

适应发展的光通信技术

中国联通研究院

王健全

- 3G已经进入快速发展期
- 业务融合，网络融合已不是新课题，但仍是难题
- IP/MPLS在骨干网早成为现实，且正在往城域网发展
- 云计算及其应用为宽带网络提出新的课题
- 网络的IP化已经成为大势所趋
 - 在IP化过程中必须考虑充分合理地利用现有资源
 - 兼顾上层业务/承载网络的发展进程
- 语音饱和，零利润化，移动互联网发展及用户消费行为转变，使得今后的建网思路也会出现变化

提 纲

- 光传输网络现状
- 光网络面临的机遇与挑战
- 光通信技术最新发展
- 光传输网络发展建议
- 总结

骨干网络现状

- 骨干网络
 - 一千网络
 - IP OVER OTN (WDM) 架构
 - 10G WDM为主, 40G已经商用
 - 二千网络
 - IP OVER WDM与10G / 2.5GSDH(MSTP)
 - 部分ASON网络
- IP over MPLS已经成为现实
- 光纤网MESH化

带宽、安全性、大颗粒灵活调度能力

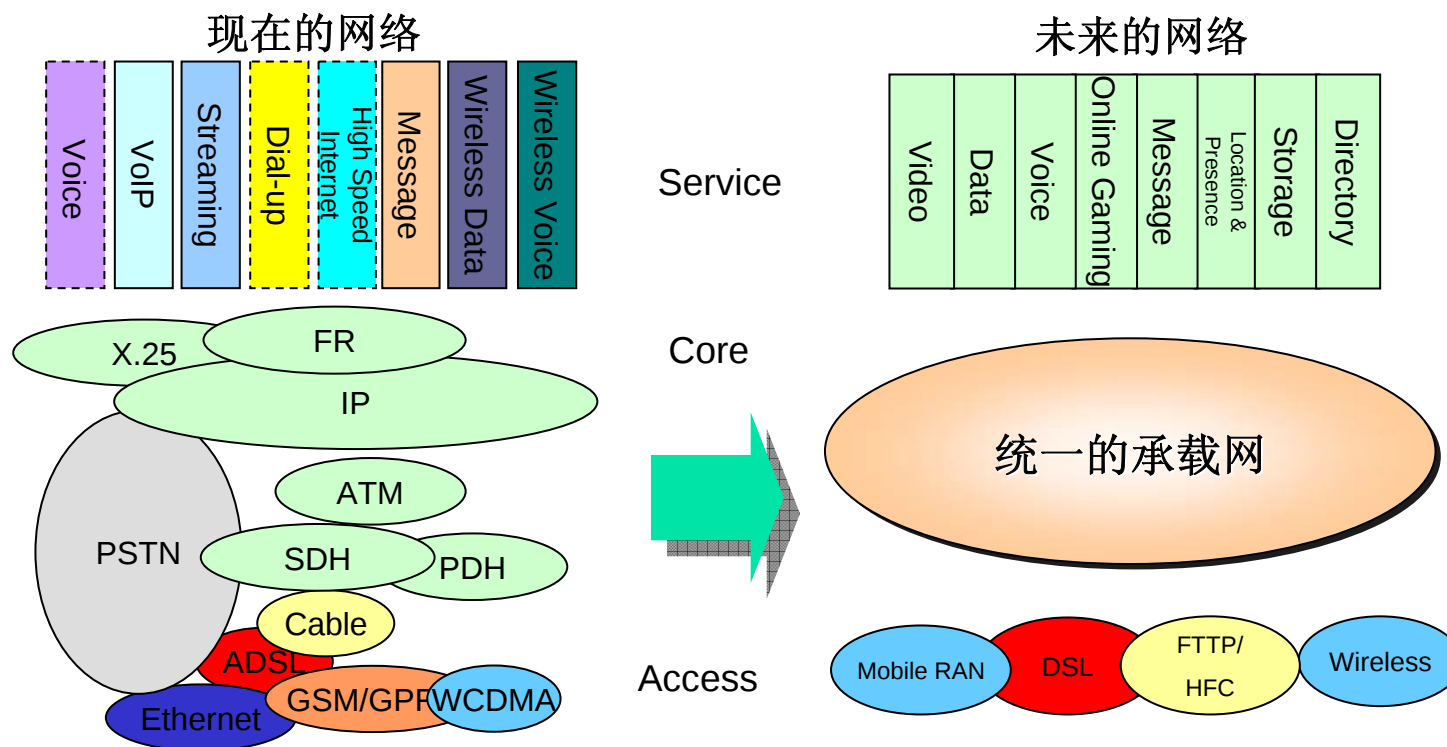
城域网现状分析

- 网络业务构成
 - 移动承载、大客户业务、固话业务、互联网业务
- 城域传送网络-环网相交/重叠/相割
 - SDH+MSTP/ASON
 - SDH的容量基本为155M,622M和2.5G,核心采用了WDM
 - 随着WCDMA的建设,大部分155MSDH升级为622M MSTP
- 接入网
 - XDSL
 - 大力发展E/G PON
 - 10G PON测试中

城域网的发展必须考虑充分利用现网资源

网络业务和承载的转型

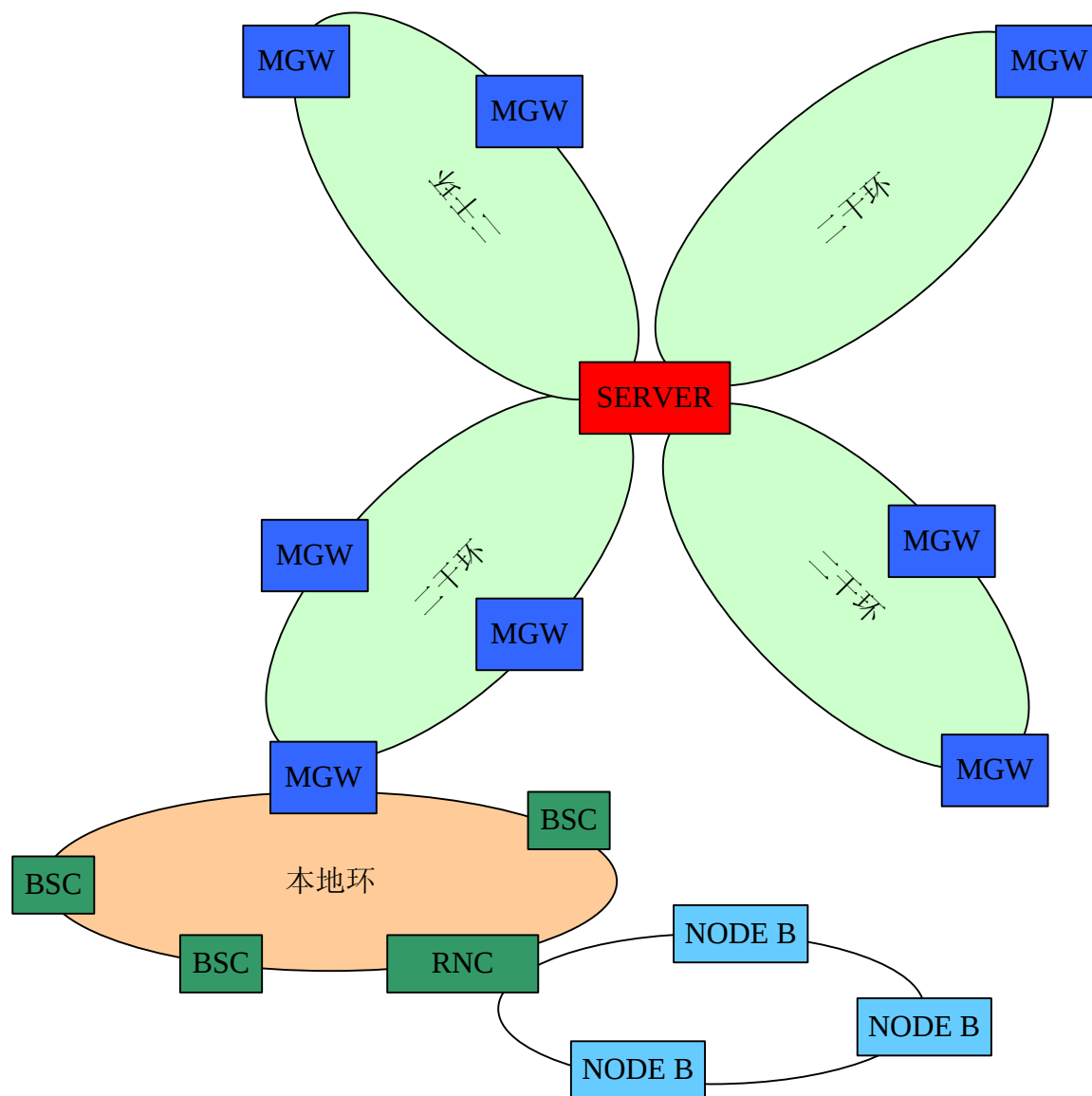
--从多张业务网络向多业务的统一承载网转型
--从独立的多网络向融合的网络转型



- 用统一的融合的承载网承载各种业务，易于部署，面向任何未来可能出现的新业务

核心网络：当前网络-软交换

例：支撑移动软交换的传输网络结构



提 纲

- 光传输网络现状
- 光网络面临的机遇与挑战
- 光通信技术最新发展
- 光传输网络发展建议
- 总结

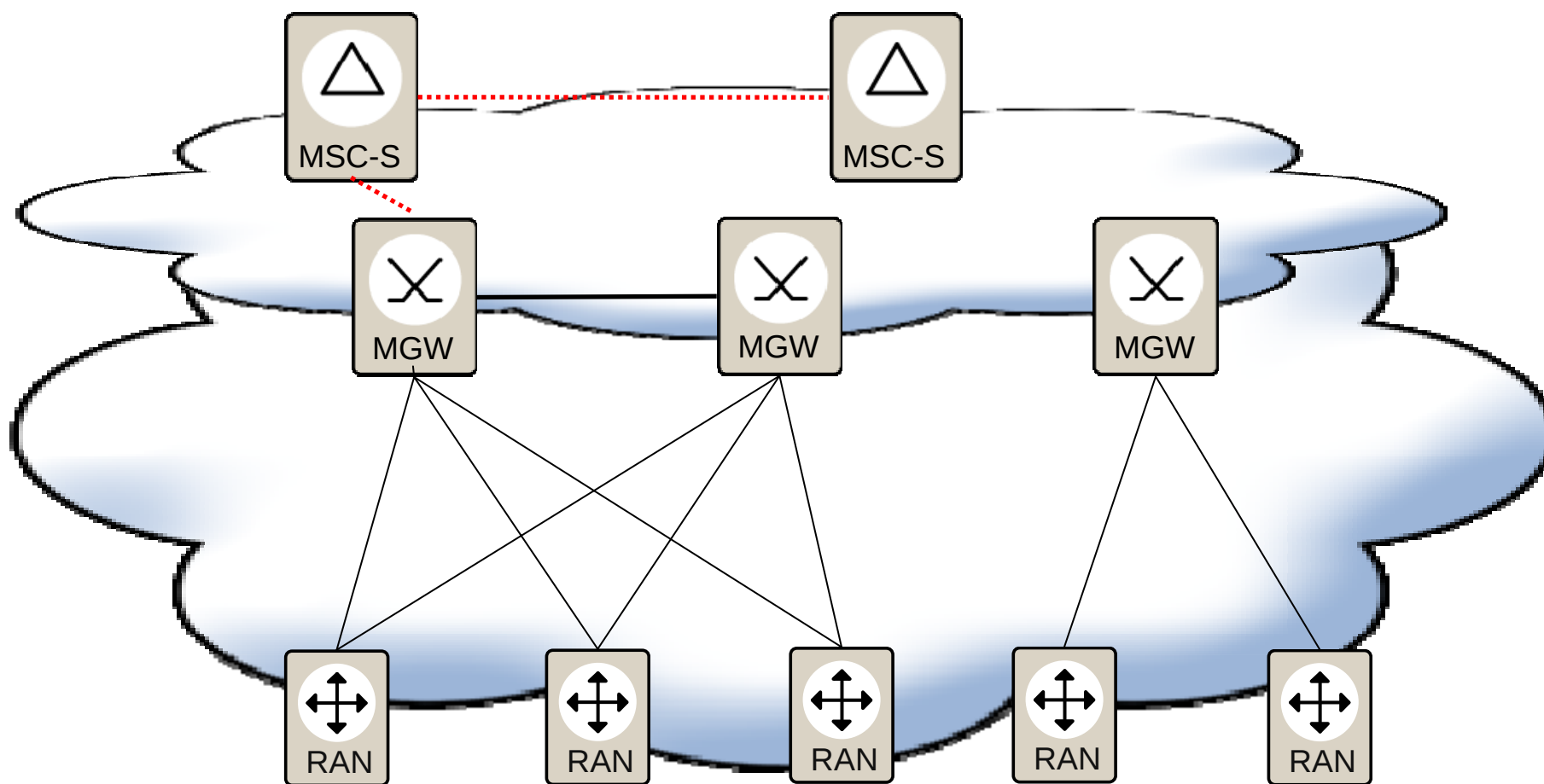
3G对传输承载的功能要求

- 高带宽
- 高QoS
 - 语音业务QoS要求：
 - 单向端到端传输时延小于50ms;
 - IP承载网的抖动应小于10ms;
 - 丢包率要求小于1%;
 - 信令业务QoS要求：
 - 传输时延小于100ms;
 - 时延抖动小于10ms;
 - IP网络丢包率小于0.1%;
- 具备向全IP过渡的能力，为网络扁平化做好铺垫

3G对传输承载的功能要求

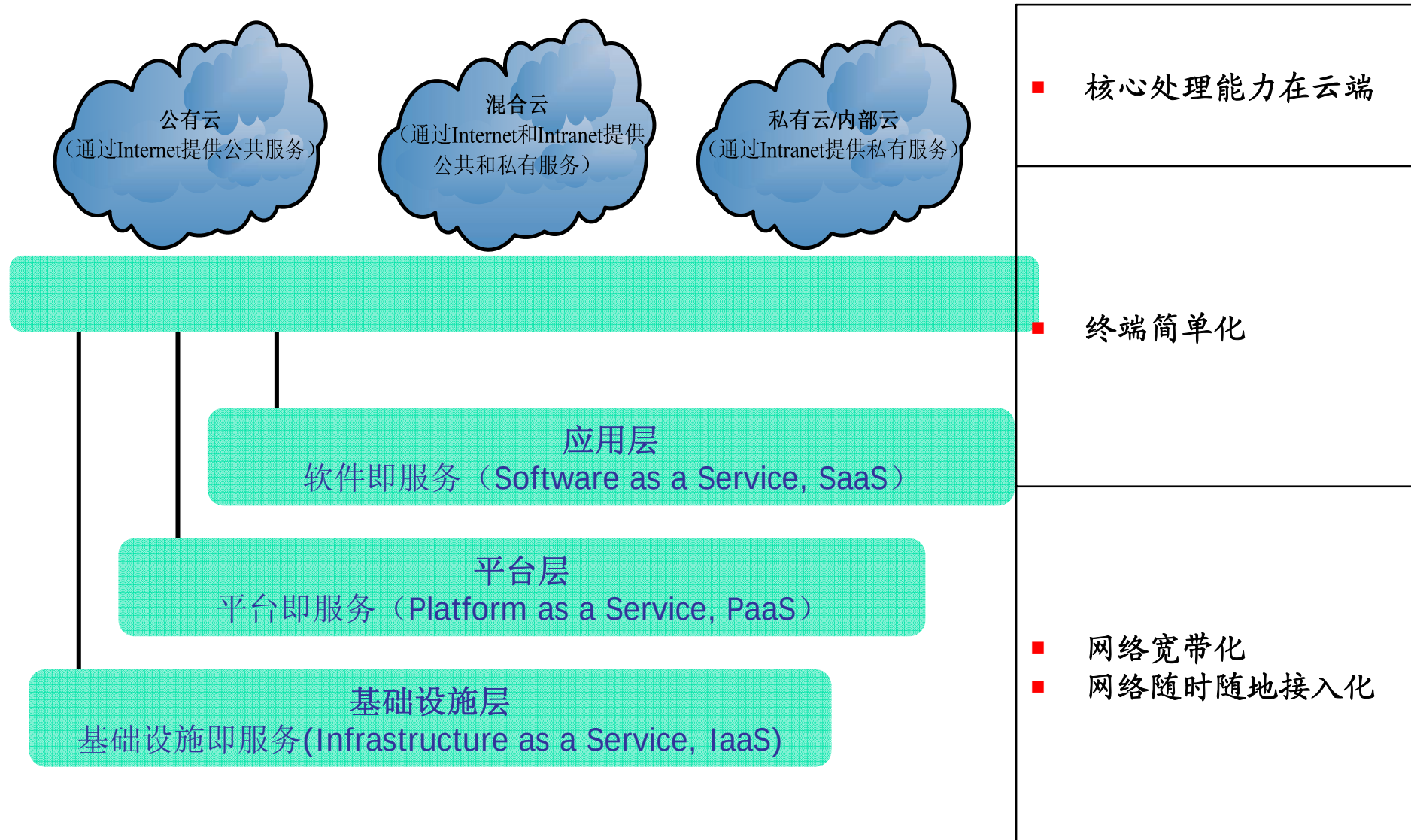
- 高可靠性
 - Iub、 Iu-CS接口之间故障50ms内恢复
 - Iu-PS、 Iur接口之间故障200ms内恢复
- 差异化服务
 - 传输承载网至少能够提供三级服务
- 同步与时钟要求
 - 对于IP承载要求时钟满足ITU-T G.8261或者IEEE1588标准

MSC POOL对网络节点接口的要求



传输网络IP化

云计算要求网络宽带化



宽带及网络融合推动传输发展



- 实现网络融合的IMS技术要求底层网络IP化、扁平化。
- 三网融合为光接入网络提出了更高要求
- WiFi准许进入终端，进一步推动了移动和固定网络的融合
- 云计算的发展，对网络带宽的需求进一步提高
- LTE的发展将进一步推动传输网络向高带宽、IP化发展
- 国家宽带提速战略、云计算、三网融合、移动固定融合将极大推动宽带接入市场，进而刺激宽带接入技术、城域网络技术得到进一步发展

传输面临机遇与挑战

- 机遇：无线空口带宽的不断提高，新技术的应用，给传输接入和汇聚的新技术提供了应用空间
 - 空口带宽的提高，给无线空间传输带来难题的同时，给无线与光纤的结合提供了好的思路—Radio over fiber
 - 网络融合：PON与室分、femto及WIWI的融合
 - 推动了PTN 的应用
- 挑战：
 - 网络IP化（L2/L3）是大势所趋，传统的传输技术必须积极面对
 - 网络架构面临革新？

技术发展推动转变

■ 面+点的布网策略

- 在热点地区深度覆盖
- 采用新的技术，femto、PICO RRU，微微基站
- 基站资源集中化，射频分布实施—radio over fiber
- 环网适应基站回传方式改变，建网思路也发生改变

■ 挑战：

- 骨干OTN架构确定，核心网,特别是汇聚这一层次是PTN，是PON，还是其他？

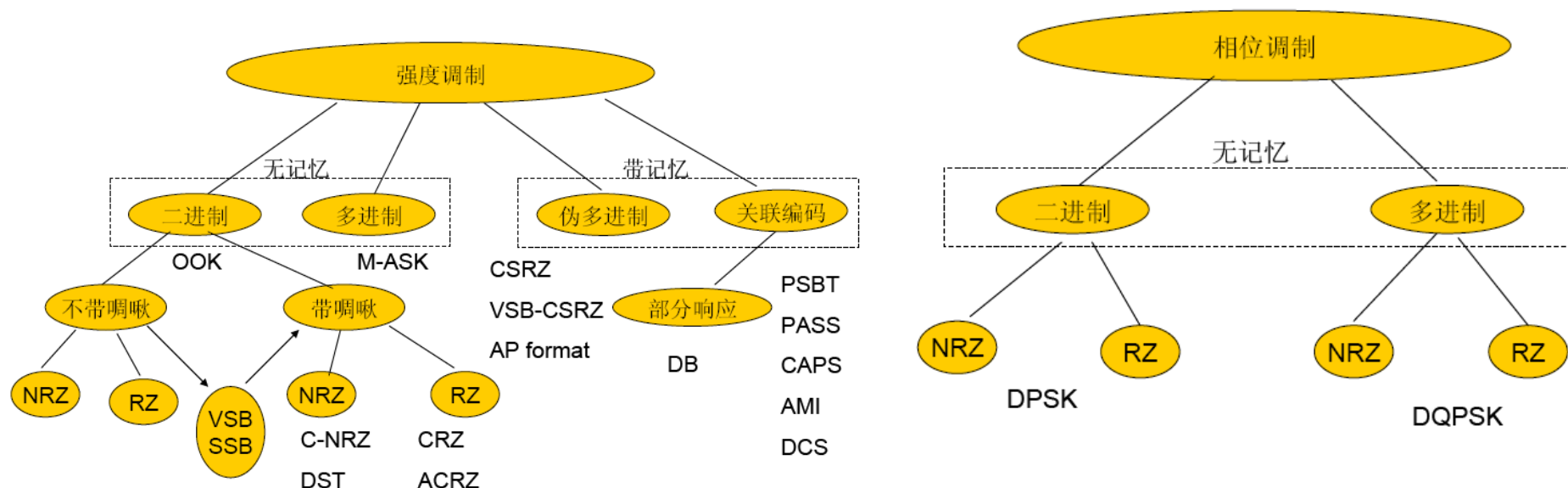
提 纲

- 光传输网络现状
- 光网络面临的机遇与挑战
- 光通信技术最新发展
- 光传输网络发展建议
- 总结

- 根据2010年6月ITU-T SG15全会的情况，光通信技术取得的最新成果包括：
 - 高速光接口技术：
 - 高速光传输色散和非线性影响及评估
 - 40G光传输调制格式、应用代码、接口参数、
 - OTN技术：
 - OTN环网保护、MESH网保护
 - OTN承载1588及映射方法
 - OTN-ODU5开发
 - ODUk多级复用
 - OTN同步需求
 - PTN技术：
 - MPLS-TP OAM机理及需求分析
 - PTN设备及保护
 - 时间同步网性能
 - 时钟模型
 - PON技术：
 - XG-PON系列规范
 - PON节能技术

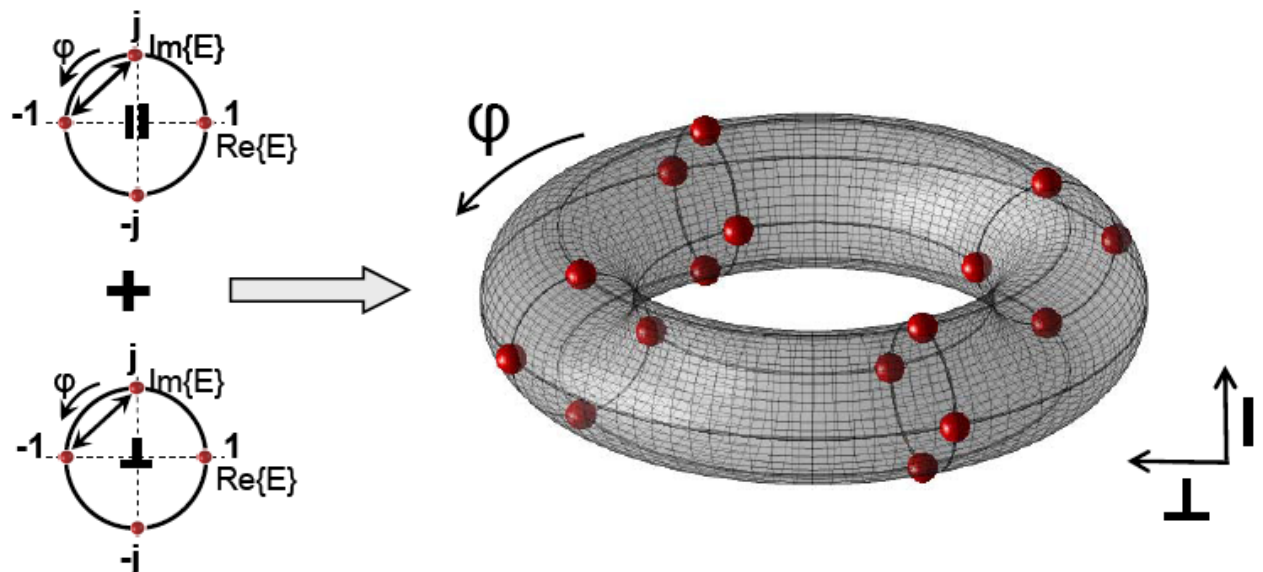
- 40G 光接口主要参数：
 - 线路码型：
 - SDPSK、 RZ-DQPSK
 - 客户接口：
 - 40GE/STM256/OTU3光信号的转发
 - 4路10GE LAN/WAN/STM64/10GFC/8GFC/OTU2到OTU3的汇聚 并支持这些业务的混传
 - 色度色散：
 - 自适应的TDCM，色散补偿范围达1600ps/nm
 - PMD：
 - RZ-DQPSK 的高DGD容限，达18ps
 - PMD补偿技术，可额外提高DGD容限16ps
 - 兼容性：
 - 支持10G和40G混传；
 - 代价小于2dB

- 更高速率光接口的主要调制方式：
 - 强度调制
 - 相位调制
 - 极化态调制
- 强度调制、相位调制以及这两种调制方式的组合已经在40G及以下光接口中采用。



- 极化态调制将在未来应用于40G和100G光接口中。

■ 极化态调制与相干解调



■ 优点:

- 光滤波效果好
- 和50G Hz通道间隔兼容
- 传输距离大于1000km
- 电域偏振解复用比光域低成本
- 接收机光学结构简单
- CD和PMD容限大

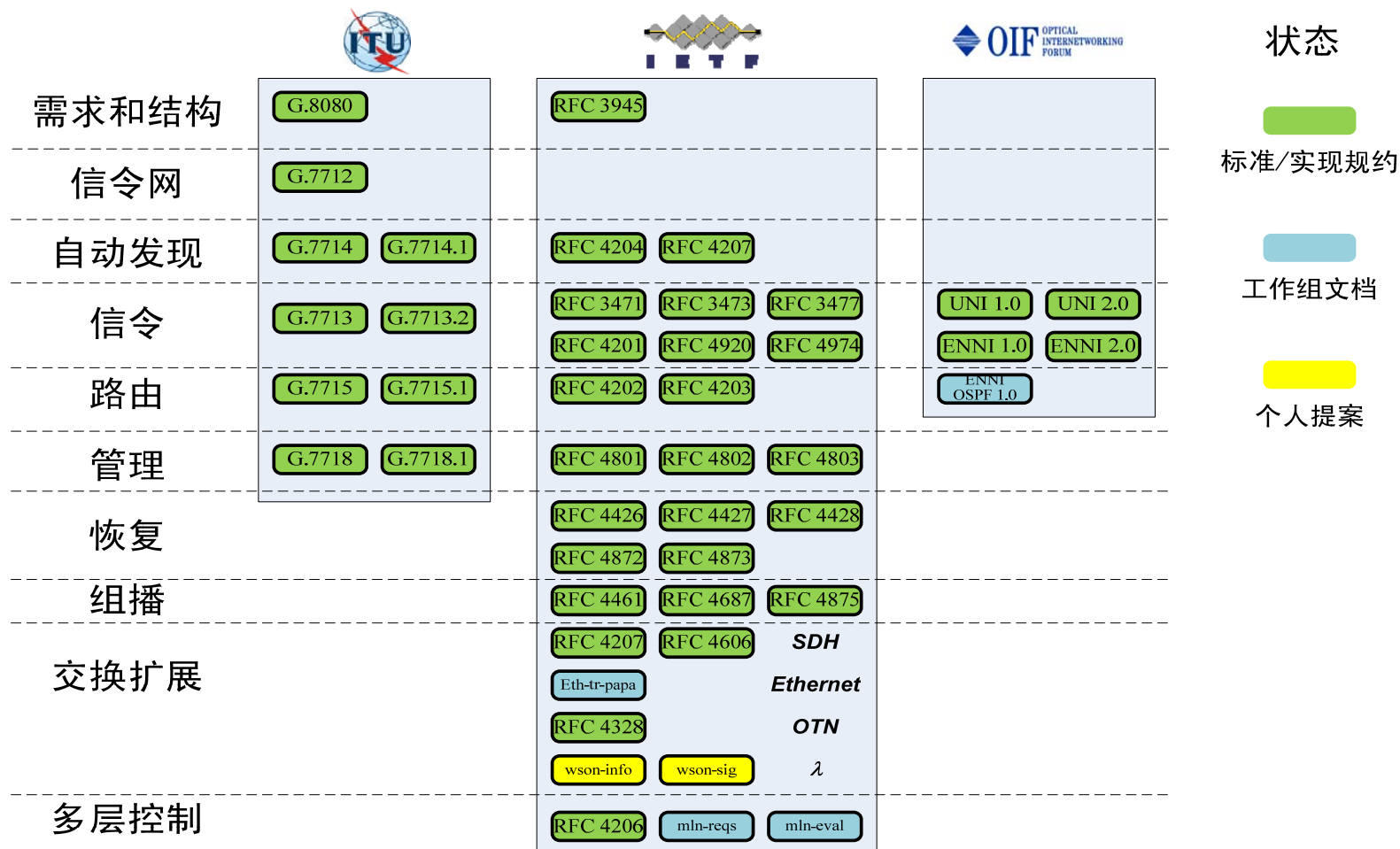
■ 缺点:

- 发射机光学结构复杂
- 相位调制效应容限低
- 后处理的高速DAC和ASIC芯片目前较少

■ OTN传送平面标准体系

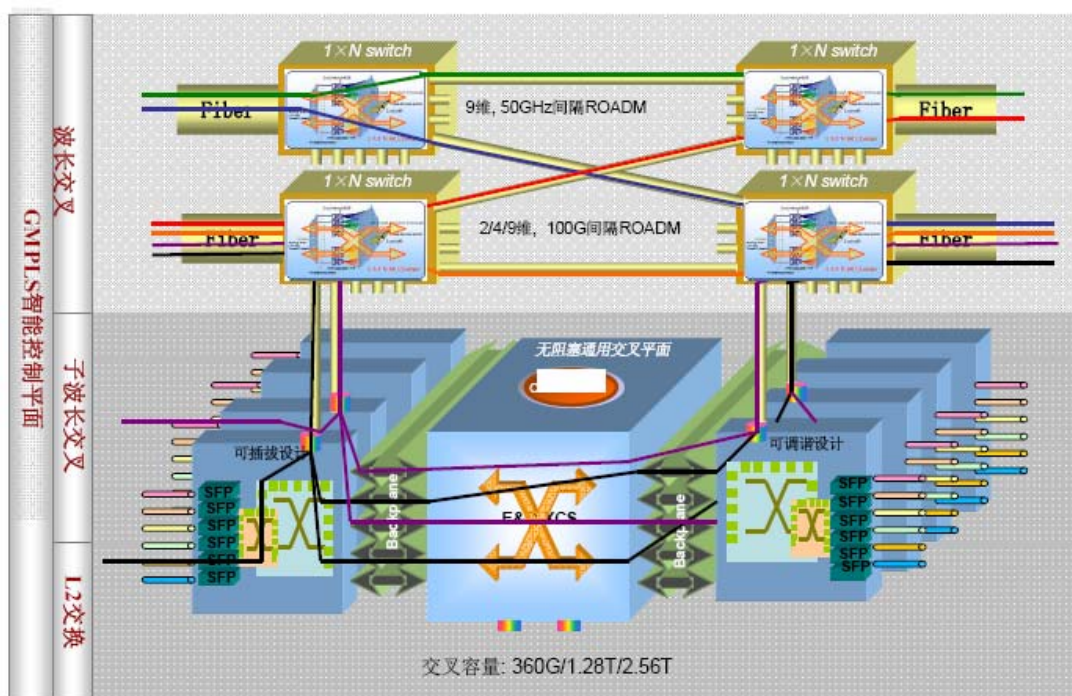
网络体系	G.872			
结构与映射	G.709			
功能特性	G.806	G.798		
网络性能	G.8251	G.8201		
网络保护	G.873.1	G.873.2	G.808.1	
物理层特性	G.959.1	G.664	G.680	
设备管理	G.874	G.874.1	G.875	G.7710

■ OTN控制平面标准体系



- OTN的主要特点：
 - 网络范畴的扩展：
 - OTN范畴包含了光层网络和电层网络
 - 业务透明性：
 - SDH/SONET透明传送（包括开销和定时）
 - 以太网MAC透明、码字透明、比特和定时透明
 - 其他业务
 - 大颗粒业务的映射，复用和调度
 - ODU0
 - ODU1
 - ODU2 (e)
 - ODU3 (e)
 - ODU4
 - ODUflex
 - 波长颗粒
 - 丰富的开销，提供类似SDH的网络管理
 - PM、SM、GCC、APS/PCC
 - 前向纠错（FEC）支持能力
 - G.709 FEC
 - 增强型FEC

■ OTN调度机制：



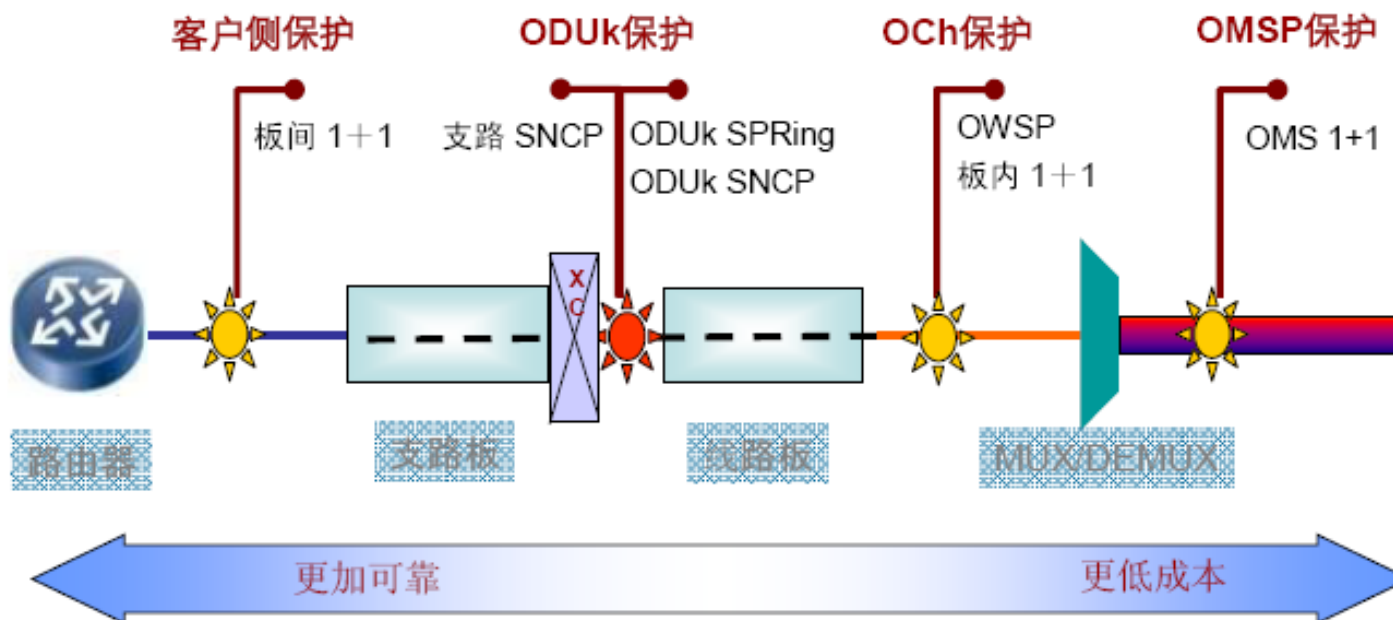
光交叉: 组全光网

- 色散补偿：光信号经过不同路径和不同距离的残余色散不同，组大网时对色散补偿技术要求很高，增加了网络复杂度和成本
- OSNR：目前无电中继距离一般不超过1000公里，否则需改变调制格式和采用拉曼放大器，网络改造成本巨大
- 波长冲突：节点较多时波长使用受限
- 光开关切换时间>100 ms

电交叉: 传输全光化，节点电智能化

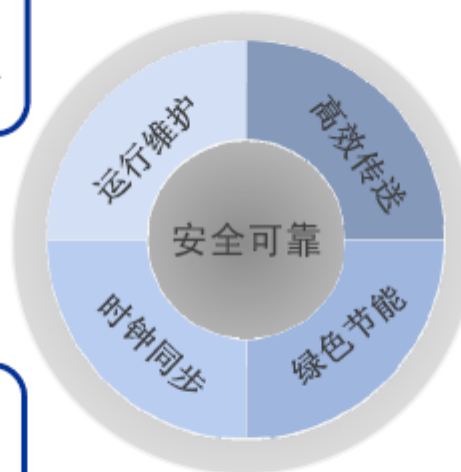
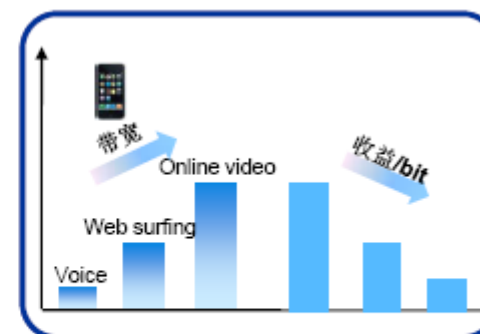
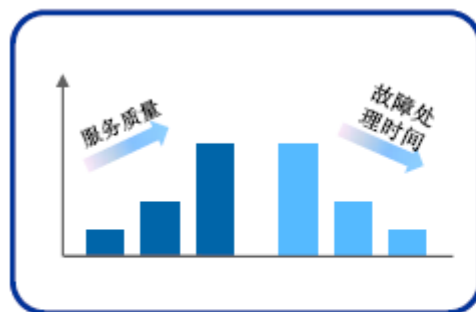
- 增加光电变换成本
- 目前电交叉矩阵容量相对较小

- OTN保护机制：

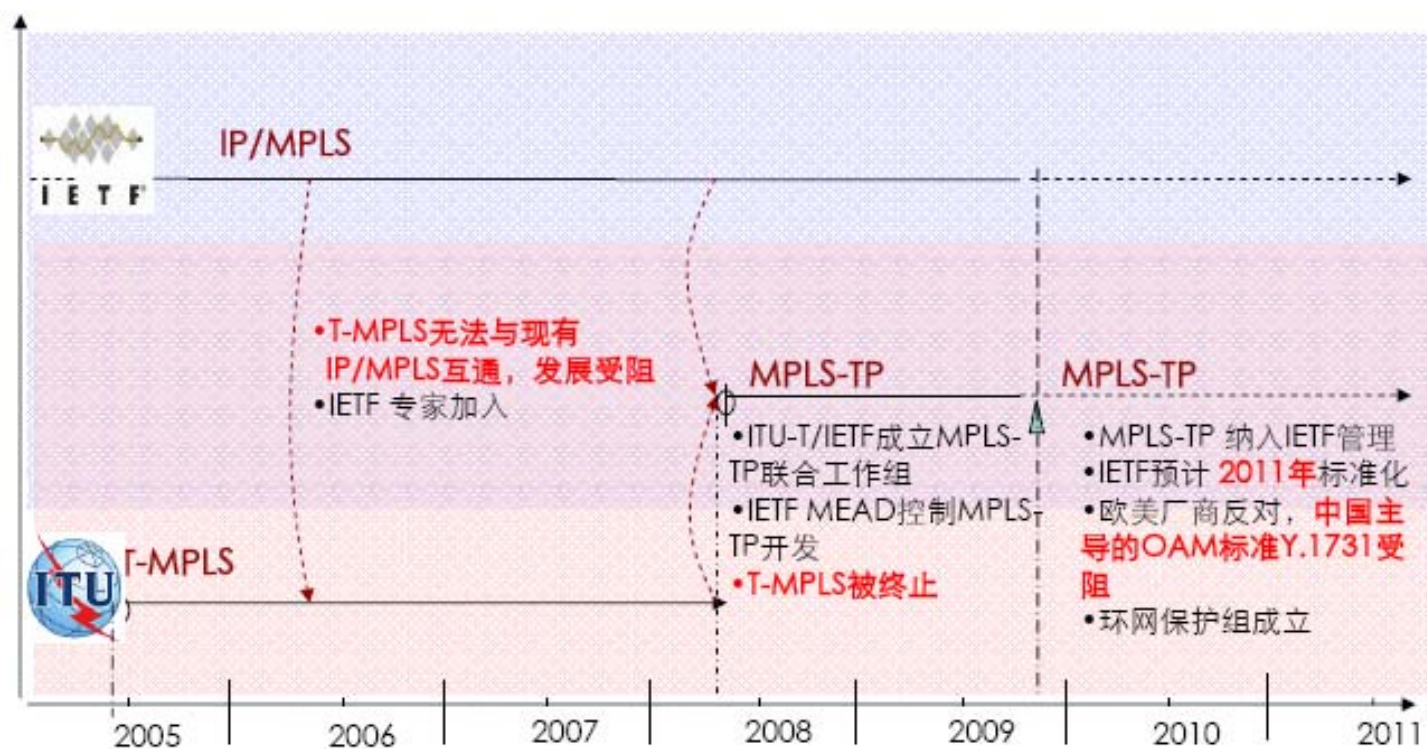


- OTN可以提供基于GMPLS的“光电联动ASON”，网络自动配置和管理，MESH网络可以抗多次失效。

■ PTN技术需求：



■ PTN技术标准化:



■ MPLS-TP预计2011年完成标准化

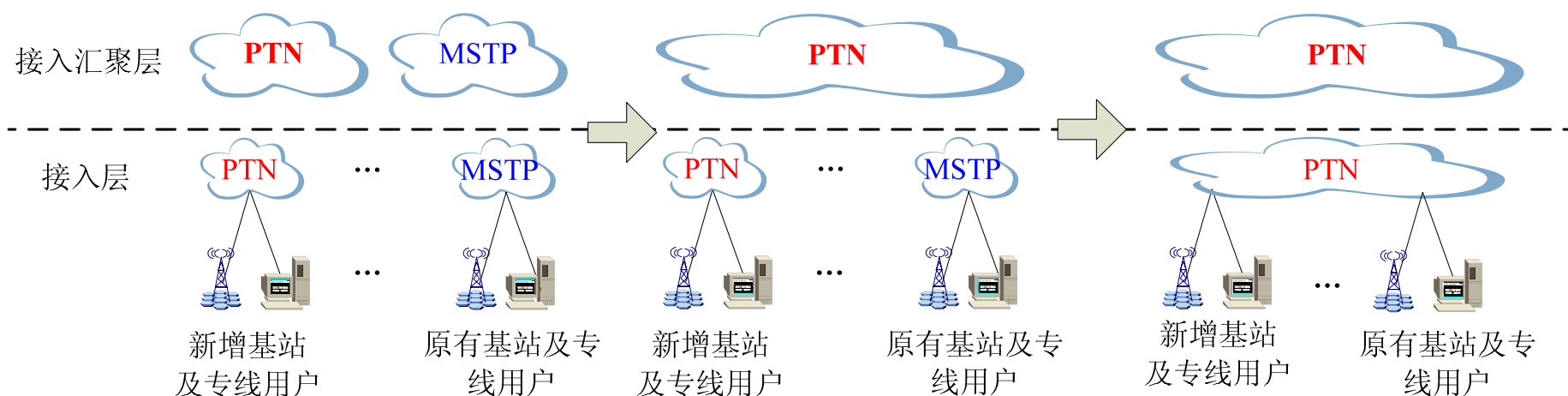
■ PTN主流技术比较：

- MPLS-TP
- PBT
- EoMPLS

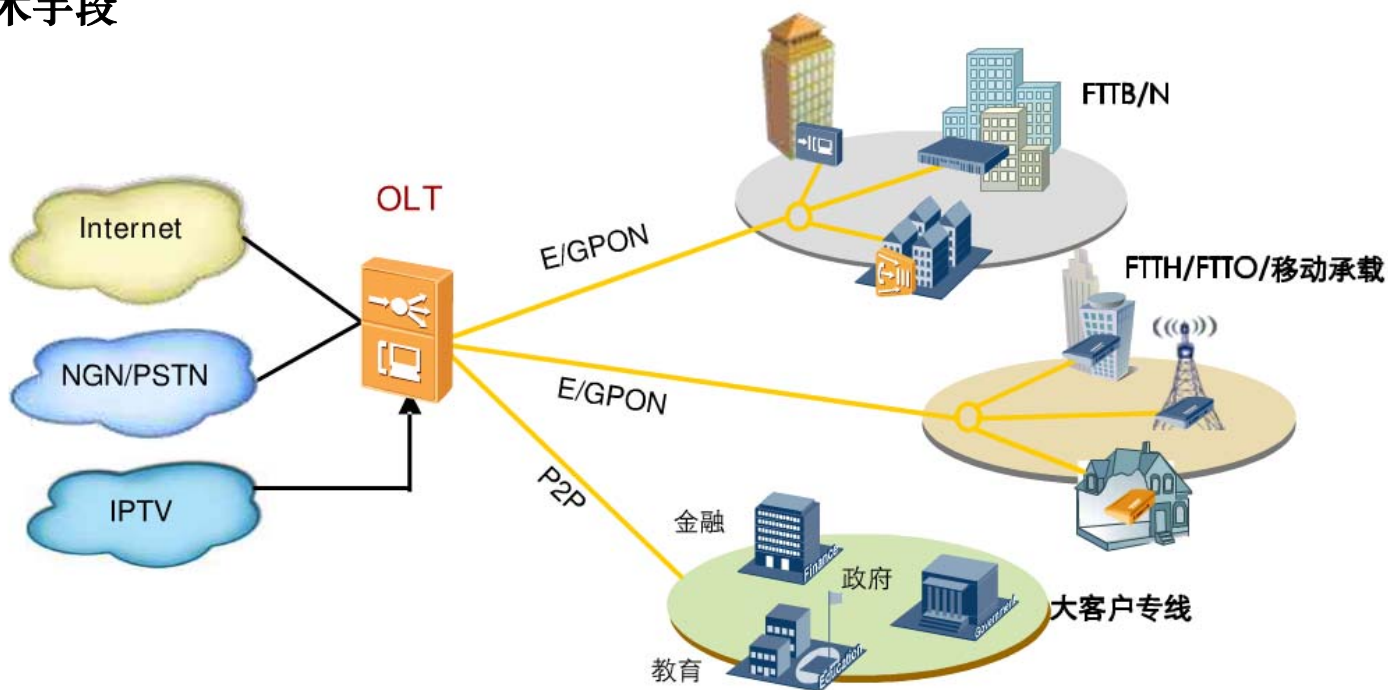
	T-MPLS(MPLS-TP)	PBT / PWoPBT	EoMPLS
交换方式	标签交换	B-MAC + B-VID 交换	标签交换
路径属性	局部路径属性 静态	全局路径属性 静态	局部路径属性 信令
组网能力	无限制，适应复杂组网	无限制，适应复杂组网	适应复杂组网，扩展性因 信令和电信级要求有一定 限制
多业务支持	PWE3 (TDM, ATM, Ethernet)	PWE3 (TDM, ATM, Ethernet)	PWE3 (TDM, ATM, Ethernet)
保护	G.8131(路径, 子网连接) G.8132 (环网)	802.1Qay / G.8031 (线性) 环网 (待定义)	FRR (线性)
CapEx	中	中	高
OpEx	低	低	高，对人力知识要求高
OAM	T-MPLS OAM / G.8114	802.1ag / Y.1731	MPLS OAM
当前状态	标准相对成熟，无规模商用	标准还不成熟，无规模商用	标准与技术成熟，规模商用 (核心层)

■ PTN组网及演进：

- PTN目前主要解决3G移动网络回传问题
- 根据业务发展情况，按需建设PTN
- PTN建设可以从核心层、汇聚层、热点地区接入层开始建设
- 在城域网内可以作为“第二平面”承载精品业务，从而融合原有MSTP网络，在该平面内3G业务与固网精品业务共同承载
- PTN未来还可以满足LTE/LTE-A回传需求



- PON组网结构：
 - 位于网络末梢的接入部分
 - 采用树形结构
 - 采用无源splitter器件和光纤构成ODN
 - 具有FTTB/FTTC/FTTH三种典型组网模式
 - 是目前“三网融合”、“光纤到户”、“光进铜退”等互联网接入带宽提速的重要手段



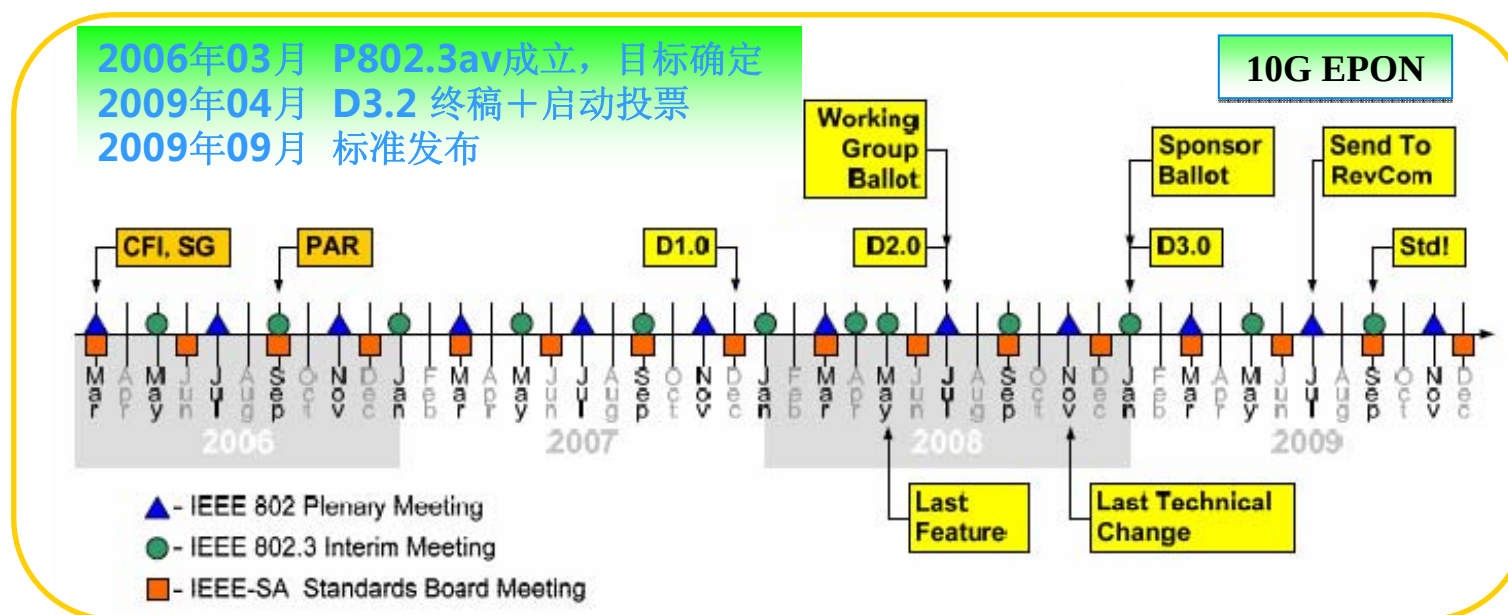
■ PON技术体制：

模式	EPON 标准体系	GPON标准体系
标准理念	■ 追求融合，简单实用 ■ 与整个以太网体系无缝融合 ■ PON = 点到多点的以太网	• 追求完美，复杂严格 • 吸纳其他标准组织研究范畴，覆盖各种业务与管理
全业务特征	■ 基于Ethernet/IP的全业务承载	• 基于GEM技术的全业务承载
完备性	■ 规范运营商公共需求，由以太网标准体系保障其完备性	• 尽最大可能覆盖各运营商需求，PON标准自身完备性好
产业特点	■ 器件商、设备商分工互利	• 设备商有取代器件商的趋势
优势	■ 高效承载基于Ethernet/IP的业务 ■ 运营商可扩展性强 ■ 标准较稳定，歧义少，收敛快 ■ 产业易于快速成熟	• 下行带宽高于EPON • 欧美主流运营商支持
劣势	■ 下行带宽低于GPON	• 全面完备带来标准收敛慢 • 指标苛刻，产业发展速度慢
总结	标准理念有差异，各有侧重 均能够满足应用需求	

■ 10G PON关键技术参数：

类别		10G EPON	10G GPON
光接口	光功率预算	15-29dB	29dB/31dB
	波长计划	下行：1575nm—1580nm 上行：1268nm—1280nm	下行：1575nm—1580nm 上行：1268nm—1280nm
	分光比	1:32@32km	1:64@10km或1:32@32km
	共存方式	下行WDM，上行TDM	上下行均WDM

10G EPON标准化进展



**IEEE
P802.3a
v Task
Force:**

*Task Force
Chair:
.....
... Glen
Kramer,
teknoVus*

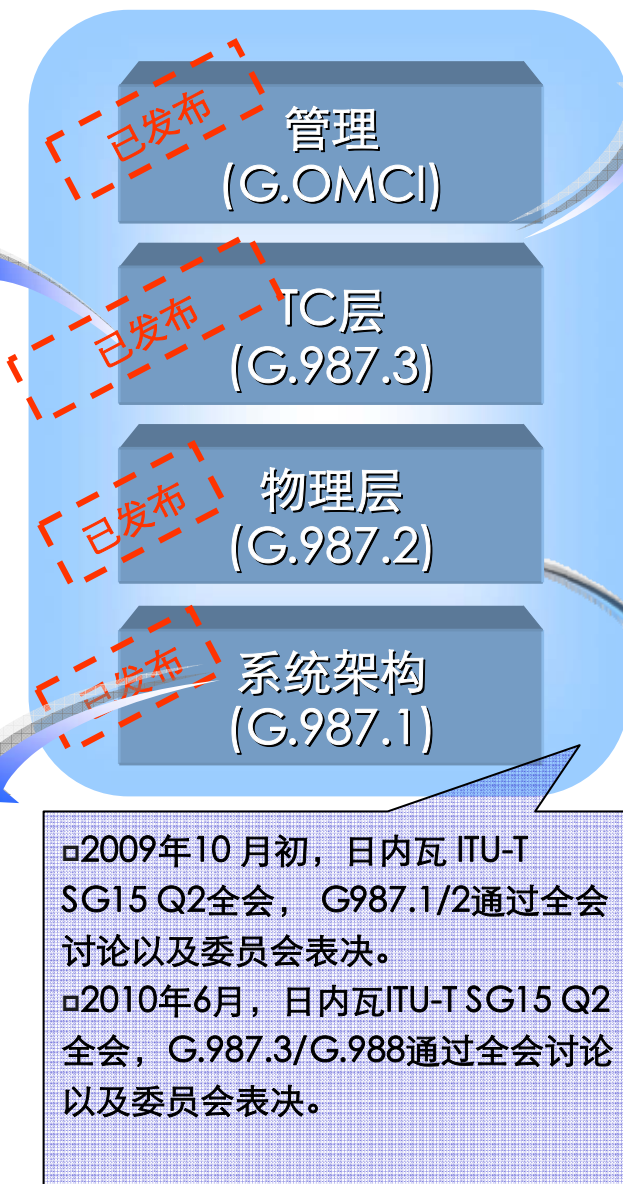
*Task Force
Chief
Editor:
.....
Duane
Remein,
AL*

*Task Force
Assistant
Editor:
Marek
Hajduczen
ia, ZTE*

10G GPON标准化进展

总体需求	相对G.984.3, 在规格上还有提升空间
明确特性1	应包括自动发现阶段对物理设备的认证和和对用户的鉴权,应实现双项认证
明确特性2	需支持SR和TM两种方式, OLT为ONT的带宽分配和ONT向OLT上报其缓存之占用情况都必须标准化, DBA算法不属于标准范围
明确特性3	加密预计沿用AES算法, 应提升密钥本身的安全性

总体需求	相对G.984.1, 在规格上还有提升空间
明确特性1	明确定义了光纤参数, 波长通道, 线路速率, 光功率预算, 分光比, 传输距离等
明确特性2	完全支撑传统电信业务、新兴业务, 并且保障良好的QoS (低时延、变长包)
明确特性3	DBA基本继承GPON, 节能、认证和加密



总体需求	定论在G.984.4 OMCI MIB范畴
明确特性1	目前形成的G.omci文本即是现有G.984.4文本的复制, 同时将原有文本中的三层路由属性以及802.11业务配置删除

总体需求	相对G.984.2, 在规格上还有提升空间
明确特性1	下行9.95328G;上行2.48832G
明确特性2	ODN的功率预算: 共存场景为N1 class: 14-29 非共存场景为N2 class: 16-31
明确特性3	应支持至少不低于64分光比
明确特性4	下行波长: 1575-1580nm 上行波长: 1260-1280nm
明确特性5	下行线路编码:NRZ 上行线路编码: NRZ

提 纲

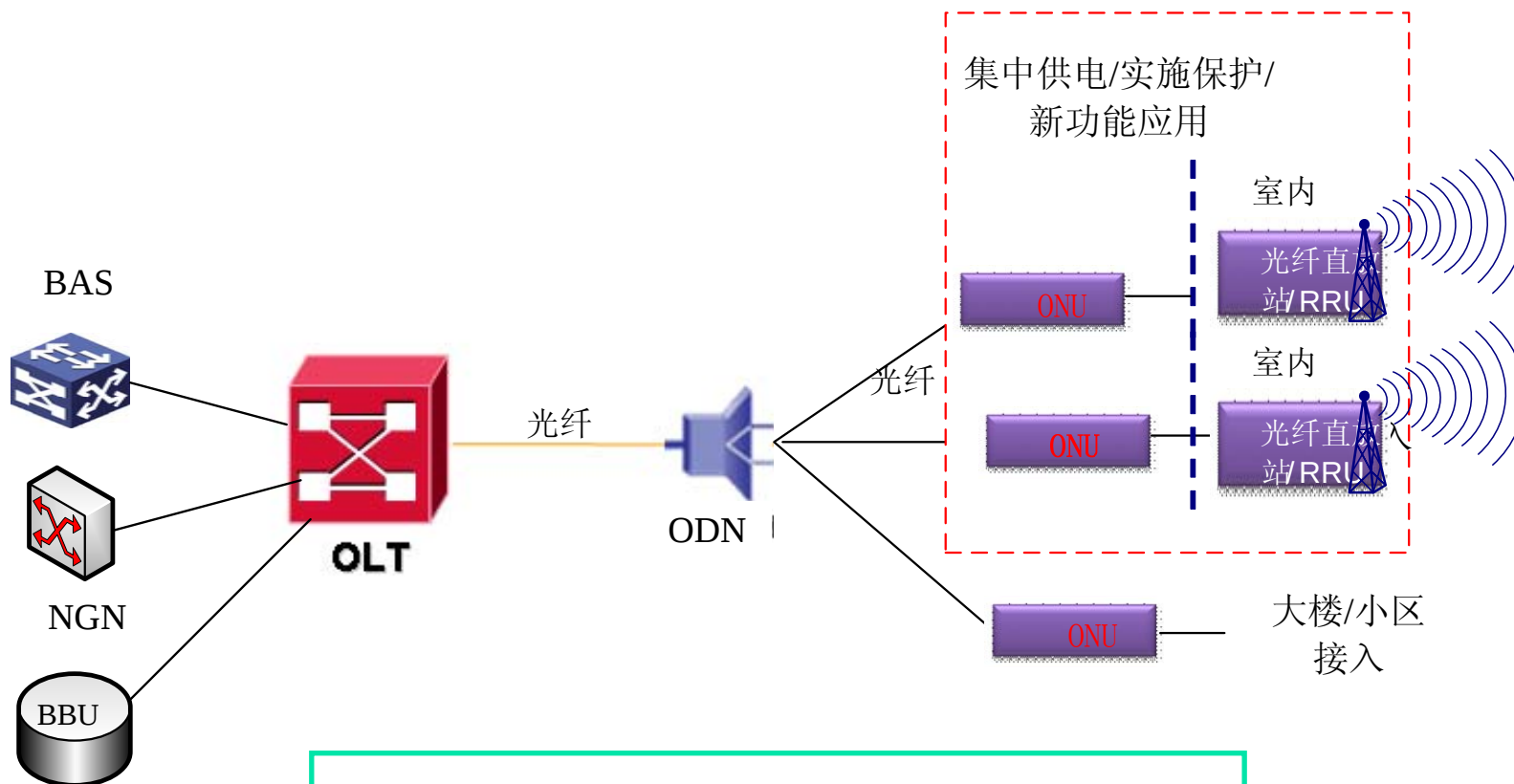
- 光传输网络现状
- 光网络面临的机遇与挑战
- 光通信技术最新发展
- 光传输网络发展建议
- 总结

传输网络发展——MSTP利旧



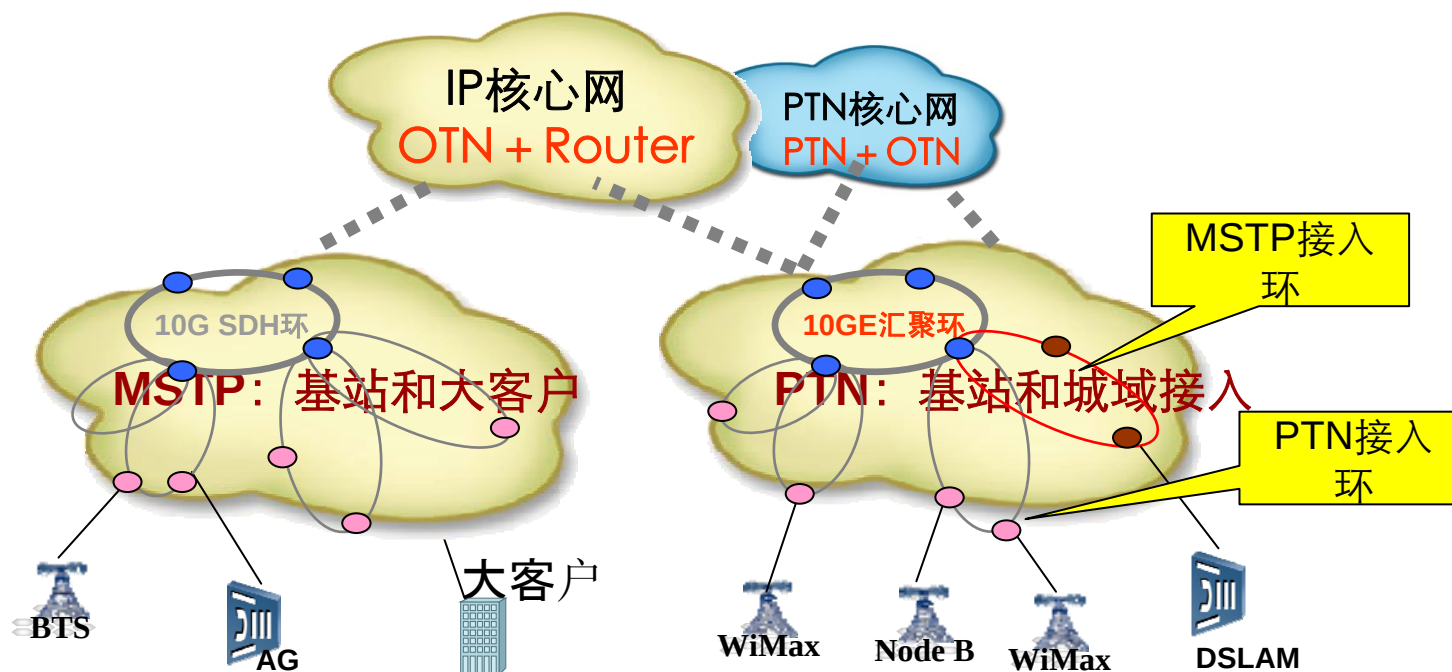
- 接入网
 - 大力发展PON
 - 逐步与无线室分及WIFI融合
 - 积极关注10GEPON / 10GPON的进展
- 城域网：在相当长一段时间内仍将采用MSTP技术，PTN开始分阶段引入

PON与室分/WIFI的融合



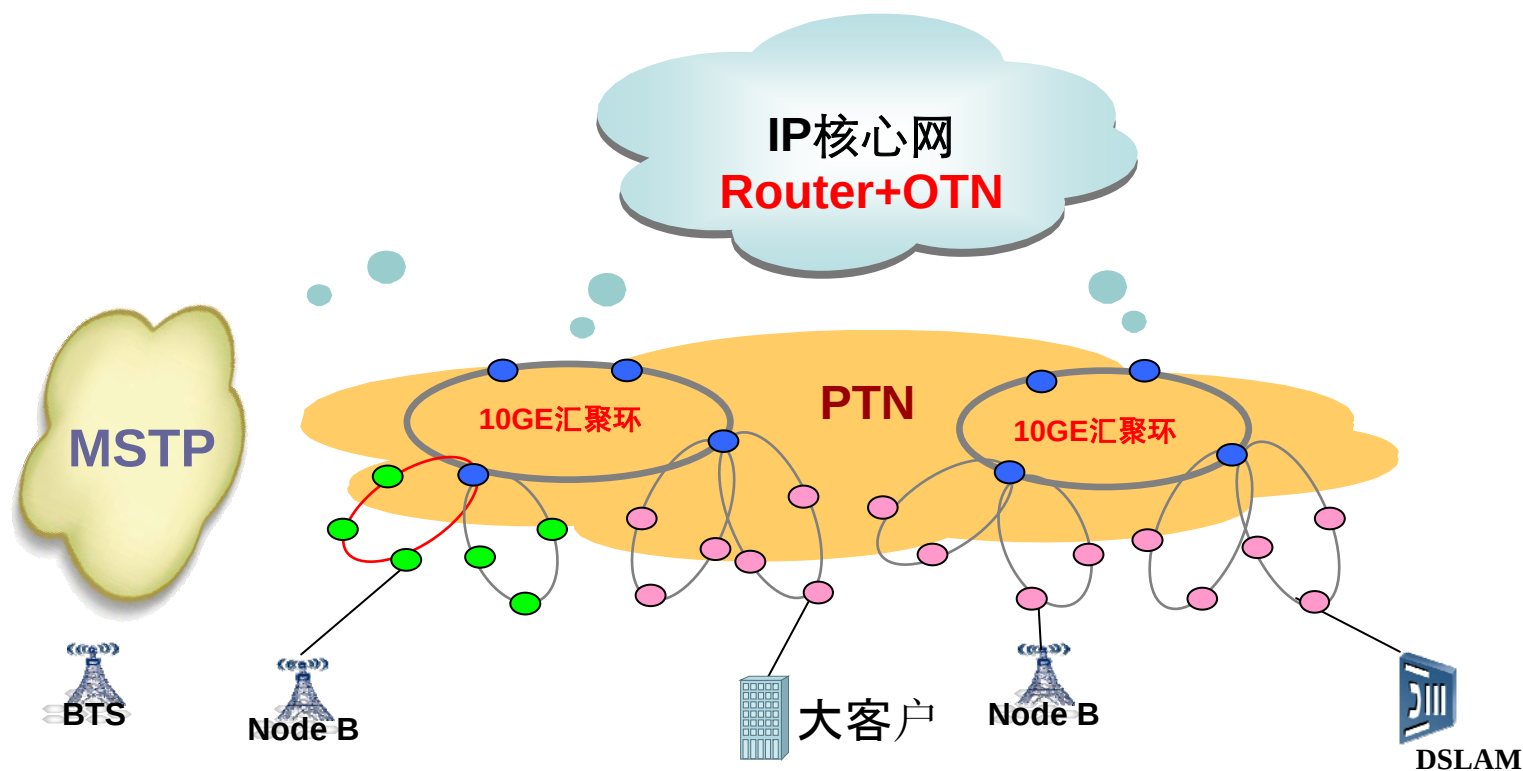
- ✓ 宽带提速与无线室内覆盖有效融合
- ✓ 节省投资，减少寻址难度
- ✓ 为新技术的实现提供了基础

面向未来的建网阶段1——PTN



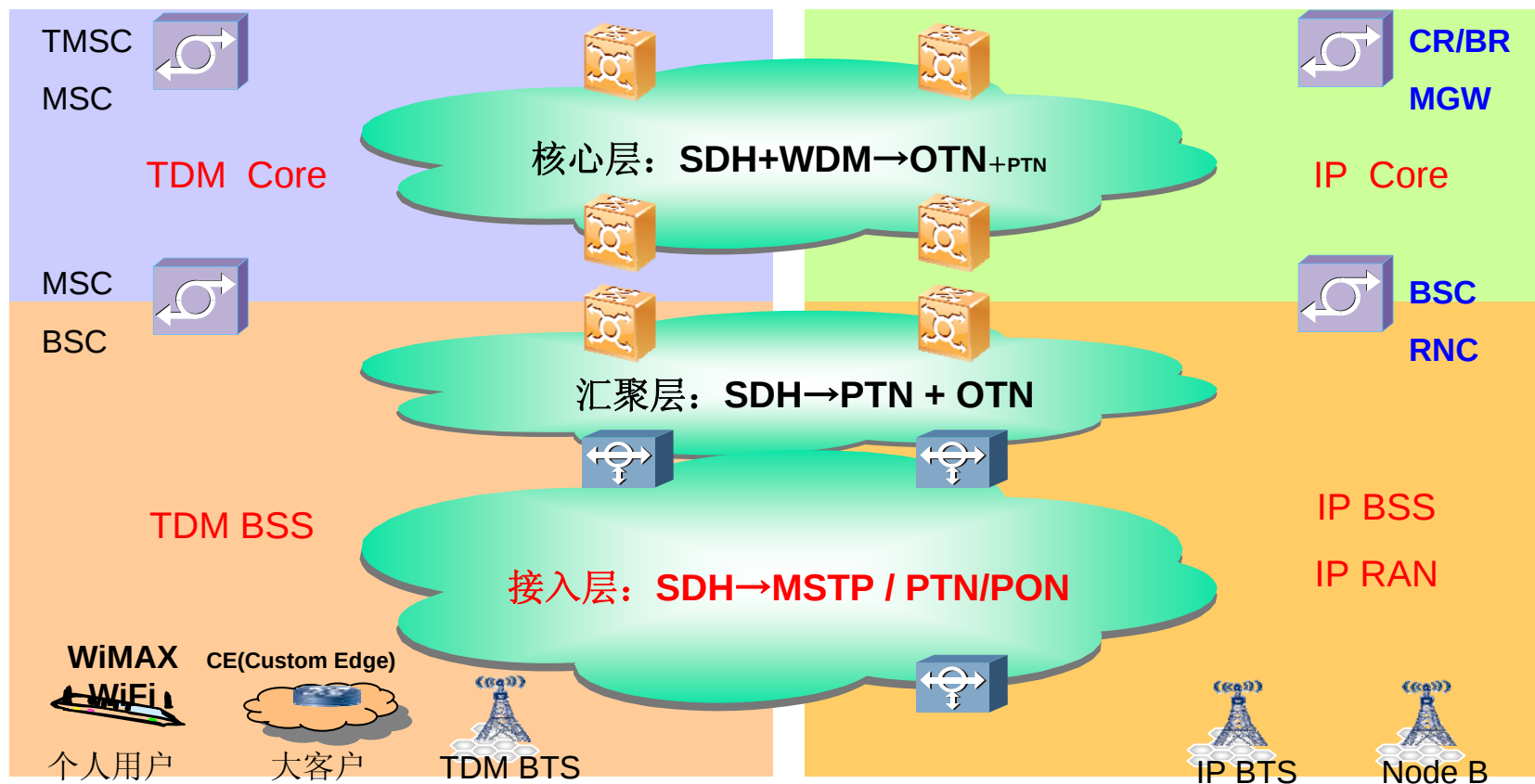
- 充分利用现有MSTP的网络资源，传输建设平滑过渡到PTN，完成技术与网络的交接
- 中远期目标是：总体上GSM基站等话音在MSTP平面，3G基站、IP化GSM在PTN平面。

面向未来的建网阶段2——PTN



- 采用PTN进行IP RAN承载为主流，新建业务（FMC）全面采用PTN综合传送平台承载。

网络IP化解决方案——整体解决方案



顺应ALL IP发展的传送网 --- OTN+PTN/PON

提 纲

- 3G部署及技术发展概述
- 全业务融合背景及趋势介绍
- 传输及承载网络现状
- 3G及全业务融合给传输带来的机遇与挑战
- 传输网络发展建议
- 总结

总结

- 新技术及业务推动了传输网络的发展
- 传送网络**IP**化由趋势逐步变为现实
- 随着国家宽带信息化的提速，云计算以及三网融合的实现，**10G PON**必将有广泛的应用。
- 传送网的规划必须充分考虑现网的利用
- 传送网络技术的发展，在不断推进带宽的同时，要结合承载网络的技术，适应网络与业务融合的需求。

谢谢！