

SANJIAN STUDIO™

LED 频率显示模块

PLJ-6LED-A

用户手册

V 1.1

三剑工作室

淡荣生

2013 年 3 月

广西 • 南宁 • 隆安

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
测试样品	10
使用答疑	11
有关 DIY	12

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

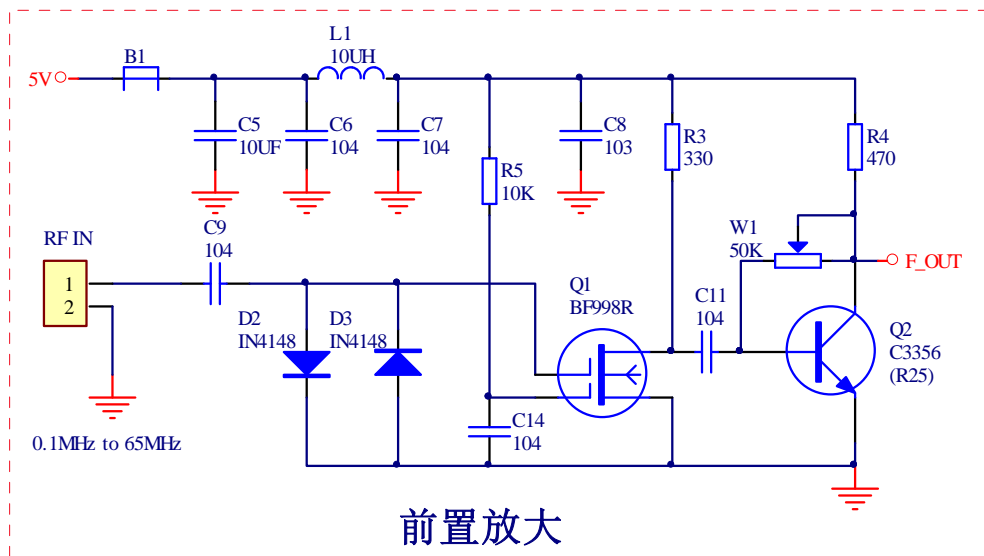
DC IN（电源接口）：HX2.54-2P 插座

工作原理

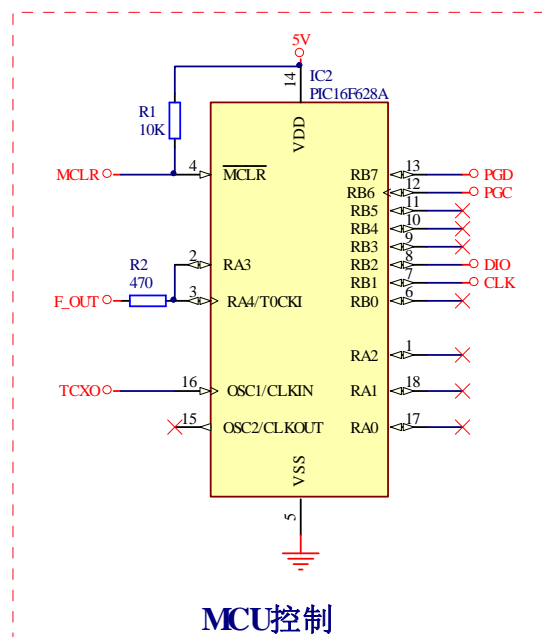
前置放大

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。



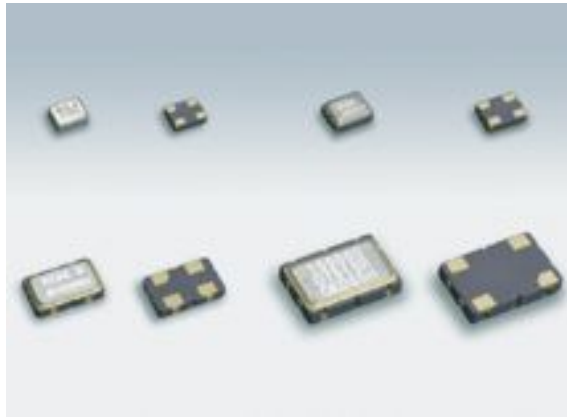
MCU 控制



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

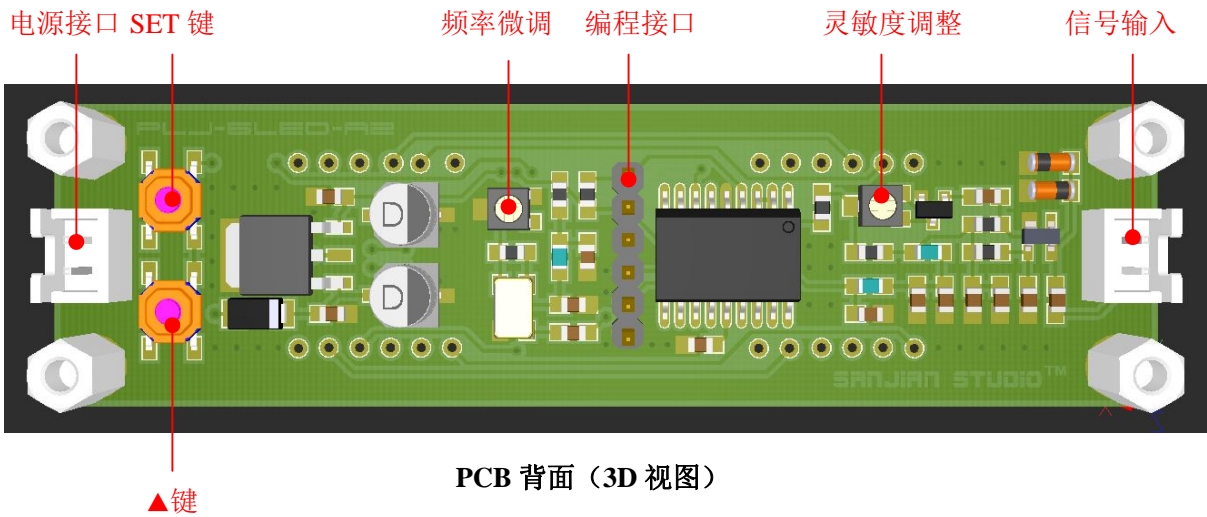
代码采用 C 语言编写，闸门定时部分内嵌汇编，占用 2045 words(99.9%)程序空间。

使用操作

一. 本机结构

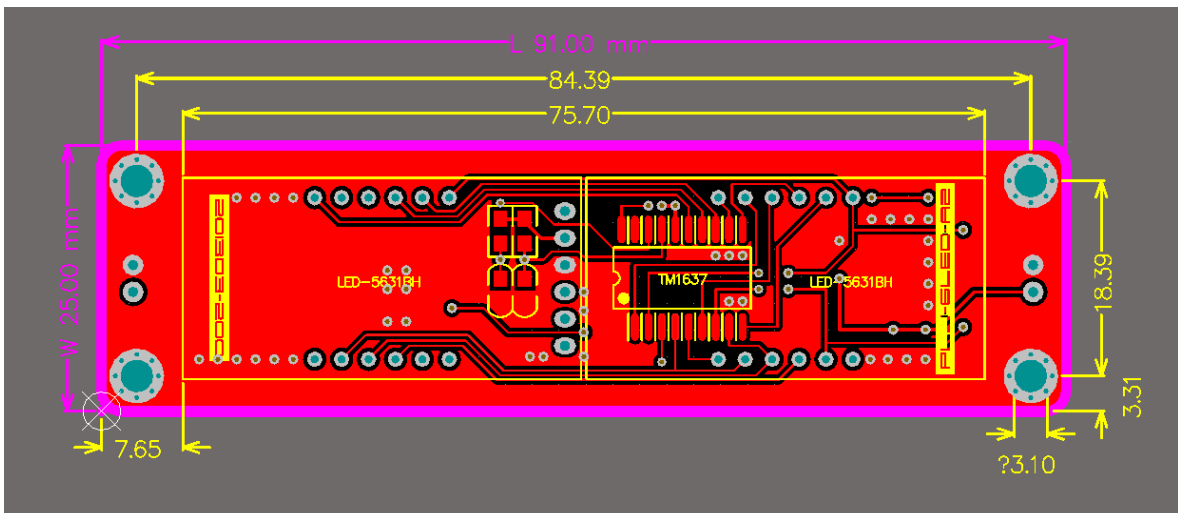


PCB 正面 (3D 视图)



PCB 背面 (3D 视图)

二. 安装尺寸



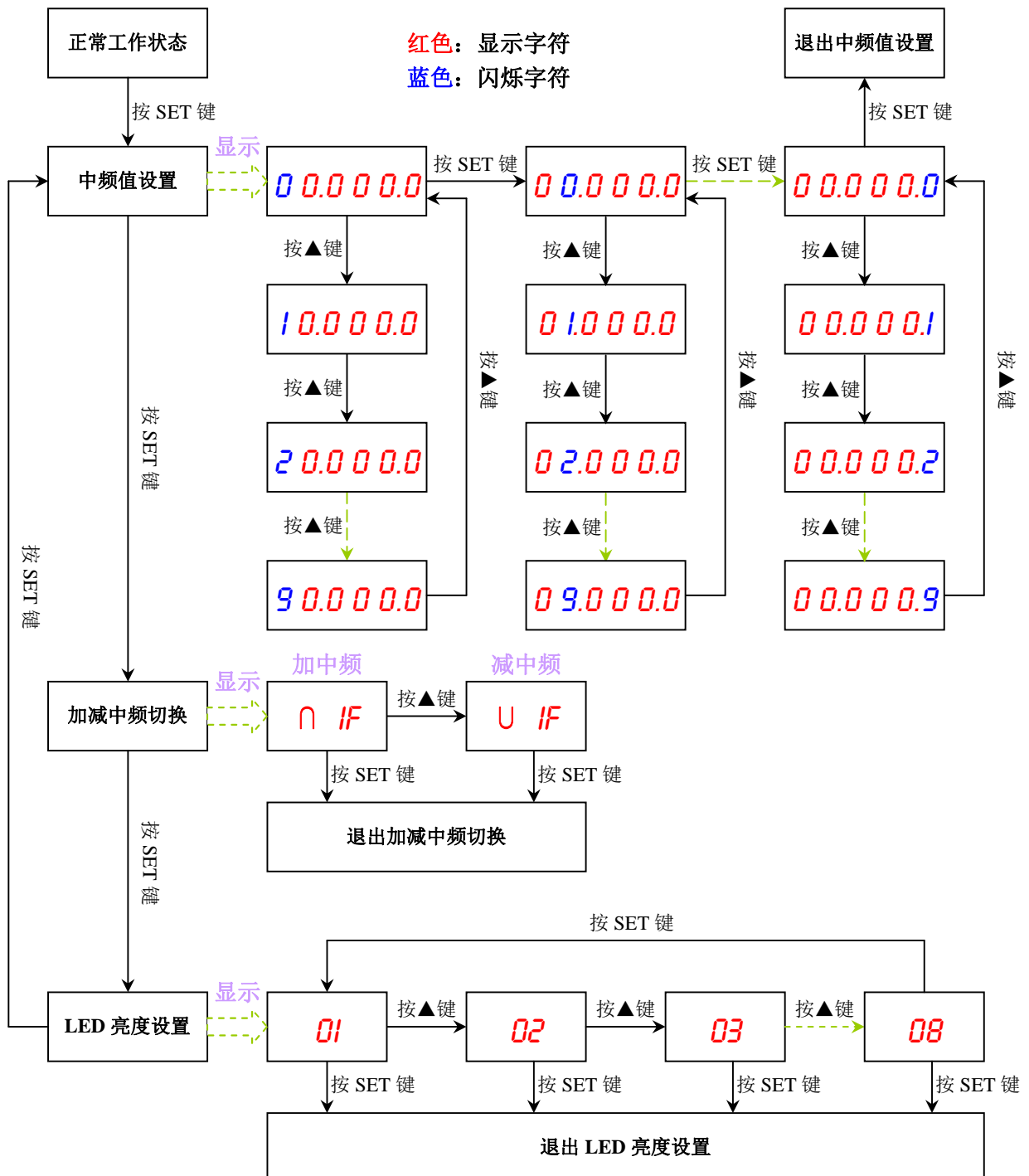
三. 操作步骤

(一) 准备工作

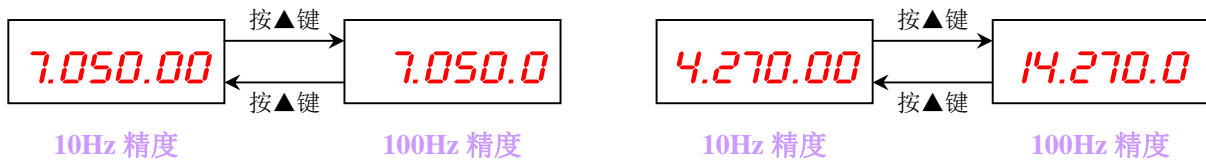
1. 使用前请检查电源电压（DC 8V-15V）及极性，确认后方可接通电源。本机电源电路串接有二极管，电源极性接反机器不工作，但不会产生破坏性后果。
2. 测量信号输入 2P 方口座接入测试线（有线方式）或天线（感应方式）。

(二) 功能设置

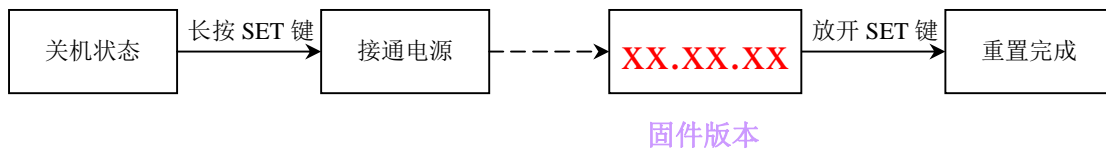
系统设置



显示调整(右移一位)

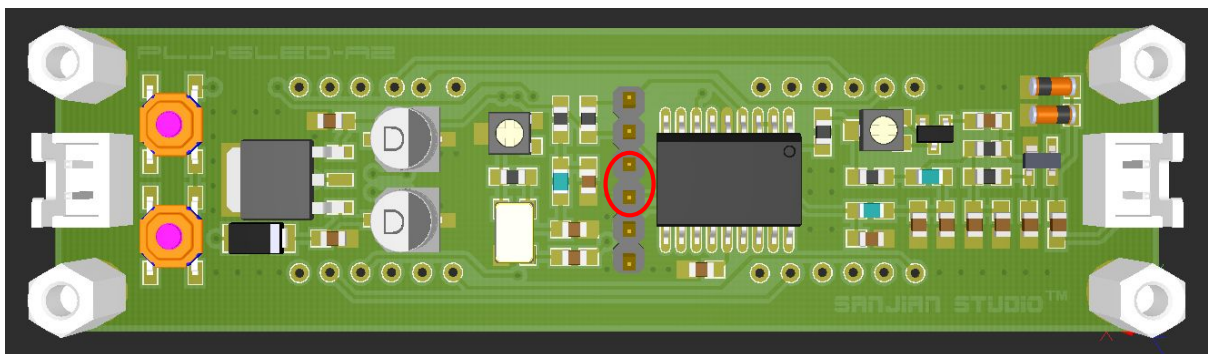


系统重置



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。

测试样品

为方便大家测试使用，三剑工作室 SANJIAN STUDIO™ 不定期提供小批量样品，需要者请进入淘宝主网页搜索“三剑工作室”或“PLJ-6LED-A”关键词，也可直接与本工作室联系。

样品说明：

- 贴片器件安装
- 回流焊工艺
- 使用六位 0.56 英寸 LED
- 包含安装铜柱
- 无电源、无外壳
- 已调试成品

包装清单：

- PLJ-6LED-A 模块 1 块
- XH2.54-2P 20cm 单头线 2 条
- 防静电袋包装 1 个

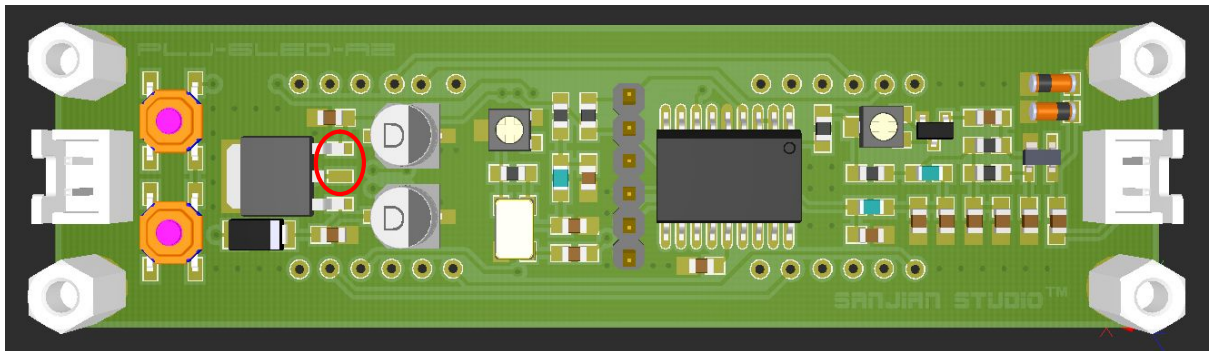
注意事项：

- 套件配送的两条 XH2.54-2P 20cm 单头线，请勿以颜色做为极性的判断依据，接入前请根据模块插座判断极性，详情阅读本手册使用操作的内容。
- 请勿将仪器置于高温、潮湿、多尘的环境，并应防止剧烈震动。
- 本机出厂前时钟基准已用铷原子钟校正，灵敏度调整至最佳状态，非必要请勿自行调整。
- 在正常的使用情况下保修期为半年。保修不适用于因错误使用、改装等非正常条件下导致损坏的产品。

使用答疑

1. 为了安装方便，能否使用收发信机内 5V 电源为本模块供电？

可以，需要做硬件上的设置，把下图中画红圈的两个焊盘短接，就可直接从 DC IN 接入 5V 直流电源为本模块供电。此改动应慎重，因为这时外接电源跳过了本模块的稳压和极性防反接电路，认真检查电压和极性无误后再接通电源，否则会产生严重后果。



2. 本模块对收发信机有干扰吗？

说没有任何干扰是不可能的，单片机、晶振、LED 驱动对外都会有一定的辐射，但强度不会太大，在设计时已采取一定的措施，除此之外，模块与收发信机敏感器件的距离，收发信机的特性等都有一定的关系。如出现干扰，尝试改变本模块的安装位置或加装屏蔽。

3. 频率值显示不稳定是什么原因？

首先，要保证输入信号的质量（强度、稳定性等）要达到本模块的最低要求（见参数一节），再者信号输入线改用屏蔽线，其三要注意保证电源的质量，波纹不能太大。

4. 未接测量信号时为何有不规则的示数跳动？

先检查为本模块供电的电源波纹是否过大，再检查本模块周边是否其它强信号辐射。本模块有无效信号滤除功能，低于 100KHz 信号都会被滤除，正常时显示应为零。

5. 测量频率的上限还能提高吗？

请关注三剑工作室开发的 PLJ-8LED-A，工作上限可到 1000 MHz，且时间闸门有多种选择。

有关 DIY

论坛公布了制造 PLJ-6LED-A 的全套资料，大家可直接将 Gerber 文件送 PCB 工厂加工。

烧写文件中已设置了烧写位，大部分烧写器有读入烧写位的功能，无需人工干预。如您的烧写器无法识别，晶振类型选 HS，其余选项关闭即可。

总结前版的种种状况，在论坛所公布的烧写文件中加入了使用次数限制，开机第 25 次时，会显示“—————”限制继续使用，此时系统重置（按住 SET 键开机）即可恢复使用，除此以外，硬件及软件无其它技术陷阱。

附：历次在 [helloq.net](http://www.helloq.net) 发布的频率计资料

2008-11-03: <http://www.helloq.net/forum/read.php?tid=189583>

2008-11-04: <http://www.helloq.net/forum/read.php?tid=189696>

2008-11-05: <http://www.helloq.net/forum/read.php?tid=189718>

2009-03-30: <http://www.helloq.net/forum/read.php?tid=200868>

2011-04-27: <http://www.helloq.net/forum/read.php?tid=264417>

2011-12-14: <http://www.helloq.net/forum/read.php?tid=282626>

2013-03-22: <http://www.helloq.net/forum/read.php?tid=312288>

本产品知识产权属三剑工作室 **SANJIAN STUDIO™** 所有，网络上公布的资料可任意复制转载，并鼓励个人仿制测试，但禁止用于商业用途。