



PAN312x 开发套件使用手册

发布 0.1.0



磐启微电子 PAN312x 项目组
2025 年 06 月 03 日

Table of contents

1	快速入门	1
1.1	SDK 快速入门	1
1.1.1	1 概述	1
1.1.2	2 PAN312x EVB 硬件资源介绍	1
1.1.3	3 PAN312x SDK 开发环境确认	1
2	硬件资料	5
2.1	PAN312x Evaluation Board 介绍	5
2.1.1	1 概述	5
2.1.2	2 使用说明	5
2.2	PAN312x 硬件参考设计	11
2.2.1	1 概述	11
2.2.2	2 典型应用原理图	11
2.2.3	3 PCB 设计建议	14
2.2.4	4 RF 基本性能	17
3	演示例程	19
3.1	基础例程	19
3.1.1	SDK_FixedLongPacketRx	19
3.1.2	SDK_FixedLongPacketTx	22
3.1.3	SDK_FixedPacketRx	26
3.1.4	SDK_FixedPacketTx	31
3.1.5	SDK_GpioOutPutOclk	34
3.1.6	SDK_SemiAutomaticDutyCycleRx	38
3.1.7	SDK_SemiAutomaticDutyCycleTx	40
3.1.8	SDK_TestDemo	44
3.1.9	SDK_VariableLongPacketRx	48
3.1.10	SDK_VariableLongPacketTx	53
3.1.11	SDK_VariablePacketRx	55
3.1.12	SDK_VariablePacketTx	62
4	开发指南	67
5	量产测试	69
6	开发工具	71
7	其他文档	73
8	更新日志	75
8.1	PAN312x DK v0.1.0	75
8.1.1	1. SDK	75
8.1.2	3. DOC	75
8.1.3	4. TOOLS	76
8.1.4	5. 已知问题	76
8.2	PAN312x DK v0.0.0	76
8.2.1	1. SDK	76

8.2.2	2. HDK	77
8.2.3	3. DOC	77
8.2.4	4. TOOLS	78
8.2.5	5. 已知问题	78

Chapter 1

快速入门

1.1 SDK 快速入门

1.1.1 1 概述

本文是 PAN312x Radio 开发的快速入门指引，旨在帮助使用者快速入门 PAN312x SDK 的开发，搭建软硬件环境，并编译、运行、调试一个例程。

1.1.2 2 PAN312x EVB 硬件资源介绍

在开始使用 PAN312x SDK 之前，我们建议您先阅读[PAN312x Evaluation_Board 硬件资源介绍](#)文档，熟悉 Evaluation_Board 开发板的基本使用方法。

1.1.3 3 PAN312x SDK 开发环境确认

3.1 PC 环境检查

目前 PAN312x 提供的编译工具链只支持 Windows 7 及以上版本的 64 位操作系统，请确保您的开发环境满足此要求。

您可以按照如下操作快速确认您的 PC 是否满足要求：

- 1、按快捷键 Win + R，在弹出的运行对话框中输入 dxdiag 并回车：
- 2、稍等片刻，在弹出的 DirectX 诊断工具对话框中，可以看到当前 PC 的系统信息：

3.2 获取并配置 SDK 及编译工具链环境

- 1、请确认您已经获取到如下 1 个必要的压缩包：
 - pan312x-dk-v<x>.<y>.<z>.zip: PAN312x Development Kit 开发套件
- 2、请确保 PC 上已经正常解压缩了 PAN312x Development Kit 开发包：

3.5 快速编译烧录运行一个简单的例程

下面我们以 SDK_FixedPacketTx 例程为例，演示如何编译烧录运行一个 demo 工程

- 3.5.1. 硬件环境准备 1、将 PAN312x EVB 板和 PAN312x 模组通过 spi 接口相连接；
- 2、将 PAN312x EVB 板通过 usb 接口连接到 pc；

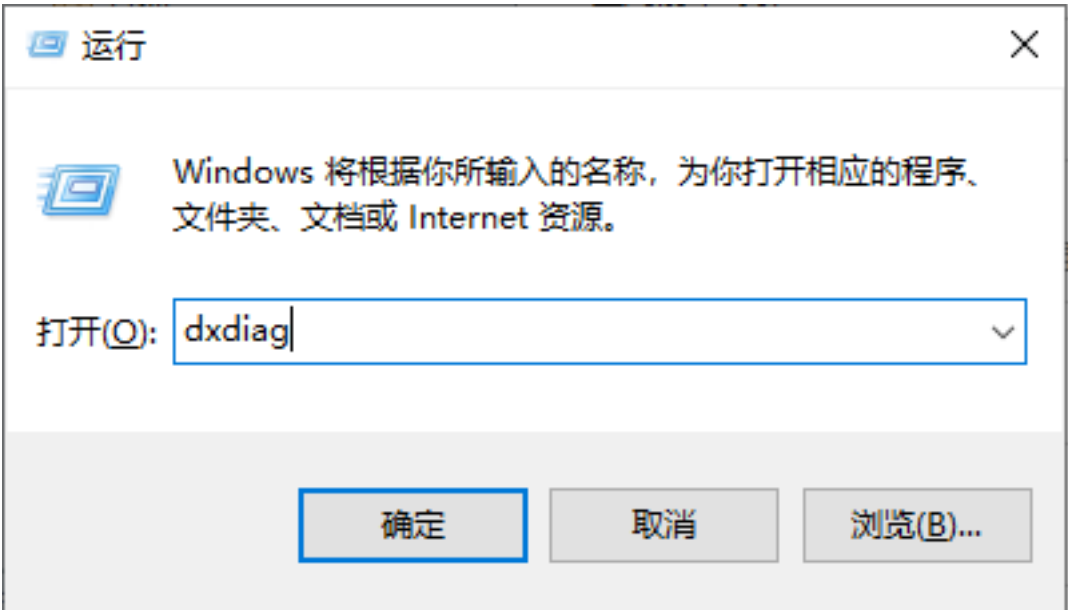


图 1: 运行 dxdiag

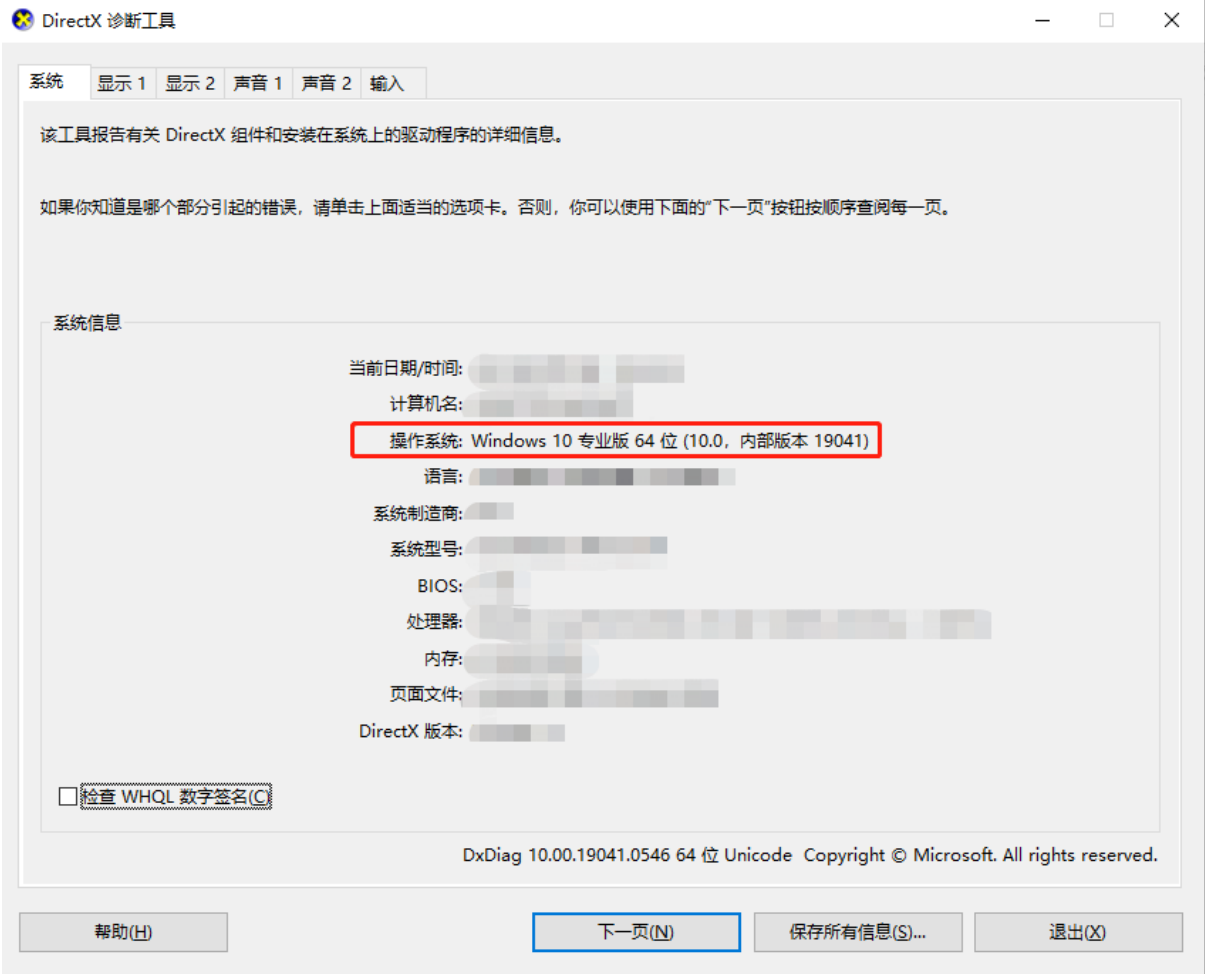


图 2: DirectX 诊断工具对话框

名称	修改日期	类型	大小
01_SDK	2023/3/6 16:48	文件夹	
02_HDK	2023/2/23 16:46	文件夹	
03_DOC	2023/3/6 16:48	文件夹	
04_TOOLS	2023/3/6 16:48	文件夹	
CHANGELOG.md	2023/2/23 17:15	Markdown File	1 KB
README.md	2022/7/22 14:18	Markdown File	1 KB

图 3: PAN312x DK 开发包主目录结构

3.5.2 编译 1、进入目录 01_SDK\PAN312x_DK_Develop\Project\MDK-ARM(AC5)，双击 project.uvprojx，如下图所示：



图 4: 打开 PAN312x 开发工程

2、打开 project 工程，选择 SDK_FixedPacketTx 例程，如下图所示

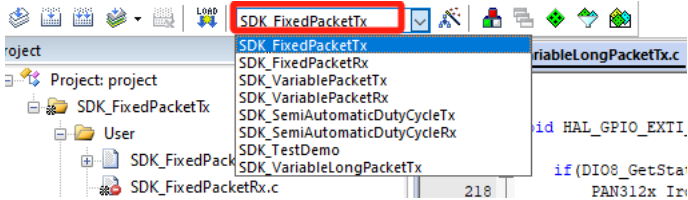


图 5: 打开 hello_world 工程

(2)、选择 build 按钮，编译整个工程，选择 download 按钮，下载程序，如下图所示：

3.5.4 运行 程序运行后，串口会输出如下信息：

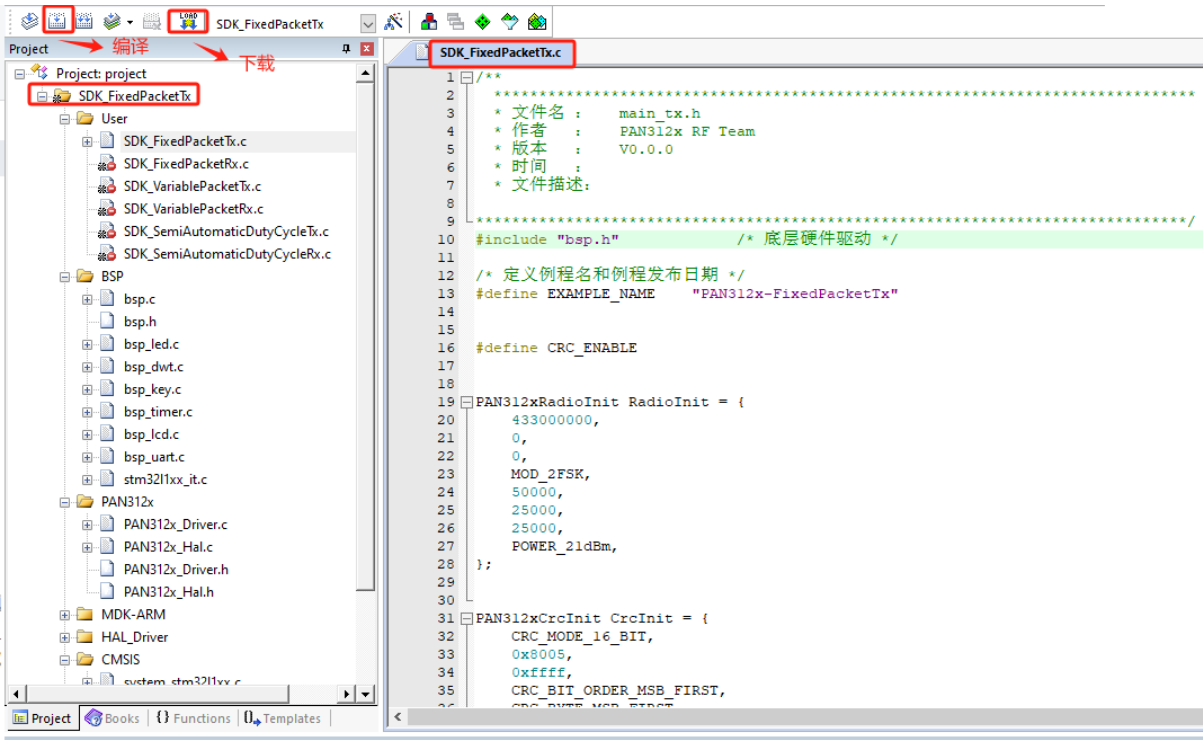


图 6: 构建 SDK_FixedPacketTx 例程

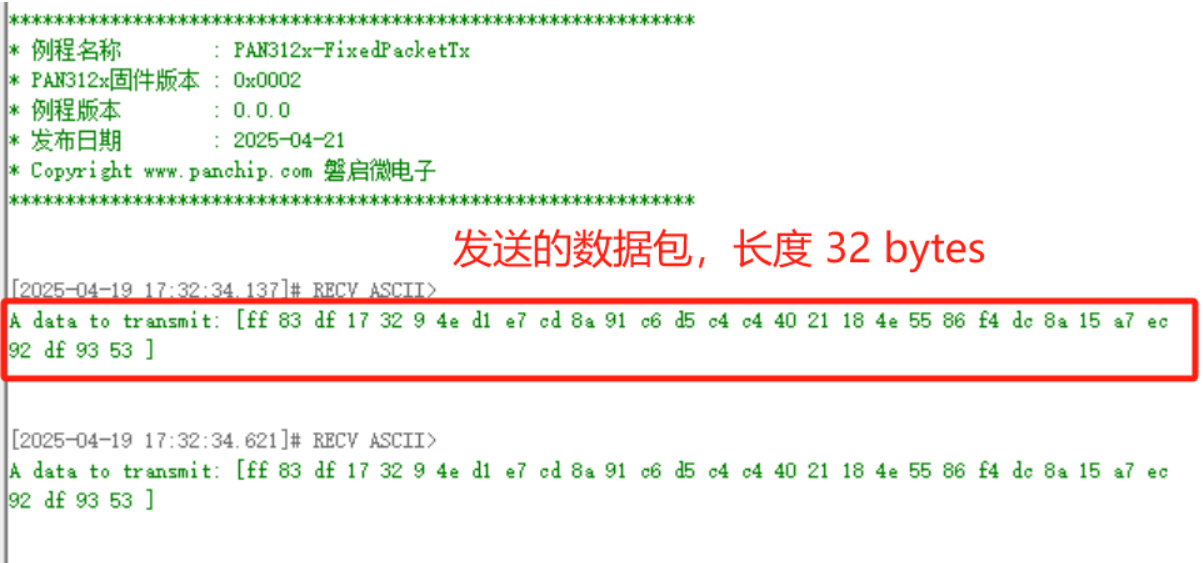


图 7: 串口输出信息

Chapter 2

硬件资料

2.1 PAN312x Evaluation Board 介绍

2.1.1 1 概述

2.1 Evaluation Board 介绍

本文档是 Evaluation Board 开发板的介绍，包括相关板级硬件模块、各模块在 Evaluation Board 板的位置以及对应电路原理图，旨在帮助开发者快速了解 Evaluation Board 开发板。

Evaluation Board 开发板需配合待测模块使用，Evaluation Board 开发板对外接口提供了 SPI (CSN、SCK、MISO、MOSI)、UART (TX、RX) 和 5 个 GPIO。

Evaluation Board 开发板包含了很多人机交互模块，包括：电源管理系统、USB_Micro 转串口模块、无源蜂鸣器、独立按键、状态指示 LED、液晶显示屏等。

2.1 Evaluation Board 外观

2.1.2 2 使用说明

2.1 供电及功耗测试

Evaluation Board 开发板支持 3 节干电池和 Micro-USB 两种供电方式，当两种电源都提供时选择 USB 供电。Evaluation Board 开发板的电源通过自锁开关 K1 控制上下电。MCU 和待测模块的功耗可以通过 J3 和 J5 测试，如果不需要测试功耗可以使用跳线帽将其短接。

2.2 电源电压检测

Evaluation Board 开发板提供了电源电压检测接口，当使用干电池电压低时可以及时提示更换电池。使用的是 PA0 采集电源电压的值。

2.3 通信

J1 为 Evaluation Board 开发板对外通信的 Micro-USB 口，MCU 引脚 PA9/TX、PA10/RX 通过 USB 转串口芯片 CHN340N 与电脑通信。

2.4 无源蜂鸣器

Evaluation Board 开发板提供无源蜂鸣器外设，可以通过 MCU 引脚 PA1 输出 PWM 信号进行控制。

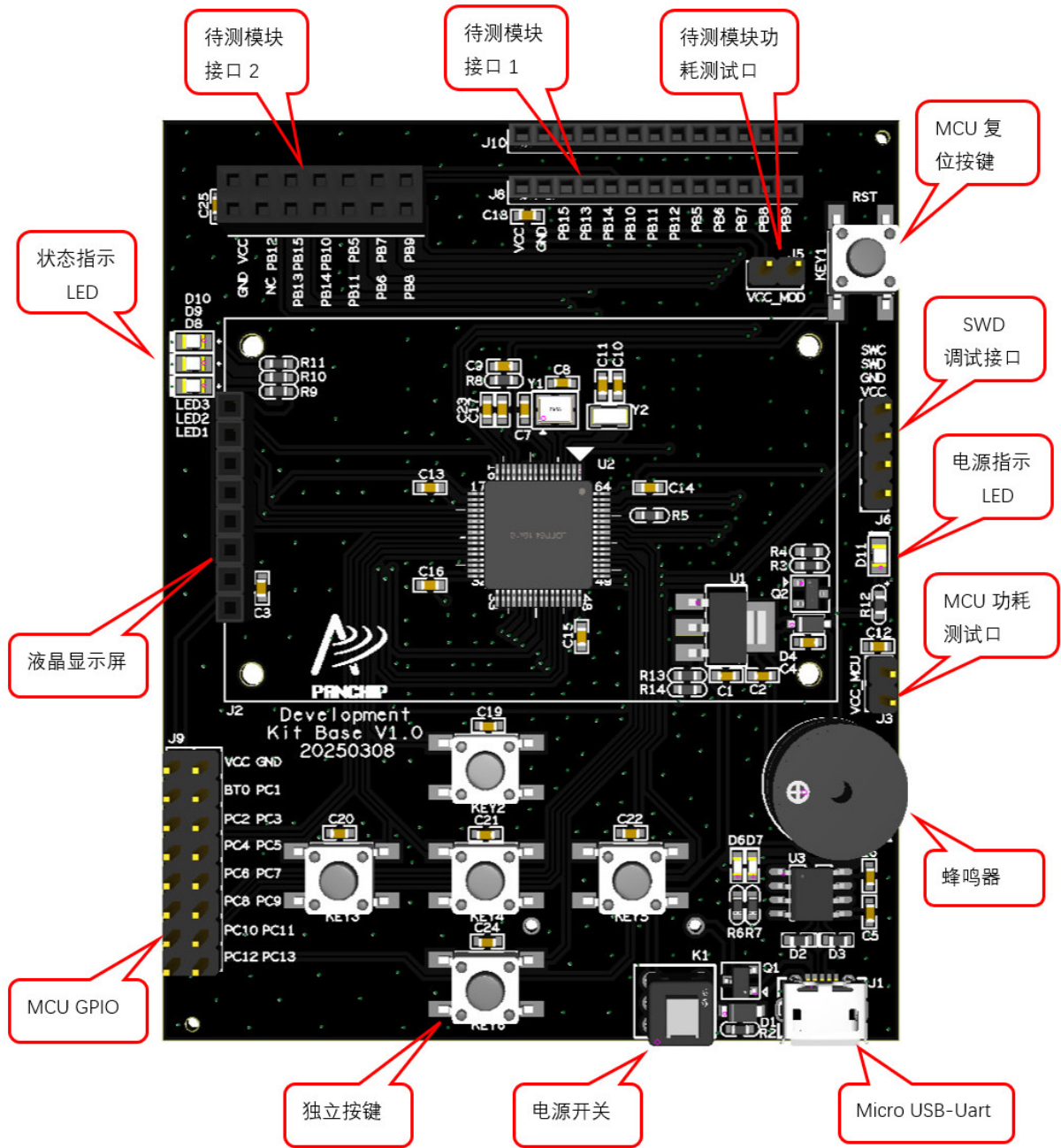


图 1: PAN312x Evaluation Board 外观

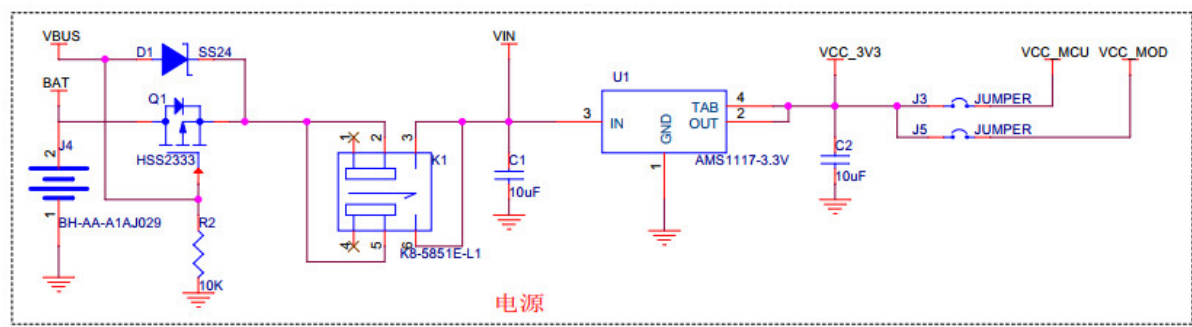


图 2: PAN312x Evaluation Board 供电方式

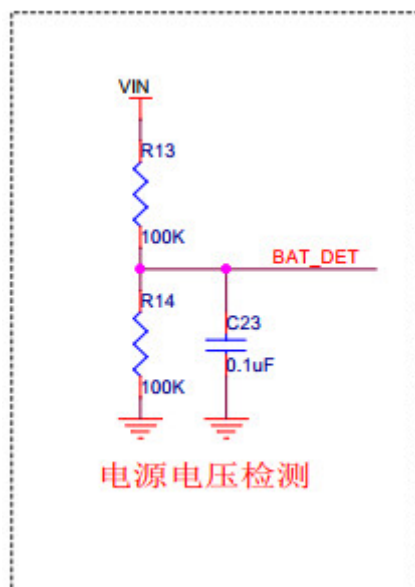


图 3: PAN312x Evaluation Board 电源电压检测接口

2.5 LED 指示灯

Evaluation Board 开发板提供三组 LED 指示灯，一组时对外串口通信指示，一组电源指示，还有一组用户自定义指示灯。用户自定义指示灯通过引脚 PA11、PA12、PA8 控制，分别对应 LED1、LED2、LED3，输出低电平点亮 LED。

2.6 液晶显示屏

Evaluation Board 开发板配有液晶显示屏来提供人机交互界面，控制引脚对应情况如下：PA2-LCD_BL、PA3-LCD_RST、PA4-LCD_CS、PA5-LCD_SCK、PA6-LCD_DC、PA7-LCD_MOSI；

2.7 独立按键

Evaluation Board 开发板提供 5 个按键配合液晶显示屏进行菜单选择，控制引脚对应情况如下：PB0-KEY_LEFT、PB1-KEY_OK、PB2-KEY_UP、PB3-KEY_DOWN、PB4-KEY_RIGHT。

2.8 SPI 数字通信接口

Evaluation Board 开发板和待测模块的连接有两种接口，一种是 2.54mm_2X7 排母，另一种是 2mm_1X13 排母。对外接口提供了一组 SPI (CSN、SCK、MISO、MOSI)、一路 UART (TX、RX) 和 5 个 GPIO。分别是 PB12-CSN、PB13-SCK、PB14-MISO、PB15-MOSI、PB10/TX、PB11/RX、PB5、PB6、PB7、PB8、PB9。

2.9 预留 GPIO

Evaluation Board 开发板提供了 16 个预留的 GPIO 可以扩展功能和 Debug。分别是 PC1、PC2、PC3、PC4、PC5、PC6、PC7、PC8、PC9、PC10、PC11、PC12、PC13。

2.9 SWD 下载接口

Evaluation Board 开发板提供了两种下载方式，一种是通过 SWD 下载，一种是串口下载。默认使用 J-Link 通过 SWD 下载。如果需要使用串口下载，需要将 J9 的 BOOT0 通过跳线帽和 VCC_3V3 短接，

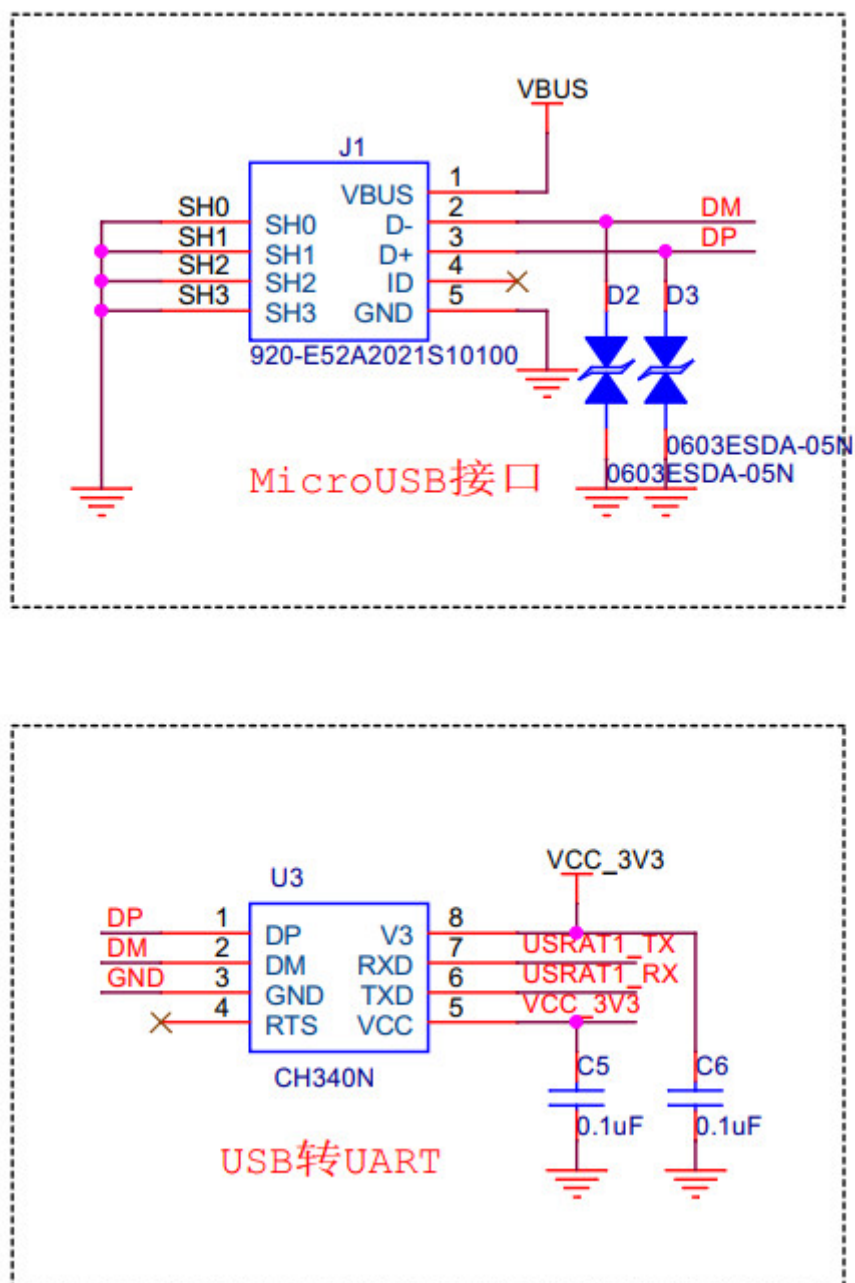


图 4: PAN312x Evaluation Board 通信接口

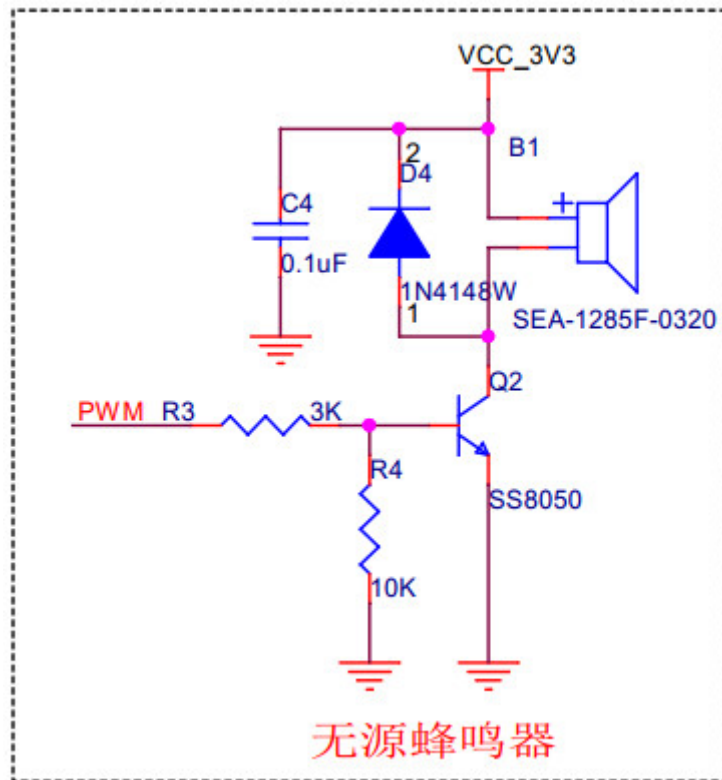


图 5: PAN312x Evaluation Board 无源蜂鸣器

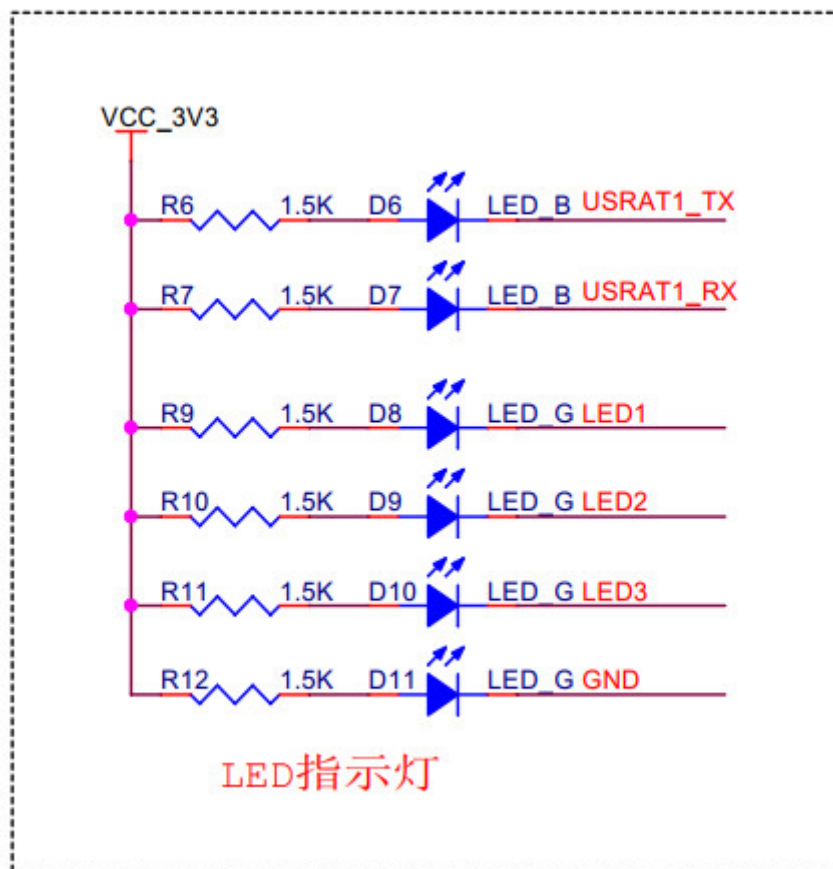


图 6: PAN312x Evaluation Board led 指示灯

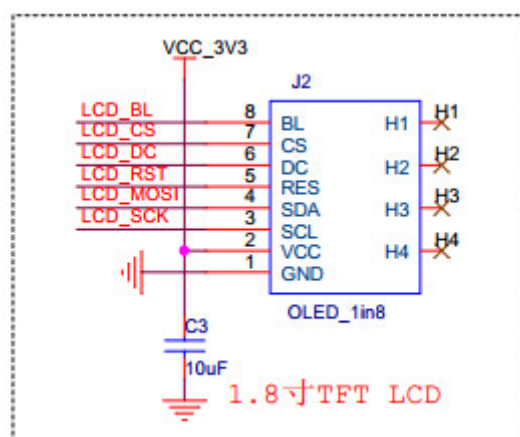


图 7: PAN312x Evaluation Board 液晶屏显示

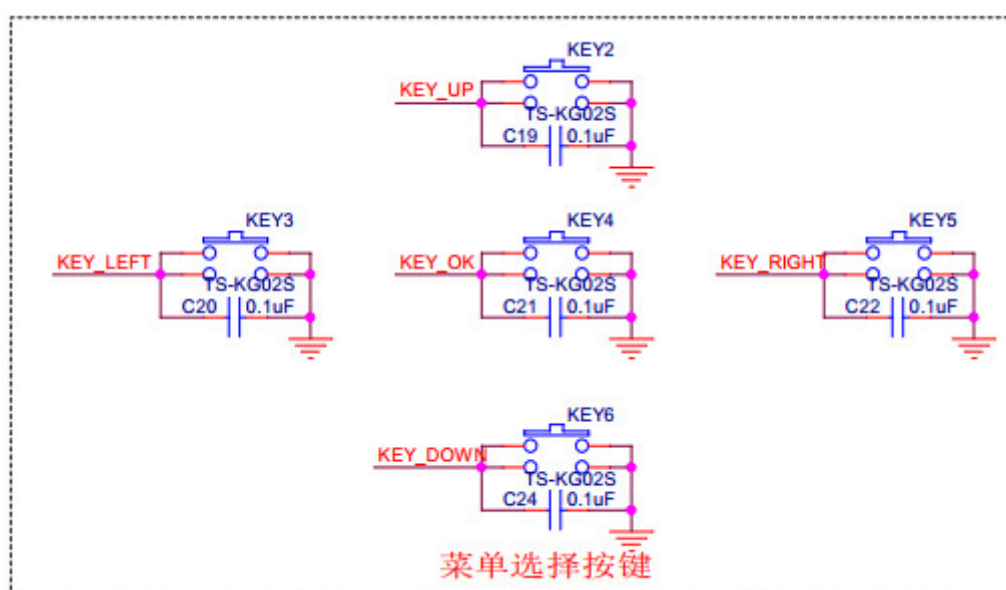


图 8: PAN312x Evaluation Board 按键

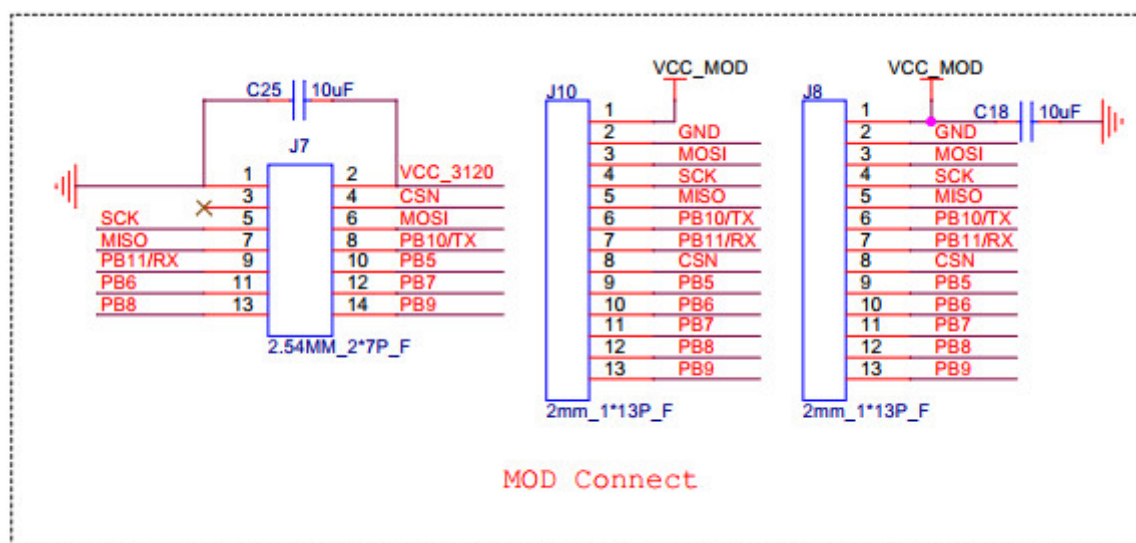


图 9: PAN312x Evaluation Board SPI 数字通信接口

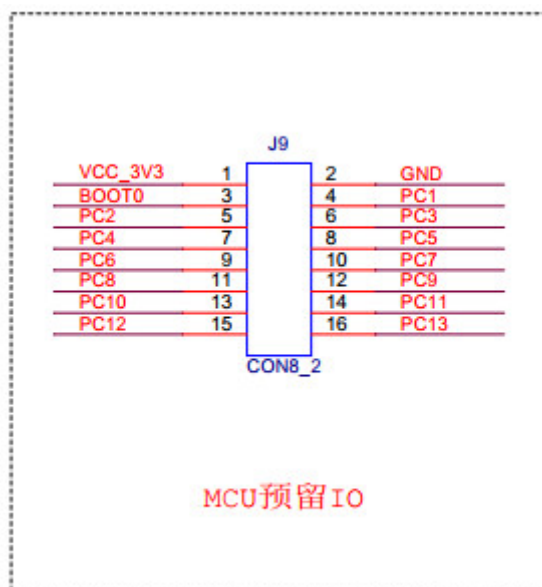


图 10: PAN312x Evaluation Board 预留 GPIO

按住 KEY2 上电进入串口下载模式

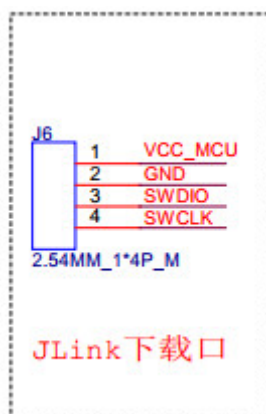


图 11: PAN312x Evaluation Board SWD 下载接口

2.2 PAN312x 硬件参考设计

2.2.1 1 概述

本文档主要介绍 PAN312x 芯片方案的硬件原理图设计、PCB 设计建议、静电防护、RF 性能等，以及提供一些外围电路的硬件设计方法。

2.2.2 2 典型应用原理图

2.1 直连 (Direct Tie) 原理图

如下图，电路系统由 DC-DC 电路、晶振电路、天线匹配网络和一些电容组成。

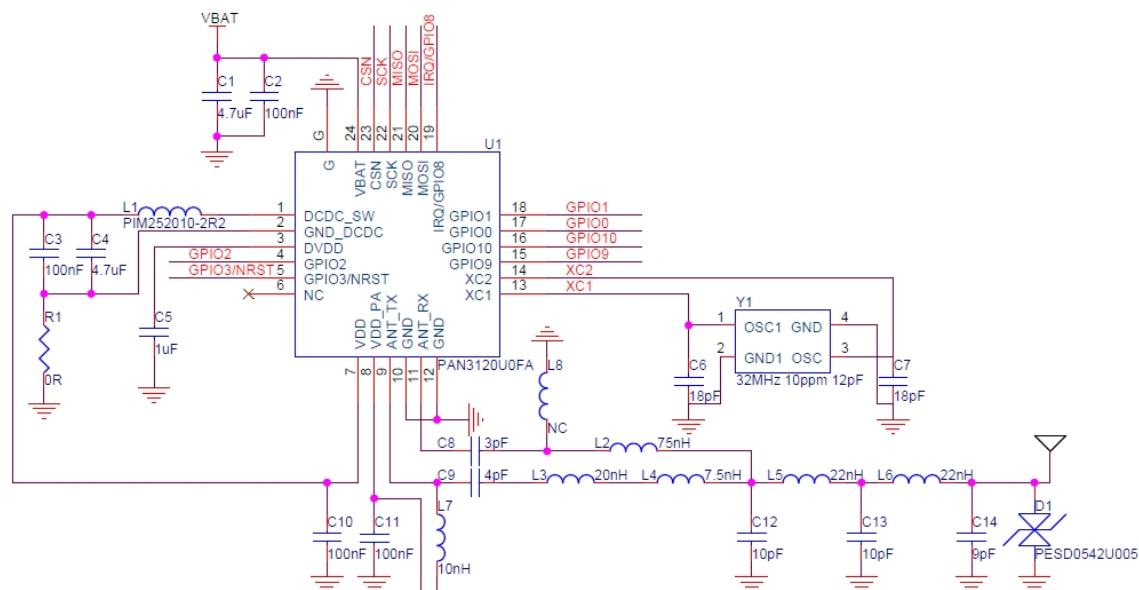


图 12: 图 2-1. 20dBm 直连 (Direct Tie) 典型应用原理图

2.2 典型应用物料清单

2.3 电源

- VBAT 为芯片电源脚，要求供电能力不小于 200mA，供电范围为 1.8V–3.8V。
- DVDD、VDD、VDD_PA、VBAT 等电源相关引脚需要至少预留 1 个电容，预留一大一小 2 个电容更佳。
- DVDD 电容 1uF，VDD、VBAT 引脚电容不小于 4.7 F，应尽可能靠近芯片引脚摆放，电容焊盘和芯片焊盘之间最大距离不超过 5mm。

* 注：DC-DC ON 模式下工作电压范围 2V–3.8V

2.3.1 DC-DC

- DC-DC 芯片外围电路

1. 芯片外围电路组成为：L1、C3、C4。
 2. L1 推荐型号：PIM252010-2R2MTS00，参数详见章节 2.2–典型应用物料清单。选择功率电感，2.2 H，额定电流不小于 800mA，DCR 不超过 80mΩ，未满足要求在 DC-DC 模式可能会造成 RF 功能异常。
 3. DCR 过大会影响 BUCK 效率，能量会转化成热量损耗掉，DC-DC 输出的驱动电流是有限的，效率越低，能够供给到芯片的有效能量就减少。
- DC-DC 的两种工作模式：
1. 开启 DC-DC 模式可以降低系统功耗。
 2. 开启 LDO (Bypass) 模式后芯片内部将 VBAT 连接到 DCDC_SW，这时 DCDC_SW 处的 2.2uH 电感作用为一段导体，可以用 0Ω 电阻替换。
 3. DC-DC、LDO 两种模式不能同时开启。
 4. 在不考虑功耗的前提下，可将 VDD 直接连接到 VBAT，此时应将电源模式设置为 LDO 模式。
- DC-DC 相关引脚说明：

标号	描述	原件值				单位	供应商
		433 MHz +20 dBm	490 MHz +20 dBm	868 MHz +20 dBm	915 MHz +20 dBm		
C1	±5%, 0402 NP0, 50 V	4.7				uF	
C2	±5%, 0402 NP0, 50 V	100				nF	
C3	±5%, 0402 NP0, 50 V	100				nF	
C4	±5%, 0402 NP0, 50 V	4.7				uF	
C5	±5%, 0402 NP0, 50 V	1				uF	
C6	±5%, 0402 NP0, 50 V	18				pF	
C7	±5%, 0402 NP0, 50 V	18				pF	
C8	±5%, 0402 NP0, 50 V	3.6	3	0 Ω	0 Ω	pF	
C9	±5%, 0402 NP0, 50 V	4.3	4	2.7	3	pF	
C10	±5%, 0402 NP0, 50 V	100				nF	
C11	±5%, 0402 NP0, 50 V	100				nF	
C12	±5%, 0402 NP0, 50 V	15	10	6	5	pF	
C13	±5%, 0402 NP0, 50 V	10	10	5	5	pF	
C14	±5%, 0402 NP0, 50 V	10	9	4.3	4.3	pF	
L1	±5%, 2520 功率电感 PIM252010-2R2MTS00	2.2				uH	广东风华
L2	±5%, 0402 绕线贴片电感	82	75	2 pF	2 pF	nH	muRaTa
L3	±5%, 0402 绕线贴片电感	27	20	10(叠层)	7.5(叠层)	nH	muRaTa
L4	±5%, 0402 绕线贴片电感	4.7	7.5	3.6(叠层)	3(叠层)	nH	muRaTa
L5	±5%, 0402 绕线贴片电感	30	22	9.1(叠层)	9.1(叠层)	nH	muRaTa
L6	±5%, 0402 绕线贴片电感	30	22	10(叠层)	10(叠层)	nH	muRaTa
L7	±5%, 0402 绕线贴片电感	10	10	10(叠层)	10(叠层)	nH	muRaTa
L8	±5%, 0402 绕线贴片电感	NC	NC	9.1(叠层)	8.2(叠层)	nH	muRaTa
R1	±5%, 0402电阻	0				Ω	
Y1	±10ppm, SMD_3225	32				MHz	
D1	0402, ESD保护元件 PESD0542U005						雷卯电子
U1	PAN3120, 超低功耗Sub-1GHz射 频收发器						Panchip

图 13: 图 2-2. 20dBm 直连 (Direct Tie) 典型应用物料清单

Name	Type	Voltage(V)	Note
DVDD	Power	1.2(typ)	数字电源LDO输出
VDD	Power	1.5(typ)~3.8	模拟电源, DCDC模式连接VFB, LDO模式连接总电源
VDD_PA	Power	0.8~2.9	PA电源LDO输出
VBAT	Power	1.8~3.8	模拟电源, 连接总电源

图 14: 电源引脚描述表

1. VBAT 为 DC-DC 的供电引脚。
2. DCDC_SW 为 DC-DC 的功率开关 (P-MOS) 漏极输出引脚, 功率电感应靠近该引脚放置。
3. VDD 为 DC-DC 的反馈引脚, 电容应靠近该引脚放置。
4. GND_DCDC 为 DC-DC 电源的 GND 引脚。

* 注: DC/DC 转换器仅支持对低功率 PA 电路提供电源, 用户选择用高功率 PA 时, 需要用外部电源供电。

2.3.2 DVDD DVDD 需要放置 1uF 电容。电容最大不应超过 1uF, 否则会影响芯片正常启动, 电容应靠近该引脚放置。

2.4 晶振

2.4.1 32M 晶振

- 32M 晶振电路由 Y1, C6, C7 构成, 为芯片提供稳定的外部 32MHz 时钟。推荐型号为: X322532MOB4SI 32MHz 12pF $\pm 10\text{ppm}$, ESR 小于 50Ω , 晶振的频率温度 ($-20\sim 70^\circ\text{C}$) 特征 $\pm 10\text{ppm}$, C6, C7 = 18pF, 此搭配的射频频率较为准确, 为 $\pm 10\text{KHz}$ 左右。

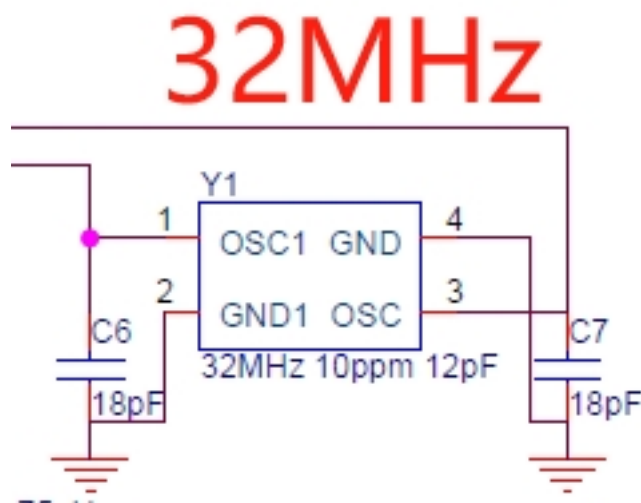


图 15: 32MHz 晶振外围电路示意图

2.5 静电防护

2.5.1 天线端静电防护 无论是板载天线还是其他天线, 本质上都是一段长导体, 必然有概率吸引到静电电荷, 为预防静电打坏芯片 RF, ** 首先常用板载天线一定要有接地, 其次天线端建议预留静电防护元件, 必须使用低容值和低钳位电压 (Clamping Voltage) 的 TVS 元器件, 尽可能不影响 RF 阻抗。

2.2.3 3 PCB 设计建议

3.1 板材选择和特殊说明

- 关于 PCB 设计, 建议使用四层板, 四层板安规特性更好, 如需考虑成本等因素, 使用两层板布局, 需要将中间的 EPAD 通过顶层 GND 脚接到外面的大地上, 同时中间的 EPAD 接地过孔尽可能多, 比如 16 个。
- 芯片下面的 PCB 板的 Bottom 层不要走线, 特别是靠近射频匹配电路的部分, 完整的地平面能保证射频性能。

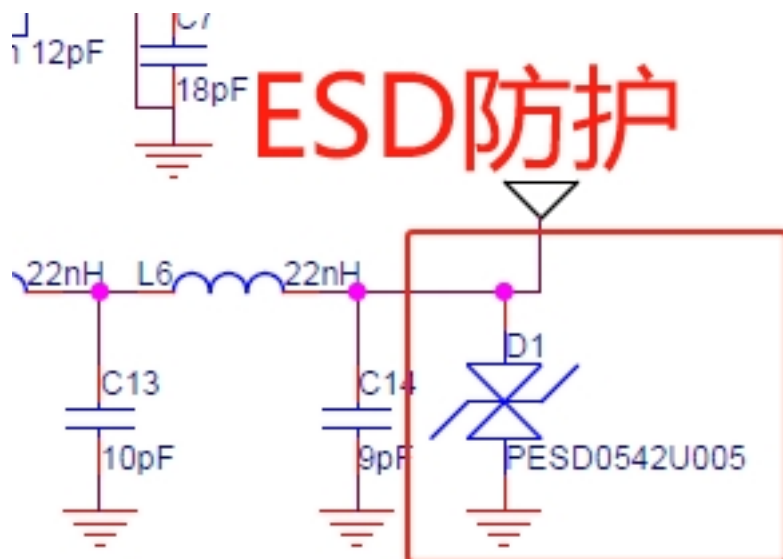


图 16: ESD 防护电路示意图

* 线宽推荐如下:

板材属性	参数
PCB 板材	FR4
PCB 板厚	1.6mm
50 欧姆 RF 线宽	20mil
接地铺铜与 RF 走线间距	5mil

3.2 DC/DC layout 说明

- GND_DCDC 需要通过 0Ω 电阻与 PCB 地单点连接，不要与 PCB 地直接相接。
- DCDC_SW 管脚与电感距离尽量短且走线尽量粗，提升 DCDC 的效率。
- DC/DC 电感底部需要净空，电容靠近电感放置。

3.3 电源和地 layout 说明

- 电源线宽度要求能达到 0.5mm 以上，承受 200 毫安的瞬态电流。在靠近芯片电源引脚放置去耦电容，其中小容值电容摆放在更靠近芯片引脚的位置，以便较好地滤除高频噪声。
- 电源线和地线采用放射状的连接方式，单点接电源/地并且单独走线，RF 芯片的电源/地线走线与其它芯片或器件分开来，从总参考电源/地线单独引线，防止受到干扰。如果是从 LDO 或者 DCDC 等器件引出电源线，也需要单独引线并且做好滤波措施。芯片底部的 GND 引脚需要和电路板顶层的 GND 平面直接相连。
- 覆地的地线也建议与噪声较少的地线或者总参考地线连接，不与强信号或者强干扰器件地线电源线相连，可以有效地减少整个印制板的工作噪声。

3.4 晶振 layout 说明

- 在面积允许的程度下，晶体跟芯片之间保持一定的距离，做好隔热处理。

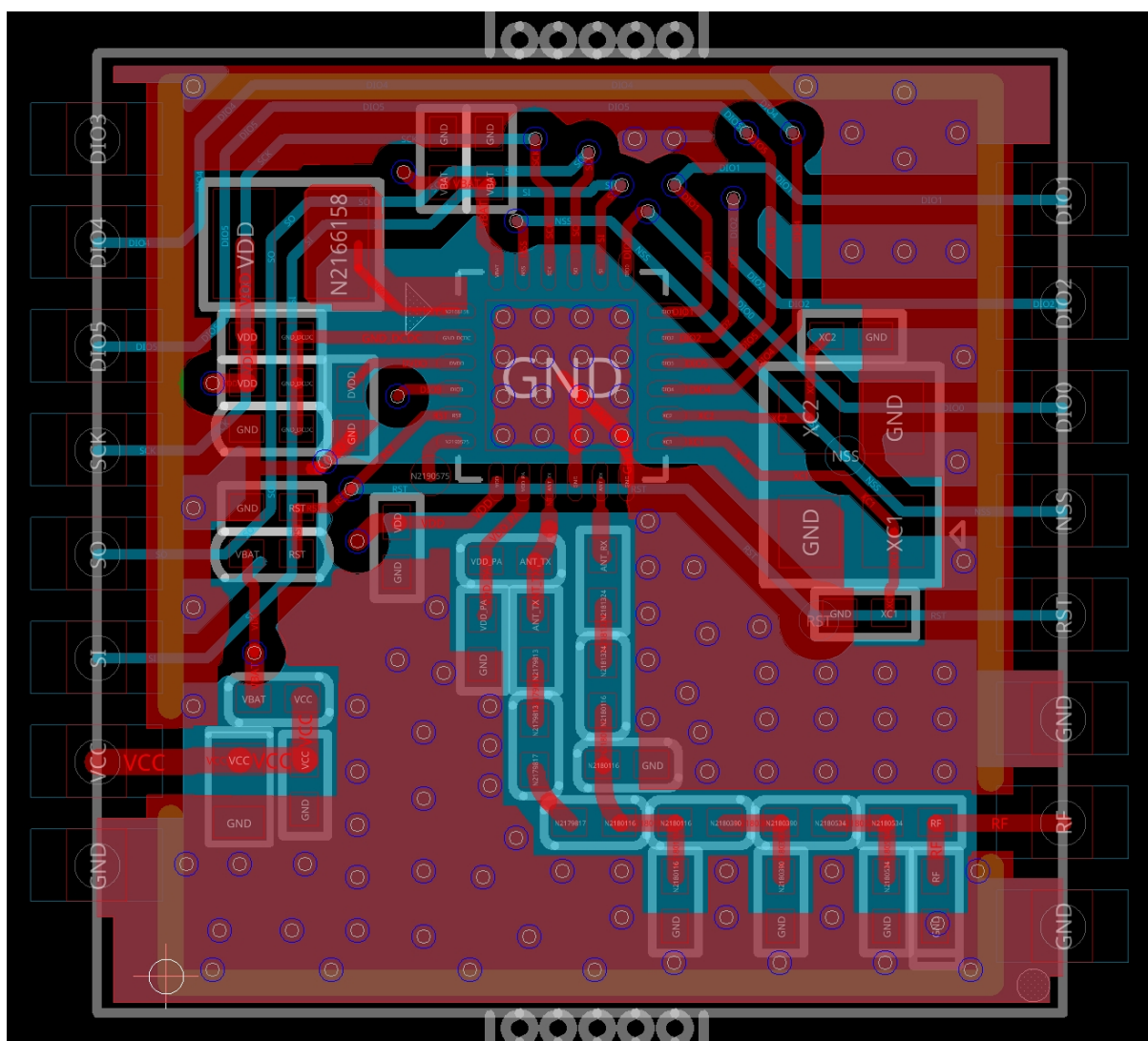


图 17: PCB layout 布局

- 直插的晶振的焊盘需要保证外径与内径差值有 0.2mm 以上。
- 为防止晶振信号干扰到射频信号，印制板上在晶振焊盘和走线的两边需要做覆地处理。
- 为避免晶振受到天线的发射功率干扰，印制板上的天线部分与晶振焊盘走线部分之间要用 0.5mm 以上地线作为间隔带，同时晶振的外壳需要离天线 3mm 以上。

3.5 控制线 layout 说明

- 控制类的 SPI 线、IRQ 线需要减少走线干扰，布线时走线较短并且走线两边有完整的覆地。

3.6 射频走线 layout 说明

- 射频匹配链路按照 50Ω 阻抗走线（与周边铺地间距 0.3mm，背面完整的参考地），可以参考 TOP 和 BOTTOM 层的 GND 平面，RF 走线尽可能短，RF 线与焊盘宽度一致。
- RF 线有完整的参考地，从 IC 端出来就进行包地处理，两边打 GND 过孔，底层地平面尽量宽，可以使得发射能量较多地从天线端出去。
- 禁止射频线打过孔换层。
- 天线旁边的 GND 可以预留露铜，方便焊接调试天线。
- 芯片底部多打过孔，QFN 封装则打在 E-PAD 上。
- 晶振应远离天线，TOP 层挖空，周围包地，降低对电源和 RF 的干扰。
- 天线辐射区域不要摆放金属器件，净空区挖空处理。

2.2.4 4 RF 基本性能

4.1 433M 频段模组性能

编号	Frequency(MHz)	Symbol-rate(kbps)	Power(dBm)	EVM(%)	Carr ofst(KHz)	Dev(KHz)
PAN3120MOD_433M125	433.125	500	20.9	1.9%	-1.1	248
PAN3120MOD_433M133	433.133	500	21.0	1.8%	0.8	252
PAN3120MOD_433M150	433.150	500	20.1	2.8%	1.4	256

编号	Frequency(MHz)	IF(kbps)	Symbol-rate(kbps)	Sen_LDO(dBm)	Sen_DCDC(dBm)
PAN3120MOD_433M1430.2	430.2	500	50	-109	-107
PAN3120MOD_433M1449.3	449.3	500	50	-108	-107
PAN3120MOD_433M1430.2	430.2	500	9.6	-118	-116
PAN3120MOD_433M1449.3	449.3	500	9.6	-118	-116

4.2 490M 频段模组性能

编号	Frequency(MHz)	Symbol-rate(kbps)	Power(dBm)	EVM(%)	Carr ofst(KHz)	Dev(KHz)
PAN3120MOD_490M170	490.170	500	20.3	2.7%	1.2	254
PAN3120MOD_490M190	490.190	500	20.8	2.6%	-1.4	248
PAN3120MOD_490M110	490.110	500	19.7	3.9%	-1.1	250

编号	Frequency(MHz)	IF(kbps)	Symbol-rate(kbps)	Sen_LDO(dBm)	Sen_DCDC(dBm)
PAN3120MOD_490M	471	500	50	-109	-109
PAN3120MOD_490M	493	500	50	-108	-107
PAN3120MOD_490M	509	500	50	-108	-106
PAN3120MOD_490M	471	500	9.6	-118	-117
PAN3120MOD_490M	493	500	9.6	-118	-117
PAN3120MOD_490M	509	500	9.6	-117	-117

Chapter 3

演示例程

3.1 基础例程

3.1.1 SDK_FixedLongPacketRx

1 功能概述

本代码示例主要演示 PAN312x 固定包长帧结构怎么实现长包接收。

备注：1、当接收的字节数长度大于 fifo 长度 (128bytes) 时，可采用 rx fifo 阈值的方式来实现长包接收；2、当前 rx fifo 阈值固定为 64 bytes；

2 环境要求

- Board: PAN312x_EVB
- PAN312x 模组
- USB 转串口模块
- PC 端串口数据显示上位机

3 编译和烧录

例程位置：01_SDK\PAN312x_DK_Develop\Projectc\MDK-ARM(AC5)

打开\Projectc\MDK-ARM(AC5) 目录下 project.uvprojx 工程，选择 SDK_FixedLongPacketRx，如下图所示

然后编译并下载该程序。

4 RF 参数参数设置

如上图所示：RF 参数目前主要包括频点、调制方式、速率、Tx Deviation、Rx Deviation、发射功率等，其中频点由基础频点，频点步进，通道 3 部分组成；

举例配置频点为 493000000Hz，调制方式为 2FSK，速率为 50000bps，Tx Deviation 为 25000Hz，Rx Deviation 为 25000Hz，发射功率为 21dBm，如下所示：

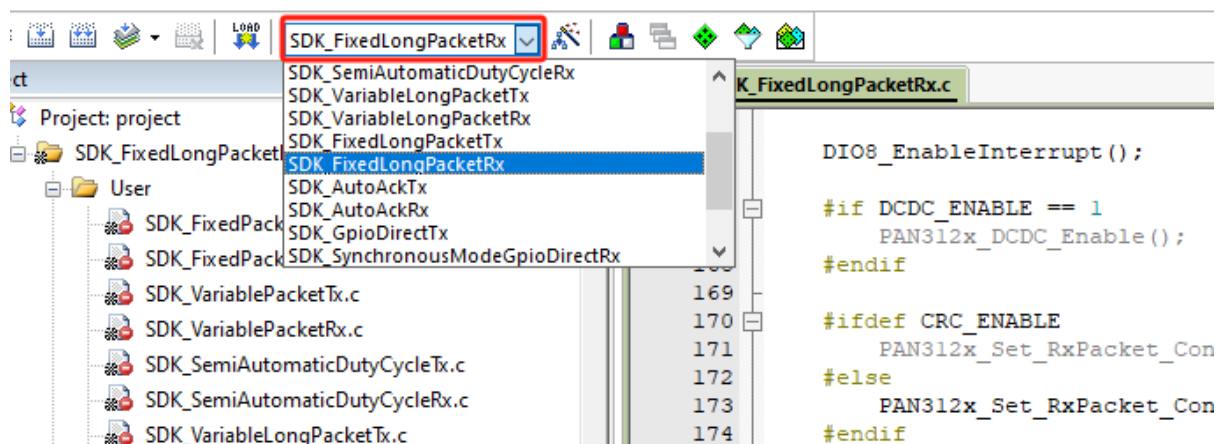


图 1: 工程选择

```
typedef struct{
    uint32_t FrequencyBase;
    uint32_t FrequencyStep;
    uint16_t FrequencyChannelNumber;
    PAN312xModulationSelect ModulationSelect;
    uint32_t DataRate;
    uint32_t TxDeviation;
    uint32_t RxDeviation;
    PAN312xPowerdBm Power;
} PAN312xRadioInit;
```

图 2: RF 参数设置

```
PAN312xRadioInit RadioInit = {
    433000000,
    0,
    0,
    MOD_2FSK,
    50000,
    25000,
    25000,
    POWER_21dBm,
};
```

图 3: RF 参数设置举例

```
typedef struct{
    uint8_t PreambleLength;
    PAN312xPreambleSelect PreambleSelect;
    uint32_t NonStandardPreamblePattern;
    uint8_t SyncwordLength;
    uint32_t SyncwordPattern;
    PAN312xManchesterMode PreambleManchesterMode;
    SFunctionalState PreambleManchester;
    PAN312xManchesterMode SyncwordManchesterMode;
    SFunctionalState SyncwordManchester;
    PAN312xManchesterMode PayloadManchesterMode;
    SFunctionalState PayloadManchester;
    PAN312xFecEncoding FecEncoding;
    PAN312xWhiteningPattern WhiteningPattern;
    PAN312xDataMode DataMode;
} PAN312xPacketInit;
```

图 4: 帧结构参数设置

5 帧结构参数设置

如上图所示：帧结构参数目前主要包前导码长度，前导码内容，同步字长度，同步字内容，前导码、同步字和数据区域的 manchester 编码是否模式，以及 manchester 编码是否使能，Fec 编码，白化选择等参数；

举例配置帧结构，如下图示：

```
PAN312xPacketInit PacketInit = {
    4,
    PREAMBLE_0101,
    0,
    4,
    0x2dd42dd4,
    MANCHESTER_ZeroToTwo,
    S_DISABLE,
    MANCHESTER_ZeroToTwo,
    S_DISABLE,
    MANCHESTER_ZeroToTwo,
    S_DISABLE,
    FEC_HAMING_DISABLE,
    WHITENING_DISABLE,
    DATA_MODE_PACKET,
};
```

图 5: 帧结构参数设置举例

6 CRC 参数设置

```
typedef struct{
    PAN312xCrcMode CrcMode;
    uint32_t CrcPolynomial;
    uint32_t CrcSeed;
    PAN312xCrcBitOrder CrcBitOrder;
    PAN312xCrcByteSwap CrcByteSwap;
    PAN312xCrcRange CrcRange;
    SFunctionalState CrcBitInv;
}PAN312xCrcInit;
```

图 6: CRC 参数设置

如上图所示：CRC 参数目前主要 CrcMode、Crc 多项式、Crc 种子、CrcBitOrder、CrcByteSwap、Crc 作用范围，Crc 输出是否取反等。

举例配置 CRC 为 CRC_16_IBM，如下图所示：

```
PAN312xCrcInit CrcInit = {
    CRC_MODE_16_BIT,
    0x8005,
    0xffff,
    CRC_BIT_ORDER_MSB_FIRST,
    CRC_BYTE_MSB_FIRST,
    CRC_RANGE_WHOLE_PAYLOAD,
    S_DISABLE,
};
```

图 7: CRC 参数设置举例

7 测试方法

- 1、复位 PAN312x、等待 PAN312x Ready；
- 2、初始化一些寄存器；
- 3、设置 RF 参数、帧结构参数、CRC 参数；
- 4、设置 RxPpacket 为**固定包长**，根据需要确认是否需要使能 CRC；

- 5、将 IRQ_MASK_RX_FIFO_TH 中断映射到 IRQ(GPIO8) 引脚上;
- 6、设置系统自动清除部分中断状态;
- 7、设置 RxTimeout 时间;
- 8、设置 RxTimeout、RxInvalid、RxValid 后, RF 的状态为 Rx;
- 9、设置 RF 的进入 Rx;
- 9、长包发送处理逻辑, 如下图所示::

```

while (1)
{
    nRxIndex = 0;
    nResidualPcktLength = 0;

    nPayloadLength = 0;

    while(!xRxDoneFlag);
    xRxDoneFlag = S_RESET;
    if(memcmp(&vectRxBuffer[2], vectExpectBuffer, nPayloadLength) == 0){
        printf("received data ok\r\n");
    }else{
        printf("received data error\r\n");
    }

    printf("B data received: [");
    for(uint16_t i = 0; i < (nPayloadLength + 2); i++){
        printf("%02x ", vectRxBuffer[i]);
    }
    printf("]\r\n");

    PAN312x_Enter_Rx(0, 0, 0x1fff);
}

```

图 8: 固定包长帧结构接收主函数处理逻辑

备注:

- 1、若使能设置系统自动清除部分中断状态, 除了 IRQ_RX_DONE、IRQ_RX_CRC_ERROR、IRQ_TX_FIFO_TH、IRQ_RX_FIFO_TH 这些中断状态, 需要额外发送命令来清除, 其它中断状态都可以由 PAN312x 自动清除掉;
- 2、关于 int PAN312x_Enter_Rx(uint16_t channel, uint8_t condition, uint16_t rx_len), 需要注意, 当设置 PAN312x 的帧结构为固定包长时, 第三个参数 rx_len 为实际接收的数据长度, 当设置 PAN312x 的帧结构为可变包长时, 第三个参数 rx_len 为 0;
- 3、因为固定包长帧结构, 无法知道发送端发送的数据长度, 所以在进入接收时, 需要将接收的数据长度设置为最大 0x1fff

3.1.2 SDK_FixedLongPacketTx

1 功能概述

本代码示例主要演示 PAN312x 固定包长帧结构怎么实现长包发送。

备注: 1、当发送的字节数长度大于 fifo 长度 (128bytes) 时, 可采用 tx fifo 阈值的方式来实现长包发送; 2、当前 tx fifo 阈值固定为 64 bytes;

```

void HAL_GPIO_EXTI_Callback(uint16_t GPIO_Pin)
{
    if(DIO8_GetState() == GPIO_PIN_SET){

        PAN312x_Irq_Get_Status(&xIrqStatus);

        if(xIrqStatus.IRQ_STATUS2_F.IRQ_RX_FIFO_TH){
            PAN312x_Read_Fifo(&vectRxBuffer[nRxIndex], THRESHOLD_RX_FIFO);
            nRxIndex += THRESHOLD_RX_FIFO;
            if(nPayloadLength == 0){
                nPayloadLength = ((vectRxBuffer[1] << 8) | (vectRxBuffer[0]));
                nResidualPcktLength = nPayloadLength;
                printf("nPayloadLength: %d\r\n", nPayloadLength);
            }

            if(nResidualPcktLength <= THRESHOLD_RX_FIFO){
                xRxDoneFlag = S_SET;
                PAN312x_Enter_Ready();
                PAN312x_Flush_RxFifo();
                PAN312x_Reset_Modem();
                return;
            }
            nResidualPcktLength = nPayloadLength - nRxIndex;
            printf("nResidualPcktLength: %d\r\n", nResidualPcktLength);

            PAN312x_Irq_Clear_RxFifo_Status();
        }
    }
}

```

读取数据长度

强制PAN312x停止接收

图 9: 固定包长帧结构接收中断处理逻辑

2 环境要求

- Board: PAN312x_EVB
- PAN312x 模组
- USB 转串口模块
- PC 端串口数据显示上位机

3 编译和烧录

例程位置: 01_SDK\PAN312x_DK_Develop\Projectc\MDK-ARM(AC5)

打开\Projectc\MDK-ARM(AC5) 目录下 project.uvprojx 工程, 选择 SDK_FixedLongPacketTx, 如下图所示

然后编译并下载该程序。

4 RF 参数参数设置

如上图所示: RF 参数目前主要包括频点、调制方式、速率、Tx Deviation、Rx Deviation、发射功率等, 其中频点由基础频点, 频点步进, 通道 3 部分组成;

举例配置频点为 493000000Hz, 调制方式为 2FSK, 速率为 50000bps, Tx Deviation 为 25000Hz, Rx Deviation 为 25000Hz, 发射功率为 21dBm, 如下所示:

5 帧结构参数设置

如上图所示: 帧结构参数目前主要包前导码长度, 前导码内容, 同步字长度, 同步字内容, 前导码、同步字和数据区域的 manchester 编码是否模式, 以及 manchester 编码是否使能, Fec 编码, 白化选择等

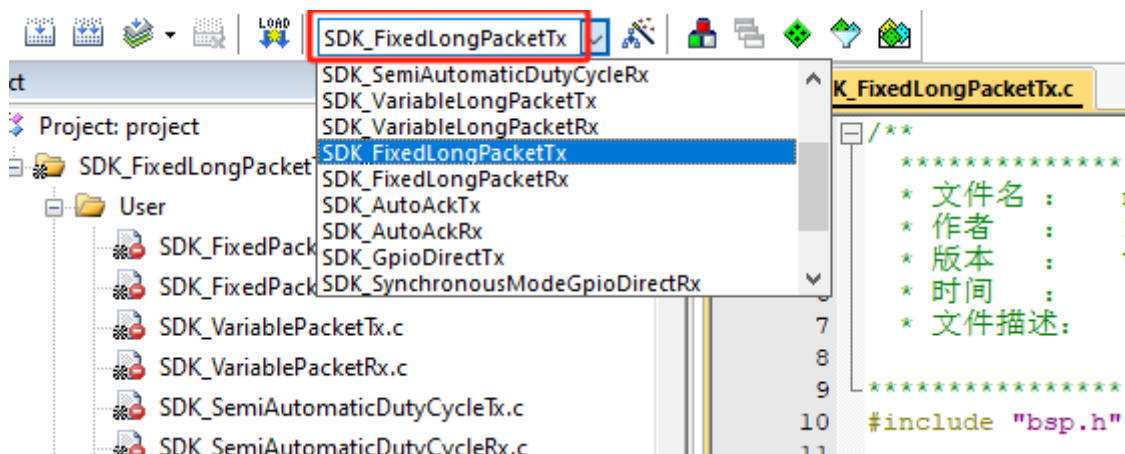


图 10: 工程选择

```
typedef struct{
    uint32_t FrequencyBase;
    uint32_t FrequencyStep;
    uint16_t FrequencyChannelNumber;
    PAN312xModulationSelect ModulationSelect;
    uint32_t DataRate;
    uint32_t TxDeviation;
    uint32_t RxDeviation;
    PAN312xPowerdBm Power;
}PAN312xRadioInit;
```

图 11: RF 参数设置

```
PAN312xRadioInit RadioInit = {
    433000000,
    0,
    0,
    MOD_2FSK,
    50000,
    25000,
    25000,
    POWER_21dBm,
};
```

图 12: RF 参数设置举例

```
typedef struct{
    uint8_t PreambleLength;
    PAN312xPreambleSelect PreambleSelect;
    uint32_t NonStandardPreamblePattern;
    uint8_t SyncwordLength;
    uint32_t SyncwordPattern;
    PAN312xManchesterMode PreambleManchesterMode;
    SFunctionalState PreambleManchester;
    PAN312xManchesterMode SyncwordManchesterMode;
    SFunctionalState SyncwordManchester;
    PAN312xManchesterMode PayloadManchesterMode;
    SFunctionalState PayloadManchester;
    PAN312xFecEncoding FecEncoding;
    PAN312xWhiteningPattern WhiteningPattern;
    PAN312xDataMode DataMode;
}PAN312xPacketInit;
```

图 13: 帧结构参数设置

参数;

举例配置帧结构, 如下图示:

```
PAN321xPacketInit PacketInit = {
    4,
    PREAMBLE_0101,
    0,
    4,
    0x2dd42dd4,
    MANCHESTER_ZeroToTwo,
    S_DISABLE,
    MANCHESTER_ZeroToTwo,
    S_DISABLE,
    MANCHESTER_ZeroToTwo,
    S_DISABLE,
    FEC_HAMING_DISABLE,
    WHITENING_DISABLE,
    DATA_MODE_PACKET,
};
```

图 14: 帧结构参数设置举例

6 CRC 参数设置

```
typedef struct{
    PAN312xCrcMode CrcMode;
    uint32_t CrcPolynomial;
    uint32_t CrcSeed;
    PAN312xCrcBitOrder CrcBitOrder;
    PAN312xCrcByteSwap CrcByteSwap;
    PAN312xCrcRange CrcRange;
    SFunctionalState CrcBitInv;
}PAN312xCrcInit;
```

图 15: CRC 参数设置

如上图所示: CRC 参数目前主要 CrcMode、Crc 多项式、Crc 种子、CrcBitOrder、CrcByteSwap、Crc 作用范围, Crc 输出是否取反等。

举例配置 CRC 为 CRC_16_IBM, 如下图所示:

```
PAN312xCrcInit CrcInit = {
    CRC_MODE_16_BIT,
    0x8005,
    0xffff,
    CRC_BIT_ORDER_MSB_FIRST,
    CRC_BYTE_MSB_FIRST,
    CRC_RANGE_WHOLE_PAYLOAD,
    S_DISABLE,
};
```

图 16: CRC 参数设置举例

7 测试方法

- 1、复位 PAN312x、等待 PAN312x Ready;
- 2、初始化一些寄存器;
- 3、设置 RF 参数、帧结构参数、CRC 参数;
- 4、设置 TxPpacket 为**固定包长**, 根据需要确认是否需要使能 CRC;
- 5、将 IRQ_MASK_TX_DONE 和 IRQ_MASK_TX_FIFO_TH 中断映射到 IRQ(GPIO8) 引脚上;
- 6、设置系统自动清除部分中断状态;
- 7、清除所有中断状态;

8、长包发送处理逻辑，如下图所示：

```
while(1){
    nResidualPcktLength = nPayloadLength;
    nTxIndex = 0;
    fitTxBuffer();
    printf("\n\rPayload length = %d\n\n\r", nPayloadLength);

    printf("A data to transmit: [");
    for(uint16_t i = 0; i < nPayloadLength; i++){
        printf("%x ", vectTxBuffer[i]);
    }
    printf("]\r\n");

    if(nPayloadLength > DEV_FIFO_SIZE){
        if((nPayloadLength - DEV_FIFO_SIZE)%256 == 0){
            TxFifoSize = DEV_FIFO_SIZE - 2;
        }else{
            TxFifoSize = DEV_FIFO_SIZE - 1;
        }
        PAN312x_Write_Fifo((uint8_t*)vectTxBuffer, TxFifoSize);

        /* store the number of transmitted bytes */
        nTxIndex = TxFifoSize; 当发送数据个数大于fifo长度时

        /* update the residual number of bytes to be transmitted */
        nResidualPcktLength -= TxFifoSize;
    }else{
        PAN312x_Write_Fifo((uint8_t*)vectTxBuffer, nPayloadLength);
        nResidualPcktLength -= nPayloadLength;
    } 当发送数据个数小于fifo长度时

    PAN312x_Enter_Tx(0, 0, nPayloadLength);
    while(!xTxDoneFlag);
    xTxDoneFlag = S_RESET;

    nPayloadLength = (nPayloadLength+1)%PAYLOAD_LENGTH_FIX;

    tx_cnt++;
    printf("\n\r tx_cnt = %d\n\n\r", tx_cnt);
    bsp_DelayMS(500);
}
```

图 17: 固定包长帧结构长包发送主循环处理逻辑

备注：

- 1、若使能设置系统自动清除部分中断状态，除了 IRQ_RX_DONE、IRQ_RX_CRC_ERROR、IRQ_TX_FIFO_TH、IRQ_RX_FIFO_TH 这些中断状态，需要额外发送命令来清除，其它中断状态都可以由 PAN312x 自动清除掉；
- 2、往 fifo 中填充数据时，将第一个和第二个 bytes 作为数据长度；

3.1.3 SDK_FixedPacketRx

1 功能概述

本代码示例主要演示 PAN312x 固定包长帧结构的接收功能。

2 环境要求

- Board: PAN312x_EVB
- PAN312x 模组

```

void HAL_GPIO_EXTI_Callback(uint16_t GPIO_Pin)
{
    if(DIO8_GetState() == GPIO_PIN_SET){
        PAN312x_Irq_Get_Status(&xIrqStatus);
        if(xIrqStatus.IRQ_STATUS0_F.IRQ_TX_DONE){
            xTxDoneFlag = S_SET;
            printf("irq tx done\r\n");
        }
        if(xIrqStatus.IRQ_STATUS2_F.IRQ_TX_FIFO_TH){
            printf("irq tx fifo th\r\n");
            if(nResidualPcktLength == 0){
                printf("0 nResidualPcktLength: %d\r\n", nResidualPcktLength);
                xIrqStatus.IRQ_STATUS2 |= 0x02;
            }else if((nResidualPcktLength + THRESHOLD_TX_FIFO) >= DEV_FIFO_SIZE){
                printf("1 nResidualPcktLength: %d\r\n", nResidualPcktLength);
                PAN312x_Write_Fifo(&vectTxBuffer[nTxIndex], DEV_FIFO_SIZE - THRESHOLD_TX_FIFO);
                nResidualPcktLength -= (DEV_FIFO_SIZE - THRESHOLD_TX_FIFO);
                nTxIndex += (DEV_FIFO_SIZE - THRESHOLD_TX_FIFO);
            }else{
                printf("2 nResidualPcktLength: %d\r\n", nResidualPcktLength);

                PAN312x_Write_Fifo(&vectTxBuffer[nTxIndex], nResidualPcktLength);
                nTxIndex += nResidualPcktLength;
                nResidualPcktLength = 0;
                xIrqStatus.IRQ_STATUS2 |= 0x02;
            }
        }
        PAN312x_Irq_Clear_TxFifo_Status(xIrqStatus);
    }
}

```

Tx 完成状态判断

Tx 阈值状态判断

图 18: 固定包长帧结构长包发送中断处理逻辑

- USB 转串口模块
- PC 端串口数据显示上位机

3 编译和烧录

例程位置：01_SDK\PAN312x_DK_Develop\Projectc\MDK-ARM(AC5)

打开\Projectc\MDK-ARM(AC5) 目录下 project.uvprojx 工程，选择 SDK_FixedPacketRx，如下图所示

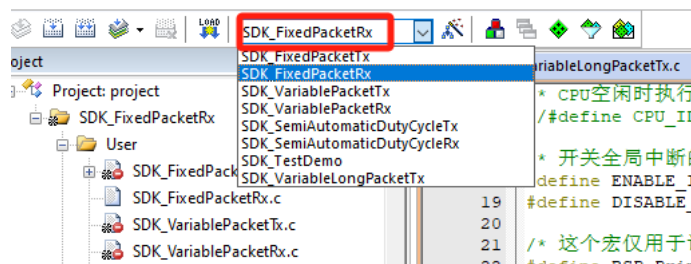


图 19: 工程选择

然后编译并下载该程序。

4 RF 参数参数设置

如上图所示：RF 参数目前主要包括频点、调制方式、速率、Tx Deviation、Rx Deviation、发射功率等，其中频点由基础频点，频点步进，通道 3 部分组成；

```
typedef struct{
    uint32_t FrequencyBase;
    uint32_t FrequencyStep;
    uint16_t FrequencyChannelNumber;
    PAN312xModulationSelect ModulationSelect;
    uint32_t DataRate;
    uint32_t TxDeviation;
    uint32_t RxDeviation;
    PAN312xPowerdBm Power;
}PAN312xRadioInit;
```

图 20: RF 参数设置

举例配置频点为 493000000Hz, 调制方式为 2FSK, 速率为 50000bps, Tx Deviation 为 25000Hz, Rx Deviation 为 25000Hz, 发射功率为 21dBm, 如下所示:

```
PAN312xRadioInit RadioInit = {
    493000000,
    0,
    0,
    MOD_2FSK,
    50000,
    25000,
    25000,
    POWER_21dBm,
};
```

图 21: RF 参数设置举例

5 帧结构参数设置

```
typedef struct{
    uint8_t PreambleLength;
    PAN312xPreambleSelect PreambleSelect;
    uint32_t NonStandardPreamblePattern;
    uint8_t SyncwordLength;
    uint32_t SyncwordPattern;
    PAN312xManchesterMode PreambleManchesterMode;
    SFunctionalState PreambleManchester;
    PAN312xManchesterMode SyncwordManchesterMode;
    SFunctionalState SyncwordManchester;
    PAN312xManchesterMode PayloadManchesterMode;
    SFunctionalState PayloadManchester;
    PAN312xFecEncoding FecEncoding;
    PAN312xWhiteningPattern WhiteningPattern;
    PAN312xDataMode DataMode;
}PAN312xPacketInit;
```

图 22: 帧结构参数设置

如上图所示: 帧结构参数目前主要包前导码长度, 前导码内容, 同步字长度, 同步字内容, 前导码、同步字和数据区域的 manchester 编码是否模式, 以及 manchester 编码是否使能, Fec 编码, 白化选择等参数;

举例配置帧结构, 如下图示:

6 CRC 参数设置

如上图所示: CRC 参数目前主要 CrcMode、Crc 多项式、Crc 种子、CrcBitOrder、CrcByteSwap、Crc 作用范围, Crc 输出是否取反等。

举例配置 CRC 为 CRC_16_IBM, 如下图所示:

```

PAN321xPacketInit PacketInit = {
    4,
    PREAMBLE_0101,
    0,
    4,
    0x2dd42dd4,
    MANCHESTER_ZeroToTwo,
    S_DISABLE,
    MANCHESTER_ZeroToTwo,
    S_DISABLE,
    MANCHESTER_ZeroToTwo,
    S_DISABLE,
    FEC_HAMING_DISABLE,
    WHITENING_DISABLE,
    DATA_MODE_PACKET,
};

```

图 23: 帧结构参数设置举例

```

typedef struct{
    PAN312xCrcMode CrcMode;
    uint32_t CrcPolynomial;
    uint32_t CrcSeed;
    PAN312xCrcBitOrder CrcBitOrder;
    PAN312xCrcByteSwap CrcByteSwap;
    PAN312xCrcRange CrcRange;
    SFunctionalState CrcBitInv;
}PAN312xCrcInit;

```

图 24: CRC 参数设置

```

PAN312xCrcInit CrcInit = {
    CRC_MODE_16_BIT,
    0x8005,
    0xffff,
    CRC_BIT_ORDER_MSB_FIRST,
    CRC_BYTE_MSB_FIRST,
    CRC_RANGE_WHOLE_PAYLOAD,
    S_DISABLE,
};

```

图 25: CRC 参数设置举例

7 测试方法

- 1、复位 PAN312x、等待 PAN312x Ready;
- 2、初始化一些寄存器;
- 3、设置 RF 参数、帧结构参数、CRC 参数;
- 4、设置 RxPpacket 为**固定包长**, 根据需要确认是否需要使能 CRC;
- 5、将 IRQ_MASK_RX_DONE 和 IRQ_MASK_RX_CRC_ERROR 中断映射到 IRQ(GPIO8) 引脚上;
- 6、设置系统自动清除部分中断状态;
- 7、设置 RxTimeout 时间;
- 8、设置 RxTimeout、RxInvalid、RxValid 后, RF 的状态为 Rx;
- 9、设置 RF 的进入 Rx;
- 9、在 while 循环中, 等待 Rx 接收完成标志, 待等到 Rx 接收完成后, 然后读取 fifo, 并清除 Rx_Done 状态; 如下图所示:

```

while (1)
{
    /* 判断定时超时时间 */
    if(bsp_CheckTimer(0)){
        /* 每隔1000ms进来一次 表示mcu运行正常*/
        bsp_LedToggle(1);
    }

    if(xRxDoneFlag){
        xRxDoneFlag = S_RESET;

        rssi_value = PAN312x_GetRSSI();

        nPayloadLength = PAN312x_Get_Rx_Length();

        PAN312x_Read_Fifo(vectRxBuffer, nPayloadLength);
        PAN312x_Irq_Clear_RxDone_Status();

        printf("Rssi Value = %d\r\n", rssi_value);
        printf("Payload length = %d\r\n", nPayloadLength);
        /* print the received data */
        printf("B data received: [");
        for(uint8_t i = 0; i < nPayloadLength; i++)
            printf("%02x ", vectRxBuffer[i]);
        printf("]\r\n");

        if(memcmp(vectRxBuffer, ExpectedData, nPayloadLength) == 0){
            //rx_cnt ++ ;
        }else{
        }
    }
}

```

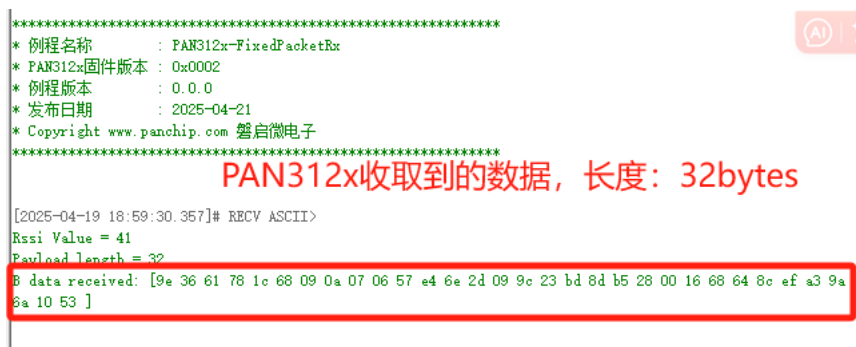
图 26: 固定包长帧结构接收

备注:

- 1、若使能设置系统自动清除部分中断状态, 除了 IRQ_RX_DONE、IRQ_RX_CRC_ERROR、IRQ_TX_FIFO_TH、IRQ_RX_FIFO_TH 这些中断状态, 需要额外发送命令来清除, 其它中断状态都可以由 PAN312x 自动清除掉;
- 2、关于 int PAN312x_Enter_Rx(uint16_t channel, uint8_t condition, uint16_t rx_len), 需要注意, 当设置 PAN312x 的帧结构为固定包长时, 第三个参数 rx_len 为实际发送的数据长度, 当设置 PAN312x 的帧结构为可变包长时, 第三个参数 rx_len 为 0;

8 测试现象

1、测试现象，串口会打印收取到的数据，如下图所示：



```
*****
* 例程名称       : PAN312x-FixedPacketRx
* PAN312x固件版本 : 0x0002
* 例程版本       : 0.0.0
* 发布日期       : 2025-04-21
* Copyright www.panchip.com 磐启微电子
*****
PAN312x收取到的数据，长度：32bytes

[2025-04-19 18:59:30.357]# RECV ASCII>
Rssi Value = 41
Payload Length = 32
8 data received: [9e 36 61 78 1c 68 09 0a 07 06 57 e4 6e 2d 09 9c 23 bd 8d b5 28 00 16 68 64 8c ef a3 9a 6a 10 53 ]
```

图 27: 固定包长帧结构测试现象

2、其他模组作为 Tx，发送的数据，如下图所示：

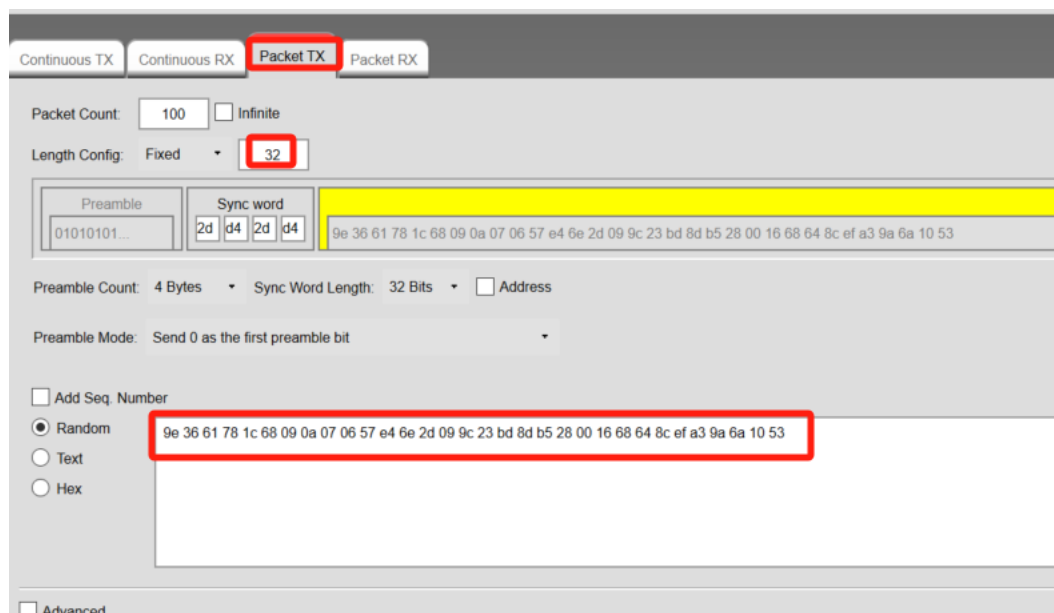


图 28: 其他模组收取到的数据

3、通过对比 Tx 和 Rx 数据，两边是一致的，证明 PAN312x 固件包长帧结构的接收功能正确；

备注：1、测试过程中，可以用另外一块 PAN312x 模组或其他模组作为 Tx，配置相同的 rf 参数，就可以收取到 PAN312x 或其他模组发送过来的数据。

3.1.4 SDK_FixedPacketTx

1 功能概述

本代码示例主要演示 PAN312x 固定包长帧结构的发送功能。

2 环境要求

- Board: PAN312x_EVB
- PAN312x 模组

- USB 转串口模块
- PC 端串口数据显示上位机

3 编译和烧录

例程位置：01_SDK\PAN312x_DK_Develop\Projectc\MDK-ARM(AC5)

打开\Projectc\MDK-ARM(AC5) 目录下 project.uvprojx 工程，选择 SDK_FixedPacketTx，如下图所示

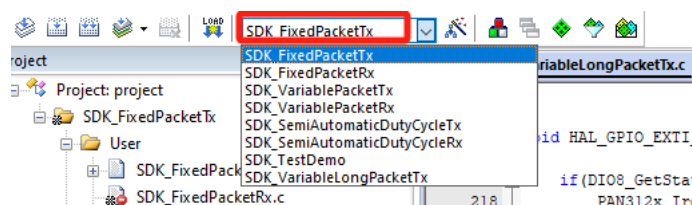


图 29: 工程选择

然后编译并下载该程序。

4 RF 参数参数设置

```
typedef struct{
    uint32_t FrequencyBase;
    uint32_t FrequencyStep;
    uint16_t FrequencyChannelNumber;
    PAN312xModulationSelect ModulationSelect;
    uint32_t DataRate;
    uint32_t TxDeviation;
    uint32_t RxDeviation;
    PAN312xPowerdBm Power;
}PAN312xRadioInit;
```

图 30: RF 参数设置

如上图所示：RF 参数目前主要包括频点、调制方式、速率、Tx Deviation、Rx Deviation、发射功率等，其中频点由基础频点，频点步进，通道 3 部分组成；

举例配置频点为 493000000Hz，调制方式为 2FSK，速率为 50000bps，Tx Deviation 为 25000Hz，Rx Deviation 为 25000Hz，发射功率为 21dBm，如下所示：

```
PAN312xRadioInit RadioInit = {
    493000000,
    0,
    0,
    MOD_2FSK,
    50000,
    25000,
    25000,
    POWER_21dBm,
};
```

图 31: RF 参数设置举例

5 帧结构参数设置

如上图所示：帧结构参数目前主要包前导码长度，前导码内容，同步字长度，同步字内容，前导码、同步字和数据区域的 manchester 编码是否模式，以及 manchester 编码是否使能，Fec 编码，白化选择等参数；

举例配置帧结构，如下图示：

```
typedef struct{
    uint8_t PreambleLength;
    PAN312xPreambleSelect PreambleSeclect;
    uint32_t NonStandardPreamblePattern;
    uint8_t SyncwordLength;
    uint32_t SyncwordPattern;
    PAN312xManchesterMode PreambleManchesterMode;
    SFunctionalState PreambleManchester;
    PAN312xManchesterMode SyncwordManchesterMode;
    SFunctionalState SyncwordManchester;
    PAN312xManchesterMode PayloadManchesterMode;
    SFunctionalState PayloadManchester;
    PAN312xFecEncoding FecEncoding;
    PAN312xWhiteningPattern WhiteningPattern;
    PAN312xDataMode DataMode;
}PAN321xPacketInit;
```

图 32: 帧结构参数设置

```
PAN321xPacketInit PacketInit = {
    4,
    PREAMBLE_0101,
    0,
    4,
    0x2dd42dd4,
    MANCHESTER_ZeroToTwo,
    S_DISABLE,
    MANCHESTER_ZeroToTwo,
    S_DISABLE,
    MANCHESTER_ZeroToTwo,
    S_DISABLE,
    FEC_HAMING_DISABLE,
    WHITENING_DISABLE,
    DATA_MODE_PACKET,
};
```

图 33: 帧结构参数设置举例

6 CRC 参数设置

```
typedef struct{
    PAN312xCrcMode CrcMode;
    uint32_t CrcPolynomial;
    uint32_t CrcSeed;
    PAN312xCrcBitOrder CrcBitOrder;
    PAN312xCrcByteSwap CrcByteSwap;
    PAN312xCrcRange CrcRange;
    SFunctionalState CrcBitInv;
}PAN312xCrcInit;
```

图 34: CRC 参数设置

如上图所示: CRC 参数目前主要 CrcMode、Crc 多项式、Crc 种子、CrcBitOrder、CrcByteSwap、Crc 作用范围, Crc 输出是否取反等。

举例配置 CRC 为 CRC_16_IBM, 如下图所示:

7 测试方法

- 1、复位 PAN312x、等待 PAN312x Ready;
- 2、初始化一些寄存器;
- 3、设置 RF 参数、帧结构参数、CRC 参数;
- 4、设置 TxPpacket 为**固定包长**, 根据需要确认是否需要使能 CRC;
- 5、将 IRQ_MASK_TX_DONE 中断映射到 IRQ(GPIO8) 引脚上;
- 6、设置系统自动清除部分中断状态;

```

PAN312xCrcInit CrcInit = {
    CRC_MODE_16_BIT,
    0x8005,
    0xffff,
    CRC_BIT_ORDER_MSB_FIRST,
    CRC_BYTE_MSB_FIRST,
    CRC_RANGE_WHOLE_PAYLOAD,
    S_DISABLE,
};

```

图 35: CRC 参数设置举例

7、清除所有中断状态;

8、在 while 循环中, 隔一段时间往 fifo 中写入数据, 并执行发送命令; 如下图所示:

```

while (1)
{
    /* 判断定时器超时时间 */
    if(bsp_CheckTimer(0)){
        /* 每隔1000ms进来一次 表示mcu运行正常*/
        bsp_LedToggle(1);
    }

    if(bsp_CheckTimer(1)){
        printf("A data to transmit: ");
        for(uint8_t i = 0; i < nPayloadLength; i++){
            printf("%x ", vectTxBuffer[i]);
        }
        printf("\n");
        PAN312x_Write_Fifo((uint8_t *)vectTxBuffer, nPayloadLength);
        PAN312x_Enter_Tx(0, 0, nPayloadLength);
        while(!xTxDoneFlag);
        xTxDoneFlag = S_RESET;
    }
}

```

图 36: 固定包长帧结构发送

备注:

1、若使能设置系统自动清除部分中断状态, 除了 IRQ_RX_DONE、IRQ_RX_CRC_ERROR、IRQ_TX_FIFO_TH、IRQ_RX_FIFO_TH 这些中断状态, 需要额外发送命令来清除, 其它中断状态都可以由 PAN312x 自动清除掉;

8 测试现象

1、测试现象, 串口会打印将要发送出去的数据, 如下图所示:

2、其他模组作为 Rx, 接收 PAN312x 发送的数据, 如下图所示:

3、通过对比 Tx 和 Rx 数据, 两边是一致的, 证明 PAN312x 固件包长帧结构的发送功能正确;

备注: 1、测试过程中, 可以用另外一块 PAN312x 模组或其他模组作为 Rx, 配置相同的 rf 参数, 就可以收取到 PAN312x 发送过来的数据。

3.1.5 SDK_GpioOutPutOclk

1 功能概述

本代码示例主要演示 PAN312x 的 GPIO 如何输出时钟信号。

备注: 1、通过配置 GPIO0、GPIO1、GPIO2、GPIO9、GPIO10 输出时钟信号; 2、输出时钟的频率可以为 500Khz、2Mhz、4Mhz、8Mhz、16Mhz;

```

*****
* 例程名称       : PAN312x-FixedPacketTx
* PAN312x固件版本 : 0x0002
* 例程版本       : 0.0.0
* 发布日期       : 2025-04-21
* Copyright www.panchip.com 磐启微电子
*****

发送的数据包, 长度 32 bytes

[2025-04-19 17:32:34.137]# RECV ASCII>
A data to transmit: [ff 83 df 17 32 9 4e d1 e7 cd 8a 91 c6 d5 c4 c4 40 21 18 4e 55 86 f4 dc 8a 15 a7 ec
92 df 93 53 ]

[2025-04-19 17:32:34.621]# RECV ASCII>
A data to transmit: [ff 83 df 17 32 9 4e d1 e7 cd 8a 91 c6 d5 c4 c4 40 21 18 4e 55 86 f4 dc 8a 15 a7 ec
92 df 93 53 ]

```

图 37: 固定包长帧结构测试现象

```

17:40:36.334 | ff 83 df 17 32 09 4e d1 e7 cd 8a 91 c6 d5 c4 c4 40 21 18 4e 55 86 f4 dc 8a 15 a7 ec 92 df 93 53 | -46
17:40:36.832 | ff 83 df 17 32 09 4e d1 e7 cd 8a 91 c6 d5 c4 c4 40 21 18 4e 55 86 f4 dc 8a 15 a7 ec 92 df 93 53 | -48
17:40:37.327 | ff 83 df 17 32 09 4e d1 e7 cd 8a 91 c6 d5 c4 c4 40 21 18 4e 55 86 f4 dc 8a 15 a7 ec 92 df 93 53 | -47
17:40:37.821 | ff 83 df 17 32 09 4e d1 e7 cd 8a 91 c6 d5 c4 c4 40 21 18 4e 55 86 f4 dc 8a 15 a7 ec 92 df 93 53 | -49
17:40:38.318 | ff 83 df 17 32 09 4e d1 e7 cd 8a 91 c6 d5 c4 c4 40 21 18 4e 55 86 f4 dc 8a 15 a7 ec 92 df 93 53 | -47
17:40:38.815 | ff 83 df 17 32 09 4e d1 e7 cd 8a 91 c6 d5 c4 c4 40 21 18 4e 55 86 f4 dc 8a 15 a7 ec 92 df 93 53 | -46
17:40:39.309 | ff 83 df 17 32 09 4e d1 e7 cd 8a 91 c6 d5 c4 c4 40 21 18 4e 55 86 f4 dc 8a 15 a7 ec 92 df 93 53 | -47
17:40:39.806 | ff 83 df 17 32 09 4e d1 e7 cd 8a 91 c6 d5 c4 c4 40 21 18 4e 55 86 f4 dc 8a 15 a7 ec 92 df 93 53 | -47
17:40:40.302 | ff 83 df 17 32 09 4e d1 e7 cd 8a 91 c6 d5 c4 c4 40 21 18 4e 55 86 f4 dc 8a 15 a7 ec 92 df 93 53 | -47
17:40:40.798 | ff 83 df 17 32 09 4e d1 e7 cd 8a 91 c6 d5 c4 c4 40 21 18 4e 55 86 f4 dc 8a 15 a7 ec 92 df 93 53 | -47
17:40:41.293 | ff 83 df 17 32 09 4e d1 e7 cd 8a 91 c6 d5 c4 c4 40 21 18 4e 55 86 f4 dc 8a 15 a7 ec 92 df 93 53 | -46

```

图 38: 其他模组收取到的数据

2 环境要求

- Board: PAN312x_EVB
- PAN312x 模组
- 逻辑分析仪

3 编译和烧录

例程位置：01_SDK\PAN312x_DK_Develop\Projectc\MDK-ARM(AC5)

打开\Projectc\MDK-ARM(AC5) 目录下 project.uvprojx 工程，选择 SDK_GpioOutputOclk，如下图所示

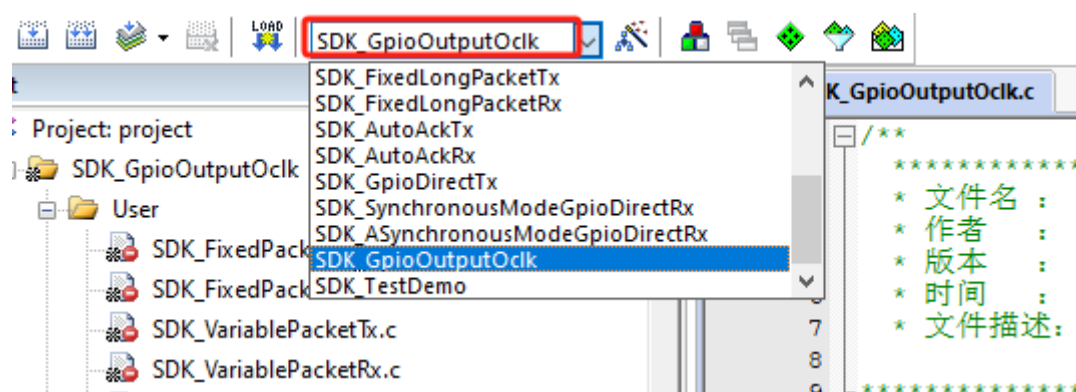


图 39: 工程选择

然后编译并下载该程序。

4 测试方法

- 1、复位 PAN312x、等待 PAN312x Ready；
- 2、初始化一些寄存器；
- 3、配置 GPIO0、GPIO1、GPIO2、GPIO9、GPIO10 输出时钟信号；

5 测试现象

- 1、500Khz 时钟输出，如下图所示：

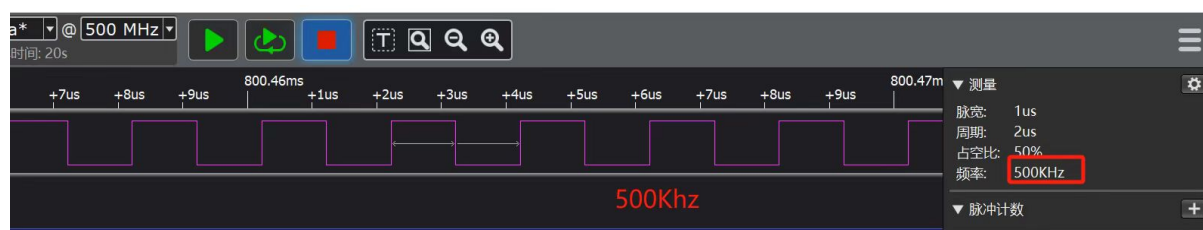


图 40: 500Khz 时钟输出

- 2、2Mhz 时钟输出，如下图所示：
- 3、4Mhz 时钟输出，如下图所示：
- 4、8Mhz 时钟输出，如下图所示：
- 5、16Mhz 时钟输出，如下图所示：

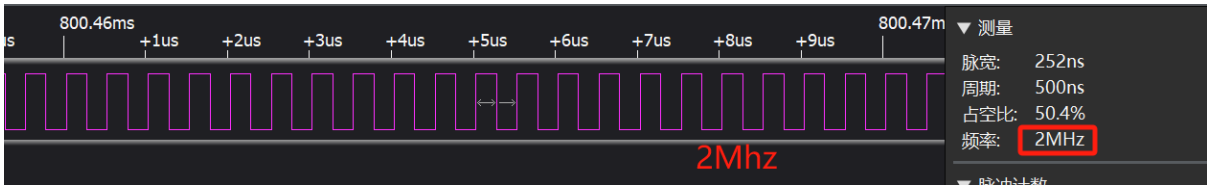


图 41: 2Mhz 时钟输出

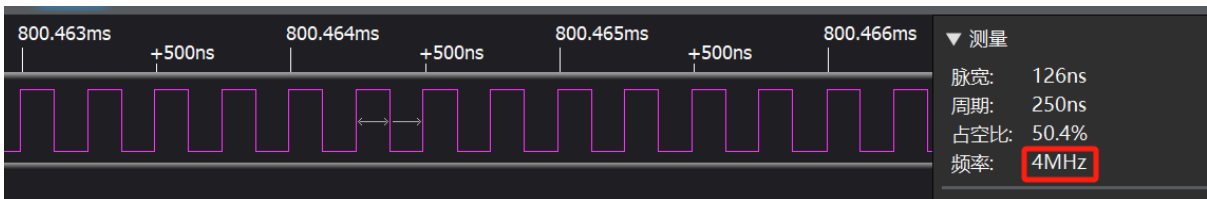


图 42: 4Mhz 时钟输出



图 43: 8Mhz 时钟输出

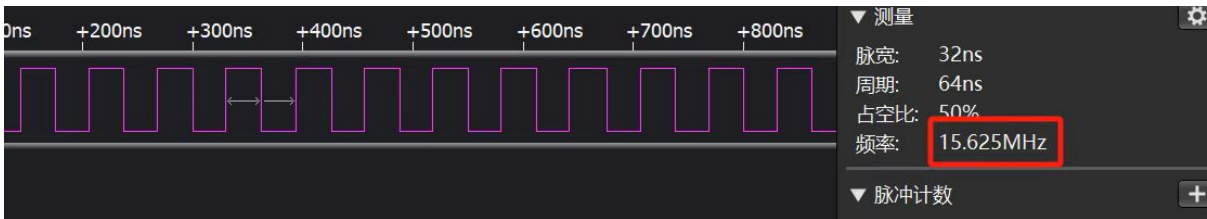


图 44: 16Mhz 时钟输出

3.1.6 SDK_SemiAutomaticDutyCycleRx

1 功能概述

本代码示例主要演示通过外部 MCU 结合 PAN312x 的低功耗特性, 如何实现 DutyCycleRx 功能。

备注: 1、通过主控 MCU 来定时, 控制 PAN312x 进入 Rx 的时间, 该时间可理解为 PAN312x 的开窗时间, 如果在开窗时间内, 有收取到有效的 preamble 或 syncword, 则延长 Rx 接收时间, 直至收取到整个数据包; 如果在开窗时间内, 没有收取到有效的 preamble 或 syncword, 则设置芯片进入休眠, 同时计时休眠时间, 待到达休眠时间, 则将 PAN312x 唤醒, 重新进入 Rx 开窗时间。

2 环境要求

- Board: PAN312x_EVB
- PAN312x 模组
- USB 转串口模块
- PC 端串口数据显示上位机

3 编译和烧录

例程位置: 01_SDK\PAN312x_DK_Develop\Projectc\MDK-ARM(AC5)

打开\Projectc\MDK-ARM(AC5) 目录下 project.uvprojx 工程, 选择 SDK_SemiAutomaticDutyCycleRx, 如下图所示

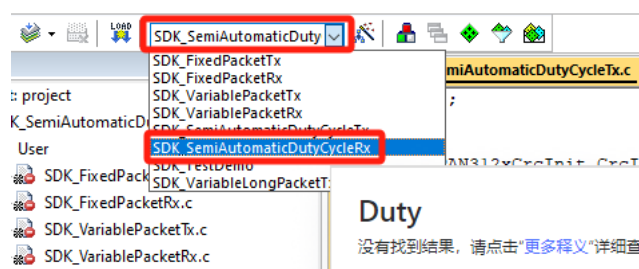


图 45: 工程选择

然后编译并下载该程序。

4 RF 参数参数设置

```
typedef struct{
    uint32_t FrequencyBase;
    uint32_t FrequencyStep;
    uint16_t FrequencyChannelNumber;
    PAN312xModulationSelect ModulationSelect;
    uint32_t DataRate;
    uint32_t TxDeviation;
    uint32_t RxDeviation;
    PAN312xPowerdBm Power;
}PAN312xRadioInit;
```

图 46: RF 参数设置

如上图所示: RF 参数目前主要包括频点、调制方式、速率、Tx Deviation、Rx Deviation、发射功率等, 其中频点由基础频点, 频点步进, 通道 3 部分组成;

举例配置频点为 493000000Hz, 调制方式为 2FSK, 速率为 50000bps, Tx Deviation 为 25000Hz, Rx Deviation 为 25000Hz, 发射功率为 21dBm, 如下所示:

```
PAN312xRadioInit RadioInit = {
    493000000,
    0,
    0,
    MOD_2FSK,
    50000,
    25000,
    25000,
    POWER_21dBm,
};
```

图 47: RF 参数设置举例

5 帧结构参数设置

```
typedef struct{
    uint8_t PreambleLength;
    PAN312xPreambleSelect PreambleSelect;
    uint32_t NonStandardPreamblePattern;
    uint8_t SyncwordLength;
    uint32_t SyncwordPattern;
    PAN312xManchesterMode PreambleManchesterMode;
    SFunctionalState PreambleManchester;
    PAN312xManchesterMode SyncwordManchesterMode;
    SFunctionalState SyncwordManchester;
    PAN312xManchesterMode PayloadManchesterMode;
    SFunctionalState PayloadManchester;
    PAN312xFecEncoding FecEncoding;
    PAN312xWhiteningPattern WhiteningPattern;
    PAN312xDataMode DataMode;
}PAN321xPacketInit;
```

图 48: 帧结构参数设置

如上图所示: 帧结构参数目前主要包前导码长度, 前导码内容, 同步字长度, 同步字内容, 前导码、同步字和数据区域的 manchester 编码是否模式, 以及 manchester 编码是否使能, Fec 编码, 白化选择等参数;

举例配置帧结构, 如下图示:

```
PAN321xPacketInit PacketInit = {
    4,
    PREAMBLE_0101,
    0,
    4,
    0x2dd42dd4,
    MANCHESTER_ZeroToTwo,
    S_DISABLE,
    MANCHESTER_ZeroToTwo,
    S_DISABLE,
    MANCHESTER_ZeroToTwo,
    S_DISABLE,
    FEC_HAMING_DISABLE,
    WHITENING_DISABLE,
    DATA_MODE_PACKET,
};
```

图 49: 帧结构参数设置举例

6 CRC 参数设置

如上图所示: CRC 参数目前主要 CrcMode、Crc 多项式、Crc 种子、CrcBitOrder、CrcByteSwap、Crc 作用范围, Crc 输出是否取反等。

举例配置 CRC 为 CRC_16_IBM, 如下图所示:

```

typedef struct{
    PAN312xCrcMode CrcMode;
    uint32_t CrcPolynomial;
    uint32_t CrcSeed;
    PAN312xCrcBitOrder CrcBitOrder;
    PAN312xCrcByteSwap CrcByteSwap;
    PAN312xCrcRange CrcRange;
    SFunctionalState CrcBitInv;
}PAN312xCrcInit;

```

图 50: CRC 参数设置

```

PAN312xCrcInit CrcInit = {
    CRC_MODE_16_BIT,
    0x8005,
    0xffff,
    CRC_BIT_ORDER_MSB_FIRST,
    CRC_BYTE_MSB_FIRST,
    CRC_RANGE_WHOLE_PAYLOAD,
    S_DISABLE,
};

```

图 51: CRC 参数设置举例

7 测试方法

- 1、复位 PAN312x、等待 PAN312x Ready;
- 2、初始化一些寄存器;
- 3、设置 RF 参数、帧结构参数、CRC 参数;
- 4、设置 RxPpacket 为**可变包长**，根据需要确认是否需要使能 CRC;
- 5、将 RX_DONE、RX_PREAMBLE_DONE、RX_CRC_ERROR、WAKEUP 中断映射到 IRQ(GPIO8) 引脚上;
- 6、设置系统自动清除部分中断状态;
- 7、设置 RxTimeout 时间;
- 8、设置 RxTimeout、RxInvalid、RxValid 后，RF 的状态为 Rx;
- 9、设置 RF 的进入 Rx;
- 10、通过主控 MCU 来定时，控制 PAN312x 进入 Rx 的时间，该时间可理解为 PAN312x 的开窗时间，如果在开窗时间内，有收取到有效的 preamble 或 syncword，则延长 Rx 接收时间，直至收取到整个数据包；如果在开窗时间内，没有收取到有效的 preamble 或 syncword，则设置芯片进入休眠，同时计时休眠时间，待到达休眠时间，则将 PAN312x 唤醒，重新进入 Rx 开窗时间。:

备注:

- 1、若使能设置系统自动清除部分中断状态，除了 IRQ_RX_DONE、IRQ_RX_CRC_ERROR、IRQ_TX_FIFO_TH、IRQ_RX_FIFO_TH 这些中断状态，需要额外发送命令来清除，其它中断状态都可以由 PAN312x 自动清除掉;
- 2、关于 int PAN312x_Enter_Rx(uint16_t channel, uint8_t condition, uint16_t rx_len)，需要注意，当设置 PAN312x 的帧结构为固定包长时，第三个参数 rx_len 为实际发送的数据长度，当设置 PAN312x 的帧结构为可变包长时，第三个参数 rx_len 为 0;

8 测试现象

- 1、测试功耗如下图所示:

3.1.7 SDK_SemiAutomaticDutyCycleTx

SemiAutomaticDutyCycleRx						
Rx Window (ms)	休眠时间 (ms)	工作周期 (ms)	模式	峰值电流(mA)	休眠电流(uA)	平均电流 (mA)
200	1000	1200	LDO	14.19	0.92	1.48

图 52: SemiAutomaticDutyCycleRx 功耗

1 功能概述

本代码示例主要演示通过外部 MCU 结合 PAN312x 的低功耗特性，如何实现 DutyCycleTx 功能。

备注：

1、通过主控 MCU 来定时，控制 PAN312x 进入休眠的时间，待达到休眠的时间后，通过 spi 将 PAN312x 唤醒，待唤醒 PAN312x 后，然后在发送数据，发送数据的这段时间依赖于发送数据的长度，速率等参数；

2 环境要求

- Board: PAN312x_EVB
- PAN312x 模组
- USB 转串口模块
- PC 端串口数据显示上位机

3 编译和烧录

例程位置：01_SDK\PAN312x_DK_Develop\Projectc\MDK-ARM(AC5)

打开\Projectc\MDK-ARM(AC5) 目录下 project.uvprojx 工程，选择 SDK_SemiAutomaticDutyCycleTx，如下图所示

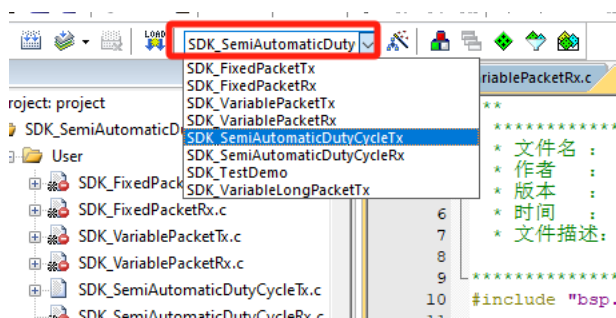


图 53: 工程选择

然后编译并下载该程序。

4 RF 参数参数设置

如上图所示：RF 参数目前主要包括频点、调制方式、速率、Tx Deviation、Rx Deviation、发射功率等，其中频点由基础频点，频点步进，通道 3 部分组成；

举例配置频点为 493000000Hz，调制方式为 2FSK，速率为 50000bps，Tx Deviation 为 25000Hz，Rx Deviation 为 25000Hz，发射功率为 21dBm，如下所示：

```
typedef struct{
    uint32_t FrequencyBase;
    uint32_t FrequencyStep;
    uint16_t FrequencyChannelNumber;
    PAN312xModulationSelect ModulationSelect;
    uint32_t DataRate;
    uint32_t TxDeviation;
    uint32_t RxDeviation;
    PAN312xPowerdBm Power;
}PAN312xRadioInit;
```

图 54: RF 参数设置

```
PAN312xRadioInit RadioInit = {
    433000000,
    0,
    0,
    MOD_2FSK,
    50000,
    25000,
    25000,
    POWER_21dBm,
};
```

图 55: RF 参数设置举例

5 帧结构参数设置

```
typedef struct{
    uint8_t PreambleLength;
    PAN312xPreambleSelect PreambleSelect;
    uint32_t NonStandardPreamblePattern;
    uint8_t SyncwordLength;
    uint32_t SyncwordPattern;
    PAN312xManchesterMode PreambleManchesterMode;
    SFunctionalState PreambleManchester;
    PAN312xManchesterMode SyncwordManchesterMode;
    SFunctionalState SyncwordManchester;
    PAN312xManchesterMode PayloadManchesterMode;
    SFunctionalState PayloadManchester;
    PAN312xFecEncoding FecEncoding;
    PAN312xWhiteningPattern WhiteningPattern;
    PAN312xDataMode DataMode;
}PAN312xPacketInit;
```

图 56: 帧结构参数设置

如上图所示：帧结构参数目前主要包前导码长度，前导码内容，同步字长度，同步字内容，前导码、同步字和数据区域的 manchester 编码是否模式，以及 manchester 编码是否使能，Fec 编码，白化选择等参数；

举例配置帧结构，如下图示：

6 CRC 参数设置

如上图所示：CRC 参数目前主要 CrcMode、Crc 多项式、Crc 种子、CrcBitOrder、CrcByteSwap、Crc 作用范围，Crc 输出是否取反等。

举例配置 CRC 为 CRC_16_IBM，如下图所示：

7 测试方法

- 1、复位 PAN312x、等待 PAN312x Ready；
- 2、初始化一些寄存器；

```

PAN321xPacketInit PacketInit = {
    4,
    PREAMBLE_0101,
    0,
    4,
    0x2dd42dd4,
    MANCHESTER_ZeroToTwo,
    S_DISABLE,
    MANCHESTER_ZeroToTwo,
    S_DISABLE,
    MANCHESTER_ZeroToTwo,
    S_DISABLE,
    FEC_HAMING_DISABLE,
    WHITENING_DISABLE,
    DATA_MODE_PACKET,
};

```

图 57: 帧结构参数设置举例

```

typedef struct{
    PAN312xCrcMode CrcMode;
    uint32_t CrcPolynomial;
    uint32_t CrcSeed;
    PAN312xCrcBitOrder CrcBitOrder;
    PAN312xCrcByteSwap CrcByteSwap;
    PAN312xCrcRange CrcRange;
    SFunctionalState CrcBitInv;
}PAN312xCrcInit;

```

图 58: CRC 参数设置

```

PAN312xCrcInit CrcInit = {
    CRC_MODE_16_BIT,
    0x8005,
    0xffff,
    CRC_BIT_ORDER_MSB_FIRST,
    CRC_BYTE_MSB_FIRST,
    CRC_RANGE_WHOLE_PAYLOAD,
    S_DISABLE,
};

```

图 59: CRC 参数设置举例

- 3、设置 RF 参数、帧结构参数、CRC 参数；
- 4、设置 TxPpacket 为**可变包长**，根据需要确认是否需要使能 CRC；
- 5、将 TX_DONE、WAKEUP 中断映射到 IRQ(GPIO8) 引脚上；
- 6、设置系统自动清除部分中断状态；
- 7、清除所有中断状态；
- 8、通过主控 MCU 来定时，控制 PAN312x 进入休眠的时间，待达到休眠的时间后，通过 spi 将 PAN312x 唤醒，待唤醒 PAN312x 后，然后在发送数据，发送数据的这段时间依赖于发送数据的长度，速率等参数；

备注：

- 1、若使能设置系统自动清除部分中断状态，除了 IRQ_RX_DONE、IRQ_RX_CRC_ERROR、IRQ_TX_FIFO_TH、IRQ_RX_FIFO_TH 这些中断状态，需要额外发送命令来清除，其它中断状态都可以由 PAN312x 自动清除掉；

8 测试现象

- 1、测试功耗如下图所示：

SemiAutomaticDutyCycleTx									
DataRate (kbps)	DataLength (byte)	发送时间 (ms)	休眠时间 (ms)	工作周期 (ms)	tx power (dbm)	模式	峰值电流(mA)	休眠电流 (uA)	平均电流 (uA)
50	20	3.2	1000	1003.2	21	LDO	163.88	0.89	648.79
50	20	3.2	1000	1003.2	15	LDO	72.79	0.88	291.23

图 60: SemiAutomaticDutyCycleTx 功耗

3.1.8 SDK_TestDemo

1 功能概述

本代码示例主要通过评估板 (PAN312x_EVB) 来评估 PAN312x 芯片的主要性能，如通信测试，单载波测试，距离测试，丢包率测试，功耗测试等。

2 评估板 (PAN312x_EVB)

评估板主要部件如下图所示：

3 无线模块 (PAN312x_Module)

无线模块主要部件如下图所示：

4 编译和烧录

例程位置：01_SDK\PAN312x_DK_Develop\Projectc\MDK-ARM(AC5)

打开\Projectc\MDK-ARM(AC5) 目录下 project.uvprojx 工程，选择 SDK_TestDemo，如下图所示然后编译并下载该程序。

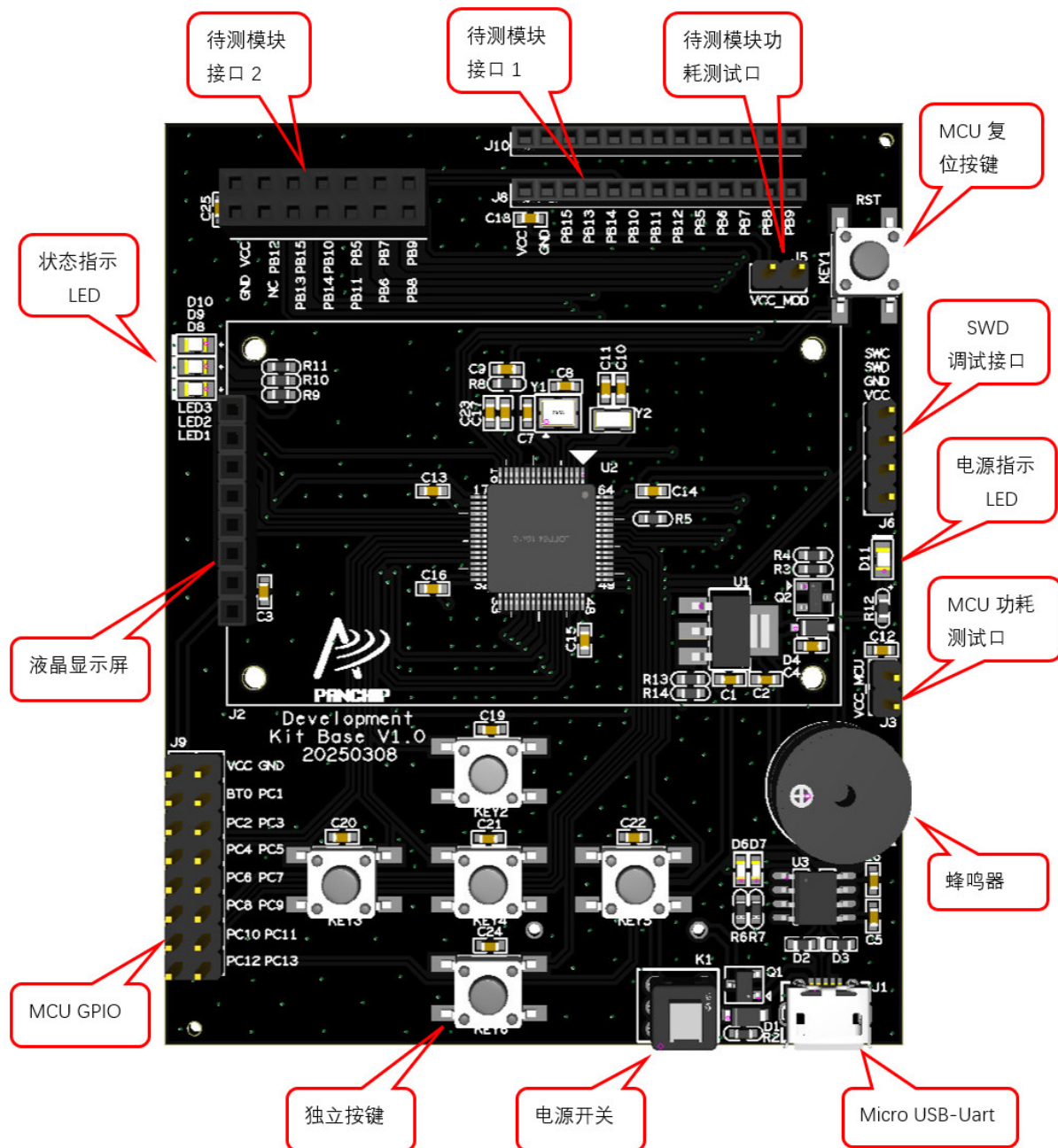


图 61: PAN312x_EVB

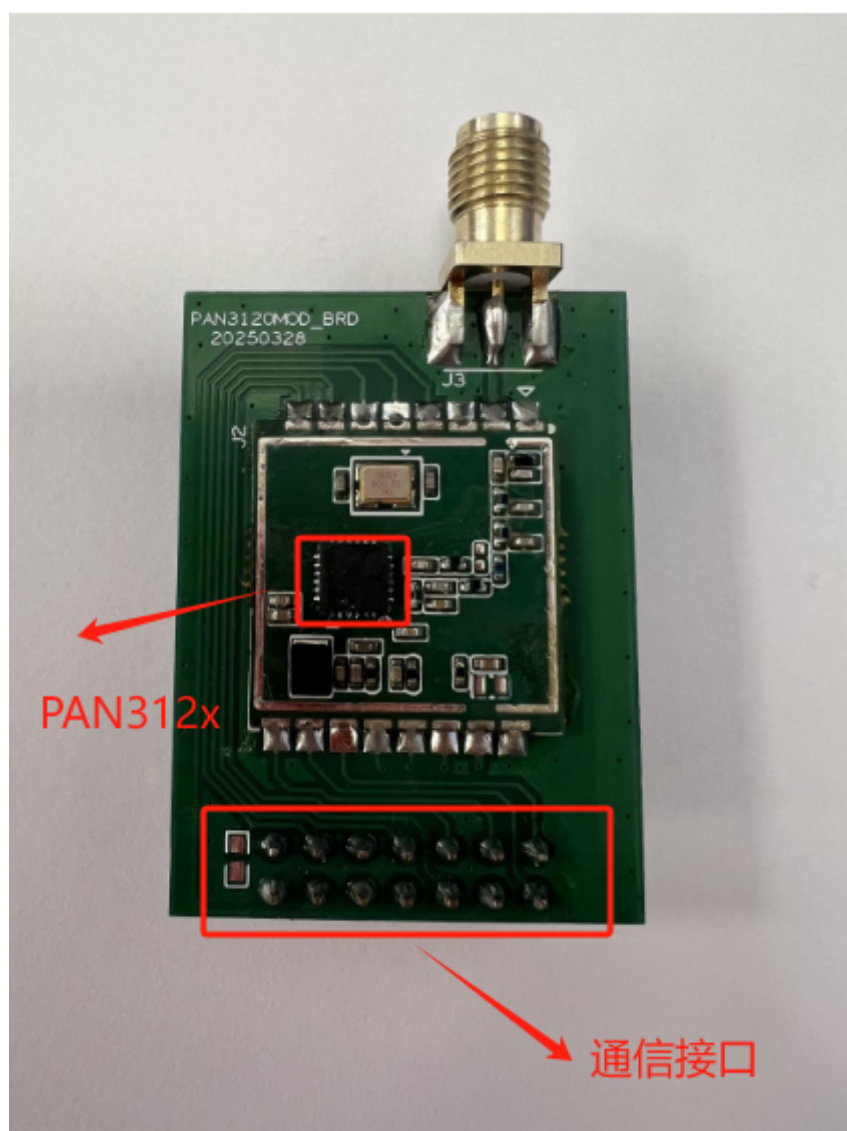


图 62: PAN312x_Module

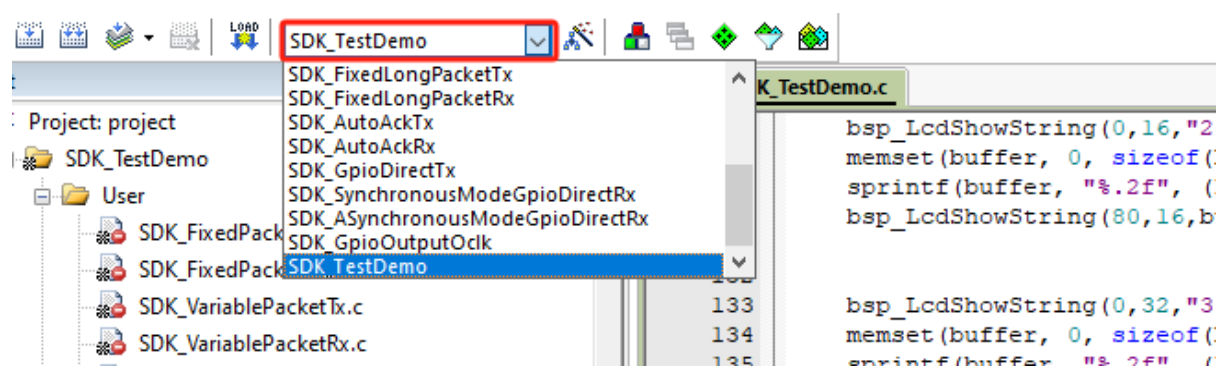


图 63: 工程选择

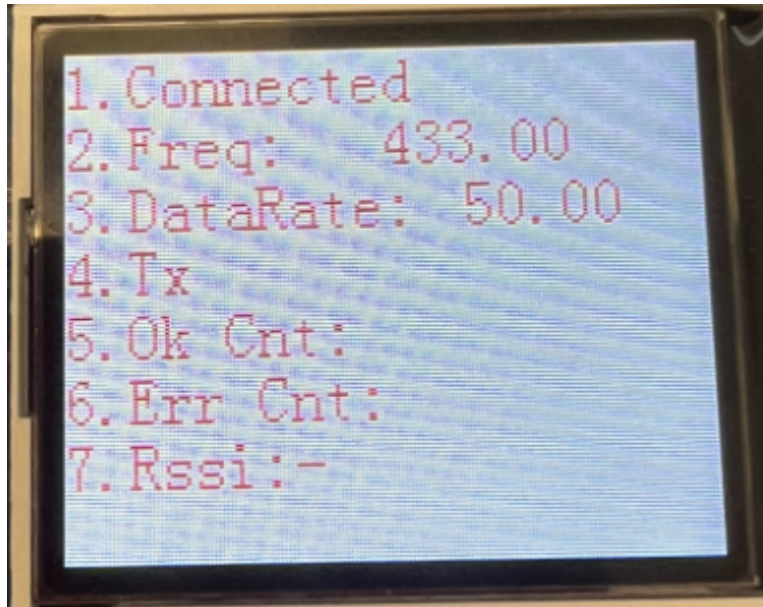


图 64: LCD 菜单显示

5 评估板操作指南

5.1 LCD 菜单显示:

5.2 **按键功能:** 1、短按 key2 按键, 单次发送数据包;

2、长按 key2 按键, 一直发送数据包;

3、短按 key3 按键, 发送数据包 500 次;

4、短按 key4 按键, 切换模式, 包括 Rx、Tx、TRxMaster、TRxSlave

TRxMaster: 设备 Master 发送完数据后, 进入接收模式, 并等待 Slave 设备回应的 ack 包

TRxSlave: 设备 Slave 接收到数据后, 进入发送模式, 并发送 ack 包给 Master 设备

5、长按 key4 按键, 清除计数值;

6、短按 key5 按键, 切换速率, 目前可配置的速率如下:

DataRate(Kbps)	TRxDeviation(KHz)
2.4	10
2.5	10
4.8	10
5	10
9.6	10
10	10
20	10
32.8	16.4
40	20
50	25
62.5	31.25
80	40
100	50
125	62.5
200	100
250	125
400	200
500	250

7、短按 key6 按键，切换频点，目前可配置频点为：315Mhz、317Mhz、433.92Mhz、436Mhz、470Mhz、840Mhz、868Mhz、915Mhz、920Mhz、

备注：

1、每次切换完速率和频点后，需要通过短按 key4 按键，切换芯片的模式；

3.1.9 SDK_VariableLongPacketRx

1 功能概述

本代码示例主要演示 PAN312x 可变包长帧结构怎么实现长包接收。

备注：1、当接收的字节数长度大于 fifo 长度 (128bytes) 时，可采用 rx fifo 阈值的方式来实现长包接收；2、当前 rx fifo 阈值固定为 64 bytes；

2 环境要求

- Board: PAN312x_EVB
- PAN312x 模组
- USB 转串口模块
- PC 端串口数据显示上位机

3 编译和烧录

例程位置：01_SDK\PAN312x_DK_Develop\Projectc\MDK-ARM(AC5)

打开\Projectc\MDK-ARM(AC5) 目录下 project.uvprojx 工程，选择 SDK_VariableLongPacketRx，如下图所示

然后编译并下载该程序。

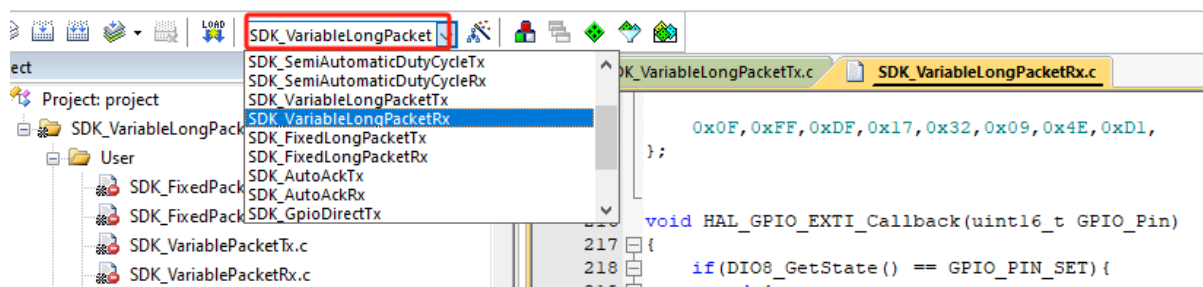


图 65: 工程选择

```
typedef struct{
    uint32_t FrequencyBase;
    uint32_t FrequencyStep;
    uint16_t FrequencyChannelNumber;
    PAN312xModulationSelect ModulationSelect;
    uint32_t DataRate;
    uint32_t TxDeviation;
    uint32_t RxDeviation;
    PAN312xPowerdBm Power;
}PAN312xRadioInit;
```

图 66: RF 参数设置

4 RF 参数设置

如上图所示：RF 参数目前主要包括频点、调制方式、速率、Tx Deviation、Rx Deviation、发射功率等，其中频点由基础频点，频点步进，通道 3 部分组成；

举例配置频点为 493000000Hz，调制方式为 2FSK，速率为 50000bps，Tx Deviation 为 25000Hz，Rx Deviation 为 25000Hz，发射功率为 21dBm，如下所示：

```
PAN312xRadioInit RadioInit = {
    493000000,
    0,
    0,
    MOD_2FSK,
    50000,
    25000,
    25000,
    POWER_21dBm,
};
```

图 67: RF 参数设置举例

5 帧结构参数设置

如上图所示：帧结构参数目前主要包前导码长度，前导码内容，同步字长度，同步字内容，前导码、同步字和数据区域的 manchester 编码是否模式，以及 manchester 编码是否使能，Fec 编码，白化选择等参数；

举例配置帧结构，如下图示：

6 CRC 参数设置

如上图所示：CRC 参数目前主要 CrcMode、Crc 多项式、Crc 种子、CrcBitOrder、CrcByteSwap、Crc 作用范围，Crc 输出是否取反等。

举例配置 CRC 为 CRC_16_IBM，如下图所示：

```
typedef struct{
    uint8_t PreambleLength;
    PAN312xPreambleSelect PreambleSeclect;
    uint32_t NonStandardPreamblePattern;
    uint8_t SyncwordLength;
    uint32_t SyncwordPattern;
    PAN312xManchesterMode PreambleManchesterMode;
    SFunctionalState PreambleManchester;
    PAN312xManchesterMode SyncwordManchesterMode;
    SFunctionalState SyncwordManchester;
    PAN312xManchesterMode PayloadManchesterMode;
    SFunctionalState PayloadManchester;
    PAN312xFecEncoding FecEncoding;
    PAN312xWhiteningPattern WhiteningPattern;
    PAN312xDataMode DataMode;
}PAN321xPacketInit;
```

图 68: 帧结构参数设置

```
PAN321xPacketInit PacketInit = {
    4,
    PREAMBLE_0101,
    0,
    4,
    0x2dd42dd4,
    MANCHESTER_ZeroToTwo,
    S_DISABLE,
    MANCHESTER_ZeroToTwo,
    S_DISABLE,
    MANCHESTER_ZeroToTwo,
    S_DISABLE,
    FEC_HAMING_DISABLE,
    WHITENING_DISABLE,
    DATA_MODE_PACKET,
};
```

图 69: 帧结构参数设置举例

```
typedef struct{
    PAN312xCrcMode CrcMode;
    uint32_t CrcPolynomial;
    uint32_t CrcSeed;
    PAN312xCrcBitOrder CrcBitOrder;
    PAN312xCrcByteSwap CrcByteSwap;
    PAN312xCrcRange CrcRange;
    SFunctionalState CrcBitInv;
}PAN312xCrcInit;
```

图 70: CRC 参数设置

```
PAN312xCrcInit CrcInit = {
    CRC_MODE_16_BIT,
    0x8005,
    0xffff,
    CRC_BIT_ORDER_MSB_FIRST,
    CRC_BYTE_MSB_FIRST,
    CRC_RANGE_WHOLE_PAYLOAD,
    S_DISABLE,
};
```

图 71: CRC 参数设置举例

7 测试方法

- 1、复位 PAN312x、等待 PAN312x Ready;
- 2、初始化一些寄存器;
- 3、设置 RF 参数、帧结构参数、CRC 参数;
- 4、设置 RxPpacket 为**可变包长**，根据需要确认是否需要使能 CRC;
- 5、将 IRQ_MASK_RX_DONE、IRQ_MASK_RX_LENGTH_DONE、IRQ_MASK_RX_COMPLETE、IRQ_MASK_RX_FIFO_TH 中断映射到 IRQ(GPIO8) 引脚上;
- 6、设置系统自动清除部分中断状态;
- 7、设置 RxTimeout 时间;
- 8、设置 RxTimeout、RxInvalid、RxValid 后，RF 的状态为 Rx;
- 9、设置 RF 的进入 Rx;
- 9、长包发送处理逻辑，如下图所示::

```
while (1)
{
    nRxIndex = 0;
    nResidualPcktLength = 0;

    nPayloadLength = 0;

    while(!xRxDoneFlag);
    xRxDoneFlag = S_RESET;

    rssi_value = PAN312x_GetRSSI();

    printf("Rssi Value = %d\r\n", rssi_value);
    printf("Payload length = %d\r\n", nPayloadLength);
    /* print the received data */
    printf("B data received: [");
    for(uint8_t i = 0; i < nPayloadLength ; i++)
        printf("%02x ", vectRxBuffer[i]);
    printf("]\r\n");

    if(memcmp(vectRxBuffer, ExpectedData, nPayloadLength) == 0){
        printf("data correct\r\n");
    }else{
        printf("data error\r\n");
    }
}
```

图 72: 可变包长帧结构接收主函数处理逻辑

备注:

- 1、若使能设置系统自动清除部分中断状态，除了 IRQ_RX_DONE、IRQ_RX_CRC_ERROR、IRQ_TX_FIFO_TH、IRQ_RX_FIFO_TH 这些中断状态，需要额外发送命令来清除，其它中断状态都可以由 PAN312x 自动清除掉;
- 2、关于 int PAN312x_Enter_Rx(uint16_t channel, uint8_t condition, uint16_t rx_len)，需要注意，当设置 PAN312x 的帧结构为固定包长时，第三个参数 rx_len 为实际发送的数据长度，当设置 PAN312x 的帧结构为可变包长时，第三个参数 rx_len 为 0;

```

void HAL_GPIO_EXTI_Callback(uint16_t GPIO_Pin)
{
    if(DIOS_GetState() == GPIO_PIN_SET){
        do{
            PAN312x_Irq_Get_Status(&xIrqStatus);
            if(xIrqStatus.IRQ_STATUS0_F.IRQ_RX_LENGTH_DONE){
                nPayloadLength = PAN312x_Get_Rx_Length();
                nResidualPcktLength = nPayloadLength;
                printf("nPayloadLength: %d\r\n", nPayloadLength);
            }

            if(xIrqStatus.IRQ_STATUS2_F.IRQ_RX_FIFO_TH){
                //printf("nResidualPcktLength:%d\r\n", nResidualPcktLength);
                if(nResidualPcktLength >= cThresholdRxFifoAF){
                    nResidualPcktLength -= cThresholdRxFifoAF;
                    PAN312x_Read_Fifo(&vectRxBuffer[nRxIndex], 64);
                    nRxIndex += cThresholdRxFifoAF;
                }
                PAN312x_Irq_Clear_RxFifo_Status();
            }

            if(xIrqStatus.IRQ_STATUS0_F.IRQ_RX_COMPLETE){
                printf("rx complete\r\n");
                if(nResidualPcktLength <= cThresholdRxFifoAF){
                    PAN312x_Read_Fifo(&vectRxBuffer[nRxIndex], nResidualPcktLength);
                    nResidualPcktLength = 0;
                }
            }

            if(xIrqStatus.IRQ_STATUS0_F.IRQ_RX_DONE){
                //rx done
                printf("rx done\r\n");
                xRxDoneFlag = S_SET;
                PAN312x_Irq_Clear_RxDone_Status();
                break;
            }

            if(xIrqStatus.IRQ_STATUS0_F.IRQ_RX_CRC_ERROR){
                PAN312x_Irq_Clear_RxCrcError_Status();
                xRxDoneFlag = S_SET;
                break;
            }
        }while(DIOS_GetState() == GPIO_PIN_SET);
    }
}

```

图 73: 可变包长帧结构接收中断处理逻辑

3.1.10 SDK_VariableLongPacketTx

1 功能概述

本代码示例主要演示 PAN312x 可变包长帧结构怎么实现长包发送。

备注：1、当发送的字节数长度大于 fifo 长度 (128bytes) 时，可采用 tx fifo 阈值的方式来实
现长包发送；2、当前 tx fifo 阈值固定为 64 bytes；

2 环境要求

- Board: PAN312x_EVB
- PAN312x 模组
- USB 转串口模块
- PC 端串口数据显示上位机

3 编译和烧录

例程位置：01_SDK\PAN312x_DK_Develop\Projectc\MDK-ARM(AC5)

打开\Projectc\MDK-ARM(AC5) 目录下 project.uvprojx 工程，选择 SDK_VariableLongPacketTx，如
下图所示

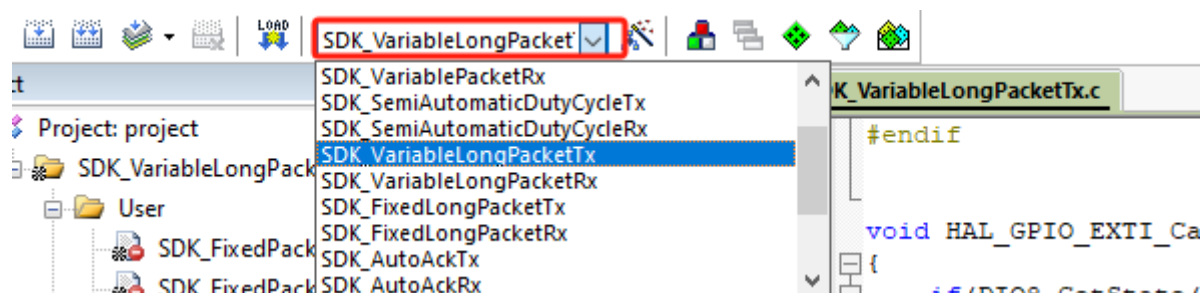


图 74: 工程选择

然后编译并下载该程序。

4 RF 参数参数设置

```
typedef struct{
    uint32_t FrequencyBase;
    uint32_t FrequencyStep;
    uint16_t FrequencyChannelNumber;
    PAN312xModulationSelect ModulationSelect;
    uint32_t DataRate;
    uint32_t TxDeviation;
    uint32_t RxDeviation;
    PAN312xPowerdBm Power;
} PAN312xRadioInit;
```

图 75: RF 参数设置

如上图所示：RF 参数目前主要包括频点、调制方式、速率、Tx Deviation、Rx Deviation、发射功率等，其中频点由基础频点，频点步进，通道 3 部分组成；

举例配置频点为 493000000Hz，调制方式为 2FSK，速率为 50000bps，Tx Deviation 为 25000Hz，Rx Deviation 为 25000Hz，发射功率为 21dBm，如下所示：

```
PAN312xRadioInit RadioInit = {
    433000000,
    0,
    0,
    MOD_2FSK,
    50000,
    25000,
    25000,
    POWER_21dBm,
};
```

图 76: RF 参数设置举例

5 帧结构参数设置

```
typedef struct{
    uint8_t PreambleLength;
    PAN312xPreambleSelect PreambleSeclect;
    uint32_t NonStandardPreamblePattern;
    uint8_t SyncwordLength;
    uint32_t SyncwordPattern;
    PAN312xManchesterMode PreambleManchesterMode;
    SFunctionalState PreambleManchester;
    PAN312xManchesterMode SyncwordManchesterMode;
    SFunctionalState SyncwordManchester;
    PAN312xManchesterMode PayloadManchesterMode;
    SFunctionalState PayloadManchester;
    PAN312xFecEncoding FecEncoding;
    PAN312xWhiteningPattern WhiteningPattern;
    PAN312xDataMode DataMode;
}PAN321xPacketInit;
```

图 77: 帧结构参数设置

如上图所示：帧结构参数目前主要包前导码长度，前导码内容，同步字长度，同步字内容，前导码、同步字和数据区域的 manchester 编码是否模式，以及 manchester 编码是否使能，Fec 编码，白化选择等参数；

举例配置帧结构，如下图示：

```
PAN321xPacketInit PacketInit = {
    4,
    PREAMBLE_0101,
    0,
    4,
    0x2dd42dd4,
    MANCHESTER_ZeroToTwo,
    S_DISABLE,
    MANCHESTER_ZeroToTwo,
    S_DISABLE,
    MANCHESTER_ZeroToTwo,
    S_DISABLE,
    FEC_HAMING_DISABLE,
    WHITENING_DISABLE,
    DATA_MODE_PACKET,
};
```

图 78: 帧结构参数设置举例

6 CRC 参数设置

如上图所示：CRC 参数目前主要 CrcMode、Crc 多项式、Crc 种子、CrcBitOrder、CrcByteSwap、Crc 作用范围，Crc 输出是否取反等。

举例配置 CRC 为 CRC_16_IBM，如下图所示：

```
typedef struct{
    PAN312xCrcMode CrcMode;
    uint32_t CrcPolynomial;
    uint32_t CrcSeed;
    PAN312xCrcBitOrder CrcBitOrder;
    PAN312xCrcByteSwap CrcByteSwap;
    PAN312xCrcRange CrcRange;
    SFunctionalState CrcBitInv;
}PAN312xCrcInit;
```

图 79: CRC 参数设置

```
|PAN312xCrcInit CrcInit = {
    CRC_MODE_16_BIT,
    0x8005,
    0xffff,
    CRC_BIT_ORDER_MSB_FIRST,
    CRC_BYTE_MSB_FIRST,
    CRC_RANGE_WHOLE_PAYLOAD,
    S_DISABLE,
};
```

图 80: CRC 参数设置举例

7 测试方法

- 1、复位 PAN312x、等待 PAN312x Ready;
- 2、初始化一些寄存器;
- 3、设置 RF 参数、帧结构参数、CRC 参数;
- 4、设置 TxPpacket 为**可变包长**, 根据需要确认是否需要使能 CRC;
- 5、将 IRQ_MASK_TX_DONE 和 IRQ_MASK_TX_FIFO_TH 中断映射到 IRQ(GPIO8) 引脚上;
- 6、设置系统自动清除部分中断状态;
- 7、清除所有中断状态;
- 8、长包发送处理逻辑, 如下图所示:

备注:

1、若使能设置系统自动清除部分中断状态, 除了 IRQ_RX_DONE、IRQ_RX_CRC_ERROR、IRQ_TX_FIFO_TH、IRQ_RX_FIFO_TH 这些中断状态, 需要额外发送命令来清除, 其它中断状态都可以由 PAN312x 自动清除掉;

3.1.11 SDK_VariablePacketRx

1 功能概述

本代码示例主要演示 PAN312x 可变包长帧结构的接收功能。

2 环境要求

- Board: PAN312x_EVB
- PAN312x 模组
- USB 转串口模块
- PC 端串口数据显示上位机

```

while(1){
    nResidualPcktLength = nPayloadLength;
    nTxIndex = 0;
    fitTxBuffer();
    printf("\n\rPayload length = %d\n\n\r", nPayloadLength);

    printf("A data to transmit: [");
    for(uint16_t i = 0; i < nPayloadLength; i++){
        printf("%x ", vectTxBuffer[i]);
    }
    printf("]\r\n");

    if(nPayloadLength > DEV_FIFO_SIZE){
        if((nPayloadLength - DEV_FIFO_SIZE)%256 == 0){
            TxFifoSize = DEV_FIFO_SIZE - 2;
        }else{
            TxFifoSize = DEV_FIFO_SIZE - 1;
        }
        PAN312x_Write_Fifo((uint8_t*)vectTxBuffer, TxFifoSize);

        /* store the number of transmitted bytes */
        nTxIndex = TxFifoSize; 当发送数据个数大于fifo长度时

        /* update the residual number of bytes to be transmitted */
        nResidualPcktLength -= TxFifoSize;
    }else{
        PAN312x_Write_Fifo((uint8_t*)vectTxBuffer, nPayloadLength);
        nResidualPcktLength -= nPayloadLength;
    }

    PAN312x_Enter_Tx(0, 0, nPayloadLength);
    while(!xTxDoneFlag);
    xTxDoneFlag = S_RESET;

    nPayloadLength = (nPayloadLength+1)%PAYLOAD_LENGTH_FIX;

    tx_cnt++;
    printf("\n\r tx_cnt = %d\n\n\r", tx_cnt);
    bsp_DelayMS(500);
}

```

当发送数据个数小于fifo长度时

图 81: 可变包长帧结构长包发送主循环处理逻辑

```

void HAL_GPIO_EXTI_Callback(uint16_t GPIO_Pin)
{
    if(DIO8_GetState() == GPIO_PIN_SET){
        PAN312x_Irq_Get_Status(&xIrqStatus);
        if(xIrqStatus.IRQ_STATUS0_F.IRQ_TX_DONE){
            xTxDoneFlag = S_SET;
            printf("irq tx done\r\n");
        }
        if(xIrqStatus.IRQ_STATUS2_F.IRQ_TX_FIFO_TH){
            printf("irq tx fifo th\r\n");
            if(nResidualPcktLength == 0){
                printf("0 nResidualPcktLength: %d\r\n", nResidualPcktLength);
                xIrqStatus.IRQ_STATUS2 |= 0x02;
            }else if((nResidualPcktLength + THRESHOLD_TX_FIFO) >= DEV_FIFO_SIZE){
                printf("1 nResidualPcktLength: %d\r\n", nResidualPcktLength);
                PAN312x_Write_Fifo(&vectTxBuffer[nTxIndex], DEV_FIFO_SIZE - THRESHOLD_TX_FIFO);
                nResidualPcktLength -= (DEV_FIFO_SIZE - THRESHOLD_TX_FIFO);
                nTxIndex += (DEV_FIFO_SIZE - THRESHOLD_TX_FIFO);
            }else{
                printf("2 nResidualPcktLength: %d\r\n", nResidualPcktLength);

                PAN312x_Write_Fifo(&vectTxBuffer[nTxIndex], nResidualPcktLength);
                nTxIndex += nResidualPcktLength;
                nResidualPcktLength = 0;
                xIrqStatus.IRQ_STATUS2 |= 0x02;
            }
        }
        PAN312x_Irq_Clear_TxFifo_Status(xIrqStatus);
    }
}
}

```

Tx 完成状态判断

Tx 阈值状态判断

图 82: 可变包长帧结构长包发送中断处理逻辑

3 编译和烧录

例程位置: 01_SDK\PAN312x_DK_Develop\Projectc\MDK-ARM(AC5)

打开\Projectc\MDK-ARM(AC5) 目录下 project.uvprojx 工程, 选择 SDK_VariablePacketRx, 如下图
所示

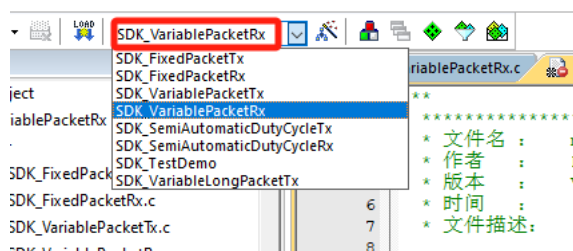


图 83: 工程选择

然后编译并下载该程序。

4 RF 参数参数设置

如上图所示: RF 参数目前主要包括频点、调制方式、速率、Tx Deviation、Rx Deviation、发射功率等, 其中频点由基础频点, 频点步进, 通道 3 部分组成;

举例配置频点为 493000000Hz, 调制方式为 2FSK, 速率为 50000bps, Tx Deviation 为 25000Hz, Rx Deviation 为 25000Hz, 发射功率为 21dBm, 如下所示:

```
typedef struct{
    uint32_t FrequencyBase;
    uint32_t FrequencyStep;
    uint16_t FrequencyChannelNumber;
    PAN312xModulationSelect ModulationSelect;
    uint32_t DataRate;
    uint32_t TxDeviation;
    uint32_t RxDeviation;
    PAN312xPowerdBm Power;
}PAN312xRadioInit;
```

图 84: RF 参数设置

```
PAN312xRadioInit RadioInit = {
    433000000,
    0,
    0,
    MOD_2FSK,
    50000,
    25000,
    25000,
    POWER_21dBm,
};
```

图 85: RF 参数设置举例

```
typedef struct{
    uint8_t PreambleLength;
    PAN312xPreambleSelect PreambleSelect;
    uint32_t NonStandardPreamblePattern;
    uint8_t SyncwordLength;
    uint32_t SyncwordPattern;
    PAN312xManchesterMode PreambleManchesterMode;
    SFunctionalState PreambleManchester;
    PAN312xManchesterMode SyncwordManchesterMode;
    SFunctionalState SyncwordManchester;
    PAN312xManchesterMode PayloadManchesterMode;
    SFunctionalState PayloadManchester;
    PAN312xFecEncoding FecEncoding;
    PAN312xWhiteningPattern WhiteningPattern;
    PAN312xDataMode DataMode;
}PAN312xPacketInit;
```

图 86: 帧结构参数设置

5 帧结构参数设置

如上图所示：帧结构参数目前主要包前导码长度，前导码内容，同步字长度，同步字内容，前导码、同步字和数据区域的 manchester 编码是否模式，以及 manchester 编码是否使能，Fec 编码，白化选择等参数；

举例配置帧结构，如下图示：

```
PAN321xPacketInit PacketInit = {
    4,
    PREAMBLE_0101,
    0,
    4,
    0x2dd42dd4,
    MANCHESTER_ZeroToTwo,
    S_DISABLE,
    MANCHESTER_ZeroToTwo,
    S_DISABLE,
    MANCHESTER_ZeroToTwo,
    S_DISABLE,
    FEC_HAMING_DISABLE,
    WHITENING_DISABLE,
    DATA_MODE_PACKET,
};
```

图 87: 帧结构参数设置举例

6 CRC 参数设置

```
typedef struct{
    PAN312xCrcMode CrcMode;
    uint32_t CrcPolynomial;
    uint32_t CrcSeed;
    PAN312xCrcBitOrder CrcBitOrder;
    PAN312xCrcByteSwap CrcByteSwap;
    PAN312xCrcRange CrcRange;
    SFunctionalState CrcBitInv;
}PAN312xCrcInit;
```

图 88: CRC 参数设置

如上图所示：CRC 参数目前主要 CrcMode、Crc 多项式、Crc 种子、CrcBitOrder、CrcByteSwap、Crc 作用范围，Crc 输出是否取反等。

举例配置 CRC 为 CRC_16_IBM，如下图所示：

```
PAN312xCrcInit CrcInit = {
    CRC_MODE_16_BIT,
    0x8005,
    0xffff,
    CRC_BIT_ORDER_MSB_FIRST,
    CRC_BYTE_MSB_FIRST,
    CRC_RANGE_WHOLE_PAYLOAD,
    S_DISABLE,
};
```

图 89: CRC 参数设置举例

7 测试方法

- 1、复位 PAN312x、等待 PAN312x Ready；
- 2、初始化一些寄存器；
- 3、设置 RF 参数、帧结构参数、CRC 参数；
- 4、设置 RxPpacket 为**可变包长**，根据需要确认是否需要使能 CRC；

- 5、将 IRQ_MASK_RX_DONE 和 IRQ_MSK_RX_CRC_ERROR 中断映射到 IRQ(GPIO8) 引脚上;
- 6、设置系统自动清除部分中断状态;
- 7、设置 RxTimeout 时间;
- 8、设置 RxTimeout、RxInvalid、RxValid 后, RF 的状态为 Rx;
- 9、设置 RF 的进入 Rx;
- 9、在 while 循环中, 等待 Rx 接收完成标志, 待等到 Rx 接收完成后, 然后读取 fifo, 并清除 Rx_Done 状态; 如下图所示:

```

while (1)
{
    /* 判断定时器超时时间 */
    if(bsp_CheckTimer(0)){
        /* 每隔1000ms进来一次 表示mcu运行正常*/
        bsp_LedToggle(1);
    }

    if(xRxDoneFlag){
        xRxDoneFlag = S_RESET;
        rx_cnt++;

        rssi_value = PAN312x_GetRSSI();

        nPayloadLength = PAN312x_Get_Rx_Length();

        PAN312x_Read_Fifo(vectRxBuffer, nPayloadLength);
        PAN312x_Irq_Clear_RxFifo_Status();
        PAN312x_Irq_Clear_RxDone_Status();
        printf("Rx Cnt = %d\r\n", rx_cnt);
        printf("Rssi Value = %d\r\n", rssi_value);
        printf("Payload length = %d\r\n", nPayloadLength);
        /* print the received data */
        printf("B data received: [");
        for(uint8_t i = 0; i < nPayloadLength; i++)
            printf("%02x ", vectRxBuffer[i]);
        printf("]\r\n");

        if(memcmp(vectRxBuffer, ExpectedData, nPayloadLength) == 0){
            //rx_cnt ++ ;
        }else{
        }
    }
}

```

图 90: 固定帧结构接收

备注:

- 1、若使能设置系统自动清除部分中断状态, 除了 IRQ_RX_DONE、IRQ_RX_CRC_ERROR、IRQ_TX_FIFO_TH、IRQ_RX_FIFO_TH 这些中断状态, 需要额外发送命令来清除, 其它中断状态都可以由 PAN312x 自动清除掉;
- 2、关于 int PAN312x_Enter_Rx(uint16_t channel, uint8_t condition, uint16_t rx_len), 需要注意, 当设置 PAN312x 的帧结构为固定包长时, 第三个参数 rx_len 为实际发送的数据长度, 当设置 PAN312x 的帧结构为可变包长时, 第三个参数 rx_len 为 0;

8 测试现象

- 1、测试现象, 串口会打印收取到的数据, 如下图所示:
- 2、其他模组作为 Tx, 发送的数据, 如下图所示:
- 3、通过对比 Tx 和 Rx 数据, 两边是一致的, 证明 PAN312x 可变包长帧结构的接收功能正确;

备注: 1、测试过程中, 可以用另外一块 PAN312x 模组或其他模组作为 Tx, 配置相同的 rf 参数, 就可以收取到 PAN312x 或其他模组发送过来的数据。

```

*****
* 例程名称       : PAN312x-VariableSubetha
* PAN312x固件版本 : 0u0002
* 例程版本       : 0.0.0
* 发布日期       : 2025-04-21
* Copyright www.panchip.com 嘉善微电子
*****

[2025-04-19 19:44:04.207]# BREV ASCII>

*****
* 例程名称       : PAN312x-VariableSubetha
* PAN312x固件版本 : 0u0002
* 例程版本       : 0.0.0
* 发布日期       : 2025-04-21
* Copyright www.panchip.com 嘉善微电子
*****

[2025-04-19 19:44:15.684]# BREV ASCII>
Rx Cat = 1
Rxsi Value = 30
Payload length = 10
B data received: [5f 11 57 60 a8 d7 23 a9 ea fb ]

[2025-04-19 19:44:27.589]# BREV ASCII>
Rx Cat = 2
Rxsi Value = 30
Payload length = 40
B data received: [42 fe 10 fa 05 fb 86 94 8e a1 15 9e 81 20 af 9d 04 c8 23 d4 b1 ee d9 28 29 c8 c2 4a 6e 12 c7 5e 21 25 44 9b 41 8b ]

[2025-04-19 19:44:36.823]# BREV ASCII>
Rx Cat = 3
Rxsi Value = 44
Payload length = 64
B data received: [00 dd 1a f4 a5 07 f2 aa 0a 7e a2 2b d3 85 a0 28 36 8b 7f 77 04 2e b6 04 8e 0f c3 83 b4 f4 0f 28 9a 8f 74 9b 93 98 3c a8 01 99 8e 31 b1 12 v1 f1 9b 3d fa 5e 58 29 86 20 41 0f 7f 54 5a e4 e7 ef ]

[2025-04-19 19:44:45.045]# BREV ASCII>
Rx Cat = 4
Rxsi Value = 43
Payload length = 128
B data received: [1a c5 5b af f9 bd 35 30 07 5e 43 8b aa 98 01 f9 46 55 16 9d a0 f4 e1 f9 a4 25 c7 60 04 fe d7 aa a2 40 85 30 41 20 55 ff 16 ba 6b 29 94 91 4a b1 a9 8d ac 5d 53 c5 d8 0c 97 3d ee a1 23 89 d8 c2 32 5a 4b a9 b0 ab 3a ba 9e 9c 52 c8 b8 1c c2 10 5b 24 44 89 01 a4 5a 89 a8 7e d7 d8 9f 1d a2 c8 30 a1 97 aa d8 8a c8 b7 ]

```

PAN312x可变包长帧结构接收数据

图 91: 可变包长帧结构测试现象

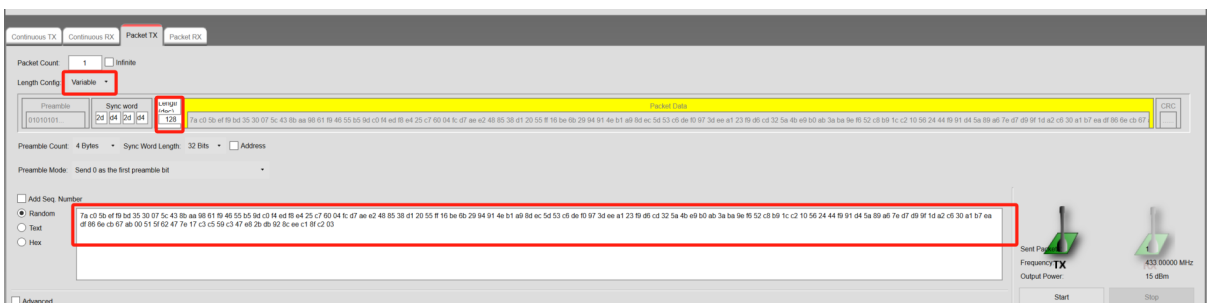


图 92: 其他模组收取到的数据

3.1.12 SDK_VariablePacketTx

1 功能概述

本代码示例主要演示 PAN312x 可变包长帧结构的发送功能。

2 环境要求

- Board: PAN312x_EVB
- PAN312x 模组
- USB 转串口模块
- PC 端串口数据显示上位机

3 编译和烧录

例程位置：01_SDK\PAN312x_DK_Develop\Projectc\MDK-ARM(AC5)

打开\Projectc\MDK-ARM(AC5) 目录下 project.uvprojx 工程，选择 SDK_VariablePacketTx，如下图所示

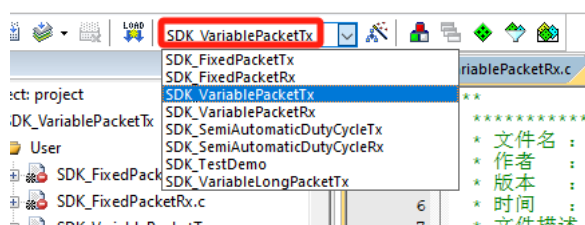


图 93: 工程选择

然后编译并下载该程序。

4 RF 参数参数设置

```
typedef struct{
    uint32_t FrequencyBase;
    uint32_t FrequencyStep;
    uint16_t FrequencyChannelNumber;
    PAN312xModulationSelect ModulationSelect;
    uint32_t DataRate;
    uint32_t TxDeviation;
    uint32_t RxDeviation;
    PAN312xPowerdBm Power;
}PAN312xRadioInit;
```

图 94: RF 参数设置

如上图所示：RF 参数目前主要包括频点、调制方式、速率、Tx Deviation、Rx Deviation、发射功率等，其中频点由基础频点，频点步进，通道 3 部分组成；

举例配置频点为 493000000Hz，调制方式为 2FSK，速率为 50000bps，Tx Deviation 为 25000Hz，Rx Deviation 为 25000Hz，发射功率为 21dBm，如下所示：

```
PAN312xRadioInit RadioInit = {
    433000000,
    0,
    0,
    MOD_2FSK,
    50000,
    25000,
    25000,
    POWER_21dBm,
};
```

图 95: RF 参数设置举例

```
typedef struct{
    uint8_t PreambleLength;
    PAN312xPreambleSelect PreambleSelect;
    uint32_t NonStandardPreamblePattern;
    uint8_t SyncwordLength;
    uint32_t SyncwordPattern;
    PAN312xManchesterMode PreambleManchesterMode;
    SFunctionalState PreambleManchester;
    PAN312xManchesterMode SyncwordManchesterMode;
    SFunctionalState SyncwordManchester;
    PAN312xManchesterMode PayloadManchesterMode;
    SFunctionalState PayloadManchester;
    PAN312xFecEncoding FecEncoding;
    PAN312xWhiteningPattern WhiteningPattern;
    PAN312xDataMode DataMode;
}PAN321xPacketInit;
```

图 96: 帧结构参数设置

5 帧结构参数设置

如上图所示：帧结构参数目前主要包前导码长度，前导码内容，同步字长度，同步字内容，前导码、同步字和数据区域的 manchester 编码是否模式，以及 manchester 编码是否使能，Fec 编码，白化选择等参数；

举例配置帧结构，如下图示：

```
PAN321xPacketInit PacketInit = {
    4,
    PREAMBLE_0101,
    0,
    4,
    0x2dd42dd4,
    MANCHESTER_ZeroToTwo,
    S_DISABLE,
    MANCHESTER_ZeroToTwo,
    S_DISABLE,
    MANCHESTER_ZeroToTwo,
    S_DISABLE,
    FEC_HAMING_DISABLE,
    WHITENING_DISABLE,
    DATA_MODE_PACKET,
};
```

图 97: 帧结构参数设置举例

6 CRC 参数设置

如上图所示：CRC 参数目前主要 CrcMode、Crc 多项式、Crc 种子、CrcBitOrder、CrcByteSwap、Crc 作用范围，Crc 输出是否取反等。

举例配置 CRC 为 CRC_16_IBM，如下图所示：

```

typedef struct{
    PAN312xCrcMode CrcMode;
    uint32_t CrcPolynomial;
    uint32_t CrcSeed;
    PAN312xCrcBitOrder CrcBitOrder;
    PAN312xCrcByteSwap CrcByteSwap;
    PAN312xCrcRange CrcRange;
    SFunctionalState CrcBitInv;
}PAN312xCrcInit;

```

图 98: CRC 参数设置

```

PAN312xCrcInit CrcInit = {
    CRC_MODE_16_BIT,
    0x8005,
    0xffff,
    CRC_BIT_ORDER_MSB_FIRST,
    CRC_BYTE_MSB_FIRST,
    CRC_RANGE_WHOLE_PAYLOAD,
    S_DISABLE,
};

```

图 99: CRC 参数设置举例

7 测试方法

- 1、复位 PAN312x、等待 PAN312x Ready;
- 2、初始化一些寄存器;
- 3、设置 RF 参数、帧结构参数、CRC 参数;
- 4、设置 TxPpacket 为**可变包长**, 根据需要确认是否需要使能 CRC;
- 5、将 IRQ_MAKS_TX_DONE 中断映射到 IRQ(GPIO8) 引脚上;
- 6、设置系统自动清除部分中断状态;
- 7、清除所有中断状态;
- 8、在 while 循环中, 隔一段时间往 fifo 中写入数据, 并执行发送命令, 同时更改数据长度; 如下图所示:

```

while (1)
{
    /* 判断定时器超时时间 */
    if(bsp_CheckTimer(0)){
        /* 每隔1000ms进来一次 表示mcu运行正常*/
        bsp_LedToggle(1);
    }

    if(bsp_CheckTimer(1)){
        printf("\n\rPayload length=%d\n\r", nPayloadLength);
        printf("A data to transmit: [");
        for(uint8_t i = 0; i < nPayloadLength; i++){
            printf("%x ", vectTxBuffer[i]);
        }
        printf("]\r\n");
        PAN312x_Write_Fifo((uint8_t *)vectTxBuffer, nPayloadLength);
        PAN312x_Enter_Tx(0, 0, nPayloadLength);
        while(!xTxDoneFlag);
        xTxDoneFlag = S_RESET;

        nPayloadLength = (nPayloadLength+1)%PAYLOAD_LENGTH_FIX;
    }
}

```

图 100: 可变包长帧结构发送

备注:

- 1、若使能设置系统自动清除部分中断状态, 除了 IRQ_RX_DONE、IRQ_RX_CRC_ERROR、IRQ_TX_FIFO_TH、IRQ_RX_FIFO_TH 这些中断状态, 需要额外发送命令来清除, 其它中断状态都可以由 PAN312x 自动清除掉;

8 测试现象

1、测试现象，串口会打印将要发送出去的数据，如下图所示：

```
*****
* 例程名称       : PAN312x-VariablePacketTx
* PAN312x固件版本 : 0x0002
* 例程版本       : 0.0.0
* 发布日期       : 2025-04-21
* Copyright      : www.panchip.com 磐启微电子
*****

[2025-04-19 19:31:32.395]# RECV ASCII>

Payload length=0

A data to transmit: []

[2025-04-19 19:31:32.901]# RECV ASCII>

Payload length=1

A data to transmit: [ff]

[2025-04-19 19:31:33.391]# RECV ASCII>
```

可变包长帧结构发送，
长度(bytes): 0~128

图 101: 可变包长帧结构测试现象

2、其他模组作为 Rx，接收 PAN312x 发送的数据，如下图所示：



图 102: 其他模组收取到的数据

3、通过对比 Tx 和 Rx 数据，两边是一致的，证明 PAN312x 可变包长帧结构的发送功能正确；

备注：1、测试过程中，可以用另外一块 PAN312x 模组或其他模组作为 Rx，配置相同的 rf 参数，就可以收取到 PAN312x 发送过来的数据。

源码路径: PAN312x_DK/01_SDK/PAN312x_DK_Develop

- [Basic: SDK_FixedLongPacketTx](#): 演示固定包长帧结构长包发送功能。
- [Basic: SDK_FixedLongPacketRx](#): 演示固定包长帧结构长包接收功能。
- [Basic: SDK_FixedPacketTx](#): 演示固定包长帧结构发送功能。
- [Basic: SDK_FixedPacketRx](#): 演示固定包长帧结构接收功能。
- [Basic: SDK_GpioOutPutOclk](#): 演示 PAN312x 的 GPIO 如何输出时钟信号。
- [Basic: SDK_SemiAutomaticDutyCycleTx](#): 演示通过外部 MCU 结合 PAN312x 的低功耗特性，如何实现 DutyCycleTx 功能。
- [Basic: SDK_SemiAutomaticDutyCycleRx](#): 演示通过外部 MCU 结合 PAN312x 的低功耗特性，如何实现 DutyCycleRx 功能。

- [Basic: SDK_TestDemo](#): 演示主要通过评估板 (PAN312x_EVB) 来评估 PAN312x 芯片的主要性能, 如通信测试, 单载波测试, 距离测试, 丢包率测试, 功耗测试等。
- [Basic: SDK_VariableLongPacketTx](#): 演示可变包长帧结构长包发送功能。
- [Basic: SDK_VariableLongPacketRx](#): 演示可变包长帧结构长包接收功能。
- [Basic: SDK_VariablePacketTx](#): 演示可变包长帧结构发送功能。
- [Basic: SDK_VariablePacketRx](#): 演示可变包长帧结构接收功能。

Chapter 4

开发指南

Chapter 5

量产测试

Chapter 6

开发工具

Chapter 7

其他文档

PAN312x SoC 相关的其他文档请参考：

- [PAN312x 产品说明书](#)
- [PAN312x 寄存器说明](#)

Chapter 8

更新日志

8.1 PAN312x DK v0.1.0

PAN312x Development Kit v0.1.0 (2025-6-3) 已发布:

8.1.1 1. SDK

- 修改部分 Regmap 寄存器默认值
- 修改获取 rssi 值接口函数，根据不同速率，对 rssi 值，添加相应的补偿值
- 修复频率设置函数中的影响 868Mhz 频段灵敏度的问题；
- 修复两点式校准在 868Mhz 频段 evm 异常的问题；
- 修改设置 TxDeviation 接口函数，支持小于 2.4Khz 的 TxDeviation 配置；

基础例程

- 新增如下例程：
- SDK_FixedLongPacketTx: 演示固定包长帧结构怎么实现长包发送的功能
- SDK_FixedLongPacketRx: 演示固定包长帧结构怎么实现长包接收的功能
- SDK_GpioOutput0clk: 演示 PAN312x 的 GPIO 如何输出时钟信号
- SDK_VariableLongPacketTx: 演示可变包长帧结构怎么实现长包发送的功能
- SDK_VariableLongPacketRx: 演示可变包长帧结构怎么实现长包接收的功能
- SDK_TestDemo: 演示通过评估板 (PAN312x_EVB) 来评估 PAN312x 芯片的主要性能，如通信测试，单载波测试，距离测试，丢包率测试，功耗测试等

8.1.2 3. DOC

- 修改 快速入门文档
- 01_quick_start: quick_start_pan312x_sdk 文档中的错误描述
- 修改 硬件资料文档
 - 02_hardware/hardware_reference_design: pan312x_hardware_reference_design 文档中 VDD 和 VBAT 最高工作电压由 3.6V 改为 3.8V
- 新增 演示例程文档：

- 03_samples/basic_demo: SDK_FixedLongPacketTx 文档
- 03_samples/basic_demo: SDK_FixedLongPacketRx 文档
- 03_samples/basic_demo: SDK_GpioOutPutOclk 文档
- 03_samples/basic_demo: SDK_VariableLongPacketTx 文档
- 03_samples/basic_demo: SDK_VariableLongPacketRx 文档
- 03_samples/basic_demo: SDK_TestDemo 文档

8.1.3 4. TOOLS

- 暂无

8.1.4 5. 已知问题

- 暂无

8.2 PAN312x DK v0.0.0

PAN312x Development Kit v0.0.0 (2025-4-22) 已发布:

8.2.1 1. SDK

- 提供丰富的基础代码例程 & 演示文档
- 支持 PAN312x Evaluation Board V1.0 开发板
- 支持 PAN312x RF Transceiver Module 频段: 915Mhz、868Mhz、490Mhz、433Mhz
- 支持**固定包长帧结构、可变包长帧结构**
- 在可支持范围内, Frequency 任意可配
- 支持**速率**: 2kbps~40kbps, 步进 0.1kbps
- 支持**速率**: 50kbps、62.5kbps、80kbps、100kbps、125kbps、200kbps、250kbps、400kbps、500kbps
- 支持配置 TxDeviation 和 RxDeviation
- 发射功率可配置范围为 -20dBm ~ 21dBm, 步进 1dBm
- 支持 CRC 参数配置, 包括 CrcMode、CrcPolynomial、CrcSeed、CrcBitOrder、CrcByteSwap、CrcRange、CrcBitInv
- 支持 Preamble、Syncword、Payload&Crc 字段 Manchester 模式配置和使能
- 支持 Fec_Haming 编码, 包括 Fec_Haming_X3_X_1、Fec_Haming_X3_X2_1
- 支持 Whitening 编码选择, 包括 Whitening_PN6、Whitening_PN7、Whitening_PN9、Whitening_PN9_IBM、Whitening_IEEE_802154g、Whitening_PN9_CCITT、Whitening_PN11、Whitening_PN13、Whitening_PN15
- SemiAutomaticDutyCycleTx 功耗:

DataRate(kbps)	Payload Length(byte)	发送时间(ms)	休眠时间(ms)	工作周期(ms)	Tx-Power(dBm)	模式	峰值电流(mA)	休眠电流(uA)	平均电流(uA)
50	20	3.2	1000	1003.2	21	LDO	163.88	0.89	648.79
50	20	3.2	1000	1003.2	15	LDO	72.79	0.88	291.23

- SemiAutomaticDutyCycleRx 功耗:

Rx Win- dow(ms)	休眠时间 (ms)	工作周期 (ms)	模式	峰值电流 (mA)	休眠电流 (uA)	平均电流 (mA)
200	1000	1200	LDO	14.19	0.92	1.48

基础例程

- SDK_FixedPacketTx: 演示固定包长帧结构发送功能
- SDK_FixedPacketRx: 演示固定包长帧结构接收功能
- SDK_VariablePacketTx: 演示可变包长帧结构发送功能
- SDK_VariablePacketRx: 演示可变包长帧结构接收功能
- SDK_SemiAutomaticDutyCycleTx: 演示通过外部 MCU 结合 PAN312x 的低功耗特性, 如何实现 DutyCycleTx 功能
- SDK_SemiAutomaticDutyCycleRx: 演示通过外部 MCU 结合 PAN312x 的低功耗特性, 如何实现 DutyCycleRx 功能

8.2.2 2. HDK

目前版本提供了如下硬件相关资料:

- PAN312x Evaluation Board V1.0.pdf.pdf
- PAN312x Hardware Reference Design V1.0.pdf

8.2.3 3. DOC

目前版本提供了如下开发文档:

- 新增 快速入门文档
 - 01_quick_start: quick_start_pan312x_sdk 文档
- 新增 硬件资料文档
 - 02_hardware/hardware_reference_design: pan312x_hardware_reference_design 文档
 - 02_hardware/evaluation_board_introduction: pan312x_evaluation_board_introduction 文档
- 新增 演示例程文档:
 - 03_samples/basic_demo: SDK_FixedPacketTx 文档
 - 03_samples/basic_demo: SDK_FixedPacketRx 文档
 - 03_samples/basic_demo: SDK_VariablePacketTx 文档
 - 03_samples/basic_demo: SDK_VariablePacketRx 文档
 - 03_samples/basic_demo: SDK_SemiAutomaticDutyCycleTx 文档
 - 03_samples/basic_demo: SDK_SemiAutomaticDutyCycleRx 文档
- 新增 其它文档:
 - 07_other: PAN312x 系列产品说明书 V1.2.pdf 文档
 - 07_other: PAN312x 寄存器说明 V1.0.pdf 文档

8.2.4 4. TOOLS

- 暂无

8.2.5 5. 已知问题

- 暂无