

从电信网络与业务演进看 光通信的机遇与挑战

唐雄燕 博士

中国联通研究院

tangxy@chinaunicom.cn

2010年11月24日



内容

一、电信业形势

二、光接入

三、3G/LTE中的光通信

四、骨干传送网



新一代信息技术

➡ 国务院《关于加快培育发展战略性新兴产业的决定》

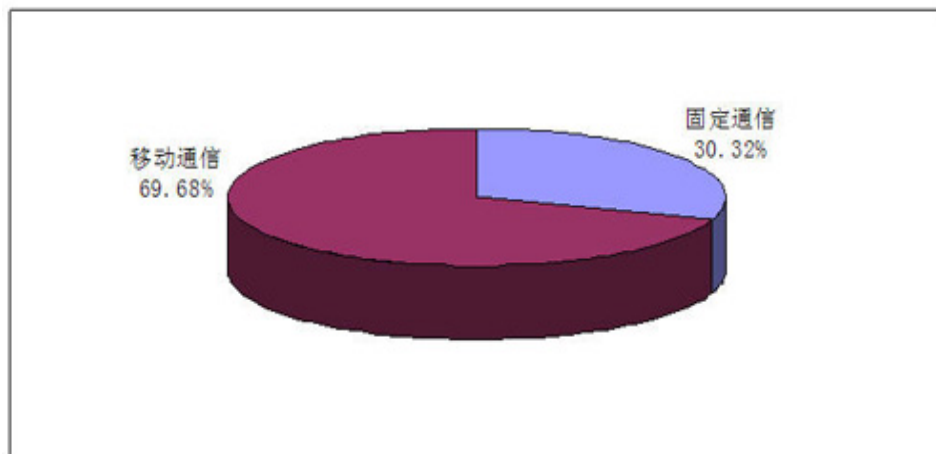
- ✓节能环保、**新一代信息技术**、生物、高端装备制造产业成为国民经济的支柱产业，新能源、新材料、新能源汽车产业成为国民经济的先导产业
- ✓**新一代信息技术产业**。加快建设**宽带、泛在、融合、安全**的信息网络基础设施，推动**新一代移动通信、下一代互联网**核心设备和智能终端的研发及产业化，加快推进**三网融合**，促进**物联网、云计算**的研发和示范应用。着力发展集成电路、新型显示、高端软件、高端服务器等核心基础产业。提升软件服务、**网络增值服务**等信息服务能力，加快重要基础设施**智能化**改造。大力发展**数字虚拟**等技术，促进文化创意产业发展。

➡ 《中共中央关于制定国民经济和社会发展第十二个五年规划的建议》

- ✓培育发展战略性新兴产业。……积极有序发展**新一代信息技术**、节能环保、新能源、生物、高端装备制造、新材料、新能源汽车等产业，加快形成先导性、支柱性产业
- ✓全面提高信息化水平。推动信息化和工业化深度融合……。实现电信网、广播电视网、互联网“**三网融合**”，构建**宽带、融合、安全**的下一代国家信息基础设施。推进**物联网**研发应用。以信息共享、互联互通为重点，大力推进国家电子政务网络建设，整合提升政府公共服务和管理能力。确保基础信息网络安全和重要信息系统安全。

我国电信业务概况

图 6. 2010 年 1-9 月电信主营业务收入构成



□ 趋势

- ✓ 移动对固定的替代加速
- ✓ 话音业务低值化，宽带业务成为新的增长点

- 2010年9月，电话用户总数达到11.3亿
- 2010年1-9月，固定电话用户减少1246.2万户，达到30127.0万户。
- 2010年1-9月，移动电话用户净增8608.7万户，达到83330.0万户。
- 2010年1~9月，移动通信收入比上年同期增长12.0%，在电信主营业务收入中所占的比重从上年同期的66.42%上升到69.68%；固定通信收入比上年同期下降3.6%，在电信主营业务收入中所占的比重从上年同期的33.58%下降到30.32%。

电信运营商的困境（1）

➡ 收入增长乏力，利润日趋下降

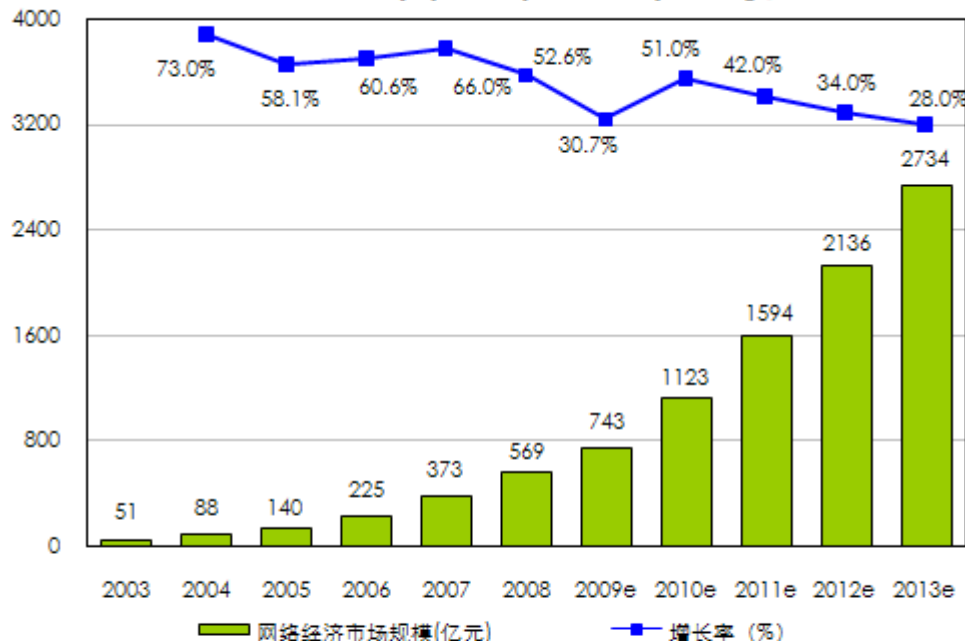
- ✓ 我国2009年电信业务收入达8707.3亿元，增速为4.1%，2008增速为 7.2%，2007年为10.9%。如果考虑通货膨胀因素，从2004年起电信业务收入的实际增长率就已经持续低于GDP增长率。（2010年上半年电信主营业务收入完成4345.5亿元，同比增长5.9%。）
- ✓ ARPU不断下降。如：中国移动2009年ARPU为77元，2008年为83元，2007年为89元；中国联通宽带业务ARPU由2008年的63.6元降至2009年的57.2元。

三大电信运营商2009年经营业绩一览

公司名称及代码	营业收入（亿元）	同比增长	净利润（亿元）	同比增长	2009每股收益（元）	同比增长
中国移动（941）	4521	9.8%	1152	2.4%	5.74	2.4%
中国电信（728）	2082	12.9%	133	-33.9%	0.16	-33.9%
中国联通（762）	1491	-1.2%	96	-35.2%	0.40	-35.2%

互联网经济强劲增长

2003-2013年中国互联网经济市场规模



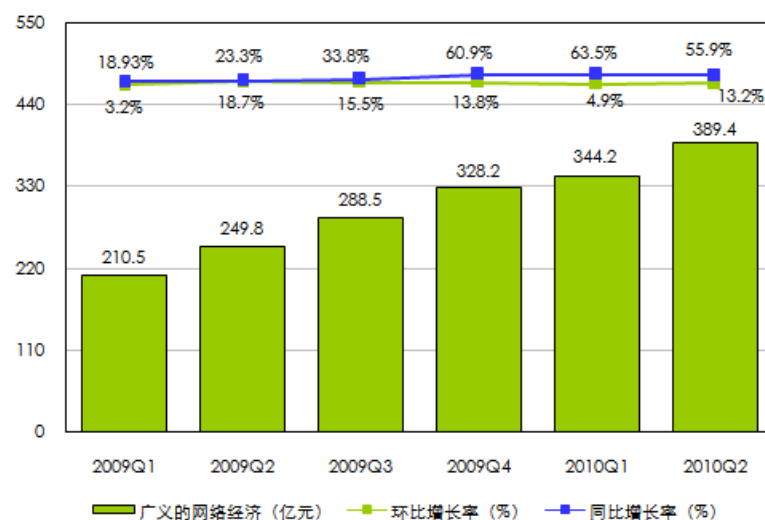
注：互联网经济市场规模主要是指以互联网为载体的各种细分应用服务的运营商营业收入，例如网络游戏、网络广告、搜索引擎、网上购物、B2B电子商务、旅行预订、网上招聘和域名主机等；不包括移动增值收入。

Source: 综合企业及专家访谈, 根据艾瑞统计模型核算, 数据为预估值, 具体数值将在《2009-2010年互联网经济市场研究报告》中修正。

©2009.12 iResearch Inc.

www.iresearch.com.cn

2009Q1-2010Q2中国网络经济规模及增长率



注：此处指广义网络经济，艾瑞将广义的网络经济定义为桌面网络经济与移动网络经济之和。

Source: 根据企业公开财报、行业访谈及艾瑞统计预测模型估算, 仅供参考, 部分数据将在艾瑞2010 Q2季度报告中调整修正。

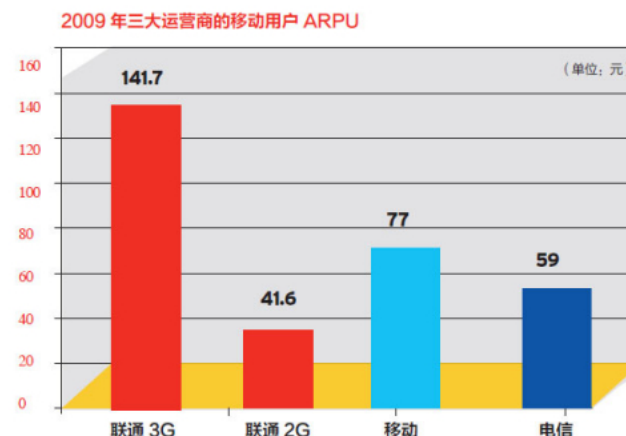
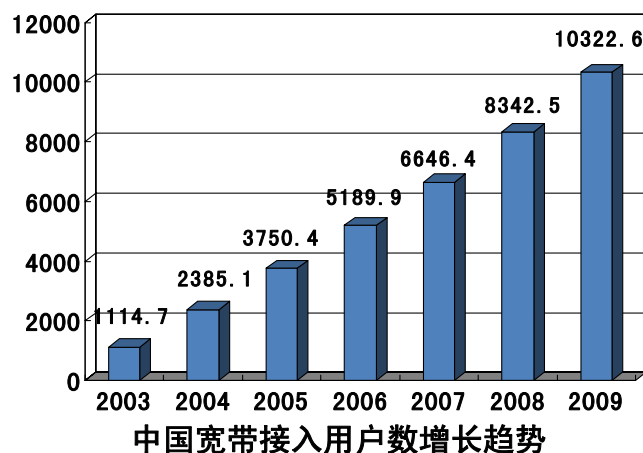
©2010.7 iResearch Inc.

www.iresearch.com.cn

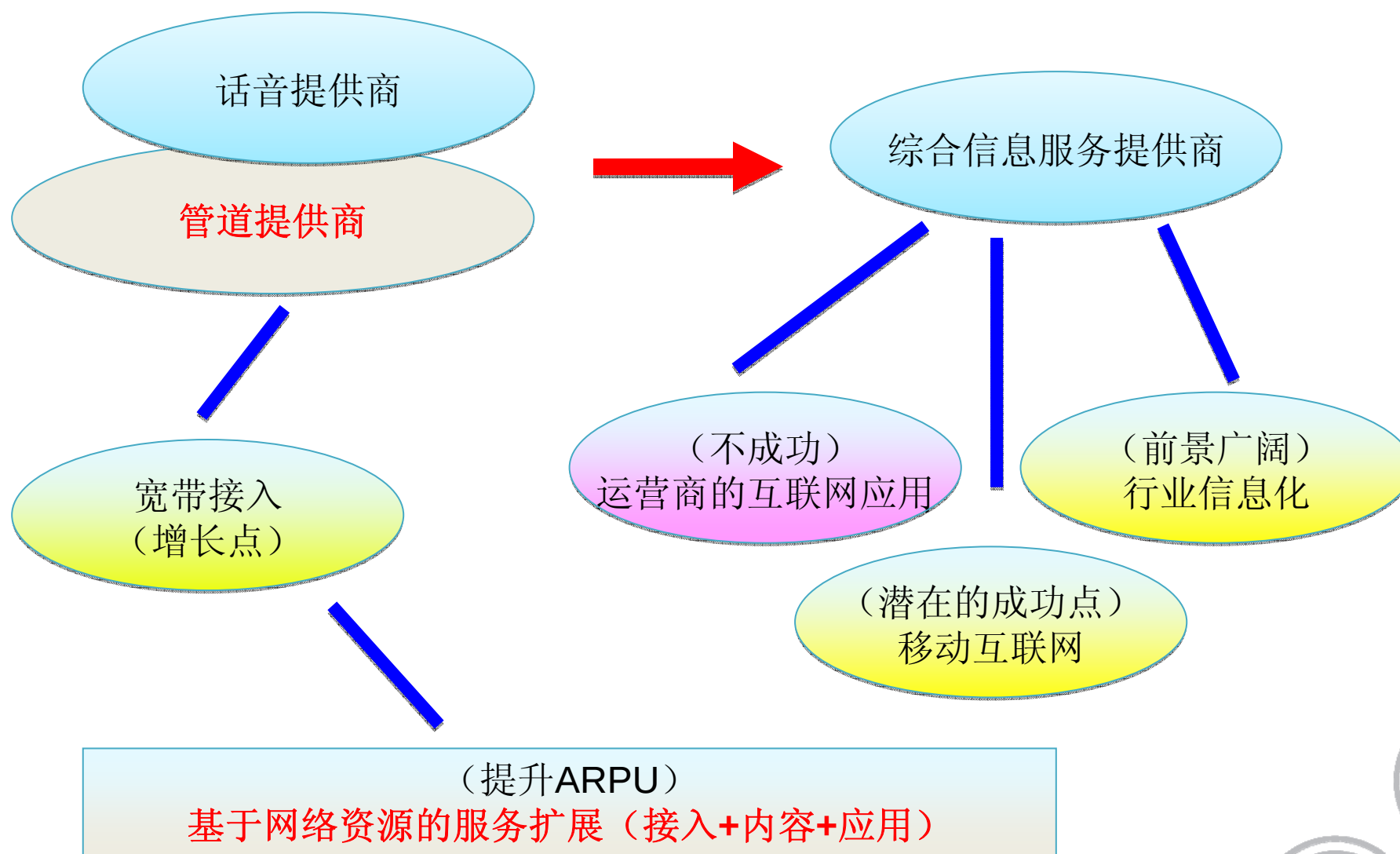
电信运营商的困境（2）

→ 互联网商业模式的冲击

- ✓ 一方面，互联网的蓬勃发展颠覆了传统电信商业模式，动摇了传统电信赖以生存的基础
 - 互联网是一个开放的公共网络平台，业务运营与网络运营可以分离
 - “体验”与“眼球”成为赢利关键因素，业务收益主要依赖广告、娱乐和电子商务；话音等基础通信可以免费提供
 - 业务收益与所占用的网络资源不再有直接关系
- ✓ 另一方面，运营商业务未来的增长高度依赖互联网
 - 运营商新的业务增长点：**固网宽带与移动3G**（直指宽带与移动互联网）。如：中国联通2009年固网宽带比上年增长23.9%，而传统固网业务比上年下降12.3%；归功于移动互联网，3G ARPU要远高于2G



“管道” 依然是运营商核心价值



光通信依然是电信业的重要投资点

- ➡ 中国联通2009年资本开支与2010年资本开支预算
- ✓ 2009年资本开支为**1124.7亿元**，其中，3G：364亿元，GSM：205.8亿元，固定电话：6亿元，**宽带和数据：188亿元**，**基础设施和传送网：250.1亿元**，创新及增值平台的投资：20.8亿元，IT系统：67.4亿元，其它：22.6亿元。
 - ✓ 2010年资本开支预算为**735亿元**，其中，3G：230亿元，GSM：80亿元，固定电话：6亿元，**宽带及数据：153亿元**，**基础设施及传输网：174亿元**，创新及增值业务平台：27亿元，IT系统：43亿，其它：22亿

All figures in Yuan Renminbi (RMB)	2009 capex in billions	As a % of 2009 capex	2010 capex in billions	As a % of 2010 capex
Total	112.47	100	73.50	100
3G cellular	36.40	32.4	23.0	31.3
GSM cellular	20.58	18.3	8.00	10.9
Fixed-line business	0.6	0.5	0.60	0.8
Broadband and data business	18.8	16.7	15.30	20.8
Innovation and value-added platform	2.08	1.8	2.70	3.7
IT system	6.74	6.0	4.30	5.9
Infrastructure and transmission network	25.01	22.2	17.40	23.7
Others	2.26	2.0	2.20	3.0

* source: China Unicom 2009 financial Annual Report

内容

一、电信业形势

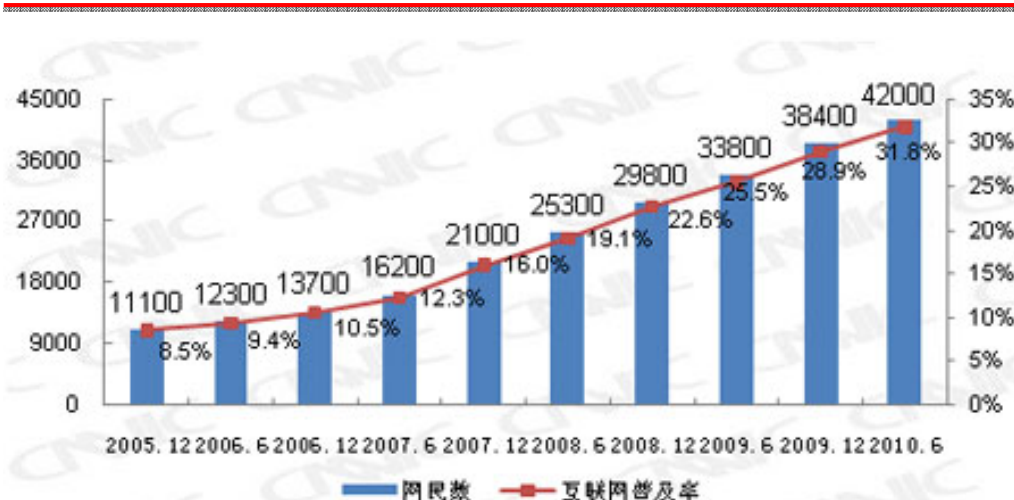
二、光接入

三、3G/LTE中的光通信

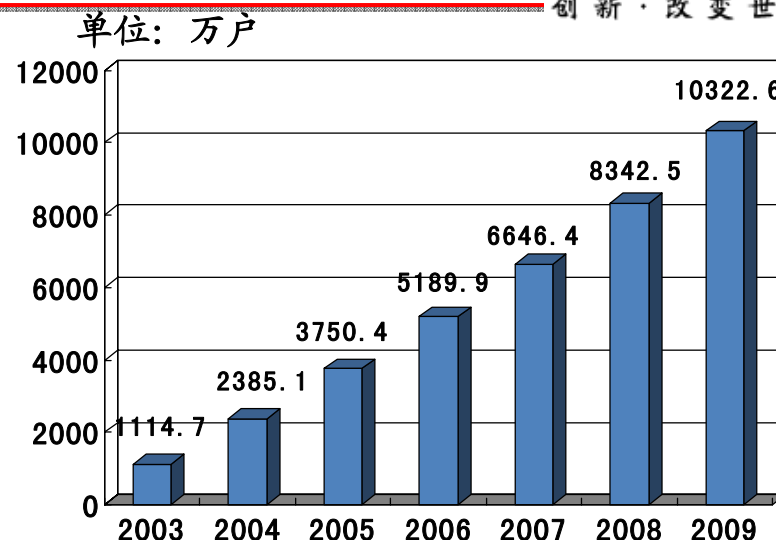
四、骨干传送网



我国宽带接入快速发展



中国网民数增长趋势

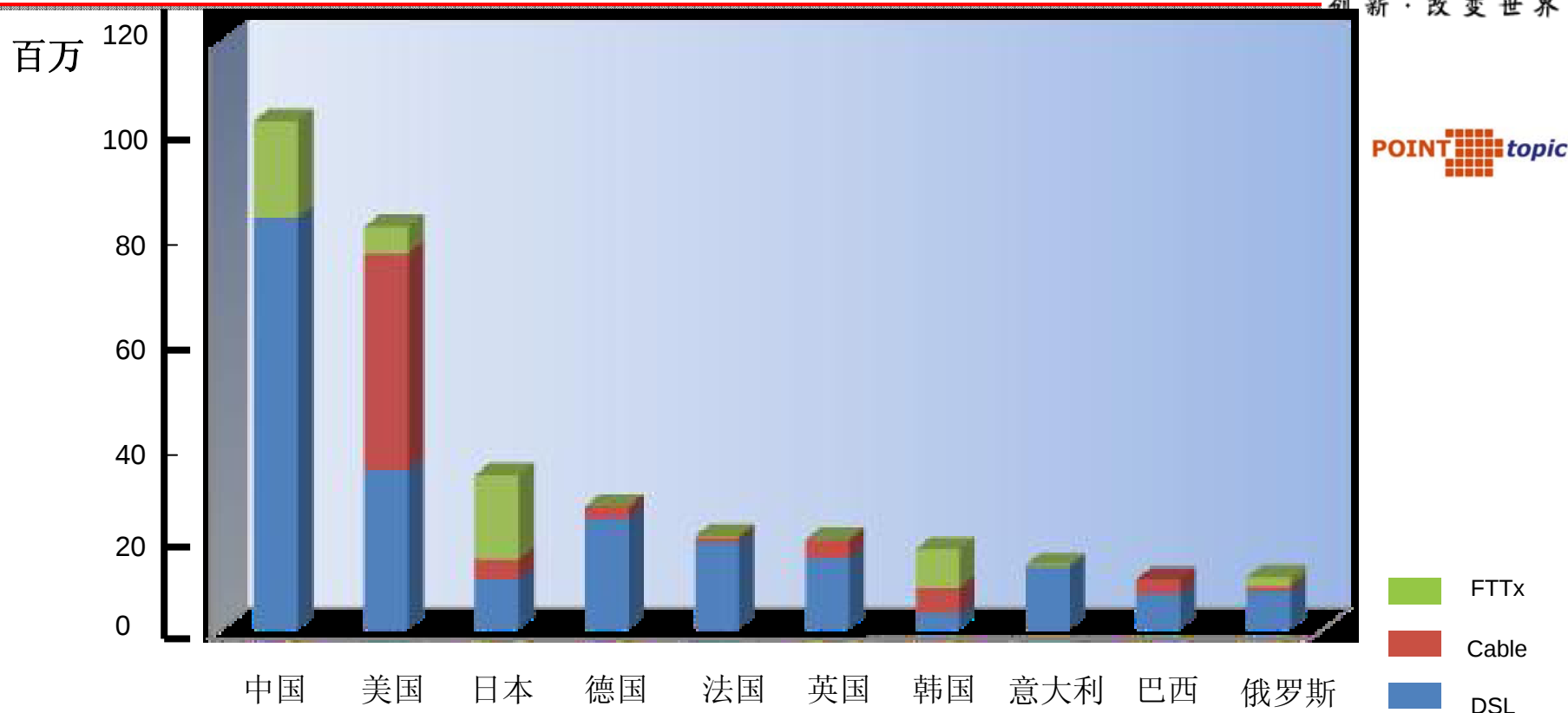


中国宽带接入用户数增长趋势

- 截至2010年6月，我国互联网用户数达4.2亿户，其中有98.1%固定接入用户使用宽带，即有3.64亿网民使用宽带上网。
- 2010年1-9月，基础电信企业互联网宽带接入用户净增1715.7万户，超过1.2亿户

- 截至2010年9月，固网宽带用户总数中国电信达到**6107**万户，中国联通达到**4600**万户
- 截至2010年6月，中国DSL用户 9500万，FTTx用户 2514万 (Point-Topic)
- 2010年上半年，中国联通宽带业务实现收入144.7亿元，同比增长23.4%；固话业务实现收入212.6亿元，同比下降12.2%。

按照接入技术分类的宽带用户数（截至2009年底）



基本特点:

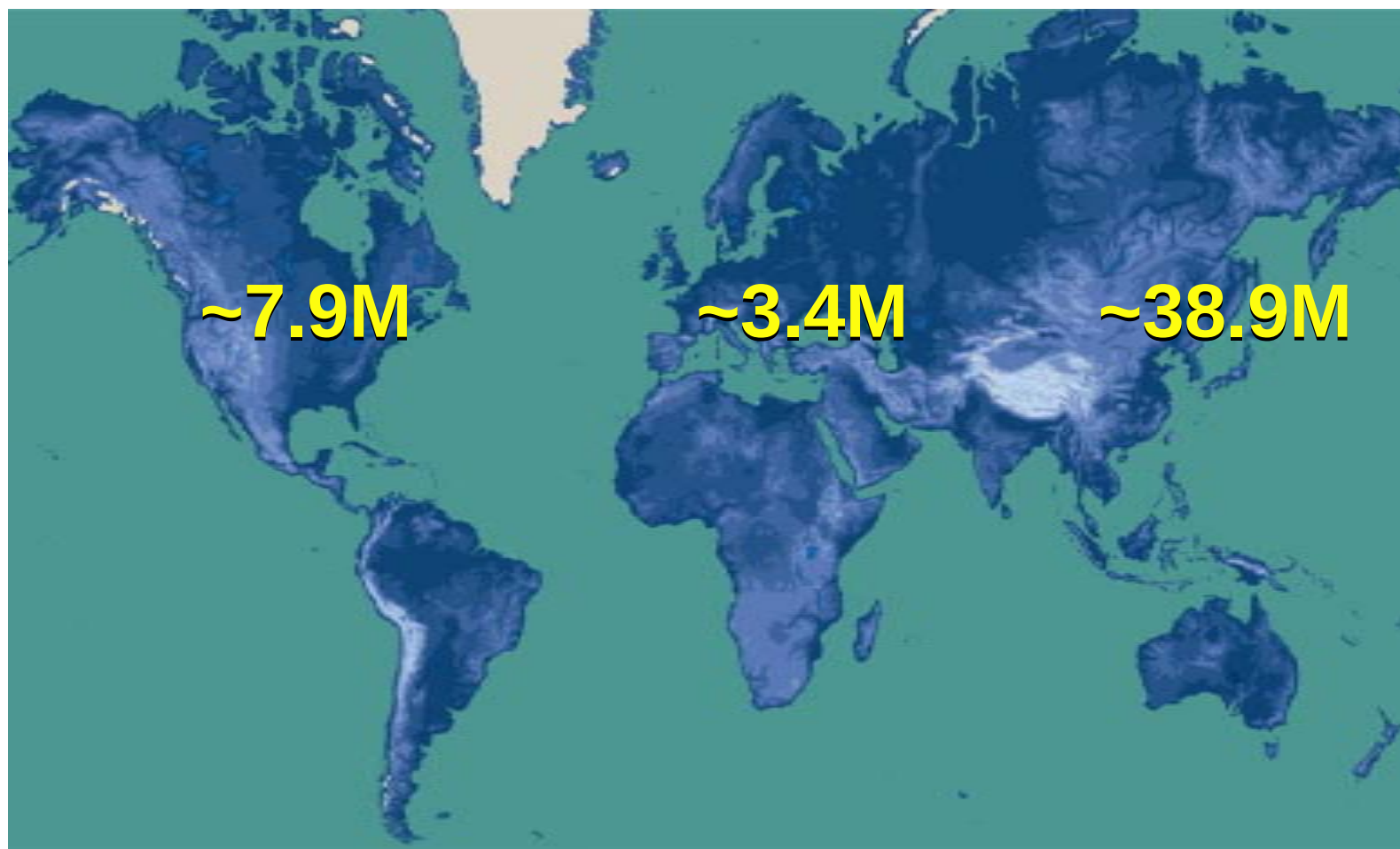
- ✓日本、韩国、中国等亚太国家的FTTx比例高
- ✓北美的Cable接入比例高
- ✓欧洲的DSL比例高

DSL 3.03亿 (64.0%)
Cable modem 9.51千万 (20.37%)
FTTx 5.72千万 (12.24%)

截至2010年6月

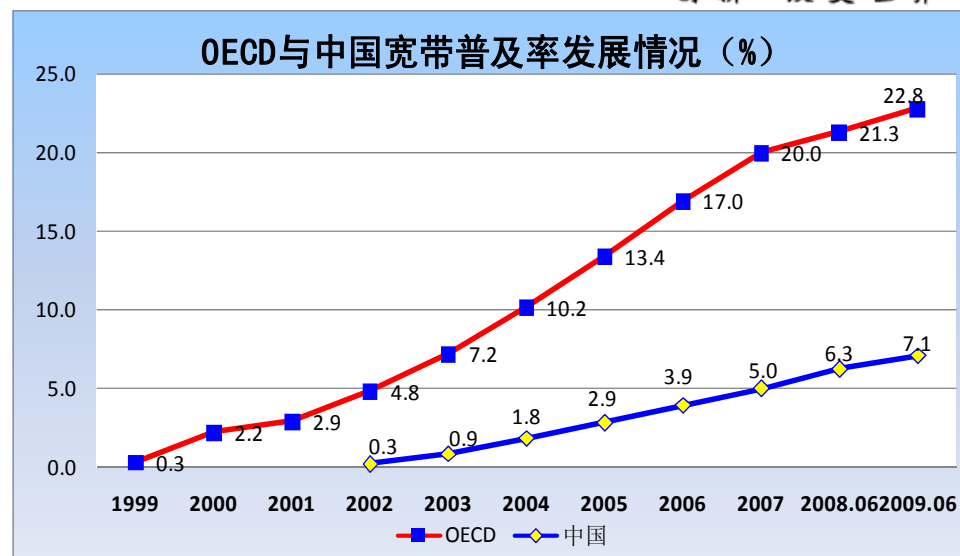
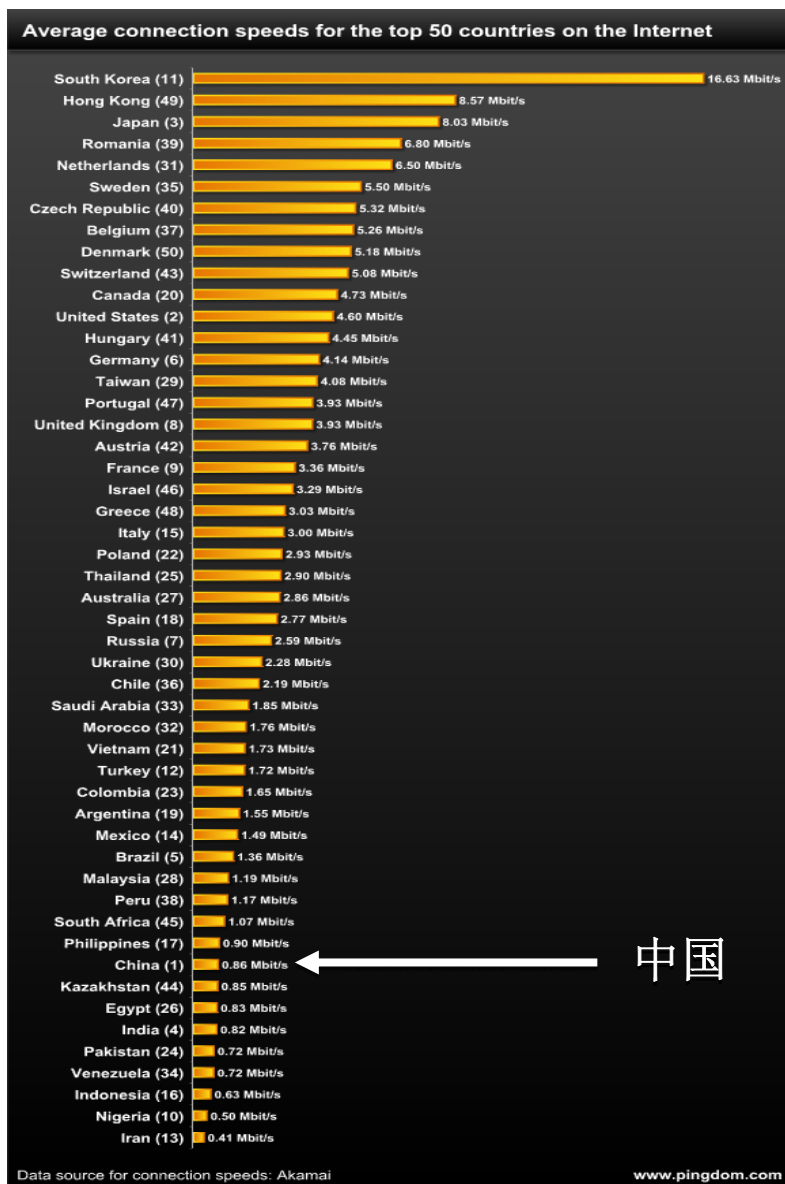
DSL 3.20亿 (64.3%)
Cable modem 9.99千万 (20.1%)
FTTx 6.58千万 (13.21%)

全球 FTTH/B 用户数 (2010年5月)



来源: FTTH Council

我国还处于“低速宽带”阶段

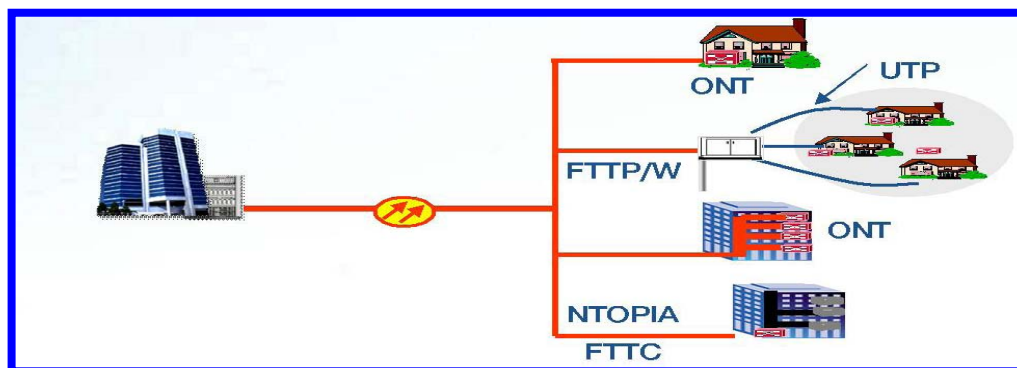


- 中国的宽带普及率与发达国家的差距在拉大
- 中国虽然已成为宽带用户数最多的国家，但还处于“低速宽带”阶段（2M接入为主），在接入速率上与日韩欧美等发达国家还有很大差距
- 根据2010年11月Pingcom报告，中国的平均网速为0.86Mb/s；世界平均网速为1.8Mb/s；在网民数最多的前50个国家中，中国的网速排名42位；排名第一的韩国为17Mb/s。

韩国电信的FTTx定义

Optical access network to support more than **50Mb/s** maximum bandwidth with QoS guarantee

Scope	Definition
Physical Architecture	Fiber-based access Network [FTTH, Active Ethernet, Fiber backhauled DSL]
Services	TPS including voice, data, video, broadcasting
Bandwidth	50~100Mbps for providing stable TPS
Functions	QoS, AAA, Security functions for quality guaranteed services



来源: KT

三网融合：十年磨一剑

- ❑ 2010年6月底，国务院发布35号文件《三网融合试点方案》，明确试点有关要求
 - ❑ 2010年7月1日试点城市名单正式确定，共12城市
 - ❑ 北方：北京、大连、青岛、哈尔滨
 - ❑ 南方：上海、杭州、南京、深圳、厦门、武汉、长株潭、绵阳
-
- 组建国家级有线电视网络公司，作为大型国有文化企业。要采取国家投入资金在内的多种扶持政策，同时充分发挥市场机制的作用
 - 加快广电有线电视网络设施升级改造，推进有线电视网络数字化和双向化升级改造。2012年入户广播下行带宽超过2Gbps，宽带接入能力超过100Mbps
 - 加快电信宽带网络建设，以光纤尽量靠近用户为原则，加快光纤接入宽带接入网络规划和建设。积极发展下一代电信网和互联网。2012年电信下行接入能力1Gbps，入户能力超过100Mbps
 - 积极推进网络统筹规划和资源共享，将电信传输网和广播电视传输网纳入国家重要信息基础设施建设范围。

加快宽带提速步伐

2009年中国联通在全国范围内投资上百亿元，启动了宽带升级提速工程，2010年继续推进，带宽目标：

➡ 基本要求（对大部分地区的要求）

2M（2009）—— 4M（2010）—— 8M（2011）

➡ 城市新建及高端地区

16M（2009）

➡ 农村新建区域

2M（2009）—— 4M（2011）

- 新增宽带端口FTTx占绝对主导地位
- 新增宽带用户FTTx+LAN逐步超越ADSL成为主流；原有ADSL用户也逐步向LAN转化
- 在新建区域采用一步到位的FTTH方式越来越被看好，FTTH呈现出良好的发展势头。

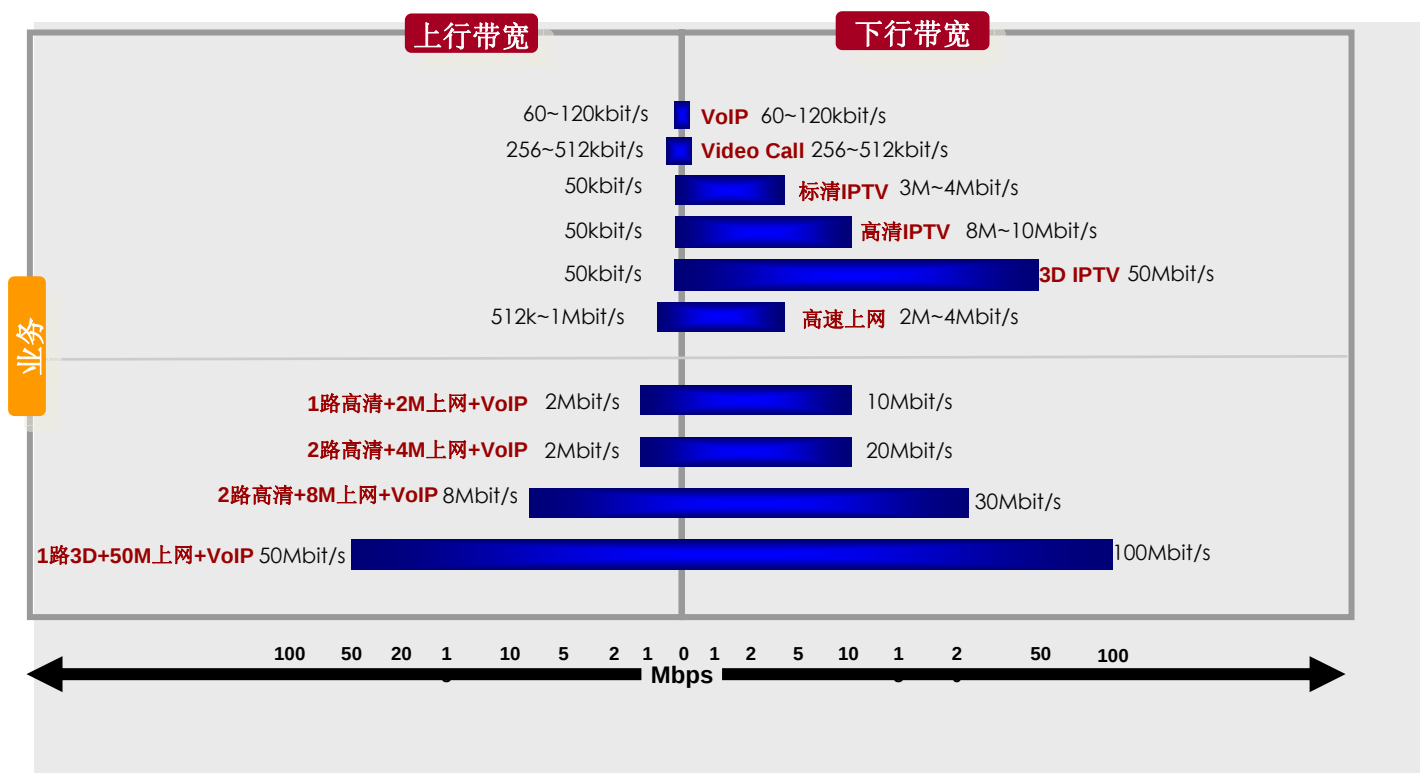
中国联通“三网融合”试点：

积极推进试点城市宽带接入网“光进铜退”。2010年北京、哈尔滨、大连和青岛四个试点城市宽带接入端口中FTTB/H端口平均占比不低于40%，对重点目标客户群具备提供“高清视频+4M宽带上网”能力；在重点试点城市，目标客户群实现20M以上接入能力。

家庭接入带宽需求分析

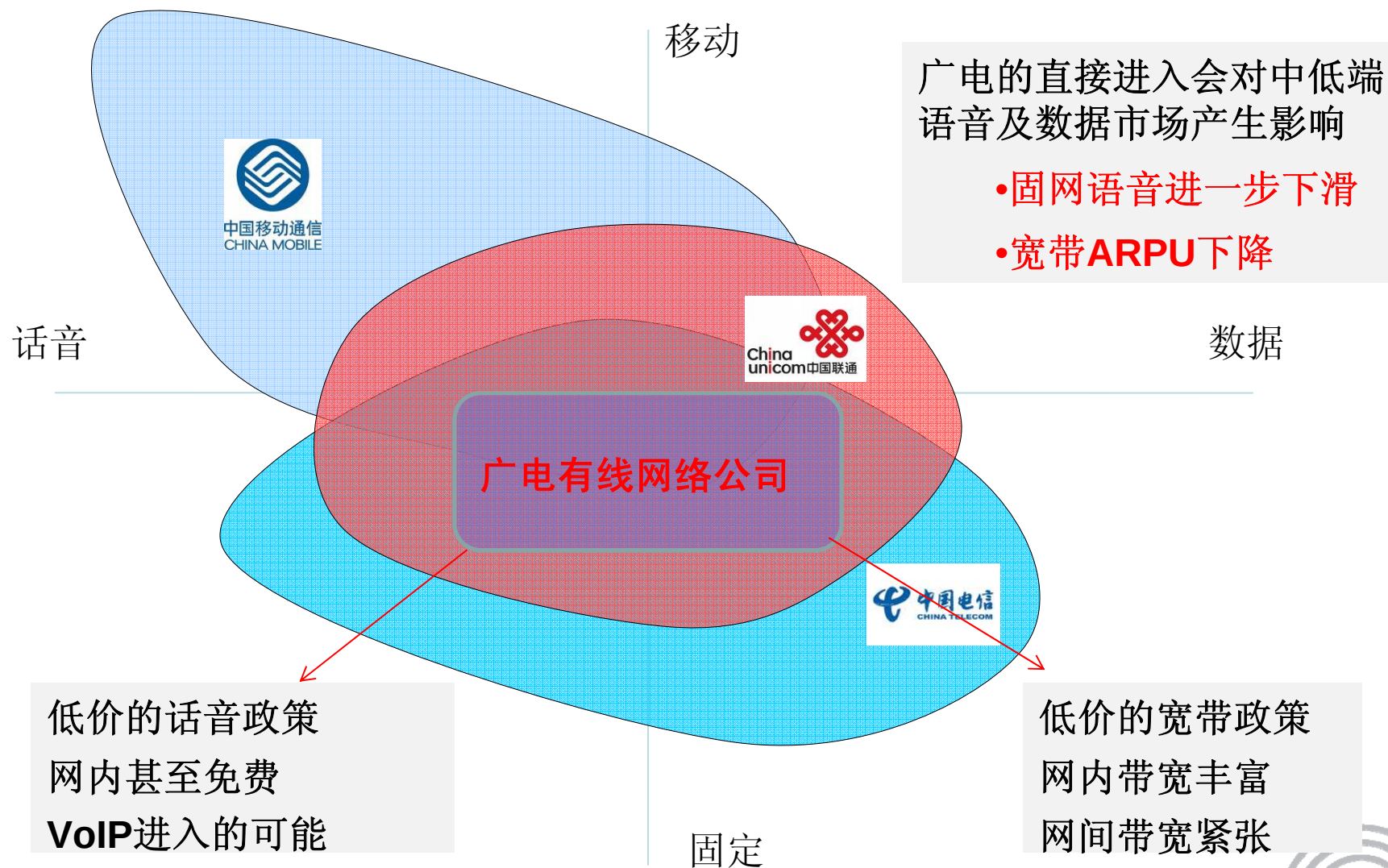
● 带宽需求

- 各类业务需要的入户带宽



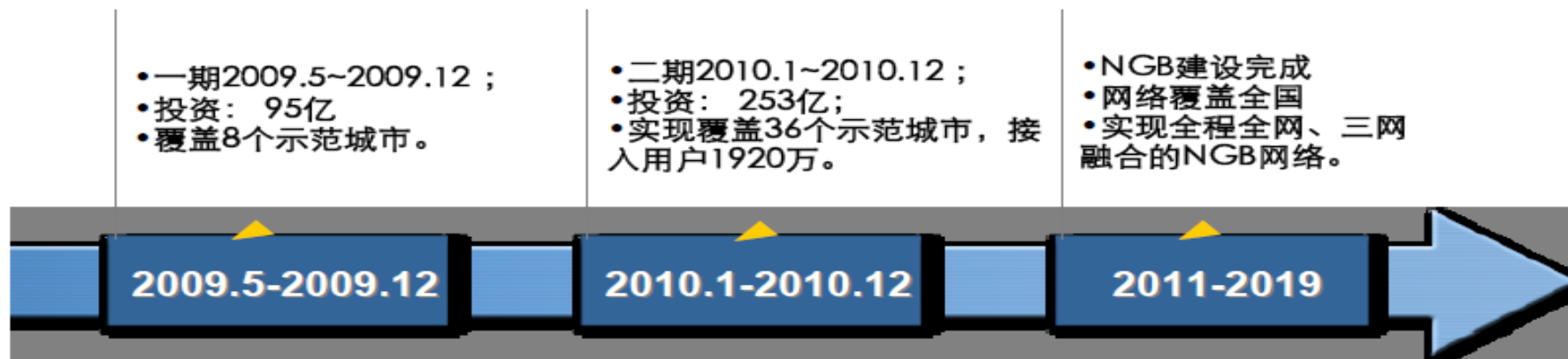
- 8M~20M带宽到户是近期发展的目标，中期需要30~50M，长远发展需要100M或以上；

三网融合对市场格局的影响



NGB网络建设发展趋势

注：数据来源于广电科技司《NGB总体实施方案》



- 第一期
 - 杭州、上海、江苏、北京、广州、深圳、大连、海口8个NGN运营商
 - 实现音视频类、信息类、娱乐类、应用业务4大类22个子类的业务，完成8个运营商T比特级的骨干传输网络的建设和业务开通，实现本地互动双向业务运营
- 第二期
 - 构成覆盖36个NGN运营商1920万用户的全程全网，可控可管的全国骨干传输网、城域网、接入网。
 - 音视频类、信息类、娱乐类、应用类、消息类业务5大类共32类的系统建设。实现示范运营商之间业务的跨域互通

计划到2010年底，全国大中城市城区有线网络平均双向用户覆盖率达到60%以上，到2011年底，双向覆盖率达到95%以上，这是在大中城市的城区，在其他地级城市双向用户覆盖率达到50%以上，2012年底全国有线网络双向用户覆盖率达到80%以上。

三网融合刺激电信运营商宽带升级提速

来自有线电视网络的竞争压力

- 有线电视公司的宽带接入服务“合法化”，市场竞争加剧
- 国家数字电视改造的相关扶持政策和资本市场的注资加快有线电视网络的改造

适应三网融合需求的接入升级提速

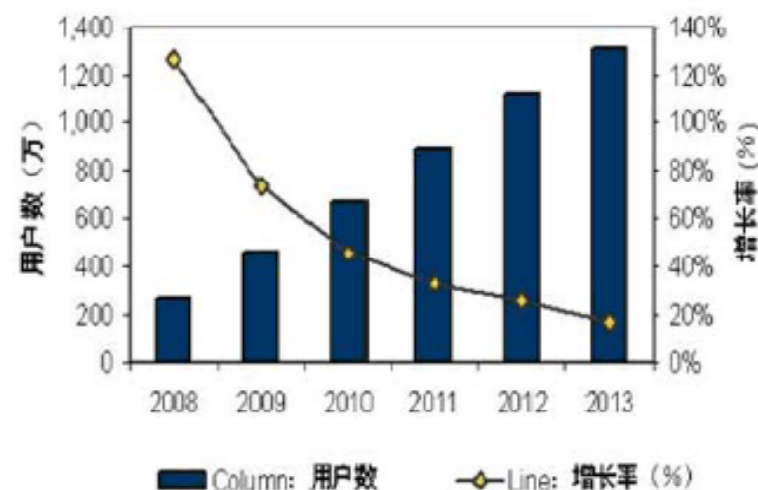
- 三网融合下，电信运营商提供IPTV的接入带宽和质量需要进一步提高



中国IPTV：在探索中前行

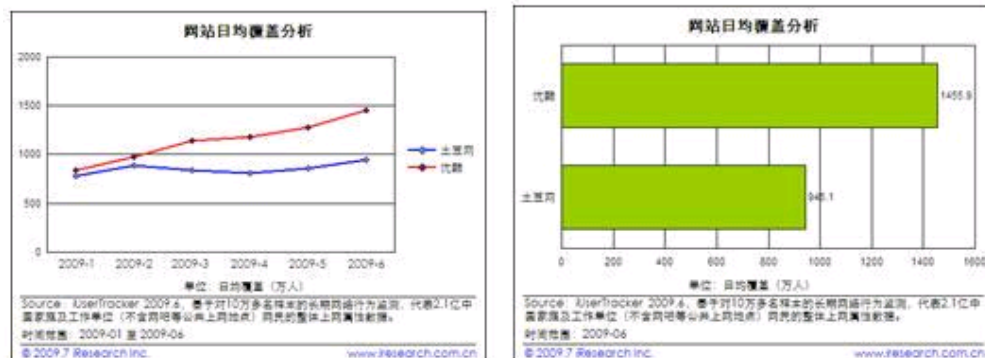
- ▶ 中国IPTV市场面临的外部政策环境多年来没有明显改善，但产业内价值链上的各方在加强合作的基础上，对商业运营进行了积极的探索与实践（典型：上海电信2005年开始与上海文广合作IPTV，2010年6月，用户数超过120万）。
- ▶ 中国IPTV市场经过几年的推广培育，用户数在2009年达到460万，在宽带用户中的渗透率约为4.4%。IDC预计2013年中国IPTV用户将达到1300万。
- ▶ Pyramid Research预测：2014年后，中国IPTV市场可能成为世界上最大的市场。从2010年到2014年，中国IPTV每年将会以600万到700万的数量增长。**预计2010年中国IPTV大约有776万户**，到2014年将会上升到约3015万户。

中国IPTV用户分析与预测, 2008-2013

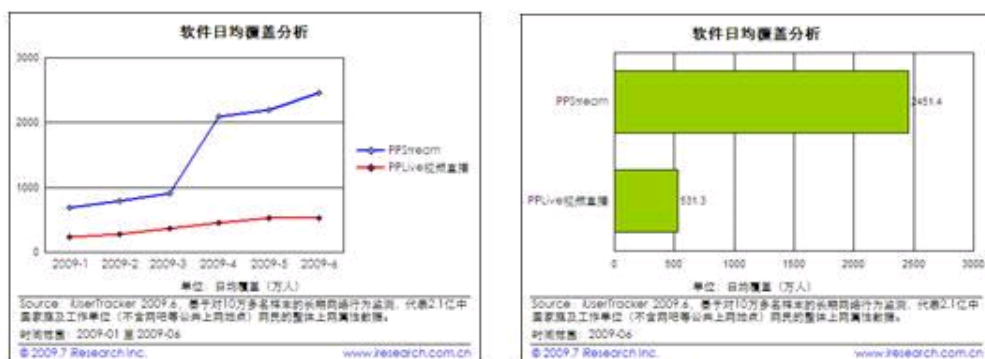


数据来源：IDC，2009

互联网视频业务快速发展



图一：优酷、土豆网站日均覆盖分析



图二：PPS 网络电视 (ppstream)、pplive 软件日均覆盖分析

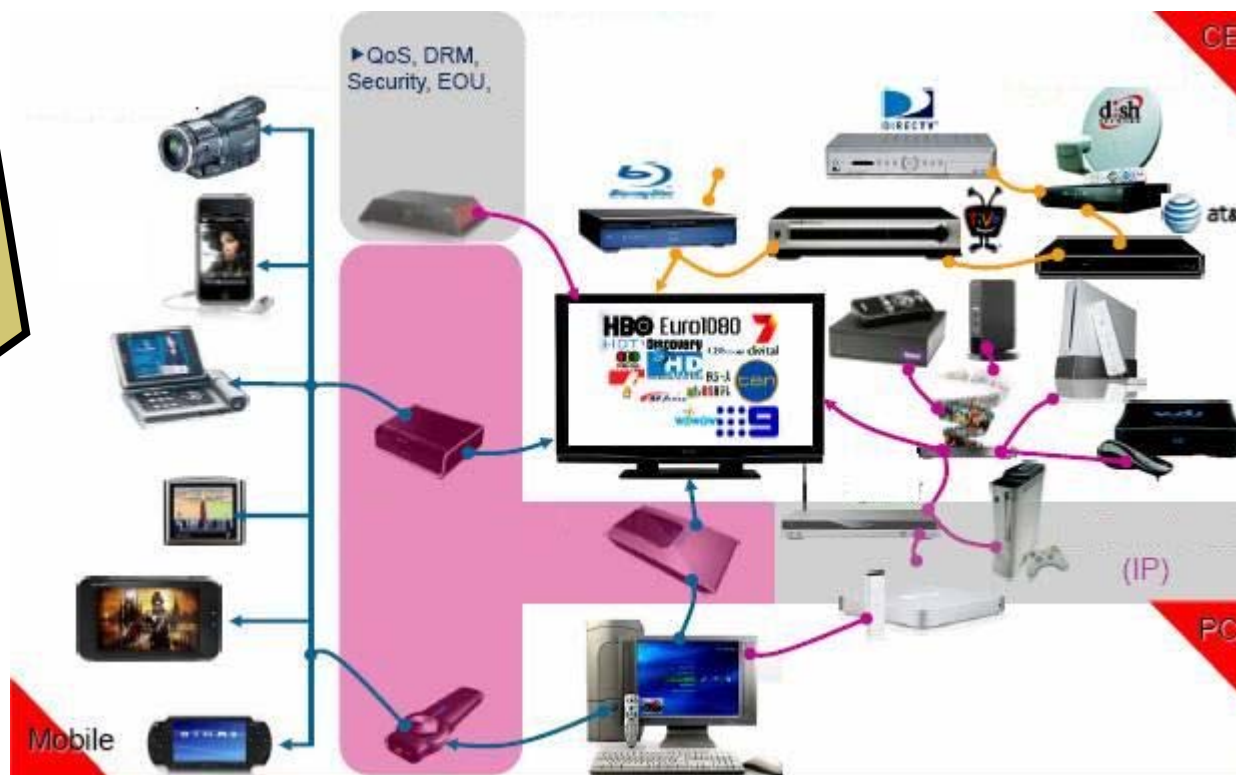


- 2010年第1季度中国网络视频规模3.14亿，同比增长152.2%
- 2010年第2季度中国网络视频规模5.16亿元，同比增长217.5%

- 视频播放业务依然是互联网和广电融合的主要领域，优酷网和PPS分别在视频分享和视频直播领域取得明显优势，但各级电视台的进入在逐步改变市场格局；网络视频广告和营销等更多经营模式受到关注。

互联网电视：消费电子业的三网融合实践

以彩电为重点，全面在各类可视消费电子产品上实现联网功能；同时，建立自有的网络影视内容下载和版权管理平台。

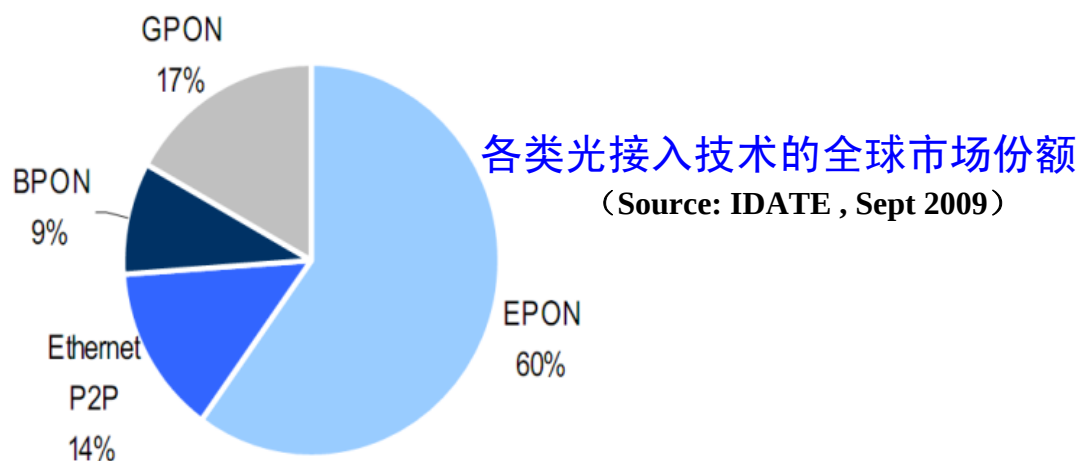


以数字电视网络为基础的数家庭将宽带多媒体服务和家庭网络结合起来实现用户家庭内部的全覆盖

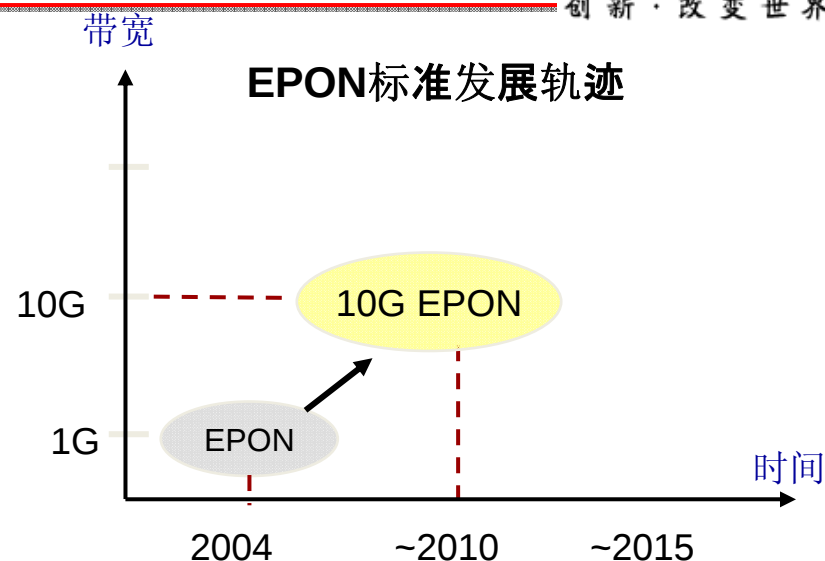
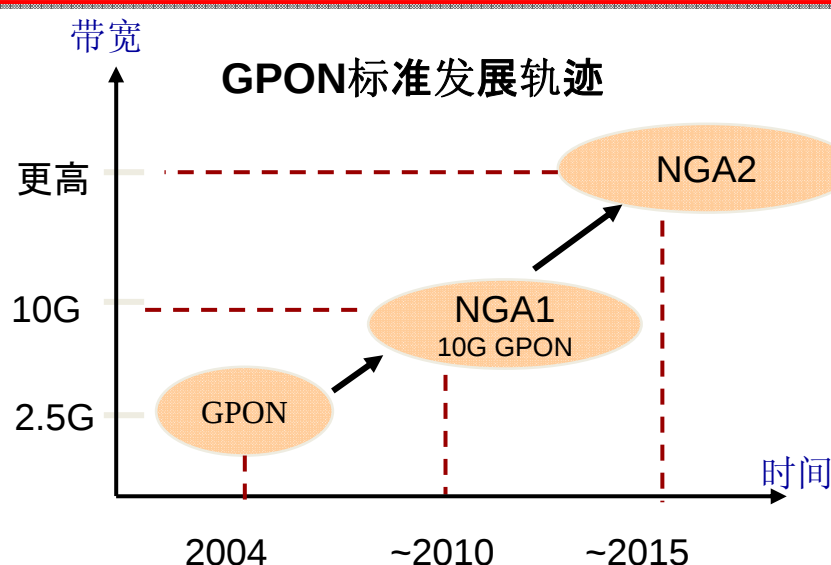
- 以自身掌控的终端研发和生产能力为基点，向视频服务领域扩展，争取成为第三方服务商

光接入：EPON vs. GPON

- ➡ PON的规模部署和规模集中采购正在促使其设备价格快速下降，PON正在成为新增宽带接入市场的主力。
- ➡ 今天EPON还是我国光接入主流，但GPON由于其技术和产业链的日趋成熟，以及主流设备商的强力推进，已显现出良好上升势头。中国电信与中国联通目前以EPON为主，宽带市场的新军中国移动则更倾向GPON。2011年GPON在中国联通有望得到规模发展
- ➡ EPON与GPON：性价比是技术选择的决定性因素，规模和产业链的强弱将是决定竞争态势的关键。无论是EPON还是GPON，二者对于用户所呈现的业务和应用是类似的，目前许多设备商已将EPON和GPON集成在同一平台中



10G PON的到来是必然趋势



10G EPON的标准在2009年9月被IEEE批准，10G GPON的标准于2010年6月也在ITU-T得到通过。

- ➔ 更大的带宽：10G PON提供1:64分支比时每用户160Mbps，1:128分支比时每用户80Mbps，1:256分支比时每用户40Mbps带宽能力
- ➔ 符合接入网络“大容量、少局所”的发展方向
 - ✓ 10G PON在接入网提速的同时支持更大分路比，覆盖更多用户；
 - ✓ 10G PON占用较少局所、主干光纤资源，降低运行维护复杂度、单位带宽成本和能耗；

10G PON尚处于研发、测试和小规模试用阶段。

规模商用需要考虑的因素：业务需求，产品成熟度，成本，平滑升级，互通性

10G PON设备测试

➡ 2010年中国联通组织了10G PON设备测试

- ✓ 测试包括10G EPON和10G GPON系统
- ✓ 大部分厂家均能支持主要的10G PON功能，能达到10G PON系统的主要性能指标，说明主流厂家对10G PON积极进行研发，未来应有能力提供成熟稳定的10G PON系统
- ✓ 各厂商目前提供的设备仍然是基于FPGA方式实现，功耗较高，稳定性不够
- ✓ 10G PON系统还存在不能平滑升级等问题。参测厂家的10G EPON/10G GPON设备虽然与其GPON/EPON设备型号一致，但主控板、上联板甚至背板等型号和版本均有差异，因此，现网PON设备是否能升级到10G PON设备，还需结合各厂家实际情况验证

● 10G PON部署时间

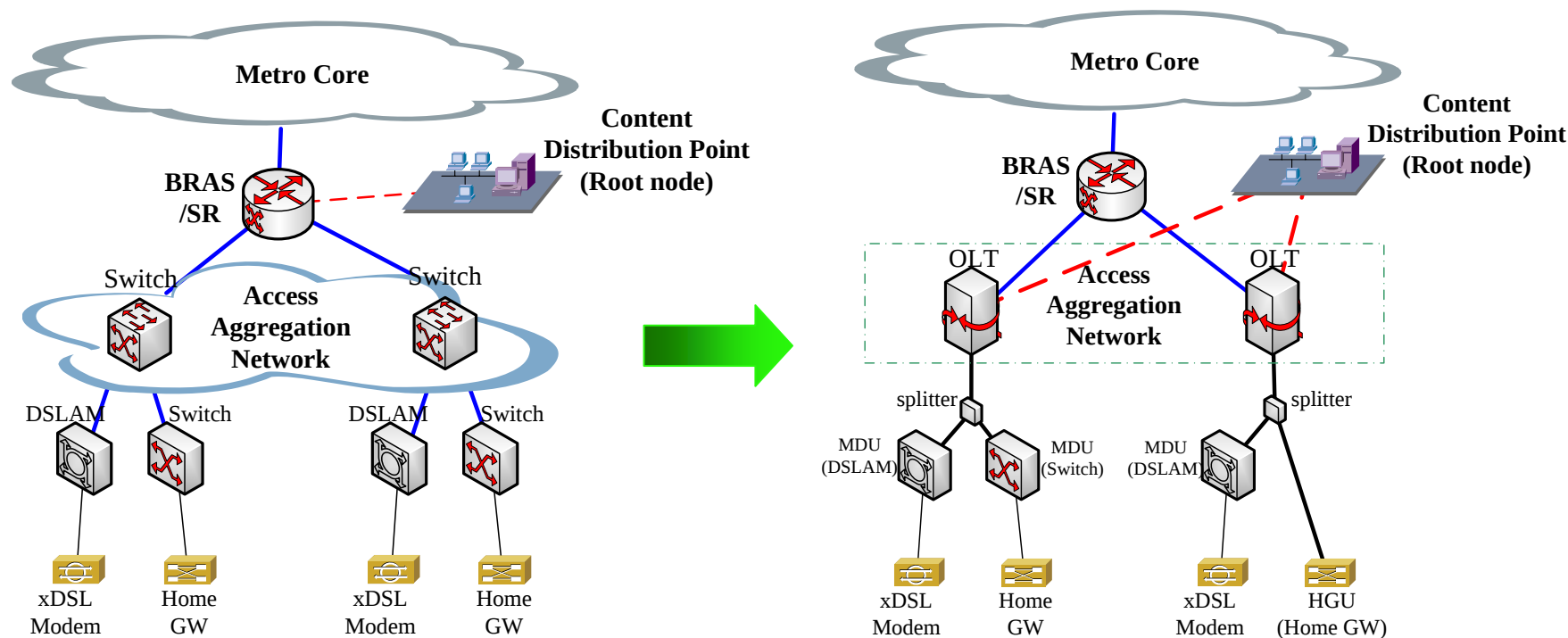
- 10G PON规模商用宜在2012-2013年开始；

● 需要关注的问题

- 1G PON到10G PON的升级：设备同时支持两种OLT板卡的能力、用户数据在不同端口间迁移的能力、平滑升级方案
- 多厂商混合组网：不同厂商ONU与OLT之间的互联互通

城域网的扁平化趋势

- 大容量OLT将逐步取代城域网汇聚交换机，推动城域网的扁平化
- 长距离、大容量、大分路比的PON系统
- 完善OLT中的L2/L3功能



内容

一、电信业形势

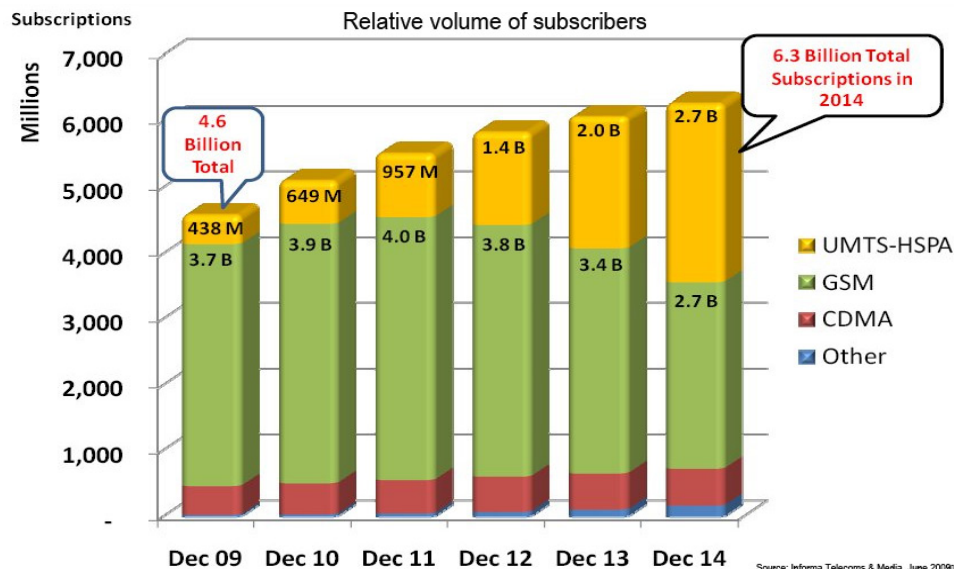
二、光接入

三、3G/LTE中的光通信

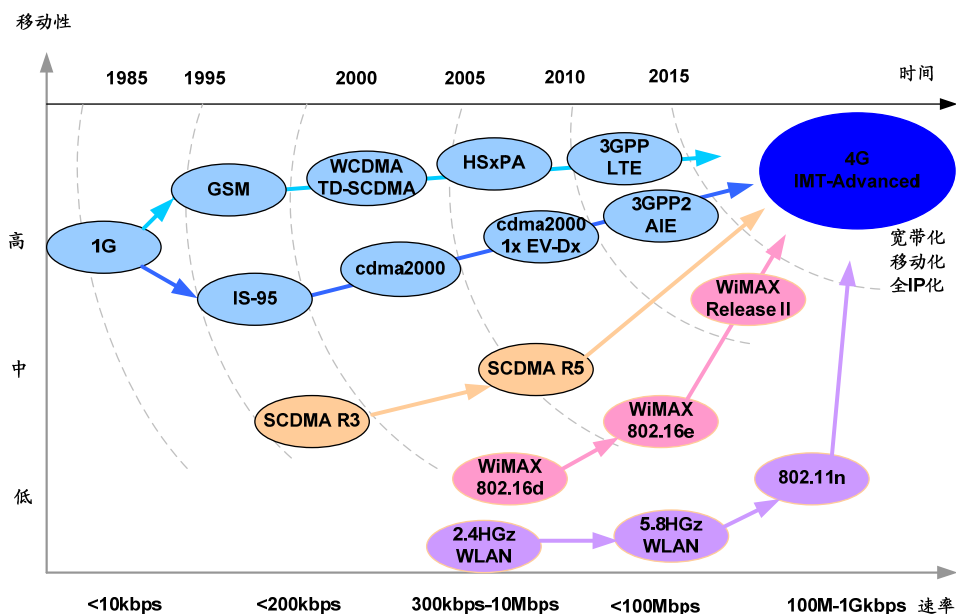
四、骨干传送网



3G开启我国移动宽带时代



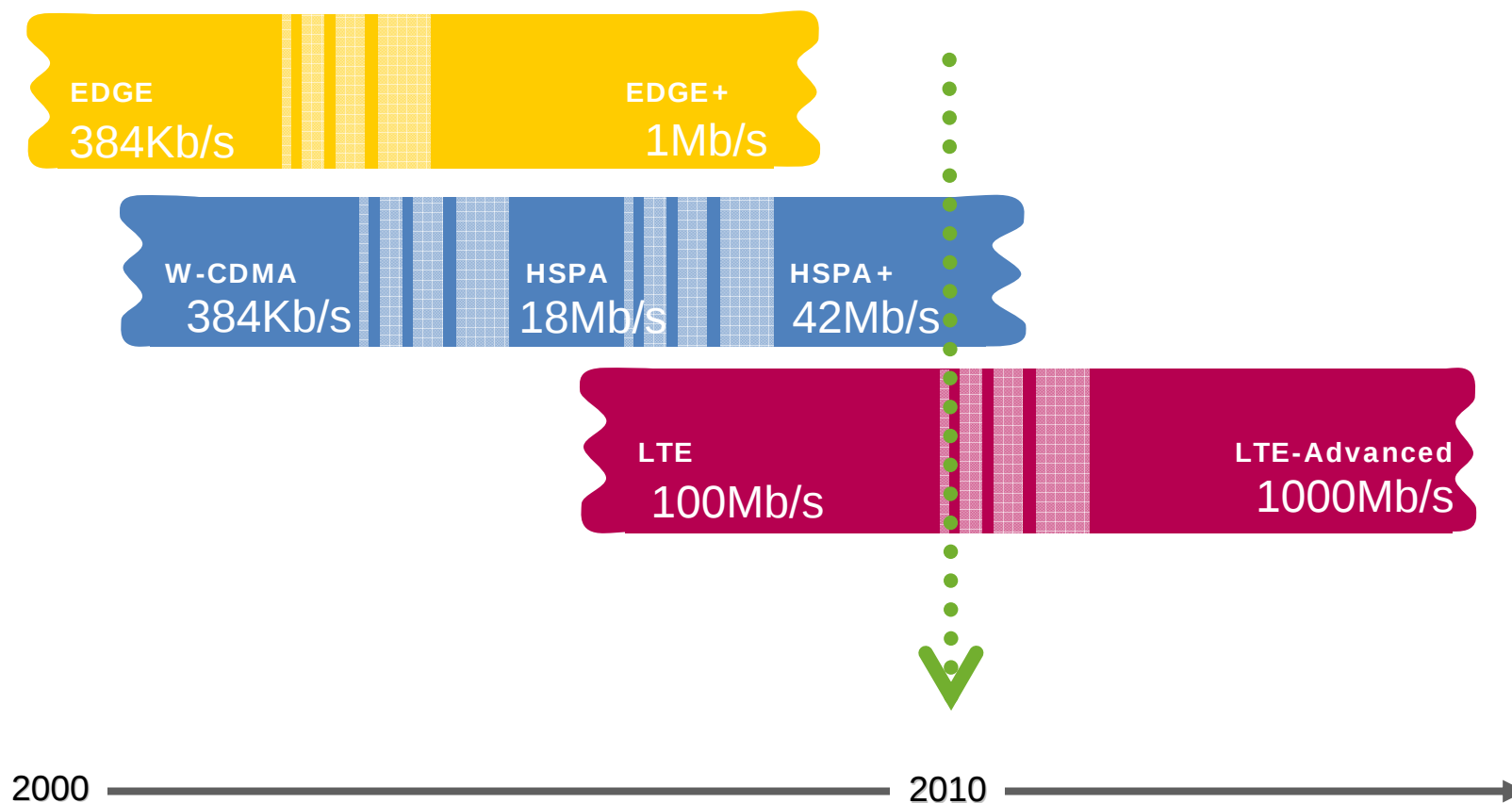
- ➔ WCDMA的HSPA（高速分组接入）能够实现高达14.4Mbps的下行速率和5.76Mbps的上行速率。
- ➔ 目前全球绝大部分WCDMA运营商都将网络升级到HSPA，部分运营商推出了下行速率高达21Mbps的HSPA+。42M与84M的HSPA+也在研发试验中



- 我国3G刚刚起步，但已显示出良好的发展势头。截至2010年9月，我国3G用户规模达到3499万户，其中中国移动的TD用户达1527.9万，中国联通WCDMA用户1055.4万，中国电信915万。

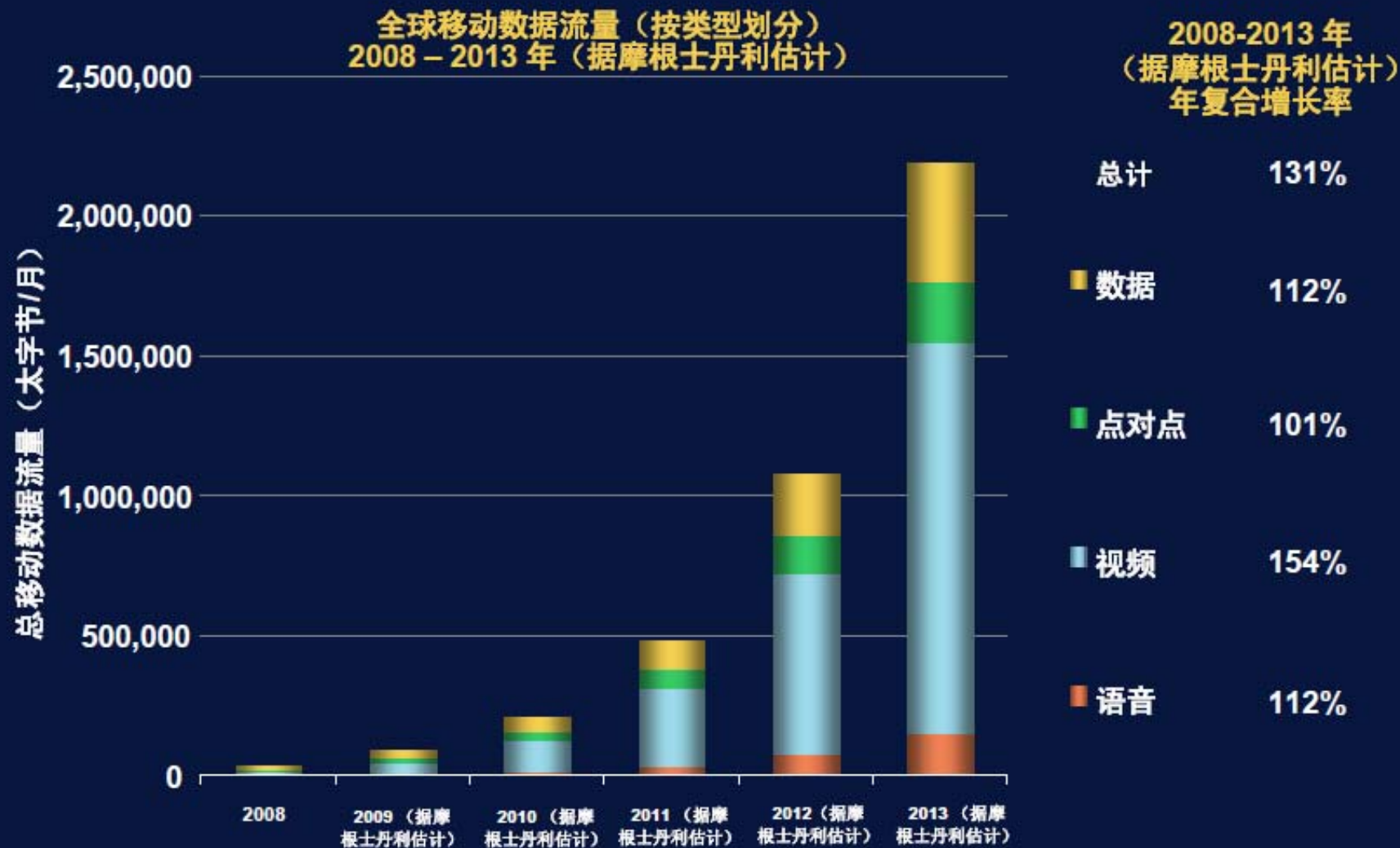
无线空口标准的演进

Standards availability



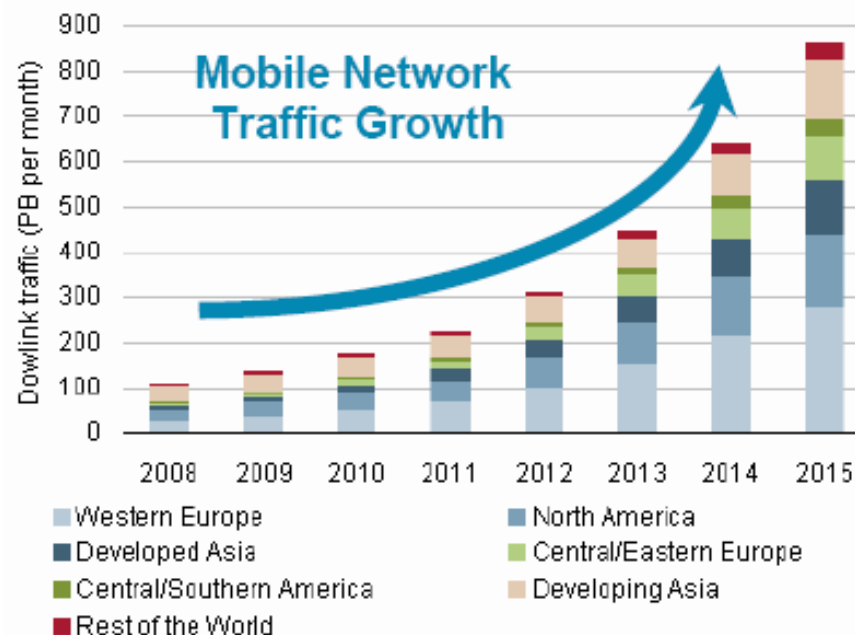
视频推动移动互联网流量迅速增长

据摩根士丹利估计，到 2013 年，移动数据流量将增长 66 倍
(131% 的年复合增长率)

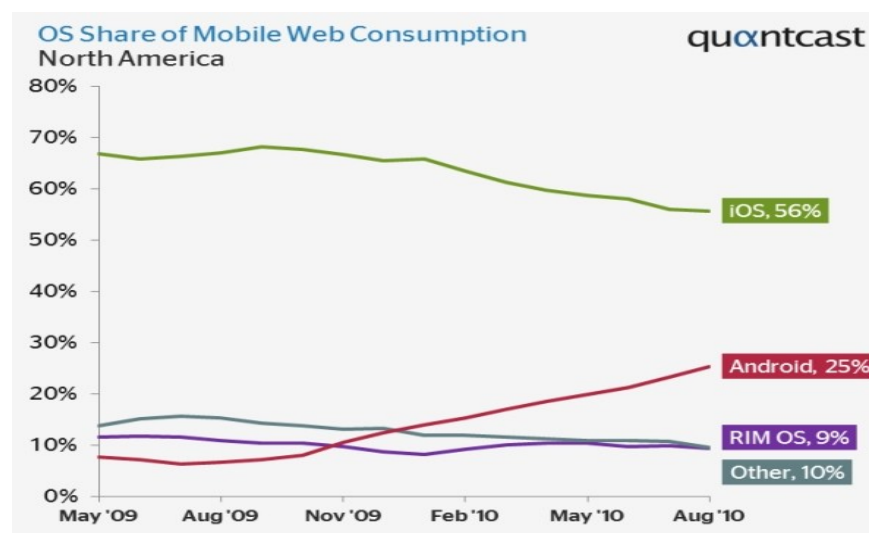


移动流量剧增，资源矛盾凸现

- ➡ 3G发展导致以富媒体为主导的数据业务量成为移动网络的主导流量，引发网络流量剧增
- ➡ 网络流量统计公司Quantcast发表报告称，2009年美国手机互联网流量增长110%，全球增长148%。手机互联网只占美国互联网流量的1.26%，全球的0.99%。
- ➡ 3G流量增长让运营商不堪重负，限制流量成移动互联网之痛



➡ 例：苹果iOS和Android手机是手机互联网流量增长的主力。截至2010年8月底，苹果占美国手机互联网流量的56%，Android占25%。



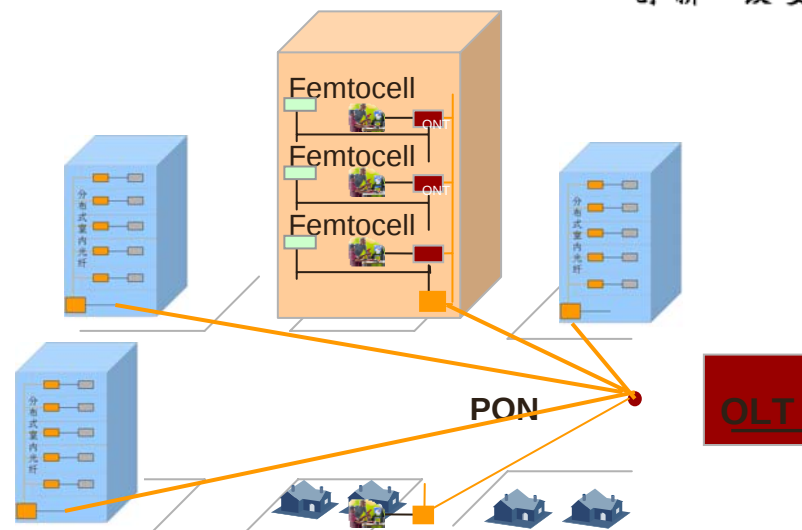
北美各类手机互联网流量份额



有线无线资源协同，实现泛在宽带

➡ 3G+WiFi；光+无线

- ✓ 实现3G移动宽带、WLAN无线宽带、固网有线宽带的协调发展，将移动宽带的便捷性、广覆盖与有线宽带的高带宽、可靠性有机结合，实现有线、无线接入手段的优势互补和资源协同。



➡ 打造无缝宽带，实现泛在服务

□ 无线的带宽是有限的，而光纤的带宽潜力无与伦比

□ “光进无线退”

Macro -> Micro -> Pico -> Femtocell，基站覆盖半径不断减少，基站数量增多，无线接入距离不断缩短，频谱重用，无线资源在小范围内被用户独享，从而为用户获得稳定的高带宽移动宽带奠定基础。

家庭网关+WiFi或Femtocell

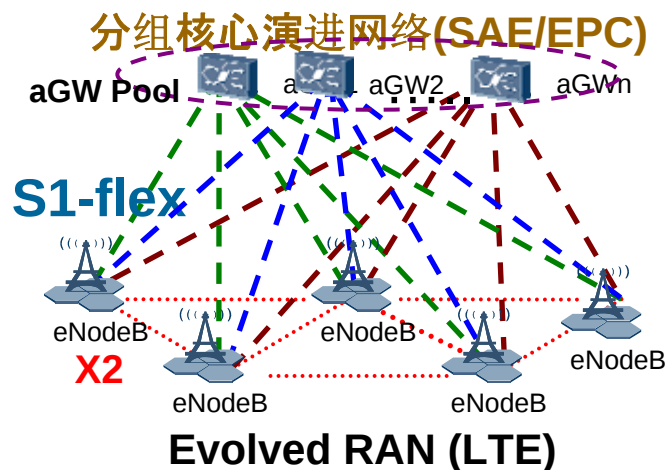
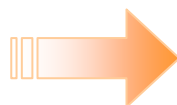
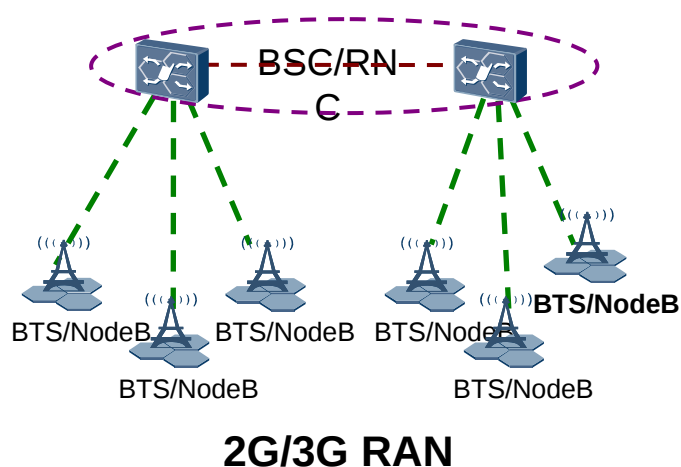
LTE发展对移动回传网的新要求

➡ 移动回传网面临的挑战

- ✓ 带宽急剧增长
- ✓ 基站数量增多
- ✓ RAN的IP化
- ✓ 逻辑结构多样化 (S1、X2口)
- ✓ 承载业务多元化
- ✓ 视频业务对承载质量的要求越来越高

➡ 对IP Backhaul的要求

- ✓ 多业务支持能力
- ✓ 灵活的配置能力
- ✓ 高可靠性
- ✓ 与SDH相当的时钟同步能力
- ✓ 强大的新业务扩展能力
- ✓ 宽带传送能力
- ✓ 更低的建设、维护成本



移动回传：PTN vs. CE

- ➡ 移动回传网：多元化（MSTP，PTN，IP RAN，PON）
 - ✓ MSTP：已大量部署
 - ✓ PTN：传输网IP化的新趋势
 - ✓ CE（IP/Ethernet）：顺应全IP化趋势，需解决维护管理、性能与成本等问题
 - ✓ 补充手段：PON，微波，PDH

➡ 3G移动回传现状：MSTP为主

- ✓ 中国联通WCDMA建网初期一般采用Dual Iub的方案，即在基站侧保留ATM/E1承载方式的同时，引入IP/FE承载方式，在汇聚层分别采用STM-1和GE进行汇聚。
- ✓ 实时业务、控制面信令、操作维护信令等对QoS要求比较高的数据承载在ATM/E1上；而非实时业务、HSPA业务既可以承载在ATM/E1上，也可以承载IP/EF上。时钟同步通过E1线路来获取。

➡ 面向LTE的移动回传手段

- ✓ 传输方案：PTN（MPLS-TP）
- ✓ 数通方案：CE（IP RAN，路由器MPLS）

➡ 竞争态势：多种因素的博弈

- ✓ 产业链
- ✓ 管理体制
- ✓ 运维体制
- ✓ 网络现状
- ✓ 业务场景（纯移动 vs. 多业务承载）

光纤宽带 vs. 3G

- ➡ 2010年3月17日，工业和信息化部、国家发展改革委、科技部、财政部、国土资源部、住房和城乡建设部、国家税务总局联合印发了《关于推进光纤宽带网络建设的意见》。
 - ➡ 到2011年，光纤宽带端口超过8000万，城市用户接入能力平均达到8兆比特每秒以上，农村用户接入能力平均达到2兆比特每秒以上，商业楼宇用户基本实现100兆比特每秒以上的接入能力。3年内光纤宽带网络建设投资超过1500亿元，新增宽带用户超过5000万。
-
- ➡ 2010年4月8日，工业和信息化部、国家发展改革委、科技部、财政部、国土资源部、环境保护部、住房和城乡建设部、国家税务总局联合印发了《关于推进第三代移动通信网络建设的意见》
 - ➡ 到2011年，3G网络覆盖全国所有地级以上城市及大部分县城、乡镇、主要高速公路和风景区等，3G建设总投资4000亿元，3G基站超过40万个，3G用户达到1.5亿户。

内容

一、电信业形势

二、光接入

三、3G/LTE中的光通信

四、骨干传送网



骨干传送网的发展

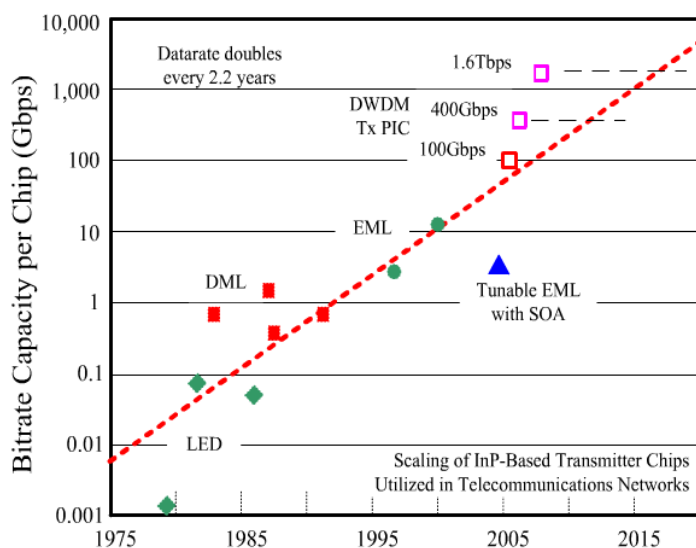
- 宽带业务发展将对骨干网带来更大压力，需要不断对传送网进行扩容和优化

2009年（中国联通）

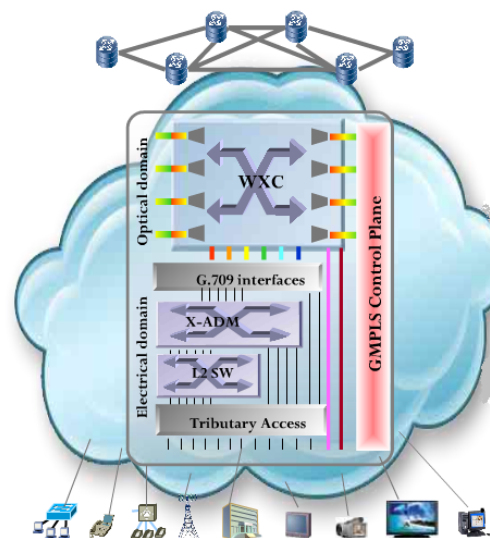
- ✓ 完成China169骨干网六期扩容工程，新增容量3000G，达到6337G；
- ✓ 2.5G WDM能力增长80%多；
- ✓ 10G WDM能力增长近70%；
- ✓ 在省际传输网引入40G WDM系统

2010年计划

- ✓ 省际10G WDM容量增长近40%；
- ✓ 扩大40G WDM系统规模



高速大容量光接口发展趋势



灵活的光层、电层交叉特性

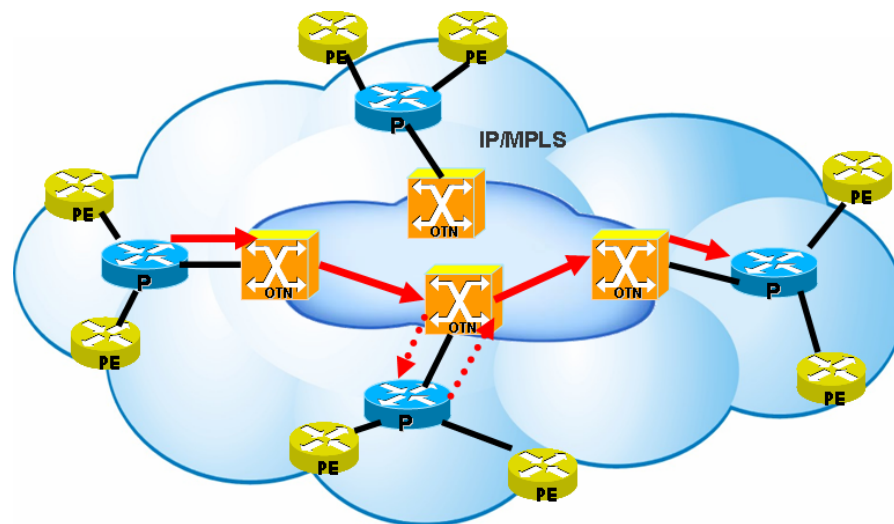
OTN

➡ 引入OTN

- ✓ 在WDM 系统中引入OTN 业务接口，增强WDM 网络的维护管理和保护功能
- ✓ 对于新建的干线网络和城域核心网，引入基于OTN 的交叉连接设备，实现波长级或子波长级的快速调度和保护恢复，增强大容量传送、调度、指配和保护功能
- ✓ 引入和完善控制平面功能，逐步实现基于OTN 的智能光网络

➡ 光与IP的协同：流量协同，保护协同，管理协同

- ✓ 用OTN节点旁路掉IP层路由器的中转流量后，可有效降低对核心路由的容量需求，提升网络效率和能耗
- ✓ 在OTN中集成MPLS-TP可进一步实现基于IP over OTN的传送层与路由层协同优化组网
- ✓ 光传送层与IP层 的协同保护
- ✓ 建立光与IP的统一网络管理



总结：光通信的发展机遇

- ➔ PON：固定接入的主力
- ➔ MSTP与WDM：现阶段需求依然强劲
- ➔ PTN：移动承载IP化的新要求
- ➔ OTN：大颗粒组网的必然趋势
- ➔ 移动基站的分布化和微型化趋势：RoF，PON，OTN等技术将大有作为
- ➔ 容量继续增长：40G得到应用，100G曙光在前
- ➔ 3G和FTTx建设也在拉动光纤光缆需求的增长
- ➔ 市场竞争带来新机遇：中国移动在传送与接入网建设上发力；广电运营商的投入

- ➔ 宽带化接入：ADSL → EPON/GPON → 10G PON
- ➔ 分组化传送：SDH → MSTP → PTN
- ➔ 大容量传送：10G → 40G → 100G
- ➔ 大颗粒组网：SDH /WDM→ OTN
- ➔ 智能化管理：ASON，GMPLS



Thank You !

唐雄燕

tangxy@chinaunicom.cn

