

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） 005─2021

**网络损伤仿真仪校准规范**

Calibration Specification of Impairment Simulator

（报批稿）

2021-XX-XX发布 2021-XX-XX实施

中华人民共和国工业和信息化部 发 布

网络损伤仿真仪校准规范

Calibration Specification of Impairment Simulator

JJF(通信)005-2021

|  |  |
| --- | --- |
| **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 |

本规范技术条文委托起草单位负责解释

本规范主要起草人：

沈岸平（中国信息通信研究院）

梁仲华（中国信息通信研究院）

毛宇博（中国信息通信研究院）

参加起草人：

管 媛（中国信息通信研究院）

曹 晗（中国信息通信研究院）

**目 录**

[1 范围 1](#_Toc74128118)

[2 引用文件 1](#_Toc74128119)

[3 概述 1](#_Toc74128120)

[4 计量特性 1](#_Toc74128121)

[4.1 物理接口特性 1](#_Toc74128122)

[4.2 性能参数 3](#_Toc74128133)

[4.3 网络仿真模拟功能 5](#_Toc74128134)

[5 校准条件 6](#_Toc74128135)

[5.1 环境条件 6](#_Toc74128136)

[5.2 测量标准及其他设备 6](#_Toc74128137)

[6 校准项目 7](#_Toc74128138)

[6.1 物理接口特性 7](#_Toc74128139)

[6.2 性能参数 7](#_Toc74128143)

[6.3 网络仿真模拟功能 8](#_Toc74128144)

[7 校准方法 8](#_Toc74128145)

[7.1 除外观及工作正常性检查外 8](#_Toc74128146)

[7.2 外观及工作正常性检查 8](#_Toc74128147)

[7.3 物理接口特性 8](#_Toc74128148)

[7.4 不加损伤时的性能参数校准 9](#_Toc74128151)

[7.5 加固定时延损伤下的时延参数校准 10](#_Toc74128152)

[7.6 时延校准仪表连接及相应配置同7.4.2a)。 10](#_Toc74128153)

[7.7 配置被校仪表打开固定时延损伤，设置相应的时延值。 10](#_Toc74128154)

[7.8 不加损伤转发时延 10](#_Toc74128155)

[7.9 加固定丢包损伤下的丢包率参数校准 11](#_Toc74128158)

[7.10 加过滤损耗条件下的性能参数校准 11](#_Toc74128164)

[7.11 功能验证：按被校仪表说明书进行功能验证 11](#_Toc74128165)

[校准结果表达 13](#_Toc74128166)

[复校时间间隔 13](#_Toc74128167)

[附录A 校准原始记录推荐格式 14](#_Toc74128168)

[附录B 网络损伤仿真仪校准证书内页格式 23](#_Toc74128169)

[附录C 网络损伤仿真仪校准不确定度评定示例 31](#_Toc74128170)

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》共同构成支撑本校准规范制定工作的基础性系列规范。

本规范是对JJF(YD)005-2008 《数据网络损伤仿真仪校准规范》的修订，JJF(YD)005-2008 于2009年5月19日由工业和信息化部批准，于2009年6月1日实施。与JJF(YD)005-2008相比，主要技术变化如下：

——更新引用文件：

原《JJF(YD)003-2006数据网络性能测试仪校准规范》更新为《JJF 1534-2015数据网络性能测试仪校准规范》 ；

原《JJG(YD)044-2006 SDH/PDH数字传输分析仪计量检定规程》更新为《JJF 1237-2017 SDH/PDH传输分析仪校准规范》 ；

原ISO/IEC9314-3:1990(E) Information processing systems - Fiber Distributed Data Interface (FDDI) - Part 3: Physical layer Medium Dependent (PMD) (ISO/IEC 9314-3:1990); English version EN ISO 9314-3:1995 删除；

原ANSI X3.166-1990 Information Systems - Fiber Data Distributed Interface (FDDI) - Token Ring Physical Layer Medium Dependent (PMD) R(1995) 删除；

原 《IEEE 802.3:2005 Carrier sense multiple access with collision detection (CSMA/CD) access method and physical layer specifications》更新为《IEEE 802.3-2018 IEEE Standard for Ethernet》。

——测试接口增加了10Gbps部分。

——本规范历次版本发布情况为：

JJF(YD)005－2008

**网络损伤仿真仪校准规范**

# **范围**

本校准规范规定了数据网络损伤仿真仪的性能参数计量特性、校准条件、校准项目、校准方法及校准结果处理等，适用于速率在10Gbit/s及以下数据网络损伤仿真仪检验。

# **引用文件**

|  |  |
| --- | --- |
| JJF 1534-2015 | 数据网络性能测试仪校准规范 |
| JJF 1237-2017 | SDH/PDH传输分析仪校准规范 |
| IEEE 802.3-2018 | IEEE Standard for Ethernet |

使用本规范时，应注意使用上述引用文献的现行有效版本。

# **概述**

数据网络损伤仿真仪主流产品是由硬件、嵌入式软件及应用于PC上的控制台软件组成，也有的网络损伤仪是计算机网卡配合软件来实现的。网络损伤仿真仪通过对各种网络情况的模拟、再现，实现了对网络、数据、电信产品的稳定性、可靠性和抗干扰性的精确模拟测试和产品质量评估，可以准确的衡量各个电信产品的系统QOS和系统可靠性。

# **计量特性**

## 物理接口特性

### 以太网接口：10/100Base-T以太网电接口应符合IEEE 802.3:2018标准。1000Base-X光接口各项参数应符合表 1的规定。

表 1 1000Base-X光接口参数要求

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 测试项目 | | 1000Base-SX | 1000Base-LX |
| 信号光谱特性 | 中心波长 | 770nm～860nm | 1270nm～1355nm |
| 光谱宽 | <0.85nm | < 4nm |
| 信号平均发送光功率 | | -9.5dBm～-4dBm | -11.5dBm～-3dBm |
| 接收机灵敏度 | | <-17dBm | < -19dBm |
| 相关数据抖动 | | ≤0.227ns | ≤ 0.227ns |
| 上升时间 | | <0.21ns | < 0.26ns |
| 下降时间 | | <0.21ns | < 0.26ns |
| 信号眼图 | | 符合IEEE 802.3-2018图38-2要求 | |
| 信号消光比 | | ≥9dB | ≥9dB |

表 2 10GBASE光接口参数要求（10GBASE-S、10GBASE-L、10GBASE-E）

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 测试项目 | | 10GBASE-S | 10GBASE-L | 10GBASE-E |
| 信号光谱特性 | 中心波长 | 840nm～860nm | 1260nm～1355nm | 1530nm～1565nm |
| 光谱宽 | <0.45nm | -- | -- |
| 信号平均发送光功率 | | -7.3dBm～-1.0dBm | -8.2dBm～0.5dBm | -4.7dBm～4.0dBm |
| 接收机灵敏度 | | <-11.1dBm | < -12.6dBm | < -14.1dBm |
| 信号眼图 | | 符合IEEE 802.3-2018图52-8要求 | | |
| 信号消光比 | | ≥3dB | ≥3.5dB | ≥3dB |

表 3 10GBASE光接口参数要求（10GBASE-LX4、10GBASE-LRM）

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 测试项目 | | 10GBASE-LX4 | 10GBASE-LRM |
| 信号光谱特性 | 中心波长 | 1269.0nm～1282.4nm  1293.5nm～1306.9nm  1318.0nm～1331.4nm  1342.5nm～1355.9nm | 1260nm～1355nm |
| 光谱宽 | <0.62nm | <4nm |
| 信号平均发送光功率 | | <5.5dBm(4通道)  <-0.5dBm(每通道) | -6.5dBm～0.5dBm |
| 接收机灵敏度 | | -- | < -6.5dBm |
| 上升时间 | | <0.12ns | -- |
| 下降时间 | | <0.12ns | -- |
| 信号眼图 | | 符合IEEE 802.3-2018图53-8要求 | 符合IEEE 802.3-2018图68-8要求 |
| 信号消光比 | | ≥3.5dB | ≥3.5dB |

### 注：--表示无明确规定

## 性能参数

### 不加损伤时的性能

#### 端口发包速率：应符合表 4的规定或仪表说明书要求。

#### 表 4 端口发包速率参数要求

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 端口速率  (bps) | 校准包长  (字节) | 校准速率 | |
| ％ | Packets/s |
| 10M | 64 | 100.00 | 14881.0 |
| 128 | 100.00 | 8446.0 |
| 256 | 100.00 | 4529.0 |
| 512 | 100.00 | 2349.6 |
| 1024 | 100.00 | 1197.3 |
| 1280 | 100.00 | 961.5 |
| 1518 | 100.00 | 812.7 |
| 100M | 64 | 100.00 | 148809.5 |
| 128 | 100.00 | 84459.5 |
| 256 | 100.00 | 45289.9 |
| 512 | 100.00 | 23496.2 |
| 1024 | 100.00 | 11973.2 |
| 1280 | 100.00 | 9615.4 |
| 1518 | 100.00 | 8127.4 |
| 1000M | 64 | 100.00 | 1488095.2 |
| 128 | 100.00 | 844594.6 |
| 256 | 100.00 | 452898.6 |
| 512 | 100.00 | 234962.4 |
| 1024 | 100.00 | 119731.8 |
| 1280 | 100.00 | 96153.9 |
| 1518 | 100.00 | 81274.4 |
| 10G | 64 | 100.00 | 14880952.4 |
| 128 | 100.00 | 8445945.9 |
| 256 | 100.00 | 4528985.5 |
| 512 | 100.00 | 2349624.1 |
| 1024 | 100.00 | 1197318.0 |
| 1280 | 100.00 | 961538.5 |
| 1518 | 100.00 | 812743.8 |

#### 

#### 吞吐量：应符合表 5的规定或仪表说明书要求。

##### 表 5 吞吐量参数要求

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 端口速率  (bps) | 校准包长  (字节) | 校准速率 | |
| ％ | Packets/s |
| 10M | 64 | 100.00 | 14881 |
| 128 | 100.00 | 8446 |
| 256 | 100.00 | 4529 |
| 512 | 100.00 | 2350 |
| 1024 | 100.00 | 1197 |
| 1280 | 100.00 | 962 |
| 1518 | 100.00 | 813 |
| 100M | 64 | 100.00 | 148810 |
| 128 | 100.00 | 84460 |
| 256 | 100.00 | 45290 |
| 512 | 100.00 | 23496 |
| 1024 | 100.00 | 11973 |
| 1280 | 100.00 | 9615 |
| 1518 | 100.00 | 8127 |
| 1000M | 64 | 100.00 | 1488095 |
| 128 | 100.00 | 844595 |
| 256 | 100.00 | 452899 |
| 512 | 100.00 | 234962 |
| 1024 | 100.00 | 119732 |
| 1280 | 100.00 | 96154 |
| 1518 | 100.00 | 81274 |
| 10G | 64 | 100.00 | 14880952 |
| 128 | 100.00 | 8445946 |
| 256 | 100.00 | 4528986 |
| 512 | 100.00 | 2349624 |
| 1024 | 100.00 | 1197318 |
| 1280 | 100.00 | 961539 |
| 1518 | 100.00 | 812744 |

#### 线速率下的丢包率：应符合仪表说明书要求。

#### 时延：小于0.1ms。

### 加固定时延损伤下的时延：在速率不大于吞吐量时，时延设定最大允许误差为±10%×设定值+0.1ms

### 加固定丢包损伤下的丢包率：在速率不大于吞吐量时，丢包设定误差为0.001%。

### 加过滤条件下的性能

#### 吞吐量：应符合仪表说明书要求。

#### 线速率下的丢包率：应符合仪表说明书要求。

#### 时延：应符合仪表说明书要求。

## 网络仿真模拟功能

### 网络时延模拟：具有可设定的多种时延模拟方式，如：固定时延模拟方式、线性分布延时模拟、抖动时延模拟、正弦分布延时模拟等。

### 网络丢包模拟：具有可设定的多种丢包模拟方式，如：周期丢包模拟、随机丢包模拟等。

### 错误报文模拟：数据网络仿真仪将收到的正确报文做修改，制造错误报文并发送。

### 乱序报文模拟：数据网络仿真仪将收到的一定序列的报文，改变顺序后发送。

### 重复报文模拟：数据网络仿真仪将数据包中某一数据包复制并转发。

#### 不同厂商的数据网络损伤仿真仪，具体功能参见相应仪表说明书。

# **校准条件**

## 环境条件

### 环境温度：（23±5）℃（编号不要）

### 相对湿度：≤85％

### 电源电压：（220±11）V；频率：（50±1）Hz

### 实验室应无影响测量结果的震动和电磁场干扰

## 测量标准及其他设备

### 帧头触发器

#### 上升沿幅度：1V；

#### 上升时间：小于10ns（10％－90％）；

#### 阻抗：50Ω。

### 宽带协议测试仪

#### 具有10/100Base-T接口、1000Base-X接口、10G以太网接口；

#### 具有协议编解码功能。

### 数据流量发生器

#### 具有10/100Base-T接口、1000Base-X接口、10G以太网接口；

#### 发送的数据包内容、流量、包长可变。

### 参考网络性能测试仪

#### 具有10/100Base-T接口、1000Base-X接口、10G以太网接口；

#### 支持符合RFC 2544，RFC 1242的吞吐量、时延、丢包率性能的自动测试；

#### 端口发送速率达到线速率，自环吞吐量测试为100%；

#### 时延测量不确定度： 10μs ，k=2。

### 通用计数器

#### 频率测量范围：10kHz～3GHz；

#### 内部时钟：频率准确度优于1×10-7。

### 光功率计

1. 波长范围：770nm～1565nm；
2. 测量范围：(-70～+5)dBm；
3. 最大允许误差：±5%。

### 可变光衰减器

1. 工作波长：770nm～1565nm；
2. 衰减范围：(0～60)dB，连续可调；
3. 最大允许误差：±1dB；
4. 步进：不大于0.1dB。

### 光谱分析仪

1. 工作波长范围：770nm～1565nm；
2. 最大允许误差：±0.5nm；
3. 分辨力：优于0.1nm。

### 通信信号分析仪

1. 光带宽：不低于28GHz；
2. 标准眼图模板：符合IEEE 802.3-2018 图38–2、图52-8、图53-8、图68-8要求；
3. 信号时钟恢复范围：50Mbit/s~12.5Gbit/s。

# **校准项目**

## 物理接口特性

## 10/100/1000Base-T电接口物理特性

## 传输距离

## 1000Base-X、10GBASE光接口物理特性

### 信号光谱特性

### 信号平均发送光功率

### 接收机灵敏度

### 信号眼图

### 信号消光比

### 上升时间

### 下降时间

### 数据相关抖动

## 性能参数

### 不加损伤时的性能参数

#### 端口发包速率

#### 吞吐量

#### 线速率下的丢包率

#### 时延

### 加固定时延损伤下的时延参数

### 加固定丢包损伤下的丢包率参数

### 加过滤条件下的性能参数

#### 吞吐量

#### 线速率下的丢包率

#### 时延

## 网络仿真模拟功能

### 网络时延模拟方式

#### 根据仪表说明书验证其支持的多种网络时延模拟方式。

### 网络丢包模拟方式

#### 根据仪表说明书验证其支持的多种网络丢包模拟方式。

### 错误报文模拟

#### 根据仪表说明书验证其支持的多种网络错误报文模拟方式。

### 乱序报文模拟

#### 根据仪表说明书验证其支持的多种网络乱序报文模拟方式。

### 重复报文模拟

#### 根据仪表说明书验证其支持的多种网络重复报文模拟方式。

# **校准方法**

## 除外观及工作正常性检查外，所有测试项均需在测试系统开机预热半小时后进行。

## 外观及工作正常性检查

### 被校仪表应带有必要的附件、说明书及前次校准证书。

### 被校仪表各部件应安装牢固，能确保工作正常。

### 被校仪表通电后能正常工作。

## 物理接口特性

## 10/100/1000Base-T以太网电接口传输距离测试



图 1 以太网电接口传输距离测试连接图

#### 按图 1，将参考网络性能测试仪与被校仪表的两个端口分别对应连接，设置仪表以太网接口速率（10/100/1000Mbps），工作模式（全双工/半双工），保证每对端口之间正常通信。

#### 将连接线缆替换成线长为100米的五类、超五类或六类测试线，被校仪表不加任何损伤，由参考网络性能测试仪连续发送数据60秒，被校仪表可以正常转发数据，无丢包。

## 1000Base-X、10GBASE光接口物理特性参数的校准

### 信号光谱特性：具体测试方法参见JJF 1237-2017中7.6.4的规定。

### 信号平均发送光功率：具体测试方法参见JJF 1237-2017中7.6.1的规定。

### 接收机灵敏度：具体测试方法参见JJF 1237-2017中7.6.5的规定。

### 信号眼图：具体测试方法参见JJF 1237-2017中7.6.3的规定。

### 信号消光比：具体测试方法参见JJF 1237-2017中7.6.2的规定。

### 上升时间：具体测试方法参见JJF 1534-2015中7.3.16的规定

### 下降时间：具体测试方法参见JJF 1534-2015中7.3.17的规定

### 数据相关抖动：具体测试方法参见JJF 1534-2015中7.3.18的规定

## 不加损伤时的性能参数校准

### 以下校准项目均将被校仪表设置为直通模式，不加任何损伤。

### 端口发包速率校准



图 2 端口发包速率校准连接图

#### 按图 2建立连接。根据被校仪表端口类型及配置，采用相应的介质连接：将被校仪表的被校端口连接到帧头触发器，另一端口连接到流量发生器。帧头触发器触发端口连接到通用计数器。

#### 配置被校仪表和流量发生器的端口参数，使被校仪表、流量发生器及帧头触发器之间能正常转发数据包。

#### 流量发生器根据表2校准项，逐项设置端口速率、包长、校准速率，产生数据流。

#### 流量发生器发送数据流，通过被校仪表，从通用计数器上读取显示值，记录结果。

#### 停止被校仪表的数据发送，按表2重新设置测试包的包长和测试速率，发送数据流。重复7.4.1c)、7.4.1d)，直至完成所有测试点的测试。

#### 根据端口情况，校准其余端口时，将被校端口连接到帧头触发器。重复7.4.1a)至7.4.1d)，直至完成所有端口的测试。

#### 测试结果与端口线速率发送包数理论值的百分比，应符合4.2.1a)的要求。端口发包速率（Packets/s）理论值的计算见公式（1）。

 （1）

### 吞吐量校准



图 3 性能参数校准连接图

#### 按图 3，将参考网络性能测试仪与被校仪表的两个端口分别连接。设置仪表以太网接口速率（10M/100M/1000M/10G），工作模式（全双工/半双工），保证每对端口之间正常通信，配置测试参数。

#### 启动参考网络性能测试仪的吞吐量测试项，测试当前状态下，被校仪表不丢包的最快转发速率。测试时需针对不同以太网包长64、128、256、512、1024、1280、1518字节分别进行，测试时长30秒。

#### 记录测试结果。测试结果应符合0要求。

### 线速率下的丢包率校准

#### 仪表连接及相应配置同7.4.2a)。

#### 启动参考网络性能测试仪的丢包率测试项，测试当前状态下，被校仪表的转发数据包时的丢包率。测试时需针对不同以太网包长64、128、256、512、1024、1280、1518字节分别进行，测试时长30秒。

#### 记录测试结果。测试结果应符合4.2.1c)要求。

### 时延校准

#### 仪表连接及相应配置同7.4.2a)。

#### 启动参考网络性能测试仪的时延测试功能，测试当前状态下，被校仪表数据转发时延。测试时需针对不同以太网包长64、128、256、512、1024、1280、1518字节分别进行，测试时长30秒，测试速率设为被校仪表的吞吐量。

#### 记录测试结果。测试结果应符合4.2.1d)要求。

## 加固定时延损伤下的时延参数校准

## 时延校准仪表连接及相应配置同7.4.2a)。

## 配置被校仪表打开固定时延损伤，设置相应的时延值。

## 启动参考网络性能测试仪的时延测试功能，测试速率设为被校仪表不加损伤时测得吞吐量的80%，测试当前状态下，被校仪表数据转发时延，测试时需针对不同以太网包长64、128、256、512、1024、1280、1518字节分别进行，测试时长30秒。

## 记录测试结果。测试结果应符合4.2.2要求。

## 重新设置被校仪表时延值，重复7.8至7.8.1。

## 加固定丢包损伤下的丢包率参数校准

## 仪表连接及相应配置同7.4.2a)。

## 配置被校仪表打开丢包损伤，设置丢包率。

## 启动参考网络性能测试仪的丢包率测试功能，测试速率设为被校仪表不加损伤时测得吞吐量的80%，测试当前状态下，被校仪表的转发数据包时的丢包率。测试时需针对不同以太网包长64、128、256、512、1024、1280、1518字节分别进行，测试时长30秒。

## 记录测试结果。测试结果应符合4.2.3要求。

## 重新设置被校仪表丢包率，重复7.9.3至7.9.4。

## 加过滤损耗条件下的性能参数校准

### 吞吐量测试

#### 仪表连接及相应配置同7.4.2a)。

#### 配置被校仪表打开过滤功能，设置相应过滤参数。

#### 启动参考网络性能测试仪的吞吐量测试功能，测试当前状态下，被校仪表不丢包的最快转发速率。测试时需针对不同以太网包长64、128、256、512、1024、1280、1518字节分别进行，测试时长30秒。

#### 记录测试结果。测试结果应符合4.2.4a)要求。

### 线速率下的丢包率校准

#### 仪表连接及相应配置同7.4.2a)。

#### 启动参考网络性能测试仪的丢包率测试项，测试当前状态下，被校仪表的转发数据包时的丢包率。测试时需针对不同以太网包长64、128、256、512、1024、1280、1518字节分别进行，测试时长30秒。

#### 记录测试结果。测试结果应符合4.2.4b)要求。

### 时延校准

#### 仪表连接及相应配置同7.4.2a)。

#### 启动参考网络性能测试仪的时延测试功能，测试速率设为被校仪表吞吐量的80%，测试当前状态下，被校仪表数据转发时延，测试时需针对不同以太网包长64、128、256、512、1024、1280、1518字节分别进行，测试时长30秒。

#### 记录测试结果。测试结果应符合4.2.4c)要求。

## 功能验证：按被校仪表说明书进行功能验证

### 网络时延模拟方式：

#### 仪表连接及相应配置同7.4.2a)。

#### 配置被校仪表为某一时延模拟方式，设置相应时延值。

#### 启动参考网络性能测试仪的时延测试功能，测试速率设为被校仪表不加损伤时测得吞吐量的80%，测试当前状态下，被校仪表数据转发时延，测试时需针对不同以太网包长64、128、256、512、1024、1280、1518字节分别进行。

#### 记录测试结果。

#### 根据被校仪表功能，改变网络时延模拟方式，重复7.11.1b)至7.11.1d)，直至完成所有网络时延模拟方式功能验证。

### 网络丢包模拟方式

#### 仪表连接及相应配置同7.4.2a)。

#### 配置被校仪表为某一丢包模拟方式，设置相应丢包率。

#### 启动参考网络性能测试仪的丢包率测试项，测试当前状态下，被校仪表的转发数据包时的丢包率。测试时需针对不同以太网包长64、128、256、512、1024、1280、1518字节分别进行，测试速率设为被校仪表不加损伤时测得吞吐量的80%。

#### 记录测试结果。

#### 根据被校仪表功能，改变网络丢包模拟方式，重复7.11.2b)至7.11.2d)，直至完成所有网络丢包模拟方式功能验证。

### 错误报文模拟

数据流量发生器

被校仪表

宽带协议测试仪

图 4 功能验证连接框图

#### 按

#### 图 4建立连接。根据被校仪表端口类型及配置，采用相应的介质连接：将被校仪表的两个端口分别连接到流量发生器和宽带协议测试仪端口。

#### 配置被校仪表和流量发生器的端口参数，使被校仪表、流量发生器及帧头触发器之间能正常转发数据包。

#### 配置被校仪表为错误报文模拟方式。

#### 设置流量发生器，产生相应的数据流，通过被校仪表，从宽带协议分析仪上分析捕获数据。

#### 比对发送数据与捕获数据，应符合要求。

### 乱序报文模拟

#### 配置被校仪表为乱序报文方式。具体验证方法同7.11.3。

### 重复报文模拟

#### 配置被校仪表为重复报文方式。具体验证方法同7.11.3。

# 校准结果表达

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，并给出校准不确定度，不确定度评定示例见附录C。校准证书应至少包括以下信息：

1. 标题，如“校准证书”；
2. 实验室名称和地址；
3. 进行校准的地点（如果不在实验室内进行校准）；
4. 证书或报告的唯一性标识（如编号），每页及总页数的标识；
5. 送校单位的名称和地址；
6. 被校对象的描述和明确标识；
7. 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；
8. 如果与校准结果的有效性和应用有关时，应对抽样程序进行说明；
9. 对校准所依据的技术规范的标识，包括名称及代号；
10. 本次校准所用测量标准的溯源性及有效性说明；
11. 校准环境的描述；
12. 校准结果及其测量不确定度的说明；
13. 校准证书校准员、审核人和签发人的签名，以及签发日期；
14. 校准结果仅对被校对象有效的声明；
15. 未经实验室书面批准，不得部分复制证书或报告的声明。

# 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。

1. 校准原始记录推荐格式

证书编号：

共 页 第 页

外观及工作正常性检查

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **序号** | 内 容 | 备 注 |
| 1 | 仪表外观 |  |
| 2 | 软件版本号 |  |
| 3 | 仪表工作正常性 |  |

1000Base-Sx接口

接口卡类型： 序列号：

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **校准项目** | **单位** | **标准要求** | **测试结果** | **扩展不确定度（*k*=2）** |
|  | 接口中心波长 | nm | 770nm～860nm |  |  |
|  | 光谱宽 | nm | <0.85nm |  |  |
|  | 平均发送光功率 | dBm | -9.5dBm～-4dBm |  |  |
|  | 接收灵敏度 | dBm | <-17dBm |  |  |
|  | 上升时间 | ns | ≤0.227ns |  |  |
|  | 下降时间 | ns | <0.21ns |  |  |
|  | 数据相关抖动 | ns | <0.21ns |  |  |
|  | 眼图 | -- | 符合IEEE 802.3-2018图38-2要求 |  |  |
|  | 消光比 | dB | ≥9dB |  |  |

1000Base-Lx接口

接口卡类型： 序列号：

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **校准项目** | **单位** | **标准要求** | **测试结果** | **扩展不确定度（*k*=2）** |
|  | 接口中心波长 | nm | 1270nm～1355nm |  |  |
|  | 光谱宽 | nm | < 4nm |  |  |
|  | 平均发送光功率 | dBm | -11.5dBm～-3dBm |  |  |
|  | 接收灵敏度 | dBm | < -19dBm |  |  |
|  | 上升时间 | ns | ≤ 0.227ns |  |  |
|  | 下降时间 | ns | < 0.26ns |  |  |
|  | 数据相关抖动 | ns | < 0.26ns |  |  |
|  | 眼图 | -- | 符合IEEE 802.3-2018图38-2要求 |  |  |
|  | 消光比 | dB | ≥9dB |  |  |

证书编号：

共 页 第 页

10GBASE-S接口

接口卡类型： 序列号：

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **校准项目** | **单位** | **标准要求** | **测试结果** | **扩展不确定度（*k*=2）** |
|  | 接口中心波长 | nm | 840nm～860nm |  |  |
|  | 光谱宽 | nm | <0.45nm |  |  |
|  | 平均发送光功率 | dBm | -7.3dBm～-1.0dBm |  |  |
|  | 接收灵敏度 | dBm | <-11.1dBm |  |  |
|  | 眼图 | -- | 符合IEEE 802.3-2018图52-8要求 |  |  |
|  | 消光比 | dB | ≥3dB |  |  |

10GBASE-L接口

接口卡类型： 序列号：

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **校准项目** | **单位** | **标准要求** | **测试结果** | **扩展不确定度（*k*=2）** |
|  | 接口中心波长 | nm | 1260nm～1355nm |  |  |
|  | 平均发送光功率 | dBm | -8.2dBm～0.5dBm |  |  |
|  | 接收灵敏度 | dBm | < -12.6dBm |  |  |
|  | 眼图 | -- | 符合IEEE 802.3-2018图52-8要求 |  |  |
|  | 消光比 | dB | ≥3.5dB |  |  |

10GBASE-E接口

接口卡类型： 序列号：

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **校准项目** | **单位** | **标准要求** | **测试结果** | **扩展不确定度（*k*=2）** |
|  | 接口中心波长 | nm | 1530nm～1565nm |  |  |
|  | 平均发送光功率 | dBm | -4.7dBm～4.0dBm |  |  |
|  | 接收灵敏度 | dBm | < -14.1dBm |  |  |
|  | 眼图 | -- | 符合IEEE 802.3-2018图52-8要求 |  |  |
|  | 消光比 | dB | ≥3dB |  |  |

证书编号：

共 页 第 页

10GBASE-LX4接口

接口卡类型： 序列号：

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **校准项目** | **单位** | **标准要求** | **测试结果** | **扩展不确定度（*k*=2）** |
|  | 接口中心波长 | nm | 1269.0nm～1282.4nm  1293.5nm～1306.9nm  1318.0nm～1331.4nm  1342.5nm～1355.9nm |  |  |
|  | 光谱宽 | nm | <0.62nm |  |  |
|  | 平均发送光功率 | dBm | <5.5dBm(4通道)  <-0.5dBm(每通道) |  |  |
|  | 上升时间 | ns | <0.12ns |  |  |
|  | 下降时间 | ns | <0.12ns |  |  |
|  | 眼图 | -- | 符合IEEE 802.3-2018图53-8要求 |  |  |
|  | 消光比 | dB | ≥3.5dB |  |  |

10GBASE-LRM接口

接口卡类型： 序列号：

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **校准项目** | **单位** | **标准要求** | **测试结果** | **扩展不确定度（*k*=2）** |
|  | 接口中心波长 | nm | 1260nm～1355nm |  |  |
|  | 光谱宽 | nm | <4nm |  |  |
|  | 平均发送光功率 | dBm | -6.5dBm～0.5dBm |  |  |
|  | 接收机灵敏度 | dBm | < -6.5dBm |  |  |
|  | 眼图 | -- | 符合IEEE 802.3-2018图68-8要求 |  |  |
|  | 消光比 | dB | ≥3.5dB |  |  |

证书编号：

共 页 第 页

端口发包速率

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **端口速率**  (bit/s) | **测试包长**  (字节) | **发送速率** | | **测试结果** | |
| ％ | (Packets/s) | ％ | (Packets/s) |
| 10M | 64 | 100 | 14881.0 |  |  |
| 128 | 100 | 8446.0 |  |  |
| 256 | 100 | 4529.0 |  |  |
| 512 | 100 | 2349.6 |  |  |
| 1024 | 100 | 1197.3 |  |  |
| 1280 | 100 | 961.5 |  |  |
| 1518 | 100 | 812.7 |  |  |
| 100M | 64 | 100 | 148809.5 |  |  |
| 128 | 100 | 84459.5 |  |  |
| 256 | 100 | 45289.9 |  |  |
| 512 | 100 | 23496.2 |  |  |
| 1024 | 100 | 11973.2 |  |  |
| 1280 | 100 | 9615.4 |  |  |
| 1518 | 100 | 8127.4 |  |  |
| 1000M | 64 | 100 | 1488095.2 |  |  |
| 128 | 100 | 844594.6 |  |  |
| 256 | 100 | 452898.6 |  |  |
| 512 | 100 | 234962.4 |  |  |
| 1024 | 100 | 119731.8 |  |  |
| 1280 | 100 | 96153.9 |  |  |
| 1518 | 100 | 81274.4 |  |  |
| 10G | 64 | 100.00 | 14880952.4 |  |  |
| 128 | 100.00 | 8445945.9 |  |  |
| 256 | 100.00 | 4528985.5 |  |  |
| 512 | 100.00 | 2349624.1 |  |  |
| 1024 | 100.00 | 1197318.0 |  |  |
| 1280 | 100.00 | 961538.5 |  |  |
| 1518 | 100.00 | 812743.8 |  |  |

证书编号：

共 页 第 页

不加损伤时的性能参数校准

吞吐量

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **测试包长**  （字节） | **测试速率**  （%） | **测试结果** （pks/s） |
| 64 |  |  |
| 128 |  |  |
| 256 |  |  |
| 512 |  |  |
| 1024 |  |  |
| 1280 |  |  |
| 1518 |  |  |

线速率下的丢包率

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **测试包长**  （字节） | **测试速率**  （%） | **测试结果** （%） |
| 64 |  |  |
| 128 |  |  |
| 256 |  |  |
| 512 |  |  |
| 1024 |  |  |
| 1280 |  |  |
| 1518 |  |  |

时延

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **测试包长**  （字节） | **测试速率**（%） | **测试结果** (μs) |
| 64 |  |  |
| 128 |  |  |
| 256 |  |  |
| 512 |  |  |
| 1024 |  |  |
| 1280 |  |  |
| 1518 |  |  |

证书编号：

共 页 第 页

加固定时延损伤下的性能参数校准

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **测试包长**  （字节） | **测试速率**  （%） | **被校表设定值**  (μs) | **测试结果**  (μs) |
| 64 |  |  |  |
| 128 |  |  |
| 256 |  |  |
| 512 |  |  |
| 1024 |  |  |
| 1280 |  |  |
| 1518 |  |  |
| 64 |  |  |  |
| 128 |  |  |
| 256 |  |  |
| 512 |  |  |
| 1024 |  |  |
| 1280 |  |  |
| 1518 |  |  |
| 64 |  |  |  |
| 128 |  |  |
| 256 |  |  |
| 512 |  |  |
| 1024 |  |  |
| 1280 |  |  |
| 1518 |  |  |
| 64 |  |  |  |
| 128 |  |  |
| 256 |  |  |
| 512 |  |  |
| 1024 |  |  |
| 1280 |  |  |
| 1518 |  |  |

证书编号：

共 页 第 页

加固定丢包损伤下的性能参数校准

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **测试包长**  （字节） | **测试速率**  （%） | **被校表设定值**  (%) | **测试结果**  (%) |
| 64 |  |  |  |
| 128 |  |  |
| 256 |  |  |
| 512 |  |  |
| 1024 |  |  |
| 1280 |  |  |
| 1518 |  |  |
| 64 |  |  |  |
| 128 |  |  |
| 256 |  |  |
| 512 |  |  |
| 1024 |  |  |
| 1280 |  |  |
| 1518 |  |  |
| 64 |  |  |  |
| 128 |  |  |
| 256 |  |  |
| 512 |  |  |
| 1024 |  |  |
| 1280 |  |  |
| 1518 |  |  |
| 64 |  |  |  |
| 128 |  |  |
| 256 |  |  |
| 512 |  |  |
| 1024 |  |  |
| 1280 |  |  |
| 1518 |  |  |
| 64 |  |  |  |
| 128 |  |  |
| 256 |  |  |
| 512 |  |  |
| 1024 |  |  |
| 1280 |  |  |
| 1518 |  |  |

证书编号：

共 页 第 页

加过滤条件下的性能参数校准

吞吐量

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **测试包长**  （字节） | **测试速率**（%） | **被校表设定值**(%) | **测试结果**（pks/s） |
| 64 |  |  |  |
| 128 |  |  |  |
| 256 |  |  |  |
| 512 |  |  |  |
| 1024 |  |  |  |
| 1280 |  |  |  |
| 1518 |  |  |  |

线速率下的丢包率

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **测试包长**  （字节） | **测试速率**（%） | **被校表设定值**(%) | **测试结果** （%） |
| 64 |  |  |  |
| 128 |  |  |  |
| 256 |  |  |  |
| 512 |  |  |  |
| 1024 |  |  |  |
| 1280 |  |  |  |
| 1518 |  |  |  |

时延

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **测试包长**  （字节） | **测试速率**（%） | **被校表设定值**(μs) | **测试结果** (μs) |
| 64 |  |  |  |
| 128 |  |  |  |
| 256 |  |  |  |
| 512 |  |  |  |
| 1024 |  |  |  |
| 1280 |  |  |  |
| 1518 |  |  |  |

证书编号：

共 页 第 页

功能验证：

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **功能** | | **验证结果** |
|  | 网络时延模拟 | 线性分布延时模拟 |  |
| 抖动时延模拟 |  |
| 正弦分布延时模拟 |  |
|  | 网络丢包模拟 | 周期丢包模拟 |  |
| 随机丢包模拟 |  |
|  | 错误报文模拟 |  |  |
|  | 乱序报文模拟 |  |  |
|  | 重复报文模拟 |  |  |

# 附录B 网络损伤仿真仪校准证书内页格式

证书编号：XXX-XXXX

校 准 结 果

1000Base-Sx接口

接口卡类型： 序列号：

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **校准项目** | **单位** | **测试结果** | **扩展不确定度（*k*=2）** |
|  | 接口中心波长 | nm |  |  |
|  | 光谱宽 | nm |  |  |
|  | 平均发送光功率 | dBm |  |  |
|  | 接收灵敏度 | dBm |  |  |
|  | 上升时间 | ns |  |  |
|  | 下降时间 | ns |  |  |
|  | 数据相关抖动 | ns |  |  |
|  | 眼图 | -- |  |  |
|  | 消光比 | dB |  |  |

1000Base-Lx接口

接口卡类型： 序列号：

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **校准项目** | **单位** | **测试结果** | **扩展不确定度（*k*=2）** |
|  | 接口中心波长 | nm |  |  |
|  | 光谱宽 | nm |  |  |
|  | 平均发送光功率 | dBm |  |  |
|  | 接收灵敏度 | dBm |  |  |
|  | 上升时间 | ns |  |  |
|  | 下降时间 | ns |  |  |
|  | 数据相关抖动 | ns |  |  |
|  | 眼图 | -- |  |  |
|  | 消光比 | dB |  |  |

第 页 共 页

证书编号：XXX-XXXX

校 准 结 果

10GBASE-S接口

接口卡类型： 序列号：

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **校准项目** | **单位** | **标准要求** | **测试结果** | **扩展不确定度（*k*=2）** |
|  | 接口中心波长 | nm | 840nm～860nm |  |  |
|  | 光谱宽 | nm | <0.45nm |  |  |
|  | 平均发送光功率 | dBm | -7.3dBm～-1.0dBm |  |  |
|  | 接收灵敏度 | dBm | <-11.1dBm |  |  |
|  | 眼图 | -- | 符合IEEE 802.3-2018图52-8要求 |  |  |
|  | 消光比 | dB | ≥3dB |  |  |

10GBASE-L接口

接口卡类型： 序列号：

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **校准项目** | **单位** | **标准要求** | **测试结果** | **扩展不确定度（*k*=2）** |
|  | 接口中心波长 | nm | 1260nm～1355nm |  |  |
|  | 平均发送光功率 | dBm | -8.2dBm～0.5dBm |  |  |
|  | 接收灵敏度 | dBm | < -12.6dBm |  |  |
|  | 眼图 | -- | 符合IEEE 802.3-2018图52-8要求 |  |  |
|  | 消光比 | dB | ≥3.5dB |  |  |

10GBASE-E接口

接口卡类型： 序列号：

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **校准项目** | **单位** | **标准要求** | **测试结果** | **扩展不确定度（*k*=2）** |
|  | 接口中心波长 | nm | 1530nm～1565nm |  |  |
|  | 平均发送光功率 | dBm | -4.7dBm～4.0dBm |  |  |
|  | 接收灵敏度 | dBm | < -14.1dBm |  |  |
|  | 眼图 | -- | 符合IEEE 802.3-2018图52-8要求 |  |  |
|  | 消光比 | dB | ≥3dB |  |  |

第 页 共 页

证书编号：XXX-XXXX

校 准 结 果

10GBASE-LX4接口

接口卡类型： 序列号：

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **校准项目** | **单位** | **标准要求** | **测试结果** | **扩展不确定度（*k*=2）** |
|  | 接口中心波长 | nm | 1269.0nm～1282.4nm  1293.5nm～1306.9nm  1318.0nm～1331.4nm  1342.5nm～1355.9nm |  |  |
|  | 光谱宽 | nm | <0.62nm |  |  |
|  | 平均发送光功率 | dBm | <5.5dBm(4通道)  <-0.5dBm(每通道) |  |  |
|  | 上升时间 | ns | <0.12ns |  |  |
|  | 下降时间 | ns | <0.12ns |  |  |
|  | 眼图 | -- | 符合IEEE 802.3-2018图53-8要求 |  |  |
|  | 消光比 | dB | ≥3.5dB |  |  |

10GBASE-LRM接口

接口卡类型： 序列号：

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **校准项目** | **单位** | **标准要求** | **测试结果** | **扩展不确定度（*k*=2）** |
|  | 接口中心波长 | nm | 1260nm～1355nm |  |  |
|  | 光谱宽 | nm | <4nm |  |  |
|  | 平均发送光功率 | dBm | -6.5dBm～0.5dBm |  |  |
|  | 接收机灵敏度 | dBm | < -6.5dBm |  |  |
|  | 眼图 | -- | 符合IEEE 802.3-2018图68-8要求 |  |  |
|  | 消光比 | dB | ≥3.5dB |  |  |

第 页 共 页

证书编号：XXX-XXXX

校 准 结 果

端口发包速率

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **端口速率**  (bit/s) | **测试包长**  (字节) | **发送速率** | | **测试结果** | |
| ％ | (Packets/s) | ％ | (Packets/s) |
| 10M | 64 | 100 | 14881.0 |  |  |
| 128 | 100 | 8446.0 |  |  |
| 256 | 100 | 4529.0 |  |  |
| 512 | 100 | 2349.6 |  |  |
| 1024 | 100 | 1197.3 |  |  |
| 1280 | 100 | 961.5 |  |  |
| 1518 | 100 | 812.7 |  |  |
| 100M | 64 | 100 | 148809.5 |  |  |
| 128 | 100 | 84459.5 |  |  |
| 256 | 100 | 45289.9 |  |  |
| 512 | 100 | 23496.2 |  |  |
| 1024 | 100 | 11973.2 |  |  |
| 1280 | 100 | 9615.4 |  |  |
| 1518 | 100 | 8127.4 |  |  |
| 1000M | 64 | 100 | 1488095.2 |  |  |
| 128 | 100 | 844594.6 |  |  |
| 256 | 100 | 452898.6 |  |  |
| 512 | 100 | 234962.4 |  |  |
| 1024 | 100 | 119731.8 |  |  |
| 1280 | 100 | 96153.9 |  |  |
| 1518 | 100 | 81274.4 |  |  |
| 10G | 64 | 100.00 | 14880952.4 |  |  |
| 128 | 100.00 | 8445945.9 |  |  |
| 256 | 100.00 | 4528985.5 |  |  |
| 512 | 100.00 | 2349624.1 |  |  |
| 1024 | 100.00 | 1197318.0 |  |  |
| 1280 | 100.00 | 961538.5 |  |  |
| 1518 | 100.00 | 812743.8 |  |  |

第 页 共 页

证书编号：XXX-XXXX

校 准 结 果

**不加损伤时的性能参数校准**

吞吐量

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **测试包长**  （字节） | **测试速率**  （%） | **测试结果** （pks/s） |
| 64 |  |  |
| 128 |  |  |
| 256 |  |  |
| 512 |  |  |
| 1024 |  |  |
| 1280 |  |  |
| 1518 |  |  |

线速率下的丢包率

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **测试包长**  （字节） | **测试速率**  （%） | **测试结果** （%） |
| 64 |  |  |
| 128 |  |  |
| 256 |  |  |
| 512 |  |  |
| 1024 |  |  |
| 1280 |  |  |
| 1518 |  |  |

时延

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **测试包长**  （字节） | **测试速率**（%） | **测试结果** (μs) |
| 64 |  |  |
| 128 |  |  |
| 256 |  |  |
| 512 |  |  |
| 1024 |  |  |
| 1280 |  |  |
| 1518 |  |  |

第 页 共 页

证书编号：XXX-XXXX

校 准 结 果

**加固定时延损伤下的性能参数校准**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **测试包长**  （字节） | **测试速率**  （%） | **被校表设定值**  (μs) | **测试结果**  (μs) |
| 64 |  |  |  |
| 128 |  |  |
| 256 |  |  |
| 512 |  |  |
| 1024 |  |  |
| 1280 |  |  |
| 1518 |  |  |

**加固定丢包损伤下的性能参数校准**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **测试包长**  （字节） | **测试速率**  （%） | **被校表设定值**  (%) | **测试结果**  (%) |
| 64 |  |  |  |
| 128 |  |  |
| 256 |  |  |
| 512 |  |  |
| 1024 |  |  |
| 1280 |  |  |
| 1518 |  |  |

第 页 共 页

证书编号：XXX-XXXX

校 准 结 果

**加过滤条件下的性能参数校准**

吞吐量

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **测试包长**  （字节） | **测试速率**（%） | **被校表设定值**(%) | **测试结果**（pks/s） |
| 64 |  |  |  |
| 128 |  |  |  |
| 256 |  |  |  |
| 512 |  |  |  |
| 1024 |  |  |  |
| 1280 |  |  |  |
| 1518 |  |  |  |

线速率下的丢包率

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **测试包长**  （字节） | **测试速率**（%） | **被校表设定值**(%) | **测试结果** （%） |
| 64 |  |  |  |
| 128 |  |  |  |
| 256 |  |  |  |
| 512 |  |  |  |
| 1024 |  |  |  |
| 1280 |  |  |  |
| 1518 |  |  |  |

时延

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **测试包长**  （字节） | **测试速率**（%） | **被校表设定值**(μs) | **测试结果** (μs) |
| 64 |  |  |  |
| 128 |  |  |  |
| 256 |  |  |  |
| 512 |  |  |  |
| 1024 |  |  |  |
| 1280 |  |  |  |
| 1518 |  |  |  |

第 页 共 页

证书编号：XXX-XXXX

校 准 结 果

**功能验证**：

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **功能** | | **验证结果** |
|  | 网络时延模拟 | 线性分布延时模拟 |  |
| 抖动时延模拟 |  |
| 正弦分布延时模拟 |  |
|  | 网络丢包模拟 | 周期丢包模拟 |  |
| 随机丢包模拟 |  |
|  | 错误报文模拟 | |  |
|  | 乱序报文模拟 | |  |
|  | 重复报文模拟 | |  |

|  |
| --- |
| 302 |
| 图X 光接口眼图 |

时延测量结果扩展不确定度： (*k*=2)；

接口发送包速率测量结果扩展不确定度： (*k*=2)；

以下空白。

第 页 共 页

# 附录C 网络损伤仿真仪校准不确定度评定示例

网络损伤仪校准规范所规定的校准项目中，有的是定量的，能够获得确切的量值，而另一些是定性的，不能得到确切的量值，得到的只是功能是否正常的结果。我们对思博伦公司生产的编号为50001444，型号为CKL-2U的网络损伤仪进行了校准，这里对网络损伤仪校准的不确定度分析，将只涉及那些能够获得确切量值的校准项目。

**端口发送速率：**

1. 测量原理

以太网端口以某一速率发送数据时，帧头触发电路检测到以太网信号中帧头即产生一个计数脉冲，用频率计数器测出发送频率，即为该端口的数据包发送速率。

1. 不确定度来源

## 由通用计数器内部计数时钟稳定性引入的不确定度

## 由计数不准引入的相对标准不确定度

## 被校仪表频率稳定性引入的不确定度

## 测量重复性引入的不确定度

1. 不确定度分析

**由通用计数器内部计数时钟稳定性引入的不确定度****：**

计数器的时基信号是所选的闸门时间，它的不确定度主要取决于晶振频率的准确度。假设晶振频率准确度的概率分布为均匀分布，则可选取包含因子。已知频率计数器的频率准确度为2×10-7，在100Mbit/s速率下64字节包速率为148810包/秒，则由时基信号引起的不确定度分量为包/秒。

**由计数不准引入的相对标准不确定度**

计数不准主要是由计数器量化误差引起。最大量化误差在1个最低位有效数字之内。它是由于内部计数时钟与输入信号产生的开关门信号间的随机性而造成的。此项误差属平均分布，因此 =0.029包/秒

**被校仪表频率稳定度引入的不确定度**

对于采用以太网设备作为被检，其频率准确度为，假设其概率分布为均匀分布，则可选取包含因子。则由被检信号引起的频率稳定度引起的不确定度分量为包/秒。

**测量重复性引入的不确定度**

在重复性条件下，测以太网100Mbps速率下64字节时的发包速率，重复进行10次测量，利用贝塞尔公式得到: 包/秒

3. 不确定度合成：包/秒

4. 扩展不确定度：扩展因子

**时延:**

1. 测量原理

被校仪表设定时延值，由参考网络性能测试仪对被校仪表进行时延测试，直接测得时延值。

1. 不确定度来源

参考网络性能测试仪时延测量扩展不确定度

测量重复性引入的不确定度

1. 不确定度分析

**参考网络性能测试仪时延测量不确定度**

### 网络性能测试仪经校准，可由校准证书中得到时延测量的扩展不确定度为1.0µs，则其测量不确定度 =1.0/2=0.5µs。

**测量重复性引入的不确定度**

在重复性条件下，复进行10次测量，测量结果如下：

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 测量次数 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 测量值（µs） | 105.4 | 105.3 | 105.4 | 105.3 | 105.3 | 105.3 | 105.4 | 105.0 | 105.3 | 105.1 |

利用贝塞尔公式得到：µs

1. 时延测量不确定度: µs
2. 扩展不确定度为：扩展因子µs。