

## 2.4G 低功耗遥控应用电路

(JF24D-B 带应答应用程序)

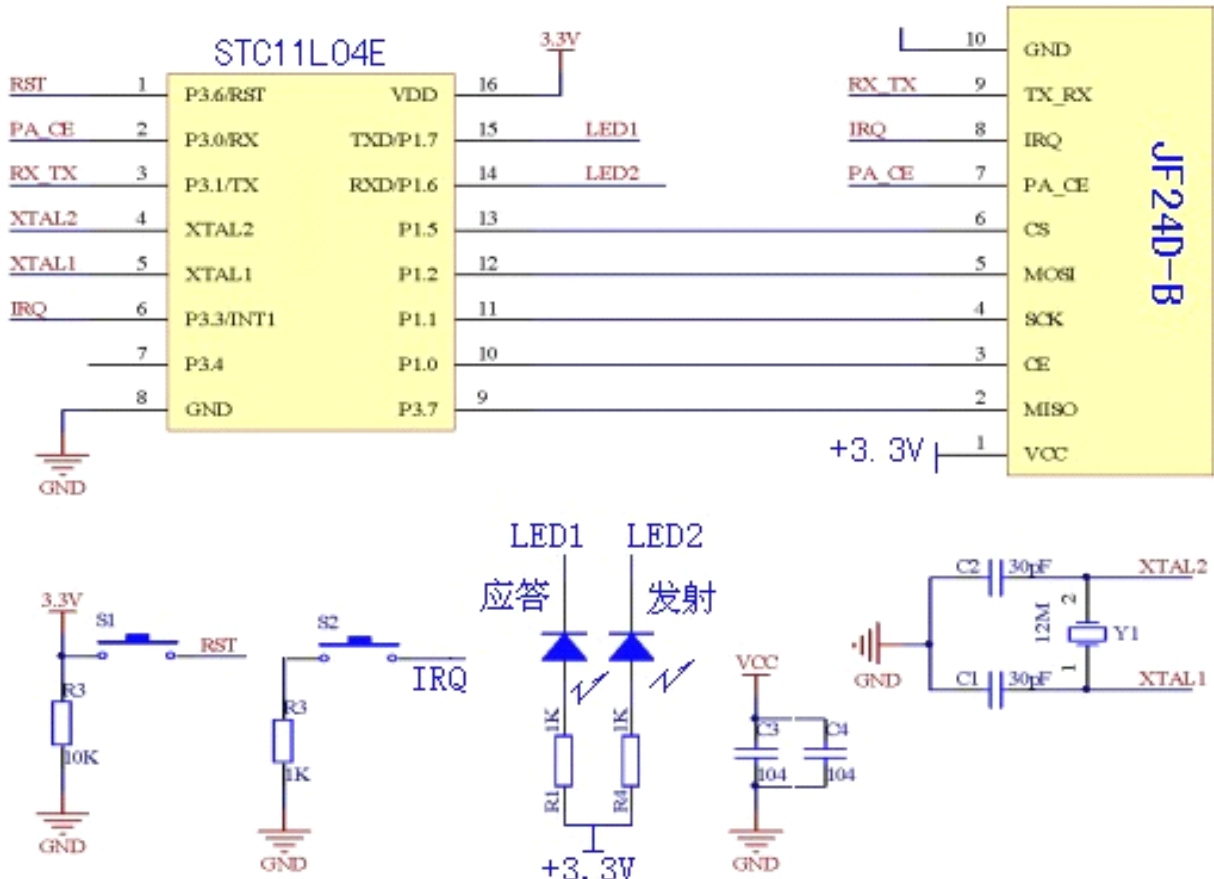
2011 年 10 月

目前遥控产品基本都在使用 315M 频段, ASK (OOK 调制) 近年来随着各种遥控报警数据传输智能家居产品的普及应用, 这个频段逐渐趋于饱和, 干扰越来越严重。由于在这个频段传输数据速度有限, 接收机在同一时间只能接收一路数据, 不能有其他的发射信号存在, 否则接收到的数据就成乱码导致解码失败。比如汽车遥控锁现在很普及, 一次没有上锁, 当然你可以多按几次直到锁上, 假如有人用一个同频率的遥控器在你附近一直接着, 信号比你的强, 你的接收就会失控, 当然他不知道你的编码, 遥控不了你的汽车, 只能是干扰你失控。还有目前市场上很多的多发一收的智能家居报警系统也存在同样的致命问题, 门磁, 窗磁, 红外探头都是用 315M 频段将各路编码信号发给主机, 由主机判断处理后报警。同样的道理, 小偷要进你家, 很简单, 用一个同频率的遥控器一直接着发射干扰信号, 同样使你的智能家居报警系统失控, 不报警。这和你采用什么高级编码没有任何关系, 因为你的编码在这个频段是一位一位传输的, 速度很慢, 安全级别也很低的, 接收电路没有能力来判断选择接收信号的, 同时接收到二路信号接收模块输出的数据信号就是乱码, 解码器不解码, 当然就不报警了。跳码, 滚码也没有用, 同样被干扰。

2.4G 产品可以有效解决 315M 和 433M 频段无法解决的同频干扰问题。第一, 2.4G 传输速度比 315M 频段快 100-200 倍, 打包发送, 减少了同频干扰几率。第二, 2.4G 产品具有最基本的载波检测功能, 自动回避干扰, 延迟发送, 并具有应答功能。还可以通过软件程序设置不同的通道或者通过软件程序实现跳频。当然 2.4G 产品程序比较复杂, 但只要把程序搞清楚了后期开发应用就很简单了。2.4G 产品用于遥控需要解决功耗的问题。因为接收机平时要一直处于待机状态, 电池供电产品需要进入低功耗模式。下面的电路是一款最基本的远距离 2.4G 低功耗遥控电路。电路采用低成本 STC 单片机, JF24D-B 低成本远距离 2.4G 模块, 双向通讯带应答程序, 确认发射接收有效。本电路单片机 I/O 口有限, 为一路单键遥控电路。增加单片机 I/O 口就可以扩展到多路无线遥控系统, 程序也需要做相应修改。

一、发射和接收原理图

(1) 发射原理图



发射功能与操作:

按键 S1 为复位按键，按键 S2 为发射按键;

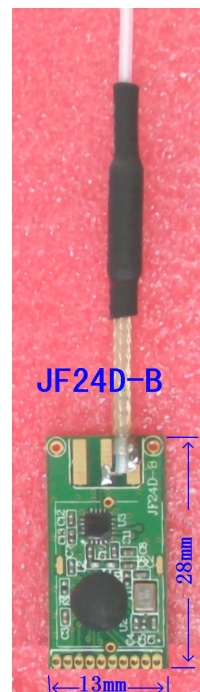
LED1 收到应答指示灯，LED2 发射信号指示灯

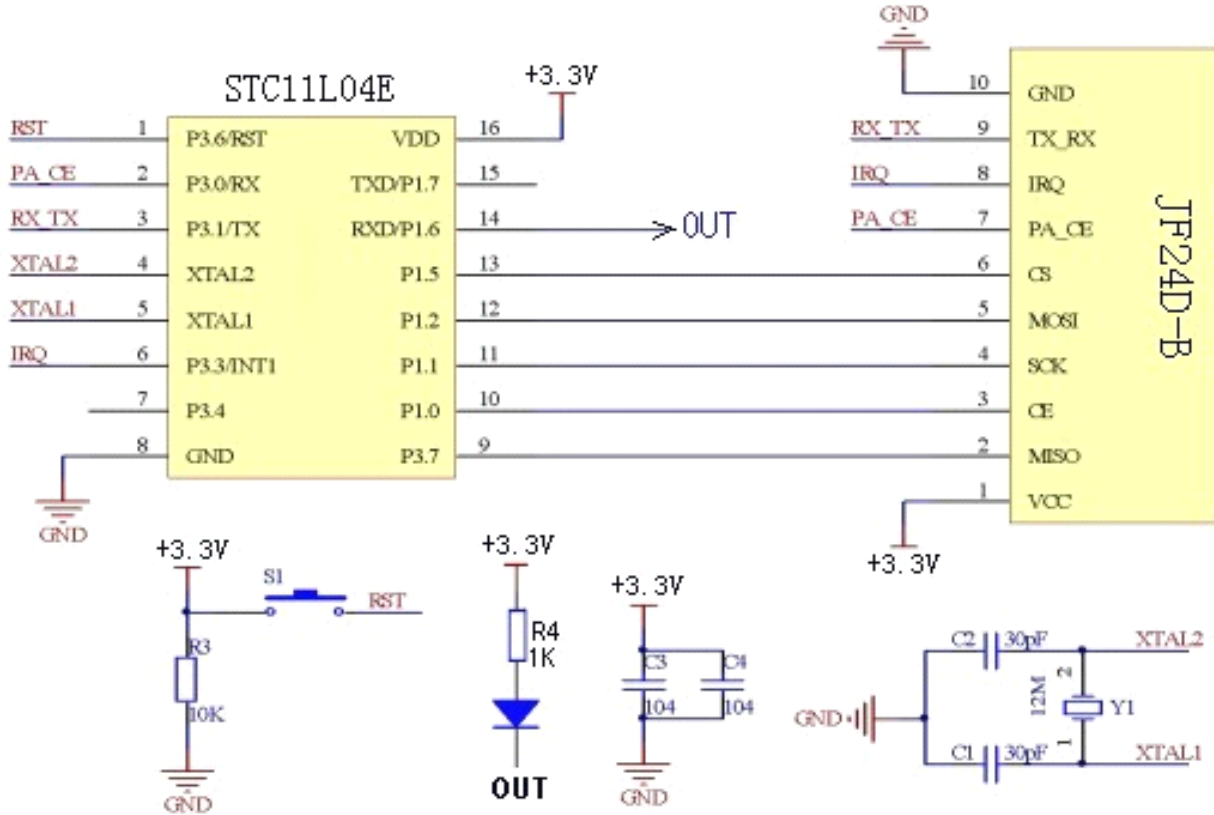
按下 S2，发射命令，LED2 亮

收到接收机应答信号后，LED1 亮，发送成功。

延时 1s 后，LED1 灭。

(2) 接收原理图





### 接收功能说明:

S1 为单片机复位按键

OUT 为控制电平信号输出端，复位后输出为高电平。

接收模块收到发射指令后，OUT 转换为 0 电平，LED 亮，给发射应答信号，并维持 0 电平状态，直到收到发射下次指令。

收到发射关闭指令后，OUT 电平变高，LED 灭，给发射一个应答信号，并维持高电平状态，直到接收到发射的下次指令。

## 二 发射和接收流程

发射和接收电路上电初始化后便进入低功耗待机状态，发射待机电流只有 6-7uA（单片机的掉电电流 2uA，JF24D-B 的掉电电流 4.6uA），当单片机检测到发射按键指令后，进入发射流程，最多发射 50 次（1550 毫秒）后进入休眠模式。发射时间一共 50 个循环周期，每个周期 30 毫秒，（准备 8 毫秒，发射 1 毫秒一个字节，等待应答 21 毫秒）如果发射第一个字节后收到应答，发射电路便停止发射，进入休眠模式，基本不消耗电流（uA 级）。2.4G 模块包括 PA 在每个发射周期瞬间只消耗 80mA/1 毫秒时间的发射电流，其余时间 21 毫秒在等待应答，只消耗约

26mA 电流，每按一次按键，发射程序最短执行 30 毫秒，最长持续 1.5 秒（间断发射 50 毫秒，等待接收 1500 毫秒）平均消耗电流约 30mA，发射完毕进入掉电模式，不再消耗电流。

接收电路上电初始化后便进入休眠与唤醒的循环模式。唤醒时间与休眠时间比为 1:30，即唤醒 50 毫秒，休眠 1500 毫秒。唤醒后约消耗 26mA 电流，如果检测到有发射信号，开始接收处理数据，应答时瞬间只消耗 50mA 电流。接收平均待机电流只有 1mA 左右。

本电路的核心是解决 2.4G 模块低功耗应用，因为接收休眠时间比较长，发射到接收输出存在延迟，最长延迟时间为 1.5 秒，最短为 50 毫秒，对于遥控产品不必考虑这个时间差。如果要求时效性，可以调整休眠与唤醒时间比，但功耗会增加。

本电路采用的是单片机应答模式，确认电平转换后应答，比较可靠，但指令执行要浪费时间。也可以采用 2.4G 模块自动应答模式，不需要单片机处理应答，这样可以缩短时间。

### 三 发射和接收的电源及天线

发射和接收电路的电源选用，由于 JF24D-PA 是带 PA（功率放大）的 2.4G 模块，发射功率最大 18db，要保证有效发射距离和程序稳定，需要选用大容量电池，虽然发射和接收电路是低功耗设计，但发射时瞬间需要提供足够的发射电流，使用低容量电池，发射时电压会下降，低于 3V 距离会明显变近。建议采用 3.7V 手机电池或 3 节以上 AA 电池加 7133 低功耗稳压电路供电，保证收发距离的稳定。

JF24D-PA 工作电压最高 3.6V，SPI 口最多也只能承受 3.6V 的电压，如果单片机用 5V 供电，需要在 SPI 口串 1-3K 电阻。

要保证 2.4G 产品性能的稳定，必须给 2.4G 模块提供干净稳定的电压，单片机电源端也必须加一个 0.1uF 的退耦电容，如果电源纹波较大需要串一只 100 欧姆电阻后加一个 10uF 电容到地给 2.4G 模块供电，以确保程序运行稳定。

关于 JF24D-B 模块的天线，模块上焊有一根 2db 简易天线是为了方便客户测试模块性能，不可以去掉天线测试，否则会烧坏 PA（功率放大 IC），2db 天线参考距离约 200 多米，如果需要提高距离，可以采用 6db 天线，将距离扩展到 500 多米。模块预留天线底座焊接位置。

### 四 发射和接收程序

低功耗遥控应用电路程序请到公司官方网站 [www.ayxsj.com](http://www.ayxsj.com) 下载。

### 五 发射和接收时序图

