

ICS 33.040.40

M 32

**YD**

# 中华人民共和国通信行业标准

YD/T 2302-2011

---

## 以太网时分复用(TDM) 业务伪线仿真技术要求

Technical specification for pseudowire emulation of  
TDM service over ethernet networks

2011-06-01 发布

2011-06-01 实施

---

中华人民共和国工业和信息化部 发布

目 次

前 言.....II

1 范围.....1

2 规范性引用文件.....1

3 术语和定义.....2

4 缩略语.....2

5 概述.....3

6 以太网伪线仿真通用封装格式.....4

7 以太网传送 TDM 低速电路.....7

7.1 TDM 低速电路类型.....7

7.2 伪线标识符.....8

7.3 控制字.....8

7.4 可选时间信息.....9

7.5 净荷封装.....10

7.6 时钟同步.....13

7.7 CAS 和 CCS 信令支持.....13

7.8 CESoETH 缺陷.....14

附录 A（资料性附录） TDM 语音质量的考虑.....18

## 前 言

本标准参考了MEF8和IEEE 802.1ad、802.1ah标准，并参考IETF PWE3工作组制定的端到端伪线仿真（RFC3985）的部分定义。本标准在制定过程中注意了与以下标准保持一致：

—本标准中的第5章与MEF8章节6.1的架构保持一致，并考虑到与IETF RFC3985的兼容性。

—本标准中的第6章是根据IEEE 802.ad和IEEE 802.1ah并保证了与MEF8相兼容而制订出的封装格式。

—本标准中的第7章与MEF8的第6章和Y.1413的第9章保持一致，删除了国内不支持的TDM类型。

—本标准中资料性附录部分采用ITU-T Y.1413资料性附录相应部分的内容。

本标准由中国标准化协会提出并归口。

本标准起草单位：华为技术有限公司。

本标准主要起草人：朱明明、薛 莉、郭大勇。

# 以太网时分复用（TDM）业务伪线仿真技术要求

## 1 范围

本标准规定了以太网上的TDM业务伪线仿真技术，包括的TDM业务有E1(2048kbit/s)，E3(34368kbit/s)， $N \times 64$ kbit/s。

本标准适用于点到点的以太网。

## 2 规范性引用文件

下列文件对于本标准的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本标准。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改）适用于本标准。

MEF3	城域以太网网中的电路仿真业务的定义、框架和要求
MEF8	城域以太网网上的PDH电路仿真实施协议
IEEE 802.1q	IEEE局域网和城域网络标准-虚拟桥接局域网，2006
IEEE 802.1ad	IEEE局域网和城域网络标准-修正4：供应商网桥，2006
IEEE 802.1ah	IEEE局域网和城域网络标准-修正6：运营商骨干桥，2008
IETF RFC2833	用于DTMF数字信号、电话音和电话信号的RTP负载格式
IETF RFC3916	端到端伪线仿真要求
IETF RFC3985	端到端伪线仿真框架
IETF RFC4385	端到端伪线仿真控制字在MPLS分组交换网络上的使用
IETF RFC4623	端到端伪线仿真的分片和重组
IETF RFC3550	实时传输协议
ITU-T G.702	数字体系比特率
ITU-T G.703	数字体系接口的物理/电气特性
ITU-T G.705	PDH设备的功能块特性
ITU-T G.751	工作在34368kbit/s3次群比特率和139264kbit/s4次群比特率并采用正码速调整的 数字复用设备
ITU-T P.800	主观测量传输质量的方法
ITU-T P.862	通话质量感知评估：一种窄带电话网络和语音编码端到端通话质量评估的客观方法
ITU-T Q.700	CCITT 7号信令系统介绍
ITU-T Q.931	ISDN用户—网络接口第3层基本呼叫控制技术规范
ITU-T Y.1413	TDM-MPLS网络互通—用户平面互通
ITU-T Y.1418	伪线层网络
YD/T 1709-2007	端到端伪线技术要求

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

结构不可知传输 Structure-Agnostic Transport

在传输机制完全不考虑TDM结构的情况下，传输无结构或有结构的TDM。结构不可知传输精确维持了数据和任何结构开销的比特顺序。封装时不提供定位和使用FAS的机制。

3.2

结构可感知传输 Structure-Aware Transport

传输有结构TDM并且至少考虑了某些结构层次。在结构可感知传输中，不要求在以太网上承载TDM比特流的所有比特，特别地，FAS可以在入口剥离并在出口重新产生。

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

AAL1	ATM Adaptation Layer 1	ATM适配层1
AC	Attach Circuit	直连电路
AIS	Alarm Indication Signal	告警指示信号
B-TAG	Backbone VLAN Tag	骨干虚拟局域网标签
CAS	Channel Associated Signaling	随路信令
CCS	Common Channel Signaling	公共信道信令
CE	Customer Edge	客户边缘
CES	Circuit Emulation Services	电路仿真业务
CESOETH (CESoE)	CES over Ethernet	以太网电路仿真
CSI	Convergence Sublayer Indicator	汇聚子层指示
CSRC	Contributing Source	贡献源
C-TAG	Customer VLAN Tag	客户虚拟局域网标签
DE	Discard Eligible	丢弃指示
FAS	Frame Alignment Signal	帧定位信号
FCS	Frame Check Sequence	帧校验序列
I-TAG	Backbone Service Instance Tag	骨干业务实例标签
IWF	Inter-working Function	互通功能
LOF	Loss of Frame	帧丢失
LOS	Loss of Signal	信号丢失
PE	Provider Edge	提供商边缘
PW	Pseudowire	伪线
PW ID	Pseudowire Identifier	伪线标识符
PW CW	PW Control Word	伪线控制字
RTP	Real Time Transport Protocol	实时传输协议

SAR	Segmentation and Reassembly	分片和重组
TDM	Time Division Multiplexing	时分复用

5 概述

以太网伪线仿真是在以太网上仿真二层业务本质属性的技术，网络参考模型如图1所示。

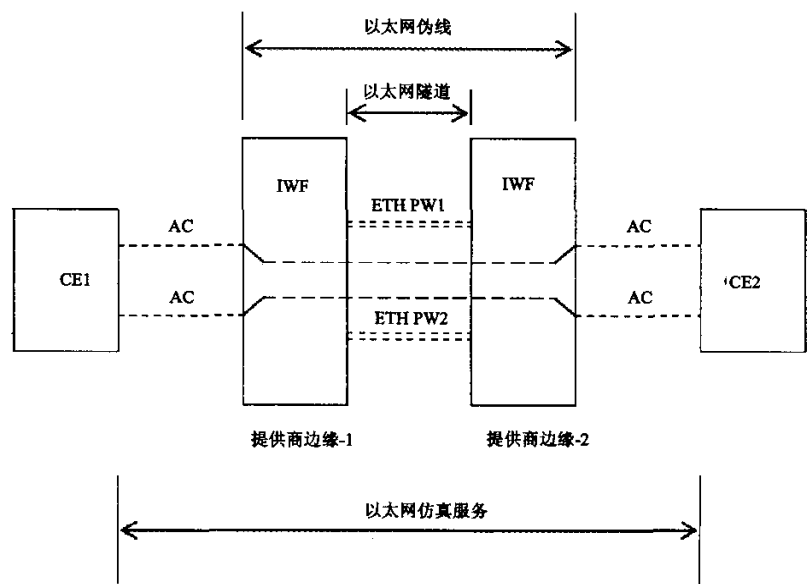


图1 以太网伪线仿真参考模型

注：图1以MEF8为基础，同时参考了IETF RFC3985。

在图1的参考模型中与以太网伪线相连的两侧直连电路必须具有相同的性质，异种直连电路超出本标准范畴。

驻留在提供商边缘设备（PE）上的网络互通功能（IWF）将从AC上收到的原始业务数据进行以太网帧封装，并通过伪线发送到另一端的PE设备。驻留在远端PE上的IWF负责从以太网帧中提取并重构原始业务，交由PE发送至与其相连的AC。

在以太网伪线仿真过程中，PE上的网络互通功能扮演了重要角色，IWF可分成4个功能模块，如图2所示。

原始业务处理功能、复用/去复用功能、以太网伪线处理功能、以太网终结功能。

a) 原始业务处理功能负责：

原始业务封装/解封装

b) 复用/去复用功能：

- 在入 IWF 上，对每个将发送以太网帧，将预先分配的一条以太网伪线和其原始业务 AC 标识符关联；

- 在出 IWF 上，根据每个以太网帧的 PW ID，决定其对应的原始业务 AC 标识符。

c) 以太网伪线处理功能负责伪线封装：

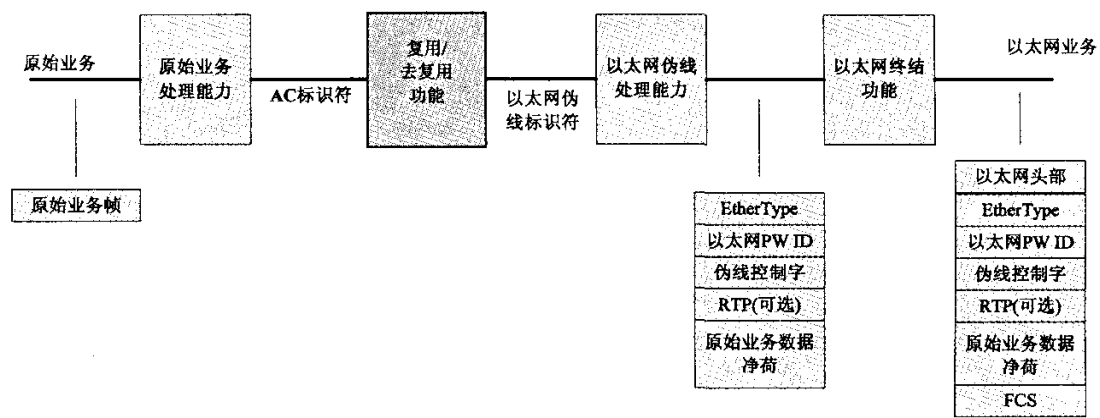


图2 IWF 功能模块

- 在入 IWF 上，为每个发送的以太网帧分配标示仿真业务的 EtherType，例如为 TDM 电路仿真分配 EtherType=0x88d8；
  - 在出 IWF 上，根据 EtherType 确定原始业务数据封装类型；
  - 伪线标识符、控制字封装/解封装；
  - 原始业务数据净荷封装/解封装；
  - 时钟同步（可选）处理，如 7.4 中使用 RTP 头部；
  - 其他功能（可选）处理，如 7.8 中携带信令和告警信息等。
- d) 以太网终结功能负责：
- 封装/解封装以太网帧头部；
  - 填充/校验 FCS。

以太网伪线建立可以通过静态配置的方式，使用信令自动建立伪线暂时不考虑。

一个以太网伪线仿真业务是由两条方向相反的对称数据流构成的双向业务，因此对于每个方向上的仿真业务，存在一对IWF和一条伪线，如图3所示。

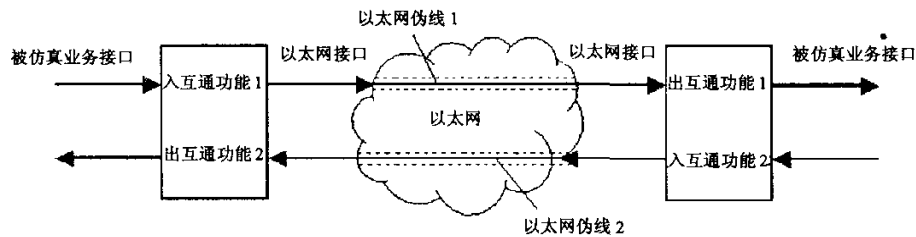


图3 互通功能方向示意

从原始业务网络到以太网方向的互通功能IWF称为入IWF；从以太网到原始业务网络方向的互通功能IWF称为出IWF。

6 以太网伪线仿真通用封装格式

以太网伪线仿真有3个功能层：以太网业务层、适配功能和以太网伪线仿真应用数据，分别对应到以太网帧上，如图4所示。

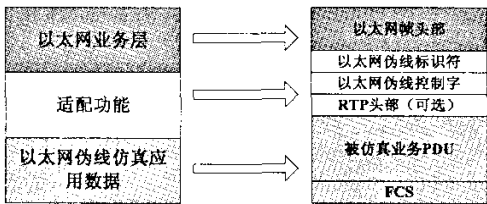


图4 以太网伪线仿真通用封装格式

——以太网伪线标识符 (PW ID)：

PW ID标识了一条分配给某个方向上一AC的伪线。一般使用MEF8中定义的仿真电路标识符如图5所示，在802.1ah的以太网电路仿真中，也可以使用24bit的SID，如图9所示。

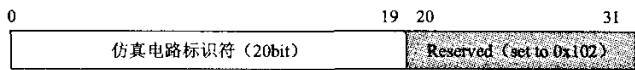


图5 仿真电路标识符

——以太网伪线控制字 (PW CW)：

伪线控制字一般由4byte构成，前4bit全部为0，用来和IP头部前4bit的IP版本号区分。后28bit的格式和具体的以太网伪线仿真业务相关，一般优先选用如图6的格式。

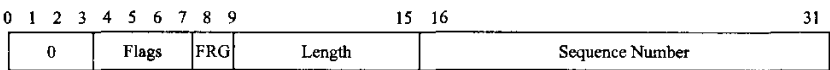


图6 控制字格式

- 标志字段 (Flags)：位于 4~7bit，这由具体承载的仿真业务决定，例如可用来透传被仿真业务的缺陷指示。
- 分片标识 (FRG)：位于 8~9bit，当被仿真的业务 PDU 长度超出以太网帧限定的最大长度时，需要进行分片。如果该仿真业务的 PDU 总是小于以太网帧限定的最大长度时，即该仿真业务不需要分片，则 FRG 字段可作为标志字段使用。具体使用方法见 7.3.2 节。
- 长度字段 (Length)：位于 10~15bit，如果对原始业务 PDU 进行以太网伪线封装后，发现该帧长度小于以太网帧限定的最短长度 64byte 时，需要进行零字节填充，此时该字段将指示原始业务 PDU 的实际长度。如果不需要零字节填充，则该字段为 0。具体使用方法见 7.3.3 节。
- 序列号字段 (Sequence Number)：位于 16~31bit，有些原始业务要求报文按顺序接收，而以太网是无法保证的。使用序列号机制将在出 IWF 上恢复原始业务的报文顺序。如果不使用序列号机制，该字段将为 0。具体使用方法见 7.3.4 节。

——RTP 头部：

这是可选的，例如TDM电路对时钟同步有要求，因此对TDM的电路仿真需要使用到RTP头部。

——原始业务 PDU

承载了被仿真业务的数据净荷，其格式和具体的业务相关。

——以太网帧头部/FCS

以太网帧头部和FCS是以太网帧特有的信息，具体由承载网络使用的以太网报文格式决定。

当以太网伪线仿真采用802.1ad格式，以太网帧头部将包括：目的MAC地址 (6byte)、源MAC地址 (6byte)、S-TAG (4byte)、C-TAG (4byte)，如图7所示。



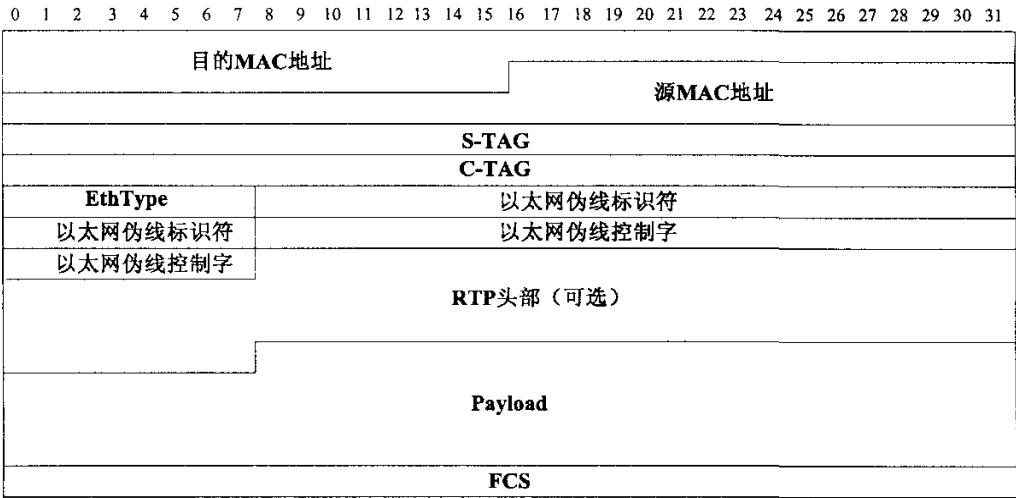


图7 802.1ad 伪线封装

当以太网伪线仿真采用802.1ah短帧格式，即UCA=0，客户MAC地址全0，以太网伪线标识符和控制字将占用I-TAG中部分字段。由于I-TAG是用于标识运营商骨干业务实例的，因此可以用I-SID来标识以太网伪线标识符。如图8所示，以太网帧头部将包括：目的MAC地址（6byte）、源MAC地址（6byte）、B-TAG（4byte）。

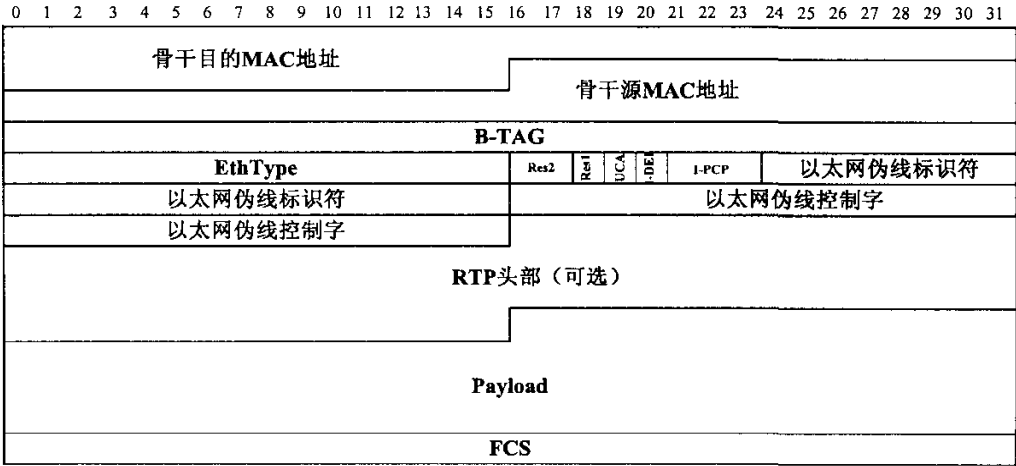


图8 802.1ah 短帧格式伪线封装

当以太网伪线仿真采用802.1ah通用格式，以太网伪线标识符采用32bit的MPLS标签格式，如图9所示。以太网帧头包括：目的MAC地址（6byte）、源MAC地址（6byte）、B-TAG（4byte）、I-TAG（18byte）、S-TAG(4byte)、C-Type(4byte)、EthType(2byte)。

以太网伪线采用802.1ah短帧格式封装还是通用格式封装格式的协商不在本标准讨论范围内。

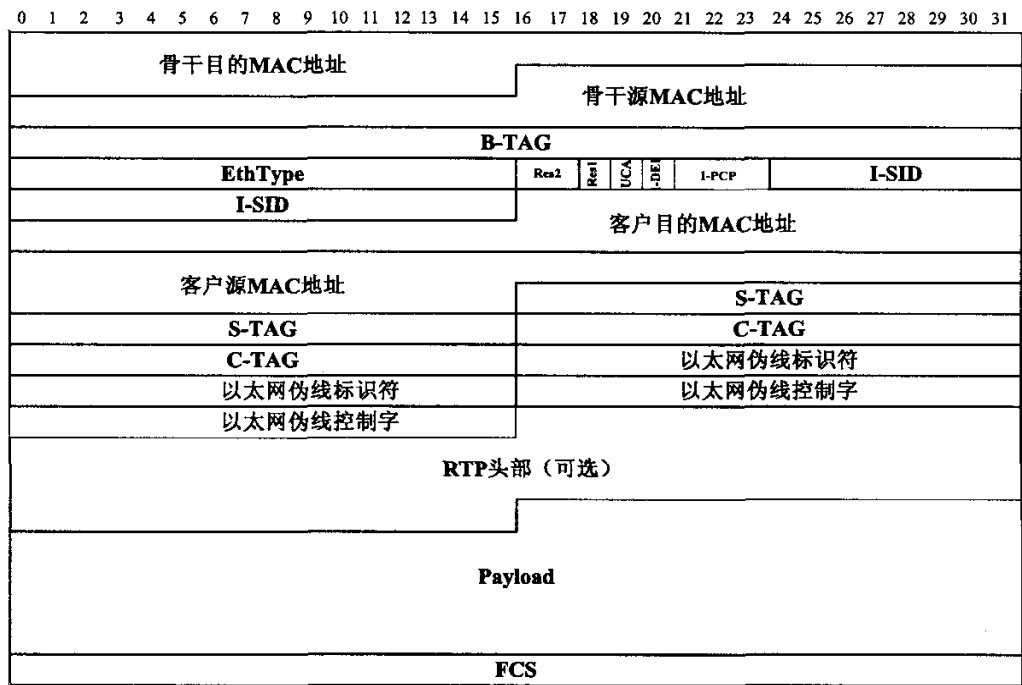


图9 802.1ah 通用格式伪线封装

7 以太网传送 TDM 低速电路

本标准在TDM低速电路上，给出了以太网伪线仿真的实施要求，具体的TDM低速电路包括E1(2048kbit/s)，E3(34 368kbit/s)， $N \times 64$ kbit/s。对于比较高速的TDM业务，例如SONET/SDH，超出了本标准范围。一般地，把以太网上的TDM业务伪线仿真也称为以太网电路仿真（CESoE或CESoETH）。

图10给出了以太网网络承载TDM业务的一般网络架构，其中两侧的TDM网络通过一个以太网连接起来。从TDM到ETH方向的IWF，称为入IWF，负责将持续的TDM流被IWF分段并封装到以太网帧中。从ETH到TDM方向的IWF，称为出IWF，负责将TDM分段从以太网帧中获取出来并且重组成持续的TDM流，发送到相连的TDM网络中。

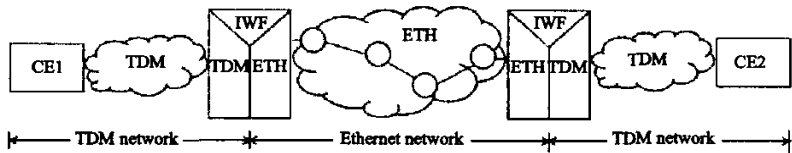


图10 以太网传送 TDM 电路网络模型

7.1 TDM 低速电路类型

本标准所支持的TDM类型包括如下：

- a) 传送如下非结构TDM类型：
  - 符合ITU-T G.702规定的具有2048kbit/s速率的E1；
  - $N \times 64$ kbit/s，例如符合ITU-T I.231.1规定的速率为65kbit/s、128kbit/s、192kbit/s的数据；
  - 符合ITU-T G.751规定的34368kbit/s速率的E3。

- b) 传送如下结构化的TDM类型：
  - 符合ITU-T G.704规定的E1；
  - 符合ITU-T G.704规定的携带N时隙（N从1到30）的部分E1。
- c) 传送符合ITU-T G.704规定带有信令的结构化E1类型。
- d) 传送与中继相关的CCS信令，例如在符合ITU-T Q.700和ITU-T Q.931中规定的。

7.2 伪线标识符

伪线标识符同第6章中的“伪线标识符”。

7.3 控制字

CESoETH控制字采用如图11的格式。

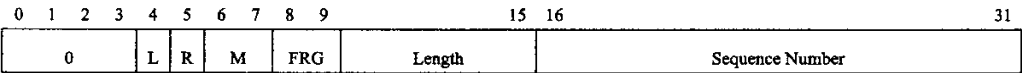


图11 CESoETH 控制字格式

7.3.1 FLAGS 字段

L、R、M字段提供了一种在IWF间透传TDM缺陷指示的方法。

——L（Local TDM Failure）：本地 TMD 故障

Lbit位设为1表明入IWF检测到或被告知存在一个影响TDM数据的TDM缺陷。当L字段被设置时，帧的内容可能就没有意义了。如果TDM故障恢复，L将被清空。

——R（Remote Loss of Frames Indication）：远程帧丢失指示

当入IWF设置R为1时，指示了本地出IWF不能接收以太网帧，因此，R字段的设置表明了反向连接故障。这可能是由于网络拥塞或其他相关故障造成的。可以预先规定，当连续丢失一定数目的帧，Rbit位就被设置；一旦帧重新能被接收到，那么Rbit位将被清除。

——M（Modifier Bits）：修正比特

被入IWF设定的用来对L字段进行补充，具体设置见表1。

表1 M 字段设置含义

L	M		含 义
	Bit4	Bit6	
0	0	0	指示没有检测到本地TDM故障
0	0	1	保留
0	1	0	向入IWF报告在TDM入口收到RDI。 当收到这个指示时，出IWF将根据本地配置选项决定是否在本地TDM干线中产生RDI，并且这只能用于结构可感知的电路仿真
0	1	1	指示了一个包含非TDM数据的CESoETH帧（例如，携带信令的帧）
1	0	0	指示了一个应该触发出IWF产生AIS的TDM故障（例如，结构可感知仿真中的LOS，AIS或LOF，见ITU-T G.705）
1	0	1	保留
1	1	0	保留
1	1	1	保留

7.3.2 分片标示字段

分片标示FRG (Fragmentation bits) 用于将复帧结构分片到CESoETH中，具体使用见表2。

表2 FRG 字段的设置含义

FRG		含 义
Bit8	Bit9	
0	0	指示了整个（未进行分片）复帧结构被承载在一个CESoETH帧中，或者没有复帧结构被标识（例如，对于结构不可知传输，或者CAS的结构可感知传输，或者CAS承载在单信令帧中）
0	1	指示承载了复帧结构的第一个分片的CESoETH帧
1	0	指示承载了复帧结构最后一个分片的CESoETH帧
1	1	指示承载了复帧结构中间分片的CESoETH帧

7.3.3 长度字段

以太网链路对报文字节大小有限制，要求最小64byte。如果长度达不到这个要求，可采用零字节填充的方法。如果Length为0表明，没有零字节填充；如果Length非零，表明存在填充字节。

出IWF将根据收到报文中的Length来确定实际承载的净荷长度。

7.3.4 序列号字段

序列号是2byte的字段，用来检测报文丢失和报文乱序，以太网电路仿真必须保证TDM业务的顺序性，因此这个字段必须使用。下面规定如何设置和处理序列号。

7.3.4.1 序列号的设置

在入方向上的入IWF上，执行如下过程：

- 1) 对于发送到以太网上的第一个CESoETH帧，其序列号应该设为一个随机值；
- 2) 对于随后的每个CESoETH帧，其序列号将逐次加1取模 $2^{16}$ 。

7.3.4.2 序列号的处理

序列号处理的目的是用来检测报文丢失和报文乱序的。报文丢失处理将在7.8.2节中讨论。如果发生乱序，那么乱序的报文应该被重序。报文丢失的检测不在本标准讨论范围。

在出IWF上，执行如下过程：

- 1) 出IWF维护一个期望的序列号；
- 2) 总是将收到的第一个CESoETH帧认为是期望的帧，并且期望序列号设置为该帧的序列号；
- 3) 如果序列号等于或大于期望值，那么期望值加1取模 $2^{16}$ ；否则期望值不变。

7.4 可选时间信息

可选时间信息使用IETF RFC3550规定的实时传输协议RTP头，缺省不使用该字段。

如果使用的话，RTP头部将出现在每个CESoETH帧中，并且将位于互通控制字和净荷之间。

RTP头部各字段的使用将按图12的规定。

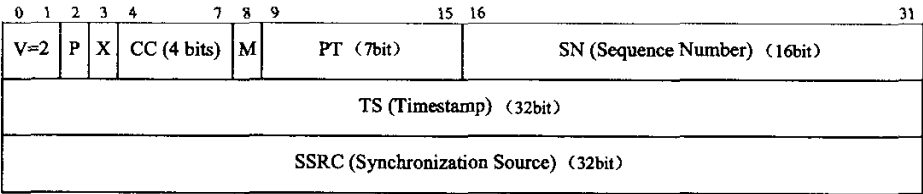


图12 RTP 头部

——V（版本）总是设为2。

——P（填充）、X（头部扩展）、CC（CSRC 计数）和M（标记）总是预先设为0。

——PT（净荷类型）：对每个方向上的仿真电路，分配一个动态的范围值。入 IWF 将分配的值设置到 RTP 头部 RT 字段。

——SN（序列号）：RTP 头部的 SN 必须等于 CESoETH 控制字中的 SN。

——TS（时间戳）：用于承载网络定时信息，必须按照[RFC3550]中的规则产生和处理。用于产生时间戳的时钟频率应该是 8kHz 的整数倍。

——SSRC（同步源）可用于检测错误连接。

## 7.5 净荷封装

本标准包括如下几种TDM净荷封装：7.5.1节详细说明了结构不可知传输的净荷封装格式；7.5.2.1节详细说明了结构锁定封装；7.5.2.2节则是基于AAL1的结构指示封装。

传输机制完全忽略结构，被称为结构不可知传输，这种传输方式适用于有结构TDM和无结构TDM。这种传输方式维持了精确的数据顺序和任何结构开销，并且不提供任何定位机制或使用帧定位信号FAS。

传输机制至少考虑了某一层结构的结构化TDM传输，称为结构可感知传输。这种传输方式不要求在以太网上承载TDM比特流的所有比特；特别地，FAS可以在入口剥离，在出口重新产生。

CES IWF必须支持定义在7.5.1节中的结构不可知传输，而结构可感知传输则是可选的。

### 7.5.1 结构不可知传输

结构不可知传输完全不考虑任何TDM结构。

结构不可知传输净荷封装支持7.1中提及的所有TDM业务。

结构不可知传输是使用任意固定长度TDM分段，无字节或帧定位隐藏。

TDM分段中的字节数：

——在初始化时被定义；

——可以使用信令协议进行交换；

——在两个方向上是相同的；并且

——一旦建立有效的 TDM 数据连接，在其生存期内将保持不变。

结构不可知传输应该支持如下TDM净荷大小：

——E1：256byte；

当设定Lbit位时，为保证带宽，对无效的TDM净荷可以忽略,不进行封装。

无论是报文丢失或报文延迟超过极限值，或收到的报文中设定了L字段，出IWF都会向其TDM接口产生适当数目的AIS。

注：下面7.5.2.2节中的AAL1也可用于结构不可知传输。

### 7.5.2 结构可感知传输

结构可感知传输通过在出口重新产生FAS来维护远端TDM接口的正确操作，并通过结构锁定或结构指示来保存TDM结构完整性。无论是报文丢失还是报文延迟超过极限值，或收到的报文设置了Lbit位，出IWF都会产生适当数量的填充数据，其目的是为了维持TDM定时和FAS。但是这可能会导致TDM电话语音通道的质量下降。为此，可能需要部署期望报文丢失率，丢包隐藏等机制。

结构可感知传输的净荷格式支持7.1节中b)、c)条款。

7.5.2.1 结构锁定封装

在两个方向上，所有报文承载的TDM数据都是相同数量的。因此，TDM数据填充报文所需时间总是相同的。

如果由于收到的报文中设定了Lbit位，出IWF将使用填充数据，确保适当的FAS比特发送到TDM网络中。

对于规定在7.1节条款b)中的业务，报文净荷由整数个帧构成，并且在第一个帧的第一个字节定位。如果报文净荷由M个帧组成，报文组装延时将是125μs的M倍。

对于规定在7.1节条款c)中的业务，报文净荷由一个完整的复帧构成。或者，复帧也可被分成整数个大小相同的分片，其中每个分片的第一个字节是帧的第一个字节。每个分片被放到独立的报文中，并且通过控制字中的FRG字段进行分片指示。CAS信令信息将作为专门的信令子结构，按如下附加：

- 属于每个连续时隙的 4bit CAS，将被放在信令子结构中，如图 13 描述；
- CAS 的 A, B, C, D 比特排放顺序是从最高位到最低位；
- 如果是奇数个时隙，将附加填充半个字节；
- 如果复帧结构被分片成几个报文，信令子结构总是附加到最后一个分片中。

图13和图14显示了净荷封装格式。

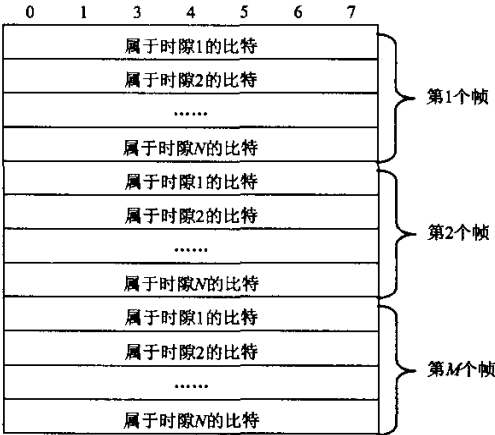
7.5.2.2 结构指示封装

本条将TDM比特流封装成48byte的AAL1类型的SAR PDU（可参见ITU I.363.1）。

报文净荷由一个或多个PDU组成，如图15和图16。每个报文中PDU的数目：

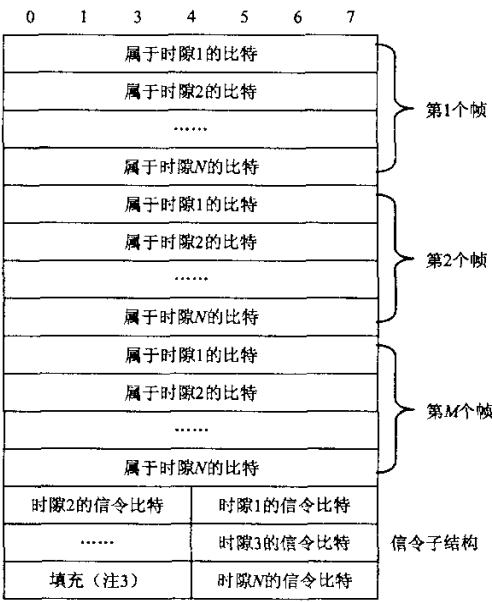
- 将在初始化时被定义；
- 可以使用信令协议进行交换；
- 在两个方向上是相同的；并且
- 在其连接生存期内将保持不变。

每个报文支持的PDU数目是预先配置的并且通常会考虑延时和带宽限制。使用一个PDU会将延时减小到最少，但是会导致开销最高。



注 1：比特7是最高位。  
注 2：报文包含了M个TDM帧，每个帧有N个时隙。

图13 无 CAS 的结构锁定封装



注 1：比特7是最高位。

注 2：报文包含了M个TDM帧加上信令子结构，每个帧有N个时隙。

注 3：如果N为奇数，增加4bit填充位。

图 14 带有 CAS 的结构锁定封装

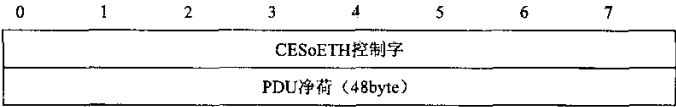


图 15 每报文含一个 PDU 的结构指示封装

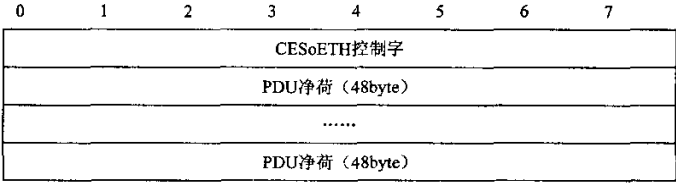


图 16 每报文含多个 PDU 的结构指示封装

AAL1区分了无结构和有结构的数据传送，对应于本标准所指的结构不可知和结构可感知传输。

对于结构不可知传输，和7.5.1相比AAL1并没有提供内在的优点，但有时需要这种应用场景。例如，必须和一个AAL1类型的ATM电路仿真系统进行互通时，或者优先使用基于AAL1机制的时钟恢复时。

每48byteSAR-PDU由一个SAR-PDU头部和一个SAR-PDU净荷组成。SAR-PDU头部包括一个会聚层指示（CSI）比特，并且可用于时钟恢复。

对于无结构AAL1，每个子帧中的48byte包括一字节的SAR-PDU头部和47byte TDM数据。

对于结构可感知传输，ATM af-vtoa-0078.000定义了两种模式，结构化的和带有CAS结构化的。结构化的AAL1承载了字节排列的TDM并且通过在下一个帧开头的SAR-PDU头部埋入一指针的方式维护了TDM帧的同步。TDM帧和复帧是通过在下一个复帧开头埋入指针进行同步；进一步包括了含有CAS信令比特位的子结构，见7.5.2.1节。

7.6 时钟同步

在任何电路仿真方案中时钟同步都是需要重点考虑的。简单地说，位于出方向IWF上用于发送数据的时钟必须和位于入方向上用于输入数据的时钟具有相同频率，否则会发生滑帧。关于同步架构和时钟恢复的更多参考，可以参见MEF3。

总结一下，对于出方向上IWF的TMD时钟有4个基本选项，如图17所示。

- 使用入TMD线路时钟（TDM line timing）；
- 使用外部参考时钟源（External timing）；
- 使用自由运行的振荡器（Free run timing）；
- 从以太网接口恢复出时钟（Ethernet line timing）。

最后一项，以太网线路定时，覆盖了从以太网中抽取出的所有信息，包括：

- “自适应定时”，根据CESoETH帧中的数据以及帧到达时间来恢复出时钟；
- “差分定时”，根据综合包含在CESoETH帧中的数据以及入IWF和出IWF的公共参考时钟来恢复出时钟。这样的参考时钟可能是通过各种方法分布的。

对于大多数应用，推荐CESoETH实施必须至少支持TDM线路定时，外部定时和自适应定时。但是在网络两侧，这种出IWF定时选项的结合不是每次都能满足如下需求的，因此必须谨慎考虑选择合适的定时选项。

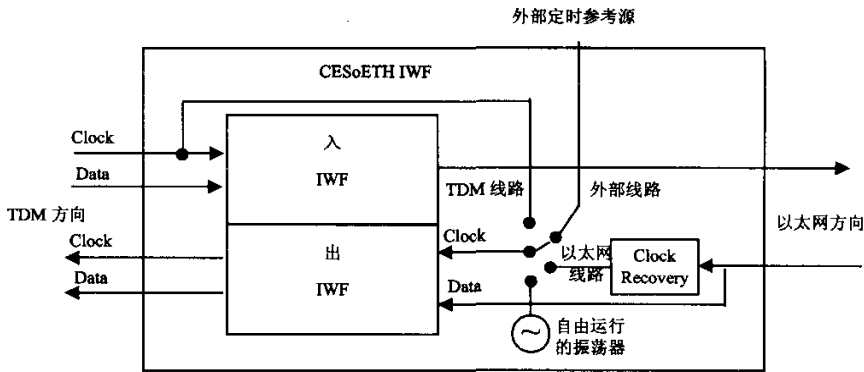


图17 出 IWF 的同步选项

CESoETH实施需满足如下的同步需求。某些应用可能要求使用更严格的要求。

- 使用的同步方法必须使得出IWF满足符合ITU-T G.823 规定的E1电路的流量接口要求。
- 入IWF上的输入必须满足符合ITU-T G.823 规定的E1电路的流量接口要求，抖动和漂移才能被容忍。

7.7 CAS 和 CCS 信令支持

TDM网络中可传递CAS或CCS电话信令，在以太网中，这些CE信号必须被可靠地传送到对端TDM网络。

在结构不可知仿真中，不要求截取或处理CE信令。信令是被插入TDM数据流中的，因此可以通过仿真电路端到端承载。

在结构可感知传输中，公共信道信令（CCS）可能通过专门的承载信令道传递（例如，E1占用信道16）。但是，随路信令（CAS）要求了解中继复帧结构的时隙关系。



本节规定了一种通过在独立信令报文中承载CE信令（CAS或CCS）来扩展 $N \times 64\text{ kbit/s}$ 基本业务的通用方法，这个方法不依赖于TDM电路类型。

### 7.7.1 CE 信令帧

CE信令帧的通用格式必须符合和前面规定的CESoETH帧，并满足如下额外要求：

——CESoETH 数据帧和其相应的信令帧必须具有相同：

- DA(目的 MAC 地址)；
- EtherType；
- RTP 头部的使用（即要么都使用，要么都不使用）。

——CESoETH 数据帧和其相应的信令帧必须使用不同的仿真电路标识符；

——CESoETH 数据帧和其相应的信令帧必须使用单独的序列号空间；

——如果使用 RTP 头部：

- 数据帧和其相应的信令帧必须使用一个不同的净荷类型值；
- 数据帧和其相应的的信令帧必须使用一个不同的 SSRC 值；
- 数据帧和其相应的信令帧的时间戳值在任意时间都必须是相同的。

### 7.7.2 CAS 信令帧

CAS信令帧必须满足如下额外要求：

——每个信令帧的净荷必须由  $N \times 32\text{ bit}$  字组成（这里  $N$  是该业务的时隙数目）；

——净荷的第  $i$  个字，包括了 CAS 信令对应于第  $i$  时隙的当前“ABCD”值，必须和 IETF RFC2833 中 3.14 的表 6 的编码一致。

——在如下任意一事件发生时，信令帧必须以 5ms 为间隔发送 3 次：

- 建立仿真电路；
- 仿真电路信令状态变化；
- 帧丢失缺陷被清除；
- 远程帧丢失指示被清除；

——如果没有上面指明的的事件发生，信令帧应该每 5s 发送一次，除了当本地 TDM 电路故障导致相应的数据帧中设置了 L 标志。

### 7.7.3 CCS 信令帧

使用独立信令帧来承载CCS信令不在本标准范围内。

## 7.8 CESoETH 缺陷

有3种方式能造成CESoETH缺陷：由被仿真的TDM业务造成；由以太网造成；由IWF自身造成。本节将考虑如下缺陷：

由TDM业务行为造成的缺陷，见控制字中的FLAGS字段。

由以太网行为造成的缺陷：

——错误连接 CESoETH 帧，见 7.8.1 节；

——帧乱序和帧丢失，见 7.8.2 节；

——迟到的 CESoETH 帧，见 7.8.3 节。

由IWF行为造成的缺陷：

- 畸形帧，见 7.8.4 节；
- Jitter Buffer 上溢/下溢，见 7.8.5 节。

### 7.8.1 误连接

某个帧被错误地发送到一个CES IWF，特别地，如果净荷第一个字节和一个已知仿真电路的ID匹配时，有可能被错误地理解为正常的CESoETH帧，这种帧也被称为“迷途帧”。检测“迷途帧”，应用如下规则：

——CES IWF 必须接收且仅接收那些包含了正确的以太网目的地址和属于该 IWF 的仿真电路标识符的帧。

——CES IWF 应该提供额外的保护，通过检查以太网源地址来防止指定仿真电路 ID 的已知源地址。

——如果使用 RTP 的话，可以进一步提供保护，通过检查 SSRC 字段的值来防止指定仿真电路 ID 的已知 SSRRRC 值。

——当 CES IWF 检测到一个迷途帧，该帧必须被丢弃。

——如果在一段时间（可配置，缺省为 2.5s）内，迷途帧持续的百分比超出给定等级，应该向管理系统发送误连接告警。

——如果在一段时间（可配置，缺省为 10s）内，没有检测到迷途帧，那么应该清除误连接告警。

——丢帧检测机制必须不会影响到迷途帧的接收。

### 7.8.2 帧乱序和帧丢失

帧乱序或帧丢失的检测是通过使用或控制字或RTP头部的序列号实现的。检测帧乱序和帧丢失，应用如下规则：

——使用 RTP 头的仿真电路必须使用 CESoETH 控制字中的序列号，并且将 RTP 头部的序列号忽略；

——如果乱序帧能及时到达，那么应该尝试进行排序；

——不能被重新排序的乱序帧必须丢弃，并认为是丢失的；

——如果出 IWF 检测到一个或多个 CESoETH 帧丢失，它必须为 TDM 数据每个丢失字节产生“替代字节”；

——所有以太网电路仿真业务应该支持如下方法产生替代数据：

对于结构不可知业务，在CESoETH帧计划持续期间内产生AIS码；

对于带有CAS或不带CAS的 $N \times 64\text{bit/s}$ 的业务，在CESoETH帧计划持续期间内产生本地配置的空闲码；

对于带有CAS的 $N \times 64\text{bit/s}$ 的业务，要么使用以前的CAS数据值，要么使用为每个64kbit/s通道预先定义的值。

可以使用其他产生替代数据的方法（例如，丢帧隐藏技术，或用收到的上一个CESoETH帧替代），这依赖于具体的应用。

——如果帧丢失率超过预先定义的阈值，并持续了一个可配置时间（缺省为 2.5s），应该向管理系统发送帧丢失告警；

——如果帧丢失率持续时间低于预先定义的阈值，并且持续了一段可配置时间（缺省为 10s），应该清除帧丢失告警。

### 7.8.3 迟到帧

有的情况下, 帧延时抖动可能异常大, 导致CESoETH帧到达时间晚于预期时间, 尽管抖动缓冲区可能没有满。这些帧会被丢失, 并且可能已经认为帧丢失了。

检测迟到帧, 应用如下规则:

——一个 CESoETH IWF 必须丢弃那些到达 TDM 接口太晚的帧;

——如果迟到帧的百分比在一个可配置时间内 (缺省为 2.5s) 超过预先定义的等级, 应该向管理系统发送迟到帧告警;

——如果在一个可配置时间内 (缺省为 10s), 迟到帧的百分比低于预先定义的阈值, 应该清除迟到帧告警。

### 7.8.4 畸形帧

满足如下之一或全部条件畸形帧不是迷途帧:

——如果使用 RTP, 其 RTP 头部的 PT 值和分配给该方向的仿真电路的 PT 值不一致;

——对于包含有效 TDM 数据, 控制字中 L=0, 并且实际净荷大小能被明确确定的 CESoETH 帧, 其净荷大小与该流所定义的大小不一致。

所有CESoETH业务应该使用如下方法产生数据来替代畸形帧:

——对于结构不可知业务, 在 CESoETH 帧计划持续期间内产生 AIS 码;

——对于带有或不带有 CAS 的  $N \times 64\text{ kbit/s}$  业务, 在 CESoETH 帧计划持续期间内产生本地配置的空闲码;

——对于带有 CAS 的  $N \times 64\text{ kbit/s}$  的业务, 要么使用以前的 CAS 数据值, 要么使用为每个  $64\text{ kbit/s}$  通道预先定义的值。

可以使用其他产生替代数据的方法 (例如, 丢帧隐藏技术, 或用收到的上一个CESoETH帧替代), 这依赖于具体的应用。

——如果畸形帧百分比超过预先定义的水平, 并持续了一段可配置时间 (缺省为 2.5s), 应该向管理系统发送畸形帧告警;

——如果在一段可配置 (缺省为 10s) 内没有检测到畸形帧, 应该清除畸形帧告警。

### 7.8.5 抖动缓冲区上溢和下溢缺陷

出 IWF 上包含一个抖动缓冲区用来囤积来自入CESoETH帧的数据。这个抖动缓冲区的目的是为了平滑CESoETH帧到达时间的变化。从抖动缓冲区出来的数据, 以恒定速率被送往TDM业务。这个缓冲区需要尽可能小, 以减少TDM业务延迟, 但是这个缓冲区又要足够大, 能满足已知的帧延时抖动。

但是可能帧延时抖动异常大, 发生上溢或下溢情况。当用于抖动缓冲区发出TDM数据的时钟频率和源TDM业务时钟频率不同时, 这些情况也可能会发生。

当位于出 IWF 上的抖动缓冲区无法容纳下新到达的整个有效CESoETH帧时, 例如, 缺少足够的缓存空间, 抖动缓冲区上溢情形发生。当没有正确收到准备发送给TDM接口CESoETH帧时, 就会发生抖动缓冲区下溢的情形。这种情形发生的主要原因是由于在以太网中的丢帧, 或由于错误条件导致的帧丢弃。

如下要求应用于检测抖动缓冲区缺陷:

——一个 CESoETH IWF 必须检测抖动缓冲区上溢情形;

——如果由于抖动缓冲区上溢造成达到的 CESoETH 帧无法被存储在抖动缓冲区内, 那么出 IWF 必

须丢弃该帧；

——如果抖动缓冲区上溢持续时间超过一个可配置时间（缺省为 2.5s），那么应该发送抖动缓冲区上溢告警给管理系统；

——如果经过一段可配置时间（缺省为 10s），没有抖动缓冲区上溢情形的发生，应该清除抖动缓冲区上溢告警。

附 录 A  
(资料性附录)  
TDM语音质量的考虑

从本标准第7章中可以看到在以太网上承载TDM的质量，依赖于以太网帧丢失率，因此可能无法满足ITU-T G.826中的误差目标。

但是，承载在TDM流中的语音可能仍然有能力满足语音质量的目标。特别要指出的是ITU-T P.800和P.862中规定了语音质量下降的要求，ITU-T G.114规定了时延要求。

ITU-T G.114中规定了假设提供足够的回声控制，单向传输时延不超过150ms是用户普遍能接受的(某些情况下高时延是能接受的)。网络规划和抖动缓存配置时必须将这些考虑进去。

语音流中的帧丢失可能会造成语音间隙，导致停顿、错乱，甚至无法理解讲话。ITU-T P.800给出了语音质量的主观测量，ITU-T P.862给出了客观测量。以太网上的TDM电路仿真必须确保感受到的语音质量类似于GSTN，即使在出现适当的丢包情况下。

---