

国际电信联盟

ITU-T G.8261.1/Y.1361.1

国际电信联盟
电信标准化部门

(02/2012)

G系列：传输系统和媒质、数字系统和网络

传输上的分组方面 – 质量和可用性目标

Y系列：全球信息基础设施，互联网的协议问题和下一代网络

互联网协议方面 – 传输

适用于基于分组方法的分组时延变化的网络限制（频率同步）

ITU-T G.8261.1/Y.1361.1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
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
数字网路	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
经传送网的分组方面	G.8000-G.8999
近传送网的以太网方面	G.8000-G.8099
经传送网的MPLS方面	G.8100-G.8199
质量和可用性目标	G.8200-G.8299
服务管理	G.8600-G.8699
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.8261.1/Y.1361.1建议书

适用于基于分组方法的分组时延变化的网络限制 (频率同步)

总结

ITU-T G.8261.1/Y.1361.1建议书描述了分组网络同步方面的问题。建议书特别说明了通过分组进行的频率同步和根据ITU-T G.8261建议书和ITU T G.8260建议书定义的自适应时钟恢复恢复的频率同步时，适用的假设参考模型和PDV网络限制。建议书规定了在这些分组网络边界，根据ITU-T G.8260建议书定义的度量，在分组时延变化上最低限度的设备要求。

历史沿革

版本	建议书	批准	研究组
1.0	ITU-T G.8261.1/Y.1361.1	2012-02-13	15

关键词

PDV、同步。

前言

国际电信联盟（ITU）是从事电信、信息和通信技术（ICT）领域工作的联合国专门机构。国际电信联盟电信标准化部门（ITU-T）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，国际电联已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2016

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	1
3 定义	2
4 缩写及首字母缩略词	2
5 惯例	3
6 概述	3
7 网络参考模型	3
7.1 假设参考模型	3
7.2 分组网络中网络限制的参考点	6
8 PDV网络限制	8
参考资料.....	9

ITU-T G.8261.1/Y.1361.1建议书

适用于基于分组方法的分组时延变化的网络限制 (频率同步)

1 范围

本建议书说明分组网络中的同步问题。建议书特别说明了通过分组进行的频率同步和根据ITU-T G.8261建议书和ITU-T G.8260建议书定义的自适应时钟恢复恢复的频率同步时，适用的假设参考模型（HRM）和PDV网络限制。建议书规定了在这些分组网络边界，根据ITU-T G.8260建议书定义的度量，在分组时延变化上最低限度的设备要求。

本建议书解决两个主要应用：通过基于分组方法的同步网路时钟信号的分布（如使用PTP或NTP和使用自适应方法），以及根据自适应时钟恢复方法（如使用自适应方法的电路仿真业务（CES）的时钟恢复）在分组网路上的服务时钟信号分布，但CES网络的具体限制需进一步研究。

考虑单项和双向方法。

本建议书范围内的分组网络目前限于以下场景：

- 以太网（[IEEE 802.3]、[IEEE 802.1D]、[IEEE 802.1 ad]、[IEEE 802.1Q]、[IEEE 802.1Qay]）
- MPLS（[IETF RFC 3031]、[ITU-T G.8110]）
- IP（[IETF RFC 791]和[IETF RFC 2460]）

与该规格相关的物理层为IEEE标准802.3™-2008定义的以太网媒体类型。其它物理层也可能相关，可在本建议书的未来版本中解决。

2 参考

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或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 G.803] | ITU-T G.803 (2000)建议书，基于同步数字序列(SDH)的传送网体系结构。 |
| [ITU-T G.810] | ITU-T G.810 (1996)建议书，同步网络的定义和术语。 |
| [ITU-T G.823] | ITU-T G.823 (2000)建议书，以2048kbit/s序列为基础的数字网内抖动和漂移的控制。 |
| [ITU-T G.824] | ITU-T G.824 (2000)建议书，数字网络中基于1544 kbit/s序列的波动和漂移。 |
| [ITU-T G.8110] | ITU-T G.8110/Y.1370 (2005)建议书，MPLS层网络架构。 |

- [ITU-T G.8260] ITU-T G.8260 (2012)建议书，分组网络同步的定义和术语。
- [ITU-T G.8261] ITU-T G.8261/Y.1361 (2008)建议书，分组网络中的时分和同步方面。
- [ITU-T G.8263] ITU-T G.8263/Y.1363 (2012)建议书，基于分组的设备时钟的时效特性。
- [ITU-T G.8265] ITU-T G.8265/Y.1365 (2010)建议书，基于分组的频率交付的架构和要求。
- [ITU-T G.8265.1] ITU-T G.8265.1/Y.1365.1 (2010)建议书，频率同步的精确时间协议电信框架。
- [ITU-T O.172] ITU-T O.172 (2005)建议书，基于同步数字序列（SDH）的数字系统的抖动和漂移测试设备。
- [IEEE 802] IEEE 802-2001, *IEEE standard for local and metropolitan area networks: Overview and architecture.*
<<http://standards.ieee.org/getieee802/802.html>>
- [IEEE 802.1ad] IEEE 802.1adTM-2005, *IEEE Standard for local and metropolitan area networks: Virtual bridged local area networks – Amendment 4: Provider Bridges.* <<http://standards.ieee.org/getieee802/download/802.1ad-2005.pdf>>
- [IEEE 802.1D] IEEE 802.1DTM-2004, *IEEE Standard for local and metropolitan area networks: Media Access Control (MAC) Bridges.*
<<http://standards.ieee.org/getieee802/download/802.1D-2004.pdf>>
- [IEEE 802.1Q] IEEE 802.1QTM-2005, *IEEE Standard for local and metropolitan area networks: Virtual bridged local area networks.*
<<http://standards.ieee.org/getieee802/download/802.1Q-2005.pdf>>
- [IEEE 802.3] IEEE 802.3-2008, *Part 3: Carrier sense multiple access with collision detection (CSMA/CD) access method and physical layer specifications.*
<<http://standards.ieee.org/getieee802/802.3.html>>
- [IETF RFC 791] IETF RFC 791 (1981), *Internet Protocol.*
<<http://www.ietf.org/rfc/rfc0791.txt?number=791>>
- [IETF RFC 2460] IETF RFC 2460 (1998), *Internet Protocol, Version 6 (IPv6) Specification.*
<<http://www.ietf.org/rfc/rfc2460.txt?number=2460>>
- [IETF RFC 3031] IETF RFC 3031 (2001), *Multiprotocol Label Switching Architecture.*
<<http://www.ietf.org/rfc/rfc3031.txt?number=3031>>

3 定义

本建议书使用的术语和定义见[ITU-T G.810]和[ITU-T G.8260]。

4 缩写及首字母缩略词

本建议书使用以下缩写和首字母缩略词：

CES	电路仿真业务
DSL	数字用户线路
DSLAM	数字用户线接入复用设备
EEC	以太网设备时钟

HRM	假设参考模型
MW	微波
OLT	光线路终端
ONU	光网络单元
OTN	光传输网
PDV	分组时延变化
PEC-M	基于分组的设备主时钟
PEC-S-F	基于分组的设备从时钟频率
PNT-F	分组网络定时功能
PON	无源光网络
PRC	基准参考时钟
PTP	精确时钟协议
SEC	SDH设备时钟
SSU	同步供给单元

5 惯例

无。

6 概述

使用[ITU-T G.8261]说明的基于分组的方法提供时基信号实现频率同步，要求控制网络生成的PDV，从而在使用分组时钟时满足可接受的性能要求。分组时钟特性见[ITU-T G.8263]。

本建议书定义了网络中所有相关点适用的网络限制。

网络参考模型和与本应用相关的目标性能要求见第7款。相关PDV限制见第8款。

7 网络参考模型

7.1 假设参考模型

本款说明的假设参考模型对应大多数移动骨干网的最差情况模型。

注 – 设定本款的假设参考模型由产生可控数量PDV的网络设备构成，与第8款设定的网络限制兼容。众所周知，一些网络设备可能产生过量的PDV，可能超过这些PDV网路的限制。PDV控制量的组成成分，如何确定某网络设备适合在这些假设参考模型或简化的假设参考模型中考量，以及如何评估网络设备产生的PDV水平需要进一步研究。

7.1.1 HRM-1: 仅使用1 Gbit/s和10 Gbit/s连接的网络

下图1显示了HRM-1；包括连接分组主时钟和第一节点的1条1 Gbit/s链接，3条10 Gbit/s光纤链路和7条1 Gbit/s光纤链路。设定HRM-1对应大部分仅使用光纤连接的移动回传网的最差情况模型。

本建议书第8款说明了HRM-1的分组时延变化网络限制。

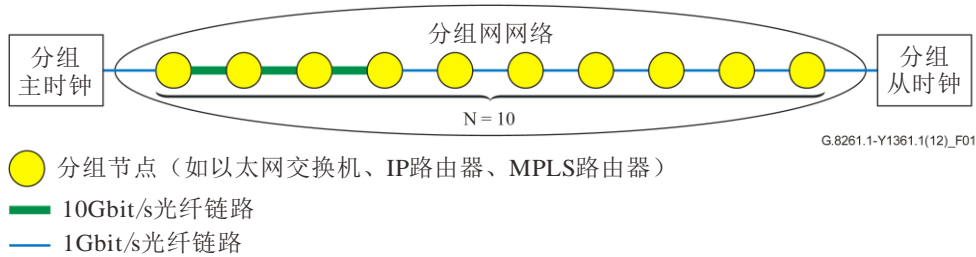


图1 – HRM-1的分组时延变化网络限制

注 1 – 分组主时钟和第一个分组节点之间的链路可为100 Mbit/s，而不是1 Gbit/s。

注 2 – 若最后一个分组节点和分组从时钟之间的链路仅承载PTPv2消息，没有数据流量，其速率可为100 Mbit/s，而不是1 Gbit/s。

注 3 – 在实际部署中，可用10 Gbit/s 链路替代1 Gbit/s链路，但反之则不行。

注 4 – 连接分组节点的链路分布并不重要（如10 Gbit/s链路并不总在分组网络的开始部分）；但总体而言，10 Gbit/s 链路位于核心网。

注 5 – 连接分组节点的部分链接可由OTN网络承载，假设与HRM分组节点产生的PDV相比，这些传输技术产生的PDV可忽略。

需进一步研究连接分组节点的一些连接也可由SDH网络承载的情况。

注 6 – 设定承载PTPv2消息的分组网络不承载大于2000字节的帧。

注 7 – 设定承载的PTPv2消息具有最高优先权，在分组节点中置于严格优先队列；需要进一步研究使用这一队列的其他流（也可设定该队列仅包括PTPv2消息，或在该队列传输的其他数据流量为小分组，该队列中的数据量远小于输出端口能力）。

注 8 – 需进一步研究本网络承载的流量模型；可包括移动和固定数据流量。

7.1.2 HRM-2: 使用具体存取技术的网络

在许多移动回传网络中，基站与使用具体存取技术的网络相连，如数字用户线路（DSL）、无源光网络（PON）或微波链路（MW）。

下图2显示了HRM-2；由简化HRM-1组成（连接分组主时钟和第一个节点的1 Gbit/s链路，1条10 Gbit/s的光纤链路和4条1 Gbit/s光纤链路），其后为一条DSL链路（HRM-2a），或一条PON链路（HRM-2b），或数个MW链路（HRM-2c），其后的一条1 Gbit/s 链路连接存取部分和分组从时钟。设定HRM-2对应大部分使用具体存取技术的移动回传网络的最差情况模型。

本建议书第8款说明了HRM-2的分组时延变化网路限制。

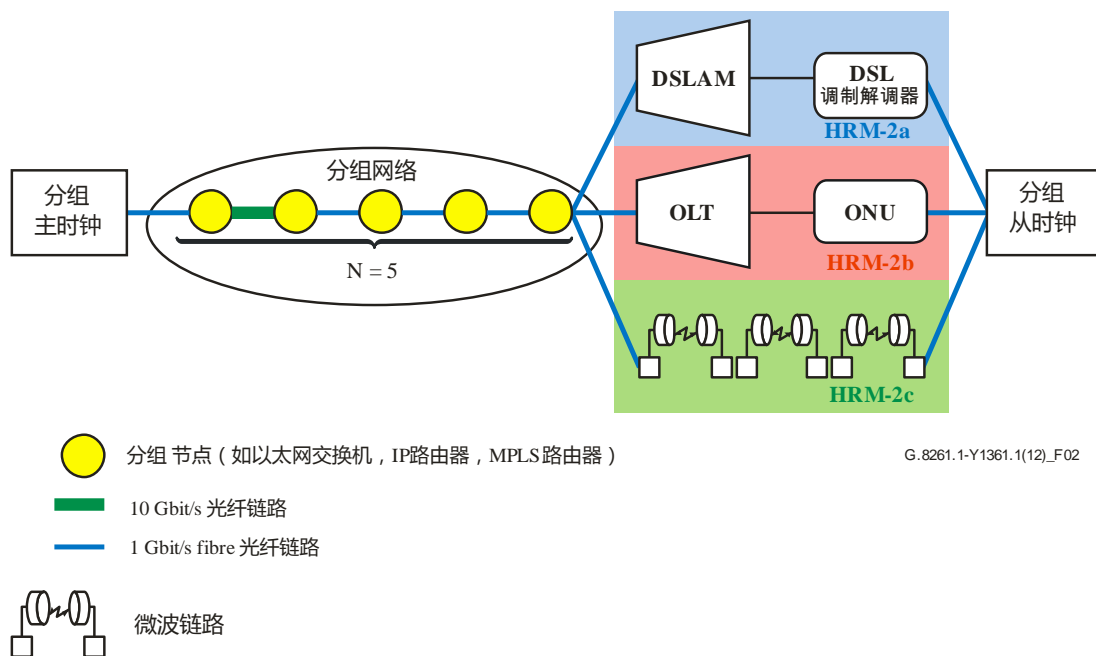


图 2 – HRM-2的分组时延变化网络限制

注 1 – 分组主时钟和第一个分组节点之间的链路可为100 Mbit/s，而不是1 Gbit/s。

注 2 – 若最后一个存取节点和分组从时钟之间的链路仅承载PTPv2消息，无数据流量，其速率可为100 Mbit/s，而不是1 Gbit/s。

注 3 – 在实际部署中，可用10 Gbit/s 链路替代1 Gbit/s链路，但反之则不行。

注 4 – 连接分组节点的链路分布并不重要（如10 Gbit/s链路并不总在分组网络的开始部分）；但总体而言，10 Gbit/s 链路位于核心网。

注 5 – 连接分组节点的部分链接可由OTN网络承载，假设与HRM分组节点产生的PDV相比，这些传输技术产生的PDV可忽略。

需进一步研究连接分组节点的一些连接也可由SDH网络承载的情况。

注 6 – 设定承载PTPv2消息的分组网络不承载大于2000字节的帧。

注 7 – 设定承载的PTPv2消息具有最高优先级，在分组节点中置于严格优先队列；需要进一步研究使用这一队列的其他流（也可设定该队列仅包括PTPv2消息，或在该队列传输的其他数据流量为小分组，该队列中的数据量远小于输出端口能力）。

注 8 – 需进一步研究本网络承载的流量模型；可包括移动和固定数据流量。

注 9 – HRM-2a中需要考量的DSL技术为 SHDSL和VDSL2；需进一步研究这些技术产生的PDV噪音，可能与其它技术存在明显差异。

注10 – HRM-2c可能涉及自适应微波设备，使其带宽适应天气条件。

注11 – 需进一步研究HRM-2c中的微波射程。

注12 – 需进一步研究连接 DSLAM和HRM-2a内的调制解调器, OLT和HRM-2b内的ONU, 以及HRM-2c内两个微波站点的链路带宽。

注13 – 需进一步研究HRM-2c内微波链接承载的流量（微波链接可能聚合来自其他站点的流量，而不是分组从时钟站点）。

7.2 分组网络中网络限制的参考点

图3显示了适用于[ITU-T G.8261]图18显示的PTN部署案例2泛化的所有网络限制参考点（如在PRC和分组主时钟时间，通过基于物理层的同步化网络分配定时参考信号）。

需进一步研究[ITU-T G.8261]图17显示的PNT部署案例1说明的用例，其中PEC-S-F向连接的同步网络提供了外部同步接口。

CES网络限制的细节也需要进一步研究。

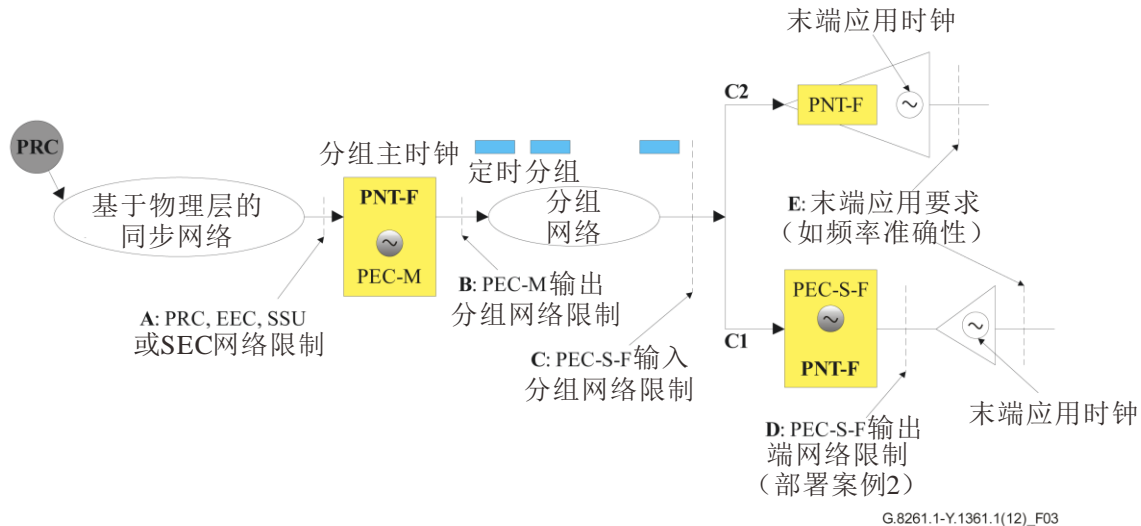


图 3 – 网络限制的参考点

7.2.1 分组主时钟（PEC-M）网络限制

本款针对PEC-M网络限制的案例。

在本案例中，网络限制在PEC-M（接口A）输入端适用。根据与PEC-M相连的同步网络的细节，存在以下情况：

- EEC网络限制（同步以太网案例），见[ITU T G.8261]第9.1款；
- SEC/SSU网络限制（基于SDH的同步网案例），见[ITU-T G.823]第6.2.2和6.2.3款
- PRC接口限制（PRC直接与PEC连接的案例），见[ITU-T G.823]第6.2.1款。

本建议书考量的最一般情况为参考记时点通过[ITU-T G.803] 图8-5描述的全同步网络参考链分配至PEC-M（注PEC-M时钟自身必须认为是参考链的一部分），见[ITU-T G.803]。因此，需相应的考量 [ITU-T G.8261]第9.2.1款和[ITU-T G.823]第6.2.3款中定义的EEC或SEC网络限制。

PEC-M（图3参考点B）输出端的分组网络限制在分组定时型号上以相关度量定义，此处需进一步研究。

注 1 – 分组主时钟输出端的PDV预期值相对较低，说明该案例中使用的度量无需包含特别的分组预处理（如分组选择）。

注2 – PEC-M可由PNT-F（见图[ITU T G.8261]B.5；注1）中包含的PEC建模，其中PNT-F转换从物理层至分组层的定时载波。

7.2.2 PEC-S-F网络限制

本款针对PEC-S-F网络限制。

根据图3，PEC-S-F通过C1连接向端应用提供外部同步接口（即[ITU-T G.8261]图18显示的PTN部署案例2）。

在这些案例中，恢复参考定时信号的网络限制见[ITU-T G.8261]（第9.2.2款）。

特别是如[ITU-T G.8261]第9.2.2款和附录IV的说明，可为端口D适用的网络限制明确以下三个主要案例：

- 案例1：EEC网络限制（见[ITU-T G.8261]第9.2.2.1款）。需进一步研究。
- 案例2：流量接口网络限制（见[ITU-T G.823]第5款或[ITU-T G.824]第5款）。
- 案例3：短期限制见[ITU-T G.823]和[ITU-T G.824]第5款，长期限制见单个 n ppb线路（其中 n 应低于无线电接口的适用要求）。

关于案例3，设定 $n = 16$ ppb，在参考点D适用的输出漂移网络限制见表1和图4。

注 – ITU-T G.824中等效的掩码需进一步研究。

表1 – 基于[ITU-T G.823]的案例3的输出漂移网络限制

观测间隔 τ (s)	MTIE要求 (μs)
$0.05 < \tau \leq 0.2$	46τ
$0.2 < \tau \leq 32$	9
$32 < \tau \leq 64$	0.28τ
$64 < \tau \leq 1125$	18
$\tau > 1125$	0.016τ

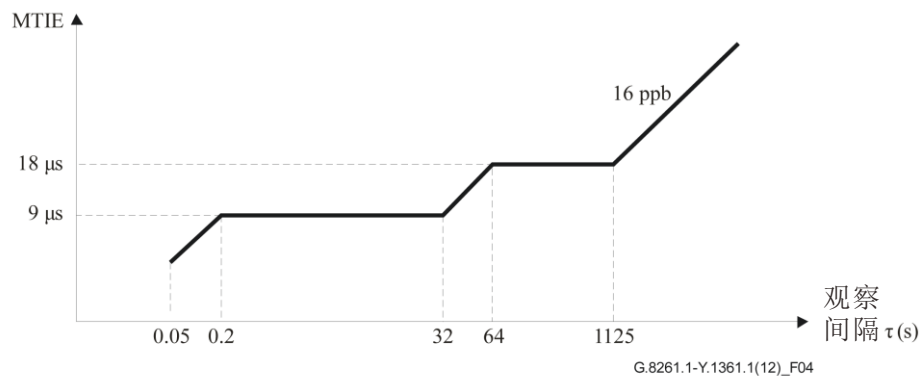


图4 – 基于[ITU-T G.823]的案例3的输出漂移网络限制

MTIE参数的漂移测量要求（如取样时间和测量间隔）、10 Hz漂移测量滤波器特性，以及测量输出漂移见[ITU-T O.172]。符合 [ITU-T O.172]的仪器适用于测量漂移参数。

如本建议书第8款所述，分组网络限制以接口C处（事实上，本案例中定时恢复是基于自适应方法）基于相关PDV的度量进行表示。

在图3通过C2的连接说明的案例中，PNT-F和相关PEC-S-F在端应用中整合。

在本案例中，分组网路接口（如以太网接口）与端应用（如具有以太网接口的基站）直接连接，网络限制仅能在接口C表达。事实上，对于通过C2的连接，PNT-F输出（相当于图3中连接C1的接口D）一般无法进行测量。

末端设备输出的网络限制取决于末端设备的要求（参考点E）。需进一步研究。

8 PDV网络限制

本款中的分组时延变化网络限制代表接口C允许的最大分组时延变化，如见图3所示。

本部分规定的限制满足所有操作条件。总体而言，这些网络限制兼容所有PEC-S-F设备应允许的最低分组时延变化。

注 – 图3中连接C2后显示的末端应用内置PEC需要在[ITU-T G.8263]中进一步研究。

注本款中的PDV网络限制设定：构成假设参考模型的网络设备产生数量可控的PDV。众所周知，一些网络设备可能产生过量的PDV，可能超过这些PDV网路的限制。PDV控制量的组成成分，如何确定某网络设备适合在这些假设参考模型或简化的假设参考模型中考量，以及如何评估网络设备产生的PDV水平需要进一步研究。

图3中HRM-1（图1）的C点分组时延变化网络限制如下：

窗口间隔 $W = 200\text{s}$ ，固定集群范围 $\delta = 150 \mu\text{s}$ ，从底层时延开始，量化满足时延标准的交付分组的网络传输特性应满足

$$FPP(n, W, \delta) \geq 1\%$$

即底层分组比例必须超过1%。

这意味着，对于任何200s的窗口间隔，至少1%的传输定时分组将在固定集群内接收，从观察到的底层时延开始，范围为150 μs 。

注 1 – 适用于本建议书说明的网络限制的选择方法（使用滑动、交叠或跳转窗口）需进一步研究。

注 2 – 固定分组范围内接收的分组数量取决于名义分组速率。例如，若名义分组速率为每秒一个分组， $FPP > 1\%$ 说明每200s间隔固定分组范围内将接收两个或更多分组。选择窗口中的分组数量对考量从时钟的允许限制具有重要意义。

测量技术的更多细节参见[ITU-T G.8260]第I.5款。

该网络限制可独立应用于分组定时流的正向或反向。需进一步研究双方向的结合效果。

注 3 – 本网络限制仅适用于HRM-1。许多HRM-1网络可展示远低于此限制所示的分组时延变化，因此该限制较为保守。该限制并不描述集群范围内的分组时延分布。

模拟分组从时钟行为的其它PDV度量目前处于研究阶段，未来可用于以不那么保守的方式说明PDV网络限制。部分信息可见[ITU-T G.8260]第I.4款。

HRM-2的分组时延变化网络限制需进一步研究。对于HRM-2而言，可适用不同的限制，可使用不同的度量。

参考资料

[b-IEEE 802.1Qay] IEEE 802.1QayTM-2009, *IEEE Standard for Local and metropolitan area networks – Virtual Bridged Local Area Networks Amendment 10: Provider Backbone Bridge Traffic Engineering*.

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
传输	Y.1300–Y.1399
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
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
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
框架和功能体系模型	Y.2000–Y.2099
运营商水平的开放环境	Y.2900–Y.2999
未来网络	Y.3000–Y.3099

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	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、声音节目和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	用于电信系统的语言和一般软件问题