

ICS 33.040.20

M 33



# 中华人民共和国通信行业标准

YD/T 1958-2009

---

## 准同步数字体系（PDH）虚级联和 通用成帧规程（GFP）帧映射技术要求

Technical Requirements for PDH Virtual Concatenation and  
GFP Mapping

2009-06-15 发布

2009-09-01 实施

---

中华人民共和国工业和信息化部 发布

## 目 次

前 言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 缩略语	2
5 约定	3
6 系统应用	3
7 虚级联接口的规范	4
8 GFP帧映射进PDH	9

## 前 言

本标准非等效采用国际电信联盟-电信标准部门(ITU-T)G.7043/Y.1343-2004《准同步数字体系(PDH)信号的虚级联》(英文版)和G.8040/Y.1340-2005《GFP帧映射进准同步数字体系(PDH)》(英文版),主要差异如下:

- 采用了ITU-T G.7043第6章第2节至第4节的内容,依次对应于本标准的第7章的第1条至第3节;
- 采用了ITU-T G.8040第6章第2节至第4节的内容,依次对应于本标准的第8章的第1条至第3节;
- 补充了系统的原子功能模型和系统应用说明,对应于本标准的第6章;
- 与我国PDH速率无关的内容未被列入本标准中。

在本标准的制定过程中还参考以下标准:

- GB/T 7611-2001 数字网系列比特率电接口特性
- GB/T 15941-2006 同步数字体系(SDH)光缆线路系统进网要求
- YD/T 1022-1999 同步数字体系(SDH)设备功能要求
- YD/T 1443-2006 通用成帧规程(GFP)技术要求
- YD/T 1631-2007 同步数字体系(SDH)虚级联及链路容量调整方案技术要求

本标准由中国通信标准化协会提出并负责归口。

本标准起草单位:武汉邮电科学研究院、上海贝尔阿尔卡特股份有限公司、中国普天信息产业集团公司

本标准主要起草人:肖定中、王宝太、彭松涛、田广礼、傅 莉、柯 昱、杜竹峰、杨志勇、李雪芹

# 准同步数字体系（PDH）虚级联和 通用成帧规程（GFP）帧映射技术要求

## 1 范围

本标准规定了准同步数字体系（PDH）信号虚级联接口的规范和通用成帧规程(GFP)帧映射进PDH的方法。

本标准适用于将以太网或其他数据业务信号通过具有PDH接口的传送网络进行传输的系统。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包括勘误的内容）或修订版均不适用于本标准。然而，鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

GB/T 7611-2001	数字网系列比特率电接口特性
YD/T 1017-1999	同步数字体系(SDH)网络节点接口
YD/T1443-2006	通用成帧规程（GFP）技术要求
YD/T1631-2007	同步数字体系(SDH)虚级联及链路容量调整方案技术要求
ITU- T G.702	数字系列比特率
ITU- T G.703	系列数字接口的物理/电气特性
ITU- T G.704	1 544、6 312、2048和44736kbit/s系列级用的同步帧结构
ITU- T G.7042	虚级联信号的链路容量调整方案
ITU- T G.707	同步数字体系(SDH)网络节点接口
ITU- T G.832	准同步数字体系（PDH）网中传送SDH单元—帧和复用结构

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准：

### 3.1

半字节 Nibble  
每组4bit。

### 3.2

成员 Member  
属于虚级联组的服务层的单个容器。

### 3.3

P12

遵照ITU-T G.704具有同步125 $\mu$ s 帧结构的2048kbit/sPDH通道层。

### 3.4

#### P31

遵照ITU-T G.832具有同步125 $\mu$ s 帧结构的34368kbit/sPDH通道层。

### 3.5

#### P32

遵照ITU-T G.704 帧结构的44736kbit/sPDH通道层。

### 3.6

#### E12

2048kbit/s信号电接口。

### 3.7

#### E31

34368kbit/s信号电接口。

### 3.8

#### E32

44736kbit/s信号电接口。

## 4 缩略语

下列缩略语适用于本标准。

CI	Characteristic Information	特征信息
CTRL	Control field sent from source to sink	源到宿发送的控制字段
DNU	Do Not Use	不使用
EOS	End of Sequence	序列尾
GFP	Generic Framing Procedure	通用成帧规程
GID	Group Identification	组标识
LCAS	Link Capacity Adjustment Scheme	链路容量调整方案
LSB	Least Significant Bit	最低有效比特位
MFI	Multiframe Indicator	复帧指示
MSB	Most Significant Bit	最高有效比特位
MST	Member Status information	成员状态信息
NORM	Normal Operating Mode	正常操作模式
PDH	Plesiochronous Digital Hierarchy	准同步数字体系
RS-ACK	Re-sequence Acknowledge	重排序列确认
SQ	Sequence Indicator	序列指示
VCAT	Virtual Concatenation	虚级联
VCG	Virtual Concatenation Group	虚级联组
VLI	Virtual concatenation and LCAS Information	虚级联和LCAS信息

## 5 约定

### 5.1 传送顺序

本标准中，所有图表中的信息均按照从左往右，自上而下的顺序传送。每一个字节或半字节内部，最高有效比特先发送。所有图表中，最高有效比特（比特1）都位于左边。

### 5.2 GFP 帧映射进 PDH 顺序

GFP帧的字节按传输比特的顺序映射入PDH字节。具体地说，GFP字节的比特1是所映射入的PDH字节中要传输的第1比特。

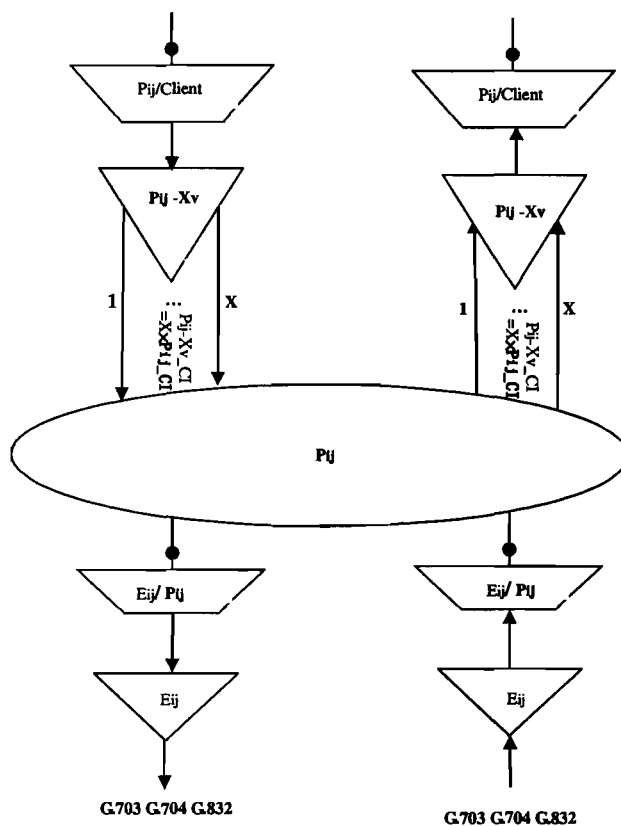
## 6 系统应用

### 6.1 PDH 虚级联设备原子功能模型

PDH虚级联方式可将一路高速数据业务适配到 $N$ 路相互独立的PDH相对低速通道中传输，提供相当于 $N$ 路相对低速通道容量之和的传输带宽。

PDH虚级联方式原理是将客户信号连续带宽拆分到多个PDH独立容器，这些独立容器在逻辑上属于同一个虚级联组（VCG），各独立容器可以在不同路径上进行传送，在传送的收端再将该VCG中的各个独立容器重新组合恢复客户信号连续带宽。

PDH虚级联设备原子功能模型如图1所示。



注：Pij: P12, P31, P32

Eij: E12, E31, E32

图1 PDH 虚级联设备原子功能模型

6.2 PDH 虚级联系统应用

PDH虚级联系统主要用于承载数据业务（例如以太网业务）信号，可应用于具有PDH信号接口的传送系统。

图2所示是采用PDH虚级联传送以太网或其他数据业务的系统应用示意图。以太网/数据业务经过GFP封装成GFP数据帧，GFP数据帧映射到PDH虚级联系统（该系统可以具有LCAS功能）并拆分到VCG的 $N$ 个成员；VCG的 $N$ 个成员根据ITU-T G.704形成PDH信号，在具有PDH端口的传送网络中传送。图3所示为通过E1接口传送以太网信号系统具体应用示意图。

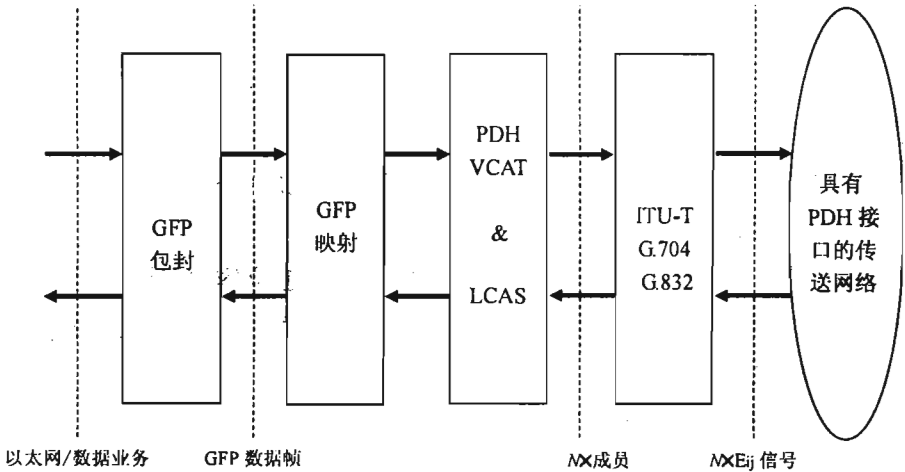


图2 PDH 虚级联传送以太网/数据业务系统应用示例

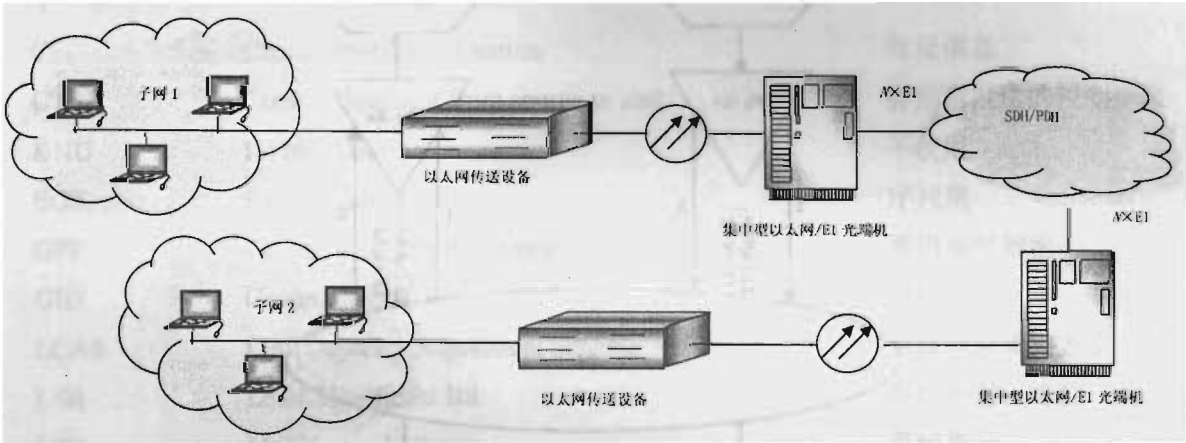


图3 通过 E1 接口传送以太网信号系统具体应用示例

7 虚级联接口的规范

7.1 净通路负荷在  $N \times 2048\text{ kbit/s}$  接口的虚级联

7.1.1 帧和复帧格式

采用ITU-T G.704中描述的速率为2048kbit/s帧与16复帧结构。复帧第一帧的时隙1用于传送每个2048kbit/s信号的级联开销，详见图4。该字节用于全部 $N(N=1 \dots 16)$ 个成员。为实现虚级联的目的，2048kbit/s容器帧是图4展示的复帧。

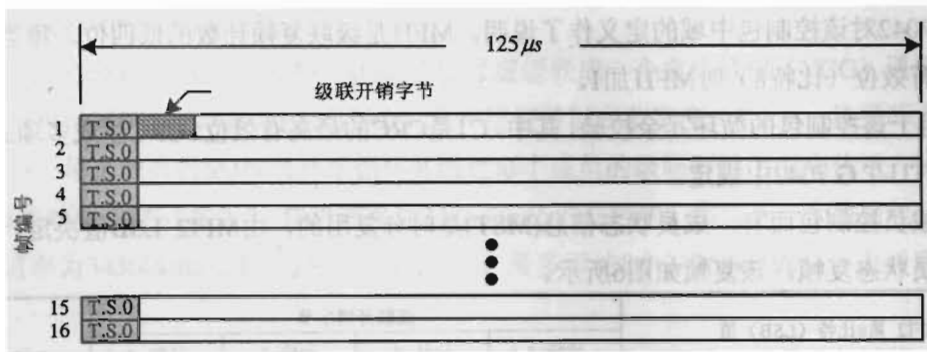


图4 N×2048kbit/s 信号中级联开销的位置

### 7.1.2 N 个 2048kbit/s 信号的级联

级联开销字节允许将N个2048kbit/s的信号虚级联成一个虚级联组（VCG）通道。VCG净荷带宽为N×[1984-(64/16)]kbit/s=N×1980kbit/s。客户层信号以字节宽度（8bit），按循环（round robin）方式分别映射进VCG的N个2048kbit/s的成员信号中。每个成员级联开销定义的SQ以升序排列。比如，如果一个数据包的字节1被映射进SQ为0的2048kbit/s信号中，那么下一个数据包字节将被映射进SQ为1的2048kbit/s的信号中，以此类推。最多可将16个2048kbit/s信号虚级联到一个VCG中。

PDH虚级联和与之相关的链路容量调整方案（LCAS）的功能和定义与ITU-T G.707中规范的SDH虚容器的功能和定义类似。

#### 7.1.2.1 级联开销字节定义

级联开销字节采用时分复用方式来携带虚级联所需要的开销。该时分复用采用“16个半字节（nibble）VLI”形式。级联开销字节包含一个VLI的半字节和一个MFI1的半字节。级联开销字节与VLI的内容和格式如图5所示。

级联开销字节定义							
比特1	比特2	比特3	比特4	比特5	比特6	比特7	比特8
控制包				MFI1			
MST (比特 1~4)				1	0	0	0
MST (比特 5~8)				1	0	0	1
0	0	0	RS-ACK	1	0	1	0
保留 (0000)				1	0	1	1
保留 (0000)				1	1	0	0
保留 (0000)				1	1	0	1
保留 (0000)				1	1	1	0
SQ bit 1~4				1	1	1	1
MFI2 MSBs (比特 1~4)				0	0	0	0
MFI2 LSBs (比特 5~8)				0	0	0	1
CTRL				0	0	1	0
0	0	0	GID	0	0	1	1
保留 (0000)				0	1	0	0
保留 (0000)				0	1	0	1
C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>4</sub>	0	1	1	0
C <sub>5</sub>	C <sub>6</sub>	C <sub>7</sub>	C <sub>8</sub>	0	1	1	1

图5 N×2048kbit/s 信号虚级联技术控制包格式



ITU-T G.7042对该控制包中域的定义作了说明。MF11是级联复帧计数的低四位。每当发送到级联开销字节的最低有效位（比特8）时MF11加1。

Cn 比特用于该控制包的循环冗余校验，其中，C1是CRC的最高有效位。CRC生成多项式为 $x^8+x^2+x+1$ ，其计算方法在ITU-T G.7042中规定。

对于多个成员控制包而言，成员状态信息(MST)是时分复用的，由MF12 LSB值决定。这个分时形式构成了一个成员状态复帧，该复帧如图6所示。

MF12 第8比特 (LSB) 值	级联开销字节				成员编号
	比特 1	比特 2	比特 3	比特 4	
0	0	1	2	3	
	4	5	6	7	
1	8	9	10	11	
	12	13	14	15	

注1：由于16个成员为最大值，MF12比特8 (LSB) 用来确定哪8个成员状态在控制包的8比特MST域传送。换言之，在该表中MF12比特8被读取作为索引识别哪些成员状态在随后的MST域中被发送

图6 N×2048kbit/s 信号的成员状态比特安排

7.1.2.2 时延差检测

所有构成VCG的N个2048kbit/s成员信号在VCG源端发送处的PDH信号帧、复帧以及MF11和MF12对齐，并与其2048kbit/s时钟频率一致。通过比较各个成员的MF11和MF12值并适当地重对齐，VCG宿端能够确定不同成员在网络中所遇到的时延差。MF12的4个最高有效位不能用来进行时延差补偿。能够被检测到的最大时延差是 $\pm 256 \times 16 \times 125 \mu s / 2 = \pm 256 ms$ 。即使不用MF12 MSBs计算时延差，4个MF12 MSBs也继续用于12bit MF11-MF12计数器的增量部分。

7.2 净通路负荷在 N×34368kbit/s 接口的虚级联

7.2.1 帧和复帧格式

使用ITU-T G.832中所描述的24帧的复帧结构时，应增加级联开销字节。特别指出的是，继FA2字节之后的第一个字节被用来为每个34368kbit/s信号传送级联开销，如图7所示。这一字节对N (N=1...8)的所有值保留。为实现虚级联的目的，34368kbit/s容器帧是图7展示的复帧。

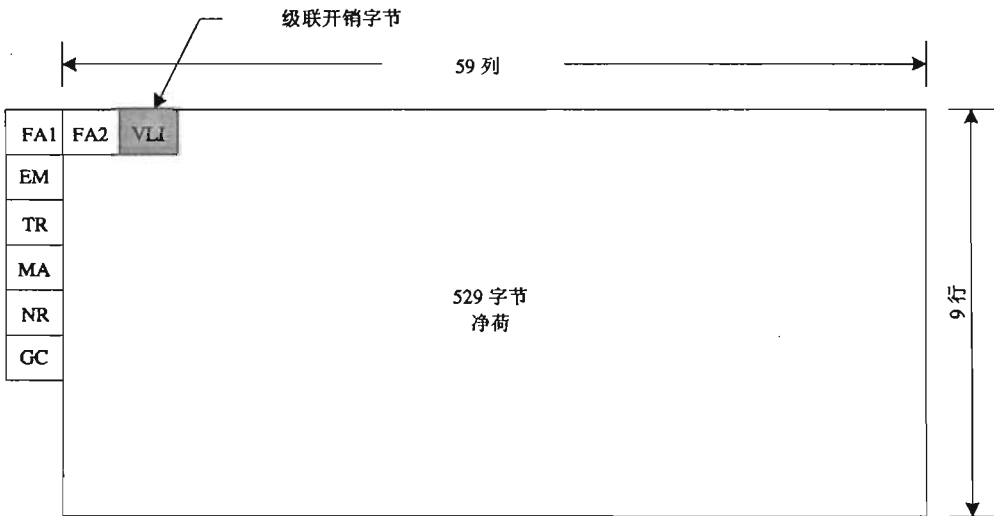


图7 N×34368kbit/s 信号中级联开销的位置

## 7.2.2 N个34368kbit/s信号的级联

级联开销字节允许将N个速率为34368kbit/s的信号虚级联成一个虚级联组（VCG）通道，VCG净荷带宽为 $N \times [(529/537) \times 34368] \text{kbit/s} \approx N \times 33\,856 \text{kbit/s}$ 。客户层信号以字节宽度（8bit），按循环方式分别映射进VCG信号成员中。每个成员的SQ按照升序循环并通过每个成员的级联开销字节来传送。比如，如果一个数据包的字节1被映射进序列数为0、传送速率为34368kbit/s的信号中，那么下一个数据包字节将被映射进SQ为1、传送速率为34368kbit/s的信号中，以此类推。最多可达8个34368kbit/s信号虚级联到一个独立的VCG中。

PDH虚级联和相关的链路容量调整方案(LCAS)的功能和定义与ITU-T G.707中规范的SDH虚容器的功能和定义类似。

### 7.2.2.1 级联开销字节定义

级联开销字节采用时分复用方式来携带虚级联所需要的开销。该时分复用采用“16个半字节（nibble）VLI”形式。控制字节包含一个VLI的半字节和一个MFI1的半字节。级联开销字节与VLI的内容和格式如图8所示。

级联开销字节定义							
比特1	比特2	比特3	比特4	比特5	比特6	比特7	比特8
控制包				MFI1			
MST (比特 1~4)				1	0	0	0
MST (比特 5~8)				1	0	0	1
0	0	0	RS-ACK	1	0	1	0
保留 (0000)				1	0	1	1
保留(0000)				1	1	0	0
保留(0000)				1	1	0	1
保留(0000)				1	1	1	0
0	SQ 比特 1~3			1	1	1	1
MFI2 MSBs (比特 1~4)				0	0	0	0
MFI2 LSBs (比特 5~8)				0	0	0	1
CTRL				0	0	1	0
0	0	0	GID	0	0	1	1
保留(0000)				0	1	0	0
保留(0000)				0	1	0	1
C1	C2	C3	C4	0	1	1	0
C5	C6	C7	C8	0	1	1	1

图8 N×34368kbit/s 和 N×44736kbit/s 信号的虚级联控制包格式

ITU-T G.7042对该控制包中域的定义作了说明。

MFI1是级联复帧计数的低四位。每当发送到级联开销字节的最低有效位（比特8）时MFI1加1。MFI2是12比特的级联帧计数中的高八位。

Cn比特用于该控制包的循环冗余校验，其中，C1是CRC的最高有效位。CRC生成多项式为 $x^8 + x^2 + x + 1$ ，其计算方法在ITU-T G.7042中有规定。

每一个控制包内都携带成员状态信息(MST)，如图9所示。

帧编号(MFI1)	级联开销字节				成员编号
	比特 1	比特 2	比特 3	比特 4	
0	0	1	2	3	成员编号
1	4	5	6	7	

图9 N×34368kbit/s 信号的成员状态比特安排

7.2.2.2 时延差检测

所有构成VCG的N个34368kbit/s成员信号在VCG源端发送处的PDH信号帧、复帧以及MFI1和MFI2对齐，并与其34368kbit/s时钟频率一致。通过比较各个成员的MFI1和MFI2值并适当地重对齐，VCG宿端能够决定不同成员在网络中所遇到的时延差。能够被检测到的最大时延差是 $\pm 537 \times 8 \times 2^{12} / 2 / 34368000 = \pm 256\text{ms}$ 。

7.3 净通路负荷在 N×44736kbit/s 接口的虚级联

7.3.1 帧和复帧格式

ITU-T G.704中描述的复帧结构44736kbit/s的信号将被采用。对于N×44736kbit/s信号，复帧格式第一个成帧比特(X1)之后的第一个字节（两个半字节）被用来传送每个44736kbit/s信号的级联开销，如图10所示。这一字节对N(N=1...8)的所有值所保留。为实现虚级联的目的，44736kbit/s容器帧是图10展示的复帧。

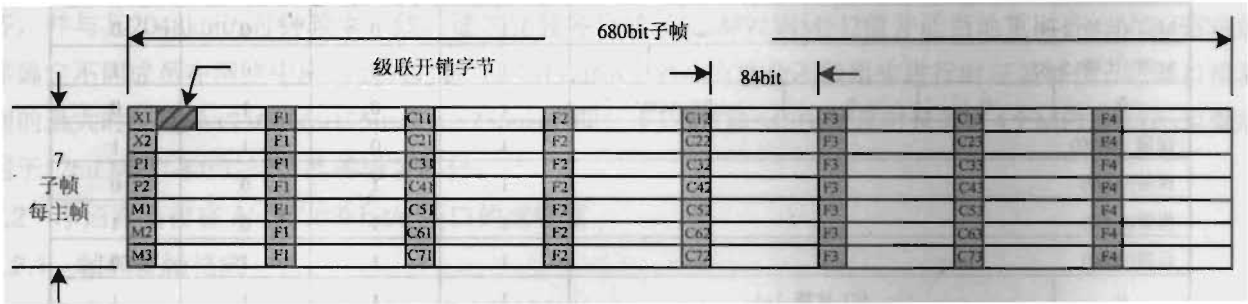


图10 用于 N×44736kbit/s 映射保留级联开销字节的 44736kbit/s 信号复帧

7.3.2 N个 44736kbit/s 信号的级联

级联开销字节允许将N个速率为44736kbit/s的信号虚级联成一个虚级联组（VCG）通道，VCG净负荷带宽为 $N \times 44736 \times [(7 \times (680 - 8) - 8) / (7 \times 680)] \text{kbit/s} \approx N \times 44134 \text{kbit/s}$ 。客户层信号以字节宽度（8bit），按循环方式分别映射进VCG信号成员中。每个成员的SQ按照升序循环并通过每个成员的级联开销字节来传送。比如，如果GFP帧字节1的最高有效半字节被映射进序列数为0、传送速率为44736kbit/s的信号中，那么GFP帧字节1的最低有效半字节将被映射进SQ为1、传送速率为44736kbit/s的信号中，继而，GFP帧字节2的最高有效半字节将被映射进SQ为2、传送速率为44736kbit/s的信号中，以此类推。最多可将8个44736kbit/s信号虚级联到一个独立的VCG中。

PDH虚级联和相关的链路容量调整方案(LCAS)的功能和定义与ITU-T G.707中规范的SDH虚容器的功能和定义类似。

7.3.2.1 级联开销字节定义

级联开销字节采用时分复用方式来携带虚级联所需要的开销。该时分复用采用“16个半字节（nibble）VLI”形式。控制字节包含一个VLI的半字节和一个MFI1的半字节。级联开销字节与VLI的内容和格式如图8所示。

ITU-T G.7042对该控制包中域的定义作了说明。

MFI1是级联复帧计数的低四位。每当发送到级联开销字节的最低有效位（比特8）时MFI1加1。MFI2是12bit的级联帧计数中的高八位。

Cn比特用于该控制包的循环冗余校验，其中，C1是CRC的最高有效位。CRC生成多项式为 $x^8+x^2+x+1$ ，其计算方法在ITU-T G.7042中有规定。

每一个控制包内都携带成员状态信息(MST)，如图11所示。

帧编号 (MFI1)	级联开销字节				成员编号
	比特 1	比特 2	比特 3	比特 4	
0	0	1	2	3	成员编号
1	4	5	6	7	

图11 N×44736kbit/s 信号的成员状态比特安排

7.3.2.2 时延差检测

所有构成VCG的N个44736kbit/s成员信号在VCG源端发送处的PDH信号帧、复帧以及MFI1和MFI2对齐，并与其44 36kbit/s时钟频率一致。通过比较各个成员的MFI1和MFI2值并适当地重对齐，VCG宿端能够决定不同成员在网络中所遇到的时延差。能够被检测到的最大时延差是 $\pm 7 \times 680 \times 2^{12} / 2 / 44736\ 000 = \pm 217\ ms$ 。

7.4 LCAS 应用

PDH虚级联支持链路容量调整方案（LCAS），详细参照ITU-T G.7042和YD/T 1631-007附录C。

8 GFP 帧映射进 PDH

8.1 映射进 N×2048kbit/s

8.1.1 帧和复帧格式

应采用ITU-T G.704所述2048kbit/s的基本帧结构。使用时隙1-31传送GFP字节。

应采用ITU-T G.704所述16帧的复帧结构。按照本标准7.1节的规定，复帧第一帧的时隙1用于传送级联开销，如图12所示。对于所有的N值(N = 1...16)都保留该字节。对于非VCAT/LCAS情况（也就是指一个2048kbit/s信号），该级联开销字节应设置为0x00。

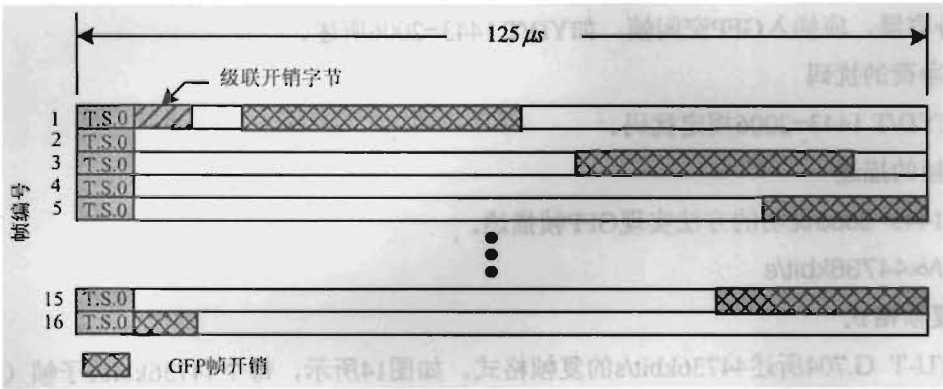


图12 GFP 映射进 2048kbit/s 信号的字节排列

8.1.2 GFP 帧速率适配

当从GFP源适配过程既不能获得GFP客户端数据帧又不能得到GFP客户端管理帧时，为了实现速率适配、填充服务容器，应插入GFP空闲帧，如YD/T 1443-2006建议所述。

8.1.3 GFP 净荷的扰码

GFP帧按YD/T 1443-2006规定扰码。

8.1.4 GFP 帧的描述

按YD/T 1443-2006说明的方法实现GFP帧描述。

8.2 映射进  $N \times 34368\text{ kbit/s}$

8.2.1 帧和复帧格式

应采用ITU-T G.832所述34368kbit/s的基本帧和复帧结构。按照本标准7.2节的规定，跟在复帧的FA2字节之后的第一个字节用于传送级联开销，如图13所示。对于所有的 $N$ 值( $N = 1 \dots 8$ )都保留该字节。对于非VCAT/LCAS情况（也就是指一个34368kbit/s信号），级联开销应设置为0x00。

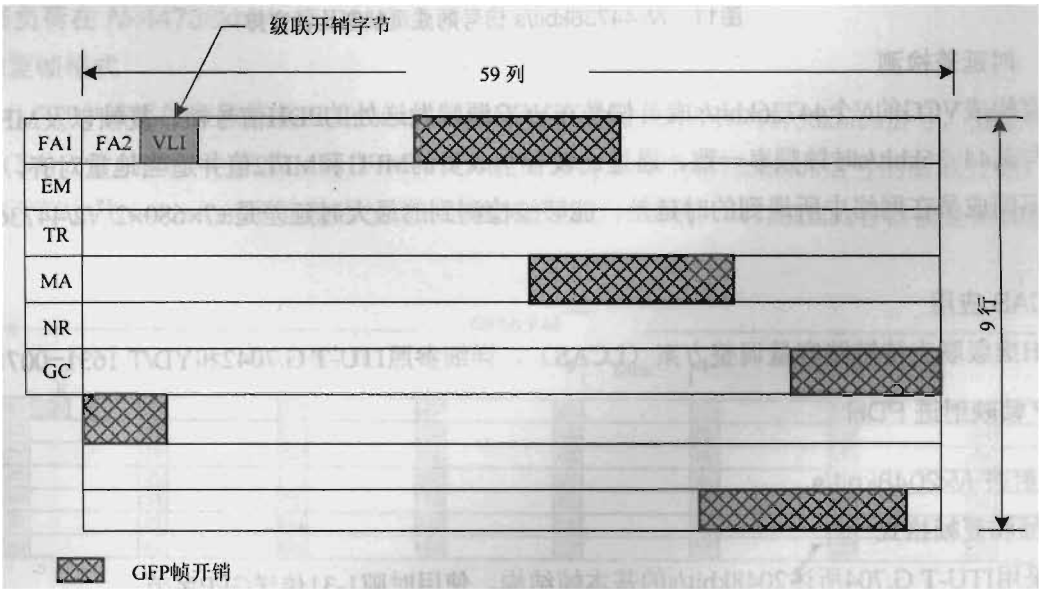


图13 GFP 映射进 34368kbit/s 信号的字节排列

8.2.2 GFP 帧速率适配

当从GFP源适配过程既不能获得GFP客户端数据帧又不能得到GFP客户端管理帧时，为了实现速率适配、填充服务容器，应插入GFP空闲帧，如YD/T 1443-2006所述。

8.2.3 GFP 净荷的扰码

GFP帧按YD/T 1443-2006规定扰码。

8.2.4 GFP 帧的描述

按YD/T 1443-2006说明的方法实现GFP帧描述。

8.3 映射进  $N \times 44736\text{ kbit/s}$

8.3.1 帧和复帧格式

应采用ITU-T G.704所述44736kbit/s的复帧格式。如图14所示，每个44736kbit/s子帧（M-子帧）包含672bit，它们可以看做是84个byte，其字节#11、#32、#53和#74分别与F1、F2、F3和F4比特交叠。按照本标准7.3节的规定，跟在复帧的第一个帧比特(X1)之后的第一个字节（两个四比特组）用于传送级联开销，如图15所示。对于所有的 $N$ 值( $N = 1 \dots 8$ )都保留该字节。对于非VCAT/LCAS情况（也就是指一个44736kbit/s信号），该级联开销字节应设置为0x00。



图15 GFP映射进 44736kbit/s 信号帧

8.3.2 GFP 帧速率适配

当从GFP源适配过程既不能获得GFP客户端数据帧又不能得到GFP客户端管理帧时，为了实现速率适配、填充服务容器，应插入GFP空闲帧，如YD/T1443-2006所述。

8.3.3 GFP 净荷的扰码

GFP帧按YD/T1443-2006规定扰码。

8.3.4 GFP 帧的描述

按YD/T1443-2006说明的方法实现GFP帧描述。