

JJF

中华人民共和国国家计量技术规范

JJF XXXX-20XX

天通北斗一体化
高精度导航定位终端校准规范

Calibration Specification of Tiantong Beidou Integrated
High Precision Navigation and Positioning Terminal

(征求意见稿)

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

国家市场监督管理总局 发布

天通北斗一体化高精度 导航定位终端校准规范

Calibration Specification of Tiantong Beidou
Integrated High Precision Navigation and
Positioning Terminal

JJF XXXX-XXXX

归口单位：全国卫星导航应用专用计量测试技术委员会

主要起草单位：北京市计量检测科学研究院

参加起草单位：北京华力创通科技股份有限公司

北京合众思壮科技股份有限公司

中关村空间信息产业技术联盟

本规范委托全国卫星导航应用专用计量测试技术委员会负责解释

本规程主要起草人

高 伟 (北京市计量检测科学研究院)
许 原 (北京市计量检测科学研究院)
檀 恒 宇 (北京市计量检测科学研究院)
姜 斌 (北京华力创通科技股份有限公司)

参加起草人

张 军 锋 (北京合众思壮科技股份有限公司)
张 学 良 (中关村空间信息产业技术联盟)

目 录

引言	(II)
1 范围	(1)
2 引用文件	(1)
3 术语	(1)
4 概述	(1)
5 计量特性	(2)
5.1 RTK初始化时间	(2)
5.2 RTK定位偏差	(2)
5.3 天通通信数据传输速率	(2)
5.4 天通通信发射功率	(2)
5.5 天通通信邻道泄漏功率抑制比	(2)
5.6 天通通信接收灵敏度	(3)
6 校准条件	(3)
6.1 环境条件	(3)
6.2 测量标准及其他设备	(3)
7 校准项目和校准方法	(3)
7.1 校准项目	(4)
7.2 校准方法	(4)
8 校准结果表达	(7)
9 复校时间间隔	(8)
附录A 校准原始记录参考格式	(9)
附录B 校准证书内页格式	(12)
附录 C 天通北斗一体化高精度导航定位终端校准不确定度评定示例	(13)

引言

本规范依据JJF1001 《通用计量术语及定义》、JJF 1071-2010 《国家计量校准规范编写规则》进行编制，其中测量结果不确定度的评定依据JJF 1059.1-2012 《测量不确定度评定与表示》进行编制。

本规范为首次发布。

天通北斗一体化高精度导航定位终端校准规范

1 范围

本规范适用于天通北斗一体化高精度导航定位终端的校准。也适用于车载、船载及便携式天通北斗一体化导航定位终端、以及支持GPS、GLONASS、GALILEO等其他导航系统的一体化导航定位终端的校准。

2 引用文件

本规范引用下列文件：

JJF 1001-2011 《通用计量术语及定义》

JJF 1118-2004 《全球定位系统(GPS)接收机(测地型和导航型)校准规范》

JJF 1180-2007 《时间频率计量名词术语及定义》

JJF 1403-2013 《全球导航卫星系统(GNSS)接收机(时间测量型)校准规范》

BD 420009-2015 《北斗/全球卫星导航系统(GNSS)测量型接收机通用规范》

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

3 术语

3.1 邻道泄漏功率抑制比(adjacent channel leakage ratio)

指定信道的根升余弦滚降滤波器滤波后的平均功率与相邻信道的根升余弦滚降滤波器滤波后的平均功率之比，单位dBc。

3.2 接收灵敏度(receiving sensitivity)

接收设备能够识别到的、最低的电磁波能量，单位dBm。本规范中即误码率测量，是符合“误码率门限”的最小下行功率值，用来确定天通通信实际接收灵敏度性能。

4 概述

天通北斗一体化高精度导航定位终端是融合了天通通信技术与北斗/GNSS高精度导航定位技术的终端设备，支持文本消息、图片、语音、视频多媒体等数据传输业务，可以在地面通信信号覆盖不到的高空、海上、沙漠、山区等区域实现高精度定位。主要由微处理器、天通通信模块、北斗/GNSS高精度定位模块、全网通通讯模块等组成。天通北斗一体化高精度导航定位终端被广泛应用于地质

灾害监测、应急救援、军队协同作战等领域。

其基本结构和工作原理如图1所示。

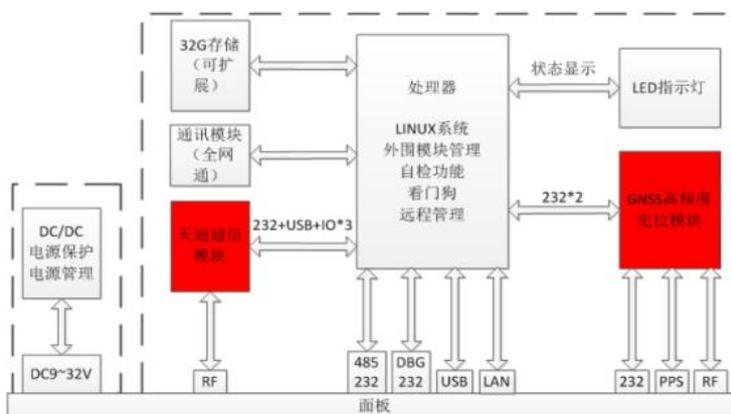


图1 天通北斗一体化高精度导航定位终端基本结构和工作原理

5 计量特性

5.1 RTK初始化时间

不大于3min。

5.2 RTK定位偏差

应不超过终端RTK测量示值最大允许误差，

水平位置最大允许误差： $\pm (8+1 \times 10^{-6} \times D)$ mm，

垂直位置最大允许误差： $\pm (15+1 \times 10^{-6} \times D)$ mm，

其中，D表示移动站到基准站的距离， $D < 10$ ，单位km。

5.3 天通通信数据传输速率

传输速率范围：（1.2~384） kbps。

5.4 天通通信发射功率

≥ 33 dBm。

5.5 天通通信邻道泄漏功率抑制比

a) 调制方式

第一邻道： < -25 dBc，

第二邻道： < -40 dBc，

第三邻道： < -53 dBc，

第四邻道： < -60 dBc

b) 瞬时开关方式

第一邻道： $<-18\text{dBc}$,

第二邻道： $<-33\text{dBc}$,

第三邻道： $<-46\text{dBc}$,

第四邻道： $<-53\text{dBc}$ 。

5.6 天通通信接收灵敏度

$\leq -124\text{dBm}$ 。

6 校准条件

6.1 环境条件

- a) 环境温度： $(20\sim 25)^\circ\text{C}$ 。
- b) 相对湿度： $\leq 80\%$ 。
- c) 电源电压： $(220\pm 20)\text{V}$ 。
- d) 电源频率： $(50\pm 2)\text{Hz}$ 。
- e) 无影响仪器正常工作的电磁干扰和机械振动。

6.2 测量标准及其他设备

6.2.1 卫星导航信号模拟器

- a) 具备差分模拟功能。
- b) 输出频率：支持被校终端所用的 GNSS 系统，至少需包含 GPS L1 和 BDS B1I 频点。
- c) 信号功率：输出范围 $(-160\sim -70)\text{dBm}$ ；最大允许误差： $\pm 0.5\text{dB}$ 。
- d) 伪距精度： $\leq 3\text{mm}$ (RMS)。
- e) 场景：可定义校准所需标准场景。

注：如被校终端支持北斗三号信号体制，则卫星导航信号模拟器输出频率还需支持 BDS B1C 频点。

6.2.2 卫星通信综合测试仪

发射机指标：

- a) 输出频率： $1\text{MHz}\sim 3\text{GHz}$ 。
- b) 输出功率： $(-128\sim -20)\text{dBm}$ ；最大允许误差： $\pm 0.5\text{dB}$ 。

接收机指标：

- a) 输入频率： $250\text{kHz}\sim 3\text{GHz}$ 。

b) 输入功率：(-60 ~ +34) dBm；最大允许误差：±0.5dB。

7 校准项目和校准方法

7.1 校准项目

校准项目见表1。

表 1 校准项目一览表

序号	校准项目名称
1	RTK 定位偏差
2	RTK 初始化时间
3	天通通信数据传输速率
4	天通通信最大发射功率
5	天通通信邻道泄漏功率抑制比
6	天通通信接收灵敏度

7.2 校准方法

7.2.1 外观及通电检查

7.2.1.1 外观

a) 终端外表面应光洁、平整，不应有凹痕、划伤、裂缝、变形等缺陷。金属机壳表面应有防锈、防腐蚀涂层，金属零件不应有锈蚀。显示屏显示应清晰、完整，不得有缺损现象。如有铅封装置，铅封装置应完好。

b) 终端应有铭牌，铭牌应符合如下规定：

铭牌应牢固安装在终端主机机壳外表面的醒目位置，并标出制造商名称、地址、商标、产品中文名称、规格型号、终端主机可识别的唯一性编号、制造日期等内容。

7.2.1.2 通电检查

终端通电后记录开机时间，观察如下功能是否正常：

- a) 显示及操作控制功能；
- b) GNSS 定位功能；
- c) 天通通信功能。

7.2.2 RTK初始化时间

使用卫星导航信号模拟器校准，仿真一个静态位置(距离基准站不大于8km)，设置输出功率电平为-128dBm，且不考虑电离层、对流层及钟差影响。在终端成功单点定位后，同时接收模拟器仿真的卫星信号和基准站差分数据，记录从获得

差分数据到获得固定解的时间为RTK初始化时间。

7.2.3 RTK定位偏差

使用卫星导航信号模拟器校准，仪器连接如图2。

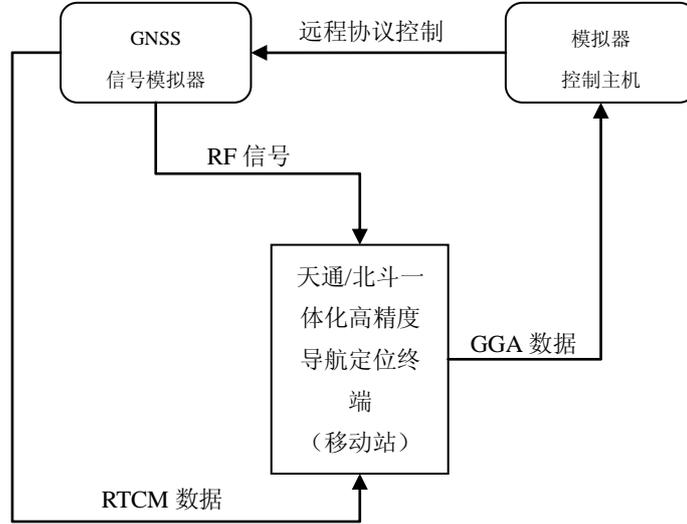


图2 使用卫星导航信号模拟器法校准示意图

打开模拟器，开启RTK定位偏差校准场景（可见卫星不少于6颗，几何精度因子小于2.5，卫星均匀分布在天顶上空，信号功率按厂家接口电平指标，仿真时间60min），模拟器开始仿真。记录仿真标准位置值 (x_0, y_0, z_0) 。

天通北斗一体化终端开机，记录终端的定位数据值 (x, y, z) （终端位置更新率应不低于1Hz）。

15min后，停止记录。根据式（1）计算终端RTK定位信息测量值 x_i 、 y_i 、 z_i （ $i=1, \dots, n$ ， n 为测量次数）的平均值 \bar{x} 、 \bar{y} 、 \bar{z} ，由式（2）、（3）分别计算终端的RTK水平定位偏差 δ_{hp} 和垂直定位偏差 δ_{vp} 。

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i, \quad \bar{y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i, \quad \bar{z} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n z_i \quad (1)$$

$$\delta_{hp} = \sqrt{(\bar{x} - x_0)^2 + (\bar{y} - y_0)^2} \quad (2)$$

$$\delta_{vp} = \sqrt{(\bar{z} - z_0)^2} \quad (3)$$

式中：

δ_{hp} ——RTK水平定位偏差，单位mm；

δ_{vp} ——RTK垂直定位偏差，单位mm；

x_0, y_0, z_0 ——模拟器仿真标准位置值；

$\bar{x}, \bar{y}, \bar{z}$ ——天通北斗一体化终端位置测量值 x_i, y_i, z_i ($i=1, \dots, n$, n 为测量次数) 的平均值。

7.2.4 天通通信数据传输速率

按图 3 所示连接设备。在综测仪的软件界面“数据类型”中选择需要建立的业务信道类型，使综测仪与被测终端建立数据业务信道。数据类型为电路域 DTCH 信道 (1.2kbps~4.0kbps)，分组域 PDCH 信道 (1.2kbps~9.6kbps)。

使用“开始”和“停止”按钮进行数据传输速率的测试。

综测仪向被测终端发送的数据速率、被测终端向综测仪发送的数据速率，单位均为 kbps。

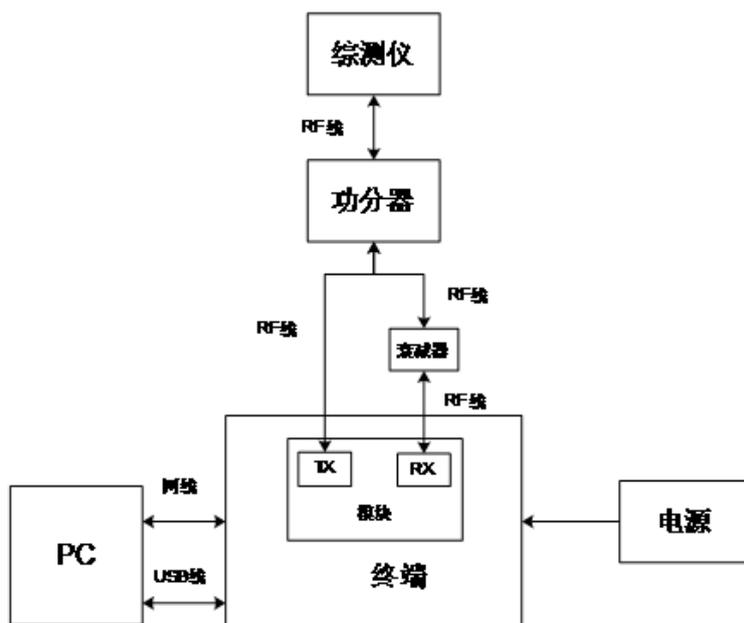


图 3 数据传输速率测试设备连接

7.2.5 天通通信发射功率

将同轴线缆连接至综测仪的射频输入端口，首先校准线缆的线损。

然后按图 4 所示连接设备，通过同轴线缆将待测终端连接至综测仪的射频输入端口，软件菜单选择功率测试界面，使待测终端处于发射状态，由综测仪上读出发射功率测试结果。

重复上述步骤，分别测试低、中、高三个频点下的发射功率。

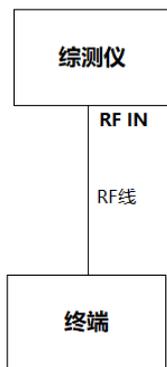


图4 发射功率测试设备连接

7.2.6 天通通信邻道泄漏功率抑制比

设备连接及校准方法同7.2.5，由综测仪上读出相应频点下的邻道泄漏功率抑制比。

7.2.7 天通通信接收灵敏度

将同轴线缆连接至综测仪的射频输出端口，首先校准线缆的线损。

然后按图5所示连接设备，通过同轴线缆将待测终端连接至综测仪的射频输出端口。软件菜单选择灵敏度测试界面，在综测仪上设置误码率门限，调节RF输入电平，观察误比特率(BER)，当 $BER < 10^{-3}$ 时，得到RF输入电平的最小值，即为天通通信接收灵敏度。

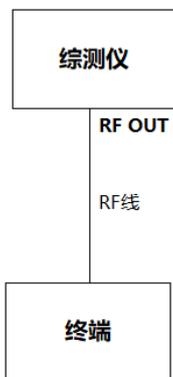


图5 接收灵敏度测试设备连接

8 校准结果表达

经校准后的天通北斗一体化高精度导航定位终端出具校准证书。校准证书内页格式见附录B。证书上的内容应至少包括以下信息：

- a) 标题，如“校准证书”；
- b) 实验室名称和地址；

- c) 证书或报告的唯一标识（如编号），每页及总页数的标识；
- d) 送校单位的名称和地址；
- e) 被校对象的描述和明确标识；
- f) 进行校准的日期；
- g) 对校准所依据的技术规范的标识，包括名称及代号；
- h) 本次校准所用测量标准的溯源性及有效性说明；
- i) 校准环境的描述；
- j) 校准结果及其测量不确定度；
- k) 校准证书或校准报告签发人的签名、职务或等效标识，以及签发日期；
- l) 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实际使用情况自行确定，推荐为 1 年。

附录 A

原始记录格式

校准地点	
温度、湿度	
校准时间	
校准仪器	
被校设备	
校准人员	
校准项目	

A.1 外观及通电检查

外 观： <input type="checkbox"/> 完好 <input type="checkbox"/> 损坏
通电检查： <input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 异常

A.2 RTK初始化时间

测量序号	RTK初始化时间 (s)	平均值 (s)
1		
2		
3		

A.3 RTK定位偏差

标准值 (m)	测量值 (m)	定位偏差 (mm)
x_0 :	\bar{x} :	水平:
y_0 :	\bar{y} :	
z_0 :	\bar{z} :	垂直:

A.4 天通通信数据传输速率

测量序号	测量值 (kbps)	平均值 (kbps)
1		
2		
3		

A.5 天通通信发射功率

测量序号	校准点频率	测量值 (dBm)	平均值 (dBm)
1			
2			
3			

A.6 天通通信邻道泄漏功率抑制比

测量序号	校准点频率	测量值 (dBc)	平均值 (dBc)
1		第1邻道:	第1邻道: 第2邻道: 第3邻道: 第4邻道:
		第2邻道:	
		第3邻道:	
		第4邻道:	
2		第1邻道:	
		第2邻道:	
		第3邻道:	
		第4邻道:	
3		第1邻道:	
		第2邻道:	
		第3邻道:	
		第4邻道:	

A.7 天通通信接收灵敏度

测量序号	测量值 (dBm)	平均值 (dBm)
1		

2		
3		

A.8 校准不确定度

附录 B

天通北斗一体化高精度导航定位终端校准证书内页格式

1 外观及通电检查

外观：	<input type="checkbox"/> 完好	<input type="checkbox"/> 损坏
通电检查：	<input type="checkbox"/> 正常	<input type="checkbox"/> 异常

2 RTK初始化时间

RTK初始化时间 (s)	
--------------	--

3 RTK 定位偏差

RTK定位偏差 (mm)	
--------------	--

4 天通通信数据传输速率

数据传输速率 (kbps)	
---------------	--

5 天通通信发射功率

发射功率 (dBm)	
------------	--

6 天通通信邻道泄漏功率抑制比

邻道泄漏功率抑制比 (dBc)	
--------------------	--

7 天通通信接收灵敏度

接收灵敏度 (dBm)	
-------------	--

8 校准不确定度

附录 C

天通北斗一体化高精度导航定位终端校准不确定度评定示例

C.1 RTK 定位偏差校准不确定度评定

C.1.1 测量模型

$$\delta_p = \sqrt{(\bar{x} - x_0)^2 + (\bar{y} - y_0)^2 + (\bar{z} - z_0)^2} \quad (\text{C.1})$$

式中：

δ_p ——RTK 定位偏差，单位 mm；

x_0, y_0, z_0 ——模拟器仿真标准位置值；

$\bar{x}, \bar{y}, \bar{z}$ ——天通北斗一体化终端位置测量值 x_i, y_i, z_i ($i=1, \dots, n, n$ 为测量次数) 的平均值。

C.1.2 不确定度来源

模拟器伪距精度引入的不确定度分量： u_1 ；

模拟器定位信息分辨力引入的不确定度分量： u_2 ；

天通北斗一体化终端定位信息分辨力引入的不确定度分量： u_3 ；

测量重复性引入的不确定度分量： u_4 。

C.1.3 标准不确定度的评定

C.1.3.1 模拟器伪距精度不确定度分量 u_1

根据模拟器的说明书以及模拟器校准结果可知，导航信号模拟器模拟单颗卫星的伪距离控制精度为 1.1mm，根据卫星定位原理，至少需要观测到 4 颗卫星才能定位，一般情况最多可见星 8~9 个，取 6 颗星计算，由导航信号模拟器伪距精度引入的不确定度分量：

$$u_1 = 1.1\text{mm} \quad (\text{C.2})$$

C.1.3.2 模拟器定位信息分辨力不确定度分量 u_2

模拟器定位信息分辨力为 0.1mm，其概率分布为均匀分布，则标准不确定度分量为：

$$u_2 = \frac{0.1}{2\sqrt{3}} \text{mm} = 0.03\text{mm} \quad (\text{C. 3})$$

C. 1. 3. 3 天通北斗一体化终端定位信息分辨力不确定度分量 u_3

天通北斗一体化终端定位信息分辨力为 0.1mm，其概率分布为均匀分布，则标准不确定度分量为：

$$u_3 = \frac{0.1}{2\sqrt{3}} \text{mm} = 0.03\text{mm} \quad (\text{C. 4})$$

C. 1. 3. 4 测量重复性不确定度分量 u_4

测量重复性引入的标准不确定度可以用 A 类不确定度评定。

表 C. 1 RTK 定位偏差 10 次测量结果

次数 i	x 定位偏差平均值 (mm)	y 定位偏差平均值 (mm)	z 定位偏差平均值 (mm)	定位精度 δ_p (mm)
1	0.747	1.109	0.976	1.65
2	0.696	1.165	0.928	1.64
3	0.495	1.159	0.927	1.56
4	0.531	1.122	1.007	1.60
5	0.596	1.227	0.936	1.65
6	0.532	0.997	0.917	1.46
7	0.688	1.004	0.929	1.53
8	0.525	1.157	0.934	1.58
9	0.717	1.107	0.956	1.63
10	0.492	1.088	1.013	1.57

$$u_4 = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{10} (\delta_{pi} - \bar{\delta}_p)^2}{10-1}} \approx 0.1\text{mm} \quad (\text{C. 5})$$

C. 1. 3. 5 不确定度分量一览表

RTK定位偏差标准不确定度分量汇总如表C. 2所示。

表C.2 RTK定位偏差不确定度分量汇总表

不确定度来源	类型	值	分布	包含因子	标准不确定度
模拟器伪距精度	B	1.1mm	/	/	1.1mm
模拟器定位信息分辨力	B	0.1mm	矩形	$\sqrt{3}$	0.03mm
天通北斗一体化终端定位信息分辨力	B	0.1mm	矩形	$\sqrt{3}$	0.03mm
测量重复性	A	/	/	/	0.1mm

C.1.3.6 不确定度分量之间相关性

各不确定度分量之间是互不相关的。

C.1.4 合成标准不确定度

$$u_c = \sqrt{u_1^2 + u_2^2 + u_3^2 + u_4^2} \approx 1.1\text{mm} \quad (\text{C.6})$$

C.1.5 扩展不确定度

取包含因子 $k=2$ ，扩展不确定度为：

$$U = k \cdot u_c \approx 2.2\text{mm} \quad (k=2) \quad (\text{C.7})$$

C.2 天通通信数据传输速率校准不确定度评定

C.2.1 测量模型

$$v = U_p \quad (\text{C.8})$$

式中：

v ——天通通信数据传输速率，单位 kbps；

U_p ——综测仪显示的平均传输速率，单位 kbps。

C.2.2 不确定度来源

综测仪数据传输速率分辨力引入的不确定度分量： u_1 ；

天通北斗一体化终端数据传输速率分辨力引入的不确定度分量： u_2 ；

测量重复性引入的不确定度分量： u_3 。

C.2.3 标准不确定度的评定

C.2.3.1 综测仪数据传输速率分辨力不确定度分量 u_1

综测仪数据传输速率分辨力为 0.01kbps，其概率分布为均匀分布，则标准不确定度分量为：

$$u_1 = \frac{0.01}{2\sqrt{3}} \text{ kbps} = 0.003 \text{ kbps} \quad (\text{C.9})$$

C.2.3.2 天通北斗一体化终端数据传输速率分辨力不确定度分量 u_2

天通北斗一体化终端数据传输速率分辨力为 0.1kbps，其概率分布为均匀分布，则标准不确定度分量为：

$$u_2 = \frac{0.1}{2\sqrt{3}} \text{ kbps} = 0.03 \text{ kbps} \quad (\text{C.10})$$

C.2.3.3 测量重复性不确定度分量 u_3

测量重复性引入的标准不确定度可以用 A 类不确定度评定。

表 C.3 天通通信数据传输速率 10 次测量结果

次数 i	数据传输速率 v (kbps)
1	11.70
2	11.80
3	11.65
4	11.60
5	11.70
6	11.65
7	11.85
8	11.90
9	11.90
10	11.70

$$u_3 = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{10} (v_i - \bar{v})^2}{10-1}} \approx 0.1\text{kbps} \quad (\text{C. 11})$$

C. 2. 3. 4 不确定度分量一览表

天通通信数据传输速率不确定度分量汇总如表C. 4所示。

表C. 4 天通通信数据传输速率不确定度分量汇总表

不确定度来源	类型	值	分布	包含因子	标准不确定度
综测仪数据传输速率分辨力	B	0. 01kbps	矩形	$\sqrt{3}$	0. 003kbps
天通北斗一体化终端数据传输速率分辨力	B	0. 1kbps	矩形	$\sqrt{3}$	0. 03kbps
测量重复性	A	/	/	/	0. 1kbps

C. 2. 3. 5 不确定度分量之间相关性

各不确定度分量之间是互不相关的。

C. 2. 4 合成标准不确定度

$$u_c = \sqrt{u_1^2 + u_2^2 + u_3^2} \approx 0.1\text{kbps} \quad (\text{C. 12})$$

C. 2. 5 扩展不确定度

取包含因子 $k=2$ ，扩展不确定度为：

$$U = k \cdot u_c \approx 0.2\text{kbps} \quad (k=2) \quad (\text{C. 13})$$

C. 3 天通通信发射功率校准不确定度评定

C. 3. 1 测量模型

$$x = P \quad (\text{C. 14})$$

式中：

x ——天通北斗一体化终端发射功率，单位 dBm；

P ——综测仪显示的发射功率，单位 dBm。

C.3.2 不确定度来源

综测仪发射功率分辨力引入的不确定度分量： u_1 ；

连接线缆衰减引入的不确定度分量： u_2 ；

测量重复性引入的不确定度分量： u_3 。

C.3.3 标准不确定度的评定

C.3.3.1 综测仪发射功率分辨力不确定度分量 u_1

综测仪发射功率分辨力为 0.001dBm，其概率分布为均匀分布，则标准不确定度分量为：

$$u_1 = \frac{0.001}{2\sqrt{3}} \text{dBm} = 0.0003 \text{dBm} \quad (\text{C.15})$$

C.3.3.2 连接线缆衰减不确定度分量 u_2

连接线缆的衰减为 0.01dB，则标准不确定度分量为：

$$u_2 = 0.01 \text{dBm} \quad (\text{C.16})$$

C.3.3.3 测量重复性不确定度分量 u_3

测量重复性引入的标准不确定度可以用 A 类不确定度评定。

表 C.5 发射功率 10 次测量结果

次数 i	发射功率 x (dBm)
1	34.410
2	34.410
3	34.412
4	34.408
5	34.408
6	34.410
7	34.412
8	34.411

9	34.409
10	34.410

$$u_3 = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{10} (x_i - \bar{x})^2}{10-1}} \approx 0.001dBm \quad (C.17)$$

C.3.3.4 不确定度分量一览表

发射功率不确定度分量汇总如表C.6所示。

表C.6 发射功率不确定度分量汇总表

不确定度来源	类型	值	分布	包含因子	标准不确定度
综测仪发射功率分辨力	B	0.001dBm	矩形	$\sqrt{3}$	0.0003dBm
连接线缆衰减	B	0.01dBm	/	/	0.01dBm
测量重复性	A	/	/	/	0.001dBm

C.3.3.5 不确定度分量之间相关性

各不确定度分量之间是互不相关的。

C.3.4 合成标准不确定度

$$u_c = \sqrt{u_1^2 + u_2^2 + u_3^2} \approx 0.01dBm \quad (C.18)$$

C.3.5 扩展不确定度

取包含因子 $k=2$ ，扩展不确定度为：

$$U = k \cdot u_c \approx 0.02dBm \quad (k=2) \quad (C.19)$$

C.4 接收灵敏度校准不确定度评定

方法同发射功率校准不确定度评定。