

# ESP8266

## Mesh 用户指南



版本 1.2

版权 © 2016

# 关于本手册

本手册介绍了 ESP8266 Mesh 网络，包含以下章节：

章	标题	内容
第 1 章	概述	概括描述 ESP-Mesh，介绍一些概念和网络结构。
第 2 章	Mesh 头信息	介绍 Mesh 头信息的格式、字段和代码。
第 3 章	API 参考	介绍数据结构和 API。
第 4 章	示例代码	为 Mesh 开发提供示例代码。

## 发布说明

日期	版本	发布说明
2015.07	V1.0	首次发布。
2015.09	V1.1	更新第 3 章。
2016.01	V1.2	增加第 2 章和第 4 章，更新第 1 章和第 3 章。



### 说明：

现行版本为支持初期产品开发者的早期发布版本。内容如有变更，恕不另行通知。

# 目录

1. 概述.....	1
1.1. 概念介绍.....	1
1.2. 网络结构.....	3
1.2.1. 组网原理 .....	3
1.2.2. 组网示意图.....	3
1.2.3. 网络节点 .....	4
2. Mesh 头信息 .....	5
2.1. Mesh 头信息格式 .....	5
2.2. Mesh 选项 .....	7
2.2.1. 数据结构 .....	7
2.2.2. 示例 .....	8
3. API 参考 .....	10
3.1. 数据结构.....	10
3.1.1. Mesh 头信息格式 .....	10
3.1.2. Mesh 选项头信息格式 .....	10
3.1.3. Mesh 选项格式 .....	10
3.1.4. Mesh 选项分片格式.....	11
3.1.5. Mesh 回调格式 .....	11
3.1.6. Mesh 扫描回调格式.....	11
3.1.7. Mesh 扫描用户回调格式.....	11
3.2. 数据包 API.....	11
4. 示例代码 .....	12
4.1. 设备 .....	12
4.2. 手机或服务器.....	12

4.3. 获取拓扑结构.....	13
4.4. 解析拓扑结构.....	14
4.5. Dev-App.....	14



# 1.

# 概述

随着物联网 (IoT) 的发展，物联网节点规模迅速扩张，但路由器可供直接接入的节点数有限（通常少于 32 个），因此在大规模的物联网应用中，不可能把所有物节点都直接接入路由器。针对此问题，目前有两种解决方法。

- 超级路由：增强路由的功能，使其可以直接接入更多的节点。
- Mesh 网络：物联网节点之间可以组成网络，并可以转发数据包。

ESP8266 使用的是 Mesh 组网，如图 1-1 所示。这样，不需要改变路由就可以实现大量节点连接到网络。

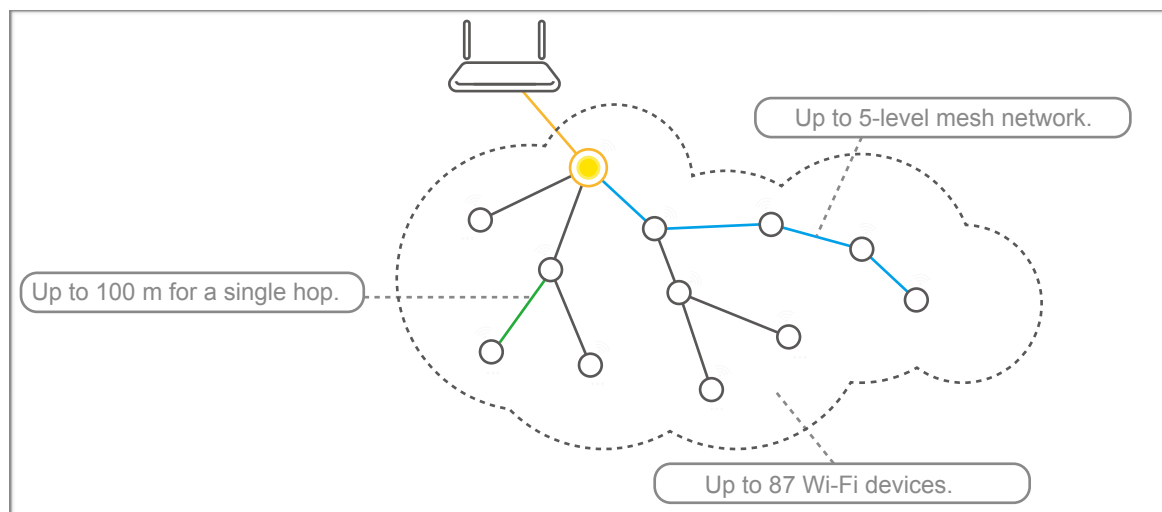


图 1-1. ESP-Mesh 组网

## 1.1. 概念介绍

### IOT Espressif App

IOT Espressif app（以下简称 IOT app）是乐鑫自主研发的手机 app，可以实现对 Wi-Fi 设备的就地控制和遥控，这些 Wi-Fi 设备包括智能灯和智能开关等。

### ESP-TOUCH

ESP-TOUCH 由乐鑫自主研发，用来将 Wi-Fi 设备连接到路由器。



## ESP-Touch SmartConfig 模式

设备只有在 SmartConfig 模式下才能由 ESP-TOUCH 配置。这种状态称为 ESP-TOUCH 状态。关于如何配置，请参考“1.2 网络结构”。

### 本地设备

如图 1-2 所示，若设备仅通过 ESP-TOUCH 配置在路由器端，而并未在服务器端激活，则该设备为本地设备。

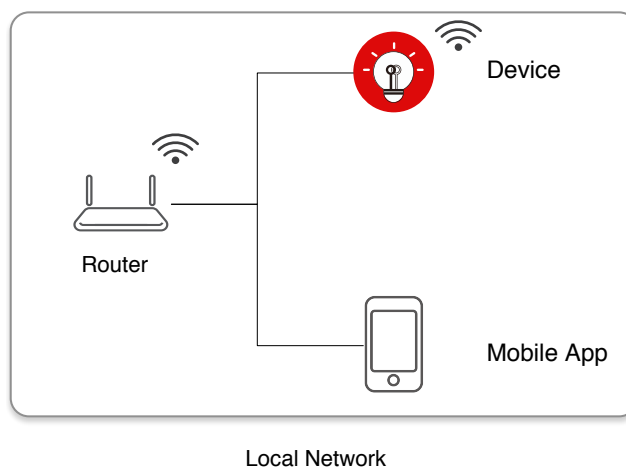


图 1-2. 本地网络

### 云端设备

如图 1-3 所示，若设备通过 ESP-TOUCH 配置在路由器端，并在服务器上激活，则该设备为云端设备。

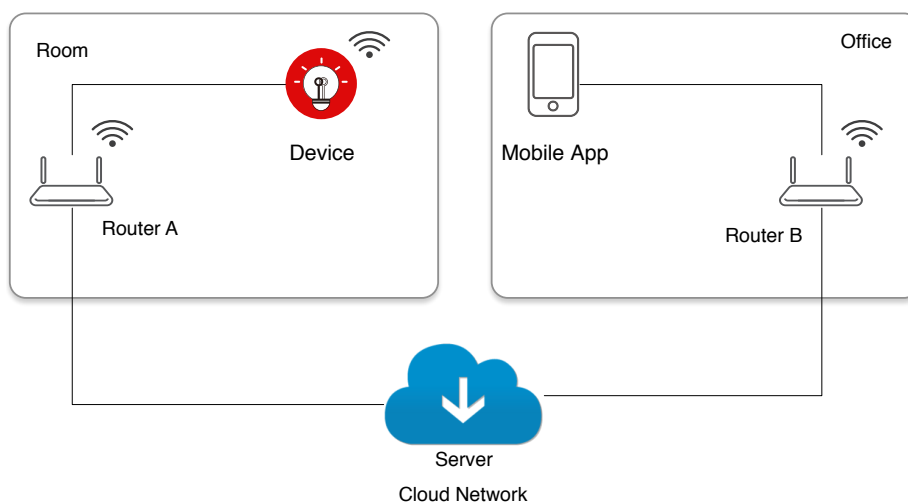


图 1-3. 云端网络



节点在 IOT app 上有三种状态：

- 云端状态：设备为云端设备，设备和 IOT App 连接到不同路由器。
- 在线状态：设备为本地设备或云端设备，设备和 IOT App 连接到同一路由器。
- 离线状态：设备为云端设备，且未接入路由器。

设备类型和状态

设备状态	云端状态	在线状态	离线状态
云端设备	✓	✓	✓
本地设备	✗	✓	✗

1.2. 网络结构

1.2.1. 组网原理

Mesh 组网支持自动组网。当用户使用 ESP-TOUCH 配置 Mesh 网络时，设备会自动扫描周围的 Wi-Fi 接入点 (AP)。

1.2.2. 组网示意图

Mesh 组网示意图如图 1-4 所示。

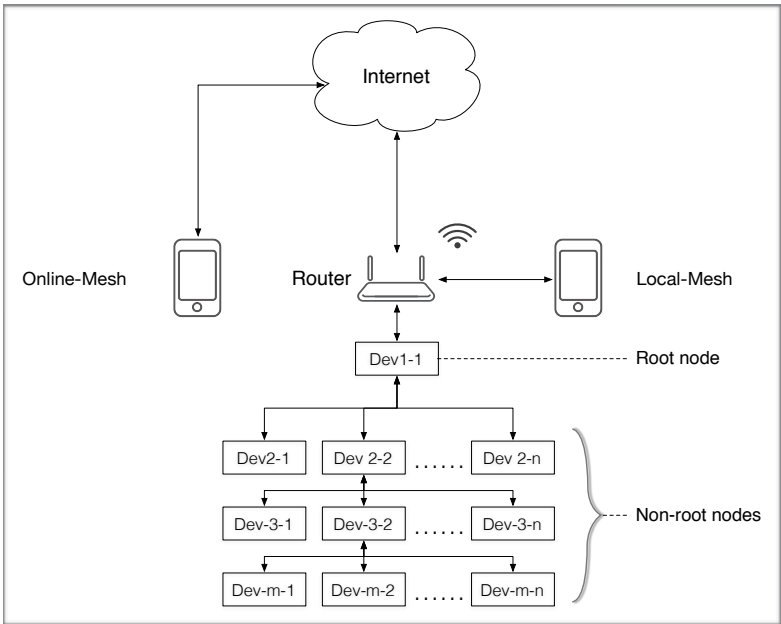


图 1-4. Mesh 组网示意图



- 直接接入路由器的节点是根节点，其他为非根节点。更多详情请参考“1.2.3 网络节点”。
- Online-Mesh：当路由器连接网络，用户可以使用手机通过网络控制云端设备。
- Local-Mesh：用户通过路由器只能控制本地设备。

### 1.2.3. 网络节点

根据在 Mesh 网络中的位置，节点可分为：

#### 根节点

- 接收和发送数据包。
- 转发来自服务器、手机和其子节点的数据包。

#### 非根节点

- 非叶节点：接收和发送数据包，转发来自其父节点和子节点的数据包。
- 叶子节点：只接收或发送数据包，不转发数据包。





## 2. Mesh 头信息

### 2.1. Mesh 头信息格式

Mesh 头信息格式如图 2-1 所示。

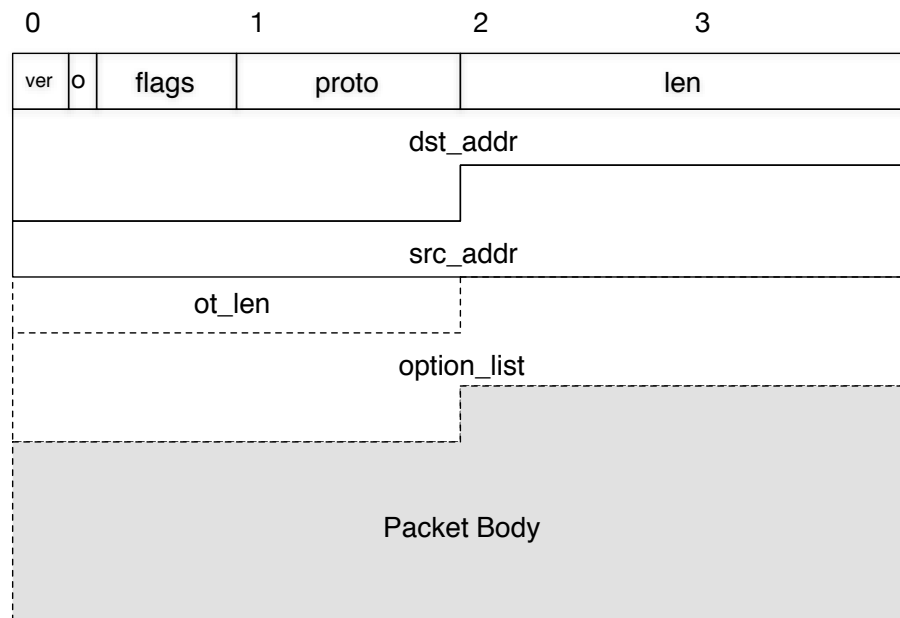


图 2-1. Mesh 头信息格式

Mesh 头信息的字段如表 2-1 所示。

表 2-1. Mesh 头信息格式

字段名	长度	说明
ver	2 比特位	Mesh 的版本。
o	1 比特位	选项标志。
flags	5 比特位	<div><div>bit01234</div><div><div>CP</div><div>CR</div><div>resv</div></div></div>
	FP	数据包捎带流量应答。
	FR	数据包捎带流量请求。



字段名	长度	说明			
	resv	保留字段。			
proto	8 比特位	<div>bit 0 1 2 3 4 5 6 7</div> <table border="1"><tr><td>D</td><td>P2P</td><td>protocol</td></tr></table>	D	P2P	protocol
	D	P2P	protocol		
	D	数据包流向： <ul style="list-style-type: none"><li>0：向下</li><li>1：向上</li></ul>			
	P2P	节点到节点数据包。			
	协议	用户数据协议。			
mesh_usr_proto_type 的定义如下： enum mesh_usr_proto_type { M_PROTO_NONE = 0,       // 用于发送 Mesh 管理数据包 M_PROTO_HTTP,         // HTTP 格式用户数据 M_PROTO_JSON,         // JSON 格式用户数据 M_PROTO_MQTT,         // MQTT 格式用户数据 M_PROTO_BIN,         // 用户数据为二进制流 };					
len	2 字节	Mesh 数据包的长度（包括 Mesh 头信息）。			
dst_addr	6 字节	目的地址 <ul style="list-style-type: none"><li><b>proto.D = 0 或 proto.P2P = 1</b>：dst_addr 表示目标设备的 MAC 地址。</li><li><b>Bcast 或 mcast packet</b>：dst_addr 表示 bcast 或者 mcast 的 MAC 地址。</li><li><b>proto.D = 1 且 proto.P2P = 0</b>：dst_addr 表示手机或者服务器的目的 IP 和端口。</li></ul>			
src_addr	6 字节	源地址 <ul style="list-style-type: none"><li><b>proto.P2P = 1</b>：src_addr 表示源设备的 MAC 地址。</li><li><b>Bcast 或 mcast packet</b>：src_addr 表示源设备的 MAC 地址。</li><li><b>proto.D = 1</b>：src_addr 表示源设备的 MAC 地址。</li><li><b>proto.D = 0 且 forward packet into mesh</b>：src_addr 表示手机或者服务器的目的 IP 和端口。</li></ul>			
ot_len		选项的总长（包括自身）。			



字段名	长度	说明							
option_list		选项的元素列表。 <div><table><tr><td>option-1</td><td>option-2</td><td>.....</td><td>option-n</td></tr></table><div><table><tr><td>otype</td><td>olen</td><td>ovalue</td></tr></table></div></div>	option-1	option-2	.....	option-n	otype	olen	ovalue
	option-1	option-2	.....	option-n					
otype	olen	ovalue							
otype	1 字节	选项的类型。							
olen	1 字节	当前选项的长度。							
ovlaue	用户定义	当前选项的值。							

## 2.2. Mesh 选项

### 2.2.1. 数据结构

Mesh 选项的类型由 mesh\_option\_type 的结构来定义。

```
enum mesh_option_type {  
    M_O_FLOW_REQ = 0, // 流量请求选项  
    M_O_FLOW_RESP,   // 流量应答选项  
    M_O_ROUTER_SPREAD, // 路由信息传播选项  
    M_O_ROUTE_ADD,     // 路由表更新（节点连接 Mesh）选项  
    M_O_ROUTE_DEL,     // 路由表更新（节点退出 Mesh）选项  
    M_O_TOPO_REQ,      // 拓扑结构请求选项  
    M_O_TOPO_RESP,     // 拓扑结构应答选项  
    M_O_MCAST_GRP,     // 组播成员列表  
    M_O_MESH_FRAG,     // Mesh 管理分片选项  
    M_O_USR_FRAG,      // 用户数据分片  
    M_O_USR_OPTION,    // 用户选项  
};
```



表 2-2. Mesh 头信息类型

字段名	选项长度	说明	格式		
M_O_FLOW_REQ	2 字节	用于流量请求。	otype	olen	ovalue
			0x00	0x02	
M_O_FLOW_RESP	6 字节	用于流量应答。	otype	olen	ovalue
			0x01	0x06	congest capacity
M_O_ROUTER_SPREAD	106 字节	用于传播路由信息。	otype	olen	ovalue
			0x02	0x6A	Router information
M_O_ROUTE_ADD	6*n+2 字节	用于新增节点连接 Mesh 网络时更新路由表。	otype	olen	ovalue
			0x03	length	MAC address list
M_O_ROUTE_DEL	6*n+2 字节	用于节点退出 Mesh 网络时更新路由表。	otype	olen	ovalue
			0x04	length	MAC address list
M_O_TOPO_REQ	8 字节	用于获取 Mesh 网络的拓扑结构。	otype	olen	ovalue
			0x05	0x06	MAC address of the device searched
M_O_TOPO_RESP	6*n+2 字节	用于应答 Mesh 网络的拓扑结构。	otype	olen	ovalue
			0x06	length	MAC address list

## 2.2.2. 示例

### 流量请求包

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	a	b	c	d	e	f
00000000h:	04	01	14	00	18	FE	34	A5	3B	AD	18	FE	34	A2	C7	76
00000010h:	04	00	00	02												

表 2-3. 流量请求包

字段名	值	说明
head.ver	00	Mesh 的当前版本为 00。
head.O	1	选项存在于数据包中。
head.flags.FP	0	无捎带流量应答。
head.flags.FR	0	无捎带流量请求。
head.flags.resv	000	保留字段。
head.proto.D	1	向上。
head.proto.P2P	0	无节点到节点数据包。
head.proto.protocol	000000	Mesh 管理数据包。



字段名	值	说明
head.len	0x0014	数据包长度为 20 字节。
head.dst_addr	18 FE 34 A5 3B AD	目的设备的 MAC 地址。
head.src_addr	18 FE 34 A2 C7 76	源设备的 MAC 地址。
head.ot_len	0x0004	选项长度为 0x0004。
head.option_list[0].otype	0x00	M_FLOW_REQ。
head.option_list[0].olen	0x02	选项长度为 0x02。

## 流量应答包

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	a	b	c	d	e	f
00000000h:	04	00	18	00	18	FE	34	A2	C7	76	18	FE	34	A5	3B	AD
00000010h:	08	00	01	06	01	00	00	00								

表 2-4. 流量应答包

字段名	值	说明
head.ver	00	Mesh 的当前版本为 00。
head.O	1	选项存在于数据包中。
head.flags.FP	0	无捎带流量应答。
head.flags.FR	0	无捎带流量请求。
head.flags.resv	000	保留字段。
head.proto.D	0	向下。
head.proto.P2P	0	无节点到节点数据包。
head.proto.protocol	000000	Mesh 管理数据包。
head.len	0x0015	数据包长度为 21 字节。
head.dst_addr	18 FE 34 A2 C7 76	目的设备的 MAC 地址。
head.src_addr	18 FE 34 A5 3B AD	源设备的 MAC 地址。
head.ot_len	0x0008	选项长度为 0x0008。
head.option_list[0].otype	0x01	M_FLOW_RESP。
head.option_list[0].olen	0x06	选项长度为 0x06。
head.option_list[0].ovalue	0x01	选项值为 0x00000001，流量容量为 0x00000001。



## 3.

# API 参考

### 3.1. 数据结构

#### 3.1.1. Mesh 头信息格式

```
struct mesh_header_format {  
    uint8_t ver:2;                // Mesh 的版本  
    uint8_t oe: 1;                // 选项标志  
    uint8_t fp: 1;                // 数据包捎带流量应答  
    uint8_t fr: 1;                // 数据包捎带流量请求  
    uint8_t rsv:3;                // 保留字段  
    struct {  
        uint8_t d: 1;             // 方向: 1, 向上; 2, 向下  
        uint8_t p2p:1;            // 节点到节点数据包  
        uint8_t protocol:6;       // 用户数据使用的协议  
    } proto;  
    uint16_t len;                  // 数据包总长 (包括 Mesh 头信息)  
    uint8_t dst_addr[ESP_MESH_ADDR_LEN]; // 目的地址  
    uint8_t src_addr[ESP_MESH_ADDR_LEN]; // 源地址  
    struct mesh_header_option_header_type option[0]; // Mesh 选项  
} __packed;
```

#### 3.1.2. Mesh 选项头信息格式

```
struct mesh_header_option_header_type {  
    uint16_t ot_len;              // 选项总长  
    struct mesh_header_option_format olist[0]; // 选项列表  
} __packed;
```

#### 3.1.3. Mesh 选项格式

```
struct mesh_header_option_format {  
    uint8_t otype;               // 选项的类型
```



```
uint8_t olen;          // 当前选项长度

uint8_t ovalue[0];     // 选项值

} __packed;
```

### 3.1.4. Mesh 选项分片格式

```
struct mesh_header_option_frag_format {
    uint16_t id;         // 分片 ID

    struct {
        uint16_t resv:1; // 保留字段
        uint16_t mf:1;  // 更多分片
        uint16_t idx:14; // 分片偏移
    } offset;

} __packed;
```

### 3.1.5. Mesh 回调格式

```
typedef void (* espconn_mesh_callback)(int8_t result);
```

### 3.1.6. Mesh 扫描回调格式

```
typedef void (* espconn_mesh_scan_callback)(void *arg, int8_t status);
```

### 3.1.7. Mesh 扫描用户回调格式

```
typedef void (* espconn_mesh_usr_callback)(void *arg);
```

## 3.2. 数据包 API

 说明:

更多信息请参考 [ESP8266 Non-OS SDK API Guide](#)。



## 4.

# 示例代码

### 4.1. 设备

更多详情请参考：

[ESP8266\\_MESH\\_DEMO/blob/master/mesh\\_demo/demo/mesh\\_demo.c](https://github.com/espressif/ESP8266_MESH_DEMO/blob/master/mesh_demo/demo/mesh_demo.c)。

### 4.2. 手机或服务器

```
void controller_entrance(Parameter list)
{
    /*添加代码以检查状态*/
    /*添加代码以创建控制包*/

    uint8_t json_control_data[] = { /*添加代码*/ };
    uint16_t control_data_len = sizeof(json_control_data)
    struct mesh_header_format *mesh_header = NULL;

    /* src_addr 应为手机或服务器的 IP 和端口的组合。用户可以设置地址为 0，则根设备会
    填充此字段。如果用户自行填充此字段，请确保填入正确的值。*/

    uint8_t src_addr[] = {0,0,0,0,0,0},
    dst_addr[] = {xx,xx,xx,xx,xx,xx};

    mesh_header = (struct mesh_header_format *)espsconn_mesh_create_packet(dst_addr,
    src_addr, false, true, M_PROTO_JSON, control_data_len,
    false, 0, false, 0, false, 0, 0);
    if (!mesh_header)
    {
        printf("alloc resp packet fail\n");
        return;
    }
    if (espsconn_mesh_set_usr_data(mesh_header, resp_json_packet_body, resp_data_len))
    {
        printf("set user data fail\n");
        free(mesh_header);
        return;
    }
    // 发送控制包
```





```
        espconn_mesh_sent(esp, mesh_header, mesh_header->len);
        free(mesh_header);
    }
```

### 4.3. 获取拓扑结构

```
void topology_entrance(Parameter list)
{
    /*添加代码以检查状态*/

    /*添加代码以创建控制包*/

    bool res;

    struct mesh_header_format *mesh_header = NULL;
    struct mesh_header_option_format *topo_option = NULL;
    uint8_t src_addr[] = {0,0,0,0,0,0};
    uint8_t dst_addr[] = {xx,xx,xx,xx,xx,xx}; //根设备的 MAC 地址
    uint8_t dev_mac[6] = {xx,xx,xx,xx,xx,xx}; //0 表示所有设备的拓扑结构

    uint16_t ot_len = sizeof(*topo_option) + sizeof(struct mesh_header_option_header_type) +
        sizeof(dev_mac);

    mesh_header = (struct mesh_header_format *)espconn_mesh_create_packet(
        dst_addr, src_addr, false, true, M_PROTO_NONE, 0,
        true, ot_len, false, 0, false, 0, 0);
    if (!mesh_header) {
        printf("alloc resp packet fail\n");
        return;
    }

    topo_option = (struct mesh_header_option_format *)espconn_mesh_create_option(
        M_O_TOPO_REQ, dev_mac, sizeof(dev_mac));
    if (!topo_option) {
        printf("alloc topo option fail\n");
        free(mesh_header);
        return;
    }

    res = espconn_mesh_add_option(mesh_header, topo_option);
    free(topo_option);
    if (res) {
        printf("add topo option fail\n");
        free(mesh_header);
    }
}
```



```
        return;
    }
    // 发送获取拓扑结构包
    espconn_mesh_sent(esp, mesh_header, mesh_header->len);
    free(mesh_header);
}
```

## 4.4. 解析拓扑结构

```
void topology_parser_entrance(uint8_t *topo_resp, uint16_t len)
{
    /*添加代码以检查参数*/
    uint16_t oidx = 1;
    struct mesh_header_format *mesh_header = NULL;
    struct mesh_header_option_format *topo_option = NULL;
    mesh_header = (struct mesh_header_format *)topo_resp;
    if (!mesh_header->oe) {
        printf("no option exist\n");
        return;
    }
    /* 用户需要在数据包头信息中逐个解析所有选项 */
    while(espconn_mesh_get_option(mesh_header, M_O_TOPO_RESP,
        oidx++, &topo_option)) {
        uint16_t dev_count = topo_option->olen/6;
        process_dev_list(topo_option->ovalue, dev_count);
    }
}
```

## 4.5. Dev-App

有关示例代码的详细信息参考：

- [ESP8266\\_MESH\\_DEMO/blob/master/mesh\\_demo/include/user\\_config.h](https://github.com/espressif/ESP8266_MESH_DEMO/blob/master/mesh_demo/include/user_config.h)
- [ESP8266\\_MESH\\_DEMO/blob/master/mesh\\_demo/demo/mesh\\_demo.c](https://github.com/espressif/ESP8266_MESH_DEMO/blob/master/mesh_demo/demo/mesh_demo.c)



#### 免责声明和版权公告

本文中的信息，包括供参考的 URL 地址，如有变更，恕不另行通知。

文档“按现状”提供，不负任何担保责任，包括对适销性、适用于特定用途或非侵权性的任何担保，和任何提案、规格或样品在他处提到的任何担保。本文档不负任何责任，包括使用本文档内信息产生的侵犯任何专利权行为的责任。本文档在此未以禁止反言或其他方式授予任何知识产权使用许可，不管是明示许可还是暗示许可。

Wi-Fi 联盟成员标志归 Wi-Fi 联盟所有。蓝牙标志是 Bluetooth SIG 的注册商标。文中提到的所有商标名称、商标和注册商标均属其各自所有者的财产，特此声明。

版权归© 2016 乐鑫所有。保留所有权利。