

ICS 33.040.50  
M 42



# 中华人民共和国通信行业标准

YD/T 3050-2016

## 多介质桥接宽带客户网络组网技术要求

Technical requirements for the networking of multi-medium bridge in  
broadband customer network

2016-04-05 发布

2016-07-01 实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布

# 目 次

前 言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	2
4 缩略语	2
5 体系架构	3
5.1 参考模型	3
5.2 MMB 控制消息	5
6 拓扑发现协议	8
6.1 拓扑发现协议概述	8
6.2 IEEE 802.1 桥发现过程	8
6.3 拓扑发现过程	9
6.4 层 2 发现机制	10
6.5 扩展接口 XML 描述文件格式	10
6.6 高层信息协议	11
6.7 抽象层控制消息的收发规则	11
7 安全建立	12
7.1 安全建立的架构	12
7.2 Push Button 协议	13
7.3 配置 MMB 网络密钥 PNK 方式	15
8 MMB-AP 自动配置	18
8.1 MMB-AP 自动配置的操作过程	18
8.2 注册机发现过程	19
8.3 IEEE 802.11 参数配置过程	19
8.4 配置更新过程	20
8.5 网络注册机检测	20
9 QoS 要求	21
9.1 总体 QoS 要求	21
9.2 数据转发的 QoS 要求	21
9.3 多介质链路绑定的 QoS 要求	22
10 功率管理	25
附录 A (规范性附录) 抽象层管理服务和抽象层控制消息	26
附录 B (资料性附录) MMB 宽带客户网络的组网模型	50
附录 C (资料性附录) TR-069 数据模型	51

## 前 言

本标准按照GB/T 1.1-2009给出的规则起草。

本标准的主要技术内容参考了IEEE 1905.1-2013《混合数字家庭网络异构技术规范》和IEEE1905.1a-2014《混合数字家庭网络异构技术规范 补充规范1：支持其他MAC/PHY 和功能增强》。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本标准由中国通信标准化协会提出并归口。

本标准起草单位：中兴通讯股份有限公司、武汉烽火科技集团有限公司。

本标准主要起草人：王琳、陈武、王志军、韩静。

# 多介质桥接宽带客户网络组网技术要求

## 1 范围

本标准规定了多介质桥接（MMB）宽带客户网络的体系架构、MMB 宽带客户网络的抽象层、MMB 控制消息、拓扑发现、安全建立、MMB-AP 的自动配置和 MMB 的 QoS 等方面的技术要求。

本标准适用于公用电信网中的宽带客户网络和设备，专用电信网也可参考使用。

## 2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

ISO/IEC 8802-2-1998	局域城域网要求第二部分：逻辑链路控制（Local and metropolitan area networks—specific requirements—part 2: logical link control）
IEEE 802.1AB-2009	IEEE 局域和城域网标准：站点和媒体访问控制连接发现（IEEE standard for local and metropolitan area networks: Station and media access control connectivity discovery）
IEEE 802.11-2012	无线局域网媒体访问控制层及物理层规范（Part 11: Wireless LAN medium access control（MAC）and physical layer（PHY）specifications）
IEEE 802.11ac	工作在 6 GHz 以下频段的高吞吐量增强（Amendment 4: Enhancements for very high throughput for operation in bands below 6 GHz）
IEEE 802.11ad	60GHz 超高吞吐量增强（Amendment 3: Enhancements for very high throughput in the 60 GHz band）
IEEE 802.1D	IEEE 局域和城域网标准：媒体访问控制（MAC）网桥（IEEE standard for local and metropolitan area networks: Media access control（MAC）bridges）
IEEE 802.1Q	IEEE 局域和城域网标准：虚拟桥接局域网（IEEE standard for local and metropolitan area networks: Virtual bridged local area networks）
IEEE 802.3-2008	IEEE 信息技术需求标准—第 3 部分：载波监听多路访问/冲突检测（CSMA/CD）访问方式和物理层规范（IEEE standard for information technology-Specific requirements part 3: Carrier sense multiple access with collision detection（CSMA/CD）access method and physical layer specifications）
IEEE 1901-2010	IEEE 电力线网络：MAC 层和物理层规范（IEEE standard for broadband over power line networks: Medium access control and physical layer specifications）
IEEE 1905.1	混合数字家庭网络异构技术规范（IEEE standard for a convergent digital home network for heterogeneous technologies）
IETF RFC 6234	美国安全哈希算法（SHA 与基于 SHA 的 HMAC 和 HKDF）（U.S. Secure Hash Algorithms（SHA and SHA-based HMAC and HKDF））

YD/T 3050-2016

BBF TR-069	BBF CPE WAN 管理协议 (CPE WAN management protocol, Broadband Forum)
Wi-Fi Simple Configuration (WSC)	Wi-Fi 简单配置技术规范 V 2.0.2 (Wi-Fi simple configuration technical specification version 2.0.2)
MoCA MAC/PHY Specification v1.1	MoCA MAC/PHY 规范 v1.1 (MoCA-M/P-SPEC-V1.1-06272011, multimedia over coax alliance (MoCA))
PKCS #5 V2.0-1999	基于口令 (password) 的密码学规范, RSA 实验室 (Password-based cryptography specification)
TR-181 issue2 amendment9	TR-069 设备的根对象定义 (TR-069 Device:2.9 Root Object definition)

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

多介质桥接 Multi-Media Bridge (MMB)

采用以太网、无线、电力线、同轴电缆和电话线等多种介质进行桥接组网的方式。

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

AL	Abstraction Layer	抽象层
ALME	Abstraction Layer Management Entity	抽象层管理实体
AP	Access Point	接入点
CID	Company ID	公司ID
CMDU	Control Message Data Unit	控制消息数据单元
CPE	Customer Premise Equipment	客户终端设备
DLL	Data Link Layer	数据链路层
DSNA	Device-based Security Network Association	基于设备的安全网络连接
ESS	Extended Service Set	扩展服务集
EUI	Easy User Interface	网络适配器的传统接口标识
ID	Identity	标识
KCD	Key Carrying Device	密钥载体设备
LLC	Logical Link Control	逻辑链路控制
LLCDU	Logical Link Control Data Unit	逻辑链路控制数据单元
LLDP	Link Layer Discovery Protocol	链路层发现协议
LLDPDU	LLDP Data Unit	LLDP数据单元
MAC	Media Access Control	媒体访问控制
MMB	Multi-Media Bridge	多介质桥接
MoCA	Multimedia over Coax Alliance	多媒体同轴电缆联盟
MPDU	MAC Protocol Data Unit	MAC协议数据单元



MSDU	MAC Service Data Unit	MAC服务数据单元
NFC	Near-Field Communication	近场通信
NFCNK	Near-Field Communication Network Key	近场通信网络密钥
NMK	Network Membership Key	网络成员密钥
OUI	Organizationally Unique Identifier	组织唯一标识
PBC	Push Button Configuration	Push Button配置
PDU	Protocol Data Unit	协议数据单元
PHY	Physical Layer	物理层
PNK	Project 1905.1 Network Key	MMB网络密钥
PSNA	Pairwise Security Network Association	成对安全网络连接
QoE	Quality of Experience	用户体验质量
QoS	Quality of Service	服务质量
SAP	Service Access Point	服务访问点
SME	Station Management Entity	设备管理实体
SNAP	SubNetwork Access Protocol	子网络访问协议
SSID	Service Set Identifier	服务集标识
STA	Station	站点
TLV	Type Length Value	类型长度值
VLAN ID	Virtual Local Access Network Identity	虚拟局域网标识
WAN	Wide Area Network	广域网
WLAN	Wireless Local Access Network	无线局域网
WPA	Wireless Protected Access	无线保护访问
WPA2	Wireless Protected Access II	无线保护访问II
WSC	Wi-Fi Simple Configuration	WiFi简单配置
XML	Extensible Markup Language	可扩展标记语言

5 体系架构

5.1 参考模型

多介质桥接(MMB)宽带客户网络的参考模型如图1所示。在同时支持高速网络接口(以太网、WLAN、IEEE1901、MoCA、G.hn等)和低速网络接口(如zigbee、z-wave、射频RF、蓝牙、可见光通信技术等)的连接设备上加载抽象层(AL)，在数据平面为多介质底层提供统一的抽象层MAC服务访问点(MMB MAC\_SAP)与数据链路层(LLC)互通。在控制平面，抽象层管理实体(ALME，即MMB管理实体)位于高速网络底层的设备管理实体(SME)之上或低速网络的管理平面之上，提供抽象层管理服务访问点(ALME SAP)，通过高速网络底层的设备管理实体(SME)或低速网络的管理平面，对高速网络或低速网络进行控制管理，获得的控制结果适配成统一的数据格式，并将汇总后的高速、低速网络数据统一上报给上层实体。支持除以太网、WLAN、IEEE1901、MoCA外的其他网络技术的扩展机制通过采用IEEE OUI 和 XML 格式文件实现(具体参见6.5节)。抽象层可在MMB MAC\_SAP和底层接口(MMB 接口SAP)之间传递IEEE 802.3的MPDU，也可在两个AL底层接口之间传递IEEE 802.3的MPDU。MMB

YD/T 3050-2016

控制消息在抽象层之间进行交互，支持从任何接口（包括上层协议栈接口和下层各介质接口）到达抽象层的数据包传输的动态接口选择功能，并支持QoS。多种介质在进行组网过程中，需要考虑共存问题。

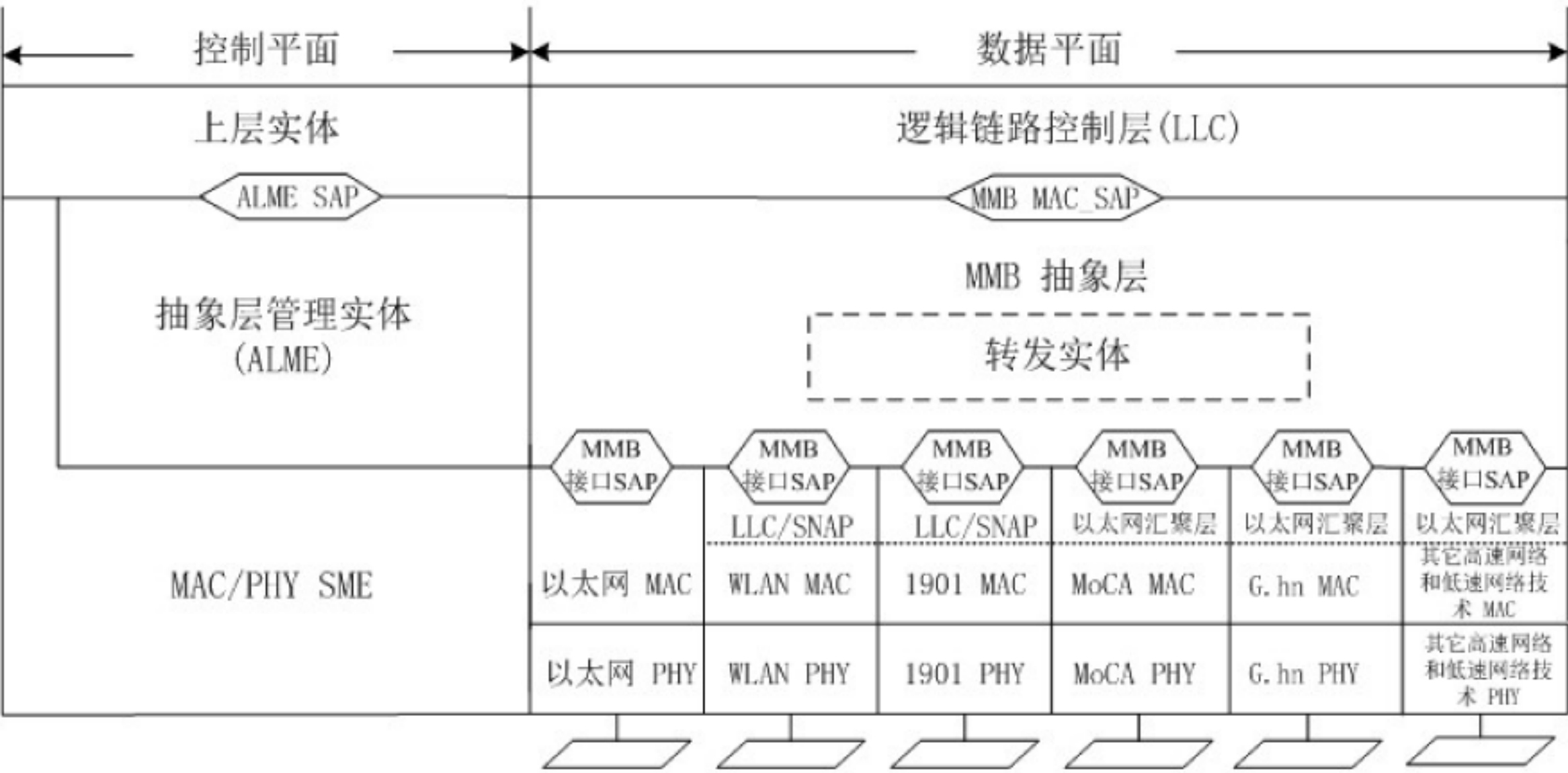


图1 MMB 宽带客户网络的参考模型

ALME 为抽象层和底层提供的抽象层管理服务见附录 A.1 和表 A.1~表 A.26。对于 MAC 服务数据单元 (MSDU)，抽象层支持 ISO/IEC 8802-2-1998 定义的 MA-UNITDATA.request 和 MA-UNITDATA.indication 原语。ALME 为抽象层和底层提供的抽象层数据服务的过程，由 LLC 实体产生的 MA-UNITDATA.request 原语请求将一个 MSDU 从 LLC 实体传送到抽象层实体，抽象层实体接收到该原语后，根据抽象层转发实体的转发规则将 MSDU 传送到对应的底层接口，并向 LLC 实体发送 MA-UNITDATA.indication 原语，指示 MSDU 的成功接收。与不同的底层技术相关的 LLC 定义和参数值的限制要求见下列标准对应的章节：

- a) IEEE 802.3-2008 的 2.3 节；
- b) IEEE 802.11 -2012 的 5.2 节；
- c) IEEE 1901-2010 的 5.2 节；
- d) MoCA PHY/MACv1.1 的 5.1 节。

MMB 设备之间的互连方式如图 2 所示。MMB 设备之间通过由 ALME 设置的抽象层链路 (AL link) 实现抽象层的控制消息数据单元 (CMDU) 和协议数据单元 (PDU) 的交换，设备的抽象层接收到的所有 CMDU 均由邻居设备的抽象层发送，CMDU 也可通过该设备的抽象层中继传送到其他设备的抽象层。以太网 LLCPU 也在 MMB 宽带客户网络设备的抽象层之间交互。如果抽象层包含转发实体，按照转发实体的转发规则，以太网 LLCPU 可被传送到设备的 LLC 或者转发到其他设备的抽象层。

MMB 宽带客户网络设备的抽象层使用唯一的一个 EUI-48 的值作为抽象层 MAC 地址。这个抽象层 MAC 地址可用作数据和抽象层 CMDU 的源地址或者目的地址。每个抽象层使用的 MAC 地址在其所在的 MMB 宽带客户网络中是唯一的，避免与网络中的其他 MAC 地址和其他抽象层 MAC 地址产生冲突。

MMB 宽带客户网络的典型组网模型参见附录 B。MMB 的数据模型采用 BBF TR-069 定义的 CPE WAN 管理协议 (CWMP)，参见附录 C。

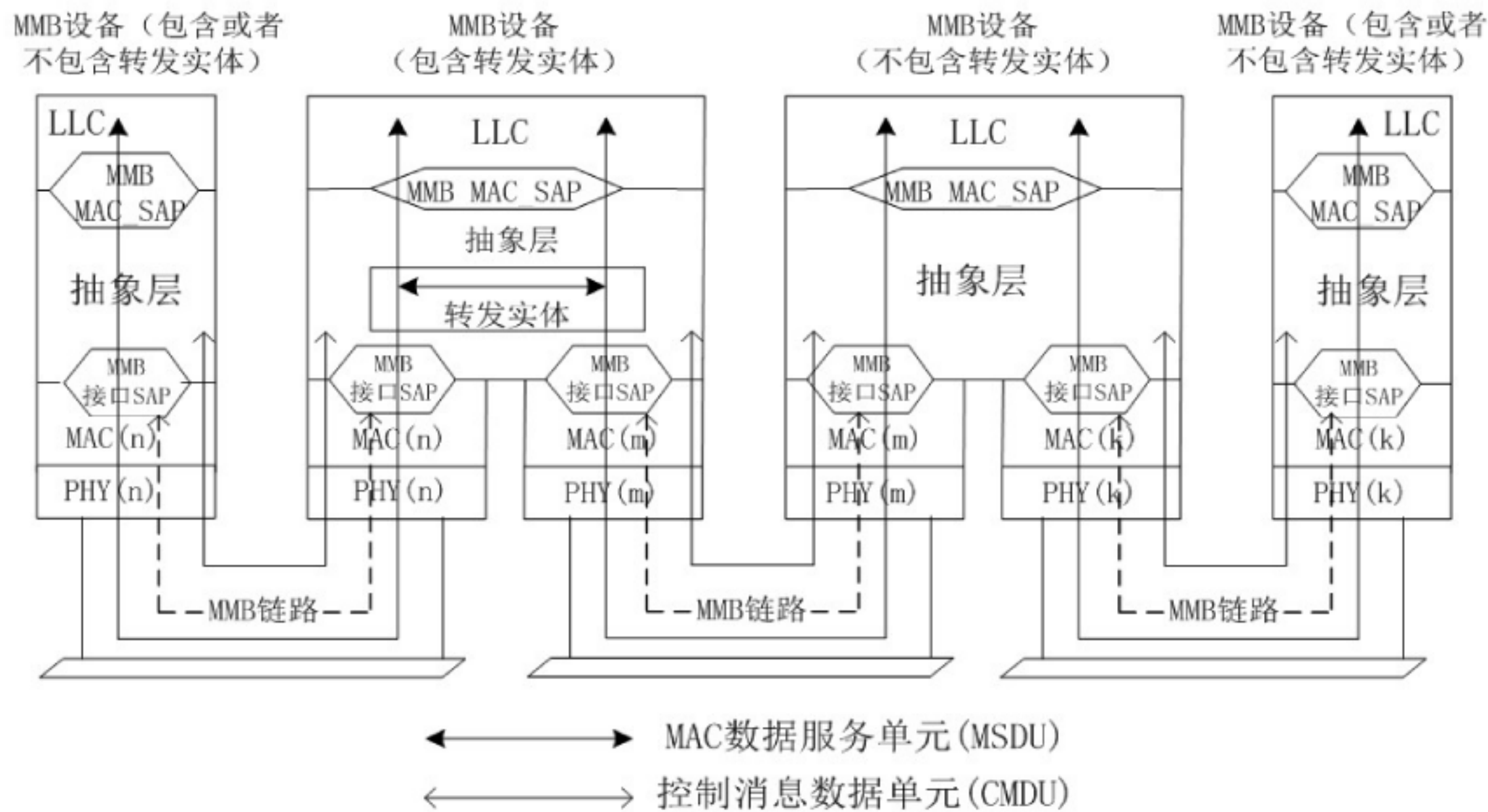


图2 MMB 宽带客户网络设备的互连方式

5.2 MMB 控制消息

5.2.1 IEEE 802.1 桥发现消息（邻居多播）格式

为了使 MMB 设备后向兼容不支持本标准的非 MMB 设备，抽象层支持 IEEE 802.1 桥发现消息。IEEE 802.1 桥发现消息用来判断消息发送端和接收端之间是否存在 IEEE 802.1 桥设备，该消息为 IEEE 802.1AB 链路层发现协议（LLDP）消息。该消息的以太网帧头信息见表 1。LLDP 消息还包括以下 TLV：

- a) Chassis ID TLV，Chassis ID 子类型值设为 4（MAC 地址类型），Chassis ID 值设为抽象层 MAC 地址；
- b) Port ID TLV，Port ID 子类型值设为 3（MAC 地址类型），Port ID 值设为发送消息的接口的 MAC 地址；
- c) Time to live（TTL）TLV，TTL 设置为 180s。

表1 IEEE 802.1 桥发现消息的以太网帧头信息

字段	长度	取值范围	说明
DA	6 字节	01-80-C2-00-00-0E	最近的桥的组MAC地址，即MMB多播MAC地址
SA	6 字节	任何EUI-48 值	设置为发送MMB拓扑发现消息的MMB设备的AL MAC地址或者接口MAC地址
etherType	2 字节	0x88CC	88-CC，LLDP 以太类型
payload	46~1500 字节	任何整数值	链路层发现协议数据单元（LLDPDU）（见 IEEE 802.1AB-2009）

5.2.2 抽象层层间控制消息数据单元（MMB-CMDU）格式

本标准定义的 MMB-CMDU 用于承载发送端 MMB 设备的 MMB 协议 TLV，根据目的地址是单播地址或组地址，将其传送到一个或多个接收端 MMB 设备。TLV 的格式包括 tlvType 字段（1 个字节，指示 TLV 的类型）、tlvLength 字段（2 个字节，指示 TLV 中 tlvValue 字段的长度）和 tlvValue 字段（可变长度，指示 TLV 承载的值）。如果消息长度超过了一个以太网帧所允许的长度，可将包含多个 TLV 的消息以 TLV 为边界进行分片，形成多个消息进行传输。



YD/T 3050-2016

当 MMB 管理实体产生一个 CMDU，它应包括属于该消息的所有 TLV，还可包括 1 个或多个厂商自定义 TLV（见表 A.29）。当 MMB 管理实体接收一个 CMDU，它应忽略所有不属于这个消息的 TLV，可执行或忽略任何厂商自定义的 TLV；如果消息没有包括所有属于这个消息的 TLV，它也应忽略此消息。如果一个消息中同样类型的 TLV 在一个或多个分片中包含，则 MMB 管理实体应将它们作为一个 TLV 考虑，在这个 TLV 中聚合了多个 tlvValue 内容。所有消息的比特顺序遵循高位优先原则。

MMB-CMDU 的以太网帧头信息和消息格式分别见表 2 和表 3。

MMB 中定义的 MMB-CMDU 消息包括：拓扑发现协议消息、链路质量协议消息、Push Button 协议消息、MMB-AP 自配置协议消息、工作地址模式更新消息、绑定协议消息和厂商自定义消息，具体见表 4。

表2 MMB-CMDU 的以太网帧头信息

字段	长度	取值范围	描述
macDa	6 字节	任何EUI-48 值	对于单播消息，该字段应设置为接收端MMB设备的MMB AL MAC 地址；如果发送端的MMB管理实体知道接收的MMB接口是一个IEEE 802.11 STA，那么它可设置这个字段为接收端MMB设备的底层接口MAC地址。对于多播消息，该字段应设置为MMB多播MAC地址
macSa	6字节	任何EUI-48 值	AL MAC 地址或发送消息的接口MAC 地址
etherType	2字节	0x893A	MMB 以太类型

表3 MMB-CMDU 格式

字段	长度	取值范围	描述
messageVersion	1 字节	0x00	消息版本 0x00: 本标准的版本 0x01~0xFF: 保留
Reserved Field	1字节		保留
messageType	2字节		消息类型，见表4。
messageId	2字节		消息标识
fragmentId	1字节		消息分片标识（见6.3.1）
lastFragmentIndicator	1 比特 (比特7)		‘1’: 最后一个分片 ‘0’: 不是最后一个分片
relayIndicator	1比特 (比特6)		‘1’: 指示消息是中继消息（中继多播），相关规则见6.3.4 ‘0’: 指示消息不是中继消息（邻居多播或单播）
reservedField	6比特(比特5~0)		保留
1905.1Protocoltlvs	可变长度		TLV（见附录A.3）
endOfMessageTlv	3字节		消息结束 TLV（见表A.28）

表4 消息类型

消息类型	协议	取值	传输类型	relayIndicator字段	描述
拓扑发现消息	拓扑发现协议（第6章）	0x0000	邻居多播	0	广播设备的存在
拓扑通知消息	拓扑发现协议	0x0001	中继多播	1	通知一个设备的拓扑方式改变
拓扑查询消息	拓扑发现协议	0x0002	单播	0	查询设备的拓扑信息
拓扑响应消息	拓扑发现协议	0x0003	单播	0	响应拓扑查询消息，携带拓扑信息

表4（续）

消息类型	协议	取值	传输类型	relayIndicator字段	描述
厂商自定义消息	N/A	0x0004	单播/ 邻居多播/ 中继多播	厂商自定义 [0 1]	厂商自定义的消息
链路质量查询消息	链路质量协议 （附录A.2.2）	0x0005	单播	0	查询一对设备间的MMB链路质量信息
链路质量响应消息	链路质量协议	0x0006	单播	0	响应链路质量查询消息， 携带链路质量信息
MMB-AP自动配置搜索消息	MMB-AP自动配置协议 （第8章）	0x0007	中继多播	1	搜索注册机
MMB-AP自动配置响应消息	MMB-AP自动配置协议	0x0008	单播	0	响应搜索消息
MMB-AP自动配置WSC消息	MMB-AP自动配置协议	0x0009	单播	0	携WSC 注册帧
MMB-AP自动配置更新消息	MMB-AP自动配置协议	0x000A	中继多播	1	广播对一个特定频带的配置更新需求
MMB Push Button 事件通知消息	Push Button协议（7.2节）	0x000B	中继多播	1	广播一个Push Button事件
MMB Push Button 加入通知消息	Push Button协议	0x000C	中继多播	1	广播Push Button事件的成功加入
高层信息请求消息	高层信息	0x000D	单播	0	请求设备的高层信息
高层信息响应消息	高层信息	0x000E	单播	0	响应高层信息请求消息
接口功率变更请求消息	功率管理	0x000F	单播	0	请求设备变更接口的功率状态
接口功率变更响应消息	功率管理	0x0010	单播	0	响应接口功率变更请求， 变更接口的功率状态
扩展接口查询消息	拓扑发现协议	0x0011	单播	0	请求包括扩展支持接口的拓扑信息
扩展接口响应消息	拓扑发现协议	0x0012	单播	0	响应扩展接口查询消息， 包含扩展支持接口拓扑信息
绑定建立请求消息	绑定协议（9.3节）	0x0013	单播	0	请求建立一个绑定组
绑定建立响应消息	绑定协议	0x0014	单播	0	响应绑定建立请求消息
绑定组更新请求消息	绑定协议	0x0015	单播	0	请求更新一个绑定组
绑定组更新响应消息	绑定协议	0x0016	单播	0	响应绑定组更新请求消息
绑定关闭消息	绑定协议	0x0017	单播	0	关闭一个绑定组
N/A	N/A	0x0018- 0xFFFF	N/A	N/A	保留

## 6 拓扑发现协议

### 6.1 拓扑发现协议概述

MMB 管理实体可使用 MMB 拓扑发现协议来发现其他 MMB 设备和 IEEE 802.1 桥设备，形成一个完整的 MMB 拓扑数据库。MMB 拓扑发现协议也用来通知网络拓扑发生变化。

MMB 拓扑发现协议应使用多播发现过程、单播拓扑查询/响应过程、单播扩展接口查询/响应过程，层 2 发现机制和中继的多播拓扑通知过程。这些过程使用以下消息来实现（见附录 A.2.1）：

- 拓扑发现消息（邻居多播）；
- IEEE 802.1 桥发现消息（邻居多播）；
- 拓扑查询消息（单播）；
- 拓扑响应消息（单播）；
- 扩展接口查询消息（单播）；
- 扩展接口响应消息（单播）；
- 拓扑通知消息（中继多播）。

MMB 管理实体应支持发现网络中的邻居设备并推断出在它和邻居 MMB 设备之间是否有 IEEE 802.1 桥设备。MMB 拓扑查询/响应过程使 MMB 管理实体获得其他 MMB 设备的信息。MMB 管理实体通过扩展接口查询/响应过程获取扩展支持的接口信息，扩展接口的识别采用扩展接口 OUI 机制。MMB 管理实体通过层 2 发现机制上报直连邻居设备和每个直连邻居设备隐藏的一个或多个 MAC 地址。中继的多播拓扑通知过程通知 MMB 管理实体其他 MMB 设备的拓扑已经改变。

### 6.2 IEEE 802.1 桥发现过程

#### 6.2.1 IEEE802.1 桥发现过程概述

MMB 设备每次执行多播发现过程时，都从每个接口发出两条多播发现消息：拓扑发现消息（类型：邻居多播）和 IEEE 802.1 桥发现消息（类型：邻居多播），发现网络中已有的其他 MMB 设备和 IEEE 802.1 桥设备。

IEEE 802.1 桥发现消息是 LLDPDU 包，发送给 LLDP Nearest Bridge Multicast Address（01-80-C2-00-00-0E），IEEE 802.1 桥接设备收到该消息后不会继续转发该消息。MMB 设备的抽象层不会影响 LLDP 的正常操作。拓扑发现消息的目的地址是 MMB 多播 MAC 地址，IEEE 802.1 桥设备收到该消息后会继续转发该消息，但是 MMB 设备不会继续转发该消息。

发送 MMB 拓扑发现消息时，在其 MAC 地址 TLV 中使用的 MAC 地址宜与相同端口发送 LLDPDU 时在其 PortID TLV 中的 MAC 地址（见 IEEE 802.1AB-2009 的 8.5.3.3）相同。

通过这两个消息，MMB 管理实体可推断另一个 MMB 管理实体是不是通过一个或者多个 IEEE 802.1 桥设备连接在其某个接口上，具体如下：

a) 没有检测到 IEEE 802.1 桥设备：MMB 管理实体在其某个 MMB 接口上收到了来自其邻居 MMB 管理实体的同一个 MMB 接口的最近桥组播地址的通知消息和 MMB 组播地址的通知消息两种通知。这种情况下，该接口的 IEEE802.1BridgeFlag 置为 FALSE；

b) 通过 IEEE 802.1 桥设备连接：有以下两种情况：



1) MMB 管理实体在其某个 MMB 接口上只收到了来自其邻居 MMB 管理实体的 MMB 组播地址的通知消息;

2) MMB 管理实体在其某个 MMB 接口上收到了 LLDPDU 和 MMB 拓扑发现消息,但是 MMB 拓扑发现消息 MAC 地址 TLV 的 MAC 和 LLDPDU 的 PortID TLV 的 MAC(参见 IEEE 802.1AB-2009 的 8.5.3.3 节)不同。

这种情况下,该接口的 IEEE802.1BridgeFlag 置为 TURE。

通过该机制,MMB 管理实体仅可发现遵循 IEEE 802.1D-2004 的桥设备。

MMB 管理实体可通过给每个相邻的 MMB 管理实体发送单播的拓扑查询消息来获得其邻居信息(通过拓扑响应消息),籍此来构建一个更完整的网络拓扑图。MMB 管理实体通过是否从其收到多播的拓扑发现消息来判断一个邻居设备是否是 MMB 设备。一个 MMB 设备可查询任意其他 MMB 设备,例如给一个邻居的邻居发送拓扑查询消息。

### 6.2.2 发送过程

MMB 管理实体构建的 LLDPDU 应遵循 IEEE 802.1AB-2009 8.5 节定义的 LLDPDU 的格式。MMB 抽象层不可修改 LLDP 实体构建的 LLDPDU。

### 6.2.3 接收过程

MMB 抽象层不可阻止 LLDPDU 传递给 LLDP 实体。MMB 抽象不处理不符合本标准定义的 LLDP TLV 消息。

## 6.3 拓扑发现过程

### 6.3.1 多播发现过程

MMB 管理实体每次执行多播发现过程时,都从每个接口发出两条多播发现消息:拓扑发现消息(类型:邻居多播)和 IEEE 802.1 桥发现消息(类型:邻居多播),发现网络中已有的其他 MMB 设备和 IEEE 802.1 桥设备。

MMB 管理实体每隔 60s 就发送一次拓扑发现消息。如果是某个具体操作发生(例如设备初始化或者接口连接上),那么 MMB 管理实体也发送拓扑发现消息。拓扑发现消息包含新的 MID 值。

如果 MMB 管理实体发送拓扑发现消息,它应同时发送 IEEE 802.1 桥发现消息。

### 6.3.2 拓扑查询响应过程

MMB 管理实体利用拓扑查询响应过程来查询和接收其他 MMB 管理实体的拓扑信息。

MMB 管理实体可给其他 MMB 管理实体发送拓扑查询消息。每个拓扑查询消息使用一个新的 MID 值。

收到拓扑查询消息后,MMB 管理实体应在 1s 内发送拓扑响应消息。拓扑响应消息携带与收到的拓扑查询消息的 MID 相同的 MID。

一旦 MMB 管理实体检测到需要发送的拓扑响应消息的任何信息改变,MMB 管理实体应在 1s 内构建发送拓扑通知消息。拓扑通知消息携带新的 MID 值。

MMB 管理实体收到拓扑通知消息后,应按抽象层控制消息的收发规则处理。

### 6.3.3 扩展接口查询响应过程

除了拓扑查询响应过程,MMB 管理实体通过扩展接口查询响应过程从另一个 MMB 管理实体查询和接收扩展接口信息,包括扩展接口查询消息(见 A.2.9)和扩展接口响应消息(见 A.2.10)。对于扩展



支持低速网络技术的设备，MMB 管理实体向低速网络管理平面发送 ALME\_GET\_NET\_TOPOLOGY.request，低速网络管理平面收到后，向 MMB 管理实体返回 ALME\_GET\_NET\_TOPOLOGY.response，从而获取低速网络的节点信息和网络拓扑信息（见 A.1.12 节）。扩展接口的识别采用扩展接口 OUI 机制。

6.4 层 2 发现机制

MMB 管理实体通过层 2 发现机制上报采用本地底层技术连接的直连邻居设备和每个直连邻居设备隐藏的 MAC 地址。如果是特定底层技术的层 2 发现机制发现层 2 邻居设备，MMB 管理实体应采用表 A.70 列出的层 2 邻居设备上报。如果是特定底层技术的层 2 发现机制与隐藏的 MAC 地址通信，MMB 管理实体应采用表 A.70 列出的隐藏 MAC 地址上报。

6.5 扩展接口 XML 描述文件格式

网络技术组织的网络技术参数集合在一个 XML 格式文件里列出并在网上公布，从而允许 MMB 管理实体完整识别和描述所有扩展接口设备信息类型 TLV（表 A.59）列出的网络技术。网络技术组织应采用 IEEE OUI 或 IEEE CID 在扩展接口 XML 描述文件里标识其网络技术参数。

如果采用扩展接口机制识别出某个接口是扩展接口设备信息类型 TLV（表 A.59）列表中的接口，并且其对应的设备信息类型 TLV（表 A.32）的媒体类型 TLV（表 A.33）中的比特 15~8 域在表 5 中列出，那么扩展接口设备信息类型 TLV（表 A.59）的 OUI 域应被设置为相应的值。类似的，扩展接口设备信息类型 TLV（表 A.59）的参数索引域应被设置为媒体类型 TLV（表 A.33）中的比特 7~0 域相应的值。

网络技术组织的扩展接口 XML 描述文件应在网上公布，并与扩展接口 XML Schema 一致。扩展接口 XML 描述文件的 schemaLocation 域应包含 URL。扩展接口 XML 描述文件应包含表 6 中的域，NetworkingTechnologyVariant 的子域按每个参数重复列出。网络技术参数的描述可以包含除表 6 外的其他 XML 信息元。

表5 扩展接口媒体类型

OUI	名称	比特 15 ~ 8
00:12:0F	IEEE 802.3	0
00:0F:AC	IEEE 802.11	1
0A:87:36	IEEE 1901	2
00:22:0F	MoCA	3
(other)	其他	0xFF

表6 扩展接口 XML 域的描述

域	子域	描述
OrgName		网络技术组织的名称
OrgUrl		网络技术组织的URL
Oui		网络技术组织的OUI
NetworkingTechnology Variant	GenericPhyIndex	网络技术的索引
	VariantName	网络技术的名称
	VariantUrl	特定网络技术的URL
	Description	网络技术的简单描述

表 6（续）

域	子域	描述
NetworkingTechnology Variant	InterfaceSAPName	网络技术MMB接口SAP的名称
	InterfaceSAPReference	网络技术标准中描述MMB接口SAP的章节序号
	SMEName	网络技术SME的名称
	SMEReference	网络技术标准中描述SME的章节序号
	IEEE8021Bridging	如果网络技术能支持IEEE 802.1 桥服务, 此域为True( 见表A.2)
	MediaSpecificInformation	表A.57中特定媒体信息的描述或者参考的外部资料
	InterfaceTypeMessageArray	网络技术的安全message_array ( 见表7)
	uKeyDerivation	产生MMB接口底层网络技术u-key的具体机制的描述或者外部参考资料 ( 见7.3.1.2)。如果此域为null, 网络技术不支持加密
	TestVectors	为网络技术加密密钥提供test vectors 的字符串 ( 包括参考的外部资料)
	CoexistenceProtocols	网络技术支持的与工作于同一频带同一媒体的其他网络技术共存的协议名称

注：各网络技术组织对应的 IEEE OUI 标识参见 <http://standards.ieee.org/develop/regauth/oui/>，各网络技术组织对应的 IEEE CID 标识参见 <http://standards.ieee.org/develop/regauth/cid/>，各网络技术组织的扩展接口 XML 描述文件参见 <http://standards.ieee.org/downloads/1905/GenericPhyInfoV1.xsd>。

### 6.6 高层信息协议

除了拓扑发现协议,MMB 管理实体通过高层信息查询/响应过程发现其他设备的高层信息,如 control URL、IPv4 地址、IPv6 地址、电池告警信息等。该过程包括高层信息请求消息（单播）和高层信息响应消息（单播），详见 A.2.11 和 A.2.12。对于扩展支持低速网络技术的设备，MMB 管理实体向低速网络管理平面发送 ALME\_GET\_BAT\_PERCENTAGE.request，低速网络管理平面收到后，向 MMB 管理实体发送 ALME\_GET\_BAT\_PERCENTAGE.response。如果电池电量低于预定阈值，ALME\_GET\_BAT\_PERCENTAGE.response 应包含电池告警信息（见 A.1.13 小节）。

### 6.7 抽象层控制消息的收发规则

#### 6.7.1 抽象层控制消息的分片过程

如果 MMB 管理实体要发送的抽象层控制消息的长度超过了 1500 字节,需要对该消息进行分片处理之后再行发送。分片处理是以 TLV 为界限进行分割的,也就是说每个分片消息里包含的是完整的 TLV, TLV 是不可被拆分的单元。分片处理时,同一抽象层控制消息分割后的分片消息具有相同的 MID,而分片标识 fragmentId 字段是从 0 开始顺序递增的,最后一个分片的 lastFragmentIndicator 字段设置为 1,其他的分片的 lastFragmentIndicator 字段设置为 0。未进行分片的抽象层控制消息的 fragmentId 字段设置为 0, lastFragmentIndicator 字段设置为 1。

#### 6.7.2 抽象层控制消息的重组过程

如果接收端设备收到了抽象层控制消息的分片消息,需要先把分片消息进行重组还原为原始的一个抽象层控制消息,只有收到了同一抽象层控制消息的所有分片之后才将消息交给上层进行处理。

#### 6.7.3 邻居多播消息处理过程

MMB 管理实体需要发送邻居多播消息时，会将这条消息分别传递给 MMB 设备上所有已经认证过的接口上进行发送，这些接口会在设备信息类型 TLV 中进行通知并且工作在“PWR\_ON”或“PWR\_SAVE”状态下。

MMB 管理实体收到一条邻居多播消息时，先判断之前是否收到过该消息，如果不是重复收到的消息也不是该 MMB 管理实体创建的消息，那么就处理该邻居多播消息，不再将该消息发送到设备上的其他接口上。

MMB 管理实体可根据消息中的抽象层 MAC 地址类型 TLV 和 MID 元组来判断这条消息是否是之前已经收到过或者是该 MMB 管理实体创建的消息。

#### 6.7.4 中继多播消息处理过程

MMB 管理实体需要发送中继多播消息时，应将这条消息分别传递给 MMB 设备上所有已经认证过的接口进行发送，这些接口会在设备信息类型 TLV 中进行通知并且工作在“PWR\_ON”或“PWR\_SAVE”状态下。

MMB 管理实体收到一条中继多播消息，如果该消息不是重复收到的消息也不是该 MMB 管理实体创建的消息，并且消息设置了“relayIndicator”，那么就处理该中继多播消息，并且除了接收该消息的那个接口之外，把该消息发送到设备上的其他所有接口进行发送。

MMB 管理实体不会重新发送任何之前收到过的消息。MMB 管理实体可根据消息中的抽象层 MAC 地址类型 TLV 和 MID 元组来判断这条消息是否是之前已经收到过或者是该 MMB 管理实体创建的消息。

#### 6.7.5 单播消息处理过程

MMB 管理实体需要发送单播消息时，选择一个已经认证过的接口，这个接口应是工作在“PWR\_ON”或“PWR\_SAVE”状态下，然后使用该接口发送单播消息。

MMB 管理实体收到一条单播消息时，先判断之前是否收到过该消息，如果不是重复收到的消息也不是该 MMB 管理实体创建的消息，那么就处理该单播消息，不再将该消息发送到设备上的其他接口上。

MMB 管理实体可根据消息中的抽象层 MAC 地址类型 TLV 和 MID 元组来判断这条消息是否是之前已经收到过或者是该 MMB 管理实体创建的消息。

## 7 安全建立

### 7.1 安全建立的架构

如图 3 所示，本章定义了 MMB 设备加入 MMB 网络所采用的机制，用户不需要为多接口的 MMB 设备按底层技术分别进行配置，仅执行一次配置可让各种底层接口建立安全连接。按照用户配置操作区分，安全网络的建立方式有两类：

- a) 对码按键方式；
- b) 配置 MMB 网络密钥 PNK 方式，包括配置 MMB 口令密码方式和 NFC 方式。

对码按键方式可使用户只需分别按下两个 MMB 设备上的安全对码键，就可使这两个设备成功的建立安全的网络。WSC 规范和 IEEE 1901 简单连接分别定义了对码按键触发的按键配置（PBC）协议流程。MMB 设备上的对码按键可触发这两种不同的 PBC 协议流程。



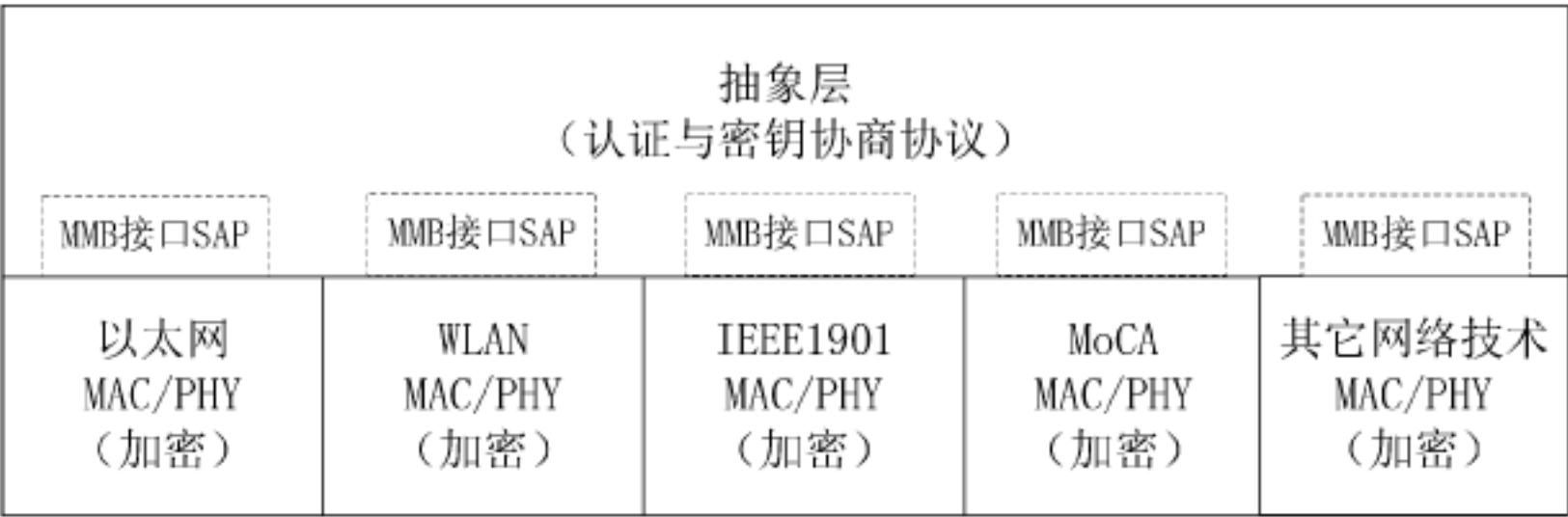


图3 MMB 安全建立架构

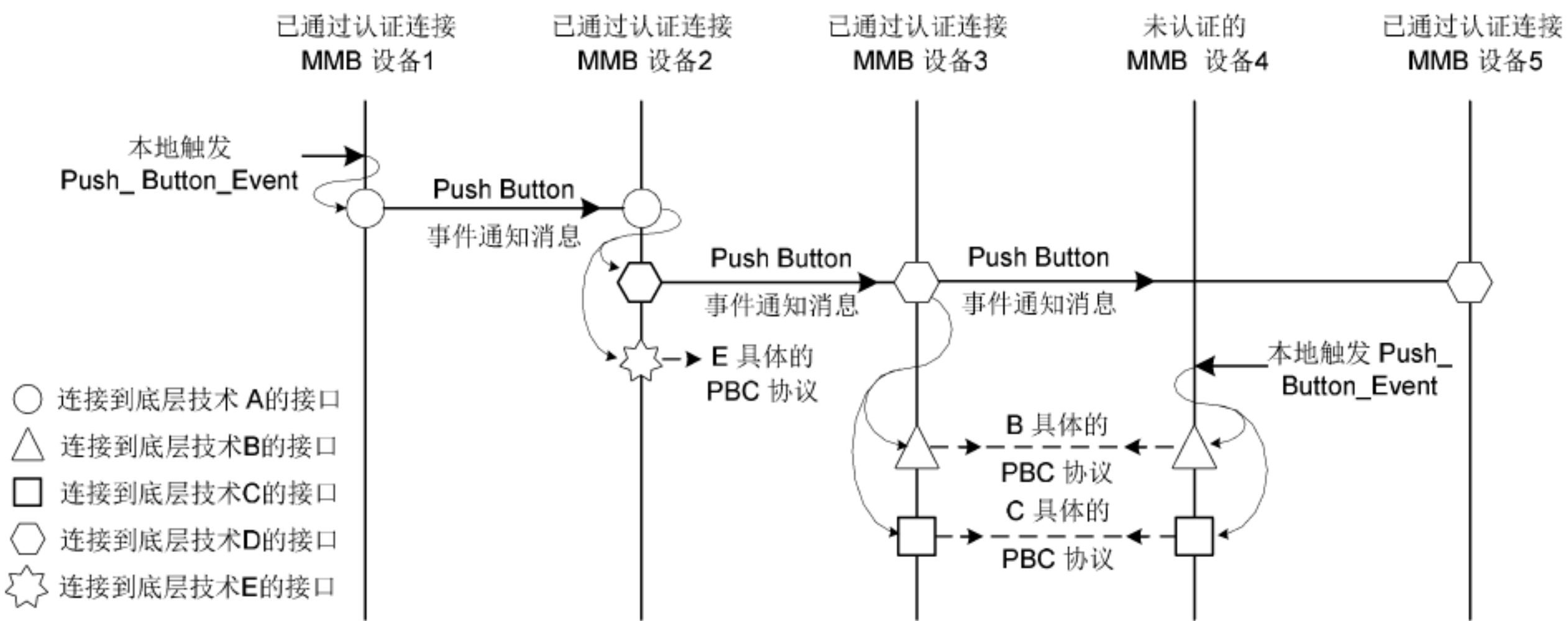
对于配置 MMB 网络密钥 PNK 方式，为了保持各种底层技术目前的 MAC 和 PHY 层技术兼容不修改，UCPK 机制定义了相应的密钥推导方式。MMB 网络密钥 PNK 可通过用户为组网的设备配置相同的 MMB 口令密码推导而得；也可使用 NCF 技术为所有设备配置相同的 PNK 提供安全的密钥传输信道。

抽象层可执行统一的认证和密钥协商协议，并为各种底层技术提供数据加密使用的密钥，通过 MMB 接口 SAP 传递给底层。

7.2 Push Button 协议

7.2.1 Push Button 协议概述

具有不同底层技术接口的 MMB 设备，只要它们通过一个与之相同底层接口的设备连接，都可使用 MMB 的对码按键方式（Push Button）组成同一个 MMB 网络。MMB 的 Push Button 协议的触发过程如图 4 所示。



7.2.2 Push Button 通知过程处理

按下了 MMB 设备上的物理或逻辑的对码按键后，如果该设备上支持 PBC 协议的接口都没有启动 PBC 协议流程，那么该 MMB 设备发起按键触发通知过程，MMB 管理实体执行下列过程：

- a) 初始化底层接口支持的 PBC 协议流程，底层接口可是：除 WLAN 外的其他接口、WLAN 的 AP 或者 WLAN 的 STA（非 AP）未与任何 AP 关联；
- b) 使用中继多播传输过程发送 Push Button 事件通知消息（见附录 A.2.3.1）的 MMB 多播消息给网络中的其他 MMB 设备。Push Button 事件通知消息中的 Push\_Button\_Event 通知 TLV（见附录 A.3.24）中应包含已经初始化 PBC 协议的媒体类型和媒体具体信息。



## 7.2.3 Push Button 事件通知消息处理

MMB 设备处理 Push Button 事件通知消息的流程如图 5 所示。

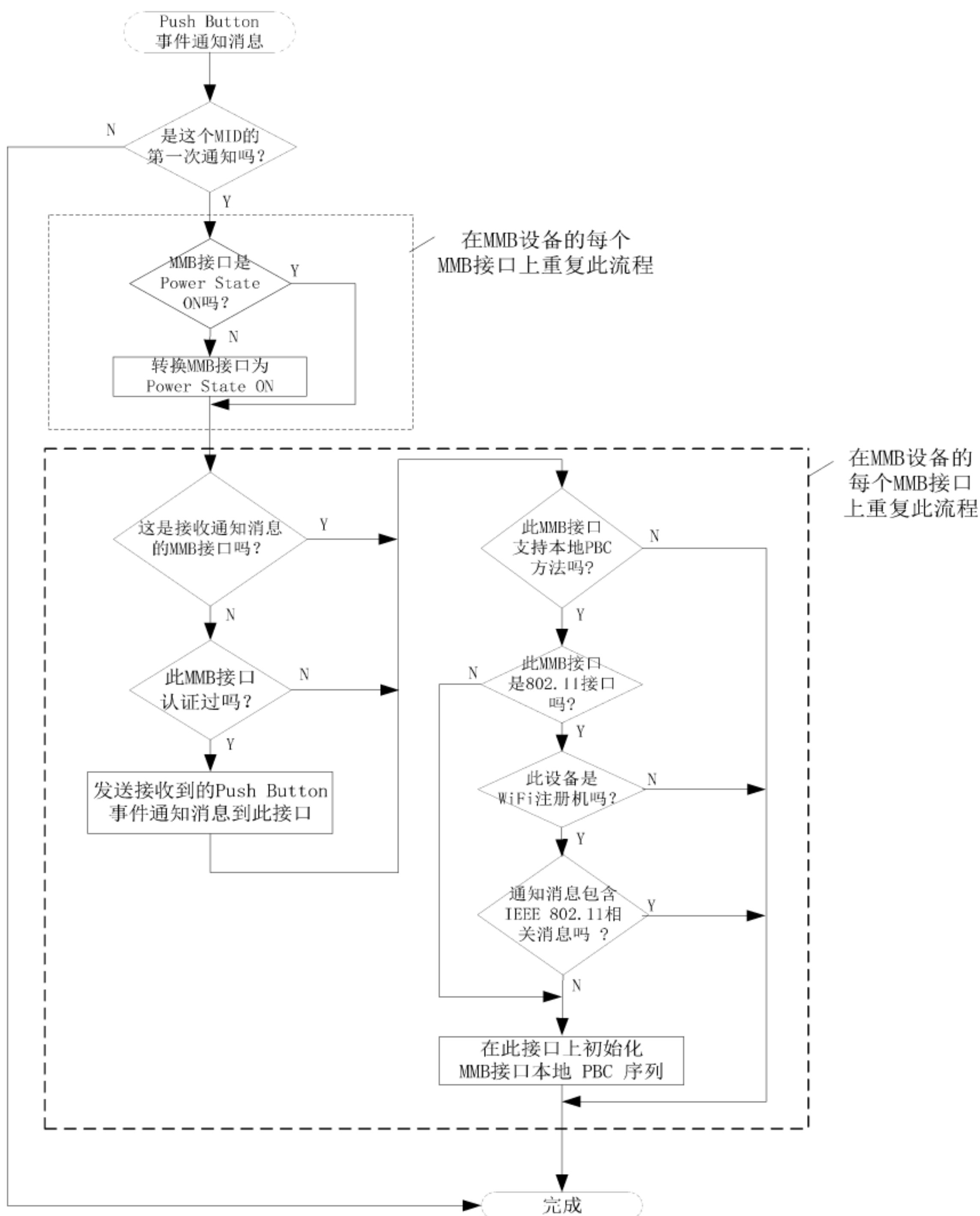


图5 Push Button 事件通知消息处理流程

MMB 管理实体收到 Push Button 事件通知消息后执行下列过程：

- 使用 CMDU 中继多播接收过程中继收到的 Push Button 事件通知消息；
- 不是 IEEE 802.11 的底层接口如果支持 PBC 协议，就初始化 PBC 协议；
- 如果底层接口是 IEEE 802.11 的 AP，并且该设备被配置为注册机，收到的 Push Button 事件通知

消息中没有包含 IEEE 802.11 媒体类型信息，那么初始化这个 IEEE 802.11 接口的 PBC 协议。

#### 7.2.4 Push Button 加入通知消息的产生和处理

底层的 PBC 协议成功执行完后，一个新的设备加入了 MMB 网络，那么发起 PBC 协议的 MMB 设备的 MMB 管理实体就按照 CMDU 中继多播传输过程发送 Push Button 加入通知消息(见附录 A.2.3.2)。

如果在给定的时间间隔内收到了两条或多条 Push Button 加入通知消息，这些消息满足下列条件：

- a) Push\_Button\_Join 通知 TLV (见附录 A.3.25) 中的 MID 字段值相同；
- b) Push\_Button\_Join 通知 TLV 中的 AL ID 字段值相同；
- c) 抽象层 MAC 地址类型 TLV (见表 A.30) 中的 AL ID 字段值不相同。

那么，MMB 设备的 MMB 管理实体需要通知上层。

### 7.3 配置 MMB 网络密钥 PNK 方式

#### 7.3.1 UCPK

##### 7.3.1.1 UCPK 概述

UCPK 机制下，用户对组成一个网络的设备配置相同的 MMB 网络口令密码，用于推导出 MMB 网络密钥 PNK。MMB 网络密钥 PNK 推导出各种底层技术的 u-key。

##### 7.3.1.2 MMB 口令密码推导 MMB 网络密钥 PNK

MMB 口令密码推导 MMB 网络密钥 PNK 使用 PKCS#5 中的 PBKDF2 算法，具体使用参数如公式 (1)。

$$\text{PNK} = \text{PBKDF2}(\text{1905.1NetworkPassphrase}, \text{Salt}, 4096, 256) \quad (1)$$

式中：

- 1905.1NetworkPassPhrase = 1905.1 Network Passphrase;
- Salt= 1905.1 network name;
- 4096 = the number of times 1905.1NetworkPassphrase is hashed;
- 256 = the number of bits of PNK。

MMB 网络名称和 MMB 口令密码作为输入，二者都被编码为长度在 ASCII [0x20]到 ASCII [0x7E] 之间的 ASCII 码。

MMB 口令密码长度在 8~63 字符之间，MMB 网络名称的长度在 1~63 字符之间。

##### 7.3.1.3 MMB 网络密钥 PNK 推导 u-key

MMB 网络密钥 PNK 推导出各种底层技术的 u-key 的过程如下：

a) 用 IETF RFC6234 第 8.3 中规定的 HMAC-SHA-256 函数计算出 256 比特的摘要，算法使用的参数如下：

- 1) whichSha: [in] = SHA256;
- 2) message\_array[ ]: [in] = (见表 7);
- 3) length: [in] = the length of the message in message\_array;
- 4) key[ ]: [in] = 1905.1 network key;
- 5) key\_len: [in] = the length of the 1905.1 network key 256 bits ;
- 6) digest[ ]: [out] = the 256-bit digest to be returned。

表7 接口类型的 message\_array

接口类型	Message_array
IEEE 802.11	“1905 easily creates interoperable Hybrid networks with deployed Wi-Fi”
IEEE 1901	“1905 easily creates interoperable Hybrid networks with deployed 1901”
MoCA	“1905 easily creates interoperable Hybrid networks with deployed MoCA”
以太网	“1905 easily creates interoperable Hybrid networks with deployed Ethernet”
扩展接口	<value of InterfaceTypeMessageArray element (see Table 8-2) >

b) 按照下列各种底层技术的需要，截取一定长度的哈希摘要得到u-key，通过IEEE 1905.1所规定的接口传给底层。目前以太网接口或uKeyDerivation 信息元（见表6）设置为 null的其他扩展接口没有使用加密，所以u-key为以太网或uKeyDerivation 信息元设置为 null的其他扩展接口的推导过程当前暂不使用。

WPA/WPA2 的 Passphrase 对应的 u-key ( $n$  characters) 是低位  $4n$  比特哈希摘要，使用 ASCII 符的十六进制表示， $n$  取值如下：

- a) 如果 MMB 网络密钥是本地配置的， $n$  等于 62；
- b) 否则（用户选用配置 MMB 网络 Passphrase 的情况）：如果 MMB Passphrase 长度在 8~31 之间， $n$  等于 MMB Passphrase 长度的 2 倍；如果 MMB Passphrase 长度大于等于 32， $n$  等于 62。

IEEE 1901 中基于家庭共享密钥的安全网络(DSNA)中的 NMK(NMK-HS 的直接条目)对应的 u-key 是哈希摘要的低位 128 比特，见 IEEE 1901-2010 中的 7.10.1.2.2。

IEEE 1901 中 PSNA 网络的 Pairwise Key 对应的 u-key 是哈希摘要的低位 128 比特，见 IEEE 1901-2010 中的 7.11.3 小节。

MoCA 1.1 中的 Privacy Password 对应的 u-key 是包含首位 0 的 17 个十进制数字，由哈希摘要的低位 68 比特推导得出，每个数字都是从 4 比特的哈希摘要的十六进制值模 10 得到，见 MoCA 1.1 的 6.3 节。

### 7.3.2 NFCNK

NFCNK 机制使用 NFC 通信技术分发 MMB 网络密钥 PNK，该机制需要一个密钥载体设备（KCD，通常使用带 NFC 模块的便携设备，例如手机），负责产生并存储 MMB 网络密钥 PNK，还可将 MMB 网络密钥 PNK 显示给用户。

NFCNK 机制的应用环境如下：

- a) 如果 MMB 设备已经通过本地配置方式设置了 MMB 网络密钥 PNK，密钥载体设备上没有 PNK，那么密钥载体设备从 MMB 设备上复制 MMB 网络密钥 PNK；
- b) 如果密钥载体设备上已经有一个 MMB 网络密钥 PNK，MMB 设备上还没有 MMB 网络密钥 PNK，MMB 设备从密钥载体设备上复制 MMB 网络密钥 PNK；
- c) 如果密钥载体设备上已经有一个 MMB 网络密钥 PNK，MMB 设备也通过本地配置的方式设置了一个不同的 MMB 网络密钥 PNK，需要通知上层管理实体；
- d) 如果密钥载体设备和 MMB 设备都没有配置 MMB 网络密钥 PNK，也需要通知上层实体。

另外，在复制 MMB 网络密钥 PNK 到 MMB 设备之前，需要对密钥的有效性进行验证。例如，NFC 可提供安全的通道发送 MMB 设备密钥，密钥载体和 MMB 设备的上层实体进行相互认证。

图 6 所示为密钥载体设备为几个具有多个底层技术的 MMB 设备配置的过程。

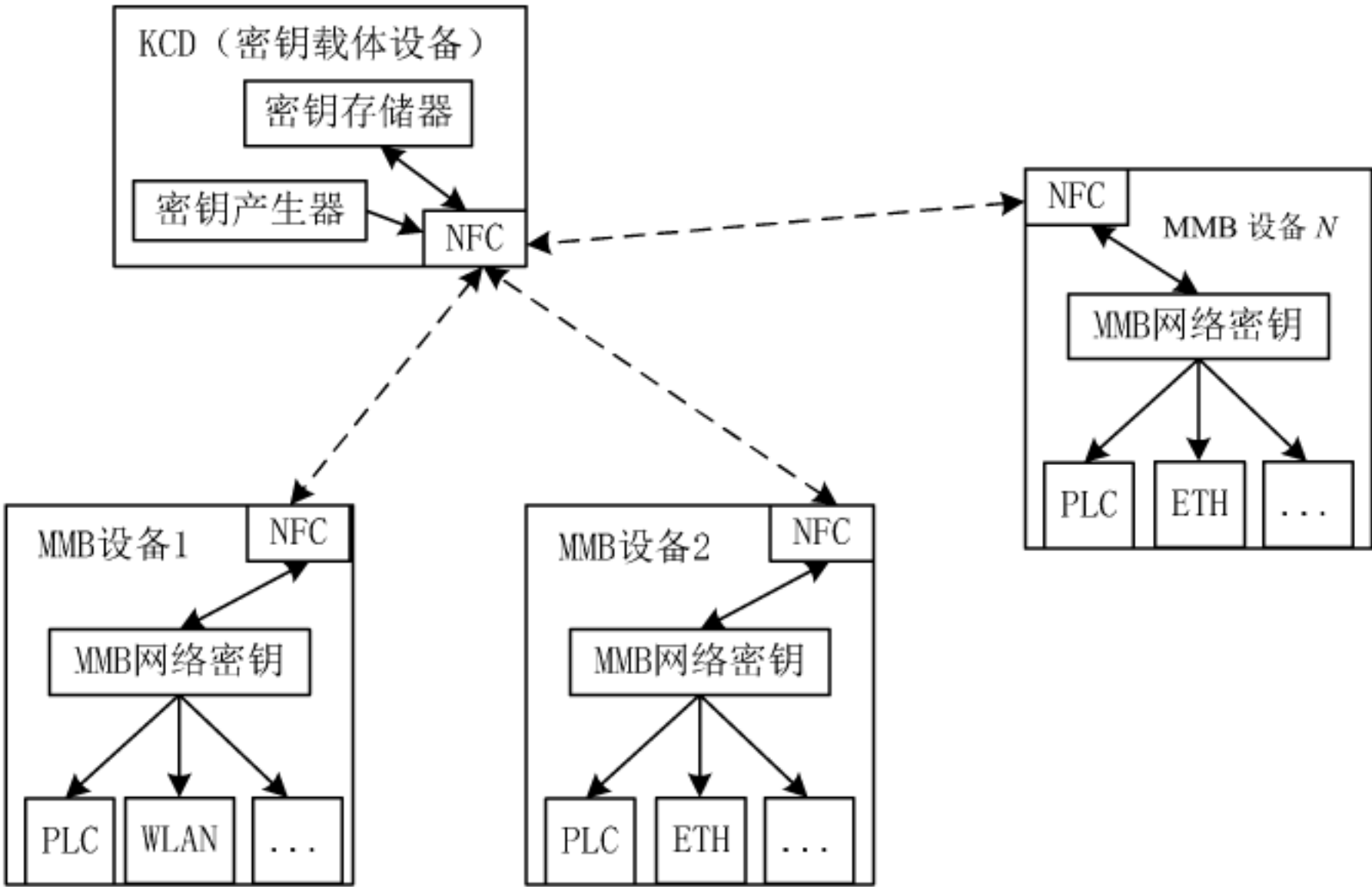


图6 NFCNK 配置过程

密钥载体设备应支持用户选择是新产生一个网络密钥还是从 MMB 设备复制一个网络密钥。如果用户希望建立新的 MMB 网络，密钥载体设备要产生初始网络密钥。当前的网络密钥需要一直存储在密钥载体设备里，为了后续方便新的 MMB 设备加入网络。

7.3.3 抽象层认证和密钥协商

抽象层的认证和密钥协商的协议流程如图 7 所示。抽象层获得了 MMB 网络密钥 PNK 后，发起该协议流程，相关的消息定义见附录 A.2.4。抽象层的认证和密钥协商协议成功完成后，通信双方的设备都会获得抽象层的基础会话密钥 BSK，设备上的抽象层按照设备具有的底层接口类型为各底层接口推导出链路加密的密钥。

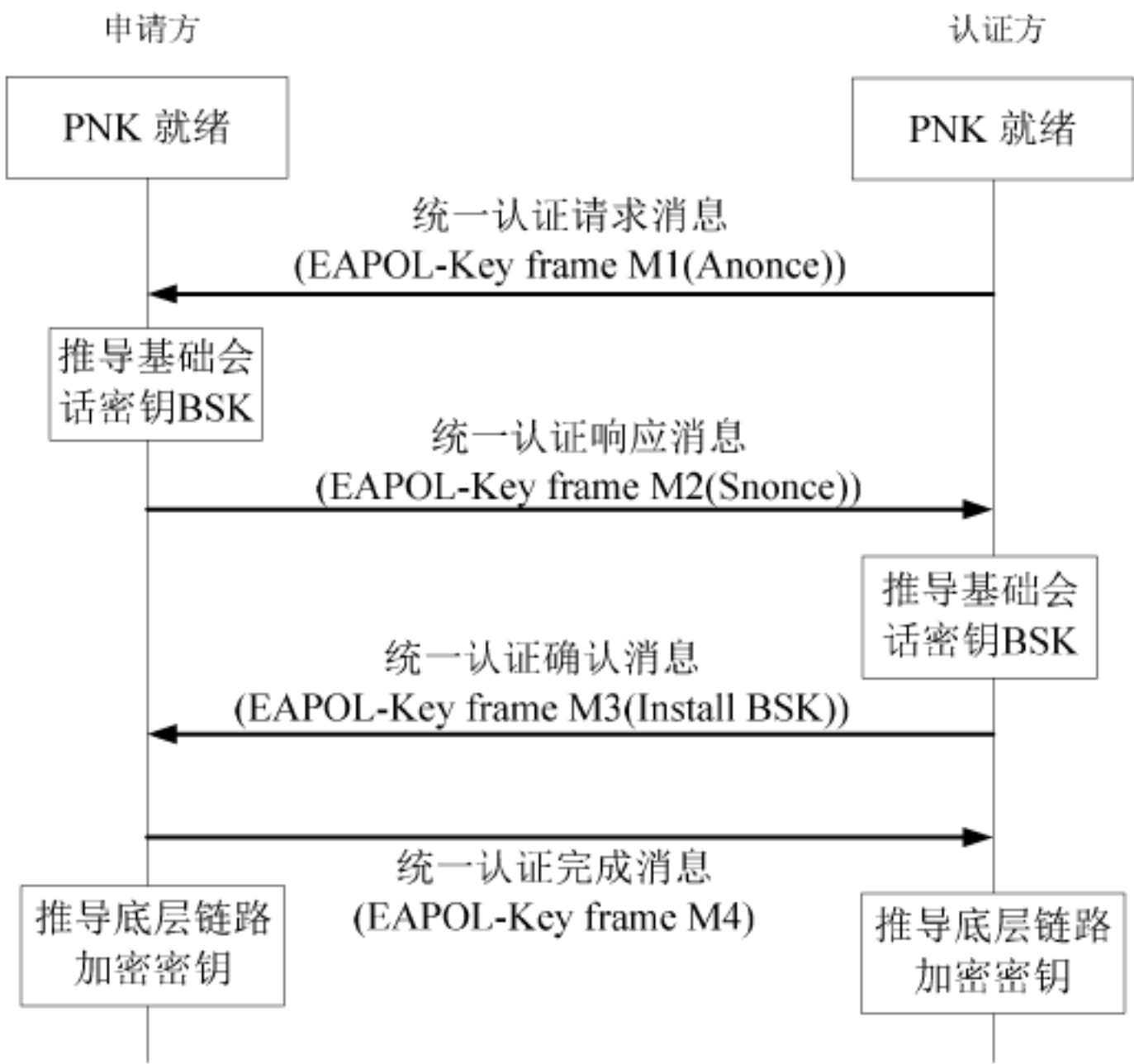


图7 抽象层认证和密钥协商

抽象层的统一认证协议使用 IEEE 802.11 和 IEEE 1901 中都有的 RSNA 架构定义的四次握手协议。



统一认证协议的消息定义和包含的 EAPOL TLV 见附录 A.2.4 和附录 A.3.27。其中，EAPOL-Key 帧的内容和格式在 IEEE 802.11-2012 的第 11.6.2 小节定义。

MMB 设备执行抽象层统一认证协议的过程中，由 MMB 网络密钥 PNK 推导抽象层 PTK（如图 8 所示）使用 RSNA 网络中的定义的 PRF 算法，PTK 按公式（2）计算：

$$PTK \leftarrow PRF-X(PNK, \text{"Pairwise key expansion"}, \text{Min}(AA, SPA) \parallel \text{Max}(AA, SPA) \parallel \text{Min}(ANonce, SNonce) \parallel \text{Max}(ANonce, SNonce)) \quad (2)$$

式中，AA 和 SPA 分别为 Supplicant 和 Authenticator 的抽象层 MAC 地址。

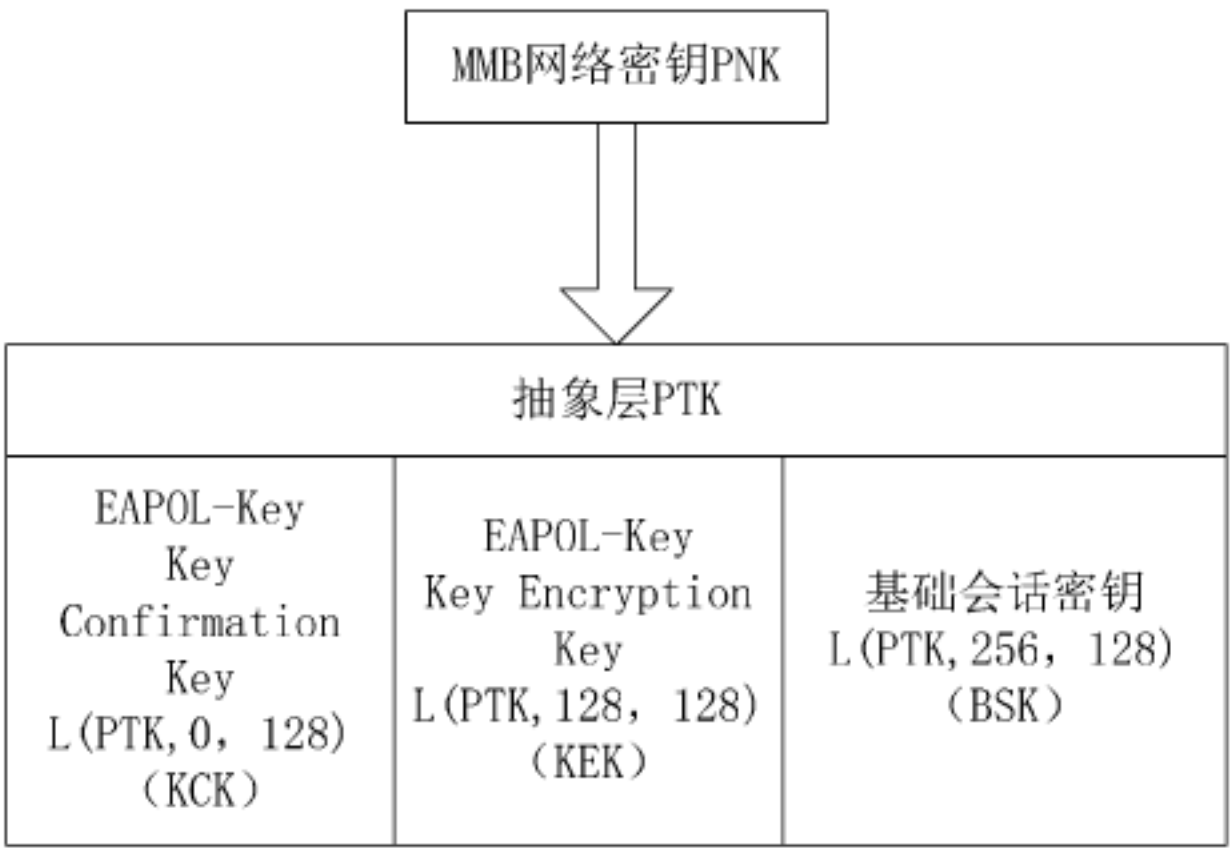


图8 MMB 网络密钥 PNK 推导抽象层 PTK

抽象层的基础会话密钥（BSK）推导各种底层加密密钥使用 HMAC-SHA-512 函数计算。各底层用于加密数据所需的密钥长度见表 8。

表8 各底层用于加密数据所需的密钥长度

底层网络类型	数据加密	UEK长度（bit）
WLAN	WPA（TKIP）	256
	WPA2（CCMP）	128
1901	TK/NEK	128
MoCA	V1.1（DES）	256
	V2.0（AES）	512

8 MMB-AP 自动配置

8.1 MMB-AP 自动配置的操作过程

MMB-AP（支持 MMB 体系架构的 IEEE 802.11 AP 设备）自动配置过程主要使用 MMB 管理消息 CMDU 从注册机设备将 IEEE 802.11 参数传给另一个新加入网络的 AP 设备，可为新加入网络的 AP 设备自动进行初始化配置或者为已经存在的 IEEE 802.11 接口更新配置信息。该操作过程可为多个 AP 建立 ESS 提供自动配置方法，并使这些 AP 保持同步。如果 MMB 设备上具有 IEEE 802.11 的 AP 功能，并且对应的 IEEE 802.11 接口未配置，那么这个 IEEE 802.11 接口作为 AP 请求者，可使用该 MMB 设备上已经经过认证的接口连接到另一个作为注册机的 MMB 设备上。

MMB 设备上的接口被成功认证后会触发 MMB-AP 自动配置过程，MMB-AP 自动配置过程包含两

个阶段：

- a) 注册机发现阶段：在 MMB 网络中获取作为注册机设备的信息；
- b) IEEE 802.11 参数配置过程：在注册机和 AP 请求者之间传递配置数据（具体由 Wi-Fi 简单配置 WSC 规范中定义）。MMB 抽象层为 WSC 帧的 M1 和 M2 消息提供透明的传输。

在注册机收到 M1 消息后，会返回 M2 消息，M2 消息中包含了使用 KeyWrapKey 加密的配置数据，KeyWrapKey 的定义见 WSC 规范。

如果一个 MMB 设备具有多个 IEEE 802.11 AP 模块，这个过程会按每个模块进行一次。

8.2 注册机发现过程

如果 MMB 设备上的 IEEE 802.11 AP 接口没有配置过，那么在这个设备的其他接口被成功认证过之后，就会发起注册机发现过程。MMB-AP 请求者发送 MMB-AP 自动配置搜索消息（见附录 A.2.5.1）来寻找网络里的注册机，这个多播的搜索消息包含自动配置频带 TLV（见附录 A.3.20）用于寻找支持这个频带上自动配置的注册机。如果注册机满足要求，会向 AP 请求者发送一个单播的 MMB-AP 自动配置响应消息（见附录 A.2.5.2）。

AP 自动配置搜索消息应包含新的消息标识 MID。MMB-AP 自动配置响应消息包含的消息标识 MID 应与对应的 MMB-AP 自动配置搜索消息里的值相同。图 9 所示是具有两个未配置接口的 AP 设备执行注册机发现与 IEEE 802.11 参数配置的过程。

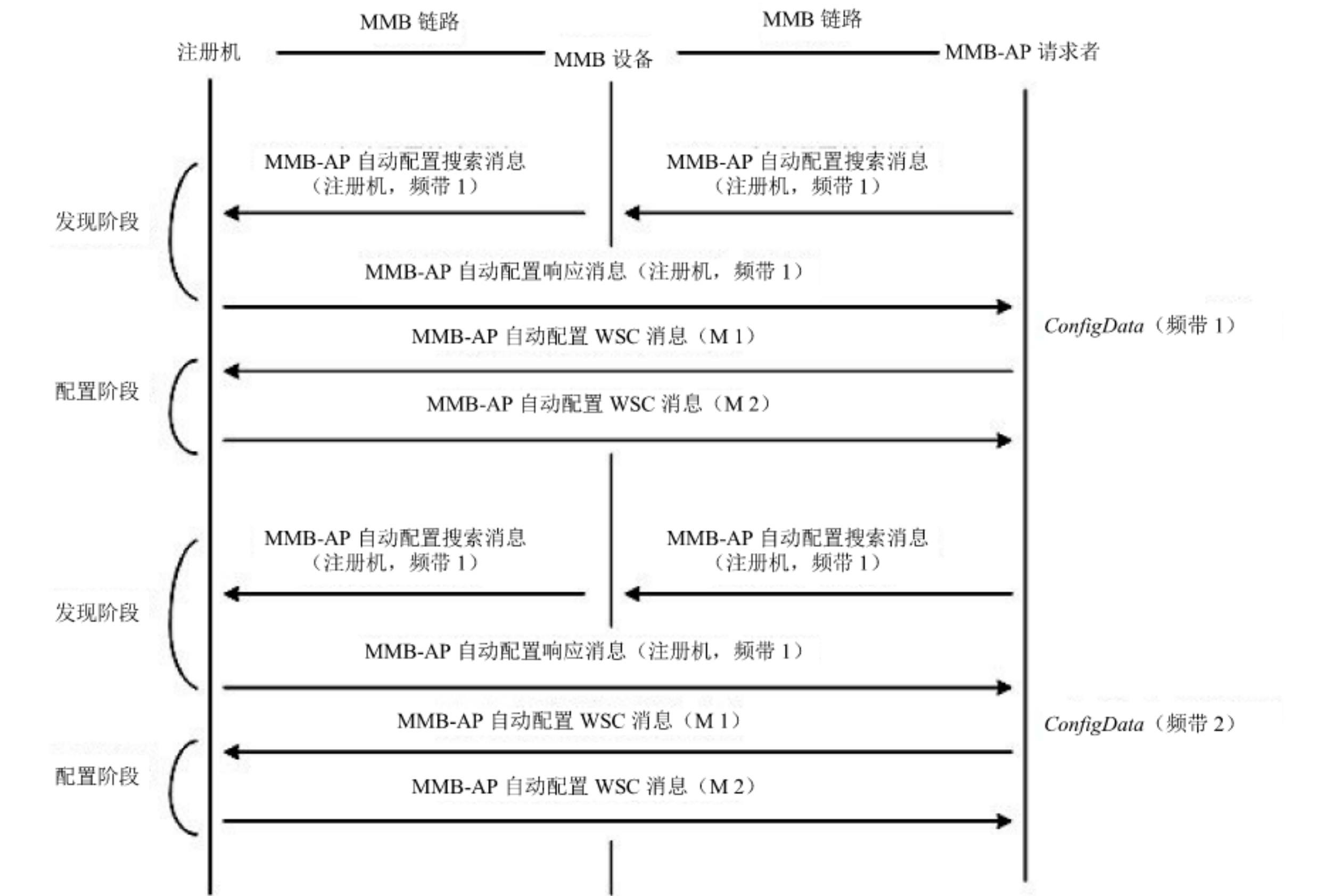


图9 注册机发现过程

8.3 IEEE 802.11 参数配置过程

MMB-AP 请求者收到 MMB-AP 自动配置响应消息之后就执行 IEEE 802.11 参数配置过程,参数配置过程主要通过交互 AP 自动配置 WSC 的 M1 和 M2 消息完成(见附录 A.2.5.3), M1 和 M2 消息的内容和格式在 WSC 规范中定义, 本规范不做详细描述。

IEEE 802.11 的配置参数主要包含在 M2 消息中传给 AP 请求者, 表 9 为该 WSC 消息所包含的属性列表(见 Wi-Fi 简单配置 WSC 规范)。

表9 WSC M2 消息包含的属性列表

属性	描述
SSID	服务集标识
Authentication Type	AP使用的认证类型
Encryption Type	AP使用的加密类型
Network Key Index	该字段应被忽略
Network Key	网络密钥
MAC Address	AP的MAC地址 (BSSID)
New Password	该字段应被忽略
Device Password ID	该字段应被忽略
<other...>	允许多个属性
Key Wrap Authenticator	加密算法认证

MMB-AP 自动配置 WSC 消息应包含一个新的消息标识 MID 值。在注册机收到 M1 消息后, 会返回 M2 消息, M2 消息中包含了使用 KeyWrapKey 加密的配置数据, KeyWrapKey 的定义见 WSC 规范。

如果 IEEE 802.11 参数配置过程没有执行成功, AP 请求者应重新发起注册机发现过程。IEEE 802.11 参数配置过程采用已经成功认证过的 MMB 链路来执行, 所以不需要用户在注册机上输入任何信息。

8.4 配置更新过程

注册机可用多播方式发送 MMB-AP 自动配置更新消息(见附录 A.2.5.4), 通知已配置过的 AP 请求者重启过程更新配置信息。更新配置过程对于在 MMB 网络的生命期内保持 ESS 的配置参数同步很重要。

MMB-AP 自动配置更新消息包含新的消息标识 MID。

收到 MMB-AP 自动配置更新消息后, 之前由注册机配置过的 AP 请求者就发起 IEEE 802.11 参数配置过程。

如果注册机支持多频带操作, MMB-AP 自动配置过程需要在每个频带上分别执行 MMB-AP 自动配置过程。

图 10 所示为支持两个频带设置的注册机使用 MMB 管理消息 CMDU 更新配置的过程。

8.5 网络注册机检测

MMB 管理实体在执行注册机功能时应对每个支持的频段周期性发送 MMB-AP 自动配置搜索消息, 发现网络中的其他注册机。如果在同一频段中有其他注册机运行, 将发送 MMB-AP 自动配置响应消息。



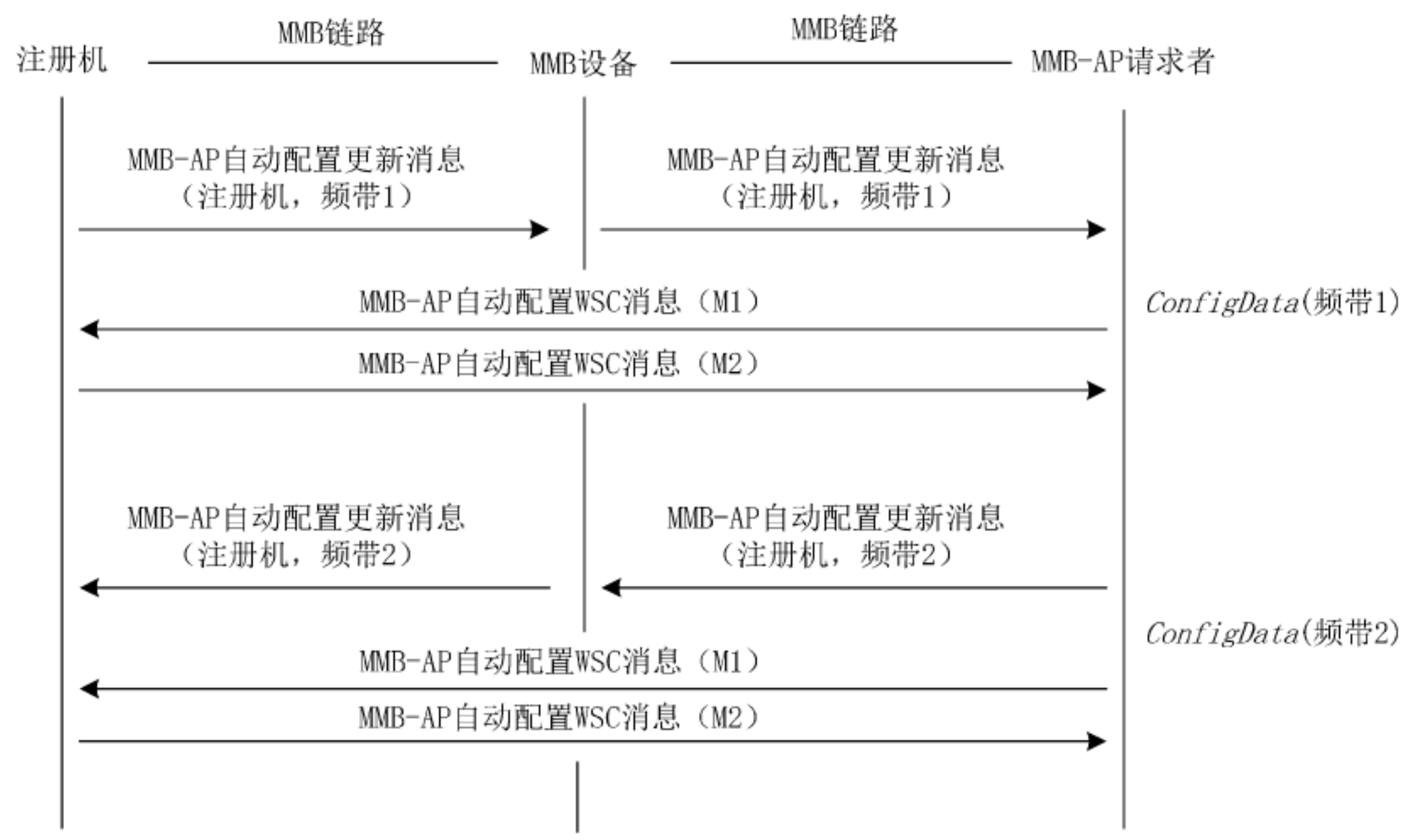


图10 配置更新过程

9 QoS 要求

9.1 总体 QoS 要求

为了满足不同数据传输的不同服务质量需求，多介质宽带客户网络的抽象层支持对数据传输的 QoS 处理。抽象层的转发实体包含一个转发数据库，用于存储多个转发规则列表，不同的转发规则列表规定了传输不同服务级别的数据类型所使用的接口或接口组。转发实体根据数据匹配的转发规则，选择或切换传输所述数据所使用的接口或接口组，确保数据流在多个链路之间的平滑切换（即不可影响用户的业务体验（QoE））。当两个具有多介质接口的设备直接通信时，如果单条链路的承载能力无法满足某一业务流的带宽需求，可将两个或两个以上的链路绑定，共同传输该业务流的数据，以提供更好的服务质量。

MMB 设备的管理实体可通过链路质量协议（单播的链路质量查询消息和链路质量响应消息，见附录 A.2.2.1 和 A.2.2.2）获取另一个 MMB 设备（接收端设备）的相关链路质量信息，接收端设备可提供该接收端设备与该接收端设备的某个邻居 MMB 设备、或与该接收端设备的所有邻居 MMB 设备之间的所有链路的链路质量信息，可以是单向的（仅发送链路或仅接收链路）或双向的链路质量信息，并保存这些信息和定期更新，用于确定不同数据类型的传输链路和对应的转发规则。

9.2 数据转发的 QoS 要求

转发实体的转发规则列表（见表 A.16）中的 ClassificationSet 指示了适用于此条转发规则的数据的匹配条件，根据数据的 MAC 地址、IEEE 802.1Q VLAN ID 或优先级编码点（PCP）区分转发数据的不同服务级别，intfAddressList 参数指示与 ClassificationSet 相匹配的允许数据转发的接口地址列表。转发实体将接收到的数据与多个转发规则列表的 ClassificationSet 信息进行匹配，根据转发规则列表中的当前工作接口地址参数（currentIntfAddressList）将相匹配的数据传送到相应的底层接口。上层实体与抽象层之间采用附录 A.1.5~A.1.10 描述的原语对转发规则进行新增、获取、修改和删除等操作，以及对 currentIntfAddressList 进行设置和修改的通知等操作。



在 MMB 宽带客户网络中，如果两个设备之间存在两个或两个以上链路，上层实体可将转发规则的 `intfAddressList` 参数设置为多个接口。抽象层在上层实体新增或者修改转发规则的接口地址列表（见附录 A.1.5 和 A.1.7）后，根据 `intfAddressList` 参数的所有可选的接口的链路质量信息、数据的数据信息参数、多介质宽带客户网络设备的设备信息参数和自定义的评估参数等参数，为数据选择最适合的接口或接口组，即设置 `currentIntfAddressList`，并通过 `ALME-SET- CURINTF.indication` 原语通知上层实体（见附录 A.1.8）。在数据传输过程中，多个链路的链路质量是动态变化的，抽象层应周期性测量多个接口的链路质量，将上层实体设置的 `intfAddressList` 参数的所有可选的接口的链路质量参数与抽象层设置的 `currentIntfAddressList` 的链路质量参数进行比较，根据比较结果和数据的数据信息参数、多介质宽带客户网络设备的设备信息参数和自定义的评估参数等，判断是否需要切换传输数据所使用的接口或接口组，如果需要切换到新的接口或接口组，转发实体将 `currentIntfAddressList` 更新为新的接口或接口组，并通过 `ALME-MODIFY- CURINTF.indication` 原语通知上层实体（见附录 A.1.9），上层实体可将事件保存在本地数据库中或者通过 TR069 网管程序上报 TR069 管理平台。

对于 MMB-AP 和 MMB-STA（支持 MMB 体系架构的 802.11 AP 设备和 802.11 STA 设备），转发实体在链路选择时还需要考虑设备的工作地址模式（`addressMode`）（见附录 A.1.11 和 A.2.6），MMB-AP 的转发实体将待发送数据包的目的地址与 MMB-STA 的地址进行比较（或 MMB-STA 的转发实体将待发送数据包的源地址与自身的地址进行比较），如果不相同，则判断双方的 `addressMode` 是否均为 1（三地址模式），如果是，则 MMB-AP（或 MMB-STA）的转发实体在链路选择时禁止该数据包通过 WLAN 接口发送，选择 `intfAddressList` 参数除 WLAN 接口外的其他接口发送，并将 `ALME-MODIFY- CURINTF.indication` 原语中的 `reasonCode` 设置为 `THREE_ADDRESS_MODE`（见表 A.14）。

### 9.3 多介质链路绑定的 QoS 要求

#### 9.3.1 多介质链路绑定功能描述

图 11 所示是多介质链路绑定协议的流程图。发送端设备与接收端设备通过链路质量查询和响应消息，或者通过拓扑请求和响应消息进行消息交互，确定双方是否支持链路绑定功能。发送端设备与接收端设备通过链路质量查询和响应消息获知两个设备间的链路质量信息和是否支持链路绑定功能（见附录 A.2.2）；确定发送端设备与接收端设备均支持链路绑定功能时，通过绑定建立请求消息和绑定建立响应消息（见附录 A.2.7.1 和 A.2.7.2）建立绑定组。绑定组建立后，按照 9.3.2 和 9.3.3 小节的规则进行数据的发送和接收。当两个具有多介质接口的设备采用绑定后的虚拟链路传输数据时，如果由于设备检测到组内的物理成员链路的质量变化比较大等因素，当前设定的绑定组已经不太合理，那么设备可通过绑定组更新请求消息和绑定组更新响应消息来协商修改当前的绑定组（见附录 A.2.7.3 和 A.2.7.4）。设备如果要退出绑定功能状态，应发送绑定功能关闭消息（见附录 A.2.7.5）通知对方关闭绑定功能，双方设备不再使用绑定数据包的格式来传输数据包。

#### 9.3.2 多介质链路绑定的数据发送过程

当两个具有多介质接口的设备已经建立了绑定组时，可使用绑定后的虚拟链路来传输某一业务的数据流，或者传输所有业务的数据流。确定待发送数据是否需使用绑定组的绑定链路发送的方法由厂商自定义，如数据包的虚拟局域网 VLAN 号为设定值，或数据包的优先级标识大于设定的门限值等。当选择使用绑定组的绑定链路发送待发送的数据时，将待发送数据按多介质绑定数据单元格式（采用表 2 的以太网帧头格式和表 10 的封装格式）进行封装，并通过该绑定链路发送；无需使用绑定链路发送的数据仍

按照表 2 和表 3 的封装格式进行封装，根据 9.2 节的数据转发规则进行发送。使用绑定格式发送的数据包调用绑定组里的成员链路进行发送时应尽量结合各成员链路的剩余带宽等因素选取适当的调度算法，具体本规范中不做规定。

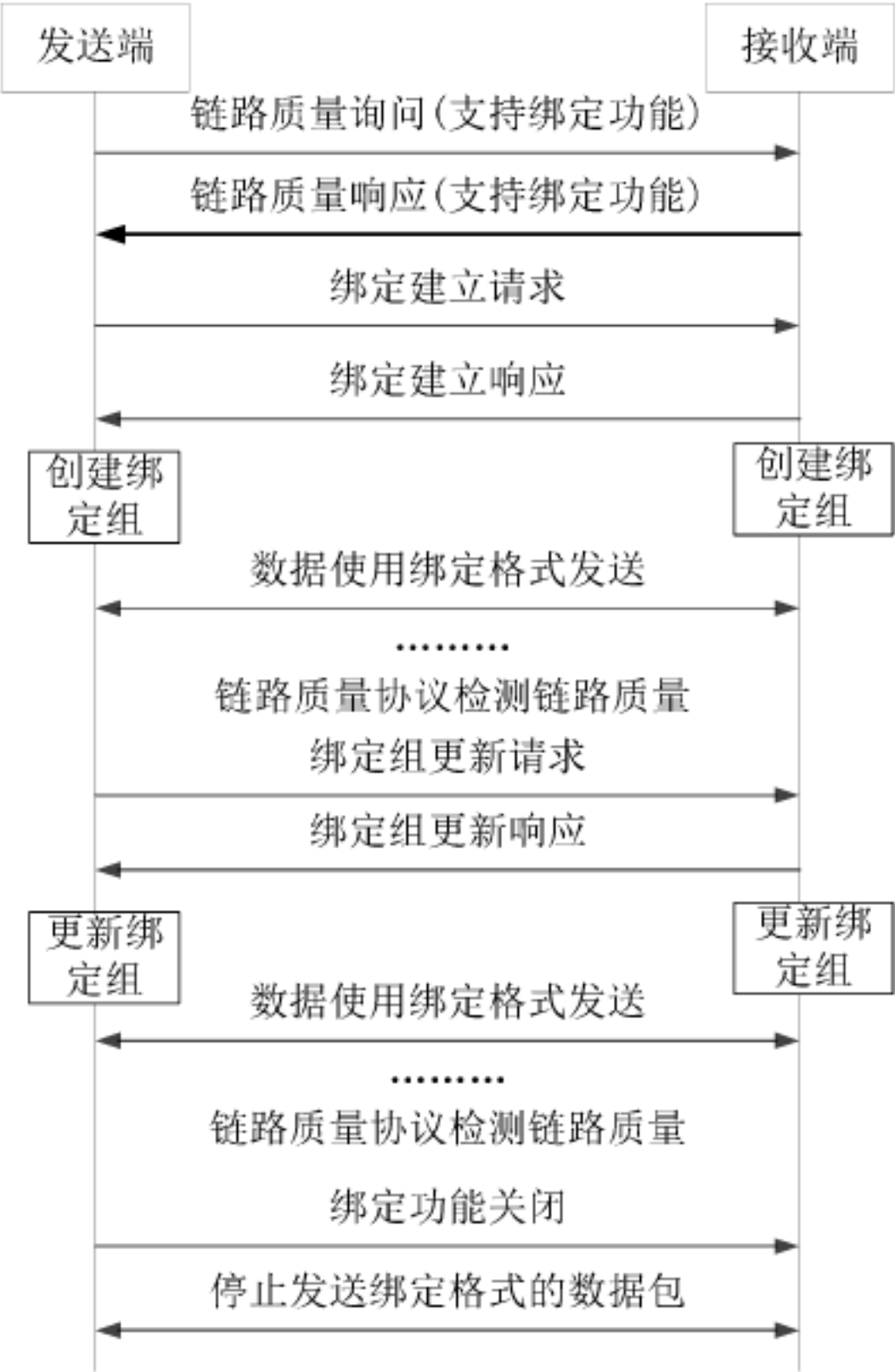


图11 多介质链路绑定协议流程图

表10 多介质链路绑定数据单元格式

字段	长度	取值	描述
messageVersion	1字节	0x01	消息版本 0x00: CMDU格式（见表3） 0x01: 多介质绑定数据格式 0x02~0xFF: 保留
Reserved Field	1字节		保留
message Id	2字节		消息序列号
fragmentId	1字节		分片号
lastFragmentIndicator	1 bit (bit 7)		分片标识： ‘1’: 最后一个分片 ‘0’: 不是最后一个分片
Payload	变长		上层协议栈输出的数据包
FCS	4 字节		校验码

9.3.3 多介质链路绑定的数据接收过程

接收端的抽象层从绑定链路上收到的数据包流，需要先根据 messageId 对数据包进行排序，再发给上层协议栈处理。如果收到的数据包的 lastFragmentIndicator 值为 1 表示该数据包是另一个数据包的分片，还需要将具有相同 fragmentId 的数据包进行重组还原出一个完整的数据包，再发给上层协议栈处理。接

收绑定数据的抽象层不对丢失的数据包进行请求重发处理，在给定时间  $T$  到达或抽象层的接收缓冲区满时，接收端的抽象层将已经按 `messageId` 排序号的数据包按顺序提交给上层协议栈进行处理，由上层协议栈对丢失的数据包进行请求重发。

### 9.3.4 多介质链路绑定的功能状态机

在 9.3.1~9.3.3 小节描述的多介质链路绑定协议的执行过程中，发送端设备和接收端设备处于初始状态、绑定建立完成状态、绑定更新完成状态、绑定传输启动状态和绑定传输完成状态中的一种状态，并在一定条件下进行状态间的转换。多介质绑定功能状态机及各状态的转移过程如图 12 所示。

初始状态时，数据包按现有技术中的普通转发规则进行数据传输。在初始状态下，发送端设备应向接收端设备发送链路绑定建立请求，接收端设备对所述发送端设备的链路绑定建立请求做出响应，当发送端设备和接收端设备均完成绑定组信息表的创建后，表示进入绑定建立完成状态。当启动标识=0 时，即准备用绑定链路传输已按绑定数据格式封装的数据时，应从绑定建立完成状态或绑定传输完成状态或绑定更新完成状态进入绑定传输启动状态；若启动标识>0，则停留在原状态。启动标识可按照计时器的倒计时方式设置（如启动标识从 100 倒计时到 0），也可设置为条件阈值（如当有需要用绑定链路传输的数据流时，启动标识=0，否则启动标识=1）。当使用绑定链路传输数据成功时，由绑定传输启动状态进入绑定传输完成状态。在绑定建立完成状态或绑定传输完成状态或绑定传输启动状态下，若发送端设备向接收端设备发送绑定组更新请求，接收端设备对所述发送端设备的绑定组更新请求作出响应，且发送端设备和接收端设备均完成更新绑定组信息表后，进入绑定更新完成状态。绑定功能关闭操作可在设备处于绑定建立完成状态、或绑定传输启动状态、或绑定更新完成状态、或绑定传输完成状态时进行，执行该操作后，设备转换到初始状态。在绑定传输启动状态下，若接收端为在设定的时间内未收到绑定链路传输的数据，则转为初始状态。此外，如果发送端设备收到接收端设备发送的包含有绑定建立失败标识（或绑定更新失败标识）的绑定建立响应消息（或绑定更新响应消息），或者发送端设备在约定的时间内未收到接收端设备的绑定建立响应消息或更新响应消息时，则仍处于原状态。

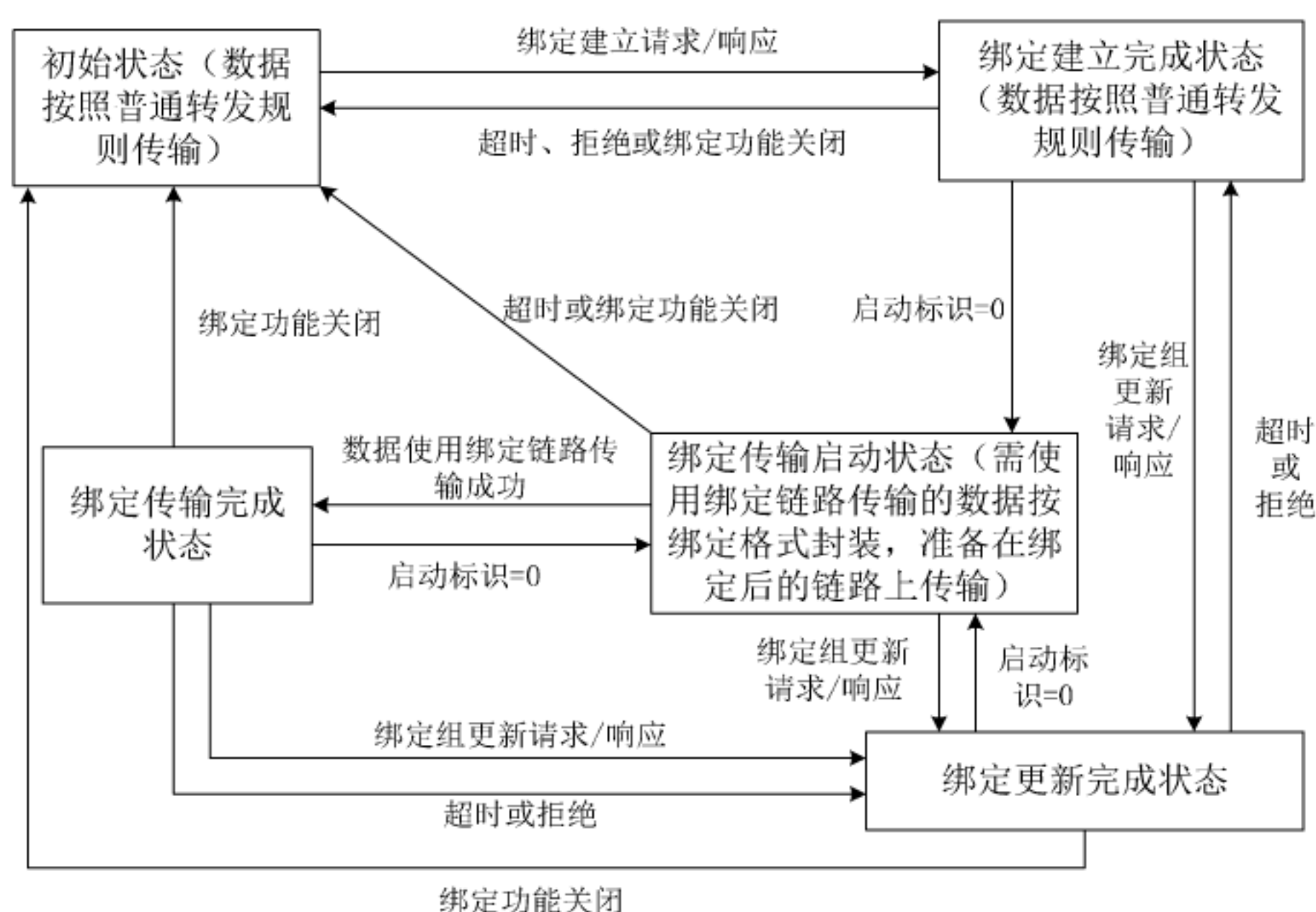


图12 多介质链路绑定的功能状态机



## 10 功率管理

MMB管理实体可以请求其他MMB管理实体改变其一个或多个接口的功率状态，对应的响应消息携带一个功率变更状态TLV。接口功率变更请求消息（见A.2.13）包含一个请求改变功率状态的接口信息列表。对于发送端MMB管理实体发送的接口功率状态（PWR\_ON，PWR\_SAVE 或 PWR\_OFF）改变请求，本地MMB管理实体可以拒绝或者选择其他的功率状态，发送接口功率变更响应消息，该消息包含一个接口功率变更状态TLV（见A.2.14）。接口功率状态为PWR\_OFF的信息可以通过拓扑响应消息中包含的Power\_off 接口TLV获取。对于扩展支持低速网络技术的设备，MMB管理实体向低速网络管理平面发送 ALME\_GET\_POWER\_STATE.request，低速网络管理平面收到后，向MMB管理实体发送 ALME\_GET\_POWER\_STATE.response，该响应消息包含接口功率变更后的操作结果（见A.1.14）。



附录 A  
(规范性附录)

抽象层管理服务和抽象层控制消息

A.1 抽象层管理服务

A.1.1 获取接口信息列表

上层向抽象层发送 ALME-GET-INTF-LIST.request 原语（无参数）请求获取设备的底层接口的参数信息。抽象层收到后，返回 ALME-GET-INTF-LIST.response 原语，包含 intfList 参数（见表 A.1~A.3），从而上层可通过 ALME 直接管理底层接口。

表A.1 ALME-GET-INTF-LIST.response 原语的参数

名称	类型	取值范围	描述
intfList	intfDescriptors的一组参数集	见表A.2	设备底层接口的参数信息

表A.2 intfDescriptors 成员

名称	类型	有效值范围	描述
intfAddress	EUI-48 地址	任意MAC地址	下层网络技术的物理层MAC地址
intfType	枚举	见表A.29第一列	下层网络技术的MAC/PHY类型
IEEE802.1BridgeFlag	布尔	TRUE, FALSE	通过1个或多个IEEE 802.1 桥（TRUE）或其他（FALSE）连接到此接口的邻居设备
vendorSpecificInfo	一组信息参数集合	见表A.3	0个或多个参数

表A.3 厂商自定义信息元

字段	启示 字节编号	字段大小 (字节)	类型	描述
ieType	0	2	枚举	该字段的值为 1 <<VendorSpecificInfo>>
lengthField	2	2	整型	长度值为 $n + 3$
oui	4	3	整型	24比特全球唯一IEEE-RA 为厂商分配的编号
vendorSpecificInfo	7	$n$		包括多个厂商自定义字段, 该字段的总长度的最大值为允许的MPDU的大小

A.1.2 设置接口功率状态

上层向抽象层发送 ALME-SET-INTF-PWR-STATE.request 原语设置某个接口的电源状态（见表 A.4、A.5）。抽象层接收到消息后设置电源状态并回复一个 ALME-SET-INTF-PWR-STATE.confirm 消息（见表 A.6）。

表A.4 ALME-SET-INTF-PWR-STATE.request 参数

名称	类型	有效值范围	描述
intfAddress	EUI-48 地址	任何MAC地址	下层网络技术的物理层MAC地址
powerState	枚举	PWR_ON , PWR_SAVE, PWR_OFF	接口电源状态见表A.5定义

表A.5 电源状态说明

电源状态	电源状态取值	含义
PWR_ON	0x00	接口提供全部功能和性能，从而可生成PDU
PWR_SAVE	0x01	接口处于下层网络技术的节电模式，只提供有限的功能或性能，从而可能导致延迟生成PDU
PWR_OFF	0x02	接口不可生成PDU
Reserved Values	0x03 ~ 0xFF	

表A.6 ALME-SET-INTF-PWR-STATE.confirm 参数

名称	类型	有效值范围	描述
intfAddress	EUI-48 地址	任何 MAC 地址	ALME-SET-INTF-PWR-STATE.request 中的 intfAddress 参数相同
reasonCode	枚举	SUCCESS , UNAVAILABLE_PWR_STATE, UNMATCHED_MAC_ADDRESS, UNSUPPORTED_PWR_STATE	见表A.14

### A.1.3 获取接口功率状态

上层向抽象层发送 ALME-GET-INTF-PWR-STATE.request 原语查询某个接口的电源状态(见表 A.7)。抽象层接收到消息后回复一个 ALME-GET-INTF-PWR-STATE.respons 消息，消息携带了接口的实际状态(见表 A.8)。

表A.7 ALME-GET-INTF-PWR-STATE.request 参数

名称	类型	有效值范围	描述
intfAddress	EUI-48 地址	任何 MAC 地址	下层网络技术的物理MAC地址

表A.8 ALME-GET-INTF-PWR-STATE.response 参数

名称	类型	有效值范围	描述
intfAddress	EUI-48 地址	任何 MAC 地址	ALME-GET-INTF-PWR-STATE.request 中 intfAddress 相同
powerState	枚举	PWR_ON, PWR_SAVE, PWR_OFF	接口状态
reasonCode	枚举	SUCCESS, FAILURE, UNMATCHED_MAC_ADDRESS	见表A.14

### A.1.4 获取链路质量信息

上层向抽象层发送 ALME-GET-METRIC.request 原语查询设备抽象层和它的邻居抽象层之间的传送通道的链路测量信息，然后抽象层返回携带链路信息的 ALME-GET-METRIC.response 消息(见表 A.9~A.10)给上层。ALME-GET-METRIC.request 的参数为邻居设备的 MAC 地址或者为 NULL。

表A.9 ALME-GET-METRIC.response 参数

名称	类型	有效值范围	描述
metricList	metricDescriptors列表	见表A.10	测量信息描述列表
reasonCode	枚举	SUCCESS UNMATCHED_NEIGHBOR_MAC_ADDRESS	见表A.14

表A.10 测量信息描述

名称	类型	有效值范围	描述
neighborDevAddress	EUI-48 地址	任何MAC 地址	邻居设备的抽象层MAC地址
localIntfAddress	EUI-48 地址	任何MAC 地址	本地接口的MAC地址
IEEE802.1BridgeFlag	布尔	TRUE, FALSE	邻居设备连接到指定接口通过1个或多个IEEE 802.1桥 (TRUE), 否则的话 (FALSE)
linkMetrics		见表A.40和表A.42	当前设备和邻居设备之间的传送通道的链路测量信息

### A.1.5 新增转发规则

上层向抽象层发送 ALME-SET-FWD-RULE.request 原语（见表 A.11）请求新增一条转发规则，原语中包含与数据的匹配信息 classificationSet 和匹配的数据要发送的地址信息 intfAddressList 两个参数。其中，intfAddressList 包含一个或多个底层接口 MAC 地址。抽象层收到后，返回 ALME-SET-FWD-RULE.confirm 原语（见表 A.13），包含新增的转发规则编号 ruleId 和结果 reasonCode。如果匹配信息与抽象层已有的转发规则重复、所有的地址信息与设备的接口信息都不匹配或者超出转发规则列表的最大数目，则分别返回结果为 DUPLICATE\_CLASSIFICATION\_SET、UNMATCHED\_MAC\_ADDRESS 和 NBR\_OF\_FWD\_RULE\_EXCEEDED，否则抽象层返回结果 SUCCESS，保存新增的这条转发规则。

表A.11 ALME-SET-FWD-RULE.request 参数

名称	类型	有效值范围	描述
classificationSet		见表A.12	规则的匹配条件
intfAddressList	EUI-48 地址	任何 MAC 地址	相匹配的数据帧被允许发送的底层网络技术的物理MAC地址列表

表A.12 ClassificationSet 元素

名称	类型	有效值范围	描述
macDa	EUI-48 地址	任何MAC 地址	目的MAC地址
macDaFlag	布尔	TRUE, FALSE	如果为 FALSE, macDa 字段可忽略
macSa	EUI-48地址	任何 MAC 地址	源MAC 地址
macSaFlag	布尔	TRUE, FALSE	如果为FALSE, macSa字段可忽略
etherType	整型	见IEEE Std 802-2001	etherType (见IEEE 802-2001)
etherTypeFlag	布尔	TRUE, FALSE	如果为FALSE, etherType字段可忽略
vid	整型	见802.1Q 帧格式定义	IEEE 802.1Q VLAN ID
vidFlag	布尔	TRUE, FALSE	如果FALSE, 忽略 VID 信息
pcp	整型	见IEEE 802.1Q 帧格式定义	IEEE 802.1Q priority code point 字段
pcpFlag	布尔	TRUE, FALSE	如果为 FALSE, PCP字段可忽略

表A.13 ALME-SET-FWD-RULE.confirm 参数

名称	类型	有效值范围	描述
ruleId	整型	任何ID	增加的转发规则统一ID
reasonCode	枚举	SUCCESS, UNMATCHED_MAC_ADDRESS, DUPLICATE_CLASSIFICATION_SET, NBR_OF_FWD_RULE_EXCEEDED	见表A.14
currentIntfAddressList	单个或多个MAC地址	MAC地址格式	抽象层选择的传输数据所使用的接口或接口组的MAC地址

表A.14 reasonCode 含义

reasonCode	reasonCode 取值	含义
SUCCESS	0x00	成功
UNMATCHED_MAC_ADDRESS	0x01	MAC地址和任何接口MAC地址不匹配
UNSUPPORTED_PWR_STATE	0x02	所请求的电源状态转换不被接口支持
UNAVAILABLE_POWER_STATE	0x03	接口不提供所请求的电源状态转换
NBR_OF_FWD_RULE_EXCEEDED	0x04	当前转发规则集不可加入新的规则
INVALID_RULE_ID	0x05	无效的规则ID
DUPLICATE_CLASSIFICATION_SET	0x06	classificationSet 在当前转发规则集已经存在
UNMATCHED_NEIGHBOR_MAC_ADDRESS	0x07	MAC地址不匹配任何邻居抽象层MAC地址
FAILURE	0x10	接口拒绝了请求或者无响应
LINK_LOSS	0x11	原链路丢失
POOR_LINK_QUALITY	0x12	原链路质量降低
LOAD_BALANCE	0x13	负载均衡
THREE_ADDRESS_MODE	0x14	三地址模式，无法送达（MMB-AP或MMB-STA，见9.2节）

### A.1.6 获取转发规则

上层向抽象层发送 ALME-GET-FWD-RULE.request 原语请求获取抽象层传送数据库保存的转发规则列表。抽象层收到后，在返回的 ALME-GET-FWD-RULE.response 原语（见表 A.15 A.16）中包含 fwdRuleList。其中，lastMatched 信息有两个用途：

- a) 当上层请求新增一条转发规则时，若抽象层返回的 ALME-SET-FWD-RULES.confirm 原语的 reasonCode 是 NBR\_OF\_FWD\_RULE\_EXCEEDED，上层可参考 lastMatched 信息来决定是否删除这条转发规则；
- b) 若上层怀疑转发规则与实际网络拓扑不相符合时，可参考 lastMatched 信息来决定是否删除一条转发规则。

表A.15 ALME-GET-FWD-RULES.response 参数

名称	类型	取值范围	描述
fwdRuleList	A set of fwdRules	见表A.16	抽象层转发实体的转发数据库中的转发规则列表

表A.16 fwdRuleList 元素

名称	类型	取值范围	描述
ruleId	整型	任何ID	转发规则ID
classificationSet		见 表A.12	转发规则的分类集合，见表A.12
intfAddressList	EUI-48 地址	任何 MAC 地址	下层网络技术的物理MAC地址
lastMatched	五号整数16	任何整数，范围 [0, 65 535]	从最后一次匹配classificationSet的时间到 ALME-GET-FWD-RULES.request 启动时间的的时间差，秒为单位
currentIntfAddressList	单个或多个MAC地址	MAC地址格式	抽象层选择的传输数据所使用的接口或接口组的MAC地址

### A.1.7 修改转发规则

上层向抽象层发送 ALME-MODIFY-FWD-RULE.request 原语（见表 A.17）请求修改一条转发规则的接口地址信息（intfAddressList 参数），原语中包含转发规则编号 ruleId 和修改后的 intfAddressList 两个



参数。抽象层收到后，返回 ALME-MODIFY-FWD-RULE.confirm 原语（见表 A.18），包含这条转发规则编号 ruleId 和结果 reasonCode。如果 ruleId 的值无效，或者所有的地址信息与设备的接口信息都不匹配，则分别返回结果为 INVALID\_RULE\_ID 和 UNMATCHED\_MAC\_ADDRESS，否则抽象层返回结果 SUCCESS，保存修改后的转发规则。

表A.17 ALME-MODIFY-FWD-RULE.request 参数

名称	类型	取值范围	描述
ruleId	整型	fwdRuleList 的ID	需要修改的规则Rule ID
intfAddressList	EUI-48 地址	任何MAC 地址	下层网络技术的物理MAC地址

表A.18 ALME-MODIFY-FWD-RULE.confirm 参数

名称	类型	取值范围	描述
ruleId	整型	任何ID	被修改的转发规则Rule ID
reasonCode	枚举	SUCCESS, UNMATCHED_MAC_ADDRESS, INVALID_RULE_ID	见表A.14

A.1.8 设置当前工作接口地址列表

当抽象层收到上层发送的 ALME-SET-FWD-RULE.request 原语或 ALME-MODIFY-FWD-RULE.request 原语后，抽象层选择传输所述数据所使用的接口或接口组，即设置该条转发规则的当前工作接口地址列表（currentIntfAddressList 参数），则向上层发送 ALME-SET- CURINTF.indication 原语（见表 A.19）通知上层。

表A.19 ALME-SET- CURINTF.indication 参数

名称	类型	取值范围	描述
ruleID	整型	整型数值范围	规则编号
currentIntfAddressList	单个或多个MAC地址	MAC地址格式	抽象层设置的传输数据所使用的接口或接口组的MAC地址

A.1.9 修改当前工作接口地址列表

若抽象层修改了一条转发规则的当前工作地址信息（currentIntfAddressList 参数），则向上层发送 ALME-MODIFY- CURINTF.indication 原语（见表 A.20）通知上层。

表A.20 ALME-MODIFY- CURINTF.indication 参数

名称	类型	取值范围	描述
ruleID	整型	整型数值范围	规则编号
currentIntfAddressList	单个或多个MAC地址	MAC地址格式	切换后的新接口或接口组的MAC地址
interval	16位无符号整数	整型[0, 65535]	接口切换发生的时间与最近一次上报的针对该条转发规则的 ALME-MODIFY-CURINTF.indication 或 ALME-MODIFY-FWD-RULE. confirm的时间间隔（以秒为单位）。若此次切换为该条转发规则建立后的第一次切换，则表示为切换发生的时间与上报 ALME-SET-FWD-RULE.confirm的时间间隔。65535表示时间间隔超过了计数器的计数范围，0表示该信息不存在

表A.20 (续)

名称	类型	取值范围	描述
reasonCode	枚举	LINK_LOSS, POOR_LINK_QUALITY LOAD_BALANCE THREE_ADDRESS_MODE	切换的原因 (见表A.14) — 原链路丢失 (link loss) — 原链路质量降低 (poor condition) — 负载均衡 (load balancing) — 三地址模式, 无法送达 (MMB-AP 或 MMB-STA, 见9.2节)

#### A.1.10 删除转发规则

上层向抽象层发送 ALME-REMOVE-FWD-RULE.request 原语, 原语中包含请求删除的转发规则编号 ruleId。抽象层收到后, 向上层返回 ALME-REMOVE-FWD-RULE.confirm (见表 A.21), 包含 ruleId 和 reasonCode。如果 ruleId 的值无效, 则返回 INVALID\_RULE\_ID, 否则抽象层将返回 SUCCESS, 删除此条转发规则。

表A.21 ALME-REMOVE-FWD-RULE.confirm 参数

名称	类型	取值范围	描述
ruleId	整型	任何 ID	被修改的转发规则标识
reasonCode	枚举	SUCCESS, INVALID_RULE_ID	见表A.14

#### A.1.11 获取工作地址模式

对于 MMB-AP 和 MMB-STA, 抽象层通过向上层发送 ALME\_GET\_ADD\_MODE.request (无参数), 根据上层返回的 ALME\_GET\_ADD\_MODE.response (见表 A.22) 获取自身的工作地址模式 (addressMode 参数)。

表A.22 ALME\_GET\_ADD\_MODE.response 参数

名称	类型	取值范围	描述
addressMode	整型	0或1	1—三地址模式; 0—四地址模式

#### A.1.12 获取网络拓扑信息和节点信息

对于扩展支持低速网络技术的设备, MMB 管理实体向低速网络管理平面发送 ALME\_GET\_NET\_TOPOLOGY.request (见表 A.23), 低速网络管理平面收到后, 向 MMB 管理实体返回 ALME\_GET\_NET\_TOPOLOGY.response (见表 A.24), 拓扑响应消息包括网络中的所有节点信息和所有节点的邻居表信息, 抽象层根据节点及邻居表信息生成拓扑结构。

表A.23 ALME\_GET\_NET\_TOPOLOGY.request 参数

名称	类型	取值范围	描述
networkType	整形	0x00-0xff	0x01-Zigbee 0x02-Zwave 0x03-RF 0x04-Other
extendedPANId	整形	0x0000000000000000 001 - 0xfffffffffffffffe	Zigbee网络的64位网络 ID
homeID	整形	0x00000000 - 0xFFFFFFFF	Zwave网络的32位网络ID

表A.24 ALME\_GET\_NET\_TOPOLOGY.response 参数

名称	类型	取值范围	描述
topologyType	整型	0x01-0xff	0x01-Star 0x02-Tree 0x03-Mesh 0x04-Other
nodeAddress	整型	0x0001 – 0xff7	Zigbee网络节点的16位网络地址
nodeID	整型	0x00-0xff	Zwave网络的8位节点ID
deviceAddress	整型	0x0000000000000000 001 - 0xfffffffffffffffe	其他网络的设备MAC地址

## A.1.13 获取节点电池电量信息

对于扩展支持低速网络技术的设备，MMB管理实体向低速网络管理平面发送ALME\_GET\_BAT\_PERCENTAGE.request（无参数），根据低速网络管理平面返回的ALME\_GET\_BAT\_PERCENTAGE.response（见表A.25）获取节点电池电量信息，如果电池电量低于预定阈值，节点电池响应包含电池告警信息（batteryAlert）。

表A.25 ALME\_GET\_BAT\_PERCENTAGE.response 参数

名称	类型	取值范围	描述
batteryPercentage	整型	0x00-0x64	电池电量百分比：0~100%
batteryAlert	整型	1	如果电池电量低于预定阈值，包含此参数
extendedPANId	整型	0x0000000000000000 001 - 0xfffffffffffffffe	Zigbee网络的64位网络 ID
homeID	整型	0x00000000 – 0xFFFFFFFF	Zwave网络的32位网络ID
nodeAddress	整型	0x0001 – 0xff7	Zigbee网络节点的16位网络地址
nodeID	整型	0x00-0xff	Zwave网络的8位节点ID
deviceAddress	整型	0x0000000000000000 001 - 0xfffffffffffffffe	其他网络的设备MAC地址

## A.1.14 获取扩展接口功率变更信息

对于扩展支持低速网络技术的设备，MMB管理实体向低速网络管理平面发送ALME\_GET\_POWER\_STATE.request（无参数），根据低速网络管理平面返回的ALME\_GET\_POWER\_STATE.Response（见表A.26）获取扩展接口功率变更信息。

表A.26 ALME\_GET\_POWER\_STATE.response 参数

名称	类型	取值范围	描述
extendedPANId	整型	0x0000000000000000 001 - 0xfffffffffffffffe	Zigbee网络的64位网络 ID
homeID	整型	0x00000000 – 0xFFFFFFFF	Zwave网络的32位网络ID
nodeAddress	整型	0x0001 – 0xff7	Zigbee网络节点的16位网络地址
nodeID	整型	0x00-0xff	Zwave网络的8位节点ID

表A.26（续）

名称	类型	取值范围	描述
deviceAddress	整型	0x0000000000000000 001 - 0xfffffffffffffffe	其他网络的设备MAC地址
powerState	整型	0x00-0xFF	0x00 – PWR_OFF 0x01 – PWR_ON 0x02 – PWR_SAVE

A.2 抽象层控制消息

A.2.1 拓扑发现协议消息

A.2.1.1 拓扑发现消息

- 拓扑发现消息包括：
- 1 个 抽象层 MAC 地址类型 TLV（见 表 A.30）；
  - 1 个 MAC 地址类型 TLV（见 表 A.31）。

A.2.1.2 拓扑查询消息

- 拓扑查询消息包括：
- 1 个绑定能力 TLV（见表 A.45）。

A.2.1.3 拓扑响应消息

- 拓扑响应消息包括：
- 1 个设备信息类型 TLV（见表 A.32）；
  - 1 个绑定能力 TLV（见表 A.45）；
  - 0 个或多个设备桥接能力 TLVs（见表 A.35）；
  - 0 个或多个非 MMB 邻居设备列表 TLVs（见表 A.36）；
  - 0 个或多个 MMB 邻居设备 TLVs（见表 A.37）。
  - 0 个或多个 Power off 接口 TLV（见表 A.67）

● 如果 MMB 设备的其中一个接口的状态是 PWR\_OFF，MMB 管理实体应在 Power off 接口 TLV 中包含该接口。

- 0 个或多个层 2 邻居设备 TLV（见表 A.70）

● 如果 MMB 管理实体发现存在层 2 邻居设备（见 6.4 节），MMB 管理实体应在层 2 邻居设备 TLV 中包含该设备。

A.2.1.4 拓扑通知消息

拓扑通知消息包括：1 个抽象层 MAC 地址类型 TLV（见表 A.30）。

A.2.2 链路质量协议消息

A.2.2.1 链路质量查询消息

- 链路质量查询消息包括：
- 1 个链路质量查询 TLV（见 表 A.39）；
  - 1 个绑定能力 TLV（见表 A.45）。

A.2.2.2 链路质量响应消息



链路质量响应消息包括：

- 1 个链路质量响应 TLV（见表 A.27）；
- 1 个绑定能力 TLV（见表 A.45）。

表A.27 链路质量响应 TLVs

查询的链路质量	需要包含的TLV
仅发送端链路质量	发送端链路质量 TLV（见 附录A.3.12）
仅接收端链路质量	接收端链路质量 TLV（见 附录A.3.13）
发送和接收双向链路质量	发送端链路质量 TLV（见 附录A.3.12）和接收端链路质量 TLV（见 附录A.3.13）

如果某个 MMB 发送端邻居设备的抽象层 ID 没有识别一个 MMB 接收端设备的抽象层 ID，那么该消息中需要包括一个链路质量 ResultCode TLV（见表 A.44），它的值设置为“无效邻居”。

### A.2.3 Push Button协议消息

#### A.2.3.1 push button 事件通知消息

push button 事件通知消息是一个 MMB 转发的多播消息，包括：

- 1 个 抽象层 MAC 地址类型 TLV（见表 A.30）；
- 1 个 Push\_Button\_Event 通知 TLV（见表 A.55）。
- 0 个或 1 个 Push\_Button 扩展接口事件通知 TLV（见表 A.66）；
- 如果 Push\_Button 事件通知 TLV 的至少 1 个 intfType 是扩展接口，MMB 管理实体应在 Push\_Button 扩展接口事件通知 TLV 中包含该事件。

#### A.2.3.2 push button 加入通知消息

MMB push button 加入通知消息是一个 MMB 转发的多播消息，包括：

- 1 个 抽象层 MAC 地址类型 TLV（见表 A.30）；
- 1 个 Push\_Button\_Join 通知 TLV（见表 A.56）。

### A.2.4 统一认证和密钥协商协议消息

#### A.2.4.1 统一认证请求消息

统一认证请求消息包括1个EAPOL TLV（EAPOL-Key frame M1），见表A.58。

#### A.2.4.2 统一认证响应消息

统一认证响应消息包括1个EAPOL TLV（EAPOL-Key frame M2），见表A.58。

#### A.2.4.3 统一认证确认消息

统一认证确认消息包括1个EAPOL TLV（EAPOL-Key frame M3），见表A.58。

#### A.2.4.4 统一认证完成消息

统一认证完成消息包括1个EAPOL TLV（EAPOL-Key frame M4），见表A.58。

### A.2.5 MMB-AP自配置消息

#### A.2.5.1 MMB-AP自动配置搜索消息

MMB-AP 自动配置搜索消息是一个转发的多播消息，包括：

- 1 个抽象层 MAC 地址 TLV（见表 A.30）；
- 1 个查找的角色 TLV（见表 A.50）；
- 1 个自动配置频带 TLV（见表 A.51）。

#### A.2.5.2 MMB-AP自动配置响应消息

MMB-AP 自动配置响应消息是一个单播消息，响应 MMB-AP 自动配置搜索消息，包括：

- 1 个支持的角色 TLV（见表 A.52）；
- 1 个支持的频带 TLV（见表 A.53）。

#### A.2.5.3 MMB-AP自动配置WSC消息

MMB-AP 自动配置 WSC 消息是一个单播消息，在 MMB 设备之间传递 WSC 帧，包括 1 个 WSC TLV（见表 A.54）。

#### A.2.5.4 MMB-AP自动配置更新消息

MMB-AP 自动配置更新消息是一个转发的多播地址，包括：

- 1 个 抽象层 MAC 地址类型 TLV（见表 A.30）；
- 1 个支持的角色 TLV（见表 A.52）；
- 1 个支持的频带 TLV（见表 A.53）。

#### A.2.6 工作地址模式更新消息

对于 MMB-AP 和 MMB-STA，如果工作地址模式发生改变，抽象层间通过工作地址模式更新消息告知对方，该消息包含一个地址模式 TLV，见表 A.57。

#### A.2.7 绑定协议消息

##### A.2.7.1 绑定建立请求消息

发送端发送绑定建立请求消息给接收端，绑定组建立请求消息包括：

- 1 个绑定能力 TLV（见表 A.45）；
- 1 个绑定组信息 TLV（见表 A.46）。

##### A.2.7.2 绑定建立响应消息

接收端收到绑定建立请求消息后，返回绑定建立响应消息，包括：1 个绑定组建立结果 TLV（见表 A.47）。

##### A.2.7.3 绑定组更新请求消息

当两个具有多介质接口的设备已经建立了绑定组后，如果需要修改绑定组，发送端应发送绑定组更新请求消息，该消息包括：1 个更新的绑定组信息 TLV（见表 A.46）。

##### A.2.7.4 绑定组更新响应消息

接收端收到绑定组更新请求消息后，返回绑定组更新响应消息，包括：1 个绑定组更新结果 TLV（见表 A.48）。

##### 绑定功能关闭消息

当两个具有多介质接口的设备已经建立了绑定组后，如果需要删除绑定组，发送端或接收端应发送绑定功能关闭消息，发送端和接收端都删除该绑定组。该消息包括：1 个绑定功能关闭 TLV（见表 A.49）。

#### A.2.8 厂商自定义消息

如果信息中的转发指示设置为“0”，那么此消息为单播消息或者一个邻居多播消息。否则的话，这个消息是一个转发的组播消息。厂商自定义消息包括：厂商自定义 TLV（见表 A.29）是第一个 TLV，紧随的是 0 个或多个 TLVs（任何此处定义的 TLVs 或者任何厂商自定义 TLVs）。

#### A.2.9 扩展接口查询消息

MMB 管理实体向另一个 MMB 管理实体发送扩展接口查询消息，该消息无 TLV。

A.2.10 扩展接口响应消息

MMB管理实体收到扩展接口查询消息后，1秒内返回扩展接口响应消息，该消息包括：1个扩展接口设备信息类型TLV（见表A.59）。

A.2.11 高层信息请求消息

MMB 管理实体向另一个 MMB 管理实体发送高层信息请求消息，该消息无 TLV。

A.2.12 高层信息响应消息

MMB管理实体收到扩展接口查询消息后，1s内返回扩展接口响应消息，该消息包括：

- 1 个抽象层 MAC 地址类型 TLV（见表 A.30）；
- 1 个设备标识类型 TLV（见表 A.60）；
- 0 个或 1 个 Control URL 类型 TLV（见表 A.61）；
- 0 个或 1 个 IPv4 类型 TLV（见表 A.62）
  - 如果 MMB 设备有 1 个 IPv4 地址，MMB 管理实体应在 IPv4 类型 TLV 中包含 IPv4 地址信息；
- 0 个或 1 个 IPv6 类型 TLV（见表 A.64）
  - 如果 MMB 设备有 1 个 IPv6 地址，MMB 管理实体应在 IPv6 类型 TLV 中包含 IPv6 地址信息。

A.2.13 接口功率变更请求消息

该消息包括1个或多个接口功率变更信息TLV（见表A.68）。

A.2.14 接口功率变更响应消息

该消息包括 1 个或多个接口功率变更状态 TLV（见表 A.69）。

A.3 抽象层控制消息TLV

A.3.1 消息结束TLV

消息结束 TLV 见表 A.28。

表A.28 消息结束 TLV

字段	长度	取值	描述
tlvType	1 字节	0x00	消息结束 TLV（TLV 指示消息结束）
tlvLength	2 字节	0x0000	该字段为空

A.3.2 厂商自定义TLV

厂商自定义 TLV 见表 A.29。

表A.29 厂商自定义 TLV

字段	长度	取值	描述
tlvType	1 字节	11	厂商自定义 TLV
tlvLength	2 字节	3 + <i>m</i>	后续字段的字节数
tlvValue	3 字节		厂商相关的OUI，24-bit的全局唯一IEEE-SA 指定给厂商的编码
	<i>m</i> 字节		厂商相关信息

A.3.3 抽象层MAC地址类型TLV

抽象层 MAC 地址类型 TLV 见表 A.30。

表A.30 抽象层 MAC 地址类型 TLV

字段	长度	取值	描述
tlvType	1 字节	1	抽象层 MAC 地址类型 TLV
tlvLength	2 字节	6	后续字段的字节数
tlvValue	6 字节	任何EUI-48	传输设备的抽象层MAC地址

A.3.4 MAC 地址类型 TLV

MAC 地址类型 TLV 见表 A.31。

表A.31 MAC 地址类型 TLV

字段	长度	取值	描述
tlvType	1 字节	2	MAC 地址类型 TLV
tlvLength	2 字节	6	后续字段的字节数
tlvValue	6 字节	任何 EUI-48	消息传输接口的MAC地址

A.3.5 设备信息类型TLV

设备信息类型 TLV 见表 A.32。

表A.32 设备信息类型 TLV

字段	长度	取值	描述
tlvType	1 字节	3	设备信息类型
tlvLength	2 字节	可变	后续字段的字节数
tlvValue	6 字节		设备的抽象层MAC地址
	1 字节	$k$	本地接口的数量
	6 字节	任何EUI-48	本地接口的MAC地址
	2 字节		本地接口的媒体类型（具体见 表A.29的“媒体类型” 定义）
	1 字节	$n$	后续字段的字节数
	$n$ 字节		本地接口的媒体相关信息（具体见表A.29的“媒体相关信息”定义）
			上述4个字段重复 $K-1$ 次
注：对于支持Power off 接口 TLV的设备，功率状态是PWR_OFF的本地接口不能在这个TLV中列出，而是要在 Power off 接口 TLV中列出			

A.3.6 媒体类型（接口类型）

媒体类型（接口类型）见表 A.33。IEEE 802.11 相关信息见表 A.34。

表A.33 媒体类型（接口类型）

媒体类型（接口类型）		描述	媒体相关信息（ $n$ 字节）
（Bits 15 to 8）	（Bits 7 to 0）		
0	0	IEEE 802.3u Fast Ethernet	N/A（ $n=0$ ）
	1	IEEE 802.3ab Gigabit Ethernet	N/A（ $n=0$ ）
	2~255	保留字段	Reserved（ $n=0$ ）
1	0	IEEE 802.11b（2.4GHz）	$n = 10$ 见表A.34
	1	IEEE 802.11g（2.4GHz）	
	2	IEEE 802.11a（5GHz）	
	3	IEEE 802.11n（2.4GHz）	
	4	IEEE 802.11n（5GHz）	
	5	IEEE 802.11ac（5GHz）	



表A.33 (续)

媒体类型 (接口类型)		描述	媒体相关信息 ( $n$ 字节)
1	6	IEEE 802.11ad (60GHz)	$n = 10$ 见表A.34
	7	IEEE 802.11af (Whitespace)	
	8~255	保留字段	Reserved ( $n=0$ )
2	0	IEEE 1901 Wavelet	Network membership: Network Identifier (NID) $n=7$
	1	IEEE 1901 FFT	
	2~255	保留字段	Reserved
3	0	MoCA v1.1	$n=0$
	1~255	保留字段	
4~254	0~255	保留字段	Reserved ( $n=0$ )
0xFF	0xFF	未知媒体	$n=0$

表A.34 IEEE 802.11 相关信息

字段	长度	取值	描述
networkMembership	6 字节	任何整数值	BSSID
Role	4 比特 (Bits 7-4)	任何整数值	“0000” – AP “0001” – “0011” 保留 “0100” – 非AP/非PCP STA “1000” – Wi-Fi P2P 客户端 “1001” – Wi-Fi P2P 组长 “1010” – 802.11ad PCP “1011” – “1111” 保留
addressMode	1 比特	1或0	“1” – 三地址模式 “0” – 四地址模式
Reserved	3 比特 (Bits 2-0)	全0	保留
apChannelBand	1 字节	任何整数值	dot11CurrentChannelBandwidth的十六进制值 (见 IEEE P802.11ac/D5.0)
apChannelCenterFrequencyIndex1	1 字节	任何整数值	dot11CurrentChannelCenterFrequencyIndex1的十六进制值 (见IEEE P802.11ac/D5.0)
apChannelCenterFrequency Index2	1 字节	任何整数值	dot11CurrentChannelCenterFrequencyIndex2的十六进制值 (见IEEE P802.11ac/D5.0)

A.3.7 设备桥接能力TLV

设备桥接能力 TLV 见表 A.35。

表A.35 设备桥接能力 TLV

字段	长度	取值	描述
tlvType	1 字节	4	设备桥接能力
tlvLength	2 字节	可变	后续字段的字节数
tlvValue	1 字节	$m$	$m$ 是本TLV中的桥接元组的总数
	1 字节	$k$	本桥接元组的MAC 地址数量
	6 字节	任何EUI-48 值	本桥接元组中的MMB设备网络接口的MAC地址
			上述字段重复 $K-1$ 次
			上述2个字段重复 $L-1$ 次

A.3.8 非MMB邻居设备列表TLV

非 MMB 邻居设备列表 TLV 见表 A.36。

表A.36 非 MMB 邻居设备列表 TLV

字段	长度	取值	描述
tlvType	1 字节	6	连接的非MMB邻居设备接口
tlvLength	2 字节	可变	后续字段的字节数
tlvValue	6 字节	任何EUI- 48	本地接口的MAC地址
	6 字节	任何EUI- 48	非MMB邻居设备MAC地址
			上述字段重复0 或多次

A.3.9 MMB邻居设备TLV

MMB 邻居设备 TLV 见表 A.37。

表A.37 MMB 邻居设备 TLV

字段	长度	取值	描述
tlvType	1 字节	7	MMB邻居设备信息
tlvLength	2 字节	任何整数值	后续字段的字节数
tlvValue	6 字节	任何 EUI-48	本地接口的MAC 地址
	6 字节	任何EUI-48	MMB邻居设备的抽象层MAC地址
	1 比特 (Bit 7)	0 或 1	是否存在IEEE 802.1 桥: 0: 没有 IEEE 802.1 桥存在 1: 在这个设备和邻居之间至少1个IEEE 802.1 桥存在
	7 比特 (Bits 6- 0)	全0	保留
			上述3个字段重复 0 或多次

A.3.10 Zigbee邻居设备TLV

Zigbee 邻居设备 TLV 见表 A.38。

表A.38 Zigbee 邻居设备 TLV

字段	长度	取值	描述
tlvType	1 字节	31	Zigbee邻居设备信息
tlvLength	2 字节	任何整数值	后续字段的字节数
tlvValue	8字节	An extended 64-bit, IEEE address	本地接口的64位MAC 地址
	2 字节	0x0000 – 0xffff	邻居设备的16位网络地址
	1字节	0x00 – 0x02	设备类型: 0x00 = ZigBee coordinator 0x01 = ZigBee router 0x02 = ZigBee end device
	1字节	0x00 – 0x05	邻居设备与当前设备的关系: 0x00=neighbor is the parent 0x01=neighbor is a child 0x02=neighbor is a sibling 0x03=none of the above 0x04=previous child 0x05=unauthenticated child
			上述3个字段重复 0 或多次

### A.3.11 链路质量查询TLV

链路质量查询 TLV 见表 A.39。

表A.39 链路质量查询 TLV

字段	长度	取值	描述
tlvType	1 字节	8	链路质量
tlvLength	2 字节	8	后续字段的字节数
tlvValue	1 字节	0x00: 所有邻居 0x01: 特定邻居 0x02 ~ 0xFF:保留值	如果值为0, 那么EUI-48 字段不需填写; 如果值为1, 那么EUI-48 字段需要填写
	6 字节	任何 EUI-48	一个接收端MMB邻居设备的抽象层的 MAC地址
	1 字节	0x00: 仅发送端链路质量 0x01: 仅接收端链路质量 0x02: 发送端和接收端链路质量 0x03~0xFF: 保留	链路质量查询需求

### A.3.12 发送端链路质量 TLV

发送端链路质量 TLV 见表 A.40。发送端链路质量见表 A.41。

表A.40 发送端链路质量 TLV

字段	长度	取值	描述
tlvType	1 字节	9	发送端链路质量
tlvLength	2 字节	$12 + 29 \times n$	后续字段的字节数, $n$ 可是1或更大
tlvValue	6 字节	任何EUI-48	发送响应消息 (包含此TLV) 的MMB设备的抽象层MAC地址
	6 字节	任何EUI-48	MMB邻居设备的抽象层MAC地址, 它的链路测量在此TLV中上报
后续字段针对MMB接收端设备的抽象层和MMB邻居设备的抽象层之间的连接接口对			
tlvValue	6 字节	任何EUI-48	MMB接收端设备的抽象层接口的MAC地址, 它与一个MMB邻居设备的抽象层接口连接
tlvValue	6 字节	任何EUI-48	MMB邻居设备的接口的MAC地址, 它与一个MMB接收端设备的接口连接
tlvValue	17 字节	见表A.41	上述MMB接收端设备的抽象层和MMB邻居设备的抽象层之间的接口对链路质量信息, 格式参考表A.41

表A.41 发送端链路质量

名字	长度	取值	描述
intfType	2 字节	见 表A.33	底层接口类型
IEEE802.1BridgeFlag	1 字节	0x00: 指示MMB链路不包含1个IEEE 802.1 桥 0x01: 指示MMB链路包含1个或多个IEEE 802.1 桥 0x02~0xFF : 保留值	指示MMB链路是否包含1个或多个IEEE 802.1桥
packetErrors	4 字节	任何整数	在测量周期链路的发送侧丢包估计值
transmittedPackets	4 字节	任何整数	与测量错误报文数相同测量周期内, 链路发送端发送报文数量预估值

表A.41 (续)

名字	长度	取值	描述
macThroughputCapacity	2 字节	任何整数	传送端预估的链路最大MAC吞吐量, 用Mbit/s表示
linkAvailability	2 字节	0 到 100整数	链路可进行数据传送的预估平均时间百分比
phyRate	2 字节	任何整数	如果链路媒体类型是IEEE 802.3, IEEE 1901, MoCA 1.1 或 扩展接口 (8 MSB 值, 媒体类型定义见表 A.33), 那么这个值是链路发送端预估的PHY 速率, 用Mbit/s表示, 否则的话, 设置为0xFFFF

### A.3.13 接收端链路质量TLV

接收端链路质量 TLV 见表 A.42。接收端链路质量见表 A.43。

表A.42 接收端链路质量 TLV

字段	长度	取值	描述
tlvType	1 字节	10	接收端链路质量
tlvLength	2 字节	$12 + 23 \times N$	后续字段的字节数, $n$ 可是1或更大
tlvValue	6 字节	任何EUI-48	发送响应消息 (包含此TLV) 的MMB设备的抽象层MAC地址
	6 字节	任何EUI-48	MMB邻居设备的抽象层MAC地址, 它的链路质量在此TLV中上报
接下来的字段针对MMB接收端设备的抽象层和MMB邻居设备的抽象层之间的链路对应的接口对			
	6 字节	任何EUI-48	MMB接收端设备的抽象层接口MAC地址, 它与一个MMB邻居设备的抽象层接口连接
	6 字节	任何EUI-48	MMB邻居设备的接口的MAC地址, 它与一个MMB接收端设备的接口连接
	11 字节		上述MMB接收端设备的抽象层和MMB邻居设备的抽象层之间的接口对链路质量信息, 格式参考 表A.43

表A.43 接收端链路质量

字段	长度	取值	描述
intfType	2 字节	见附录 A.3.6	底层接口类型
packetErrors	4 字节	任何整数	在测量周期丢包估计值
packetsReceived	4 字节	任何整数	与测量错误报文数相同测量周期内, 接收报文数量预估值
RSSI	1 字节	任何整数	如果链路媒体类型是 IEEE 802.11 或扩展接口 (8MSB值, 媒体类型定义见 表A.33), 那么这个值是链路接收侧的预估RSSI, 单位是dB, 否则设置为0xFF

### A.3.14 链路质量ReasonCode TLV

链路质量 ReasonCode TLV 见表 A.44。

表A.44 链路质量 ReasonCode TLV

字段	长度	取值	描述
tlvType	1 字节	12	ReasonCode TLV
tlvLength	2 字节	1	后续字段的字节数
tlvValue	1 字节	0x00: 无效邻居 0x01 ~ 0xFF: 保留	链路质量查询消息的ReasonCode

### A.3.15 绑定能力TLV

绑定能力 TLV 见表 A.45。



表A.45 绑定能力 TLV

字段	长度	取值	描述
TLV type	1 字节	21	绑定能力
TLV Length	2 字节	1	后面内容字段所占的字节数
TLV Value	1 字节	0x00:不支持绑定功能 0x01: 支持绑定功能 0x02~0xFF: 保留	是否支持绑定功能

### A.3.16 绑定组信息 TLV

绑定组信息 TLV 见表 A.46。

表A.46 绑定组信息 TLV

字段	长度	取值	描述
TLV type	1 字节	22	绑定组信息
TLV Length	2 字节	1	后面内容字段所占的字节数
TLV Value	1 字节	Integer value	绑定组标识
	1 字节	$k$	绑定组内相互连接的接口对的数目（即绑定组包含的绑定链路的数目）
	针对在绑定设备间每个互相连接的接口对，后面的字段重复 $K-1$ 次		
	6 字节	任何EUI-48	组内的本地接口的MAC地址
	6 字节	任何EUI-48	与组内的本地接口的MAC地址连接的对端设备的接口的MAC地址
	1 字节		本地接口类型，参见表A.33

### A.3.17 绑定组建立结果 TLV

绑定组建立结果 TLV 见表 A.47。

表A.47 绑定组建立结果 TLV

字段	长度	取值	描述
TLV type	1 字节	23	绑定组建立结果
TLV Length	2 字节	1	后面内容字段所占的字节数
TLV Value	1 字节	0x00: 建立成功; 0x01: 建立失败; 0x02~0xFF: 保留	取值为0时，该消息中包含绑定组信息TLV；取值为非0值，该消息中不包含绑定组信息TLV

### A.3.18 绑定组更新结果 TLV

绑定组更新结果 TLV 见表 A.48。

表A.48 绑定组更新结果 TLV

字段	长度	取值	描述
TLV type	1 字节	24	绑定组更新结果
TLV Length	2 字节	1	后面内容字段所占的字节数
TLV Value	1 字节	0x00: 更新成功; 0x01: 更新失败，继续使用之前的绑定组设置; 0x02: 退出绑定组; 0x03~0xFF: 保留	取值为0时，该消息中包含绑定组信息TLV；取值为非0值，该消息中不包含绑定组信息TLV

### A.3.19 绑定功能关闭 TLV

绑定功能关闭 TLV 见表 A.49。

表A.49 绑定功能关闭 TLV

字段	长度	取值	描述
TLV type	1 字节	25	绑定功能关闭
TLV Length	2 字节	1	后面内容字段所占的字节数
TLV Value	1 字节	整型	需关闭的绑定组标识

A.3.20 查找的角色 TLV

查找的角色TLV见表A.50。

表A.50 查找的角色 TLV

字段	长度	取值	描述
tlvType	1 字节	13	查找的角色
tlvLength	2 字节	1	后续字段的字节数
tlvValue	1 字节	0x00: 注册者 0x01~0xFF: 保留	请求自动配置的未配置接口角色类型

A.3.21 自动配置频带TLV

自动配置频带TLV见表A.51。

表A.51 自动配置频带 TLV

字段	长度	取值	描述
tlvType	1 字节	14	未配置频带
tlvLength	2 字节	1	后续字段的字节数
tlvValue	1 字节	0x00: 802.11 2.4 GHz 0x01: 802.11 5 GHz 0x02: 802.11 60 GHz 0x03~0xFF: 保留值	请求自动配置的未配置接口的频带

A.3.22 支持的角色 TLV

支持的角色 TLV见表A.52。

表A.52 支持的角色 TLV

字段	长度	取值	描述
tlvType	1 字节	15	支持的角色
tlvLength	2 字节	1	后续字段的字节数
tlvValue	1 字节	0x00: 注册机 0x01~0xFF: 保留	角色类型

A.3.23 支持的频带 TLV

支持的频带TLV见表A.53。

表A.53 支持的频带 TLV

字段	长度	取值	描述
tlvType	1 字节	16	支持的频带
tlvLength	2 字节	1	后续字段的字节数
tlvValue	1 字节	0x00: 802.11 2.4 GHz 0x01: 802.11 5 GHz 0x02: 802.11 60 GHz 0x03~0xFF: 保留	自动配置过程支持的频带

### A.3.24 WSC TLV

WSC TLV见表A.54。

表A.54 WSC TLV

字段	长度	取值	描述
tlvType	1 字节	17	WSC 类型
tlvLength	2 字节	$n$	后续字段的字节数
tlvValue	$n$ 字节	WSC 帧	WSC帧（可是 M1 或者 M2）

### A.3.25 Push\_Button\_Event 通知 TLV

Push\_Button\_Event 通知 TLV见表A.55。

表A.55 Push\_Button\_Event 通知 TLV

字段	长度	取值	描述
tlvType	1 字节	18	Push button 事件通知 TLV
tlvLength	2 字节	可变	后续字段的字节数
tlvValue	1 字节	任何整数值 $n$	本消息包含的媒体类型数量：可是0或者更大
	2 字节	媒体类型 (接口类型)定义见表A.29	设备的媒体类型，在此设备激活了一个push button 配置方法，从而触发push button事件通知。 如果 $n$ 为0，那么不包含此字段
	1 字节	$k$	后续字段的字节数
	$k$ 字节	媒体相关信息见表A.29	与媒体类型对应的媒体相关信息。 如果 $k$ 为0，那么此字段不需要
			之前3个字段重复 $n-1$ 次（或者如果 $n$ 为0则为空）

### A.3.26 Push\_Button\_Join 通知 TLV

Push\_Button\_Join 通知 TLV见表A.56。

表A.56 Push\_Button\_Join 通知 TLV

字段	长度	取值	描述
tlvType	1 字节	19	Push button 加入通知 TLV
tlvLength	2 字节	20	后续字段的字节数
tlvValue	6 字节	任何 EUI-48	设备的抽象层ID，它发送了push button 事件通知消息
	2 字节	任何整数	push button事件通知消息的消息标识
	6 字节	任何 EUI-48	传送设备的接口MAC地址，它属于有新设备加入的媒体
	6 字节	任何 EUI-48	加入网络的新设备的接口MAC地址，作为push button配置序列的结果

### A.3.27 地址模式 TLV

地址模式 TLV见表A.57。

表A.57 地址模式 TLV

名称	长度	取值范围	描述
tlvType	1 字节	20	地址模式TLV
tlvLength	2 字节	1	后续的字节的数目
tlvValue	1 字节	0X00-三地址模式 0x01-四地址模式 0x02 ~ 0xFF: 保留	MMB-AP或MMB-STA的工作地址模式

### A.3.28 EAPOL TLV

EAPOL TLV见表A.58。

表A.58 EAPOL TLV

字段	长度	取值	描述
tlvType	1 字节	21	EAPOL 类型
tlvLength	2 字节	$n$	后续字节数目
tlvValue	$n$ 字节	EAPOL-Key 帧	EAPOL-Key 帧 (M1, M2, M3或M4)

EAPOL-Key帧的内容和格式在IEEE 802.11-2012的第11.6.2节定义，图A.1所示为IEEE 802.11-2012定义的EAPOL-Key 帧的格式，其中Protocol Version 取值为1；Packet Type取值为3，表示为EAPOL-Key帧。

Protocol Version -1 octet	Packet Type -1 octet	Packet Body Length -2 octets
Descriptor Type -1 octet		
Key Information - 2 octets		Key Length - 2 octets
Key Replay Counter - 8 octets		
Key Nonce - 32 octets		
EAPOL-Key IV - 16 octets		
Key RSC - 8 octets		
Reserved - 8 octets		
Key MIC - 16 octets		
Key Data Length - 2 octets		Key Data - $n$ octets

图A.1 IEEE 802.11-2012 定义的 EAPOL-Key 帧格式

A.3.29 扩展接口设备信息类型TLV

扩展接口设备信息类型 TLV见表A.59。

表A.59 扩展接口设备信息类型 TLV

域	长度	值	描述
tlvType	1 字节	20	扩展接口设备信息类型
tlvLength	2 字节	Variable	后续字节数目
tlvValue	6 字节		MMB设备的抽象层MAC 地址
	1 字节	$k$	本地接口数量
	6 字节	任意 EUI-48 值	本地接口的MAC 地址
	3 字节		本地接口的扩展接口网络技术的OUI
	1 字节		本地接口的扩展接口网络技术的参数索引
	32 字节		名称变量UTF-8 字符串
	1 字节	$u$	后续 URL 域的字节数
	1 字节	$s$	后续特定媒体信息域的字节数
	$u$ 字节		URL 到扩展接口 XML 描述文件。该URL应是公开的
	$s$ 字节		特定媒体信息（见表6）
			上述8个域重复 $k-1$ 次

A.3.30 设备标识类型 TLV

设备标识类型TLV见表A.60。



表A.60 设备标识类型 TLV

域	长度	值	描述
tlvType	1 字节	21	设备标识类型
tlvLength	2 字节	192	后续字节数
tlvValue	64 字节		友好名称UTF-8 字符串
	64 字节		厂商名称UTF-8 字符串
	64 字节		厂商模型UTF-8 字符串

A.3.31 Control URL类型 TLV

Control URL 类型 TLV见表A.61。

表A.61 Control URL 类型 TLV

域	长度	值	描述
Type	1 字节	22	Control URL 类型
Length	2 字节	$n$	后续字节数
Value	$n$ 字节		设备的Control URL 或WebUI

A.3.32 IPv4 类型 TLV

IPv4 类型 TLV见表A.62。IPv4 地址类型见表A.63。

表A.62 IPv4 类型 TLV

域	长度	值	描述
Type	1 字节	23	IPv4类型
Length	2 字节	$n$	后续字节数
Value	1 字节	$k$	入口数量
	6 字节	任意EUI-48值	抽象层MAC地址或所描述的MAC地址
	1 字节	$j$ (0~15)	IPv4 地址数量
	1 字节		IPv4 地址类型
	4 字节		IPv4 地址
	4 字节		IPv4 DHCP 服务器
			上述3个域重复 $j-1$ 次
			上述5+3 $j$ 个域重复 $k-1$ 次

表A.63 IPv4 地址类型

值	定义
0	未知
1	DHCP
2	Static
3	Auto-IP
4~255	保留

A.3.33 IPv6 类型 TLV

IPv6 类型 TLV见表A.64。IPv6 地址类型见表A.65。

表A.64 IPv6 类型 TLV

域	长度	值	描述
Type	1 字节	24	IPv6类型
Length	2 字节	$n$	后续字节数

表64（续）

域	长度	值	描述
Value	1 字节	$k$	入口数量
	6 字节	任意EUI-48值	AL MAC 地址或所描述接口的 MAC 地址
	16 字节		IPv6 链路本地地址
	1 字节	$j$ (0~15)	其他 IPv6地址的数量
	1 字节		IPv6地址类型
	16 字节		IPv6 地址
	16 字节		IPv6 源地址
			上述 3 个域重复 $j-1$ 次
			上述6+3 $j$ 个域重复 $k-1$ 次

表A.65 IPv6 地址类型

值	定义
0	未知
1	DHCP
2	Static
3	SLAAC
4~255	保留

A.3.34 Push\_Button扩展接口事件通知 TLV

Push\_Button扩展接口事件通知 TLV见表A.66。

表A.66 Push\_Button 扩展接口事件通知 TLV

域	长度	范围值	描述
tlvType	1 字节	25	Push_Button扩展接口事件通知类型
tlvLength	2 字节	可变	后续字节数
tlvValue	1 字节	任意整型值 $n$	此消息包含的扩展接口类型的数量
	3 字节		产生push button事件通知的设备激活的push button 配置方法的本地接口的扩展接口网络技术的OUI
	1 字节		产生push button事件通知的设备激活的push button 配置方法的本地接口的扩展接口网络技术的变量索引
	1 字节	$k$	后续字节数
	$k$ 字节		前述域所描述变量的特定媒体信息，如果 $k$ 为 0，不包含这个域
			上述4个域重复 $n-1$ 次

A.3.35 Power off 接口TLV

Power off 接口 TLV见表A.67。

表A.67 Power off 接口 TLV

域	长度	值	描述
tlvType	1 字节	27	Power off 接口类型
tlvLength	2 字节	可变	后续字节数
tlvValue	1 字节	$k$	处于PWR_OFF 状态的本地接口数量
	6 字节	任意EUI-48值	本地接口的MAC 地址
	2 字节		本地接口的媒体类型
	3 字节		如果媒体类型为0xFFFF，此域为本地接口的扩展接口网络技术的OUI

表A.67 (续)

域	长度	值	描述
tlvValue	1 字节		如果媒体类型为0xFFFF, 此域为本地接口的扩展接口网络技术的变量索引
	1 字节	$n$	后续字节数
	$n$ 字节		本地接口的特定媒体信息
			上述6个域重复 $k-1$ 次

### A.3.36 接口功率变更信息 TLV

接口功率变更信息 TLV见表A.68。

表A.68 接口功率变更信息 TLV

域	长度	值	描述
tlvType	1 字节	28	接口功率变更信息类型
tlvLength	2 字节	Variable	后续字节数
tlvValue	1 字节	$k$	请求功率变更的接口数量
	6 字节	任意EUI-48值	本地接口的MAC 地址
	1 字节		请求的功率状态 0x00 – PWR_OFF 0x01 – PWR_ON 0x02 – PWR_SAVE 0x03-0xFF –保留
			上述2个域重复 $k-1$ 次

### A.3.37 接口功率变更状态 TLV

接口功率变更状态 TLV见表A.69。

表A.69 接口功率变更状态 TLV

域	长度	值	描述
tlvType	1 字节	29	接口功率变更状态类型
tlvLength	2 字节		后续字节数
tlvValue	1 字节	$k$	请求功率变更状态的接口数量
	6 字节	任意EUI-48值	受影响的接口的MAC 地址
	1 字节		接口功率变更状态 0x00 – 请求完成 0x01 – 无变更 0x02 – 变更其他状态 0x03-0xFF – 保留
			上述2个域重复 $k-1$ 次

### A.3.38 层2邻居设备TLV

层2邻居设备 TLV见表A.70。

表A.70 层 2 邻居设备 TLV

域	长度	值	描述
tlvType	1 字节	30	上报的MMB设备的层2邻居设备列表
tlvLength	2字节	可变	后续字节数

表A.70（续）

域	长度	值	描述
tlvValue	1字节	可变	本地接口数量，即本地接口列表
	6字节	任意EUI-48值	本地接口的MAC 地址
	2字节	可变	层2邻居设备的数量，即层2邻居设备列表。如果接口没有邻居设备或接口不支持任何逻辑链路发现机制，该域为0
	6字节	任意EUI-48值	层2邻居设备的MAC地址
	2字节	可变	隐藏的MAC 地址数量，即隐藏MAC地址列表，如果没有则为0
	6字节	任意EUI-48值	隐藏MAC地址
			上述域重复 $k-1$ 次
			上述 $2+k$ 个域重复 $j-1$ 次
			上述 $2+(2+k)j$ 个域重复 $i-1$ 次



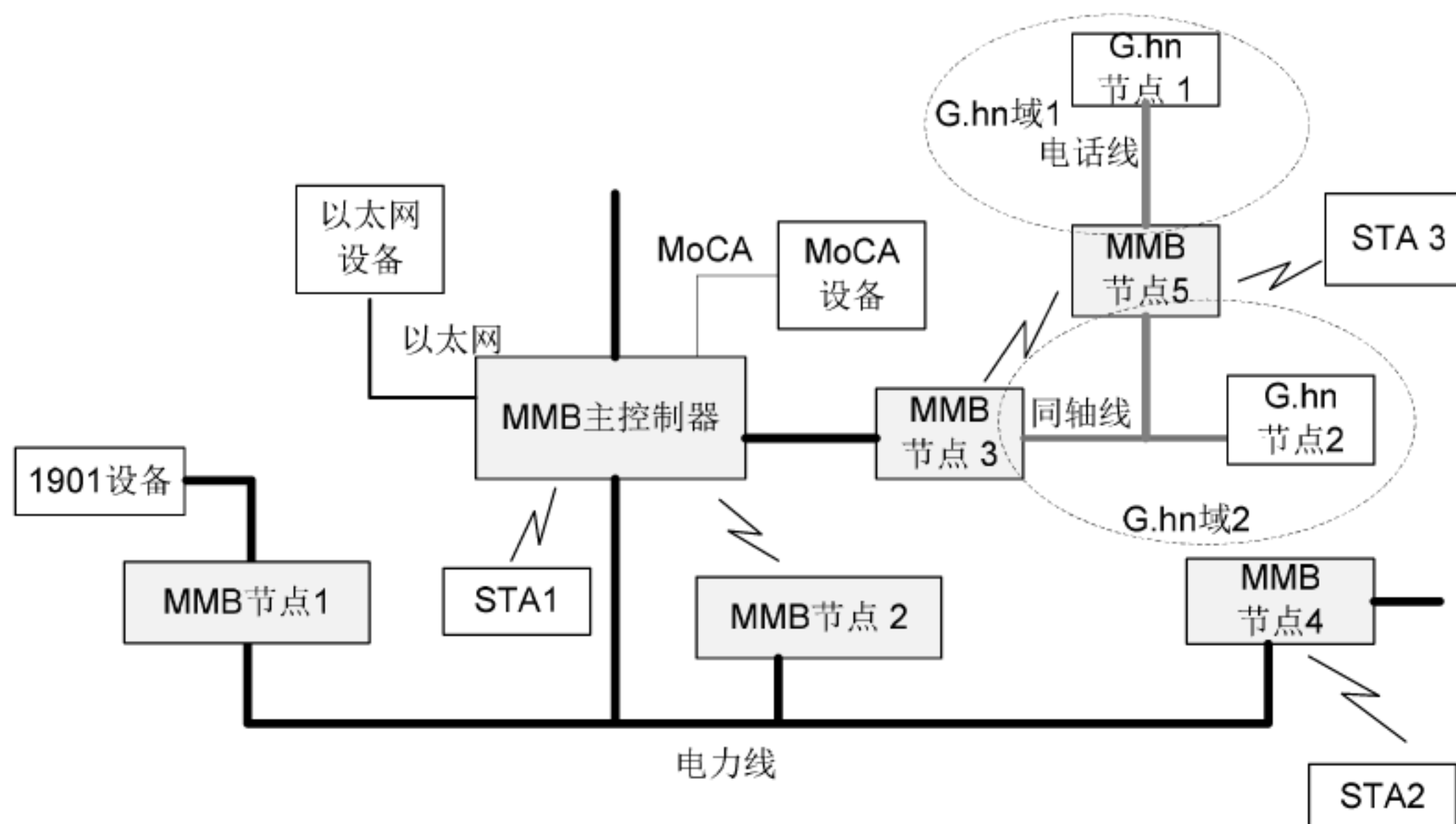
## 附录 B

### (资料性附录)

#### MMB 宽带客户网络的组网模型

一个MMB宽带客户网络由一个MMB主控制器(MMB-Master)和一个或多个MMB节点(MMB-Node)组成,支持这些设备之间以及这些设备与非MMB设备之间的连接和多接口同时工作。MMB主控制器管理多个MMB节点设备,包括自动配置、设备状态监控、确定备份的MMB主控制器等功能。MMB节点设备是具有抽象层的单介质或多介质设备,若MMB节点设备的抽象层包含转发实体,则可在抽象层实现不同介质间的数据转发。

MMB宽带客户网络典型的组网模型如图B.1所示。MMB主控制器管理5个MMB节点设备,所有的非MMB设备(包括以太网设备、MoCA设备、1901设备、两个G.hn设备和三个WLAN设备)按各自的组网方式采用单个链路进行连接,通过MMB节点桥接实现与WAN的通信,或直接与MMB主控制器连接实现与WAN的通信。其中,MMB节点1仅支持1901,MMB节点2支持1901和WLAN,MMB节点3支持G.hn和1901,MMB节点4和MMB节点5可扩展无线网络的覆盖范围,如覆盖MMB主控制器提供的无线网络无法覆盖到的拐角房间。MMB节点5可通过G.hn技术连接到MMB节点3,并具有G.hn域1和域2的域间桥接(IDB)功能。节点3和节点5之间可通过MMB控制消息实现更多的功能(如获取双方设备间的链路质量信息,选择采用同轴线还是WLAN来传输链路)。



图B.1 MMB宽带客户网络的典型组网模型

附录 C  
(资料性附录)  
TR-069 数据模型

MMB的数据模型采用BBF TR-069定义的CPE WAN 管理协议（CWMP），参见TR-181 issue2 amendment9。TR-069数据模型对象的层级如图C.1所示。MMB对象应在底层参数列表中包括它的底层网络技术接口，CPE应根据设置的一组接口和它们的底层参数自动产生接口协议栈表格InterfaceStackTable，该表格描述了这个设备的整个网络协议栈。



图C.1 TR-069数据模型对象的层级

数据模型参数包括：

- a) Device.IEEE1905。
- b) Device.IEEE1905.AL。
- c) Device.IEEE1905.AL.Interface.{i}。
- d) Device.IEEE1905.AL.Interface.{i}.VendorProperties.{i}。
- e) Device.IEEE1905.AL.Interface.{i}.Link.{i}。
- f) Device.IEEE1905.AL.Interface.{i}.Link.{i}.Metric。
- g) Device.IEEE1905.AL.ForwardingTable。
- h) Device.IEEE1905.AL.ForwardingTable.ForwardingRule.{i}。
- i) Device.IEEE1905.AL.NetworkTopology。
- j) Device.IEEE1905.AL.NetworkTopology.ChangeLog.{i}。
- k) Device.IEEE1905.AL.NetworkTopology.IEEE1905Device.{i}。

- l) Device.IEEE1905.AL.NetworkTopology.IEEE1905Device.{i}.IPv4Address.{i}。
- m) Device.IEEE1905.AL.NetworkTopology.IEEE1905Device.{i}.IPv6Address.{i}。
- n) Device.IEEE1905.AL.NetworkTopology.IEEE1905Device.{i}.VendorProperties.{i}。
- o) Device.IEEE1905.AL.NetworkTopology.IEEE1905Device.{i}.Interface.{i}。
- p) Device.IEEE1905.AL.NetworkTopology.IEEE1905Device.{i}.NonIEEE1905Neighbor.{i}。
- q) Device.IEEE1905.AL.NetworkTopology.IEEE1905Device.{i}.L2Neighbor.{i}。
- r) Device.IEEE1905.AL.NetworkTopology.IEEE1905Device.{i}.IEEE1905Neighbor.{i}。
- s) Device.IEEE1905.AL.NetworkTopology.IEEE1905Device.{i}.IEEE1905Neighbor.{i}。
- t) Metric.{i}。
- u) Device.IEEE1905.AL.NetworkTopology.IEEE1905Device.{i}.BridgingTuple.{i}。
- v) Device.IEEE1905.AL.Security。
- w) Device.IEEE1905.AL.NetworkingRegistrar。