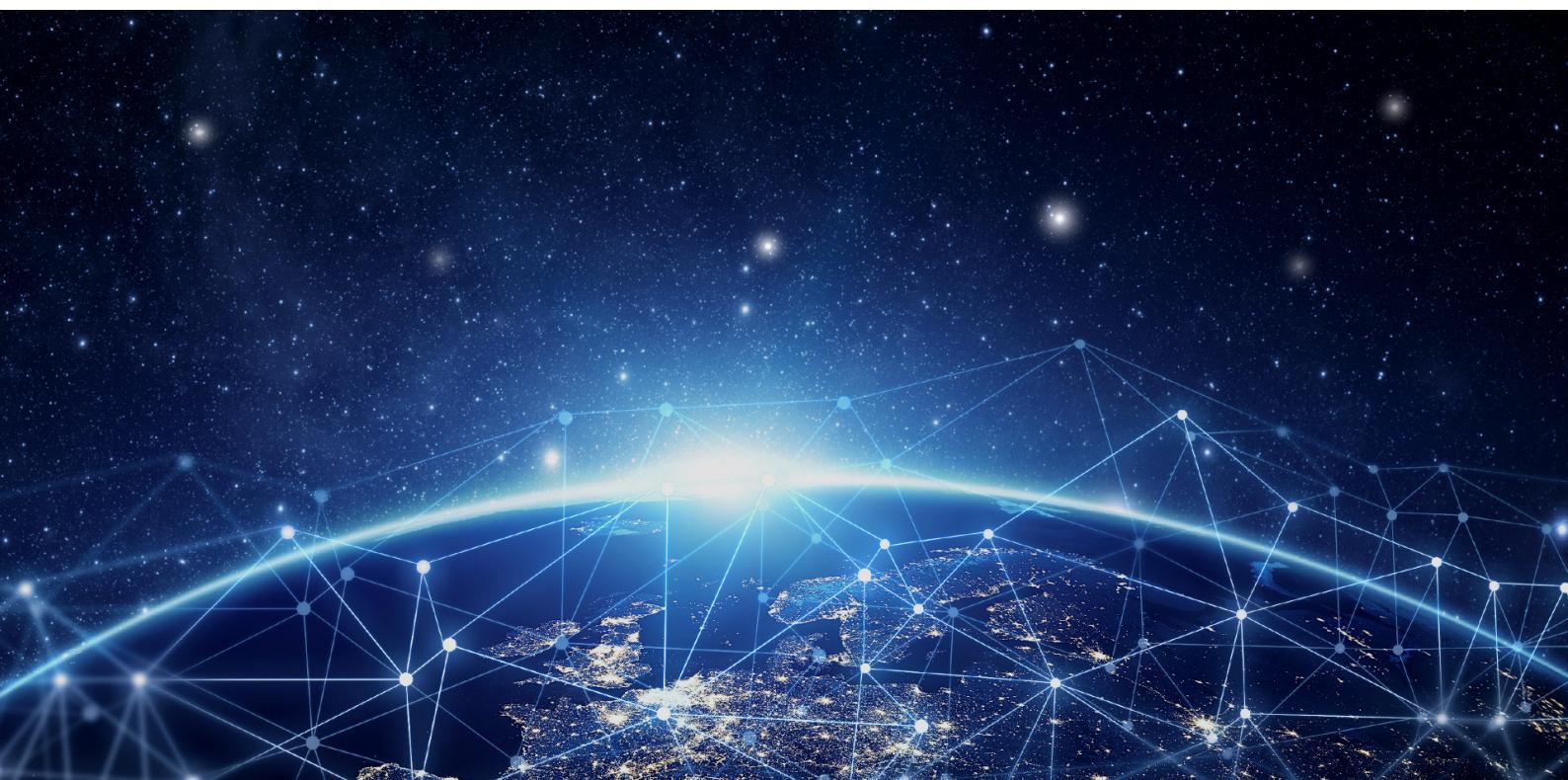




PAN312x 开发套件使用手册

发布 0.3.0



磐启微电子 PAN312x 项目组
2025 年 12 月 31 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	9
2.2.1 1 概述	9
2.2.2 2 典型应用原理图	9
2.2.3 3 PCB 设计建议	16
2.2.4 4 RF 基本性能	18
3 演示例程	21
3.1 基础例程	21
3.1.1 00_SDK_FixedPacketTx	21
3.1.2 01_SDK_FixedPacketRx	25
3.1.3 02_SDK_VariablePacketTx	36
3.1.4 03_SDK_VariablePacketRx	40
3.1.5 04_SDK_FixedLongPacketTx	48
3.1.6 05_SDK_FixedLongPacketRx	55
3.1.7 06_SDK_VariableLongPacketTx	67
3.1.8 07_SDK_VariableLongPacketRx	72
3.1.9 08_SDK_AutoAckTx	86
3.1.10 09_SDK_AutoAckRx	95
3.1.11 10_SDK_SemiAutomaticDutyCycleTx	104
3.1.12 11_SDK_SemiAutomaticDutyCycleRx	110
3.1.13 12_SDK_FullAutomaticDutyCycleTx	116
3.1.14 13_SDK_FullAutomaticDutyCycleRx	120
3.1.15 14_SDK_Switch_PacketTx	127
3.1.16 15_SDK_Switch_PacketRx	133
3.1.17 16_SDK_802_15_4g_PacketTx	142
3.1.18 17_SDK_802_15_4g_PacketRx	154
3.1.19 18_SDK_AtCmd	159
3.1.20 19_SDK_EvaluationBoardTestDemo	164
3.1.21 20_SDK_VariableNodeIdPacketTx	179
3.1.22 21_SDK_VariableNodeIdPacketRx	189
4 开发指南	201
5 量产测试	203
6 开发工具	205
6.1 PANCHIP-RF-CTK	205

6.1.1	基本 UI 介绍	205
6.1.2	新建工程	207
6.1.3	芯片配置解析	207
7	其他文档	215
8	应用笔记	217
8.1	PAN312x 应用注意事项	217
8.1.1	1 通信接口	217
8.1.2	2 典型应用电路	218
8.1.3	3 发射功率	218
8.1.4	4 TRx Deviation 配置范围	218
8.1.5	5 Frequency 配置说明	218
8.1.6	6 中断说明	218
8.2	PAN312x 寄存器说明	219
8.2.1	1 COMMAND 寄存器描述	219
8.2.2	2 特殊寄存器描述	221
8.2.3	3 PROPERTY GROUP1 寄存器描述	222
8.2.4	4 PROPERTY GROUP2 寄存器描述	222
8.2.5	5 PROPERTY GROUP3 寄存器描述	222
8.2.6	6 PROPERTY GROUP4 寄存器描述	223
8.2.7	7 PROPERTY GROUP5 寄存器描述	224
9	更新日志	227
9.1	PAN312x DK v0.3.0	227
9.1.1	1. SDK	227
9.1.2	2. HDK	228
9.1.3	3. DOC	228
9.1.4	4. TOOLS	228
9.1.5	5. 已知问题	229
9.1.6	1. SDK	229
9.2	PAN312x DK v0.2.0	229
9.2.1	1. SDK	229
9.2.2	3. DOC	229
9.2.3	4. TOOLS	230
9.2.4	5. 已知问题	230
9.3	PAN312x DK v0.1.0	230
9.3.1	1. SDK	230
9.3.2	3. DOC	231
9.3.3	4. TOOLS	231
9.3.4	5. 已知问题	231
9.4	PAN312x DK v0.0.0	231
9.4.1	1. SDK	231
9.4.2	2. HDK	232
9.4.3	3. DOC	232
9.4.4	4. TOOLS	233
9.4.5	5. 已知问题	233

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；

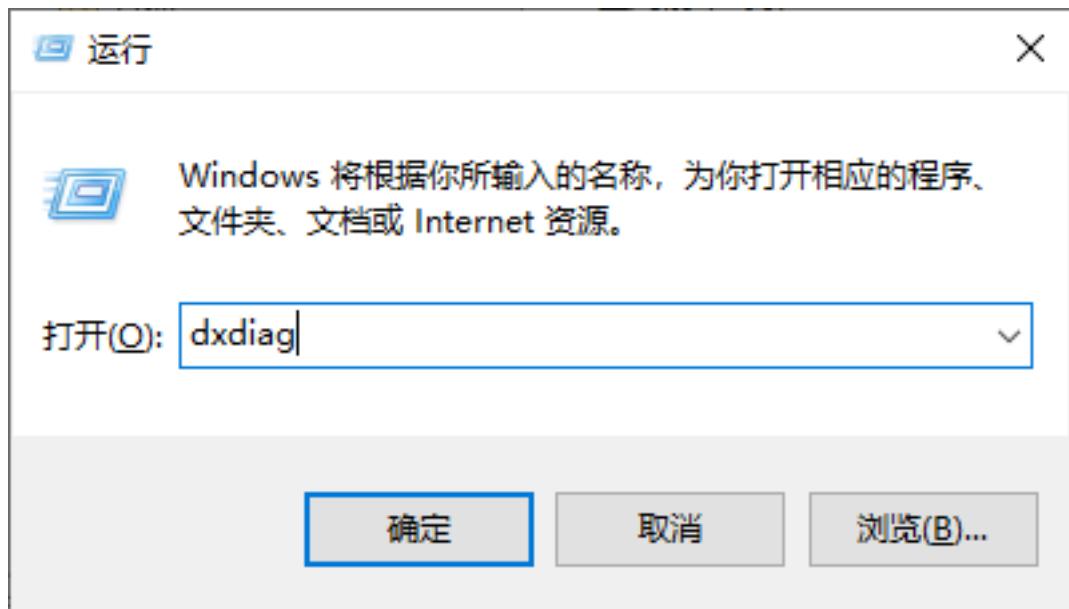


图 1: 运行 dxdiag

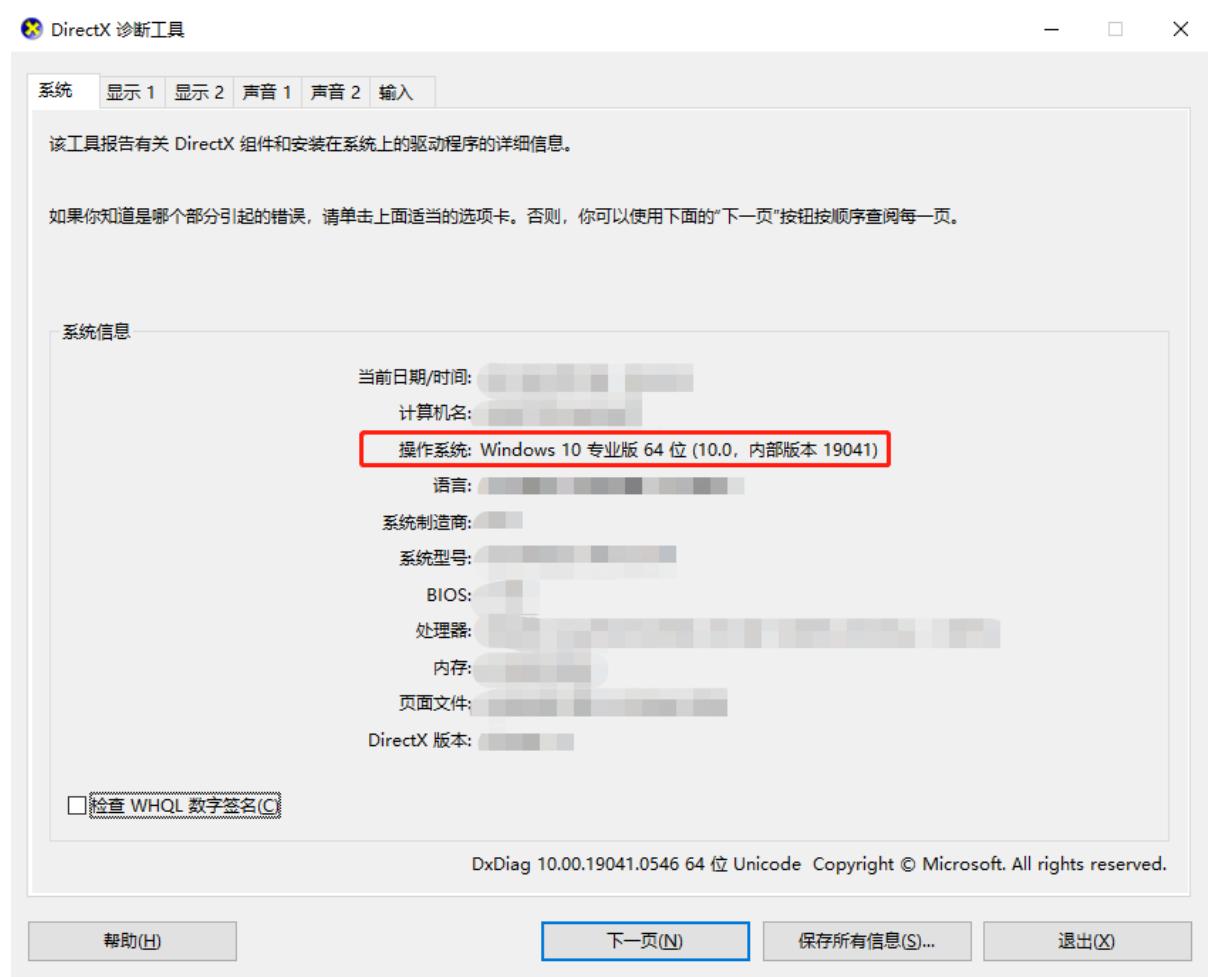


图 2: DirectX 诊断工具对话框

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：

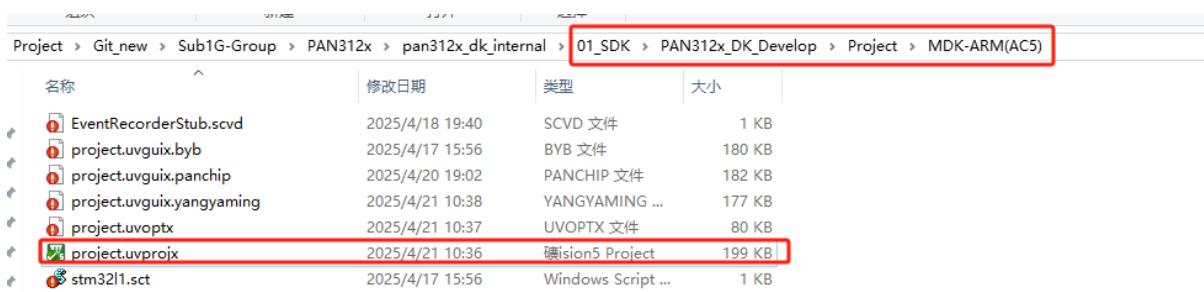


图 4: 打开 PAN312x 开发工程

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

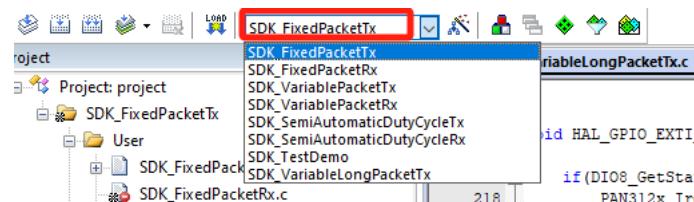


图 5: 打开 hello_world 工程

(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：

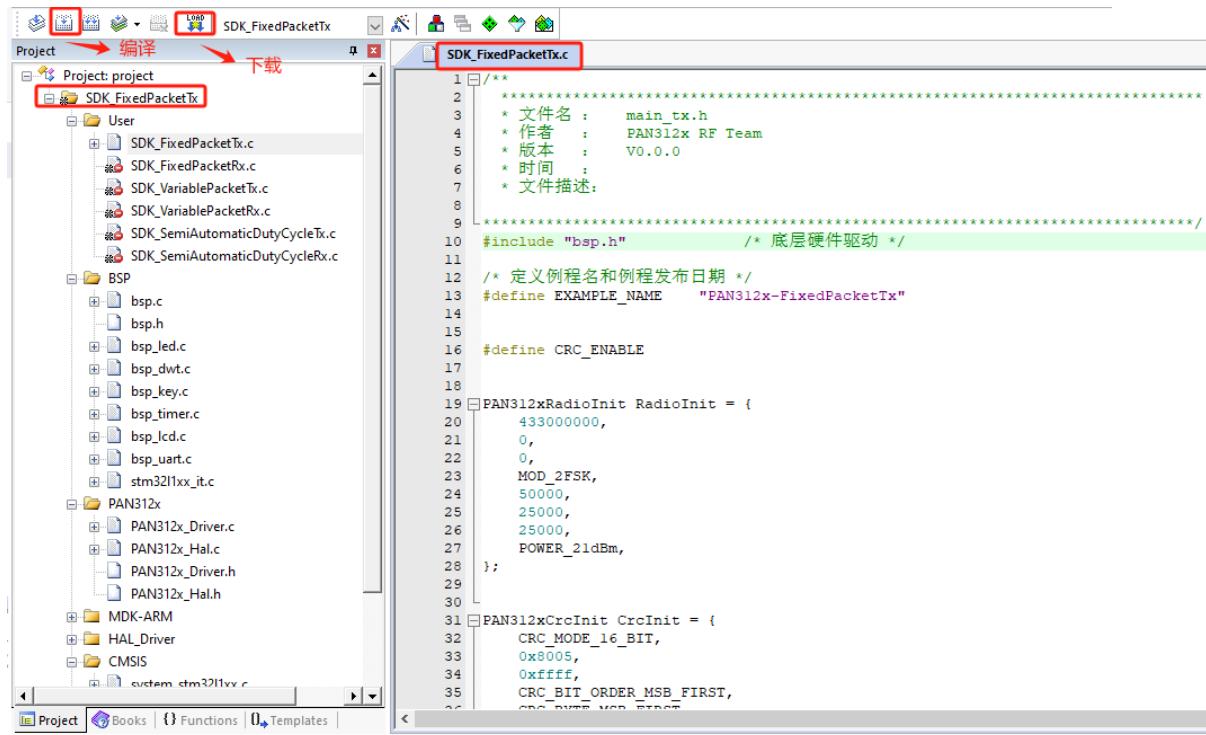


图 6: 构建 SDK_FixedPacketTx 例程

```

*****  

* 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 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、USBTYPE-C 转串口模块、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 通信

J1 为 Evaluation Board 开发板对外通信的 Micro-USB 口，MCU 引脚 PB6/TX、PB7/RX 通过 USBTYPE-C 转串口芯片 CHN340N 与电脑通信。

2.3 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 PB1，分别对应 LED_G，输出低电平点亮 LED。

2.4 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：PA8-LCD_BL、PA11-LCD_RST、PA9-LCD_CS、PA5-LCD_SCK、PA10-LCD_DC、PA12-LCD_MOSI；

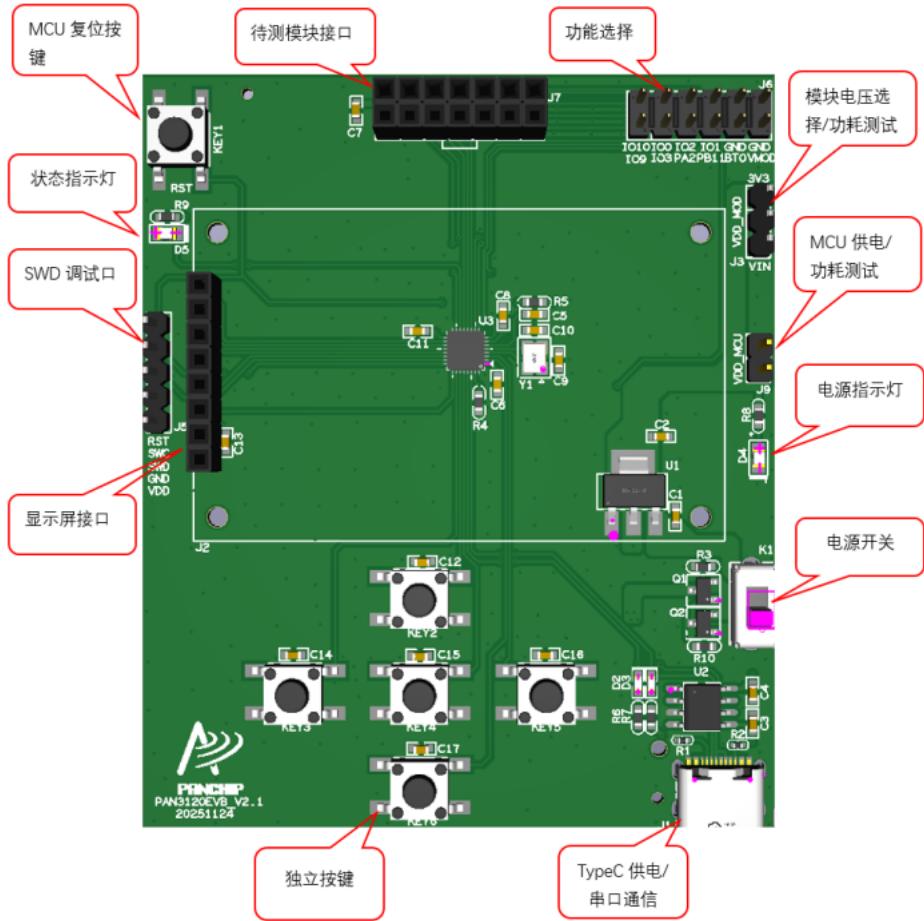


图 1: PAN312x Evaluation Board 外观

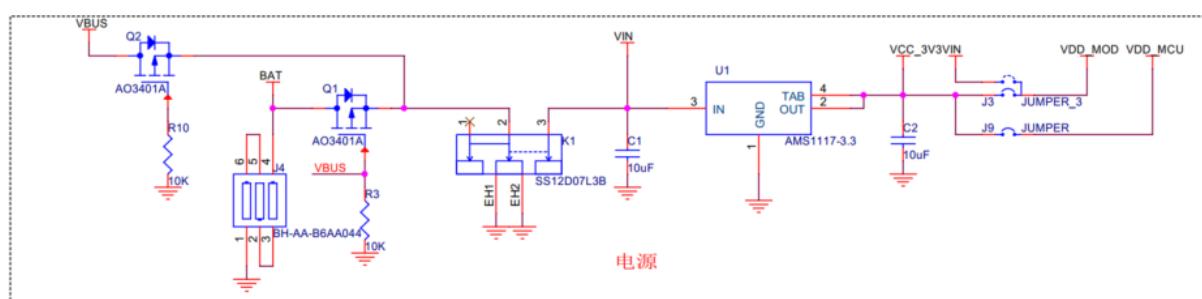


图 2: PAN312x Evaluation Board 供电方式

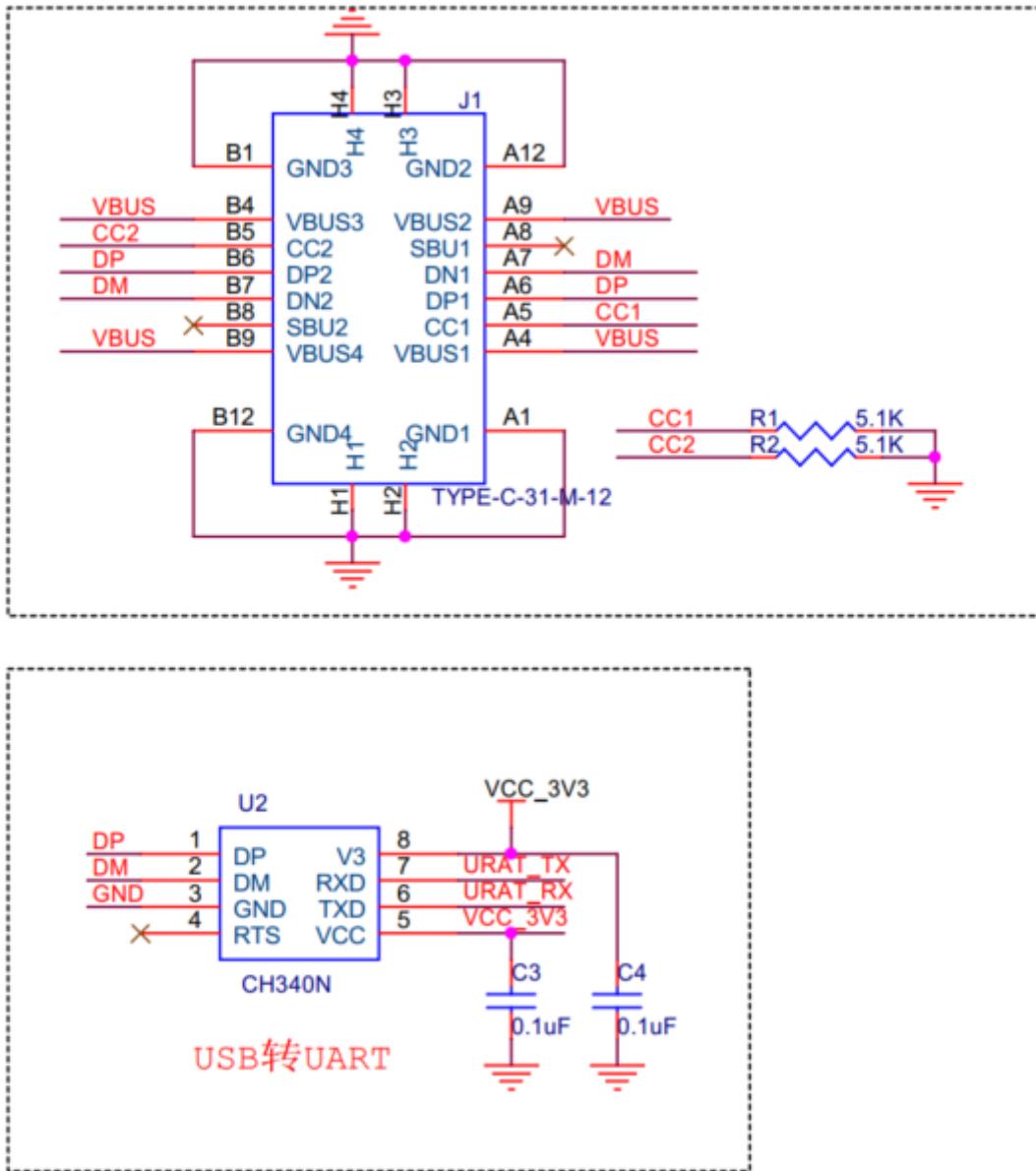
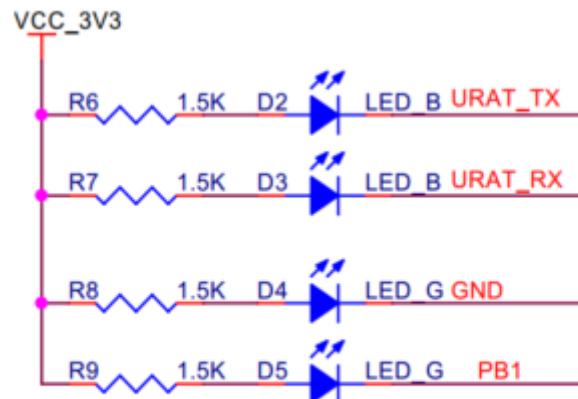


图 3: PAN312x Evaluation Board 通信接口



LED指示灯

图 4: PAN312x Evaluation Board led 指示灯

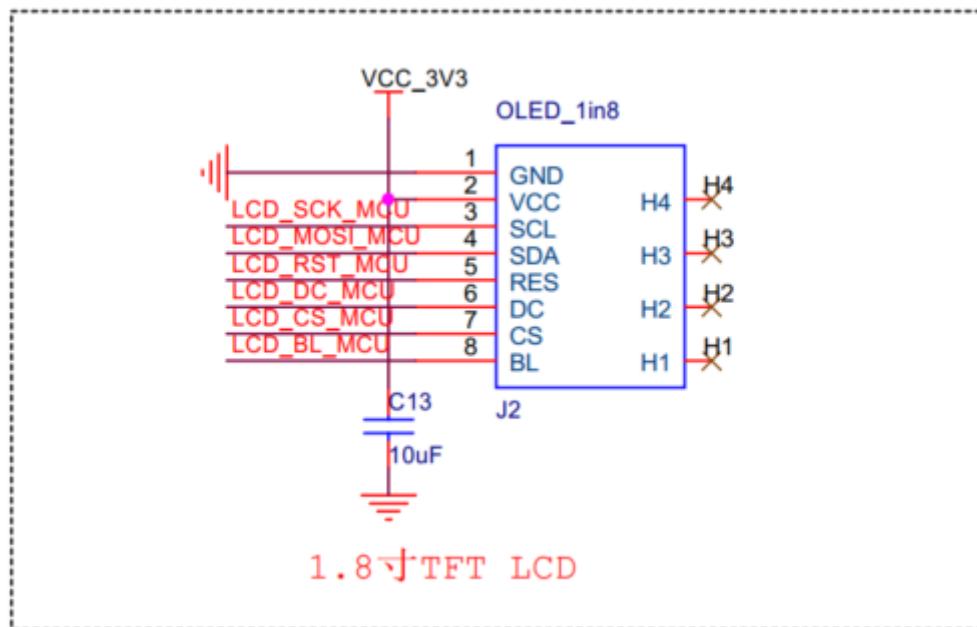


图 5: PAN312x Evaluation Board 液晶屏显示

2.5 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：PB3-KEY_LEFT、PB5-KEY_OK、PB4-KEY_UP、PC4-KEY_DOWN、PC15-KEY_RIGHT。

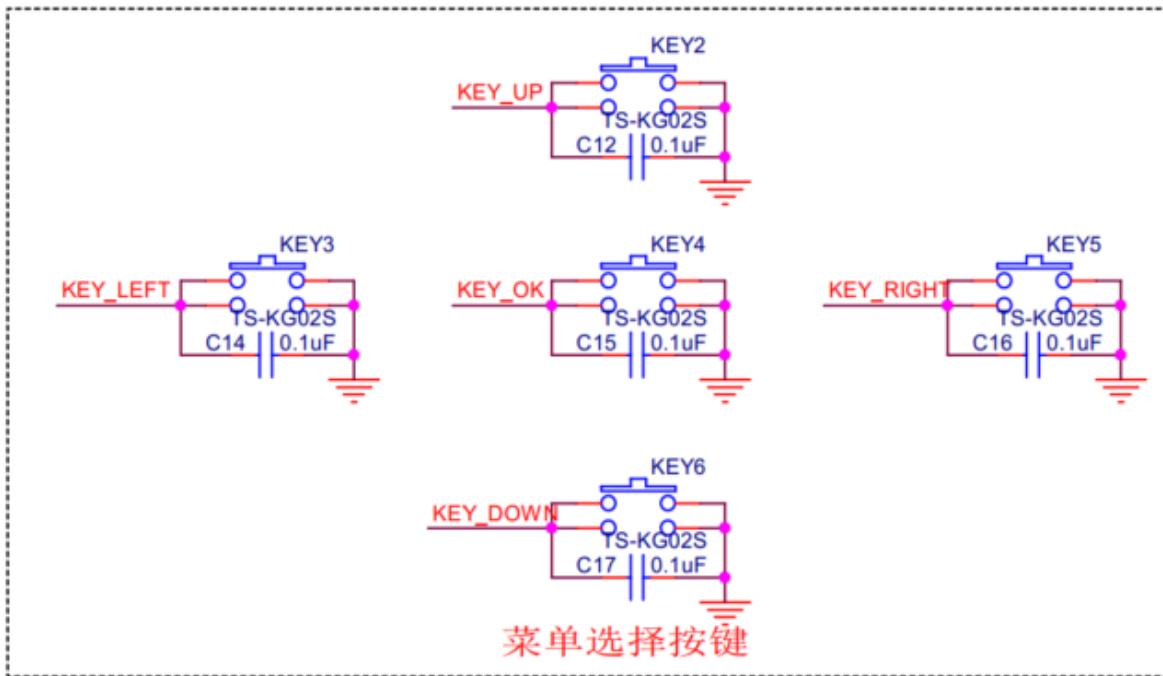


图 6: PAN312x Evaluation Board 按键

2.6 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)。分别是 PA4-CSN、PA5-SCK、PA6-MISO、PA7-MOSI、PB0-IRQ、PA2-nReset。

2.7 SWD 下载接口

Evaluation Board 开发板可通过 SWD 接口来更新程序。

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 直连匹配 (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。GPIO3/NRST、CSN、SCK、MISO、MOSI 信号必需与控制芯片相连。

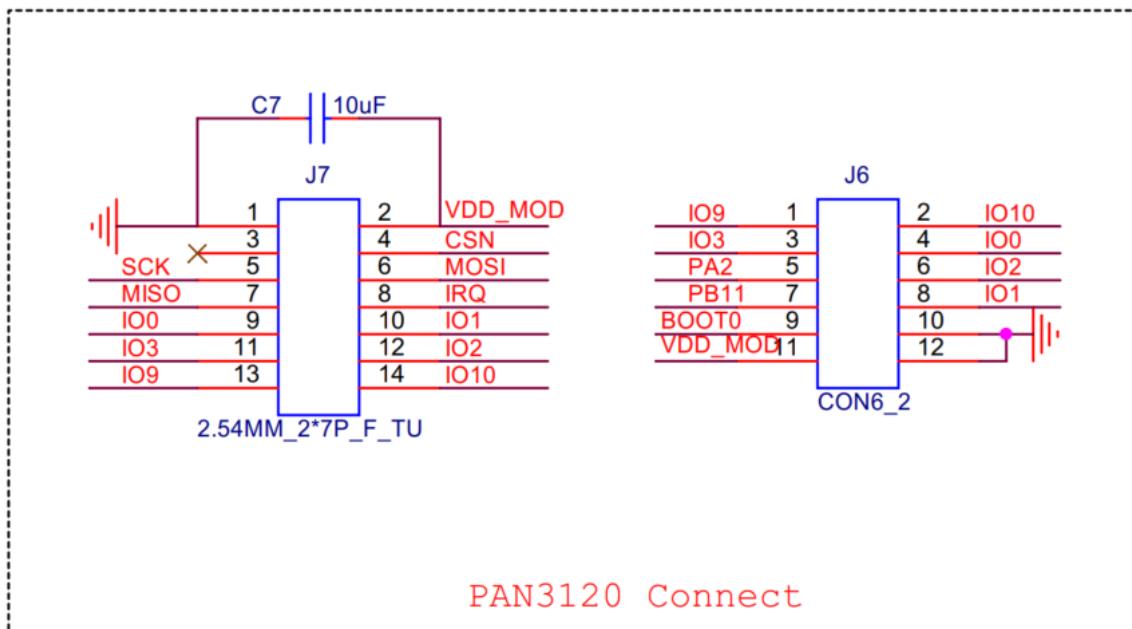


图 7: PAN312x Evaluation Board SPI 数字通信接口



图 8: PAN312x Evaluation Board SWD 下载接口

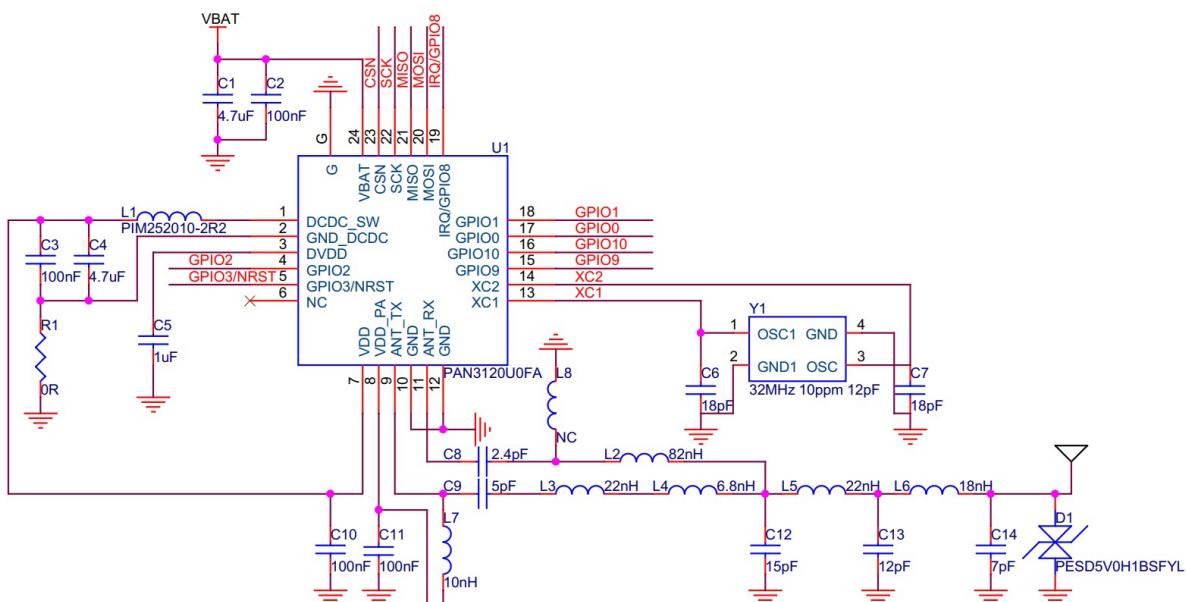


图 2-1. 20dBm 直连匹配 (Direct Tie) 典型应用原理图

射频匹配网络推荐优先使用 0603 封装电感，描述中的型号描述为电感型号，电容不做型号推荐。

标号	描述	元件值				
		320 MHz +20 dBm	433 MHz +20 dBm	490 MHz +20 dBm	868 MHz +20 dBm	915 MHz +20 dBm
C1	±5%, 0402 NPO, 50 V			4.7uF		
C2	±5%, 0402 NPO, 50 V			100nF		
C3	±5%, 0402 NPO, 50 V			100nF		
C4	±5%, 0402 NPO, 50 V			4.7uF		
C5	±5%, 0402 NPO, 50 V			1uF		
C6	±5%, 0402 NPO, 50 V			18pF		
C7	±5%, 0402 NPO, 50 V			18pF		
C8	±5%, 0402 NPO, 50 V	0Ω	3pF	2.4pF	0Ω	0Ω
C9	±5%, 0402 NPO, 50 V	5pF	4.3pF	3.6pF	2.7pF	3pF
C10	±5%, 0402 NPO, 50 V			100nF		
C11	±5%, 0402 NPO, 50 V			100nF		
C12	±5%, 0402 NPO, 50 V	12pF	15pF	15pF	6pF	5pF
C13	±5%, 0402 NPO, 50 V	12pF	12pF	12pF	5pF	5pF
C14	±5%, 0402 NPO, 50 V	10pF	6.2pF	5pF	4.3pF	4.3pF
L1	±5%, 2520 功率电感 PIM252010-2R2MTS00			2.2uH		
L2	±5%, 0402 SDCL1005C系列	5.6pF	82nH	68nH	1.8pF	2pF
L3	±5%, 0402 SDCL1005C系列	47nH	27nH	22nH	10nH	7.5nH
L4	±5%, 0402 SDCL1005C系列	12nH	6.8nH	7.5nH	3.9nH	3nH
L5	±5%, 0402 SDCL1005C系列	39nH	18nH	15nH	9.1nH	9.1nH
L6	±5%, 0402 SDCL1005C系列	39nH	22nH	18nH	9.1nH	10nH
L7	±5%, 0402 SDCL1005C系列	22nH	10nH	10nH	10nH	10nH
L8	±5%, 0402 SDCL1005C系列	39nH	NC	NC	9.1nH	8.2nH
R1	±5%, 0402 电阻			0Ω		
Y1	±10ppm, SMD_3225			32MHz		
D1	DSN0603-2, ESD保护元件 PESD5V0H1BSFYL					
U1	PAN3120, 超低功耗Sub-1GHz射频收发器					

图 2-2. 20dBm 直连匹配 (Direct Tie) 0402 封装典型应用物料清单

标号	描述	元件值				
		320 MHz +20 dBm	433 MHz +20 dBm	490 MHz +20 dBm	868 MHz +20 dBm	915 MHz +20 dBm
C1	±5%, 0402 NP0, 50 V			4.7uF		
C2	±5%, 0402 NP0, 50 V			100nF		
C3	±5%, 0402 NP0, 50 V			100nF		
C4	±5%, 0402 NP0, 50 V			4.7uF		
C5	±5%, 0402 NP0, 50 V			1uF		
C6	±5%, 0402 NP0, 50 V			18pF		
C7	±5%, 0402 NP0, 50 V			18pF		
C8	±5%, 0402 NP0, 50 V	-	2.4pF	6pF	0Ω	0Ω
C9	±5%, 0402 NP0, 50 V	-	5pF	3.3pF	2.4pF	2.4pF
C10	±5%, 0402 NP0, 50 V			100nF		
C11	±5%, 0402 NP0, 50 V			100nF		
C12	±5%, 0402 NP0, 50 V	-	15pF	15pF	6pF	6.2pF
C13	±5%, 0402 NP0, 50 V	-	12pF	12pF	6.2pF	6.2pF
C14	±5%, 0402 NP0, 50 V	-	8.2pF	5pF	4.7pF	3.9pF
L1	±5%, 2520 功率电感 PIM252010-2R2MTS00			2.2uH		
L2	±5%, 0603 SDCL1608C系列	-	82nH	47nH	1.3pF	1.8pF
L3	±5%, 0603 SDCL1608C系列	-	22nH	22nH	12nH	8.2nH
L4	±5%, 0603 SDCL1608C系列	-	6.8nH	6.8nH	3.9nH	5.6nH
L5	±5%, 0603 SDCL1608C系列	-	22nH	15nH	8.2nH	6.8nH
L6	±5%, 0603 SDCL1608C系列	-	18nH	18nH	6.8nH	6.8nH
L7	±5%, 0603 SDCL1608C系列	-	10nH	10nH	10nH	10nH
L8	±5%, 0603 SDCL1608C系列	-	NC	NC	10nH	8.2nH
R1	±5%, 0402电阻			0Ω		
Y1	±10ppm, SMD_3225			32MHz		
D1	DSN0603-2, ESD保护元件 PESD5V0H1BSFYL					
U1	PAN3120, 超低功耗Sub-1GHz射频收发器					

图 2-3. 20dBm 直连匹配 (Direct Tie) 0603 封装典型应用物料清单

2.2 开关匹配 (Switch Tie) 原理图

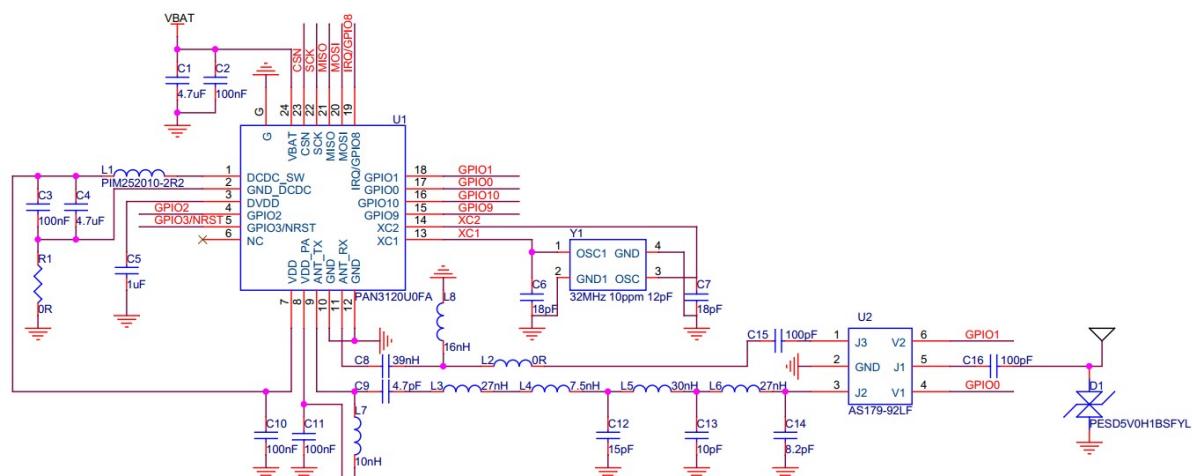


图 2-4. 20dBm 开关匹配 (Direct Tie) 典型应用原理图

标号	描述	元件值				
		320 MHz +20 dBm	433 MHz +20 dBm	490 MHz +20 dBm	868 MHz +20 dBm	915 MHz +20 dBm
C1	±5%, 0402 NP0, 50 V			4.7uF		
C2	±5%, 0402 NP0, 50 V			100nF		
C3	±5%, 0402 NP0, 50 V			100nF		
C4	±5%, 0402 NP0, 50 V			4.7uF		
C5	±5%, 0402 NP0, 50 V			1uF		
C6	±5%, 0402 NP0, 50 V			18pF		
C7	±5%, 0402 NP0, 50 V			18pF		
C8	±5%, 0603 SDCL1608C系列	-	47nH	33nH	10nH	8.2nH
C9	±5%, 0402 NP0, 50 V	-	4.7pF	4.3pF	2.4pF	2.7pF
C10	±5%, 0402 NP0, 50 V			100nF		
C11	±5%, 0402 NP0, 50 V			100nF		
C12	±5%, 0402 NP0, 50 V	-	10pF	12pF	7.5pF	6.8pF
C13	±5%, 0402 NP0, 50 V	-	9pF	10pF	4.7pF	4.4pF
C14	±5%, 0402 NP0, 50 V	-	5.6pF	8.2pF	3pF	3pF
C15	±5%, 0402 NP0, 50 V			100pF		
C16	±5%, 0402 NP0, 50 V			100pF		
L1	±5%, 2520 功率电感 PIM252010-2R2MTS00			2.2uH		
L2	±5%, 0402 电阻	-	0Ω	0Ω	0Ω	0Ω
L3	±5%, 0603 SDCL1608C系列	-	27nH	22nH	10nH	6.8nH
L4	±5%, 0603 SDCL1608C系列	-	12nH	5.6nH	3.9nH	3.9nH
L5	±5%, 0603 SDCL1608C系列	-	33nH	22nH	8.2nH	8.2nH
L6	±5%, 0603 SDCL1608C系列	-	27nH	18nH	10nH	10nH
L7	±5%, 0603 SDCL1608C系列	-	10nH	10nH	10nH	10nH
L8	±5%, 0603 SDCL1608C系列	-	33nH	15nH	5.6nH	4.7nH
R1	±5%, 0402 电阻		0Ω			
Y1	±10ppm, SMD_3225			32MHz		
D1	DSN0603-2, ESD保护元件 PESD5V0H1BSFYL					
U1	PAN3120, 超低功耗Sub-1GHz射频收发器					
U2	AS179-92LF					

图 2-5. 20dBm 开关匹配 (Switch Tie) 0603 封装典型应用物料清单

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

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 2-6. 电源引脚描述表

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，导致功耗增加。

- 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。

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，节省 L1、C3、C4、R1 四颗物料，此时电源模式只能设置为 LDO 模式。

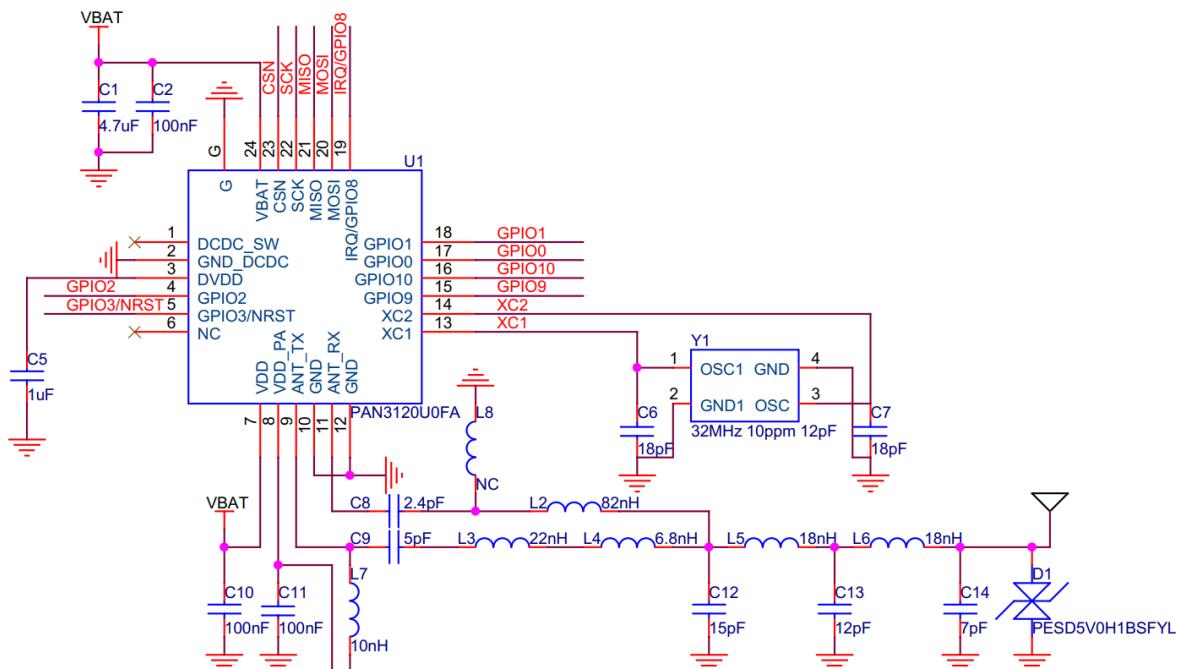


图 2-7. LDO 模式原理图

- DC-DC 相关引脚说明:

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，需要使用 LDO 模式。

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 32MHz 晶振

- 32MHz 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 (-20~70°C) 特征 $\pm 10\text{ppm}$, C6, C7 = 18pF。
- 32MHz 晶振如果用有源晶振, XC2 为芯片的时钟输入引脚。只有 GPIO9 和 GPIO10 可以作为有源晶振的电源或使能控制。

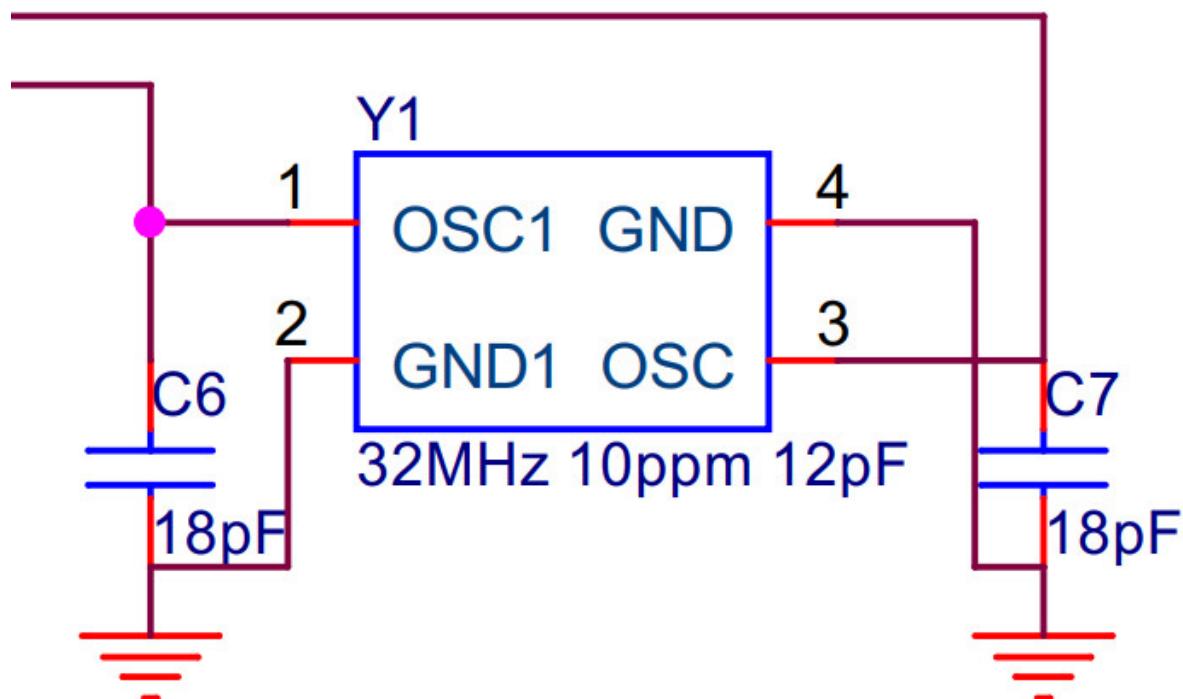


图 2-8. 32MHz 晶振外围电路示意图

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荷, 为预防静电打坏芯片 RF, 首先常用板载天线一定要有馈地, 其次天线端建议预留静电防护元件, 必须使用低寄生电容 (Cd) 不高于 1pF 和钳位电压 (Vcl) 不高于 5V 的 TVS 元器件, 尽可能不影响 RF 阻抗。

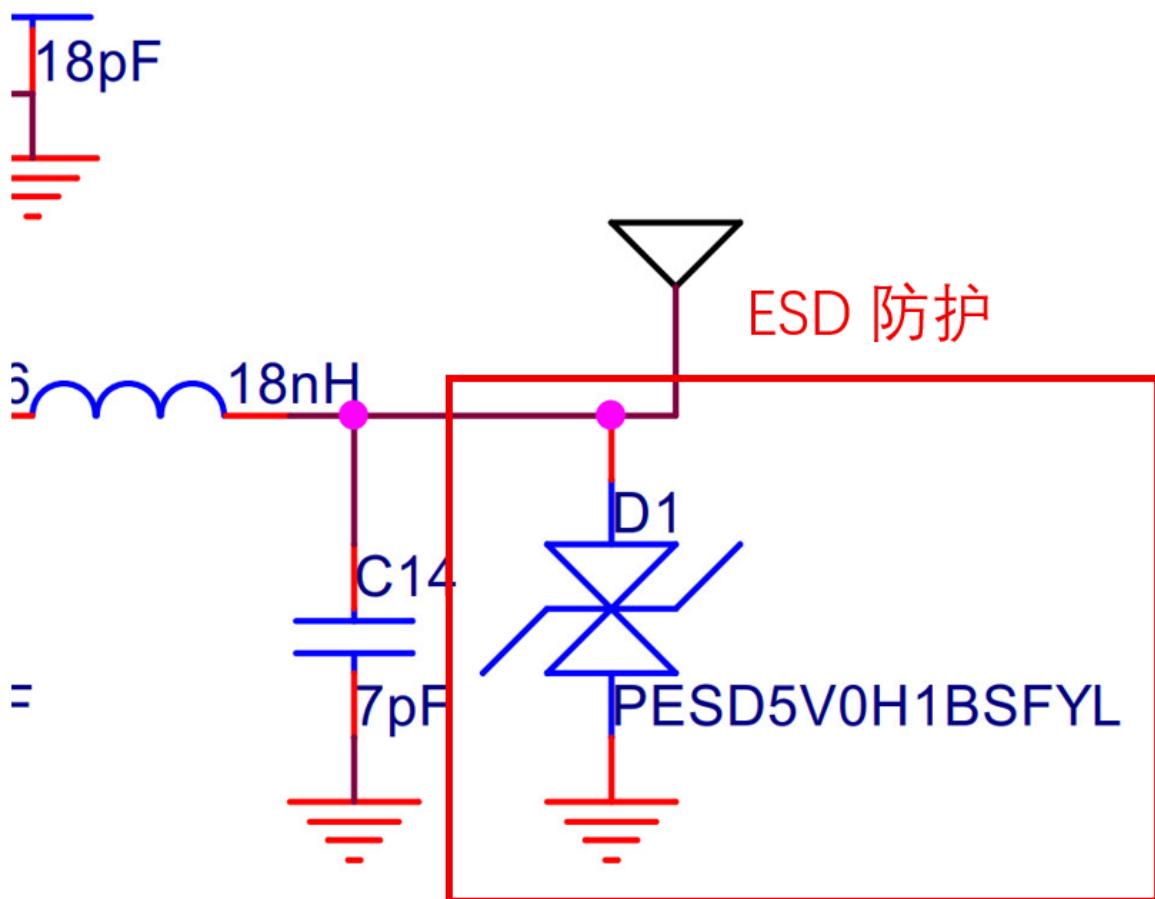


图 2-9. ESD 防护电路示意图

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。
- 射频匹配电路需要一块完整的参考平面, 不可分割, 完整的参考平面能保证射频性能。射频信号不能换层。

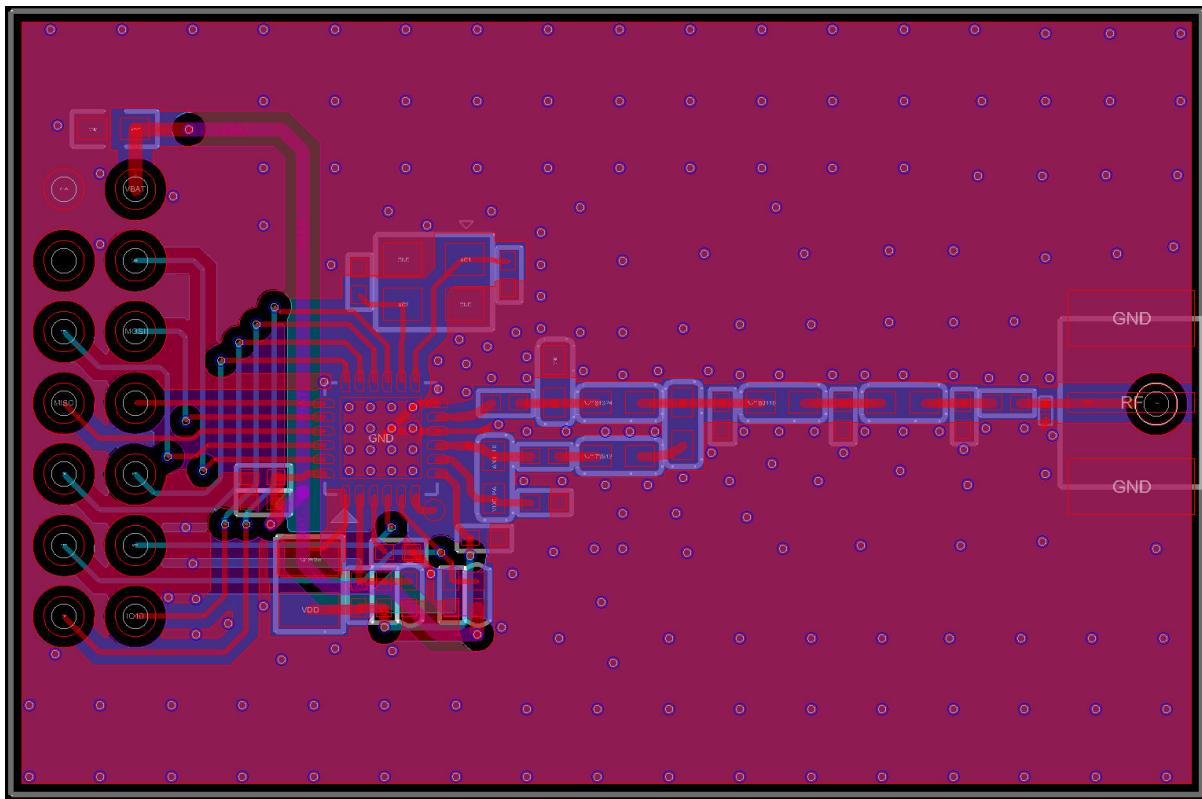


图 3-1. PCB layout 布局

* 线宽推荐如下：

板材属性	参数
PCB 板材	FR4
PCB 板厚	1.2mm
50 欧姆 RF 线宽	13.7mil
接地铺铜与 RF 走线间距	15mil

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。
- 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。
- 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 15mil，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 TX 射频性能

Frequency(MHz)	Symbolrate(kbps)	Power(dBm)	Current(mA)
320	50	18.3	103
433	50	20	105
490	50	20	97
865	50	20	122
915	50	20	115

4.1.1 顺络 0402 叠层电感 TX 射频性能

Frequency(MHz)	Symbolrate(kbps)	Power(dBm)	Current(mA)
320	-	-	-
433	50	20	79.4
490	50	20	80
865	50	20	91
915	50	20	91

4.1.2 顺络 0603 叠层电感 TX 射频性能

Frequency(MHz)	Symbolrate(kbps)	Sen_LDO(dBm)	Current_LDO(mA)	Sen_DCDC(dBm)
311	50	-105	9.41	-101
433	50	-109	9.6	-108
490	50	-109	9.56	-108
867	50	-108	9.6	-107
915	50	-108	9.62	-108

4.1.1 顺络 0402 叠层电感 RX 射频性能

Frequency(MHz)	Symbolrate(kbps)	Sen_LDO(dBm)	Current_LDO(mA)	Sen_DCDC(dBm)
320	-	-	-	-
433	50	-109	9.67	-108
490	50	-109	9.5	-108
867	50	-108	9.68	-107
915	50	-108	9.75	-108

4.1.2 顺络 0603 叠层电感 RX 射频性能

Chapter 3

演示例程

3.1 基础例程

3.1.1 00_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

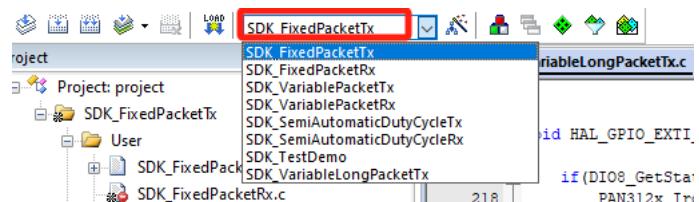


图 1: 工程选择

然后编译并下载该程序。

4 RF 参数参数设置

1、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、供电方式, 发射功率等参数,

```
typedef struct{
    uint32_t FrequencyBase;
    uint32_t FrequencyStep;
    uint16_t FrequencyChannelNumber;
    PAN312xModulationSelect ModulationSelect;
    uint32_t DataRate;
    uint32_t TxDeviation;
    uint32_t RxDeviation;
    PAN312xPowerSelect PowerSelect;
    PAN312xPowerdBm Power;
} PAN312xRadioInit;
```

图 2: RF 参数设置

2、其中频点由基础频点，频点步进，通道 3 部分组成，即：

$$\text{Frequency} = \text{FrequencyBase} + \text{FrequencyStep} * \text{FrequencyChannelNumber}$$

3、关于 PowerSelect 说明：

POWER_LDO_0603: 表示供电方式为 LDO，匹配电路中用的电感封装为 0603；

POWER_LDO_0402: 表示供电方式为 LDO，匹配电路中用的电感封装为 0402；

POWER_DCDC_0603: 表示供电方式为 DCDC，匹配电路中用的电感封装为 0603；

POWER_DCDC_0402: 表示供电方式为 DCDC，匹配电路中用的电感封装为 0402；

5 帧结构参数设置

1、如上图所示，帧结构参数主要包括：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；

6 CRC 参数设置

1、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，Crc 是否使能等参数。

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，配置频点为 493000000Hz，调制方式为 2FSK，速率为 50000bps，Tx Deviation 为 25000Hz，Rx Deviation 为 25000Hz，供电方式为 POWER_LDO_0603，发射功率为 21dBm，如下所示：

4、设置帧结构参数，如下图示；

5、设置 CRC 为 CRC_16_BAICHEVA，如下图所示；

6、设置 TxPpacket 为固定包长，根据需要确认是否需要使能 CRC；

7、将 IRQ_MASK_TX_DONE 中断映射到 IRQ(GPIO8) 引脚上；

8、设置系统自动清除部分中断状态；

9、清除所有中断状态；

```

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;
    PAN312xPayloadBitOrder PayloadBitOrder;
    SFunctionalState NodeIdState;
    uint8_t TxNodeIdLength;
    uint32_t TxNodeIdValue;
    PAN312xNodeIdPosition RxNodeIdPos;
    uint8_t RxNodeIdLength;
    uint8_t PacketFilterCtrl;
    uint32_t PacketFilterMask;
    uint32_t PacketFilterPat1Value;
    uint32_t PacketFilterPat2Value;
    uint32_t PacketFilterPat3Value;
    PAN312xPacketType PacketType;
    PAN312x802154FcsType FcsType;
    SFunctionalState AckCheckState;
    uint8_t AckTxByte;
    uint8_t AckCheckByte;
}PAN312xPacketInit;

```

图 3: 帧结构参数设置

```

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

```

图 4: CRC 参数设置

```
PAN312xRadioInit RadioInit = {
    .FrequencyBase          = 493000000,
    .FrequencyStep          = 0,
    .FrequencyChannelNumber = 0,
    .ModulationSelect       = MOD_2FSK,
    .DataRate                = 50000,
    .TxDeviation             = 25000,
    .RxDeviation             = 25000,
    .PowerSelect              = POWER_LDO_0603,
    .Power                   = POWER_20dBm,
};

};
```

图 5: RF 参数设置

```
PAN312xPacketInit PacketInit = {
    .PacketType              = FIXED_PACKET_TYPE,
    .PreambleLength          = 8,
    .PreambleSelect           = PREAMBLE_0101,
    .NonStandardPreamblePattern = 0,
    .SyncwordLength           = 4,
    .SyncwordPattern          = 0x2dd42dd4,
    .PreambleManchesterMode   = MANCHESTER_ZeroToTwo,
    .PreambleManchester        = S_DISABLE,
    .SyncwordManchesterMode    = MANCHESTER_ZeroToTwo,
    .SyncwordManchester         = S_DISABLE,
    .PayloadManchesterMode     = MANCHESTER_ZeroToTwo,
    .PayloadManchester          = S_DISABLE,
    .FecEncoding               = FEC_HAMING_DISABLE,
    .WhiteningPattern          = WHITENING_DISABLE,
    .DataMode                  = DATA_MODE_PACKET,
    .PayloadBitOrder            = PAYLOAD_BIT_ORDER_MSB_FIRST,
};

};
```

图 6: 帧结构参数设置

```
PAN312xCrcInit CrcInit = {
    .CrcMode                 = CRC_MODE_16_BIT,
    .CrcPolynomial            = 0x90d9,
    .CrcSeed                  = 0x0000,
    .CrcBitOrder               = CRC_BIT_ORDER_MSB_FIRST,
    .CrcByteSwap                = CRC_BYTE_MSB_FIRST,
    .CrcRange                  = CRC_RANGE_WHOLE_PAYLOAD,
    .CrcBitInv                  = S_DISABLE,
    .CrcState                  = S_ENABLE,
};

};
```

图 7: CRC 参数设置

10、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("\r\n");
        PAN312x_Write_Fifo((uint8_t *)vectTxBuffer, nPayloadLength);
        PAN312x_Enter_Tx(0, 0, nPayloadLength);
        while(!xTxDoneFlag);
        xTxDoneFlag = S_RESET;
    }
}

```

图 8: 固定包长帧结构发送主循环处理逻辑

```

void PortB_IRQHandler(void)
{
    Gpio_ClearIrq(PAN312x_DIO8_GPIO, PAN312x_DIO8_PIN);
    if(DIO8_GetState() == TRUE)
    {
        PAN312x_Irq_Get_Status(&xIrqStatus);

        if(xIrqStatus.IRQ_STATUS0_F.IRQ_TX_DONE) {
            xTxDoneFlag = S_SET;
        }
    }
}

```

图 9: 固定包长帧结构 Tx 中断处理逻辑

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；

8 测试现象

1、运行后，串口会打印 log，包括例程基本信息，Radio Parameter、Packet Parameter、Crc Parameter，如下图所示：

2、串口也会打印将要发送出去的数据，如下图所示：

3、用另一块 PAN312x 模组作为 Rx，接收发端的数据，如下图所示：

4、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。

3.1.2 01_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。

```
*****
* 例程名称 : PAN312x-FixedPacketTx
* PAN312x固件版本 : 0x0003
* 例程版本 : 0.3.0
* 发布日期 : 2025-12-29
* Copyright www.panchip.com磐启微电子
*****
Radio Parameter
* Frequency : 493.000Mhz
* Modulation : 2FSK
* DataRate : 50.0kbps
* RxDeviation : 25.000khz
*****
Packet Parameter
* PacketType : FixedPacket
* PreambleLength : 8bytes
* PreamblePattern : 0x55
* SyncwordLength : 4bytes
* SyncwordPattern : 0x2dd42dd4
* PreambleManchester : Disable
* SyncwordManchester : Disable
* PayloadManchester : Disable
* FecEncoding : Disable
* WhiteningPattern : Disable
* DataMode : PacketMode
* PayloadBitOrder : PAYLOAD_BIT_ORDER_MSB_FIRST
*****
Crc Parameter
* CrcState : Enable
* CrcMode : CRC_MODE_16_BIT
* CrcPolynomial : 0x90d9
* CrcSeed : 0x0
* CrcBitOrder : CRC_BIT_ORDER_MSB_FIRST
* CrcByteSwap : CRC_BYTE_MSB_FIRST
* CrcBitInv : Disable
*****
```

图 10: 固定包长帧结构测试现象——例程基本信息、Radio Parameter、Packet Parameter、Crc Parameter

```

TxCnt: 8422
PayloadLength=128
A data to transmit: [0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 a b c d e f 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 1a 1b
1c 1d 1e 1f 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 2a 2b 2c 2d 2e 2f 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39
3a 3b 3c 3d 3e 3f 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 4a 4b 4c 4d 4e 4f 50 51 52 53 54 55 56 57
58 59 5a 5b 5c 5d 5e 5f 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 6a 6b 6c 6d 6e 6f 70 71 72 73 74 75
76 77 78 79 7a 7b 7c 7d 7e 7f ]

TxCnt: 8423
PayloadLength=128
A data to transmit: [0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 a b c d e f 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 1a 1b
1c 1d 1e 1f 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 2a 2b 2c 2d 2e 2f 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39
3a 3b 3c 3d 3e 3f 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 4a 4b 4c 4d 4e 4f 50 51 52 53 54 55 56 57
58 59 5a 5b 5c 5d 5e 5f 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 6a 6b 6c 6d 6e 6f 70 71 72 73 74 75
76 77 78 79 7a 7b 7c 7d 7e 7f ]

```

图 11: 固定包长帧结构——PAN312x 模组作为 Tx 发送的数据

```

Rssi Value = - 72
Payload length = 128
B data received: [00 01 02 03 04 05 06 07 08 09 0a 0b 0c 0d 0e 0f 10 11
12 13 14 15 16 17 18 19 1a 1b 1c 1d 1e 1f 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29
2a 2b 2c 2d 2e 2f 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 3a 3b 3c 3d 3e 3f 40 41
42 43 44 45 46 47 48 49 4a 4b 4c 4d 4e 4f 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59
5a 5b 5c 5d 5e 5f 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 6a 6b 6c 6d 6e 6f 70 71
72 73 74 75 76 77 78 79 7a 7b 7c 7d 7e 7f ]
Rx Ok Cnt = 34
Rx Error Cnt = 0
Rx Total Cnt = 34

Rssi Value = - 72
Payload length = 128
B data received: [00 01 02 03 04 05 06 07 08 09 0a 0b 0c 0d 0e 0f 10 11
12 13 14 15 16 17 18 19 1a 1b 1c 1d 1e 1f 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29
2a 2b 2c 2d 2e 2f 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 3a 3b 3c 3d 3e 3f 40 41
42 43 44 45 46 47 48 49 4a 4b 4c 4d 4e 4f 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59
5a 5b 5c 5d 5e 5f 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 6a 6b 6c 6d 6e 6f 70 71
72 73 74 75 76 77 78 79 7a 7b 7c 7d 7e 7f ]
Rx Ok Cnt = 35
Rx Error Cnt = 0
Rx Total Cnt = 35

```

图 12: 固定包长帧结构——PAN312x 模组作为 Rx 收取到的数据

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_FixedPacketRx, 如下图所示

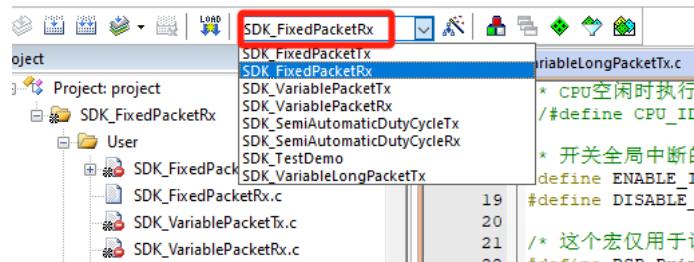


图 13: 工程选择

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;
    PAN312xPowerSelect PowerSelect;
    PAN312xPowerdBm Power;
} PAN312xRadioInit;

```

图 14: RF 参数设置

1、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、供电方式, 发射功率等参数,

2、其中频点由基础频点, 频点步进, 通道 3 部分组成, 即:

$$\text{Frequency} = \text{FrequencyBase} + \text{FrequencyStep} * \text{FrequencyChannelNumber}$$

3、关于 PowerSelect 说明:

POWER_LDO_0603: 表示供电方式为 LDO, 匹配电路中用的电感封装为 0603;

POWER_LDO_0402: 表示供电方式为 LDO, 匹配电路中用的电感封装为 0402;

POWER_DCDC_0603: 表示供电方式为 DCDC, 匹配电路中用的电感封装为 0603;

POWER_DCDC_0402: 表示供电方式为 DCDC, 匹配电路中用的电感封装为 0402;
 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 = {
    .FrequencyBase      = 493000000,
    .FrequencyStep      = 0,
    .FrequencyChannelNumber = 0,
    .ModulationSelect   = MOD_2FSK,
    .DataRate            = 50000,
    .TxDeviation         = 25000,
    .RxDeviation         = 25000,
    .PowerSelect          = POWER_LDO_0603,
    .Power                = POWER_20dBm,
};
```

图 15: RF 参数设置举例

5 帧结构参数设置

1、如上图所示, 帧结构参数主要包括: 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

1、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, Crc 是否使能等参数。

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, 配置频点为 493000000Hz, 调制方式为 2FSK, 速率为 50000bps, Tx Deviation 为 25000Hz, Rx Deviation 为 25000Hz, 供电方式为 POWER_LDO_0603, 发射功率为 21dBm, 如下所示:
- 4、设置帧结构参数, 如下图示:
- 5、设置 CRC 为 CRC_16_BAICHEVA, 如下图所示:
- 6、将 IRQ_MASK_RX_DONE 和 IRQ_MASK_RX_CRC_ERROR 中断映射到 IRQ(GPIO8) 引脚上;
- 7、设置系统自动清除部分中断状态;
- 8、设置 RxTimeout 时间;
- 9、设置 RxTimeout、RxInvalid、RxValid 后, RF 的状态为 Rx;
- 10、设置 RF 的进入 Rx;
- 11、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:

```

|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;
    PAN312xPayloadBitOrder PayloadBitOrder;
    SFunctionalState NodeIdState;
    uint8_t TxNodeIdLength;
    uint32_t TxNodeIdValue;
    PAN312xNodeIdPosition RxNodeIdPos;
    uint8_t RxNodeIdLength;
    uint8_t PacketFilterCtrl;
    uint32_t PacketFilterMask;
    uint32_t PacketFilterPat1Value;
    uint32_t PacketFilterPat2Value;
    uint32_t PacketFilterPat3Value;
    PAN312xPacketType PacketType;
    PAN312x802154FcsType FcsType;
    SFunctionalState AckCheckState;
    uint8_t AckTxByte;
    uint8_t AckCheckByte;
}PAN312xPacketInit;

```

图 16: 帧结构参数设置

```

PAN312xPacketInit PacketInit = {
    .PacketType          = FIXED_PACKET_TYPE,
    .PreambleLength     = 8,
    .PreambleSelect      = PREAMBLE_0101,
    .NonStandardPreamblePattern = 0,
    .SyncwordLength      = 4,
    .SyncwordPattern     = 0x2dd42dd4,
    .PreambleManchesterMode = MANCHESTER_ZeroToTwo,
    .PreambleManchester = S_DISABLE,
    .SyncwordManchesterMode = MANCHESTER_ZeroToTwo,
    .SyncwordManchester = S_DISABLE,
    .PayloadManchesterMode = MANCHESTER_ZeroToTwo,
    .PayloadManchester = S_DISABLE,
    .FecEncoding         = FEC_HAMING_DISABLE,
    .WhiteningPattern    = WHITENING_DISABLE,
    .DataMode             = DATA_MODE_PACKET,
    .PayloadBitOrder     = PAYLOAD_BIT_ORDER_MSB_FIRST,
};

```

图 17: 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;
    SFunctionalState CrcState;
}PAN312xCrcInit;

```

图 18: CRC 参数设置

```

]PAN312xCrcInit CrcInit = {
    .CrcMode      = CRC_MODE_16_BIT,
    .CrcPolynomial = 0x90d9,
    .CrcSeed       = 0x0000,
    .CrcBitOrder   = CRC_BIT_ORDER_MSB_FIRST,
    .CrcByteSwap   = CRC_BYTE_MSB_FIRST,
    .CrcRange      = CRC_RANGE_WHOLE_PAYLOAD,
    .CrcBitInv     = S_DISABLE,
    .CrcState       = S_ENABLE,
};

```

图 19: CRC 参数设置举例

```

]PAN312xRadioInit RadioInit = {
    .FrequencyBase      = 493000000,
    .FrequencyStep       = 0,
    .FrequencyChannelNumber = 0,
    .ModulationSelect   = MOD_2FSK,
    .DataRate            = 50000,
    .TxDeviation         = 25000,
    .RxDeviation         = 25000,
    .PowerSelect          = POWER_LDO_0603,
    .Power                = POWER_20dBm,
};

```

图 20: RF 参数设置

```
PAN312xPacketInit PacketInit = {  
    .PacketType          = FIXED_PACKET_TYPE,  
    .PreambleLength     = 8,  
    .PreambleSelect      = PREAMBLE_0101,  
    .NonStandardPreamblePattern = 0,  
    .SyncwordLength      = 4,  
    .SyncwordPattern     = 0x2dd42dd4,  
    .PreambleManchesterMode = MANCHESTER_ZeroToTwo,  
    .PreambleManchester = S_DISABLE,  
    .SyncwordManchesterMode = MANCHESTER_ZeroToTwo,  
    .SyncwordManchester = S_DISABLE,  
    .PayloadManchesterMode = MANCHESTER_ZeroToTwo,  
    .PayloadManchester = S_DISABLE,  
    .FecEncoding         = FEC_HAMING_DISABLE,  
    .WhiteningPattern    = WHITENING_DISABLE,  
    .DataMode             = DATA_MODE_PACKET,  
    .PayloadBitOrder     = PAYLOAD_BIT_ORDER_MSB_FIRST,  
};
```

图 21: 帧结构参数设置

```
]PAN312xCrcInit CrcInit = {  
    .CrcMode          = CRC_MODE_16_BIT,  
    .CrcPolynomial    = 0x90d9,  
    .CrcSeed          = 0x0000,  
    .CrcBitOrder      = CRC_BIT_ORDER_MSB_FIRST,  
    .CrcByteSwap      = CRC_BYTE_MSB_FIRST,  
    .CrcRange          = CRC_RANGE_WHOLE_PAYLOAD,  
    .CrcBitInv        = S_DISABLE,  
    .CrcState          = S_ENABLE,  
};
```

图 22: CRC 参数设置

```

while (1)
{
    if(xRxDoneFlag || xRxCrcErrorFlag) {
        rx_total_cnt++;
        if(xRxDoneFlag) {
            xRxDoneFlag = S_RESET;

            rssi_value = PAN312x_GetRSSI();

            nPayloadLength = PAN312x_Get_RxLengthInPacket();

            PAN312x_Read_Fifo(vectRxBuffer, nPayloadLength);
            PAN312x_Irq_Clear_RxDone_Status();

            printf("\n\nRssi 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");
            rx_ok_cnt++;
        }

        }else if(xRxCrcErrorFlag) {
            rx_error_cnt++;
            xRxCrcErrorFlag = S_RESET;
            PAN312x_Irq_Clear_RxCrcError_Status();
        }

        printf("Rx Ok Cnt = %d\r\n", rx_ok_cnt);
        printf("Rx Error Cnt = %d\r\n", rx_error_cnt);
        printf("Rx Total Cnt = %d\r\n", rx_total_cnt);
    }
}

```

图 23: 固定包长帧结构接收主循环处理逻辑

```

void PortB_IRQHandler(void)
{
    Gpio_ClearIrq(PAN312x_DIO8_GPIO, PAN312x_DIO8_PIN);
    if(DIO8_GetState() == TRUE){
        PAN312x_Irq_Get_Status(&xIrqStatus);
        if(xIrqStatus.IRQ_STATUS0_F.IRQ_RX_DONE) {
            xRxDoneFlag = S_SET;
        }

        else if(xIrqStatus.IRQ_STATUS0_F.IRQ_RX_CRC_ERROR) {
            xRxCrcErrorFlag = S_SET;
        }
    }
}

```

图 24: 固定包长帧结构 Rx 中断处理逻辑

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；

8 测试现象

1、运行后，串口会打印 log，包括例程基本信息，Radio Parameter、Packet Parameter、Crc Parameter，如下图所示：

```
*****
* 例程名称      : PAN312x-FixedPacketRx
* PAN312x固件版本 : 0x0003
* 例程版本      : 0.3.0
* 发布日期      : 2025-12-29
* Copyright www.panchip.com磐启微电子
*****
Radio Parameter
* Frequency    : 493.000Mhz
* Modulation   : 2FSK
* DataRate     : 50.0kbps
* RxDeviation  : 25.000khz
*****
Packet Parameter
* PacketType   : FixedPacket
* PreambleLength : 8bytes
* PreamblePattern : 0x55
* SyncwordLength : 4bytes
* SyncwordPattern : 0x2dd42dd4
* PreambleManchester : Disable
* SyncwordManchester : Disable
* PayloadManchester : Disable
* FecEncoding   : Disable
* WhiteningPattern : Disable
* DataMode       : PacketMode
* PayloadBitOrder : PAYLOAD_BIT_ORDER_MSB_FIRST
*****
Crc Parameter
* CrcState      : Enable
* CrcMode        : CRC_MODE_16_BIT
* CrcPolynomial  : 0x90d9
* CrcSeed        : 0x0
* CrcBitOrder   : CRC_BIT_ORDER_MSB_FIRST
* CrcByteSwap   : CRC_BYTE_MSB_FIRST
* CrcBitInv     : Disable
*****
```

图 25：固定包长帧结构测试现象——例程基本信息，Radio Parameter、Packet Parameter、Crc Parameter

2、串口打印收取到的数据，如下图所示：

2、用另一块 PAN312x 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 固件包长帧结构的接收功能正确；

```

Rssi Value = - 72
Payload length = 128
B data received: [00 01 02 03 04 05 06 07 08 09 0a 0b 0c 0d 0e 0f 10 11
12 13 14 15 16 17 18 19 1a 1b 1c 1d 1e 1f 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29
2a 2b 2c 2d 2e 2f 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 3a 3b 3c 3d 3e 3f 40 41
42 43 44 45 46 47 48 49 4a 4b 4c 4d 4e 4f 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59
5a 5b 5c 5d 5e 5f 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 6a 6b 6c 6d 6e 6f 70 71
72 73 74 75 76 77 78 79 7a 7b 7c 7d 7e 7f ]
Rx Ok Cnt = 34
Rx Error Cnt = 0
Rx Total Cnt = 34

Rssi Value = - 72
Payload length = 128
B data received: [00 01 02 03 04 05 06 07 08 09 0a 0b 0c 0d 0e 0f 10 11
12 13 14 15 16 17 18 19 1a 1b 1c 1d 1e 1f 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29
2a 2b 2c 2d 2e 2f 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 3a 3b 3c 3d 3e 3f 40 41
42 43 44 45 46 47 48 49 4a 4b 4c 4d 4e 4f 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59
5a 5b 5c 5d 5e 5f 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 6a 6b 6c 6d 6e 6f 70 71
72 73 74 75 76 77 78 79 7a 7b 7c 7d 7e 7f ]
Rx Ok Cnt = 35
Rx Error Cnt = 0
Rx Total Cnt = 35

```

图 26: 固定包长帧结构——PAN312x 模组作为 Rx 收取到的数据

```

TxCnt: 8422
PayloadLength=128
A data to transmit: [0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 a b c d e f 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 1a 1b
1c 1d 1e 1f 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 2a 2b 2c 2d 2e 2f 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39
3a 3b 3c 3d 3e 3f 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 4a 4b 4c 4d 4e 4f 50 51 52 53 54 55 56 57
58 59 5a 5b 5c 5d 5e 5f 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 6a 6b 6c 6d 6e 6f 70 71 72 73 74 75
76 77 78 79 7a 7b 7c 7d 7e 7f ]

TxCnt: 8423
PayloadLength=128
A data to transmit: [0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 a b c d e f 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 1a 1b
1c 1d 1e 1f 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 2a 2b 2c 2d 2e 2f 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39
3a 3b 3c 3d 3e 3f 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 4a 4b 4c 4d 4e 4f 50 51 52 53 54 55 56 57
58 59 5a 5b 5c 5d 5e 5f 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 6a 6b 6c 6d 6e 6f 70 71 72 73 74 75
76 77 78 79 7a 7b 7c 7d 7e 7f ]

```

图 27: 固定包长帧结构——PAN312x 模组作为 Tx 发送的数据

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。

3.1.3 02_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

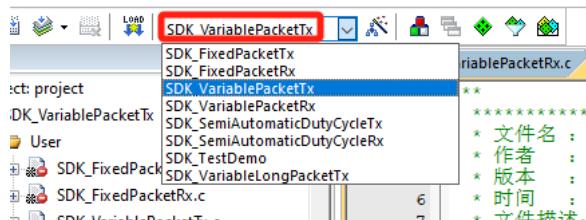


图 28: 工程选择

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;
    PAN312xPowerSelect PowerSelect;
    PAN312xPowerdBm Power;
} PAN312xRadioInit;
```

图 29: RF 参数设置

1、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、供电方式, 发射功率等参数,

2、其中频点由基础频点，频点步进，通道 3 部分组成，即：

$$\text{Frequency} = \text{FrequencyBase} + \text{FrequencyStep} * \text{FrequencyChannelNumber}$$

3、关于 PowerSelect 说明：

POWER_LDO_0603：表示供电方式为 LDO，匹配电路中用的电感封装为 0603；

POWER_LDO_0402：表示供电方式为 LDO，匹配电路中用的电感封装为 0402；

POWER_DCDC_0603：表示供电方式为 DCDC，匹配电路中用的电感封装为 0603；

POWER_DCDC_0402：表示供电方式为 DCDC，匹配电路中用的电感封装为 0402；

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;
    PAN312xPayloadBitOrder PayloadBitOrder;
    SFunctionalState NodeIdState;
    uint8_t TxNodeIdLength;
    uint32_t TxNodeIdValue;
    PAN312xNodeIdPosition RxNodeIdPos;
    uint8_t RxNodeIdLength;
    uint8_t PacketFilterCtrl;
    uint32_t PacketFilterMask;
    uint32_t PacketFilterPat1Value;
    uint32_t PacketFilterPat2Value;
    uint32_t PacketFilterPat3Value;
    PAN312xPacketType PacketType;
    PAN312x802154FcsType FcsType;
    SFunctionalState AckCheckState;
    uint8_t AckTxByte;
    uint8_t AckCheckByte;
} PAN312xPacketInit;

```

图 30: 帧结构参数设置

1、如上图所示，帧结构参数主要包括：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；

6 CRC 参数设置

1、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，Crc 是否使能等参数。

```

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

```

图 31: CRC 参数设置

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，配置频点为 493000000Hz，调制方式为 2FSK，速率为 50000bps，Tx Deviation 为 25000Hz，Rx Deviation 为 25000Hz，供电方式为 POWER_LDO_0603，发射功率为 21dBm，如下所示：

```

]PAN312xRadioInit RadioInit = {
    .FrequencyBase      = 493000000,
    .FrequencyStep       = 0,
    .FrequencyChannelNumber = 0,
    .ModulationSelect   = MOD_2FSK,
    .DataRate            = 50000,
    .TxDeviation         = 25000,
    .RxDeviation         = 25000,
    .PowerSelect          = POWER_LDO_0603,
    .Power                = POWER_20dBm,
};

```

图 32: RF 参数设置

- 4、设置帧结构参数，如下图示；
- 5、设置 CRC 为 CRC_16_BAICHEVA，如下图所示；
- 6、设置 TxPpacket 为可变包长，根据需要确认是否需要使能 CRC；
- 7、将 IRQ_MAKS_TX_DONE 中断映射到 IRQ(GPIO8) 引脚上；
- 8、设置系统自动清除部分中断状态；
- 9、清除所有中断状态；
- 10、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：

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；

```
PAN312xPacketInit PacketInit = {
    .PacketType          = VARIABLE_PACKET_TYPE,
    .PreambleLength     = 8,
    .PreambleSelect      = PREAMBLE_0101,
    .NonStandardPreamblePattern = 0,
    .SyncwordLength      = 4,
    .SyncwordPattern     = 0x2dd42dd4,
    .PreambleManchesterMode = MANCHESTER_ZeroToTwo,
    .PreambleManchester = S_DISABLE,
    .SyncwordManchesterMode = MANCHESTER_ZeroToTwo,
    .SyncwordManchester = S_DISABLE,
    .PayloadManchesterMode = MANCHESTER_ZeroToTwo,
    .PayloadManchester = S_DISABLE,
    .FecEncoding         = FEC_HAMING_DISABLE,
    .WhiteningPattern   = WHITENING_DISABLE,
    .DataMode            = DATA_MODE_PACKET,
    .PayloadBitOrder     = PAYLOAD_BIT_ORDER_MSB_FIRST,
};
```

图 33: 帧结构参数设置

```
PAN312xCrcInit CrcInit = {
    .CrcMode          = CRC_MODE_16_BIT,
    .CrcPolynomial    = 0x90d9,
    .CrcSeed          = 0x0000,
    .CrcBitOrder      = CRC_BIT_ORDER_MSB_FIRST,
    .CrcByteSwap      = CRC_BYTE_MSB_FIRST,
    .CrcRange          = CRC_RANGE_WHOLE_PAYLOAD,
    .CrcBitInv        = S_DISABLE,
    .CrcState          = S_ENABLE,
};
```

图 34: CRC 参数设置

```
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\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 35: 可变包长帧结构发送主循环处理逻辑

```

void PortB_IRQHandler(void)
{
    Gpio_ClearIrq(PAN312x_DIO8_GPIO, PAN312x_DIO8_PIN);
    if(DIO8_GetState() == TRUE)
    {
        PAN312x_Irq_Get_Status(&xIrqStatus);

        if(xIrqStatus.IRQ_STATUS0_F.IRQ_TX_DONE) {
            xTxDoneFlag = S_SET;
        }
    }
}

```

图 36: 可变包长帧结构 Tx 中断处理逻辑

8 测试现象

1、运行后，串口会打印 log，包括例程基本信息，Radio Parameter、Packet Parameter、Crc Parameter，如下图所示：

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 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。

3.1.4 03_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

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

然后编译并下载该程序。

4 RF 参数参数设置

1、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、供电方式，发射功率等参数，

```
*****
* 例程名称      : PAN312x-VariablePacketTx
* PAN312x固件版本 : 0x0003
* 例程版本      : 0.3.0
* 发布日期      : 2025-12-29
* Copyright www.panchip.com磐启微电子
*****
Radio Parameter
* Frequency     : 493.000Mhz
* Modulation    : 2FSK
* DataRate      : 50.0kbps
* RxDeviation   : 25.000khz
*****
Packet Parameter
* PacketType     : VariablePacket
* PreambleLength : 8bytes
* PreamblePattern : 0x55
* SyncwordLength : 4bytes
* SyncwordPattern : 0x2dd42dd4
* PreambleManchester : Disable
* SyncwordManchester : Disable
* PayloadManchester : Disable
* FecEncoding    : Disable
* WhiteningPattern : Disable
* DataMode       : PacketMode
* PayloadBitOrder : PAYLOAD_BIT_ORDER_MSB_FIRST
*****
Crc Parameter
* CrcState       : Enable
* CrcMode        : CRC_MODE_16_BIT
* CrcPolynomial  : 0x90d9
* CrcSeed        : 0x0
* CrcBitOrder    : CRC_BIT_ORDER_MSB_FIRST
* CrcByteSwap    : CRC_BYTE_MSB_FIRST
* CrcBitInv     : Disable
*****
```

图 37: 固定包长帧结构测试现象——例程基本信息、Radio Parameter、Packet Parameter、Crc Parameter

```
TxCnt: 1  
PayloadLength=1  
A data to transmit: [1 ]  
  
TxCnt: 2  
PayloadLength=2  
A data to transmit: [1 83 ]  
  
TxCnt: 3  
PayloadLength=3  
A data to transmit: [1 83 df ]  
  
TxCnt: 4  
PayloadLength=4  
A data to transmit: [1 83 df 17 ]  
  
TxCnt: 5  
PayloadLength=5  
A data to transmit: [1 83 df 17 32 ]  
  
TxCnt: 6  
PayloadLength=6  
A data to transmit: [1 83 df 17 32 9 ]  
  
TxCnt: 7  
PayloadLength=7  
A data to transmit: [1 83 df 17 32 9 4e ]  
  
TxCnt: 8  
PayloadLength=8  
A data to transmit: [1 83 df 17 32 9 4e d1 ]  
  
TxCnt: 9  
PayloadLength=9  
A data to transmit: [1 83 df 17 32 9 4e d1 e7 ]  
  
TxCnt: 10  
PayloadLength=10  
A data to transmit: [1 83 df 17 32 9 4e d1 e7 cd ]  
  
TxCnt: 11  
PayloadLength=11  
A data to transmit: [1 83 df 17 32 9 4e d1 e7 cd 8a ]
```

图 38: 可变包长帧结构——PAN312x 模组作为 Tx 发送的数据

```
Rssi Value = - 25
Payload length = 1
B data received: [01 ]
Rx Ok Cnt = 75
Rx Error Cnt = 0
Rx Total Cnt = 75
```

```
Rssi Value = - 25
Payload length = 2
B data received: [01 83 ]
Rx Ok Cnt = 76
Rx Error Cnt = 0
Rx Total Cnt = 76
```

```
Rssi Value = - 25
Payload length = 3
B data received: [01 83 df ]
Rx Ok Cnt = 77
Rx Error Cnt = 0
Rx Total Cnt = 77
```

```
Rssi Value = - 25
Payload length = 4
B data received: [01 83 df 17 ]
Rx Ok Cnt = 78
Rx Error Cnt = 0
Rx Total Cnt = 78
```

```
Rssi Value = - 25
Payload length = 5
B data received: [01 83 df 17 32 ]
Rx Ok Cnt = 79
Rx Error Cnt = 0
Rx Total Cnt = 79
```

```
Rssi Value = - 25
Payload length = 6
B data received: [01 83 df 17 32 09 ]
Rx Ok Cnt = 80
Rx Error Cnt = 0
Rx Total Cnt = 80
```

```
Rssi Value = - 25
Payload length = 7
B data received: [01 83 df 17 32 09 4e ]
Rx Ok Cnt = 81
Rx Error Cnt = 0
Rx Total Cnt = 81
```

```
Rssi Value = - 25
Payload length = 8
B data received: [01 83 df 17 32 09 4e d1 ]
Rx Ok Cnt = 82
Rx Error Cnt = 0
Rx Total Cnt = 82
```

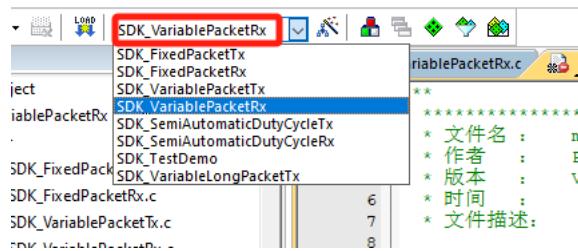


图 40: 工程选择

```
typedef struct{
    uint32_t FrequencyBase;
    uint32_t FrequencyStep;
    uint16_t FrequencyChannelNumber;
    PAN312xModulationSelect ModulationSelect;
    uint32_t DataRate;
    uint32_t TxDeviation;
    uint32_t RxDeviation;
    PAN312xPowerSelect PowerSelect;
    PAN312xPowerdBm Power;
} PAN312xRadioInit;
```

图 41: RF 参数设置

2、其中频点由基础频点，频点步进，通道 3 部分组成，即：

$$\text{Frequency} = \text{FrequencyBase} + \text{FrequencyStep} * \text{FrequencyChannelNumber}$$

3、关于 PowerSelect 说明：

POWER_LDO_0603: 表示供电方式为 LDO, 匹配电路中用的电感封装为 0603;

POWER_LDO_0402: 表示供电方式为 LDO, 匹配电路中用的电感封装为 0402;

POWER_DCDC_0603: 表示供电方式为 DCDC, 匹配电路中用的电感封装为 0603;

POWER_DCDC_0402: 表示供电方式为 DCDC, 匹配电路中用的电感封装为 0402;

5 帧结构参数设置

1、如上图所示，帧结构参数主要包括：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；

6 CRC 参数设置

1、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，Crc 是否使能等参数。

7 测试方法

1、复位 PAN312x、等待 PAN312x Ready；

2、初始化一些寄存器；

```

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;
    PAN312xPayloadBitOrder PayloadBitOrder;
    SFunctionalState NodeIdState;
    uint8_t TxNodeIdLength;
    uint32_t TxNodeIdValue;
    PAN312xNodeIdPosition RxNodeIdPos;
    uint8_t RxNodeIdLength;
    uint8_t PacketFilterCtrl;
    uint32_t PacketFilterMask;
    uint32_t PacketFilterPat1Value;
    uint32_t PacketFilterPat2Value;
    uint32_t PacketFilterPat3Value;
    PAN312xPacketType PacketType;
    PAN312x802154FcsType FcsType;
    SFunctionalState AckCheckState;
    uint8_t AckTxByte;
    uint8_t AckCheckByte;
}PAN312xPacketInit;

```

图 42: 帧结构参数设置

```

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

```

图 43: CRC 参数设置

3、设置 RF 参数，配置频点为 493000000Hz，调制方式为 2FSK，速率为 50000bps，Tx Deviation 为 25000Hz，Rx Deviation 为 25000Hz，供电方式为 POWER_LDO_0603，发射功率为 21dBm，如下所示：

```
PAN312xRadioInit RadioInit = {
    .FrequencyBase          = 493000000,
    .FrequencyStep           = 0,
    .FrequencyChannelNumber = 0,
    .ModulationSelect       = MOD_2FSK,
    .DataRate                = 50000,
    .TxDeviation             = 25000,
    .RxDeviation             = 25000,
    .PowerSelect              = POWER_LDO_0603,
    .Power                   = POWER_20dBm,
};

};
```

图 44: RF 参数设置

4、设置帧结构参数，如下图示：

```
PAN312xPacketInit PacketInit = {
    .PacketType              = VARIABLE_PACKET_TYPE,
    .PreambleLength          = 8,
    .PreambleSelect           = PREAMBLE_0101,
    .NonStandardPreamblePattern = 0,
    .SyncwordLength           = 4,
    .SyncwordPattern          = 0x2dd42dd4,
    .PreambleManchesterMode = MANCHESTER_ZeroToTwo,
    .PreambleManchester      = S_DISABLE,
    .SyncwordManchesterMode = MANCHESTER_ZeroToTwo,
    .SyncwordManchester       = S_DISABLE,
    .PayloadManchesterMode   = MANCHESTER_ZeroToTwo,
    .PayloadManchester        = S_DISABLE,
    .FecEncoding              = FEC_HAMING_DISABLE,
    .WhiteningPattern         = WHITENING_DISABLE,
    .DataMode                 = DATA_MODE_PACKET,
    .PayloadBitOrder          = PAYLOAD_BIT_ORDER_MSB_FIRST,
};

};
```

图 45: 帧结构参数设置

5、设置 CRC 为 CRC_16_BAICHEVA，如下图所示：

7、设置 RxPpacket 为可变包长，根据需要确认是否需要使能 CRC；

8、将 IRQ_MASK_RX_DONE 和 IRQ_MSK_RX_CRC_ERROR 中断映射到 IRQ(GPIO8) 引脚上；

9、设置系统自动清除部分中断状态；

10、设置 RxTimeout 时间；

11、设置 RxTimeout、RxInvalid、RxValid 后，RF 的状态为 Rx；

13、设置 RF 的进入 Rx；

14、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：

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

```
PAN312xCrcInit CrcInit = {
    .CrcMode      = CRC_MODE_16_BIT,
    .CrcPolynomial = 0x90d9,
    .CrcSeed      = 0x0000,
    .CrcBitOrder   = CRC_BIT_ORDER_MSB_FIRST,
    .CrcByteSwap   = CRC_BYTE_MSB_FIRST,
    .CrcRange      = CRC_RANGE_WHOLE_PAYLOAD,
    .CrcBitInv     = S_DISABLE,
    .CrcState      = S_ENABLE,
};
```

图 46: CRC 参数设置

```
while (1)
{
    if(xRxDoneFlag || xRxCrcErrorFlag) {
        rx_total_cnt++;
        if(xRxDoneFlag) {
            xRxDoneFlag = S_RESET;

            rssi_value = PAN312x_GetRSSI();

            nPayloadLength = PAN312x_Get_RxLengthInPacket();

            PAN312x_Read_Fifo(vectRxBuffer, nPayloadLength);
            PAN312x_Irq_Clear_RxDone_Status();

            printf("\n\nRssi 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");
            rx_ok_cnt++;

        }else if(xRxCrcErrorFlag) {
            rx_error_cnt++;
            xRxCrcErrorFlag = S_RESET;
            PAN312x_Irq_Clear_RxCrcError_Status();
        }

        printf("Rx Ok Cnt = %d\r\n", rx_ok_cnt);
        printf("Rx Error Cnt = %d\r\n", rx_error_cnt);
        printf("Rx Total Cnt = %d\r\n", rx_total_cnt);
    }
}
```

图 47: 可变包长帧结构接收主循环处理逻辑

```

void PortB_IRQHandler(void)
{
    Gpio_ClearIrq(PAN312x_DIO8_GPIO, PAN312x_DIO8_PIN);
    if(DIO8_GetState() == TRUE) {
        PAN312x_Irq_Get_Status(&xIrqStatus);
        if(xIrqStatus.IRQ_STATUS0_F.IRQ_RX_DONE) {
            xRxDoneFlag = S_SET;
        }

        else if(xIrqStatus.IRQ_STATUS0_F.IRQ_RX_CRC_ERROR) {
            xRxCrcErrorFlag = S_SET;
        }
    }
}

```

图 48: 可变包长帧结构 Rx 中断处理逻辑

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、运行后，串口会打印 log，包括例程基本信息，Radio Parameter、Packet Parameter、Crc Parameter，如下图所示：

2、串口打印收取到的数据，如下图所示：

2、用另一块 PAN312x 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。

3.1.5 04_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 阀值的方式来实现长包发送；2、当前 tx fifo 阀值固定为 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

```
*****
* 例程名称      : PAN312x-VariablePacketRx
* PAN312x固件版本 : 0x0003
* 例程版本      : 0.3.0
* 发布日期      : 2025-12-29
* Copyright www.panchip.com 磐启微电子
*****
Radio Parameter
* Frequency   : 493.000Mhz
* Modulation   : 2FSK
* DataRate     : 50.0kbps
* RxDeviation  : 25.000khz
*****
Packet Parameter
* PacketType    : VariablePacket
* PreambleLength : 8bytes
* PreamblePattern : 0x55
* SyncwordLength : 4bytes
* SyncwordPattern : 0x2dd42dd4
* PreambleManchester : Disable
* SyncwordManchester : Disable
* PayloadManchester : Disable
* FecEncoding    : Disable
* WhiteningPattern : Disable
* DataMode       : PacketMode
* PayloadBitOrder : PAYLOAD_BIT_ORDER_MSB_FIRST
*****
Crc Parameter
* CrcState      : Enable
* CrcMode       : CRC_MODE_16_BIT
* CrcPolynomial : 0x90d9
* CrcSeed       : 0x0
* CrcBitOrder   : CRC_BIT_ORDER_MSB_FIRST
* CrcByteSwap   : CRC_BYTE_MSB_FIRST
* CrcBitInv    : Disable
*****
```

图 49: 可变包长帧结构测试现象——例程基本信息、Radio Parameter、Packet Parameter、Crc Parameter

```
Rssi Value = - 25
Payload length = 1
B data received: [01 ]
Rx Ok Cnt = 75
Rx Error Cnt = 0
Rx Total Cnt = 75
```

```
Rssi Value = - 25
Payload length = 2
B data received: [01 83 ]
Rx Ok Cnt = 76
Rx Error Cnt = 0
Rx Total Cnt = 76
```

```
Rssi Value = - 25
Payload length = 3
B data received: [01 83 df ]
Rx Ok Cnt = 77
Rx Error Cnt = 0
Rx Total Cnt = 77
```

```
Rssi Value = - 25
Payload length = 4
B data received: [01 83 df 17 ]
Rx Ok Cnt = 78
Rx Error Cnt = 0
Rx Total Cnt = 78
```

```
Rssi Value = - 25
Payload length = 5
B data received: [01 83 df 17 32 ]
Rx Ok Cnt = 79
Rx Error Cnt = 0
Rx Total Cnt = 79
```

```
Rssi Value = - 25
Payload length = 6
B data received: [01 83 df 17 32 09 ]
Rx Ok Cnt = 80
Rx Error Cnt = 0
Rx Total Cnt = 80
```

```
Rssi Value = - 25
Payload length = 7
B data received: [01 83 df 17 32 09 4e ]
Rx Ok Cnt = 81
Rx Error Cnt = 0
Rx Total Cnt = 81
```

```
Rssi Value = - 25
Payload length = 8
B data received: [01 83 df 17 32 09 4e d1 ]
Rx Ok Cnt = 82
Rx Error Cnt = 0
Rx Total Cnt = 82
```

```
TxCnt: 1  
PayloadLength=1  
A data to transmit: [1 ]  
  
TxCnt: 2  
PayloadLength=2  
A data to transmit: [1 83 ]  
  
TxCnt: 3  
PayloadLength=3  
A data to transmit: [1 83 df ]  
  
TxCnt: 4  
PayloadLength=4  
A data to transmit: [1 83 df 17 ]  
  
TxCnt: 5  
PayloadLength=5  
A data to transmit: [1 83 df 17 32 ]  
  
TxCnt: 6  
PayloadLength=6  
A data to transmit: [1 83 df 17 32 9 ]  
  
TxCnt: 7  
PayloadLength=7  
A data to transmit: [1 83 df 17 32 9 4e ]  
  
TxCnt: 8  
PayloadLength=8  
A data to transmit: [1 83 df 17 32 9 4e d1 ]  
  
TxCnt: 9  
PayloadLength=9  
A data to transmit: [1 83 df 17 32 9 4e d1 e7 ]  
  
TxCnt: 10  
PayloadLength=10  
A data to transmit: [1 83 df 17 32 9 4e d1 e7 cd ]  
  
TxCnt: 11  
PayloadLength=11  
A data to transmit: [1 83 df 17 32 9 4e d1 e7 cd 8a ]  
||
```

图 51: 可变包长帧结构——PAN312x 模组作为 Tx 发送的数据

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

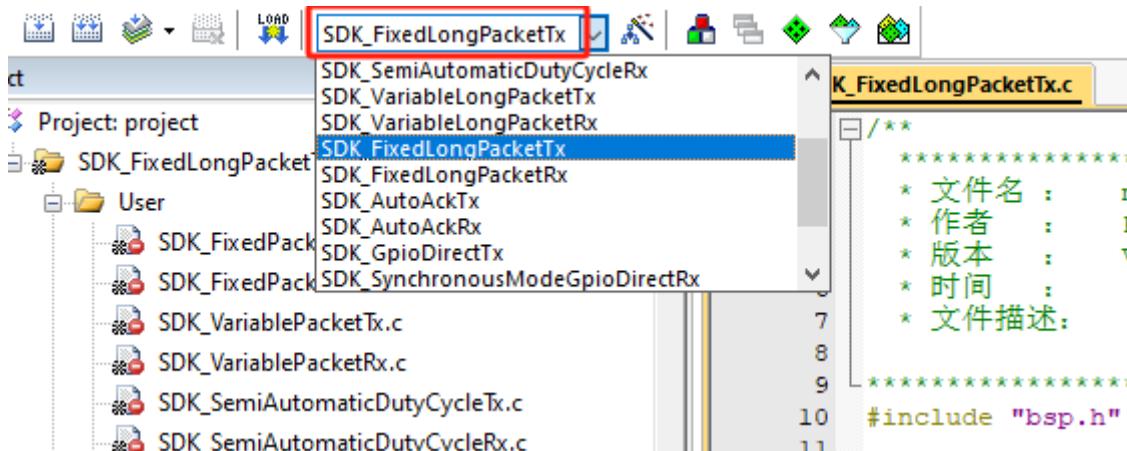


图 52: 工程选择

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;
    PAN312xPowerSelect PowerSelect;
    PAN312xPowerdBm Power;
} PAN312xRadioInit;
```

图 53: RF 参数设置

1、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、供电方式, 发射功率等参数,

2、其中频点由基础频点, 频点步进, 通道 3 部分组成, 即:

$$\text{Frequency} = \text{FrequencyBase} + \text{FrequencyStep} * \text{FrequencyChannelNumber}$$

3、关于 PowerSelect 说明:

POWER_LDO_0603: 表示供电方式为 LDO, 匹配电路中用的电感封装为 0603;

POWER_LDO_0402: 表示供电方式为 LDO, 匹配电路中用的电感封装为 0402;

POWER_DCDC_0603: 表示供电方式为 DCDC, 匹配电路中用的电感封装为 0603;

POWER_DCDC_0402: 表示供电方式为 DCDC, 匹配电路中用的电感封装为 0402;

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;
    PAN312xPayloadBitOrder PayloadBitOrder;
    SFunctionalState NodeIdState;
    uint8_t TxNodeIdLength;
    uint32_t TxNodeIdValue;
    PAN312xNodeIdPosition RxNodeIdPos;
    uint8_t RxNodeIdLength;
    uint8_t PacketFilterCtrl;
    uint32_t PacketFilterMask;
    uint32_t PacketFilterPat1Value;
    uint32_t PacketFilterPat2Value;
    uint32_t PacketFilterPat3Value;
    PAN312xPacketType PacketType;
    PAN312x802154FcsType FcsType;
    SFunctionalState AckCheckState;
    uint8_t AckTxByte;
    uint8_t AckCheckByte;
}PAN312xPacketInit;

```

图 54: 帧结构参数设置

1、如上图所示，帧结构参数主要包括：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；

6 CRC 参数设置

1、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，Crc 是否使能等参数。

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，配置频点为 493000000Hz，调制方式为 2FSK，速率为 50000bps，Tx Deviation 为 25000Hz，Rx Deviation 为 25000Hz，供电方式为 POWER_LDO_0603，发射功率为 21dBm，如下所示：
- 4、设置帧结构参数，如下图示：

```

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

```

图 55: CRC 参数设置

```

]PAN312xRadioInit RadioInit = {
    .FrequencyBase          = 493000000,
    .FrequencyStep           = 0,
    .FrequencyChannelNumber = 0,
    .ModulationSelect       = MOD_2FSK,
    .DataRate                = 50000,
    .TxDeviation             = 25000,
    .RxDeviation             = 25000,
    .PowerSelect              = POWER_LDO_0603,
    .Power                   = POWER_20dBm,
};

```

图 56: RF 参数设置

```

PAN312xPacketInit PacketInit = {
    .PacketType               = FIXED_PACKET_TYPE,
    .PreambleLength          = 8,
    .PreambleSelect           = PREAMBLE_0101,
    .NonStandardPreamblePattern = 0,
    .SyncwordLength           = 4,
    .SyncwordPattern          = 0x2dd42dd4,
    .PreambleManchesterMode   = MANCHESTER_ZeroToTwo,
    .PreambleManchester        = S_DISABLE,
    .SyncwordManchesterMode    = MANCHESTER_ZeroToTwo,
    .SyncwordManchester         = S_DISABLE,
    .PayloadManchesterMode     = MANCHESTER_ZeroToTwo,
    .PayloadManchester          = S_DISABLE,
    .FecEncoding               = FEC_HAMING_DISABLE,
    .WhiteningPattern          = WHITENING_DISABLE,
    .DataMode                  = DATA_MODE_PACKET,
    .PayloadBitOrder            = PAYLOAD_BIT_ORDER_MSB_FIRST,
};

```

图 57: 帧结构参数设置

5、设置 CRC 为 CRC_16_BAICHEVA，如下图所示：

```
PAN312xCrcInit CrcInit = {
    .CrcMode      = CRC_MODE_16_BIT,
    .CrcPolynomial = 0x90d9,
    .CrcSeed      = 0x0000,
    .CrcBitOrder   = CRC_BIT_ORDER_MSB_FIRST,
    .CrcByteSwap   = CRC_BYTE_MSB_FIRST,
    .CrcRange      = CRC_RANGE_WHOLE_PAYLOAD,
    .CrcBitInv     = S_DISABLE,
    .CrcState      = S_ENABLE,
};
```

图 58: CRC 参数设置

- 6、设置 TxPpacket 为固定包长，根据需要确认是否需要使能 CRC；
- 7、将 IRQ_MASK_TX_DONE 和 IRQ_MASK_TX_FIFO_TH 中断映射到 IRQ(GPIO8) 引脚上；
- 8、设置系统自动清除部分中断状态；
- 9、清除所有中断状态；
- 10、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；
- 2、往 fifo 中填充数据时，将第一个和第二个 bytes 作为数据长度；

8 测试现象

- 1、运行后，串口会打印 log，包括例程基本信息，Radio Parameter、Packet Parameter、Crc Parameter，如下图所示：
- 2、串口也会打印将要发送出去的数据，如下图所示：
- 3、用另一块 PAN312x 模组作为 Rx，接收发端的数据，如下图所示：
- 4、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。

3.1.6 05_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 阀值的方式来实现长包接收；2、当前 rx fifo 阀值固定为 64 bytes；

2 环境要求

- Board: PAN312x_EVB
- PAN312x 模组

```
while(1)
{
    nTxIndex = 0;

    fitTxBuffer();

    nSendLength = nPayloadLength + 2;

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

    if((nSendLength) > DEV_FIFO_SIZE){

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

        nTxIndex = TxFifoSize;

        nResidualPcktLength -= TxFifoSize;

    }else{
        PAN312x_Write_Fifo((uint8_t*)vectTxBuffer, nSendLength);
        nResidualPcktLength -= nSendLength;
    }

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

    nPayloadLength = (nPayloadLength+1)%PAYLOAD_LENGTH_FIX;

    bsp_DelayMS(500);

}
```

图 59: 固定包长帧结构长包发送主循环处理逻辑

```

void PortB_IRQHandler(void)
{
    Gpio_ClearIrq(PAN312x_DIO8_GPIO, PAN312x_DIO8_PIN);

    while(DIO8_GetState() == TRUE)
    {
        PAN312x_Irq_Get_Status(&xIrqStatus);

        if(xIrqStatus.IRQ_STATUS2_F.IRQ_TX_FIFO_TH){
            if(nResidualPcktLength == 0){

                xIrqStatus.IRQ_STATUS2 |= 0x02;

            }else if((nResidualPcktLength + THRESHOLD_TX_FIFO) >= DEV_FIFO_SIZE){
                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{

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

            }

            PAN312x_Irq_Clear_TxFifo_Status(xIrqStatus);
        }

        if(xIrqStatus.IRQ_STATUS0_F.IRQ_TX_DONE){
            xIrqStatus.IRQ_STATUS2 |= 0x02;
            PAN312x_Irq_Clear_TxFifo_Status(xIrqStatus);
            xTxDoneFlag = S_SET;
            break;
        }
    }
}

```

图 60: 固定包长帧结构长包发送中断处理逻辑

```
*****
* 例程名称      : PAN312x-FixedLongPacketTx
* PAN312x固件版本 : 0x0003
* 例程版本      : 0.3.0
* 发布日期      : 2025-12-29
* Copyright www.panchip.com磐启微电子
*****
Radio Parameter
* Frequency   : 493.000Mhz
* Modulation   : 2FSK
* DataRate    : 50.0kbps
* RxDeviation : 25.000khz
*****
Packet Parameter
* PacketType   : FixedPacket
* PreambleLength : 8bytes
* PreamblePattern : 0x55
* SyncwordLength : 4bytes
* SyncwordPattern : 0x2dd42dd4
* PreambleManchester : Disable
* SyncwordManchester : Disable
* PayloadManchester : Disable
* FecEncoding   : Disable
* WhiteningPattern : Disable
* DataMode      : PacketMode
* PayloadBitOrder : PAYLOAD_BIT_ORDER_MSB_FIRST
*****
Crc Parameter
* CrcState     : Enable
* CrcMode      : CRC_MODE_16_BIT
* CrcPolynomial : 0x90d9
* CrcSeed      : 0x0
* CrcBitOrder  : CRC_BIT_ORDER_MSB_FIRST
* CrcByteSwap   : CRC_BYTE_MSB_FIRST
* CrcBitInv    : Disable
*****
```

图 61: 固定包长帧结构测试现象——例程基本信息、Radio Parameter、Packet Parameter、Crc Parameter

```

TxCnt: 1
PayloadLength=128
A data to transmit: [7e 0 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 a b c d e f 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 1a 1b 1c 1d 1e 1f 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 2a 2b 2c
2d 2e 2f 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 3a 3b 3c 3d 3e 3f 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 4a 4b 4c 4d 4e 4f 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 5a 5b 5c 5d
5e 5f 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 6a 6b 6c 6d 6e 6f 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 7a 7b 7c 7d 7e 7f ]
```



```

TxCnt: 2
PayloadLength=129
A data to transmit: [7f 0 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 a b c d e f 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 1a 1b 1c 1d 1e 1f 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 2a 2b 2c
2d 2e 2f 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 3a 3b 3c 3d 3e 3f 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 4a 4b 4c 4d 4e 4f 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 5a 5b 5c 5d
5e 5f 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 6a 6b 6c 6d 6e 6f 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 7a 7b 7c 7d 7e ]
```



```

TxCnt: 3
PayloadLength=130
A data to transmit: [80 0 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 a b c d e f 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 1a 1b 1c 1d 1e 1f 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 2a 2b 2c
2d 2e 2f 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 3a 3b 3c 3d 3e 3f 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 4a 4b 4c 4d 4e 4f 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 5a 5b 5c 5d
5e 5f 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 6a 6b 6c 6d 6e 6f 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 7a 7b 7c 7d 7e ]
```



```

TxCnt: 4
PayloadLength=131
A data to transmit: [81 0 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 a b c d e f 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 1a 1b 1c 1d 1e 1f 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 2a 2b 2c
2d 2e 2f 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 3a 3b 3c 3d 3e 3f 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 4a 4b 4c 4d 4e 4f 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 5a 5b 5c 5d
5e 5f 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 6a 6b 6c 6d 6e 6f 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 7a 7b 7c 7d 7e 80 ]
```



```

TxCnt: 5
PayloadLength=132
A data to transmit: [82 0 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 a b c d e f 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 1a 1b 1c 1d 1e 1f 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 2a 2b 2c
2d 2e 2f 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 3a 3b 3c 3d 3e 3f 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 4a 4b 4c 4d 4e 4f 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 5a 5b 5c 5d
5e 5f 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 6a 6b 6c 6d 6e 6f 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 7a 7b 7c 7d 7e 81 ]
```



```

TxCnt: 6
PayloadLength=133
A data to transmit: [83 0 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 a b c d e f 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 1a 1b 1c 1d 1e 1f 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 2a 2b 2c
2d 2e 2f 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 3a 3b 3c 3d 3e 3f 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 4a 4b 4c 4d 4e 4f 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 5a 5b 5c 5d
5e 5f 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 6a 6b 6c 6d 6e 6f 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 7a 7b 7c 7d 7e 80 81 82 ]
```

图 62: 固定包长帧结构——PAN312x 模组作为 Tx 发送的长包数据

```
Rssi Value = -27
Payload length = 128
B data received: [00 01 02 03 04 05 06 07 08 09 0a 0b 0c 0d 0e 0f 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 1a 1b 1c 1d 1e 1f 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 2a
2b 2c 2d 2e 2f 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 3a 3b 3c 3d 3e 3f 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 4a 4b 4c 4d 4e 4f 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 5a 5b
5c 5d 5e 5f 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 6a 6b 6c 6d 6e 6f 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 7a 7b 7c 7d 7e 7f ]
Rx Ok Cnt = 1770
Rx Error Cnt = 0
Rx Total Cnt = 1770

Rssi Value = -27
Payload length = 129
B data received: [00 01 02 03 04 05 06 07 08 09 0a 0b 0c 0d 0e 0f 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 1a 1b 1c 1d 1e 1f 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 2a
2b 2c 2d 2e 2f 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 3a 3b 3c 3d 3e 3f 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 4a 4b 4c 4d 4e 4f 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 5a 5b
5c 5d 5e 5f 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 6a 6b 6c 6d 6e 6f 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 7a 7b 7c 7d 7e 7f ]
Rx Ok Cnt = 1771
Rx Error Cnt = 0
Rx Total Cnt = 1771

Rssi Value = -27
Payload length = 130
B data received: [00 01 02 03 04 05 06 07 08 09 0a 0b 0c 0d 0e 0f 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 1a 1b 1c 1d 1e 1f 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 2a
2b 2c 2d 2e 2f 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 3a 3b 3c 3d 3e 3f 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 4a 4b 4c 4d 4e 4f 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 5a 5b
5c 5d 5e 5f 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 6a 6b 6c 6d 6e 6f 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 7a 7b 7c 7d 7e 7f ]
Rx Ok Cnt = 1772
Rx Error Cnt = 0
Rx Total Cnt = 1772

Rssi Value = -27
Payload length = 131
B data received: [00 01 02 03 04 05 06 07 08 09 0a 0b 0c 0d 0e 0f 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 1a 1b 1c 1d 1e 1f 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 2a
2b 2c 2d 2e 2f 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 3a 3b 3c 3d 3e 3f 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 4a 4b 4c 4d 4e 4f 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 5a 5b
5c 5d 5e 5f 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 6a 6b 6c 6d 6e 6f 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 7a 7b 7c 7d 7e 7f 80 ]
Rx Ok Cnt = 1773
Rx Error Cnt = 0
Rx Total Cnt = 1773
```

图 63: 固定包长帧结构——PAN312x 模组作为 Rx 收取到的长包数据

- 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

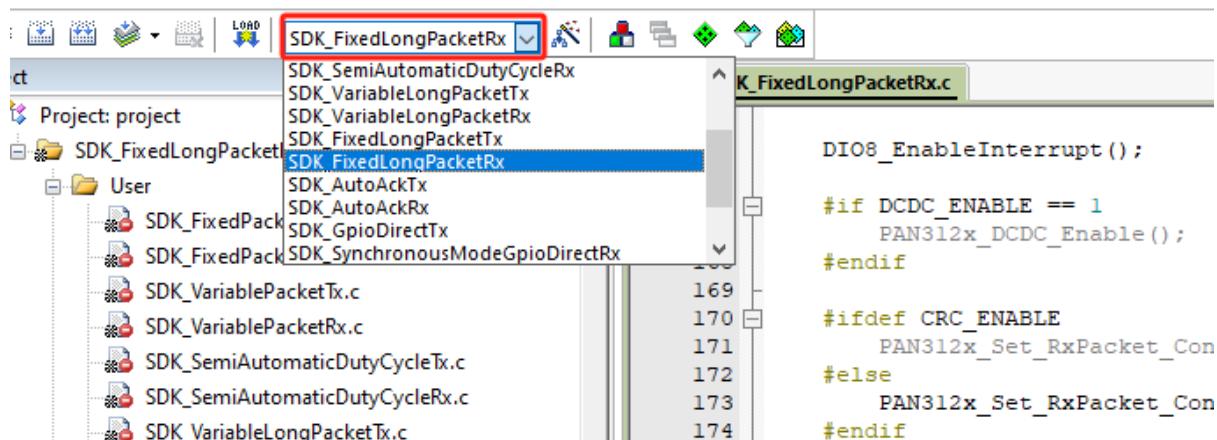


图 64: 工程选择

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; // 高亮显示
    uint16_t FrequencyChannelNumber;
    PAN312xModulationSelect ModulationSelect;
    uint32_t DataRate;
    uint32_t TxDeviation;
    uint32_t RxDeviation;
    PAN312xPowerSelect PowerSelect;
    PAN312xPowerdBm Power;
} PAN312xRadioInit;

```

图 65: RF 参数设置

1、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、供电方式，发射功率等参数，

2、其中频点由基础频点，频点步进，通道 3 部分组成，即：

$$\text{Frequency} = \text{FrequencyBase} + \text{FrequencyStep} * \text{FrequencyChannelNumber}$$

3、关于 PowerSelect 说明：

POWER_LDO_0603: 表示供电方式为 LDO，匹配电路中用的电感封装为 0603；

POWER_LDO_0402: 表示供电方式为 LDO，匹配电路中用的电感封装为 0402；

POWER_DCDC_0603: 表示供电方式为 DCDC，匹配电路中用的电感封装为 0603；

POWER_DCDC_0402: 表示供电方式为 DCDC，匹配电路中用的电感封装为 0402；

5 帧结构参数设置

1、如上图所示，帧结构参数主要包括：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；

6 CRC 参数设置

1、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，Crc 是否使能等参数。

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，配置频点为 49300000Hz，调制方式为 2FSK，速率为 50000bps，Tx Deviation 为 25000Hz，Rx Deviation 为 25000Hz，供电方式为 POWER_LDO_0603，发射功率为 21dBm，如下所示：

4、设置帧结构参数，如下图示；

5、设置 CRC 为 CRC_16_BAICHEVA，如下图所示；

5、设置 RxPpacket 为固定包长，失能 CRC；

```

|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;
    PAN312xPayloadBitOrder PayloadBitOrder;
    SFunctionalState NodeIdState;
    uint8_t TxNodeIdLength;
    uint32_t TxNodeIdValue;
    PAN312xNodeIdPosition RxNodeIdPos;
    uint8_t RxNodeIdLength;
    uint8_t PacketFilterCtrl;
    uint32_t PacketFilterMask;
    uint32_t PacketFilterPat1Value;
    uint32_t PacketFilterPat2Value;
    uint32_t PacketFilterPat3Value;
    PAN312xPacketType PacketType;
    PAN312x802154FcsType FcsType;
    SFunctionalState AckCheckState;
    uint8_t AckTxByte;
    uint8_t AckCheckByte;
}PAN312xPacketInit;

```

图 66: 帧结构参数设置

```

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

```

图 67: CRC 参数设置

```
PAN312xRadioInit RadioInit = {
    .FrequencyBase          = 493000000,
    .FrequencyStep          = 0,
    .FrequencyChannelNumber = 0,
    .ModulationSelect       = MOD_2FSK,
    .DataRate                = 50000,
    .TxDeviation             = 25000,
    .RxDeviation             = 25000,
    .PowerSelect              = POWER_LDO_0603,
    .Power                   = POWER_20dBm,
};

};
```

图 68: RF 参数设置

```
PAN312xPacketInit PacketInit = {
    .PacketType              = FIXED_PACKET_TYPE,
    .PreambleLength          = 8,
    .PreambleSelect           = PREAMBLE_0101,
    .NonStandardPreamblePattern = 0,
    .SyncwordLength           = 4,
    .SyncwordPattern          = 0x2dd42dd4,
    .PreambleManchesterMode   = MANCHESTER_ZeroToTwo,
    .PreambleManchester        = S_DISABLE,
    .SyncwordManchesterMode    = MANCHESTER_ZeroToTwo,
    .SyncwordManchester         = S_DISABLE,
    .PayloadManchesterMode     = MANCHESTER_ZeroToTwo,
    .PayloadManchester          = S_DISABLE,
    .FecEncoding               = FEC_HAMING_DISABLE,
    .WhiteningPattern          = WHITENING_DISABLE,
    .DataMode                  = DATA_MODE_PACKET,
    .PayloadBitOrder            = PAYLOAD_BIT_ORDER_MSB_FIRST,
};

};
```

图 69: 帧结构参数设置

```
PAN312xCrcInit CrcInit = {
    .CrcMode                 = CRC_MODE_16_BIT,
    .CrcPolynomial            = 0x90d9,
    .CrcSeed                  = 0x0000,
    .CrcBitOrder               = CRC_BIT_ORDER_MSB_FIRST,
    .CrcByteSwap                = CRC_BYTE_MSB_FIRST,
    .CrcRange                  = CRC_RANGE_WHOLE_PAYLOAD,
    .CrcBitInv                  = S_DISABLE,
    .CrcState                  = S_ENABLE,
};

};
```

图 70: CRC 参数设置

- 6、将 IRQ_MASK_RX_FIFO_TH 中断映射到 IRQ(GPIO8) 引脚上;
- 7、设置系统自动清除部分中断状态;
- 8、设置 RxTimeout 时间;
- 9、设置 RxTimeout、RxInvalid、RxValid 后，RF 的状态为 Rx;
- 10、设置 RF 的进入 Rx;
- 11、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;
    rx_total_cnt++;
    printf("\n\n");
    if (memcmp(&vectRxBuffer[2], vectExpectBuffer, (nPayloadLength - 2)) == 0) {
        rx_ok_cnt++;
    } else {
        rx_error_cnt++;
    }
    printf("Rssi Value = - %d\r\n", rssi_value);
    printf("Payload length = %d\r\n", nPayloadLength);
    printf("B data received: [");
    for (uint16_t i = 2; i < nPayloadLength; i++) {
        printf("%02x ", vectRxBuffer[i]);
    }
    printf("]\r\n");

    printf("Rx Ok Cnt = %d\r\n", rx_ok_cnt);
    printf("Rx Error Cnt = %d\r\n", rx_error_cnt);
    printf("Rx Total Cnt = %d\r\n", rx_total_cnt);
    PAN312x_Enter_Rx(0, START_COND_ENABLE_TIMEOUT, 0xffff);
}

```

图 71: 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 0xffff

8 测试现象

- 1、运行后，串口会打印 log，包括例程基本信息，Radio Parameter、Packet Parameter、Crc Parameter，如下图所示：
- 2、串口打印收取到的数据，如下图所示：
- 3、用另一块 PAN312x 模组作为 Tx，发送的数据，如下图所示：

```

void PortB_IRQHandler(void)
{
    Gpio_ClearIrq(PAN312x_DIO8_GPIO, PAN312x_DIO8_PIN);
    if(DIO8_GetState() == TRUE)
    {
        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])) + 2;
                nResidualPcktLength = nPayloadLength;

                if((nPayloadLength == 2) || (nPayloadLength > PAYLOAD_MAX)) {
                    PAN312x_Enter_Ready();
                    PAN312x_Flush_RxFifo();
                    PAN312x_Reset_Modem();
                    PAN312x_Enter_Rx(0, START_COND_ENABLE_TIMEOUT, 0xffff);
                    nRxIndex = 0;
                    nResidualPcktLength = 0;

                    nPayloadLength = 0;

                    return;
                }
            }

            if(nResidualPcktLength <= THRESHOLD_RX_FIFO) {
                rssi_value = PAN312x_GetRSSI();
                xRxDoneFlag = S_SET;
                PAN312x_Enter_Ready();
                PAN312x_Flush_RxFifo();
                PAN312x_Reset_Modem();
                return;
            }
            nResidualPcktLength = nPayloadLength - nRxIndex;

            PAN312x_Irq_Clear_RxFifo_Status();
        }
    }
}

```

图 72: 固定包长帧结构接收中断处理逻辑

```
*****
* 例程名称      : PAN312x-FixedLongPacketRx
* PAN312x固件版本 : 0x00003
* 例程版本      : 0.3.0
* 发布日期      : 2025-12-29
* Copyright www.panchip.com 盘启微电子
*****
Radio Parameter
* Frequency    : 493.000Mhz
* Modulation   : 2FSK
* DataRate     : 50.0kbps
* RxDeviation  : 25.000khz
*****
Packet Parameter
* PacketType   : FixedPacket
* PreambleLength : 8bytes
* PreamblePattern : 0x55
* SyncwordLength : 4bytes
* SyncwordPattern : 0x2dd42dd4
* PreambleManchester : Disable
* SyncwordManchester : Disable
* PayloadManchester : Disable
* FecEncoding   : Disable
* WhiteningPattern : Disable
* DataMode       : PacketMode
* PayloadBitOrder : PAYLOAD_BIT_ORDER_MSB_FIRST
*****
Crc Parameter
* CrcState      : Disable
*****
```

图 73: 固定包长帧结构测试现象——例程基本信息, Radio Parameter、Packet Parameter、Crc Parameter

```

Rssi Value = -27
Payload length = 128
B data received: [00 01 02 03 04 05 06 07 08 09 0a 0b 0c 0d 0e 0f 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 1a 1b 1c 1d 1e 1f 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 2a
2b 2c 2d 2e 2f 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 3a 3b 3c 3d 3e 3f 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 4a 4b 4c 4d 4e 4f 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 5a 5b
5c 5d 5e 5f 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 6a 6b 6c 6d 6e 6f 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 7a 7b 7c 7d 7e ]
Rx Ok Cnt = 1770
Rx Error Cnt = 0
Rx Total Cnt = 1770

Rssi Value = -27
Payload length = 129
B data received: [00 01 02 03 04 05 06 07 08 09 0a 0b 0c 0d 0e 0f 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 1a 1b 1c 1d 1e 1f 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 2a
2b 2c 2d 2e 2f 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 3a 3b 3c 3d 3e 3f 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 4a 4b 4c 4d 4e 4f 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 5a 5b
5c 5d 5e 5f 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 6a 6b 6c 6d 6e 6f 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 7a 7b 7c 7d 7e ]
Rx Ok Cnt = 1771
Rx Error Cnt = 0
Rx Total Cnt = 1771

Rssi Value = -27
Payload length = 130
B data received: [00 01 02 03 04 05 06 07 08 09 0a 0b 0c 0d 0e 0f 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 1a 1b 1c 1d 1e 1f 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 2a
2b 2c 2d 2e 2f 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 3a 3b 3c 3d 3e 3f 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 4a 4b 4c 4d 4e 4f 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 5a 5b
5c 5d 5e 5f 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 6a 6b 6c 6d 6e 6f 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 7a 7b 7c 7d 7e ]
Rx Ok Cnt = 1772
Rx Error Cnt = 0
Rx Total Cnt = 1772

Rssi Value = -27
Payload length = 131
B data received: [00 01 02 03 04 05 06 07 08 09 0a 0b 0c 0d 0e 0f 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 1a 1b 1c 1d 1e 1f 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 2a
2b 2c 2d 2e 2f 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 3a 3b 3c 3d 3e 3f 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 4a 4b 4c 4d 4e 4f 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 5a 5b
5c 5d 5e 5f 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 6a 6b 6c 6d 6e 6f 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 7a 7b 7c 7d 7e 7f ]
Rx Ok Cnt = 1773
Rx Error Cnt = 0
Rx Total Cnt = 1773

```

图 74: 固定包长帧结构——PAN312x 模组作为 Rx 收取到的长包数据

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。

3.1.7 06_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 阀值的方式来实现长包发送；2、当前 tx fifo 阀值固定为 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)

```

TxCnt: 1
PayloadLength=128
A data to transmit: [7e 0 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 a b c d e f 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 1a 1b 1c 1d 1e 1f 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 2a 2b 2c
2d 2e 2f 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 3a 3b 3c 3d 3e 3f 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 4a 4b 4c 4d 4e 4f 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 5a 5b 5c 5d
5e 5f 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 6a 6b 6c 6d 6e 6f 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 7a 7b 7c 7d 7e 7f ]

TxCnt: 2
PayloadLength=129
A data to transmit: [7f 0 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 a b c d e f 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 1a 1b 1c 1d 1e 1f 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 2a 2b 2c
2d 2e 2f 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 3a 3b 3c 3d 3e 3f 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 4a 4b 4c 4d 4e 4f 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 5a 5b 5c 5d
5e 5f 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 6a 6b 6c 6d 6e 6f 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 7a 7b 7c 7d 7e 7f ]

TxCnt: 3
PayloadLength=130
A data to transmit: [80 0 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 a b c d e f 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 1a 1b 1c 1d 1e 1f 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 2a 2b 2c
2d 2e 2f 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 3a 3b 3c 3d 3e 3f 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 4a 4b 4c 4d 4e 4f 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 5a 5b 5c 5d
5e 5f 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 6a 6b 6c 6d 6e 6f 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 7a 7b 7c 7d 7e 7f ]

TxCnt: 4
PayloadLength=131
A data to transmit: [81 0 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 a b c d e f 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 1a 1b 1c 1d 1e 1f 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 2a 2b 2c
2d 2e 2f 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 3a 3b 3c 3d 3e 3f 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 4a 4b 4c 4d 4e 4f 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 5a 5b 5c 5d
5e 5f 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 6a 6b 6c 6d 6e 6f 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 7a 7b 7c 7d 7e 7f 80 ]

TxCnt: 5
PayloadLength=132
A data to transmit: [82 0 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 a b c d e f 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 1a 1b 1c 1d 1e 1f 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 2a 2b 2c
2d 2e 2f 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 3a 3b 3c 3d 3e 3f 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 4a 4b 4c 4d 4e 4f 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 5a 5b 5c 5d
5e 5f 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 6a 6b 6c 6d 6e 6f 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 7a 7b 7c 7d 7e 7f 80 81 ]

TxCnt: 6
PayloadLength=133
A data to transmit: [83 0 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 a b c d e f 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 1a 1b 1c 1d 1e 1f 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 2a 2b 2c
2d 2e 2f 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 3a 3b 3c 3d 3e 3f 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 4a 4b 4c 4d 4e 4f 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 5a 5b 5c 5d
5e 5f 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 6a 6b 6c 6d 6e 6f 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 7a 7b 7c 7d 7e 7f 80 81 82 ]

```

图 75: 固定包长帧结构——PAN312x 模组作为 Tx 发送的长包数据

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

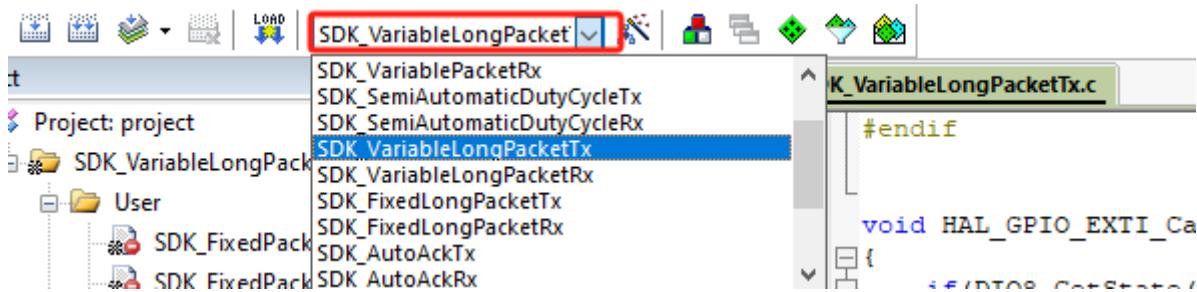


图 76: 工程选择

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; // This line is highlighted in green
    uint16_t FrequencyChannelNumber;
    PAN312xModulationSelect ModulationSelect;
    uint32_t DataRate;
    uint32_t TxDeviation;
    uint32_t RxDeviation;
    PAN312xPowerSelect PowerSelect;
    PAN312xPowerdBm Power;
} PAN312xRadioInit;
```

图 77: RF 参数设置

1、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、供电方式, 发射功率等参数,

2、其中频点由基础频点, 频点步进, 通道 3 部分组成, 即:

$$\text{Frequency} = \text{FrequencyBase} + \text{FrequencyStep} * \text{FrequencyChannelNumber}$$

3、关于 PowerSelect 说明:

POWER_LDO_0603: 表示供电方式为 LDO, 匹配电路中用的电感封装为 0603;

POWER_LDO_0402: 表示供电方式为 LDO, 匹配电路中用的电感封装为 0402;

POWER_DCDC_0603: 表示供电方式为 DCDC, 匹配电路中用的电感封装为 0603;

POWER_DCDC_0402: 表示供电方式为 DCDC, 匹配电路中用的电感封装为 0402;

5 帧结构参数设置

1、如上图所示, 帧结构参数主要包括: 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;

```
|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;
    PAN312xPayloadBitOrder PayloadBitOrder;
    SFunctionalState NodeIdState;
    uint8_t TxNodeIdLength;
    uint32_t TxNodeIdValue;
    PAN312xNodeIdPosition RxNodeIdPos;
    uint8_t RxNodeIdLength;
    uint8_t PacketFilterCtrl;
    uint32_t PacketFilterMask;
    uint32_t PacketFilterPat1Value;
    uint32_t PacketFilterPat2Value;
    uint32_t PacketFilterPat3Value;
    PAN312xPacketType PacketType;
    PAN312x802154FcsType FcsType;
    SFunctionalState AckCheckState;
    uint8_t AckTxByte;
    uint8_t AckCheckByte;
}PAN312xPacketInit;
```

图 78: 帧结构参数设置

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

图 79: CRC 参数设置

6 CRC 参数设置

1、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，Crc 是否使能等参数。

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，配置频点为 493000000Hz，调制方式为 2FSK，速率为 50000bps，Tx Deviation 为 25000Hz，Rx Deviation 为 25000Hz，供电方式为 POWER_LDO_0603，发射功率为 21dBm，如下所示：

```
PAN312xRadioInit RadioInit = {
    .FrequencyBase          = 493000000,
    .FrequencyStep          = 0,
    .FrequencyChannelNumber = 0,
    .ModulationSelect       = MOD_2FSK,
    .DataRate                = 50000,
    .TxDeviation             = 25000,
    .RxDeviation             = 25000,
    .PowerSelect              = POWER_LDO_0603,
    .Power                   = POWER_20dBm,
};

};
```

图 80: RF 参数设置

- 4、设置帧结构参数，如下图示：

```
PAN312xPacketInit PacketInit = {
    .PacketType              = VARIABLE_PACKET_TYPE,
    .PreambleLength          = 8,
    .PreambleSelect           = PREAMBLE_0101,
    .NonStandardPreamblePattern = 0,
    .SyncwordLength           = 4,
    .SyncwordPattern          = 0x2dd42dd4,
    .PreambleManchesterMode   = MANCHESTER_ZeroToTwo,
    .PreambleManchester        = S_DISABLE,
    .SyncwordManchesterMode    = MANCHESTER_ZeroToTwo,
    .SyncwordManchester         = S_DISABLE,
    .PayloadManchesterMode     = MANCHESTER_ZeroToTwo,
    .PayloadManchester          = S_DISABLE,
    .FecEncoding               = FEC_HAMING_DISABLE,
    .WhiteningPattern          = WHITENING_DISABLE,
    .DataMode                  = DATA_MODE_PACKET,
    .PayloadBitOrder            = PAYLOAD_BIT_ORDER_MSB_FIRST,
};

};
```

图 81: 帧结构参数设置

- 5、设置 CRC 为 CRC_16_BAICHEVA，如下图所示；
- 6、设置 TxPacket 为可变包长，根据需要确认是否需要使能 CRC；
- 7、将 IQR_MASK_TX_DONE 和 IRQ_MASK_TX_FIFO_TH 中断映射到 IRQ(GPIO8) 引脚上；
- 8、设置系统自动清除部分中断状态；

```

]PAN312xCrcInit CrcInit = {
    .CrcMode      = CRC_MODE_16_BIT,
    .CrcPolynomial = 0x90d9,
    .CrcSeed       = 0x0000,
    .CrcBitOrder   = CRC_BIT_ORDER_MSB_FIRST,
    .CrcByteSwap   = CRC_BYTE_MSB_FIRST,
    .CrcRange      = CRC_RANGE_WHOLE_PAYLOAD,
    .CrcBitInv     = S_DISABLE,
    .CrcState       = S_ENABLE,
};

```

图 82: CRC 参数设置

9、清除所有中断状态；

10、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；

8 测试现象

1、运行后，串口会打印 log，包括例程基本信息，Radio Parameter、Packet Parameter、Crc Parameter，如下图所示：

2、串口也会打印将要发送出去的数据，如下图所示：

3、用另一块 PAN312x 模组作为 Rx，接收发端的数据，如下图所示：

4、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。

3.1.8 07_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 阀值的方式来实现长包接收；2、当前 rx fifo 阀值固定为 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

```

while(1)
{
    nTxIndex = 0;

    fitTxBuffer();

    nSendLength = nPayloadLength + 2;

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

    if((nSendLength) > DEV_FIFO_SIZE){

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

        nTxIndex = TxFifoSize;

        nResidualPcktLength -= TxFifoSize;

    }else{
        PAN312x_Write_Fifo((uint8_t*)vectTxBuffer, nSendLength);
        nResidualPcktLength -= nSendLength;
    }

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

    nPayloadLength = (nPayloadLength+1)%PAYLOAD_LENGTH_FIX;

    bsp_DelayMS(500);

}

```

图 83: 可变包长帧结构长包发送主循环处理逻辑

```
void PortB_IRQHandler(void)
{
    Gpio_ClearIrq(PAN312x_DIO8_GPIO, PAN312x_DIO8_PIN);

    while(DIO8_GetState() == TRUE)
    {
        PAN312x_Irq_Get_Status(&xIrqStatus);

        if(xIrqStatus.IRQ_STATUS2_F.IRQ_TX_FIFO_TH){
            if(nResidualPcktLength == 0){

                xIrqStatus.IRQ_STATUS2 |= 0x02;

            }else if((nResidualPcktLength + THRESHOLD_TX_FIFO) >= DEV_FIFO_SIZE){
                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{

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

            }

            PAN312x_Irq_Clear_TxFifo_Status(xIrqStatus);
        }

        if(xIrqStatus.IRQ_STATUS0_F.IRQ_TX_DONE){
            xIrqStatus.IRQ_STATUS2 |= 0x02;
            PAN312x_Irq_Clear_TxFifo_Status(xIrqStatus);
            xTxDoneFlag = S_SET;
            break;
        }
    }
}
```

图 84: 可变包长帧结构长包发送中断处理逻辑

```
*****
* 例程名称      : PAN312x-VariableLongPacketTx
* PAN312x固件版本 : 0x0003
* 例程版本      : 0.3.0
* 发布日期      : 2025-12-29
* Copyright www.panchip.com磐启微电子
*****
Radio Parameter
* Frequency   : 493.000Mhz
* Modulation   : 2FSK
* DataRate     : 50.0kbps
* RxDeviation  : 25.000khz
*****
Packet Parameter
* PacketType   : VariablePacket
* PreambleLength : 8bytes
* PreamblePattern : 0x55
* SyncwordLength : 4bytes
* SyncwordPattern : 0x2dd42dd4
* PreambleManchester : Disable
* SyncwordManchester : Disable
* PayloadManchester : Disable
* FecEncoding   : Disable
* WhiteningPattern : Disable
* DataMode       : PacketMode
* PayloadBitOrder : PAYLOAD_BIT_ORDER_MSB_FIRST
*****
Crc Parameter
* CrcState      : Enable
* CrcMode        : CRC_MODE_16_BIT
* CrcPolynomial  : 0x90d9
* CrcSeed        : 0x0
* CrcBitOrder    : CRC_BIT_ORDER_MSB_FIRST
* CrcByteSwap    : CRC_BYTE_MSB_FIRST
* CrcBitInv     : Disable
*****
```

图 85: 固定包长帧结构测试现象——例程基本信息、Radio Parameter、Packet Parameter、Crc Parameter

图 86: 固定包长帧结构——PAN312x 模组作为 Tx 发送的长包数据

```

Rssi Value = - 40
Payload length = 798
B data received: [00 01 02 03 04 05 06 07 08 09 0a 0b 0c 0d 0e 0f 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 1a 1b 1c 1d 1e 1f 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 2a
2b 2c 2d 2e 2f 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 3a 3b 3c 3d 3e 3f 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 4a 4b 4c 4d 4e 4f 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 5a 5b
5c 5d 5e 5f 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 6a 6b 6c 6d 6e 6f 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 7a 7b 7c 7d 7e 7f 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 8a 8b 8c
8d 8e 8f 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 9a 9b 9c 9d 9e 9f a0 a1 a2 a3 a4 a5 a6 a7 a8 a9 aa ab ac ad ae af b0 b1 b2 b3 b4 b5 b6 b7 b8 b9 ba bb bc bd
be bf c0 c1 c2 c3 c4 c5 c6 c7 c8 c9 ca cb cc cd ce cf d0 d1 d2 d3 d4 d5 d6 d7 d8 d9 da db dc dd de df e0 e1 e2 e3 e4 e5 e6 e7 e8 e9 ea eb ec ed ee
ef f0 f1 f2 f3 f4 f5 f6 f7 f8 f9 fa fb fc fd fe ff 00 01 02 03 04 05 06 07 08 09 0a 0b 0c 0d 0e 0f 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 1a 1b 1c 1d 1e 1f
20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 2a 2b 2c 2d 2e 2f 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 3a 3b 3c 3d 3e 3f 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 4a 4b 4c 4d 4e 4f 50
51 52 53 54 55 56 57 58 59 5a 5b 5c 5d 5e 5f 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 6a 6b 6c 6d 6e 6f 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 7a 7b 7c 7d 7e 7f 80 81
82 83 84 85 86 87 88 89 8a 8b 8c 8d 8e 8f 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 9a 9b 9c 9d 9e 9f a0 a1 a2 a3 a4 a5 a6 a7 a8 a9 aa ab ac ad ae af b0 b1 b2
b3 b4 b5 b6 b7 b8 b9 ba bb bc bd be bf c0 c1 c2 c3 c4 c5 c6 c7 c8 c9 ca cb cc cd ce cf d0 d1 d2 d3 d4 d5 d6 d7 d8 d9 da db dc dd de df e0 e1 e2 e3
e4 e5 e6 e7 e8 e9 ea eb ec ed ee ef f0 f1 f2 f3 f4 f5 f6 f7 f8 f9 fa fb fc fd fe ff 00 01 02 03 04 05 06 07 08 09 0a 0b 0c 0d 0e 0f 10 11 12 13 14
15 16 17 18 19 1a 1b 1c 1d 1e 1f 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 2a 2b 2c 2d 2e 2f 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 3a 3b 3c 3d 3e 3f 40 41 42 43 44 45
46 47 48 49 4a 4b 4c 4d 4e 4f 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 5a 5b 5c 5d 5e 5f 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 6a 6b 6c 6d 6e 6f 70 71 72 73 74 75 76
77 78 79 7a 7b 7c 7d 7e 7f 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 8a 8b 8c 8d 8e 8f 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 9a 9b 9c 9d 9e 9f a0 a1 a2 a3 a4 a5 a6 a7
a8 a9 aa ab ac ad ae af b0 b1 b2 b3 b4 b5 b6 b7 b8 b9 ba bb bc bd be bf c0 c1 c2 c3 c4 c5 c6 c7 c8 c9 ca cb cc cd ce cf d0 d1 d2 d3 d4 d5 d6 d7 d8
d9 da db dc dd de df e0 e1 e2 e3 e4 e5 e6 e7 e8 e9 ea eb ec ed ee ef f0 f1 f2 f3 f4 f5 f6 f7 f8 f9 fa fb fc fd fe ff 00 01 02 03 04 05 06 07 08 09
0a 0b 0c 0d 0e 0f 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 1a 1b 1c 1d ]
Rx Ok Cnt = 800
Rx Error Cnt = 0
Rx Total Cnt = 800

Rssi Value = - 40
Payload length = 799
B data received: [00 01 02 03 04 05 06 07 08 09 0a 0b 0c 0d 0e 0f 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 1a 1b 1c 1d 1e 1f 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 2a
2b 2c 2d 2e 2f 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 3a 3b 3c 3d 3e 3f 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 4a 4b 4c 4d 4e 4f 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 5a 5b
5c 5d 5e 5f 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 6a 6b 6c 6d 6e 6f 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 7a 7b 7c 7d 7e 7f 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 8a 8b 8c
8d 8e 8f 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 9a 9b 9c 9d 9e 9f a0 a1 a2 a3 a4 a5 a6 a7 a8 a9 aa ab ac ad ae af b0 b1 b2 b3 b4 b5 b6 b7 b8 b9 ba bb bc bd
be bf c0 c1 c2 c3 c4 c5 c6 c7 c8 c9 ca cb cc cd ce cf d0 d1 d2 d3 d4 d5 d6 d7 d8 d9 da db dc dd de df e0 e1 e2 e3 e4 e5 e6 e7 e8 e9 ea eb ec ed ee
ef f0 f1 f2 f3 f4 f5 f6 f7 f8 f9 fa fb fc fd fe ff 00 01 02 03 04 05 06 07 08 09 0a 0b 0c 0d 0e 0f 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 1a 1b 1c 1d 1e 1f
20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 2a 2b 2c 2d 2e 2f 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 3a 3b 3c 3d 3e 3f 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 4a 4b 4c 4d 4e 4f 50
51 52 53 54 55 56 57 58 59 5a 5b 5c 5d 5e 5f 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 6a 6b 6c 6d 6e 6f 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 7a 7b 7c 7d 7e 7f 80 81
82 83 84 85 86 87 88 89 8a 8b 8c 8d 8e 8f 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 9a 9b 9c 9d 9e 9f a0 a1 a2 a3 a4 a5 a6 a7 a8 a9 aa ab ac ad ae af b0 b1 b2
b3 b4 b5 b6 b7 b8 b9 ba bb bc bd be bf c0 c1 c2 c3 c4 c5 c6 c7 c8 c9 ca cb cc cd ce cf d0 d1 d2 d3 d4 d5 d6 d7 d8 d9 da db dc dd de df e0 e1 e2 e3
e4 e5 e6 e7 e8 e9 ea eb ec ed ee ef f0 f1 f2 f3 f4 f5 f6 f7 f8 f9 fa fb fc fd fe ff 00 01 02 03 04 05 06 07 08 09 0a 0b 0c 0d 0e 0f 10 11 12 13 14
15 16 17 18 19 1a 1b 1c 1d 1e 1f 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 2a 2b 2c 2d 2e 2f 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 3a 3b 3c 3d 3e 3f 40 41 42 43 44 45
46 47 48 49 4a 4b 4c 4d 4e 4f 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 5a 5b 5c 5d 5e 5f 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 6a 6b 6c 6d 6e 6f 70 71 72 73 74 75 76
77 78 79 7a 7b 7c 7d 7e 7f 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 8a 8b 8c 8d 8e 8f 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 9a 9b 9c 9d 9e 9f a0 a1 a2 a3 a4 a5 a6 a7
a8 a9 aa ab ac ad ae af b0 b1 b2 b3 b4 b5 b6 b7 b8 b9 ba bb bc bd be bf c0 c1 c2 c3 c4 c5 c6 c7 c8 c9 ca cb cc cd ce cf d0 d1 d2 d3 d4 d5 d6 d7 d8
d9 da db dc dd de df e0 e1 e2 e3 e4 e5 e6 e7 e8 e9 ea eb ec ed ee ef f0 f1 f2 f3 f4 f5 f6 f7 f8 f9 fa fb fc fd fe ff 00 01 02 03 04 05 06 07 08 09
0a 0b 0c 0d 0e 0f 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 1a 1b 1c 1d ]
Rx Ok Cnt = 801
Rx Error Cnt = 0
Rx Total Cnt = 801

```

图 87: 固定包长帧结构——PAN312x 模组作为 Rx 收取到的长包数据

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

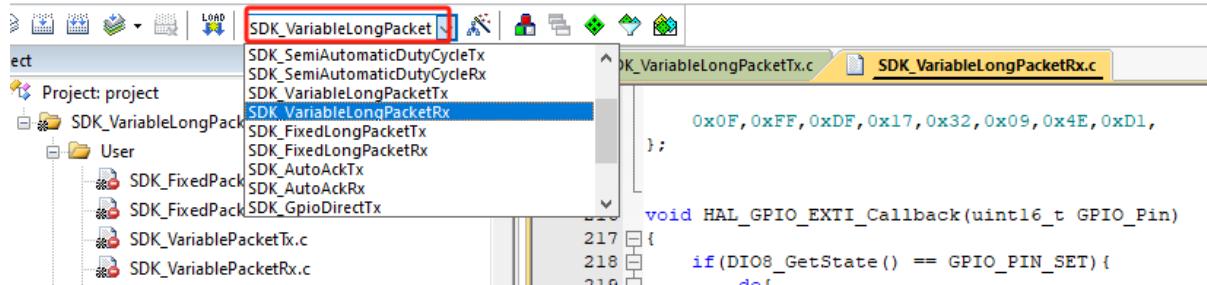


图 88: 工程选择

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;
    PAN312xPowerSelect PowerSelect;
    PAN312xPowerdBm Power;
} PAN312xRadioInit;
```

图 89: RF 参数设置

1、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、供电方式, 发射功率等参数,

2、其中频点由基础频点, 频点步进, 通道 3 部分组成, 即:

$$\text{Frequency} = \text{FrequencyBase} + \text{FrequencyStep} * \text{FrequencyChannelNumber}$$

3、关于 PowerSelect 说明:

POWER_LDO_0603: 表示供电方式为 LDO, 匹配电路中用的电感封装为 0603;

POWER_LDO_0402: 表示供电方式为 LDO, 匹配电路中用的电感封装为 0402;

POWER_DCDC_0603: 表示供电方式为 DCDC, 匹配电路中用的电感封装为 0603;

POWER_DCDC_0402: 表示供电方式为 DCDC, 匹配电路中用的电感封装为 0402;

5 帧结构参数设置

1、如上图所示, 帧结构参数主要包括: 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;

```
|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;
    PAN312xPayloadBitOrder PayloadBitOrder;
    SFunctionalState NodeIdState;
    uint8_t TxNodeIdLength;
    uint32_t TxNodeIdValue;
    PAN312xNodeIdPosition RxNodeIdPos;
    uint8_t RxNodeIdLength;
    uint8_t PacketFilterCtrl;
    uint32_t PacketFilterMask;
    uint32_t PacketFilterPat1Value;
    uint32_t PacketFilterPat2Value;
    uint32_t PacketFilterPat3Value;
    PAN312xPacketType PacketType;
    PAN312x802154FcsType FcsType;
    SFunctionalState AckCheckState;
    uint8_t AckTxByte;
    uint8_t AckCheckByte;
}PAN312xPacketInit;
```

图 90: 帧结构参数设置

6 CRC 参数设置

```

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

```

图 91: CRC 参数设置

1、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，Crc 是否使能等参数。

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::

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、运行后，串口会打印 log，包括例程基本信息，Radio Parameter、Packet Parameter、Crc Parameter，如下图所示：
- 2、串口打印收取到的数据，如下图所示：
- 2、用另一块 PAN312x 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 固件包长帧结构的接收功能正确；

```

while (1)
{
    if(xRxDoneFlag || xRxCrcErrorFlag) {
        rx_total_cnt++;
        if(xRxDoneFlag) {
            xRxDoneFlag = S_RESET;

            rssi_value = PAN312x_GetRSSI();

            PAN312x_Irq_Clear_RxDone_Status();

            printf("\n\nRssi Value = - %d\r\n", rssi_value);
            printf("Payload length = %d\r\n", nPayloadLength);
            printf("B data received: [");
            for(uint16_t i = 0; i < nPayloadLength ; i++)
                printf("%02x ", vectRxBuffer[i]);
            printf("]\r\n");
            rx_ok_cnt++;

        } else if(xRxCrcErrorFlag) {
            rx_error_cnt++;
            xRxCrcErrorFlag = S_RESET;
            PAN312x_Irq_Clear_RxCrcError_Status();
        }

        printf("Rx Ok Cnt = %d\r\n", rx_ok_cnt);
        printf("Rx Error Cnt = %d\r\n", rx_error_cnt);
        printf("Rx Total Cnt = %d\r\n", rx_total_cnt);

        nRxIndex = 0;
        nResidualPcktLength = 0;
        nPayloadLength = 0;
    }
}

```

图 92: 可变包长帧结构接收主函数处理逻辑

```
void PortB_IRQHandler(void)
{
    Gpio_ClearIrq(PAN312x_DIO8_GPIO, PAN312x_DIO8_PIN);
    while(DIO8_GetState() == TRUE)
    {

        PAN312x_Irq_Get_Status(&xIrqStatus);
        if(xIrqStatus.IRQ_STATUS0_F.IRQ_RX_LENGTH_DONE) {
            nPayloadLength = PAN312x_Get_Rx_Length();
            nResidualPcktLength = nPayloadLength;
        }

        if(xIrqStatus.IRQ_STATUS2_F.IRQ_RX_FIFO_TH) {
            if(nResidualPcktLength >= cThreholdRx_fifo_AF) {
                nResidualPcktLength -= cThreholdRx_fifo_AF;
                PAN312x_Read_Fifo(&vectRxBuffer[nRxIndex], 64);
                nRxIndex += cThreholdRx_fifo_AF;
            }
            PAN312x_Irq_Clear_RxFifo_Status();
        }

        if(xIrqStatus.IRQ_STATUS0_F.IRQ_RX_COMPLETE) {
            if(nResidualPcktLength <= cThreholdRx_fifo_AF) {
                PAN312x_Read_Fifo(&vectRxBuffer[nRxIndex], nResidualPcktLength);
                nResidualPcktLength = 0;
            }
        }
        if(xIrqStatus.IRQ_STATUS0_F.IRQ_RX_DONE) {
            xRxDoneFlag = S_SET;
            break;
        }

        if(xIrqStatus.IRQ_STATUS0_F.IRQ_RX_CRC_ERROR) {

            xRxCrcErrorFlag = S_SET;
            break;
        }
    }
}
```

图 93: 可变包长帧结构接收中断处理逻辑

```
*****
* 例程名称      : PAN312x-VariableLongPacketRx
* PAN312x固件版本 : 0x0003
* 例程版本      : 0.3.0
* 发布日期      : 2025-12-29
* Copyright www.panchip.com磐启微电子
*****
Radio Parameter
* Frequency     : 493.000Mhz
* Modulation    : 2FSK
* DataRate      : 50.0kbps
* RxDeviation   : 25.000khz
*****
Packet Parameter
* PacketType    : VariablePacket
* PreambleLength : 8bytes
* PreamblePattern : 0x55
* SyncwordLength : 4bytes
* SyncwordPattern : 0x2dd42dd4
* PreambleManchester : Disable
* SyncwordManchester : Disable
* PayloadManchester : Disable
* FecEncoding   : Disable
* WhiteningPattern : Disable
* DataMode       : PacketMode
* PayloadBitOrder : PAYLOAD_BIT_ORDER_MSB_FIRST
*****
Crc Parameter
* CrcState      : Enable
* CrcMode       : CRC_MODE_16_BIT
* CrcPolynomial : 0x90d9
* CrcSeed       : 0x0
* CrcBitOrder   : CRC_BIT_ORDER_MSB_FIRST
* CrcByteSwap   : CRC_BYTE_MSB_FIRST
* CrcBitInv    : Disable
*****
```

图 94: 固定包长帧结构测试现象——例程基本信息, Radio Parameter、Packet Parameter、Crc Parameter

```

Rssi Value = - 40
Payload length = 798
B data received: [00 01 02 03 04 05 06 07 08 09 0a 0b 0c 0d 0e 0f 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 1a 1b 1c 1d 1e 1f 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 2a
2b 2c 2d 2e 2f 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 3a 3b 3c 3d 3e 3f 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 4a 4b 4c 4d 4e 4f 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 5a 5b
5c 5d 5e 5f 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 6a 6b 6c 6d 6e 6f 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 7a 7b 7c 7d 7e 7f 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 8a 8b 8c
8d 8e 8f 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 9a 9b 9c 9d 9e 9f a0 a1 a2 a3 a4 a5 a6 a7 a8 a9 aa ab ac ad ae af b0 b1 b2 b3 b4 b5 b6 b7 b8 b9 ba bb bc bd
be bf c0 c1 c2 c3 c4 c5 c6 c7 c8 c9 ca cb cc cd ce cf d0 d1 d2 d3 d4 d5 d6 d7 d8 d9 da db dc dd de df e0 e1 e2 e3 e4 e5 e6 e7 e8 e9 ea eb ec ed ee
ef f0 f1 f2 f3 f4 f5 f6 f7 f8 f9 fa fb fc fd fe ff 00 01 02 03 04 05 06 07 08 09 0a 0b 0c 0d 0e 0f 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 1a 1b 1c 1d 1e 1f
20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 2a 2b 2c 2d 2e 2f 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 3a 3b 3c 3d 3e 3f 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 4a 4b 4c 4d 4e 4f 50
51 52 53 54 55 56 57 58 59 5a 5b 5c 5d 5e 5f 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 6a 6b 6c 6d 6e 6f 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 7a 7b 7c 7d 7e 7f 80 81
82 83 84 85 86 87 88 89 8a 8b 8c 8d 8e 8f 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 9a 9b 9c 9d 9e 9f a0 a1 a2 a3 a4 a5 a6 a7 a8 a9 aa ab ac ad ae af b0 b1 b2
b3 b4 b5 b6 b7 b8 b9 ba bb bc bd be bf c0 c1 c2 c3 c4 c5 c6 c7 c8 c9 ca cb cc cd ce cf d0 d1 d2 d3 d4 d5 d6 d7 d8 d9 da db dc dd de df e0 e1 e2 e3
e4 e5 e6 e7 e8 e9 ea eb ec ed ee ef f0 f1 f2 f3 f4 f5 f6 f7 f8 f9 fa fb fc fd fe ff 00 01 02 03 04 05 06 07 08 09 0a 0b 0c 0d 0e 0f 10 11 12 13 14
15 16 17 18 19 1a 1b 1c 1d 1e 1f 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 2a 2b 2c 2d 2e 2f 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 3a 3b 3c 3d 3e 3f 40 41 42 43 44 45
46 47 48 49 4a 4b 4c 4d 4e 4f 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 5a 5b 5c 5d 5e 5f 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 6a 6b 6c 6d 6e 6f 70 71 72 73 74 75 76
77 78 79 7a 7b 7c 7d 7e 7f 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 8a 8b 8c 8d 8e 8f 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 9a 9b 9c 9d 9e 9f a0 a1 a2 a3 a4 a5 a6 a7
a8 a9 aa ab ac ad ae af b0 b1 b2 b3 b4 b5 b6 b7 b8 b9 ba bb bc bd be bf c0 c1 c2 c3 c4 c5 c6 c7 c8 c9 ca cb cc cd ce cf d0 d1 d2 d3 d4 d5 d6 d7 d8
d9 da db dc dd de df e0 e1 e2 e3 e4 e5 e6 e7 e8 e9 ea eb ec ed ee ef f0 f1 f2 f3 f4 f5 f6 f7 f8 f9 fa fb fc fd fe ff 00 01 02 03 04 05 06 07 08 09
0a 0b 0c 0d 0e 0f 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 1a 1b 1c 1d ]
Rx Ok Cnt = 800
Rx Error Cnt = 0
Rx Total Cnt = 800

Rssi Value = - 40
Payload length = 799
B data received: [00 01 02 03 04 05 06 07 08 09 0a 0b 0c 0d 0e 0f 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 1a 1b 1c 1d 1e 1f 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 2a
2b 2c 2d 2e 2f 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 3a 3b 3c 3d 3e 3f 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 4a 4b 4c 4d 4e 4f 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 5a 5b
5c 5d 5e 5f 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 6a 6b 6c 6d 6e 6f 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 7a 7b 7c 7d 7e 7f 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 8a 8b 8c
8d 8e 8f 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 9a 9b 9c 9d 9e 9f a0 a1 a2 a3 a4 a5 a6 a7 a8 a9 aa ab ac ad ae af b0 b1 b2 b3 b4 b5 b6 b7 b8 b9 ba bb bc bd
be bf c0 c1 c2 c3 c4 c5 c6 c7 c8 c9 ca cb cc cd ce cf d0 d1 d2 d3 d4 d5 d6 d7 d8 d9 da db dc dd de df e0 e1 e2 e3 e4 e5 e6 e7 e8 e9 ea eb ec ed ee
ef f0 f1 f2 f3 f4 f5 f6 f7 f8 f9 fa fb fc fd fe ff 00 01 02 03 04 05 06 07 08 09 0a 0b 0c 0d 0e 0f 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 1a 1b 1c 1d 1e 1f
20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 2a 2b 2c 2d 2e 2f 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 3a 3b 3c 3d 3e 3f 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 4a 4b 4c 4d 4e 4f 50
51 52 53 54 55 56 57 58 59 5a 5b 5c 5d 5e 5f 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 6a 6b 6c 6d 6e 6f 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 7a 7b 7c 7d 7e 7f 80 81
82 83 84 85 86 87 88 89 8a 8b 8c 8d 8e 8f 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 9a 9b 9c 9d 9e 9f a0 a1 a2 a3 a4 a5 a6 a7 a8 a9 aa ab ac ad ae af b0 b1 b2
b3 b4 b5 b6 b7 b8 b9 ba bb bc bd be bf c0 c1 c2 c3 c4 c5 c6 c7 c8 c9 ca cb cc cd ce cf d0 d1 d2 d3 d4 d5 d6 d7 d8 d9 da db dc dd de df e0 e1 e2 e3
e4 e5 e6 e7 e8 e9 ea eb ec ed ee ef f0 f1 f2 f3 f4 f5 f6 f7 f8 f9 fa fb fc fd fe ff 00 01 02 03 04 05 06 07 08 09 0a 0b 0c 0d 0e 0f 10 11 12 13 14
15 16 17 18 19 1a 1b 1c 1d 1e 1f 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 2a 2b 2c 2d 2e 2f 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 3a 3b 3c 3d 3e 3f 40 41 42 43 44 45
46 47 48 49 4a 4b 4c 4d 4e 4f 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 5a 5b 5c 5d 5e 5f 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 6a 6b 6c 6d 6e 6f 70 71 72 73 74 75 76
77 78 79 7a 7b 7c 7d 7e 7f 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 8a 8b 8c 8d 8e 8f 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 9a 9b 9c 9d 9e 9f a0 a1 a2 a3 a4 a5 a6 a7
a8 a9 aa ab ac ad ae af b0 b1 b2 b3 b4 b5 b6 b7 b8 b9 ba bb bc bd be bf c0 c1 c2 c3 c4 c5 c6 c7 c8 c9 ca cb cc cd ce cf d0 d1 d2 d3 d4 d5 d6 d7 d8
d9 da db dc dd de df e0 e1 e2 e3 e4 e5 e6 e7 e8 e9 ea eb ec ed ee ef f0 f1 f2 f3 f4 f5 f6 f7 f8 f9 fa fb fc fd fe ff 00 01 02 03 04 05 06 07 08 09
0a 0b 0c 0d 0e 0f 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 1a 1b 1c 1d ]
Rx Ok Cnt = 801
Rx Error Cnt = 0
Rx Total Cnt = 801

```

图 95: 可变包长包长帧结构——PAN312x 模组作为 Rx 收取到的长包数据

图 96: 可变包长帧结构——PAN312x 模组作为 Tx 发送的长包数据

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。

3.1.9 08_SDK_AutoAckTx

1 功能概述

本代码示例主要演示 PAN312x 的自动 Ack Tx 端功能。

备注:

1、AutoAckTx 设备称为 TRxMaster, 在发送完数据后, 立刻进入接收模式, 并等待 Slave 设备回应的 Ack 数据包, 如果在设定的时间内, 没有收取到 Ack, 则会 Timeout, 然后进行下一包数据的发送;

2、AutoAckTx 要和 AutoAckRx 配合一起使用;

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_AutoAckTx, 如下图所示

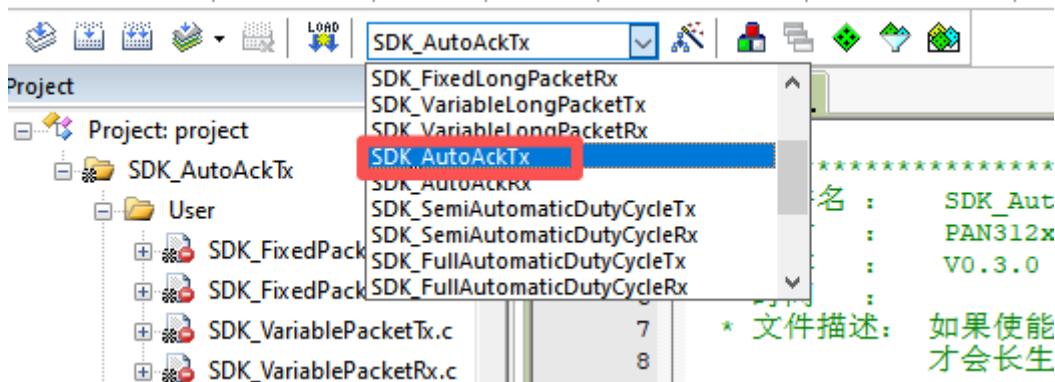


图 97: 工程选择

然后编译并下载该程序。

4 RF 参数参数设置

1、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、供电方式, 发射功率等参数,

2、其中频点由基础频点, 频点步进, 通道 3 部分组成, 即:

$$\text{Frequency} = \text{FrequencyBase} + \text{FrequencyStep} * \text{FrequencyChannelNumber}$$

3、关于 PowerSelect 说明:

```

typedef struct{
    uint32_t FrequencyBase;
    uint32_t FrequencyStep;
    uint16_t FrequencyChannelNumber;
    PAN312xModulationSelect ModulationSelect;
    uint32_t DataRate;
    uint32_t TxDeviation;
    uint32_t RxDeviation;
    PAN312xPowerSelect PowerSelect;
    PAN312xPowerdBm Power;
} PAN312xRadioInit;

```

图 98: RF 参数设置

POWER_LDO_0603: 表示供电方式为 LDO, 匹配电路中用的电感封装为 0603;

POWER_LDO_0402: 表示供电方式为 LDO, 匹配电路中用的电感封装为 0402;

POWER_DCDC_0603: 表示供电方式为 DCDC, 匹配电路中用的电感封装为 0603;

POWER_DCDC_0402: 表示供电方式为 DCDC, 匹配电路中用的电感封装为 0402;

5 帧结构参数设置

1、如上图所示, 帧结构参数主要包括: 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;

6 CRC 参数设置

1、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, Crc 是否使能等参数。

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, 配置频点为 493000000Hz, 调制方式为 2FSK, 速率为 50000bps, Tx Deviation 为 25000Hz, Rx Deviation 为 25000Hz, 供电方式为 POWER_LDO_0603, 发射功率为 21dBm, 如下所示:

4、设置帧结构参数, 如下图示:

备注:

1、如果使能了 AckCheck 功能, 则会硬件会自己对比 AckRxByte 和 AckCheckByte 是否相同, 如果不相同, 则会产生 AckError 标志和 AckError 中断 (使能了该中断);

5、设置 CRC 为 CRC_16_BAICHEVA, 如下图所示:

6、设置 TxPpacket 为可变包长, 根据需要确认是否需要使能 CRC 和 AckCheck 功能;

7、将 **IRQ_MASK_TX_DONE、IRQ_MASK_ACK_TIMEOUT、IRQ_MASK_ACK_ERROR (根据需求) ** 中断映射到 IRQ(GPIO8) 引脚上;

8、设置系统自动清除部分中断状态;

9、清除所有中断状态;

```
|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;
    PAN312xPayloadBitOrder PayloadBitOrder;
    SFunctionalState NodeIdState;
    uint8_t TxNodeIdLength;
    uint32_t TxNodeIdValue;
    PAN312xNodeIdPosition RxNodeIdPos;
    uint8_t RxNodeIdLength;
    uint8_t PacketFilterCtrl;
    uint32_t PacketFilterMask;
    uint32_t PacketFilterPat1Value;
    uint32_t PacketFilterPat2Value;
    uint32_t PacketFilterPat3Value;
    PAN312xPacketType PacketType;
    PAN312x802154FcsType FcsType;
    SFunctionalState AckCheckState;
    uint8_t AckTxByte;
    uint8_t AckCheckByte;
}PAN312xPacketInit;
```

图 99: 帧结构参数设置

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

图 100: CRC 参数设置

```
PAN312xRadioInit RadioInit = {
    .FrequencyBase      = 493000000,
    .FrequencyStep      = 0,
    .FrequencyChannelNumber = 0,
    .ModulationSelect   = MOD_2FSK,
    .DataRate           = 50000,
    .TxDeviation        = 25000,
    .RxDeviation        = 25000,
    .PowerSelect         = POWER_LDO_0603,
    .Power               = POWER_20dBm,
};

};
```

图 101: RF 参数设置

```
PAN312xPacketInit PacketInit = {
    .PacketType          = VARIABLE_PACKET_TYPE,
    .PreambleLength     = 8,
    .PreambleSelect      = PREAMBLE_0101,
    .NonStandardPreamblePattern = 0,
    .SyncwordLength      = 4,
    .SyncwordPattern     = 0x2dd42dd4,
    .PreambleManchesterMode = MANCHESTER_ZeroToTwo,
    .PreambleManchester = S_DISABLE,
    .SyncwordManchesterMode = MANCHESTER_ZeroToTwo,
    .SyncwordManchester = S_DISABLE,
    .PayloadManchesterMode = MANCHESTER_ZeroToTwo,
    .PayloadManchester = S_DISABLE,
    .FecEncoding         = FEC_HAMING_DISABLE,
    .WhiteningPattern    = WHITENING_DISABLE,
    .DataMode             = DATA_MODE_PACKET,
    .PayloadBitOrder     = PAYLOAD_BIT_ORDER_MSB_FIRST,
    .TxNodeIdState       = S_DISABLE,
    .TxNodeIdLength      = 0,
    .TxNodeIdValue       = 0,
    .AckCheckState       = S_ENABLE,
    .AckTxByte           = 0xa5,
    .AckCheckByte         = 0xa5,
};

};
```

图 102: 帧结构参数设置

```
PAN312xCrcInit CrcInit = {
    .CrcMode            = CRC_MODE_16_BIT,
    .CrcPolynomial      = 0x90d9,
    .CrcSeed             = 0x0000,
    .CrcBitOrder        = CRC_BIT_ORDER_MSB_FIRST,
    .CrcByteSwap         = CRC_BYTE_MSB_FIRST,
    .CrcRange            = CRC_RANGE_WHOLE_PAYLOAD,
    .CrcBitInv           = S_DISABLE,
    .CrcState            = S_ENABLE,
};

};
```

图 103: CRC 参数设置

10、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)
{
    if(bsp_CheckTimer(1)) {
        TxCnt++;
        printf("\n\nTxCnt: %d\r\n", TxCnt);
        printf("PayloadLength=%d\r\n", 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, START_COND_ENABLE_ACK, nPayloadLength);
        while(!xTxDoneFlag);
        uint8_t AckRxByte = PAN312x_GetAckRxByte();
        printf("AckRxByte: 0x%x\r\n", AckRxByte);
        xTxDoneFlag = S_RESET;
    }
}

```

图 104: AutoAckTx 主循环处理逻辑

```

void PortB_IRQHandler(void)
{
    Gpio_ClearIrq(PAN312x_DIO8_GPIO, PAN312x_DIO8_PIN);
    if(DIO8_GetState() == TRUE)
    {
        PAN312x_Irq_Get_Status(&xIrqStatus);
        if(xIrqStatus.IRQ_STATUS0_F.IRQ_TX_DONE) {
            printf("Tx Done\r\n");
            xTxDoneFlag = S_SET;
        }else if(xIrqStatus.IRQ_STATUS1_F.IRQ_ACK_TIMEOUT) {
            printf("Ack Timeout\r\n");
            xTxDoneFlag = S_SET;
        }else if(xIrqStatus.IRQ_STATUS1_F.IRQ_ACK_ERROR) {
            printf("Ack Error\r\n");
            xTxDoneFlag = S_SET;
        }
    }
}

```

图 105: AutoAckTx 中断处理逻辑

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；

8 测试现象

1、运行后，串口会打印 log，包括例程基本信息，Radio Parameter、Packet Parameter、Crc Parameter，如下图所示：

```
*****
* 例程名称      : PAN312x-AutoAckTx
* PAN312x固件版本 : 0x0003
* 例程版本      : 0.3.0
* 发布日期      : 2025-12-29
* Copyright www.panchip.com 磐启微电子
*****
Radio Parameter
* Frequency   : 493.000Mhz
* Modulation   : 2FSK
* DataRate     : 50.0kbps
* RxDeviation  : 25.000khz
*****
Packet Parameter
* PacketType   : VariablePacket

* PreambleLength : 8bytes
* PreamblePattern : 0x55
* SyncwordLength : 4bytes
* SyncwordPattern : 0x2dd42dd4
* PreambleManchester : Disable
* SyncwordManchester : Disable
* PayloadManchester : Disable
* FecEncoding    : Disable
* WhiteningPattern : Disable
* DataMode       : PacketMode
* PayloadBitOrder : PAYLOAD_BIT_ORDER_MSB_FIRST
* AckCheckByte   : 0xa5
*****
Crc Parameter
* CrcState      : Enable
* CrcMode       : CRC_MODE_16_BIT
* CrcPolynomial : 0x90d9
* CrcSeed       : 0x0
* CrcBitOrder   : CRC_BIT_ORDER_MSB_FIRST
* CrcByteSwap   : CRC_BYTE_MSB_FIRST
* CrcBitInv    : Disable
*****
```

图 106: AutoAckTx 测试现象——例程基本信息、Radio Parameter、Packet Parameter、Crc Parameter

```
TxCnt: 36
PayloadLength=10
A data to transmit: [ff 83 df 17 32 9 4e d1 e7 cd ]
Tx Done
AckRxByte: 0xa5

TxCnt: 37
PayloadLength=10
A data to transmit: [ff 83 df 17 32 9 4e d1 e7 cd ]
Tx Done
AckRxByte: 0xa5

TxCnt: 38
PayloadLength=10
A data to transmit: [ff 83 df 17 32 9 4e d1 e7 cd ]
Tx Done
AckRxByte: 0xa5
```

图 107: PAN312x 模组 AutoAckTx 发送的数据 (收取到了 Ack 情况)

```
TxCnt: 324  
PayloadLength=10  
A data to transmit: [ff 83 df 17 32 9 4e d1 e7 cd ]  
Ack Timeout  
AckRxByte: 0xa5
```

```
TxCnt: 325  
PayloadLength=10  
A data to transmit: [ff 83 df 17 32 9 4e d1 e7 cd ]  
Ack Timeout  
AckRxByte: 0xa5
```

```
TxCnt: 326  
PayloadLength=10  
A data to transmit: [ff 83 df 17 32 9 4e d1 e7 cd ]  
Ack Timeout  
AckRxByte: 0xa5
```

图 108: PAN312x 模组 AutoAckTx 发送的数据 (没有收取到了 Ack, Timeout)

```
TxCnt: 563  
PayloadLength=10  
A data to transmit: [ff 83 df 17 32 9 4e d1 e7 cd ]  
Ack Error  
AckRxByte: 0xb  
  
TxCnt: 564  
PayloadLength=10  
A data to transmit: [ff 83 df 17 32 9 4e d1 e7 cd ]  
Ack Error  
AckRxByte: 0xc  
  
TxCnt: 565  
PayloadLength=10  
A data to transmit: [ff 83 df 17 32 9 4e d1 e7 cd ]  
Ack Error  
AckRxByte: 0xd
```

图 109: PAN312x 模组 AutoAckTx 发送的数据 (收取到了 Ack, 但 Ack Error)

2、AutoAckTx 串口打印现象，如下图所示：

3、用另一块 PAN312x 模组作为 AutoAckRx，接收发端的数据，并发送 Ack 数据包，如下图所示：

```
Rssi Value = - 26
Payload length = 10
B data received: [ff 83 df 17 32 09 4e d1 e7 cd ]
Rx Ok Cnt = 290
Rx Error Cnt = 0
Rx Total Cnt = 290

Rssi Value = - 26
Payload length = 10
B data received: [ff 83 df 17 32 09 4e d1 e7 cd ]
Rx Ok Cnt = 291
Rx Error Cnt = 0
Rx Total Cnt = 291

Rssi Value = - 26
Payload length = 10
B data received: [ff 83 df 17 32 09 4e d1 e7 cd ]
Rx Ok Cnt = 292
Rx Error Cnt = 0
Rx Total Cnt = 292
```

图 110: PAN312x 模组 AutoAckRx 端的现象

3.1.10 09_SDK_AutoAckRx

1 功能概述

本代码示例主要演示 PAN312x 的自动 AckRx 端功能。

备注：

- 1、AutoAckRx 设备称为 TRxSlave，接收到数据后，进入发送模式，并发送 ACK 数据包给 Master 设备；
- 2、AutoAckTx 要和 AutoAckRx 配合一起使用；
- 3、Ack 数据帧格式

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_AutoAckRx, 如下图所示

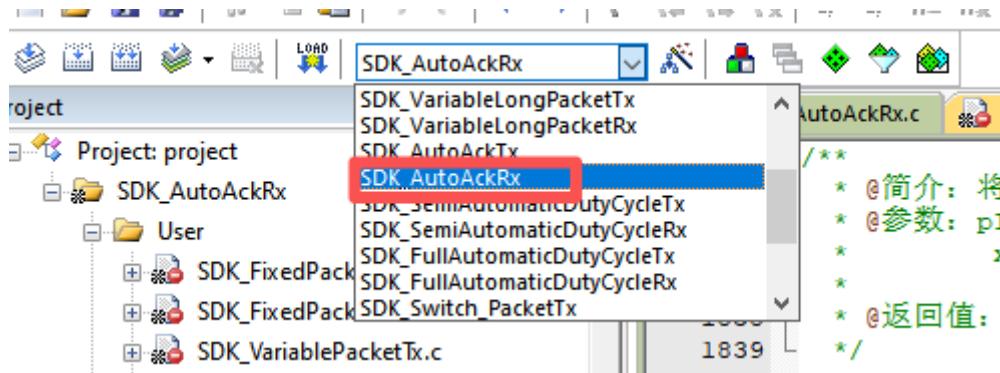


图 111: 工程选择

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;
    PAN312xPowerSelect PowerSelect;
    PAN312xPowerdBm Power;
} PAN312xRadioInit;
```

图 112: RF 参数设置

1、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、供电方式, 发射功率等参数,

2、其中频点由基础频点, 频点步进, 通道 3 部分组成, 即:

$$\text{Frequency} = \text{FrequencyBase} + \text{FrequencyStep} * \text{FrequencyChannelNumber}$$

3、关于 PowerSelect 说明:

POWER_LDO_0603: 表示供电方式为 LDO, 匹配电路中用的电感封装为 0603;

POWER_LDO_0402: 表示供电方式为 LDO, 匹配电路中用的电感封装为 0402;

POWER_DCDC_0603: 表示供电方式为 DCDC, 匹配电路中用的电感封装为 0603;

POWER_DCDC_0402: 表示供电方式为 DCDC, 匹配电路中用的电感封装为 0402;
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 = {
    .FrequencyBase      = 493000000,
    .FrequencyStep      = 0,
    .FrequencyChannelNumber = 0,
    .ModulationSelect   = MOD_2FSK,
    .DataRate            = 50000,
    .TxDeviation         = 25000,
    .RxDeviation         = 25000,
    .PowerSelect          = POWER_LDO_0603,
    .Power                = POWER_20dBm,
};
```

图 113: RF 参数设置举例

5 帧结构参数设置

1、如上图所示, 帧结构参数主要包括: 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;

6 CRC 参数设置

1、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, Crc 是否使能等参数。

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, 配置频点为 493000000Hz, 调制方式为 2FSK, 速率为 50000bps, Tx Deviation 为 25000Hz, Rx Deviation 为 25000Hz, 供电方式为 POWER_LDO_0603, 发射功率为 21dBm, 如下所示:
- 4、设置帧结构参数, 如下图示:
- 5、设置 CRC 为 CRC_16_BAICHEVA, 如下图所示:
- 6、将 IRQ_MASK_RX_DONE 和 IRQ_MASK_RX_CRC_ERROR 中断映射到 IRQ(GPIO8) 引脚上;
- 7、设置系统自动清除部分中断状态;
- 8、设置 RxTimeout 时间;
- 9、设置 RxTimeout、RxInvalid、RxValid 后, RF 的状态为 Rx;
- 10、设置 RF 的进入 Rx;
- 11、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:

备注:

```

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;
    PAN312xPayloadBitOrder PayloadBitOrder;
    SFunctionalState NodeIdState;
    uint8_t TxNodeIdLength;
    uint32_t TxNodeIdValue;
    PAN312xNodeIdPosition RxNodeIdPos;
    uint8_t RxNodeIdLength;
    uint8_t PacketFilterCtrl;
    uint32_t PacketFilterMask;
    uint32_t PacketFilterPat1Value;
    uint32_t PacketFilterPat2Value;
    uint32_t PacketFilterPat3Value;
    PAN312xPacketType PacketType;
    PAN312x802154FcsType FcsType;
    SFunctionalState AckCheckState;
    uint8_t AckTxByte;
    uint8_t AckCheckByte;
}PAN312xPacketInit;

```

图 114: 帧结构参数设置

```

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

```

图 115: CRC 参数设置

```
PAN312xRadioInit RadioInit = {
    .FrequencyBase      = 493000000,
    .FrequencyStep      = 0,
    .FrequencyChannelNumber = 0,
    .ModulationSelect   = MOD_2FSK,
    .DataRate           = 50000,
    .TxDeviation        = 25000,
    .RxDeviation        = 25000,
    .PowerSelect         = POWER_LDO_0603,
    .Power               = POWER_20dBm,
};

};
```

图 116: RF 参数设置

```
PAN312xPacketInit PacketInit = {
    .PacketType          = VARIABLE_PACKET_TYPE,
    .PreambleLength     = 8,
    .PreambleSelect      = PREAMBLE_0101,
    .NonStandardPreamblePattern = 0,
    .SyncwordLength      = 4,
    .SyncwordPattern     = 0x2dd42dd4,
    .PreambleManchesterMode = MANCHESTER_ZeroToTwo,
    .PreambleManchester = S_DISABLE,
    .SyncwordManchesterMode = MANCHESTER_ZeroToTwo,
    .SyncwordManchester = S_DISABLE,
    .PayloadManchesterMode = MANCHESTER_ZeroToTwo,
    .PayloadManchester = S_DISABLE,
    .FecEncoding         = FEC_HAMING_DISABLE,
    .WhiteningPattern    = WHITENING_DISABLE,
    .DataMode             = DATA_MODE_PACKET,
    .PayloadBitOrder     = PAYLOAD_BIT_ORDER_MSB_FIRST,
    .TxNodeIdState       = S_DISABLE,
    .TxNodeIdLength      = 0,
    .TxNodeIdValue       = 0,
    .AckCheckState       = S_ENABLE,
    .AckTxByte           = 0xa5,
    .AckCheckByte         = 0xa5,
};

};
```

图 117: 帧结构参数设置

```
PAN312xCrcInit CrcInit = {
    .CrcMode            = CRC_MODE_16_BIT,
    .CrcPolynomial      = 0x90d9,
    .CrcSeed             = 0x0000,
    .CrcBitOrder        = CRC_BIT_ORDER_MSB_FIRST,
    .CrcByteSwap         = CRC_BYTE_MSB_FIRST,
    .CrcRange            = CRC_RANGE_WHOLE_PAYLOAD,
    .CrcBitInv           = S_DISABLE,
    .CrcState            = S_ENABLE,
};

};
```

图 118: CRC 参数设置

```

while (1)
{
    if(xRxDoneFlag || xRxCrcErrorFlag) {
        rx_total_cnt++;
        if(xRxDoneFlag) {
            xRxDoneFlag = S_RESET;
            rsssi_value = PAN312x_GetRSSI();
            nPayloadLength = PAN312x_Get_RxLengthInPacket();
            PAN312x_Read_Fifo(vectRxBuffer, nPayloadLength);
            PAN312x_Irq_Clear_RxDone_Status();
            printf("\n\nRssi Value = - %d\r\n", rsssi_value);
            printf("Payload length = %d\r\n", nPayloadLength);
            printf("B data received: [");
            for(uint8_t i = 0; i < nPayloadLength ; i++)
                printf("%02x ", vectRxBuffer[i]);
            printf("]\r\n");
            rx_ok_cnt++;
        } else if(xRxCrcErrorFlag) {
            rx_error_cnt++;
            xRxCrcErrorFlag = S_RESET;
            PAN312x_Irq_Clear_RxCrcError_Status();
        }
    }

    printf("Rx Ok Cnt = %d\r\n", rx_ok_cnt);
    printf("Rx Error Cnt = %d\r\n", rx_error_cnt);
    printf("Rx Total Cnt = %d\r\n", rx_total_cnt);
}
}

```

图 119: AutoAckRx 主循环处理逻辑

```

void PortB_IRQHandler(void)
{
    Gpio_ClearIrq(PAN312x_DIO8_GPIO, PAN312x_DIO8_PIN);
    if(DIO8_GetState() == TRUE)
    {
        PAN312x_Irq_Get_Status(&xIrqStatus);

        if(xIrqStatus.IRQ_STATUS0_F.IRQ_RX_DONE) {
            xRxDoneFlag = S_SET;
        }

        else if(xIrqStatus.IRQ_STATUS0_F.IRQ_RX_CRC_ERROR) {
            xRxCrcErrorFlag = S_SET;
        }
    }
}

```

图 120: AutoAckRx 中断处理逻辑

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、运行后，串口会打印 log，包括例程基本信息，Radio Parameter、Packet Parameter、Crc Parameter，如下图所示：

```
*****
* 例程名称      : PAN312x-AutoAckRx
* PAN312x固件版本 : 0x0003
* 例程版本      : 0.3.0
* 发布日期      : 2025-12-29
* Copyright www.panchip.com磐启微电子
*****
Radio Parameter
* Frequency    : 493.000Mhz
* Modulation   : 2FSK
* DataRate     : 50.0kbps
* RxDeviation  : 25.000khz
*****
Packet Parameter
* PacketType    : VariablePacket
* PreambleLength : 8bytes
* PreamblePattern : 0x55
* SyncwordLength : 4bytes
* SyncwordPattern : 0x2dd42dd4
* PreambleManchester : Disable
* SyncwordManchester : Disable
* PayloadManchester : Disable
* FecEncoding   : Disable
* WhiteningPattern : Disable
* DataMode       : PacketMode
* PayloadBitOrder : PAYLOAD_BIT_ORDER_MSB_FIRST
*****
Crc Parameter
* CrcState      : Enable
* CrcMode        : CRC_MODE_16_BIT
* CrcPolynomial  : 0x90d9
* CrcSeed        : 0x0
* CrcBitOrder   : CRC_BIT_ORDER_MSB_FIRST
* CrcByteSwap    : CRC_BYTE_MSB_FIRST
* CrcBitInv     : Disable
*****
```

图 121: AutoAckRx 测试现象——例程基本信息，Radio Parameter、Packet Parameter、Crc Parameter

2、PAN312x 模组作为 AutoAckRx，接收发端的数据，并发送 Ack 数据包，如下图所示：

2、用另一块 PAN312x 模组作为 AutoAckTx，测试现象如下图所示：

```
Rssi Value = - 26
Payload length = 10
B data received: [ff 83 df 17 32 09 4e d1 e7 cd ]
Rx Ok Cnt = 290
Rx Error Cnt = 0
Rx Total Cnt = 290

Rssi Value = - 26
Payload length = 10
B data received: [ff 83 df 17 32 09 4e d1 e7 cd ]
Rx Ok Cnt = 291
Rx Error Cnt = 0
Rx Total Cnt = 291

Rssi Value = - 26
Payload length = 10
B data received: [ff 83 df 17 32 09 4e d1 e7 cd ]
Rx Ok Cnt = 292
Rx Error Cnt = 0
Rx Total Cnt = 292
```

图 122: PAN312x 模组 AutoAckRx 端的现象

```
TxCnt: 36
PayloadLength=10
A data to transmit: [ff 83 df 17 32 9 4e d1 e7 cd ]
Tx Done
AckRxByte: 0xa5

TxCnt: 37
PayloadLength=10
A data to transmit: [ff 83 df 17 32 9 4e d1 e7 cd ]
Tx Done
AckRxByte: 0xa5

TxCnt: 38
PayloadLength=10
A data to transmit: [ff 83 df 17 32 9 4e d1 e7 cd ]
Tx Done
AckRxByte: 0xa5
```

图 123: PAN312x 模组 AutoAckTx 端的现象

3.1.11 10_SDK_SemiAutomaticDutyCycleTx

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、可通过宏定义 LOW_POWER_MODE 设置芯片进入 sleep 模式或者 deepsleep 模式，

LOW_POWER_MODE 为 0，表示 Sleep Mode；

LOW_POWER_MODE 为 1，表示 DeepSleep Mode；

3、进入 deepsleep 模式，唤醒后，需要再次配置 rf 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

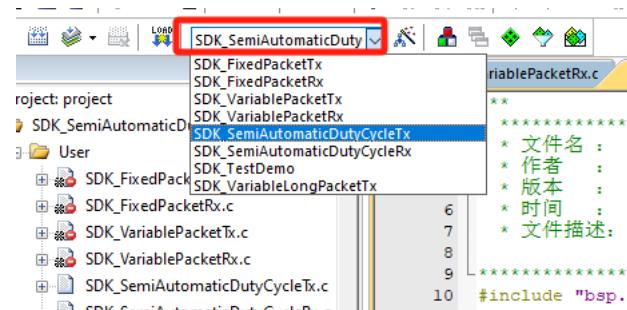


图 124: 工程选择

然后编译并下载该程序。

4 RF 参数参数设置

1、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、供电方式，发射功率等参数，

2、其中频点由基础频点，频点步进，通道 3 部分组成，即：

$$\text{Frequency} = \text{FrequencyBase} + \text{FrequencyStep} * \text{FrequencyChannelNumber}$$

3、关于 PowerSelect 说明：

```

typedef struct{
    uint32_t FrequencyBase;
    uint32_t FrequencyStep;
    uint16_t FrequencyChannelNumber;
    PAN312xModulationSelect ModulationSelect;
    uint32_t DataRate;
    uint32_t TxDeviation;
    uint32_t RxDeviation;
    PAN312xPowerSelect PowerSelect;
    PAN312xPowerdBm Power;
} PAN312xRadioInit;

```

图 125: RF 参数设置

POWER_LDO_0603: 表示供电方式为 LDO, 匹配电路中用的电感封装为 0603;

POWER_LDO_0402: 表示供电方式为 LDO, 匹配电路中用的电感封装为 0402;

POWER_DCDC_0603: 表示供电方式为 DCDC, 匹配电路中用的电感封装为 0603;

POWER_DCDC_0402: 表示供电方式为 DCDC, 匹配电路中用的电感封装为 0402;

5 帧结构参数设置

1、如上图所示, 帧结构参数主要包括: 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;

6 CRC 参数设置

1、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, Crc 是否使能等参数。

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, 配置频点为 493000000Hz, 调制方式为 2FSK, 速率为 50000bps, Tx Deviation 为 25000Hz, Rx Deviation 为 25000Hz, 供电方式为 POWER_LDO_0603, 发射功率为 21dBm, 如下所示:

4、设置帧结构参数, 如下图示:

5、设置 CRC 为 CRC_16_BAICHEVA, 如下图所示:

6、设置 TxPpacket 为可变包长, 根据需要确认是否需要使能 CRC;

7、将 TX_DONE、WAKEUP 中断映射到 IRQ(GPIO8) 引脚上;

8、设置系统自动清除部分中断状态;

9、清除所有中断状态;

10、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:

```

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;
    PAN312xPayloadBitOrder PayloadBitOrder;
    SFunctionalState NodeIdState;
    uint8_t TxNodeIdLength;
    uint32_t TxNodeIdValue;
    PAN312xNodeIdPosition RxNodeIdPos;
    uint8_t RxNodeIdLength;
    uint8_t PacketFilterCtrl;
    uint32_t PacketFilterMask;
    uint32_t PacketFilterPat1Value;
    uint32_t PacketFilterPat2Value;
    uint32_t PacketFilterPat3Value;
    PAN312xPacketType PacketType;
    PAN312x802154FcsType FcsType;
    SFunctionalState AckCheckState;
    uint8_t AckTxByte;
    uint8_t AckCheckByte;
}PAN312xPacketInit;

```

图 126: 帧结构参数设置

```

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

```

图 127: CRC 参数设置

```
PAN312xRadioInit RadioInit = {
    .FrequencyBase          = 493000000,
    .FrequencyStep          = 0,
    .FrequencyChannelNumber = 0,
    .ModulationSelect       = MOD_2FSK,
    .DataRate                = 50000,
    .TxDeviation             = 25000,
    .RxDeviation             = 25000,
    .PowerSelect              = POWER_LDO_0603,
    .Power                   = POWER_20dBm,
};

};
```

图 128: RF 参数设置

```
PAN312xPacketInit PacketInit = {
    .PacketType              = VARIABLE_PACKET_TYPE,
    .PreambleLength          = 8,
    .PreambleSelect           = PREAMBLE_0101,
    .NonStandardPreamblePattern = 0,
    .SyncwordLength           = 4,
    .SyncwordPattern          = 0x2dd42dd4,
    .PreambleManchesterMode   = MANCHESTER_ZeroToTwo,
    .PreambleManchester        = S_DISABLE,
    .SyncwordManchesterMode    = MANCHESTER_ZeroToTwo,
    .SyncwordManchester         = S_DISABLE,
    .PayloadManchesterMode     = MANCHESTER_ZeroToTwo,
    .PayloadManchester          = S_DISABLE,
    .FecEncoding               = FEC_HAMING_DISABLE,
    .WhiteningPattern          = WHITENING_DISABLE,
    .DataMode                  = DATA_MODE_PACKET,
    .PayloadBitOrder            = PAYLOAD_BIT_ORDER_MSB_FIRST,
};

};
```

图 129: 帧结构参数设置

```
PAN312xCrcInit CrcInit = {
    .CrcMode                 = CRC_MODE_16_BIT,
    .CrcPolynomial            = 0x90d9,
    .CrcSeed                  = 0x0000,
    .CrcBitOrder               = CRC_BIT_ORDER_MSB_FIRST,
    .CrcByteSwap                = CRC_BYTE_MSB_FIRST,
    .CrcRange                  = CRC_RANGE_WHOLE_PAYLOAD,
    .CrcBitInv                  = S_DISABLE,
    .CrcState                  = S_ENABLE,
};

};
```

图 130: CRC 参数设置

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、运行后，串口会打印 log，包括例程基本信息，Radio Parameter、Packet Parameter、Crc Parameter，如下图所示：

```
*****
* 例程名称      : PAN312x-SemiAutomaticDutyTx
* PAN312x固件版本 : 0x0003
* 例程版本      : 0.3.0
* 发布日期      : 2025-11-28
* Copyright www.panchip.com磐启微电子
*****
Radio Parameter
* Frequency   : 493.000Mhz
* Modulation   : 2FSK
* DataRate     : 50.0kbps
* RxDeviation  : 25.000khz
*****
Packet Parameter
* PacketType    : VariablePacket
* PreambleLength : 8bytes
* PreamblePattern : 0x55
* SyncwordLength : 4bytes
* SyncwordPattern : 0x2dd42dd4
* PreambleManchester : Disable
* SyncwordManchester : Disable
* PayloadManchester : Disable
* FecEncoding    : Disable
* WhiteningPattern : Disable
* DataMode       : PacketMode
* PayloadBitOrder : PAYLOAD_BIT_ORDER_MSB_FIRST
*****
Crc Parameter
* CrcState      : Enable
* CrcMode        : CRC_MODE_16_BIT
* CrcPolynomial  : 0x90d9
* CrcSeed        : 0x0
* CrcBitOrder    : CRC_BIT_ORDER_MSB_FIRST
* CrcByteSwap    : CRC_BYT_MSB_FIRST
* CrcBitInv     : Disable
*****
```

图 131: SemiAutomaticDutyCycleTx 测试现象——例程基本信息，Radio Parameter、Packet Parameter、Crc Parameter

2、sleep 模式下，芯片电流，如下图所示：

3、休眠进入 Sleep，整个工作期间内的电流，如下图所示：

4、功耗测试结果如下图所示：

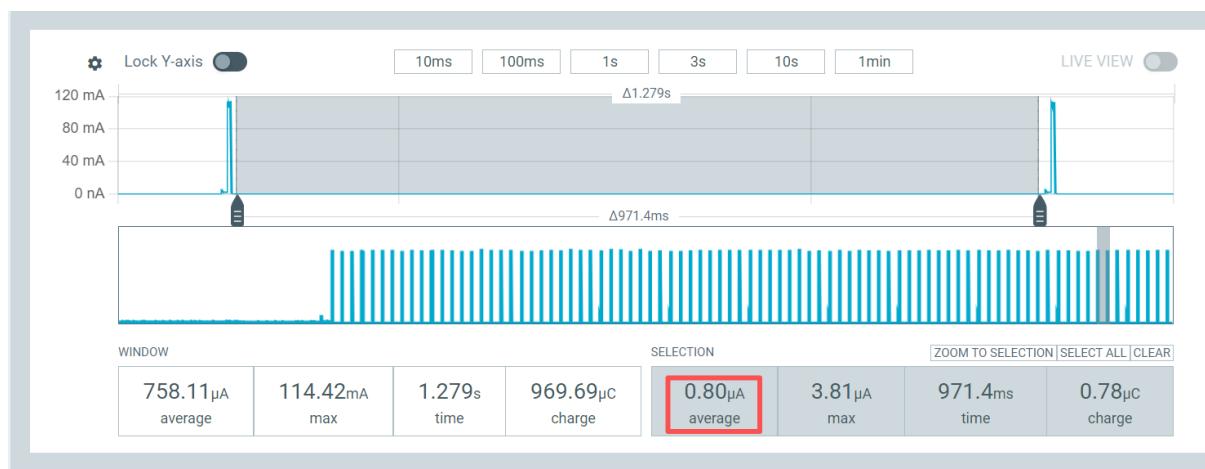


图 132: PAN312x Sleep 模式下的电流

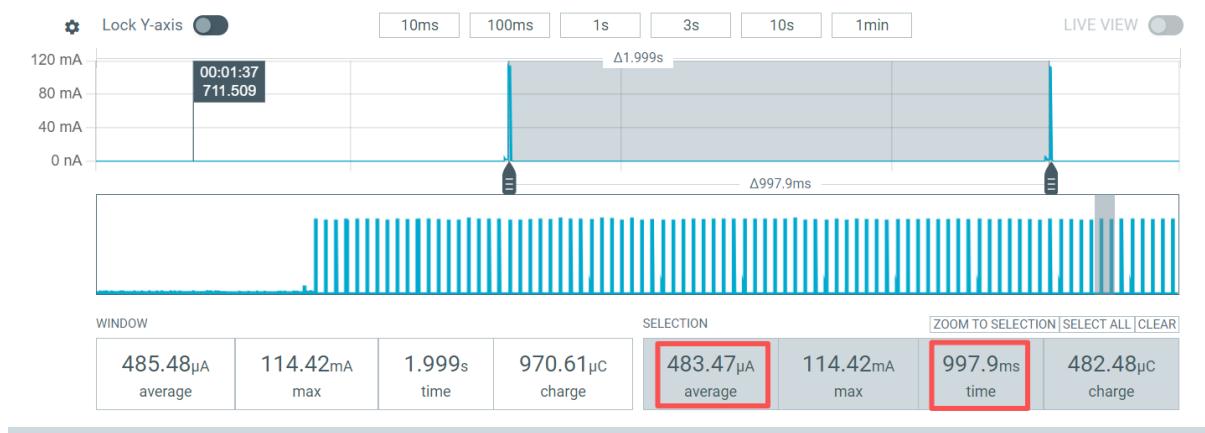


图 133: SemiAutomaticDutyCycleTx, 休眠进入 Sleep 时, 发射功率 20dBm, 整个工作期间电流

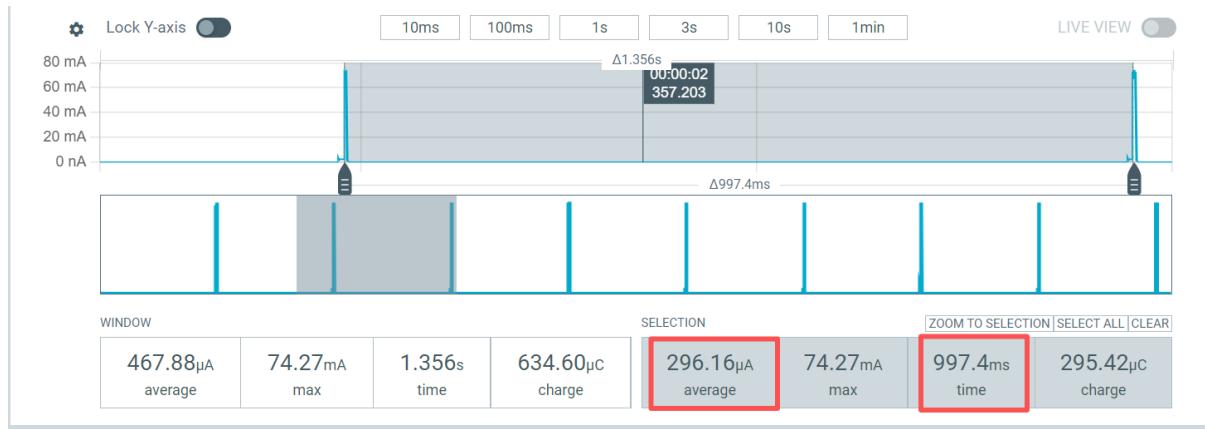


图 134: SemiAutomaticDutyCycleTx, 休眠进入 Sleep 时, 发射功率 15dBm, 整个工作期间电流

SemiAutomaticDutyCycleTx(Sleep)									
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)	Sleep电流(μA)	平均电流 (μA)
50	24	3.84	1000	1003.84	20	LDO	114.42	0.89	483.47
50	24	3.84	1000	1003.84	15	LDO	74.27	0.88	296.16

图 135: SemiAutomaticDutyCycleTx 功耗

3.1.12 11_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

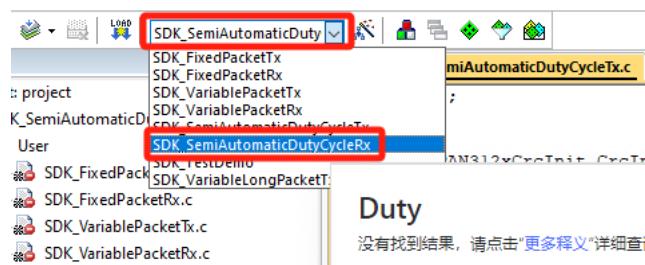


图 136: 工程选择

然后编译并下载该程序。

4 RF 参数参数设置

1、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、供电方式，发射功率等参数，

2、其中频点由基础频点，频点步进，通道 3 部分组成，即：

$$\text{Frequency} = \text{FrequencyBase} + \text{FrequencyStep} * \text{FrequencyChannelNumber}$$

3、关于 PowerSelect 说明：

POWER_LDO_0603：表示供电方式为 LDO，匹配电路中用的电感封装为 0603；

POWER_LDO_0402：表示供电方式为 LDO，匹配电路中用的电感封装为 0402；

POWER_DCDC_0603：表示供电方式为 DCDC，匹配电路中用的电感封装为 0603；

POWER_DCDC_0402：表示供电方式为 DCDC，匹配电路中用的电感封装为 0402；

```

typedef struct{
    uint32_t FrequencyBase;
    uint32_t FrequencyStep;
    uint16_t FrequencyChannelNumber;
    PAN312xModulationSelect ModulationSelect;
    uint32_t DataRate;
    uint32_t TxDeviation;
    uint32_t RxDeviation;
    PAN312xPowerSelect PowerSelect;
    PAN312xPowerdBm Power;
} PAN312xRadioInit;

```

图 137: RF 参数设置

5 帧结构参数设置

1、如上图所示，帧结构参数主要包括：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；

6 CRC 参数设置

1、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，Crc 是否使能等参数。

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，配置频点为 493000000Hz，调制方式为 2FSK，速率为 50000bps，Tx Deviation 为 25000Hz，Rx Deviation 为 25000Hz，供电方式为 POWER_LDO_0603，发射功率为 21dBm，如下所示：
- 4、设置帧结构参数，如下图示：
- 5、设置 CRC 为 CRC_16_BAICHEVA，如下图所示：
- 6、设置 RxPpacket 为可变包长，根据需要确认是否需要使能 CRC；
- 7、将 RX_DONE、RX_PREAMBLE_DONE、RX_CRC_ERROR、WAKEUP 中断映射到 IRQ(GPIO8) 引脚上；
- 8、设置系统自动清除部分中断状态；
- 9、设置 RxTimeout 时间；
- 10、设置 RxTimeout、RxInvalid、RxValid 后，RF 的状态为 Rx；
- 11、设置 RF 的进入 Rx；
- 12、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：

```

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;
    PAN312xPayloadBitOrder PayloadBitOrder;
    SFunctionalState NodeIdState;
    uint8_t TxNodeIdLength;
    uint32_t TxNodeIdValue;
    PAN312xNodeIdPosition RxNodeIdPos;
    uint8_t RxNodeIdLength;
    uint8_t PacketFilterCtrl;
    uint32_t PacketFilterMask;
    uint32_t PacketFilterPat1Value;
    uint32_t PacketFilterPat2Value;
    uint32_t PacketFilterPat3Value;
    PAN312xPacketType PacketType;
    PAN312x802154FcsType FcsType;
    SFunctionalState AckCheckState;
    uint8_t AckTxByte;
    uint8_t AckCheckByte;
}PAN312xPacketInit;

```

图 138: 帧结构参数设置

```

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

```

图 139: CRC 参数设置

```
PAN312xRadioInit RadioInit = {
    .FrequencyBase          = 493000000,
    .FrequencyStep          = 0,
    .FrequencyChannelNumber = 0,
    .ModulationSelect       = MOD_2FSK,
    .DataRate                = 50000,
    .TxDeviation             = 25000,
    .RxDeviation             = 25000,
    .PowerSelect              = POWER_LDO_0603,
    .Power                   = POWER_20dBm,
};

};
```

图 140: RF 参数设置

```
PAN312xPacketInit PacketInit = {
    .PacketType              = VARIABLE_PACKET_TYPE,
    .PreambleLength          = 8,
    .PreambleSelect           = PREAMBLE_0101,
    .NonStandardPreamblePattern = 0,
    .SyncwordLength           = 4,
    .SyncwordPattern          = 0x2dd42dd4,
    .PreambleManchesterMode   = MANCHESTER_ZeroToTwo,
    .PreambleManchester        = S_DISABLE,
    .SyncwordManchesterMode    = MANCHESTER_ZeroToTwo,
    .SyncwordManchester         = S_DISABLE,
    .PayloadManchesterMode     = MANCHESTER_ZeroToTwo,
    .PayloadManchester          = S_DISABLE,
    .FecEncoding               = FEC_HAMING_DISABLE,
    .WhiteningPattern          = WHITENING_DISABLE,
    .DataMode                  = DATA_MODE_PACKET,
    .PayloadBitOrder            = PAYLOAD_BIT_ORDER_MSB_FIRST,
};

};
```

图 141: 帧结构参数设置

```
PAN312xCrcInit CrcInit = {
    .CrcMode                 = CRC_MODE_16_BIT,
    .CrcPolynomial            = 0x90d9,
    .CrcSeed                  = 0x0000,
    .CrcBitOrder               = CRC_BIT_ORDER_MSB_FIRST,
    .CrcByteSwap                = CRC_BYTE_MSB_FIRST,
    .CrcRange                  = CRC_RANGE_WHOLE_PAYLOAD,
    .CrcBitInv                  = S_DISABLE,
    .CrcState                  = S_ENABLE,
};

};
```

图 142: CRC 参数设置

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、运行后，串口会打印 log，包括例程基本信息，Radio Parameter、Packet Parameter、Crc Parameter，如下图所示：

```
*****
* 例程名称      : PAN312x-SemiAutomaticDutyCycleRx
* PAN312x固件版本 : 0x0003
* 例程版本      : 0.3.0
* 发布日期      : 2025-11-28
* Copyright www.panchip.com 磐启微电子
*****
Radio Parameter
* Frequency   : 493.000Mhz
* Modulation   : 2FSK
* DataRate     : 50.0kbps
* RxDeviation  : 25.000khz
*****
Packet Parameter
* PacketType    : VariablePacket
* PreambleLength : 8bytes
* PreamblePattern : 0x55
* SyncwordLength : 4bytes
* SyncwordPattern : 0x2dd42dd4
* PreambleManchester : Disable
* SyncwordManchester : Disable
* PayloadManchester : Disable
* FecEncoding   : Disable
* WhiteningPattern : Disable
* DataMode       : PacketMode
* PayloadBitOrder : PAYLOAD_BIT_ORDER_MSB_FIRST
*****
Crc Parameter
* CrcState      : Enable
* CrcMode        : CRC_MODE_16_BIT
* CrcPolynomial  : 0x90d9
* CrcSeed        : 0x0
* CrcBitOrder   : CRC_BIT_ORDER_MSB_FIRST
* CrcByteSwap    : CRC_BYTE_MSB_FIRST
* CrcBitInv     : Disable
*****
```

图 143: SemiAutomaticDutyCycleRx 测试现象——例程基本信息，Radio Parameter、Packet Parameter、Crc Parameter

2、开窗期间电流，如下图所示：

3、休眠期间电流，如下图所示：

4、休眠进入 Sleep，整个工作期间内的电流，如下图所示：



图 144: SemiAutomaticDutyCycleRx 的开窗期间电流

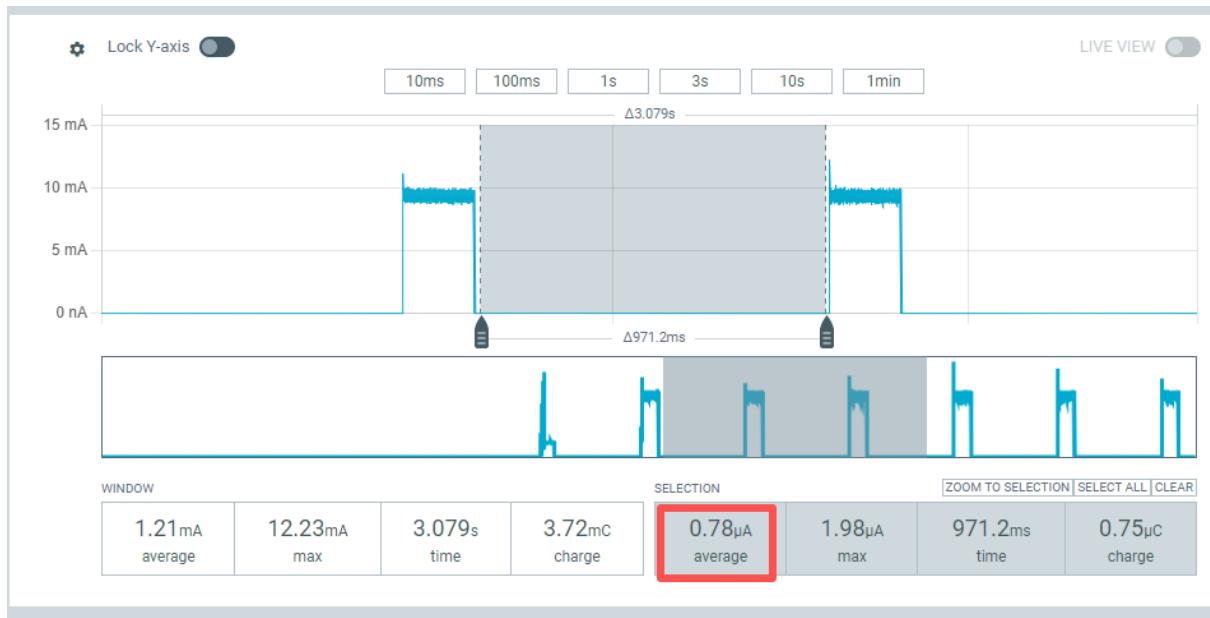


图 145: SemiAutomaticDutyCycleRx 的开窗期间电流

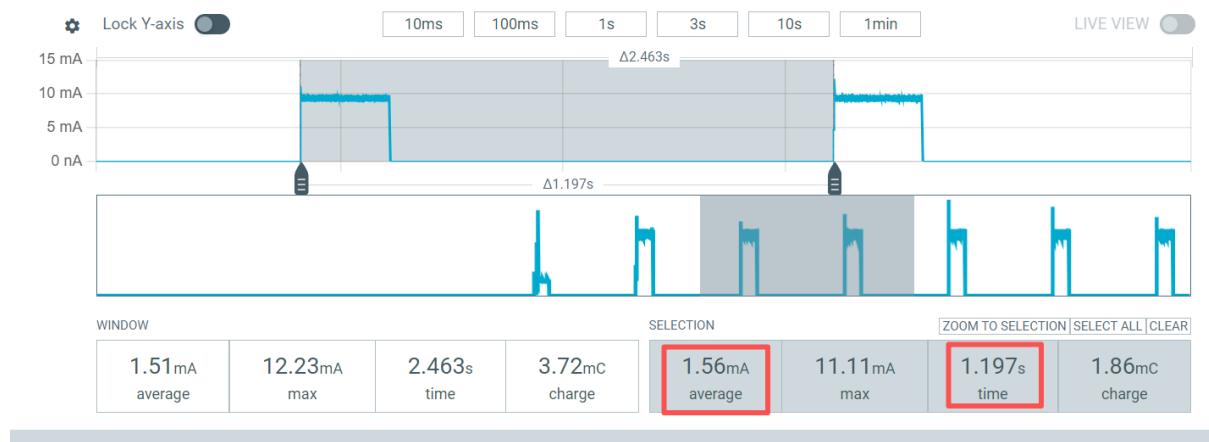


图 146: SemiAutomaticDutyCycleRx, 休眠进入 Sleep 时, 整个工作期间电流

2、功耗测试结果如下图所示：

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	11.11	0.78	1.56

图 147: SemiAutomaticDutyCycleRx 功耗

3.1.13 12_SDK_FullAutomaticDutyCycleTx

1 功能概述

本代码示例主要演示如何使用 PAN312x 的全自动 DutyCycleTx 功能。

备注：1、全自动 DutyCylceTx，就是设置 PAN312x 的工作周期（开窗时间 + 休眠时间），开窗时间，然后进入 DutyCycle，就完全不需要 MCU 参与 PAN312x 的状态切换；

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_FullAutomaticDutyCycletTx, 如下图所示

然后编译并下载该程序。

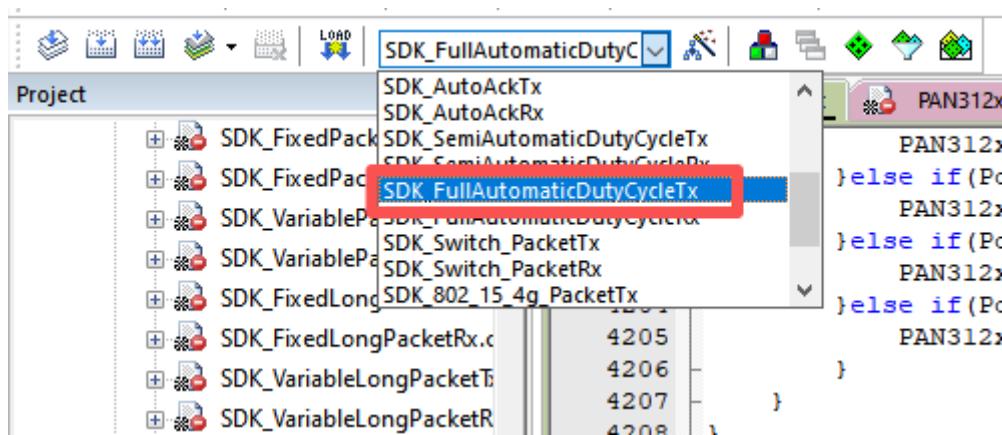


图 148: 工程选择

4 RF 参数参数设置

```
typedef struct{
    uint32_t FrequencyBase;
    uint32_t FrequencyStep; // This line is highlighted in green
    uint16_t FrequencyChannelNumber;
    PAN312xModulationSelect ModulationSelect;
    uint32_t DataRate;
    uint32_t TxDeviation;
    uint32_t RxDeviation;
    PAN312xPowerSelect PowerSelect;
    PAN312xPowerdBm Power;
} PAN312xRadioInit;
```

图 149: RF 参数设置

1、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、供电方式，发射功率等参数，

2、其中频点由基础频点，频点步进，通道 3 部分组成，即：

$$\text{Frequency} = \text{FrequencyBase} + \text{FrequencyStep} * \text{FrequencyChannelNumber}$$

3、关于 PowerSelect 说明：

POWER_LDO_0603: 表示供电方式为 LDO，匹配电路中用的电感封装为 0603；

POWER_LDO_0402: 表示供电方式为 LDO，匹配电路中用的电感封装为 0402；

POWER_DCDC_0603: 表示供电方式为 DCDC，匹配电路中用的电感封装为 0603；

POWER_DCDC_0402: 表示供电方式为 DCDC，匹配电路中用的电感封装为 0402；

5 帧结构参数设置

1、如上图所示，帧结构参数主要包括：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；

```

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;
    PAN312xPayloadBitOrder PayloadBitOrder;
    SFunctionalState NodeIdState;
    uint8_t TxNodeIdLength;
    uint32_t TxNodeIdValue;
    PAN312xNodeIdPosition RxNodeIdPos;
    uint8_t RxNodeIdLength;
    uint8_t PacketFilterCtrl;
    uint32_t PacketFilterMask;
    uint32_t PacketFilterPat1Value;
    uint32_t PacketFilterPat2Value;
    uint32_t PacketFilterPat3Value;
    PAN312xPacketType PacketType;
    PAN312x802154FcsType FcsType;
    SFunctionalState AckCheckState;
    uint8_t AckTxByte;
    uint8_t AckCheckByte;
}PAN312xPacketInit;

```

图 150: 帧结构参数设置

```

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

```

图 151: CRC 参数设置

6 CRC 参数设置

1、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，Crc 是否使能等参数。

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，配置频点为 493000000Hz，调制方式为 2FSK，速率为 50000bps，Tx Deviation 为 25000Hz，Rx Deviation 为 25000Hz，供电方式为 POWER_LDO_0603，发射功率为 21dBm，如下所示：

```
PAN312xRadioInit RadioInit = {
    .FrequencyBase          = 493000000,
    .FrequencyStep          = 0,
    .FrequencyChannelNumber = 0,
    .ModulationSelect       = MOD_2FSK,
    .DataRate                = 50000,
    .TxDeviation             = 25000,
    .RxDeviation             = 25000,
    .PowerSelect              = POWER_LDO_0603,
    .Power                   = POWER_20dBm,
};

};
```

图 152: RF 参数设置

- 4、设置帧结构参数，如下图示：

```
PAN312xPacketInit PacketInit = {
    .PacketType              = VARIABLE_PACKET_TYPE,
    .PreambleLength          = 8,
    .PreambleSelect           = PREAMBLE_0101,
    .NonStandardPreamblePattern = 0,
    .SyncwordLength           = 4,
    .SyncwordPattern          = 0x2dd42dd4,
    .PreambleManchesterMode   = MANCHESTER_ZeroToTwo,
    .PreambleManchester        = S_DISABLE,
    .SyncwordManchesterMode    = MANCHESTER_ZeroToTwo,
    .SyncwordManchester         = S_DISABLE,
    .PayloadManchesterMode     = MANCHESTER_ZeroToTwo,
    .PayloadManchester          = S_DISABLE,
    .FecEncoding               = FEC_HAMING_DISABLE,
    .WhiteningPattern          = WHITENING_DISABLE,
    .DataMode                  = DATA_MODE_PACKET,
    .PayloadBitOrder            = PAYLOAD_BIT_ORDER_MSB_FIRST,
};

};
```

图 153: 帧结构参数设置

- 5、设置 CRC 为 CRC_16_BAICHEVA，如下图所示；
- 6、设置 TxPpacket 为可变包长，根据需要确认是否需要使能 CRC；
- 7、将 TX_DONE、WAKEUP 中断映射到 IRQ(GPIO8) 引脚上；
- 8、设置系统自动清除部分中断状态；

```

]PAN312xCrcInit CrcInit = {
    .CrcMode      = CRC_MODE_16_BIT,
    .CrcPolynomial = 0x90d9,
    .CrcSeed       = 0x0000,
    .CrcBitOrder   = CRC_BIT_ORDER_MSB_FIRST,
    .CrcByteSwap   = CRC_BYTE_MSB_FIRST,
    .CrcRange      = CRC_RANGE_WHOLE_PAYLOAD,
    .CrcBitInv     = S_DISABLE,
    .CrcState       = S_ENABLE,
};

}

```

图 154: CRC 参数设置

9、清除所有中断状态；

10、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、运行后，串口会打印 log，包括例程基本信息，Radio Parameter、Packet Parameter、Crc Parameter，如下图所示：

3、休眠期间内的电流，如下图所示：

3、整个工作期间内的电流，如下图所示：

3、功耗测试结果如下图所示：

3.1.14 13_SDK_FullAutomaticDutyCycleRx

1 功能概述

本代码示例主要演示如何使用 PAN312x 的全自动 DutyCycleRx 功能。

备注：1、全自动 DutyCycleRx，就是设置 PAN312x 的工作周期（开窗时间 + 休眠时间），开窗时间，然后进入 DutyCycle，就完全不需要 MCU 参与 PAN312x 的状态切换；

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

```
*****
* 例程名称      : PAN312x-FullAutomaticDutyCycleTx
* PAN312x固件版本 : 0x0003
* 例程版本      : 0.3.0
* 发布日期      : 2025-12-29
* Copyright www.panchip.com磐启微电子
*****
Radio Parameter
* Frequency    : 915.000Mhz
* Modulation   : 2FSK
* DataRate     : 50.0kbps
* RxDeviation  : 25.000khz
*****
Packet Parameter
* PacketType    : VariablePacket
* PreambleLength : 8bytes
* PreamblePattern : 0x55
* SyncwordLength : 4bytes
* SyncwordPattern : 0x2dd42dd4
* PreambleManchester : Disable
* SyncwordManchester : Disable
* PayloadManchester : Disable
* FecEncoding   : Disable
* WhiteningPattern : Disable
* DataMode      : PacketMode
* PayloadBitOrder : PAYLOAD_BIT_ORDER_MSB_FIRST
*****
Crc Parameter
* CrcState      : Enable
* CrcMode       : CRC_MODE_16_BIT
* CrcPolynomial : 0x8005
* CrcSeed       : 0xffff
* CrcBitOrder   : CRC_BIT_ORDER_MSB_FIRST
* CrcByteSwap   : CRC_BYTE_MSB_FIRST
* CrcBitInv    : Disable
*****
```

图 155: FullAutomaticDutyCycleTx 测试现象——例程基本信息，Radio Parameter、Packet Parameter、Crc Parameter

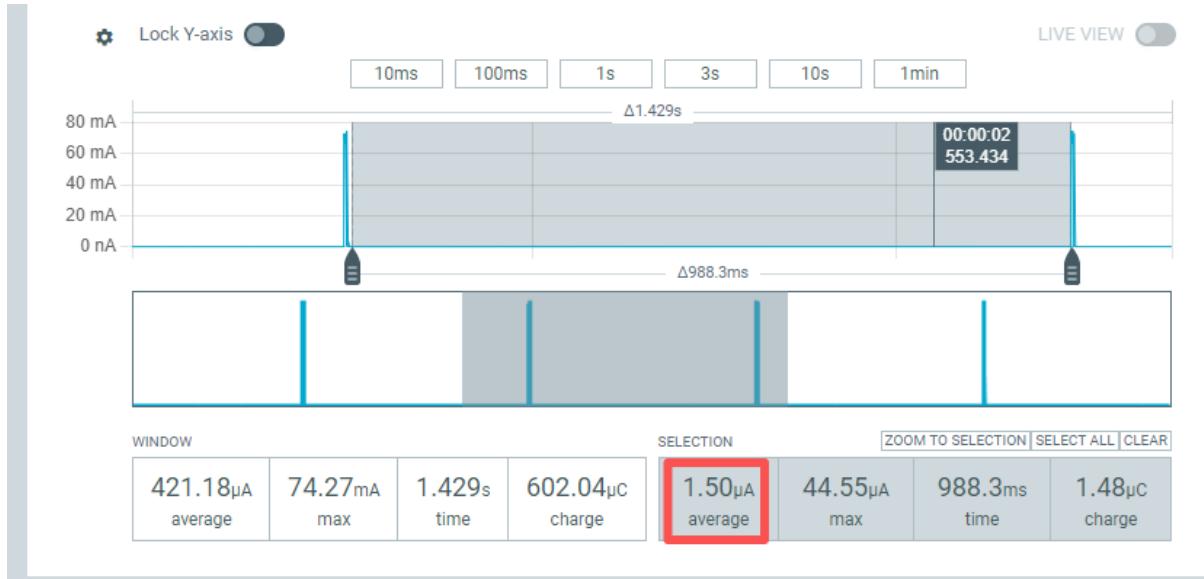


图 156: FullAutomaticDutyCycleTx 的休眠期间电流



图 157: FullAutomaticDutyCycleTx 的整个工作期间电流

FullAutomaticDutyCycleTx									
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 (μA)	平均电流 (μA)
50	24	3.84	1000	1003.2	20	LDO	112.88	1.58	440.24
50	24	3.84	1000	1003.2	15	LDO	74.27	1.58	300.87

图 158: FullAutomaticDutyCycleTx 功耗

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_FullAutomaticDutyCycleRx, 如下图所示

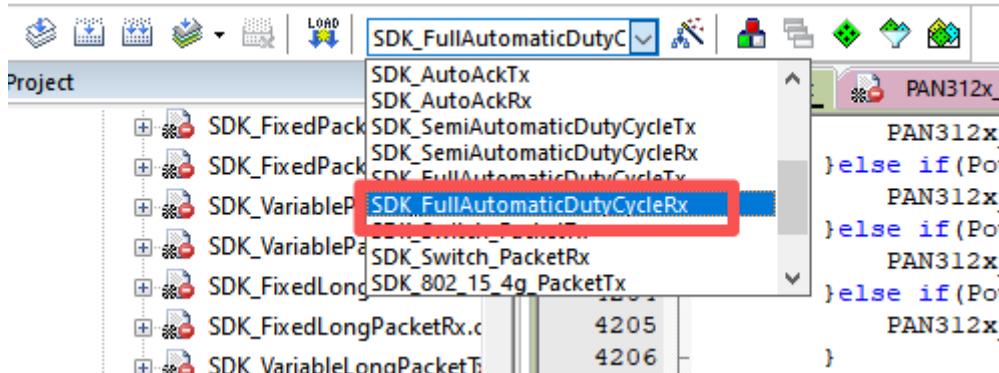


图 159: 工程选择

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; // This line is highlighted in green
    uint16_t FrequencyChannelNumber;
    PAN312xModulationSelect ModulationSelect;
    uint32_t DataRate;
    uint32_t TxDeviation;
    uint32_t RxDeviation;
    PAN312xPowerSelect PowerSelect;
    PAN312xPowerdBm Power;
} PAN312xRadioInit;
```

图 160: RF 参数设置

1、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、供电方式, 发射功率等参数,

2、其中频点由基础频点, 频点步进, 通道 3 部分组成, 即:

$$\text{Frequency} = \text{FrequencyBase} + \text{FrequencyStep} * \text{FrequencyChannelNumber}$$

3、关于 PowerSelect 说明:

POWER_LDO_0603: 表示供电方式为 LDO, 匹配电路中用的电感封装为 0603;

POWER_LDO_0402: 表示供电方式为 LDO, 匹配电路中用的电感封装为 0402;

POWER_DCDC_0603: 表示供电方式为 DCDC, 匹配电路中用的电感封装为 0603;

POWER_DCDC_0402: 表示供电方式为 DCDC, 匹配电路中用的电感封装为 0402;

```
|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;
|    PAN312xPayloadBitOrder PayloadBitOrder;
|    SFunctionalState NodeIdState;
|    uint8_t TxNodeIdLength;
|    uint32_t TxNodeIdValue;
|    PAN312xNodeIdPosition RxNodeIdPos;
|    uint8_t RxNodeIdLength;
|    uint8_t PacketFilterCtrl;
|    uint32_t PacketFilterMask;
|    uint32_t PacketFilterPat1Value;
|    uint32_t PacketFilterPat2Value;
|    uint32_t PacketFilterPat3Value;
|    PAN312xPacketType PacketType;
|    PAN312x802154FcsType FcsType;
|    SFunctionalState AckCheckState;
|    uint8_t AckTxByte;
|    uint8_t AckCheckByte;
}|PAN312xPacketInit;
```

图 161: 帧结构参数设置

5 帧结构参数设置

1、如上图所示，帧结构参数主要包括：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；

6 CRC 参数设置

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

图 162: CRC 参数设置

1、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，Crc 是否使能等参数。

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，配置频点为 493000000Hz，调制方式为 2FSK，速率为 50000bps，Tx Deviation 为 25000Hz，Rx Deviation 为 25000Hz，供电方式为 POWER_LDO_0603，发射功率为 21dBm，如下所示：

```
]PAN312xRadioInit RadioInit = {
    .FrequencyBase          = 493000000,
    .FrequencyStep          = 0,
    .FrequencyChannelNumber = 0,
    .ModulationSelect       = MOD_2FSK,
    .DataRate                = 50000,
    .TxDeviation             = 25000,
    .RxDeviation             = 25000,
    .PowerSelect              = POWER_LDO_0603,
    .Power                    = POWER_20dBm,
};
```

图 163: RF 参数设置

- 4、设置帧结构参数，如下图示；
- 5、设置 CRC 为 CRC_16_BAICHEVA，如下图所示；
- 6、设置 RxPpacket 为可变包长，根据需要确认是否需要使能 CRC；
- 7、将 RX_DONE、RX_PREAMBLE_DONE、RX_CRC_ERROR、WAKEUP 中断映射到 IRQ(GPIO8) 引脚上；

```
PAN312xPacketInit PacketInit = {  
    .PacketType          = VARIABLE_PACKET_TYPE,  
    .PreambleLength     = 8,  
    .PreambleSelect      = PREAMBLE_0101,  
    .NonStandardPreamblePattern = 0,  
    .SyncwordLength      = 4,  
    .SyncwordPattern     = 0x2dd42dd4,  
    .PreambleManchesterMode = MANCHESTER_ZeroToTwo,  
    .PreambleManchester = S_DISABLE,  
    .SyncwordManchesterMode = MANCHESTER_ZeroToTwo,  
    .SyncwordManchester = S_DISABLE,  
    .PayloadManchesterMode = MANCHESTER_ZeroToTwo,  
    .PayloadManchester = S_DISABLE,  
    .FecEncoding         = FEC_HAMING_DISABLE,  
    .WhiteningPattern    = WHITENING_DISABLE,  
    .DataMode             = DATA_MODE_PACKET,  
    .PayloadBitOrder     = PAYLOAD_BIT_ORDER_MSB_FIRST,  
};
```

图 164: 帧结构参数设置

```
]PAN312xCrcInit CrcInit = {  
    .CrcMode          = CRC_MODE_16_BIT,  
    .CrcPolynomial    = 0x90d9,  
    .CrcSeed          = 0x0000,  
    .CrcBitOrder      = CRC_BIT_ORDER_MSB_FIRST,  
    .CrcByteSwap      = CRC_BYTE_MSB_FIRST,  
    .CrcRange          = CRC_RANGE_WHOLE_PAYLOAD,  
    .CrcBitInv        = S_DISABLE,  
    .CrcState          = S_ENABLE,  
};
```

图 165: CRC 参数设置

- 8、设置系统自动清除部分中断状态；
- 9、设置工作周期（开窗时间 + 休眠时间）为 2s，开窗时间 0.4s；
- 10、设置 RxTimeout、RxInvalid、RxValid 后，RF 的状态为 Rx；
- 11、设置 RF 的进入 Rx；
- 12、设置 RF 进入 DutyCycle：

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、运行后，串口会打印 log，包括例程基本信息，Radio Parameter、Packet Parameter、Crc Parameter，如下图所示：
- 2、开窗期间电流，如下图所示：
- 3、休眠期间电流，如下图所示：
- 4、整个工作期间内的电流，如下图所示：
- 5、功耗测试结果如下图所示：

3.1.15 14_SDK_Switch_PacketTx

1 功能概述

本代码示例主要演示 PAN312x 加 Switch 开关，Tx 端软件如何配置使用。

- 1、用 PAN312x 的 gpio 来控制 Switch 开关；
- 2、比如选用 GPIO0 和 GPIO1 来控制 Rx 和 Tx 的 Swithch 开关，如下图所示：

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：O1_SDK\PAN312x_DK_Develop\Projectc\MDK-ARM(AC5)

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

然后编译并下载该程序。

```
*****
* 例程名称      : PAN312x-FullAutomaticDutyCycleRx
* PAN312x固件版本 : 0x0003
* 例程版本      : 0.3.0
* 发布日期      : 2025-12-29
* Copyright www.panchip.com磐启微电子
*****
Radio Parameter
* Frequency   : 915.000Mhz
* Modulation   : 2FSK
* DataRate     : 50.0kbps
* RxDeviation  : 25.000khz
*****
Packet Parameter
* PacketType    : VariablePacket
* PreambleLength : 4bytes
* PreamblePattern : 0x55
* SyncwordLength : 4bytes
* SyncwordPattern : 0x2dd42dd4
* PreambleManchester : Disable
* SyncwordManchester : Disable
* PayloadManchester : Disable
* FecEncoding    : Disable
* WhiteningPattern : Disable
* DataMode       : PacketMode
* PayloadBitOrder : PAYLOAD_BIT_ORDER_MSB_FIRST
*****
Crc Parameter
* CrcState      : Enable
* CrcMode        : CRC_MODE_16_BIT
* CrcPolynomial  : 0x8005
* CrcSeed        : 0xfffff
* CrcBitOrder   : CRC_BIT_ORDER_MSB_FIRST
* CrcByteSwap    : CRC_BYTE_MSB_FIRST
* CrcBitInv     : Disable
*****
```

图 166: FullAutomaticDutyCycleRx 测试现象——例程基本信息，Radio Parameter、Packet Parameter、Crc Parameter

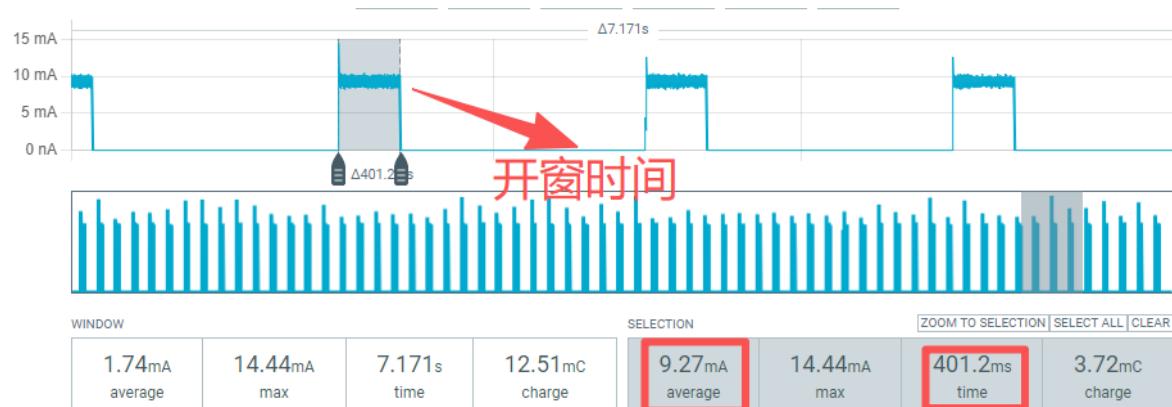


图 167: FullAutomaticDutyCycleRx 的开窗期间电流

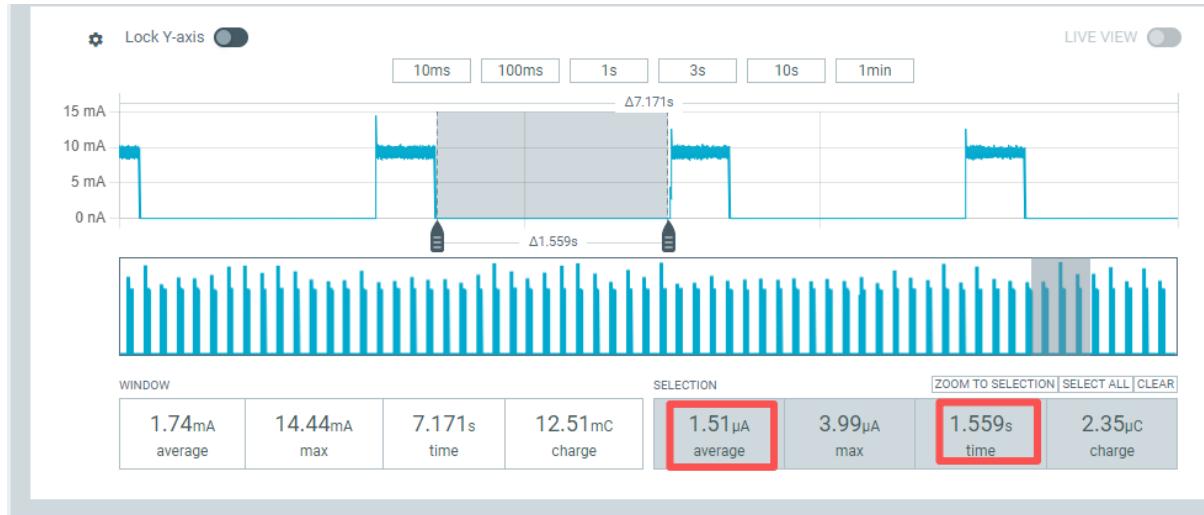


图 168: FullAutomaticDutyCycleRx 的开窗期间电流

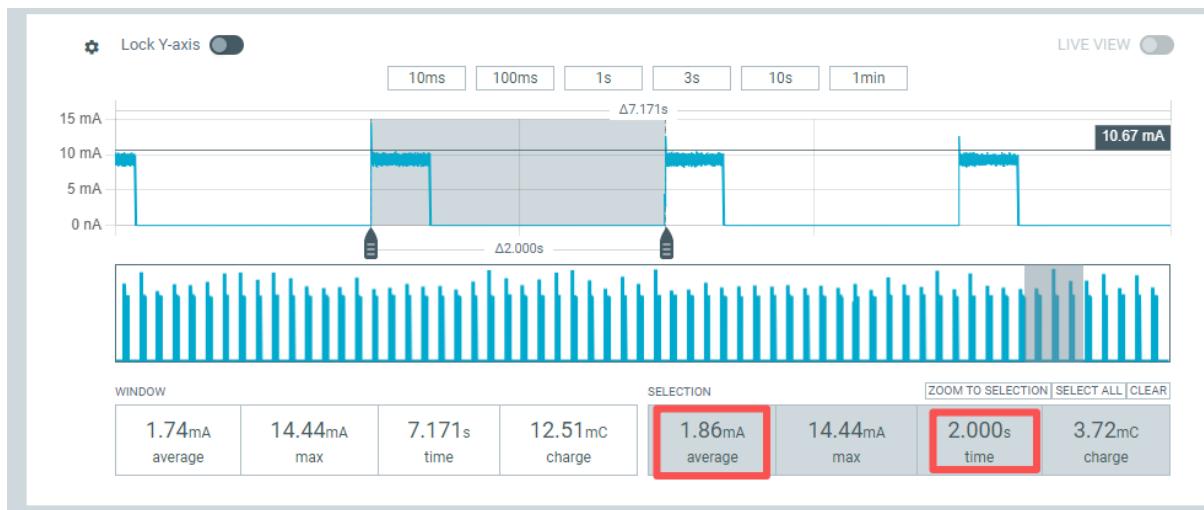


图 169: FullAutomaticDutyCycleRx 的整个工作期间电流

FullAutomaticDutyCycleRx						
Rx Window (ms)	休眠时间 (ms)	工作周期 (ms)	模式	峰值电流(mA)	休眠电流 (μ A)	平均电流 (mA)
400	1600	2000	LDO	14.44	1.51	1.74

图 170: FullAutomaticDutyCycleRx 功耗

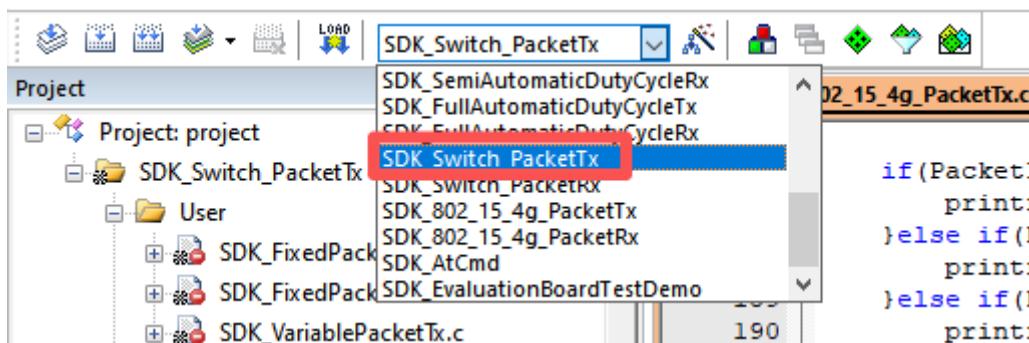


图 171: 工程选择

```

typedef struct{
    uint32_t FrequencyBase;
    uint32_t FrequencyStep;
    uint16_t FrequencyChannelNumber;
    PAN312xModulationSelect ModulationSelect;
    uint32_t DataRate;
    uint32_t TxDeviation;
    uint32_t RxDeviation;
    PAN312xPowerSelect PowerSelect;
    PAN312xPowerdBm Power;
} PAN312xRadioInit;

```

图 172: RF 参数设置

4 RF 参数参数设置

1、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、供电方式, 发射功率等参数,

2、其中频点由基础频点, 频点步进, 通道 3 部分组成, 即:

$$\text{Frequency} = \text{FrequencyBase} + \text{FrequencyStep} * \text{FrequencyChannelNumber}$$

3、关于 PowerSelect 说明:

POWER_LDO_0603: 表示供电方式为 LDO, 匹配电路中用的电感封装为 0603;

POWER_LDO_0402: 表示供电方式为 LDO, 匹配电路中用的电感封装为 0402;

POWER_DCDC_0603: 表示供电方式为 DCDC, 匹配电路中用的电感封装为 0603;

POWER_DCDC_0402: 表示供电方式为 DCDC, 匹配电路中用的电感封装为 0402;

5 帧结构参数设置

1、如上图所示, 帧结构参数主要包括: 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;

6 CRC 参数设置

1、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, Crc 是否使能等参数。

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, 配置频点为 49300000Hz, 调制方式为 2FSK, 速率为 50000bps, Tx Deviation 为 25000Hz, Rx Deviation 为 25000Hz, 供电方式为 POWER_LDO_0603, 发射功率为 21dBm, 如下所示:

4、设置帧结构参数, 如下图示:

5、设置 CRC 为 CRC_16_BAICHEVA, 如下图所示:

6、设置 TxPpacket 为可变包长, 根据需要确认是否需要使能 CRC;

```

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;
    PAN312xPayloadBitOrder PayloadBitOrder;
    SFunctionalState NodeIdState;
    uint8_t TxNodeIdLength;
    uint32_t TxNodeIdValue;
    PAN312xNodeIdPosition RxNodeIdPos;
    uint8_t RxNodeIdLength;
    uint8_t PacketFilterCtrl;
    uint32_t PacketFilterMask;
    uint32_t PacketFilterPat1Value;
    uint32_t PacketFilterPat2Value;
    uint32_t PacketFilterPat3Value;
    PAN312xPacketType PacketType;
    PAN312x802154FcsType FcsType;
    SFunctionalState AckCheckState;
    uint8_t AckTxByte;
    uint8_t AckCheckByte;
}PAN312xPacketInit;

```

图 173: 帧结构参数设置

```

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

```

图 174: CRC 参数设置

```
PAN312xRadioInit RadioInit = {
    .FrequencyBase          = 493000000,
    .FrequencyStep          = 0,
    .FrequencyChannelNumber = 0,
    .ModulationSelect       = MOD_2FSK,
    .DataRate                = 50000,
    .TxDeviation             = 25000,
    .RxDeviation             = 25000,
    .PowerSelect              = POWER_LDO_0603,
    .Power                   = POWER_20dBm,
};

};
```

图 175: RF 参数设置

```
PAN312xPacketInit PacketInit = {
    .PacketType              = VARIABLE_PACKET_TYPE,
    .PreambleLength          = 8,
    .PreambleSelect           = PREAMBLE_0101,
    .NonStandardPreamblePattern = 0,
    .SyncwordLength           = 4,
    .SyncwordPattern          = 0x2dd42dd4,
    .PreambleManchesterMode   = MANCHESTER_ZeroToTwo,
    .PreambleManchester        = S_DISABLE,
    .SyncwordManchesterMode    = MANCHESTER_ZeroToTwo,
    .SyncwordManchester         = S_DISABLE,
    .PayloadManchesterMode     = MANCHESTER_ZeroToTwo,
    .PayloadManchester          = S_DISABLE,
    .FecEncoding               = FEC_HAMING_DISABLE,
    .WhiteningPattern          = WHITENING_DISABLE,
    .DataMode                  = DATA_MODE_PACKET,
    .PayloadBitOrder            = PAYLOAD_BIT_ORDER_MSB_FIRST,
};

};
```

图 176: 帧结构参数设置

```
PAN312xCrcInit CrcInit = {
    .CrcMode                 = CRC_MODE_16_BIT,
    .CrcPolynomial            = 0x90d9,
    .CrcSeed                  = 0x0000,
    .CrcBitOrder               = CRC_BIT_ORDER_MSB_FIRST,
    .CrcByteSwap                = CRC_BYTE_MSB_FIRST,
    .CrcRange                  = CRC_RANGE_WHOLE_PAYLOAD,
    .CrcBitInv                  = S_DISABLE,
    .CrcState                  = S_ENABLE,
};

};
```

图 177: CRC 参数设置

- 7、将 IRQ_MASK_TX_DONE 中断映射到 IRQ(GPIO8) 引脚上;
- 8、打开 TxSwitch 开关
- 9、设置系统自动清除部分中断状态;
- 10、清除所有中断状态;
- 11、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("\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 178: 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、运行后，串口会打印 log，包括例程基本信息，Radio Prameter、Packet Prameter、Crc Prameter，如下图所示：

- 2、串口也会打印将要发送出去的数据，如下图所示：
- 3、用另一块 PAN312x 模组作为 Rx，接收发端的数据，如下图所示：
- 4、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。

3.1.16 15_SDK_Switch_PacketRx

1 功能概述

本代码示例主要演示 PAN312x 加 Switch 开关，Rx 端软件如何配置使用。

- 1、用 PAN312x 的 gpio 来控制 Switch 开关；
- 2、比如选用 GPIO0 和 GPIO1 来控制 Rx 和 Tx 的 Swithch 开关，如下图所示：

```
*****
* 例程名称      : PAN312x-VariablePacketTx
* PAN312x固件版本 : 0x0003
* 例程版本      : 0.3.0
* 发布日期      : 2025-12-29
* Copyright www.panchip.com磐启微电子
*****
Radio Parameter
* Frequency     : 493.000Mhz
* Modulation    : 2FSK
* DataRate      : 50.0kbps
* RxDeviation   : 25.000khz
*****
Packet Parameter
* PacketType     : VariablePacket
* PreambleLength : 8bytes
* PreamblePattern : 0x55
* SyncwordLength : 4bytes
* SyncwordPattern : 0x2dd42dd4
* PreambleManchester : Disable
* SyncwordManchester : Disable
* PayloadManchester : Disable
* FecEncoding    : Disable
* WhiteningPattern : Disable
* DataMode       : PacketMode
* PayloadBitOrder : PAYLOAD_BIT_ORDER_MSB_FIRST
*****
Crc Parameter
* CrcState       : Enable
* CrcMode        : CRC_MODE_16_BIT
* CrcPolynomial  : 0x90d9
* CrcSeed        : 0x0
* CrcBitOrder    : CRC_BIT_ORDER_MSB_FIRST
* CrcByteSwap    : CRC_BYTE_MSB_FIRST
* CrcBitInv     : Disable
*****
```

图 179: 固定包长帧结构测试现象——例程基本信息, Radio Parameter、Packet Parameter、Crc Parameter

```
TxCnt: 1  
PayloadLength=1  
A data to transmit: [1 ]  
  
TxCnt: 2  
PayloadLength=2  
A data to transmit: [1 83 ]  
  
TxCnt: 3  
PayloadLength=3  
A data to transmit: [1 83 df ]  
  
TxCnt: 4  
PayloadLength=4  
A data to transmit: [1 83 df 17 ]  
  
TxCnt: 5  
PayloadLength=5  
A data to transmit: [1 83 df 17 32 ]  
  
TxCnt: 6  
PayloadLength=6  
A data to transmit: [1 83 df 17 32 9 ]  
  
TxCnt: 7  
PayloadLength=7  
A data to transmit: [1 83 df 17 32 9 4e ]  
  
TxCnt: 8  
PayloadLength=8  
A data to transmit: [1 83 df 17 32 9 4e d1 ]  
  
TxCnt: 9  
PayloadLength=9  
A data to transmit: [1 83 df 17 32 9 4e d1 e7 ]  
  
TxCnt: 10  
PayloadLength=10  
A data to transmit: [1 83 df 17 32 9 4e d1 e7 cd ]  
  
TxCnt: 11  
PayloadLength=11  
A data to transmit: [1 83 df 17 32 9 4e d1 e7 cd 8a ]  
||
```

图 180: 可变包长帧结构——PAN312x 模组作为 Tx 发送的数据

```
Rssi Value = - 25
Payload length = 1
B data received: [01 ]
Rx Ok Cnt = 75
Rx Error Cnt = 0
Rx Total Cnt = 75
```

```
Rssi Value = - 25
Payload length = 2
B data received: [01 83 ]
Rx Ok Cnt = 76
Rx Error Cnt = 0
Rx Total Cnt = 76
```

```
Rssi Value = - 25
Payload length = 3
B data received: [01 83 df ]
Rx Ok Cnt = 77
Rx Error Cnt = 0
Rx Total Cnt = 77
```

```
Rssi Value = - 25
Payload length = 4
B data received: [01 83 df 17 ]
Rx Ok Cnt = 78
Rx Error Cnt = 0
Rx Total Cnt = 78
```

```
Rssi Value = - 25
Payload length = 5
B data received: [01 83 df 17 32 ]
Rx Ok Cnt = 79
Rx Error Cnt = 0
Rx Total Cnt = 79
```

```
Rssi Value = - 25
Payload length = 6
B data received: [01 83 df 17 32 09 ]
Rx Ok Cnt = 80
Rx Error Cnt = 0
Rx Total Cnt = 80
```

```
Rssi Value = - 25
Payload length = 7
B data received: [01 83 df 17 32 09 4e ]
Rx Ok Cnt = 81
Rx Error Cnt = 0
Rx Total Cnt = 81
```

```
Rssi Value = - 25
Payload length = 8
B data received: [01 83 df 17 32 09 4e d1 ]
Rx Ok Cnt = 82
Rx Error Cnt = 0
Rx Total Cnt = 82
```

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_Switch_PacketRx, 如下图所示

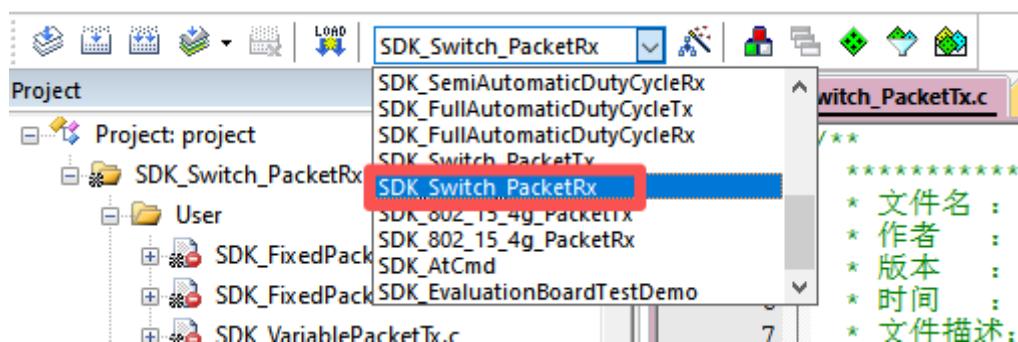


图 182: 工程选择

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;
    PAN312xPowerSelect PowerSelect;
    PAN312xPowerdBm Power;
} PAN312xRadioInit;
```

图 183: RF 参数设置

1、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、供电方式, 发射功率等参数,

2、其中频点由基础频点, 频点步进, 通道 3 部分组成, 即:

$$\text{Frequency} = \text{FrequencyBase} + \text{FrequencyStep} * \text{FrequencyChannelNumber}$$

3、关于 PowerSelect 说明:

POWER_LDO_0603: 表示供电方式为 LDO, 匹配电路中用的电感封装为 0603;

POWER_LDO_0402: 表示供电方式为 LDO, 匹配电路中用的电感封装为 0402;

POWER_DCDC_0603: 表示供电方式为 DCDC, 匹配电路中用的电感封装为 0603;

POWER_DCDC_0402: 表示供电方式为 DCDC, 匹配电路中用的电感封装为 0402;

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 = {
    .FrequencyBase      = 493000000,
    .FrequencyStep      = 0,
    .FrequencyChannelNumber = 0,
    .ModulationSelect   = MOD_2FSK,
    .DataRate            = 50000,
    .TxDeviation         = 25000,
    .RxDeviation         = 25000,
    .PowerSelect          = POWER_LDO_0603,
    .Power                = POWER_20dBm,
};
```

图 184: RF 参数设置举例

5 帧结构参数设置

1、如上图所示, 帧结构参数主要包括: 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

1、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, Crc 是否使能等参数。

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, 配置频点为 493000000Hz, 调制方式为 2FSK, 速率为 50000bps, Tx Deviation 为 25000Hz, Rx Deviation 为 25000Hz, 供电方式为 POWER_LDO_0603, 发射功率为 21dBm, 如下所示:

4、设置帧结构参数, 如下图示:

5、设置 CRC 为 CRC_16_BAICHEVA, 如下图所示:

6、将 IRQ_MASK_RX_DONE 和 IRQ_MASK_RX_CRC_ERROR 中断映射到 IRQ(GPIO8) 引脚上;

7、设置系统自动清除部分中断状态;

8、打开 RxSwitch 开关

9、设置 RxTimeout 时间;

10、设置 RxTimeout、RxInvalid、RxValid 后, RF 的状态为 Rx;

```
|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;
    PAN312xPayloadBitOrder PayloadBitOrder;
    SFunctionalState NodeIdState;
    uint8_t TxNodeIdLength;
    uint32_t TxNodeIdValue;
    PAN312xNodeIdPosition RxNodeIdPos;
    uint8_t RxNodeIdLength;
    uint8_t PacketFilterCtrl;
    uint32_t PacketFilterMask;
    uint32_t PacketFilterPat1Value;
    uint32_t PacketFilterPat2Value;
    uint32_t PacketFilterPat3Value;
    PAN312xPacketType PacketType;
    PAN312x802154FcsType FcsType;
    SFunctionalState AckCheckState;
    uint8_t AckTxByte;
    uint8_t AckCheckByte;
}PAN312xPacketInit;
```

图 185: 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;
    PAN312xPayloadBitOrder PayloadBitOrder;
    SFunctionalState NodeIdState;
    uint8_t TxNodeIdLength;
    uint32_t TxNodeIdValue;
    PAN312xNodeIdPosition RxNodeIdPos;
    uint8_t RxNodeIdLength;
    uint8_t PacketFilterCtrl;
    uint32_t PacketFilterMask;
    uint32_t PacketFilterPat1Value;
    uint32_t PacketFilterPat2Value;
    uint32_t PacketFilterPat3Value;
    PAN312xPacketType PacketType;
    PAN312x802154FcsType FcsType;
    SFunctionalState AckCheckState;
    uint8_t AckTxByte;
    uint8_t AckCheckByte;
}PAN312xPacketInit;

```

图 186: 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;
    SFunctionalState CrcState;
}PAN312xCrcInit;

```

图 187: CRC 参数设置

```
PAN312xCrcInit CrcInit = {
    .CrcMode      = CRC_MODE_16_BIT,
    .CrcPolynomial = 0x90d9,
    .CrcSeed      = 0x0000,
    .CrcBitOrder   = CRC_BIT_ORDER_MSB_FIRST,
    .CrcByteSwap   = CRC_BYTE_MSB_FIRST,
    .CrcRange      = CRC_RANGE_WHOLE_PAYLOAD,
    .CrcBitInv     = S_DISABLE,
    .CrcState      = S_ENABLE,
};
```

图 188: CRC 参数设置举例

```
PAN312xRadioInit RadioInit = {
    .FrequencyBase      = 493000000,
    .FrequencyStep       = 0,
    .FrequencyChannelNumber = 0,
    .ModulationSelect   = MOD_2FSK,
    .DataRate            = 50000,
    .TxDeviation         = 25000,
    .RxDeviation         = 25000,
    .PowerSelect          = POWER_LDO_0603,
    .Power                = POWER_20dBm,
};
```

图 189: RF 参数设置

```
PAN312xPacketInit PacketInit = {
    .PacketType           = VARIABLE_PACKET_TYPE,
    .PreambleLength      = 8,
    .PreambleSelect       = PREAMBLE_0101,
    .NonStandardPreamblePattern = 0,
    .SyncwordLength       = 4,
    .SyncwordPattern      = 0x2dd42dd4,
    .PreambleManchesterMode = MANCHESTER_ZeroToTwo,
    .PreambleManchester   = S_DISABLE,
    .SyncwordManchesterMode = MANCHESTER_ZeroToTwo,
    .SyncwordManchester   = S_DISABLE,
    .PayloadManchesterMode = MANCHESTER_ZeroToTwo,
    .PayloadManchester   = S_DISABLE,
    .FecEncoding          = FEC_HAMING_DISABLE,
    .WhiteningPattern     = WHITENING_DISABLE,
    .DataMode              = DATA_MODE_PACKET,
    .PayloadBitOrder       = PAYLOAD_BIT_ORDER_MSB_FIRST,
};
```

图 190: 帧结构参数设置

```

]PAN312xCrcInit CrcInit = {
    .CrcMode      = CRC_MODE_16_BIT,
    .CrcPolynomial = 0x90d9,
    .CrcSeed       = 0x0000,
    .CrcBitOrder   = CRC_BIT_ORDER_MSB_FIRST,
    .CrcByteSwap   = CRC_BYTE_MSB_FIRST,
    .CrcRange      = CRC_RANGE_WHOLE_PAYLOAD,
    .CrcBitInv     = S_DISABLE,
    .CrcState       = S_ENABLE,
};

}

```

图 191: CRC 参数设置

11、设置 RF 的进入 Rx;

12、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：

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、运行后，串口会打印 log，包括例程基本信息、Radio Parameter、Packet Parameter、Crc Parameter，如下图所示：

2、串口打印收取到的数据，如下图所示：

2、用另一块 PAN312x 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 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。

3.1.17 16_SDK_802_15_4g_PacketTx

1 功能概述

本代码示例主要演示 PAN3123 的 802.15.4g 帧结构的发送功能。

备注：1、该例程仅限于在 PAN3123 上运行

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)
{
    if(xRxDoneFlag || xRxCrcErrorFlag) {
        rx_total_cnt++;
        if(xRxDoneFlag) {
            xRxDoneFlag = S_RESET;

            rssi_value = PAN312x_GetRSSI();

            nPayloadLength = PAN312x_Get_RxLengthInPacket();

            PAN312x_Read_Fifo(vectRxBuffer, nPayloadLength);
            PAN312x_Irq_Clear_RxDone_Status();

            printf("\n\nRssi 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");
            rx_ok_cnt++;

        }else if(xRxCrcErrorFlag) {
            rx_error_cnt++;
            xRxCrcErrorFlag = S_RESET;
            PAN312x_Irq_Clear_RxCrcError_Status();
        }

        printf("Rx Ok Cnt = %d\r\n", rx_ok_cnt);
        printf("Rx Error Cnt = %d\r\n", rx_error_cnt);
        printf("Rx Total Cnt = %d\r\n", rx_total_cnt);
    }
}
```

图 192: 可变包长帧结构接收

```
*****
* 例程名称      : PAN312x-VariablePacketRx
* PAN312x固件版本 : 0x0003
* 例程版本      : 0.3.0
* 发布日期      : 2025-12-29
* Copyright www.panchip.com 磐启微电子
*****
Radio Parameter
* Frequency   : 493.000Mhz
* Modulation   : 2FSK
* DataRate     : 50.0kbps
* RxDeviation  : 25.000khz
*****
Packet Parameter
* PacketType    : VariablePacket
* PreambleLength : 8bytes
* PreamblePattern : 0x55
* SyncwordLength : 4bytes
* SyncwordPattern : 0x2dd42dd4
* PreambleManchester : Disable
* SyncwordManchester : Disable
* PayloadManchester : Disable
* FecEncoding    : Disable
* WhiteningPattern : Disable
* DataMode       : PacketMode
* PayloadBitOrder : PAYLOAD_BIT_ORDER_MSB_FIRST
*****
Crc Parameter
* CrcState      : Enable
* CrcMode       : CRC_MODE_16_BIT
* CrcPolynomial : 0x90d9
* CrcSeed       : 0x0
* CrcBitOrder   : CRC_BIT_ORDER_MSB_FIRST
* CrcByteSwap   : CRC_BYTE_MSB_FIRST
* CrcBitInv    : Disable
*****
```

图 193: 固定包长帧结构测试现象——例程基本信息, Radio Parameter、Packet Parameter、Crc Parameter

```
Rssi Value = - 25
Payload length = 1
B data received: [01 ]
Rx Ok Cnt = 75
Rx Error Cnt = 0
Rx Total Cnt = 75
```

```
Rssi Value = - 25
Payload length = 2
B data received: [01 83 ]
Rx Ok Cnt = 76
Rx Error Cnt = 0
Rx Total Cnt = 76
```

```
Rssi Value = - 25
Payload length = 3
B data received: [01 83 df ]
Rx Ok Cnt = 77
Rx Error Cnt = 0
Rx Total Cnt = 77
```

```
Rssi Value = - 25
Payload length = 4
B data received: [01 83 df 17 ]
Rx Ok Cnt = 78
Rx Error Cnt = 0
Rx Total Cnt = 78
```

```
Rssi Value = - 25
Payload length = 5
B data received: [01 83 df 17 32 ]
Rx Ok Cnt = 79
Rx Error Cnt = 0
Rx Total Cnt = 79
```

```
Rssi Value = - 25
Payload length = 6
B data received: [01 83 df 17 32 09 ]
Rx Ok Cnt = 80
Rx Error Cnt = 0
Rx Total Cnt = 80
```

```
Rssi Value = - 25
Payload length = 7
B data received: [01 83 df 17 32 09 4e ]
Rx Ok Cnt = 81
Rx Error Cnt = 0
Rx Total Cnt = 81
```

```
Rssi Value = - 25
Payload length = 8
B data received: [01 83 df 17 32 09 4e d1 ]
Rx Ok Cnt = 82
Rx Error Cnt = 0
Rx Total Cnt = 82
```

```
TxCnt: 1  
PayloadLength=1  
A data to transmit: [1 ]  
  
TxCnt: 2  
PayloadLength=2  
A data to transmit: [1 83 ]  
  
TxCnt: 3  
PayloadLength=3  
A data to transmit: [1 83 df ]  
  
TxCnt: 4  
PayloadLength=4  
A data to transmit: [1 83 df 17 ]  
  
TxCnt: 5  
PayloadLength=5  
A data to transmit: [1 83 df 17 32 ]  
  
TxCnt: 6  
PayloadLength=6  
A data to transmit: [1 83 df 17 32 9 ]  
  
TxCnt: 7  
PayloadLength=7  
A data to transmit: [1 83 df 17 32 9 4e ]  
  
TxCnt: 8  
PayloadLength=8  
A data to transmit: [1 83 df 17 32 9 4e d1 ]  
  
TxCnt: 9  
PayloadLength=9  
A data to transmit: [1 83 df 17 32 9 4e d1 e7 ]  
  
TxCnt: 10  
PayloadLength=10  
A data to transmit: [1 83 df 17 32 9 4e d1 e7 cd ]  
  
TxCnt: 11  
PayloadLength=11  
A data to transmit: [1 83 df 17 32 9 4e d1 e7 cd 8a ]
```

图 195: 可变包长帧结构——PAN312x 模组作为 Tx 发送的数据

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_802_15_4g_PacketTx, 如下图所示

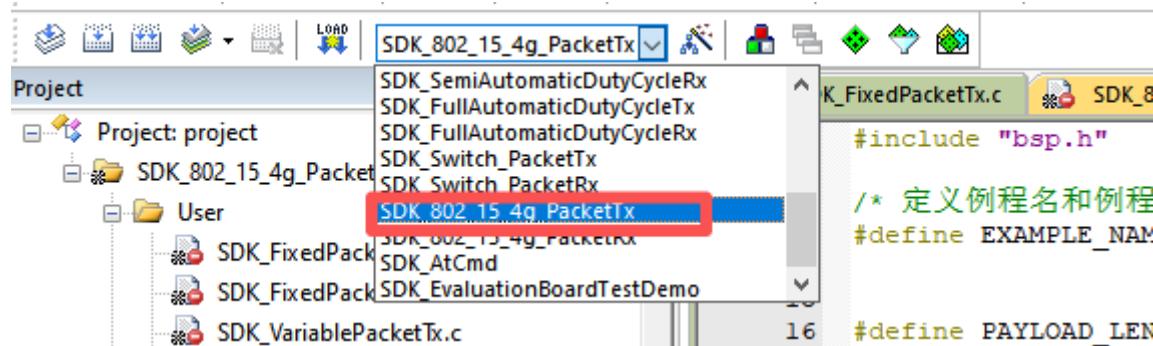


图 196: 工程选择

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;
    PAN312xPowerSelect PowerSelect;
    PAN312xPowerdBm Power;
} PAN312xRadioInit;
```

图 197: RF 参数设置

1、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、供电方式, 发射功率等参数,

2、其中频点由基础频点, 频点步进, 通道 3 部分组成, 即:

$$\text{Frequency} = \text{FrequencyBase} + \text{FrequencyStep} * \text{FrequencyChannelNumber}$$

3、关于 PowerSelect 说明:

POWER_LDO_0603: 表示供电方式为 LDO, 匹配电路中用的电感封装为 0603;

POWER_LDO_0402: 表示供电方式为 LDO, 匹配电路中用的电感封装为 0402;

POWER_DCDC_0603: 表示供电方式为 DCDC, 匹配电路中用的电感封装为 0603;

POWER_DCDC_0402: 表示供电方式为 DCDC, 匹配电路中用的电感封装为 0402;

```
|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;
    PAN312xPayloadBitOrder PayloadBitOrder;
    SFunctionalState NodeIdState;
    uint8_t TxNodeIdLength;
    uint32_t TxNodeIdValue;
    PAN312xNodeIdPosition RxNodeIdPos;
    uint8_t RxNodeIdLength;
    uint8_t PacketFilterCtrl;
    uint32_t PacketFilterMask;
    uint32_t PacketFilterPat1Value;
    uint32_t PacketFilterPat2Value;
    uint32_t PacketFilterPat3Value;
    PAN312xPacketType PacketType;
    PAN312x802154FcsType FcsType;
    SFunctionalState AckCheckState;
    uint8_t AckTxByte;
    uint8_t AckCheckByte;
}PAN312xPacketInit;
```

图 198: 帧结构参数设置

5 帧结构参数设置

1、如上图所示，帧结构参数主要包括：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；

备注：

802.15.4g 帧格式的 crc 选择是通过 FcsType 来决定的

1、FcsType = 0, 表示的是 CRC-32, 多项式是 0x04C11DB7

2、FcsType = 1, 表示的是 CRC-16, CCITT

6 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，配置频点为 493000000Hz，调制方式为 2FSK，速率为 50000bps，Tx Deviation 为 25000Hz，Rx Deviation 为 25000Hz，供电方式为 POWER_LDO_0603，发射功率为 21dBm，如下所示：

```
PAN312xRadioInit RadioInit = {
    .FrequencyBase      = 493000000,
    .FrequencyStep       = 0,
    .FrequencyChannelNumber = 0,
    .ModulationSelect   = MOD_2FSK,
    .DataRate            = 50000,
    .TxDeviation         = 25000,
    .RxDeviation         = 25000,
    .PowerSelect          = POWER_LDO_0603,
    .Power                = POWER_20dBm,
};
```

图 199: RF 参数设置

4、设置帧结构参数，如下图示：

5、设置 TxPpacket 为 802.15.4g 帧结构，根据需要确认是否需要使能 CRC；

6、将 IRQ_MASK_TX_DONE 中断映射到 IRQ(GPIO8) 引脚上；

7、设置系统自动清除部分中断状态；

8、清除所有中断状态；

9、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：

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、运行后，串口会打印 log，包括例程基本信息，Radio Parameter、Packet Parameter、Crc Parameter，如下图所示：

2、串口也会打印将要发送出去的数据，如下图所示：

3、用另一块 PAN3123 模组作为 Rx，接收发端的数据，如下图所示：

```
PAN312xPacketInit PacketInit = {
    .PacketType          = PACKET_TYPE_802154G,
    .PreambleLength     = 6,
    .PreambleSelect      = PREAMBLE_0101,
    .NonStandardPreamblePattern = 0,
    .SyncwordLength      = 4,
    .SyncwordPattern     = 0x5555904e,
    .PreambleManchesterMode = MANCHESTER_ZeroToTwo,
    .PreambleManchester = S_DISABLE,
    .SyncwordManchesterMode = MANCHESTER_ZeroToTwo,
    .SyncwordManchester = S_DISABLE,
    .PayloadManchesterMode = MANCHESTER_ZeroToTwo,
    .PayloadManchester = S_DISABLE,
    .FecEncoding         = FEC_HAMMING_DISABLE,
    .WhiteningPattern   = WHITENING_DISABLE, //WHITENING IEEE 802154g,
    .DataMode             = DATA_MODE_PACKET,
    .PayloadBitOrder     = PAYLOAD_BIT_ORDER_MSB_FIRST,
    .TxNodeIdState       = S_DISABLE,
    .TxNodeIdLength      = 0,
    .TxNodeIdValue        = 0,
    .FcsType              = FCS_TYPE_802154_CRC32,
};

};
```

图 200: 帧结构参数设置

```
while (1)
{
    if(bsp_CheckTimer(1)) {

        TxCnt++;
        printf("\n\nTxCnt: %d\r\n", TxCnt);
        printf("PayloadLength=%d\r\n", nPayloadLength);
        printf("A data to transmit: [");
        for(uint8_t i = 0; i < nPayloadLength; i++) {
            printf("0x%02x ", 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;

        if(nPayloadLength == 129){
            nPayloadLength = 10;
        }
    }
}
```

图 201: 802.15.4g 帧结构发送主循环处理逻辑

```

void PortB_IRQHandler(void)
{
    Gpio_ClearIrq(PAN312x_DIO8_GPIO, PAN312x_DIO8_PIN);
    if(DIO8_GetState() == TRUE)
    {
        PAN312x_Irq_Get_Status(&xIrqStatus);

        if(xIrqStatus.IRQ_STATUS0_F.IRQ_TX_DONE) {
            xTxDoneFlag = S_SET;
        }
    }
}

```

图 202: 802.15.4g 帧结构 Tx 中断处理逻辑

```

*****
* 例程名称      : PAN312x-802.15.4g-PacketTx
* PAN312x固件版本 : 0x0030
* 例程版本      : 0.3.0
* 发布日期      : 2025-12-29
* Copyright www.panchip.com磐启微电子
*****
Radio Parameter
* Frequency   : 493.000Mhz
* Modulation   : 2FSK
* DataRate     : 50.0kbps
* RxDeviation  : 25.000khz
*****
Packet Parameter
* PacketType   : 802154gPacket
* PreambleLength : 6bytes
* PreamblePattern : 0x55
* SyncwordLength : 4bytes
* SyncwordPattern : 0x5555904e
* PreambleManchester : Disable
* SyncwordManchester : Disable
* PayloadManchester : Disable
* FecEncoding   : Disable
* WhiteningPattern : Disable
* DataMode       : PacketMode
* PayloadBitOrder : PAYLOAD_BIT_ORDER_MSB_FIRST
* FcsType       : FCS TYPE 802154 CRC32
*****

```

图 203: 802.15.4g 帧结构测试现象——例程基本信息、Radio Parameter、Packet Parameter

```
TxCnt: 1  
PayloadLength=10  
A data to transmit: [0x1 0x83 0xdf 0x17 0x32 0x9 0x4e 0xd1 0xe7 0xcd ]  
  
TxCnt: 2  
PayloadLength=11  
A data to transmit: [0x1 0x83 0xdf 0x17 0x32 0x9 0x4e 0xd1 0xe7 0xcd 0x8a ]  
  
TxCnt: 3  
PayloadLength=12  
A data to transmit: [0x1 0x83 0xdf 0x17 0x32 0x9 0x4e 0xd1 0xe7 0xcd 0x8a 0x91 ]  
  
TxCnt: 4  
PayloadLength=13  
A data to transmit: [0x1 0x83 0xdf 0x17 0x32 0x9 0x4e 0xd1 0xe7 0xcd 0x8a 0x91 0xc6 ]  
  
TxCnt: 5  
PayloadLength=14  
A data to transmit: [0x1 0x83 0xdf 0x17 0x32 0x9 0x4e 0xd1 0xe7 0xcd 0x8a 0x91 0xc6 0xd5 ]  
  
TxCnt: 6  
PayloadLength=15  
A data to transmit: [0x1 0x83 0xdf 0x17 0x32 0x9 0x4e 0xd1 0xe7 0xcd 0x8a 0x91 0xc6 0xd5 0xc4 ]  
  
TxCnt: 7  
PayloadLength=16  
A data to transmit: [0x1 0x83 0xdf 0x17 0x32 0x9 0x4e 0xd1 0xe7 0xcd 0x8a 0x91 0xc6 0xd5 0xc4 0xc4 ]
```

图 204: 802.15.4g 帧结构——PAN3123 模组作为 Tx 发送的数据

```
Rssi Value = - 27
Payload length = 10
B data received: [01 83 df 17 32 09 4e d1 e7 cd ]
Rx Ok Cnt = 4
Rx Error Cnt = 0
Rx Total Cnt = 4

Rssi Value = - 27
Payload length = 11
B data received: [01 83 df 17 32 09 4e d1 e7 cd 8a ]
Rx Ok Cnt = 5
Rx Error Cnt = 0
Rx Total Cnt = 5

Rssi Value = - 27
Payload length = 12
B data received: [01 83 df 17 32 09 4e d1 e7 cd 8a 91 ]
Rx Ok Cnt = 6
Rx Error Cnt = 0
Rx Total Cnt = 6

Rssi Value = - 27
Payload length = 13
B data received: [01 83 df 17 32 09 4e d1 e7 cd 8a 91 c6 ]
Rx Ok Cnt = 7
Rx Error Cnt = 0
Rx Total Cnt = 7

Rssi Value = - 27
Payload length = 14
B data received: [01 83 df 17 32 09 4e d1 e7 cd 8a 91 c6 d5 ]
Rx Ok Cnt = 8
Rx Error Cnt = 0
Rx Total Cnt = 8
```

图 205: 802.15.4g 帧结构——PAN3123 模组作为 Rx 收取到的数据

4、通过对比 Tx 和 Rx 数据，两边是一致的，证明 PAN3123 的 802.15.4g 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 PAN3123 模组或其他模组作为 Rx，配置相同的 rf 参数，就可以收取到 PAN3123 发送过来的数据。

3.1.18 17_SDK_802_15_4g_PacketRx

1 功能概述

本代码示例主要演示 PAN3123 的 802.15.4g 帧结构的接收功能。

备注：

1、该例程仅限于在 PAN3123 上运行

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_802_15_4g_PacketRx，如下图所示

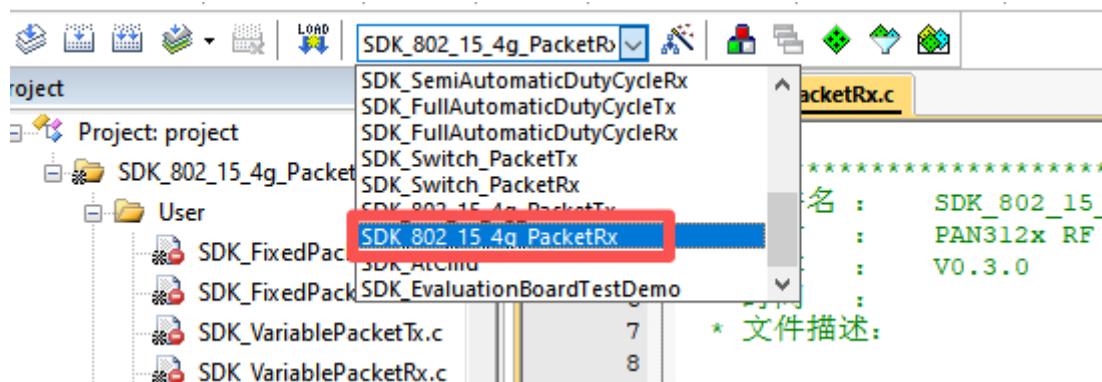


图 206: 工程选择

然后编译并下载该程序。

4 RF 参数参数设置

1、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、供电方式，发射功率等参数，

2、其中频点由基础频点，频点步进，通道 3 部分组成，即：

$$\text{Frequency} = \text{FrequencyBase} + \text{FrequencyStep} * \text{FrequencyChannelNumber}$$

3、关于 PowerSelect 说明：

POWER_LDO_0603：表示供电方式为 LDO，匹配电路中用的电感封装为 0603；

```

typedef struct{
    uint32_t FrequencyBase;
    uint32_t FrequencyStep;
    uint16_t FrequencyChannelNumber;
    PAN312xModulationSelect ModulationSelect;
    uint32_t DataRate;
    uint32_t TxDeviation;
    uint32_t RxDeviation;
    PAN312xPowerSelect PowerSelect;
    PAN312xPowerdBm Power;
} PAN312xRadioInit;

```

图 207: RF 参数设置

POWER_LDO_0402: 表示供电方式为 LDO, 匹配电路中用的电感封装为 0402;

POWER_DCDC_0603: 表示供电方式为 DCDC, 匹配电路中用的电感封装为 0603;

POWER_DCDC_0402: 表示供电方式为 DCDC, 匹配电路中用的电感封装为 0402;

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 = {
    .FrequencyBase      = 493000000,
    .FrequencyStep       = 0,
    .FrequencyChannelNumber = 0,
    .ModulationSelect   = MOD_2FSK,
    .DataRate            = 50000,
    .TxDeviation         = 25000,
    .RxDeviation         = 25000,
    .PowerSelect          = POWER_LDO_0603,
    .Power                = POWER_20dBm,
};

```

图 208: RF 参数设置举例

5 帧结构参数设置

1、如上图所示, 帧结构参数主要包括: 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;

备注:

802.15.4g 帧格式的 crc 选择是通过 FcsType 来决定的

1、FcsType = 0, 表示的是 CRC-32, 多项式是 0x04C11DB7

2、FcsType = 1, 表示的是 CRC-16, CCITT

7 测试方法

1、复位 PAN312x、等待 PAN312x Ready;

2、初始化一些寄存器;

```
|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;
    PAN312xPayloadBitOrder PayloadBitOrder;
    SFunctionalState NodeIdState;
    uint8_t TxNodeIdLength;
    uint32_t TxNodeIdValue;
    PAN312xNodeIdPosition RxNodeIdPos;
    uint8_t RxNodeIdLength;
    uint8_t PacketFilterCtrl;
    uint32_t PacketFilterMask;
    uint32_t PacketFilterPat1Value;
    uint32_t PacketFilterPat2Value;
    uint32_t PacketFilterPat3Value;
    PAN312xPacketType PacketType;
    PAN312x802154FcsType FcsType;
    SFunctionalState AckCheckState;
    uint8_t AckTxByte;
    uint8_t AckCheckByte;
}PAN312xPacketInit;
```

图 209: 帧结构参数设置

3、设置 RF 参数，配置频点为 493000000Hz，调制方式为 2FSK，速率为 50000bps，Tx Deviation 为 25000Hz，Rx Deviation 为 25000Hz，供电方式为 POWER_LDO_0603，发射功率为 21dBm，如下所示：

```
PAN312xRadioInit RadioInit = {
    .FrequencyBase          = 493000000,
    .FrequencyStep           = 0,
    .FrequencyChannelNumber = 0,
    .ModulationSelect       = MOD_2FSK,
    .DataRate                = 50000,
    .TxDeviation             = 25000,
    .RxDeviation             = 25000,
    .PowerSelect              = POWER_LDO_0603,
    .Power                   = POWER_20dBm,
};
```

图 210: RF 参数设置

4、设置帧结构参数，如下图示：

```
PAN312xPacketInit PacketInit = {
    .PacketType               = PACKET_TYPE_802154G,
    .PreambleLength           = 6,
    .PreambleSelect            = PREAMBLE_0101,
    .NonStandardPreamblePattern = 0,
    .SyncwordLength            = 4,
    .SyncwordPattern           = 0x5555904e,
    .PreambleManchesterMode   = MANCHESTER_ZeroToTwo,
    .PreambleManchester        = S_DISABLE,
    .SyncwordManchesterMode   = MANCHESTER_ZeroToTwo,
    .SyncwordManchester         = S_DISABLE,
    .PayloadManchesterMode    = MANCHESTER_ZeroToTwo,
    .PayloadManchester          = S_DISABLE,
    .FecEncoding               = FEC_HAMMING_DISABLE,
    .WhiteningPattern          = WHITENING_DISABLE, //WHITENING IEEE 802154g,
    .DataMode                  = DATA_MODE_PACKET,
    .PayloadBitOrder            = PAYLOAD_BIT_ORDER_MSB_FIRST,
    .TxNodeIdState              = S_DISABLE,
    .TxNodeIdLength             = 0,
    .TxNodeIdValue              = 0,
    .FcsType                   = FCS_TYPE_802154_CRC32,
};
```

图 211: 帧结构参数设置

- 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；
- 10、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：

备注：

```

while (1)
{
    if(xRxDoneFlag || xRxCrcErrorFlag) {
        rx_total_cnt++;
        if(xRxDoneFlag) {
            xRxDoneFlag = S_RESET;

            rssi_value = PAN312x_GetRSSI();

            nPayloadLength = PAN312x_Get_RxLengthInPacket();

            PAN312x_Read_Fifo(vectRxBuffer, nPayloadLength);
            PAN312x_Irq_Clear_RxDone_Status();

            printf("\n\nRssi 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");
            rx_ok_cnt++;
        }

        }else if(xRxCrcErrorFlag) {
            rx_error_cnt++;
            xRxCrcErrorFlag = S_RESET;
            PAN312x_Irq_Clear_RxCrcError_Status();
        }

        printf("Rx Ok Cnt = %d\r\n", rx_ok_cnt);
        printf("Rx Error Cnt = %d\r\n", rx_error_cnt);
        printf("Rx Total Cnt = %d\r\n", rx_total_cnt);
    }
}

```

图 212: 802.15.4g 帧结构接收主循环处理逻辑

```

void PortB_IRQHandler(void)
{
    Gpio_ClearIrq(PAN312x_DIO8_GPIO, PAN312x_DIO8_PIN);
    if(DIO8_GetState() == TRUE){
        PAN312x_Irq_Get_Status(&xIrqStatus);
        if(xIrqStatus.IRQ_STATUS0_F.IRQ_RX_DONE) {
            xRxDoneFlag = S_SET;
        }

        else if(xIrqStatus.IRQ_STATUS0_F.IRQ_RX_CRC_ERROR) {
            xRxCrcErrorFlag = S_SET;
        }
    }
}

```

图 213: 802.15.4g 帧结构 Rx 中断处理逻辑

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、运行后，串口会打印 log，包括例程基本信息，Radio Parameter、Packet Parameter、Crc Parameter，如下图所示：

```
*****
* 例程名称          : PAN312x-802.15.4g-PacketRx
* PAN312x固件版本  : 0x0030
* 例程版本          : 0.3.0
* 发布日期          : 2025-12-29
* Copyright www.panchip.com磐启微电子
*****
Radio Parameter
* Frequency       : 493.000Mhz
* Modulation      : 2FSK
* DataRate        : 50.0kbps
* RxDeviation    : 25.000khz
*****
Packet Parameter
* PacketType      : 802154gPacket
* PreambleLength  : 6bytes
* PreamblePattern : 0x55
* SyncwordLength  : 4bytes
* SyncwordPattern : 0x5555904e
* PreambleManchester : Disable
* SyncwordManchester : Disable
* PayloadManchester : Disable
* FecEncoding     : Disable
* WhiteningPattern : Disable
* DataMode         : PacketMode
* PayloadBitOrder  : PAYLOAD_BIT_ORDER_LSB_FIRST
*****
```

图 214: 固定包长帧结构测试现象——例程基本信息，Radio Parameter、Packet Parameter、Crc Parameter

2、串口打印收取到的数据，如下图所示：

2、用另一块 PAN312x 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 PAN3123 的 802.15.4g 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 PAN3123 模组或其他模组作为 Tx，配置相同的 rf 参数，就可以收取到 PAN3123 或其他模组发送过来的数据。

3.1.19 18_SDK_AtCmd

```
Rssi Value = - 27
Payload length = 10
B data received: [01 83 df 17 32 09 4e d1 e7 cd ]
Rx Ok Cnt = 4
Rx Error Cnt = 0
Rx Total Cnt = 4

Rssi Value = - 27
Payload length = 11
B data received: [01 83 df 17 32 09 4e d1 e7 cd 8a ]
Rx Ok Cnt = 5
Rx Error Cnt = 0
Rx Total Cnt = 5

Rssi Value = - 27
Payload length = 12
B data received: [01 83 df 17 32 09 4e d1 e7 cd 8a 91 ]
Rx Ok Cnt = 6
Rx Error Cnt = 0
Rx Total Cnt = 6

Rssi Value = - 27
Payload length = 13
B data received: [01 83 df 17 32 09 4e d1 e7 cd 8a 91 c6 ]
Rx Ok Cnt = 7
Rx Error Cnt = 0
Rx Total Cnt = 7

Rssi Value = - 27
Payload length = 14
B data received: [01 83 df 17 32 09 4e d1 e7 cd 8a 91 c6 d5 ]
Rx Ok Cnt = 8
Rx Error Cnt = 0
Rx Total Cnt = 8
```

图 215: 802.15.4g 帧结构——PAN312x 模组作为 Rx 收取到的数据

```
TxCnt: 1  
PayloadLength=10  
A data to transmit: [0x1 0x83 0xdf 0x17 0x32 0x9 0x4e 0xd1 0xe7 0xcd ]  
  
TxCnt: 2  
PayloadLength=11  
A data to transmit: [0x1 0x83 0xdf 0x17 0x32 0x9 0x4e 0xd1 0xe7 0xcd 0x8a ]  
  
TxCnt: 3  
PayloadLength=12  
A data to transmit: [0x1 0x83 0xdf 0x17 0x32 0x9 0x4e 0xd1 0xe7 0xcd 0x8a 0x91 ]  
  
TxCnt: 4  
PayloadLength=13  
A data to transmit: [0x1 0x83 0xdf 0x17 0x32 0x9 0x4e 0xd1 0xe7 0xcd 0x8a 0x91 0xc6 ]  
  
TxCnt: 5  
PayloadLength=14  
A data to transmit: [0x1 0x83 0xdf 0x17 0x32 0x9 0x4e 0xd1 0xe7 0xcd 0x8a 0x91 0xc6 0xd5 ]  
  
TxCnt: 6  
PayloadLength=15  
A data to transmit: [0x1 0x83 0xdf 0x17 0x32 0x9 0x4e 0xd1 0xe7 0xcd 0x8a 0x91 0xc6 0xd5 0xc4 ]  
  
TxCnt: 7  
PayloadLength=16  
A data to transmit: [0x1 0x83 0xdf 0x17 0x32 0x9 0x4e 0xd1 0xe7 0xcd 0x8a 0x91 0xc6 0xd5 0xc4 0xc4 ]
```

图 216: 802.15.4g 帧结构——PAN3123 模组作为 Tx 发送的数据

1 功能概述

本标准规定了 PAN312x 系列芯片 SDK 的 AT 指令集。适用于对 PAN312x 系列模组的参数配置、性能测试、数据收发等。

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_AtCmd, 如下图所示

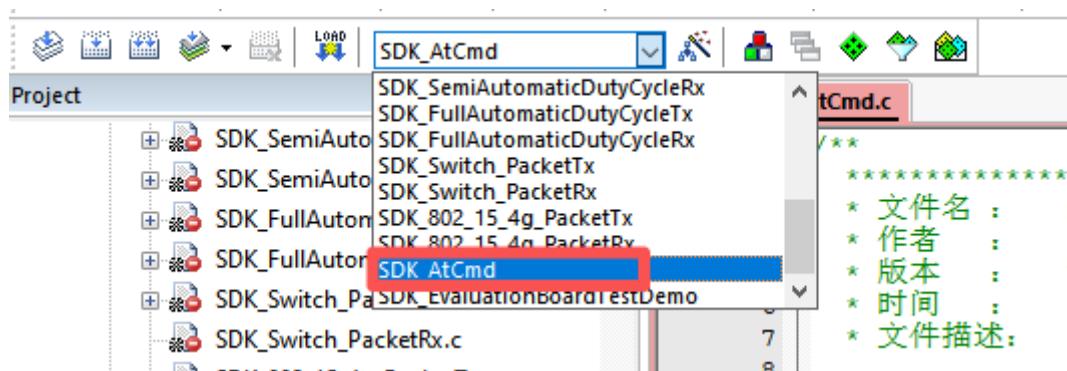


图 217: 工程选择

然后编译并下载该程序。

4 AT 指令语法

5 AT 指令集

5.1 AT 指令集总览

5.2 读取模块 FWID

5.3 设置读取射频参数

5.4 设置读取模块频点

5.5 设置读取模块调制解调方式

5.6 设置读取模块数据速率

5.7 设置读取模块 TxDeviation

5.8 设置读取模块 RxDeviation

5.9 设置读取模块 PowerSelect

5.10 设置读取模块 TxPower

5.11 设置读取模块 PreambleLength

5.12 设置读取模块 PreambleSelect

5.13 设置读取模块 NonStandardPreamblePattern

5.14 设置读取模块 SyncwordLength

5.15 设置读取模块 SyncwordPattern

5.16 设置读取模块 PreambleManchesterMode

5.17 设置读取模块 PreambleManchester

5.18 设置读取模块 SyncwordManchesterMode

5.19 设置读取模块 SyncwordManchester

5.20 设置读取模块 PayloadManchesterMode

5.21 设置读取模块 PayloadManchester

5.22 设置读取模块 FecEncoding

5.23 设置读取模块 WhiteningPattern

5.24 设置读取模块 DataMode

5.25 设置读取模块 CrcMode

5.26 设置读取模块 CrcPolynomial

5.27 设置读取模块 CrcSeed

5.28 设置读取模块 CrcBitOrder

5.29 设置读取模块 CrcByteSwap

5.30 设置读取模块 CrcRange

5.31 设置读取模块 CrcBitInv

5.32 设置读取模块 TxPacketConfig

5.33 设置读取模块 RxPacketConfig

5.34 设置模块接收功能

5.35 设置模块发送功能

5.36 设置模块进入退出单载波模式

5.37 设置模块进入退出 DeepSleep 模式

5.38 设置模块进入退出 Sleep 模式

5.39 打开关闭模块 TxSwitch 开关

5.40 打开关闭模块 RxSwitch 开关

3.1.20 19_SDK_EvaluationBoardTestDemo

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 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_EvaluationBoardTestDemo，如下图所示

然后编译并下载该程序。

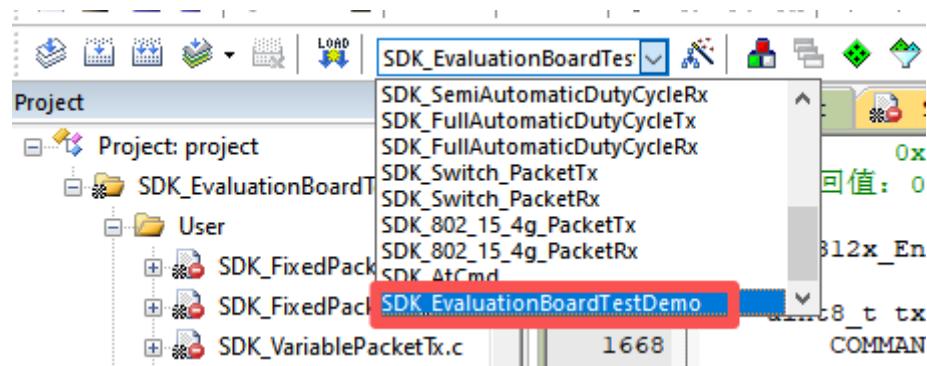


图 218: 工程选择

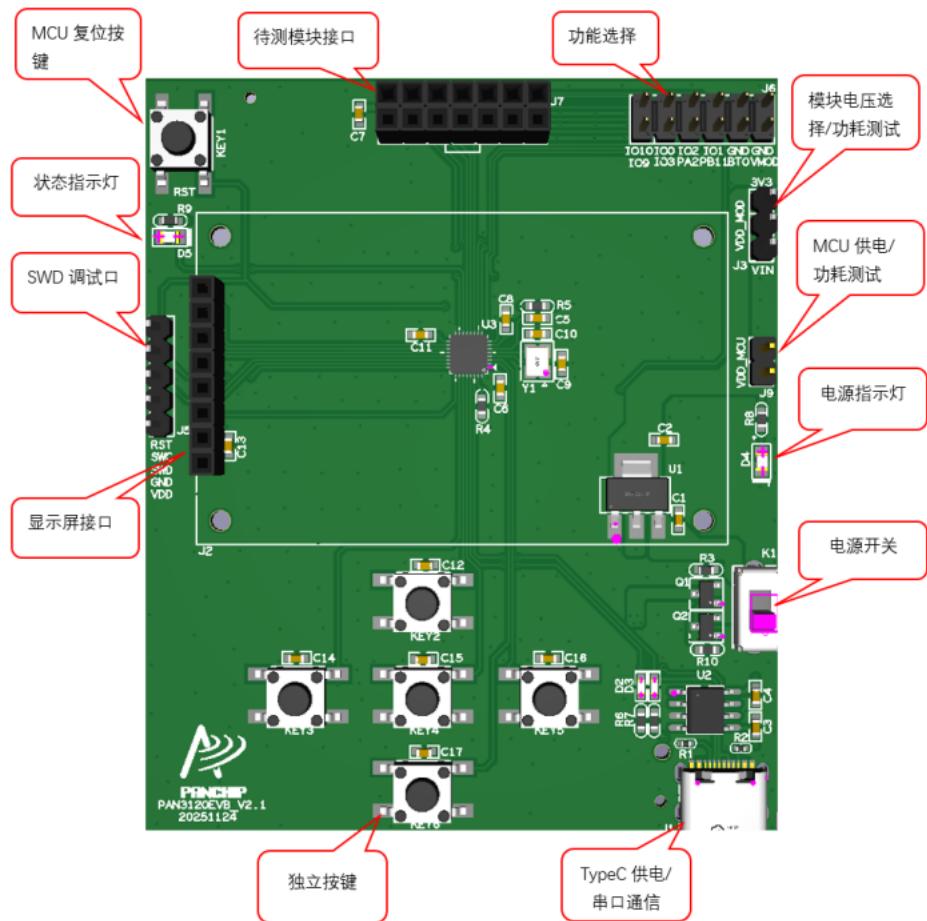


图 219: 评估板介绍

4 硬件平台介绍

- 4.1 EvaluationBoard 介绍**
- 1、模块连接头：14 管脚的连接头，其主要用于连接底板与无线模块；
 - 2、USB 插座：USB 插座连接评估板与 PC 机，不管可以为评估板供电，同时提供串口通信功能；
 - 3、LCD：用于显示无线模块的配置信息，同时可以演示无线模块的一些特征性能；
 - 4、按键：用户可根据 LCD 指引信息，来配置无线模块的配置信息；

4.2 无线模块 (PAN3120-EvalutionModule) PAN3120-EM 是磐启微的无线收发一体芯片 PAN3120 的评估模块，它由简单的外围电路、匹配网络及 PAN3120 芯片组成。PAN3120-EvalutionModule 的顶视图如下图所示，管脚定义为下表所示：

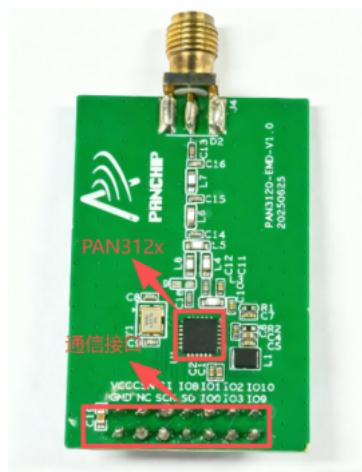


图 220: PAN3120-EvalutionModule 的顶视图

5 参数设置菜单介绍

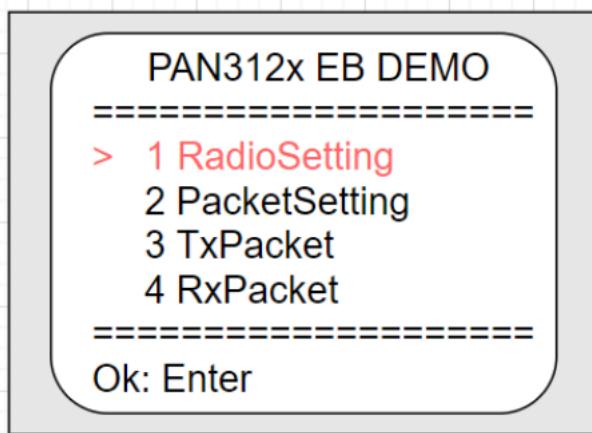


图 221: 主菜单界面

5.1 主菜单界面信息

备注：

- 1、TRxMaster 和 TRxSlave 要一起结合使用；
- 2、菜单中显示红色，表示选中该菜单；

5.2 RadioSetting 子菜单 在 RadioSetting 配置页面, 用户可以配置调制解调方式、频点、速率、TxDeviation、RxDeviation、PowerSelect、发射功率等参数, 以上参数具体可配置值, 可参考下面章节描述。

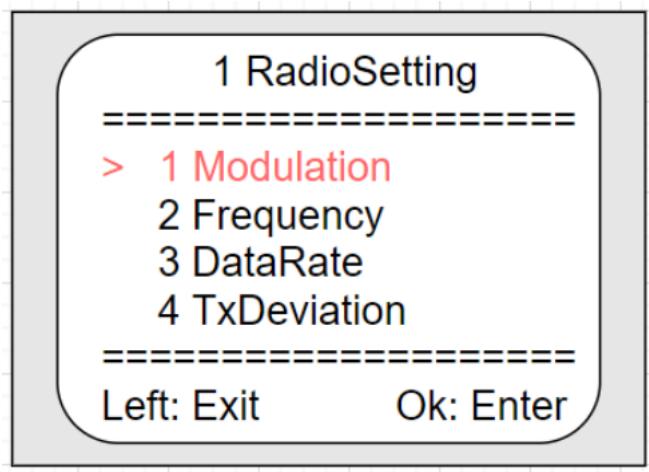


图 222: RadioSetting 子菜单

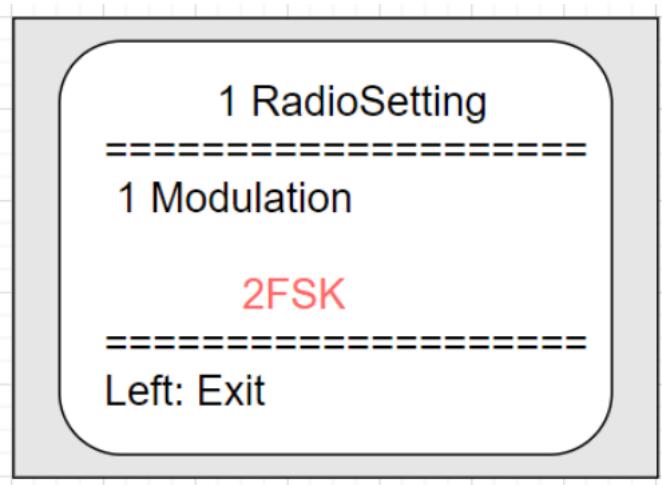


图 223: Modulation 子菜单

5.2.1 Modulation 子菜单

5.2.2 Frequency 子菜单

5.2.3 DataRate 子菜单

5.2.4 TxDeviation 子菜单

5.2.5 RxDeviation 子菜单

5.2.6 PowerSelect 子菜单

5.2.7 TxPower 子菜单

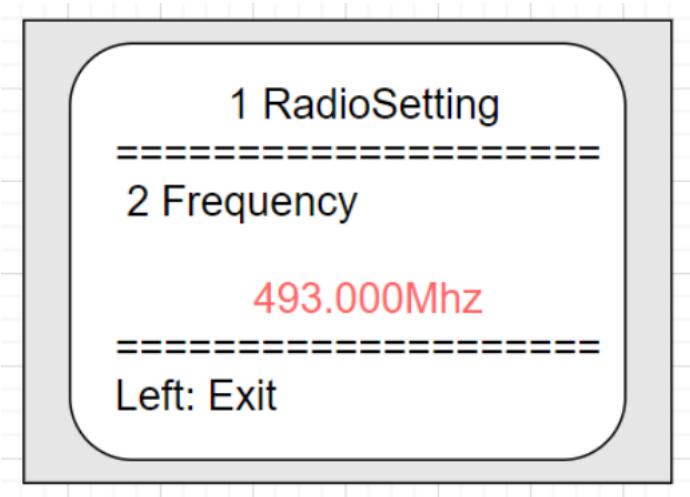


图 224: Frequency 子菜单

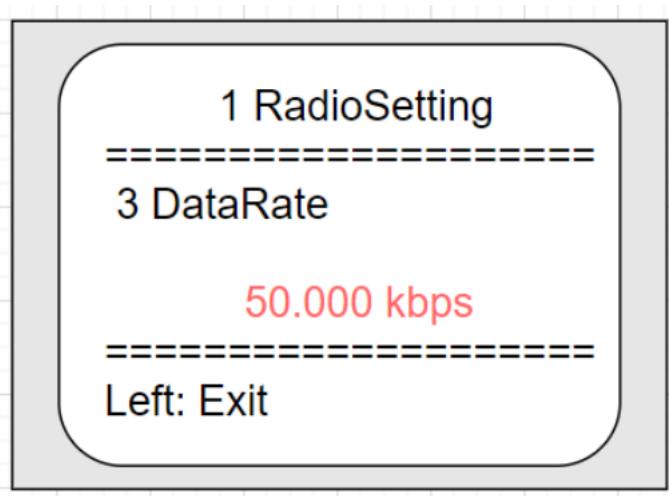


图 225: DataRate 子菜单

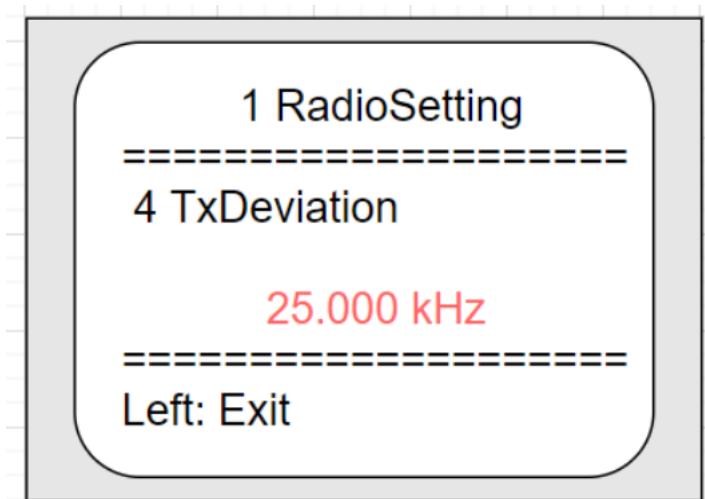


图 226: TxDeviation 子菜单

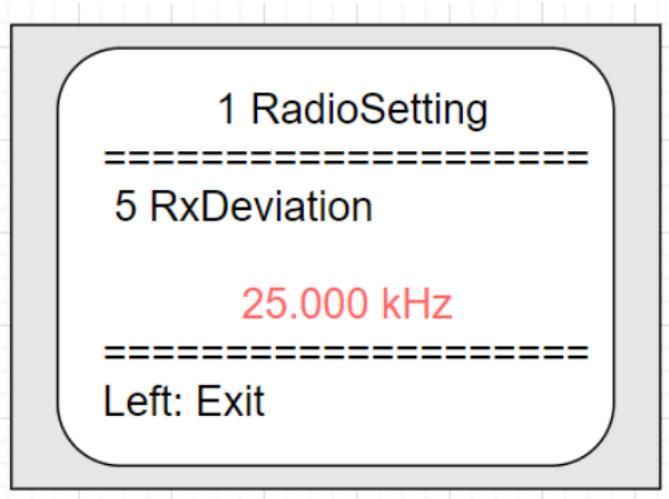


图 227: RxDeviation 子菜单

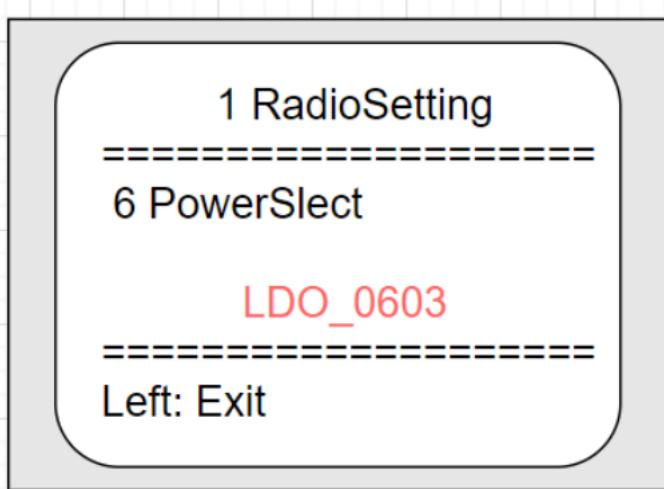


图 228: PowerSelect 子菜单

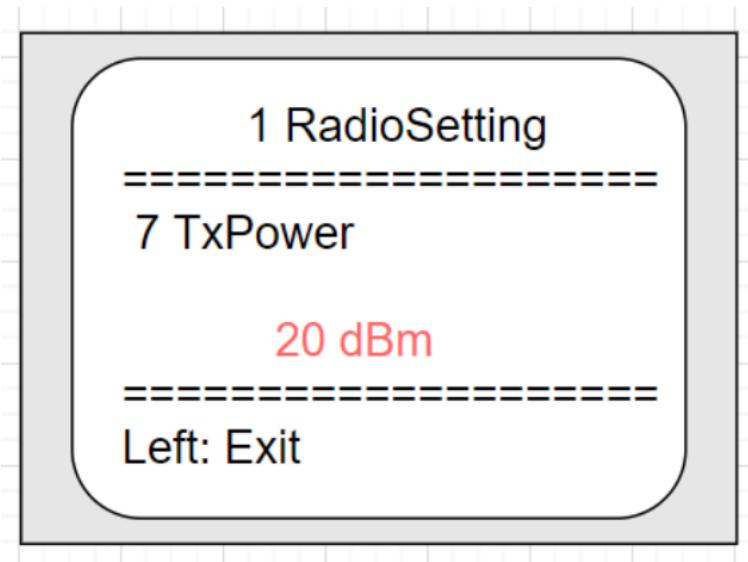


图 229: TxPower 子菜单

5.3 PacketSetting 子菜单 在 PacketSetting 配置页面, 用户可以配置 PreambleLength、SyncWord、PayloadLength、PayloadContent、CrcSelect、Fec、Whitening 等参数, 以上参数具体可配置值, 可参考下面章节描述。

实际的数据帧结构为:

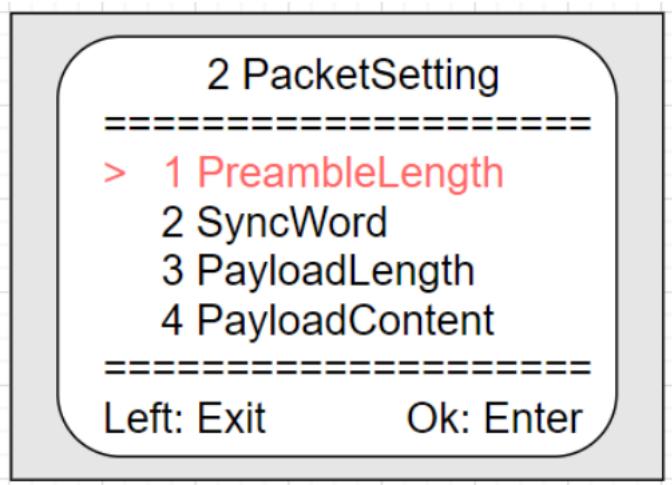


图 230: PacketSetting 子菜单

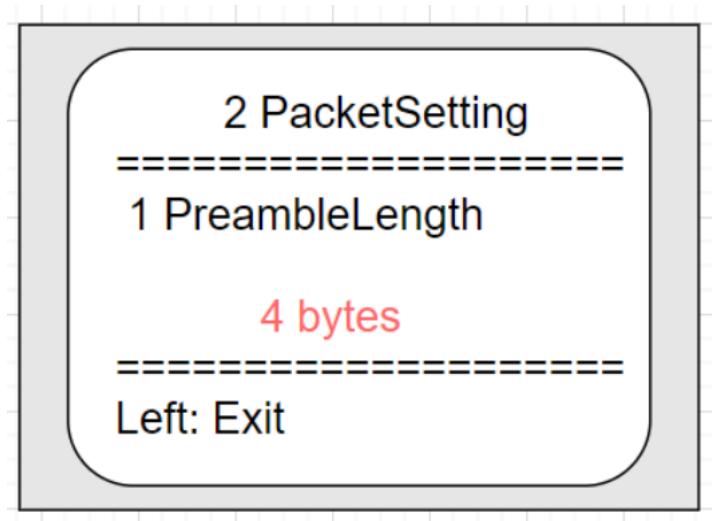


图 231: PreambleLength 子菜单

5.3.1 PreambleLength 子菜单

5.3.2 SyncWord 子菜单

5.3.3 PayloadLength 子菜单

5.3.4 PayloadContent 子菜单

5.3.5 Fec 子菜单

5.3.6 CrcSelect 子菜单

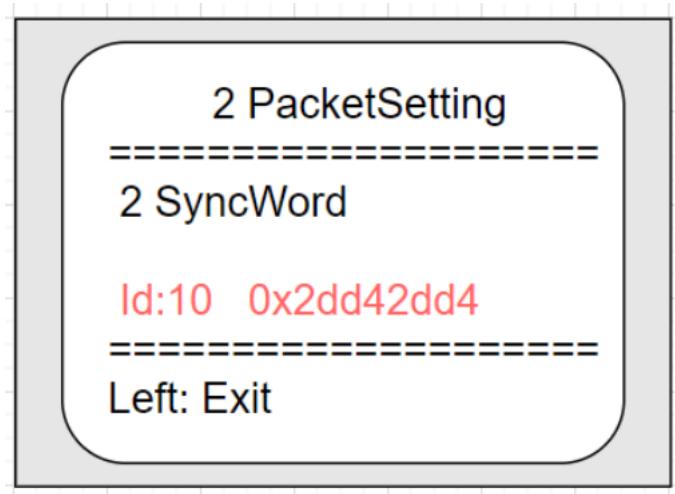


图 232: SyncWord 子菜单

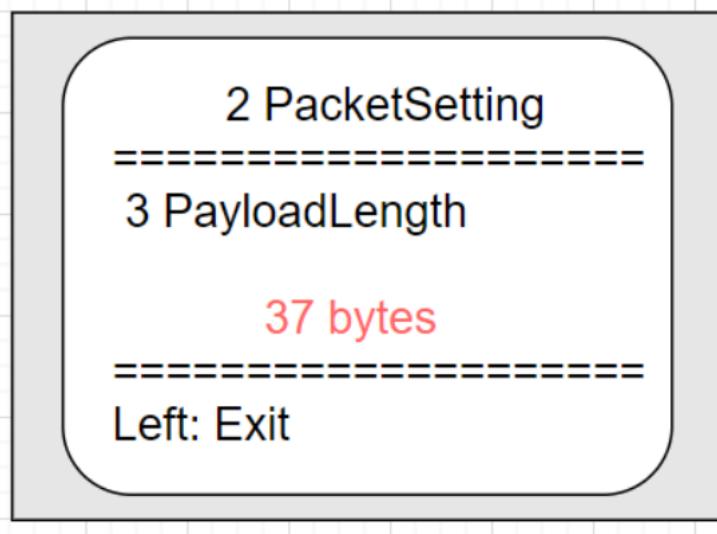


图 233: PayloadLength 子菜单

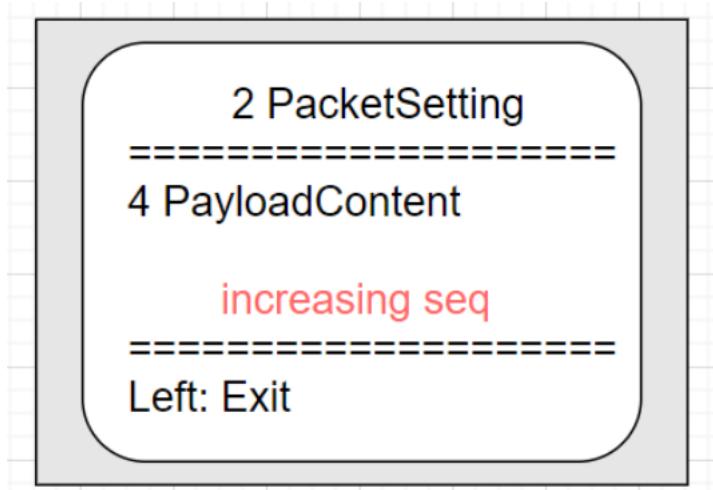


图 234: PayloadContent 子菜单

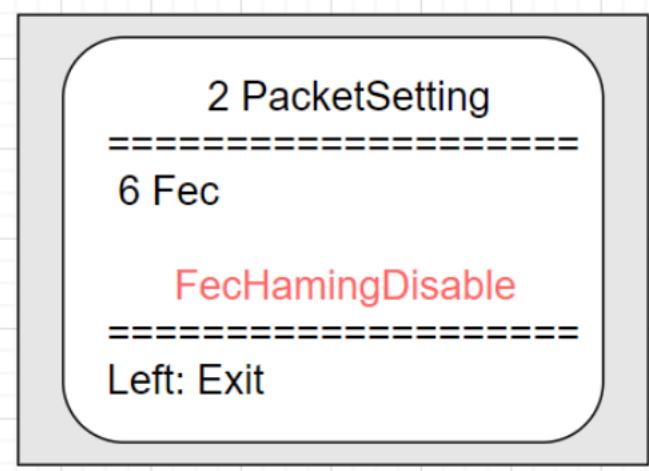


图 235: Fec 子菜单

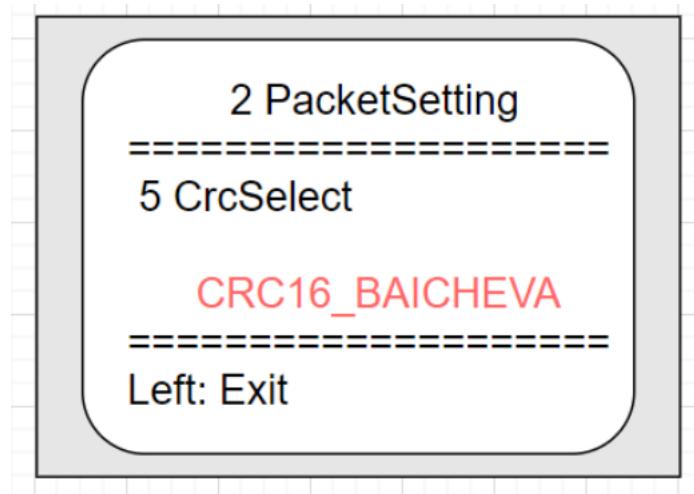


图 236: CrcSelect 子菜单

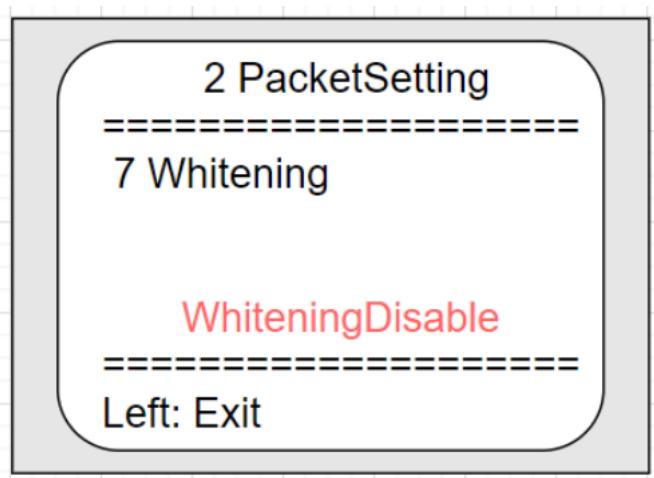


图 237: Whitening 子菜单

5.3.7 Whitening 子菜单

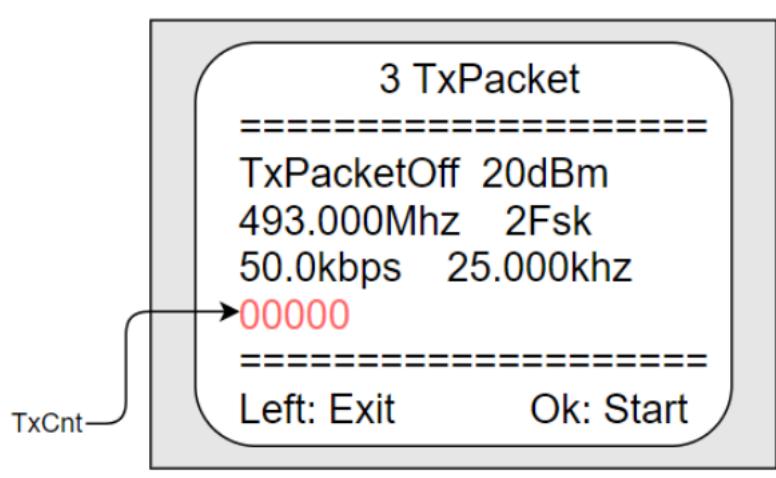


图 238: TxPacketOff 子菜单

5.4 TxPacket 子菜单 在上图界面基础上，按下 Ok 键，进入发送模式，且更新显示如下：

5.5 RxPacket 子菜单 在上图界面基础上，按下 Ok 键，进入接收模式，且更新显示如下：

5.6 TRxMaster 子菜单 TRxMaster 表示的是主设备 Master 发送完数据后，立刻进入接收模式，并等待 Slave 设备回应的 ACK 数据包。

在上图界面基础上，按下 Ok 键，进入工作模式，且更新显示如下：

5.7 TRxSlave 子菜单 TRxSlave 表示的是从设备 Slave 接收到数据后，进入发送模式，并发送 ACK 数据包给 Master 设备

ACK 数据帧格式：

在上图界面基础上，按下 Ok 键，进入工作模式，且更新显示如下：

5.8 TxCw 子菜单 在上图界面基础上，按下 Ok 键，进入单载波模式，且更新显示如下：

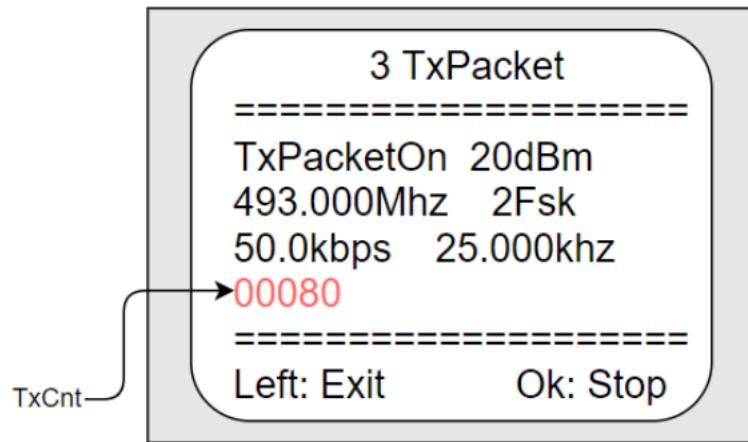


图 239: TxPacketOn 子菜单

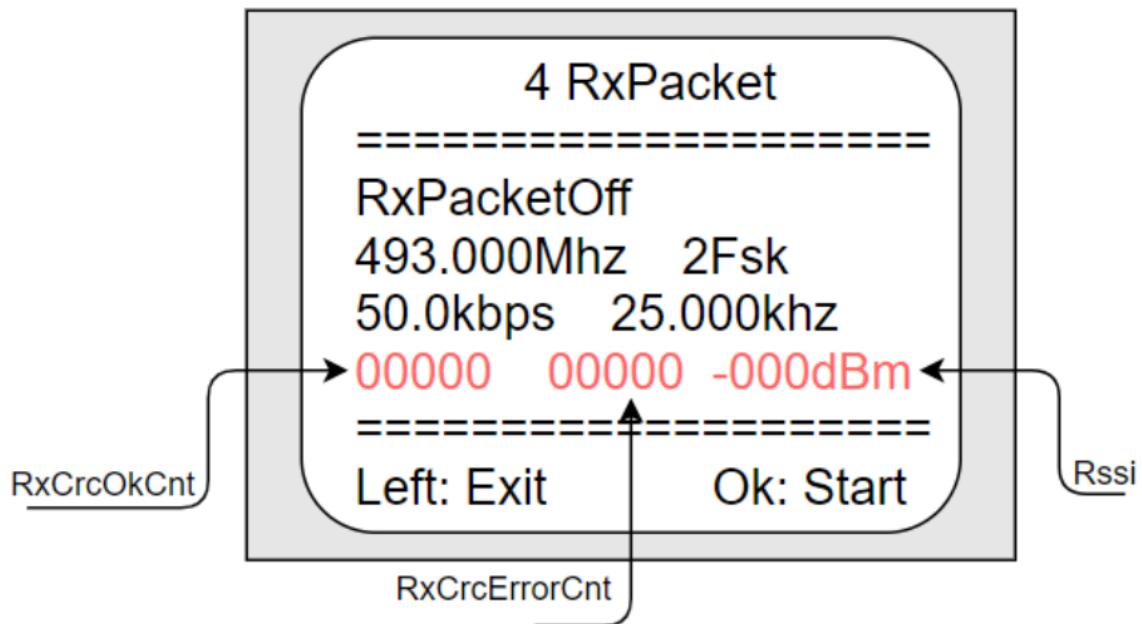


图 240: RxPacketOff 子菜单

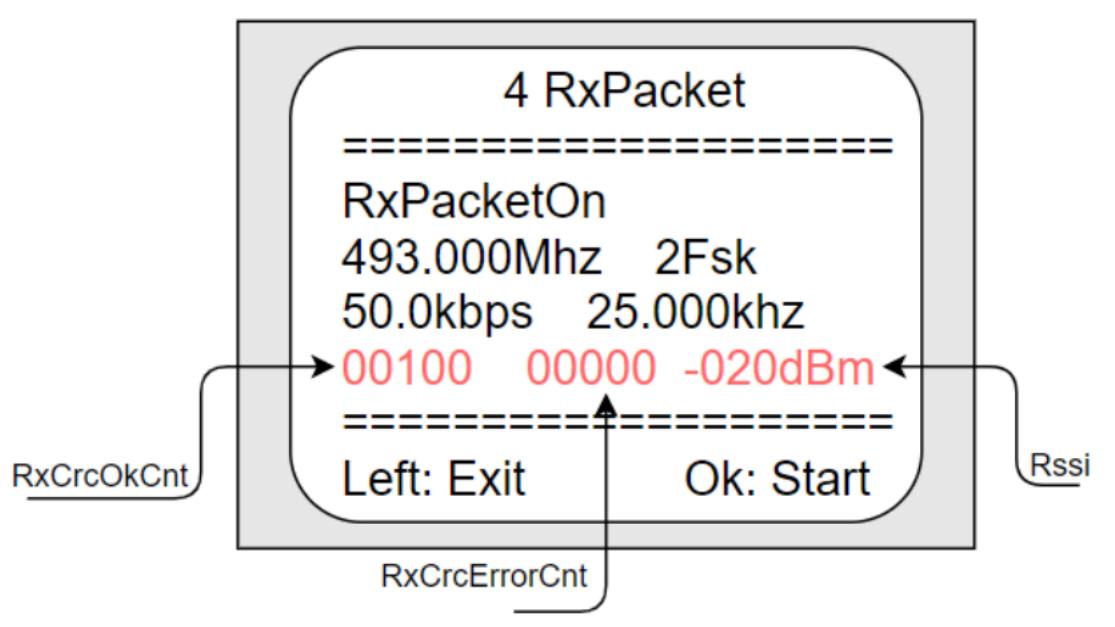


图 241: RxPacketOn 子菜单

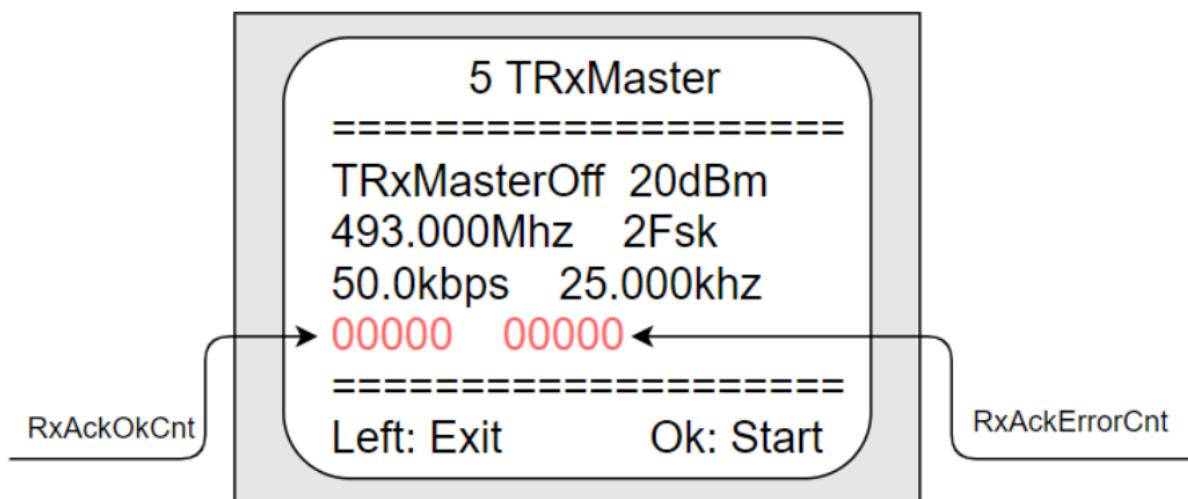


图 242: TRxMasterOff 子菜单

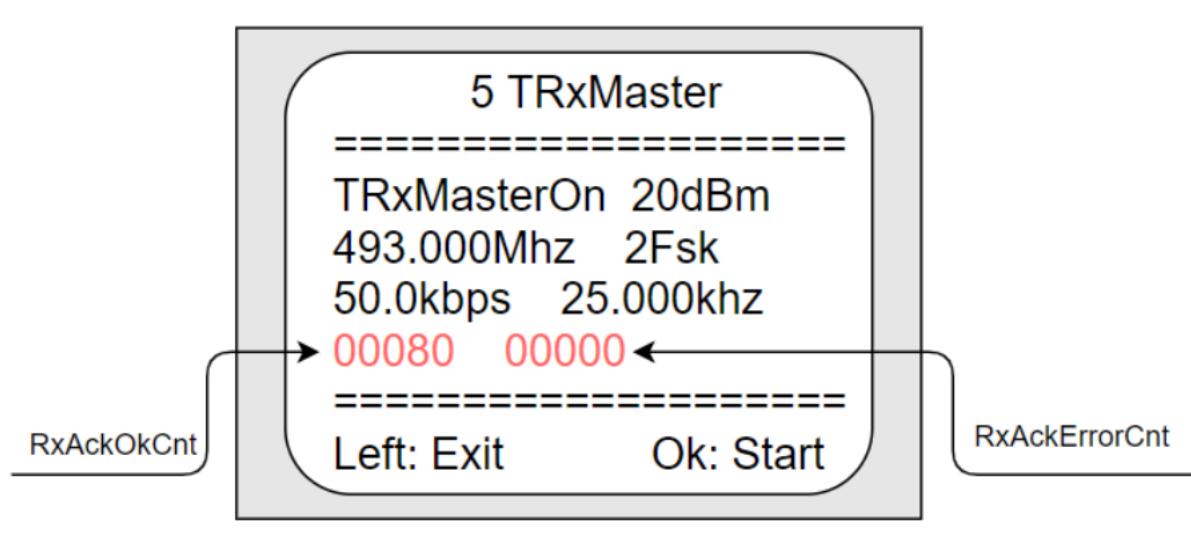


图 243: TRxMasterOn 子菜单

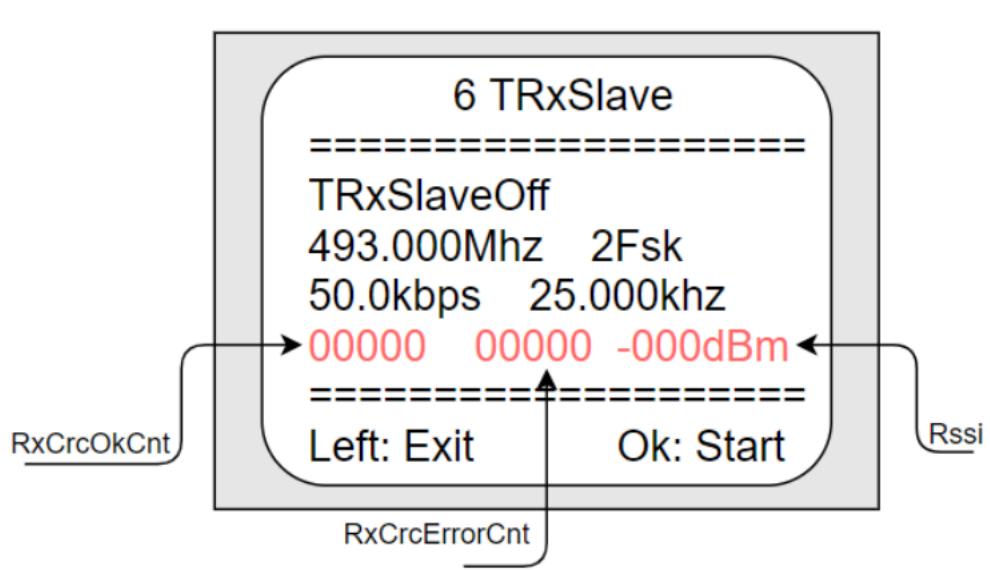


图 244: TRxSlaveOff 子菜单

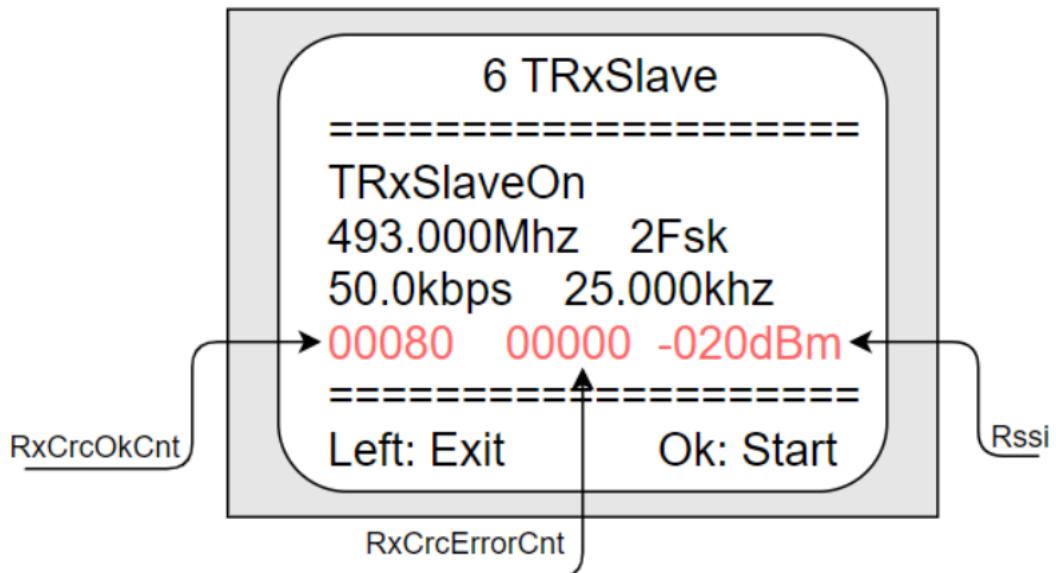


图 245: TRxMasterOn 子菜单

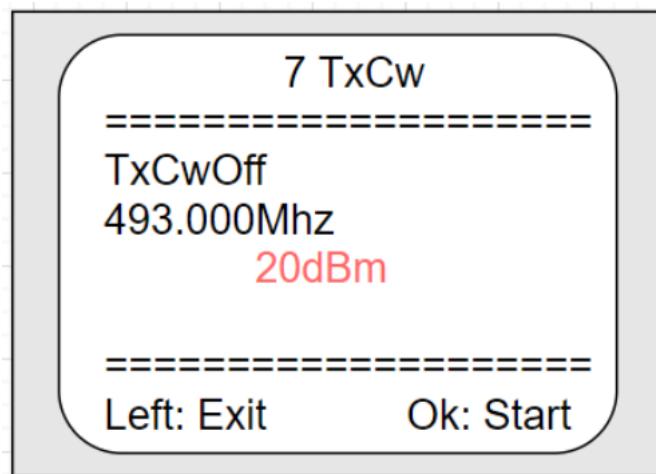


图 246: TxCwOff 子菜单

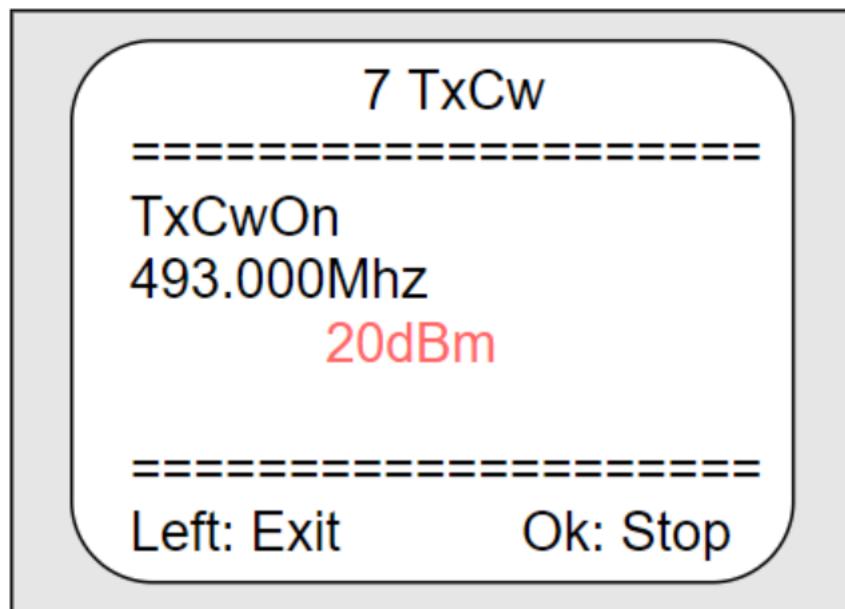


图 247: TxCwOn 子菜单

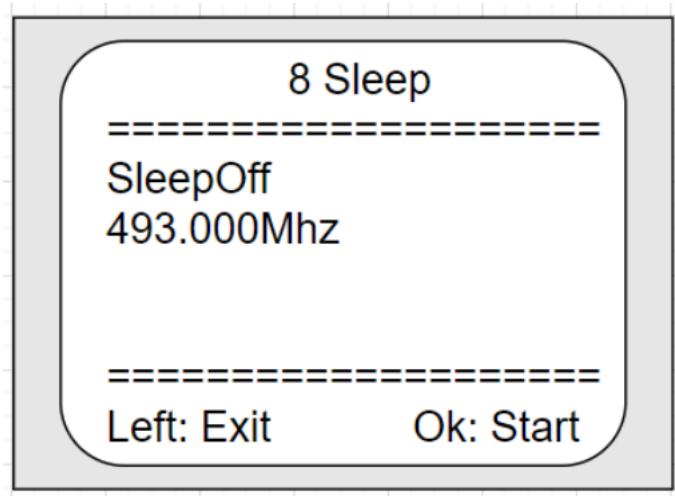


图 248: SleepOff 子菜单

5.9 Sleep 子菜单 在上图界面基础上，按下 Ok 键，进入单载波模式，且更新显示如下：

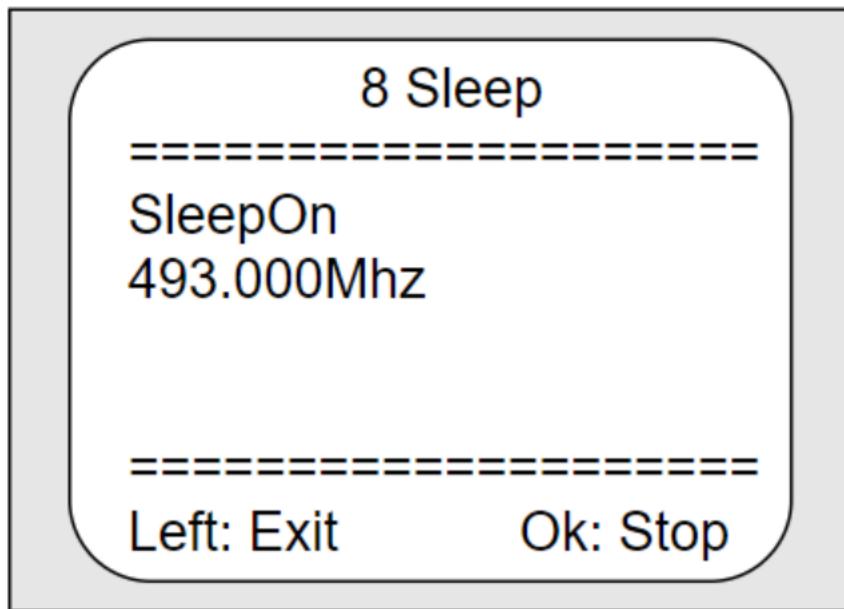


图 249: SleepOn 子菜单

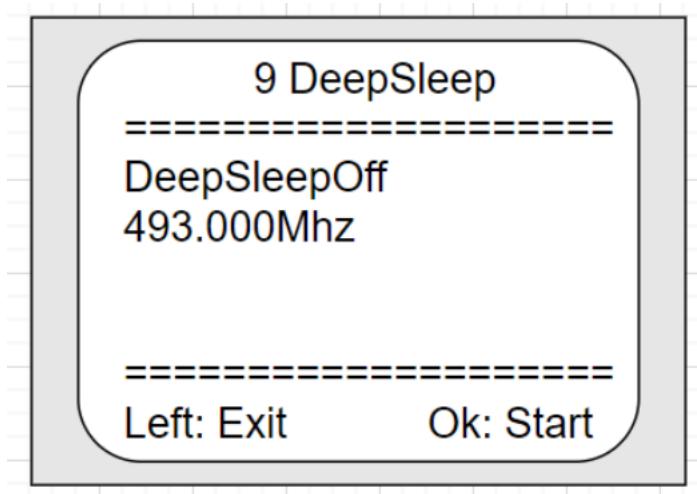


图 250: DeepSleepOff 子菜单

5.10 DeepSleep 子菜单 在上图界面基础上，按下 Ok 键，进入 DeepSleep 模式，且更新显示如下：

5.11 TxPacketCnt 子菜单

5.12 TxInterval 子菜单

3.1.21 20_SDK_VariableNodeIdPacketTx

1 功能概述

本代码示例主要演示 PAN312x 可变包长帧结构带 NodeId 的发送功能。

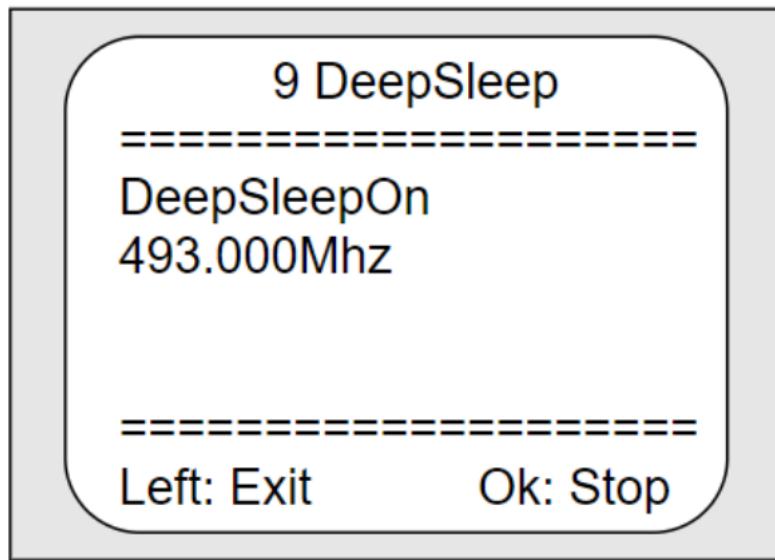


图 251: DeepSleepOn 子菜单

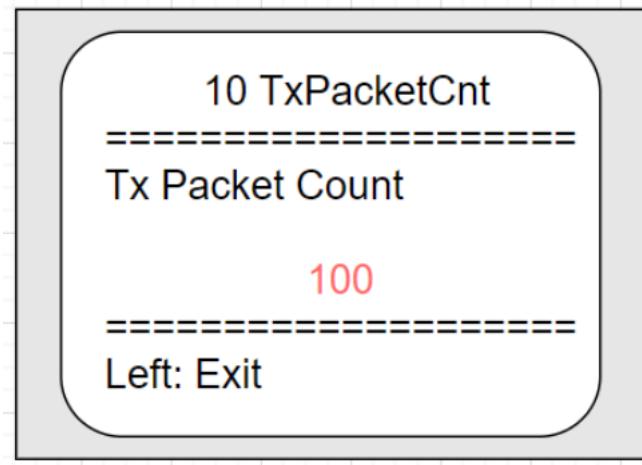


图 252: TxPacketCnt 子菜单

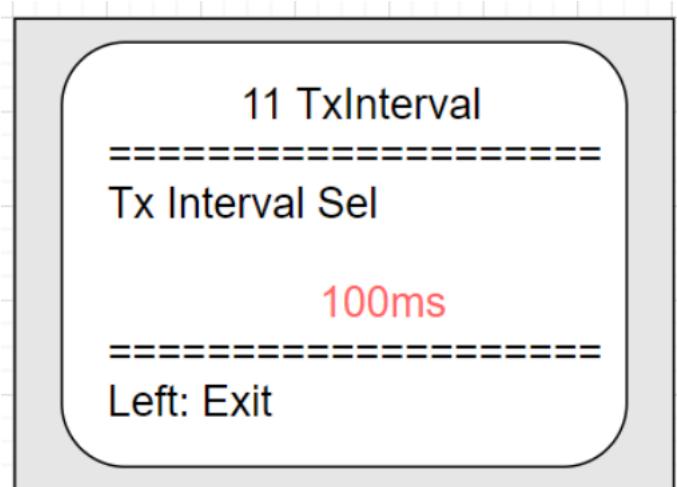


图 253: TxInterval 子菜单

1、NodeId 在 Length 之前, 帧结构如下图所示:

preamble + syncword + nodeid + length + payload + crc

2、NodeId 在 Length 之后, 帧结构如下图所示:

preamble + syncword + length + nodeid + payload + crc

3、PAN3120 为 tx 时, 默认支持 NodeId 在 Length 之前, 当设置 nodeIdLength 不为 0 时, nodeId 就会生效, 并且硬件会自动将其添加到数据帧结构中;

4、当 nodeId 在 Length 之后时, 可以将 nodeId 作为 payload 的组成部分;

5、可通过宏定义 NODEID_POS 来选择 Node 的位置, 当 NODEID_POS == 0 时, 表示 nodeId 处于 length 之前, 当 NODEID_POS == 1 时, 表示 nodeId 处于 length 之后;

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_VariableNodeIdPacketTx, 如下图所示

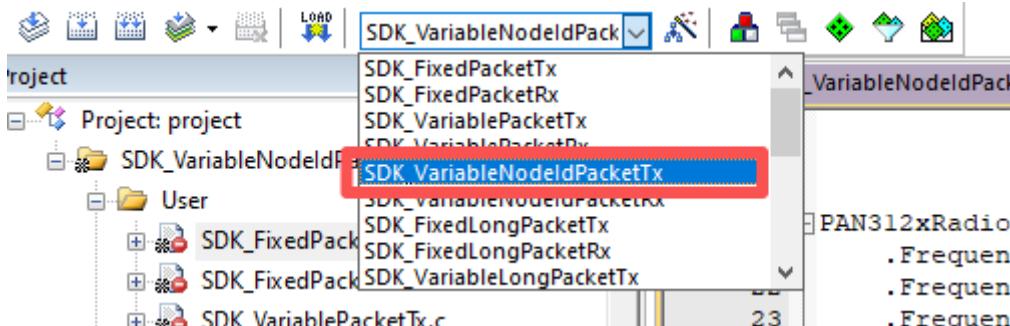


图 254: 工程选择

然后编译并下载该程序。

4 RF 参数参数设置

1、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、供电方式, 发射功率等参数,

2、其中频点由基础频点, 频点步进, 通道 3 部分组成, 即:

$$\text{Frequency} = \text{FrequencyBase} + \text{FrequencyStep} * \text{FrequencyChannelNumber}$$

3、关于 PowerSelect 说明:

POWER_LDO_0603: 表示供电方式为 LDO, 匹配电路中用的电感封装为 0603;

POWER_LDO_0402: 表示供电方式为 LDO, 匹配电路中用的电感封装为 0402;

POWER_DCDC_0603: 表示供电方式为 DCDC, 匹配电路中用的电感封装为 0603;

```

typedef struct{
    uint32_t FrequencyBase;
    uint32_t FrequencyStep;
    uint16_t FrequencyChannelNumber;
    PAN312xModulationSelect ModulationSelect;
    uint32_t DataRate;
    uint32_t TxDeviation;
    uint32_t RxDeviation;
    PAN312xPowerSelect PowerSelect;
    PAN312xPowerdBm Power;
} PAN312xRadioInit;

```

图 255: RF 参数设置

POWER_DCDC_0402: 表示供电方式为 DCDC, 匹配电路中用的电感封装为 0402;

5 帧结构参数设置

1、如上图所示, 帧结构参数主要包括: 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;

6 CRC 参数设置

1、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, Crc 是否使能等参数。

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, 配置频点为 493000000Hz, 调制方式为 2FSK, 速率为 50000bps, Tx Deviation 为 25000Hz, Rx Deviation 为 25000Hz, 供电方式为 POWER_LDO_0603, 发射功率为 21dBm, 如下所示:

4、设置帧结构参数, 如下图示:

NodeId 参数介绍:

1、NodeIdState: 用来指示是否使能 NodeId;

2、TxNodeIdLength: 用来表示 NodeId 的长度;

3、TxNodeIdValue: NodeId 的值;

5、设置 CRC 为 CRC_16_BAICHEVA, 如下图所示:

6、设置 TxPpacket 为可变包长, 根据需要确认是否需要使能 CRC;

7、将 IRQ_MAKS_TX_DONE 中断映射到 IRQ(GPIO8) 引脚上;

8、设置系统自动清除部分中断状态;

9、清除所有中断状态;

10、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:

```

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;
    PAN312xPayloadBitOrder PayloadBitOrder;
    SFunctionalState NodeIdState;
    uint8_t TxNodeIdLength;
    uint32_t TxNodeIdValue;
    PAN312xNodeIdPosition RxNodeIdPos;
    uint8_t RxNodeIdLength;
    uint8_t PacketFilterCtrl;
    uint32_t PacketFilterMask;
    uint32_t PacketFilterPat1Value;
    uint32_t PacketFilterPat2Value;
    uint32_t PacketFilterPat3Value;
    PAN312xPacketType PacketType;
    PAN312x802154FcsType FcsType;
    SFunctionalState AckCheckState;
    uint8_t AckTxByte;
    uint8_t AckCheckByte;
}PAN312xPacketInit;

```

图 256: 帧结构参数设置

```

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

```

图 257: CRC 参数设置

```
PAN312xPacketInit PacketInit = {
    .PacketType                  = VARIABLE_PACKET_TYPE,
    .PreambleLength              = 8,
    .PreambleSeclect              = PREAMBLE_0101,
    .NonStandardPreamblePattern  = 0,
    .SyncwordLength                = 4,
    .SyncwordPattern                = 0x2dd42dd4,
    .PreambleManchesterMode        = MANCHESTER_ZeroToTwo,
    .PreambleManchester            = S_DISABLE,
    .SyncwordManchesterMode        = MANCHESTER_ZeroToTwo,
    .SyncwordManchester             = S_DISABLE,
    .PayloadManchesterMode         = MANCHESTER_ZeroToTwo,
    .PayloadManchester              = S_DISABLE,
    .FecEncoding                   = FEC_HAMING_DISABLE,
    .WhiteningPattern                = WHITENING_DISABLE,
    .DataMode                      = DATA_MODE_PACKET,
    .PayloadBitOrder                = PAYLOAD_BIT_ORDER_MSB_FIRST,
};


```

图 258: RF 参数设置

```
]PAN312xPacketInit PacketInit = {
    .PacketType                  = VARIABLE_PACKET_TYPE,
    .PreambleLength              = 8,
    .PreambleSeclect              = PREAMBLE_0101,
    .NonStandardPreamblePattern  = 0,
    .SyncwordLength                = 4,
    .SyncwordPattern                = 0x2dd42dd4,
    .PreambleManchesterMode        = MANCHESTER_ZeroToTwo,
    .PreambleManchester            = S_DISABLE,
    .SyncwordManchesterMode        = MANCHESTER_ZeroToTwo,
    .SyncwordManchester             = S_DISABLE,
    .PayloadManchesterMode         = MANCHESTER_ZeroToTwo,
    .PayloadManchester              = S_DISABLE,
    .FecEncoding                   = FEC_HAMING_DISABLE,
    .WhiteningPattern                = WHITENING_DISABLE,
    .DataMode                      = DATA_MODE_PACKET,
    .PayloadBitOrder                = PAYLOAD_BIT_ORDER_MSB_FIRST,
    .NodeIdState                  = S_ENABLE,
    .TxNodeIdLength                = 4,
    .TxNodeIdValue                 = 0xaabbccdd,
};


```

图 259: 帧结构参数设置

```
PAN312xCrcInit CrcInit = {
    .CrcMode      = CRC_MODE_16_BIT,
    .CrcPolynomial = 0x90d9,
    .CrcSeed       = 0x0000,
    .CrcBitOrder   = CRC_BIT_ORDER_MSB_FIRST,
    .CrcByteSwap   = CRC_BYTE_MSB_FIRST,
    .CrcRange      = CRC_RANGE_WHOLE_PAYLOAD,
    .CrcBitInv     = S_DISABLE,
    .CrcState      = S_ENABLE,
};
```

图 260: CRC 参数设置

```
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 261: 可变包长帧结构发送主循环处理逻辑

```
void PortB_IRQHandler(void)
{
    Gpio_ClearIrq(PAN312x_DIO8_GPIO, PAN312x_DIO8_PIN);
    if(DIO8_GetState() == TRUE)
    {
        PAN312x_Irq_Get_Status(&xIrqStatus);

        if(xIrqStatus.IRQ_STATUS0_F.IRQ_TX_DONE) {
            xTxDoneFlag = S_SET;
        }
    }
}
```

图 262: 可变包长帧结构 Tx 中断处理逻辑

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；

8 测试现象

1、运行后，串口会打印 log，包括例程基本信息，Radio Parameter、Packet Parameter、Crc Parameter，如下图所示：

```
*****
* 例程名称      : PAN312x-VariableNodeTdPacketTx
* PAN312x固件版本 : 0x0030
* 例程版本      : 0.3.0
* 发布日期      : 2025-12-29
* Copyright www.panchip.com磐启微电子
*****
Radio Parameter
* Frequency   : 493.000Mhz
* Modulation   : 2FSK
* DataRate     : 50.0kbps
* RxDeviation  : 25.000khz
*****
Packet Parameter
* PacketType    : VariablePacket
* PreambleLength : 8bytes
* PreamblePattern : 0x55
* SyncwordLength : 4bytes
* SyncwordPattern : 0x2dd42dd4
* PreambleManchester : Disable
* SyncwordManchester : Disable
* PayloadManchester : Disable
* FecEncoding    : Disable
* WhiteningPattern : Disable
* DataMode       : PacketMode
* PayloadBitOrder : PAYLOAD_BIT_ORDER_MSB_FIRST
* NodeIdState    : S_ENABLE
* TxNodeIdLength : 0x4
* TxNodeIdValue  : 0xaabbccdd
*****
Crc Parameter
* CrcState      : Enable
* CrcMode       : CRC_MODE_16_BIT
* CrcPolynomial : 0x90d9
* CrcSeed       : 0x0
* CrcBitOrder   : CRC_BIT_ORDER_MSB_FIRST
* CrcByteSwap   : CRC_BYT_MSB_FIRST
* CrcBitInv    : Disable
*****
```

图 263: 可变包长帧结构 (NodeId 在前) 测试现象——例程基本信息，Radio Parameter、Packet Parameter、Crc Parameter

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：

```
TxCnt: 1  
PayloadLength=1  
A data to transmit: [1 ]  
  
TxCnt: 2  
PayloadLength=2  
A data to transmit: [1 83 ]  
  
TxCnt: 3  
PayloadLength=3  
A data to transmit: [1 83 df ]  
  
TxCnt: 4  
PayloadLength=4  
A data to transmit: [1 83 df 17 ]  
  
TxCnt: 5  
PayloadLength=5  
A data to transmit: [1 83 df 17 32 ]  
  
TxCnt: 6  
PayloadLength=6  
A data to transmit: [1 83 df 17 32 9 ]  
  
TxCnt: 7  
PayloadLength=7  
A data to transmit: [1 83 df 17 32 9 4e ]  
  
TxCnt: 8  
PayloadLength=8  
A data to transmit: [1 83 df 17 32 9 4e d1 ]  
  
TxCnt: 9  
PayloadLength=9  
A data to transmit: [1 83 df 17 32 9 4e d1 e7 ]  
  
TxCnt: 10  
PayloadLength=10  
A data to transmit: [1 83 df 17 32 9 4e d1 e7 cd ]  
  
TxCnt: 11  
PayloadLength=11  
A data to transmit: [1 83 df 17 32 9 4e d1 e7 cd 8a ]  
||
```

图 264: 可变包长帧 (NodeId 在前) 结构——PAN312x 模组作为 Tx 发送的数据

```
Rssi Value = - 96
RxNodeIdValue 0xaabbccdd
Payload length = 4
B data received: [01 83 df 17 ]
Rx Ok Cnt = 6627
Rx Error Cnt = 16
Rx Total Cnt = 6643

Rssi Value = - 97
RxNodeIdValue 0xaabbccdd
Payload length = 5
B data received: [01 83 df 17 32 ]
Rx Ok Cnt = 6628
Rx Error Cnt = 16
Rx Total Cnt = 6644

Rssi Value = - 96
RxNodeIdValue 0xaabbccdd
Payload length = 6
B data received: [01 83 df 17 32 09 ]
Rx Ok Cnt = 6629
Rx Error Cnt = 16
Rx Total Cnt = 6645

Rssi Value = - 96
RxNodeIdValue 0xaabbccdd
Payload length = 7
B data received: [01 83 df 17 32 09 4e ]
Rx Ok Cnt = 6630
Rx Error Cnt = 16
Rx Total Cnt = 6646

Rssi Value = - 96
RxNodeIdValue 0xaabbccdd
Payload length = 8
B data received: [01 83 df 17 32 09 4e d1 ]
Rx Ok Cnt = 6631
Rx Error Cnt = 16
Rx Total Cnt = 6647

Rssi Value = - 96
RxNodeIdValue 0xaabbccdd
Payload length = 9
B data received: [01 83 df 17 32 09 4e d1 e7 ]
Rx Ok Cnt = 6632
Rx Error Cnt = 16
Rx Total Cnt = 6648

Rssi Value = - 96
RxNodeIdValue 0xaabbccdd
Payload length = 10
B data received: [01 83 df 17 32 09 4e d1 e7 cd ]
Rx Ok Cnt = 6633
Rx Error Cnt = 16
Rx Total Cnt = 6649
```

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。

3.1.22 21_SDK_VariableNodeIdPacketRx

1 功能概述

本代码示例主要演示 PAN312x 可变包长帧结构带 NodeId 的接收功能。

1、NodeId 在 Length 之前，帧结构如下图所示：

preamble + syncword + nodeid + length + payload + crc

2、NodeId 在 Length 之后，帧结构如下图所示：

preamble + syncword + length + nodeid + payload + crc

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_VariableNodeIdPacketRx，如下图所示

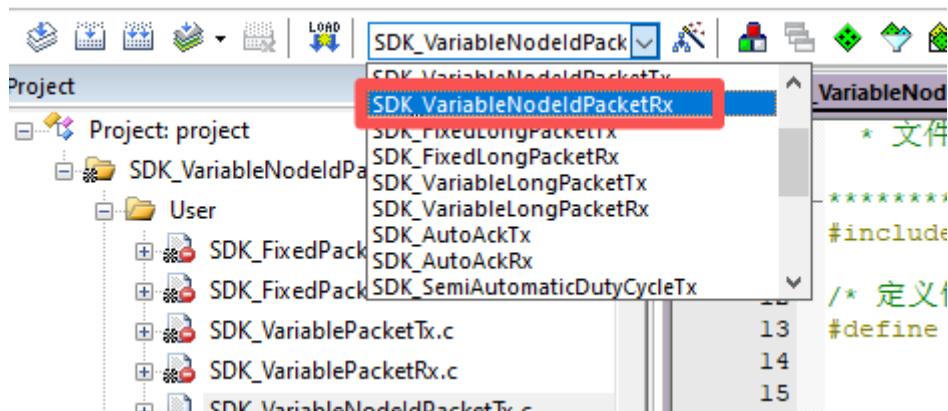


图 266: 工程选择

然后编译并下载该程序。

4 RF 参数参数设置

1、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、供电方式，发射功率等参数，

2、其中频点由基础频点，频点步进，通道 3 部分组成，即：

```

typedef struct{
    uint32_t FrequencyBase;
    uint32_t FrequencyStep;
    uint16_t FrequencyChannelNumber;
    PAN312xModulationSelect ModulationSelect;
    uint32_t DataRate;
    uint32_t TxDeviation;
    uint32_t RxDeviation;
    PAN312xPowerSelect PowerSelect;
    PAN312xPowerdBm Power;
} PAN312xRadioInit;

```

图 267: RF 参数设置

Frequency = FrequencyBase + FrequencyStep * FrequencyChannelNumber

3、关于 PowerSelect 说明：

POWER_LDO_0603: 表示供电方式为 LDO, 匹配电路中用的电感封装为 0603;

POWER_LDO_0402: 表示供电方式为 LDO, 匹配电路中用的电感封装为 0402;

POWER_DCDC_0603: 表示供电方式为 DCDC, 匹配电路中用的电感封装为 0603;

POWER_DCDC_0402: 表示供电方式为 DCDC, 匹配电路中用的电感封装为 0402;

5 帧结构参数设置

1、如上图所示，帧结构参数主要包括：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；

6 CRC 参数设置

1、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，Crc 是否使能等参数。

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，配置频点为 493000000Hz，调制方式为 2FSK，速率为 50000bps，Tx Deviation 为 25000Hz，Rx Deviation 为 25000Hz，供电方式为 POWER_LDO_0603，发射功率为 21dBm，如下所示：

4、设置帧结构参数，如下图示：

NodeId 参数介绍：

1、NodeIdState: 用来指示是否使能 NodeId；

2、RxNodeIdLength: 用来表示 NodeId 的长度；

3、RxNodeIdPos: NodeId 的位置；

PacketFilter 参数介绍：

1、PacketFilterCtrl:

```

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;
    PAN312xPayloadBitOrder PayloadBitOrder;
    SFunctionalState NodeIdState;
    uint8_t TxNodeIdLength;
    uint32_t TxNodeIdValue;
    PAN312xNodeIdPosition RxNodeIdPos;
    uint8_t RxNodeIdLength;
    uint8_t PacketFilterCtrl;
    uint32_t PacketFilterMask;
    uint32_t PacketFilterPat1Value;
    uint32_t PacketFilterPat2Value;
    uint32_t PacketFilterPat3Value;
    PAN312xPacketType PacketType;
    PAN312x802154FcsType FcsType;
    SFunctionalState AckCheckState;
    uint8_t AckTxByte;
    uint8_t AckCheckByte;
}PAN312xPacketInit;

```

图 268: 帧结构参数设置

```

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

```

图 269: CRC 参数设置

```
PAN312xRadioInit RadioInit = {
    .FrequencyBase          = 493000000,
    .FrequencyStep          = 0,
    .FrequencyChannelNumber = 0,
    .ModulationSelect       = MOD_2FSK,
    .DataRate                = 50000,
    .TxDeviation             = 25000,
    .RxDeviation             = 25000,
    .PowerSelect              = POWER_LDO_0603,
    .Power                   = POWER_20dBm,
};
```

图 270: RF 参数设置

```
PAN312xPacketInit PacketInit = {
    .PacketType              = VARIABLE_PACKET_TYPE,
    .PreambleLength          = 8,
    .PreambleSelect           = PREAMBLE_0101,
    .NonStandardPreamblePattern = 0,
    .SyncwordLength           = 4,
    .SyncwordPattern          = 0x2dd42dd4,
    .PreambleManchesterMode   = MANCHESTER_ZeroToTwo,
    .PreambleManchester        = S_DISABLE,
    .SyncwordManchesterMode    = MANCHESTER_ZeroToTwo,
    .SyncwordManchester         = S_DISABLE,
    .SyncwordManchester        = MANCHESTER_ZeroToTwo,
    .PayloadManchesterMode     = MANCHESTER_ZeroToTwo,
    .PayloadManchester         = S_DISABLE,
    .FecEncoding               = FEC_HAMING_DISABLE,
    .WhiteningPattern          = WHITENING_DISABLE,
    .DataMode                  = DATA_MODE_PACKET,
    .PayloadBitOrder            = PAYLOAD_BIT_ORDER_MSB_FIRST,
    .NodeIdState               = S_ENABLE,
    .RxNodeIdLength             = 4,
    .RxNodeIdPos                 = NODE_ID_POSITION_BEFORE_LENGTH,
    .PacketFilterCtrl           = PACKET_FILTER_CTRL_PATTERN1_ENABLE
                                | PACKET_FILTER_CTRL_PATTERN2_ENABLE
                                | PACKET_FILTER_CTRL_PATTERN3_ENABLE
                                | PACKET_FILTER_CTRL_RESET_ON_ERROR,
    .PacketFilterMask            = 0x00000000,
    .PacketFilterPat1Value      = 0xaabbccdd,
    .PacketFilterPat2Value      = 0xa0b0c0d0,
    .PacketFilterPat3Value      = 0xa1b1c1d1,
};
```

图 271: 帧结构参数设置

bit[2] ~ bit[0]: Resverd

bit[3]: 0: RxNodeId 与 PacketFilterPat1Value、PacketFilterPat2Value、PacketFilterPat3Value 均不匹配时, 不丢弃已接收的数据, 然后继续接收;

1: RxNodeId 与 PacketFilterPat1Value、PacketFilterPat2Value、PacketFilterPat3Value 均不匹配时, 丢弃已接收的数据, 然后继续接收;

bit[4]: 0: 失能数据包过滤匹配 PacketFilterPat1Value;

1: 使能数据包过滤匹配 PacketFilterPat1Value;

bit[5]: 0: 失能数据包过滤匹配 PacketFilterPat2Value;

1: 使能数据包过滤匹配 PacketFilterPat2Value;

bit[6]: 0: 失能数据包过滤匹配 PacketFilterPat3Value;

1: 使能数据包过滤匹配 PacketFilterPat3Value;

bit[7]: 0: 失能 RxNodeId 中断;

1: 使能 RxNodeId 中断;

2、PacketFilterMask: 32 个 bit, 对于每个 bit,

0: 使能对应 bit 的过滤功能,

1: 失能对应 bit 的过滤功能;

3、PacketFilterPat1Value: 数据包过滤匹配 1 的值;

4、PacketFilterPat2Value: 数据包过滤匹配 2 的值;

5、PacketFilterPat3Value: 数据包过滤匹配 3 的值;

5、设置 CRC 为 CRC_16_BAICHEVA, 如下图所示:

```
PAN312xCrcInit CrcInit = {
    .CrcMode      = CRC_MODE_16_BIT,
    .CrcPolynomial = 0x90d9,
    .CrcSeed      = 0x0000,
    .CrcBitOrder   = CRC_BIT_ORDER_MSB_FIRST,
    .CrcByteSwap   = CRC_BYTE_MSB_FIRST,
    .CrcRange      = CRC_RANGE_WHOLE_PAYLOAD,
    .CrcBitInv     = S_DISABLE,
    .CrcState      = S_ENABLE,
};
```

图 272: CRC 参数设置

- 7、设置 RxPpacket 为可变包长, 根据需要确认是否需要使能 CRC;
- 8、将 IRQ_MASK_RX_DONE 和 IRQ_MSK_RX_CRC_ERROR 中断映射到 IRQ(GPIO8) 引脚上;
- 9、设置系统自动清除部分中断状态;
- 10、设置 RxTimeout 时间;
- 11、设置 RxTimeout、RxInvalid、RxValid 后, RF 的状态为 Rx;
- 12、设置 RF 的进入 Rx;
- 13、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:

备注:

```

while (1)
{
    if(xRxDoneFlag || xRxCrcErrorFlag) {
        rx_total_cnt++;
        if(xRxDoneFlag) {
            xRxDoneFlag = S_RESET;

            rssi_value = PAN312x_GetRSSI();

            nPayloadLength = PAN312x_Get_RxLengthInPacket();

            PAN312x_Read_Fifo(vectRxBuffer, nPayloadLength);
            PAN312x_Irq_Clear_RxDone_Status();

            printf("\n\nRssi 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");
            rx_ok_cnt++;
        }
        else if(xRxCrcErrorFlag) {
            rx_error_cnt++;
            xRxCrcErrorFlag = S_RESET;
            PAN312x_Irq_Clear_RxCrcError_Status();
        }
    }

    printf("Rx Ok Cnt = %d\r\n", rx_ok_cnt);
    printf("Rx Error Cnt = %d\r\n", rx_error_cnt);
    printf("Rx Total Cnt = %d\r\n", rx_total_cnt);
}
}

```

图 273: 可变包长帧结构接收主循环处理逻辑

```

void PortB_IRQHandler(void)
{
    Gpio_ClearIrq(PAN312x_DIO8_GPIO, PAN312x_DIO8_PIN);
    if(DIO8_GetState() == TRUE) {
        PAN312x_Irq_Get_Status(&xIrqStatus);
        if(xIrqStatus.IRQ_STATUS0_F.IRQ_RX_DONE) {
            xRxDoneFlag = S_SET;
        }

        else if(xIrqStatus.IRQ_STATUS0_F.IRQ_RX_CRC_ERROR) {
            xRxCrcErrorFlag = S_SET;
        }
    }
}

```

图 274: 可变包长帧结构 Rx 中断处理逻辑

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、运行后，串口会打印 log，包括例程基本信息，Radio Parameter、Packet Parameter、Crc Parameter，如下图所示：

2、串口打印收取到的数据，如下图所示：

2、用另一块 PAN312x 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。

源码路径: PAN312x_DK/01_SDK/PAN312x_DK_Develop

- Basic: 00_SDK_FixedPacketTx: 演示固定包长帧结构发送功能。
- Basic: 01_SDK_FixedPacketRx: 演示固定包长帧结构接收功能。
- Basic: 02_SDK_VariablePacketTx: 演示可变包长帧结构发送功能。
- Basic: 03_SDK_VariablePacketRx: 演示可变包长帧结构接收功能。
- Basic: 04_SDK_FixedLongPacketTx: 演示固定包长帧结构长包发送功能。
- Basic: 05_SDK_FixedLongPacketRx: 演示固定包长帧结构长包接收功能。
- Basic: 06_SDK_VariableLongPacketTx: 演示可变包长帧结构长包发送功能。
- Basic: 07_SDK_VariableLongPacketRx: 演示可变包长帧结构长包接收功能。
- Basic: 08_SDK_AutoAckTx: 演示 PAN312x 的自动 Ack Tx 端功能。
- Basic: 09_SDK_AutoAckRx: 演示 PAN312x 的自动 Ack Rx 端功能。
- Basic: 10_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: 11_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: 12_SDK_FullAutomaticDutyCycleTx: 演示如何使用 PAN312x 的全自动 DutyCycleTx 功能。
- Basic: 13_SDK_FullAutomaticDutyCycleRx: 演示如何使用 PAN312x 的全自动 DutyCycleRx 功能。
- Basic: 14_SDK_Switch_PacketTx: 演示 PAN312x 加 Switch 开关，Tx 端软件如何配置使用。
- Basic: 15_SDK_Switch_PacketRx: 演示 PAN312x 加 Switch 开关，Rx 端软件如何配置使用。
- Basic: 16_SDK_802_15_4g_PacketTx: 演示 PAN3123 的 802.15.4g 帧结构的发送功能。
- Basic: 17_SDK_802_15_4g_PacketRx: 演示 PAN3123 的 802.15.4g 帧结构的接收功能。
- Basic: 18_SDK_AtCmd: 规定了 PAN312x 系列芯片 SDK 的 AT 指令集。适用于对 PAN312x 系列模组的参数配置、性能测试、数据收发。
- Basic: 19_SDK_EvaluationBoardTestDemo: 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。
- Basic: 20_SDK_VariableNodeIdPacketTx: 演示 PAN312x 可变包长帧结构带 NodeId 的发送功。

```
*****
* 例程名称      : PAN312x-VariableNodeIdPacketRx
* PAN312x固件版本 : 0x0030
* 例程版本      : 0.3.0
* 发布日期      : 2025-12-29
* Copyright www.panchip.com 盾启微电子
*****
Radio Parameter
* Frequency   : 493.000Mhz
* Modulation   : 2FSK
* DataRate    : 50.0kbps
* RxDeviation : 25.000khz
*****
Packet Parameter
* PacketType   : VariablePacket
* PreambleLength : 8bytes
* PreamblePattern : 0x55
* SyncwordLength : 4bytes
* SyncwordPattern : 0x2dd42dd4
* PreambleManchester : Disable
* SyncwordManchester : Disable
* PayloadManchester : Disable
* FecEncoding   : Disable
* WhitenningPattern : Disable
* DataMode      : PacketMode
* PayloadBitOrder : PAYLOAD_BIT_ORDER_MSB_FIRST
* NodeIdState   : S_ENABLE
* RxNodeIdLength : 0x4
* RxNodeIdPos   : NodeId Before Length
* PacketFilterCtrl : 0x78
* PacketFilterMask : 0x0
* PacketFilterPat1Value : 0xaabbccdd
* PacketFilterPat2Value : 0xa0b0c0d0
* PacketFilterPat3Value : 0xa1b1c1d1
*****
Crc Parameter
* CrcState     : Enable
* CrcMode      : CRC_MODE_16_BIT
* CrcPolynomial : 0x90d9
* CrcSeed      : 0x0
* CrcBitOrder   : CRC_BIT_ORDER_MSB_FIRST
* CrcByteSwap   : CRC_BYTE_MSB_FIRST
* CrcBitInv    : Disable
*****
```

图 275: 可变包长 (NodeId 在前) 帧结构测试现象——例程基本信息, Radio Parameter、Packet Parameter、Crc Parameter

```

Rssi Value = - 96
RxNodeIdValue 0xaabbccdd
Payload length = 4
B data received: [01 83 df 17 ]
Rx Ok Cnt = 6627
Rx Error Cnt = 16
Rx Total Cnt = 6643

Rssi Value = - 97
RxNodeIdValue 0xaabbccdd
Payload length = 5
B data received: [01 83 df 17 32 ]
Rx Ok Cnt = 6628
Rx Error Cnt = 16
Rx Total Cnt = 6644

Rssi Value = - 96
RxNodeIdValue 0xaabbccdd
Payload length = 6
B data received: [01 83 df 17 32 09 ]
Rx Ok Cnt = 6629
Rx Error Cnt = 16
Rx Total Cnt = 6645

Rssi Value = - 96
RxNodeIdValue 0xaabbccdd
Payload length = 7
B data received: [01 83 df 17 32 09 4e ]
Rx Ok Cnt = 6630
Rx Error Cnt = 16
Rx Total Cnt = 6646

Rssi Value = - 96
RxNodeIdValue 0xaabbccdd
Payload length = 8
B data received: [01 83 df 17 32 09 4e d1 ]
Rx Ok Cnt = 6631
Rx Error Cnt = 16
Rx Total Cnt = 6647

Rssi Value = - 96
RxNodeIdValue 0xaabbccdd
Payload length = 9
B data received: [01 83 df 17 32 09 4e d1 e7 ]
Rx Ok Cnt = 6632
Rx Error Cnt = 16
Rx Total Cnt = 6648

Rssi Value = - 96
RxNodeIdValue 0xaabbccdd
Payload length = 10
B data received: [01 83 df 17 32 09 4e d1 e7 cd ]
Rx Ok Cnt = 6633
Rx Error Cnt = 16
Rx Total Cnt = 6649

```

图 276: 可变包长 (NodeId 在前) 帧结构——PAN312x 模组作为 Rx 收取到的数据
3.1. 基础例程 197

```
TxCnt: 1  
PayloadLength=1  
A data to transmit: [1 ]  
  
TxCnt: 2  
PayloadLength=2  
A data to transmit: [1 83 ]  
  
TxCnt: 3  
PayloadLength=3  
A data to transmit: [1 83 df ]  
  
TxCnt: 4  
PayloadLength=4  
A data to transmit: [1 83 df 17 ]  
  
TxCnt: 5  
PayloadLength=5  
A data to transmit: [1 83 df 17 32 ]  
  
TxCnt: 6  
PayloadLength=6  
A data to transmit: [1 83 df 17 32 9 ]  
  
TxCnt: 7  
PayloadLength=7  
A data to transmit: [1 83 df 17 32 9 4e ]  
  
TxCnt: 8  
PayloadLength=8  
A data to transmit: [1 83 df 17 32 9 4e d1 ]  
  
TxCnt: 9  
PayloadLength=9  
A data to transmit: [1 83 df 17 32 9 4e d1 e7 ]  
  
TxCnt: 10  
PayloadLength=10  
A data to transmit: [1 83 df 17 32 9 4e d1 e7 cd ]  
  
TxCnt: 11  
PayloadLength=11  
A data to transmit: [1 83 df 17 32 9 4e d1 e7 cd 8a ]  
||
```

图 277: 可变包长 (NodeId 在前) 帧结构——PAN312x 模组作为 Tx 发送的数据

- Basic: 21_SDK_VariableNodeIdPacketRx: 演示 PAN312x 可变包长帧结构带 NodeId 的接收功能。

Chapter 4

开发指南

PAN312x 应用参考文档:

- PAN312x-AT 指令说明
- PAN312x-EvalutionBoard-用户指南
- PAN312x-寄存器说明
- PAN312x-应用注意事项

Chapter 5

量产测试

Chapter 6

开发工具

6.1 PANCHIP-RF-CTK

PANCHIP-RF-CTK 是一个为部分 RF 芯片提供图形界面配置的工具。

6.1.1 基本 UI 介绍

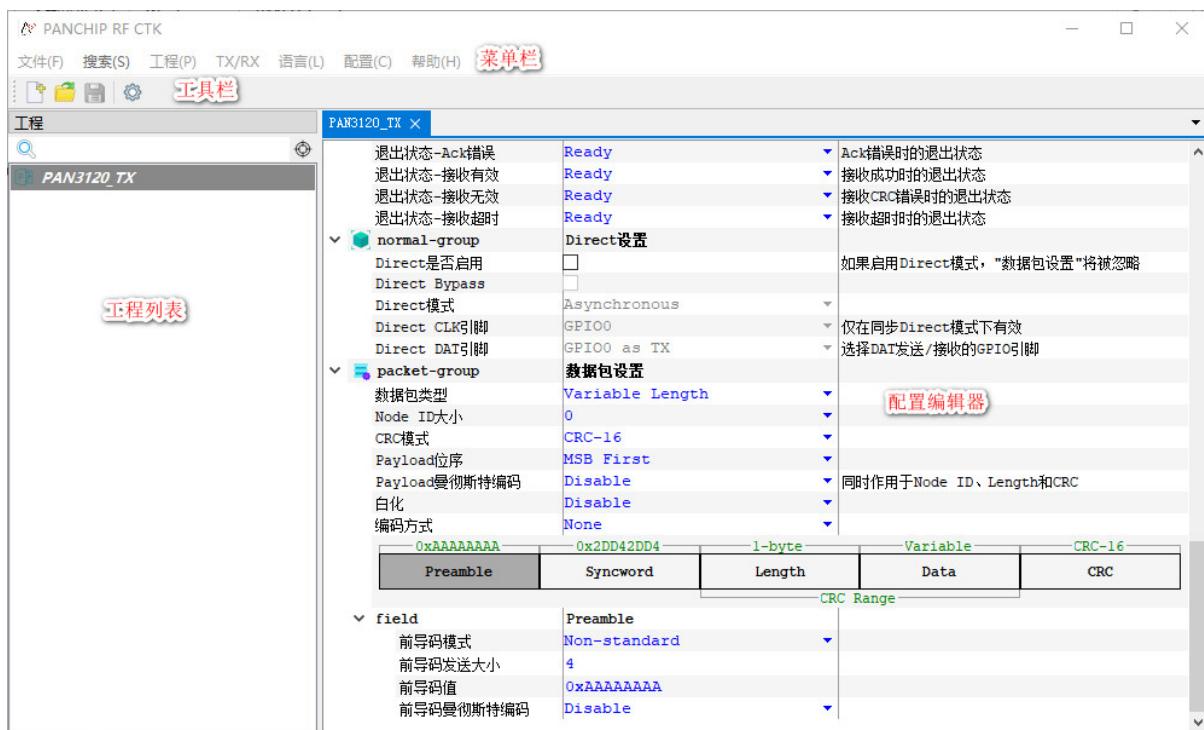


图 1: UI 展示

菜单栏



图 2: 文件

文件

菜单	说明
保存	保存当前编辑器中的配置工程
另存为…	另存当前编辑器对应的配置工程
全部保存	保存编辑器中打开的所有工程
退出	退出软件



图 3: 工程

工程

菜单	说明
新建工程	新建一个配置工程
打开工程	打开配置工程 (加载到工程列表)
关闭工程	关闭当前工程
关闭所有工程	关闭工程列表中的所有工程
构建	构建当前工程, 生成配置文件

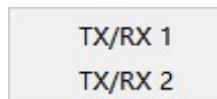


图 4: TX/RX

TX/RX

菜单	说明
TX/RX 1	TX/RX 窗口 1
TX/RX 2	TX/RX 窗口 2

打开关闭 TX/RX 窗口。

语言 切换 UI 语言。

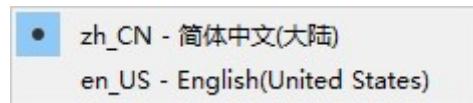


图 5: 语言



图 6: 配置

配置

菜单	说明
提醒 CKT 更新	启用后，软件启动时会自动检查 CTK 更新，如果有更新则会提示
提醒 Device 更新	启用后，软件启动时会自动检查 Device 更新，如果有更新则会提示



图 7: 帮助

帮助

菜单	说明
检查 CKT 更新	检查 CTK 更新，如果有更新则会提示
检查 Device 更新	检查 Device 更新，如果有更新则会提示
关于	打开关于窗口

工具栏**工程列表****配置编辑器****6.1.2 新建工程**

菜单-> 新建工程

选择芯片

保存工程

打开编辑器

6.1.3 芯片配置解析

PAN3120

配置分为多个组：



图 8: 工具栏

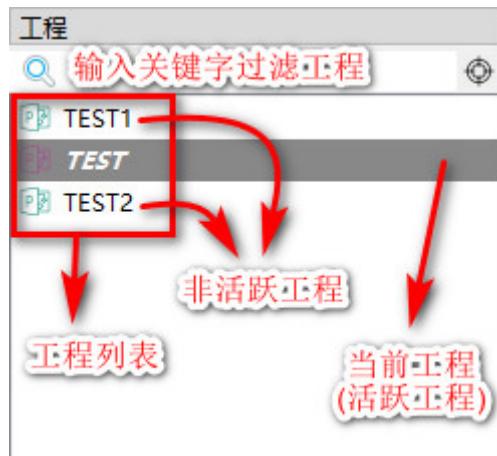


图 9: 工程列表

Device Information Device Information 并非配置组，仅展示一些芯片信息。

Title	Value	说明
Device	PAN3120	名称
Function	Tx/Rx	功能
Band	130~1110MHz	带宽
Package		封装
Modem		调制
Data Rate	2~500kbps	速率
Firmware ID	0x0003	固件 ID
Version(for CTK only)	0x0000	配置模板版本

Project Options Project Options 为工程本身的一些配置。

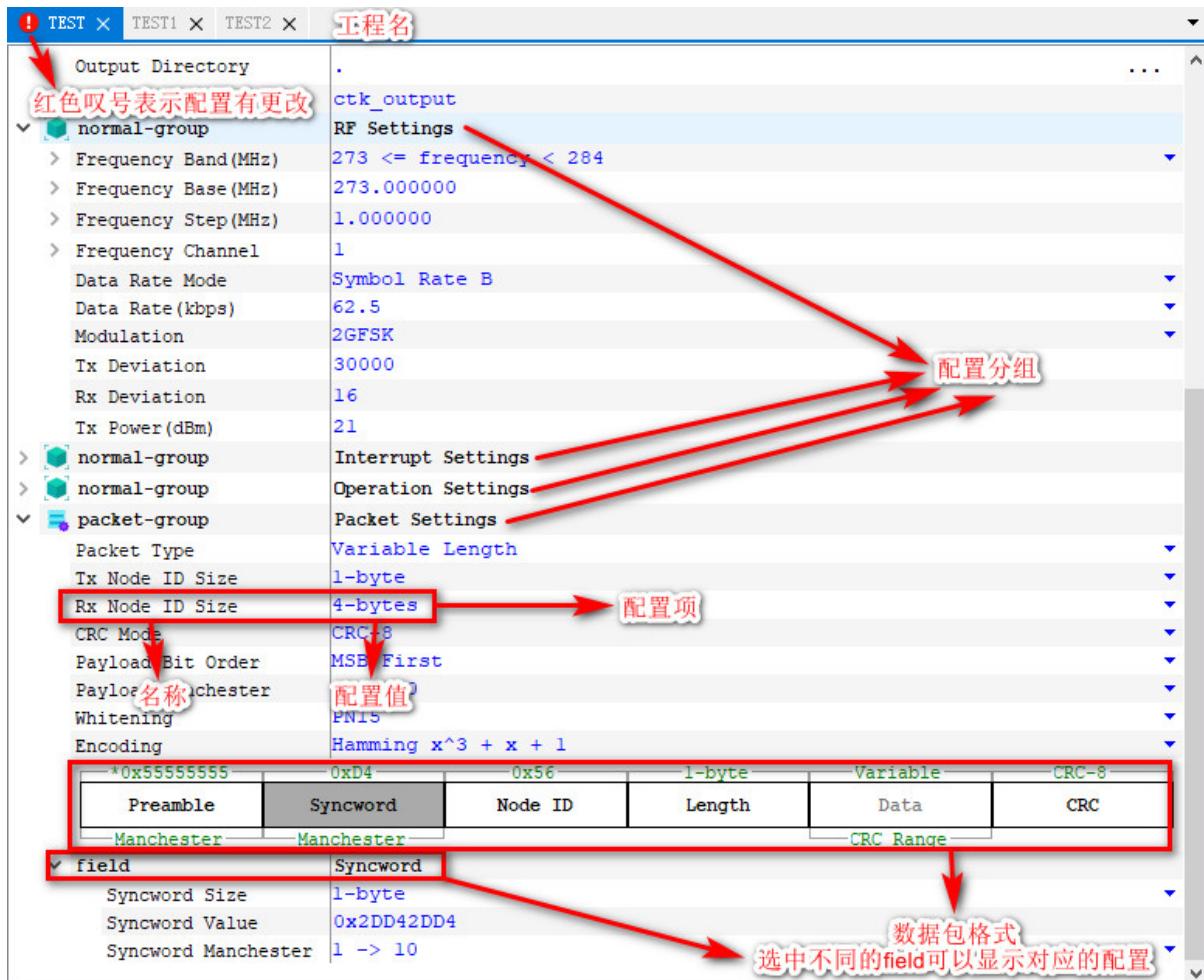


图 10: 配置编辑器

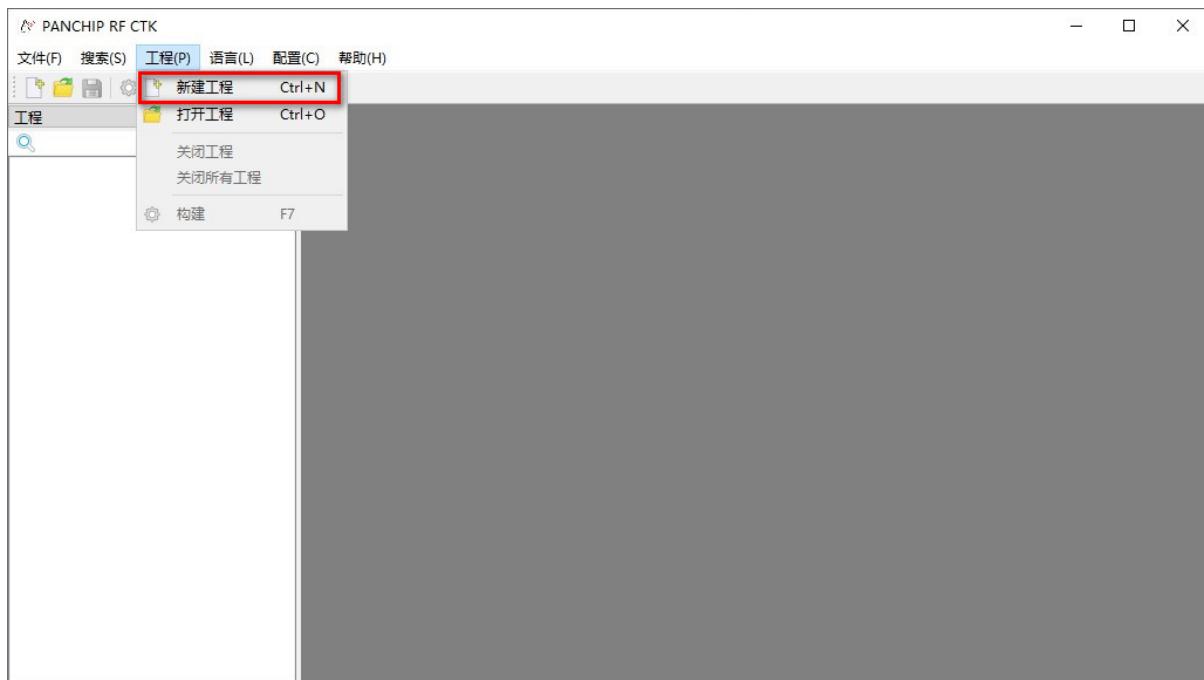


图 11: 新建工程

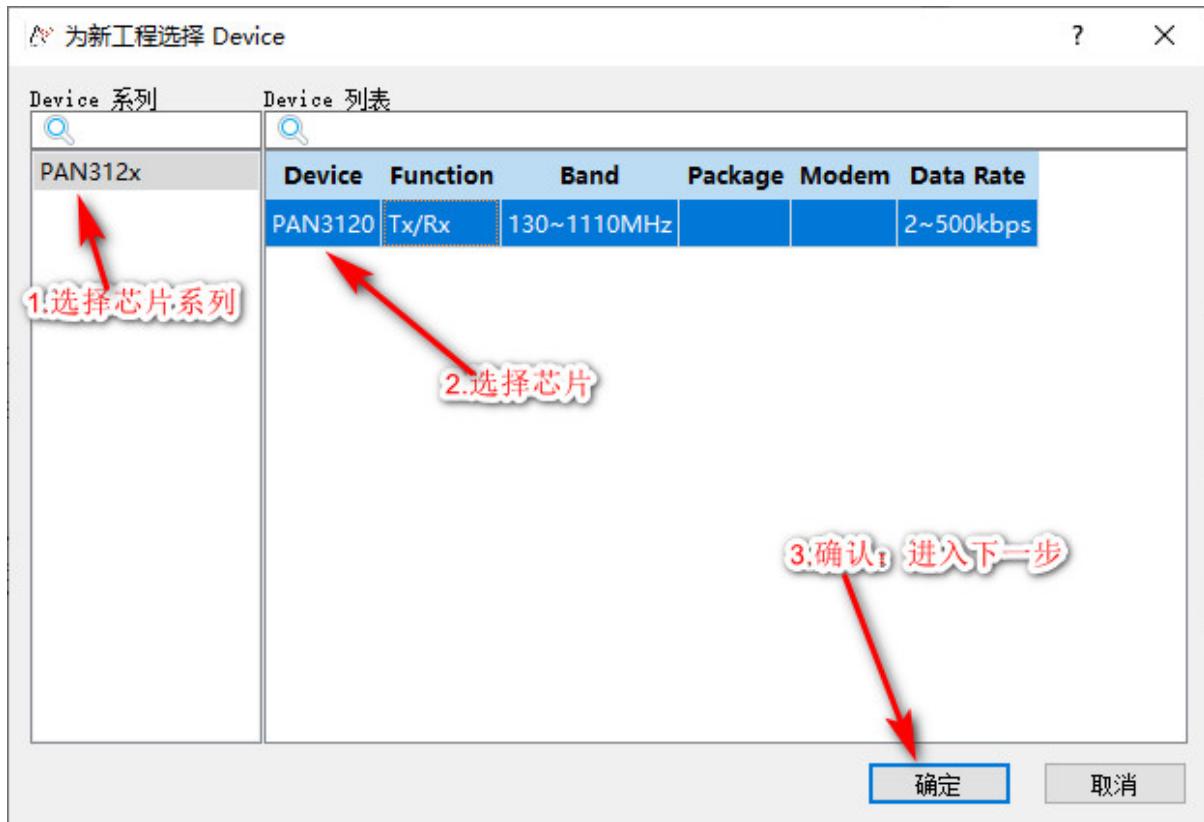


图 12: 选择芯片

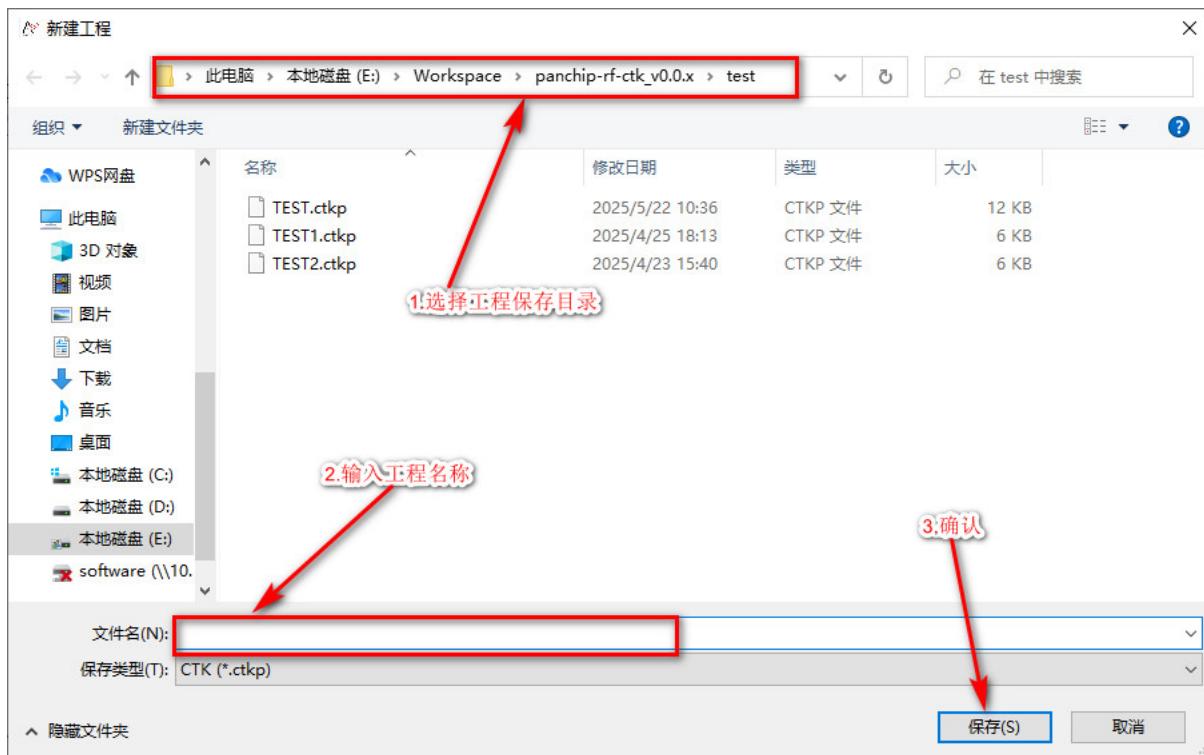


图 13: 保存工程

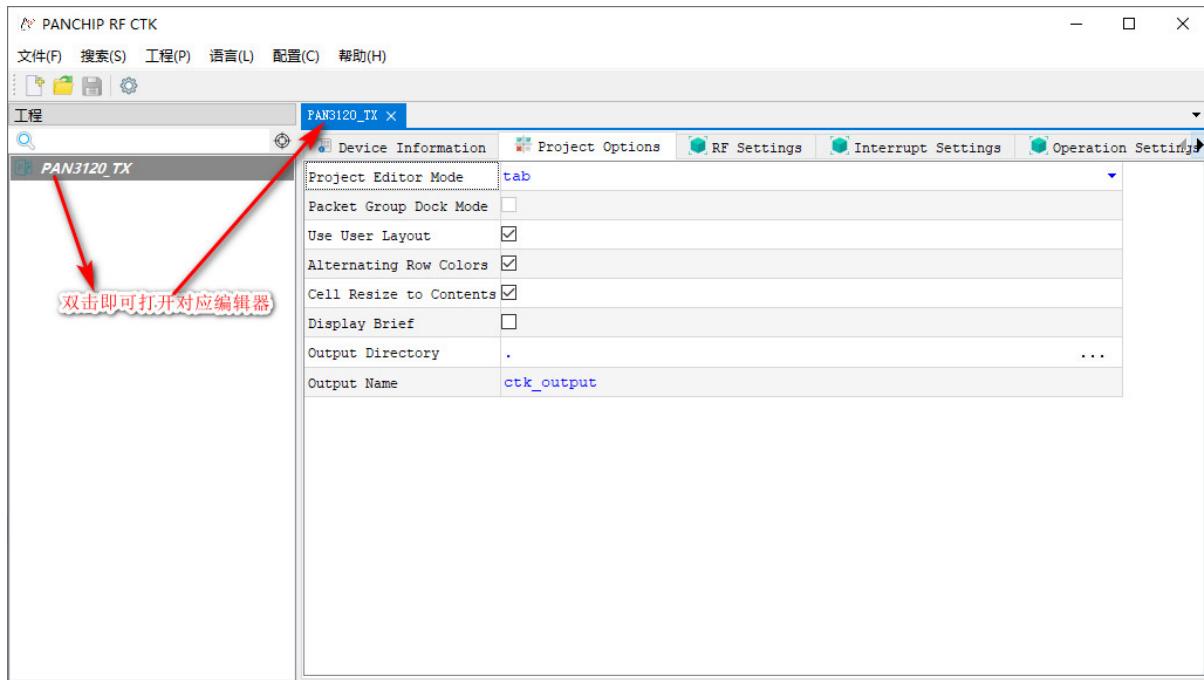


图 14: 打开编辑器

Title	说明
Project Editor Mode	配置工程编辑器的模式, 需重新打开编辑器生效
Packet Group Dock Mode	包配置组是否启用 Dock 模式, 建议关闭
Use User Layout	是否保存用户布局
Alternating Row Colors	配置项是否启用行颜色交错, 建议启用
Cell Resize to Contents	配置单元格大小是否按内容调整
Display Brief	是否启用描述列, 需重新打开编辑器生效
Page Language Follow CTK Settings	配置页面语言是否跟随 CTK 设置, 需重新打开编辑器生效
Output Mode	输出模式, 选择 C-standard 即可
Output Directory	构建输出目录
Output Name	构建输出文件名
Generate Configuration as Comments	构建输出时将配置信息以注释的形式输出
Generate Configuration as Defines	构建输出时将配置信息以宏的形式输出

Project Editor Mode

mode	说明
tab	选项卡模式, 页面分为多个选项卡
tree	树形模式
dock	类似 tab 模式, 但选项卡可随意拖动停靠

RF Settings

Title	说明
Frequency Band(MHz)	选择频带
Frequency Base(MHz)	设置基频, 必须在带宽之内
Frequency Step(MHz)	设置频率步进
Frequency Channel	设置频率 channel
Data Rate Mode	选择数据速率模式
Data Rate(kbps)	设置或选择数据速率
Modulation	选择调制方式
Tx Deviation(Hz)	发送频偏
Rx Deviation(Hz)	接收频偏
Power Supply Mode	供电模式, 会影响发送功率配置
Inductor Package	电感封装, 会影响发送功率配置
Tx Power(dBm)	设置发送功率

频率 最终频率: Frequency = Base + Step * Channel

如果用户想要跳频, 需要注意任何 Channel 带入上面公式得到的频率都必须在选择的带宽范围内。

速率 数据速率模式有两种:

- Symbol Rate A
- Symbol Rate B

不同的模式对于数据速率的配置有影响。

Interrupt Settings 中断发生后, 将会被记录到 STATUS 寄存器中, 可以通过对称的命令进行读取; 如果以下配置开启, 则对应的中断发生时会反应到中断 IO 口通知 host。

Title	说明
IE of Tx Done	发送结束中断 (所有发送流程结束), 支持自动清除
IE of Rx Done	接收结束中断 (所有接收流程结束)
IE of Rx Complete	接收完成中断 (数据已经全部接收完成, 但整个接收流程并未结束), 支持自动清除
IE of CRC Error	CRC 错误中断 (所有接收流程结束)
IE of Rx Timeout	接收超时中断, 支持自动清除
IE of Node ID Error	Node ID 错误中断, 支持自动清除
IE of Length Done	Length 接收完成中断, 支持自动清除
IE of Node ID Done	Node ID 接收完成中断, 支持自动清除
IE of Header CRC Done	数据头 CRC 计算完成中断 (Node ID, Length), 支持自动清除
IE of Wakeup	休眠唤醒中断, 支持自动清除
IE of Ack Timeout	ACK 接收超时中断, 支持自动清除
IE of Ack Error	ACK 错误中断, 支持自动清除
IE of Syncword Timeout	同步字接收超时中断, 支持自动清除
IE of Tx FIFO Thresh-old	数据发送阈值中断
IE of Rx FIFO Thresh-old	数据接收阈值中断
IE of RSSI Valid	RSSI 有效中断, 支持自动清除
IE of Preamble Done	前导码接收完成中断, 支持自动清除
IE of Syncword Done	同步字接收完成中断, 支持自动清除
IE of Preamble Timeout	前导码接收超时中断, 支持自动清除
IE of RSSI Timeout	RSSI 超时中断, 支持自动清除

Operation Settings

Title	说明
WUT Clock Divider	WUT 时钟分频值选择
RCL Trim Timer	是否启用 RCL 校准定时器
RCL Trim Period	RCL 校准定时器周期
Auto Clear Status	是否自动清除状态 (host 读时, 非所有状态都支持)
Idle If Possible	是否在可能时进入 IDLE 状态
Duty Cycle Period	Duty Cycle 周期
Sleep Timer	是否启用休眠定时器
Sleep Time	休眠时间
Tx Extra Times	包发送额外次数
Tx Packet Gap(us)	当包发送额外次数不为 0 时的发包间隔
Rx Timeout(us)	接收超时时间
Ack Delay Time(us)	ACK 发送延迟时间
Ack Timeout(us)	ACK 接收超时时间
Ack Check	是否启用 ACK 校验
Ack Check Byte	ACK 校验字节
Ack Tx Byte	ACK 发送字节
Exit State of Tx Ok	发送完成退出状态
Exit State of Ack Timeout	ACK 接收超时退出状态
Exit State of Ack Error	ACK 错误退出状态
Exit State of Rx Valid	RX 完成且数据正确退出状态
Exit State of Rx Invalid	RX 完成但数据错误退出状态
Exit State of Rx Timeout	RX 接收超时退出状态

Exit State

状态	说明
Ready	就绪状态
Tx	发送状态
Rx	接收状态
Sleep	休眠状态 (Normal Sleep)

Direct Settings 当 Direct 使能时 [Packet](#)的所有配置将被忽略。

Title	说明
Direct Enable	是否使能 Direct
Direct Bypass	是否启用 Bypass
Direct Mode	模式选择: 异步/同步
Direct CLK Gpio	时钟引脚选择, 同步模式有效
Direct DAT Gpio	数据引脚选择

Packet Settings 当 [Direct](#)关闭时 [Packet](#) 模式才有效。

Common Settings

Title	说明
Packet Type	数据包类型
Node ID Size	Node ID 字节数
CRC Mode	CRC 模式
Payload Bit Order	Payload 数据位序
Payload Manchester	是否启用 Payload 曼彻斯特编码
Whitening	是否启用白化
Encoding	编码选择

Field: Preamble

Title	说明
Preamble Mode	前导码模式
Preamble Tx Size	前导码字节数
Preamble Value	用户前导码值
Preamble Manchester	是否启用前导码曼彻斯特编码

Field: Syncword

Title	说明
Syncword Size	同步字字节数
Syncword Value	同步字值
Syncword Manchester	是否启用同步字曼彻斯特编码

Field: Node ID

Title	说明
Node ID Position	Node ID 位置
Tx Node ID Value	Node ID 发送值
Packet Filter Mode	包过滤模式
Packet Filter Interrupt	是否使能中断 (使能后才会改变状态寄存器)
Packet Filter Mask	包过滤掩码
Packet Filter Pat1 Enable	包过滤是否启用 PAT1
Packet Filter Pat1 Value	包过滤 PAT1 值
Packet Filter Pat2 Enable	包过滤是否启用 PAT2
Packet Filter Pat2 Value	包过滤 PAT2 值
Packet Filter Pat3 Enable	包过滤是否启用 PAT3
Packet Filter Pat3 Value	包过滤 PAT3 值

Field: Length

Title	说明
Length Size	长度字段字节数
Length Byte Order	长度字节序

Field: Data

Title	说明
Data Length	数据长度

Field: CRC

Title	说明
CRC Seed	
CRC Poly	
CRC Range	CRC 计算范围
CRC Bit Invert	CRC 计算结果是否按位反转
CRC Byte Order	CRC 字节序
CRC Bit Order	CRC 比特序

Chapter 7

其他文档

PAN312x 相关的其他文档请参考：

- PAN312x 产品说明书

Chapter 8

应用笔记

8.1 PAN312x 应用注意事项

8.1.1 1 通信接口

1、PAN312x 默认支持 4 线 SPI 接口，其中 4 线 SPI 接口包括：

SCK：从主设备 MCU 到 PAN312x 的 SPI 时钟；

MOSI：从主设备 MCU 到 PAN312x 的数据；

MISO：从 PAN312x 到主设备 MCU 的数据；

CSN：芯片片选信号，低电平有效

2、PAN312x 同时支持 3 线 SPI 接口，其中 3 线 SPI 接口包括：

SCK：从主设备 MCU 到 PAN312x 的 SPI 时钟；

MOSI：从主设备 MCU 到 PAN312x 的数据/从 PAN312x 到主设备 MCU 的数据；

CSN：芯片片选信号，低电平有效

注意：

1、根据有效的 SCK 极性和相位，PAN312x 的 SPI 可以归为模式 0(CPOL=0, CPHA=0)。

CPOL = 0 : 空闲时，SCK 为低电平；

CPHA = 0 : 在第一个时钟边沿（上升沿）读取数据，在第二个时钟边沿（下降沿）时更改数据；

2、PAN312x 默认是不支持 3 线 SPI，如果需要切换到 3 线 SPI，需要在复位芯片后，按如下步骤配置相应的寄存器：

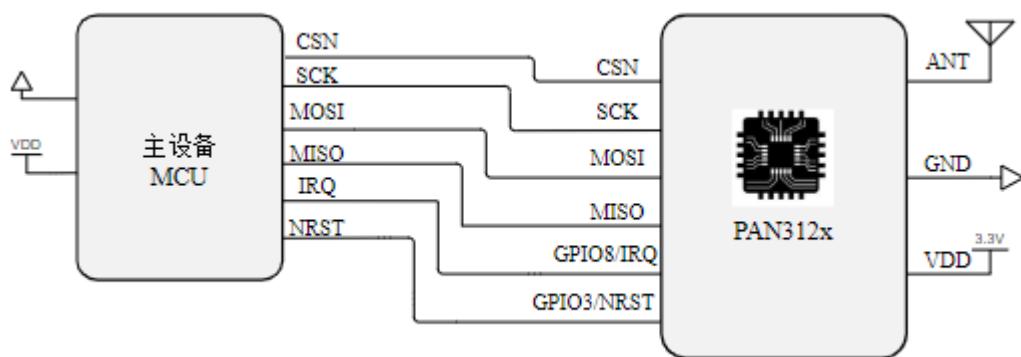
a、往寄存器 R005 中写入 0x60；

b、往寄存器 R00E 中写入 0x84；

c、往寄存器 R005 中写入 0x00；

具体实现步骤，可参考 SDK 中的接口函数 PAN312x_SPI3wire_Enable

8.1.2 2 典型应用电路



注意：

- 1、因为芯片上电后，需要通过 Pad 复位，加载一些校准信息，所以主设备 MCU 需要一个 GPIO 口和 PAN312x 的 GPIO3/NRST 引脚相连；待 PAN312x 上电后，需要将主设备 MCU 的 GPIO 设置为输出模式，先输出低电平，延迟一段时间后，然后在输出高电平即可；
- 2、图中 PAN312x 部分 VDD 供电选择的是典型值 3.3V，PAN312x 的供电范围如下：
 - a、LDO 模式下，1.8V ~ 3.8V
 - b、DCDC 模式下，2.0V ~ 3.8V
- 3、如果通信接口使用 3 线 SPI，那么 MISO 引脚可以不用连接；

8.1.3 3 发射功率

- 1、DCDC 模式下，发射功率目前可配置范围为：-20dBm ~ 13dBm
- 2、LDO 模式下，发射功率目前可配置范围为：-20dBm ~ 20dBm

8.1.4 4 TRx Deviation 配置范围

注意：

- 1、调制指数 $h = 2 * \text{Deviation} / \text{DataRate}$
- 2、当 DataRate $\geq 50\text{kbps}$ 时，调制系数 h 只支持 0.5 和 1；

8.1.5 5 Frequency 配置说明

1、在设置频点时，有 3 个参数，分别为 FrequencyBase、FrequencyStep、FrequencyChannelNumber，最终设置的频点由以上三个参数组成，其关系如下：

$$\text{Frequency} = \text{FrequencyBase} + \text{FrequencyChannelNumber} * \text{FrequencyStep}$$

举例说明，假如设置 FrequencyBase = 868000000hz，FrequencyChannelNumber = 2，FrequencyStep = 50000hz，那么最终的频点为：

$$\text{Frequency} = 868000000 + 2 * 50000 = 868100000hz$$

2、不同频段的 FrequencyStep 可配置最大值不同，如下表所示：

8.1.6 6 中断说明

当调用函数 PAN312x_System_Ctrl(SYS_CTRL_AUTO_CLEAR_STATUS)；部分中断支持自动清除

8.2 PAN312x 寄存器说明

8.2.1 1 COMMAND 寄存器描述

COMMAND_OP_REGISTER

备注：

- 1、INCA: 1: 地址自增, 0: 地址保持
- 2、CFLG: 1: 读取 info 区域数据, 0: 读取其它区域数据
- 3、WFLG: 1: 写数据, 0: 读数据
- 4、XFLG: 1: xdata, 0: data
- 5、XADH: xdata[10:8] 地址
- 6、ADDR/XADL: data 地址或者 xdata[7:0] 地址

COMMAND_START_TX

备注：

- 1、CHANNEL: 信道
- 2、RETX: 重传, ACK = 1 时有效
- 3、ECHN: 是否使用 CHANNEL
- 4、EACK: 是否使能 ACK
- 5、START: 启动条件, 0-立即启动, 1-延迟启动 (休眠唤醒后进入)
- 6、TXLEN: 发送数据长度

注意：

COMMAND_START_RX 命令可以只发 CMD, 此时表示使用之前设置的命令参数直接启动 TX

COMMAND_START_RX

备注：

- 1、CHANNEL: 信道
- 2、ERTO: 是否启用 RX 超时
- 3、ECHN: 是否使用 CHANNEL
- 4、EACK: 是否使能 ACK
- 5、START: 启动条件, 0-立即启动, 1-延迟启动 (休眠唤醒后进入)
- 6、RXLEN: 接收数据长度

注意：

COMMAND_START_RX 命令可以只发 CMD, 此时表示使用之前设置的命令参数直接启动 RX

COMMAND_TX_ACK

COMMAND_GO_SLEEP

备注：

- 1、SLEEP_MODE: 0: SLEEP, 1: DEEP_SLEEP;
- 2、WAKEUP_STATE: 0: Ready, 1: TX, 2: RX ; (对 DEEP_SLEEP 无效)

COMMAND_GO_READY

备注：

- 1、在 Tx、Rx 状态下使用，立即生效；

COMMAND_SET_PROPERTY

注意：

参数值：该命令最多可以写入 30 个 bytes 的参数值；

COMMAND_GET_PROPERTY

注意：

参数值：该命令最多可以读取 30 个 bytes 的参数值；

COMMAND_GET_STATUS

备注：

- 1、TX_DONE: 发送完成中断；
- 2、RX_DONE: 接收完成中断 (不支持自动清除)；
- 3、RX_COMPLETE: 数据接收完成中断，此时可读取 FIFO 中的所有数据，但接收仍未完成；
- 4、RX_CRC_ERROR: 接收数据 CRC 错误中断 (不支持自动清除)；
- 5、RX_TIMEOUT: 接收数据超时中断；
- 6、RX_NODEID_ERROR: 接收数据 NODEID 匹配错误中断；
- 7、RX_LENGTH_DONE: 接收数据 LENGTH 字段完成中断；
- 8、RX_NODEID_DONE: 接收数据 NODEID 字段完成中断；
- 9、WAKE_UP: 芯片被唤醒中断；
- 10、ACK_TIMEOUT: 接收 ACK 超时中断；
- 11、ACK_ERROR: 接收 ACK 错误中断；
- 12、RX_RSSI_VALID: 接收 RSSI 有效中断；
- 13、TX_FIFO_TH: 发送 FIFO 数据个数低于阈值中断 (不支持自动清除)；
- 15、RX_FIFO_TH: 接收 FIFO 数据个数高于阈值中断 (不支持自动清除)；
- 16、RX_RSSI_TIMEOUT: 接收 RSSI 超时中断；
- 17、RX_PRE_DONE: 接收前导码完成中断；
- 18、RX_SYNC_DONE: 接收同步字完成中断；

- 19、RX_PRE_TIMEOUT: 接收前导码同步超时中断;
- 20、RX_SYNC_TIMEOUT: 接收同步字超时中断;

COMMAND_CLEAR_STATUS

备注:

- 1、TX_DONE: 发送完成中断;
- 2、RX_DONE: 接收完成中断 (不支持自动清除);
- 3、RX_COMPLETE: 数据接收完成中断, 此时可读取 FIFO 中的所有数据, 但接收仍未完成;
- 4、RX_CRC_ERROR: 接收数据 CRC 错误中断 (不支持自动清除);
- 5、RX_TIMEOUT: 接收数据超时中断;
- 6、RX_NODEID_ERROR: 接收数据 NODEID 匹配错误中断;
- 7、RX_LENGTH_DONE: 接收数据 LENGTH 字段完成中断;
- 8、RX_NODEID_DONE: 接收数据 NODEID 字段完成中断;
- 9、WAKE_UP: 芯片被唤醒中断;
- 10、ACK_TIMEOUT: 接收 ACK 超时中断;
- 11、ACK_ERROR: 接收 ACK 错误中断;
- 12、RX_RSSI_VALID: 接收 RSSI 有效中断;
- 13、TX_FIFO_TH: 发送 FIFO 数据个数低于阈值中断 (不支持自动清除);
- 15、RX_FIFO_TH: 接收 FIFO 数据个数高于阈值中断 (不支持自动清除);
- 16、RX_RSSI_TIMEOUT: 接收 RSSI 超时中断;
- 17、RX_PRE_DONE: 接收前导码完成中断;
- 18、RX_SYNC_DONE: 接收同步字完成中断;
- 19、RX_PRE_TIMEOUT: 接收前导码同步超时中断;
- 20、RX_SYNC_TIMEOUT: 接收同步字超时中断;

COMMAND_GET_FVID

8.2.2 2 特殊寄存器描述

R000

R001

R003

R004

R005

R006

R007

R00E

R015

R016

R017

R018

R019

R01A

R01B

8.2.3 3 PROPERTY GROUP1 寄存器描述

PROPERTY_ADDR_IRQ_ENABLE

8.2.4 4 PROPERTY GROUP2 寄存器描述

PROPERTY_ADDR_SYS_CTRL0

PROPERTY_ADDR_PACKET_FILTER_CTRL

PROPERTY_ADDR_NODE_ID_CONF

PROPERTY_ADDR_TXPKT_CONF

PROPERTY_ADDR_RXPKT_CONF

PROPERTY_ADDR_RX_LENGTH_IN_PACKET

8.2.5 5 PROPERTY GROUP3 寄存器描述

PROPERTY_ADDR_ACK_TIMEOUT

PROPERTY_ADDR_RX_TIMEOUT

PROPERTY_ADDR_PACKET_FILTER_MASK

PROPERTY_ADDR_PACKET_FILTER_PAT1

PROPERTY_ADDR_PACKET_FILTER_PAT2

PROPERTY_ADDR_PACKET_FILTER_PAT3

PROPERTY_ADDR_RX_NODE_ID

PROPERTY_ADDR_RX_TIMEOUT_EXIT_STATE

PROPERTY_ADDR_RX_INVALID_EXIT_STATE

PROPERTY_ADDR_RX_VALID_EXIT_STATE

PROPERTY_ADDR_ACK_TIMEOUT_EXIT_STATE

PROPERTY_ADDR_TX_OK_EXIT_STATE
PROPERTY_ADDR_ACK_ERROR_EXIT_STATE
PROPERTY_ADDR_ACK_CHECK_BYTE
PROPERTY_ADDR_TX_ACK_BYTE
PROPERTY_ADDR_TX_ACK_DELAY1
PROPERTY_ADDR_TX_ACK_DELAY2

8.2.6 6 PROPERTY GROUP4 寄存器描述

PROPERTY_ADDR_R106

PROPERTY_ADDR_R107

PROPERTY_ADDR_R108

PROPERTY_ADDR_R109

PROPERTY_ADDR_R10A

PROPERTY_ADDR_R10B

PROPERTY_ADDR_R10C

PROPERTY_ADDR_R10D

PROPERTY_ADDR_R10E

PROPERTY_ADDR_R10F

PROPERTY_ADDR_R110

PROPERTY_ADDR_R111

PROPERTY_ADDR_R112
PROPERTY_ADDR_R113
PROPERTY_ADDR_R114
PROPERTY_ADDR_R115
PROPERTY_ADDR_R116
PROPERTY_ADDR_R117
PROPERTY_ADDR_R118
PROPERTY_ADDR_R119
PROPERTY_ADDR_R11A
PROPERTY_ADDR_R11B
PROPERTY_ADDR_R11C
PROPERTY_ADDR_R11D
PROPERTY_ADDR_R11E
PROPERTY_ADDR_R11F
PROPERTY_ADDR_R120
PROPERTY_ADDR_R121
PROPERTY_ADDR_R122
PROPERTY_ADDR_R123
PROPERTY_ADDR_R124
PROPERTY_ADDR_R125
PROPERTY_ADDR_R12B
PROPERTY_ADDR_R12C
PROPERTY_ADDR_R12E

8.2.7 7 PROPERTY GROUP5 寄存器描述

PROPERTY_ADDR_R186
PROPERTY_ADDR_R187
PROPERTY_ADDR_R188
PROPERTY_ADDR_R189

PROPERTY_ADDR_R18A

PROPERTY_ADDR_R18B

PROPERTY_ADDR_R18C

PROPERTY_ADDR_R191

PROPERTY_ADDR_R192

PROPERTY_ADDR_R193

PROPERTY_ADDR_R194

PROPERTY_ADDR_R195

PROPERTY_ADDR_R196

PROPERTY_ADDR_R197

PROPERTY_ADDR_R198

PROPERTY_ADDR_R199

PROPERTY_ADDR_R19A

PROPERTY_ADDR_R19B

PROPERTY_ADDR_R1A4

PROPERTY_ADDR_R1AF

PROPERTY_ADDR_R1B0

PROPERTY_ADDR_R1B1

PROPERTY_ADDR_R1B2

PROPERTY_ADDR_R1B3

PROPERTY_ADDR_R1C0

PROPERTY_ADDR_R1C1

- PAN312x 应用注意事项: 描述 PAN312x 应用注意事项。
- PAN312x 寄存器说明: 描述 PAN312x 的寄存器说明。

Chapter 9

更新日志

9.1 PAN312x DK v0.3.0

PAN312x Development Kit v0.3.0 (2025-12-31) 已发布：

9.1.1 1. SDK

- 优化 AGC 配置
- 添加 1Mbps 和 2Mbps 配置 (仅 PAN3123 支持)
- 添加不同速率下的 RSSI 补偿
- 更换 EvaluationBoard 平台为 HC32L130
- 修复已发现的 bug

基础例程

- 新增如下例程：
 - 08_SDK_AutoAckTx: 演示演示 PAN312x 的自动 Ack Tx 端功能
 - 09_SDK_AutoAckRx: 演示 PAN312x 的自动 AckRx 端功能
 - 12_SDK_FullAutomaticDutyCycleTx: 演示如何使用 PAN312x 的全自动 DutyCycleTx 功能
 - 13_SDK_FullAutomaticDutyCycleRx: 演示如何使用 PAN312x 的全自动 DutyCycleRx 功能
 - 14_SDK_Switch_PacketTx: 演示 PAN312x 加 Switch 开关，Tx 端软件如何配置使用
 - 15_SDK_Switch_PacketRx: 演示 PAN312x 加 Switch 开关，Rx 端软件如何配置使用
 - 16_SDK_802_15_4g_PacketTx: 演示 PAN3123 的 802.15.4g 帧结构的发送功能
 - 17_SDK_802_15_4g_PacketRx: 演示 PAN3123 的 802.15.4g 帧结构的接收功能
 - 18_SDK_AtCmd: 规定了 PAN312x 系列芯片 SDK 的 AT 指令集。适用于对 PAN312x 系列模组的参数配置、性能测试、数据收发
 - 19_SDK_EvaluationBoardTestDemo: 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
 - 20_SDK_VariableNodeIdPacketTx: 演示 PAN312x 可变包长帧结构带 NodeId 的发送功
 - 21_SDK_VariableNodeIdPacketRx: 演示 PAN312x 可变包长帧结构带 NodeId 的接收功能

备注:

802.15.4g 收发例程仅 PAN3123 系列芯片支持

9.1.2 2. HDK

- 更换 PAN312x Evaluation Board 主控为 HC32L130

9.1.3 3. DOC

- 修改 硬件资料文档

- 02.hardware/hardware_reference_design: pan312x.hardware_reference_design:
 - * 20dBm 开关匹配 (Direct Tie)DCDC 模式典型应用原理图
 - * 添加 20dBm 开关匹配 (Switch Tie) 0603 封装典型应用物料清单

- 新增 演示例程文档:

- 03.samples/basic_demo: 08_SDK_AutoAckTx 文档
 - 03.samples/basic_demo: 09_SDK_AutoAckRx 文档
 - 03.samples/basic_demo: 12_SDK_FullAutomaticDutyCycleTx 文档
 - 03.samples/basic_demo: 13_SDK_FullAutomaticDutyCycleRx 文档
 - 03.samples/basic_demo: 14_SDK_Switch_PacketTx 文档
 - 03.samples/basic_demo: 15_SDK_Switch_PacketRx 文档
 - 03.samples/basic_demo: 16_SDK_802_15_4g_PacketTx 文档
 - 03.samples/basic_demo: 17_SDK_802_15_4g_PacketRx 文档
 - 03.samples/basic_demo: 19_SDK_EvaluationBoardTestDemo 文档
 - 03.samples/basic_demo: 20_SDK_VariableNodeIdPacketTx 文档
 - 03.samples/basic_demo: 21_SDK_VariableNodeIdPacketRx 文档

- 新增 开发指南文档

- 04.dev_guides: PAN312x-AT 指令说明.pdf
 - 04.dev_guides: PAN312x-EvalutionBoard-用户指南.pdf
 - 04.dev_guides: PAN312x-寄存器说明.pdf
 - 04.dev_guides: PAN312x-应用注意事项.pdf

- 修改 其它类文档

- 07.others: PAN312x 系列产品说明书 V1.6.pdf: 具体可参考文档中的修订历史

- 新增 应用笔记类文档

- 08.application/pan312x_register_introduction: PAN312x 寄存器使用说明
 - 08.application/pan312x_application_note: 描述 PAN312x 应用注意事项

9.1.4 4. TOOLS

- 暂无

9.1.5 5. 已知问题

- 验证 doublefifo 的问题
- 验证 3-out-of 编码的问题
- 验证调频的问题
- 验证 802.15.4g 的 fec 编码问题

9.1.6 1. SDK

9.2 PAN312x DK v0.2.0

PAN312x Development Kit v0.2.0 (2025-8-7) 已发布:

9.2.1 1. SDK

- 优化两点式校准流程
- 两点式校准流程中, 添加 $h = 0.5$ 的配置 ($h = 2 * \text{Deviation} / \text{DataRate}$)
- 添加功率配置参数, 包括 LDO 模式 (电感 0603 和 0402), DCDC 模式 (电感 0603 和 0402)
- 修复 RF 进入单载波模式的异常的问题
- 修复配置 RxDeviation 时, $h > 1$ 的寄存器配置 (可提升接收灵敏度)
- 修复 SDK_TestDemo 中, TRxMarster 中, 发送计数错误的问题

基础例程

- 新增如下例程:
- `SDK_CTK_PacketTx`: 演示如何通过 PANCHIP_RF_CTK 生成 RF 配置, 并实现数据发送的功能
- `SDK_CTK_PacketRx`: 演示如何通过 PANCHIP_RF_CTK 生成 RF 配置, 并实现数据接收的功能

9.2.2 3. DOC

- 修改 硬件资料文档
 - 02_hardware/hardware_reference_design: pan312x.hardware_reference_design:
 - * 添加 20dBm 直连 (Direct Tie)DCDC 模式典型应用原理图
 - * 添加 20dBm 直连 (Direct Tie)LDO 模式典型应用原理图
 - * 添加 0603 封装典型应用物料清单
 - * 添加 DCDC 部分电路的描述
- 新增 演示例程文档:
 - 03_samples/basic_demo: SDK_CTK_PacketTx 文档
 - 03_samples/basic_demo: SDK_CTK_PacketRx 文档
- 新增 工具类文档:
 - 06_dev_tools/panchip_rf_ctk: PANCHIP RF CTK 使用介绍文档
- 修改 其它类文档
 - 07_others: PAN312x 寄存器说明 V1.1.pdf: 在 V1.0 的基础上, 增加其它寄存器的描述

- 07_others: PAN312x 系列产品说明书 V1.4.pdf: 具体可参考文档中的修订历史
- 新增 应用类文档
 - 07_application/pan312x_register_introduction: PAN312x 寄存器使用说明

9.2.3 4. TOOLS

- 新增工具 PANCHIP-RF-CTK :
 - 可以配置 PAN3120 的 RF 参数，包括频点，速率、TRxDeviation、发射功率等参数；
 - 可以使能 PAN3120 的中断；
 - 可以配置一些操作设置，比如接收数据成功后，RF 的退出撞他设置；
 - 可以配置数据包的帧格式，包括前导码、同步字、Length、Data、CRC 等字段；

9.2.4 5. 已知问题

- 暂无

9.3 PAN312x DK v0.1.0

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

9.3.1 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

9.3.2 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

9.3.3 4. TOOLS

- 暂无

9.3.4 5. 已知问题

- 暂无

9.4 PAN312x DK v0.0.0

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

9.4.1 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(Dps)	L-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(μA)	平均电流(μA)
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 Window(ms)	休眠时间(ms)	工作周期(ms)	模式	峰值电流(mA)	休眠电流(μA)	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

9.4.2 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

9.4.3 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

9.4.4 4. TOOLS

- 暂无

9.4.5 5. 已知问题

- 暂无