

ICS 33.040.20

M 33

YD

中华人民共和国通信行业标准

YD/T 2551-2013

基于分组网络的频率同步网技术要求

Technical requirements for frequency synchronization network
based on packet networks

2013-04-25 发布

2013-06-01 实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布

目 次

前 言.....III

1 范围.....1

2 规范性引用文件.....1

3 缩略语.....2

4 分组网络频率同步概述.....4

4.1 分组网络的同步方式.....4

4.2 频率同步网与分组网络的关系.....4

4.3 频率同步网与时间同步网的关系.....4

5 基于分组网络的频率同步网等级结构.....5

5.1 同步网的等级结构.....5

5.2 同步网的构成.....5

5.3 节点时钟的设置.....5

5.4 局间定时分配的拓扑结构.....6

6 分组网络中的定时分配技术.....6

6.1 概述.....6

6.2 基于物理层的定时分配技术.....6

6.3 基于包的定时分配技术.....6

6.4 定时分配技术选择原则.....8

7 基于分组网络的频率同步网接口要求.....8

7.1 接口定义.....8

7.2 同步接口的类型.....9

7.3 同步接口的网络限值.....10

7.4 同步接口的抖动和漂移容限.....13

7.5 网络漂移性能指标及其分配.....21

8 分组网络中频率同步网定时链路组织原则.....22

8.1 基于分组网络的频率同步网定时链路组织总体原则.....22

8.2 传统SDH传送网与分组网络混合组网原则.....22

8.3 PTP 频率同步在定时链路组织中的应用原则.....23

8.4 分组网络环境下的同步状态信息使用原则.....23

9 基于分组网络的频率同步网网管系统技术要求.....23

9.1 网管系统结构及职能.....23

9.2 网管系统基本功能要求.....24

10 基于分组传送网的同步网的安全可靠性.....25

10.1 同步网的安全可靠性.....25

10.2 卫星接收机的安全可靠性.....25

10.3 分组网络同步的安全可靠性.....26

11 分组网络传送定时的技术要求.....26

11.1 基于同步以太传送定时的技术要求.....26

11.2 基于包传送定时的技术要求.....35

12 局内定时分配的基本要求.....42

12.1 同步方式.....42

12.2 被同步设备的同步接口基本要求.....43

附录 A（规范性附录） 基于包定时的保护及多域划分.....45

附录 B（资料性附录） IWF 功能及应用.....48

附录 C（资料性附录） 分组网络环境下各种通信设备的同步要求.....53

广东省网络空间安全协会受控资料

前 言

本标准按照 GB/T 1.1-2009 给出的规则起草。

本标准是在参考 YD/T 1012-1999《数字同步网节点时钟系列及其定时特性》、YD/T 1420-2006 基于 2048kbit/s 系列的数字网抖动和漂移技术规范、ITU-T G.8260《分组网络同步的术语和定义》、ITU-T G.8264《通过分组网络的定时信息分配》、ITU-T G.8265《基于包的定时分配架构和要求》等国内外相关标准的基础上，结合我国运营商网络在分组网络下对频率同步的具体需求制定而成。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本标准由中国通信标准化协会提出并归口。

本标准起草单位：工业和信息化部电信研究院、中兴通讯股份有限公司、中国移动通信集团公司、华为技术有限公司、上海贝尔股份有限公司、武汉邮电科学研究院、中讯邮电咨询设计院有限公司、UT 斯达康（重庆）通讯有限公司。

本标准主要起草人：胡昌军、徐一军、汪建华、夏 靓、张君辉、陈 威、程伟强、张庆、何宗应、陈 垦、李寿喜、唐永林。

广东省网络空间安全协会受控资料

基于分组网络的频率同步网技术要求

1 范围

本标准规定了基于分组传送网的频率同步网等级结构及构成、同步分配、同步接口要求、漂移指标及其分配、同步网的安全可靠性要求、分组网络系统传送定时的要求、局内定时分配基本要求等。

本标准主要适用于分组网络环境下的频率同步网。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件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文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

YD/T 1267-2003 基于 SDH 传送网的频率同步技术要求

YDN 117-1999 数字同步网的规划方法与组织原则

ITU-T G.703-2001 数字系列接口的物理/电气特性 (Physical/electrical characteristics of hierarchical digital interfaces)

ITU-T G.704-1998 1544, 6312, 2048, 8448, 44736kbit/s 系列的帧结构 (Synchronous frame structures used at 1544,6312, 2048, 8448 and 44 736kbit/s hierarchical levels)

ITU-T G.707 同步数字网络 (SDH) 的网络节点接口 (Network node interface for the synchronous digital hierarchy (SDH))

ITU-T G.803 基于 SDH 的传送网结构 (Architecture of transport networks based on the synchronous digital hierarchy (SDH))

ITU-T G.810 同步网的概貌和术语 (Definitions and terminology for synchronization networks)

ITU-T G.811 基准时钟的定时特性 (Timing characteristics of primary reference clocks)

ITU-T G.812 适用于同步网节点从钟的定时要求 (Timing requirements of slave clocks suitable for use as node clocks in synchronization networks)

ITU-T G.813-1996 SDH 设备从钟的定时要求 (Timing characteristics of SDH equipment slave clocks (SEC));

ITU-T G.822 国际数字连接中控制的滑动速率目标 (Controlled slip rate objectives on an international digital connection)

ITU-T G.823 以 2048kbit/s 系列为基础的数字网抖动和漂动的控制 (The control of jitter and wander within digital networks which are based on the 2048kbit/s hierarchy)

ITU-T G.825 基于 SDH 的数字网络中抖动和漂移的控制 (The control of jitter and wander within digital networks which are based on the synchronous digital hierarchy (SDH))

ITU-T G.8261 分组网络定时和同步相关要求 (Timing and synchronization aspects in packet networks)

ITU-T G.8261.1 应用于基于分组包方式 (频率同步) 的包时延变化网络限值 (Packet Delay Variation

Network Limits applicable to Packet Based Methods (Frequency Synchronization)), 2011 年

ITU-T G.8262 同步以太网设备时钟 (EEC) 定时特性 (Timing characteristics of synchronous Ethernet equipment slave clock (EEC))

ITU-T G.8263 基于包的设备时钟 (PEC) 的定时特性 (Timing Characteristics of Packet based Equipment Clocks (PEC)) ITU-T G.8265.1 用于电信应用场景的频率同步精确时间协议 (Precision time protocol telecom profile for frequency synchronization)

ITU-T G.957 与同步数字系列相关的设备和系统的光接口 (Optical interfaces for equipments and systems relating to the synchronous digital hierarchy)

IEEE 802.3 局域网协议标准 (Local and metropolitan area networks Specific requirements)

IEEE 1588-2008 网络测量和控制系统的精确时钟同步协议 (IEEE Standard for a Precision Clock Synchronization Protocol for Networked Measurement and Control Systems)

3 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

AIS	Alarm Indication Signal	告警指示信号
BC	Boundary Clock	边界时钟
CDMA	Code Division Multiple Access	码分多址
CES	Circuit Emulation Service	电路仿真业务
DCN	Digital Communication Network	数据通信网
DDN	Digital Data Network	数字数据网
DNU	Do Not Use	不要使用
EEC	Synchronous Ethernet Equipment Clock	同步以太网设备时钟
GM	Grand Master	祖时钟
GPS	Global Positioning System	全球定位系统
GSM	Global System of Mobile communication	全球移动通讯系统
IWF	Interworking Function	网络互通功能
LAN	Local Area Network	局域网
LOF	Loss of Frame	帧丢失
LOS	Loss of Signal	信号丢失
LPR	Local Primary Reference	区域基准时钟源
LTE	Long Term Evolution	长期演进
MRTIE	Maximum Relative Time Interval Error	最大相对时间间隔误差
MTIE	Maximum Time Interval Error	最大时间间隔误差
NE	Network Element	网络单元
NS-C	Network Service Connection	网络服务层连接
NTP	Network Time Protocol	网络时间协议
OOF	Out Of Frame	帧失步

OTN	Optical Transport Network	光传送网
PDH	Plesiochronous digital hierarchy	准同步数字体系
PDV	Packet Delay Variation	分组时延变化
PEC	Packet based Equipment Clock	基于分组的设备时钟
PEC-B	Packet based Equipment Clock Boundary	基于分组的设备时钟—边界时钟
PEC-M	Packet based Equipment Clock Master	基于分组的设备时钟—主时钟
PEC-S	Packet based Equipment Clock Slave	基于分组的设备时钟—从时钟
PEC-T	Packet based Equipment Clock Transparent	基于分组的设备时钟—透明时钟
PNT	Packet Network Timing	分组网络定时
PNT-F	Packet Network Timing Function	分组网络定时功能
PRC	Primary Reference Clock	全国基准时钟
PTN	Packet Transport Network	分组传送网
PTP	Precision Time Protocol	精确时间同步协议
PTSF	Packet Timing Signal Fail	分组定时信号失效
QL	Quality Level	质量等级
SASE	Stand Alone Synchronization Equipment	独立型同步设备
SDH	Synchronous Digital Hierarchy	同步数字体系
SEC	SDH Equipment Clock	SDH设备时钟
STEG	Synchronous equipment timing generator	同步设备定时发生器
SNM	Synchronization Network Management	同步网管理中心
SNTP	Simple Network Time Protocol	简单网络时间协议
SOOC	Slave Only Ordinary Clock	仅用作从时钟的普通时钟
SRM	Synchronization Regional Management	同步网区域管理中心
SSM	Synchronization Status Message	同步状态信息
SSU	Synchronization Supply Unit	同步供给单元
STM	Synchronous Transport Module	同步传送模块
TC	Transparent Clock	透明时钟
TCP/IP	Transmission Control Protocol/Internet Protocol	传输控制协议/互联网互联协议
TDM	Time Division Multiplex and Multiplexer	时分复用
TDEV	Time Deviation	时间偏差
TOD	Time Of Day	当前时刻
TOP	Timing Over Packet	基于分组包的定时
UDP	User Datagram Protocol	用户数据包协议
UTC	Coordinated Universal Time	协调世界时
WiMAX	Worldwide interoperability for Microwave Access	全球微波互联接入

4 分组网络频率同步概述

4.1 分组网络的同步方式

本标准所涉及的分组网络类型包括以太网、IP网、MPLS/MPLS-TP网络等。

分组网络的同步方式可以划分为两种，即基于物理层的同步和基于包的同步，其中基于物理层的同步提供频率同步，基于包的同步提供频率同步和时间同步。对于基于物理层的同步方式，分组网络通过物理层信号恢复频率基准信号，并通过相应通道传送时钟等级信息。对于基于包的同步方式，分组网络通过PTP报文恢复频率基准信号。

4.2 频率同步网与分组网络的关系

在分组网环境下，频率同步网的定时基准信号主要由分组网络来传送，也可以由TDM网络（例如SDH传送网）来传送。频率同步网与分组网络的关系如图1所示。

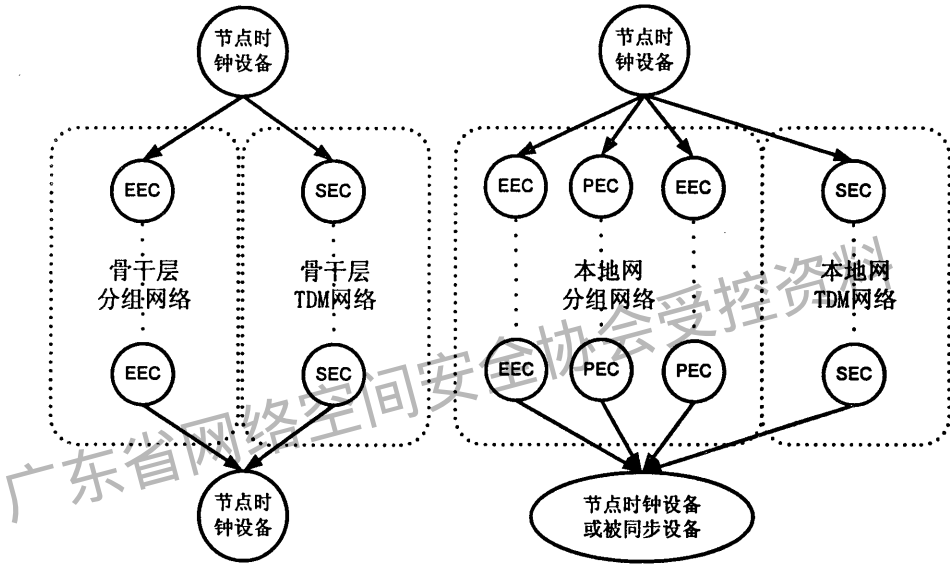


图1 频率同步网与分组网络关系示意

图1只是给出了基于分组网络的定时链路组织示意,不排除在实际网络中采用混合组网同步方式组织定时链路。混合组网同步方式包括SEC与EEC、EEC与PEC以及SEC与PEC的混合组网等。在混合组网同步方式下,为了保证定时链路的连通性,应允许不同同步方式的互通操作性。图1中节点时钟设备可以是一级基准时钟设备（PRC或LPR）、二级节点时钟设备（SSU-T）或三级节点时钟设备（SSU-L）。在省际/省内骨干传送层,应采用物理层同步（EEC或SEC）来为频率同步网提供定时传送;在本地网传送层,分组网络可采用物理层同步（EEC或SEC）、包同步（PEC）或者两者混组网合来为频率同步网提供定时传送。

4.3 频率同步网与时间同步网的关系

频率同步网与时间同步网是相对独立的两个网络,在定时链路组织、节点时钟设置等方面应遵循各自的组网原则。频率同步网为通信楼内所有需要同步的通信设备提供频率同步,并为时间同步网提供用于时间守时的频率参考信号。原则上,正常溯源于一级基准时钟的频率同步信号可以做为二级/三级时间同步设备的频率参考信号。

5 基于分组网络的频率同步网等级结构

5.1 同步网的等级结构

根据YDN 117-1999 和YD/T 1267-2003的规定, 结合传送网分为省际骨干传送网层、省内骨干传送网层和本地传送网层的实际情况, 基于分组网络的同步网等级结构分为三级, 如图2所示。

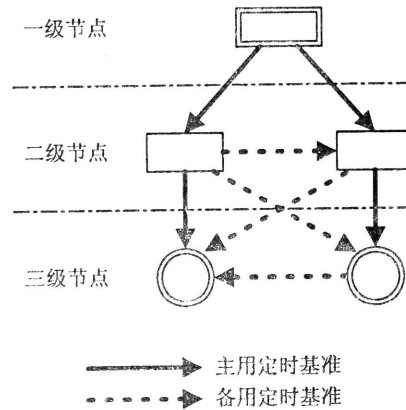


图2 同步网等级结构

在采用等级主从同步的网络内各节点之间是主从关系, 每个同步网节点都赋予一个等级地位, 只允许某一等级的节点向较低等级或同等级的节点传送定时基准信号达到同步。一级节点采用一级基准时钟, 二级节点采用二级节点时钟, 三级节点采用三级节点时钟。

5.2 同步网的构成

在分组网络环境下, 同步网仍然采用由多个基准时钟控制的混合同步网结构。

在混合同步网内, 每个省(或自治区或直辖市, 以下简称省)内采用全同步运行。每个省内至少设置两个一级基准时钟, 即第一基准时钟和第二基准时钟。第一基准时钟可以是含有铯原子钟的全国基准时钟 PRC 或以卫星定位系统为源头的区域基准时钟 LPR, 第二基准时钟应是 LPR。LPR 以卫星定位系统为主用, 但必须接受 PRC 的同步, 即 PRC 作为全网同步的根本保证。混合同步网结构如图3所示。

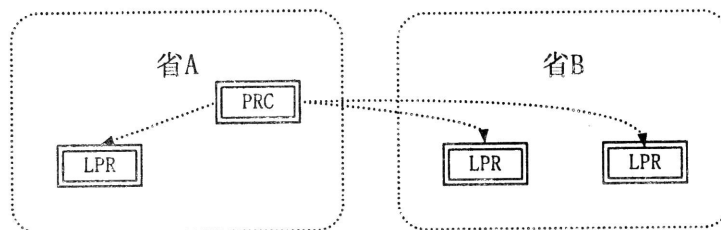


图3 混合同步网结构示意图

5.3 节点时钟的设置

同步网分为三级, 各级节点的时钟等级和设置位置如表1所示。

表1 同步网的分级和时钟设置

同步网分级	时钟等级	设置位置
第一级	一级基准时钟	设置在省际与省内传送网层交汇节点处, 以及各省、自治区和直辖市的一级交换中心所在局
第二级	二级节点时钟	设置在省内与本地传送网层交汇节点处, 以及二级交换中心所在局和一些重要的关口局
第三级	三级节点时钟	设置在本地传送网层的节点处或端局

5.4 局间定时分配的拓扑结构

局间定时分配采用树形拓扑结构，伴随着这种时钟等级结构，很重要的一点是要合理规划组织同步网，以确保低等级的时钟只能接收更高等级或同一等级时钟的定时信号，以及避免定时环的出现。PRC应向各省内设置的LPR提供定时信号，在每个省内，需由PRC或LPR向二级节点时钟提供定时信号，再由二级节点时钟向三级节点时钟提供定时信号。

6 分组网络中的定时分配技术

6.1 概述

基于分组网络的定时分配技术主要包括以下两种：

- a) 参考定时信号通过同步的物理层进行分配，其中物理层包括 SDH 线路和同步以太网线路；
- b) 基于包的分配方法，即 TOP 技术。

6.2 基于物理层的定时分配技术

基于物理层的同步分配技术包括基于 SDH 线路和同步以太网线路。其中，基于 SDH 线路的定时分配技术见 YD/T 1267-2003；基于同步以太网物理层的定时分配技术的具体要求见本标准第 11 章。

基于同步以太网物理层的定时分配技术是指采用以太网的物理层来传送同步信号，要求传送路径的所有网元均支持同步以太网功能。图 4 给出了基于同步以太网进行主从同步的示例。一个溯源至 PRC 的参考信号通过外定时口注入以太网设备，此参考信号通过一个同步功能提取和处理后，再注入到以太网比特流中，此同步功能提供锁定、过滤和保持等功能。支持同步以太网功能的时钟称为 EEC，即同步以太网设备时钟。

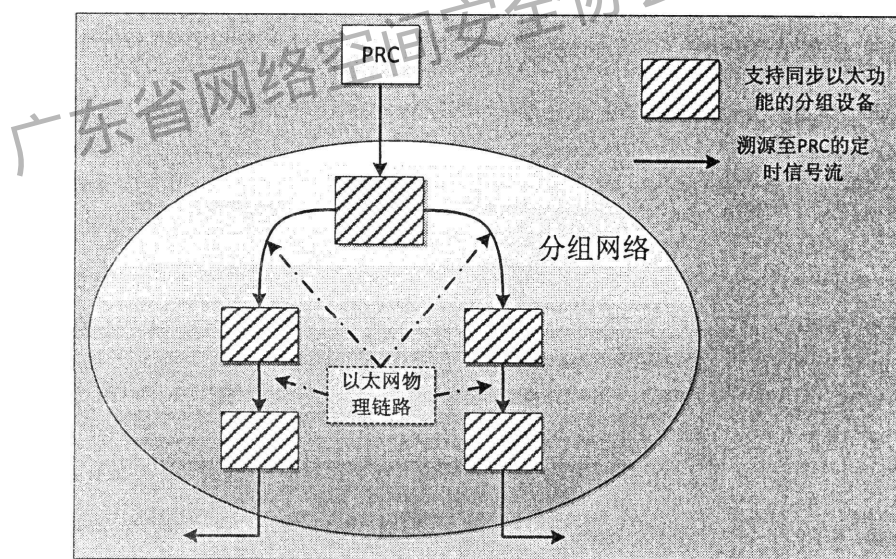


图 4 基于同步以太网的主从同步网示例

在图4中，定时参考信号的分配路径可能涉及多个分组设备，在这种情况下，这些分组设备内的同步功能应能从输入的以太网线路比特流中恢复定时信号。

6.3 基于包的定时分配技术

基于包的定时分配方法依赖于通过包承载定时信息。在这种情况下，定时信号由专门的时间戳消息进行承载，如图5所示。在物理层不同步的情况下，基于包的方式是PRC定时信号分配的主要方法。

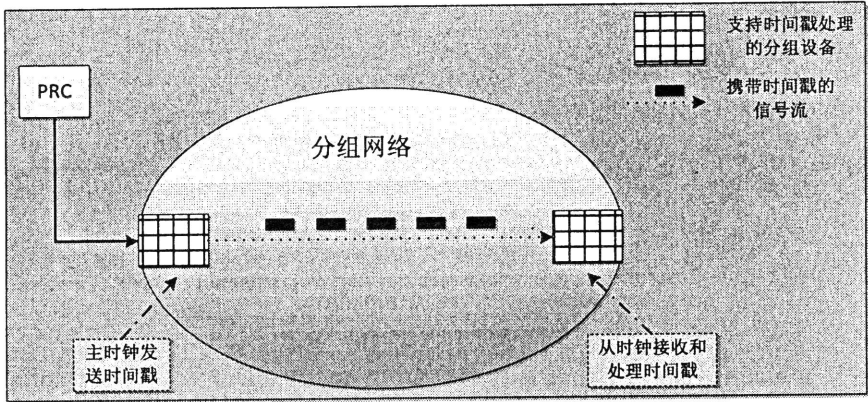


图5 通过时间戳进行参考定时信号分配的方法示例

基于包的定时分配技术所采用的时间戳协议包括NTP和PTP协议，本标准主要规定基于PTP协议的定时分配技术，基于NTP协议的定时分配技术不作要求。PTP使用协议报文，采用主从结构的网络时钟同步，用于频率分配。

基于包的定时分配方法性能一般容易受到网络中PDV的影响，为了减小网络PDV的影响，根据不同的精度要求，在客户侧需要采用特定的恢复算法。为了提高基于包进行定时分配的性能，可以考虑中间节点对协议报文的支持。

根据传输路由中各节点设备对PTP支持情况，基于包的频率同步包括下列三种方式：

- 1) 端到端 PTP 频率同步方式：两端分别为 PTP 主时钟和 PTP 从时钟设备，中间设备无 PTP 功能（BC 和 TC 功能）支持；
- 2) 逐点 PTP 同步方式：除了两端为 PTP 主时钟和 PTP 从时钟设备外，中间设备全部由 PTP 的 BC 或 TC 设备组成；
- 3) PTP 混合频率同步方式：除了两端为 PTP 主时钟和 PTP 从时钟设备外，中间设备部分网元支持 PTP 的 BC 或 TC 功能。

基于分组包进行同步分配的网络主要由三个部分组成：分组主时钟、分组从时钟和分组网络。分组主时钟产生分组定时信号，并通过分组网路进行分配，分组从时钟收到“事件”报文后，进行频率恢复。下面分别给出上述的三种基于包的频率同步方式的组网示意，对于基于包的保护及多域划分可见附录A。

1) 端到端的PTP频率同步。

端到端的PTP频率同步方式是一种主从组网架构，如图6所示。在这种架构下，多个从时钟均独立与主时钟进行直接报文交互，并从主时钟获得频率同步服务，中间分组网络设备不要求支持PTP功能。

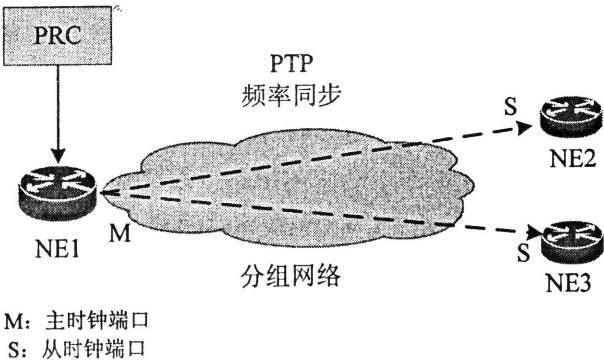


图6 端到端的 PTP 频率同步

2) 逐点PTP同步方式

对于逐点PTP同步方式，除了首端设备和末端设备分别作为主时钟和从时钟支持PTP功能外，中间网元均支持BC或TC功能，PTP报文在BC设备上终结并恢复出频率同步信号，TC设备用于补偿频率同步报文经过自身的时间延迟。图7给出逐点PTP同步方式的组网示意图，其中NE2支持TC功能，NE3支持BC功能。

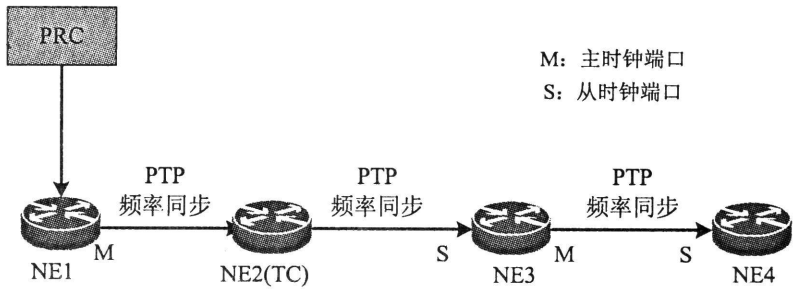


图 7 点到点的 PTP 频率同步

3) PTP混合频率同步方式

对于PTP混合频率同步方式，除了首端设备和末端设备分别作为主时钟和从时钟支持PTP功能外，中间网络只有部分网元设备支持PTP的BC或TC功能，PTP报文在BC设备上终结并恢复出频率同步信号，TC设备用于补偿频率同步报文经过自身的时间延迟。PTP混合频率同步方式的组网示意图如图8所示。

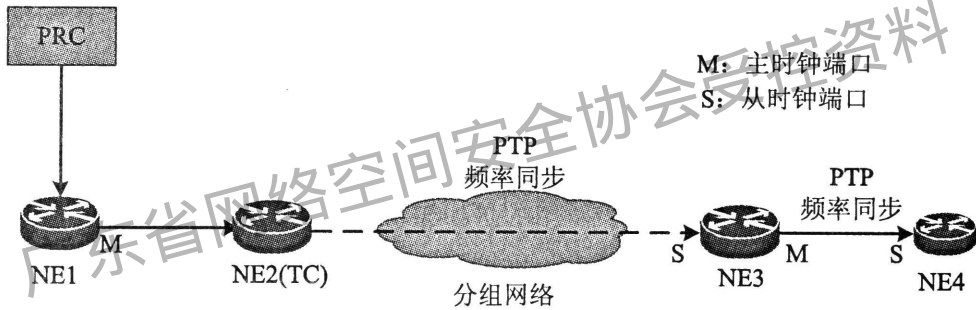


图 8 PTP 混合频率同步方式

6.4 定时分配技术选择原则

定时分配技术选择原则如下：

- 1) 分组网络环境下，原则上应优先选择物理层的同步技术实现定时分配，组建频率同步网；
- 2) 在不支持物理层同步技术的情况下，可以考虑采用基于报文恢复频率同步的方式进行定时分配，但只允许在网络末端使用，并且应尽量采用6.3节方式2)；
- 3) 针对采用报文恢复频率技术的应用，还需要解决以下问题，包括：基于报文恢复的SSM等级处理、PEC和EEC的转换及混合使用、中间串入的网元数、PEC可能引入的噪声模型等。

7 基于分组网络的频率同步网接口要求

7.1 接口定义

网络接口是指两个相关的系统、子系统或装置的公共物理界面或公共逻辑界面。在接口处应保证界面两侧的实体相互之间有完备的匹配和适配，以使得各系统、子系统或装置就功能实体而言的运行是完备和相互兼容的。

同步的接口是指提供输出信号的频率正常可跟踪到 PRC 的接口。

异步的接口是指提供输出信号的频率不能跟踪到 PRC 但满足 ITU-TG.703 所规定的频偏要求的接口。

业务接口可以是异步的接口，或者是同步的接口，其网络抖动和漂移限值采用 MRTIE 参数来规定。

同步接口是频率同步的接口，其网络漂移限值采用MTIE和TDEV参数来规定。

7.2 同步接口的类型

图 9 给出了应用于网络限值的同步参考链，其中的 UTC 是规定所有网络限值的参考，它并非是一个物理实体或接口，用于各种同步设备（PRC/LPR/SSU）之间的同步分配。

在图 9 中还给出了应用于同步网网络限值的 4 种同步接口类型，即：

- 1) 在 PRC 输出的同步接口；
- 2) 在 SSU 输出的同步接口；
- 3) 在 SEC/EEC 输出的同步接口；
- 4) 基于分组报文定时分配 PEC 输出的同步接口。

对于在 PRC 和 SSU 输出的同步接口，有 2048kbit/s、2048kHz、同步以太网（可选）和 1PPS（可选）等接口类型。

对于在 SEC 输出的同步接口，有 2048kbit/s、2048kHz 和 STM-N 等接口类型。

对于在 EEC 输出的同步接口，有 2048kbit/s、2048kHz 、同步以太网线路和 1PPS 等接口类型，其中 1PPS 接口作为可选，只能用作局内分配，具体性能要求待研究。

对于在 PEC 定时分配输出的同步接口，有 2048kbit/s、2048kHz、同步以太网线路和 1PPS 等接口类型，其中 1PPS 接口作为可选，只能用作局内分配，具体性能要求待研究。

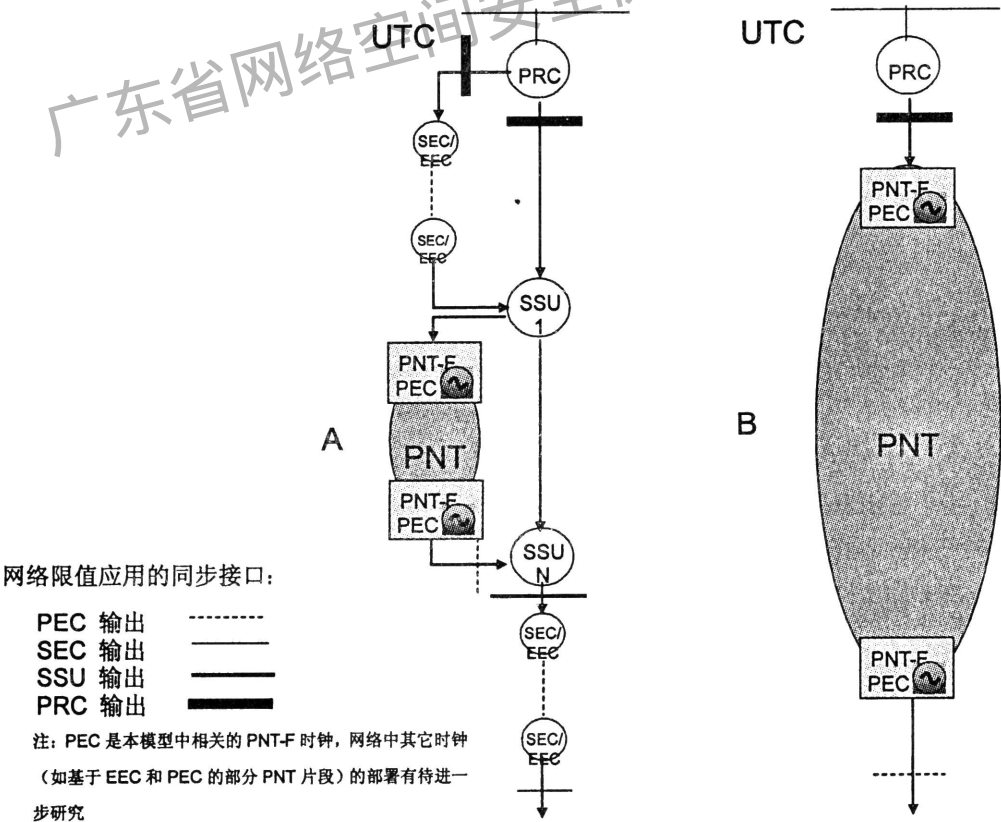


图 9 应用于网络限值的同步参考链

7.3 同步接口的网络限值

7.3.1 同步接口输出抖动的网络限值

对应于图 9 所示的同步参考链，表 2 和表 3 分别给出了 2048kbit/s 和 2048kHz、STM-N 同步接口输出抖动的网络限值，同步以太网接口和 1PPS 接口输出抖动的网络限值待研究。这些网络限值与时钟设备输入端口提供的最小输入抖动容限是兼容的，并且在所有运行条件下，这些网络限值都应得到满足。

表 2 2048kbit/s 和 2048kHz 同步接口的最大可允许抖动

输出接口	测量带宽，-3dB 频率点 (Hz)	峰峰抖动幅度 (UI)
PRC	20~100k	0.05
SSU	20~100k	0.05
SEC、EEC 和 PEC	20~100k	0.5
	49~100k	0.2
PDH 同步	20~100k	1.5
	18k~100k	0.2

注：对于 2048kbit/s 和 2048kHz 同步接口，UI 为时钟频率的倒数，1UI=488ns

表 3 STM-N 同步接口的最大可允许抖动

输出接口		测量带宽，-3dB 频率点 (Hz)	峰峰抖动幅度 (UI) °
SSU SEC	STM-1e ^a	500~1.3M	1.5
		65k~1.3M	0.075
	STM-1	500~1.3M	1.5
		65k~1.3M	0.15
	STM-4	1k~5M	1.5
		250k~5M	0.15
	STM-16	5k~20M	1.5
		1M~20M	0.15
	STM-64	20k~80M	1.5
		4M~80M	0.15 ^b

a STM-1 电接口采用符合 ITU-T G.703 要求的 CMI 编码。
b 色散和非线性对于眼图张开度的影响，该值的选定有待进一步研究。
c 对于 STM-1，1UI=6.43ns；对于 STM-16，1UI=0.402ns；对于 STM-4，1UI=1.61ns；对于 STM-64，1UI=0.100ns

7.3.2 同步接口输出漂移的网络限值

在很低的频率，同步网对漂移是透明的。通常地，在同一节点接收的两个定时信号来自同一振荡源但经过不同路径，在最坏情况下可能有相反的相位偏差。因此，在频率范围内，相关设备受两个输入信号之间的不同相位变化影响的最小漂移容限，应大于绝对漂移的网络限值。时钟的性能只受所选择的同步输入的相位变化的影响，这就是绝对网络限值可直接用来规定 SSU、SEC、EEC 和 PEC 的漂移容限的缘故。

TDEV 的网络要求是模拟得到的，其中考虑了 18μs 漂移预算和 ITU-TG.822 的要求。然而，由于 TDEV 参数滤除漂移正弦分量的性能较差，即使满足相应的 MTIE 要求，一天内具有正弦特性的大的白昼漂移仍可能引起 TDEV 网络限值在 SSU、SEC、EEC、PEC 或 PDH 接口处超限。

1) PRC 接口输出漂移限值

表 4 给出用 MTIE 表示的 PRC 接口输出漂移的网络限值，图 10 给出其模板。

表 4 PRC 接口输出漂移的网络限值

观察间隔 τ (s)	MTIE (ns)
$0.1 < \tau \leq 1\,000$	$25 + 0.275\tau$
$\tau > 1\,000$	$290 + 0.01\tau$

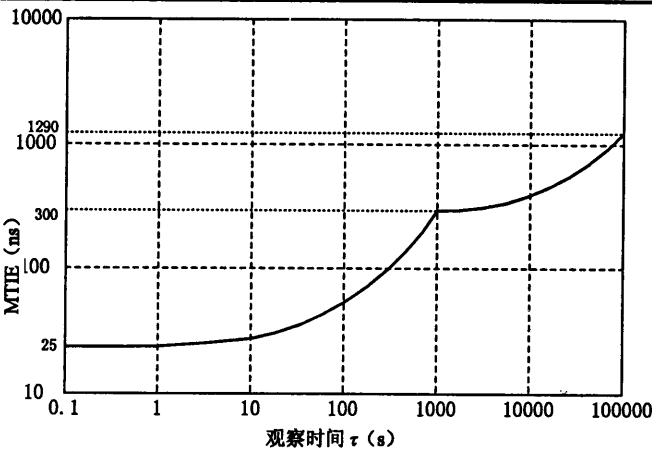


图 10 PRC 接口输出漂移的网络限值

表 5 给出用 TDEV 表示的 PRC 接口输出漂移的网络限值，图 11 给出其模板。

表 5 PRC 接口输出漂移的网络限值

观察间隔 τ (s)	TDEV (ns)
$0.1 < \tau \leq 100$	3
$100 < \tau \leq 1\,000$	0.03τ
$1\,000 < \tau \leq 10\,000$	30
$10\,000 < \tau \leq 100\,000$	$27 + 0.0003\tau$

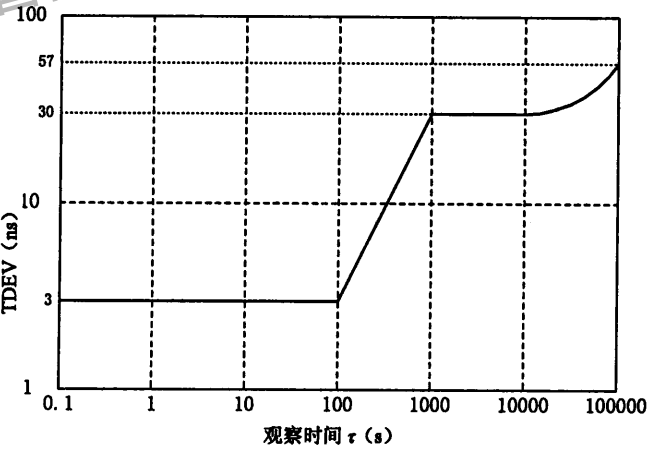


图 11 PRC 接口输出漂移的网络限值

2) SSU 接口输出漂移限值

表 6 给出用 MTIE 表示的 SSU 接口输出漂移的网络限值，图 12 给出其模板。

注：该值是相对 UTC 的，即包括 PRC 的漂移。

表 6 SSU 接口输出漂移的网络限值

观察间隔 τ (s)	MTIE (ns)
$0.1 < \tau \leq 2.5$	25
$2.5 < \tau \leq 200$	10τ
$200 < \tau \leq 2\,000$	2 000
$\tau > 2\,000$	$433\tau^{0.2} + 0.01\tau$

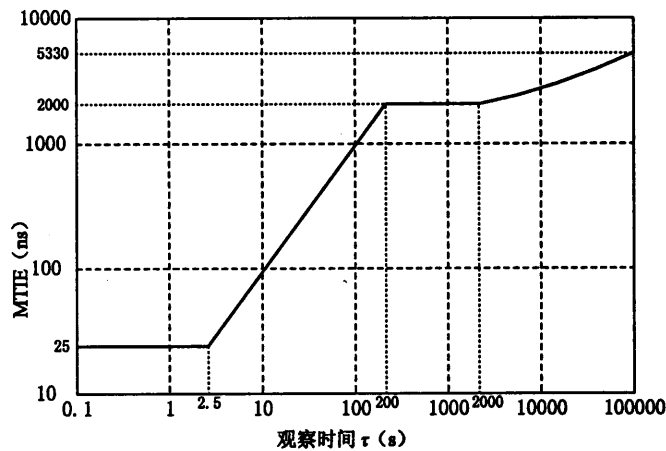


图 12 SSU 接口输出漂移的网络限值

表 7 给出用 TDEV 表示的 SSU 接口输出漂移的网络限值，图 13 给出其模板。

表 7 SSU 接口输出漂移的网络限值

观察间隔 τ (s)	TDEV (ns)
$0.1 < \tau \leq 4.3$	3
$4.3 < \tau \leq 100$	0.7τ
$100 < \tau \leq 100\,000$	$58 + 1.2\tau^{0.5} + 0.0003\tau$

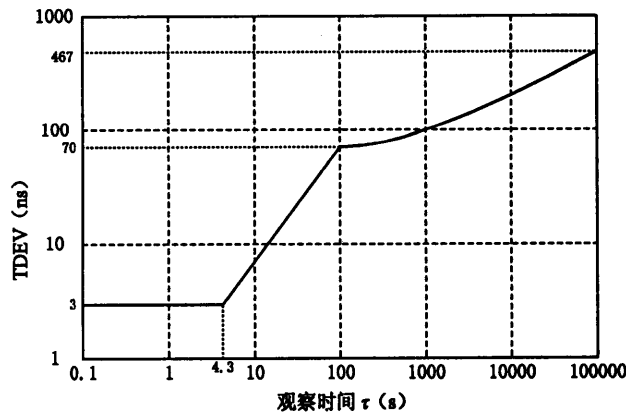


图 13 SSU 接口输出漂移的网络限值

3) SEC/EEC 接口输出漂移限值

表 8 给出用 MTIE 表示的 SEC/EEC 接口输出漂移的网络限值，图 14 给出其模板。

注：该值是相对 UTC 的，即包括 PRC 的漂移。

表 8 SEC/EEC 接口输出漂移的网络限值

观察间隔 τ (s)	MTIE (ns)
$0.1 < \tau \leq 2.5$	250
$2.5 < \tau \leq 20$	100τ
$20 < \tau \leq 2\,000$	2 000
$\tau > 2\,000$	$433\tau^{0.2} + 0.01\tau$

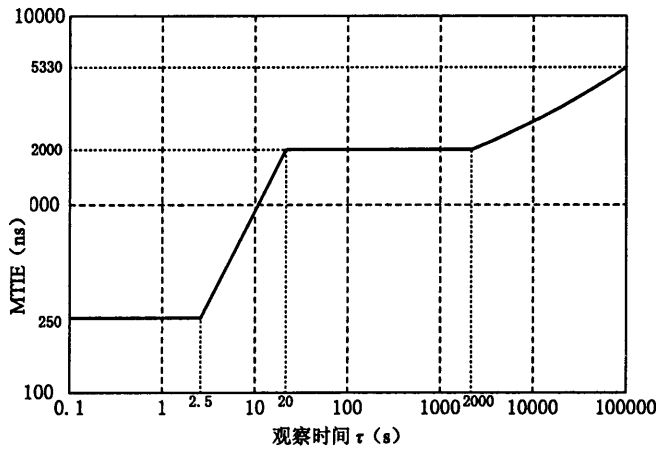


图 14 SEC/EEC 接口输出漂移的网络限值

表 9 给出用 TDEV 表示的 SEC/EEC 接口输出漂移的网络限值，图 15 给出其模板。

表 9 SEC/EEC 接口输出漂移的网络限值

观察间隔 τ (s)	TDEV (ns)
$0.1 < \tau \leq 17.14$	12
$17.14 < \tau \leq 100$	0.7τ
$100 < \tau \leq 100\,000$	$58 + 1.2\tau^{0.5} + 0.0003\tau$

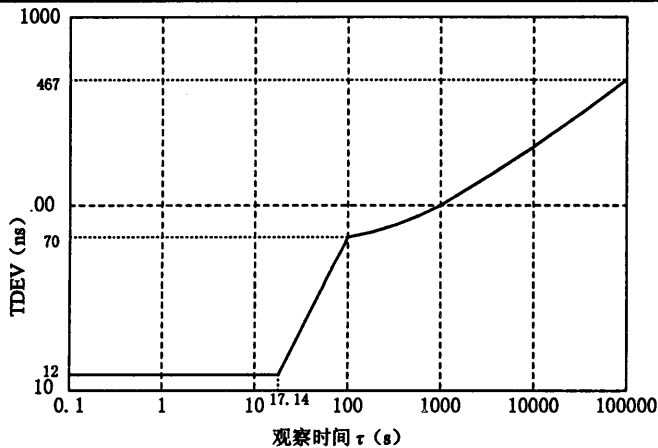


图 15 SEC/EEC 接口输出漂移的网络限值

4) PEC 同步接口输出漂移限值

PEC 同步接口输出漂移限值与 7.3.2 节列项 3) 规定 SEC/EEC 接口输出漂移限值相同。

7.4 同步接口的抖动和漂移容限

7.4.1 同步接口的抖动容限

7.4.1.1 SSU 同步接口的抖动容限

表 10 给出了 SSU 同步接口的输入抖动容限 (2048kbit/s 和 2048kHz)，即对应于 SSU 时钟设备输入端口提供的最小输入抖动容限，图 16 给出了它的模板。

表 10 SSU 同步接口的输入抖动容限 (2048kbit/s 和 2048kHz)

频率范围 f (Hz)		峰峰抖动幅度 (ns)
SSU	$1 < f \leq 2\,400$	750
	$2\,400 < f \leq 18\,000$	$1.8 \times 10^6 f^{-1}$
	$18\,000 < f < 100\,000$	100

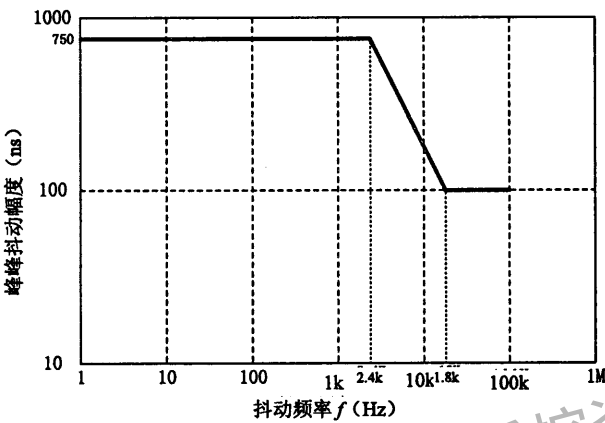


图 16 SSU 同步接口的输入抖动容限 (2048kbit/s 和 2048kHz)

7.4.1.2 SEC/EEC 同步接口的抖动容限

表 11 给出了 SEC/EEC 同步接口的输入抖动容限 (2048kbit/s 和 2048kHz)，即对应于 SEC 时钟设备输入端口提供的最小输入抖动容限，图 17 给出了它的模板。

表 11 SEC/EEC 同步接口的输入抖动容限 (2048kbit/s 和 2048kHz)

频率范围 f (Hz)		峰峰抖动幅度 (ns)
SEC	$1 < f \leq 19$	250
	$19 < f \leq 49$	$4.9 \times 10^3 f^{-1}$
	$49 < f < 100\,000$	100

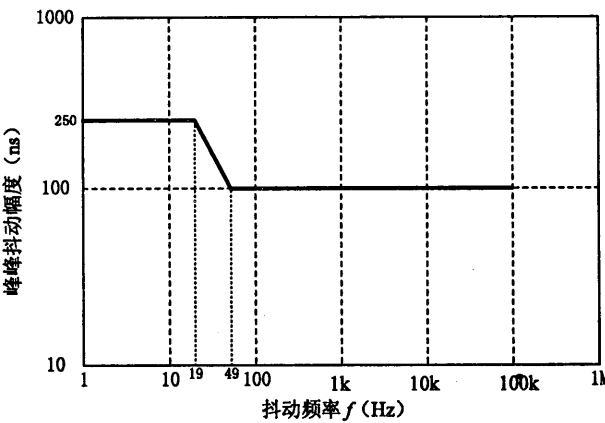


图 17 SEC/EEC 同步接口的输入抖动容限 (2048kbit/s 和 2048kHz)

7.4.1.3 STM-N 同步接口的抖动容限

表 12~表 15 分别给出了 STM-N 同步接口的输入抖动容限，即对应于具有 SSU 和 SEC 功能的 SDH 设备 STM-N 输入端口提供的最小输入抖动容限，图 18~图 21 分别给出了它们的模板。

表 12 STM-1 和 STM-1e 同步接口的输入抖动容限

频率范围 f (Hz)		峰峰抖动幅度 (UI) ^b
STM-1	$10 < f \leq 19.3$	38.9 (0.25 μ s)
	$19.3 < f \leq 500$	$750f^1$
	$500 < f \leq 6.5k$	1.5
	$6.5k < f \leq 65k$	$9.8 \times 10^3 f^1$
	$65k < f \leq 1.3M$	0.15
STM-1e ^a	$10 < f \leq 19.3$	38.9 (0.25 μ s)
	$19.3 < f \leq 500$	$750f^1$
	$500 < f \leq 3.3k$	1.5
	$3.3k < f \leq 65k$	$4.9 \times 10^3 f^1$
	$65k < f \leq 1.3M$	0.075

a STM-1 电接口采用符合 ITU-TG703 要求的 CMI 编码。
b 对于 STM-1 或 STM-1e, 1UI=6.43ns

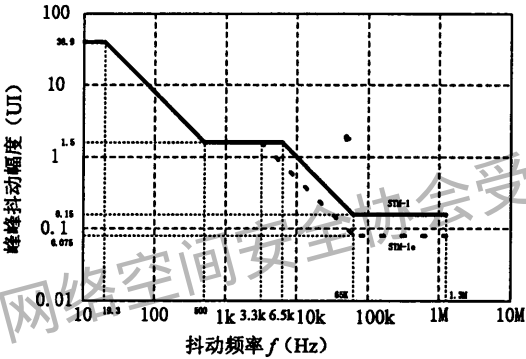


图 18 STM-1 和 STM-1e 同步接口的输入抖动容限

表 13 STM-4 同步接口的输入抖动容限

频率范围 f (Hz)		峰峰抖动幅度 (UI) ^a
STM-4	$9.65 < f \leq 1k$	$1500f^1$
	$1k < f \leq 25k$	1.5
	$25k < f \leq 250k$	$3.8 \times 10^4 f^1$
	$250k < f \leq 5M$	0.15

a 对于 STM-4, 1UI=1.61ns

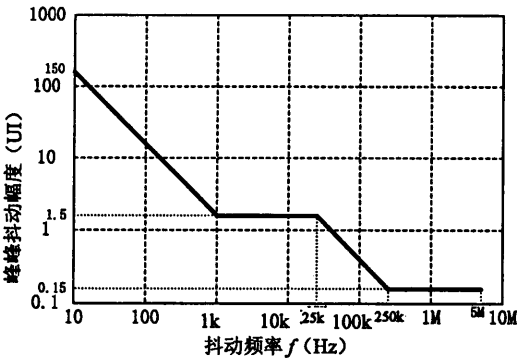


图 19 STM-4 同步接口的输入抖动容限

表 14 STM-16 同步接口的输入抖动容限

频率范围 f (Hz)		峰峰抖动幅度 (UI) ^a
STM-16	$10 < f \leq 12.1$	622 (0.25 μ s)
	$12.1 < f \leq 5k$	$7500f^1$
	$5k < f \leq 100k$	1.5
	$100k < f \leq 1M$	$1.5 \times 10^5 f^1$
	$1M < f \leq 20M$	0.15
a 对于 STM-16, 1UI=0.402ns		

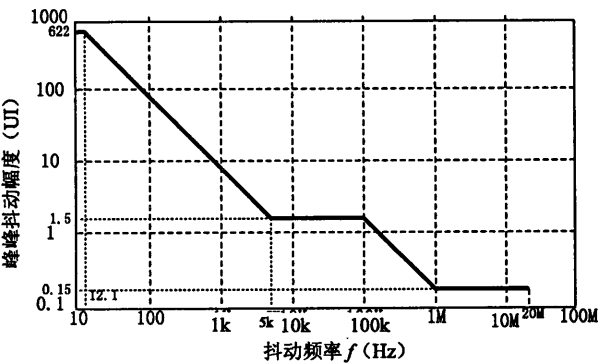


图 20 STM-16 同步接口的输入抖动容限

表 15 STM-64 同步接口的输入抖动容限

频率范围 f (Hz)		峰峰抖动幅度 (UI) ^a
STM-64	$10 < f \leq 12.1$	2490 (0.25 μ s)
	$12.1 < f \leq 20k$	$3.0 \times 10^4 f^1$
	$20k < f \leq 400k$	1.5
	$400k < f \leq 4M$	$6.0 \times 10^5 f^1$
	$4M < f \leq 80M$	0.15
a 对于 STM-64, 1UI=0.100ns		

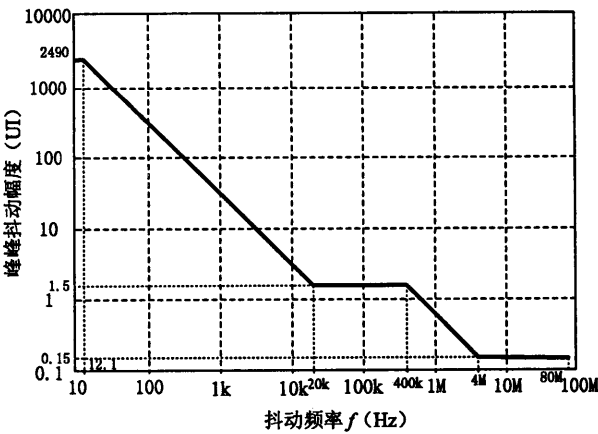


图 21 STM-64 同步接口的输入抖动容限

7.4.1.4 同步以太网接口的抖动容限

表 16 和表 17 分别给出了 1GE 和 10GE 同步接口输入的抖动容限，图 22 和图 23 分别给出了它们的模板。FE 和 100GE 同步以太网接口的抖动容限待研究。

表 16 1GE 同步以太网抖动容限

频率范围 f (Hz)	峰峰抖动幅度 (UI) ^a
$10 < f \leq 12.1$	312.5
$12.1 < f \leq 2.5 \text{ k}$	$3750 f^{-1}$
$2.5 \text{ k} < f \leq 50 \text{ k}$	1.5

注：1GE 包括 1000BASE-KX、-SX、-LX、-T 等；多通道接口待研究

a 对于 1GE 接口，1UI=1.0ns

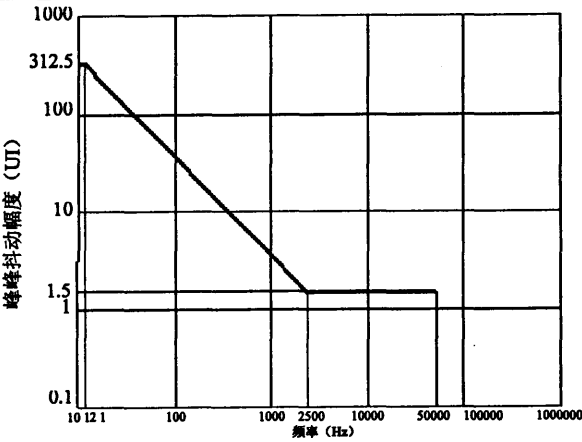


图 22 1GE 同步以太网接口抖动容限

表 17 10GE 同步以太网接口抖动容限

频率范围 f (Hz)	峰峰抖动幅度 (UI) ^a
$10 < f \leq 12.1$	2488
$12.1 < f \leq 20 \text{ k}$	$30000 f^{-1}$
$20 \text{ k} < f \leq 40 \text{ k}$	1.5

注：10GE 接口包括 10GBASE-SR/LR/ER、10GBASE-LRM、10GBASE-SW/LW/EW 等；多通道接口待研究

a 对于 10GE 接口，1UI=0.1ns

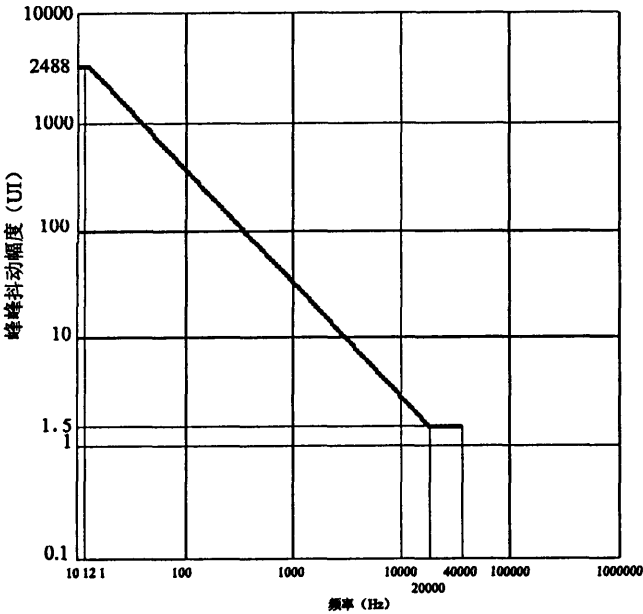


图 23 10GE 同步以太网接口抖动容限

7.4.2 同步接口的漂移容限

7.4.2.1 SSU 同步接口的漂移容限

表 18 给出用 MTIE 表示的 SSU 同步接口输入的漂移容限，即对应于 SSU 时钟设备输入端口提供的最小输入漂移容限，图 24 给出其模板。

表 18 SSU 同步接口输入的漂移容限

观察间隔 τ (s)	MTIE (ns)
$0.1 < \tau \leq 7.5$	750
$7.5 < \tau \leq 20$	100τ
$20 < \tau \leq 400$	2 000
$400 < \tau \leq 1\,000$	5τ
$1\,000 < \tau \leq 10\,000$	5 000

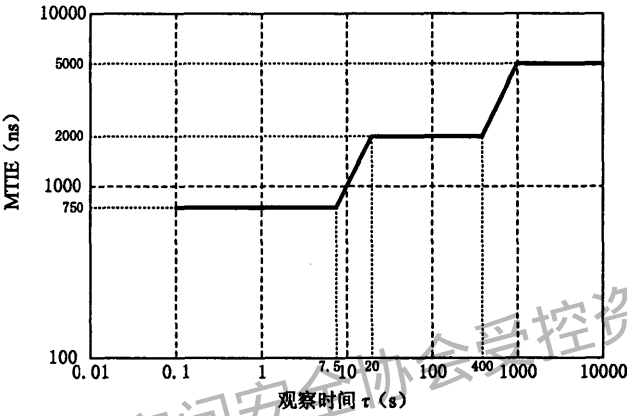


图 24 SSU 同步接口输入的漂移容限

表 19 给出用 TDEV 表示的 SSU 同步接口输入的漂移容限，即对应于 SSU 时钟设备输入端口提供的最小输入漂移容限，图 25 给出其模板。

表 19 SSU 同步接口输入的漂移容限

观察间隔 τ (s)	TDEV (ns)
$0.1 < \tau \leq 20$	34
$20 < \tau \leq 100$	1.7τ
$100 < \tau \leq 1\,000$	170
$1\,000 < \tau \leq 10\,000$	$5.4\tau^{0.5}$

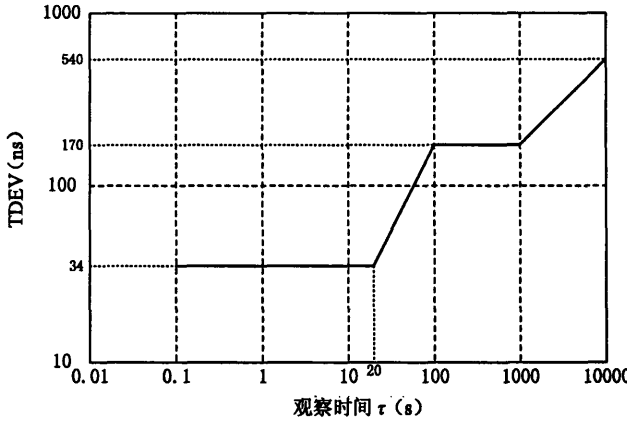


图 25 SSU 同步接口输入的漂移容限

为了检查图 27 中 SSU 同步接口的输入漂移容限—MTIE 模板的一致性,表 20 给出 SSU 同步接口的最大正弦输入漂移容限要求,图 26 给出其模板。

表 20 SSU 同步接口的最大正弦输入漂移容限

频率范围 f (Hz)		峰峰漂移幅度 (ns)
SSU	$0.000012 < f \leq 0.00032$	5 000
	$0.00032 < f \leq 0.0008$	$1.6f^1$
	$0.0008 < f \leq 0.016$	2 000
	$0.016 < f \leq 0.043$	$32f^1$
	$0.043 < f \leq 1$	750

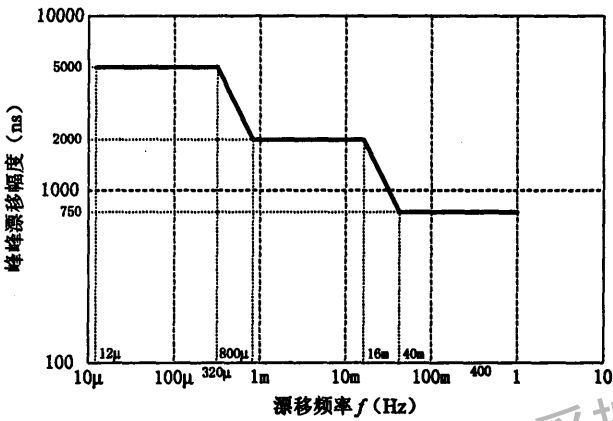


图 26 SSU 同步接口的最大正弦输入漂移容限

7.4.2.2 SEC/EEC 同步接口的漂移容限

表 21 给出用 MTIE 表示的 SEC/EEC 同步接口的输入漂移容限,即对应于具有 SEC/EEC 功能的 SDH 设备输入端口提供的最小输入漂移容限,图 27 给出其模板。

表 21 SEC/EEC 同步接口的输入漂移容限

观察间隔 τ (s)	MTIE (ns)
$0.1 < \tau \leq 2.5$	250
$2.5 < \tau \leq 20$	100τ
$20 < \tau \leq 400$	2 000
$400 < \tau \leq 1\,000$	5τ

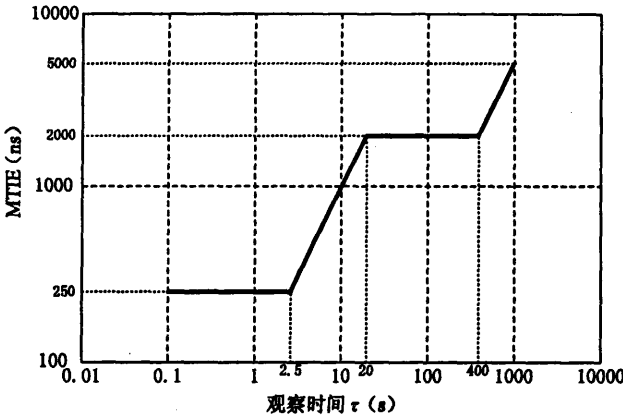


图 27 SEC/EEC 同步接口的输入漂移容限

表 22 给出用 TDEV 表示的 SEC/EEC 同步接口的输入漂移容限，图 28 给出其模板。

表 22 SEC/EEC 同步接口的输入漂移容限

观察间隔 τ (s)	TDEV (ns)
$0.1 < \tau \leq 7$	12
$7 < \tau \leq 100$	1.7τ
$100 < \tau \leq 1\,000$	170

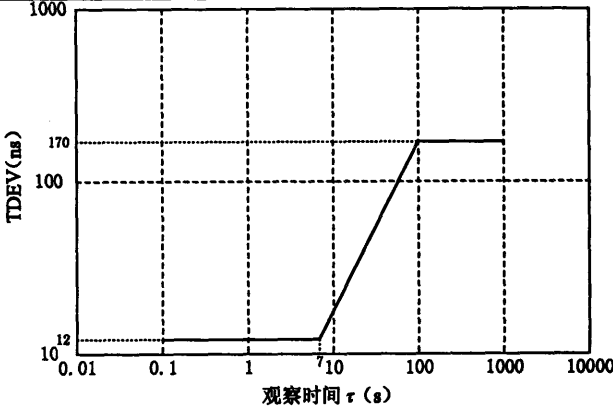


图 28 SEC/EEC 同步接口的输入漂移容限

为了检查图 30 中 SEC/EEC 同步接口的输入漂移容限—MTIE 模板的一致性，表 23 给出 SEC/EEC 同步接口的最大正弦输入漂移容限要求，图 29 给出其模板。

表 23 SEC/EEC 同步接口的最大正弦输入漂移容限

频率范围 f (Hz)		峰峰漂移振幅 (ns)
SEC	$0.00032 < f \leq 0.0008$	$1.6f^1$
	$0.0008 < f \leq 0.016$	2 000
	$0.016 < f \leq 0.13$	$32.5f^1$
	$0.13 < f \leq 10$	250

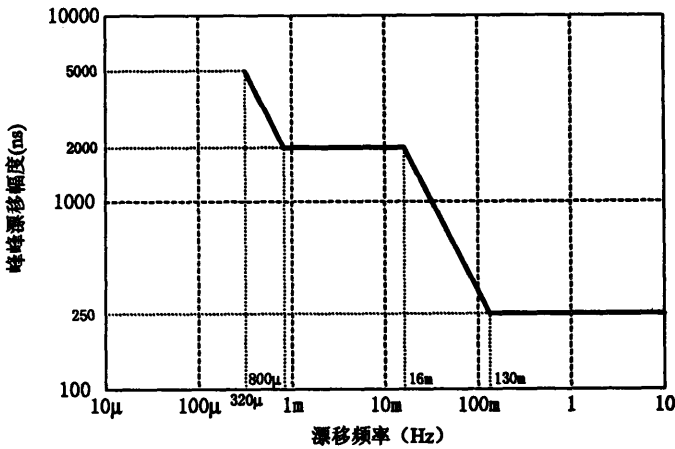


图 29 SEC/EEC 同步接口的最大正弦输入漂移容限

7.4.2.3 PEC 同步接口的漂移容限

待研究。

7.5 网络漂移性能指标及其分配

7.5.1 极长定时基准参考链模型

根据 ITU-T G803、G823、G825，并结合我国电信网由多个基准时钟控制的实际情况，给出基于分组网络的同步网极长定时基准参考链模型，如图 30 所示。

在图 30 中，规定串接的同步网节点从钟数量 K 不应超过 7 个，其中：所串接的二级节点时钟不应超过 4 个，三级节点时钟不应超过 3 个。极长定时基准参考链中串接的 SEC/EEC 时钟不应超过 60 个，其中：每两个同步网节点时钟之间或最末端同步网节点时钟之后串接的 SEC/EEC 时钟数量 N 最多不应超过 20 个，在实际规划中应尽量不超过 10 个。

对于极长定时基准参考链中采用基于分组包方式进行定时分配的情况，具体串入的 PEC 时钟数量和网络 PDV 要求待研究。

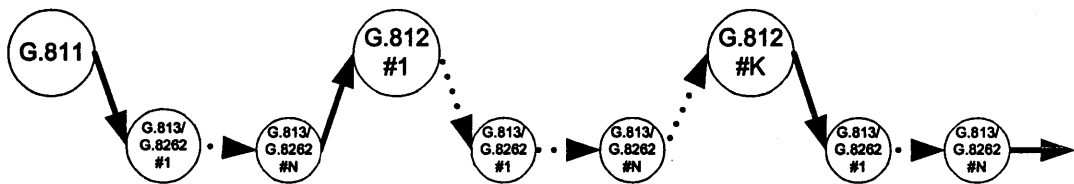


图 30 极长定时基准参考链模型

在极长参考连接末端，一天观察时间内的输出漂移应符合 SSU/SEC/PEC 同步接口输出漂移网络限值的要求。

7.5.2 漂移性能指标及其分配

根据 ITU-T G823 的规定，数字网中接收端数字设备在 24h 内的最大相对输入漂移为 $18\mu\text{s}$ ，因此我国电信网漂移性能指标为 $18\mu\text{s}$ 。

关于 $18\mu\text{s}$ 漂移的分配，考虑到网络运行中存在的对漂移影响的实际情况（例如定时链路中的 G812、G813 或 G8262 时钟发生输入参考倒换等）和同步接口输出漂移网络限值的要求，由极长定时基准参考链引入的绝对漂移应小于 $5\mu\text{s}$ ，其分配参考模型如图 31 所示。

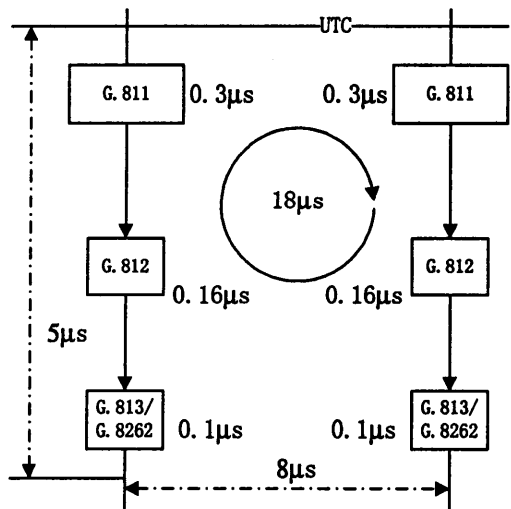


图 31 漂移分配模型

图 31 的漂移分配模型主要给出了 G811、G812、G813 和 G8262 等时钟对网络漂移指标的贡献，关于 PEC 时钟对网络漂移指标的贡献待研究。

8 分组网络中频率同步网定时链路组织原则

8.1 基于分组网络的频率同步网定时链路组织总体原则

为保证定时链路的可靠性，同步网应进行正确的规划和设计，尤其是对于基于分组网络的同步网，其定时链路需遵循以下原则。

1) 传送网层间的定时传送应该遵循单向逐层向下的原则，同层网络之间可以传送定时，但不允许下层网络向上层网络传送定时。

2) 省际传送网层的主用定时应来自PRC，省际传送网层的定时信号可通过串入LPR传送至省内传送网层，也可通过线路信号或外同步接口传送至省内传送网层。

3) 省内传送网层的定时信号可通过串入SSU-T传送至本地传送网层，也可通过线路信号或外同步接口传送至本地传送网层。

4) 定时链路拓扑按照环形和链型进行规划，在每个环形或者链型系统中应至少在两个不同物理节点上规划两路定时输入信号。关于单环型网、多环型网、环间定时单向传送、链型网等的定时分配方式，可见YD/T 1267-2003第6.2.1节中的相关示例。

5) 对于省内设置有PRC的情况，省内传送网层以PRC为主、LPR为辅的原则来考虑其同步分配。该LPR的地面参考可以来自1~2个PRC，其中一个地面参考应来自本省的PRC。对于省内未设置PRC的情况，省内的两个LPR不能相连，主用LPR的地面参考应来自两个不同的PRC，备用LPR的地面参考至少可以来自1个PRC。

6) 在省内传送网层和本地传送网层中，在多环连接及较长链路的情况下，为保证在各种情况下两个同步网节点之间串入的传输网元时钟SEC/EEC个数不超过20个，允许串入同步节点设备不超过7个。对于省际传输层，最多允许串入1个LPR；对于省内传送网层，最多允许串入1个SSU-T；对于本地传送网层，最多允许串入2个串入SSU-L。在极长定时链路中，允许串入的PEC时钟数量待研究。

7) CES业务信号不能作为局间定时参考来使用。在通信局内，满足同步接口性能要求的CES业务信号（如采用系统时钟方式）可以作为通信末端设备（如基站设备）的定时参考来使用。

8) 定时链路中的网元设备时钟应具备EEC和/或SEC和/或PEC的功能，或者具备类似SDH再生设备的定时再生功能，同步以太网的定时再生功能待研究。定时链路中的网元设备时钟还应具备完善的同步状态信息管理机制，以保证正确选择定时参考并避免出现定时环。

9) 当分组网络中的网元设备时钟不具备同步状态信息管理机制时，该网元设备时钟不能设置备用定时参考，且不宜串入同步网的定时链路中。

8.2 传统SDH传送网与分组网络混合组网原则

传统SDH传送网与分组网络混合组网时，应遵循以下的组网原则：

1) 在省际/省内传输骨干层，传统SDH传送网与分组网络均可用于定时传送，其中分组网络应采用物理层同步EEC方式。

2) 在本地网传送层，传统SDH传送网与分组网络均可用于定时传送，其中分组网络可采用物理层同步EEC或包同步PEC方式。

3) 在分组网络和SDH传送网均可用的情况下，目前仍可将SDH传送网作为传送频率同步的主用网络；随着分组网络传送定时技术的不断成熟，将来可以逐步将分组传送网作为传送频率同步的备用网络。

4) 在同步节点时钟设备之间的定时链路中, 宜单独采用分组网络或SDH传送网传送定时; 在采用分组网络与SDH传送网混合方式传送定时情况下, 分组网络宜采用物理层同步EEC方式, 并且应具备完善的同步状态信息管理机制。

5) 在同步节点时钟设备之间的定时链路中, 在采用分组网络物理层同步EEC与包同步PEC混合方式传送定时情况下, 包同步PEC方式宜在定时链路的最末段, 并且应具备完善的同步状态信息管理机制。

8.3 PTP 频率同步在定时链路组织中的应用原则

8.3.1 总体原则

PTP频率同步在定时链路组织中应用的总体原则如下:

- 1) 应能与SDH传送网或同步以太网进行混合组网, 共同完成频率同步功能;
- 2) 能够通过静态配置, 完成同步网的部署和规划;
- 3) 应具有电信级的保护机制, 具有多个PRC以及多条定时链路的冗余保护;
- 4) 定时链路和源选择机制应遵循物理层频率同步的同步状态信息管理机制;
- 5) 应具有安全机制, 如: 加密、认证、PTP主时钟和PTP从时钟 的合法性认证等, 具体安全机制实现方式待研究。

8.3.2 基本参数设置要求

为了实现 PTP 频率同步在定时链路组织中的应用, 应对相关参数设置进行规定, 这些参数包括 PTP 逻辑域的划分、PTP 报文类型、PTP 模式、PTP 报文封装、PTP 报文发送间隔和 PTP 单播协商等。

8.4 分组网络环境下的同步状态信息使用原则

在分组网络环境下, 对于基于同步以太网进行定时链路的组织, 其同步状态信息处理规则应与传统SDH同步网的同步状态信息处理规则一致, 以实现二者的混合组网, 但在实际网络中需要通过人工规划避免定时环的产生; 对于基于IEEE 1588-2008报文恢复频率方式原则上应用于网络末端, 在进行定时链路的组织时, 宜采用BMC算法并结合人为规划避免定时环的产生。

分组频率同步网还应有进一步的机制以避免故障倒换或重新选源而导致的定时环的出现, 具体机制待研究。

9 基于分组网络的频率同步网网管系统技术要求

同步网网管应统一建设, 并且可管理不同厂家的同步设备。

网管系统是由网管节点和同步网节点时钟设备以及连接它们的通信系统所组成的。同步网网管系统的管理对象为各种同步设备, 即 PRC、LPR 和 SASE 设备。

对于 PRC 还应配置本地维护终端。

9.1 网管系统结构及职能

9.1.1 网管系统结构

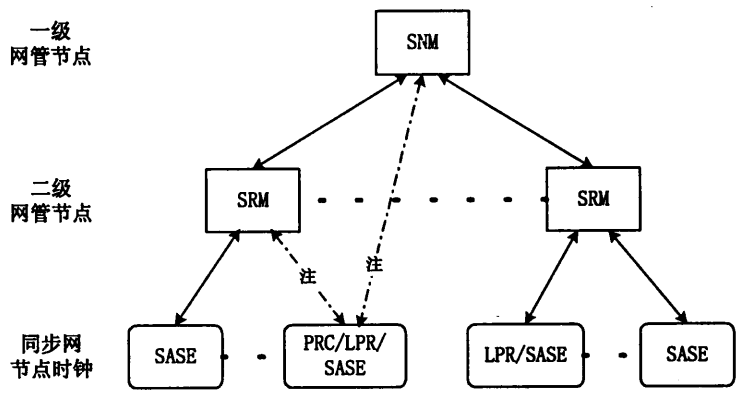
同步网网管采用二级结构, 如图 32 所示。

9.1.2 各级网管中心设置

9.1.2.1 全国网管中心

全国共设立 1 个一级网管节点, 即 SNM。主要负责全国同步骨干网的网络管理, 需要时还包括对SRM的管理, 负责收集骨干网运行数据, 统计网络运行质量, 分析掌握网上运行情况。尤其是对跨省定时传输链路的故障, 要根据收集到的数据, 综合分析, 找出故障来源, 指导进行相应的处理。在需要时,

可通过远程接入方式调看了解省内节点的运行情况。



根据同步网规划建设的实际情况，设置在省际传送网层的同步设备可以由 SNM 直接管理，也可以由 SRM 来管理。

图 32 网管系统结构

9.1.2.2 省网管中心

在每个省、自治区和直辖市内根据同步网节点时钟的数量设立 1~2 个二级网管节点，即 SRM。主要负责省内的网络管理，收集网络运行数据，统计网络运行质量，分析掌握网上运行情况。当省内的定时传输链路出现故障，要根据收集到的数据进行综合分析，找出故障来源，指导进行相应的处理。在需要时，SRM 应将定期轮询 LPR/SA SE 的配置数据、性能数据和告警事件，经统计分析后定期向 SNM 上报。

9.1.3 通信方式

各级同步网网管中心应接入 DCN，采用 TCP/IP 协议，各级网管中心的 IP 地址由运营者统一考虑，合理分配。网管中心与所辖同步设备间主要通过 DCN 相连，采用 TCP/IP 协议，各同步设备的 IP 地址由运营者统一考虑，合理分配。

若同步设备所在机房无法接入 DCN，可通过同步设备的串行通信口，采用专线方式（如：DDN、帧中继等）接入网管中心，在网管中心侧可增加串口变 LAN 口的设备。

9.2 网管系统基本功能要求

同步网网管系统应具有以下基本功能：数据采集处理功能、故障管理功能、性能管理功能、配置管理功能、数据统计分析功能、动态网络拓扑功能、安全管理功能、系统管理功能。各功能的具体要求包括：

- a) 数据采集处理功能包括：数据采集、数据处理、异常处理。
- b) 故障管理功能包括：告警的实时图形/列表显示、告警清除、告警同步。
- c) 性能管理功能包括：性能列表、性能曲线。
- d) 配置管理功能包括：仿真配置管理、命令终端。
- e) 数据统计分析功能包括：数据的后期处理、报表统计、输出端口统计。
- f) 动态网络拓扑功能包括：根据所辖同步节点设备输入信号的来源，显示网络的拓扑结构图。在分组网络环境下，同步设备输入端口输入信号的来源是可变的，该拓扑结构图应动态地反映实际变化。
- g) 安全管理功能包括：用户权限、用户日志。
- h) 系统管理功能包括：增加/删除网元设备、修改网元的属性配置数据、设置输入信号的各种门限、

定时查看通信链路状况、系统的时间同步管理。

i) 在进行定时链路的实时监控管理时，同步网管系统需要与分组网络相关设备（包括 PTN、OTN、路由器等）的网管系统进行必要的数据沟通。因此，分组网络网管系统应能提供所辖网元有关时钟工作状态、同步输入信号来源方向等定时方面的信息以及整个网络的拓扑结构（包括定时链路的动态管理信息），同步网管系统应能通过访问分组网络网管理系统获取所需要的信息。

10 基于分组传送网的同步网的安全可靠性

10.1 同步网的安全可靠性

同步网的安全可靠性不仅需要有合理的规划与组织，而且还需要有强有力的运行维护管理做保障。合理的同步网规划与组织可以减少潜在的、难于发现的同步问题，避免不可接受的同步性能，从而降低运行维护成本，提高网络运行效率。

为了保证全网同步的可靠性，降低同步网本身出现降质和故障的几率，规划时应适当增加基准时钟设置的数量，合理规划设计各级节点时钟的定时输入参考信号的数量和被同步设备的同步参考信号的数量，以减小因基准源和传输故障所带来的不利影响。同步网规划时应遵循如下原则：

- 1) 在全国应设置多个 PRC，每个 PRC 至少包括 2 台铯钟；随着网络规模和覆盖面的扩大，可适当增加 PRC 设置的数量；
- 2) 在每个省、自治区和直辖市内设置 2 个一级基准时钟（PRC/LPR），且互为主备用；
- 3) 每个 LPR 应规划设计 4 路以上的定时输入信号（包括 2 路卫星授时信号和 2 路以上的地面定时输入信号）；每个 SSU-T 应规划设计 3 路以上的定时输入信号；每个 SSU-L 应规划设计 2 路以上的定时输入信号。而且，节点时钟设备的地面定时输入信号应尽量来自不同的物理路由；
- 4) 当组织地面定时链路存在困难时，SSU 可考虑加装 GPS 和北斗双模卫星授时接收机；
- 5) 被同步设备应按照主备用两路定时来规划设计，即分别与同步设备的不同板卡上的两路定时输出接口相连接；
- 6) 为确保同步网运行的安全可靠性，应加大对同步网的管理力度，增强同步网网管功能，同时在分组传送网日常维护中，应把同步网定时链路的维护作为一项重要考核内容。

10.2 卫星接收机的安全可靠性

由于 GPS 在同步网中已得到广泛应用，所以应考虑 GPS 不可用时同步网运行的安全可靠性。

卫星接收机的安全可靠性应遵循以下原则：

- 1) 以 PRC 作为 LPR 定时基准源的根本保证，并根据网络的发展适时增加 PRC 设置的数量；
- 2) LPR 至少应有一路地面定时输入信号来自本区域内的 PRC，同时至少还应有一路来自相邻区域的 PRC；
- 3) 采用 GPS 和北斗双模卫星授时接收机作为 LPR 的定时基准源；
- 4) 对于边缘的省、自治区设置的 LPR，应配置 GPS 和北斗双模卫星授时接收机；
- 5) 当配置的 GPS 和北斗双模卫星授时接收机的北斗为一代产品时，应以 GPS 为主用，北斗为备用；若北斗为二代产品时，则应以北斗为主用，GPS 为备用；
- 6) 随着我国北斗二代卫星导航系统的不断完善，应优先考虑配置北斗二代授时接收机，并采用北斗二代授时接收机逐步替代现网中的 GPS 和北斗一代授时接收机。

10.3 分组网络同步的安全可靠性

在使用分组网络传送定时的问题上，除了需要特别考虑分组网络的多种同步功能（IWF，具体功能及应用参见附录B。）对传送定时的影响，还有两个因素需要考虑。一方面是由于各种分组设备的同步功能和性能参差不齐，需要认真规划和兼顾分组系统在传定时和用定时的差异；另一方面，即使分组传输系统具备了完善的同步功能（包括同步状态信息管理功能）和性能，同样需要根据分组传送网和同步网网络结构的实际情况进行详尽的规划和设计，以避免出现定时环、低级钟同步高级钟和全程全网漂移失控等问题。

具体来看，对分组网络同步的安全可靠性应遵循以下原则：

1) 对分组网络传送定时及其同步安排应进行统一规划和设计，且分组网络的同步应按照主备用定时来设计。

2) 将 PRC 作为分组传送网定时基准的根本保证。

3) 按照分组传输系统结构及分层，定时基准传输链路应分层次来组织，即按省际骨干传送网层定时链路、省内骨干传送网层定时链路和本地传送网层定时链路来组织。

4) 原则上按照 PRC/LPR 的设置来组织省际骨干传送网层定时链路，按照 LPR/SSU-T 的设置来组织省内骨干传送网层定时链路，按照 SSU-T/SSU-L 的设置来组织本地传送网层定时链路。并且省际骨干传送网层的分组传输系统应有来自两个不同一级基准时钟的定时基准源，省内骨干传送网层和本地传送网层的分组传输系统应保证有来自两个不同物理路由的定时基准源。

5) 在省际省内骨干传送网层面，现阶段原则上应采用 EEC 方式来传送定时基准信号，不应采用分组传送网的 PEC 方式来传送定时基准信号。

6) 在本地传送网层面，可以采用分组传送网的 PEC 方式来传送定时基准信号，但 PEC 接口应支持 SSM 功能。

7) 当采用 PTP 的 PEC 方式获取频率同步基准信号时，若采用端到端方式恢复频率，应优先选用 PTP 单播方式来组网；若采用逐点方式支持恢复频率，应优先选用 PTP 组播方式来组网。

8) 只有当分组传输设备的外同步接口、EEC 接口和 PEC 接口支持 SSM 功能时，才可以用来传送定时。

9) 当组织末端分组传输系统备用定时链路存在困难时，可考虑加装 GPS 和北斗双模卫星授时接收机。

11 分组网络传送定时的技术要求

11.1 基于同步以太传送定时的技术要求

11.1.1 EEC 时钟性能要求

11.1.1.1 自由振荡频率准确度

在自由振荡情况下，EEC 输出频率准确度性能应优于 $\pm 4.6 \times 10^{-6}$ 。

11.1.1.2 牵引范围

无论晶体内部的频偏如何，EEC 的牵引范围要求如下：

- a) 牵引入范围：不小于 $\pm 4.6 \times 10^{-6}$ ；
- b) 牵引出范围：不小于 $\pm 4.6 \times 10^{-6}$ 。

11.1.1.3 噪声产生

11.1.1.3.1 抖动产生

虽然 EEC 性能中绝大多数要求与测量它的输出接口无关，但抖动产生要求与具体的接口类型相关。

a) 2048kHz 接口的输出抖动

在没有输入抖动的情况下，当通过一个折角频率分别为 20Hz 和 100kHz 的单极点带通滤波器进行测量时，以 60s 为测量间隔，在 2048kHz 输出接口产生的固有抖动峰峰值应不超过 0.05UI。

b) STM-N 接口的输出抖动

在同步接口不存在输入抖动的情况下，以 60s 为测量间隔，在 STM-N 光输出接口产生的固有抖动应不超过表 24 所给出的限制。STM-1 电接口所允许的抖动值有待研究。

测量滤波器的高通部分具有一阶特性，并按 20dB/10 倍频程滚降，低通部分具有最平坦蝶形特性，并按 -60dB/10 倍频程滚降。

表 24 STM-N 接口抖动产生

接口	频率范围 (Hz)	峰峰抖动幅度 (UI)
STM-1	500 ~ 1.3 M	0.50
	65 k~ 1.3 M	0.10
STM-4	1000 ~ 5 M	0.50
	250 k ~ 5 M	0.10
STM-16	5000~ 20 M	0.50
	1 M ~ 20 M	0.10
STM-64	2M ~80 M	0.50
	4 M to 80 M	0.10

注：STM-1: 1 UI = 6.43 ns
STM-4: 1 UI = 1.61 ns
STM-16: 1 UI = 0.40 ns
STM-64: 1 UI = 0.1 ns

c) 以太网接口的输出抖动

以太网接口的输出抖动应满足 IEEE 802.3 的相关指标要求。

11.1.1.3.2 漂移产生

漂移产生包括以下两种情况。

a) 锁定模式下的漂移产生

当 EEC 运行在锁定状态时，在恒温（±1℃之内）条件下，采用 ITU-TG810-1996 中图 1a 定义的同步时钟结构来测量，漂移产生应不超过表 25 中给出的 MTIE 限值。

表 25 恒温下的漂移产生

MTIE 限值 (ns)	观察时间 τ (s)
40	$0.1 < \tau \leq 1$
$40\tau^{0.1}$	$1 < \tau \leq 100$
$25.25\tau^{0.2}$	$100 < \tau \leq 1000$

当考虑温度变化的影响时，表 26 给出单个设备时钟对总的 MTIE 的附加贡献值。

表 26 变温条件下的附加漂移产生

附加 MTIE 值 (ns)	观察时间 τ (s)
0.5τ	$\tau \leq 100$
50	$\tau > 100$

在图 33 中给出了 MTIE 限值曲线，其中粗实线是恒温曲线，细实线是变温曲线。

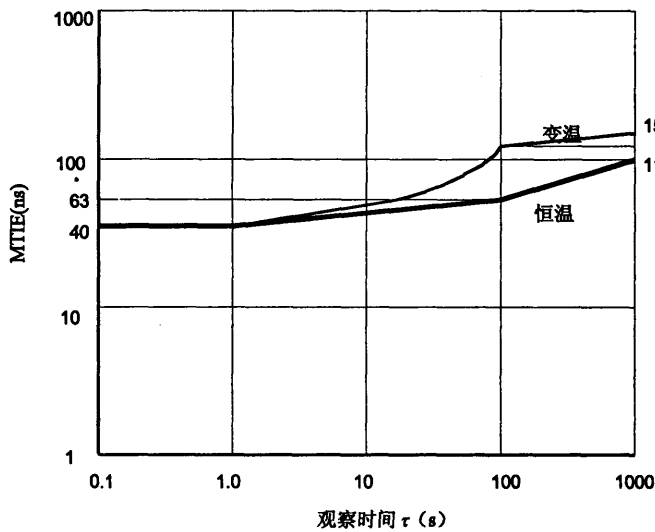


图 33 漂移产生 (MTIE)

当 EEC 运行在锁定状态时，在恒温 ($\pm 1^\circ\text{C}$ 之内) 条件下，采用 ITU-TG810-1996 中图 1a 定义的同步时钟结构来测量，TDEV 应不超过表 27 中给出的限值。TDEV 曲线如图 34 所示。

表 27 漂移产生 (TDEV)

TDEV 限值 (ns)	观察时间 τ (s)
3.2	$0.1 < \tau \leq 25$
$0.64\tau^{0.5}$	$25 < \tau \leq 100$
6.4	$100 < \tau \leq 1000$

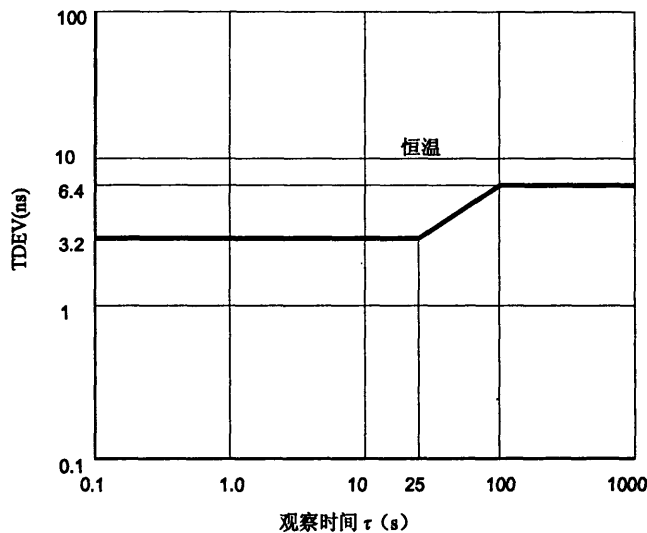


图 34 漂移产生 (TDEV)

b) 非锁定模式下的漂移产生

当 EEC 没有锁定于同步参考源时，相对于初始频偏等因素来讲，随机噪声可以忽略不计。

11.1.1.4 噪声传递

EEC 可以看作一个低通滤波器,其传递性能允许带宽 1Hz~10Hz，在通带内 EEC 的相位增益应小于 0.2dB (2.3%)。

11.1.1.5 噪声容限

噪声容限指一个能满足下述条件的输入端口所允许的最小相位噪声水平：

- a) 维持时钟在规定的性能范围内；
- b) 不引起任何告警；
- c) 不引起时钟参考倒换；
- d) 不引起时钟进入保持状态。

为了维持可接受的性能，通常 EEC 的噪声容限与同步接口的网络限值相同。然而，同步接口网络限值可能因不同应用而存在差异，因此应采用最坏情况的网络限值来确定 EEC 的噪声容限。用于一致性测试的 TDEV 信号，应该通过加入白色高斯噪声源来产生，每个噪声都具有适当的幅度，通过滤波以得到合适的噪声类型。MTIE 和 TDEV 通过一个等效带宽为 10Hz 的一阶低通滤波器进行测量，最大采样间隔 $\tau_0=1/30s$ 。TDEV 的最小测量时间 T 应是积分时间 τ 的 12 倍。

11.1.1.5.1 抖动容限

抖动容限的相关要求如下：

- a) 当设备跟踪 2Mbit/s 外时钟接口时，其抖动容限应满足 ITU-T G813 -1996 8.2 条列项 1) 的相关指标；
- b) 当设备跟踪以太网接口时，其抖动容限应满足 ITU-T G8262 的相关指标；
- c) 当设备跟踪 STM-N 接口时，其抖动容限应满足 ITU-T G813 的相关指标。

11.1.1.5.2 漂移容限

EEC 的漂移容限应满足表 28 和表 29 的要求,对应的 MTIE 和 TDEV 曲线分别如图 35 和图 36 所示。

表 28 输入漂移容限

MTIE 限值 (μs)	观察时间间隔 τ (s)
0.25	$0.1<\tau\leq 2.5$
0.1τ	$2.5<\tau\leq 20$
2	$20<\tau\leq 400$
0.005τ	$400<\tau<1000$

表 29 输入漂移容限 (TDEV)

TDEV 限值 (ns)	观察时间间隔 τ (s)
12	$0.1<\tau\leq 7$
1.7τ	$7<\tau\leq 100$
170	$100<\tau\leq 1000$

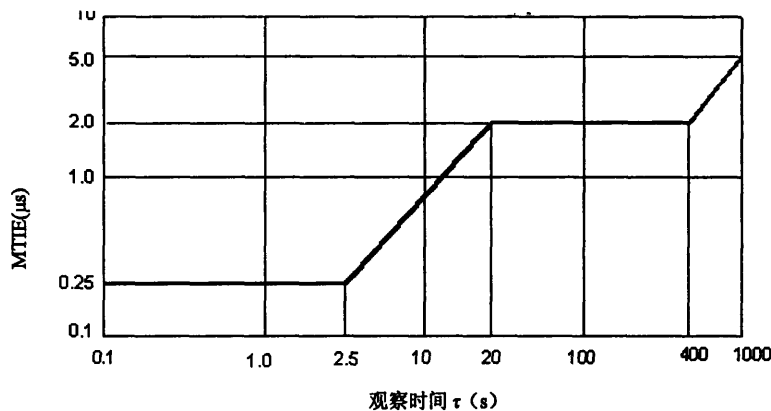


图 35 输入漂移容限 MTIE 模板

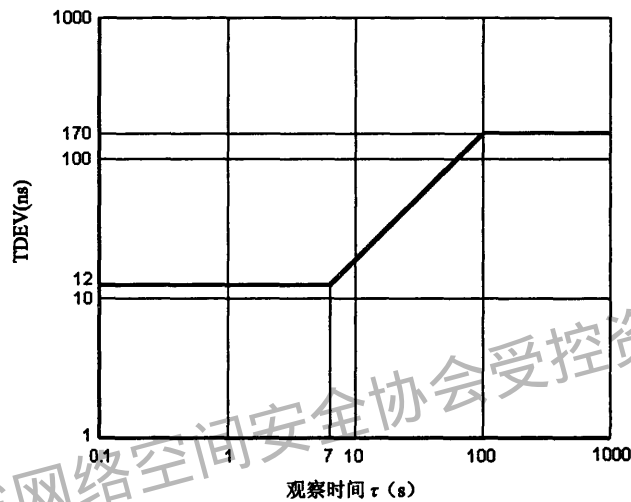


图 36 输入漂移容限 TDEV 模板

11.1.1.6 短期相位瞬变

当EEC选定的输入参考信号失效时，源自相同时钟源的第二路输入参考信号可用，或者在检测到失效之后不久该输入参考信号又变为可用（例如，在自动恢复情况下）。在上述两种情况下，设备时钟参考信号最多丢失15s，其输出相位瞬变不应超过式1)规定的限值：

$$\Delta\phi(S) = \Delta t + 5 \times 10^{-8} \times S \tag{1}$$

式中：

- $\Delta\phi(S)$ 表示在进入保持状态 S ($S \leq 15$) s的最大相位瞬变，单位为ns；
- Δt 表示在进入和退出保持状态时的两个相跳，每个相跳的幅度不超过120ns，临时频偏小于 7.5×10^{-6} 。

EEC短期相位瞬变性能对应的曲线如图37所示。

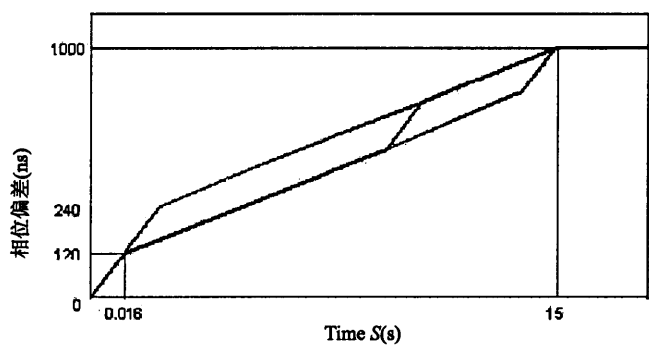


图 37 相位瞬变模板

11.1.1.7 长期相位瞬变（保持）

当EEC丢失其基准，即进入保持状态。当保持时间 S 大于15s时（保持时间最长24h），EEC的输出相对于输入丢失基准瞬间的相位误差 ΔT 不应超过式2）规定的限值：

$$\Delta T(S) = \{ (a_1 + a_2)S + 0.5 b S^2 + c \}$$
 (2)

式中：

- $\Delta T(S)$ 表示在进入保持状态 S ($S > 15$) s后的相位误差，单位为ns；
- $a_1 = 50$ ns/s，表示对应于 5×10^{-8} 的初始频偏；
- $a_2 = 2000$ ns/s，表示时钟进入保持状态后的温度变化引起的频偏，对应于 2×10^{-6} 。如果没有温度变化， $a_2 S$ 则不参加计算；
- $b = 1.16 \times 10^{-4}$ ns/s²，表示由于老化引起的漂移，相当于老化 1×10^{-8} /天产生的漂移量；
- $c = 120$ ns，表示各种附加的相位漂移，可能在进入保持态时上升。

上述参数在频偏小于 $\pm 4.6 \times 10^{-6}$ 的条件下有效。

恒温条件下的保持性能要求见式3）：

$$\Delta T(S) = \left(a_1 S + \frac{b}{2} S^2 + c \right)$$
 (3)

对应的曲线如图38所示。

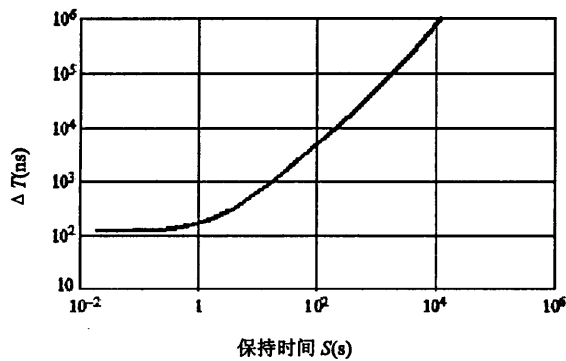


图 38 长期相位瞬变（保持）模板

11.1.1.8 相位不连续性

对于EEC的内部测试或其他内部干扰（但不包括主要硬件失效，例如会引起时钟设备保护倒换的失效）情况下，其输出相位不连续性应满足下述要求：

- a) 开始16ms内任意观察时间 S （单位为ms）的相位变化不应超过 $7.5 \times S$ ns；

- b) 从16ms~2.4s内的任何观察时间内的相位变化不应超过120ns;
- c) 大于2.4s后, 每2.4s间隔中, 瞬时频偏不应超过 7.5×10^{-6} , 相位变化不应超过120ns, 总相位变化不应超过1 μ s。

11.1.2 EEC 时钟功能要求

11.1.2.1 时钟功能结构要求

EEC功能结构应满足图39所示要求。在图39中, TE为同步以太接口, 来自同步以太网线路信号; T1为STM-N输入接口, 即来自STM-N线路/支路的信号; T2为PDH输入接口, 即来自PDH支路的信号; T3为外同步输入接口, 即来自外接定时输入参考信号; SETG为同步设备定时发生器, 即传输设备时钟SEC或EEC; T4为外同步输出接口, 其定时输出可直接由以太网线路或STM-N线路/支路导出, 也可来自SETG; T0为内部定时接口。

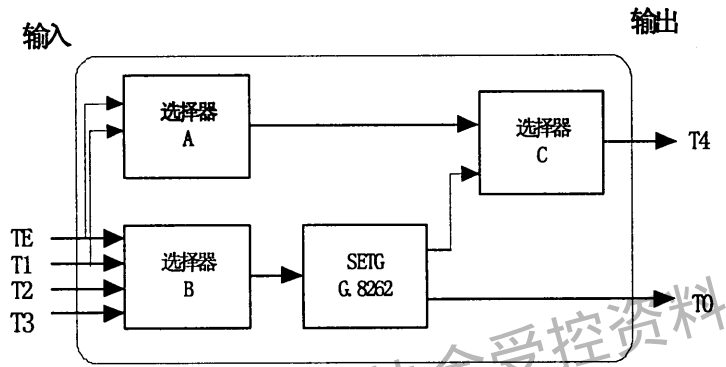


图 39 EEC 功能结构示意图

EEC 时钟结构中的选择器应具有以下功能。

- 1) 选择器 A
 - 应具有对所有同步以太网线路、STM-N 线路/支路信号进行优先级设置及闭塞/打开设置的功能;
 - 应具有按照所有选择的输入信号的 SSM 质量等级和预置的优先级进行排序的功能。
- 2) 选择器 B
 - 应具有对所有同步以太网线路、STM-N 线路/支路信号进行优先级设置及闭塞/打开设置的功能;
 - 应具有对至少一路 PDH 支路信号进行 SSM 质量等级预置、优先级设置及闭塞/打开设置的功能;
 - 应具有对所有外同步输入信号进行优先级设置、SSM 质量等级识别、SSM 质量等级预置及闭塞/打开设置的功能;
 - 应具有按照所有选择的输入信号的 SSM 质量等级和预置的优先级进行排序的功能;
 - 应具有设置 SETG 等级的功能。
- 3) 选择器 C
 - 应具有从同步以太网线路、STM-N 线路/支路信号直接导出或经过 SETG 输出的功能;
 - 应具有设置 SSM 门限的功能;
 - 对于 2Mbit/s 接口, 应具有按照设置的 SSM 门限在 T4 定时输出信号中插入 AIS 信息或闭塞的功能; 对于 2MHz 接口, 应具有按照设置的 SSM 门限闭塞 T4 定时输出信号的功能;
 - 当 T4 定时输出信号选择从 STM-N 线路/支路导出时, 当选用的 STM-N 线路/支路信号出现 LOS/AIS/LOF 告警时, 对于 2Mbit/s 接口, 应具有在 T4 定时输出信号中插入 AIS 信息或闭塞的功能;

对于 2MHz 接口, 应具有闭塞 T4 定时输出信号的功能。

4) 定时参考信号优选顺序由高至低为:

- 人工强制命令, 例如强制进入保持或强制倒换;
- 定时信号失效, 例如 LOS、AIS 或 OOF (LOF);
- SSM 质量等级;
- 预置的优先级。

5) 外同步接口 (物理接口) 的要求

— 接口数量和种类: 应至少配置 2 个外同步输入接口和 2 个外同步输出接口, 接口种类为 2048kbit/s 或 2048kHz, 其物理/电气特性应满足 ITU-TG.703 的要求。2048kbit/s 的帧结构应满足 ITU-TG.704 中的规定, 即选用 2048kbit/s 复帧的奇数帧的 TS0 时隙中的第 4~8bit (Sa4-Sa8) 位, 采用 4bit 表示 SSM 质量等级, 且前 4 个奇数帧与后 4 个奇数帧所携带的 SSM 信息相同。

— 2048kbit/s 外同步输入接口: 应具有识别 SSM 质量等级的功能, 否则应具有识别 AIS 信息的功能及预置 SSM 质量等级的功能。

— 2048kbit/s 外同步输出接口: 应具有发送 SSM 质量等级的功能, 否则应具有根据同步以太网线路或 SDH 复用段层 SSM 质量等级来发送 AIS 信息或闭塞其输出的功能。

— 2048kHz 外同步输入接口: 应具有预置 SSM 质量等级的功能。

— 2048kHz 外同步输出接口: 应具有根据同步以太网线路或 SDH 复用段层 SSM 质量等级来闭塞其输出的功能。

6) 参考信号失效处理

一旦服务器层检测到参考信号缺陷时, 就立即激活同步源信号失效。而且, 为了允许在 QL 关闭模式下能进行正确处理, 未被选用的同步信号也要有信号失效激活处理的能力。

为了避免短脉冲或断断续续的信号失效信息的再激活, 在考虑选择处理之前, 该信号失效信息应经过一个拖延和等待恢复处理。值得注意的是, 通过选择处理的信息只完成信号失效信息的延时功能, 对于主数据通道到 NS-C 功能输出的信号失效信息并不延时。

在 QL 打开模式下, 带有激活信号失效的同步源的 QL 规定为 QL-FAILED, 选择处理将再激活到这个 QL 值, 而不是该模式下的信号失效信号。值得注意的是, 由于信号缺陷检测和 SSM 接受处理的不同持续时间, 在信号失效被激活之前, 导致信号失效的缺陷还会引起 QL 值的短暂变化。因此, 在算法实现时, 应确保选择处理不选择基于该瞬时 QL 值的新的同步源。

— 拖延时间 (Hold-off time)

拖延时间确保信号失效的短暂激活不通过选择处理。

在 QL 关闭模式下, 信号失效将经过拖延时间后被激活, 并送至选择处理。在 QL 打开模式下, QL-FAILED 将经过拖延时间后送至选择处理, 在此期间送至选择处理的是先前的质量等级 (QL) 值。值得注意的是, 其他 QL-FAILED 以外的 QL 值应立即送至选择处理。每个指定信号源的选择处理的输入使用独立的拖延时间。

拖延时间为固定值, 范围是 300ms~1800ms。

— 等待恢复时间 (Wait restore time)

等待恢复时间确保先前失效的同步信号在经过选择处理后, 在一个特定时间内不再故障, 才会重新

被认定为有效。

在 QL 关闭模式下，在信号失效去激活后，在信号失效不真实送至选择处理前应经过等待恢复时间，在此期间送至选择处理的是信号失效真实。在 QL 打开模式下，当 QL 值变为 QL-FAILED 以外的其他值，在新的 QL 值送至选择处理前应经过等待恢复时间，在此期间送至选择处理的是 QL-FAILED。每个指定信号源的选择处理的输入使用独立的等待恢复时间。每个等待恢复定时器可被独立的清除命令清除。如果一个等待恢复定时器被清除，在 QL 关闭模式下，信号失效值立即被送至选择处理；在 QL 打开模式下，新的 QL 值立即被送至选择处理。

对于所有输入信号共用的选择处理，等待恢复时间应为 0~12min 可调，且步长为 1min，默认值为 5min。

11.1.2.2 SSM 功能要求

传输设备的 SSM 功能要求主要包括三个方面的内容：SSM 质量等级定义、SSM 响应规则和 SSM 响应时延。

1) SSM 质量等级定义

在 ITU-TG.707 中规定使用 STM-N 帧结构复用段 S1 字节的 5~8bit 表示 SSM 质量等级，其定义如表 30 所示。

表 30 同步状态信息 (SSM) 的编码及描述

SSM 编码	优选顺序	质量等级描述	对应的我国时钟等级
0010	最高	QL_PRC	一级基准时钟
0000	↓	QL_UNK (可选)	质量等级未知
0100	↓	QL_SSU-T	二级节点时钟
1000	↓	QL_SSU-L	三级节点时钟
1011	↓	QL_SEC	传输网元设备时钟 SEC/EEC
1111	最低	QL_DNU	同步信号不可用
其他	—	—	预留

2) SSM 响应规则

— 保持状态下转发 SSM 质量等级的规则

在 SEC/EEC 丢失输入定时参考信号且无其他可用定时参考信号时，SEC/EEC 将进入保持状态，所有方向的同步以太网线路或 STM-N 线路/支路和外定时输出信号（直接导出的除外）应发送 SEC/EEC 时钟等级的 SSM 信息。

— 非倒换状态下转发 SSM 的规则

当 SEC/EEC 选用的定时参考信号的质量等级发生变化且不引起参考倒换时，所有方向的同步以太网线路或 STM-N 线路/支路（反向发送 DNU 的除外）和外定时输出信号（直接导出的除外）应发送变化后的 SSM 质量等级信息。

— 倒换状态下转发 SSM 的规则

当 SEC/EEC 选用新的定时参考信号时，所有方向的同步以太网线路或 STM-N 线路/支路（反向发送 DNU 的除外）和外定时输出信号（直接导出的除外）应发送新选用的定时参考信号的质量等级信息。

— 反向发送 DNU 的规则

当 SEC/EEC 选用一个同步以太网线路或 STM-N 线路/支路作为定时参考信号时,其对应的反向同步以太网线路或 STM-N 线路/支路信号应发送 QL_DNU 的 SSM 质量等级信息。

当外定时输出信号选择从 STM-N 线路/支路导出且 SEC/EEC 选用外定时输入信号作为定时参考信号时,而且二者的 SSM 质量等级相同时,其对应的反向 STM-N 线路/支路信号应发送 QL_DNU 的 SSM 质量等级信息。

— 外定时输出信号直接导出的规则

当外定时输出信号选择从同步以太网线路或 STM-N 线路/支路导出时,应发送选用的同步以太网线路或 STM-N 线路/支路信号的 SSM 质量等级信息;当选用的同步以太网线路或 STM-N 线路/支路信号的 SSM 质量等级低于所设门限值或出现 LOS/AIS/OOF (LOF) 告警时,对于 2Mbit/s 接口,应具有在外定时输出信号中插入 AIS 信息或闭塞的功能;对于 2MHz 接口,应具有闭塞外定时输出信号的功能。

3) SSM 信息处理延时的要求

— 保持信息延时 T_{HM}

在 SEC/EEC 丢失输入定时参考且无其他可用定时参考时,SEC/EEC 将进入保持状态,经过一个延时后输出的 SSM 质量等级变为保持编码,该延时时间 $T_{HM}=500\text{ ms} \sim 2000\text{ ms}$ 。

— 非倒换信息延时 T_{NSM}

当 SEC/EEC 选用的定时参考 SSM 质量等级发生变化且不引起参考倒换时,经过一个延时后输出的 SSM 质量等级跟踪此变化,该延时时间 $T_{NSM}=0 \sim 200\text{ ms}$ 。

— 倒换信息延时 T_{SM}

当 SEC/EEC 选用新的定时参考时,经过一个延时后输出的 SSM 质量等级将改变为新选用的定时参考的 SSM 质量等级,该延时时间 T_{SM} 为 $180\text{ ms} \sim 500\text{ ms}$ 。

4) 具有 20 个 SEC/EEC 网元的链形网的定时倒换时延

如图 40 所示,在一个具有 20 个 SEC/EEC 网元的链型网中,发生定时倒换的时延应小于 15.6 s 。

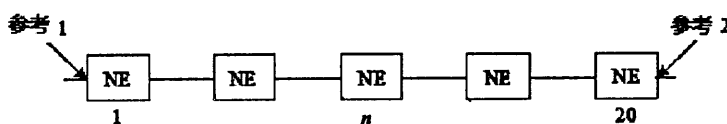


图 40 具有 20 个 SEC/EEC 网元的链形网的定时倒换

定时倒换发生时按以下 39 个步骤进行。

- 步骤 1, NE1 发现定时参考 1 失效,进入保持工作模式,并且发送保持的 SSM 信息 (T_{HM} 最多为 2 s);
- 步骤 2~步骤 19, NE2~NE19 依次转发保持的 SSM 信息,但不会倒换参考定时信号 (T_{NSM} 最多为 200 ms);
- 步骤 20, NE20 倒换至定时参考 2,并且发送一个新的 SSM 信息 (T_{SM} 最多为 500 ms);
- 步骤 21~步骤 39, NE19~NE1 依次倒换定时参考,并且转发新的 SSM 信息 (T_{SM} 最多为 500 ms)。

20 个 SEC 网元完成定时倒换的最大时延为: $T_{HM}+18T_{NSM}+20T_{SM}=15.6\text{ s}$ 。

11.2 基于包传送定时的技术要求

11.2.1 基于包传送定时的时钟分类及基本功能结构

基于包传送定时的时钟分类如表 31 所示。

表 31 基于包传送定时的时钟分类

分组时钟类型	定义
PEC-M	分组主时钟
PEC-S	分组从时钟
PEC-B	分组边界时钟，同时包含了主时钟和从时钟功能
PEC-T	分组透明时钟

在表31中的各类时钟中，PEC-M、PEC-B和PEC-T的时钟结构模型待研究，PEC-S基本功能（下称 PES-S-F）时钟结构模型如图41所示。

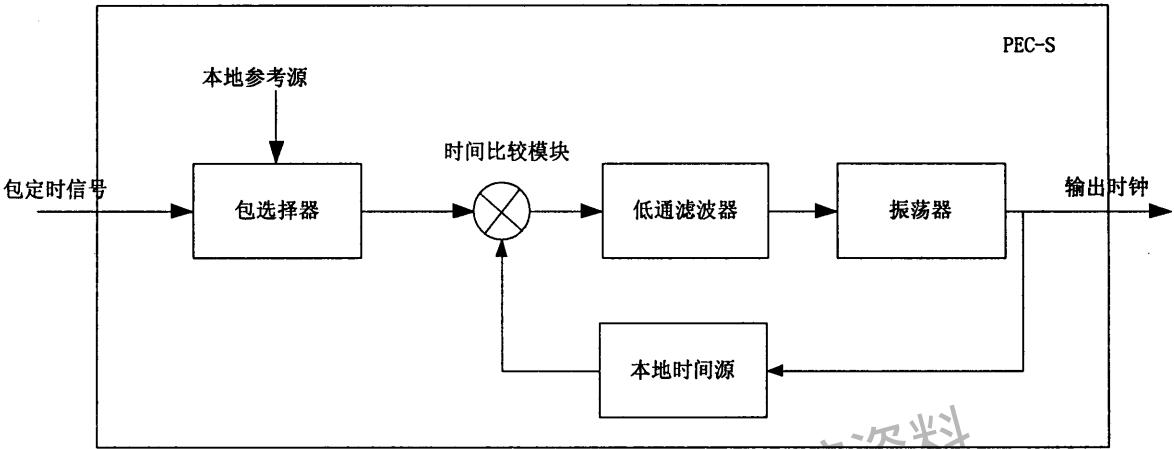


图 41 PEC-S-F 时钟结构模型

在图41中，所有PEC-S上收到的分组定时信号报文先经过报文选择算法处理，选择出一批符合要求的报文用于后续的频率恢复。时间比较模块将这些报文中携带的时间信息与本地时间（可以来自本地晶振，也可以由外部时钟输入）进行比较，作为闭环系统的输入参数，用来控制本地的晶振调整频率，最终实现与频率源的频率同步。

11.2.2 基于包传送定时的时钟性能要求

基于包传送定时的时钟性能要求见ITU-T G.8263，目前主要规范了PEC-S-F的性能要求，包括自由振荡频率准确度、漂移产生、噪声容限、保持性能、相位瞬变等。

11.2.2.1 自由振荡频率准确度

在自由振荡情况下，PEC-S-F内部时钟频率准确度性能应优于 $\pm 4.6 \times 10^{-6}$ 。

11.2.2.2 噪声产生

当PEC-S-F处于与无PDV参考源同步的锁定状态时，在使用与分组主时钟相同的参考源进行测试时，其输出MTIE在常温条件下（ $\pm 1^\circ\text{C}$ 以内）如表32所示，对应图形如图42实线所示。

表 32 常温条件下的 PEC-S-F 漂移产生

MTIE 限值 (ns)	观察时间 τ (s)
1000	$0.1 < \tau \leq 1000$
τ	$\tau > 1000$ (Note)

若考虑温度影响，增加MTIE值如表33所示，最后合成的曲线如图43虚线所示。

表 33 由于温度影响 PEC-S-F 增加的漂移产生

增加 MTIE 值 (ns)	观察时间 τ (s)
1000	$0.1 < \tau \leq 100$
10τ	$\tau > 100$

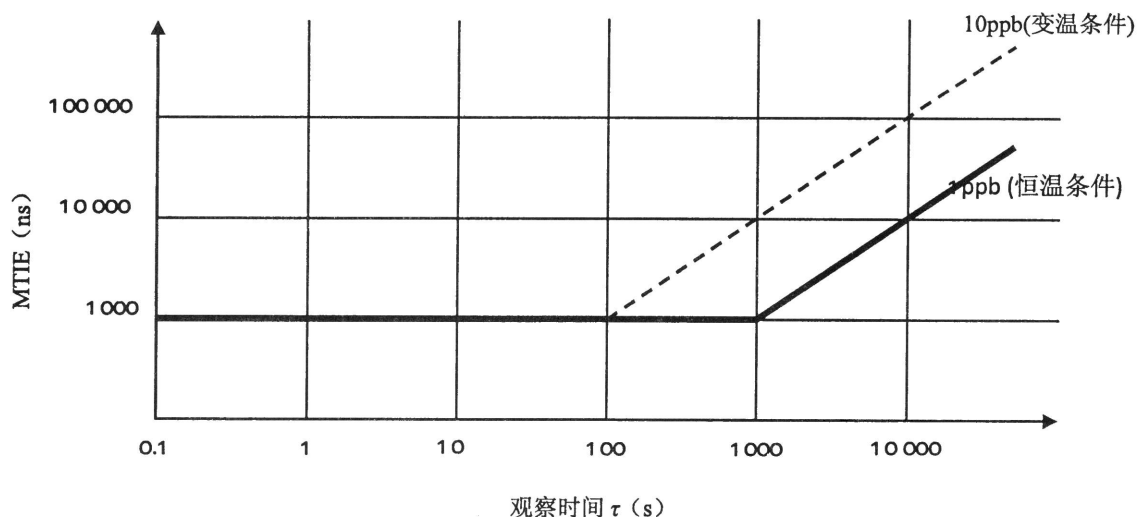


图 42 PEC-S-F 漂移产生 (MTIE)

11.2.2.3 噪声容限

PEC-S-F 的噪声容限应能满足 ITU-T G.8261.1-2011 中第 8 章的规定。

11.2.2.4 保持性能

相对于丢失基准瞬间的输入信号，在任意观察时间 S （单位为 s）内，PEC-S-F 的输出相位误差 Δx （单位为 ns）不应超过式 (4) 规定的限值：

$$|\Delta x(S)| \leq \{(a_1 + a_2)S + 0.5bS^2 + c\} \quad (4)$$

式中：

- a_1 表示恒温条件下 (± 1 K) 的初始频率偏差；
- a_2 表示时钟进入保持状态后的温度变化引起的频偏；
- b 表示老化引起的平均频率变化；
- c 表示各种附加的相位漂移，可能在进入保持态时上升。

PEC-S-F 保持情况下的参数要求如表 34 所示。

表 34 保持情况下的相关参数要求

参数及单位	具体要求
a_1 (ns/s)	1.0
a_2 (ns/s)	10
b (ns/s ²)	1.16×10^{-5}
c (ns)	150

11.2.2.5 相位响应

分组定时中断引起的相位响应要求待研究。

11.2.3 基于包传送定时的时钟功能模型

11.2.3.1 概述

按照 6.3 节的描述，基于包传送定时包括三种方式，分别是：a) 端到端同步；b) 逐点同步；c) 混合同步。下面分别给出端到端同步和逐点同步的具体实现功能模型，混合同步是这两种功能模型的组合。

11.2.3.2 端到端同步方式

端到端的频率同步架构如图43所示，其中网络分为不同的PTP域，不同的PTP域相互隔离，每个PTP域只有一个主时钟，可以具有一个或多个从时钟；主时钟之间互不可见，属于不同的域，但从时钟可以和不同的主时钟进行通信，即一个从时钟内部具有多个SOOC实例，分别和多个主时钟进行通信并获得频率同步服务。

在这种PTP频率同步架构下，SOOC实例采用UDP单播方式和主时钟进行通信，并获得频率同步服务；主时钟和从时钟的角色是固定的，因此，PTP频率同步链路的方向是单向的。

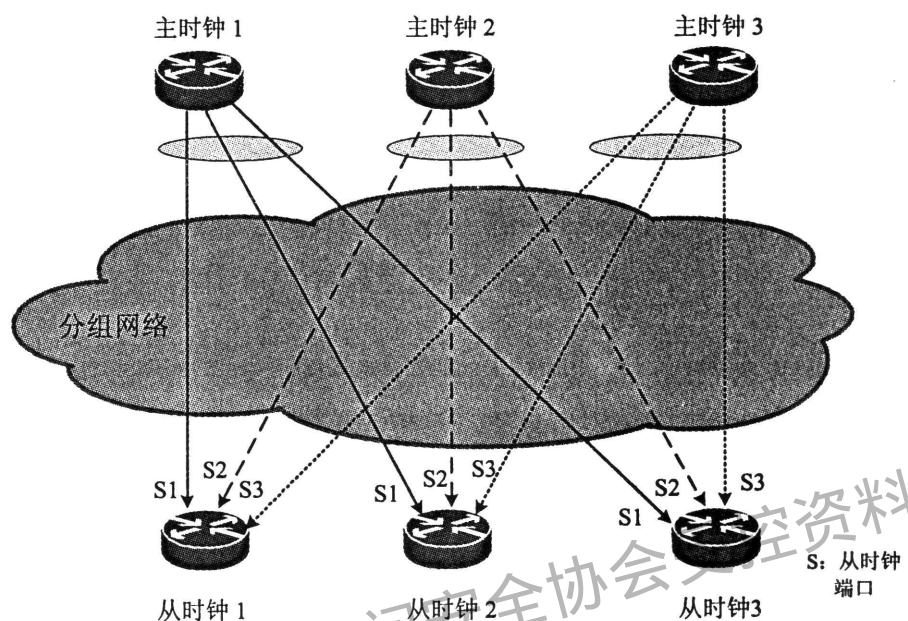


图43 端到端的PTP频率同步架构

PEC-M和PEC-S的基本功能要求如下：

- 1) 在PTP频率同步网络中可以部署不同的主时钟，不同的主时钟位于不同的PTP域中，每个PTP域相互隔离，主时钟之间不能进行通信；
- 2) 一个PTP的逻辑域中只有唯一一个PEC-M，PEC-M输出静态的BMC_MASTER状态，内部状态确定码是M1；
- 3) 一个PEC-S可能包含多个逻辑上独立的SOOC实例，各自存在于一个不同的PTP逻辑域，每个SOOC输出静态的BMC_SLAVE，内部状态确定码是S1；
- 4) PEC-S可以加入多个PTP逻辑域，和多个主时钟建立通信并获得频率同步服务；在一个PEC-S中，所有的SOOC实例具有相同的PTP域号；
- 5) 在PEC-S中，每个SOOC实例加入单个PTP域中，并通过单播方式和单个主时钟建立通信，进行参数协商，并获得PTP频率同步服务；在PEC-S模型中，单播和组播混合模式待进一步研究。

PEC-S的时钟功能模型如图44所示。

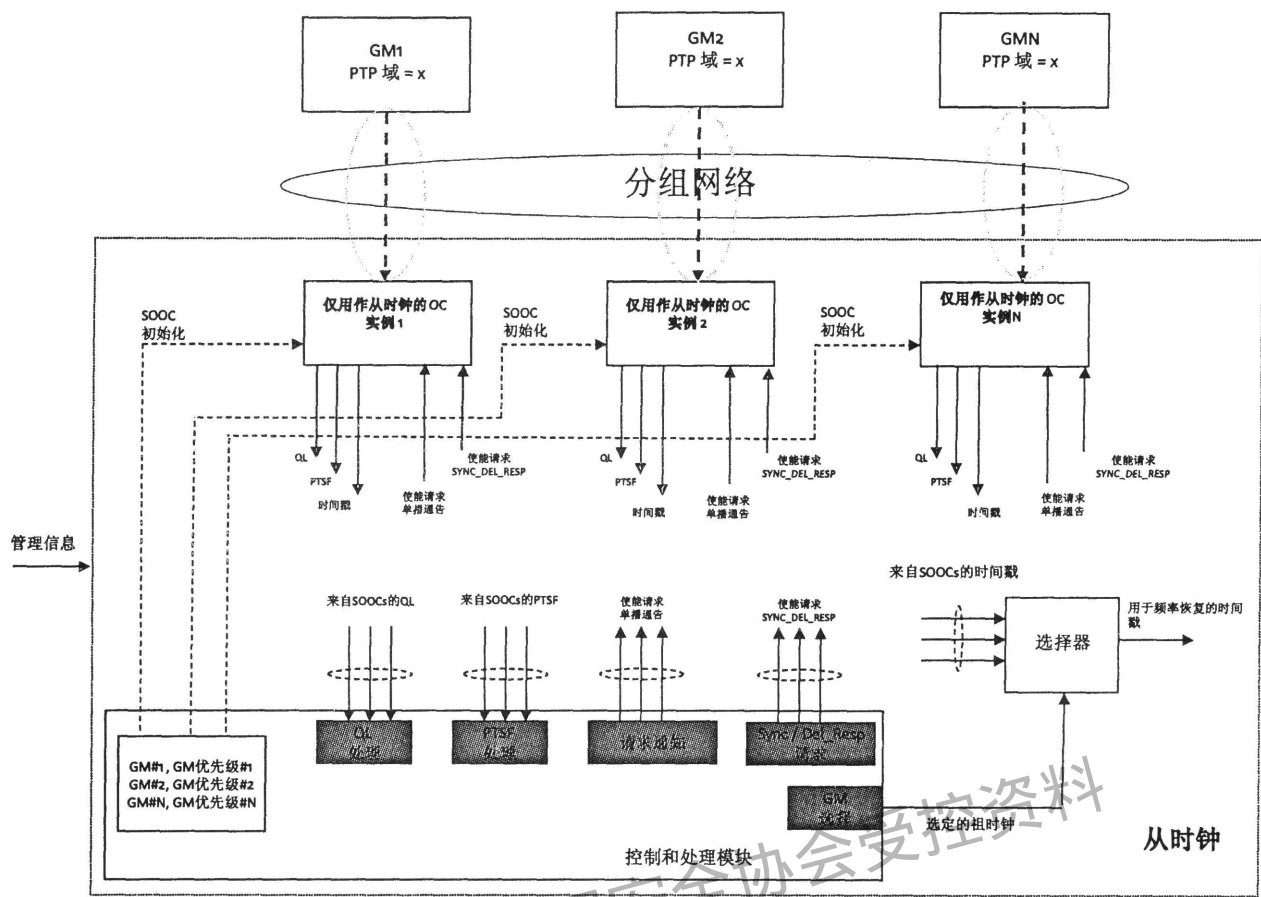


图 44 PEC-S 时钟功能模型

在图44中，PEC-S具体工作流程如下：

- 1) PEC-S上可以配置一组GM，并配置其各自的优先级用于选源。这一组GM各自对应一个SOOC实例。
- 2) SOOC实例与其对应的GM进行通信，输出QL和PTSF给PEC-S的控制和处理模块，用于选源。输出时间戳信息给选择器模块用于频率同步。每个SOOC维护自己的GM对应的parentDS数据集。SOOC还接受内部来自控制和处理模块的ENABLE_REQUESTING_UNICAST_ANNOUNCE和ENABLE_REQUESTING_UNICAST_SYNC/DEL_RESP消息，用于和GM进行单播协商。
- 3) 控制和处理模块主要负责根据每个SOOC输入的QL、PTSF、优先级信息等进行选源，选源算法见ITU-T G.8265.1。选出的GM需要通告给选择器模块，以用于频率同步。同时向SOOC发送一些控制消息。
- 4) 选择器模块根据控制和处理模块选出的GM，选择该GM的时间戳信息，用于频率同步。

11.2.3.3 PTP-B 逐点同步方式

在逐点同步方式下，类似SEC设备，PEC设备即可以作为主时钟输出频率信号，也可以作为从时钟获得频率同步服务。PEC-B的基本功能要求如下：

- 1) 一个PEC-B包含一个逻辑的主时钟，用于发送时钟源信号；
- 2) 一个PEC-B包含一个或多个逻辑上独立的从时钟实例，用于接收时钟源信号；
- 3) 相邻PEC-B设备之间，两个单向的PTP时钟链路构成一条双向的PTP时钟链路。

PEC-B的时钟功能模型如图45所示。

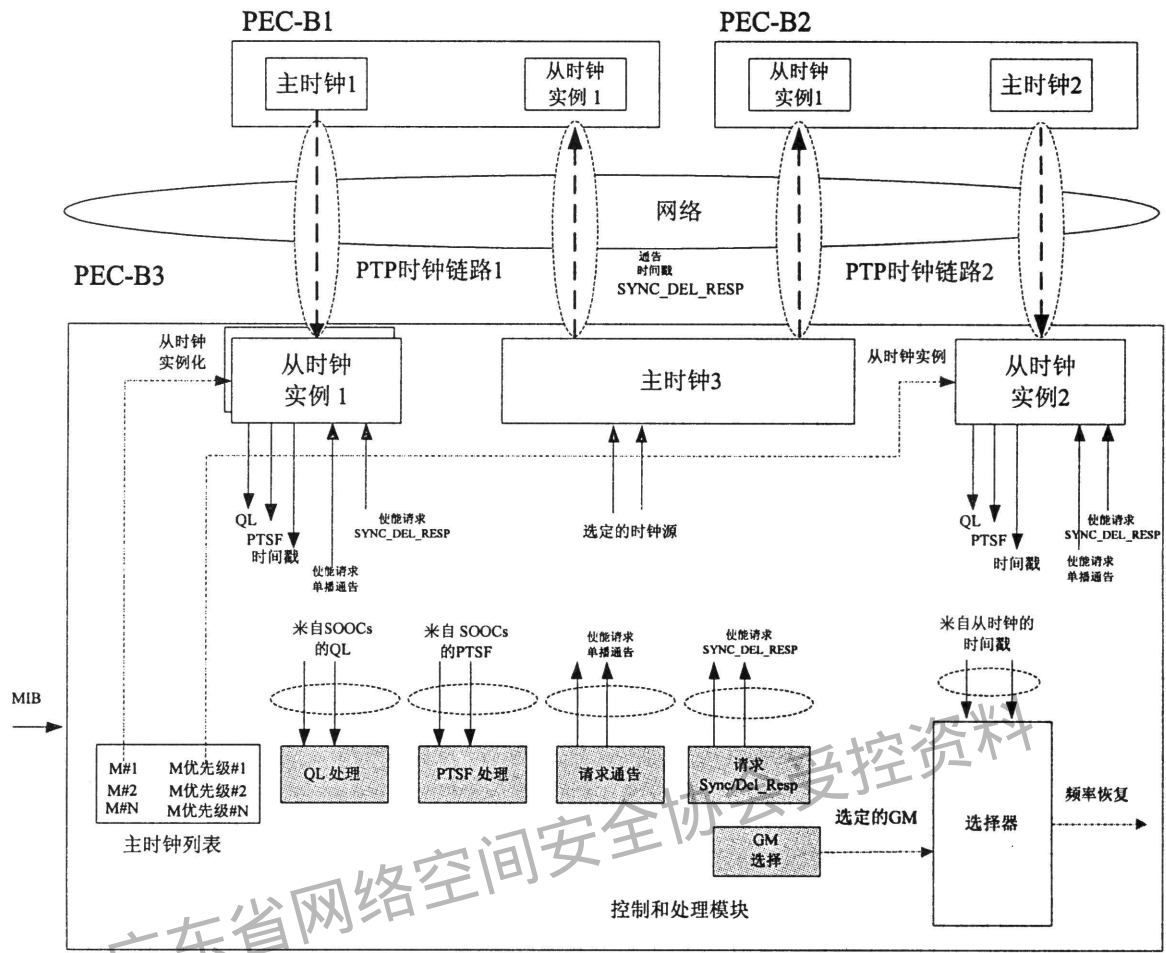


图 45 PEC-B 时钟功能模型

在图45中，PEC-B具体工作流程如下：

- 1) PEC-B上可以配置一组GM列表，并配置其各自的优先级用于选源。这一组GM列表各自对应一个从时钟实例。
- 2) PEC-B上配置的各个从时钟实例，与其对应的GM进行通信，输出QL和PTSF给PEC-S的控制和处理模块，用于选源。输出时间戳信息给选择器模块用于频率同步。每个从时钟维护自己的GM对应的parentDS数据集。
- 3) PEC-B上配置一个主时钟实例，用于向其他设备的从时钟实例进行通信，并提供频率同步服务。
- 4) 控制和处理模块主要负责根据每个从时钟输入的QL、PTSF、优先级信息等进行选源，选源算法见IEEE 1588-2008或ITU-T G.8265.1。选出的GM需要通告给选择器模块，以用于频率同步。同时向从时钟发送一些控制消息。
- 5) 选择器模块根据控制和处理模块选出的GM，选择该GM的时间戳信息，用于频率同步。

11.2.4 基于包传送定时的时钟 SSM 功能要求

11.2.4.1 SSM 基本功能和质量等级定义

SSM质量等级与clockClass字段的映射关系如表35所示。

表 35 SSM 质量等级与 clockClass 字段的映射关系

PTP 时钟等级	SSM QL	G781 中的要求	对应的我国时钟等级
80	0001	预留	-
82	0000	QL-UNK	质量等级未知
84	0010	QL-PRC	一级基准时钟
86	0111	预留	-
88	0011	预留	-
90	0100	QL-SSU-T	二级节点时钟
92	0101	预留	-
94	0110	预留	-
96	1000	QL-SSU-L	三级节点时钟
98	1001	预留	-
100	1101	预留	-
102	1010	预留	-
104	1011	QL-SEC/ QL-EEC	承载网网元设备时钟
106	1100	预留	-
108	1110	预留	-
110	1111	QL-DNU	同步信号不可用

SSM的选源算法基于以下几个参数的优选顺序（由高至低）进行：

- 人工强制命令，例如强制进入保持或强制倒换
- 定时信号失效告警，例如PTSF-lossSync、PTSF-lossAnnounce、PTSF-unusable；
- SSM质量等级；
- 预置的优先级。

其中，SSM质量等级映射到PTP的Announce报文中的clockClass字段，进行通告。PEC-S选择没有失效告警的SSM质量等级最高的定时信号。如果多个输入的SSM质量等级都相同，则选择预置优先级最高的一个定时信号。若两者相同，则如果当前选择的定时信号是其中之一，则继续保持，否则在这一组中任选一个定时信号。

触发PEC-S进行定时源倒换的告警主要包括：

- PTSF-lossSync：当PEC-S在指定的超时时间后，仍无法收到PEC-M发来的定时信号报文（包括Sync、Follow_up、Delay_Resp），产生该告警；超时时间范围和默认值待研究。
- PTSF-lossAnnounce：当PEC-S在指定的超时时间后，仍无法收到PEC-M发来的Announce报文，产生该告警；超时时间（announceReceiptTimeout）的范围和默认值可参考IEEE1588-2008的7.7.3.1节。
- PTSF-unusable：PEC-S接收到的定时信号报文不可用，输入定时信号报文的噪声超出了PEC-S的容忍范围。此时，产生该告警。

当以上告警产生后，此定时信号对应的PEC-M认为不可用或性能不达标，PEC-S需要重新选择别的PEC-M。

PEC-M应支持强制QL值功能，即根据配置值为没有QL信息的定时信号指定其QL值。

其他一些PEC-S上的SSM保护功能还有：

- 时钟源闭锁功能：为了保护下游架构，从时钟从多个候选主时钟中暂时排除某个主时钟；

- 恢复时间WTR: 主时钟恢复后, 需要等到WTR时间到后再切换到主时钟;
- 非返回功能: PEC-S保护切换后, 如果主时钟恢复了, 也不再切换回主时钟;
- QL保持功能: 当主时钟丢失或质量下降时, 如果PEC-S自身有足够的保持性能时, 可以保持向下游发送的QL值不变, 以限制下游切换;
- 输出压制功能: 当PEC-S的所有输入的定时信号都失效时, 可以压制其不再输出定时信号;
- 拖延时间 (Hold-off time): 确保信号失效的短暂激活不通过选择处理。

11.2.4.2 SSM 响应规则

SSM响应规则包括:

— 保持状态下转发SSM质量等级的规则: 在PEC丢失输入定时参考信号且无其他可用定时参考信号时, PEC将进入保持状态, 所有方向的线路和外定时输出信号 (直接导出的除外) 应发送PEC时钟等级的SSM信息。

— 非倒换状态下转发SSM的规则: 当PEC选用的定时参考信号的SSM质量等级发生变化且不引起参考倒换时, 所有方向的线路 (反向发送DNU的除外) 和外定时输出信号 (直接导出的除外) 应发送变化后的SSM质量等级信息。

— 倒换状态下转发SSM的规则: 当PEC选用新的定时参考信号时, 所有方向的线路 (反向发送DNU的除外) 和外定时输出信号 (直接导出的除外) 应发送新选用的定时参考信号的SSM质量等级信息。

— 反向发送DNU的规则: 当PEC选用一个线路作为定时参考信号时, 其对应的反向线路信号应发送QL_DNU的SSM质量等级信息。

当外定时输出信号选择从线路导出且 PEC 选用外定时输入信号作为定时参考信号时, 其对应的反向线路/信号应发送 QL_DNU 的 SSM 质量等级信息。

在反向发送 DNU 规则方面, 应支持绑定端口组的反向 DNU 规则, 即可设置一组线路端口进行绑定, 当选用其中一路线路作为定时参考或外定时导出时, 组内所有线路反向均发送 QL_DNU 的 SSM 质量等级信息。

— 外定时输出信号直接导出的规则: 当外定时输出信号选择从线路导出时, 应发送选用的线路信号的SSM质量等级信息; 当选用的线路信号出现LOS/AIS/OOF告警时, 对于2Mbit/s接口, 应具有在外定时输出信号中插入AIS信号或闭塞的功能; 对于2MHz接口, 应具有闭塞外定时输出信号的功能。

11.2.4.3 SSM 信息处理的延时要求

和物理时钟处理不同, 包传送定时的频率恢复过程较长。因此, 同步设备选择基于包恢复时钟源后, 需要检测锁相环当前状态, 并根据锁相环当前状态发送相应的 SSM 消息给下游设备。如果锁相环当前状态为锁定模式时, SSM 消息携带是所选时钟源的质量等级; 如果为保持模式或自由振荡模式, SSM 消息携带的是本设备的时钟质量等级。

基于包传送定时的 SSM 处理延时包括保持信息延时、非倒换信息延时和倒换信息延时, 具体延时要求待研究。

12 局内定时分配的基本要求

12.1 同步方式

在通信楼内的所有需要同步的各种通信设备原则上都应同步于局内同步网设备。在局内, 其定时分

配采用并行分配方式，以避免定时基准链路或传输链路在局内串接多个业务网元时钟。局内定时分配示意图如图 46 所示。

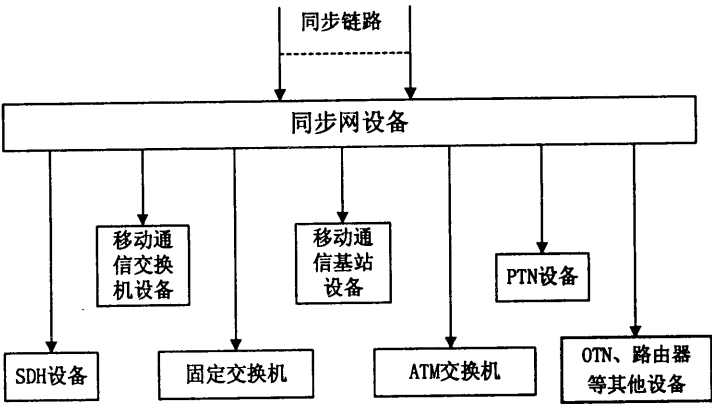


图 46 局内定时分配示意

12.2 被同步设备的同步接口基本要求

本节给出被同步设备的同步接口基本要求，各种被同步设备的同步具体要求参见附录 C。

1) 接口种类

外同步接口种类：

- 2048kbit/s接口；
- 2048kHz接口。

线路同步接口种类：

- 对于PDH传输，为2048kbit/s接口；
- 对于SDH传输，包括各种STM-N接口；
- 对于同步以太传输，包括各种以太网接口。

2) 外同步接口的数目

各种通信设备的外同步接口数目一般至少为 2 个。

3) 外同步接口的要求

— 物理/电气特性

对于2048kbit/s接口，应符合ITU-TG.703-2001第9章的要求。

对于2048kHz接口，应符合ITU-TG.703-2001第13章的要求。

— 功能要求

外同步接口应具有自动或人工倒换的功能。对于 2048kbit/s 接口，其帧结构应符合 ITU-TG.704-1998 第 2.3 节的要求。

— 性能要求

外同步接口的输入抖动容限应满足本标准第 7.4.1.1 节的要求，输入漂移容限应满足本标准第 7.4.2.1 节的要求。

4) 线路同步接口的要求

— 物理/电气（光）特性

对于2048kbit/s接口，应符合ITU-TG.703-2001第9章的要求；其帧结构应符合ITU-TG.704-1998第2.3节的要求。

对于STM-N接口，应符合ITU-TG957的要求。

对于同步以太网接口，应符合IEEE 802.3的要求。

— 功能要求

线路同步接口应具有自动或人工倒换的功能。对于 STM-N 接口，其帧结构应符合 ITU-TG707 的要求。对于同步以太网接口，其帧结构应符合 IEEE 802.3 的要求。

— 性能要求

对于 2048kbit/s 接口，其输入抖动容限应满足本标准第 7.4.1.2 节的要求，输入漂移容限应满足本标准第 7.4.2.2 节的要求。

对于STM-N接口，其输入抖动容限应满足本标准第7.4.1.3节的要求，输入漂移容限应满足本标准第7.4.2.2节的要求。

对于同步以太网接口，其输入抖动容限应满足本标准第7.4.1.4节的要求，输入漂移容限应满足本标准第7.4.2.3节的要求。

广东省网络空间安全协会受控资料

附录 A

(规范性附录)

基于包定时的保护及多域划分

A.1 基于包定时的保护

A.1.1 主时钟保护功能

传统的同步网络，定时的可用性通过使用定时保护技术实现，即到从时钟的定时链路有一条或多条可选的路径；对分组定时架构，从时钟可以“看见”两个或多个主时钟。如图A.1所示。

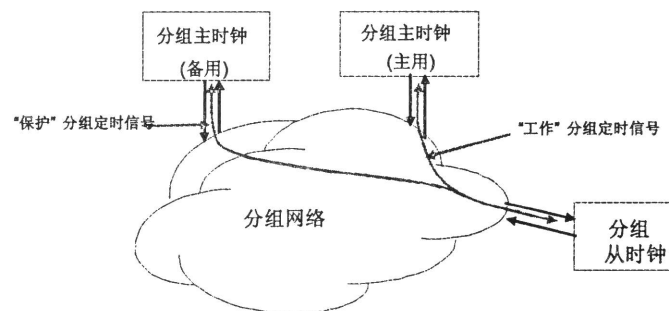


图 A.1 端到端的频率同步定时保护

图A.2为作为BC设备的PTP频率同步设备模型，其中NE2通过从时钟1实例从NE1的主时钟_1实例请求频率服务；同时，它通过本设备的主时钟2实例向NE3和NE4提供频率服务。当发生保护倒换时，NE2可以通过从时钟2或从时钟3实例从NE4或NE3请求频率同步服务，并通过主时钟2向其他设备提供频率同步服务。

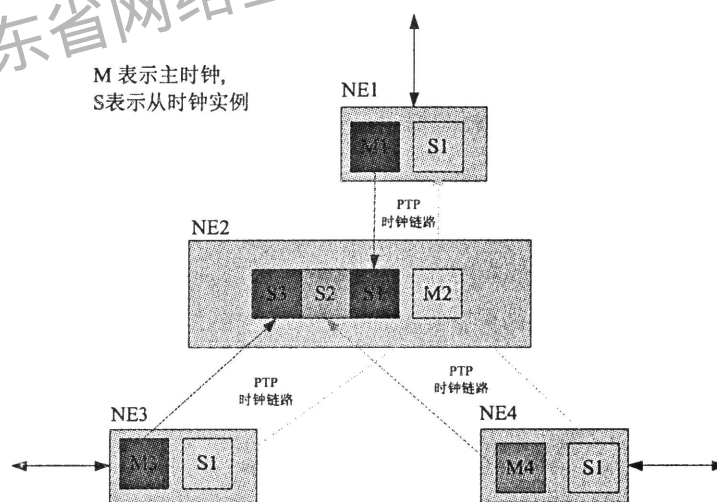


图 A.2 PTP 频率同步 BC 设备模型

对点到点的PTP频率同步或PTP混合频率同步方式，定时保护架构分别如图A.3和图A.4所示，其中NE1, NE2, NE3, NE4为BC或TC设备；在环网中配置主备时钟源用于进行定时保护；这时如果NE设备作为BC，需要配置一个或多个从时钟实例，用于从其他NE获得频率同步服务；同时需要配置一个主时钟实例，用于向其他NE提供频率同步服务。如果NE设备作为TC，则用于补偿频率同步报文经过自身的时间延迟。

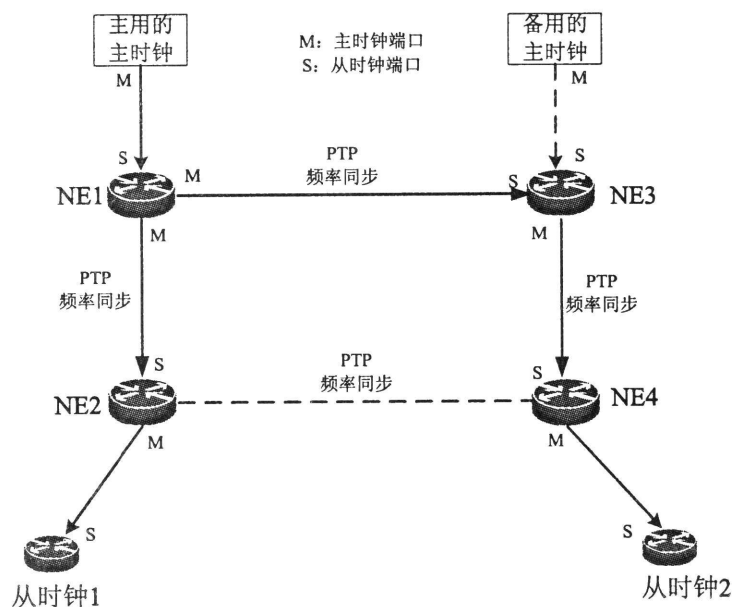


图 A.3 点到点的频率同步定时保护

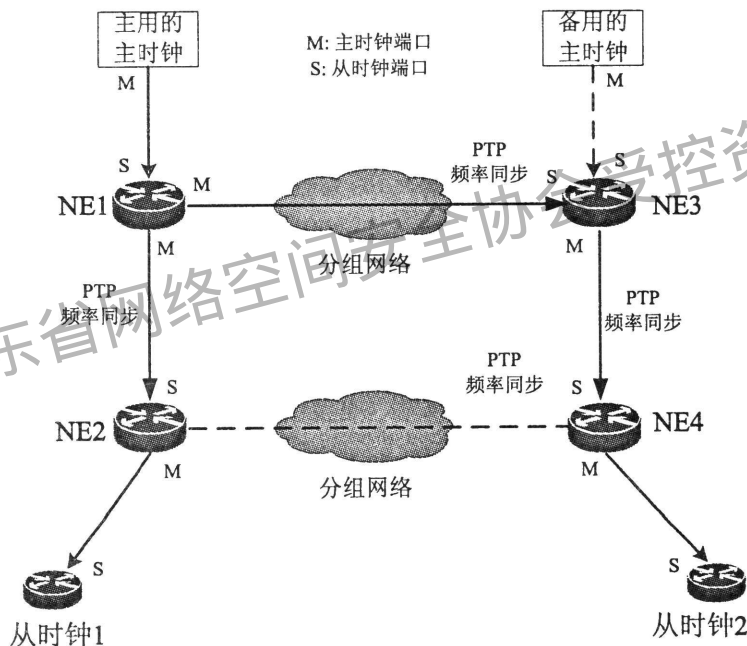


图 A.4 PTP 混合频率同步定时保护

A.1.2 分组主时钟/从时钟选择功能

分组主时钟/从时钟选择功能支持分组参考源选择，具体功能包括：

- 主时钟Lock-Out功能：为了达到保护下游架构的目的，从时钟从候选多个主时钟中暂时排除掉某个主时钟，被排除的主时钟不参与时钟的选择；
- 从时钟WTR功能：如果某个主时钟失效或不可达，从时钟将切换到备用的主时钟。然而，一旦主用主时钟恢复，从时钟不会立即切换到主用主时钟，而需要等待WTR超时后才切换到主用主时钟；
- 从时钟非返回功能：防止从时钟不同的主时钟之间来回切换，即某个主时钟失效或不再可达，从时钟将切换到备用主时钟，如果使能了非返回模式，则从时钟不会切换回主用主时钟；

d) 主时钟的强制可追溯性：在PTP主时钟的入口强制添加一个QL等级来标识外部输入参考源，如图A.5所示。

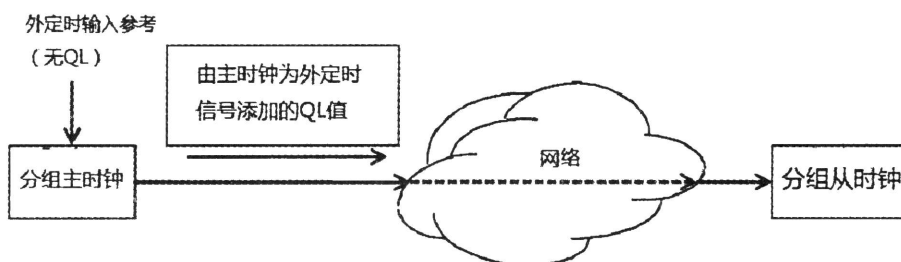


图 A.5 主时钟强制可追溯性功能应用示意

e) 从时钟QL Hold off功能：当丢失参考源时，从时钟可以延迟传递QL给下游网络，以限制下游网络切换，如图A.6所示。

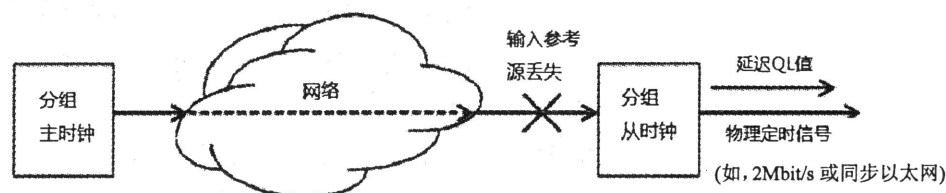


图 A.6 从时钟 QL Hold off 功能应用示例

f) 从时钟输出压制功能：当从时钟提供外部输出同步接口（比如2MHz）时，从时钟应实现压制功能，用来保护下游架构，如图A.7所示。



图 A.7 从时钟输出压制功能应用示例

A.2 分组网络多域

分组网络可能分为多个不同的管理域，定时流的传递应考虑在不同的管理域传递的情况，如图A.8所示。

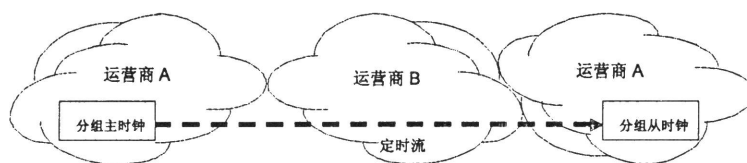


图 A.8 分组同步网络分区示意

这时，中间网络可以作为一个逻辑TC设备，网络的入设备看做逻辑TC设备的入口，网络的出设备看做逻辑TC设备的出口。即在中间网络的入设备和出设备之间事先实现同步，当PTP报文到达入设备时，在PTP报文中携带入设备的入口时间戳；当此PTP报文到达出设备时，则记录下出设备的出口时间戳，两个时间戳之差，即为网络内部的引入的时延，最后根据网络时延修正PTP报文的correctionField字段，并发送到下一级设备。

附录 B

(资料性附录)

IWF 功能及应用

B.1 IWF功能要求

B.1.1 概述

根据分组网络定时和同步的基本需求分析,在分组网络的定时要求主要体现在与TDM网络的互通方面,作为不同网络之间的互通功能模块IWF,其是实现分组网络同步功能的关键。本报告首先对IWF的功能要求进行详细说明,包括IWF在网络中的功能定位、IWF的分层结构、IWF实现CES的功能要求以及IWF实现网络定时的功能要求。

B.1.2 IWF功能定位

IWF主要功能是完成TDM网络与分组网络之间数据的转换,如图B.1所示。

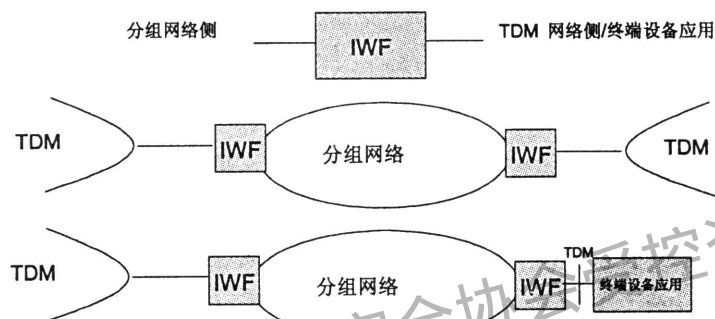


图 B.1 网络中的 IWF

在一些应用中,IWF可能还会改变承载定时的网络层次(即从分组包层到物理层或从物理层到分组包层),如图B.2所示。IWF的一些应用示例见附录B。

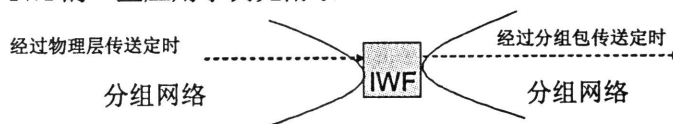


图 B.2 IWF 改变承载定时的网络层次

B.1.3 IWF分层结构

从功能上来看,IWF 可以分为两层结构,包括 CES IWF 层和 PNT IWF 层,如图 B.3 所示。其中“CES IWF”负责业务时钟域的同步,“PNT IWF”负责网络时钟域的同步。

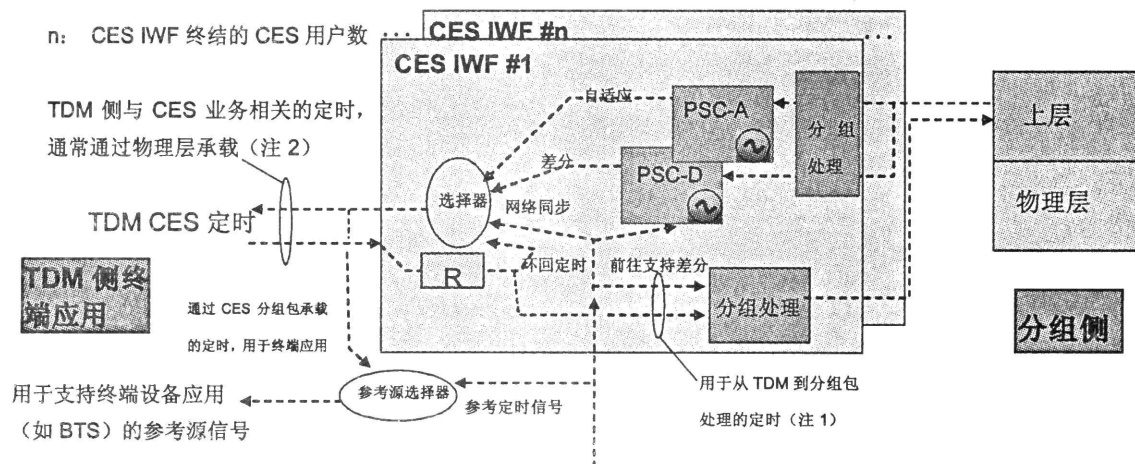
CES IWF 的功能要求包括以下两个方面:

- a) 从分组网络到 TDM 网络方向,恢复业务定时;
- b) 从 TDM 网络到分组网络方面,提供发往分组网络 CES 分组包的定时。

CES IWF 中恢复业务定时的包括:

- a) 网络同步法;
- b) 差分法;
- c) 自适应法;
- d) 在 TDM 终端设备获取参考时钟。

业务时钟域



注 1: 此定时驱动输出分组的产生，并形成用于产生自适应或差分法定时消息的基准

注 2: 在 IWF 由网络时钟控制的情况下，一些 CES 流也可承载网络定时。这些 CES 流可以在网络时钟域中由 PEC 处理。在 IWF 被不同运营商（向其它运营商提供传输服务）拥有的情况下，这些 CES 流作为其他 TDM 业务在业务域由 PSC 处理。

图 B.4 CES IWF 时钟功能示意图

从同步的角度来看，在 CES IWF 的 TDM 侧，在发送方向上主要根据规范要求（如抖动和漂移限值）产生同步的物理层，在接收方面则根据适当的抖动和漂移容限要求恢复定时。

在 CES IWF 的分组侧，同步功能关系到“用户数据”的分组包。例如，在分组到 TDM 方向，在采用自适应法的情形下，将基于分组包到达间隔时间采用某种过滤算法（PSC-A 负责处理这个功能）恢复 TDM 业务定时。

CES IWF 中的“R”功能块用于 TDM 定时的再生：此定时信号可以用于环回定时，也可用于在 TDM 到分组方向上控制分组流（例如，产生用于差分法的定时消息）。另外，“分组处理”功能块负责产生支持差分法的定时消息（同时需要网络时钟和 TDM 定时），并负责产生速率与 TDM 定时直接相关的分组包（对各种方法均有效）。

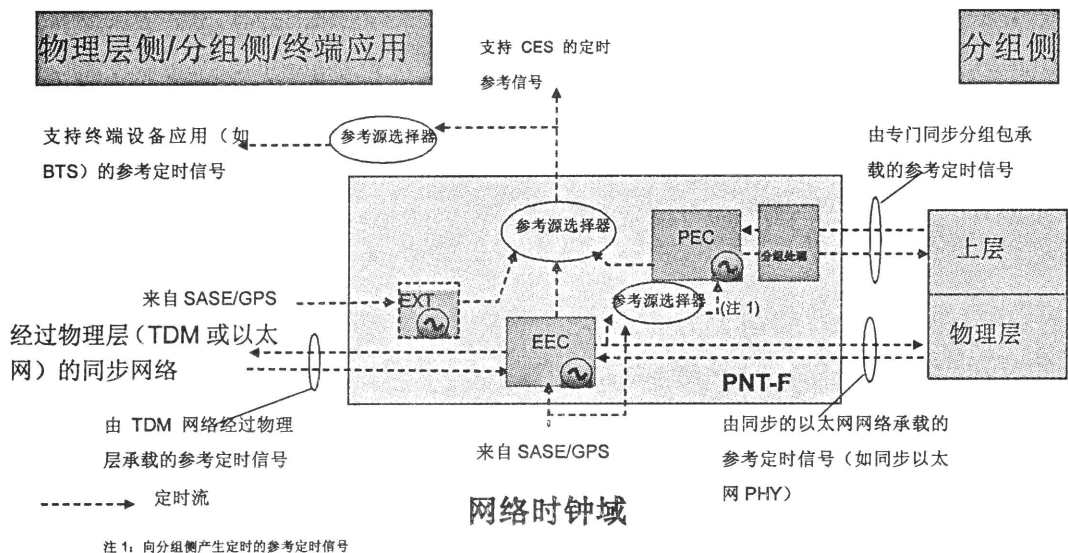
B.2.2 PNT -F 时钟功能要求

图 B.5 给出了支持通过分组网络进行参考定时分配的 PNT-F 的时钟功能示意图。

图 B.5 给出了三种 PNT 时钟：

- a) PEC: 通过专用分组包恢复和发送网络定时的时钟。
- b) EEC: 支持通过同步以太网（ITU-T G8262）承载定时的时钟。
- c) EXT: 来自外部参考信号的定时（如 SASE/GPS）。

PEC 和 EEC 均用于处理网络时钟，一般应具备保持功能。从网络同步的角度来看，一般每个设备对应一个时钟，每个网络对应一个频率。需要注意的是，PSC-A 和 PEC 均基于自适应方法，具有相似的实现机制，但是在应用要求方面存在差异，PSC-A 用于恢复业务时钟，而 PEC 则用于发送和恢复网络时钟。另外，PSC-A 应该只终结定时分配（其为下一步 TDM 流的产生考虑 TDM 业务定时恢复），而 PEC 主要作为一个定时分配链路中的一部分。有关 PEC 的详细要求有待进一步研究。



注 1：图中可能未能表示出 PNT 内不同模块间的所有互联关系。（1588 恢复频率可能可以给 EEC 作为参考源）对于 EEC 的定时选择功能加一个节内容。

注 2：在定时只通过 TDM（如 SDH）进行承载的情况下，在 PNT 中可能基于相应的建议实现其他时钟，如基于 ITU-T G813 的 SEC 时钟。

图 B.5 PNT-F 中的时钟功能示意图

外时钟可以基于其他相关的 ITU-T 规范（例如，ITU-T G.812, G.813）。需要指出的是，根据网络应用，IWF 可能只需要实现图 4 中所示的部分功能。例如，当在 PNT 中存在其他时钟（如 EEC）时，可以通过这些时钟接收外参考信号供系统使用，因此可以不需要专门的外时钟。

图 B.4 中给出的输出参考定时信号也可以通过 CES 信号进行承载。恢复得到的定时信号可以按一个外参考接口（符合 ITU-T G.703 的要求）的方式获取或者通过内部连至系统时钟（在这种情况下，IWF 集成到使用此定时参考信号的终端应用设备中）。

B.3 IWF应用分析

为了便于理解图 B.6 和图 B.7 表示的网络模型，本附录给出了 IWF 的一些应用示例。

图 B.6 给出了基于网络同步方法的 TDM 业务时钟恢复。在本例子中，参考定时信号（网络时钟）从接入到 PRC（如 GPS）的 PNT IWF 向分组网络边缘的 PNT/CES IWF 进行分配（例如，通过同步以太网）。TDM 业务定时从此网络时钟中提取（即同步网络方法）。

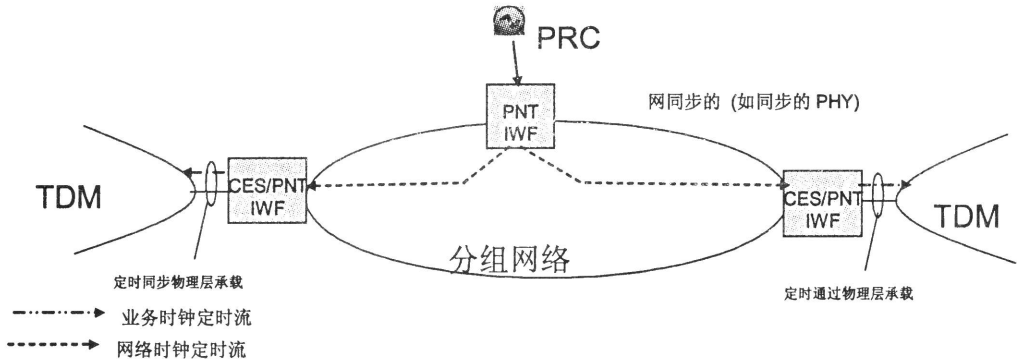


图 B.6 基于网络同步方法的定时恢复示例

图 B.7 表示基于差分法的业务时钟恢复。在此例子中，PNT IWF 将参考定时信号分配到 CES/PNT IWF，用于实现差分法（定时流从左侧 IWF 到右侧 IWF 表示差分信息通过定时消息进行分配）。

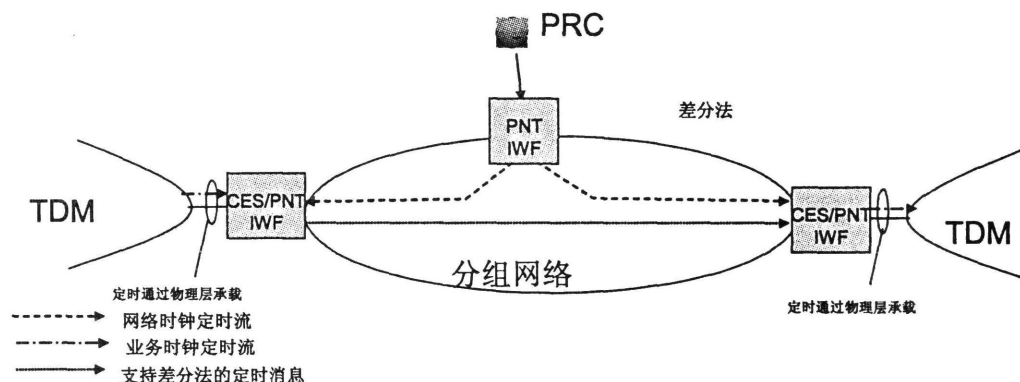


图 B.7 基于差分法的定时恢复示例

图 B.8 给出了采用自适应法的业务时钟恢复的示例。在这种情况下，不需要参考定时信号（事实上图中未标示 PNT IWF）。

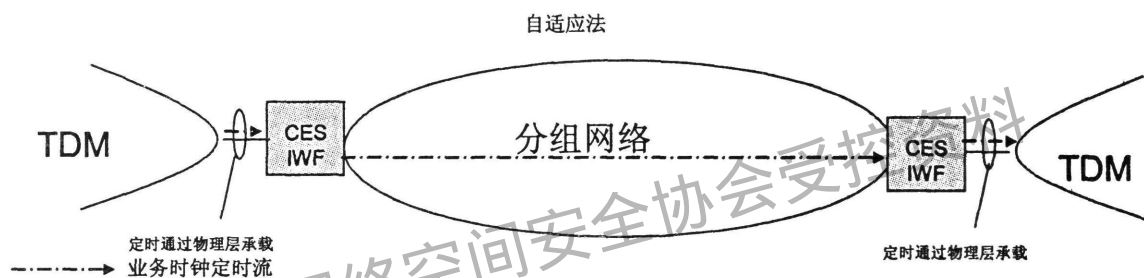


图 B.8 基于自适应法定时恢复示例

图 B.9 给出了一个接入 PRC 的 PNT IWF，其通过分组网络（如通过同步以太网）向其他分组网络边缘侧的 PNT IWF 分配参考定时信号。在图示例子中，右侧 IWF PNT 支持终端设备的定时要求。一个典型的例子是支持 GSM BTS 的定时要求（例如，无线接口的 50ppb）。

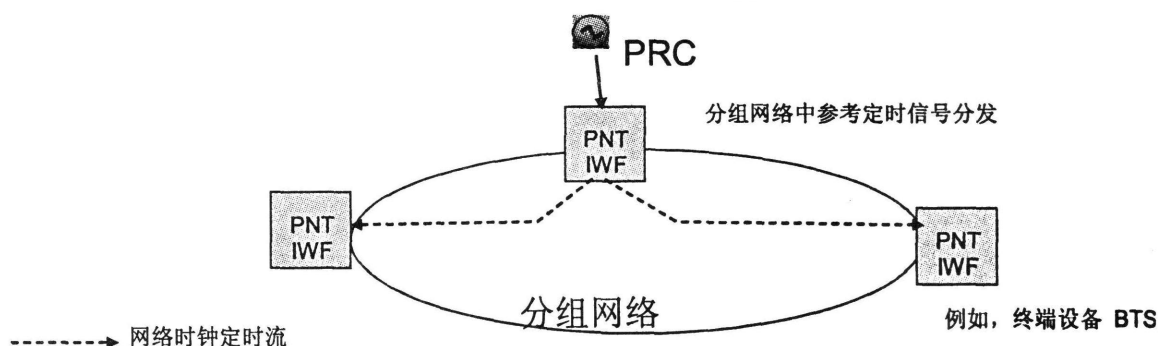


图 B.9 IWF PNT 之间的参考定时分配

附录 C
(资料性附录)

分组网络环境下各种通信设备的同步要求

C.1 传统网络设备的同步要求

传统网络设备包括各种交换机设备、SDH/MSTP 等传统传输设备。
传统网络设备的同步要求参见 YD/T 1267-2003。

C.2 分组网络设备的同步要求

分组网络设备包括PTN、OTN、路由器等。
PTN设备均应接入同步运行，其同步功能及性能要求应满足第11章的要求。
OTN设备的同步方式包括同步工作方式和异步工作方式两种。对于同步工作方式，其应接入同步运行，其同步功能及性能要求应满足第11章的要求；对于异步工作方式，对于同步没有具体要求。
路由器设备的同步方式包括同步工作方式和异步工作方式两种。对于同步工作方式，其应接入同步运行，其同步功能及性能要求应满足第11章的要求；对于异步工作方式，对于同步没有具体要求。

C.3 移动通信基站的同步要求

不同无线网络技术对频率同步的要求如表C.1所示。

表 C.1 不同无线网络技术对频率同步的要求

	GSM/W-CDMA	CDMA 2000	TD-SCDMA	移动 WiMax	LTE-FDD	LTE-TDD
频率稳定度	±50 ppb ~ ±250ppb	±50ppb~± 250ppb	±50ppb~ ±250ppb	±15ppb	±50ppb~ ±250ppb	±50ppb~ ±250ppb
频率准确度	±50 ppb ^a ±250ppb ^b	±50 ppb ^a ±250ppb ^b	±50 ppb ^a ±250ppb ^b	±15ppb	±50 ppb ^a ±250ppb ^b	±50 ppb ^a ±250ppb ^b
a 适用于公共无线网络。						
b 适用于 Femtocel（飞蜂窝）以及住宅用基站。						
注：ppb 为 10 ⁻⁹ （美法标准）或 10 ⁻¹² （英、德标准）						

无线通信系统基站的同步可采用以下几种同步方式：

- 在传输系统到达基站的情况下，可以通过传输网元外同步输出接口向基站提供定时基准信号；若传输系统通过具有物理层同步的业务信号（如 SDH 的 STM-N 或 PTN 的以太网接口）与基站连接时，基站也可直接从互连的业务信号码流中获取直接频率定时；基站也可基于 PTP 报文恢复频率定时。
- 如果基站设备无外同步输入接口且无与传输系统互连的具有物理层同步的业务接口时，可利用 2Mbit/s 业务中取得定时基准信号，但要求此 2Mbit/s 业务满足下列要求之一：
 - 对于 SDH 系统或 SDH/PDH 混传系统，在 SDH 侧对 PDH 支路 2Mbit/s 信号进行再定时；
 - 对于 PTN 系统，2Mbit/s CES 业务采用网络时钟的方式恢复时钟。
- 当传输系统没有到达基站且 PDH 2Mbit/s 业务未采用再定时方式或 CES 业务部不支持网络定时方式时，在基站可考虑设置卫星定位系统接收机（GPS+北斗）。
- 当基站与 MSC 之间为 PDH 或实线传输时，基站设备直接从 2Mbit/s 业务中取得定时基准信号。

广东省网络空间安全协会受控资料

中 华 人 民 共 和 国
通 信 行 业 标 准
基于分组网络的频率同步网技术要求
YD/T 2551-2013

*

人民邮电出版社出版发行
北京市崇文区夕照寺街 14 号 A 座
邮政编码：100061
宝隆元（北京）印刷技术有限公司印刷
版权所有 不得翻印

*

开本：880 × 1230 1/16 2013 年 5 月第 1 版
印张：4 2013 年 5 月北京第 1 次印刷
字数：103 千字

15115 · 250

定价：45 元

本书如有印装质量问题，请与本社联系 电话：(010)67114922