

# 第四章 物理层接口

# 第四章 物理层接口

4.1 物理层的定义和功能

4.2 物理层的特性

4.3 典型的物理层标准接口

4.3.1 EIA RS-232-C

4.3.2 IEA RS-449/422-A/423-A

4.3.3 CCITT X.21

4.4 传输介质

4.5 其它网络传输技术

# 4.1 物理层的定义和功能（1）

- 物理层的定义

ISO/OSI 关于物理层的定义：

物理层提供机械的、电气的、功能的和规程的特性，目的是启动、维护和关闭数据链路实体之间进行比特传输的物理连接。这种连接可能通过中继系统，在中继系统内的传输也是在物理层的。

- 物理层的功能

在两个网络设备之间提供透明的比特流传输。

- 研究内容

物理连接的启动和关闭，正常数据的传输，以及维护管理。

## 4.1 物理层的定义和功能（2）

- 几点说明
  - 连接方式（点到点，点到多点）
  - 通信方式（单工，半双工，全双工）
  - 位传输方式（串行，并行）
- 物理层的四个重要特性
  - 机械特性 (mechanical characteristics)
  - 电气特性 (electrical characteristics)
  - 功能特性 (functional characteristics)
  - 规程特性 (procedural characteristics)

## 4.2 物理层的特性（1）

- 机械特性

主要定义物理连接的边界点，即接插装置。规定物理连接时所采用的规格、引脚的数量和排列情况。

常用的标准接口：

- ISO 2110 25芯连接器：EIA RS-232-C，EIA RS-366-A
- ISO 2593 34芯连接器：V.35宽带MODEM
- ISO 4902 37芯和9芯连接器：EIA RS-449
- ISO 4903 15芯连接器：X.20，X.21，X.22

- 电气特性

规定传输二进制位时，线路上信号的电压高低、阻抗匹配、传输速率和距离限制。

早期的标准是在边界点定义电气特性，例如EIA RS-232-C、V.28；最近的标准则说明了发送器和接受器的电气特性，而且给出了有关对连接电缆的控制。

## 4.2 物理层的特性（2）

CCITT 标准化的电气特性标准：

- CCITT V.10/X.26：新的非平衡型电气特性，EIA RS-423-A
- CCITT V.11/X.27：新的平衡型电气特性，EIA RS-422-A
- CCITT V.28：非平衡型电气特性，EIA RS-232-C
- CCITT X.21/EIA RS-449

- 功能特性

主要定义各条物理线路的功能。线路的功能分为四大类：

- 数据
- 控制
- 定时
- 地

- 规程特性

主要定义各条物理线路的工作规程和时序关系。

## 4.3 典型的物理层标准接口（1）

### 4.3.1 EIA RS-232-C

1960年美国电子工业协会EIA提出RS-232，1963年提出RS-232-A，1965年提出RS-232-B，1969年提出RS-232-C。用于DTE/DCE之间的接口。

- 机械特性

25芯连接器，DTE为插头，DCE为插座。

- 电气特性

采用非平衡型电气特性，低于-3V为“1”，高于+4V为“0”，最大 20Kbps，最长15m。

- 功能特性

定义了21条线，许多子集，基本与CCITT V.24兼容。

Fig. 2-21

## 4.3 典型的物理层标准接口（2）

- 规程特性

对不同的功能子集，有不同的规程。

RS-232-C 有14中不同的接口类型，适合于：单工，半双工，全双工，同步，异步

- RS-232-C的不足与改进

不足：

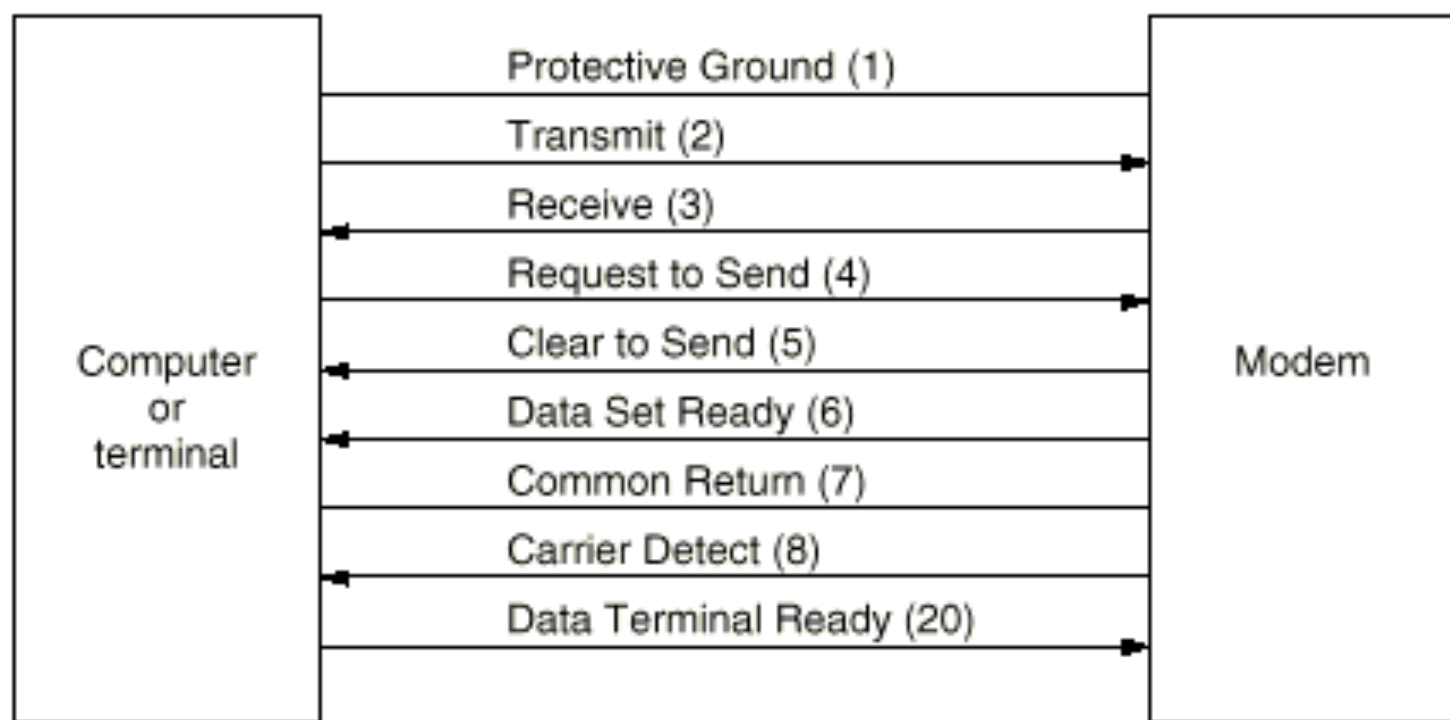
- 传输性能低，距离短，速率低。

改进：

- 重新设计，X.21；

- 以RS-232-C为基础改进，1977年提出RS-449。





**Fig. 2-21.** Some of the principal RS-232-C circuits. The pin numbers are given in parentheses.

## 4.3 典型的物理层标准接口（3）

### 4.3.2 EIA RS-449/422-A/423-A

EIA RS-449 是为替代RS-232-C而提出的物理层标准接口。实际上是一体化的三个标准。

主要改进：

- 改善了性能，加长了接口电缆距离，加大了数据传输率；
- 增加了新的接口功能，例如，回送检查；
- 解决了机械接口问题。

- 机械特性

37芯或9芯连接器。

- 电气特性

- 与RS-232-C相连，采用非平衡型电气特性 RS-423-A，20Kbps以下
- 其他情况，采用平衡型电气特性 RS-422-A 和RS-423-A，20Kbps ~ 2Mbps

## 4.3 典型的物理层标准接口（4）

- 功能特性

定义了30条功能线。

- 规程特性

基本上以RS-232-C为基础。

### 4.3.3 CCITT X.21

X.21：在公共数据网PDN中进行同步操作的DTE/DCE之间的通用接口。

1980年的X.21由两部分组成：

- “通用接口”：真正的物理层部分；
- 用于线路交换网络的呼叫控制规程，用于DTE之间的连接，涉及到许多数据链路层和网络层的功能。

## 4.3 典型的物理层标准接口（5）

- 机械特性

  - 15针连接器，ISO 4903。

- 电气特性

  - 采用非平衡型电气特性和平衡型电气特性。
  - 传输速率：600，2400，4800，9600，48000bps
  - DTE使用非平衡型电气特性和平衡型电气特性；DCE使用平衡型电气特性

- 功能特性

  - 定义了8条功能线。

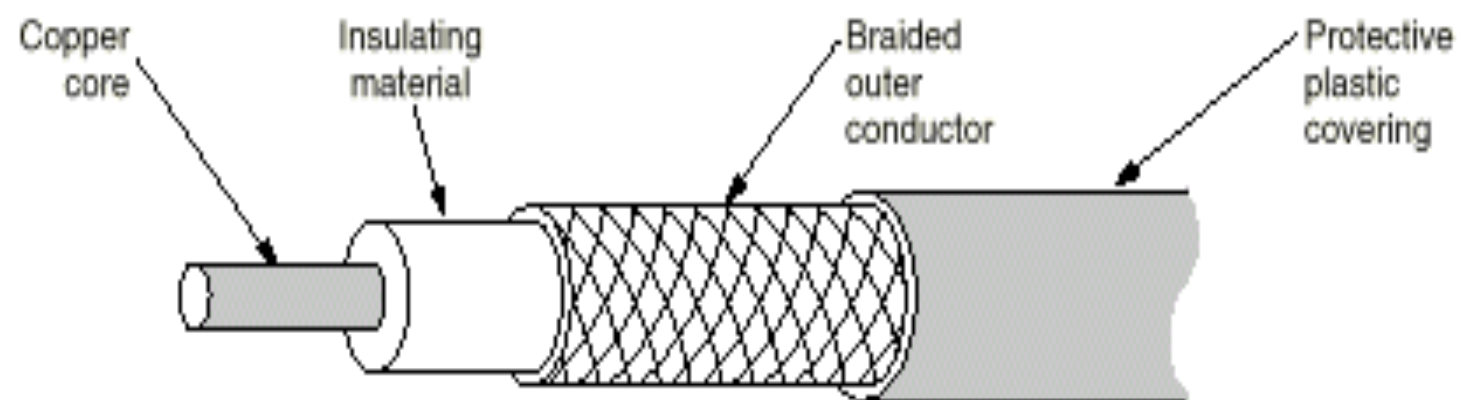
- 规程特性：

  - 分成四个工作阶段：空闲，呼叫控制，数据传送，清除

## 4.4 传输介质（1）

- 磁介质
- 双绞线
  - 既可用于模拟传输，也可用于数据传输；
  - 带宽依赖于线的粗细和传输距离；
  - UTP 3类线，UTP 5类线，UTP 6类线
- 基带同轴电缆
  - 50欧姆，用于数据传输；

Fig. 2-3
- 宽带同轴电缆
  - 75欧姆，用于模拟传输，Cable TV技术，300MHz或450MHz



**Fig. 2-3.** A coaxial cable.

## 4.4 传输介质（2）

- 光纤

- 目前，在试验室中光纤带宽超过1000Tbps；160×2.5Gbps，80×10Gbps的光纤已经实用；

- 光纤分类：单模光纤和多模光纤

模式（mode）：是一个与很多参数有关的量，可以简单地理解为偏振方向，单模光纤可以传输多种波长，但每个波长只能有一种模式。

- 常用的三个波长窗口（光纤波段）：Fig. 2-26

- 0.85um：衰减（attenuation）大，传输速率和距离受限制，但价格便宜；
    - 1.30um：衰减小，无色散（dispersion）补偿、功率放大情况下，最大传40km（最坏情况）；
    - 1.55um：衰减小，无色散补偿、功率放大情况下，最大传80km（最坏情况）

## 4.4 传输介质（3）

- 光缆

Fig. 2-7

- 光网络

- 组网方式

- 点到点：四根线（两根用于保护倒换）

- 环：两根线（一根用于保护倒换）

- 中继器：光 — 电 — 光，全光

Fig. 2-9

- 全光网，光互联网论坛 OIF



Single Fiber Capacity

Gbps

Approaching infinite  
backbone bandwidth  
at little or no additional cost

135 Mb/s    565 Mb/s    1.7 Gb/s

OC-48

OC-192

OC-48, 40λ

OC-192, 16λ

OC-48, 96λ

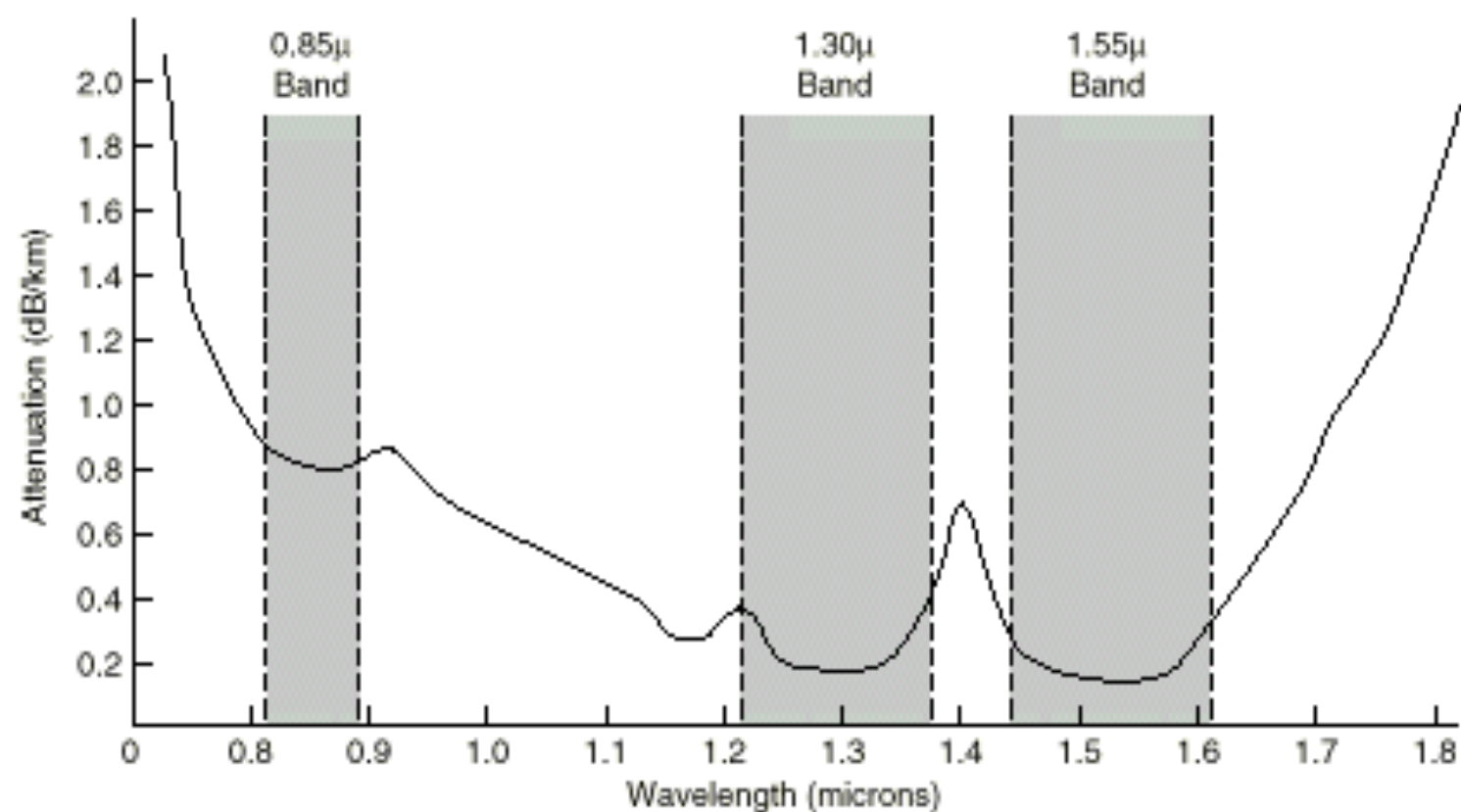
OC-192, 32λ

OC-192, 48λ

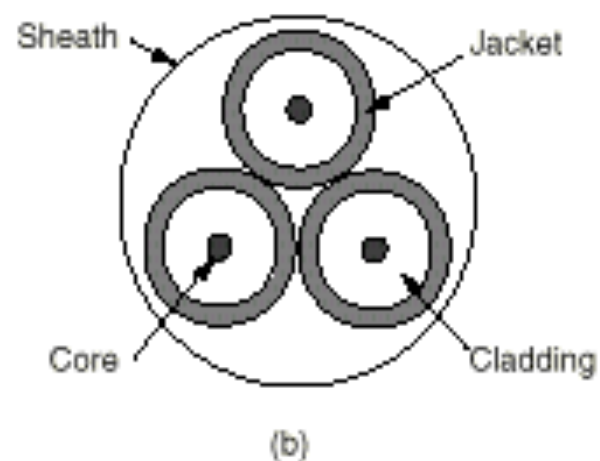
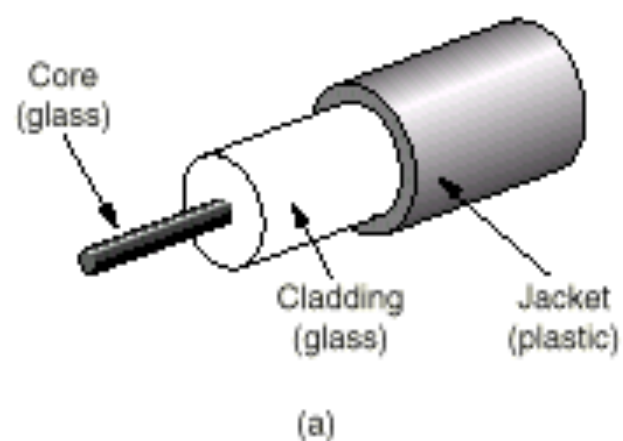
OC-192, 80λ

OC-192, 128λ

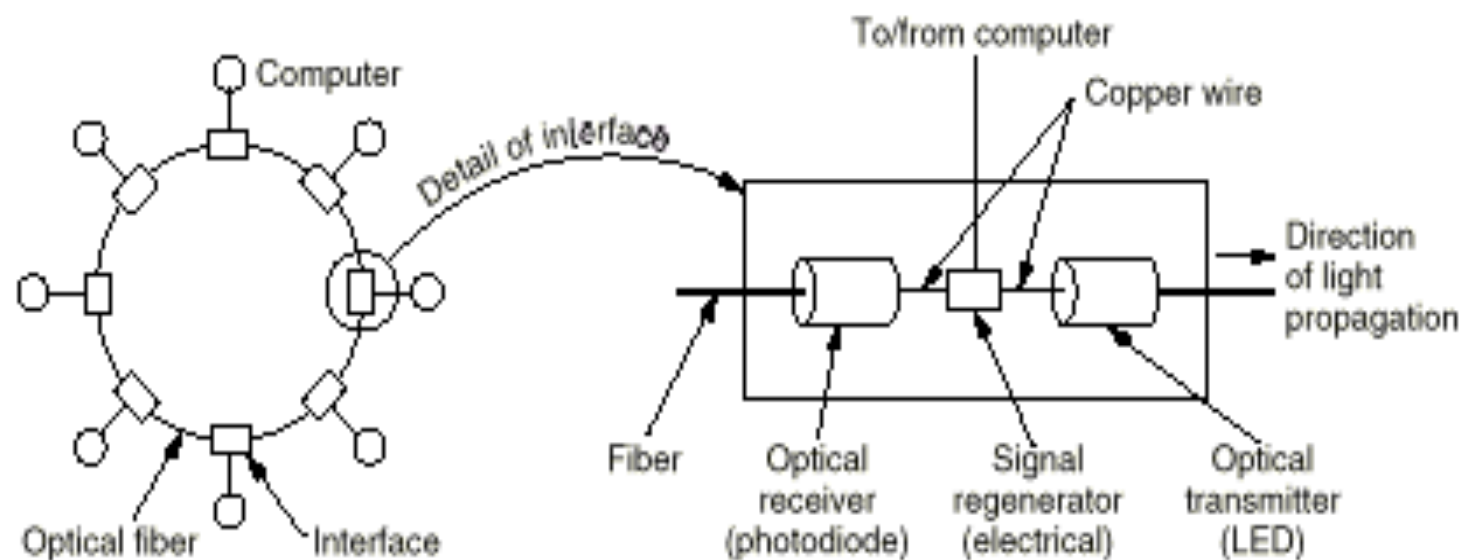
1983 1984 1985 1986 1987 1988 1989 1990 1991 1992 1993 1994 1995 1996 1997 1998 1999



**Fig. 2-6.** Attenuation of light through fiber in the infrared region.



**Fig. 2-7.** (a) Side view of a single fiber. (b) End view of a sheath with three fibers.



**Fig. 2-9.** A fiber optic ring with active repeaters.

## 4.5 其它网络传输技术（1）

### 4.5.1 无线传输（Wireless Transmission）（自学）

- 电磁频谱
- 无线电传输
- 微波传输
- 红外线和毫米波
- 光波传输

### 4.5.2 电话系统（自学）

目前，电话系统的基本构成：

- 局部回路（双绞线，模拟信号传输）
- 中继（光纤或微波，数字信号传输）
- 交换局

## 4.5 其它网络传输技术（2）

### 4.5.3 SONET/SDH

1985年，Bellcore提出SONET（Synchronous Optical Network）标准。1989年，CCITT提出SDH（Synchronous Digital Hierarchy）标准，与SONET有微小差别。SONET主要用于北美和日本，SDH主要用于欧洲和中国。

- SONET/SDH，采用TDM技术。
- SONET路径:路径（path），链路（line），段（section）

Fig. 2-29

- 基本SONET帧：810 字节/125us

$\therefore$  传输速率为  $810 \times 8 / (125 \times 10^{-6}) = 51.84 \text{ Mbps}$

基本SONET信道称为STS-1（Synchronous Transport Signal-1）

- SONET帧格式: Fig. 2-30

## 4.5 其它网络传输技术（3）

- 复用

Fig. 2-31

复用是基于字节的。

- OC-3 与 OC-3c的区别

c（concatenated）表示级联，非复用；

OC-3 表示一个155.52 Mbps的载波是由三个单独的  
OC-1载波 复用构成的；

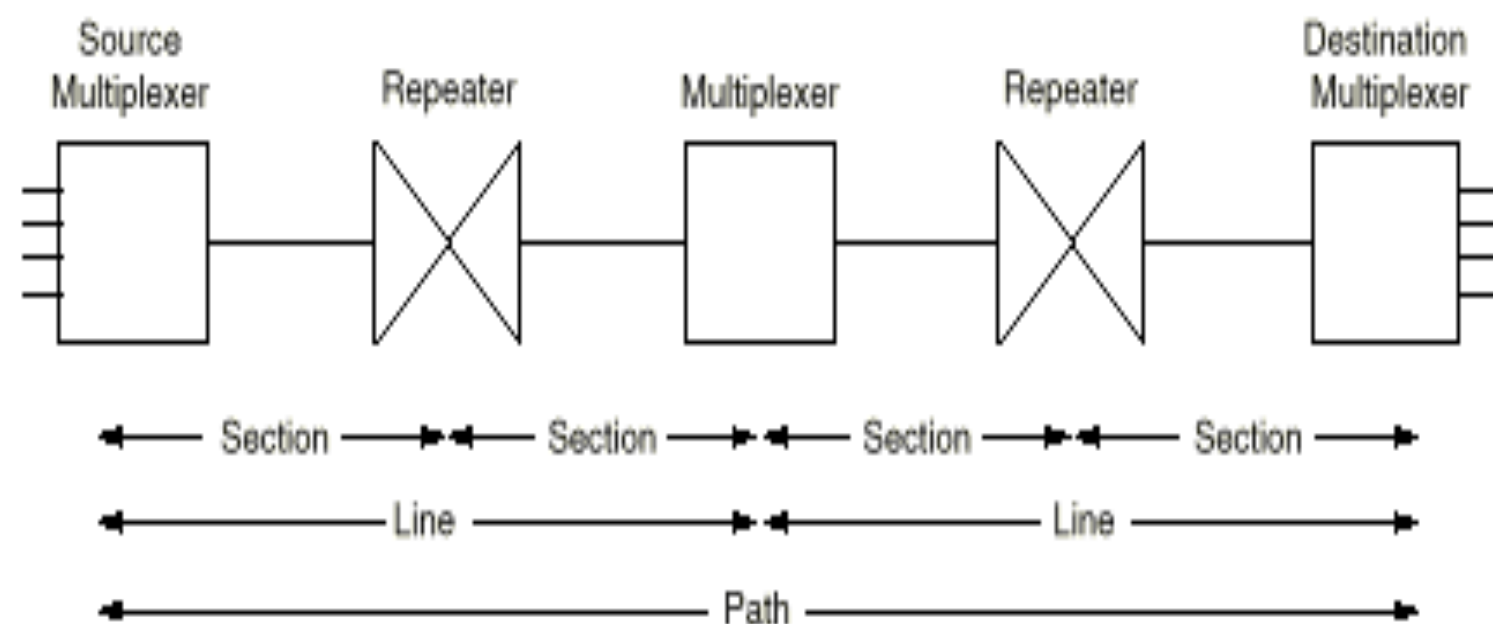
OC-3c 表示一个单独的155.52 Mbps的载波。

- SONET/SDH复用速率

Fig. 2-32

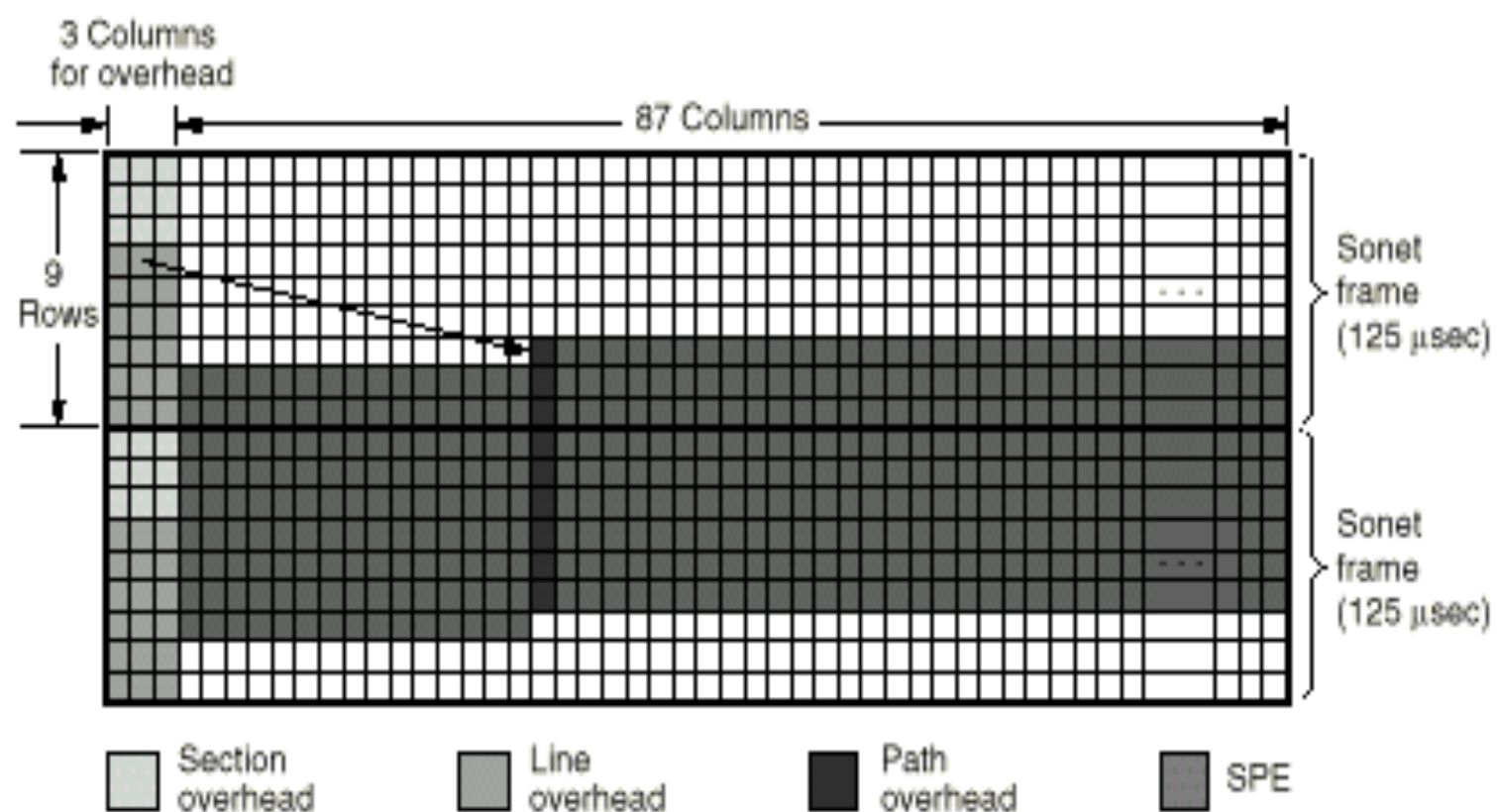
- SONET体系结构

Fig. 2-33

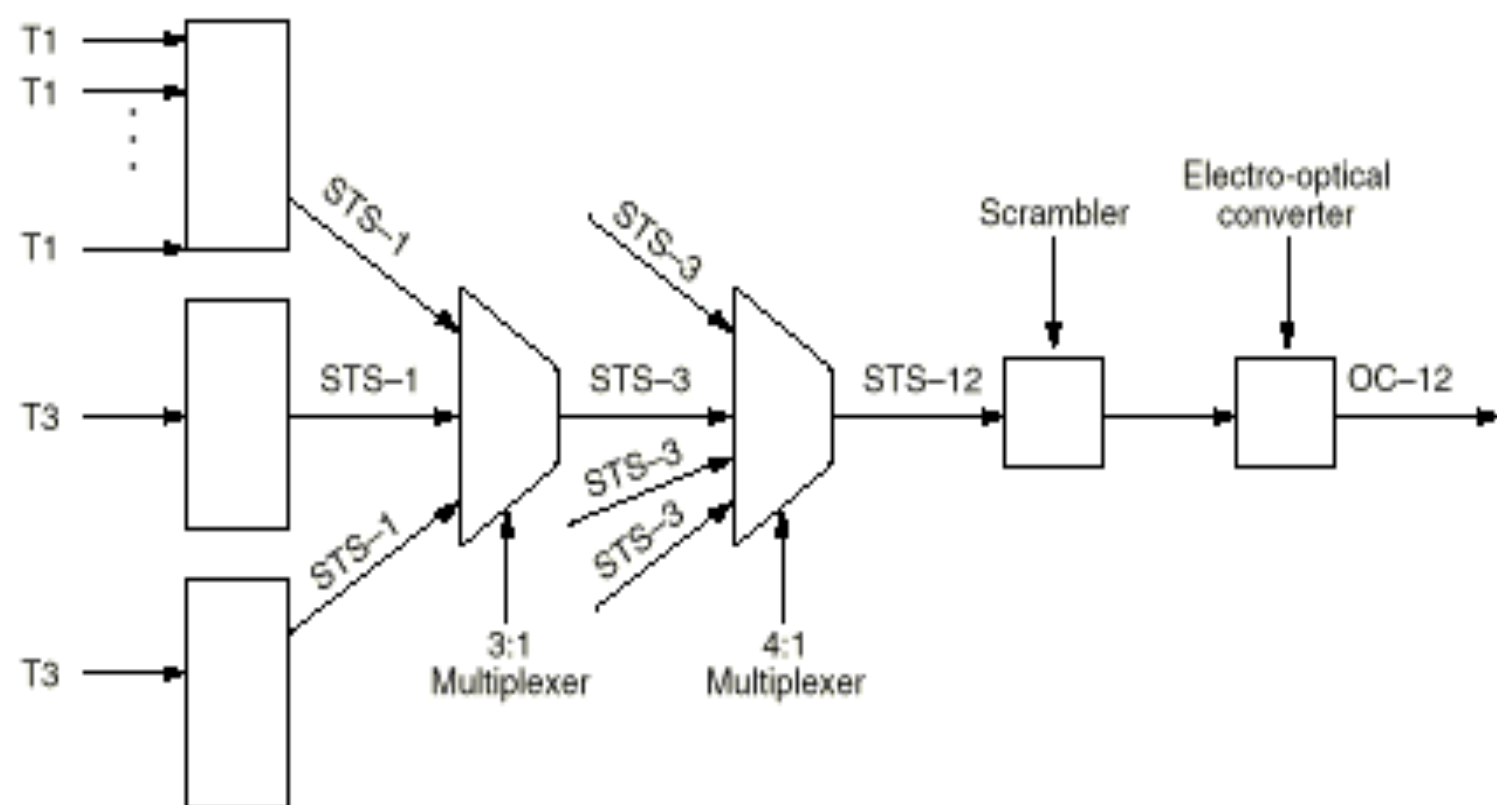


**Fig. 2-29.** A SONET path.





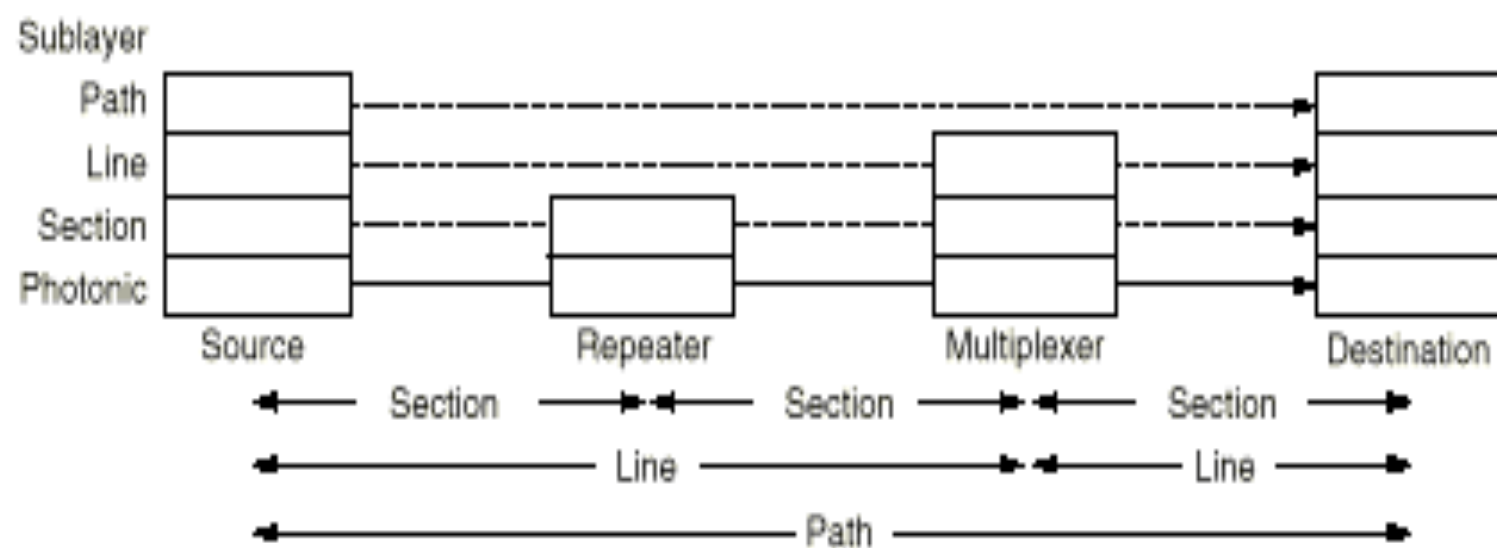
**Fig. 2-30.** Two back-to-back SONET frames.



**Fig. 2-31.** Multiplexing in SONET.

SONET		SDH	Data rate (Mbps)		
Electrical	Optical	Optical	Gross	SPE	User
STS-1	OC-1		51.84	50.112	49.536
STS-3	OC-3	STM-1	155.52	150.336	148.608
STS-9	OC-9	STM-3	466.56	451.008	445.824
STS-12	OC-12	STM-4	622.08	601.344	594.432
STS-18	OC-18	STM-6	933.12	902.016	891.648
STS-24	OC-24	STM-8	1244.16	1202.688	1188.864
STS-36	OC-36	STM-12	1866.24	1804.032	1783.296
STS-48	OC-48	STM-16	2488.32	2405.376	2377.728

**Fig. 2-32.** SONET and SDH multiplex rates.



**Fig. 2-33.** The SONET architecture.

## 4.5 其它网络传输技术（4）

### 4.5.4 窄带ISDN（Narrowband ISDN）（自学）

主要目标：在原电话系统的基础上，提供模拟和数字多种信号传输。

- ISDN的体系结构
- ISDN的接口标准
  - 通道类型  
A, B, C, D, E, H
  - 三种组合  
2B+D, 23B+1D或 30B+1D, 1A+ 1C
  - ISDN的发展趋势  
速度慢, 144Kbps (2B + D) 可用于目前的Internet访问服务。

## 4.5 其它网络传输技术（5）

### 4.5.5 宽带ISDN和ATM（自学）

B-ISDN基于ATM技术，ATM本身是一种分组交换技术。

B-ISDN技术是线路交换和分组交换之间的一种折衷，基于连接的服务。

- 虚电路
- ATM网络的传输：点到点的连接，随机传输
- ATM交换机

## 4.5 其它网络传输技术（6）

### 4.5.6 蜂窝无线电（Cellular Radio）（自学）

- 单方向的讯呼系统
- 无绳电话
- 模拟蜂窝电话 AMPS（Advanced Mobile Phone System）
- 数字蜂窝电话 GSM（Globe Systems for Mobile communication）
- 个人通信服务 PCS/PCN

### 4.5.7 通信卫星（Communication Stallites）（自学）

- 地球同步卫星
- 低轨道卫星
- 卫星与光纤