

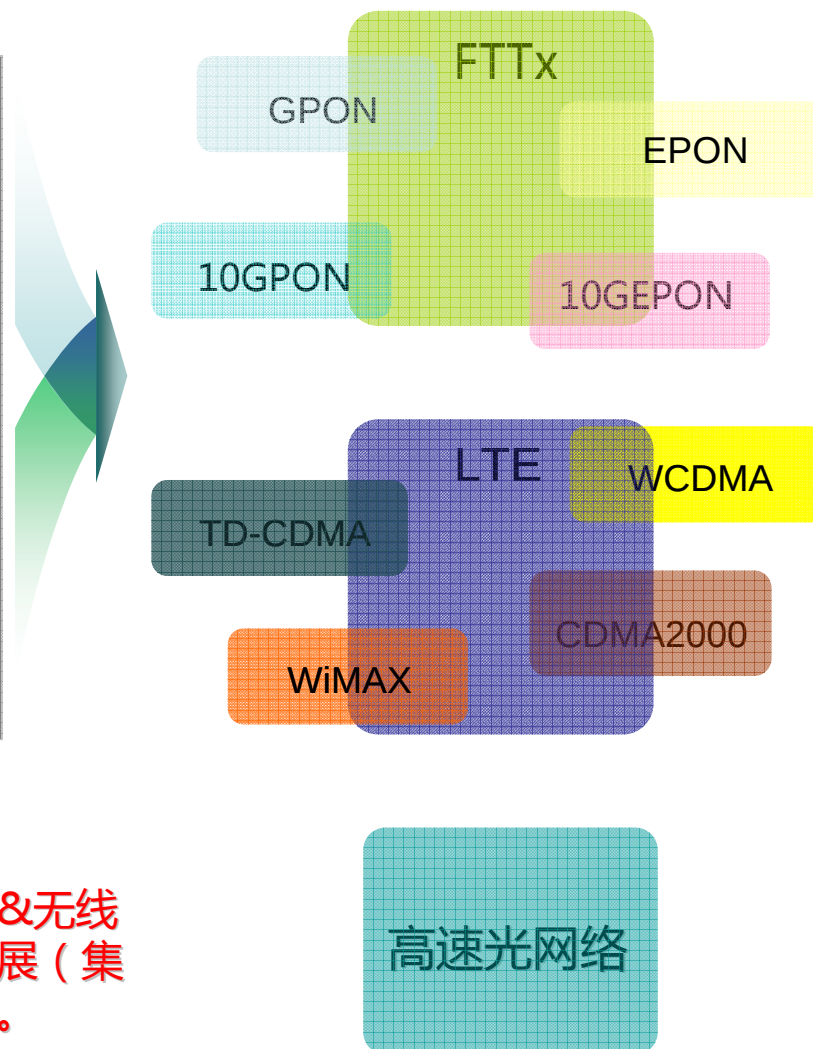
当前高速光通信的展望

烽火通信 范志文
2010年11月23日

烽火通信科技股份有限公司

地址:武汉市关东科技园东信路6号
邮箱:fanzhw@fiberhome.com.cn
www.fiberhome.com.cn

业务驱动高速光网络发展



业务驱动了宽带接入技术发展（有限宽带接入&无线宽带接入技术），导致核心路由器容量急剧扩展（集群），中继带宽的膨胀驱动了高速光通信发展。

40G技术发展历程



- 在1995 ~ 1996年左右已出现
- 在2001年左右创造了传输容量10Tb/s量级的新记录，随后陷入低谷
- 在2004 ~ 2006年左右又开始升温，并出现局部试商用，同时路由器逐渐出现40Gb/s POS接口；100Gb/s技术开始出现
- 在2007 ~ 2009年发展活跃，出现多种调制编码，多厂家支持40Gb/s WDM设备
- 2010年迎来一波建设高潮，模块、芯片厂家产能瓶颈突出

市场驱动

标准发展

技术发展

上下游产业链

40Gb/s标准化现状

■ ITU-T

- 40G SDH G.707 G.825 G.783 G.693 等
- 40G OTN G.709 G.8251 G.798 G.959.1等

■ OIF

- SPI-5、SFI-5、TFI-5等接口

■ IEEE

- 40GE规范：802.3ba

■ 300PIN MSA

- 40G的300PIN MSA 规范

■ CCSA

- 《N*40Gb/s WDM系统技术要求》

40G DWDM商用现状

市场应用情况

规模部署阶段

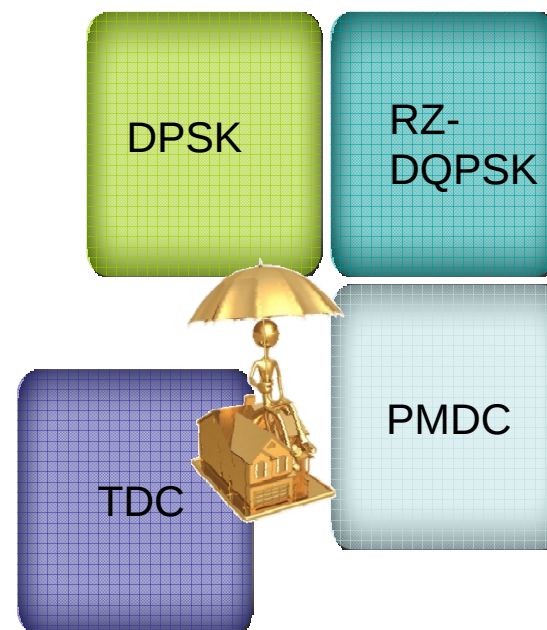
■国内市场：中国电信、中国联通已开始省际和省干40G DWDM设备规模化部署，中国移动也开始了现网部署：

- ✓中国电信：11条
- ✓中国联通：7条
- ✓中国移动：1条

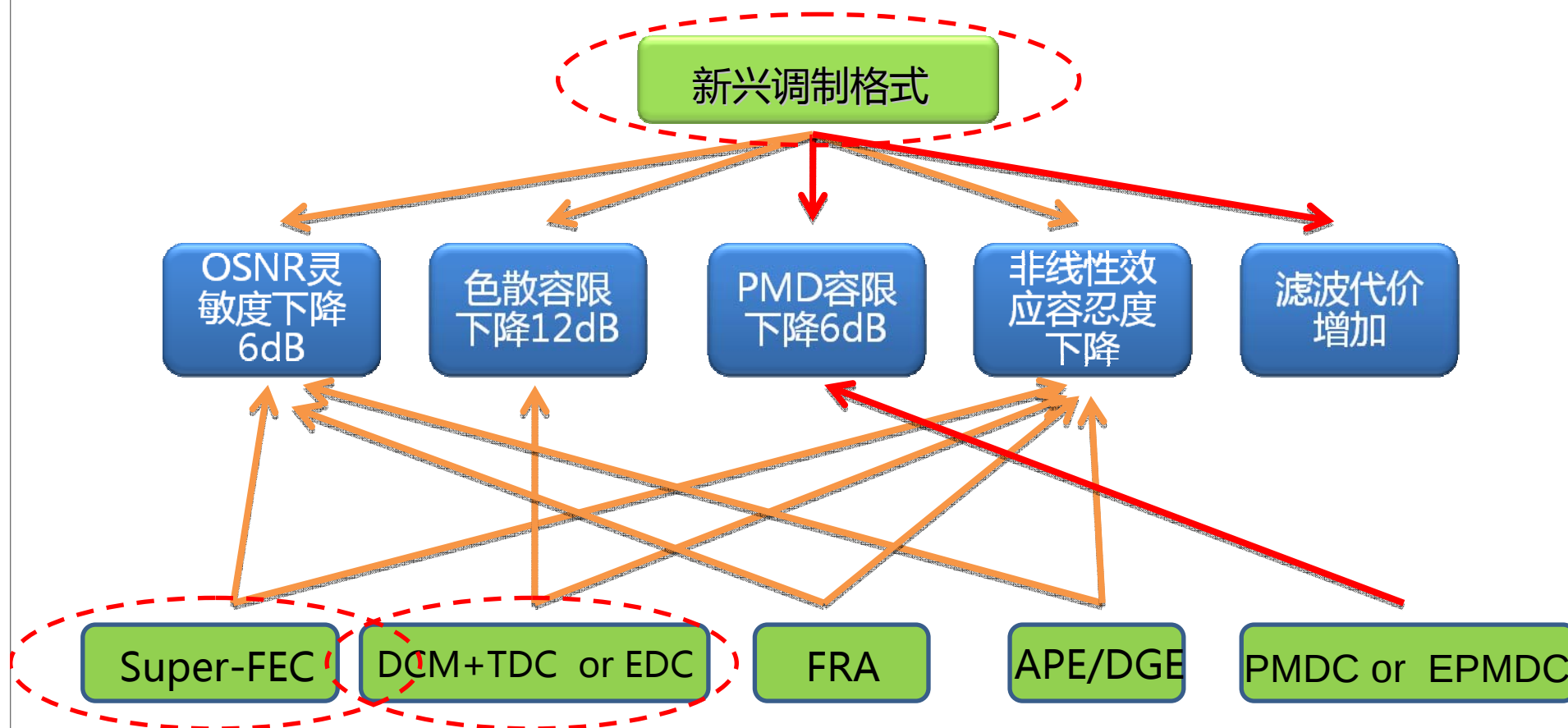
■国外市场：主流运营商最近2年已经实现了40G DWDM局部规模化部署，但相较于国内，一次性部署的40G波长较少。

40G DWDM技术现状

成熟商用



40G DWDM关键技术



□在等物理条件下，DWDM 40G 要达到与现有DWDM 10G 同等性能，必须具备：

- SFEC 提高克服白噪声的纠错能力，降低系统OSNR要求。
- 先进的调制码型，提升传输性能，降低OSNR、PMD、非线性、色散等各方面的限制。
- 新型色散管理技术（如：ADC），提高色散容限，消除色散窗口代价。

烽火新一代40G DWDM平台

40G
DWDM
/OTN

FONST 5000



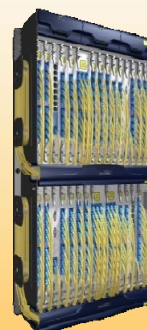
- 交叉容量
5.12T
- 支持100G和ODU4交叉
- 应用场景
一千、二千、本地、城域核心

FONST 4000



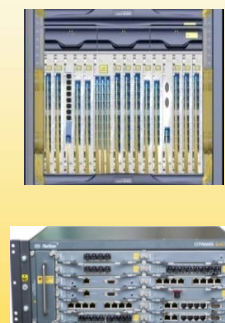
- 交叉容量
1.44T/2.88T
- 应用场景
一千、二千、本地、城域核心

FONST 3000



- 交叉容量
360G
- 应用场景
一千、二千、本地、城域核心汇聚层

FONST2000/1000



- 总槽位数量16/12
- 应用场景
边缘汇聚、重要接入节点

100G DWDM市场推动力



骨干网带宽高速增长

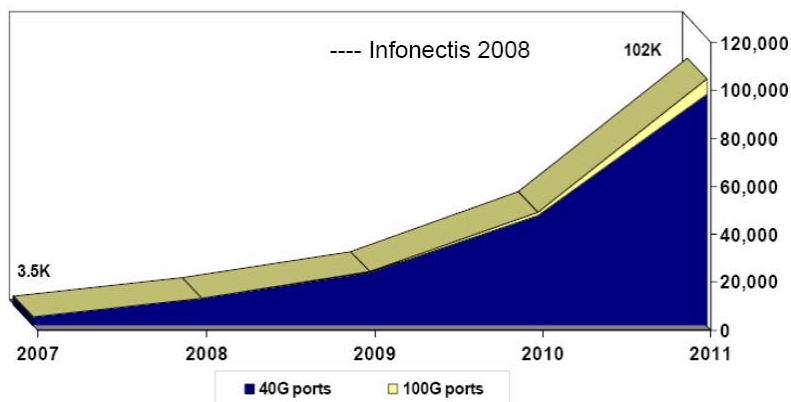


降低网络综合成本

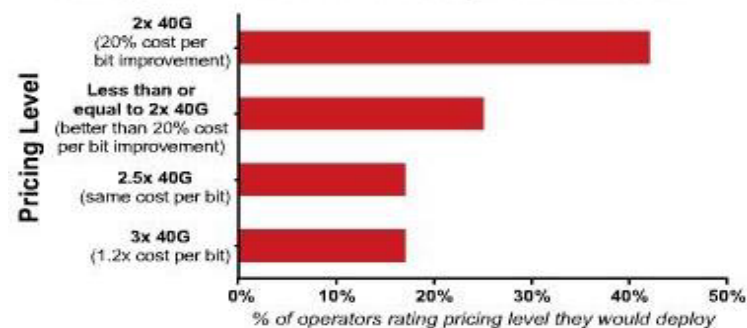
- 预计未来5年的干线IP流量增速高达每年56% ~ 80%，40G难以应付
- 100G路由器的推动
- 高速业务汇聚，提高带宽利用率，减少OPEX

商用时间预测

- RHK：基于成本，2013年以前不会大规模商用
- Infonetic:2012年以后开始商用
- 预计大规模商用时间为2013年
- 2013年之前为设备商和运营商演示测试验证



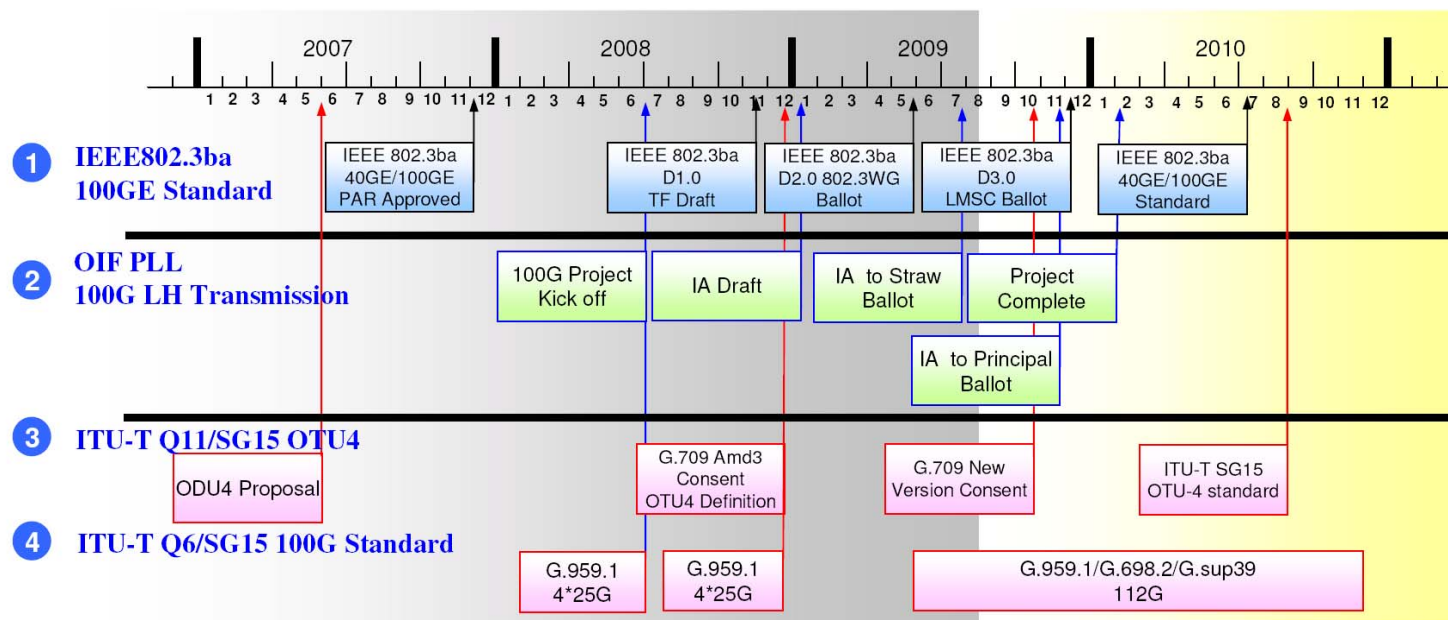
Pricing to Purchase 100G Transport Instead of 40G



© Infonetics Research, 40G/100G Deployment Strategies: Global Service Provider Survey, a Continuous Research Service (CRS) survey, Dec. 2009

100G标准进展

- IEEE 802.3ba 100GE标准
- ITU-T G.709建议
- OIF 100G长距离传输执行协议
- CCSA 100G技术报告
 - 预计明年三月完成



100G关键技术和器件

■ 40G到100G :

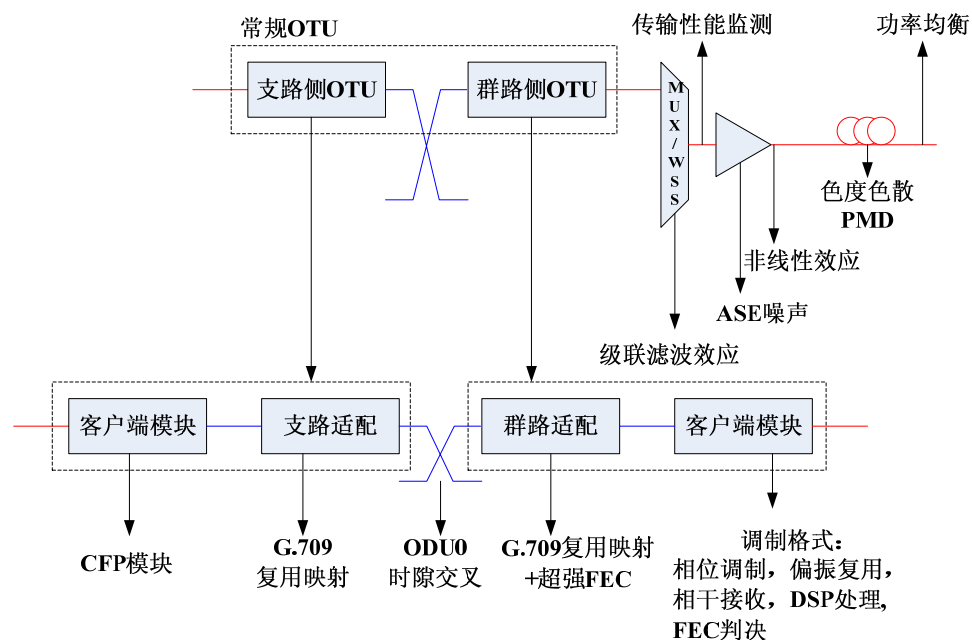
- OSNR容限降低4dB
- 色度色散容限降低6倍
- PMD容限降低2.5倍
- 非线性效应增强

■ 关键技术 :

- 调制格式
- G.709封装和超强FEC技术
- ODU0等ODUk交叉
- 系统传输监控与调整技术

■ 关键器件 :

- CFP
- G.709 Frammer芯片
- 彩色Transponder



■ PM-QPSK调制：

➤ 优点

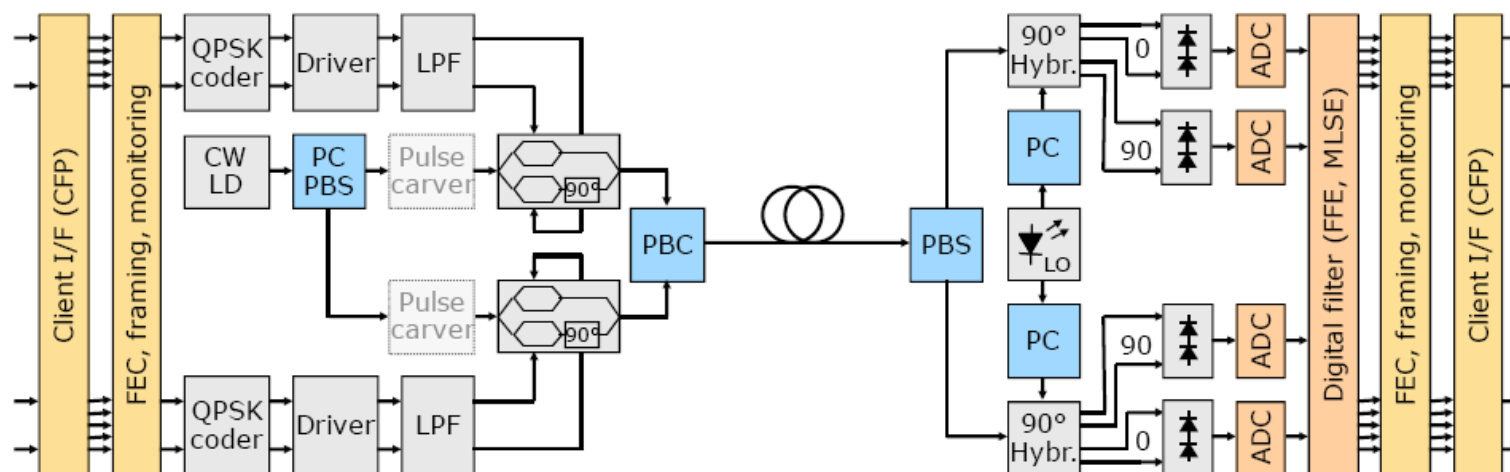
- 传输距离大于1000 km
- 兼容50GHz信道间隔
- 电域偏振解复用，成本低于光域
- 接收机光学结构简单，无需延时线干涉仪或平衡检测
- 色度色散和PMD电域处理，容限大，无需光域处理
- 光级联滤波效应的抑制

➤ 缺点

- 发射机光学结构复杂
- 交叉相位调制效应容限低
- 高速ADC和ASIC芯片复杂

■ ADC+DSP：

- 完成偏振解复用、色散均衡、相干解调功能
- 达到大的色散容限和PMD容限
- 100G最大的瓶颈



100G DWDM技术现状

调制格式选择

- 需要对在性能、复杂度、可实现性上取得平衡；PM-QPSK成为主流方案
- 超高速 ADC+DSP成为最大瓶颈

封装技术

- G.709建议有较大的修正，如定义了ODU0、ODUflex、OTU4格式；定义了LO-ODU和HO-ODU；定义了GMP和AMP映射方式等
- 目前，尚没有商用的Framer芯片

客户端光接口

- 与WDM设备的接口为100GBASE-LR4和100GBASE-ER4
- 采用CFP热插拔光模块，尺寸：78x13.6x144mm
- 少数厂家可提供商用模块

传输监测与调整

- 100G时，OSNR监测不准；非线性效应强，OSNR值不能反映实际传输性能
- 调整依据：光功率？OSNR？Pre-FEC，还是三者相互制约，优化判据？
- 业界尚未形成统一观点

不成熟

国内100G DWDM进展

中国电信预测

- 中国电信基于2008年的ChinaNet网络带宽情况，对2009至2014年100G需求进行预测，假设条件如下：
 - 未来几年保持现有带宽增长率（年增长50%至80%），低方案按50%考虑，高方案按80%考虑
 - 现有网络拓补结构不变
 - 目前ECMP最大数量为8条的限制不变

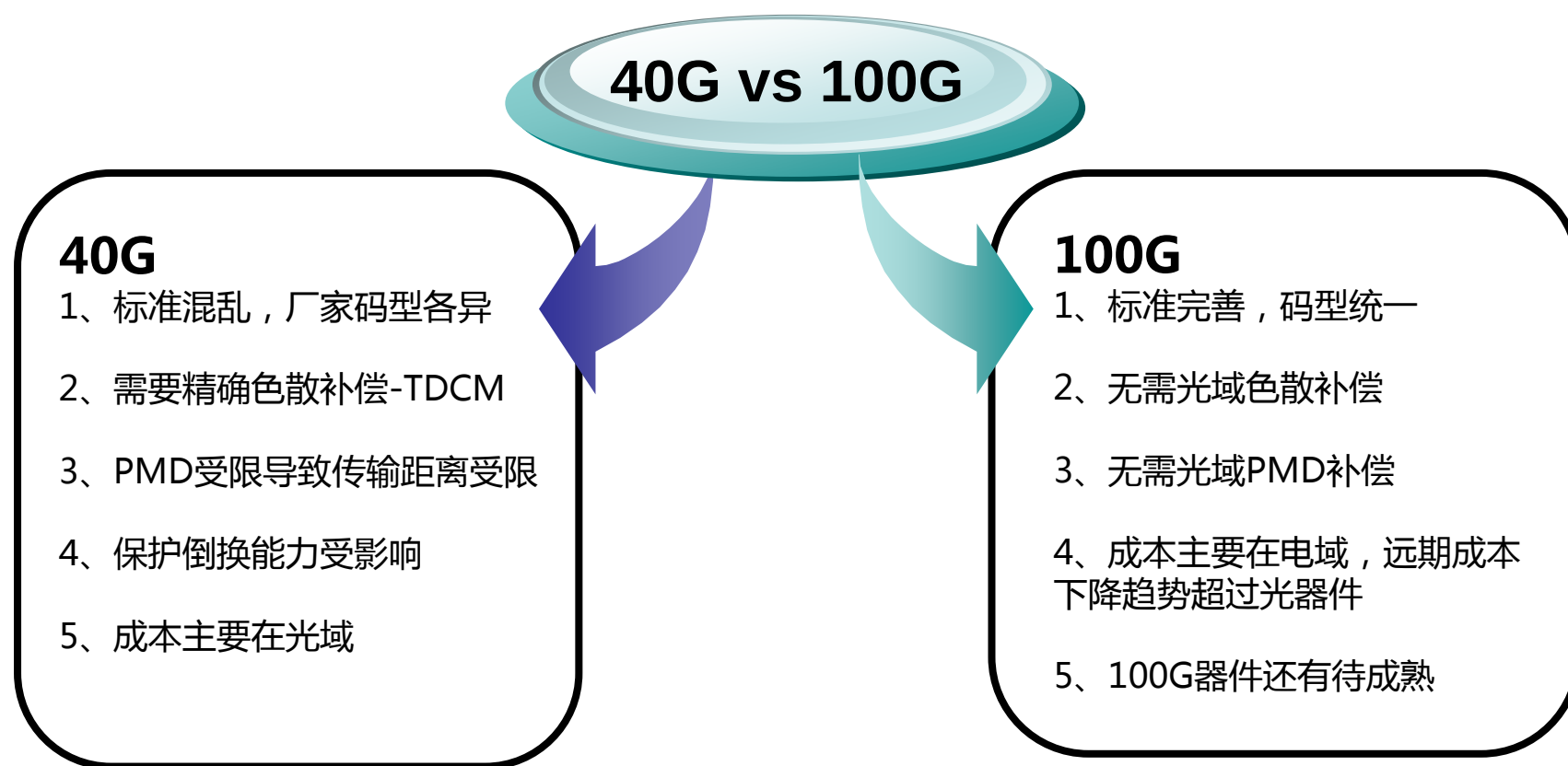


结论：中国电信骨干IP网络100G高速接口规模商用时间为2014年—2015年，按传输先行原则，**100G DWDM规模商用预计在2013年—2014年。**

中国电信100G测试

- 中国电信正在积极准备100G DWDM测试
- **国外100G DWDM研制进度领先国内**，包括：Telefonica、Verizon、AT&T、DT等均进行了100G DWDM传输试验

40G、100G比较



40G还是100G ?

观点1

- 40G DWDM 是过渡技术，市场窗口小
- 100G DWDM 将于2011年开始迅速发展，取代40G DWDM

观点2

- 40G DWDM 有较长的市场窗口，即使100G出现也不意味着40G的消亡，两者将共存很长时间
- 100G DWDM 技术将与2012年后开始成熟，其规模化商用更迟

烽火观点

- 目前，40G DWDM 技术成熟、市场需求明显，100G DWDM技术尚未成熟，短期内没有成本优势
- 未来2-3年内40G DWDM仍是主流高速传输技术，并与100G DWDM共存，而100G DWDM完全取代40G DWDM则需要整个产业链的成熟与推动。
- 100G DWDM是当前高速光传输值得期待的技术，3年内可以开始批量商用，市场窗口将长期存在。

感谢聆听!

范志文 fanzhw@fiberhome.com.cn

13387552200

烽火通信科技股份有限公司