

文档版本	V1.0
发布日期	2020-11-21

TG7100C 设备开发注意事项



1、 应用固件的功率设置

1.1 功率设置接口

应用固件的功率设置接口在烧录工具中提供，使用方法如下：

a) 使用文本方法打开在烧录工具目录下的名为 device_tree 文件夹中的.dts 文件；

b) 按照实际需求修改下图中的数组，其中功率和速率是一一对应关系；

```
pwr_table_11b = <20 20 20 18>;//1Mbps 2Mbps 5.5Mbps 11Mbps  
pwr_table_11g = <18 18 18 18 18 18 16 16>; //6Mbps 9Mbps 12Mbps 18Mbps 24Mbps 36Mbps 48Mbps 54Mbps  
pwr_table_11n = <18 18 18 18 18 16 16 16>; //MCS0 MCS1 MCS2 MCS3 MCS4 MCS5 MCS6 MCS7
```

1.2 功率补偿设置

功率校准结果的存储媒介有两种：flash 和 efuse，可以通过修改.dts 文件来选择应用固件功率补偿的途径，如下图中所示的“pwr_mode”：

```
pwr_mode = "bf";//B: only use power offset in EFUSE; b: use power offset in EFUSE with incremental mode;  
pwr_table_11b = <20 20 20 18>;//1Mbps 2Mbps 5.5Mbps 11Mbps  
pwr_table_11g = <18 18 18 18 18 18 16 16>; //6Mbps 9Mbps 12Mbps 18Mbps 24Mbps 36Mbps 48Mbps 54Mbps  
pwr_table_11n = <18 18 18 18 18 16 16 16>; //MCS0 MCS1 MCS2 MCS3 MCS4 MCS5 MCS6 MCS7
```

具体设置定义如下：

B: 表示只使用 efuse 中的功率补偿值；

F: 表示只使用 flash 中的功率补偿值；

b: 表示叠加 efuse 中的功率补偿值；

f: 表示叠加 flash 中的功率补偿值；

其中“B”和“F”是互斥的，二者只能选择其中，当两者同时写入时（例如 pwr_mode = “BF” 或者 pwr_mode = “FB”），只有第一个字母有效。推荐用户使用“bf”模式，即同时叠加 efuse 和 flash 中的功率补偿，通常情况下只会将校准值写入某一种媒介中。

2、 功率校准的相关问题

2.1 功率校准的原理

功率校准的本质原理是：测试芯片在不同信道下实际输出功率与设定目标功率的偏差值，并将该偏差值（数组）记录到相应的存储媒介中（efuse 或者 flash）。

需要特别注意以下几点：

- a) 存储的数据是功率偏差值而不是绝对功率值；
- b) 正常情况下，校准结果跟信道变化强相关，与其他因素（例如模式、速率等）关系不大；

2.2 功率校准的方法和途径

根据存储媒介的不同，功率校准目前支持两种方法：产测校准和 Golden Value 校准。

产测校准

一般情况下，推荐用户使用极致汇仪提供的产测软件搭配仪器对每个模组或者产品进行功率校准，产测软件会自动将校准结果写入到芯片 efuse 中。

Golden Value 校准

当用户不具备产测条件时，可以使用 Golden Value 方式对模组校准，具体方法和步骤如下：

- a) 随机从同一批次模组或者产品中挑选一定数量（例如 10~100）的样品；
- b) 使用仪器（品牌不限定）对样品进行逐一测试和结果记录，推荐使用 11n MCS7 模式，扫描各个信道下实际输出功率和设定目标功率的偏差值；
- c) 对以上样品的测试结果进行分析和评估，通过一定的算法（通常建议采用平均算法）选取 Golden Value，在烧录工具目录下的名为 device_tree 文

文件夹中的.dts 文件更新功率偏差值，如下图：

```
pwr_offset = <10 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10>;,
```

请注意：以上数组为十进制，并且整体偏移了 10 个单位，即 10 表示功率偏差 0dB，8 表示功率偏差为-2dB，13 表示功率偏差为 3dB。

2.3 功率校准的准确度

a) 产测校准的功率准确度

该方案对每个模组或者产品进行了实际测试，因此功率准确度最高，正常情况下，功率误差为： $\pm 0.5\text{dB}$ 。

b) Golden Value 校准的功率准确度

该方案是对样品进行采样预估的方法，因此存在一定的个体误差（包括 PCB 板材、匹配元器件、芯片等），正常情况下，功率误差为 $\pm 1.5\text{dB}$ 。

3、 产测校准相关问题

3.1 产测软件及仪器

目前支持的产测仪器品牌为极致汇仪，仪器型号包括 WT200、WT208、WT208C 和 WT328 等，产测软件由极致汇仪开发并提供相应的技术支持。

3.2 efuse 写入次数

每个模块支持重复写入产测校准结果，其中频偏校准最多支持两次写入，功率校准最多支持三次写入，MAC 地址最多支持两次写入。

3.3 功率校准结果写入 efuse 的方法

由于 efuse 写入后不可修改并且很多设置与芯片内部的硬件有直接关联，请用户仔细阅读并理解“*射频性能测试手册*”中的相关说明后再谨慎使用 efuse 写入方法！

efuse 中存储的内容是信道 1（2412MHz）、信道 7（2442MHz）和信道 13（2472MHz）的功率偏差值，其余信道采样线性插值的方法得到。

功率校准结果写入 efuse 的具体步骤如下：

- a) 烧录 MFG 测试固件；
- b) 连接综测仪，并重新启动并加载 MFG 测试固件；
- c) 通过测试工具正确配置 capcode 值，使得频率偏差最小；
- d) 使用 11n MCS7 的制式，分别切换信道测试信道 1、7 和 13 下的功率偏差值，通过计算得到 efuse 写入值（具体计算方法详见下文）；
- e) 将步骤 d) 中得到的校准值通过相应命令写入 efuse 中（具体命令和使用方法详见下文）；
- f) 使用命令 V 验证功率校准结果。

efuse 中的功率偏差值计算方法：

- a) 通过测试工具，设置信道（例如 2412MHz）、功率（例如 17dBm）；
- b) 读取仪器中的实际测试功率值（例如测得功率为 16.2dBm）；
- c) 计算该信道下的 efuse 偏差值=（设置功率- 实际测试功率）*4，注意此处需要四舍五入处理，例如 2412MHz 下 efuse 偏差值=（17-16.2）*4 = 3.2≈3；

功率校准结果写入 efuse 命令和步骤如下：

- a) 主机使用 WEP 命令将要写入的数据发给 MFG 的 FW，此时 FW 只是将数据暂存，并没有写入 Efuse；
- b) 主机使用 LEP 命令从 Efuse 暂存区读取设定的参数，判断 FW 是否正确接收，如果没有正确接收，重复步骤 a)；
- c) 主机判断设定的参数正确后，使用 SEP 命令，将参数真正的写入 Efuse；
- d) 主机使用 REP 命令从 Efuse 中读取设定的参数，校验正确则可认为 Efuse 写入成功。

例如：

1) 写 cap 值 32：

- WEX32
- LEX
- SEX
- REX

2) 写 power offset：

- WEP5,0,0,0,0,0,5,0,0,0,0,6,0
- LEP

- SEP
- REP

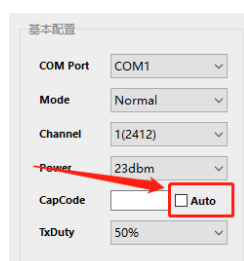
注解: 功率校准采用的是线性插值方法, 只做 1,7,13 信道的校准, 但是使用 WEP 命令的时候仍然需要传递 14 个信道的数值, 其它信道的偏移值可以写 0。

4、 MFG 测试相关问题

4.1 默认频偏和功率设置

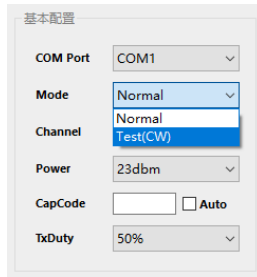
为了节省客户的测试时间和提高测试效率, MFG 工具为客户提供了写入默认频偏设置和功率设置的接口, 通过命令的方式将客户想要的默认设置和配置写入 flash 中, 具体命令格式和使用方法参考 “*射频性能测试使用手册*” 中的相关章节。

如果在测试时需要调用写入的默认配置, 请在 MFG 测试工具界面中勾选 Auto 功能, 此时工具会自动使用 flash 中保存的默认配置; 如果需要更换为手动控制方式, 则去掉 Auto 功能勾选, 用户可继续自行更改设置。



4.2 单载波信号生成

在 MFG 工具中 Mode 栏选择 Test (CW) 即可。



5、 RF 性能相关问题

5.1 温度补偿

最新固件中提供温度补偿功能和算法，请更新固件。

在不同温度下影响输出功率的因素包括：芯片内部温度、PCB 板的散热（例如层数、厚度、epad 大小、epad 上的过孔数量）、匹配元件的温度特性等，外界因素对于输出功率随温度的下降速度有比较明显的影响。为了达到比较温度补偿效果，在.dts 文件中开放了温度补偿系数，客户可以根据模组的实际测试结果更新该补偿系数。

5.2 EVM 波动

目前测试模式下期望的发射信号占空比为 50%，由 CPU 进行软件定时，发间隔存在一定的误差，导致仪器抓包会发生偶发的信号变差情况。

建议客户在测试时把仪器设置为 Average 模式，平均数量为 20 个。

5.3 射频匹配网络调试及谐波抑制

匹配网络调试的目的主要有：

- a) 阻抗转换，即在负载阻抗（例如 PCB 天线）有偏差的情况下，通过匹配网络进行调整使得芯片端是阻抗匹配状态，确保芯片正常工作；
- b) 谐波抑制。一般推荐使用 π 型匹配（C-L-C 结构）网络架构，该网络结构具有低通特性，可以对高阶谐波进行抑制以满足认证需求。

匹配网络调试需要注意以下几点：

- a) 射频传输线尽量走直线，必要的时候以弧线代替，尽量避免穿层；
- b) PCB 传输线需要做阻抗控制，传输线宽度尽量与匹配元器件焊盘大小一致，减少传输线上的突变以保证连续性；
- c) 传输线需要包地处理，GND 尽量是完整的 GND 且面积尽量大，同时对地电容的接地引脚要充分接地；
- d) 匹配网络元器件需要使用 Q 值较高（自谐振频率高）的射频器件，推荐使用 murata 公司的元器件；
- e) 芯片期望的阻抗为容性负载，其中实部范围控制在 42~55 之间，虚部范围控制在 -5~-15 之间最佳；
- f) 推荐典型匹配网络为：ANT-2.2pF-2.7nH-2.0pF-Chip，具体物料型号如下：

2.2pF	Murata	GRM1555C1H2R2BA01D
2.0pF	Murata	GRM1555C1H2R0BA01D
2.7nH	Murata	LQP15MN2N7B02D