

JJF

中华人民共和国民用航空部门计量技术规范

JJF(民航)0085—2025

仪表着陆系统外场测试仪校准规范

Calibration Specification for Instrument Landing System

Field Test Set

2025-05-06 发布

2025-06-01 实施

中国民用航空局发布

仪表着陆系统外场测试仪 校准规范

JJF(民航)0085-2025
代替 JJG(民航)0085-2005

Calibration Specification for Instrument Landing System Filed Test Set

本规范经中国民用航空局2025年05月06日批准，并自2025年06月01日起施行。

归口单位：中国民用航空局航空器适航审定司

主要起草单位：民航空管技术装备发展有限公司

中国民用航空局空中交通管理局

中电科西北集团有限公司

中国民航科学技术研究院

中国航空器材集团有限公司

本规范技术条文由起草单位负责解释。

本规范起草人：

唐 凯（民航空管技术装备发展有限公司）

王 巍（中国民用航空局空中交通管理局）

张阿里布米（中国民航科学技术研究院）

郑金华（中电科西北集团有限公司）

邓釜川（民航空管技术装备发展有限公司）

刘正中（中国民用航空局空中交通管理局）

刘新宇（中电科西北集团有限公司）

贾 蓓（中国民航科学技术研究院）

徐 飞（中电科西北集团有限公司）

邵天尘（中国航空器材集团有限公司）

目次

引言.....	(III)
1 范围.....	(1)
2 引用文件.....	(1)
3 术语.....	(1)
3.1 仪表着陆系统 Instrument Landing System (ILS).....	(1)
3.2 外场测试仪 Field Test Set (FTS)	(2)
3.3 航向信标 Localizer (LOC).....	(2)
3.4 下滑信标 Glide Path (GP)	(2)
3.5 调制度差 Difference in Depth of Modulation (DDM)	(2)
3.6 调制度和 Sum of Depths of Modulation (SDM)	(2)
4 计量特性.....	(2)
4.1 接收频率.....	(2)
4.2 电平幅度.....	(3)
4.3 LOC 调制度和 (SDM) 标称值	(3)
4.4 LOC 调制度和 (SDM) 偏移值	(3)
4.5 LOC 调制度差 (DDM) 标称值	(3)
4.6 LOC 调制度差 (DDM) 偏移值	(3)
4.7 GP 调制度和 (SDM) 标称值	(3)
4.8 GP 调制度和 (SDM) 偏移值	(4)
4.9 GP 调制度差 (DDM) 标称值	(4)
4.10 GP 调制度差 (DDM) 偏移值	(4)
4.11 接收机带宽.....	(4)
4.12 1020Hz 幅度调制度	(4)
4.13 天线匹配.....	(4)
4.14 馈线插入损耗.....	(4)
5 校准条件.....	(5)
5.1 环境条件.....	(5)
5.2 校准仪器及配套设备.....	(5)

6	校准项目和校准方法.....	(6)
6.1	校准前检查.....	(7)
6.2	工作正常性检查及校准预置.....	(7)
6.3	接收频率.....	(9)
6.4	电平幅度.....	(9)
6.5	LOC 调制度和 (SDM)、调制度差 (DDM) 标称值	(10)
6.6	LOC 调制度和 (SDM) 偏移值	(10)
6.7	LOC 调制度差 (DDM) 偏移值	(11)
6.8	GP 调制度和 (SDM)、调制度差 (DDM) 标称值	(12)
6.9	GP 调制度和 (SDM) 偏移值	(12)
6.10	GP 调制度差 (DDM) 偏移值	(12)
6.11	接收机带宽.....	(13)
6.12	1020Hz 幅度调制度	(14)
6.13	天线匹配.....	(15)
6.14	馈线插入损耗.....	(15)
7	校准结果表达.....	(16)
8	复校时间间隔.....	(16)
9	管理要求.....	(17)
	附录 A	(18)
	附录 B	(19)
	附录 C	(28)
	附录 D	(37)

引言

JJF 1071《国家计量校准规范编写规则》、JJF 1001《通用计量术语及定义》、JJF 1059《测量不确定度评定与表示》共同构成支撑校准规范制修订工作的基础性系列规范。

本规范在 JJG (民航) 0085-2005《NM3710 型仪表着陆系统外场测试仪》的基础上进行修订。与 JJG (民航) 0085-2005 相比,除编辑性修改外,本规范主要技术变化如下:

——修改了适用范围,作为在民用航空仪表着陆系统运行保障与维护维修工作中所使用的外场测试仪的统一校准规范(见 1);

——增加了部分引用文件的含义,并引入了注日期引用文件与不注日期引用文件的说明(见 2);

——增加了术语和定义,使规范更易于理解(见 3);

——修改并明确了计量校准性能具体要求,可以更全面地确定被校仪器的计量性能(见 4);

——修改并明确了环境条件,确保校准活动所必需的环境条件(见 5.1);

——修改并明确了校准仪器及配套设备必须具备的性能要求(见 5.2);

——修改并明确了校准项目和校准方法,增加了接收频率、电平幅度、天线及馈线的校准方法,增加了可根据被校仪器的预期用途选择在用频率进行校准的要求(见 6);

——增加了校准结果表达(见 7);

——明确了复校时间间隔(见 8);

——增加了管理要求,引入了限制使用的规定(见 9);

——引入了国际民用航空公约附件 10 规定的航向和下滑频率对应表(见附录 A);

——修改了校准记录表格(见附录 B);

——修改了校准证书内页格式(见附录 C);

——明确了测量不确定度为测量结果的必备要素(见 9),增加了测量不确定度评定的基本方法和相关示例,使校准结果更加科学、规范(见附录 D)。

本规范历次版本发布情况为:

——JJG (民航) 0085-2005。

仪表着陆系统外场测试仪校准规范

1 范围

本规范适用于民用航空仪表着陆系统外场测试仪的校准。

2 引用文件

本规范引用下列文件：

MH/T 4003.1 民用航空通信导航监视台（站）设置场地规范 第1部分：导航

MH/T 4006.1 航空无线电导航设备第1部分：仪表着陆系统（ILS）技术要求

国际标准和推荐措施国际民用航空公约附件 10 航空电信-第 I 卷无线电导航设备 (International Standards and Recommended Practices Aeronautical Telecommunications ANNEX 10 - Volume I Radio Navigation Aids)

凡是注日期的引用文件，仅所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

JJF 1001—2011《通用计量术语及定义》和 MH/T 4006.1《航空无线电导航设备 第1部分：仪表着陆系统（ILS）技术要求》界定的及以下术语和定义适用于本规范。

3.1 仪表着陆系统 instrument landing system (ILS)

为航空器提供航向道、下滑道和相对于跑道着陆端的距离信息，按仪表指示引导航空器进近着陆的系统。

3.2 外场测试仪 field test set (FTS)

本规范中所称仪表着陆系统外场测试仪（以下简称“外场测试仪”）特指可以用于检测仪表着陆系统外场辐射信号的电子设备，通过测量仪表着陆系统外场辐射信号覆盖区域内指定地面测试点的信号参数，评估仪表着陆系统运行状态及性能符合性。

外场测试仪由便携式主机和外接天线组成，主机主要集成航向、下滑射频接收及信号分析等模块，具备ILS射频电平幅度、载波和语音频率、90Hz调制度、150Hz调制度和识别调制度等核心测量功能。

3.3 航向信标 localizer (LOC)

为正在着陆过程中的飞机提供航道线引导信息的一种陆基导航设备。由其天线系统发射一个由90Hz单音和150 Hz单音调幅的合成场型，该场型产生一个航道扇区。

3.4 下滑信标 glide path (GP)

为正在着陆过程中的飞机提供下滑道引导信息的一种陆基导航设备。由其天线系统发射一个由90Hz单音和150 Hz单音调幅的合成场型，该场型在包含跑道中心线的垂直面内提供一条下滑道。

3.5 调制度差 difference in depth of modulation (DDM)

较大信号的调制度百分比减去较小信号的调制度百分比，再除以100。

3.6 调制度和 sum of depths of modulation (SDM)

接收机收到的合成信号中90Hz和150Hz的调制度之和。

4 计量特性

4.1 接收频率

LOC频率测量范围：108.10MHz～111.95MHz，频率步进：50.00kHz；

LOC频率最大允许误差：±0.45kHz；

GP频率测量范围：329.15MHz~335.00MHz，频率步进：150.00kHz；

GP频率最大允许误差：±1.34kHz；

LOC、GP频率值见附录A。

4.2 电平幅度

LOC幅度测量范围：0.00dBm~-80.00dBm；

GP幅度测量范围：0.00dBm~-70.00dBm；

幅度最大允许误差：±2.00dB。

4.3 LOC调制度和（SDM）标称值

SDM计量标称值：40.00%；

SDM最大允许误差：±0.50%。

4.4 LOC调制度和（SDM）偏移值

SDM计量偏移值：36.00%、38.00%、42.00%、44.00%；

SDM最大允许误差：±0.50%。

4.5 LOC调制度差（DDM）标称值

DDM计量标称值：0.00%；

DDM最大允许误差：±0.15%。

4.6 LOC调制度差（DDM）偏移值

DDM计量偏移值（150Hz）：+12.00%、+14.00%、+15.50%、+17.00%、+19.00%；

DDM计量偏移值（90Hz）：-12.00%、-14.00%、-15.50%、-17.00%、-19.00%；

DDM最大允许误差：±0.20%。

4.7 GP调制度和（SDM）标称值

SDM计量标称值：80.00%；

SDM最大允许误差：±1.00%。

4.8 GP调制度和 (SDM) 偏移值

SDM计量偏移值: 76.00%、78.00%、82.00%、84.00%;

SDM最大允许误差: $\pm 1.00\%$ 。

4.9 GP调制度差 (DDM) 标称值

DDM计量标称值: 0.00%;

DDM最大允许误差: $\pm 0.15\%$ 。

4.10 GP调制度差 (DDM) 偏移值

DDM计量偏移值 (150Hz): +13.00%、+15.00%、+17.50%、+20.00%、+22.00%;

DDM计量偏移值 (90Hz): -13.00%、-15.00%、-17.50%、-20.00%、-22.00%;;

DDM最大允许误差: $\pm 0.25\%$ 。

4.11 接收机带宽

LOC 3dB带宽: $> 24\text{kHz}$;

LOC 60dB带宽: $< 100\text{kHz}$;

GP 3dB带宽: $> 24\text{kHz}$;

GP 60dB带宽: $< 300\text{kHz}$ 。

4.12 1020Hz幅度调制度

调制度计量值: 5.00%、10.00%、15.00%;

最大允许误差: $\pm 0.50\%$ 。

4.13 天线匹配

电压驻波比: < 1.40 。

4.14 馈线插入损耗

插入损耗: $< 0.25\text{dB/m}$ 。

5 校准条件

5.1 环境条件

室内环境温度： $(23 \pm 5) ^\circ\text{C}$ ；

室外环境温度： $(-10 \sim +40) ^\circ\text{C}$ ；

相对湿度： $\leq 80\%$ ；

供电电源：交流电压 $(220 \text{ V} \pm 11 \text{ V})$ ，频率 $(50 \text{ Hz} \pm 1 \text{ Hz})$ ；

其他：周围无影响校准正常工作的机械振动和电磁场干扰。

注：仅天线匹配校准时需符合室外环境温度要求。

5.2 校准仪器及配套设备

校准仪器及配套设备应有有效的检定/校准证书，且必须具备以下计量特性。

5.2.1 标准调制信号发生器

a) 频率范围： $100.00\text{MHz} \sim 350.00\text{MHz}$ ；

b) 频率最大允许误差： $\pm 1 \times 10^{-7}$ ；

c) 输出幅度： $-100\text{dBm} \sim +10\text{dBm}$ ，幅度最小步进： 0.01dB ，不确定度 $U=0.7\text{dB}$
($k=2$)；

d) 幅度稳定性： $\leq 0.02\text{dB}$ （预热1小时）；

e) 90Hz、150Hz语音频率范围： $80\text{Hz} \sim 100\text{Hz}$ 、 $140\text{Hz} \sim 160\text{Hz}$ ；

f) 90Hz、150Hz幅度调制度： $0.00\% \sim 99.99\%$ ；

g) SDM： $0.00\% \sim 99.99\%$ ，最小步进值为 0.01% ，不确定度 $U=0.1\%$ （ $k=2$ ）；

h) DDM： $-99.99\% \sim 99.99\%$ ，最小步进值为 0.01% ，DDM为 $-5.00\% \sim 5.00\%$ 时，
不确定度 $U=0.03\%+2\% \times \text{设置值}$ ，DDM为其他区间时， $U=0.1\%$ （ $k=2$ ）；

i) 1020Hz语音（识别）频率范围： $970\text{Hz} \sim 1070\text{Hz}$ ；

j) 1020Hz语音（识别）幅度调制度： $0.00\% \sim 20.00\%$ ，最小步进值为 0.01% ，
不确定度 $U=0.1\%$ （ $k=2$ ）；

k) 校准数值应满足或优于以上要求，其实际的测量误差或不确定度用于测量不确定度分量 u_b 的评定，具体评定示例见附录D。

5.2.2 数字万用表

- a) 交流电压测量范围：0V~500V（频率范围40Hz~60Hz）；
- b) 直流电压测量范围：0V~50V；
- c) 准确度等级：0.1%；
- d) 最小分辨力：0.01V。

5.2.3 矢量网络分析仪

- a) 频率范围：100.00MHz~350.00MHz；
- b) 输出幅度：不低于0dBm；
- c) S11电压驻波测量不确定度 $U \leq 5.00\%$ （ $k=2$ ）；
- d) S21衰减最大允差： $\pm 0.03\text{dB}$ 。

5.2.4 测试电缆、连接器等

- a) 频率：100.00MHz~350.00MHz；
- b) 特性阻抗：50 Ω ；
- c) 电压驻波比： ≤ 1.10 ；
- d) 线损： $\leq 0.13\text{dB/m}$ ， $U \leq 0.05\text{dB}$ （ $k=2$ ）；
- e) 线损线性度：分别在频率段108.00MHz~112MHz、329.00MHz~335.50MHz内，线性且线损差 $\leq 0.03\text{dB}$ 。
- f) 相位线性度：分别在频率段108.00MHz~112MHz、329.00MHz~335.50MHz内，线性且相位差 $\leq 0.004^\circ / 300\text{Hz}$ 。

6 校准项目和校准方法

对于FTS中LOC和GP无线电信号校准项目包含16项，如表1所示。

表1 校准项目表

序号	校准项目名称
1	校准前检查
2	工作正常性检查及校准预置
3	接收频率

表1 校准项目表(续)

序号	校准项目名称
4	电平幅度
5	LOC调制度和(SDM)标称值
6	LOC调制度和(SDM)偏移值
7	LOC调制度差(DDM)标称值
8	LOC调制度差(DDM)偏移值
9	GP调制度和(SDM)标称值
10	GP调制度和(SDM)偏移值
11	GP调制度差(DDM)标称值
12	GP调制度差(DDM)偏移值
13	接收机带宽
14	1020Hz幅度调制度
15	天线匹配
16	馈线插入损耗

注：1-14项目为必校准项，15-16项目为用户选择校准项。

6.1 校准前检查

- a) 被校FTS上应具有仪器名称、型号、制造厂、出厂序列号及电源要求；
- b) 被校FTS必要的附件和文件应齐全；
- c) 被校FTS无影响正常工作的机械损伤，检查各按键旋钮是否灵活无卡滞、接触可靠，确定不影响测试因素。

6.2 工作正常性检查及校准预置

6.2.1 工作正常性检查

- a) 将被校FTS连接配套电源适配器，通电开机，检查显示屏是否正常；
- b) 被校FTS有自检功能的，应能通过自检；
- c) 检查被校FTS的各功能操作是否正常；

d) 上述检查完毕后, 按校准仪器及配套设备技术说明书规定的时间预热, 不低于30分钟, 检查预热期间校准仪器及配套设备是否正常运行;

e) 待被校FTS充电量达到100%后, 关闭交流供电电源, 用数字万用表测量被校FTS电池组输出的直流总电压;

f) 将以上数据或结果, 记录于附录B表B.1中。

6.2.2 校准预置

a) 按图1连接仪器设备。



图1 校准框图

b) LOC预置。按表2设置标准调制信号发生器和被校FTS, 使被校FTS能稳定显示信号。

表2 LOC标准输入测试信号

设备名称	参数项	设置值
标准调制信号发生器	载波频率	108.10MHz
	载波射频电平	-50.00dBm
	DDM	0.00%
	SDM	40.00%
	1020Hz	10.00%
被校 FTS	LOC 频率	108.10MHz

c) GP预置。按表3设置标准调制信号发生器和被校FTS, 使被校FTS能稳定显示信号。

表3 GP标准输入测试信号

设备名称	参数项	设置值
标准调制信号发生器	载波频率	329.15MHz
	载波射频电平	-40.00dBm
	DDM	0.00%

表3 GP标准输入测试信号 (续)

设备名称	参数项	设置值
标准调制信号发生器	SDM	80.00%
被校 FTS	GP 频率	329.15MHz

注：表2中给出了载波频率和载波射频电平，若测试电缆在该LOC载波频率的电平衰减值为0.10dB时，应将标准调制信号发生器的载波射频电平设置为-49.90dBm（-50.00dBm+0.10dB）；表3中给出了载波频率和载波射频电平，若测试电缆在该GP载波频率的电平衰减值为0.12dB时，应将标准调制信号发生器的载波射频电平设置为-39.88dBm（-40.00dBm+0.12dB）。以下校准方法在设置标准调制信号发生器的载波射频电平时，均需考虑测试电缆的实际衰减值。

6.3 接收频率

- a) 按6.2.2中步骤 b) 操作。
- b) 读取被校FTS屏上显示的频率示值，共不少于6次，记录于附录B表B.2中。
- c) 依次改变标准调制信号发生器频率值为109.10MHz、110.10MHz、111.10MHz、111.95MHz和送校单位指定的使用频率，重复6.3中步骤 b)。
- d) 按6.2.2中步骤 c) 操作。
- e) 重复6.3中步骤 b)。
- f) 依次改变标准调制信号发生器频率值为330.65MHz、332.15MHz、333.65MHz、335.00MHz和送校单位指定的使用频率，重复6.3中步骤 b)。

6.4 电平幅度

- a) 按6.2.2中步骤 b) 操作。
- b) 调整标准调制信号发生器载波射频电平为0.00dBm，读取被校FTS屏上显示的电平幅度示值，共不少于6次，为LOC通道此频点该电平幅度的示值，记录于附录B表B.2中。
- c) 按10dB步进依次衰减标准调制信号发生器载波射频电平至-80.00dBm（或被校FTS技术说明书所规定的可检测电平幅度最小值），分别读取被校FTS屏上显

示的电平幅度示值,各不少于6次,为LOC通道该频点各电平幅度的示值,记录于附录B表B.2中。

d) 依次改变标准调制信号发生器频率值为109.10MHz、110.10MHz、111.10MHz、111.95MHz和送校单位指定的使用频率,重复6.4中步骤 b) 和 c)。

e) 按6.2.2中步骤 c) 操作。

f) 调整标准调制信号发生器载波射频电平为0.00dBm,读取被校FTS屏上显示的电平幅度示值,共不少于6次,为GP通道此频点该电平幅度的示值,记录于附录B表B.2中。

g) 按10dB步进依次衰减标准调制信号发生器载波射频电平至-70.00dBm(或被校FTS技术说明书所规定的可检测电平幅度最小值),分别读取被校FTS屏上显示的电平幅度示值,各不少于6次,为GP通道该频点各电平幅度的示值,记录于附录B表B.2中。

h) 依次改变标准调制信号发生器频率值为330.65MHz、332.15MHz、333.65MHz、335.00MHz和送校单位指定的使用频率,重复6.4中步骤 f) 和g)。

6.5 LOC调制度和(SDM)、调制度差(DDM)标称值

a) 按6.2.2中步骤 b) 操作。

b) 调整标准调制信号发生器载波射频电平为0.00dBm,读取被校FTS显示屏上的SDM和DDM示值,各不少于6次,为该频点该电平SDM和DDM示值,记录于附录B表B.3中。

c) 按10dB步进依次衰减标准调制信号发生器载波射频电平至-80.00dBm(或被校FTS技术说明书所规定的可检测电平幅度最小值),分别读取被校FTS屏上显示的SDM和DDM示值,各不少于6次,为LOC通道该频点各电平幅度的SDM和DDM示值,记录于附录B表B.3中。

d) 依次改变标准调制信号发生器频率值为109.10MHz、110.10MHz、111.10MHz、111.95MHz和送校单位指定的使用频率,重复6.5中步骤 b) 和c)。

6.6 LOC调制度和(SDM)偏移值

a) 按6.2.2中步骤 b) 操作。

b) 调整标准调制信号发生器载波射频电平为0.00dBm。

c) 调整标准调制信号发生器SDM值为+36.00%，读取被校FTS显示屏上的SDM示值，不少于6次，为该频点该电平SDM +36.00%的示值，记录于附录B表B.4中。

d) 按10dB步进依次衰减标准调制信号发生器载波射频电平至-80.00dBm（或被校FTS技术说明书所规定的可检测电平幅度最小值），分别读取被校FTS屏上显示的SDM示值，各不少于6次，为LOC通道该频点各电平幅度的SDM +36.00%的示值，记录于附录B表B.4中。

e) 按6.6中步骤 b)、c) 和 d) 校准方法，分别读取LOC通道该频点各电平幅度的SDM +38.00%、+42.00%、+44.00%的示值，记录于附录B表B.4中。

f) 依次改变标准调制信号发生器频率值为109.10MHz、110.10MHz、111.10MHz、111.95MHz和送校单位指定的使用频率，重复6.6中步骤 b)、c)、d) 和 e)。

6.7 LOC调制度差（DDM）偏移值

a) 按6.2.2中步骤 b) 操作。

b) 调整标准调制信号发生器载波射频电平为0.00dBm。

c) 调整标准调制信号发生器DDM值为+12.00%，读取被校FTS显示屏上的DDM示值，各不少于6次，为该频点该电平DDM +12.00%的示值，记录于附录B表B.5中。

d) 按10dB步进依次衰减标准调制信号发生器载波射频电平至-80.00dBm（或被校FTS技术说明书所规定的可检测电平幅度最小值），分别读取被校FTS屏上显示的DDM示值，各不少于6次，为LOC通道该频点各电平幅度的DDM +12.00%的示值，记录于附录B表B.5中。

e) 按6.7中步骤 b)、c) 和 d) 校准方法，分别读取LOC通道该频点各电平幅度的DDM +14.00%、+15.50%、+17.00%、+19.00%和-12.00%、-14.00%、-15.50%、-17.00%、-19.00%的示值，记录于附录B表B.5中。

f) 依次改变标准调制信号发生器频率值为109.10MHz、110.10MHz、111.10MHz、111.95MHz和送校单位指定的使用频率，重复6.7中步骤 b)、c)、d) 和 e)。

6.8 GP调制度和 (SDM)、调制度差 (DDM) 标称值

a) 按6.2.2中步骤 c) 操作。

b) 调整标准调制信号发生器载波射频电平为0.00dBm, 读取被校FTS显示屏上的SDM和DDM示值, 各不少于6次, 为该频点该电平SDM和DDM示值, 记录于附录B表B.6中。

c) 按10dB步进依次衰减标准调制信号发生器载波射频电平至-70.00dBm (或被校FTS技术说明书所规定的可检测电平幅度最小值), 分别读取被校FTS屏上显示的SDM和DDM示值, 各不少于6次, 为GP通道该频点各电平幅度的SDM和DDM示值, 记录于附录B表B.6中。

d) 依次改变标准调制信号发生器频率值为330.65MHz、332.15MHz、333.65MHz、335.00MHz和送校单位指定的使用频率, 重复6.8中步骤 b) 和 c)。

6.9 GP调制度和 (SDM) 偏移值

a) 按6.2.2中步骤 c) 操作。

b) 调整标准调制信号发生器载波射频电平为0.00dBm。

c) 调整标准调制信号发生器SDM值为+76.00%, 读取被校FTS显示屏上的SDM示值, 不少于6次, 为该频点该电平SDM +76.00%的示值, 记录于附录B表B.7中。

d) 按10dB步进依次衰减标准调制信号发生器载波射频电平至-70.00dBm (或被校FTS技术说明书所规定的可检测电平幅度最小值), 分别读取被校FTS屏上显示的SDM示值, 各不少于6次, 为GP通道该频点各电平幅度的SDM +76.00%的示值, 记录于附录B表B.7中。

e) 按6.9中步骤 b)、c) 和 d) 校准方法, 分别读取GP通道该频点各电平幅度的SDM +78.00%、+82.00%、+84.00%的示值, 记录于附录B表B.7中。

f) 依次改变标准调制信号发生器频率值为330.65MHz、332.15MHz、333.65MHz、335.00MHz和送校单位指定的使用频率, 重复6.9中步骤 b)、c)、d) 和 e)。

6.10 GP调制度差 (DDM) 偏移值

a) 按6.2.2中步骤 c) 操作。

b) 调整标准调制信号发生器载波射频电平为0.00dBm。

c) 调整标准调制信号发生器DDM值为+13.00%，读取被校FTS显示屏上的DDM示值，各不少于6次，为该频点该电平DDM +13.00%的示值，记录于附录B表B.8中。

d) 按10dB步进依次衰减标准调制信号发生器载波射频电平至-70.00dBm（或被校FTS技术说明书所规定的可检测电平幅度最小值），分别读取被校FTS屏上显示的DDM示值，各不少于6次，为GP通道该频点各电平幅度的DDM +13.00%的示值，记录于附录B表B.8中。

e) 按6.10中步骤 b)、c) 和 d) 校准方法，分别读取GP通道该频点各电平幅度的DDM +15.00%、+17.50%、+20.00%、+22.00%和-13.00%、-15.00%、-17.50%、-20.00%、-22.00%的示值，记录于附录B表B.8中。

f) 依次改变标准调制信号发生器频率值为330.65MHz、332.15MHz、333.65MHz、335.00MHz和送校单位指定的使用频率，重复6.10中步骤 b)、c)、d) 和 e)。

6.11 接收机带宽

6.11.1 3dB 带宽校准方法

a) 按6.2.2中步骤 b) 操作。

b) 调整标准调制信号发生器载波射频电平为-10.00dBm。

c) 读取FTS显示的RF电平幅度示值，记录为P1。

d) 将标准调制信号发生器的RF电平幅度值增大3dB。

e) 微调增加或降低标准调制信号发生器的载波频率，使被校FTS显示的RF电平幅度示值降至P1，读取此时标准调制信号发生器的载波频率，各不少于6次，将该值减去在测载波频率，分别记录为 $\Delta f_{\text{增}(3\text{dB})}$ 、 $\Delta f_{\text{降}(3\text{dB})}$ ，填入附录B表B.9中。

f) 按公式(1)计算该频道该电平接收机带宽 $\text{RBW}_{(3\text{dB})}$ ，记录于附录B表B.9中。

$$\text{RBW}_{(3\text{dB})} = \Delta f_{\text{增}(3\text{dB})} - \Delta f_{\text{降}(3\text{dB})} \quad (1)$$

g) 按6.11.1中步骤 b)、c)、d)、e) 和 f) 校准方法，分别记录该频道电平为-30.00dBm、-50.00dBm、-70.00dBm（或被校FTS技术说明书所规定的可检测电平幅度最小值）的接收机3dB带宽。

h) 依次改变标准调制信号发生器频率值为109.10MHz、110.10MHz、111.10MHz、111.95MHz和送校单位指定的使用频率,重复6.11.1中步骤 b)、c)、d)、e)、f)和 g)。

i) 按6.2.2中步骤 c)操作。

j) 按6.11.1中步骤 b)、c)、d)、e)、f)和 g)校准方法,分别记录GP频道(330.65MHz、332.15MHz、333.65MHz、335.00MHz和送校单位指定的使用频率)的接收机3dB带宽。

6.11.2 60dB 带宽校准方法

a) 按6.2.2中步骤 b)操作。

b) 在被校FTS技术说明书所规定的动态范围内,调整标准调制信号发生器载波射频电平为-60dBm至-70dBm之间。

c) 读取FTS显示的RF电平幅度示值,记录为P2。

d) 将标准调制信号发生器的RF电平幅度值增大60dB。

e) 微调增加或降低信号发生器的载波频率,使被校FTS显示的RF电平幅度示值降至P2,读取此时信号发生器的载波频率,各不少于6次,将该值减去在测载波频率,分别记录为 $\Delta f_{\text{增}(60\text{dB})}$ 、 $\Delta f_{\text{降}(60\text{dB})}$,填入附录B表B.9中。

f) 按公式(2)计算该频道接收机带宽 $\text{RBW}_{(60\text{dB})}$,记录于附录B表B.9中。

$$\text{RBW}_{(60\text{dB})} = \Delta f_{\text{增}(60\text{dB})} - \Delta f_{\text{降}(60\text{dB})} \quad (2)$$

g) 按6.11.2中步骤 b)、c)、d)、e)和 f)校准方法,分别记录LOC频道(109.10MHz、110.10MHz、111.10MHz、111.95MHz和送校单位指定的使用频率)的接收机60dB带宽。

h) 按6.2.2中步骤 c)操作。

i) 按6.11.2中步骤 b)、c)、d)、e)和 f)校准方法,分别记录GP频道(329.15MHz、330.65MHz、332.15MHz、333.65MHz、335.00MHz和送校单位指定的使用频率)的接收机60dB带宽。

6.12 1020Hz幅度调制度

a) 按6.2.2中步骤 b)操作。

b) 调整标准调制信号发生器载波射频电平为-10.00dBm。

c) 读取被校FTS显示屏上的1020Hz幅度调制度示值, 不少于6次, 为该频点该电平1020Hz幅度调制度+10.00%的示值, 记录于附录B表B.10中。

d) 依次调整标准调制信号发生器载波射频电平为-30.00dBm、-50.00dBm、-70.00dBm(或被校FTS技术说明书所规定的可检测电平幅度最小值), 重复6.12中步骤c)。

e) 按6.12中步骤b)、c)和d)校准方法, 分别记录该频点1020Hz幅度调制度为+5.00%、+15.00%的示值。

f) 按6.2.2中步骤b)操作, 依次改变标准调制信号发生器频率值为109.10MHz、110.10MHz、111.10MHz、111.95MHz和送校单位指定的使用频率, 重复6.12中步骤b)、c)、d)和e)。

6.13 天线匹配

a) 把待校天线架设在室外空旷处, 高度不低于1.5m。

b) 按LOC、GP的频点设置矢量网络分析仪的频率范围和步长, 利用矢量网络分析仪的同轴校准套件, 完成矢量网络分析仪(含测试电缆)的单端口校准。

c) 将测试电缆的另一端与待校天线端口相连, 用标记功能分别读取LOC、GP频率范围内的电压驻波比最大值及其所处的频率点, 记录于附录B表B.11内。

d) 分别读取送校单位指定的LOC、GP使用频率的天线电压驻波比, 记录于附录B表B.11内。

6.14 馈线插入损耗

a) 测量待校馈线长度, 记录为L米。

b) 按LOC、GP的频点设置矢量网络分析仪的频率范围和步长, 利用矢量网络分析仪的同轴校准套件, 完成矢量网络分析仪(含测试电缆)的传输(S21)校准。

c) 将待校馈线串入矢量网络分析仪和测试电缆之间, 用标记功能分别读取LOC、GP频率范围内的插入损耗最大值 I_L 及其所处的频率点, 按公式(3)计算每米馈线的插入损耗 I_M , 记录于附录B中的表B.12内。

$$I_M = I_L / L \quad (3)$$

d) 按6.14中步骤 c) 方法, 分别读取并计算送校单位指定的LOC、GP使用频率的插入损耗和每米馈线的插入损耗, 记录于附录B表B.12内。

7 校准结果表达

校准记录表格及内页格式参见附录 B 和附录 C。校准证书或报告应包括以下信息:

- a) 标题: “校准证书”;
- b) 实验室名称和地址;
- c) 校准的地点;
- d) 校准证书的唯一性标识(如编号), 每页及总页数的标识;
- e) 委托方名称和地址;
- f) 被校对象的描述及明确标识;
- g) 校准单位校准专用章;
- h) 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;
- 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) 对校准规范的偏离说明;
- n) 校准证书或报告的签发人的签名、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, 不得部分复制证书或报告的声明;
- q) 其他影响校准结果和测量设备性能的因素但未列出的条目。

8 复校时间间隔

复校时间间隔一般不超过 1 年, 必要时可随时校准。有以下情况之一时, 应提前送校:

a) 如果对校准数据有怀疑或仪器更换主要部件及修理后，应对仪器重新校准；

b) 必要时或使用过程中某些技术指标存在问题，可随时进行校准。

9 管理要求

管理要求应包括以下：

a) 若测量设备的部分功能或部分示值范围已得到确认，校准报告应对限用范围进行描述，便于用户在允许限制范围内使用。

b) 校准结果应包含测量不确定度 U ，由测量重复性不确定度分量 u_a 、校准仪器及配套设备不确定度分量 u_b 共同组成，其评定方法和简要步骤实例示例见附录 D。

附录 A

技术型附录

表 A LOC、GP 频率对应表

LOC 频率 (MHz)	GP 频率 (MHz)	LOC 频率 (MHz)	GP 频率 (MHz)
108.10	334.70	110.10	334.40
108.15	334.55	110.15	334.25
108.30	334.10	110.30	335.00
108.35	333.95	110.35	334.85
108.50	329.90	110.50	329.60
108.55	329.75	110.55	329.45
108.70	330.50	110.70	330.20
108.75	330.35	110.75	330.05
108.90	329.30	110.90	330.80
108.95	329.15	110.95	330.65
109.10	331.40	111.10	331.70
109.15	331.25	111.15	331.55
109.30	332.00	111.30	332.30
109.35	331.85	111.35	332.15
109.50	332.60	111.50	332.90
109.55	332.45	111.55	332.75
109.70	333.20	111.70	333.50
109.75	333.05	111.75	333.35
109.90	333.80	111.90	331.10
109.95	333.65	111.95	330.95

注：本附录引用《国际民用航空公约附件 10》航向信标和下滑信标的频率配对表。

附录 B

校准记录表格

表 B.1 通用检查

校准项目	示值/实测值/结果	要求
校准前检查		1、无机械损伤、附件齐全； 2、预热不低于 0.5 小时
电池电压		直流 11.5V~13.5V
按键/触摸屏/旋转扭		灵活无卡滞、接触可靠

表 B.2 频率及幅度

校准项目	标准值	示值/实测值						实测平均值
LOC 接收频率 (-50.00dBm)	108.10MHz							
							
	111.95MHz							
GP 接收频率 (-40.00dBm)	329.15MHz							
							
	335.00MHz							
LOC 电平幅度 (108.10MHz)	0.00dBm							
							
	-80.00dBm							
LOC 电平幅度 (.....MHz)	0.00dBm							
							
	-80.00dBm							
LOC 电平幅度 (111.95MHz)	0.00dBm							
							
	-80.00dBm							

表 B.2 频率及幅度 (续)

校准项目	标准值	示值/实测值						实测平均值
GP 电平幅度 (329.15MHz)	0.00dBm							
							
	-70.00dBm							
GP 电平幅度 (.....MHz)	0.00dBm							
							
	-70.00dBm							
GP 电平幅度 (335.00MHz)	0.00dBm							
							
	-70.00dBm							

表 B.3 LOC SDM、DDM 标称值校准

校准项目	电平幅度	标准值	示值/实测值						实测平均值
SDM 标称值 (108.10MHz)	0.00dBm	40.00%							
							
	-80.00dBm	40.00%							
DDM 标称值 (108.10MHz)	0.00dBm	0.00%							
							
	-80.00dBm	0.00%							
SDM 标称值 (.....MHz)	0.00dBm	40.00%							
	.....	40.00%							
	-80.00dBm	40.00%							
DDM 标称值 (.....MHz)	0.00dBm	0.00%							
							
	-80.00dBm	0.00%							
.....							

表 B.4 LOC SDM 偏移值校准

校准项目	电平幅度	标准值	示值/实测值					实测平均值
SDM 偏移值 (108.10MHz)	0.00dBm	36.00%						
							
	-80.00dBm							
	0.00dBm	38.00%						
							
	-80.00dBm							
	0.00dBm	42.00%						
							
	-80.00dBm							
	0.00dBm	44.00%						
							
	-80.00dBm							
SDM 偏移值 (.....)	0.00dBm	36.00%						
							
	-80.00dBm							
	0.00dBm	38.00%						
							
	-80.00dBm							
	0.00dBm	42.00%						
							
	-80.00dBm							
	0.00dBm	44.00%						
							
	-80.00dBm							
.....						

表 B.5 LOC DDM 偏移值校准

校准项目	电平幅度	标准值	示值/实测值						实测平均值
DDM 偏移值 (108.10MHz)	0.00dBm	+12.00%							
								
	-80.00dBm								
	0.00dBm	+14.00%							
								
	-80.00dBm								
	0.00dBm	+15.50%							
								
	-80.00dBm								
	0.00dBm	.....						
								
	-80.00dBm								
	0.00dBm	-15.50%							
								
	-80.00dBm								
	0.00dBm	-17.00%							
								
	-80.00dBm								
	0.00dBm	-19.00%							
								
	-80.00dBm								
.....							

表 B.6 GP SDM、DDM 标称值校准

校准项目	电平幅度	标准值	示值/实测值					实测平均值
SDM 标称值 (329.15MHz)	0.00dBm	80.00%						
						
	-70.00dBm	80.00%						
DDM 标称值 (329.15MHz)	0.00dBm	00.00%						
						
	-70.00dBm	00.00%						
SDM 标称值 (.....MHz)	0.00dBm	80.00%						
						
	-70.00dBm	80.00%						
DDM 标称值 (.....MHz)	0.00dBm	00.00%						
						
	-70.00dBm	00.00%						
.....						

表 B.7 GP SDM 偏移值校准

校准项目	电平幅度	标准值	示值/实测值					实测平均值
SDM 偏移值 (329.15MHz)	0.00dBm	76.00%						
							
	-70.00dBm							
	0.00dBm	78.00%						
							
	-70.00dBm							
	0.00dBm	82.00%						
							
	-70.00dBm							
	0.00dBm	84.00%						
							

表 B.7 GP SDM 偏移值校准 (续)

校准项目	电平幅度	标准值	示值/实测值						实测平均值
	-70.00dBm								
SDM 偏移值 (.....)	0.00dBm	76.00%							
								
	-70.00dBm								
	0.00dBm	78.00%							
								
	-70.00dBm								
	0.00dBm	82.00%							
								
	-70.00dBm								
	0.00dBm	84.00%							
								
	-70.00dBm								
.....							

表 B.8 GP DDM 偏移值校准

校准项目	电平幅度	标准值	示值/实测值						实测平均值
DDM 偏移值 (329.15MHz)	0.00dBm	+13.00%							
								
	-70.00dBm								
	0.00dBm	+15.00%							
								
	-70.00dBm								
	0.00dBm	+17.50%							
								
	-70.00dBm								
	0.00dBm	.....						

表 B.8 GP DDM 偏移值校准(续)

校准项目	电平幅度	标准值	示值/实测值					实测平均值
							
	-70.00dBm							
	0.00dBm	-17.50%						
							
	-70.00dBm	-20.00%						
	0.00dBm							
	.....	-22.00%						
	-70.00dBm							
	0.00dBm							
							
	-70.00dBm							
					

表 B.9 接收机带宽校准

校准项目	电平幅度	标准值	示值/实测值					实测平均值
LOC 3dB 带宽 (110.10MHz)	-10dBm	$\Delta f_{\text{降}(3\text{dB})} < -12\text{kHz}$						
		$\Delta f_{\text{增}(3\text{dB})} > +12\text{kHz}$						
		$\text{RBW}_{(3\text{dB})} > 24\text{kHz}$						
.....						
LOC 3dB 带宽 (.....MHz)	-70dBm	$\Delta f_{\text{降}(3\text{dB})} < -12\text{kHz}$						
		$\Delta f_{\text{增}(3\text{dB})} > +12\text{kHz}$						
		$\text{RBW}_{(3\text{dB})} > 24\text{kHz}$						
LOC 3dB 带宽 (.....MHz)	.....	.....				
LOC 60dB 带宽	$\Delta f_{\text{降}(60\text{dB})} > -50\text{kHz}$							
	$\Delta f_{\text{增}(60\text{dB})} < +50\text{kHz}$							

表 B.9 接收机带宽校准(续)

校准项目	电平幅度	标准值	示值/实测值					实测平均值
(110.10MHz)		$RBW_{(60dB)} < 100 \text{ kHz}$						
LOC 60dB 带宽 (.....MHz)	.....	.....				
GP 3dB 带宽 (329.15MHz)	-10dBm	$\Delta f_{\text{降}(3dB)} < -12\text{kHz}$						
		$\Delta f_{\text{增}(3dB)} > +12\text{kHz}$						
		$RBW_{(3dB)} > 24 \text{ kHz}$						
GP 3dB 带宽 (329.15MHz)	-70dBm	$\Delta f_{\text{降}(3dB)} < -12\text{kHz}$						
		$\Delta f_{\text{增}(3dB)} > +12\text{kHz}$						
		$RBW_{(3dB)} > 24 \text{ kHz}$						
GP 3dB 带宽 (.....MHz)	.....	.....				
GP 60dB 带宽 (329.15MHz)		$\Delta f_{\text{降}(60dB)} > -150\text{kHz}$						
		$\Delta f_{\text{增}(60dB)} < +150\text{kHz}$						
		$RBW_{(60dB)} < 300 \text{ kHz}$						
GP 60dB 带宽 (.....MHz)		.....					

表 B.10 1020Hz 幅度调制度校准

校准项目	电平幅度	标准值	示值/实测值					实测平均值
1020Hz 幅度调 制度 (110.10MHz)	-10.00dBm	5.00%						
							
	-70.00dBm							

表 B.10 1020Hz 幅度调制度校准 (续)

校准项目	电平幅度	标准值	示值/实测值					实测平均值
1020Hz 幅度调制度 (110.10MHz)	-10.00dBm	10.00%						
							
	-70.00dBm							
	-10.00dBm	15.00%						
							
	-70.00dBm							
1020Hz 幅度调制度 (.....MHz)	.....	.....				

表 B.11 天线电压驻波比较准

校准项目	标准值	示值/实测值					实测平均值
LOC 频段 天线电压驻波比 (.....MHz)	<1.40						
GP 频段 天线电压驻波比 (.....MHz)	<1.40						
.....	<1.40						

表 B.12 馈线插损校准

校准项目	标准值	示值/实测值					实测平均值
馈线长度 L	/						
LOC 频段 馈线插入损耗 (.....MHz)	I_L	/					
	I_M	<0.25dB/m					
GP 频段 馈线插入损耗 (.....MHz)	I_L	/					
	I_M	<0.25dB/m					
.....					

附录 C

校准证书内页格式

基于附录 B 的校准记录表格格式，校准证书内页所用表格格式编排如下。

表 C.1 频率及幅度

校准项目	标准值	实测 平均值	误差	允差	扩展 不确定度 U(k=2)	测量结果 是否 符合要求
LOC 接收频率 (-50.00dBm)	108.10MHz			$\pm 0.45\text{kHz}$		
	.....			$\pm 0.45\text{kHz}$		
	111.95MHz			$\pm 0.45\text{kHz}$		
GP 接收频率 (-40.00dBm)	329.15MHz			$\pm 1.34\text{kHz}$		
	.....			$\pm 1.34\text{kHz}$		
	335.00MHz			$\pm 1.34\text{kHz}$		
LOC 电平幅度 (108.10MHz)	0.00dBm			$\pm 2.00\text{dB}$		
	.....			$\pm 2.00\text{dB}$		
	-80.00dBm			$\pm 2.00\text{dB}$		
LOC 电平幅度 (.....MHz)	0.00dBm			$\pm 2.00\text{dB}$		
	.....			$\pm 2.00\text{dB}$		
	-80.00dBm			$\pm 2.00\text{dB}$		
LOC 电平幅度 (111.95MHz)	0.00dBm			$\pm 2.00\text{dB}$		
	.....			$\pm 2.00\text{dB}$		
	-80.00dBm			$\pm 2.00\text{dB}$		
GP 电平幅度 (329.15MHz)	0.00dBm			$\pm 2.00\text{dB}$		
	.....			$\pm 2.00\text{dB}$		
	-70.00dBm			$\pm 2.00\text{dB}$		
GP 电平幅度 (.....MHz)	0.00dBm			$\pm 2.00\text{dB}$		
	.....			$\pm 2.00\text{dB}$		
	-70.00dBm			$\pm 2.00\text{dB}$		

表 C.1 频率及幅度 (续)

GP 电平幅度 (335.00MHz)	0.00dBm			±2.00dB		
	.....			±2.00dB		
	-70.00dBm			±2.00dB		

表 C.2 LOC SDM、DDM 标称值校准

校准项目	电平幅度	标准值	实测 平均值	误差	允差	扩展 不确定度 U(k=2)	测量结果 是否 符合要求
SDM 标称值 (108.10MHz)	0.00dBm	40.00%			±0.50%		
	.....	.....			±0.50%		
	-80.00dBm	40.00%			±0.50%		
DDM 标称值 (108.10MHz)	0.00dBm	0.00%			±0.15%		
	.....	.....			±0.15%		
	-80.00dBm	0.00%			±0.15%		
SDM 标称值 (.....MHz)	0.00dBm	40.00%			±0.50%		
	.....	.....			±0.50%		
	-80.00dBm	40.00%			±0.50%		
DDM 标称值 (.....MHz)	0.00dBm	0.00%			±0.15%		
	.....	.....			±0.15%		
	-80.00dBm	0.00%			±0.15%		
SDM 标称值 (111.95MHz)	0.00dBm	40.00%			±0.50%		
	.....	.....			±0.50%		
	-80.00dBm	40.00%			±0.50%		
DDM 标称值 (111.95MHz)	0.00dBm	0.00%			±0.15%		
	.....	.....			±0.15%		
	-80.00dBm	0.00%			±0.15%		

表 C.3 LOC SDM 偏移值校准

校准项目	电平幅度	标准值	实测 平均值	误差	允差	扩展 不确定度 U(k=2)	测量结果 是否 符合要求
SDM 偏移值 (108.10MHz)	0.00dBm	36.00%			±0.50%		
	.....				±0.50%		
	-80.00dBm				±0.50%		
	0.00dBm	38.00%			±0.50%		
	.....				±0.50%		
	-80.00dBm				±0.50%		
	0.00dBm	42.00%			±0.50%		
	.....				±0.50%		
	-80.00dBm				±0.50%		
	0.00dBm	44.00%			±0.50%		
	.....				±0.50%		
	-80.00dBm				±0.50%		
SDM 偏移值 (.....)	0.00dBm	36.00%			±0.50%		
	.....				±0.50%		
	-80.00dBm				±0.50%		
	0.00dBm	38.00%			±0.50%		
	.....				±0.50%		
	-80.00dBm				±0.50%		
	0.00dBm	42.00%			±0.50%		
	.....				±0.50%		
	-80.00dBm				±0.50%		
	0.00dBm	44.00%			±0.50%		
	.....				±0.50%		
	-80.00dBm				±0.50%		
.....		

表 C.4 LOC DDM 偏移值校准

校准项目	电平幅度	标准值	实测平均值	误差	允差	扩展不确定度 U(k=2)	测量结果 是否符合要求
DDM 偏移值 (108.10MHz)	0.00dBm	+12.00%			±0.20%		
	.....				±0.20%		
	-80.00dBm				±0.20%		
	0.00dBm	+14.00%			±0.20%		
	.....				±0.20%		
	-80.00dBm				±0.20%		
	0.00dBm	+15.50%			±0.20%		
	.....				±0.20%		
	-80.00dBm				±0.20%		
	0.00dBm	.....			±0.20%		
	.....				±0.20%		
	-80.00dBm				±0.20%		
	0.00dBm	-15.50%			±0.20%		
	.....				±0.20%		
	-80.00dBm				±0.20%		
	0.00dBm	-17.00%			±0.20%		
	.....				±0.20%		
	-80.00dBm				±0.20%		
	0.00dBm	-19.00%			±0.20%		
	.....				±0.20%		
	-80.00dBm				±0.20%		
	

表 C.5 GP SDM、DDM 标称值校准

校准项目	电平幅度	标准值	实测平均值	误差	允差	扩展不确定度 U(k=2)	测量结果 是否符合要求
SDM 标称值 (329.15MHz)	0.00dBm	80.00%			±1.00%		
	.....	.....			±1.00%		
	-70.00dBm	80.00%			±1.00%		
DDM 标称值 (329.15MHz)	0.00dBm	0.00%			±0.15%		
	.....	.....			±0.15%		
	-70.00dBm	0.00%			±0.15%		
SDM 标称值 (.....MHz)	0.00dBm	80.00%			±1.00%		
	.....	.....			±1.00%		
	-70.00dBm	80.00%			±1.00%		
DDM 标称值 (.....MHz)	0.00dBm	0.00%			±0.15%		
	.....	.....			±0.15%		
	-70.00dBm	0.00%			±0.15%		
.....		

表 C.6 GP SDM 偏移值校准

校准项目	电平幅度	标准值	实测平均值	误差	允差	扩展不确定度 U(k=2)	测量结果 是否符合要求
SDM 偏移值 (329.15MHz)	0.00dBm	76.00%			±1.00%		
	.....				±1.00%		
	-70.00dBm				±1.00%		
	0.00dBm	78.00%			±1.00%		
	.....				±1.00%		
	-70.00dBm				±1.00%		
	0.00dBm	82.00%			±1.00%		
	.....				±1.00%		
	-70.00dBm				±1.00%		
	0.00dBm	84.00%			±1.00%		
	.....				±1.00%		

表 C.6 GP SDM 偏移值校准 (续)

校准项目	电平幅度	标准值	实测平均值	误差	允差	扩展不确定度 U(k=2)	测量结果 是否符合要求
	-70dBm				±1.00%		
SDM 偏移值 (.....)	0.00dBm	76.00%			±1.00%		
	.....				±1.00%		
	-70.00dBm				±1.00%		
	0.00dBm	78.00%			±1.00%		
	.....				±1.00%		
	-70.00dBm				±1.00%		
	0.00dBm	82.00%			±1.00%		
	.....				±1.00%		
	-70.00dBm				±1.00%		
	0.00dBm	84.00%			±1.00%		
	.....				±1.00%		
	-70.00dBm				±1.00%		
.....		

表 C.7 GP DDM 偏移值校准

校准项目	电平幅度	标准值	实测平均值	误差	允差	扩展不确定度 U(k=2)	测量结果 是否符合要求
DDM 偏移值 (329.15MHz)	0.00dBm	+13.00%			±0.25%		
	.....				±0.25%		
	-70.00dBm				±0.25%		
	0.00dBm	+15.00%			±0.25%		
	.....				±0.25%		
	-70.00dBm				±0.25%		
	0.00dBm	+17.50%			±0.25%		
	.....				±0.25%		
	-70.00dBm				±0.25%		
	0.00dBm	.....			±0.25%		

表 C.7 GP DDM 偏移值校准(续)

校准项目	电平幅度	标准值	实测 平均 值	误 差	允 差	扩展 不确定度 U(k=2)	测量结果 是否 符合要求	
	.....				±0.25%		
	-70.00dBm				±0.25%			
	0.00dBm		-17.50%			±0.25%		
	.....				±0.25%		
	-70.00dBm				±0.25%			
		0.00dBm	-20.00%			±0.25%		
					±0.25%		
		-70.00dBm				±0.25%		
		0.00dBm		-22.00%			±0.25%	
	.....				±0.25%		
	-70.00dBm				±0.25%			
		

表 C.8 接收机带宽校准

校准项目	电平幅度	标准值	实测 平均 值	扩展不确定 度 U(k=2)	测量结果是 否符合要求
LOC 3dB 带宽 (108.10MHz)	-10dBm	>24 kHz			
				
	-70dBm				
LOC 3dB 带宽 (.....MHz)	-10dBm	>24 kHz			
				
	-70dBm				
LOC 60dB 带宽 (108.10MHz)	RBW _(60dB) < 100 kHz				
LOC 60dB 带宽 (.....MHz)	RBW _(60dB) < 100 kHz				

表 C.8 接收机带宽校准 (续)

校准项目	电平幅度	标准值	实测 平均值	扩展不确定 度 $U(k=2)$	测量结果是 否符合要求
GP 3dB 带宽 (329.15MHz)	-10dBm	>24 kHz			
				
	-70dBm				
GP 3dB 带宽 (.....MHz)	-10dBm	>24 kHz			
				
	-70dBm				
GP 60dB 带宽 (329.15MHz)	RBW _(60dB) < 300 kHz				
GP 60dB 带宽 (.....MHz)	RBW _(60dB) < 300 kHz				

表 C.9 1020Hz 幅度调制度校准

校准项目	电平幅度	标准值	实测 平均值	误差	允差	扩展 不确定度 $U(k=2)$	测量结果 是否 符合要求	
1020Hz 幅度调制度 (108.10MHz)	-10dBm	5.00%			$\pm 0.50\%$			
	.....				$\pm 0.50\%$			
	-70dBm				$\pm 0.50\%$			
	1020Hz 幅度调制度 (108.10MHz)	-10dBm	10.00%			$\pm 0.50\%$		
		.....				$\pm 0.50\%$		
		-70dBm				$\pm 0.50\%$		
	1020Hz 幅度调制度 (108.10MHz)	-10dBm	15.00%			$\pm 0.50\%$		
		.....				$\pm 0.50\%$		
		-70dBm				$\pm 0.50\%$		
1020Hz 幅度调制度 (.....MHz)	.....	.....			.....

表 C.10 天线电压驻波比校准

校准项目	标准值	实测平均值	扩展不确定度 U(k=2)	测量结果是否 符合要求
LOC 频段 天线电压驻波比 (.....MHz)	<1.40			
GP 频段 天线电压驻波比 (.....MHz)	<1.40			
.....			

表 C.11 馈线插损校准

校准项目	标准值	实测平均值	扩展不确定度 U(k=2)	测量结果是否 符合要求
LOC 频段 每米馈线的插入损耗 I_M (.....MHz)	<0.25dB/m			
GP 频段 每米馈线的插入损耗 I_M (.....MHz)	<0.25dB/m			
.....			

附录 D

测量不确定度评定示例

D.1 LOC电平幅度测量不确定度（标准调制源法）

D.1.1 不确定度来源和数学模型

采用标准调制源法的测量不确定度来源主要包括测量重复性、标准信号发生器误差、测试电缆衰减量误差，建立如公式D.1.1所示的不确定度评定数学模型。

$$\delta_A = A_0 - A_1 - A_2 \quad (\text{D.1.1})$$

式中：

δ_A ——被校FTS电平幅度误差；

A_0 ——被校FTS电平幅度示值；

A_1 ——标准信号源输出的电平幅度；

A_2 ——测试电缆的衰减量（测试电缆长度以1米为例）。

注：

1) 被校FTS电平幅度示值。通过重复测量获得的一组独立测得值的平均值，指在相同测量条件下（相同的测量程序、相同的观测者、相同的测量仪器、相同的地点），短时间内对同一被测量进行连续多次的测量。其误差主要由于所有影响结果的的影响量（包括但不限于仪器设备、操作人员、环境条件等）不能完全保持恒定而引起的。该不确定度分量可根据重复性测量获得的一组测量值的统计分布，按不确定度的A类进行评定。

2) 标准信号源输出的电平幅度。其误差由标准信号源的计量性能（如最大允许误差、灵敏度、分辨力、稳定性等）的局限性而引起的。该不确定度分量可通过对标准信号源校准得到，通常按B类测量不确定度评定。

3) 测试电缆的衰减量。其误差由测试电缆的计量性能（如最大允差、稳定性等）的局限性而引起。该不确定度分量可通过对测试电缆校准得到，通常按B类测量不确定度评定。

D.1.2 标准不确定度分量的评定

D.1.2.1 测量重复性

测量重复性引入的不确定度 u_a 主要来自被校FTS示值的重复性，可以通过连续测量得到测量列，采用A类评定方法计算贝塞尔公式。

标准信号源按本规范校准方法设置,连续不少于6次测得的-50.00dBm数据结果如表D.1.1中所示。

表 D.1.1 LOC 电平幅度-50.00dBm 测量结果

第1次	第2次	第3次	第4次	第5次	第6次	平均值
-50.82dBm	-50.73dBm	-50.80dBm	-50.75dBm	-50.75dBm	-50.78dBm	-50.772dBm

LOC调制度和 (SDM) 标称值标准偏差:

$$S(x_k) = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} = 0.031 \text{ dB}$$

得到测量重复性引入的标准不确定度分量为:

$$u_a = S(x_k) / \sqrt{n} = 0.031 / \sqrt{6} = 0.013 \text{ dB}$$

D.1.2.2 信号源电平幅度

标准信号发生器误差引入的不确定度分量 u_{b1} 按B类评定。

根据本规范5.2.1校准技术指标给出的误差范围、不确定区间等信息,可知标准信号发生器的电平幅度不确定度 $U=0.7\text{dB}$,包含因子 $k=2$ (以满足校准条件的校准仪器及配套设备的实际检测误差计算或确切的不确定度数值为准)。标准信号发生器误差引入的不确定度分量 u_{b1} :

$$u_{b1} = \frac{U}{K} = \frac{0.7}{2} = 0.35 \text{ dB}$$

注:

根据《JJF1059.1-2012测量不确定度评定与表示》,如果没有特殊要求,校准报告测量结果一律报告扩展不确定度 U 、包含因子 k ,以明确其置信概率。

1) 在通常的测量中,概率分布近似为正态分布时,取 $k=2$,所确定的区间具有的包含概率约为95%;取 $k=3$,所确定的区间具有的包含概率约为99%。若校准报告给出不确定度 U_{95} 或 U_{99} ,未给出包含因子 k ,按校准报告 U_{95} 或 U_{99} ,对应取 $k=2$ 或3。

2) 若校准报告测量结果为不确定度 U_p 及 k_p ,可以确定其概率分布不是正态分布,而是接近其他某种分布(例如均匀分布等),标准信号发生器误差引入的不确定度分量 u_{b1} 用 U_p 及 k_p 计算。

3) 若校准报告给出相对不确定度 U_{rel} 及 k ,其标准信号发生器不确定度 U 为:

$$U = U_{rel} \times \text{设置值}$$

D.1.2.3 测试电缆衰减量

测试电缆衰减量误差引入的不确定度按B类评定。

由根据本规范5.2.4校准技术指标可知测试电缆线损： $\leq 0.13\text{dB/m}$ ，不确定度 $U \leq 0.05\text{dB}$ ，包含因子 $k=2$ （以满足校准条件的校准仪器及配套设备的实际检测误差计算或确切的不确定度数值为准）。测试电缆衰减量误差引入的不确定度分量 u_{b2} ：

$$u_{b2} = \frac{U}{K} = \frac{0.05}{2} = 0.025\text{dB}$$

D.1.3 标准不确定度分量汇总表

表 D.1.2 LOC 电平幅度-50.00dBm 标准不确定度分量汇总表

不确定度来源	不确定度种类	符号	数值
测量重复性	A类	u_a	0.013dB
标准信号发生器	B类	u_{b1}	0.35dB
测试电缆	B类	u_{b2}	0.025dB

D.1.4 合成标准不确定度

由于各引入不确定度分量之间相互独立，则合成标准不确定度为：

$$u_c = \sqrt{u_a^2 + u_{b1}^2 + u_{b2}^2} = 0.3511\text{dB}$$

D.1.5 扩展不确定度

取包含因子 $k=2$ ，LOC电平幅度-50dBm扩展不确定度为：

$$U = k \times u_c = 2 \times 0.3511 = 0.71\text{dB}$$

注：报告合成标准不确定度或扩展不确定度的有效位数最多为两位有效数字，为避免修约误差可保留多一些有效数字。最终报告不确定度时，其末位后的数可采取进位而不是舍去。

D.1.6 测量不确定度报告

LOC电平幅度-50dBm的测量结果为： $-50.77\text{dBm} \pm 0.71\text{dB}$ ($k=2$)。

注：对报告的测量结果，需将其修约至与其不确定度有效位数一致，且测量值的修约方式采用四舍六入五凑偶。

D.2 LOC调制度和（SDM）标称值测量不确定度（标准调制源法）

D.2.1 不确定度来源和数学模型

采用标准调制源法的测量不确定度来源主要包括测量重复性、标准信号发生器误差，建立如公式D.2.1所示的不确定评定数学模型。

$$\delta_M = M_0 - M_1 \quad (\text{D.2.1})$$

式中：

δ_M ——被校FTS调制度和（SDM）误差；

M_0 ——被校FTS调制度和（SDM）示值；

M_1 ——标准信号源输出的调制度和（SDM）；

注：

1) 被校FTS调制度和（SDM）示值。通过重复测量获得的一组独立测得值的平均值。该测量重复性引入误差及其不确定度分量见D.1.1注：1)。

2) 标准信号源输出的调制度和（SDM）。其误差由标准信号源的计量性能（如最大允许误差、灵敏度、分辨力、稳定性等）的局限性而引起的。该不确定度可通过对标准信号源校准得到，通常按B类测量不确定度评定。

D.2.2 标准不确定度分量的评定

D.2.2.1 测量重复性

测量重复性引入的不确定度 u_a 主要来自被校FTS示值的重复性，可以通过连续测量得到测量列，采用A类评定方法计算贝塞尔公式。

标准信号源按本规范校准方法设置，连续不少于6次测得的标称值数据结果如表D.2.1中所示。

表 D.2.1 LOC 调制度差（DDM）、调制度和（SDM）标称值测量结果

第 i 次	LOC 调制度和（SDM）40.00%	LOC 调制度差（DDM）0.00%
1	40.26%	0.03%
2	40.28%	-0.02%

表 D. 2. 1 LOC 调制度差 (DDM)、调制度和 (SDM) 标称值测量结果 (续)

第 i 次	LOC 调制度和 (SDM) 40.00%	LOC 调制度差 (DDM) 0.00%
3	40.33%	0.01%
4	40.28%	-0.02%
5	40.30%	0.00%
6	40.29%	0.02%
平均值	40.290%	0.003%

LOC 调制度和 (SDM) 标称值标准偏差:

$$S(x_k) = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} = 0.022\%$$

得到测量重复性引入的标准不确定度分量为:

$$u_a = S(x_k) / \sqrt{n} = 0.022\% / \sqrt{6} = 0.009\%$$

D. 2. 2. 2 信号源调制度

标准信号发生器误差引入的不确定度分量 u_b 按 B 类评定。

根据本规范 5. 2. 1 校准技术指标给出的误差范围、不确定区间等信息, 可知标准信号发生器的 SDM 不确定度 $U=0.1\%$, 包含因子 $k=2$ (以满足校准条件的校准仪器及配套设备的实际检测误差计算或确切的不确定度数值为准)。标准信号发生器误差引入的不确定度分量 u_b :

$$u_b = \frac{U}{K} = \frac{0.1}{2} \% = 0.05\%$$

D. 2. 3 标准不确定度分量汇总表

表 D. 2. 2 LOC 调制度和 (SDM) 标称值标准不确定度分量汇总表

不确定度来源	不确定度种类	符号	数值
测量重复性	A 类	u_a	0.009%
标准信号发生器	B 类	u_b	0.05%

D. 2. 4 合成标准不确定度

由于各引入不确定度分量之间相互独立, 则合成标准不确定度为:

$$u_c = \sqrt{u_a^2 + u_b^2} = 0.0508\%$$

D. 2. 5 扩展不确定度

取包含因子 $k=2$ ，LOC调制度和（SDM）标称值扩展不确定度为：

$$U = k \times u_c = 2 \times 0.0508\% = 0.11\%$$

D. 2. 6 测量不确定度报告

LOC调制度和（SDM）标称值的测量结果为：40.29%±0.11% ($k=2$)。

D. 3 LOC调制度差（DDM）标称值测量不确定度（标准调制源法）

D. 3. 1 不确定度来源和数学模型

建立如公式D.2.1所示的不确定评定数学模型。

D. 3. 2 标准不确定度分量的评定

D. 3. 2. 1 测量重复性

测量重复性引入的不确定度 u_a 主要来自被校FTS示值的重复性，可以通过连续测量得到测量列，采用A类评定方法计算贝塞尔公式。

标准信号源按本规范校准方法设置，连续不少于6次测得的标称值数据结果如表D.2.1所示。

LOC调制度差（DDM）标称值标准偏差：

$$S(x_k) = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} = 0.019\%$$

得到测量重复性引入的标准不确定度分量为：

$$u_a = S(x_k) / \sqrt{n} = 0.019\% / \sqrt{6} = 0.008\%$$

D. 3. 2. 2 信号源调制度

标准信号发生器误差引入的不确定度分量 u_b 按B类评定。

根据本规范5.2.1校准技术指标给出的误差范围、不确定区间等信息，可知标准信号发生器的DDM不确定度 $U=0.03\%+2\% \times$ 设置值，包含因子 $k=2$ （以满足校

准条件的校准仪器及配套设备的实际检测误差计算或确切的不确定度数值为准)。

标准信号发生器误差引入的不确定度分量 u_b ：

$$u_b = \frac{U}{K} = \frac{0.03}{2} \% = 0.015\%$$

D. 3. 3 标准不确定度分量汇总表

表 D. 3. 1 LOC 调制度差 (DDM) 标称值标准不确定度分量汇总表

不确定度来源	不确定度种类	符号	数值
测量重复性	A 类	u_a	0.008%
标准信号发生器	B 类	u_b	0.015%

D. 3. 4 合成标准不确定度

由于各引入不确定度分量之间相互独立，则合成标准不确定度为：

$$u_c = \sqrt{u_a^2 + u_b^2} = 0.0169\%$$

D. 3. 5 扩展不确定度

取包含因子 $k=2$ ，LOC调制度差 (DDM) 标称值扩展不确定度：

$$U = k \times u_c = 2 \times 0.0169\% = 0.04\%$$

D. 3. 6 测量不确定度报告

LOC调制度差 (DDM) 标称值的测量结果为： $0.00\% \pm 0.04\%$ ($k=2$)。

D. 4 LOC调制度差 (DDM) 偏移值测量不确定度 (标准调制源法)

D. 4. 1 不确定度来源和数学模型

建立如公式D.2.1所示的不确定评定数学模型。

D. 4. 2 标准不确定度分量的评定

D. 4. 2. 1 测量重复性

测量重复性引入的不确定度 u_a 主要来自被校FTS示值的重复性，可以通过连续测量得到测量列，采用A类评定方法计算贝塞尔公式。

标准信号源按本规范校准方法设置，连续不少于6次测得的偏移值数据结果如表D.4.1中所示。

表 D. 4. 1 LOC 调制度差 (DDM) 偏移值测量结果

第 i 次	LOC 调制度差 (DDM) +15.50%	LOC 调制度差 (DDM) -15.50%
1	15.58%	-15.62%
2	15.55%	-15.58%
3	15.56%	-15.60%
4	15.58%	-15.61%
5	15.59%	-15.62%
6	15.60%	-15.60%
平均值	15.577%	-15.605%

LOC调制度差 (DDM) 偏移值+15.50%标准偏差:

$$S(x_k) = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} = 0.017\%$$

得到测量重复性引入的标准不确定度分量为:

$$u_{a+} = S(x_k) / \sqrt{n} = 0.017\% / \sqrt{6} = 0.007\%$$

同理，LOC调制度差 (DDM) 偏移值-15.50%测量重复性引入的标准不确定度分量为:

$$u_{a-} = S(x_k) / \sqrt{n} = 0.006\%$$

D. 4. 2. 2 信号源调制度

标准信号发生器误差引入的不确定度分量 u_b 按B类评定。

根据本规范5.2.1校准技术指标给出的误差范围、不确定区间等信息，可知标准信号发生器的DDM不确定度 $U=0.1\%$ ，包含因子 $k=2$ （以满足校准条件的校准仪器及配套设备的实际检测误差计算或确切的不确定度数值为准）。标准信号发生器误差引入的不确定度分量 u_b ：

$$u_b = \frac{U}{K} = \frac{0.1}{2}\% = 0.05\%$$

D. 4. 3 标准不确定度分量汇总表

表 D. 4. 2 LOC 调制度差 (DDM) 偏移值标准不确定度分量汇总表

不确定度来源	不确定度种类	符号	数值
DDM+15.50%测量重复性	A类	u_{a+}	0.007%
DDM-15.50%测量重复性	A类	u_{a-}	0.006%
标准信号发生器	B类	u_b	0.05%

D. 4. 4 合成标准不确定度

由于各引入不确定度分量之间相互独立, 则LOC调制度差 (DDM) 偏移值+15.50%、-15.50%合成标准不确定度分别为:

$$u_{c+} = \sqrt{u_{a+}^2 + u_b^2} = 0.0505\%$$

$$u_{c-} = \sqrt{u_{a-}^2 + u_b^2} = 0.0503\%$$

D. 4. 5 扩展不确定度

取包含因子 $k=2$, LOC调制度差 (DDM) 偏移值+15.50%扩展不确定度:

$$U = k \times u_{c+} = 2 \times 0.0505\% = 0.11\%$$

LOC调制度差 (DDM) 偏移值-15.50%扩展不确定度:

$$U = k \times u_{c-} = 2 \times 0.0503\% = 0.11\%$$

D. 4. 6 测量不确定度报告

LOC调制度差 (DDM) 偏移值+15.50%的测量结果为: $15.58\% \pm 0.11\% (k=2)$ 。

LOC调制度差 (DDM) 偏移值-15.50%的测量结果为: $-15.60\% \pm 0.11\% (k=2)$ 。

D. 5 LOC调制度和 (SDM)、调制度差 (DDM) 标称值测量不确定度 (衰减法)

D. 5. 1 校准方法

a) 按图D. 5. 1连接仪器设备。

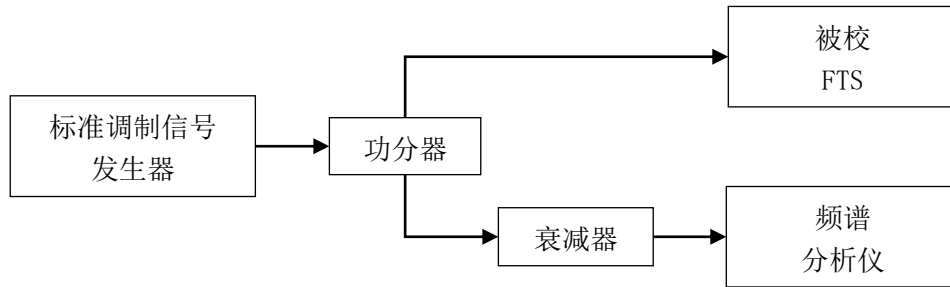


图 D. 5. 1 衰减法 SDM、DDM 校准框图

b) 按本规范步骤6. 2. 2b) 完成LOC预置。

c) 考虑功分器的两路功率分配值为3dB, 调整标准调制信号发生器载波射频电平为3.00dBm。

d) 设置衰减器的衰减值为0dB。

e) 设置衰减器的衰减量 A_u , 读取频谱分析仪载波幅度的变化量 A_1 。

$$A_u = 20 \log(m_a/2)$$

式中:

m_a ——90Hz、150Hz调幅度(当SDM=40.00%、DDM=0.00%时, $m_a = 20.00\%$)。

f) 将衰减器的衰减量重置为0dB。

g) 调整标准调制信号发生器DDM值, 使频谱分析仪90Hz上下边频幅度与150Hz上下边频幅度相等。

$$A_{90up} + A_{90low} = A_{150up} + A_{150low}$$

h) 调整标准调制信号发生器SDM值, 读取频谱分析仪的载波幅度和90Hz或150Hz上下边频幅度的差值 A_2 , 使得 $A_2 = A_1$ 。

$$A_2 = \frac{1}{2}(A_{90up} + A_{90low}) - A_c$$

式中:

A_c ——为载波幅度, dBm;

A_{90up} ——为90Hz上边频幅度, dBm;

A_{90low} ——为90Hz下边频幅度, dBm;

i) 读取被校FTS显示屏上的SDM、DDM示值, 不少于6次, 为该频点该电平SDM和DDM标称值示值, 记录于附录B表B. 3中。

j) 在本规范6.5规定的频率、幅度（需考虑3dB功分）范围内，改变标准调制信号发生器的载波频率、幅度，重复步骤 d) ~ i)。

D.5.2 不确定度来源和数学模型

衰减法的测量不确定度来源主要包括测量重复性引入的不确定度 u_a 、频谱分析仪测量衰减时数字量化误差引入的不确定度 u_{b1} 、衰减器定标引入的不确定度 u_{b2} ，建立如公式D.5.1所示的不确定评定数学模型。

$$M_a = 2 \times 10^{A_u/20} \times 100\% \quad (\text{D.5.1})$$

式中：

M_a ——被校FTS SDM DDM示值中90Hz、150Hz调制度；

A_u ——衰减器的衰减量，通过频谱分析仪的衰减测量值传递给测试信号。

由于各引入不确定度分量之间相互独立，所以合成标准不确定度为：

$$u_c = \sqrt{u_a^2 + c_{b1}^2 u_{b1}^2 + c_{b2}^2 u_{b2}^2} \quad (\text{D.5.2})$$

式中，灵敏系数：

$$c_{b1} = c_{b2} = \frac{\partial M_a}{\partial A} = \frac{\ln 10}{20} \times M_a \quad (\text{D.5.3})$$

D.5.3 标准不确定度分量的评定

D.5.3.1 测量重复性

测量重复性引入的不确定度 u_a 主要来自被校FTS示值的重复性，采用A类评定方法计算贝塞尔公式。

连续不少于6次测得的标称值数据结果如表D.5.1中所示。

表 D.5.1 调制度差 (DDM)、调制度和 (SDM) 标称值测量结果

第 i 次	LOC 调制度和 (SDM) 40.00%	LOC 调制度差 (DDM) 0.00%
1	40.15%	0.01%
2	40.11%	-0.02%
3	40.22%	0.02%
4	40.13%	-0.01%
5	40.09%	0.00%

表 D.5.1 调制度差 (DDM)、调制度和 (SDM) 标称值测量结果 (续)

第 i 次	LOC 调制度和 (SDM) 40.00%	LOC 调制度差 (DDM) 0.00%
6	40.18%	0.01%
平均值	40.147%	0.002%

LOC 调制度和 (SDM) 标称值标准偏差:

$$S(x_k) = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} = 0.043\%$$

得到调制度和 (SDM) 标称值测量重复性引入的标准不确定度分量为:

$$u_{as} = S(x_k) / \sqrt{n} = 0.043\% / \sqrt{6} = 0.018\%$$

同理, 调制度差 (DDM) 标称值测量重复性引入的标准不确定度分量为:

$$u_{ad} = 0.005\%$$

D.5.3.2 频谱分析仪测量衰减时数字量化

数字量化误差引入的不确定度分量 u_{b1} 按 B 类评定。

以频谱分析仪的分辨力为 0.01 dB, 截断误差为 ± 0.005 dB 为例, 按均匀分布取 $k = \sqrt{3}$ 计算 (以频谱分析仪参数手册和相应的证书为准)。则:

$$u_{b1} = 0.005 / \sqrt{3} = 0.003 \text{ dB}$$

根据式 D.5.3, 灵敏系数 $c_{b1} = 0.0231$ 。

D.5.3.3 衰减器定标

衰减器定标引入的不确定度分量 u_{b2} 按 B 类评定。

当 SDM=40.00%、DDM=0.00% 时, 90Hz、150Hz 的调制度 $m_a = 20.00\%$ 。以衰减器衰减量为 0 dB ~ 60 dB 时, 不确定度为 0.01 dB ~ 0.10 dB ($k=2$) 为例 (以衰减器参数手册和相应的证书为准)。根据步骤 D.4.1 e) 计算, 使用的衰减量值 A_u 约为 20 dB, 故该衰减量不确定度为 0.04 dB ($k=2$)。则:

$$u_{b2} = 0.04 / 2 \text{ dB} = 0.02 \text{ dB}$$

根据式 D.5.3, 灵敏系数 $c_{b2} = 0.0231$ 。

D. 5. 4 标准不确定度分量汇总表

表 D. 5. 2 LOC 调制度和 (SDM)、调制度差 (DDM) 标称值标准不确定度分量汇总表

不确定度来源	不确定度种类	符号	数值
SDM 测量重复性	A 类	u_{as}	0. 018%
DDM 测量重复性	A 类	u_{ad}	0. 005%
量化误差	B 类	u_{b1}	0. 003dB
衰减定标	B 类	u_{b2}	0. 02dB

D. 5. 5 合成标准不确定度

根据式D.5.2, 则LOC调制度和 (SDM) 标称值合成标准不确定度为:

$$u_{cs} = \sqrt{u_{as}^2 + c_{b1}^2 u_{b1}^2 + c_{b2}^2 u_{b2}^2} = 0. 050\%$$

同理, LOC调制度差 (DDM) 合成标称值标准不确定度为:

$$u_{cd} = \sqrt{u_{ad}^2 + c_{b1}^2 u_{b1}^2 + c_{b2}^2 u_{b2}^2} = 0. 047\%$$

D. 5. 6 扩展不确定度

取包含因子 $k=2$, LOC调制度和 (SDM) 标称值扩展不确定度为:

$$U = k \times u_{cs} = 2 \times 0. 050\% = 0. 10\%$$

LOC调制度差 (DDM) 标称值扩展不确定度为:

$$U = k \times u_{cd} = 2 \times 0. 047\% = 0. 10\%$$

D. 5. 7 测量不确定度报告

LOC调制度和 (SDM) 标称值的测量结果为: $40. 15\% \pm 0. 10\% (k=2)$ 。

LOC调制度差 (DDM) 标称值的测量结果为: $0. 00\% \pm 0. 10\% (k=2)$ 。