



中华人民共和国国家计量技术规范

JJF1***-2020

超高频无源射频识别（RFID）标签 OTA 测量方法

OTA Test Method for UHF Passive RFID Tag

（征求意见稿）

××××-××-×× 发布

××××-××-×× 实施

国家质量监督检验检疫总局 发布

射频识别（RFID）标签OTA测量
方法

OTA Test Method for RFID Tag

JJF 1***-2020

归口单位：全国无线电计量技术委员会

主要起草单位：中国计量科学研究院

无锡市计量测试院

参加起草单位：重庆唯申科技有限公司

中国电子技术标准化研究院

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：

参加起草人：

目 录

引 言.....	II
1 范围.....	4
2 引用文件.....	4
3 术语.....	4
4 概述.....	5
5 测试条件.....	5
5.1 测试环境.....	5
5.2 测试场地.....	6
5.3 测试系统.....	6
6 信道参数和模拟方法.....	6
7 测试项目和测试方法.....	7
7.1 测试项目.....	7
7.2 测试条件.....	8
7.3 识别率测试方法.....	8
7.4 识别距离测试方法.....	9
7.5 读取距离测试方法.....	10
7.6 写入距离测试方法.....	10
8 测试结果.....	11
附录 A 原始记录格式.....	13
附录 B 测试报告格式.....	14
附录 C 无线信道条件测试用例.....	15
附录 D 射频识别标签的辐射性能参数换算.....	16
附录 E 主要项目校准不确定度评定示例.....	18

引 言

本测试方法的编制依据 JJF 1071-2010 《国家计量校准规范编写规则》。

本测试方法采用了以下的国内和国际标准：

GB/T 29261.3-2012 信息技术 自动识别和数据采集技术 词汇 第 3 部分：射频识别

GB/T 29768-2013 信息技术 射频识别 800/900MHz 空中接口协议。

GB/T 35102-2017 信息技术 射频识别 800/900MHz 空中接口符合性测试方法

GB/T 36365-2018 信息技术 射频识别 800/900MHz 无源标签通用规范

ISO/IEC 18000-63：2015 信息技术物品管理的射频识别第 63 部分：860MHz~960MHz 频段 C 类空中接口参数（Information technology - Radio frequency identification for item management - Part 63:Parameters for air interface communications at 860 MHz to 960 MHz Type C）

ISO/IEC 18046-3：2012 信息技术射频识别装置性能试验方法第 3 部分：标签性能试验方法（Information technology - Radio frequency identification device performance test methods - Part 3: Testmethods for tag performance）

ISO/IEC 18047-6：2012 信息技术射频识别装置一致性试验方法第 6 部分：860 MHz~960 MHz 通信的空中接口的试验方法（Information technology - Radio frequency identification device conformancetest methods - Part 6: Test methods for air interface communications at 860 MHz to 960 MHz）

主要采用的内容为频率、功率、调制等方面的要求。

本测试方法规定了无线信道条件的技术参数和模拟方法，以及射频识别标签在特定的无线信道条件下的测试项目和测试方法，测试项目包括在不同路径衰减和时延展宽条件下的识别率、识别距离、读取距离和写入距离。本测试方法在附录中给出了识别率、识别距离、读取距离和写入距离的测试不确定度评定示例。

本测试方法为首次发布。

射频识别（RFID）标签 OTA 测量方法

1 范围

本测试方法规定了无线信道条件的技术参数和模拟方法，以及射频识别标签在特定的无线信道条件下的测试项目和测试方法，适用于800/900MHz频段（840 MHz~960 MHz）的射频识别标签在特定的无线信道条件下的测试，其它频段的射频识别标签的测试可以参考此方法。

2 引用文件

GB/T 29261.3-2012 信息技术 自动识别和数据采集技术 词汇 第3部分：射频识别

GB/T 29768-2013 信息技术 射频识别 800/900MHz 空中接口协议。

GB/T 35102-2017 信息技术 射频识别 800/900MHz 空中接口符合性测试方法

GB/T 36365-2018 信息技术 射频识别 800/900MHz 无源标签通用规范

ISO/IEC 18000-63: 2015 信息技术物品管理的射频识别第63部分：860MHz~960MHz 频段 C类空中接口参数（Information technology - Radio frequency identification for item management - Part 63:Parameters for air interface communications at 860 MHz to 960 MHz Type C）

ISO/IEC 18046-3: 2012 信息技术射频识别装置性能试验方法第3部分：标签性能试验方法（Information technology - Radio frequency identification device performance test methods - Part 3: Testmethods for tag performance）

ISO/IEC 18047-6:2012 信息技术射频识别装置一致性试验方法第6部分：860 MHz~960 MHz通信的空中接口的试验方法（Information technology - Radio frequency identification device conformancetest methods - Part 6: Test methods for air interface communications at 860 MHz to 960 MHz）

凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本测试方法。

3 术语

GB/T 29261.3-2012界定的术语和定义适用于本文件。

3.1 射频识别 radio frequency identification, RFID

RFID是一种无线通信技术，可以通过无线电信号识别特定目标并读写相关数据，而无需识别系统与特定目标之间建立机械或者光学接触。

RFID技术是在频谱的射频部分，利用电磁耦合或感应耦合，通过各种调制和编码方案，与射频标签交互通信唯一读取射频标签身份的技术。

3.2 空中测试 over-the-air, OTA

OTA是一种无线测试技术，可以在特定的无线信道条件下测试产品在三维空间各个方向的发射和接收性能，相对于传导测试更能直接地反映产品的辐射性

能。

OTA技术能够模拟产品的无线信号在空气中的传输场景,是一种在自由空间验证产品辐射性能的综合性测试方法,非常接近产品实际应用场景。

3.3 识别率 Identification Ratio

识别率是读写器识别射频识别标签成功的次数和读写器识别射频识别标签的总次数之间的比值。

3.4 识别距离 Identification Range

识别距离是射频识别标签能够成功执行识别操作的最远距离,当读写器的输出功率改变时该距离也会改变。

3.5 读取距离 Read Range

读取距离是射频识别标签能够成功执行读取操作的最远距离,当读写器的输出功率改变时该距离也会改变。

3.6 写入距离 Write Range

写入距离是射频识别标签能够成功执行写入操作的最远距离,当读写器的输出功率改变时该距离也会改变。

4 概述

本测试方法规定了无线信道条件的技术参数和模拟方法,以及射频识别标签在特定的无线信道条件下的测试项目和测试方法,用于评估射频识别标签应用于不同的应用场景时,其辐射性能参数受不同的无线信道条件影响所发生的改变。

无线信道条件的技术参数包括路径衰减和时延展宽,通过电磁混响室外部连接的程控衰减器和内部加载的不同数量的吸波材料的配合下,在一定范围内定量模拟具有特定无线信道参数的非理想无线信道,即能够模拟不同的应用场景。

射频识别标签的测试项目包括识别率、识别距离、读取距离和写入距离,通过测试仪表产生符合射频识别标签通信协议的命令信号,分析被测标签返回的响应信号并计算射频识别标签的辐射性能参数。

5 测试条件

5.1 测试环境

本测试方法中的各项测试均在如下环境中进行:

- a) 环境温度: $23\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$
- b) 相对湿度: 20%~80%
- c) 大气压: 86kPa~106kPa
- d) 电源电压及频率: $220(1\pm 10\%)\text{ V}$ 、 $(50\pm 1)\text{ Hz}$
- e) 周围无影响仪器正常工作的电磁干扰和机械振动。

5.2 测试场地

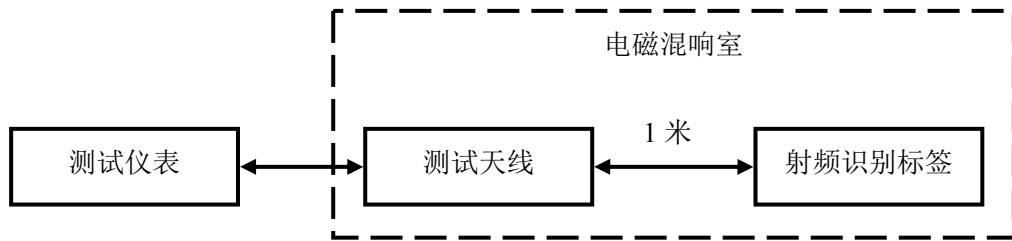


图 1：测试场地示意图

射频识别标签 OTA 测试场地见图 1，测试仪表位于电磁混响室外部，通过射频线缆与电磁混响室内部的测试天线连接，通过空中接口与射频识别标签进行通信。电磁混响室外部尺寸不小于 2 米*1 米*1 米，内部工作区长度不小于 1 米，测试天线和射频识别标签之间的距离为 1 米。

5.3 测试系统

电磁混响室频率范围覆盖 800MHz~3GHz，屏蔽效能不小于 90dB，场均匀性不大于 3dB，路径衰减范围覆盖 10dB~40dB，精度不大于 0.5dB，均方根时延展宽范围覆盖 100ns~300ns，精度不大于 25ns，搅拌桨精度不大于 1°。

测试天线采用对数周期天线，频率范围覆盖 800MHz~3GHz，最大输入功率不小于 10W，增益不小于 5dBi，驻波比不大于 1.5:1，回波损耗不大于 -14dB，天线系数不小于 25dB/m。

测试仪表频率范围覆盖 800MHz~3GHz，频率准确度不大于 2.5ppm，输出功率范围覆盖 0dBm~30dBm，功率步进不大于 0.5dB，功率准确度不大于 0.5dB，接收灵敏度不大于 -80dBm，载波抑制比不小于 30dB，相位噪声不大于 -110dBc/Hz，调制解调方式支持 DSB-ASK、SSB-ASK、PR-ASK，采样率不小于 100MS/s，采样位数不小于 16bit。

6 信道参数和模拟方法

无线信道条件的技术参数包括路径衰减和时延展宽，其中路径衰减参数表征了无线信道对射频信号的功率方面产生的影响，时延展宽表征了无线信道对射频信号的时延方面产生的影响。

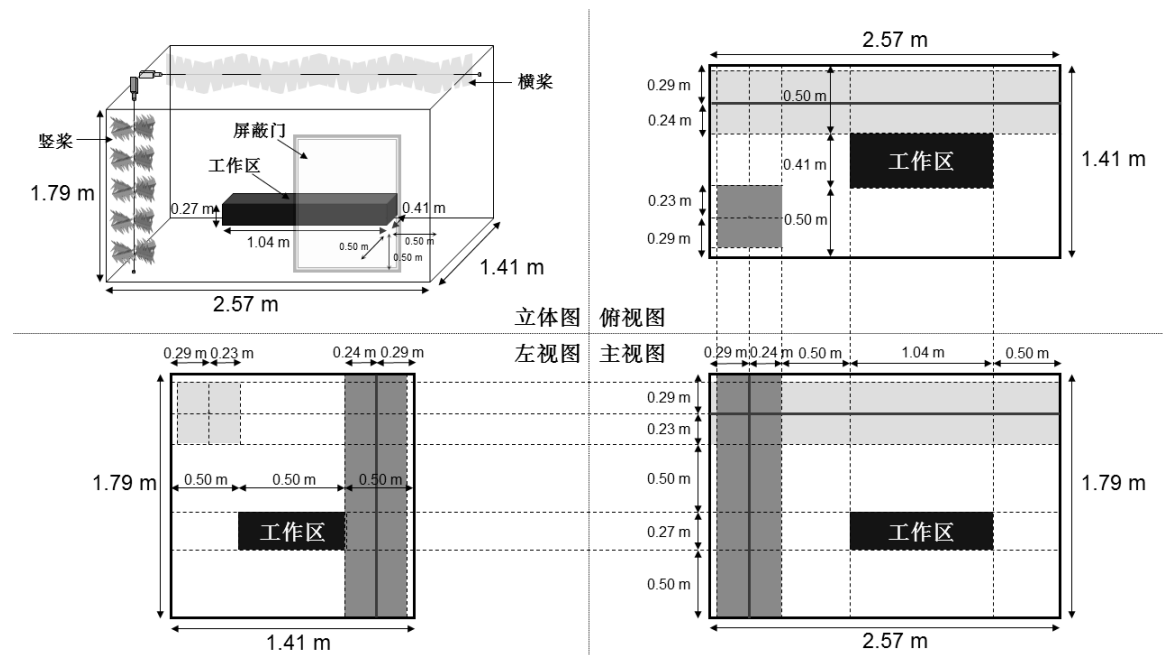


图 2：电磁混响室示意图

无线信道条件的模拟采用电磁混响室来实现，示意图见图 2，在外部连接的程控衰减器和内部加载的不同数量的吸波材料的配合下，电磁混响室能够在一定范围内定量模拟具有特定无线信道参数的非理想无线信道，即能够模拟不同的应用场景。

路径衰减参数的模拟通过在测试仪表和电磁混响室之间连接的程控衰减器来实现，在模拟不同路径衰减参数时，使用测试仪表控制程控衰减器的设置不同的衰减值，衰减值与电磁混响室所模拟的路径衰减参数的修正值，应经过计量校准后进行补偿。

时延展宽参数的模拟通过在电磁混响室内部加载的吸波材料来实现，在模拟不同的时延展宽参数时，在不同位置加载不同数量的吸波材料，加载条件与电磁混响室所模拟的时延展宽参数对照表，应经过计量校准后给出。

当路径衰减参数的取值为一种特定值，并且时延展宽参数的取值也为一种特定值时，即模拟了一种特定的无线信道条件。在该条件下进行射频识别标签的测试时，还需要使用测试仪表控制电磁混响室内部的搅拌桨进行旋转，具体为以 3.6° 为步长旋转 360° ，搅拌桨分别在 100 个步长位置上停留，并使用测试仪表对射频识别标签进行测试。在该条件下完成测试后，对搅拌桨处于各种不同角度时的测试结果进行平均，来代表一种特定的信道条件下的测试结果。

7 测试项目和测试方法

7.1 测试项目

7.1.1 识别率

在一种或多种特定的信道条件下，使用测试仪表以固定的射频参数和协议参数，产生符合射频识别标签通信协议的识别命令信号，对标签进行识别操作，接收并分析被测标签返回的响应信号，计算射频识别标签的识别率。

7.1.2 识别距离

在一种或多种特定的信道条件下，使用测试仪表以可变的射频参数和固定的

协议参数，产生符合射频识别标签通信协议的识别命令信号，对标签进行识别操作，接收并分析被测标签返回的响应信号，计算射频识别标签的识别距离。

7.1.3 读取距离

在一种或多种特定的信道条件下，使用测试仪表以可变的射频参数和固定的协议参数，产生符合射频识别标签通信协议的读取命令信号，对标签进行读取操作，接收并分析被测标签返回的响应信号，计算射频识别标签的读取距离。

7.1.4 写入距离

在一种或多种特定的信道条件下，使用测试仪表以可变的射频参数和固定的协议参数，产生符合射频识别标签通信协议的写入命令信号，对标签进行写入操作，接收并分析被测标签返回的响应信号，计算射频识别标签的写入距离。

7.2 设置参数

电磁混响室的无线信道参数测试条件见表 1，进行射频识别标签的测试时，可以根据具体测试需求，选择是否采用本测试方法推荐的无线信道参数条件进行测试。

表 1 无线信道参数

	路径衰减 (dB)	均方根时延展宽 (ns)	搅拌角度 (°)
参数范围	10~40	100~300	0~360
参数步进	1	100	3.6

测试仪表的射频参数测试条件见表 2，协议参数测试条件见表 3 和表 4，进行射频识别标签的测试时，可以根据具体测试需求，选择是否采用本测试方法推荐的射频参数条件和协议参数条件进行测试。

表 2 射频参数

频率 (MHz)	功率 (dBm)	调制方式	调制深度 (%)
922.375	20 (识别率测试) 0~30 可变(其他测试)	DSB-ASK	90

表 3 ISO 18000-63 协议参数

DR	M	T _{text}	T _{ari} (us)	PW (us)	RT _{cal} (us)	TR _{cal} (us)
8	1	0	25	12.5	62.5	100

表 4 GB/T 29768 协议参数

反向链路速率 因子	编码选择	前导信号指示	前向链路基准 时间 (us)	脉冲宽度 (us)
0000	00	0	12.5	12.5

7.3 识别率测试方法

a) 参照附录 C 表 C.1 选择计划测试的第一个测试用例，通过查询路径衰减参数的修正值，得到该测试用例下路径衰减参数对应的程控衰减值，通过查询时延展宽参数的对照表，得到该测试用例下时延展宽参数对应的吸波材料加载条

件；

b) 根据所需的程控衰减值，控制程控衰减器设置为特定的衰减值，根据所需的加载条件，在电磁混响室内的特定位置加载特定数量的吸波材料，完成无线信道条件的模拟；

c) 使用测试仪表控制搅拌桨旋转至角度为 0° ，将被测射频识别标签放置于电磁混响室内的工作区，被测标签处于准备状态，按被测标签可接受的参数设置测试仪表的射频参数和协议参数；

d) 测试仪表发送启动查询命令和编码获取命令的命令组合，对标签进行识别操作，接收并分析被测标签返回的响应信号，如果被测标签返回了正确的响应信号，则记录为标签识别成功，否则记录为标签识别失败；

e) 测试仪表以相同的射频参数和协议参数重复步骤 d)若干次，统计被测标签的识别率，记录于附录 A 表 A.1 中；

f) 使用测试仪表控制搅拌桨旋转至下一个角度，重复步骤 d)和 e)，直到在所有的角度上完成被测标签的测试，按照公式 1 统计被测标签的识别率，作为当前测试用例对应的无线信道条件下的测试结果，记录于附录 B 表 B.1 中；

$$R = \frac{N1}{N2} \times 100\%$$

R: 识别率，单位%

N1: 识别成功次数，单位次

N2: 识别总次数，单位次

公式 1: 识别率计算公式

g) 选择计划测试的下一个测试用例，重复步骤 a)到 f)，直到所有计划测试的测试用例均测试完成。

7.4 识别距离测试方法

a) 参照附录 C 表 C.1 选择计划测试的第一个测试用例，通过查询路径衰减参数的修正值，得到该测试用例下路径衰减参数对应的程控衰减值，通过查询时延展宽参数的对照表，得到该测试用例下时延展宽参数对应的吸波材料加载条件；

b) 根据所需的程控衰减值，控制程控衰减器设置为特定的衰减值，根据所需的加载条件，在电磁混响室内的特定位置加载特定数量的吸波材料，完成无线信道条件的模拟；

c) 使用测试仪表控制搅拌桨旋转至角度为 0° ，将被测射频识别标签放置于电磁混响室内的工作区，被测标签处于准备状态，按被测标签可接受的参数设置测试仪表的射频参数和协议参数；

d) 测试仪表发送启动查询命令和编码获取命令的命令组合，对标签进行识别操作，接收并分析被测标签返回的响应信号，如果被测标签返回了正确的响应信号，则记录为标签识别成功，否则记录为标签识别失败；

e) 如果步骤 d)中标签识别成功，则测试仪表降低输出功率 0.5dBm，如果步骤 d)中标签识别失败，则测试仪表提高输出功率 0.5dBm，保持其他射频参数和协议参数不变，重复步骤 d)若干次，直到标签刚好能够识别成功，根据标签能够识别成功的测试仪表最小输出功率，以及被测标签和测试天线之间的距离，按照公式 2 计算被测标签的识别距离，记录于附录 A 表 A.2 中；

$$D = R * 10^{\left(\frac{33 - P + G}{20}\right)}$$

D: 读写距离, 单位 m

R: 测试距离, 单位 m

P: 输出功率, 单位 W

G: 天线增益, 单位倍

公式 2: 距离计算公式

f) 使用测试仪表控制搅拌桨旋转至下一个角度, 重复步骤 d)和 e), 直到在所有的角度上完成被测标签的测试, 统计被测标签的识别距离, 作为当前测试用例对应的无线信道条件下的测试结果, 记录于附录 B 表 B.2 中;

g) 选择计划测试的下一个测试用例, 重复步骤 a)到 f), 直到所有计划测试的测试用例均测试完成。

7.5 读取距离测试方法

a) 参照附录 C 表 C.1 选择计划测试的第一个测试用例, 通过查询路径衰减参数的修正值, 得到该测试用例下路径衰减参数对应的程控衰减值, 通过查询时延展宽参数的对照表, 得到该测试用例下时延展宽参数对应的吸波材料加载条件;

b) 根据所需的程控衰减值, 控制程控衰减器设置为特定的衰减值, 根据所需的加载条件, 在电磁混响室内的特定位置加载特定数量的吸波材料, 完成无线信道条件的模拟;

c) 使用测试仪表控制搅拌桨旋转至角度为 0° , 将被测射频识别标签放置于电磁混响室内的工作区, 被测标签处于准备状态, 按被测标签可接受的参数设置测试仪表的射频参数和协议参数;

d) 测试仪表发送启动查询命令、编码获取命令和读取命令的命令组合, 对标签进行读取操作, 接收并分析被测标签返回的响应信号, 如果被测标签返回了正确的响应信号, 则记录为标签读取成功, 否则记录为标签读取失败;

e) 如果步骤 d)中标签读取成功, 则测试仪表降低输出功率 0.5dBm, 如果步骤 d)中标签读取失败, 则测试仪表提高输出功率 0.5dBm, 保持其他射频参数和协议参数不变, 重复步骤 d)若干次, 直到标签刚好能够读取成功, 根据标签能够读取成功的测试仪表最小输出功率, 以及被测标签和测试天线之间的距离, 按照公式 2 计算被测标签的读取距离, 记录于附录 A 表 A.2 中; f) 使用测试仪表控制搅拌桨旋转至下一个角度, 重复步骤 d)和 e), 直到在所有的角度上完成被测标签的测试, 统计被测标签的读取距离, 作为当前测试用例对应的无线信道条件下的测试结果, 记录于附录 B 表 B.2 中;

g) 选择计划测试的下一个测试用例, 重复步骤 a)到 f), 直到所有计划测试的测试用例均测试完成。

7.6 写入距离测试方法

a) 参照附录 C 表 C.1 选择计划测试的第一个测试用例, 通过查询路径衰减参数的修正值, 得到该测试用例下路径衰减参数对应的程控衰减值, 通过查询时延展宽参数的对照表, 得到该测试用例下时延展宽参数对应的吸波材料加载条件;

b) 根据所需的程控衰减值, 控制程控衰减器设置为特定的衰减值, 根据所

需的加载条件，在电磁混响室内的特定位置加载特定数量的吸波材料，完成无线信道条件的模拟；

c) 使用测试仪表控制搅拌桨旋转至角度为 0° ，将被测射频识别标签放置于电磁混响室内的工作区，被测标签处于准备状态，按被测标签可接受的参数设置测试仪表的射频参数和协议参数；

d) 测试仪表发送启动查询命令、编码获取命令和写入命令的命令组合，对标签进行写入操作，接收并分析被测标签返回的响应信号，如果被测标签返回了正确的响应信号，则记录为标签写入成功，否则记录为标签写入失败；

e) 如果步骤 d) 中标签写入成功，则测试仪表降低输出功率 0.5dBm ，如果步骤 d) 中标签写入失败，则测试仪表提高输出功率 0.5dBm ，保持其他射频参数和协议参数不变，重复步骤 d) 若干次，直到标签刚好能够写入成功，根据标签能够写入成功的测试仪表最小输出功率，以及被测标签和测试天线之间的距离，按照公式 2 计算被测标签的写入距离，记录于附录 A 表 A.2 中；

f) 使用测试仪表控制搅拌桨旋转至下一个角度，重复步骤 d) 和 e)，直到在所有的角度上完成被测标签的测试，统计被测标签的写入距离，作为当前测试用例对应的无线信道条件下的测试结果，记录于附录 B 表 B.2 中；

g) 选择计划测试的下一个测试用例，重复步骤 a) 到 f)，直到所有计划测试的测试用例均测试完成。

8 测试结果

完成测试后出具测试报告，记录被测标签在不同路径衰减和时延展宽条件下的识别率、识别距离、读取距离和写入距离测试结果。测试报告由封面和测试数据组成。封面由测试机构确定同一格式，测试数据按附录所列数据表格，并可根据被测标签的情况进行填写。报告至少包括以下信息：

- a) 标题：“测试报告”；
- b) 实验室名称和地址；
- c) 进行测试的地点（如果与实验室的地址不同）；
- d) 报告的唯一性标识（如编号），每页及总页数的标识；
- e) 客户的名称和地址；
- f) 被测标签的描述和明确标识；
- g) 进行测试的日期，如果与测试结果的有效性和应用有关时，应说明被测标签的接收日期；
- h) 产品的抽样，如果与测试结果的有效性应用有关时，应对被测标签的抽样程序进行说明；
- i) 测试所依据的技术规范的标识，包括名称及代号；
- j) 本次测试所用测量标准的溯源性及有效性说明；
- k) 测试环境的描述；
- l) 测试结果及其测量不确定度的说明；
- m) 对测试方法的偏离的说明；
- n) 测试报告签发人的签名、职务或等效标识；
- o) 测试结果仅对被测标签有效的说明；

p) 未经实验室书面批准，不得部分复制报告的声明。

附录 A

原始记录格式

表 A.1 识别率

时延展宽 (ns)	路径衰减 (dB)	搅拌角度 (deg)	识别率 (%)	不确定度 ($k=2$)

表 A.2 识别距离

时延展宽 (ns)	路径衰减 (dB)	搅拌角度 (deg)	识别距离 (m)	不确定度 ($k=2$)

表 A.3 读取距离

时延展宽 (ns)	路径衰减 (dB)	搅拌角度 (deg)	读取距离 (m)	不确定度 ($k=2$)

表 A.4 写入距离

时延展宽 (ns)	路径衰减 (dB)	搅拌角度 (deg)	写入距离 (m)	不确定度 ($k=2$)

附录 B

测试报告格式

表 B.1 识别率

时延展宽 (ns)	路径衰减 (dB)	识别率 (%)	不确定度 ($k=2$)

表 B.2 识别距离

时延展宽 (ns)	路径衰减 (dB)	识别距离 (m)	不确定度 ($k=2$)

表 B.3 读取距离

时延展宽 (ns)	路径衰减 (dB)	读取距离 (m)	不确定度 ($k=2$)

表 B.4 写入距离

时延展宽 (ns)	路径衰减 (dB)	写入距离 (m)	不确定度 ($k=2$)

附录 C

无线信道条件测试用例

无线信道条件测试用例见表 C.1，进行射频识别标签的测试时，可以根据不同应用场景的测试需求，从中选择一种或多种特定的信道条件进行测试。

表 C.1 无线信道条件测试用例

序号	时延展宽 (ns)	路径衰减 (dB)	序号	时延展宽 (ns)	路径衰减 (dB)	序号	时延展宽 (ns)	路径衰减 (dB)
1	100	10	32	200	10	63	300	10
2		11	33		11	64		11
3		12	34		12	65		12
4		13	35		13	66		13
5		14	36		14	67		14
6		15	37		15	68		15
7		16	38		16	69		16
8		17	39		17	70		17
9		18	40		18	71		18
10		19	41		19	72		19
11		20	42		20	73		20
12		21	43		21	74		21
13		22	44		22	75		22
14		23	45		23	76		23
15		24	46		24	77		24
16		25	47		25	78		25
17		26	48		26	79		26
18		27	49		27	80		27
19		28	50		28	81		28
20		29	51		29	82		29
21		30	52		30	83		30
22		31	53		31	84		31
23		32	54		32	85		32
24		33	55		33	86		33
25		34	56		34	87		34
26		35	57		35	88		35
27		36	58		36	89		36
28		37	59		37	90		37
29		38	60		38	91		38
30		39	61		39	92		39
31		40	62		40	93		40

附录 D

射频识别标签的辐射性能参数换算

本测试方法中，射频识别标签的辐射性能参数表达形式采用“读写距离”，在不同的技术规范中，常用的表达形式还包括“电场强度阈值”和“灵敏度”。射频识别标签 OTA 测试过程中得到的原始结果为读写器输出功率，从读写器输出功率到不同表达形式之间的换算关系如下，不同表达形式之间的典型值对照见表 D.1。

a) 从读写器输出功率到读写距离的换算公式如下，采用的读写器名义输出功率为 35dBm:

$$D = R * 10^{\left(\frac{35 - P + G}{20}\right)}$$

D: 读写距离, 单位 m

R: 测试距离, 单位 m

P: 输出功率, 单位 W

G: 天线增益, 单位倍

b) 从读写器输出功率到电场强度阈值的换算公式如下:

$$E = \frac{\sqrt{P * G}}{R} * 5.477$$

E: 电场强度, 单位 V/m

P: 输出功率, 单位 W

G: 天线增益, 单位倍

R: 测试距离, 单位 m

c) 从读写器输出功率到灵敏度的换算公式如下:

$$S = P + G - 20 * \lg(F) - 20 * \lg(R) + 147.5$$

S: 灵敏度, 单位 dBm

P: 输出功率, 单位 dBm

G: 天线增益, 单位 dB

F: 载波频率, 单位 Hz

R: 测试距离, 单位 m

表 D.1 距离、电场强度、灵敏度对照表

距离 (m)	电场强度 (V/m)	灵敏度@ 920MHz (dBm)
10	0.97	-16.7
3	3.25	-6.2
1	9.74	3.3

附录 E 主要项目校准不确定度评定示例

1、复现装置模拟路径衰减的不确定度评定

1.1 不确定来源分析与不确定度分量

1) 测量装置进行量值标定引起的不确定度分量 u_{11} 。由于复现装置所模拟的路径衰减量值需首先由频域信道测量装置进行标定, 因此测量装置的不确定度是分量之一。

2) 可调衰减器的最小步进引起的不确定度分量 u_{12} 。所模拟路径衰减的调整是通过电磁混响室腔体外可调衰减器实现的。因此可调衰减器的最小步进也会引起不确定度分量。

3) 模拟装置中工作区内路径衰减的空间均匀性 u_{13} 。在实际使用复现装置时, 被测所在位置可以是工作区的任意位置, 因此空间均匀性也会引起不确定度分量。

1.2 不确定度分量评定

a) u_{11} 的评定

引用评定得到的频域无线信道测量装置的标准不确定度 $u_{11}=0.4$ dB。

b) u_{12} 的评定

按最差情况估计, 最小 0.1 dB 可调步进衰减器导致的 $u_{12}=0.1$ dB。

c) u_{13} 的评定

对电磁混响室工作区 8 个顶点位置处, 分别测量所模拟无线信道的路径衰减, 计算标准差, 即电磁混响室的场均匀性, 为 $u_{13}=1.7$ dB。

1.3 合成标准不确定度与扩展不确定度

以上各不确定度分量间可认为彼此不相关, 因此可按下表所示合成扩展不确定度。合成标准不确定度为 1.0 dB, 扩展不确定度 ($k=2$) 为 3 dB。

表 E.1 复现装置模拟路径衰减的不确定度评定

不确定度来源	评定方法/依据	评定结果/评定结果
测量装置的不确定度	/	0.4 dB
可调衰减器的最小步进	理论分析	0.1 dB
模拟装置的空间均匀性	实验/A 类评定	1.7 dB
扩展不确定度 ($k=2$)		3 dB

2、复现装置模拟均方根时延展宽的不确定度评定

2.1 不确定来源分析与不确定度分量

1) 测量装置进行量值标定引起的不确定度分量 u_{21} 。由于复现装置所模拟的均方根时延展宽量值需首先由频域信道测量装置进行标定，因此测量装置的不确定度是分量之一。

2) 模拟装置中工作区内路径衰减的空间均匀性 u_{22} 。在实际使用复现装置时，被测所在位置可以是工作区的任意位置，因此空间均匀性也会引起不确定度分量。

2.2 不确定度分量评定

a) u_{11} 的评定

引用评定得到的频域无线信道测量装置的标准不确定度 $u_{21}=1\%$ 。

b) u_{12} 的评定

对电磁混响室工作区 8 个顶点位置处，分别测量所模拟无线信道的路径衰减，计算标准差，得到 $u_{22}=2\%$ 。

2.3 合成标准不确定度与扩展不确定度

以上各不确定度分量间可认为彼此不相关，因此可按下表所示合成扩展不确定度。合成相对标准不确定度为 2.3%，相对扩展不确定度 ($k=2$) 为 4.8%。

表 E.2 复现装置模拟均方根时延展宽的不确定度评定

不确定度来源	评定方法/依据	评定结果/评定结果
测量装置的不确定度	/	1%
模拟装置的空间均匀性	实验	2%
相对扩展不确定度 ($k=2$)		4.8 %