

第八章思考题

- 1、主要的复用技术有哪几种？这些复用技术的主要区别是什么？
- 2、WDM 与 FDM 有何相似之处？有何不同？
- 3、FDM 如何将多路信号合并为一路信号？
- 4、FDM 为什么要使用保护带（guard band）？
- 5、如何将一个 FDM 信号分离成原来的各个信号？
- 6、TDM 的两种类型是什么？彼此之间有什么不同？
- 7、时分复用如何将多个信号合并成一个信号？
- 8、如何将一个时分复用信号分离成原先的各路信号？考虑 TDM 实现的两种方法。
- 9、什么是逆复用？
- 10、模拟交换业务与模拟租用业务之间有何区别？
- 11、描述信号群依次复用到更高带宽线路上的模拟分级体系。
- 12、模拟载波系列中超群是将 5 个基群以 48kHz 为增量调制到 420kHz~612kHz 频率范围的载波上，调制后的超群频率范围却为 312kHz~552kHz。为什么？
- 13、适用于电话用户的三种数字业务类型是什么？
- 14、描述数字信号分级体系。
- 15、描述 T-1 或 E-1 线路如何与数字信号业务相关。
- 16、模拟信号如何使用 T 线路？
- 17、多个用户如何分享一条 T-1 线路的容量？
- 18、说明数字业务比模拟业务优越之处。
- 19、DSU 与调制解调器有什么不同？
- 20、用户如何接入 ISDN 并将自己的一个或多个终端设备上的通信量复用到接入的线路上？有几种方式？
- 21、STS 分级体系与 OC 分级体系之间有何关系？
- 22、SDH 与 SONET 两种标准有什么对应关系？
- 23、SONET 数字分级体系中，STS 复用器和分插复用器都可合并信号，它们有什么区别？
- 24、SONET 的四个层次是什么？讨论每一层的功能。
- 25、线路开销中指针有什么作用？
- 26、SONET 如何作为 ATM 的物理载体？
- 27、为何称 SONET 为同步网络？
- 28、比较 SONET 层次相对应的 OSI 模型层次。
- 29、一个 STS-1 帧是如何组织的？
- 30、讨论 SONET 每一层的开销信息在帧矩阵中的位置。
- 31、讨论 SDH 中帧是如何组织的？
- 32、STDM 中，一个帧中的时隙数与输入线数之间有什么关系？
- 33、如何分析和评价 STDM 性能？可得到什么结论？
- 34、ADSL 如何划分双绞线的带宽？
- 35、ADSL 如何调制信号？

第八章思考题参考答案

1、主要的复用技术有哪几种？这些复用技术的主要区别是什么？

解答

频分复用（FDW）、波分复用（WDM）、时分复用（TDM）以及码分复用，后者是移动通信中产生的新技术，称为码分多址接入（CDMA）。频分复用和时分复用技术在移动通信中分别称为频分多址接入（FDMA）和时分多址接入（TDMA）。

频分复用是靠不同的频率来区分各个用户的信号；波分复用是靠不同的波长（实质上也是不同的频率）来区分；时分复用是靠不同的时隙来区分；码分复用是用各自不同的编码序列或者说是靠信号的不同波形来区分。

频分复用和波分复用的各路信号在频域上是各自分离的，在时域上则是重叠的；时分复用正好相反，各路信号在时域上是分离的且交织轮转的，在频域上则可能是重叠的；码分复用中各用户信号在时域上和频域上都是重叠的，这是它与其他复用技术之间的极大区别。

2、WDM 与 FDM 有何相似之处？有何不同？

解答

WDM 在概念上 FDM 相同，都是不同频率的多路信号的混合。

在 WDM 中，频率非常高，且能源是光信号，通过光纤信道传输。

3、FDM 如何将多路信号合并为一路信号？

解答

在 FDM 中，每路信号调制一个不同频率的载波，然后将各调制后的载波合并形成一路新的信号，然后在单条链路上传送。

4、FDM 为什么要使用保护带（guard band）？

解答

保护带使得调制后的信号不重叠和互不干扰。

5、如何将一个 FDM 信号分离成原来的各个信号？

解答

解复用器使用若干个带通滤波器，将复用的信号分解为各构成成分的信号。

6、TDM 的两种类型是什么？彼此之间有什么不同？

解答

同步时分复用和异步时分复用，后者也称统计时分复用，即 STDM，前者就直接记为 TDM。

在同步的 TDM 中，每个帧为每个设备至少包含一个专用的时隙，每个设备发送数据的次序是固定的。在 STDM 中，时隙数少于设备数，且时隙次序依赖于哪台设备有数据要发送，必须对每个时隙进行寻址。

7、时分复用如何将多个信号合并成一个信号？

解答

在时分复用中，来自 n 个设备的数字信号相互交织，形成一个数据帧。

8、如何将一个时分复用信号分离成原先的各路信号？考虑 TDM 实现的两种方法。

解答

在同步的 TDM 中,接收方的解复用器通过除去帧同步比特并依次抽取每个数据单元来分解每个帧,当从帧中取出一个数据单元后,将其传递给相应的接收设备。

在异步的 STDMA 中,接收方的解复用器通过检查每个数据单元的局部地址来分解每个帧,抽取的数据单元从帧中取出并传递给相应的接收设备。

9、什么是逆复用?

解答

逆复用 (inverse multiplexing) 将来自高速的数据线路的数据流分解为多个相对低速的数据流。正好与复用相反,复用是将来自多条相对低速线路的多个数据流合并为一个更高速的数据流。

再回忆一下第 2 章中提到的上行复用 (upward multiplexing) 和下行复用 (downward multiplexing) 的概念。上行复用是多个高层连接共享一个低层连接,通常使用本章讲到的复用技术;下行复用是在多个低层连接上建立一个高层连接,通常使用这里提到的逆复用技术。

10、模拟交换业务与模拟租用业务之间有何区别?

解答

模拟交换业务主要指通过拨号电话网提供的话音及数据业务,模拟租用业务则是两个客户之间向电信公司租用的长期专用链路,不需拨号。

11、描述信号群依次复用到更高带宽线路上的模拟分级体系。

解答

12 路 4KHz 话音级信道复用到一条更高带宽的线路形成一个 48KHz 基群 (group); 5 个基群可再次进行频分复用,形成一个 240KHz 超群 (super group); 对 10 个超群进行复用以构造为一个 2.52MHz 主群 (Master group); 6 个主群可以复用并构成一个 16.984MHz 巨群 (jumbo group)。

为什么超群带宽是基群带宽的整数倍,而主群带宽则不是超群带宽的整数倍?也就是说主群带宽为什么不是 2.4GHz 而是 2.52MHz? 同样,巨群带宽也不是主群的整数倍,带宽为 16.984MHz 而不是 15.12MHz。

主群与巨群是因为在对各路次低群进行复用时在它们之间建立了保护带,所以主群与巨群的带宽不是各自次低群带宽的整数倍。那么,超群为什么是基群的整数倍呢?我们从教材 190 页上表 8.2 下第一段的描述中可找到答案,超群可以由 5 个基群组成,也能直接由 60 路话音信道构成,两者方法构成的超群,其带宽必须一致。我们已知,各路话音信道已经保留了保护带,所以超群有时也可看成是一种基本的群。

上面的描述是基于 AT&T 提出的北美标准,ITU-T 建议的国际标准及其与北美标准的对照,见教材上表 8.2。

12、模拟载波系列中超群是将 5 个基群以 48kHz 为增量调制到 420kHz~612kHz 频率范围的载波上,调制后的超群频率范围却为 312kHz~552kHz。为什么?

解答

设载波频率为 f_c , 话路信号频率为 f_m , 双边带已调信号频率为 f_c-f_m 和 f_c+f_m , 仅取下边带,即 f_c-f_m 。

首先从基群分析,12 路载频分别为 64kHz、68kHz、72kHz、...、108kHz,每个话路频

带为 0~4kHz。各路已调信号下限频率为 $64\text{kHz}-4\text{kHz}=60\text{kHz}$ 、...、 $108\text{kHz}-4\text{kHz}=104\text{kHz}$ ；上限频率为 $64\text{kHz}-0=64\text{kHz}$ 、 $68\text{kHz}-0=68\text{kHz}$ 、...、 $108\text{kHz}-0=108\text{kHz}$ 。

再看超群，5 个基群的载频分别为 420kHz、468kHz、516kHz、564kHz 和 612kHz。每个基群频带为 60kHz~108kHz。因此各已调信号下限频率为 $420\text{kHz}-108\text{kHz}=312\text{kHz}$ 、 $468\text{kHz}-108\text{kHz}=360\text{kHz}$ 、...、 $612\text{kHz}-108\text{kHz}=504\text{kHz}$ ；上限频率为 $420\text{kHz}+60\text{kHz}=480\text{kHz}$ 、 $468\text{kHz}+60\text{kHz}=528\text{kHz}$ 、...、 $612\text{kHz}+60\text{kHz}=672\text{kHz}$ 。因此调制后的超群频率范围为 312kHz~672kHz。

13、适用于电话用户的三种数字业务类型是什么？

解答

此问中部分超出我们教材所涉及的内容，但作为常识，简单介绍如下：

一种是交换/56 业务，它是模拟交换线路（拨号电话网）的数字化形式，是一种可达 56Kbps 数据率的交换数字业务。要通过这种业务进行通信，双方必须是该业务的用户。一个普通电话业务的呼叫者，即使使用调制解调器，也不能连接到一台交换/56 业务的电话机或计算机上。数字业务和模拟业务代表了电话公司两个完全不同的数字领域，因为交换/56 业务的线路已经是数字化的，不需要调制解调器就能发送数字数据。但仍需要另一种称为数字服务单元（DSU）的装置，该设备将用户设备产生的数字数据的速率变换为 56Kbps，而且将数据编码成服务提供商能使用的格式。

第二种数字业务是基于模拟租用线路的数字形式，称为数字数据业务（DDS），其最大数据率为 64Kbps。与交换/56 业务一样，DDS 也需要使用 DSU，只不过将用户设备产生的数字数据的速率要变换为 64Kbps。

第三种称为数字信号业务（DS），是基于交换/56 业务和 DDS 上建立的一套数字业务分级体系。数字信号业务是将数字信号进行分级时分复用，各级别提供了不同的数据率。因为 DS 业务在我们的教材中有所涉及，下题中专门进行了讨论。

14、描述数字信号分级体系。

解答

- （1）该分级体系的最低级是 DS-0，一个 DS-0 业务与 DDS 业务类似，它是速率为 64Kbps 的单条数字信道。
- （2）DS-1 可以是 24 路 DS-0 的复用，提供 1.544Mbps 数据率，是 64Kbps 的 24 倍再加上 8Kbps 的额外开销。DS-1 也能单独用作提供 1.544Mbps 速率的传输信道。
- （3）DS-2 是 6.312Mbps 的业务，6.312Mbps 等于 64Kbps 的 96 倍再加上 168Kbps 的额外开销。它能单独用作提供 6.312Mbps 速率的传输信道，也能用来复用 4 路 DS-1 信道，或者 96 路 DS-0 信道，或者这些业务的组合形式。
- （4）DS-3 是 44.736Mbps 的业务，44.736Mbps 为 64Kbps 的 672 倍再加上 1.728Mbps 的额外开销。它能单独用作提供 44.736Mbps 速率的传输信道，也能用来复用 7 路 DS-2 信道，或者 28 路 DS-1 信道，或者 672 路 DS-0 信道，或者这些业务的组合形式。
- （5）DS-4 是 274.176Mbps 的业务，274.176Mbps 为 64Kbps 的 4032 倍再加上 16.128Mbps 的额外开销。它能单独用作提供 274.176Mbps 速率的传输信道，也能用来复用 6 路 DS-3 信道，或者 42 路 DS-2 信道，或者 168 路 DS-1 信道，或者 4032 路 DS-0 信道，或者这些业务的组合形式。

上述是北美和日本采用的标准，ITU-T 建议的另一套标准被欧洲和我国所采用，其 DS-1

(即 CEPT-1, 为方便描述, 仍采用 DS 系列) 提供 2.048Mbps 的业务, 可包含 30 路 DS-0 信道; DS-2 提供 8.448Mbps 的业务, 可包含 4 路 DS-1 信道, 或 120 路 DS-0 信道; DS-3 提供 34.368Mbps 的业务, 可包含 4 路 DS-2 信道, 或 16 路 DS-1 信道, 或 480 路 DS-0 信道; DS-4 提供 139.264Mbps 的业务, 为 4 路 DS-3 信道, 或 16 路 DS-2 信道, 或 64 路 DS-1 信道, 或 1920 路 DS-0 信道; DS-5 提供 565.148Mbps 的业务, 为 4 路 DS-4 信道, 或 16 路 DS-3 信道, 或 64 路 DS-2 信道, 或 256 路 DS-1 信道, 或 7680 路 DS-0 信道。

这种数字分级体系实现了数字线路上数字信号的多次时分复用, 通常称为数字复接, 相反的多解复用过程称为分接。支持 DS-1 业务的 24 路或 30 路数字信道复用构成一次群(相当于模拟信号分级体系的基群), 支持 DS-2 业务的多个一次群复接成二次群, 以此类推, 二次群复接成三次群, 三次群复接成四次群, 国际标准还提供五次群。如果一次群跳过二次群复接为三次群, 或者三次群直接分接为一次群, 这种复接技术称为跳群。注意, 北美标准中高次群与低次群之间没有固定的整数比, 而国际标准中高次群与低次群之间都是 4 倍关系。

国际标准的一次群也称 PCM30/32 路系统, 除 30 路数据信道外, 另外 2 路分别是同步和信令。其帧的组成与北美标准相比, 时隙的比特数相同, 都是 8 比特, 但时隙的数目及帧的同步方式不同。我们回忆一下, 北美标准中每帧每帧包含 24 路中共 192 个数据比特(包含信令比特), 再加上同步比特模式中的 1 个比特, 帧长 193 比特。而国际标准每帧 32 个时隙功 256 个比特, 第 0 时隙为来自同步信道的 1 个同步时隙, 第 16 时隙为来自信令信道的信令时隙, 其余分别为来自 30 个数据信道的数据时隙。

这里讲的两种标准的信号分级体系相对于后面要提到的 SONET/SDH 同步数字分级体系, 通常称为准同步数字分级体系(PDH)。

教材 195 页上的表 8.2 给出了两种标准的对照, 该表尽管给出了国际标准的级编号, 但容易造成误解, 认为其 CEPT-2(DS-2) 对应于北美的 DS-1C。同样, CEPT-3、CEPT-4、CEPT-5 都有错位之嫌。

15、描述 T-1 或 E-1 线路如何与数字信号业务相关。

解答

DS 是业务的名称, 它由 T 线路实现。线路容量准确地与 DS 业务数据率相匹配。T-1 线路实现 DS-1 业务的传输, T-2 线路实现 DS-2 业务的传输, 以此类推。

与 AT&T 制定的上述的北美标准一样, 对应于 ITU-T 建议的国际标准中的 CEPT-1、CEPT-2 等业务等级, 也有 E-1、E-2 等线路给予支持。

16、模拟信号如何使用 T 线路?

解答

首先对模拟信号进行采样, 比如话音传输, 每秒采样 8000 次, 每个样本用 8 个比特表示 256 个量化级别, 数据率为 64Kbps, 正好是 DS-0 数字业务的速率, 所以 T-1 线路可同时传输 24 路话音传输, T-2 线路可同时传输 96 路话音传输, T-4 线路则可在数字线路上同时支持 4032 路电话通信。

17、多个用户如何分享一条 T-1 线路的容量?

解答

如果一个小公司只需要一条 T-1 线路的四分之一容量, 则四个类似规模的公司只要在同一幢楼里, 就可以分享一条 T-1 线路的容量。为实现这种共享, 可通过一个称为数字服务单元/信道服务单元(DSU/CSU)的设备进行传输, 该设备能将一条线路的容量分割成四个交

织的信道。

18、说明数字业务比模拟业务优越之处。

解答

数字业务具有更宽的带宽，对噪声相对敏感小一些。

19、DSU 与调制解调器有什么不同？

解答

DSU 用于数字业务，由于业务已经是数字化的，所以不需要将模拟数据变换为数字数据的过程。DSU 将用户设备产生的数字数据编码为服务提供商使用的格式，并将数据的速率调整为 56Kbps。调制解调器的功能则是将数字信号转换为模拟信号或者反之。

20、用户如何接入 ISDN 并将自己的一个或多个终端设备上的通信量复用到接入的线路上？有几种方式？

解答

有两种接入方式。一种是通过基本速率接口 (BRI) 接入，一种是通过主速率接口 (PRI) 接入。分别给予描述。

BRI 接口是一台或多台用户终端设备 (TE) 与网络端接设备 (NT1) 之间的接口，全双工方式传输。多台 TE 与 NT1 的多点线路配置可以是星型或总线拓扑，星型多点连接的各 TE 与 NT1 之间以及单台 TE 与 NT1 之间的点到点连接均可达 1000 米的距离，总线型多点连接最大距离 200 米。基本的接入结构包括两个 64Kbps 的 B 信道及一个 16Kbps 的 D 信道组成，B 信道是基本的用户数据信道，D 信道传输的是 LAPD 帧序列组成的数据，包含控制信令和分组。整个接口的数据率为 192Kbps，用户数据接入速率达 128Kbps。适用于住宅用户和小型办事处的用户接入。

BRI 接口可以同时将两路用户信道接入一条 ISDN 线路，采用时分复用的传输结构是不断重复的，每帧传输时间 $250\mu\text{s}$ ，在该时间内，以相同的时隙从两个 B 信道中各读取 16 个比特，从 D 信道中读取 4 个比特（因数据率为 B 信道的 $1/4$ ），以 B1 信道 8 比特、D 信道 1 比特、B2 信道 8 比特、D 信道 1 比特顺序重复两次进行交织，构成一帧。帧长 48 比特，除来自三个信道的 36 个比特外，有 12 个控制和编码调整比特。每帧第一个比特为组帧比特 (F)，即帧同步比特。对于从 TE 到 NT1 的方向，在每组 B 信道数据 (8 比特) 前后以及最后一个 D 信道比特之后各插入一个直流平衡比特 (L)，并在第一组 B2 信道数据的直流平衡比特之前插入一个辅助组帧比特 (Fa)；而对于从 NT1 到 TE 的方向，在每个组 B 信道数据后插入一个 D 信道回应比特 (E)，并在第一组 B1 信道数据前和最后一个 D 信道比特之后各插入一个直流平衡比特 (L)，在第一组 B2 信道数据前插入与 Fa 极性相反的比特 (N)，第二组 B1 信道数据前插入多重组帧比特 (M)，在第二组 B2 信道数据前插入备用比特 (S)。BRI 接口采用的是伪三元码。

PRI 接口包含多级接口，通常支持的是用户数字小交换机 (PBX) 或集中器等设备，只提供点到点线路配置，用于控制多路 TE 接入 ISDN 并提供同步时分复用。如果是计算机这样的数字设备，直接接入集中器等设备 (NT2)；如果是电话这样的模拟设备，先使用转换模拟信号为数字信号的终端适配器 (TA)，然后接入数字小交换机等设备 (NT2)。再通过 NT2 间接地将多路 TE 接入到 NT1。PRI 接口适用于大公司的接入。

PRI 时分复用的传输结构基于 DS-1，因此也有北美与国际两种标准，速率分别为 T-1 线路的 1.544Mbps 和 E-1 线路的 2.048Mbps。对于 T-1 线路，PRI 接口提供 23 个 64Kbps 的 B 信道，1 个 64Kbps 的 D 信道；对于 E-1 线路，PRI 接口提供 30 个 64Kbps 的 B 信道，1

个 64Kbps 的 D 信道。前者的线路编码采用 B8ZS 扰码技术的 AMI，后者的线路编码采用 HDB3 扰码技术的 AMI。

21、STS 分级体系与 OC 分级体系之间有何关系？

解答

STS 是由 SONET 标准定义的信号分级体系，OC 是用户使用的业务。两者级别有着一一对应关系，即 STS-1 对应于 OC-1，以此类推。

22、SDH 与 SONET 两种标准有什么对应关系？

解答

准同步的信号分级体系的两种标准相差很大，而 SDH 与 SONET 两种标准都分别兼容了两种标准的准同步信号分级体系。比如，SONET 标准的 STS-1 数据率为 51.84Mbps，可承载一条 T-3 线路（44.736Mbps）加上一条 E-1 线路（2.048Mbps）的通信量。它还提供几类虚拟辅助站（VT）复接各种标准的支路信号，插入到 STS-1 中，VT1.5 承载 DS-1 业务，VT2 承载 CEPT-1 业务，VT3 承载 DS-1C 业务，VT6 承载 DS-2 业务。SDH 中也提供了一些等效于 VT 的标准容器，来承载不同标准的支路信号，再将这些支路的标准容器复接到 SDM-1，标准容器 C-11 承载 DS-1 业务，C-12 承载 CEPT-1 业务，C-2 承载 DS-2 业务，C-3 承载 DS-3 或 CEPT-3 业务，C-4 承载 CEPT-4 业务。因此，SDH 与 SONET 两种标准有着对应的关系。SDH 标准的 STM-1 与 SONET 标准的 STS-3 兼容，STM-4 与 STS-12 兼容，STM-16 与 STS-48 兼容，STM-64 与 STS-192 兼容。STS-3、STS-12、STS-48 和 STS-192 几个级别之间都是 4 倍关系，STM-1、STM-4、STM-16 和 STM-64 之间也是 4 倍关系。

两种标准的帧结构也是相互兼容的，但也有一些不同点。两者的帧都是将若干八比特组组成一个矩阵，每个帧矩阵都是 9 行，对于两者中信号总速率相同的级别，其帧矩阵列数也相同。但因二者划分的级别不同，对于同样的信号总速率，SONET 级别编号是 SDH 级别编号的 3 倍，即是说，SONET 分级更细。或者换句话说，就相同编号级别的帧矩阵列数而言，SDH 是 SONET 的 3 倍。因此，SONET 帧矩阵列数都是 90 的倍数，即 $90n$ ， n 是级别编号。而 SDH 帧矩阵列数都是 270 的倍数，即 $270n$ 。具体举例，STS-1 共 810 个八比特组，组成的帧矩阵列数为 90 列（段/线路额外开销 3 列，净负荷区 87 列），STS-3 的帧矩阵列数为 $90 \times 3 = 270$ 列（段/线路额外开销 $3 \times 3 = 9$ 列，净负荷区 $87 \times 3 = 261$ 列），STS-12 的帧矩阵列数为 $90 \times 12 = 1080$ 列（段/线路额外开销 $3 \times 12 = 36$ 列，净负荷区 $87 \times 12 = 1044$ 列），STS-48 的帧矩阵列数为 $90 \times 48 = 4320$ 列（段/线路额外开销 $3 \times 48 = 144$ 列，净负荷区 $87 \times 48 = 4176$ 列），STS-192 的帧矩阵列数为 $90 \times 192 = 17280$ 列（段/线路额外开销 $3 \times 192 = 576$ 列，净负荷区 $87 \times 192 = 16704$ 列）。而 SDH 帧矩阵的列数都是 270 的倍数，即 $270n$ 。STM-1 帧矩阵列数为 270 列（SDH 将段开销和线路开销合并称为段开销，因此段额外开销 9 列，净负荷区 261 列，相当于 STS-3），STM-4 的帧矩阵列数为 $270 \times 4 = 1080$ 列（段/线路额外开销 $9 \times 4 = 36$ 列，净负荷区 $261 \times 4 = 1044$ 列，相当于 STS-12），STM-16 的帧矩阵列数为 $270 \times 16 = 4320$ 列（段/线路额外开销 $9 \times 16 = 144$ 列，净负荷区 $261 \times 16 = 4176$ 列，相当于 STS-48），STM-64 的帧矩阵列数为 $270 \times 64 = 17280$ 列（段/线路额外开销 $9 \times 64 = 576$ 列，净负荷区 $261 \times 64 = 16704$ 列，相当于 STS-192）。通过对照观察，证明 SONET 和 SDH 的帧结构的确是兼容的。

23、SONET 数字分级体系中，STS 复用器和分插复用器都可合并信号，它们有什么区别？

解答

一个 STS 复用器合并几路光信号生成一路 STS 信号，而一个分插复用器将其它通路的

STS 信号插入复用器，或者从复用器中分出 STS 信号到其它通路。

24、SONET 的四个层次是什么？讨论每一层的功能。

解答

四个层次是光学层、段层、线路层、以及通路层。光学层包括光纤信道物理规范、接收器敏感度、复用功能以及与编码方法有关的规范；段层负责信号在物理段上的传输，处理组帧、扰码和差错控制；线路层负责跨越一条物理线路传送信号，由 STS 复用器和分插复用器负责；通路层确保信号从其光源传输到光的目的地，这包括将信号由电形式转换为光形式以及逆过程、复用/解复用和封装。

25、线路开销中指针有什么作用？

解答

线路开销中的指针标识帧中净负荷的位置。

26、SONET 如何作为 ATM 的物理载体？

解答

ATM 信元运载于 STS-n 净负荷中。

27、为何称 SONET 为同步网络？

解答

单个时钟处理跨越整个网络的传输的定时与设备的定时，这种全网的同步使系统增加了一个级别的可预见性。

28、比较 SONET 层次相对应的 OSI 模型层次。

解答

光学层对应于 OSI 模型的物理层，段层、线路层和通路层对应于数据链路层。

29、一个 STS-1 帧是如何组织的？

解答

一个 STS-1 帧包含 6480 比特（810 个八比特组），组织成一个 9 行 90 列的矩阵。每行 90 个八比特组，每列 9 个八比特组。

STS-3 帧是 9 行 270 列的矩阵，与 SDH 中的 STM-1 帧矩阵相同数量的八比特组。

30、讨论 SONET 每一层的开销信息在帧矩阵中的位置。

解答

帧上三行的前三列用于段开销，线路开销位于低六行的前三列。通常，同步负荷封套（SPE）的第一列用于通路开销。

31、讨论 SDH 中帧是如何组织的？

解答

SDH 帧以八比特组为单位，组织成 9 行和 $270n$ 列的矩阵。譬如，STM-1 因 n 等于 1，为 270 列，STM-4 为 1080 列，STM-16 为 4320 列，STM-64 为 17280 列。

前 9n 列为段开销，其中第四行的 9n 个八比特组为管理单元指针，相当于线路开销中指针的功能，标识帧中净负荷的位置。该段开销包含了 SONET 段开销与通路开销。从第 10n

列开始的 261n 列为 STM-n 的净负荷，包含了通路开销。

32、STDM 中，一个帧中的时隙数与输入线数之间有什么关系？

解答

STDM 中，如果时隙数为 k ，输入线数为 n ，有 $k < n$ 。

33、如何分析和评价 STDM 性能？可得到什么结论？

解答

将复用器看成一个具有固定服务时间和泊松到达概率的单服务器队列，进行性能分析。复用线路的利用率是一个重要评价指标，复用器的缓存大小、复用线路的输入因排队等待时隙造成的服务时延都是它的函数，服务时延以及线路利用率还与复用线路的有效容量有关。

结论 1：当平均输入负荷不变时，复用线路的有效容量越大，线路利用率越低。

结论 2：复用线路的利用率越高，时延越大；复用线路的有效容量越大，达到相同利用率时的时延越小。

结论 3：缓存大小仅取决于复用线路的利用率，与复用线路的有效容量无直接关系，利用率越高，所需的缓存越大，而且缓存溢出的可能性越大。根据时延与缓存大小这两方面情况，因此一般建议线路利用率应不超过 80%。

34、ADSL 如何划分双绞线的带宽？

解答

ADSL 把双绞线电缆的带宽可采用频分复用分为三个频带，第一段频带 0~20KHz 用于常规的电话业务，第二段频带 25KHz~200KHz 用于上行流通信，第三段频带 250KHz~1MHz 用于下行流通信。

还可在上行流与下行流频带采用回声抵消技术，使下行流带宽扩展为从 25KHz~1MHz，而上行流频带也从 25KHz 开始，上限频率可变，能够超越 200KHz 的。

35、ADSL 如何调制信号？

解答

ADSL 可以使用无载波幅相调制 (CAP) 或离散多音频技术 (DMT) 等调制方法。教材上介绍的离散多音频技术是将上下行信道划分为若干子信道，例如，将下行信道划分为 256 个子信道，使用 QAM-256 调制技术并行传输，每个子信道为 4KHz，速率为 0~60Kbps，则理论上最大数据率为 15.36Mbps。