

国际电信联盟

ITU-T

国际电信联盟
电信标准化部门

G系列

增补43
(11/2006)

G系列：传输系统和媒质、数字系统和网络

光传送网（OTN）中IEEE 10G base-R的传送

ITU-T G系列建议书 — 增补43

ITU-T



ITU-T G系列建议书
传输系统和媒质、数字系统和网络

国际电话连接和电路	G.100-G.199
所有模拟载波传输系统共有的一般特性	G.200-G.299
金属线路上国际载波电话系统的各项特性	G.300-G.399
在无线电接力或卫星链路上传输并与金属线路互连的国际载波电话系统的一般特性	G.400-G.449
无线电话与线路电话的协调	G.450-G.499
传输媒质的特性	G.600-G.699
数字终端设备	G.700-G.799
数字网	G.800-G.899
数字段和数字线路系统	G.900-G.999
服务质量和性能——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
接入网	G.9000-G.9999

欲了解更详细信息，请查阅 *ITU-T* 建议书目录。

ITU-T G系列建议书增补43

光传送网（OTN）中IEEE 10G base-R的传送

摘 要

本增补描述了 SDH 和 OTN 传送网传送 10G LAN PHY 信号的若干方法。考虑到这些方法中有一些使用了未定义于 ITU-T 建议书的速率、格式和映射，本增补对不同方法的各种属性进行了分析，以期就这些方法在不同网络环境下的适用性提供指导。

与本增补内容相关的建议书包括[ITU-T G.872], [ITU-T G.709/Y.1331], [ITU-T G.798], [ITU-T G.707/Y.1322], [ITU-T G.8010/Y.1306], [ITU-T G.8012/Y.1308], [ITU-T G.959.1] 和[ITU-T G.696.1]。

来 源

ITU-T 第 15 研究组（2005-2008）于 2006 年 11 月 10 日批准了 ITU-T G 系列建议书增补 43。

前 言

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

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

WTSA 第 1 号决议规定了批准建议书须遵循的程序。

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

注

本建议书为简明扼要起见而使用的“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”等其它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它机构提出的有关已申报的知识产权的证据、有效性或适用性不表示意见。

至本建议书批准之日止，国际电联尚未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，这可能并非最新信息，因此特大力提倡他们通过下列网址查询电信标准化局（TSB）的专利数据库：<http://www.itu.int/ITU-T/ipr/>。

© 国际电联 2007

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

	页码
1 范围	1
2 参考文献	1
3 定义	2
3.1 其他资料规定的术语	2
3.2 本增补规定的术语	2
4 缩写词和首字母缩略语	2
5 惯例	2
6 标准映射	2
6.1 以 STM-64 形式传送 10G base-W (WAN PHY)	2
6.2 以 GFP-F 方式将 10G base-R (LAN PHY) 仅有效载荷部分映射为 OPU2 格式	3
7 非标准映射	3
7.1 以比特透明方式将 10G base-R 信号映射为 OPU2e 格式	3
7.2 以比特透明方式将 10G base-R 信号映射为 OPU1e 格式	4
7.3 以 G.709 比特率兼容信息透明方式传送有效载荷和前同步码	5
8 备选映射特点	6
8.1 G.709 比特率兼容	7
8.2 域间/域内接口	7
8.3 定时和同步	7
8.4 光学特性	7
8.5 复用和多业务	8
8.6 透明性	8
8.7 误码率监测	9

光传送网（OTN）中IEEE 10G base-R的传送

1 范围

本建议书描述光传送网络以 ODU2 或非标准类似 ODU2 帧格式（即 ITU-T 建议书未予以定义的速率、格式和映射）传送 10G base-R 信号的不同方式。通过对不同方案各自特点的描述，本建议书为各种方案在不同网络环境下的适用范围提供了指南。

本增补中纳入目前来说非标准的映射，并不意味着该映射在未来不可以变为标准映射。

2 参考文献

- [ITU-T G.694.1] ITU-T Recommendation G.694.1 (2002), *Spectral grids for WDM applications: DWDM frequency grid*.
- [ITU-T G.696.1] ITU-T Recommendation G.696.1 (2005), *Longitudinally compatible intra-domain DWDM applications*.
- [ITU-T G.707/Y.1322] ITU-T Recommendation G.707/Y.1322 (2003), *Network node interface for the synchronous digital hierarchy (SDH)*.
- [ITU-T G.709/Y.1331] ITU-T Recommendation G.709/Y.1331 (2003), *Interfaces for the optical transport network (OTN)*.
- [ITU-T G.798] ITU-T Recommendation G.798 (2006), *Characteristics of optical transport network hierarchy equipment functional blocks*.
- [ITU-T G.870/Y.1352] ITU-T Recommendation G.870/Y.1352 (2004), *Terms and definitions for optical transport networks (OTN)*.
- [ITU-T G.872] ITU-T Recommendation G.872 (2001), *Architecture of optical transport networks, plus Corrigendum 1 (2005)*.
- [ITU-T G.959.1] ITU-T Recommendation G.959.1 (2006), *Optical transport network physical layer interfaces*.
- [ITU-T G.8001/Y.1354] ITU-T Recommendation G.8001/Y.1354 (2006), *Terms and definitions for Ethernet frames over Transport (EoT)*.
- [ITU-T G.8010/Y.1306] ITU-T Recommendation G.8010/Y.1306 (2004), *Architecture of Ethernet layer networks, plus Amendment 1 (2006)*.
- [ITU-T G.8012/Y.1308] ITU-T Recommendation G.8012/Y.1308 (2004), *Ethernet UNI and Ethernet NNI, plus Amendment 1 (2006)*.
- [ITU-T G.8251] ITU-T Recommendation G.8251 (2001), *The control of jitter and wander within the optical transport network (OTN)*.
- [IEEE 802.3] IEEE 802.3 (2005), *IEEE Standard for 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*.

3 定义

3.1 其他资料规定的术语

本增补采用由其他资料规定的下列术语：

3.1.1 preamble 前同步码：见[IEEE 802.3]。这指的是 SFD 之前的七个字节，SFD 随后跟着的是以太网包数据/流量单元。该码最初被用于 100 Mbit/s 及其以下速率半双工以太网接口的碰撞检测。

3.1.2 inter-packet gap (IPG) 包间间隔 (IPG)：见[IEEE 802.3]。这指的是 CSMA/CD 分组包之间的时延或时间间隔，目的是为给其他 CSMA/CD 子层及物理媒介提供帧间恢复时间。

3.1.3 start of frame delimiter (SFD) 帧起始分界符(SFD)：见[IEEE 802.3]。SFD 域的顺序为 10101011。它紧随前同步码，表示一帧的起始。

3.2 本增补规定的术语

无。

4 缩写词和首字母缩略语

本增补采用下列缩写：

CBR10G: 见 [ITU-T G.870/Y.1352]。

CBR2.5G: 见 [ITU-T G.870/Y.1352]。

IaDI: 见[ITU-T G.870/Y.1352]。

IrDI: 见[ITU-T G.870/Y.1352]。

OCC, OCCr: 见[ITU-T G.870/Y.1352]。

5 惯例

无。

6 标准映射

6.1 以STM-64形式传送10G base-W (WAN PHY)

[IEEE 802.3]定义了一个用于兼容 SDH/SONET 传送协议的 WAN 接口。在以太网域，该接口由一个 WAN 接口子层 ([IEEE 802.3]第 50 节) 所支撑，而在该子层中，在以 SDH/SONET 格式帧进行 64B/66B 编码和插入动作之前，XGMII 有效数据速率被限制在 10 Gbit/s 至 9.95328 Gbit/s 之间。[ITU-T G.707/Y.1322]附件 F 对将该数据映射为 SDH STM-64 (VC-4-64c) 格式的过程进行了描述。

虽然按照[IEEE 802.3]第 50 节的规定，该接口提供 ± 20 ppm 时钟精度而非 SDH 时钟容差 (± 4.6 ppm)，该数据也可根据[ITU-T G.709/Y.1331]第 17.1.2 节的规定映射方法以 ODU2 方式进行传送。

6.2 以GFP-F方式将10G base-R (LAN PHY) 仅有效载荷部分映射为OPU2格式

根据[ITU-T G.709/Y.1331]第 7.3 节的规定, 采用以下程序可实现有效载荷信息的透明映射:

- 按照[IEEE 802.3]建议的方法终接(接收) 64B/66B 线路码、前同步码、SFD 和 IPG。
- 采用 GFP-F 成帧方法。
- 根据[ITU-T G.709/Y.1331]第 7.3 节的规定将信号编码为 OPU2 格式。

假定 MAC 帧平均值不超过[IEEE 802.3]规定的最大字长(1518 字节, 不包括前同步码、SFD 和 IPG), 则对于一个偏离标称比特率+100 ppm 的信号而言, 所要求比特率约为 9'922'968.791 kbit/s。

如果采用了超长帧最大字长, 则对于一个偏离标称比特率+100 ppm 的信号而言, 所要求比特率约为 9'995'002.399 kbit/s。

这里要注意的是, 在根据[ITU-T G.709/Y.1331]第 7.3 节规定将 GFP 帧映射为 OPU_k 格式时, 9'995'277 kbit/s 信号整个 OPU2 有效载荷区域都可供使用(即不存在 CBR10G 映射固定填充字节问题)。对于一个工作信号偏离标称值最小-20 ppm 的 OPU2 信号, 该值降低为 9'995'077.058 kbit/s。

如果采用标准 802.3 终接方法, 则该映射可以在 OPU2 上完全传输 10G base-R 信每一 ETH_CI 流量单元。参见[ITU-T G.7041/Y.1303]表 V.4, 其中给出了 10G base-R 信号相比较于 GFP 映射来说在 MAC 速率下吞吐量(不计算开销)特征。在最坏情况即 9618 字节超长帧条件下, 10G base-R 接口的 MAC 速率吞吐量为 9'986'502 bit/s。如果同样 MAC 帧采用 GFP 映射方式将其映射为 ODU2, 则 MAC 速率吞吐量为 9'986'970 bit/s, 这要比运送 10G base-R 信号整个 MAC 有效载荷所需速率高。

7 非标准映射

该映射指的是未完全定义在 ITU-T 建议书内的速率、格式和映射。

7.1 以比特透明方式将10G base-R信号映射为OPU2e格式

这种方式采用[ITU-T G.709/Y.1331]第 17.1.2 节定义的映射方法将 CBR10G 信号映射为 OPU2 格式。具有固定填充字节的客户信号 10GbE LAN PHY 被重组为类似 OPU 的信号, 进而变为类似 ODU 的信号, 然后进一步转变为类似 OTU 的信号。这些信号分别称为 OPU2e, ODU2e 和 OTU2e。在这种映射方式下, OTU2e 信号必须定在标称速率 11.0957 Gbit/s 上, 而非标准 OTU2 标称速率 10.709225316 Gbit/s。而且, 由于该信号是通过将一个信号与基本以太网信号定时容差(± 100 ppm)而非标准 OTU2 信号定时容差(± 20 ppm)整合封装而成, 因此[ITU-T G.8251]规定的有关抖动和漂移的标准控制方法不能适用。

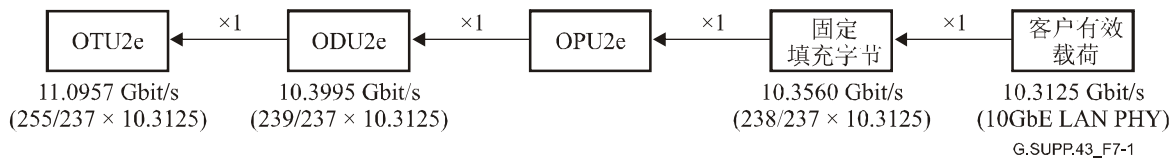


图 7-1—具有固定填充字节的映射结构

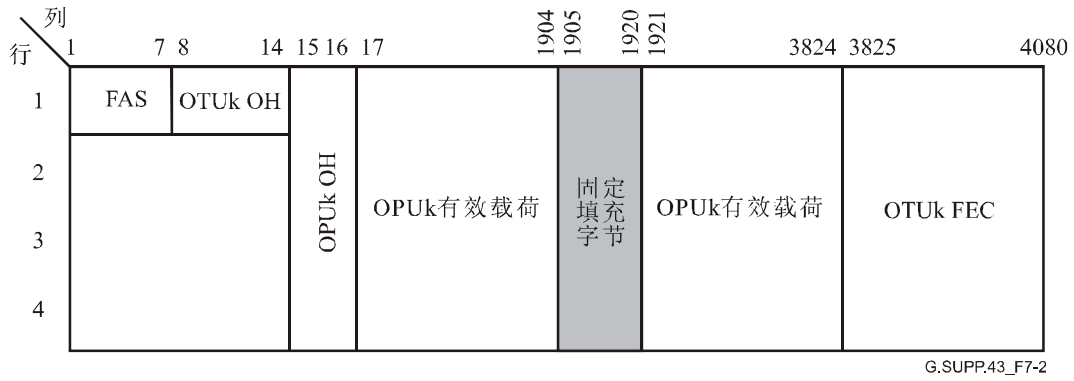


图 7-2—具有固定填充字节的映射帧

7.2 以比特透明方式将10G base-R 信号映射为OPU1e格式

这种映射采用[ITU-T G.709/Y.1331]第 17.1.1 节定义的映射方式将 CBR2G5 信号映射为 OPU1 格式。这种方式具有与第 7.1 节所述映射相同的属性，但因为 CBR10G 映射的固定填充字节非空，因此整体数据速率在一定程度上较低（11.0491 Gbit/s 而非 11.0957 Gbit/s）。对于第 7.1 节所述方法，由于采用了基本以太网信号定时容差（±100 ppm）而非标准 OTU2 信号定时容差（±20 ppm），因此 [ITU-T G.8251] 规定的抖动和漂移控制标准方法不适用。

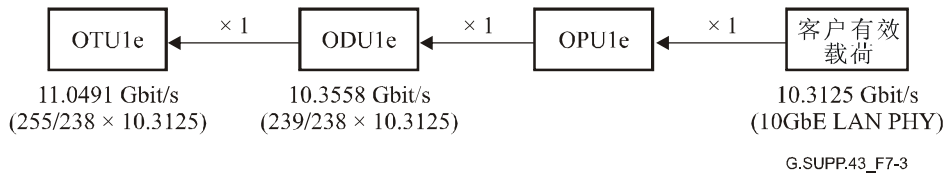


图 7-3—无固定填充字节的映射结构

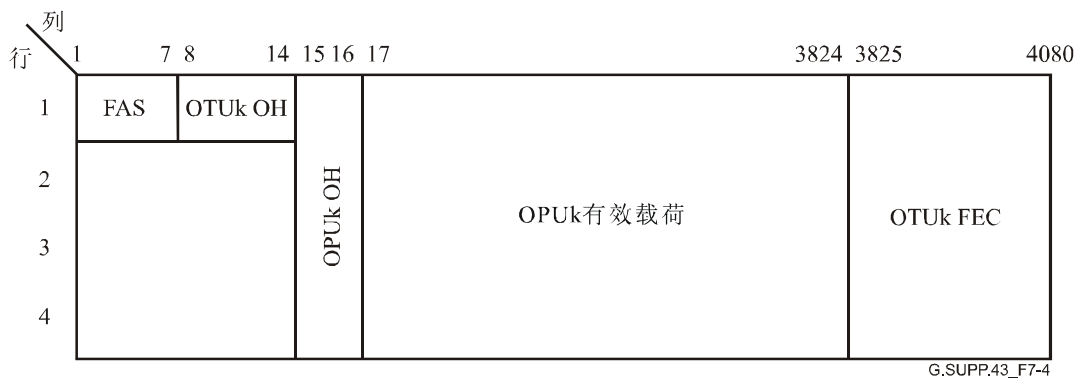


图 7-4—无填充字节的映射帧

7.3 以G.709比特率兼容信息透明方式传送有效载荷和前同步码

使用 64B/66B 信息以区分数据和有序集

一个 10 GbE LAN 信号由图 7-5 所示的若干层组成：

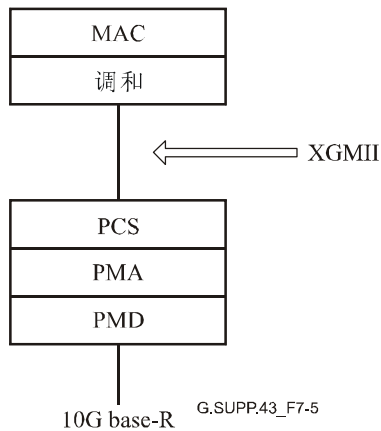


图 7-5—10 GbE LAN 模型

PCS 子层相关信息描述于[IEEE 802.3]第 49 节。

GFP-F 封装

用户数据采用 8 字节 GFP-F 报头方式封装。

有序集采用 8 字节 GFP-F 报头方式封装。有序集第一个字节前四个最高有效位全部置零，四个最低有效位等于 0 码。这样就能同时传输序列和信号有序集。随后三个字节包含有序集的三个数据字节。

8 字节报头数据包括：

- 2 字节 — PDU 长度指示 (PLI)；
- 2 字节 — cHEC；
- 2 字节 — GFP 类型；
- 2 字节 — tHEC。

GFP 类型域参见[G.7041/Y.1303]图 6-5。

UPI 域指出所含内容是数据还是有序集。域的其他部分是静态的。

- PTI = 000 (用户数据)；
- PFI = 0 (无 FCS)；
- EXI = 0000 (空扩展报头)；
- UPI = 专用 (优先使用 1111 1101 代码 (10GbE 64B/66B 编码数据新代码))；
= 专用 (优先使用 1111 1110 代码 (10GbE 64B/66B 有序集新代码))。

注 — 空闲、差错和保留码等控制码将不被传输。UPI 代码点选自[ITU-T G.7041/Y.1303]规定的用于专用用途的保留代码范围。

映射至 OPU2

10GbE LAN 信号不传输定时和同步信息，因此不需采取字节填充措施。OPU 开销的“映射和串联”比特（第 15 列第 1、2、3 字节和第 16 列所有字节）被用于数据承载。

[ITU-T G.709/Y.1331 分配的专用代码范围内被称为“64B/66B 映射 GFP-F 帧”的有效载荷类型（专用，优先使用 1000 0111 代码）被用以区别该映射方法与第 6.2 节所述的标准 GFP-F 成帧方法。

8 备选映射特点

表 8-1 给出了各种不同映射的特点和应用范围。有关这些特点的进一步讨论见本增补各相关条款。

表 8-1—备选映射特点

映 射	第 6.1 节	第 6.2 节	第 7.1 节	第 7.2 节	第 7.3 节
G.709 比特率兼容（见 8.1）	是	是	否	否	是
IrDI/IaDI（见 8.2）	两者皆	两者皆	仅 IaDI	仅 IaDI	两者皆
客户以太网信号定时容差（见 8.3）	±20 ppm (注 1)	±100 ppm	±100 ppm	±100 ppm	±100 ppm
ODUxx 信号定时容差（见 8.3）	±20 ppm	±20 ppm	±100 ppm	±100 ppm	±20 ppm
[ITU-T G.8251] 规定的抖动/漂移（见 8.3）	是	是	否	否	是
G.959.1 光支路等级（见 8.4）	NRZ/RZ 10G	NRZ/RZ 10G	NRZ/RZ 40G	NRZ/RZ 40G	NRZ/RZ 10G
G.696.1 客户等级（见 8.4）	10G	10G	40G	40G	10G
[ITU-T G.709/Y.1331]规定复用至 40G（见 8.5）	是	是	否	否	是
全速率有效载荷传送（见 8.6）	否	是	是	是	是
传送全速率前同步码和有效载荷（见 8.6）	是	否	是	是	是
IPG 传送（见 8.6）	是	否	是	是	否
全比特透明（见 8.6）	是	否	是	是	否

表 8-1—备选映射特点

映 射	第 6.1节	第 6.2节	第7.1节	第 7.2节	第7.3节
是否支持不公开专用 MAC 或 PCS 子层 (见 8.6)	是	否	是	是	是 (注 2)
基于 PCS 的 BER 监测 (见 8.7)	是	否	是	是	否
注 1— [IEEE 802.3]规定 10G base-W 接口的定时容差为±20 ppm。[ITU-T G.707/Y.1322]指出, 满足更严格定时容差±4.6 ppm 的 10G base-W 信号可以以 STM-64 方式在 SDH 网络内传送。不过, 任何 CBR10G 信号, 包括 STM-64 和具有±20 ppm 定时容差的 10G base-W 都能映射为 ODU2 信号。					
注 2— 支持前同步码的专用。不支持 IPG 专用。					

8.1 G.709 比特率兼容

通常用于传送约 10 Gbit/s 信号的 G.709 比特率为 OPU2。OPU2 有效载荷的标称比特率为 9'995'276.962 kbit/s。该速率可直接利用诸如 GFP-F 之类映射传送信号, 或利用 [ITU-T G.709/Y.1331]第 17.1.2 节所述 CBR10G 映射通过 STM-64 方式传送信号。根据[ITU-T G.872]OTN 有关 OTN 结构的规定, 符合 G.709 比特率要求的映射是可以组网的信号。

8.2 域间/域内接口

[ITU-T G.872]规定了用于光传送网络的两类不同接口类型。域间接口 (IrDI) 是可用于两个运营商之间或一个运营商内部不同厂商设备之间切换点的标准接口。域内接口 (IaDI) 应用范围通常仅限于一个运营商网络内部同一厂商设备之间, 用于长途光线路系统诸如色散管理等光技术的使用。

根据第 7.1 节和第 7.2 节规定以 OPU2e 和 OPU1e 形式对 10G base-R 信号进行的映射, 其结果将必然是域内接口。它们不是标准 G.709 比特率信号。它们不能与标准以太网映射如 GFP-F 互通。这两个超频机制不能互通。结果是这类信号通常仅能在采用相同映射机制的设备之间点对点结构中应用。

8.3 定时和同步

G.709 信号的定时容差为 ±20 ppm。10G base-R 以太网信号的定时容差为±100 ppm。对于采用简单封装方式将以太网信号封装为类 G.709 帧的映射 (如第 7.1 节和第 7.2 节描述的情形), 其定时信息可取自以太网信号, 并因此具有±100 ppm 的定时精度。

对于定时精度为±20 ppm 的 G.709 信号, 其抖动和漂移控制已在[ITU-T G.8251]中广泛分析。对于定时精度为±100 ppm 的以太网信号, 尚无类似分析研究。定时精度为±100 ppm 的信号一般应仅用于抖动和漂移累积效应不明显的点对点结构中。

8.4 光学特性

[ITU-T G.959.1]为 10G 操作 (包括 2.4 Gbit/s 至 10.71 Gbit/s 信号) 规定了光支路信号等级。包括两类超频映射在内的 10.71 Gbit/s 以上信号属于 40G 范围内, 即从 9.9 Gbit/s 到 43.02 Gbit/s。[ITU-T G.696.1] 为 10G 和 40G 客户等级规定了一个类似范围集合。由于第 7.1 节和第 7.2 节所述信号超出了 10G 范围, 因此其频谱特性不在标准 10G 信道范围之内, 而该因素应在为这些信号选择传输所需合适频率光栅问题时加以考虑。

8.5 复用和多业务

[ITU-T G.709/Y.1331]提供了将 10-Gbit/s 信号经 ODU2 复用至 ODU3 的方法。该复用层级使得光纤容量可通过使每波承载最大数量比特而实现优化。

只要在网络中使用标准比特率信号，就可根据[ITU-T G.709/Y.1331]第 19 节所述将信号直接复用至 40 Gbit/s 信号。多业务组网是可能的：这不需要所有 10-Gbit/s ODU2 都传输同一类型信号。承载多种有效载荷（包括 STM-64、GFP-F 映射的以太网信号或依次复用的四路 2.5-Gbit/s ODU1 信号）的 ODU2 信号可混合在同一路 40-Gbit/s 波长上传播。

但这一复用机制依赖于具有标准比特率（10'037'273.924 kbit/s）和定时容差（±20 ppm）的 ODU2 信号。对于非标准比特率（如第 7.1 节和第 7.2 节分别描述的 ODU2e（10.3995 Gbit/s）和 ODU1e（10.3558 Gbit/s）信号），则并未规定使用该复用机制。这两类非标准比特率不能与任何标准比特率信号进行复用，同时相互之间也不能相互复用。至于 G.709 复用机制是否具有填充字节机会，这方面的设计也是基于定时容差±20-ppm 的假设。

8.6 透明性

以太网是一种分组交换技术。[ITU-T G.8010/Y.1306] 第 6 节定义了以太网层网络的特征信息，即作为 ETH_CI 流量单元的一个非连续流，每个单元分别由一个目的地址、一个源地址和一个 MAC 业务数据单元组成，相互之间由与链路相关的报头和报尾分界。

8.6.1 信息透明性

本增补所讨论的所有映射都承载 ETH_CI 流量单元流，因此这些映射对于以太网层网络的特征信息来说是透明的。

8.6.2 MAC 帧透明性

本增补所述映射承载的 ETH_CI 流量单元所用的与链路具体相关的报头和报尾的特性归纳如表 8-2 所示。

表 8-2—不同映射使用的ETH_CI报头和报尾

映射（出处）	报头格式	报尾格式	帧间填充
6.1	前同步码 + SFD	MAC FCS	IPG
6.2	GFP 报头	MAC FCS	GFP 空闲
7.1	前同步码+ SFD	MAC FCS	IPG
7.2	前同步码+ SFD	MAC FCS	IPG
7.3	GFP 报头 + 前同步码 + SFD	MAC FCS	GFP 空闲

在[IEEE 802.3]中，前同步码、SFD 和 IPG 被视作开销，而非有效载荷。它们不经转任何标准化的全双工以太网技术中所谓的网桥或中继器。它们最初被包装为帧格式，用以支持 100 Mbit/s 及更低速率半双工以太网接口的碰撞检测。由于这对于全双工接口来说实际上是一个“自由空间”，因此在很多情况下，前同步码和 IPG 被用来传输不公开专用数据。

有一些情况会要求传送网原原本本地传送前同步码和 IPG。为满足这类非标准以太网传送要求，有时候也有必要在传送网中采用非标准映射。

8.6.3 全速率透明性

如上所述，以太网是一种分组技术。以太网接口可支持多种速率。在同一个以太网网络中，可以同时使用各种不同速率的接口，在网络中采用网桥技术将分组包流量路由至其目的地。

由于以太网是一个分组技术而非电路技术，因而对于所有分组包而言都没有任何措施保证其在任一具体链路上能获得足够的带宽。出现这种情况的原因可能是由于在网络中使用了不同链接速度，也可能是仅仅因为分组包可能到达一个跨越多个链路且通向某个相同链路的网桥，而恰此时该链路容量已达到最大值。这类拥塞可能导致时延，且当网桥缓冲容量超出最大值后将出现分组包被丢弃的情况。这在以太网运行中属于正常情况。

尽管如此，仍有一些情况要求保证 10G base-R 以太网接口每一个分组数据都能在传送网络上传输。

第 6.1 节描述的映射是通过以太网网桥上的 10G base-W (10G WAN PHY) 接口来实现。正常的以太网网桥操作将导致在该链路上出现最大分组包数据流量，而该最大值大约比采用 10G base-R (10G LAN PHY) 接口的最大值低 3%。

第 6.2 节描述的映射能够在 OPU2 现有串行比特率较低情况下传送全分组速率 10G base-R 接口。相同分组流却可以通过较低比特率传送，这其中原因包括：

- 使用 OTN 扰码器 ([ITU-T G.709/Y.1331]第 11.2 节) 而非 64B/66B 编码，以保证所接收信号的成帧转换要求；
- 采用 GFP 而非 MAC 成帧机制来划界分组数据。GFP 报头采用相同数量字节作为前同步码和 SFD，但在 MAC 成帧机制中，在 MAC FCS 之后应紧接一个 IPG (最少 12 字节)。

采用非标准映射 (第 7.1 节和第 7.2 节) 的必要条件是：既要求达到 10G base-R 全分组速率，又要求满足 MAC 帧透明性 (见第 8.6.2 节)，而后者允许对前同步码和 IPG 或 PCS 子层的非标准使用。

8.7 误码率监测

[ITU-T G.709/Y.1331]提供了 ODUk 帧结构误码率监测方法，该方法与采用 BIP-8 奇偶校验的被传送客户信号无关。该误码监测存在于路径 (ODUk) 和分段 (OTUk) 层以及最多六层长途连接监测层内。

除此之外，通过检测非法 66B 码字，传送 PCS 子层的 64B/66B 编码信号的映射可实现在客户层自身之内 MAC 终接和 MAC 终接之间进行误码率监测。

在传输分组数据之前对 64B/66B 解码的映射 (如第 6.2 节所述对 GFP-F 成帧方法的使用) 可继续使用该编码，以对采用 10G base-R 物理接口的路径的各不同分段之间进行误码监测，但将在 ODU2 开销内使用 BIP-8 来监测路径上 OTN 分段的误码率。

ITU-T 系列建议书

A系列	ITU-T工作的组织
D系列	一般资费原则
E系列	综合网络运行、电话业务、业务运行和人为因素
F系列	非话电信业务
G系列	传输系统和媒质、数字系统和网络
H系列	视听及多媒体系统
I系列	综合业务数字网
J系列	有线网络和电视、声音节目和其他多媒体信号的传输
K系列	干扰的防护
L系列	线缆和外部设备其他组件的结构、安装和保护
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、电话设施及本地线路网络
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、开放系统通信和安全性
Y系列	全球信息基础设施、互联网协议问题和下一代网络
Z系列	用于电信系统的语言和一般软件问题