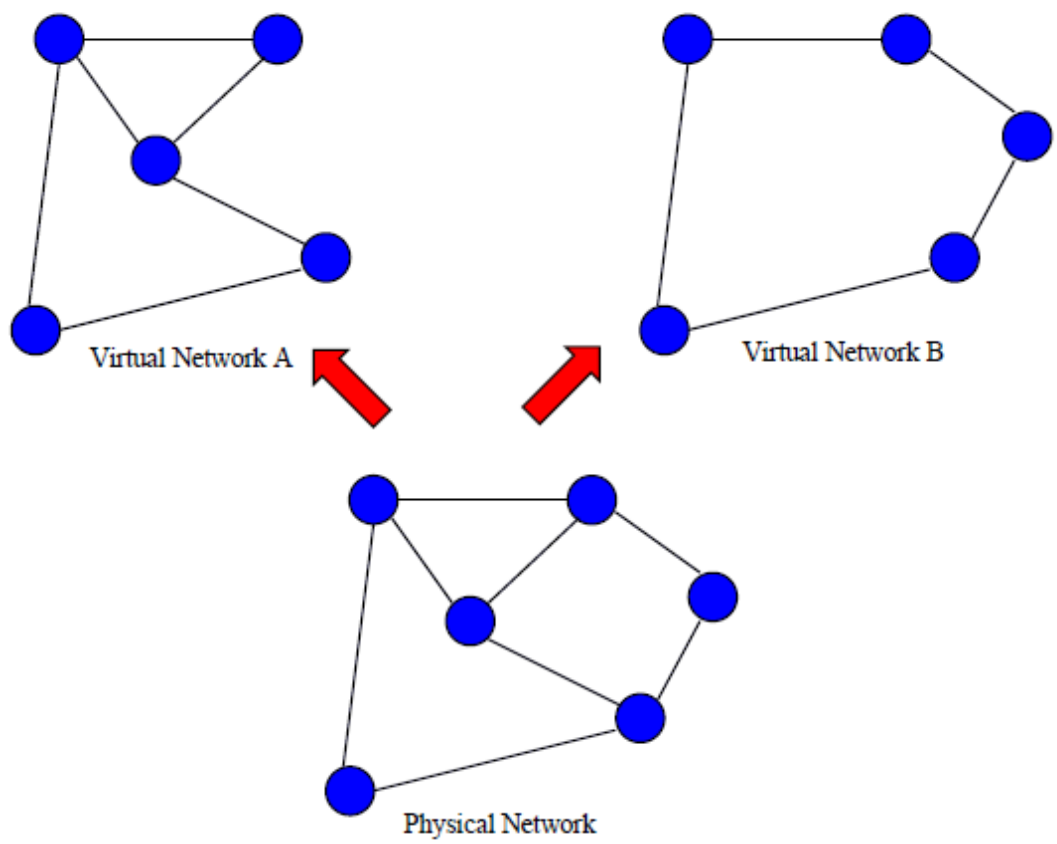


# 网络虚拟化

- ▼ **NFV** : Network Function Virtualization
- ▼ 可使其摆脱对于专用设备的依赖，促进电信网络硬件资源的IT化、通用化，减低硬件采购成本，同时通过虚拟化可以促进电信网络**物理资源的共享**，充分**提升硬件资源的利用率**。



# 网络虚拟化



# 网络虚拟化

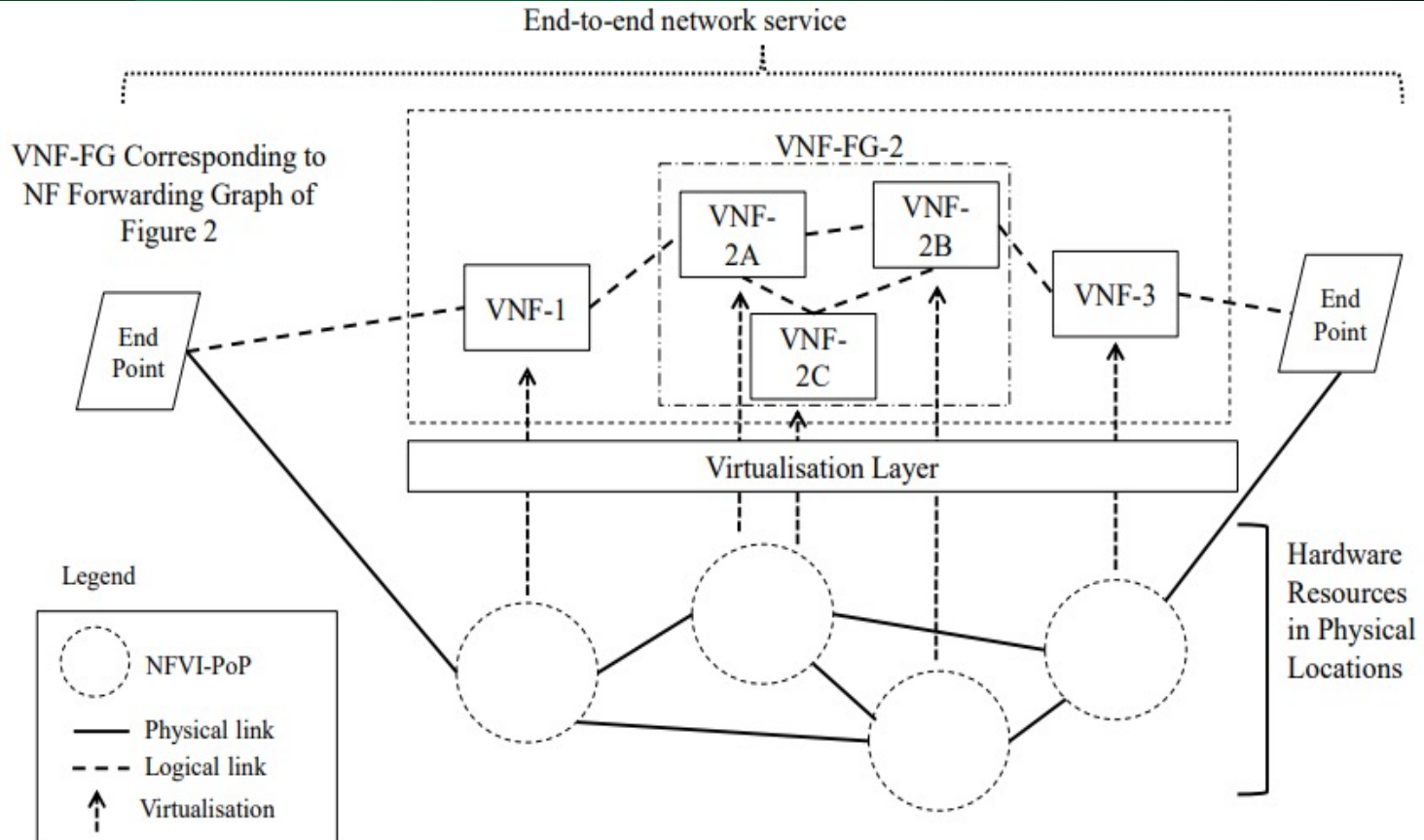


Figure 3: Example of an end-to-end network service with VNFs and nested forwarding graphs

# 三大主流SDN标准化组织

Open Networking  
Foundation



- 一种将**网络控制层与转发层分离，实现控制可编程的网络架构**，控制层从网络设备转移到了计算设备，使得底层的基础设施对于应用和网络服务而言是透明抽象的，网络可被视为一个逻辑或虚拟实体
- 代表技术：
- 基于OpenFlow的SDN

Internet Engineering  
Task Force



- 一类技术的集合，这些技术以确定、动态、可扩展的方式，使得网络服务的设计、交付和运行更加便利。
- 代表技术：
- Overlay（网络虚拟化叠加）
- I2RS（路由系统接口）

European  
Telecommunication  
Standards Institute



- 以不断发展的标准**IT虚拟化技术**，将许多网络设备类型整合到工业标准的高容量服务器、交换机和存储中，以转换网络运营商的网络架构方式，**软件实现网络功能**。
- 代表技术：
- NFV（网络功能虚拟化）





# 5G vs 6G

## Data rate

0.1 Gb/s to 20 Gb/s

## Data rate

1 Gb/s to 1 Tb/s

## Reliability

Error rate less than  $10^{-5}$

## Reliability

Error rate less than  $10^{-9}$

## Latency

Less than 5 msec

## Latency

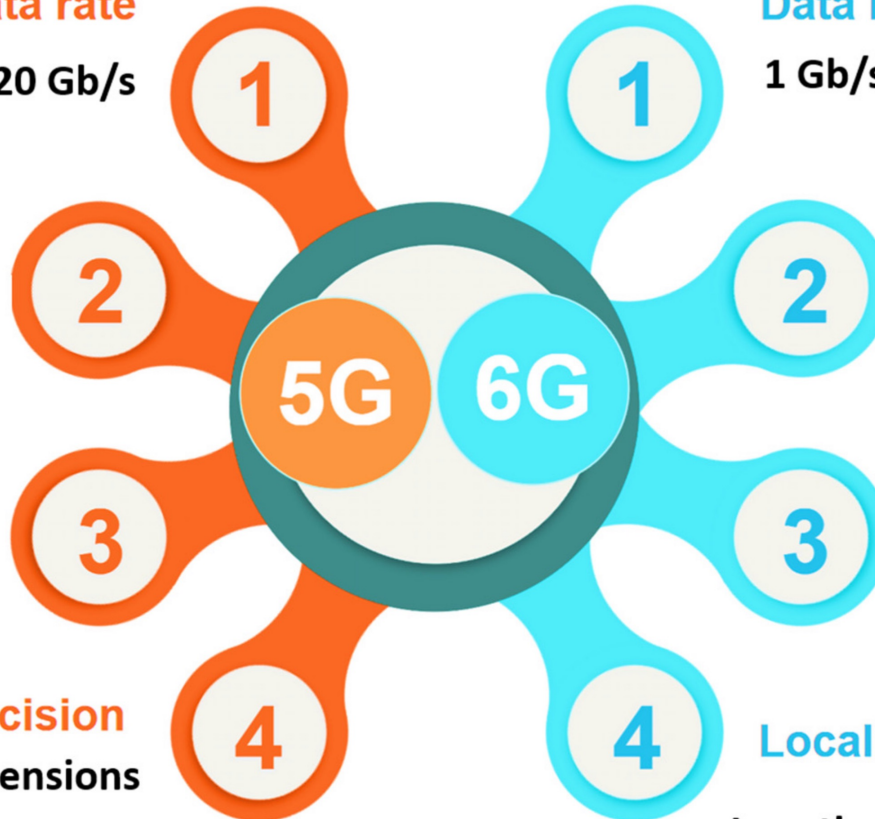
Less than 100 nsec

## Localization precision

Less than 10 cm in two dimensions

## Localization precision

Less than 1 cm in three dimensions





# 6G 可能的关键技术及方向

- ▼ 超高频谱利用
- ▼ AI驱动的智能网络
- ▼ 全球化和卫星通信
- ▼ 大规模多天线技术
- ▼ 新型物理层技术



# 6G-Nokia Solution



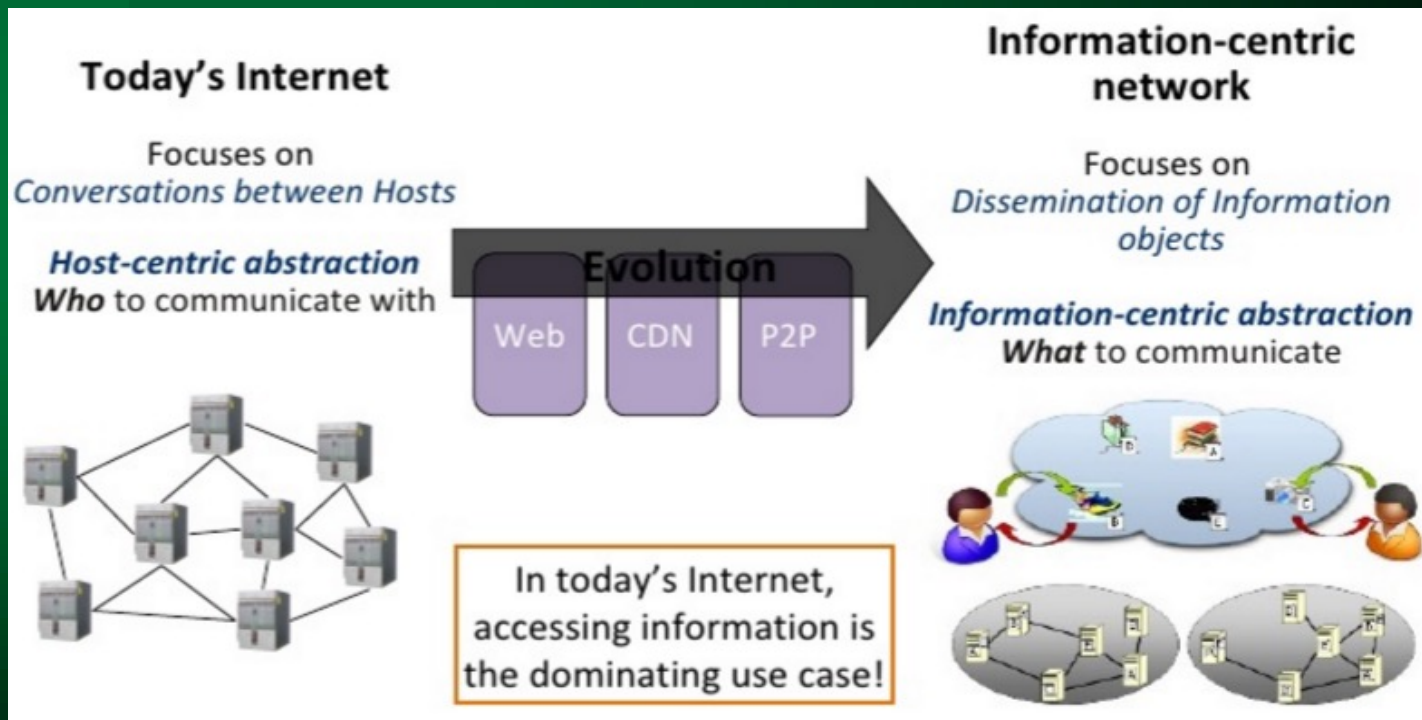


# 未来网络（计算机网角度）

- ✦ ICN（Information-centric Networking）
- ✦ 元宇宙（Metaverse）
- ✦ 网络人工智能

# Evolution

- From **Point-to-Point** Communication to **Content Distribution**





# What is information-centric networking (ICN)

- ✔ Information centric networking (ICN) is a approach to evolve the Internet infrastructure away from a **host-centric** paradigm to a **content-centric** architecture.
- ✔ Features:
  - ICN uses **content name**
  - Data becomes **independent** from **location**
  - Router has **caching** capability
- ✔ Benefits:
  - **High efficiency**
  - **Better scalability**
  - **Better robustness**



# NDN

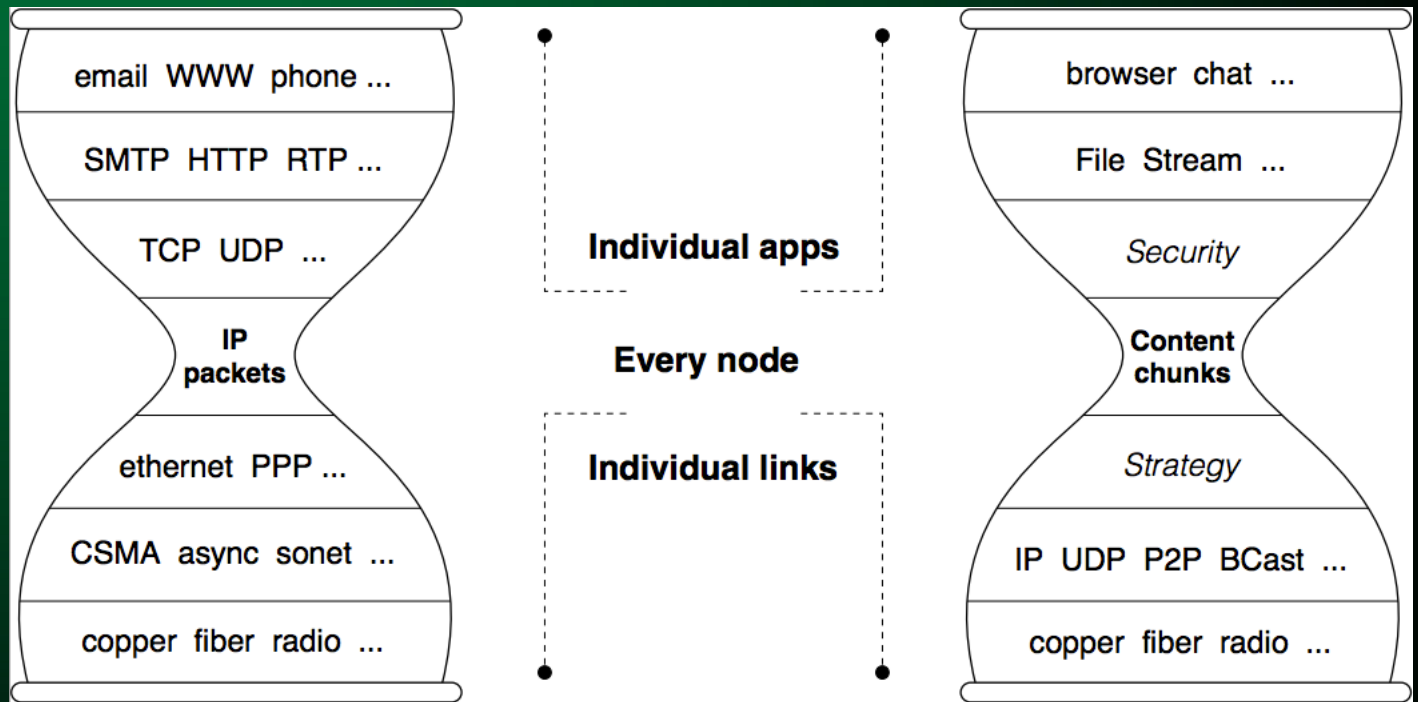
- ✔ NDN是ICN的一种架构，也可以认为是ICN的一种实现方式。
- ✔ 由UCLA的Lixia Zhang教授团队提出。
- ✔ 目前NDN已成为ICN的主流架构

**NAMED DATA  
NETWORKING**

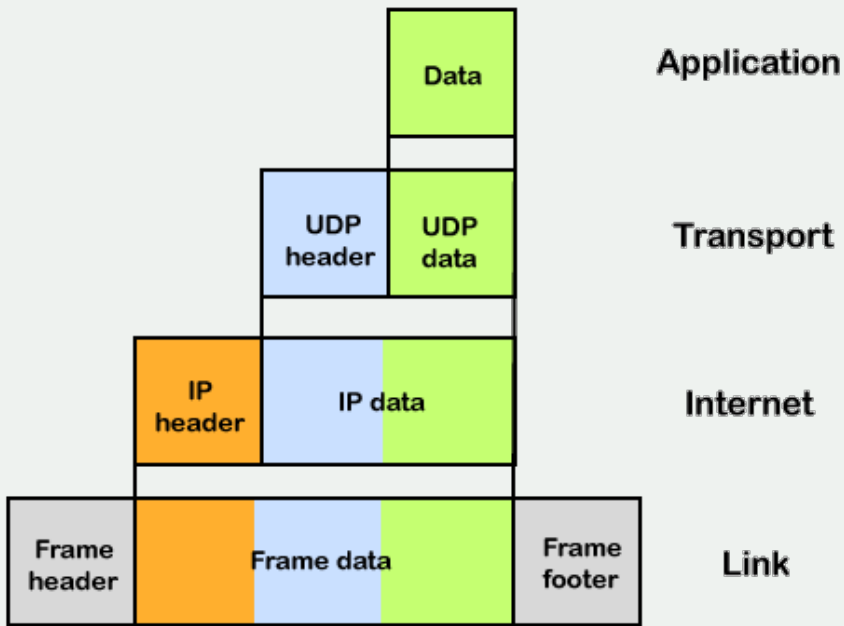




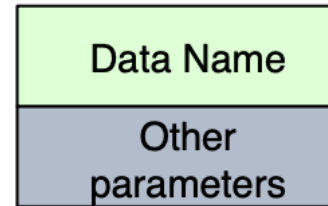
# NDN



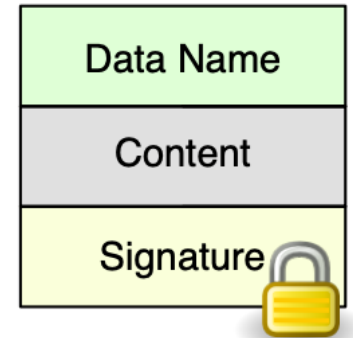
# IP Data VS NDN Data



## Interest Packet



## Data Packet





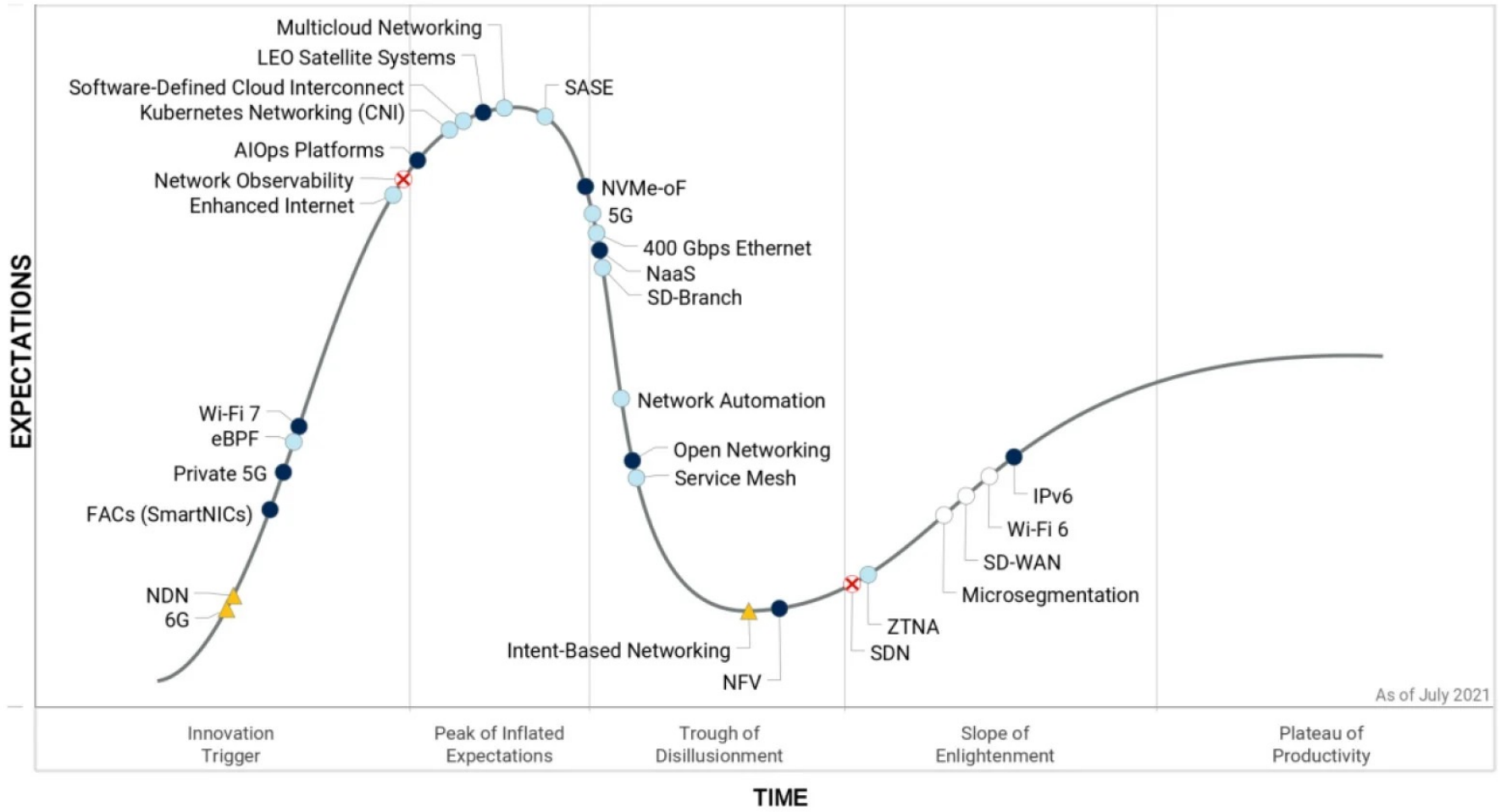
# 元宇宙（Metaverse）

- ✦ 元宇宙是一个涵盖虚拟世界、增强现实和混合现实等概念的新兴概念，它代表了一个虚拟的、可交互的数字环境，融合了物理世界和数字世界。
- ✦ 源自Neal Stephenso的小说《雪崩》
- ✦ 关键技术：
  - VR, AR, XR
  - 数字孪生
  - 人工智能
  - 网络通信技术



# 网络人工智能

- ✔ 人工智能技术的井喷对各行各业都产生了极大的影响
- ✔ 网络的配置、调控、管理由人工智能来自主管理。
  - 如，深度强化学习（Deep Reinforcement Learning, DRL）



Plateau will be reached: ○ < 2 yrs. ● 2-5 yrs. ● 5-10 yrs. ▲ >10 yrs. ✗ Obsolete before plateau



# 未来网络各国状况

- ✔ 美国的NSF 在2005 年启动了网络创新的全球环境（GENI）计划，旨在建一个全球性试验网络，不同的研究人员可同时在其上做新方案试验而互不影响，并采用网络虚拟化技术来实现各试验网络的隔离。
- ✔ 欧盟：2008年设立了未来互联网的研究与试验（FIRE），类似于美国的GENI
- ✔ 加拿大，日本
- ✔ 中国
  - 2010年，在国家发展和改革委员会启动重大科学专项研究项目之际，李国杰、刘韵洁院士联合向国家发改委提议立项未来网络试验设施**CENI项目**。
  - 2013年，首个未来网络小规模试验设施落户南京未来网络谷，以该试验设施为基础，



# 中国的未来网络发展

- 未来网络在业务形态和业务需求上都将发生变化，“尽力而为”的传统网络架构难以满足工业互联网等对差异性服务保障、确定性带宽和时延的需求。
- 现在的互联网没有针对特定业务的专用通道。但是工业、实体经济、车联网等对网络的需求却千差万别，所以需要定制化的、确定性的网络指标，将“马路”逐步升级改造。



# 中国的未来网络发展（1）-CENI

- ▼ 未来网络试验设施（CENI）项目进展
- ▼ 总体建设目标：建设一个先进的、开放的、灵活的、国际化的、可持续发展的大规模通用试验设施。满足“十三五”和“十四五”期间国家关于下一代互联网、网络空间安全、天地一体化网络等重大科技项目的试验验证需求
- ▼ 南京、北京、合肥、深圳建设了一主三辅的骨干节点，汇聚及边缘节点覆盖全国40个城市的133个试验节点，





# 中国的未来网络发展（2）-CENI

1. **新型网络架构**：CENI提出了多个新型网络架构，如基于信息中心的网络（ICN）、基于软件定义网络（SDN）的网络等，旨在提高网络的效率、安全性和可扩展性。
2. **5G技术**：CENI将5G技术作为下一代互联网的基础设施之一，积极推动5G技术的研究和应用。目前，中国已经建成了全球规模最大的5G网络，并在5G领域取得了一些重要的技术突破。
3. **物联网技术**：CENI也重视物联网技术的发展，致力于打造一个智能化的互联网世界。目前，中国已经建成了全球规模最大的物联网网络，物联网技术在智慧城市、智慧医疗等领域得到了广泛应用。



# 中国的未来网络发展（3）-CENI

- ✓ 1.设备层面创新：网络开源与白盒化
- ✓ 2.基础设施层创新：光网络与IP网络协同调度
- ✓ 3.平台层面创新：大规模**多云交换互联平台**

实现异构多云协同与交换，一点接入，全云服务；分钟级按需云互联、云切片。

- ✓ 4.应用服务层面创新：**服务工业企业联网**

基于**软件定义的网络**与工厂的深度融合，控制端到端路径与时延，从尽力而为到准时协同。



# CENI

## 开放平面 科研院所

面向全国高校、科研院所，构建端到端开放、深度可编程的试验环境，打造细粒度可见、可验证、闭环控制的综合试验床，以支撑丰富的科学研究与验证，以定制化形式满足运营商、电力、军用等国家体制产业的专用场景，对网络、云资源等的特殊需求。

## 开放平面 工业企业

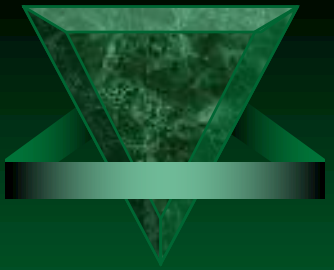
面向全国工业企业，提供智能、柔性、可定制的应用示范环境。各工业企业可采用自定义、自服务的形式，一键秒级端到端的开通应用环境切片，可满足企业各类生产对具备内生安全高可靠、低时延、确定性、大带宽等不同能力的应用环境的需要。

## 资源层

构建新型网络试验设施，包括建设国内首个：确定性服务定制网络、6G智能试验平台、网络内生安全试验场等；构建新型云试验设施，具备无损数据、AI算力、5G/6G数据仓库、内生安全云等能力。

新型云网试验设施，结合自主创新的网络操作系统、云网融合系统、新型运营系统，打造灵活、可服务定制的满足未来科学研究与应用示范的一体化试验设施。





# 中国网络2030发展与展望（1）

▼ 未来10年网络最大的挑战是什么？刘院士认为是万亿级的连接，它要求全时空，安全智能的连接和服务，要实现网络2030主要有以下四个方面的研究探索。

## ▼ 1、B5G/6G核心网

垂直行业千亿级、人机物、高带宽、低延迟、安全可靠联网。突破现有核心网专用设备成本高、不能定制化服务、带宽低、延时大等局限，通过**虚拟化、软件化等技术**手段提供**定制化服务**，并将核心网下沉到接近用户区域。



# 中国网络2030发展与展望（2）

## ▼ 2、网络人工智能

网络引“智”，化“繁”为“简”。攻克大规模复杂网络训练、多级人工智能协同设计关键技术，实现网络高效自治、网络攻击智能监测等。

## ▼ 3、软件定义的空天地一体化网络

支撑全时空、陆海空天、万物互联、泛在接入。探索面向高动态星地链路的集中式控制架构

## ▼ 4、面向海洋场景的立体通信网络

海洋通信网络立体覆盖，海上数据无缝实时高速回传。



# 小结

- ✔ 回顾了交换技术的发展
- ✔ NGN, future network的特点, 关键技术
- ✔ 通信网络的发展趋势