

**YD**

# 中华人民共和国通信行业标准

YD/T 1355-2005

---

## 小型局站同步时钟设备技术要求 和测试方法

Technical requirements and test method of Mini-BITS equipment

2005-05-11 发布

2005-11-01 实施

---

中华人民共和国信息产业部 发布

## 目 次

前 言 .....	II
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 缩略语 .....	1
4 小型局站同步时钟设备的定义及其功能结构 .....	2
4.1 定义 .....	2
4.2 功能结构 .....	2
5 小型局站同步时钟设备的功能要求 .....	2
5.1 定时输入和监测功能 .....	2
5.2 时钟功能 .....	3
5.3 定时输出功能 .....	3
5.4 监控管理功能 .....	3
5.5 再定时功能(可选) .....	3
6 小型局站同步时钟设备的性能要求 .....	4
6.1 频率准确度 .....	4
6.2 牵引入和保持入范围 .....	4
6.3 漂移产生 .....	4
6.4 抖动产生 .....	6
6.5 输入漂移容限 .....	6
6.6 输入抖动容限 .....	8
6.7 噪声传递特性 .....	8
6.8 相位瞬变 .....	9
6.9 保持性能 .....	10
6.10 相位不连续性(可选) .....	11
6.11 再定时业务中断时间要求(可选) .....	12
7 小型局站同步时钟设备的可靠性要求 .....	12
8 小型局站同步时钟设备的环境要求 .....	12
8.1 电源要求 .....	12
8.2 温度要求 .....	12
8.3 湿度要求 .....	12
9 小型局站同步时钟设备的测试方法 .....	12
9.1 功能测试 .....	12
9.2 性能测试 .....	14
附录 A (资料性附录) 测试参数定义 .....	23

## 前 言

本标准中的定时特性要求非等效采用 ITU-T G.811、ITU-T G.812 标准。本标准参考了以下 3 个标准：

YD/T 1011-1999 数字同步网独立型节点从钟设备技术要求及测试方法；

YD/T 1012-1999 数字同步网节点时钟系列及其定时特性；

YD/T 1267-2003 基于 SDH 传送网的同步网技术要求中对时钟的相关要求。

本标准的附录 A 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：徐一军 汪建华 胡昌军

# 小型局站同步时钟设备技术要求 和测试方法

## 1 范围

本标准规定了小型局站同步时钟设备 (Mini-BITS) 的构成、功能、性能和环境要求以及测试方法。符合本标准要求的小型局站同步时钟设备适用在骨干网的边缘网络节点、本地网内的小型端局和边缘网络节点、城域网汇聚层节点、接入网节点以及移动基站等。可以向数字交换设备、SDH 设备、ATM 设备和移动通信设备等通信设备提供所需要的定时基准信号。

## 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。

GB/T 7611-2001	数字网系列比特率电接口特性
YD/T 1011-1999	数字同步网独立型节点从钟设备技术要求及测试方法
YD/T 1012-1999	数字同步网节点时钟系列及其定时特性
YD/T 1267-2003	基于 SDH 传送网的同步网技术要求
YDN 117-1999	数字同步网的规划方法与组织原则
ITU-T 建议 G.810	同步网的定义和术语
ITU-T 建议 G.811	基准时钟的定时特性
ITU-T 建议 G.812	适用于同步网节点从钟的定时要求

## 3 缩略语

本标准使用了下列缩略语。

AIS	Alarm Indication Signal	告警指示信号
BITS	Building Integrated Timing Supply	通信楼综合定时供给系统同步时钟设备
GPS	Global Positioning System	全球定位系统
LOF	Loss of Frame	帧丢失
LOS	Loss of Signal	信号丢失
Mini-BITS	Mini Building Integrated Timing Supply	小型局站同步时钟设备
MTBF	Mean Time Between Failures	平均故障间隔时间
MTIE	Maximum Time Interval Error	最大时间间隔误差
SASE	Stand-Alone Synchronization Equipment	独立型同步设备
SSM	Synchronization Status Message	同步状态信息
SNMP	Simple Network Management Protocol	简单网络管理协议
SSU	Synchronization Supply Unit	同步供给单元
TDEV	Time Deviation	时间偏差
TL1	Transaction Language 1	事务处理语言 1

4 小型局站同步时钟设备的定义及其功能结构

4.1 定义

具有以下特征的节点时钟设备称为小型局站同步时钟设备：①在自由运行时，具有数字同步网三级节点时钟所要求的最低频率准确度；②在接受源自地面定时基准信号同步时，在各种运行情况下，具有数字同步网三级节点时钟所要求的最低输出定时特性；③在接受卫星定位系统（如 GPS 等）定时信号同步时，具有数字同步网一级节点时钟所要求的跟踪输出定时特性；④具有简化同步时钟设备冗余配置、输出能力和监控管理能力的基本功能。

4.2 功能结构

小型局站同步时钟设备应具备定时输入和监测（或者可选卫星接收定时输入）、时钟、定时输出、监控管理等功能，其功能模型示意图如图 1 所示。

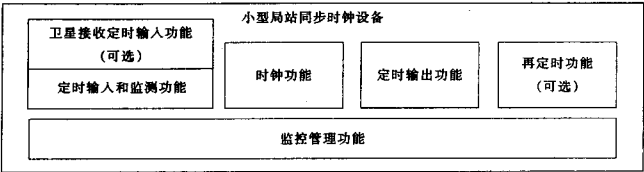


图 1 小型局站同步时钟设备的功能模型示意图

按照应用场合的不同，小型局站同步时钟设备可选配卫星接收机（如 GPS 等）。小型局站同步时钟设备的内部时钟可以配置成 3 级节点时钟，也可以配置成 2 级节点时钟。此外，作为可选项，小型局站同步时钟设备可以选配再定时功能。

5 小型局站同步时钟设备的功能要求

5.1 定时输入和监测功能

定时输入功能包括地面定时输入功能和卫星接收（如 GPS 等）定时输入功能，以及输入参考信号的监测功能。

5.1.1 数量及类型

- (1) 应至少配置 2 个地面定时输入接口，或再配置 1 个卫星接收定时输入接口（可选）。
- (2) 地面定时输入接口，应可以配置为 2 048 kHz 或 2 048 kbit/s 接口类型。
- (3) 该功能模块的冗余配置作为可选。

5.1.2 接口要求

- (1) 2 048 kbit/s 输入接口应具有按 SSM 信息和按优先级进行人工或自动切换的功能。
- (2) 2 048 kHz 输入接口应具有预置 SSM 质量等级的功能，并具有按 SSM 信息和按优先级进行人工或自动切换的功能。
- (3) 2 048 kbit/s 和 2 048 kHz 输入接口的物理/电气特性应满足国标 GB/T 7611-2001《数字网系列比特率电接口特性》中 6.2.2 和 11.2.2 规定的要求。
- (4) 2 048 kbit/s 输入接口的帧结构应满足国标 GB/T 7611-2001《数字网系列比特率电接口特性》中 6.4.1 规定的要求。

5.1.3 性能监测要求

输入接口可以配置成为监测接口使用，所有的输入接口和监测接口，应能监测传输性能和定时性能。

(1) 传输性能监测参数

2 048 kbit/s 定时输入信号应能监测：信号丢失（LOS）、帧丢失（LOF）和告警指示信号（AIS）；

2 048 kHz 定时输入信号应能监测：信号丢失 (LOS)。

#### (2) 定时性能参数

2 048 kbit/s 和 2 048 kHz 定时输入信号应能监测：原始相位 (Raw Phase)、最大时间间隔误差 (MTIE)、频率偏差 ( $\Delta f/f$ ) 和时间偏差 (TDEV) (可选)。

#### (3) 监测时间要求

设备应提供最近 15 000s 的 Raw Phase (分辨率不低于 60s)、1 000s 以内的 MTIE、1 000s 以内的 TDEV (可选) 和不少于 500s 的  $\Delta f/f$ 。

### 5.2 时钟功能

- (1) 设备时钟的基本配置为 3 级节点时钟。
- (2) 设备时钟也可以配置为 2 级节点时钟。
- (3) 设备时钟应具有自由运行、快捕、锁定、保持的功能。
- (4) 该功能模块的冗余配置作为可选。

### 5.3 定时输出功能

#### 5.3.1 数量及类型

- (1) 应提供 8~32 个定时输出接口。
- (2) 应可以配置为 2 048 kHz 或 2 048 kbit/s 接口类型。
- (3) 该功能模块的冗余配置作为可选。

#### 5.3.2 接口要求

(1) 对于 2 048 kbit/s 输出接口，其物理/电气特性和帧结构应分别满足国标 GB/T 7611—2001《数字网系列比特率电接口特性》中 6.2.1 和 6.4.1 规定的要求，并应具有 SSM 功能。

(2) 对于 2 048 kHz 输出接口，其物理/电气特性应满足国标 GB/T 7611—2001《数字网系列比特率电接口特性》中 11.2.1 规定的要求。

### 5.4 监控管理功能

#### 5.4.1 通信语言及协议

采用 TL1 语言，或者采用 SNMP 协议。

#### 5.4.2 通信接口

应具有一个本地通信接口和一个远端通信接口，接口类型可以是 RS232 串行接口或以太网接口，以便纳入同步网网管。

#### 5.4.3 信息的存储与上报

在设备产生的各种信息中，告警信息（包括告警产生和告警清除）应由设备实时自动上报，其他事件信息暂存于设备内，以供网管系统定时轮询或随时查询。设备应能保存至少 100 条最近的事件信息。

#### 5.4.4 告警要求

设备的告警分为事件报告、次要告警、主要告警和严重告警。设备应做到告警定位到设备的功能模块，在面板上有显示，而且还应可向外送出可闻和可视信息。

### 5.5 再定时功能 (可选)

#### 5.5.1 业务输入/输出接口要求

应可以提供至少 2 对再定时业务输入/输出接口。

所有 2 048 kbit/s 业务输入接口的物理/电气特性应满足国标 GB/T 7611—2001《数字网系列比特率电接口特性》中 6.2.2 规定的要求。

所有 2 048 kbit/s 业务输出接口的物理/电气特性应满足国标 GB/T 7611—2001《数字网系列比特率电接口特性》中 6.2.1 规定的要求。

#### 5.5.2 缓冲存储器容量要求

再定时缓冲存储器的容量应至少为 125  $\mu$ s，滑动控制滞后缓冲存储器的容量应至少为 18  $\mu$ s。

#### 5.5.3 业务输出接口直通功能要求

当再定时功能模块掉电或再定时功能模块丢失所有本地时钟源时，再定时功能模块输入的所有业务信号应能直通到其业务输出接口。

5.5.4 业务滑码监测要求

应能监测每路再定时业务信号滑码或溢出的数据，并能提供最近 24h 的滑码或溢出数据。

6 小型局站同步时钟设备的性能要求

6.1 频率准确度

- (1) 配置 3 级节点时钟时  
最低频率准确度应优于 $\pm 4.6 \times 10^{-6}$ 。
- (2) 配置 2 级节点时钟时  
最低频率准确度应优于 $\pm 1.6 \times 10^{-8}$ 。

6.2 牵引入和保持入范围

- (1) 配置 3 级节点时钟时  
最小牵引入范围为 $\pm 4.6 \times 10^{-6}$ ，保持入范围为 $\pm 4.6 \times 10^{-6}$ 。
- (2) 配置 2 级节点时钟时  
最小牵引入范围为 $\pm 1.6 \times 10^{-8}$ ，保持入范围为 $\pm 1.6 \times 10^{-8}$ 。

6.3 漂移产生

- (1) 跟踪卫星定时信号时

当设备工作在锁定卫星定时信号状态时，漂移产生应满足表 1 和表 2 规定的 MTIE 和 TDEV 限值，其模板如图 2 和图 3 所示。

表 1 跟踪卫星定时信号的漂移产生要求 (MTIE)

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

表 2 跟踪卫星定时信号的漂移产生要求 (TDEV)

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

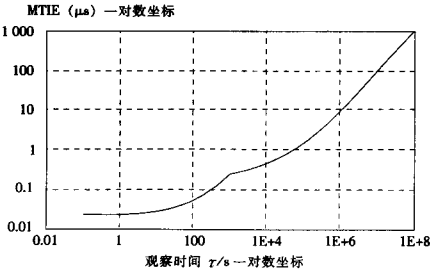


图 2 跟踪卫星定时信号的漂移产生要求 (MTIE)

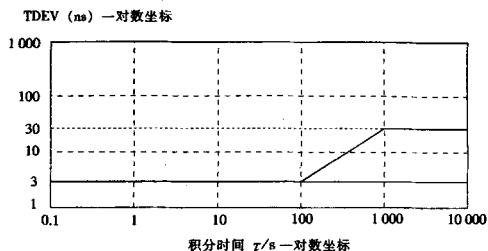


图3 跟踪卫星定时信号的漂移产生要求 (TDEV)

## (2) 跟踪理想输入参考信号时

当设备工作在锁定理想输入参考信号状态时, 在恒温 (波动范围在 $\pm 1^\circ\text{C}$ 之内) 和变温条件下, 漂移产生应满足表3和表4规定的 MTIE 和 TDEV 限值, 其模板如图4和图5所示。

表3 跟踪理想输入参考信号的漂移产生要求 (MTIE)

观察时间 $\tau/s$	MTIE 要求 (ns)
恒温条件下	
$0.1 < \tau \leq 9$	24
$9 < \tau \leq 400$	$8 \times \tau^{0.5}$
$400 < \tau \leq 10\,000$	160
变温条件下	$2\,500 < \tau \leq 10\,000^{\text{D}}$
	$3.2 \times \tau^{0.5}$

表4 跟踪理想输入参考信号的漂移产生要求 (TDEV)

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

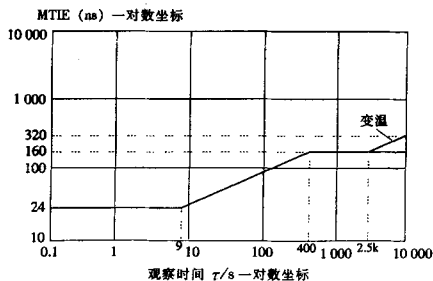


图4 跟踪理想输入参考信号的漂移产生要求 (MTIE)

①对于大于 10 000 s 的观察时间, MTIE 不应超过 1  $\mu\text{s}$ 。



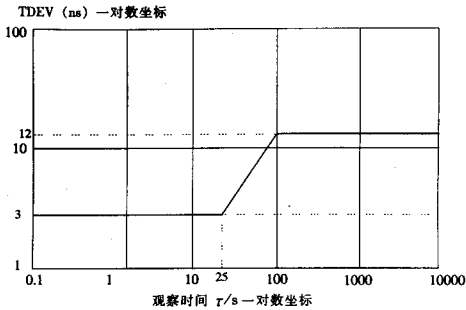


图 5 跟踪理想输入参考信号的漂移产生要求 (TDEV)

6.4 抖动产生

在锁定理想输入参考信号的情况下，当通过一个折角频率分别为 20 Hz 和 100 kHz 的单极点带通滤波器进行测量时，以 60s 为测量间隔，在 2 048 kHz 和 2 048 kbit/s 输出接口产生的固有抖动峰峰值应不超过 0.05 UI。

6.5 输入漂移容限

输入漂移容限应满足表 5 和表 6 规定的 MTIE 和 TDEV 限值，其模板如图 6 和图 7 所示。

表 5 输入漂移容限 (MTIE)

观察时间 $\tau/s$	MTIE 要求 ( $\mu s$ )
$0.1 < \tau \leq 7.5$	0.75
$7.5 < \tau \leq 20$	$0.1\tau$
$20 < \tau \leq 400$	2
$400 < \tau \leq 1\,000$	$0.005\tau$
$1\,000 < \tau \leq 10\,000$	5

表 6 输入漂移容限 (TDEV)

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

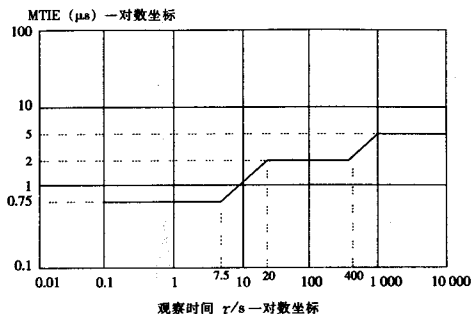


图6 输入漂移容限 (MTIE)

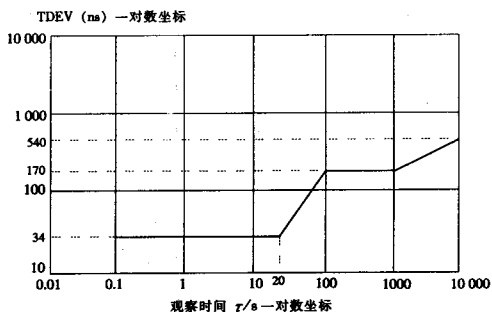


图7 输入漂移容限 (TDEV)

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7给出其最大可容忍的正弦输入漂移的下限要求,相应的曲线如图8所示。

表7 最大可容忍的正弦输入漂移的下限

频率范围 (Hz)	峰-峰漂移幅度 ( $\mu\text{s}$ )
$0.000\ 012 < f \leq 0.000\ 32$	5
$0.000\ 32 < f \leq 0.000\ 8$	$0.001\ 6 \times f^{-1}$
$0.000\ 8 < f \leq 0.016$	2
$0.016 < f \leq 0.043$	$0.032 \times f^{-1}$
$0.043 < f \leq 1$	0.75

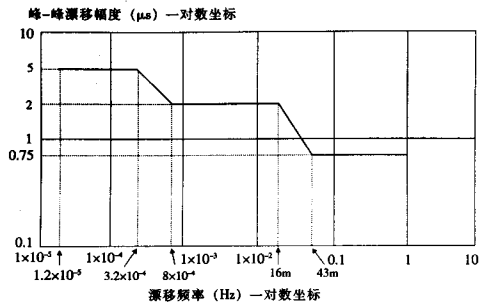


图 8 最大可容忍的正弦输入漂移的下限

6.6 输入抖动容限

最大可容忍的正弦输入抖动的下限应满足表 8 的规定，其模板如图 9 所示。

表 8 最大可容忍的正弦输入抖动的下限

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

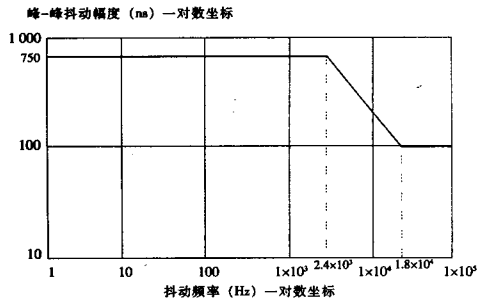


图 9 最大可容忍的正弦输入抖动的下限

6.7 噪声传递特性

当输入端噪声为本标准 6.6 节所规定的 TDEV 噪声信号时，输出噪声应低于表 9 规定的 TDEV 限值，其模板如图 10 所示。

表 9 噪声输出漂移限值 (TDEV)

观察间隔 $\tau$ /s	TDEV 要求 (ns)
$0.1 < \tau \leq 13.1$	3
$13.1 < \tau \leq 100$	$0.0176 \times \tau^2$

表 9 (续)

观察间隔 $\tau/s$	TDEV 要求 (ns)
$100 < \tau \leq 1\,000$	176
$1\,000 < \tau \leq 10\,000$	$5.58 \times \tau^{0.5}$

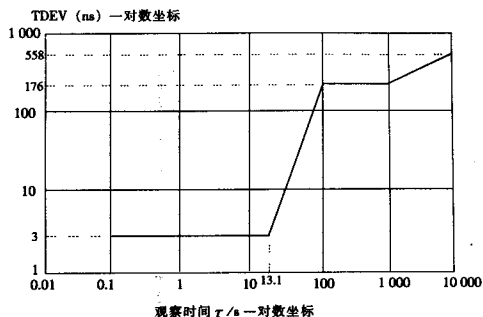


图 10 噪声输出源移模板 (TDEV)

## 6.8 相位瞬变

在参考源发生倒换的情况下, 输出口相位瞬变应满足表 10 规定的 MTIE 限值, 其模板如图 11 所示。

表 10 输出口相位瞬变要求 (MTIE)

观察时间 $\tau/s$	MTIE 要求 (ns)
$0.001 < \tau \leq 0.003\,3$	25
$0.003\,3 < \tau \leq 0.016$	$7\,500 \tau$
$0.016 < \tau \leq 240$	$120 + 0.5 \tau$
$240 < \tau \leq 10\,000$	240

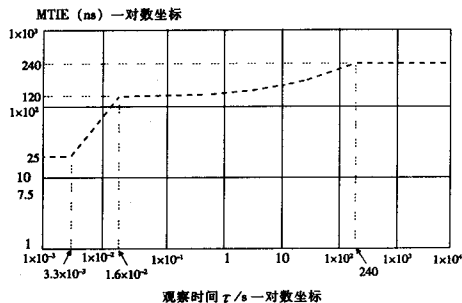


图 11 输出口相位瞬变模板 (MTIE)

6.9 保持性能

(1) 配置 3 级节点时钟时

在丢失所有参考源并进入保持的情况下，在  $S$  秒内输入输出的相位差  $\Delta x$  应满足：

$|\Delta x(S)| \leq \{ (a_1 + a_2) S + 0.5 b S^2 + c \} \text{ ns.}$

$\Delta x(S)$  的微分，即频率偏差，在经过任何时间后应满足：

$|d(\Delta x(S))/dS| \leq \{ a_1 + a_2 + b S \} \text{ ns/s.}$

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

$|d^2(\Delta x(S))/dS^2| \leq d \text{ ns/s}^2.$

其中， $a_1$  表示恒温 ( $\pm 1^\circ\text{C}$ ) 条件下的初始频率偏差； $a_2$  表示考虑到时钟进入保持状态后的温度变化； $b$  表示由于老化而引起的平均频率漂移； $c$  表示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； $d$  表示在恒温条件下保持状态允许的最大瞬时频率漂移。

表 11 给出了以上常系数的可容许值，允许的最大频率偏差的模板如图 12 所示。

表 11 配置 3 级节点时钟时的保持特性

系数	要求
$a_1$ (ns/s)	1.0
$a_2$ (ns/s)	10
$b$ (ns/s <sup>2</sup> )	$1.16 \times 10^{-5}$
$c$ (ns)	150
$d$ (ns/s <sup>2</sup> )	$1.16 \times 10^{-5}$

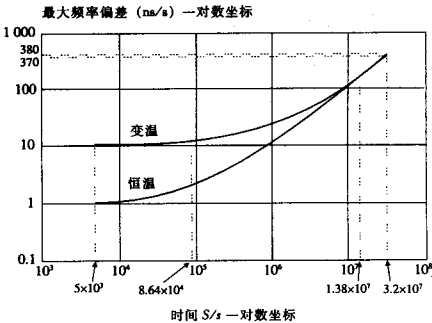


图 12 配置 3 级节点时钟时的保持特性

(2) 配置 2 级节点时钟时

在丢失所有参考源并进入保持的情况下，在  $S$  秒内输入输出的相位差  $\Delta x$  的微分，即频率偏差应满足：

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

$Y(S)$  是最大频率偏差，应满足表 12 的规定，模板如图 13 所示。

表 12 配置 2 级节点时钟时的保持特性

时间 $S$ (s)	最大频率偏差 $Y$ (S) (ns/s)
$0 < S \leq 5000$	未定义
$5000 < S \leq 86400$	0.1
$86400 < S \leq 1.38 \times 10^7$	$1.16 \times 10^{-6} S$
$1.38 \times 10^7 < S \leq 3.2 \times 10^7$	16

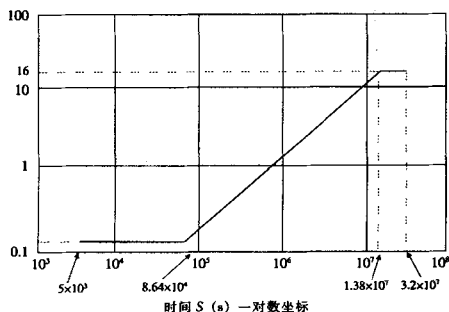
最大频率偏差  $Y$  (S) (ns/s) — 对数坐标

图 13 配置 2 级节点时钟时的保持特性

## 6.10 相位不连续性 (可选)

设备具有冗余配置 (例如配有备用时钟功能模块和定时输出功能模块等), 当设备进行内部测试或重组操作时, 输出口相位不连续性应满足表 13 规定的 MTIE 限值, 其模板如图 14 所示。

表 13 输出口相位不连续性要求 (MTIE)

观察时间 $\tau$ /s	MTIE 要求 (ns)
$\tau \leq 0.001$	60
$0.001 < \tau \leq 4$	120
$\tau > 4$	240

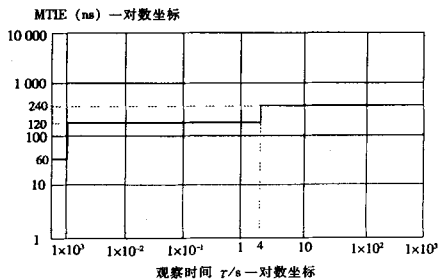


图 14 输出口相位不连续性要求 (MTIE)

### 6.11 再定时业务中断时间要求 (可选)

当再定时功能模块的本地时钟源发生切换时,所有再定时业务不允许出现中断。

当再定时功能模块因启用直通模式 (例如:功能模块掉电)、以及退出直通模式 (例如:功能模块重新上电并激活再定时功能)后,再定时业务的中断时间应在 50 ms 之内。

## 7 小型局站同步时钟设备的可靠性要求

设备整机考虑冗余配置时的平均故障间隔时间 (MTBF) 应不小于 20 年,不考虑冗余配置时的 MTBF 应不小于 10 年。设备应能够连续地、稳定地提供定时基准信号,设备卡板在运行时应可带电插拔。

## 8 小型局站同步时钟设备的环境要求

### 8.1 电源要求

可以配置为双路直流或双路交流电源。双路直流电源,应可以配置为-48 V 或+24 V。-48 V 直流电源的范围为-42 V~-54 V,+24 V 双路直流电源的范围为+19 V~+29 V、交流电源的范围为 220 V (1±10%)。

### 8.2 温度要求

环境温度范围为-5℃~40℃。

### 8.3 湿度要求

环境湿度范围为 15%~85%。

## 9 小型局站同步时钟设备的测试方法

### 9.1 功能测试

在被测设备正常运行情况下开始以下功能验证测试。

#### 9.1.1 定时输入功能的验证

在自动选源方式下进行以下定时输入功能的验证。

##### 9.1.1.1 配置卫星接收机 (如 GPS) 的情况

(1) 禁用所有定时输入接口的 SSM 功能,设置 1 路输入信号接口类型为 2 048 kbit/s,预置卫星定时信号和输入信号的优先级由高至低为 1 和 2。

(2) 在被测设备时钟正常锁定于优先级 1 的卫星定时信号情况下,断掉卫星接收天线输入信号,被测设备应自动选用优先级 2 的输入信号。

(3) 重新恢复卫星接收天线的输入信号,在经过一定的判源时间后,被测设备应能重新选用优先级 1 的卫星定时信号。

##### 9.1.1.2 未配置卫星接收机的情况

(1) 禁用所有输入接口的 SSM 功能,设置 2 个输入信号接口类型分别为 2 048 kbit/s 或 2 048 kHz,分别预置优先级由高至低为 1 和 2。

(2) 在被测设备时钟正常锁定于优先级 1 的输入信号情况下,断掉该信号,被测设备应自动选用优先级 2 的输入信号。

(3) 重新恢复优先级 1 的输入信号,在经过一定的判源时间后,被测设备应能重新选用优先级 1 的输入信号。

##### 9.1.1.3 输入 SSM 功能

(1) 启用所有定时输入接口的 SSM 功能,预置 2 048 kHz 输入信号的 SSM 质量等级为 QL-SSUT (2 级节点时钟)且优先级为 2,设置 2 048 kbit/s 输入信号的 SSM 质量等级为自动获取且优先级为 1,设置 SSM 测试仪表发送的 SSM 质量等级为 QL-PRC (1 级基准时钟)。

(2) 在被测设备时钟正常锁定于 2 048 kbit/s 输入信号情况下,修改 SSM 测试仪表发送的 SSM 质量

等级为 QL-SSUL (3 级节点时钟), 被测设备应立即选用 2 048 kHz 的输入信号; 再次修改 SSM 测试仪表发送的 SSM 质量等级为 QL-SSUT, 被测设备应在一定的等待时间 (例如 15s) 后, 重新选用 2 048 kbit/s 输入信号。

#### 9.1.1.4 性能监测功能

(1) 启用所有定时输入接口的监测功能, 通过网管/终端设备设置备用定时输入的最大时间间隔误差 (MTIE) 和相对频率偏差 ( $\Delta f/f$ ) 的门限值为缺省值。告警级别可设置为相应的告警。

(2) 通过频率综合仪调偏被测设备主用输入参考信号的频偏, 通过网管/终端设备观察备用定时输入的相对频率偏差 ( $\Delta f/f$ ) 的监测值, 当所调频偏超过规定门限值且达到相应的时间后应产生告警指示并对输入信号闭塞。

(3) 通过网管/终端设备实时观察监测的原始相位 (Raw Phase) 数据是否与理论值一致。在 15 000s 观察时间内, 通过网管/终端设备观察监测的原始相位 (Raw Phase) 数据与理论值的误差应在 10% 以内。

#### 9.1.2 时钟功能的验证

(1) 断开所有定时输入信号, 重新初始化被测设备的时钟功能 (例如重新插拔设备时钟模块), 设备时钟在进行一定时间的预热后将处于自由运行状态。

(2) 恢复 1 路定时输入信号, 设备时钟在经历快捕状态后, 将工作在锁定状态下。

(3) 断开该路定时输入信号, 设备时钟应进入保持状态。

(4) 重新恢复该路定时输入信号, 经过一段时间后, 设备时钟应退出保持状态, 重新进入锁定状态。

(5) 对于配置了冗余时钟功能模块的设备, 拔出主用时钟模块, 被测设备应选用备用时钟功能模块。重新插入主用时钟功能模块或通过软件/硬件倒换, 经过一段时间后, 若时钟卡为返回式工作方式, 则被测设备应重新选用主用时钟功能模块。

#### 9.1.3 定时输出功能的验证

(1) 选择数字示波器的阻抗 (例如, 输出信号连接至一个 75 $\Omega$  的终接器, 选用数字示波器的高阻抗观察终接器上的信号波形), 调用相应的信号模板, 观察 2 048 kbit/s 和 2 048 kHz 输出信号波形是否符合模板要求。

(2) 对于配置了冗余输出功能的设备, 拔出主用定时输出模块, 被测设备应启用备用定时输出功能模块, 通过数字示波器观察定时输出信号是否有瞬断, 信号波形稳定之后, 观察其是否仍符合模板要求。重新插入主用定时输出模块, 通过数字示波器观察定时输出信号是否有瞬断且信号波形是否仍符合模板要求。

#### 9.1.4 网管通信功能的验证

(1) 通过网管/终端设备连至被测设备的本地通信接口, 对远端通信接口进行设置, 使之能与网管/终端设备相通。通过远端通信接口应至少读取被测设备存储的最近 100 条告警/事件信息。

(2) 设置被测设备时钟只跟踪于 1 路 2 048 kbit/s 输入信号。在锁定状态下, 断开该路输入信号, 被测设备应进入保持状态并产生相应告警。恢复该路输入信号, 被测设备应重新跟踪并处于锁定工作状态, 同时将产生相应的告警清除信息。

(3) 断开设备电源 (双路) 中的一路, 被测设备应产生主要告警; 恢复此路电源, 被测设备应产生主要告警的清除信息。

#### 9.1.5 再定时功能的验证 (可选)

(1) 按照图 15 连接, 设置传输分析仪采用内部时钟, 在自环收发 2 048 kbit/s 信号正常后接入至再定时模块的相应接口。设置被测设备时钟跟踪源自传输分析仪输出的内部时钟信号。



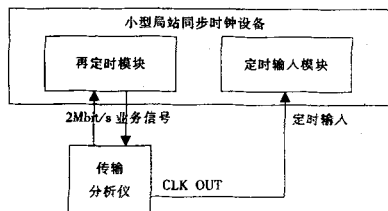


图 15 再定时功能验证

(2) 网管激活再定时功能。在一段时间（例如 10 min）内，传输分析仪上无误码产生，被测设备无再定时缓存溢出告警。

(3) 设置传输分析仪输出 2 048 kbit/s 信号的频偏为  $1 \times 10^{-6}$ 。

(4) 观察传输分析仪上误码产生的周期  $T_1$ ，以及被测设备的再定时缓存溢出告警。

(5) 根据缓存的大小，观察一段时间（例如产生 5 次滑码的时间），每次误码产生的周期  $T_1$  差异应在 2s 之内。

(6) 在刚产生一次误码 10 s 后，传输分析仪输出 2 048 kbit/s 信号的频偏修改为  $-1 \times 10^{-6}$ ，观察传输分析仪上误码产生的周期  $T_2$ 。

(7) 根据  $T_1$  和  $T_2$  计算正向再定时缓存容量和滑动控制滞后容量，并应满足 5.5.2 规定的要求。

(8) 重复步骤 (3) ~ (6)，可以得到反向再定时缓存容量和滑动控制滞后容量。

(9) 设置传输分析仪输出 2 048 kbit/s 信号的频偏为 0，传输分析仪上无误码产生，被测设备无再定时缓存溢出告警。

(10) 启动传输分析仪上的业务中断测试。

(11) 通过拔出再定时模块或者设备掉电，激活再定时模块的直通模式，测试业务中断时间。

(12) 通过插入再定时模块或者设备上电，退出再定时模块的直通模式，测试业务中断时间。

## 9.2 性能测试

### 9.2.1 频率准确度

#### 9.2.1.1 规范要求

见 6.1。

#### 9.2.1.2 测试原理图

频率准确度测试原理如图 16 所示。

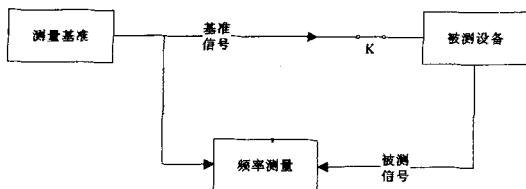


图 16 频率准确度测试原理图

#### 9.2.1.3 测试方法及结果

(1) 按图 17 所示连接，在被测设备重新上电且时钟处于自由运行状态后，开始测量。对于配置卫星接收机的被测设备，必须断掉天线输入信号。

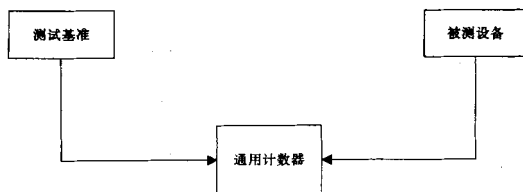


图 17 频率准确度测试

(2) 设置通用计数器以 0.01Hz（即 100 s/抽样值）的抽样率测量频率。

(3) 连续测量 10 000 s，计算频率偏差的平均值。

(4) 测试结果应满足 6.1 规定的要求。

## 9.2.2 牵引入和保持入范围

### 9.2.2.1 规范要求

见 6.2。

### 9.2.2.2 测试原理图

牵引入和保持入范围的测试原理如图 18 所示。

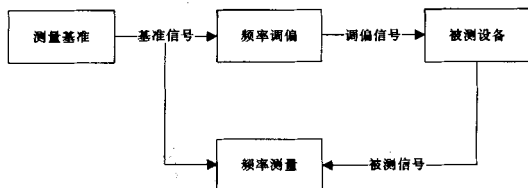


图 18 牵引入和保持入范围测试原理图

### 9.2.2.3 测试方法及结果

(1) 按图 19 所示连接，在被测设备处于锁定状态至少 2h 之后，开始测量。步骤 (2) ~ (6) 测量牵引入范围，步骤 (7) ~ (10) 测量保持入范围。

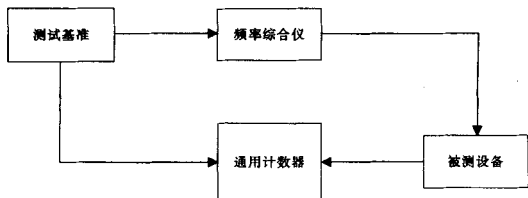


图 19 牵引入和保持入范围测试

(2) 断掉被测设备的定时输入信号，使时钟处于保持状态至少 2h。

(3) 设置通用计数器以 1Hz（即 1s/抽样值）的抽样率测量输出信号的频率。连续测量 1 000s。

(4) 设置频率综合仪输出信号的频偏为所要求的正向牵引入范围（例如  $1.6 \times 10^{-6}$ ），并重新恢复被测设备的定时输入。

(5) 观察被测设备的工作状态和测试数据, 在 1 000s 内被测设备应跟踪输入信号并进入锁定状态, 此时得到正向牵引入范围, 否则减小频率综合仪输出信号的频偏, 重复步骤 (2) ~ (5)。

(6) 重复步骤 (2) ~ (5) 的方法, 可以得到反向牵引入范围。

(7) 设置频率综合仪输出信号的频偏为 0, 使被测设备时钟处于锁定状态至少 2h。

(8) 设置通用计数器以 1Hz (即 1s/抽样值) 的抽样率测量输出信号的频率。连续测量 1 000 s。

(9) 将频率综合仪的频偏一步调至所要求的正向保持入范围 (例如  $1.6 \times 10^{-8}$ ), 在 1 000 s 内时钟允许出现失锁现象, 而后重新进入锁定状态, 从通用计数器上可读出输出信号频偏已经跟踪上输入信号频偏。否则减小频率综合仪输出信号的频偏, 重复步骤 (7) ~ (9)。

(10) 重复步骤 (7) ~ (9) 的方法, 可以得到反向保持入范围。

(11) 测试结果应满足 6.2 规定的要求。

## 9.2.3 漂移产生

### 9.2.3.1 规范要求

见 6.3。

### 9.2.3.2 测试原理图

漂移产生的测试原理图如图 20 所示。

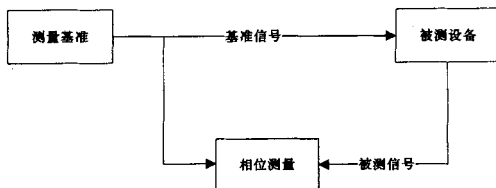


图 20 漂移产生的测试原理图

### 9.2.3.3 测试方法及结果

(1) 按图 21 所示连接, 在被测设备处于锁定状态 24h 之后, 开始测量。对于配置了卫星接收机的被测设备, 设备时钟应锁定于卫星接收机的信号。

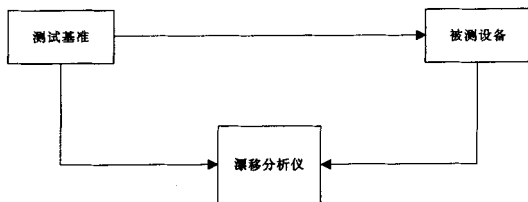


图 21 漂移产生的测试电路

(2) 设置漂移分析仪以 30Hz (即 0.033s/抽样值) 的抽样率测量相位。

(3) 连续测量 400s。

(4) 得到 0.033s~400sMTIE 曲线和 0.033s~133sTDEV 曲线。取 0.1s~100sMTIE 曲线和 0.1s~30sTDEV 曲线。

(5) 设置漂移分析仪以 0.1Hz (即 10s/抽样值) 的抽样率且通过一个等效 10Hz 单极点低通滤波器测量相位。

(6) 连续测量 120 000 s。

(7) 得到 10s~120 000s MTIE 曲线和 10s~40 000s TDEV 曲线。取 200 s~30 000 s MTIE 曲线和 60 s~10 000 s TDEV 曲线。

(8) 由步骤 (4)、(7) 可得到 0.1~30 000 s 的 MTIE 及 0.1~10 000 s 的 TDEV 曲线。

## 9.2. 抖动产生

### 9.2.4.1 规范要求

见 6.4。

### 9.2.4.2 测试原理图

抖动产生的测试原理如图 22 所示。

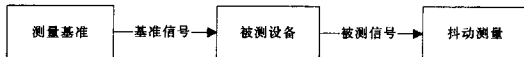


图 22 抖动产生的测试原理图

### 9.2.4.3 测试方法及结果

(1) 按图 23 所示连接，在被测设备处于锁定状态 2h 之后，开始测量。

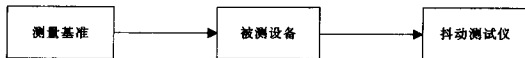


图 23 抖动产生的测试电路

(2) 设置抖动测试仪测量带宽为 20~100 kHz，测量时长为 60 s，分别对 2 048 kHz 和 2 048 kbit/s 信号进行测量。

(3) 记录下峰-峰抖动值。

(4) 重复步骤 (2)、(3)，选择不同的输出接口至少测试 3 次。

(5) 取测试中最大值。

## 9.2.5 输入漂移容限

### 9.2.5.1 规范要求

见 6.5。

### 9.2.5.2 测试原理图

输入漂移容限的测试原理如图 24 所示。

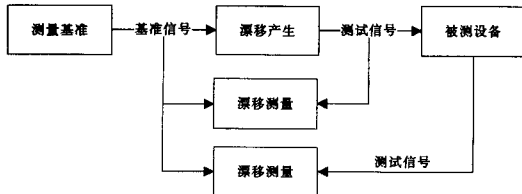


图 24 输入漂移容限的测试原理图

### 9.2.5.3 测试方法及结果

(1) 按图 25 所示连接，在被测设备处于锁定状态 2 h 之后，开始测量。

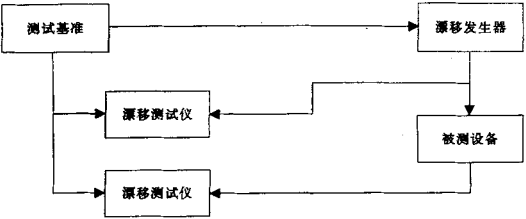


图 25 输入漂移容限的测试电路

- (2) 按标准要求设置漂移发生器产生的正弦漂移的频率及幅度。
- (3) 观察被测设备工作状态，在 10 min 内，被测设备输入口应不产生任何告警或状态变化并处于正常跟踪状态。
- (4) 重复步骤 (2)、(3)，逐点对所要求的频率点进行测量。至少选择 0.32 048 mHz、0.8 mHz、16 mHz、43 mHz、1 Hz 5 个频率点进行测量。
- (5) 设置漂移发生器产生带有 TDEV 噪声模板的信号。
- (6) 观察被测设备工作状态，在 4 h 内，被测设备输入口应不产生任何告警或状态变化并处于正常跟踪状态。

9.2.6 输入抖动容限

9.2.6.1 规范要求

见 6.6。

9.2.6.2 测试原理图

输入抖动容限的测试原理如图 26 所示。

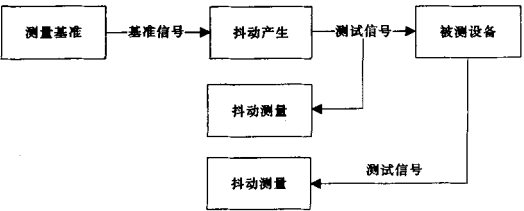


图 26 输入抖动容限测试原理图

9.2.6.3 测试方法及结果

- (1) 按图 27 所示连接，在被测设备处于锁定状态 2 h 之后，开始测量。

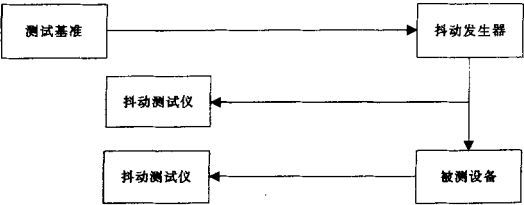


图 27 输入抖动容限测试

(2) 按标准要求设置抖动发生器产生的正弦抖动的频率及幅度。

(3) 观察被测设备工作状态, 在 10 分钟内, 被测设备输入口应不产生任何告警或状态变化并处于正常跟踪状态。

(4) 重复步骤 (2)、(3), 逐点对所要求的频率点进行测量。至少选择 1 Hz、20 Hz、2.4 kHz、18 kHz、100 kHz 5 个频率点进行测量。

## 9.2.7 漂移传递特性

### 9.2.7.1 规范要求

见 6.7。

### 9.2.7.2 测试原理图

漂移传递特性测试原理如图 28 所示。

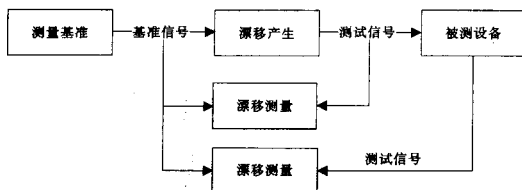


图 28 漂移传递特性测试原理图

### 9.2.7.3 测试方法及结果

(1) 按图 29 连接, 在被测设备处于锁定状态 2 h 之后, 开始测量。

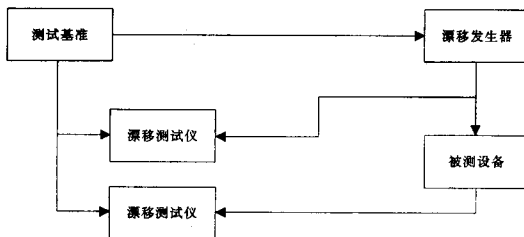


图 29 漂移传递特性测试

(2) 按标准要求设置漂移发生器产生的正弦漂移的频率及幅度。

(3) 设置漂移测试仪, 对被测设备输出的信号进行测量,

(4) 重复步骤 (2)、(3), 逐点对所要求的频率点进行测量。至少选择 0.32 048 mHz、0.8 mHz、16 mHz、43 mHz、1 Hz 5 个频率点进行测量。

(5) 由各个频率点的漂移输入/输出幅度计算出被测设备的正弦输入漂移传递特性曲线, 并得到被测设备时钟的等效噪声带宽。

(6) 设置漂移发生器产生带有 TDEV 噪声模板的信号。

(7) 设置漂移分析仪抽样率为 30 Hz (即 0.033 s/抽样值) 且通过一个等效 10 Hz 单极点低通滤波器测量相位。

(8) 连续测量 1 000 s。

(9) 得到 0.033 s~333 s TDEV 曲线, 取 0.1 s~100 s TDEV 曲线。

(10) 设置漂移分析仪抽样率为 0.1 Hz (即 10s/抽样值) 且通过一个等效 10 Hz 单极点低通滤波器测量相位。

(11) 连续测量 120 000 s。

(12) 得到 10 s~40 000 s TDEV 曲线, 取 100 s~10 000 s TDEV 曲线。

(13) 由 (9)、(12) 可得到 0.1~10 000 s 的 TDEV 曲线。

## 9.2.8 相位瞬变

### 9.2.8.1 规范要求

见 6.8。

### 9.2.8.2 测试原理图

相位瞬变测试原理如图 30 所示。

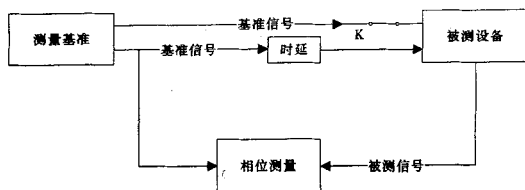


图 30 相位瞬变测试原理图

### 9.2.8.3 测试方法及结果

(1) 按图 31 所示连接, 在被测设备处于锁定状态 2 h 之后, 开始测量。

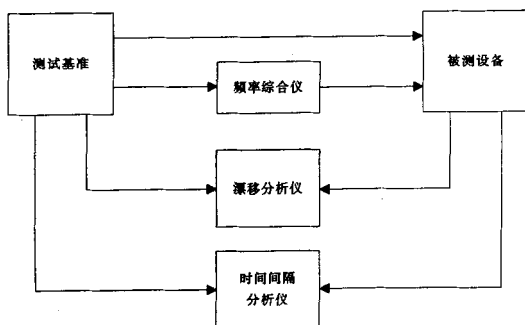


图 31 相位瞬变测试

(2) 设置漂移分析仪以 1 Hz (即 1 s/抽样值) 的抽样率测量相位。设置时间间隔分析仪以 2 000 Hz (即 0.5 ms/抽样值) 的抽样率且通过一个等效 10 Hz 单极点低通滤波器测量相位。

(3) 在  $T=0$  s 时, 漂移分析仪开始测量, 连续测量 3 100 s, 得到 1 s~3 000 s MTIE 曲线, 取 10 s~1 000 s MTIE 曲线。

(4) 在  $T=0$  s 时, 时间间隔分析仪开始测量, 连续测量 100 s, 得到 0.0 005 s~100 s MTIE 曲线, 取 0.001 s~5 s MTIE 曲线。

(5) 在  $T=10$  s 时, 进行输入信号倒换的操作 (例如, 人工切断直接来自测试基准的输入信号, 使被

测设备时钟跟踪于频率综合仪产生的定时信号)。

(6) 在完成一次测量后, 设备至少应处于锁定状态 2 h, 重复步骤 (2) ~ (5), 再进行一次相位瞬变测试。

### 9.2.9 保持性能

#### 9.2.9.1 规范要求

见 6.9。

#### 9.2.9.2 测试原理图

保持性能测试原理如图 32 所示。

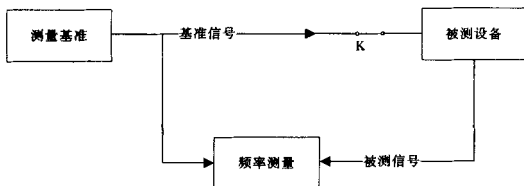


图 32 保持性能测试原理图

#### 9.2.9.3 测试方法及结果

(1) 按图 33 所示连接, 在被测设备处于锁定状态 24 h 之后, 开始测量。

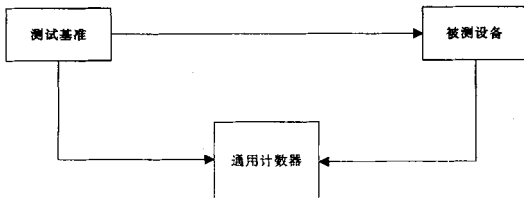


图 33 保持性能测试

(2) 设置通用计数器以 0.01 Hz (即 100 s/抽样值) 的抽样率测量频率。

(3) 在  $T=0$  s 时, 断开被测设备的定时输入信号, 使时钟进入保持状态。

(4) 在  $T=0$  s 至  $T=5\ 000$  s 间, 输出口的相位变化应满足相位瞬变的要求, 参考相位瞬变的测试方法对输出口相位瞬变进行测试。

(5) 在  $T=5\ 000$  s 后开始保持特性的测试, 连续测试 3 天, 得到频率变化曲线。

### 9.2.10 相位不连续性 (可选)

#### 9.2.10.1 规范要求

见 6.10。

#### 9.2.10.2 测试原理图

相位不连续性测试原理图同图 30。

#### 9.2.10.3 测试方法及结果

(1) 在被测设备具有冗余配置 (例如配有备用定时输入功能模块、时钟功能模块和定时输出功能模块) 时, 进行本项测试。

(2) 按图 31 所示连接, 在被测设备处于锁定状态 2 h 之后, 开始测量。



(3) 设置漂移分析仪以 1 Hz (即 1 s/抽样值) 的抽样率测量相位。设置时间间隔分析仪以 2 000 Hz (即 0.5 ms/抽样值) 的抽样率且通过一个等效 10 Hz 单极点低通滤波器测量相位。

(4) 在  $T=0$  s 时, 漂移分析仪开始测量, 连续测量 3 100 s, 得到 1 s~3 000 s MTIE 曲线, 取 10 s~1 000 s MTIE 曲线。

(5) 在  $T=0$  s 时, 时间间隔分析仪开始测量, 连续测量 100 s, 得到 0.0 005 s~100 s MTIE 曲线, 取 0.001 s~5 s MTIE 曲线。

(6) 在  $T=10$  s 时, 进行冗余卡板倒换的操作 (例如人工倒换主备用时钟卡)。

**附录 A**  
**(资料性附录)**  
**测试参数定义**

- **单位时间间隔 (UI)**  
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 2 048k bit/s 数字信号而言,  $1UI=488\text{ ns}$ 。
  - **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:  $\Delta f/f$ 。
  - **漂移 (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 $<10\text{ Hz}$ )。
  - **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 $>10\text{ Hz}$ )。
  - **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的重读或漏读。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 A.1 所示。

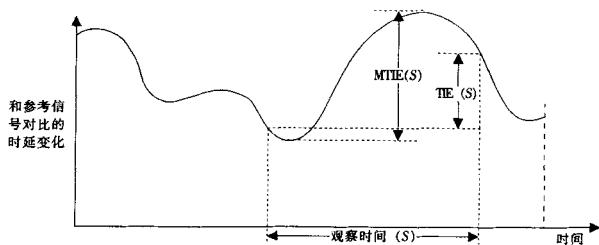


图 A.1 MTIE 和 TIE 的定义

$$\text{MTIE} (S) = \max_{j=1}^{N-n+1} \left( \max_{i=j}^{n+j-1} (Xi) - \min_{i=j}^{n+j-1} (Xi) \right)$$

其中:  $Xi$  — 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:  $Xi$  — 时延的抽样数据;

$N$  — 抽样数据的总数;

$\tau_0$  — 相邻样值间的时间间隔;

$\tau$  — 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, 在这个范围之外无论参考频率如何变化从钟不能工作在锁定状态。

- 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。

- 从保持到跟踪性能 (Transition From Holdover to Normal Mode)

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、OOF 或 AIS), 时钟改变其频率以锁定到输入定时基准。

- 漂移/抖动产生 (Wander/Jitter Generation)

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

- 漂移/抖动输入容限 (Wander/Jitter Input Tolerance)

输入口应具有接受一定幅度的漂移/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。

- 漂移/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移/抖动的输出, 甚至于当输入信号具有较高的漂移/抖动时也能如此。这就是对时钟过滤漂移/抖动的要求。

- 自由运行状态 (Free Running Mode)

时钟的一个工作状态，即时钟的输出信号不受锁相电路的控制，只受振荡器单元的影响。在这个工作状态下时钟从未有过网络参考输入者，或时钟失去外参考输入且未从先前连接的外参考中得到存储的数据。当时钟输出不再反映一个连接的外参考的影响或转变过程时开始自由运行，当时钟输出达到锁定至一个外参考时结束自由运行。

- 快捕状态 (Fast Tracking/Start Mode)

这个工作状态用于时钟的快速牵引，在时钟获得同步后自动转入满跟踪的正常工作状态。

- 锁定状态 (Locked Mode)

从钟的一个工作状态，即从钟的输出信号受控于外参考输入，输出信号具有与输入参考信号相同的长期平均频率，并且输出和输入参考间的时间间隔函数在要求之内。锁定状态是从钟运行的预期状态。

- 保持状态 (Holdover Mode)

从钟的一个工作状态，即从钟失去了受控的参考输入，并且使用在锁定状态获得的存储数据控制输出。存储的数据用于控制相位和频率变化，在标准要求之内允许再出现锁定状态。当时钟输出不再反映一个连接的外参考的影响或转变过程时开始保持，当时钟的输出回到锁定状态时结束保持。