

OTN基本原理详解

目录：

- 1. OTN概述
- 2. OTN网络层次结构
- 3. OTN帧结构
- 4. OTN的映射和复用
- 5. OTN的保护

● Optical Transport Network(OTN) 光传送网

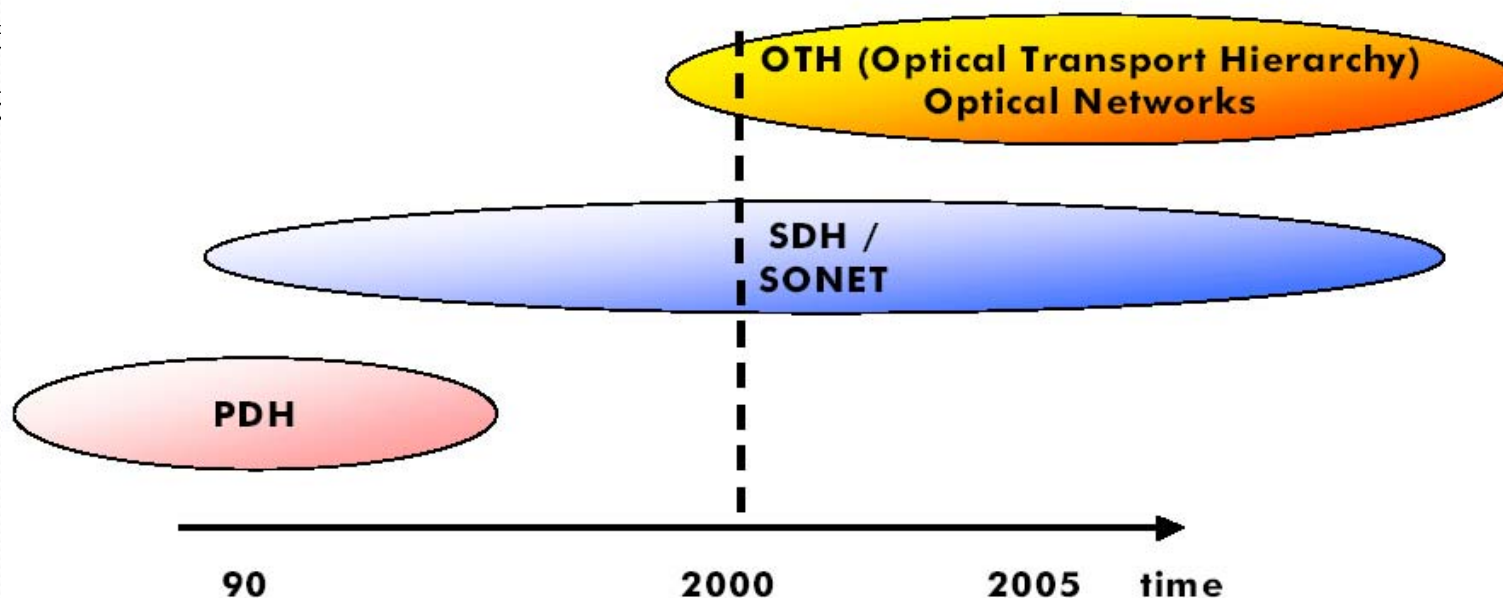
1. OTN概述

● OTN的产生背景

- SDH/SONET已经非常成熟，但其在传送层方面存在不足。
- 互联网、电子商务、移动技术发展迅速，为了满足数据带宽爆炸性的增长需求；
- 适合连续性业务，不适合突发业务
- 通过波分功能满足每光纤Tb/s传送带宽需求；

1.1 OTN网络的定位和演进

- OTN的技术特性：
 - ◆ 完善的性能监视、提供多级嵌套重叠的TCM连接监视；
 - ◆ 带外FEC、大容量、粗颗粒的调度；适合骨干网络的应用；
 - ◆ SDH/SONET, ETHERNET, ATM, IP, MPLS , GFP 业务都可以透明传输
 - ◆ 在光层对信号进行处理，例如光信号复用/去复用、光波长交换
- 可扩展
- 从未牙
传送网



1.1 OTN网络的定位和演进

- PDH→SDH

- ◆ 只有地区性标准，无世界性标准
- ◆ 很难从高速信号中识别和提取支路信号（异步复用）
- ◆ OAM开销少

- SDH→OTN

- ◆ 太多地兼顾了接入层和汇聚层技术，不太适用于传送层
- ◆ 无法实现突发数据流量有效使用带宽

1.1 O

	IP over ATM	IP over SDH	IP over WDM/DWDM
结构	复杂	较简单	很简单
带宽	中	中	高
效率	低	中	高
价格	高	一般	较低
传输性能	好	一般	好
维护管理	复杂	略简	简单

- 传递
- 从协议层次上来看，光网络的主要发展方向是简化IP到WDM的适配过程，主要思想就是结合MPLS为IP提供流量工程和QoS保证，将SDH/SONET的一些帧功能在光传输层中进行实现

1 OTN与SDH的比较

SDH

带宽较小

小颗粒调度

业务封装效率不高

单级监控

没有FEC或带内FEC

OTN



带宽大，扩容方便



大颗粒调度



业务封装效率高
业务透明传送



多级串联连接监视



带外FEC

1 OTN与传统WDM的比较

传统WDM

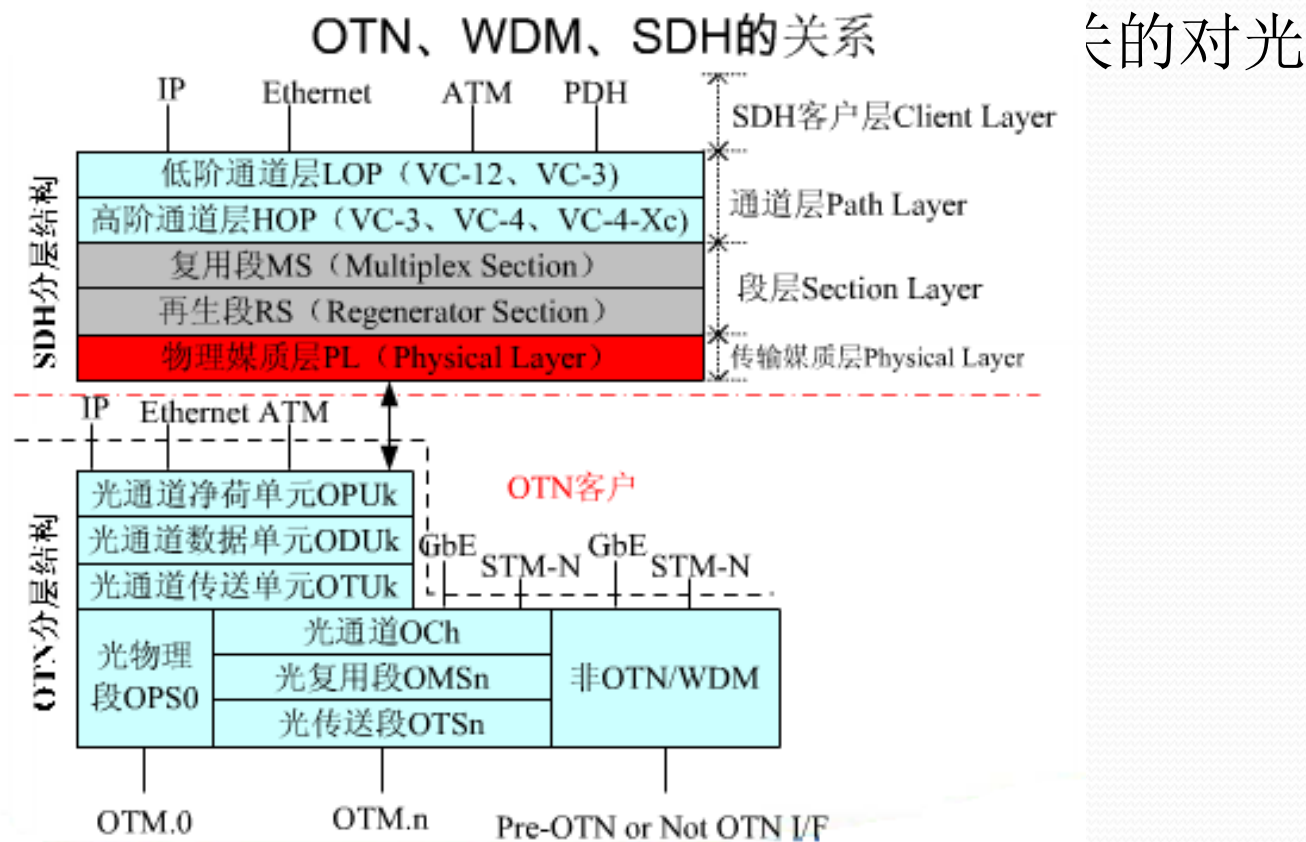
- 组网能力差
- 业务调度不灵活
- 保护机制不完善
- 简单的OSC, 无法对通道进行精确的管理

OTN

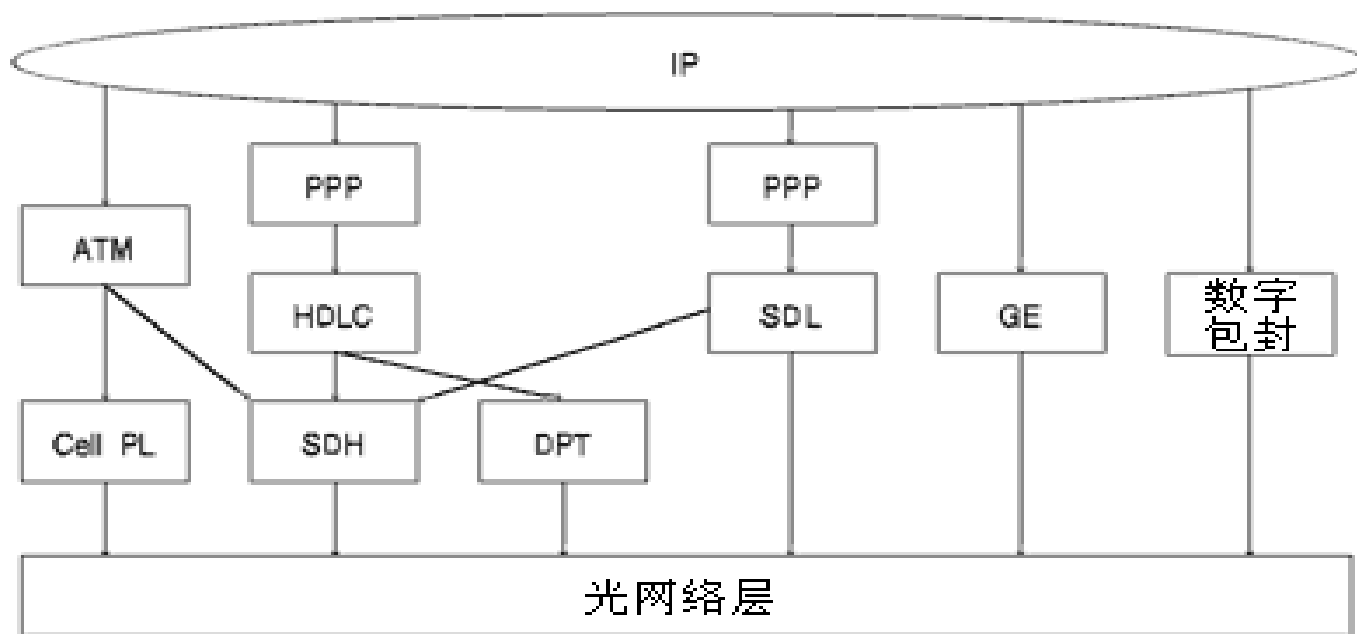
- 😊 多样的组网能力
- 😊 强大灵活的调度能力
- 😊 多种完善的保护机制
- 😊 丰富的开销管理

1.2 OTN、WDM、SDH的关系

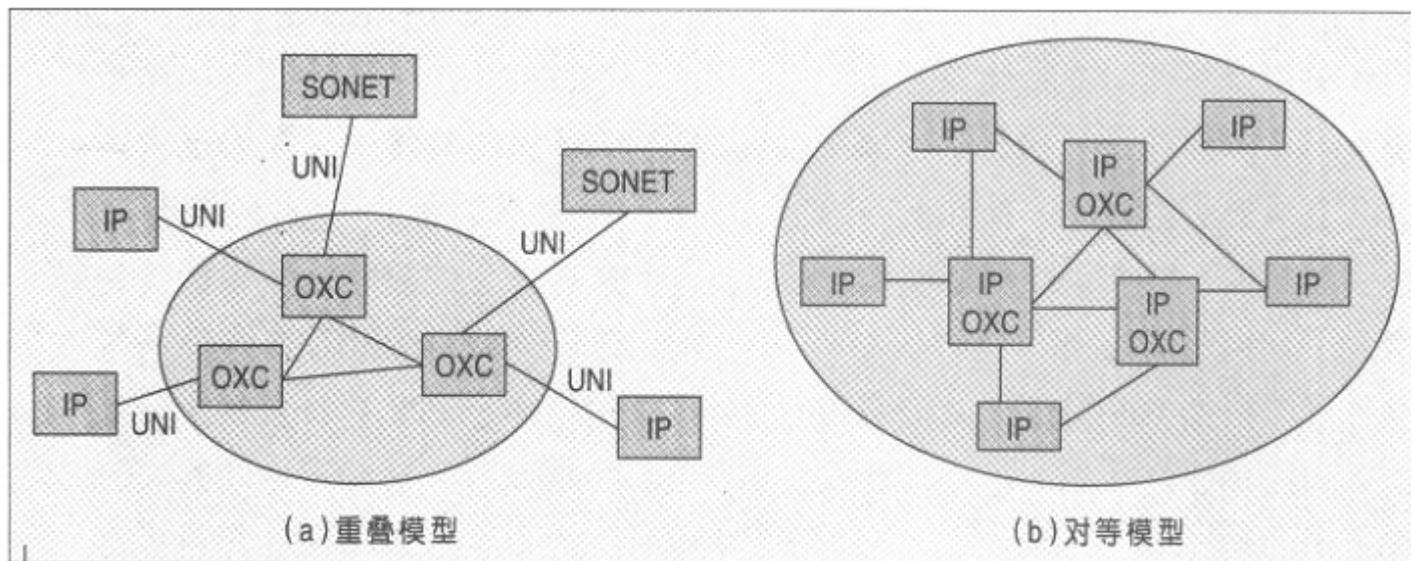
- 光传送单元OTU作为光通道OCh的客户层才是完整的OTN，因为不仅仅是净荷映射复用，还有完善的管理和维护。
- 基于SDH通道完善



1.1 O²



IP over WDM的适配技术方案



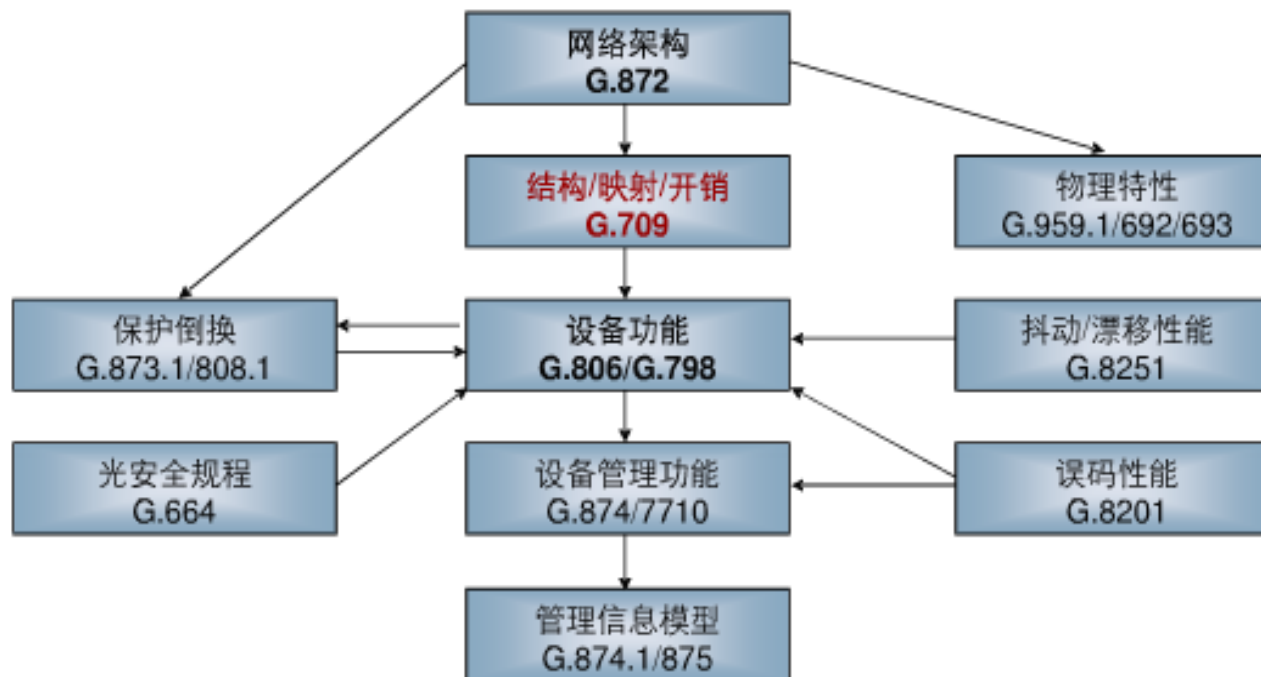
IP over WDM 的网络结构

1.3 OTN相关标准

- OTN

- 相
- 作
- 总
- 这
- 性
- 能
- 这
- 作

ITU-T OTN标准体系架构



1.3 OTN相关标准

- G.709
 - G.709定义了 Optical Transport Module of order n (OTMn)的以下需求:
 - 光传送体系Optical Transport Hierarchy (OTH)
 - 支撑多波长传输网络的开销定义
 - 帧结构
 - 比特速率
 - 各种映射方式

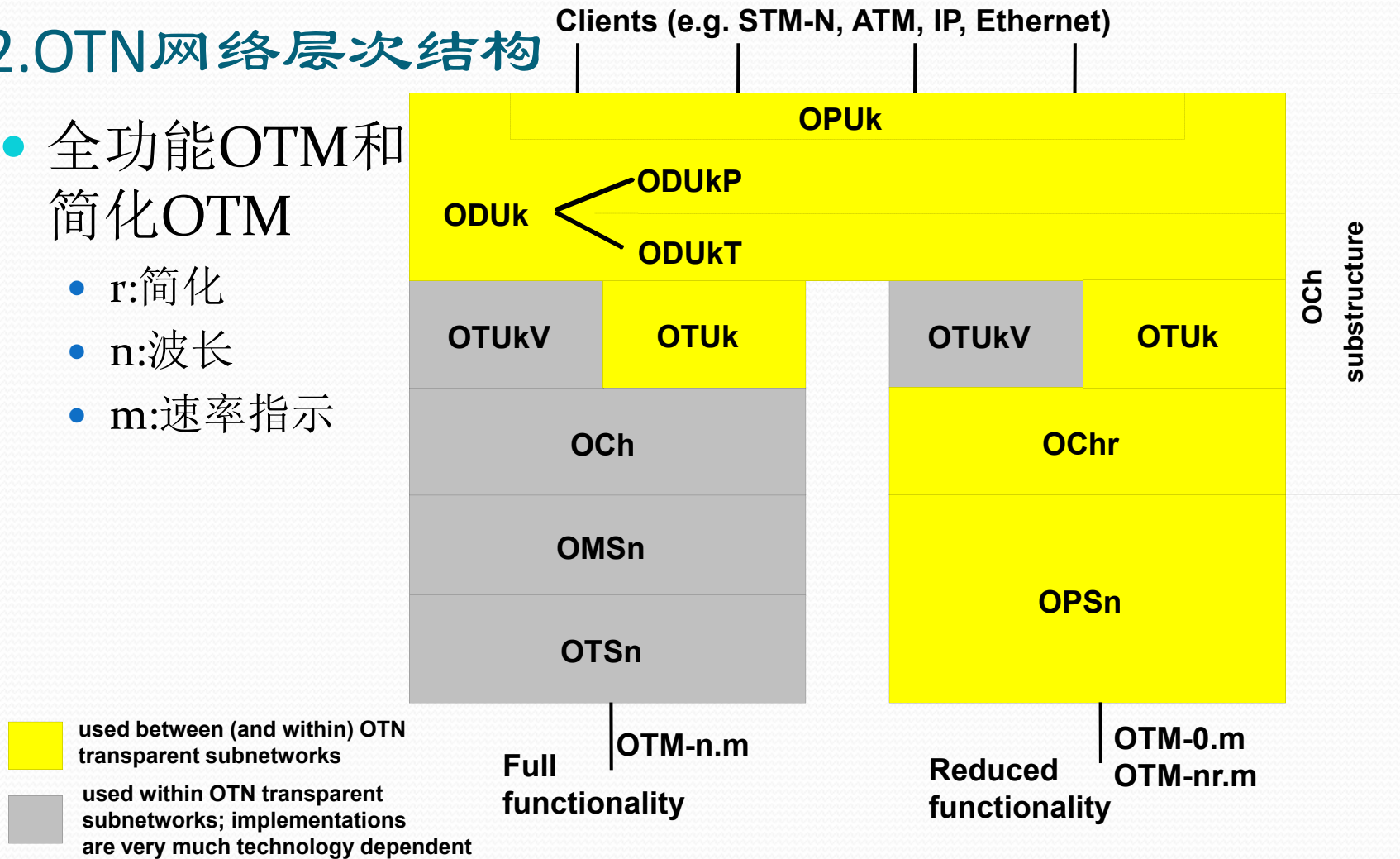
2. OTN网络层次结构

- 1. OTN概述
- **2. OTN网络层次结构**
- 3. OTN帧结构
- 4. OTN的映射和复用
- 5. OTN的保护

2. OTN网络层次结构

- 全功能OTM和简化OTM

- r: 简化
- n: 波长
- m: 速率指示



2.0

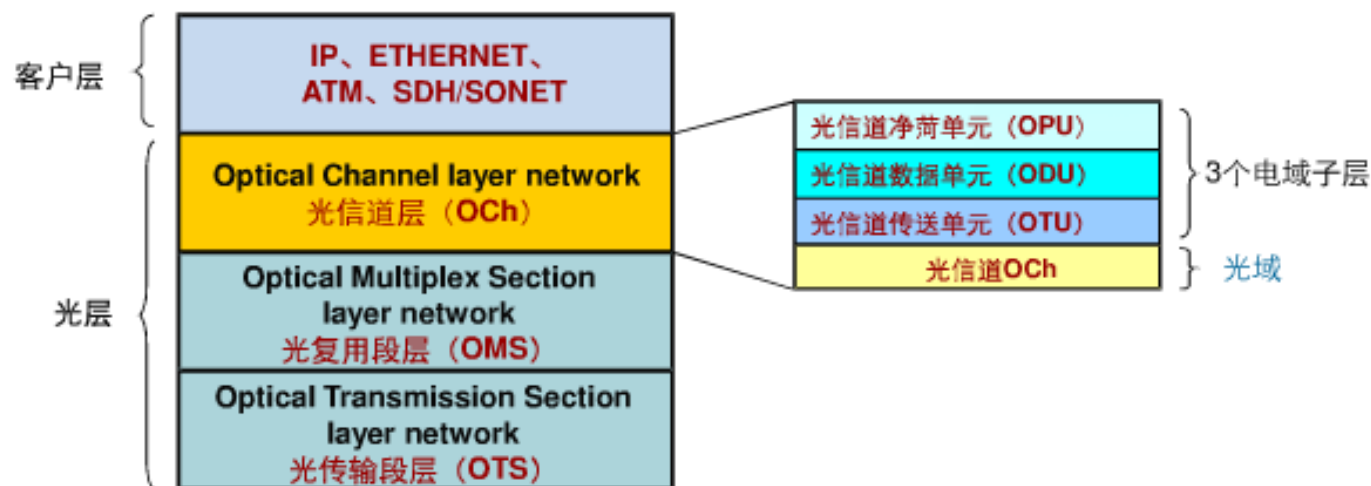
ITU-T G. 872定义的OTN分层结构

➤ 将整个光层细分为：

光信道层 (OCh)、光复用段层 (OMS)、光传输段层 (OTS)

➤ 光信道层又分为三个电域子层：

光信道净荷单元 (OPU)、光信道数据单元 (ODU)、光信道传送单元 (OTU)



- 光学信道（Och）子层

2. OTN网络层结构

光学信道又可分成三种结构。光学信道净荷单元是映射来的客户数据单元用于净荷单元的通道层连接；光学传输单元用于段层连接的错误纠正。

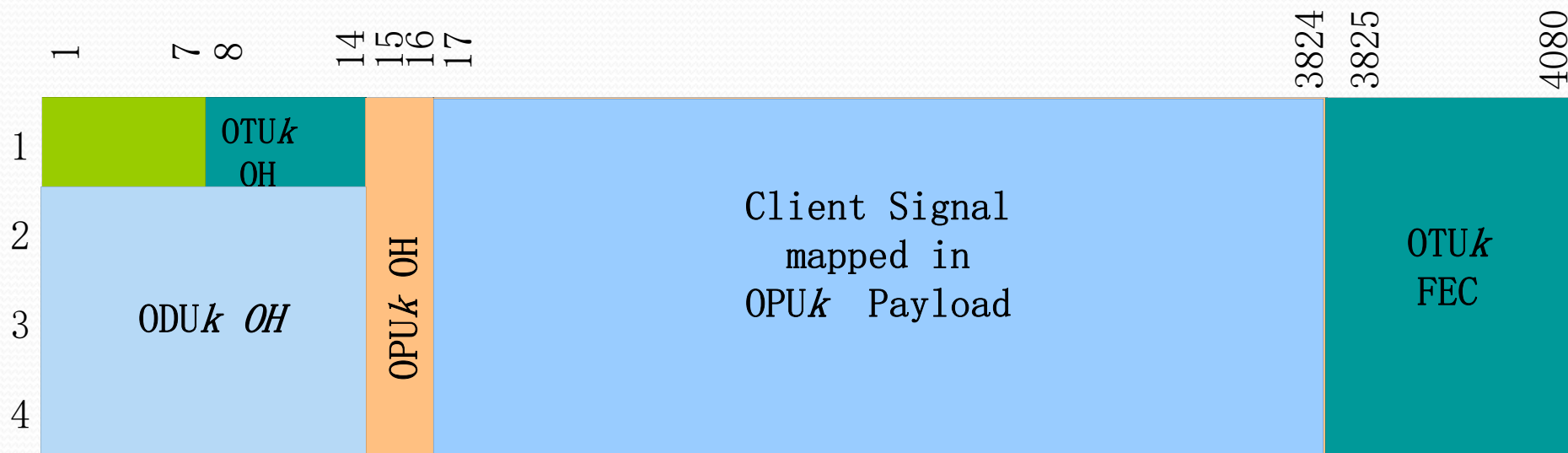
- 光学复用段层（OMS）

OMS网络层包含**OMS**净荷以及非相关的**OMS**开销（**OMS-OH**）。**OMS**净荷由复用的OCh组成。**OMS-OH**的内容通过一个独立的光学辅助信道传输。**OMS**支持光学复用段层连接和连接监控。**OMS**的一个例子是上光复用器（MUX）和光去复用器（DeMUX）间的段。利用**OMS**，服务供应商可以隔离和排除OTN中发生在某个DWDM网络段的故障，同时可对通过多个服务供应商网络的波长组进行监控和管理。

- 光学传输段层（OTS）

OTS网络层包含**OTS**净荷和**OTS**开销。**OTS**净荷由n个光学复用段组成。**OTS-OH**由为光学传输段提供支持的维护和运营功能信息组成。**OTS-OH**通过一个光学辅助信道传输。**OTS**的一个例子是一条光学链路上两个放大器间的网络段。**OTS**层允许服务供应商管理和监控网络单元（如光学分插复用器、放大器或光交换）间的物理光纤段。故障可以在物理光纤一级隔离。同时可以向网络运营商报告诸如激光信号功率水平、色散和信号损失等属性，以方便故障隔离。

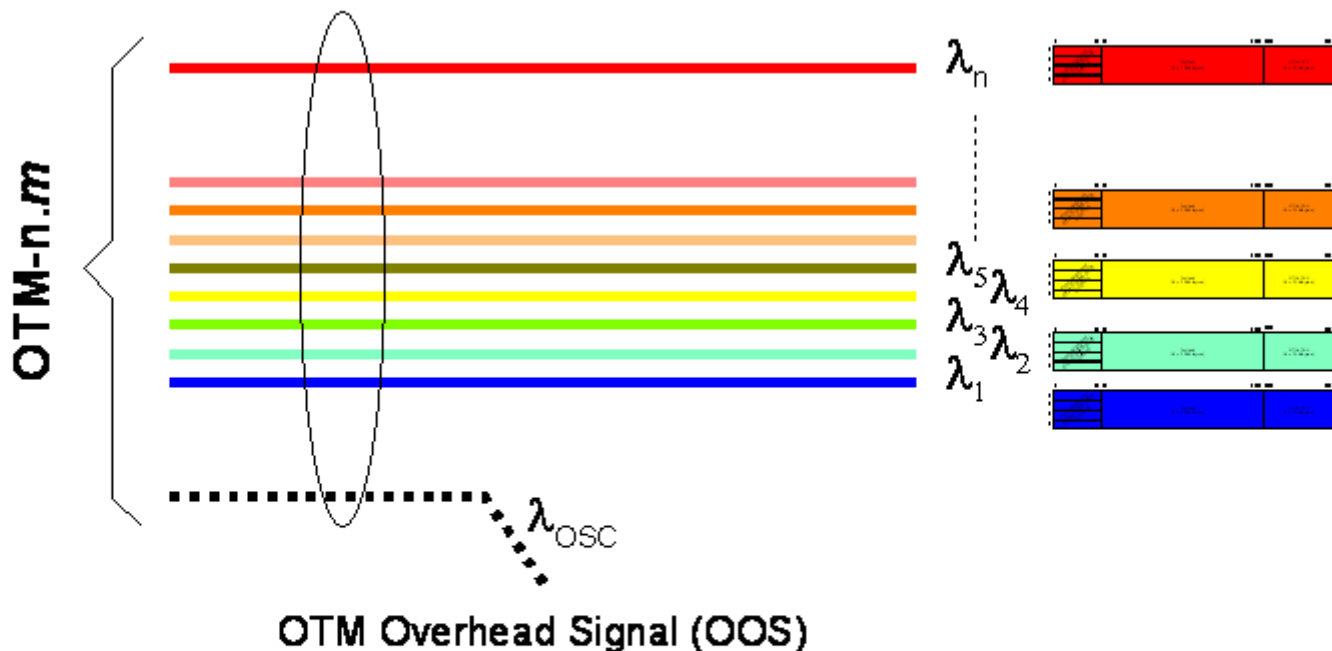
- 光信道净荷单元 (OPU_k)：实现客户信号映射进一个固定的帧结构（数字包封）的功能，包括但不限于STM-N，IP分组，ATM信元，以太网帧。
- 光信道数据单元 (ODU_k)：提供与信号无关的连通性，连接保护和监控等功能，这一层也叫数据通道层。
- 光信道传送单元 (OTU_k[V])：提供FEC，光段层保护和监控功能，这一层也叫数字段层。



与SDH不同，不同速率(k = 1、2、3)情况下，帧的大小保持不变，但每一帧传送所需的时间(帧频)不同。

2

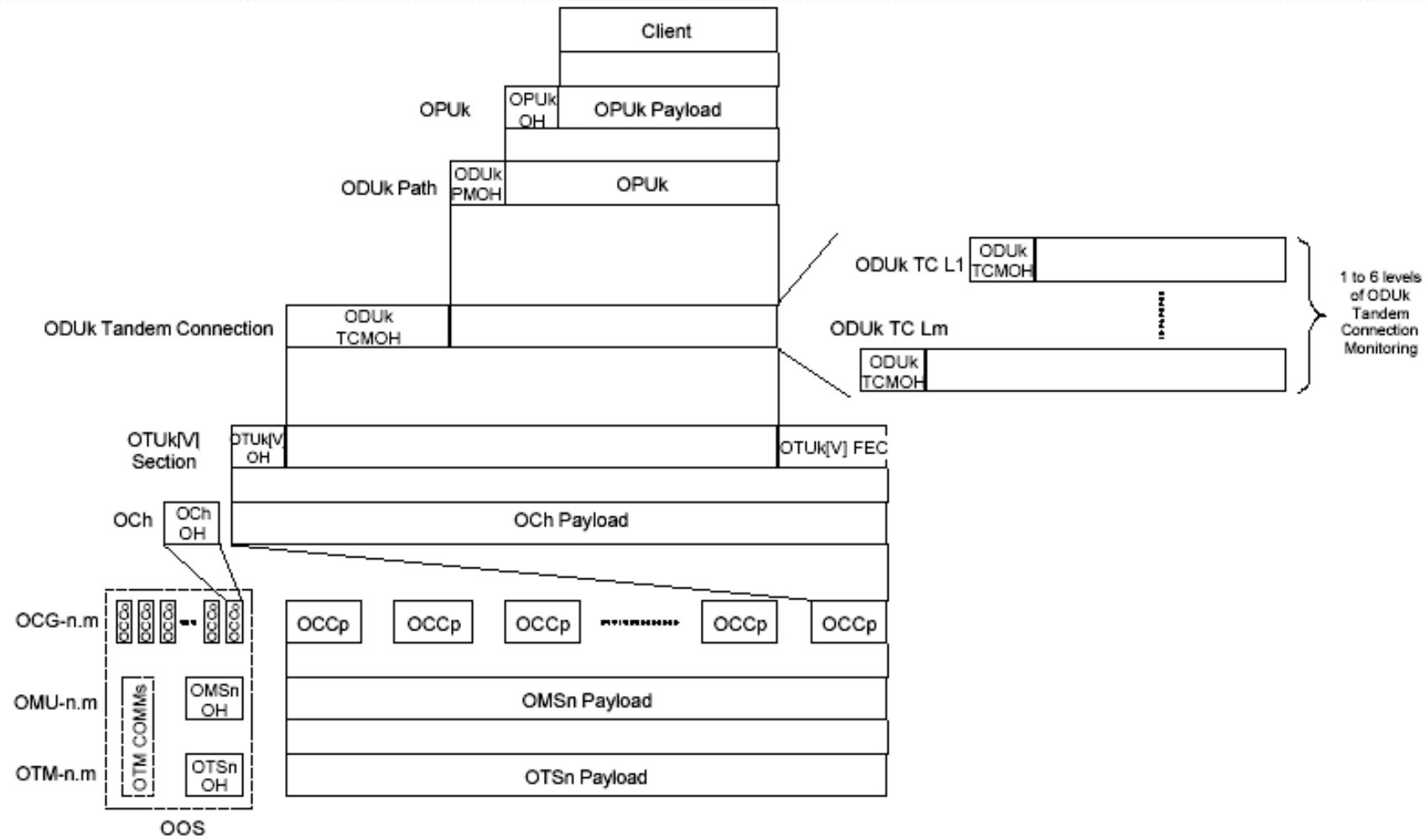
OTM-n.m (波分设备最终输出的主光信号)



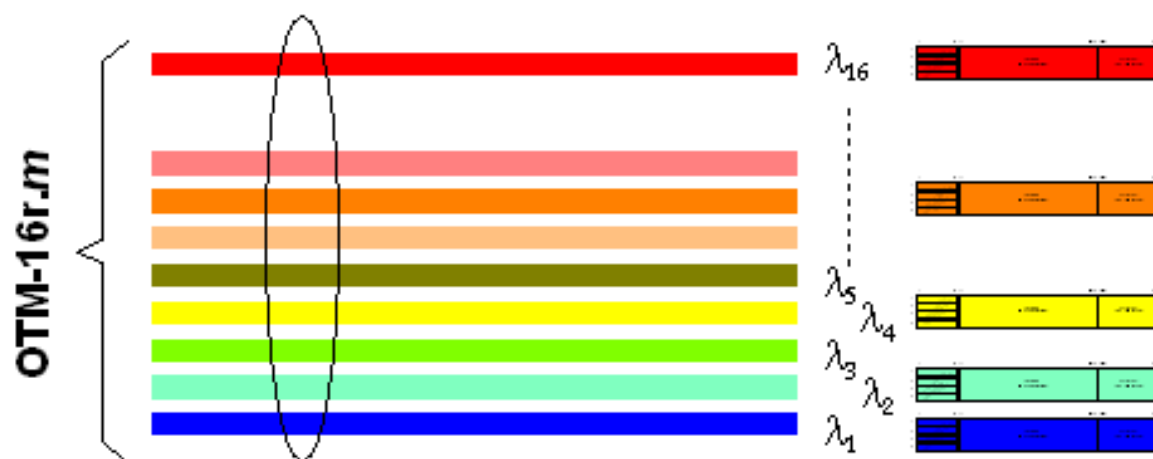
- 由多个波长组成，每个波长都有特定的帧格式 (OTUk)
- 同时支持光层开销 (OOS) 和光监控通道
- n=波长数，m=速率等级
- 用于自己的波分设备间互连，无法和其他厂家波分设备互通

2.2 OTM:光传送模块

- O



■ OTM-nr.m (波分设备最终输出的主光信号)



- 由多个波长组成，每个波长都有特定的帧格式 (OTUk)
- n=波长数，r=不支持光层开销和光监控通道，m=速率等级
- 用于和其他厂家的波分设备互连 (在波长级互连)

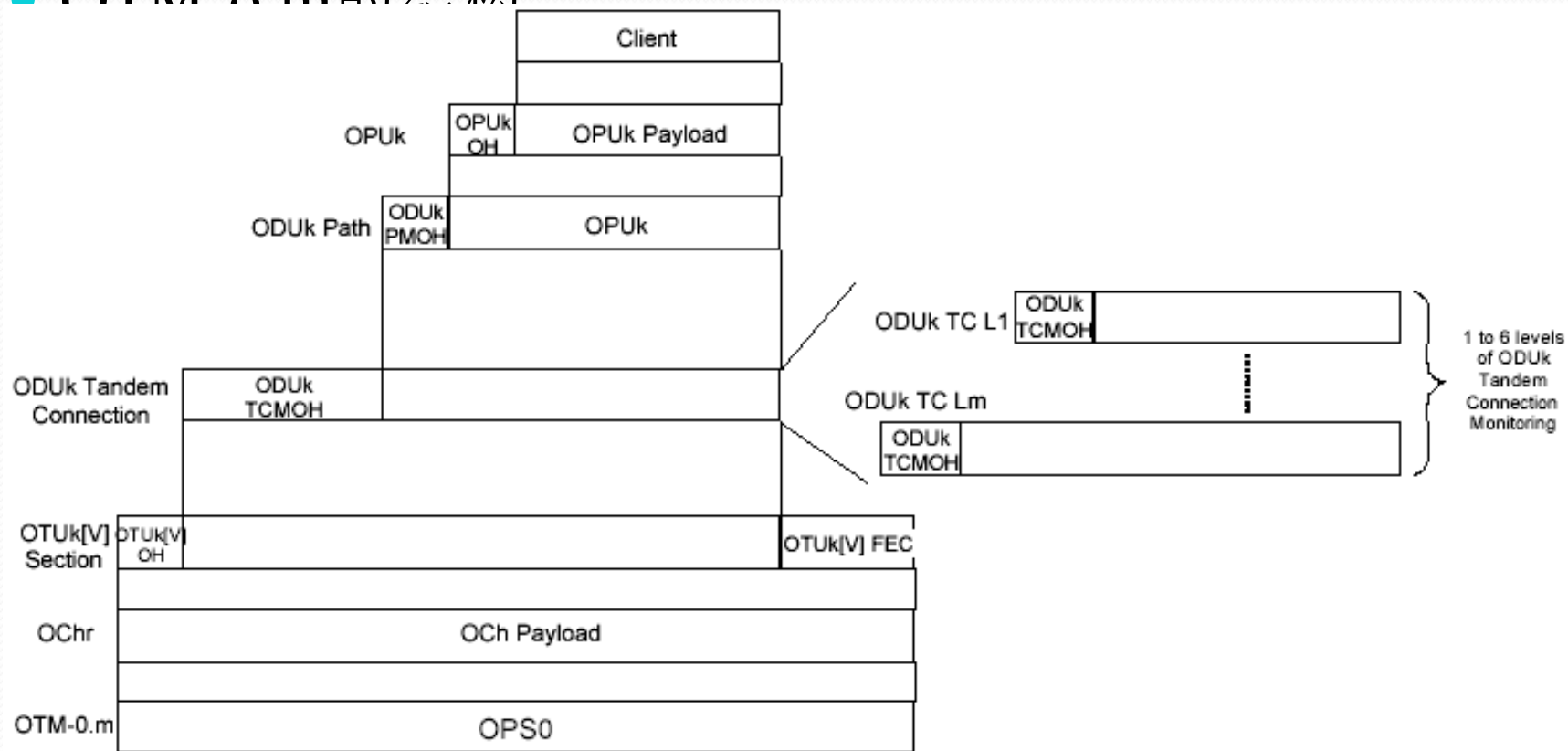
■ OTM-0.m 信号 (m=1,2,3)

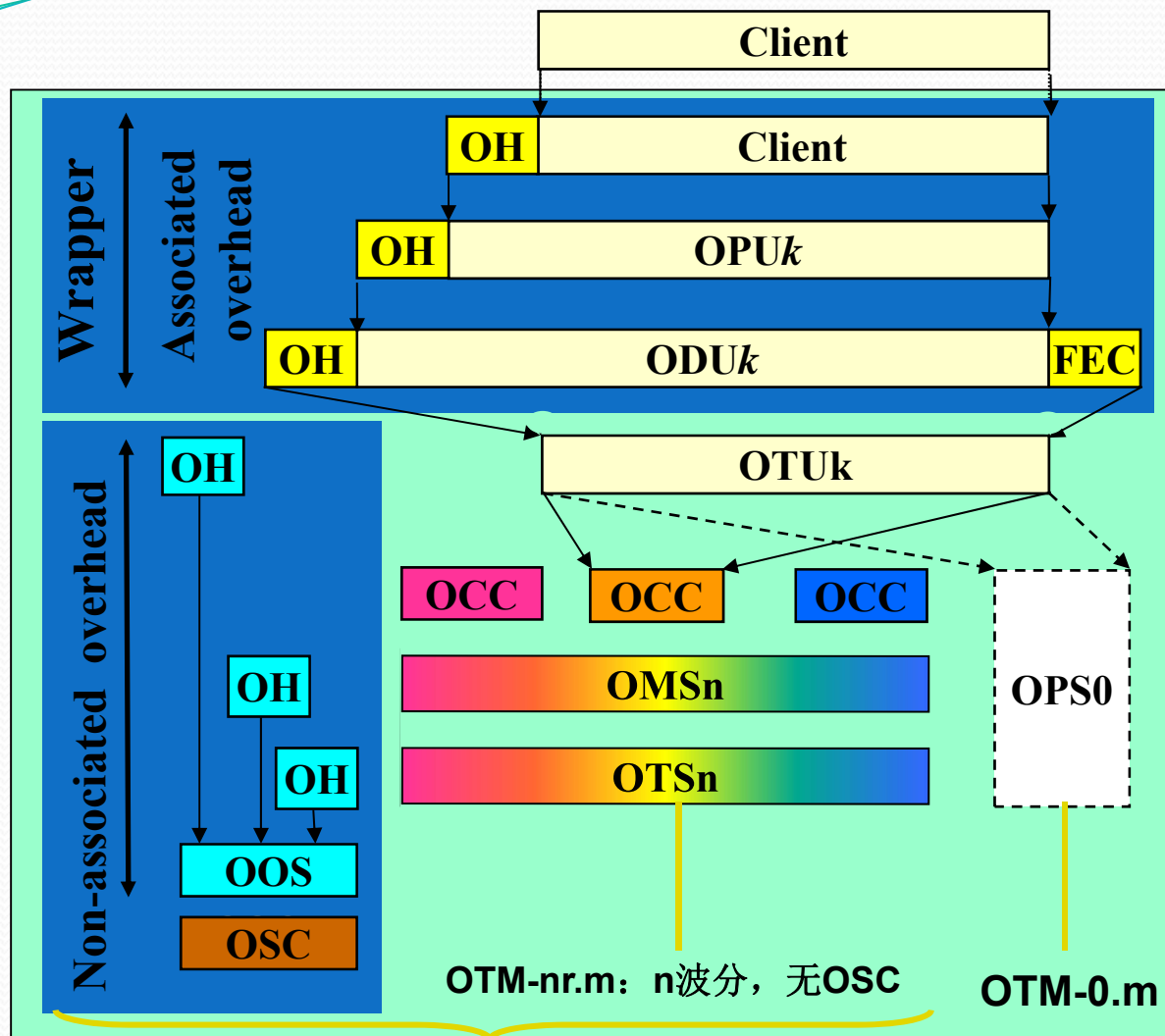


- 0=没有波长，没有光层开销，不支持光监控通道
- 有特定帧格式 (OTUk)
- m=速率等级
- 用于和其他厂家的波分设备互连 (OTUk互连)

2.2 OTM:光传送模块

OTM-0.m的结构





OCh Payload Unit (OPU_k)

OCh Data Unit (ODU_k)

OCh Transport Unit (OTU_k)

Optical Channel (OCh)

Optical Channel Carrier (OCC)

Optical Multiplex Section

Optical Transmission Section

OTM Overhead Signal

Optical Supervisory Channel

Optical Physical Section

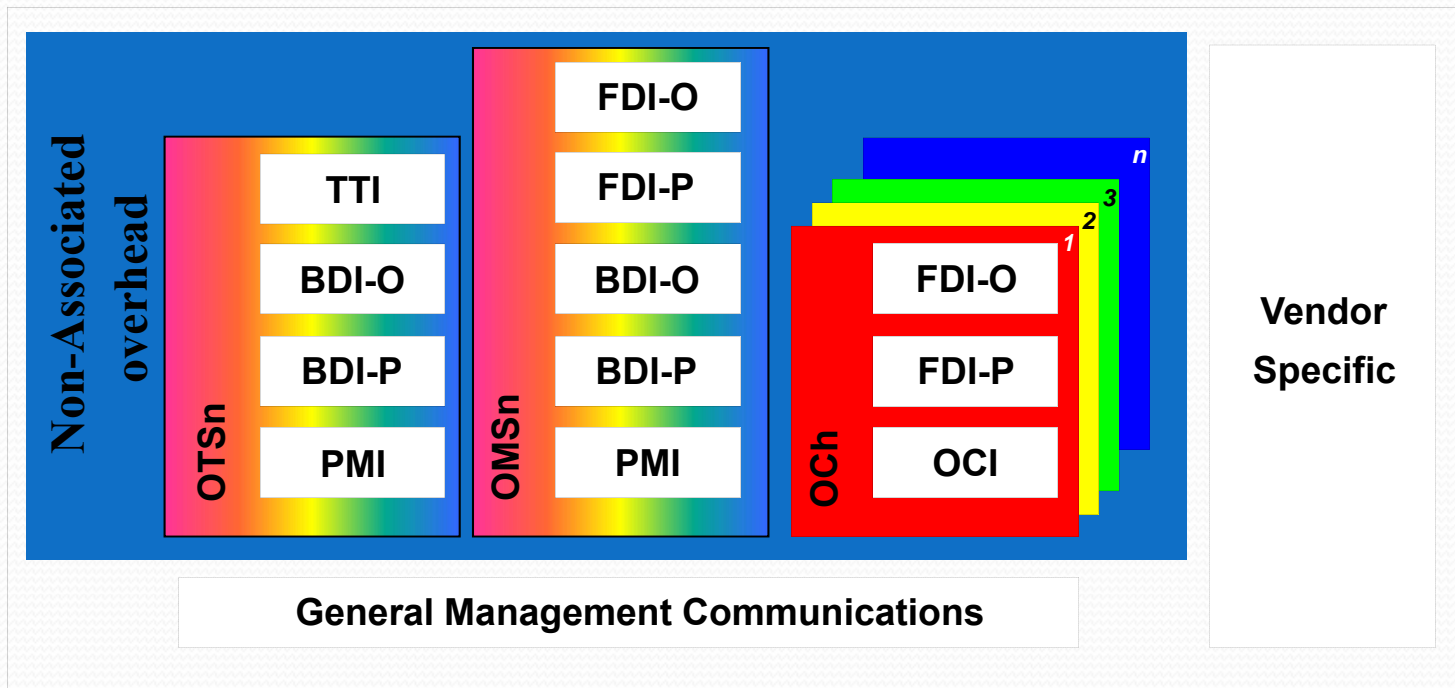
OTM-n.m: n波分, OSC

OTM-0.m

➤ OOS功能符合标准要求

2.2 OTM:光传送模块

➤ OOS速率和格式无标准要求



BDI: Backward Defect Indication
FDI-O: Forward Defect Indication - Overhead
FDI-P: Forward Defect Indication - Payload

OCI: Open Connection Indication
PMI: Payload Missing Indication
TTI: Trail Trace Identifier

2.2 OTM:光传送模块

- 全功能OTM和简化OTM区别
 - 简化信号结构中不需OSC/OOS（光传送模块开销信号）
 - 未定义OPS（光物理段）开销，直接在接口位置使用OTUk[V] SMOH进行监控和管理。
- OTUk、OTUkV和OTUkv的区别
 - OTUk帧结构，包括OTUk FEC，已完全标准化
 - OTUkV帧结构，包括OTUk FEC，二者仅功能标准化（仅指定了必须的功能）
 - OTUkv，将完全标准化的OTUk帧结构与部分标准化的OTUkV FEC结合。

2.2 OTM:光传送模块

OTUkV 分配有和 OTUk 一样的开销字节，但是使用了图 F.2 所示的 FEC 技术；

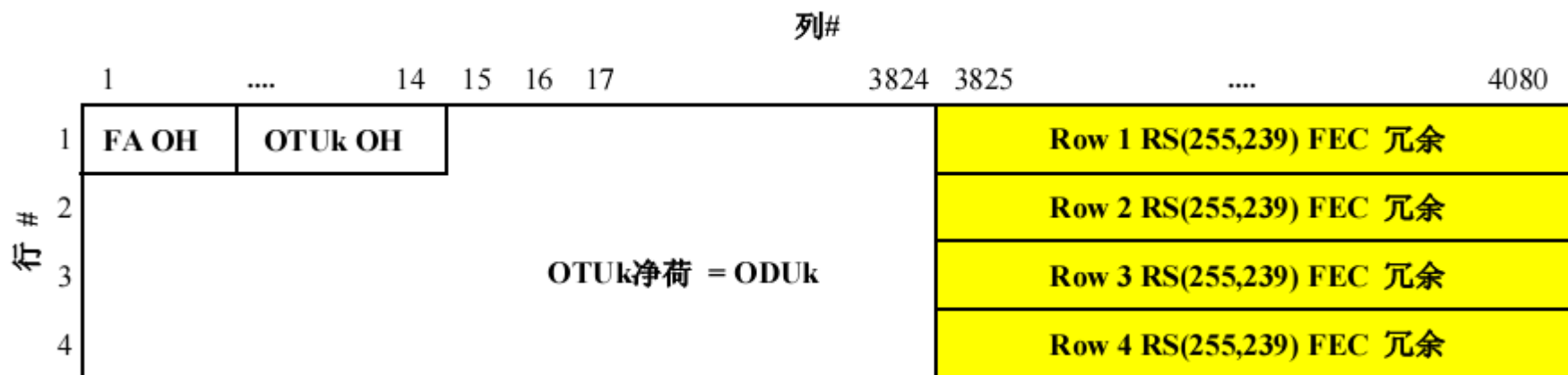
——OTUkV 分配有和 OTUk 一样的开销字节，但是使用了占用字节更少的可选的 FEC 编码技术，OTUkV 中 FEC 开销字节剩余部分填充了固定的字节，如图 F.3 所示。

——OTUkV 分配有和 OTUk 一样的开销字节，但是使用了可选的 FEC 技术，如图 F.4 所示；

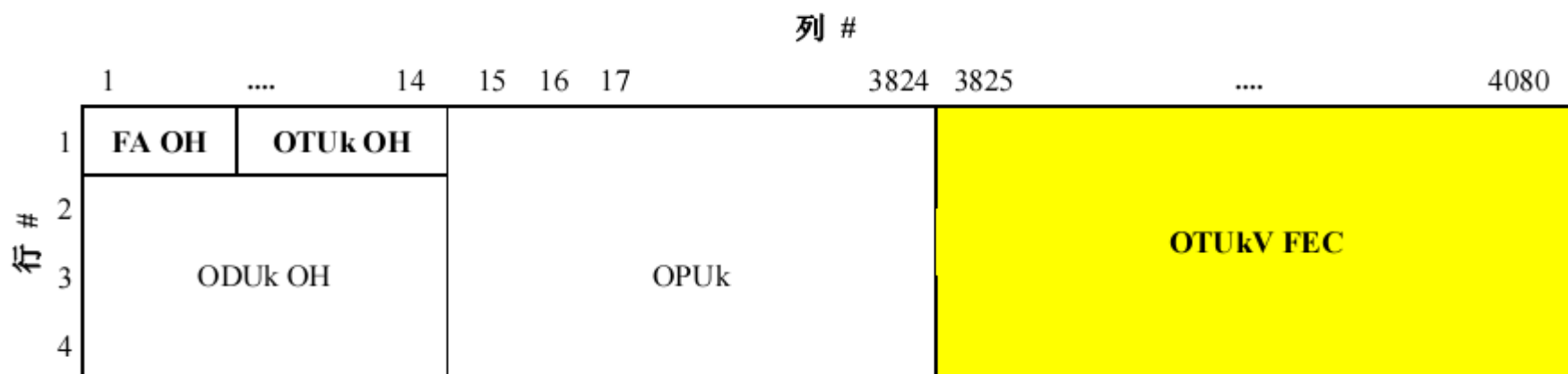
——OTUkV 没有给 FEC 分配开销字节，如图 F.5 所示。

——OTUkV 有着和 OTUk 不同的帧结构，支持不同的 OTU 开销(OTUkV 开销，OTUkV 的 FEC 技术)，如图 F.6 所示。

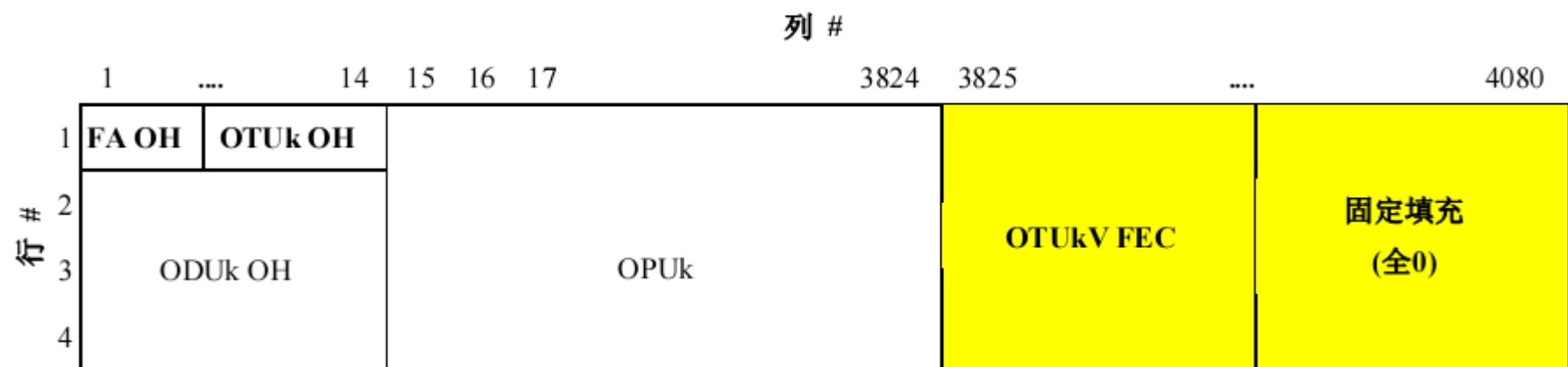
——OTUkV 有着和 OTUk 不同的帧结构，支持不同的 OTU 开销 (OTUkV 开销)，但是不支持 FEC，如图 F.7 所示。



图F.1 OTUk (具有RS (255, 239) FEC)



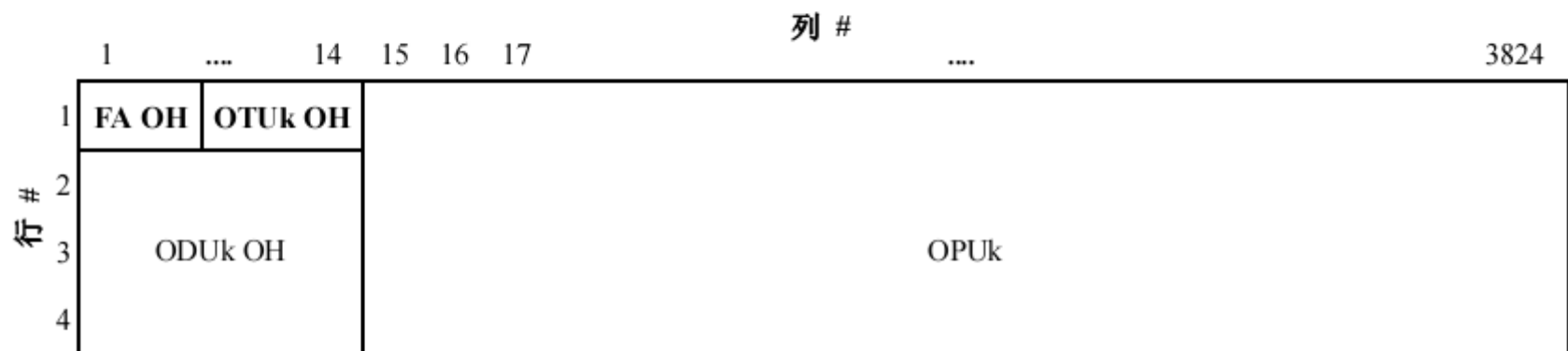
图F.2 具有可选OTUkV FEC的OTUk (OTUk-v)



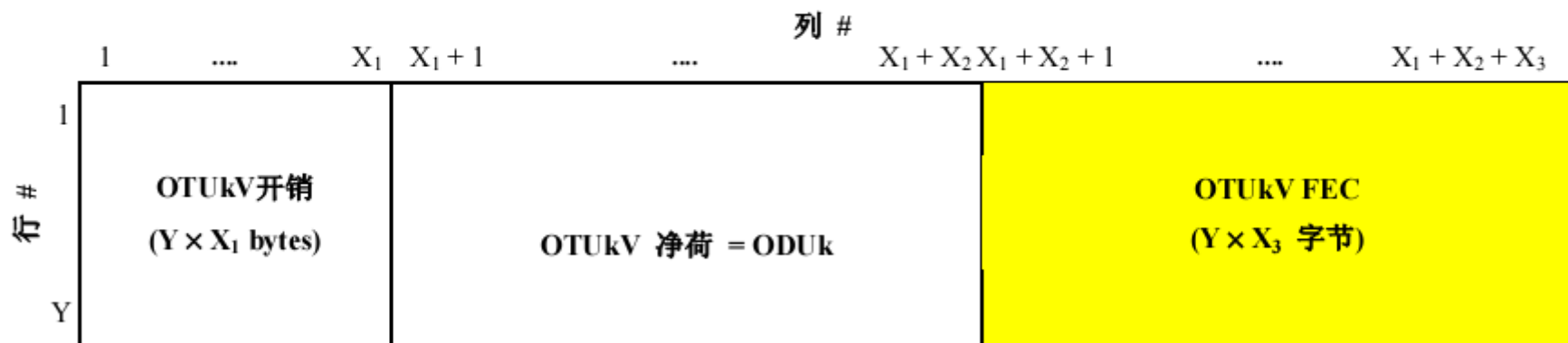
图F.3 带有占用更少字节的OTUk-V FEC并且剩余部分填充固定字节的OTUk



图F.4 带有占用更多字节OTUkV FEC的OTUk



图F.5 不带有OTUkV FEC的OTUk

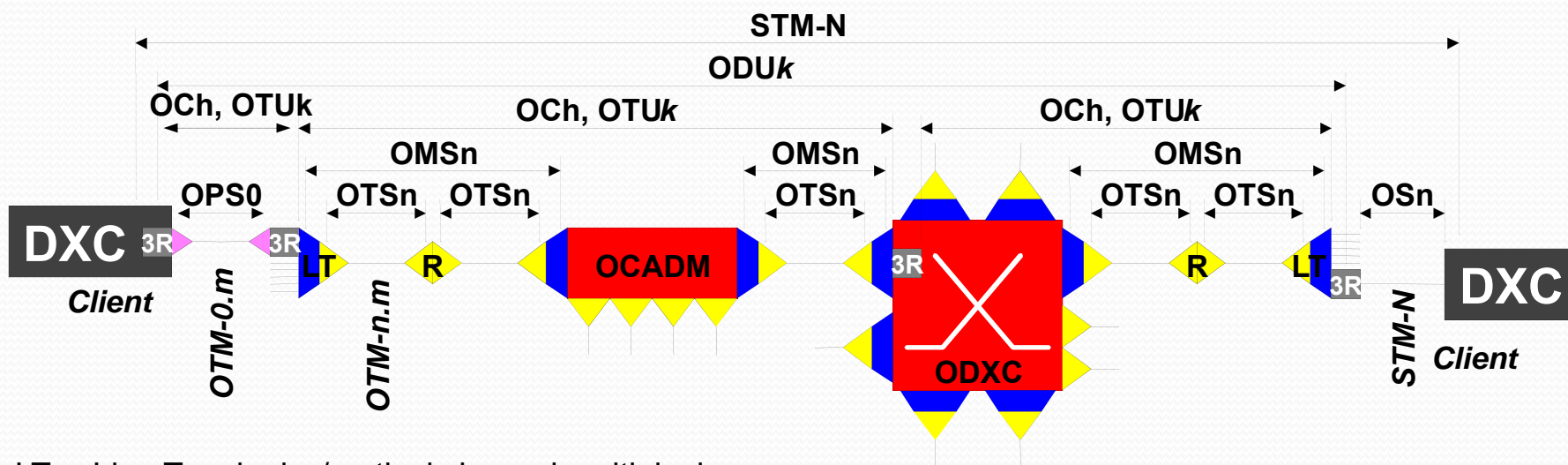


图F.6 具有不同帧结构的OTUkV

2.4 例子

以下是OTS_n, OMS_n, OCh, OTU_k, ODU_k, OPS0分段管理的例子

◆ 通过OTM-0.m、OTM-n.m和STM-N 线路传送客户信号



LT: Line Terminal w/ optical channel multiplexing

OCADM: Optical Channel Add/Drop Multiplexer 光通道分插复用器

ODXC: ODU Cross-Connect

3R: O/E/O w/ Reamplification, Reshaping & Retiming and monitoring

R: Repeater

3. OTN帧结构

- 1. OTN概述
- 2. OTN网络层次结构
- **3. OTN帧结构**
- 4. OTN的映射和复用
- 5. OTN的保护

OTN帧结构

3. OTN帧结构

ODUk bit rate: $239/(239-k) * \text{"STM-N"}$



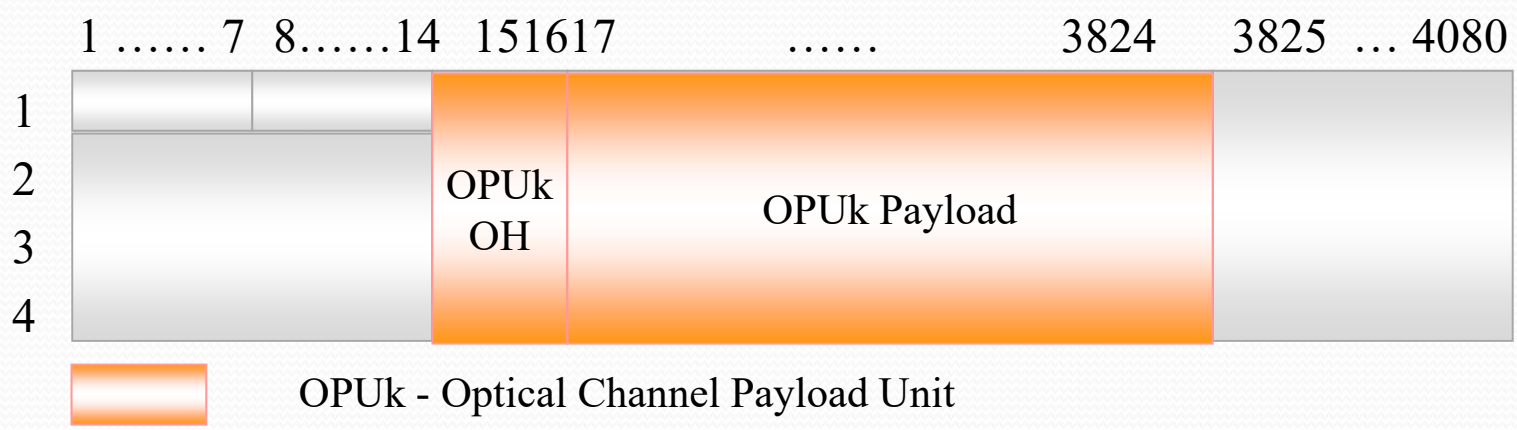
- Client Signal
- OPUk - Optical Channel Payload Unit
- ODUk - Optical Channel Data Unit
- OTUk - Optical Channel Transport Unit
- Alignment

OTUk bit rate: $255/(239-k) * \text{"STM-N"}$

3. OTN帧结构

OPUk帧

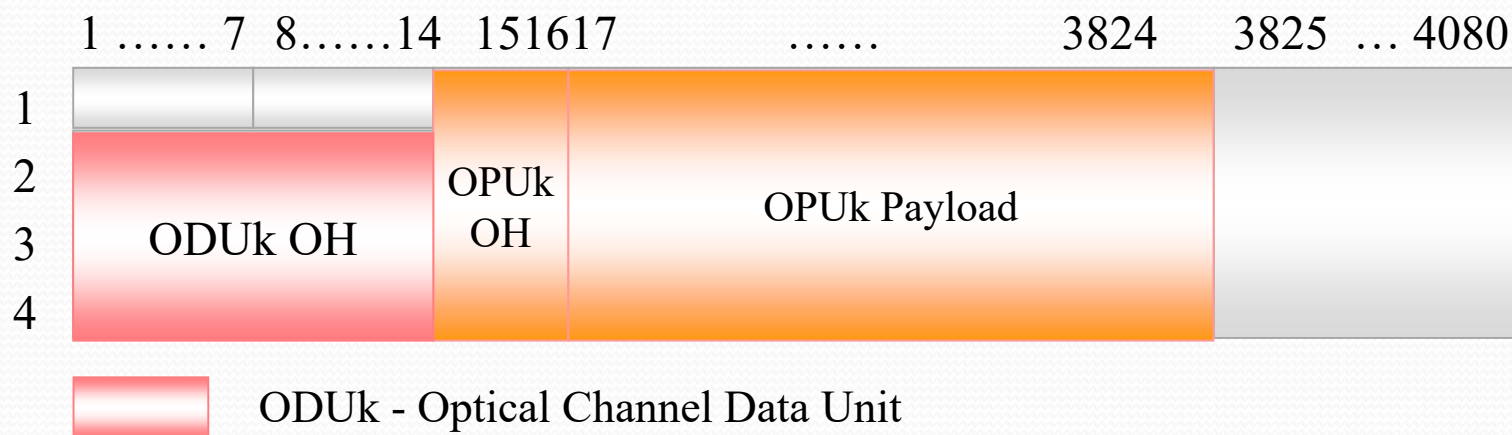
- 为实现将业务装入OTUk帧而设计
- 各种业务装入净荷部分
- 开销和业务映射有关



3. OTN帧结构

▶ ODUk帧

- 电层处理时用到
 - 对OTUK做电再生处理
 - 电层交叉调度
- OPUk加上一些维护管理开销组成ODUK



3. OTN帧结构

OTUk帧

- 让ODUk帧能在光纤中传输
- 开销用于外部传输



 OTUk - Optical Channel Transport Unit

 Frame Alignment

3. OTN帧结构

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

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

● 帧定位信号 — FAS (6 Bytes)

3.1 OTNk 开销

OA1 = F6h, OA2 = 28h

FAS OH Byte 1								FAS OH Byte 2								FAS OH Byte 3								FAS OH Byte 4								FAS OH Byte 5								FAS OH Byte 6							
1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8
OA1								OA1								OA1								OA2								OA2								OA2							

T1542510-00

➤ 复帧定位信号 — MFAS (1 Byte), 256帧构成一个复帧序列 (256Byte)

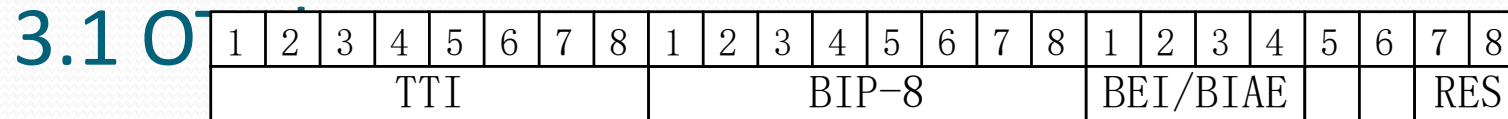
MFAS OH Byte							
1	2	3	4	5	6	7	8

0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	1
0	0	0	0	0	0	1	0
0	0	0	0	0	0	1	1
0	0	0	0	0	1	0	0
⋮							
1	1	1	1	1	1	1	0
1	1	1	1	1	1	1	1
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	1
⋮							

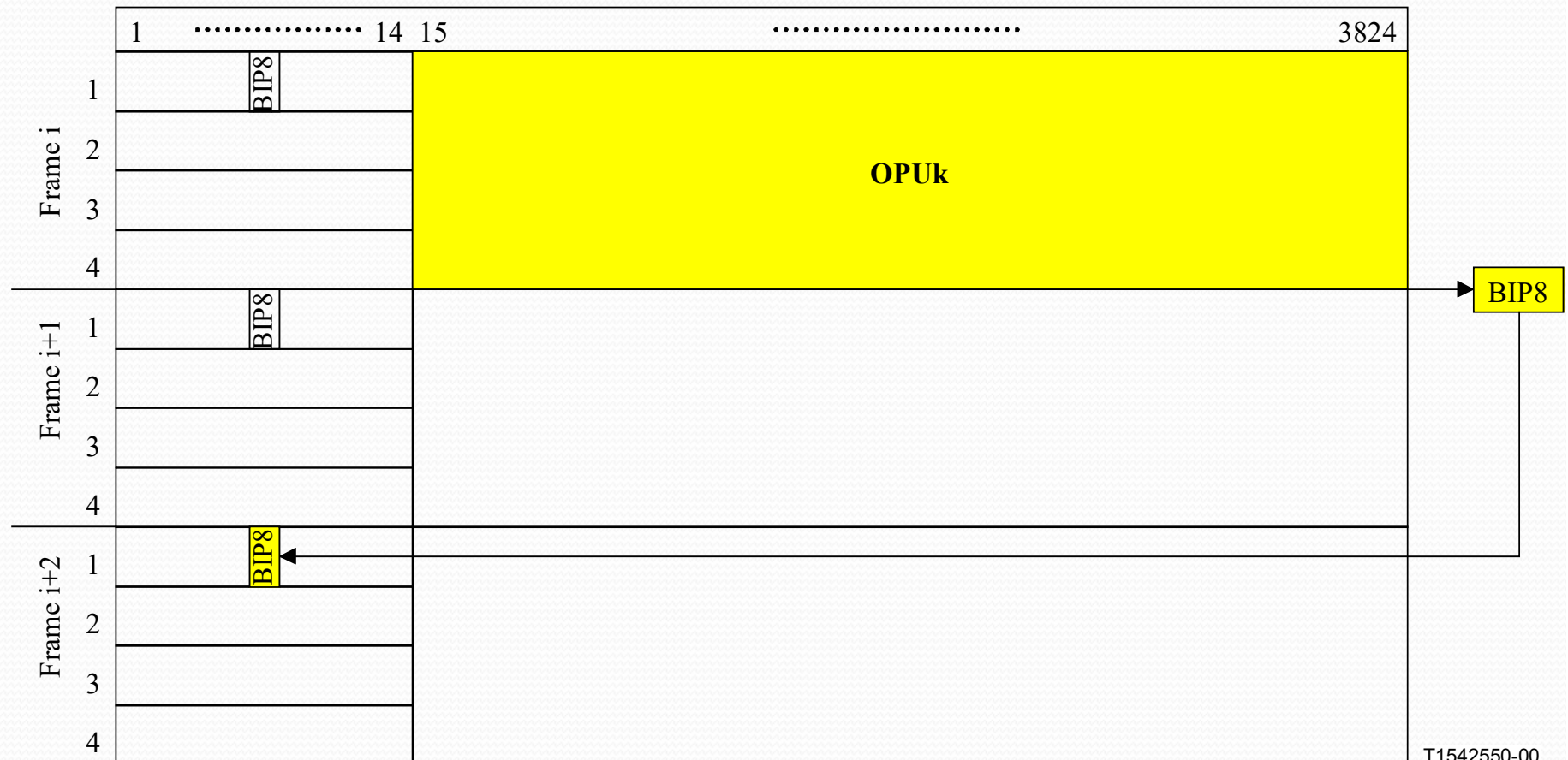
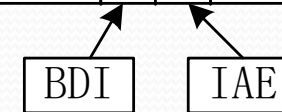
MFAS sequence

T1542520-00

● OTUk SM开销 (3 Bytes)



➤ OTUk SM开销中的 BIP-8字节 (1 Byte)



以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/655134044232011310>