



# 中华人民共和国工业和信息化部 通信计量技术规范

JJF(通信)067-2023

---

## 同步以太网漂移分析仪校准规范

Calibration Specification of Synchronous Ethernet Wander Analyzers

(报批稿)

2023-XX-XX 发布

202X-XX-XX 实施

---

中华人民共和国工业和信息化部 发布

# 同步以太网漂移分析仪 校准规范

Calibration Specification of Synchronous  
Ethernet Wander Analyzers

JJF（通信）067-2023

归口单位：中国信息通信研究院  
起草单位：中国信息通信研究院

本规程技术条文委托起草单位负责解释

**本规范主要起草人：**

张卫华（中国信息通信研究院）

黄 震（中国信息通信研究院）

陈龙泉（中国信息通信研究院）

**参加起草人：**

许 伟（中国信息通信研究院）

沈岸平（中国信息通信研究院）

毛宇博（中国信息通信研究院）

# 目 录

引 言.....	(II)
3 术语和定义 .....	1
4 概述 .....	1
5 计量特性 .....	1
6 校准条件 .....	1
6.1 环境条件 .....	1
6.2 校准用设备 .....	2
7 校准项目和校准方法 .....	2
7.1 校准项目 .....	2
7.2 校准方法 .....	2
8 校准结果 .....	3
9 复校时间间隔 .....	4
附录A 校准原始记录内页格式.....	5
附录B 校准证书内页格式.....	6
附录C 漂移幅度测量偏差不确定度评定实例.....	7

# 引 言

JJF 1071-2010《国家计量校准规范编写规则》、JJF 1001-2011《通用计量术语及定义》、JJF 1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》共同构成支撑本规范制定工作的基础性系列规范。

本规范为首次制定。

# 同步以太网漂移分析仪校准规范

## 1 范围

本规范适用于漂移频率范围为 0.32mHz~10Hz 的同步以太网漂移分析仪的校准。

## 2 引用文件

ITU-T G.8262 Timing characteristics of synchronous equipment slave clock

凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本规范。

## 3 术语和定义

同步以太网 Synchronous Ethernet

一种基于物理层码流携带和恢复频率信息的同步技术，能实现网络设备间高精度的频率同步，满足无线接入业务对频率同步的要求。

漂移 Wander

数字信号的各个有效瞬时相对理想时间位置的长期变化（变化的频率<10Hz）。

## 4 概述

在通信网络中，许多业务的正常运行都需要网络时频同步，通过时频同步可以使整个网络设备之间的时间和频率差都保持在合理误差范围内。同步以太网漂移分析仪用于通信网中同步设备频率漂移性能测试，使网络中各节点设备频率同步，保证各设备间正常通信。

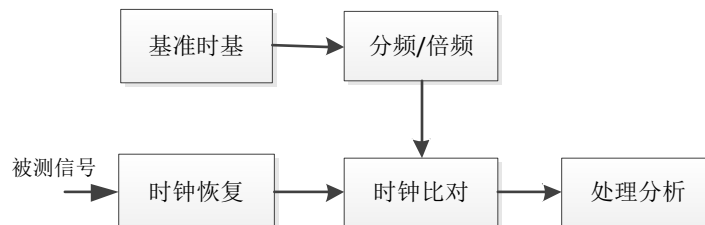


图 1 漂移分析仪工作原理

## 5 计量特性

5.1 漂移幅度测量范围：0~5μs

5.2 漂移幅度偏差：优于±15ns

注：以上指标不是用于合格性判别，仅供参考。

## 6 校准条件

### 6.1 环境条件

6.1.1 环境温度：（23±5）℃，温度变化不应超过±2℃。

6.1.2 相对湿度：≤80%

6.1.3 电源电压：（220±11）V；频率：（50±1）Hz

6.1.4 实验室应无影响测量结果的机械振动和电磁干扰。

## 6.2 校准用设备

### 6.2.1 同步以太网漂移发生器

漂移频率范围：0.32mHz ~10Hz

漂移幅度范围：0~5 $\mu$ s

漂移幅度发生的最大允许误差：优于 $\pm 15$ ns

漂移频率发生的最大允许误差： $\pm 1\%$

可以外接参考

### 6.2.2 标准频率源

输出频率：5MHz、10MHz

相对频率偏差：优于  $1.0 \times 10^{-10}$

## 7 校准项目和校准方法

### 7.1 校准项目

表1 校准项目一览表

序 号	项 目	校准方法条款
1	外观及工作正常性检查	7.2.1
2	漂移幅度测量范围	7.2.2
3	漂移幅度偏差	7.2.3

### 7.2 校准方法

#### 7.2.1 外观及工作正常性检查

被校仪表外观应完好，标识清晰完整；无影响其正常工作的机械损伤；各部件安装牢固，附件及使用说明书应齐全；按说明书要求进行预热，被校测试仪应能正常工作；将检查结果记录在附录A中。

#### 7.2.2 漂移幅度测量范围

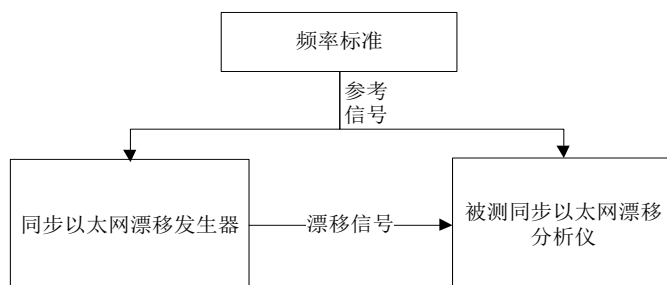


图2 同步以太网漂移测量校准连接图

- 1) 按照图1连接测试设备，按设备说明开机预热；
- 2) 设置同步以太网漂移发生器输出和被测同步以太网漂移分析输入端口速率和类型都相同，背靠背直连两台仪表；

- 3) 设置同步以太网漂移发生器漂移幅度输出分别为 0ns、250ns、2000ns、5000ns, 对应设置的频率点见表 1, 开启被测同步以太网漂移分析测量功能, 观察同步分析仪是否能够涵盖 0~5 $\mu$ s 测量范围。

表 2 推荐漂移测量点

漂移频率	漂移幅度(ns)
10 Hz	0
1 Hz	250
0.05 Hz	2000
0.5 mHz	5000

### 7.2.3 漂移幅度偏差

表 3 漂移测量点

漂移频率	漂移幅度(ns)
10Hz	250
0.13Hz	250
16mHz	2000
0.8mHz	2000
0.32 mHz	5000

注: 漂移频点的选择引用 ITU-T G.8262 中 9.1.1 条款中对漂移频率的设置。

- 1) 按照图 1 连接测试设备, 按设备说明开机预热。
- 2) 设置同步以太网漂移发生器输出和被测同步以太网漂移分析输入端口都为电口 1000M (推荐测试接口), 背靠背直连两台仪表;
- 3) 设置同步以太网漂移发生器输出漂移频率为 0.13Hz, 漂移幅度为 250ns;
- 4) 设置被测同步以太网漂移分析仪的测试时间和采集频率, 测量时间应不低于测量漂移周期 (漂移频率的倒数) 的 3 倍, 采样频率应不低于漂移频率的 10 倍;
- 5) 开启被测同步以太网漂移分析仪漂移测量功能, 将结果记录在附录 A 中;
- 6) 重复 3 次 2) ~4) 测量步骤, 取 3 次测量平均值作为漂移幅度的测量值;
- 7) 漂移幅度测量值减去漂移幅度设置值作为漂移幅度偏差;
- 8) 按照表 2 中给出的漂移频率和漂移幅度, 依次按上述步骤进行测量;
- 9) 重复 2) ~8) 步骤, 分别对被测同步以太网漂移分析仪电口和光口的不同速率进行测试。

## 8 校准结果

校准结果应在校准证书上反映, 推荐校准证书内页格式见附录 B。校准证书应准确、客观的报告校准结果。校准结果用校准数据的形式给出, 并给出测量不确定度, 不确定度评定实例见附录 C。校准证书应至少包括以下信息:

- a) 标题: “校准证书”;
- b) 实验室名称和地址;



- c) 进行校准的地点（如果与实验室的地址不同）；
- d) 证书的唯一性标识（如编号），每页及总页数的标识；
- e) 客户的名称和地址；
- f) 被校对象的描述和明确标识；
- g) 进行校准的日期，如果与校准结果的有效性和应用有关时，应说明被校对象的接收日期；
- h) 如果与校准结果的有效性和应用有关时，应对被校样品的抽样程序进行说明；
- i) 校准所依据的技术规范的标识，包括名称及代号；
- j) 本次校准所用测量标准的溯源性及有效性说明；
- k) 校准环境的描述；
- l) 校准结果及其测量不确定度的说明；
- m) 对校准规范的偏离的说明；
- n) 校准证书签发人的签名、职务或等效标识；
- o) 校准结果仅对被校对象有效的声明；
- p) 未经实验室书面批准，不得部分复制证书的声明。

## 9 复校时间间隔

由于复校时间间隔的长短是由仪器的使用情况、使用者、仪器本身质量等诸因素所决定的。因此，送校单位可根据实际使用情况自主决定复校时间间隔。建议不超过 1 年。更换重要部件、维修或对仪器性能有怀疑时，应及时校准。

## 附录A

## 校准原始记录内页格式

## 1、外观及工作正常性检查

外观	
工作正常性检查	

## 2、漂移幅度测量范围

漂移频率				
漂移幅度设置值(ns)				
漂移幅度测量值(ns)				

## 3、漂移幅度偏差

## 3.1 电口\_\_\_\_\_

漂移频率	漂移幅度 (ns)	测量值(ns)	平均测量值 (ns)	偏差(ns)	不确定度 ( $k=2$ )

## 3.2 光口\_\_\_\_\_

漂移频率	漂移幅度 (ns)	测量值(ns)	平均测量值 (ns)	偏差(ns)	不确定度 ( $k=2$ )

## 附录B

## 校准证书内页格式

## 1、外观及工作正常性检查

外观	
工作正常性检查	

## 2、漂移幅度测量范围

漂移频率				
漂移幅度设置值(ns)				
漂移幅度测量值(ns)				

## 3、漂移幅度

## 3.1 电口\_\_\_\_\_

漂移频率	漂移幅度(ns)	偏差(ns)	不确定度 ( $k=2$ )

## 3.2 光口\_\_\_\_\_

漂移频率	漂移幅度(ns)	偏差(ns)	不确定度 ( $k=2$ )

## 附录C

## 漂移幅度偏差不确定度评定实例

依据同步以太网漂移分析仪校准规范的各校准项目的计量特性、校准条件及校准方法的规定,对型号为 Paragon-x 的电口 1000M 进行了校准,并对测量结果的不确定度进行了评定。

## C.1 漂移幅度偏差

C.1.1 数学模型:  $\Delta T = N - M$ 

其中:  $M$  为同步以太网漂移发生器输出的漂移幅度

$N$  为被校同步以太网漂移分析仪漂移幅度测量结果

$\Delta T$  为被校同步以太网漂移分析仪漂移幅度测量偏差

## C.1.2 不确定度来源

不确定度来源应包括:

- (1) 由测量系统引入的不确定度分量为  $u_1$
- (2) 由测量重复性引入的不确定度分量为  $u_2$
- (3) 被校同步以太网漂移分析仪的测量分辨力引入的不确定度分量为  $u_3$
- (4) 由同步以太网漂移发生器引入的不确定度分量为  $u_4$

## C.1.3 标准不确定度评定

- (1) 由测量系统引入的不确定度分析为  $u_1$ , 按 A 类方法进行评定。

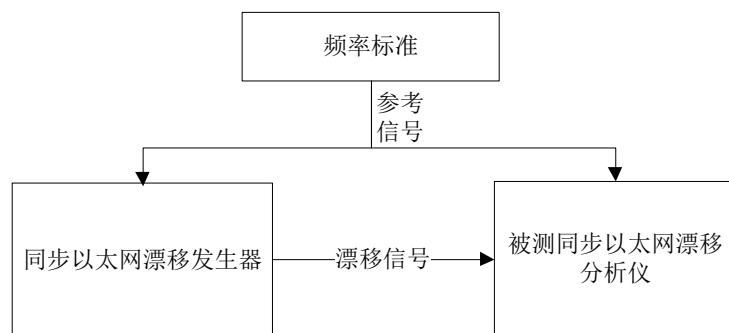


图 1 同步以太网漂移测量校准连接图

按图 1 连接设备,设置同步以太网漂移发生器输出漂移频率为 0.13Hz,输出幅度为 0,被测同步以太网漂移分析仪,测量周期为 10s (大于频率漂移倒数的 3 倍),采样频率设置为最大,测量结果的标准偏差为  $s_1$ ,由测量系统引入的不确定度分析  $u_1 = s_1 = 0.48\text{ns}$ ;

- (2) 由测量重复性引入的不确定度分量  $u_2$ , 按 A 类方法进行评定。

按图 1 连接设备,设置同步以太网漂移发生器输出漂移频率为 1Hz,输出幅度为 500ns,被测同步以太网漂移分析仪,测量周期为 30s (大于频率漂移倒数的 3 倍),采样频率设置

为最大，重复 10 次测量，测量结果的标准偏差为  $s_2$ ，测量重复性引入的不确定度分量  $u_2 = s_2 / \sqrt{3}$ ；

表 C.1 测量重复性引入的不确定度

序号	测量值 (ns)
1	250
2	250
3	251
4	251
5	250
6	249
7	250
8	251
9	250
10	251
标准偏差 $s_2$	0.67

(3) 由被测同步以太网漂移分析仪测量分辨力引入的不确定度分量  $u_3$ ，按 B 类方法进行评定。

根据仪表说明书给出的技术指标，被校仪表测量分辨力为 1ns，则此分辨力的置信区间半宽  $a_1 = 0.5$  ns。假定分辨力在此区间内呈均匀分布，取扩展因子  $k_1 = \sqrt{3}$ ，则不确定度分量  $u_3 = a_1 / k_1 = 0.29$  ns。

(4) 由同步以太网漂移发生器引入的不确定度分量为  $u_4$ ，按 B 类方法进行评定。

同步以太网漂移发生器漂移幅度最大允许误差为  $\pm 15$  ns，区间半宽  $a_2 = 15$  ns。假定分辨力在此区间内呈均匀分布，取扩展因子  $k_2 = \sqrt{3}$ ，则不确定度分量  $u_4 = a_2 / k_2 = 8.66$  ns。

#### C.1.4 合成标准不确定度

表 C.2 标准不确定度分量表

$i$	$u_i$	不确定度来源	类型	值(ns)
1	$u_1$	由测量系统引入的不确定度分量	A	0.48
2	$u_2$	测量重复性引入的不确定度分量	A	0.39
3	$u_3$	被校同步以太网漂移分析仪测量分辨力引入的不确定度分量	B	0.29
4	$u_4$	同步以太网漂移发生器引入的不确定度分量	B	8.66

其中测量重复性和分辨力引入的测量不确定度分量 ( $u_2$  和  $u_3$ ) 因重复计算，合成时取

较大的分量计算。

$$u_c = \sqrt{u_1^2 + u_2^2 + u_4^2} = 8.68 \text{ ns}$$

#### C.1.5 扩展不确定度

取包含因子  $k=2$ ，则扩展不确定度为：

$$U = ku_c = 2u_c = 17 \text{ ns } (k=2)$$

---