

LED 频率显示模块

PLJ-6LED-A

用户手册

V 1.1

目 录

概 述	1
技术参数	2
工作原理	3
设计思路	5
使用操作	7

概 述

PLJ-6LED-A 是专为论坛 HAM 友设计的高性价比的六位 LED 频率显示模块,主要用于收发信机等设备频率值的显示,也可用于常规频率测量。本模块具有小巧精致,性能可靠,视觉效果好,成本低廉等特点。

主要特点:

- 以 Microchip 公司 PIC16F628A 为核心的 65MHz 频率计。
- 频率基准采用温度补偿型压控晶体振荡器(± 2.5 ppm VC-TCXO)。
- 采用独特的闸门控制方式和精准的时间算法。
- 闸门(显示刷新)时间 0.1 秒,实时显示频率值。
- 频率测量精度 10Hz/100Hz(右移一位)可选。
- 双中频设计,中频值及加/减模式可单独预置,互不影响。
- 显示驱动采用 LED 显示专用芯片,数码管亮度高,对外干扰少。
- 采用六位 0.56 英寸数码管显示,无效零自动消隐,八级亮度可调。
- 电路简洁,结构合理,双按键控制,操作简单。
- 各项设置自动保存,开机直接调用。

技术参数

1. 闸门时间

0.1 秒

2. 测量通道

输入阻抗：高阻

测量范围：0.1 MHz ~ 65 MHz

测量精度：10 Hz

灵敏度：优于 60mV_{pp}

3. 中频设置

独立双中频设计，中频调整最小步距为 100 Hz，中频范围 0 ~ 99.9999 MHz，可设置加中频或减中频模式。

4. 频率基准

采用 5032 封装 13.000MHz 温补压控晶体振荡器（VC-TCXO），频率稳定性为±2.5 ppm。

5. 工作电压

直流输入：DC 8V ~ 15V（有电源极性反接保护）或 DC 5V（需硬件设置）。

6. 工作电流

最大 90 mA

7. 显示位数

六位共阳极 LED 显示，最高显示六位数字。

8. 显示亮度

八级 LED 亮度可调，出厂设置为最高亮度。

9. 物理尺寸

长×宽×高：91 mm × 28 mm × 20 mm

10. 板载接口

RF IN（信号输入）：HX2.54-2P 插座

ICSP（编程接口）：2.54-6P 插针

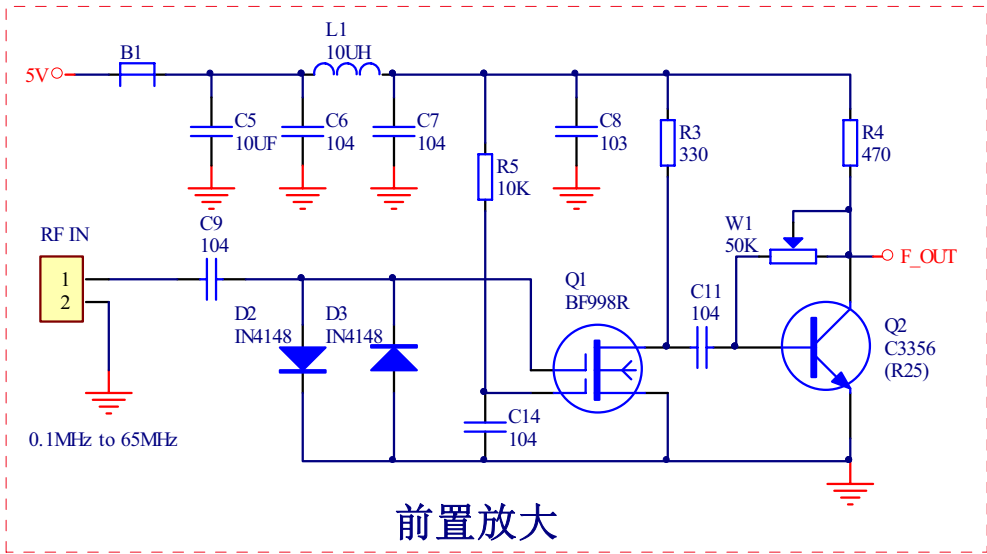
DC IN（电源接口）：HX2.54-2P 插座

工作原理

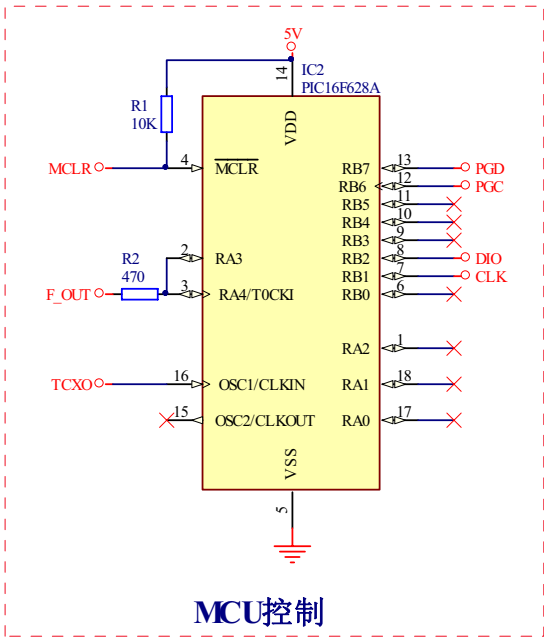
前置放大

射频信号由 RF IN 进入前置宽带放大。

信号放大由输入阻抗极高的双栅场效应管 BF998R、C3356 及其外围元件组成，50K 微调电阻调整 C3356 工作点改变通道灵敏度，放大后信号进入 MCU 的 RA4 进行计数，RA4 内的施密特触发器充当信号整形。



MCU 控制



本模块采用 TM1637 除了其电路简单、电气性能不错外，就是它的价格不是一般的便宜，TB 价 0.80-1.00 RMB，支持国产芯片。

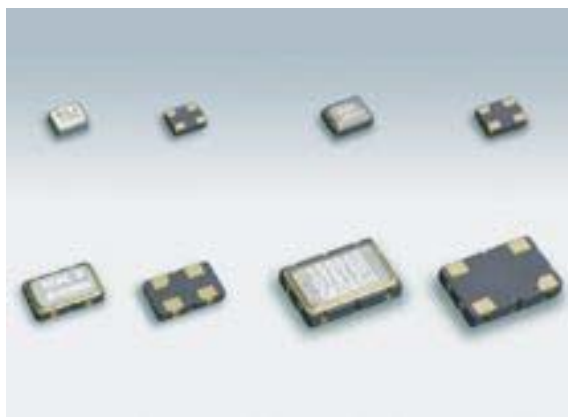
至于选六位显示是权衡分辨率和频段关系后采取的方案。测量精度为 10Hz 时，7.050MHz 显示 7.050.00，29.600MHz 显示 9.600.00（最高位“2”不显示）；测量精度为 100Hz 时，7.050MHz 显示 7.050.0（“7”前的零消隐），29.600MHz 显示 29.600.0。测量精度为 10Hz 时最末一位数（即 10 Hz 位）有跳动，影响视觉效果，如没必要这么高的精度，显示内容可右移一位。

数码管的颜色和亮度的选择视个人喜好而定，本工作室提供的测试样品以高亮红色和普亮黄绿色为主，备有少量高亮纯绿色、高亮蓝色、高亮白色和高亮黄色等品种供选择，但特殊颜色的 LED 成本稍高。模块在出厂时亮度设为最高（八级），高亮 LED 显示比较刺眼，个人感觉高亮 LED 四级亮度比较合适，请自行调整。

设计思路

● 有关基准

频率基准采用广泛用于手机的 13.000MHz 温度补偿型压控晶体振荡器 (VC-TCXO)，频率稳定度为 ± 2.5 ppm。



由于此类频点为大规模生产，因此成本很低，淘宝价为 3 元左右，为 diyer 提供了价廉物美的频率基准。

采用 TCXO 使本模块的性能上升到一个较高的层次。

● 有关闸门

待测信号经 R2 进入 PIC16F628A 的 RA4 脚进行计数，闸门时间到后 PIC16F628A 的 RA3 脚由输入高阻状态变为输出，阻止 RA4 脚电平变化，T0 停止对外计数，这种闸门控制方式不需专门闸门芯片，简单可靠，易于移植至其他单片机，此为本频率计设计亮点之一。

● 有关计数

对于 89S51 单片机来说，当定时/计数器工作于计数功能时，其最大的计数频率值不会超过时钟频率 F_{OSC} 的 $1/24$ ，即通过 T0 或 T1 完成的频率计数器的频率小于 $F_{OSC}/24$ 。因此，要想用 51 单片机来实现超过较高的频率计数功能，就得使用外部扩展分频电路（如 74LS393、74AC4040 等）来完成，这样会使得系统的电路变得复杂。

PIC 单片机内部 TMR0 拥有预分频器，无需扩展外部电路，就可以轻松实现 65MHz 以下的频率计数。但这里有一个问题，就是 PIC 单片机内部的预分频器是不可直接读写的，当闸门时间到时，如何知道预分频器里的计数值呢？思路是如下：当闸门时间到时，PIC16F628A 的 RA3 脚

由输入状态变为输出状态，RA4 脚停止对外部脉冲计数，同时 RA3 脚产生模拟脉冲信号使 PIC16F628A 的 T0 进行计数，并记录 RA3 输出的脉冲个数 N，当 T0 溢出时计算 $255 - N$ ， $255 - N$ 即为闸门时间到时预分频器里的计数值，无需外部计数器的简洁设计是本频率计亮点之二。

● 有关定时

用单片机做频率计许多设计者采用 Timer 溢出中断的方式来定时，中断的延迟问题尚可通过改写定时器初值来补偿，但中断时单片机响应的时间有时是无法确定的，这决定中断时单片机正在执行什么样的指令，如 MCS-51 单片机中断系统中的中断响应时间为 3~8 个机器周期，补偿起来相当麻烦。

有朋友设计时不太关注频率基准的准确度，认为可以用软件调整，其实这是不严谨的做法，会产生“累计误差”或“线性准确度”的问题，脉冲计数型的频率计设计，频率基准的准确度是很重要的。当然也要注意频率基准的稳定度，没有稳定度的保证，准确度也是浮云。

本频率计不采用 Timer 溢出中断的方式，而是采用软件延时的方法来精确计时。具体做法是：在软件延时过程中加入 Timer 溢出检测，发现溢出软件计数器加 1，Timer 溢出标志清零，然后继续执行延时程序直至延时时间结束，这里最关键的地方是：① 执行 Timer 溢出检测所耗的时间也包含在延时时间中；② 插入 Timer 溢出检测的时机要合适，即每次 Timer 溢出都不能错过。采用软件延时的方法来确保定时的精准是本频率计设计的亮点之三。

● 有关中频

本机设置有两个中频，方便使用双中频的机器，显示频率 = 信号频率 ± 中频值。在减中频模式下，如信号频率小于设置的中频值，频率值显示为零。SET 按键设置中频值及加/减模式，两个中频的切换由编程接口 ICSP 第④脚的电平选择来实现。

● 有关编程

开发环境：MPLAB IDE V8.88

编译工具：HI-TECH PICC V9.60

烧写工具：PICkit 3

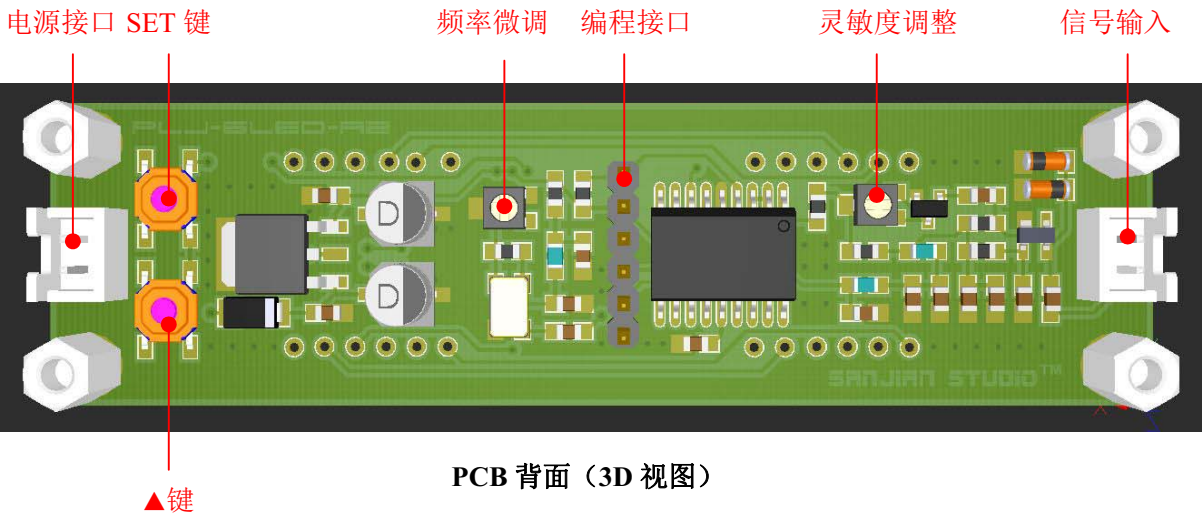
代码采用 C 语言编写，闸门定时部分内嵌汇编，占用 2045 words(99.9%)程序空间。

使用操作

一. 本机结构

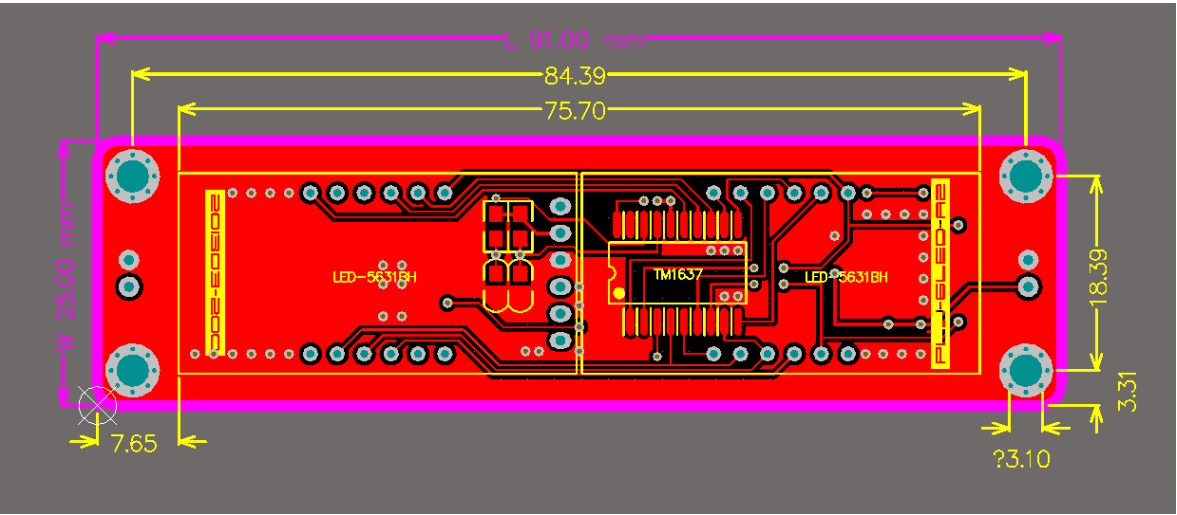


PCB 正面（3D 视图）



PCB 背面（3D 视图）

二. 安装尺寸

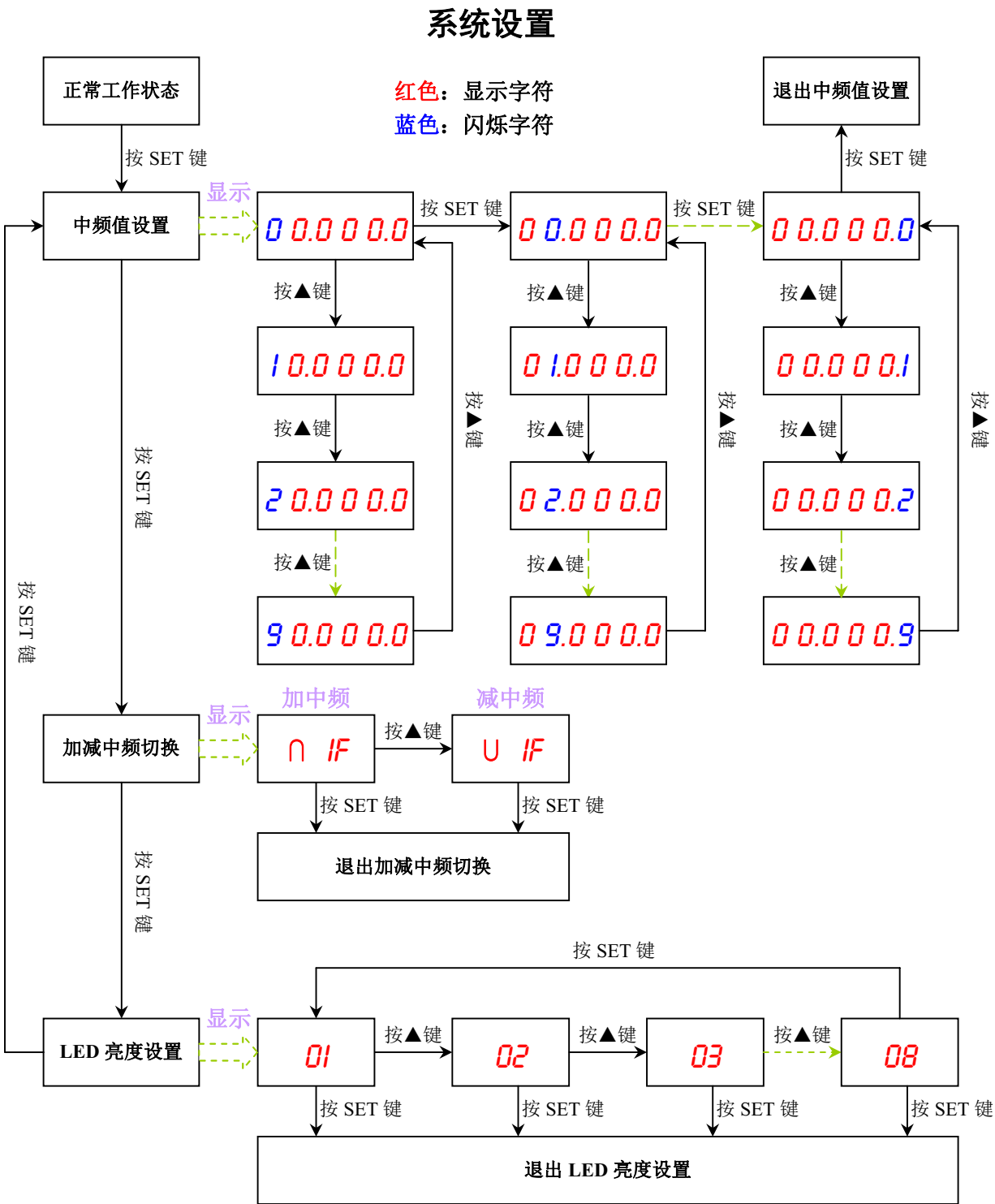


三. 操作步骤

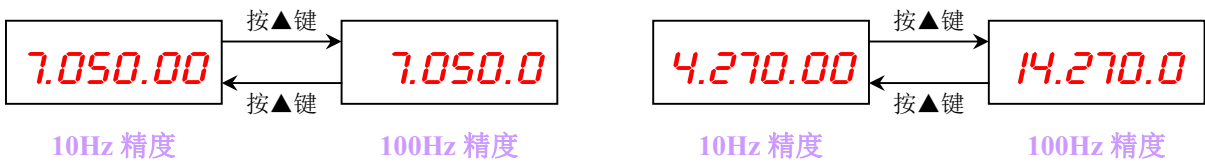
(一) 准备工作

- 1. 使用前请检查电源电压（DC 8V-15V）及极性，确认后方可接通电源。本机电源电路串接有二极管，电源极性接反机器不工作，但不会产生破坏性后果。
- 2. 测量信号输入 2P 方口座接入测试线（有线方式）或天线（感应方式）。

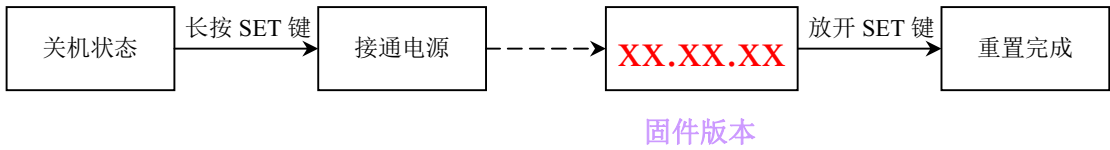
(二) 功能设置



显示调整(右移一位)

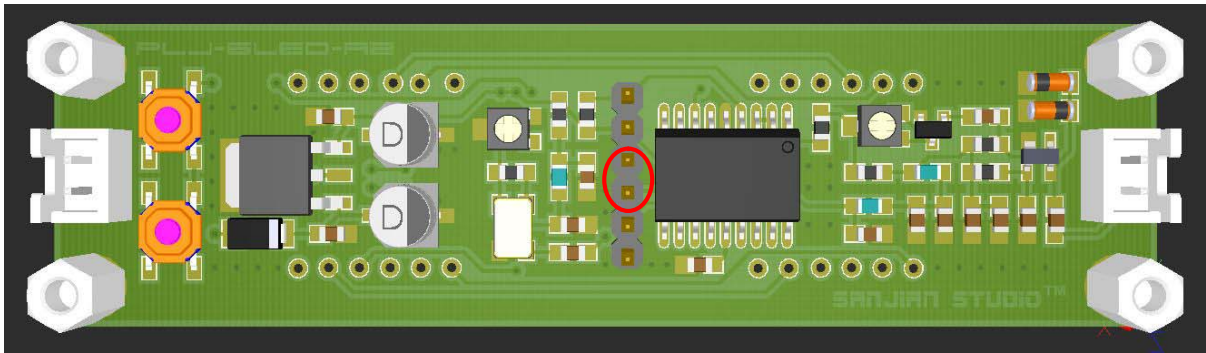


系统重置



中频切换

两个中频的切换由编程接口 ICSP 第④脚的电平来实现，第④脚置高电平或悬空时使用第一中频，第④脚置低电平时使用第二中频。两个中频是独立的，中频值和加减模式可分别预置，互不干扰。第④脚置高电平或悬空时可预置第一中频，第④脚置低电平可预置第二中频。出厂时第④脚置悬空默认使用第一中频，中频值为零，加/减模式为减。在实际应用中，编程接口 ICSP 第④脚与第③脚（GND）用一条 2P 的杜邦线引出（下图红圈位置），使用开关或单片机控制编程接口 ICSP 第④脚的电平实现两个中频与收发信机的同步切换。



(三) 测量频率

用测试线把 RF IN（信号输入）端口与收发信机本振输出端或其它测试点连接好，LED 屏就可实时显示测试点的频率值。本模块的高阻输入设计有利于减少对本振电路的影响，收发信机本振输出信号应有一定的强度（大于 60mV_{pp}），NE602/NE612 之类的振荡较弱，可能无法读取稳定的频率值。