

国际电信联盟

**ITU-T**

国际电信联盟  
电信标准化部门

**G.8264/Y.1364**

**修正1**  
(03/2018)

**G系列：传输系统和媒质、数字系统和网络**

**经传送网的分组网问题 – 同步、质量和可用性目标**

**Y系列：全球信息基础设施、互联网的协议问题、下一代网络、物联网和智慧城市**

**互联网的协议问题 – 传送**

---

**通过分组网的时序信息的分布**

**修正1**

ITU-T G.8264/Y.1364 (2017) 建议书 –  
修正1

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
在无线电中继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
传输媒质和光系统的特性	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
多媒体服务质量和性能 – 一般及与用户相关的问题	G.1000-G.1999
传输媒质特性	G.6000-G.6999
经传送网的数据 – 一般问题	G.7000-G.7999
经传送网的分组网问题	G.8000-G.8999
经传送网的以太网问题	G.8000-G.8099
经传送网的MPLS问题	G.8100-G.8199
<b>同步、质量和可用性目标</b>	<b>G.8200-G.8299</b>
业务管理	G.8600-G.8699
接入网	G.9000-G.9999

欲进一步了解详细信息，请查阅ITU-T建议书清单。

## 通过分组网的时序信息的分布

### 修正1

#### 摘要

ITU-T G.8264/Y.1364建议书概述了通过分组网分配时序信息的问题，并首先以以太网为重点开展研究。可采用多种方法来传送频率（或者基于物理层，或者基于协议层）。本建议书提供了有关以太网中时序流的架构问题的信息，这将成为未来与时间和相位传送有关的工作的基础。

本建议书规定了用于同步以太网的同步状态消息（SSM）协议和格式。需要遵守本建议书中规定的SSM格式，以便确保从事频率传送的同步以太网设备之间的互操作性。

修正1进行了更改，将增强的主参考时钟（ePRC）合并到同步以太网的SSM代码表中。

#### 沿革

版本	建议书	批准日期	研究组	唯一ID*
1.0	ITU-T G.8264/Y.1364	2008-10-29	15	<a href="http://handle.itu.int/11.1002/1000/9420">11.1002/1000/9420</a>
1.1	ITU-T G.8264/Y.1364 (2008) 勘误1	2009-11-13	15	<a href="http://handle.itu.int/11.1002/1000/10433">11.1002/1000/10433</a>
1.2	ITU-T G.8264/Y.1364 (2008) 修正1	2010-09-22	15	<a href="http://handle.itu.int/11.1002/1000/10927">11.1002/1000/10927</a>
1.3	ITU-T G.8264/Y.1364 (2008) 勘误2	2012-02-13	15	<a href="http://handle.itu.int/11.1002/1000/11526">11.1002/1000/11526</a>
1.4	ITU-T G.8264/Y.1364 (2008) 修正2	2012-02-13	15	<a href="http://handle.itu.int/11.1002/1000/11525">11.1002/1000/11525</a>
2.0	ITU-T G.8264/Y.1364	2014-05-14	15	<a href="http://handle.itu.int/11.1002/1000/12192">11.1002/1000/12192</a>
2.1	ITU-T G.8264/Y.1364 (2014) 修正1	2015-01-13	15	<a href="http://handle.itu.int/11.1002/1000/12390">11.1002/1000/12390</a>
2.2	ITU-T G.8264/Y.1364 (2014) 修正2	2016-04-13	15	<a href="http://handle.itu.int/11.1002/1000/12810">11.1002/1000/12810</a>
3.0	ITU-T G.8264/Y.1364	2017-08-29	15	<a href="http://handle.itu.int/11.1002/1000/13321">11.1002/1000/13321</a>
3.1	ITU-T G.8264/Y.1364 (2017) 修正1	2018-03-16	15	<a href="http://handle.itu.int/11.1002/1000/13547">11.1002/1000/13547</a>

#### 关键词

ESMC、分组时序、物理时序、同步、同步以太网。

\* 欲访问建议书，请在万维网浏览器的地址字段中键入URL：<http://handle.itu.int/int>，然后输入建议书的唯一ID。例如，<http://handle.itu.int/11.1002/1000/11830-en>。

## 前言

国际电信联盟（ITU）是从事电信、信息通信技术（ICT）领域工作的联合国专门机构。国际电联电信标准化部门（ITU-T）是国际电联的一个常设机构，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布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，而后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ITU-T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

本建议书为简明扼要起见而使用的“主管部门”一词，既指电信主管部门，也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的条款（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，才认为达到了本建议书的合规性要求。“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声明的知识产权。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、有关已声明之知识产权的证据、有效性或适用性不表明任何意见。

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、有关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，这可能并非最新的信息，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 2019

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	他处定义的术语 .....	2
3.2	本建议书中定义的术语 .....	3
4	缩略语和首字母缩写 .....	3
5	惯例 .....	5
6	分组网架构 .....	5
6.1	网络各层和同步 .....	6
6.2	层网络性能对同步的影响 .....	6
7	时序流 .....	6
8	功能块 .....	8
9	下一代时序架构 .....	9
9.1	当前基于SDH的同步 .....	9
9.2	同步性能 .....	9
9.3	网络演进 .....	9
9.4	下一代同步网络 .....	9
10	使用同步以太网进行频率传送 .....	10
10.1	同步以太网：概述 .....	10
10.2	操作模式 .....	11
11	同步以太网的SSM .....	12
11.1	分组级SSM .....	12
11.2	基于SSM的同步选择 .....	13
11.3	同步以太网的SSM：格式和协议 .....	13
11.4	ESMC PDU扩展 .....	20
11.5	与现有同步网络的互通 .....	20
11.6	具有增强型保持功能的时钟的SSM .....	20
12	在多运营商环境中使用同步以太网 .....	21
12.1	时序透明地传送同步以太网客户端信号 .....	21
12.2	承载运营商基于提供物理时序参考的接口提供的同步服务（生成同步以太网接口） .....	22
13	同步管理问题 .....	23
附件A	– 参考源选择机制 .....	24
A.1	要求 .....	24

	页码
A.2 输入 .....	24
A.3 内部振荡器 .....	24
A.4 内部物理时序流 – 频率ETY .....	24
A.5 选择机制 .....	24
A.6 同步状态消息选择 .....	25
A.7 混合设备选择功能 .....	25
附录I – 时序流的示例 .....	27
附录II – 基于ITU-T G.805和ITU-T G.809的功能模型 .....	29
II.1 背景 .....	29
II.2 将ITU-T G.805应用于IWF .....	29
II.3 在层网络上传送的时序信息 .....	30
II.4 以太网物理层时序的功能模型 .....	31
II.5 差分法和自适应法的功能模型 .....	31
参考书目 .....	34

## 通过分组网的时序信息的分布

### 修正1

编者注：这是一份案文完整的出版物。本修正引入的修改已与ITU-T G.8264/Y.1364建议书（2017）相关的修订标记予以显示。

#### 1 范围

本建议书概述了以太网在频率传送方面的要求。它规定了同步状态消息（SSM）传送信道，即以太网同步消息信道（ESMC）、协议行为和消息格式。

可以使用许多方法来传送频率，它可以基于物理层或基于协议层。所用方法将取决于实际的架构和可能支持的内容。本建议书侧重于物理层同步。与本建议书相关的物理层是[IEEE 802.3]中定义的以太网媒介类型。在本建议书的未来版本中，其他物理层也可能是相关的，并可以与其他分组技术一起寻址。

本建议书还详细介绍了正式建模语言所需的架构。时序流用于描述时间和时序将流经架构的位置和方式。这些流描述了在功能上允许作为可接受时序源的内容。此类源可能仅可在设备内部使用，或者可作为客户端服务在外部使用。

#### 2 参考文献

下列ITU-T建议书及含有本建议书引用条款的其他参考文献构成本建议书的条款。所注明版本在出版时有效。所有建议书及其他参考文献均可能进行修订；因此鼓励建议书的使用方了解使用最新版本的下列建议书和其他参考文献的可能性。ITU-T建议书的现行有效版本清单定期出版。本建议书在引用某一独立文件时，并未给予该文件建议书的地位。

[ITU-T G.709] ITU-T G.709/Y.1331建议书（2016），光传送网的接口。

<http://www.itu.int/rec/T-REC-G.709/>

[ITU-T G.781] ITU-T G.781建议书（2017），同步层功能。

<http://www.itu.int/rec/T-REC-G.781/>

[ITU-T G.803] ITU-T G.803建议书（2000），基于同步数字分层体系（SDH）的传送网架构。

<http://www.itu.int/rec/T-REC-G.803/>

[ITU-T G.805] ITU-T G.805建议书（2000），传送网的通用功能架构。

<http://www.itu.int/rec/T-REC-G.805/>

[ITU-T G.809] ITU-T G.809建议书（2003），无连接层网络的功能架构。

<http://www.itu.int/rec/T-REC-G.809/>

- [ITU-T G.811] ITU-T G.811建议书（1997），主参考时钟的时序特性。  
<<http://www.itu.int/rec/T-REC-G.811>>
- [ITU-T G.812] ITU-T G.812建议书（2004），适于作为同步网络中节点时钟的从时钟的时序要求。  
<<http://www.itu.int/rec/T-REC-G.812>>
- [ITU-T G.813] ITU-T G.813建议书（2003），SDH设备从时钟（SEC）的时序特性。  
<<http://www.itu.int/rec/T-REC-G.813>>
- [ITU-T G.822] ITU-T G.822建议书（1988），国际数字连接上的受控滑动率目标。  
<<http://www.itu.int/rec/T-REC-G.822>>
- [ITU-T G.823] ITU-T G.823建议书（2000），基于2048 kbit/s分层体系的数字网络内抖动和漂移的控制。  
<<http://www.itu.int/rec/T-REC-G.823>>
- [ITU-T G.824] ITU-T G.824建议书（2000），基于1544 kbit/s分层体系的数字网络内抖动和漂移的控制。  
<<http://www.itu.int/rec/T-REC-G.824>>
- [ITU-T G.825] ITU-T G.825建议书（2000），基于同步数字分层体系（SDH）的数字网络内抖动和漂移的控制。  
<<http://www.itu.int/rec/T-REC-G.825>>
- [ITU-T G.8010] ITU-T G.8010/Y.1306建议书（2004），以太网层网络的架构。  
<<http://www.itu.int/rec/T-REC-G.8010>>
- [ITU-T G.8261] ITU-T G.8261/Y.1361建议书（2013），分组网的时序和同步问题。  
<<http://www.itu.int/rec/T-REC-G.8261>>
- [ITU-T G.8262] ITU-T G.8262/Y.1362建议书（2015），同步以太网设备从时钟的时序特性。 <<http://www.itu.int/rec/T-REC-G.8262>>
- [IEEE 802] IEEE 802-2014, *IEEE Standard for Local and Metropolitan Area Networks: Overview and Architecture*.  
<<http://ieeexplore.ieee.org/document/6847097/>>
- [IEEE 802.1AX] IEEE 802.1AX-2014, *IEEE Standard for Local and Metropolitan Area Networks—Link Aggregation*.  
<<http://ieeexplore.ieee.org/document/7055197/>>
- [IEEE 802.3] IEEE 802.3 (2015), *IEEE Standard for Ethernet*  
<<http://ieeexplore.ieee.org/xpl/articleDetails.jsp?arnumber=8042052>>

### 3 定义

#### 3.1 他处定义的术语

本建议书采用了他处定义的下列术语：

**3.1.1 网络时钟（network clock）** [ITU-T G.8261]：产生网络时钟信号的时钟。

**3.1.2 业务时钟（service clock）** [ITU-T G.8261]：产生业务时钟信号的时钟。

## 3.2 本建议书定义的术语

本建议书定义了下列术语：

**3.2.1 以太网同步消息信道 (Ethernet synchronization message channel)：** 承载同步状态消息 (SSM) 代码的逻辑信道，代表同步以太网设备时钟 (EEC) 的质量水平，它绑定于物理层。信道的结构由组织特定的慢速协议 (OSSP) 来提供。

**3.2.2 非同步操作模式 (non-sync operation mode)：** 在非同步模式下配置的同步以太网接口是这样一个接口，即对于接收方，它不会将恢复的时钟传递给系统时钟，因此它不是同步选择过程的候选参考。它不处理可能存在的以太网同步消息信道 (ESMC)，因此无法提取质量水平 (QL) 值。

在发送端，其输出频率可能与同步以太网设备时钟 (EEC) 同步，但它对链路另一终止处的接收接口仍是未知的。实际上，非同步模式操作中的接口不生成ESMC，因此不发送QL。

这种接口不参与同步网络，并且在功能上与异步接口相同，如[IEEE 802.3]中所定义。

**3.2.3 同步操作模式 (synchronous operation mode)：** 同步以太网接口可以在同步操作模式中进行配置。

它的接收端能够提取其输入信号的频率，并将之传递给系统时钟（同步以太网设备时钟 (EEC)）或更高质量的时钟。它处理以太网同步消息信道 (ESMC)，并提取质量水平 (QL)。该信号现可作为一个候选频率参考。

接口的发送部分锁定于系统时钟的输出时序，并生成ESMC以传送QL。

## 4 缩略语和首字母缩写

本建议书采用下列缩略语和首字母缩写：

AAL1	异步传输模式适配层1
AI	适配的信息
ATM	异步传输模式
BITS	构建集成时序供应
BS	基站
CES	电路仿真服务
CI	特性信息
DNU	不使用
DUS	不用于同步
EEC	同步以太网设备时钟
eEEC	增强型以太网设备时钟
EPL	以太网专线
<a href="#">ePRC</a>	<a href="#">增强型主参考时钟</a>
ePRTC	增强型主参考时间时钟

ESMC	以太网同步消息信道
ETH	以太网MAC层网络
ETY	以太网PHY层网络
EVPL	以太网虚拟专线
GPS	全球定位系统
HOP	高阶路径
IWF	互通函数
LAG	链路聚合
LOP	低阶路径
LSB	最低有效位
MAC	媒质访问控制
MA-M	MAC地址 – 中
MA-S	MAC地址 – 小
MPLS	多协议标签交换
MTIE	最大时间间隔错误
MS	多段
NC	网络控制器
NE	网络元素
NTP	网络时间协议
OAM	运营、管理和维护
OSI	开放系统互连
OSSP	组织特定的慢速协议
OTN	光传送网
OUI	组织唯一标识符
PDH	准同步数字分层体系
PDU	协议数据单元
PRC	主参考时钟
PRTC	主参考时间时钟
PTP	精确时间协议
QL	质量水平
QL TLV	质量水平类型长度值
RAN	无线接入网
RS	再生段
SASE	独立同步设备

SDH	同步数字分层体系
SETG	同步设备时序发生器
SETS	同步设备时序源
SRTS	同步剩余时间戳
SSM	同步状态消息
SSU	同步供应单元
SyncE	同步以太网
TDEV	时间偏差
TDM	时分复用
TLV	类型长度值
UTC	协调世界时
VC	虚拟容器
WAN	广域网
WDM	波分复用

## 5 惯例

在本建议书中，术语“以太网”指的是[IEEE 802.3]中定义的一个接口，它不遵守[ITU-T G.8261]和[ITU-T G.8262]及本建议书中规定的、有关同步以太网的其他时序要求。

本建议书定义了构成以太网帧一部分的某些比特序列。定义特定值时使用以下惯例。

二进制字符串由成对的十六进制字符（八比特组）来表示，每个字符由短划线字符来分隔。该惯例与[IEEE 802.3]中十六进制数据串中表示相一致。例如，由IEEE指配的三字节ITU-T子类型表示为00-19-A7。

在规定不超过两个八比特组的情况下，使用前缀0x表示字符是十六进制的。例如，0x12表示二进制位序列00010010。

术语“增强型以太网设备时钟”（eEEC）指的是[ITU-T G.8262]中定义的一种同步以太网设备时钟（EEC）功能，但具有增强的性能。该时钟的性能有待进一步研究。

## 6 分组网架构

[ITU-T G.805]和[ITU-T G.809]中的架构建模原则是众所周知的，并已用于传送网设备和网络的开发，最近用于分组网的规范中。正式的高级架构描述对于定义其他建议书中包含之设备的基本细节是必要的。

[ITU-T G.805]定义了允许网络架构通用规范的架构组件（原子功能）的属性。例如，这些用于定义踪迹（即可以监视的踪迹）和子网连接（即可以切换或联网的子网）。起草[ITU-T G.805]以描述传统（即第1层）传送网，并在最近通过[ITU-T G.809]做了扩展，以覆盖分组网。

该架构的关键点包括层网络、特性信息（CI）和递归的概念。CI是一个通过网络连接[ITU-T G.805]或流[ITU-T G.809]传送的、有关特定格式的信号。层网络由与特定类型的CI相关联的接入点组成。层模型中的递归允许无限制地定义底层。例如，以太网MAC层

(ETH)和以太网PHY层(ETY)之下的层网络的例子可以是波分复用(WDM)或甚至输送管道的层网络。

已经为与同步数字分层体系(SDH)、异步传输模式(ATM)、以太网和多协议标签交换(MPLS)相关的层网络开发了描述。值得注意的是,上述技术可包含多个层。例如,以太网包含ETY和ETH层,而SDH包含再生段(RS)、复用段(MS)、高阶路径(HOP)和低阶路径(LOP)层。由于架构的递归性质,同一组互联规则适用于任何层网络。

对以太网,定义了两个层网络:ETH和ETY。ETH层的CI是媒质访问控制(MAC)帧。ETY层是支持ETH层的物理层(例如,10BaseT、100BaseT)。以太网的简化网络模型如[ITU-T G.8010]图4所示。

## 6.1 网络各层和同步

定义网络技术的层网络通过网络承载信息。承载该信息可导致信息在多个网络层上进行传递。通过从上层客户端层到下层服务器层的适配功能来完成对层的跨越。上层客户端层的数据、CI通过适配功能调整为适配的信息(AI),并通过服务器层进行承载。对某些技术,特别是时分复用(TDM)和WDM,时序信息是通过网络承载的CI的一部分。例如,准同步数字分层体系(PDH)时序必须通过网络进行承载。SDH调整时序信息并承载带有时序的、适配的有效载荷(以填充控制比特的形式),以允许时序和数据退出网络。

对分组网,并非所有层都将包括时序信息作为CI的一部分。时序信息仅出现在物理层。例如,时序信息是同步ETY层的一部分。时序信息不是分组层的CI的一部分;因此,分组网不会固有地承载时序。这对于某些与时序有关的服务而言是有影响的,例如电路仿真,当中客户端时序需要通过一个网络来承载。在这些情况下,例如电路仿真,需要用于承载时序信息的替代方法。[ITU-T G.8261]中描述的互通功能(IWF)是替代方法的例子。

## 6.2 层网络性能对同步的影响

层网络从一个层来调整CI,使之成为一个较低层的AI(由于层网络的递归属性,该AI现在是较低层的CI的一部分)。从时序角度来看,适配过程不是无噪声的。例如,将PDH客户端调整为SDH虚拟容器(VC)会因填充比特机制(控制比特为AI)而导致抖动,因此调整MS会因指针而增加抖动和漂移。对分组网,交换功能依赖于缓冲分组,这导致分组延迟变化。对时间敏感的应用,需要考虑到分组延迟变化。

## 7 时序流

时序流表示可以通过层网络承载的时序信息。可能需要该时序信息来支持服务或网络的需求,或者是该服务的CI的一部分。例如,TDM服务必须具有与其相关联的时钟,并因此是用于定义服务之CI的一部分(例如,满足[ITU-T G.823]要求的E1服务)。

在现有的同步网络中,通过网络承载的时序信息通常指的是时序踪迹(见[ITU-T G.781])。这依据的是[ITU-T G.805]中的“踪迹”定义。在分组网情况下,“踪迹”的概念得以扩展并被称为“流”,首先在[ITU-T G.809]中描述了流量的可能非连续特性以及多个分组流通过单个较低层网络连接进行承载的情况。时序流的概念可以被认为与时序踪迹的概念同义;不过,使用时序流可以使时序得以涵盖分组和TDM环境。

出于物理层频率传送的目的，时序流等同于时序踪迹。

一个层网络可以承载多个时序流。例如，SDH网络可以包含映射到单个同步传送模块级-N（STM-N）信号的多个PDH信号。在PDH层，每个PDH信号都具有一个与其相关联的时序流。不过，对某种特定服务，通常只有一个时序流与一个服务相关联。在分组网情况下，分组层可以不包含任何时序流（例如，作为CI的一部分的时序，因此需要端到端地来承载），但是物理层将始终包含一个时序流。

当网络的某项服务被定义为包含时序作为其CI的一部分时，必须存在一个通过网络的时序流（例如，E1通过SDH在SDH/WDM网络上提供时序流），并且如果需要遍历多个层网络的话，则必须存在适当的机制（例如，表示频率偏移的填充比特通过网络来承载）。

出于网络同步的目的，考虑三类时序流：物理、服务和消息。

物理时序流表示与可用于同步的最低层网络相关联的时序流（例如，同步以太网、SDH）。物理流通过数字网络中的比特转换来表示。

服务时序流表示与特定时序敏感之服务相关联的时序（例如，PDH服务时序）。这些服务的时序流可以通过一个或多个服务器网络来承载。为层网络定义的功能规定如何调整客户端信号并通过服务器网络来承载。通常，当客户端信号具有服务所需的时序信息时（例如，E1服务）时，规定较低层以某种方式来承载该信息（例如，通过SDH承载的E1具有在VC12的填充字节中进行编码的时序信息）。

在服务器层网络本身不承载时序的情况下，需要定义特定机制以允许在服务器层网络内承载客户端时序。这样做允许客户端的时序信息遍历网络。一个例子是分组网上的TDM电路仿真。分组网不能固有地传送其客户端的频率信息，因此与PDH客户端相关联的时序必须包含在分组网本身的有效载荷内。通过分组网承载TDM服务通常称为层违规，因为较低层不能封装与客户端网络相关联的所有CI。

服务时序流可以不与最终用户服务相关联，而是仅与网络相关联。例如，SDH线路上的时序分发与任何最终用户服务都不相关联。

消息时序流代表第三种类型的流。这些涉及通过层网络承载的消息，包含将由上层（例如，高于当前层网络）使用的一些时序相关信息，以导出网络或服务时序。消息流的例子是网络时间协议（NTP）和精确时间协议（PTP）。

消息时序流可以仅限于网络层的适配点之间的时序（例如，在电路仿真的情况下），或者可以通过层网络进行传送。在通过层网络进行承载的情况下，消息流通常是工作于第2层或第3层的协议。

时序流的示例如附录I所示。

结合时间和频率的细节有待进一步研究。

## 8 功能块

ITU-T开发的网络架构是根据功能模型定义的。这些模型定义了一组构建块，这些构建块表示网络中使用的特定功能。功能块奠定了起草设备和管理建议书的基础。

不过，已经规定的功能架构依据用户信息（例如，数据）的端到端传送来定义网络。在已经定义了功能模型的传送网（例如，SDH、光传送网（OTN）、PDH）中，不需要明确地识别频率同步，因为时序总是存在于承载者信道中。本节提供了特定于同步的块，以供使用。

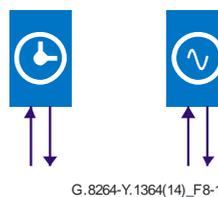
为同步而定义的功能块可以嵌入到网络设备（例如，[ITU-T G.8262]时钟）中，或者嵌入到诸如独立同步设备（SASE）或同步供应单元（SSU）的其他设备中。为同步相关功能而定义的功能块包括：实现电路仿真所需的时钟功能、时间分发功能、时钟选择功能和IWF。这些如图8-1所示。

传统上，同步根据频率来定义时钟。表示[ITU-T G.781]中时钟功能的当前功能块仅提供频率。一个网络元素（NE）内的内部时钟可以提供一个帧开始指示；不过，这是NE内部的，不是由时钟功能生成的。

时间分发是网络内要求的一个功能，例如，用于支持警报关联的时间设置。为了区分时间分发和频率分发，提供了两个符号。图8-2提供了一个结合时间和频率的特殊功能块。详细情况有待进一步研究。

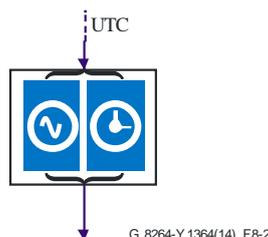
如上所述，传统同步基于分发一个频率。该频率通常绑定于底层的承载者信道。在这种情况下，时序源的起始和终止均包含在适当的功能模型中。无需明确的描述。不过，在表示时序流的分组流的情况下，已经使用了特定的时序起始和终止描述符。这些如图8-3所示。用法有待进一步研究。

可以定义额外的功能块，但有待进一步研究。附录II中提供了这些块如何用于电路仿真服务（CES）的例子。



G.8264-Y.1364(14)\_F8-1

图8-1 – 时间和振荡器（频率）功能



G.8264-Y.1364(14)\_F8-2

图8-2 – 组合时钟（时间和频率）



图8-3 – 时序流的起始和终止

## 9 下一代时序架构

### 9.1 当前基于SDH的同步

传统上，网络同步与整个网络中精确频率的分发相关联。这已经利用网络和设备时钟的组合以及可能的某种形式的局间时序传送机制来适应。已基于性能对网络内的时钟进行了分类，并采用了主/从同步方案。在一些情况下，使用卫星来分发频率（例如，全球定位系统（GPS））。当前网络中的时钟在[ITU-T G.811]、[ITU-T G.812]和[ITU-T G.813]中定义。一般网络架构在[ITU-T G.803]中进行描述。

局间时序分发已演进到纳入SDH作为网络同步分发的关键组件。结果是，在[ITU-T G.803]中描述了总的网络同步架构。特定于同步的功能也在[ITU-T G.781]中做了定义。

### 9.2 同步性能

同步网络中的时钟性能基于根据[ITU-T G.822]中的要求维持可接受之滑动性能的需要。抖动和漂移将在网络中累积，并通过正确的网络和设备设计进行控制。作为标准化的结果，在网络内控制同步性能，以便在整个网络中满足特定的接口要求。这些限制在针对PDH网络的[ITU-T G.823]和[ITU-T G.824]以及针对SDH网络的[ITU-T G.825]中进行定义。CES的接口限制在[ITU-T G.8261]中进行定义。

### 9.3 网络演进

传送网需要满足可通过网络承载之服务的抖动和漂移要求。当前的同步网络已演进到可满足确保语音适当性能所需的滑动目标，它主要通过DS-1和E1电路来承载。

不过，当前网络上的流量不再由语音来支配，而是由分组数据来支配。出于分组传送的性质，纯分组服务不需要语音网络严格的同步要求，因为这些服务可能受到大的缓冲（例如，电子邮件）。然而，随着分组网技术开始取代TDM（例如，SDH）技术作为主要服务接口技术，维持同步网络的需求将保持，以便能够支持某些服务（例如，电路仿真）或者支持特定的基础设施要求（例如，无线）。

### 9.4 下一代同步网络

网络正在从提供电路交换服务连接的网络演进到提供无连接服务能力的网络（例如，互联网）。在网络同步方面，同步网络可被认为是电路交换网络的一种形式，在这种形式中，同步分发的目标是在网络中的确定性路径上分发时序信号。这些路径可以与任何特定的服务路径不相交（例如，时钟信号不在服务终止的网络中的相同点上终止），并且必须相应地进行管理（与流量分开，可能是一个重叠网络）。

## 9.4.1 同步以太网

随着分组网技术取代TDM网络技术，预计同步网络将得到演进。ITU-T已规定同步以太网允许通过以太网物理链路来提供频率分发。该概念在[ITU-T G.8262]中进行描述，并允许以与基于SDH频率的时序分发一致的方式来支持时序分发。用于同步以太网的网络设备时钟已在[ITU-T G.8262]中做了定义，并已规定与现有基于SDH的网络的同步分发能力相兼容。结果是，网络工程仍与现有做法保持一致。

## 9.4.2 分组时序机制

时间分发与时间而非频率的传送有关。频率是一个相对测量值，但通常假设相对于频率标准来测量。时间与频率的不同之处在于它代表的是一个绝对、单调上升的值，它通常可以追踪到地球的旋转（例如，年、日、小时、分钟、秒）。

分发时间的机制与那些用于分发频率的机制显著不同。作为一种标签，时间作为机器可读的字符串来承载。存在工作于特定层上的协议，这些层承载时间分发协议（例如，[b-IETF RFC 1305]、[b-IETF RFC 3550]和[b-IEEE 1588]）。不同的协议可以有不同程度的时间分辨率。

时间戳可以用在一些网络应用中，以支持频率的生成。相比本地振荡器产生的时间，这些时间戳所承载的时间概念可用于恢复有关本地振荡器的频率参考。

差分法也可用于从分组恢复时序。在这种情况下，时间戳只需要是一个相对值，并可用作是相位的一个估计值。由于相位和频率是相关的，因此有可能使用该相对信息来重建一个频率参考。这称为差分时序（另见[ITU-T G.8261]）。作为一个例子，同步剩余时间戳（SRTS）是一种众所周知的方法，经标准化，用于ATM异步传输模式适配层1（AAL1），它允许将相对相位作为一个时间戳信号，通过分组网来发送，用于重建PDH信号的频率。

# 10 使用同步以太网进行频率传送

## 10.1 同步以太网：概述

国际电联定义同步以太网作为使用以太网通过ETX层传送时序（频率）的一种手段。这是第1层时序的一般情况，在[ITU-T G.8261]中予以介绍。

用于同步以太网的时钟已在[ITU-T G.8262]中做了定义，并与现有同步网络中所用的时钟相兼容。结果是，网络同步设计让与现有的网络同步做法保持一致。抖动和漂移仍与现有的建议书相兼容（见[ITU-T G.8262]）。

[IEEE 802.3]标准要求以太网的线路速率运行在一个相对某个绝对参考的特定速率（ $\pm 100$  ppm）内。同步以太网简单地说明该速率可追踪到一个外部参考。因此，同步以太网不会对不需要同步功能的现有以太网设备施加任何限制。但是，在需要使用同步以太网进行频率恢复的情况下，需要一个同步状态消息（SSM）。

同步以太网端口名义上运行在 $\pm 4.6$  ppm的频率容差范围内。但是，为了使用非同步接口工作，同步以太网接收器也必须运行在 $\pm 100$  ppm，以便保持数据连续性。

注 – 可能存在功能缩减的同步以太网接口，因为它们可能仅在单一方向上提供同步以太网功能（发送或接收）。详情有待进一步研究。

本建议书对以太网的SSM进行了描述。SSM本应与基于[ITU-T G.781]的同步选择算法一起使用。不过，网络中的所有节点可能不需要SSM的全部功能。接收SSM的能力取决于是否应用旨在利用物理以太网层来提取网络时钟的接口。不过，只有在NE参与网络时序分发的情况下，才需要生成SSM的能力。这可能对可能存在于网络边缘的某些实施方案有影响，在此情况下，NE将终止同步。

在一些应用情况下，主要在接入网中，有可能从一个不承载以太网同步消息信道（ESMC）的信道的以太网信号中恢复时序，并在没有ESMC信道的情况下生成一个同步以太网信号。此类用法由运营商来负责，有待进一步研究。

## 10.2 操作模式

不支持同步以太网的以太网设备在异步传输模式下工作，当中每个输入接口从其输入信号中获得时序，它在 $\pm 100$  ppm的频率范围内（根据[IEEE 802.3]第57.6.2节，10G广域网（WAN）为 $\pm 20$  ppm），当中每个输出接口可能有一个自由运行的振荡器，产生一个频率为 $\pm 100$  ppm（对10G WAN为 $\pm 20$  ppm）的时序。

同步以太网设备配有一个系统时钟（例如，一个同步以太网设备时钟）。同步以太网接口能够提取接收到的时钟，并将之传递给一个系统时钟。

该设备时钟可以工作于两种模式之一：QL使能模式或QL禁用模式，如[ITU-T G.781]中所规定的那样。同步以太网设备的每个接口都可以配置为工作于非同步或同步操作模式。

### 非同步操作模式

在非同步模式下配置的同步以太网接口是这样一个接口，即对于接收方，它不会将恢复的时钟传递给系统时钟，因此它不是同步选择过程的候选参考。它不处理可能存在的ESMC，因此无法提取QL值。

在发送端，其输出频率可能与EEC同步，但它对链路另一终止处的接收接口仍是未知的。实际上，非同步模式操作中的接口不生成ESMC，因此不发送QL。

这种接口不参与同步网络，并且在功能上与异步接口相同，如[IEEE 802.3]中所定义。

### 同步操作模式

同步以太网接口可以在同步操作模式中进行配置。

它的接收端能够提取其输入信号的频率，并将之传递给系统时钟（EEC或更高质量的时钟）。它处理ESMC，并提取QL。该信号现可作为一个候选频率参考。

接口的发送部分锁定于系统时钟的输出时序，并生成ESMC以传送QL。

在[IEEE 802.3]中规定之1G铜缆以太网接口的特定情况下，这些接口执行链路自动协商以确定链路的主时钟和从时钟。在这些接口用于同步以太网的情况下，如果使用基于同步以太网的频率分发，则必须考虑得到的时序路径。主时钟必须与网络的同步计划相一致。

在没有ESMC和QL值的情况下，运营商可以选择将同步以太网接口用作候选同步接口。此类用法由运营商来负责，并有待进一步研究。

## 11 同步以太网的SSM

### 11.1 分组级SSM

对基于SDH的现有SSM而言，SSM消息是在SDH帧内的固定位置承载的。在以太网的情况下，不存在一个与之相当的固定帧。各种功能的开销，如暂停，运营、管理和维护（OAM），均通过在PHY层上运行的协议来承载。因此，SSM必须通过某个协议来承载。

逻辑上，SDH SSM开销可以看作是处理SSM消息的实体之间的一个专用单向通信信道。图11-1显示了两个相互连接的NE的简化示例。每个NE也连接至一个SSU。每个NE内提供选择器，用于提供系统时钟的源选择。选择器处于称为“同步控制”块的控制下。该块还负责控制时序保护。图中未显示至管理系统的接口。

同步块可以作为在NE上运行的软件来实现，并且可以将各种输入（例如，外部输入或线路输入）上的质量水平（QL）SSM作为输入。同步控制块还可以负责在适当的输出上生成SSM，以指明某些条件（例如，在某些端口上插入不使用（DNU） – 参见[ITU-T G.781]）。

SSM表示的是传送时钟QL的一个标志，因此也表示传送NE和接收NE中同步控制块之间的一个单向信道。

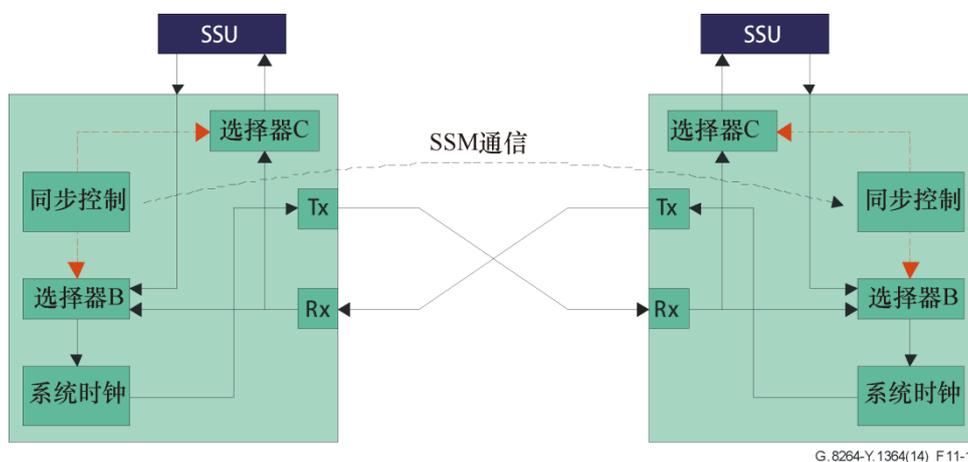


图11-1 – 简化的SSM信道

图11-1未参考所使用的特定信道类型。在SDH的情况下，在传送开销中存在专用的开销。在以太网的情况下，这不存在，但需要一种机制来提供这种通信能力。

对于同步以太网SSM的情况，消息信道基于[IEEE 802.3]链路OAM，并使用一个IEEE组织特定的慢速协议（OSSP）来传送相应的以太网物理信号的QL。

### 11.1.1 利用链路聚合的ESMC操作

[IEEE 802.3]定义了多个慢速协议，并允许在单个链路段上的单个系统内使用不同的慢速协议。对于ESMC，实施方案必须遵守QL应用于物理层时钟并适当处理ESMC。例如，链路聚合（LAG）[IEEE 802.1AX]是利用慢速协议的另一功能，并提供了在一组链路上承载MAC帧的机制。如[IEEE 802.3]第57.2.2节中所述，LAG工作于OAM上，并因此工作于ESMC上。由于ESMC是在链路OAM上建模的，因此在LAG组中的每个具备同步以太网功能的链路上都需要处理ESMC消息。

同样重要的是要注意，由于可能产生时序环路，因此需要仔细考虑并行链路的使用，例如LAG的情况（见[ITU-T G.781]第5.13.2节和第5.13.3.1节）。如[ITU-T G.781]第5.13.2节所述，在多个时序链路共享同一个同步源的情况下引入“捆绑”的概念（即在同步以太网的情况下，EEC相同）。在这种情况下，它也适用于LAG，当网络元素选择捆绑的一个端口作为其同步输入时，它必须在捆绑的所有具备时序功能的端口上返回DNU/DUS（不使用/不用于同步）。运营商可以配置若干个具备同步以太网功能的端口，或者只可以配置一个LAG的具备同步以太网功能的端口。

### 11.2 基于SSM的同步选择

SSM消息代表位于各种NE中的系统时钟的QL。QL指的是时钟的保持性能。在[ITU-T G.8262]中针对同步以太网设备定义的两个时钟具有不同的特性，在保持性能方面也略有不同。

注 – 出于SSM选择的目的，[ITU-T G.8262]EEC方案1时钟被视为[ITU-T G.813]方案1，而EEC方案2则被视为[ITU-T G.812]IV型时钟（即分别为QL-SEC和QL-ST3）。SSM消息在表11-1中提供。还定义了扩展型质量水平类型长度值（QL TLV），以支持具有增强型性能的时钟。（这些额外的时钟及其QL水平包括在表11-6中。）

表11-1 – 同步以太网的SSM消息

时钟	质量水平	SSM代码
EEC1	QL-EEC1	0xB
EEC2	QL-EEC2	0xA

同步选择详见附件A。

### 11.3 同步以太网的SSM：格式和协议

如上所述，时钟QL指示经由在同步以太网链路上运行的协议来承载。以太网的SSM使用[IEEE 802.3]OSSP来实现SSM信道。网络级SSM的定义见[ITU-T G.781]。在[ITU-T G.781]内包含的消息处理时间基于网络重新配置目标，其定义基于系统时钟的性能特性（在SDH情况下为SEC，在同步以太网情况下为EEC）。为满足[ITU-T G.781]在参考切换方面的性能要求，定义了两种协议消息类型。总体而言，背景或“心跳”消息用于提供有关时钟QL的连续指示。一秒钟的消息周期满足[IEEE 802.3]慢速协议的消息速率要求。为尽量减少在保持期间可能发生的漂移的影响，将立即生成一条带有新SSM代码的事件类型消息，这取决于[ITU-T G.781]中的时钟处理要求。为防止可能出现的故障，消息缺失将被视为一种故障情形。如果在五秒周期后没有接收到任何SSM消息，则协议行为将使质量水平被视为QL-FAILED。详细信息包含在以下条款中。

### 11.3.1 ESMC格式

以太网SSM是ITU-T定义的以太网慢速协议。IEEE已为ITU-T提供了一个组织唯一标识符（OUI）和慢速协议子类型。这些用于区分以太网SSM协议数据单元（PDU）。IEEE指配的值如表11-2所示。

表11-2 – IEEE指配的OUI和慢速协议子类型

组织特定的标识符	00-19-A7
慢速协议子类型	0x0A

质量水平承载于类型长度值（TLV）字段中，它包含在ESMC PDU内。定义了两种类型的ESMC PDU帧，并通过事件标志来区分。这些是ESMC信息PDU和ESMC事件PDU。

在接收到它不能识别的ESMC PDU内的任何TLV时，NE必须丢弃之，并且不予转发。

#### 11.3.1.1 ESMC PDU格式

ESMC PDU格式如表11-3所示。质量水平类型长度值（QL TLV）如表11-4所示。

表11-3指明了PDU格式的比特和字节位置。传输顺序如下：首先传输表中的八比特组编号1。对每个八比特组，发送的第一比特为最低有效位（LSB）。

表11-3 – ESMC PDU格式

八比特组编号	大小/比特	字段
1-6	6个八比特组	目的地地址= 01-80-C2-00-00-02（十六进制）
7-12	6个八比特组	源地址
13-14	2个八比特组	慢速协议Ethertype = 88-09（十六进制）
15	1个八比特组	慢速协议子类型= 0A（十六进制）
16-18	3个八比特组	ITU-OUI = 00-19-A7（十六进制）
19-20	2个八比特组	ITU子类型
21	比特7:4（注1）	版本
	比特3	事件标志
	比特2:0（注2）	保留
22-24	3个八比特组	保留
25-1532	36-1490个八比特组	数据和填充（见第j点）
最后4个	4个八比特组	帧校验序列（FCS）
注1 – 比特7是八比特组21的最高有效位。比特7到比特4（比特7:4）表示的是ESMC的4比特版本号。		
注2 – 保留三个LSB（比特2:0）。		

ESMC PDU按以上指定的顺序具有以下字段：

- a) 目的地地址（DA）：这是IEEE定义的慢速协议组播地址。格式在[IEEE 802.3]的附件57B中定义。

- b) 源地址（SA）：源地址是与通过其发送ESMC PDU的端口相关联的MAC地址。
- c) 慢速协议Ethertype：ESMC PDU必须进行类型编码并承载慢速协议类型字段值。Etherbyte在[IEEE 802]中描述。
- d) 慢速协议子类型：由IEEE来指配，并用值0x0A进行固定。
- e) ITU OUI：IEEE注册机构指配的组织唯一标识符。
- f) ITU子类型由ITU-T来指配。00-01的值适用于本建议书中定义的所有用法。
- g) 版本：4比特字段指明ITU-T OSSP帧格式的版本。该字段应包含值0x1，以声明符合此协议的版本1。
- h) 事件标志：该比特区分ESMC事件PDU与ESMC信息PDU的关键时间敏感行为。值1指示事件PDU，值0指示信息PDU。  
注1 – 事件PDU的行为类似于[IEEE 802.3]第57节中为以太网OAM定义的关键事件。事件消息需要满足[ITU-T G.781]中定义的处理时间要求。
- i) 保留用于未来的标准化（27个比特）。这些字段在发送器处设为全零，并被接收器忽略。
- j) 数据和填充：该字段包含数据和必要的填充，以实现64个字节的帧尺寸。PDU必须是整数个字节（八比特组）。填充字符设为全零，并被接收器忽略。  
注2 – 根据[IEEE 802.3]的附件57B，ESMC PDU的建议最大尺寸为128个字节。不过，可以允许大于128个字节的PDU尺寸。
- k) FCS：如[IEEE 802.3]第4节中定义的4字节帧校验序列。

### 11.3.1.2 QL TLV格式

QL数据的格式如下表11-4所示；用于信息和事件消息的格式。长度字段包含整个TLV，包括类型和长度字段。这遵循[IEEE 802.3]第57.5.2.1节中描述的TLV惯例。

表11-4 – QL TLV格式

八比特组编号	大小/比特	字段
1	8比特	类型：0x01
2-3	16比特	长度：00-04
4	比特7:4（注）	0x0（未使用）
	比特3:0	SSM代码
注 – 八比特组4的第7位是最高有效位。最低有效半字节，位3到位0（比特3:0）包含4比特SSM代码。		

为了允许可能的硬件实施方案，QL TLV总是作为数据/填充字段中的第一个TLV来发送。这意味着QL指示始终在PDU中保持固定。所有附加的TLV（例如，扩展型QL TLV）都必须在QL TLV之后发生，并在TLV之间没有任何填充。任何填充都必须出现在最后一个TLV之后。

### 11.3.1.3 扩展型QL TLV格式

为了支持新的时钟和附加的功能，在表11-5中定义了一个扩展型QL TLV。该TLV长度为20个字节，并支持包含在指定字段中的信息。在表11-6中定义了新的时钟质量水平。这支持新的时钟类型以及承载新的信息。

注1 – 在本建议书的先前版本中，表11-5中的八比特组4-20被称为“扩展型SSM”。本建议书中不再使用该术语。

注2 – [可以对这些表进行更新，以包括在开发它们时的其他时钟。](#)

表11-5 – 扩展型QL TLV

八比特组编号	大小/比特	字段
1	8比特	类型：0x02
2-3	16比特	长度：0x0014
4	8比特	增强型SSM代码（见表11-6）
5-12	64比特	扩展性QL TLV发起者的SyncE clockIdentity（注1）
13	8比特	标志（注2）
14	8比特	来自最近的SSU/PRC/ <a href="#">ePRC</a> 的级联eEEC数量
15	8比特	来自最近的SSU/PRC/ <a href="#">ePRC</a> 的级联EEC数量
16-20	40比特	保留以供未来使用

注1 – 依据本条款对同步以太网（SyncE）clockIdentity进行格式。扩展型QL TLV的发起者是指启动或重新启动TLV内级联时钟计数的时钟。如果在链的中间开始或重新启动时钟计数，则将部分链比特设置为1（见注2和第11.3.1.4节）。

注2 – 比特0表示混合EEC/eEEC（即：如果至少有一个时钟不是eEEC，则为1；如果所有时钟都是eEEC，则为0）；比特1表示部分链（即：如果TLV已经在链的中间生成并且EEC/eEEC的计数不完整，则为1）；保留比特2-7以供未来使用。另见第11.3.1.4节。

表11-6 – SyncE的增强型SSM代码

时钟	质量水平	增强型SSM代码
EEC1	QL-EEC1	0xFF
EEC2	QL-EEC2	0xFF
[ITU-T G.781]中包含的其他时钟类型 (注)	QL消息（参考QL TLV） (注)	0xFF
PRTC	QL-PRTC	0x20
ePRTC	QL-ePRTC	0x21
eEEC	QL-eEEC	0x22
<a href="#">ePRC</a>	<a href="#">QL-ePRC</a>	<a href="#">0x23</a>

注 – 表11-8和表11-9说明了来自[ITU-T G.781]的全套时钟类型。

应根据以下规则来生成SyncE clockIdentity：

- a) 如果SyncE节点支持扩展型QL TLV但不是PTP时钟，则可以从一个OUI、MAC地址 – 媒质（MA-M）或MAC地址 – 小（MA-S）来构建SyncE clockIdentity，例如，

- i) 如果使用一个OUI来为最初的3个八比特组构建SyncE clockIdentity, 则拥有OUI的组织应确保EUI-64的剩余5个八比特组在由组织指配的SyncE clockIdentity值的范围内是唯一的;
  - ii) 如果使用一个MA-M来为最初的3.5个八比特组构建SyncE clockIdentity, 则拥有MA-M的组织应确保EUI-64的剩余4.5个八比特组在由组织指配的SyncE clockIdentity值的范围内是唯一的;
  - iii) 如果使用一个MA-S来为最初的4.5个八比特组构建SyncE clockIdentity, 则拥有MA-S的组织应确保EUI-64的剩余3.5个八比特组在由组织指配的SyncE clockIdentity值的范围内是唯一的。
- b) 如果SyncE节点支持基于[b-IEEE 1588]的扩展型QL TLV和PTP时钟, 并且
- i) 如果PTP clockIdentity是使用OUI来为最初的3个八比特组构建的, 并且剩余5个八比特组由组织来唯一指配, 则SyncE时钟可以使用此PTP clockIdentity作为SyncE clockIdentity, 或者使用上述(a)的规则来生成单独的SyncE clockIdentity; 否则
  - ii) 如果PTP clockIdentity构建自EUI-48或非IEEE EUI-64, 则SyncE时钟应使用上述(a)的规则来生成SyncE clockIdentity。
- c) 如果SyncE节点支持扩展型QL TLV和PTP时钟, 则构建PTP clockIdentity:
- i) 为最初的3个八比特组使用OUI, 剩余5个八比特组由组织来唯一指配; 或者
  - ii) 为最初的3.5个八比特组使用MA-M, 剩余4.5个八比特组由组织来唯一指配; 或者
  - iii) 为最初的4.5个八比特组使用MA-S, 剩余3.5个八比特组由组织来唯一指配,

SyncE时钟可以使用此PTP clockIdentity作为SyncE clockIdentity, 或者使用上述a)的规则来生成单独的SyncE clockIdentity。

#### 11.3.1.4 不同SyncE代之间的互通

虽然扩展型QL TLV是为与eEEC一起使用而开发的, 但其基本机制可以在未来用于旧的EEC。这使得需要考虑三种可能的时钟组合; eEEC带扩展型QL TLV支持、EEC不带扩展型QL TLV支持、EEC带扩展型QL TLV支持。

在已经部署的节点不支持扩展型QL TLV的情况下, 通过以下事实来实现不同代的同步以太网之间的互通, 即在收到它无法识别的ESMC PDU内的任何TLV时, 网络元素都必须丢弃并且不转发。

扩展型QL TLV允许计算级联的eEEC和EEC时钟的数量。如果在时钟链中存在不支持扩展型QL TLV的时钟, 则丢弃TLV, 如上所述, 将导致不完整的计数。扩展型QL TLV规定一个标志, 以允许支持增强型ESMC消息的时钟能够报告存在可能已丢弃TLV的时钟。

例如, 在eEEC链的情况下, 比特0和比特1在链的输出处都将为“0”, 表示SyncE链完全基于eEEC, 并且时钟的计数是完整的。

在中间EEC的情况下, 不能处理扩展型QL TLV, EEC将丢弃TLV。在SyncE链中的下一个eEEC上, 将添加TLV, 比特0和比特1都设为“1”, 表示SyncE链不完全基于eEEC, 并且时钟的计数是不完整的。

不过，在能够处理扩展型QL TLV的中间EEC的情况下，在该EEC的输出处将比特0设为1，以示SyncE链包括EEC和eEEC的混合，将比特1设为0，以示链中时钟的计数是完整的。

### 11.3.2 协议行为

ESMC PDU包含用于同步以太网的QL TLV。使用SSM的同步源选择在[ITU-T G.781]中定义。[ITU-T G.781]适用于SDH和同步以太网。承载SSM的协议因SDH和同步以太网而异。适当原子函数中的预处理为同步处理算法提供了统一的接口。本节中所述的协议符合[IEEE 802.3]附件57B中给出的慢速协议的要求。

QL TLV中包含的SSM代码表示当前作为同步路径之时钟源的时钟的自由运行精度。消息处理时间的具体界限在[ITU-T G.781]中定义。

注 – 处理时间是针对理想条件规定的。可能存在不满足这些处理时间的情况。

当NE工作于具备QL的模式下时，协议生成和接收必须分别满足下面第11.3.2.1节和第11.3.2.2节中的准则要求。[ITU-T G.781]附件A中的同步选择功能已使用SDL描述符进行建模。算法的关键问题是基于每个p输入的输入QL（即[ITU-T G.781]中的QL[p]）。输出QL，QL<sub>out</sub>是要在NE的输出端口上发送的SSM代码。[ITU-T G.781]描述了应用DNU而不是活动QL的情况。[ITU-T G.781]附件A是规范性的，它描述了NE的行为。它不一定要具体的实施方案。

在本建议书中，QL状态用于描述协议行为。这是将在SD\_CI接口处同步选择算法的输入端出现的QL状态。

生成基于QL<sub>out</sub>状态，而接收基于QL[p]状态。假设这些状态保持在适当的、用于同步以太网或SDH的原子功能内（例如，分别为ETY/SD或MS/SD功能）。

#### 11.3.2.1 QL生成

包含系统时钟选择算法使用之当前QL的ESMC信息PDU每秒生成一次。

在QL水平改变的情况下，一旦检测到QL发生变化，则生成一个包含新QL TLV的ESMC事件PDU（即设置事件标志），这取决于[ITU-T G.781]给出的消息转换和处理时间。

在任何情况下，根据[IEEE 802.3]的附件57B，在任何一秒的时间内都不能生成超过十个ESMC PDU（信息和/或事件）。

注 – ESMC PDU只是一个可能存在于系统中的慢速协议PDU。[IEEE 802.3]设置慢速协议的总数限值，每个协议的最大传输速率为每秒10帧。实现多个慢速协议的实施方案应考虑到事件消息类型的时间敏感性。

SSM代码是针对不同的区域选项定义的。

对选项1网络，如果时钟仅支持QL TLV，则应根据表11-7设置SSM代码，并发送QL TLV。

如果选项1网络中的时钟同时支持QL TLV和扩展型QL TLV，则应根据表11-8设置SSM代码和增强型SSM代码，并发送QL TLV和扩展型QL TLV。两个TLV都应在一个ESMC PDU中发送。

对选项2网络，如果时钟仅支持QL TLV，则应根据表11-8设置SSM代码，并发送QL TLV。

如果选项2网络中的时钟同时支持QL TLV和扩展型QL TLV，则应根据表11-9设置SSM代码和增强型SSM代码，并发送QL TLV和扩展型QL TLV。两个TLV都应在一个ESMC PDU中发送。

对于选项3网络，syncE的SSM代码和增强型SSM代码有待进一步研究。

**表11-7 – 选项1网络中SyncE的SSM代码和增强型SSM代码**

时钟	质量水平	SSM代码	增强型SSM代码
PRC	QL-PRC	0010	0xFF
SSU-A	QL-SSU-A	0100	0xFF
SSU-B	QL-SSU-B	1000	0xFF
EEC1	QL-EEC1	1011	0xFF
(注1)	QL-DNU	1111	0xFF
PRTC	QL-PRTC	0010	0x20
ePRTC	QL-ePRTC	0010	0x21
eEEC	QL-eEEC	1011	0x22
<u>ePRC</u>	<u>QL-ePRC</u>	<u>0010</u>	<u>0x23</u>
注1 – 没有与此质量水平相对应的时钟。			
注2 – 在处理SSM QL时，应首先处理SSM代码，然后处理增强型SSM代码。			

**表11-8 – 选项2网络中SyncE的SSM代码和增强型SSM代码**

时钟	质量水平	SSM代码	增强型SSM代码
PRS	QL-PRS	0001	0xFF
(注1)	QL-STU	0000	0xFF
ST2	QL-ST2	0111	0xFF
TNC	QL-TNC	0100	0xFF
ST3E	QL-ST3E	1101	0xFF
ST3	QL-ST3	1010	0xFF
EEC2	QL-EEC2	1010	0xFF
(注1)	QL-PROV	1110	0xFF
(注1)	QL-DUS	1111	0xFF
PRTC	QL-PRTC	0001	0x20
ePRTC	QL-ePRTC	0001	0x21
eEEC	QL-eEEC	1010	0x22
<u>ePRC</u>	<u>QL-ePRC</u>	<u>0001</u>	<u>0x23</u>
注1 – 没有与此质量水平相对应的时钟。			
注2 – 在处理SSM QL时，应首先处理SSM代码，然后处理增强型SSM代码。			

### 11.3.2.2 QL接收

QL状态、QL<sub>out</sub>由[ITU-T G.781]中描述的同步选择算法来使用（见[ITU-T G.781]的附件A）。对同步以太网，用于传输SSM代码的慢速协议依赖于“心跳”计时器的使用。ESMC信息PDU以每秒一个PDU的速率周期性地发送。在5秒的时间段内缺失对ESMC信息PDU的接收将导致SSF=true（QL-Enabled模式下的QL=QL-FAILED）。现在，同步参考将遵循[ITU-T G.781]中定义的等待—恢复周期。

QL的默认（初始）值是DNU，并且只有在收到有效的QL TLV时才能更改。

一旦收到一个事件TLV时，QL状态就将变为新的QL值，并重置信息计时器。

### 11.4 ESMC PDU扩展

ESMC PDU的未来扩展有待进一步研究。不过，预计未来的扩展将依据TLV格式来规定。TLV格式如表11-9所示。TLV的尺寸计算为TLV结构中八比特组的总数。长度包括类型和长度字段。需要填充数据来确保TLV包含整数个八比特组。

注 – 用两个字节来表示长度字段。根据[IEEE 802.3]的附件57B，建议的慢速协议PDU的最大尺寸是128个字节。不过，允许满足慢速协议PDU的长度大于128个字节。

使用细节有待进一步研究。

表11-9 – TLV结构

1个字节	类型
2个字节	长度（八比特组）
N个字节	数据加填充

### 11.5 与现有同步网络的互通

见[ITU-T G.8261]第A.5节。

### 11.6 具有增强型保持功能的时钟的SSM

对于带有EEC时钟的NE，可能存在以下情况，即时钟的内部保持质量优于[ITU-T G.8262]中规定的质量。在这种情况下，如果在时序链的剩余部分中不存在SSU来提供改进的保持，则当输入QL等于EEC时，可能有利于NE在本地拒绝输入，并因此依赖其内部时钟的保持来驱动下行流时钟，而不是继续追踪输入。对于某些应用，这可以为下行流时钟提供更好的性能。

可以通过适当地提供节点的QL来实现这种行为。在保持行为与现有时钟相一致的情况下，应使用适当的QL值（例如，SSU-A或SSU-B），这与[ITU-T G.781]相一致。

或者，在某些情况下，也可以通过修改输入QL（例如，从QL=EEC到QL=DNU）来实现类似的行为。

无论采用哪种方法，都必须仔细配置NE经过修改的行为，以便与运营商的整体网络同步计划相一致。

## 12 在多运营商环境中使用同步以太网

可能存在需要在多运营商环境中分发时序参考的场景。这种情况对应于运营商的时序信号通过另一个运营商的网络来承载的情况。该时序信号可被发送到可能需要时序参考的终端设备（例如，基站（BS））。见图12-1。



图12-1 – 多运营商环境的示意图

将在下面的描述中使用术语“承载运营商”和“移动运营商”，以使用一个实际的案例来对讨论进行说明；不过，目的不是将讨论限制于这个独特的案例中，并且所述的案例应被视为可能是更通用的。

在由同步以太网来承载时序的情况下，可以设想涉及承载运营商网络的两种不同方法，以便向终端设备传送时序参考，这取决于从时序角度而言，同步以太网客户端信号是否透明地予以传送。

实际上，取决于承载运营商提出的以太网受管服务的类型，来自移动运营商的同步以太网信号可能不会依照其时序参考透明地予以传送（例如，当承载网络的物理层是以太网时）。在非时序透明的情况下，以太网受管服务输出端的以太网客户端信号不承载初始同步以太网时序参考。

在OTN网络的情况下，[ITU-T G.709]支持时序透明性。例如，使用[ITU-T G.709]中规定的TTT+GMP映射，可以通过OTN实现时序透明地传送1 Gigabit的同步以太网客户端信号。

第12.1节讨论了时序透明的以太网受管服务的情况，第12.2节讨论了非时序透明的以太网受管服务的情况。

### 12.1 时序透明地传送同步以太网客户端信号

第一种方法假设同步以太网客户端信号的时序信息可以通过承载运营商的网络透明地进行传送。例如，这可以使用一个具有适当的时序透明映射的OTN网络来实现。如上所述，一个例子是使用TTT+GMP映射来传送1000Base-X客户端信号，如[ITU-T G.709]所定义。这种映射允许通过传送网来传送客户端信号比特流，包括时序和ESMC消息。

承载运营商映射和取消映射同步以太网客户端信号，并通过OTN传送网来透明地承载时序信号和ESMC消息（OTN网络不知道客户端信号中存在时序和ESMC消息）。承载运营商的整个连接基于OTN设备。该场景如图 12-2所示。

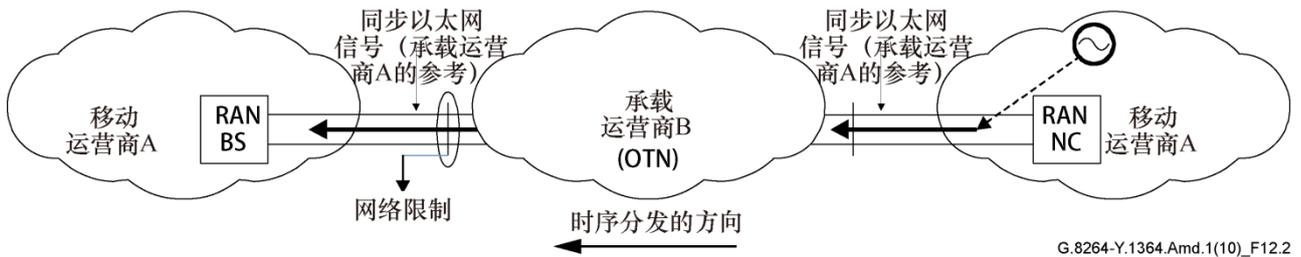


图12-2 – 多运营商环境中同步以太网客户端信号的时序透明传送示意

在这种场景下：

- 移动运营商生成的同步以太网信号承载移动运营商的时序参考，包括ESMC消息；
- 同步以太网信号通过承载运营商的网络予以透明地承载（比特流透明地进行传送，包括时序和ESMC消息）；
- 移动运营商接收并使用它自己的时序参考，包括ESMC消息，这些消息通过承载运营商的网络予以透明地承载，以同步移动运营商网络中的终端设备。

必须注意，该方法与时序透明地传送TDM信号的传统情况完全一致（例如，在PDH网络中传送PDH，在OTN中传送SDH）。

承载运营商网络输出端的网络限制对应于[ITU-T G.8261]第9.2.1节中定义的同步以太网网络限制。

## 12.2 承载运营商基于提供物理时序参考的接口提供的同步服务（生成同步以太网接口）

该第二种方法涵盖了以下情况，即承载运营商的网络是一个分组网（例如，以太网）并且对物理层时序信号（例如，同步以太网）是不透明的。例如，这可能是以下情况，即当使用[b-ITU-T G.8011]中定义的以太网专线（EPL）和以太网虚拟专线（EVPL）服务时（即所有的以太网帧都在承载运营商的网络上从入口传送到出口，但不传送时序）。

不过，承载运营商可以向移动运营商提供一个时序参考。例如，可以利用承载运营商的时序参考来生成在承载运营商网络输出端传送的同步以太网信号。这种情况意味着在两个运营商之间达成了某种协议。该场景如图12-3所示。

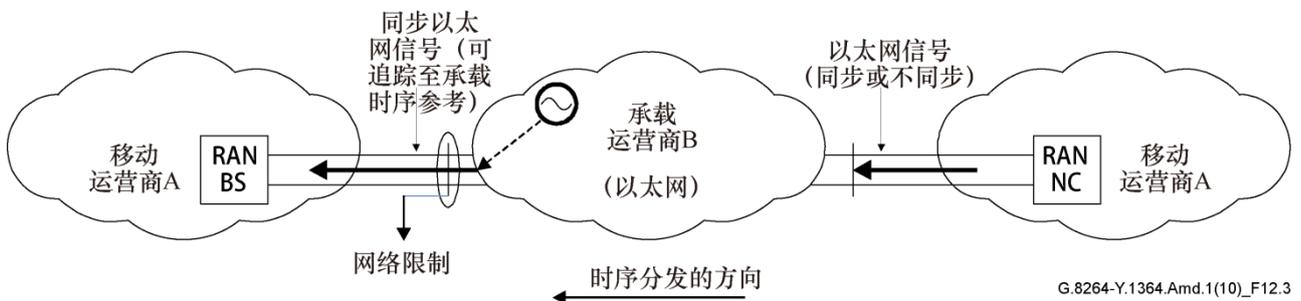


图12-3 – 多运营商环境中同步以太网同步服务示意

在这种场景下：

- 移动运营商订购特定的同步服务（它可能是移动回传连接服务的一部分）；
- 移动运营商发送一个承载其流量的以太网信号，但源的时序参考不能通过承载网络来承载。来自移动运营商的ESMC消息不通过承载运营商的网络来传递。在这种情况下，输入以太网信号不需要是一个同步以太网信号；
- 承载运营商在承载网络的边缘提供时序，包括ESMC，导致同步以太网信号可追踪至承载网络内的时钟。该方法假设由承载运营商生成的ESMC消息可以与移动运营商的数据流量一起插入输出同步以太网信号中。对可能无法正确处理ESMC插入的特定情况（例如，比特透明服务），有待进一步研究；
- 移动运营商内的设备使用由承载运营商的网络提供的时序参考和ESMC消息。

必须注意的是，该第二种方法仅适用于以下情况，即终端设备需要一个绝对时序参考（[例如](#)，主参考时钟（PRC）可追踪性）。例如，为了向BS提供一个时序参考，而不是向BS发送可追踪至协调世界时（UTC）的移动运营商的时序参考，可以使用亦可追踪至UTC的承载运营商的时序参考。

对于可追踪至需要控制滑动率的PRC/[增强型主参考时钟（ePRC）](#)的TDM终端应用，必须提到的是，这种情况可视为类似于[b-ITU-T G.810]中定义的伪同步模式，有时在同一运营商域内使用之（例如，当使用若干个PRC/[ePRC](#)时），并将继续确保根据[ITU-T G.822]来控制可能的TDM滑动率。

承载运营商网络输出端的网络限制应该对应于[ITU-T G.8261]第9.2.1节中定义的同步以太网网络限制。

在该第二种方法中，承载运营商网络输出端的同步以太网信号必须通过ESMC来承载SSM值。ESMC中包含的信息是运营商之间协议的一部分。

### 13 同步管理问题

有待进一步研究。

## 附件A

### 参考源选择机制

（此附件是本建议书不可分割的组成部分。）

同步以太网设备将需要一种参考源选择机制，以提供至上行流元素的可追踪性，并最终提供有关频率的PRC（或ePRC）。

#### A.1 要求

选择机制控制设备内的物理时序流。

选择机制必须能够选择：

- 适当的外部参考源；
- 适当的流量参考源；
- 内部时钟（即本地振荡器）。

不得选择源自非同步以太网接口的以太网流量源的参考。

#### A.2 输入

节点同步源可以是：

- 外部输入参考；
- 从线路恢复的时钟参考。

#### A.3 内部振荡器

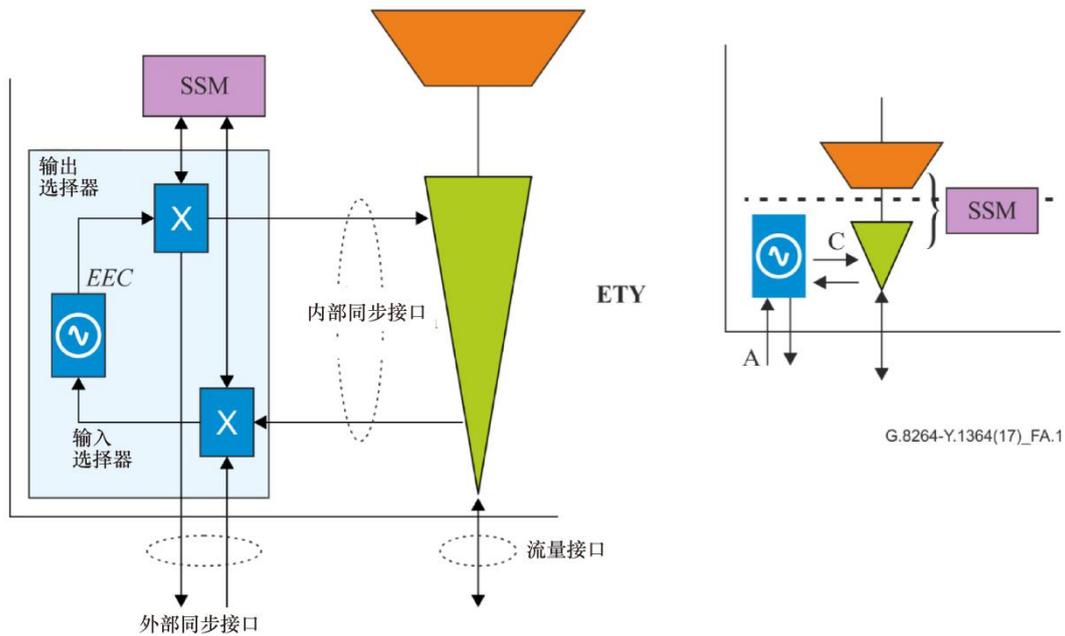
这提供了过滤和保持。

#### A.4 内部物理时序流 – 频率ETY

需要许多内部物理时序流来同步ETY层（以太网PHY）。

#### A.5 选择机制

同步以太网设备应支持一种选择机制，该机制允许从线路（即流量承载接口）、外部同步接口（即由同处一地的设备来提供）或者内部从EEC获得同步。这些将得到SSM消息集的支持。图A.1显示了同步以太网设备的同步子系统选择机制的高级表示。



图A.1 – 同步以太网设备 – 同步子系统选择机制的高级表示

内部同步子系统内的EEC应符合[ITU-T G.8262]的要求。

同步以太网设备应能够通过“内部同步接口”和/或“外部同步接口”从任一流量接口的同步输入恢复同步。这些将被注入一个内部同步子系统。

内部同步子系统应提供必要的过滤和保持性能，并应执行任何同步消息功能。

内部同步子系统应能够通过使用优先级表和同步状态消息来选择备用同步源。

内部同步子系统应利用SSM来确定优先级和时钟可追踪性。

内部同步子系统应提供适当速率的时钟（内部同步接口）以锁定流量接口的ETY。

## A.6 同步状态消息选择

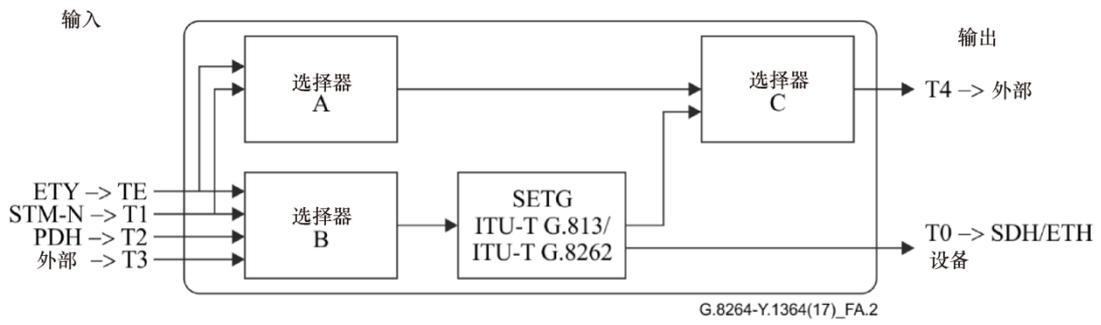
要求SSM允许需要同步的下行流元素知晓上行流时钟的质量。

应将同步消息从设备“推送”到支持同步以太网的设备。在每个支持同步以太网的设备上，应对消息进行处理并使其起作用。然后重新设置消息集并将之传递给下一个下行流元素。

同步子系统应能够根据优先级和SSM来选择备用源。

## A.7 混合设备选择功能

图A.2显示了SDH同步设备时序源（SETS）功能的等效选择机制，该功能适用于具有同步以太网和SDH接口的混合SDH/同步以太网设备。ETY和STM-N输入（TE和T1）以及输出（T0）代表各种以太网流量接口（如100Base-TX、1000Base-SX等）和SDH流量接口。同步设备时序发生器（SETG）具有[ITU-T G.8262]针对同步以太网定义的特性以及[ITU-T G.813]和[ITU-T G.812]针对SDH定义的特性。还要注意的，在北美网络中使用的T4接口仅为构建集成时序供应（BITS）/SSU提供网络时序。线路接口的选择（如图A.2中的TE或T1）只能通过选择器A来提供。选择器C只能从选择器A选择输出。T4不由SETG来过滤，原因是所有的过滤均由BITS/SSU来完成。



图A.2 – 混合SDH/同步以太网SETS功能

## 附录I

### 时序流的示例

（此附录非本建议书不可分割的组成部分。）

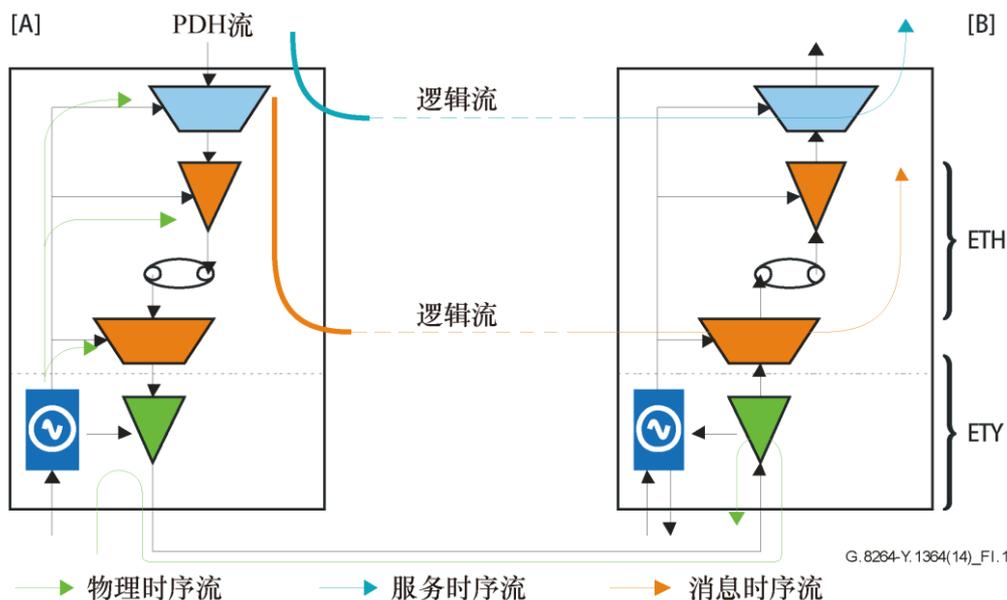
图I.1是一个代表性示例，旨在利用以太网链路上简单的TDM电路将各种时序流汇集在一起。

PDH比特流进入设备[A]。在设备[A]和设备[B]之间，在第一个自适应点之间存在一个逻辑的“服务”时序流。注入设备[A]处TDM/以太网功能的任何偏移都必须保持在设备[B]处的输出上。

为了促进时序流并确保维持次序的完整性，将应用某种形式的时间戳，例如RTP。这是一个消息流。在设备[A]和设备[B]之间，存在一个支持服务流的逻辑消息时序流。

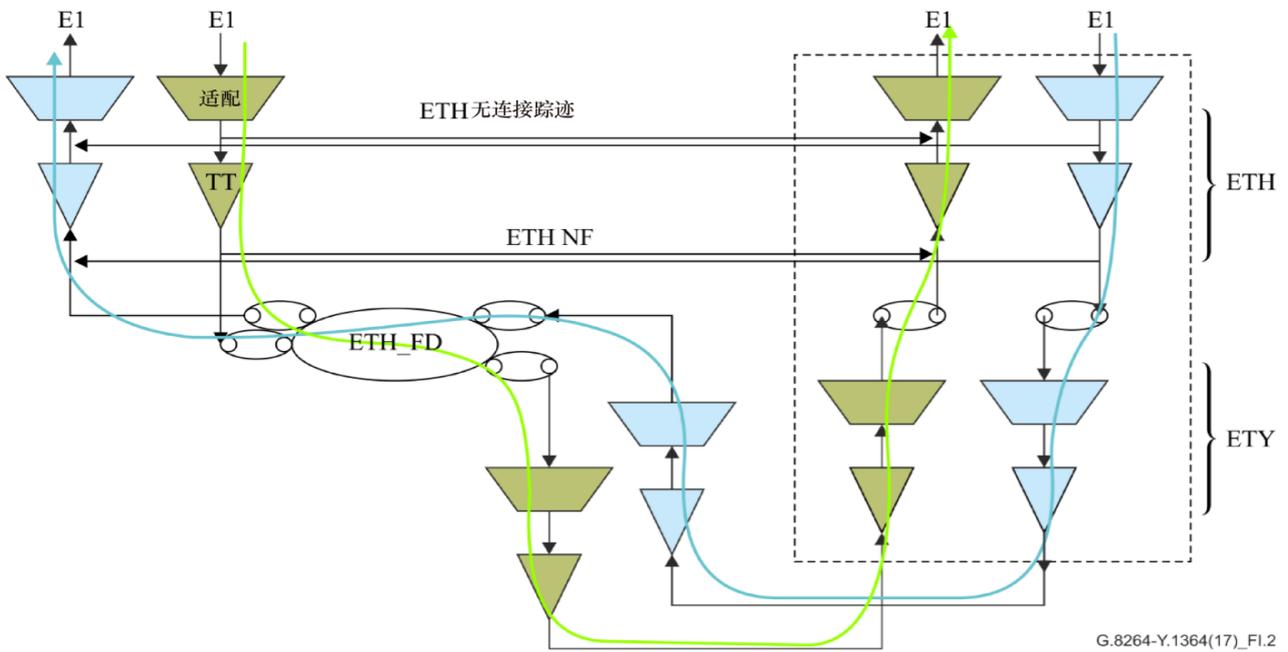
在物理层，设备[A]通过追踪终止点物理地连接到设备[B]。该连接提供承载原始带宽的链路或物理媒质。上层服务被分组并在该链路上予以传送。在设备[A]和设备[B]之间存在一个物理时序流，网络时钟形成ETY层上线路代码的一部分。

在设备[A]和设备[B]内，还存在许多物理点对点时序流，以支持适配和分组功能。这些流将是一个可追踪至嵌入式时钟的频率。



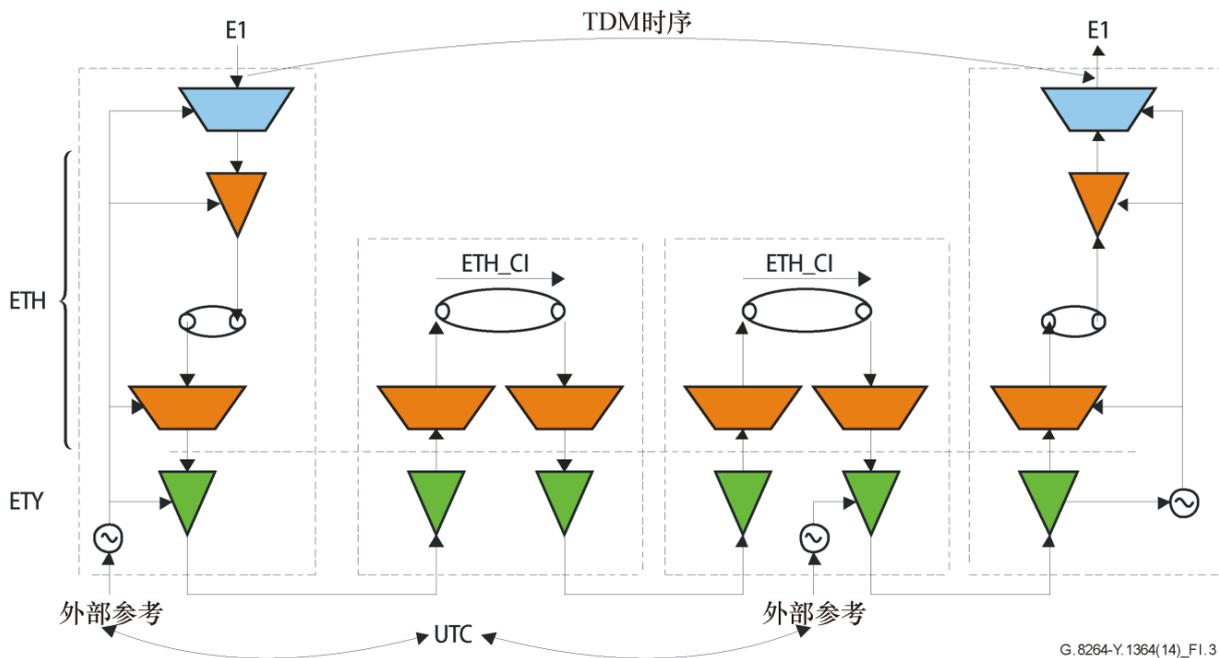
图I.1 – 流的示例

图I.2给出了[ITU-T G.8010]的通用模型，该模型扩展为显示支持双向TDM电路仿真所需的两个单向ETH流。该图将TDM添加至ETH适配功能，这些功能是支持以太网上的TDM以及物理层（ETY层）所必需的。它还显示了[ITU-T G.8261]附录I中正在讨论的近似功能（在虚线框中）。



图I.2 – ITU-T G.8010以太网网络架构，显示了电路仿真和时序踪迹

图I.3进一步扩展了该模型，以便包括中间交换机和每个交换机内可能的时序分发。该图中仅显示了一个方向。在这种情况下，时序配置显示一个IWF在外部确定时序，而另一个IWF通过输入物理层链路确定时序。如果参考时钟可追踪至PRC/ePRC，则最终在两个IWF功能处可获得相同的时钟（即UTC）。



图I.3 – 以太网的TDM

## 附录II

### 基于ITU-T G.805和ITU-T G.809的功能模型

（此附录非本建议书不可分割的组成部分。）

#### II.1 背景

本附录提供使用[ITU-T G.805]提出的一些基本概念开展同步建模的现代观点。

以太网的架构在[ITU-T G.8010]中予以规定，它规定了在[ITU-T G.805]和[ITU-T G.809]中的架构的条款。[ITU-T G.805]和[ITU-T G.809]是由ITU-T开发的建模方法，它给出了网络架构和设备的正式规范。

[ITU-T G.8261]简要描述了在基于分组的网络上承载TDM有效载荷所需的IWF。本附录提供了一个需要在分组网上承载的仿真PDH服务的部件示例。[ITU-T G.8261]中对IWF的描述并不包括用当前[ITU-T G.805]建模构件对IWF的描述，原因是与同步有关的某些方面问题不能用[ITU-T G.805]建模方法来描述。在这方面，需要对[ITU-T G.805]模型进行扩展。本附录提供了初级的功能模型。

在[ITU-T G.8261]图B.4中所述的IWF包含若干使TMD信号适于分组传送所需的关键要素。

这些功能有：

- TDM到分组变换；
- 分组到TDM变换；
- 分组相关的功能（例如，开销的增加）；
- 物理层传送。

IWF同步的关键是各种时钟。例如：

- TDM时钟的恢复和产生；
- 物理层时钟的恢复；
- 基于分组的时钟恢复。

在基于分组的时钟恢复情况下，[ITU-T G.8261]描述了两种通用的方法：差分法和自适应法。

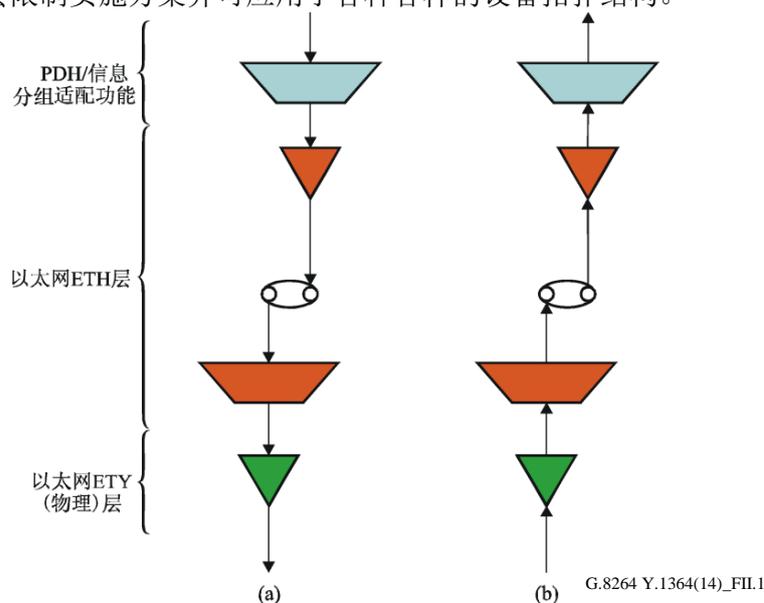
#### II.2 将ITU-T G.805应用于IWF

[ITU-T G.805]包含若干用来规范层网络的架构构件。[ITU-T G.805]的关键特性是网络架构内客户端—服务器关系的概念。一个特定的网络可以有多个层，各层按客户端—服务器关系相互作用。层网络的例子包括SDH、OTN和以太网。在SDH情况下，有三层：路径层、MS层和RS层。路径层是复用层的客户端；复用层是再生器层的客户端。在以太网情况下，[ITU-T G.8010]定义了两层：ETH层和ETY层。ETH层类似开放系统互连（OSI）参考模型的第2层（数据链路层），提供分组类型功能。ETY层类似OSI的物理层（即第1层）。

[ITU-T G.805]描述各功能块，它们为描述各个网络层的特性提供了能力。两个关键的功能块是适配功能和追踪终止功能。适配功能提供层与层之间的相互作用。追踪终止功能增加必要的开销，以便通过服务器层网络来承载信号。利用适配功能，使客户端适配服务器，来使客户端层网络承载于服务器层网络上。承载于给定层上的信息称为特性信息（CI）。更多的资料见[ITU-T G.805]。

关于CES IWF以及对以太网ETH层和ETY层的应用，[ITU-T G.8261]的图B.4含有分组层和物理层功能，因而，在IWF内实现了ETH层和ETY层。PDH一分组变换不是以太网层的一部分，但依据[ITU-T G.805]能将之视为一项适配功能。PDH一分组方向（PDH输入IWF）上的基本IWF功能在功能上可视为如图II.1(a)所示，而分组—TDM方向（PDH输出）可视为如图II.1(b)所示。

注 – 在该图中，IWF的某些时钟组件未被明显示出（例如，时钟、时钟参考选择器），而其余的可能包含在特定功能内。例如，PDH时钟恢复可以视为PDH一分组层适配功能的一部分，因为它与使客户端层时钟信息适配下面的服务器层有关（见以下第II.3节）。另外，图II.1中所含的功能块要按以下方式描述，即不会限制实施方案并可应用于各种各样的设备拓扑结构。



图II.1 – CES IWF内的功能块

### II.3 在层网络上传送的时序信息

层网络的建模方法允许在服务层网络上传送来自客户端层的信息。被传送的信息称为特性信息（CI）。CI为某个特定的层网络而定义，对不同的层网络是不同的。例如，PDH信号的CI由数据和时钟信息组成。

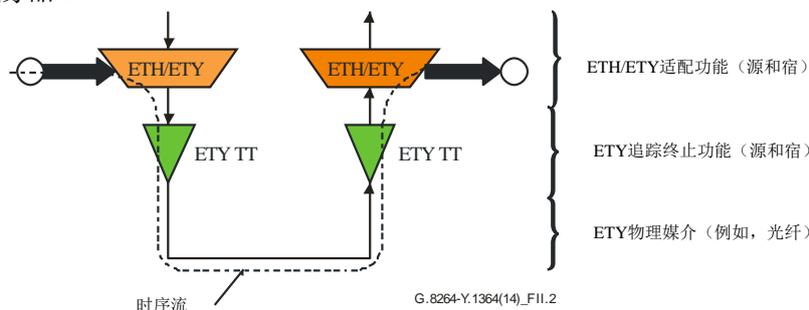
关于时钟信息，PDH层网络和ETY层网络具有作为CI部分的时序信息，而ETH层没有。进入IWF的PDH信号的CI由数据和时钟信息（服务时钟）组成。IWF的功能是传送该数据和时钟信息。

如以上指出的，适配功能用于适配要在服务器层网络上承载的客户端信息。在这种情况下，客户端层网络的CI现被称为适配信息（AI）。在所有情况下，服务器层网络能够传送客户端CI的数据部分，但不是所有的服务器层网络都固有地能够传送时序信息。在这种要求传送时序的情况下，需要有提供时序的替代手段。

关于分组—服务器层网络，本建议书描述了两种方法，旨在允许在基于分组的服务器层网络上承载客户端层PDH信号的时序信息。[ITU-T G.8261]第8节描述了能达到该目的的差分机制和自适应机制。

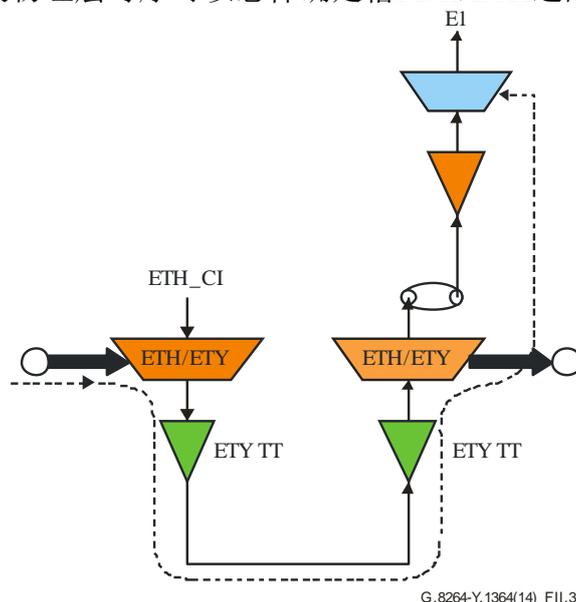
## II.4 以太网物理层时序的功能模型

[ITU-T G.8261]图B.4显示了可以通过“分组物理接口”来定时序的IWF。依照以太网架构模型，只使用ETY追踪终止功能和ETH/ETY适配功能。对于点到点链路，该功能模型如图II.2所示。在该图中显示了时序流。对ETH/ETY适配功能的时序可以来自外部源或者来自内部自由运行的振荡器。



图II.2 – 以太网时序的功能模型（同步以太网PHY）

图II.3给出了一个有关物理层时序可以怎样确定宿PDH/ETH适配功能时序的例子。

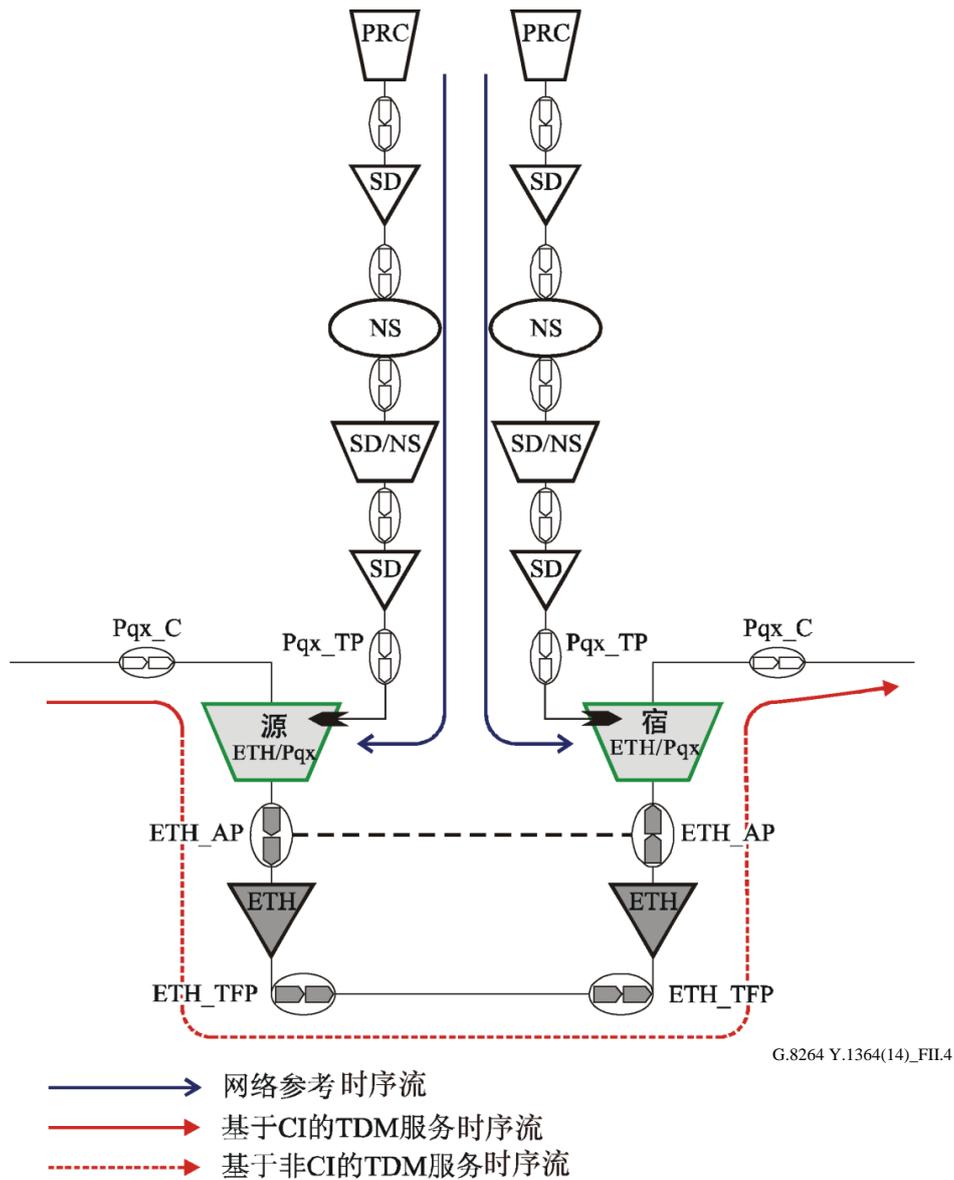


图II.3 – 利用物理层时序供给ETH/PDH适配功能时序的示例

## II.5 差分法和自适应法的功能模型

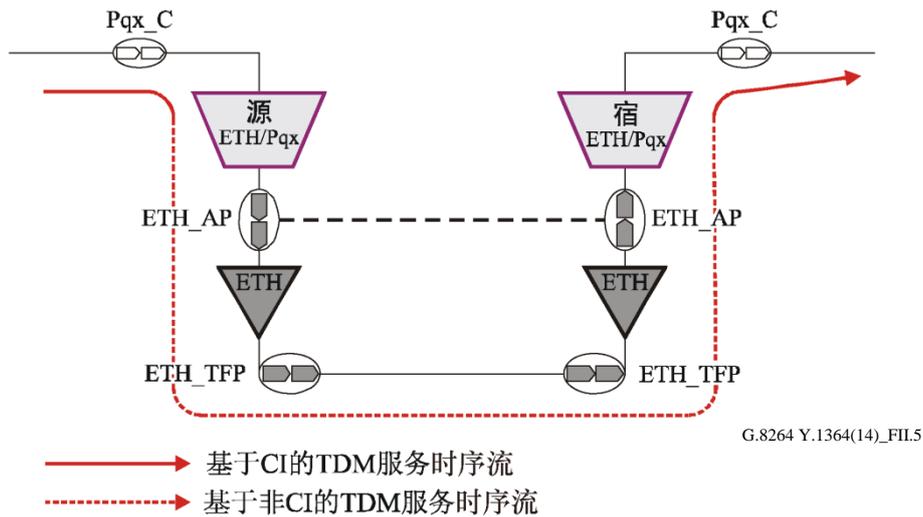
本建议书描述了基于分组方法传送时序的差分机制和自适应机制。在这两种情况下，这些功能都驻留在PDH/ETH适配功能内（见图II.1）。这两种技术之间的主要差别是差分法需要一个提供给宿和源PDH/ETH功能的时序参考。自适应法通常基于宿IWF处的平均分组接收率（通常通过测量分组到达间隔时间或监测缓存器填充程度来实现；某些自适应时钟恢复机制也可能利用的是时间戳），因而不需要通过某个外部参考来提供。图II.4和图II.5分别显示了差分法和自适应法的功能模型。

注 – 在本附录中，对差分法和自适应法定义了两种独立的功能，以便允许灵活地予以实施。



图II.4 – 差分时序的功能模型

在差分模式中，源和宿IWF（ETH/Pqx适配功能）均由PRC/ePRC可追踪的参考时钟（蓝色时序流）来供应。在源IWF处，服务时序（红色实线时序流）与外部参考之间的差异以时间戳的形式来编码。该信息在以太网上进行传送（红色虚线时序流）。在宿IWF处，时间戳与外部参考一道用于再生服务时钟（红色实线时序流）。因而，在两端需要有同样的参考（可追踪至PRC/ePRC）。



图II.5 – 自适应时序的功能模型

在自适应模式中，在同步端处的时钟恢复基于宿IWF处的平均分组接收率，通常实现的办法是测量分组到达间隔时间或监测缓存器填充程度（某些自适应时钟恢复机制也可能使用时间戳）。在该时序分发模式中，不需要使用外部参考。

自适应法和差分法的功能细节有待进一步研究。

## 参考书目

- [b-ITU-T G.810] ITU-T G.810建议书（1996），同步网的定义和术语。
- [b-ITU-T G.8011] ITU-T G.8011.1/Y.1307.1建议书（2016），以太网业务特性。  
<<https://www.itu.int/rec/T-REC-G.8011-201611-I/en>>
- [b-IEEE 1588] IEEE 1588-2008, *IEEE Standard for a Precision Clock Synchronization Protocol for Networked Measurement and Control Systems*.  
<<http://ieeexplore.ieee.org/xpl/mostRecentIssue.jsp?punumber=4579757>>
- [b-IETF RFC 1305] IETF RFC 1305 (1992), *Network Time Protocol (Version 3) Specification, Implementation and Analysis*.  
<<http://www.ietf.org/rfc/rfc1305.txt>>
- [b-IETF RFC 3550] IETF RFC 3550 (2003), *RTP: A Transport Protocol for Real-Time Applications*.  
<<http://www.ietf.org/rfc/rfc3550.txt>>

ITU-T Y系列建议书

全球信息基础设施、互联网的协议问题、下一代网络、物联网和智慧城市

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
网络问题	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>传送</b>	<b>Y.1300–Y.1399</b>
互通	Y.1400–Y.1499
服务质量和网络性能	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
运行于NGN的IPTV	Y.1900–Y.1999
下一代网络	
框架和功能体系模型	Y.2000–Y.2099
服务质量和性能	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
NGN的增强	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
分组网	Y.2600–Y.2699
安全	Y.2700–Y.2799
通用移动性	Y.2800–Y.2899
运营商级开放环境	Y.2900–Y.2999
未来网络	Y.3000–Y.3499
云计算	Y.3500–Y.3999
物联网及智慧城市和社区	
概要	Y.4000–Y.4049
定义和术语	Y.4050–Y.4099
要求和用例	Y.4100–Y.4249
基础设施、连接性和网络	Y.4250–Y.4399
框架、体系和协议	Y.4400–Y.4549
业务、应用、计算和数据处理	Y.4550–Y.4699
管理、控制和性能	Y.4700–Y.4799
识别和安全	Y.4800–Y.4899
评估和评价	Y.4900–Y.4999

如果需要进一步了解细目，请查阅ITU-T建议书清单。

## ITU-T系列建议书

A系列	ITU-T工作的组织
D系列	关税和会计原则以及国际电信/信息通信技术的经济 and 政策问题
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>传输系统及媒质、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	有线网络及电视、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	环境和信息通信技术、气候变化、电子废物、能源效率；电缆和外部设备其他组件的建造、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	测量设备的技术规范
P系列	电话传输质量、电话安装、本地线路网络
Q系列	交换和信令以及相关的测量和测试
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
<b>Y系列</b>	<b>全球信息基础设施、互联网的协议问题、下一代网络、物联网和智慧城市</b>
Z系列	用于电信系统的语言和一般软件问题