

**YD**

# 中华人民共和国通信行业标准

YD/T 1420-2005

---

## 基于 2048kbit/s 系列的数字网 抖动和漂移技术要求

Technical requirements for jitter and wander  
in digital networks based on 2048kbit/s hierarchy

2005-12-26 发布

2006-03-01 实施

---

中华人民共和国信息产业部 发布

目 次

前 言..... III

1 范围..... I

2 规范性引用文件..... I

3 定义..... I

4 缩略语..... 2

5 业务接口的网络限值..... 3

6 同步接口的网络限值..... 6

7 网络接口的抖动和漂移容限..... 12

附录 A (规范性附录) 导出同步网络限值的网络模型..... 17

附录 B (规范性附录) 网络漂移参考模型和参数..... 21

附录 C (资料性附录) SDH 传送网的漂移限值考虑..... 24

附录 D (资料性附录) 输出漂移测量方法..... 28

附录 E (资料性附录) 设备接口输入抖动和漂移容限的测量参考..... 31

## 前 言

本标准与国际电信联盟电信标准部门 (ITU-T) 建议 G823 的一致性程度为非等效。

本标准与 ITU-T 建议 G823 相比主要变化如下：

— 在第 1 章范围中，根据我国标准化工作导则的有关规定进行了修改。

— 在第 6 章中对不同同步接口对应的速率进行了说明，并在第 6.2 节中增加了引用 G825 中有关 STM- $N$  接口抖动网络限值的要求。

— 在第 7 章中，第 7.2 节中按不同的同步接口引用不同的文件，并增加了引用 G825 中关于 STM- $N$  接口输入抖动容限的要求。

附录 A 和附录 B 为规范性附录。

附录 C、附录 D 和附录 E 为资料性附录。

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：信息产业部电信研究院

本标准主要起草人：胡昌军 张海懿 徐一军 汪建华 邓忠礼 张佰成 赵文玉

# 基于 2 048kbit/s 系列的数字网抖动和漂移技术规范

## 1 范围

本标准规定了用于控制基于2 048kbit/s系列的准同步数字体系（PDH）网络的网络节点接口（NNI）和用户网络接口（UNI）处抖动和漂移的相关参数及其限值。

本标准还规定了用于控制基于2 048kbit/s系列的同步网络的网络节点接口（NNI）处抖动和漂移的相关参数及其限值。

本标准适用于与所采用的传送技术（如PDH、SDH或ATM网络）无关的各种业务接口。

符合本标准规定的抖动和漂移网络限值的同步网，适用于SDH、公众交换电话网（PSTN）等网络的同步。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包括勘误的内容）或修订版均不适用于本标准，然而，鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

YDN 029-1997	在 PDH 网络中传送 SDH 单元——帧与复用结构以及设备的功能描述
YD/T 900-1997	SDH 设备技术要求——时钟
YD/T 1012-1999	数字同步网节点时钟系列及其定时特性
ITU-T 建议 G.703	数字系列接口的物理/电气特性，1998 年
ITU-T 建议 G.707	同步数字网络（SDH）的网络节点接口，2000 年
ITU-T 建议 G.783	SDH 设备功能块特性，2000 年
ITU-T 建议 G.803	基于 SDH 的传送网结构，2000 年
ITU-T 建议 G.810	同步网的概貌和术语，1996 年
ITU-T 建议 G.811	基准时钟的定时特性，1997 年
ITU-T 建议 G.822	国际数字连接中控制的滑动速率目标，1988 年
ITU-T 建议 G.824	基于 1544kbit/s 系列的数字网中抖动和漂移的控制，2000 年
ITU-T 建议 G.825	基于 SDH 的数字网络中抖动和漂移的控制，2000 年
ITU-T 建议 O.150	对数字传输设备性能测量的仪表的通用要求，1996 年
ITU-T 建议 O.171	基于 PDH 的数字系统的定时抖动和漂移测量设备，1997 年
ITU-T 建议 O.172	基于 SDH 的数字系统的定时抖动和漂移测量设备，2001 年

## 3 定义

在本标准中定义了以下一些术语，其它与同步网相关的定义见ITU-T建议G.810，同步网络结构原理在ITU-T建议G.803中进行描述。

在本标准中使用的漂移参考模型见附录 A 和 B。

### 3.1 同步的接口

这些接口的输出信号频率能够正常溯源到 PRC。

3.2 异步的接口

这些接口的输出信号频率不能正常溯源到 PRC，但它的频偏要求满足 ITU-T 建议 G.703 的规定。

3.3 业务接口

这些接口可以是同步的也可以是异步的，在本标准中用最大相对时间间隔误差（MRTIE）来规范网络的抖动和漂移限值。本标准中也规范了输入抖动和漂移容限，这种接口分类可以进一步划分如下：

- a) 不能也不需要提供同步的接口。例如符合 ITU-T 建议 G.703 仅支持 34 368 或 13 9264kbit/s PDH 信号的接口；
- b) 不能提供特定同步性能等级的接口，但可以用来为其它网元如终端设备、远端集线器等提供定时。例如，基于 SDH 系统进行传送的 PDH 信号包括 2 048、34 368、13 9264kbit/s 等可能会受到指针调整的影响，因此 ITU-T 建议 G.803 建议这些接口不用于同步。
- c) 能够提供特定同步性能等级的接口，在这种情况下可以被定义为同步接口。例如 2 048kbit/s 速率的同步接口。这些接口还包括 YDN 029-1997 中规定的使用通用帧结构的 PDH 速率接口。

3.4 同步接口

这些接口是同步的，网络漂移限值用本标准中给定的最大时间间隔误差（MTIE）和时间偏差（TDEV）参数来规范。时钟设备端口输入抖动和漂移容限在其它建议中规范（参见 7.2 节）。

4 缩略语

本标准使用以下缩略语。其它与同步网有关的缩略语在 ITU-T 建议 G.810 中提供。

ATM	Asynchronous Transfer Mode	异步传递（转移）模式
AU- <i>n</i>	Administrative Unit, level <i>n</i>	第 <i>n</i> 阶管理单元
CLK	Clock	时钟
CMI	Coded Mark Inversion	传号反转码
ITU-T	International Telecommunication Union -Telecommunication standardization sector	国际电联（电信标准部门）
LPF	Low-Pass Filter	低通滤波器
MRTIE	Maximum Relative Time Interval Error	最大相对时间间隔误差
MS-AIS	Multiplex Section Alarm Indication Signal	复用段告警指示信号
MTIE	Maximum Time Interval Error	最大时间间隔误差
NE	Network Element	网元
NNI	Network Node Interface	网络节点接口
PDH	Plesiochronous Digital Hierarchy	准同步数字体系
pk-pk	peak-to-peak	峰峰
PLL	Phase Locked Loop	锁相环
ppm	parts per million	百万分之一
PRBS	Pseudo-Random Binary Sequence	伪随机序列
PRC	Primary Reference Clock	全国基准时钟
PSTN	Public Switched Telephone Network	公众交换电话网
RMS	Root Mean Square	均方根

RTIE	Relative Time Interval Error	相对时间间隔误差
SDH	Synchronous Digital Hierarchy	同步数字体系
SEC	SDH Equipment Clock	SDH 设备时钟
SSU	Synchronization Supply Unit	同步供给单元
STM- <i>N</i>	Synchronous Transport Module, level <i>N</i>	第 <i>N</i> 阶同步传送模块
TDEV	Time DEVIation	时间偏差
TIE	Time Interval Error	时间间隔误差
TU- <i>m</i>	Tributary Unit, level <i>m</i>	第 <i>m</i> 阶支路单元
UI	Unit Interval	单位间隔
UIp-p	Unit Interval, peak-to-peak	单位间隔, 峰峰值
UNI	User Network Interface	用户网络接口
UTC	Coordinated Universal Time	协调世界时
VC- <i>n</i>	Virtual Container, level <i>n</i>	<i>n</i> 阶虚容器

## 5 业务接口的网络限值

### 5.1 业务接口的输出抖动网络限值

本节所给定的限值表示在一个数字网络内接口处允许的最大抖动。当使用规定的测量滤波器在60s间隔内测得的抖动不应超过表1规定的限值。

网络限值与输入容限有密切的关系,因此本节中使用的抖动测量滤波器的截止频率与7.1节中使用的抖动容限模板的拐角频率的值相同。ITU-T建议G.825的附录I对于这种关系有更进一步的说明。

表1中给定的限值应当满足所有的运行条件,而且与该接口相连的设备数量无关。一般来说,这些网络限值与所有设备的输入端口应提供的最小抖动容限是一致的。

表1 业务接口处最大允许的抖动

接口 (kbit/s)	测量带宽, -3 dB 频率点 (Hz)	峰峰值 (UI <sub>pp</sub> ) (注3)
64 (注1)	20 ~ 20 k	0.25
	3 k ~ 20 k	0.05
2 048	20 ~ 100 k	1.5
	18 k ~ 100 k (注2)	0.2
8 448	20 ~ 400 k	1.5
	3 k ~ 400 k (注2)	0.2
34 368	100 ~ 800 k	1.5
	10 k ~ 800 k	0.15
139 264	200 ~ 3.5 M	1.5
	10 k ~ 3.5 M	0.075

注1: 仅适用于同向接口。

注2: 在一个运营商的网络中,对于2 048kbit/s和8 448kbit/s接口,高通截止频率可以分别规定为700Hz(替代18kHz)和80kHz(替代3kHz)。但是,在不同运营商网络的接口处,表中的值是适用的,除非所涉及的运营商同意采用别的方案。

注3:

64kbit/s:	1 UI = 15.6μs
2 048kbit/s:	1 UI = 488ns
8 448kbit/s:	1 UI = 118ns
34 368kbit/s:	1 UI = 29.1ns
139 264kbit/s:	1 UI = 7.18ns

在数字接口测量输出抖动的功能描述见ITU-T建议O.172。

表1的高通测量滤波器有一阶特性，并按20dB/10倍频程滚降。低通测量滤波器有最大平坦的Butterworth特性，并按-60dB/10倍频程滚降。对于抖动测量函数的频率响应的进一步规范，如测量滤波器精度和附加的允许滤波器极性，参见ITU-T建议O.172。

符合ITU-T建议O.172和O.171的仪表分别适于测量SDH和PDH系统的抖动。

注：ITU-T建议O.172包含了用于测量具有PDH速率的SDH支路的测试仪表规范，其要求比那些仅与PDH系统有关的测试仪表要求更加严格。因此，用于SDH系统中PDH接口的测量仪表应该符合ITU-T建议O.172的规定。

5.2 业务接口的输出漂移网络限值

本节所给定的MRTIE限值适用于同步和异步的PDH接口，参考网络配置分别参见图B.1和图B.2。对于异步接口，除了下列几节所规范的漂移之外，其频偏允许在ITU-T建议G.703中所规范的限值范围内。

在同步的网络内，节点处的数字设备应当能够容忍输入信号上叠加一定范围的相位偏移，即在正常的同步条件下不会产生业务损伤。

然而，需要指出的是，若网络中存在某些性能劣化、故障条件、维护动作和其它事件，输入信号与终端设备的内部定时信号之间的相位差可能会超过设备的抖动和漂移容限，从而导致异常事件如滑动或突发比特误码的产生。

另外，当一个节点与一个独立同步的网络相连时（或者其全国网络采用准同步方式运行），输入信号与终端设备的内部定时信号之间的相位差会最终超过设备的抖动和漂移容限，在这种情况下，可能会导致异常事件如滑动或突发比特误码的产生。由这种机制产生的最大允许长期平均受控滑动速率源自ITU-T建议G.811定义的时钟性能，即70天内的滑动不超过一次。

注：在下列几节中定义的漂移规范与附录C中描述的SDH网络传送环境下的网络限值导出方法是一致的。

对MTIE、MRTIE和TDEV参数的漂移测量要求（如采样时间和测量间隔）、10Hz漂移测量滤波器特性和测量输出漂移的功能描述见ITU-T建议O.172。

符合ITU-T建议O.172的仪表适用于漂移参数的测量。

用于测量MRTIE参数的测量方法见附录D。

5.2.1 2 048kbit/s 接口输出漂移限值

在2 048kbit/s网络接口处的最大漂移应当不超过表2给定的按MRTIE来规定的限值，合成的整体规范曲线如图1所示。

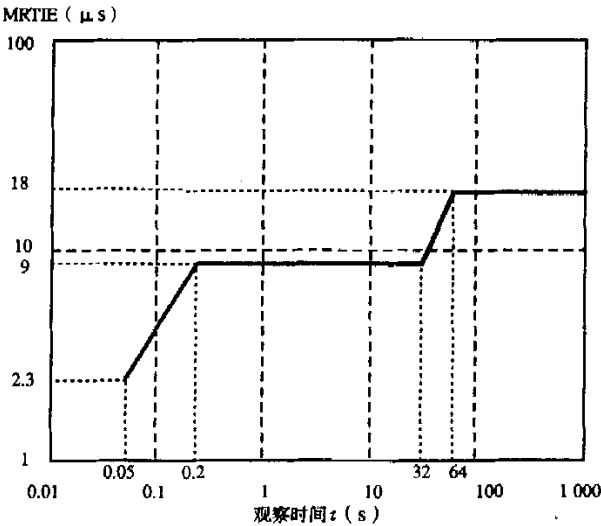


图1 2 048kbit/s 接口输出漂移限值

表2 2 048kbit/s 接口输出漂移限值

观察时间 $\tau$ (s)	MRTIE 要求 ( $\mu$ s)
$0.05 < \tau \leq 0.2$	$46 \tau$
$0.2 < \tau \leq 32$	9
$32 < \tau \leq 64$	$0.28 \tau$
$64 < \tau \leq 1\,000$ (注)	18

注：对于异步配置（参见图B.1），需要考虑的最大观察时间是80s

5.2.2 34 368kbit/s 接口输出漂移限值

在34 368kbit/s网络接口处的最大漂移应当不超过表3给定的按MRTIE来规定的限值，合成的整体规范曲线如图2所示。

注： 34 368kbit/s信号构成符合YDN 029-1997。

表3 34 368kbit/s 接口输出漂移限值

观察时间 $\tau$ (s)	MRTIE 要求 ( $\mu$ s)
$0.05 < \tau \leq 0.073$	$14 \tau$
$0.073 < \tau \leq 2.5$	1
$2.5 < \tau \leq 10$	$0.4 \tau$
$10 < \tau \leq 80$	4

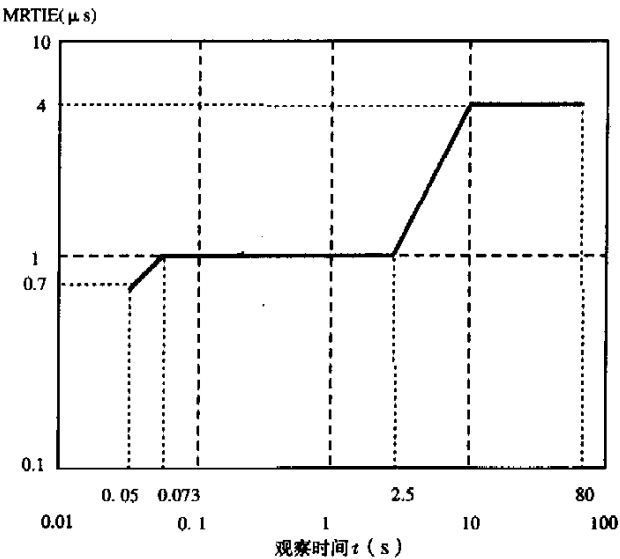


图2 34 368 kbit/s 接口输出漂移限值

5.2.3 139 264kbit/s 接口输出漂移限值

在13 9264kbit/s网络接口处的最大漂移等级应当不超过表4给定的按MRTIE来规定的限值，合成的整体规范曲线如图3所示。

注： 139 264 kbit/s信号构成符合YDN 029-1997。

表4 139 264kbit/s 接口输出漂移限值

观察时间 $\tau$ (s)	MRTIE 要求 ( $\mu$ s)
$0.05 < \tau \leq 0.15$	$6.8 \tau$
$0.15 < \tau \leq 2.5$	1
$2.5 < \tau \leq 10$	$0.4 \tau$
$10 < \tau \leq 80$	4



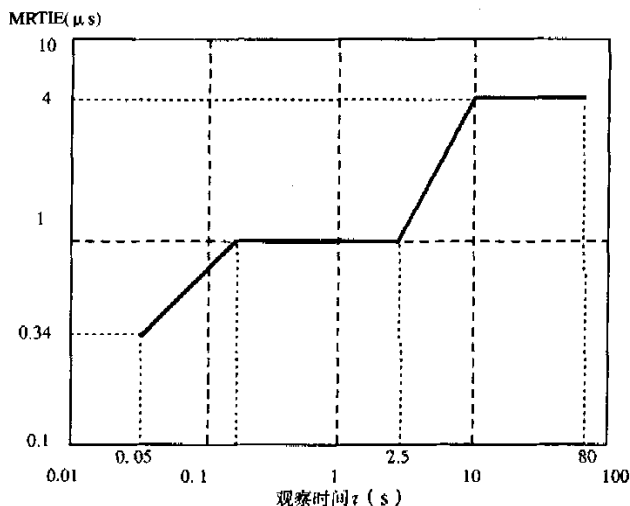


图3 139 264kbit/s 接口输出漂移限值

## 6 同步接口的网络限值

在附录 B 中,根据在同步网络中位置的不同,定义了 4 种不同的同步接口,分别为 PRC 输出的同步接口、SSU 输出的同步接口、SEC 输出的同步接口、PDH 分配输出的同步接口。另外,从接口速率上看,对于在 PRC 输出的同步接口,又有 2 048kbit/s 和 2 048kHz 两种接口;对于在 SSU 和 SEC 输出的同步接口,有 2 048kbit/s、2 048kHz 和 STM-N 3 种接口;对于在 PDH 定时分配输出的同步接口,只有 2 048kbit/s 一种接口。

同步接口的网络限值规范主要用于反映同步网络中抖动和漂移在最坏情况下累积的理论分析结果,这些值用于规范同步设备的容限要求。

然而,在实际网络中应该可以通过测量来证实某个特定接口的抖动和漂移是否超过规定的限值。同步接口在网络同步链中的位置决定其相对于网络限值可以期望有多少富余度。如图 B.3 所示,SSU 可以通过 SDH 或 PDH 分配接收到定时信息,在这些分配链输出端的网络限值代表了 SSU 在它的输入端可能接收到的抖动和漂移值。由于 PDH 接口比 SDH 的  $N$  阶同步传送模块 (STM-N) 接口容许出现更大的抖动,因此 PDH 分配输出端的网络限值代表了 SSU 在它的输入端应该容忍的最坏值。

SEC 的抖动和漂移容限应当 (至少) 是同步链中最后一个 SEC 输入端的抖动和漂移值。因为同步链中最后一个 SEC 对 SEC 输出端网络限值 (也就是在同步链中最后一个 SEC 输出端的抖动和漂移值) 的贡献很小,因此在 SEC 输出接口的网络限值可以用来作为 SEC 的抖动和漂移容限要求。

### 6.1 同步接口的输出抖动网络限值

定时信号的最大允许高频噪声分量通过网络抖动限值进行规定,这些网络限值与时钟设备输入端口要求提供的最小抖动容限相匹配。一般而言,抖动性能与具体的接口类型是相关的。表 5 给出了 2 048kbit/s 和 2 048kHz 同步接口的抖动网络限值,对于 STM-N 同步接口的抖动网络限值,参见 ITU-T 建议 G.825 的 5.1 节。必须强调的是,在所有运行条件下,这些网络限值都应得到满足。

当使用规定的测量滤波器时,在 60s 间隔内测得的抖动不应超过规定的限值。

在数字接口测量输出抖动的功能描述见建议 O.172,与抖动测量有关的进一步要求在 5.1 节中定义。

表5 2 048kbit/s 和 2 048kHz 同步接口的最大允许抖动

输出接口	测量带宽 -3 dB 频率点 (Hz)	峰峰值 (UIpp)
PRC	20 ~ 100	0.05
SSU	20 ~ 100	0.05
SEC	20 ~ 100	0.5
	49 ~ 100	0.2
PDH 同步	20 ~ 100	1.5
	18 k ~ 100	0.2

注：对于 2 048kbit/s 和 2 048kHz 同步接口，UIpp 指的是时钟频率的倒数

6.2 同步接口的输出漂移网络限值

在很低的频率下，同步网络对于漂移是透明的。因此，在同一个节点接收到的两个信号，它们的定时来自同一时钟源，但是由于经过的路径不同，在最坏情况下可能会有相反的相位偏移。因为有关设备受到两个输入端口之间的相差变化影响，因此频率范围的最小漂移容限会高于绝对漂移的网络限值。然而，一个时钟的性能仅仅受到选定的同步输入端口处相位变化的影响，这也就是为什么以下几节的绝对网络限值可以用来直接规范SSU和SEC的漂移容限。

TDEV网络限值通过仿真得到，并且考虑了18μs的漂移预算和ITU-T建议G.822的要求（进一步的信息见附录A）。然而，即使相应的MTIE满足要求，以一天为周期的具有正弦特性的大的日昼漂移也可能导致TDEV的网络限值（在SSU、SEC或PDH接口处）超限，这是因为TDEV参数对漂移的正弦分量不能很好地滤除。

从大量的可用定时特性选择了一个子集，以减少标准化和操作确认的工作量。考虑选定的特性能够提供足够的信息来确保SDH和PSTN网络很好地运行。

MTIE和TDEV参数的漂移测量要求（如取样时间和测量间隔）、10Hz漂移测量滤波器特性和测量输出漂移的功能描述见ITU-T建议O.172。

符合ITU-T建议O.172的仪表适用于漂移参数的测量。

用于测量MTIE参数的方法见附录D。

6.2.1 PRC 接口输出漂移限值

以MTIE表示的PRC输出接口的漂移网络限值见表6，合成的整体规范曲线如图4所示。

表6 MTIE 表示的 PRC 接口漂移的网络限值

观察时间τ (s)	MTIE 要求 (ns)
0.1<τ ≤1 000	25 + 0.275 τ
τ>1 000	290 + 0.01 τ

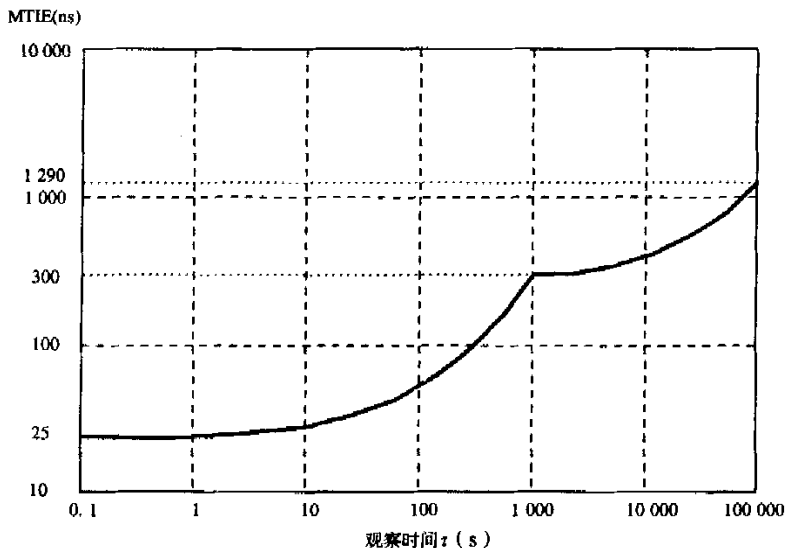


图4 PRC 接口的漂移网络限值 (MTIE)

以TDEV表示的PRC输出接口的漂移网络限值见表7，合成的整体规范曲线如图5所示。

表7 TDEV 表示的 PRC 接口漂移网络限值

观察时间 $\tau$ (s)	TDEV 要求 (ns)
$0.1 < \tau \leq 100$	3
$100 < \tau \leq 1\,000$	$0.03 \tau$
$1\,000 < \tau \leq 10\,000$	30
$10\,000 < \tau \leq 100\,000$	$27 + 0.000\,3 \tau$

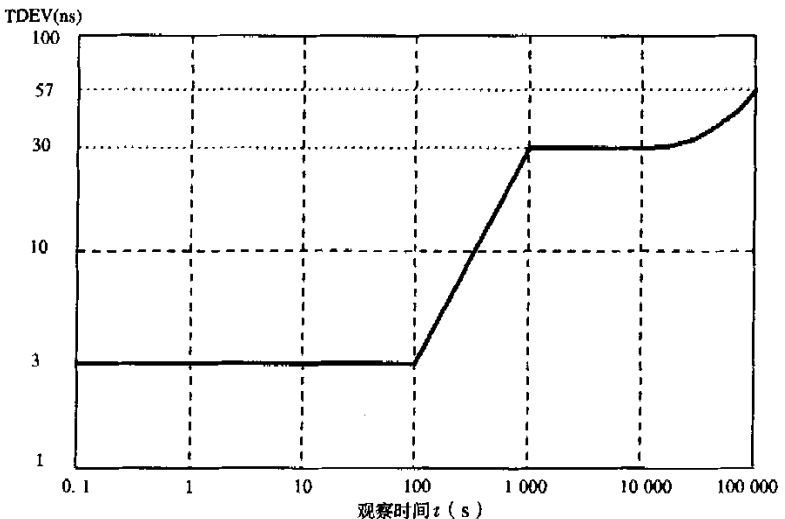


图5 PRC 接口的漂移网络限值 (TDEV)

6.2.2 SSU 接口输出漂移限值

以MTIE表示的SSU输出接口的漂移网络限值见表8，合成的整体规范曲线如图6所示。

注： 这些值是与UTC进行比对的，即它们包含了PRC的漂移。

表8 MTIE 表示的 SSU 接口漂移的网络限值

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

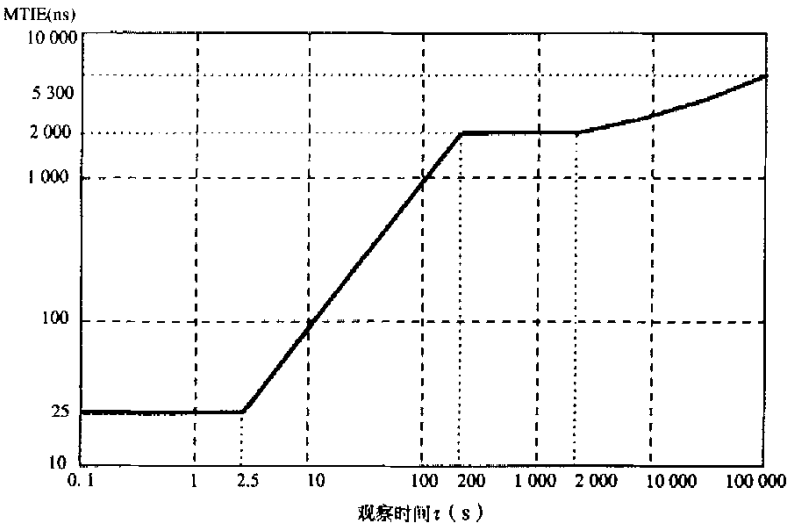


图6 SSU 接口的漂移网络限值 (MTIE)

以TDEV表示的SSU输出接口的漂移网络限值见表9，合成的整体规范曲线如图7所示。

表9 以 TDEV 表示的 SSU 接口漂移网络限值

观察时间 $\tau$ (s)	TDEV 要求 (ns)
$0.1 < \tau \leq 4.3$	3
$4.3 < \tau \leq 100$	$0.7 \tau$
$100 < \tau \leq 1\,000\,000$	$58 + 1.2 \tau^{0.5} + 0.000\,3 \tau$

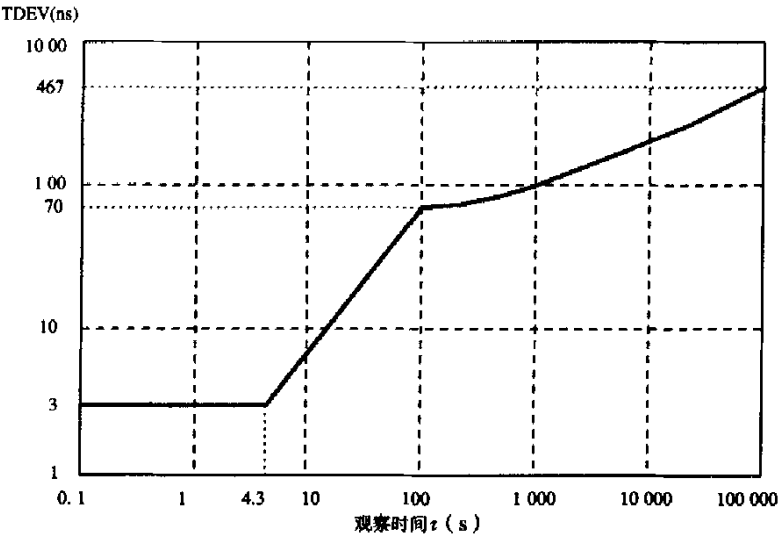


图7 SSU 接口的漂移网络限值 (TDEV)

6.2.3 SEC 接口输出漂移限值

以MTIE表示的SEC输出接口的漂移网络限值见表10，合成的整体规范曲线如图8所示。

注： 这些值是与UTC进行对比的，即它们包含了PRC的漂移。

表10 MTIE 表示的 SEC 接口漂移网络限值

观察时间 $t$ (s)	MTIE 要求 (ns)
$0.1 < \tau \leq 2.5$	250
$2.5 < \tau \leq 20$	$100 \tau$
$20 < \tau \leq 2\,000$	2 000
$\tau > 2\,000$	$433 \tau^{0.2} + 0.01 \tau$

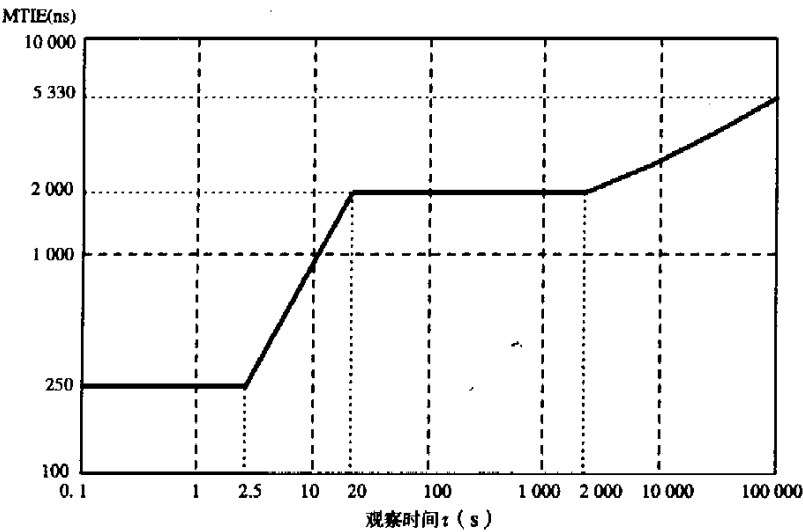


图8 SEC 接口的漂移网络限值 ( MTIE )

以TDEV表示的SEC输出接口的漂移网络限值见表11，合成的整体规范曲线如图9所示。

表11 以 TDEV 表示的 SEC 接口漂移网络限值

观察时间 $\tau$ (s)	TDEV要求 (ns)
$0.1 < \tau \leq 17.14$	12
$17.14 < \tau \leq 100$	$0.7 \tau$
$100 < \tau \leq 1\,000\,000$	$58 + 1.2 \tau^{0.5} + 0.0003 \tau$

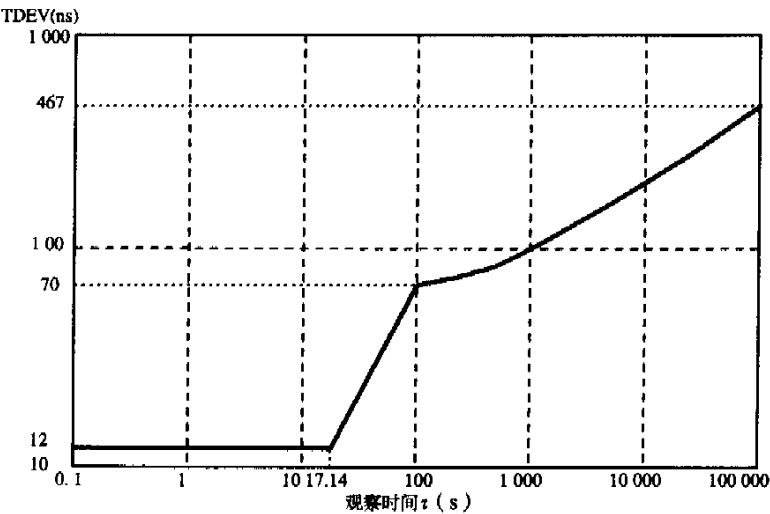


图9 SEC 接口的漂移网络限值 ( TDEV )

## 6.2.4 PDH 同步接口输出漂移限值

以MTIE表示的PDH同步输出接口的漂移网络限值见表12，合成的整体规范曲线如图10所示。

注：对于按照YDN 029-1997成帧的34 368kbit/s或139264kbit/s信号用作同步接口的情况，漂移限值待研究。

表12 MTIE 表示的 PDH 同步接口漂移网络限值

观察时间 $\tau$ (s)	MTIE 要求 (ns)
$0.1 < \tau \leq 7.3$	732
$7.3 < \tau \leq 20$	$100 \tau$
$20 < \tau \leq 2\,000$	2 000
$\tau > 2\,000$	$433 \tau^{0.5} + 0.01 \tau$

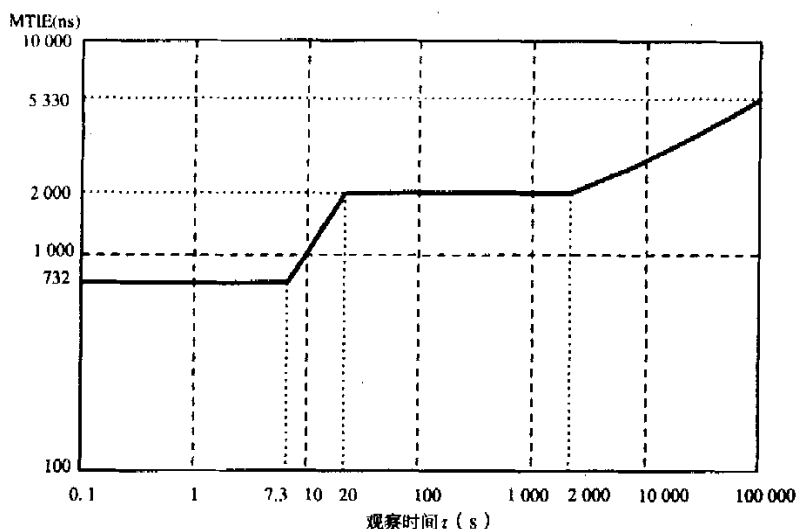


图10 PDH 同步接口的漂移网络限值 (MTIE)

以TDEV表示的PDH同步输出接口的漂移网络限值见表13，合成的整体规范曲线如图11所示。

注：对于按照YDN 029-1997成帧的34 368kbit/s或139 264kbit/s信号用作同步接口的情况，输出漂移限值待研究。

表13 以 TDEV 表示的 PDH 同步接口漂移网络限值

观察时间 $\tau$ (s)	TDEV 要求 (ns)
$0.1 < \tau \leq 48$	34
$48 < \tau \leq 100$	$0.7 \tau$
$100 < \tau \leq 1\,000\,000$	$58 + 1.2 \tau^{0.5} + 0.000\,3 \tau$

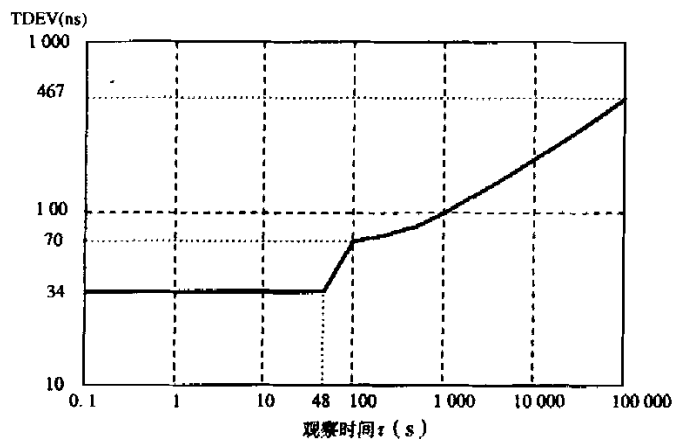


图11 PDH 同步接口的漂移网络限值 (TDEV)

7 网络接口的抖动和漂移容限

7.1 业务接口的抖动和漂移容限

通常，为了保证任何设备可以与网络中适当的接口相连，所有设备类型的输入端口必须能够容忍本节规定的最小限值。

PDH接口的抖动和漂移容限指的是在下列情况下输入端口应能容忍的最低等级的相位噪声。

- a) 不引起任何告警；
- b) 不引起任何滑动；
- c) 不引起任何误码。

设备的所有数字输入端口应当能够容忍具有下列特征的数字信号：

- a) 电特性满足ITU-T建议G.703的要求。
- b) 表14规定范围内的恒定频偏（相对于标称值）。
- c) 对于2 048kbit/s接口，频率变化速度至少为 $1 \times 10^{-6}/\text{min}$ ；对于34 368kbit/s和139 264kbit/s接口，频率变化速度至少为 $0.5 \times 10^{-6}/\text{min}$ 。
- d) 以下几个小节规定的幅度-频率之间的正弦相位变化关系。

无论数字信号的信息内容是什么，原则上这些要求都应当得到满足。然而，对于测试而言，具有抖动和漂移调制的信号内容应当是以下几个小节定义的结构化测试序列。

当规定或评价接口的容限时，需要区分两种设备运行条件：

- a) 非同步运行，这里接收设备与相关的接口具有不同的时钟源。在这种情况下，重要的是设备容忍输入信号相位变化的能力（在时钟恢复电路和同步/去同步器缓冲器方面）。
- b) 同步运行，这里接收设备与相关的接口具有相同的时钟源。在这种情况下，重要的是滑动缓冲器的大小和工作方式。

除非特别声明，以下章节的容限规范同时适用于非同步和同步运行条件。

高于10Hz的峰峰相位幅度规范反映了数字网络中最大允许的抖动大小，然而，低于10Hz的规范限值并不表示实际中可能产生的最大允许漂移。对于低于10Hz的情况，网络限值可以基于下面情况得到：在设备输入端口处指配这种等级的缓冲存储器，使其能够容忍在大多数实际连接中产生的漂移。

为了便于测试，容限要求按照峰峰幅度和调制数字测试图案的正弦抖动频率来规定。需要指出的很重要的一点是，这种测试条件本身并不试图代表实际网络中产生的抖动类型。

输入抖动和漂移容限的测量装置要求参考见附录E。

符合ITU-T建议O.171的仪表适于在PDH系统中产生抖动和漂移。

业务接口的最大频率偏移见表14。

表14 业务接口的最大频率偏移

接口 (kbit/s)	最大频率偏移 ( $\pm \times 10^{-6}$ )	应用实例
64	0	切换输入通道
2 048	0	切换，I/O交叉连接
	4.6	字节同步映射进SDH
	50	PDH，异步映射进SDH
8 448	30	PDH
34 368	20	PDH，异步映射进SDH
	4.6	YDN 029-1997定义的信号
139 264	15	PDH，异步映射进SDH
	4.6	YDN 029-1997定义的信号

注：频率偏移值与 YD/T 900-1997 和 ITU-T 建议 G.703 一致

7.1.1 64kbit/s 输入抖动和漂移容限

一个64kbit/s同向网络接口能够容忍的抖动和漂移等级应当高于表15所给定的值，其用峰峰正弦相位幅度来表示，合成的整体规范曲线如图12所示。所用的测试序列是长度为 $2^{11}-1$ 的PRBS，在ITU-T建议O.150中定义。

表15 64kbit/s 输入抖动和漂移容限的最低要求

频率 $f$ (Hz)	要求 (峰峰相位幅度)
$12\mu < f \leq 4.3$	$18\mu\text{s}$
$4.3 < f \leq 20$	$77f^{-1}\mu\text{s}$
$20 < f \leq 600$	$0.25\text{ UI}$
$600 < f \leq 3\text{ k}$	$150f^{-1}\text{ UI}$
$3\text{ k} < f \leq 20\text{ k}$	$0.05\text{ UI}$

注：1 UI = 15.6  $\mu\text{s}$

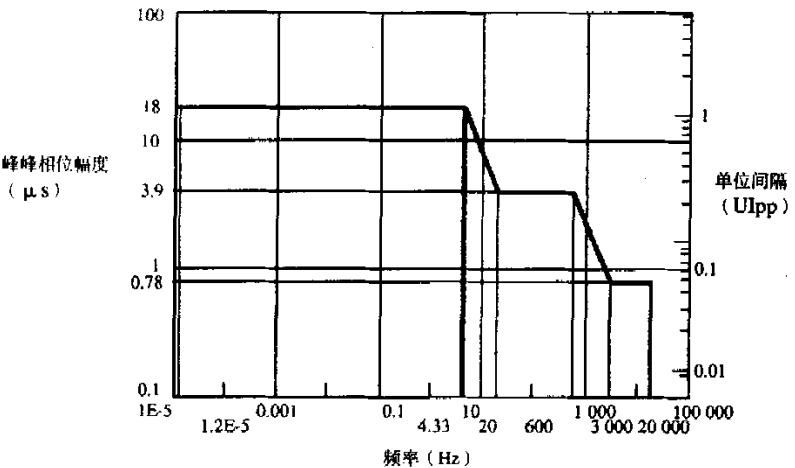


图12 64kbit/s 输入抖动和漂移容限限值

7.1.2 2 048 kbit/s 输入抖动和漂移容限

一个2 048kbit/s网络接口能够容忍的抖动和漂移等级应当高于表16所给定的值，其用峰峰正弦相位幅度来表示，合成的整体规范曲线如图13所示。所用的测试序列是长度为 $2^{15}-1$ 的PRBS，在ITU-T建议O.150中定义。

表16 2 048kbit/s 输入抖动和漂移容限的最低要求

频率 $f$ (Hz)	要求 (峰峰相位幅度)
$12\mu < f \leq 4.88\text{ m}$	$18\mu\text{s}$
$4.88\text{ m} < f \leq 10\text{ m}$	$0.088f^{-1}\mu\text{s}$
$10\text{ m} < f \leq 1.67$	$8.8\mu\text{s}$
$1.67 < f \leq 20$	$15f^{-1}\mu\text{s}$
$20 < f \leq 2.4\text{ k}$ (注 1)	$1.5\text{ UI}$
$2.4\text{ k} < f \leq 18\text{ k}$ (注 1)	$3.6 \times 10^3 f^{-1}\text{ UI}$
$18\text{ k} < f \leq 100\text{ k}$ (注 1)	$0.2\text{ UI}$

注1：对于一个运营者网络中的2 048kbit/s接口，频率可以规定为93Hz（代替2.4kHz）和700Hz（代替18kHz）。但是在不同运营者的网络之间的接口，表中的值适用，除非相关各方另有协议。

注2：1 UI = 488ns



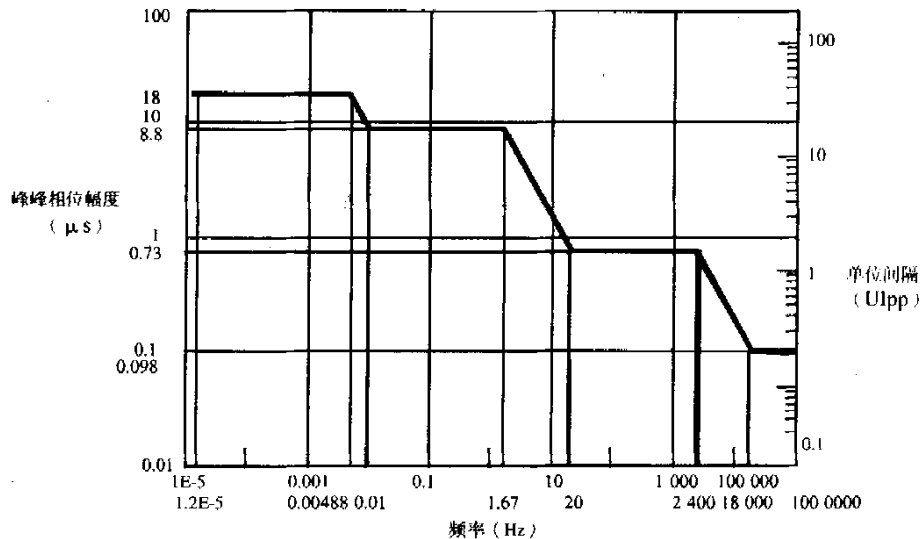


图13 2 048kbit/s 输入抖动和漂移容限限值

7.1.3 8 448kbit/s 输入抖动和漂移容限

一个8 448kbit/s网络接口能够容忍的抖动和漂移等级应当高于表17所给定的值，它用峰峰正弦相位幅度来表示，合成的整体规范曲线如图14所示。所用的测试序列是长度为 $2^{15} - 1$ 的PRBS，在ITU-T建议O.150中定义。

注：因为8 448kbit/s到SDH网络的映射在ITU-T建议G.707中没有定义，因此对频率低于20Hz的容限要求这里没有定义。

表17 8 448kbit/s 输入抖动和漂移容限的最低要求

频率 $f$ (Hz)	要求 (峰峰相位幅度)
$20 < f \leq 400$ (注1)	1.5 UI
$400 < f \leq 3\text{ k}$ (注1)	$600 f^{-1} \text{ UI}$
$3\text{ k} < f \leq 400\text{ k}$ (注1)	0.2 UI

注1：对于一个运营者网络中的8 448kbit/s接口，频率可以规定为10.7kHz（代替400Hz）和80kHz（代替3kHz）。但是在不同运营者的网络之间的接口，表中的值适用，除非相关各方另有协议。

注2：1UI = 118ns

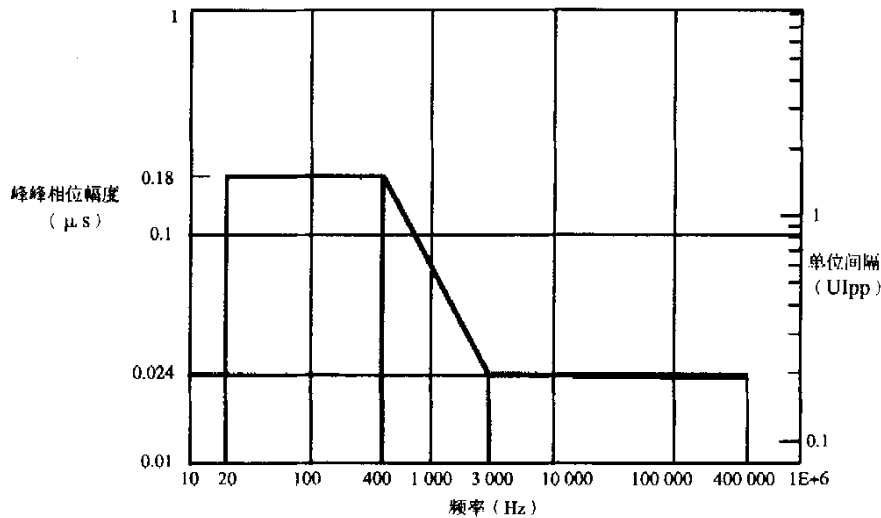


图14 8 448kbit/s 输入抖动和漂移容限限值

7.1.4 34 368kbit/s 输入抖动和漂移容限

一个34 368kbit/s网络接口能够容忍的抖动和漂移等级应当高于表18所给定的值，它用峰峰正弦相位幅度来表示，合成的整体规范曲线如图15所示。所用的测试序列是长度为 $2^{23}-1$ 的PRBS，在ITU-T建议O.150中定义，对于符合YDN 029-1997的信号，所用测试序列待研究。

表18 34 368kbit/s 输入抖动和漂移容限的最低要求

频率 $f$ (Hz)	要求 (峰峰相位幅度)
$10\text{ m}<f\leq 32\text{ m}$	$4\text{ }\mu\text{s}$
$32\text{ m}<f\leq 130\text{ m}$	$0.13f^{-1}\text{ }\mu\text{s}$
$130\text{ m}<f\leq 4.4$	$1\text{ }\mu\text{s}$
$4.4<f\leq 100$	$4.4f^{-1}\text{ }\mu\text{s}$
$100<f\leq 1\text{ k}$	$1.5\text{ UI}$
$1\text{ k}<f\leq 10\text{ k}$	$1.5\times 10^3f^{-1}\text{ UI}$
$10\text{ k}<f\leq 800\text{ k}$	$0.15\text{ UI}$

注：1UI = 29.1ns

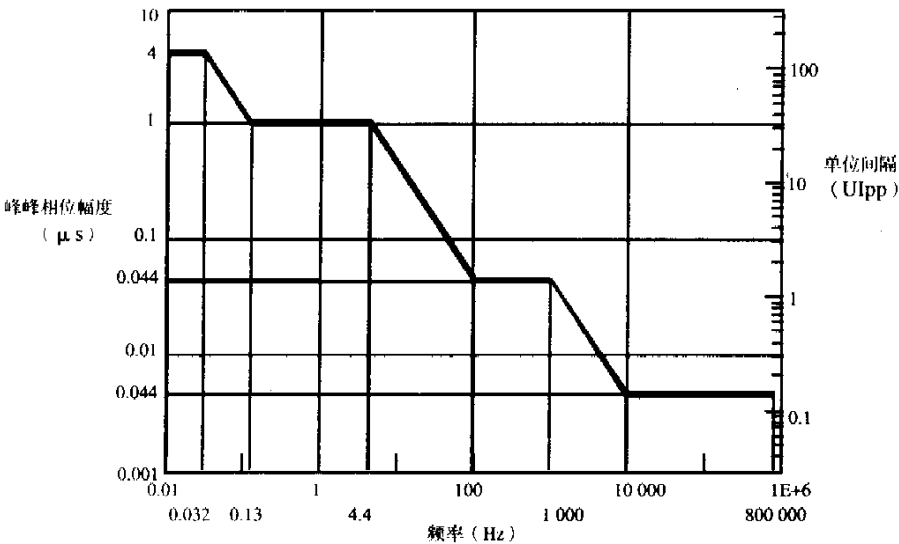


图15 34 368kbit/s 输入抖动和漂移容限限值

7.1.5 139 264kbit/s 输入抖动和漂移容限

一个139 264kbit/s网络接口能够容忍的抖动和漂移等级应当高于表19所给定的值，它用峰峰正弦相位幅度来表示，合成的整体规范曲线如图16所示。所用的测试序列是长度为 $2^{23}-1$ 的PRBS，在ITU-T建议O.150中有定义，对于符合YDN 029-1997的信号，所用测试序列待研究。

表19 139 264kbit/s 输入抖动和漂移容限的最低要求

频率 $f$ (Hz)	要求 (峰峰相位幅度)
$10\text{ m}<f\leq 32\text{ m}$	$4\text{ }\mu\text{s}$
$32\text{ m}<f\leq 130\text{ m}$	$0.13f^{-1}\text{ }\mu\text{s}$
$130\text{ m}<f\leq 2.2$	$1\text{ }\mu\text{s}$
$2.2<f\leq 200$	$2.2f^{-1}\text{ }\mu\text{s}$
$200<f\leq 500$	$1.5\text{ UI}$
$500<f\leq 10\text{ k}$	$750f^{-1}\text{ UI}$
$10\text{ k}<f\leq 3.5\text{ M}$	$0.075\text{ UI}$

注：1UI = 7.18ns

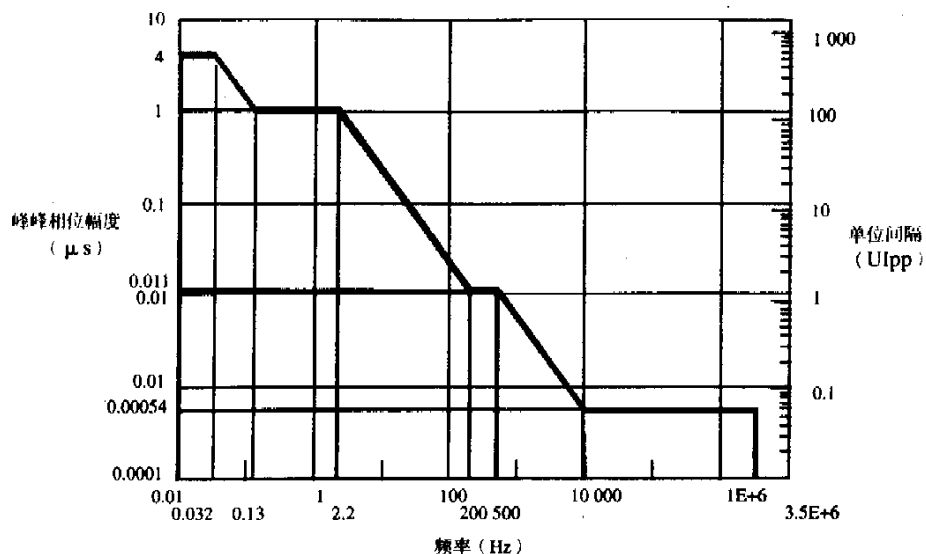


图16 139 264kbit/s 输入抖动和漂移容限限值

## 7.2 同步接口的抖动和漂移容限

速率为2 048kbit/s和2 048kHz的SSU同步接口的输入抖动和漂移容限应满足YD/T 1012-1999中4.2.4节的要求。速率为2 048kbit/s和2 048kHz的SEC同步接口的输入抖动和漂移容限应满足YD/T 900-1997中第8节的要求。STM-N同步接口的输入抖动容限应满足ITU-T建议G.825中6.1.2节的要求。

## 附录 A

## (规范性附录)

## 导出同步网络限值的网络模型

## A.1 介绍

获得网络限值的方法是基于数值仿真,它依赖某种网络模型来实现,这个模型从同步角度代表了“合理的最坏情况”网络。本附录大致描述了参与合成网络限值的参考网络和其它假设条件。

## A.2 网络模型的考虑

同步网络限值是几个相互矛盾要求的一种折中产物,需要将单个设备规范与应用于整个网络的性能标准统一起来。目前已有的或可以建设的网络数量几乎没有限制,因此从同步的角度看,需要一个比大多数实际网络更极端的参考网络。以下列出了在构造参考网络时需要考虑的最重要的因素:

a) 第一个因素是单个时钟的规范。它是到达网元的同步路径的一部分,每个时钟允许产生的相位噪声越多,网络限值就越高。PRC、SSU 和 SEC 的噪声规范分别在 ITU-T 建议 G.811、YD/T 1012-1999 和 YD/T 900-1997 中规定;

b) 整个定时链的组成,按照每种类型时钟 (PRC、SSU 或 SEC) 有多少个级联在一起以及采用什么样的级联次序,是第二重要的因素。这样的同步参考链在 ITU-T 建议 G.803 中定义,它由一个 PRC 加上 10 个 SSU 和 20 个 SEC 组成 (在 SSU 之间另外可能还有 40 个 SEC,但这些网元对目前要解决的问题没有什么影响)。

c) 除了单个时钟产生的噪声外,在同步链路上产生日昼漂移和相位瞬变也是影响的因素。(保守的)估计是在任意两个 SSU 之间平均 25 天产生 1 次瞬变,每次瞬变的大小是极性随机的  $1\mu\text{s}$ 。与时钟噪声和瞬变的累积效应相比,若同步信号主要在地理光缆上传送,则日昼漂移影响可以忽略不计。

以上提到的3条完全能够决定同步接口的网络限值,然而,仍需要一个参考数据网络来验证这些限值是否与现有的性能要求一致。

参考数据连接结构的重要方面是那些影响数据信号漂移累积的地方,即链路上SDH岛的数量和每个岛内指针处理器的数量。这个参考数据连接应该代表两个具有滑动缓存器终端 (如两个国际网关交换机) 的设备之间的任何 2 048 kbit/s 链路,这是因为具有滑动缓存器终端功能的设备能够完全对信号进行再定时。这个假设参考连接由4个SDH岛组成,每个SDH岛都有8个TU-12指针处理器,其均在另外一个PDH连接中。网络模型也 (适当地) 假设每个需要定时的节点通过一条独立的最坏情况同步链来获取同步。

最后,接收缓存器中得到的差分漂移需要根据性能要求进行估算,这些性能要求在本标准和ITU-T建议G.822建议中进行了规定。本标准给出了在规定的时段24h内差分输入漂移的最大值为  $18\mu\text{s}$ , ITU-T 建议G.822规定 27 500 km 参考连接国内部分的滑动性能优于 0.3 次/天 (98.9% 的时间)。这个国内部分被看作是网络模型的基准。

从上述列出的因素可以得到图A.1所示的参考网络。这个模型包括多个PRC,以使其适用于穿过多个PRC定时域的数据通道。

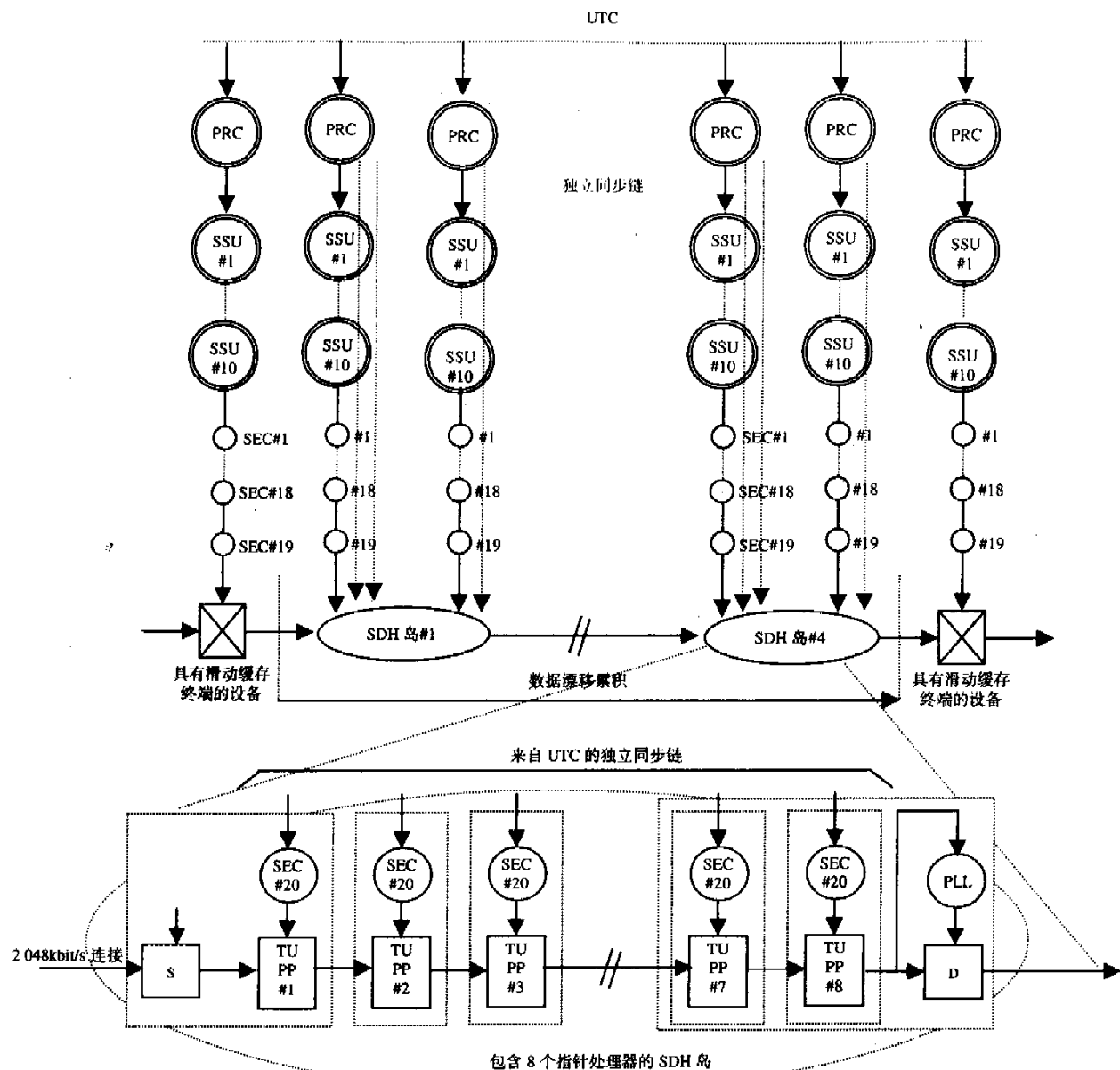


图 A.1 数据和时钟漂移累积的网络模型

为了确定接收滑动缓存器终端设备输入端的差分漂移，另外还有两个重要的因素，它们不直接包括在仿真中，但是对于这两个因素已经在漂移预算中进行独立分配（见附录A.3）：

- a) 必须考虑将 2 048kbit/s 信号映射到 VC-12 的映射漂移；
- b) 必须考虑日昼漂移对承载信号的光纤所造成的环境影响。

A.3 与仿真有关的信息

图A.2所示模型在仿真中用于数据通道上的所有SDH设备以及发送和接收滑动缓存器终端设备的时钟输入端产生噪声。固有噪声和相位瞬变是单独产生的，1个PRC和10个SSU及随后20个SEC的固有噪声基于来自ITU-T建议G.811、YD/T 1012-1999和YD/T 900-1997的数据。

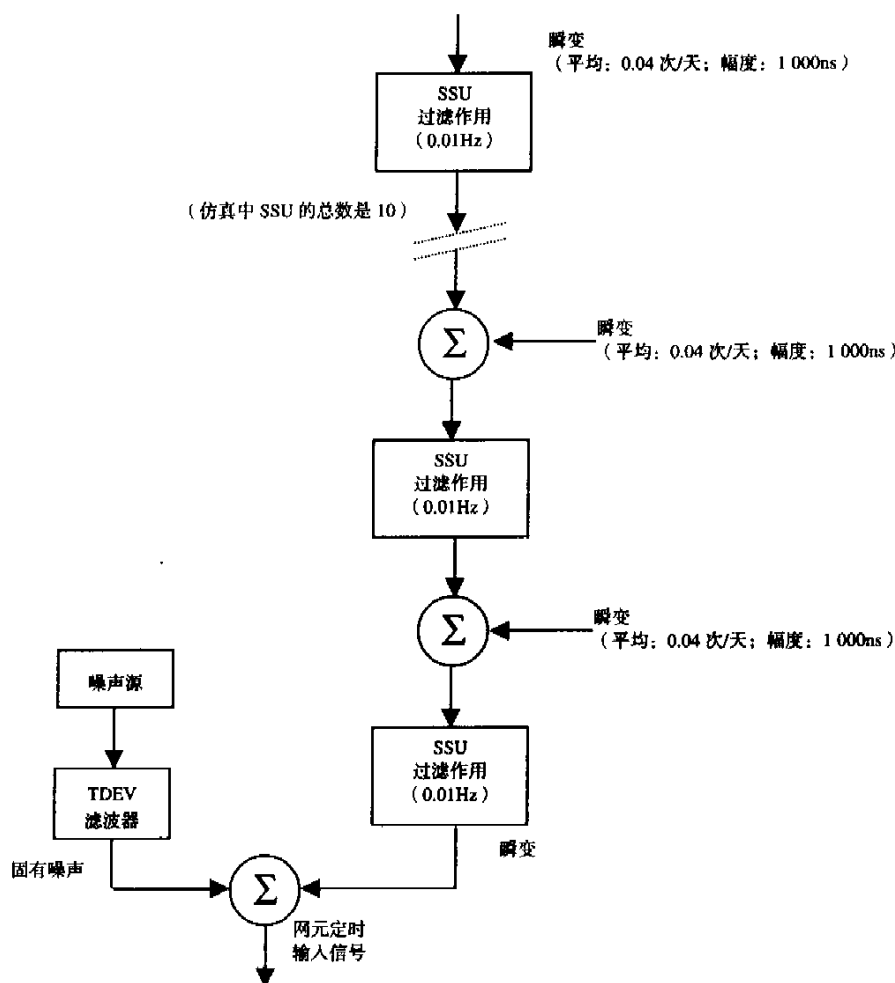


图 A.2 仿真程序中的时钟噪声发生器

为了便于仿真，必须多作一些假设，以将仿真的复杂性降到可接受的程度，同时又不严重影响所得的结果。

- a) TU-12 指针处理器的弹性缓存为两个字节，这是 ITU-T 建议 G.783 规定的最小弹性缓存容量。
  - b) 2 048 kbit/s 数据流异步映射到 VC-12 中。
  - c) TU-12 指针处理器弹性缓存器的初始填充是随机均匀分布的。为了消除初始分布的影响，每次仿真运行的初始 50 000 点都被丢弃。
  - d) 连续相位点之间的时间步长为 1 s。
  - e) 失步设备的滤波器没有考虑在内，因为它并不影响在评估漂移和滑动性能时很重要的长期结果。
- 在仿真中不包括以下一些因素：
- a) 在承载所需数据信号的光纤中由环境影响引起的日昼漂移没有考虑在内，这种影响可以通过在漂移预算中分配了 1 μs 来单独考虑，这个数字是基于 6 000 km 光纤链路长度、温度变化为 2℃以及温度常数为 85 ps/km/℃得到的。

b) 2 048kbit/s 信号映射进 VC-12 的映射抖动没有包括在内,但在漂移预算中分配了 2μs 的指标。这个数值是基于在一个 SDH 岛上的 VC-12 映射漂移最多为 2UI 得到的。假设漂移进程是非相关的,因此可以允许 RMS 相加。对于 4 个 SDH 岛,分配了 4UI (2 048kbit/s 速率对应为 2μs) 的漂移预算。

c) AU-4 指针处理的影响已被忽略不计,因为它的影响不是很大,而且在仿真中考虑这个因素又会增加复杂程度。

d) 由 PDH 复用和作为参考连接一部分的线路设备引起的漂移也是影响较小的,在仿真中也没有考虑在内。

对于以上列出的分配,可以得到以下18μs的漂移预算:

环境影响引起的每天漂移	1μs
2 048kbit/s异步映射的映射漂移	2μs
时钟噪声和瞬变引起的漂移	15μs
总和	18μs

基于图A.1网络模型的仿真表明,由时钟噪声引起的接收滑动缓存器输入端的差分漂移在24h之内为 12.6μs (经过40转800 000s的平均后MTIE),相应的平均滑动速率为0.016次滑动/天。

这样,从上述假设和网络模型可以得到一组规范指标。

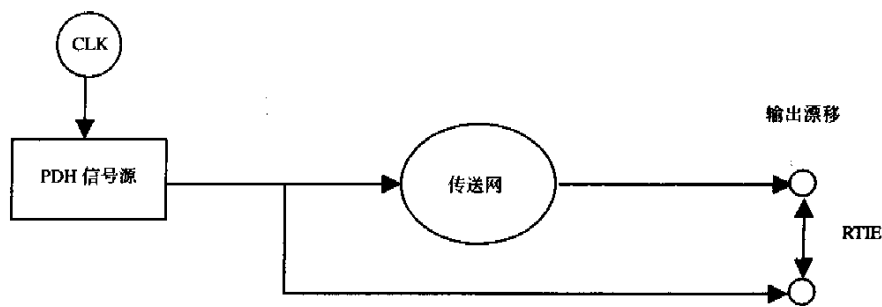
附录 B  
(规范性附录)  
网络漂移参考模型和参数

B.1 业务接口的漂移参考模型

漂移总是作为所测信号与某参考时钟之间的相对时间间隔差（RTIE）来进行规范和测量。然而，用来规范或测试RTIE的参考时钟依赖于所关注信号的类型。为了满足本标准的目的，可以区分出两种情况，分别在B.1.1和B.1.2节中进行描述。

B.1.1 异步PDH连接

规范异步PDH信号输出漂移的适当参考就是信号源本身。因为信号源通常不用作参考时钟，出于测试的目的，它可以用经过适当处理的输出信号来代替。附录D有进一步的相关信息，参考模型如图B.1所示。

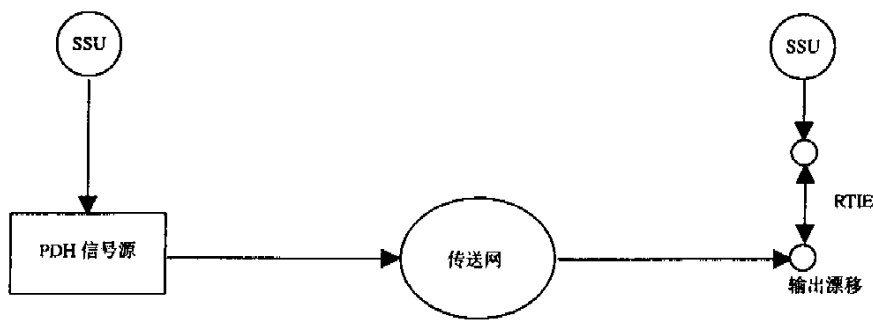


注：时钟频率偏差符合建议 G.703 的比特速率规范。

图 B.1 异步 PDH 连接的漂移参考模型

B.1.2 同步PDH连接

规范同步PDH信号（即大多数2 048kbit/s信号和根据YDN 029-1997的成帧信号）输出漂移的适当参考是用在PDH信号终端处的网络时钟参考，这意味着两个参考时钟分配网络的漂移必须加到由传送网产生的输出漂移中。参考模型如图B.2所示。



注1：SSU输出符合建议6.2.2节网络漂移限值。

注2：两个SSU都能追溯到PRC。

图 B.2 同步 PDH 连接的漂移参考模型

尽管对于异步和同步情况，对总输出漂移做贡献的漂移源不同，但是所得的RTIE没有什么不同。由于缺乏相关效应，从统计的角度来说，与同步网漂移相比较，传送网漂移是主要的漂移源。因此，在5.2节中在输出漂移规范中对这两种情况规定了相同的网络限值。



B.1.3 用MRTIE参数的漂移规范

在标准规范中使用几个参数来规范漂移，如MTIE和TDEV。在本标准中，选择MRTIE（最大相对时间间隔差）来规范业务接口的漂移，因为它最适合用来获取随后的设备性能规范。

对于异步净负荷（参见B.1），MRTIE规范了相对于输入信号相位的网络累积漂移。这是比较合理的，因为它为设计用于过滤传送信号时钟的滤波器提供了信息，以达到净负荷所需的相位稳定度。

对于同步净负荷（参见图B.2），MRTIE规范了相对于输入缓存器（如位于交换机上）时钟相位的净负荷输出漂移。这是比较合理的，因为它为设计缓存器容量大小提供了信息。

用来测量MRTIE参数的测试方法参见附录D。

B.2 同步接口的漂移参考模型

在本标准中规范的同步接口参见图B.3。该图是ITU-T建议G.803图8-5的延伸版，它给出了出现在同步网络中实际物理接口的例子。协调世界时（UTC）作为一个参考源在图B.3中给出，所有网络限值都是相对于它进行规范。它定义的方式决定了没有物理实体或接口与UTC直接相关。

在同步供给单元（SSU）之间和在全国基准时钟（PRC）与SSU之间有两种同步分配方法可供选择：

- a) SDH 分配采用 SDH 段层来进行，可以是最多 20 个中间 SDH 网元段的级联，每个网元包括一个 SDH 设备时钟（SEC）；
  - b) PDH 分配采用 2 048kbit/s PDH 通道，它可能穿过若干个中间 PDH 复用阶段和 PDH 线路系统。
- 在图中并没有将它们明确表示出来，因为它们不包含属于本标准范围的时钟。

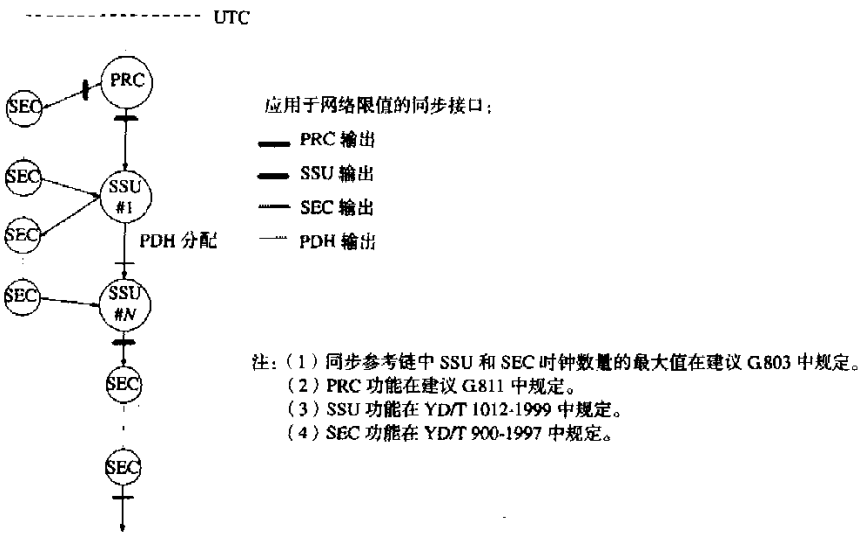


图 B.3 表示网络限值所适用位置的同步参考链

图B.3给出了同步网络中可以区分的四种同步接口：

- a) PRC 输出的同步接口；
- b) SSU 输出的同步接口；
- c) SEC 输出的同步接口；
- d) PDH 分配输出同步接口。

相应地，在本标准 6.2 节提供了四套网络限值要求，每种对应一类接口。

### B.2.1 MTIE和TDEV参数的漂移规范

在同步接口处选择了两种定时参数来表征瞬变和低频噪声，它们分别是MTIE（最大时间间隔差）和TDEV（时间偏差）。MTIE和TDEV的详细定义见ITU-T建议G.810。

MTIE对于在定时信号中捕捉相位瞬变被认为是很有用的，因为它描述了定时信号在一段时间内的最大相位变化。然而，由于MTIE对相位瞬变的敏感性，用它来表征定时信号中的固有噪声并不充分。随机噪声用TDEV来表征比较好，TDEV是均方根RMS功率估计值而不是峰值估计值。

TDEV往往会去除定时信号中的瞬变效应，因此，它是固有噪声过程较好的评估器。为了达到严格精确，在计算TDEV之前应将瞬变和周期性分量从数据中去除。然而，这对于网络接口的测量并不恰当，因为无法预知在定时信号中出现的干扰类型。这就意味着它不能保证处理原始数据所得的结果能够真实反映网络接口处定时信号的随机噪声过程，但是它能提供一个很好的估计值（参见ITU-T建议G.810附录B.3）。

附录 C  
(资料性附录)

SDH 传送网的漂移限值考虑

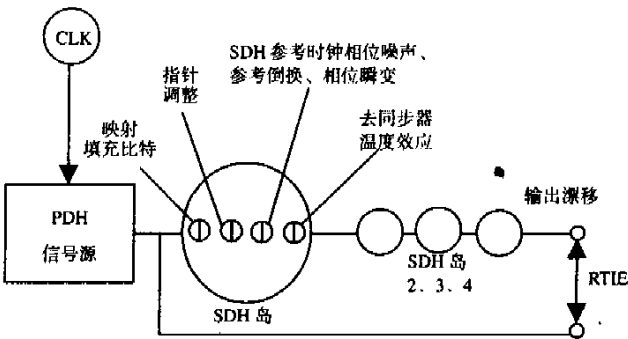
C.1 介绍

本附录的信息主要帮助理解本标准规范的业务接口网络漂移限值和输入漂移容限是如何获得的。

C.1.1 SDH的漂移参考模型

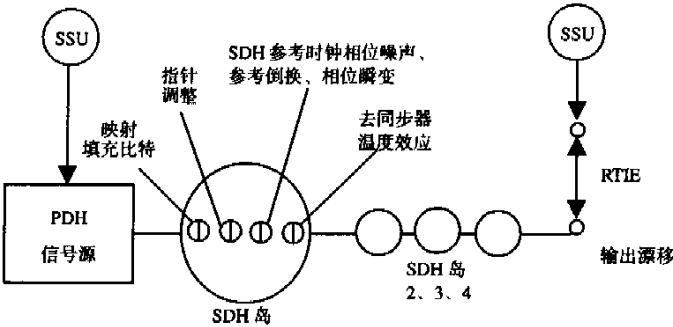
图C.1和图C.2 所示的参考模型是附录A中描述的漂移参考模型的简化表示。通过使用一个SDH传送网的例子，它们也描述了附录B的基本参考模型如何能够容忍网络特有的漂移源。

在前面的抖动和漂移累积的计算机模拟计算中使用了4个级联的SDH岛作为较合理的建模方法，因此，在本附录中也采用了这种方法，图C.1和图C.2中也表示了在获得网络限值和接口容限时网络连接中已经考虑的主要漂移源。



注：CLK 频率偏差符合建议 G.703 的比特速率规范。

图 C.1 异步 PDH 信号的漂移参考模型



注：(1) SSU 输出符合建议 6.2.2 节网络漂移限值。  
(2) 两个 SSU 都能追溯到 PRC。

图 C.2 同步 PDH 信号的漂移参考模型

C.1.2 漂移源

当净负荷信号在使用 SDH 网元的网络连接中传送时，它们积累的漂移取决于那些网元中所有中间信号处理缓存器的总动态填充。单个网元 (NE) 的缓存器填充取决于输入数据和读时钟之间的相对漂移，读时钟来自外部源 (如在指针处理器中) 或由恢复时钟提供 (如在去同步器中)。

缓存器填充可能会被参考时钟相位噪声和瞬变效应（如比特填充指针处理）及锁相环的温度效应（如去同步器时钟恢复）改变。

### C.1.3 漂移累积受限效应

至少在考虑2 048kbit/s连接时，在单个连接中这些缓冲器的总量可能超过在本标准中对一天漂移所要求的18 $\mu$ s限值。但是在正常运行条件下，稳定的网络同步性能使这些缓冲器的填充几乎都是保持不变的。此外，由于不同的缓冲器之间缺乏关联，因此缓冲器填充的浮动部分仅随机地产生漂移累积。

### C.1.4 网络配置和性能

SDH岛（参见图C.1和C.2）通常是内部定时的，这样指针调整（至少在TU-12级别）很少产生。一个例外情况是，当一个或多个网元使用处于保持模式的时钟源时，这样会产生一个近似有规律的指针调整序列。

在正常条件下，两个或多个SDH岛不大可能都不是内同步，而在单个网元中产生一个双指针调整的可能性也不大，因此不大可能会出现多于两个同时发生指针调整的累积漂移影响，这种罕见的情况可能会导致漂移超出本规范规定的网络限值。

一般地，SDH岛的性能应该足够好，这样被传送的信号的错误码和滑动性能不会因过量的相位噪声影响而超出边界限值，这些过量的相位噪声将会导致某些网元缓冲器溢出。

### C.1.5 漂移源的关联性

SDH网络的正常运行方式是同步模式，其意味着指针调整的速率相当低。在这种情况下，在层叠SDH岛中同时出现且是独立的指针调整不大可能发生。下面以累积模型通过使用统计累积方法（也就是幂律累积）对此进行说明。

在由单个SDH岛产生漂移的情况下，假定一个最坏的累积情形，也就是简单合计那个SDH岛内所有由漂移产生的影响。

比特填充影响的关联性依赖于PDH净负荷和那些SDH岛网络时钟之间的频偏。这对于同步的2 048kbit/s连接来说是一个问题，一是对于低于 $10^{-10}$ ~ $10^{-9}$ 的频偏，网络时钟相位噪声将使比特填充随机化；二是对于净负荷信号更高的频偏，同时所有SDH岛都同步于标称频率，这时比特填充影响是相关的。

这在附录A中有进一步的考虑。

### C.1.6 输出漂移限值的网络条件

在本标准中规定的输出漂移限值的网络条件在附录A中进行了描述。它试图要说明是，当使用符合ITU-T建议G.783规范的任何设备构建的网络将符合规定的网络限值。

对于更多复杂的网络连接配置，为得到想要的性能水平，应用一些抑制漂移的方法可能是必要的。例如，对于同步2 048kbit/s连接，可以通过再定时功能来实现。对于其他PDH连接，可能需要适当的低通滤波器功能以对漂移进行抑制。

## C.2 漂移规定限值的引出

对于由高阶PDH连接提供的业务，要求短时相位稳定性，因为这些业务通常使用自适应同步法来接收比特流。

应用在异步复用系统中的比特填充技术会产生短时相位失真。这种影响最初在PDH复用系统中被研究过，其使用优化填充比值以使这种影响减到最小。在SDH复用系统中，使用了最坏的“0”“1”填充比，其会产生整个UI的短时漂移。

在本标准出来的时候，SDH系统已广泛应用到网络中，这也就意味着现存的SDH网络会满足网络漂移限值的要求。

PDH连接可能经过几个利用PDH接口相互连接起来的SDH岛，参见图C.1 和C.2。在这些SDH岛中，相位失真根据比特和字节填充产生。例如，当将PDH净负荷映射到VC-n净负荷时，要使用比特填充，而当将VC-n相位适配到SDH帧中时，则要使用字节填充（也就是指针调整）。

除了由比特和字节填充技术产生的漂移外，指针处理器滞后作用也会引起参考时钟的漂移被转移到映射或解映射节点的PDH信号中。最坏情况的参考时钟漂移由SDH设备时钟（SEC）对输入参考倒换的反应引起。相关相位瞬变的最大幅度为240ns（参见10.1/ YD/T 900-1997）。

这可以得到以下两种情况，以34 368kbit/s为例。

a）一个 SDH 岛在解映射节点相位瞬变的漂移预算

去同步器会以SEC输出作为参考来使用数字PDH滤波电路。这会导致SEC输出漂移被转移到恢复的PDH时钟中。

另外，在SEC输出瞬变出现前，可能存在单个指针调整被加到相位漂移上。

得到漂移预算如下（都是估算值）：

±比特填充：	60ns
SEC 相位瞬变：	240ns
TU-3 指针调整：	160ns
总计：	460ns

注：映射节点的填充影响考虑了在该点的参考时钟噪声，相位瞬变表示解映射节点的参考时钟影响。中间网络的影响通过一个指针调整也被考虑进去。

b）一个 SDH 岛在映射节点相位瞬变的漂移预算

映射节点参考时钟（SEC输出）的任何相位瞬变（也就是瞬时频偏）会引起填充比特序列的调整，其最终由指针调整进行补偿。只要不是所有的中间指针处理器缓存都到达其门限，那么在去同步器中就不会收到补偿的指针调整。因此，PDH信号会恢复出反向的相等频偏（也就是“相位斜坡效应”）。映射节点中240ns的参考输入倒换相位瞬变会导致PDH输出相似的相位瞬变。

得到漂移预算如下（都是估算值）：

映射相位瞬变：	240ns
双指针调整：	320ns
总计：	560ns

注：映射节点的参考时钟漂移影响通过相位瞬变进行考虑，中间网络的影响以及解映射节点的参考时钟漂移影响通过双指针也被考虑进去。

C.2.1 漂移规范限值

以上映射和解映射节点的漂移预算值都是最坏情况的值。然而，相位瞬变对输出漂移的影响不能简单将两个漂移预算值相加来计算，因为参考时钟倒换很少发生并只应在连接的一端进行考虑。因此，对于单个SDH网络岛的输出漂移使用500ns级别的数值，可以看作是比较合理的。

当四个具有这种固有漂移的SDH网络岛利用统计漂移累积方法进行级联时，最后结果应该是固有漂移乘以一个级联SDH岛数平方根的因子（在这里，这个因子是2）。这样整体网络输出漂移的结果是1 000ns。这也可以类似地应用到139 264kbit/s连接中，惟一的区别是其填充影响几乎为零。

基于遵循实践性规范的目的，高阶PDH接口的最大短期输出漂移将是1 000ns的量级，因而这被定义为5.2节给出的输出漂移规范的第一个台阶高度。

为了得到更长时间的输出漂移规定，必须考虑参考时钟相位噪声的影响。根据同步网络限值规范，在长期观测间隔内，这个漂移限制在2 000ns之内。当使用增强参考时钟效应进行上述分析时，得到的结果是4 000ns量级，其是5.2节给出的输出漂移规范的第二个台阶水平。

附录 D  
(资料性附录)  
输出漂移测量方法

符合ITU-T建议O.172的仪表适用于漂移参数的测量。

D.1 同步接口

D.1.1 同步的信号

当信号是同步的并被用于承载定时，它的漂移通过与另外一个PRC进行相位比较来测量。测量一个同步信号的MTIE的测试配置如图D.1所示（计算MTIE的标准公式在附录B/G.810中给出）。

对于大多数测量应用，用于漂移测量的PRC与用于产生同步信号的PRC不需要是相同的。然而应该注意的是，两个PRC之间最坏的频率偏差每天可能会产生2μs量级的相位偏差。

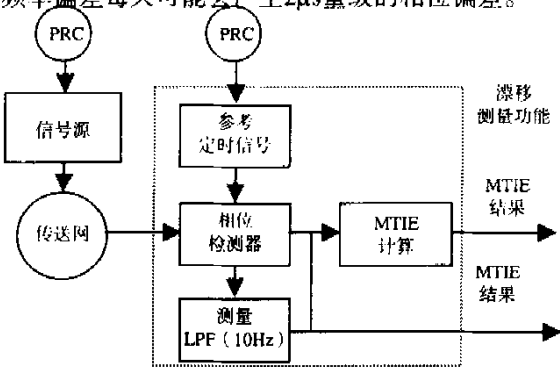


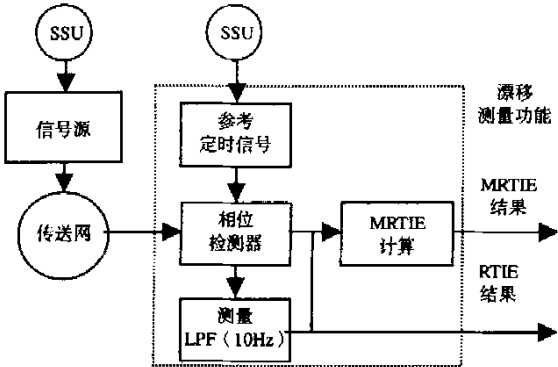
图 D.1 同步信号的 MTIE 测量

D.2 业务接口

PDH信号，如2 048kbit/s、34 368kbit/s和139 264kbit/s，可能是同步的（也就是正常跟踪到PRC的）或是异步的（例如，工程运行在自由振荡模式，其频率准确度符合ITU-T建议G.703但不能跟踪到一个PRC）。对于这两种情况，MRTIE都被当作网络接口处的漂移规范参数。

D.2.1 同步信号（PDH比特速率）

与同步接口考虑相似。测量配置如图D.2所示。



注：（1）SSU输出符合建议6.2.2节网络漂移限值。  
（2）两个SSU都能追溯到PRC。

图 D.2 同步信号（PDH）的 MRTIE 测量

D.2.2 异步信号 (PDH比特速率)

在这种情况下,在测量参考频率和产生PDH信号的时钟频率之间存在一个偏差,例如ITU-T建议G.703的2 048kbit/s信号允许 $50\times10^{-6}$ 的偏差。这个偏差会在测量的漂移中引起相位斜坡,从而导致MRTIE参数失真。

为了支持SDH网络传送PDH信号的漂移参考模型 (在附录C中描述) 以及5.2节给出的相应漂移规范,有两种情况要进一步描述:

- a) 异步信号,可获取源参考时钟;
- b) 异步信号,不能获取源参考时钟。

D.2.2.1 异步信号,源参考时钟可用

当源参考时钟在测量点可以得到时,异步信号的MRTIE可以很容易地进行测量,如图D.3所示。注意,为了确保源参考时钟在传输过程中漂移不会被引入到测量参考信号中,测量点和源参考通常应该是相关的。测量配置如图D.3所示。

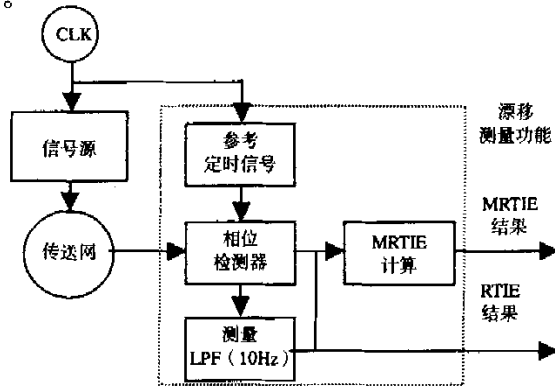


图 D.3 异步信号、源参考时钟可用的 MRTIE 测量

D.2.2.2 异步信号,源参考时钟不可用

当源参考在测量点得不到时,在源参考和测量参考之间将会存在一个频率偏差,从而在漂移测量中导致相位斜坡。这个相位斜坡在MRTIE计算前必须被消除,否则会影响到长期观测间隔的MRTIE信息的可靠性。

图D.4给出了消除相位斜坡的一种方法。其表示“停止 - 开始”的测量方法,相位抽样被获取、存储和后处理以得到MRTIE参数。

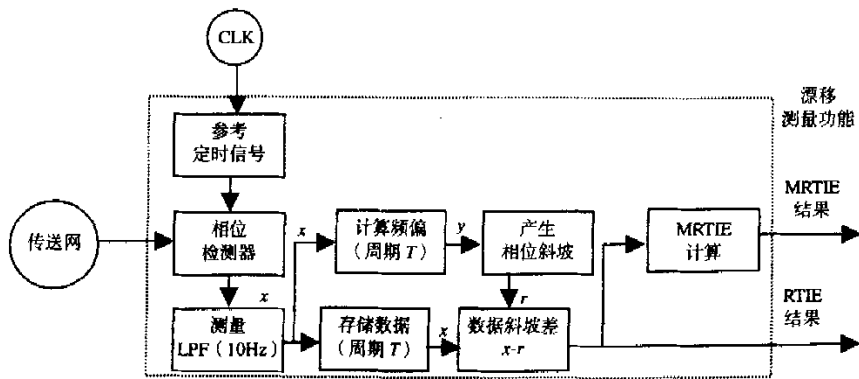


图 D.4 异步信号、源参考时钟不可用的 MRTIE 测量



在本方法中，频差 $y$  ( $10^{-6}$ ) 的估计算法是：

$$y = \frac{6}{N(N-1)\tau_0} \sum_{i=1}^N x_i \left[ \frac{2i}{N+1} - 1 \right] \tag{D-1}$$

其中 $\tau_0$  是以s为单位的取样间隔， $N$  是测量期间相位抽样的总数， $x_i$  是以 $\mu$ s为单位的TIE。  
另外，RTIE结果由下式给出：

$$RTIE_n = x_n - y \tau_0 n \tag{D-2}$$

测量结果依赖于测量时间 $T=N\tau_0$ ，由此可以计算得到频偏和MRTIE。最小测量时间 $T$ 至少应该与最大观测间隔一样长。例如，5.2.2节的34 368kbit/s输出漂移要求有一个扩展到80s观测间隔的规定。

注： 信号源时钟和测量参考时钟都应该有足够的相位稳定性，例如测量结果仅仅受频率漂移效应的影响。

## 附录 E

### (资料性附录)

#### 设备接口输入抖动和漂移容限的测量参考

抖动和漂移容限测量的通常测试配置如图E.1所示。

注：对每个容限测量来说，并不是所有单元都是必需的。

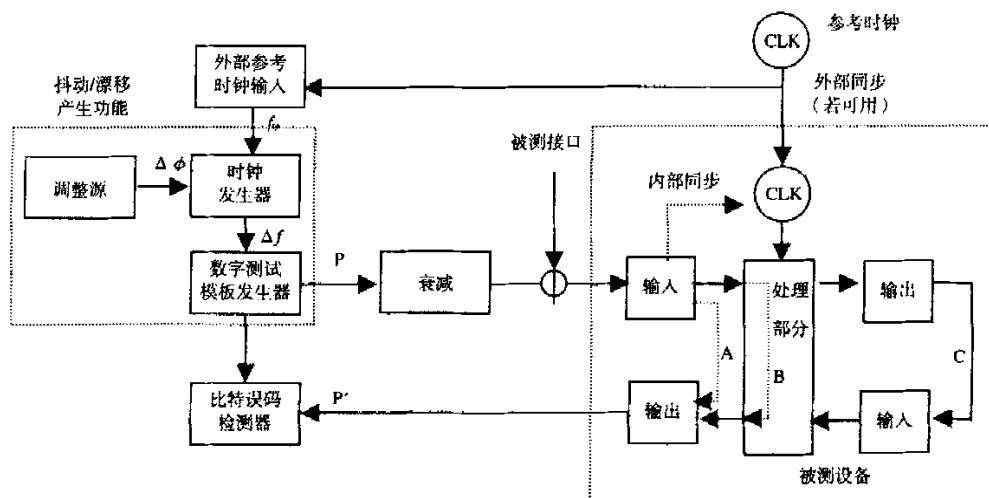


图 E.1 输入抖动和漂移容限测量的通用测试配置

实际测量配置由下列考虑决定：

#### ●系统时钟

被测设备时钟能够外部同步（要是参考输入可以得到的话）或者能同步于被测的接口。

#### ● $\Delta f$ 约束

时钟发生器能够产生一个固定的频偏 $\Delta f$ ，在此基础上再调制抖动和漂移。在稳定期间和随后的测量过程中，频偏应该保持不变。允许的频偏依赖于测量信号穿过系统的路径和被测设备时钟的同步方式。

#### ● $\Delta \phi$ 约束

调制源用于在时钟信号上叠加一个抖动或漂移变化 $\Delta \phi$ ，其也可以有一个固定的频偏 $\Delta f$ 。这些抖动和漂移相位扰动通常有正弦的、三角的或噪声的（产生PRBS序列）特性。确切的扰动在实际应用的抖动和漂移容限要求中规定。

#### ●测试模板选择（P 和 P'）

测试模板P必须与特定接口的比特速率相匹配，此接口用于进行抖动和漂移容限测试。模板P'不需要与模板P一样，但是在模板P'中出现一部分模板P有重要意义，这个部分称之为Q，其透明地经过被测设备。比特误码探测器只能在这公共部分Q中搜索误码。

#### ●信号通过被测设备的路径安排

根据系统被实际测试的部分以及被测设备的性能，信号能够以不同配置方式环回。例如：

- 直接在输入之后（通道A），以测试接收电路的容限；
- 在路由安排功能性中（通道B），另外其能够测试缓冲器延时、填充机制等；
- 从外部通过系统的其他输入和输出（通道C）。

实际通道的选择能够影响到测试模板P和Q部分的选择，通过它可以对误码进行监测。

- 衰减

衰减功能对于光接口是必要的，其能够在一定比特误码率上确定1dB灵敏度代价（根据光功率）。对于电接口，（依赖于频率的）衰减应该表示最坏情况的电缆长度。

---