

照明设备遥控器 DEMO

软件设计说明书

V1.0.0

| 版本号 | 修订说明 | 修订人 | 审批人 | 修订日期 |
|--------|------|-----|-----|------------|
| V1.0.0 | 初版 | 离牧 | | 2021-10-25 |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

1. DP 点与 cluster 属性介绍

| DP ID | 功能点名称 | 数据传输类型 | 数据类型 | 是否是标准指令 |
|-------|-------|---------|-------------|---------|
| 1 | 电池电量 | 只上报(ro) | 数值型(Value) | 是 |
| 6 | 开关遥控 | 只下发(wr) | 布尔型(Bool) | 是 |
| 8 | 亮度遥控 | 只下发(wr) | 数值型(Value) | 是 |
| 30 | 场景 | 只下发(wr) | 字符型(String) | 是 |

| cluster name | cluster id | client | server | attribute name | attribute id |
|------------------------------|------------|--------|--------|------------------------------|--------------|
| Power Configuration | 0x0001 | - | √ | mains voltage | 0x0000 |
| | | | | battery voltage | 0x0020 |
| | | | | battery percentage remaining | 0x0021 |
| Identify | 0x0003 | - | √ | identify time | 0x0000 |
| | | √ | - | cluster revision | 0xFFFD |
| Groups | 0x0004 | - | √ | name support | 0x0000 |
| | | √ | - | cluster revision | 0xFFFD |
| Scenes | 0x0005 | √ | - | cluster revision | 0xFFFD |
| Touchlink(ZLL) Commissioning | 0x1000 | - | √ | cluster revision | 0xFFFD |
| | | √ | - | cluster revision | 0xFFFD |
| Onoff | 0x0006 | √ | - | cluster revision | 0xFFFD |
| Level control | 0x0008 | √ | - | cluster revision | 0xFFFD |
| Over the air bootloading | 0x0019 | - | √ | upgrade server id | 0x0000 |
| | | | | file off set | 0x0001 |
| | | | | current file version | 0x0002 |
| | | | | image upgrade status | 0x0006 |
| | | | | manufature id | 0x0007 |
| | | | | image type id | 0x0008 |
| | | | | min block request period | 0x0009 |

1.1 DP 1 电池电量

| 操作方式 | Cluster | Attr id / cmd | Value |
|------|---------|---|-------------|
| 下行 | - | - | - |
| 上报 | 0x0001 | 0x0020: battery voltage 0x0021: battery percentage remaining | 0x00 ~ 0xff |

1.2 DP 6 开关遥控

| 操作方式 | Cluster | Attr id / cmd | Value |
|------|---------|---------------|------------------|
| 下行 | 0x0006 | Cmd | On:0x01 Off:0x00 |
| 上报 | - | - | - |

1.3 DP 8 亮度遥控

| 操作方式 | Cluster | Attr id / cmd | Value |
|------|---------|---------------|---|
| 下行 | 0x0008 | Cmd | 0x00: Move to level Command 0x02: Step Command 0x03: Stop Command |
| 上报 | - | - | - |

1.4 DP 9 场景

| 操作方式 | Cluster | Attr id / cmd | Value |
|------|---------|---------------|--------------|
| 下行 | 0x0005 | 0xFD | 场景 ID: 1Byte |
| 上报 | - | - | - |

2. 硬件电路

所使用模组电路图如图 2.1 所示，demo 中所使用引脚如下表所示

表 2.1 模组功能与引脚对应图

| 功能 | 引脚 | 引脚号 | 有效电平状态 |
|----------|----------|-----|--------|
| ON | PA0 | 1 | LOW |
| OFF | PA3 | 4 | LOW |
| DIM+ | PA4 | 5 | LOW |
| DIM- | PB0 | 8 | LOW |
| LED | PC0 | 10 | LOW |
| Uart_TXD | PA5(TXD) | 6 | NULL |
| Uart_RXD | PA6(RXD) | 7 | NULL |

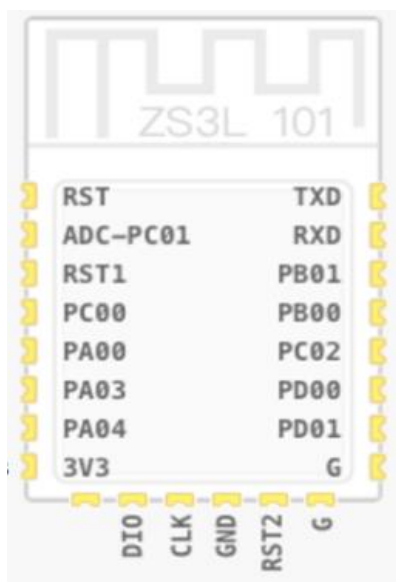


图 2.1 ZS3L 模组引脚图

文档中心: <https://developer.tuya.com/cn/docs/iot/zs3l?id=K97r37j19f496>

3. 系统流程图

3.1 Demo 主流程图

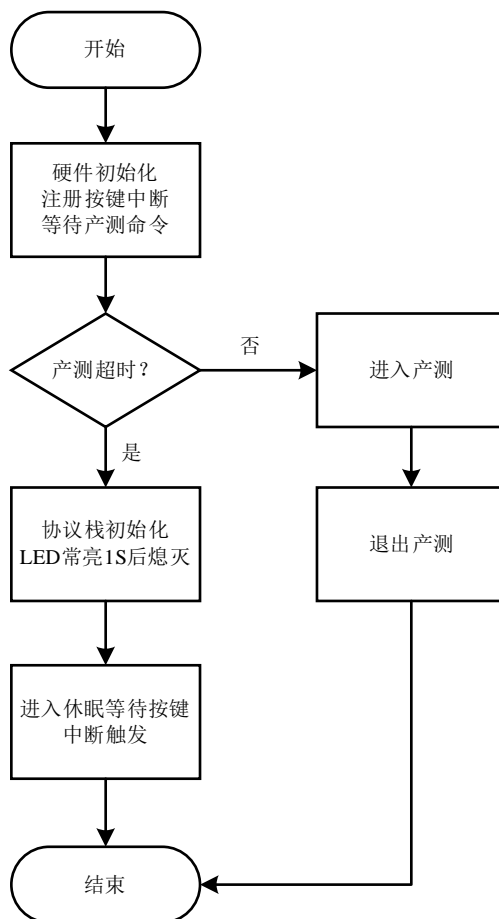


图 3.1 demo 主流程图

- 设备上电后进入 `power_on_init` 函数，在 `dev_init` 函数中进行了包括设备 `ep` 注册、设备信息注册、设备联网配置，在此处将设备的设备类型选择为 `ZG_SLEEPY_END_DEVICE`(低功耗设备)，设备进入 `system_on` 回调函数之后，进行串口的初始化以及对设备的心跳进行设置，低功耗设备默认配置 4 小时上报一次电池电量，并在 `system_on` 中进行外设的初始化。
- 初始化完毕后，判断是否进入产测超时，超时则退出产测，并在进行协议栈的初始化后，指示灯常亮一秒提示初始化完成；如在产测检测阶段检测到产测信标则进入产测。
- 当设备初始化完毕后，会自动进入休眠模式，等待按键中断触发进行后续操作。

3.2 设备本地配对流程图

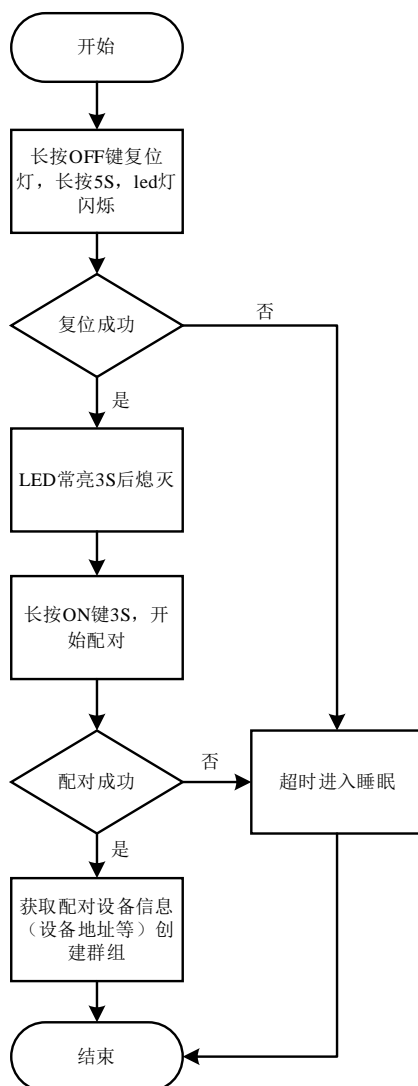


图 3.2 设备本地配对流程图

- a. 长按设备 OFF 键 5 秒来解除该设备此前与所有灯的绑定关系, 当本 led 灯开始闪烁时, 便是通过按键触启动了 ZLL 复位事件, 会调用 `zll_reset_to_factory_new_request()` 函数, 并复位标志位 `g_touch_link_action = 0` 和清零计数器 `g_zll_touch_link_cnt`。
 - b. 检测设备复位是否成功, 如果设备成功复位会进入 `zll_joined_device_info` 函数, 失败则会进入低功耗模式。
 - c. 当设备复位完成后, 长按 3 秒 ON 键, 开始本地配对, 此时会启动 `touch_link` 并调用 `zll_touch_link_scan` 函数, 并将全局变量 `g_touch_link_action` 置为 1。
3. 此时设备会进行广播, 如果设备成功与照明设备进行配对则会获取配对设备的信息(设备地址等), 并创建群组并结束配对, 如果配对超时则会进入低功耗模式。

3.3 设备线上配对流程图

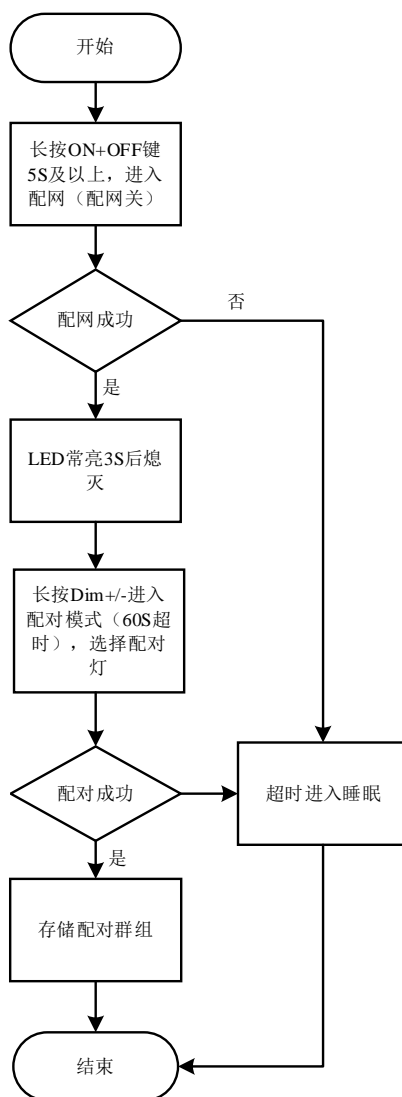


图 3.3 设备线上配对流程图

- 遥控设备通过 APP 进行线上配对时, 需要先同时长按遥控设备的 ON 和 OFF 键 5 秒以上来进行配网, 当指示灯开始闪烁时代表开始配网。
- 当设备配网成功时, 遥控设备的 LED 会常亮 3 秒后熄灭代表已经配上网关; 而当设备配网超时后会自动进入低功耗模式。
- 当设备配上网关后, 进入设备界面, 点击右上角的小工具图标, 此时会提示需要长按遥控器的亮度加减按钮进入配对模式, 当长按亮度加减按键 5 秒后, 会触发 1 分钟 polling 接收网关下发的 add group 指令, LED 会开始闪烁, 表示开始配对。
- 当遥控设备成功与照明设备进行配对后, 会存储当前的配对群组; 如失败会自动进行低功耗模式。

3.4 按键功能流程图

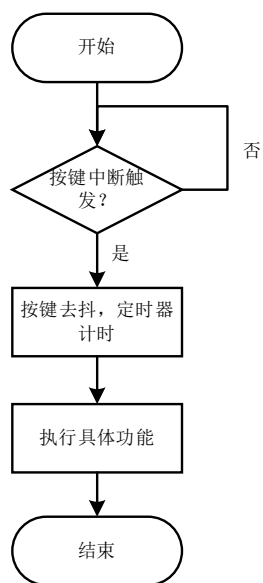


图 3.4 按键执行流程图

- 设备进入低功耗模式后，会一直等待按键触发中断唤醒，如果此时有按键被按下，会进入按键中断函数。
- 进入按键中断函数前会进行一个消抖处理，在注册按键 GPIO 中进行设置，当按键被按下时会启动定时器开始计时，每 20ms 进入一次按键中断函数。
- 当进入按键中断函数后，便会执行具体的功能，由下面中子流程图进行说明。

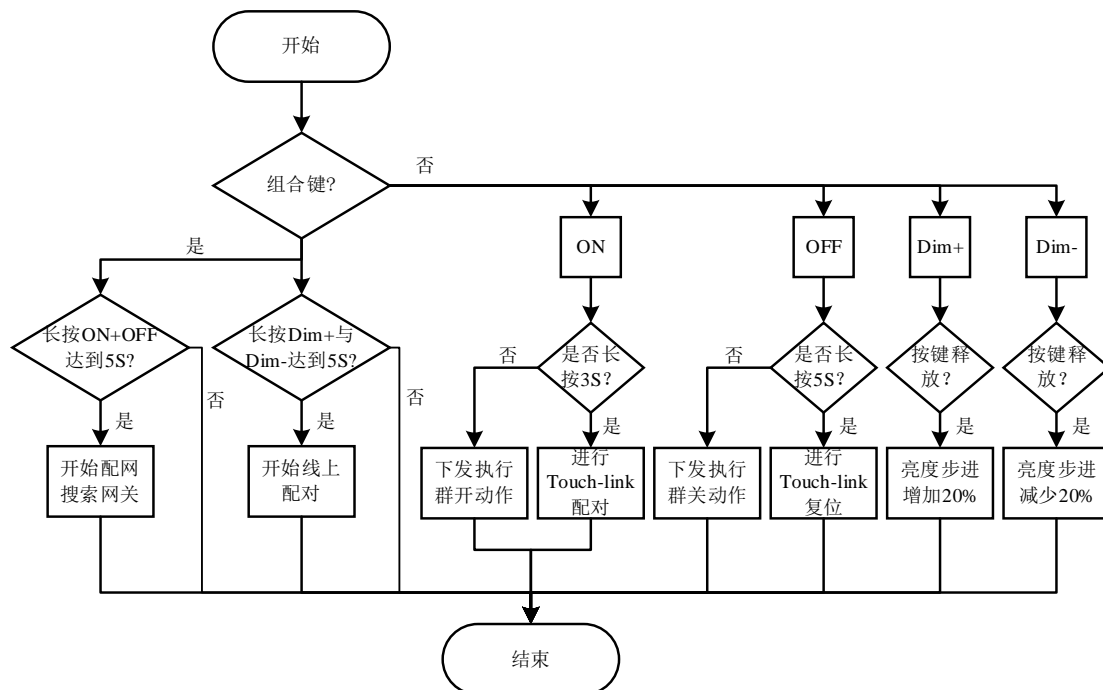


图 3.5 按键执行子流程图

- a. 当有按键被按下时，按键中断函数会将按下按键的按键号进行记录，并对一个数组进行赋值，用于记录按键被按下的时间。
- b. 先是判断此时是组合键还是单个按键被按下，当判断到是组合键时，判断此时是开关同时被按下，还是亮度加减被同时按下；如果是开关被同时按下且时间大于等于 5S，则设备开始进行配网，搜索周围的网关，如果时间不到 5S，则不进行任何动作；如果是亮度加减同时被按下且时间大于等于 5S，则设备开始进入线上配对模式，如果时间不到 5S，则不进行任何动作。
- c. 假如不是组合键，则根据是哪一个按键被按下执行相关的功能：如果是按键开被按下，且时间大于等于 3S，则设备开始进行本地 Touch-link 配对，如果时间不到 3S 则设备下发群开动作命令；如果是关按键被按下，且时间大于等于 5S，则设备开始进行 Touch-link 复位，解除之前所有绑定的设备，如果时间不到 5S，则下发群关动作命令；如果亮度增加按键被按下，则下发设备亮度增加 20%命令；如果亮度减少按键被按下，则下发设备亮度减少 20%命令。

4. 函数说明

4.1 dev_register_zg_ep_infor()

端点号注册 cluster 列表，函数是用于注册设备 endpoint 点及对应 cluster 的函数；每一个设备都会有至少一个 ep 点，每个 ep 点中可以包含多个 cluster 以及 attribute，在本 demo 中，该函数注册了一个 ep 点，包括了 power、identify、group、zll 等 cluster，是作服务端使用；另一个是包含了 identify、group、scene、onoff、level、zll 等作为客户端使用。

4.2 zll_joined_device_info_for_debug ()

该回调函数可以获取 ZLL 目标设备的设备信息，之所以使用该函数是为了解决第一个未执行 touch-link 的遥控器和第一个未执行 touch-link 的目标设备(即 ZLL 网络还没有建立起来的时候使用)，当 ZLL 遥控器要求目标设备创建网络的时候，遥控器无法得知创建成功或失败，因此遥控器通过设置网络状态为 rejoin，观察设备能否进入网络状态回调函数中，并在 NET_REJOIN_OK 下进行判断，判断是否有新设备加入，如果有则调用 zll_joined_device_info 函数，来进行设备绑定和链路确认以及添加分组。

4.3 nwk_state_changed_callback()

该函数是设备网络状态发生改变时的回调函数，当设备的网络状态发生改变时，便会进入该回调函数，此时会先去获取设备当前的网络状态，并通过当前的网络状态进行每个状态相应的处理，这里开发者可以根据需要自己设计，需要注意的是，设备配网时 NET_JOIN_START 中，有修改设备发射功率的接口函数，但最好不做修改，因为低功耗设备修改了发射功率后会造成额外耗电，如果只需要在配网时增大发射功率，则可以在 NET_JOIN_TIMEOUT 以及 NET_JOIN_OK 中重新将设备发射功率修改回 11dbm。

4.4 zll_touch_link_failed ()

touch-link scan 扫描失败执行回调，不论是配对还是解除绑定恢复出厂设置，如果第一次失败都会进入该函数，在这里可以重新执行 touch-link scan 增加成功率，因为在 touch-link 过程中设备发射功率会衰减，且容易受干扰，不能保证第一次 100%成功，因此调用该函数来多次(demo 中设置为 3 次)进行扫描，等待设备应答进行设备配对或是解除绑定。

4.5 zll_joined_device_info()

不论是设备解除绑定复位还是线上/本地配对成功都会进入 `zll_joined_device_info` 接口函数，通过标志位 `g_touch_link_action` 的值来区分是哪种行为，为 0 是解除绑定复位，为 1 则是本地配对成功(代码中使用枚举变量，0 对应为 `RESET_FLAG`，1 对应为 `STATT_TO_CONNECT_FLAG`)；此接口可以获取配对设备信息，获取此信息后给以给设备添加一个分组，添加分组后设备都是通过组控方式发送控制指令。

5. 注意事项

5.1 关于本地配对与线上配对

有两种使用方式： 1.不需要网关，直接遥控器和灯配对，遥控器长按 ON； 2.需要网关，灯配在网关下，然后遥控器长按 ON+OFF 也配到同一网关下，遥控器配网成功后，长按 Dim+ 与 Dim-并在遥控器 APP 面板上选择灯进行配对；两种方式就是里面说的本地配对（不需要网关，配对成功后直接可以控制）和线上配对（都加到网关下，在遥控器面板上选择灯配对）。

5.2 设备配对函数调用流程图

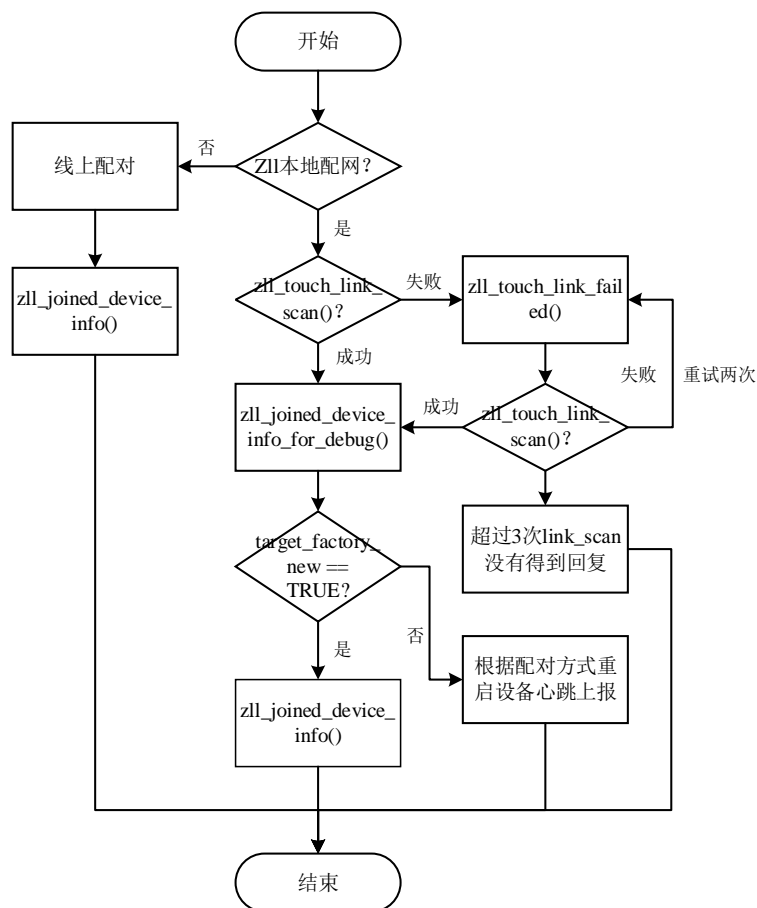


图 5.1 设备配对时函数调用流程图

- 当设备开始配对时，如果是进行线上配网，则网关会下发 `add_group` 命令，此时遥控器与设备会在原先网络中创建一个组，并调用 `zll_joined_device_info` 回调函数进行设备绑定。
- 如果是线下配对，当开始 `zll` 配对时，遥控器会发送 `touch_link scan` 进行扫描，此时

如果有设备回复，则会进入 `zll_joined_device_info_for_debug` 回调中；如果第一次 `touch_link scan` 扫描结束时没有设备回复，则会进入 `zll_touch_link_failed` 回调中，在 `zll_touch_link_failed` 回调中，会让设备重新进行两次 `touch_link scan`(需注意，设备复位时，第一次扫描失败也会进入 `zll_touch_link_failed` 回调中进行重发);如果在重发的 `touch_link scan` 中，配对的设备有所回应，此时设备也会进入 `zll_joined_device_info_for_debug` 回调中,如果超过三次设备没有回应,则结束此次线下配对。

- c. 进入 `zll_joined_device_info_for_debug` 回调，遥控器会获取设备的设备类型，并让自己 `rejoin`，此时网络状态会变为 `rejoin`，在 `nwk_state_changed_callback` 中，`NET_REJOIN_OK` 的网络状态，会再次对配对设备的网络状态进行识别，并判断是否为新加入的设备，如果是新加入的设备，则进入 `zll_joined_device_info` 回调中，如果是已有设备，则遥控器根据之前的配置继续上报心跳并结束配对。
- d. 设备进入 `zll_joined_device_info` 后，会对后续设备进行绑定操作并确认 `zll` 链路是否搭建成功。

5.3 关于照明设备与遥控器网络状态对配对的影响

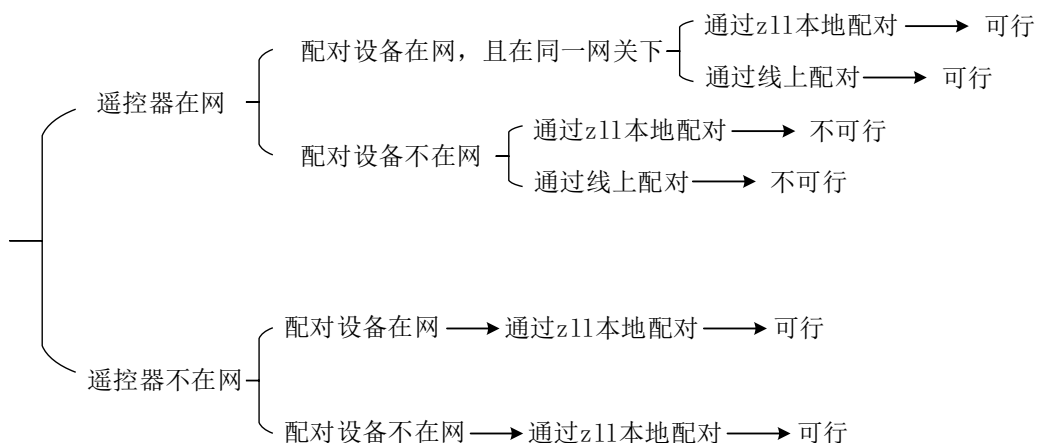


图 5.2 网络状态与设备配对关系图

5.4 关于设备配对与抓包信息对应

- a. 照明设备与遥控器都不在网，此时遥控器发起 `zll` 本地配对时，抓包信息：

| | | | | | | | | | | | | |
|------|----|----------------|----------|----|--------|-----|--|--------|----------|----------|--|--|
| 1539 | 35 | 14:24:05.42265 | 0.000000 | 15 | ZigBee | ZCL | ZLL Commissioning: Scan Request | 0xFFFF | B4:E3... | 0xFFFF | | |
| 1540 | 64 | 14:24:05.44332 | 0.020664 | 15 | ZigBee | ZCL | ZLL Commissioning: Scan Response | 0xFFFF | B4:2E... | B4:E3... | | |
| 1582 | 40 | 14:24:08.41192 | 0.657344 | 15 | ZigBee | ZCL | ZLL Commissioning: Device Information Request | 0xFFFF | B4:E3... | B4:2E... | | |
| 1584 | 74 | 14:24:08.41992 | 0.006352 | 15 | ZigBee | ZCL | ZLL Commissioning: Device Information Response | 0xFFFF | B4:2E... | B4:E3... | | |
| 1585 | 41 | 14:24:08.42444 | 0.004512 | 15 | ZigBee | ZCL | ZLL Commissioning: Identify Request | 0xFFFF | B4:E3... | B4:2E... | | |
| 1587 | 74 | 14:24:08.42908 | 0.002960 | 15 | ZigBee | ZCL | ZLL Commissioning: Device Information Response | 0xFFFF | B4:2E... | B4:E3... | | |
| 1595 | 41 | 14:24:09.43109 | 0.002320 | 15 | ZigBee | ZCL | ZLL Commissioning: Identify Request | 0xFFFF | B4:E3... | B4:2E... | | |
| 1597 | 91 | 14:24:09.44611 | 0.013336 | 15 | ZigBee | ZCL | ZLL Commissioning: Network Start Request | 0xFFFF | B4:E3... | B4:2E... | | |
| 1611 | 52 | 14:24:10.63591 | 0.125440 | 15 | ZigBee | ZCL | ZLL Commissioning: Network Start Response | 0xFFFF | B4:2E... | B4:E3... | | |

图 5.3 照明设备与遥控器都不在网，本地配对(成功)

b. 照明设备在网，遥控器不在网，此时遥控器发起 zll 本地配对时，抓包信息：

| | | | | | | | | | | | | |
|-----|----|----------------|----------|----|--------|-----|---|--------|----------|----------|--|--|
| 118 | 35 | 10:34:48.07647 | 0.066912 | 20 | ZigBee | ZCL | ZLL Commissioning: Scan Request | 0xFFFF | B4:E3... | 0xFFFF | | |
| 119 | 64 | 10:34:48.08340 | 0.006928 | 20 | ZigBee | ZCL | ZLL Commissioning: Scan Response | 0xFFFF | B4:2E... | B4:E3... | | |
| 161 | 40 | 10:34:49.97143 | 0.311120 | 20 | ZigBee | ZCL | ZLL Commissioning: Device Information Request | 0xFFFF | B4:E3... | B4:2E... | | |
| 163 | 74 | 10:34:49.97851 | 0.005432 | 20 | ZigBee | ZCL | ZLL Commissioning: Device Information Response | 0xFFFF | B4:2E... | B4:E3... | | |
| 165 | 41 | 10:34:49.98515 | 0.003904 | 20 | ZigBee | ZCL | ZLL Commissioning: Identify Request | 0xFFFF | B4:E3... | B4:2E... | | |
| 178 | 41 | 10:34:50.96987 | 0.104288 | 20 | ZigBee | ZCL | ZLL Commissioning: Identify Request | 0xFFFF | B4:E3... | B4:2E... | | |
| 180 | 82 | 10:34:50.97303 | 0.001488 | 20 | ZigBee | ZCL | ZLL Commissioning: Network Join Router Request | 0xFFFF | B4:E3... | B4:2E... | | |
| 182 | 40 | 10:34:50.98353 | 0.007504 | 20 | ZigBee | ZCL | ZLL Commissioning: Network Join Router Response | 0xFFFF | B4:2E... | B4:E3... | | |

图 5.4 照明设备在网，遥控器不在网，本地配对(成功)

c. 设备进行过本地配对后，解除配对，抓包信息如下：

| | | | | | | | | | | | | |
|------|----|----------------|----------|----|--------|-----|---|--------|----------|----------|--|--|
| 3026 | 35 | 10:53:58.93751 | 0.041512 | 15 | ZigBee | ZCL | ZLL Commissioning: Scan Request | 0xFFFF | B4:E3... | 0xFFFF | | |
| 3027 | 71 | 10:53:58.94215 | 0.004640 | 15 | ZigBee | ZCL | ZLL Commissioning: Scan Response | 0xFFFF | A4:C1... | B4:E3... | | |
| 3758 | 35 | 10:54:59.66546 | 0.738936 | 15 | ZigBee | ZCL | ZLL Commissioning: Scan Request | 0xFFFF | B4:E3... | 0xFFFF | | |
| 3759 | 71 | 10:54:59.67009 | 0.004624 | 15 | ZigBee | ZCL | ZLL Commissioning: Scan Response | 0xFFFF | A4:C1... | B4:E3... | | |
| 3761 | 64 | 10:54:59.69214 | 0.019408 | 15 | ZigBee | ZCL | ZLL Commissioning: Scan Response | 0xFFFF | B4:2E... | B4:E3... | | |
| 3786 | 41 | 10:55:02.74849 | 0.911536 | 15 | ZigBee | ZCL | ZLL Commissioning: Identify Request | 0xFFFF | B4:E3... | B4:2E... | | |
| 3789 | 41 | 10:55:03.75976 | 0.496432 | 15 | ZigBee | ZCL | ZLL Commissioning: Identify Request | 0xFFFF | B4:E3... | B4:2E... | | |
| 3791 | 39 | 10:55:03.76911 | 0.007672 | 15 | ZigBee | ZCL | ZLL Commissioning: Reset to Factory New Request | 0xFFFF | B4:E3... | B4:2E... | | |

图 5.5 照明设备与遥控器进行过本地配对后，解除配对(成功)

d. 照明设备不在网，遥控器在网，，这种情况下，遥控器无法与照明设备进行本地配对，抓包信息：

| | | | | | | | | | | | | |
|------|----|----------------|----------|----|--------|-----|---------------------------------|--------|----------|--------|--|--|
| 8143 | 35 | 11:11:08.39046 | 0.002952 | 20 | ZigBee | ZCL | ZLL Commissioning: Scan Request | 0xFFFF | B4:E3... | 0xFFFF | | |
| 8310 | 35 | 11:11:13.82960 | 0.130064 | 20 | ZigBee | ZCL | ZLL Commissioning: Scan Request | 0xFFFF | B4:E3... | 0xFFFF | | |
| 8453 | 35 | 11:11:19.04814 | 0.138704 | 20 | ZigBee | ZCL | ZLL Commissioning: Scan Request | 0xFFFF | B4:E3... | 0xFFFF | | |
| 9160 | 35 | 11:11:42.55806 | 0.179288 | 20 | ZigBee | ZCL | ZLL Commissioning: Scan Request | 0xFFFF | B4:E3... | 0xFFFF | | |
| 9222 | 35 | 11:11:47.97746 | 0.084280 | 20 | ZigBee | ZCL | ZLL Commissioning: Scan Request | 0xFFFF | B4:E3... | 0xFFFF | | |
| 9297 | 35 | 11:11:53.62558 | 0.165144 | 20 | ZigBee | ZCL | ZLL Commissioning: Scan Request | 0xFFFF | B4:E3... | 0xFFFF | | |

图 5.6 遥控器在网，照明设备不在网，进行本地配对(失败)

e. 照明设备与遥控器在同一网关下，遥控器进行本地配对的抓包信息：

| | Ln. | Timestamp | Time Delta | Ch. | Stack | Layer | Packet Information | PAN Dst. | MAC S... | MAC Dst. | NWK Src. | NWK Dst. | NWK Seq. |
|-----|-----|----------------|------------|-----|--------|-------|---|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 104 | 35 | 11:21:15.09577 | 0.032664 | 20 | ZigBee | ZCL | ZLL Commissioning: Scan Request | 0xFFFF | 84:E3... | 0xFFFF | | | |
| 105 | 64 | 11:21:15.70484 | 0.009072 | 20 | ZigBee | ZCL | ZLL Commissioning: Scan Response | 0xFFFF | 84:2E... | 84:E3... | | | |
| 160 | 40 | 11:21:17.57620 | 0.063784 | 20 | ZigBee | ZCL | ZLL Commissioning: Device Information Request | 0xFFFF | 84:E3... | 84:2E... | | | |
| 162 | 41 | 11:21:17.58956 | 0.011712 | 20 | ZigBee | ZCL | ZLL Commissioning: Identify Request | 0xFFFF | 84:E3... | 84:2E... | | | |
| 165 | 53 | 11:21:17.90473 | 0.248568 | 20 | ZigBee | MAC | Link Status | 0x860B | 0xB05C | 0xFFFF | 0xB05C | 0xFFFC | 229 |
| 174 | 41 | 11:21:18.59426 | 0.129824 | 20 | ZigBee | ZCL | ZLL Commissioning: Identify Request | 0xFFFF | 84:E3... | 84:2E... | | | |
| 176 | 50 | 11:21:18.67326 | 0.004192 | 20 | ZigBee | ZCL | Basic: Read Attributes | 0x860B | 0x0000 | 0x63DE | 0x0000 | 0x63DE | 217 |
| 178 | 53 | 11:21:18.68772 | 0.012488 | 20 | ZigBee | ZCL | Basic: Read Attributes Response | 0x860B | 0x63DE | 0x0000 | 0x63DE | 0x0000 | 22 |
| 180 | 45 | 11:21:18.69171 | 0.001912 | 20 | ZigBee | APS | Acknowledgement | 0x860B | 0x63DE | 0x0000 | 0x63DE | 0x0000 | 23 |
| 182 | 12 | 11:21:19.09631 | 0.402776 | 20 | ZigBee | MAC | Data Request | 0x860B | 0x0000 | 0x0000 | | | |
| 184 | 53 | 11:21:19.09996 | 0.002880 | 20 | ZigBee | ZCL | Private Cluster | 0x860B | 0x0000 | 0xD08E | 0x0000 | 0xFFFF | 212 |
| 188 | 12 | 11:21:19.20441 | 0.088384 | 20 | ZigBee | MAC | Data Request | 0x860B | 0x0000 | 0x0000 | | | |
| 191 | 12 | 11:21:19.31529 | 0.095112 | 20 | ZigBee | MAC | Data Request | 0x860B | 0x0000 | 0x0000 | | | |
| 195 | 51 | 11:21:19.81432 | 0.157024 | 20 | ZigBee | ZCL | Groups: Add Group | 0x860B | 0xD08E | 0x0000 | 0xD08E | 0x63DE | 10 |
| 197 | 51 | 11:21:19.81916 | 0.002824 | 20 | ZigBee | ZCL | Groups: Add Group | 0x860B | 0x0000 | 0x63DE | 0xD08E | 0x63DE | 10 |
| 200 | 51 | 11:21:19.83916 | 0.002216 | 20 | ZigBee | MAC | Route Request | 0x860B | 0x63DE | 0xFFFF | 0x63DE | 0xFFFF | 26 |
| 201 | 77 | 11:21:19.84488 | 0.005720 | 20 | ZigBee | MAC | Route Reply | 0x860B | 0x0000 | 0x63DE | 0x0000 | 0x63DE | 220 |
| 203 | 12 | 11:21:19.90344 | 0.055728 | 20 | ZigBee | MAC | Data Request | 0x860B | 0xD08E | 0x0000 | | | |
| 206 | 12 | 11:21:20.00260 | 0.038488 | 20 | ZigBee | MAC | Data Request | 0x860B | 0xD08E | 0x0000 | | | |
| 210 | 51 | 11:21:20.03740 | 0.025664 | 20 | ZigBee | ZCL | Groups: Add Group Response | 0x860B | 0x63DE | 0x0000 | 0x63DE | 0xD08E | 25 |
| 212 | 51 | 11:21:20.04123 | 0.001816 | 20 | ZigBee | MAC | Route Request | 0x860B | 0xB05C | 0xFFFF | 0x63DE | 0xFFFF | 26 |
| 214 | 12 | 11:21:20.10296 | 0.020096 | 20 | ZigBee | MAC | Data Request | 0x860B | 0xD08E | 0x0000 | | | |
| 216 | 51 | 11:21:20.10820 | 0.004472 | 20 | ZigBee | ZCL | Groups: Add Group Response | 0x860B | 0x0000 | 0xD08E | 0x63DE | 0xD08E | 25 |
| 218 | 45 | 11:21:20.11878 | 0.008576 | 20 | ZigBee | APS | Acknowledgement | 0x860B | 0xD08E | 0x0000 | 0xD08E | 0x63DE | 11 |
| 220 | 45 | 11:21:20.12862 | 0.008016 | 20 | ZigBee | APS | Acknowledgement | 0x860B | 0x0000 | 0x63DE | 0xD08E | 0x63DE | 11 |
| 225 | 51 | 11:21:20.21738 | 0.027112 | 20 | ZigBee | MAC | Route Request | 0x860B | 0x63DE | 0xFFFF | 0x63DE | 0xFFFF | 26 |
| 227 | 12 | 11:21:20.22373 | 0.001432 | 20 | ZigBee | MAC | Data Request | 0x860B | 0xD08E | 0x0000 | | | |
| 230 | 77 | 11:21:20.25414 | 0.009784 | 20 | ZigBee | MAC | Route Reply | 0x860B | 0x0000 | 0x63DE | 0x0000 | 0x63DE | 222 |
| 238 | 51 | 11:21:20.29243 | 0.003200 | 20 | ZigBee | MAC | Route Request | 0x860B | 0xB05C | 0xFFFF | 0x63DE | 0xFFFF | 26 |
| 240 | 28 | 11:21:20.29776 | 0.002488 | 20 | ZigBee | MAC | Beacon | | 0x0000 | | | | |
| 242 | 12 | 11:21:20.31215 | 0.005704 | 20 | ZigBee | MAC | Data Request | 0x860B | 0xD08E | 0x0000 | | | |
| 245 | 28 | 11:21:20.32592 | 0.001960 | 20 | ZigBee | MAC | Beacon | | 0xB05C | | | | |
| 254 | 12 | 11:21:20.41316 | 0.015856 | 20 | ZigBee | MAC | Data Request | 0x860B | 0xD08E | 0x0000 | | | |
| 256 | 64 | 11:21:20.41793 | 0.004000 | 20 | ZigBee | ZCL | ZLL Commissioning: Endpoint Information | 0x860B | 0xD08E | 0x0000 | 0xD08E | 0x63DE | 12 |
| 258 | 64 | 11:21:20.42356 | 0.003200 | 20 | ZigBee | ZCL | ZLL Commissioning: Endpoint Information | 0x860B | 0x0000 | 0x63DE | 0xD08E | 0x63DE | 12 |
| 261 | 50 | 11:21:20.43063 | 0.002760 | 20 | ZigBee | ZCL | ZLL Commissioning: Default Response | 0x860B | 0x63DE | 0x0000 | 0x63DE | 0xD08E | 28 |
| 263 | 45 | 11:21:20.43469 | 0.002000 | 20 | ZigBee | APS | Acknowledgement | 0x860B | 0x63DE | 0x0000 | 0x63DE | 0x0000 | 29 |
| 266 | 50 | 11:21:20.48038 | 0.040800 | 20 | ZigBee | ZCL | Basic: Read Attributes | 0x860B | 0x0000 | 0xB05C | 0x0000 | 0xB05C | 224 |
| 268 | 45 | 11:21:20.48653 | 0.004100 | 20 | ZigBee | APS | Acknowledgement | 0x860B | 0xB05C | 0x0000 | 0x0000 | 0x0000 | 230 |
| 270 | 53 | 11:21:20.49032 | 0.001960 | 20 | ZigBee | ZCL | Basic: Read Attributes Response | 0x860B | 0xB05C | 0x0000 | 0xB05C | 0x0000 | 231 |
| 272 | 45 | 11:21:20.49737 | 0.004968 | 20 | ZigBee | APS | Acknowledgement | 0x860B | 0x0000 | 0xB05C | 0x0000 | 0xB05C | 225 |
| 274 | 51 | 11:21:20.54647 | 0.047312 | 20 | ZigBee | MAC | Route Request | 0x860B | 0xB05C | 0xFFFF | 0x63DE | 0xFFFF | 26 |
| 275 | 77 | 11:21:20.66172 | 0.115256 | 20 | ZigBee | MAC | Route Reply | 0x860B | 0x0000 | 0x63DE | 0x0000 | 0x63DE | 227 |
| 280 | 51 | 11:21:20.88540 | 0.038192 | 20 | ZigBee | MAC | Route Request | 0x860B | 0x63DE | 0xFFFF | 0x63DE | 0xFFFF | 26 |
| 281 | 12 | 11:21:20.91219 | 0.026792 | 20 | ZigBee | MAC | Data Request | 0x860B | 0xD08E | 0x0000 | | | |
| 288 | 53 | 11:21:21.55294 | 0.114416 | 20 | ZigBee | ZCL | Private Cluster | 0x860B | 0x0000 | 0xFFFF | 0x0000 | 0xFFFF | 228 |
| 289 | 53 | 11:21:21.57575 | 0.022632 | 20 | ZigBee | ZCL | Private Cluster | 0x860B | 0x63DE | 0xFFFF | 0x0000 | 0xFFFF | 228 |
| 290 | 53 | 11:21:21.57941 | 0.003840 | 20 | ZigBee | ZCL | Private Cluster | 0x860B | 0xB05C | 0xFFFF | 0x0000 | 0xFFFF | 228 |
| 295 | 50 | 11:21:22.03461 | 0.001864 | 20 | ZigBee | ZCL | ZLL Commissioning: Default Response | 0x860B | 0x63DE | 0x0000 | 0x63DE | 0xD08E | 30 |
| 297 | 53 | 11:21:22.03792 | 0.001520 | 20 | ZigBee | ZCL | Private Cluster | 0x860B | 0x0000 | 0xFFFF | 0x0000 | 0xFFFF | 228 |
| 307 | 53 | 11:21:22.53358 | 0.044440 | 20 | ZigBee | ZCL | Private Cluster | 0x860B | 0x0000 | 0xFFFF | 0x0000 | 0xFFFF | 228 |
| 311 | 53 | 11:21:22.68717 | 0.001672 | 20 | ZigBee | MAC | Link Status | 0x860B | 0x63DE | 0xFFFF | 0x63DE | 0xFFFF | 31 |

图 5.7 照明设备与遥控器在同一网关下，遥控器进行本地配对(成功)

f. 照明设备与遥控器在同一网关下，多个灯进行线上配对，抓包信息：

| | | | | | | | | | | | | |
|----|----------------|----------|----|--------|-----|----------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|-----|
| 52 | 11:37:56.89956 | 0.003948 | 20 | ZigBee | ZCL | Groups: Add Group | 0x860B | 0x0000 | 0xD08E | 0x0000 | 0xD08E | 10 |
| 51 | 11:37:56.91662 | 0.015032 | 20 | ZigBee | ZCL | Groups: Add Group Response | 0x860B | 0xD08E | 0x0000 | 0xD08E | 0x0000 | 49 |
| 45 | 11:37:56.93283 | 0.003000 | 20 | ZigBee | APS | Acknowledgement | 0x860B | 0xD08E | 0x0000 | 0xD08E | 0x0000 | 50 |
| 52 | 11:37:57.00543 | 0.034352 | 20 | ZigBee | ZCL | Groups: Add Group | 0x860B | 0x0000 | 0xB018 | 0x0000 | 0xB018 | 15 |
| 12 | 11:37:57.01315 | 0.005688 | 20 | ZigBee | MAC | Data Request | 0x860B | 0xD08E | 0x0000 | | | |
| 45 | 11:37:57.01504 | 0.001128 | 20 | ZigBee | APS | Acknowledgement | 0x860B | 0x0000 | 0xD08E | 0x0000 | 0xD08E | 13 |
| 51 | 11:37:57.03321 | 0.016360 | 20 | ZigBee | ZCL | Groups: Add Group Response | 0x860B | 0xB018 | 0x0000 | 0xB018 | 0x0000 | 162 |
| 45 | 11:37:57.03693 | 0.001704 | 20 | ZigBee | APS | Acknowledgement | 0x860B | 0xB018 | 0x0000 | 0xB018 | 0x0000 | 163 |
| 45 | 11:37:57.04328 | 0.004520 | 20 | ZigBee | APS | Acknowledgement | 0x860B | 0x0000 | 0xB018 | 0x0000 | 0xB018 | 16 |
| 53 | 11:37:57.09342 | 0.048336 | 20 | ZigBee | ZCL | Level Control: Step | 0x860B | 0xB05C | 0xFFFF | 0xD08E | 0xFFFF | 47 |
| 12 | 11:37:57.11350 | 0.010000 | 20 | ZigBee | MAC | Data Request | 0x860B | 0xD08E | 0x0000 | | | |
| 52 | 11:37:57.14415 | 0.025512 | 20 | ZigBee | ZCL | Groups: Add Group | 0x860B | 0x0000 | 0xB05C | 0x0000 | 0xB05C | 18 |
| 45 | 11:37:57.15032 | 0.004168 | 20 | ZigBee | APS | Acknowledgement | 0x860B | 0xB05C | 0x0000 | 0xB05C | 0x0000 | 43 |
| 51 | 11:37:57.21392 | 0.061776 | 20 | ZigBee | ZCL | Groups: Add Group Response | 0x860B | 0xB05C | 0x0000 | 0xB05C | 0x0000 | 44 |
| 45 | 11:37:57.22031 | 0.004368 | 20 | ZigBee | APS | Acknowledgement | 0x860B | 0x0000 | 0xB05C | 0x0000 | 0xB05C | 19 |
| 53 | 11:37:57.25107 | 0.028976 | 20 | ZigBee | ZCL | Level Control: Step | 0x860B | 0x0000 | 0xFFFF | 0xD08E | 0xFFFF | 47 |
| 53 | 11:37:57.33095 | 0.007800 | 20 | ZigBee | ZCL | Level Control: Step | 0x860B | 0xB05C | 0xFFFF | 0xD08E | 0xFFFF | 47 |
| 12 | 11:37:57.59500 | 0.192328 | 20 | ZigBee | MAC | Data Request | 0x860B | 0xD08E | 0x0000 | | | |

图 5.8 照明设备与遥控器在同一网关下，进行线上配对(成功)

g. 多个照明设备与遥控器已经进行过线上配对，解除线上配对时抓包信息：

| | | | | | | | | | | | | | |
|------|----|----------------|----------|----|--------|-----|-------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|-----|
| 5400 | 50 | 14:09:58.40021 | 0.397856 | 20 | ZigBee | ZCL | Groups: Remove Group | 0x860B | 0x0000 | 0xB018 | 0x0000 | 0xB018 | 75 |
| 5404 | 45 | 14:09:58.45794 | 0.004464 | 20 | ZigBee | APS | Acknowledgement | 0x860B | 0xB018 | 0x0000 | 0xB018 | 0x0000 | 152 |
| 5406 | 51 | 14:09:58.48594 | 0.026168 | 20 | ZigBee | ZCL | Groups: Remove Group Response | 0x860B | 0xB018 | 0x0000 | 0xB018 | 0x0000 | 151 |
| 5408 | 45 | 14:09:58.49373 | 0.005776 | 20 | ZigBee | APS | Acknowledgement | 0x860B | 0x0000 | 0xB018 | 0x0000 | 0xB018 | 76 |
| 5410 | 12 | 14:09:58.49797 | 0.002432 | 20 | ZigBee | MAC | Data Request | 0x860B | 0xD08E | 0x0000 | | | |
| 5416 | 50 | 14:09:58.60336 | 0.016176 | 20 | ZigBee | ZCL | Groups: Remove Group | 0x860B | 0x0000 | 0xB05C | 0x0000 | 0xB05C | 78 |
| 5418 | 45 | 14:09:58.60958 | 0.004272 | 20 | ZigBee | APS | Acknowledgement | 0x860B | 0xB05C | 0x0000 | 0xB05C | 0x0000 | 38 |
| 5420 | 51 | 14:09:58.61326 | 0.001864 | 20 | ZigBee | ZCL | Groups: Remove Group Response | 0x860B | 0xB05C | 0x0000 | 0xB05C | 0x0000 | 39 |
| 5422 | 45 | 14:09:58.62043 | 0.005160 | 20 | ZigBee | APS | Acknowledgement | 0x860B | 0x0000 | 0xB05C | 0x0000 | 0xB05C | 79 |
| 5425 | 12 | 14:09:58.99826 | 0.091752 | 20 | ZigBee | MAC | Data Request | 0x860B | 0xD08E | 0x0000 | | | |
| 5427 | 52 | 14:09:59.01032 | 0.011296 | 20 | ZigBee | ZCL | Groups: Add Group | 0x860B | 0x0000 | 0xD08E | 0x0000 | 0xD08E | 81 |
| 5429 | 51 | 14:09:59.02587 | 0.013520 | 20 | ZigBee | ZCL | Groups: Add Group Response | 0x860B | 0xD08E | 0x0000 | 0xD08E | 0x0000 | 108 |

图 5.9 照明设备与遥控器解除线上配对(成功)