

类别	内容
关键词	LoRa 透传
摘要	本文讲解了 LoRa 智能组网芯片透传固件的使用

修订历史

版本	日期	原因
V1.0.00	2019/08/18	创建文档
V1.1.00	2020/12/18	更新文档
V1.1.01	2020/12/31	调整下页边距
V1.2.00	2021/03/19	增加透传模式下发送数据头包含目的地址和接收数据头包含源地址的功能，模块固件需要在 V1.01.00 及以上才支持这个功能。
V1.3.00	2021/06/23	更新串口协议。
V1.3.01	2022/03/15	更新配置工具截图。

目 录

1. 芯片简介.....	1
1.1 功能概要.....	1
2. 选型参数.....	2
3. 电气参数.....	4
3.1 极限参数.....	4
3.2 IO 口电平参数.....	4
3.3 RF 特性.....	5
3.4 功耗特性.....	5
4. 引脚说明.....	8
5. ZSL42x-EVB Board.....	12
5.1 ZSL420/421 评估板介绍.....	12
5.2 低功耗测试.....	13
5.2.1 芯片低功耗测试.....	13
6. 快速使用指南.....	14
6.1 配置工具.....	14
6.2 数据传输示例.....	15
6.3 空中配置.....	16
6.4 串口固件升级.....	17
6.5 空中固件升级.....	19
7. 模块配置.....	21
7.1 配置协议帧格式.....	21
7.1.1 字段描述.....	21
8. 命令集.....	27
8.1 帧版本 (FF)	30
8.1.1 读取.....	30
8.2 协议类型 (00)	31
8.2.1 读取.....	31
8.3 设备唯一码 (01)	32
8.3.1 读取.....	32
8.4 硬件版本 (02)	33
8.4.1 读取.....	33
8.5 固件版本 (03)	34
8.5.1 读取.....	34
8.6 设备名称 (04)	35
8.6.1 读取.....	35
8.6.2 写入.....	36
8.7 登录密码 (05)	37
8.7.1 读取.....	37
8.7.2 写入.....	38
8.8 设备地址 (06)	39
8.8.1 读取.....	39

8.8.2	写入.....	39
8.9	信道 (07)	40
8.9.1	读取.....	41
8.9.2	写入.....	42
8.10	发射功率 (08)	43
8.10.1	读取.....	43
8.10.2	写入.....	44
8.11	透传使能 (09)	44
8.11.1	读取.....	45
8.11.2	写入.....	45
8.12	串口参数 (0A)	46
8.12.1	读取.....	47
8.12.2	写入.....	48
8.13	设备类型 (0B)	48
8.13.1	读取.....	49
8.13.2	写入.....	50
8.14	产品型号 (0D)	51
8.14.1	读取.....	51
8.15	网络号 (0E)	52
8.15.1	读取.....	52
8.15.2	写入.....	52
8.16	多参数配置 (0F)	53
8.16.1	读取.....	53
8.16.2	写入.....	54
8.17	数据传输 (10)	55
8.17.1	写入.....	55
8.18	复位模块 (11)	56
8.18.1	写入.....	56
8.19	恢复出厂设置 (12)	57
8.19.1	写入.....	57
8.20	自动休眠使能 (13)	58
8.20.1	读取.....	58
8.20.2	写入.....	58
8.21	查询信号强度 (14)	59
8.21.1	读取.....	59
8.22	I/O 控制 (15)	60
8.22.1	读取.....	60
8.22.2	写入.....	61
8.23	PWM 控制 (16)	62
8.23.1	读取.....	62
8.23.2	写入.....	63
8.24	IO/AD 采集 (17)	64
8.24.1	读取.....	65
8.24.2	写入.....	66

8.24.3	上报.....	67
8.25	搜索节点 (18)	68
8.25.1	写入.....	68
8.25.2	上报.....	68
8.26	登录/登出 (19)	69
8.26.1	读取.....	69
8.26.2	写入.....	70
8.27	透传参数 (1B)	71
8.27.1	读取.....	71
8.27.2	写入.....	72
8.28	开始升级 (1C)	73
8.28.1	写入.....	73
8.29	固件传输 (1D)	76
8.29.1	写入.....	76
8.30	结束升级 (1E)	77
8.30.1	写入.....	77
8.31	白名单 (1F)	78
8.31.1	读取.....	78
8.31.2	写入.....	80
8.32	白名单使能 (20)	81
8.32.1	读取.....	81
8.32.2	写入.....	82
8.33	中继白名单 (21)	83
8.33.1	读取.....	83
8.33.2	写入.....	84
8.34	中继白名单使能 (22)	85
8.34.1	读取.....	86
8.34.2	写入.....	87
8.35	附加信息使能 (25)	87
8.35.1	读取.....	88
8.35.2	写入.....	89
8.36	自组网使能 (26)	90
8.36.1	读取.....	93
8.36.2	写入.....	94
8.37	建立网络 (27)	95
8.37.1	写入.....	95
8.38	加入网络 (28)	96
8.38.1	写入.....	96
8.39	允许加入网络 (29)	97
8.39.1	写入.....	97
8.40	查询网络状态 (2A)	98
8.40.1	读取.....	98
8.41	深度休眠 (2B)	99
8.41.1	写入.....	99

8.42	空中速率等级 (30)	100
8.42.1	读取	100
8.42.2	写入	101
8.43	重发次数 (31)	102
8.43.1	读取	102
8.43.2	写入	103
8.44	重发间隔 (32)	104
8.44.1	读取	104
8.44.2	写入	105
8.45	休眠时间 (33)	106
8.45.1	读取	106
8.45.2	写入	107
8.46	前导码时间 (34)	108
8.46.1	读取	108
8.46.2	写入	109
8.47	运行状态 (35)	110
8.47.1	读取	110
8.48	查询主机存储的从机信息 (37)	111
8.48.1	读取	111
8.49	删除主机存储的从机信息 (38)	112
8.49.1	写入	112
8.50	事件 IO 设置 (39)	113
8.50.1	读取	114
8.50.2	写入	114
8.51	发送数据末尾添加 ADC 采样值使能 (3A)	115
8.51.1	读取	115
8.51.2	写入	116
8.52	接收数据末尾添加 RSSI 值使能 (3B)	117
8.52.1	读取	117
8.52.2	写入	118
8.53	时分复用使能 (3C)	119
8.53.1	读取	120
8.53.2	写入	121
8.54	查询时分复用时间片 (3D)	122
8.54.1	读取	122
8.55	查询节点的信噪比 (3E)	123
8.55.1	读取	123
8.56	透传模式发送数据头包含目标地址使能 (3F)	124
8.56.1	读取	124
8.56.2	写入	125
8.57	透传模式接收数据头包含源地址使能 (40)	126
8.57.1	读取	126
8.57.2	写入	127
9.	数据收发	129

10. 免责声明.....	130
---------------	-----

1. 芯片简介

1.1 功能概要

ZSL420/ZSL421 是广州致远微电子研发的两款 LoRa 智能组网芯片。该产品集成无线收发器，可支持二次开发的 32 位 ARM Cortex-M0+ 超低功耗内核，射频收发匹配电路和滤波电路。ZSL420 额外集成了 RF 所用 32MHz 时钟电路。ZSL420/ZSL421 内部处理器内核最高主频 48MHz, 256K 字节 Flash, 32K 字节 RAM。内部集成的无线收发器发射功率最大 21dBm, 接收灵敏度最高 -148dBm, 工作频段 470MHz~510MHz, 支持 LoRa 调制和 (G)FSK 调制方式, 适配 LoRaNET, LoRaWAN 等协议。芯片采用 LGA68 封装, 尺寸 11*11*1mm 实物如图 1.1 所示, 非常适合用于无线通信组网节点。



图 1.1 ZSL420/ZSL421 实物图

2. 选型参数

产品特性		产品型号	ZSL420	ZSL421
		内核与系统		32位ARM Cortex-M0+处理器内核
闪存 – K字节		256		
SRAM – K字节		32		
GPIO端口 (通道数)		45个		
CPU最高工作频率		48 MHz		
封装		LGA68		
工作电压		1.8V ~ 3.7V		
工作温度		-40°C~+85°C		
RF部分	无线工作频段	470~510MHz		
	无线调制方式	LoRa, (G) FSK		
	无线通信速率	0.018~62.5kb/s (LoRa), 0.6~300kb/s (FSK)		
	发射功率	最大21dBm (可编程调节30dBm范围)		
	接收灵敏度	-148dBm (速率0.024kb/s), -125dBm (速率5.4kb/s)		
	功耗	发射电流: 64mA (17dBm发射), 接收电流: 4.5mA, 休眠电流: 1.8uA (参数保存, 运行协议栈)		
	是否需要外接32M晶振	否	是	
通讯接口外设	UART	4个		
	LPUART	2个		
	SPI	1个		
	I ² C	2个		
	LCD	4个COM, 35个SEG, 可驱动4*35个LCD图像元素		
模拟外设	ADC 12bit	1个, 24通道		
	DAC 12bit	1个, 1通道		
	OPA	1个		
	Vcomp	3个		
	LVD	支持		
	LVR	支持		

其他	硬件加密	AES-128/192/256
	硬件CRC	CRC-16/32
	硬件RTC	支持
	真随机数发生器	支持

3. 电气参数

3.1 极限参数

为了确保芯片正常工作，环境温度，加载在芯片上的载荷等工作条件应该符合表 3-1，超出表 3-1 限定范围可能会导致芯片永久损坏，设计时应该依据表 3.1 中的最大值和最小值预留部分设计余量，以提高芯片长期工作的可靠性。

表 3.1 芯片工作条件

参数	描述	最小值	最大值	单位
供电电压 (VDD,AVDD,ADD_RF)	芯片不同供电引脚输入电压值，包括 VDD,AVDD,ADD_RF	1.8	3.7	V
供电电压差(Δ VDD)	芯片不同供电引脚电压差值	-	50	mV
接地电压差(Δ GND)	芯片不同接地引脚电压差值	-	50	mV
I/O 口输入电压(VIO _{in})	芯片任意 IO 口输入电压值	GND-0.3	VDD+0.3	V
I/O 口输入电流(IIO _{in})	芯片任意 IO 口灌入电流值 ⁽¹⁾	-	25	mA
I/O 口输出电流(IIO _{out})	芯片任意 IO 口输出电流值	-	25	mA
RF 端口输入功率(Pin)	芯片射频信号 RF 端口输入功率	-	10	dBm
工作温度范围(TA)	芯片工作环境温度	-40	85	°C

(1) 灌入电流芯片任意 IO 口不包括外接晶体复用功能引脚 XTLLI, XTHI 和复用功能 BOOT0 的 IO 口引脚，这三个 IO 口最大灌入电流最大值为 5mA

3.2 IO 口电平参数

正常工作状态下 ZSL42x 芯片电气参数。(25°C)

表 3.2 工作参数

参数	标号	最小值	典型值	最大值	单位	条件
输入逻辑 1 电平	V _{IH}	2.0	-	-	V	VDD=3.3V
输入逻辑 0 电平	V _{IL}	-	-	1.0	V	VDD=3.3V
输出逻辑 1 电平	V _{OH}	VDD-0.25	-	-	V	VDD=3.3V, I _{OH} =4 mA, 弱驱
	V _{OH}	VDD-0.6	-	-	V	VDD=3.3V, I _{OH} =8 mA, 弱驱
	V _{OH}	VDD-0.25	-	-	V	VDD=3.3V, I _{OHD} =8mA, 强驱
	V _{OH}	VDD-0.6	-	-	V	VDD=3.3V, I _{OHD} =18 mA, 强驱
输出逻辑 0 电平	V _{OL}	-	-	VSS+0.25	V	VDD=3.3V, I _{OL} =5 mA, 弱驱
	V _{OL}	-	-	VSS+0.6	V	VDD=3.3V, I _{OL} =14 mA, 弱驱
		-	-	VSS+0.25	V	VDD=3.3V, I _{OLD} =8mA, 强驱

		-	-	VSS+0.6	V	VDD=3.3V, I _{OLD} =18 mA, 强驱
--	--	---	---	---------	---	---------------------------------------

3.3 RF 特性

测试条件

- VDDRF1 和 VDDRF2 引脚接同一个 3.3V
- 测试环境温度为 25℃
- ZSL420 芯片用内部 32MHz, ZSL421 为外接 TCXO 晶振
- 测试频点 FRF=490MHz
- 发射模式下的功率是接标准 50 欧负载频谱仪条件下测定
- LoRa 调制模式发送数据包长度为 10 个字节, 前导码符号长度为 8 个, 有效数据编码率为 4/6, 硬件 CRC 校验开启, 数据包显性包头模式, 丢包率容忍为 1%。

参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
频率范围	-	470	-	510	MHz
最大输出功率	频谱仪接 RFIO 引脚	-	21	-	dBm
输出功率调节范围	可调最大功率与最小差值	-	31	-	dB
接收灵敏度	BW_L=10.4KHz, SF=7	-	-134	-	dBm
	BW_L=10.4KHz, SF=12	-	-148	-	dBm
	BW_L=125KHz, SF=7	-	-125	-	dBm
	BW_L=125KHz, SF=12	-	-138	-	dBm
	BW_L=250KHz, SF=7	-	-122	-	dBm
	BW_L=250KHz, SF=12	-	-135	-	dBm
	BW_L=500KHz, SF=7	-	-118	-	dBm
	BW_L=500KHz, SF=12	-	-129	-	dBm
LoRa 调制带宽(BW_L)	可编程控制	7.8	-	500	KHz
LoRa 扩频因子(SF)	可编程控制	5	-	12	-
ESD 静电抗扰度	天线端口空气放电	-	8	-	KV

3.4 功耗特性

测试条件

- VDDRF1 和 VDDRF2 引脚接同一个 3.3V, 测量无线收发器消耗电流, VDD 和 AVDD 为外接另一个 3.3V, 测量处理器消耗电流, 处理器和无线收发器消耗电流独立测试, 互不影响。
- 测试环境温度为 25℃
- ZSL420 芯片用内部 32MHz, ZSL421 为外接 TCXO 晶振
- 测试频点 FRF=490MHz

- 发射模式下的 RF 电流消耗是接标准 50 欧负载频谱仪条件下测定
- 测试处理器电流消耗满足这些状态，所有的 IO 口处于输入模式，开启外设时 $f_{PCLK0}=f_{HCLK}, f_{PCLK1}=f_{HCLK}$

参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
无线收发器 消耗电流	睡眠模式，配置参数不保存	-	0.4	-	uA
	睡眠模式，配置参数保存	-	0.7	-	uA
	待机模式，STDBY_RC	-	587	-	uA
	接收模式，组合供电配置，LoRa@125KHz，ZSL420 芯片 ⁽¹⁾	-	4.5	-	mA
	发射模式，输出 21dBm，最大功率设置为 21dBm，ZSL420 芯片 ⁽¹⁾	-	110	-	mA
	发射模式，输出 17dBm，最大功率设置为 21dBm，ZSL420 芯片 ⁽¹⁾	-	87	-	mA
	发射模式，输出 14dBm，最大功率设置为 21dBm，ZSL420 芯片 ⁽¹⁾	-	74	-	mA
	发射模式，输出 17dBm，最大功率设置为 17dBm，ZSL420 芯片 ⁽¹⁾	-	64	-	mA
	发射模式，输出 14dBm，最大功率设置为 14dBm，ZSL420 芯片 ⁽¹⁾	-	39	-	mA
处理器消耗 电流	深度睡眠模式 ⁽²⁾	-	0.6	-	uA
	深度睡眠模式+XTL32K	-	1	-	uA
	深度睡眠模式+XTL32K+2*LPT	-	1.2	-	uA
	运行模式，内部时钟， $f_{HCLK}=4MHz$ ，使能所有外设	-	1000	-	uA
	运行模式，内部时钟， $f_{HCLK}=4MHz$ ，关闭所有外设	-	610	-	uA
	运行模式，内部时钟， $f_{HCLK}=24MHz$ ，使能所有外设	-	5400	-	uA
	运行模式，内部时钟， $f_{HCLK}=24MHz$ ，关闭所有外设	-	2970	-	uA
	运行模式，PLL 时钟， $f_{HCLK}=48MHz$ ，使能所有外设	-	9650	-	uA
	运行模式，PLL 时钟， $f_{HCLK}=48MHz$ ，关闭所有外设	-	4900	--	uA

- (1) 表中的发射和接收电流只针对 ZSL420, ZSL421 芯片的发射模式和接收模式电流消耗需要叠加外接晶振的消耗电流。
- (2) 深度睡眠模式下, 处理器所有 IO 状态都可以保持, 处理器所有 IO 口中断有效, 处理器所有寄存器、RAM 和 CPU 数据都可以保存。

4. 引脚说明

透传固件芯片引脚分布图如图 4.1 所示。

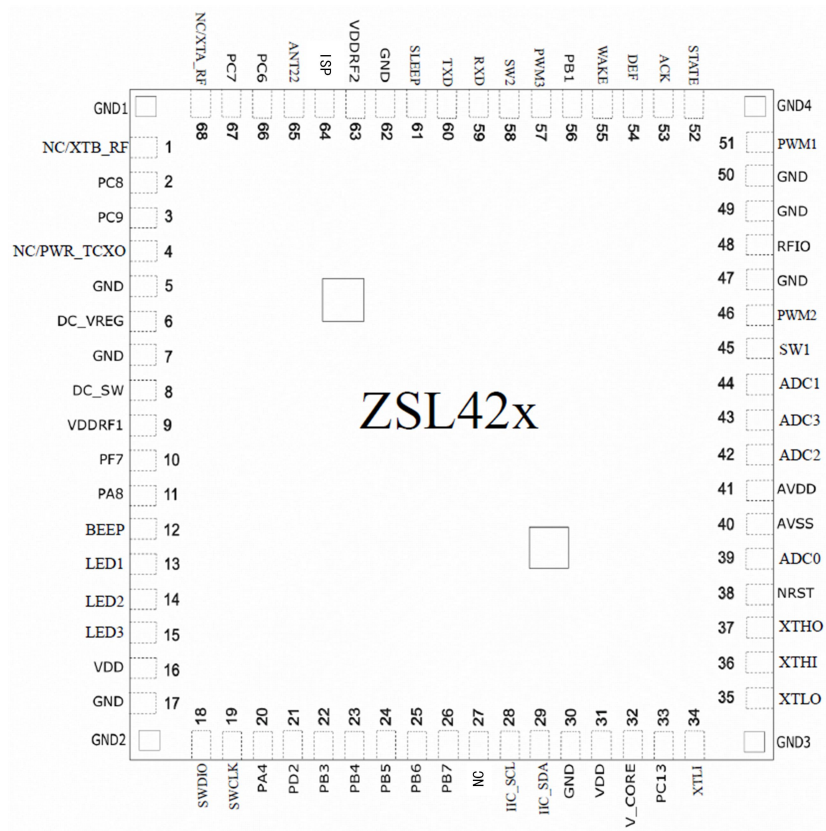


图 4.1 透传固件芯片引脚分布图

引脚功能如表 4.1 所示。

表 4.1 引脚及其功能

引脚号	引脚名称	类型	使用描述
1	NC/XTB_RF	-	1.(ZSL420): 悬空处理不可接地 2.(ZSL421): 外部无源晶体输入端
2	PC8	I/O	芯片 IO 口, 透传固件未定义
3	PC9	I/O	芯片 IO 口, 透传固件未定义
4	NC/PWR_TCXO	S	1.(ZSL420): 悬空处理不可接地 2.(ZSL421): 外部有源晶体供电引脚
5	GND	S	电源地
6	DC_VREG	-	可以悬空处理, 组合供电模式时, 接外部 15uH 电感
7	GND	S	电源地
8	DC_SW	-	可以悬空处理, 组合供电模式时, 接外部 15uH 电感

续上表

9	VDD_RF1	S	无线收发器供电引脚 1
10	PF7	I/O	芯片 IO 口, 透传固件未定义
11	PA8	I/O	芯片 IO 口, 透传固件未定义
12	BEEP	I/O	芯片 IO 口, 透传固件未定义, 可控制蜂鸣器
13	LED1	I/O	透传固件定义为 IO0
14	LED2	I/O	透传固件定义为 IO1
15	LED3	I/O	透传固件定义为 IO2
16	VDD	S	处理器供电电源
17	GND	S	电源地
18	SWDIO	I/O	SWD 调试引脚
19	SWCLK	I/O	SWD 调试引脚
20	PA4	I/O	透传固件定义为 IO7
21	PD2	I/O	芯片 IO 口, 透传固件未定义
22	PB3	I/O	芯片 IO 口, 透传固件未定义
23	PB4	I/O	芯片 IO 口, 透传固件未定义
24	PB5	I/O	芯片 IO 口, 透传固件未定义
25	PB6	I/O	芯片 IO 口, 透传固件未定义
26	PB7	I/O	芯片 IO 口, 透传固件未定义
27	NC	I/O	保持悬空
28	IIC_SCL	I/O	透传固件定义为 IO5
29	IIC_SDA	I/O	透传固件定义为 IO6
30	GND	S	电源地
31	VDD	S	处理器供电电源
32	V_CORE	S	芯片内核电压输出引脚, 接 1uF 电容到 GND
33	PC13	I/O	芯片 IO 口, 电量偏低指示灯引脚
34	XTLI	I/O	芯片 MCU 内核外部低速晶体引脚
35	XTLO	I/O	芯片 MCU 内核外部低速晶体引脚
36	XTHI	I/O	芯片 MCU 内核外部高速晶体引脚
37	XTHO	I/O	芯片 MCU 内核外部高速晶体引脚
38	NRST	I	复位, 至少保持 100ns 低电平复位

续上表

39	ADC0	I	透传固件 ADC 引脚
40	AVSS	S	电源地
41	AVDD	S	+3.3V 数字电源
42	ADC2	I	芯片 IO 口, 透传固件定义为 ADC 采集引脚
43	ADC3	I	芯片 IO 口, 透传固件定义为 ADC 采集引脚
44	ADC1	I	芯片 IO 口, 透传固件定义为 ADC 采集引脚
45	SW1	I	透传固件定义为 IO3
46	PWM2	O	芯片 IO 口, 透传固件定义为 PWM 输出引脚
47	GND	S	电源地
48	RFIO	I/O	射频 RF 信号输入输出
49	GND	S	电源地
50	GND	S	电源地
51	PWM1	O	芯片 IO 口, 透传固件定义为 PWM 输出引脚
52	STATE	O	芯片 IO 口, 透传固件定义为状态灯引脚
53	ACK ^②	O	芯片 IO 口, 透传固件定义为 ACK 接收指示引脚
54	DEF ^①	O	芯片 IO 口, 透传固件定义为恢复出厂引脚
55	WAKE	I	芯片 IO 口, 透传固件定义为唤醒引脚(下降沿唤醒)
56	PB1	I/O	芯片 IO 口, 透传固件未定义
57	PWM3	O	透传固件 PWM 引脚
58	SW2	I	透传固件定义为 IO4
59	RXD	I	芯片 IO 口, 透传固件定义为串口通信引脚
60	TXD	O	芯片 IO 口, 透传固件定义为串口通信引脚
61	SLEEP	I	芯片 IO 口,透传固件定义为休眠引脚(至少拉低 5ms)
62	GND	S	电源地
63	VDD_RF2	S	无线收发器供电引脚 2
64	ISP	I	芯片 IO 口, 拉低 ISP 进入固件升级模式
65	ANT22	I	芯片 IO 口, 透传固件电池电量检测引脚
66	PC6	I/O	芯片 IO 口, 透传固件未定义

续上表

67	PC7	I/O	芯片 IO 口, 透传固件未定义
68	NC/XTA_RF	S	1.(ZSL420): 悬空处理不可接地 2.(ZSL421): 外部无源晶体输入端
	GND1	S	接地或者悬空
	GND2	S	接地或者悬空
	GND3	S	接地或者悬空
	GND4	S	接地或者悬空

注①：DEF 引脚内部上拉，芯片复位或上电之前拉低该引脚则芯片参数恢复出厂设置。

②：ACK 引脚初始为低，收到 ACK 回复后产生高脉冲（约 3ms），依此引脚判断目标节点有无收到数据。

③：VREFH 引脚，从此引脚输入 ADC 参考电压，若不使用 ADC 功能可悬空处理，透传固件需要用到 ADC 外设，电路设计需要连接 AGND、VDD_AP、VREFH。可以把 AGND 跟 GND 连接，VDD_AP、VREFH 跟 VDD 连接。

④：电源引脚。

5. ZSL42x-EVB Board

5.1 ZSL420/421 评估板介绍

ZSL42x-EVB Board 包含了 ZSL420/421LoRa 智能组网芯片，是广州致远电子股份有限公司自主研发的带透传功能的工业级低功耗 LoRa 智能组网芯片。ZSL42x-EVB Board 是为帮助用户快速上手 ZSL420/421LoRa 智能组网芯片而开发的评估套件，评估板实物如图 5.1 所示。

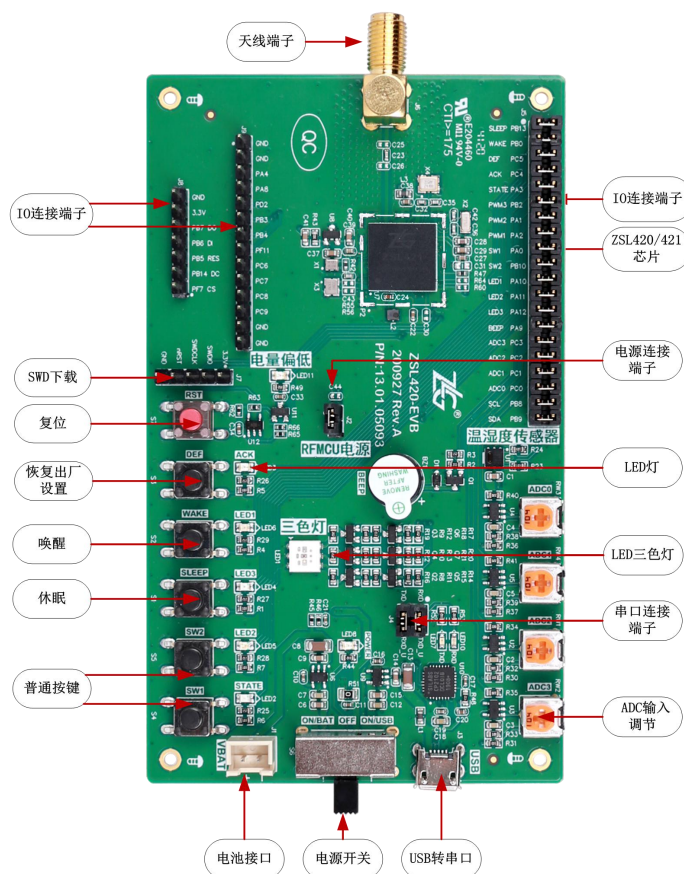


图 5.1 评估板接口示意图

评估板的供电方式有两种，USB 或者电池，正面有电池输入接口，评估板套件不带电池，需要客户自备电池。评估板部件相关描述见表 5.1。

表 5.1 评估板部件描述

部件	描述
电池接口	外部电池输入端
电源开关	选择电源供电方式：USB 或电池
USB 转串口	供电和 USB 转串口功能，用 USB 电缆直接连到电脑，电脑需要安装相应的驱动，可用来收发数据
ADC 输入调节	通过电位器调节，使模块 ADC 采集到不同的电压值
串口连接端子	需要用短路器短接，否则电脑串口与芯片串口断开

LED 三色灯	通过三色灯展示 PWM 输出
LED 灯	指示灯
IO 连接端子	可选短路器短接，否则外设引脚与芯片引脚断开
天线端子	外接天线
ZSL420/421 芯片	LoRa 智能组网芯片
SWD 下载口	可通过 SWD 接口下载固件
恢复出厂设置按键	恢复出厂，上电拉低 50ms，模块参数恢复出厂
唤醒按键	唤醒引脚，下降沿唤醒
休眠按键	休眠引脚，至少拉低 5ms 使系统进入深度休眠模式
普通按键	普通 IO，用户可配置
电源连接端子	必须用短路器短接，否则 MCU 与 LoRa 模块无法供电

5.2 低功耗测试

5.2.1 芯片低功耗测试

首先确认 IO 连接端子正确连接：SLEEP 和 PB13，WAKE 和 PB0，RFMCU 电源已经通过短接器短接，芯片正常工作。

通过 SLEEP 按键使模块进入低功耗模式，电流测量仪器（如万用表）串联在 RFMCU 电源端，如图 5.2，红色框表示芯片供电管脚。

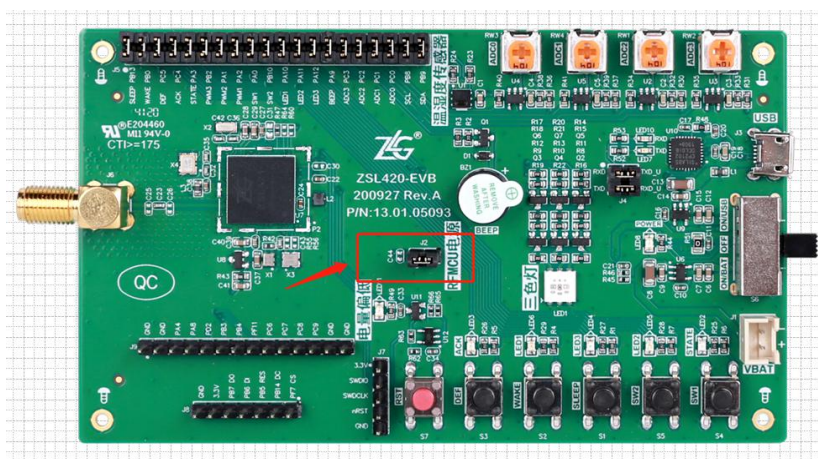


图 5.2 芯片低功耗测试点

6. 快速使用指南

快速使用指南是采用 ZSL42x-EVB Board 评估板搭载 ZSL420/421 LoRa 智能组网芯片，实现两个芯片之间透明传输数据、无线空中配置、串口固件升级及空中固件升级应用的演示过程。在本节中将以 ZSL42x-EVB Board 评估套件为基础，简单讲解无线配置工具的使用方法以及两个模块实现两点间通信、空中配置、串口固件升级和空中固件升级的例子。

示例前提：两块 ZSL42x-EVB Board 评估板、一台电脑。

6.1 配置工具

把 ZSL42x-EVB Board 评估板通过 USB 线连接电脑，并安装驱动，在电脑上将出现 USB 转串口的设备。

安装无线配置工具，配置工具可在官网 www.zlg.cn 下载。用户通过该配置工具可以方便地对模块的运行参数进行配置。图形配置工具实现的是 ZSL420/421 LoRa 智能组网芯片的配置协议，用户可通过图形配置工具也可通过串口调试工具发送配置命令实现对模块参数的配置。

图形配置工具配置的步骤如下：

1. 打开配置工具，点击【连接串口】按钮，选择连接 ZSL42x-EVB Board 评估板的串口，串口参数按照模块配置的串口参数设置（模块出厂的默认参数波特率是 115200、8 位数据位、1 位停止位、无校验），点击【连接】按钮，如图 6.1 所示。

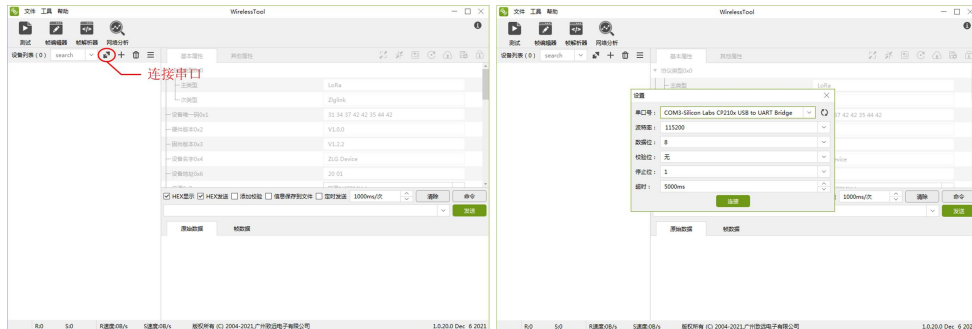


图 6.1 连接设备

2. 设备连接成功，在左边设备栏本地设备里可以看到连接成功的设备，通过双击左边的设备，可获取模块的配置信息，根据实际应用修改模块的参数后，点击【保存设置】即完成模块的配置，如图 6.1 所示。

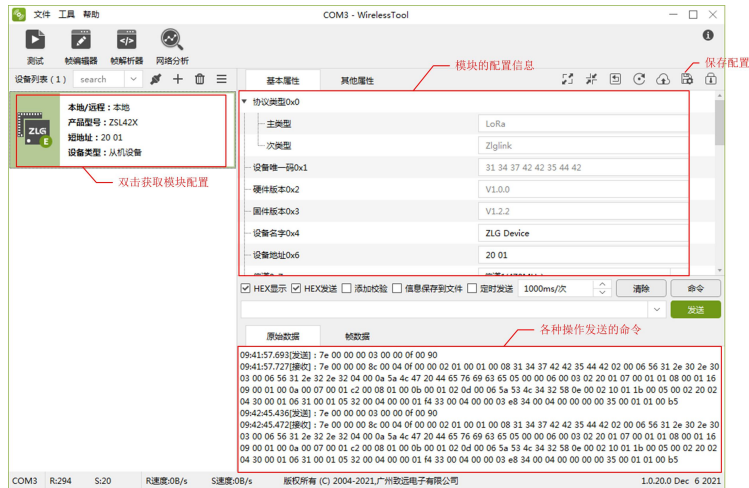


图 6.2 模块配置页面

3. 模块的配置信息分为基本属性和其他属性，切换到基本属性标签页通过双击设备栏获取设备的基本属性，切换到其他属性标签页通过双击设备栏获取设备的其他属性，如图 6.3 所示。

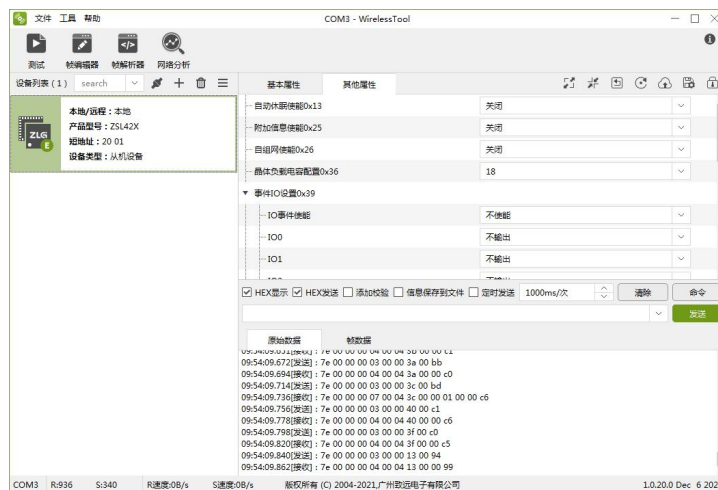


图 6.3 获取其他属性

6.2 数据传输示例

把两个评估板的设备地址和目标地址交叉设置，使能透传，其他参数保持相同，两个评估板模块相互间就能透明收发数据，配置两个评估板模块参数如图 6.4 所示。

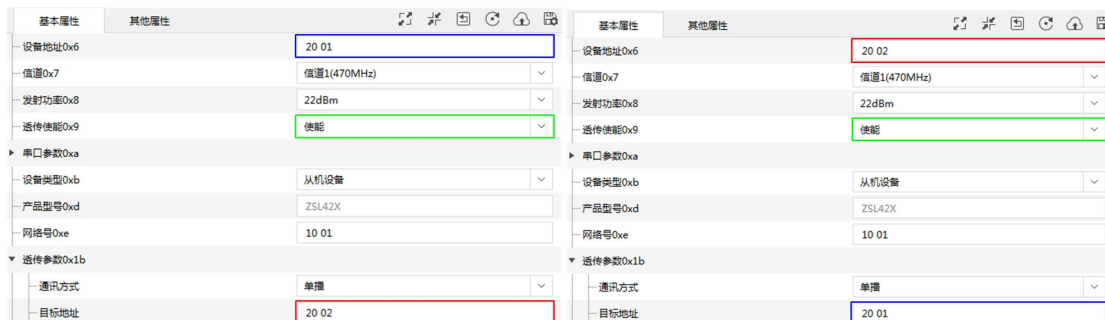


图 6.4 模块配置

两个评估板模块配置好后，使用串口调试助手，模块相互间就能透明收发数据，如图 6.5 所示。

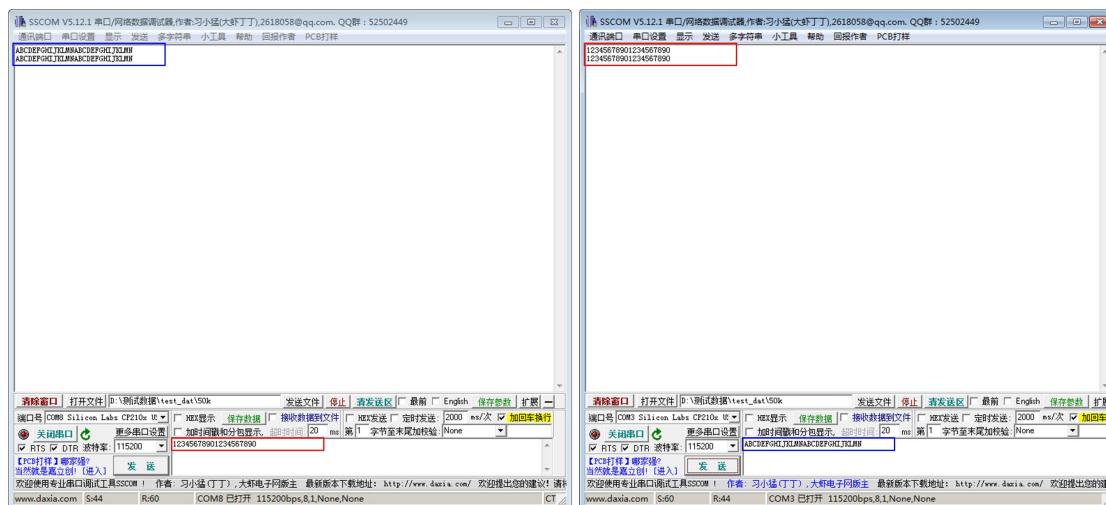


图 6.5 模块透明传输数据

6.3 空中配置

把其中一个评估板连接电脑，按照 6.1 节的操作，获取到模块的配置信息，点击【添加远程设备】，在弹出的搜索设备对话框里填入搜索的超时时间，点击【搜索】按钮，本地模块开始发送搜索命令，等待信号覆盖范围内的节点返回搜索应答，如图 6.6 所示。

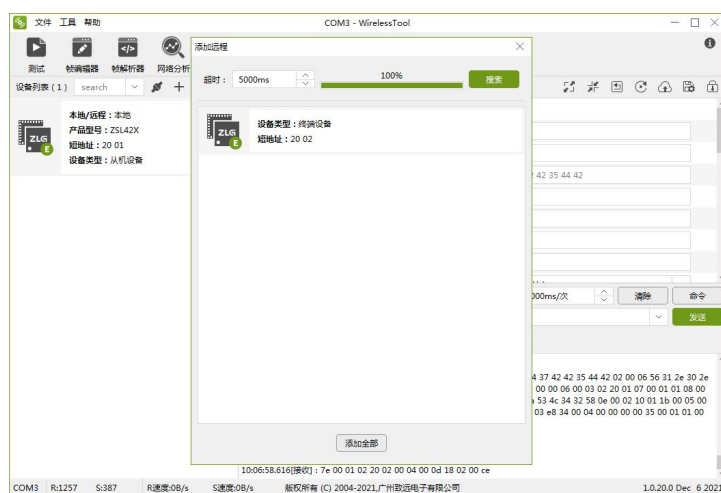


图 6.6 搜索节点设置

等待本地模块搜索完成，点击【添加全部】把远程设备添加到设备列表栏里，如图 6.7 所示。

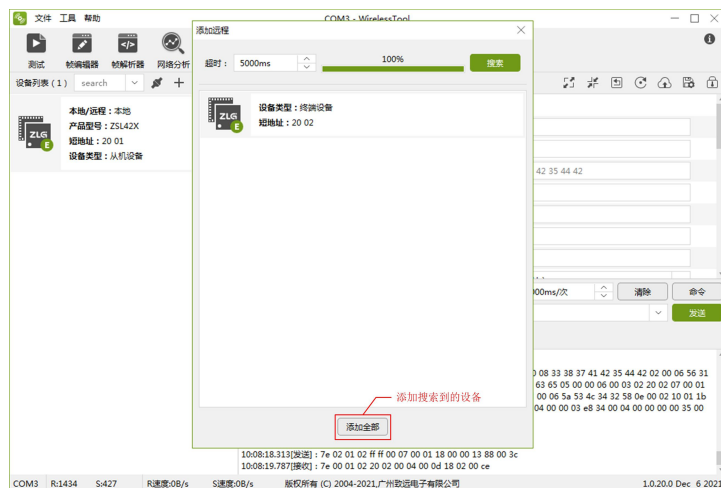


图 6.7 添加搜索到的设备

在左边设备栏双击需要获取配置的远程设备，将获取到远程设备模块的配置信息，根据实际的应用参数对远程设备模块进行配置，然后点击【保存设置】即可完成对远程设备模块的参数配置，如图 6.8 所示。

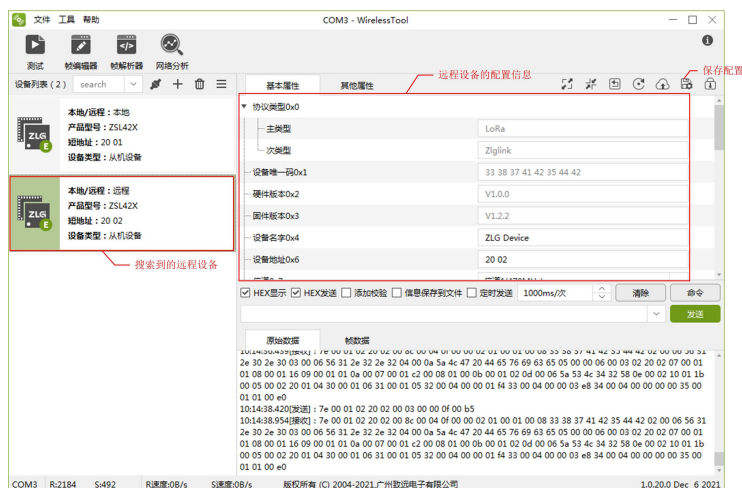


图 6.8 获取远程设备配置

6.4 串口固件升级

用户使用配置工具可对连接电脑的本地模块通过串口进行固件升级。按照 6.1 节的操作把本地模块连接电脑，需要注意执行固件升级操作时设置的超时时间建议大于 5000ms，如图 6.9 所示。

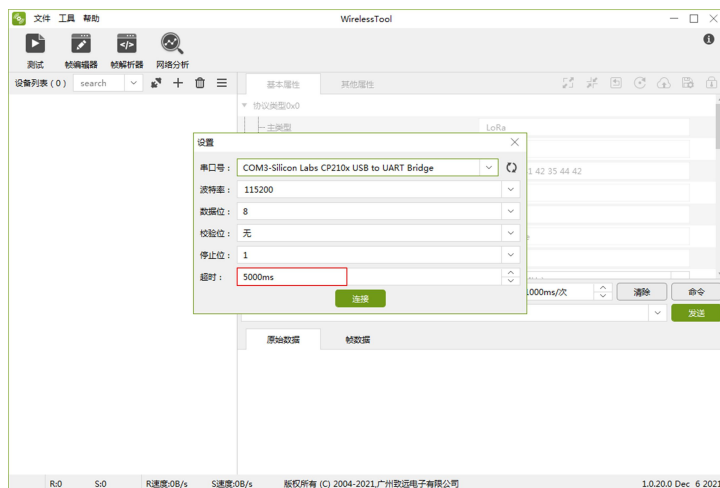


图 6.9 设置超时时间

双击获取本地设备的配置信息，点击【升级】按钮，在弹出的固件升级对话框里，【固件】选择 bin 格式的升级固件，点击【升级】按钮，开始对本地设备模块进行固件升级，如图 6.10 所示。

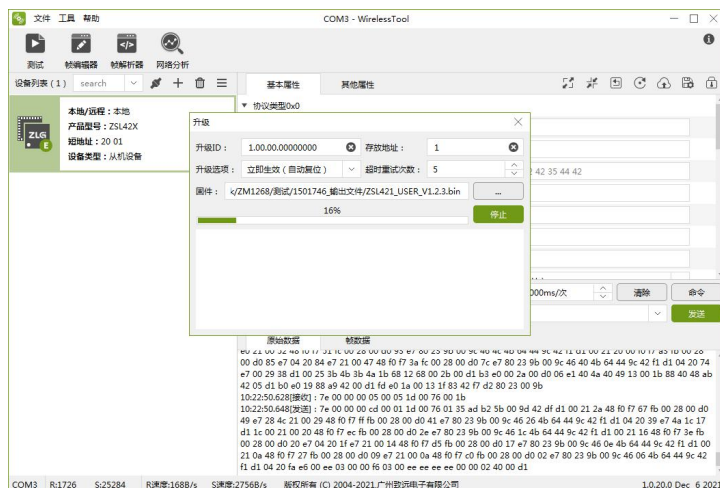


图 6.10 执行本地固件升级操作

等待固件升级完成，升级成功，如图 6.11 所示。本地设备模块固件升级完成后将自动重启并运行新的固件。

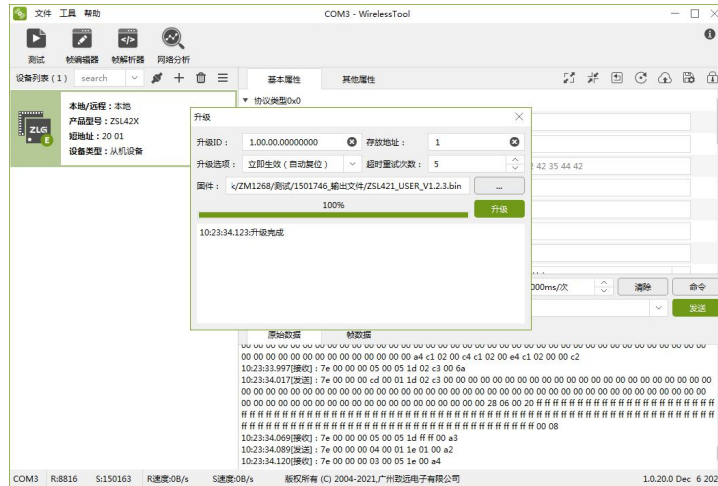


图 6.11 固件升级完成

6.5 空中固件升级

将本地模块连接电脑，需要注意执行固件升级操作时设置的超时时间建议大于 5000ms，如图 6.9 所示。按照 6.3 节的操作使用本地模块搜索出附近的远程设备，在【远程】设备列表里，选择需要固件升级的远程设备，并双击获取远程设备的配置信息，点击【升级】按钮，在弹出的固件升级对话框里，【固件】选择 bin 格式的升级固件，点击【升级】按钮，开始对选定的远程设备模块进行空中固件升级，如图 6.12 所示。

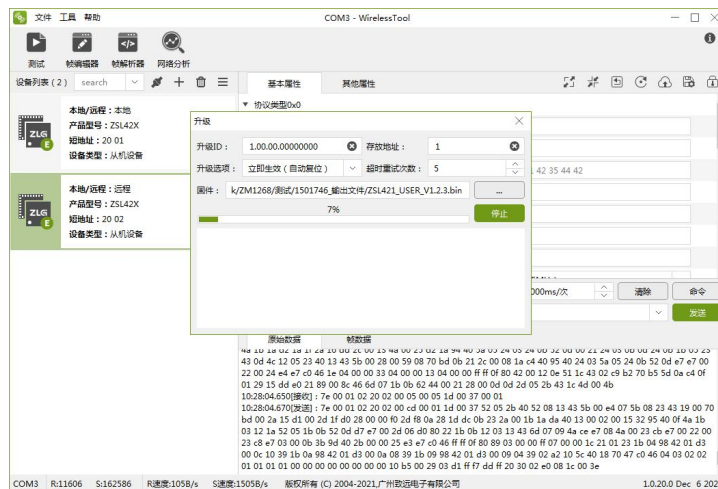


图 6.12 执行空中升级操作

等待空中升级完成，升级成功，如图 6.13 所示。远程设备模块固件升级完成后将自动重启并运行新的固件。

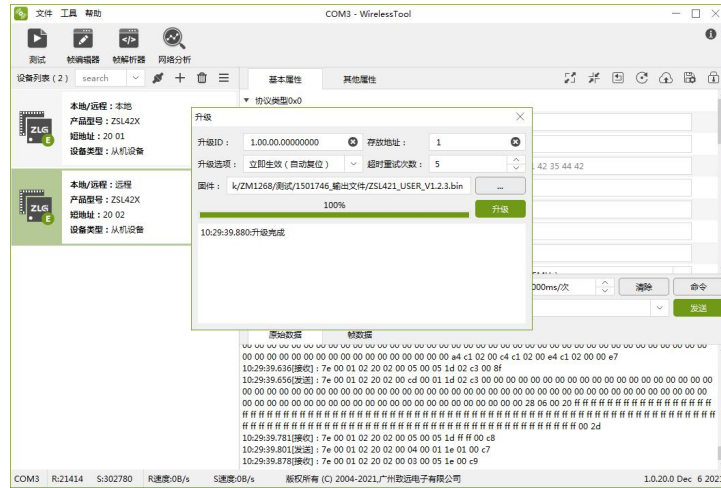


图 6.13 空中升级完成

7. 模块配置

ZSL420/421 LoRa 智能组网芯片支持各种参数的配置。其使用特定的串口命令帧格式对芯片的各种运行参数进行配置及控制芯片的运行状态。ZSL420/421 LoRa 智能组网芯片可支持本地串口配置及空中无线配置。

7.1 配置协议帧格式

ZSL420/421 LoRa 智能组网芯片的配置命令帧格式如表 7.1 所示。帧数据流为大端字节序，如 16 bits 数据，先传输高 8 位，再传输低 8 位。

表 7.1 配置帧格式

1B	1B	1B	0~NB				2B	0~65535B				1B	NB	1B			
帧头	通信类型	地址深度	地址 0		...	地址 N		帧数据长度	帧数据					附加信息标识	附加信息内容	帧校验码	
			1B	<16B	...	1B	<16B		1B	1B		1B	0~65530B				
			长度 0	内容 0	...	长度 N	内容 N		帧序号	bit[4:2]	bit[1]	bit[0]	命令码				命令数据
										帧类型	保存使能	读写位					

7.1.1 字段描述

1. 帧头

帧起始标志，固定值为 0x7E。

2. 通信类型

指明本帧数据所使用的通信方式，具体如表 7.2 所示。

表 7.2 通信方式

值	描述
0	单播
1	组播（ZSL420/421 不支持）
2	广播

3. 地址深度

指明地址段所携带地址层数（即数量），如为 0，则不存在后续的地址段。ZSL420/421 的地址深度只能为 0 和 1。

4. 地址

整个地址段由若干个地址数据结构组成，如表 7.3 所示。

表 7.3 地址数据结构

地址长度 0	地址内容 0	...	地址长度 N	地址内容 N
1B	0~16B	...	1B	0~16B

- 地址长度

指示后面地址内容的字节数，通常与无线协议中的地址类型相关，例如表 7.4 所示，具体由无线协议决定。ZSL420/421 的地址长度只能为 2。

表 7.4 地址长度

长度	类型
2	短地址
8	长地址 (MAC)

- 地址内容

保存用于无线通信的地址。根据串口的数据方向以及无线通信方式，整个地址段有不同的内容和限制，具体如表 7.5 所示。

表 7.5 地址使用说明

串口方向	通信类型/本地	地址深度	地址描述
发送	本地	0	无地址内容
	单播/组播/广播	1	目标节点/组播/广播地址
接收	本地	0	无地址内容
	单播	1	来源节点地址
	单播	2	来源节点短地址+长地址
	组播/广播	2	组播/广播地址+来源节点地址

对应示例如表 7.6、表 7.7、表 7.8、表 7.9、表 7.10、表 7.11、表 7.12 所示。

表 7.6 串口发送本地帧

地址深度
0

表 7.7 串口发送远程单播帧

地址深度	地址长度 0	地址内容 0
1	短地址	节点地址

表 7.8 串口发送组播帧

地址深度	地址长度 0	地址内容 0
1	短地址	组播地址

表 7.9 串口接收本地帧

地址深度
0

表 7.10 串口接收远程单播帧-A

地址深度	地址长度 0	地址内容 0
1	短地址	节点地址

表 7.11 串口接收远程单播帧-B

地址深度	地址长度 0	地址内容 0	地址长度 1	地址内容 1
2	短地址	节点地址	长地址	节点地址

表 7.12 串口接收远程组播帧

地址深度	地址长度 0	地址内容 0	地址长度 1	地址内容 1
2	短地址	组播地址	短地址	节点地址

5. 帧数据长度

指明本帧所携带帧数据的长度，即帧数据段的字节数。

6. 帧序号

为通信帧添加序号，用于应用上识别通信帧，防止帧重复发送，由发送方填写，应答方需携带同样序号。

7. 帧类型

指明帧类型，如表 7.13 所示。

表 7.13 帧类型

类型	值
下发命令	0 (00b)
正常应答	1 (01b)
异常应答	2 (10b)
主动上报	3 (11b)

● 下发命令

命令发送方向命令接收方发送请求命令。

帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据
帧序号	0	0/1	0/1	命令码	命令数据

● 正常应答

由命令接收方向命令发送方发送正常应答，即对应命令帧已被正确接收和识别，并且将命令所需结果数据一并返回。帧序号、读写类型、命令码字段需与对应命令帧一致。

帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据
同命令帧	1	0	同命令帧	同命令帧	应答数据

● 异常应答

由命令接收方向命令发送方发送异常应答，即对应命令帧存在错误、命令未能正确执行、命令执行失败等，并且将错误状态码（表 7.14）一并返回。帧序号、读写类型、命令码字段需与对应命令帧一致。

帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据
同命令帧	2	0	同命令帧	同命令帧	状态码

表 7.14 状态码

状态码	描述
0x01	帧类型错误
0x02	命令不支持
0x03	校验错误
0x04	地址错误
0x05	设备不存在
0x06	长度错误
0x07	命令运行失败
0x08	设备忙
0x09	命令应答错误
0x0A	升级固件版本错误
0x0B	升级固件过大
0x0C	升级传输中止
0x0D	升级文件错误
0x0E	无效参数
0x0F	超时
0x10	不支持远程操作
0x11	发送调用失败
0x12	发送调用成功但传输失败
0x13	发送调用成功但无 ACK
0x14	升级固件校验值错误
0x15	升级每帧字节数错误
0x16	未开始升级
0x17	无访问权限
0x18	密码错误
0xFF	其它错误

- 主动上报

向已配置好的目标地址上报所需数据，命令码字段需指明触发本上报行为的命令码。

帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据
可选	3	0	0	命令码	上报数据

8. 保存使能

指明当前帧数据是否需要保存至 NV 存储介质中，如表 7.15 所示。

表 7.15 保存使能

功能	值	描述
禁止保存	0b	当前命令数据禁止保存至 NV 存储中，为临时数据
使能保存	1b	当前命令数据保存至 NV 存储中，为持久化数据

9. 读写类型

指明本轮通信中的主要数据方向特性，可理解为应答是否需要携带数据，命令帧与应答帧需保持一致。

表 7.16 读写位

功能	值	描述
读数据	0b	读特性命令，接收方需要通过应答帧回复数据
写数据	1b	写特性命令，无需回复具体数据

10. 命令码

指明本帧数据所请求的命令，具体见第 8 章。

11. 命令数据

命令数据，具体内容命令码决定。

12. 附加信息标识

通过置位对应 Bit 来指示本帧中携带的附加信息项，1 表明信息中携带对应信息项，0 则表明不存在该项，如表 7.17 所示。

表 7.17 附加信息标识

bit[7:3]	bit[2]	bit[1]	bit[0]
保留	上行信噪比 (SNR)	链路质量 (LQI)	上行信号强度 (RSSI)

13. 附加信息内容

根据附加信息标识，附加信息携带对应的信息数据，信息数据项顺序以标识中对应的位为基准，位数高的在前，如表 7.18、表 7.19、表 7.20 所示。

表 7.18 附加信息示例 A

1B				1B	1B	1B
标识				上行信噪比	链路质量	上行信号强度
bit[7:3]	bit[2]	bit[1]	bit[0]	(SNR)	(LQI)	(RSSI)
00000	1	1	1	-	-	-
07				08	EB	C4

表 7.19 附加信息示例 B

1B				1B	1B
标识				上行信噪比	上行信号强度
bit[7:3]	bit[2]	bit[1]	bit[0]	(SNR)	(RSSI)
00000	1	0	1	-	-
05				08	C4

表 7.20 附加信息示例 C

1B				1B
标识				链路质量
bit[7:3]	bit[2]	bit[1]	bit[0]	(LQI)
00000	0	1	0	-
02				EB

14. 帧校验码

从帧头至命令数据（校验码本身除外）的校验码，采用累加和进行计算校验，具体如伪代码程序清单 7.1 所示。

程序清单 7.1 校验码计算

```
uint8_t checksum (uint8_t *p, uint16_t len)
{
    uint8_t sum = 0;

    if (len == 0) {
        return 0;
    }

    while (len--) {
        sum += *p++;
    }

    return sum;
}
```

8. 命令集

ZSL420/421 LoRa 智能组网芯片的配置帧格式通过【命令码】字段区分不同的功能配置帧，【数据长度】和【数据】字段根据【命令码】的不同有相应的配置内容。芯片各功能配置项参数如表 8.1 所示。

表 8.1 命令集

命令码	读写权限	功能名称	数据长度	命令数据	默认值	参数说明
0xFF	R	帧版本	16	字符串	V1.0.0	串口协议帧版本
0x00	R	协议类型	2	Byte0: 无线类型 Byte1: 协议类型	0x0100	指示模块使用的协议类型
0x01	R	设备唯一码	8	8 字节数据	-	出厂唯一
0x02	R	硬件版本	16	字符串	V1.0.0	
0x03	R	固件版本	16	字符串	V1.2.0	
0x04	RW	设备名称	16	字符串	ZLG Device	
0x05	RW	登录密码	16	字符串	无登陆密码	用户配置了登录密码后，需要先发送模块登录命令后才可以修改模块的各参数
0x06	RW	设备地址	3	Byte0: 地址长度 Byte1~2: 地址	地址默认是 0x2001	地址长度固定为 2
0x07	RW	信道	1	Byte0: 信道	1	范围: 1~80
0x08	RW	发射功率	1	Byte0: 发射功率	22	有符号数，单位是 dBm
0x09	RW	透传使能	1	Byte0: 使能字节	0	0: 禁止透传功能 1: 使能透传功能
0x0A	RW	串口参数	7	Byte0~3: 波特率值 Byte4: 数据位 Byte5: 停止位 Byte6: 校验位	115200 8N1	
0x0B	RW	设备类型	1	Byte0: 设备类型	2	0: 主机设备 1: 中继设备 2: 从机设备
0x0D	R	产品型号	16	字符串	ZSL42X	
0x0E	RW	网络号	2	Byte0~1: 网络号	0x1001	
0x0F	RW	多参数配置	-	读取 返回多个配置参数值 写入 写入多个配置参数值	-	
0x10	W	数据传输	-	用户数据	-	用户数据，最长 220 字节

0x11	W	复位模块	-	-	-	
0x12	W	恢复出厂设置	-	-	-	
0x13	W	自动休眠使能	1	Byte0: 自动休眠使能	0	0: 关闭 1: 使能
0x14	R	查询节点信号强度	1	Byte0: 下行信号强度	-	
0x15	RW	I/O 控制	1	Byte0: I/O 控制数据	-	
0x16	RW	PWM 控制	18	Byte0~5: PWM1 Byte6~11: PWM2 Byte12~17: PWM3	PWM 的频率默认为 0, 占空比默认为 50	
0x17	RW	IO/AD 采集	10	Byte0~9: IO/ADC 配置数据	-	
0x18	W	搜索节点	4	Byte0~3: 搜索时间	-	单位: ms
0x19	RW	登录/登出	-	读取 Byte0: 登录状态 写入 Byte0: 操作码 Byte1~16: 登录密码	模块默认没有登陆密码, 处于登陆状态	
0x1B	RW	透传参数	5	Byte0: 通信方式 Byte1: 目标地址长度 Byte2~3: 目标地址 Byte4: 帧间隔时间	通信方式默认为单播; 目标地址长度为 2; 目标地址长度默认为 0x2002; 帧间隔默认为 4ms	帧间隔范围: 2~255ms
0x1C	W	开始升级	26	Byte0~15: 升级 ID Byte16~17: 固件校验码 Byte18~21: 存放位置 Byte22~25: 固件大小	-	
0x1D	W	传输固件	-	Byte0~1: 固件包序号 Byte2~N: 固件数据	-	
0x1E	W	结束升级	1	Byte0: 固件升级行为	-	0x01: 立即生效 (自动复位) 0x03: 取消本次升级
0x1F	RW	入网白名单	-	读取 Byte0~1: 起始编号 Byte2~3: 名单数量 写入 Byte0: 操作码 Byte1~8: 从机 MAC 地址 ...	无入网白名单	设备最多支持配置 100 个入网白名单; 在未使能时分复用模式时, 一个串口命令帧最多可以配置 26 个白名单; 在使能时分复用模式时, 一个串口命令帧最多可以配置 11 个白名单

0x20	RW	入网白名单使能	1	Byte0: 是否使能	0	0: 不使能 1: 使能
0x21	RW	中继白名单	-	读取 Byte0~1: 起始编号 Byte2~3: 名单数量 写入 Byte0: 操作码 Byte1~2: 从机短地址 ...	无中继白名单	设备最多支持配置 20 个 中继白名单; 一个串口命令 帧最多可以配置 20 个 中继白名单
0x22	RW	中继白名单使能	1	Byte0: 是否使能	0	0: 不使能 1: 使能
0x25	RW	附加信息使能	1	Byte0: 是否使能	0	0: 不使能 1: 使能
0x26	RW	自组网使能	1	Byte0: 是否使能	0	0: 不使能 1: 使能
0x27	W	建立网络	-	-	-	
0x28	W	加入网络	4	Byte0~3: 从机加入网络的 超时时间	-	单位: ms
0x29	W	允许加入网络	4	Byte0~3: 主机允许加入 网络的超时时间	-	单位: ms
0x2A	R	查询网络状态	1	Byte0: 主从机状态	-	
0x2B	W	深度休眠	-	-	-	
0x30	RW	空中速率等级	1	Byte0: 空中速率等级	6	范围: 1~10
0x31	RW	重发次数	1	Byte0: 重发次数	5	范围: 1~255
0x32	RW	重发间隔	4	Byte0~3: 重发间隔	500	范围: 0x00000000~0x7FFFFFFF; 单位: ms
0x33	RW	休眠时间	4	Byte0~3: 休眠时间	1000	范围: 0~65000; 单位: ms
0x34	RW	前导码时间	4	Byte0~3: 发送数据前导 码时间	0	范围: 0~65000; 单位: ms
0x35	R	运行状态	1	Byte0: 运行状态	-	0: 运行在 BootLoader 1: 运行在应用
0x37	R	查询主机存储的从 机信息		Byte0~1: 起始编号 Byte2~3: 名单数量	-	
0x38	W	删除主机存储的从 机信息	2	Byte0~1: 需要删除的从 机短地址	-	
0x39	RW	事件 IO 设置	4	Byte0: 是否使能 Byte1: IO 配置 Byte2~3: 串口转发延时 时间 (单位: ms)	事件 IO 不使 能	串口转发延时时间范围: 1~65535ms

0x3A	RW	发送数据末尾添加 ADC 采样值	1	Byte0: 是否使能	0	0: 不使能 1: 使能
0x3B	RW	接收数据末尾添加 RSSI 值	1	Byte0: 是否使能	0	0: 不使能 1: 使能
0x3C	RW	时分复用使能	4	Byte0: 是否使能 Byte1~2: 总节点数 Byte3: 模式	时分复用不使能	总节点数范围: 1~100 模式范围: 0~1
0x3D	R	查询时分复用时间片	2	Byte0~1: 时分复用时间片	-	单位: ms
0x3E	R	查询节点的信噪比	1	Byte0: 信噪比	0	
0x3F	RW	透传模式发送数据头包含目标地址	1	Byte0: 是否使能	0	0: 不使能 1: 使能 数据头增加的目的地址按照大端模式存放, 即高 8 位地址在前, 低 8 位地址在后
0x40	RW	透传模式接收数据头包含源地址	1	Byte0: 是否使能	0	0: 不使能 1: 使能 数据头增加的源地址按照大端模式存放, 即高 8 位地址在前, 低 8 位地址在后

8.1 帧版本 (FF)

指明该设备所的帧格式版本, 仅支持读取命令, ASSIC 编码, 格式如下所示。

主版本.次版本.命令集版本

(示例: 1.1.5)

- 主版本, 当帧格式发生变化, 无法兼容时, 更新主版本号。
- 次版本, 保留位被使用, 作为扩展功能时, 更新次版本号。
- 命令集版本, 命令数量或相关命令格式发生变化时, 更新命令集版本号。

8.1.1 读取

1. 命令

...	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	...	
BIT	...	00	0	0	-	-	...
BYTE	...	00		FF	-	...	

2. 应答

	...	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	...
BIT	...	01	0	0	-	-	...
BYTE	...	04			FF	帧版本	...

3. 示例

通信类型：单播

远程短地址：0x0002

帧版本：1.5.2 (31 2E 35 2E 32)

● 发送命令

	帧头	通信类型	地址深度	地址	帧数据长度	帧数据	附加信息标识	帧校验码
BIT	-	-	-	-	-	-	-	-
BYTE	7E	00	01	02 00 02	00 03	帧数据	00	

帧数据						
	帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据
BIT	-	0	0	0	-	-
BYTE	00	00			FF	-

● 接收应答

	帧头	通信类型	地址深度	地址	帧数据长度	帧数据	附加信息标识	帧校验码
BIT	-	-	-	-	-	-	-	-
BYTE	7E	00	01	02 00 02	00 08	帧数据	00	

帧数据						
	帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据
BIT	-	01	0	0	-	-
BYTE	00	04			FF	31 2E 35 2E 32-

8.2 协议类型 (00)

指明该设备所使用的无线类型和通信协议，仅支持读取命令，命令数据段固定长度两个字节，具体内容如表 8.2 所示。

表 8.2 协议类型

BYTE0		BYTE1	
无线类型		协议类型	
00	Zigbee	00	FastZigbee
		01	ZLGMesh
01	LoRa	00	Zlglink
		01	ZlglinkS
		02	LoRaWAN

8.2.1 读取

1. 命令

	...	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	...
BIT	...	00	0	0	-	-	...
BYTE	...	00			00	-	...

2. 应答

	...	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	...
BIT	...	01	0	0	-	-	...
BYTE	...	04			00	协议类型	...

3. 示例

通信类型：单播

远程短地址：0x0002

协议类型为：Zigbee-ZLGMesh

● 发送命令

	帧头	通信类型	地址深度	地址	帧数据长度	帧数据	附加信息标识	帧校验码
BIT	-	-	-	-	-	-	-	-
BYTE	7E	00	01	02 00 02	00 03	帧数据	00	

帧数据						
	帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据
BIT	-	0	0	0	-	-
BYTE	00	00			00	-

● 接收应答

	帧头	通信类型	地址深度	地址	帧数据长度	帧数据	附加信息标识	帧校验码
BIT	-	-	-	-	-	-	-	-
BYTE	7E	00	01	02 00 02	00 05	帧数据	00	

帧数据						
	帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据
BIT	-	01	0	0	-	-
BYTE	00	04			00	00 01-

8.3 设备唯一码 (01)

指明该设备唯一码 (ID)，该参数为模块的 MAC 地址，仅支持读取命令。

8.3.1 读取

1. 命令

	...	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	...
BIT	...	00	0	0	-	-	...
BYTE	...	00			01	-	...

2. 应答

...	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	...
BIT	01	0	0	-	-	...
BYTE	04			01	设备唯一码	...

3. 示例

通信类型：单播

远程短地址：0x0002

设备唯一码：00 01 02 03 04 05 06 07

● 发送命令

	帧头	通信类型	地址深度	地址	帧数据长度	帧数据	附加信息标识	帧校验码
BIT	-	-	-	-	-	-	-	-
BYTE	7E	00	01	02 00 02	00 03	帧数据	00	

帧数据						
	帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据
BIT	-	0	0	0	-	-
BYTE	00	00			01	-

● 接收应答

	帧头	通信类型	地址深度	地址	帧数据长度	帧数据	附加信息标识	帧校验码
BIT	-	-	-	-	-	-	-	-
BYTE	7E	00	01	02 00 02	00 0B	帧数据	00	

帧数据						
	帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据
BIT	-	01	0	0	-	-
BYTE	00	04			01	00 01 02 03 04 05 06 07

8.4 硬件版本 (02)

指明该设备硬件版本号，仅支持读取命令，最小长度为 1 bytes，最大长度为 16 bytes。

8.4.1 读取

1. 命令

...	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	...
BIT	00	0	0	-	-	...
BYTE	...	00		02	-	...

2. 应答

...	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	...
BIT	01	0	0	-	-	...
BYTE	...	04		02	硬件版本	...

3. 示例

通信类型：单播

远程短地址：0x0002

硬件版本：V1.0.0（56 31 2E 30 2E 30）

- 发送命令

	帧头	通信类型	地址深度	地址	帧数据长度	帧数据	附加信息标识	帧校验码
BIT	-	-	-	-	-	-	-	-
BYTE	7E	00	01	02 00 02	00 03	帧数据	00	

帧数据						
	帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据
BIT	-	0	0	0	-	-
BYTE	00	00			02	-

- 接收应答

	帧头	通信类型	地址深度	地址	帧数据长度	帧数据	附加信息标识	帧校验码
BIT	-	-	-	-	-	-	-	-
BYTE	7E	00	01	02 00 02	00 09	帧数据	00	

帧数据						
	帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据
BIT	-	01	0	0	-	-
BYTE	00	04			02	56 31 2E 30 2E 30

8.5 固件版本（03）

指明该设备固件版本号，仅支持读取命令，最小长度为 1 bytes，最大长度为 16 bytes。

8.5.1 读取

1. 命令

	...	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	...
BIT	...	00	0	0	-	-	...
BYTE	...	00			03	-	...

2. 应答

	...	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	...
BIT	...	01	0	0	-	-	...
BYTE	...	04			03	固件版本	...

3. 示例

通信类型：单播

远程短地址：0x0002

硬件版本：V1.0.0（56 31 2E 30 2E 30）

- 发送命令

	帧头	通信类型	地址深度	地址	帧数据长度	帧数据	附加信息标识	帧校验码
BIT	-	-	-	-	-	-	-	-
BYTE	7E	00	01	02 00 02	00 03	帧数据	00	

帧数据					
帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据
BIT	-	0	0	0	-
BYTE	00	00		03	-

- 接收应答

	帧头	通信类型	地址深度	地址	帧数据长度	帧数据	附加信息标识	帧校验码
BIT	-	-	-	-	-	-	-	-
BYTE	7E	00	01	02 00 02	00 09	帧数据	00	

帧数据					
帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据
BIT	-	01	0	0	-
BYTE	00	04		03	56 31 2E 30 2E 30

8.6 设备名称 (04)

指明该设备名称，支持读写命令，最小长度为 1 bytes，最大长度为 16 bytes。

8.6.1 读取

1. 命令

	...	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	...
BIT	...	00	0	0	-	-	...
BYTE	...	00			04	-	...

2. 应答

	...	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	...
BIT	...	01	0	0	-	-	...
BYTE	...	04			04	设备名	...

3. 示例

通信类型：单播

远程短地址：0x0002

设备名称：Dev-01

- 发送命令

	帧头	通信类型	地址深度	地址	帧数据长度	帧数据	附加信息标识	帧校验码
BIT	-	-	-	-	-	-	-	-
BYTE	7E	00	01	02 00 02	00 03	帧数据	00	

		帧数据					
		帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据
BIT		-	0	0	0	-	-
BYTE		00	00			04	-

● 接收应答

		帧头	通信类型	地址深度	地址	帧数据长度	帧数据	附加信息标识	帧校验码
BIT		-	-	-	-	-	-	-	-
BYTE		7E	00	01	02 00 02	00 09	帧数据	00	

		帧数据					
		帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据
BIT		-	01	0	0	-	-
BYTE		00	04			04	44 65 76 2D 30 31

8.6.2 写入

1. 命令

		...	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	...
BIT		...	00	1	1	-	-	...
BYTE		...	03			04	设备名	...

2. 应答

		...	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	...
BIT		...	01	0	1	-	-	...
BYTE		...	05			04	-	...

3. 示例

通信类型：单播

远程短地址：0x0002

设备名称：Dev-01

● 发送命令

		帧头	通信类型	地址深度	地址	帧数据长度	帧数据	附加信息标识	帧校验码
BIT		-	-	-	-	-	-	-	-
BYTE		7E	00	01	02 00 02	00 09	帧数据	00	

		帧数据					
		帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据
BIT		-	00	1	1	-	-
BYTE		00	03			04	44 65 76 2D 30 31

● 接收应答

		帧头	通信类型	地址深度	地址	帧数据长度	帧数据	附加信息标识	帧校验码
BIT		-	-	-	-	-	-	-	-
BYTE		7E	00	01	02 00 02	00 03	帧数据	00	

		帧数据					
		帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据
BIT		-	01	0	1	-	-
BYTE		00	05			04	-

8.7 登录密码 (05)

指明该设备访问密码，支持读写命令，最大长度为 16 bytes，读回 0 长度密码，则未设置密码；写入 0 长度密码，则删除已设置密码。

8.7.1 读取

仅在已登录状态下可以读取密码。

1. 命令

		...	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	...
BIT		...	00	0	0	-	-	...
BYTE		...	00			05	-	...

2. 应答

		...	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	...
BIT		...	01	0	0	-	-	...
BYTE		...	04			05	密码	...

3. 示例

通信类型：单播

远程短地址：0x0002

登录密码：12345678

● 发送命令

		帧头	通信类型	地址深度	地址	帧数据长度	帧数据	附加信息标识	帧校验码
BIT		-	-	-	-	-	-	-	-
BYTE		7E	00	01	02 00 02	00 03	帧数据	00	

		帧数据					
		帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据
BIT		-	0	0	0	-	-
BYTE		00	00			05	-

● 接收应答

		帧头	通信类型	地址深度	地址	帧数据长度	帧数据	附加信息标识	帧校验码
BIT		-	-	-	-	-	-	-	-
BYTE		7E	00	01	02 00 02	00 0B	帧数据	00	

		帧数据				
	帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据
BIT	-	01	0	0	-	-
BYTE	00	04			05	31 32 33 34 35 36 37 38

8.7.2 写入

成功写入密码后，访问限制将生效，命令参数配置需在通过“登录”命令登录后才可以
使用。可通过写入长度为 0 的密码来清除已设置的密码数据，同时解除访问限制。

1. 命令

	...	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	...
BIT	...	00	1	1	-	-	...
BYTE	...	03			05	密码	...

2. 应答

	...	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	...
BIT	...	01	0	1	-	-	...
BYTE	...	05			05	-	...

3. 示例

通信类型：单播

远程短地址：0x0002

登录密码：12345678

● 发送命令

	帧头	通信类型	地址深度	地址	帧数据长度	帧数据	附加信息标识	帧校验码
BIT	-	-	-	-	-	-	-	-
BYTE	7E	00	01	02 00 02	00 0B	帧数据	00	

		帧数据				
	帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据
BIT	-	00	1	1	-	-
BYTE	00	03			05	31 32 33 34 35 36 37 38

● 接收应答

	帧头	通信类型	地址深度	地址	帧数据长度	帧数据	附加信息标识	帧校验码
BIT	-	-	-	-	-	-	-	-
BYTE	7E	00	01	02 00 02	00 03	帧数据	00	

		帧数据				
	帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据
BIT	-	01	0	1	-	-
BYTE	00	05			05	-

8.8 设备地址 (06)

指明该设备地址信息，支持读写命令，命令数据段为地址长度（类型）如表 7.4 所示，应答数据段为地址数据结构，如表 7.3 所示。

8.8.1 读取

1. 命令

	...	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	...
BIT	...	00	0	0	-	-	...
BYTE	...	00			06	地址长度	...

2. 应答

	...	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	...
BIT	...	01	0	0	-	-	...
BYTE	...	04			06	地址	...

3. 示例

通信类型：单播

远程短地址：0x0002

请求短地址（2Bytes）

● 发送命令

	帧头	通信类型	地址深度	地址	帧数据长度	帧数据	附加信息标识	帧校验码
BIT	-	-	-	-	-	-	-	-
BYTE	7E	00	01	02 00 02	00 05	帧数据	00	

帧数据						
	帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据
BIT	-	0	0	0	-	-
BYTE	00	00			06	02 08

● 接收应答

	帧头	通信类型	地址深度	地址	帧数据长度	帧数据	附加信息标识	帧校验码
BIT	-	-	-	-	-	-	-	-
BYTE	7E	00	01	02 00 02	00 06	帧数据	00	

帧数据						
	帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据
BIT	-	01	0	0	-	-
BYTE	00	04			06	02 00 02

8.8.2 写入

1. 命令

	...	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	...
BIT	...	00	1	1	-	-	...
BYTE	...	03			06	地址	...

2. 应答

	...	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	...
BIT	...	01	0	1	-	-	...
BYTE	...	05			06	-	...

3. 示例

通信类型：单播

远程短地址：0x0002

写入短地址

● 发送命令

	帧头	通信类型	地址深度	地址	帧数据长度	帧数据	附加信息标识	帧校验码
BIT	-	-	-	-	-	-	-	-
BYTE	7E	00	01	02 00 02	00 06	帧数据	00	

帧数据						
	帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据
BIT	-	00	1	1	-	-
BYTE	00	03			06	02 00 02

● 接收应答

	帧头	通信类型	地址深度	地址	帧数据长度	帧数据	附加信息标识	帧校验码
BIT	-	-	-	-	-	-	-	-
BYTE	7E	00	01	02 00 02	00 03	帧数据	00	

帧数据						
	帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据
BIT	-	01	0	1	-	-
BYTE	00	05			06	-

8.9 信道 (07)

指明节点通信信道，支持读写命令，命令数据段为信道号，1 字节无符号数据。

信道值为 1~80，各信道对应的载波频率如表 8.3 所示。

表 8.3 物理信道与载波频率对应表

设置值	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
频率 (MHz)	470	470.5	471	471.5	472	472.5	473	473.5	474	474.5
设置值	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
频率 (MHz)	475	475.5	476	476.5	477	477.5	478	478.5	479	479.5

设置值	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
频率 (MHz)	480.5	481	481.5	482	482.5	483	483.5	484	484.5	485
设置值	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
频率 (MHz)	485.5	486	486.5	487	487.5	488	488.5	489	489.5	490
设置值	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
频率 (MHz)	490.5	491	491.5	492	492.5	493	493.5	494	494.5	495
设置值	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
频率 (MHz)	495.5	496	496.5	497	497.5	498	498.5	499	499.5	500
设置值	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
频率 (MHz)	500.5	501	501.5	502	502.5	503	503.5	504	504.5	505
设置值	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
频率 (MHz)	505.5	506	506.5	507	507.5	508	508.5	509	509.5	510

8.9.1 读取

1. 命令

	...	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	...
BIT	...	00	0	0	-	-	...
BYTE	...	00			07	-	...

2. 应答

	...	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	...
BIT	...	01	0	0	-	-	...
BYTE	...	04			07	信道	...

3. 示例

通信类型：单播

远程短地址：0x0002

远程信道号：0x01

● 发送命令

	帧头	通信类型	地址深度	地址	帧数据长度	帧数据	附加信息标识	帧校验码
BIT	-	-	-	-	-	-	-	-
BYTE	7E	00	01	02 00 02	00 03	帧数据	00	

帧数据						
	帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据
BIT	-	0	0	0	-	-
BYTE	00	00			07	-

● 接收应答

	帧头	通信类型	地址深度	地址	帧数据长度	帧数据	附加信息标识	帧校验码
BIT	-	-	-	-	-	-	-	-
BYTE	7E	00	01	02 00 02	00 04	帧数据	00	

帧数据						
	帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据
BIT	-	01	0	0	-	-
BYTE	00	04			07	01

8.9.2 写入

1. 命令

	...	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	...
BIT	...	00	1	1	-	-	...
BYTE	...	03			07	信道	...

2. 应答

	...	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	...
BIT	...	01	0	1	-	-	...
BYTE	...	05			07	-	...

3. 示例

通信类型：单播

远程短地址：0x0002

远程信道号：0x01

● 发送命令

	帧头	通信类型	地址深度	地址	帧数据长度	帧数据	附加信息标识	帧校验码
BIT	-	-	-	-	-	-	-	-
BYTE	7E	00	01	02 00 02	00 04	帧数据	00	

帧数据						
	帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据
BIT	-	00	1	1	-	-
BYTE	00	03			07	01

● 接收应答

	帧头	通信类型	地址深度	地址	帧数据长度	帧数据	附加信息标识	帧校验码
BIT	-	-	-	-	-	-	-	-
BYTE	7E	00	01	02 00 02	00 03	帧数据	00	

		帧数据					
		帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据
BIT		-	01	0	1	-	-
BYTE		00	05			07	-

8.10 发射功率 (08)

指明节点发射功率，支持读写命令，命令数据段为功率值，1 字节有符号数据。

模块可配置的发射功率为：-9dBm、-5dBm、0dBm、5dBm、8dBm、10dBm、15dBm、17dBm、22dBm。

8.10.1 读取

1. 命令

		...	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	...
BIT		...	00	0	0	-	-	...
BYTE		...	00			08	-	...

2. 应答

		...	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	...
BIT		...	01	0	0	-	-	...
BYTE		...	04			08	发射功率	...

3. 示例

通信类型：单播

远程短地址：0x0002

发射功率：0x14 (20dBm)

● 发送命令

		帧头	通信类型	地址深度	地址	帧数据长度	帧数据	附加信息标识	帧校验码
BIT		-	-	-	-	-	-	-	-
BYTE		7E	00	01	02 00 02	00 03	帧数据	00	

		帧数据					
		帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据
BIT		-	0	0	0	-	-
BYTE		00	00			08	-

● 接收应答

		帧头	通信类型	地址深度	地址	帧数据长度	帧数据	附加信息标识	帧校验码
BIT		-	-	-	-	-	-	-	-
BYTE		7E	00	01	02 00 02	00 04	帧数据	00	

		帧数据					
		帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据
BIT		-	01	0	0	-	-
BYTE		00	04			08	14

8.10.2 写入

1. 命令

		...	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	...
BIT		...	00	1	1	-	-	...
BYTE		...	03			08	发射功率	...

2. 应答

		...	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	...
BIT		...	01	0	1	-	-	...
BYTE		...	05			08	-	...

3. 示例

通信类型：单播

远程短地址：0x0002

发射功率：0x14 (20dBm)

● 发送命令

		帧头	通信类型	地址深度	地址	帧数据长度	帧数据	附加信息标识	帧校验码
BIT		-	-	-	-	-	-	-	-
BYTE		7E	00	01	02 00 02	00 04	帧数据	00	

		帧数据					
		帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据
BIT		-	00	1	1	-	-
BYTE		00	03			08	14

● 接收应答

		帧头	通信类型	地址深度	地址	帧数据长度	帧数据	附加信息标识	帧校验码
BIT		-	-	-	-	-	-	-	-
BYTE		7E	00	01	02 00 02	00 03	帧数据	00	

		帧数据					
		帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据
BIT		-	01	0	1	-	-
BYTE		00	05			08	-

8.11 透传使能 (09)

使能模块的透传功能，支持读写命令，命令数据段为透传使能值，1 字节无符号数据，如表 8.4 所示。

表 8.4 透传使能

值	模式
0x00	关闭
0x01	使能

8.11.1 读取

1. 命令

	...	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	...
BIT	...	00	0	0	-	-	...
BYTE	...	00			09	-	...

2. 应答

	...	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	...
BIT	...	01	0	0	-	-	...
BYTE	...	04			09	模式	...

3. 示例

通信类型：单播

远程短地址：0x0002

透传使能：0x01

● 发送命令

	帧头	通信类型	地址深度	地址	帧数据长度	帧数据	附加信息标识	帧校验码
BIT	-	-	-	-	-	-	-	-
BYTE	7E	00	01	02 00 00	00 03	帧数据	00	

帧数据						
	帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据
BIT	-	0	0	0	-	-
BYTE	00	00			09	-

● 接收应答

	帧头	通信类型	地址深度	地址	帧数据长度	帧数据	附加信息标识	帧校验码
BIT	-	-	-	-	-	-	-	-
BYTE	7E	00	01	02 00 02	00 04	帧数据	00	

帧数据						
	帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据
BIT	-	01	0	0	-	-
BYTE	00	04			09	01

8.11.2 写入

1. 命令

...	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	...
BIT	00	1	1	-	-	...
BYTE	03			09	模式	...

2. 应答

...	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	...
BIT	01	0	1	-	-	...
BYTE	05			09	-	...

3. 示例

通信类型：单播

远程短地址：0x0002

透传使能：0x01

● 发送命令

	帧头	通信类型	地址深度	地址	帧数据长度	帧数据	附加信息标识	帧校验码
BIT	-	-	-	-	-	-	-	-
BYTE	7E	00	01	02 00 02	00 04	帧数据	00	

帧数据						
	帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据
BIT	-	00	1	1	-	-
BYTE	00	03			09	01

● 接收应答

	帧头	通信类型	地址深度	地址	帧数据长度	帧数据	附加信息标识	帧校验码
BIT	-	-	-	-	-	-	-	-
BYTE	7E	00	01	02 00 02	00 03	帧数据	00	

帧数据						
	帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据
BIT	-	01	0	1	-	-
BYTE	00	05			09	-

8.12 串口参数 (0A)

指明节点串口参数，支持读写命令，命令数据段为串口参数数据，7 字节无符号数据，如表 8.5 所示。

支持的串口波特率为：2400、4800、9600、19200、38400、57600、115200。数据位值为 8。停止位值为 1~2。校验位值为 0，表示无校验；校验位值为 1，表示奇校验；校验位值为 2，表示偶校验。

表 8.5 串口参数结构

4B	1B	1B	1B
波特率	数据位	停止位	校验位
波特率值	0x05: 5 位 0x06: 6 位 0x07: 7 位 0x08: 8 位	0x01: 1 位 0x02: 2 位	0x00: 无校验 0x01: 奇校验 0x02: 偶校验

8.12.1 读取

1. 命令

...	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	...	
BIT	...	00	0	0	-	-	...
BYTE	...	00		0A	-	...	

2. 应答

...	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	...	
BIT	...	01	0	0	-	-	...
BYTE	...	04		0A	串口参数	...	

3. 示例

通信类型：单播

远程短地址：0x0002

串口参数：波特率 115200，数据位 8bits，停止位 1bit，校验位无校验

● 发送命令

	帧头	通信类型	地址深度	地址	帧数据长度	帧数据	附加信息标识	帧校验码
BIT	-	-	-	-	-	-	-	-
BYTE	7E	00	01	02 00 02	00 03	帧数据	00	

帧数据						
	帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据
BIT	-	0	0	0	-	-
BYTE	00	00			0A	-

● 接收应答

	帧头	通信类型	地址深度	地址	帧数据长度	帧数据	附加信息标识	帧校验码
BIT	-	-	-	-	-	-	-	-
BYTE	7E	00	01	02 00 02	00 0A	帧数据	00	

帧数据						
	帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据
BIT	-	01	0	0	-	-
BYTE	00	04			0A	00 01C2 00 08 01 00

8.12.2 写入

1. 命令

	...	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	...
BIT	...	00	1	1	-	-	...
BYTE	...	03			0A	串口参数	...

2. 应答

	...	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	...
BIT	...	01	0	1	-	-	...
BYTE	...	05			0A	-	...

3. 示例

通信类型：单播

远程短地址：0x0002

串口参数：波特率 115200，数据位 8bits，停止位 1bit，校验位无校验

● 发送命令

	帧头	通信类型	地址深度	地址	帧数据长度	帧数据	附加信息标识	帧校验码
BIT	-	-	-	-	-	-	-	-
BYTE	7E	00	01	02 00 02	00 0A	帧数据	00	

帧数据						
	帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据
BIT	-	00	1	1	-	-
BYTE	00	03			0A	00 01 C2 00 08 01 00

● 接收应答

	帧头	通信类型	地址深度	地址	帧数据长度	帧数据	附加信息标识	帧校验码
BIT	-	-	-	-	-	-	-	-
BYTE	7E	00	01	02 02 00	03 00	帧数据	00	

帧数据						
	帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据
BIT	-	01	0	1	-	-
BYTE	00	05			0A	-

8.13 设备类型 (0B)

指明节点设备类型，支持读写命令，命令数据段为类型值，1 bytes 无符号数据，如表 8.6 所示。

表 8.6 设备类型

值	类型
0x00	主机设备
0x01	中继设备
0x02	从机设备

- 主机设备

在使能自组网模式后，主机设备负责建立网络，并给加入网络的从机设备分配通道号、从机地址等网络信息。在禁止自组网模式时，主机设备和从机设备的功能一样，需要手动配置模块的通道号，本地地址等信息。

- 中继设备

模块配置为中继设备时，模块在接收到不属于自己的报文时，模块自动把该帧报文进行中继转发，使节点间的通讯距离延长。中继设备跟终端设备一样，在网络中必须配置为唯一的地址。在自组网模式下，中继设备必须加入到主机网络里，才可以在这个主机网络里作为中继信号使用。一个网络最多支持两个中继，当网络中只安装一个中继时，建议把中继设备的本地地址配置为偶数的地址，配置为偶数地址的中继设备，中继信号的时间会比配置为奇数地址的中继设备中继信号的时间要快。

- 从机设备

在使能自组网模式后，从机需要加入到主机网络里，从机的通道号、地址由主机自动分配。在禁止自组网模式时，主机设备和从机设备的功能一样，需要手动配置模块的通道号，本地地址等信息。

8.13.1 读取

1. 命令

	...	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	...
BIT	...	00	0	0	-	-	...
BYTE	...	00			0B	-	...

2. 应答

	...	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	...
BIT	...	01	0	0	-	-	...
BYTE	...	04			0B	设备类型	...

3. 示例

通信类型：单播

远程短地址：0x0002

设备类型：终端

- 发送命令

	帧头	通信类型	地址深度	地址	帧数据长度	帧数据	附加信息标识	帧校验码
BIT	-	-	-	-	-	-	-	-
BYTE	7E	00	01	02 00 02	00 03	帧数据	00	

		帧数据					
		帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据
BIT		-	0	0	0	-	-
BYTE		00	00			0B	-

● 接收应答

		帧头	通信类型	地址深度	地址	帧数据长度	帧数据	附加信息标识	帧校验码
BIT		-	-	-	-	-	-	-	-
BYTE		7E	00	01	02 00 02	00 04	帧数据	00	

		帧数据					
		帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据
BIT		-	01	0	0	-	-
BYTE		00	04			0B	02

8.13.2 写入

1. 命令

		...	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	...
BIT		...	00	1	1	-	-	...
BYTE		...	03			0B	设备类型	...

2. 应答

		...	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	...
BIT		...	01	0	1	-	-	...
BYTE		...	05			0B	-	...

3. 示例

通信类型：单播

远程短地址：0x0002

设备类型：从机设备

● 发送命令

		帧头	通信类型	地址深度	地址	帧数据长度	帧数据	附加信息标识	帧校验码
BIT		-	-	-	-	-	-	-	-
BYTE		7E	00	01	02 00 02	00 04	帧数据	00	

		帧数据					
		帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据
BIT		-	00	1	1	-	-
BYTE		00	03			0B	02

● 接收应答

		帧头	通信类型	地址深度	地址	帧数据长度	帧数据	附加信息标识	帧校验码
BIT		-	-	-	-	-	-	-	-
BYTE		7E	00	01	02 00 02	00 03	帧数据	00	

		帧数据				
	帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据
BIT	-	01	0	1	-	-
BYTE	00	05			0B	-

8.14 产品型号 (0D)

指明节点产品型号，仅支持读命令，最小长度为 1 bytes，最大长度为 16 bytes。

8.14.1 读取

1. 命令

	...	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	...
BIT	...	00	0	0	-	-	...
BYTE	...	00			0D	-	...

2. 应答

	...	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	...
BIT	...	01	0	0	-	-	...
BYTE	...	04			0D	产品型号	...

3. 示例

通信类型：单播

远程短地址：0x0002

产品型号：ZM32

● 发送命令

	帧头	通信类型	地址深度	地址	帧数据长度	帧数据	附加信息标识	帧校验码
BIT	-	-	-	-	-	-	-	-
BYTE	7E	00	01	02 00 02	00 03	帧数据	00	

		帧数据				
	帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据
BIT	-	0	0	0	-	-
BYTE	00	00			0D	-

● 接收应答

	帧头	通信类型	地址深度	地址	帧数据长度	帧数据	附加信息标识	帧校验码
BIT	-	-	-	-	-	-	-	-
BYTE	7E	00	01	02 00 02	00 07	帧数据	00	

		帧数据				
	帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据
BIT	-	01	0	0	-	-
BYTE	00	04			04	5A 4D 33 32

8.15 网络号 (0E)

指明节点组网或入网的网络号，支持读写命令，16bits 无符号数据。

8.15.1 读取

1. 命令

...	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	...
BIT	00	0	0	-	-	...
BYTE	00			0E	-	...

2. 应答

...	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	...
BIT	01	0	0	-	-	...
BYTE	04			0E	网络号	...

3. 示例

通信类型：单播

远程短地址：0x0002

网络号：0x0001

● 发送命令

帧头	通信类型	地址深度	地址	帧数据长度	帧数据	附加信息标识	帧校验码
BIT	-	-	-	-	-	-	-
BYTE	7E	00	01	02 00 02	00 03	帧数据	00

帧数据						
帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	
BIT	-	0	0	0	-	-
BYTE	00	00		0E	-	

● 接收应答

帧头	通信类型	地址深度	地址	帧数据长度	帧数据	附加信息标识	帧校验码
BIT	-	-	-	-	-	-	-
BYTE	7E	00	01	02 00 02	00 05	帧数据	00

帧数据						
帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	
BIT	-	01	0	0	-	-
BYTE	00	04		0E	00 01	

8.15.2 写入

1. 命令

...	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	...
BIT	00	1	1	-	-	...
BYTE	03			0E	网络号	...

2. 应答

	...	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	...
BIT	...	01	0	1	-	-	...
BYTE	...	05			0E	-	...

3. 示例

通信类型：单播

远程短地址：0x0002

网络号：0x0001

● 发送命令

	帧头	通信类型	地址深度	地址	帧数据长度	帧数据	附加信息标识	帧校验码
BIT	-	-	-	-	-	-	-	-
BYTE	7E	00	01	02 00 02	00 05	帧数据	00	

帧数据						
	帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据
BIT	-	00	1	1	-	-
BYTE	00	03			0E	00 01

● 接收应答

	帧头	通信类型	地址深度	地址	帧数据长度	帧数据	附加信息标识	帧校验码
BIT	-	-	-	-	-	-	-	-
BYTE	7E	00	01	02 00 02	00 03	帧数据	00	

帧数据						
	帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据
BIT	-	01	0	1	-	-
BYTE	00	05			0E	-

8.16 多参数配置 (0F)

多参数配置命令（通用运行参数），支持读写命令，命令数据段为若干段配置参数，具体结构如表 8.7 所示，返回参数数量和内容由具体产品决定。

表 8.7 多参数结构

1B	2B	L1 B	...	1B	2B	LN B
命令码 1	长度 1 (L1)	参数 1	...	命令码 N	长度 N (LN)	参数 N

8.16.1 读取

1. 命令

	...	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	...
BIT	...	00	0	0	-	-	...
BYTE	...	00			0F	-	...

2. 应答

	...	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	...
BIT	...	01	0	0	-	-	...
BYTE	...	04			0F	参数	...

3. 示例

通信类型：单播

远程短地址：0x0002

多个参数：协议类型 Zigbee-ZLGMesh，产品型号 ZM32，信道 10

● 发送命令

	帧头	通信类型	地址深度	地址	帧数据长度	帧数据	附加信息标识	帧校验码
BIT	-	-	-	-	-	-	-	-
BYTE	7E	00	01	02 00 02	00 03	帧数据	00	

帧数据						
	帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据
BIT	-	0	0	0	-	-
BYTE	00	00			0F	-

● 接收应答

	帧头	通信类型	地址深度	地址	帧数据长度	帧数据	附加信息标识	帧校验码
BIT	-	-	-	-	-	-	-	-
BYTE	7E	00	01	02 00 02	00 13	帧数据	00	

帧数据						
	帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据
BIT	-	01	0	0	-	-
BYTE	00	04			0F	00 00 02 00 01 0D 00 04 5A 4D 33 32 07 00 01 0A

8.16.2 写入

1. 命令

	...	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	...
BIT	...	00	0	1	-	-	...
BYTE	...	01			0F	参数	...

2. 应答

	...	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	...
BIT	...	01	0	1	-	-	...
BYTE	...	05			0F	-	...

3. 示例

通信类型：单播

远程短地址：0x0002

多个参数：网络号（0x0001）、设备类型（从机设备）、信道（10）

● 发送命令

	帧头	通信类型	地址深度	地址	帧数据长度	帧数据	附加信息标识	帧校验码
BIT	-	-	-	-	-	-	-	-
BYTE	7E	00	01	02 00 02	00 10	帧数据	00	

帧数据						
	帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据
BIT	-	00	0	1	-	-
BYTE	00	01			0F	0E 00 02 00 01 0B 00 01 02 07 00 01 0A

● 接收应答

	帧头	通信类型	地址深度	地址	帧数据长度	帧数据	附加信息标识	帧校验码
BIT	-	-	-	-	-	-	-	-
BYTE	7E	00	01	02 00 02	00 03	帧数据	00	

帧数据						
	帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据
BIT	-	01	0	1	-	-
BYTE	00	05			0F	-

8.17 数据传输（10）

用于传输用户数据，仅支持写入操作。

8.17.1 写入

1. 命令

	...	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	...
BIT	...	00	0	1	-	-	...
BYTE	...	01			10	数据	...

2. 应答

	...	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	...
BIT	...	01	0	1	-	-	...
BYTE	...	05			10	-	...

3. 示例

通信类型：单播

远程短地址：0x0002

用户数据：01 02 03 04

● 发送命令

	帧头	通信类型	地址深度	地址	帧数据长度	帧数据	附加信息标识	帧校验码
BIT	-	-	-	-	-	-	-	-
BYTE	7E	00	01	02 00 02	00 07	帧数据	00	

帧数据						
	帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据
BIT	-	00	0	1	-	-
BYTE	00	01			10	01 02 03 04

● 接收应答

	帧头	通信类型	地址深度	地址	帧数据长度	帧数据	附加信息标识	帧校验码
BIT	-	-	-	-	-	-	-	-
BYTE	7E	00	01	02 00 02	00 03	帧数据	00	

帧数据						
	帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据
BIT	-	01	0	1	-	-
BYTE	00	05			10	-

8.18 复位模块 (11)

用于复位节点模块，仅支持写入操作，无命令数据。

8.18.1 写入

1. 命令

	...	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	...
BIT	...	00	0	1	-	-	...
BYTE	...	01			11	-	...

2. 应答

	...	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	...
BIT	...	01	0	1	-	-	...
BYTE	...	05			11	-	...

3. 示例

通信类型：单播

远程短地址：0x0002

● 发送命令

	帧头	通信类型	地址深度	地址	帧数据长度	帧数据	附加信息标识	帧校验码
BIT	-	-	-	-	-	-	-	-
BYTE	7E	00	01	02 00 02	00 03	帧数据	00	

帧数据						
	帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据
BIT	-	00	0	1	-	-
BYTE	00	01			11	-

- 接收应答

	帧头	通信类型	地址深度	地址	帧数据长度	帧数据	附加信息标识	帧校验码
BIT	-	-	-	-	-	-	-	-
BYTE	7E	00	01	02 00 02	00 03	帧数据	00	

帧数据						
	帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据
BIT	-	01	0	1	-	-
BYTE	00	05			11	-

8.19 恢复出厂设置 (12)

用于节点模块回复出厂设置，仅支持写入操作，无命令数据。

8.19.1 写入

1. 命令

	...	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	...
BIT	...	00	0	1	-	-	...
BYTE	...	01			12	-	...

2. 应答

	...	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	...
BIT	...	01	0	1	-	-	...
BYTE	...	05			12	-	...

3. 示例

通信类型：单播

远程短地址：0x0002

- 发送命令

	帧头	通信类型	地址深度	地址	帧数据长度	帧数据	附加信息标识	帧校验码
BIT	-	-	-	-	-	-	-	-
BYTE	7E	00	01	02 00 02	00 03	帧数据	00	

帧数据						
	帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据
BIT	-	00	0	1	-	-
BYTE	00	01			12	-

- 接收应答

	帧头	通信类型	地址深度	地址	帧数据长度	帧数据	附加信息标识	帧校验码
BIT	-	-	-	-	-	-	-	-
BYTE	7E	00	01	02 00 02	00 03	帧数据	00	

帧数据						
	帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据
BIT	-	01	0	1	-	-
BYTE	00	05			12	-

8.20 自动休眠使能 (13)

用于控制设备启动自动休眠功能，支持读写操作，命令数据长度 1byte，结构如表 8.8 所示，使能自动休眠后，当系统已配置了相应的唤醒事件后，系统就会在空闲的时间进入休眠，等待事件唤醒。

表 8.8 自动休眠使能

值	功能
0x00	关闭
0x01	使能

模块有两种方式在使能了自动休眠后会进入休眠状态：

当模块配置了休眠时间后，模块会按照配置的休眠时间进入低功耗休眠状态，休眠时间到时会自动唤醒然后侦听空中是否有前导码，没有监听到前导码，继续进入休眠状态，如果监听到前导码，继续接收数据，并检查是否是属于发给自己的数据，如果不是，就停止继续接收后面的数据，直接进入休眠状态，降低模块功耗。当模块处于休眠状态时，也可使用 WAKE 引脚的下降延使模块唤醒，当 WAKE 引脚保持为低电平时，模块一直处于唤醒状态，当 WAKE 引脚为高电平时，模块重新进入定时休眠模式。这种方式适合于在一点对多点的网络结构里，从节点需要定时查看主节点是否有控制命令下发的应用，这时主节点模块需要通过配置前导码时间参数，发送长前导码的数据来唤醒模块。

当模块配置了 IO/AD 采集命令后，模块会进入休眠，休眠时间到时自动唤醒并采集 IO 和 ADC0~ADC3 的数据，并上报给目标节点，模块又继续休眠状态。

当模块同时配置了休眠时间和 IO/AD 采集命令，使能自动休眠后，模块只会按照休眠时间定时唤醒检测前导码，不会采集 IO 和 ADC 数据。

8.20.1 读取

8.20.2 写入

1. 命令

	...	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	...
BIT	...	00	0	1	-	-	...
BYTE	...	01			13	自动休眠使能	...

2. 应答

	...	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	...
BIT	...	01	0	1	-	-	...
BYTE	...	05			13	-	...

3. 示例

通信类型：单播

远程短地址：0x0002

休眠使能：普通休眠模式

● 发送命令

	帧头	通信类型	地址深度	地址	帧数据长度	帧数据	附加信息标识	帧校验码
BIT	-	-	-	-	-	-	-	-
BYTE	7E	00	01	02 00 02	00 04	帧数据	00	-

帧数据						
	帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据
BIT	-	00	0	1	-	-
BYTE	00	01			13	01

● 接收应答

	帧头	通信类型	地址深度	地址	帧数据长度	帧数据	附加信息标识	帧校验码
BIT	-	-	-	-	-	-	-	-
BYTE	7E	00	01	02 00 02	00 03	帧数据	00	-

帧数据						
	帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据
BIT	-	01	0	1	-	-
BYTE	00	05			13	-

8.21 查询信号强度 (14)

查询节点信号强度，仅支持读命令，应答数据结构如表 8.9 所示，信号强度为单字节有符号数据，单位为 dBm。

返回的信号强度值可通过：信号强度值-256，转换成负值，单位：dBm。

表 8.9 信号强度

1B
下行信号强度

8.21.1 读取

1. 命令

	...	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	...
BIT	...	00	0	0	-	-	...
BYTE	...	00			14	-	...

2. 应答

	...	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	...
BIT	...	01	0	0	-	-	...
BYTE	...	04			14	信号强度	...

3. 示例

通信类型：单播

远程短地址：0x0002

信号强度：下行为 -52dBm

● 发送命令

	帧头	通信类型	地址深度	地址	帧数据长度	帧数据	附加信息标识	帧校验码
BIT	-	-	-	-	-	-	-	-
BYTE	7E	00	01	02 00 02	00 03	帧数据	00	

帧数据						
帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	
BIT	-	0	0	0	-	-
BYTE	00	00			14	-

● 接收应答

	帧头	通信类型	地址深度	地址	帧数据长度	帧数据	附加信息标识	帧校验码
BIT	-	-	-	-	-	-	-	-
BYTE	7E	00	01	02 00 02	00 04	帧数据	00	

帧数据						
帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	
BIT	-	01	0	0	-	-
BYTE	00	04			14	CC

8.22 I/O 控制 (15)

控制目标节点的用户 I/O 状态，通过一个字节指定 I/O 的 ID 号、方向和电平状态，可同时连续配置多个 I/O，最多支持 8 个 I/O 的操作，具体结构如表 8.10 所示。

表 8.10 I/O 控制数据结构

1B			
bit[7:4]	bit[3:2]	Bit[1]	bit[0]
ID 0~F	保留	方向 0: 输入模式 1: 输出模式	状态 0: 低电平 1: 高电平

8.22.1 读取

读取 I/O 状态时，只需指定高 4 位的 I/O ID 即可，可连续指定。如果读回的 I/O 为输出模式，其电平状态为输出电平；如果读回的 I/O 为输入模式，则其电平状态为外部输入电平。

1. 命令

	...	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	...
BIT	...	00	0	0	-	-	...
BYTE	...	00			15	ID	...

2. 应答

	...	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	...
BIT	...	01	0	0	-	-	...
BYTE	...	04			15	状态数据	...

3. 示例

通信类型：单播

远程短地址：0x0002

请求 I/O ID：IO0 (0x00)，IO1 (0x10)，IO2 (0x20)

读回 I/O 数据：IO0-输出-高电平 (0x03)，IO1-输出-低电平 (0x12)，IO2-输入-高电平 (0x21)

● 发送命令

	帧头	通信类型	地址深度	地址	帧数据长度	帧数据	附加信息标识	帧校验码
BIT	-	-	-	-	-	-	-	-
BYTE	7E	00	01	02 00 02	00 06	帧数据	00	

帧数据						
	帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据
BIT	-	0	0	0	-	-
BYTE	00	00			15	00 10 20

● 接收应答

	帧头	通信类型	地址深度	地址	帧数据长度	帧数据	附加信息标识	帧校验码
BIT	-	-	-	-	-	-	-	-
BYTE	7E	00	01	02 00 02	00 06	帧数据	00	

帧数据						
	帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据
BIT	-	01	0	0	-	-
BYTE	00	04			15	03 12 21

8.22.2 写入

写入命令，需要同时指定 I/O 的方向和输出电平值，如果指定的 I/O 配置为输入模式，则电平值填充为 0。

1. 命令

	...	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	...
BIT	...	00	0	1	-	-	...
BYTE	...	01			15	IO 数据	...

2. 应答

	...	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	...
BIT	...	01	0	1	-	-	...
BYTE	...	05			15	-	...

3. 示例

通信类型：单播

远程短地址：0x0002

写入 I/O 数据：IO0-输出-高电平 (0x03), IO1-输出-低电平 (0x12), IO2-输入 (0x20)

● 发送命令

	帧头	通信类型	地址深度	地址	帧数据长度	帧数据	附加信息标识	帧校验码
BIT	-	-	-	-	-	-	-	-
BYTE	7E	00	01	02 00 02	00 06	帧数据	00	

帧数据						
	帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据
BIT	-	00	0	1	-	-
BYTE	00	01			15	03 12 20

● 接收应答

	帧头	通信类型	地址深度	地址	帧数据长度	帧数据	附加信息标识	帧校验码
BIT	-	-	-	-	-	-	-	-
BYTE	7E	00	01	02 00 02	00 03	帧数据	00	

帧数据						
	帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据
BIT	-	01	0	1	-	-
BYTE	00	05			15	-

8.23 PWM 控制 (16)

控制节点设备上的 PWM 通道,通过若干个 PWM 配置字段,可同时连续配置多个 PWM 通道,具体数据结构如表 8.11 所示。模块有 3 路的 PWM 输出。

表 8.11 PWM 配置数据结构

1B	1B	4B
通道号	占空比	频率
0~255	0~100	(Hz)

8.23.1 读取

读取命令,只需指定通道号,可同时指定多个通道号。

1. 命令

	...	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	...
BIT	...	00	0	0	-	-	...
BYTE	...	00			16	ID	...

2. 应答

	...	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	...
BIT	...	01	0	0	-	-	...
BYTE	...	04			16	配置数据	...

3. 示例

通信类型：单播

远程短地址：0x0002

请求 PWM 通道：通道 0 (0x00), 通道 1 (0x01), 通道 2 (0x02)

返回 PWM 配置：

通道 0, 占空比 50, 频率 1kHz (0x00, 0x32, 0x000003E8),

通道 1, 占空比 20, 频率 2MHz (0x01, 0x14, 0x001E8580),

通道 2, 占空比 80, 频率 100Hz (0x02, 0x50, 0x00000064)

● 发送命令

	帧头	通信类型	地址深度	地址	帧数据长度	帧数据	附加信息标识	帧校验码
BIT	-	-	-	-	-	-	-	-
BYTE	7E	00	01	02 00 02	00 06	帧数据	00	

帧数据						
	帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据
BIT	-	0	0	0	-	-
BYTE	00	00			16	00 01 02

● 接收应答

	帧头	通信类型	地址深度	地址	帧数据长度	帧数据	附加信息标识	帧校验码
BIT	-	-	-	-	-	-	-	-
BYTE	7E	00	01	02 00 02	00 15	帧数据	00	

帧数据						
	帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据
BIT	-	01	0	0	-	-
BYTE	00	04			16	00 32 00 00 03 E8 01 14 00 1E 85 80 02 50 00 00 00 64

8.23.2 写入

1. 命令

	...	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	...
BIT	...	00	0	1	-	-	...
BYTE	...	01			16	配置数据	...

2. 应答

	...	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	...
BIT	...	01	0	1	-	-	...
BYTE	...	05			16	-	...

3. 示例

通信类型：单播

远程短地址：0x0002

写入 PWM 配置：

通道 0，占空比 50，频率 1kHz（0x00, 0x32, 0x000003E8），

通道 1，占空比 20，频率 2MHz（0x01, 0x14, 0x001E8580），

通道 2，占空比 80，频率 100Hz（0x02, 0x50, 0x00000064）

● 发送命令

	帧头	通信类型	地址深度	地址	帧数据长度	帧数据	附加信息标识	帧校验码
BIT	-	-	-	-	-	-	-	-
BYTE	7E	00	01	02 00 02	00 15	帧数据	00	

帧数据						
	帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据
BIT	-	00	0	1	-	-
BYTE	00	01			16	00 32 00 00 03 E8 01 14 00 1E 85 80 02 50 00 00 00 64

● 接收应答

	帧头	通信类型	地址深度	地址	帧数据长度	帧数据	附加信息标识	帧校验码
BIT	-	-	-	-	-	-	-	-
BYTE	7E	00	01	02 00 02	00 03	帧数据	00	

帧数据						
	帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据
BIT	-	01	0	1	-	-
BYTE	00	05			16	-

8.24 IO/AD 采集 (17)

配置节点设备上的 ADC 通道相关的逻辑参数，具体数据结构如表 8.12 所示。

表 8.12 ADC 配置数据结构

1B	1B	1~16B	1B	1B	4B
源地址长度 (表 7.4)	目标地址长度 (表 7.4)	目标地址	I/O 掩码 bit: 0, 普通 I/O bit: 1, 触发 I/O	I/O 触发方式 bit: 0, 下降沿触发 bit: 1, 上升沿触发	周期 (ms)

- 源地址长度：即节点上报 ADC 数据时所使用自身地址长度（类型）；
- 目标地址长度：上报 ADC 数据时，目标地址长度；
- 目标地址：上报 ADC 数据时的目标地址；
- I/O 掩码：bit0~bit7 对应 IO0~IO7

bit 值	描述
0	表示该 I/O 为普通 I/O，可通过 I/O 控制命令进行控制
1	表示该 I/O 为 ADC 采集触发 I/O，不能再通过 I/O 控制命令进行控制

- I/O 触发方式：bit0~bit7 对应 IO0~IO7，对应 I/O 掩码所以使能的触发 I/O

bit 值	描述
0	下降沿触发 ADC 采集
1	上升沿触发 ADC 采集

- 周期：上报周期时间，单位为 ms，周期性上报，配置为 0 则不周期上报

8.24.1 读取

1. 命令

	...	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	...
BIT	...	00	0	0	-	-	...
BYTE	...	00			17	-	...

2. 应答

	...	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	...
BIT	...	01	0	0	-	-	...
BYTE	...	04			17	配置参数	...

3. 示例

通信类型：单播

远程短地址：0x0002

返回 ADC 配置：

源地址长度	目标地址长度	目标地址	I/O 掩码	I/O 触发方式	周期
0x02 (短地址)	0x02 (短地址)	0x0001	0x0F IO0~IO3 触发	0x05 IO0、IO2 上升沿 IO1、IO3 下降沿	1000 (0x03E8)

- 发送命令

	帧头	通信类型	地址深度	地址	帧数据长度	帧数据	附加信息标识	帧校验码
BIT	-	-	-	-	-	-	-	-
BYTE	7E	00	01	02 00 02	00 03	帧数据	00	

帧数据					
帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据
BIT	-	0	0	0	-
BYTE	00	00		17	-

- 接收应答

	帧头	通信类型	地址深度	地址	帧数据长度	帧数据	附加信息标识	帧校验码
BIT	-	-	-	-	-	-	-	-
BYTE	7E	00	01	02 00 02	00 0D	帧数据	00	

帧数据					
帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据
BIT	-	01	0	0	-
BYTE	00	04		17	02 02 00 01 0F 05 00 00 03 E8

8.24.2 写入

1. 命令

	...	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	...
BIT	...	00	0	1	-	-	...
BYTE	...	01		17	配置参数	...	

2. 应答

	...	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	...
BIT	...	01	0	1	-	-	...
BYTE	...	05		17	-	...	

3. 示例

通信类型：单播

远程短地址：0x0002

写入 ADC 配置：

源地址长度	目标地址长度	目标地址	I/O 掩码	I/O 触发方式	周期
0x02 (短地址)	0x02 (短地址)	0x0001	0x0F IO0~IO3 触发	0x05 IO0、IO2 上升沿 IO1、IO3 下降沿	1000 (0x03E8)

- 发送命令

	帧头	通信类型	地址深度	地址	帧数据长度	帧数据	附加信息标识	帧校验码
BIT	-	-	-	-	-	-	-	-
BYTE	7E	00	01	02 00 02	00 0D	帧数据	00	

帧数据						
	帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据
BIT	-	00	0	1	-	-
BYTE	00	01			17	02 02 00 01 0F 05 00 00 03 E8

● 接收应答

	帧头	通信类型	地址深度	地址	帧数据长度	帧数据	附加信息标识	帧校验码
BIT	-	-	-	-	-	-	-	-
BYTE	7E	00	01	02 00 02	00 03	帧数据	00	

帧数据						
	帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据
BIT	-	01	0	1	-	-
BYTE	00	05			17	-

8.2.4.3 上报

设备按照配置，周期性向目标地址主动上报数据，数据结构如表 8.13 所示。

表 8.13 IO/AD 采集上报数据

1B	2B	2B	2B	2B
IO 状态	ADC 0	ADC 1	ADC 2	ADC 3

1. 主动上报

	...	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	...
BIT	...	11	0	0	-	-	...
BYTE	...	08			17	IO/AD 数据	...

2. 示例

通信类型：单播

目标地址：地址长度-2（短地址），地址-0x0001

IO/AD 数据：IO 状态 0x03 ADC0 0x0023 ADC1 0x0045 ADC2 0x0100 ADC3 0x0192

● 发送命令

	帧头	通信类型	地址深度	地址	帧数据长度	帧数据	附加信息标识	帧校验码
BIT	-	-	-	-	-	-	-	-
BYTE	7E	00	01	02 00 01	00 0C	帧数据	00	

帧数据						
	帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据
BIT	-	11	0	0	-	-
BYTE	00	08			17	03 00 23 00 45 01 00 01 92

8.25 搜索节点 (18)

控制本地节点搜索网络中其他有效节点，本命令只能发送至本地设备，且只支持写入命令，命令数据如表 8.14 所示。

表 8.14 搜索节点命令数据

4B
搜索时间 (单位 ms)

8.25.1 写入

1. 命令

	...	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	...
BIT	...	00	0	1	-	-	...
BYTE	...	01			18	搜索时间	...

2. 应答

	...	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	...
BIT	...	01	0	1	-	-	...
BYTE	...	05			18	-	...

3. 示例

通信类型：单播

地址深度：0

搜索时间：10000 (00 00 27 10)

● 发送命令

	帧头	通信类型	地址深度	帧数据长度	帧数据	附加信息标识	帧校验码
BIT	-	-	-	-	-	-	-
BYTE	7E	00	00	00 07	帧数据	00	

帧数据						
	帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据
BIT	-	00	0	1	-	-
BYTE	00	01			18	00 00 27 10

● 接收应答

	帧头	通信类型	地址深度	帧数据长度	帧数据	附加信息标识	帧校验码
BIT	-	-	-	-	-	-	-
BYTE	7E	00	00	03 00	帧数据	00	

帧数据						
	帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据
BIT	-	01	0	1	-	-
BYTE	00	05			18	-

8.25.2 上报

接收到搜索命令的有效设备，会根据搜索时间，结合自身信息计算出上报时间点，在上报时间点主动上报自身的信息，数据结构如表 8.15 所示。

表 8.15 搜索节点上报数据

1B
设备类型

1. 主动上报

...	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	...	
BIT	...	11	0	0	-	-	...
BYTE	...	08		18	设备类型	...	

2. 示例

通信类型：单播

目标地址：地址长度-2（短地址），地址-0x0001

设备类型：终端 0x02

● 发送命令

	帧头	通信类型	地址深度	地址	帧数据长度	帧数据	附加信息标识	帧校验码
BIT	-	-	-	-	-	-	-	-
BYTE	7E	00	01	02 00 01	00 04	帧数据	00	

帧数据						
	帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据
BIT	-	11	0	0	-	-
BYTE	00	08		18	02	

8.26 登录/登出 (19)

通过提供登录密码，获得修改模块配置的权限，支持读写命令。

8.26.1 读取

读取时，返回当前的登录状态，命令数据结构如表 8.16 所示。

表 8.16 登录状态

1B	
0x00	未登录
0x01	已登录

1. 命令

...	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	...	
BIT	...	00	0	0	-	-	...
BYTE	...	00		19	-	...	

2. 应答

	...	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	...
BIT	...	01	0	0	-	-	...
BYTE	...	04			19	登录状态	...

3. 示例

通信类型：单播

远程短地址：0x0002

返回登录状态：已登录

- 发送命令

	帧头	通信类型	地址深度	地址	帧数据长度	帧数据	附加信息标识	帧校验码
BIT	-	-	-	-	-	-	-	-
BYTE	7E	00	01	02 00 02	00 03	帧数据	00	

帧数据						
	帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据
BIT	-	0	0	0	-	-
BYTE	00	00			19	-

- 接收应答

	帧头	通信类型	地址深度	地址	帧数据长度	帧数据	附加信息标识	帧校验码
BIT	-	-	-	-	-	-	-	-
BYTE	7E	00	01	02 00 02	00 04	帧数据	00	

帧数据						
	帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据
BIT	-	01	0	0	-	-
BYTE	00	04			19	01

8.26.2 写入

写入时，分为登录与登出两种操作，登录时需系统系统登录密码，密码最大长度为 16 bytes，具体命令数据如表 8.17 所示。

表 8.17 登录命令数据

操作	1B	16B
登出	0x00	-
登录	0x01	密码

1. 命令

	...	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	...
BIT	...	00	0	1	-	-	...
BYTE	...	01			19	登录数据	...

2. 应答

	...	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	...
BIT	...	01	0	1	-	-	...
BYTE	...	05			19	-	...

3. 示例

通信类型：单播

远程短地址：0x0002

操作：登录

密码：12345678 (31 32 33 34 35 36 37 38)

● 发送命令

	帧头	通信类型	地址深度	地址	帧数据长度	帧数据	附加信息标识	帧校验码
BIT	-	-	-	-	-	-	-	-
BYTE	7E	00	01	02 00 02	00 0C	帧数据	00	

帧数据						
	帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据
BIT	-	00	0	1	-	-
BYTE	00	01			19	01 31 32 33 34 35 36 37 38

● 接收应答

	帧头	通信类型	地址深度	地址	帧数据长度	帧数据	附加信息标识	帧校验码
BIT	-	-	-	-	-	-	-	-
BYTE	7E	00	01	02 02 00	03 00	帧数据	00	

帧数据						
	帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据
BIT	-	01	0	1	-	-
BYTE	00	05			19	-

8.27 透传参数 (1B)

配置透传模式下相关通信参数，命令数据格式如表 8.18 所示。

表 8.18 透传参数数据结构

1B	1B	NB	1B
通信方式 (表 7.2)	目标地址长度 (表 7.4)	目标地址	帧间隔 (ms)

8.27.1 读取

读取时，返回当前的配置参数。

1. 命令

	...	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	...
BIT	...	00	0	0	-	-	...

BYTE	...	00	1B	-	...
------	-----	----	----	---	-----

2. 应答

	...	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	...
BIT	...	01	0	0	-	-	...
BYTE	...	04			1B	透传参数	...

3. 示例

通信类型：单播

远程短地址：0x0002

透传参数：通信方式 0x00（单播），目标地址长度 2（短地址），目标地址 0x0001，帧间隔 10ms

● 发送命令

	帧头	通信类型	地址深度	地址	帧数据长度	帧数据	附加信息标识	帧校验码
BIT	-	-	-	-	-	-	-	-
BYTE	7E	00	01	02 00 02	00 03	帧数据	00	

帧数据					
帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据
-	0	0	0	-	-
00	00			1B	--

● 接收应答

	帧头	通信类型	地址深度	地址	帧数据长度	帧数据	附加信息标识	帧校验码
BIT	-	-	-	-	-	-	-	-
BYTE	7E	00	01	02 00 02	00 08	帧数据	00	

帧数据						
帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	
BIT	-	01	0	0	-	
BYTE	00	04			1B	00 02 00 01 0A

8.27.2 写入

1. 命令

	...	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	...
BIT	...	00	0	1	-	-	...
BYTE	...	01			1B	透传参数	...

2. 应答

	...	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	...
BIT	...	01	0	1	-	-	...
BYTE	...	05			1B	-	...

3. 示例

通信类型：单播

远程短地址：0x0002

透传参数：通信方式 0x00（单播），目标地址长度 2（短地址），目标地址 0x0001，帧间隔 10ms

- 发送命令

	帧头	通信类型	地址深度	地址	帧数据长度	帧数据	附加信息标识	帧校验码
BIT	-	-	-	-	-	-	-	-
BYTE	7E	00	01	02 00 02	00 08	帧数据	00	

帧数据						
	帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据
BIT	-	00	0	1	-	-
BYTE	00	01			1B	00 02 00 01 0A

- 接收应答

	帧头	通信类型	地址深度	地址	帧数据长度	帧数据	附加信息标识	帧校验码
BIT	-	-	-	-	-	-	-	-
BYTE	7E	00	01	02 00 02	00 03	帧数据	00	

帧数据						
	帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据
BIT	-	01	0	1	-	-
BYTE	00	05			1B	-

8.28 开始升级（1C）

8.28.1 写入

开始升级命令，通知设备即将进行固件升级，命令参数为新固件相关信息，如表 8.19 所示。

表 8.19 开始升级命令参数

16B	2B	4B	4B
升级 ID	固件校验码	存放位置	固件大小

- 升级 ID

本次升级操作的识别码，由发起方生成，用于后续续传时进行固件识别。

- 固件校验码

固件整体校验码，CRC16 格式，具体如伪代码程序清单 8.1 所示。

程序清单 8.1 CRC16 校验码计算

```
static uint16_t __halCommonCrc16(uint8_t newByte, uint16_t prevResult)
{
    prevResult = ((uint16_t)(prevResult >> 8)) | ((uint16_t)(prevResult << 8));
```



```

prevResult ^= newByte;
prevResult ^= (prevResult & 0xff) >> 4;
prevResult ^= (uint16_t)(((uint16_t)(prevResult << 8)) << 4);

prevResult ^=
    ((uint8_t)(((uint8_t)(prevResult & 0xff) << 5) |
    ((uint16_t)((uint16_t)((uint8_t)((uint8_t)(prevResult & 0xff) >> 3))
    << 8)));

return prevResult;
}

static uint16_t halCommonCrc16(uint8_t *p_data, uint32_t size)
{
    uint16_t crc = 0;

    for (uint32_t i = 0; i < size; ++i) {
        crc = __halCommonCrc16(p_data[i], crc);
    }

    return crc;
}

```

- 存放位置
指示固件存放的具体位置（物理地址或是虚拟句柄），为可选参数。
- 固件大小
固件占用字节数。

设备收到开始升级命令后，需将当前设备的通信信息和固件接收情况通过应答帧返回，具体应答数据结构如表 8.20 所示。

表 8.20 开始升级应答数据结构

2B	2B	2B
包数据长度	已收包数量	期望包序号

- 包数据长度
后续每一次固件传输的数据量，不得超过该数据量，实际数据量不足时，以 0 填充。
- 已收包数量
设备已接收该固件（以升级 ID 作为依据）的包数量。
- 期望包序号
期望下包固件数据的序号（以包数据长度为单位）。

1. 命令

	...	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	...
BIT	...	00	0	1	-	-	...
BYTE	...	01			1C	升级参数	...

2. 应答

	...	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	...
BIT	...	01	0	1	-	-	...
BYTE	...	05			1C	-	...

3. 示例

通信类型：单播

远程短地址：0x0002

升级参数：

参数	值	Hex
升级 ID	“0123456789ABCDEF”	30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 41 42 43 44 45 46
固件验证码	0xCA78	CA 78
存放位置	0x80000000	80 00 00 00
固件大小	262144 Bytes	00 04 00 00

应答数据：

参数	值	Hex
包数据长度	128	00 80
已收包数量	10	00 0A
期望包序号	10	00 0A

● 发送命令

	帧头	通信类型	地址深度	地址	帧数据长度	帧数据	附加信息标识	帧校验码
BIT	-	-	-	-	-	-	-	-
BYTE	7E	00	01	02 00 02	00 1D	帧数据	00	

帧数据						
	帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据
BIT	-	00	0	1	-	-
BYTE	00	01			1C	30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 41 42 43 44 45 46 CA 78 80 00 00 00 00 04 00 00

● 接收应答

	帧头	通信类型	地址深度	地址	帧数据长度	帧数据	附加信息标识	帧校验码
BIT	-	-	-	-	-	-	-	-
BYTE	7E	00	01	02 00 02	00 09	帧数据	00	

帧数据						
	帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据
BIT	-	01	0	1	-	-
BYTE	00	05			1C	00 80 00 0A 00 0A

8.29 固件传输 (1D)

8.29.1 写入

向设备发送升级固件的数据，每次发送数据量，以开始升级命令的应答结果（帧数据长度）为准，不得超过，少于该长度时，以 0 进行填充，固件传输数据结构如表 8.21 所示。

表 8.21 固件传输数据结构

2B	NB
固件包序号	固件数据

- 固件包序号
本次传输的固件数据的包序号（以包数据长度为单位）。
- 固件数据
固件包数据。

设备收到固件传输帧后，需通过应答告知其所期望的下一包数据序号（如已无需要的包序号，即已经完成固件传输，则应答 0xFFFF）。

表 8.22 固件传输应答数据结构

2B
期望帧序号

1. 命令

	...	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	...
BIT	...	00	0	1	-	-	...
BYTE	...	01			1D	固件数据	...

2. 应答

	...	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	...
BIT	...	01	0	1	-	-	...
BYTE	...	05			1D	-	...

3. 示例

通信类型：单播

远程短地址：0x0002

固件数据：

参数	值	Hex
包序号	10	00 0A
固件数据	0x11 0x22 0x33 0x44 0x55	11 22 33 44 55

应答数据:

参数	值	Hex
期望帧序号	11	00 0B

● 发送命令

	帧头	通信类型	地址深度	地址	帧数据长度	帧数据	附加信息标识	帧校验码
BIT	-	-	-	-	-	-	-	-
BYTE	7E	00	01	02 00 02	00 0A	帧数据	00	

帧数据						
	帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据
BIT	-	00	0	1	-	-
BYTE	00	01			1D	00 0A 11 22 33 44 55

● 接收应答

	帧头	通信类型	地址深度	地址	帧数据长度	帧数据	附加信息标识	帧校验码
BIT	-	-	-	-	-	-	-	-
BYTE	7E	00	01	02 00 02	00 05	帧数据	00	

帧数据						
	帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据
BIT	-	01	0	1	-	-
BYTE	00	05			1D	00 0B

8.30 结束升级 (1E)

8.30.1 写入

通知设备结束本轮升级，并携带一个参数用于指示设备对新固件的下一步处理，参数数据结构如表 8.23 所示。

表 8.23 结束升级命令参数结构

1B	
0x01	立即生效 (自动复位)
0x02	延后生效 (手动复位)，模块不支持
0x03	取消本次升级

1. 命令

	...	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	...
BIT	...	00	0	1	-	-	...
BYTE	...	01			1E	选项	...

2. 应答

	...	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	...
BIT	...	01	0	1	-	-	...

BYTE	...	05	1E	-	...
------	-----	----	----	---	-----

3. 示例

通信类型：单播

远程短地址：0x0002

操作选项：

参数	值	Hex
立即生效	0x01	01

● 发送命令

	帧头	通信类型	地址深度	地址	帧数据长度	帧数据	附加信息标识	帧校验码
BIT	-	-	-	-	-	-	-	-
BYTE	7E	00	01	02 00 02	00 04	帧数据	00	

帧数据						
	帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据
BIT	-	00	0	1	-	-
BYTE	00	01			1E	01

● 接收应答

	帧头	通信类型	地址深度	地址	帧数据长度	帧数据	附加信息标识	帧校验码
BIT	-	-	-	-	-	-	-	-
BYTE	7E	00	01	02 00 02	00 03	帧数据	00	

帧数据						
	帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据
BIT	-	01	0	1	-	-
BYTE	00	05			1E	-

8.31 白名单 (1F)

白名单用于

8.31.1 读取

读取时，指定名单起始编号和数量，设备返回对应名单 MAC 地址。命令参数如表 8.24 所示，应答数据如表 8.25 所示。

表 8.24 读取白名单命令参数

2B	2B
起始编号 (I)	名单数量 (N)

表 8.25 读取白名单应答数据

8B	...	8B
MAC 地址[I]	...	MAC 地址[I+N]

1. 命令

...	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	...
BIT	00	0	0	-	-	...
BYTE	00			1F	白名单需求	...

2. 应答

...	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	...
BIT	01	0	0	-	-	...
BYTE	04			1F	白名单	...

3. 示例

通信类型：单播

本地主机短地址：0x2000

命令参数：

参数	值	Hex
起始编号	10	00 0A
名单数量	3	00 03

应答数据：

参数	值
白名单-10	11 22 33 44 55 66 77 88
白名单-11	01 02 03 04 05 06 07 08
白名单-12	AA BB CC DD EE FF 00 11

● 发送命令

	帧头	通信类型	地址深度	地址	帧数据长度	帧数据	附加信息标识	帧校验码
BIT	-	-	-	-	-	-	-	-
BYTE	7E	00	01	02 20 00	00 07	帧数据	00	

帧数据					
帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据
-	0	0	0	-	-
00	00			1F	00 0A 00 03

● 接收应答

	帧头	通信类型	地址深度	地址	帧数据长度	帧数据	附加信息标识	帧校验码
BIT	-	-	-	-	-	-	-	-
BYTE	7E	00	01	02 00 02	00 1B	帧数据	00	

帧数据						
	帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据
BIT	-	01	0	0	-	-
BYTE	00	04		1F	11 22 33 44 55 66 77 88 01 02 03 04 05 06 07 08 AA BB CC DD EE FF 00 11	

8.31.2 写入

写入时，命令参数由一个字节的操作码和白名单数据组成，如表 8.26 所示。

表 8.26 写入白名单命令参数

操作	1B	8B	...	8B
添加白名单	0x00	MAC 地址 0	...	MAC 地址 N
删除白名单	0x01	MAC 地址 0	...	MAC 地址 N
清空白名单	0x02	-	-	-

1. 命令

	...	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	...
BIT	...	00	0	1	-	-	...
BYTE	...	01		1F	白名单操作	...	

2. 应答

	...	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	...
BIT	...	01	0	1	-	-	...
BYTE	...	05		1F	-	...	

3. 示例

通信类型：单播

本地主机短地址：0x2000

命令参数：

参数	Hex
添加白名单	00
白名单 0	11 22 33 44 55 66 77 88
白名单 1	01 02 03 04 05 06 07 08
白名单 2	AA BB CC DD EE FF 00 11

● 发送命令

	帧头	通信类型	地址深度	地址	帧数据长度	帧数据	附加信息标识	帧校验码
BIT	-	-	-	-	-	-	-	-
BYTE	7E	00	01	02 20 00	00 1C	帧数据	00	

帧数据						
	帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据
BIT	-	00	0	1	-	-
BYTE	00	01			1F	00 11 22 33 44 55 66 77 88 01 02 03 04 05 06 07 08 AA BB CC DD EE FF 00 11

● 接收应答

	帧头	通信类型	地址深度	地址	帧数据长度	帧数据	附加信息标识	帧校验码
BIT	-	-	-	-	-	-	-	-
BYTE	7E	00	01	02 00 02	00 03	帧数据	00	

帧数据						
	帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据
BIT	-	01	0	1	-	-
BYTE	00	05			1F	-

8.32 白名单使能（20）

指示设备中已配置好的白名单是否生效，命令参数和应答数据由一个字节构成，如表 8.27 所示。

表 8.27 白名单使能数据结构

1B	
0x00	禁止
0x01	使能

8.32.1 读取

读取时，返回设备的白名单使能状态，如表 8.27 所示。

1. 命令

	...	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	...
BIT	...	00	0	0	-	-	...
BYTE	...	00			20	-	...

2. 应答

	...	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	...
BIT	...	01	0	0	-	-	...
BYTE	...	04			20	使能状态	...

3. 示例

通信类型：单播

本地主机短地址：0x2000

应答数据：

参数	值	Hex
使能状态	1	01

- 发送命令

	帧头	通信类型	地址深度	地址	帧数据长度	帧数据	附加信息标识	帧校验码
BIT	-	-	-	-	-	-	-	-
BYTE	7E	00	01	02 20 00	00 03	帧数据	00	

帧数据					
帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据
-	0	0	0	-	-
00	00			20	-

- 接收应答

	帧头	通信类型	地址深度	地址	帧数据长度	帧数据	附加信息标识	帧校验码
BIT	-	-	-	-	-	-	-	-
BYTE	7E	00	01	02 20 00	00 04	帧数据	00	

帧数据					
帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据
BIT	-	01	0	0	-
BYTE	00	04		20	01

8.3.2.2 写入

写入时，命令参数由一个字节的使能控制构成，如表 8.27 所示。

1. 命令

	...	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	...
BIT	...	00	0	1	-	-	...
BYTE	...	01			20	使能控制	...

2. 应答

	...	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	...
BIT	...	01	0	1	-	-	...
BYTE	...	05			20	-	...

3. 示例

通信类型：单播

本地主机短地址：0x0002

命令参数：

参数	值	Hex
使能控制	1	01

- 发送命令

	帧头	通信类型	地址深度	地址	帧数据长度	帧数据	附加信息标识	帧校验码
BIT	-	-	-	-	-	-	-	-
BYTE	7E	00	01	02 20 00	00 04	帧数据	00	

帧数据						
	帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据
BIT	-	00	0	1	-	-
BYTE	00	01			20	01

- 接收应答

	帧头	通信类型	地址深度	地址	帧数据长度	帧数据	附加信息标识	帧校验码
BIT	-	-	-	-	-	-	-	-
BYTE	7E	00	01	02 20 00	00 03	帧数据	00	

帧数据						
	帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据
BIT	-	01	0	1	-	-
BYTE	00	05			20	-

8.33 中继白名单 (21)

8.33.1 读取

读取时，指定名单起始编号和数量，设备返回对应名单短地址。命令参数如表 8.28 所示，应答数据如表 8.29 所示。

表 8.28 读取中继白名单命令参数

2B	2B
起始编号 (I)	名单数量 (N)

表 8.29 读取中继白名单应答数据

2B	...	2B
短地址[I]	...	短地址[I+N]

1. 命令

	...	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	...
BIT	...	00	0	0	-	-	...
BYTE	...	00			21	中继白名单需求	...

2. 应答

	...	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	...
BIT	...	01	0	0	-	-	...
BYTE	...	04			21	中继白名单	...

3. 示例

通信类型：单播

远程短地址：0x0002

命令参数：

参数	值	Hex
起始编号	10	00 0A
名单数量	3	00 03

应答数据：

参数	值	Hex
白名单-10	0x0001	00 01
白名单-11	0x0005	00 05
白名单-12	0x0300	00 03

● 发送命令

	帧头	通信类型	地址深度	地址	帧数据长度	帧数据	附加信息标识	帧校验码
BIT	-	-	-	-	-	-	-	-
BYTE	7E	00	01	02 00 02	00 07	帧数据	00	

帧数据					
帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据
-	0	0	0	-	-
00	00			21	00 0A 00 03

● 接收应答

	帧头	通信类型	地址深度	地址	帧数据长度	帧数据	附加信息标识	帧校验码
BIT	-	-	-	-	-	-	-	-
BYTE	7E	00	01	02 00 02	00 09	帧数据	00	

帧数据					
帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据
-	01	0	0	-	-
00	04			21	00 01 00 05 00 03

8.33.2 写入

写入时，命令参数由一个字节的操作码和白名单数据组成，如表 8.30 所示。

表 8.30 写入中继白名单命令参数

操作	1B	2B	...	2B
添加白名单	0x00	短地址 0	...	短地址 N
删除白名单	0x01	短地址 0	...	短地址 N
清空白名单	0x02	-	-	-

1. 命令

...	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	...
BIT	00	0	1	-	-	...
BYTE	01			21	白名单操作	...

2. 应答

...	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	...
BIT	01	0	1	-	-	...
BYTE	05			21	-	...

3. 示例

通信类型：单播

远程短地址：0x0002

命令参数：

参数	值	Hex
添加白名单	0	00
白名单 0	0x0001	00 01
白名单 1	0x0005	00 05
白名单 2	0x0003	00 03

● 发送命令

	帧头	通信类型	地址深度	地址	帧数据长度	帧数据	附加信息标识	帧校验码
BIT	-	-	-	-	-	-	-	-
BYTE	7E	00	01	02 00 02	00 0A	帧数据	00	

帧数据						
帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	
BIT	-	00	0	1	-	-
BYTE	00	01			21	00 00 01 00 05 00 03

● 接收应答

	帧头	通信类型	地址深度	地址	帧数据长度	帧数据	附加信息标识	帧校验码
BIT	-	-	-	-	-	-	-	-
BYTE	7E	00	01	02 00 02	00 03	帧数据	00	

帧数据						
帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	
BIT	-	01	0	1	-	-
BYTE	00	05			21	-

8.34 中继白名单使能 (22)

指示中继设备中已配置好的中继白名单是否生效，命令参数和应答数据由一个字节构

成，如表 8.31 所示。

表 8.31 中继白名单使能数据结构

1B	
0x00	禁止
0x01	使能

8.34.1 读取

读取时，返回设备的中继白名单使能状态，如表 8.27 所示。

1. 命令

	...	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	...
BIT	...	00	0	0	-	-	...
BYTE	...	00			22	-	...

2. 应答

	...	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	...
BIT	...	01	0	0	-	-	...
BYTE	...	04			22	使能状态	...

3. 示例

通信类型：单播

远程短地址：0x0002

应答数据：

参数	值	Hex
使能状态	1	01

● 发送命令

	帧头	通信类型	地址深度	地址	帧数据长度	帧数据	附加信息标识	帧校验码
BIT	-	-	-	-	-	-	-	-
BYTE	7E	00	01	02 00 02	00 03	帧数据	00	

帧数据					
帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据
-	0	0	0	-	-
00	00			22	-

● 接收应答

	帧头	通信类型	地址深度	地址	帧数据长度	帧数据	附加信息标识	帧校验码
BIT	-	-	-	-	-	-	-	-
BYTE	7E	00	01	02 00 02	00 04	帧数据	00	

帧数据					
帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据

BIT	-	01	0	0	-	-
BYTE	00	04			22	01

8.34.2 写入

写入时，命令参数由一个字节的使能控制构成，如表 8.27 所示。

1. 命令

	...	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	...
BIT	...	00	0	1	-	-	...
BYTE	...	01			22	使能控制	...

2. 应答

	...	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	...
BIT	...	01	0	1	-	-	...
BYTE	...	05			22	-	...

3. 示例

通信类型：单播

远程短地址：0x0002

命令参数：

参数	值	Hex
使能控制	1	01

● 发送命令

	帧头	通信类型	地址深度	地址	帧数据长度	帧数据	附加信息标识	帧校验码
BIT	-	-	-	-	-	-	-	-
BYTE	7E	00	01	02 00 02	00 04	帧数据	00	

帧数据						
	帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据
BIT	-	00	0	1	-	-
BYTE	00	01			22	01

● 接收应答

	帧头	通信类型	地址深度	地址	帧数据长度	帧数据	附加信息标识	帧校验码
BIT	-	-	-	-	-	-	-	-
BYTE	7E	00	01	02 00 02	03 00	帧数据	00	

帧数据						
	帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据
BIT	-	01	0	1	-	-
BYTE	00	05			22	-

8.35 附加信息使能（25）

在使能了附件信息后，在模块返回的无线应答帧里会携带附加信息：远端模块发送的信

噪比和 RSSI 值。

附加信息使能，命令参数和应答数据由一个字节构成，如表 8.32 所示。

表 8.32 附加信息使能数据结构

1B	
0x00	禁止
0x01	使能

8.35.1 读取

读取时，返回设备的附加信息使能状态，如表 8.32 所示。

1. 命令

...	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	...	
BIT	...	00	0	0	-	-	...
BYTE	...	00		25	-	...	

2. 应答

...	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	...	
BIT	...	01	0	0	-	-	...
BYTE	...	04		25	使能状态	...	

3. 示例

通信类型：单播

远程短地址：0x0002

应答数据：

参数	值	Hex
使能状态	1	01

● 发送命令

	帧头	通信类型	地址深度	地址	帧数据长度	帧数据	附加信息标识	帧校验码
BIT	-	-	-	-	-	-	-	-
BYTE	7E	00	01	02 00 02	00 03	帧数据	00	

帧数据					
帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据
-	0	0	0	-	-
00	00			25	-

● 接收应答

	帧头	通信类型	地址深度	地址	帧数据长度	帧数据	附加信息标识	帧校验码
BIT	-	-	-	-	-	-	-	-
BYTE	7E	00	01	02 00 02	00 04	帧数据	00	

帧数据

	帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据
BIT	-	01	0	0	-	-
BYTE	00	04			25	01

8.35.2 写入

写入时，命令参数由一个字节的使能控制构成，如表 8.32 所示。

1. 命令

	...	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	...
BIT	...	00	0	1	-	-	...
BYTE	...	01			25	使能控制	...

2. 应答

	...	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	...
BIT	...	01	0	1	-	-	...
BYTE	...	05			25	-	...

3. 示例

通信类型：单播

远程短地址：0x0002

命令参数：

参数	值	Hex
使能控制	1	01

● 发送命令

	帧头	通信类型	地址深度	地址	帧数据长度	帧数据	附加信息标识	帧校验码
BIT	-	-	-	-	-	-	-	-
BYTE	7E	00	01	02 00 02	00 04	帧数据	00	

帧数据						
	帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据
BIT	-	00	0	1	-	-
BYTE	00	01			25	01

● 接收应答

	帧头	通信类型	地址深度	地址	帧数据长度	帧数据	附加信息标识	帧校验码
BIT	-	-	-	-	-	-	-	-
BYTE	7E	00	01	02 00 02	00 03	帧数据	00	

帧数据						
	帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据
BIT	-	01	0	1	-	-
BYTE	00	05			25	-

8.36 自组网使能（26）

模块的自组网功能为一主多从的星形网络拓扑结构，如图 8.1 所示。模块在自组网模式下，主机模块会自动选择周围没有被使用的物理信道形成一个独立的网络，并能自动分配一个唯一的本地网络地址给从机模块，从机模块使用时在使能了自组网功能后就不需要进行任何的配置操作，从机模块在加入网络后就能跟主机进行通讯。一个主机模块最多可连接 100 个从机模块。

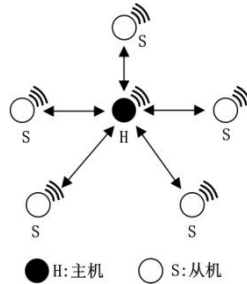


图 8.1 自组网拓扑结构

主机模块有两个工作流程，分别通过JOIN管脚和DETECT管脚控制。

主机的JOIN管脚为IO3（评估板按键SW1），DETECT管脚为IO4（评估板按键SW2）。

当JOIN管脚为低电平时，主机模块工作在组网模式，此时主机模块允许从机模块加入网络，当JOIN管脚变为高电平时，主机模块进入正常工作流程，此时从机模块不能再加入网络。

当主机模块检测到DETECT管脚有大于3秒的低电平时，主机模块工作在重新获取网络参数模式，此时主机模块会重新随机生成物理信道和调制参数，并检测新生成的物理信道和调制参数是否已被其他网络使用，如果已经有网络在使用，则重新生成。

注意：主机模块在重新生成物理信道和调制参数后，需要把该主机下的所有从机都需要执行入网操作。

主机模块组网模式的工作流程为：

1. 把模块使能自组网功能，并配置为主机模块；当主机模块检测到JOIN管脚为低电平时，主机模块进入组网模式，允许从机模块加入网络；如果检测到JOIN管脚为高电平，主机模块使用存储的物理信道和调制参数进入正常的工作状态。
2. 主机模块在组网模式使用默认的物理信道和调制参数运行，接受从机模块的入网请求。
3. 主机模块如果接收到从机模块的入网请求，把已随机获取到的物理信道、调制参数、给该从机分配的唯一本地网络地址和主机的网络地址发送给从机模块。
4. 主机模块在组网状态期间如果JOIN管脚变为高电平，主机模块结束接受从机的入网请求，退出组网状态，主机模块使用随机获取到的物理信道和调制参数进入正常的工作状态。
5. 主机模块在组网状态下STATE灯常亮。
6. 主机模块在正常工作状态下如果没有从机节点连接STATE灯间隔3秒双闪，在有从机节点连接后STATE灯间隔3秒单闪。

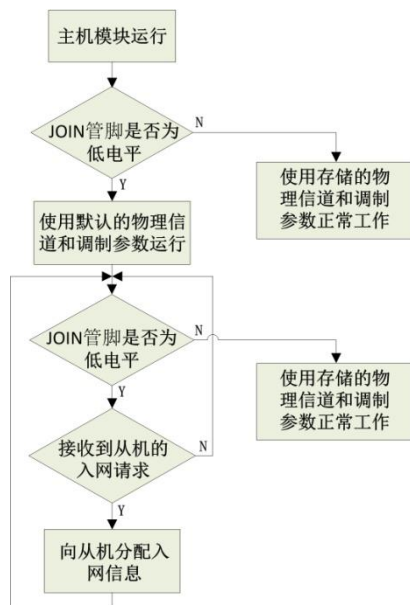


图 8.2 主机模块组网工作流程

主机模块重获取网络参数的工作流程为：

1. 主机模块检测到DETECT管脚有大于3秒的低电平时，主机模块进入重获取网络参数状态。
2. 主机模块随机生成一个物理信道和调制参数，然后使用生成的物理信道和调制参数组成的网络发送网络检测包，如果收到应答说明该物理信道和调制参数有其他网络在使用，重复步骤2，如果没有收到应答则认为该物理信道和调制参数空闲，可以使用，把生成的物理信道和调制参数进行存储，主机模块并随机生成一个本地网络地址，用于主机模块在正常工作状态时使用。
3. 主机模块在重获取网络参数后，会把存储的所有从机信息删除。

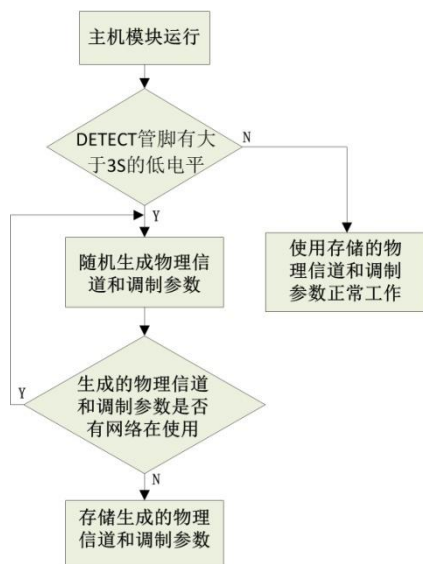


图 8.3 主机模块重获取网络参数工作流程

从机模块的工作流程：

从机模块有两个工作模式，一个是入网申请，一个是退网申请，通过JOIN管脚的电平状

态决定工作模式。当JOIN管脚为低电平，低电平持续时间在3秒以下（短低电平）时，从机模块工作在入网申请状态；当JOIN管脚为低电平，低电平持续时间在3秒以上（长低电平）时，从机模块工作在退网申请状态；如果JOIN管脚为高电平，从机模块使用存储的物理信道和调制参数进入正常工作状态。

从机的JOIN管脚为IO3（评估板按键SW1）。

入网申请：

1. 把模块使能自组网功能，并配置为从机模块；当从机模块检测到JOIN管脚为低电平，且低电平持续时间小于3秒（短低电平）时从机模块进入入网申请状态；如果JOIN管脚为高电平，从机模块使用存储的物理信道和调制参数进入正常工作状态。
2. 从机模块进入入网申请状态后，使用默认的物理信道和调制参数运行，并向主机模块发起入网请求。
3. 从机模块如果接收到主机模块的入网申请应答，则结束入网请求，否则向主机模块重传入网申请请求。
4. 从机模块入网成功后，从机模块将从主机模块获取到网络使用的物理信道、调制参数、从机网络地址和主机网络地址，从机模块把获取到的物理信道、调制参数和从机网络地址存储，并使用这三个新的网络参数进入正常的工作状态，从机的目标地址配置为主机的网络地址。
5. 从机模块在入网申请状态时，STATE灯长亮。
6. 从机模块在正常工作状态时，从机模块未入网时STATE灯间隔3秒双闪，在入网后STATE灯间隔3秒单闪。

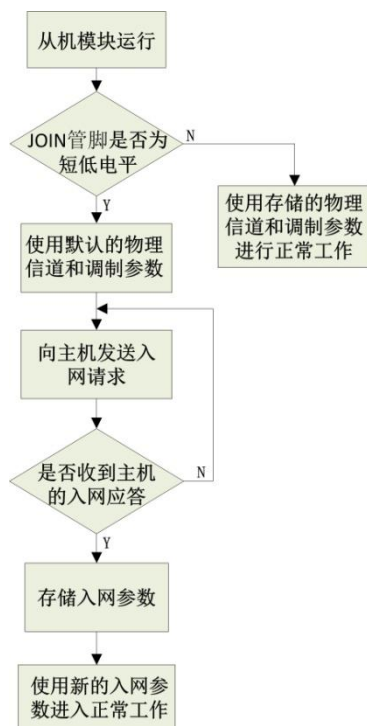


图 8.4 从机模块入网流程

退网申请：

1. 当从机模块检测到JOIN管脚为低电平，且低电平持续时间大于3秒（长低电平）时从机模块进入退网申请状态；如果JOIN管脚为高电平，从机模块使用存储的物理信

道和调制参数进入正常工作状态。

2. 从机模块向主机模块发起退网申请。
3. 主机模块在接收到从机模块的退网申请时，把从机模块的信息从主机上删除，并向从机模块回应退网成功应答。
4. 从机模块如果没有接收到主机的退网应答，从机模块把存储的入网参数删除，并使用默认的参数运行。

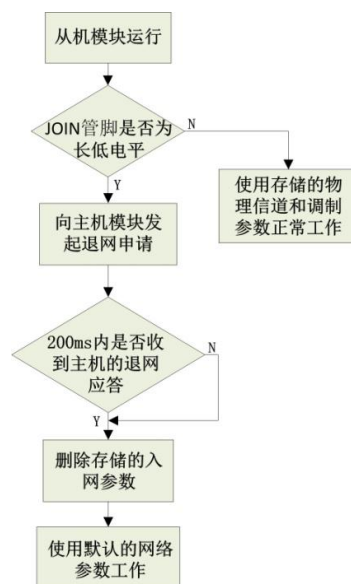


图 8.5 从机模块退网流程

自组网使能命令参数和应答数据由一个字节构成，如表 8.33 所示。

表 8.33 自组网使能数据结构

1B	
0x00	禁止
0x01	使能

8.36.1 读取

读取时，返回设备的自组网使能状态，如表 8.33 所示。

1. 命令

	...	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	...
BIT	...	00	0	0	-	-	...
BYTE	...	00			26	-	...

2. 应答

	...	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	...
BIT	...	01	0	0	-	-	...
BYTE	...	04			26	使能状态	...

3. 示例

通信类型：单播

远程短地址：0x0002

应答数据:

参数	值	Hex
使能状态	1	01

- 发送命令

	帧头	通信类型	地址深度	地址	帧数据长度	帧数据	附加信息标识	帧校验码
BIT	-	-	-	-	-	-	-	-
BYTE	7E	00	01	02 00 02	00 03	帧数据	00	

帧数据					
帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据
-	0	0	0	-	-
00	00			26	-

- 接收应答

	帧头	通信类型	地址深度	地址	帧数据长度	帧数据	附加信息标识	帧校验码
BIT	-	-	-	-	-	-	-	-
BYTE	7E	00	01	02 00 02	00 04	帧数据	00	

帧数据						
帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	
BIT	-	01	0	0	-	
BYTE	00	04			26	01

8.36.2 写入

写入时，命令参数由一个字节的使能控制构成，如表 8.33 所示。

1. 命令

	...	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	...
BIT	...	00	0	1	-	-	...
BYTE	...	01			26	使能控制	...

2. 应答

	...	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	...
BIT	...	01	0	1	-	-	...
BYTE	...	05			26	-	...

3. 示例

通信类型：单播

远程短地址：0x0002

命令参数：

参数	值	Hex
使能控制	1	01

- 发送命令

	帧头	通信类型	地址深度	地址	帧数据长度	帧数据	附加信息标识	帧校验码
BIT	-	-	-	-	-	-	-	-
BYTE	7E	00	01	02 00 02	00 04	帧数据	00	

帧数据						
	帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据
BIT	-	00	0	1	-	-
BYTE	00	01			26	01

- 接收应答

	帧头	通信类型	地址深度	地址	帧数据长度	帧数据	附加信息标识	帧校验码
BIT	-	-	-	-	-	-	-	-
BYTE	7E	00	01	02 00 02	00 03	帧数据	00	

帧数据						
	帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据
BIT	-	01	0	1	-	-
BYTE	00	05			26	-

8.37 建立网络 (27)

自组网主机支持使用 DETECT 建立一个新的网络，也支持使用命令建立一个新的网络。该命令无命令参数，设备类型为主机设备时有效。

8.37.1 写入

写入时无命令参数。

1. 命令

	...	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	...
BIT	...	00	0	1	-	-	...
BYTE	...	01			27		...

2. 应答

	...	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	...
BIT	...	01	0	1	-	-	...
BYTE	...	05			27	-	...

3. 示例

通信类型：单播

远程短地址：0x0002

- 发送命令

	帧头	通信类型	地址深度	地址	帧数据长度	帧数据	附加信息标识	帧校验码
BIT	-	-	-	-	-	-	-	-
BYTE	7E	00	01	02 00 02	00 03	帧数据	00	

帧数据						
	帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据
BIT	-	00	0	1	-	-
BYTE	00	01			27	-

● 接收应答

	帧头	通信类型	地址深度	地址	帧数据长度	帧数据	附加信息标识	帧校验码
BIT	-	-	-	-	-	-	-	-
BYTE	7E	00	01	02 00 02	00 03	帧数据	00	

帧数据						
	帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据
BIT	-	01	0	1	-	-
BYTE	00	05			27	-

8.38 加入网络 (28)

从机模块除了可以使用 JOIN 管脚控制加入网络，也可以使用命令的方式让从机加入网络。该命令的参数指定从机加入网络的超时时间。单位为 ms。

当给从机发送了加入网络命令后，从机开始向主机发送加入网络申请，在从机加入了网络或加入网络超时，从机退出加入网络的操作。

加入网络命令参数和应答数据由四个字节构成，如表 8.34 所示。

表 8.34 加入网络数据结构

4B
加入网络时间

8.38.1 写入

写入时，命令参数由四个字节的加入网络时间构成，如表 8.34 所示。

1. 命令

	...	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	...
BIT	...	00	0	1	-	-	...
BYTE	...	01			28	加入网络时间	...

2. 应答

	...	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	...
BIT	...	01	0	1	-	-	...
BYTE	...	05			28	-	...

3. 示例

通信类型：单播

远程短地址：0x0002

命令参数：加入网络时间 5000ms

● 发送命令

	帧头	通信类型	地址深度	地址	帧数据长度	帧数据	附加信息标识	帧校验码
BIT	-	-	-	-	-	-	-	-
BYTE	7E	00	01	02 00 02	00 07	帧数据	00	

帧数据						
	帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据
BIT	-	00	0	1	-	-
BYTE	00	01			28	00 00 13 88

- 接收应答

	帧头	通信类型	地址深度	地址	帧数据长度	帧数据	附加信息标识	帧校验码
BIT	-	-	-	-	-	-	-	-
BYTE	7E	00	01	02 00 02	00 03	帧数据	00	

帧数据						
	帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据
BIT	-	01	0	1	-	-
BYTE	00	05			28	-

8.39 允许加入网络 (29)

主机模块除了可以使用 IO 口控制主机允许从机加入网络，也可以使用命令的方式使能主机允许从机加入网络。该命令的参数指定允许加入网络开启的窗口时间。单位为 ms。

当给主机发送了允许加入网络命令后，主机开始接受从机的入网请求，到达允许加入网络开启的窗口时间后，主机不再接受从机的入网请求，进入正常的工作状态。

加入网络命令参数和应答数据由四个字节构成，如表 8.35 所示。

表 8.35 加入网络数据结构

4B
加入网络时间

8.39.1 写入

写入时，命令参数由四个字节的加入网络时间构成，如表 8.35 所示。

1. 命令

	...	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	...
BIT	...	00	0	1	-	-	...
BYTE	...	01			29	加入网络时间	...

2. 应答

	...	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	...
BIT	...	01	0	1	-	-	...
BYTE	...	05			29	-	...

3. 示例

通信类型：单播

远程短地址：0x0002

命令参数：加入网络时间 5000ms

● 发送命令

	帧头	通信类型	地址深度	地址	帧数据长度	帧数据	附加信息标识	帧校验码
BIT	-	-	-	-	-	-	-	-
BYTE	7E	00	01	02 00 02	00 07	帧数据	00	

帧数据						
	帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据
BIT	-	00	0	1	-	-
BYTE	00	01			29	00 00 13 88

● 接收应答

	帧头	通信类型	地址深度	地址	帧数据长度	帧数据	附加信息标识	帧校验码
BIT	-	-	-	-	-	-	-	-
BYTE	7E	00	01	02 00 02	00 03	帧数据	00	

帧数据						
	帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据
BIT	-	01	0	1	-	-
BYTE	00	05			29	-

8.40 查询网络状态 (2A)

通过该命令可查询到在自组网模式下主机或从机当前的状态，状态如表 8.36 所示。

表 8.36 主从机状态

值	状态
0x00	无网络（离网状态）
0x01	正在加入（建立）网络
0x02	已加入（建立）网络

8.40.1 读取

读取时，返回设备的网络状态状态，如表 8.36 所示。

1. 命令

	...	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	...
BIT	...	00	0	0	-	-	...
BYTE	...	00			2A	-	...

2. 应答

	...	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	...
BIT	...	01	0	0	-	-	...
BYTE	...	04			2A	网络状态	...

3. 示例

通信类型：单播

远程短地址：0x0002

应答数据：已加入（建立）网络 0x02

● 发送命令

	帧头	通信类型	地址深度	地址	帧数据长度	帧数据	附加信息标识	帧校验码
BIT	-	-	-	-	-	-	-	-
BYTE	7E	00	01	02 00 02	00 03	帧数据	00	

帧数据					
帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据
-	0	0	0	-	-
00	00			2A	-

● 接收应答

	帧头	通信类型	地址深度	地址	帧数据长度	帧数据	附加信息标识	帧校验码
BIT	-	-	-	-	-	-	-	-
BYTE	7E	00	01	02 00 02	00 04	帧数据	00	

帧数据						
帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	
BIT	-	01	0	0	-	
BYTE	00	04			2A	02

8.41 深度休眠（2B）

向模块发送深度休眠命令模块进入深度休眠状态。操作该命令跟使用 SLEEP 引脚让模块进入深度休眠的功能一样。

8.41.1 写入

写入时无命令参数。

1. 命令

	...	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	...
BIT	...	00	0	1	-	-	...
BYTE	...	01			2B		...

2. 应答

	...	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	...
BIT	...	01	0	1	-	-	...
BYTE	...	05			2B	-	...

3. 示例

通信类型：单播

远程短地址：0x0002

命令参数：

● 发送命令

	帧头	通信类型	地址深度	地址	帧数据长度	帧数据	附加信息标识	帧校验码
BIT	-	-	-	-	-	-	-	-
BYTE	7E	00	01	02 00 02	00 03	帧数据	00	

帧数据						
	帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据
BIT	-	00	0	1	-	-
BYTE	00	01			2B	

● 接收应答

	帧头	通信类型	地址深度	地址	帧数据长度	帧数据	附加信息标识	帧校验码
BIT	-	-	-	-	-	-	-	-
BYTE	7E	00	01	02 00 02	00 03	帧数据	00	

帧数据						
	帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据
BIT	-	01	0	1	-	-
BYTE	00	05			2B	-

8.42 空中速率等级 (30)

空中速率等级：值为 1~10，对应的用户等效空中速率如表 8.37 所示。

表 8.37 空中速率等级设置值

设置值	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
等效速率 (bps)	152	280	530	1050	2000	3500	6000	12000	24000	48000

注意：

1. 使用速率 10 时，不建议使用相邻信道。
2. ZSL420 只能使用 5~10 的速率等级。

8.42.1 读取

1. 命令

...	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	...
BIT	00	0	0	-	-	...
BYTE	00			30	-	...

2. 应答

...	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	...
BIT	01	0	0	-	-	...
BYTE	04			30	信道	...

3. 示例

通信类型：单播

远程短地址：0x0002

远程速率等级：0x06

● 发送命令

	帧头	通信类型	地址深度	地址	帧数据长度	帧数据	附加信息标识	帧校验码
BIT	-	-	-	-	-	-	-	-
BYTE	7E	00	01	02 00 02	00 03	帧数据	00	

帧数据						
	帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据
BIT	-	0	0	0	-	-
BYTE	00	00			30	-

● 接收应答

	帧头	通信类型	地址深度	地址	帧数据长度	帧数据	附加信息标识	帧校验码
BIT	-	-	-	-	-	-	-	-
BYTE	7E	00	01	02 00 02	00 04	帧数据	00	

帧数据						
	帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据
BIT	-	01	0	0	-	-
BYTE	00	04			30	06

8.42.2 写入

1. 命令

...	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	...
BIT	00	1	1	-	-	...
BYTE	03			30	速率等级	...

2. 应答

...	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	...
BIT	01	0	1	-	-	...
BYTE	05			30	-	...

3. 示例

通信类型：单播

远程短地址：0x0002

远程速率等级：0x07

● 发送命令

	帧头	通信类型	地址深度	地址	帧数据长度	帧数据	附加信息标识	帧校验码
BIT	-	-	-	-	-	-	-	-
BYTE	7E	00	01	02 00 02	00 04	帧数据	00	

帧数据						
	帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据
BIT	-	00	1	1	-	-
BYTE	00	03		30	07	

● 接收应答

	帧头	通信类型	地址深度	地址	帧数据长度	帧数据	附加信息标识	帧校验码
BIT	-	-	-	-	-	-	-	-
BYTE	7E	00	01	02 00 02	00 03	帧数据	00	0

帧数据						
	帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据
BIT	-	01	0	1	-	-
BYTE	00	05		30	-	

8.43 重发次数 (31)

模块发送数据失败重试的次数。重发次数数据结构如表 8.38 所示。

表 8.38 重发次数

1B
重发次数

8.43.1 读取

1. 命令

	...	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	...
BIT	...	00	0	0	-	-	...
BYTE	...	00		31	-

2. 应答

	...	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	...
BIT	...	01	0	0	-	-	...
BYTE	...	04		31	重发次数

3. 示例

通信类型：单播

远程短地址：0x0002

重发次数：0x03

● 发送命令

	帧头	通信类型	地址深度	地址	帧数据长度	帧数据	附加信息标识	帧校验码
BIT	-	-	-	-	-	-	-	-
BYTE	7E	00	01	02 00 02	00 03	帧数据	00	

帧数据						
	帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据
BIT	-	0	0	0	-	-
BYTE	00	00			31	-

● 接收应答

	帧头	通信类型	地址深度	地址	帧数据长度	帧数据	附加信息标识	帧校验码
BIT	-	-	-	-	-	-	-	-
BYTE	7E	00	01	02 00 02	00 04	帧数据	00	

帧数据						
	帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据
BIT	-	01	0	0	-	-
BYTE	00	04			31	03

8.4.3.2 写入

1. 命令

	...	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	...
BIT	...	00	1	1	-	-	...
BYTE	...	03			31	重发次数	...

2. 应答

	...	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	...
BIT	...	01	0	1	-	-	...
BYTE	...	05			31	-	...

3. 示例

通信类型：单播

远程短地址：0x0002

重发次数：0x04

● 发送命令

	帧头	通信类型	地址深度	地址	帧数据长度	帧数据	附加信息标识	帧校验码
BIT	-	-	-	-	-	-	-	-
BYTE	7E	00	01	02 00 02	00 04	帧数据	00	

帧数据						
	帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据
BIT	-	00	1	1	-	-
BYTE	00	03			31	04

- 接收应答

	帧头	通信类型	地址深度	地址	帧数据长度	帧数据	附加信息标识	帧校验码
BIT	-	-	-	-	-	-	-	-
BYTE	7E	00	01	02 00 02	00 03	帧数据	00	0

帧数据						
	帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据
BIT	-	01	0	1	-	-
BYTE	00	05			31	-

8.44 重发间隔 (32)

模块发送数据的超时时间，单位为 ms。重发间隔数据结构如表 8.39 所示。

表 8.39 重发间隔

4B
重发间隔

8.44.1 读取

1. 命令

	...	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	...
BIT	...	00	0	0	-	-	...
BYTE	...	00			32	-	...

2. 应答

	...	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	...
BIT	...	01	0	0	-	-	...
BYTE	...	04			32	重发间隔	...

3. 示例

通信类型：单播

远程短地址：0x0002

重发间隔：500ms

- 发送命令

	帧头	通信类型	地址深度	地址	帧数据长度	帧数据	附加信息标识	帧校验码
BIT	-	-	-	-	-	-	-	-
BYTE	7E	00	01	02 00 02	00 03	帧数据	00	

		帧数据					
		帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据
BIT		-	0	0	0	-	-
BYTE		00	00			32	-

● 接收应答

		帧头	通信类型	地址深度	地址	帧数据长度	帧数据	附加信息标识	帧校验码
BIT		-	-	-	-	-	-	-	-
BYTE		7E	00	01	02 00 02	00 07	帧数据	00	

		帧数据					
		帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据
BIT		-	01	0	0	-	-
BYTE		00	04			32	00 00 01 F4

8.44.2 写入

1. 命令

		...	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	...
BIT		...	00	1	1	-	-	...
BYTE		...	03			32	重发间隔	...

2. 应答

		...	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	...
BIT		...	01	0	1	-	-	...
BYTE		...	05			32	-	...

3. 示例

通信类型：单播

远程短地址：0x0002

重发间隔：500ms

● 发送命令

		帧头	通信类型	地址深度	地址	帧数据长度	帧数据	附加信息标识	帧校验码
BIT		-	-	-	-	-	-	-	-
BYTE		7E	00	01	02 00 02	00 07	帧数据	00	

		帧数据					
		帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据
BIT		-	00	1	1	-	-
BYTE		00	03			32	00 00 01 F4

● 接收应答

		帧头	通信类型	地址深度	地址	帧数据长度	帧数据	附加信息标识	帧校验码
BIT		-	-	-	-	-	-	-	-
BYTE		7E	00	01	02 00 02	00 03	帧数据	00	0

		帧数据				
	帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据
BIT	-	01	0	1	-	-
BYTE	00	05			32	-

8.45 休眠时间 (33)

模块配置了休眠时间，并使能了自动休眠后，模块按照配置的休眠时间定时唤醒进行 CAD 检测

休眠时间数据结构如表 8.40 所示，单位为 ms。

表 8.40 休眠时间

4B
休眠时间

8.45.1 读取

1. 命令

	...	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	...
BIT	...	00	0	0	-	-	...
BYTE	...	00			33	-	...

2. 应答

	...	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	...
BIT	...	01	0	0	-	-	...
BYTE	...	04			33	休眠时间	...

3. 示例

通信类型：单播

远程短地址：0x0002

休眠时间：5000ms

● 发送命令

	帧头	通信类型	地址深度	地址	帧数据长度	帧数据	附加信息标识	帧校验码
BIT	-	-	-	-	-	-	-	-
BYTE	7E	00	01	02 00 02	00 03	帧数据	00	

		帧数据				
	帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据
BIT	-	0	0	0	-	-
BYTE	00	00			33	-

● 接收应答

	帧头	通信类型	地址深度	地址	帧数据长度	帧数据	附加信息标识	帧校验码
BIT	-	-	-	-	-	-	-	-
BYTE	7E	00	01	02 00 02	00 07	帧数据	00	

帧数据						
	帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据
BIT	-	01	0	0	-	-
BYTE	00	04			33	00 00 13 88

8.45.2 写入

1. 命令

	...	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	...
BIT	...	00	1	1	-	-	...
BYTE	...	03			33	休眠时间	...

2. 应答

	...	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	...
BIT	...	01	0	1	-	-	...
BYTE	...	05			33	-	...

3. 示例

通信类型：单播

远程短地址：0x0002

休眠时间：5000ms

- 发送命令

	帧头	通信类型	地址深度	地址	帧数据长度	帧数据	附加信息标识	帧校验码
BIT	-	-	-	-	-	-	-	-
BYTE	7E	00	01	02 00 02	00 07	帧数据	00	

帧数据						
	帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据
BIT	-	00	1	1	-	-
BYTE	00	03			33	00 00 13 88

- 接收应答

	帧头	通信类型	地址深度	地址	帧数据长度	帧数据	附加信息标识	帧校验码
BIT	-	-	-	-	-	-	-	-
BYTE	7E	00	01	02 00 02	00 03	帧数据	00	0

帧数据						
	帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据
BIT	-	01	0	1	-	-
BYTE	00	05			33	-

8.46 前导码时间（34）

模块发送数据时根据前导码时间配置项，在 LoRa 报文里发送相应时间长度的前导码。当前导码时间配置为 0 时只发送 8 个符号长度的前导码，前导码时间默认配置为 0。

配置不同的前导码时间发送数据用于唤醒工作在定时休眠状态的模块，需要注意的是，由于发送数据时发送的前导码的时间必须要大于模块的休眠时间，否则休眠模块有可能接收不到数据。

注意：

休眠的模块会对接收的前导码有一个超时判断，接收过长的前导码会导致接收超时，所以建议把唤醒模块的前导码时间配置成跟休眠模块的休眠时间一样。

各速率等级能够发送的最长前导码的时间如表 8.41 所示。

表 8.41 各速率等级发送的最长前导码时间

速率等级	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
最长前导码时间 (S)	65	65	65	65	65	65	33	16	7	3

前导码时间数据结构如表 8.42 所示，单位为 ms。

表 8.42 前导码时间

4B
前导码时间

8.46.1 读取

1. 命令

	...	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	...
BIT	...	00	0	0	-	-	...
BYTE	...	00			34	-	...

2. 应答

	...	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	...
BIT	...	01	0	0	-	-	...
BYTE	...	04			34	前导码时间	...

3. 示例

通信类型：单播

远程短地址：0x0002

前导码时间：5000ms

● 发送命令

	帧头	通信类型	地址深度	地址	帧数据长度	帧数据	附加信息标识	帧校验码
BIT	-	-	-	-	-	-	-	-
BYTE	7E	00	01	02 00 02	00 03	帧数据	00	

		帧数据					
		帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据
BIT		-	0	0	0	-	-
BYTE		00	00			34	-

● 接收应答

		帧头	通信类型	地址深度	地址	帧数据长度	帧数据	附加信息标识	帧校验码
BIT		-	-	-	-	-	-	-	-
BYTE		7E	00	01	02 00 02	00 07	帧数据	00	

		帧数据					
		帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据
BIT		-	01	0	0	-	-
BYTE		00	04			33	00 00 13 88

8.46.2 写入

1. 命令

		...	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	...
BIT		...	00	1	1	-	-	...
BYTE		...	03			34	前导码时间	...

2. 应答

		...	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	...
BIT		...	01	0	1	-	-	...
BYTE		...	05			34	-	...

3. 示例

通信类型：单播

远程短地址：0x0002

前导码时间：5000ms

● 发送命令

		帧头	通信类型	地址深度	地址	帧数据长度	帧数据	附加信息标识	帧校验码
BIT		-	-	-	-	-	-	-	-
BYTE		7E	00	01	02 00 02	00 07	帧数据	00	

		帧数据					
		帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据
BIT		-	00	1	1	-	-
BYTE		00	03			34	00 00 13 88

● 接收应答

		帧头	通信类型	地址深度	地址	帧数据长度	帧数据	附加信息标识	帧校验码
BIT		-	-	-	-	-	-	-	-
BYTE		7E	00	01	02 00 02	00 03	帧数据	00	0

		帧数据				
	帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据
BIT	-	01	0	1	-	-
BYTE	00	05			34	-

8.47 运行状态 (35)

使用该命令可获取到模块是工作在 Bootloader 里还是在应用里。如果模块固件升级失败模块就会停留在 Bootloader 里，用户可通过串口或无线的方式对模块进行重新升级。

通过该命令可查询到模块的运行状态，状态如表 8.43 所示。

表 8.43 主从机状态

值	状态
0x00	运行在 BootLoader
0x01	运行在应用

8.47.1 读取

1. 命令

	...	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	...
BIT	...	00	0	0	-	-	...
BYTE	...	00			35	-	...

2. 应答

	...	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	...
BIT	...	01	0	0	-	-	...
BYTE	...	04			35	运行状态	...

3. 示例

通信类型：单播

本地短地址：0x0002

运行状态：运行在应用 0x01

● 发送命令

	帧头	通信类型	地址深度	地址	帧数据长度	帧数据	附加信息标识	帧校验码
BIT	-	-	-	-	-	-	-	-
BYTE	7E	00	01	02 00 02	00 03	帧数据	00	

		帧数据				
	帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据
BIT	-	0	0	0	-	-
BYTE	00	00			35	-

● 接收应答

	帧头	通信类型	地址深度	地址	帧数据长度	帧数据	附加信息标识	帧校验码
BIT	-	-	-	-	-	-	-	-
BYTE	7E	00	01	02 00 02	00 04	帧数据	00	

帧数据						
	帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据
BIT	-	01	0	0	-	-
BYTE	00	04			35	01

8.48 查询主机存储的从机信息（37）

在主机端通过发送查询主机存储的从机信息的命令，可查询到加入到网络的从机节点的入网信息。

8.48.1 读取

读取时，指定从机信息起始编号和数量，设备返回对应从机信息。命令参数如表 8.44 所示，应答数据如表 8.45 所示。

表 8.44 读取从机信息命令参数

2B	2B
起始编号 (I)	名单数量 (N)

表 8.45 读取从机信息应答数据

8B	2B	...	8B	2B
MAC 地址[I]	短地址[I]	...	MAC 地址[I+N]	短地址[I+N]

1. 命令

	...	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	...
BIT	...	00	0	0	-	-	...
BYTE	...	00			37	从机信息需求	...

2. 应答

	...	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	...
BIT	...	01	0	0	-	-	...
BYTE	...	04			37	从机信息	...

3. 示例

通信类型：单播

本地短地址：0x2000

命令参数：

参数	值	Hex
起始编号	0	00 03
名单数量	3	00 03

应答数据：

参数	值
从机信息-0	11 22 33 44 55 66 77 88 00 01
从机信息-1	01 02 03 04 05 06 07 08 00 02
从机信息-2	AA BB CC DD EE FF 00 11 00 03

● 发送命令

	帧头	通信类型	地址深度	地址	帧数据长度	帧数据	附加信息标识	帧校验码
BIT	-	-	-	-	-	-	-	-
BYTE	7E	00	01	02 20 00	00 07	帧数据	00	

帧数据					
帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据
-	0	0	0	-	-
00	00			37	00 00 00 03

● 接收应答

	帧头	通信类型	地址深度	地址	帧数据长度	帧数据	附加信息标识	帧校验码
BIT	-	-	-	-	-	-	-	-
BYTE	7E	00	01	02 00 02	00 21	帧数据	00	

帧数据					
帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据
BIT	-	01	0	0	-
BYTE	00	04		37	11 22 33 44 55 66 77 88 00 01 01 02 03 04 05 06 07 08 00 02 AA BB CC DD EE FF 00 11 00 03

8.49 删除主机存储的从机信息（38）

发送删除主机存储的从机信息命令可删除存储在主机里的指定网络地址的从机信息。删除后的网络地址会重新分配给新加入网络的从机。

删除主机存储的从机信息，命令参数和应答数据由两个字节构成，如表 8.46 所示。

表 8.46 从机地址

2B
从机地址

8.49.1 写入

1. 命令

	...	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	...
BIT	...	00	0	1	-	-	...
BYTE	...	01			38	从机地址	...

2. 应答

	...	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	...
BIT	...	01	0	1	-	-	...
BYTE	...	05			38	-	...

3. 示例

通信类型：单播

本地短地址：0x2000

命令参数：从机地址-0x0001

● 发送命令

	帧头	通信类型	地址深度	地址	帧数据长度	帧数据	附加信息标识	帧校验码
BIT	-	-	-	-	-	-	-	-
BYTE	7E	00	01	02 20 00	00 05	帧数据	00	

帧数据						
	帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据
BIT	-	00	0	1	-	-
BYTE	00	01			38	00 01

● 接收应答

	帧头	通信类型	地址深度	地址	帧数据长度	帧数据	附加信息标识	帧校验码
BIT	-	-	-	-	-	-	-	-
BYTE	7E	00	01	02 20 00	00 03	帧数据	00	

帧数据						
	帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据
BIT	-	01	0	1	-	-
BYTE	00	05			38	-

8.50 事件 IO 设置 (39)

模块使能了事件 IO 后，当模块接收到无线数据后，先通过设置的 IO 输出低电平，经过了【串口转发延时】时间后，再把接收到的数据从模块串口输出给用户。

这个功能适用于当用户的 MCU 处于休眠，模块接收到无线数据后，先通过事件 IO，使用低电平把用户的 MCU 唤醒，在经过了【串口转发延时】时间后，模块再把接收到的数据发送给用户 MCU，【串口转发延时】的时间设置取决于用户 MCU 从唤醒到能接收串口数据的时间（即 MCU 的启动时间）。

IO 字节表示事件通过哪个 IO 输出，Bit0~Bit7 表示 IO0~IO7，可使能多个 IO。

串口转发延时单位为 ms。

事件 IO 设置，命令参数和应答数据由四个字节构成，如表 8.47 所示。

表 8.47 事件 IO 设置

1B	1B	2B
是否使能	IO	串口转发延时

8.50.1 读取

读取时，返回事件 IO 设置，如所示。

1. 命令

...	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	...	
BIT	...	00	0	0	-	-	...
BYTE	...	00		39	-	...	

2. 应答

...	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	...	
BIT	...	01	0	0	-	-	...
BYTE	...	04		39	使能状态	...	

3. 示例

通信类型：单播

远程短地址：0x0002

应答数据：使能事件 IO，IO0 输出，串口转发延时为 100ms

● 发送命令

	帧头	通信类型	地址深度	地址	帧数据长度	帧数据	附加信息标识	帧校验码
BIT	-	-	-	-	-	-	-	-
BYTE	7E	00	01	02 00 02	00 03	帧数据	00	

帧数据					
帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据
-	0	0	0	-	-
00	00			39	-

● 接收应答

	帧头	通信类型	地址深度	地址	帧数据长度	帧数据	附加信息标识	帧校验码
BIT	-	-	-	-	-	-	-	-
BYTE	7E	00	01	02 00 02	00 07	帧数据	00	

帧数据						
帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	
BIT	-	01	0	0	-	-
BYTE	00	04		39	01 01 00 64	

8.50.2 写入

1. 命令

...	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	...	
BIT	...	00	0	1	-	-	...
BYTE	...	01		39	事件 IO 控制	...	

2. 应答

	...	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	...
BIT	...	01	0	1	-	-	...
BYTE	...	05			39	-	...

3. 示例

通信类型：单播

远程短地址：0x0002

命令参数：使能事件 IO，IO0 输出，串口转发延时为 100ms

● 发送命令

	帧头	通信类型	地址深度	地址	帧数据长度	帧数据	附加信息标识	帧校验码
BIT	-	-	-	-	-	-	-	-
BYTE	7E	00	01	02 00 02	00 07	帧数据	00	

帧数据						
	帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据
BIT	-	00	0	1	-	-
BYTE	00	01			39	01 01 00 64

● 接收应答

	帧头	通信类型	地址深度	地址	帧数据长度	帧数据	附加信息标识	帧校验码
BIT	-	-	-	-	-	-	-	-
BYTE	7E	00	01	02 00 02	03 00	帧数据	00	

帧数据						
	帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据
BIT	-	01	0	1	-	-
BYTE	00	05			39	-

8.51 发送数据末尾添加 ADC 采样值使能 (3A)

如果模块使能了发送数据末尾添加 ADC 采样值，模块在发送用户串口数据到目标节点时，会在数据帧的末尾添加两字节的 ADC0 的采样值，采样值使用大端模式放置，即高字节在前，低字节在后。

发送数据末尾添加 ADC 采样值使能，命令参数和应答数据由一个字节构成，如表 8.48 所示。

表 8.48 发送数据末尾添加 ADC 采样值使能

1B	
0x00	禁止
0x01	使能

8.51.1 读取

读取时，返回发送数据末尾添加 ADC 采样值使能状态，如表 8.48 所示。

1. 命令

	...	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	...
BIT	...	00	0	0	-	-	...
BYTE	...	00			3A	-	...

2. 应答

	...	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	...
BIT	...	01	0	0	-	-	...
BYTE	...	04			3A	使能状态	...

3. 示例

通信类型：单播

远程短地址：0x0002

应答数据：

参数	值	Hex
使能状态	1	01

● 发送命令

	帧头	通信类型	地址深度	地址	帧数据长度	帧数据	附加信息标识	帧校验码
BIT	-	-	-	-	-	-	-	-
BYTE	7E	00	01	02 00 02	00 03	帧数据	00	

帧数据					
帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据
-	0	0	0	-	-
00	00			3A	-

● 接收应答

	帧头	通信类型	地址深度	地址	帧数据长度	帧数据	附加信息标识	帧校验码
BIT	-	-	-	-	-	-	-	-
BYTE	7E	00	01	02 00 02	00 04	帧数据	00	

帧数据					
帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据
-	01	0	0	-	-
00	04			3A	01

8.51.2 写入

写入时，命令参数由一个字节的使能控制构成，如表 8.48 所示。

1. 命令

	...	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	...
BIT	...	00	0	1	-	-	...
BYTE	...	01			3A	使能控制	...

2. 应答

	...	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	...
BIT	...	01	0	1	-	-	...
BYTE	...	05			3A	-	...

3. 示例

通信类型：单播

远程短地址：0x0002

命令参数：

参数	值	Hex
使能控制	1	01

● 发送命令

	帧头	通信类型	地址深度	地址	帧数据长度	帧数据	附加信息标识	帧校验码
BIT	-	-	-	-	-	-	-	-
BYTE	7E	00	01	02 00 02	00 04	帧数据	00	

帧数据						
	帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据
BIT	-	00	0	1	-	-
BYTE	00	01			3A	01

● 接收应答

	帧头	通信类型	地址深度	地址	帧数据长度	帧数据	附加信息标识	帧校验码
BIT	-	-	-	-	-	-	-	-
BYTE	7E	00	01	02 00 02	03 00	帧数据	00	

帧数据						
	帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据
BIT	-	01	0	1	-	-
BYTE	00	05			3A	-

8.52 接收数据末尾添加 RSSI 值使能 (3B)

如果模块使能了接收数据末尾添加 RSSI 值，模块在接收到源节点发送过来的数据时，先在数据帧末尾添加一字节的信号强度 RSSI 值，然后再把数据帧通过串口发送给用户。

接收数据末尾添加 RSSI 值使能，命令参数和应答数据由一个字节构成，如表 8.49 所示。

表 8.49 接收数据末尾添加 RSSI 值使能

1B	
0x00	禁止
0x01	使能

8.52.1 读取

读取时，返回接收数据末尾添加 RSSI 值使能状态，如表 8.49 所示。

1. 命令

	...	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	...
BIT	...	00	0	0	-	-	...
BYTE	...	00			3B	-	...

2. 应答

	...	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	...
BIT	...	01	0	0	-	-	...
BYTE	...	04			3B	使能状态	...

3. 示例

通信类型：单播

远程短地址：0x0002

应答数据：

参数	值	Hex
使能状态	1	01

● 发送命令

	帧头	通信类型	地址深度	地址	帧数据长度	帧数据	附加信息标识	帧校验码
BIT	-	-	-	-	-	-	-	-
BYTE	7E	00	01	02 00 02	00 03	帧数据	00	

帧数据					
帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据
-	0	0	0	-	-
00	00			3B	-

● 接收应答

	帧头	通信类型	地址深度	地址	帧数据长度	帧数据	附加信息标识	帧校验码
BIT	-	-	-	-	-	-	-	-
BYTE	7E	00	01	02 00 02	00 04	帧数据	00	

帧数据						
帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	
BIT	-	01	0	0	-	
BYTE	00	04			3B	01

8.5.2.2 写入

写入时，命令参数由一个字节的使能控制构成，如表 8.49 所示。

1. 命令

	...	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	...
BIT	...	00	0	1	-	-	...
BYTE	...	01			3B	使能控制	...

2. 应答

	...	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	...
BIT	...	01	0	1	-	-	...
BYTE	...	05			3B	-	...

3. 示例

通信类型：单播

远程短地址：0x0002

命令参数：

参数	值	Hex
使能控制	1	01

● 发送命令

	帧头	通信类型	地址深度	地址	帧数据长度	帧数据	附加信息标识	帧校验码
BIT	-	-	-	-	-	-	-	-
BYTE	7E	00	01	02 00 02	00 04	帧数据	00	

帧数据						
	帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据
BIT	-	00	0	1	-	-
BYTE	00	01			3B	01

● 接收应答

	帧头	通信类型	地址深度	地址	帧数据长度	帧数据	附加信息标识	帧校验码
BIT	-	-	-	-	-	-	-	-
BYTE	7E	00	01	02 00 02	03 00	帧数据	00	

帧数据						
	帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据
BIT	-	01	0	1	-	-
BYTE	00	05			3B	-

8.53 时分复用使能 (3C)

模块支持时分复用的功能，模块使能时分复用功能后，每个模块都会分配一个独立的时间片，用户需要发数据时，模块先把要发送的数据进行缓存，在等到各自的时间片到达时才开始发送，避免多个模块同时发数据造成信号在空中的碰撞，极大减少了多个模块随机相互收发数据造成的丢包。

命令指定的总节点数必须大于或等于实际接入主机的总节点数。如果时分复用指定的总节点数小于实际接入主机的总节点数，会造成从机间上传信号的冲突，导致丢包；如果指定的总节点数大于实际接入主机的总节点数，会使部分没有使用的时间片浪费，增加已接入节

点上报的时间周期。主机支持的最大节点数是 100。

模块的时分复用功能分为两种模式：模式 0 和模式 1。

模式 0 给从机分配的时间片是单次发送数据的时间，该模式适合于节点间（主机跟从机间，从机跟从机间）做相互独立双向传输的应用。

模式 1 给从机分配的时间片是单次发送数据时间的两倍，该模式适合于从机向主机发送数据后，需要主机立即回复应答数据的应用，模式 1 的从机是按照分配的时间片发送数据，主机不按时间片发送数据，主机在串口接收到用户数据后是立即通过无线发送。

注意：只有在自组网模式下时分复用功能才有效，从机无需设置该命令。

时分复用使能命令数据结构如表 8.50 所示。

表 8.50 时分复用使能

1B	2B	1B
时分复用使能	总节点数	模式

8.53.1 读取

读取时返回时分复用使能参数，如表 8.50 所示。

1. 命令

...	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	...	
BIT	...	00	0	0	-	-	...
BYTE	...	00		3B	-	...	

2. 应答

...	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	...	
BIT	...	01	0	0	-	-	...
BYTE	...	04		3B	使能状态	...	

3. 示例

通信类型：单播

远程短地址：0x0002

应答数据：使能时分复用，总节点数为 10，模式 0

● 发送命令

	帧头	通信类型	地址深度	地址	帧数据长度	帧数据	附加信息标识	帧校验码
BIT	-	-	-	-	-	-	-	-
BYTE	7E	00	01	02 00 02	00 03	帧数据	00	

帧数据					
帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据
-	0	0	0	-	-
00	00			3C	-

● 接收应答

	帧头	通信类型	地址深度	地址	帧数据长度	帧数据	附加信息标识	帧校验码
BIT	-	-	-	-	-	-	-	-
BYTE	7E	00	01	02 00 02	00 07	帧数据	00	

帧数据						
	帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据
BIT	-	01	0	0	-	-
BYTE	00	04			3C	01 00 0A 00

8.53.2 写入

1. 命令

	...	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	...
BIT	...	00	0	1	-	-	...
BYTE	...	01			3C	时分复用使能	...

2. 应答

	...	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	...
BIT	...	01	0	1	-	-	...
BYTE	...	05			3C	-	...

3. 示例

通信类型：单播

远程短地址：0x0002

命令参数：使能时分复用，总节点数为 10，模式 0

● 发送命令

	帧头	通信类型	地址深度	地址	帧数据长度	帧数据	附加信息标识	帧校验码
BIT	-	-	-	-	-	-	-	-
BYTE	7E	00	01	02 00 02	00 07	帧数据	00	

帧数据						
	帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据
BIT	-	00	0	1	-	-
BYTE	00	01			3C	01 00 0A 00

● 接收应答

	帧头	通信类型	地址深度	地址	帧数据长度	帧数据	附加信息标识	帧校验码
BIT	-	-	-	-	-	-	-	-
BYTE	7E	00	01	02 00 02	03 00	帧数据	00	

帧数据						
	帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据
BIT	-	01	0	1	-	-
BYTE	00	05			3C	-

8.54 查询时分复用时间片（3D）

发送该命令可查询到在自组网模式下使能了时分复用功能后，主机给从机分配的时间片大小。

查询时分复用时间片的应答返回的时间值单位为 ms，使用大端排列，即高字节在前面，低字节在后面。

在使能了时分复用功能后，节点都是按照各自的时间片发送数据，为保证发送的数据不会累积在模块里导致数据丢失，用户发送数据的周期需要按照如下计算：

节点每次发送的数据在小于等于 100 字节的前提下，模式 0 时用户发送数据的周期必须要大于等于：时间片*（使能时分复用命令指定的总节点数+1）；模式 1 时用户发送数据的周期必须要大于等于：时间片*使能时分复用命令指定的总节点数。

查询时分复用时间片命令数据结构如表 8.51 所示。

表 8.51 时分复用时间片

2B
时分复用时间片

8.54.1 读取

读取时返回时分复用的时间片，如表 8.51 所示。

1. 命令

	...	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	...
BIT	...	00	0	0	-	-	...
BYTE	...	00			3D	-	...

2. 应答

	...	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	...
BIT	...	01	0	0	-	-	...
BYTE	...	04			3D	使能状态	...

3. 示例

通信类型：单播

远程短地址：0x0002

应答数据：时间片 400ms

● 发送命令

	帧头	通信类型	地址深度	地址	帧数据长度	帧数据	附加信息标识	帧校验码
BIT	-	-	-	-	-	-	-	-
BYTE	7E	00	01	02 00 02	00 03	帧数据	00	

帧数据					
帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据
-	0	0	0	-	-
00	00			3D	-

- 接收应答

	帧头	通信类型	地址深度	地址	帧数据长度	帧数据	附加信息标识	帧校验码
BIT	-	-	-	-	-	-	-	-
BYTE	7E	00	01	02 00 02	00 05	帧数据	00	

帧数据						
	帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据
BIT	-	01	0	0	-	-
BYTE	00	04			3D	01 90

8.55 查询节点的信噪比 (3E)

查询节点信噪比，仅支持读命令，应答数据结构如表 8.52 所示。

表 8.52 信噪比

1B
下行信噪比

8.55.1 读取

1. 命令

	...	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	...
BIT	...	00	0	0	-	-	...
BYTE	...	00			3E	-	...

2. 应答

	...	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	...
BIT	...	01	0	0	-	-	...
BYTE	...	04			3E	信号强度	...

3. 示例

通信类型：单播

远程短地址：0x0002

信噪比：下行为 0x0D

- 发送命令

	帧头	通信类型	地址深度	地址	帧数据长度	帧数据	附加信息标识	帧校验码
BIT	-	-	-	-	-	-	-	-
BYTE	7E	00	01	02 00 02	00 03	帧数据	00	

帧数据						
	帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据
BIT	-	0	0	0	-	-
BYTE	00	00			3E	-

- 接收应答

	帧头	通信类型	地址深度	地址	帧数据长度	帧数据	附加信息标识	帧校验码
BIT	-	-	-	-	-	-	-	-
BYTE	7E	00	01	02 00 02	00 04	帧数据	00	

帧数据					
帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据
BIT	-	01	0	0	-
BYTE	00	04		3E	0D

8.56 透传模式发送数据头包含目标地址使能（3F）

在透传模式下，当用户需要频繁切换目标地址，往多个节点发送数据时，可启用发送数据头包含目标地址的功能。启用发送数据头包含目标地址后，用户往模块串口发数据时，把目的地址的两个字节数据放在数据包前面连同要发送的数据包一起发给模块，模块会根据添加的目标地址往该目标节点发送数据。目标地址需要按照大端模式发送，即先发送高 8 位地址，再发送低 8 位地址。

透传模式发送数据头包含目标地址是否生效，命令参数和应答数据由一个字节构成，如表 8.53 所示。

表 8.53 透传模式发送数据头包含目标地址

1B	
0x00	禁止
0x01	使能

8.56.1 读取

读取时，返回透传模式接收数据头包含源地址使能状态，如表 8.53 所示。

1. 命令

	...	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	...
BIT	...	00	0	0	-	-	...
BYTE	...	00			3F	-	...

2. 应答

	...	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	...
BIT	...	01	0	0	-	-	...
BYTE	...	04			3F	使能状态	...

3. 示例

通信类型：单播

远程短地址：0x0002

应答数据：

参数	值	Hex
使能状态	1	01

- 发送命令

	帧头	通信类型	地址深度	地址	帧数据长度	帧数据	附加信息标识	帧校验码
BIT	-	-	-	-	-	-	-	-
BYTE	7E	00	01	02 00 02	00 03	帧数据	00	

帧数据					
帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据
-	0	0	0	-	-
00	00			3F	-

- 接收应答

	帧头	通信类型	地址深度	地址	帧数据长度	帧数据	附加信息标识	帧校验码
BIT	-	-	-	-	-	-	-	-
BYTE	7E	00	01	02 00 02	00 04	帧数据	00	

帧数据					
帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据
BIT	-	01	0	0	-
BYTE	00	04		3F	01

8.56.2 写入

写入时，命令参数由一个字节的使能控制构成，如表 8.53 所示。

1. 命令

	...	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	...
BIT	...	00	0	1	-	-	...
BYTE	...	01			3F	使能控制	...

2. 应答

	...	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	...
BIT	...	01	0	1	-	-	...
BYTE	...	05			3F	-	...

3. 示例

通信类型：单播

远程短地址：0x0002

命令参数：

参数	值	Hex
使能控制	1	01

- 发送命令

	帧头	通信类型	地址深度	地址	帧数据长度	帧数据	附加信息标识	帧校验码
BIT	-	-	-	-	-	-	-	-
BYTE	7E	00	01	02 00 02	00 04	帧数据	00	

帧数据						
	帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据
BIT	-	00	0	1	-	-
BYTE	00	01			3F	01

● 接收应答

	帧头	通信类型	地址深度	地址	帧数据长度	帧数据	附加信息标识	帧校验码
BIT	-	-	-	-	-	-	-	-
BYTE	7E	00	01	02 00 02	03 00	帧数据	00	

帧数据						
	帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据
BIT	-	01	0	1	-	-
BYTE	00	05			3F	-

8.57 透传模式接收数据头包含源地址使能（40）

在透传模式下，当模块多点往一点发送数据时，用户无法知道当前接收到的数据包是从哪个节点发送过来，通过设置接收数据头包含源地址的方式，可把发送数据节点的地址加在接收数据包的前面，让用户知道当前数据包是从哪个节点发送过来。源地址按照大端的模式输出，即先输出高 8 位地址，再输出低 8 位地址。

透传模式接收数据头包含源地址是否生效，命令参数和应答数据由一个字节构成，如表 8.54 所示。

表 8.54 透传模式接收数据头包含源地址

1B	
0x00	禁止
0x01	使能

8.57.1 读取

读取时，返回透传模式接收数据头包含源地址使能状态，如表 8.54 所示。

1. 命令

	...	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	...
BIT	...	00	0	0	-	-	...
BYTE	...	00			40	-	...

2. 应答

	...	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	...
BIT	...	01	0	0	-	-	...
BYTE	...	04			40	使能状态	...

3. 示例

通信类型：单播

远程短地址：0x0002

应答数据：

参数	值	Hex
使能状态	1	01

- 发送命令

	帧头	通信类型	地址深度	地址	帧数据长度	帧数据	附加信息标识	帧校验码
BIT	-	-	-	-	-	-	-	-
BYTE	7E	00	01	02 00 02	00 03	帧数据	00	

帧数据					
帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据
-	0	0	0	-	-
00	00			40	-

- 接收应答

	帧头	通信类型	地址深度	地址	帧数据长度	帧数据	附加信息标识	帧校验码
BIT	-	-	-	-	-	-	-	-
BYTE	7E	00	01	02 00 02	00 04	帧数据	00	

帧数据					
帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据
-	01	0	0	-	-
00	04			40	01

8.57.2 写入

写入时，命令参数由一个字节的使能控制构成，如表 8.54 所示。

1. 命令

	...	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	...
BIT	...	00	0	1	-	-	...
BYTE	...	01			40	使能控制	...

2. 应答

	...	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据	...
BIT	...	01	0	1	-	-	...
BYTE	...	05			40	-	...

3. 示例

通信类型：单播

远程短地址：0x0002

命令参数：

参数	值	Hex
使能控制	1	01

- 发送命令

	帧头	通信类型	地址深度	地址	帧数据长度	帧数据	附加信息标识	帧校验码
BIT	-	-	-	-	-	-	-	-
BYTE	7E	00	01	02 00 02	00 04	帧数据	00	

帧数据						
	帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据
BIT	-	00	0	1	-	-
BYTE	00	01			40	01

● 接收应答

	帧头	通信类型	地址深度	地址	帧数据长度	帧数据	附加信息标识	帧校验码
BIT	-	-	-	-	-	-	-	-
BYTE	7E	00	01	02 00 02	03 00	帧数据	00	

帧数据						
	帧序号	帧类型	保存使能	读写类型	命令码	命令数据
BIT	-	01	0	1	-	-
BYTE	00	05			40	-

9. 数据收发

ZSL420/421 LoRa 智能组网芯片的运行参数配置好后即可实现组网和数据收发。模块支持使用命令帧格式的方式收发数据和透明的方式收发数据。模块默认配置是不使能透传功能。

命令收发数据，使用的命令码是：0x10，帧格式请参考 8.17 节。命令帧中的地址域为接收数据的目的地址，通讯类型可设置发送数据是单播还是广播。

使能透传模式收发数据，用户无需组建命令帧，即用户给模块串口发送 0xAA，即对方收到的数据就是 0xAA。在使能透传功能前，需要根据具体应用配置【透传参数】，包括通讯方式、目标地址、串口帧间隔时间等。

命令方式或透传方式一帧无线帧用户最多可发送 220 字节的数据。

命令方式和透传方式的优缺点如表 9.1 所示。在命令方式下命令帧自带有目标地址，切换目标地址方便，一般主机使用命令帧的方式发送数据比较方便；从机节点的目标地址都是指向主机，不需要切换目标地址，从机节点使用透传的方式发送数据比较方便。

表 9.1 命令方式和透传方式对比

	命令方式	透传方式
优点	1: 帧有指定的目标地址，给不同的节点发数据，切换目标地址方便； 2: 没有分帧时间，模块只有接收到完整的命令帧后才把数据作为一个无线报文发送出去，数据不会被拆包；	1: 不需要组建命令帧，透传数据简单；
缺点	1: 组建数据帧比较复杂；	1: 发送的目标地址需要先配置，如果给多个节点发数据需要先发送配置命令切换目标地址后再发送数据 2: 模块按照配置的帧间隔时间把串口数据打包再发送，要求用户必须遵循这个帧间隔时间，否则模块会把用户数据拆包或粘包

注意：

在透传方式下发送【透传参数】命令切换目标地址，建议命令帧中的【保存使能】位配置为 0，即发送的命令不保存到模块的 Flash 里，否则如果频繁切换目标地址就会频繁擦写模块的 Flash，影响模块的寿命。

10. 免责声明

本着为用户提供更好服务的原则，广州致远微电子有限公司（下称“致远微电子”）在本手册中将尽可能地向用户呈现详实、准确的产品信息。但鉴于本手册的内容具有一定的时效性，致远微电子不能完全保证该文档在任何时段的时效性与适用性。致远微电子有权在没有通知的情况下对本手册上的内容进行更新，恕不另行通知。为了得到最新版本的信息，请尊敬的用户定时访问官方网站或者与致远微电子工作人员联系。感谢您的包容与支持！

诚信共赢 持续学习 客户为先 专业专注 只做第一

广州致远电子股份有限公司

更多详情请访问
www.zlg.cn

欢迎拨打全国服务热线
400-888-4005

