

前 言

本标准是根据《数字同步网的规划方法与组织原则》，并结合 ITU-T 建议 G. 810、G. 811、G. 812 制定的。编写格式和方法依据我国标准化工作导则的有关规定。

本标准根据我国电信网的实际情况，考虑到各种电信业务和 SDH 传送网对同步的要求，为规划建设新的数字同步网，确保网同步质量和定时传输的完整性，而对数字同步网节点时钟等级、时钟设置和各级时钟的基本定时性能进行规定。

本标准规定的数字同步网节点时钟的定时性能要求，是独立型和非独立型数字同步网节点时钟都必须满足的基本要求。关于独立型数字同步网节点时钟设备的特殊要求（例如，功能、监测、可靠性和环境等要求）和测试方法，应满足《数字同步网独立型节点时钟设备技术要求及测试方法》中所规定的要求。

本标准正式颁布后，有关数字同步网节点时钟等级、时钟设置和各级时钟的基本定时性能要求应以本标准为准。

本标准的附录 A 是标准的附录。

本标准由邮电部电信科学研究规划院提出并归口。

本标准由邮电部电信传输研究所负责起草。

本标准主要起草人：汪建华、徐一军、胡昌军。

1 范围

本标准适用于我国数字同步网各级节点时钟。

本标准规定了 1 级基准时钟、2 级节点时钟和 3 级节点时钟的频率准确度、抖动/漂动、相位瞬变、相位不连续性、保持能力等定时特性。关于节点从钟定时特性的测试方法,在本标准中不再作规定,可参照《数字同步网独立型节点从钟设备技术要求及测试方法》。关于 1 级基准时钟的测试方法待进一步研究后另行规定。

本标准制定的目的是为了理顺数字同步网节点时钟的关系,保证数字同步网能够为电信网提供所需要的定时质量。数字同步网的独立型和非独立型节点时钟的定时特性都应满足本标准所规定的要求。

符合本标准规定要求的各级时钟,可用在数字同步网相应等级的节点。按照符合本标准规定要求的节点时钟所规划建设的数字同步网可以支持多种电信业务,并能满足 SDH 传送网的同步要求。

本标准所提出的各项定时特性要求是本标准所述条件下数字同步网节点时钟的设计指标。并且它还是在数字同步网节点时钟设备进行入网测试时所应满足的技术指标。

2 引用标准

下列标准所包含的条文,通过在本标准中引用而构成为本标准的条文。本标准出版时,所示版本均为有效。所有标准都会被修订,使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

ITU-T G. 810(1996) 同步网的概貌和术语

ITU-T G. 811(1997) 基准时钟的定时特性

ITU-T G. 812(1998) 适用于同步网节点时钟的从钟定时要求

3 节点时钟系列

按照 ITU-T 建议 G. 810 定义,同步网节点是指直接同步于节点时钟的单一物理位置上的一组设备;节点时钟是指一个用于将同步分配至一个或多个同步设备的时钟。

3.1 同步网分级

依照《数字同步网的规划方法与组织原则》,我国数字同步网分为 3 级,即 1 级节点、2 级节点和 3 级节点。其等级结构如图 1 所示。

3.2 节点时钟等级

根据我国数字同步网的分级,其节点时钟等级可分为:1 级基准时钟;2 级节点时钟;3 级节点时钟。

注:2 级节点时钟和 3 级节点时钟是同步网节点从钟,对应的同步网节点为二级节点和三级节点,其定时特性要求是结合我国实际情况并依据 ITUT 建议 G. 812 制定的,即对应于以前各文件中的加强型 2 级时钟和加强型 3 级时钟。

基准时钟是一个能提供按照本标准 4.1 规定要求的参考频率信号的参考频率标准。基准时钟可以

是独立于其他源而工作的自主时钟,也可以是通过无线或卫星系统同步于源自 UTC 精确信号的非自主时钟。1 级基准时钟包括全国基准时钟 PRC 和区域基准时钟 LPR 两种类型。例如,PRC 可以由铯原子钟组或铯原子钟+GPS(或其他卫星定位系统)组成,LPR 可以由原子钟+GPS(或其他卫星定位系统)组成,而且,LPR 应能接受 PRC 的同步。

PRC 和 LPR 的定时特性都应满足本标准 4.1 规定的要求。

2 级节点时钟和 3 级节点时钟的定时特性应满足本标准 4.2 规定的要求。

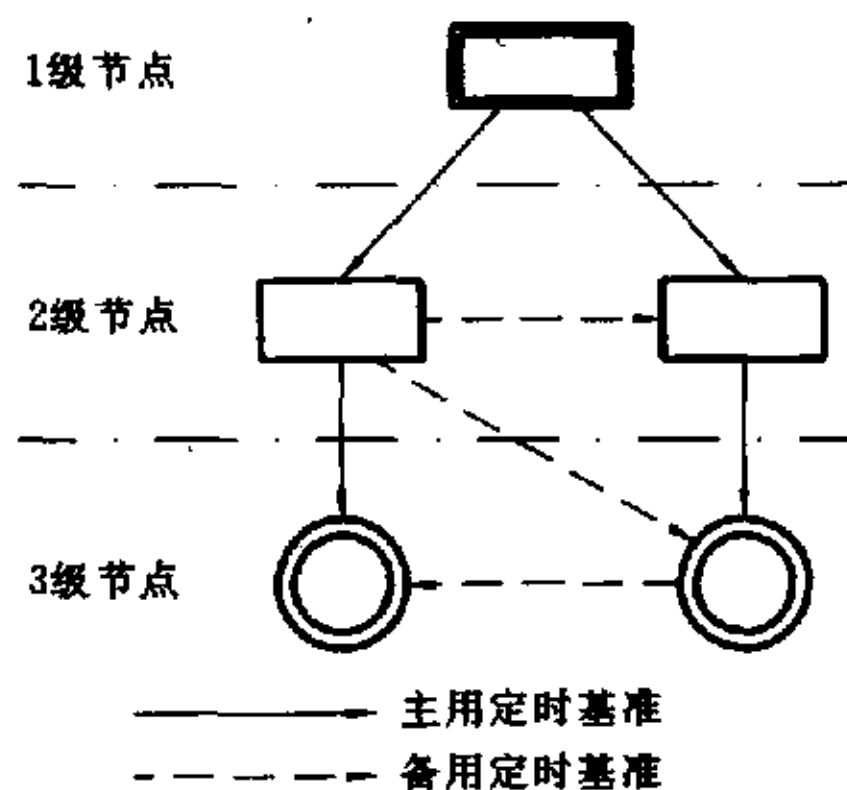


图 1 数字同步网等级结构

3.3 时钟设置

时钟设置以及与同步网分级和时钟等级的关系见表 1。同步网一级节点采用 1 级基准时钟,2 级节点采用 2 级节点时钟,3 级节点采用 3 级节点时钟。

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 1 级	1 级基准时钟	设置在省、自治区中心和直辖市的长途通信枢纽楼
第 2 级	2 级节点时钟	设置在省、自治区中心和直辖市的各长途通信楼,地、市级长途通信楼和汇接长途话务量大且具有多种业务要求的重要汇接局所在通信楼
第 3 级	3 级节点时钟	设置在本地网内的汇接局和端局所在通信楼

4 节点时钟的定时特性

4.1 1 级基准时钟

4.1.1 频率准确度

在各种应用运行条件下,对于大于 7 天的连续观察时间,基准时钟的频率准确度应优于 $\pm 1 \times 10^{-11}$ 。

4.1.2 噪声产生

基准时钟的噪声产生表示在其输出接口产生的相位噪声量。噪声产生又分为漂动产生和抖动产生两类。最大时间间隔误差 MTIE 和时间方差 TDEV 的测量,对噪声产生性能是适用的。

以最大抽样时间 $\tau_0 = 1/30\text{s}$,通过一个等效的 10Hz 单极点低通滤波器来测量 MTIE 和 TDEV。TDEV 的最小测量时间 T 应是积分时间 τ 的 12 倍,即 $T = 12\tau$ 。对于更长观察时间的测量,需要特殊考虑测量滤波器带宽或抽样时间。

a) 漂动产生

在基准时钟输出接口,按照 ITU-T 建议 G.810 中图 2a 定义的独立时钟结构进行测试,在 τ 观察时间内 MTIE 不应超过表 2 中的限值。

表 2 作为观察时间 τ 的函数——1 级基准时钟的 MTIE 限值

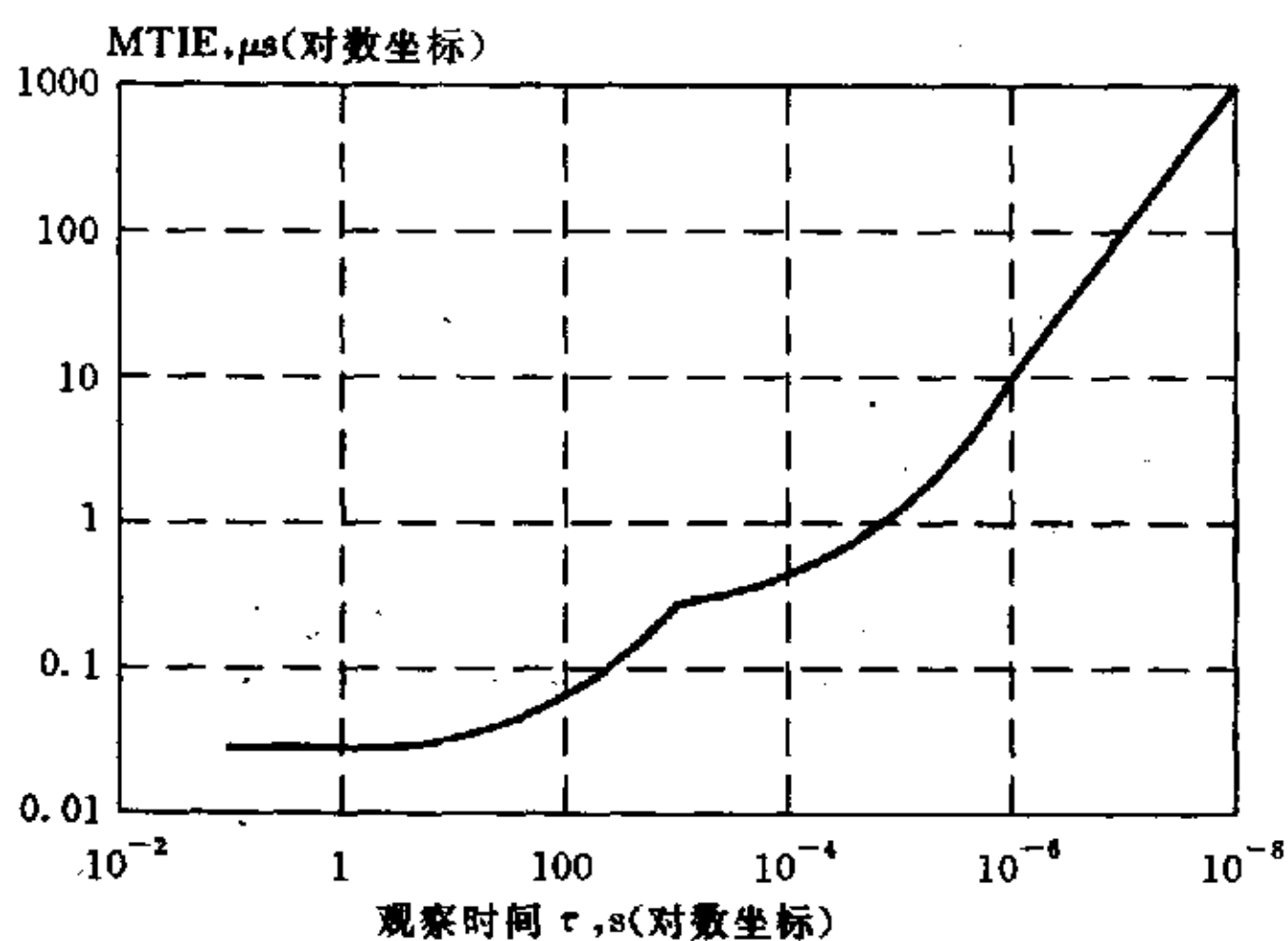
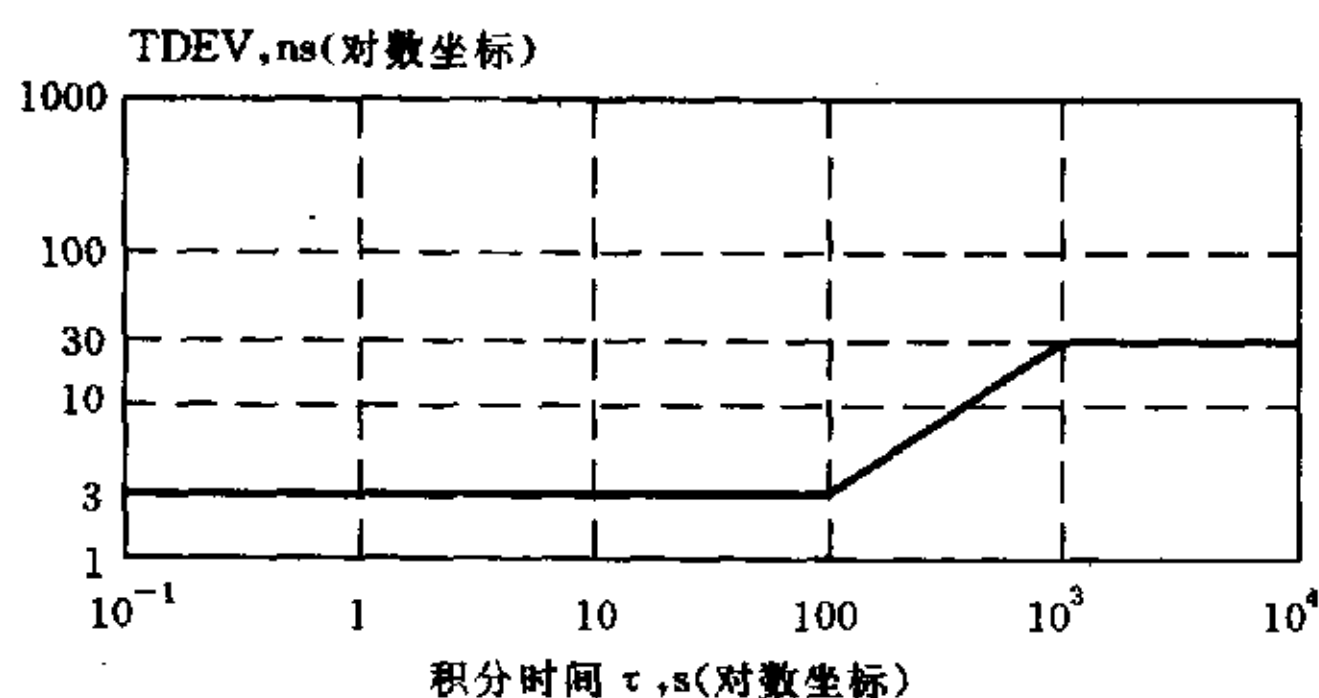
观察时间 τ (s)	MTIE 要求(μ s)
$0.1 < \tau \leq 1000$	$0.275 \times 10^{-3} \cdot \tau + 0.025$
$\tau > 1000$	$10^{-5} \cdot \tau + 0.29$

在 τ 积分时间内 TDEV 不应超过表 3 中的限值。

表 3 作为观察时间 τ 的函数——1 级基准时钟的 TDEV 限值

积分时间 τ (s)	TDEV 要求(ns)
$0.1 < \tau \leq 100$	3
$100 < \tau \leq 1000$	0.03τ
$1000 < \tau \leq 10000$	30

MTIE 和 TDEV 要求如图 2、图 3 所示。

图 2 作为观察时间 τ 的函数——MTIE 模板(1 级基准时钟)图 3 作为积分时间 τ 的函数——TDEV 模板(1 级基准时钟)

b) 抖动产生

在 2048kHz 和 2048kbit/s 输出接口,当采用一个折角频率分别为 20Hz 和 100kHz 的单极点带通滤波器测量时,在 60s 内测得固有抖动不应超过 0.05UI。

4.1.3 相位不连续性

在基准时钟输出接口(2048kHz 或 2048kbit/s),由于时钟内部操作而引起的任何相位不连续性都不应超过 1/8UI。

4.1.4 基准时钟的性能劣化

基准时钟应具备检测其时钟频率严重偏离标称值,并在超出 MTIE 和 TDEV 技术规范之前就变换到另一未降质的振荡源或参考基准源的能力。

4.1.5 接口

规定基准时钟的定时基准输出接口为 2048kHz 和 2048kbit/s 两种。对于 2048kHz 接口,应符合 ITU-T 建议 G.703 第 10 章的要求。对于 2048kbit/s 接口,应符合 ITU-T 建议 G.703 第 6 节的要求。接口的抖动和漂动应符合本标准 4.1.2 条的要求。

注:在 1998 年颁布的 ITU-T 建议 G.703 中对 2048kHz 和 2048kbit/s 的要求分别在第 13 节和第 9 节。

关于 8kHz~5MHz 的正弦波输出接口的要求待定。

4.2 2 级节点时钟和 3 级节点时钟

4.2.1 频率准确度

以基准时钟为参考基准,在连续同步工作 30 天之后,保持一年时间的情况下,2 级节点时钟和 3 级节点时钟的频率准确度要求如表 4 所示。

表 4 2 级节点时钟和 3 级节点时钟频率准确度

2 级节点时钟	3 级节点时钟
优于 $\pm 1.6 \times 10^{-8}$	优于 $\pm 4.6 \times 10^{-6}$

4.2.2 牵引入和保持入范围

无论内部振荡器频率偏差是什么,2 级节点时钟和 3 级节点时钟的最小牵引入/保持入范围如表 5 所示。

表 5 2 级节点时钟和 3 级节点时钟牵引入/保持入范围

	最小牵引入范围	最小保持入范围
2 级节点时钟	$\pm 1.6 \times 10^{-8}$	$\pm 1.6 \times 10^{-8}$
3 级节点时钟	$\pm 4.6 \times 10^{-6}$	$\pm 4.6 \times 10^{-6}$

4.2.3 噪声产生

当从钟具有理想参考信号或进入保持状态时,其噪声产生表示在输出接口产生的相位噪声量。出于实际测试的目的,一个恰当的参考对性能的影响应比对输出的要求至少好 10 倍。频率稳定度可以用来描述限定时钟噪声的能力,而最大时间间隔误差 MTIE 和时间方差 TDEV 的测量对噪声产生性能是适用的。

以最大抽样时间 $\tau_0 = 1/30\text{s}$,通过一个等效的 10Hz 单极点低通滤波器来测量 MTIE 和 TDEV。TDEV 的最小测量时间 T 应是积分时间 τ 的 12 倍,即 $T = 12\tau$ 。

4.2.3.1 漂动产生

当从钟工作在锁定状态时,在恒温($\pm 1^\circ\text{C}$ 之内变化)条件下,采用 ITU-T 建议 G.810 中图 1a 定义的同步时钟结构来测量,应不超过表 6、表 8 中给出的 MTIE 和 TDEV 限值。MTIE 和 TDEV 的模板如图 4、图 5 所示。

当考虑温度变化(温度变化率待定)的影响时,表 7 给出单个节点时钟对总的 MTIE 贡献的允许值,在图 4 中给出了其变温曲线。

表 6 恒温条件下($\pm 1^\circ\text{C}$ 之内变化)2 级节点时钟和 3 级节点时钟漂动产生要求(MTIE)

观察时间 τ, s	MTIE 要求, ns
$0.1 < \tau \leq 9$	24
$9 < \tau \leq 400$	$8 \times \tau^{0.5}$
$400 < \tau \leq 10\,000$	160

表 7 变温条件下 2 级节点时钟和 3 级节点时钟漂动产生要求(MTIE)

观察时间 τ, s	MTIE 要求, ns
$2500 < \tau \leq 10\,000$ (注)	$3.2 \times \tau^{0.5}$
注: 对于 $>10\,000s$ 的观察时间, MTIE 不应超过 $1\mu s$ 。	

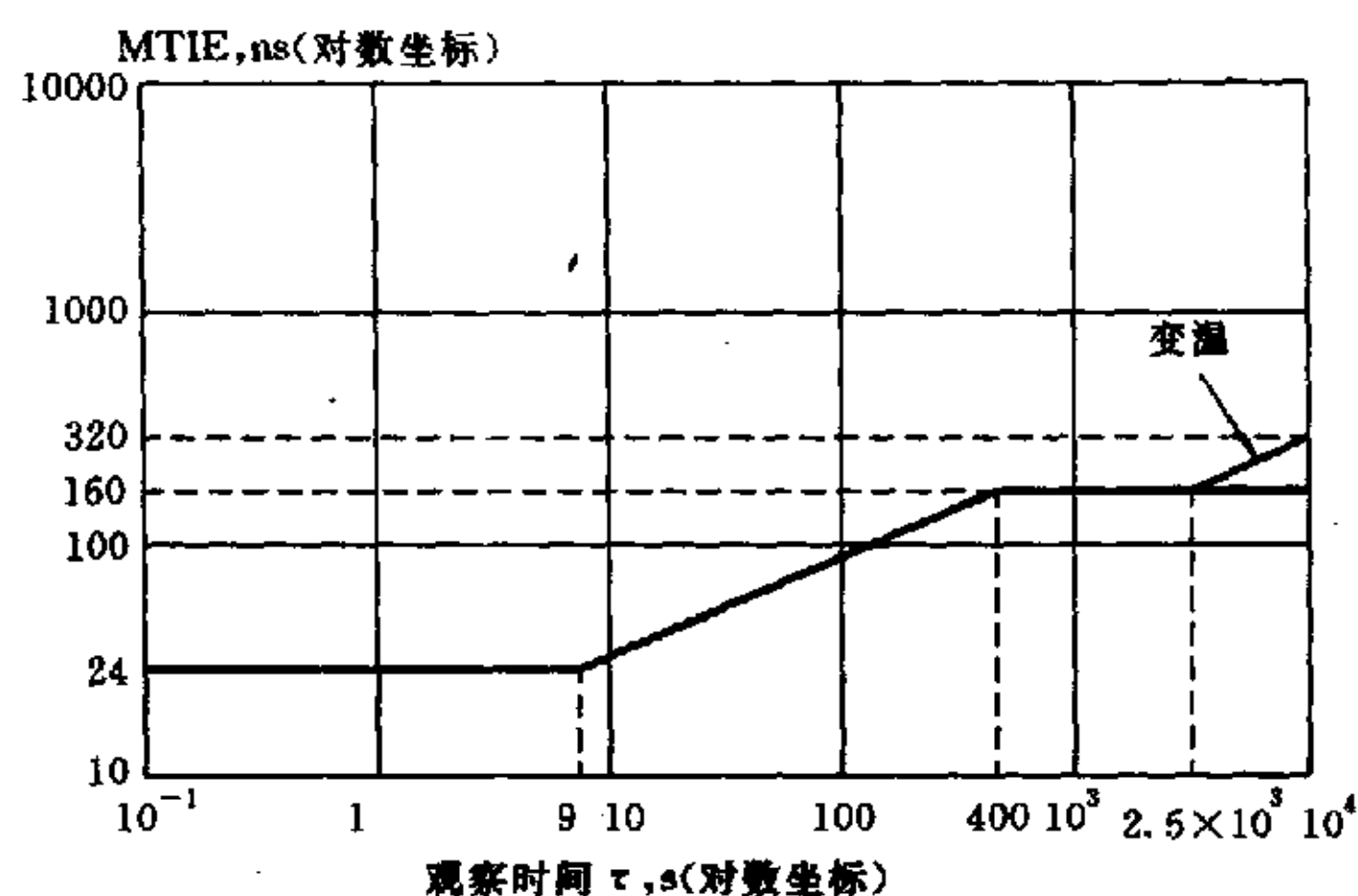


图 4 2 级节点时钟和 3 级节点时钟漂动产生要求(MTIE)

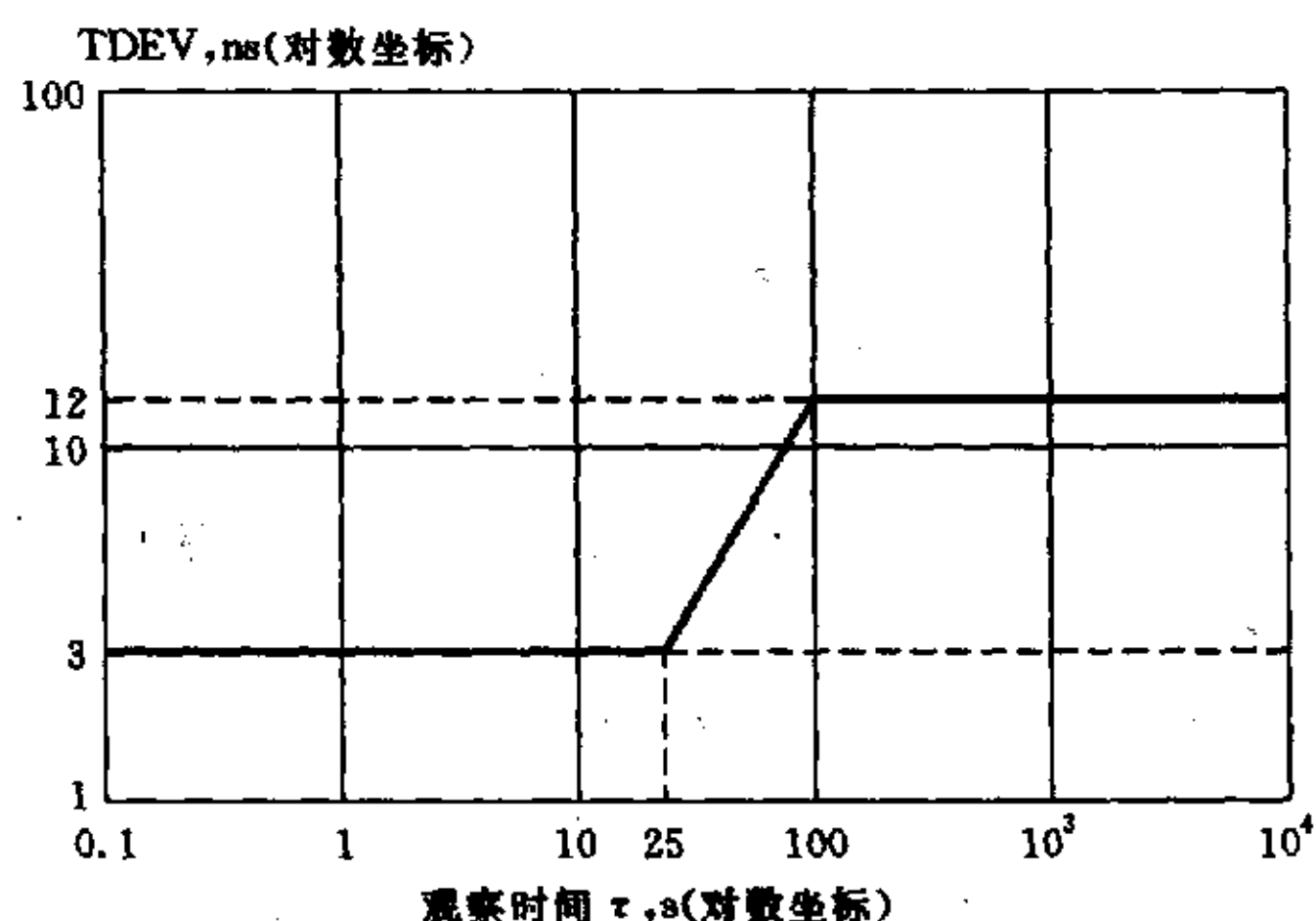


图 5 2 级节点时钟和 3 级节点时钟漂动产生要求(TDEV)

表 8 恒温条件下($\pm 1^\circ C$ 之内变化)2 级节点时钟和 3 级节点时钟漂动产生要求(TDEV)

积分时间 τ, s	TDEV 要求, ns
$0.1 < \tau \leq 25$	3
$25 < \tau \leq 100$	$0.12 \times \tau$
$100 < \tau \leq 10\,000$	12

当一个时钟没有锁定于一个同步参考时钟时,随机噪声分量相对于类似初始频率偏差的一些起决定性影响因素可以忽略不计。

4.2.3.2 抖动产生(注)

注: 由于抖动的随机性,本条款给出的峰峰值偶尔也会被超越,所以,所给出要求的至少 99% 应得到满足。

虽然节点时钟性能中绝大多数要求与测量它的输出接口无关,但对于抖动产生却不是这样,抖动产

生要求则根据不同接口类型有不同的限制。为和其他抖动要求相一致,其值以 UI 为单位,其中 UI 相当于接口比特速率的倒数。

值得注意的是,本条款给出的所有 STM-*N* 接口的滤波器值都与 ITU-T 建议 G. 825 中给定的用于网络限制的滤波器值相一致。

a) 2048kHz 和 2048kbit/s 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 和 2048kbit/s 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 9 所给出的限制。一个 STM-1 电接口所允许的固有抖动也在表 9 中给出。

测量滤波器的低端滚降频率特性为 20dB/dec,高端滚降频率特性为 60dB/dec。

表 9 STM-*N* 接口的抖动产生

接口类型	测量滤波器(—3dB 频率点)	峰—峰幅度,UI
STM-1 电接口	500Hz~1.3MHz	0.50
	65kHz~1.3MHz	0.075
STM-1 光接口	500Hz~1.3MHz	0.50
	65kHz~1.3MHz	0.10
STM-4	1000Hz~5MHz	0.50
	250kHz~5MHz	0.10
STM-16	5000Hz~20MHz	0.50
	1~20MHz	0.10
注:对于 STM-1 接口,1UI=6.43ns。 对于 STM-4 接口,1UI=1.61ns。 对于 STM-16 接口,1UI=0.40ns。		

4.2.4 噪声容限

噪声容限表示从钟输入口应能接受的最大相位噪声幅度的最低门限,而且时钟维持在特定的性能门限内(此性能门限待定)不引起时钟任何告警;不引起时钟倒换参考;不引起时钟进入保持。

通常,为了维持可接受的性能,从钟的噪声容限和同步接口的网络门限一致。然而同步接口的网络门限由于应用的不同而不同。因此,为了决定从钟的噪声容限,应采用最恶劣情况下的网络门限。为了有可接受的负荷性能,在 ITU-T 建议 G. 813 附录 I 中对不同的网络门限做了解释说明。

下文所规定的漂动和抖动容限表示承载同步的接口应表现的最恶劣情况。用于一致性测试的 TDEV 信号应通过加入白噪声、高斯噪声源来产生,这些噪声信号经过过滤,在适当的幅度下得到适当的噪声处理类型。在 ITU-T 建议 G. 812 附录 I 中提供了指导。

以最大抽样时间 $\tau_0=1/30s$,通过一个等效的 10Hz 单极点低通滤波器来测量 MTIE 和 TDEV。TDEV 的最小测量时间 T 应是积分时间 τ 的 12 倍,即 $T=12\tau$ 。

4.2.4.1 输入漂动容限

2 级节点时钟和 3 级节点时钟的输入漂动容限的 MTIE 限值范围由表 10 给出,其模板如图 6 所示。

表 10 2 级节点时钟和 3 级节点时钟噪声输入漂动容限(MTIE)

观察时间 τ, s	MTIE 要求, μs
$0.1 < \tau \leq 7.5$	0.75
$7.5 < \tau \leq 20$	0.1τ
$20 < \tau \leq 400$	2
$400 < \tau \leq 1\,000$	0.005τ
$1\,000 < \tau \leq 10\,000$	5

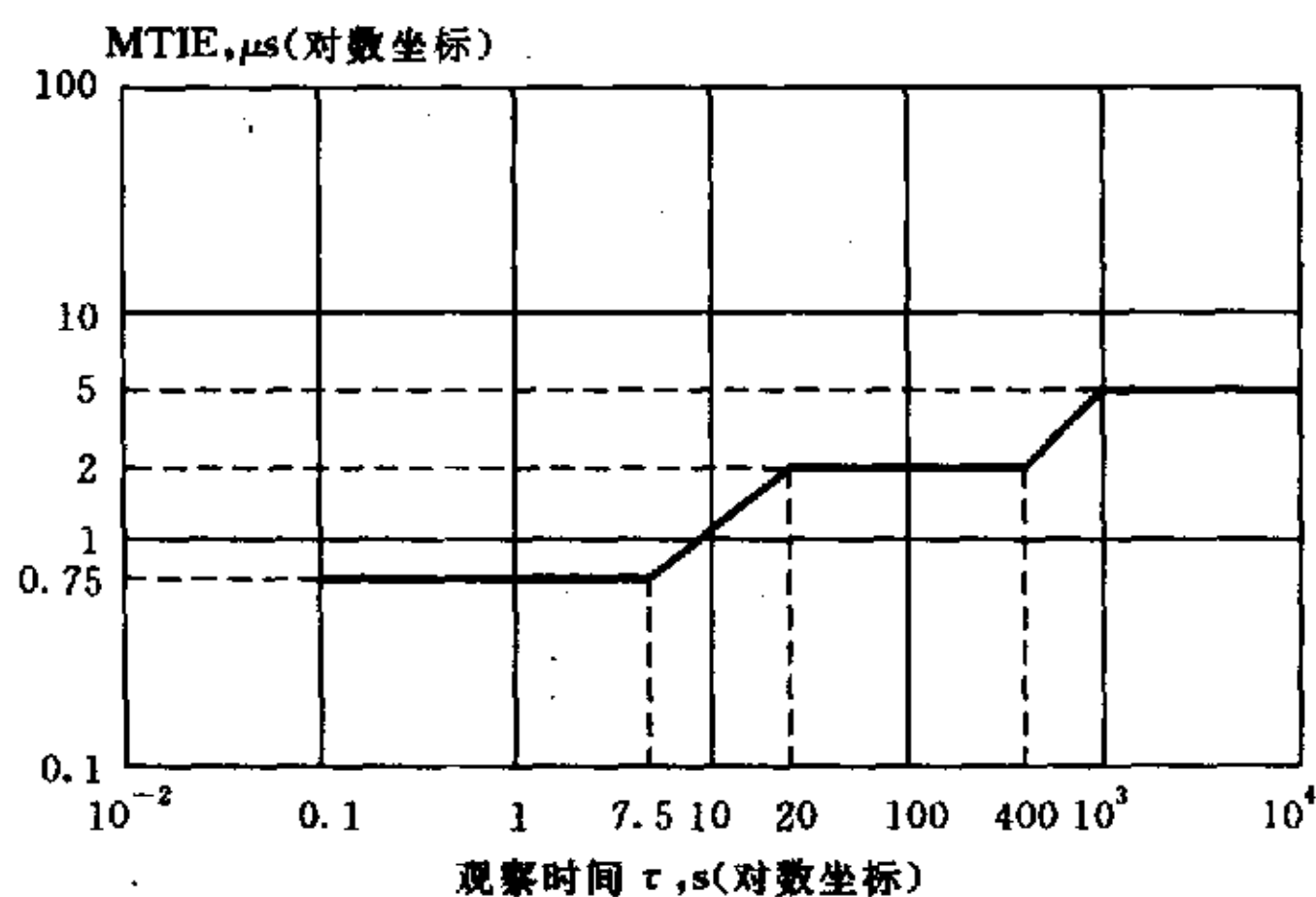


图 6 2 级节点时钟和 3 级节点时钟噪声输入漂动容限(MTIE)

2 级节点时钟和 3 级节点时钟输入漂动容限的 TDEV 限值范围由表 11 给出,其模板如图 7 所示。

表 11 2 级节点时钟和 3 级节点时钟噪声输入漂动容限(TDEV)

积分时间 τ, s	TDEV 要求, ns
$0.1 < \tau \leq 20$	34
$20 < \tau \leq 100$	$1.7 \times \tau$
$100 < \tau \leq 1\,000$	170
$1\,000 < \tau \leq 10\,000$	$5.4 \times \tau^{0.5}$

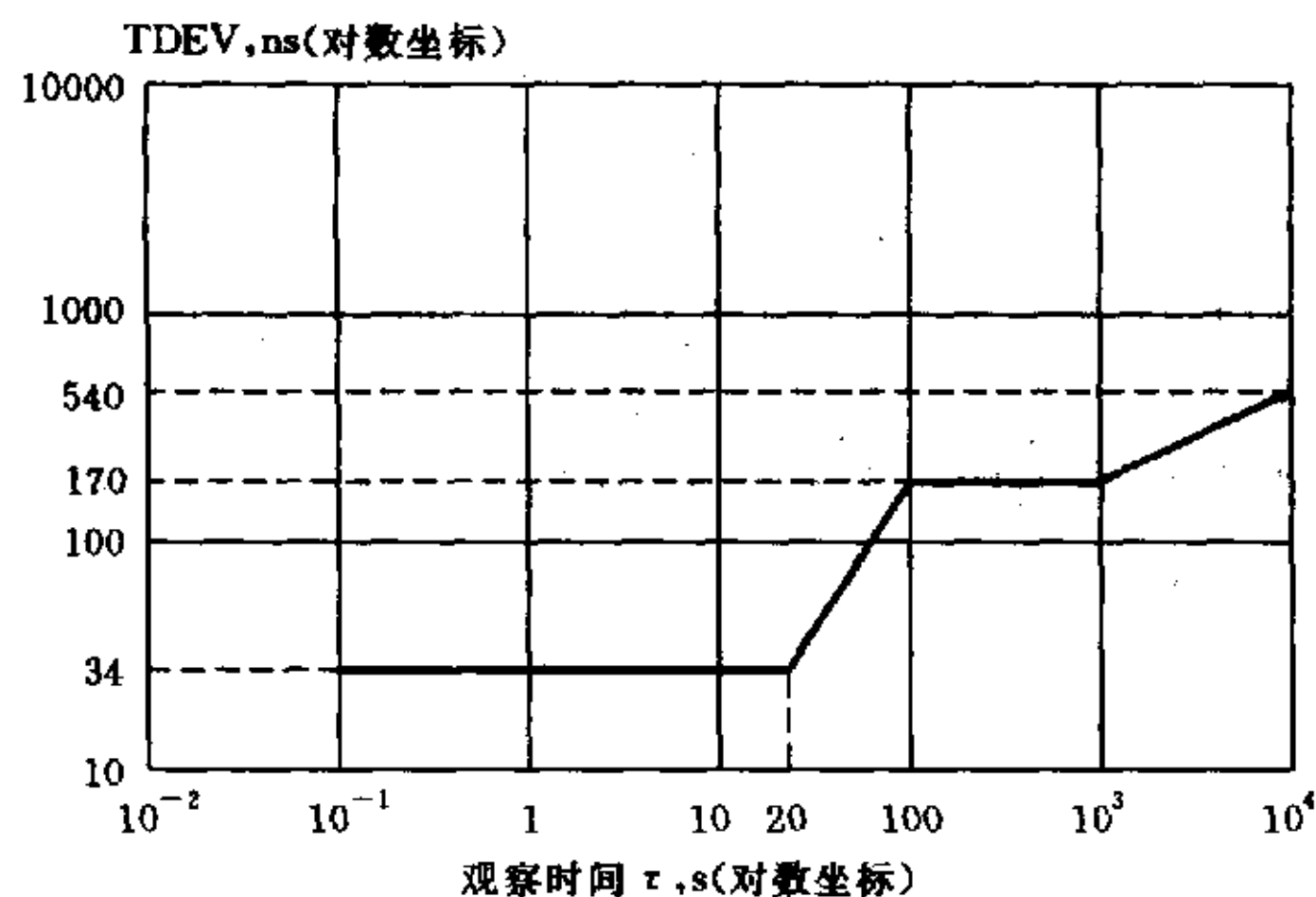


图 7 2 级节点时钟和 3 级节点时钟噪声输入漂动容限(TDEV)

为了检查图 6 中 MTIE 模板的一致性,可以采用具有正弦相位变化的测试信号(适当的测试信号有待进一步研究)进行验证,表 12 给出其要求,相应的曲线如图 8 所示。

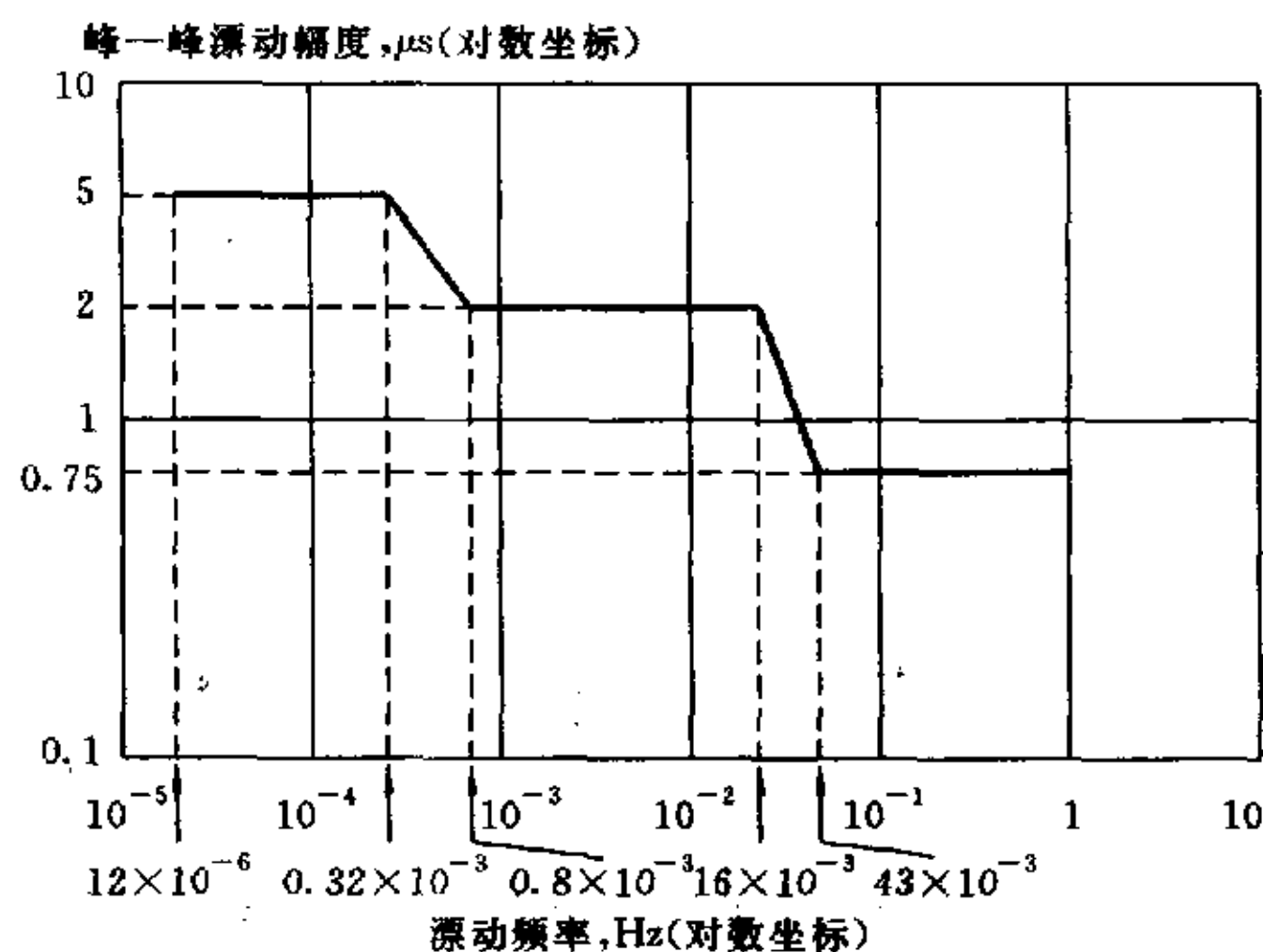


图 8 2 级节点时钟和 3 级节点时钟的最大正弦输入漂移容限

表 12 2 级节点时钟和 3 级节点时钟最大正弦输入漂移容限

频率范围, Hz	峰—峰漂移幅度, μs
$0.000012 < f \leq 0.00032$	5
$0.00032 < f \leq 0.0008$	$0.0016 \times f^{-1}$
$0.0008 < f \leq 0.016$	2
$0.016 < f \leq 0.043$	$0.032 \times f^{-1}$
$0.043 < f \leq 1$	0.75

4.2.4.2 抖动容限

2 级节点时钟和 3 级节点时钟最大可容忍的正弦输入抖动的限值范围由表 13 给出,其模板如图 9 所示。

表 13 2 级节点时钟和 3 级节点时钟最大正弦输入抖动容限

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

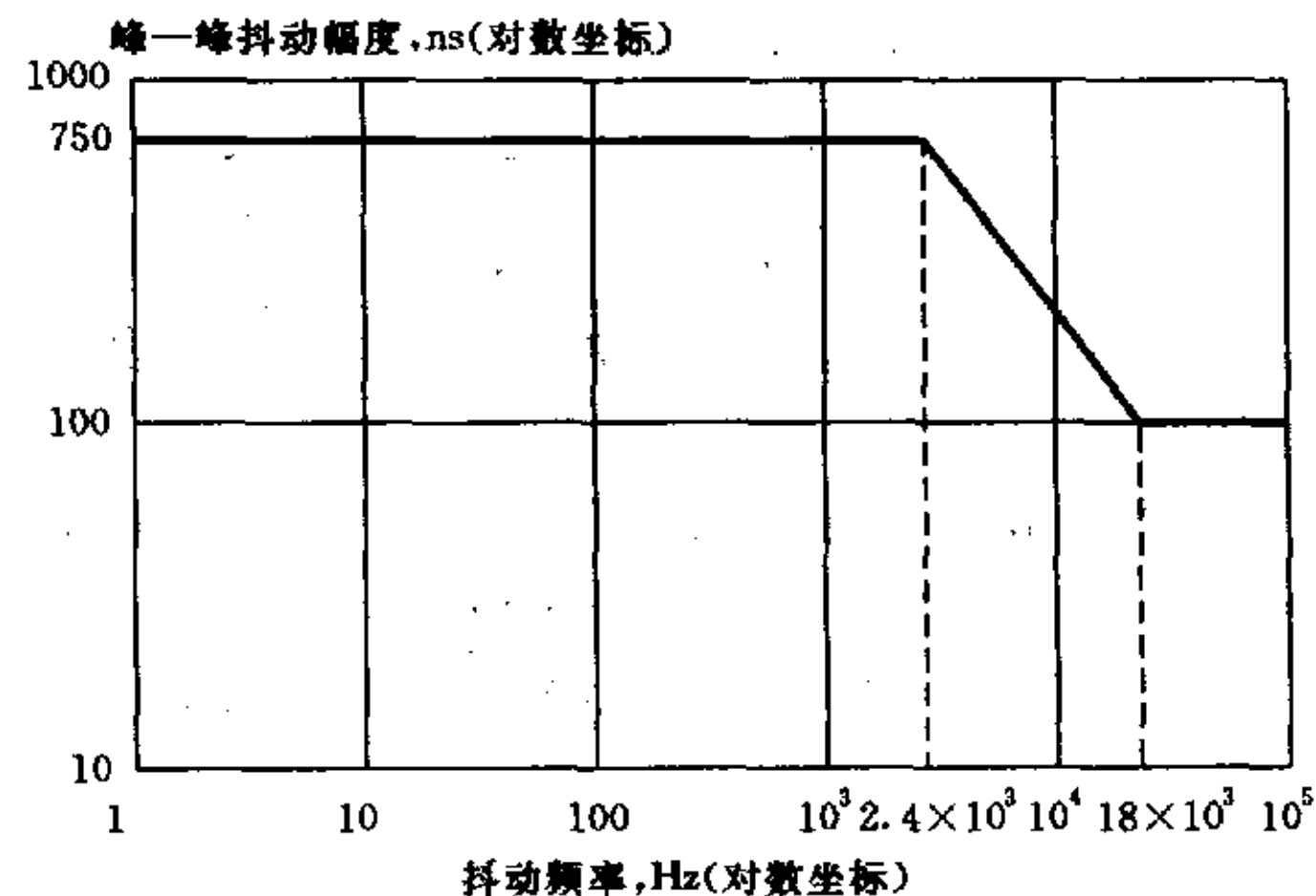


图 9 2 级节点时钟和 3 级节点时钟的最大正弦输入抖动容限

4.2.5 噪声传递特性

从钟的传递特性决定了时钟相当于相位调制的传递输入相位的属性。噪声传递特性可以用以下两种方法来规定。

a) 通过观察从钟在理想输入相位和实际输入相位时它们之间的差别,可以把它看成是一个低通滤波器。表 14 给出该低通滤波器工作的最大允许带宽和通带内最大允许增益的规定。这些要求适用于一个线性的 G.812 时钟模型,然而这个模型不是严格执行的。

表 14 噪声传递要求

最大带宽, MHz	最大增益, dB
3	0.2

b) 噪声传递特性描述了由于时钟输入端噪声引起的输出端观察到的噪声量。当输入端噪声限制于本标准 4.2.4.1 条所规定的宽带噪声信号时(例如, TDEV 输入容限模板), 2 级节点时钟和 3 级节点时钟输出噪声信号应低于表 15 的限值范围, 其模板如图 10 所示。在 ITU-T 建议 G.812 附录 I 中给出了这些要求和测试方法。

以最大抽样时间 $\tau_0 = 1/30\text{s}$, 通过一个等效的 10Hz 单极点低通滤波器来测量 MTIE 和 TDEV。TDEV 的最小测量时间 T 应是积分时间 τ 的 12 倍, 即 $T = 12\tau$ 。

表 15 2 级节点时钟和 3 级节点时钟噪声输出漂动模板(TDEV)(注)

观察间隔 τ, s	TDEV 要求, ns
$0.1 < \tau \leq 13.1$	3
$13.1 < \tau \leq 100$	$0.0176 \times \tau^2$
$100 < \tau \leq 1\,000$	176
$1\,000 < \tau \leq 10\,000$	$5.58 \times \tau^{0.5}$

注: 表 15 中列出的值包括峰值增益和固有噪声的影响。

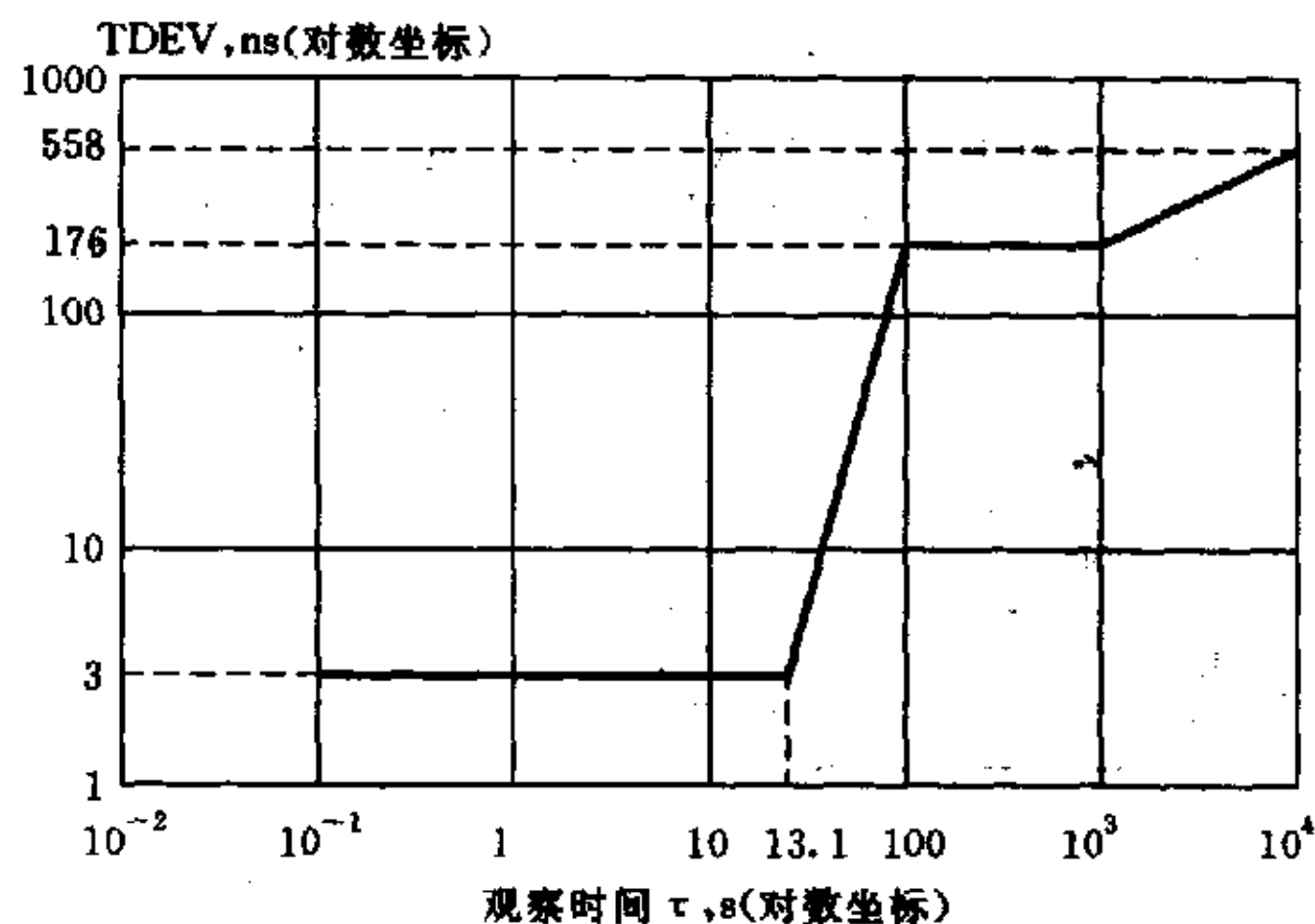


图 10 2 级节点时钟和 3 级节点时钟的噪声输出漂动模板(TDEV)

4.2.6 相位瞬变和保持性能

本条款的性能要求应用于如下情形: 由于输入信号受到干扰或传输失效(例如, 短时中断、不同同步信号之间的倒换、参考信号丢失等)的影响, 导致节点从钟的输出信号产生相位瞬变, 因此, 要求节点从钟具有一定的抵抗干扰的能力, 以避免传输缺陷或失效的影响。在传输环境中传输失效和紊乱是通常强调的条件。

为确保传输的完整性。节点从钟输出口的相位变化应满足下列规定。

a) 相位瞬变

相位瞬变要求反映时钟一旦由于参考通路失效造成所选的输入参考信号的丢失,并且立刻可得到源于同一参考时钟的第二路输入参考信号;或者在检测到失效之后不久其输入参考信号又可利用(例如,自动恢复情况)时的性能。

其输出抖动应满足本标准 4.2.3.2 所规定的要求。

对于 2048kHz 和 2048kbit/s 接口,其输出最大时间间隔误差(MTIE)应不超过表 16 所规定的限值,其模板如图 11 所示。

对于 STM-N 接口,其输出相位最大时间间隔误差(MTIE)应不超过表 17 所规定的限值,其模板如图 11 所示。

表 16 2 级节点时钟和 3 级节点时钟的 2048kHz 和 2048kbit/s 接口输出相位瞬变要求(MTIE)

观察时间 τ, s	MTIE 要求, ns
$0.001 < \tau \leq 0.0033$	25
$0.0033 < \tau \leq 0.016$	7.500τ
$0.016 < \tau \leq 240$	$120 + 0.5\tau$
$240 < \tau \leq 10\,000$	240

表 17 2 级节点时钟和 3 级节点时钟的 STM-N 接口输出相位瞬变要求(MTIE)

观察时间 τ, s	MTIE 要求, ns
$0.001 < \tau \leq 0.016$	7.500τ
$0.016 < \tau \leq 240$	$120 + 0.5\tau$
$240 < \tau \leq 10\,000$	240

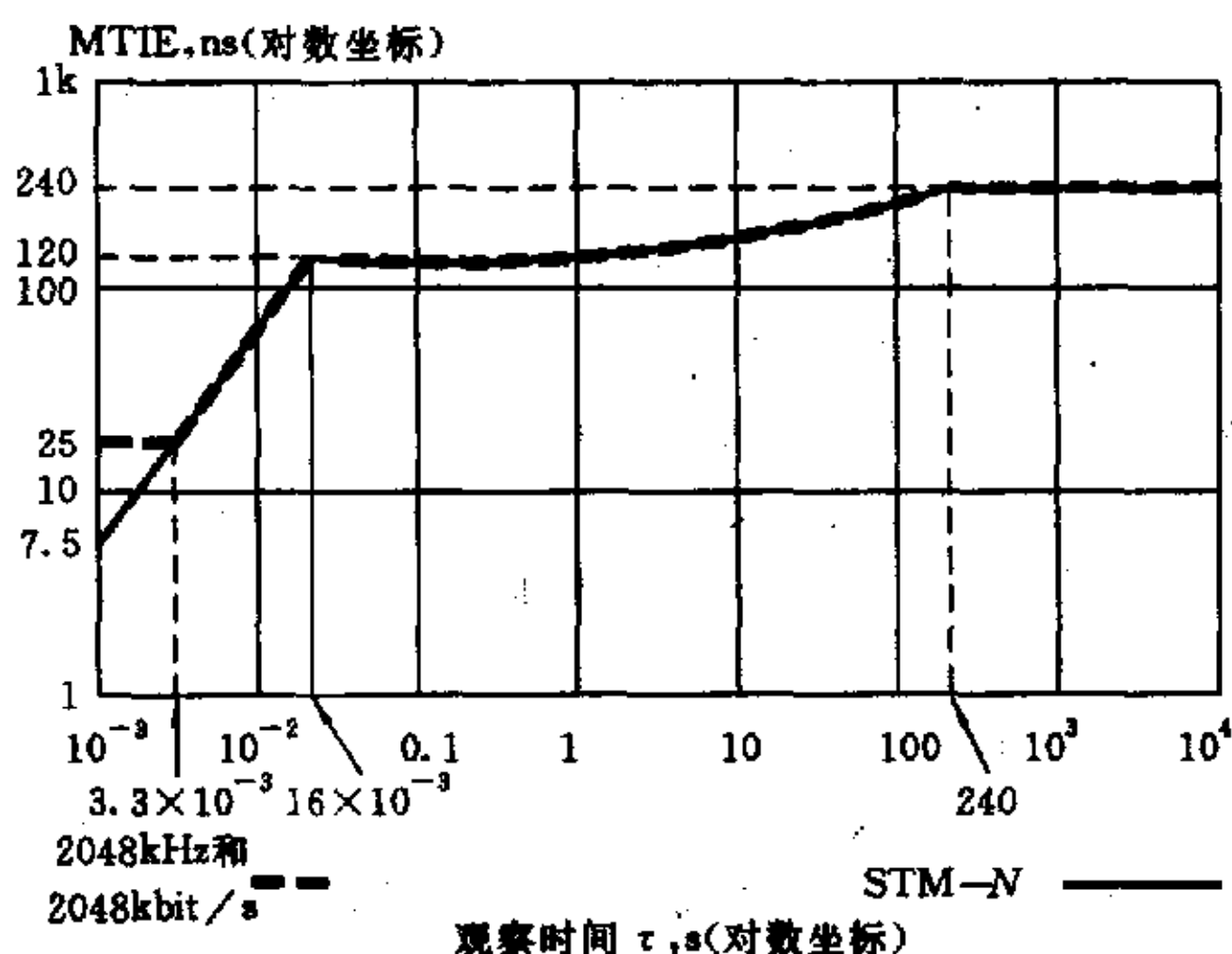


图 11 2 级节点时钟和 3 级节点时钟的输出相位瞬变模板(MTIE)

b) 保持性能

当一个从钟失去所有参考后,它进入保持状态。以下要求规定了输出定时信号的最大变化。另外,它限制了在输入信号损伤或内部紊乱时相位变化的累积。

1) 对于 2 级节点时钟,相位 $\Delta x(S)$ 的微分,即频率偏差,在经过任何 Ss 的时间后,应满足:

$$|d(\Delta x(S))/dS| \leq Y(S)$$

这里 $Y(S)$ 是最大频率偏差,其要求如表 18 和图 12 所示。 $Y(S)$ 从进入保持状态之后 5000s 开始,也就是说,对于 $<5000s$ 的 S , $Y(S)$ 没有定义,以确保与进入保持状态相关的任何相位瞬变已经结束。在起始 5000s 期间,应符合本标准 4.2.6a) 条的相位瞬变要求。

表 18 2 级节点时钟保持特性

时间 S, s	最大频率偏差 $Y(S), ns/s$
$0 < S \leq 5\,000$	未定义
$5\,000 < S \leq 86\,400$	0.1
$86\,400 < S \leq 1.38 \times 10^7$	$1.16 \times 10^{-6} S$
$1.38 \times 10^7 < S \leq 3.2 \times 10^7$	16

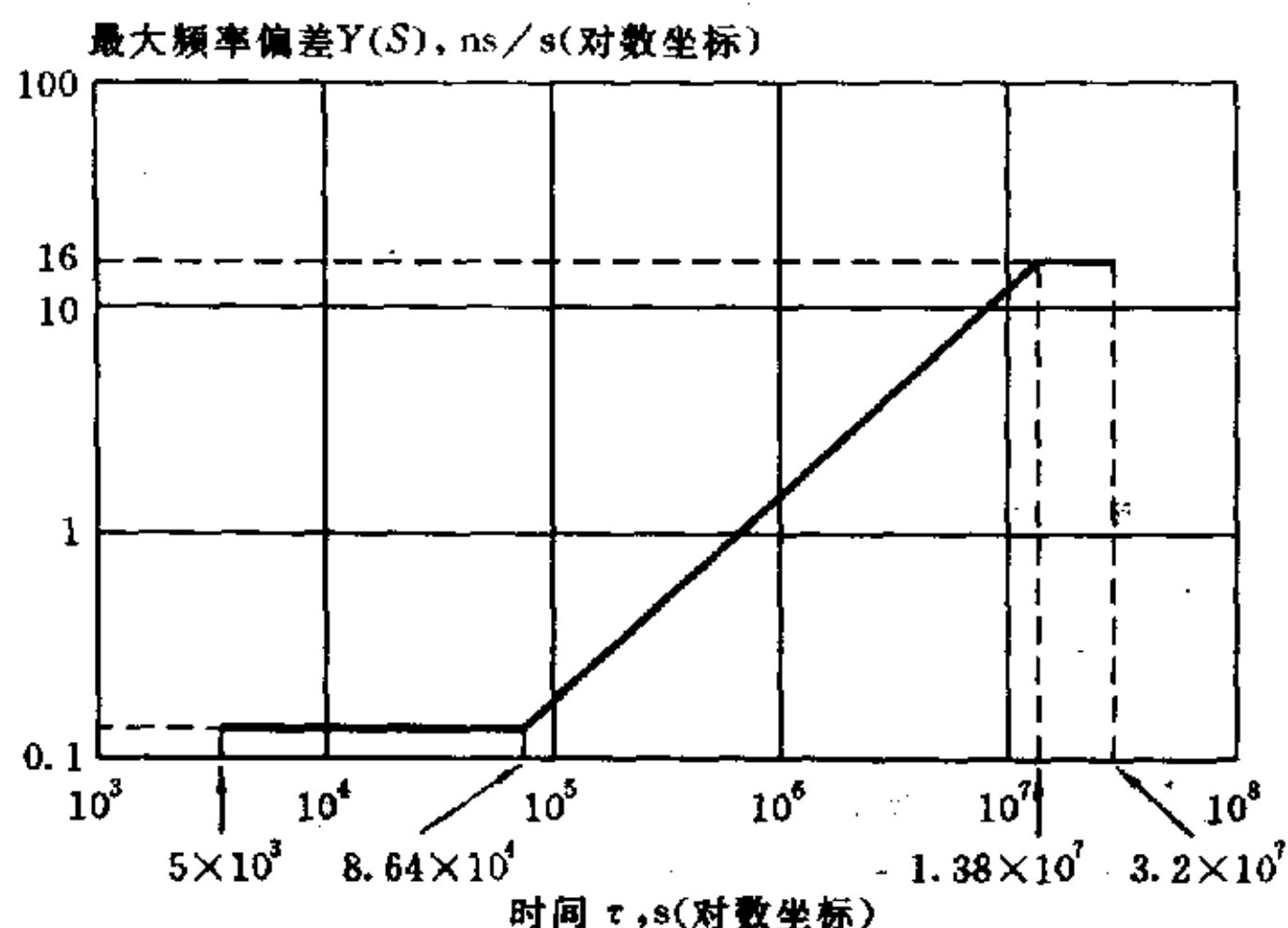


图 12 2 级节点时钟保持特性

2) 对于 3 级节点时钟, 从丢失参考并经过任何 Ss 的时间后, 从钟输出口的相位差 Δx 应满足:

$$|\Delta x(S)| \leq \{(A_1 + A_2)S + 0.5BS^2 + C\} ns$$

$\Delta x(S)$ 的微分, 即频率偏差, 在经过任何 Ss 的时间后应满足:

$$|d(\Delta x(S))/dS| \leq \{A_1 + A_2 + BS\} ns/s$$

$\Delta x(S)$ 的二次微分, 即频率漂移, 在经过任何 Ss 的时间后应满足:

$$|d^2(\Delta x(S))/dS^2| \leq D ns/s^2$$

在实际应用以上对 $\Delta x(S)$ 的一次和二次微分的要求时, 时间 S 必须始于与进入保持状态相联系的任何瞬变结束之后。在瞬变期间, 其瞬变要求应符合本标准 4.2.6a) 的要求。

注 1: A_1 表示恒温条件 ($\pm 1^\circ C$ 内变化) 下的初始频率偏差。

注 2: A_2 考虑到时钟进入保持状态后的温度变化。假如没有温度变化, $A_2 S$ 项对相位差就没有影响。

注 3: B 表示由于老化而引起的平均频率漂移。此值通过连续工作 60 天后的典型老化特性得到, 不能基于每天来测量此值, 因为此时温度的影响将占主导地位。

注 4: C 该相位偏差考虑到在进入保持状态过程中引起的任何其他相位漂移。

注 5: D 表示在恒温条件下保持状态允许的最大瞬时频率漂移。然而并不要求 D 和 B 是相等的。

表 19 给出了以上常系数的可容许值, 3 级节点时钟进入保持后允许最大频率偏差¹⁾ 如图 13 所示。

注: 1) 参照对 2 级节点时钟保持特性的规定, 对 3 级节点时钟保持特性的描述也采用频率偏差, 且为确保与进入保持状态相关的任何相位瞬变的结束, 暂定 3 级节点时钟的保持特性从 5000s 开始, 至 1 年结束。

表 19 3 级节点时钟保持特性

系 数	要 求
$A_1, ns/s$	1.0
$A_2, ns/s$	10
$B, ns/s^2$	1.16×10^{-5}
C, ns	150
$D, ns/s^2$	1.16×10^{-5}

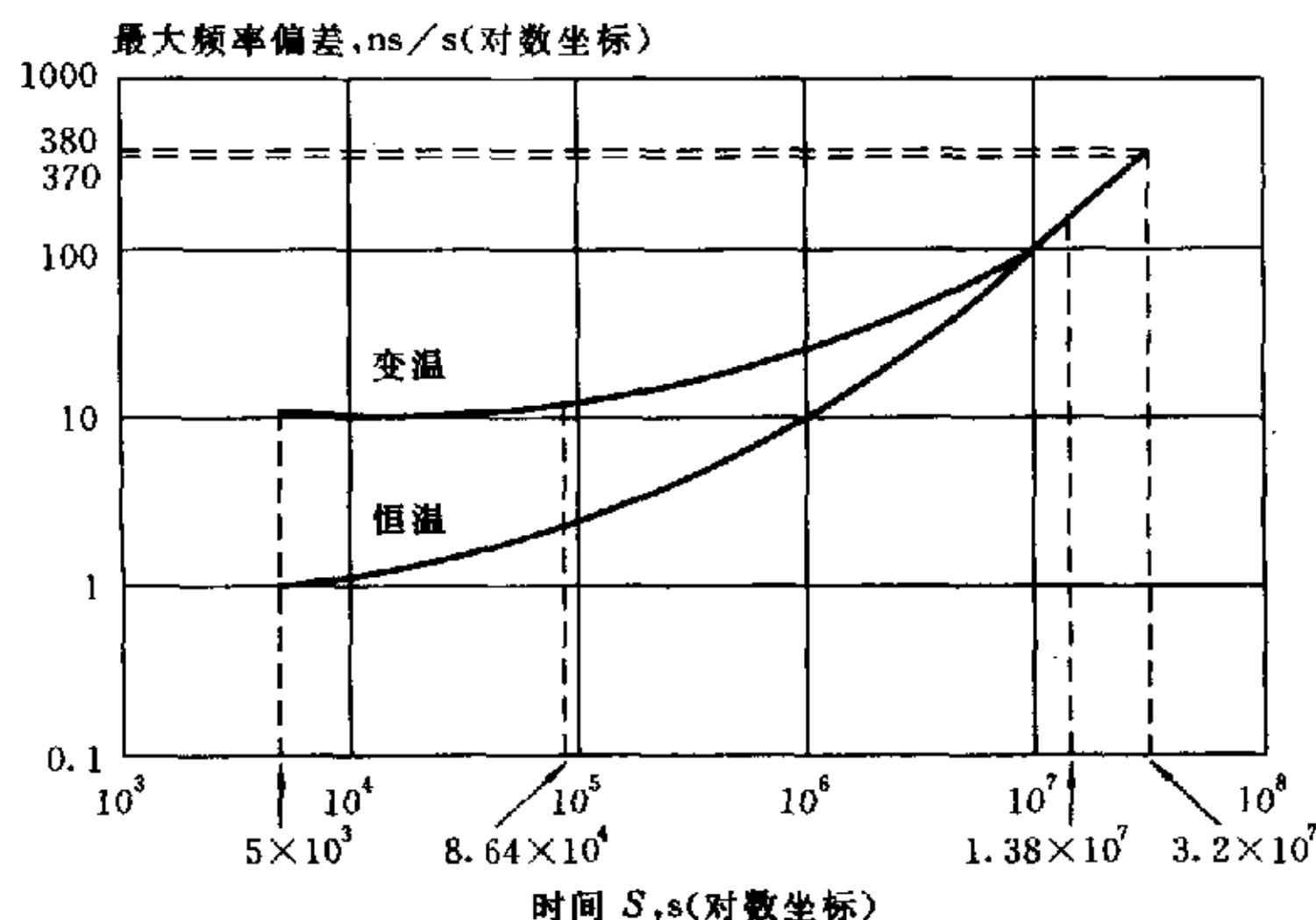


图 13 3级节点时钟保持特性

4.2.7 相位不连续性

当从钟进行内部测试或重组操作时,2级节点时钟和3级节点时钟输出的相位不连续性应满足表20中MTIE的规定,其模板如图14所示。

在节点从钟建于SDH设备内的情况下,在任何STM-N输出接口的暂时频率偏差决不能超过 7.5×10^{-6} 。

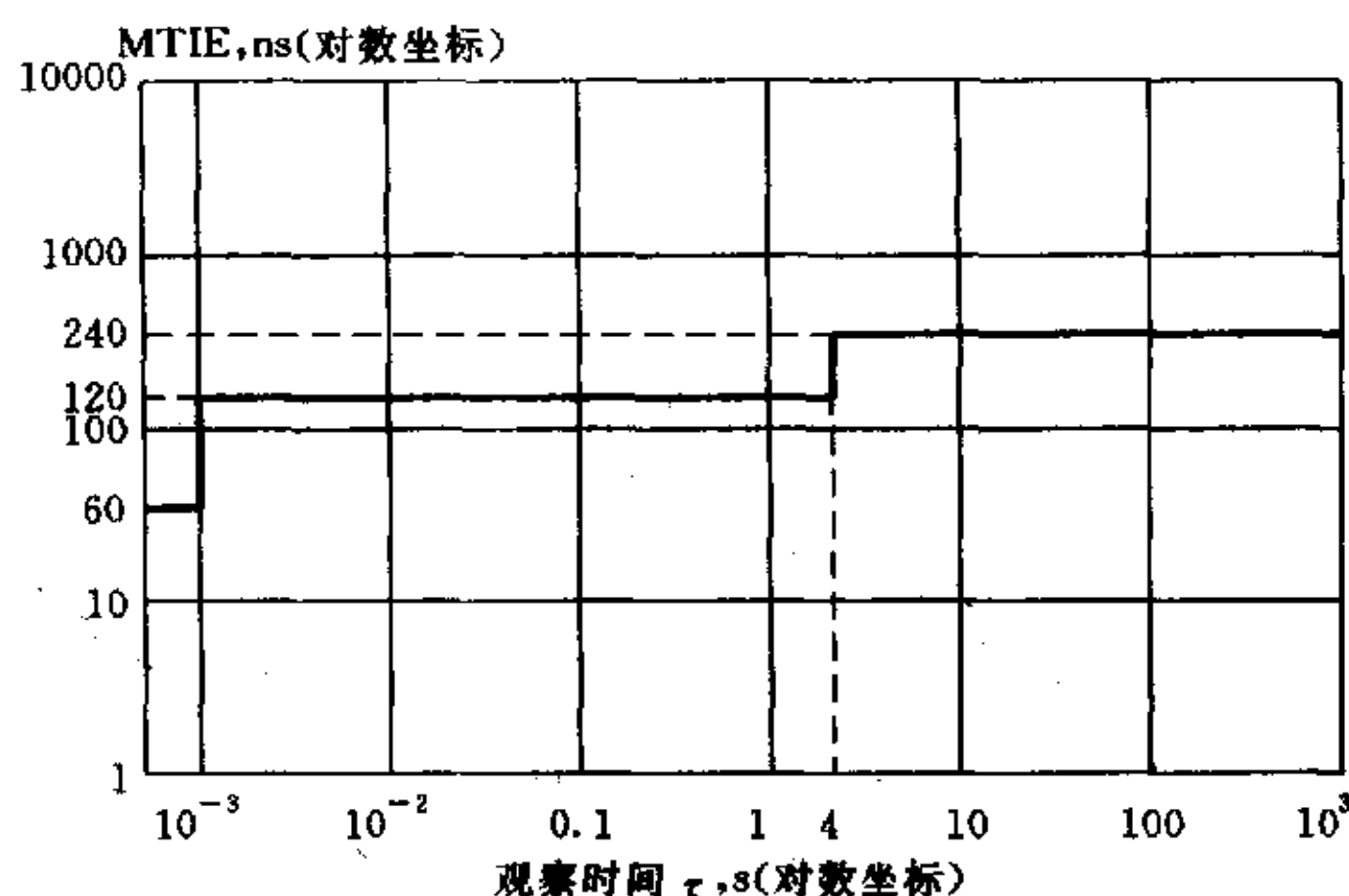


图 14 2级节点时钟和3级节点时钟输出口相位不连续性要求(MTIE)

表 20 2级节点时钟和3级节点时钟输出口相位不连续性要求(MTIE)

观察时间 τ, s	MTIE 要求, ns
$\tau \leq 0.001$	60
$0.001 < \tau \leq 4$	120
$\tau > 4$	240

4.2.8 接口

2级节点时钟和3级节点时钟的外部输入和输出接口规定如下:

2048kHz 接口应符合 ITU-T 建议 G.703 第10章的要求。

2048kbit/s 接口应符合 ITU-T 建议 G.703 第6章的要求。

STM-N 接口应符合 ITU-T 建议 G.707 和 G.957 的要求。

值得注意的是,并不要求在所有设备上实现以上接口,但这些接口应服从本标准4.2.3规定的抖动和漂动要求。

附 录 A
(标准的附录)
时钟性能参数定义

本附录列出了有关的时钟性能参数及其定义。

——老化率(Ageing)

振荡器随时间变化而产生的系统的频率变化。

——相对频率偏差(Fractional Frequency Deviation)

一个实际信号频率和一个标称频率之差,除以标称频率,即: $\Delta f/f$ 。

——漂动(Wander)

数字信号的各个有效瞬时相对其理想时间位置的长期变化(变化的频率小于 10Hz)。

——抖动(Jitter)

数字信号的各个有效瞬时相对其理想时间位置的短期变化(变化的频率大于 10Hz)。

——滑动(Slip)

由于数字设备输入/输出信号的频率和/或相位变化而导致在缓冲存储器产生数字信息重读或漏读。根据滑动控制机制,滑动分为受控滑动和非受控滑动。

——频率准确度(Frequency Accuracy)

在规定的周期内时钟频率偏离的的最大幅度。

——频率稳定度(Frequency Stability)

在给定的时间间隔内由于时钟的内在因素或环境影响而导致的频率变化。

——频率漂移(Frequency Drift)

由于时钟的老化率或外部影响(辐射、压力、温度、湿度、电源、负载等)而导致相对于标称值的频率偏差的变化率。

——时间间隔误差(Time Interval Error)

在特定的时间周期内,一个给定信号相对于理想信号的时延变化。

——最大时间间隔误差(Maximum Time Interval Error)

在一个测量周期内,一个给定的窗口内的最大相位变化。

MTIE 和 TIE 定义如图 A1 所示。

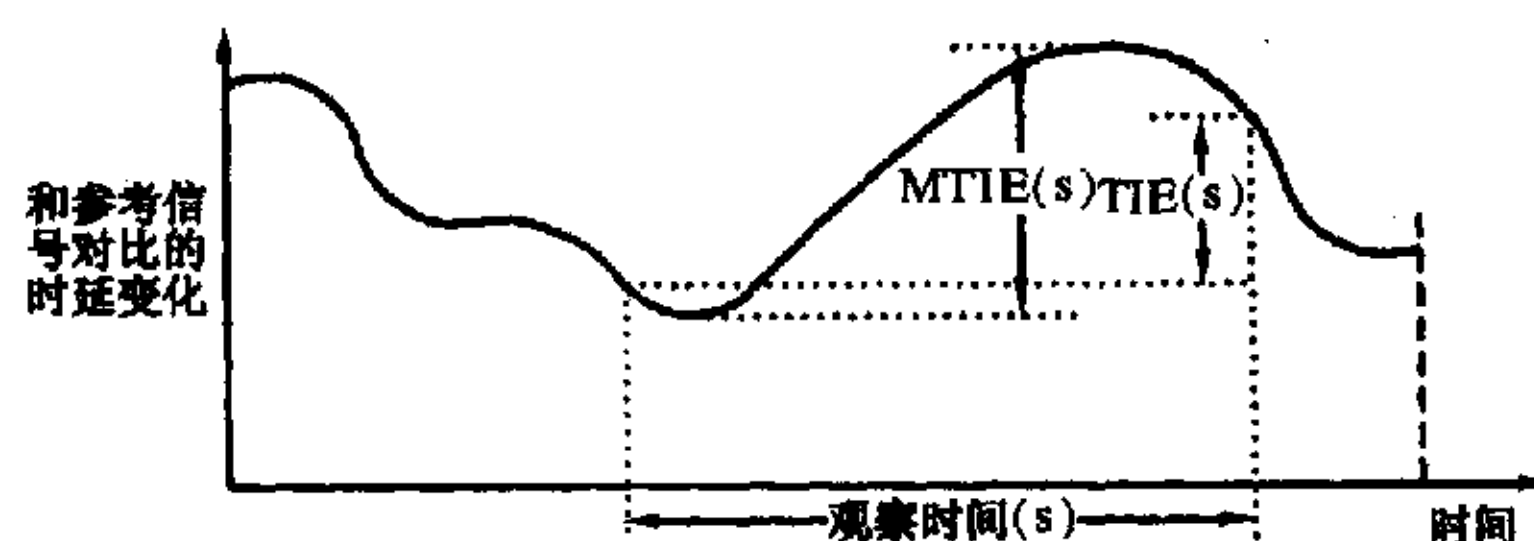


图 A1 MTIE 和 TIE 的定义

$$MTIE(S) = \max_{j=1}^{N-n+1} [\max_{i=j}^{n+j-1} (X_i) - \min_{i=j}^{n+j-1} (X_i)]$$

其中: X_i ——时延的抽样数据;

N ——抽样数据的总数;

S ——观察时间;

n ——观察时间内的抽样数。

——时间偏差 TDEV(Time Deviation)

$$\text{TDEV}(\tau) = \sqrt{\frac{1}{6n^2(N-3n+1)} \sum_{j=1}^{N-3n+1} \left[\sum_{k=0}^{n-1} (x_{j+2n+k} - 2x_{j+n+k} + x_{j+k}) \right]^2}$$

其中： X_i ——时延的抽样数据；

N ——抽样数据的总数；

τ_0 ——相邻样值间的时间间隔；

τ ——积分时间， $\tau = n\tau_0$ ；

n ——积分时间内的抽样数。

——保持入范围(Hold-in range)

是指从钟参考频率和规定的标称频率间的最大频率偏差范围，在这个范围之内，无论参考频率如何缓慢变化，从钟都工作在锁定状态。

——牵引入范围(Pull-in range)

是指从钟参考频率和规定的标称频率间的最大频率偏差范围，在这个范围之内，从钟将达到锁定状态。

——牵引出范围(Pull-out range)

是指从钟参考频率和规定的标称频率间的频率偏差范围，在这个范围之内从钟工作在锁定状态，在这个范围之外从钟不能工作在锁定状态，而无论参考频率如何变化。

——保持频率稳定度(Holdover Frequency Stability)

在失去全部频率基准的情况下(工作在保持方式)，时钟频率相对于时间的最大变化率。

——相位瞬变(Phase Transients)

由于在定时基准之间或者设备主/备用硬件之间的倒换(系统重新安排)而引起在输出口信号相位的瞬时变化。

——从保持到锁定性能(Transition From Holdover to Normal Mode)

此性能是指在给一个已经工作在保持方式的时钟提供定时基准信号时，该时钟需要确认此信号和信号频率，因此需要一定的时间。在确认期间，时钟可以继续以其保持频率工作。在对定时基准已经确认有效之后(例如无 LOS、OOB 或 AIS)，时钟改变其频率以锁定到输入定时基准。

——漂动/抖动产生(Wander/Jitter Generation)

在时钟输入口没有外加输入漂动/抖动(输入理想基准信号)的情况下，在时钟输出口漂动/抖动出现的过程。

——漂动/抖动输入容限(Wander/Jitter Input Tolerance)

输入口应具有接受一定幅度的漂动/抖动的能力，在此幅度内，输入口应不产生任何告警和进行输入信号倒换。

——漂动/抖动传递特性(Wander/Jitter Transfer)

对于时钟应要求它能产生一个具有低漂动/抖动的输出，甚至于当输入信号具有较高的漂动/抖动时也能如此。这就是对时钟过滤漂动/抖动的要求。

——单位时间间隔(UT)

它是每个脉冲单元(比特)所占用的时间，其值为接口比特率的倒数。对于 2048kb/s 数字信号而言， $1\text{UT} = 488\text{ns}$ 。

——协调世界时(UTC)

协调世界时(UTC)是受巴黎国际时间局(BIPM)和国际地球旋转服务(IERS)维护的时标，该时标

构成协调播送的标准频率与时间信号的基础。

——同步网节点(Synchronization Network Node)

同步网节点是指直接同步于节点时钟的单一物理位置上的一组设备。

——节点时钟(Node Clock)

节点时钟是指一个用于将同步分配至一个或多个同步设备的时钟。
