简介

本应用手册具体介绍了 FR303x 系列芯片自定义 HCI 接口中指令，事件的定义与使用方法。

旨在减少研发工程师的开发时间，提高效率，缩短项目周期。

目录

1. 简介 3
1.1. 数据格式 3
1.1.1. Host 发送的命令 3
1.1.2. Controller 响应 3
1.1.3. Controller 上传事件 3
2. 自定义命令 4
2.1. 系统相关 4
2.1.1. 获取版本 4
2.1.2. 切换波特率 5
2.2. OTA 相关 6
2.2.1. 块擦除 6
2.2.2. 写入 6
2.2.3. 获取起始地址 7
2.2.4. 获取版本 7
2.3. 写入 SN 9
2.3.1. 获取 SN 9
3.1. 射频测试相关 10
3.1.0. 调制信号 1M 发射（continue） 12
3.1.1. 单载波信号 1M 发射（continue） 12
3.1.2. 发送停止 13
3.1.3. 在 IO 输出 2M 波形 13
3.1.4. 调制信号 2M 发射（continue） 14
3.1.5. 单载波 2M 发射（continue） 14
3.1.6. 跳频信号发射（continue） 15
3.1.7. 50%占空比发射 15
3.1.8. 1M 信号接收 16
3.1.9. 调制信号 1M 发射（burst） 16
3.1.10. 调制信号 2M 发射（burst） 17
3.1.11. 接收停止 17
3.1.12. 2M 信号接收 18
3.1.13. BT 信号发射 18
3.1.14. BT 信号停止 19
3.1.15. BT 信号接收 19
3.1.16. BT 信号接收停止 20
3.1.17. 读取内部匹配电容配置 20
3.1.18. 更新内部匹配电容配置 21
3.1.19. 写入 SN ..... 错误！未定义书签。
3.1.20. 获取 SN ..... 错误！未定义书签。
4. 联系信息 25

1. 简介

为了实现一些应用层与蓝牙 controller 层的自定义通信

1.1. 数据格式

1.1.1. Host 发送的命令

数据格式如下：

Opcode（1 字节）	Command 低字节（1 字节）	Command 高字节（1 字节）	Payload 长度（1 字节）	Payload（2~130 字节）		
0x01	0x71	0xFC		命令类型	参数长度	参数
				1 字节	1 字节	0~128 字节

1.1.2. Controller 响应

Controller 收到命令后，会做出响应，响应包格式如下：

Opcode（1 字节）	类型（1 字节）	Payload 长度（1 字节）	可接收 HCI 包个数（1 字节）	Command 低字节（1 字节）	Command 高字节（1 字节）	状态（1 字节）	参数长度（1 字节）	参数
0x04	0x0E			0x71	0xFC			

1.1.3. Controller 上传事件

Controller 主动上传的事件，格式如下：

Opcode（1 字节）	类型（1 字节）	Payload 长度（1 字节）	Payload		
0x04	0xFF		事件类型（1 字节）	事件子类型（2 字节，小端）	参数（40 字节）
			固定 0x03，其他值为内部使用		

2. 自定义命令

本节对自定义命令的 payload 字段和响应的参数字段进行详细描述。Opcode 分配如下：

命令名称	命令类型
获取版本	0x08
切换波特率	0x0a
写入 SN	0x2d
获取 SN	0x2e

2.1. 系统相关

2.1.1. 获取版本

1. 指令 payload 格式

命令类型（1 字节）	参数长度（1 字节）
0x08	0x00

2. 响应参数格式

参数长度（1 字节）	参数	
0x05	原始指令（1 字节）	版本号（4 字节）
	0x08	

3. 举例

命令：01 71 fc 02 08 00

响应：04 0e 0a 09 71 fc 00 05 08 44 33 22 11

2.1.2. 切换波特率

1. 指令 payload 格式

命令类型 （1 字节）	参数长度 （1 字节）	新波特率 （1 字节）	新奇偶校验 （1 字节）
0x0a	0x02	（见下表）	0：无；1：奇校验；2：偶校验

或

命令类型 （1 字节）	参数长度 （1 字节）	新波特率 （1 字节）	新奇偶校验 （1 字节）	新 IO 电压 （1 字节，该字段不存在时按保留处理）
0x0a	0x03	（见下表）	0：无；1：奇校验；2：偶校验	0：1.8v；1：3.3v；其他：保留

波特率 (x100)	12	24	48	96	144	192	384	576	1152	2304	4608	9216	15000	20000	30000
值	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14

2. 响应参数格式

参数长度 （1 字节）	参数	
0x02	原始指令 （1 字节）	是否支持新波特率 （1 字节）
	0x0a	0x00：支持；0x01：不支持

3. 举例

命令：01 71 fc 03 0a 01 0d

响应：04 0e 07 05 71 fc 00 02 0a 00

4. 注意事项

该指令需要在 controller 处于 idle 状态下使用，以免影响正常数据传输。Controller 回复该指令的波特率为旧波特率。Host 收到回复后 30ms 才允许进行后续命令交互。

2.2. OTA 相关

在 FR303x 用作单芯片 controller，与另外的 host 配合工作时，host 可以采用本节提供的指令对 controller 代码进行升级。

2.2.1. 块擦除

1. 指令 payload 格式

命令类型（1 字节）	参数长度（1 字节）	擦除起始地址（4 字节）	擦除长度（4 字节）
0x05	0x08	小端格式	小端格式

2. 响应参数格式

参数长度（1 字节）	参数		
0x09	原始指令（1 字节）	擦除起始地址（4 字节）	擦除长度（4 字节）
	0x05		

3. 举例（从 0x00002000 处开始擦除 0x1000 长度数据）

命令：01 71 FC 0A 05 08 00 20 00 00 00 10 00 00

响应：04 0E 0E 05 71 FC 00 09 05 00 20 00 00 00 10 00 00

2.2.2. 写入

1. 指令 payload 格式

命令类型（1 字节）	参数长度（1 字节）	写入起始地址（4 字节）	写入长度（4 字节）	写入数据（变长）
0x06	0x08+数据长度	小端格式	小端格式	

2. 响应参数格式

参数长度（1 字节）	参数

0x09	原始指令 （1 字节）	写入起始地址 （4 字节）	写入长度 （4 字节）
	0x06		

3. 举例（从 0x00002000 处开始写入 0x10 长度数据）

命令：01 71 fc 1a 06 18 00 20 00 00 10 00 00 00 00 01 02 03 04 05 06 07 08 09 0a 0b 0c 0d 0e 0f

响应：04 0e 0e 05 71 fc 00 09 06 00 20 00 00 10 00 00 00

2.2.3. 获取起始地址

5. 指令 payload 格式

命令类型 （1 字节）	参数长度 （1 字节）
0x07	0x00

6. 响应参数格式

参数长度 （1 字节）	参数	
0x05	原始指令 （1 字节）	起始地址 （4 字节）
	0x07	

7. 举例

命令：01 71 fc 02 07 00

响应：04 0e 0a 05 71 fc 00 05 07 00 20 00 00

2.2.4. 获取版本

4. 指令 payload 格式

命令类型 （1 字节）	参数长度 （1 字节）

0x08	0x00

5. 响应参数格式

参数长度（1 字节）	参数	
0x05	原始指令（1 字节）	版本号（4 字节）
	0x08	

6. 举例

命令：01 71 fc 02 08 00

响应：04 0e 0a 09 71 fc 00 05 08 44 33 22 11

2.2.5. 芯片重启校验

1. 指令 payload 格式

命令类型（1 字节）	参数长度（1 字节）	起始地址（4 字节）	长度（4 字节）	Crc32 校验值（4 字节）	新固件版本号（4 字节）
0x09	0x10	小端格式	小端格式	小端格式	小端格式

2. 响应参数格式

参数长度（1 字节）	参数	
0x02	原始指令（1 字节）	校验结果（1 字节）
	0x09	0x00:：成功；0x01：失败

3. 举例

命令：01 71 fc 12 09 10 00 20 00 00 10 00 00 00 ff ee dd cc 45 33 22 11

响应：04 0e 07 05 71 fc 00 02 09 00

4. CRC 计算方式

见附录 1。

5. 注意事项

如果 OTA 校验通过，芯片会直接重启，这时相应指令就无法回复到主机。

2.3. 写入 SN

1. 指令 payload 格式

命令类型（1 字节）	SN 长度（1 字节）	SN（变长）
0x2d	0x00~0x20	

2. 响应参数格式

参数长度（1 字节）	参数	
0x02	原始指令（1 字节）	执行结果（1 字节）
	0x2d	0x00：成功；0x01：失败

3. 举例（写入长度为 8 的 SN）

命令：01 71 fc 0a 2d 08 00 01 02 03 04 05 06 07

响应：04 0e 07 05 71 fc 00 02 2d 00

2.3.1. 获取 SN

1. 指令 payload 格式

命令类型（1 字节）	参数长度（1 字节）
0x2e	0x00

2. 响应参数格式

参数长度（1 字节）	参数

0x02~0x22	原始指令 （1 字节）	SN 长度 （1 字节）	SN （变长）
	0x2e	0x00~0x20	

3. 举例（写入长度为 8 的 SN）

命令：01 71 fc 02 2e 00

响应：04 0e 0f 05 71 fc 00 0a 2e 08 00 01 02 03 04 05 06 07

3.1. 射频测试相关

本节描述的指令可以用于控制 controller 的射频测试。

下面指令中涉及到的参数说明如下：

1. BLE 指令中的 Channel：工作信道为 2402+2*N
2. BT 指令中的 Channel：该值在 0~39 时对应信道为 2402+2*N；该值在 40~78 时对应信道为 2403+2*（N-40）
3. 指令中的 Packet Payload：

a) 0x00: PRBS9

b) 0x01: 11110000

c) 0x02: 10101010

d) 0x03: PRBS15

e) 0x04: 11111111

f) 0x05: 00000000

g) 0x06: 00001111

h) 0x07: 01010101

i) 其他: 保留

4. BT 指令中的 Packet Type：

a) 0x00: DM1

b) 0x01: DH1

c) 0x02: DM3

d) 0x03: DH3

e) 0x04: DM5

f) 0x05: DH5

g) 0x81: DH1_2

h) 0x82: DH1_3

i) 0x83: DH3_2

j) 0x84: DH3_3

k) 0x85: DH5_2

l) 0x86: DH5_3

5. BLE 指令中的 Tx Power：

a) 0x00: -19dBm

b) 0x01: -12dBm

c) 0x02: -8dBm

d) 0x08: -6dBm

e) 0x03: -5dBm

f) 0x0c: -4dBm

g) 0x0c: -2dBm

h) 0x06: -1dBm

i) 0x09: 0dBm

j) 0x07: 1dBm

k) 0x0d: 3dBm

l) 0x0a: 4dBm

m) 0x11: 5dBm

n) 0x0b: 6dBm

o) 0x12: 8dBm

p) 0x0f: 9dBm

q) 0x13: 10dBm

r) 0xff: 保持不变

s) 其他: 保留

3.1.0. 调制信号 1M 发射（continue）

1. 指令 payload 格式

命令类型（1 字节）	参数长度（1 字节）	Channel（1 字节）	Packet Payload (1 字节)	Tx Power (1 字节)
0x17	0x03			

2. 响应参数格式

参数长度（1 字节）	参数	
0x02	原始指令（1 字节）	执行结果（1 字节）
	0x17	0x00：成功；0x01：失败

3.1.1. 单载波信号 1M 发射（continue）

1. 指令 payload 格式

命令类型（1 字节）	参数长度（1 字节）	Channel（1 字节）	Reserve (1 字节)	Tx Power (1 字节)
0x18	0x03			

2. 响应参数格式

参数长度（1 字节）	参数	
0x02	原始指令（1 字节）	执行结果（1 字节）
	0x18	0x00：成功；0x01：失败

3.1.2. 发送停止

1. 指令 payload 格式

命令类型（1 字节）	参数长度（1 字节）
0x19	0x00

2. 响应参数格式

参数长度（1 字节）	参数	
0x02	原始指令（1 字节）	执行结果（1 字节）
	0x19	0x00：成功；0x01：失败

3.1.3. 在 IO 输出 2M 波形

1. 指令 payload 格式

命令类型	参数长度	IO PIN

（1 字节）	（1 字节）	（1 字节）
0x1a	0x01	

2. 响应参数格式

参数长度（1 字节）	参数	
0x02	原始指令（1 字节）	执行结果（1 字节）
	0x1a	0x00：成功；0x01：失败

3.1.4. 调制信号 2M 发射（continue）

1. 指令 payload 格式

命令类型（1 字节）	参数长度（1 字节）	Channel（1 字节）	Packet Payload (1 字节)	Tx Power (1 字节)
0x1b	0x03			

2. 响应参数格式

参数长度（1 字节）	参数	
0x02	原始指令（1 字节）	执行结果（1 字节）
	0x1b	0x00：成功；0x01：失败

3.1.5. 单载波 2M 发射（continue）

1. 指令 payload 格式

命令类型（1 字节）	参数长度（1 字节）	Channel（1 字节）	Reserve (1 字节)	Tx Power (1 字节)

0x1c	0x03			

2. 响应参数格式

参数长度（1 字节）	参数	
0x02	原始指令（1 字节）	执行结果（1 字节）
	0x1c	0x00：成功；0x01：失败

3.1.6. 跳频信号发射（continue）

1. 指令 payload 格式

命令类型（1 字节）	参数长度（1 字节）	Channel（1 字节）	Packet Payload (1 字节)	Tx Power (1 字节)	波类型（1 字节）	PHY（1 字节）	周期（1 字节）
0x1e	0x06						

2. 响应参数格式

参数长度（1 字节）	参数	
0x02	原始指令（1 字节）	执行结果（1 字节）
	0x1d	0x00：成功；0x01：失败

3.1.7. 50%占空比发射

1. 指令 payload 格式

命令类型（1 字节）	参数长度（1 字节）	Channel（1 字节）	Packet Payload (1 字节)	Tx Power (1 字节)	波类型（1 字节）	PHY（1 字节）	周期（1 字节）
0x1e	0x06						

2. 响应参数格式

参数长度（1 字节）	参数	
0x02	原始指令（1 字节）	执行结果（1 字节）
	0x1e	0x00：成功；0x01：失败

3.1.8. 1M 信号接收

1. 指令 payload 格式

命令类型（1 字节）	参数长度（1 字节）	Channel（1 字节）
0x1f	0x01	

2. 响应参数格式

参数长度（1 字节）	参数	
0x02	原始指令（1 字节）	执行结果（1 字节）
	0x1f	0x00：成功；0x01：失败

3.1.9. 调制信号 1M 发射（burst）

1. 指令 payload 格式

命令类型（1 字节）	参数长度（1 字节）	Channel（1 字节）	Packet Payload (1 字节)	Tx Power (1 字节)	Data Length（1 字节）
0x21	0x04				

2. 响应参数格式

参数长度	参数

（1 字节）		
0x02	原始指令 （1 字节）	执行结果 （1 字节）
	0x21	0x00：成功；0x01：失败

3.1.10. 调制信号 2M 发射（burst）

1. 指令 payload 格式

命令类型 （1 字节）	参数长度 （1 字节）	Channel （1 字节）	Packet Payload (1 字节)	Tx Power (1 字节)	Data Length (1 字节)
0x22	0x04				

2. 响应参数格式

参数长度 （1 字节）	参数	
0x02	原始指令 （1 字节）	执行结果 （1 字节）
	0x22	0x00：成功；0x01：失败

3.1.11. 接收停止

1. 指令 payload 格式

命令类型 （1 字节）	参数长度 （1 字节）
0x23	0x00

2. 响应参数格式

参数长度 （1 字节）	参数

0x05	原始指令 （1 字节）	接收包数 （4 字节）
	0x23	小端格式

3.1.12. 2M 信号接收

1. 指令 payload 格式

命令类型 （1 字节）	参数长度 （1 字节）	Channel （1 字节）
0x24	0x01	

2. 响应参数格式

参数长度 （1 字节）	参数	
0x02	原始指令 （1 字节）	执行结果 （1 字节）
	0x24	0x00：成功；0x01：失败

3.1.13. BT 信号发射

1. 指令 payload 格式

命令类型 （1 字节）	参数长度 （1 字节）	Channel （1 字节）	Payload Type (1 字节)	Packet Type (1 字节)	TX power (1 字节)
0x25	0x04				

2. 响应参数格式

参数长度 （1 字节）	参数	
0x02	原始指令	执行结果

	（1 字节）	（1 字节）
	0x25	0x00：成功；0x01：失败

3.1.14. BT 信号停止

1. 指令 payload 格式

命令类型 （1 字节）	参数长度 （1 字节）
0x26	0x00

2. 响应参数格式

参数长度 （1 字节）	参数	
0x02	原始指令 （1 字节）	执行结果 （1 字节）
	0x26	0x00：成功；0x01：失败

3.1.15. BT 信号接收

1. 指令 payload 格式

命令类型 （1 字节）	参数长度 （1 字节）	Channel （1 字节）	Packet Type (1 字节)	Test Mode (1 字节)
0x2f	0x02			0x01:使能白化；0x00:失能白化

2. 响应参数格式

参数长度 （1 字节）	参数	
0x02	原始指令	执行结果

	（1 字节）	（1 字节）
	0x2f	0x00：成功；0x01：失败

3. 举例（在信道 2402 上接收 DH1，白化开启）

命令：01 71 fc 05 2f 03 00 01 01

响应：04 0e 07 05 71 fc 00 02 2f 00

3.1.16. BT 信号接收停止

1. 指令 payload 格式

命令类型 （1 字节）	参数长度 （1 字节）
0x30	0x00

2. 响应参数格式

参数长度 （1 字节）	参数	
0x05	原始指令 （1 字节）	接收包数 （4 字节）
	0x30	小端格式

3. 举例（收到了 100 个包）

命令：01 71 fc 02 30 00

响应：04 0e 07 09 71 fc 00 05 30 64 00 00 00

3.1.17. 读取内部匹配电容配置

1. 指令 payload 格式

命令类型 （1 字节）	参数长度 （1 字节）
0x29	0x00

2. 响应参数格式

参数长度（1 字节）	参数	
0x02	原始指令（1 字节）	读取结果（1 字节）
	0x29	0x00~0x0f

3. 举例

命令：01 71 fc 02 29 00

响应：04 0e 07 05 71 fc 00 02 29 08

3.1.18. 更新内部匹配电容配置

1. 指令 payload 格式

命令类型（1 字节）	参数长度（1 字节）	新配置值（1 字节）	是否保存到 flash（1 字节）
0x2a	0x02	0x00~0x0f	0：不保存；1：保存

2. 响应参数格式

参数长度（1 字节）	参数	
0x02	原始指令（1 字节）	执行结果（1 字节）
	0x2a	0x00：成功；0x01：失败

3. 举例（设置新的配置到 09，并且保存到 flash 中）

命令：01 71 fc 04 2a 02 09 01

响应：04 0e 07 05 71 fc 00 02 2a 00

```
#include <stdint.h>

/* ==================================================================
 * Table of CRC-32's of all single-byte values
 */
static const uint32_t crc_table[256] = {
   0x00000000L, 0x77073096L, 0xee0e612cL, 0x990951baL, 0x076dc419L,
   0x706af48fL, 0xe963a535L, 0x9e6495a3L, 0x0edb8832L, 0x79dcb8a4L,
   0xe0d5e91eL, 0x97d2d988L, 0x09b64c2bL, 0x7eb17cbdL, 0xe7b82d07L,
   0x90bf1d91L, 0x1db71064L, 0x6ab020f2L, 0xf3b97148L, 0x84be41deL,
   0x1adad47dL, 0x6ddde4ebL, 0xf4d4b551L, 0x83d385c7L, 0x136c9856L,
   0x646ba8c0L, 0xfd62f97aL, 0x8a65c9ecL, 0x14015c4fL, 0x63066cd9L,
   0xfa0f3d63L, 0x8d080df5L, 0x3b6e20c8L, 0x4c69105eL, 0xd56041e4L,
   0xa2677172L, 0x3c03e4d1L, 0x4b04d447L, 0xd20d85fdL, 0xa50ab56bL,
   0x35b5a8faL, 0x42b2986cL, 0xdbbbc9d6L, 0xacbcf940L, 0x32d86ce3L,
   0x45df5c75L, 0xdcd60dcfL, 0xabd13d59L, 0x26d930acL, 0x51de003aL,
   0xc8d75180L, 0xbfd06116L, 0x21b4f4b5L, 0x56b3c423L, 0xcfba9599L,
   0xb8bda50fL, 0x2802b89eL, 0x5f058808L, 0xc60cd9b2L, 0xb10be924L,
   0x2f6f7c87L, 0x58684c11L, 0xc1611dabL, 0xb6662d3dL, 0x76dc4190L,
   0x01db7106L, 0x98d220bcL, 0xefd5102aL, 0x71b18589L, 0x06b6b51fL,
   0x9fbfe4a5L, 0xe8b8d433L, 0x7807c9a2L, 0x0f00f934L, 0x9609a88eL,
   0xe10e9818L, 0x7f6a0dbbL, 0x086d3d2dL, 0x91646c97L, 0xe6635c01L,
   0x6b6b51f4L, 0x1c6c6162L, 0x856530d8L, 0xf262004eL, 0x6c0695edL,
   0x1b01a57bL, 0x8208f4c1L, 0xf50fc457L, 0x65b0d9c6L, 0x12b7e950L,
   0x8bbeb8eaL, 0xfcb9887cL, 0x62dd1ddfL, 0x15da2d49L, 0x8cd37cf3L,
   0xfbd44c65L, 0x4db26158L, 0x3ab551ceL, 0xa3bc0074L, 0xd4bb30e2L,
   0x4adfa541L, 0x3dd895d7L, 0xa4d1c46dL, 0xd3d6f4fbL, 0x4369e96aL,
   0x346ed9fcL, 0xad678846L, 0xda60b8d0L, 0x44042d73L, 0x33031de5L,
   0xaa0a4c5fL, 0xdd0d7cc9L, 0x5005713cL, 0x270241aaL, 0xbe0b1010L,
   0xc90c2086L, 0x5768b525L, 0x206f85b3L, 0xb966d409L, 0xce61e49fL,
   0x5edef90eL, 0x29d9c998L, 0xb0d09822L, 0xc7d7a8b4L, 0x59b33d17L,
   0x2eb40d81L, 0xb7bd5c3bL, 0xc0ba6cadL, 0xedb88320L, 0x9abfb3b6L,
   0x03b6e20cL, 0x74b1d29aL, 0xead54739L, 0x9dd277afL, 0x04db2615L,
   0x73dc1683L, 0xe3630b12L, 0x94643b84L, 0x0d6d6a3eL, 0x7a6a5aa8L,
   0xe40ecf0bL, 0x9309ff9dL, 0x0a00ae27L, 0x7d079eb1L, 0xf00f9344L,
   0x8708a3d2L, 0x1e01f268L, 0x6906c2feL, 0xf762575dL, 0x806567cbL,
   0x196c3671L, 0x6e6b06e7L, 0xfed41b76L, 0x89d32be0L, 0x10da7a5aL,
   0x67dd4accL, 0xf9b9df6fL, 0x8ebeeff9L, 0x17b7be43L, 0x60b08ed5L,
   0xd6d6a3e8L, 0xa1d1937eL, 0x38d8c2c4L, 0x4fdff252L, 0xd1bb67f1L,
   0xa6bc5767L, 0x3fb506ddL, 0x48b2364bL, 0xd80d2bdaL, 0xaf0a1b4cL,
```


Copyright© 2021 上海富芮坤微电子有限公司

```
    0x36034af6L, 0x41047a60L, 0xdf60efc3L, 0xa867df55L, 0x316e8eefL,
    0x4669be79L, 0xcb61b38cL, 0xbc66831aL, 0x256fd2a0L, 0x5268e236L,
    0xcc0c7795L, 0xbb0b4703L, 0x220216b9L, 0x5505262fL, 0xc5ba3bbeL,
    0xb2bd0b28L, 0x2bb45a92L, 0x5cb36a04L, 0xc2d7ffa7L, 0xb5d0cf31L,
    0x2cd99e8bL, 0x5bdeae1dL, 0x9b64c2b0L, 0xec63f226L, 0x756aa39cL,
    0x026d930aL, 0x9c0906a9L, 0xeb0e363fL, 0x72076785L, 0x05005713L,
    0x95bf4a82L, 0xe2b87a14L, 0x7bb12baeL, 0x0cb61b38L, 0x92d28e9bL,
    0xe5d5be0dL, 0x7cdcefb7L, 0x0bdbdf21L, 0x86d3d2d4L, 0xf1d4e242L,
    0x68ddb3f8L, 0x1fda836eL, 0x81be16cdL, 0xf6b9265bL, 0x6fb077e1L,
    0x18b74777L, 0x88085ae6L, 0xff0f6a70L, 0x66063bcaL, 0x11010b5cL,
    0x8f659effL, 0xf862ae69L, 0x616bffd3L, 0x166ccf45L, 0xa00ae278L,
    0xd70dd2eeL, 0x4e048354L, 0x3903b3c2L, 0xa7672661L, 0xd06016f7L,
    0x4969474dL, 0x3e6e77dbL, 0xaed16a4aL, 0xd9d65adcL, 0x40df0b66L,
    0x37d83bf0L, 0xa9bcae53L, 0xdebb9ec5L, 0x47b2cf7fL, 0x30b5ffe9L,
    0xbdbdf21cL, 0xcabac28aL, 0x53b39330L, 0x24b4a3a6L, 0xbad03605L,
    0xcdd70693L, 0x54de5729L, 0x23d967bfL, 0xb3667a2eL, 0xc4614ab8L,
    0x5d681b02L, 0x2a6f2b94L, 0xb40bbe37L, 0xc30c8ea1L, 0x5a05df1bL,
    0x2d02ef8dL
};

/* ================================================================== */
#define DO1(buf) crc = crc_table[((int)crc ^ (*buf++)) & 0xff] ^ (crc >> 8);
#define DO2(buf)  DO1(buf); DO1(buf);
#define DO4(buf)  DO2(buf); DO2(buf);
#define DO8(buf)  DO4(buf); DO4(buf);

/* ================================================================== */
uint32_t crc32(uint32_t crc, const uint8_t *buf, uint32_t len)
{
    crc = crc ^ 0xffffffffL;
    while (len >= 8) {
        DO8(buf);
        len -= 8;
    }
    if (len) do {
            DO1(buf);
        } while (--len);
    return crc ^ 0xffffffffL;
}
```

4. 联系信息

公司：上海富芮坤微电子有限公司

地址：中国(上海)自由贸易试验区碧波路 912 弄 8 号 501-A 室

电话：+86-21-5027-0080

Website: www.freqchip.com

Sales Email: sales@freqchip.com

本文档的所有部分，其著作产权归上海富芮坤微电子有限公司（简称富芮坤）所有，未经富芮坤授权许可，任何个人及组织不得复制、转载、仿制本文档的全部或部分。富芮坤保留在不另行通知的情况下随时对产品或本文档进行更改、修正、增强的权利。购买者应在订购前获得富芮坤产品的最新相关资料。