



# 中华人民共和国国家计量技术规范

JJF XXXX—XXXX

## 无线局域网Wi-Fi数据网络测试仪校准 规范

Calibration Specification for Wi-Fi Data Network Performance Testers

(征求意见稿)

××××-××-××发布

××××-××-××实施

国家市场监督管理总局发布

无线局域网Wi-Fi数据网络测  
试仪校准规范

Calibration Specification for Wi-Fi Data  
Network Performance Testers

JJF XXXX—XXXX  
代替 JJF XXXX—XXXX

归口单位：全国无线电计量技术委员会

起草单位：中国信息通信研究院  
中国计量科学研究院

本规范委托全国无线电计量技术委员会负责解释

本规范主要起草人：

XXX

XXX

XXX

参加起草人：

XXX

# 目 录

引言.....	II
1 范围.....	1
2 引用文件.....	1
3 术语和计量单位.....	1
4 概述.....	1
5 计量特性.....	1
6 校准条件.....	2
7 校准项目和校准方法.....	3
8 校准结果表达.....	8
9 复校时间间隔.....	8
附录 A.....	9
附录 B.....	13
附录 C.....	17

# 引 言

JJF1071-2010 《国家计量校准规范编写规则》和 JJF1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》共同构成支撑本规范编制工作的基础性系列规范。

本规范参考:

IEEE P802.11ax 无线局域网介质访问控制层(MAC)和物理层(PHY)规范 第一修正案: 高效无线局域网的增强功能(Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications Amendment 1: Enhancements for High Efficiency WLAN)

IEEE Std 802.11ac 无线局域网介质访问控制层(MAC)和物理层(PHY)规范 第四修正案: 6GHz 以下频段超高吞吐量的增强功能(Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications Amendment 4: Enhancements for Very High Throughput for Operation in Bands below 6GHz)

IEEE Std 802.11n 无线局域网介质访问控制层(MAC)和物理层(PHY)规范 第五修正案: 高吞吐量的增强功能 (Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications Amendment 5: Enhancements for Higher Throughput)

IEEE Std 802.3 以太网规范 (IEEE Standard for Ethernet)

RFC 768 用户数据报协议 (User Datagram Protocol)

RFC 791 互联网协议 (Internet Protocol)

RFC 792 网络控制消息协议 (Internet Control Message Protocol)

RFC 793 传输控制协议 (Transmission Control Protocol)

注: 凡是注日期的引用文件, 仅注日期的版本适用于本规范; 凡是不注日期的应用文件, 其最新版本 (包括所有的修改单) 适用于本规范

本规范为首次发布。

# 无线局域网 Wi-Fi 数据网络测试仪校准规范

## 1 范围

本规范适用于符合 802.11 n/ac/ax 等制式的无线局域网 Wi-Fi 数据网络性能测试仪校准，其它具有该功能仪表设备的校准可参照执行。

## 2 引用文件

本规范无引用文件

## 3 术语和计量单位

### 3.1 调制编码与数据速率对照表 Modulation and coding scheme (MCSs)

802.11 中规定的对信号采取不同调制与编码策略所对应的无线局域网 Wi-Fi 数据速率的标称值。

### 3.2 保护间隔 Guard Interval (GI)

802.11 中规定通信帧是被划分成不同的数据块进行发送的,为了数据传输的可靠性,数据块之间会有保护间隔,用以保证接收侧能够正确的解析出各个数据块。

### 3.3 空间流数 Number of Spatial Streams (N<sub>ss</sub>)

单终端或多终端在 MIMO 环境下通信时,多天线通过频分复用 (OFDM/OFDMA) 技术将当前信道划分成多个子信道,子信道上传输的数据流数量称为空间流数。

## 4 概述

无线局域网 Wi-Fi 数据网络测试仪能对无线局域网网络基础设备 (包括企业和用户接入点和控制器) 以及带无线功能的终端设备 (如个人计算机、手机等) 进行灵活全面地测试。主要功能有发送接收符合 IEEE Std 802.11 协议的数据、Wifi 上/下行吞吐量、上/下行丢包率、在 IEEE Std 802.11 和 IEEE Std 802.3 协议之间进行有线无线数据相互转换、模拟一个或多个无线终端在网络中的性能等。是 Wi-Fi 转发器、Wi-Fi 终端等具有相关功能的通信设备研发、生产和一致性测试过程中主要的电子测量仪器。

## 5 计量特性

### 5.1 有线数据包发送速率

速率范围：0~10Gbps；

最大允许误差： $\pm (1 \times 10^{-4} \times P + 1)$  包/秒（P：接口每秒发送包数标称值）。

## 5.2 Wifi 下行吞吐量

速率范围：0~9607.8 Mb/s；

最大允许误差： $\pm 35\%$ 。

## 5.3 Wifi 上行吞吐量

速率范围：0~9607.8 Mb/s；

最大允许误差： $\pm 35\%$ 。

## 5.4 功能检查

5.4.1 有线吞吐量范围：0~10Gbps。

5.4.2 有线丢包率范围：0%~100%。

5.4.3 下行丢包率范围：0%~100%。

5.4.4 上行丢包率范围：0%~100%。

5.4.5 协议编码：应符合 RFC 791、RFC 793、RFC 768、RFC 792 要求。

5.4.6 协议解码：应符合 RFC 791、RFC 793、RFC 768、RFC 792 要求。

注：以上指标不适用于合格性判别，仅供参考。

## 6 校准条件

### 6.1 环境条件

环境温度： $(23 \pm 5)^\circ\text{C}$

相对湿度： $\leq 80\%$

供电电源： $(220 \pm 22)$  V， $(50 \pm 1)$  Hz

无影响仪器正常工作的电磁干扰及机械振动。

### 6.2 测量标准及其他设备

#### 6.2.1 频率计

测量范围：0.1 kHz~1 GHz；

最大允许误差： $\pm 1 \times 10^{-8}$ 。

#### 6.2.2 帧头触发器

具有 10Mbit/s/100 Mbit/s /1000 Mbit/s /10Gbit/s 速率接口；

触发不确定度：1.0 包/秒 ( $k=2$ )。

#### 6.2.3 数据网络性能测试仪

具有 10Mbit/s/100 Mbit/s /1000 Mbit/s /10Gbit/s 速率接口；

支持吞吐量、丢包率、编解码测试功能；

数据包发送速率不确定度：1.0 包/秒 ( $k=2$ )。

### 6.2.4 无线局域网 Wi-Fi 转发器

无线射频接口：符合 802.11 n/ac/ax；

有线接口：具有 10Mbit/s/100 Mbit/s /1000 Mbit/s /10Gbit/s 速率接口；

具有将 802.11 数据帧射频信号和 802.3 数据帧有线信号相互转换的功能；  
转换能力优于被测设备 wifi 上/下行吞吐量的 5%以上。

### 6.2.5 数据网络损伤仪

具有丢包损伤功能，丢包率设置范围 0%~100%；

丢包功能最大允许误差：±1 包。

## 7 校准项目和校准方法

### 7.1 校准项目

校准项目见表 1 所示。

表 1 校准项目一览表

序号	项目名称
1	外观及工作正常性检查
2	有线数据包发送速率
3	Wifi 下行吞吐量
4	Wifi 上行吞吐量
5	有线吞吐量
6	有线丢包率
7	下行丢包率
8	上行丢包率
9	协议编码
10	协议解码

### 7.2 校准方法

#### 7.2.1 外观及工作正常性检查

校准开始前，应对被校仪表做开机自检。

#### 7.2.2 有线数据包发送速率

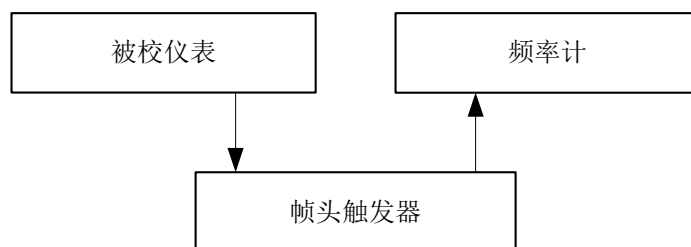




图 1 有线数据包发送速率校准连接图

7.2.2.1 被校仪表选择一个以太网端口，按图 连接。

7.2.2.2 频率计设置在频率计数模式。

7.2.2.3 将被校仪表设置为数据发送模式，按表 2，设置端口速率、测试包长、发送速率。

7.2.2.4 被校仪表发送包，从频率计上读取显示值，将结果记录到附录 A 表 2 中。

7.2.2.5 停止被校仪表的数据发送，表 2 重新设置测试包长和发送速率。

7.2.2.6 重复 7.2.2.4~7.2.2.5，直至完成所有测试点的测试。

表 2 数据包发送速率校准参数

端口线速率	发送包长 (字节)	发送速率	
		%	Packet/s
10Mbit/s	64	100	14881.0
	128	100	8445.9
	256	100	4529.0
	512	100	2349.6
	1024	100	1197.3
	1280	100	961.5
	1518	100	812.7
100Mbit/s	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
1000Mbit/s	64	100	1488095.2
	128	100	844594.6
	256	100	452898.6
	512	100	234962.4
	1024	100	119731.8
	1280	100	96153.8
	1518	100	81274.4
10Gbit/s	64	100	14880952.3
	128	100	8445945.9
	256	100	4528985.5
	512	100	2349624.1
	1024	100	1197318.0
	1280	100	961538.5
	1518	100	812743.8

### 7.2.3 Wifi 下行吞吐量

7.2.3.1 如图 2 所示，连接设备，按常用 MIMO 连接规则，调整无线局域网 wifi 转发器和 wifi 数据网络测试仪功率，使得 MIMO 功率平衡，且 T/R 接口接收功率在 -15dbm~-35dbm 范围之内（各个厂家最佳接收功率不同，具体参考仪表产品说

明), 使无线接口速率达到 802.11 最佳速率。

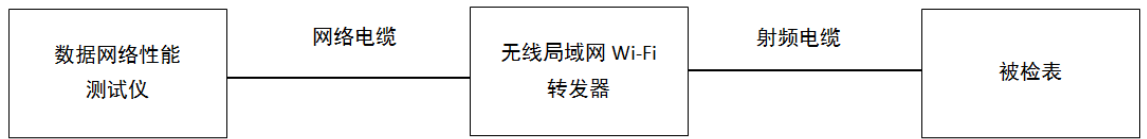


图 2 Wifi 下行吞吐量校准连接图

7.2.3.2 设置数据网络性能测试仪数据包帧长为 1518 字节, 发送时长为 60 秒。根据被检表的协议制式, 按表 3 设置被校仪表的参数。

7.2.3.3 设置数据包从数据网络性能测试仪有线接口发出, 通过无线局域网 Wi-Fi 转发器, 从被校仪表无线口接收, 调整数据网络性能测试仪数据发送速率, 记录丢包率  $\leq 0.1\%$  时无线接口数据最大接收速率到附录 A 表 3 中。

7.2.3.4 改变 Wifi 制式, 重复 7.2.3.2~7.2.3.2, 直至完成全部制式的校准。

表 3 Wifi 下行/上行吞吐量测试参数设置参考表

Wifi 制式	$N_{ss}$	调制方式	频宽 (MHz)	编码率	GI (ns)	数据速率标称值 (Mbit/s)
IEEE 802.11n	2	64-QAM	40	5/6	400	300.0
IEEE 802.11ac	2	256-QAM	80	5/6	400	866.7
IEEE 802.11ax	2	1024-QAM	80+80	5/6	800	2401.9

注: 以上设置值不适用于合格性判别, 仅供参考, 规程使用者可根据实际情况参考 IEEE 802.11 内 MCSs 对照表选择设置值。

## 7.2.4 Wifi 上行吞吐量

7.2.4.1 如图 2 所示, 连接设备, 按常用 MIMO 连接规则, 调整无线局域网 wifi 转发器和 wifi 数据网络测试仪功率, 使得 MIMO 功率平衡, 且 T/R 接口接收功率在  $-15\text{dbm} \sim -35\text{dbm}$  范围之内 (各个厂家最佳接收功率不同, 具体参考仪表产品说明), 使无线接口速率达到 802.11 最佳速率。

7.2.4.2 设置数据网络性能测试仪数据包帧长为 1518 字节, 发送时长为 60 秒。根据被检表的协议制式, 按表 3 设置被校仪表的参数。

7.2.4.3 设置数据包从被检表无线接口发出, 通过无线局域网 Wi-Fi 转发器, 从数据网络性能测试仪有线口接收, 调整被检表数据发送速率, 记录丢包率  $\leq 0.1\%$  时有线接口数据最大接收速率到附录 A 表 4 中。

7.2.4.4 改变 Wifi 制式, 重复 7.2.4.2~7.2.4.2, 直至完成全部制式的校准。

## 7.2.5 有线吞吐量、丢包率

7.2.5.1 被校仪表进行自环测试, 测试的以太网端口数量依据被校仪表来确定, 采用被校仪表最大端口数。

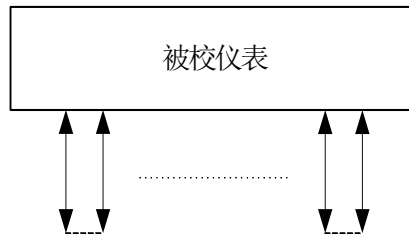


图 4 吞吐量、丢包率测试连接

7.2.5.2 被校仪表各端口按图 4 建立一对一测试连接。

7.2.5.3 设置仪表速率（10/100/1000Mbit/s 或 10Gbit/s），工作模式（全双工/半双工），保证每对端口之间正常通信，启动吞吐量、丢包率测试。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。

7.2.5.4 将结果记录到附录 A 表 A.5~表 A.6 中。

## 7.2.6 下行丢包率、上行丢包率

7.2.6.1 如图 5 所示，连接设备，按常用 MIMO 连接规则，调整无线局域网 wifi 转发器和 wifi 数据网络测试仪功率，使得 MIMO 功率平衡，且 T/R 接口接收功率在 -15dbm~-35dbm 范围之内（各个厂家最佳接收功率不同，具体参考仪表产品说明），使无线接口速率达到 802.11 最佳速率。



图 5 下行/上行丢包率测试连接图

7.2.6.2 设置数据网络性能测试仪数据包帧长为 1518 字节，发送时长为 60 秒。根据被检表的协议制式，按表 4 设置被校仪表的参数。

表 4 下行/上行丢包率测试参数设置参考表

Wifi 制式	N <sub>ss</sub>	调制方式	频宽 (MHz)	编码率	GI (ns)	数据速率标称值 (Mbit/s)	数据速率设置值 (Mbit/s)
IEEE 802.11n	2	64-QAM	40	5/6	400	300.0	30.0
IEEE 802.11ac	2	256-QAM	80	5/6	400	866.7	86.7
IEEE 802.11ax	2	1024-QAM	80+80	5/6	800	2401.9	240.2

注：以上设置值不适用于合格性判别，仅供参考。

- 7.2.6.3 设置数据包从被检表有线口发出，通过无线局域网 Wi-Fi 转发器，从被校仪无线口接收，数据网络损伤仪丢包率设置为 0.0%，确认整个测试系统丢包率为 0.0%，即发送包数与接收包数相等。
- 7.2.6.4 设置数据网络损伤仪丢包率分别为 10.0%、50.0%、90.0%，观察被校仪表接收包数是否与丢包率一致，记录下行丢包率到附录 A 表 A.7 中。
- 7.2.6.5 改变 Wifi 制式，重复 7.2.6.3~7.2.6.4，直至完成全部制式的校准。
- 7.2.6.6 设置数据包从被检表无线口发出，通过无线局域网 Wi-Fi 转发器，从被校仪有线口接收，数据网络损伤仪丢包率设置为 0.0%，确认整个测试系统丢包率为 0.0%，即发送包数与接收包数相等。
- 7.2.6.7 设置数据网络损伤仪丢包率分别为 10.0%、50.0%、90.0%，观察被校仪表接收包数是否与丢包率一致，记录上行丢包率到附录 A 表 A.8 中。
- 7.2.6.8 改变 Wifi 制式，重复 7.2.6.6~7.2.6.7，直至完成全部制式的校准。
- 7.2.7 协议编码、协议解码
- 7.2.7.1 如图 2 所示，连接设备，按常用 MIMO 连接规则，调整无线局域网 wifi 转发器和 wifi 数据网络测试仪功率，使得 MIMO 功率平衡，且 T/R 接口接收功率在 -15dbm~-35dbm 范围之间（各个厂家最佳接收功率不同，具体参考仪表产品说明），使无线接口速率达到 802.11 最佳速率。
- 7.2.7.2 将被校仪表设置为发送模式，将标准数据网络性能测试仪设置为抓包模式，按表 5 协议编码验证项选择相应的包类型，对该数据包内每个字段内容按相应标准进行编辑，生成正确的数据包，调整发送流量，开始发送。
- 7.2.7.3 启动标准表的抓包功能，接收到被校仪表发送的数据包后，停止抓包，比较标准表所抓数据包解码值和被校仪表发送值是否一致，并记录协议编码测量结果到附录 A 表 A.9 中。

表 5 协议编码/解码要求

协议类型	要 求
IP 包	符合 RFC 791 标准
TCP 包	符合 RFC 793 标准
UDP 包	符合 RFC 768 标准
ICMP 包	符合 RFC 792 标准

- 7.2.7.4 将标准数据网络性能测试仪设置为发送模式，将被校仪表设置为抓包模式，按表 5 协议编码验证项选择相应的包类型，对该数据包内每个字段内容按相应标准进行编辑，生成正确的数据包，调整发送流量，开始发送。
- 7.2.7.5 启动被检表的抓包功能，接收到标准表发送的数据包后，停止抓包，比较被测表所抓数据包解码值和标准仪表发送值是否一致，并记录协议解码测量结果到附录

A 表 A.10 中。

## 8 校准结果表达

无线局域网 Wi-Fi 数据网络测试仪校准后，出具校准证书，校准证书至少应包含以下信息：

- 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

复校时间间隔由用户根据使用情况自行确定，推荐为 1 年。

## 附录 A 原始记录推荐格式

证书编号: \_\_\_\_\_

共\_\_\_\_\_页 第\_\_\_\_\_页

## A.1 外观及工作正常性检查

外观	
工作正常性检查	

## A.2 有线数据包发送速率

接口线速率 (bit/s)	发送包长 (字节)	标称值		实测值	
		%	(Packets/s)	%	(Packets/s)

## A.3 Wifi 下行吞吐量

标称值 (Mbit/s)	实测值 (Mbit/s)

## A.4 Wifi 上行吞吐量

标称值 (Mbit/s)	实测值 (Mbit/s)

## A.5 有线吞吐量

包长 (字节)	速率 (%)	标称值 (Packets/s)	测量值 (Packets/s)

## A.6 有线丢包率

包长 (字节)	速率 (%)	标称值 (%)	测量值 (%)


## A.7 下行丢包率

IEEE 802.11n

速率(Mbit/s)	丢包率设置值	测试结果
30.0	10.0%	
	50.0%	
	90.0%	

IEEE 802.11ac

速率(Mbit/s)	丢包率设置值	测试结果
86.7	10.0%	
	50.0%	
	90.0%	

IEEE 802.11ax

速率(Mbit/s)	丢包率设置值	测试结果
240.2	10.0%	
	50.0%	
	90.0%	

## A.8 上行丢包率

IEEE 802.11n

速率(Mbit/s)	丢包率设置值	测试结果
30.0	10.0%	
	50.0%	
	90.0%	

IEEE 802.11ac

速率(Mbit/s)	丢包率设置值	测试结果
86.7	10.0%	
	50.0%	
	90.0%	

IEEE 802.11ax

速率(Mbit/s)	丢包率设置值	测试结果
240.2	10.0%	
	50.0%	
	90.0%	

## A.9 协议编码

序号	项目		指标要求	结果
1	IP 包头	Version	被校仪表编码发送的数据值与标准表接收解码的数据值一致	
		Internet header length		
		Type of service		
		Total length		
		Identification		
		Flags/Fragment offset		
		Time to live		
		Protocol		
		Header checksum		
		Source IP address		
		Destination IP address		
2	TCP 包头	Source port	被校仪表编码发送的数据值与标准表接收解码的数据值一致	
		Destination port		
		Sequnce number		
		Acknowledgment number		
		Header length		
		Options		
		Window		
		Checksum		
Urgent Pionter				
3	UDP 包头	Source port	被校仪表编码发送的数据值与标准表接收解码的数据值一致	
		Destination port		
		Length		
		Checksum		
4	ICMP 包头	Code	被校仪表编码发送的数据值与标准表接收解码的数据值一致	
		Checksum		
		Identifier		
		Sequence number		

## A.10 协议解码

序号	项目		指标要求	结果
1	IP 包头	Version	被校仪表编码发送的数据值与标准表接收解码的数据值一致	
		Internet header length		
		Type of service		
		Total length		
		Identification		
		Flags/Fragment offset		
		Time to live		
		Protocol		
		Header checksum		
		Source IP address		
		Destination IP address		
2	TCP 包头	Source port	被校仪表编码发送的数据值与标准表接收解码的数据值一致	
		Destination port		
		Sequnce number		
		Acknowledgment number		
		Header length		
		Options		
		Window		
		Checksum		



序号	项目		指标要求	结果
		Urgent Pionter		
3	UDP 包头	Source port	被校仪表编码发送的数据值与标准表接收解码的数据值一致	
		Destination port		
		Length		
		Checksum		
4	ICMP 包头	Code	被校仪表编码发送的数据值与标准表接收解码的数据值一致	
		Checksum		
		Identifier		
		Sequence number		

## 附录 B 校准证书内页推荐格式

证书编号: \_\_\_\_\_

共\_\_\_\_\_页 第\_\_\_\_\_页

## B.1 外观及工作正常性检查

外观	
工作正常性检查	

## B.2 有线数据包发送速率

接口线速率 (bit/s)	发送包长 (字节)	标称值		实测值	
		%	(Packets/s)	%	(Packets/s)

## B.3 Wifi 下行吞吐量

标称值 (Mbit/s)	实测值 (Mbit/s)

## B.4 Wifi 上行吞吐量

标称值 (Mbit/s)	实测值 (Mbit/s)

## B.5 有线吞吐量

包长 (字节)	速率 (%)	标称值 (Packets/s)	测量值 (Packets/s)

## B.6 有线丢包率

包长 (字节)	速率 (%)	标称值 (%)	测量值 (%)


## B.7 下行丢包率

IEEE 802.11n

速率(Mbit/s)	丢包率设置值	测试结果
30.0	10.0%	
	50.0%	
	90.0%	

IEEE 802.11ac

速率(Mbit/s)	丢包率设置值	测试结果
86.7	10.0%	
	50.0%	
	90.0%	

IEEE 802.11ax

速率(Mbit/s)	丢包率设置值	测试结果
240.2	10.0%	
	50.0%	
	90.0%	

## B.8 上行丢包率

IEEE 802.11n

速率(Mbit/s)	丢包率设置值	测试结果
30.0	10.0%	
	50.0%	
	90.0%	

IEEE 802.11ac

速率(Mbit/s)	丢包率设置值	测试结果
86.7	10.0%	
	50.0%	
	90.0%	

IEEE 802.11ax

速率(Mbit/s)	丢包率设置值	测试结果
240.2	10.0%	
	50.0%	
	90.0%	

## B.9 协议编码

序号	项目		指标要求	结果
5	IP 包头	Version	被校仪表编码发送的数据值与标准表接收解码的数据值一致	
		Internet header length		
		Type of service		
		Total length		
		Identification		
		Flags/Fragment offset		
		Time to live		
		Protocol		
		Header checksum		
		Source IP address		
		Destination IP address		
6	TCP 包头	Source port	被校仪表编码发送的数据值与标准表接收解码的数据值一致	
		Destination port		
		Sequnce number		
		Acknowledgment number		
		Header length		
		Options		
		Window		
		Checksum		
Urgent Pionter				
7	UDP 包头	Source port	被校仪表编码发送的数据值与标准表接收解码的数据值一致	
		Destination port		
		Length		
		Checksum		
8	ICMP 包头	Code	被校仪表编码发送的数据值与标准表接收解码的数据值一致	
		Checksum		
		Identifier		
		Sequence number		

## B.10 协议解码

序号	项目		指标要求	结果
5	IP 包头	Version	被校仪表编码发送的数据值与标准表接收解码的数据值一致	
		Internet header length		
		Type of service		
		Total length		
		Identification		
		Flags/Fragment offset		
		Time to live		
		Protocol		
		Header checksum		
		Source IP address		
		Destination IP address		
6	TCP 包头	Source port	被校仪表编码发送的数据值与标准表接收解码的数据值一致	
		Destination port		
		Sequnce number		
		Acknowledgment number		
		Header length		
		Options		
		Window		
		Checksum		

序号	项目		指标要求	结果
		Urgent Pionter		
7	UDP 包头	Source port	被校仪表编码发送的数据值与标准表接收解码的数据值一致	
		Destination port		
		Length		
		Checksum		
8	ICMP 包头	Code	被校仪表编码发送的数据值与标准表接收解码的数据值一致	
		Checksum		
		Identifier		
		Sequence number		

## 附录 C

## 不确定度评定示例

依据无线局域网 Wi-Fi 数据网络测试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，对无线局域网 Wi-Fi 数据网络测试仪进行了校准，并对测量结果的不确定度进行了评定，其中有线数据包发送速率不确定度评定可以参考《JJF 1534-2015 数据网络性能测试仪校准规范》附录 C。

## C.1 Wifi 下行吞吐量

## C.1.1 不确定度来源

- 1) 数据网络性能测试仪测量引入的测量不确定度分量  $u_1$
- 2) 无线局域网 Wi-Fi 转发器转发引入的测量不确定度分量  $u_2$
- 3) 测量重复性引入的不确定度分量  $u_3$
- 4) 被校仪表分辨力引入的不确定度  $u_4$

## C.1.2 测量不确定度评定

C.1.2.1 数据网络性能测试仪测量引入的测量不确定度分量  $u_1$ 

由上级溯源证书可知，数据网络性能测试仪 1000Mbit/s 端口速率下测量不确定度为 1.0 包/秒(包长 = 1518 Byte)， $k=2$ ，则：

$$\frac{1.0 \times 1518 \times 8}{2} = 6072 \text{ bit/s}$$

C.1.2.2 无线局域网 Wi-Fi 转发器测量误差引入的测量不确定度分量  $u_2$ 

无线局域网 Wi-Fi 转发器在 820.4Mbit/s 转发速率下，引入的不确定度 1.0 包/秒( $k=2$ )，数据包长 = 1518 Byte，计算得到：

$$1518 \times 8 = 12144 \text{ bit/s}$$

正态分布， $k=2$ ，则：

$$\frac{12144}{2} = 6072 \text{ bit/s}$$

C.1.2.3 测量重复性引入的不确定度分量  $u_3$ 

实际测量中，在重复性条件下，重复进行 10 次测量，结果如下表：

测量次数 ( $i$ )	测量结果 ( $x_i$ ) (Mbit/s)
1	820.4
2	820.3
3	820.4
4	820.3

5	820.4
6	820.4
7	820.4
8	820.4
9	820.3
10	820.3
平均值 ( $\bar{x}$ )	820.4

利用贝塞尔公式得到

$$u_3 = s(\bar{x}) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n(n-1)}} = 0.021082 \text{ Mbit/s} = 21082 \text{ bit/s}$$

#### C.1.2.4 被校仪表分辨力引入的不确定度分量 $u_4$

观察被校仪表显示值可得到 Wifi 下行吞吐量分辨力为 0.1Mbps，设在此区间内为均匀分布，则区间半宽度为 0.05Mbps， $k = \sqrt{3}$ ，则：

$$\frac{0.05}{\sqrt{3}} = 28868 \text{ bit/s}$$

### C.1.3 标准不确定度的合成

#### C.1.3.1 标准不确定度评定表

序号	不确定度来源	$u_i$	分布类型
1	数据网络性能测试仪测量误差	$u_1=6072 \text{ bit/s}$	正态
2	无线局域网 Wi-Fi 转发器转发误差	$u_2=6072 \text{ bit/s}$	正态
3	测量重复性	$u_3=21082 \text{ bit/s}$	正态
4	分辨力	$u_4=28868 \text{ bit/s}$	平均

#### C.1.3.2 合成标准不确定度为：

以上各项标准不确定度分量之间独立不相关，按计算公式，合成标准不确定度为：

$$u_c = \sqrt{u_1^2 + u_2^2 + u_3^2 + u_4^2} = 36763.4 \text{ bit/s} \approx 0.037 \text{ Mbit/s}$$

#### C.1.4 扩展不确定度

取包含因子  $k = 2$ ，则

$$U = 2 \times u_c = 0.074 \text{ Mbit/s}$$

可得到被校 Wifi 下行吞吐量量结果的扩展不确定度  $U = 0.1\text{Mbit/s}$  ( $k=2$ )。

## C.2 Wifi 上行吞吐量

### C.2.1 不确定度来源

- 1) 数据网络性能测试仪测量引入的测量不确定度分量  $u_1$
- 2) 无线局域网 Wi-Fi 转发器转发引入的测量不确定度分量  $u_2$
- 3) 测量重复性引入的不确定度分量  $u_3$
- 4) 被校仪表分辨力引入的不确定度  $u_4$

### C.2.2 测量不确定度评定

#### C.2.2.1 数据网络性能测试仪测量误差引入的测量不确定度分量 $u_1$

由上级溯源证书可知,数据网络性能测试仪 1000Mbit/s 端口速率下测量不确定度为 1.0 包/秒(包长 = 1518 Byte),  $k=2$ , 则:

$$\frac{1.0 \times 1518 \times 8}{2} = 6072\text{bit/s}$$

#### C.2.2.2 无线局域网 Wi-Fi 转发器测量误差引入的测量不确定度分量 $u_2$

无线局域网 Wi-Fi 转发器在 620.3Mbit/s 转发速率下,引入的不确定度 1.0 包/秒( $k=2$ ), 数据包长 = 1518 Byte, 计算得到:

$$1518 \times 8 = 12144 \text{ bit/s}$$

正态分布,  $k=2$ , 则:

$$\frac{12144}{2} = 6072 \text{ bit/s}$$

#### C.2.2.3 测量重复性引入的不确定度分量 $u_3$

实际测量中,在重复性条件下,重复进行 10 次测量,结果如下表:

测量次数 (i)	测量结果 ( $x_i$ ) (Mbit/s)
1	620.3
2	620.2
3	620.3
4	620.2
5	620.3
6	620.3
7	620.3
8	620.2
9	620.2
10	620.2



平均值 ( $\bar{x}$ )	606.7
-------------------	-------

利用贝塞尔公式得到

$$u_3 = s(\bar{x}) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n(n-1)}} = 0.023570 \text{ Mbit/s} = 23570 \text{ bit/s}$$

#### C. 1. 2. 4 被校仪表分辨力引入的不确定度分量 $u_4$

观察被校仪表显示值可得到 Wifi 上行吞吐量分辨力为 0.1Mbps，设在此区间内为均匀分布，则区间半宽度为 0.05Mbps， $k = \sqrt{3}$ ，则：

$$\frac{0.05}{\sqrt{3}} = 28868 \text{ bit/s}$$

### C. 2. 3 标准不确定度的合成

#### C. 2. 3. 1 标准不确定度评定表

序号	不确定度来源	$u_i$	分布类型
1	数据网络性能测试仪测量误差	$u_1=6072\text{bit/s}$	正态
2	无线局域网 Wi-Fi 转发器转发误差	$u_2=6072\text{bit/s}$	正态
3	测量重复性	$u_3=23570\text{bit/s}$	正态
4	分辨力	$u_4=28868\text{bit/s}$	平均

#### C. 2. 3. 2 合成标准不确定度为：

以上各项标准不确定度分量之间独立不相关，按计算公式，合成标准不确定度为：

$$u_c = \sqrt{u_1^2 + u_2^2 + u_3^2 + u_4^2} = 38244.5 \text{ bit/s} \approx 0.038 \text{ Mbit/s}$$

#### C. 2. 4 扩展不确定度

取包含因子  $k = 2$ ，则

$$U = 2 \times u_c = 0.076 \text{ Mbit/s}$$

可得到被校 Wifi 下行吞吐量量结果的扩展不确定度  $U = 0.1 \text{ Mbit/s}$  ( $k=2$ )。