

报告编号: B18Z60329-IOT04

# 检 验 报 告

产品名称: \_\_\_\_\_  
产品型号: \_\_\_\_\_  
委托单位: \_\_\_\_\_  
生产单位: \_\_\_\_\_  
检验类别: 委托检验

中国泰尔实验室

## 注 意 事 项

1. 本报告无“检测专用章”或检验单位公章无效。
2. 本报告需加盖骑缝章。
3. 复制本报告未重新加盖“检测专用章”无效。
4. 本报告无主检、审核、批准人签字无效。
5. 本报告涂改无效。
6. 为了客户的利益，若对本报告有异议，请于收到本报告之日起十五日内向本检验机构提出。
7. 本检验报告仅对被检样品及所检项目负责；本检验报告中样品来源信息（如送样人、产地、生产单位等）为客户提供，实验室不负责其真实性。”
8. 未经实验室书面批准不得部分复制本报告。

地址：北京市海淀区花园北路 52 号  
中国泰尔实验室

邮政编码：100191

电话： 010-62304633 转 2500

传真号码：010-62304633 转 2504

网址：[www.caict.ac.cn](http://www.caict.ac.cn)

E-mail: [welcome@caict.ac.cn](mailto:welcome@caict.ac.cn)

# 中国泰尔实验室 检 验 报 告

报告编号:

产品名称		产品数量	
产品型号		商 标	
委托单位			
生产单位			
软件版本			
硬件版本			
检验类别	委托测试	抽样基数	/
送 样 人		抽样日期	/
检验项目		到样日期	
检 验 依 据	Semtech 《LoRaWANspecification V1.01》 ICA 《Link WAN LoRa 节点接入规范》 ICA 《Lora 节点的射频技术要求与测试方法》		
样品序号			
检 验 结 论	根据测试依据完成测试  签发日期                      年 月 日		
备注			

批准:

审核:

主检:

## 检 验 项 目 表

序号	检验项目	标准要求
1	传导发射功率 (平均)	ICA 《Lora 节点的射频技术要求与测试方法》
2	接收机传导灵敏度	ICA 《Lora 节点的射频技术要求与测试方法》
3	发射机中心频率容限	ICA 《Lora 节点的射频技术要求与测试方法》
4	最大功率谱密度	ICA 《Lora 节点的射频技术要求与测试方法》
5	传导杂散 (10次谐波)	ICA 《Lora 节点的射频技术要求与测试方法》
6	占用带宽	ICA 《Lora 节点的射频技术要求与测试方法》
7	高低温极限射频	ICA 《Lora 节点的射频技术要求与测试方法》
8	功耗	ICA 《Lora 节点的射频技术要求与测试方法》
9	静电放电抗扰度	YD/T 1312.10-2007 的 8.3
10	传导连续骚扰 (信号口、直流电源端口)	YD/T 1312.10-2007 的 8.4, 8.5, 8.6
11	射频场感应的传导骚扰抗扰度	YD/T 1312.10-2007 的 9.5
12	浪涌冲击抗扰度	YD/T 1312.10-2007 的 9.4
13	防尘防水等级	IP66
14	盐雾试验	(在 $35 \pm 2$ ) °C 下环境温度下, 喷雾用 pH 值在 6.5~7.2 之间, 浓度为 $(5.0 \pm 1)\%$ 氯化钠盐溶液, 测试 24h, 在正常大气条件下放置不少于 1h 且不超过 2h 后, 检查外观和功能。
15	高温高湿试验	经过 $(40 \pm 2)$ °C, 相对湿度 93 % 的环境试验 96 小时后, 机械结构应无损坏, 电气性能应符合要求; (试验期间设备通电, 前后检测发射功率和灵敏度)

16	低温试验	客户声明低温温度，储存 48 小时后，机械结构应无损坏，电气性能应符合要求；（试验期间设备通电，前后检测发射功率和灵敏度）
17	振动试验	经频率 10~55Hz 位移幅值 0.35mm 扫频振动后，机械结构应无松动或损坏电气性能应符合电气性能要求。
18	辐射方向图	ICA 《Lora 节点的射频技术要求与测试方法》
19	天线增益	ICA 《Lora 节点的射频技术要求与测试方法》

中国信息通信研究院

# 检验结果

报告编号:

射频部分:

## 1 发射功率

### 1.1 传导发射功率

峰值发射功率是射频最重要的指标, 关注产品的瞬时功率值

**限值:** 最大传导发射功率应满足本地管理机构的要求, 在满足传输数据时, 在发射机工作不超过 5s 的时间内, 470MHz~510MHz 频段可以作为民用无线电计量仪表使用频段, 发射功率限值为 17dBm (50mW e. i. r. p)

### 1.2 测试方法:

- 1) 按照图 1 连接 DUT 与频谱仪 (或综测仪);
- 2) 设置 DUT 为低信道, DR 为 SF7, 发射功率等级为厂商声明最大值;
- 3) 将 DUT 设置为 Lora 长发模式, 占空比为 98%以上;
- 4) 将频谱仪中心频点设置为低信道频点, span=200kHz, detector=peak, VBW=3kHz, VBW=10kHz, tace=max hold, sweep time=auto, 读取 channel power 的值
- 5) 重新设置 DR 为 SF12, 重复步骤 3) 4)
- 6) 设置 DUT 为中信道, 重复 2) 3) 4) 5)
- 7) 设置 DUT 为高信道, 重复 2) 3) 4) 5)
- 8) 将结果记录下来。



图 1 DUT 与频谱仪连接图

### 1.3 测试结果

## 2 发射机中心频率容限

### 2.1 发射机中心频率容限

测量实际载波频率与期望中心频率的偏差范围。

**限值:**  $\pm 100\text{ppm}$

2.2 测试方法:

- 1) 按照图 1 连接 DUT 与频谱仪;
- 2) 设置 DUT 为低信道, DR 为 SF7, 发射功率等级为厂商声明最大值;
- 3) 将 DUT 设置为 FSK 长发模式或 CW 模式
- 4) 将频谱仪中心频点设置为低信道频点, span=1MHz, detector=peak, VBW=1kHz, VBW=3kHz, tace=max hold, sweep time=auto, 读取 peak 的值, 与声称中心频点相比较;
- 5) 重新设置 DR 为 SF12, 重复步骤 3) 4)
- 6) 设置 DUT 为中信道, 重复 2) 3) 4) 5)
- 7) 设置 DUT 为高信道, 重复 2) 3) 4) 5)
- 8) 将结果记录下来。

2.3 测试结果:

3 传导发射杂散

3.1 传导杂散发射指落在载波中心频率 2.5 倍信道带宽以外的带外辐射功率电平。

限值: 见表 1

表 1 杂散发射电平限值

参考带宽(BW <sub>r</sub> )内的杂散发射功率电平限值	
30-1000MHz	≤-36dBm/100kHz
47MHz~74MHz; 87.5MHz~118MHz; 174MHz~230MHz 470MHz~790MHz	≤-54dBm/100kHz
1GHz-12.75GHz	≤-30dBm/1MHz

3.2 测试方法:

- 1) 按照图 1 连接 DUT 与频谱仪;
- 2) 设置 DUT 为低信道, DR 为 SF7, 发射功率等级为厂商声明最大值;
- 3) 将 DUT 设置为 lora 长发模式
- 4) 将频谱仪中心频点设置为 start frequency=30MHz, stop frequency=1GHz, detector=peak, VBW=100kHz, VBW=300kHz, tace=max hold, sweep time=auto, 读取 peak 的值.
- 5) 将频谱仪中心频点设置为 start frequency=1GHz, stop frequency=12.75GHz, detector=peak, VBW=1MHz, VBW=3MHz, tace=max hold, sweep time=auto, 读取 peak 的值.
- 6) 设置 DUT 为高信道, 重复 3) 4) 5)
- 7) 将结果记录下来。

3.3 测试结果

#### 4 接收机灵敏度(传导)

4.1 衡量接收微弱信号的能力，对产品性能有直接影响。

限值：见表 2

表 2 杂散发射电平限值

SF and BW	Packet RSSI	SNR Limit
SF=7 BW=125kHz	<-123dBm	-7dB
SF=10 BW=125kHz	<-130dBm	-15dB
SF=12 BW=125kHz	<-135dBm	-20dB

#### 4.2 测试方法:

- 1) 按照图 2 将 DUT 与矢量信号源（或综测仪）直接相连；
- 2) 设置 DUT 为低信道，DR 为 SF7，带宽为 125kHz；
- 3) 将 DUT 设置为 lora 长发模式，设置前导码为默认模式，payload CRC=ON，
- 4) 在矢量信号源上加载 Lora 标准波形文件
- 5) 调整信号源的信号幅度，检查 DUT 的 RSSI 和 SNR，满足表 2 的要求，其信号源发出的最小信号即为灵敏度；
- 6) 设置 DUT 为 SF10，SF12，重复 3) 4) 5)
- 7) 设置 DUT 为中信道，重复 2) 3) 4) 5) 6)
- 8) 设置 DUT 为高信道，重复 2) 3) 4) 5) 6)
- 9) 将结果记录下来。

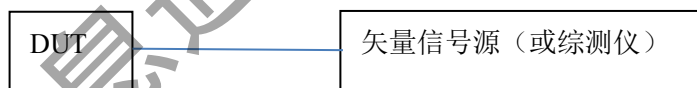


图 2 DUT 与频谱仪连接图

#### 4.3 测试结果:

### 5 占用带宽

#### 5.1 占用带宽

指的是 99%的信号辐射带宽。

限值：<125kHz

#### 5.2 测试方法:

- 1) 按照图 1 连接 DUT 与频谱仪；
- 2) 设置 DUT 为低信道，DR 为 SF7，发射功率等级为厂商声明最大值；
- 3) 将 DUT 设置为 Lora 长发模式；
- 4) 将频谱仪中心频点设置为低信道频点，span=200kHz，detector=peak，VBW=1kHz，VBW=3kHz，tace=max hold，sweep



time=auto, 读取 99%占用带宽的值;

- 5) 重新设置 DR 为 SF12, 重复步骤 3) 4)
- 6) 设置 DUT 为中信道, 重复 2) 3) 4) 5)
- 7) 设置 DUT 为高信道, 重复 2) 3) 4) 5)
- 8) 将结果记录下来。

### 5.3 测试结果:

## 6 功率谱密度

### 6.1 最大功率谱密度

衡量在发射功率平均到每单位带宽时的功率密度。

限值: /

### 6.2 测试方法:

- 1) 按照图 1 连接 DUT 与频谱仪;
- 2) 设置 DUT 为低信道, DR 为 SF7, 发射功率等级为厂商声明最大值;
- 3) 将 DUT 设置为 Lora 长发模式;
- 4) 将频谱仪中心频点设置为低信道频点, span=200kHz, detector=peak, VBW=100Hz, VBW=300Hz, tace=max hold, sweep time=auto, 读取 peak 值;
- 5) 重新设置 DR 为 SF12, 重复步骤 3) 4)
- 6) 设置 DUT 为中信道, 重复 2) 3) 4) 5)
- 7) 设置 DUT 为高信道, 重复 2) 3) 4) 5)
- 8) 将结果记录下来。

### 6.3 测试结果:

## 7 功耗

### 7.1 功耗

衡量在发射、接收及待机模式下的电流。

限值: /

### 7.2 测试方法:

- 1) 按照图 3 连接 DUT 与直流源;
- 2) 设置 DUT 为低信道, DR 为 SF7, 发射功率等级为厂商声明最大值;
- 3) 分别将 DUT 设置为 Lora 长发模式、只接收模式及待机模式;
- 4) 读取直流源的电流值;
- 5) 重新设置 DR 为 SF12, 重复步骤 3) 4)
- 6) 设置 DUT 为中信道, 重复 2) 3) 4) 5)
- 7) 设置 DUT 为高信道, 重复 2) 3) 4) 5)
- 8) 将结果记录下来。

7.3 测试结果:

EMC 部分

8. EMC

8.1 传导连续骚扰 (信号口、直流电源端口、交流电源端口)

参考 YD/T 1312.10-2007 的 8.4, 8.5, 8.6, 传导连续骚扰限值见表 5 至表 10:

表 5 电信中心电信/信号/控制端口传导骚扰限值

频率范围 MHz	电压限值 dB $\mu$ V		电流限值 dB $\mu$ A	
	准峰值	平均值	准峰值	平均值
0.15 ~ 0.5	97 ~ 87	84 ~ 74	53 ~ 43	40 ~ 30
0.5 ~ 30	87	74	43	30

注: 1. 在 0.15~0.5 MHz 内, 限值随频率呈对数线性减小。  
2. 电流限值是在阻抗为 150  $\Omega$  的端口上加线路阻抗稳定网络 (LISN) 测得的。变换因子为:  $20\text{Log}10150=44\text{dB}$ 。

表 6 非电信中心电信/信号/控制端口传导骚扰限值

频率范围 MHz	电压限值 dB $\mu$ V		电流限值 dB $\mu$ A	
	准峰值	平均值	准峰值	平均值
0.15 ~ 0.5	84 ~ 74	74 ~ 64	40 ~ 30	30 ~ 20
0.5 ~ 30	74	64	30	20

注: 1. 在 0.15~0.5 MHz 内, 限值随频率呈对数线性减小。  
2. 电流限值是在阻抗为 150  $\Omega$  的端口上加线路阻抗稳定网络 (LISN) 测得的。变换因子为:  $20\text{Log}10150=44\text{dB}$ 。

表 7 电信中心 AC 电源端口传导骚扰限值

频率范围 MHz	限值 dB $\mu$ V	
	准峰值	平均值
0.15~0.50	79	66
0.50~30	73	60

注:  
在 0.15 MHz 至 0.50 MHz 范围内, 限值随频率呈对数线性减小。

表 8 非电信中心 AC 电源端口传导骚扰限值

频率范围 MHz	限值 dB $\mu$ V	
	准峰值	平均值
0.15~0.50	66~56	56~46
0.50~5	56	46
5~30	60	50

注:  
在 0.15 MHz 至 0.50 MHz 范围内, 限值随频率呈对数线性减小。  
在过渡频率处 (0.50 MHz 和 5 MHz) 应采用较低的限值。

表 9 DC 电源端口传导骚扰限值

频率范围 MHz	限值 dB $\mu$ V	
	准峰值	平均值
0.15~0.50	79	66
0.50~30	73	60

注：  
在 0.15 MHz 至 0.50 MHz 范围内，限值随频率呈对数线性减小。

表 10 DC 电源端口传导骚扰限值

频率范围 MHz	限值 dB $\mu$ V	
	准峰值	平均值
0.15~0.50	66~56	56~46
0.50~5	56	46
5~30	60	50

注：  
在过渡频率处（0.50 MHz 和 5 MHz）应采用较低的限值。  
在 0.15 MHz ~ 0.50 MHz 频率范围内，限值随频率的对数呈线性减小。

测试结果：

### 8.2 静电放电抗扰度

参考 YD/T 1312.10-2007 的 9.1。

- a. 对于接触放电，EUT 应能通过  $\pm 2$ kV 和  $\pm 4$ kV 的试验等级。
- b. 对于空气放电，EUT 应能通过  $\pm 2$ kV、 $\pm 4$ kV 和  $\pm 8$ kV 的试验等级。
- c. 除了用户建议书中特别指出的需要适当保护的地方外，静电放电适用于 EUT 任何暴露的表面。

测试结果：

### 8.3 射频场感应的传导骚扰抗扰度

参考 YD/T 1312.10-2007 的 9.5。

如果连接电缆超过 3m，那么本测试项目将适用于基站和辅助设备的信号端口、控制端口和直流电源、交流电源的输入/输出端口。应符合下列要求：

试验信号由 1 kHz 的正弦波信号进行 80%的幅度调制；

在 150 kHz-80 MHz 频率范围，频率增加的步长应不超过前一频率的 1%；

试验电平为 3V rms；

如果收音机或作为收发信机一部分的收音机在离散频率点的响应是窄带响应，那么此响应忽略。

测试结果：

#### 8.4 浪涌冲击抗扰度

参考 YD/T 1312.10-2007 的 9.4。

对于 AC 电源线试验电平应为 2kV(线对地), 1kV(线对线)。

对于 DC 电源线上的试验电平应为 1kV(线对地), 0.5kV(线对线)。

对于室外信号线上的试验电平应为 1kV(线对地), 0.5kV(线对线); 室内业务信号线上的试验电平应为 0.5kV(线对地)。

测试结果:

#### 9. 环境测试

##### 9.1 高温高湿试验

经过  $(40 \pm 2)^\circ\text{C}$ , 相对湿度 93 % 的环境工作 96 小时后, 机械结构应无损坏, 电气性能应符合要求; (试验期间设备通电, 前后检测发射功率和灵敏度)

测试结果:

##### 9.2 低温试验

客户声明低温温度, 储存工作 48 小时后, 机械结构应无损坏, 电气性能应符合要求;

测试结果:

##### 9.3 防水防尘等级

IP66 标准

测试结果:

##### 9.4 盐雾试验

(在  $35 \pm 2^\circ\text{C}$  下环境温度下, 喷雾用 pH 值在 6.5~7.2 之间, 浓度为  $(5.0 \pm 1)\%$  氯化钠盐溶液, 测试 24h, 在正常大气条件下放置不少于 1h 且不超过 2h 后, 检查外观和功能。

测试结果:

##### 9.5 振动试验

经频率 10~55Hz 位移幅值 0.35mm 扫频振动后, 机械结构应无松动或损坏电气性能应符合电气性能要求。

测试结果:

10 OTA

10.1 天线增益

测试结果:

10.2 辐射方向图

测试结果

中国信息通信研究院

## 检 验 用 仪 表 设 备

报告编号: B18Z60329-IOT04

射频部分:

序号	仪表名称	型号	生产厂家	出厂编号	校准有效期 (校准截止日期) (必要时提供)
1.	Lora Test set		Litepoint	IQXL04136	2019-04-01
2.	Vector Signal	FSQ40	Rohde &	200089	2019-06-01
3.	信号发生器	E4438C	Agilent	MY45093964	2018-10-27
4.	DC Power Supply	NGSM	Rohde & Schwarz	5311	2018-10-24
5.	Shielding room	S81	ETS-Lindgren	/	/

中国信息通信研究院

## 检验条件/环境及其它

报告编号:

检验条件:	
所有检验均在下列检验条件范围内进行。	
环境温度	15-35℃
相对湿度	20-75%
大气压力	/
环境噪声	/

检验地点: 泰尔终端实验室

检验日期: 年 月 日至 年 月 日

中国信息通信研究院

## 检验人员表

报告编号：

检验项目/模块	检验员	审核员
射频部分		
EMC		
OTA		
环安		

此页为报告最后一页