

# OTN控制平面技术

工业和信息化部电信研究院  
通信标准研究所

徐云斌

[xuyunbin@mail.ritt.com.cn](mailto:xuyunbin@mail.ritt.com.cn)

2010年10月

# 目录

- 1 WSON技术
- 2 OTN控制平面技术

# WSON技术主要内容



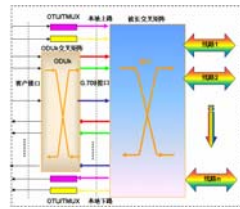
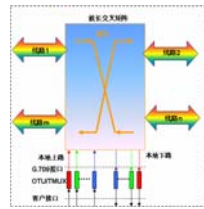
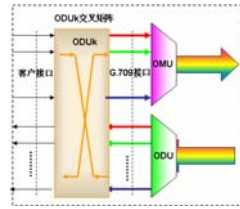
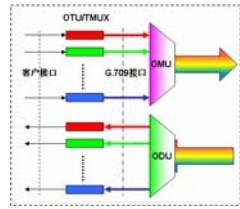
- WSON基本概念
- WSON标准化进展
- WSON关键技术
- WSON设备进展和应用

# WSON技术概念

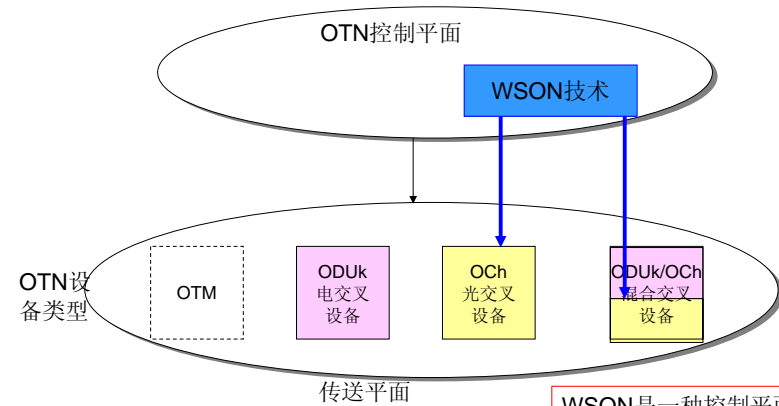
- **波长交换光网络 (Wavelength Switched Optical Network)** : 是基于WDM传输网的自动交换光网络, 通过将控制平面引入波长网络, 采用GMPLS技术和PCE技术等控制平面技术, 实现波长路由的动态调度, 实现波长调度的智能化, 提高WDM网络调度的灵活性和网络管理的效率。



## OTN节点结构类型



## WSON和OTN控制平面之间关系



WSON是一种控制平面技术  
WSON是OTN控制平面的一种  
WSON在波长交叉之上的控制

## WSON解决的主要问题

WSON体系架构	GMPLS/PCE控制结构, RWA问题
信息建模 信息编码	用于信令和路由的信息
信令机制	信令协议扩展, 消息属性定义, 标签分配机制, 信令处理流程
路由机制	基于RWA的路由机制, OSPF和PCE协议扩展, 路由消息定义和扩展
损伤控制机制	损伤测量、损伤信息传递、损伤补偿控制、基于损伤的路由计算

## WSON技术主要内容



- WSON基本概念
- WSON标准化进展
- WSON关键技术
- WSON设备进展和应用

# WSO<sub>N</sub>标准化进展

ITU-T

- ITU-T主要关注传送平面技术，控制平面技术由IETF完成
- ITU-T SG15 WG2 Q6工作组：光层损伤
- ITU-T SG15 WG3 Q9工作组：多粒度交换、链路参数、损伤性能

IETF

- WSO<sub>N</sub>框架结构
- 信息模型
- 信令技术
- 路由技术
- 损伤控制技术

# IETF WSO<sub>N</sub>标准化进展情况



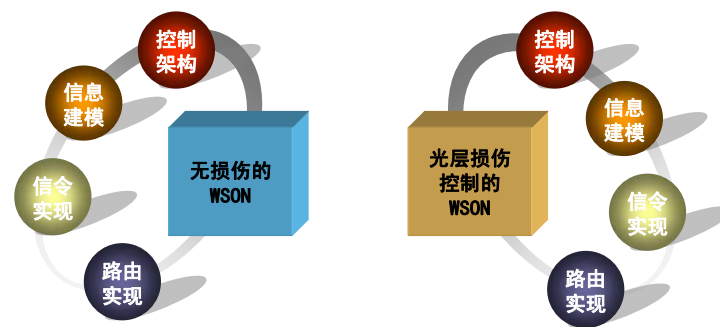
通过RFC投票    工作组文稿    个人文稿

# WSO<sub>N</sub>技术主要内容



- WSO<sub>N</sub>基本概念
- WSO<sub>N</sub>标准化进展
- WSO<sub>N</sub>关键技术**
- WSO<sub>N</sub>设备进展和应用

# WSO<sub>N</sub>关键技术



# WSON关键技术

WSON控制架构

WSON信息建模

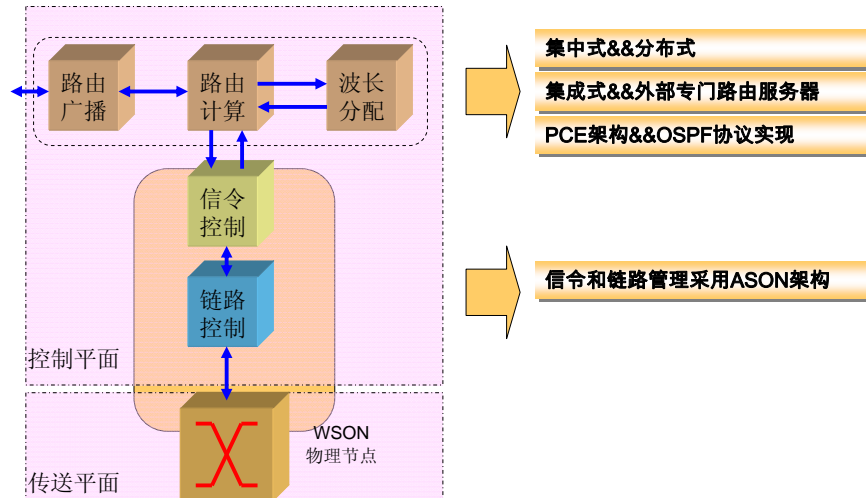
WSON信令技术

WSON路由技术

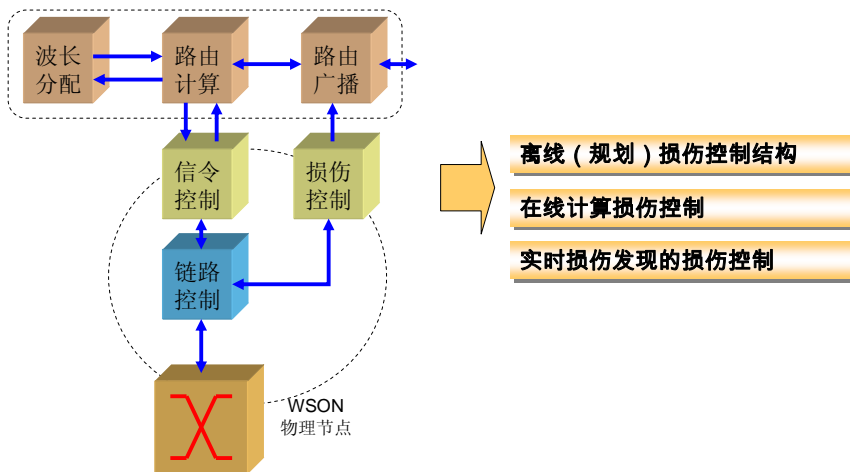
WSON自动发现技术

WSON损伤控制机制

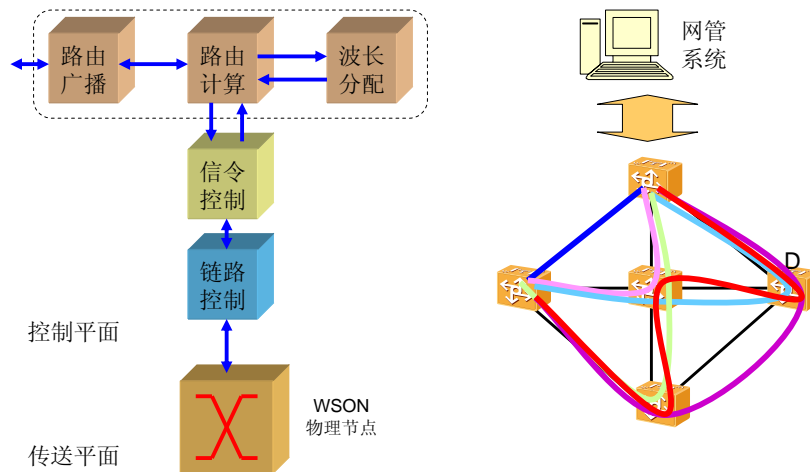
# 无损WSON体系架构



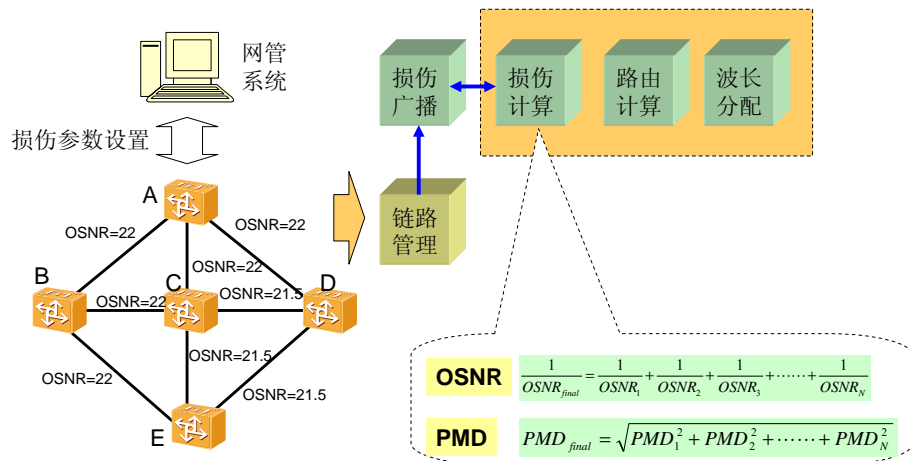
# 基于光层损伤WSON控制架构



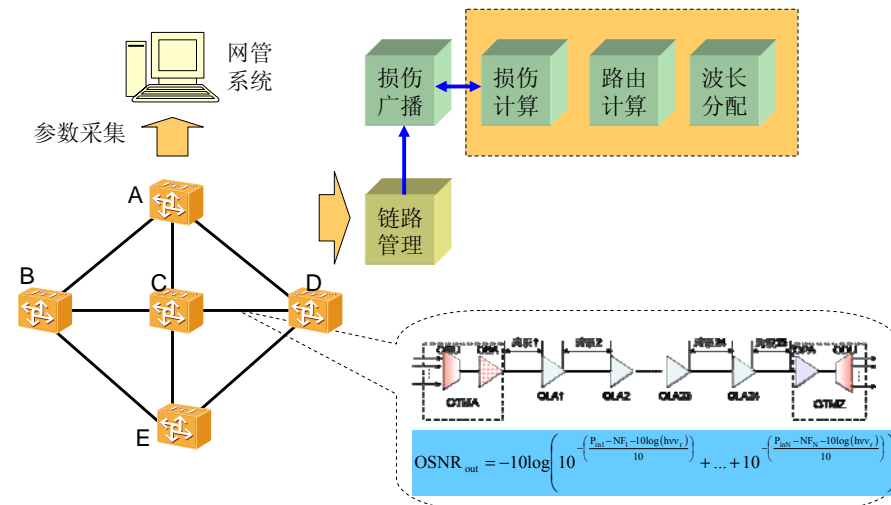
# 离线 (规划) 损伤控制结构



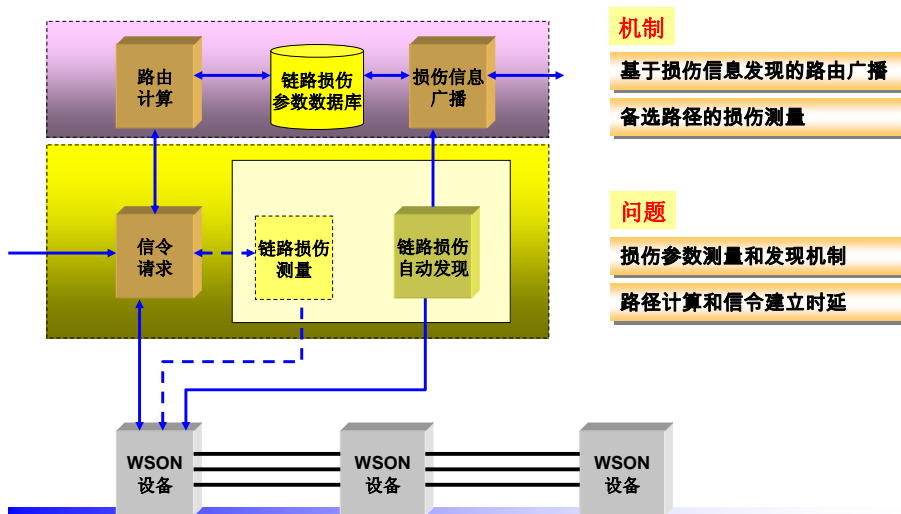
### 在线计算的损伤控制结构



### 在线计算的损伤控制结构



### 基于实时损伤测量发现的损伤控制



### 损伤控制方式比较

损伤模式	离线（规划）损伤控制	在线计算损伤控制	实时测量损伤控制
项目			
适用网络规模	小	大	大
路径计算可靠性	低	较低	高
路由计算效率	好	较好	差
产品成熟度及网络应用	好	较少	无
设备软硬件成本	无	软件成本	软件成本 硬件成本



# WSON关键技术

WSON控制架构

WSON信息建模

WSON信令技术

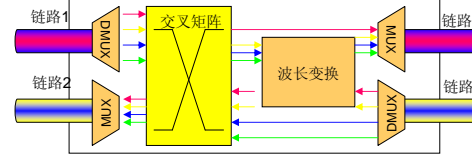
WSON路由技术

WSON自动发现技术

WSON损伤控制机制

# WSON信息建模技术研究

WSON物理节点结构



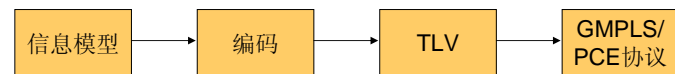
WSON信息建模

- 信令实现
  - 信令标签编码
  - 带宽流量参数
  - 信令流程
- 路由实现
  - 路由信息扩展
  - 路由信息广播
  - 路由架构

# WSON信息建模

信息分类	TLV定义	Sub-TLV	
链路信息	所属管理组		
	接口交换能力标识符		
	链路保护类型		
	共享链路风险组信息		
	流量工程		
节点信息	端口标签(波长)限制 (WSON特有)	波长信息 共享备份波长 可用波长	
	资源块信息	输入信号调制类型列表	
		输入信号FEC类型列表	
		输入客户信号类型列表	
		输入信号比特速率范围列表	
		信号处理能力列表	
		输出信号调制类型列表	
	资源可达性/可用性 (WSON)	输出信号FEC类型列表	
		资源块可达性	
		资源波长限制	
资源池状态			
	共享接入的波长可用性		

# WSON信息编码



操作		波长数目	长度
Gr id	C.S.	预留	n, 用于最低频率
		n2	n3
		...	
		nm	

可用波长信息TLV

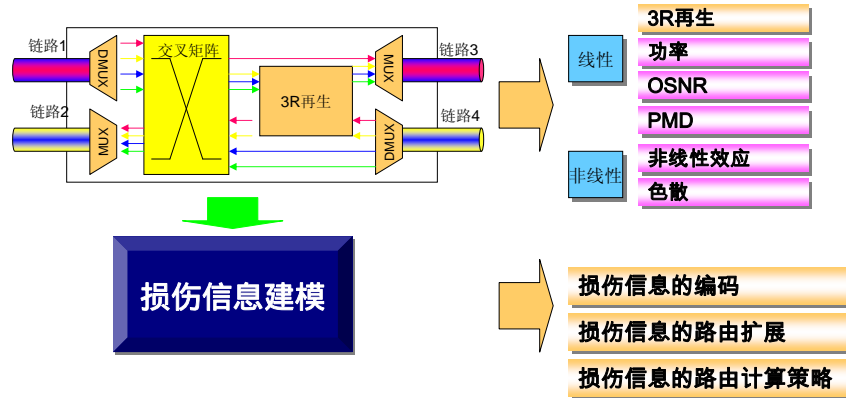
WC集合区域	
输入波长集合区域	
输出波长集合区域	

波长转换器范围信息TLV

连通性	矩阵ID	预留
链路组 A #1		
:		
链路组 B #1		
:		
附加链路组对, 用于指示特定连接		

交叉矩阵信息TLV

## 损伤信息模型研究



## 光层损伤信息建模

元件类型	参数类型	是否波长相关	
发送激光器	1=比特速率	是	
	2=功率	是	
	3=每通道中心波长	是	
	6=调制格式	是	
	7=FEC类型	是	
	21=光纤类型	不相关	
	22=光纤长度	不相关	
光纤	23=色散参数	不相关	
	26=非线性参数	不相关	
	28=PMD	不相关	
	29=插入损耗	不相关	
	84=功率	是	
	88=3dB带宽	是	
	89=每通道内部滤波器的中心波长	是	
接收器	92=每通道Q值	是	
	94=插入损耗	是	
	5=放大器	102=放大器增益	不相关
	103=插入损耗	不相关	
5=放大器	104=输入功率	不相关	
	105=输出功率	不相关	
	8=物理节点	161=内部过滤器类型	不相关
8=物理节点	162=内部过滤器编号	不相关	
	166=每通道中心波长	不相关	
	167=3R	不相关	

## WSON关键技术

WSON控制架构

WSON信息建模

WSON信令技术

WSON路由技术

WSON自动发现技术

WSON损伤控制机制

## 信令标签信息编码

标签信息编码

1	2	3	4
Grid	C.S	预留	n

Grid: DWDM/CWDM

C.S: 波长频率间隔 (CWDM/DWDM)

n: 波长标签编码指示波长信息

流量参数定义
带宽/速率
调制类型 (NRZ/RZ)
FEC类型
再生器处理类型



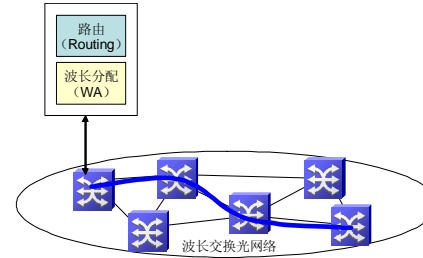




## WSON路由广播机制

类型	信息名称	动态/静态	备注
节点信息	节点内部端口可达性	静态	节点内部的链路可达
	波长转换池	静态	波长转换能力以及波长转换范围
	节点风险组	静态	节点风险共享组
	波长转换池状态	动态	波长转换能力的变化
链路信息	基本链路属性	动态	如，带宽、保护属性、SRLG、度量值等
	链路波长范围	静态	一条光纤支持哪些波长
	波长可达	静态	波长级别的可达性
	波长可用性	动态	波长的占用情况

## WSON路由协议实现 (OSPF)



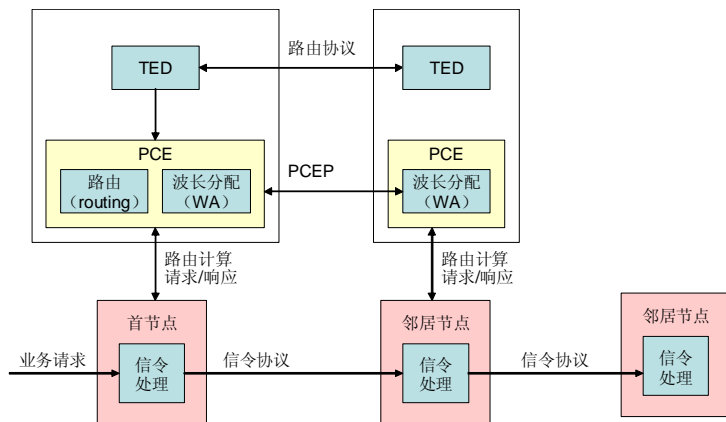
路由约束：链路代价、包含/排斥网络资源、负载均衡、多样性约束、光层损失约束。

路由模式：源路由

路由信息的分发：链路波长变化

OSPF协议可适用于多种路由计算模式

## WSON路由协议实现机制



## PCE和OSPF协议比较分析

功能	OSPF路由协议	PCE协议扩展
适用网络规模	小	大
多层多域适用性	较好	好
光层损伤问题	较好	好
路由协议广播机制	采用OSPF LSA洪泛广播	类似OSPF
路由协议	OSPF-TE	PCEP/OSPF
成熟度	成熟	不成熟
和其它网络互通	好	差
路由计算模式	分布式	集中式
安全性能	好	差 (待解决)

## WSON关键技术

WSON控制架构

WSON信息建模

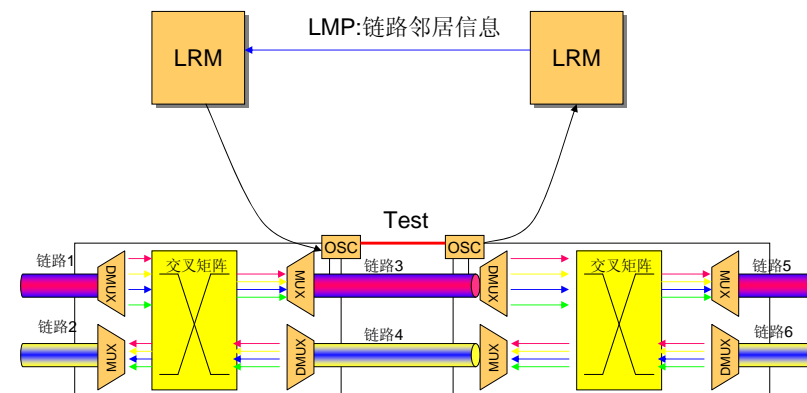
WSON信令技术

WSON路由技术

WSON自动发现技术

WSON损伤控制机制

## WSON网络资源发现



通过OSC监控信道实现链路资源的发现  
波长通道的资源信息不能发现，通过OSPF广播信息发出

## WSON关键技术

WSON控制架构

WSON信息建模

WSON信令技术

WSON路由技术

WSON自动发现技术

WSON损伤控制机制

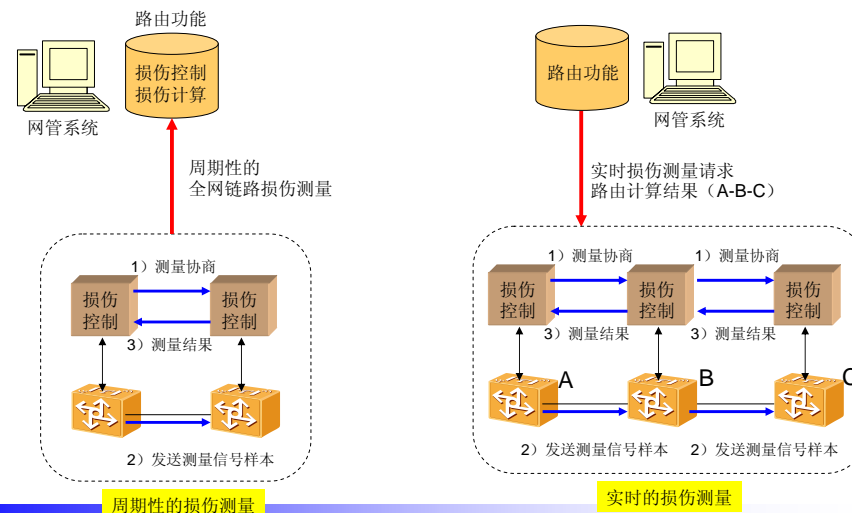
## 光层损伤控制

- 光层损伤类型
- 光层损伤发现
- 光层损伤控制
- 光层损伤路由计算

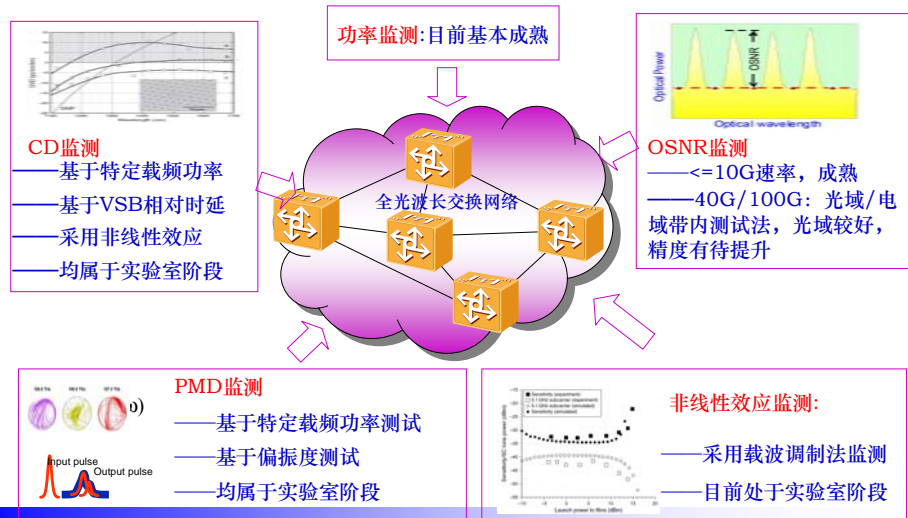
## 光层损伤的控制问题

- 不考虑光层损伤或者波长连续性约束，通过现有的GMPLS标签分配机制可以实现。
- 不考虑光层损伤，但是考虑波长连续性约束。对每一条网络中的光路径进行损伤考察，主要是用于在网络设计阶段，考察网络的损伤性能，在路径计算阶段，则不考虑光层损伤的性能。
- 近似的损伤评估。近似的损伤评估包括链路预算和色散技术(G.680和G.sup39)。注意，近似的损伤评估注意是针对线性的损伤技术。IA计算可以用于独立的PCE实体。
- 详细的损伤计算。详细的计算损伤的特性。

## 光层损伤的自动发现机制



## 物理损伤监测技术



## WSON技术主要内容

- WSON基本概念
- WSON标准化进展
- WSON关键技术
- WSON设备进展和应用

## WSON设备应用情况

### 产品应用

目前WSON的产品主要在基于OTN的光交叉设备之上实现，主要考虑的智能控制功能包括自动发现功能、端到端调度功能、路由计算功能、网络保护恢复能力等。

厂商名称	产品型号
华为	OSN6800/OSN8800
中兴	ZXMP M820
烽火	FONST 3000
泰乐	TELLABS 7100
上海贝尔	1626LM、1830PSS

## WSON技术选择建议

### 控制平面架构

在单区域组网情况下，建议采用分布式的控制架构。  
多区域组网，可以考虑采用区域内集中式的控制架构。

### 损伤控制机制

网络规模较小的情况下，可采用离线的损伤控制机制。  
网络规模较大，可采用离线的损伤控制和在线的损伤计算方式。  
随着损伤控制技术的成熟，可考虑使用实时的损伤测量技术。

### 路由协议选择

在单区域组网情况下，建议采用OSPF路由协议。  
在多区域组网情况下，可以采用OSPF的多区域控制扩展，也可PCE路由协议架构。

### 信令处理流程

支持双向的波长路径控制  
单区域组网情况下，可采用集中式的RWA控制方式。

### 损伤发现控制

周期性的损伤发现机制和实时的损伤测量机制需要进一步的研究。

## WSON网络应用建议

### 网络部署

近期采用无损伤的WSON控制技术，损伤控制技术成熟后，考虑在网络中部署应用。

### 应用范围

在城域和干线范围内可考虑应用无损伤的WSON技术，损伤控制采用离线的规划控制方式解决。

当网络范围扩大组网拓扑复杂（干线层面），离线的损伤规划比较复杂，可考虑采用在线的损伤计算方式，解决动态路径上的损伤问题。

## 目录

1

WSON技术

2

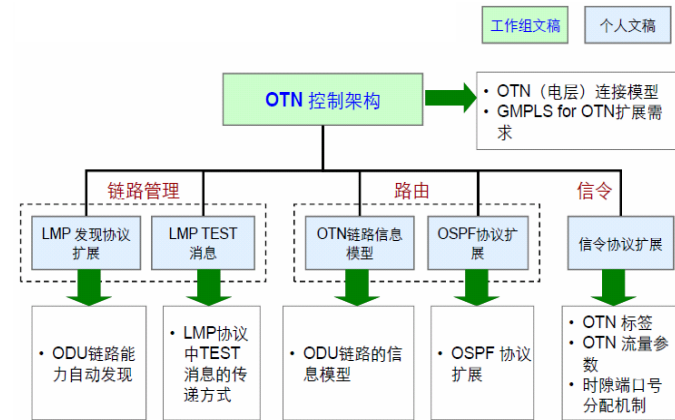
OTN控制平面技术



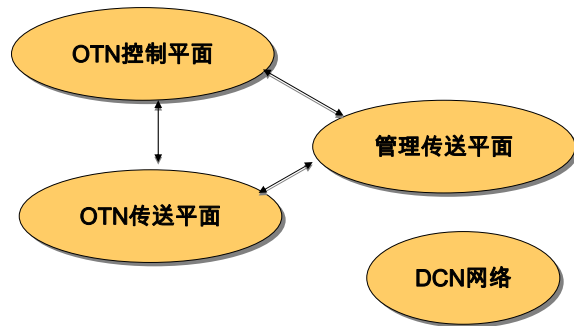
## IETF标准化情况

控制架构	OTN控制平面框架 draft-ietf-ccamp-gmpls-g709-framework-02G.709
信息模型	OTN信息模型 draft-bccg-ccamp-otn-g709-info-model-01
信令扩展	G.709 OTN控制的GMPLS信令扩展 draft-zhang-ccamp-gmpls-evolving-g709-04
路由扩展	G.709 OTN控制的OSPF-TE扩展 draft-ceccarelli-ccamp-gmpls-ospf-g709-01
发现机制	支持OTN的LMP测试消息扩展 draft-ceccarelli-ccamp-gmpls-g709-lmp-test-01

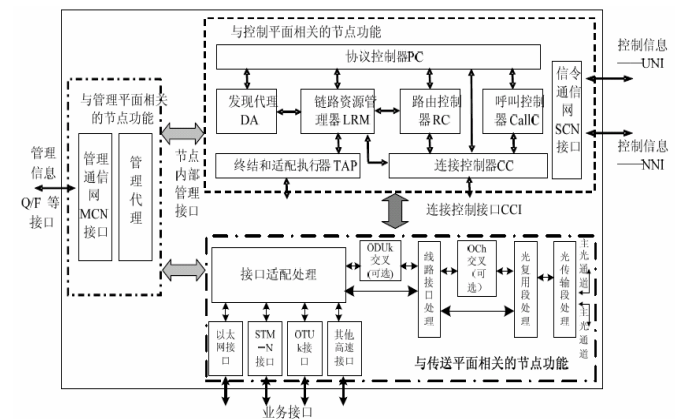
## IETF标准化进展



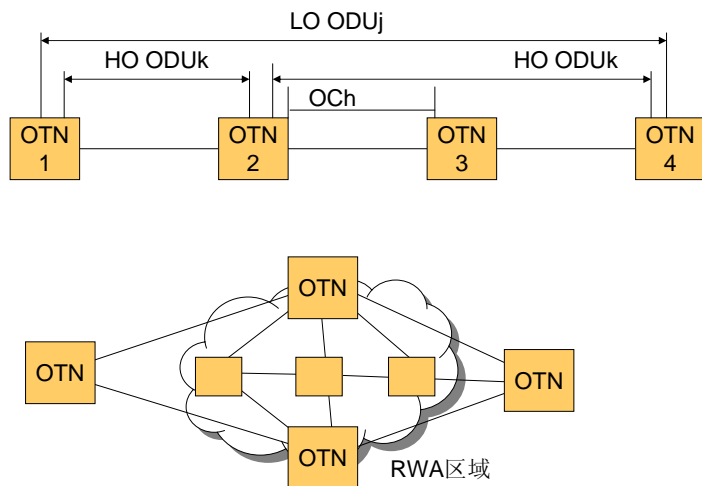
## OTN控制平面



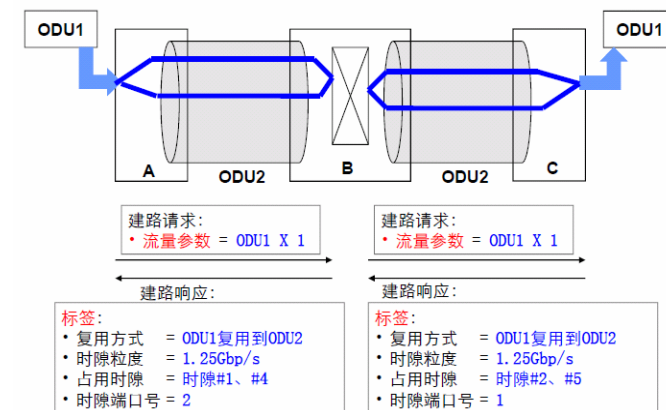
## OTN控制平面节点结构



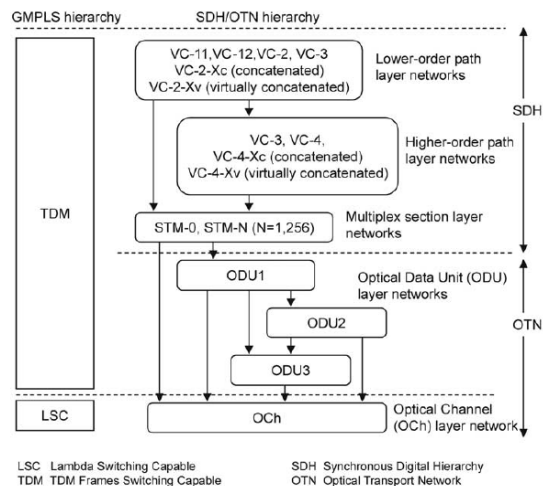
## OTN网络的连接管理



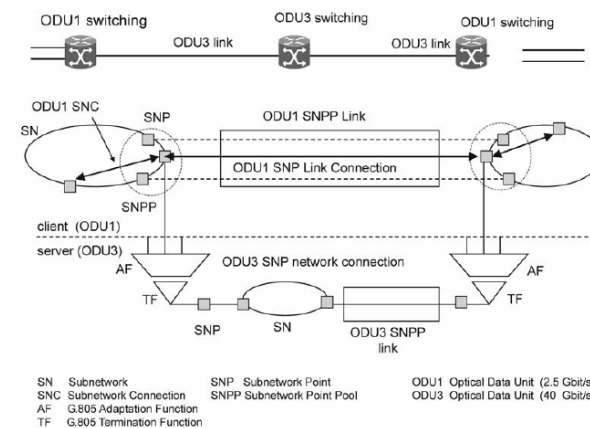
## ODU信令流程



## SDH和OTN



## OTN中的多段复用

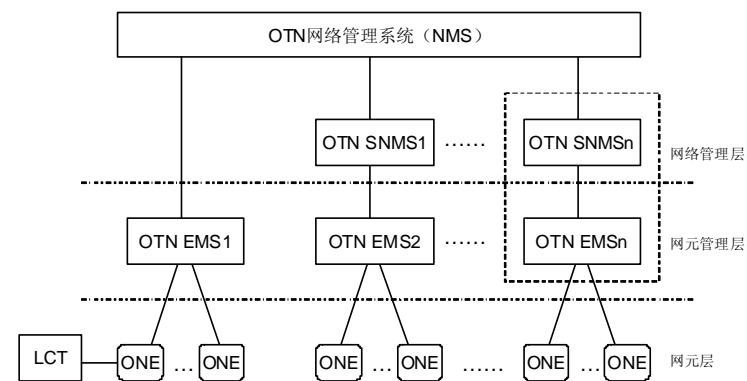




## 提纲

- OTN网络的管理维护问题
- OTN网络管理标准化现状

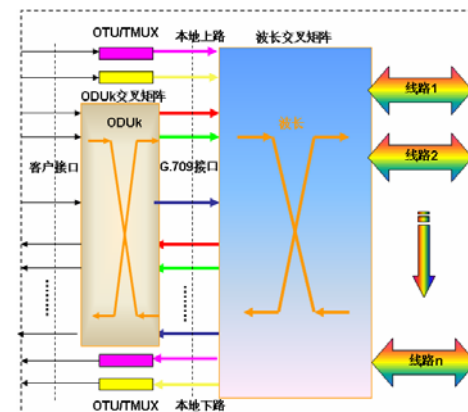
## OTN管理体系架构



## OTN网络开销管理问题

- 端到端电路调度
- 开销管理
- 保护管理
- 告警和性能管理
- 功率自动管理
- 波长管理

## 光层和电层的组网能力

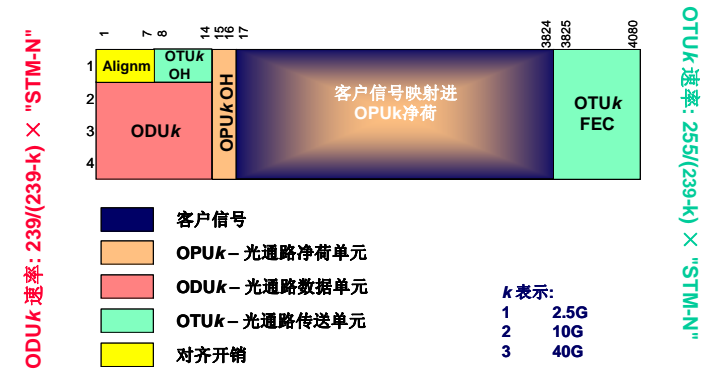


OTN交叉连接设备主要包括OTN电交叉设备、OTN光交叉设备和OTN光电混合交叉设备，使得电层和光层的端到端业务电路调度成为可能，组网也更加灵活。目前的WDM应用主要是基于点对点的传送和城域的OADM环网，通过OTN的引入，可以大大增强WDM层面的组网能力，如可以组成任何拓扑的OTN网络。

## 端到端业务调度

- OTN网络支持电层和光层的交叉设备能力，能够实现电层和光层的业务调度。在电层，OTN网络内部的电路调度主要是基于ODUk (k=1、2、3) 交叉颗粒的业务调度，然后实现以太网、SDH、OTUk的电路适配；光层的电路调度一般是基于OCh波长交叉颗粒的业务调度。
- 在光层和电层需要混合调度的情况下，光层创建的电路可以作为一条普通的光纤链路为电层的业务调度所使用，此链路可以是基于自动发现机制上报网管系统。

## OTN开销和管理维护能力



## OTN网络开销定义

Column	1	7	8	14	15	16
Row 1	FAS		MFAS	SM	GCC0	RES
Row 2	RES	TCM ACT	TCM6	TCM5	TCM4	FTFL
Row 3	TCM3	TCM2	TCM1	PM	EXP	RES
Row 4	GCC1	GCC2	APS/PCC	RES	PSI	NJO

- ACT: Activation/deactivation control channel
- APS: Automatic Protection Switching coordination channel
- EXP: Experimental
- FAS: Frame Alignment Signal
- FTFL: Fault Type & Fault Location reporting channel
- GCC: General Communication Channel
- MFAS: MultiFrame Alignment Signal
- PCC: Protection Communication Control channel
- PM: Path Monitoring
- PSI: Payload Structure Identifier
- RES: Reserved for future international standardisation
- SM: Section Monitoring
- TCM: Tandem Connection Monitoring

- OTU层开销: OTU开销包含光通道传输功能的信息，定义了FAS、MFAS、GCC0、SM (包含TTI、BIP-8、BDI、BEI/BIAE、IAE) 等开销；
- ODU层开销: 包含光通道的维护和操作功能的信息，定义了TCM、PM、GCC1/GCC2、APS/PCC、FTFL等开销；
- OPU层开销: 支持客户信号适配相关的开销，定义了PSI (Payload Structure Indicator) 开销、调整控制字节 (JC)。

## OTN的开销管理功能

- 传统的SDH+WDM组合中，WDM层面的性能监视主要依赖SDH帧的J0和B1等开销字节，而WDM本层并没有相应的数字监视能力。
- OTN在电层提供了类似于SDH的帧格式OTUk，以提供丰富的开销支持强大的维护管理能力：
  - 帧对齐开销
  - OTUk层开销
  - ODUk层开销
  - OPUk开销组成
- ODUk层开销提供的6层嵌套串联连接监视 (TCM) 功能，使得OTN组网时，端到端和多个分段同时进行业务性能监视成为可能。
- OTN在光通路(OCh)层的OTH帧结构也大大增强了OCh层的数字监视能力。目前光层的开销应用较少。









**感谢聆听 敬请指正!**