国际电信联盟

ITU-T

国际电信联盟 电信标准化部门 G.998.3

(01/2005)

G系列: 传输系统和媒质、数字系统和网络

数字段和数字线路系统 — 接入网

采用时分反向复用的多线对绑定

ITU-T G.998.3建议书



# ITU-T G系列建议书 传输系统和媒质、数字系统和网络

国际电话连接和电路	G.100-G.199
所有模拟载波传输系统共有的一般特性	G.200-G.299
金属线路上国际载波电话系统的各项特性	G.300-G.399
在无线电接力或卫星链路上传输并与金属线路互连的国际载波电话系统的一般特性	G.400-G.449
无线电话与线路电话的协调	G.450-G.499
传输媒质的特性	G.600-G.699
数字终端设备	G.700-G.799
数字网	G.800-G.899
数字段和数字线路系统	G.900-G.999
概述	G.900-G.909
光缆系统的参数	G.910-G.919
基于2048 kbit/s比特率的分级比特率上的数字段	G.920-G.929
非分级比特率电缆上的数字线路传输系统	G.930-G.939
FDM传输承载信道提供的数字线路系统	G.940-G.949
数字线路系统	G.950-G.959
用于用户接入ISDN的数字段和数字传输系统	G.960-G.969
海底光缆系统	G.970-G.979
本地和接入网的光线路系统	G.980-G.989
接入网	G.990-G.999
服务质量和性能一一般和与用户相关的概况	G.1000-G.1999
传输媒质的特性	G.6000-G.6999
数字终端设备	G.7000-G.7999
数字网	G.8000-G.8999

欲了解更详细信息,请查阅ITU-T建议书目录。

# ITU-T G.998.3建议书

# 采用时分反向复用的多线对绑定

# 摘要

本建议书描述了一个用于采用时分反向复用(TDIM)多数字用户线(DSL)的绑定方法。本建议书提供了足够详细的TDIM协议规范,使得可对发射机和接收机的互操作实施进行开发和测试。它包括多线对同步帧格式、绑定通信信道(BCC)、面向字节的分发、无损伤添加和移除线对、线对故障时快速移除线对、采用IEEE 802.3ah握手进行线对恢复、参数协商和建立,以及任选用的FEC和交织器。

# 来源

ITU-T第15研究组(2005-2008)按照ITU-T A.8建议书规定的程序,于2005年1月13日批准了ITU-T G.998.3 建议书。

#### 前 言

国际电信联盟(ITU)是从事电信领域工作的联合国专门机构。ITU-T(国际电信联盟电信标准化部门)是国际电信联盟的常设机构,负责研究技术、操作和资费问题,并且为在世界范围内实现电信标准化,发表有关上述研究项目的建议书。

每四年一届的世界电信标准化全会(WTSA)确定ITU-T各研究组的研究课题,再由各研究组制定有 关这些课题的建议书。

WTSA第1号决议规定了批准建议书须遵循的程序。

属ITU-T研究范围的某些信息技术领域的必要标准,是与国际标准化组织(ISO)和国际电工技术委员会(IEC)合作制定的。

注

本建议书为简要而使用的"主管部门"一词,既指电信主管部门,又指经认可的运营机构。

遵守本建议书的规定是以自愿为基础的,但建议书可能包含某些强制性条款(以确保例如互操作性或适用性等),只有满足所有强制性条款的规定,才能达到遵守建议书的目的。"应该"或"必须"等其他一些强制性用语及其否定形式被用于表达特定要求。使用此类用语不表示要求任何一方遵守本建议书。

#### 知识产权

国际电联提注意:本建议书的应用或实施可能涉及使用已申报的知识产权。国际电联对无论是其成员还是建议书制定程序之外的其他机构提出的有关已申报的知识产权的证据、有效性或适用性不表示意见。

至本建议书批准之日止,国际电联已经收到实施本建议书可能需要的受专利保护的知识产权的通知。但需要提醒实施者注意的是,这可能不是最新信息,因此大力提倡他们查询电信标准化局(TSB)的专利数据库。

#### © 国际电联 2005

版权所有。未经国际电联事先书面许可,不得以任何手段复制本出版物的任何部分。

# 目 录

			页
1	范围…		1
2	参考文	献	1
3	定义…		2
4	缩写、	首字母缩略语和符号	2
5	数据流	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	3
6	多线对	· 同步 ······	4
	6.1	引言	4
	6.2	帧格式	4
	6.3	多线对同步状态机	7
7	分发…		10
	7.1	原理	10
	7.2	算法	10
	7.3	伪码	10
8	差分时	延	12
9	时钟同	步	12
	9.1	范围	12
	9.2	TDM 业务同步和时钟传送·····	13
	9.3	聚合层同步	13
	9.4	线对同步	14
10	业务封	装	14
	10.1	参考模型	14
	10.2	业务复用器	15
	10.3	异步业务	18
	10.4	TDM 业务填充 ······	22
11	FEC 利	交织器	24
	11.1	FEC	24
	11.2	交织器	27
12	操作流	程······	28
	12.1	线对管理与控制	28
	12.2	聚合组管理和控制	31
	12.3	规程	33
13	TDIM	绑定通信信道(BCC)	38
	13.1	引言	38
	13.2	事件	39
	13.3	消息	41

			负
14	握手		53
	14.1	综述	53
	14.2	绑定 Npar (2) 编码点	54
	14.3	线对恢复	54
15	性能监测	IJ	54
附件	A一 调制	解调器速率匹配	55
	A.1	引言	55
	A.2	工作原理	56
	A.3	BTU-C 与 BTU-R 间的协调······	57
	A.4	成帧格式	57
	A.5	调制解调器速率匹配操作	58
附录	I一时钟	同步举例	59
	I.1	时钟域	59
	I.2	时钟域间的速率适配	60
	I.3	定时操作模式	60
	I.4	举例	61
附录	Ⅱ一管理	!对象	64

# ITU-T G.998.3建议书

# 采用时分反向复用的多线对绑定

# 1 范围

本建议书为基于TDIM的绑定方法定义了绑定功能,其目的是要在多条DSL物理链路上提供各种业务数据流(以太网、ATM、TDM)的反向复用,并且在远端从这些物理链路恢复原始数据流。

本建议书是细化的TDIM协议规范,其详细程度足以使得可对发射机和接收机的互操作实施进行开发和测试。

它包括:

- 1) 多线对同步帧格式。
- 2) 绑定通信信道(BCC)。
- 3) 分发计算法。
- 4) 无损伤添加和移除线对。
- 5) 线对故障时快速移除线对。
- 6) 在线对恢复、参数协商和建立中采用IEEE 802.3ah握手。

本建议书对DSL收发机定义了一个新的TPS-TC。结构上,这个TPS-TC应被放置在现有或将来DSL收发机的PMS-TC之上(在α/β接口)。实际上,通过将本建议书定义的新TPS-TC堆积在现有DSL建议书中定义的透明信道或STM TPS-TC之上,就可以得到完全相同的结果。

## 2 参考文献

下列ITU-T建议书和其他参考文献的条款,通过在本建议书中的引用而构成本建议书的条款。在出版时,所指出的版本是有效的。所有的建议书和其他参考文献都面临修订,使用本建议书的各方应探讨使用下列建议书和其他参考文献最新版本的可能性。当前有效的ITU-T建议书清单定期出版。本建议书中引用某个独立文件,并非确定该文件具备建议书的地位。

- [1] ITU Recommendation G.704 (1998), Synchronous frame structures used at 1544, 6312, 2048, 8488 and 44 736 kbit/s hierarchical levels.
- [2] ITU-T Recommendation G.7041/Y.1303 (2003), Generic framing procedure (GFP).
- [3] ITU-T Recommendation G.991.2 (2003), Single-pair high-speed digital subscriber line (SHDSL) transceivers.
- [4] ITU-T Recommendation G.992.1 (1999), Asymmetric digital subscriber line (ADSL) transceivers.
- [5] ITU-T Recommendation G.992.3 (2005), Asymmetric digital subscriber line (ADSL) transceivers 2 (ADSL2).
- [6] ITU-T Recommendation G.993.1 (2004), Very-high-speed digital subscriber line transceivers.
- [7] ITU-T Recommendation G.994.1 (2003), Handshake procedures for digital subscriber line (DSL) transceivers.

- [8] ITU-T Recommendation I.432.1 (1999), *B-ISDN user-network interface Physical layer specification:* General characteristics.
- [9] IEEE 802.3ah (2004), Telecommunications and Information Exchange Between Systems LAN/MAN Specific Requirements Part 3: Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection (CSMA/CD) access method and physical layer specifications, Amendment: Media Access Control Parameters, Physical Layers, and Product Type.

# 3 定义

本建议书中不需要另外的定义。

## 4 缩写、首字母缩略语和符号

本建议书采用了以下缩写:

ADSL 非对称数字用户线

ANSI 美国国家标准协会

ATIS 电信工业解决方案联盟

ATM 异步转移模式

BCC 绑定通信信道

bps 每秒比特

BTU-C 绑定终接单元,CO侧

BTU-R 绑定终接单元,RT(或CPE)侧

BW 带宽

Clk 时钟

CPE 用户驻地设备

CO 中心局

CRC 循环冗余校验

DS1 数字信号1, (1.544 Mbit/s)

DS3 数字信号3, (44.736 Mbit/s)

DSL 数字用户线

E1 电接口信号,级别1,(2.048 Mbit/s)

E3 电接口信号,级别3, (34.368 Mbit/s)

EFM 第一英里以太网

enum 枚举

EOC 内置操作信道 FCS 帧校验序列

FE 远端

FEC 前向纠错

GF 有限域

2

 GFP
 通用成帧规程

 HEC
 帧头差错校验

HS 握手

IEEE 电力和电子工程师协会

IL 交织器

IMA 对ATM的反向复用

ITU-T 国际电信联盟 — 电信标准化部门

kbit/s 每秒千比特

LSB 最低重要比特/字节

Mbit/s 每秒兆比特

MSB 最重要比特/字节

MUX 复用器

NE 近端

NS 业务数量

PLI 分组长度标识

PM 性能监视器

PMI 物理介质独立

PSD 功率谱密度

RS 里德一所罗门

RT 远程终端

rx 接收/接收机

SDH 同步数字系列

SF 超帧

SHDSL 单线对高速数字用户线

STM 同步转移模式

TC 传输会聚

TDIM 时分反向复用

TDM 时分复用

TPS-TC 指定传输协议的传输会聚

Tx 发送/发射机

uint 8 未指定的完整8比特

uint 16 未指定的完整16比特

UTC 无法遵从

VDSL 甚高速数字用户线

# 5 数据流

图1给出了本建议书的文字中所定义的数据流模型。来自业务混合的数据封装成一个单一的数据流。然后该数据流可以选择性地经过前向纠错和交织器,然后通过多线对调制解调器进行分发(反向复用)。

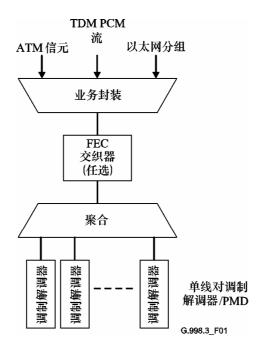


图1/G.998.3-数据流模型

附件A中示出采用调制解调器速率匹配的数据流模型。

# 6 多线对同步

# 6.1 引言

多线对聚合组同步是在聚合层完成的,与基础物理层无关。如下面所描述的,时分反向复用(TDIM) 绑定为多线对同步采用了一个超帧格式。

# 6.2 帧格式

多线对同步帧被称做超帧,它由较小的实体组成。图2描述了超帧的帧格式。注意,无论应用于何处,在时间上,最重要比特/字节(MSB)比特总是被首先发送,最不重要比特/字节(LSB)比特总是被最后发送。

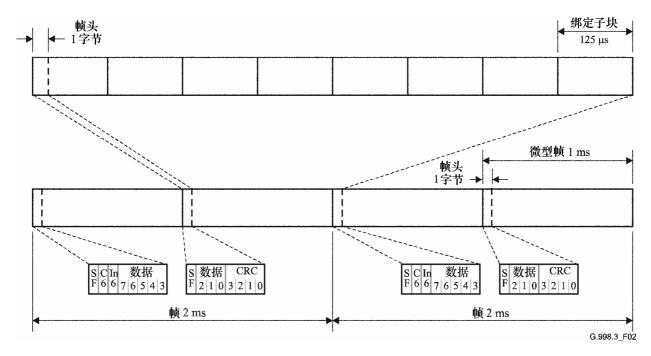


图2/G.998.3-多线对同步 - 帧格式

# 6.2.1 绑定子块和微型帧

绑定子块有一个125 μs的固定时间周期。一个125 μs的子块时间产生一个8 kbit/s的速率颗粒。

一个微型帧包含8个绑定子块,周期为1 ms。一个微型帧的开始与一个绑定子块的开始同步。帧头占用每个微型帧的第一字节(在每个DSL线对中)。微型帧头用来表示一个超帧的开始,并将事件和消息发送到远端。

每个子块中的比特数是子块位置、绑定线对数及所有绑定线对总数据率的函数。

每个微型帧最后7个绑定子块的每一个携带的绑定有效载荷比特数等于N(速率)=速率/8 kbit/s,这里:

- N(速率)是每个子块里的比特数,取决于累加链路数据速率。
- 速率是所有线对的累计数据速率,单位为每秒比特[bps]。

每个微型帧中第一个绑定子块携带的绑定有效载荷比特数量为N(速率)— 8M,其中M是绑定系统中单个线对的数量。

注一如果采用了速率匹配(见附件A),则:

可用于每个微型帧第一个绑定子块中绑定有效载荷的比特数为N(速率)— 16M。

可用于每个微型帧第8个绑定子块中绑定有效载荷的比特数为N(速率)+8 $\Delta$ ,其中 $\Delta=\sum_{i=1...M}\Delta_i$ ,且每个 $\Delta_i$ 取决于线对i上速率的差别并且可以取数值-1、0、1、2。此外,在每个微型帧中每个 $\Delta$ 可以取不同的数值(详细信息见附件A)。

#### 6.2.2 帧

一个帧由2个微型帧构成,因此其周期为2 ms。每个帧中有16比特的帧头,每个微型帧占一字节。图3中描述了帧头的格式。

每个帧头有6个期望的比特,事先已经知道这些比特(超帧(SF)比特、循环冗余校验(CRC)比特)。在这些比特中的差错可用于识别线对失效。

当一个特定线对上有10个连续CRC差错或错误SF比特的帧时,即可宣布该线对失效。

图3定义了帧头字段的内容:



图3/G.998.3一帧头格式

- SF(超帧标记) 表示一个超帧的开始。该比特位于每个微型帧的开始。在超帧的第一个微型帧中它应被设置为'1',其他情况应被设置为'0'。
- C6(循环冗余校验码) 超帧CRC-6字段由6个C6比特构成C6[5:0],它们是每个帧的一部分。 CRC-6字段是对所有在前一个超帧期间传送的多线对数据进行计算的,(在采用帧头开销和调制解 调器速率匹配开销时,不包括它们在内),并被用来检测一个特定超帧中的数据差错。这6比特的 编码由生成多项式G(x)=  $\mathbf{x}^6$  + x + 1确定,(见ITU-T G.991.2建议书,"单线对高速数字用户线(SHDSL)收发机")。在数学上,对应于一个给定超帧的CRC值由以下规程定义的:
  - 一 求超帧前6比特的补码。
  - 超帧的N比特被视为是一个N-1阶多项式M(x)的系数。(超帧的第一比特对应于 $\mathbf{x}^{(N-1)}$ 项,超帧的最后一比特对应于 $\mathbf{x}^0$ 项。)
  - M(x) 乘以 $x^6$ ,然后除以G(x),得到一个5阶的余数R(x)。
  - R(x)的系数被视为一个6比特的序列。
  - 一 对该比特序列求补码,结果就是CRC。
  - 一 CRC的6比特值放在下一个超帧开销的"C6"比特中,因此 $x^5$ 项(C6[5])位于超帧的第一帧中, $x^0$ 项(C6[0])位于超帧的最后一帧中。这样,CRC比特按 $x^5$ 、 $x^4$ 、... $x^1$ 、 $x^0$ 的顺序发送。
- In6 -6比特,每帧一比特,构成一个6个显示比特的SF字段In6[5:0]。
  - 一 在SF的第一帧中发送的显示比特In6[5]被称为M/E,并被用于消息/事件显示。它表示数据[7:0] 比特的含义。M/E='0'表示数据[7:0]比特是一个事件的一部分,M/E='1'表示数据[7:0]比特是一个消息的一部分。
  - 一 显示比特In6[4]根据它是由绑定终接单元、中心局(CO)侧(BTU-C)还是绑定终接单元、远程终端(RT)侧(BTU-R)传送而具有不同的含义:

- BTU-R: In6[4]='1'表示BTU-R聚合层可以运行于常规聚合模式,不采用调制解调器速率匹配机制。
- BTU-C: In6[4]= '1' 命令BTU-R运行于不采用调制解调器速率匹配的常规模式。
- 一 显示比特In6[3]根据它是由BTU-C还是BTU-R发送而具有不同的含义:
  - BTU-R: In6[3]= '1' 表示BTU-R聚合层能够采用调制解调器速率匹配机制运行。
  - BTU-C: In6[3]= '1' 命令BTU-R采用调制解调器速率匹配机制。
- 一 显示比特In6[2:0]为将来应用而保留,当前被设置为'1'。
- 数据[7:0] 根据M/E比特,构成事件或信息一部分的数据字节(见第12.3节)。
- CRC[3:0](循环冗余校验码)— 指定给CRC码的4比特。应为每个帧头(不包括CRC-4字段)生成一个CRC-4(见第2.3.3.5节/G.704),并在CRC字段上传送。4比特的编码由生成多项式 $G(x) = x^4 + x + 1$ 确定。在数学上,对应于一个给定帧头的CRC-4值由以下规程确定:
  - 一 求帧头前4比特的补码。
  - 一 然后将帧头的12比特视为一个11阶多项式M(x)的系数。帧头第一比特对应于 $x^{11}$ 项,帧头的最后一比特对应于 $x^{0}$ 项。
  - M(x) 乘以 $x^4$ ,然后除以G(x),得到一个3阶的余数R(x)。
  - 一 R(x)的系数被视为一个4比特的序列。
  - 一 对该比特序列求补码,结果就是CRC字段。
  - 一 CRC的4比特值放在该帧头的CRC字段中,以便于 $x^3$ 项位于CRC字段的最左比特, $x^0$ 项位于CRC字段的最右比特。这样,CRC比特按 $x^3$ 、 $x^2$ 、 $x^1$ 、 $x^0$ 的顺序发送。

#### 6.2.3 超帧 (SF)

一个超帧由6个帧构成,周期为12 ms。

超帧用来同步所有绑定线对,并且对绑定通信信道(BCC)事件和信息进行成帧。

超帧有一个CRC-6字段,它是由作为每个帧一部分的6个C6比特构成。CRC-6字段对所有在前一个超帧期间发送的多线对数据进行计算,并被用来监测在一个特定超帧数据中的差错。该信息被用于绑定线对性能的监视。

#### 6.3 多线对同步状态机

图4描述了多线对的同步状态机,包括状态和状态间的转换。下面定义了状态和状态转换条件。

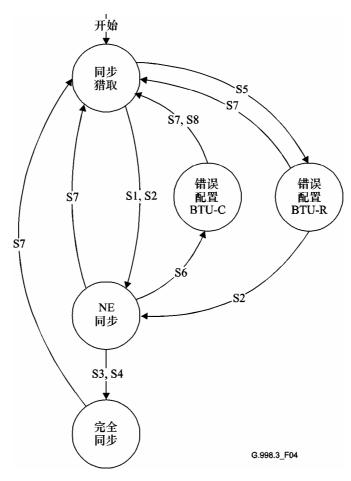


图4/G.998.3-多线对同步状态机

# 6.3.1 状态

表1/G.998.3-多线对同步状态机状态定义

状 态	定义	接收机动作	发射机动作	转 换
同步猎取	通过搜寻聚合组 帧,对 evSync事 件解码,并补偿 对聚合组中其 他线对的时延 差来实现线对 同步	搜寻帧头,解码 evSync事件	发送 evSync 事件,带有:  • 数值[0] 一表示无同步(0x00)  • 数值[1] 一在 BTU-C 中为线对编号,在 BTU-R 中为 0xFF  • 数值[2] 一在 BTU-C 中为聚合组编号,在 BTU-R 中为 0xFF	<ul><li>[S1]、[S2]到"NE 同步"状态</li><li>[S5]到"错误配置 BTU-R" 状态</li></ul>

# 表1/G.998.3-多线对同步状态机状态定义

状 态	定 义	接收机动作	发射机动作	转 换
NE 同步	近端同步于聚合组	BTU-C等待 BTU-R达到"NE 同步"状态(由接收到的 evSync事件中的数值[0]=0x01表示)。 BTU-R等待 BTU-C达到"完全同步"状态(由接收事件,而不是 evSync事件表示)	发送 evSync 事件,带有:     数值[0] — 表示 NE 同步 (0x01)     数值[1] — 线对编号     数值[2] — 聚合组编号 BTU-R 从接收到的来自 BTU-C的事件中获得线对编号和聚合组编号	• [S3]、[S4]到"完全同步" 状态 • [S6]到"错误配置BTU-C" 状态 • [S7]到"同步猎取"状态
错误配置 BTU-C	此状态仅用于 BTU-C。 BTU-R 不能获得 聚合组号和线对 编号	无	发送 evSync 事件,带有:  • 数值[0] — NE 同步(0x01)  • 数值[1] — 线对编号  • 数值[2] — 聚合组编号	• [S7]、[S8]到"同步猎取" 状态
错 误配置 BTU-R	此状态仅用于BTU-R。 错误配置为: BTU-R已经连接到另一个聚合组或指定给这个线对的线对号已经由BTU-R使用	等待带有不同聚合组 号和线对编号的 evSync事件	发送 evSync 事件,带有:  • 数值[0] — 错误配置 (0x80 或 0x81)  • 数值[1] — 线对编号  • 数值[2] — 聚合组编号  BTU-R 正在发送它自己的线对编号和聚合组编号	• [S2]到"NE 同步"状态 • [S7]到"同步猎取"状态
完全同步	线对在两端都同步于聚合组。可以通过采用"同步变更"规程添加到聚合组	接收与聚合组中其他 线对相同的信息和事件	发送与聚合组中其他线对相同的 信息和事件	• [S7]到"同步猎取"状态

#### 6.3.2 转换条件

- [S1] 在BTU-C中:解出的连续3个无差错超帧具有相同的evSync事件。
- [S2] 在BTU-R中:解出的连续3个无差错超帧带有相同的evSync事件、合法的聚合组编号(如果存在其他线对,等于其他同步线对接收到的聚合组编号)和合法线对编号(未被其他同步线对使用)。
- [S3] 在BTU-C中:接收来自BTU-R的带有"NE同步"显示(数值[0]=0x01)的evSync事件。
- [S4] 在BTU-R中:接收不是evSync事件的有效超帧。
- [S5] 在BTU-R中:解出连续3个无差错的带相同evSync事件的超帧,但有一个非法聚合组编号(不同于BTU-R已经从以前同步线对中解出的聚合组编号)或一个非法线对编号(即已经被以前的同步线对使用)。
- [S6] 在BTU-C中:接收带有来自BTU-R的"错误配置"(数值[0]= 0x80和0x81)显示的evSync事件。
- [S7] 10个连续有差错的帧(错误CRC-4或错误SF比特)。
- [S8] 在BTU-C中:一个用不同聚合组编号和/或一个不同的线对编号重新同步该线对的管理决定。

# 7 分发

#### 7.1 原理

分发器将来自封装层(或来自前向纠错(FEC)/交织器)并被虚拟分为"绑定子块"(见图2)的数据流比特映射到聚合组中的每条线对。

# 7.2 算法

对每个绑定子块重复分发算法(125  $\mu$ s)。按照从第一到最后的顺序,分发算法处理所有包含在一个绑定子块中的比特。分发算法按照聚合组中的逻辑号处理所有线对,并将来自绑定子块的比特指定给线对。每条线对指定 $n_i$  ( $n_i$ =速率 $_i$ /8 kbit/s)比特,其中每个微型帧的第一比特用做帧头比特,不用于数据比特。

注 一对于实现附件A的绑定系统,在每个微型帧的第8个绑定子块中可能会发生一个对 $n_i$ 的轻微偏差。详细描述见附件A和下面的分发伪码。

#### 7.3 伪码

以下伪码定义了分发算法:

子块计数器=1

每125 μs重复 {

绑定子块比特=1

对于线对编号=1:线对数量{

如果 (绑定子块比特==8且速率匹配标记==2) {

```
否则{
         \Delta_{\text{4dd}} = 0;
         比特计数器=1
         对于比特计数器 = 1: n_{\text{线对编号}} + 8* \Delta_{\text{线对编号}}) {
         如果子块计数器==1且比特计数器<=8*速率匹配标记) {
           发送帧头(比特计数器,线对编号)
         }
         否则{
           发送数据 (绑定子块比特,线对编号)
           绑定子块比特++
         }
         }
       子块计数器++
       如果 (子块计数器>8) {
          子块计数器=1
       }
其中:
子块计数器 该子块在微型帧中的位置。
          来自应被发送的绑定子块下一比特的指数。
绑定子块比特
            当前线对的指数(其在聚合组中的逻辑号)。
线对编号
线对数
            在该聚合组中当前提供数据的线对数量。
比特计数器
            对已在当前线对上发送比特的计数器。
            指定给线对i的比特数(基数)。
            对n_i的偏差(以字节为单位)(仅对附件A的实施不为0)。
速率匹配标记
            不使用速率匹配时为1,使用速率匹配时为2。
```

将微型帧头的k比特发送到线对j的功能。

发送数据(k,j) 将绑定子块的k比特发送到线对j的功能。

读 Δ线对编号

 $n_i$ 

 $\Delta_i$ 

发送帧头(k, j)

#### 8 差分时延

聚合层的成帧结构能够容忍最快线对和最慢线对之间6 ms的差分时延;但是,一个TDIM绑定系统要求容忍仅2 ms的差分时延。

#### 9 时钟同步

## 9.1 范围

本节规定了在相关层面和时域中BTU-C和BTU-R间的时钟要求:业务(TDM)、聚合和调制解调器。图5示出在绑定系统中的时域和同步时域的时钟。

从BTU-C到BTU-R和从BTU-R到BTU-C的方向是不相关的,因此有4个独立时钟:

- 每个时分复用(TDM)业务时钟采用填充通过聚合时域时钟从BTU-C发送到BTU-R(1)。在BTU-R,通过去除填充,从聚合时域时钟再生出TDM业务时钟。
- BTU-C聚合时域时钟(2)以准同步方式通过调制解调器传送。从调制解调器再生出BTU-R聚合时域时钟。
- BTU-R聚合时域时钟(3)以准同步方式通过调制解调器传送。从调制解调器再生出BTU-C聚合时域时钟。
- 每个TDM业务时钟采用填充方式通过聚合时域时钟从BTU-R传送到BTU-C(4)。在BTU-C,通过去除填充,从聚合时域时钟再生出TDM业务时钟。

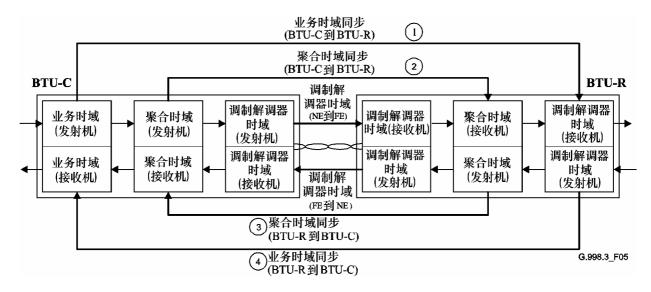


图5/G.998.3一对等时域及时钟同步

图6示出一个时钟同步的参考模型。可以看到,聚合层和调制解调器之间的数据/时钟同步于聚合时域。但是,每个调制解调器可以采用一个不同的线路时钟(即调制解调器时域)并可通过填充携带来自聚合层的数据和时钟(如同ITU-T G.991.2建议书和非对称数字用户线(ADSL)中那样)。

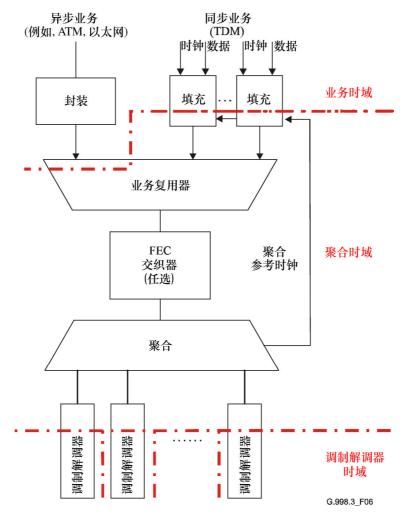


图6/G.998.3一时钟同步参考模型

附件A中描述了采用调制解调器速率匹配机制情况下的时钟同步。

# 9.2 TDM业务同步和时钟传送

每个TDM业务(例如数字信号1,(1.544 Mbit/s)(DS1),电接口信号,级别1,(2.048 Mbit/s)(E1))数据和时钟从近端(NE)传送到远端(FE)。通过在NE中添加填充和从FE中去除填充将准同步业务从NE传送到FE。填充的完成是相对于同步BTU-C和BTU-R聚合层的聚合参考时钟来进行的。详细信息见第10.4节。

# 9.3 聚合层同步

在BTU-R接收机中的聚合层被锁定并同步于BTU-C发射机中的聚合层。BTU-C接收机中的聚合层被锁定,并同步于BTU-R发射机中的聚合层。

聚合层发布作为聚合时域参考时钟的聚合参考时钟。

要求:

- 只要至少有一条线对保留在聚合组中,聚合层应同步于FE。
- 一旦同步或时钟丢失,应进行恢复,恢复方式不得使业务中断超过50 ms。
  - 一个目标为:
- · 即使线对失效,只要至少还有一条线对保留在聚合组中,聚合层也不应失去与FE的同步。

#### 9.4 线对同步

加入一个聚合组的所有线对应具有来自聚合层的相同的数据时钟。

附件A描述了调制解调器速率匹配条件下的线对定时。

本建议书不规定线对如何达到同步。

要求:

• 在一条线对丢失同步的情况下,聚合组中的其他线对不得丢失同步。

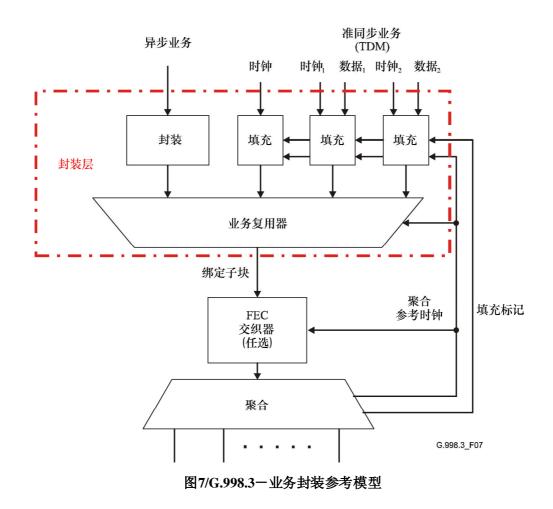
## 10 业务封装

# 10.1 参考模型

封装层完成以下功能:

- 为了能为每个TDM业务传送准确的时钟,将填充信息添加到每个TDM业务上。
- 对基于帧的业务(例如在以太网业务情况下为以太网帧)有效载荷进行封装,这样使接收机能够确定有效载荷的开始和结束(仅对可应用业务,例如以太网)。
- 将业务数据流放入125 μs绑定子块的N个比特中(见第6.2.1节)。

图7演示了从封装层到聚合层的各种业务流(以太网、ATM、TDM和通用成帧规程(GFP))。



#### 10.2 业务复用器

业务数据流被放入125 μs绑定子块的N个比特中(见第6.2.1节)。

在每个绑定子块中比特的位置不同,因为每8个绑定子块中有一个包含一个微型帧头,而且因为一个 TDM业务可能在1 ms内需要一些字节,而它们不能被8整除,导致在绑定子块中比特分布不均衡。在绑定子块中比特的位置每隔1 ms(每8个绑定子块)自身重复。在下面的文字中,j指1 ms微型帧周期内绑定子块的指数,j=1:8。

因为TDM业务需要一个恒定的带宽(BW),它们在微型帧中被放入固定数量的比特中。TDM<sub>i</sub>业务放置在绑定子块j的 $N_{i,j}$ 个字节里。在每个绑定子块j中,异步业务放置在剩余的 $N_{async,j}$ 个比特中。j=1时,它是包含微型帧头的绑定子块, $N_{async,l}=N-\sum N_{i,l}-8\times l\times M$ ,其中M是聚合组中的线对数。

如果采用调制解调器速率匹配, 1=2, 其他情况I=1。

对于
$$j=2$$
到8,  $N_{async,j}=N-\sum_{i}N_{i,j}$ 。

表2对各种TDM业务类型规定了 $N_{i,j}$ 值,包括填充信息(见第10.4.2节)。 $N_{i,j}$ 是一个微型帧第j个绑定子块中的业务数据字节数量(以及相关填充)。

注意,分档数字信号3(44.736 Mbit/s)(DS3)和分档电接口信号3(34.368 Mbit/s)(E3)是分别作为多个DS1或E1透明信道来携带的。

在"业务映射"和"业务配置"信息中采用业务类型标记来指定每个业务i的Nii位置。

业务类 型标记	业务类型	N <sub>i</sub> , 1/8 [ 字节]	N <sub>i</sub> , 2/ <b>8</b> [ 字节]	N <sub>i</sub> , 3/8 [ 字节]	N <sub>i</sub> , 4/8 [ 字节]	N <sub>i</sub> , 5/ <b>8</b> [ 字节]	N <sub>i</sub> , <sub>6</sub> /8 [ 字节]	N <sub>i</sub> , <sub>7</sub> /8 [ 字节]	N <sub>i</sub> , <sub>8</sub> /8 [ 字节]
1	DS1 透明信道	24	24	24	24	24	24	25	25
2	E1 透明信道	32	32	32	32	32	32	32	33
3	分档 DS1(包括 P x DS0 通道)	Р	P	P	P	P	P	P	P+1
4	分档 E1(包括 P 通道)	P	P	P	P	P	P	P	P+1
5	DS3	699	699	699	699	699	699	699	700
6	E3	537	537	537	537	537	537	537	538
7	时钟传送	1	1	1	1	1	1	1	1

表2/G.998.3一业务映射常数

# 10.2.1 业务映射

图8描述了时间和线对空间内的业务映射,包括每1 ms重复一次的微型帧。可以看到,每1 ms中,j=1 处, $N_{async}$ 减少 $8 \times l \times M$ 比特,其中M是聚合组里线对的数量,且如果采用调制解调器速率匹配,l=2,其他情况下l=1。注意,这里显示对线对的分发只是为了清晰,应该按照第7节(分发)来进行。

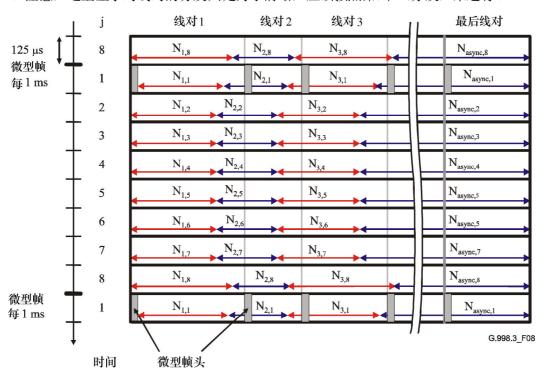


图8/G.998.3一在时间(和线对)空间中的业务映射

#### 10.2.2 时钟传输

时钟(不带数据)可以从NE传输到FE。

这可以通过在每个绑定子块中为每个被传送的时钟放入一个字节来实现。每个这样字节的第一比特 (MSB)被用来构成每个微型帧一个的填充比特(见图12)。

填充机制的功能在第10.4.2节中描述,但以下接收机的功能例外:

- 如果SC[5:0]的和等于0或1,则增加2个时钟间隔。
- 如果SC[5:0]的和等于5或6,则减去2个时钟间隔。
- 如果SC[5:0]的和等于2或3或4,则不做任何改动。

#### 10.2.3 业务优先级化

TDM业务比异步业务具有更高的优先级。从高到低优先级的顺序是 $TDM_1$ 、 $TDM_2$ 、...、 $TDM_{\text{Hall}}$ 、异步业务分配<sub>1</sub>、异步业务分配<sub>2</sub>、异步业务分配<sub>4</sub>。

注意,对异步业务可能有不止一个BW分配。在这种情况下,第10.2节中的描述应做相应修改。

当聚合组的BW减少时(例如,由于一条线对故障),N相应地减少。结果导致 $N_{async}$ 也减少。根据BW的减少量,可能会开始发生丢弃TDM业务。

图9在标记为1-3的时间内演示了BW改变时的这一特性:

- 1) BW减少。作为结果,分配给异步业务的BW也减少,而分配给TDM业务的BW保持不变。
- 2) BW减少到没有足够BW给TDM3的时候,TDM3被丢弃。TDM1和TDM5以外的BW分配给异步业务。
- 3) BW增加。作为结果,TDM3恢复且剩余BW分配给异步业务。

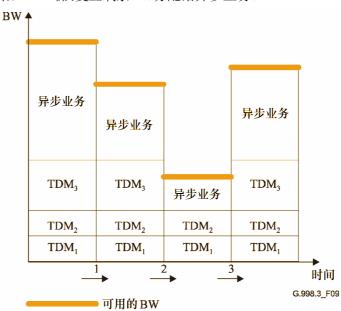


图9/G.998.3一在可用BW内给业务优先级

# 10.3 异步业务

异步业务需要按照一种可以让接收机确定业务有效载荷的开始和结束的方法来封装(例如,对以太网业务采用以太网帧)。

当一些(多于一个)异步业务在相同的绑定系统中传送时,每个异步业务应该分配一个不同的 $N_{async\_i}$ 比特,并且分别封装。

GFP协议对接收到的业务添加一个帧头信息,以区分封装业务的类型、一个数据单元的开始(和结束)以及选择性地添加一些保护。

# 10.3.1 GFP格式

标准GFP对每个数据包添加一个4字节的核心帧头。该帧头由2字节长的分组长度标识(PLI)和2字节的帧头差错校验(HEC)。封装帧作为一个连续的字节流一个接一个地发送。FE接收机对帧头锁定,利用HEC确定轮廓。除了核心帧头之外,在包含有效载荷类型和HEC原始有效载荷上预加一个4字节的有效载荷帧头。为了有益于应用,也可以添加附加扩展帧头(最多到60字节)。GFP还规定了一个任选CRC-32有效载荷帧校验序列(FCS)。

图10示出GFP帧格式:

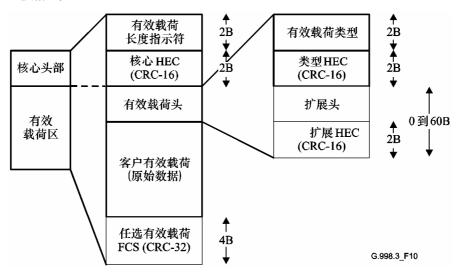


图10/G.998.3 - GFP帧格式

对有效载荷区进行扰码以改善GFP帧轮廓识别过程的稳健性,以及在空闲传输周期内提供足够数量的 0-1和1-0转换。

为了补偿BW差和即使当业务BW减少也能达到一个恒定速率的连续字节流,当没有可用业务数据时,要在字节流里插入空闲帧。GFP空闲帧为4字节长,PLI=0。

#### 10.3.2 以太网

#### 10.3.2.1 删除和恢复帧内间隙及预置部分

在以太网传输中,要在封装前丢弃帧内间隙和预置部分,并在接收机端去封装后重新生成。

#### 10.3.2.2 以太网MAC帧封装

每个以太网帧被封装成一个单独的GFP帧。以太网MAC帧(从目的地地址到帧校验序列都包括在内的8比特组)被放置在GFP客户有效载荷字段。保持8字节组对齐,并保持8字节组中的比特识别。

当以太网是设定的惟一异步业务时("仅有以太网"),应使用一个简化的GFP版本来减少开销,每个帧只有一个非常少的4字节固定开销。此时对原始GFP进行以下修改:

- 去除有效载荷帧头。
- 如果不使用封装层和聚合层之间的FEC,应用CRC-16(CRC-16定义为G(x)=  $x^{16}$  +  $x^{12}$  +  $x^{5}$  + 1,见 第6.1.1.2.1节/G.7041/Y.1303)替换任选的CRC-32有效载荷FCS。如果采用封装层和聚合层之间的 FEC,可以忽略任选CRC-32有效载荷FCS,以减少开销。

当以太网是设定的惟一异步业务时,应用以下封装帧格式来封装以太网帧:

- 帧头(4字节)用于帧界定,包括:
  - 一 有效载荷长度指示符(PLI:16比特) 0-65535, 指示不带帧头的封装帧的长度, 即有效载荷长度+任选2字节帧校验序列(如果采用)
  - 帧头CRC(HEC:16比特)— ITU CRC-16(见第6.1.1.2.1节/G.7041/Y.1303)
- 有效载荷 以太网帧 = 64 1552字节
- 未采用FEC时,任选帧校验序列(FCS:16比特)—ITU CRC-16(见第6.1.1.2.1节/G.7041/Y.1303)
   图11示出简化的GFP帧格式:

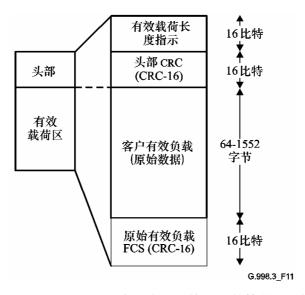


图11/G.998.3一用于"仅有以太网"情况下的简化GFP帧格式

# 10.3.2.3 流控制

在BTU-C/R的以太网层和封装层之间应实施一个流控制,当进入的帧/字节速率超过聚合链路上可用于以太网业务的带宽时,可以防止帧溢出。

#### 10.3.2.4 数据速率去耦合

如ITU-T G.7041/Y.1303建议书中所规定的,应通过同样在BTU-C和BTU-R的发送方向(下行)插入空闲GFP帧,在接收方向(上行)删除空闲GFP帧,来实施对数据速率去耦合。

注 — GFP空闲帧是一个特殊的4个8比特组的GFP控制帧,仅包括一个PLI和核心HEC字段设为0的GFP核心帧 头,没有有效载荷字段。

#### 10.3.2.5 核心帧头扰码

按照ITU-T G.7041/Y.1303建议书中的规定,采用16进制数字B6AB31E0,通过一个排他OR操作(模2加)对核心帧头进行扰码。核心帧头扰码改善了GFP帧界定过程中的稳健性能力,并且在空闲传输周期内提供足够数量的0-1和1-0转换。

#### 10.3.2.6 帧界定

GFP界定功能允许对有效载荷中帧边界的确定。它基于利用GFP帧头中帧头差错控制(HEC)字段的编码规律。

GFP 界定算法在ITU-T G.7041/Y.1303 建议书中描述。

#### 10.3.2.7 GFP封装帧到绑定子块的映射

以太网业务j的GFP封装帧以逐个字节的形式映射到绑定子块的 $N_{async,j}$ 个比特中。不需要对绑定子块的任何对齐。来自GFP数据流的每个字节从MSB开始映射到下一个来自 $N_{async,j}$ 的可用8比特中,并且有可能在两个绑定子块之间被拆分。

## 10.3.2.8 封装方法规范

以太网业务类型标记为8。在"业务映射"和"业务配置"信息中,它被用来规定每个异步业务的封装方法。

#### 10.3.3 ATM

#### 10.3.3.1 ATM封装功能

用于绑定系统的ATM TC层符合ITU-T I.432.1建议书。如ITU-T I.432.1建议书中的定义,它提供以下功能:

- 在ATM层和同步(或准同步)封装层之间进行速率去耦合。
- 插入/取出空闲信元(在远端必须取出在发送侧插入的空闲信元)。
- 插入/取出ATM信头差错校验(HEC)字节(在远端必须取出在发送侧插入的HEC字节)。
- 对基于SDH的系统进行信元有效载荷扰码/解扰码。
- 在接收通道进行信元界定。
- 比特定时和排序(在比特定时同步于BTU-C的下行定时基准的情况下,首先发送MSB)。

#### 10.3.3.2 ATM信元封装

当ATM是设定的惟一异步业务时("仅有ATM"),它按原样不带任何封装地映射到绑定子块中,因为ATM信元包括了所有信元界定所需的信息。

# 10.3.3.3 流控制

在BTU-C/R的ATM层和封装层之间应实施一个流控制,在进入的信元/字节速率超过聚合链路中可用于ATM的带宽时,可用于防止信元溢出。

#### 10.3.3.4 OAM

运行、管理和维护(OAM)流经过γ接口在OAM实体与其ATM封装管理功能之间交换OAM信息。 OAM流为双向。

OAM流的原语留待进一步研究。

#### 10.3.3.5 信元速率去耦合

如ITU-T I.432.1建议书中所规定,信元速率去耦合应通过在发送方向插入空闲信元和在接收方向删除空闲信元来实现。同样如ITU-T I.432.1建议书中所规定,一个标准的信元头可识别空闲信元。

#### 10.3.3.6 HEC的生成/验证

HEC字节应按照ITU-T I.432.x系列建议书中所描述的那样生成,包括建议的模板01010101<sub>2</sub>到HEC比特的模2加(XOR)。采用的生成多项式系数组和HEC序列产生规程应符合ITU-T的I.432.x系列建议书。

如ITU-T I.432.x系列建议书所规定,HEC序列应能进行多比特差错检测。不得对信元头单比特差错进行纠正。

# 10.3.3.7 信元有效载荷随机化和去随机化

不得实施ATM信元有效载荷的随机化。

注一发送ATM信元有效载荷的随机化避免了ATM信元流中连续的不可用比特模块,并因此改善了信元界定计算的效率。针对基于STM的传输,ITU-T I.432.x系列建议书中规定了ATM信元的随机化。

# 10.3.3.8 信元界定

信元界定功能允许对有效载荷中信元边界的确定。它基于一个利用信元头中信元头差错控制(HEC)字段的编码规律。

信元界定算法在ITU-T I.432.x系列建议书中描述。

#### 10.3.3.9 ATM信元到绑定子块的映射

用于业务j的ATM信元以逐个字节的形式映射到绑定子块的 $N_{async,j}$ 个比特中。不需要对绑定子块的任何对齐。来自ATM数据流的每个字节从MAS开始映射到下一个来自 $N_{async,j}$ 的可用8比特中,并有可能在两个绑定子块之间被拆分。

#### 10.3.3.10 封装方法规范

ATM业务类型标记为9。在"业务映射"和"业务配置"信息中,它被用来规定每个异步业务的封装方法。

### 10.3.4 GFP

当GFP帧是惟一传送的异步业务有效载荷时(不考虑封装的是什么数据),它按原样不带附加封装地映射到绑定子块中,因为它们包含了有效载荷界定所需的所有信息,而且还支持填充BW的空闲帧。

GFP业务类型标记为10。在"业务映射"和"业务配置"信息中,它被用来规定每个异步业务的封装方法。

# 10.4 TDM业务填充

每个TDM业务(例如DS1、E1)数据和时钟从NE传送到FE。通过在NE添加填充和在FE去除填充,准同步业务被传送到FE。填充是相对于聚合参考时钟来完成的,该时钟使BTU-C和BTU-R的聚合层同步。

# 10.4.1 填充数量

下面描述的填充机制适合于TDM业务,例如DS1、E1、分档DS1、分档E1、DS3和E3。

表3给出了各种类型TDM业务所需要的填充量,它们是根据业务速率、其标准时钟精度和一个假设20 ppm的聚合参考时钟本地时钟精度计算出来的。

表3/G.998.3一根据TDM业务类型所需的填充数量

业务类型	标称速率 [kbit/s]	125 μs中的 字节数	标准精度 [ppm]	本地时钟 精度	最大时钟 偏差	1 ms中所需填充字节
透明信道 DS1	1544	24.125	32	20	52	0.08
透明信道 E1	2048	32	50	20	70	0.14
分档DS1(包括NxDS0)	1544	N+1/8	32	20	52	(N+1/8) ×64 K×52 ppm×1 ms
分档 E1(包括 N 信道)	2048	N+1	50	20	70	(N+1) ×64 K×70 ppm×1 ms
DS3	44736	699	20	20	40	1.79
E3	34368	537	20	20	40	1.37

1 ms中2个填充字节足够用于表3中的业务类型。

#### 10.4.2 填充机制

除了数据以外,每个TDM业务每1 ms有一个用于填充机制的附加字节。封装层根据填充标记同步于1 ms 微型帧(见图7)。

这个填充字节的格式为:



图12/G.998.3-填充字节格式

为了实现稳健性(填充机制可抗单比特差错),填充字节是在微型帧内均衡分布的。对于TDM业务  $i: S1 \ge N_{i,1}$ 的第一个比特, $S0 \ge N_{i,2}$ 的第一个比特, $SC5 \ge N_{i,3}$ 的第一个比特, $SC4 \ge N_{i,4}$ 的第一个比特, $SC3 \ge N_{i,5}$ 的第一个比特, $SC2 \ge N_{i,6}$ 的第一个比特, $SC1 \ge N_{i,7}$ 的第一个比特以及 $SC0 \ge N_{i,8}$ 的第一个比特。

发射机按照以下方法设定S[1:0]和SC[5:0]的内容:

- 如果发射机有两个附加数据比特要传送,那么:
  - SC[5:0]= '000000'
  - 一 在下一个微型帧中的S[1:0]应该有两个附加数据比特。
  - 一 下一个微型帧的TDM业务i最后一个字节的最后2个数据比特应是2个数据比特。
- 如果发射机缺少两个要发送的数据比特,那么:
  - SC[5:0]= '111111'
  - 一 下一个微型帧中的S[1:0]应该设为'01'(一个无效值,被接收机忽略)。
  - 一 在下一个微型帧中TDM业务*i*最后一个字节的最后2个数据比特应为'01'(一个无效值,被接收机忽略)。
- 在所有其他情况下:
  - SC[5:0]='101010'
  - 一 下一个微型帧的S[1:0]应该设为'01'(一个无效值,被接收机忽略)。
  - 一 下一个微型帧中TDM业务i最后一个字节的最后2个数据比特应是2个数据比特。

接收机应遵循以下规则:

- 如果SC[5:0]的和等于0或1,则:
  - 一 下一个微型帧的S[1:0]是有效数据比特。
  - 一 下一个微型帧中TDM业务i最后一个字节的最后2个数据比特是有效数据比特。
- 如果SC[5:0]的和等于5或6,则:
  - 一 下一个微型帧的S[1:0]是填充比特,应被丢弃。
  - 一 下一个微型帧中TDM业务i最后一个字节的最后2个数据比特是填充比特,应被丢弃。
- 如果SC[5:0]的和等于2或3或4,则:
  - 一 下一个微型帧的S[1:0]是填充比特,应被丢弃。
  - 一 下一个微型帧中TDM业务i最后一个字节的最后2个数据比特是有效数据比特。

# 11 FEC和交织器

FEC和交织器在绑定系统中为任选项。

#### 11.1 FEC

#### 11.1.1 FEC类型

用于绑定系统的FEC类似于为ADSL和甚高速数字用户线(VDSL)规定的FEC,即它从一个Reed Solomon (RS)码推算出,采用了生成多项式

$$G(D) = \prod_{i=0}^{19} \left( D + \alpha^{i} \right)$$

其中, $\alpha$ 是一个原语元素,它满足Galois字段GF(256)中的原语二进制多项式 $x^8$ 、 $x^4$ 、 $x^3$ 、 $x^2$ 、1。

注意,为了简化对FEC参数的改变,选择G(D)为惟一选定的多项式。

#### 11.1.2 编码

 $R=R_{RS}$ 冗余校验字节 $c_0$ 、 $c_1$ 、…、 $c_{R-2}$ 、 $c_{R-1}$ 应附加到 $K=K_{RS}$ 信息字节 $m_0$ 、 $m_1$ 、…、 $m_{K-2}$ 、 $m_{K-1}$ ,以形成一个大小为 $N_{RS}=K_{RS}$  +  $R_{RS}$ 字节的码字。校验字节用以下等式从信息字节计算出:

$$C(D) = M(D)D^{20}$$
 modulo  $G(D)$ 

其中,消息多项式M(D)定义为:

$$M(D) = m_0 D^{K-1} + m_1 D^{K-2} + \dots + m_{K-2} D + m_{K-1}$$

校验多项式定义为:

$$C(D) = c_0 D^{19} + c_1 D^{18} + \dots + C_{R-2} D^{21-R} + c_{R-1} D^{20-R} + c_R D^{19-R} + \dots + c_{19}$$

注意,只有校验多项式的第一个 $R=R_{RS}$ 系数被用于码字中。解码器将添加剩余的 $20-R_{RS}$ 项系数并采用删除解码。

利用Galois字段元素 $d_7\alpha^7 + d_6\alpha^6 \dots + d_1\alpha + d_0$ 来确定一个数据字节( $d_7$ 、 $d_6$ 、 $\dots$ 、 $d_1$ 、 $d_0$ )。

### 11.1.3 FEC参数

要指定的FEC参数有:

- N<sub>RS</sub> = 码字大小;
- $K_{RS} = \Theta$ 字的信息大小;
- $R_{RS} = N_{RS} K_{RS}$ , 码字的冗余大小;

此外,应采用以下标记:

- M=聚合组中活跃的线对数量;
- 采用调制解调器速率匹配时1=2, 其他情况1=1;
- $B_i = 在一个125 \mu s$ 的绑定子块中线对i 所携带的比特数(线对i的数据速率除以8 K)。

注意,参数S略微不同于用于ADSL的S。这里规定的参数S与ITU-T G.992.x系列建议书中规定的S参数的1/S相关。本建议书中S的定义更适合于高BW系统,因为它自然导致S的整数值。S是一个125  $\mu$ s的绑定子块中码字的数量,而S+1码字超过了一个绑定子块中字节的数量。

应该支持以下数值:

- $N_{RS} = 5 \dots 255$
- $R_{RS} = 2$ , 4, 8, 16, 20

如下面将解释的,绑定系统的信息速率为 $64~K_{RS}S-8\times1\times M$  kbit/s,因此参数S应该从 $K_{RS}$ 值求出,并且所有业务需要的总BW(总BW)将是最小的整数,这样:

64 
$$K_{RS}S - 8 \times 1 \times M \ge$$
总  $BW$ 

其中, 总BW单位为kbit/s。

 $N_{RS}$ 值和S应该满足以下不等式:

$$N_{RS} \times S \le floor\left(\left(\sum_{i=1}^{M} B_i\right)/8\right)$$

此外,为了支持TDM业务,信息的大小将满足不等式(如第10.2节中一样的 $N_{i,j}$ ,j表示绑定子块在一个微型帧中的顺序,见图8和表2):

对于 
$$j=1$$
:  $K_{RS}S-1\times M \leq \sum_{i}N_{i,1}/8$  对于  $j=2...8$ :  $K_{RS}S \leq \max_{j}\sum_{i}N_{i,j}/8$ 

注意,这里采用的 $N_{i,i}$ 与FEC  $N_{RS}$ 无关,而是与第10.2节中的 $N_{i,i}$ 有关。

参数 $N_{RS}$ 和 $R_{RS}$ 由BTU-C在设定线对速率及每个分发表参数变化后进行计算,并通过"FEC能力请求"消息通知BTU-R。

#### 11.1.4 数据流

图13描述了通过FEC的数据流和FEC边界:

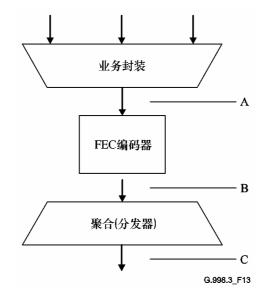


图13/G.998.3 - FEC数据流

封装单元被设定来提供一个( $64 K_{RS}S - 8 \times 1 \times M$ ) kbit/s的输出速率(在参考点A)。

RS编码器将第一个码字编码到一个1 ms的微型帧中,通过将信息大小减少到 $K_{RS}-M$ ,使编码大小减少到 $N_{RS}-M$ ,而同时仍保持 $R_{RS}$ 的冗余大小。这可以直接实现,或通过在前 $K_{RS}-M$ 信息字节前放置M个0字节。这给分发器留下空交织入M个微型帧头字节。

RS编码器将剩下的8 S-1个码字编入一个1 ms微型帧中,码字大小为 $N_{RS}$ ,信息大小为 $K_{RS}$ 。这产生一个 (64  $N_{RS}S$  – 8 × 1 × M) kbit/s的输出速率(在参考点B)。

分发器将  $\sum_{i=1}^{M} B_i$  比特分发给每个125 μs的绑定子块,在参考点C生成一个8 $\sum_{i=1}^{M} B_i$  kbit/s的速率。接收机

应在RS解码之前忽略每个125  $\mu$ s,绑定子块的最后  $\sum_{i=1}^{M} B_i - 8 \times S \times N_{RS}$  比特。

在FEC之后,微型帧头字节被插入聚合层。

# 11.1.5 FEC参数的改变

RS参数的改变应在一个同步改变规程或一个快速改变规程期间进行。

### 11.1.5.1 同步改变规程

同步改变规程是由要改变绑定系统配置(加入聚合组的线对、业务映射、FEC和交织器)的BTU-C以一种受控无损伤方式发起的。作为同步改变规程的一部分,BTU-C应计算新的FEC参数,并将通过一个"FEC能力请求"消息将它们发送到BTU-R。当BTU-C或BTU-R采用evConfigSw事件,以一个同步方式切换到新参数时,FEC参数被改变,同样不会造成差错。

由于FEC码字是和1 ms微型帧对齐,而不是和125  $\mu$ s绑定子块对齐,参数的改变将在一个1 ms微型帧的开始完成,以保证无损伤转换。

#### 11.1.5.2 快速改变规程

快速改变规程由BTU-C发起,以尽快从聚合组中移除失效线对。采用快速改变规程改变聚合组中的线对是很快的(数毫秒),但不保证是无损伤改变。在BTU-C发起一个快速改变规程后,且BTU-C和BTU-R都收到快速改变请求,BTU-C和BTU-R各自改变参数。完成以下改变:

- 1) 对每个故障线对i,参数 $K_{RS}$ 和 $N_{RS}$ 減少 $[B_{E}/8S]$ ,其中,[X]表示不小于X的最小整数。
- 2) 参数M也减少到表示聚合组中剩余线对的数量。
- 3) 每个1 ms微型帧中的第一个码字减少M, 其中M表示聚合组里剩余线对的数量。

- 4) TDM业务的BW对比不等式  $K_{RS}S 1 \times M \le \sum_{i} N_{i,1}/8$  和  $K_{RS}S \le \max_{j} \sum_{i} N_{i,j}/8$  进行校验,并且一旦 BW不足以用于所有业务时,按照预先规定的优先级移除TDM业务。 产生的结果是:
- 封装层的输出速率(在参考点A)和RS编码器的输出速率(在参考点B)分别对应于新参数 $N_{RS}$ 、 $K_{RS}$ 、M而减少。
- 每个S码字末尾被接收机忽略掉的比特数也根据新参数 $N_{RS}$ 、 $K_{RS}$ 、M而改变,并被计算出来作为聚合速率和RS编码器速率之差。

#### 11.2 交织器

一个支持交织器的绑定系统应支持两种交织器类型:一个是块交织器,另一个是卷积交织器。

块交织器引入一个比相同深度卷积交织器大的时延;但是,块交织器能支持采用同步改变规程的无损 伤参数改变。

交织器由2个参数规定:交织器类型(块、卷积)和深度。这些参数由BTU-C计算,并通过一个"FEC能力请求"送到BTU-R。当BTU-C或BTU-R以一个采用evConfigSw事件的同步方式切换到新参数时,交织器参数也被改变,不会造成差错。

交织器的深度应是 $S \times 3^a \times 2^b$ , 其中a = 0、1, b = 0...5。最大交织器深度对应于12 ms。

# 11.2.1 块交织器

在一个块交织器中,码字(逻辑上)按 D个码字分组,并写到一个 $D \times N$ (D为行,N为列)的存储器矩阵中,此处码字i被存储在行i中,N是一个码字中的字节数。然后码字从存储器中读出,并按列发送,即所有D码字的第一字节发送后,接着是所有D个编码单元的第二字节发送,等等。这显示在图14中(对于N=7,D=4):

诗	₹ 						
写	B <sub>1,1</sub>	B <sub>1,2</sub>	B <sub>1,3</sub>	B <sub>1,4</sub>	B <sub>1,5</sub>	B <sub>1,6</sub>	B <sub>1,7</sub>
	$\mathbf{B}_{2,1}$	B <sub>2,2</sub>	B <sub>2,3</sub>	B <sub>2,4</sub>	B <sub>2,5</sub>	${\bf B}_{2,6}$	B <sub>2,7</sub>
	${\bf B}_{3,1}$	B <sub>3,2</sub>	B <sub>3,3</sub>	B <sub>3,4</sub>	B <sub>3,5</sub>	B <sub>3,6</sub>	B <sub>3,7</sub>
	B <sub>4,1</sub>	B <sub>4,2</sub>	B <sub>4,3</sub>	B <sub>4,4</sub>	B <sub>4,5</sub>	B <sub>4,6</sub>	B <sub>4,7</sub>
						G	.998.3_F14

图14/G.998.3-块交织器

发送序列应是: B<sub>1,1</sub>, B<sub>2,1</sub>; B<sub>3,1</sub>; B<sub>4,1</sub>; B<sub>1,2</sub>; B<sub>2,2</sub>; ....B<sub>3,7</sub>; B<sub>4,7</sub>。

在接收机的去交织器,读和写的角色反过来,即接收的字节按列写,然后按行读入FEC RS解码器。

为了将交织器的块和12 ms超帧对齐,对于S=1,深度D应是一个等于96的除数。对于S>1,交织器深度D应是一个等于96乘S的除数。

此外,交织器的块应和12 ms超帧对齐,即一个12 ms超帧的第一码字将是交织器块中的第一个码字。

在每个1 ms微型帧中第一个码字的前M字节,是比该微型帧中其他码字短的码字,应在交织前填入M个填充字节。填充字节应在传送前被移除。

#### 11.2.2 卷积交织器

支持的交织深度与块交织器相同。

卷积交织由以下规则规定:

在一个RS码字中每一个 $N=N_{RS}$ 字节 $B_0$ 、 $B_1$ 、...、 $B_{N-I}$ 延迟一个随字节指数线性变化的量。更精确地说,字节 $B_i$ (指数为i)延迟(D-1)×i字节,其中D是交织器深度。

表4中显示了一个N=5,D=2的例子,其中 $B_i$ 表示第j码字的第i字节。

#### 表4/G.998.3-N=5, D=2的交织器举例

交织器输入	$Bj_0$	$\mathrm{Bj}_1$	$\mathrm{Bj}_2$	$Bj_3$	$\mathrm{Bj}_4$	Bj+1 <sub>0</sub>	Bj+1 <sub>1</sub>	Bj+1 <sub>2</sub>	Bj+1 <sub>3</sub>	Bj+1 <sub>4</sub>
交织器输出	$Bj_0$	Bj-1 <sub>3</sub>	$Bj_1$	Bj-1 <sub>4</sub>	$Bj_2$	Bj+l <sub>0</sub>	Bj <sub>3</sub>	Bj+1 <sub>1</sub>	Bj <sub>4</sub>	Bj+l <sub>2</sub>

按照上面规定的规则和选定的交织深度,当N为奇数且与S互质,来自交织器的输出字节总是占据不同的时隙。

当*N*为偶数或与*S*不互质,需要在交织器输入处的码字开始添加填充字节。填充字节的数量应是满足前面条件的最小值。然后对得出的码字进行卷积交织,填充字节之后应在交织器的输出处被移除。

每个1 ms微型帧的第一个码字长度与其他码字不同,附加填充字节应被添加到该码字的开始,使其长度与其他码字的长度相等。然后对得出的码字进行卷积交织,之后填充字节应在交织器的输出处被移除。

#### 12 操作流程

#### 12.1 线对管理与控制

#### 12.1.1 线对操作

线对操作将根据线对状态机来完成,包括:

- 通过采用G.握手来设定线对参数;
- 线对激活:
- 使线对与一个聚合组同步:
- 对/从一个聚合组添加/移除线对;
- 处理在同步到聚合组、激活或握手过程中的线对失效。

# 12.1.2 线对状态机

图15利用状态和状态间转换描述了线对状态机。状态和状态转换条件在第12.1.3和12.1.4节中定义。

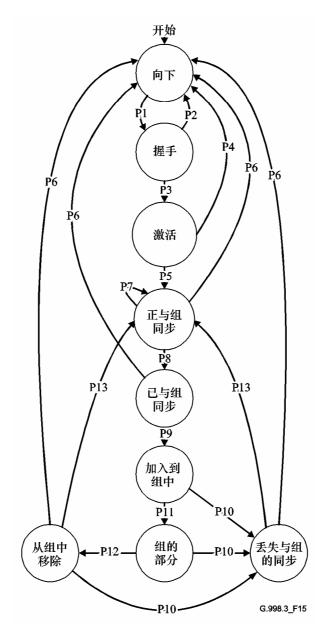


图15/G.998.3一线对状态机

# 12.1.3 状态

# 表5/G.998.3-线对状态机状态定义

状 态	定义	转 换
向下	线对未发送或接收	• 0 到 "握手" 状态
握手	线对采用握手(ITU-T G994.1 建议书)进行恢复并协商和设定其运行参数(例如速率、调制、功率谱密度(PSD)掩模、绑定机制(TDIM、第一英里以太网(EFM)等))	• 0到"向下"状态 • 0到"激活"状态
激活	用运行参数激活线对	•0到"向下"状态 •0到"正与组同步"状态
正与组同步	线对运行,聚合层执行"正与组同步"规程(第12.3.3节)	• 0到"向下"状态 • 0到"正与组同步"状态 • 0到"已与组同步"状态
已与组同步	线对同步于聚合组,等待加入到聚合组的管理决定	• 0到"向下"状态 • 0到"加入到组中"状态
加入到组中	聚合组正试图通过采用"同步改变"规程(第 12.3.2 节)来把该线对加入到聚合组中	•0到"失去与组的同步"状态 •0到"组的部分"状态
组的部分	聚合组按照分发表通过线对提供业务数据	•0到"丢失与组的同步"状态 •0到"从组中移除"状态
丢失与组的同步	聚合层正在执行"快速改变"规程(第 12.3.1 节),在 这之后,该线对从组中移除	• 0 到 "向下"状态 • 0 到 "已与组同步"状态
从组中移除	聚合层正在执行"同步改变"规程(第 12.3.2 节),在 此之后,该线对从聚合组中移除	<ul><li>0到"向下"状态</li><li>0到"丢失与组的同步"状态</li><li>0到"正与组同步"状态</li></ul>

# 12.1.4 转换条件

- [P1] 一个开始握手进程的管理决定;
- [P2] 握手失败,或一个停止握手并返回到"向下"状态的管理决定;
- [P3] 成功完成握手;
- [P4] 线对激活失败;
- [P5] 成功完成激活;
- [P6] 线对失效;
- [P7] 一个使线对同步于聚合组的管理决定;
- [P8] 成功完成对聚合组的同步;
- [P9] 一个将线对添加到聚合组的管理决定;

- [P10] 失去与聚合组的同步。以下情况发生后,一个线对即被视为已经失去对聚合组的同步: (a)10个连续帧头差错(如果CRC-4与帧头内容不匹配和/或未按预期接收到帧头SF显示比特之一,则帧头即为有错误)或(b)在快速改变规程中3个连续错误(见第12.3.1节);
- [P11] 成功完成将线对添加到聚合组中;
- [P12] 一个从聚合组移除线对的管理决定;
- [P13] 一个将线对恢复为聚合组一部分的管理决定。

# 12.2 聚合组管理和控制

# 12.2.1 聚合组操作

聚合组操作是根据聚合组状态机来完成的,包括:

- 将聚合组设置为诊断模式,此时只传送控制数据,而不传送业务数据。
- 通过对聚合组指定线对来对其初始化。
- 向/从聚合组添加/移除线对。
- 处理线对故障。

# 12.2.2 聚合组状态机

图16描述了聚合组状态机、聚合组状态和状态间的转换。在下面的段落中定义了状态和转换。

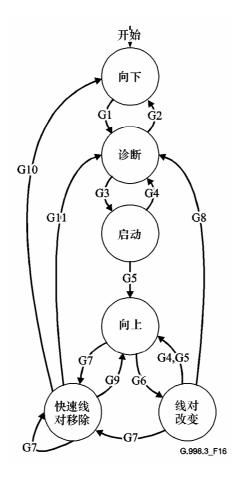


图16/G.998.3-聚合组状态机

# 12.2.3 状态

#### 表6/G.998.3-聚合组状态机定义

状 态	定 义	转 换
向下	没有指定给聚合组的线对,或者虽然指定了线对,但其中没有一个处于"已与组同步"的状态之一(即"已同步到组"、 "添加到组"、"组的部分")	• 0到"诊断"状态
诊断	一条和多条与该聚合组相关的线对处于"已与组同步"状态,	• 0到"向下"状态
	但线对中没有一条处于"组的部分"状态 	• 0 到 "启动"状态
启动	通过对所有聚合组中处于"已与组同步"状态的线对执行"同	• 0到"诊断"状态
	步改变"规程来启动聚合组。	• 0到"向上"状态
向上	聚合组处于稳定工作状态并传送业务数据	• 0到"线对改变"状态
		• 0到"快速线对移除"状态
线对改变	通过采用"同步改变"规程来向/从聚合组进行无损伤线对添加/移除	• 0, 0 到"向上"状态
		• 0到"快速线对移除"状态
		• 0到"诊断"状态
快速线对移除	通过执行"快速改变"规程,在线对丢失对聚合组的同步时快	• 0到"向上"状态
	速移除线对	• 0到"快速线对移除"状态
		• 0到"向下"状态
		• 0到"诊断"状态

#### 12.2.4 转换条件

- [G1] 一条或多条与聚合组相关的线对状态改变为"已与组同步"。
- [G2] 没有一条与聚合组相关的线对处于"已与组同步"的状态之一(即"已与组同步"、"添加到组"、"组的部分")。
- [G3] 激活聚合组的管理决定。
- [G4] "同步改变"规程中的故障。
- [G5] 成功完成"同步改变"规程,且至少有一条线对加入聚合组。
- [G6] 向/从聚合组添加/移除线对的管理决定。
- [G7] 一条或多条线对失去对聚合组的同步。
- [G8] 成功完成"同步改变"规程,且没有线对留在聚合组中。
- [G9] 成功完成"快速改变"规程,且至少有一条线对加入聚合组。
- [G10] "快速改变"规程中故障(在"快速改变"规程中发生3个连续错误,见第12.3.1.1.1节)。
- [G11] 成功完成"快速改变"规程,且没有线对留在聚合组中。

#### 12.3 规程

除了线对同步丢失规程也可以由BTU-R发起外,所有规程都由BTU-C发起。

#### 12.3.1 快速改变

快速改变规程由BTU-C发起,以尽快从聚合组中移除失效线对。采用快速改变来改变聚合组中的线对是很快的(数毫秒),但是不保证无损伤改变。

以下描述了在每一侧的操作,以及在一个"快速改变"规程期间BTU-C和BTU-R之间的事件处理:

- BTU-C在移除故障线对后,向BTU-R发送带有显示加入线对的数值的evFastChange事件。BTU-C在下一个子块的起始根据新加入的线对开始分发业务数据。BTU-C连续发送evFastChange事件,直到它从BTU-R接收到相同的事件(带有相同的线对比特映射值)。一旦线对映射改变,BTU-C能在任何时间开始一个新的快速改变规程。
- 接收到evFastChange事件后,BTU-R从数值字段解出加入的线对,并向BTU-C发送带有显示加入线对的数值的evFastChange事件。BTU-R连续发送evFastChange事件,直到它从BTU-C接收到一个不同的事件(例如evNull)。BTU-R开始根据新加入的线对分发业务数据。接收evFastChange事件和分发表之间切换的间隔不应超过 $T_{for}$ ( $T_{for}$ =1 ms)。
- 从BTU-R收到evFastChange事件后,BTU-C比较加入的线对值,并在有不一致时开始一个新的快速改变过程(见图17)。

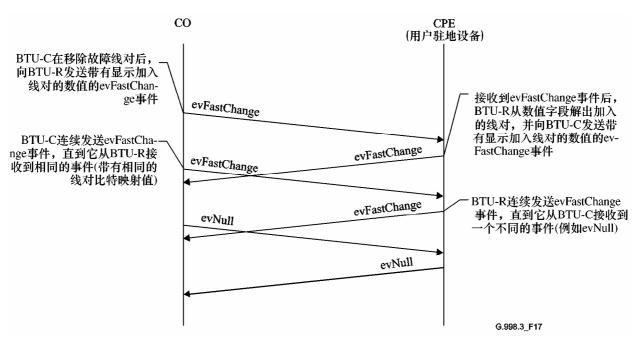


图17/G.998.3-快速改变转换

#### 12.3.1.1 故障处理

#### 12.3.1.1.1 BTU-C

在快速改变规程中可以在BTU-C监测到以下故障:

- 开始发送evFastChange事件后的T<sub>frs</sub>间隔内(T<sub>frs</sub>=50 ms),BTU-C没有从BTU-R收到任何evFastChange事件。
- BTU-C接收到与它所发送的线对比特映射不同的一个线对比特映射。
- BTU-C没有发送任何evFastChange事件,但却收到一个evFastChange事件。

在检测到以上任何一个故障的情况下,BTU-C应发送至少两个evNull事件,通知BTU-R前面的evFastEvent转换完成了,并重新开始一个快速改变规程。在新的快速改变规程中,可对加入的线对表进行更新。

在3个连续故障后,BTU-C应把所有与聚合组相关的线对状态改变为"失去与组的同步"状态(这个行动应在这些线对上发送全'1'),并将聚合组的状态改变为"向下"状态。

#### 12.3.1.1.2 BTU-R

在接收到一个比特映射值中带有不可用线对的evFastChange后,BTU-R应用一个带有空置比特映射的evFastChange事件回答BTU-C(一个不包括任何线对的比特映射)。然后BTU-C应检测接收evFastChange事件中线对比特映射的不一致,并应发起一个新的快速改变规程。

#### 12.3.2 同步改变

同步改变规程由BTU-C发起,以一个受控无损伤的方式来改变加入聚合组的线对。例如,当操作员因为维护需要移除一条线对时,当需要更多线对来增加带宽时,等等。采用同步改变规程来改变加入的线对要比采用快速改变规程慢,但能保证业务事件不受干扰。

以下描述了在每一侧的操作,以及在一个"同步改变"规程期间BTU-C和BTU-R之间的事件处理:

- 改变后,BTU-C向BTU-R发送一个带有显示加入线对的数值的evSyncChange事件。BTU-C连续发送evSyncChange事件,直到它从BTU-R接收到相同的事件(带有相同线对比特映射值)。如果在同步改变规程中有线对失效,BTU-C能在任何时候开始一个新的快速改变规程。
- 接收到evSyncChange事件后,BTU-R从数值字段解出加入的线对,并向BTU-C发送带有显示新的期望加入线对的数值的evSyncChange事件。BTU-R连续发送evSyncChange事件,直到它从BTU-C接收到一个evConfigSw事件。BTU-R从BTU-C接收到evSyncChange事件和BTU-R发送evSyncChange事件之间不得超过*Tscp*(*Tscp* = 18 ms)。
- 从BTU-R接收到evSyncChange事件后,BTU-C比较加入的线对的数值,并开始发送evConfigSw事件。evConfigSw事件中包括的数值应是一个显示剩余超帧数量的BTUC\_发射机\_计数器(从一个至少为0x03的值开始,并在每个超帧计一次数),直到BTU-C发射机切换到包括分发表的新配置、业务配置和FEC-交织器(IL)配置)。

- 当接收到第一个evConfigSw事件时,BTU-R应:
  - 一 开始向BTU-C发回evConfigSw事件。事件中的数值应是一个显示剩余超帧数量的BTUR\_发射机 \_ 计数器(从一个至少为0x03的值开始,并在每一个超帧计一次数),直到BTU-R发射机切换 到新的配置。
  - 一 开始用BTUR接收机(rx)计数器从接收到的evConfigSw事件中得到的BTUC\_发射机\_计数器初始值连续数下去。
- BTU-C发射机和BTU-R接收机同步改变:
  - BTU-C发射机应按照跟随在BTUC\_发射机\_计数器=0x01的超帧之后发送的超帧起始处的新分发表开始工作。
  - BTU-R接收机应按照在接收到的BTUR\_接收机\_计数器=0的超帧起始处的新分发表开始工作。
- 当接收到第一个evConfigSw事件时,BTU-C应采用BTUC\_接收机\_计数器从接收的evConfigSw事件中得到的BTUR\_发射机\_计数器初始值开始计数。
- BTU-R发射机和BTU-C接收机同步改变:
  - BTU-R发射机应按照跟随在BTUR\_发射机\_计数器=0x01的超帧之后发送的超帧起始处的新分发表开始工作。
  - BTU-C接收机应按照在接收到的BTUC\_接收机\_计数器=0的超级帧起始处的新分发表开始工作。

"同步改变"规程在BTU-C发射机和BTU-R接收机处实现一个对新配置的同步改变。在同一侧(BTU-C或BTU-R)接收机和发射机配置的改变之间不存在耦合;因此,可能会有某个时间接收机和发射机按照不同的配置进行工作(见图18)。

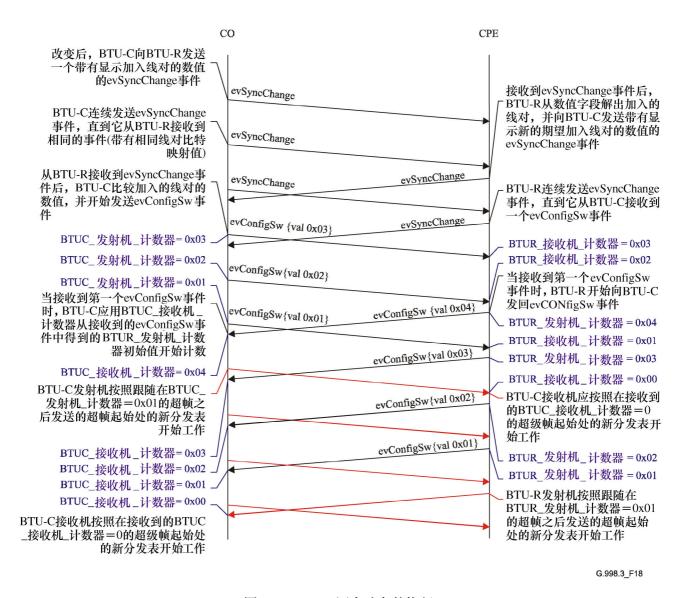


图18/G.998.3-同步改变的执行

# 12.3.2.1 故障处理

#### 12.3.2.1.1 BTU-C

- 1) 在一个同步改变规程初始化期间在BTU-C处可以检测到以下故障:
- 在开始发送evSyncChange事件后的*T<sub>srs</sub>*(*T<sub>srs</sub>*=50 ms )期间,BTU-C未从BTU-R接收到任何evSyncChange事件。
- BTU-C接收到一个与它发送的线对比特映射不同的线对比特映射。
- BTU-C在没有发送任何evSyncChange事件的情况下接收到一个evSyncChange事件。

这些故障可能发生在同步改变规程的初始阶段,对分发表产生任何改变之前。一旦检测到任何以上故障,BTU-C应发送至少2个evNull事件,来通知BTU-R前一个evSyncEvent事务处理完成,并将聚合组的状态机改变回"向上"状态。重新进行同步改变规程还是采取其他行动取决于实施,不在本建议书中规定。

2) 在向BTU-R发送第一个evConfigSw事件后在BTU-C处可以检测到以下故障:

- 在开始发送evSyncChange 事件后的 $T_{srs}$ ( $T_{srs} = 50$  ms)期间,BTU-C未从BTU-R接收到任何 evSyncChange事件。
- BTU-C从BTU-R接收到一个不是作为对BTU-C发起的同一个事件响应的evSyncChange事件或evConfigSw事件。

在这些故障中,可能会检测到BTU-R已经开始改变其分发表。因此,一旦检测到以上任何故障时,BTU-C应发送至少2个evNull事件,来通知BTU-R前一个evSyncEvent事务处理完成,并开始执行一个快速改变规程。在新的快速改变规程中,可以更新加入线对表。

3) 一旦接收到一个带有与其内部BTUC\_接收机\_计数器不相关的BTUR\_发射机\_计数器值,BTU-C应根据接收到的BTUR 发射机 计数器值设置自己的BTUC 接收机 计数器数值。

#### 12.3.2.1.2 BTU-R

- 1) 一旦接收到的evSyncChange 比特映射值中带有未知/停用的线对,BTU-R应用一个带有空线对比特映射(一个不包括任何线对的比特映射)evSyncChange事件来回应BTU-C。然后,BTU-C应检测到接收到的evSyncChange事件中线对比特映射有不一致,并应发起一个新的同步改变规程。
- 2) 一旦接收到一个带有与其内部BTUR\_接收机\_计数器不相关的BTUC\_发射机\_计数器值的evConfigSw事件,BTU-R应根据接收到的BTUC\_发射机\_计数器值设置自己的BTUR\_接收机\_计数器数值。
- 3) 如果一个同步改变规程已经开始(即BTU-R接收到至少一个evSyncChange事件),BTU-R应在接收到任何不是evSyncChange和evConfigSw的事件时,停止任何同步改变行动。BTU-R通常会对这样一个事件做出响应。

#### 12.3.3 与组同步

向组同步规程由BTU-C发起,以使线对与聚合组同步。当线对已经由管理层从逻辑上指定给一个组时,就可以开始这个规程。

以下描述了每一侧的操作,以及在"与组同步"规程期间BTU-C和BTU-R之间的事件处理:

#### 12.3.3.1 在发射机一侧

- 所有处于"与组同步"状态的线对应发送一个evSync事件,带有一个遵照第13.2.3节的数值和一个数值固定为000000b的CRC-6。
- 当从带有显示NE同步的数值[0]的BTU-R接收到一个evSync事件后,在BTU-C中的线对应停止发送evSync事件。
- 当从BTU-C接收到一个带有不同于evSync事件的事件或消息后,应停止发送evSync事件。

#### 12.3.3.2 在接收机一侧

• 通过找到帧头字节应检测到超帧头。超帧头的第一个字节应等于10011111b,下一个字节应是01111011b。这两个字节之间的距离应等于 $8 \times n_i$ 比特( $n_i$ 与线对速率有关:  $n_i$ =速率/8 kbit/s)。后随的超帧头字节应距离同样的 $8 \times n_i$ 比特,并且如第6.2节中所规定的那样完成所有超帧头。

- 接收机期望接收带有一个显示线对在聚合组中位置、线对编号和同步状态的数值(见第13.2.3节)的evSync事件。同步状态显示表明了是本地同步还是完全同步。
- 如果有错误值,规程应停止(即MSB在数值[0]设置为'1'),显示线对同步中的问题,并等待一个管理决定。

#### 12.3.3.3 故障处理

在帧头(CRC-4)或evSync事件(CRC-8)中,任何与组同步规程期间的CRC差错应重新启动与组同步规程,并将同步状态显示值(数值[0])设置为"无同步"。

# 12.3.4 向聚合组指定线对

线对指定到聚合组的规程由管理层发起,以将一个线对指定给一个聚合组。

为了开始将一个线对指定给一个聚合组的规程,该线对应处于"激活"状态。

向聚合组指定线对规程包括设置聚合组编号和逻辑线对编号,与组同步规程用它来使该线对与该聚合组同步。完成与组同步规程后,该线对处于"已与组同步"状态,并且管理层可以利用同步改变规程将线对添加到聚合组。在同步改变规程末尾,线对处于"组的部分"状态。

#### 12.3.5 线对同步丢失

当接收到10个连续的有差错帧(错误的CRC-4或错误超帧比特),即开始一个线对同步丢失规程。这一判定准则在BTU-C和BTU-R中相同,而且BTU-C和BTU-R都可以发起这一规程。

当接收到10个连续的有差错帧(错误的CRC-4或错误的超帧比特)后,线对的状态应变为"丢失与组的同步"状态。

每个处于"丢失与组的同步"状态的线对(在BTU-C和BTU-R中)应发送"全1"。"全1"模板应取代该线对整个有效载荷,包括帧头。这个传输模板强迫FE也发起线对同步丢失规程(如果还没有开始)。

当宣布一条线对(或多条线对)为"丢失与组的同步"时,BTU-C应开始快速改变规程以从聚合组中删除这些线对。当快速改变规程成功完成时,管理层应该决定是否将这些线对的状态改变为"向下"状态或"与组同步"状态。

注 — 线对同步丢失规程应用于线对断开的快速恢复,而不是用于处理由于高误码率而移除线对。应采用同步改变规程以从聚合组中移除具有高误码率的线对。

#### 13 TDIM绑定通信信道(BCC)

#### 13.1 引言

绑定通信信道(BCC)从概念上类似于内置操作信道(EOC)。BCC携带于帧开销中,并具有一个每2毫秒1字节的B/W常数。在TDIM绑定中采用BCC,借助对等体之间的控制通信信道来控制绑定的各个方面。

在对等体之间有两种通信信道 — 高优先级的事件和低优先级的消息。两种信道都采用帧头数据[7:0]中的数据比特,并通过M/E标记比特来区分。详见第6.2.2节。

# 13.2 事件

# 13.2.1 引言

事件是高优先级的固定大小短数据报,专门用于对等体之间的快速通信,处理调制解调丢失、分发表切换、FEC和IL参数切换以及业务配置改变。

事件总是在超帧开始时在属于聚合组的所有线对上发送。

一个事件可以通过撤销帧头中的标记比特来中断一个消息的发送。M/E标记比特应在超帧开始处被设置为'0'。

# 13.2.2 格式

一个事件具有一个6字节的固定长度,格式如图19所示。事件起始于一个超帧的开始处。

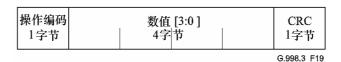


图19/G.998.3-事件格式

- 操作编码(Op.code) 识别事件, 1字节。
- 数值 包含事件所携带的信息,4字节。
- CRC 用于验证事件的正确性, 1字节。

# 13.2.3 类型和数值

表7规定了各个事件字段中的事件类型和数值:

表7/G.998.3一事件编码和数值

操作编码	事件名称	数 值[3: 0]	描述
0x00	evNull	0x00000000	空事件。在没有任何其他事件 或消息时发送。
0x01	evFastChange	改变后应作为多线对聚合组一部分的线对的比特映射。在线对恢复阶段后,根据在 evSync 事件数值的数值[1]字节中采用的线对编号,此比特映射与线对映射相关。首先发送 MSB(在数值[3]中),最后发送 LSB(在数值[0]中)。	在作为聚合组一部分的线对中的快速改变。
0x02	evSyncChange	改变后应作为多线对聚合组一部分的线对的比特映射。 在线对恢复阶段后,根据 evSync 事件值第二字节采用 的线对编号,此比特映射与线对映射相关。首先发送 MSB(在数值[3]中),最后发送 LSB(在数值[0])。	在作为聚合组一部分的线对中的同步(被管理的)改变。
0x03	evConfigSw	在切换到新配置前应该发送的超帧的数量。	配置切换显示。规定在切换到新配置前应该发送到对等体的超帧数量。配置包括: 一分发表 一业务配置 一FEC/交织器配置
0xFF	evSync	数值[3] 一数值 0x5A。 数值[2] 一聚合组编号。BTU-C 应采用数值 0xFF 表示线对未指定给一个聚合组,而 BTU-R 则用数值 0xFF 来表示未给它指定一个组编号。 数值[1] — 聚合组中的线对编号。BTU-C 应采用数值 0xFF 表示该线对未指定给一个聚合组,而 BTU-R 则用数值 0xFF 来表示未给它指定一个线对编号。	

#### 表7/G.998.3一事件编码和数值

操作编码	事件名称	数 值[3: 0]	描述
		数值[0] — 同步帧状态显示,可采用以下数值: 0x00 — 无同步 0x01 — 近端已同步 0x02 — 近端与远端都已同步 0x80 — BTU-R 已经具有不同的聚合组编号。在该线对接收到的聚合组编号不同于其他线对接收到的编号的情况下,应仅由 BTU-R 发送此数值。 0x81 — BTU-R 已经具有这个线对编号。在该线对接收到的聚合组编号与其他线对已经接收到的相同,而该线对接收到的线对编号已经被其他线对使用的情况	同步尝试。此事件应在线对向聚合组同步期间发送。此数值表示该线对是否已经同步、聚合组编号和线对编号。该线对中的有效载荷数据应为反复的0xE2。

#### 13.2.3.1 CRC

对每个事件数据应产生一个8比特CRC(不包括CRC字段)且应如第13.2.2节中所规定的在CRC字段发送。

8比特CRC字段的编码由生成多项式G(x)= $x^8+x^7+x^2+1$ (它等于( $x^7+x+1$ )(x+1))规定。此编码 能检测单个、2个和3个比特差错(只有当4比特和更多比特差错时才失去作用)。在数学上,对应于一个 给定事件消息的CRC值由以下规程确定:

- 一 求事件消息的前8比特的补码。
- 一 然后将事件消息的40比特视为一个39阶多项式M(x)的系数。事件消息第一比特对应于 $x^{39}$ 项,事件消息的最后一比特对应于 $x^{0}$ 项。
- -- M(x) 乘以 $x^8$ ,然后除以G(x) ,得到一个7阶的余数。
- R(x)的系数被视为一个8比特序列。
- 一 对该比特序列求补码,结果就是CRC。
- 一 CRC值的8比特被置于事件的CRC字段中,以便于 $\mathbf{x}^7$ 项位于CRC字段的最左比特, $\mathbf{x}^0$ 项就位于CRC字段的最右比特。这样,CRC比特按 $\mathbf{x}^7$ 、 $\mathbf{x}^6$ 、... $\mathbf{x}^1$ 、 $\mathbf{x}^0$ 的顺序发送。

#### 13.3 消息

# 13.3.1 引言

消息是低优先级大小可变的数据报,专门用于对等体间处理对时间无严格要求数据的慢速通信,例如列表、配置、性能监测、维护等。消息总是在属于聚合组的所有线对上传输。与事件类似,消息也是与超帧对齐的,且它们总的大小总是6的倍数字节。

总的消息长度是可变的,在6到126字节之间(=  $6\times21$ ),因此它们能跨越多个超帧。在整个消息传送期间,应在每个超帧开始处将M/E标记比特设置为'1'。

如果消息被一个事件在中间中断,应该重发它。

# 13.3.2 格式

一个消息具有如图20所示的格式。

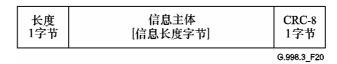


图20/G.998.3一消息格式

- 长度一以字节为单位规定的消息主体长度,4..124。
- 消息主体 包括消息信息,长度为长度字段规定的字节。消息主体包括消息ID(第一字节),它确定后面数据的格式。
- CRC-8 用于验证消息的正确性,1字节。

#### 13.3.3 类型和内容

表8中归纳了BCC消息:

#### 表8/G.998.3-BCC消息

消息ID	长度 (消息主体)	消息类型	起始单元 (BTU-C,BTU-R)	描述
0	4	无法遵从 (UTC)	-C, -R	响应单元不能遵从请求
1	4	列表请求	-C, -R	请求 TDIM 协议版本和厂家 ID
2	10	列表响应	-C, -R	TDIM 协议版本和厂家 ID 响应
3	4	性能监测 (PM) /统计请求	-C, -R	用于请求/发起所有 TDIM层 PM/统计
4	10	PM/统计响应	-C, -R	TDIM 层统计(CRC-4/6/8错误等)
5	可变 (4-124)	业务映射请求	-C, -R (仅获得)	获得/设置业务接口类型的映射
6	可变 (4-124)	业务映射响应	-C, -R	业务接口类型的映射
7	可变 (4-124)	TDM 业务配置请求	-C, -R (仅获得)	获得/设置 TDM 业务配置
8	可变 (4-124)	TDM 业务配置响应	-C, -R	TDM 业务配置

表8/G.998.3-BCC消息

消息ID	长度 (消息主体)	消息类型	起始单元 (BTU-C,BTU-R)	描述
9	可变 (4-124)	异步业务配置请求	-C, -R (仅获得)	获得/设置异步业务配置
10	可变 (4-124)	异步业务配置响应	-C, -R	异步业务配置
11	4	FEC能力请求	-C, -R (仅获得)	获得/启用/停用 FEC-IL
12	4	FEC能力响应	-C, -R	FEC能力响应,包括 FEC-IL 参数
13	4	线对映射请求	-C, -R	请求对物理线对映射的逻辑
14	可变 (4-67)	线对映射响应	-C, -R	对物理线对映射响应的逻辑
15-127		保留		保留
128-255		厂家指定		保留用于厂家指定信息

# 13.3.4 消息内容

每个消息的内容将在以下各节中确定。

如果任何消息长于预期的长度,并在一个带有有效CRC的帧中接收到,那么应采用消息的已知部分,剩余的八比特组应被丢弃。这将允许向现有的消息添加新字段并保留后向兼容性。新数据字段应仅位于最后一个以前定义的数据八比特组之后的保留比特中。

应在保留比特和八比特组中填充数值0x0,用于前向兼容性。

响应消息可能会显示无法遵从(UTC)。注意,这不是一个不遵从的显示。UTC表示响应单元不能执行这个请求。

#### 13.3.4.1 无法遵从

在目的地单元无法遵从请求的事件中,一般的UTC消息应被送回源单元。在这种情况下,UTC定义取决于厂家。注意,这个消息不意味着要替换在那些包含UTC比特的响应消息中的UTC比特。

表9/G.998.3-无法遵从

八比特组#	内 容	数据类型	描述
1	消息 ID = 0	消息 ID	
2	请求消息的消息 ID	消息 ID	
3-4	保留		

# 13.3.4.2 列表请求

列表请求消息用于查询远端指定聚合层的列表消息。对此请求的响应应是消息ID 2。

#### 表10/G.998.3 一列表请求

八比特组#	内 容	数 据 类 型	描述
1	消息 ID = 1	消息 ID	
2-4	保留		

# 13.3.4.3列表响应

发送列表响应消息是为了响应列表请求消息(消息ID1)。它报告了特定源BTU聚合层的列表信息。

#### 表11/G.998.3一列表响应

八比特组#	内 容	数据 类型	描述
1	消息 ID = 2	消息 ID	
2.4-7	主要版本	1-15	TDIM 聚合协议的主要版本。当前值=1。
2.0-3	辅助版本	0-15	TDIM 聚合协议的辅助版本。当前值=0。
3-10	厂家 ID	八比特组串	TDIM 聚合层的厂家 ID(与 ITU-T G994.1 建议书中的厂家 ID 顺序相同)

# 13.3.4.4 PM/统计请求

PM/统计请求消息用于询问在远端相关聚合层的PM/统计。对这个请求的协议应是消息ID 4。

#### 表12/G.998.3-PM/统计请求

八比特组#	内 容	数据类型	描述
1	消息 ID = 3	消息 ID	
2	请求	未指定的整数 8 比特 (单元 8)	0 — 请求 PM/统计报告 1 — 对所有远端 PM/统计计数器初始化
3-4	保留		

# 13.3.4.5 PM/统计响应

发送PM/统计响应消息是为了响应PM/统计请求消息(消息ID 3),或由BTU-R自主发送。它报告对特定源BTU聚合层的统计。

# 表13/G.998.3-PM/统计响应

八比特组#	内 容	数据类型	描述
1	消息 ID = 4	消息 ID	
2, 3	CRC-4 异常计数	未指定的整数 16 比特 (单元16)	帧差错。聚合组中所有线对上 CRC-4 差错的总和,在 m 条线路上的同时差错将被计 m 次
4, 5	CRC-6异常计数	单元 16	超帧差错。聚合组中所有线对之和
6, 7	CRC-8 异常计数	单元 16	聚合组中所有线对损坏事件/消息的数量之和
8-10	保留		

# 13.3.4.6 业务映射请求

业务映射请求消息使一个BTU可以询问并控制远端单元的业务接口是如何映射(由业务复用器)到聚合链路绑定子块中的。对此请求的响应应是消息ID 6。

#### 表14/G.998.3-业务映射请求

八比特组#	内 容	数据类型	描述
1	消息 ID = 5	消息 ID	请求远端发送其业务映射
2.7	请求	比特(0-1)	0— 请求报告
			1— 设置(仅 BTU-C)
2.0-6	保留		
3	业务数量(NS)	单元8	NS = 060
4	业务 1 的业务类型标记 (在第10.2节中 <i>j</i> =1)	单元8	仅用于设置。规定何种业务类型映射到 业务1中(最高优先级)
5	业务 2 的业务类型标记 (在第10.2节中 j = 2)	单元8	仅用于设置。规定何种业务类型映射到 业务2中(第二高优先级)
NS+3	业务 NS 的业务类型标记 (在第10.2节中 j=NS)	单元 8	仅用于设置。规定何种业务类型映射到 业务 NS 中(最低优先级)

注意,业务映射设定业务优先级。evConfigSw事件应总是跟随在带有请求值1的业务映射请求消息(设置)之后,它提供在BTU-C和BTU-R的配置同步改变。

业务类型标记值为:

- 1) 透明信道DS1;
- 2) 透明信道E1;
- 3) 分档DS1;
- 4) 分档E1;

- 5) DS3;
- 6) E3;
- 7) 时钟传送:
- 8) 以太网;
- 9) ATM:
- 10) GFP.

# 13.3.4.7 业务映射响应

发送业务映射响应消息是为了响应业务映射请求消息(消息ID 5)。它报告源BTU的何种业务接口被映射到聚合链路的业务中。

表15/G.998.3-业务映射响应

八比特组 #	内 容	数据类型	描述
1	消息 ID = 6	消息 ID	
2	业务数量(NS)	单元8	NS = 060
3	业务 1 的业务类型标记 (在第10.2 节中 j = 1)	单元8	规定何种业务类型映射到业务 1 中(最高优先级)
4	业务 2 的业务类型标记 (在第10.2 节中 j = 1)	单元8	规定何种业务类型映射到业务 2 中(第二高优先级)
NS+2	业务 NS 的业务类型标记 (在第10.2 节中 j=NS)	单元8	规定何种业务类型映射到业务 NS 中 (最低优先级)

在所有参数已经被设置为evConfigSw事件所请求的数值后,应返回它们的当前值以响应带有请求数值1(设置)的业务映射请求。

# 13.3.4.8 TDM业务配置请求

当需要"业务映射请求"的附加信息时,TDM业务配置请求消息使一个BTU可以询问并控制TDM业务的配置。对此请求的响应应是消息ID8。

表16/G.998.3-TDM业务配置请求

八比特组#	内 容	数据类型	描述
1	消息 ID = 7	消息 ID	请求远端发送其 TDM业务配置
2.7	请求	比特(0-1)	0 — 请求报告
			1 — 设置(仅 BTU-C)
2.0-6	保留		
3	业务数量 (NS)	单元 8	NS = 060
4	P <sub>1</sub>	单元 8	如果业务 1 的业务类型标记为 3 (分档 S1) 或 4 (分档 E1),则为子信道数量 (P,见第 10.2节),其他为 0
5	P <sub>2</sub>	单元 8	如果业务 2 的业务类型标记为 3 (分档 S1) 或 4 (分档 E1),则为子信道数量 (P,见第 10.2节),其他为 0
•			
•			
NS+3	P <sub>NS</sub>	单元 8	如果业务 NS 的业务类型标记为 3 (分档 S1) 或 4 (分档 E1),则为子信道数量(P,见第 10.2节),其他为 0

evConfigSw事件应总是跟随在带有请求值1(设置)的TDM业务配置请求消息之后,它提供在BTU-C和BTU-R的配置同步改变。

# 13.3.4.9 TDM业务配置响应

发送TDM业务配置响应消息是为了响应一个TDM业务配置请求消息(消息ID 7)。它报告TDM的配置以及对"业务映射请求"消息的附加信息。

# 表17/G.998.3-TDM业务配置响应

八比特组#	内 容	数据类型	描述
1	消息 ID = 8	消息 ID	业务配置消息
2.7	响应	比特 (0-1)	0 — OK
			1 — UTC
2.0-6	保留		
3	业务数量(NS)	单元 8	NS = 060
4	P <sub>1</sub>	单元 8	如果业务 1 的业务类型标记为 3 (分档 S1) 或 4 (分档 E1),则为子信道数量(P,见第 10.2 节),其他为 0
5	P <sub>2</sub>	单元 8	如果业务 2 的业务类型标记为 3 (分档 S1) 或 4 (分档 E1),则为子信道数量(P,见第 10.2 节),其他为 0
NS+3	P <sub>NS</sub>	单元 8	如果业务 NS 的业务类型标记为 3 (分档 S1) 或 4 (分档 E1),则为子信道数量(P,见第 10.2 节),其他为 0

在所有参数已经被设置为evConfigSw事件所请求的数值后,应返回它们的当前值以响应带有请求值1(设置)的TDM业务配置请求消息。

# 13.3.4.10 异步业务配置请求

如果要求对"业务映射请求"消息的附加消息,异步业务配置请求消息使一个BTU可以询问并控制异步业务的配置。对此请求的响应应是消息ID 10。

# 表18/G.998.3一异步业务配置请求

八比特组#	内 容	数据类型	描述
1	消息 ID = 9	消息 ID	请求远端发送它的异步业务配置
2.7	请求	比特 (0-1)	0一请求报告
			1 — 设置(仅 BTU-C)
2.6	对于 GFP 封装, 任选的 FCS	比特(0-1)	0 — 没有
			1 — 使用 FCS
2.0-5	保留		
3	业务数量(NS)	单元8	NS = 060
4	N <sub>1</sub>	单元 8	如果业务 1 的业务类型标记为 8 (以太网)或 9 (ATM)或 10 (GFP),则为 125 μs 绑定子块中业务 1 的最大字节数,其他为 0
5	N <sub>2</sub>	单元8	如果业务 2 的业务类型标记为 8 (以太网)或 9 (ATM)或 10 (GFP),则为 125 μs 绑定子块中业务 1 的最大字节数,其他为 0
NS+3	N <sub>NS</sub>	单元 8	如果业务 NS 的业务类型标记为 8 (以太网) 或 9 (ATM) 或 10 (GFP),则为 125 μs 绑定子块中业务 1 的最大字节数,其他为 0

evConfigSw事件应总是跟随在带有请求值1(设置)的异步业务配置请求消息之后,它提供在BTU-C和BTU-R的配置同步改变。

# 13.3.4.11 异步业务配置响应

发送异步业务配置响应消息是为了响应一个异步业务配置请求消息(消息ID 9)。它报告带有对"业务映射请求"附加消息的异步业务配置。

# 表19/G.998.3一异步业务配置响应

八比特组#	内 容	数据类型	描述	
1	消息 ID = 10	消息 ID	业务配置消息	
2.7	响应	比特 (0-1)	0 — OK	
			1 — UTC	
2.6	对于 GFP 封装,任选的 FCS	比特(0-1)	0 — 不使用 FCS	
			1 — 使用 FCS	
2.0-5	保留			
3	业务数量(NS)	单元 8	NS = 060	
4	N <sub>1</sub>	单元 8	如果业务 1 的业务类型标记为 8(以太网)或 9(ATM)或 10(GFP),则为 125 μs 绑定子块中业务 1 的最大字节数,其他为 0	
5	$N_2$	单元8	如果业务 2 的业务类型标记为 8(以太网)或 9 (ATM)或 10 (GFP),则为 125 μs 绑定子块中业务 1 的最大字节数,其他为 0	
NS+3	N <sub>NS</sub>	单元 8	如果业务 NS 的业务类型标记为 8 (以太网) 或 9 (ATM) 或 10 (GFP),则为 125 μs 绑定子块中业务 1 的最大字节数,其他为 0	

在所有参数被设置为evConfigSw事件所请求的数值后,应返回它们的当前值以响应带有请求值1(设置)的异步业务配置请求。

# 13.3.4.12 FEC能力请求

在通过BCC消息设定业务时,对FEC/交织器能力进行了报告和协商。FEC能力请求用来在远端询问并控制FEC能力。对此请求的响应应是消息ID 12。

evConfigSw事件总是跟随在带有停用或启用请求值的FEC能力请求消息之后,它提供BTU-C和BTU-R的配置同步改变。只有在接收了evConfigSw之后,BTU-R才应发送FEC能力响应消息。

# 表20/G.998.3-FEC能力请求

八比特组#	内 容	数据类型	描述
1	消息 ID = 11	消息 ID	
2.6-7	请求	给出数值(0-2)	0 — 请求 FEC 能力报告
			1 — 停用 FEC(仅 BTU-C)
			2 — 启用 FEC(仅 BTU-C)
2.3-5	保留		
2.0-2	冗余字大小(2, 4, 8, 16, 20)	枚举(1-4)	FEC 冗余字大小 $(2^k, 对于 k = 14; 20, 对于 k = 5)$ 。如果请求值为 $0$ 或 $1$ (请求/停用), 忽略该值。
3	码字大小(按八比特组计)	枚挙(20-255)	FEC 码字大小。如果请求值为 0 或 1 (请求/停用), 忽略该值。
4.6-7	保留		
4.3-5	交织器参数 B	枚举 (0-5)	交织器参数 B。
			交织器深度= 3 <sup>A</sup> * 2 <sup>B</sup> 。
			如果请求值为0或1(请求/停用),忽略该值。
4.2	交织器参数 A	枚举 (0-1)	交织器参数 A。如果请求值为 0 或 1 (请求/停用),忽略该值。
4.0-1	交织器类型	枚举 (0-2)	0 — 无交织器
			1一块交织器
			2 一 卷积交织器

# 13.3.4.13 FEC能力响应

FEC能力响应消息被发送以响应一个FEC能力请求消息(消息ID 11)。它报告用于源BTU的FEC和交织器参数。

#### 表21/G.998.3-FEC能力响应

八比特组#	内 容	数据类型	描述
1	消息 ID = 12	消息 ID	
2.7	响应	枚举 (0-1)	0 — OK
			1 — UTC (无法遵从)
2.3-6	保留		
2.0-2	冗余字大小(2, 4, 8, 16, 20)	枚举(1-4)	当前/最大支持的冗余字大小( $2^k$ ,对于 $k=14$ ; 20,对于 $k=5$ )。如果不支持 FEC,数值应为 0。当 FEC 被停用,按请求返回最大可能值。当 FEC被启用,按请求返回当前值。
3	码字大小(按八比特组计)	枚举(20-255)	当前/最大支持的 FEC 码字大小。如果不支持 FEC,数值应为 0。当 FEC 被停用,按请求返回最大可能值。当 FEC 被启用,按请求返回当前值。
4.6-7	保留		
4.3-5	交织器参数 B	枚举 (0-5)	当前/最大支持的交织器参数 B。
			交织器深度 = $3^A \times 2^B$ 。
			如果不支持交织器,数值应为 0。当交织器被停用,按请求返回最大可能值。当交织器被启用,按请求返回当前值。
4.2	交织器参数 A	枚举(0-1)	当前/最大支持的交织器参数 A。如果不支持交织器,数值应为 0。当交织器被停用,按请求返回最大可能值。当交织器被启用,按请求返回当前值。
4.0-1	交织器类型	枚挙 (0-3)	00 — 都不支持
			01 — 支持块交织器
			10 — 支持卷积交织器
			11 — 两种类型都支持

如果BTU-R不支持FEC,它应在响应字段中以UTC值来回应来自BTU-C启用FEC的FEC请求。当FEC被停用,应返回所有参数的最大可能值,以响应FEC请求消息。在所有参数的当前值已经被设置为由evConfigSw事件所请求的数值后,应返回它们的当前值,以响应启用FEC的FEC请求。

# 13.3.4.14 线对映射请求

线对映射请求消息用于确定物理线对(或环路)标记在设备上的编号和逻辑线对(或环路)序号间的映射。当这个映射是由厂家指定的时候,此信息对电路故障诊断非常有用。对此请求的响应应是消息ID 14。

#### 表22/G.998.3-线对映射请求

八比特组#	内 容	数据类型	描述
1	消息 ID = 13	消息 ID	
2-4	保留		

#### 13.3.4.15 线对映射响应

线对映射响应消息的发送是为了响应一个映射请求消息(消息ID 13)。它用于确定物理线对(或环路)编号和逻辑线对(或环路)编号间的映射。物理线对编号为标记在设备外部的编号。物理线对编号由两个八比特组构成,第一个八比特组包括最重要字节,第两个八比特组包括最不重要字节。例如,如果在八比特组3/4中的16比特编号包括数值4,那么当前组中的逻辑线对1在编号标记为4的设备物理线对上传送。

#### 表23/G.998.3-线对映射响应

八比特组#	内容	数据类型	描述
1	消息 ID=14	消息 ID	
2	线对数量 = M	单元 8 (132)	聚合组中的线对数量
3, 4	物理线对编号 1	单元 16	对应于聚合组中第一条逻辑线对的物理线对编号
5, 6	物理线对编号 2	单元 16	对应于聚合组中第二条逻辑线对的物理线对编号
	•		
$2 \times M + 1,$ $2 \times M + 2$	物理线对编号 M	单元 16	对应于聚合组中第 M 条逻辑线对的物理线对编号

# 13.3.4.16 保留

消息ID 15-127被保留。

#### 13.3.4.17 厂家指定消息

消息ID 128-255保留用于厂家指定(私有)消息。

#### 14 握手

#### 14.1 综述

所有绑定系统线对(调制解调器)采用ITU-T G.994.1建议书中规定的G.握手来启动并为每个线对选择同步转移模式(STM)的模式。应根据调制解调器技术来完成G.握手的协商和调制解调器参数的选择。

电力和电子工程师协会(IEEE)802.3ah标准规定了线对恢复规程。采用ITU-T G.994.1建议书中规定的物理介质无关(PMI)恢复编码点,同样的规程应被用于TDIM绑定。

# 14.2 绑定Npar (2) 编码点

ITU-T G.994.1建议书规定了在标识字段的绑定Npar(2)编码(表9.37)。TDIM系统应在所有调制解调器的CLR/CL握手信息中把"TDIM绑定"比特设置为1。

#### 14.3 线对恢复

IEEE 802.3ah规定了对线对恢复的处理和握手处理过程,见第61.2.2.8.3、61.3.12.1、61.A2节。一个TDIM系统应通过参考的方式结合IEEE 802.3ah标准,采用相同的线对恢复过程和事务处理,来确认属于相同聚合组的远端调制解调器。

对线对恢复采用握手处理,提供了无需系统完全唤醒就可以监测不一致的方法。但是,一旦系统已经 启动,应采用线对映射信息(见第13.3.4.14、13.3.4.15节)并优先于握手线对恢复。

# 15 性能监测

采用以下PM计数器来监视聚合组的性能:

表24/G.998.3一性能监测计数器

PM记录	数据类型	描述
CRC-4 异常计数	单元 16	帧差错。聚合组中所有线对上 CRC-4 差错的总和, m 条线路上同时发生的 差错应计数 m 次
CRC-6 异常计数	单元 16	超帧差错。聚合组中所有线对的总和
CRC-8 异常计数	单元 16	差错事件/消息的数量,聚合组中所有线对的总和

所有PM计数器"读后清零",并且在达到最大值(65535)时"保持不变"。

# 附件A

# 调制解调器速率匹配

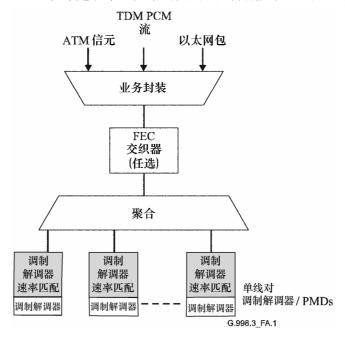
# A.1 引言

本附件对调制解调器速率匹配功能块提供了实施细节,该功能块可实现与聚合时域不同步的线对(调制解调器)间的绑定。

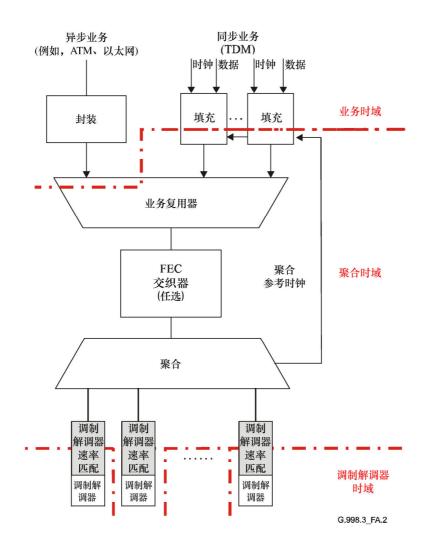
本附件的目的是为带有偏离标称 $n \times 8$  kbit/s速率的线对的多环路绑定提供解决方案。此偏差可以通过以下二者中情况任意之一推导出来:

- 1) DSL线对与聚合时域不同步。
- 2) DSL线对标称速率不同于n×8 kbit标称速率,因为DSL技术不保证是8 kbit/s的整数倍(例如 ADSL2)。

采用调制解调器速率匹配,在本建议书正文中的图1和6应分别如图A.1和A.2所示。



图A.1/G.998.3-修正的图1 - 数据流模型



图A.2/G.998.3一修正的图6 一 时钟同步参考模型

ADSL2速率不能预先设定提供一个8 kbit/s整倍数的固定速率。该速率超过期望目标最高可达8 kbit/s。为了允许这样的操作,调制解调器速率匹配应提供一个机制来总计达到8 kbit/s。

用±8 kbit/s的附加适配来克服频率偏差(由于DSL链路是从一个不同步于聚合时域的时钟得出)。在55.2 Mbit/s线对(VDSL)的情况下,±8 kbit/s可以补偿70 ppm以上的频率偏差。因此,调制解调器速率匹配规定用来补偿-8 kbit/s到+16 kbit/s的总偏差。

# A.2 工作原理

- 调制解调器速率匹配机制对所有聚合组启用/停用,且不对特定线对。
- 调制解调器速率匹配开销在每条线对中占据8 kbit/s。
- 调制解调器有效载荷大小颗粒以字节为单位。
- 调制解调器有效载荷大小可针对每个绑定子块(1 ms)改变。
- 调制解调器有效载荷可以对每条线对进行改变。
- BTU-R在帧头比特In6[4:3]上通知其能力,且BTU-C根据这些比特决定运行模式。
- 调制解调器速率匹配可以补偿-8 kbit/s到+16 kbit/s的总偏差。

# A.3 BTU-C与BTU-R间的协调

调制解调器速率匹配的使用由BTU-C决定。BTU-R在帧头比特In6[4:3]上通知其能力,而BTU-C以所要求的运行模式进行响应。两端应以相同的模式运行。

表A.1归纳了对每个BTU可能的选项:

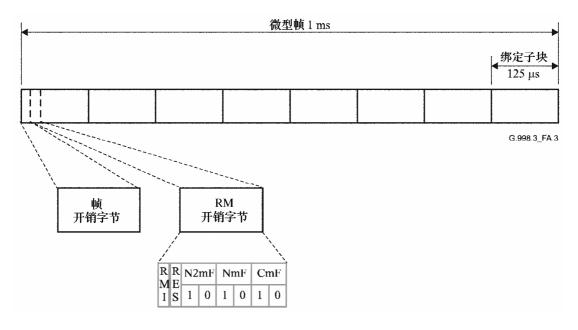
表A.1/G.998.3-	-RTU-C和RTU	-R间调制解调器:	東率匹配的协调
4X/A•1/ (J•2/20•2	DIO-CHDIO	<b>-18</b> 141 NH 1111M+ NH141077	100 (C) C   C   C   C   C   C   C   C   C   C

		传输实体				
In6[4]	In6[3]	BTU-R	вти-с			
0	1	仅支持调制解调器速率匹配。在此情况 下,两端都支持它以执行绑定	将两端的运行模式都设置为调制解调器速率匹配启用。			
1	0	不支持调制解调器速率匹配。在此情况 下,两端都应在没有它的情况下运行。	将两端的运行模式都设定为调制解调器速率匹配停用。			
1	1	调制解调器速率匹配可以启用或停用。	N/A			

# A.4 成帧格式

每条DSL线对调制解调器速率匹配占据一个8 kbit/s的附加开销。如果调制解调器速率匹配停用,不消耗此开销。

如果调制解调器速率匹配启用,则在每个微型帧(1 ms)的帧头字段之后添加开销字节(RM字节)。



图A.3/G.998.3-多线对同步 — 带调制解调器速率匹配的帧格式

表A.2	/G.99	98.3-	-RMŦ	F绺字	甘中	的字段
1.7.4	" U•/-	,0.5		ו בועו	14 1	UJ J 4X

字 段	比特	描述	
RMI	7	调制解调器速率匹配开销标记 — 设置为 "0"	
RES	6	保留用于将来应用 — 设置为"1"	
N2mF	5:4	操作从当前微型帧执行2个微型帧。	
NmF	3:2	操作在下一个微型帧中执行。	
CmF	1:0	操作在当前微型帧中执行。	

表A.3定义了在N2mF、NmF和CmF字段中采用的数值。

表A.3/G.998.3一在N2mF、NmF和CmF字段中的数值

数值	描述			
00	应在相关微型帧的末尾略去1字节。			
01	对相关微型帧的标称字节数不做改变。			
10	应在相关微型帧的末尾添加1字节。			
11	应在相关微型帧的末尾添加 2 字节。			

BTU-C和BTU-R按照第A.3节中描述的协调调制解调器速率匹配模式的操作。如果调制解调器速率匹配启用,跟随在帧头开销字节之后的应是一个RM开销字节,其MSB因此被设置为'0'(当在同步阶段有效载荷数据被设置为0xE2时)。

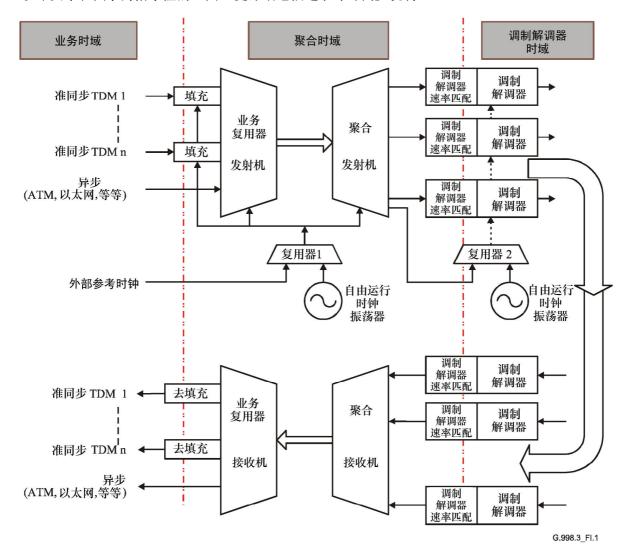
# A.5 调制解调器速率匹配操作

在每个微型帧中,调制解调器速率匹配机制或者略去1字节、添加1字节、添加2字节,或者对标称字节数不做任何改变地传送。字节被向/从微型帧的最后绑定子块中添加/略去。

对每个微型帧,对那些N2mF、NmF和CmF字段里决定所需要操作的数值通知3次:在N2mF字段的数值表示操作从当前微型帧执行2个微型帧,在NmF字段的数值表示操作在下一个微型帧中执行,在CmF字段的数值表示操作在当前微型帧中执行。接收机采用"多数表决"的方式决定所需要的操作。因此可以纠正一个影响一个字段的单个差错。

# 附 录 I 时钟同步举例

以下文字和图示为指示性的。图I.1更详细地描述了时钟同步机制。



图I.1/G.998.3-对等时域和时钟同步

#### I.1 时钟域

在一个TDIM绑定系统中有3个时钟域:

- **业务时钟域:** 采用每个TDM准同步业务的原时钟。每个时钟应符合TDM业务时钟要求(例如,对于T1,为32 PPM;对于T3,为20 PPM)。
- 聚合时域:可以从外部参考时钟或从内部自由运行时钟(通过复用器1)获得。
- 调制解调器时域: DSL调制解调器可以工作于两个时钟模式: 同步和准同步。时钟可以从一个内部自由运行时钟或从聚合时域(通过复用器2)获得。在同步模式, 所有调制解调器采用调制解调器时间速率时钟作为它们线路符号速率的参考。在准同步模式, 每个调制解调器能采用一个自由运行时钟作为它的线路符号速率的参考。在准同步模式需要调制解调器速率匹配。调制解调器速率匹配可以在支持速率匹配的DSL技术调制解调器内部实现(例如SHDSL),或在调制解调器外部,作为绑定系统的一部分,用于只工作于同步模式的DSL技术(例如ADSL2)。

#### I.2 时钟域间的速率适配

#### I.2.1 业务时域和聚合时域之间

业务时域和聚合时域之间的速率适配总是要执行。

对异步业务不要求速率适配,例如以太网或ATM。

对TDM准同步业务要求速率适配。这是通过在[第10.4节 TDM业务填充]解释的填充机制来实现的。填充机制将每个TDM业务适配到聚合时域数据速率。在FE的对等系统去填充数据并恢复原始TDM业务时钟。

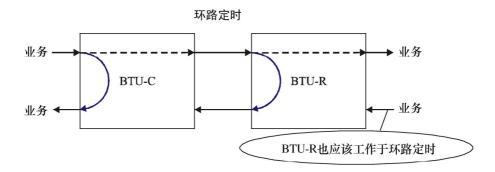
# I.2.2 聚合时域和调制解调器时域之间

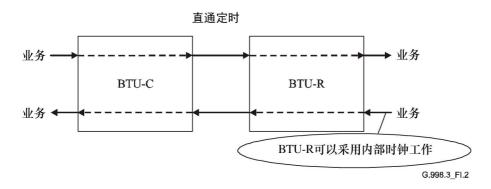
聚合时域和调制解调器之间的速率适配是任选的。

在DSL调制解调器支持准同步模式的情况下(例如G.991.2),速率适配由调制解调器利用其填充能力来实现。在DSL调制解调器只支持同步模式的情况下(例如ADSL2),聚合时域和调制解调器时域之间的速率适配在调制解调器速率匹配功能块中完成(见图I.2)。

# I.3 定时操作模式

一个绑定系统可以选择如图I.2中所见的环路定时或直通定时来工作。



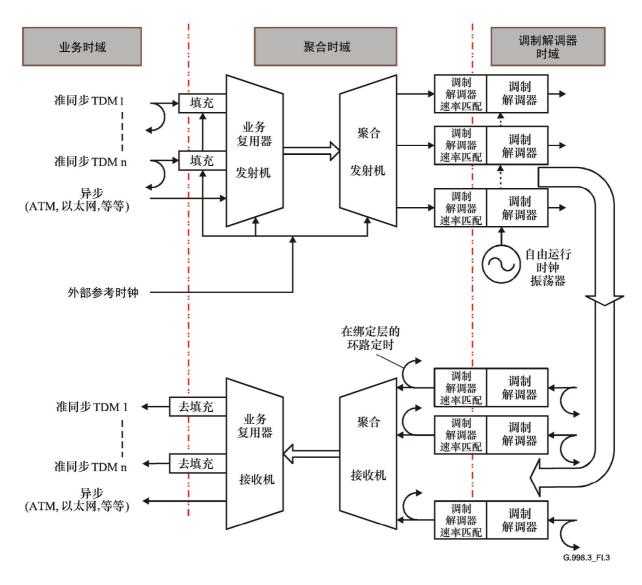


图I.2/G.998.3一环路定时和直通定时

# I.4 举例

# I.4.1 准同步业务,带有外部参考时钟、环路定时和准同步DSL调制解调器

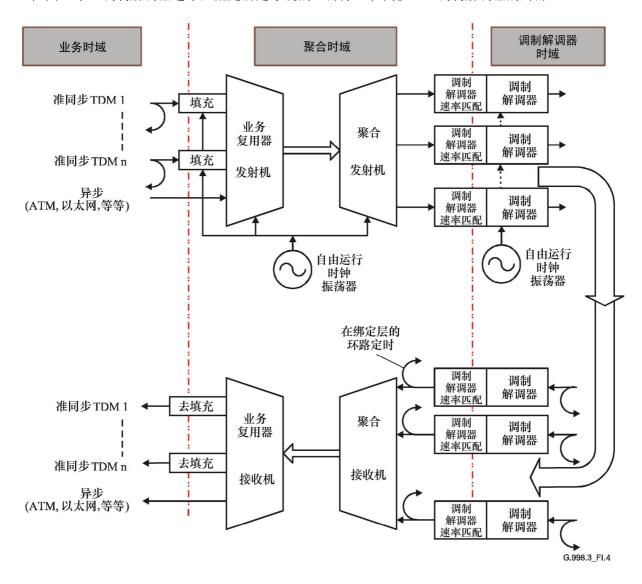
在图I.3中,调制解调器速率匹配是准同步DSL调制解调器的一部分。



图I.3/G.998.3一带有外部参考时钟的准同步业务举例

# I.4.2 准同步业务, 无外部参考时钟、环路定时和同步DSL调制解调器

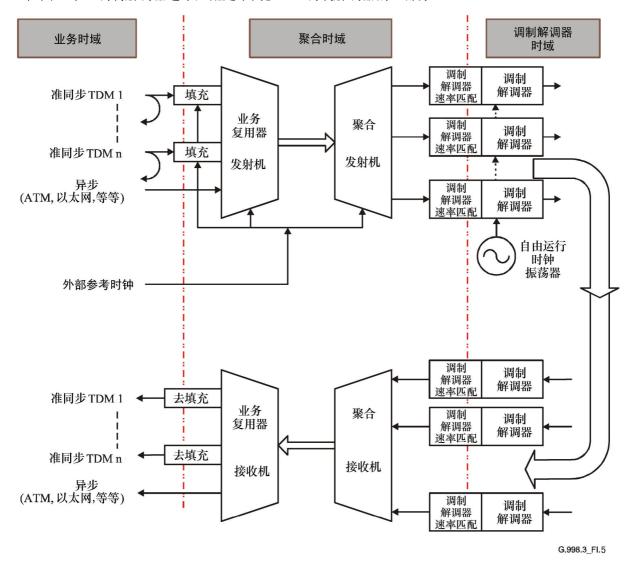
在图I.4中,调制解调器速率匹配是绑定系统的一部分,在同步DSL调制解调器的外部。



图I.4/G.998.3一准同步业务举例,无外部参考时钟、环路定时和同步DSL调制解调器

# I.4.3 准同步业务,带有外部参考时钟、直通定时和准同步DSL调制解调器

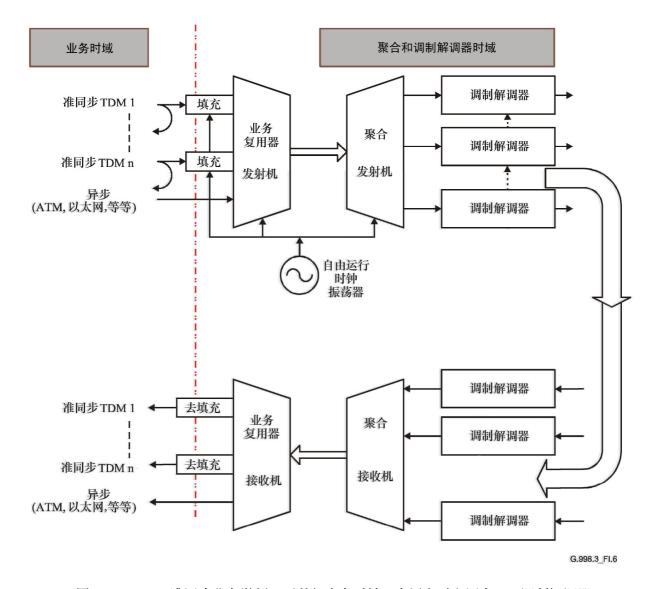
在图I.5中,调制解调器速率匹配是准同步DSL调制解调器的一部分。



图I.5/G.998.3一准同步业务举例,带有外部参考时钟、直通定时和准同步DSL调制解调器

# I.4.4 准同步业务, 无外部参考时钟、直通定时和同步DSL调制解调器

在图I.6中,因为DSL调制解调器同步于聚合层速率分配和聚合时域,所以不要求调制解调器速率匹配。本例可应用于SHDSL调制解调器,但不可应用于ADSL2调制解调器。



图I.6/G.998.3-准同步业务举例,无外部参考时钟、直通定时和同步DSL调制解调器

#### 附录II

# 管理对象

本附录对用于实施本建议书的设备的M<sup>2</sup>DSL TDIM功能提供了分级管理规范。其中包括聚合组设定、业务设定、FEC/交织器设定、组性能和线对状态。

#### a) 管理模型和内涵

# i) 管理对象

以下对象为TDM协议提供管理功能性:

oGroup(组对象) 这个管理对象级别为使一个绑定组的一种实例被管理提供了必需的管理 控制。

oService(业务对象) 这个管理对象级别为使一个绑定组中业务的一种实例被管理提供了必需的管理控制。

**oPair(线对对象)** 这个管理对象级别为使一个管理线对的一种实例被管理提供了必需的管理 控制。

#### ii) 能力

本建议书利用在ISO/IEC 10165-4:1992中所规定的分组概念作为一个管理对象级别定义中的分组行为、属性、行动及标记的方法。组合可以是强制性的,也可以是有条件的,也就是说,如果一个条件真实,则存在。在本建议书之内,定义了能力,其中每一个都对应组分组,它们是多个被管理对象级别定义的构件,并且共享相同的存在条件。适当的基本和强制分组的实施是表示符合G.998.3 TDIM管理的最低要求。为了要求符合一个能力,要求能实施全部能力选项。G.998.3 TDIM管理的能力和分组在表II.1中给定:

表II.1/G.998.3-TDIM管理能力

			TDIM绑定能力 (强制)	FEC能力 (任选)
oGroup 管理对象级别		•		
aGroupID(组 ID)	属性	获得	х	
aGroupEnd(组端点)	属性	获得	X	
aGroupStatus(组状态)	属性	获得	х	
aGroupCapacity(组能力)	属性	获得	X	
aGroupRate(组速率)	属性	获得	X	
aCRC4Errors(CRC4 差错)	属性	获得	X	
aCRC6Errors(CRC6 差错)	属性	获得	х	
aCRC8Errors(CRC8 差错)	属性	获得	х	
aFECSupported(支持 FEC)	属性	获得	X	
aFECAdminState(FEC管理状态)	属性	获得—设置		X
AFECWordSize(FEC 字大小)	属性	获得—设置		Х
aFECRedundancySize(FEC 冗余大小)	属性	获得—设置		X
aFECInterleaverType(FEC 交织器类型)	属性	获得—设置		X
aFECInterleaverDepth(FEC 交织器深度)	属性	获得—设置		Х
oService 管理对象级别				
aServiceID(业务 ID)	属性	获得	X	
aServiceType(业务类型)	属性	获得—设置	х	
AServiceSize(业务大小)	属性	获得—设置	х	
oPair 管理目标级别				
aPairID(线对 ID)	属性	获得	X	
aPairStatus(线对状态)	属性	获得	X	
APairPhysicalID(线对物理 ID)	属性	获得	X	
aPairRemotePhysicalID(线对远端物理 ID)	属性	获得	х	

#### b) oGroup管理对象级别

#### i) aGroupID

属性

分类:

整数

描述:

用来惟一识别一个绑定组的只读数值。

# ii) aGroupEnd

属性

分类:

枚举{用户,办公室}

#### 描述:

用来惟一识别一个BTU子类型的只读数值。枚举值"用户"表示BTU作为BTU-R来运行,枚举值"办公室"表示BTU作为BTU-C来运行。

#### iii) aGroupStatus

属性

分类:

枚举{向下,启动,向上}

描述:

显示一个绑定组当前运行状态的只读数值。

# iv) aGroupCapacity

属性

分类:

整数{1-32}

描述:

设定用aGroupID识别的组中可分配的最大线对(调制解调器)数量的只读数值。

#### v) aGroupRate

属性

分类:

整数

描述:

显示绑定组当前净数据速率的只读数值。如果aGroupStatus处于"向下"或"启动"时,返回一个数值零。

#### vi) aFECSupported

属性

分类:

布尔

#### 描述:

显示是否支持任选前向纠错(FEC)功能的只读数值。一个可执行FEC的BTU应返回一个数值 "真"。其他情况应返回一个数值"假"。

#### vii) aCRC4Errors

属性

分类:

通用化的不可复位计数器。

#### 描述:

聚合组中所有线对上CRC-4差错(帧头差错)总数,M条线路上同时发生的差错应计数M次。

#### viii) aCRC6Errors

属性

分类:

通用化的不可复位计数器。

#### 描述:

聚合组中所有线对上CRC-6差错(帧头差错)总数,M条线路上同时发生的差错应计数1次。

#### ix) aCRC8Errors

属性

分类:

通用化的不可复位计数器。

#### 描述

聚合组中所有线对上CRC-8差错(事件/消息差错)总数,M条线路上同时发生的差错应计数M次。

# x) aFECAdminState

属性

分类:

枚举{启用,停用}

#### 描述:

显示每个聚合组任选FEC功能状态的读写数值。

GET操作应返回FEC功能的当前状态。

只有当aFECSupported为真,且链路为向下时,SET操作(只允许在BTU-C上执行)将FEC状态改变为显示的数值。如果aFECSupported为假,或链路不是向下,操作无效。

#### xi) aFECWordSize

属性

分类:

整数{20-255}

描述:

规定以八比特组为单位的FEC编码大小的读写数值。

如果aFECAdminState启用,GET操作返回FEC码字大小的当前值。其他情况下返回一个最大的 支持的FEC码字大小值。

只有当aFECSupported为真,且链路为向下时,SET操作(只允许在BTU-C上执行)将FEC码字 大小改变为显示的数值。如果aFECSupported为假,或链路不是向下,操作无效。

#### xii) aFECRedundancySize

属性

分类:

整数{2, 4, 8, 16, 20}

描述:

规定以八比特组为单位的FEC冗余字大小的读写数值。

如果aFECAdminState启用,GET操作返回FEC冗余字大小的当前值。其他情况下返回一个最大的支持的FEC冗余字大小值。

只有当aFECSupported为真,且链路为向下时,SET操作(只允许在BTU-C上执行)将FEC冗余字的大小改变为显示的数值。如果aFECSupported为假,或链路不是向下,操作无效。

#### xiii) aFECInterleaverType

属性

分类L:

枚举{

无,

块,

卷积

}

描述:

规定交织器类型的读写数值。

如果aFECAdminState 启用,GET操作返回交织器类型的当前值。其他情况下返回一个包含最大的支持类型的比特模板(例如,"无","块","卷积",或"块"&"卷积")。

只有当aFECSupported为真,且链路为向下时,SET操作(只允许在BTU-C上执行)将交织器类型改变为显示的数值。如果aFECSupported为假,或链路不是向下,操作无效。

#### xiv) aFECInterleaverDepth

属性

分类:

整数{1, 2, 3, 4, 6, 8, 12, 16, 24, 32, 48, 96}

描述:

设定交织器深度的读写数值。

如果aFECAdminState 启用,GET操作将返回交织器深度的当前值。其他情况下返回一个最大的支持地深度值。

只有当aFECSupported为真,且链路向下时,SET操作(只允许在BTU-C上执行)将交织器深度改为显示的数值。如果aFECSupported为假,或链路不是向下,操作无效。

#### c) oServices管理对象级别

#### i) aServiceID

属性

分类:

整数{1-60}

描述:

惟一确定一个业务的只读数值。可以对TDIM绑定设施定义高达60种业务。在带宽劣化的情况下,带有较低ID的业务有较高的优先级。

#### ii) aServiceType

属性

分类:

枚举{DS1、E1、NxDS0、NxE0、DS3、E3、时钟、以太网、ATM、无FCS的GFP、GFP} 描述:

设定BTU业务类型的读写数值。

GET操作返回对由aServiceID确认的特定业务的当前指定数值。

如果链路为向下,SET操作(只允许在BTU-C上执行)将业务类型改变为显示的数值。如果链路不是向下,操作无效。

#### iii) aServiceSize

属性

分类:

整数

描述:

设定每个绑定子块字节数的读写数值,该绑定子块用于由aServiceID确认的特定业务(对部分DS1/E1(NxDS0/NxE0为信道数),或对于异步业务为最大字节数(以太网、ATM、无FCS的GFP和GFP))。

GET操作返回当前数值。

如果链路为向下,SET操作(只允许在BTU-C上执行)将业务的大小改变为显示的数值。如果链路不是向下,或业务类型为固定速率TDM业务(aServiceType为DS1、E1、DS3、E3和时钟),操作无效。

#### d) oPair管理对象级别

#### i) aPairID

属性

分类:

整数{1-32}

描述:

惟一确认绑定组中一个线对(调制解调器)的只读数值,即聚合组中线对的逻辑编号。该数值永远不会大于aGroupCapacity。

#### ii) aPairStatus

属性

分类:

枚举{向下,握手,激活,正在同步,已同步,添加,在组中,同步丢失,移除}

描述:

显示当前线对状态的只读数值。所有状态在第12.1节中定义(线对管理和控制)。

# iii) aPairPhysicalID

属性

分类:

整数

描述:

显示线对物理编号的只读数值(标记在设备外部)。

#### iv) aPairRemotePhysicalID

属性

分类:

整数

描述:

显示远端线对物理编号的只读数值(标记在设备外部),该线对连接到由aPairID设定的本地线对。

# ITU-T 系列建议书

A系列 ITU-T工作的组织

D系列 一般资费原则

E系列 综合网络运行、电话业务、业务运行和人为因素

F系列 非话电信业务

G系列 传输系统和媒质、数字系统和网络

H系列 视听和多媒体系统

I系列 综合业务数字网

J系列 有线网和电视、声音节目和其他多媒体信号的传输

K系列 干扰的防护

L系列 线缆的构成、安装和保护及外部设备的其他组件

M系列 电信管理,包括TMN和网络维护

N系列 维护: 国际声音节目和电视传输电路

O系列 测量设备技术规程

P系列 电话传输质量、电话装置、本地线路网络

Q系列 交换和信令

R系列 电报传输

S系列电报业务终端设备

T系列 远程信息处理业务的终端设备

U系列 电报交换

V系列电话网上的数据通信

X系列数据网和开放系统通信及安全

Y系列 全球信息基础设施、互联网的协议问题和下一代网络

Z系列用于电信系统的语言和一般软件问题