

文档版本	
发布日期	

# TG7100C Capcode 设置说明



芯片开放社区  
Open Chip Community

# Capcode 设置方法说明

## 1、概述

WiFi 协议中对射频信号频偏有详细的说明和严格的要求，一般情况下该指标为 $\pm 20\text{ppm}$ ，频偏过大会造成误包率增加，降低吞吐率。本文档主要基于仿真和测试数据，总结了 TG7100C 射频频偏校准的配置说明。

由于不同的电路板对于信号的影响（主要是寄生电容）不尽相同，本文的配置说明是基于正常设计的电路板，可能会稍有偏差。

## 2、晶体选型

晶体是 WiFi 系统的时钟基准来源，其性能的好坏（包括频率稳定度、相位噪声等）直接影响到整个系统的指标。本文主要从频率稳定度的角度，对适配 TG7100C 的晶体选型进行说明和指导。

一般晶体都有比较详细的数据手册，标注了各项指标的数据，如图 1 所示，关键指标解释如下：第一项是晶体的振荡频率，第二项是常温下的频率偏差，第三项是等效电阻，第五项是工作温度范围，第六项是温度稳定度，第七项是负载电容。

### ■ Electrical Specification

Items	Electrical Spec.			Unit	Notes
	Min	Type	Max		
1. Mode of oscillation:	Fundamental				
2. Frequency tolerance	-10		+10	ppm	at 25°C $\pm$ 3°C
3. Equivalent resistance (RR)			60	$\Omega$	SERIES
4. Storage temperature range	-40		+85	°C	
5. Operable temperature range	-30		+85	°C	
6. Temperature stability	-20		+20	ppm	-30°C ~ +85°C
7. Loading capacitance (CL)		8.0		pF	
8. Drive level (DL)		10	100	$\mu\text{W}$	
9. Shunt Capacitance (C0)			2.0	pF	
10. Insulation resistance	500			M $\Omega$	at DC 100V
11. Aging:	-3		+3	ppm/Year	

图 1、晶体指标示例

针对以上关键指标，适配 TG7100C 有一定的要求，具体如下：

- 1) 振荡频率：BL606 支持 24MHz/32MHz/38.4MHz/40MHz，**推荐使用 40MHz**；
- 2) 频率偏差：理论上满足 WiFi 指标需求即可，**推荐 $\pm 10\text{ppm}$** ；
- 3) 等效电阻：是指晶体的等效输入内阻，为了不影响正常起振，该指标最大值**不能超过 80 欧姆**；
- 4) 温度范围：取决于产品使用场景，正常情况下-30°C~85°C，如果环境温度超过了数据标注的范围，会出现系统不工作的情况；
- 5) 温度稳定度：在标注的温度变化范围内，频率偏差的最大值，WiFi 协议要求 $\pm 20\text{ppm}$ ；
- 6) 负载电容：晶体正常工作所需要的调谐电容。一般晶体输入和输出端的电容是相等的（ $C_{in} = C_{out}$ ），而  $CL = C_{in} || C_{out}$ 。对于 TG7100C，**推荐选择晶体的负载电容为 12pF**。

### 3、 晶体负载电容值设置

对于晶体的频偏，影响因素主要有：外部负载电容和温度，这里主要针对负载电容的设置做说明和指导。

TG7100C 有内置电容可以给晶体提供负载，受制于面积限制最大值约为 30pF（其中内部寄生约为 2pF），正常 PCB 上的走线寄生约为 1pF，按照公式  $CL = C_{in} || C_{out}$ ，如果不外加板载电容，**最多能提供的负载电容为 15pF**。考虑到 TG7100C 和晶体批次的误差，**推荐使用负载电容为 12pF 的晶体**。

TG7100C 的内置电容可以根据特定晶体需要进行调节，开放了一个控制接口，命名为 Capcode，在测试过程中可以通过调整 Capcode 来调整晶体的频偏值，例如图 2 中的射频测试工具中的接口。

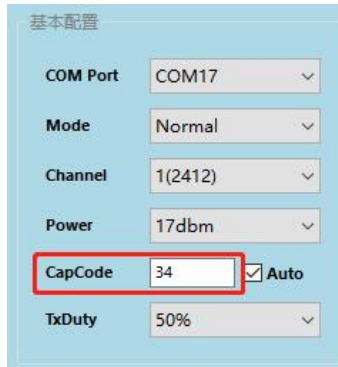


图 2、Capcode 调整接口示例

配套开发工具提供了不同的调整方法以应对相对灵活的应用场景，以下详细描述了各种方法的使用说明。

#### 3.1 产测流程中的频偏校准

不同模组的频偏值是不同的，主要因素包括：晶体、芯片、PCB 板等，为了保证每个模组足够的频率准确度，建议针对每个模组做产测校准（包括频率校准和功率校准）。在产测流程中产测软件集成了频偏校准功能，会自动进行频偏校准并把校准结果写入芯片指定的 efuse 位置，在后续的测试过程中，芯片启动之后会自动调用该值对 Capcode 进行初始化。

在没有产测条件的情况下，我们也为用户提供了相应的指令集用于手动写入，具体指令可以参考《射频性能测试使用手册》相关说明，具体步骤如下：

- 1) 使用命令 WEX 将 Capcode 值写入芯片 buffer 中，例如：WEX 32;
- 2) 使用命令 LEX 读取芯片 buffer 中的数值，根据返回结果确认写入值是否正确;
- 3) 如果第 2) 步中写入值正确，再使用命令 SEX 将芯片 buffer 中的数值写入 efuse 中;
- 4) 使用命令 REX 读取 efuse 中的数值再次确认（可选）。



图 3、手动输入命令接口示例

**需要特别说明，由于芯片内 efuse 容量有限，目前提供最多重复写入的次数为三次，超过三次之后无法再次写入，每次芯片会自动调用最新写入的校准值。**

### 3.2 信令模式下的频偏调整

在信令模式下，芯片会根据以下优先级顺序依次寻找并调用相应的频偏校准值：1、efuse 中的校准值；2、DTS 文件中的校准值。efuse 中的校准值上文中已经说明，此处不再赘述，以下介绍 DTS 文件的设置方法。

在烧录工具文件夹下，找到名为 device tree 的文件夹，使用文本格式打开文件 chip\_factory\_params\_IoTKitA\_40M.dts，修改下图中的两个数值即为调整相应的频偏值。

```
brd_rf {
    xtal_mode = "MF";
    xtal = <36 36 0 60 60>;
    /*
```

图 4、DTS 文件中频偏调整示例

修改完成之后保持文件，然后使用烧录工具重新烧录固件，烧录完成之后再次启动固件，芯片会自动调用相应的频偏值。

**需要特别说明，当芯片工作在 STA 模式时，会自动调整频偏值以达到跟踪 AP 的效果。**

### 3.3 非信令模式下的频偏调整

当芯片工作在非信令模式状态时，主要是用于射频基本性能测试，建议用户使用提供的测试软件，如下图：

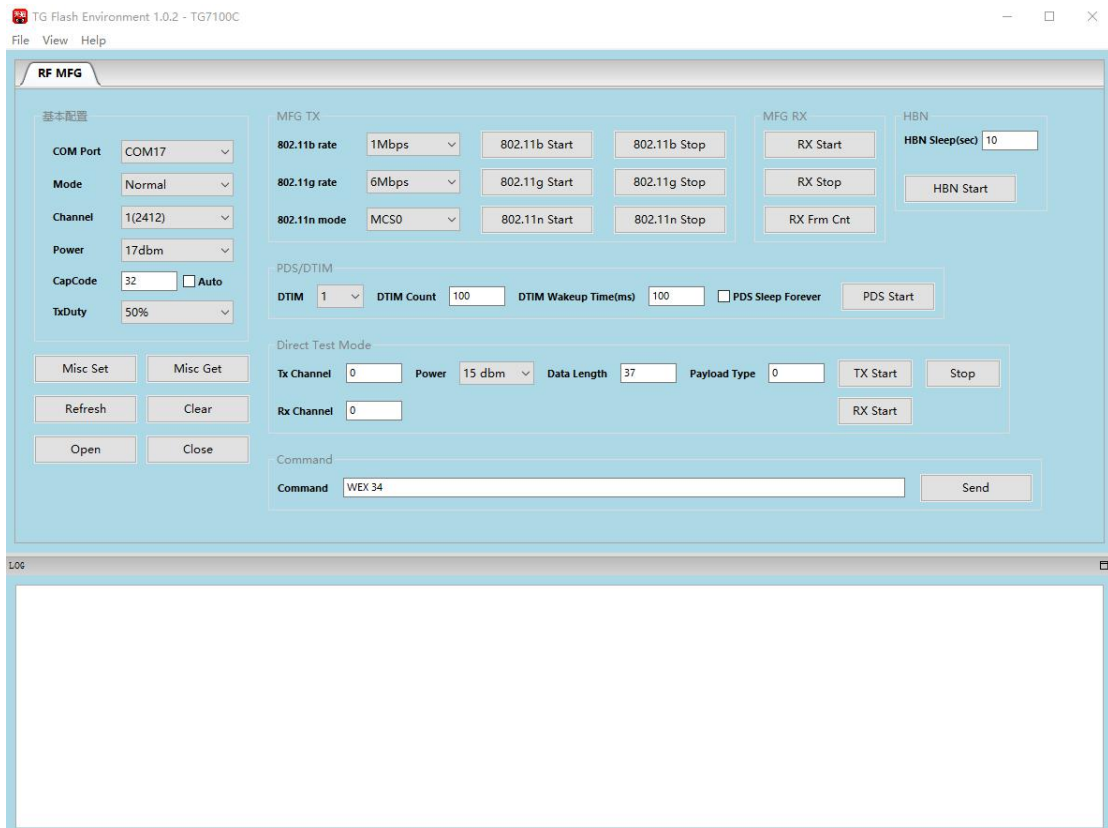


图 5、射频测试软件

#### 3.3.1 手动实时调整

在非信令模式状态下，射频测试软件提供一个可以实时调整频偏的接口，如下图所示，在文本框内填入需要修改的值，然后点击一下 Misc Set 按键（**注意此时 Auto 不能勾选**）。

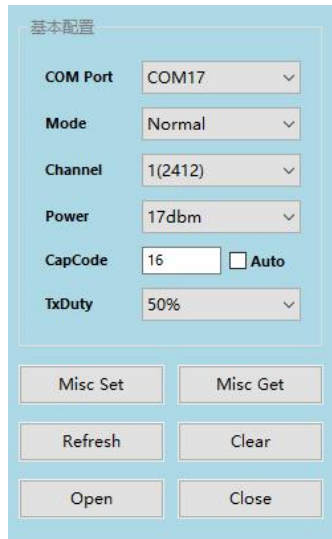


图 6、实时调整频偏接口

### 3.3.2 使用 efuse 校准值

如果芯片已经写入 efuse 校准值，芯片在启动之后会自动读取 efuse 值并设置相应的寄存器，此时只要点击 Misc Get 按键，软件界面中就会自动回显 efuse 中的校准值。

需要特别说明，efuse 校准值只会在芯片启动初始化时读取并设置，如果需要再次获取则需要手动发送 REX 命令。

### 3.3.3 使用 flash 中校准值

如果芯片没有写入 efuse 校准值，用户也可以使用 flash 中存储的默认值，具体使用方法如下：

- 1) 使用命令 SFX 将默认值写入 flash 中，例如：SFX 32；（该步骤可选，如果已经写过可以跳过）。
- 2) 勾选 Auto 功能，并点击 Misc Get 按键；
- 3) 取消勾选 Auto 功能

完成以上步骤之后便可以继续测试，如果需要重新获取 flash 中的默认值，只需要重复步骤 2) 和 3)。