



国 际 电 信 联 盟

**ITU-T**

国际电信联盟  
电信标准化部门

**G.707/Y.1322**

(12/2003)

**G系列：传输系统和媒质、数字系统和网络  
数字终端设备 — 概述**

**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**

---

**同步数字系列（SDH）的网络节点接口**

ITU-T G.707/Y.1322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
测试设备	G.500-G.599
传输媒质的特性	G.600-G.699
数字终端设备	G.700-G.799
<b>概述</b>	<b>G.700-G.709</b>
通过脉码调制的模拟信号编码	G.710-G.719
通过PCM以外的方法的模拟信号编码	G.720-G.729
一次群复用设备的主要特性	G.730-G.739
二次群复用设备的主要特性	G.740-G.749
高次群复用设备的主要特性	G.750-G.759
变码器和数字倍增设备的主要特性	G.760-G.769
传输设备的操作、管理和维护特性	G.770-G.779
同步数字系列复用设备的主要特性	G.780-G.789
其他终端设备	G.790-G.799
数字网	G.800-G.899
数字段和数字线路系统	G.900-G.999
服务质量与性能—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
经传送网的数据—一般概况	G.7000-G.7999
经传送网的以太网概况	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.707/Y.1322建议书

## 同步数字系列（SDH）的网络节点接口

### 摘要

本建议书对包括B-ISDN在内的同步数字网络的网络节点接口上的STM-N信号提出如下几方面的要求：

- 比特率；
- 帧结构；
- 挂号用户信号的映射与多路复用格式（例如，PDH、ATM和以太网）；
- 开销的功能性。

### 来源

ITU-T第15研究组（2001—2004）按照ITU-T A.8建议书规定的程序，于2003年12月14日批准了ITU-T G.707/Y.1322建议书。

### 沿革

1.0	G.707	1988-11-25
2.0	G.707	1991-04-05
3.0	G.707	1993-03-12
4.0	G.707	1996-03-20
5.0	G.707/Y.1322	2000-10-06
5.1	G.707/Y.1322 (2000)勘误1	2001-03-15
5.2	G.707/Y.1322 (2000)勘误2	2001-11-29
5.3	G.707/Y.1322 (2000)修正案1	2001-11-29
5.4	G.707/Y.1322 (2000)修正案2	2002-08-06
5.4	G.707/Y.1322 (2000)勘误3	2003-03-16
5.5	G.707/Y.1322 (2000)修正案3	2003-04-13
6.0	G.707/Y.1322	2003-12-14

## 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

国际电联提请注意：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、有效性和适用性不表示意见。

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 2004

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 术语和定义 .....	2
4 首字母缩略语和缩写词 .....	5
5 惯例 .....	8
6 基本多路复用原理 .....	8
6.1 多路复用结构 .....	8
6.2 基本帧结构 .....	12
6.3 系列比特率 .....	16
6.4 STM-N 的互连 .....	17
6.5 加扰 .....	18
6.6 NNI 的物理规范 .....	19
7 多路复用方法 .....	19
7.1 管理单元多路复用成 STM-N .....	19
7.2 支路单元多路复用成 VC-4 和 VC-3 .....	23
7.3 AU-n/TU-n 编号方案 .....	28
8 指针 .....	58
8.1 AU-n 指针 .....	58
8.2 TU-3 指针 .....	65
8.3 TU-2/TU-1 指针 .....	67
9 开销字节描述 .....	73
9.1 开销类型 .....	73
9.2 SOH 描述 .....	73
9.3 POH 描述 .....	86
10 支路映射至 VC-n .....	94
10.1 G.702 型信号的映射 .....	94
10.2 ATM 信元的映射 .....	109
10.3 HDLC 定帧信号的映射 .....	114
10.4 DQDB 映射至 VC-4 .....	115
10.5 125 000 kbit/s FDDI 异步映射至 VC-4 .....	115
10.6 GFP 帧的映射 .....	116
10.7 ODUk 异步映射至通过 VC-4-Xv 传送的 C-4-Xc .....	117
11 VC 级联 .....	121
11.1 X 个 VC-4 (VC-4-Xc, X=4、16、64、256) 的相邻级联 .....	122
11.2 X 个 VC-3/VC-4 (VC-3/4-Xv, X=1…256) 的虚拟级联 .....	123
11.3 高阶 VC-3 (VC-2-Xc, X=1…7) 中 X 个 VC-2 的相邻级联 .....	129
11.4 X 个 VC-2/1 的虚拟级联 .....	129

	页
附件 A—STM-64 和 STM-256 的前向纠错.....	133
A.1    网络基准模型.....	133
A.2    FEC 功能.....	133
A.3    映射至 SDH 帧.....	134
A.4    带内 FEC 再生器功能.....	136
A.5    性能监控.....	137
A.6    FEC 激活与去活化.....	137
A.7    带内 FEC 性能.....	138
附件 B—CRC-7 多项式算法 .....	138
B.1    乘/除处理.....	138
B.2    编码程序.....	139
B.3    译码程序.....	139
附件 C—VC-4-Xc/VC-4/VC-3 串级连接监控协议：选项 1 .....	139
C.1    串级连接开销—字节位置.....	140
C.2    定义.....	142
C.3    串级连接扎线.....	142
C.4    入局误差计数 (IEC) .....	143
C.5    B3 补偿 .....	145
C.6    数据链路.....	146
C.7    入局信号故障的处理.....	153
C.8    串级连接空闲信号.....	155
C.9    串级连接测试信号.....	155
附件 D—VC-4-Xc/VC-4/VC-3 串级连接监控协议：选项 2 .....	155
D.1    N1 字节结构 .....	155
D.2    串级连接源上的 TCM 功能 .....	157
D.3    串级连接信宿上的 TCM 功能 .....	157
D.4    BIP-8 补偿 .....	159
附件 E—VC-2/VC-1 串级连接监控协议 .....	159
E.1    N2 字节结构 .....	159
E.2    串级连接源上的 TCM 功能 .....	160
E.3    串级连接信宿上的 TCM 功能 .....	161
E.4    BIP-2 补偿 .....	161
附件 F—VC-4-64c 内 10 Gbit/s 以太网的传送.....	162
F.1    以太网 MAC 采用 64B/66B 编码映射至 VC-4-64c.....	162
附录 I—VC-4 内 TU-2 地址与列编号之间的关系 .....	163
附录 II—VC-4 内 TU-12 地址与列编号之间的关系.....	164

	页
附录 III—VC-4 内 TU-11 地址与列编号之间的关系 .....	166
附录 IV—VC-3 内 TU-2 地址与列编号之间的关系 .....	168
附录 V—VC-3 内 TU-12 地址与列编号之间的关系 .....	169
附录 VI—VC-3 内 TU-11 地址与列编号之间的关系 .....	170
附录 VII—增强型远程缺陷指示 (RDI) .....	171
VII.1    VC-4-Xc/VC-4/VC-3 路径 .....	171
VII.2    VC-2/VC-1 路径 .....	172
附录 VIII—TC 监控对入局信号的非预期行为与依赖关系 .....	173
VIII.1    进入 AIS 的状态(VC-3/4/4-Xc 的情况) .....	173
VIII.2    进入 AIS 的状态(VC-1/2 的情况) .....	174
VIII.3    从相位跳变中恢复(对所有 VC-n 有效) .....	174
附录 IX—STM-16 的前向纠错 .....	174
附录 X—带内 FEC 的性能 .....	175
附录 XI—ODU1 至 C-4-17c 和 ODU2 至 C-4-68c 异步映射的标称调整率 .....	177
附录 XII—10 Gbit/s 以太网 WAN 锁定精度要考虑的问题 .....	179
附录 XIII—LCAS 控制分组 CRC 计算举例 .....	180
参考资料 .....	182



# ITU-T G.707/Y.1322建议书

## 同步数字系列（SDH）的网络节点接口

### 1 范围

本建议书包括的网络节点接口（NNI）规范对于传输各种不同类型有效载荷的同步数字系列（SDH）接口上的网络单元之间的互通是十分必要的。

因此，本建议书规定在包括B-ISDN在内的同步数字网的NNI上的如下特性：

- STM-N信号的比特率；
- STM-N信号的帧结构；
- 挂号用户信号的映射与多路复用成STM-N帧的格式（例如，PDH、ATM和以太网）；
- 在STM-N帧的各种不同开销中应实现的各种功能性。

### 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。

- ITU-T Recommendation G.691 (2003), *Optical interfaces for single-channel STM-64 and other SDH systems with optical amplifiers.*
- ITU-T Recommendation G.702 (1988), *Digital hierarchy bit rates.*
- ITU-T Recommendation G.703 (2001), *Physical/electrical characteristics of hierarchical digital interfaces.*
- ITU-T Recommendation G.704 (1998), *Synchronous frame structures used at 1544, 6312, 2048, 8448 and 44 736 kbit/s hierarchical levels.*
- ITU-T Recommendation G.709/Y.1331 (2003), *Interface for the Optical Transport Network (OTN).*
- ITU-T Recommendation G.783 (2004), *Characteristics of synchronous digital hierarchy (SDH) equipment functional blocks.*
- ITU-T Recommendation G.7041/Y.1303 (2003), *Generic framing procedure (GFP).*
- ITU-T Recommendation G.7042/Y.1305 (2004), *Link capacity adjustment scheme (LCAS) for virtual concatenated signals.*
- ITU-T Recommendation G.802 (1988), *Interworking between networks based on different digital hierarchies and speech encoding laws.*
- ITU-T Recommendation G.803 (2000), *Architecture of transport networks based on the synchronous digital hierarchy (SDH).*

- ITU-T Recommendation G.806 (2004), *Characteristics of transport equipment – Description methodology and generic functionality*.
- ITU-T Recommendation G.831 (2000), *Management capabilities of transport networks based on the synchronous digital hierarchy (SDH)*.
- ITU-T Recommendation G.841 (1998), *Types and characteristics of SDH network protection architectures*.
- ITU-T Recommendation G.957 (1999), *Optical interfaces for equipments and systems relating to the synchronous digital hierarchy*.
- ITU-T Recommendation I.432.1 (1999), *B-ISDN user-network interface – Physical layer specification: General characteristics*.
- ITU-T Recommendation I.432.2 (1999), *B-ISDN user-network interface – Physical layer specification: 155 520 kbit/s and 622 080 kbit/s operation*.
- ITU-T Recommendation O.181 (2002), *Equipment to assess error performance on STM-N interfaces*.
- ITU-R Recommendation F.750-4 (2000), *Architectures and functional aspects of radio-relay systems for synchronous digital hierarchy (SDH)-based networks*.
- ITU-R Recommendation S.1149-1 (1997), *Network architecture and equipment functional aspects of digital satellite systems in the fixed-satellite service forming part of synchronous digital hierarchy transport networks*.
- ETSI ETS 300 216 (1992), *Network Aspects (NA); Metropolitan Area Network (MAN); Physical layer convergence procedure for 155,520 Mbit/s*.
- IEEE Standard 803.2AE (2002), *Information technology – Telecommunications and information exchange between systems – Local and metropolitan area networks – Specific requirements – Part 3: Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection (CSMA/CD) Access Method and Physical Layer Specifications-Media Access Control (MAC) Parameters, Physical Layer and Management Parameters for 10 Gb/s Operation*.

### 3 术语和定义

本建议书规定下列术语：

**3.1 synchronous digital hierarchy (SDH)** 同步数字系列：SDH是在物理传输网上传送适宜适配有效载荷而标准化的一系列数字传输结构集。

**3.2 synchronous transport module (STM)** 同步传输模块：STM是用于支持SDH中分段层连接的信息结构。它由每125μs重复一次的块帧结构中组织的信息有效载荷和分段开销（SOH）信息字段组成。为在选定的媒体上以同步于网络的速率进行串行传输，该信息须做适当调节。基本的STM规定为155520kbit/s。它被称之为STM-1。更大容量的STM以等于该基本速率的N倍速率组成。已定义N=4、N=16、N=64以及N=256的STM容量，更大的值亦在考虑之中。

STM-0包含单一的3级的管理单元。STM-N（N≥1）包含单一的N级管理单元组（AUG-N）与SOH在一起。STM-N系列比特率在6.3节中给出。

**3.3 virtual container-n (VC-n)** 虚拟容器：虚拟容器是用于支持SDH中路径层连接的信息结构。它由每125μs或500μs重复一次的块帧结构中组织的信息有效载荷和路径开销（POH）信息字段组成。标识

VC-n帧起始的定位信息由服务器网络层提供。

两种类型的虚拟容器已经确认。

— 低阶虚拟容器 $n:VC-n$  ( $n=1, 2, 3$ )

该单元包含单一的容器n ( $n=1, 2, 3$ ) 加上适合该等级的低阶虚拟容器POH。

— 高阶虚拟容器 $n:VC-n$  ( $n=3, 4$ )

该单元或者包含单一的容器n ( $n=3, 4$ ) 或者包含支路单元组 (TUG-2或TUG-3) 的汇集, 连同适合该等级的虚拟容器POH。

**3.4 administrative unit-n (AU-n) 管理单元-n:** 管理单元是提供高阶路径层和多路复用分段层之间适配的信息结构。它由信息有效载荷 (高阶虚拟容器) 和管理单元指针组成, 该指针指示相对于多路复用分段帧起始的有效载荷帧起始的偏移。

规定两种管理单元。AU-4由VC-4加上管理单元指针组成, 该指针指示相对于STM-N帧的VC-4相位调整。AU-3由VC-3加上管理单元指针组成, 该指针指示相对于STM-N帧的VC-3相位调整。在以上各种情形中, 管理单元指针位置相对于STM-N帧固定。

在STM有效载荷中占据固定、规定位置的一个或多个管理单元被称为管理单元组 (AUG)。

AUG-1由AU-3的同类装配或一个AU-4组成。

**3.5 tributary unit-n (TU-n) 支路单元-n:** 支路单元是提供低阶路径层和高阶路径层之间适配的信息结构。它由信息有效载荷 (低阶虚拟容器) 和支路单元指针组成, 该指针指示相对于高阶虚拟容器帧起始的有效载荷帧起始的偏移。

TU-n ( $n=1, 2, 3$ ) 由VC-n连同一个支路单元指针组成。

在高阶VC-n有效载荷中占据固定、规定位置的一个或多个支路单元被称为支路单元组 (TUG)。以如此方式规定的TUG可以构造由不同规模支路单元所组成的混合容量有效载荷, 以增强该传输网的灵活性。

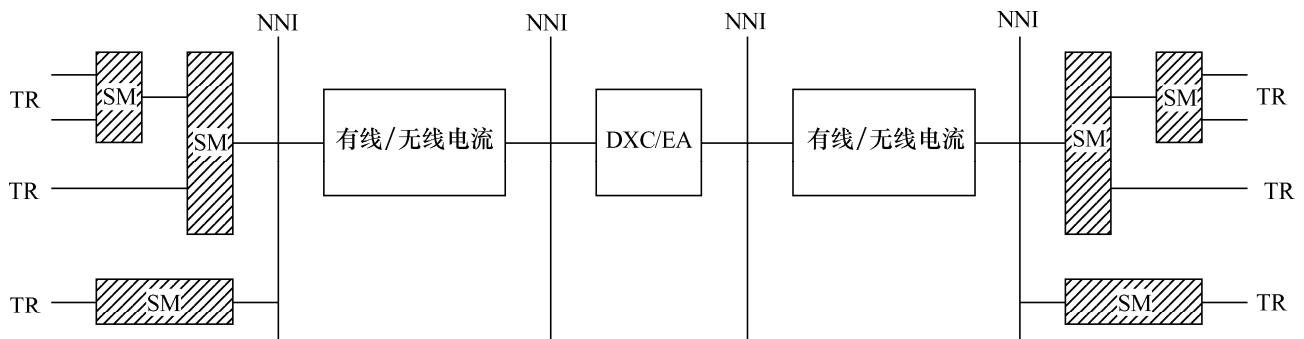
AUG-2由完全相同的TU-1的同类装配或一个TU-2组成。

AUG-3由TUG-2的同类装配或一个TU-3组成。

**3.6 container-n (n=1-4) 容器n (n=1-4) :** 容器是构成虚拟容器的网络同步信息有效载荷的信息结构。对于每个规定的虚拟容器均有一个相应的容器。为使众多的公用网速率能够进入有限数目的标准容器曾规定若干适配功能。这些速率包括在ITU-T G.702建议书中已经规定的那些速率。对于新的宽带速率而言, 更进一步的适配功能将在以后规定。

**3.7 network node interface (NNI) 网络节点接口:** 在网络节点处用于与另一个网络节点互连的接口。

图3-1给出一种可能的网络配置用以说明本建议书中所指定的NNI位置。



DXC 数字交叉连接设备

EA 外部接入设备

SM 同步复用器

TR 支路

T1517940-95

图3-1/G.707/Y.1322—NNI的位置

**3.8 pointer 指针:** 指针是一种指示器, 其值规定虚拟容器相对于支持它的传输实体帧基准的帧偏移。

**3.9 concatenation 链接:** 链接是一种规程, 依靠该规程均衡连接大量的虚拟容器从而其组合的容量可以作为跨越维持其比特序列完整性的单一容器使用。

**3.10 SDH mapping SDH 映射:** 在SDH网络边界将若干支路适配成虚拟容器的过程。

**3.11 SDH multiplexing SDH多路复用:** 它是一种规程, 依靠该规程将多个低阶路径层信号适配成一个高阶路径或者将多个高阶路径层信号适配成一个多路复用分段。

**3.12 SDH aligning SDH校准:** 它是一种规程, 一旦需要适配支持层的帧基准时, 依靠该规程将帧偏移信息合并到支路单元或管理单元中。

**3.13 Bit Interleaved Parity-X (BIP-X)** 比特交错奇偶校验-X: BIP-X码定义为误差监控的一种方法。具有偶校验的X比特码以这样的一种方式在信号的某个特定部分上由传输设备生成, 即该码的首比特提供信号覆盖部分中所有X比特序列的首比特上的偶校验, 第二比特提供该特定部分内所有X比特序列的第二比特上的偶校验, 等等。通过设置这样的BIP-X比特生成偶校验, 以致在信号的每个监控部分中都存在偶数个“1”。监控部分包含信号覆盖部分中处于X比特序列内相同比特位置上的所有比特。该覆盖部分包括BIP-X。

**3.14 concatenation 级联:** 总括许多较小的容器带宽构成大带宽容器的过程。存在两种形式:

- 邻接级联;
- 虚拟级联。

**3.15 shortened Binary-BCH 截短二进制BCH:** 一类块线性循环码的截短形式。这些截短的二进制BCH码具有以下共同性质:

$$n = 2^m - 1 - s$$

$$k = n - t \times m$$

$$d = 2 \times t + 1$$

其中:

- n 整个码字的尺寸;
- k 信息比特的总数;
- m BCH码参数;
- t BCH码块内纠错的总数;
- d 最小码距离;
- s 该码截短部分所删除的信息总量。

**3.16 generator polynomial 生成多项式:** 供任何循环码编码所使用的多项式。信息多项式被生成多项式相除之后的余项为该编码码字的冗余部分。

**3.17 systematic code 系统码:** 通过该编码过程二进制码的原始数据比特未改变。冗余比特或符号(奇偶校验)分别添加到每个编码块。

## 4 首字母缩略语和缩写词

本建议书采用下列缩写:

AIS	告警指示信号
API	接入点标识符
APS	自动保护切换
ATM	异步传输方式
AU-n	管理单元-n
AUG-N	管理单元组-N
BCH	博斯—乔杜里—霍昆海门码
BCH-3	三重纠错BCH码
BER	比特误码率
BIP-X	比特交错奇偶校验-X
C-n	容器n
CAS	随路信令
CRC-N	循环冗余校验-N
CTRL	源至宿发送的控制字
DCC	数据通信信道
DQDB	分布式排队双总线
DNU	未使用
EOS	序列结束
FDDI	光纤分布式数据接口
FEBE	远端块误码(已重命名为REI)
FEC	前向纠错
FERF	远端块误码(已重命名为REI)
FSI	FEC状态指示
GID	FEC状态指示

HDLC	高级数据链路控制
HEC	头部误码控制
HOVC	高阶虚拟容器
IEC	入局误差计数
IP	互联网协议
ISF	入局信号故障
ISDN	综合业务数字网
ISID	空闲信号标识
LAPD	D信道链路接入协议
LAPS	链路接入规程-SDH
LCAS	链路容量调整方案
LCD	信元定界丢失
LOP	指针丢失
LOVC	低阶虚拟容器
LSB	最低有效位
MAN	城域网
MFI	最高有效位
MSB	最高有效位
MS-AIS	多路复用分段告警指示信号
MSF-AIS	多路复用分段FEC告警指示信号
MSOH	多路复用分段开销
MS-RDI	多路复用分段远程缺陷指示
MS-REI	多路复用分段远程误差指示
MST	成员状态
MSTE	多路复用分段终端元t
NDF	新数据标志
NNI	网络节点接口
NORM	正常操作模式
ODI	出局缺陷指示
ODUk	光通路数据单元k
OEI	出局误差指示
OH	开销
OPUk	光有效载荷单元k
OTN	光传送网
OTUk	光通路传送单元k
PDH	准同步数字系列

PLM	有效载荷失配
POH	路径开销
PPP	点对点协议
PTE	路径终端元
PTR	指针
RDI	远程缺陷指示（前称FERF）
REI	远程误差指示（前称FEBE）
RFI	远程故障指示
RS-Ack	重发序列确认
RSOH	再生器分段开销
SDH	同步数字系列
SLM	信号标记失配
SOH	分段开销
SQ	序列指示符
SSU	同步供给单元
STM(-N)	同步传输模块 (-N)
TCM	串级连接监控
TC-RDI	串级连接远程缺陷指示
TC-REI	串级连接远程误差指示
TCOH	串级连接开销
TCT	串级连接踪迹
TCTE	串级连接终端元
TIM	踪迹标识符失配
TSID	测试信号标识
TTI	跟踪踪迹标识符
TU-n	支路单元-n
TUG(-n)	支路单元组 (-n)
UNEQ	未装载的
VC-n	虚拟容器n
VC-n-X	X个级联的虚拟容器n
VC-n-Xc	X个邻接级联的虚拟容器n
VC-n-Xv	X个虚拟级联的虚拟容器n
VCG	虚拟级联组
WAN	广域网

## 5 惯例

本建议书的所有图示中的信息传输排序均为先从左至右后从上至下。每个字节中，首先传输最高有效位。在所有的图示中最高有效位（比特1）均在最左侧标出。

## 6 基本多路复用原理

### 6.1 多路复用结构

图6-1显示在表6-1中定义的各种多路复用单元之间的关系，并说明可能的多路复用结构。

图6-2、6-3、6-4及6-5显示如何使用这些多路复用单元来复用各种不同的信号。

多路复用方法与映射的详情在第7节和第10节中给出。

各种不同的多路复用单元的描述在第8节至第10节中给出。

各种不同级联的描述在第11节中给出。

注 — 高速率VC-4-XC在点对点连接中可无须任何限制地使用。SDH网可能受限于VC-4-XC的某些比特率（例如 $X \leq 64$ ），例如由于回叫MSSPRING，作为保护必须保留50%的STM-N带宽。

表6-1/ G.707/ Y.1322—VC类型和容量

VC类型	VC带宽	VC有效载荷
VC-11	1 664 kbit/s	1 600 kbit/s
VC-12	2 240 kbit/s	2 176 kbit/s
VC-2	6 848 kbit/s	6 784 kbit/s
VC-3	48 960 kbit/s	48 384 kbit/s
VC-4	150 336 kbit/s	149 760 kbit/s
VC-4-4c	601 344 kbit/s	599 040 kbit/s
VC-4-16c	2 405 376 kbit/s	2 396 160 kbit/s
VC-4-64c	9 621 504 kbit/s	9 584 640 kbit/s
VC-4-256c	38 486 016 kbit/s	38 338 560 kbit/s

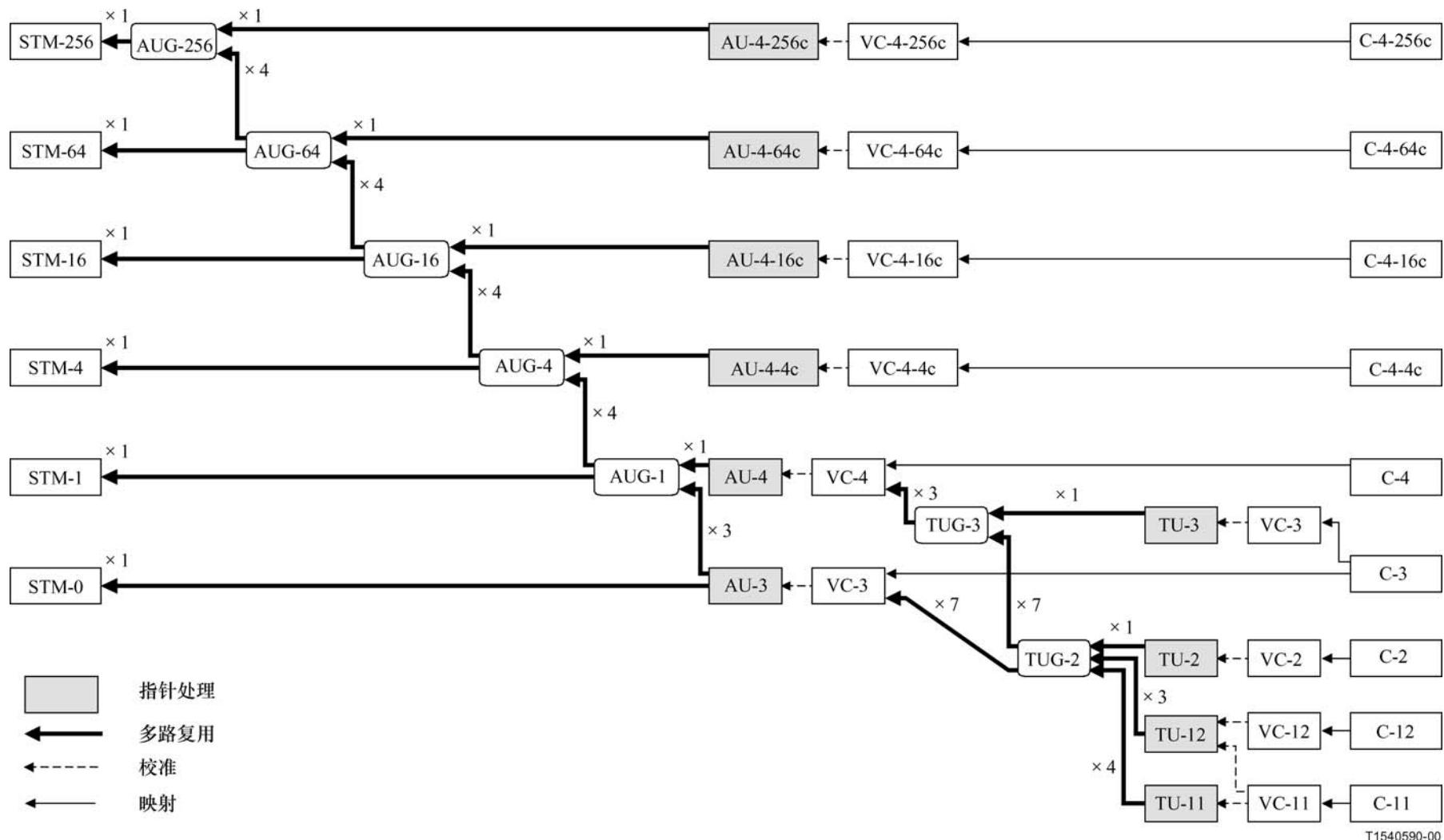
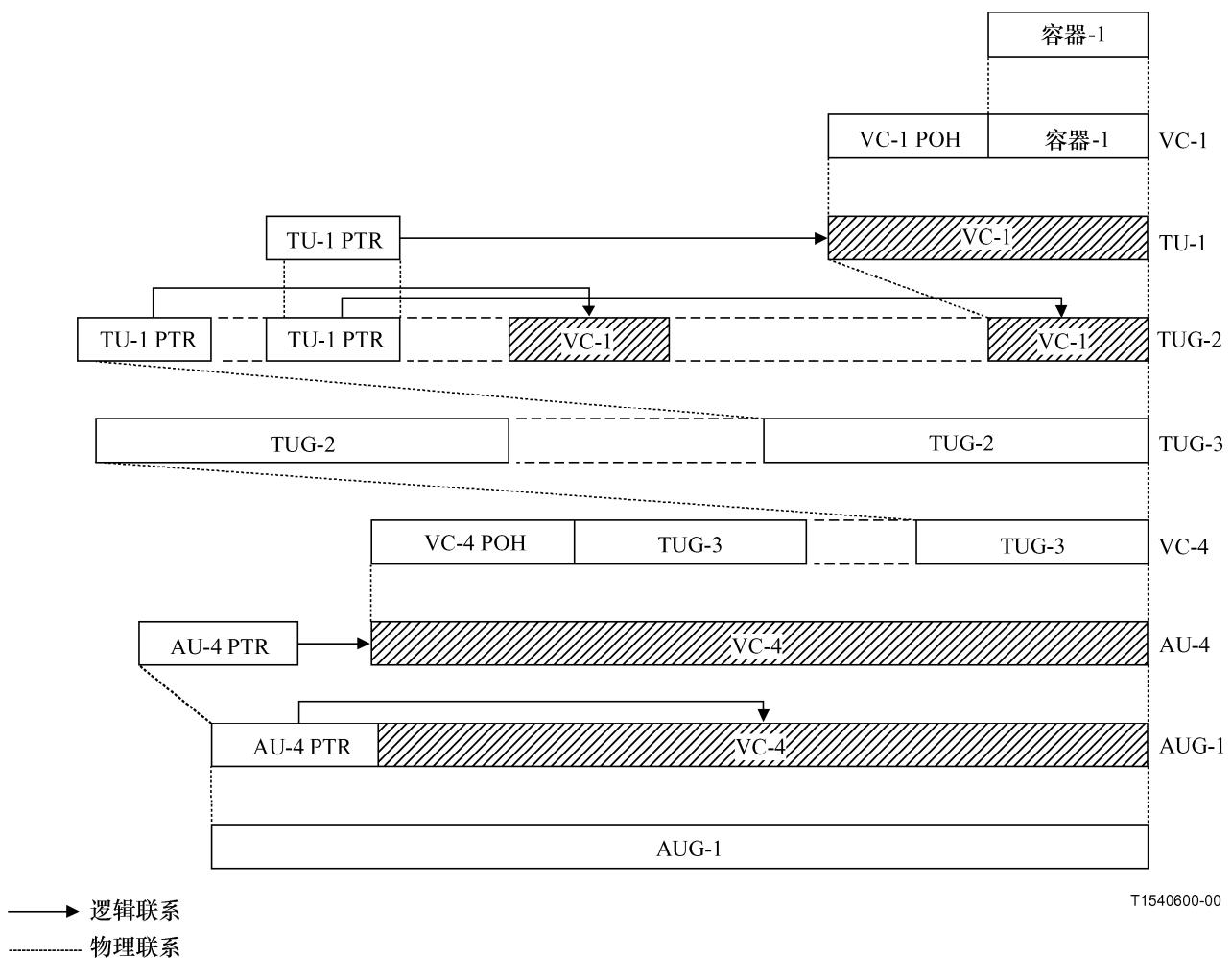
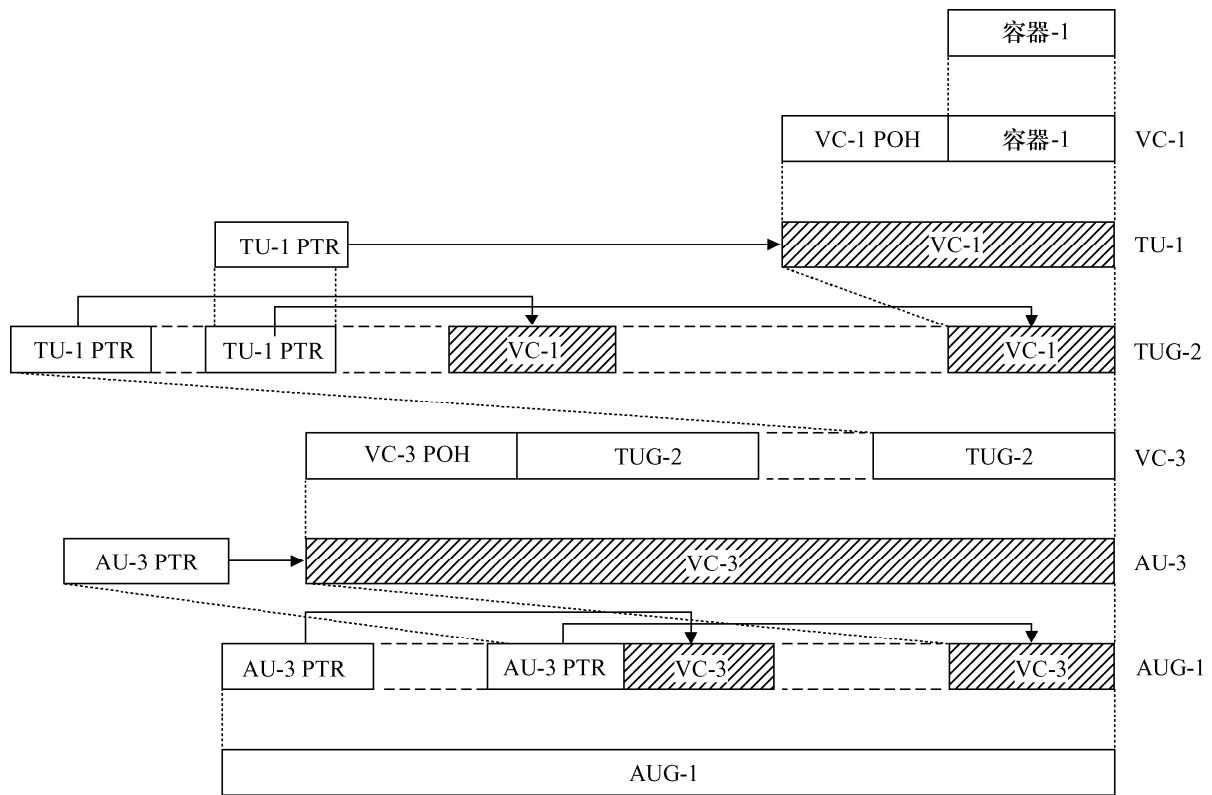


图6-1/G.707/Y.1332—多路复用的结构



注一 非阴影区域为相位校准的。非阴影区域与阴影区域之间的相位校准由指针(PTR)确定并且用箭头指示。

图6-2/ G.707/ Y.1322—使用AU-4从容器1直接复用的方法

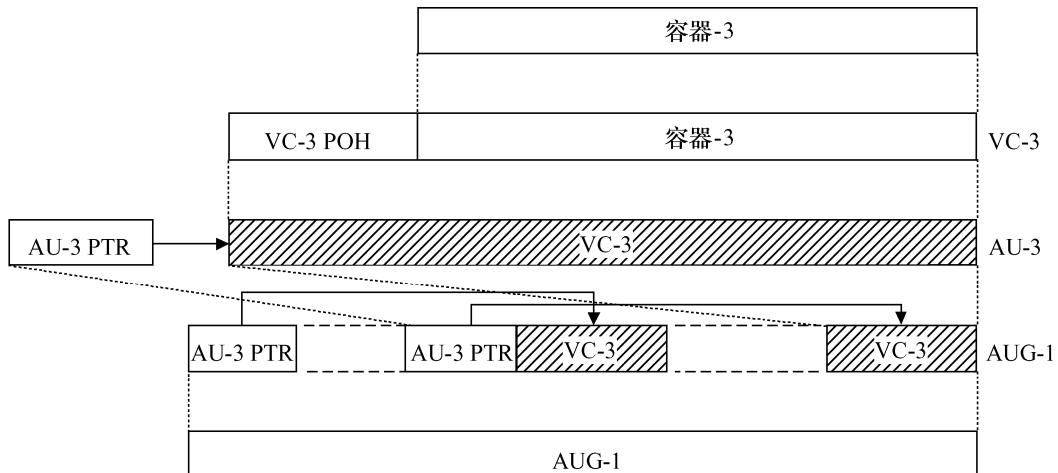


→ 逻辑联系  
----- 物理联系

T1540610-00

注— 非阴影区域为相位校准的。非阴影区域与阴影区域之间的相位校准由指针(PTR)确定并且用箭头指示。

图6-3/ G.707/ Y.1322—使用AU-3从容器1直接复用的方法

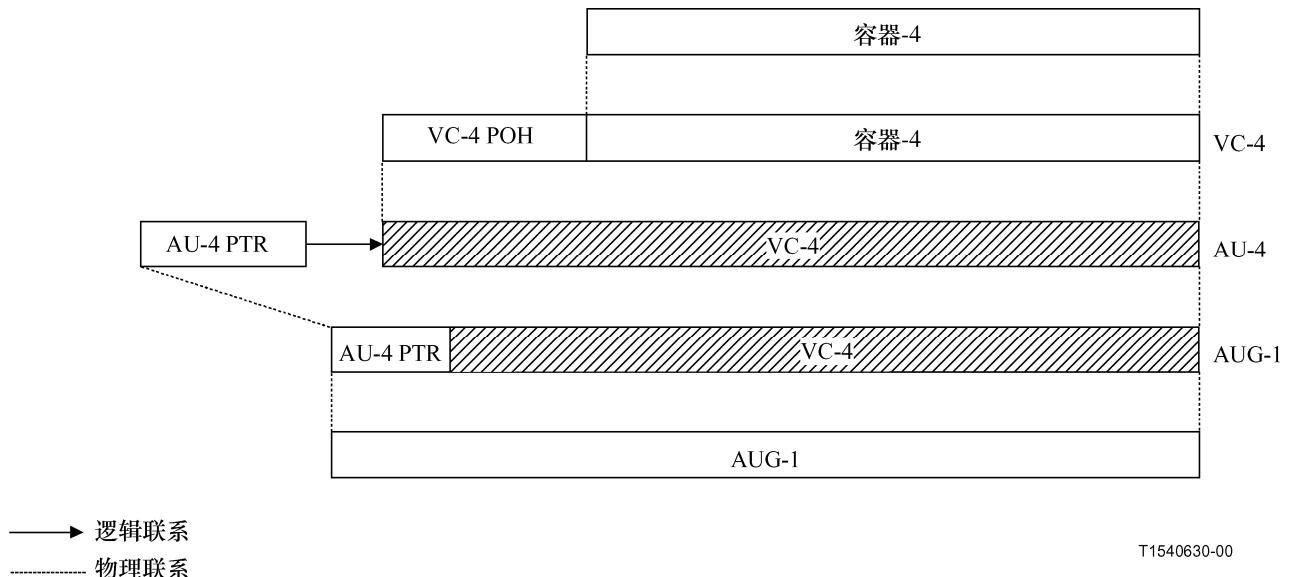


→ 逻辑联系  
----- 物理联系

T1540620-00

注— 非阴影区域为相位校准的。非阴影区域与阴影区域之间的相位校准由指针(PTR)确定并且用箭头指示。

图6-4/ G.707/ Y.1322—使用AU-3从容器3直接复用的方法



注— 非阴影区域为相位校准的。非阴影区域与阴影区域之间的相位校准由指针(PTR)确定并且用箭头指示。

图6-5/ G.707/ Y.1322—使用AU-4从容器4直接复用的方法

## 6.2 基本帧结构

STM-N帧结构在图6-6中显示。分划出STM-N帧的三个主要区域：

- SOH;
- 管理单元指针;
- 信息有效载荷。

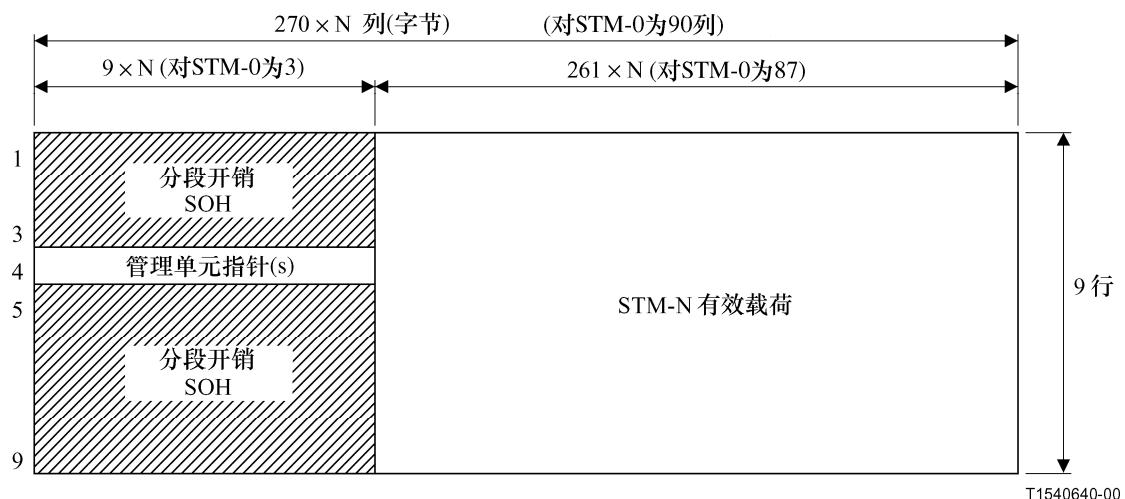


图6-6/ G.707/ Y.1322—STM-N帧结构

### 6.2.1 分段开销

图6-6中STM-N的1至3行与5至9行的1至 $N \times N$ 列专用于SOH。

SOH容量的分配与开销功能的说明在第9节给出。

### 6.2.2 管理单元指针

图6-6中第4行的1至 $N \times N$ 列专用于管理单元指针。指针的应用及其详细规范在第8节给出。

### 6.2.3 STM-N中的管理单元

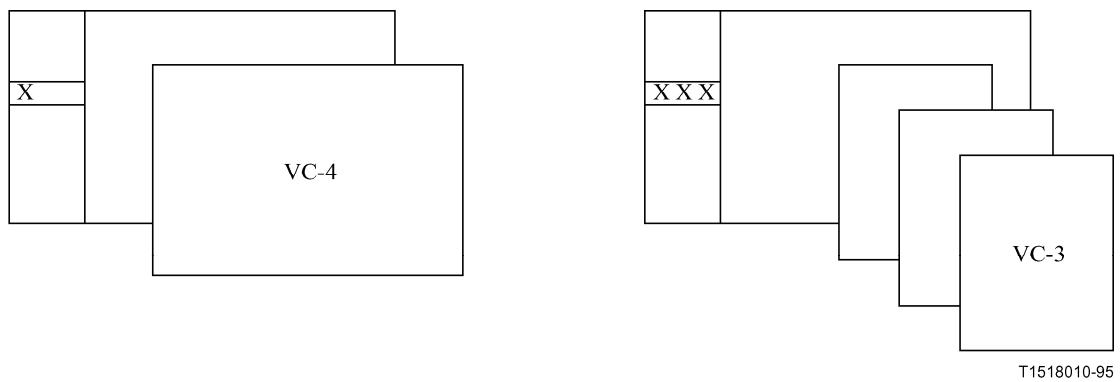
STM-N有效载荷支持一个AUG-N，其中：

- a) AUG-256可由
  - 1) 四个AUG-64;
  - 2) 一个AU-4-256C组成。
- b) AUG-64可由
  - 1) 四个AUG-16;
  - 2) 一个AU-4-64C组成。
- c) AUG-16可由
  - 1) 四个AUG-4;
  - 2) 一个AU-4-16c组成。
- d) AUG-4可由
  - 1) 四个AUG-1;
  - 2) 一个AU-4-4c组成。
- e) AUG-1可由
  - 1) 一个AU-4;
  - 2) 三个AU-3组成。

与每个AU-n有关的VC-n相对于STM-N帧没有固定的相位。VC-n的首字节位置由AU-n指针指示。AU-n指针处于STM-N帧中的固定位置。实例在图6-2、6-3、6-4、6-5、6-6、6-7及6-8中给出。

经由VC-4，AU-4可用于携载若干个TU-n ( $n=1, 2, 3$ ) 构成二级多路复用。图6-7a) 和图6-8a) 给出此种配置的实例说明。与每个TU-n有关的VC-n相对于该VC-4的起始没有固定的相位关系。TU-n指针处于VC-4中的固定位置并且VC-n的首字节位置由TU-n指针指示。

经由VC-3，AU-3可用于携载若干个TU-n ( $n=1, 2$ ) 构成二级多路复用。图6-7b) 和图6-8b) 给出此种配置的实例说明。与每个TU-n有关的VC-n相对于该VC-3的起始没有固定的相位关系。TU-n指针处于VC-3中的固定位置并且VC-n的首字节位置由TU-n指针指示。



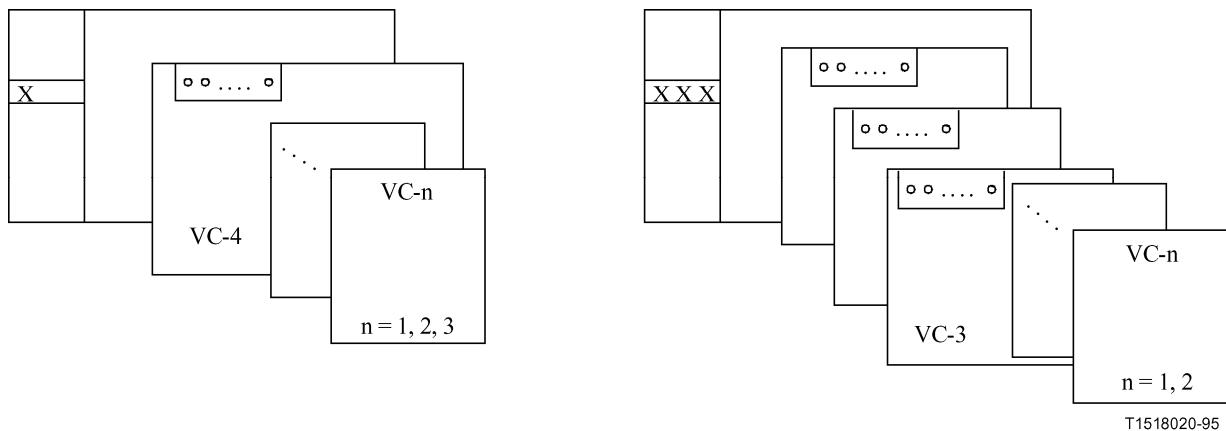
a) 采用1个AU-4的STM-1

X AU-n 指针  
AU-n AU-n 指针 + VC-n (见第8节)

b) 采用3个AU-3的STM-1

T1518010-95

图6-7/ G.707/ Y.1322—STM-1帧中的管理单元



a) 采用1个带TU的AU-4的STM-1

X AU-n 指针  
o TU-n 指针  
AU-n AU-n 指针 + VC-n (见第8节)  
TU-n TU-n 指针 + VC-n (见第8节)

b) 采用3个带TU的AU-3的STM-1

T1518020-95

图6-8/ G.707/ Y.1322—二级多路复用

## 6.2.4 维护信号

### 6.2.4.1 告警指示信号

告警指示信号（AIS）是发送至下行的一个信号，作为已检测出上行缺陷的指示。

#### 6.2.4.1.1 MS-AIS

多路复用分段AIS（MS-AIS）在整个STM-N中指定为全“1”，STM-N RSOH除外。

#### **6.2.4.1.2 MSF-AIS**

多路复用分段FEC AIS（MSF-AIS）在整个STM-N中指定为全“1”，除P1与Q1字节以外的STM-N RSOH除外。

#### **6.2.4.1.3 AU/TU-AIS**

管理单元AIS（AU-AIS）在整个AU-n（n=3、4、4-X<sub>C</sub>）中指定为全“1”，包括AU-n指针在内。

支路单元AIS（TU-AIS）在整个TU-n（n=1、2、3）中指定为全“1”，包括TU-n指针在内。

#### **6.2.4.1.4 VC-AIS**

由于串级连接监控（TCM）需要有效的AU-n/TU-n指针，所以输入到串级连接（TC）的AU/TU-AIS应变换为该串级连接内的虚拟容器AIS（VC-AIS）。

伴随有效的网络运营商字节N1 — 支持TCM功能 — 以及B3字节中有效的误差检测码，在整个VC-n中VC-n（n=3、4、4-X<sub>C</sub>）AIS指定为全“1”。

伴随有效的网络运营商字节N2 — 支持TCM功能 — 以及V5字节比特1和2中有效的误差检测码，在整个VC-n中VC-n（n=1、2）AIS指定为全“1”。

#### **6.2.4.2 未装载的 VC-n 信号**

##### **6.2.4.2.1 网络支持串级连接信号传输的情形**

对于网络支持串级连接信号传输的情形，未装载的VC-n（n=3、4）或VC-4-X<sub>C</sub>信号是在高阶虚拟容器路径信号标记字节（C2）、串级连接监控字节（N1）以及路径踪迹字节（J1）和有效的BIP-8字节（B3）中具有全“0”的信号。虚拟容器有效载荷和其余的路径开销字节不指定。

对于网络支持串级连接信号传输的情形，未装载的VC-n（n=1、2）信号是在低阶虚拟容器路径信号标记（字节V5的比特5、6、7）、串级连接监控字节（N2）以及路径踪迹字节（J2）和有效的BIP-2（字节V5的比特1、2）中具有全“0”的信号。虚拟容器有效载荷和其余的路径开销字节不指定。

这些信号对那些下行的传输处理功能（参阅 ITU-T G.803建议书）指明虚拟容器未被占用、未连接一个路径终端源功能。有关质量的附加信息仅只依靠BIP监控才能获取。

串级连接内，串级连接之前生成的未装载的VC-n信号将具有一个有效的（非全“0”）串级连接监控字节（N1、N2）。

##### **6.2.4.2.2 网络不支持串级连接信号传输的情形**

对于网络不支持串级连接信号传输的情形，未装载的VC-n（n=3、4）或VC-4-X<sub>C</sub>信号是在高阶虚拟容器路径信号标记字节（C2）和路径踪迹字节（J1）以及有效的BIP-8字节（B3）中具有全“0”的信号。虚拟容器有效载荷和其余的路径开销字节不指定。

对于网络不支持串级连接信号传输的情形，未装载的VC-n（n=1、2）信号是在低阶虚拟容器路径信号标记（字节V5的比特5、6、7）和路径踪迹字节（J2）以及有效的BIP-2（字节V5的比特1、2）中具有全“0”的信号。虚拟容器有效载荷和其余的路径开销字节不指定。

### **6.2.4.3 监视未装载的VC-n信号**

#### **6.2.4.3.1 网络支持串级连接信号传输的情形**

对于网络支持串级连接信号传输的情形，监视未装载的VC-n（n=3、4）或VC-4-X<sub>C</sub>信号是在高阶虚拟容器路径信号标记字节（C2）、串级连接监控字节（N1）、有效的BIP-8字节（B3）、有效的路径踪迹标识符字节（J1）以及有效的路径状态字节（G1）中具有全“0”的信号。虚拟容器有效载荷未指定。其余的路径开销字节F2、H4、F3和K3的内容尚待进一步研究。

监视未装载的VC-n（n=3、4）信号是增强型未装载的VC-n信号。

对于网络支持串级连接信号传输的情形，监视未装载的VC-n（n=1、2）信号是在低阶虚拟容器路径信号标记（字节V5的比特5、6、7）、串级连接监控字节（N2）、有效的BIP-2（字节V5的比特1、2）、有效的路径踪迹字节（J2）以及有效的路径状态字节（字节V5的比特3和8）中具有全“0”的信号。虚拟容器有效载荷未指定。其余的路径开销字节/比特V5比特4和K4的内容尚待进一步研究。

监视未装载的VC-n（n=1、2）信号是增强型未装载的VC-n信号。

这些信号对那些下行的传输处理功能（参阅 ITU-T G.803建议书）指明虚拟容器未被占用、并且起源于监视发生器。有关该连接质量、起源以及状态的附加信息依靠比特误码、路径踪迹以及路径状态指示来获取。

串级连接内，串级连接之前生成的监视未装载的VC-n信号将具有一个有效的（非全“0”）串级连接监控字节（N1、N2）。

#### **6.2.4.3.2 网络不支持串级连接信号传输的情形**

对于网络不支持串级连接信号传输的情形，监视未装载的VC-n（n=3、4）或VC-4-X<sub>C</sub>信号是在高阶虚拟容器路径信号标记字节（C2）、有效的BIP-8字节（B3）、有效的路径踪迹标识符字节（J1）以及有效的路径状态字节（G1）中具有全“0”的信号。虚拟容器有效载荷未指定。其余的路径开销字节F2、H4、F3、K3和N1的内容尚待进一步研究。

对于网络不支持串级连接信号传输的情形，监视未装载的VC-n（n=1、2）信号是在低阶虚拟容器路径信号标记（字节V5的比特5、6、7）、有效的BIP-2（字节V5的比特1、2）、有效的路径踪迹字节（J2）以及有效的路径状态字节（字节V5的比特3和8）中具有全“0”的信号。虚拟容器有效载荷未指定。其余的路径开销字节/比特V5比特4、N2和K4的内容尚待进一步研究。

## **6.3 系列比特率**

同步数字系列的第零级应为51 840 kbit/s。

同步数字系列的第一级应为155 520 kbit/s。

更高级的同步数字系列比特率必须作为第一级比特率的整数倍来获取，并且采用第一级速率的相应乘积因子来表示。

表6-2中列举的比特率构成同步数字系列：

表6-2/ G.707/ Y.1322—同步数字系列比特率

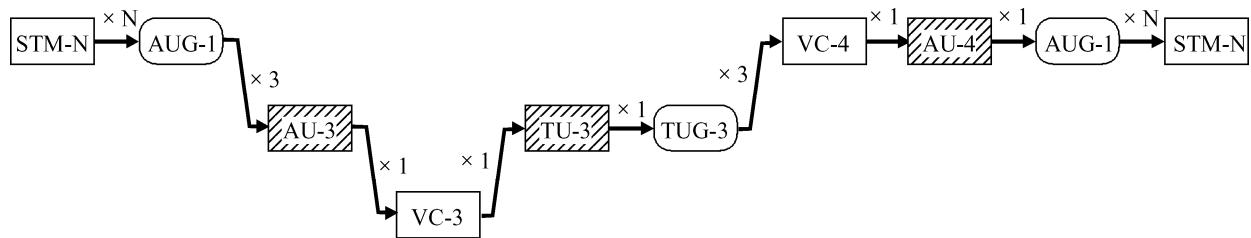
同步数字系列等级	系列比特率 (kbit/s)
0	51 840
1	155 520
4	622 080
16	2 488 320
64	9 953 280
256	39 813 120

注 — 高于 256 的等级规范尚需进一步研究。

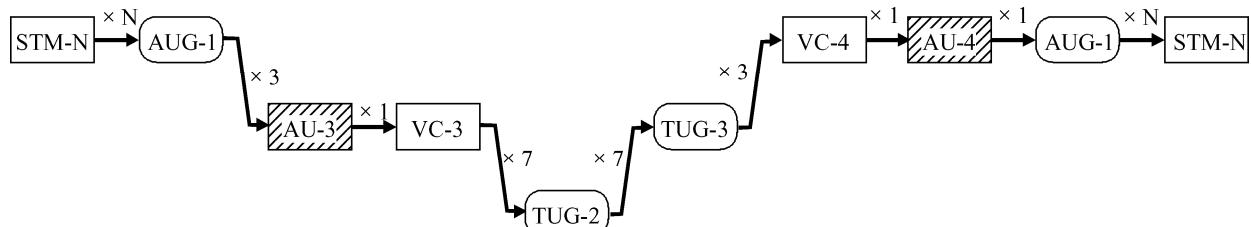
## 6.4 STM-N的互连

SDH设计成通用的、允许传送包括 ITU-T G.702建议书中所有那些指定速率在内的大量种类繁多的信号。然而传送虚拟容器可以采用不同的结构。因此，将采用以下的互连规则：

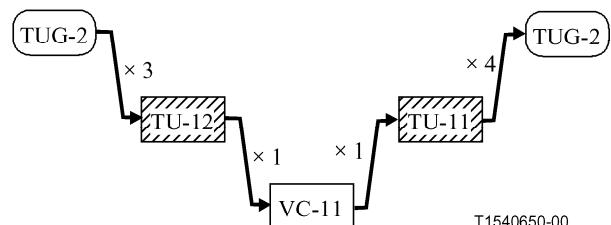
- a) 互连基于两种不同类型的管理单元，即AU-4和AU-3的两个AUG-1的规则将采用AU-4结构。因此，基于AU-3的AUG-1将依照该有效载荷的类型多路分解到VC-3或TUG-2等级，并在AUG-1内经由TUG-3/VC-4/AU-4路由再次多路复用。这种情形在图6-9a) 和图6-9b) 中加以说明。
- b) 互连经由不同类型支路单元，即TU-11和TU-12传送的VC-11的规则将采用TU-11结构。此种情形在图6-9c) 中加以说明。VC-11、TU-11以及TU-12在以下各节中描述。
- c) 互连经由不同类型级联，即邻接级联和虚拟级联传送的级联VC-3/4的规则将采用邻接级联，除非提供该传输的经销商另有其他相互协商一致的约定。



a) 具有C-3有效载荷的VC-3互连



b) TUG-2的互连



c) VC-11的互连

图6-9/ G.707/ Y.1322—STM-N的互连

此SDH互连规则并不修正那些在ITU-T G.802建议书中所规定的、基于各种不同准同步数字系列与话音编码律的网络互通规则。

## 6.5 加扰

在NNI处，STM-N（N=0、1、4、16、64、256）信号必须具有足够的比特定时含量。通过使用加扰器可提供适宜的比特码型防止出现长序列的“1”或“0”。

STM-N（N=0、1、4、16、64、256）信号必须采用以行频运行的序列长度为127的帧同步加扰器来加扰。

生成多项式为 $1+X^6+X^7$ 。图6-10给出帧同步加扰器的功能框图。

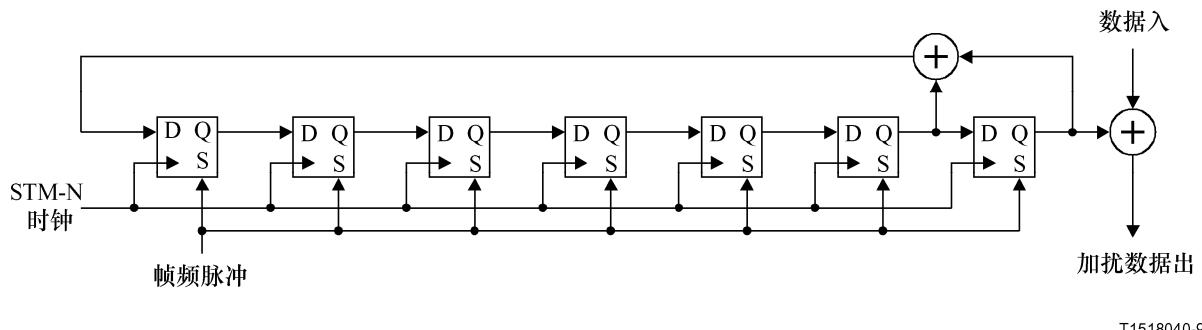


图6-10/ G.707/ Y.1322—帧同步加扰器（功能框图）

在紧随STM-N SOH S (1、9、N) 首行最后一个字节的那个字节的最高有效位上，加扰器应复位至“1111111”。该比特以及其后所要加扰的所有后续比特均应与来自该加扰器X<sup>7</sup>位置的输出做模2加运算。贯穿整个STM-N帧，加扰器应连续运行。

STM-N ( $N \leq 64$ ) SOH ( $9 \times N$ 字节，对STM-0为3字节，包括A1和A2成帧字节) 的首行不应加扰。

注1 — 在选择Z0字节和留给国内使用的那些字节的二进制内容时应小心将其排除在STM-N信号的加扰处理之外，以确保不出现“1”和“0”的长序列。

对于STM-256 SOH的首行字节仅S (1、3、193) [1、705]至S (1、4、64) [1、832]之间不应加扰。

注2 — 以上提及的帧定位期间，加扰器应连续运行。

注3 — 这样，STM-256，SOH 字节S (1、1、1) [1、1]至S (1、3、192) [1、704]之间以及S (1、4、65) [1、833]至S (1、9、256) [1、2304]之间应采用来自先前STM-256帧中复位运行的加扰器来加扰。

注4 — 对于STM-256帧的首行中未使用的字节，应采用一种码型提供充分的变换使其扰码之后无任何明显的DC非均衡。

## 6.6 NNI的物理规范

NNI的物理电特性规范已归入 ITU-T G.703建议书。

NNI的物理光特性规范已归入 ITU-T G.957和G.691建议书。

## 7 多路复用方法

### 7.1 管理单元多路复用成STM-N

#### 7.1.1 管理单元组（AUG）多路复用成STM-N

##### 7.1.1.1 AUG-N多路复用成STM-N，N=（1、4、16、64、256）

AUG-N是一个9行乘以N×261列外加第4行中的N×9个字节（用于AU-n指针）的结构。STM-N由9.2节中所述的SOH和9行乘以N×261列外加第4行中的N×9个字节（用于AU-n指针）的结构组成。AUG-N多路复用成此种结构并且相对于STM-N具有固定的相位关系，如图7-1中所示。

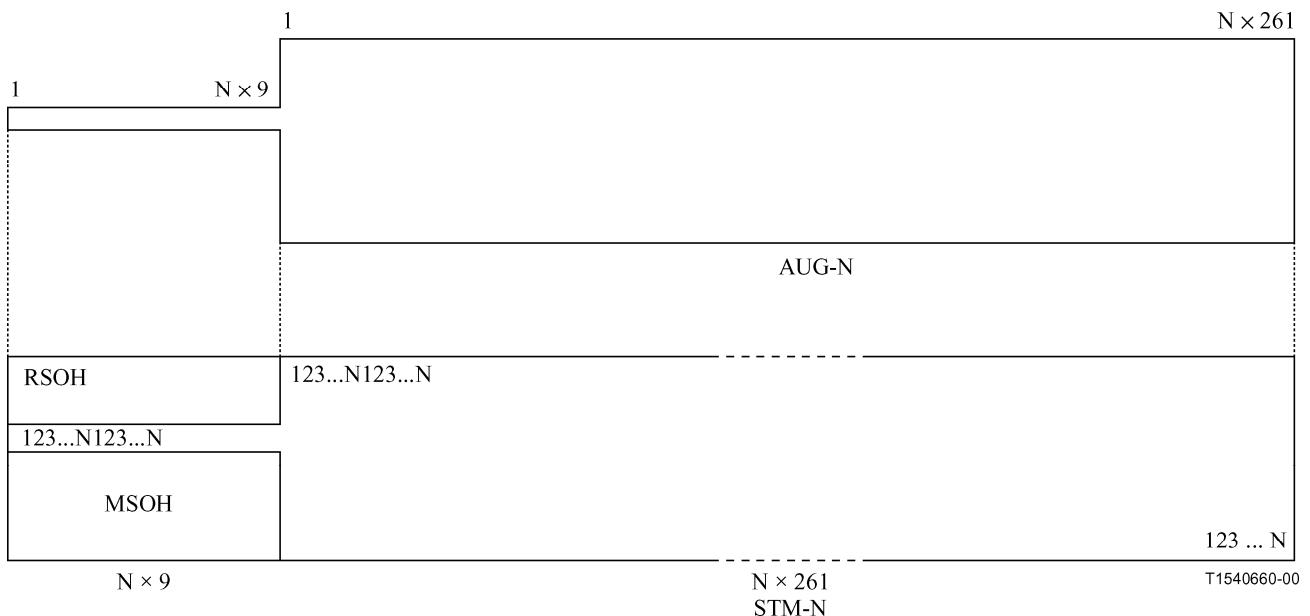


图7-1/ G.707/ Y.1322—AUG-N多路复用成STM-N

### 7.1.1.2 若干个AUG-N多路复用成AUG-4×N

图7-2显示4个AUG-N多路复用成AUG-4×N的配置。AUG-N是一个9行乘以N×261列外加第4行中的N×9个字节（用于AU-n指针）的结构。4个AUG-N块交错成AUG-4×N结构，具有块长度为N字节。AUG-N相对于AUG-4×N具有固定的相位关系。

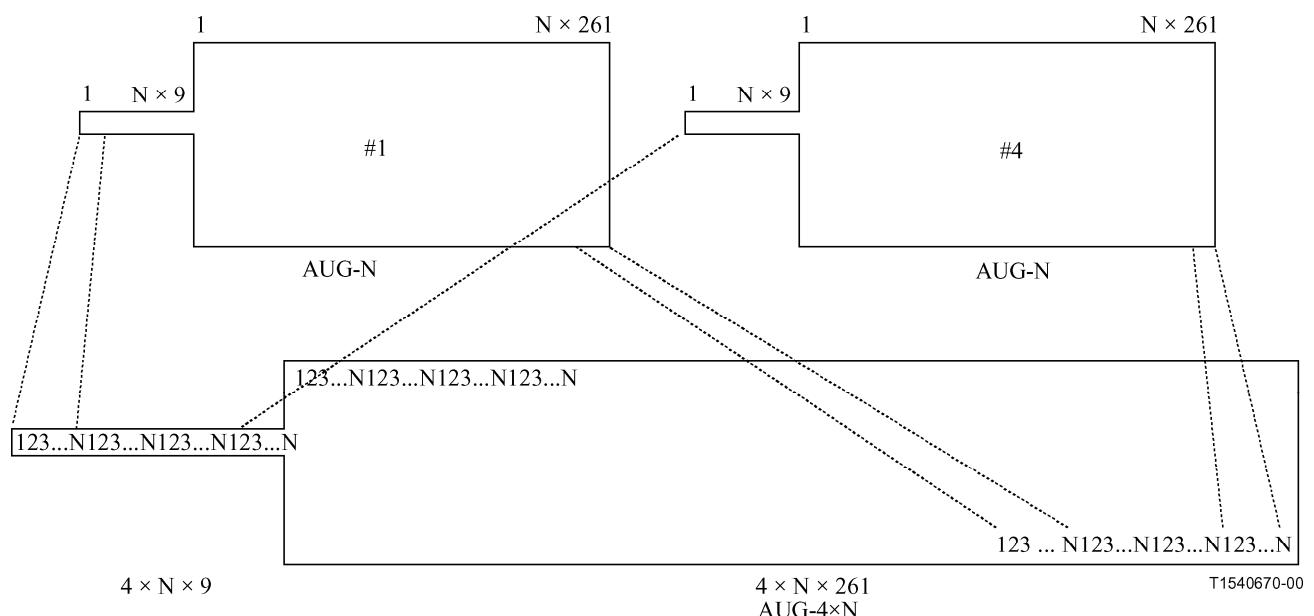


图7-2/ G.707/ Y.1322—4个AUG-N多路复用成AUG-4×N

### 7.1.2 经由AUG-1 AU-4的多路复用

图7-3描绘经由AUG-1，单个AU-4的多路复用配置。第4行的起始9个字节分配给AU-4指针。其余9行乘以261列分配给虚拟容器-4（VC-4）。VC-4的相位相对于AU-4不固定。相对于AU-4指针，该VC-4的首字节位置由该指针值给出。AU-4直接放置到AUG-1中。

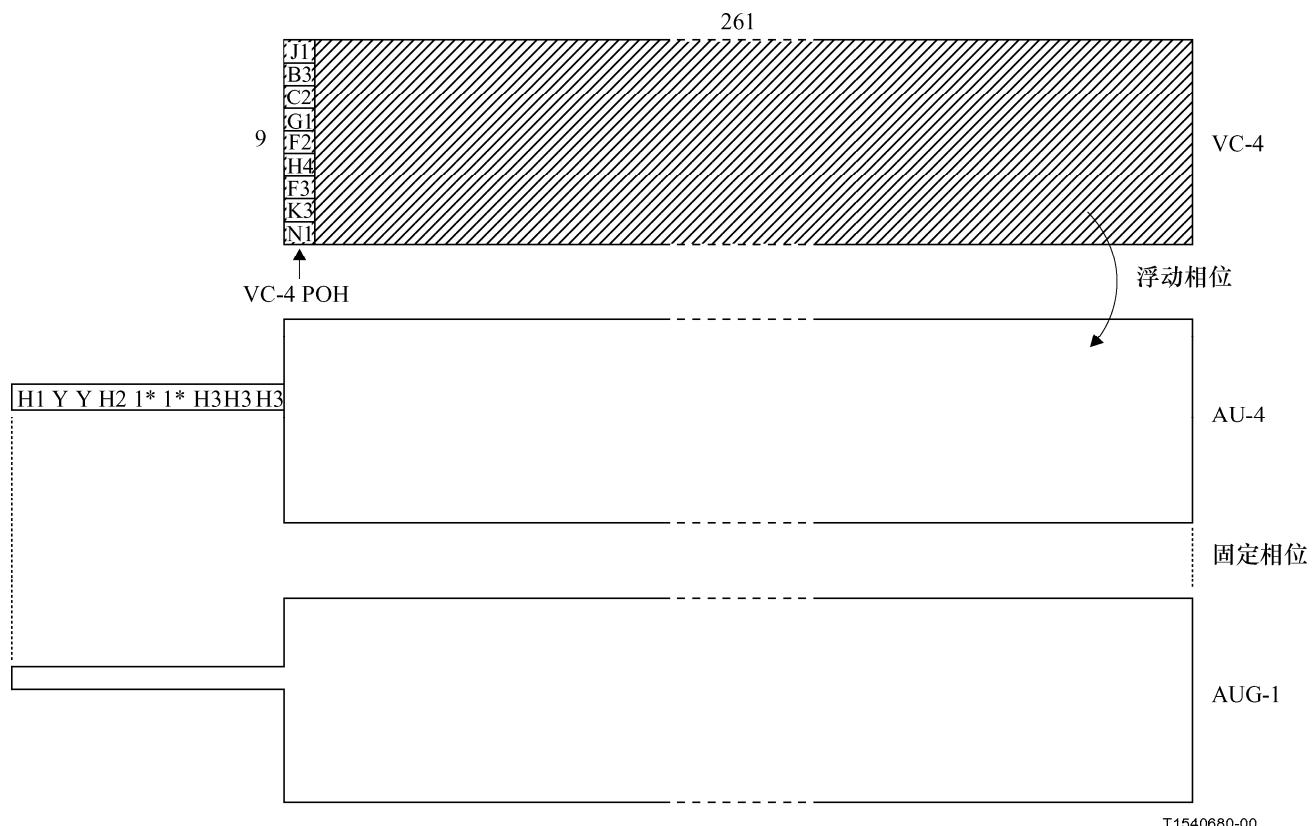
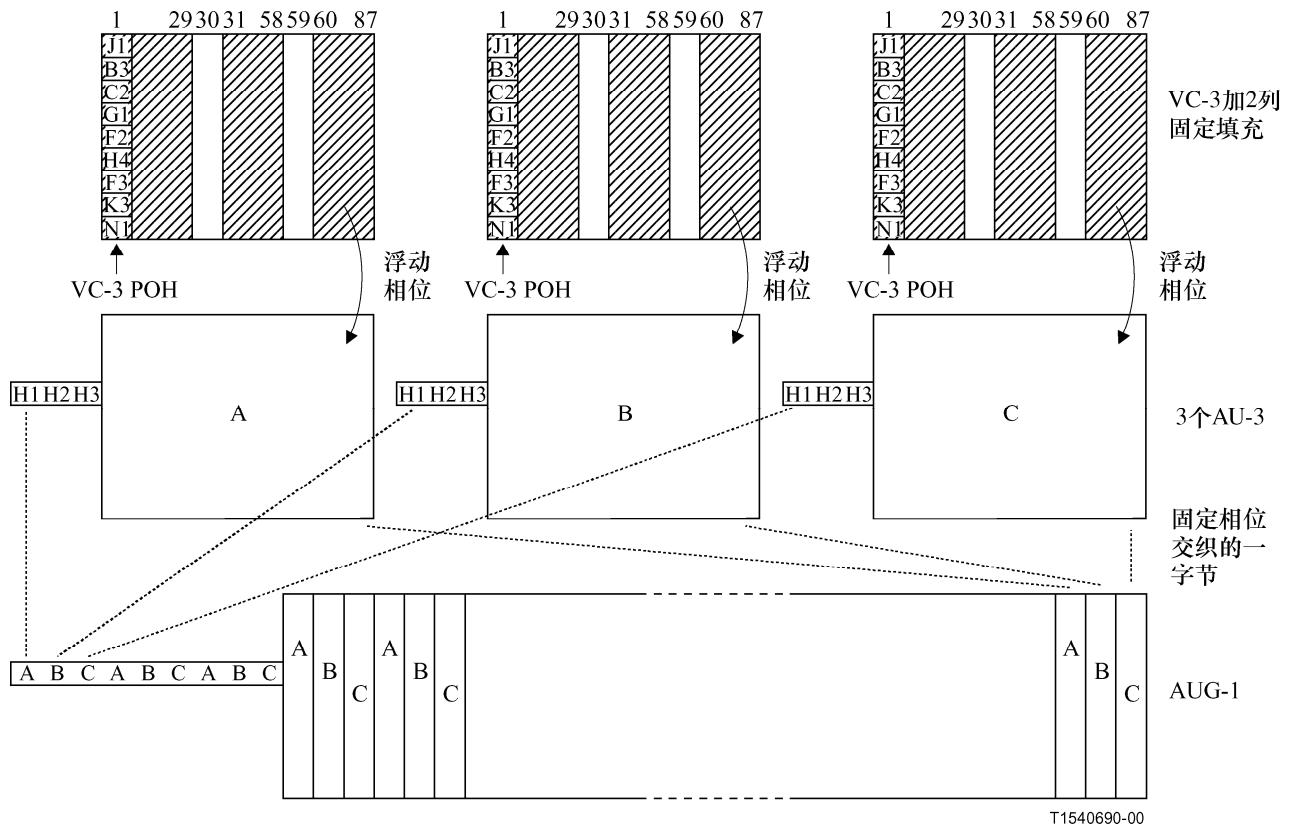


图7.3/C-707/V-1322—经由AUIC-1/AUJ-1的多路复用

### 7.1.3 经由AUG-1 起于AUU-3的多路复用

图7-4描绘经由AUG-1，三个AU-3的多路复用配置。第4行的起始3个字节分配给AU-3指针。其余的9行乘以87列分配给虚拟容器-3（VC-3）和两列的固定填充。VC-3和两列固定填充的相位相对于AU-3不固定。相对于AU-3指针，该VC-3的首字节位置由该指针值给出。三个AU-3单字节交错成AUG-1。

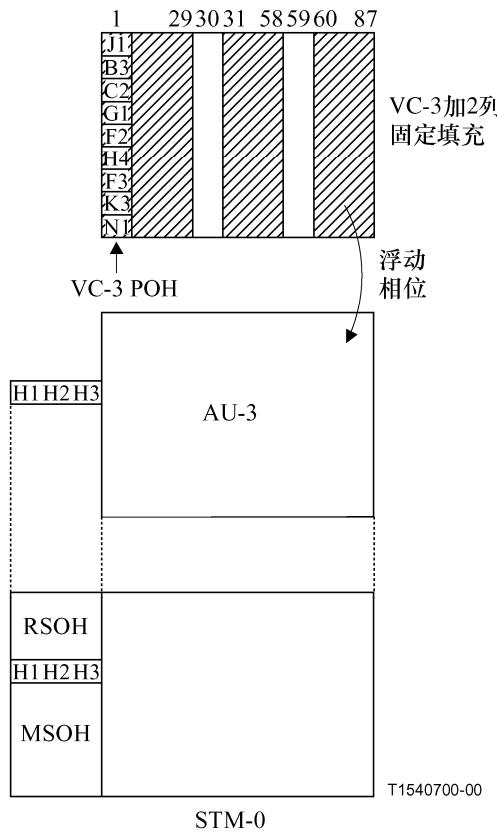


注—每一AU-3中两列固定填充的每一行的字节应相同。

图7-4/G.707/Y.1322—经由AUG-1若干AU-4的多路复用

#### 7.1.4 AU-3多路复用成 STM-0

AU-3是一个9行乘以87列外加第4行中的3个字节（用于AU-3指针）的结构。STM-0由9.2节中所述的SOH和9行乘以87列外加第4行中的3个字节（用于AU-3指针）的结构组成。AU-3多路复用成此种结构并且相对于STM-0具有固定的相位关系，如图7-5中所示。



注—每一AU-3中两列固定填充的每一行的字节应相同。

图7-5/ G.707/ Y.1322—AU-3多路复用成 STM-0

## 7.2 支路单元多路复用成 VC-4和 VC-3

### 7.2.1 若干支路单元组-3 (TUG-3) 多路复用成 VC-4

图7-6显示3个TUG-3多路复用成VC-4的配置。TUG-3是一个9行乘以86列的结构。VC-4由1列的VC-4 POH、2列的固定填充以及258列的有效载荷结构组成。3个TUG-3单字节交错成9行乘以258列的VC-4有效载荷结构，并且相对于VC-4具有固定的相位。

如7.1节中所述，相对于AU-4指针，该VC-4的相位由该指针值给出。

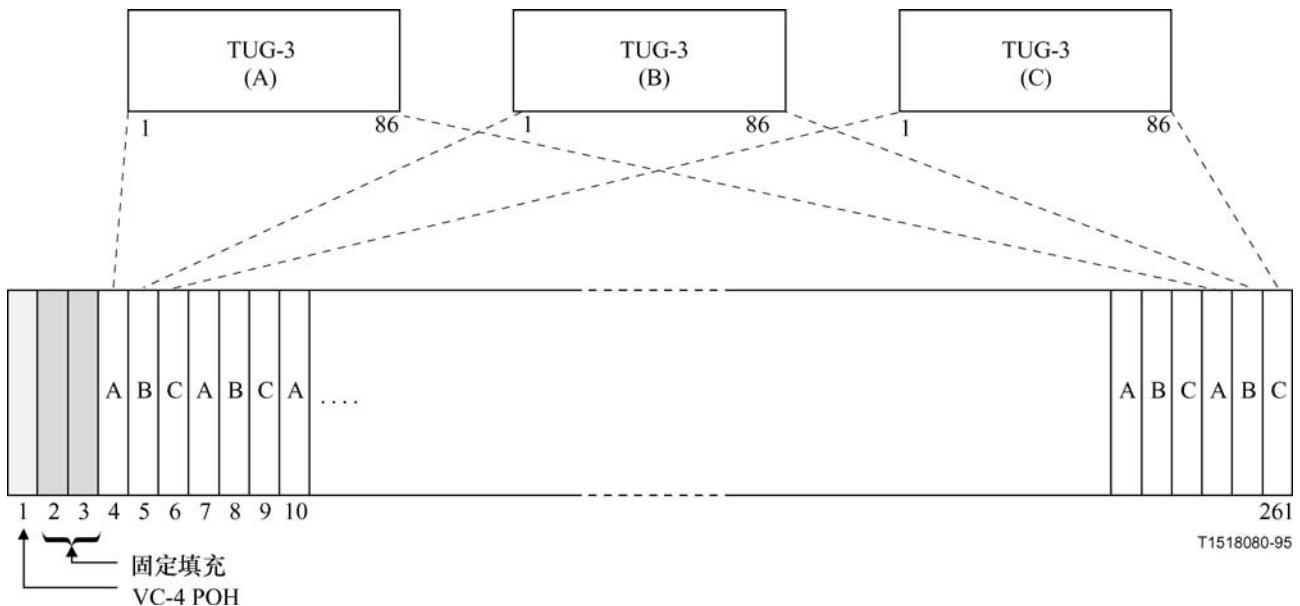


图7-6/ G.707/ Y.1322—3个TUG-3多路复用成VC-4

### 7.2.2 经由TUG-3 TU-3的多路复用

图7-7描绘经由TUG-3，单个TU-3的多路复用配置。该TU-3由伴随9字节的VC-3 POH的VC-3和TU-3指针组成。9行乘以86列的TUG-3首列分配给TU-3指针（字节H1、H2、H3）和固定填充。相对于TUG-3，VC-3的相位由TU-3指针指示。

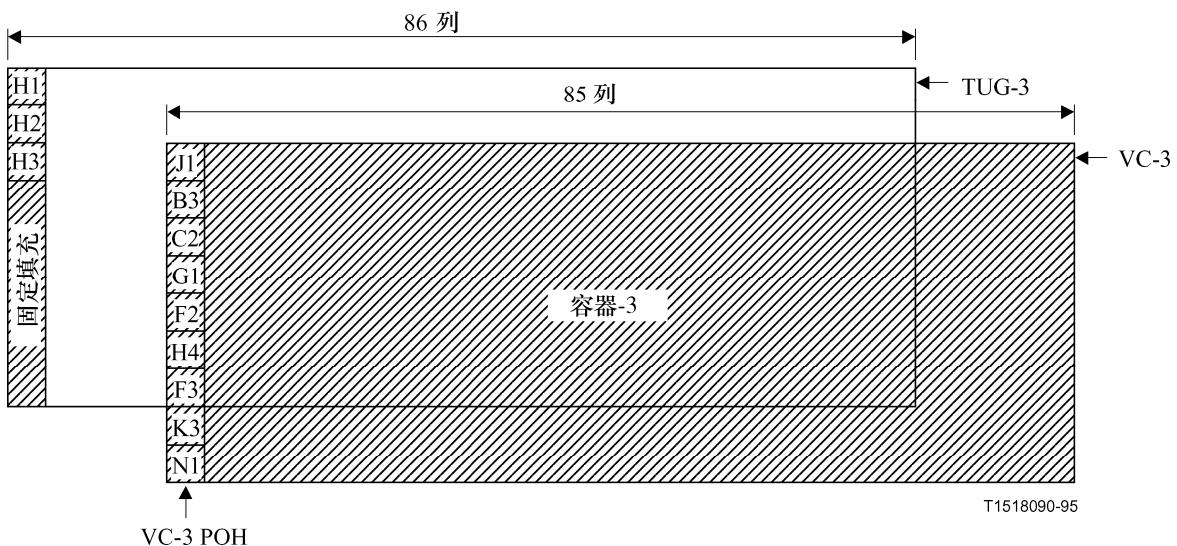
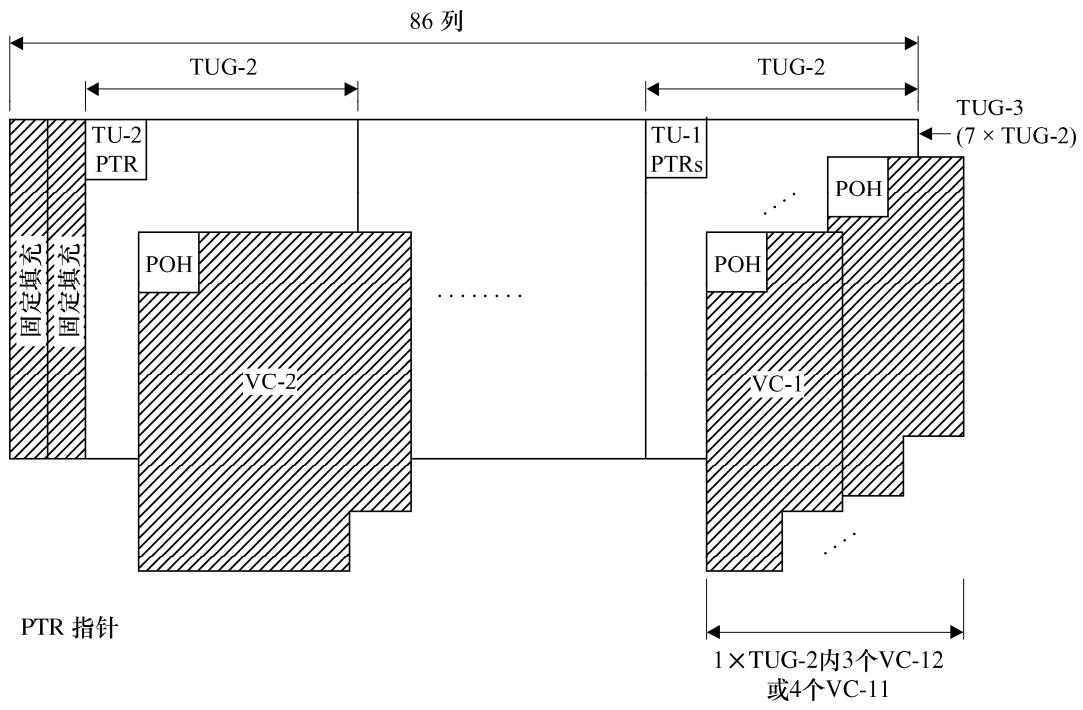


图7-7/ G.707/ Y.1322—经由TUG-3 单个TU-3的多路复用

### 7.2.3 经由TUG-3 若干TUG-2的多路复用

图7-8描绘经由TUG-3，若干TUG-2的多路复用结构。该TUG-3是伴随头两列固定填充的9行乘以86列的结构。



T1518100-95

图7-8/ G.707/ Y.1322—经由TUG-3 七个TUG-2的多路复用

经由TUG-3，可以多路复用七个TUG-2的一个组。

图7-9描绘经由TUG-3，七个TUG-2的多路复用配置。TUG-2单字节交错成TUG-3。

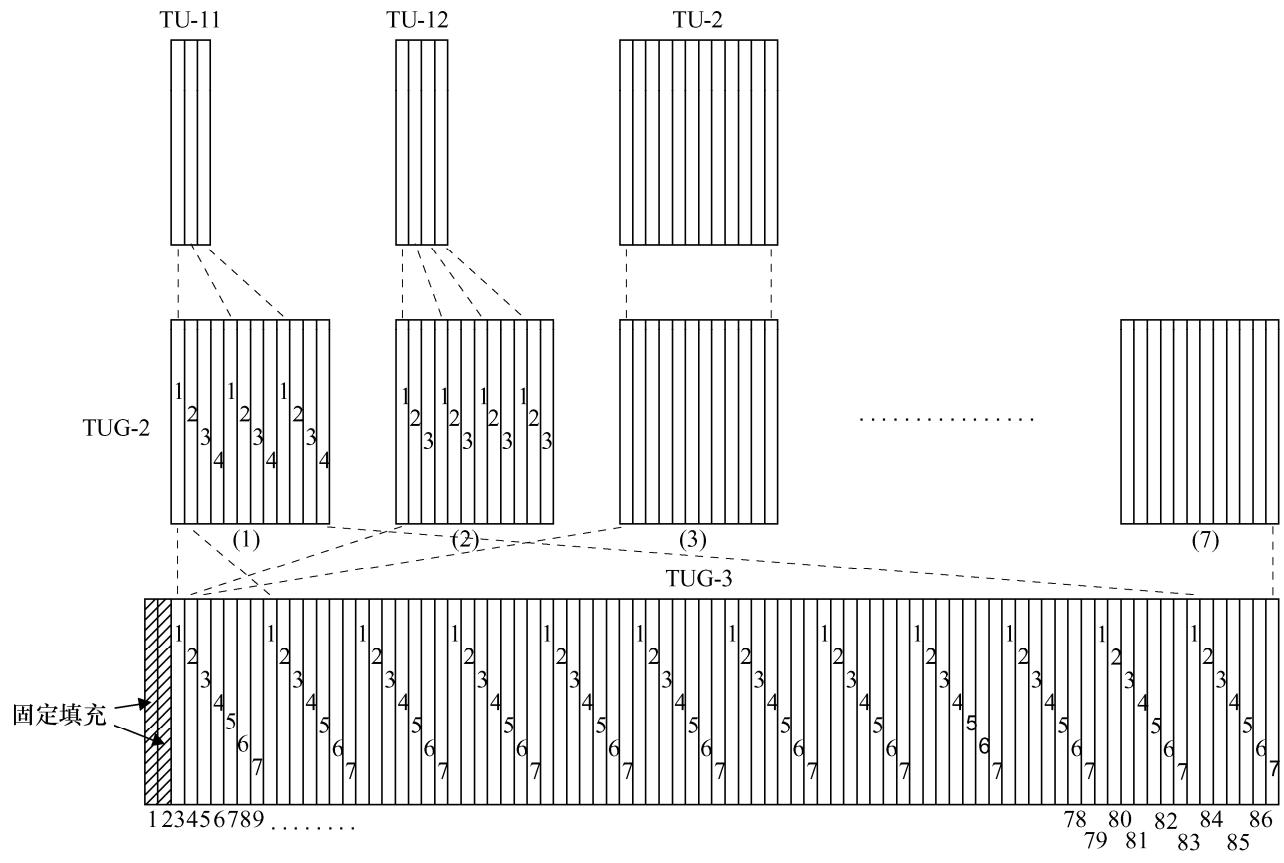


图7-9/ G.707/ Y.1322—经由TUG-3 七个TUG-2的多路复用

#### 7.2.4 若干TUG-2多路复用成VC-3

图7-10描绘若干TUG-2多路复用成VC-3的多路复用结构。VC-3由VC-3 POH和一个9行乘以84列的有效载荷结构组成。七个TUG-2的一个组可以多路复用成VC-3。

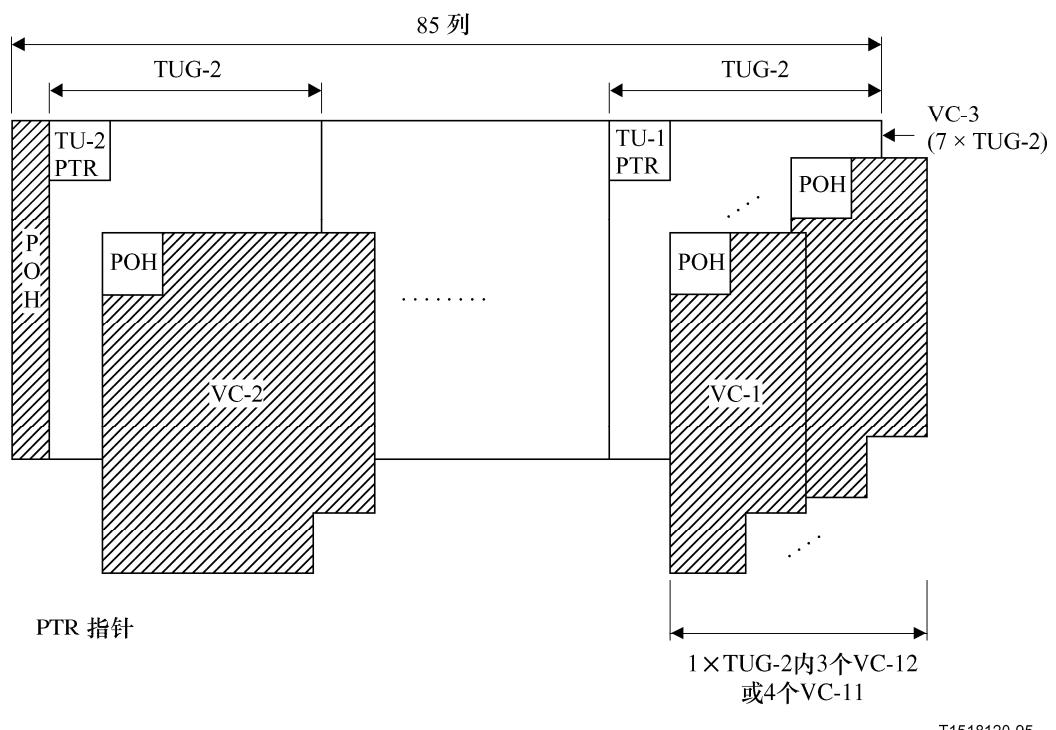


图7-10/G.707/Y.1322—七个TUG-2多路复用成VC-3

图7-11中描绘七个TUG-2多路复用成VC-3的配置。若干TUG-2单字节交错成VC-3。在VC-3帧中各自的TUG-2有其固定的位置。

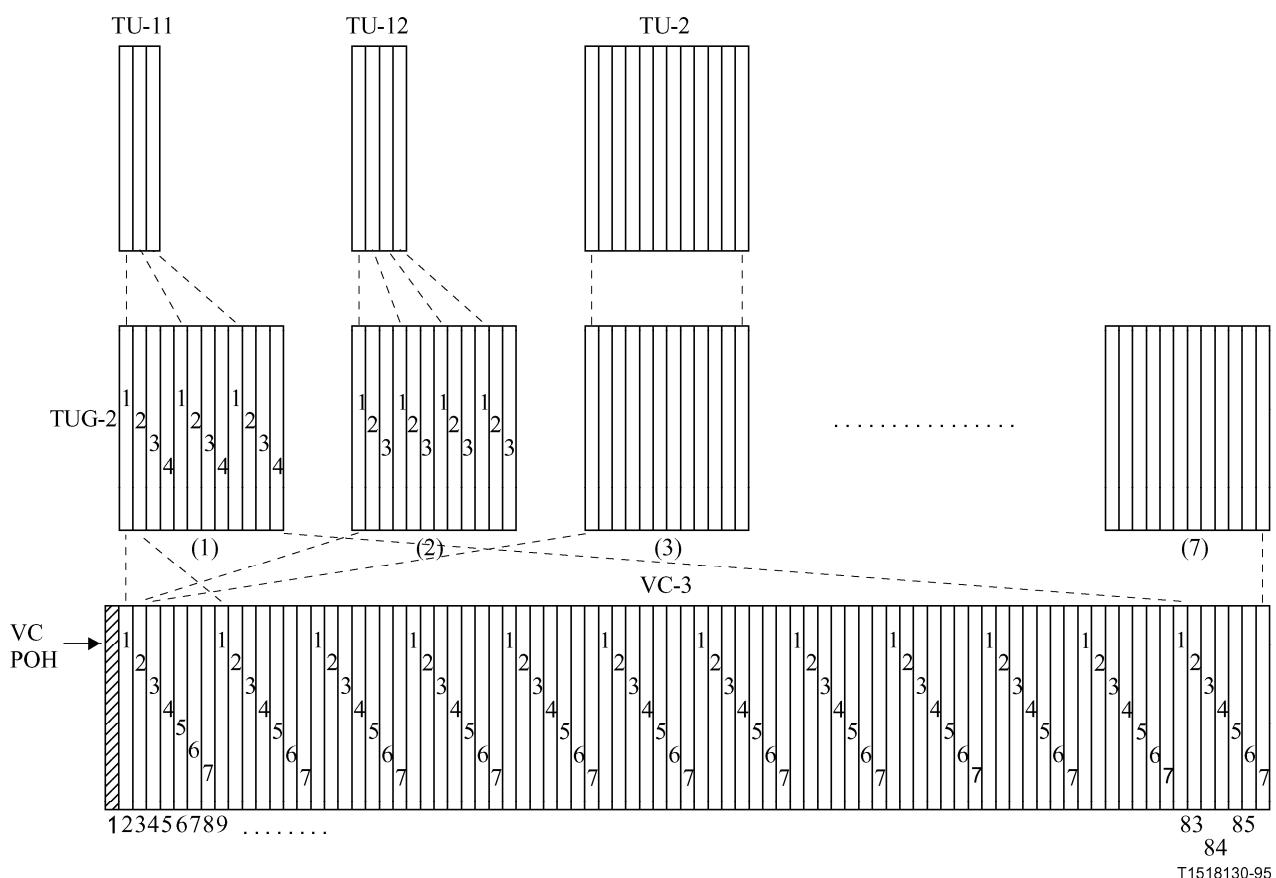


图7-11/ G.707/ Y.1322—七个TUG-2多路复用成VC-3的配置

### 7.2.5 经由若干TUG-2 TU-2的多路复用

图7-11中描绘经由TUG-2，单个TU-2的多路复用配置。

### 7.2.6 经由若干TUG-2 若干TU-1的多路复用

图7-11描绘经由TUG-2，四个TU-11或三个TU-12的多路复用配置。若干TU-1单字节交错成TUG-2结构。

## 7.3 AU-n/TU-n编号方案

一个STM-N帧包含 $N \times 270$ 列（编号为1至 $N \times 270$ ）。开头 $N \times 9$ 列包含SOH和AU-4/AU-4-Xc指针，而其余 $N \times 261$ 列包含高阶数据有效载荷（高阶支路）。

高阶有效载荷列可以依靠两位（B、A）、三位（C、B、A）、四位（D、C、B、A）或五位（E、D、C、B、A）数字地址来寻址，其中A代表AU-3编号，B代表AUG-1编号，C代表AUG-4编号，D代表AUG-16编号以及E代表AUG-64编号。参阅图7-12至图7-25。

在AU-4结构式帧的情形中，有效载荷列可以依靠三位数字地址（K、L、M）来寻址，其中K代表TUG-3编号，L代表TUG-2编号，以及M代表TU-1编号。参阅图7-27和图7-28以及表7-1。在AU-3结构式帧的情形中，有效载荷列可以仅使用L和M坐标来寻址。参阅图7-29和表7-2。

为了提供简洁与方便的确定总支路容量的方法，即，对所提供的低阶支路编号的有效载荷列分配给一个时隙编号。每帧中每个支路的时隙编号通过有效载荷配置来确定。

在STM-N内，AU时隙(TS)从左到右编号，如图7-12至图7-26所示。在VC-4/VC-3内，TU时隙(TS)从左到右编号，如图7-27至图7-29所示。

AU和TU既可以按图7-12至图7-29的“时隙编号”采用序贯分级编号，也可以按图7-12至图7-29的“地址”采用多重分级编号。

例如，一个STM-256可由64个编号为1至64的AU-4-4c组成，此处时隙编号为17的AU-4-4c的地址为(2, 1, 1, 0, 0)，而VC-4可由63个编号为1至63的TU-12组成，此处时隙编号为17的TU-12 的地址为(2, 6, 1)。

### 7.3.1 STM-256中 AU-n (VC-n) 的编号

STM-256可以包含编号为#1至#4的四个AUG-64:

- AUG-64#1安置在STN-256的第1至64、第257至320、第513至576等的列中；
- AUG-64#2安置在STN-256的第65至128、第321至384、第577至640等的列中；
- AUG-64#3安置在STN-256的第129至192、第385至448、第641至704等的列中；
- AUG-64#4安置在STN-256的第193至256、第449至512、第705至768等的列中；

每个AUG-64可以包含编号为#1至#4的四个AUG-16。每个AUG-16可以包含编号为#1至#4的四个AUG-4。每个AUG-4可以包含编号为#1至#4的四个AUG-1。每个AUG-1可以包含编号为#1至#3的三个AU-3。

### 7.3.1.1 STM-256中 AU-4 (VC-4) 的编号

任何AU-4均可以指派一个形式为#E、#D、#C、#B、#A的编号，其中#E指定AUG-64编号（1至4），#D指定AUG-16编号（1至4），#C指定AUG-4编号（1至4），#B指定AUG-1编号（1至4）以及#A总为0，见图7-12。由AU-4 (E、D、C、B、0) 占据的STM-256中列的位置由下式给出：

$$\text{第X列} = 1 + 64 \times [E-1] + 16 \times [D-1] + 4 \times [C-1] + [B-1] + 256 \times [X-1], \text{ 其中 } X=1 \text{ 至 } 270.$$

因此，AU-4 (1、1、1、1、0) 驻留在STM-256中的1、257、513、767、…、68 865列，并且AU-4 (4、4、4、4、0) 驻留在STM-256中的256、512、768、…、69 120列。

图7-12/ G.707/ Y.1322—STM-256的AU指针行与有效载荷内的AU-4编号方案

### 7.3.1.2 STM-256中 AU-3 (VC-3) 的编号

任何AU-3均可以指派一个形式为#E、#D、#C、#B、#A的编号，其中#E指定AUG-64编号（1至4），#D指定AUG-16编号（1至4），#C指定AUG-4编号（1至4），#B指定AUG-1编号（1至4）以及#A指定AU-3编号（1至3），见图7-13。由AU-3（E、D、C、B、A）占据的STM-256中列的位置由下式给出：

第X列= $1+192\times[E-1]+48\times[D-1]+12\times[C-1]+3\times[B-1]+[A-1]+768\times[X-1]$ ，其中X=1至90。

因此，AU-3（1、1、1、1、1）驻留在STM-256中的1、769、1537、2305、…、68 353列，并且AU-3（4、4、4、4、3）驻留在STM-256中的768、1536、2304、…、69 120列。

图7-13/ G.707/ Y.1322—STM-256的AU指针行与有效载荷内的AU-3编号方案

### 7.3.1.3 STM-256中 AU-4-4c (VC-4-4c) 的编号

任何AU-4-4<sub>C</sub>均可以指派一个形式为#E、#D、#C、#B、#A的五位数字地址，其中#E指定AUG-64编号（1至4），#D指定AUG-16编号（1至4），#C指定AUG-4编号（1至4），#B和#A总为0，见图7-14。由AU-4-4<sub>C</sub> (E、D、C、0、0) 占据的STM-256中列的位置由下式给出：

第X列=[X模4]+64×[E-1]+16×[D-1]+4×[C-1]+256×[X DIV 4]，其中X=1至1080。

因此，AU-4-4c (1、1、1、0、0) 驻留在STM-256中的1、2、3、4、257、258、259、260、513、514、515、516、…、68 865、68 866、68 867、68 868列，并且AU-4-4c (4、4、4、0、0) 驻留在STM-256中的253至256、509、510、511、512、765、766、767、768、…、69 117至69 120列。

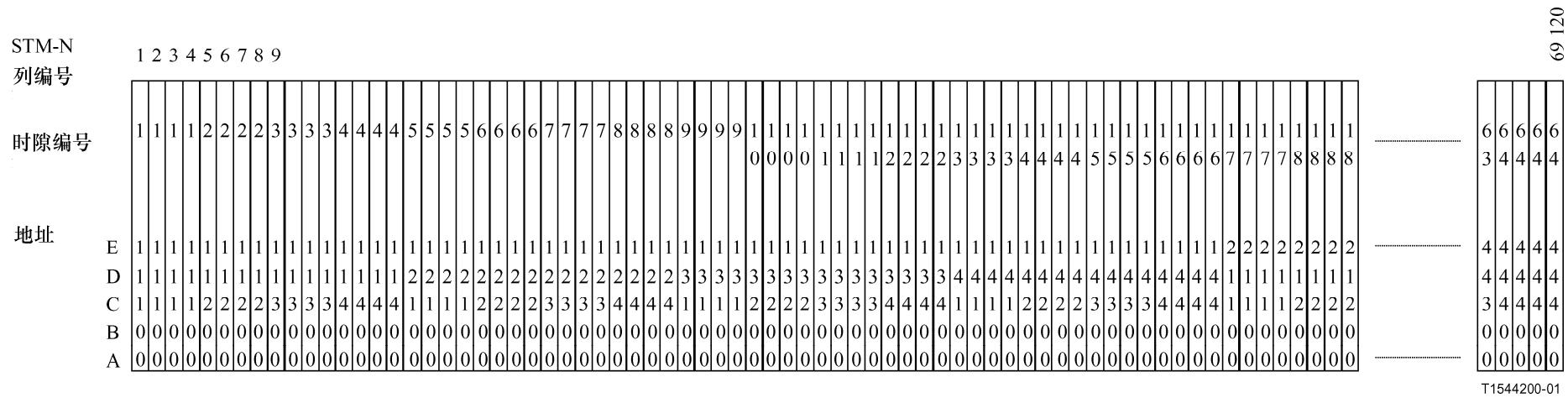


图7-14/ G.707/ Y.1322—STM-256的AU指针行与有效载荷内的AU-4-4c编号方案

#### 7.3.1.4 STM-256中 AU-4-16c (VC-4-16c) 的编号

任何AU-4-16<sub>C</sub>均可以指派一个形式为#E、#D、#C、#B、#A的五位数字地址，其中#E指定AUG-64编号（1至4），#D指定AUG-16编号（1至4），#C、#B和#A总为0，见图7-15。由AU-4-16<sub>C</sub>（E、D、0、0、0）占据的STM-256中列的位置由下式给出：

第X列= [X模16] +64×[E-1] +16×[D-1] + 256×[X DIV16]，其中X=1至4320。

因此，AU-4-16c（1、1、0、0、0）驻留在STM-256中的1至16、257至272、…、68 865至68 880列，并且AU-4-16c（4、4、0、0、0）驻留在STM-256中的241至256、497至512、…、69 105至69 120列。

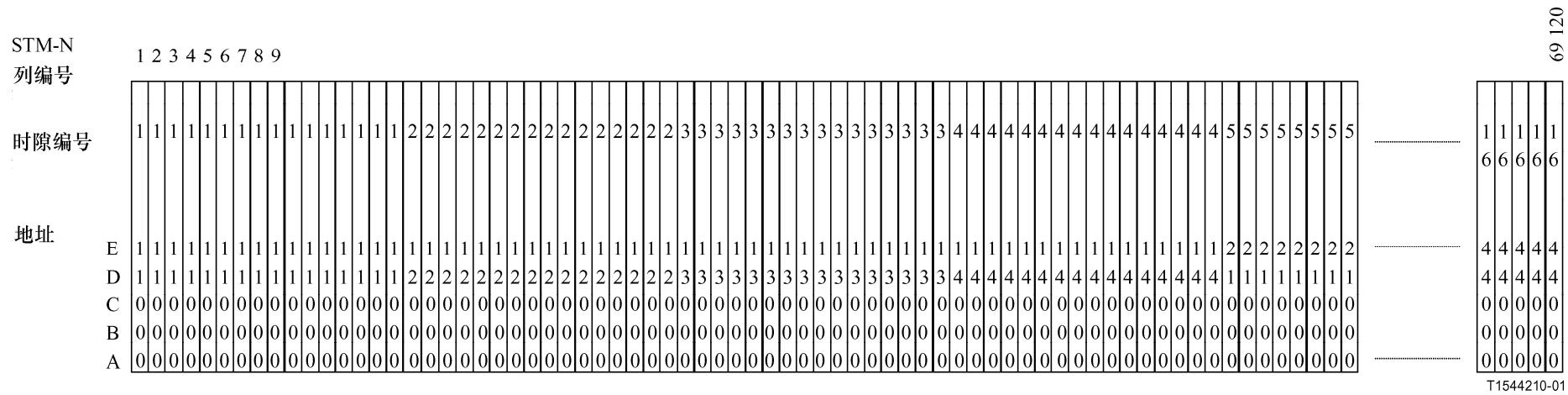


图7-15/ G.707/ Y.1322—STM-256的AU指针行与有效载荷内的AU-4-16c编号方案

### 7.3.1.5 STM-256中 AU-4-64c (VC-4-64c) 的编号

任何AU-4-64c均可以指派一个形式为#E、#D、#C、#B、#A的五位数字地址，其中#E指定AUG-64编号（1至4），#D、#C、#B和#A总为0，见图7-16。由AU-4-64c (E、0、0、0、0) 占据的STM-256中列的位置由下式给出：

第X列=[X模64] +64×[E-1] + 256×[X DIV64]，其中X=1至17 280。

因此，AU-4-64c (1、0、0、0、0) 驻留在STM-256中的1至64、257至321、…、68 865至68 928列，并且AU-4-64c (4、0、0、0、0) 驻留在STM-256中的193至256、449至512、…、69 057…69 120列。

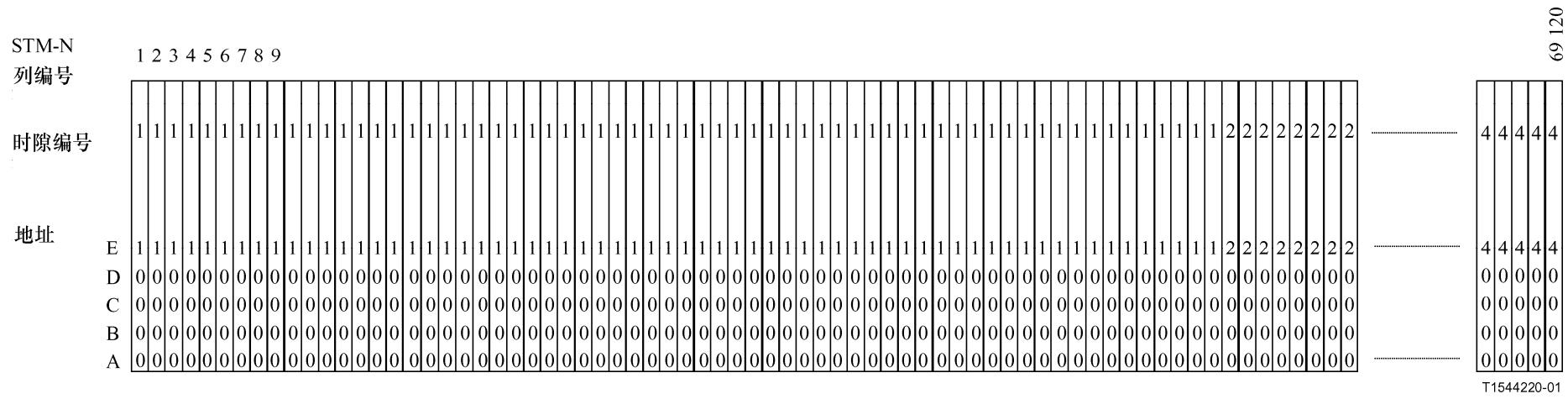


图7-16/G.707/Y.1322-STM-256的AU指针行与有效载荷内的AU-4-64c编号方案

### 7.3.1.6 STM-256中 AU-4-256c的编号

STM-256信号中存在一个AU-4-256c。该信号不需要编号，但可以指派为(0、0、0、0、0)的五位数字地址。

### 7.3.2 STM-64中AU-n (VC-n) 的编号

STM-64可以包含编号为#1至#4的四个AUG-16:

- AUG-16#1安置在STN-64的第1至16、第65至80、第129至144等的列中；
- AUG-16#2安置在STN-64的第17至32、第81至96、第145至160等的列中；
- AUG-16#3安置在STN-64的第33至48、第97至112、第161至176等的列中；
- AUG-16#4安置在STN-64的第49至64、第113至128、第177至192等的列中；

每个AUG-16可以包含编号为#1至#4的四个AUG-4。每个AUG-4可以包含编号为#1至#4的四个AUG-1。每个AUG-1可以包含编号为#1至#3的三个AU-3。

#### 7.3.2.1 STM-64中 AU-4 (VC-4) 的编号

任何AU-4均可以指派一个形式为#D、#C、#B、#A的编号，其中#D指定AUG-16编号(1至4)，#C指定AUG-4编号(1至4)，#B指定AUG-1编号(1至4)以及#A总为0，见图7-17。由AU-4(D、C、B、0)占据的STM-64中列的位置由下式给出：

第X列=1+16×[D-1]+4×[C-1]+[B-1]+64×[X-1]，其中X=1至270。

因此，AU-4(1、1、1、0)驻留在STM-64中的1、65、129、193、…、17 217列，并且AU-4(4、4、4、0)驻留在STM-64中的64、128、192、…、17 280列。

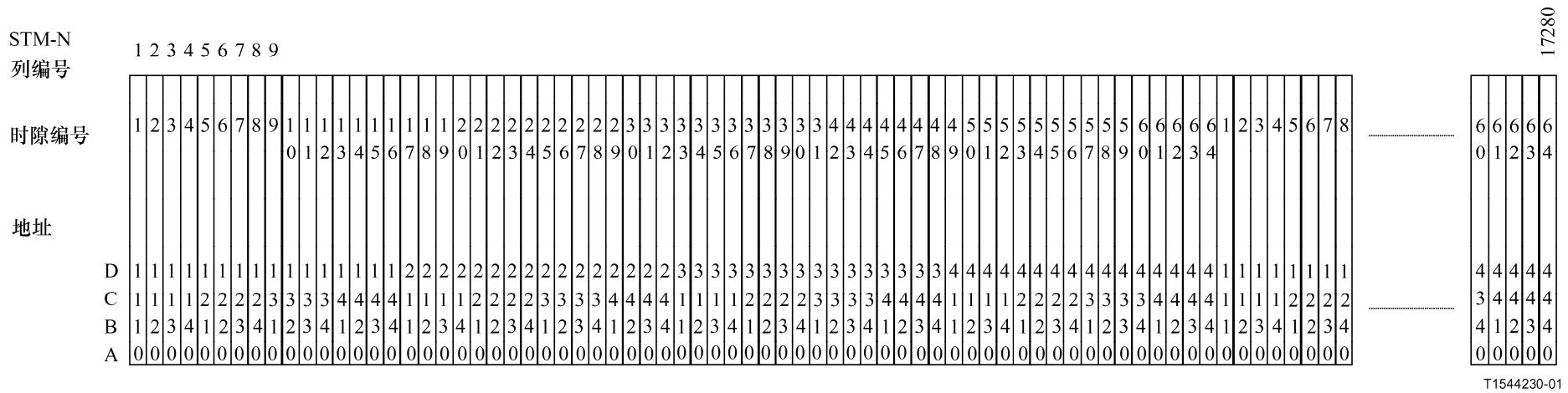


图7-17 G.707/Y.1322—STM-64的AU指针行与有效载荷内的AU-4编号方案

### 7.3.2.2 STM-64中 AU-3 (VC-3) 的编号

任何AU-3均可以指派一个形式为#D、#C、#B、#A的编号，其中#D指定AUG-16编号（1至4），#C指定AUG-4编号（1至4），#B指定AUG-1编号（1至4）以及#A指定AU-3编号（1至3），见图7-18。由AU-3(D、C、B、A)占据的STM-256中列的位置由下式给出：

第X列= $1+48\times[D-1]+12\times[C-1]+3\times[B-1]+[A-1]+192\times[X-1]$ ，其中X=1至90。

因此，AU-3(1、1、1、1)驻留在STM-64中的1、193、385、577、…、17 089列，并且AU-3(4、4、4、3)驻留在STM-64中的192、384、576、…、17 280列。

17280

STM-N	1	2	3	4	5	6	7	8	9
列编号	1	2	3	4	5	6	7	8	9
时隙编号	0	1	2	3	4	5	6	7	8
地址	D	1	1	1	1	1	1	1	1
	C	1	1	1	1	2	2	2	3
	B	1	2	3	4	1	2	3	4
	A	1	1	1	1	1	1	1	1

T1544240-01

图7-18/ G.707/ Y.1322—STM-64的AU指针行与有效载荷内的AU-3编号方案

### 7.3.2.3 STM-64中 AU-4-4c (VC-4-4c) 的编号

任何AU-4-4c均可以指派一个形式为#D、#C、#B、#A的四位数字地址，其中#D指定AUG-16编号（1至4），#C指定AUG-4编号（1至4），#B和#A总为0，见图7-19。由AU-4-4c（D、C、0、0）占据的STM-64中列的位置由下式给出：

第X列=[X模4]1+16×[D-1]+4×[C-1]+64×[X DIV4]，其中X=1至1080。

因此，AU-4-4c（1、1、0、0）驻留在STM-64中的1至4、65至68、129至132、…、17217至17220列，并且AU-4-4c（4、4、0、0）驻留在STM-64中的61至64、125至128、…、17 277至17 280列。

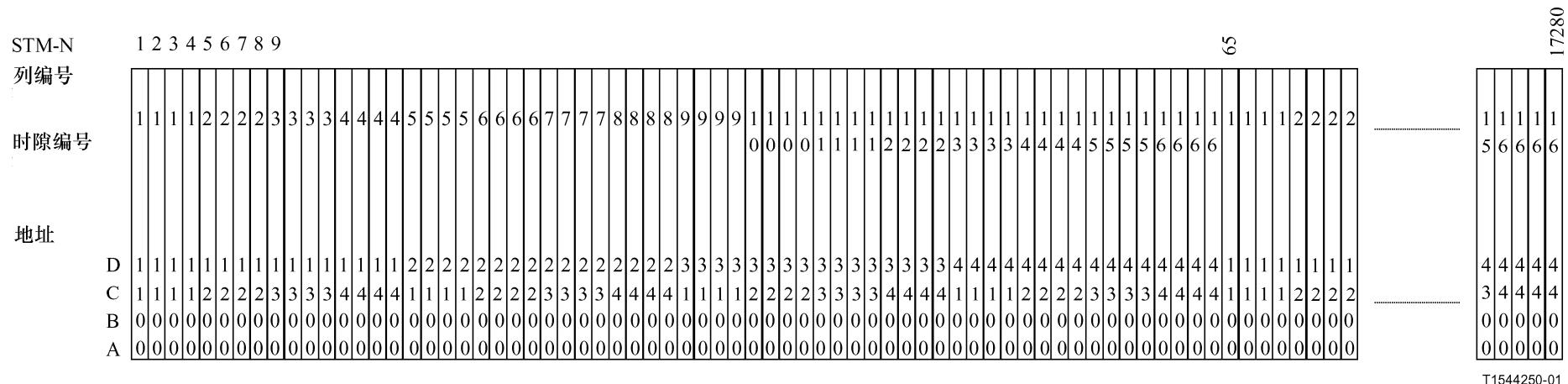


图7-19/G.707/Y.1322—STM-64的AU指针行与有效载荷内的AU-4-4<sub>C</sub>编号方案

#### 7.3.2.4 STM-64中 AU-4-16c (VC-4-16c) 的编号

任何AU-4-16c均可以指派一个形式为#D、#C、#B、#A的四位数字地址，其中#D指定AUG-16编号（1至4），#C、#B和#A总为0，见图7-20。由AU-4-16c (D、0、0、0) 占据的STM-64中列的位置由下式给出：

第X列=[X模16] +16×[D-1] + 64×[X DIV16]，其中X=1至4320。

因此，AU-4-16c (1、0、0、0) 驻留在STM-64中的1至16、65至80、…、17 205至17 220列，并且AU-4-16c (4、0、0、0) 驻留在STM-64中的49至64、113至128、…、17 265至17 280列。

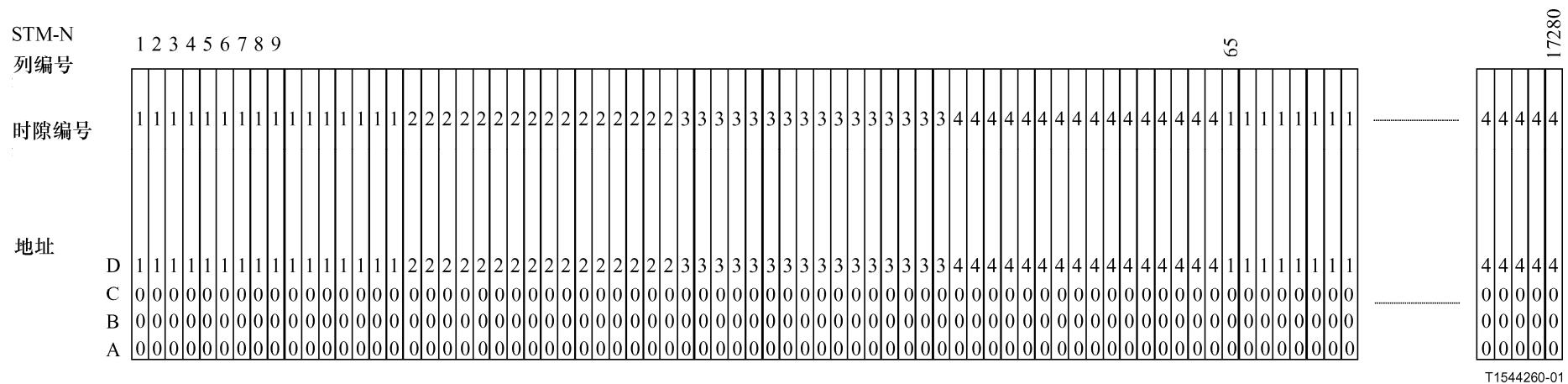


图7-20/ G.707/ Y.1322—STM-64的AU指针行与有效载荷内的AU-4-16<sub>C</sub>编号方案

### 7.3.2.5 STM-64中 AU-4-64c的编号

STM-64信号中存在一个AU-4-64c。该信号不需要编号，但可以指派为（0、0、0、0）的四位数字地址。

### 7.3.3 STM-16中 AU-n (VC-n) 的编号

STM-16可以包含编号为#1至#4的四个AUG-4:

- AUG-4#1安置在STN-16的第1至4、第17至20、第33至36等的列中；
  - AUG-4#2安置在STN-16的第5至8、第21至24、第37至40等的列中；
  - AUG-4#3安置在STN-16的第9至12、第25至28、第41至44等的列中；
  - AUG-4#4安置在STN-16的第13至16、第29至32、第45至48等的列中；

每个AUG-4可以包含编号为#1至#4的四个AUG-1。每个AUG-1可以包含编号为#1至#3的三个AU-3。

### 7.3.3.1 STM-16中 AU-4 (VC-4) 的编号

任何AU-4均可以指派一个形式为#C、#B、#A的编号，其中#C指定AUG-4编号（1至4），#B指定AUG-1编号（1至4）以及#A总为0，见图7-21。由AU-4（C、B、0）占据的STM-16中列的位置由下式给出：

第X列=1+4×[C-1]+[B-1]+16×[X-1]，其中X=1至270。

因此，AU-4（1、1、0）驻留在STM-16中的1、17、33、…、4305列，并且AU-4（4、4、0）驻留在STM-16中的16、32、48、…、4320列。

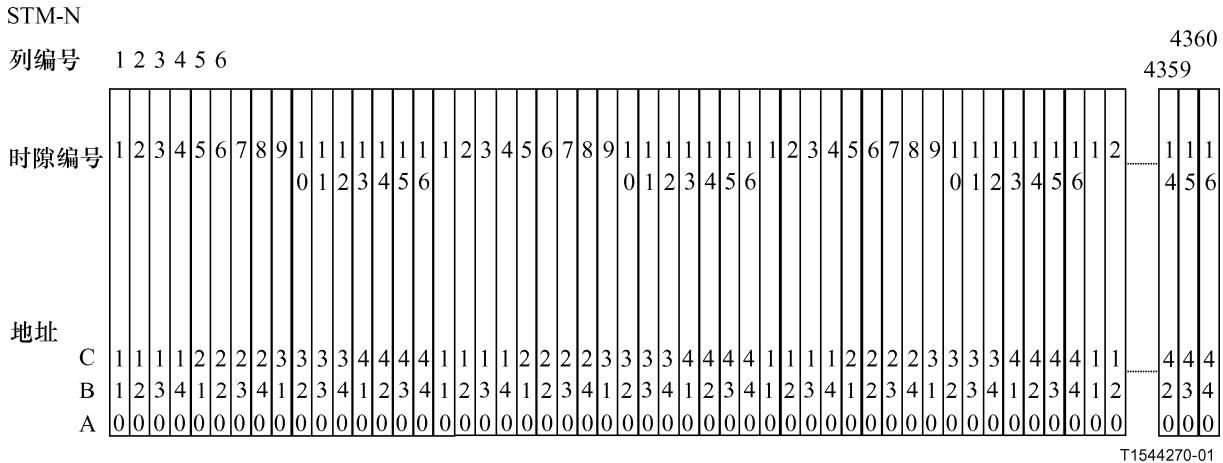


图7-21/ G.707/ Y.1322

### 7.3.3.2 STM-16中 AU-3 (VC-3) 的编号

任何AU-3均可以指派一个形式为#C、#B、#A的编号，其中#C指定AUG-4编号（1至4），#B指定AUG-1编号（1至4）以及#A指定AU-3编号（1至3），见图7-22。由AU-3（C、B、A）占据的STM-16中列的位置由下式给出：

第X列=1+12×[C-1]+3×[B-1]+[A-1]+48×[X-1]，其中X=1至90。

因此，AU-3（1、1、1）驻留在STM-16中的1、49、97、…、4273列，并且AU-3（4、4、3）驻留在STM-16中的48、96、144、…、4320列。

图7-22/ G.707/ Y.1322  
STM-16的AU指针行与有效载荷内的AU-3编号方案

### 7.3.3.3 STM-16中 AU-4-4c (VC-4-4c) 的编号

任何AU-4-4<sub>C</sub>均可以指派一个形式为#C、#B、#A的三位数字地址，其中#C指定AUG-4编号（1至4），#B和#A总为0，见图7-23。由AU-4-4c（C、0、0）占据的STM-16中列的位置由下式给出：

第4X-3列=1+[C-1]+16×[X-1], 其中X=1至270。

第4X-2列=2+[C-1]+16×[X-1], 其中X=1至270。

第4X-2列=3+[C-1]+16×[X-1], 其中X=1至270。

第4X-3列=4+[C-1]+16×[X-1], 其中X=1至270。

因此，AU-4-4c（1、0、0）驻留在STM-16中的1至4、17至20、…、…、4305至4308列，并且AU-4-4c（4、0、0）驻留在STM-16中的13至16、29至32、…、…、4317至4320列。

图7-23/ G.707/ Y.1322

### 7.3.3.4 STM-16中AU-4-16c的编号

STM-16信号中存在一个AU-4-16c。该信号不需要编号，但可以指派为(0、0、0)的三位数字地址。

### 7.3.4 STM-4中AU-n (VC-n) 的编号

STM-4可以包含编号为#1至#4的四个AUG-1:

- AUG-1#1安置在STN-4的第1、第5、第9等的列中；
- AUG-1#2安置在STN-4的第2、第6、第10等的列中；
- AUG-1#3安置在STN-4的第3、第7、第11等的列中；
- AUG-1#4安置在STN-4的第4、第8、第12等的列中。

每个AUG-1可以包含编号为#1至#3的三个AU-3。

#### 7.3.4.1 STM-4中 AU-4 (VC-4) 的编号

任何AU-4均可以指派一个形式为#B、#A的编号，其中#B指定AUG-1编号(1至4)以及#A总为0，见图7-24。由AU-4(B、0)占据的STM-4中列的位置由下式给出：

第X列=1+[B-1]+4×[X-1]，其中X=1至270。

因此，AU-4(1、0)驻留在STM-4中的1、5、9、…、1077列，并且AU-4(4、4、0)驻留在STM-4中的4、8、12、…、1080列。

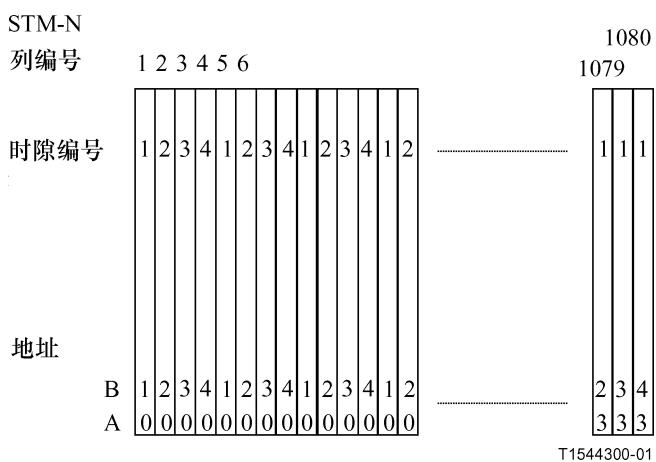


图7-24/ G.707/ Y.1322  
STM-4的AU指针行与有效载荷内的AU-4编号方案

#### 7.3.4.2 STM-4中 AU-3 (VC-3) 的编号

任何AU-3均可以指派一个形式为#B、#A的编号，其中#B指定AUG-1编号(1至4)以及#A指定AU-3编号(1至3)，见图7-25。由AU-3(B、A)占据的STM-4中列的位置由下式给出：

第X列=1+3×[B-1]+[A-1]+12×[X-1]，其中X=1至90。

因此，AU-3(1、1)驻留在STM-4中的1、13、25、…、1069列，并且AU-3(4、3)驻留在STM-4中的12、24、36、…、1080列。

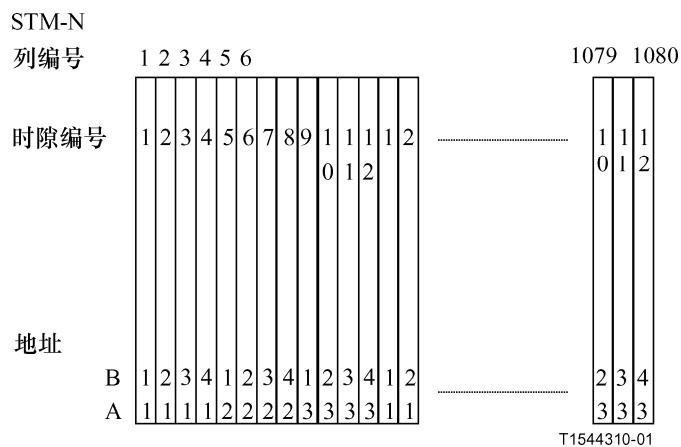


图7-25/ G.707/ Y.1322  
STM-4的AU指针行与有效载荷内的AU-3编号方案

### 7.3.4.3 STM-4中 AU-4-4c的编号

STM-4信号中存在一个AU-4-4c。该信号不需要编号，但可以指派为（0、0）的两位数字地址。

## 7.3.5 STM-1信号中 AU-n (VC-n) 的编号

### 7.3.5.1 STM-1信号中 AU-4 (VC-4) 的编号

STM-1信号中存在一个AU-4 (VC-4)。该信号不需要编号，但可以指派为（0）的数字地址。

### 7.3.5.2 STM-1信号中 AU-3 (VC-3) 的编号

任何AU-3均可以指派一个形式为#A的编号，其中#A指定AU-3编号（1至3），见图7-26。由AU-3 (A) 占据的STM-1中列的位置由下式给出：

第X列= $1+[A-1]+3 \times [X-1]$ ，其中X=1至90。

因此，AU-3 (1) 驻留在STM-1中的1、4、7、…、268列，并且AU-3 (3) 驻留在STM-1中的3、6、9、…、270列。

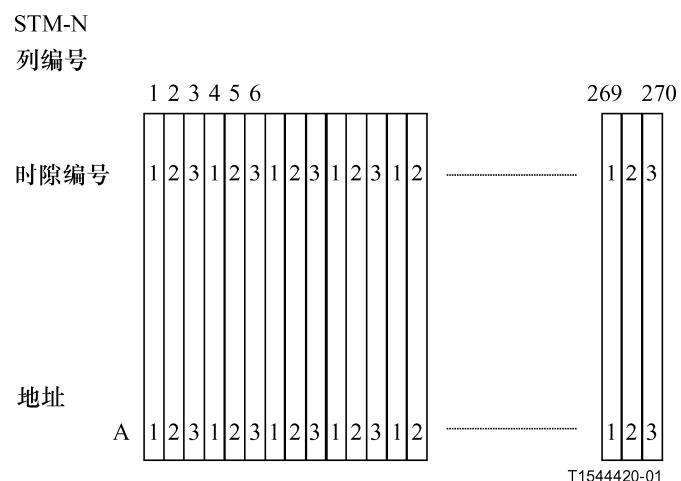


图7-26/ G.707/ Y.1322  
STM-1的AU指针行与有效载荷内的AU-3编号方案

### 7.3.6 STM-0信号中 AU-3 (VC-3) 的编号

STM-0信号中存在一个AU-3 (VC-3)。该信号不需要编号，但可以指派为 (0) 的数字地址。

### 7.3.7 VC-4中 TU-3的编号

每个VC-4可以包含编号为#1至#3的三个TUG-3:

- TUG-3#1 [相当于图7-6中的TUG-3 (A) ]安置在VC-4的第4、第7、第10、…、259列中；
- TUG-3#2[相当于图7-6中的TUG-3 (B) ]安置在VC-4的第5、第8、第11、…、260列中；
- TUG-3#3[相当于图7-6中的TUG-3 (C) ]安置在VC-4的第6、第9、第12、…、261列中。

每个TUG-3可以包含一个TU-3。

这样，任何TU-3均可以指派一个形式为#K、#L、#M的三位数字地址，其中#K指定TUG-3编号（1至3），以及#L和#M总为0。由TU-3 (K、0、0) 占据的VC-4中列的位置由下式给出：

第X列=4+[K-1]+3×[X-1]，其中X=1至86。

因此，TU-3 (1、0、0) 驻留在VC-4中的4、7、10、…、259列，并且TU-3 (3、0、0) 驻留在XC-4中的6、9、12、…、261列。

### 7.3.8 VC-4中 TU-2的编号

每个TUG-3可以包含编号为#1至#7的七个TUG-2，并且每个TUG-2可以包含一个TU-2。

这样，任何TU-2均可以指派一个形式为#K、#L、#M的三位数字地址，其中#K指定TUG-3编号（1至3），#L指定TUG-2编号（1至7）以及#M总为0。由TU-2 (K、L、0) 占据的VC-4中列的位置由下式给出：

第X列=10+[K-1]+3×[L-1]+21×[X-1] 其中X=1至12

因此，TU-2 (1、1、0) 驻留在VC-4中的10、31、52、73、94、115、136、157、178、199、220以及241列，并且TU-2 (3、7、0) 驻留在XC-4中的30、51、72、93、114、135、156、177、198、219、240以及261列。VC-4帧内TU-2列编号的完整清单在附录I中给出。

### 7.3.9 VC-4中 TU-12的编号

每个TUG-3可以包含编号为#1至#7的七个TUG-2，并且每个TUG-2可以包含编号为#1至#3的三个TU-12。

这样，任何TU-12均可以指派一个形式为#K、#L、#M的编号，其中#K指定TUG-3编号（1至3），#L指定TUG-2编号（1至7）以及#M指定TU-12编号（1至3）。由TU-12 (K、L、M) 占据的VC-4中列的位置由下式给出：

第X列=10+[K-1]+3×[L-1]+21×[M-1]+63×[X-1]，其中X=1至4。

因此，TU-12 (1、1、1) 驻留在VC-4中的10、73、136以及199列，并且TU-12 (3、7、3) 驻留在VC-4中的72、135、198以及261列。VC-4帧内TU-12列编号的完整清单在附录II中给出。

### 7.3.10 VC-4中 TU-11的编号

每个TUG-3可以包含编号为#1至#7的七个TUG-2，并且每个TUG-2可以包含编号为#1至#4的四个TU-11。

这样，任何TU-11均可以指派一个形式为#K、#L、#M的编号，其中#K指定TUG-3编号（1至3），#L指定TUG-2编号（1至7）以及#M指定TU-11编号（1至4）。由TU-11（K、L、M）占据的VC-4中列的位置由下式给出：

$$\text{第X列} = 10 + [K-1] + 3 \times [L-1] + 21 \times [M-1] + 84 \times [X-1], \text{ 其中 } X=1 \text{ 至 } 3。$$

因此，TU-11（1、1、1）驻留在VC-4中的10、94以及178列，并且TU-11（3、7、4）驻留在XC-4中的93、177以及261列。VC-4帧内TU-11列编号的完整清单在附录III中给出。

### 7.3.11 VC-3中 TU-2的编号

如图7-9和图7-10所示，每个VC-3可以包含编号为#1至#7的七个TUG-2。每个TUG-2可以包含一个TU-2。

这样，任何TU-2均可以指派一个形式为#L、#M的两位数字地址，其中#L指定TUG-2编号（1至7）以及#M总是为0。由TU-2（L、0）占据的VC-3中列的位置由下式给出：

$$\text{第X列} = 2 + [L-1] + 7 \times [X-1], \text{ 其中 } X=1 \text{ 至 } 12。$$

因此，TU-2（1、0）驻留在VC-3中的2、9、…、以及79列，并且TU-2（7、0）驻留在XC-3中的8、15、…、以及85列。VC-3帧内TU-2列编号的完整清单在附录IV中给出。

### 7.3.12 VC-3中 TU-12的编号

每个TUG-2可以包含编号为#1至#3的三个TU-12。

这样，任何TU-12均可以指派一个形式为#L、#M的两位数字地址，其中#L指定TUG-2编号（1至7）以及#M指定TU-12编号（1至3）。由TU-12（L、M）占据的VC-3中列的位置由下式给出：

$$\text{第X列} = 2 + [L-1] + 7 \times [M-1] + 21 \times [X-1], \text{ 其中 } X=1 \text{ 至 } 4。$$

因此，TU-12（1、1）驻留在VC-3中的2、23、44以及65列，并且TU-12（7、3）驻留在VC-3中的22、43、64以及85列。VC-3帧内TU-12列编号的完整清单在附录V中给出。

### 7.3.13 VC-3中 TU-11的编号

每个TUG-2可以包含编号为#1至#4的四个TU-11。

这样，任何TU-11均可以指派一个形式为#L、#M的两位数字地址，其中#L指定TUG-2编号（1至7）以及#M指定TU-11编号（1至4）。由TU-11（L、M）占据的VC-3中列的位置由下式给出：

$$\text{第X列} = 2 + [L-1] + 7 \times [M-1] + 28 \times [X-1], \text{ 其中 } X=1 \text{ 至 } 3。$$

因此，TU-11（1、1）驻留在VC-3中的2、30以及58列，并且TU-11（7、4）驻留在VC-3中的29、57以及85列。VC-3帧内TU-11列编号的完整清单在附录VI中给出。

注 — 在图7-27到图7-29中所包含的时隙编号不应解释为支路端口号。

使用连接功能可以给外部支路信号指派特定的有效载荷容量。

例如在VC-12级：

- 支路#1 — TU12 (1、1、1)
- 支路#2 — TU12 (1、1、2)
- 支路#3 — TU12 (1、1、3)
- 支路#4 — TU12 (1、2、1)
- :
- 支路#63 — TU12 (3、7、3)

TU-3 编号方案

TU-2 编号方案

TU-12 编号方案

图7-27/G.707/Y.1322—VC-4内TU-3、TU-2以及TU-12的编号方案

图7-28/ G.707/ Y.1322—VC-4内TU-11的编号方案

TU-2 编号方案

TU-12 编号方案

TU-11 编号方案

图7-29/ G.707/ Y.1322—VC-3内TU-2、TU-12以及TU-11的编号方案

表7-1/ G.707/ Y.1322—VC-4内对时隙的TU-n容量分配

地址#					地址#					地址#				
TU-3	TU-2	TU-12	TU-11	TS#	TU-3	TU-2	TU-12	TU-11	TS#	TU-3	TU-2	TU-12	TU-11	TS#
100	110	111	111	1	200	210	211	211	2	300	310	311	311	3
		112	112	22			212	212	23			312	312	24
		113	113	43			213	213	44			313	313	45
		114	114	64				214	65				314	66
	120	121	121	4	220		221	221	5	320		321	321	6
		122	122	25			222	222	26			322	322	27
		123	123	46			223	223	47			323	323	48
		124	124	67				224	68				324	69
	130	131	131	7	230		231	231	8	330		331	331	9
		132	132	28			232	232	29			332	332	30
		133	133	49			233	233	50			333	333	51
		134	134	70				234	71				334	72
	140	141	141	10	240		241	241	11	340		341	341	12
		142	142	31			242	242	32			342	342	33
		143	143	52			243	243	53			343	343	54
		144	144	73				244	74				344	75
	150	151	151	13	250		251	251	14	350		351	351	15
		152	152	34			252	252	35			352	352	36
		153	153	55			253	253	56			353	353	57
		154	154	76				254	77				354	78
	160	161	161	16	260		261	261	17	360		361	361	18
		162	162	37			262	262	38			362	362	39
		163	163	58			263	263	59			363	363	60
		164	164	79				264	80				364	81
	170	171	171	19	270		271	271	20	370		371	371	21
		172	172	40			272	272	41			372	372	42
		173	173	61			273	273	62			373	373	63
		174	174	82				274	83				374	84

地址 = TUG-3#, TUG-2#, TU-1# = #K, #L, #M

表7-2/ G.707/ Y.1322—VC-3内对时隙的TU-n容量分配

地址 #			
TU-2	TU-12	TU-11	TS#
10	11	11	1
	12	12	8
	13	13	15
		14	22
	21	21	2
	22	22	9
	23	23	16
		24	23
	31	31	3
	32	32	10
20	33	33	17
		34	24
	41	41	4
	42	42	11
	43	43	18
		44	25
	51	51	5
	52	52	12
	53	53	19
		54	26
30	61	61	6
	62	62	13
	63	63	20
		64	27
	71	71	7
	72	72	14
	73	73	21
		74	28
	地址 = TUG-2#, TU-1# = #L, #M		

## 8 指针

### 8.1 AU-n 指针

AU-n指针提供AU-n帧内允许VC-n灵活、动态校准的方法。

动态校准意味着允许VC-n在AU-n帧内“浮动”。这样，该指针不仅能够调节VC-n和SOH在相位上的差别，而且也能够调节在帧速率上的差别。

### 8.1.1 AU-n指针位置

如图8-1中所示，AU-4指针包含在字节H1、H2和H3中。三个单独的AU-3指针包含在三个分离的H1、H2及H3字节中，如图8-2中所示。

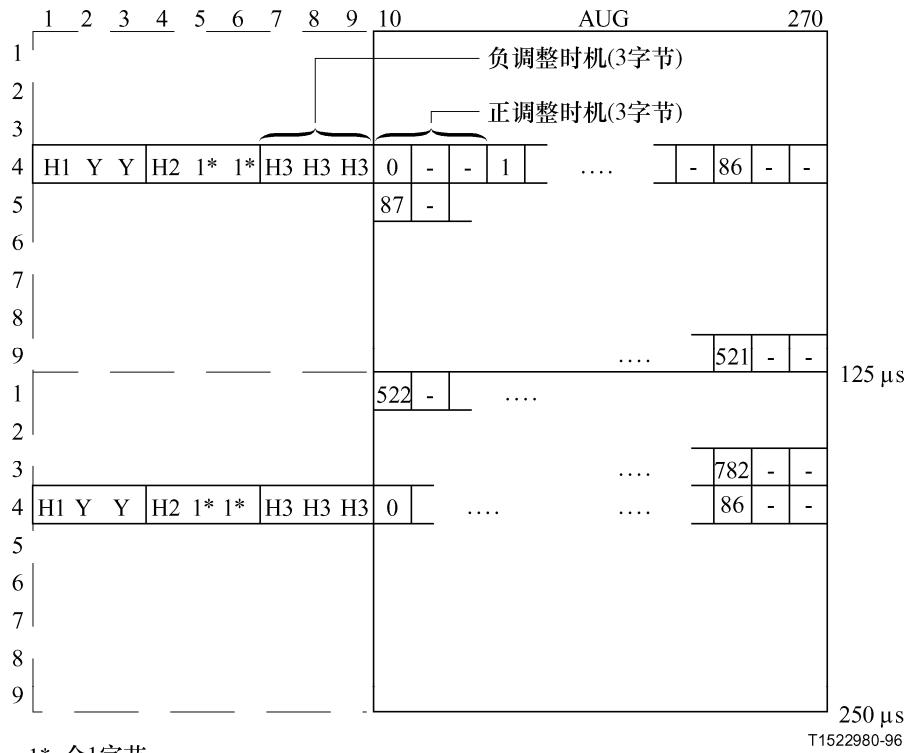


图8-1/G.707/Y.1322—AU-4指针偏移编号

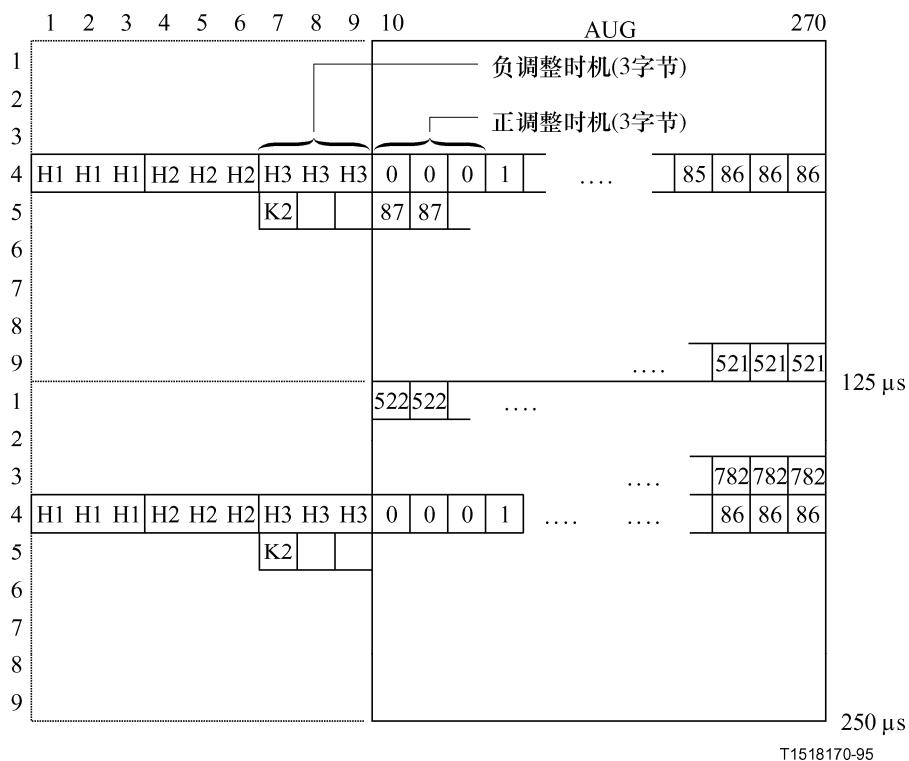


图 8-2/G.707/Y.1322—AU-3指针偏移编号

## 8.1.2 AU-n指针值

包含在H1和H2字节中的指针标示VC-n起始处字节的位置。指派给指针功能的两个字节可以视为如图8-3中所示的一个码字。该指针码字的最后十比特（比特7~16）携载该指针值。

如图8-3中所指出的，AU-4指针值是在0至782范围内的一个二进制数字，它指示该指针与VC-4首字节之间，以三个字节为增量单位的偏移（见图8-1）。图8-3还指示一个附加的有效指针，级联指示。该级联指示通过比特1-4为“1001”，比特5-6不指定，比特7-16为10个“1”来标识。AU-4指针设置为AU-4链接的级联指示（见8.1.7）。

如图8-3中所指出的，AU-3指针值亦为0至782范围内的一个二进制数字。由于AUG-1中存在三个AU-3，因此每个AU-3均有与其自身相关联的H1、H2和H3字节。如图8-2中所示，该H字节顺序显示。第一组H1、H2、H3字节集涉及第一个AU-3，第二组字节集涉及第二个AU-3，如此继续。对于每个AU-3，其指针均独立操作。

在所有的情形中，AU-n指针字节不在偏移中计数。例如，AU-4中，0指针值指示VC-4起始于紧随最后的H3字节的那个字节位置，而87的补偿值指示VC-4在K2字节之后才起始的三个字节。

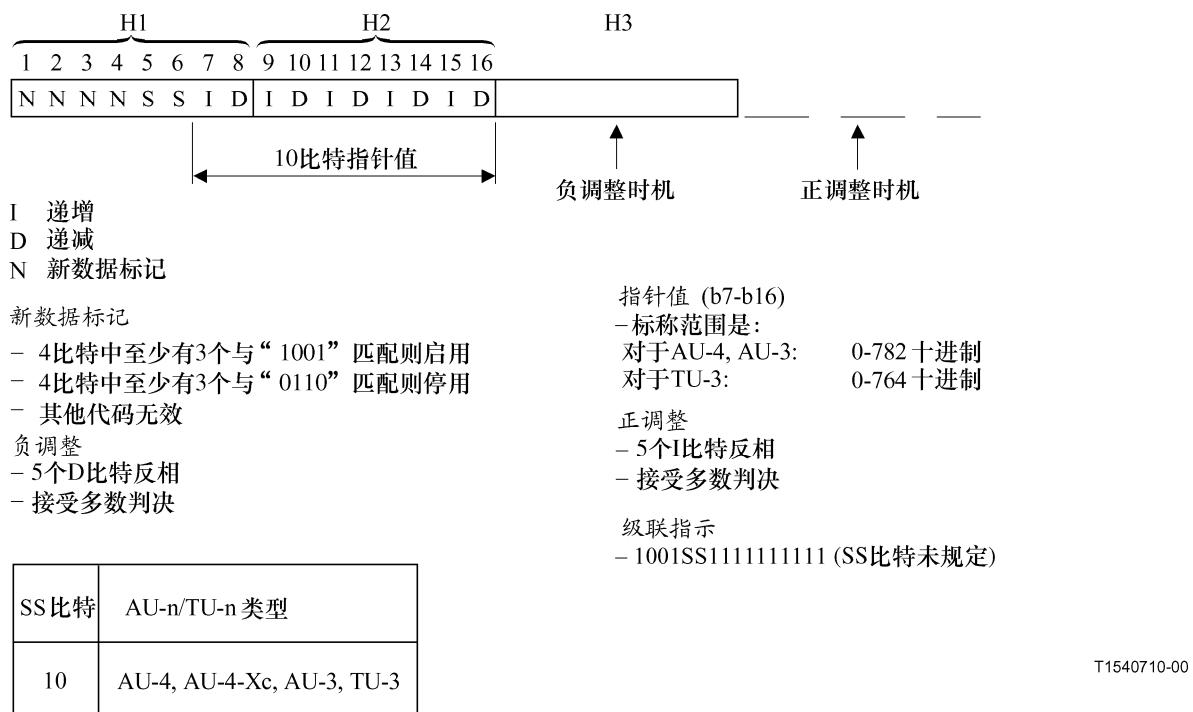


图8-3/G.707/Y.1322—AU-n/TU-3指针（H1、H2、H3）编号

注1—AU-4、AU-4-Xc、AU-3的SS比特包括在指针检测算法中（参阅ITU-T G.783建议书的1997年版）。在ITU-T G.783和G.806建议书的2000年修订版中，SS比特已从AU-n指针检测算法中排除。

注2—当AIS出现时，指针设置为全“1”。

## 8.1.3 频率调整

若AUG-N的帧速率与VC-n的帧速率之间存在频率偏差，则伴随相应正或负的调整一个或多个字节的需求来增加或减少该指针值。连续的指针操作必须至少间隔3帧（即在每个第四帧上实施），在此3帧内，指针值保持不变。

相对于AUG-N的帧速率，若VC-n的帧速率过于缓慢，则该VC-n的校准必须周期性地及时后向转差并且该指针必须增1。该操作通过反相该指针码字的比特7、9、11、13及15（I比特）来指示并认可接收方的5比特多数判决。在包含反相I比特的AU-4帧中最后的H3字节之后，立即出现3个正调整字节。后续指针将包含此新的偏移。这种情形在图8-4中说明。

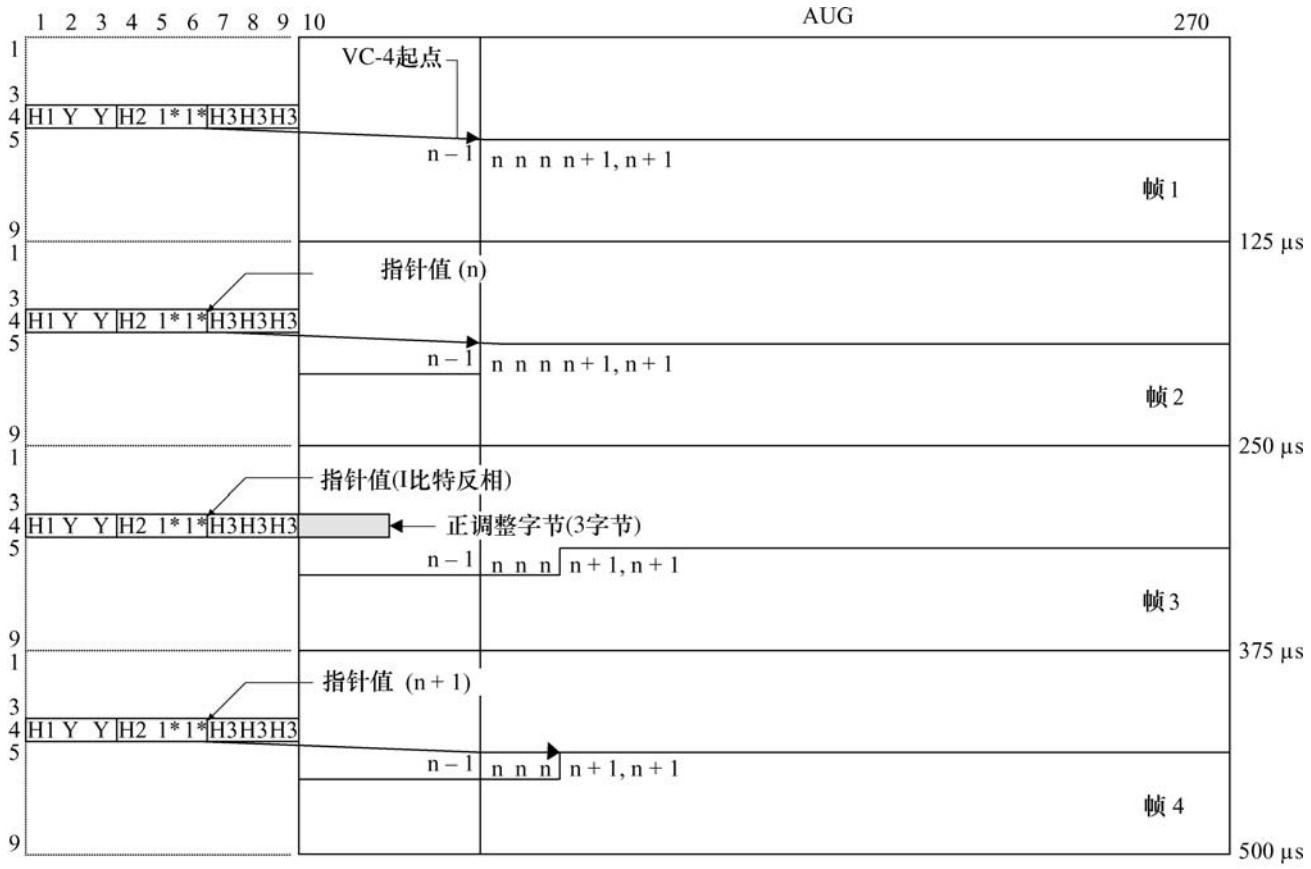


图8-4/G.7-7/Y.1322—AU-4指针调整操作 — 正调整

对于AU-3帧，包含反相I比特的AU-3的各个H3字节之后，立即出现正调整字节。后续指针将包含此新的偏移。这种情形在图8-5中说明。

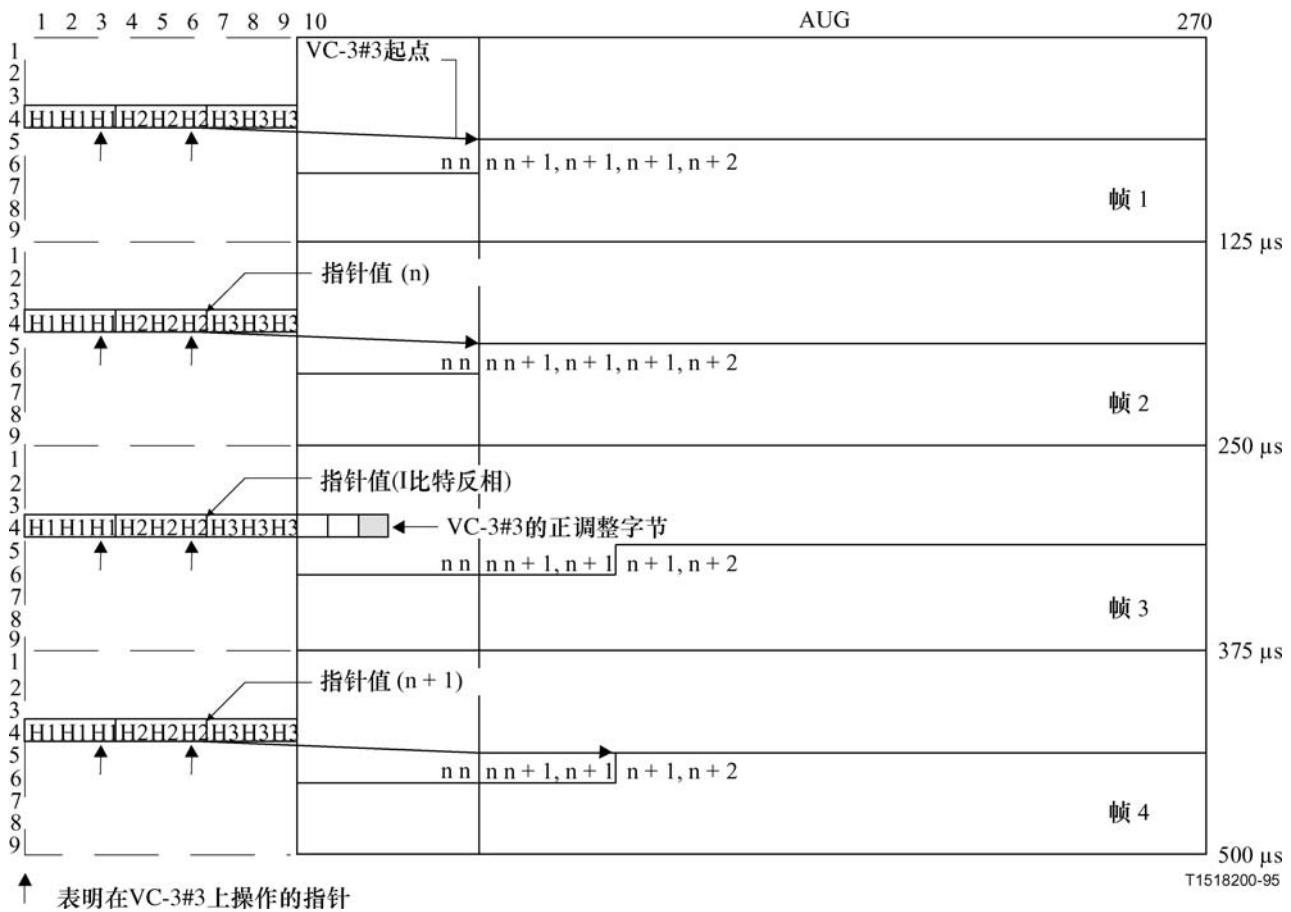
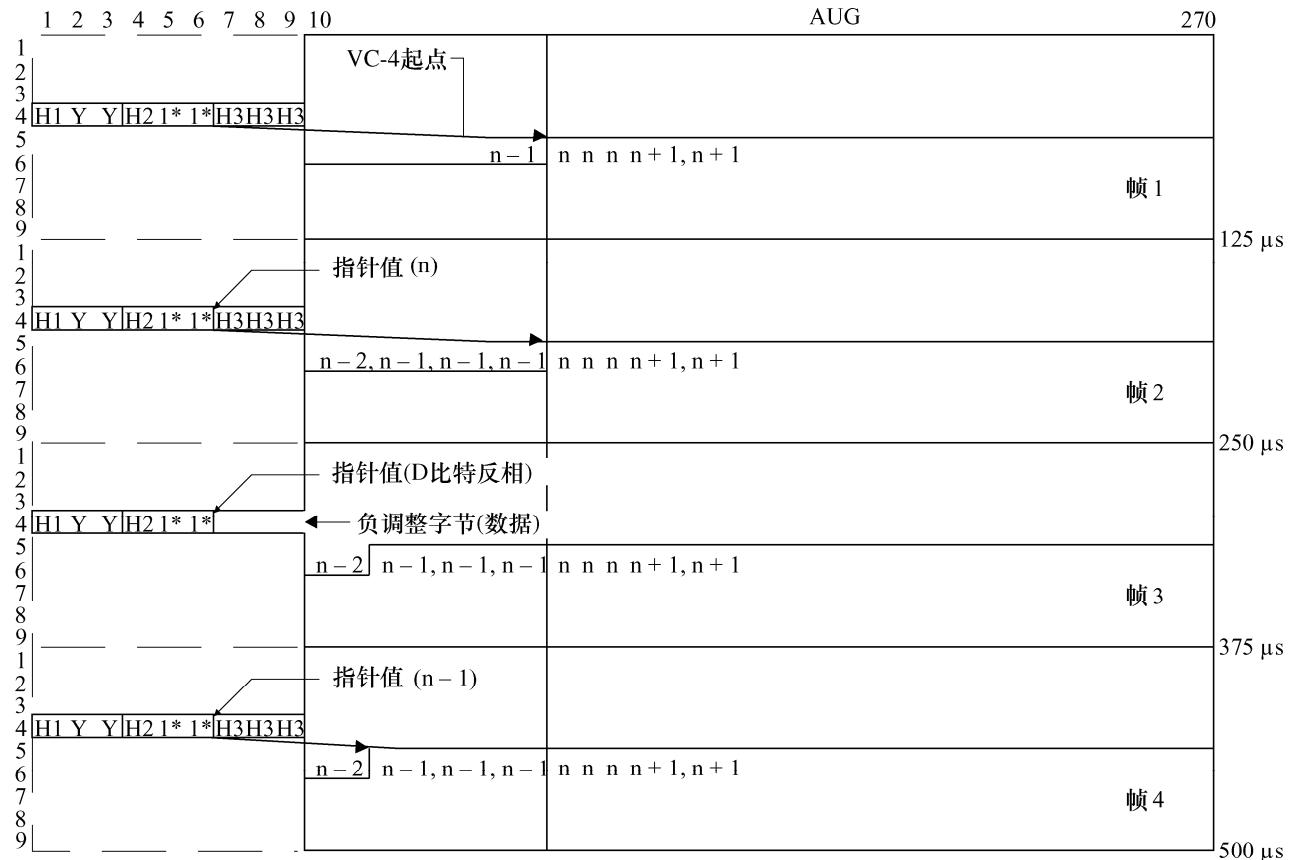


图8-5/G.707/Y.1322—AU-3指针调整操作—正调整

相对于AUG-N的帧速率，若VC-n的帧速率过快，则该VC-n的校准必须周期性地及时前向转差并且该指针值必须减1。该操作通过反相该指针码字的比特8、10、12、14及16（D比特）来指示并认可接收方的5比特多数判决。3个负调整字节出现在包含反相D比特的AU-4帧的H3字节中。后续指针将包含此新的偏移。这种情形在图8-6中说明。



1\* 全1字节  
Y 1001 SS11 (S比特未确定)

T1518210-95

图8-6/G.707/Y.1322—AU-4指针调整操作 — 负调整

对于AU-3帧，负调整字节出现在包含反相D比特的AU-3帧的各个H3字节中。后续指针将包含此新的偏移。这种情形在图8-7中说明。

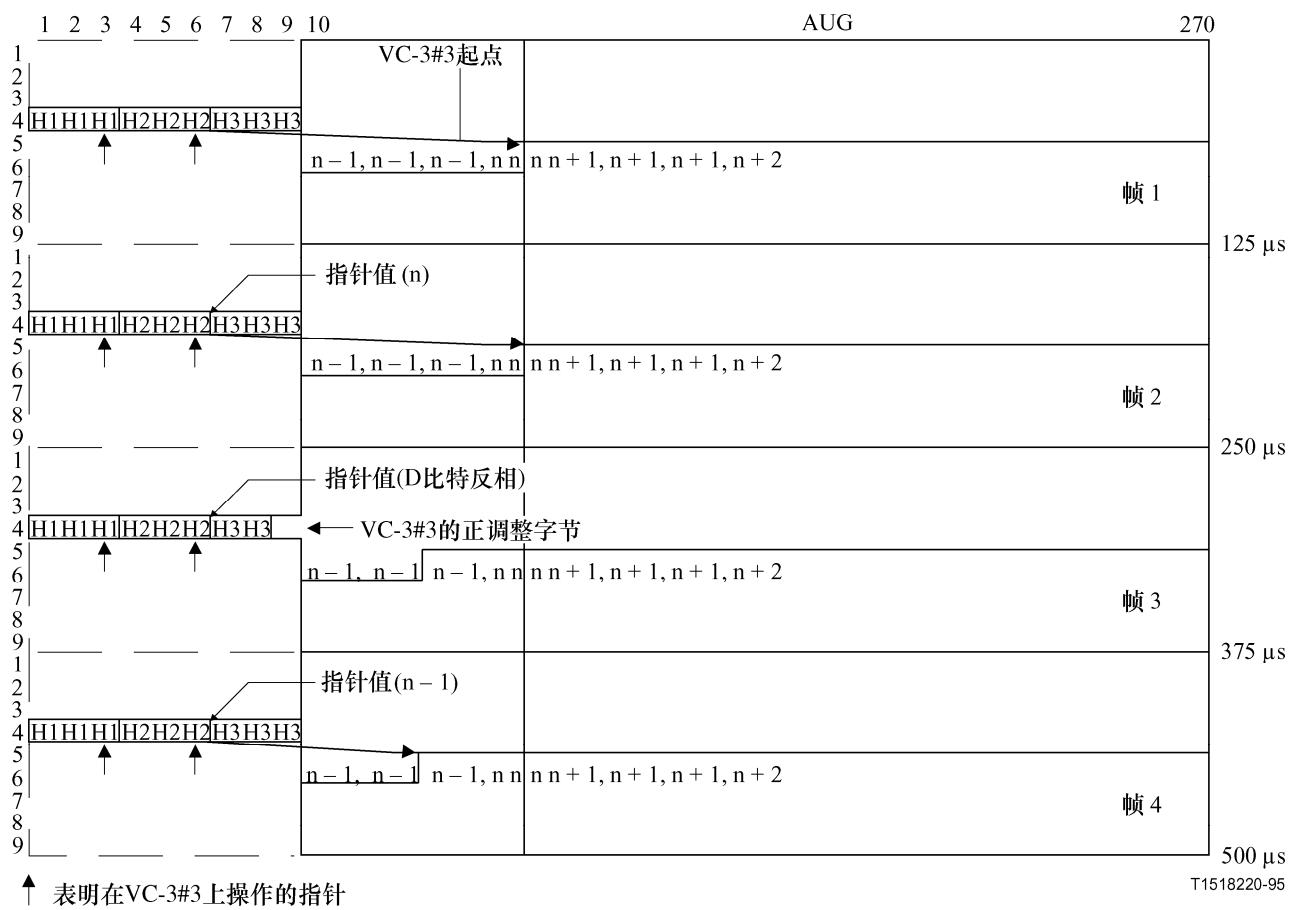


图8-7/G.707/Y.1322—AU-3指针调整操作一负调整

#### 8.1.4 新数据标志 (NDF)

指针码字的比特1-4 (N比特) 携载一个NDF, 它允许指针值的任意改变, 只要该变化是由于有效载荷中的变化所引起的。

给该标志分配4个比特并允许纠错。正常运行依靠N比特中的“0110”码指示。NDF通过反相N比特为“1001”来指示。当4个比特中的3个或更多个比特匹配“1001”模式时, NDF应解释为可用。当4个比特中的3个或更多个比特匹配“0110”模式时, NDF应解释为禁用。其余的值(即“0000”, “0011”, “0101”, “1010”, “1100”及“1111”)应解释为无效。通过伴随该NDF的指针值指示新的校准并实施所指示的偏移。

#### 8.1.5 指针生成

以下概括生成Au-n指针的若干规则:

- 1) 正常运行期间, 该指针锁定AU-n帧内VC-n的起始。NDF设置为“0110”。
- 2) 指针值仅能通过操作3、4或5来改变。
- 3) 若需求正调整, 则与反相的I比特一道发送当前的指针值并用空信息填充后续的正调整时机。后续指针包含先前的指针值增1。若先前的指针处于其最大值处, 则后续指针设置为零。该操作随后的至少3帧内不允许任何的后续增或减操作。

- 4) 若需求负调整，则与反相的D比特一道发送当前的指针值并用实际数据改写后续的负调整时机。后续指针包含先前的指针值减1。若先前的指针处于零，则后续指针设置为其最大值。该操作随后的至少3帧内不允许任何的后续增或减操作。
- 5) 若VC-n的校准因规则3或4以外的任何其他理由而改变，则伴随NDF设置为“1001”发送新的指针值。NDF仅只出现在包含该新值的首帧中。VC-n的新位置起始于由该新指针所指示的偏移首次出现处。该操作随后的至少3帧内不允许任何的后续增或减操作。

### **8.1.6 指针解释**

以下概括解释AU-n指针的若干规则：

- 1) 正常运行期间，指针锁定AU-n帧内VC-n的起始。
- 2) 除非连续三次接收到同样的新值或者在此之前出现规则3、4或5情况之一，否则不理会来自当前指针值的任何改变。任何连续三次接收到同样的新值后则不考虑（即优先于）规则3或4。
- 3) 若指针码字的多数I比特为反相，则指示正调整操作。后续指针值必须增1。
- 4) 若指针码字的多数D比特为反相，则指示负调整操作。后续指针值必须减1。
- 5) 除非接收方处于相当于指针丢失的状态，否则只要NDF解释为可用，则同时的指针值应替代当前的指针值，其偏移由新指针值指示。

### **8.1.7 AU-4级联**

见11.1和11.2节。

## **8.2 TU-3指针**

TU-3指针提供TU-3帧内允许灵活与动态的VC-3校准方法，它与VC-3的实际内容无关。

### **8.2.1 TU-3指针位置**

三个单独的TU-3指针包含在三个分离的H1、H2及H3字节中，如图8-8中所示。

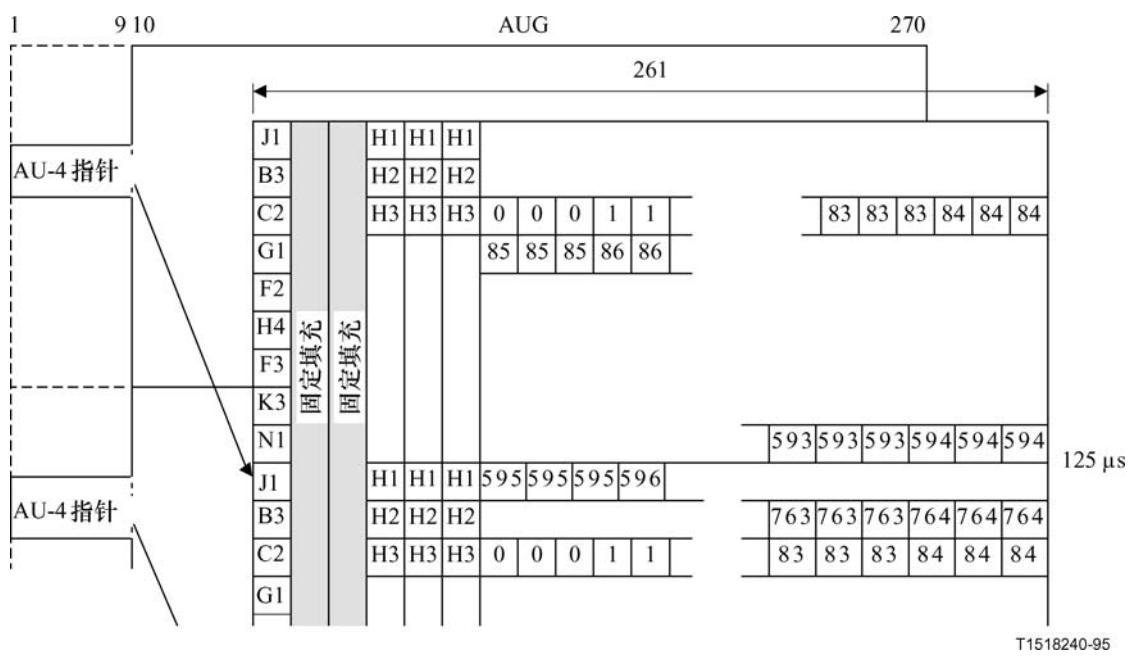


图8-8/G.707/Y.1322—TU-3指针偏移编号

### 8.2.2 TU-3指针值

包含在H1和H2字节中的TU-3指针值标示VC-3起始处字节的位置。指派给指针功能的两个字节可以视为如图8-3中所示的一个码字。该指针码字的最后十比特（比特7~16）携载该指针值。

如图8-8中所指出的，TU-3指针值是在0至764范围内的一个二进制数字，它指示该指针与VC-3首字节之间的偏移。

### 8.2.3 频率调整

若TU-3的帧速率与VC-3的帧速率之间存在频率偏差，则伴随相应正或负的调整字节的需求来增加或减少该指针值。连续的指针操作必须至少间隔3帧，在此3个帧内，指针值保持不变。

相对于TU-3的帧速率，若VC-3的帧速率过于缓慢，则VC-3的校准必须周期性地及时后向转差并且该指针必须增1。该操作通过反相该指针码字的比特7、9、11、13及15（I比特）来指示并认可接收方的5比特多数判决。在包含反相I比特的TU-3帧中单独的H3字节之后立即出现正调整字节。后续TU-3指针将包含此新的偏移。

相对于TU-3的帧速率，若VC-3的帧速率过快，则该VC-3的校准必须周期性地及时前向转差并且该指针值必须减1。该操作通过反相该指针码字的比特8、10、12、14及16（D比特）来指示并认可接收方的5比特多数判决。在包含反相D比特的TU-3帧的单独的H3字节中出现负调整字节。后续TU-3指针将包含此新的偏移。

### 8.2.4 新数据标志（NDF）

指针码字的比特1-4（N比特）携载一个NDF，它允许指针值的任意改变，只要该变化是由于VC-3中的变化所引起的。

给该标志分配4个比特并允许纠错。正常运行依靠N比特中的“0110”码指示。NDF通过反相N比特为“1001”来指示。当4个比特中的3个或更多个比特匹配“1001”模式时，NDF应解释为可用。当4个比特中的3个或更多个比特匹配“0110”模式时，NDF应解释为禁用。其余的值（即“0000”，“0011”，“0101”，“1010”，“1100”及“1111”）应解释为无效。通过伴随该NDF的指针值指示新的校准并实施所指示的偏移。

### 8.2.5 指针生成

以下概括生成TU-3指针的若干规则：

- 1) 正常运行期间，该指针锁定TU-3帧内VC-3的起始。NDF设置为“0110”。
- 2) 指针值仅能通过操作3、4或5来改变。
- 3) 若需求正调整，则与反相的I比特一道发送当前的指针值并用空信息填充后续的正调整时机。后续指针包含先前的指针值增1。若先前的指针处于其最大值处，则后续指针设置为零。该操作随后的至少3帧内不允许任何的后续增或减操作。
- 4) 若需求负调整，则与反相的D比特一道发送当前的指针值并用实际数据改写后续的负调整时机。后续指针包含先前的指针值减1。若先前的指针值为零，则后续指针设置为其最大值。该操作随后的至少3帧内不允许任何的后续增或减操作。
- 5) 若VC-3的校准因规则3或4以外的任何其他理由而改变，则伴随NDF设置为“1001”发送新的指针值。NDF仅只出现在包含该新值的首帧中。新的VC-3位置起始于由该新指针所指示的偏移首次出现处。该操作随后的至少3帧内不允许任何的后续增或减操作。

### 8.2.6 指针解释

以下概括解释TU-3指针的若干规则：

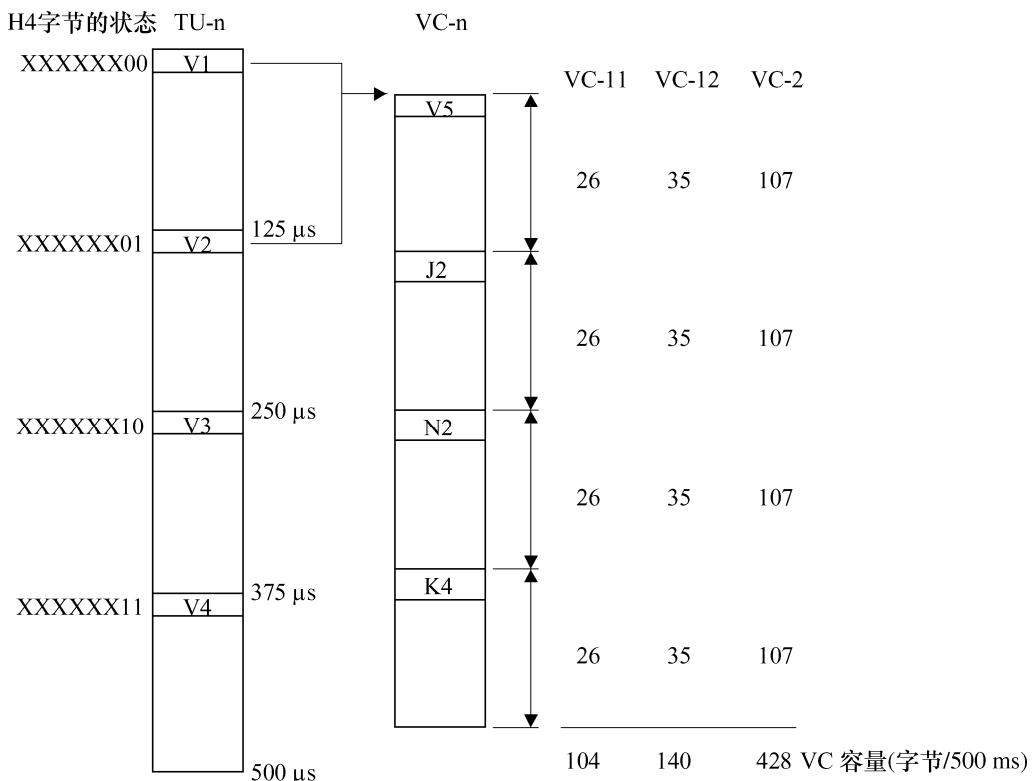
- 1) 正常运行期间，指针锁定TU-3帧内VC-3的起始。
- 2) 除非连续三次接收到同样的新值或者在此之前出现规则3、4或5情况之一，否则不理会来自当前指针值的任何改变。任何连续三次接收到同样的新值后则不考虑（即优先于）规则3或4。
- 3) 若指针码字的多数I比特为反相，则指示正调整。后续指针值必须增1。
- 4) 若指针码字的多数D比特为反相，则指示负调整。后续指针值必须减1。
- 5) 除非接收方处于相当于指针丢失的状态，否则只要NDF解释为可用，则同时的指针值应替代当前的指针值，其偏移由新指针值指示。

## 8.3 TU-2/TU-1指针

TU-1和TU-2指针提供TU-1和TU-2复帧内允许灵活与动态的VC-2/VC-1校准方法，它与VC-2/VC-1的实际内容无关。

### 8.3.1 TU-2/TU-1指针位置

如图8-9中所示，TU-2/TU-1指针包含在V1和V2字节中。



TU 支路单元  
 VC 虚拟容器  
 V1 VC指针1  
 V2 VC指针2  
 V3 VC指针3(生效)  
 V4 备用

T1518250-95

注 — V1、V2、V3和V4是TU-n的一部分，在指针处理器处终止。

图8-9/G.707/Y.1322—复帧式支路单元中的虚拟容器映射

### 8.3.2 TU-2/TU-1指针值

支路单元指针码字在图8-10中显示。两个S比特（比特5和6）指示支路单元类型。



T1518260-95

图8-10/G.707/Y.1322—TU-2/TU-1指针编码

指针值（比特7~16）是一个二进制数，它指示从V2到VC-2/VC-1首字节的偏移。对于各种支路单元的规模，偏移的范围各异，如图8-11中所示。在偏移计算时指针字节不计数。

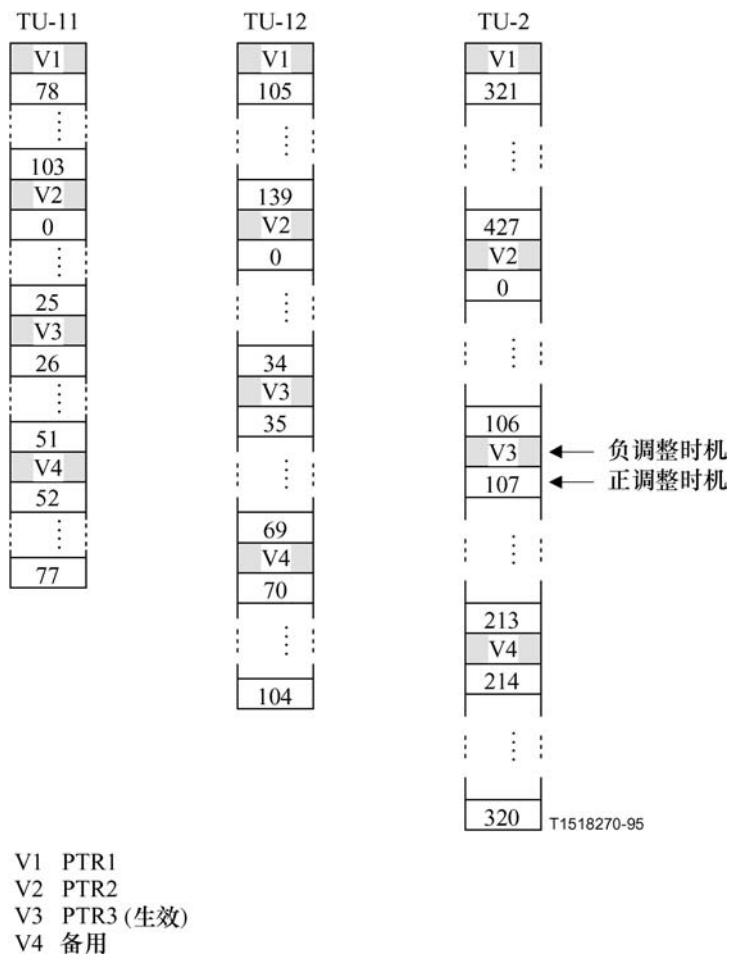


图8-11/G.707/Y.1322—TU-2/TU-1指针偏移

### 8.3.3 TU-2/TU-1频率调整

使用TU-2/TU-1指针频率调整VC-2/VC-1其方法与使用TU-3指针频率调整VC-3的方法完全相同。正调整时机紧随V3字节。另外，V3可充当负调整时机，这样，当采用该时机时V3由数据改写。此种情形在图8-11中显示。在当前的支路单元复帧中，依靠该指针的I比特和D比特提供是否采取调整时机的指示。V3中包含的值一旦不供负调整使用时其值就不规定。只要V3中包含的值不用于负调整，则要求接收方不理会该V3值。

### 8.3.4 新数据标志（NDF）

指针码字的比特1-4（N比特）携载一个NDF。它是允许指针值任意改变的一种机制。

如同TU-3指针的NDF，正常值为“0110”，并且值“1001”来指示VC-n的新的校准和可能的新的尺寸。当4个比特中的3个或更多个比特匹配“1001”模式时，NDF应解释为可用。当4个比特中的3个或更多个比特匹配“0110”模式时，NDF应解释为禁用。其余的值（即“0000”，“0011”，“0101”，“1010”，“1100”及“1111”）应解释为无效。通过伴随NDF的指针值和尺寸值指示新的校准并实施所指示的偏移。

### 8.3.5 TU-2/TU-1指针生成和解释

对于VC-2/VC-1生成与解释TU-2/TU-1指针的规则是8.2.5节和8.2.6节中对TU-3指针所提供规则的延续，具有以下修正：

- 术语TU-3替换成TU-2/TU-1和术语VC-3替换成VC-2/VC-1。

### 8.3.6 TU-2级联

见11.3和11.4。

### 8.3.7 TU-2/TU-1尺寸

TU-2/TU-1指针的比特5和比特6指示该TU-n的尺寸。当前提供三种尺寸，它们在以下表8-1中规定：

表8-1/G.707/Y.1322—TU-2/TU-1尺寸

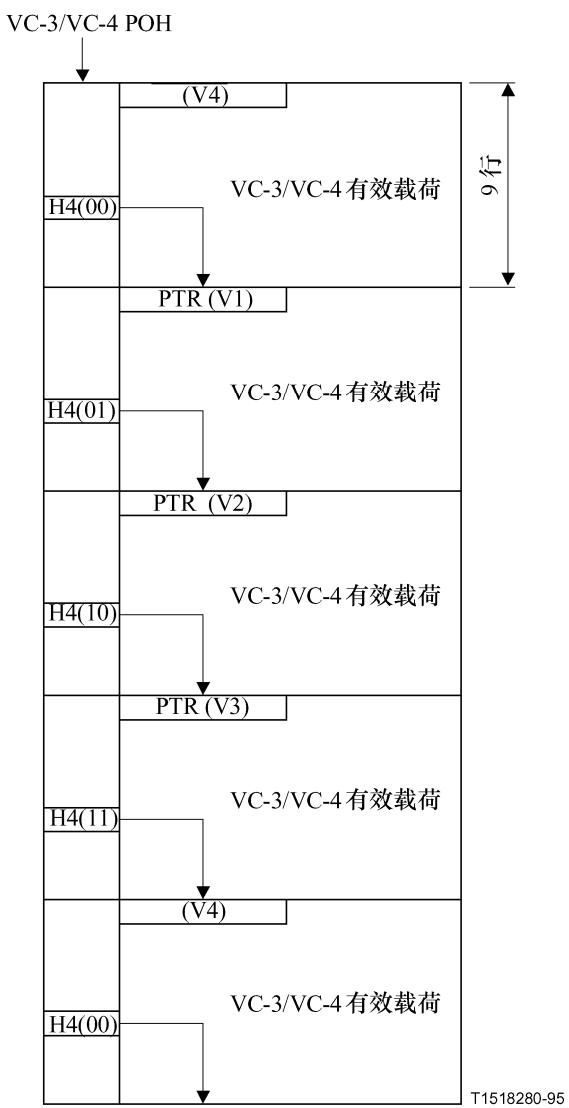
尺寸	标示	TU-n指针范围 (500μs之内)
00	TU-2	0-427
10	TU-12	0-139
11	TU-11	0-103

注—该方式仅用在TU-2/TU-1级。注—该方式仅用在TU-2/TU-1级。

### 8.3.8 TU-2/TU-1复帧指示字节

TU-2/TU-1复帧指示字节(H4)与最低级的多路复用构造有关并提供标识包含TU-2/TU-1指针的那些帧的500μs(4帧)复帧。图8-9显示在复帧式TU-2/TU-1中的VC-2/VC-1映射。

H4字节的值，从VC-4/VC-3POH中读出，标识下一个VC-4/VC-3有效载荷的帧相位如图8-12中所示。H4字节的编码在图8-13中说明。



在H4(XY)中，XY代表H4的比特7和比特8。

图8-12/G.707/Y.1322—使用H4字节的TU-1/2 500 μs复帧指示

H4比特 1 2 3 4 5 6 7 8	帧编号	时间
XX11XX00	0	
XX11XX01	1	
XX11XX10	2	
XX11XX11	3	500 μs TU-n 复帧

X 保留供将来国际标准化用，其内容暂时置为"1"。

图8-13/G.707/Y.1322—支路单元复帧指示器字节（H4）编码序列

## 9 开销字节描述

### 9.1 开销类型

对于SDH中的应用已经标识若干种类型的开销。

#### 9.1.1 SOH

将SOH信息添加到信息有效载荷上以生成一个STM-N。它包括块成帧信息和维护、性能监控及其他操作功能的信息。SOH信息可进一步分类成终结于再生器功能的再生器分段开销（RSOH）和透明贯穿再生器并终结于装配和拆分AUG-N处的多路复用分段开销（MSOH）。

注 — 9.2.4节中规定的FEC开销使用RSOH和MSOH。一旦对多路复用分段定义FEC，则位于RSOH中的FEC开销将不再终结于再生器功能。

SOH的1-3行指派给RSOH，而5-9行指派给MSOH。对于STM-1的情况，这两类开销的安排在图9-3中说明。

SOH描述在9.2节中给出。

#### 9.1.2 虚拟容器POH

虚拟容器POH提供虚拟容器的装配点与其拆分点之间通信的完整性。曾经标识两类虚拟容器POH：

— 高阶虚拟容器POH (VC-4/VC-3 POH)

将VC-3 POH添加到或TUG-2的汇集或容器-3中组成VC-3。

将VC-4 POH添加到或TUG-3的汇集或容器-4中组成VC-4。

此类开销内所包含的功能中有虚拟容器路径性能监控，告警状态指示，出于维护考虑的信号以及多路复用结构指示（VC-4/VC-3构成）。

— 低阶虚拟容器POH (VC-3/VC-2/VC-1 POH)

将低阶VC-n ( $n=1, 2, 3$ ) POH添加到容器n中组成VC-n。此类开销内所包含的功能中有虚拟容器路径性能监控、出于维护考虑的信号以及告警状态指示。

POH描述在9.3节中给出。

## 9.2 SOH描述

### 9.2.1 SOH字节位置

STM-N  $N \geq 1$ 帧内SOH字节的位置由三维坐标向量S(a,b,c)来标识，其中a (1到3, 5-9) 代表行编号、b (1到9) 代表多列编号以及c (1到N) 代表多列内交错的深度。此种情形在图9-1中说明。

行、列编号与该坐标之间的关系由下式给出：

- 行 = a;
- 列 =  $N(b-1) + c$ .

例如，STM-1中的K1字节位于S(5,4,1)，或者行列标记中的[5,4]。

由于所有的STM-0 SOH字节均有一个<字母><编号>名称，因此对于STM-0的SOH字节不必依靠三维坐标向量标识。

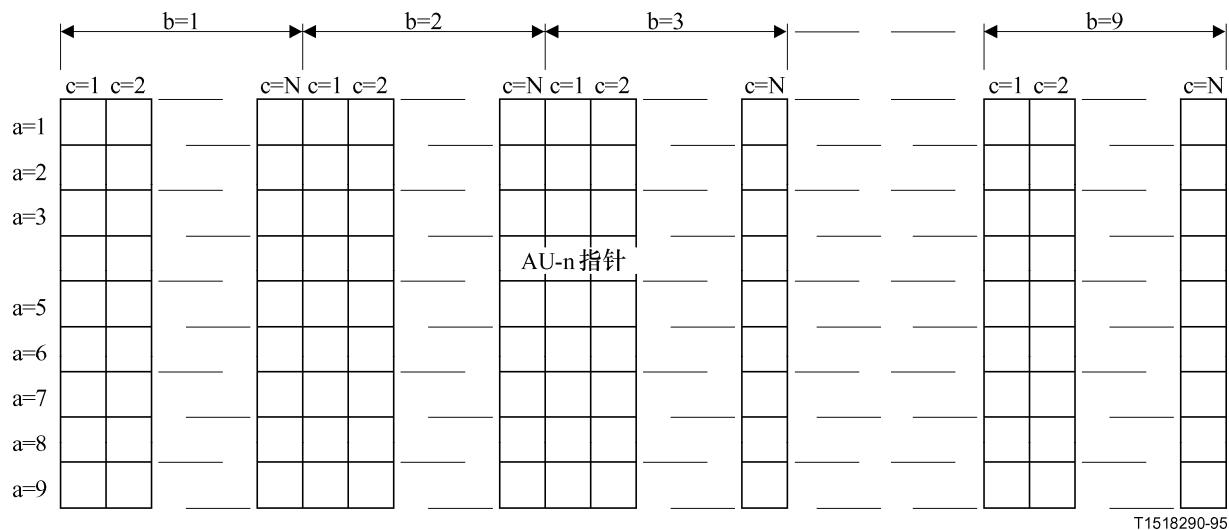


图9-1/G.707/Y.1322—STM-N的SOH字节位置编号

图9-2至9-7中分别示出STM-0/1/4/16/64/256帧中各种不同的SOH字节配置。

注 — STM-N帧的加扰在6.5节中描述。

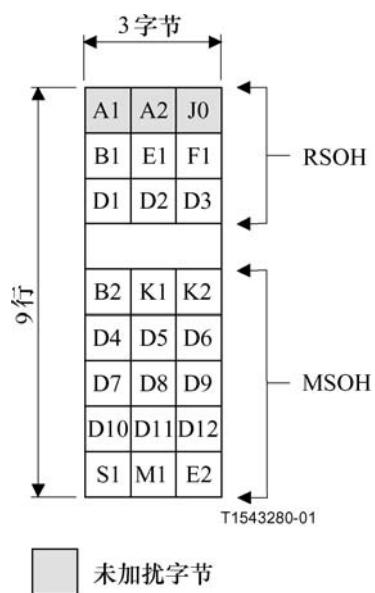
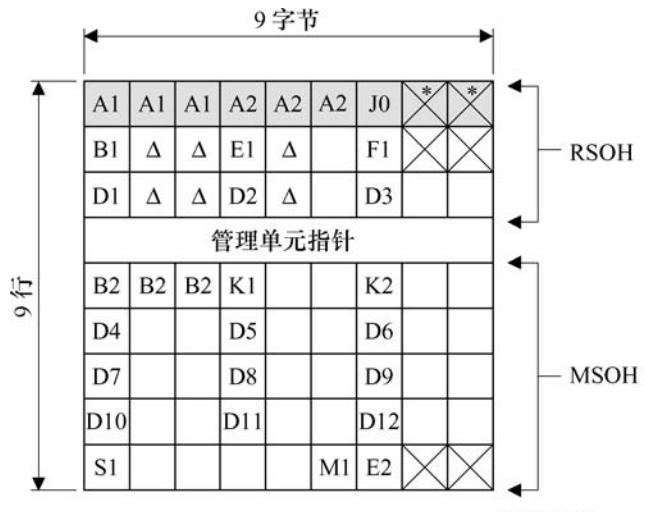


图9-2/G.707/Y.1322—STM-0 SOH



未加扰字节

保留供国内使用的字节

\* 这些保留字节未加扰，所以其内容应仔细挑选。

Δ 媒体相关字节

注 — 所有未加标注的字节均保留供将来的国际标准化使用(用于媒体相关用途、附加国内用途和其他用途)。

图9-3/G.707/Y.1322—STM-1 SOH



未加扰字节

保留供国内使用的字节

\* 这些保留字节未加扰，所以其内容应仔细挑选。

Δ 媒体相关字节

注 — 所有未加标注的字节均保留供将来的国际标准化使用(用于媒体相关用途、附加国内用途和其他用途)。

图9-4/G.707/Y.1322—STM-4 SOH



图9-5/G.707/Y.1322—STM-16 SOH



图9-6/G.707/Y.1322—STM-64 SOH

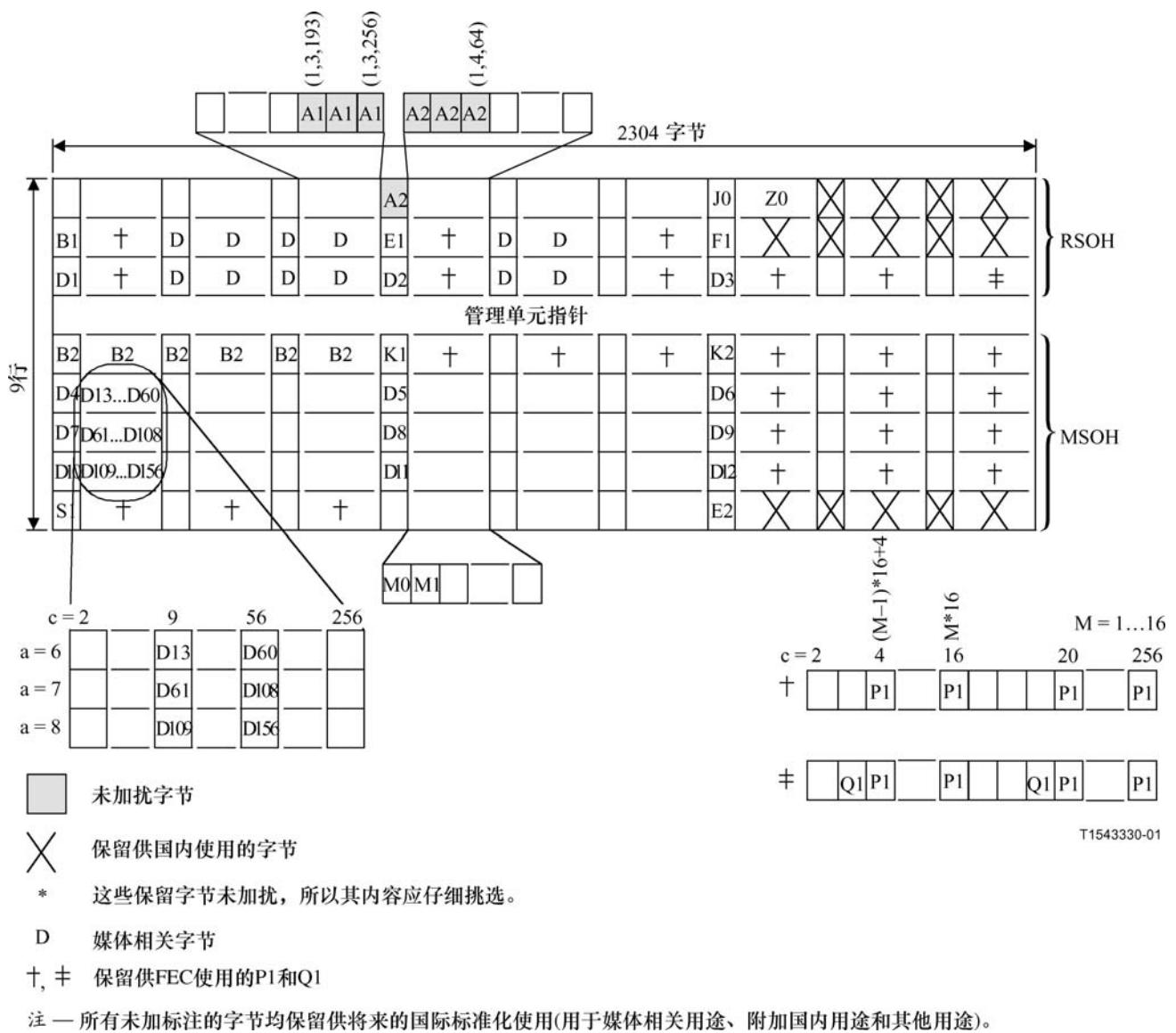


图9-7/G.707/Y.1322—STM-256 SOH

## 9.2.2 SOH字节描述

### 9.2.2.1 成帧: A1, A2

对成帧规定两种类型的字节:

- A1: 11110110
- A2: 00101000

STM-0帧的帧定位字由一个A1字节后随一个A2字节组成。STM-N帧 ( $N=1,4,16,64$ ) 的帧定位字由 $3 \times N$ 个A1字节后随 $3 \times N$ 个A2字节组成。STM-256帧的帧定位字由位于S(1,3,193)[1,705]至S(1,3,256)[1,768]中的64个A1字节后随位于S(1,4,1)[1,769]至S(1,4,64)[1,832]中的64个A2字节组成。位于S(1,1,1)[1,1]至S(1,3,192)[1,704]和S(1,4,65)[1,833]至S(1,9,256)[1,1536]中的字节保留待未来国际标准使用（用于媒体相关、附加的国内使用以及其他用途）。

注—对于STM-256帧的第一行中的备用字节，应使用提供充分变换的码型以保证加扰之后无任何明显的DC失衡。

### 9.2.2.2 再生器分段踪迹: J0

位于STM-N中S(1,7,1)或[1,6N+1]位置上的J0字节被指派为再生器分段踪迹。该字节用于重复发送分段接入点标识符以便使分段接收方能够证实其持续地与所期望的传输方保持连接。国内网或单个运营商的经销领域内，该分段接入点标识符或者可以使用单一字节（包含0-255以内的代码）或者可以使用如 第3节/G.831中所规定的接入点标识符格式。在国际分界点或不同运营商的经销网络间的边界点，必须使用ITU-T G.831建议书第3节中所规定的格式，除非提供该传输的运营商之间另有相互一致的协议。

为了传输那些符合包含在第3节/G.831中的格式定义的分段接入点标识符，规定一个16字节帧。该16字节帧的首字节为头部字节并包括在先前帧上所做的CRC-7计算的结果。后随的15个字节用于传递该分段接入点标识符所要求的15个T.50字符（国际基准样本）。表9-1中给出16字节帧说明。

**表9-1/G.707/Y.1322—跟踪API的16字节帧**

字节#	值 (比特1,2,.....8)								
	1	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>4</sub>	C <sub>5</sub>	C <sub>6</sub>	C <sub>7</sub>	
1	1								
2	0	X	X	X	X	X	X	X	
3	0	X	X	X	X	X	X	X	
:	:				:				
16	0	X	X	X	X	X	X	X	

注 1 — 在每个字节的比特 1 中的 1000 0000 0000 0000 是踪迹标识符帧定位信号。

注 2 — C<sub>1</sub>C<sub>2</sub>C<sub>3</sub>C<sub>4</sub>C<sub>5</sub>C<sub>6</sub>C<sub>7</sub>是在先前帧上的 CRC-7 计算结果。C1 为 MSB。该 CRC-7 计算的说明在附件 B 中给出。

注 3—XXXX XXX 代表一个 T.50 字符。

对于使用再生器分段踪迹功能的设备与履行STM标识符功能（见注）的旧式设备之间的互通，前者必须能够在J0中传输码型“0000 0001”。

注1 — STM标识符: C1

注2 — 在本建议书的早期版本中位于S(1,71)或[1,6N+1]至S(1,7,N)或[1,7N]之间的字节内容被定义为惟一的标识符指示多列、交错深度坐标的二进制值。它也可用于辅助帧定位。

### 9.2.2.3 备用: Z0

位于S(1,7,2)或[1,6N+2]至S(1,7,N)或[1,7N]位置之间的那些字节保留待未来国际标准使用。

在履行STM标识符功能（见注1）的设备与使用再生器分段踪迹功能设备之间互通的情形中，这些字节必须如以下注释中所定义的那样。

注1 — STM标识符: C1。

注2 — 在本建议书的早期版本中，位于S(1,7,1)或[1,6N+1]至S(1,7,N)或[1,7N]之间的字节内容被定义为惟一的标识符指示多列、交错深度坐标。它也可用于辅助帧定位。

#### 9.2.2.4 BIP-8: B1

指派一个字节供再生器分段差错监控使用。该功能应为使用偶校验的比特交错奇偶校验-8码（BIP-8）。加扰后在先前的STM-N帧的所有比特上计算BIP-8并放置在扰码之前的当前帧的B1字节上（有关加扰过程的详情，见6.5节）。

注 — 比特交错奇偶校验-X（BIP-X）码在3.13节中规定。

#### 9.2.2.5 传号线: E1, E2

这两个字节可用于提供话带通信的传号线信道。E1是RSOH的一部分，并可在再生器上接入。E2是MSOH的一部分并可在多路复用分段终端上接入。

#### 9.2.2.6 用户信道: F1

该字节保留供用户使用（例如：出于特定维护的考虑提供临时的数据/话带信道连接）。

#### 9.2.2.7 RS数据通信信道（DCC<sub>R</sub>）： D1-D3

使用字节D1、D2和D3定义192kbit/s的信道作为再生器分段DCC。

#### 9.2.2.8 MS数据通信信道（DCC<sub>M</sub>）： D4-D12

对于STM-N（N=1, 4, 16, 64, 256），使用字节D4至D12定义576kbit/s的信道做为多路复用分段DCC。

#### 9.2.2.9 扩展的MS数据通信信道（DCC<sub>MX</sub>）： D13-D156

对于STM-256，使用字节D13至D156定义附加的9216kbit/s的信道作为扩展的多路复用分段DCC。

D13至D60定位于S(6,1,9)至S(6,1,56)。

D61至D108定位于S(7,1,9)至S(7,1,56)。

D109至D156定位于S(8,1,9)至S(8,1,56)。

#### 9.2.2.10 BIP-N×24: B2

指派B2字节供多路复用分段差错监控功能使用。该功能必须是使用偶校验的比特交错奇偶校验N×24码（BIP- N×24）。在除SOH头三行以外的先前STM-N帧的所有比特上计算BIP- N×24并放置在当前帧的B2字节中。

对STM-0，N应被读做给定BIP-8的1/3。

#### 9.2.2.11 自动保护切换（APS）信道: K1, K2 (b1-b5)

指派两个字节给APS信令提供多路复用分段的保护。这些字节的比特分配以及面向比特的协议在ITU-T G.841建议书中给出。

#### 9.2.2.12 MS-RDI: K2 (b6-b8)

多路复用分段远程缺陷指示（MS-RDI）用于向传输端回送一个指示，表明接收端已经检测到入局分段缺陷或者正在接收MS-AIS。MA-RDI通过加扰之前在K2字节的比特6、7、8位置上插入“110”码生成。

### 9.2.2.13 同步状态: S1 (b5-b8)

指派给同步状态消息的是字节S(9,1,1)或[9,1]的比特5至比特8。表9-2给出ITU-T承认的对四种同步等级指定的比特码型。指定两种另外的比特码型：一个码型指示该同步质量未知而另一个码型标示该分段不应用于同步。其余的码型保留供各自主管部分所规定的质量水平使用。

表9-2/G.707/Y.1322—配置的SSM比特码型

S1比特 b5-b8	SDH同步质量水平描述
0000	质量未知（现存同步网）
0001	备用
0010	ITU-T G.811 建议书
0011	备用
0100	SSU-A
0101	备用
0110	备用
0111	备用
1000	SSU-B
1001	备用
1010	备用
1011	ITU-T G.813 建议书选项 I (SEC)
1100	备用
1101	备用
1110	备用
1111	不用于同步（注）

注 — 此消息可以通过设备故障来模拟并将由多路复用分段 AIS 信号来模拟。“不用于同步”质量水平消息的指派是强制的，因为收到多路复用分段 AIS 无须一定解释为物理失效同步源界面端口的指示。这种指派允许要识别的该状态无须与多路复用分段 AIS 检测过程交互。

### 9.2.2.14 MS-REI: M0, M1

对于STM-N (N=0, 1, 4, 16)，指派一个字节 (M1) 供多路复用分段REI (远程误差指示) 使用。

对于STM-N (N=64及256)，指派一个字节 (M0) 供多路复用分段REI (远程误差指示) 使用。

注1 — 支持MS-REI的设备与不支持MS-REI的设备之间的互通不能自动实现。

注2 — 在本建议书的这个2003年修订版之前所设计的设备的STM-64接口可以仅支持单字节M1 REI。新设备的STM-64接口必须配置支持单字节M1 REI。

对于STM-N等级，该字节传送由BIP- $24 \times N$  (B2) 弄错的，已经检出的交错比特块的计数（在[0,255/65536]范围内）。对于STM-0，该计数依据B2中的BIP-8。对于STM-16速率，该值必须截断至255。

**STM-0, M1生成：**设置该字节是用于传送由BIP-8检出的、出错的、范围在[0, 8]之内的交错比特块计数。

**STM-0, M1解释：**该字节中的值必须解释为如下表9-3：

表9-3/G.707/Y.1322—STM-0 M1解释

M1[2-8]码, 比特 2 3 4 5 6 7 8	解    释
000 0000	0 BIP 违反
000 0001	1 BIP 违反
000 0010	2 BIP 违反
000 0011	3 BIP 违反
:	:
000 1000	8 BIP 违反
000 1001	0 BIP 违反
000 1010	0 BIP 违反
:	:
111 1111	0BIP 违反

注 — 不理会 M1 字节的比特 1。

**STM-1, M1生成：**设置该字节是用于传送由BIP-24检出的、出错的、范围在[0, 24]之内的交错比特块计数。

**STM-1, M1解释：**该字节中的值必须解释为如下表9-4：

表9-4/G.707/Y.1322—STM-1 M1解释

M1[2-8]码, 比特 2 3 4 5 6 7 8	解    释
000 0000	0 BIP 违反
000 0001	1 BIP 违反
000 0010	2 BIP 违反
000 0011	3 BIP 违反
:	:
001 1000	24 BIP 违反
001 1001	0 BIP 违反
001 1010	0 BIP 违反
:	:
111 1111	0 BIP 违反

注 — 不理会 M1 字节的比特 1。

**STM-4, M1生成:** 设置该字节是用于传送由BIP-96检出的、出错的、范围在 [0, 96]之内的交错比特块计数。

**STM-4, M1解释:** 该字节中的值必须解释为如下表9-5:

表9-5/G.707/Y.1322—STM-4M1解释

M1[2-8]码, 比特 2 3 4 5 6 7 8	解    释
000 0000	0 BIP 违反
000 0001	1 BIP 违反
000 0010	2 BIP 违反
000 0011	3 BIP 违反
000 0100	4 BIP 违反
000 0101	5 BIP 违反
:	:
110 0000	96 BIP 违反
110 0001	0 BIP 违反
110 0010	0 BIP 违反
:	:
111 1111	0 BIP 违反
注 — 不理会 M1 字节的比特 1。	

**STM-16, M1生成:** 设置该字节是用于传送由BIP-384检出的、出错的（范围在 [0, 255]之内的）交错比特块计数，其中传送的计数值在255处截断。

**STM-16, M1解释:** 该字节中的值必须解释为如下表9-6:

表9-6/G.707/Y.1322—STM-16 M1解释

M1[2-8]码, 比特 1 2 3 4 5 6 7 8	解    释
0000 0000	0 BIP 违反
0000 0001	1 BIP 违反
0000 0010	2 BIP 违反
0000 0011	3 BIP 违反
0000 0100	4 BIP 违反
0000 0101	5 BIP 违反
:	:
1111 1111	255 BIP 违反

**STM-64, M0和M1生成:** 设置该字节是用于传送由BIP-1536检出的、出错的、(在[0, 1536]范围内的)交错比特块计数。M0字节比特1为最高有效位及M1字节比特8为最低有效位。若与支持M1中的单一字节REI的老式设备互通，则传送的该计数值在255处截断并嵌入到M1中。

**STM-64, M0和M1解释:** M0和M1字节中的值的解释在表9-7中给出。若与支持M1中的单一字节REI的老式设备互通，则M1字节中的值的解释在表9-8中给出。

注3—互通不能够自动实现。它必须依靠管理系统配置。

表9-7/G.707/Y.1322—STM-64 M0和M1解释

M0[1-8]码, 比特 1 2 3 4 5 6 7 8	M1[1-8]码, 比特 1 2 3 4 5 6 7 8	解 释
0000 0000	0000 0000	0 BIP 违反
0000 0000	0000 0001	1 BIP 违反
0000 0000	0000 0010	2 BIP 违反
0000 0000	0000 0011	3 BIP 违反
0000 0000	0000 0100	4 BIP 违反
0000 0000	0000 0101	5 BIP 违反
	:	:
0000 0110	0000 0000	1536 BIP 违反
0000 0110	0000 0001	0 BIP 违反
0000 0110	0000 0010	0 BIP 违反
	:	:
1111 1111	1111 1111	0 BIP 违反

表9-8/G.707/Y.1322—STM-64 M1解释

M1[1-8]码, 比特 1 2 3 4 5 6 7 8	解 释
0000 0000	0 BIP 违反
0000 0001	1 BIP 违反
0000 0010	2 BIP 违反
0000 0011	3 BIP 违反
0000 0100	4 BIP 违反
0000 0101	5 BIP 违反
:	:
1111 1111	255 BIP 违反

**STM-256, M0和M1生成:** 设置该字节是用于传送由BIP-6144检出的、出错的（在[0,6144] 范围内的）交错比特块计数。M0字节比特1为最高有效位及M1字节比特8为最低有效位。

**STM-256, M0和M1解释:** 该字节中的值必须解释为如下表9-9:

表9-9/G.707/Y.1322—STM-256 M0和M1解释

M0[1-8]码, 比特 1 2 3 4 5 6 7 8	M1[1-8]码, 比特 1 2 3 4 5 6 7 8	解 释
0000 0000	0000 0000	0 BIP 违反
0000 0000	0000 0001	1 BIP 违反
0000 0000	0000 0010	2 BIP 违反
0000 0000	0000 0011	3 BIP 违反
0000 0000	0000 0100	4 BIP 违反
0000 0000	0000 0101	5 BIP 违反
	:	:
0001 1000	0000 0000	6144 BIP 违反
0001 1000	0000 0001	0 BIP 违反
0001 1000	0000 0010	0 BIP 违反
	:	:
1111 1111	1111 1111	0 BIP 违反

### 9.2.2.15 媒体相关字节

位于位置在S(2, 2, X)或[2, N+X]、S(2, 3, X)或[2, 2N+X]、S(2, 5, X)或[2, 4N+X]、S(3, 2, X)或[3, N+X]、S(3, 3, X)或[3, 2N+X]、S(3, 5, X)或[3, 4N+X]，其中X=1……N的这6N个字节保留供媒体相关应用使用。

这些媒体相关字节的定义超出本建议书的范围。

注 — 对SOH无线而言，这些字节在ITU-R F.750建议书中定义。

### 9.2.3 简洁式SOH功能接口

对于某些应用（例如用户设备内接口），可以使用具有简洁式SOH功能的接口。供该接口所使用的SOH字节在表9-10中给出。

表9-10/G.707/Y.1322—简洁式SOH功能接口

SOH字节	传送功能	接收功能
A1, A2	必选	必选
J0-Z0/C1	任选	任选
B1	必选	不使用
E1	不使用	不使用
F1	不使用	不使用
D1-D3	不使用	不使用
B2	必选	必选
K1, K2 (APS)	任选	任选
K2 (MS-AIS)	必选	必选
K2 (MS-RDI)	必选	必选
D4-D12	不用	不用
S1	不用, 生成 00001111	不用
M1	必选	任选
E2	不用	不用
Other bytes	不用	不用

必选: 该接口上的这些信号必须包含由本建议书所规定的有效信息。

任选: 在这些信号中可以包含亦可以不包含有效信息。这些功能的使用将是本地问题。

不用: 在该接口未定义此功能。该内容要么不指定, 否则依据地区标准或为 00000000 或为 11111111。

#### 9.2.4 前向纠错: P1, Q1

对于STM-16、STM-64及STM-256, P1和Q1字节保留供任选的前向纠错(FEC)功能使用。STM-64与STM-256的P1和Q1字节的用法的FEC功能和详情在附件A中给出。STM-16的P1和Q1字节的用法的FEC功能和详情在附录IX中给出。

注 — 关于再生器的功能与透明性, 见A.4节。

### 9.3 POH 描述

#### 9.3.1 VC-4-Xc/VC-4/VC-3 POH

VC-4-Xc POH位于9行乘以x×261列的VC-4-Xc结构的第一列。

VC-4 POH位于9行乘以261列的VC-4结构的第一列。

VC-3 POH位于9行乘以85列的VC-3结构的第一列。

VC-4-Xc/VC-4/VC-3 POH由标注为J1、B3、C2、G1、F2、H4、F3、K3及N1的9个字节组成(见图11-1, 7-3和7-4)。这些字节分类如下:

- 与有效载荷功能无关供端对端通信使用的字节或比特: J1、B3、C2、G1、K3 (b1-b4) ;
- 有效载荷类型特定字节: H4、F2、F3;
- 保留供未来国际标准使用的比特: K3 (b5-b8) 。

— 可以在运营商经销领域内改写的字节（无须影响B3字节的端对端性能监控能力）：N1。

注 — 有效载荷相关与有效载荷无关信息通过C2字节与G1字节的比特5至7中的不同编码来传递。

### 9.3.1.1 路径踪迹: J1

该字节为虚拟容器中的首字节；其位置由相关的AU-n ( $n=3,4$ ) 或TU-3指针指示。使用该字节重复发送路径接入点标识符以致路径接收终端能够证实其持续的与所期望的传输端的连接。对于接入点标识符的传输规定16字节帧。该16字节帧与9.2.2.2节中关于字节J0描述所规定的16字节帧相一致。在国际分界线，或不同运营商的经销网络之间的分界线上，除非提供该传输的运营商之间另有相互一致的协议，否则均须采用ITU-T G.831建议书第3节中所规定的格式。国内网或单一运营商经销领域内，该路径接入点标识符也可以使用64字节帧。

### 9.3.1.2 路径BIP-8: B3

在每个VC-4-Xc/VC-4/VC-3中指派一个字节供路径误差监控功能之用。该功能是采用偶校验的BIP-8码。路径BIP-8在先前VC-4-Xc/VC-4/VC-3的所有比特上计算。计算得出的BIP-8放置在当前VC-4-Xc/VC-4/VC-3的B3字节中。

### 9.3.1.3 信号标记: C2

指派一个字节用以指示VC-4-Xc/VC-4/VC-3的组成或维护状态。表9-11，基于十六进制码，提供该字节的代码。

表9-11/G.707/Y.1322—C2字节编码

MSB    LSB 1 2 3 4 5 6 7 8	十六进制码 (注1)	解    释
0 0 0 0 0 0 0 0	00	未装载的或监控未装载的（注 2）
0 0 0 0 0 0 0 1	01	备用（注 3）
0 0 0 0 0 0 1 0	02	TUG 结构，见 7.2 节
0 0 0 0 0 0 1 1	03	锁定 TU-n（注 4）
0 0 0 0 0 1 0 0	04	34368kbit/s 或 44736kbit/s 异步映射至容器-3，见 10.1.2 节
0 0 0 0 0 1 0 1	05	开发中的映射（注 9）
0 0 0 1 0 0 1 0	12	139264kbit/s 异步映射至容器-4，见 10.1.1.1 节
0 0 0 1 0 0 1 1	13	ATM 映射，见 10.2.1 和 10.2.2 节
0 0 0 1 0 1 0 0	14	MAN DQDB 映射，见 10.4 节
0 0 0 1 0 1 0 1	15	FDDI 映射，见 10.5 节
0 0 0 1 0 1 1 0	16	HDLC/PPP 定帧信号的映射见 10.3 节
0 0 0 1 0 1 1 1	17	具有 SDH 自同步加扰器的简单数据链路（SDL）的映射（注 10）
0 0 0 1 1 0 0 0	18	HDLC/LAPS 定帧信号的映射见 10.3 节
0 0 0 1 1 0 0 1	19	具有置位-复位加扰器的简单数据链路（SDL）的映射（注 10）
0 0 1 0 0 0 0 0	20	ODUk ( $k=1,2$ ) 异步映射至 VC-4-Xv ( $X=17,68$ )，见 10.7 节

表9-11/G.707/Y.1322—C2字节编码

MSB 1 2 3 4 5 6 7 8	十六进制码 (注1)	解 释
0 0 0 1 1 0 1 0	1A	10Gbit/s 以太网帧的映射[14], 见附件 F
0 0 0 1 1 0 1 1	1B	GFP 映射, 见 10.6 节
0 0 0 1 1 1 0 0	1C	10Gbit/s 光纤通路帧映射 (注 8)
1 1 0 0 1 1 1 1	CF	保留 (注 7)
1 1 0 1 0 0 0 0	D0	保留供专利用 (注 10)
1 1 0 1 1 1 1 1	DF	
1 1 1 0 0 0 0 1	E1	保留供国内用
1 1 1 1 1 1 1 0	FC	
1 1 1 1 1 1 1 0	FE	测试信号, O.181 特定映射 (注 5)
1 1 1 1 1 1 1 1	FF	VC-AIS (注 6)

注 1 — 存在 191 个备用码保留供将来使用。为一个新的载荷类型而获得其中一个代码的程序见附件 G/G.806。

注 2 — “0” 值指示路径未装载的或监视未装载的 VC-4-Xc/VC-4/VC-3。在开放连接的情形中和在不包含任何有效载荷的监视未装载信号的情形中生成该值。

注 3 — 在本建议书批准日期 (10/2000) 之后设计的任何设备中不应使用“1”值。在过去设计的设备中该代码意味着“未指定装载的”并在此表中未规定映射代码的那些情形中使用, 见新设计出的代码“05”。当与设计成只发送“0”值和“1”值的(老式)设备的互通时采用以下条件:

- 对于后向兼容, 老式设备应把任何接收到的非“0”值解释为已装载的条件。
- 对于前向兼容, 当接收到来自老式设备的值“1”时, 新设备不必生成有效载荷失配告警。

注 4 — 出于后向兼容的目的, 代码“03”应继续按先前所规定的那样解释, 即使还没有另外规定该锁定模式字节的同步映射。

注 5 — 任何 ITU-T O.181 建议书中规定的与本建议书规定的映射不相符合的映射均归入此类。

注 6 — 值“FF”指示 VC-AIS。若无任何有效的入局信号可用, 则它可由 TCM 源生成并且生成替代信号。

注 7 — 对 HDLC/PPP 定帧信号[12]、[13]的过时映射指派的以前的值。

注 8 — 这些映射尚在研究之中且该信号标记暂时指派。

注 9 — 只有在映射代码未在此表中规定时才把值“05”用于实验活动。

注 10 — 代码值不会再进行标准化。关于这些代码使用的更多资料见附件 A/G.806。

### 9.3.1.4 路径状态: G1

分配一个字节, 用于向 VC-4-Xc/VC-4/VC-3 跟踪终端源回送由跟踪终端信宿检测出的路径状态和性能。该性能允许在路径的任何一端或沿着那个跟踪的任何一点监控全双工跟踪的状态与性能。G1 字节中的比特配置在图9-8 中说明。

	REI			RDI	保留	备用	
1	2	3	4	5	6	7	8

图9-8/G.707/Y.1322—VC-4-Xc/VC-4/VC-3路径状态 (G1)

比特1至4传送由跟踪终端信宿使用路径BIP-8码 (B3) 检出的、出错的交错比特块的计数。该计数有9个合法值，即0-8个错误。依靠这4个比特表示的其余的七个可能值仅为由于某些无关条件所引起的结果并因此解释为无错误。

比特5置于1指示VC-4-Xc/VC-4/VC-3的路径远程缺陷指示 (RDI)，否则其置于0。只要由跟踪终端信宿检测出或AU-4-Xc/AU-4/AU-3或TU-3的服务器信号故障或跟踪信号故障，则将向跟踪终端源回送一个VC-4-Xc/VC-4/VC-3路径RDI。RDI不指示远程有效载荷或适配缺陷。连接性和服务器缺陷由RDI指示；有关进一步的详情，见ITU-T G.783建议书。

比特6和7保留供VII.1节中描述的任选功能使用。若该选项不使用，则比特6和7须设置为00或11。要求接收方能够不理会该两比特的内容。任选功能的使用由生成G1字节的跟踪终端源自主决定。

比特8指派留待未来使用。该比特不规定任何值。要求接收方不理会其内容。

注一 符合ITU-T I.432建议书1993年版本的设备可以使用G1字节的比特5指示远程信元定界丢失 (LCD)。

### 9.3.1.5 路径用户信道: F2, F3

出于路径单元之间用户通信的考虑指派这些字节，并且为有效载荷相关。

对于VC-4中的DQDB映射，使用这两个字节携载DQDB层管理信息字节 (M1和M2)。

### 9.3.1.6 位置与序列指示符: H4

该字节对虚拟VC-3/4级联提供复帧和序列指示符（见11.2节）并对有效载荷提供通用的位置指示符。在后者的情形中该内容为有效载荷指定（例如H4可以用做VC-2/1的有效载荷复帧指示符如8.3.8节中所规定的。）

对于VC-4中的DQDB映射，H4字节携载时隙边界信息和链路状态信号 (LSS)。对LSS码使用比特1和比特2。比特3到8组成时隙偏移指示符。时隙偏移指示符应包含H4字节和跟随该H4字节的首时隙边界之间的、以字节为单位的该偏移的二进制值。该时隙偏移指示符值的有效范围为0到52之间。53到63之间的接收值相应于错误的情况。

### 9.3.1.7 自动保护切换 (APS) 信道: K3 (b1—b4)

对APS信令指派的这些比特提供对VC-4/VC-3路径级的保护。

### 9.3.1.8 网络运营商字节: N1

指派该字节提供串级连接监控 (TCM) 功能。有关HO-TCM功能的两种可能的实现方法详情在附件C与附件D中给出。

### 9.3.1.9 数据链路: (b7-b8)

K3字节的比特7和比特8保留供高阶路径数据链路使用。该应用和协议超出本建议书的范围。

### 9.3.1.10 备用: K3 (b5-b6)

这些比特备用留待将来使用。这些比特没有任何的规定值。要求接收方不理会其内容。

## 9.3.2 VC-2/VC-1 POH

对VC-2/VC-1 POH指派字节V5、J2、N2及K4。V5字节是复帧的首字节并且其位置由TU-2/TU-1指针指示。这些字节在复帧的位置在图8-9中给出。

注 — 有效载荷相关与有效载荷无关信息通过V5字节的比特5至7与K4字节的比特5至7中的不同编码来传递。

### 9.3.2.1 V5字节

V5字节提供VC-2/VC-1路径的误差检测、信号标记及路径状态的功能。V5字节的比特配置在以下各段落中说明并在图9-9中标示。

BIP-2		REI	RFI	信号标记			RDI
1	2	3	4	5	6	7	8

图9-9/G.707/Y.1322—VC-2/VC-1 POH V5

比特1和比特2供误差性能监控使用。指示比特交错奇偶校验（BIP）方案。设置比特1，使先前的VC-2/VC-1的所有字节中的所有奇比特（1、3、5、7）的奇偶性为偶；对于偶比特（2、4、6、8）采用类似的方案设置比特2。

注意到该BIP-2的计算包括VC-2/VC-1 POH字节但排除字节V1、V2、V3（供负调整使用时除外）及V4。

比特3为VC-2/VC-1的路径远程误差指示（REI），若由BIP-2检出一个或多个错误则该比特设置为1并且向VC-2/VC-1路径源端回送，否则该比特设置为0。

比特4为VC-11字节同步路径远程故障指示（RFI）。若宣告故障，则该比特设置为1，否则该比特设置为0。VC-11路径RFI由VC-11终端回送。对于VC-2和VC-12，该比特的使用和内容未定义。

注 — 所谓故障是持续存在的缺陷超出分配给传输系统保护机制的最大时间范围。

比特5至比特7提供VC-2/VC-1信号标记。在此三比特中可能存在8个二进制值。值000指示“路径未装载的或监视未装载的VC-2/VC-1”。值001由老式设备使用指示“路径未指定装载有效载荷的VC-2/VC-1”。其他值由新式设备使用指示表9-12中所示的特定映射。值101指示由9.3.2.4节中描述的扩展信号标记给出的VC-2/VC-1映射。所接收的任何值，除000外，均指示装载的VC-2/VC-1路径。

表9-12/G.707/Y.1322—VC-2/VC-1 V5信号标记编码

b5	b6	b7	含    义
0	0	0	未装载的或监视未装载的
0	0	1	备用（注 1）
0	1	0	同步，见 10.1.3.1、10.1.4.1 及 10.1.5.1 节
0	1	1	比特同步，见 10.1.3.2、10.1.5.2 节（注 2）
1	0	0	字节同步，见 10.1.4.2、10.1.4.3、10.1.5.3 及 10.1.5.4 节
1	0	1	9.3.2.4 节中描述的扩展信号标记（注 1）
1	1	0	测试信号，O.181 特定映射（注 3）
1	1	1	VC-AIS（注 4）

注 1 — 在本建议书批准日期（10/2000）之后设计的任何设备中不应使用值“1”。在过去设计的设备中，该代码意味着“未指定装载的”并在此表中未规定映射代码的那些情形中使用，见代码“101”和新设计出的表 9-11 中的扩展信号标记“02”。当与设计成只发送“0”值和“1”值的（老式）设备互通时，采用以下条件：

- 对于后向兼容，老式设备应把任何接收到的非“0”值解释为已装载的条件。
- 对于前向兼容，当接收到来自老式设备的值“1”时，新设备不必生成有效载荷失配告警。

注 2 — 在 VC-12 的情形中，出于后向兼容的目的，即使 2048 kbit/s 信号的比特同步映射尚未定义，代码“3”亦应继续按先前所规定的那样解释。

注 3 — 任何 ITU-T O.181 建议书中规定的与本建议书规定的映射不相符合的非虚拟式级联映射均归入此类。

注 4 — 值“7”指示 VC-AIS。若无任何有效的入局信号可用，则它可由 TCM 源生成并且生成代替信号。

比特8置于1表示VC-2/VC-1路径远程缺陷指示（RDI）；否则该比特置于0。若由跟踪终端信宿检测出或TU-2/TU-1服务器信号故障或跟踪信号故障状态，则向跟踪终端源回送VC-2/VC-1路径RDI。RDI不指示远程有效载荷或适配缺陷。连接性和服务器缺陷由RDI指示。有关进一步详情见ITU-T G.783建议书。

### 9.3.2.2 路径踪迹: J2

使用字节J2重复发送低阶路径接入点标识符以使路径接收终端能够证实其持续的与所期望的传输端的连接。该路径接入点标识符使用ITU-T G.831建议书第3节中规定的格式。对于路径接入点标识符的传输规定16字节帧。该16字节帧与9.2.2.2节中关于字节J0描述所规定的16字节帧相一致。

注 — 采用ITU-T G.709建议书1993年版本之前开发的设备或许不支持此功能。

### 9.3.2.3 网络运营商字节: N2

该字节被指派提供串级连接监控 (TCM) 功能。有关L0-TCM的实施细节在附件E中给出。

### 9.3.2.4 扩展的信号标记: K4 (b1)

该比特指派为扩展的信号标记。若V5字节比特5至7中的信号标记为101，则扩展的信号标记内容生效并在以下加以说明。对于V5字节比特5至7中的所有其他值，该扩展的信号标记比特未定义，因此不应被接收方所理会。

该比特包含图9-10中描绘的一个32帧的复帧。复帧定位信号MFAS，由“0111 1111 110”组成。扩展的信号标记包含在比特12到比特19中。复帧位置20必须为“0”。其余的12比特保留供未来的标准化使用，应设置为全“0”，且不应被接收方所理会。

注1 — 在K4比特2中虚拟级联复帧使用该比特的MFAS。这意味着虚拟级联功能需要考虑这一比特而无须确认V5信号标记为101。

由于所有的LO虚拟级联有效载荷均具有扩展的信号标记，因此不存在任何不相容的问题。

注2 — 若在稍后阶段留待将来使用的比特被启用，必须十分小心确保避免9个“1”的序列（仿真MFAS）。

比特编号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
MFAS																				0	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	

MFAS 复帧校准比特  
0 零  
R 保留比特

图9-10/G.707/Y.1322—K4比特1复帧

扩展的信号标记编码在表9-13中给出。表9-12中信号标记的范围为“0”到“7”而表9-13中信号标记的范围为“08”到“FF”，它们一起组成完整的VC-1/VC-2信号标记范围“00”到“FF”。

注3 — 信号标记“5”由不支持扩展信号标记而接收到扩展信号标记的设备所指示。

注4 — 对于与使用10.2.5节中的ATM映射的设备互通而言，接受V5信号标记“5”而无须考虑K4比特1复帧作为已装载的条件或许是必要的。

表9-13/G.707/Y.1322—VC-1/扩展的信号标记字节编码

MSB b12 b13 b14 b15	LSB b16 b17 b18 b19	十六进制码 (注1)	解 释
0 0 0 0	0 0 0 0	00	
...	...	...	
0 0 0 0	0 1 1 1	07	备用 (注 2)
0 0 0 0	1 0 0 0	08	开发中的映射 (注 3)
0 0 0 0	1 0 0 1	09	ATM 映射, 见 10.2.3 到 10.2.5 节
0 0 0 0	1 0 1 0	0A	HDLC/PPP[12]、[13]定帧信号的映射
0 0 0 0	1 0 1 1	0B	HDLC/LAPS 见 10.3 节, [15]定帧信号的映射, 见 10.3 节
0 0 0 0	1 1 0 0	0C	虚拟级联测试信号, O.181 特定映射 (注 4)
0 0 0 0	1 1 0 1	0D	GFP 映射, 见 10.6 节
1 1 0 1	0 0 0 0	D0	
...	...	...	
1 1 0 1	1 1 1 1	DF	保留供专利用 (注 5)
1 1 1 1	1 1 1 1	FF	备用

注 1—存在 2.25 个备用码留待将来使用。

注 2—备用值“00”到“07”对表 9-12 中未扩展的信号标记与扩展的信号标记给出惟一的命名。

注 3—值“08”仅在此表中未规定映射代码的情形下用于实验活动。关于该代码使用的更多资料见附件 A/G.806。

注 4—任何在 ITU-T O.181 建议书或其后建议书中规定的与本建议书中所规定的映射不相符合的虚拟级联映射均归入此类。

注 5—这 16 个代码值不会再进行标准化。关于这些代码使用的更多资料见附件 A/G.806。

### 9.3.2.5 低阶虚拟级联: K4 (b2)

该比特被指派给低阶虚拟级联串。该比特采用32帧的复帧化过程组成32比特串。其功能在11.4节中描述。

### 9.3.2.6 自动保护切换 (APS) 信道: K4 (b3-b4)

这些比特指派给APS信令提供低阶路径级的保护。其功能尚待进一步研究。

### 9.3.2.7 备用: K4 (b5-b7)

K4字节的比特5至比特7保留供VII.2中描述的任选功能使用。若不使用该选项，则这些比特应设置为“000”或“111”。要求接收方能够不理会这些比特的内容。该任选功能的使用由生成K4字节的跟踪终端源自主决定。

### 9.3.2.8 数据链路: K4 (b8)

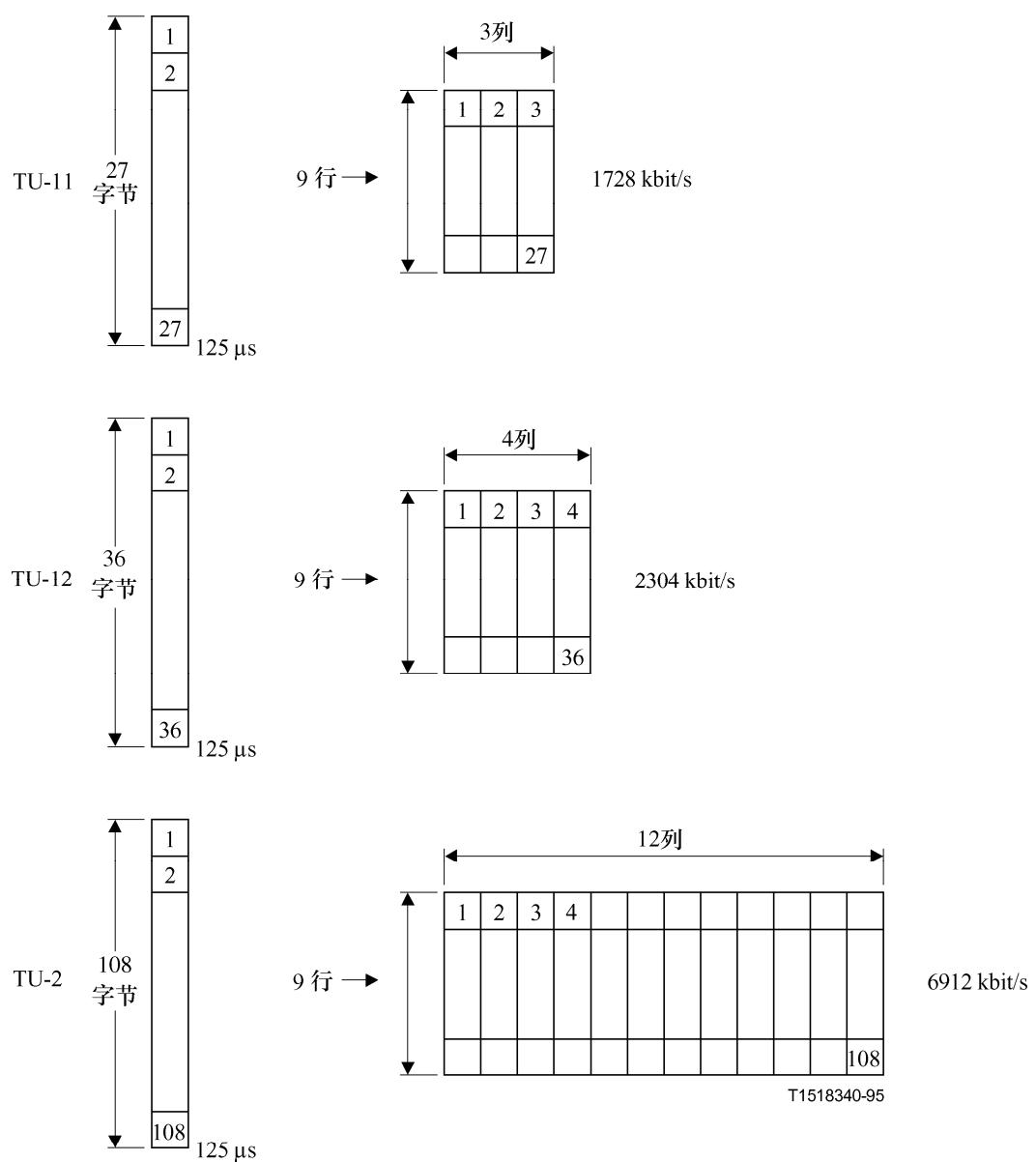
K4字节的比特8保留供低阶路径数据链路使用。该应用与协议超出本建议书的范围。

## 10 支路映射至VC-n

### 10.1 G.702型信号的映射

调整ITU-T G.702建议书中现行规定的异步和同步支路是可能的。

图10-1 显示TU-1和TU-2的尺寸与格式。



注 — 支路单元指针字节(V1-V4)位于字节1(采用四帧复帧)。

图10-1/G.707/Y.1322—TU-1和TU-2尺寸与格式

## 10.1.1 映射至VC-4

### 10.1.1.1 139 264 kbit/s的异步映射

一个139 264 kbit/s信号可映射至STM-1帧的VC-4，如图10-2和图10-3中所示。

VC-4由9字节（1列）路径开销（POH）加上一个9行乘以260列的有效载荷结构组成，如图10-2中所示。

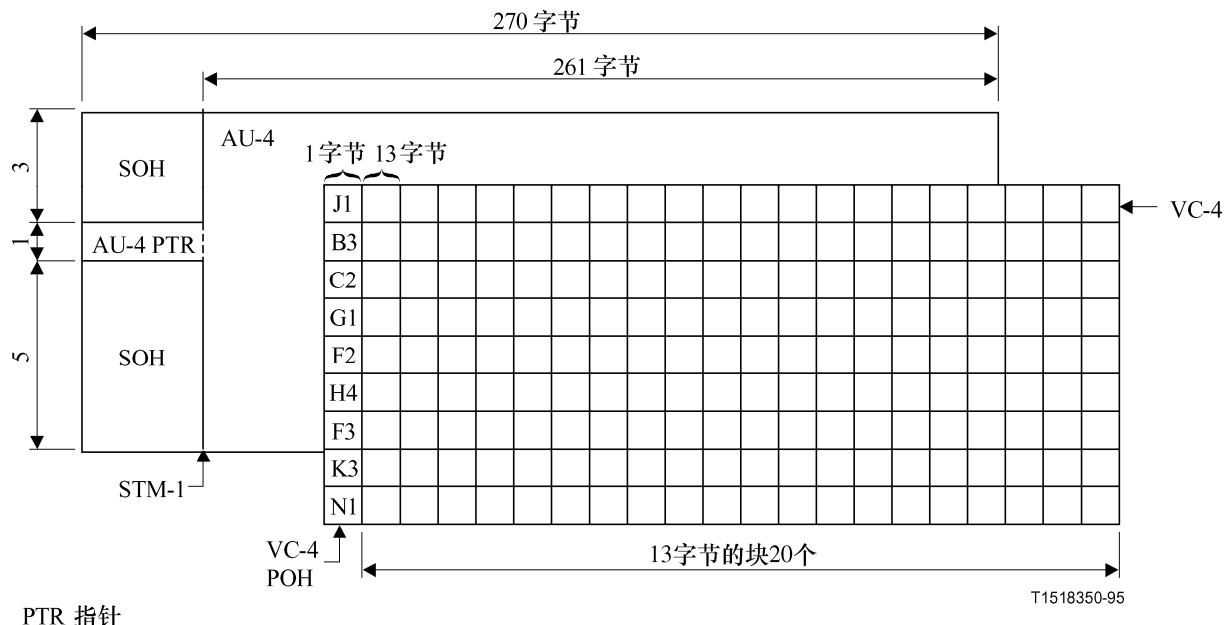
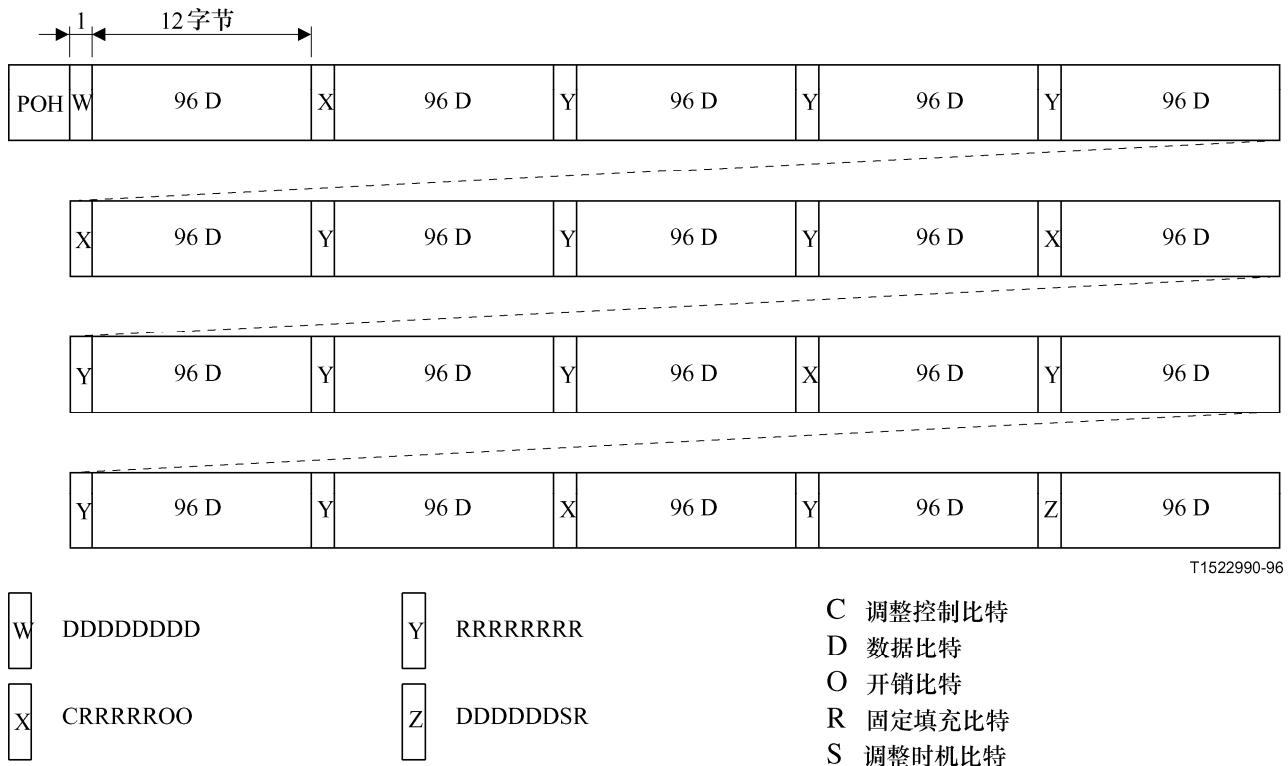


图10-2/G.707/Y.1322—为适应139264kbit/s的异步映射，VC-4多路复用成STM-1和VC-4块结构

该有效载荷可用于携载一个139 264 kbit/s信号：

- 9行中的每一行被分成20个块，每块由13字节组成（见图10-2）。
- 每行中，提供一个调整时机比特（S）和5个调整控制比特（C）（见图10-3）。
- 每块的首字节如下组成：
  - 或8个数据比特（D）（字节W）；或
  - 8个固定填充比特（R）（字节Y）；或
  - 1个调整控制比特（C）加上5个固定填充比特（R）再加上2个开销比特（O）（字节X）；或
  - 6个数据比特（D）加上1个调整时机比特（S）再加上1个固定填充比特（R）（字节Z）。
- 一个块的后续12个字节由数据比特（D）组成。

所有这些字节的序列在图10-3中显示。



注—该数字表示9行VC-4容器结构中的一行。

图10-3/G.707/Y.1322— 139264kbit/s支路异步映射至

开销比特（O）保留出于通信考虑的进一步开销。

每行中5个调整控制比特（C）集用于控制相应的调整时机比特（S）。CCCC=00000指示该S比特为信息比特，而CCCC=11111指示S比特为调整比特。

为防止C比特中出现单比特与双比特差错在去同步器中做调整判决时应使用多数表决。

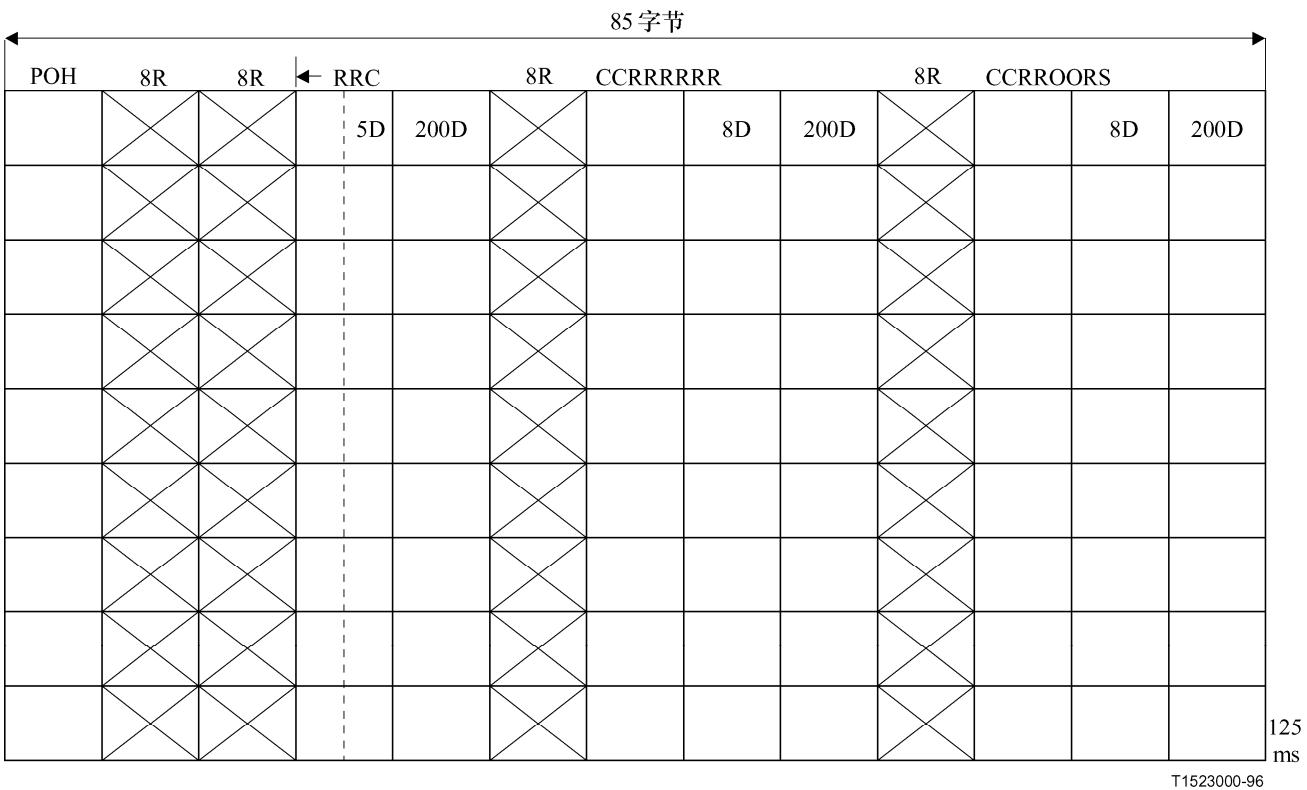
当把S比特作为调整比特使用时，S比特中所包含的值未定义。

因此每当S比特作为调整比特使用时，要求接收方对该比特中所包含的值不予理会。

## 10.1.2 映射至VC-3

### 10.1.2.1 44 736 kbit/s的异步映射

一个44 736 kbit/s信号可映射至VC-3，如图10-4中所示。



- C 调整控制比特
- D 数据比特
- O 开销比特
- R 固定填充比特
- S 调整时机比特

图10-4/G.707/Y.1322—44 736 kbit/s支路异步映射至VC3

每个 $125\mu s$ 的VC-3由9个子帧组成。每个子帧由一字节的VC-3 POH、621个数据比特、5个调整控制比特的集，1个调整时机比特及2个开销通信信道比特组成。其余比特为固定填充（R）比特。O比特保留出于通信考虑的未来开销。

使用5个调整控制比特集控制调整时机（S）比特。CCCCC=00000指示S比特为数据比特，而CCCCC=11111指示S比特为调整比特。为防止C比特中出现单比特与双比特差错在去同步器中做调整判决时应使用多数表决。

当把S比特作为调整比特使用时，S比特中所包含的值未定义。因此每当S比特作为调整比特使用时，要求接收方对该比特中所包含的值不予理会。

### 10.1.2.2 34 368 kbit/s的异步映射

一个343 68 kbit/s信号可映射至VC-3，如图10-5中所示。

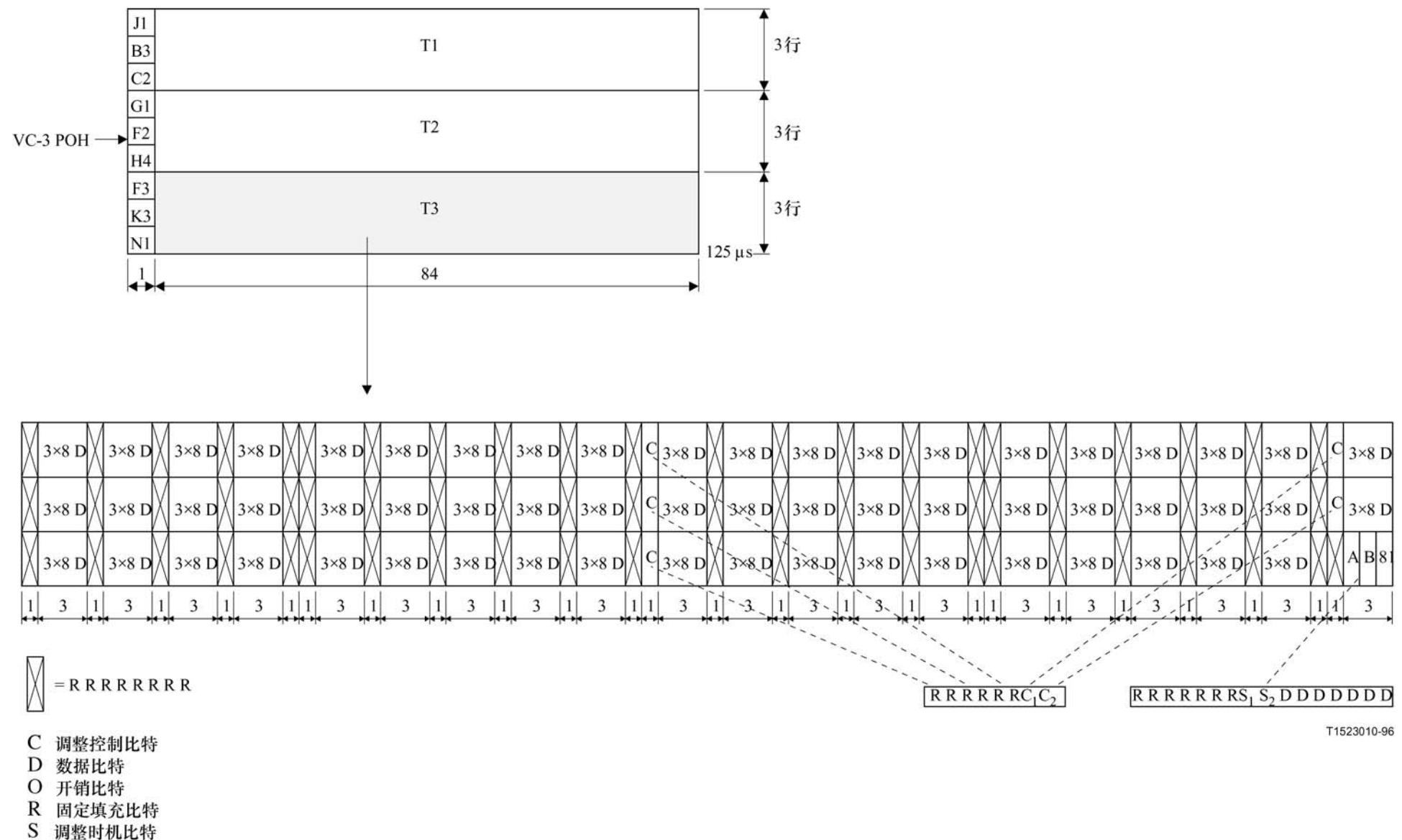


图10-5/G.707/Y.1322—34368kbit/s支路异步映射至

除VC-3 POH外，每个125μs的VC-3由9×84字节的有效载荷组成。该有效载荷分成为三个子帧，每个子帧如下组成：

- 1431数据比特（D）；
- 两个由5调整控制比特构成的集合（C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub>）；
- 两个调整时机比特（S<sub>1</sub>, S<sub>2</sub>）；
- 573个固定填充比特（R）。

两个各由5调整控制比特构成的集合C<sub>1</sub>和C<sub>2</sub>分别用于控制两个调整时机比特S<sub>1</sub>和S<sub>2</sub>。

C<sub>1</sub>C<sub>1</sub>C<sub>1</sub>C<sub>1</sub>C<sub>1</sub>=00000指示S<sub>1</sub>为数据比特而C<sub>1</sub>C<sub>1</sub>C<sub>1</sub>C<sub>1</sub>C<sub>1</sub>=11111指示S<sub>1</sub>为调整比特。以同样的方式C<sub>2</sub>比特控制S<sub>2</sub>。为防止C<sub>1</sub>和C<sub>2</sub>比特中出现单比特与双比特差错在去同步器中做调整判决时应使用多数表决。

当把S<sub>1</sub>和S<sub>2</sub>比特做为调整比特使用时，S<sub>1</sub>和S<sub>2</sub>比特中所包含的值未定义。因此每当S<sub>1</sub>和S<sub>2</sub>比特做为调整比特使用时，要求接收方对该比特中所包含的值不予理会。

注 — 同样的映射可用于34 368 kbit/s比特同步或字节同步信号。在这些情形中，S<sub>1</sub>比特应为固定填充及S<sub>2</sub>比特为数据比特。通过设置C<sub>1</sub>比特为1和C<sub>2</sub>比特为0，34 368 kbit/s的异步和同步这两种映射可使用共同的去同步方式。

### 10.1.3 映射至VC-2

#### 10.1.3.1 6312 kbit/s的异步映射

一个6312 kbit/s信号可映射至VC-2。图10-6显示500 μs周期上的这种情况。

V5	D D D D D D D R	(24 × 8) D	R R R R R R R R	
R R R R R R R R	C <sub>1</sub> C <sub>2</sub> O O O O D R	(24 × 8) D	R R R R R R R R	
D D D D D D D D	C <sub>1</sub> C <sub>2</sub> O O O O D R	(24 × 8) D	R R R R R R R R	
R R R R R R R R	C <sub>1</sub> C <sub>2</sub> D D D S <sub>1</sub> S <sub>2</sub> R	(24 × 8) D		125 μs
J2	D D D D D D D R	(24 × 8) D	R R R R R R R R	
R R R R R R R R	C <sub>1</sub> C <sub>2</sub> O O O O D R	(24 × 8) D	R R R R R R R R	
D D D D D D D D	C <sub>1</sub> C <sub>2</sub> O O O O D R	(24 × 8) D	R R R R R R R R	
R R R R R R R R	C <sub>1</sub> C <sub>2</sub> D D D S <sub>1</sub> S <sub>2</sub> R	(24 × 8) D		250 μs
N2	D D D D D D D R	(24 × 8) D	R R R R R R R R	
R R R R R R R R	C <sub>1</sub> C <sub>2</sub> O O O O D R	(24 × 8) D	R R R R R R R R	
D D D D D D D D	C <sub>1</sub> C <sub>2</sub> O O O O D R	(24 × 8) D	R R R R R R R R	
R R R R R R R R	C <sub>1</sub> C <sub>2</sub> D D D S <sub>1</sub> S <sub>2</sub> R	(24 × 8) D		375 μs
K4	D D D D D D D R	(24 × 8) D	R R R R R R R R	
R R R R R R R R	C <sub>1</sub> C <sub>2</sub> O O O O D R	(24 × 8) D	R R R R R R R R	
D D D D D D D D	C <sub>1</sub> C <sub>2</sub> O O O O D R	(24 × 8) D	R R R R R R R R	
R R R R R R R R	C <sub>1</sub> C <sub>2</sub> D D D S <sub>1</sub> S <sub>2</sub> R	(24 × 8) D		500 μs

C 调整控制比特

D 数据比特

O 开销比特

R 固定填充比特

S 调整时机比特

图10-6/G.707/Y.1322—6312 kbit/s支路的异步映射

除VC-2 POH外，该VC-2由3152个数据比特、24个调整控制比特、8个调整时机比特及32个开销通信信道比特组成。其余的比特为固定填充比特（R）。O比特保留出于通信考虑的未来开销。

两个各由3个调整控制比特构成的集（C<sub>1</sub>， C<sub>2</sub>）分别用于控制两个调整时机比特S<sub>1</sub>和S<sub>2</sub>。

C<sub>1</sub>C<sub>1</sub>C<sub>1</sub>=000指示S<sub>1</sub>为数据比特而C<sub>1</sub>C<sub>1</sub>C<sub>1</sub>=111指示S<sub>1</sub>为调整比特。以同样的方式C<sub>2</sub>比特控制S<sub>2</sub>。为防止C<sub>1</sub>和C<sub>2</sub>比特中出现单比特与双比特差错在去同步器中做调整判决时应使用多数表决。

当把S<sub>1</sub>和S<sub>2</sub>比特作为调整比特使用时， S<sub>1</sub>和S<sub>2</sub>比特中所包含的值未定义。因此每当S<sub>1</sub>和S<sub>2</sub>比特作为调整比特使用时， 要求接收方对该比特中所包含的值不予理会。

### 10.1.3.2 6312 kbit/s的比特同步映射

6312 kbit/s支路的比特同步映射在图10-7中。

注意对于异步和比特同步两种映射可以使用共同的去同步器。

V5	D D D D D D D R	(24 × 8) D	R R R R R R R R R	
R R R R R R R R R	1 Ø O O O O D R	(24 × 8) D	R R R R R R R R R	
D D D D D D D D	1 Ø O O O O D R	(24 × 8) D	R R R R R R R R R	
R R R R R R R R R	1 Ø D D D R D R	(24 × 8) D		
J2	D D D D D D D R	(24 × 8) D	R R R R R R R R R	125 µs
R R R R R R R R R	1 Ø O O O O D R	(24 × 8) D	R R R R R R R R R	
D D D D D D D D	1 Ø O O O O D R	(24 × 8) D	R R R R R R R R R	
R R R R R R R R R	1 Ø D D D R D R	(24 × 8) D		250 µs
N2	D D D D D D D R	(24 × 8) D	R R R R R R R R R	
R R R R R R R R R	1 Ø O O O O D R	(24 × 8) D	R R R R R R R R R	
D D D D D D D D	1 Ø O O O O D R	(24 × 8) D	R R R R R R R R R	
R R R R R R R R R	1 Ø D D D R D R	(24 × 8) D		375 µs
K4	D D D D D D D R	(24 × 8) D	R R R R R R R R R	
R R R R R R R R R	1 Ø O O O O D R	(24 × 8) D	R R R R R R R R R	
D D D D D D D D	1 Ø O O O O D R	(24 × 8) D	R R R R R R R R R	
R R R R R R R R R	1 Ø D D D R D R	(24 × 8) D		500 µs

D 数据比特

O 开销比特

R 固定填充比特

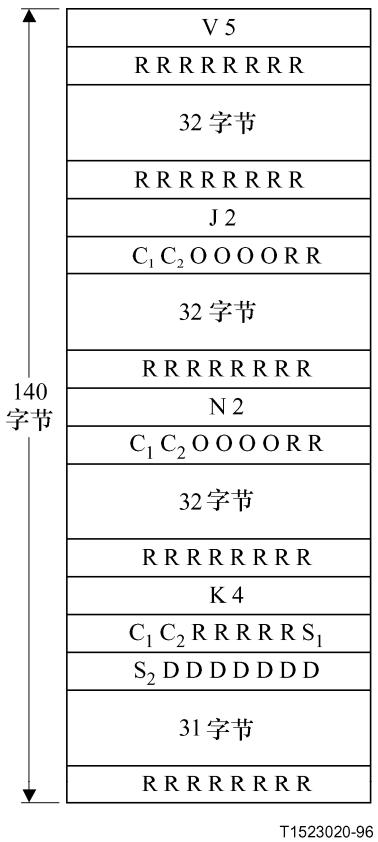
图10-7/G.707/Y.1322—6312 kbit/s 支路的比特同步映射

### 10.1.4 映射至VC-12

注—参阅ITU-T G.803建议书第9节，有关推荐的选用一次群速率映射的选择准则。

#### 10.1.4.1 2048kbit/s的异步映射

一个2048kbit/s信号可映射至VC-12。图10-8显示500µs周期上的这种情况。



- C 调整控制比特
- D 数据比特
- O 开销比特
- R 固定填充比特
- S 调整时机比特

图10-8/G.707/Y.1322—2048kbit/s支路的异步映射

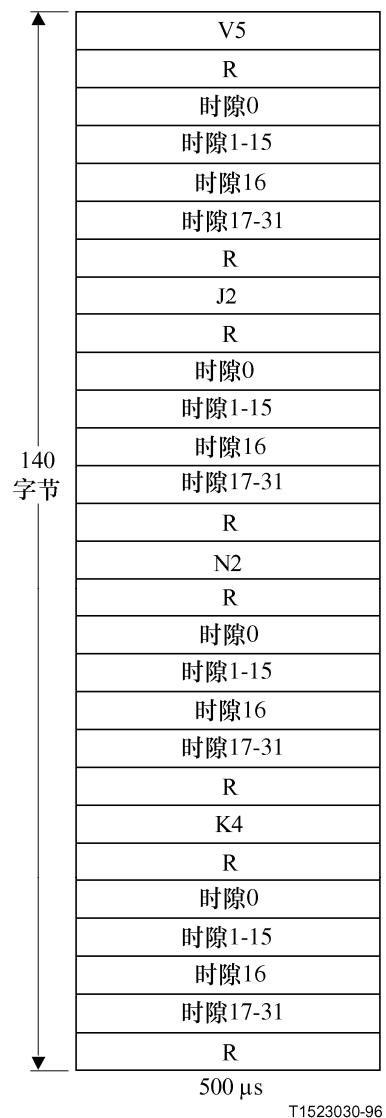
除VC-1 POH外，该VC-12由1023个数据比特、6个调整控制比特、2个调整时机比特及8个开销通信信道比特组成。其余的比特为固定填充比特（R）。O比特保留出于通信考虑的未来开销。

两个各由3个调整控制比特构成的集（C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub>）分别用于控制两个调整时机比特S<sub>1</sub>和S<sub>2</sub>。C<sub>1</sub>C<sub>1</sub>C<sub>1</sub>=000指示S<sub>1</sub>为数据比特而C<sub>1</sub>C<sub>1</sub>C<sub>1</sub>=111指示S<sub>1</sub>为调整比特。以同样的方式C<sub>2</sub>比特控制S<sub>2</sub>。为防止C<sub>1</sub>和C<sub>2</sub>比特中出现单比特与双比特差错在去同步器中做调整判决时应使用多数表决。

当把S<sub>1</sub>和S<sub>2</sub>比特作为调整比特使用时，S<sub>1</sub>和S<sub>2</sub>比特中所包含的值未定义。因此每当S<sub>1</sub>和S<sub>2</sub>比特作为调整比特使用时，要求接收方对该比特中所包含的值不予理会。

#### 10.1.4.2 2048 kbit/s的字节同步映射

图10-9显示使用例如共路信令（CCS）或随路信令（CAS）的G.704结构型2048kbit/s支路的字节同步映射。



R 固定填充字节

图10-9/G.707/Y.1322—2048 kbit/s支路的字节同步映射  
(伴随共路信令或随路信令的30个信道)

#### 10.1.4.3 31×64kbit/s的字节同步映射

31×64kbit/s支路的字节同步映射在图10-10中显示。



R 固定填充字节

注 — 此处按照ITU-T G.704建议书插入一个时隙0将会形成图10-9中说明的2 048 kbit/s映射。

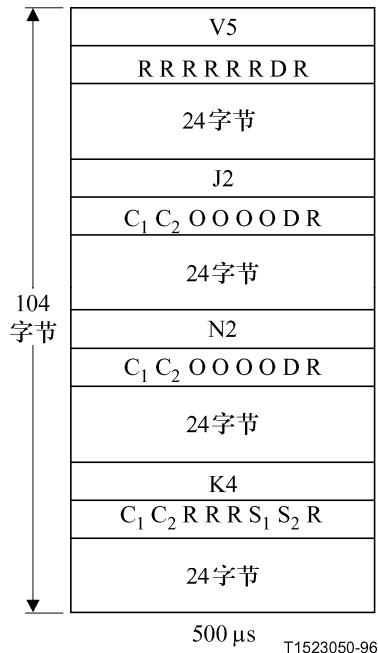
图10-10/G.707/Y.1322—31×64 kbit/s的字节同步映射

#### 10.1.5 映射至VC-11M

注 — 参阅第9节/G.803，有关推荐的选用一次群速率映射的选择准则。

### 10.1.5.1 1544kbit/s的异步映射

一个1544kbit/s信号可映射至VC-11。图10-11显示500μs周期上的这种情况。



- C 调整控制比特
- D 数据比特
- O 开销比特
- R 固定填充比特
- S 调整时机比特

图10-11/G.707/Y.1322—1544kbit/s支路的异步映射

除VC-1 POH外，VC-11由771个数据比特、6个调整控制比特、2个调整时机比特及8个开销通信信道比特组成。其余的比特为固定填充比特（R）。O比特保留出于通信考虑的未来开销。

两个各由3个调整控制比特构成的集（C<sub>1</sub>，C<sub>2</sub>）分别用于控制两个调整时机比特S<sub>1</sub>和S<sub>2</sub>。

C<sub>1</sub>C<sub>1</sub>C<sub>1</sub>=000指示S<sub>1</sub>为数据比特而C<sub>1</sub>C<sub>1</sub>C<sub>1</sub>=111指示S<sub>1</sub>为调整比特。以同样的方式C<sub>2</sub>比特控制S<sub>2</sub>。为防止C<sub>1</sub>和C<sub>2</sub>比特中出现单比特与双比特差错在去同步器中做调整判决时应使用多数表决。

当把S<sub>1</sub>和S<sub>2</sub>比特作为调整比特使用时，S<sub>1</sub>和S<sub>2</sub>比特中所包含的值未定义。因此每当S<sub>1</sub>和S<sub>2</sub>比特作为调整比特使用时，要求接收方对该比特中所包含的值不予理会。

### 10.1.5.2 1544kbit/s的比特同步映射

1544kbit/s支路的比特同步映射在图10-12中显示。

注意对于异步和比特同步两种映射可以使用共同的去同步器。

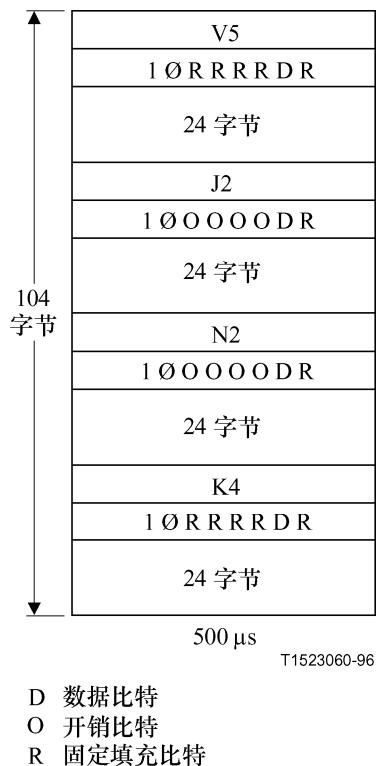
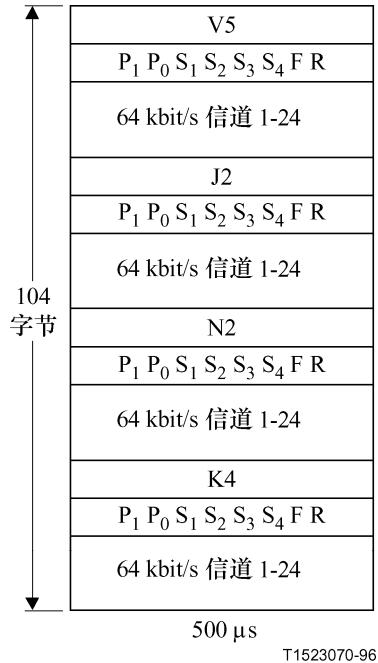


图10-12/G.707/Y.1322—1544kbit/s的比特同步映射

### 10.1.5.3 1544kbit/s的字节同步映射

1544kbit/s支路的字节同步映射在图10-13中显示。



F 1544 kbit/s 支路帧比特  
S 信令比特  
 $P_1 P_0$  信令相位比特  
 $P_1 P_0$  复帧第一信令字节中的00

图10-13/G.707/Y.1322—1544kbit/s的字节同步映射

$S_1$ 、 $S_2$ 、 $S_3$  和 $S_4$ 比特包含 $24 \times 64\text{kbit/s}$ 信道的信令。F比特包含 $1544\text{ kbit/s}$ 帧比特。信令比特的相位和该F比特在P1和P0比特中指示。此种情形在图10-14中说明。

在实际应用中若S或F比特不使用，则它们须设置为0。

信令								格式						
2态				4态				16态				24帧	12帧	P <sub>1</sub> P <sub>0</sub>
S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>	S <sub>4</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>	S <sub>4</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>	S <sub>4</sub>	F <sub>4</sub>	FAS S	P <sub>1</sub> P <sub>0</sub>
A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>	m	1 -	0 0
A <sub>5</sub>	A <sub>6</sub>	A <sub>7</sub>	A <sub>8</sub>	A <sub>5</sub>	A <sub>6</sub>	A <sub>7</sub>	A <sub>8</sub>	A <sub>5</sub>	A <sub>6</sub>	A <sub>7</sub>	A <sub>8</sub>	e <sub>1</sub>	- 0	0 0
A <sub>9</sub>	A <sub>10</sub>	A <sub>11</sub>	A <sub>12</sub>	A <sub>9</sub>	A <sub>10</sub>	A <sub>11</sub>	A <sub>12</sub>	A <sub>9</sub>	A <sub>10</sub>	A <sub>11</sub>	A <sub>12</sub>	m	0 -	0 0
A <sub>13</sub>	A <sub>14</sub>	A <sub>15</sub>	A <sub>16</sub>	A <sub>13</sub>	A <sub>14</sub>	A <sub>15</sub>	A <sub>16</sub>	A <sub>13</sub>	A <sub>14</sub>	A <sub>15</sub>	A <sub>16</sub>	0	- 0	0 0
A <sub>17</sub>	A <sub>18</sub>	A <sub>19</sub>	A <sub>20</sub>	A <sub>17</sub>	A <sub>18</sub>	A <sub>19</sub>	A <sub>20</sub>	A <sub>17</sub>	A <sub>18</sub>	A <sub>19</sub>	A <sub>20</sub>	m	1 -	0 0
A <sub>21</sub>	A <sub>22</sub>	A <sub>23</sub>	A <sub>24</sub>	A <sub>21</sub>	A <sub>22</sub>	A <sub>23</sub>	A <sub>24</sub>	A <sub>21</sub>	A <sub>22</sub>	A <sub>23</sub>	A <sub>24</sub>	e <sub>2</sub>	- 1	0 0
A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>3</sub>	B <sub>4</sub>	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>3</sub>	B <sub>4</sub>	m	0 -	0 1
A <sub>5</sub>	A <sub>6</sub>	A <sub>7</sub>	A <sub>8</sub>	B <sub>5</sub>	B <sub>6</sub>	B <sub>7</sub>	B <sub>8</sub>	B <sub>5</sub>	B <sub>6</sub>	B <sub>7</sub>	B <sub>8</sub>	0	- 1	0 1
A <sub>9</sub>	A <sub>10</sub>	A <sub>11</sub>	A <sub>12</sub>	B <sub>9</sub>	B <sub>10</sub>	B <sub>11</sub>	B <sub>12</sub>	B <sub>9</sub>	B <sub>10</sub>	B <sub>11</sub>	B <sub>12</sub>	m	1 -	0 1
A <sub>13</sub>	A <sub>14</sub>	A <sub>15</sub>	A <sub>16</sub>	B <sub>13</sub>	B <sub>14</sub>	B <sub>15</sub>	B <sub>16</sub>	B <sub>13</sub>	B <sub>14</sub>	B <sub>15</sub>	B <sub>16</sub>	e <sub>3</sub>	- 1	0 1
A <sub>17</sub>	A <sub>18</sub>	A <sub>19</sub>	A <sub>20</sub>	B <sub>17</sub>	B <sub>18</sub>	B <sub>19</sub>	B <sub>20</sub>	B <sub>17</sub>	B <sub>18</sub>	B <sub>19</sub>	B <sub>20</sub>	m	0 -	0 1
A <sub>21</sub>	A <sub>22</sub>	A <sub>23</sub>	A <sub>24</sub>	B <sub>21</sub>	B <sub>22</sub>	B <sub>23</sub>	B <sub>24</sub>	B <sub>21</sub>	B <sub>22</sub>	B <sub>23</sub>	B <sub>24</sub>	1	- 0	0 1
A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>4</sub>	m	1 -	1 0
A <sub>5</sub>	A <sub>6</sub>	A <sub>7</sub>	A <sub>8</sub>	A <sub>5</sub>	A <sub>6</sub>	A <sub>7</sub>	A <sub>8</sub>	C <sub>5</sub>	C <sub>6</sub>	C <sub>7</sub>	C <sub>8</sub>	e <sub>4</sub>	- 0	1 0
A <sub>9</sub>	A <sub>10</sub>	A <sub>11</sub>	A <sub>12</sub>	A <sub>9</sub>	A <sub>10</sub>	A <sub>11</sub>	A <sub>12</sub>	C <sub>9</sub>	C <sub>10</sub>	C <sub>11</sub>	C <sub>12</sub>	m	0 -	1 0
A <sub>13</sub>	A <sub>14</sub>	A <sub>15</sub>	A <sub>16</sub>	A <sub>13</sub>	A <sub>14</sub>	A <sub>15</sub>	A <sub>16</sub>	C <sub>13</sub>	C <sub>14</sub>	C <sub>15</sub>	C <sub>16</sub>	0	- 0	1 0
A <sub>17</sub>	A <sub>18</sub>	A <sub>19</sub>	A <sub>20</sub>	A <sub>17</sub>	A <sub>18</sub>	A <sub>19</sub>	A <sub>20</sub>	C <sub>17</sub>	C <sub>18</sub>	C <sub>19</sub>	C <sub>20</sub>	m	1 -	1 0
A <sub>21</sub>	A <sub>22</sub>	A <sub>23</sub>	A <sub>24</sub>	A <sub>21</sub>	A <sub>22</sub>	A <sub>23</sub>	A <sub>24</sub>	C <sub>21</sub>	C <sub>22</sub>	C <sub>23</sub>	C <sub>24</sub>	e <sub>5</sub>	- 1	1 0
A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>3</sub>	B <sub>4</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>3</sub>	D <sub>4</sub>	m	0 -	1 1
A <sub>5</sub>	A <sub>6</sub>	A <sub>7</sub>	A <sub>8</sub>	B <sub>5</sub>	B <sub>6</sub>	B <sub>7</sub>	B <sub>8</sub>	D <sub>5</sub>	D <sub>6</sub>	D <sub>7</sub>	D <sub>8</sub>	1	- 1	1 1
A <sub>9</sub>	A <sub>10</sub>	A <sub>11</sub>	A <sub>12</sub>	B <sub>9</sub>	B <sub>10</sub>	B <sub>11</sub>	B <sub>12</sub>	D <sub>9</sub>	D <sub>10</sub>	D <sub>11</sub>	D <sub>12</sub>	m	1 -	1 1
A <sub>13</sub>	A <sub>14</sub>	A <sub>15</sub>	A <sub>16</sub>	B <sub>13</sub>	B <sub>14</sub>	B <sub>15</sub>	B <sub>16</sub>	D <sub>13</sub>	D <sub>14</sub>	D <sub>15</sub>	D <sub>16</sub>	e <sub>6</sub>	- 1	1 1
A <sub>17</sub>	A <sub>18</sub>	A <sub>19</sub>	A <sub>20</sub>	B <sub>17</sub>	B <sub>18</sub>	B <sub>19</sub>	B <sub>20</sub>	D <sub>17</sub>	D <sub>18</sub>	D <sub>19</sub>	D <sub>20</sub>	m	0 -	1 1
A <sub>21</sub>	A <sub>22</sub>	A <sub>23</sub>	A <sub>24</sub>	B <sub>21</sub>	B <sub>22</sub>	B <sub>23</sub>	B <sub>24</sub>	D <sub>21</sub>	D <sub>22</sub>	D <sub>23</sub>	D <sub>24</sub>	1	- 0	1 1

T1544320-01

A <sub>n</sub>	信令比特	F	帧校准信号比特
C <sub>n</sub>	信令比特	m	数据链路比特
B <sub>n</sub>	信令比特	e <sub>n</sub>	CRC 比特
D <sub>n</sub>	信令比特	FAS	帧校准信号
		S	信令复帧FAS

图10-14/G.707/Y.1322—时隙外信令配置（24信道信令操作）

#### 10.1.5.4 384 kbit/s的字节同步映射

4字节交错式384 kbit/s支路的字节同步映射在图10-15中显示。

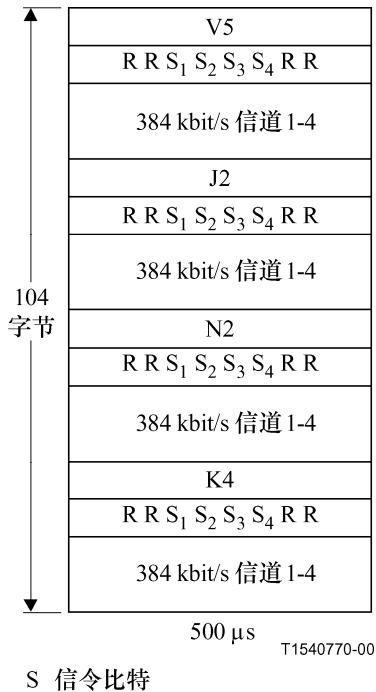


图10-15/G.707/Y.1322—384kbit/s支路的字节同步映射

$S_1$ 、 $S_2$ 、 $S_3$  和 $S_4$ 比特包含4个384kbit/s信道的每一个信道的信令。随路信令方式的时隙外信令配置在图10-16中显示。

帧编号	n	n + 1	n + 2	n + 3	n + 4	n + 5	n + 6	n + 7
$S_i$ 比特使用 ( $i = 1, 2, 3, 4$ ) (注1和4)	$F_s$	$Y_1$	$Y_2$	$Y_3$	$Y_4$	$Y_5$	$Y_6$	X
	(注2)				(注3)			(注5)

图10-16/G.707/Y.1322—时隙外信令配置

注1—每个 $S_i$  ( $i=1, 2, 3, 4$ ) 组成8帧上的一个独立信令复帧。 $S_i$ 包括其自身相位指示符因此PP比特不能作为相位指示符使用。

注2— $F_s$ 比特或是交替出现的0、1或为以下的48比特数字码型：

A101011011 0000011001 1010100111 0011110110 10000101

对于48比特数字码型而言，A比特通常固定于状态1并留待供任选使用。码型生成依照以下本原多项式

$$x^7 + x^4 + 1 \text{ (参阅ITU-T X.50) } .$$

注3— $Y_j$ 比特 ( $j=1$ 至6) 携载随路信令或维护信息。当采用该48比特码型做为 $F_s$ 帧定位信号时，每个 $Y_j$ 比特 ( $j=1$ 至6) 均可复帧化如下：

$$Y_{j1}、Y_{j2} \dots Y_{j12}.$$

$Y_j$ 比特携载依照用于48比特码型的同一本原多项式所生成的16比特帧定位模式

A011101011011000。

A比特通常固定于状态1并留待供任选使用。每个其他的 $Y_{ji}$  ( $i=2$ 到12) 比特携载子速率电路的随路信令和/或维护信息。

注4— $S_i$ 比特 ( $F_s$ ,  $Y_1$ …… $Y_6$  及X) 全1状态指示6个64kbit/s信道的告警指示信号 (AIS) 。

注5—X比特通常固定到状态1。当需要6个64kbit/s信道的反向AIS时，X比特设置为状态0。

表10-1/G.707/Y.1322 — G.707和G.704命名之间的区别

G.707	G.704
S <sub>i</sub>	ST <sub>i</sub>
Y <sub>j</sub>	S <sub>j</sub>
X	S <sub>p</sub>

### 10.1.6 由TU-12传输的VC-11到VC-12的变换

由TU-12传输的VC-11到VC-12的变换在TU-12中传送VC-11时，VC-11通过添加伴随偶校验的固定填充来适配，如图10-17中所示。这样，产生的TU-12有效载荷可以在网络中监控和交叉连接，好像它是一个伴随没有改变其BIP值的VC-12同时保持真实VC-11路径的端对端的完整性。

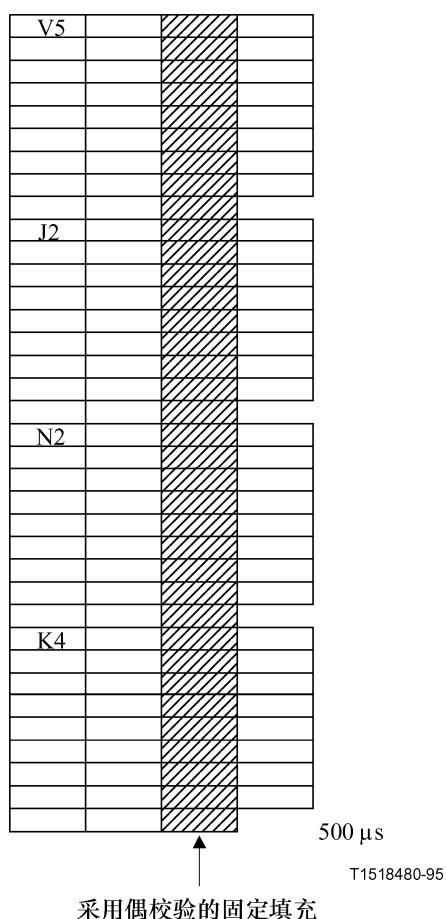


图10-17/G.707/Y.1322—由TU-12传输的VC-11到VC-12的变换

## 10.2 ATM信元的映射

ATM信元的映射通过将每个信元的字节结构与所使用的包括级联结构在内的（VC-n或VC-n-x n≥1）虚拟容器的字节结构的对准来实现。由于相关的容器n、容器n-Xc或容器n-Xv的容量或许不是ATM信元长度（53字节）的整数倍，因此允许信元跨越容器n、容器n-Xc或容器n-Xv的帧边界。

在映射至VC-n或VC-n-X之前，须将ATM信元信息字段（48字节）加扰。在紧随VC-n或VC-n-X信号终端的相反方向操作中，ATM信元信息字段应在通过到达ATM层之前解扰。应采用生成多项式为 $x^{43}+1$ 的自同步加扰器。该加扰器在信元信息字段的持续周期内运行。在5字节的头部，加扰器操作暂停并保持该加扰器状态。启动操作传送的第一个信元将被讹误，因为接收端的解扰器与发送端的加扰器尚未同步。要求信元信息字段加扰是为了防止出现伪信元定界的干扰以及提供信元信息字段与STM-N帧定位字之间的重合。

当VC-n或VC-n-X被终止时，信元必须恢复。ATM信元头包含头部误差控制（HEC）字段，它可以采用类似于帧定位字的方式实现信元定界。在采用具有生成多项式 $g(x)=x^8+x^2+x+1$ 的缩短循环码计算得到HEC（32比特）之后，该HEC方法使用受该HEC（32比特）保护的头部比特与该头部中所引进的HEC控制比特（8比特）之间的相关性。

为了改进信元定界性能，将来自该多项式的余项添加到固定码型“01010101”上。这种方法类似于常规的帧定位恢复方法但定位字不固定随信元的变化而变化。

有关HEC信元定界的更为详细的信息在ITU-T I.432.1建议书中给出。

### 10.2.1 映射至VC-4-Xc/VC-4-Xv

通过将ATM信元流字节边界与容器-4-X<sub>C</sub>或容器-4-X<sub>V</sub>字节边界对准，可将ATM信元流映射至容器-4-X<sub>C</sub>或容器-4-X<sub>V</sub>。然后将容器-4-X<sub>C</sub>或容器-4-X<sub>V</sub>和VC-4-X POH以及（X-1）列的固定填充组合在一起映射至VC-4-X（见图10-18）。这样ATM信元边界将与VC-4-X字节边界对准。由于容器-4-X<sub>C</sub>或容器-4-X<sub>V</sub>容量（X×2340字节）不是该信元长度（53字节）的整数倍，因此信元可以跨越容器-4-X<sub>C</sub>或容器-4-X<sub>V</sub>的帧边界。

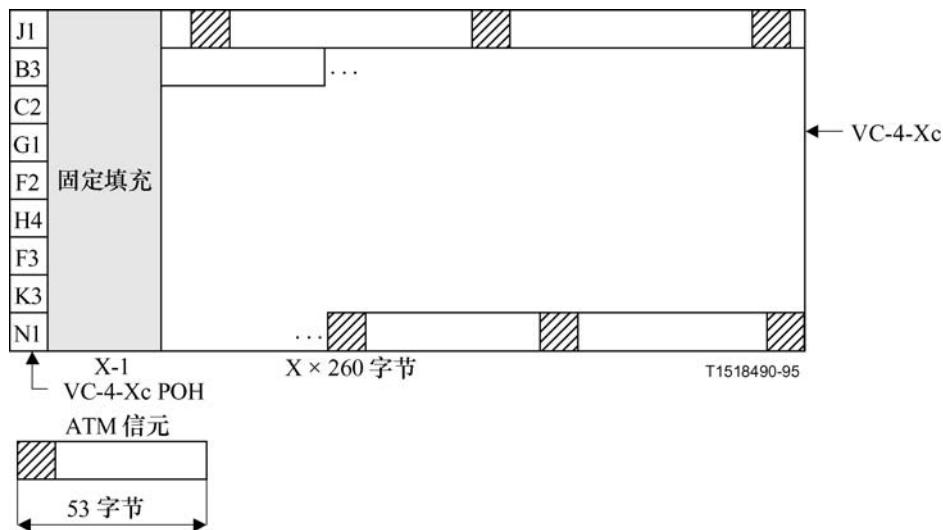


图10-18/G.707/Y.1322—ATM信元映射至VC-4-Xc

## 10.2.2 映射至VC-4/VC-3

通过将ATM信元流字节边界与容器-4/容器-3字节边界对准，可将ATM信元流映射至容器-4/容器-3。然后将容器-4/容器-3和VC-4/VC-3 POH组合在一起映射至VC-4/VC-3（见图10-19）。这样，ATM信元边界将与VC-4/VC-3字节边界对准。由于C-4/C-3容量（分别为2340/765字节）不是该信元长度（53字节）的整数倍，因此信元可以跨越容器-4/容器-3的帧边界。

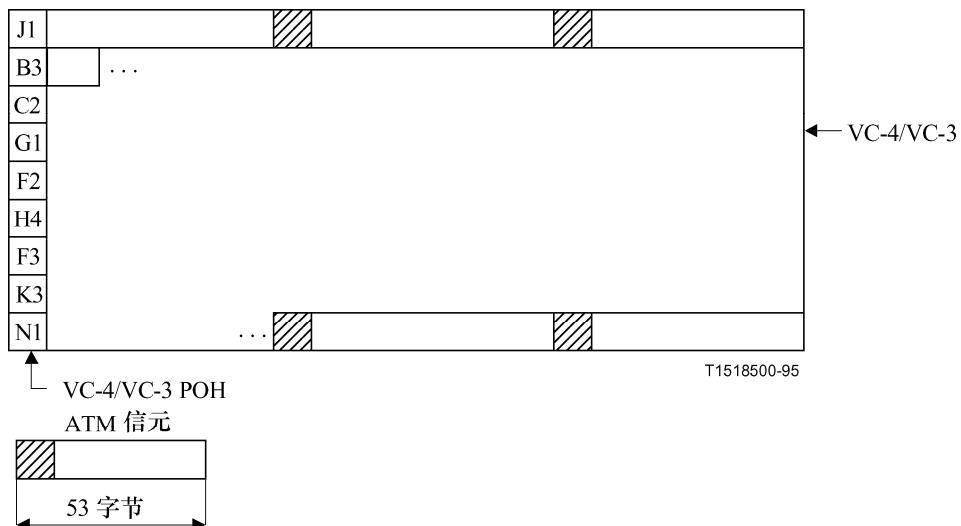
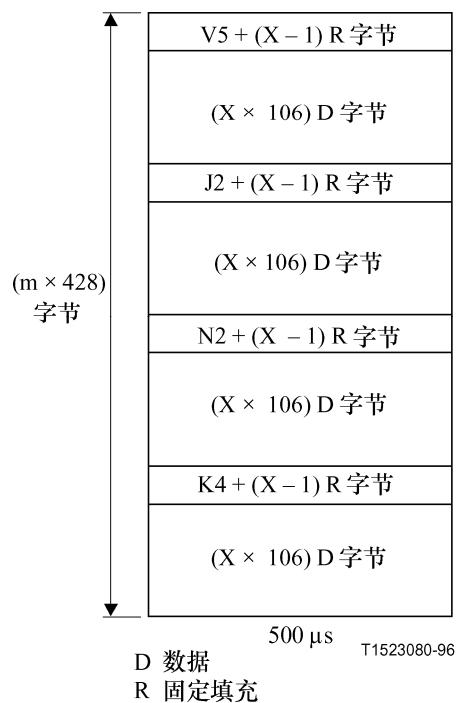


图10-19/G.707/Y.1322—ATM信元映射至VC-4/VC-3

## 10.2.3 映射至VC-2-XC/VC-2-XV

图10-20显示具有 $X \times 6.784\text{Mbit/s}$ 数据速率的ATM信元流的映射，其中在相邻级联情形中X可以取1到7之间的任何整数，在虚拟级联情形中，可以取1到64之间的任何整数。

VC-2-X结构编组为4帧的复帧。VC-2-X<sub>C</sub>（相邻级联）复帧的各个帧由1个字节的POH、 $(X-1)$ 个填充字节和 $(X \times 106)$ 个字节的有效载荷域组成。VC-2-X<sub>V</sub>（虚拟级联）复帧的各个帧由POH的X个独立字节和 $(X \times 106)$ 个字节的有效载荷域组成。通过将ATM信元的边界与任何VC-2-X字节边界的对准，ATM信元可装载到VC-2-X有效载荷域中。因为VC-2-X有效载荷空间完全等效于每 $125\mu\text{s}$ 帧的 $(X \times 2)$ ATM信元，所以ATM信元边界与VC-2-X结构之间的校准将保持帧到帧的恒定。信元可以跨越VC-2-X的帧边界。



注 — 对于虚拟级联的情况，各帧含有与 X 无关的 VC-2-mc POH 字节。

图10-20/G.707/Y.1322—使用相邻级联ATM信元映射至VC-2-XC

#### 10.2.4 映射至VC-2

图10-21显示具有6.784Mbit/s数据速率的ATM信元流的映射。

VC-2结构编组为4帧的复帧。该复帧的各个帧由1字节的VC-2 POH和106字节的有效载荷域组成。通过将ATM信元边界与任何的VC-2字节边界的对准，ATM信元可装载到VC-2有效载荷域。因为VC-2有效载荷空间完全等效于每125μs帧的两个ATM信元，所以ATM信元边界和VC-2结构之间的校准将保持帧到帧的恒定。信元可以跨越VC-2的帧边界。

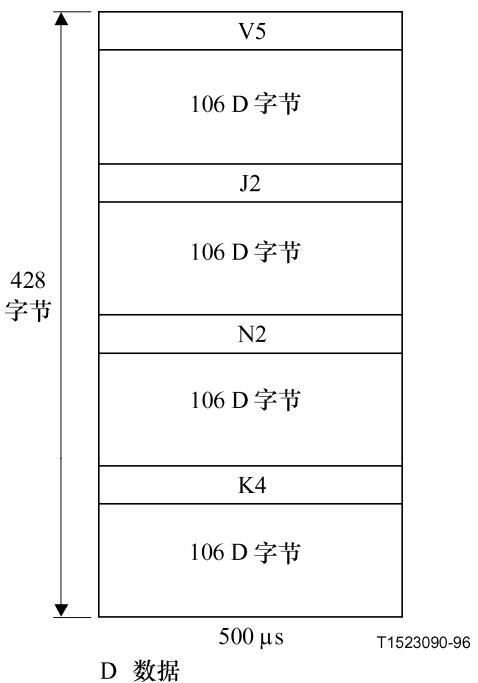


图10-21/G.707/Y.1322—ATM信元映射至VC-2

### 10.2.5 映射至VC-12/VC-11

图10-22和图10-23分别显示具有2.176Mbit/s和1.600Mbit/s数据速率的ATM信元流映射至VC-12和VC-11。

在浮动TU-n方式中，该VC-12/VC-11结构编组成4帧的复帧。该复帧的每个帧由1字节的VC-12/VC-11 POH和分别为34或25字节的有效载荷域组成。通过将ATM信元边界与任何的VC-12/VC-11字节边界的对准，ATM信元可装载到VC-12/VC-11有效载荷域。因为VC-12/VC-11有效载荷空间与ATM信元的尺寸（53字节）无关，所以ATM信元边界与VC-12/VC-11结构之间的校准将按照每53帧持续重复的过程从帧到帧发生改变。信元可以跨越VC-12/VC-11的帧边界。

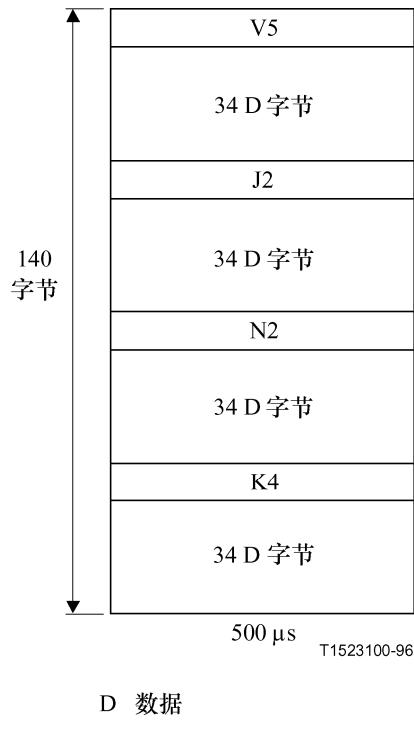


图10-22/G.707/Y.1322—ATM信元映射至VC-12

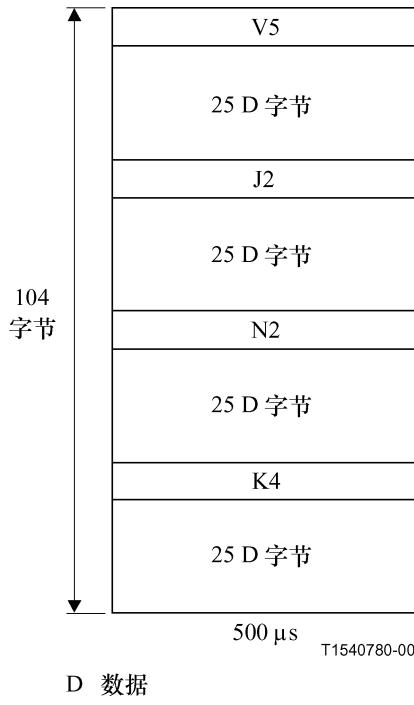


图10-23/G.707/Y.1322—ATM信元映射至VC-11

### 10.3 HDLC定帧信号的映射

#### 定帧信号的映射

HDLC定帧信号的映射通过将每帧的字节结构与所使用的包括级联结构在内的（VC-n-Xc/VC-n-Xv/VC-n）虚拟容器的字节结构的对准来实现。由于HDLC帧为可变长度帧（在最大长度上映射不施加任何限制），因此帧可以跨越容器-X的帧边界。

依照所使用的虚拟容器的实际有效载荷（排除任何固定的填充字节）对于帧间填充到缓存器的该到达的HDLC定帧信号异步特征之外的信息应使用HDLC标志（0111110）。

HDLC定帧信号加上帧间填充在其作为所使用的虚拟容器（VC-n-Xc/VC-n-Xv/VC-4/VC-3）的有效载荷被插入之前必须加扰。在跟随VC信号终端的反向操作中，在其通过到达HDLC层面之前，该有效载荷将被解扰。将使用采用多项式 $x^{43}+1$ 的自同步加扰器。

$x^{43}+1$ 加扰器将贯穿VC-n-Xc/VC-n-Xv/VC-4/VC-3的字节持续操作，避开SDH路径开销。在VC-n-Xc/VC-n-Xv/VC-4/VC-3起始处的加扰状态应为先前的VC-n结尾处的状态。这样，加扰器可连续运行不必每帧重新复位。该加扰器的初始设置不确定。随之而来的，跟随启动操作或者SDH帧恢复操作的头43个传输比特将不会被正确去扰。

$x^{43}+1$ 加扰器采用最高有效位（MSB）第一的方式在输入数据流上操作，符合5节中对SDH所规定的比特排序和传输排序。

在任何的VC-n-Xc/VC-n-Xv/VC-4/VC-3中，以上具有加扰的映射过程将用于表示HDLC定帧信号的映射（例如伴随IP分组的HDLC/PPP或HDLC/LAPS），而对于VC-2/VC-12/VC-11不需要加扰操作。

与在合适的路径开销位置上插入虚拟容器的适当的信号标记不同，对于任何的虚拟容器尺寸不存在任何的进一步的特定要求。路径信号标记在9.3节中说明。

#### 10.4 DQDB映射至VC-4

分布式排队双总线（DQDB）信号的映射应依照ETSI ETS 300216实施。

#### 10.5 125 000 kbit/s FDDI异步映射至VC-4

125 000 kbit/s光纤分布式数据接口（FDDI）物理层信号[3]、[11]映射至SDH VC-4。该VC-4由1列（9字节）路径开销（POH）加上9行乘以260列的有效载荷结构组成。对于该映射而言，每行的260字节被分为每块13个字节的20个块，见图10-24。

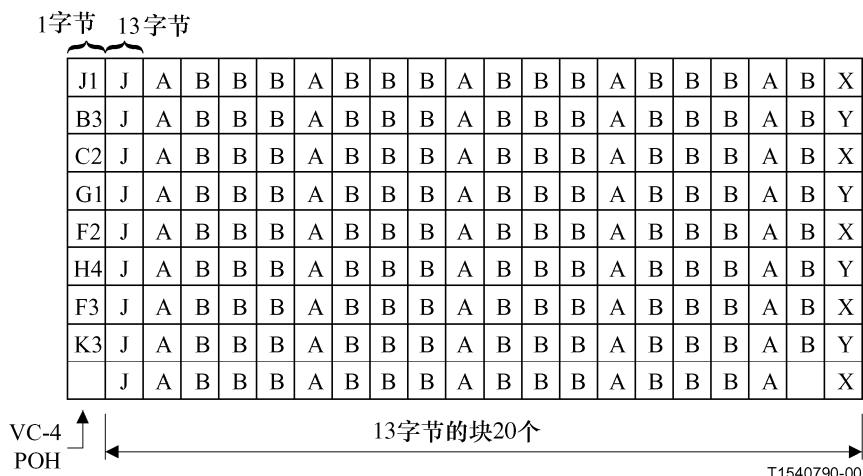


图10-24/G.707/Y.1322—FDDI异步映射的VC-4块结构

存在五种块类型：J、A、B、X及Y。块由13个字节组成。它们的定义在图10-25中给出。

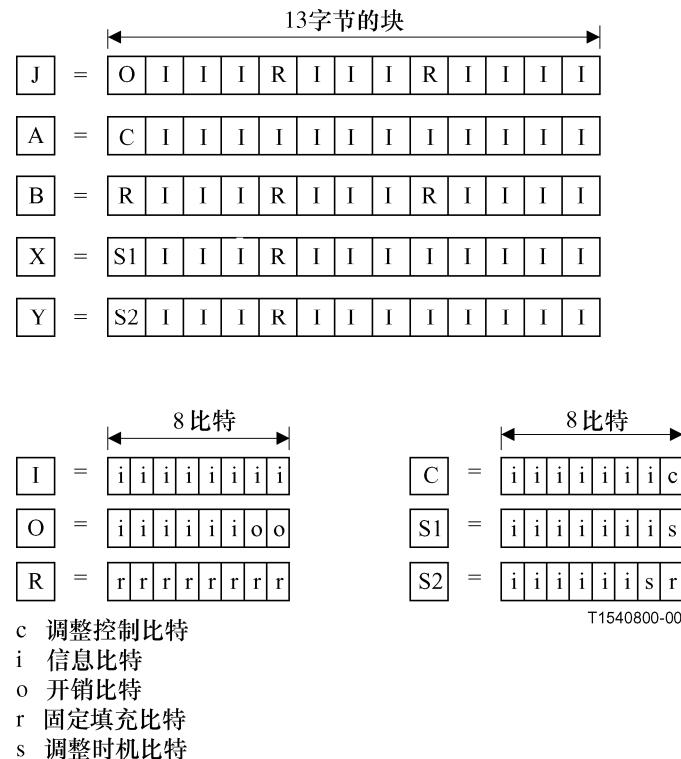


图10-25/G.707/Y.1322—FDDI异步映射的块内容

为了适应异步FDDI有效载荷（每个VC-4近似 $15625\pm1$ 比特），利用比特调整机制。在此结构内15620个信息比特（i）和9个调整时机比特（s）携载该FDDI物理层比特。在该有效载荷结构的每一行，使用5个调整控制比特（c）控制那一行的相应的调整时机比特（s）。

若该s比特用于携载信息，则5个c比特置于0 {cccc=00000}。若该S比特做为调整比特使用，则5个c比特置于1 {cccc=11111}。当s比特作为调整比特时，s比特中所包含的值未指定。每当它作为调整比特使用时，接收方应不理会在该比特中所包含的值。为防止c比特中的单比特与双比特差错在去扰器做调整判决时应使用多数表决。

开销比特（o）保留出于通信考虑的未来开销。其余的比特为固定填充比特（r）

## 10.6 GFP帧的映射

GFP帧流映射至容器n ( $n = 11, 12, 2, 3, 4, 4-Xc, 11/12/2/3/4-Xv$ )，其字节边界与容器n的字节边界对齐（见图10-26）。然后容器n映射至相应的VC-n，同时POH如9.3的规定。GFP帧因此与VC-n字节边界对齐。由于容器n的容量不是可变长度GFP帧的整数倍，一个GFP帧可能会跨越容器n的帧边界。

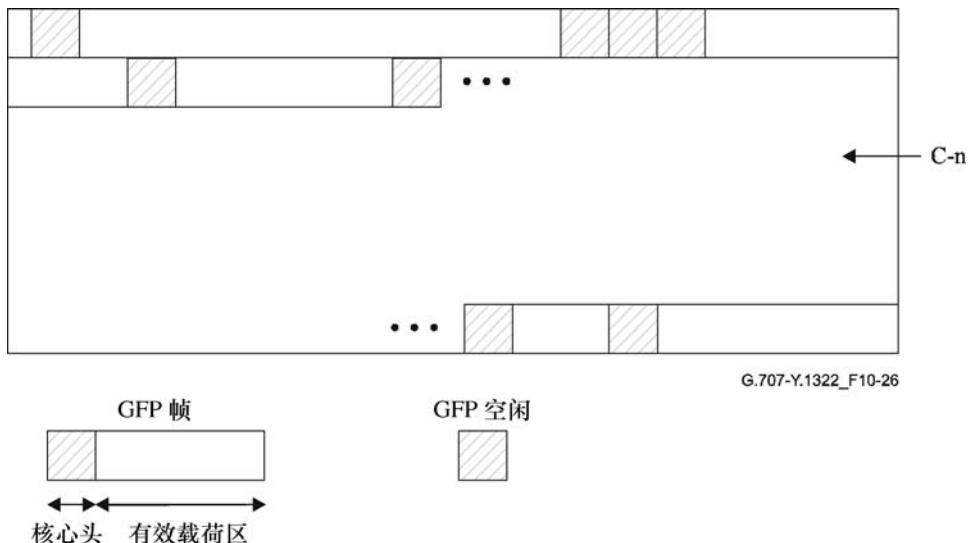


图10-26/G.707/Y.1322—GFP帧映射至C-n

每个GFP帧由一个GFP核心头和一个GFP有效载荷去组成。GFP帧是以连续字节流的形式到达的，由于在GFP适配阶段插入了GFP空闲帧，其容量等于VC的有效载荷。也见ITU-T G.7041/Y.1303建议书。

注—在映射阶段不需要速率适配货扰码。这些操作由GFP完成。

## 10.7 ODUk异步映射至通过VC-4-Xv传送的C-4-Xc

该映射的目的是通过现有的SDH传送网，以VC-4级联的手段提供ITU-T G.709/Y.1331建议书规定的OTN元素子集的传输。

已经得知，以级联手段传送每个OTN元素所需的VC-4的数量为OTN实体的比特率除以 VC-4-Xv 的有效载荷率（C-4-Xc）。表10-2给出了该值。由于该值不是整数，有必要既提供填补C-4-Xc有效载荷区的固定填充，也提供把客户机映射至有效载荷区其余部分的手段。

表10-2/G.707/Y.1322—在以SDH虚拟级联的VC-4中OTN的映射

OTN实体	标称比特率, kbit/s ODUk	VC-4 虚拟级联的量级 (X)	标称比特率, kbit/s C-4-Xv
ODU1	239/238 × 2 488 320 (≈2 498 775.126)	17	2 545 920
ODU2	239/237 × 9 953 280 (≈10 037 273.924)	68	10 183 680

ODUk信号用15.6.2.1和15.6.2.2/G.709/Y.1331中规定的帧校准开销(FAS和MFAS字节)及OTUk中全“0”型开销字段加以扩展(图10-27)。

		列		
		1 ..... 7	8 ..... 14	15
行	1	FA开销区	固定填充 (全"0")	OPUk区 (4×3810字节)
	2			
	3	ODUk开销区		
	4			

G.707-Y.1322\_F10-27

图10-27/G.707/Y.1322—扩展的ODUk帧结构  
(包括FA OH; OTUk OH含有固定填充)

×

扩展的ODUk信号在映射至C-4-Xc之前，用生成多项式为 $x^{43}+1$ 的自同步扰码器进行扰码。扰码器对整个扩展的ODUk帧进行操作，而不是逐帧复位。

### 10.7.1 ODU1异步映射至通过VC-4-17v传送的C-4-17c

图10-28示出了基本的C-4-17c结构。它由9行乘4420列(即 $17 \times 260$ )组成。

1	2	.....	4420
1			
2			
3			
4		C-4-17c	
5		(9×4 420字节)	
6			
7			
8			
9			

图10-28/G.707/Y.1322—C-4-17c结构

该C-4-17c帧通过VC-4-17v传送。见第11.2节。

扩展的ODU1信号采用下述结构映射至该C-4-17c:

- 9行中的每一行分成5个块，每一块含有884字节(图10-29)。
- 每一块分成17个子块，每个子块含有52字节。
  - 每一子块中，含有一个负调整机会字节(S)和5个调整控制比特(C)。

- 每一子块的第一个字节:
- 或者由一个固定填充字节(R)组成;
- 或者由一个调整控制字节 (J)(含7个固定填充比特: 比特R; 比特1-7)和一个调整控制比特 (比特C, 比特8);
- 或者由一个负调整机会字节(S)组成。
- 一个子块的后51字节由数据字节 (D) 构成。

注 — 每一块含有的字节总数为  $(17 \times 51) = 867$  数据字节。

所有这些字节组成的序列示于图10-29。

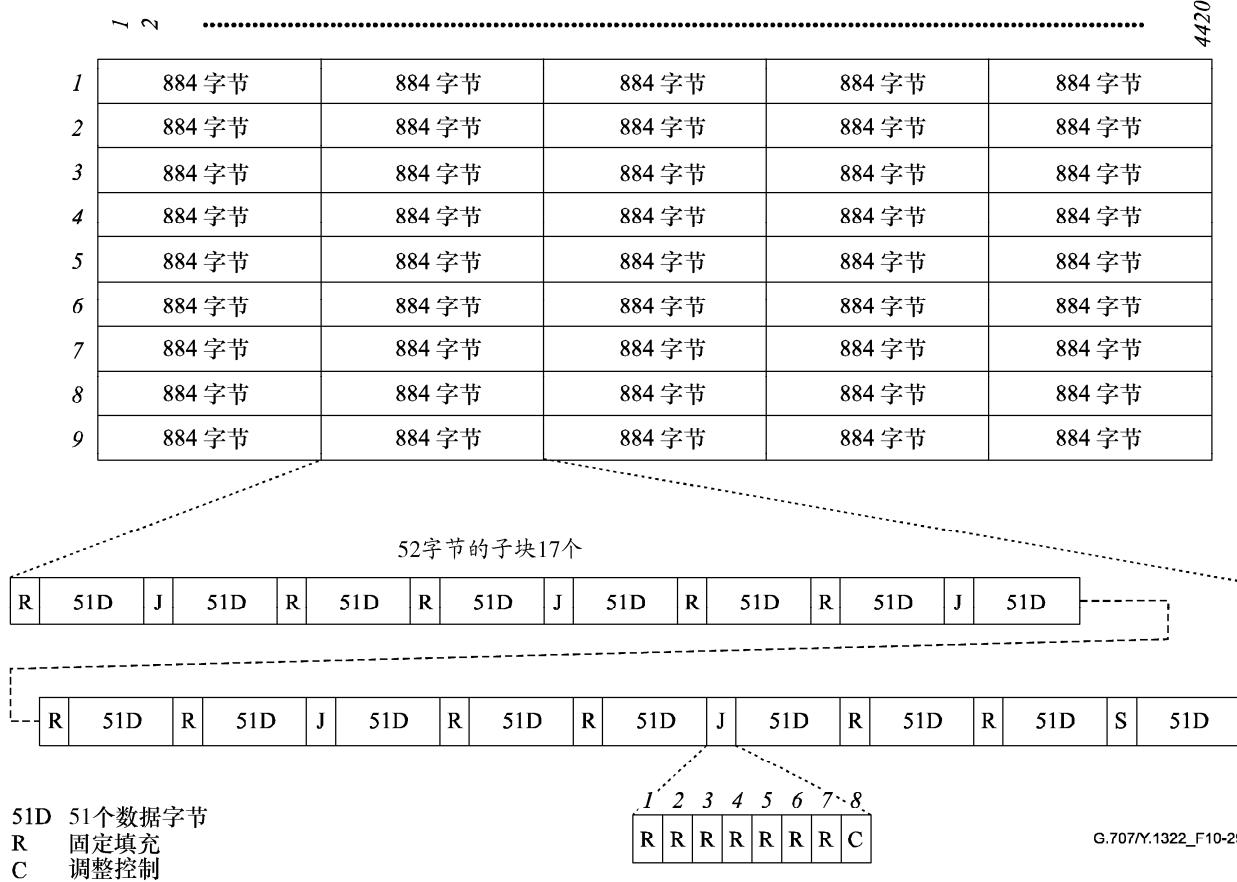


图10-29/G.707/Y.1322—ODU1映射至C-4-17c的块结构

每一字块中一组5个调整控制比特 (C)用于控制相应的负调整机会字节 (S)。CCCCC = 00000 表明S字节是一个信息字节，而CCCCC = 11111表明S字节是一个调整字节。

在同步器处，所有5个C比特置为相同的值。在去同步器端应采用多数判决（5分之3）做出调整决定，以避免JC比特产生一两个比特的差错。

在用做调整字节时，S字节的值为全零。只要S字节用做调整字节，就要求接收机忽略该字节所含的值。

R比特和字节所含的值为全零。要求接收机忽略这些比特/字节所含的值。

注 — 在这种映射方案中，能采用的C-4-17c与ODU1信号时钟间的最高比特率容限约为百万分之-720至+420。标称调整比率为75/119，该值约为0.630252。此处调整比率做了归一化，也就是有可能进行调整的调整机会的一个长期平均分数。

### 10.7.2 ODU2异步映射至通过VC-4-68v传送的C-4-68c

图10-30示出了基本的C-4-68c结构。它由9行乘17 680列(即 $68 \times 260$ )组成。

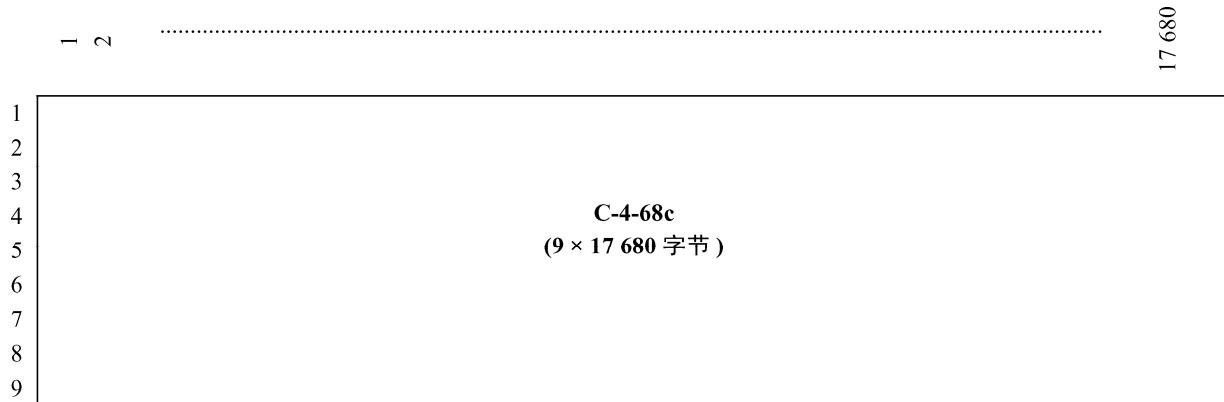


图10-30/G.707/Y.1322—C-4-68c结构

该C-4-68c帧通过VC-4-68v传送。见第11.2节。

扩展的ODU2信号采用下述结构映射至该C-4-68c:

- 9行中的每一行分成20个块，每一块含有884字节（图10-31）。
- 每一块分成13个子块，每个子块含有68字节。
  - 每一子块中，含有一个负调整机会字节（S）和5个调整控制比特（C）。
  - 每一子块的第一个字节：
    - 或者由一个固定填充字节（R）组成；
    - 或者由一个调整控制字节（J）（含7个固定填充比特：比特R；比特1-7）和一个调整控制比特（比特C，比特8）；
    - 或者由一个负调整机会字节（S）组成。
  - 一个子块的后67字节由数据字节（D）构成。

注 — 每一块含有的字节总数为  $(13 \times 67) = 871$  数据字节。

所有这些字节组成的序列示于图10-31。

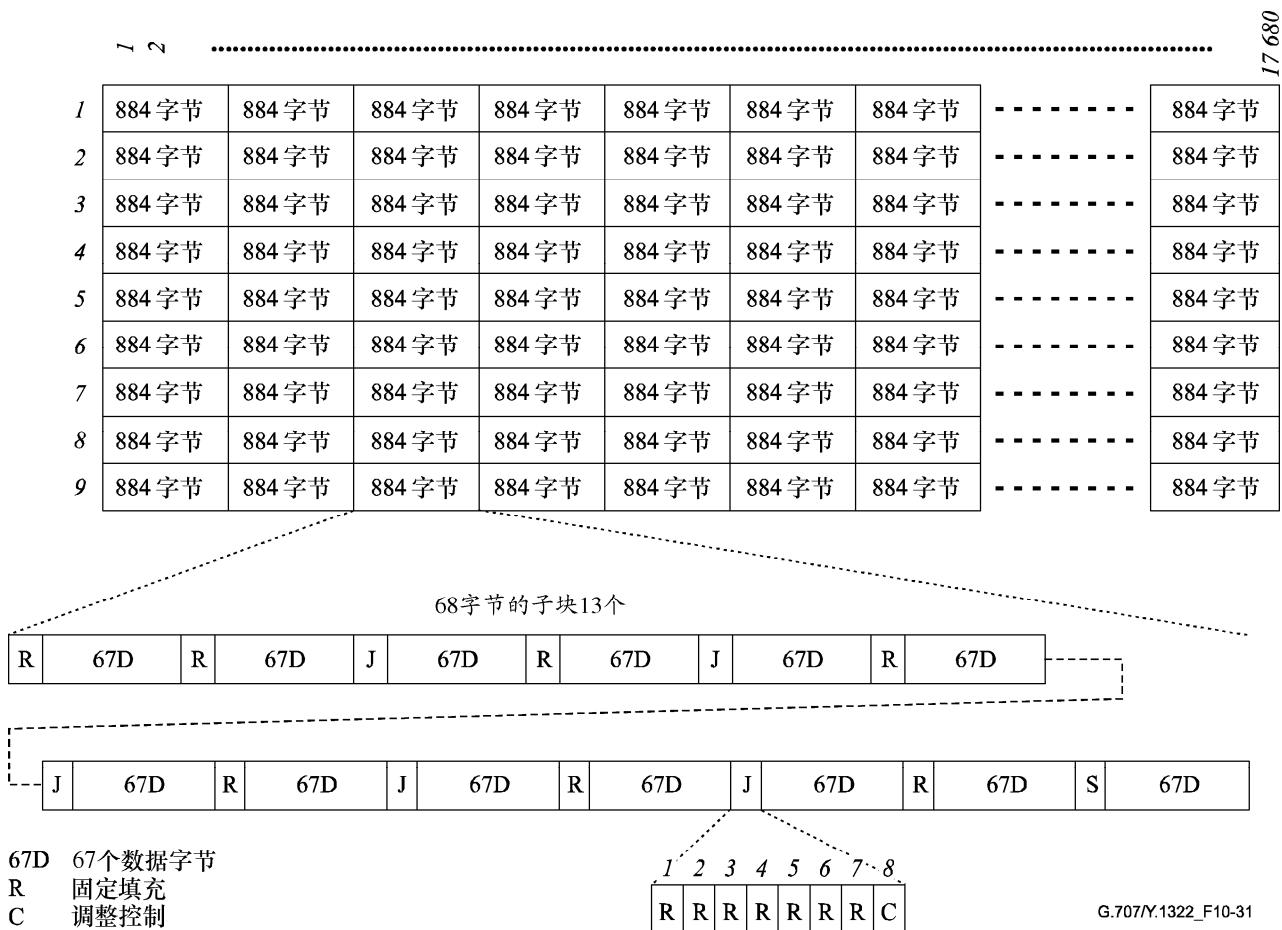


图10-31/G.707/Y.1322—ODU2映射至C-4-68c的块结构

每一字块中一组5个调整控制比特 (C)用于控制相应的负调整机会字节 (S)。CCCCC = 00000 表明S字节是一个信息字节，而CCCCC = 11111表明S字节是一个调整字节。

每一字块中一组5个调整控制比特 (C)用于控制相应的负调整机会字节 (S)。CCCCC = 00000 表明S字节是一个信息字节，而CCCCC = 11111表明S字节是一个调整字节。

在同步器处，所有5个C比特置为相同的值。在去同步器端应采用多数判决（5分之3）做出调整决定，以避免JC比特产生一两个比特的差错。

在用做调整字节时，S字节的值为全零。只要S字节用做调整字节，就要求接收机忽略该字节所含的值。

注 — 在这种映射方案中，能采用的C-4-68c与ODU2信号时钟间的最高比特率容限约为百万分之-330至+810。标称调整比率为23/79，该值约为0.291139。此处调整比率做了归一化，也就是有可能进行调整的调整机会的一个长期平均分数。

## 11 VC级联

对于那些实际上不适合进入虚拟容器标准集 (VC-3/4/2/12/11) 的有效载荷的传输可以使用VC级联。对于以下各种情形，VC级联定义为：

VC-3/4—提供要求大于一个容器-3/4容量的有效载荷的传输;

VC-2—提供要求大于一个容器-2容量的有效载荷的传输;

VC-1n—提供要求大于一个容器-1容量的有效载荷的传输;

定义级联的两种方式：相邻级联和虚拟级联。两种方式均在路径终端上提供X倍的容器n的级联带宽。差别在于路径终端之间的传输。相邻级联保持该相邻带宽从头到尾地通过整个的传输，而虚拟级联打断相邻带宽成为各自的VC，传送各自的VC并在该传输的末端重新组合这些VC成为相邻带宽。虚拟级联仅要求路径终端设备上的级联功能，而相邻级联要求每个网络元上的级联功能。

实现两种类型级联之间的转换是可能的。虚拟和相邻VC-4级联之间的转换在ITU-T G.783建议书中规定。虚拟和相邻VC-2级联之间的转换尚待进一步研究。

## 11.1 X个VC-4 (VC-4-Xc, X=4、16、64、256) 的相邻级联

VC-4-Xc提供X个容器-4的有效载荷域，如图11-1中所示。一个公共POH集位于第1列，供整个VC-4-Xc使用（例如BIP-8包含VC-4-Xc的全部 $261 \times X$ 列）。列2至X为固定填充。

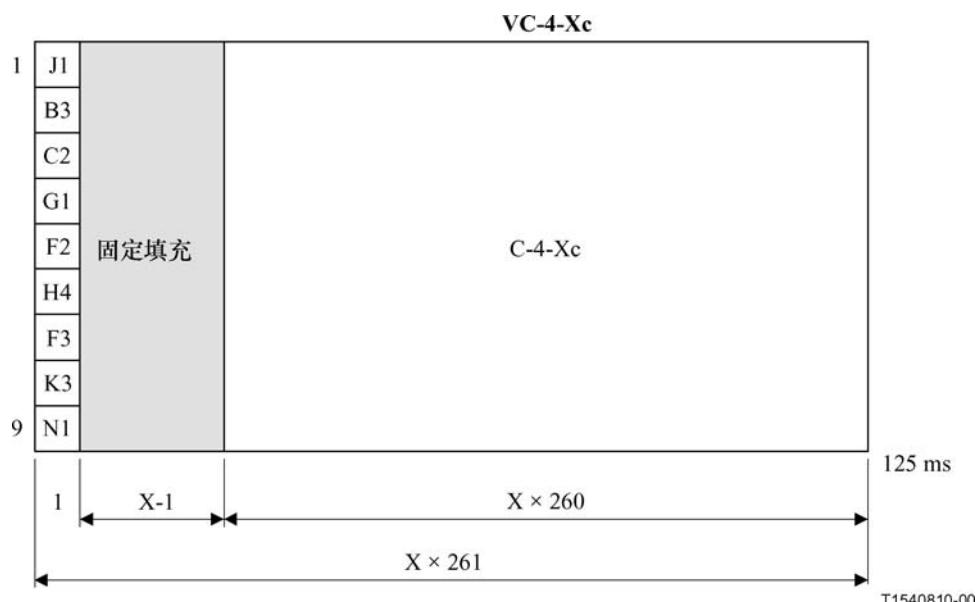


图11-1/G.707/Y.1322—VC-4-Xc结构

在STM-N信号中VC-4-Xc以X个相邻AU-4传输。VC-4-Xc的首列总之位于第一个AU-4中。这个第一个AU-4的指针指示VC-4-Xc的J1字节的位置。AU-4#2至#X的指针设置为级联指示（见图8-3）指示相邻的级联式有效载荷。对X个级联AU-4共同实施指针调整并使用 $X \times 3$ 个填充字节。

VC-4-Xc对X=4提供599040kbit/s的有效载荷容量；对X=16提供2396160kbit/s的有效载荷容量；对X=64提供9584640kbit/s的有效载荷容量；对X=256提供38338560kbit/s的有效载荷容量。

注—在点对点连接中可使用高速率VC-4-Xc而无任何限制。SDH网可能受限于VC-4-Xc（例如 $X \leq 64$ ）的某个比特速率，例如由于采用MSSPRING回叫，做为保护必须保留50%的STM-N带宽。

## 11.2 X个VC-3/4 (VC-3/4-Xv, X=1…256) 的虚拟级联

VC-3/4-Xv提供X个容器-3/4 (VC-3/4-Xc) 的相邻有效载荷域，具有 $X \times 48384/14960$ kbit/s的有效载荷容量，如图11-2和图11-3中所示。该容器被映射至X个各自的VC-3/4构成VC-3/4-Xv。每个VC-3/4有其自身的POH，如在9.3.1小节中所说明的那样。H4 POH字节供虚拟级联特定序列与复帧指示使用，如以下定义的。

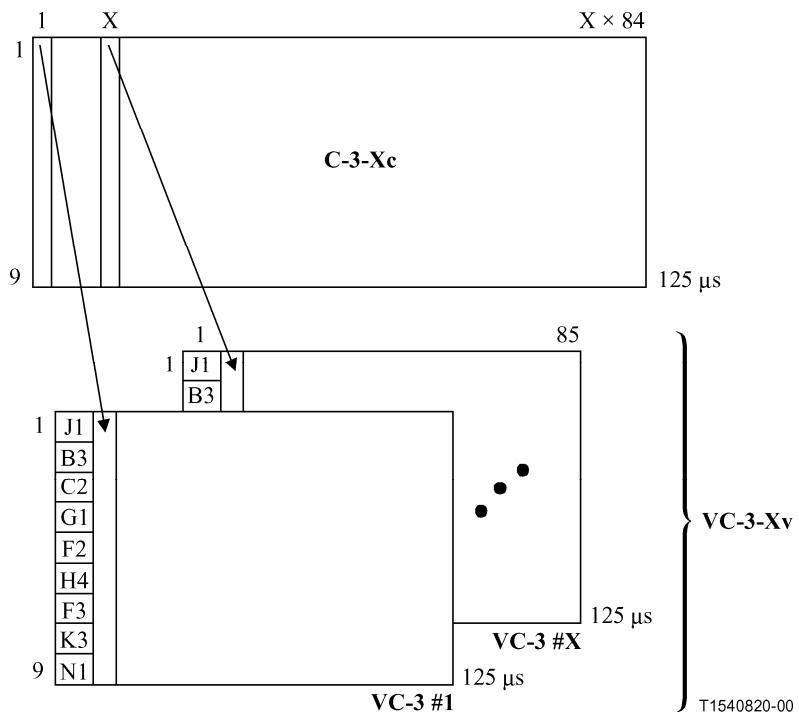


图11-2/G.707/Y.1322—VC-3/4-Xv结构

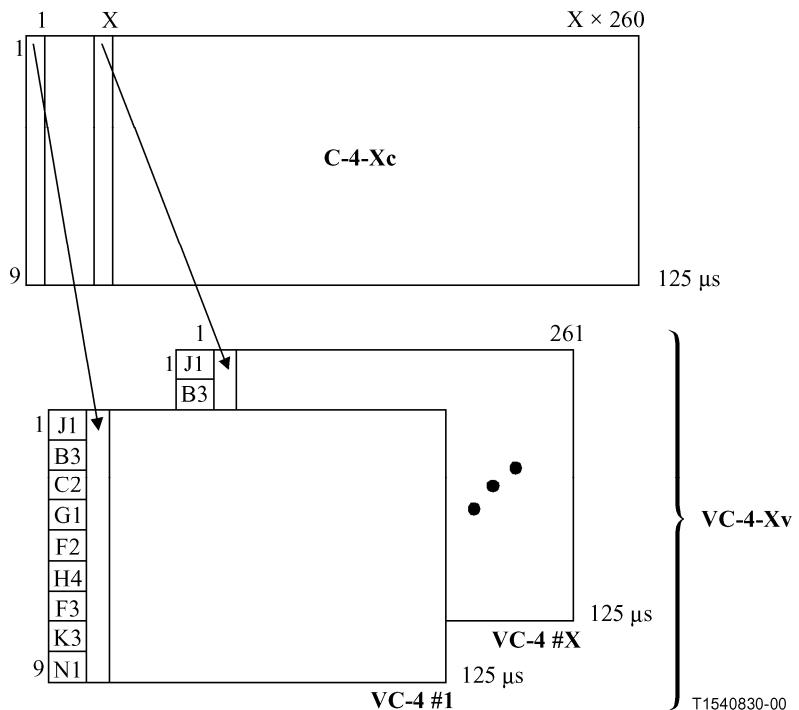


图11-3/G.707/Y.1322—VC-3/4-Xv结构

VC-3/4-Xv的每个VC-3/4被各自传输通过网络。由于VC-3/4的各种不同的传播延迟，各个VC-3/4之间将产生差分延迟。为接入到相邻的有效载荷域，该差分延迟必须被补偿并且各自的VC-3/4必须重新校准。重新校准过程必须至少覆盖125μs的差分延迟。

引进两级512ms复帧覆盖125μs及其以上的差分延迟（直至256ms）。第一级使用H4，比特5至8表示4比特复帧指示符（MFI 1）。对于每个基本帧MFI 1均应增1并且从0到15计数。对于第二级的8比特复帧指示符（MFI 2），使用第一复帧的0帧中的H4，比特1至4（MFI 2比特1-4）和1帧中的H4，比特1至4（MFI 2比特5-8）（见表11-1）。对于第一级的每个复帧MFI 2每次增1并且从0到255计数。产生的全部复帧为4096帧（=512ms）长。

表11-1/G.707/Y.1322—VC-3/4-Xv序列和复帧指示符H4编码

H4字节								第一复帧编号	第二复帧编号
比特1	比特2	比特3	比特4	比特5	比特6	比特7	比特8		
第1复帧指示符MFI1（比特1-4）									
序列指示符 MSB（比特 1-4）	1	1	1	0		14		n1	n
序列指示符 LSB（比特 5-8）	1	1	1	1		15			
第二复帧指示符 MFI 2 MSB（比特 1-4）	0	0	0	0		0			
第二复帧指示符 MFI 2 LSB（比特 5-8）	0	0	0	1		1			
备用（“0000”）	0	0	1	0		2			
备用（“0000”）	0	0	1	1		3			
备用（“0000”）	0	1	0	0		4			
备用（“0000”）	0	1	0	1		5			
备用（“0000”）	0	1	1	0		6			
备用（“0000”）	0	1	1	1		7			
备用（“0000”）	1	0	0	0		8			
备用（“0000”）	1	0	0	1		9			
备用（“0000”）	1	0	1	0		10			
备用（“0000”）	1	0	1	1		11			n+1
备用（“0000”）	1	1	0	0		12			
备用（“0000”）	1	1	0	1		13			
序列指示符 SQ MSB（比特 1-4）	1	1	1	0		14			
序列指示符 SQ LSB（比特 5-8）	1	1	1	1		15			
第二复帧指示符 MFI 2 MSB（比特 1-4）	0	0	0	0		0		n+1	n+1
第二复帧指示符 MFI 2 LSB（比特 5-8）	0	0	0	1		1			
备用（“0000”）	0	0	1	0		2			

序列指示符SQ标识序列/排序，以该序列VC-3/4-X<sub>v</sub>的各自的VC-3/4被组合构成相邻容器VC-3/4-X<sub>c</sub>如图11-4中所示。在0到(X-1)范围内，VC-3/4-X<sub>c</sub>的每个VC-3/4均有固定惟一的序列编号。传输VC-3/4-X<sub>c</sub>首时隙的VC-3/4具有序列编号0，传输VC-3/4-X<sub>c</sub>第二时隙的VC-3/4具有序列编号1，如此继续，直至传输VC-3/4-X<sub>c</sub>第X时隙的VC-3/4伴随序列编号(X-1)。对于要求固定带宽的应用而言，序列编号固定指派并且非结构式。这样允许无须使用跟踪而检测到VC-3/4-X<sub>v</sub>的组成。在H4字节的比特1至4中，使用第一复帧级的帧14(SQ比特1-4)和帧15(SQ比特5-8)传输8比特序列编号(支持X的值直至256)，如表11-1中所示。

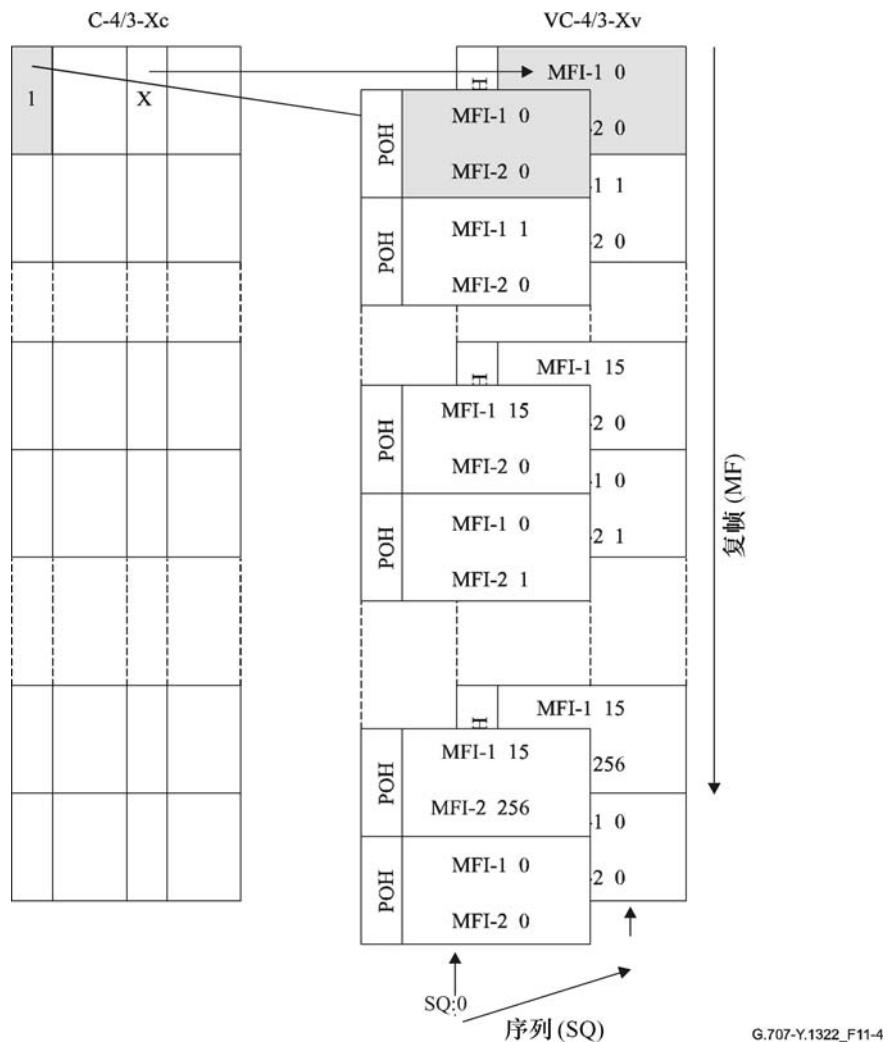


图11-4/G.707/Y.1322—VC-3/4-X<sub>v</sub>复帧和序列指示符

### 11.2.1 用于VC-n-Xv (VC-2-Xc, 年=3, 4) 的LCAS

表11-2描述了经修改的VC-3、VC-4 H4 HO虚拟级联第一复帧，如11.2节的规定。

- 帧指示符： 第一复帧和第二复帧的一种组合 [0-4095]。
- 序列指示符： 识别VCG中每一成员的编号 [0-255]。
- CTRL： LCAS控制字段，见表1/G.7042/Y.1305。
- GID： 组标识比特。
- 成员状态： 采用表11-3所示MST复帧的各别成员的状态报告。所有成员(256)的状态在64 ms内传送。
- RS-Ack： 重发序列确认比特。
- CRC： 用于快速认可虚拟级联OH的八比特CRC检验。通过采用该CRC-8，无法检测差错的概率将低于 $1.52 \times 10^{-16}$ 。CRC生成多项式为 $x^8 + x^2 + x + 1$ 。

**表11-2/G.707/Y.1322—VC-n-Xv序列和复帧指示符H4的编码**

H4字节								第一复帧 编号	第二复帧 编号		
比特1	比特2	比特3	比特4	比特5	比特6	比特7	比特8				
				第一复帧指示符MFI1 (比特 1-4)							
序列指示符 MSB (比特 1-4)				1	1	1	0	14	n-1		
序列指示符 LSB (比特 5-8)				1	1	1	1	15			
第二复帧指示符 MFI2 MSB (比特 1-4)				0	0	0	0	0			
第二复帧指示符 MFI2 LSB (比特 5-8)				0	0	0	1	1			
CTRL				0	0	1	0	2			
GID ("000x")				0	0	1	1	3			
备用("0000")				0	1	0	0	4			
备用("0000")				0	1	0	1	5			
CRC-8				0	1	1	0	6			
CRC-8				0	1	1	1	7			
成员状态 MST				1	0	0	0	8	n		
成员状态 MST				1	0	0	1	9			
0   0   0   RS_Ack	1	0		1	0			10			
备用("0000")				1	0	1	1	11			
备用("0000")				1	1	0	0	12			
备用("0000")				1	1	0	1	13			
序列指示符 SQ MSB (比特 1-4)				1	1	1	0	14			
序列指示符 SQ LSB (比特 5-8)				1	1	1	1	15			
第二复帧指示符 MFI2 MSB (比特 1-4)				0	0	0	0	0	n+1		
第二复帧指示符 MFI2 LSB (比特 5-8)				0	0	0	1	1			
CTRL				0	0	1	0	2			
0   0   0   GID	0	0		1	1			3			
备用("0000")				0	1	0	0	4			
备用("0000")				0	1	0	1	5			
C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>4</sub>	0	1	1	0	6			
C <sub>5</sub>	C <sub>6</sub>	C <sub>7</sub>	C <sub>8</sub>	0	1	1	1	7			
成员状态 MST				1	0	0	0	8			

表11-3/G.707/Y.1322—H4 VC-n-Xv成员状态

第二复帧编号	成员编号				
0, 32, 64, 96, 128, 160, 192, 224	0	1	2	3	MST 复帧
	4	5	6	7	
1, 33, 65, 97, 129, 161, 193, 225	8	9	10	11	
	12	13	14	15	
.	.	.	.	.	
	.	.	.	.	
	.	.	.	.	
30, 62, 94, 126, 158, 190, 222, 254	240	241	242	243	
	244	245	246	247	
31, 63, 95, 127, 159, 191, 223, 255	248	249	250	251	
	252	253	254	255	

注 1 — 每一 VC-n-Xv 帧报告 8 个成员的状态。256 个成员需要 32 帧，帧速率为每帧 2 ms。因此，这意味着如果只有一个返回信道的话，成员状态每 64 ms 刷新一次。

注 2 — 按照本表解释成员状态比特是以成员状态字收到的时刻第二复帧的值为基础的。对于 VC-3/4，这首先意味着第二复帧 0 至 255 的值是由 H4[1-4][0] 和 H4[1-4][1] 读出的，因此，该值被用做本表的一个指数（模 32），以便识别在紧随其后的 H4[1-4][8] 和 H4[1-4][9] 余隙中收到成员状态的那些成员。该值仍在同样的第一复帧中，只不过是在下一个控制分组中。

### 11.2.1.1 高阶控制分组

高阶控制分组的组成如下：

- MST (成员状态)字段(第一复帧#8和#9的两个余隙);
- RS-Ack (重发序列确认)比特(第一复帧#10的余隙的比特4);
- SQ (序列指示符)字段(第一复帧#14和#15的两个余隙);
- MFI2 (第二复帧指示符)(第一复帧#0和#1的两个余隙);
- CTRL (控制)字段(第一复帧#2的一个余隙);
- GID (组识别)比特(第一复帧#3的余隙的比特4);
- CRC-8字段在每一帧#6帧#7的余隙中发送。（注意，在本段中，除非另有说明，帧编号为第一复帧编号字段中知名的编号。）CRC-8字段  $C_1C_2C_3C_4C_5C_6C_7C_8$  是对整个分组进行CRC-8计算的余数。在表11-2的例子中，控制分组比特含在复帧  $n$  的帧 8...15 的 H4[1-4] 中和复帧  $n + 1$  的帧 0...7 的 H4[1-4] 中（此处复帧  $n$  和复帧  $n + 1$  是由第二复帧指示符比特表明的）。CRC-8余数的计算如下：控制分组比特的头 14 个余隙代表 55 次的多项式  $M(x)$ ，而第二复帧  $n$  的帧 8 的 H4[1] 为最高有效位，第二复帧  $n + 1$  的帧 5 的 H4[4] 为最低有效位。 $M(x)$  先乘以  $x^8$ ，然后(模2)除以生成多项式  $G(x) = x^8 + x^2 + x + 1$  以产生一个 7 次或低于 7 次的余数  $R(x)$ 。 $R(x)$  是 CRC-8 码，其中对应于  $C_1$  的  $R(x)$  的  $x^7$  为余数的最高有效位，对应于  $C_8$  的  $R(x)$  的  $x^0$  为余数的最低有效位；
- 第一复帧的所有其他余隙(#11, #12, #13, #4 and #5)为备用，应置为“0000”。

高阶控制分组从第一复帧#8开始，在下一个第一复帧#7结束，如表11-2的粗线内所示。

### 11.3 高阶VC-3 (VC-2-Xc, X=1…7) 中X个VC-2的相邻级联

VC-2-X<sub>c</sub>提供X个容器-2的有效载荷域，如图11-5中所示。一个POH的公共集，相应于第一个VC-2的POH，被用于整个的VC-2-X<sub>c</sub>（例如，BIP-2覆盖VC-2-X<sub>c</sub>的所有428×X个字节）。相应于VC-2#2到VC-2#X的POH位置为固定填充。

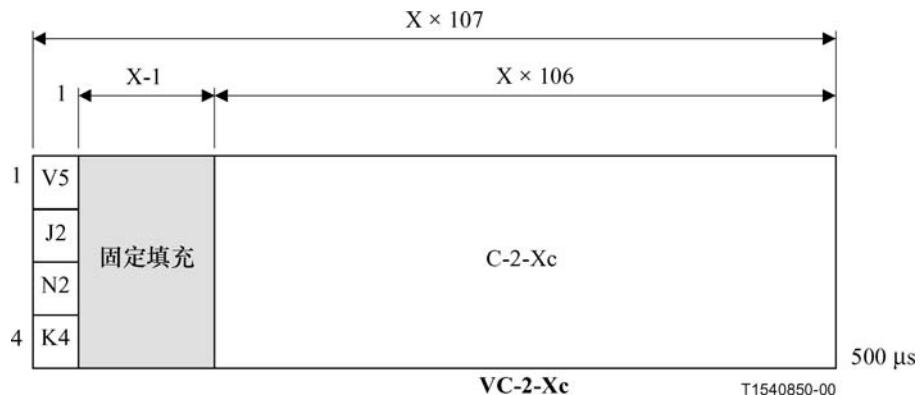


图11-5/G.707/Y.1322—VC-2-Xc结构

高阶VC-3中，VC-2-Xc位于X个相邻的TU-2中。VC-2-Xc的第一列总是位于第一个TU-2中。此第一个TU-2的指针指示VC-2-Xc的V5 POH字节的位置。TU-2#2至TU-2#X的指针被设置为级联指示（见图8-10）指示相邻级联的有效载荷。对于X个级联的TU-2共同实施指针调整并使用X个填充字节。

采用1至7之间的X可允许值，VC-2-Xc提供以6784kbit/s为步进的6 784 kbit/s至47 488 kbit/s之间的有效载荷容量。

### 11.4 X个VC-2/1的虚拟级联

VC-2/1-X<sub>v</sub>提供X个容器-2/1的有效载荷域，如图11-6、11-7及11-8中所示。该容器映射成构成VC-2/1-X<sub>v</sub>的X个单独的VC-2/1。每个VC-2/1有其自己的POH。

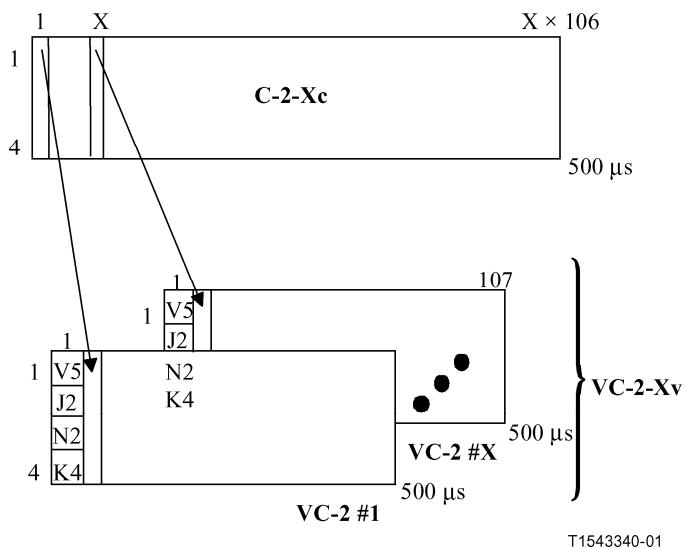


图11-6/G.707/Y.1322—VC-2/1-Xv结构

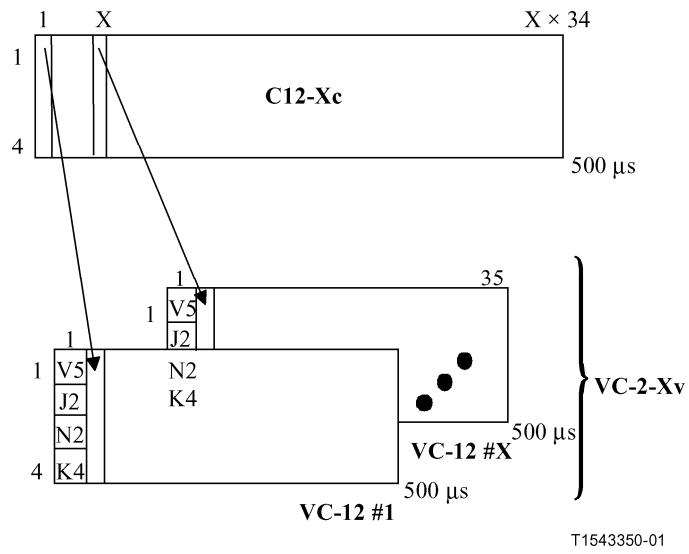


图11-7/G.707/Y.1322—VC-12-Xv结构

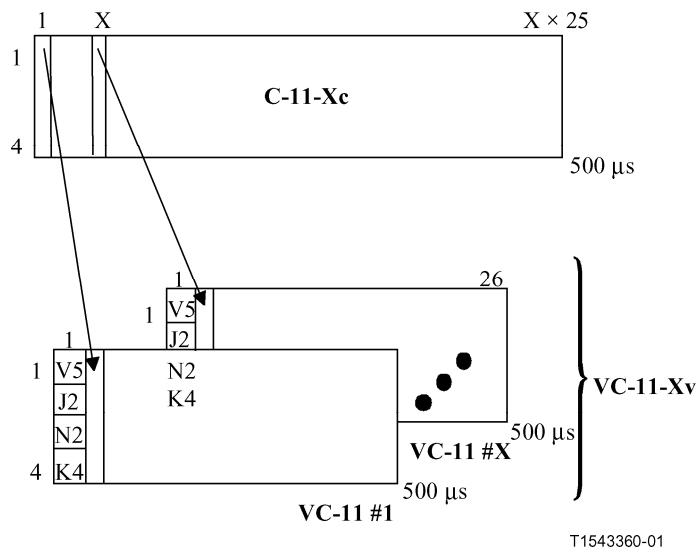


图11-8/G.707/Y.1322—C-11-Xv结构

VC-2/1-Xv的每个VC-2/1各自传输通过网络。由于各个VC-2/1之间将产生差分延迟，因此VC-2/1的排序和定位将发生改变。在终端各个VC-2/1必须重新排序和重新校准，为了重新建立相邻级联的容器。重新校准过程必须至少覆盖125 μs的差分延迟。

VC-11-Xv、VC-12-Xv及VC-2-Xv的有效载荷容量在表11-2中显示。

表11-4/G.707/Y.1322—虚拟级联VC-1n-Xv的容量

	若携载在	X	容量
VC-11-Xv	1 to 64 (Note)	1600 kbit/s to 102 400 kbit/s	1600 kbit/s
VC-12-Xv	1 to 64	2176 kbit/s to 139 264 kbit/s	2176 kbit/s
VC-2-Xv	1 to 64	6784 kbit/s to 434 176 kbit/s	6784 kbit/s

注—受限于 64 由于：

- a) 在 K4 比特 2 帧中序列指示符 6 个比特；以及
- b) 在 VC-4 中映射多于 63 个 VC-11 既不现实也未必可能。

实施属于同一虚拟级联组的各个VC-n ( $n=2/12/11$ ) 的重新校准是完全必要的。为了：

- 补偿各自VC-n所遭遇到差分延迟；
- 了解各自VC-n的单独的序列编号。

低阶VC-n POH的K4字节的比特2用于从虚拟级联信号的发送端到接收端传送实施重新校准过程位置的这一信息。32比特的系列串（32个4帧复帧上）被重新排序如图11-9。该串每16ms（32比特×500μs/比特）或每128帧重复一次。

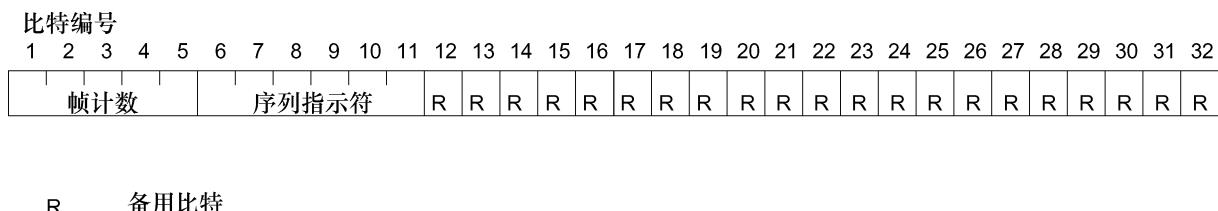


图11-9/G.707/Y.1322—K4比特2复帧

K4比特2中，LO虚拟级联信息具有图11-9中所描绘的32比特复帧。K4比特2中，LO虚拟级联信息的相位应与9.3.2.4节中描述的有关K4比特1扩展的信号标记相位相同。

注—虚拟级联的VC-1/2必须使用扩展的信号标记。否则K4比特2复帧的帧相位不能建立。

该帧由以下字段组成：

LO虚拟级联帧计数字段包含在比特1至5中。LO虚拟级联序列指示符字段包含在比特6至11中。其余的21比特保留供未来标准使用，应设置为全“0”并不为接收方所理会。

LO虚拟级联帧计数提供差分延迟的度量以32级16 ms的步进直至512 ms，其中512 ms为该复帧的长度（32×16 ms=512 ms）。

LO虚拟级联序列指示符表示序列/排序，以该序列VC-1/2-Xv的各自的VC-1/2被组合构成相邻容器VC-1/2-Xc如图11-6至11-8中所示。VC-1/2-Xv的每个VC-1/2均有范围在0到（X-1）之间的固定的唯一序列编号。传输C-1/2-Xc第一个C-1/2的VC-1/2具有序列编号0，传输C-1/2-Xc第二C-1/2的VC-1/2具有序列编号1，如此继续，直至传输C-1/2-Xc第X个C-1/2的VC-1/2伴随序列编号（X-1）。对于那些要求固定带宽的应用而言，序列编号固定指派并且非结构式。这样允许无须使用跟踪而检测到VC-1/2-Xv的组成。

### 11.4.1 低阶 LCAS, VC-m-Xv (m = 11, 12, 2)

表11-2 VC-3、VC-4 H4 HO第一11.2。

图11-10描述了经修改的K4[2] LO虚拟级联复帧，如11.4节的规定，表明了用于支持LO LCAS的控制代码。也见ITU-T G.7042/Y.1305建议书。

- 帧计数： 复帧计数器[0-31]。
- 序列指示符： 识别VCG中每一成员的编号 [0-63]。
- CTRL： LCAS控制字段，见表1/G.7042/Y.1305。
- GID： 组标识比特。
- 成员状态： 采用表11-5所示MST复帧的各别成员的状态报告。所有成员(64)的状态在128 ms内传送。
- RS-Ack： 重发序列确认比特。
- CRC： 用于快速认可虚拟级联开销的三比特CRC检验。通过采用该CRC-3，BER为 $5.32 \times 10^{-9}$ 。CRC生成多项式为 $x^3 + x + 1$ 。

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
帧指示符	序列指示符				CTRL			GID	备用"0000"			RS-Ack			成员状态				C1	C1	C3	CRC-3									

图11-10/G.707/Y.1322—支持LCAS编码的K4[2] VC-m-Xv

表11-5/G.707/Y.1322—LO LCAS VC-m-Xv 帧与成员编号关系

帧编号	成员编号								MST 复帧
0, 8, 16, 24	0	1	2	3	4	5	6	7	
1, 9, 17, 25	8	9	10	11	12	13	14	15	
2, 10, 18, 26	16	17	18	19	20	21	22	23	
3, 11, 19, 27	24	25	26	27	28	29	30	31	
4, 12, 20, 28	32	33	34	35	36	37	38	39	
5, 13, 21, 29	40	41	42	43	44	45	46	47	
6, 14, 22, 30	48	49	50	51	52	53	54	55	
7, 15, 23, 31	56	57	58	59	60	61	62	NA	
注 — 每一 VC-m-Xv 帧报告 8 个成员的状态。63 个成员需要 8 帧，帧速率为每帧 16 ms。因此，这意味着如果只有一个返回信道的话，成员状态每 128 ms 刷新一次。									

#### 11.4.1.1 低阶控制分组

低阶控制分组的组成如下：

- 复帧指示符(MFI) (5比特: 1至5);
- 序列指示符(SQ) 字段(6比特: 6至11);
- CTRL (控制)字段(4比特: 12至15);
- GID (组识别) 比特(1比特: 16);
- RS-Ack (重发序列确认)比特(1比特: 21);

- 成员状态(MST) 字段 (8比特: 22至29);
  - CRC-3字段 (3比特: 30至2)  $C_1C_2C_3$ , 是对K4[2] 比特 1...32进行CRC-3计算的余数。为了计算 CRC, 把控制分组比特1-29看做一个多项式 $M(x)$ , 其中帧1的K4[2]为 $M(x)$ 的最高有效位, 帧29的K4[2]为 $M(x)$ 的最低有效位。 $M(x)$ 先乘以 $x^3$ , 然后 (模2) 除以生成多项式 $G(x) = x^3 + x + 1$ 以产生一个2次或低于2次的余数 $R(x)$ 。 $R(x)$ 是CRC-3码, 其中对应于 $C_1$ 的 $R(x)$ 的 $x^2$ 为余数的最高有效位, 对应于 $C_3$ 的 $R(x)$ 的 $x^0$ 为余数的最低有效位;
  - 所有其他比特(#17, #18, #19 and #20)为备用, 应置为“0”。
- 低阶LCAS控制分组开始和终止于跟原来复帧同样的帧 (见图11-10)。

## 附 件 A

### STM-64和STM-256的前向纠错

#### A.1 网络基准模型

带内FEC的网络基准模型有如下特性:

- 概念上, FEC属于MS层面之下并向MS层提供“校正业务”。在中间再生器上的校正也是可能的。
- FEC覆盖并提供对AUG-N域、所有的MSOH字节和位于RSOH中的FSI字节的校正。
- FEC使用来自MSOH和RSOH的开销字节。再生器必须贯穿与FEC有关的所有RSOH字节。
- FEC插入功能必须适当地补偿B2以反映在FEC MSOH字节中的变化。FEC奇偶校验覆盖该补偿的B2字节。
- 基于B2的MS层信号恶化以及其他性能监测功能均适用于该校正数据; 这样, 使它们适合于有关业务的性能测量 (例如, 供保护性切换所使用的数据), 但是它们未给出任何有关该行的原始性能信息。
- FEC性能监测功能可以提供有关多路复用分段的原始性能的状态信息。带内FEC性能监测的使用尚待进一步研究。

#### A.2 FEC功能

##### A.2.1 码型和参数

该码是从(8191, 8152)母码中推衍出的截短的、系统化的二进制BCH码。为支持三重纠错应生成足够的奇偶校验比特。

块尺寸为以 $8 \times N/16$ 行排序的STM-N的1行 (位片) (见图A.1), 即每块 $K=4320$ 个信息比特加上39个奇偶校验比特, 即 $n=4359$ 。最小码距离=7, 即可纠错的数目为 $t=3$ 。

##### A.2.2 FEC编码器描述与算法

所使用的生成多项式为 $G(X) = G_1(X) \times G_3(X) \times G_5(x)$ 。其中:

$$G1(x) = x^{13} + x^4 + x^3 + x + 1$$

$$G3(x) = x^{13} + x^{10} + x^9 + x^7 + x^5 + x^4 + 1$$

$$G5(x) = x^{13} + x^{11} + x^8 + x^7 + x^4 + x + 1$$

FEC编码在逐行的基础上操作。码字可由以下的多项式来表示：

$$C(x) = I(x) + R(x)$$

其中：

$$I(X) = a_{4358}X^{4358} + \dots + a_{39}X^{39} \text{ 式中 } a_n \text{ (n=4358至39) 表示信息比特, 以及}$$

$$R(X) = a_{38}X^{38} + \dots + a_0 \text{ 式中 } a_n \text{ (n=38至0) 表示奇偶校验比特。}$$

在每个码块中的开销字节的首比特均为该码字的第一比特并且是 $X^{4358}$ 的系数 $a_{4358}$ 。在FEC计算中未覆盖的信息比特（见A.2.5）在FEC编码器和译码器中用0代替。

由于这是系统码，因此，该奇偶校验比特 $R(X)$ 由下式提供：

$$R(x) = I(x) \bmod G(x)$$

### A.2.3 编码器和译码器位置

编码器总是位于终结MSOH的设备传输方一侧。

在终结MSOH的带内FEC兼容设备的输入端总是存在译码器。任选地，再生器设备亦能够译码（校正），但不应再编码。

### A.2.4 FEC延迟特性

无论在何处译码，该译码延迟均不超过 $15\mu s$ 。依从此标准的设备将具有不超过 $15\mu s$ 的FEC处理延迟。在支持带内FEC的情形中，每个校正再生器设备增加的延迟均不超过 $15\mu s$ 。

### A.2.5 FEC编码中所不包括的SDH和FEC校检比特

在FEC编码中所不包括的比特和字节为：

- 所有的RSOH字节包括未定义的RSOH字节但不包括Q1字节。
- 所有的FEC奇偶校验比特。

注 — 虽然每个码字的奇偶校验比特 $R(x)$ 以信息比特 $I(x)$ 的位置传输，但它们不包括在 $I(x)$ 中；它们组成码字 $C(x)$ 的 $R(x)$ 部分。照这样， $R(x)$ 可以被校正。校正 $I(x)$ 错误的中间再生器必须在奇偶校验比特 $R(x)$ 内纠错。MS终端上的奇偶校验比特 $R(x)$ 内的纠错没有必要。

## A.3 映射至SDH帧

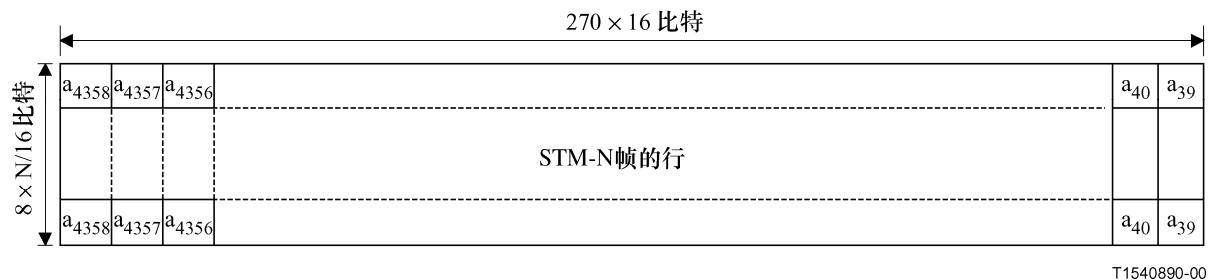
为了极小化延迟使之与维护RSOH/MSOH层的完整性相对应，FEC奇偶校验比特的MSOH和RSOH被用于限定延迟为每个编码器/译码器的延迟最大为 $30\mu s$ 。

图9-5、9-6和9-7给出对STM-N ( $N=64, 256$ ) 信号的P1和Q1奇偶校验与状态字节的配置。

### A.3.1 信息比特的位置

STM-N ( $N=64, 256$ ) 帧的9行的每一行均被等同与无关地对待。有关信息比特 $I(X)$ 的SOH与AUG-N之间不存在任何差别。

一个STM-N帧的第K行在图A.1中显示。传输顺序为逐列。该行如此分划即每个 $8 \times N/16$ 比特组成一个位片。FEC信息比特 $a_n$  ( $n=4358$ 至 $39$ ) 坐落于该图中所示的位置上。每个子行构成FEC功能的一个信息字I (X)。



图A.1/G.707/Y.1322—STM-N帧第K行中的FEC信息比特

注—对于奇偶校验R (x) 的计算，某些FEC信息比特 $a_n$ 设置为0，见A.2.5节。

8路比特交错连同BCH-3码提供STM-64与STM-256的每行24比特突发纠错能力。

### A.3.2 带内FEC奇偶校验位置

对FEC奇偶校验指派P1字节。对于STM-N的在图A.1中的每个子行，即 $8 \times N/16$ 集合存在一个奇偶校验比特集 $a_n$  ( $n=0$ 至 $38$ )。第K行的FEC奇偶校验比特集 $a_n$  ( $n=0$ 至 $38$ ) 位于SOH字节中的以下位置：

$$S(x, y, M \times 16 - n + 13 \times \text{Int}[n/13]);$$

其中STM-N第K行的x、y和奇偶校验比特n从表A.1中获取，并且

$M = 1, 2, 3, 4$  对STM-64

$M = 1, 2, \dots, 16$  对STM-256

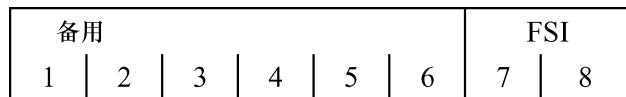
表A.1/G.707/Y.1322—第K行FEC奇偶校验an位置的x、y值

第K行	$a_n$ 位置的(x, y) 值 其中 $26 \leq n \leq 38$	$a_n$ 位置的(x, y) 值 其中 $13 \leq n \leq 25$	$a_n$ 位置的(x, y) 值 其中 $n \leq 12$
1	2.1	2.4	2.6
2	3.1	3.4	3.6
3	3.7	3.8	3.9
4	5.4	5.5	5.6
5	5.7	5.8	5.9
6	6.7	6.8	6.9
7	7.7	7.8	7.9
8	8.7	8.8	8.9
9	9.1	9.2	9.3
注—FEC奇偶校验 R (X) 不必位于与其信息比特相同的行。			

### A.3.3 状态/控制比特位置

FEC FSI携载字节位于第一Q1字节S (3、9、3) 中。

FSI为FEC状态指示符。在FEC译码端，它被用于确定FEC信息是否存在并是否允许纠错发生。FSI字节内的FSI比特位置在图A.2中给出。



图A.2/G.707/Y.1322—Q1字节(3、9、3)

#### A.3.4 FEC状态指示 (FSI)

要求FEC编码器生成FEC状态指示 (FSI) 比特以使下行译码器能够实现译码。这是为了防止下行译码器在FEC编码不存在时免于产生误纠错。

FSI比特为FSI字节内的比特7和比特8，位置见图A.2。FSI字节的其他比特备用，但被FEC所覆盖。此其余6个比特的传输缺省值应为0。FEC译码之前应校验FSI比特（7和8），但对于由校正再生器转发之前的校正，FEC块中应包括整个的FSI字节。FSI比特编码在A.6.2节中定义。

#### A.3.5 编码器和译码器上的B1计算

依照9.2.2.4节计算B1。在B1计算中包括SOH中的FEC校验字节和FSI字节。

建立在未校正信号基础之上的FEC译码之前，计算B1比特误码。B1计算给出纠错之前每个再生器分段的误差性能。

#### A.3.6 编码器和译码器上的B2计算

依照9.2.2.8节计算B2。在B2计算中不包括RSOH中的FEC码字节和FSI字节。在B2计算中包括MSOH中的FEC校验字节。换言之，为了展示正确的B2奇偶校验，必须补偿B2相应地包括FEC奇偶校验字节。

注 — 在补偿的B2奇偶校验上实施FEC编码。

建立在校正信号和B2字节基础之上的FEC译码之后，计算B2比特误码。

### A.4 带内FEC再生器功能

#### A.4.1 再生器不支持带内FEC

本建议书的本版本中，FEC正式通过之前所开发的再生器设备可能非透明地贯穿P1和Q1字节。若该信息成块状通过老式再生器设备，则作为未接收到预期的FSI字节值的后果，下行设备将不尝试校正。

#### A.4.2 无纠错再生器透明通过带内FEC

允许实施带内FEC但不实施纠错的再生器设备将毫无变化的贯穿P1和Q1字节。

### A.4.3 具有纠错的再生器

任选的，再生器设备可以实施FEC译码和校正但不实施再编码。校正后的FEC奇偶校验比特加上FSI字节将被前送。

## A.5 性能监控

### A.5.1 FEC可纠错计数

可纠错是指那些检测出的和校正的错误。

原始MS层BER可以通过FEC校正计数的辅助来计算。若实施纠错，则FEC可纠错计数将影响来自最后译码端的原始BER。

### A.5.2 FEC不可纠错计数

不可纠错是指那些检测出的但未校正的错误。这种情形的使用尚待进一步研究。

### A.5.3 FEC译码后错误计数

B2用于计算FEC译码之后在MS终端或者非侵入监控器上的错误计数。

## A.6 FEC激活与去活化

### A.6.1 FEC运行状态

#### A.6.1.1 编码器状态

存在三种运行状态：

- a) FEC开启；
- b) FEC关断有编码器延迟；
- c) FEC关断无编码器延迟。

管理层控制编码器运行状态。到达/来自状态c) 的状态转移影响数据路径延迟并将是有损的。

#### A.6.1.2 译码器状态

存在三种运行状态：

- a) FEC校正可实现；
- b) FEC校正关断有译码器延迟；
- c) FEC校正关断无译码器延迟

到达/来自状态c) 的状态转移是单独在管理层控制之下并影响数据路径延迟。因此，该转移将是有损的。状态a) 和状态b) 之间的状态转移由接收的FSI控制。

### A.6.2 FEC 状态指示 (FSI)

#### A.6.2.1 具有译码器状态的FSI交互

译码器状态a) 仅可以伴随接收的FSI“开启”状态进入。若在译码器状态a) 中运行并且接收到FSI“关断”，则译码器将进入状态b)。状态a) 和状态b) 之间的状态转移将以无损的方式发生。

### A.6.2.2 传输端FEC开启/关断状态指示生成

当编码器处于状态a)时，传输FSI=01。当编码器处于状态b)或者处于状态c)时，传输FSI=00。FSI=10和FSI=11都是无效编码器传输值。

为了允许在接收端的同步译码器切换，在编码器切换到关断（开启）之前七帧内，FSI从01转变到00或者（从00转变到01）。该编码器切换到关断（开启）起始于FSI转变之后的第8帧的首行。

### A.6.2.3 接收端FEC开启/关断状态检测

一旦接收到第三个持续的非01，FSI的开启→关断的状态转移就将检测出。一旦接收到第九个持续的“开启”值01，FSI的关断→开启的状态转移就将检测出。这将允许译码器实施自动的开启/关断切换，同时插入鲁棒性防止编码器处于关断时不正确地实施译码（并讹误比特）。

### A.6.3 具有FEC的MS-AIS交互

要求MS层终端对FEC校正之前的MSF-AIS监控。若检测出MSF-AIS，则FEC校正的禁用不迟于检测出MSF-AIS之后的后续帧的开始。

要求实施校正的再生器对校正之前的MSF-AIS监控。若检测出MSF-AIS，则FEC校正的禁用不迟于检测出MSF-AIS之后的后续帧的开始。

一旦MSF-AIS缺陷清除，则FEC校正的恢复不迟于清除MSF-AIS缺陷之后的后续帧的开始，假定FSI处于校正状态。

讹误FEC奇偶校验比特的再生器分段缺陷（例如LOS和LOF）应禁用FEC校正。未讹误FEC奇偶校验比特的再生器分段缺陷（例如J0失配）应不禁用FEC校正。

## A.7 带内FEC性能

带内FEC性能在附录X中讨论。

## 附 件 B

### CRC-7多项式算法

#### B.1 乘/除处理

特殊的CRC-7码字是先前的跟踪踪迹标识符复帧（TTI）的多项式表达式乘以 $X^7$ 然后再用生成多项式的 $X^7+X^3+1$ 去除（模2）的余项。

当用多项式表示码块的内容时，该块中的首比特。即字节1的比特1应作为最高有效位采用。类似的，C<sub>1</sub>定义为该余项的最高有效位，C<sub>7</sub>为该余项的最低有效位。

## B.2 编码程序

与2Mbit/s信号中的实例CRC-4程序相反，CRC-7码字是静态的，因为该数据是静态的（TTI代表源地址）。这意味着CRC-7校验和可在TTI复帧上预先计算。为与现存建议书保持一致，CRC-7校验和在先前的复帧上计算。理论上这意味着被装载在用于重复传送装置上的16字节串的最后一个字节应为校验和，虽然实际上这并不重要，因为TTI为静态。

编码程序如下：

- i) TTI中CRC-7比特用二进制0替代。
- ii) 其后TTI按照B.1中所提及的乘/除处理进行运算。
- iii) 从乘/除处理中产生的余项插入到CRC-7位置。

生成的CRC-7比特不影响乘/除处理的结果，因为如以上i) 中指出的，乘/除处理期间，CRC-7比特位置初始化设置为0。

## B.3 译码程序

译码程序如下：

- i) 在抽取出其CRC-7比特并用0替代之后，按照B.1中所提及的乘/除处理对接收到的TTI进行运算。
- ii) 从乘/除处理中产生的余项与接收到的CRC-7比特在逐比特的基础上进行比较
- iii) 若译码器中所计算的余项完全与所接收的CRC-7比特相对应，则确认校验的TTI无差错。

## 附 件 C

### VC-4-Xc/VC-4/VC-3串级连接监控协议：选项1

本附件描述SDH的串级连接开销层。串级连接子层是位于本建议书中规定的多路复用分段层和路径层之间的任选子层。该开销子层涉及路径层有效载荷及其开销跨越网络的可靠传输。串级连接的使用为应用指定并依载体而定。预期串级连接的原则应用将是在局间网中并且串级连接一般将不用于诸如用户接入网的应用中。

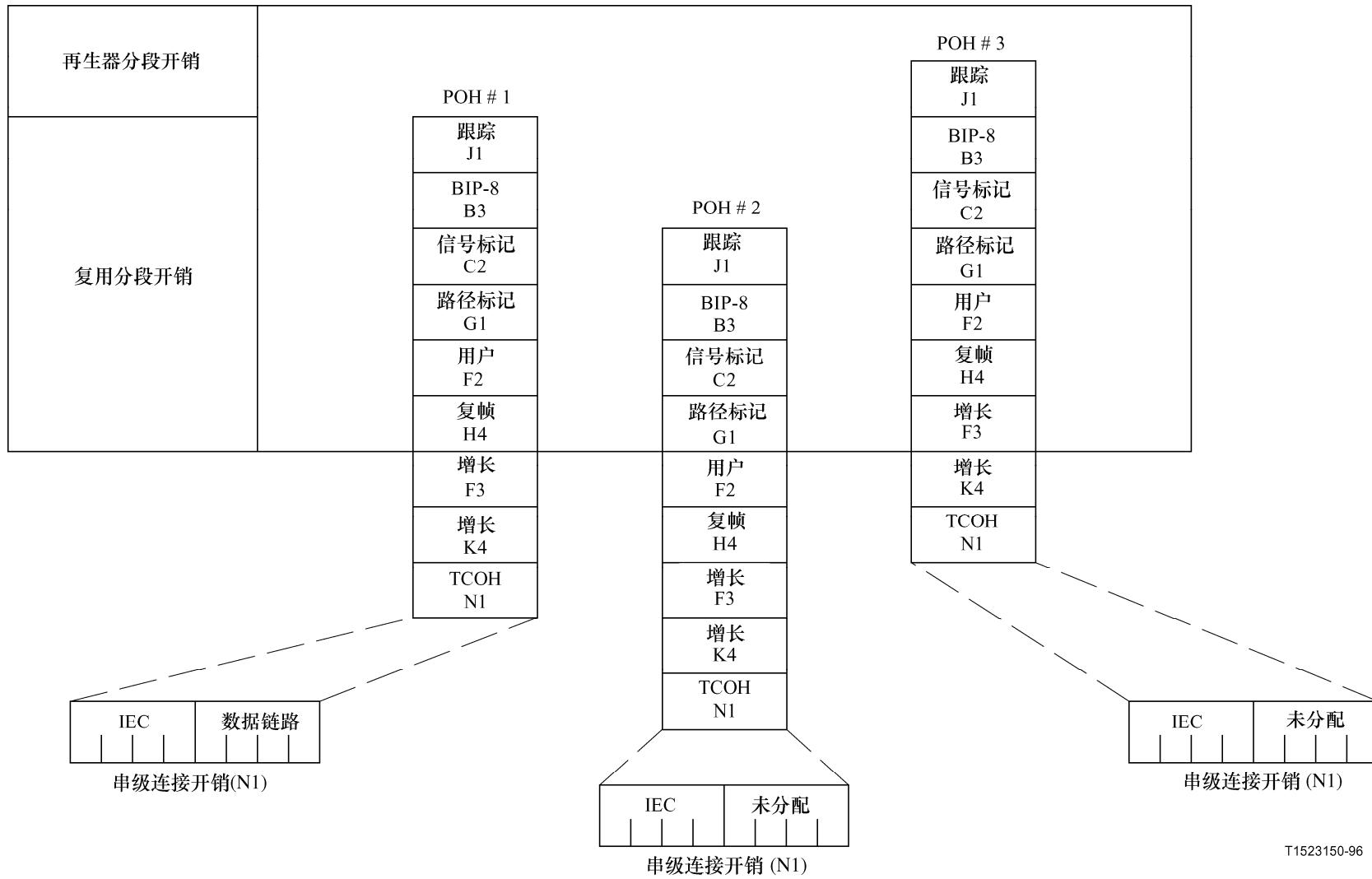
注 — TC监控可与入局信号存在一种非预期的从属关系。有关该问题的描述见附录VIII。

### C.1 串级连接开销一字节位置

在串级连接的每个HOVC的路径开销中，规定N1字节为串级连接开销（TCOH），在串级连接的每个HOVC中，该字节的比特1-4用于提供串级连接入局误差计数（IEC），它将在下文中规定。串级连接内第一个VC-n的字节N1的其余4比特用于提供端对端的数据链路。

注 — 当前考虑中的某些应用可能需要某些LAPD消息，这些消息产生于通过串级连接数据链路传送的源起TCTE端之前。这一情形尚待进一步研究。

图C.1显示3个VC-3 HO路径扎线组成的STM-1速率串级连接的串级连接开销。



图C.1/ G.707/ Y.1322—STM-1速率基于Au-3串级连接中的串级连接开销

## C.2 定义

**C.2.1 tandem connection (TC) 串级连接:** 串级连接定义为：通过一个或多个串级线路系统，与所组成的不变的HOVC有效载荷容量一起传输并维护的一群高阶VC-n。注意在支持SDH中所使用的分层开销方法时，串级连接子层处于多路复用分段层和路径开销层之间（即原始再生分段、多路复用分段、及路径功能开销分层演化成再生分段、多路复用分段、串级连接、及路径层）。

**C.2.2 tandem connection terminating element (TCTE) 串级连接终端元:** 启动/终结串级连接的单元。多路复用分段终端元 (MSTE) 或路径终端元 (PTE) 也可以是TCTE。

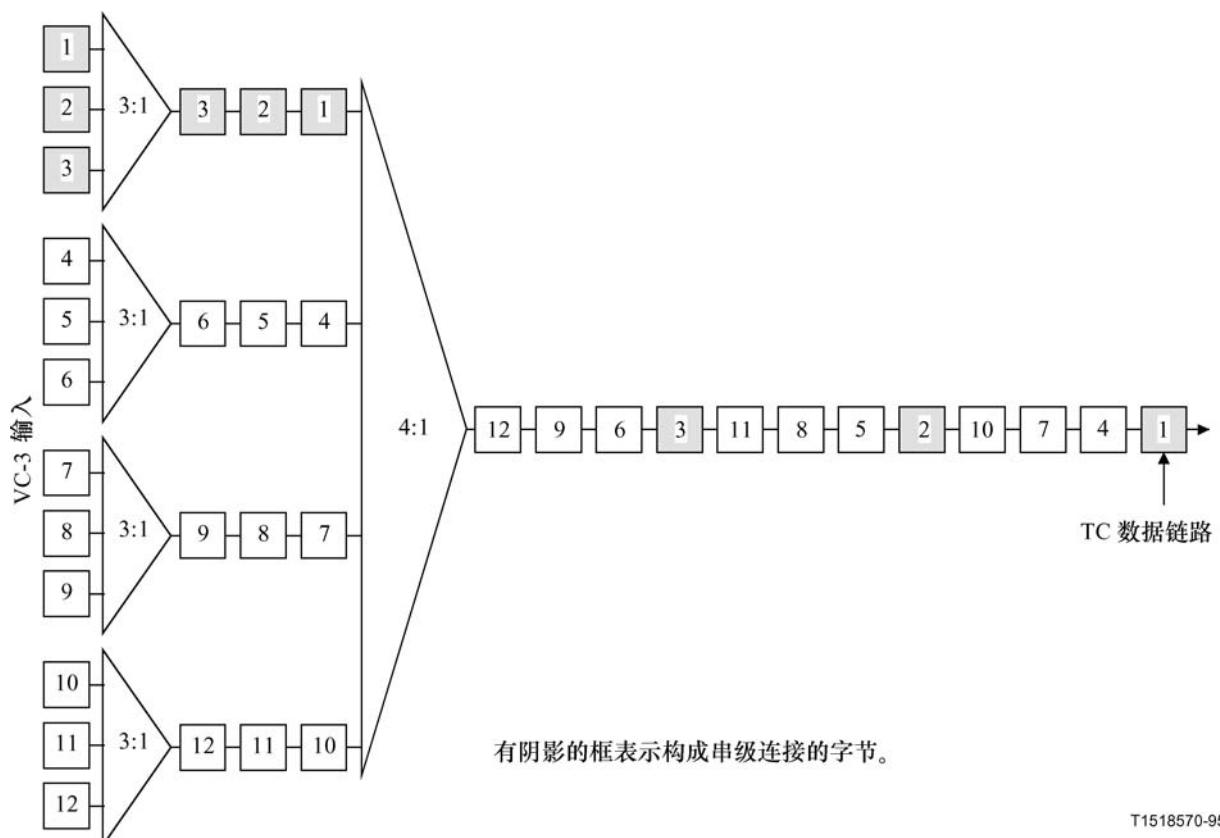
## C.3 串级连接扎线

串级连接维护可在单个高阶VC-n或在具有N个STM-1容量的一个扎线群上实施，其中N为6.3节中规定的任何可允许的SDH体系等级。所支持的扎线规模应视应用指定要求和设备发布的能力而定。以下各节描述如何实现串级连接扎线。

### C.3.1 STM-1内若干VC-3的扎线

STM-1内来自扎线VC-3的字节在STM-1等级上应是邻接的，但当交错到更高等级时是非相邻的。该扎线的第一个VC-n应包含串级连接数据链路。

图C.2说明STM-1速率串级连接的这种情况。



图C.2/G.707/Y.1322—STM-N内，STM-1速率串级连接实例

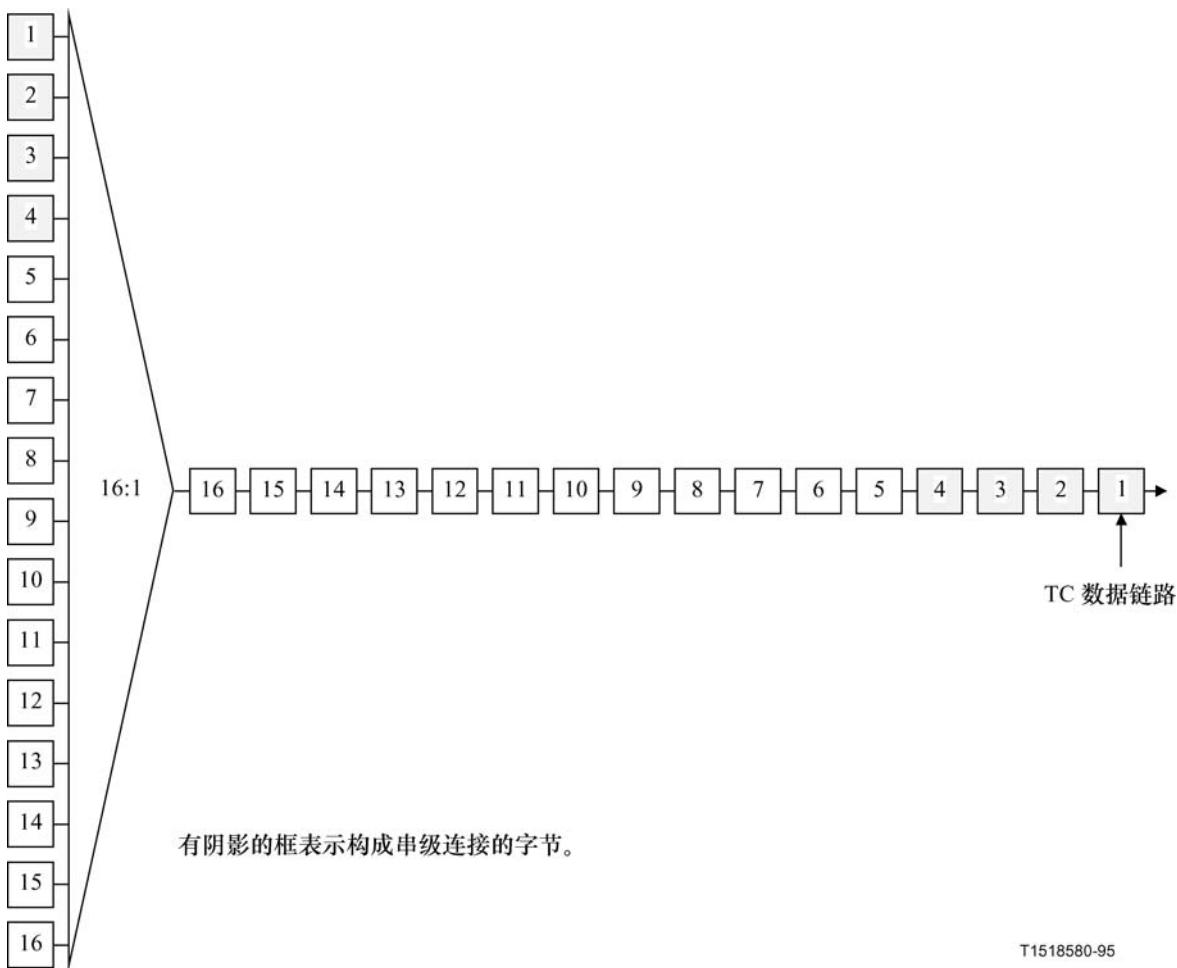
### C.3.2 STM-N (N>1) 内若干VC-3的扎线

STM-N (N为6.3节中规定的任何可允许的SDH系列等级) 内若干VC-3的扎线由多个STM-1组成。来自组成STM-N的各STM-1等级上的字节应是相邻的。串级连接的第一个HOVC应包含串级连接数据链路。

### C.3.3 串级连接扎线内容

STM-N速率 (N为6.3节中规定的任何可允许的SDH系列等级) 串级连接扎线可以携载 $3 \times N$ 个VC-3或包括一个VC-4-Xc的VC-4-Mc ( $M \leq N$ ;  $M=1, 4, 16$ ) 的组合按照8.1.7节中规定的级联机制 (例如一个STM-4串级连接可携载12个VC-3、或4个VC、或1个VC-4-4c、或2个VC-4-4c以及6个VC-3, 等)。注意VC-4-Mc应整个地包含在单个串级连接中。

图C.3说明4个VC-4组成的STM-4速率串级连接的这种情况。



图C.3/G.707/Y.1322—STM-16内STM-4速率串级连接实例

### C.3.4 高速率信号中的串级连接扎线

构成串级连接的HOVC扎线按照本建议书中规定的多路复用规程可以多路复用成高速率STM-N。

## C.4 入局误差计数 (IEC)

为了连续地评估串级连接信号的质量, 组成串级连接信号的每个HOVC的VC-n开销中的B3字节均可用于确定在该串级连接中所累积的误差数目。为了计数可能出现在串级连接源起端VC-n中的任何误差, 把在

该串级连接源起端入局VC-n中检测到的误差数目采用表C.1中给出的编码写入到下一帧的N1字节的比特1-4上。对于构成串级连接的每个VC-n均应执行该规程。

依靠（等于或高于该传输速率的）STM-M SDH线路系统、或者若干串级的SDH线路系统构成的串级连接可以携载串级连接信号通过网络，该串级连接可以在该串级连接速率等级或者更高的串级连接速率等级上组成（例如VC-3串级连接可以在VC-3速率或更高速率上交叉连接，STM-4速率上的TCB可以在STM-4速率或更高速率上交叉连接）。在终端TCTE上（串级连接的远端），每个组成串级连接的HOVC中的B3字节被再次用于计算累积的误差数目，该计算的误差数目与写入源起端IEC的误差数目之间差的数量（绝对值）用于确定每个传输的SDH帧的串级连接的误差性能。依照表C.2解释IEC字段。注意从当前帧中读出的B3字节数据和IEC两者均适用于先前帧。

在终结TCTE的出局方一侧，所有组成串级连接的HOVC的IEC（N1字节的头4比特）应设置为全0。作为缺省值，串级连接数据链路（第一个HOVC中N1的最后4个比特）亦应设置为全0。

注 — 当前考虑中的某些应用可能要求串级连接数据链路中的某些消息在超出终端TCTE的范围前送。这种情况尚待进一步研究。

未指派比特（剩余Z5字节中的最后4个比特）应毫无变化的被贯穿。其后按C.5节中规定补偿B3。

表C.1/G.707/Y.1322—IEC编码

b1	b2	b3	b4	BIP-8违反的数目
1	0	0	1	0
0	0	0	1	1
0	0	1	0	2
0	0	1	1	3
0	1	0	0	4
0	1	0	1	5
0	1	1	0	6
0	1	1	1	7
1	0	0	0	8
1	1	1	0	入局 AIS

注 — 为确保非全零 N1 字节不受入局信号状态的支配，要求 IEC 编码字段至少包含一个“1”。当检测出入局信号的 BIP-8 中无差错时，则具有全“1”的 IEC 代码被插入其内。在此方式中，在串级连接链路的尾端，对串级连接信宿使用 IEC 代码字段区分串级连接之中或之前所启动的未装载状态之间的差别是可行的。

表C.2/G.707/Y.1322—IEC代码解释

b1	b2	b3	b4	IEC代码解释
0	0	0	0	0 BIP 违反
0	0	0	1	1 BIP 违反
0	0	1	0	2 BIP 违反
0	0	1	1	3 BIP 违反
0	1	0	0	4 BIP 违反
0	1	0	1	5 BIP 违反
0	1	1	0	6 BIP 违反
0	1	1	1	7 BIP 违反
1	0	0	0	8 BIP 违反
1	0	0	1	0 BIP 违反
1	0	1	0	0 BIP 违反
1	0	1	1	0 BIP 违反
1	1	0	0	0 BIP 违反
1	1	0	1	0 BIP 违反
1	1	1	0	0 AIS 无 BIP 违反,入局
1	1	1	1	0 BIP 违反

### C.5 B3补偿

由于B3奇偶校验检测在VC-n有效载荷与路径开销（包括N1）上采取，所以在源起TCTE端写入N1将会影响路径奇偶校验的计算。若不对此种情况加以补偿，监控串级连接内的路径奇偶校验的装置（例如桥接监控器）或许不正确地计数差错。B3奇偶校验字节应总是与VC-n的当前状态相一致。因此，每当写入N1时，B3必须修正以补偿N1值的变化。由于给定帧内的B3值反映先前帧（包括那帧中的B3字节）上的奇偶校验检测，所以在对当前帧的B3补偿中还应考虑对先前帧中的B3字节所做出的改变。因此，对B3补偿应采用以下公式：

$$B3'(t) = B3(t-1) \oplus B3'(t-1) \oplus N1(t-1) \oplus N1'(t-1) \oplus B3(t)$$

其中：

- B3 入局信号中现存的B3值
- B3' (补偿后的) 新B3值
- N1 入局信号中现存的N1值
- N1' 写入N1字节中的新值（IEC加上在源起TCTE端的数据链路，或者在终结TCTE端的全“0”）。
- ⊕ 异或运算符
- t 当前帧时间
- t-1 先前帧时间

## C.6 数据链路

串级连接的第一个VC-n中的N1字节的比特5-8被指派为32kbit/s串级连接数据链路。其余VC-n的N1字节的其余4个比特未指派并且不能由TCTE改变。在串级连接数据链路上使用的信号格式由采用LAPD协议子集的消息（未编号、未确认帧）组成。

注 — 若未来的应用要求串级连接之外所生成与终结的LAPD消息传送通过串级连接数据链路，则上述情况不要求这些消息也是未编号和未确认的。

当这些LAPD消息未发送时（即数据链路空闲），LAPD标志（01111110）应连续发送。

当前，规定以下四种消息来支持串级连接维护。

- 串级连接踪迹；
- 串级连接空闲信号ID；
- 串级连接测试信号ID；
- 串级连接远端一秒性能报告消息。

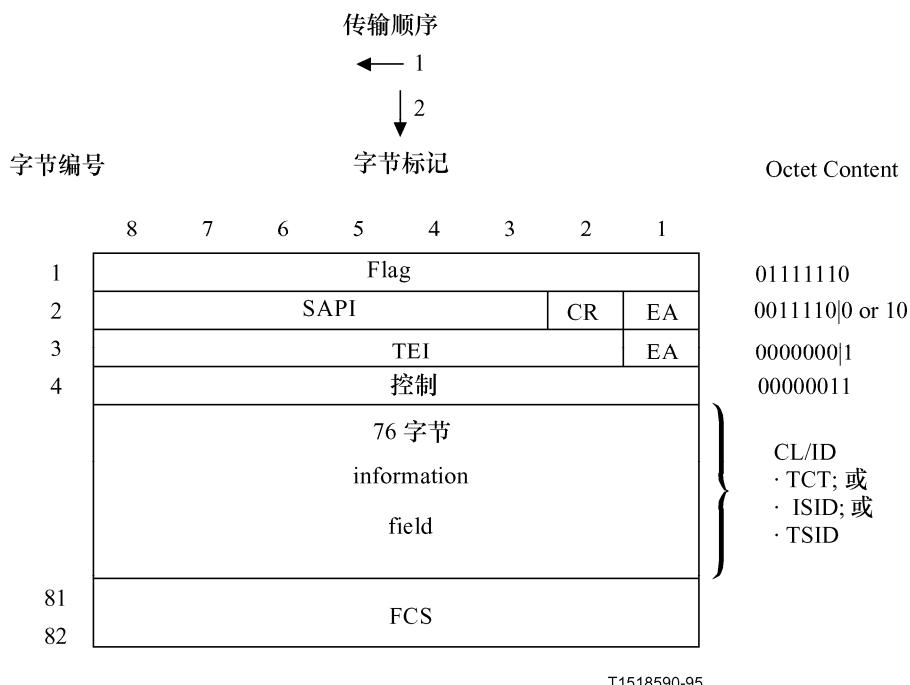
实际上，串级连接踪迹、空闲信号ID、或测试信号ID消息以每秒一次的最小速率连续传送。串级连接远端一秒性能报告消息以每秒一次的速率连续传送。

网络的运行、管理和维护可能导致在串级连接数据链路上出现以上所规定的那些消息以外的其他消息。网络终端和监控设备应能够忽略任何此类未定义的消息。此类未定义消息的使用必须不妨碍本建议书中所规定的消息的传输。对于超出该描述集范围的其他端对端消息的串级连接数据链路的使用尚待进一步研究。

### C.6.1 LAPD消息格式

LAPD消息格式使用全Q.921/LAPD能力的子集，消息结构在图C.4中显示。该消息结构是一个未编号的与未确认帧的Q.921/LAPD结构。LAPD消息源应生成FCS和供透明传输所需要的0填充。由传输端产生的0填充通过在任何5个连续1的序列之后插入一个零来阻止在Q.921/LAPD帧的起始和关闭标志之间比特中出现标志码型（01111110）。接收端去除跟随5个连续1之后的零。

对于LAPD字节与N1字节的边界重合不存在任何的要求。LAPD字节中的比特应以图C.4中显示的排序在N1字节内传输。这样，任意LAPD字节的n、n+1、n+2及n+3比特将分别装载到N1字节的比特5、6、7及8内。

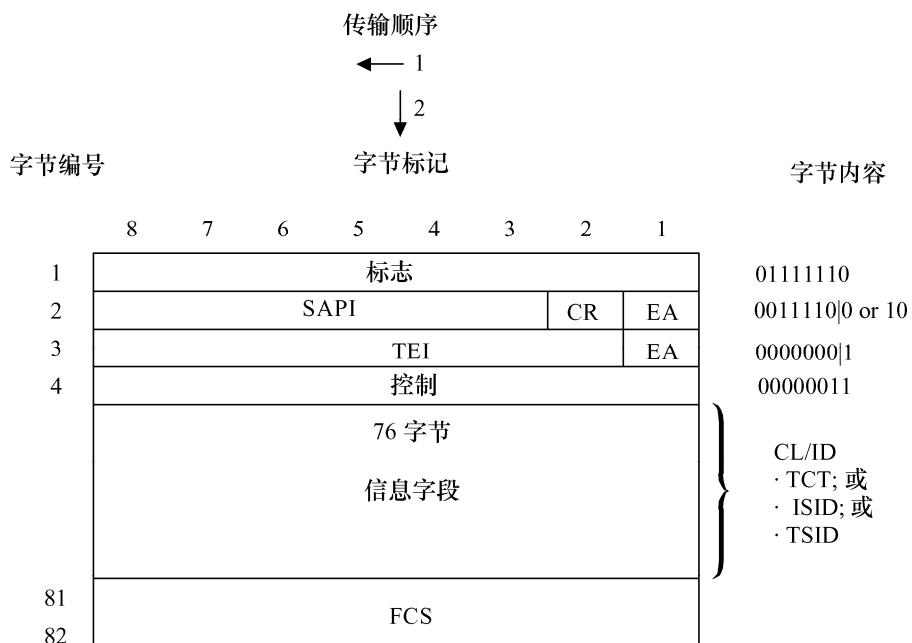


标志	说明
0111110	Interframe Fill Octet Sequence
<u>SAPI CR EA</u>	<u>说明</u>
00111100	SAPI=15, CR=0 (DTE), EA=0
00111110	SAPI=15, CR=1 (Carrier), EA=0
<u>TEI EA</u>	<u>说明</u>
00000001	TEI=0, EA=1
<u>Control</u>	<u>说明</u>
00000011	Unacknowledged Information Transfer
N octet information field	说明
Path ID Idle SIG. ID Test SIG. ID	Common Language Identifier
FCS	说明
Variable	CRC-16 Frame Check Sequence

图C.4/G.707/Y.1322—Q.921/LAPD消息结构

### C.6.2 串级连接踪迹、空闲信号和测试信号标识消息

以下讨论的串级连接标识消息须以每秒一次的最小速率发送并且将仅使用图C.4中所示的SAPI/TEI值。图C.5中显示76字节信息字段的内容并在以下节中讨论。



T1518590-95

<u>标志</u>	<u>说明</u>
01111110	帧间填充字节序列
<u>SAPI CR EA</u>	<u>说明</u>
00111100	SAPI=15, CR=0 (DTE), EA=0
00111110	SAPI=15, CR=1 (Carrier), EA=0
<u>TEI EA</u>	<u>说明</u>
00000001	TEI=0, EA=1
<u>控制</u>	<u>说明</u>
00000011	未确认信息传送
<u>N 字节 的信息 字段</u>	<u>说明</u>
路径 ID	公用语言标识符
空间信号 ID	
Test SIG. ID	
<u>FCS</u>	<u>说明</u>
可度	帧检验序列

**图C.5/G.707/Y.1322—串级连接踪迹、  
空闲信号和测试信号标识消息**

注 — 注意76字节长度的串级连接踪迹消息可以改变为64字节长度以与SDH路径踪迹 (J1字节) 相一致，一旦J1字节消息的内容 (研究之中) 标准化之后。

串级连接踪迹（TCT）、空闲信号标识（ISID）、和测试信号标识（TSID）消息均使用六个数据元组成的相同的76字节结构。每个数据元，除第一个数据元之外，均为由ASCII字符组成的定长码字。第一个数字元为一个字节长并规定所传送的标识消息的类型。随后的4个数据元标识源起该标识消息的终端设备的类型以及设备位置。最后，给出终端设备可以源起多个串级连接信号，最后的数据元标识特定的串级连接信号。

对于所有的三种消息，头5个数据元均有相同的含义，并且将首先定义。第六个数据元对于每个消息是不同的（见图C.5）。这些数据元被设计成设施网中广泛使用的调节码。

头5个数据元对所有三种标识消息是共同的，规定如下：

TYPE 类型码为一字节码用于标识特殊类型的标识消息。指定值在图C.5中显示。

EIC 设备标识码（直至10个字符）描述设备的特定部分。

LIC 位置标识码（直至11个字符）描述特定的位置。

FIC 框架标识码（直至10个字符）标识给定位置建筑内的设备所在的位置。

标识在机架内的设备位置代码（直至6个字符）。

T串级连接踪迹消息的最后数据元为性能标识码：

FI性能标识码（直至38个字符）标识特定的串级连接。

空闲信号标识消息的最后数据元为端口编号：

PORt No 端口编号是发送该空闲信号的设备端口的标示。

测试信号标识消息的最后数据元是发生器编号。

GEN No 发送该测试信号的测试信号发生器的编号。

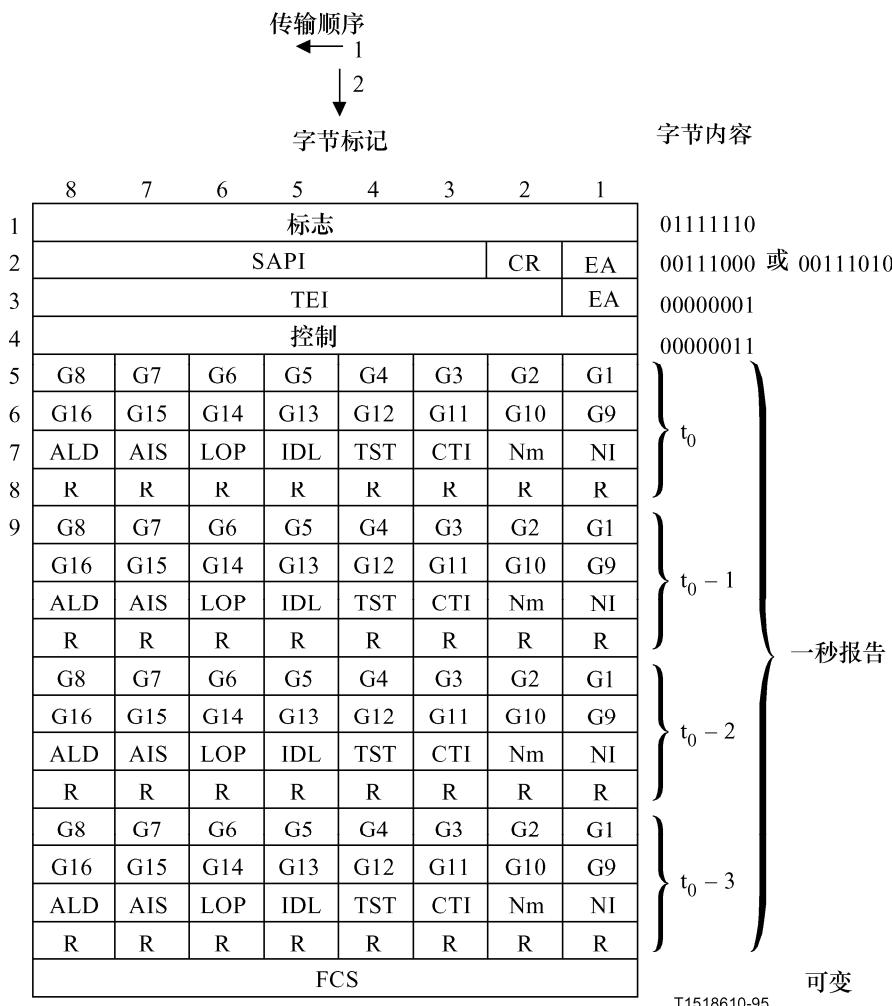
对于给定码字当不需要该数据元的全部长度时，ASCII空字符应用于指示该串的结束。数据元的剩余比特位置可以包含1、0或1和0的任意组合。

对于给定的消息在所有的数据元均不需要的那些情形中，数据元的第一个字节应包含ASCII空字符。数据元的剩余比特位置可以包含1、0或1和0的任意组合。

### C.6.3 远端性能报告消息

以下讨论的串级连接远端一秒性能报告消息应每秒发送一次并将仅使用图C.6中所示的SAPI/TE1值。一秒报告周期的相位相对于误差事件的发生是随机的，因为一秒定时不依赖于任何误差事件的发生时间。

该性能报告包含4个先前1秒间隔的每个间隔的性能信息，这种情形在图C.6中字节5至20，及依靠图C.7中的实例加以说明。事件的计数将在每个持续的1秒间隔中累积。在每个1秒间隔的末端，应增加一个模4计数器，并在 $t_0$ 字节中（图C.6中字节5至8）应设置适当的性能比特。这些字节与携载前面三个1秒间隔性能比特的字节一起构成性能报告消息。



地址                   说明  
00111000           SAPI=14, C/R=0 (用户) EA=0  
00111010           SAPI=14, C/R=1(运营商)EA=0  
00000001           TEI=0, EA=1

控制                   说明  
00000011           未确认信息传送

一秒报告           说明  
G G8               两字节串级连接差错事件计数器的LSB  
G9 G16            两字节串级连接差错事件计数器的MSB  
ALD = 1           串级连接AIS/LOP缺陷  
AIS = 1           串级连接AIS故障状态  
LOP = 1           串级连接LOP故障状态  
IDL = 1           收到串级连接空闲信号  
TST = 1           收到串级连接测试信号  
CTI = 0           差错事件计数是比特差错计数  
R = 0              保留(默认值为0)  
NmNI = 00, 01, 10, 11   一秒报告模4计数器

FCS                   说明  
可变               CRC-16帧检验序列

图C.6/G.707/Y.1322—SDH串级连接远端性能报告消息状态

	$t = t_0$	$t = t_0 + 1$	$t = t_0 + 2$	$t = t_0 + 3$
Flag	01111110	01111110	01111110	01111110
地址字节 1	00111000	00111000	00111000	00111000
地址字节 2	00000001	00000001	00000001	00000001
控制	00000011	00000011	00000011	00000011
消息字节 1	<b>11111111</b>	00000000	00000000	00000000
消息字节 2	<b>00000000</b>	00000000	00000000	00000000
消息字节 3	<b>00000000</b>	10000001	10000010	00100011
消息字节 4	<b>00000000</b>	00000000	00000000	00000000
消息字节 5	11110000	<b>11111111</b>	00000000	00000000
消息字节 6	00000000	<b>00000000</b>	00000000	00000000
消息字节 7	00000011	<b>00000000</b>	10000001	10000010
消息字节 8	00000000	<b>00000000</b>	00000000	00000000
消息字节 9	00001111	11110000	<b>11111111</b>	00000000
消息字节 10	00000000	00000000	<b>00000000</b>	00000000
消息字节 11	00000010	00000011	<b>00000000</b>	10000001
消息字节 12	00000000	00000000	<b>00000000</b>	00000000
消息字节 13	00000000	00001111	11110000	<b>11111111</b>
消息字节 14	00000000	00000000	00000000	<b>00000000</b>
消息字节 15	00000001	00000010	00000011	<b>00000000</b>
消息字节 16	00000000	00000000	00000000	<b>00000000</b>
FCS 字节 1	xxxxxxxx	xxxxxxxx	xxxxxxxx	xxxxxxxx
FCS 字节 2	xxxxxxxx	xxxxxxxx	xxxxxxxx	xxxxxxxx

注

- |                 |                 |                      |
|-----------------|-----------------|----------------------|
| $t = t_0 - 3$ : | 串级连接差错计数=0;     | 所有其他参数=0; $N(t) = 1$ |
| $t = t_0 - 2$ : | 串级连接差错计数=15;    | 所有其他参数=0; $N(t) = 2$ |
| $t = t_0 - 1$ : | 串级连接差错计数=240;   | 所有其他参数=0; $N(t) = 3$ |
| $t = t_0$ :     | 串级连接差错计数=255;   | 所有其他参数=0; $N(t) = 0$ |
| $t = t_0 + 1$ : | 检测到 AIS/LOP 缺陷; | 所有其他参数=0; $N(t) = 1$ |
| $t = t_0 + 2$ : | 检测到 AIS/LOP 缺陷; | 所有其他参数=0; $N(t) = 2$ |
| $t = t_0 + 3$ : | 检测到 LOP 故障;     | 所有其他参数=0; $N(t) = 3$ |

图C.7/G.707/Y.1322—SDH串级连接远端性能报告消息状态的实例

### C.6.3.1 远端性能报告消息的若干要素

性能异常、缺陷、故障及状态条件的出现指示串级连接上的总传输质量。将被检测与报告的串级连接异常、缺陷、故障及状态条件是：

- 串级连接误差事件；
- 串级连接AIS/LOP缺陷；
- 串级连接AIS故障；

- 串级连接LOP故障;
- 串级连接空闲信号接收的条件;
- 串级连接测试信号接收的条件;
- 串级连接计数类型指示符（CTI）。

这些串级连接事件和条件在以下各节中定义。

#### **C.6.3.2 串级连接误差事件**

串级连接误差事件通过使用B3字节计算的将在串级连接末端接收的该计算的误差数目与组成该串级连接的每个信号的串级连接开销（即N1字节的比特1-4）中包含的入局误差计数相比较而检出。IEC字段的解释依照表C.2。

#### **C.6.3.3 串级连接AIS/LOP缺陷**

AU-n AIS缺陷和AU-n LOP缺陷在ITU-T G.783建议书中规定。在组成该串级连接的至少一个信号中出现两种缺陷之一就构成串级连接AIS/LOP缺陷。

#### **C.6.3.4 串级连接AIS故障**

在一个周期T内，其中T为 $2.5 \pm 0.5$ 秒，若组成该串级连接的至少一个信号中AU-n AIS缺陷存在，则宣称串级连接AIS故障。

#### **C.6.3.5 串级连接LOP故障**

在一个周期T内，其中T为 $2.5 \pm 0.5$ 秒，若组成该串级连接的至少一个信号中AU-n LOP缺陷存在，则宣称串级连接LOP故障。

#### **C.6.3.6 串级连接空闲信号接收的条件**

在串级连接的末端当检出有效的串级连接空闲信号时，则串级连接空闲信号接收的条件存在。

#### **C.6.3.7 串级连接测试信号接收的条件**

在串级连接的末端当检出有效的串级连接测试信号时，则串级连接测试信号接收的条件存在。

#### **C.6.3.8 串级连接计数类型指示符**

串级连接计数类型指示符设置为0指示该串级连接IEC包含先前一秒间隔中检测出的比特差错（非块差错）数目的计数。

### **C.6.4 特定载体应用**

出于与串级连接或SDH网的保障和维护有关的考虑，载体或许要求使用串级连接数据链路。此类使用可以引起串级连接数据链路上数据吞吐量的中断、延迟或降低，但不会妨碍以上所定义的LAPD消息的适时传输。

以上所定义的LAPD消息应由构造该串级连接信号的源起终端（TCTE）来构造并插入到数据链路上，而不管它是否为载体（CR=1）或是DTE（CR=0）的终端。该消息应无任何变化地交付给汇集串级连接信号信息有效载荷的TCTE。

## C.7 入局信号故障的处理

在包括AU-n指针在内的整个AU-n中，AU-n（n=3, 4）AIS被指定为全1。由于AIS期间AU-n指针无效，所以HOVC POH不能接入。若不作以下的改变，信号故障期间串级连接开销将丢失。

当串级连接的原始端（源起TCTE）入局信号上存在故障时，指针应在串级连接内重新建立（为了定位该串级连接开销）。串级连接内应设置新的入局信号故障（ISF）指示符以指示该串级连接之前存在一个信号故障，并在串级连接的末端将AU-n AIS插入到适当的信号中。

以下各节分别讨论串级连接之前和之中出现的信号故障的处理。

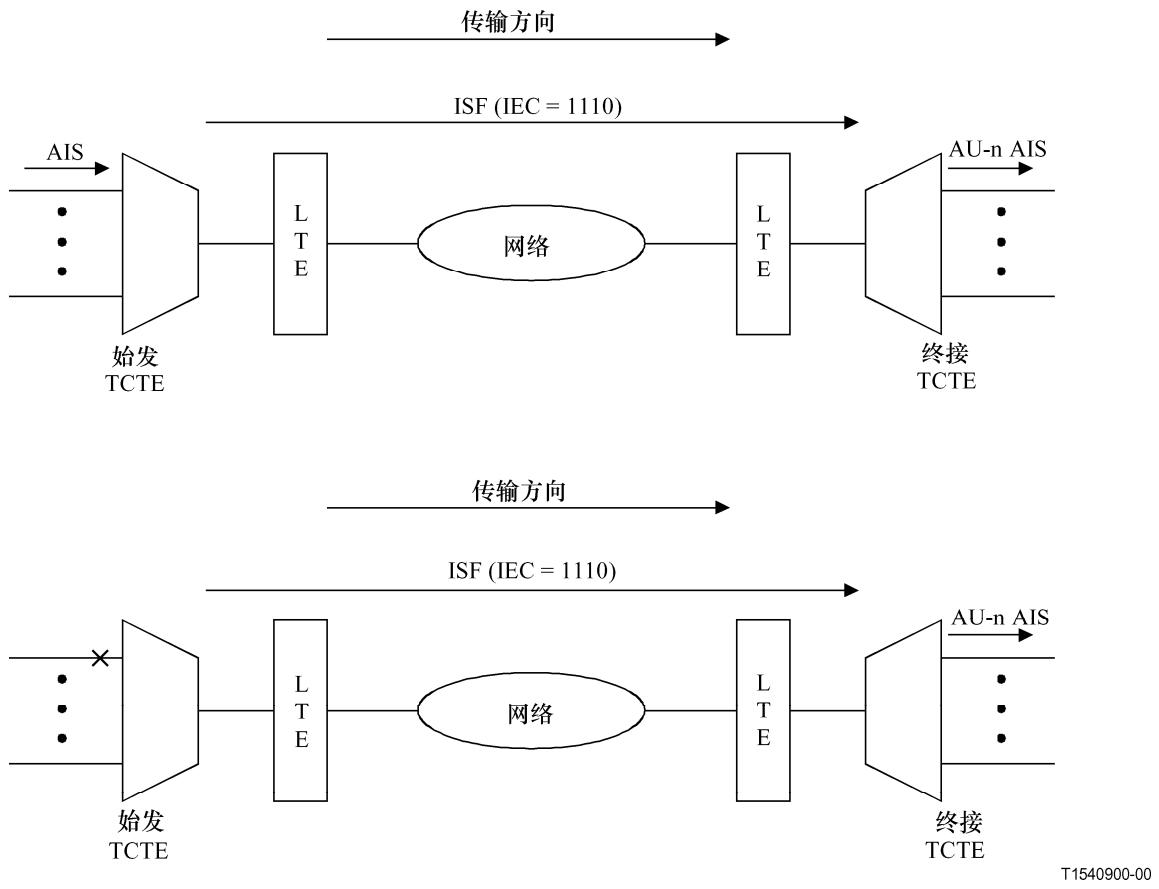
### C.7.1 串级连接之前信号故障

图C.8说明具有入局信号故障的串级连接。对于从左至右的传输，当在源起TCTE的入局AU-n上存在信号故障时，TCTE将在H1、H2和H3中插入有效的指针值。采用该指针值，源起TCTE间隔将定位B3和TCOH。入局误差计数14（1110）将被写入IEC（TCOH的比特1-4），并且仅对第一个HOVC，将数据链路写入TCOH的比特5至8。HOVC的余项，B3除外，将写入全1。为了提供先前帧上的偶校验应计算B3。

串级连接内，不必进行任何特别的处理。带有信号故障进入的AU-n将在串级连接内具有有效指针（由源起TCTE端插入）。串级连接内的再生分段和/或多路复用分段终端设备将会见到有效指针并且将像它们携载业务量那样处理信号。

在串级连接的末端，终结TCTE端将把14的IEC值解释为入局信号故障（ISF）指示。当接收到ISF指示时，终结TCTE端将在适当的出局信号中插入AU-n AIS。对于串级连接误差计算而言，9到13和15的ISF值将被解释为无入局差错（IEC=0）。

注 — 9到13和15的IEC值保留待未来标准化使用。

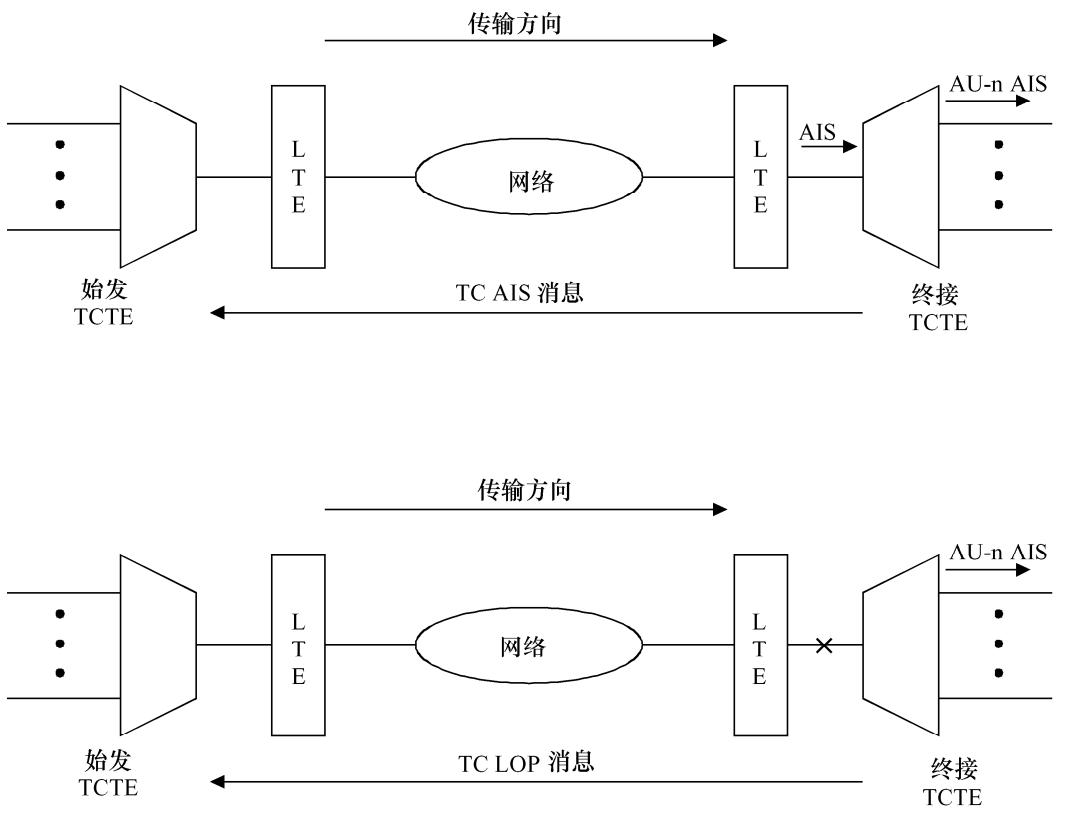


图C.8/G.707/Y.1322—带有入局信号故障的串级连接

### C.7.2 串级连接内的信号故障

图C.9说明串级连接内的信号故障。对于这些信号故障不需要任何特定的处理。串级连接内的再生分段和/或多路复用分段终端设备将响应信号故障。若在终结TCTE端接收AU-n AIS，则它将指示串级连接内的信号故障。

**注** — 如上讨论的，源起TCTE端之前的信号故障将由该源起TCTE端变换为ISF。因此，在终结TCTE端上的AU-n AIS指示串级连接内的信号故障。



图C.9/G.707/Y.1322—串级连接内的信号故障

### C.8 串级连接空闲信号

串级连接空闲信号定义为伴随所有组成的信号标志均设置为“未装载”（C2=00），并且在串级连接数据链路上具有有效的空闲信号ID消息（见C.6节）。

### C.9 串级连接测试信号

串级连接测试信号定义为具有有效串级连接测试信号ID的任何有效串级连接信号。

## 附 件 D

### VC-4-Xc/VC-4/VC-3串级连接监控协议：选项2

注—TC监控可与入局信号存在一种非预期的从属关系。有关该问题的描述见附录VIII。

#### D.1 N1字节结构

指派N1字节供相邻接级联的VC-4-Xc、VC-4和VC-3等级的串级连接监控使用。N1字节的结构在表D.1中给出。

- 比特1-4用作为入局误差计数（IEC）；该编码在表D.2中给出。
- 比特5用作为串级连接的TC-REI指示串级连接内字节的误差块。

- 比特6用作为OEI指示该出口VC-n内的误差块。
- 比特7-8在76复帧中用作为：
  - 串级连接的接入点标识符（TC-API）；它符合9.2.2.2节中给出的通用16字节串格式；
  - TC-RDI，指示给远端在近端串级连接信宿上检测出串级连接内的缺陷；
  - ODI，指示给远端由于在串级连接之前或之中检出缺陷，在TC信宿上将AU/TU-AIS插入到出口AU-n/TU-n中；
  - 备用的容量（供未来标准化之用）。

复帧的结构在表D.3和表D.4中给出

**表D.1/G.707/Y.1322—N1字节结构**

b1	b2	b3	b4	b5	b6	b7	b8
IEC				TC-REI	OEI	TC-API, TC-RDI ODI, 备用	

**表D.2/G.707/Y.1322—IEC编码**

b1	b2	b3	b4	BIP-8违反的数目
1	0	0	1	0
0	0	0	1	1
0	0	1	0	2
0	0	1	1	3
0	1	0	0	4
0	1	0	1	5
0	1	1	0	6
0	1	1	1	7
1	0	0	0	8
1	1	1	0	入局 AIS

注 — 为确保非全零 N1 字节不受入局信号状态的支配，要求 IEC 编码字段至少包含一个“1”。当检测出入局信号的 BIP-8 中无差错时，则具有全“1”的 IEC 代码被插入其内。在此方式中，在串级连接链路的尾端对串级连接信宿使用 IEC 代码字段区分串级连接之中或之前所启动的未装载状态之间的差别是可行的。

**表D.3/G.707/Y.1322—b7-b8复帧结构**

帧号#	比特7与比特8定义
1-8	帧定位信号: 1111 1111 1111 1110
9-12	TC-API 字节#1 [ 1 C <sub>1</sub> C <sub>2</sub> C <sub>3</sub> C <sub>4</sub> C <sub>5</sub> C <sub>6</sub> C <sub>7</sub> ]
13-16	TC-API 字节#2 [ 0 X X X X X X X ]
17-20	TC-API 字节#3 [ 0 X X X X X X X ]
:	:
:	:
:	:
65-68	TC-API 字节#15 [ 0 X X X X X X X ]
69-72	TC-API 字节#16 [ 0 X X X X X X X ]
73-76	TC-RDI, ODI 和备用 (见表 D.4)

**表D.4/G.707/Y.1322—b7-b8复帧结构的#73-#76帧的结构**

TC-RDI、ODI和备用的容量		
帧号#	b7定义	b8定义
73	备用 (缺省值=“0”)	TC-RDI
74	ODI	备用 (缺省值=“0”)
75	备用 (缺省值=“0”)	备用 (缺省值=“0”)
76	备用 (缺省值=“0”)	备用 (缺省值=“0”)

## D.2 串级连接源上的TCM功能

- 在TC源，若无任何有效的AU-n/TU-n进入串级连接，则插入一个有效指针。这将导致如6.2.4.1.4节中所述的VC-AIS信号的插入，IEC设置为“入局AIS”码（见表D.2）。
- 若有效的AU-n/TU-n进入串级连接，则将对包括B3在内的先前帧中的VC-n的每个字节的各个比特n进行偶数BIP-8校验计算，并且将其结果与从当前帧中所恢复出的B3字节相比较，确定到达串级连接源的BIP-8违反数目。该值编码成比特1至4，如表D.2中所示。
  - 在上述两种情形中，比特4-8依照表D.1、表D.3和表D.4进行装配和传输。若在相反方向的相关TC信宿上检测出相应的异常或缺陷，则比特TC-REI、TC-RDI、OEI、ODI设置为“1”。
  - 依照D.4节中所述的算法补偿BIP-8。

注 — 若未装载的或监视未装载的信号进入串级连接，则采用非全零值来改写N1和B3字节。

## D.3 串级连接信宿上的TCM功能

- 若无任何有效的AU-n/TU-n到达TC信宿，则宣称串级连接内产生相应的缺陷。相反方向中的TC-RDI和ODI比特将设置为1并且将AU/TU-AIS插入到出口AU-n/TU-n中。

- 若在TC信宿上有效的AU-n/TU-n存在，则监控N1字节：
  - “全零” N1字节指示串级连接内的中断和误连接。在此情形相反方向中的TC-RDI和ODI比特将设置为1并且将AU/TU-AIS插入到出口AU-n/TU-n中。
  - 恢复比特7和比特8中的复帧并解释其内容。若未发现复帧，则相反方向中的TC-RDI和ODI比特将设置为1并且将AU/TU-AIS插入到出口AU-n/TU-n中。
  - 恢复TC-API并且将其与预期的TC-API相比较。在失配的情况下，相反方向中的TC-RDI和ODI比特将设置为1并且将AU/TU-AIS插入到出口AU-n/TU-n中。
  - 依照表D.5解释IEC字段

“入局AIS”码指示串级连接之前已经出现缺陷。在此情形中仅将相反方向中的ODI比特设置为1，并且将AU/TU-AIS插入到出口AU-n/TU-n中。

对包括B3在内的先前帧中的VC-n的每个字节的各个比特n进行偶数BIP-8校验计算，并且将其结果与从当前帧中恢复出的字节B3相比较确定BIP违反的数目。一旦确定的BIP违反数目大于0，就将相反方向中的OEI比特设置为1。此外，再将该值与从当前帧的IEC中检索出的BIP违反数目相比较。若该差值不为零，则宣称串级连接内产生误差块并在相反方向中标示TC-REI比特。

若TU/AU-AIS未被串级连接信宿插入，则N1字节设置为全零，并依照D.4中所描述的算法补偿BIP。

表D.5/G.707/Y.1322—IEC代码解释

b1	b2	b3	b4	IEC代码解释
0	0	0	0	0 BIP 违反
0	0	0	1	1 BIP 违反
0	0	1	0	2 BIP 违反
0	0	1	1	3 BIP 违反
0	1	0	0	4 BIP 违反
0	1	0	1	5 BIP 违反
0	1	1	0	6 BIP 违反
0	1	1	1	7 BIP 违反
1	0	0	0	8 BIP 违反
1	0	0	1	0 BIP 违反
1	0	1	0	0 BIP 违反
1	0	1	1	0 BIP 违反
1	1	0	0	0 BIP 违反
1	1	1	0	0 BIP 违反, 入局 AIS
1	1	1	1	0 BIP 违反

#### D.4 BIP-8补偿

由于BIP-8奇偶校验检测在VC-n（包括N1）上采取，所以在TC源或TC信宿上写入N1将影响VC-4-Xc/VC-4/VC-3路径奇偶校验计算。因为BIP-8奇偶校验总应与VC-n的当前状态相一致，所以每次N1字节修正必须补偿BIP。由于给定帧的BIP-8值反映先前帧上的奇偶校验检测，因此在对当前帧的BIP-8的补偿中也必须考虑先前帧中BIP-8所发生的变化。因此，应使用以下公式供BIP-8的各个比特补偿之用：

$$B3[i]'(t) = B3[i](t-1) \oplus B3[i]''(t-1) \oplus N1[i](t-1) \oplus N1[i]''(t-1) \oplus B3[i](t)$$

其中：

B3[i] 入局信号中现存的B3[i]值

B3[i]'' （补偿后的）新B3[i]值，

N1[i] 入局信号中现存的N1[i]值，

N1[i]'' 写入N1[i]字节中的新值。

⊕ 异或运算符，

t 当前帧时间，

t-1 先前帧时间。

## 附 件 E

### VC-2/VC-1串级连接监控协议

#### E.1 N2字节结构

指派N2供VC-2、VC-12及VC-11等级的串级连接监控使用。N2字节结构在表E.1中给出。

- 比特1-2用作为串级连接的偶数BIP-2校验。
- 比特3固定为“1”。这可确保TC源上N2的内容不全为零。这使串级连接信宿上未装载的或监视未装载的信号检测成为可能，而无须进一步的OH字节监控需求。
- 比特4用作为“入局AIS”指示符。
- 比特5用作为串级连接的TC-REI指示串级连接内产生的误差块。
- 比特6用作为OEI指示该出口VC-n内的误差块。
- 比特7-8在76复帧中用作为：
  - 串级连接的接入点标识符（TC-API）；它符合9.2.2.2节中给出的通用16字节串格式；
  - TC-RDI，指示给远端在近端串级连接信宿上已检测出串级连接内的缺陷；
  - ODI，指示给远端由于在串级连接之前或之中检出缺陷，在TC信宿上将TU-AIS插入到出口AU-n/TU-n中；
  - 备用的容量（供未来标准化之用）。

复帧的结构在表E.2和表E.3中给出。

**表E.1/G.707/Y.1322—N2字节结构**

b1	b2	b3	b4	b5	b6	b7	b8
BIP-2	"1"	入局 AIS	TC-REI	OEI	TC-API, TC-RDI ODI, 备用		

**表E.2/G.707/Y.1322—b7-b8复帧结构**

帧号#	比特7与比特8定义
1-8	帧定位信号: 1111 1111 1111 1110
9-12	TC-API 字节#1 [ 1 C <sub>1</sub> C <sub>2</sub> C <sub>3</sub> C <sub>4</sub> C <sub>5</sub> C <sub>6</sub> C <sub>7</sub> ] ]
13-16	TC-API 字节#2 [ 0 X X X X X X X X ]
17-20	TC-API 字节#3 [ 0 X X X X X X X X ]
:	:
:	:
:	:
65-68	TC-API 字节#15 [ 0 X X X X X X X X ]
69-72	TC-API 字节#16 [ 0 X X X X X X X X ]
73-76	TC-RDI, ODI 和备用 (见表 E.3)

**表E.3/G.707/Y.1322—b7-b8复帧结构的#73-#76帧的结构**

TC-RDI、ODI和备用的容量		
帧号#	b7定义	b8定义
73	备用 (缺省值=“0”)	TC-RDI
74	ODI	备用 (缺省值=“0”)
75	备用 (缺省值=“0”)	备用 (缺省值=“0”)
76	备用 (缺省值=“0”)	备用 (缺省值=“0”)

## E.2 串级连接源上的TCM功能

- 在TC源，若无任何有效的TU-n进入串级连接，则插入一个有效指针。这将导致如6.2.4.1.4节中所述的VC-AIS信号的插入并将比特4设置为“1”。偶数BIP-2校验计算将在插入的VC-AIS信号上进行并写入N2字节的比特1-2。
- 在串级连接源上，如果有效的TU-n正在进入串级连接，则偶数BIP-2校验计算将在入局有效VC-n上或插入的VC-AIS信号上进行并写入N2字节的比特1-2。
  - 在上述两种情形中，比特4-8依照表E.1、表E.2和表E.3进行装配和传输。  
若在相反方向的相关TC信宿上检测出相应的异常或缺陷，则比特TC-REI、TC-RDI、OEI、ODI设置为“1”。
  - 依照E.4中所描述的算法补偿原始BIP-2。

注 — 若未装载的或监视未装载的信号进入串级连接，则采用非全零值来改写N2和V5字节。

### E.3 串级连接信宿上的TCM功能

若无任何有效的TU-n在TC信宿中存在，则宣称串级连接内产生缺陷，并且TC-RDI与ODI状态适用。输出串级连接插入TU-AIS。

若有效的TU-n在TC信宿中存在，则监控N2字节：

- “全零” N2字节指示串级连接内的中断和误连接。在此情形中相反方向中的TC-RDI和ODI比特将设置为1并且将TU-AIS插入到出口TU-n中。
- 接收的N2字节的比特4设置为“1”指示串级连接之前缺陷已经发生。在此情形中，相反方向中的TC-RDI和ODI比特将设置为1并且将TU-AIS插入到出口TU-n中。
- 恢复比特7和比特8中的复帧并解释其内容。若未发现复帧，则相反方向中的TC-RDI和ODI比特将设置为1并且将TU-AIS插入到出口TU-n中。
- 恢复TC-API并且将其与所预期的TC-API相比较。在失配的情况下，相反方向中的TC-RDI和ODI比特将设置为1并且将TU-AIS插入到出口TU-n中。

对包括V5在内的先导VC-n的每个字节的各个比特对进行偶数BIP-2计算并且将其结果与从V5字节中检索出的BIP-2相比较。若其差值不为零指示VC-n已经恶化并将相反方向中的OEI比特设置为“1”。此外，将实际的BIP-2与从N2字节中检索出的BIP-2相比较。若其差值不为零指示串级连接内的VC-n已经恶化并将相反方向中的TC-REI比特设置为“1”。

在串级连接信宿上若未插入TU-AIS，则N2字节设置为全零，并依照E.4中描述的算法补偿BIP。

### E.4 BIP-2补偿

由于BIP-2奇偶校验检测在VC-n（包括N2）上采取，所以在TC源或TC信宿上写入N2将影响VC-2/VC-12/VC-11路径奇偶校验计算。若不加以补偿，则BIP-2的误差监控机制将恶化。因为奇偶校验总应与VC-n的当前状态相一致，所以每次N2字节修正必须补偿BIP。由于给定帧的BIP-2值反映先前帧上的奇偶校验检测，因此，对当前帧的BIP-2的补偿中也必须考虑先前帧中BIP-2所发生的变化。因此，应使用以下公式供BIP-2的各个比特补偿之用：

$$\begin{aligned} V5[1]'(t) &= V5[1](t-1) \\ &\oplus V5[1]'(t-1) \\ &\oplus N2[1](t-1) \oplus N2[3](t-1) \oplus N2[5](t-1) \oplus N2[7](t-1) \\ &\oplus N2[1]'(t-1) \oplus N2[3]'(t-1) \oplus N2[5]'(t-1) \oplus N2[7]'(t-1) \\ &\oplus V5[1](t) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V5[2]'(t) &= V5[2](t-1) \\ &\oplus V5[2]'(t-1) \\ &\oplus N2[2](t-1) \oplus N2[4](t-1) \oplus N2[6](t-1) \oplus N2[8](t-1) \\ &\oplus N2[2]'(t-1) \oplus N2[4]'(t-1) \oplus N2[6]'(t-1) \oplus N2[8]'(t-1) \\ &\oplus V5[2](t) \end{aligned}$$

其中：

- V5[i] 入局信号中现存的V5 [i]值  
V5[i]' = (补偿后的) 新V5 [i]值  
N2[i] 入局信号中现存的N2[i]值  
N2[i]' 写入N2[i]比特的新值  
 $\oplus$  异或运算符,  
t 当前帧时间  
t-1 先前帧时间。

## 附 件 F

### VC-4-64c内10 Gbit/s以太网的传送

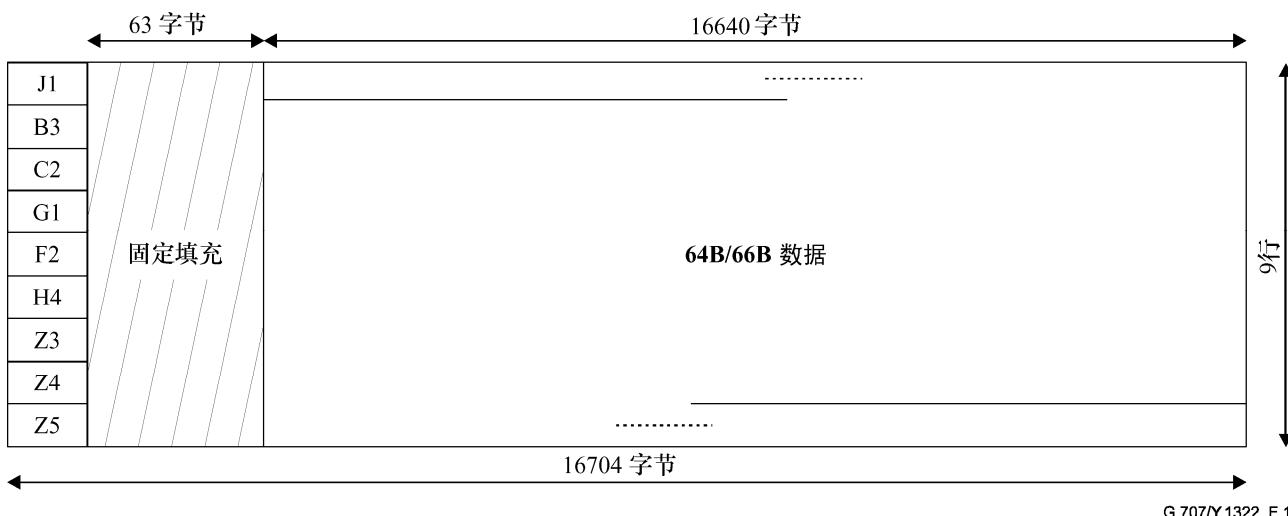
在IEEE 802.3ae中，IEEE规定了10 Gbit/s以太网WAN接口。该接口基本上就是STM-64，采用 VC-4-64c，以太网MAC采用64B/66B编码映射至VC-4-64c (见IEEE 802.3ae第49和第50节)。对开销字节的使用施加了某些限制(见IEEE 802.3ae第50节)。另外，10 Gbit/s以太网WAN信号要求不同的时钟精度(见附录XII)。

#### F.1 以太网MAC采用64B/66B编码映射至VC-4-64c

按照IEEE 802.3ae第49.2.4节的规定，以太网MAC数据采用64B/66B编码。64B/66B编码的连续数据流映射至VC-4-64c的有效载荷区，如图F.1所示。该映射与以太网数据块和分组边界无关。**为了适应IEEE 802.3与SDH的不同编号方案，采用了比特重加标记程序(见IEEE 802.3ae第49.1.4.5和第50.3.1节)。**

**C2路经标记应置为“1A”，见表9-11的规定。**

**注意，该映射不同于以太网MAC帧采用GFP映射至VC-4-64c (见第10.6节和ITU-T G.7041/Y.1303建议书)。**



图F.1/G.707/Y.1322—映射至VC-4-64c的64B/66B编码以太网MAC

## 附录 I

### VC-4内TU-2地址与列编号之间的关系

以下表I.1显示VC-4内TU-2地址与列编号之间的关系。

表I.1/G.707/Y.1322—VC-4内TU-2地址与列编号之间的关系

TU-2地址			TU-2列编号											
K	L	M	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1	0	10	31	52	73	94	115	136	157	178	199	220	241
1	2	0	13	34	55	76	97	118	139	160	181	202	223	244
1	3	0	16	37	58	79	100	121	142	163	184	205	226	247
1	4	0	19	40	61	82	103	124	145	166	187	208	229	250
1	5	0	22	43	64	85	106	127	148	169	190	211	232	253
1	6	0	25	46	67	88	109	130	151	172	193	214	235	256
1	7	0	28	49	70	91	112	133	154	175	196	217	238	259
2	1	0	11	32	53	74	95	116	137	158	179	200	221	242
2	2	0	14	35	56	77	98	119	140	161	182	203	224	245
2	3	0	17	38	59	80	101	122	143	164	185	206	227	248
2	4	0	20	41	62	83	104	125	146	167	188	209	230	251
2	5	0	23	44	65	86	107	128	149	170	191	212	233	254
2	6	0	26	47	68	89	110	131	152	173	194	215	236	257
2	7	0	29	50	71	92	113	134	155	176	197	218	239	260
3	1	0	12	33	54	75	96	117	138	159	180	201	222	243
3	2	0	15	36	57	78	99	120	141	162	183	204	225	246
3	3	0	18	39	60	81	102	123	144	165	186	207	228	249
3	4	0	21	42	63	84	105	126	147	168	189	210	231	252
3	5	0	24	45	66	87	108	129	150	171	192	213	234	255
3	6	0	27	48	69	90	111	132	153	174	195	216	237	258
3	7	0	30	51	72	93	114	135	156	177	198	219	240	261

## 附录 II

### VC-4内TU-12地址与列编号之间的关系

以下表II.1显示VC-4内TU-12地址与列编号之间的关系。

表II.1/G.707/Y.1322—VC-4内TU-12地址与列编号之间的关系

TU-12地址			TU-12列编号			
K	L	M	1	2	3	4
1	1	1	10	73	136	199
1	1	2	31	94	157	220
1	1	3	52	115	178	241
1	2	1	13	76	139	202
1	2	2	34	97	160	223
1	2	3	55	118	181	244
1	3	1	16	79	142	205
1	3	2	37	100	163	226
1	3	3	58	121	184	247
1	4	1	19	82	145	208
1	4	2	40	103	166	229
1	4	3	61	124	187	250
1	5	1	22	85	148	211
1	5	2	43	106	169	232
1	5	3	64	127	190	253
1	6	1	25	88	151	214
1	6	2	46	109	172	135
1	6	3	67	130	193	256
1	7	1	28	91	154	217
1	7	2	49	112	175	238
1	7	3	70	133	196	259
2	1	1	11	74	137	200
2	1	2	32	95	158	221
2	1	3	53	116	179	242
2	2	1	14	77	140	203
2	2	2	35	98	161	224
2	2	3	56	119	182	245
2	3	1	17	80	143	206
2	3	2	38	101	164	227
2	3	3	59	122	185	248
2	4	1	20	83	146	209
2	4	2	41	104	167	230

表II.1/G.707/Y.1322—VC-4内TU-12地址与列编号之间的关系

TU-12地址			TU-12列编号			
2	4	3	62	125	188	251
2	5	1	23	86	149	212
2	5	2	44	107	170	233
2	5	3	65	128	191	254
2	6	1	26	89	152	215
2	6	2	47	110	173	236
2	6	3	68	131	194	257
2	7	1	29	92	155	218
2	7	2	50	113	176	239
2	7	3	71	134	197	260
3	1	1	12	75	138	201
3	1	2	33	96	159	222
3	1	3	54	117	180	243
3	2	1	15	78	141	204
3	2	2	36	99	162	225
3	2	3	57	120	183	246
3	3	1	18	81	144	207
3	3	2	39	102	165	228
3	3	3	60	123	186	249
3	4	1	21	84	147	210
3	4	2	42	105	168	231
3	4	3	63	126	189	252
3	5	1	24	87	150	213
3	5	2	45	108	171	234
3	5	3	66	129	192	255
3	6	1	27	90	153	216
3	6	2	48	111	174	237
3	6	3	69	132	195	258
3	7	1	30	93	156	219
3	7	2	51	114	177	240
3	7	3	72	135	198	261

### 附录 III

#### VC-4内TU-11地址与列编号之间的关系

以下表III.1显示VC-4内TU-11地址与列编号之间的关系。

表III.1/G.707/Y.1322—VC-4内TU-11地址与列编号之间的关系

TU-11地址			TU-11列编号		
K	L	M	1	2	3
1	1	1	10	94	178
1	1	2	31	115	199
1	1	3	52	136	220
1	1	4	73	157	241
1	2	1	13	97	181
1	2	2	34	118	202
1	2	3	55	139	223
1	2	4	76	160	244
1	3	1	16	100	184
1	3	2	37	121	205
1	3	3	58	142	226
1	3	4	79	163	247
1	4	1	19	103	187
1	4	2	40	124	208
1	4	3	61	145	229
1	4	4	82	166	250
1	5	1	22	106	190
1	5	2	43	127	211
1	5	3	64	148	232
1	5	4	85	169	253
1	6	1	25	109	193
1	6	2	46	130	214
1	6	3	67	151	135
1	6	4	88	172	256
1	7	1	28	112	196
1	7	2	49	133	217
1	7	3	70	154	238
1	7	4	91	175	259
2	1	1	11	95	179
2	1	2	32	116	200
2	1	3	53	137	221
2	1	4	74	158	242
2	2	1	14	98	182
2	2	2	35	119	203

表III.1/G.707/Y.1322—VC-4内TU-11地址与列编号之间的关系

TU-11地址			TU-11列编号		
2	2	3	56	140	224
2	2	4	77	161	245
2	3	1	17	101	185
2	3	2	38	122	206
2	3	3	59	143	227
2	3	4	80	164	248
2	4	1	20	104	188
2	4	2	41	125	209
2	4	3	62	146	230
2	4	4	83	167	251
2	5	1	23	107	191
2	5	2	44	128	212
2	5	3	65	149	233
2	5	4	86	170	254
2	6	1	26	110	194
2	6	2	47	131	215
2	6	3	68	152	236
2	6	4	89	173	257
2	7	1	29	113	197
2	7	2	50	134	218
2	7	3	71	155	239
2	7	4	92	176	260
3	1	1	12	96	180
3	1	2	33	117	201
3	1	3	54	138	222
3	1	4	75	159	243
3	2	1	15	99	183
3	2	2	36	120	204
3	2	3	57	141	225
3	2	4	78	162	246
3	3	1	18	102	186
3	3	2	39	123	207
3	3	3	60	144	228
3	3	4	81	165	249
3	4	1	21	105	189
3	4	2	42	126	210
3	4	3	63	147	231
3	4	4	84	168	252
3	5	1	24	108	192

表III.1/G.707/Y.1322—VC-4内TU-11地址与列编号之间的关系

TU-11地址			TU-11列编号		
3	5	2	45	129	213
3	5	3	66	150	234
3	5	4	87	171	255
3	6	1	27	111	195
3	6	2	48	132	216
3	6	3	69	153	237
3	6	4	90	174	258
3	7	1	30	114	198
3	7	2	51	135	219
3	7	3	72	156	240
3	7	4	93	177	261

## 附录 IV

VC-3内TU-2地址与列编号之间的关系

以下表IV.1显示VC-3内TU-2地址与列编号之间的关系。

表IV.1/G.707/Y.1322—VC-3内TU-2地址与列编号之间的关系

TU-2地址		TU-2列编号											
L	M	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	0	2	9	16	23	30	37	44	51	58	65	72	79
2	0	3	10	17	24	31	38	45	52	59	66	73	80
3	0	4	11	18	25	32	39	46	53	60	67	74	81
4	0	5	12	19	26	33	40	47	54	61	68	75	82
5	0	6	13	20	27	34	41	48	55	62	69	76	83
6	0	7	14	21	28	35	42	49	56	63	70	77	84
7	0	8	15	22	29	36	43	50	57	64	71	78	85

## 附 录 V

### VC-3内TU-12地址与列编号之间的关系

以下表V.1显示VC-3内TU-12地址与列编号之间的关系。

表V.1/G.707/Y.1322—VC-3内TU-12地址与列编号之间的关系

TU-12地址		TU-12列编号			
L	M	1	2	3	4
1	1	2	23	44	65
1	2	9	30	51	72
1	3	16	37	58	79
2	1	3	24	45	66
2	2	10	31	52	73
2	3	17	38	59	80
3	1	4	25	46	67
3	2	11	32	53	74
3	3	18	39	60	81
4	1	5	26	47	68
4	2	12	33	54	75
4	3	19	40	61	82
5	1	6	27	48	69
5	2	13	34	55	76
5	3	20	41	62	83
6	1	7	28	49	70
6	2	14	35	56	77
6	3	21	42	63	84
7	1	8	29	50	71
7	2	15	36	57	78
7	3	22	43	64	85

## 附录 VI

### VC-3内TU-11地址与列编号之间的关系

以下表VI.1显示VC-3内TU-11地址与列编号之间的关系。

表VI.1/G.707/Y.1322—VC-3内TU-11地址与列编号之间的关系

TU-11地址		TU-11列编号		
L	M	1	2	3
1	1	2	30	58
1	2	3	31	59
1	3	5	33	61
1	4	7	35	63
2	1	4	32	60
2	2	12	40	68
2	3	18	46	74
2	4	24	52	80
3	1	6	34	62
3	2	13	41	69
3	3	19	47	75
3	4	25	53	81
4	1	8	36	64
4	2	14	42	70
4	3	20	48	76
4	4	26	54	82
5	1	9	37	65
5	2	15	43	71
5	3	21	49	77
5	4	27	55	83
6	1	10	38	66
6	2	16	44	72
6	3	22	50	78
6	4	28	56	84
7	1	11	39	67
7	2	17	45	73
7	3	23	51	79
7	4	29	57	85

## 附录 VII

### 增强型远程缺陷指示（RDI）

作为选项，设备可以提供附加的缺陷鉴别。远程缺陷指示（RDI）正如9.3.1.4节和9.3.2.1节中所规定的向跟踪终端源提供回一个指示是否由跟踪终端信宿检测或服务器信号缺陷或连接性缺陷。RDI不区分各种类型缺陷之间的差别。本附录规定增强型远程缺陷指示，它支持三种类型的RDI指示：E-RDI服务器缺陷、E-RDI连接性缺陷以及E-RDI有效载荷缺陷。它提供服务器信号缺陷（E-RDI服务器）、连接性缺陷（E-RDI连接性）、以及有效载荷或适配缺陷（E-RDI有效载荷）之间的差别。若多种这样的缺陷同时发生，则所使用的类型指示的优先级将按以下排序：

- 1) E-RDI 服务器；
- 2) E-RDI 连接性；
- 3) E-RDI 有效载荷。

该选项的使用对跟踪交叉多运营商经销领域提供具有增强型故障分段能力的操作器。增强型远程缺陷指示选项与支持RDI的设备兼容。

#### VII.1 VC-4-Xc/VC-4/VC-3路径

如9.3.1.4节中所述，指派字节G1向VC-4-Xc/VC-4/VC-3跟踪终端源回送整个跟踪的状态和性能。G1字节的比特5至7可用于提供增强型远程缺陷指示具有附加的区分有效载荷缺陷（PLM）、服务器缺陷（AIS、LOP）以及连接性缺陷（TIM、UNEQ）之间差别的功能。将使用来自表VII.1中的代码。

表VII.1/G.707/Y.1322—G1(b5-b7)编码及触发条件

b5	b6	b7	含义	触发条件
0	0	1	无远程缺陷	无远程缺陷
0	1	0	E-RDI 有效载荷缺陷	PLM
1	0	1	E-RDI 服务器缺陷	AIS、LOP
1	1	0	E-RDI 连接性缺陷	TIM、UNEQ

对于E-RDI代码，比特7设置为比特6的反相。表VII.2提供E-RDI G1(b5-b7)代码的解释。

**表VII.2/G.707/Y.1322—G1(b5-b7)代码与E-RDI解释**

b5	b6	b7	E-RDI解释
0	0	0	无远程缺陷（注 1）
0	0	1	无远程缺陷
0	1	0	E-RDI 有效载荷缺陷（注 2）
0	1	1	无远程缺陷（注 1）
1	0	0	E-RDI 服务器缺陷（注 1）
1	0	1	远程 E-RDI 服务器缺陷
1	1	0	远程 E-RDI 连接性缺陷
1	1	1	远程 E-RDI 服务器缺陷（注 1）

注 1 —，这些代码由 RDI 支持设备生成并且由 E-RDI 支持设备做出所示的解释。对于支持 RDI 的设备（见 9.3.1.4 节），该码由 AIS、LOP、TIM 或 UNEQ 缺陷之一的出现或缺席来触发。符合本建议书早期版本的设备可以包括 PLM 作为触发条件。遵守 ITU-T I.432 的 1993 年版本的 ATM 设备可以包括 LCD 作为触发条件。注意对于某些国家网，该码仅由 AIS 或 LOP 缺陷触发。

注 2 — 遵守 ITU-T I.432.2 的 1996 年版本的 ATM 设备可以包括 LCD 作为触发条件。NOTE 1 –

E-RDI G1字节(b5-b7)码的解释提供与支持RDI设备的互通。对于该解释而言，没有必要标识设备是否支持RDI或E-RDI。

## VII.2 VC-2/VC-1路径

如9.3.2.1节中所述，指派字节V5的比特3、比特4及比特8向VC-2/VC-1跟踪终端源回送整个跟踪的状态和性能。K4字节的比特5至7可用于提供增强型远程缺陷指示具有附加的区分有效载荷缺陷（PLM）、服务器缺陷（AIS、LOP）以及连接性缺陷（TIM、UNEQ）之间差别的功能。将使用来自表VII.3中的代码。

**表VII.3/G.707/Y.1322—V5字节b8与K4(b5-b7)编码及触发条件**

V5 b8	K4 b5	K4 b6	K4 b7	含义	触发条件
0	0	0	1	无远程缺陷	无远程缺陷
0	0	1	0	E-RDI 有效载荷缺陷	PLM
1	1	0	1	E-RDI 服务器缺陷	AIS、LOP
1	1	1	0	E-RDI 连接性缺陷	TIM、UNEQ

对于E-RDI代码，V5字节b8设置为与K4字节b5相同的值。此外，对于E-RDI代码，比特7设置为比特6的反相。表VII.4提供E-RDI K4字节(b5-b7)代码的解释。

**表VII.4/G.707/Y.1322—V5b8和K4(b5-b7)代码与E-RDI解释**

V5 b8	K4 b5	K4 b6	K4 b7	E-RDI解释
0	0	0	0	无远程缺陷（注 1）
0	0	0	1	无远程缺陷
0	0	1	0	E-RDI 有效载荷缺陷
0	0	1	1	无远程缺陷（注 2）
0	1	0	0	无远程缺陷（注 2）
0	1	0	1	无远程缺陷（注 2）
0	1	1	0	无远程缺陷（注 2）
0	1	1	1	无远程缺陷（注 1）
1	0	0	0	E-RDI 服务器缺陷（注 1）
1	0	0	1	E-RDI 服务器缺陷（注 2）
1	0	1	0	E-RDI 服务器缺陷（注 2）
1	0	1	1	E-RDI 服务器缺陷（注 2）
1	1	0	0	E-RDI 服务器缺陷（注 2）
1	1	0	1	E-RDI 服务器缺陷
1	1	1	0	E-RDI 连接性缺陷
1	1	1	1	E-RDI 服务器缺陷（注 1）

注 1 — 这些代码由 RDI 支持设备生成并且由 E-RDI 支持设备做出所示的解释。对于支持 RDI 的设备（见 9.3.2.1 节），该码由 AIS、LOP、TIM 或 UNEQ 缺陷之一的出现或缺席来触发。符合本建议书早期版本的设备可以包括 PLM 作为触发条件。注意对于某些国家网，该码仅由 AIS 或 LOP 缺陷触发。

注 2 — 此码不适用于任何已知的标准；在此包含仅为了完整性。

E-RDI V5字节b8和K4字节(b5-b7)码的解释提供与支持RDI设备的互通。对于该解释而言，没有必要标识设备是否支持RDI或E-RDI。

## 附录 VIII

### TC监控对入局信号的非预期行为与依赖关系

#### VIII.1 进入AIS的状态（VC-3/4/4-Xc的情况）

对于VC-3/4/4-Xc的情形，AIS状态的进入已经评判过；这里讨论的问题是信号采用全“1”替代的时刻。

假定在B3字节将由自适应信宿功能（MSn/Sn\_A\_Sk）输出的时刻插入一个全1信号。照这样，TC\_TT\_So功能将不仅检测B3=全1而且检测若干个BIP违反。当伴随SSF=真插入全1（AIS）时，依照现行标准N1字节的比特[1- 4]将采用IncAIS码（1110）写入。在此时刻，不可能前送IEC计数。这将导致远端（TC\_TT\_Sk）检测B3字节中的BIP-8违反和IncAIS码（或IEC=0）；并将随之而来的宣布误差块。而且在此事例中，在下一

帧伴随IEC=0检测BIP-8违反，并宣布另一个EB。理由是“在VC-n帧中间”开始的AIS插入（如上所说的在B3字节的位置）。若AIS插入在J1字节位置上已经开始，或在B3字节的位置之后，则仅单个帧受到影响。

结论：在VC-3/4/4-Xc串级连接上，作为在TC前面的AIS插入的后果，在TC的末端由TC\_TT\_Sk功能检测可能得到1或2个差错秒。

## VIII.2 进入AIS的状态（VC-1/2的情况）

此问题不会在VC-1/2等级上发生；这里存在真实的BIP-2，不存在IEC。

## VIII.3 从相位跳变中恢复（对所有VC-n有效）

截止到目前已经识别到的在TC入口处引起相位跳变的原因为：

- 从SSF状态（LOP、AIS）中恢复；
- 作为交叉连接变化的后果，建立不同的路径（例如，从B→A到C→A，从UNEQ→A到B→A，从B→A到UNEQ→A）；
- 从AIS状态恢复的字节同步映射的2Mbit/s信号；VC-12信号将遵循该2Mbit/s信号的相位跳变（见附件C/EN 300 417-4-1）；
- 由外部指令、由返回操作、由SD所引起的保护性切变。

由外部指令、由返回操作、由SD所引起的保护性切变。

VC-n的相位跳变经由VC-n信号自身和经由AU/TU指针向VC-n路径终端信宿传送。结果，此类相位跳变传播采用不同的速度通过网络：VC-n字节的传送比AU/TU指针要快得多。VC-n信号在每个指针处理器中将历经很少的字节延迟，而AU/TU指针在每个指针处理器中将历经0帧到1帧（或者比1帧多一点比特）之间的延迟。

随之而来的，对于某些帧TC终端信宿（和VC终端信宿）将失调；TC [VC] 终端信宿之前的最后的指针处理器仍旧使用先前的指针，而该指针在相位跳变之后已不再与VC-n数据对准。这意味着不仅作为POH 使用了错误的字节而且所进行的BIP-n计算亦是错误的。

## 附录 IX

### STM-16的前向纠错

N等于16和M等于1的情况。见附件A

图9-5给出对STM-16信号的P1和Q1奇偶校验与状态字节的配置。

8路比特交错连同BCH-3码提供STM-16的每行24比特突发纠错能力。

## 附录 X

### 带内FEC的性能

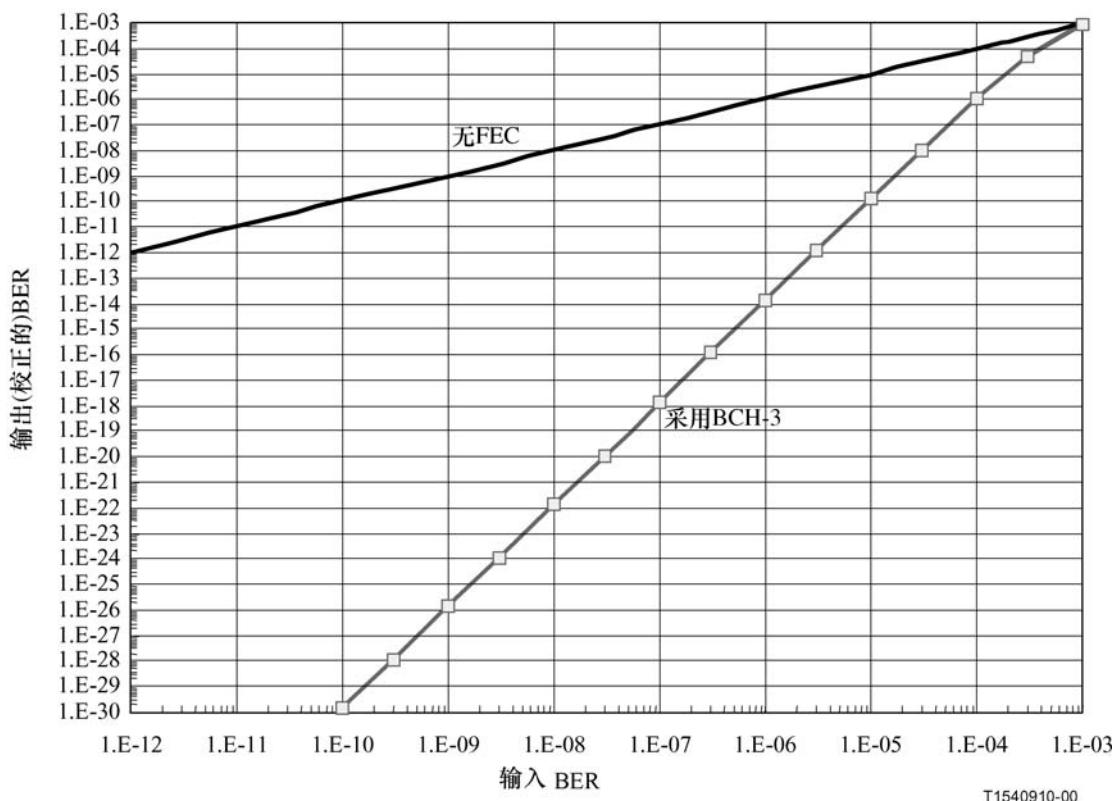
带内BCH-3码的固有校正性能评估的准则是FEC纠错之后行BER (BER<sub>输出</sub>, P<sub>c</sub>) 和FEC纠错之前行BER (BER<sub>输入</sub>, p) 之间的理论关系。

对于BCH码, 该准则能够公式化的计算, 伴随误差相互独立发生且译码器从未故障 (不正确译码的概率为0) 的假设。

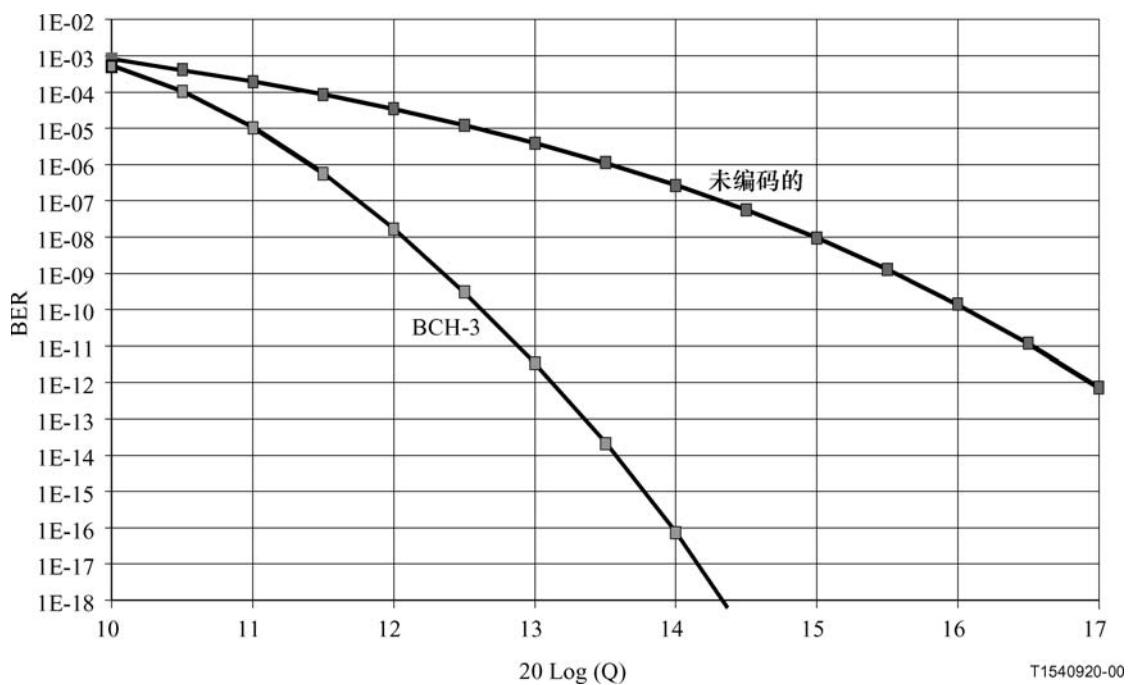
$$P_c = \sum_{i=4}^N \frac{i}{N} \cdot \binom{N}{i} \cdot p^i \cdot (1-p)^{N-i}$$

其中N = 4359。

相对于输入BER和Q值, BCH-3码的理论固有性能增益分别在图X.1和图X.2中给出。



图X.1/G.707/ Y.1322—相对于输入BER(BCH-3)的理论输出(校正的)BER

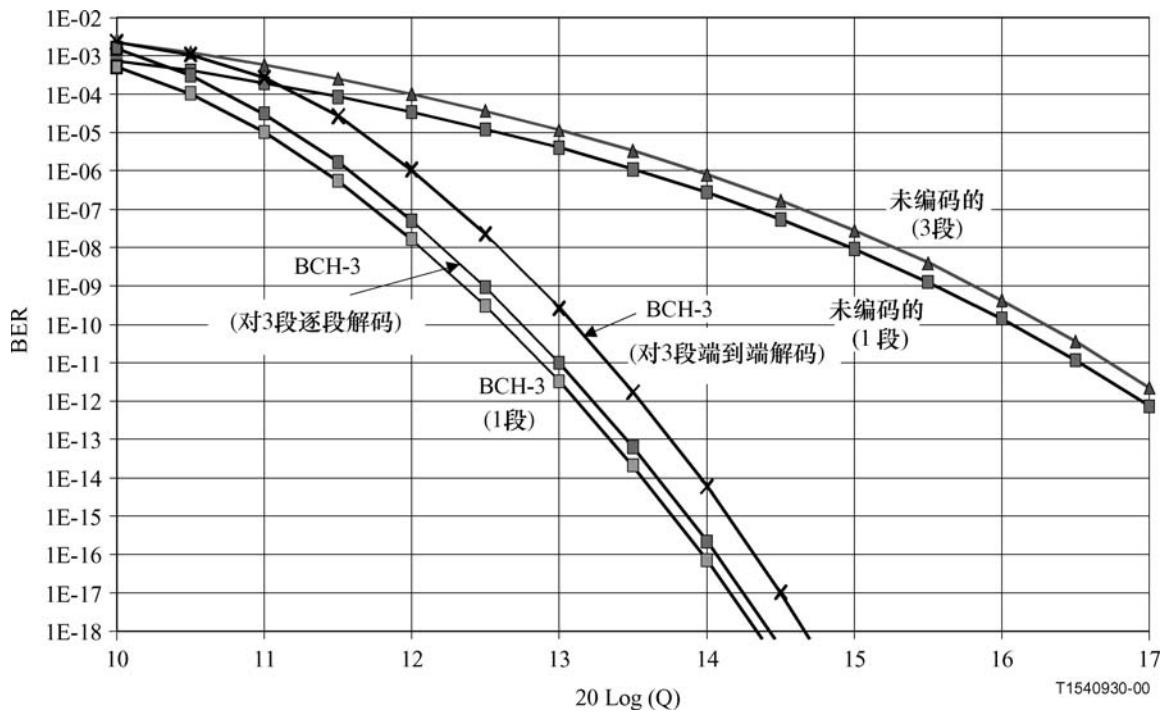


图X.2/G.707/ Y.1322—相对于Q值(BCH-3)的理论输出(校正的)BER

FEC功能特性也可以通过编码增益来评估。在本建议书中，编码增益通过编码操作和未编码操作对特定等级通信性能所需要的不同Q值之间的差别来评估。

图X.2给出的性能曲线提供了以Q值表示的编码增益。在水平轴上的Q值以 $20\log(Q)$ 的形式来提供。例如在10-12出的增益为3.8dB。当线路系统使用光放大器时，以 $20\log(Q)$ 形式所表示的编码增益等效于通过光信噪比(OSNR)所表示的编码增益。

如A.4.3节中所述，当再生器中FEC译码任选实施时，FEC性能可能会有轻微的改进。相对于端对端的情况，每跨距间隔使用FEC的性能增益在图X.3中给出。注意假定在跨距间隔之中 原始BER均匀分布。正常地，BER逐跨距间隔而不同，并且FEC的性能主要由最差的BER跨距间隔给出。因此，均匀的BER分布假设给出了端对端译码方法在最坏情形之下的性能。



图X.3/G.707/ Y.1322—端对端与逐跨距间隔FEC的比较

对于以上 $10^{-3}$ 的BER<sub>输入</sub>，不正确译码的概率（不正确译码发生在译码器试图校正，但不能采取正确行动的时候，因为错误码型在其校正能力范围之外）已经不再是可以忽略不计的，并且它使先前的BER<sub>输出</sub>指示不精确。在此情形中，BER<sub>输出</sub>对BER<sub>输入</sub>曲线甚至位于图X.1中的非校正曲线以下。

## 附录 XI

### ODU1至C-4-17c 和ODU2至C-4-68c异步映射的标称调整率

附录V/G.709/Y.1331给出了调整率与频率偏置之间的关系，适用于CBRx或ODUk映射至 ODU<sub>n</sub> ( $n > k$ ) 两种情况。根据该文的记法，令 $\alpha$  为调整率，即每一C-4-Xc帧的平均调整次数；且如该文所述，令负 $\alpha$  对应着正调整，正 $\alpha$  对应着负调整。则对于ODU1映射至C-4-17c， $-\alpha \leq 45$ ；对于ODU2映射至C-4-68c， $0 \leq \alpha \leq 180$ 。此外，如附录V/G.709/Y.1331所述，规定下列记法：

- $N$  C-4-Xc有效载荷区内固定填充字节的数量
- $S$  标称ODUk客户速率（字节/s）
- $T$  标称C-4-Xc帧周期（s）
- $y_c$  客户机（ODUk）频率偏置（分数）
- $y_s$  服务器（C-4-Xc）频率偏置（分数）
- $N_f$  对于特定的频率偏置，映射至C-4-Xc帧的客户机字节的平均数量（在大量帧上取平均值）

(注意，在附录V/G.709/Y.1331中规定了一个量值 $p$ ，代表有关客户机的有效载荷区的分数。此处 $p = 1$ ，因为要映射的客户机只有一个；即不存在附录V/G.709/Y.1331中提到的复用的可能。)

而 $N_f$ 由下式给出：

$$N_f = ST \frac{1 + y_c}{1 + y_s} \quad (\text{XI-1})$$

若频率偏置远小于1，可近似得出

$$N_f = ST(1 + y_c - y_s) \equiv ST\beta \quad (\text{XI-2})$$

量值 $\beta$ -1是客户机与服务器频率偏置引起的净频率偏置。

到目前为止，映射至C-4-Xc帧的客户机字节的平均数量也等于有效载荷区内可供客户机用于数据映射的字节总数(即不包括任何固定填充字节( $N$ ))，加上对于大量的帧平均数量为该客户机填充的字节数量。前一项等于：

#### 映射至C-4-17c的ODU1的有效载荷区内数据字节的数量

(51个数据字节/子块)(17子块/块)(5块/行)(9行/帧) = 39 015个数据字节/帧。

#### 映射至C-4-68c的ODU2的有效载荷区数据字节的数量

(67个数据字节/子块)(13个子块/块)(20块/行)(9行/帧) = 156 780数据字节/帧。

将上式与等式(XI-1)和(XI-2)结合即可得出：

#### ODU1 映射至C-4-17c

$$ST\beta = \alpha + 39015 \quad (\text{XI-3})$$

#### ODU2 映射至C-4-68c

$$ST\beta = \alpha + 156780 \quad (\text{XI-4})$$

标称填充率出现在频率偏置为零时，即 $\beta = 1$ 时。现在令 $\beta = 1$ ，然后对每一种情况求解 $\alpha$ 。

#### ODU1 映射至C-4-17c

量值 $ST$ 是标称C-4-17c帧周期内ODU1字节的标称数量。前者为125  $\mu$ s。后者等于  $(239/238)(2.48832 \times 10^9 \text{ bit/s})(1 \text{ 字节}/8 \text{ 比特})$ 。则

$$\begin{aligned} \alpha &= (125 \times 10^{-6}) \left( \frac{239}{238} \right) \left( \frac{2.48832 \times 10^9}{8} \right) - 39015 \\ &= \left( \frac{239}{238} \right) (38880) - 39015 \\ &= \frac{(239)(38880) - (238)(39015)}{238} \\ &= \frac{6750}{238} \\ &= \frac{3375}{119} \\ &\approx 28.361345 \end{aligned} \quad (\text{XI-5})$$

则平均而言，对于45个C-4-17c帧中的每一个，约有28.361345次负调整。进行一次调整的调整机会的长期平均分数等于上值除以45 (该量值称为 $\alpha'$ ):

$$\alpha' = \frac{3375}{(119)(45)} = \frac{75}{119} \approx 0.630252100840 \quad (\text{XI-6})$$

### ODU2 映射至C-4-68c

量值 $ST$ 是标称C-4-68c帧周期内ODU2 字节的标称数量。前者为125  $\mu\text{s}$ 。后者等于 $(239/237)(9.95328 \times 10^9 \text{ bit/s})(1 \text{字节}/8 \text{比特})$ 。则

$$\begin{aligned} \alpha &= (125 \times 10^{-6}) \left( \frac{239}{237} \right) \left( \frac{9.95328 \times 10^9}{8} \right) - 156780 \\ &= \left( \frac{239}{237} \right) (155520) - 156780 \\ &= \frac{(239)(155520) - (237)(156780)}{237} \\ &= \frac{12420}{237} \\ &= \frac{4140}{79} \\ &\approx 52.405063 \end{aligned} \quad (\text{XI-7})$$

则平均而言，对于180个C-4-68c帧中的每一个，约有52.405063次负调整。进行一次调整的调整机会的长期平均分数等于上值除以180 (该量值称为 $\alpha'$ ):

$$\alpha' = \frac{4140}{(79)(180)} = \frac{23}{79} \approx 0.291139240506 \quad (\text{XI-8})$$

## 附录 XII

### 10 Gbit /s以太网WAN锁定精度要考虑的问题

在IEEE 802.3ae中，IEEE 规定了10 Gbit/s以太网WAN接口。该接口基本上就是STM-64，采用 VC-4-64c，以太网MAC采用64B/66B编码映射至VC-4-64c (见附件F)。

IEEE 802.3ae对于10 Gbit/s WAN信号规定了  $\pm 20 \text{ ppm}$  的时钟精度，而SDH信号需要 $\pm 4.6 \text{ ppm}$  时钟精度 (MS-AIS的情况除外)。时钟精度为 $\pm 20 \text{ ppm}$ 的VC-4-64c可能会导致过度的AU指针调整，如果启用了指针调整检测的话，将会引起告警。

如果时钟精度得到提高能够满足SDH  $\pm 4.6 \text{ ppm}$  的话，SDH网即可支持 IEEE 802.3ae接口。其他改变不需要。另外，可在SDH网的入口处进行时钟校准。在这种情况下，10 Gbit/s WAN信号就终止了。64B/66B 数据流被提取出来，并重新插入由SDH设备时钟生成的新的VC-4-64c (见附件F)。插入或删除IEEE 802.3ae 第49.2.4.7节规定的空闲字符，即可进行时钟适配。

## 附录 XIII

### LCAS控制分组CRC计算举例

**XIII.1** 用H4字节完成的LCAS和虚拟级联(即VC-3-Xv和VC-4-Xv)的CRC-8计算示例。见图XIII.1。

	H4[1-4] 函数	最高有效余隙 H4[1-4]				最低有效余隙 H4[5-8]				H4[5-8] 值	
		比特1	比特2	比特3	比特4	比特5	比特6	比特7	比特8		
MF-2 计数器 = 201	成员状态[72-79]	0	1	1	0	1	0	0	0	8	LCAS 控制分组
		1	0	0	0	1	0	0	1	9	
	H4[1-3] = 备用('0') H4[4] = RS-Ack ('1')	0	0	0	1	1	0	1	0	10	
		0	0	0	0	1	0	1	1	11	
	备用('0')	0	0	0	0	1	1	0	0	12	
		0	0	0	0	1	1	0	1	13	
	序列编号 (19 = 13 <sub>HEX</sub> )	0	0	0	1	1	1	1	0	14	
		0	0	1	1	1	1	1	1	15	
MF-2 计数器 = 202	MF-2 计数器 (202 = CA <sub>HEX</sub> )	1	1	0	0	0	0	0	0	0	LCAS 控制分组
		1	0	1	0	0	0	0	1	1	
	控制字('NORM')	0	0	1	0	0	0	1	0	2	
		0	0	0	1	0	0	1	1	3	
	H4[1-3] = 备用('0') H4[4] = GID ('1')	0	0	0	1	0	0	1	1	4	
		0	0	0	0	0	1	0	0	5	
	原先 14 H4[1-4]余隙的 CRC-8	0	1	1	1	0	1	1	0	6	
		1	1	0	0	0	1	1	1	7	
	成员状态[80-87]	0	0	0	0	1	0	0	0	8	
		1	0	0	1	1	0	0	1	9	
	H4[1-3] = 备用('0') H4[4] = RS-Ack ('1')	0	0	0	1	1	0	1	0	10	
		0	0	0	0	1	0	1	1	11	
	备用('0')	0	0	0	0	1	1	0	0	12	
		0	0	0	0	1	1	0	1	13	
	序列编号 (19 = 13 <sub>HEX</sub> )	0	0	0	1	1	1	1	0	14	
		0	0	1	1	1	1	1	1	15	
MF-2 计数器 = 203	MF-2 计数器 (203 = CB <sub>HEX</sub> )	1	1	0	0	0	0	0	0	0	LCAS 控制分组
		1	0	1	1	0	0	0	1	1	
	控制字('NORM')	0	0	1	0	0	0	1	0	2	
		0	0	0	0	0	0	1	1	3	
	H4[1-3] = 备用('0') H4[4] = GID ('0')	0	0	0	0	0	0	1	1	4	
		0	0	0	0	0	1	0	0	5	
	备用	0	0	0	0	0	1	0	0	6	
		0	0	0	0	0	1	0	1	7	
	原先 14 H4[1-4]的 CRC-8	0	0	1	1	0	1	1	0	8	
		1	0	0	1	0	1	1	1	9	
	成员状态[88-95]	0	0	0	0	1	0	0	0	8	
		0	0	0	0	1	0	0	1	9	

图XIII.1/G.707/Y.1322—高阶LCAS CRC计算举例

**XIII.2** 用K4字节比特2完成的LCAS和虚拟级联的CRC-3计算示例。见图XIII.2。

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32																			
K4[1] 32 比特复帧结构																																																		
0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	单标签扩展					0	未使用			0	未使用																														
K4[2] 32 比特复帧结构																																																		
复帧 2 指示符										LCAS 控制信息																																								
										CTRL	GID	备用 "0000"		RS-Ack	成员状态						C <sub>1</sub>	C <sub>1</sub>	C <sub>3</sub>	CRC-3																										
例子：																																																		
MF-2 = 7, 序列编号 = 22, CTRL = NORM, 成员 56-63 的成员状态																																																		
0	0	1	1	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0																				
MF-2 = 8, 序列编号 = 22, CTRL = NORM, 成员 0-7 的成员状态																																																		
0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1																				
MF-2 = 9, 序列编号 = 22, CTRL = NORM, 成员 8-15 的成员状态																																																		
0	1	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0																				
MF-2 = 10, 序列编号 = 22, CTRL = NORM, 成员 16-23 的成员状态																																																		
0	1	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1																				

图XIII.2/G.707/Y.1322—包括CRC-3的低阶LCAS控制分组示例

## 参考资料

- [1] IEEE Standard 802.6 (1990), *Distributed Queue Dual Bus (DQDB) Subnetwork of a Metropolitan Area Network (MAN)*.
- [2] ISO/IEC 3309:1993, *Information technology – Telecommunications and information exchange between systems – High-level data link control (HDLC) procedures – Frame structure*.
- [3] ISO 9314-1:1989, *Information processing systems – Fibre Distributed Data Interface (FDDI) – Part 1: Token Ring Physical Layer Protocol (PHY)*.
- [4] ISO 9314-2:1989, *Information processing systems – Fibre Distributed Data Interface (FDDI) – Part 2: Token Ring Media Access Control (MAC)*.
- [5] ISO/IEC 9314-3:1990, *Information processing systems – Fibre Distributed Data Interface (FDDI) – Part 3: Physical Layer Medium Dependent (PMD)*.
- [6] ISO/IEC 9314-4:1999, *Information technology – Fibre Distributed Data Interface (FDDI) – Part 4: Single Mode Fibre Physical Layer Medium Dependent (SMF-PMD)*.
- [7] ISO/IEC 9314-5:1995, *Information technology – Fibre Distributed Data Interface (FDDI) – Part 5: Hybrid Ring Control (HRC)*.
- [8] ISO/IEC 9314-6:1998, *Information technology – Fibre Distributed Data Interface (FDDI) – Part 6: Station Management (SMT)*.
- [9] ISO/IEC 9314-7:1998, *Information technology – Fibre Distributed Data Interface (FDDI) – Part 7: Physical layer Protocol (PHY-2)*.
- [10] ISO/IEC 9314-8:1998, *Information technology – Fibre Distributed Data Interface (FDDI) – Part 8: Media Access Control-2 (MAC-2)*.
- [11] X3 Project X3T12/765-D (ISO CD 9314-12), *Fibre Distributed data interface (FDDI) – Token ring SONET physical layer mapping (SPM)*.
- [12] IETF RFC 1661 (1994) (Internet standard 51), *The Point-to-Point Protocol (PPP)*.
- [13] IETF RFC 1662 (1994) (Internet standard 51), *PPP in HDLC-like Framing*.
- [14] IEEE Standard 802.3 (2002), *Information Technology – Telecommunication 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*.
- [15] ITU-T Recommendation X.85/Y.1321 (2001), *IP over SDH using LAPS*.

ITU-T Y系列建议书  
全球信息基础设施、互联网的协议问题和下一代网络

全球信息基础设施	
概要	Y.100–Y.199
业务、应用和中间件	Y.200–Y.299
网络方面	Y.300–Y.399
接口和协议	Y.400–Y.499
编号、寻址和命名	Y.500–Y.599
运营、管理和维护	Y.600–Y.699
安全	Y.700–Y.799
性能	Y.800–Y.899
互联网的协议问题	
概要	Y.1000–Y.1099
业务和应用	Y.1100–Y.1199
体系、接入、网络能力和资源管理	Y.1200–Y.1299
<b>传输</b>	<b>Y.1300–Y.1399</b>
互通	Y.1400–Y.1499
服务质量与网络性能	Y.1500–Y.1599
信令	Y.1600–Y.1699
运营、管理和维护	Y.1700–Y.1799
计费	Y.1800–Y.1899
下一代网络	
框架和功能体系模型	Y.2000–Y.2099
服务质量与性能	Y.2100–Y.2199
业务方面：业务能力和业务体系	Y.2200–Y.2249
业务方面：NGN中业务和网络的互操作性	Y.2250–Y.2299
编号、命名和寻址	Y.2300–Y.2399
网络管理	Y.2400–Y.2499
网络控制体系和协议	Y.2500–Y.2599
安全	Y.2700–Y.2799
通用移动性	Y.2800–Y.2899

欲了解更详细信息，请查阅ITU-T建议书目录。

## ITU-T系列建议书

A系列	ITU-T工作的组织
B系列	表示方法：定义、符号、分类
C系列	综合电信统计
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
<b>G系列</b>	<b>传输系统和媒质、数字系统和网络</b>
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、声音节目及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	电信系统中使用的语言和一般性软件情况

**\*30332\***

中国印刷  
2004年，日内瓦