

ICS 33.040.40

M 32



# 中华人民共和国通信行业标准

YD/T 2303-2011

---

## 支持运营商骨干网桥的 虚拟专用局域网业务的技术要求

Technical requirements for VPLS with PBB extension

2011-06-01 发布

2011-06-01 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、定义和缩略语.....1

    3.1 术语和定义.....1

    3.2 缩略语.....4

4 参考模型和功能组件.....5

    4.1 PBB-VPLS参考模型.....5

    4.2 PBB-VPLS的功能模块模型和功能组件.....8

5 PBB-VPLS的业务封装格式.....12

    5.1 PBB-VPLS业务的封装格式.....12

    5.2 各种客户业务接口的帧封装结构.....13

6 PBB-VPLS业务的建立和传送过程.....15

    6.1 PBB-VPLS业务的场景.....15

    6.2 PBB-VPLS业务的建立过程.....15

    6.3 PBB-VPLS业务的传送过程.....16

7 PBB-VPLS控制平面.....18

8 PBB-VPLS网络管理.....18

9 PBB-VPLS安全机制.....18

附录A（规范性附录） IEEE 802.1ah帧结构.....19

## 前 言

本标准根据IETF有关支持运营商骨干桥接功能的虚拟专用局域网业务以及IEEE有关运营商骨干网桥的标准制定。

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：上海贝尔股份有限公司、中国电信集团公司、中兴通讯股份有限公司。

本标准起草人：张立新、陈 端、顾方方、张届新。

# 支持运营商骨干网桥的虚拟专用局域网业务的技术要求

## 1 范围

本标准规定了PBB-VPLS PE的功能模型以及在IP/MPLS网络提供PBB-VPLS业务的技术要求, 包括PBB-VPLS业务的参考模型, PBB-VPLS PE的功能模块模型和功能组件, PBB-VPLS PE与各种不同类型客户设备或接入网进行连接的客户业务接口, 各种不同类型客户帧的封装格式, PBB-VPLS业务的建立过程和业务传送过程等。

本标准适用于运营商提供的基于IP/MPLS的PBB-VPLS业务以及设备制造商提供的用于该业务的PBB-VPLS PE设备。

## 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。

ITU-T Y.1731	基于以太网的OAM功能和机制
IETF RFC 4762	采用标签分发协议作信令的虚拟专用局域网业务
IEEE 802.1ad	网和城域网 虚拟桥接局域网 修正4: 供应商桥
IEEE 802.1ag	局域网和城域网 虚拟桥接局域网 修正5: 连通性故障管理
IEEE 802.1ah-2008	局域网和城域网 虚拟桥接局域网 修正7: 运营商骨干网桥
IEEE 802.1Q	局域网和城域网 虚拟桥接局域网
IEEE 802.3	带碰撞检测的载波监听多重访问访问方式及物理层定义

## 3 术语、定义和缩略语

### 3.1 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

#### 3.1.1

**骨干核心网桥 Backbone Core Bridge**

由IEEE 802.1ah所规定的, 位于PBBN核心的网桥。

#### 3.1.2

**骨干边缘网桥 Backbone Edge Bridge**

由IEEE 802.1ah所规定的、位于PBBN边缘的网桥。BEB可同时包含I组件和B组件, 称为IB-BEB; 也可仅包含I组件, 称为I-BEB; 或仅包含B组件, 称为B-BEB。

#### 3.1.3

**面向用户的运营商边缘设备 User-Facing Provider Edge**

在层次化部署的VPLS或PBB-VPLS中, 位置更接近客户侧的PE。U-PE一般通过辐条状伪线连接至N-PE上。



#### 3.1.4

**面向网络的运营商边缘设备 Network-Facing Provider Edge**

在层次化部署的VPLS或PBB-VPLS里，位置更接近核心侧的PE，N-PE一般通过全网状伪线互连成核心网，并通过辐条状伪线扩大覆盖范围。

#### 3.1.5

**I组件 I-Component**

由IEEE 802.1ah所规定的位于BEB内、在C-MAC和S-VLAN/C-VLAN所标识的客户网络空间里进行桥接的网桥组件。

#### 3.1.6

**B组件 B-Component**

由IEEE 802.1ah所规定的位于BEB内、在B-MAC和B-VLAN所标识的运营商骨干网络空间里进行桥接的网桥组件。

#### 3.1.7

**802.1Q VLAN标签 802.1Q VLAN Tag**

IEEE 802.1Q帧封装头里的包含VID的4byte字段，其TPID值是0x8100。

#### 3.1.8

**客户VLAN标签 Customer VLAN Tag**

IEEE 802.1ad或802.1ah帧封装头里的包含C-VID的4byte字段，其TPID值是0x8100。客户VLAN标签与802.1Q VLAN标签的格式是相同的。

#### 3.1.9

**业务VLAN标签 Service VLAN Tag**

IEEE 802.1ad或802.1ah MAC帧封装头里的包含S-VID的4byte字段，其TPID值为0x88a8。

#### 3.1.10

**骨干VLAN标签 Backbone VLAN Tag**

IEEE 802.1ah帧封装头里的包含B-VID的4byte字段，其TPID值为0x88a8。骨干VLAN标签与业务VLAN标签的格式是相同的。

#### 3.1.11

**骨干业务实例标签 Backbone Service Instance Tag**

IEEE 802.1ah帧封装头里的包含I-SID和C-MAC的18byte字段，其TPID值为0x88e7。

#### 3.1.12

**客户网络端口 Customer Network Port**

I-Comp面向客户侧的物理接口。

#### 3.1.13

**客户骨干端口 Customer Backbone Port**

B-Comp面向I-Comp实例的接口。

#### 3.1.14

**运营商实例端口 Provider Instance Port**

与一个CBP端口相连接的，控制所有I-Comp实例的客户业务出入运营商骨干桥接域的端口。

### 3.1.15

**虚拟实例端口 Virtual Instance Port**

PIP针对客户业务实例的虚拟端口。

### 3.1.16

**运营商网络端口 Provider Network Port**

B-Comp面向BCB的物理接口。

### 3.1.17

**骨干业务实例 Backbone Service Instance**

在运营商骨干桥接域中，由特定I-SID值所标识的客户业务实例。

### 3.1.18

**骨干业务实例标识 Backbone Service Instance Identifier**

骨干业务实例标签里的一个字段，长度为24byte，用于识别骨干业务实例。

### 3.1.19

**骨干业务实例组地址 Backbone Service Instance Group Address**

在运营商骨干桥接域里标识一个骨干业务实例所对应的所有运营商实例端口的组播MAC地址，它由两部分连接而成，前24byte为0x00-1E-83，后24byte为标识该骨干业务实例的I-SID值。在PBB-VPLS中又称为I-VPLS组地址。

### 3.1.20

**支持PBB的VPLS业务 VPLS With PBB Extension**

支持运营商骨干网桥功能的虚拟专用局域网业务。

### 3.1.21

**骨干VPLS Backbone VPLS**

PBB-VPLS中构成运营商骨干桥接域的VPLS实例。

### 3.1.22

**客户业务实例VPLS Customer Service Instance VPLS**

PBB-VPLS中构成客户业务桥接域的VPLS实例。

### 3.1.23

**水平分割 Split Horizon**

在VPLS和PBB-VPLS中，在连接一个N-PE及其所有的对等N-PE的一组全网状伪线上收发数据时必须满足的特殊规则。这组伪线类似于一个端口，发送数据时应在所有的伪线上都发送，而接收数据时从其中任一伪线接收一次即可，接收到的数据不允许再发往同组内的其他伪线。

### 3.1.24

**全网状伪线 Mesh Pseudo Wire**

受水平分割规则约束的伪线，一组全网状伪线被视为一个网络端口。

### 3.1.25

**辐条状伪线 Spoke Pseudo Wire**

不受水平分割规则约束的伪线，一条辐条状伪线被视为一个网络端口。

### 3.2 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

AC	Attachment Circuit	附着电路
B-BEB	B Type Backbone Edge Bridge	B类型的骨干边缘网桥
B-Comp	B-Component	B组件
B-DA	Backbone Destination MAC Address	骨干目的MAC地址
B-MAC	Backbone MAC Address	骨干MAC地址
B-SA	Backbone Source MAC Address	骨干源MAC地址
B-TAG	Backbone VLAN Tag	骨干VLAN标签
B-VID	Backbone VLAN Identifier	骨干VLAN标识
B-VLAN	Backbone VLAN	骨干VLAN
B-VPLS	Backbone VPLS	骨干VPLS
BCB	Backbone Core Bridge	骨干核心网桥
BEB	Backbone Edge Bridge	骨干边缘网桥
C-DA	Customer Destination MAC Address	客户目的MAC地址
C-MAC	Customer MAC Address	客户MAC地址
C-SA	Customer Source MAC Address	客户源MAC地址
C-VID	Customer VLAN Identifier	客户VLAN标识
C-VLAN	Customer VLAN	客户VLAN
C-TAG	Customer VLAN Tag	客户VLAN标签
CBP	Customer Backbone Port	客户骨干端口
CE	Customer Edge	客户边缘设备
CNP	Customer Network Port	客户网络端口
FCS	Frame Check Sequence	帧校验序列
H-VPLS	Hierarchical Virtual Private LAN Service	层次化虚拟专用局域网
I-BEB	I type Backbone Edge Bridge	I类型的骨干边缘网桥
I-Comp	I-Component	I组件
I-SID	Backbone Service Instance Identifier	骨干业务实例标识
I-VPLS	Customer Service Instance VPLS	客户业务实例VPLS
I-TAG	Backbone Service Instance Tag	骨干业务实例标签
IB-BEB	IB type Backbone Edge Bridge	IB类型的骨干边缘网桥
MAC	Media Access Control	媒体接入控制
MMRP	Multiple MAC Registration Protocol	多重MAC地址注册协议
N-PE	Network-Facing PE	面向网络的运营商边缘设备
PBB	Provider Backbone Bridge	运营商骨干网桥
PBBN	Provider Backbone Bridged Network	运营商骨干桥接网络



PBB-VPLS	VPLS with PBB Extension	支持PBB的VPLS业务
PE	Provider Edge	运营商边缘设备
PIP	Provider Instance Port	运营商实例端口
PNP	Provider Network Port	运营商网络端口
PSN	Packet Switched Network	分组交换网络
PW	Pseudo Wire	伪线
Q-TAG	802.1Q VLAN Tag	802.1Q VLAN标签
S-TAG	Service VLAN Tag	业务VLAN标签
S-VID	Service VLAN Identifier	业务VLAN标识
TPID	Tag Protocol Identifier	标签协议标识
U-PE	User-facing PE	面向用户的运营商边缘设备
VID	VLAN Identifier	VLAN标识
VIP	Virtual Instance Port	虚拟实例端口
VLAN	Virtual Local Area Network	虚拟局域网
VPLS	Virtual Private LAN Service	虚拟专用局域网业务

4 参考模型和功能组件

4.1 PBB-VPLS 参考模型

PBB-VPLS业务可部署成层次化或非层次化的拓扑，分别如图1或图2所示。

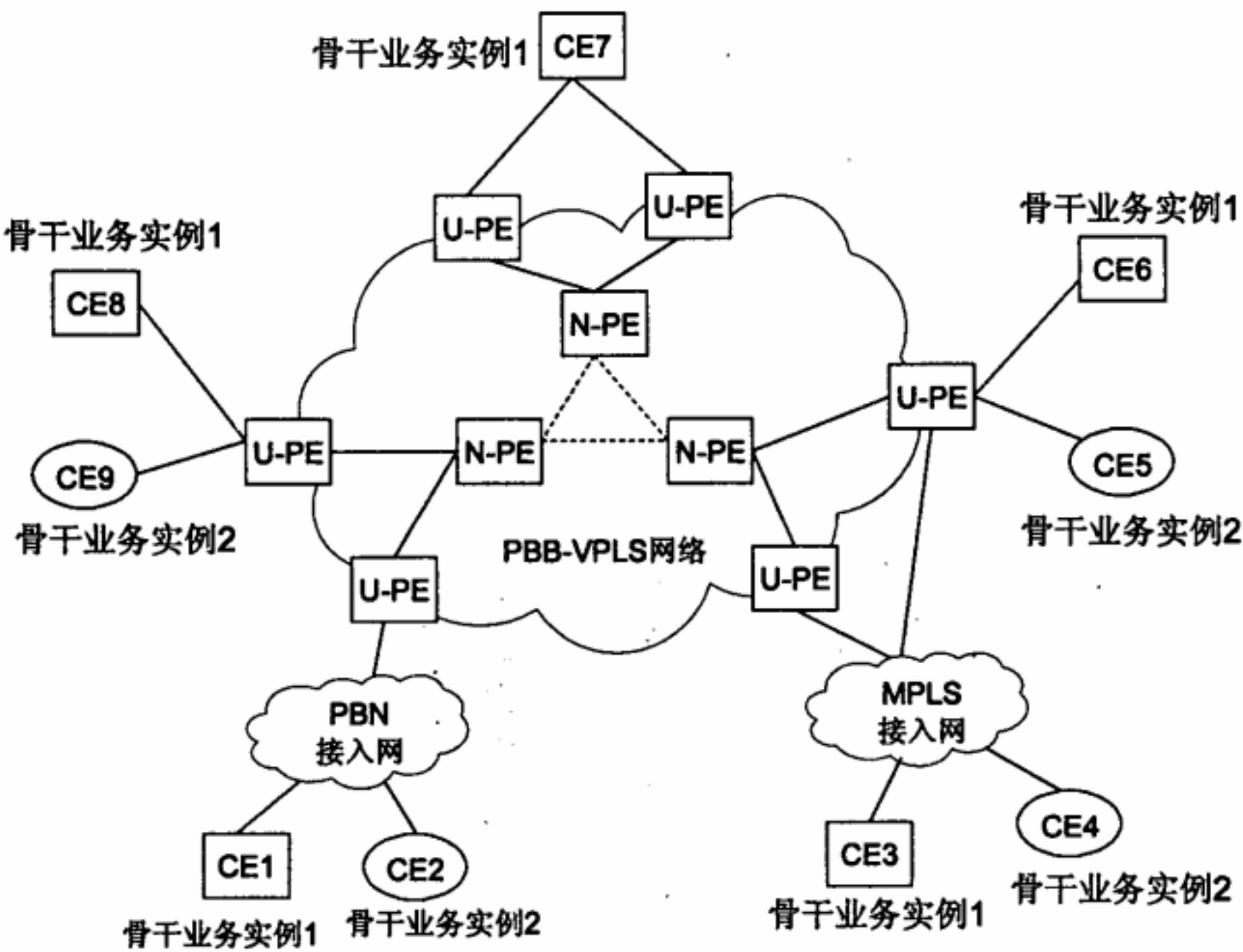


图 1 层次化的 PBB-VPLS 组网模型

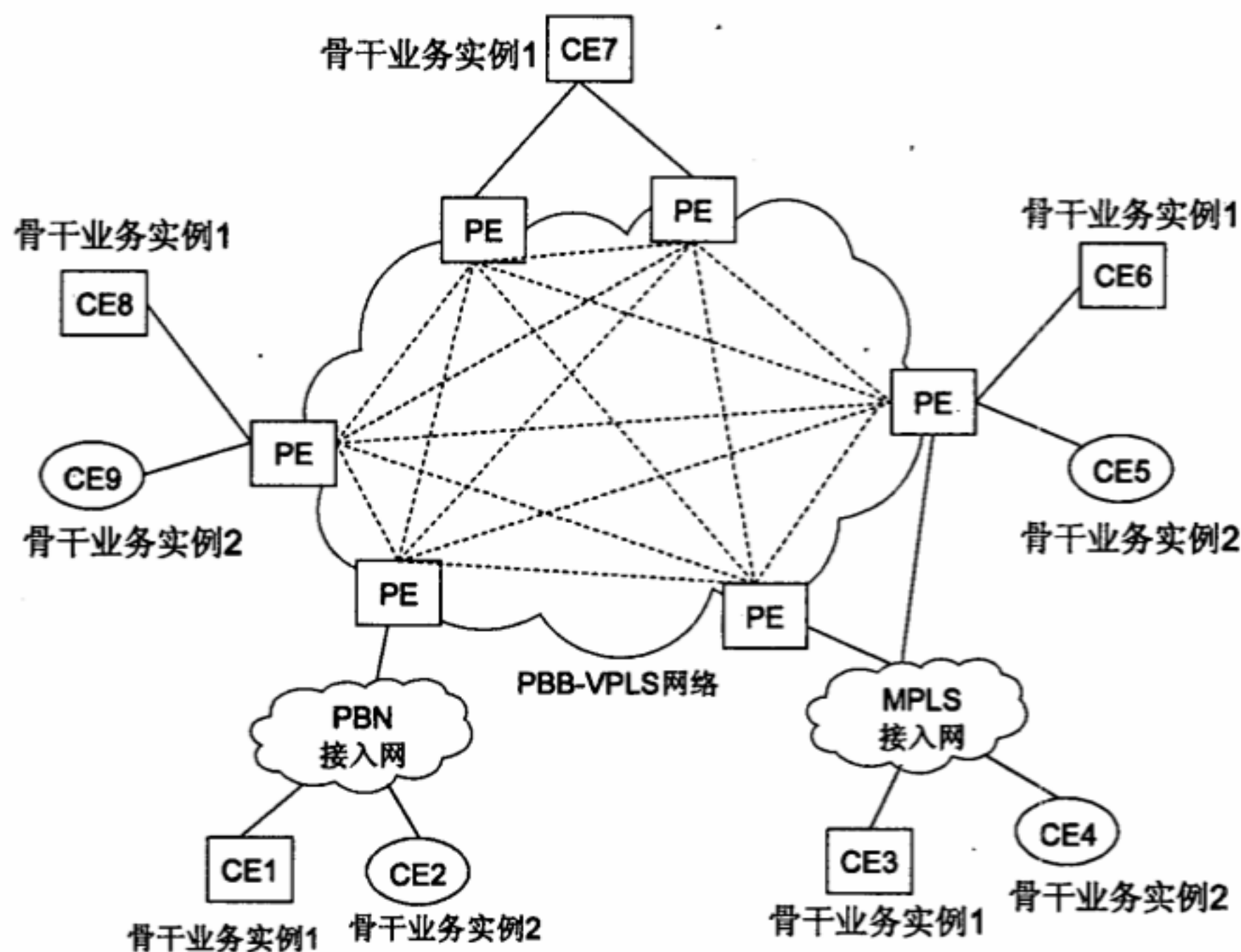


图2 非层次化的PBB-VPLS组网模型

图1是层次化的组网模型，PBB-VPLS PE可分为面向网络的N-PE和面向用户的U-PE。在实际部署中，U-PE和N-PE可能分别代表具备不同的功能和性能需求的设备，但在本标准里，N-PE与U-PE仅分别代表位于不同位置的PE，符合本标准的PBB-VPLS PE设备可同时部署为N-PE或U-PE。关于N-PE与U-PE在功能和性能上的进一步细分不在本标准的范围内。

N-PE之间通过全网状伪线互连成PBB-VPLS网络的核心层，这些全网状伪线在转发行为上受水平分割规则的约束。U-PE与N-PE之间通过辐条状伪线连接，U-PE构成PBB-VPLS网络的边缘层。

图2是非层次化的组网模型，所有PE之间作全网状的伪线互连，这些全网状伪线在转发行为上受水平分割规则的约束。

从可扩展性的角度来看，层次化的组网模型优于非层次化的组网模型。符合本标准的PBB-VPLS PE设备同时适用于这两种组网模型。

PBB-VPLS PE之间的连接模型如图3所示。

图3概要地显示了PBB-VPLS网络里N-PE和U-PE节点之间以及节点内部主要的功能组件之间的相互连接关系，并显示了节点之间、组件之间的网络端口和业务接口。完整的PBB-VPLS PE的功能模块模型如图4所示，功能组件定义见4.2节。

N-PE和U-PE的作用分别相当于BCB和BEB。BEB可分为IB-BEB、B-BEB和I-BEB等3种类型，其中IB-BEB是基本类型，B-BEB和I-BEB是BEB内部功能模块进一步分布到不同节点的类型。类似地，基本的PBB VPLS U-PE配置方式应同时包含I-Comp和B-Comp，同时可选地支持I-Comp和B-Comp分布于不同U-PE节点上的配置方式。PBB-VPLS N-PE中只包含B-Comp组件。

PBB-VPLS N-PE必须能配置为PBBN中的BCB节点，U-PE必须能配置为PBBN中的IB-BEB节点。可选地，PBB-VPLS PE应能配置为PBBN中的B-BEB或I-BEB节点。

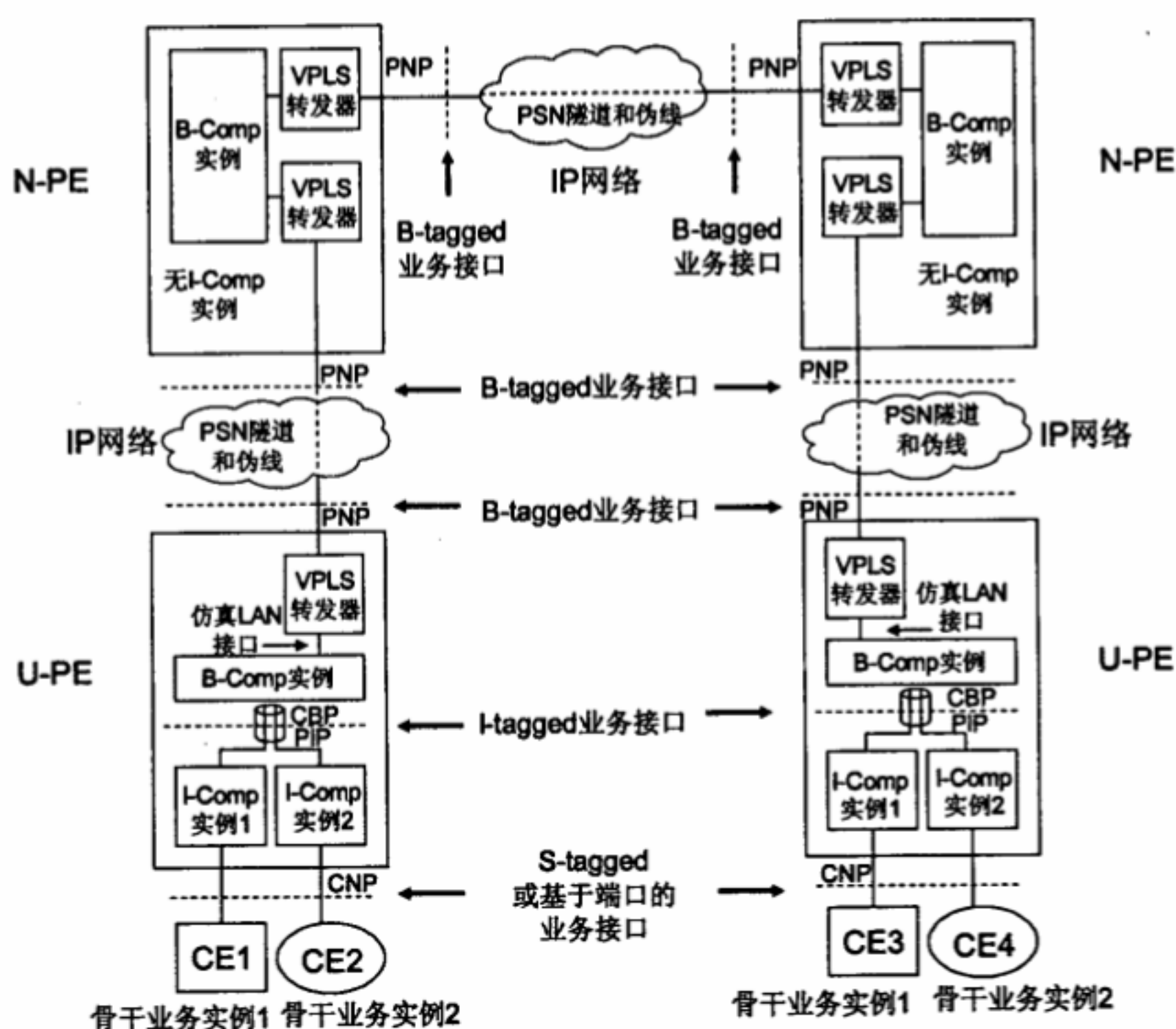


图3 PBB-VPLS PE 之间的连接模型

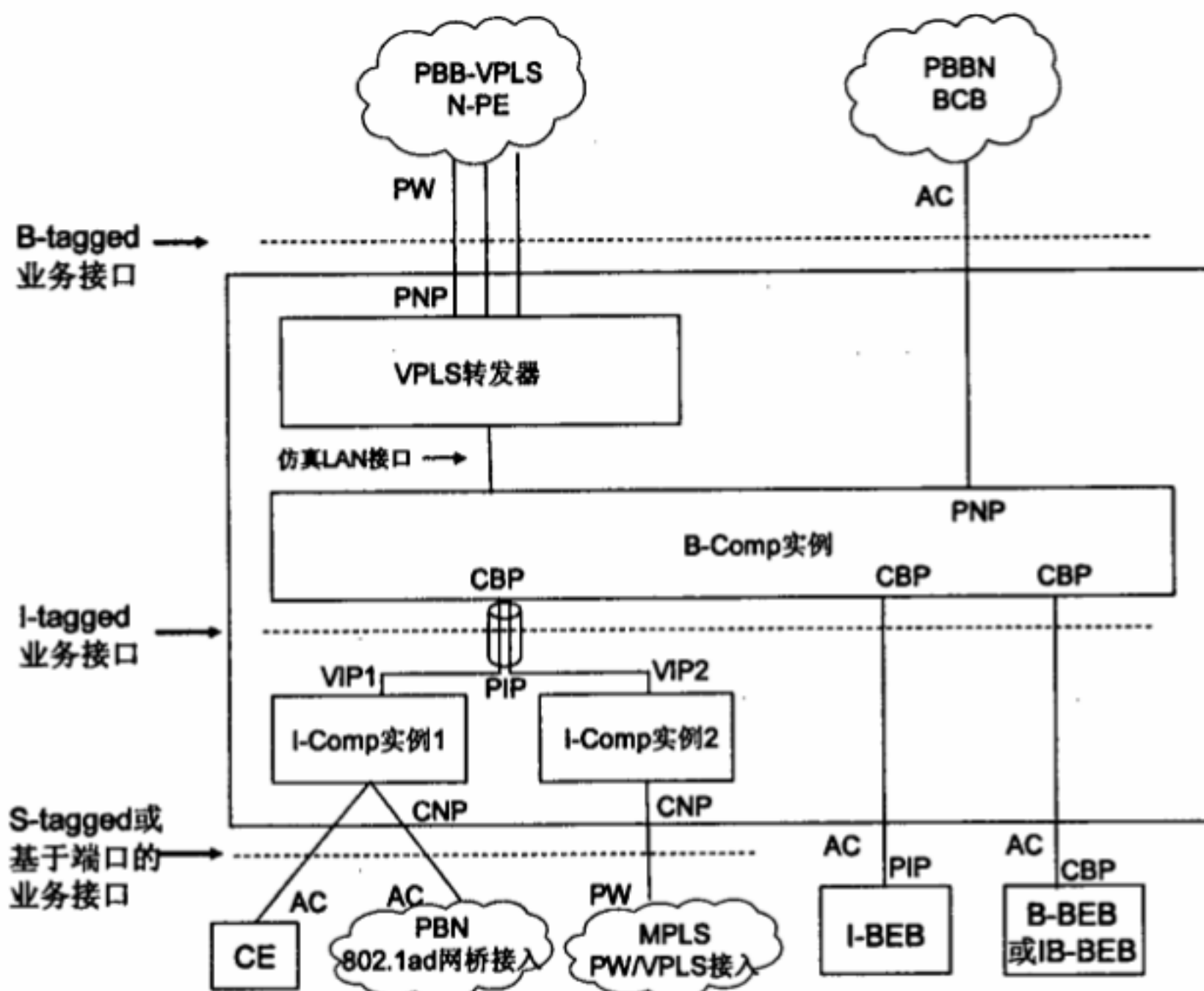


图4 PBB-VPLS PE 的功能模块模型

在图3和图4里显示的功能组件、网络端口和业务接口等功能实体既可是物理实体也可是逻辑实体。例如，U-PE的客户侧端口CNP和N-PE端口PNP大多对应于一个物理端口及其附属软件；B-Comp实例和I-Comp实例一般对应于U-PE内部的软件数据结构；CBP和PIP的具体形态与U-PE的功能配置有关，可能是物理端口，也可能是U-PE内部的软件接口。



在图3和图4里显示的业务接口指节点或功能组件之间传递的数据帧的结构，一般指数据帧里客户业务部分和运营商封装部分的定界格式，其中运营商封装部分可能有多层封装结构。关于业务接口的详细内容见5.2节。PBB-VPLS业务的客户侧接口应支持基于端口的业务接口和S-tagged业务接口，网络侧接口应支持B-tagged业务接口。PBB-VPLS业务应可选地支持I-tagged业务接口，以便与其他PBBN网络进行业务层互通。

图3和图4显示的仿真LAN接口在PBB-VPLS PE设备外部是不可见的，本标准不做任何规定。

PBB-VPLS网络应支持多个PBBN实例，每个PBBN实例可由一个或若干B-VPLS和I-VPLS组合来对应。

## 4.2 PBB-VPLS 的功能模块模型和功能组件

### 4.2.1 PBB-VPLS PE 的功能模块模型

PBB-VPLS PE的功能模块模型如图4所示。

图4显示了PBB-VPLS PE模型的内部和外部的功能模块或实体以及相应的业务接口，其中一些是设备外部可见的，另一些是设备外部不可见的。

PBB-VPLS PE内部的功能模块包括I-Comp网桥模块、B-Comp网络模块和VPLS转发器等，外部的功能模块包括接入侧的CE、PBN接入网和MPLS接入网，接入侧的PBBN设备I-BEB、B-BEB和IB-BEB，网络侧的PBB-VPLS N-PE和PBBN BCB等。

PBB-VPLS PE模型的网络端口分为4种类型，包括客户侧的端口CNP、网络侧的端口PNP和 PE内部模块之间的端口PIP和CBP。各类型端口的定义和说明见4.2.2.6节。

PBB-VPLS PE模型的业务接口分为3种类型，包括客户—网络之间的业务接口，主要是基于端口的业务接口和S-tagged业务接口；网络—网络之间的网络层互连接口，称为B-tagged业务接口；PE内部模块之间或网络—网络之间的业务层互连接口，称为I-tagged业务接口。各类型业务接口的定义和说明见4.2.2.7节。

VPLS转发器与PBB-VPLS网桥模块之间的仿真LAN接口是PE设备内部的虚拟接口，设备外部完全不可见，本标准对此不作规定。

### 4.2.2 PBB-VPLS 网络的功能组件

对于PBB-VPLS网络的功能组件或实体的定义或说明如下。

#### 4.2.2.1 附着电路 (AC)

附着电路指CE或其他客户侧的设备或网络连接到PE上的物理或逻辑的链路，例如ATM VPI/VCI、帧中继DLCI、MPLS LSP、PPP连接、承载于L2TP隧道上的PPP会话、MPLS LSP等。

#### 4.2.2.2 伪线 (PW)

伪线是在PE之间通过PSN隧道传送被仿真业务的一种机制，一个PSN隧道可传送多条伪线。伪线具有点到点、点到多点等形式。二层VPN里的点到点伪线是双向的。

在PBB-VPLS里，伪线用于互连对等PE中的VPLS转发器模块。VPLS转发器通过全网状伪线转发数据帧时应受到水平分割规则的约束，而通过辐条状伪线转发数据帧时不受水平分割规则的约束。

#### 4.2.2.3 VPLS 转发器

VPLS 转发器是VPLS PE和PBB-VPLS PE中的、与通过伪线收发和桥接数据帧有关的所有功能的抽象，由虚拟交换实例、伪线接口和仿真LAN接口组成，其中虚拟交换实例指在多个伪线接口和仿真LAN

接口之间进行桥接的功能模块。VPLS PE和PBB-VPLS PE里的、与通过伪线收发和桥接数据帧无关的所有其他功能被抽象成网桥模块，通过仿真LAN接口与VPLS转发器相连。

VPLS转发器通过水平分割规则来避免伪线路径上出现环路，VPLS和PBB-VPLS无需快速生成树协议来在伪线路径消除环路。

#### 4.2.2.4 B 组件 (B-Comp)

B-Comp是一个B-VPLS实例中的网桥模块实例。B-Comp通过仿真LAN接口与VPLS转发器连接，通过CBP端口与I-Comp或其他B-Comp连接，通过PNP端口与PBB-VPLS N-PE或PBBN BCB连接。

所有PBB-VPLS PE中互相连接的B-Comp实例共同组成了一个B-VPLS业务实例，也称为一个运营商骨干桥接域。

#### 4.2.2.5 I 组件 (I-Comp)

I-Comp是一个I-VPLS实例里的网桥模块实例。I-Comp通过PIP端口(更精确地说，VIP端口)与B-Comp连接，通过CNP端口与接入侧的CE、PBN接入网或MPLS接入网连接。

所有PBB-VPLS PE中属于同一客户的所有I-Comp实例共同组成了一个I-VPLS业务实例，也称为一个客户业务桥接域，由I-SID标识。

#### 4.2.2.6 网桥端口

PBB-VPLS PE上的网桥端口是对PBB-VPLS业务承载链路的MAC层和LLC层的功能抽象。PBB-VPLS PE内的所有功能组件或实体能且仅能通过网桥端口在物理链路上发送和接收PBB-VPLS业务数据帧。

PBB-VPLS PE上共有4种类型的网桥端口：CNP、CBP、PIP和PNP。

##### 4.2.2.6.1 客户网络端口 (CNP)

CNP是PBB-VPLS PE中接入客户业务的网桥端口。PBB-VPLS PE内的I-Comp通过CNP收发CE、PBN接入网或MPLS接入网的客户业务帧。

通过CNP传送不同客户的业务帧是基于物理端口、S-TAG或其他定界标志来识别的。

##### 4.2.2.6.2 客户骨干端口 (CBP)

CBP是PBB-VPLS PE模型里B-Comp上的用于连接I-Comp或(其他PBB-VPLS PE或PBBN BEB里的)B-Comp的网桥端口。

CBP端口只能与PIP端口或在—对CBP端口之间进行互连。对于通过CBP端口离开B-Comp的帧，CBP应删除B-TAG，对于通过CBP端口进入B-Comp的帧，CBP应附加B-TAG。除了附加或删除B-TAG以外，CBP的另一个主要功能是过滤洪泛的所有无效的骨干业务实例的帧，阻止它们进一步再向I-VPLS洪泛。

通过CBP端口传送的数据帧是基于I-TAG来识别的。

##### 4.2.2.6.3 运营商实例端口 (PIP) 和虚拟实例端口 (VIP)

VIP是PBB-VPLS PE里I-Comp实例上的用于连接B-Comp的虚拟网桥端口。不同客户业务实例的数据帧通过不同的VIP端口连接B-Comp。

一个B-Comp实例通过一个CBP端口可接入多个I-Comp实例。与该CBP对等的I-Comp侧的网桥端口是PIP。



一个CBP端口下的所有I-Comp实例可通过一个PIP端口来进行全体访问，而每个I-Comp实例可通过一个VIP端口来进行单独访问。一个PIP端口由B-VPLS中的一个B-MAC地址来标识，该B-MAC地址称为PIP MAC。一个VIP可由（PIP MAC， I-SID）组合来标识。

如果I-Comp和B-Comp分布于不同的设备上，PIP就是I-Comp所在的设备用于连接B-Comp所在的设备的物理端口，VIP就是该PIP端口上由I-SID所标识的虚拟端口。

PIP端口与CBP端口之间传送的数据帧是基于I-TAG来识别的。

客户数据帧从I-Comp通过PIP/VIP端口发往B-Comp，反之亦然。PIP/VIP的主要功能是采用合适的I-TAG和B-MAC对客户帧进行封装或解封装，详细的业务传送流程见6.3节。

#### 4.2.2.6.4 运营商网络端口（PNP）

PNP是PBB-VPLS PE中B-Comp实例上的用于连接PBB-VPLS N-PE或PBBN BCB的网桥端口。通过PNP传送的数据帧是基于B-TAG（与S-TAG格式相同）来识别的。

#### 4.2.2.7 客户业务接口

客户业务接口指CE或PBN、MPLS等不同类型的接入网以及PBBN对等网络与PBB-VPLS网络之间传送数据帧时，用来识别不同客户业务实例的接口，例如基于端口的业务接口、S-tagged业务接口、I-tagged业务接口、B-tagged业务接口等。不同类型的客户业务接口一般通过不同类型的网桥端口接入PBB-VPLS网络。

为清晰起见，本标准把由S-TAG或B-TAG定界的客户业务接口分别区分为S-tagged业务接口和B-tagged业务接口，虽然仅从最外层VLAN标签上来看二者是不可区分的。更明确地说，S-tagged业务接口是指802.1ad帧通过I-Comp接入到PBB-VPLS网络的业务接口，B-tagged业务接口是指802.1ah帧通过B-Comp接入到PBB-VPLS网络的业务接口。

对于802.1ad帧通过B-Comp接入PBB-VPLS网络的情况，与普通VPLS完全相同，本标准不再涉及。对于802.1ah帧通过I-Comp接入PBB-VPLS网络的情况，涉及到PBBN的进一步MAC分层，不在本标准中规定。

##### 4.2.2.7.1 基于端口的客户业务接口和 S-tagged 客户业务接口

基于端口的客户业务接口和S-tagged客户业务接口是PBB-VPLS PE与普通的客户设备之间的接口。普通的客户设备指业务封装层次低于802.1ah网桥的客户设备，如主机或路由器、802.1Q网桥、802.1ad网桥、IETF RFC 4762所规定的普通VPLS PE等。PBB-VPLS PE通过连接I-Comp的CNP端口，以基于端口的客户业务接口或S-tagged客户业务接口接入普通的客户设备。

基于端口的客户业务接口：指PBB-VPLS PE把端口接收到的所有帧解释为同一客户的业务，这些帧可能是无标签的帧、带Q-TAG标签的帧或带S-TAG和C-TAG双重标签的帧。客户业务被附加上I-TAG送入B-VPLS传送。

S-tagged客户业务接口：指PBB-VPLS把端口接收到的带S-TAG的帧解释为不同客户的业务，S-VID被作为定界标志。不同客户的业务被附加上不同的I-TAG送入B-VPLS传送，I-SID用于在B-VPLS中标识不同的客户业务实例。

把不同S-VID标识的客户业务分别映射成不同I-SID标识的骨干业务实例的方式有一对一、多对一或全对一等3种。

**一对一映射：**每个S-VID标识的客户业务被一对一地映射到一个I-SID骨干业务实例上，在客户业务帧上作为定界标志的S-TAG被删除，在B-VPLS上传送的帧里不包含S-TAG。在PBB-VPLS出口处，不同的I-SID导出不同的S-VID，再附加到出口的客户业务帧上，出口处的S-VID值与入口处的S-VID值无需保持一致。

**多对一映射：**多个S-VID标识的多个客户的业务被多对一地映射到一个I-SID骨干业务实例上，在客户业务帧上作为定界标志的S-TAG被复制到I-SID所标识的骨干业务实例里，在B-VPLS上传送的帧里包含S-TAG。

**全对一映射：**所有S-VID标识的所有客户的业务全被映射到一个I-SID骨干业务实例上，在客户业务帧上作为定界标志的S-TAG被复制到I-SID所标识的骨干业务实例上，在B-VPLS上传送的帧里包含S-TAG。全对一映射是多对一映射的特例。

PBB-VPLS PE在CNP端口上除了应支持上述的基于端口的客户业务接口和S-tagged客户业务接口以外，还可选地支持Q-tagged客户业务接口和带双重标签的客户业务接口。

**Q-tagged业务接口：**指PBB-VPLS PE把端口接收到的带且仅带Q-TAG的以太网帧解释为不同客户业务的业务识别，VID被作为定界标志。不同客户的业务被附加上不同的I-TAG送入B-VPLS传送，I-SID用于在B-VPLS里标识不同的客户业务实例。可通过类似的一对一、多对一或全对一等映射方式，把VID所标识的客户业务映射到I-SID所标识的骨干业务实例上。

**双重标签业务接口：**指PBB-VPLS PE把端口接收到的带S-TAG和C-TAG双重标签的以太网帧解释为不同客户的业务，S-VID和C-VID被联合作为定界标志。不同客户的业务被附加上不同的I-TAG送入B-VPLS传送，I-SID用于在B-VPLS里标识不同的客户业务实例。可通过类似的一对一、多对一或全对一等映射方式，把S-VID和C-VID所标识的客户业务映射到I-SID所标识的骨干业务实例上。

通过CNP端口接入PBB-VPLS业务的以太网帧所携带的VLAN标签栈多于二层以上的情况，不在本标准中规定。

#### 4.2.2.7.2 B-tagged 客户业务接口

B-tagged客户业务接口是PBB-VPLS PE的PNP端口上的业务接口。U-PE与N-PE之间、U-PE与其他PBBN的BCB之间、N-PE之间或N-PE与其他PBBN的BCB之间通过B-tagged业务接口互连。PBB-VPLS PE通过B-tagged业务接口接入客户业务时，只需识别B-TAG即可，无需识别I-TAG。B-tagged业务接口可作为运营商之间在网络层进行互通的接口。

**B-tagged业务接口：**指PBB-VPLS PE把PNP端口接收到的以太网帧的B-TAG作为定界标志。PBB-VPLS PE把不同的B-VLAN所标识的客户业务映射到B-VPLS有3种方式。

**一对一映射：**指每个B-VLAN所标识的客户业务帧分别被映射到一个独立的B-VPLS实例上，也称为VLAN模式。在PBB-VPLS骨干网需配置的B-VPLS实例数与客户PBBN网络的B-VLAN数相同。

**多对一映射：**多个B-VLAN所标识的客户业务帧被映射到一个B-VPLS实例上，也称为VLAN捆绑模式。在PBB-VPLS骨干网需配置的B-VPLS实例数少于客户PBBN网络的B-VLAN数。

**全对一映射：**所有B-VLAN所标识的客户业务帧都全映射到一个B-VPLS实例上，也称为端口模式。在PBB-VPLS骨干网只需配置一个B-VPLS实例。

上述3种B-VLAN至B-VPLS实例的映射方式中，B-VPLS中的PW 类型采用以太原始模式（PW类型0x0005）或以太标签模式（PW类型0x0004）均可，推荐采用前者。



#### 4.2.2.7.3 I-tagged 客户业务接口

I-tagged业务接口是PBB-VPLS U-PE与PBBN BEB的互连接口，或PBB-VPLS U-PE设备内部的接口，更确切地说，I-tagged业务接口是I-Comp与B-Comp之间或一对B-Comp之间的接口。

I-Comp与I-Comp之间的连接相当于运营商骨干桥接域退化为一个点，不具有实际意义。本标准不涉及这种连接方式。

I-Comp通过PIP端口与B-Comp通过CBP端口互相连接，或一对B-Comp之间通过CBP端口互相连接。I-Comp和B-Comp可位于同一个设备内，也可分别位于不同的设备上。在I-tagged业务接口上，帧的封装格式是删除了4byte B-TAG的802.1ah帧，其最外层的VLAN标签是I-TAG。

PBB-VPLS通过I-tagged业务接口连接的场景有以下两种：

一是PBB-VPLS U-PE中的B-Comp通过CBP端口与PBBN BEB中的I-Comp通过PIP端口进行互连，这一般是同一运营商把BEB的B-Comp和I-Comp分布于不同物理设备上的场景。不同客户业务实例的识别标志是I-SID。

二是PBB-VPLS U-PE中的B-Comp通过CBP端口与PBBN BEB中的B-Comp通过CBP端口进行互连，这一般是不同运营商之间在业务层进行互通的场景。不同客户业务实例的识别标志是I-SID。对于同一客户的业务，PBB-VPLS网络与PBBN网络的I-SID值可以相同，也可以不同，但要在两个网络之间保持一致的I-SID映射。两个网络之间的I-SID映射表应可通过网络管理系统进行配置管理。

对于上述两种场景，PBB-VPLS PE对于I-tagged业务接口的处理过程是相似的。携带I-TAG的客户业务帧从CBP端口进入PBB-VPLS PE后，CBP根据预设的I-SID至B-VPLS实例的映射方式，把I-SID所标识的客户业务帧映射到B-VPLS实例上。如果是两个运营商之间进行业务层互通的场景，PBB-VPLS PE一般还需对跨I-SID域的业务帧进行I-SID值的映射。

把I-tagged业务接口上的不同客户业务实例映射到B-VPLS里有下列3种方式。

一对一映射：指每个I-SID所标识的客户业务实例分别被映射到一个独立的B-VPLS实例上，也称为I-SID模式。PBB-VPLS网络需配置的B-VPLS实例数与对等PBBN网络的I-SID所标识的骨干业务实例数相同。这种映射方式的缺点是PBB-VPLS网络会有过多的B-VPLS实例数和过多的全网状伪线数。

多对一映射：多个I-SID所标识的客户业务实例被映射到一个B-VPLS实例上，也称I-SID捆绑模式。PBB-VPLS网络需配置的B-VPLS实例数少于对等PBBN网络的I-SID所标识的骨干业务实例数。

全对一映射：所有I-SID所标识的客户业务实例全部被映射到一个B-VPLS实例上，也称端口模式。在PBB-VPSL网络中只需配置一个B-VPLS实例。

上述映射方式里，B-VPLS中的PW 类型采用以太原始模式（PW类型0x0005）或以太标签模式（PW类型0x0004）均可，推荐采用前者。如采用前者，在B-VPLS实例中传送的帧将不包含B-TAG。如采用后者，在B-VPLS实例中传送的帧将包含B-TAG，其中B-VID值可由I-SID向B-VID的映射策略导出，例如I-VID可通过一对一、多对一或全对一等映射策略导出B-VID。对具体的映射方式本标准不作进一步规定。

## 5 PBB-VPLS 的业务封装格式

### 5.1 PBB-VPLS 业务的封装格式

图5显示了运行于IEEE 802.3以太网的IP/MPLS网络的PBB-VPLS业务的封装格式。

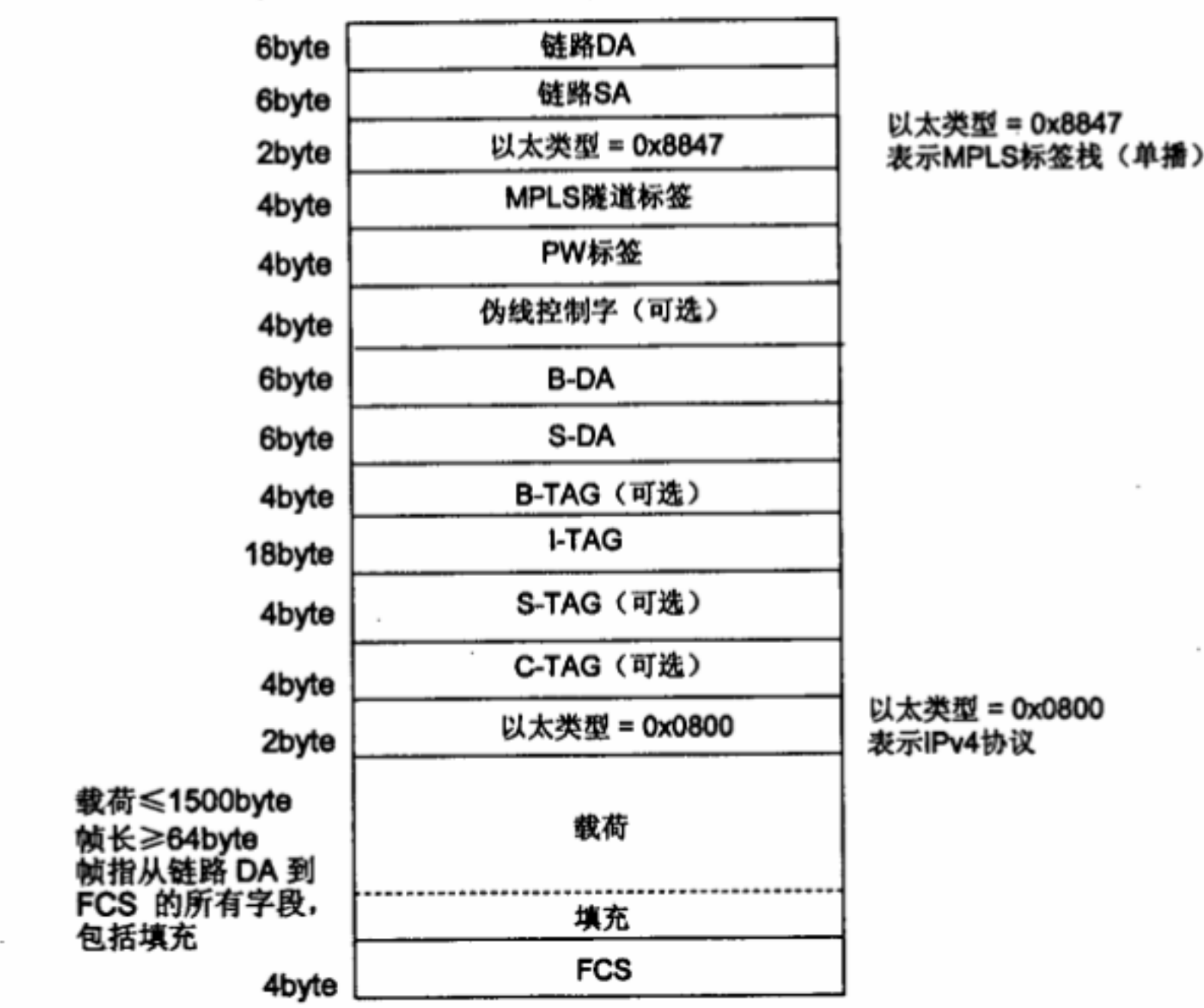


图 5 运行于 IEEE 802.3 以太网上的 IP/MPLS 网络上的 PBB-VPLS 业务的封装格式

可选的伪线控制字一般为空。如果PBB-VPLS业务由原始模式的以太伪线（PW类型0x0005）来承载，那么B-TAG字段为空。如果PBB-VPLS业务由标签模式的以太伪线（PW类型0x0004）来承载，那么B-TAG字段不为空。S-TAG和C-TAG字段的存在与否与客户业务帧是否携带标签和客户业务帧向骨干业务实例的映射方式有关。

5.2 各种客户业务接口的帧封装结构

5.2.1 基于端口的业务接口和 S-tagged 业务接口

基于端口的业务接口的帧格式如图6所示。

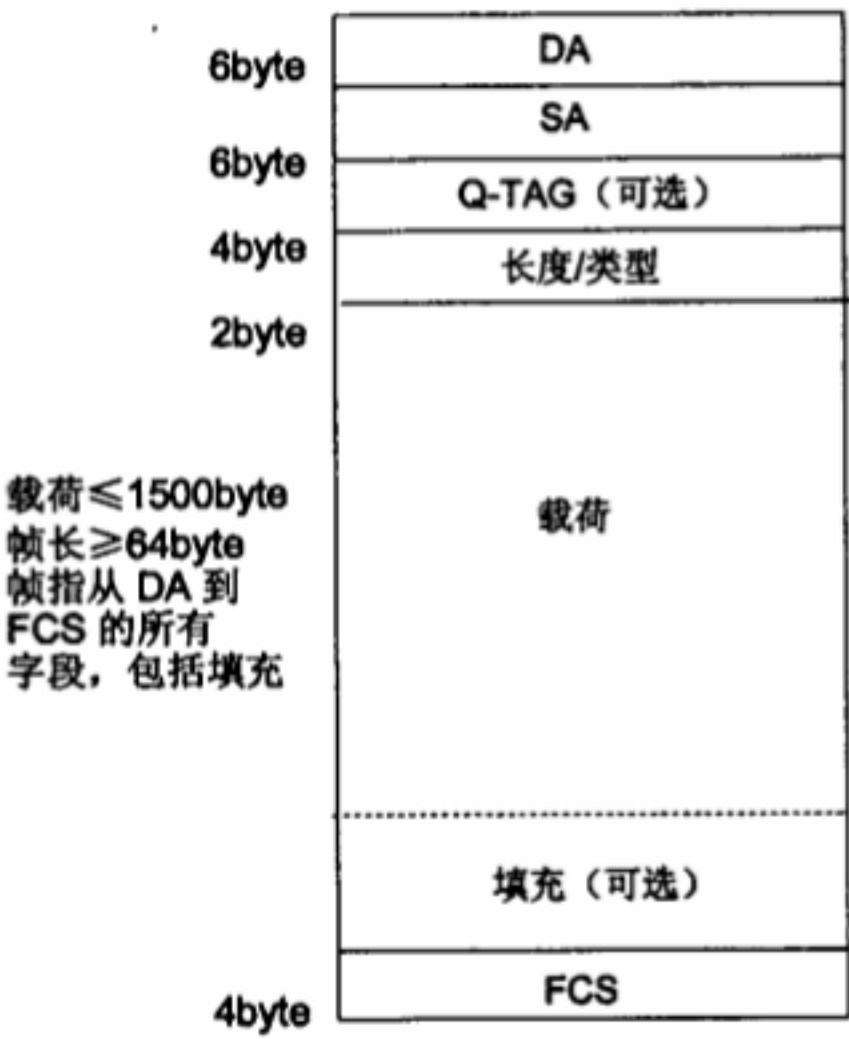


图 6 基于端口的业务接口

S-tagged业务接口的帧格式如图7所示。



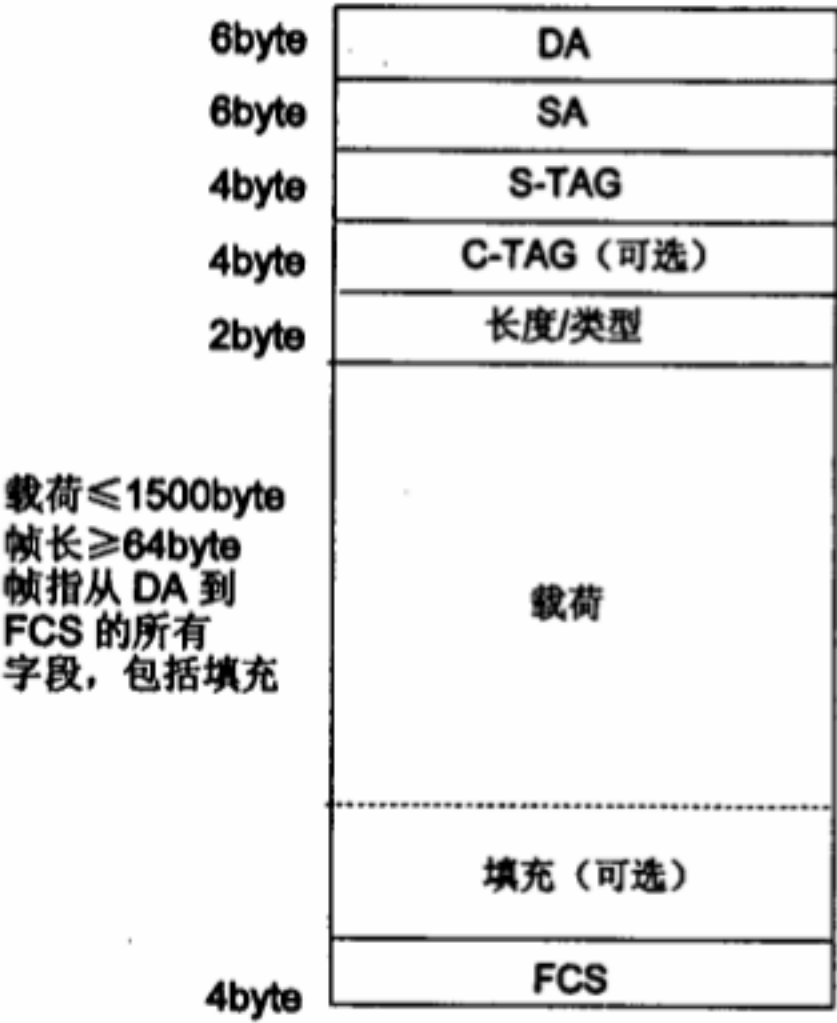


图 7 S-tagged 业务接口

5.2.2 I-tagged 业务接口

I-tagged业务接口的帧格式如图8所示。

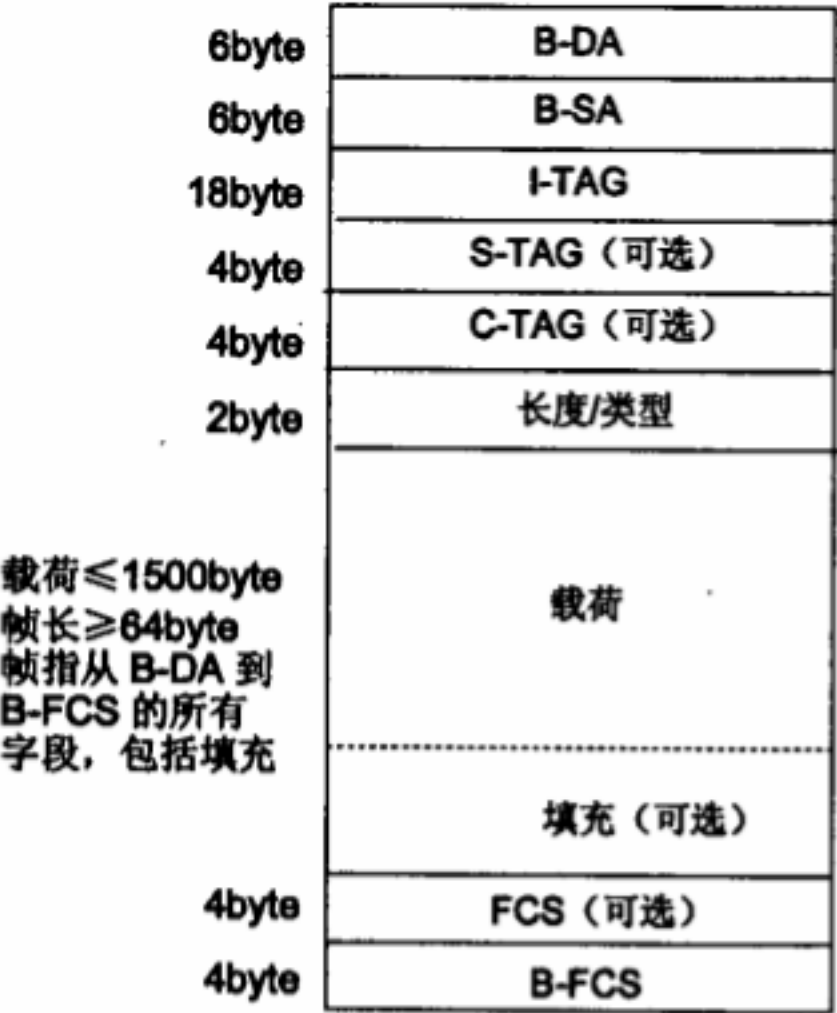


图 8 I-tagged 业务接口

I-tagged业务接口中的客户帧FCS字段是可选的，一般为空。

5.2.3 B-tagged 业务接口

B-tagged业务接口的帧格式如图9所示。

B-tagged业务接口中的客户帧FCS字段是可选的，一般为空。

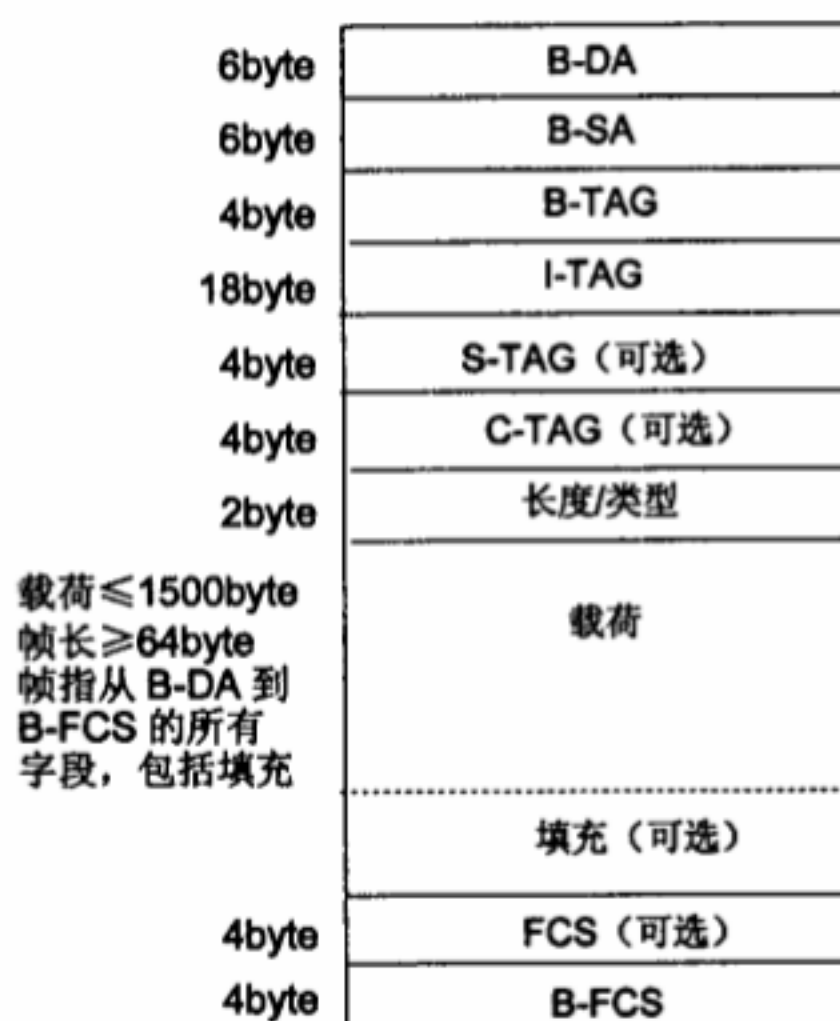


图 9 B-tagged 业务接口

## 6 PBB-VPLS 业务的建立和传送过程

### 6.1 PBB-VPLS 业务的场景

为了叙述方便, 假设只配置了一个B-VPLS, 所有客户业务实例都在该B-VPLS中传送。假设用户通过S-tagged业务接口接入PBB-VPLS网络。

在每个U-PE里都有且只有一个B-Comp实例, 所有B-Comp共同构成B-VPLS。运营商为同一客户在多个不同地点的U-PE上分别生成若干I-Comp实例, 分别接入该U-PE内的B-Comp实例。所有U-PE上的属于同一客户的I-Comp实例共同构成该客户的I-VPLS, 由I-SID标识。当该I-VPLS的客户帧穿过B-VPLS时, 都将附加上同样的I-SID。

位于同一U-PE上的属于不同I-VPLS的所有I-Comp实例, 在B-VPLS中可通过一个PIP端口来访问, 其B-MAC地址为PIP MAC。一个U-PE 上的特定I-Comp实例可由PIP MAC和I-SID的组合来访问, (PIP MAC, I-SID)可视为特定I-Comp实例的地址。

一个I-VPLS的所有I-Comp实例, 在B-VPLS内可通过一个B-MAC组地址来访问。这个I-VPLS组地址构造如下: 前24byte是0x00-1E-83, 后24byte是标识该I-VPLS的I-SID, 该地址又称为骨干业务实例组地址。精确地说, 一个I-VPLS的所有I-Comp实例可由I-VPLS组地址和I-SID的组合来访问, (I-VPLS组地址, I-SID)可视为I-VPLS实例的地址。

从一个PIP MAC源地址向I-VPLS组目的地址发送的业务帧, 将会穿过B-VPLS组播或广播到包含该I-VPLS的所有PIP端口上。不同I-VPLS的组播树可通过静态方式、MMRP协议或BGP协议来设置。

### 6.2 PBB-VPLS 业务的建立过程

PBB-VPLS业务的建立过程就是B-VPLS和I-VPLS业务的建立和关联过程。

B-VPLS的建立过程与标准的VPLS相似, 就是在参与PBB-VPLS业务的N-PE和U-PE上生成B-Comp网桥实例和VPLS转发器功能组件, 并以全网状或幅条状的PW来互连各VPLS转发器。建立PW的信令过程与标准以太PW相同。分布于各个N-PE和U-PE上的B-Comp实例及其附属的VPLS转发器和PW共同组成B-VPLS实例。

建立I-VPLS就是在参与PBB-VPLS业务的U-PE上生成一组I-Comp, 并与B-VPLS相关联的过程。分布于多个U-PE上的对应于同一客户的所有I-Comp实例组成一个I-VPLS实例。每个U-PE上生成的所有I-Comp实例在B-VPLS中都可通过一个单播B-MAC地址来寻址, 即前述的PIP MAC。分布于多个U-PE上的同一I-VPLS的所有I-Comp实例, 在B-VPLS中可通过一个组播B-MAC地址来寻址, 即前述的I-VPLS组地址。PIP MAC地址、I-VPLS组地址和I-SID作为I-VPLS与B-VPSL的关联参数, 可在I-VPLS生成时进行配置, 这3个参数的配置过程就是I-VPLS与B-VPLS的关联过程。

B-VPLS和I-VPLS分别建立并关联以后, PBB-VPLS业务就完成了建立和配置过程。

### 6.3 PBB-VPLS 业务的传送过程

客户业务帧通过S-tagged业务接口传送到U-PE的CNP端口, CNP端口把不同S-TAG定界的帧分发到不同I-Comp实例进行处理。在后续过程里, 根据不同的客户业务向I-SID的映射方式, S-TAG可保留也可删除。I-Comp实例根据本实例的MAC转发表进行桥接。如MAC转发表有目的表项, 就按表项转发, 目的可能是本地的另一个CNP端口或关联到B-VPLS的PIP端口。如MAC转发表无目的表项, 就向所有端口(包括PIP端口)洪泛。为了提高客户帧在B-VPLS的转发效率, I-Comp应具备在B-VPLS中选择路径的功能。I-Comp从PIP端口接收本I-VPLS的远端客户帧时, 随同远端C-MAC地址, 同时还应收到标识远端PIP MAC的内部连接标识。I-Comp可在本实例的MAC转发表里记录对应于这个远端C-MAC的内部连接标识。I-Comp将来向该远端C-MAC发送信息时, 应同时附上与该C-MAC相应的内部连接标识, 以指示本地PIP端口根据这个内部连接标识得到远端PIP端口的B-DA, 进而直接向该对端PIP端口发送单播的B-MAC封装帧, 而无需通过组播或洪泛来发送。

标识远端PIP MAC的内部连接标识可有多种实现方式, 例如简单地以远端PIP MAC作为内部连接标识, 或以全局PIP MAC表的索引序号作为内部连接标识等。不同的实现方式在U-PE外部是不可见的, 对设备互通无影响, 本标准对其实现方式不做规定。

除了与帧转发相关的操作外, I-Comp应在适当位置执行帧有效性检测、FCS删除、优先级和策略等常规操作。这适用于所有后续部分, 后面不再一一指出。

客户帧进入I-VPLS后, 以单播或洪泛的方式从I-Comp传送到PIP端口(更精确地说, 虚拟的VIP端口)。PIP端口作为I-VPLS到B-VPLS的接入端口, 负责对客户业务帧进行封装, 以便在B-VPLS上传送。其工作包括在客户业务帧上删除C-DA和C-SA, 一般还要删除客户业务帧的FCS字段, 最后附上I-TAG和B-MAC封装头, 发送至B-VPLS的入口CBP端口。

PIP端口不进行B-TAG封装。

PIP端口进行I-TAG封装时, I-SID值根据I-VPLS来决定, 而I-PCP和I-DEI等由优先级或策略导出, C-DA和C-SA可由客户帧头信息导出。反之, 当客户帧由PIP端口发往I-Comp时, PIP端口将删除I-TAG。

PIP端口进行B-MAC封装时, B-SA就是该PIP端口的B-MAC地址, B-DA就是I-VPLS组地址, 表示该I-VPLS的所有客户帧将通过组播或洪泛发送到该I-VPLS在B-VPLS里的所有有关的PIP端口。

在B-VPLS里没有配置I-VPLS组播树的情况下, B-VPLS对于B-DA为I-VPLS组地址的帧的转发行为是洪泛到所有CBP端口。在出口CBP端口处, CBP将基于I-SID值对所有帧进行过滤, 只允许与该CBP端口有关的I-VPLS的帧通过, 而丢弃所有无关的I-VPLS的帧。B-VPLS洪泛虽能工作, 但传送I-VPLS业务不够高效。



提高B-VPLS对于B-DA为I-VPLS组地址的帧的转发效率的方法主要有两种：一是在B-VPLS内部进行组播复制，二是在B-VPLS外部创建运营商组播树来进行复制。

在B-VPLS内部进行复制可通过两种方式，一是通过直接配置PBB-VPLS PE中的B-MAC转发表，二是通过配置PBB-VPLS PE中参与组播复制的PW列表。

通过静态方式或通过MMRP协议，能够直接配置参与B-VPLS的各PBB-VPLS PE的B-MAC转发表，在B-VPLS中为每个I-VPLS实例生成组播树，使得B-DA为I-VPLS组地址的帧恰好转发到与I-VPLS精确相关的那些CBP端口。

BGP协议可用于配置PBB-VPLS PE中参与组播复制的PW列表。通过BGP向所有的PBB-VPLS PE发布B-MAC组播组信息，并且通过组播修剪机制来实现组播仅被传送到真正需要接收的PE子集。对每个B-MAC组播地址，N-PE需要知道一个VPLS实例里哪些PW需要参与入口复制。通过BGP的路由携带L2VPN NLRI字段，PE获知该B-MAC组播地址所涉及到的其他PE，从而将连到这些PE的PW放到对应的外出接口表中。当属于某个组播组的组播流量注入PBB-VPLS核心网络时，根节点PE根据该组播组地址所对应的外出接口表把组播流量复制到相应的PE设备。

相对于洪泛来说，在B-VPLS内部进行组播复制虽然提高了转发效率，但在传输隧道LSP上仍然可能存在冗余的流量复制问题。为更进一步提高效率，可在B-VPLS外部创建基于点到多点LSP的运营商组播树进行复制，这样可实现最高的组播复制效率。创建了基于点到多点LSP的运营商组播树以后，根节点PE可向同一B-VPLS中的其他PE发布B-VPLS实例与该运营商组播树的绑定关系。以后根节点PE收到B-VPLS组播报文后，就可通过该运营商组播树来转发组播报文。

对于目的地址为I-VPLS组地址的帧转发行为，PBB-VPLS PE应支持洪泛/过滤、静态配置、通过MMRP或BGP协议进行动态配置等几种方式，可选地支持通过运营商组播树进行帧转发。

如果从I-Comp发往本地PIP端口的客户帧已经附加了标识远端PIP MAC的内部连接标识，那么本地PIP端口封装此客户帧时，B-DA地址应是远端PIP MAC，而不是缺省的I-VPLS组地址，源地址仍是本地PIP MAC。按此方式进行B-MAC封装的客户帧在B-VPLS中将通过单播传送到远端PIP端口。

对于I-VPLS仅由两个I-Comp（通过B-VPLS）点到点互连的特殊情况，PIP端口封装客户帧时，B-SA仍为本地PIP MAC，B-DA地址可直接采用对端PIP MAC，而不用I-VPLS组地址。PBB-VPLS PE应支持通过静态方法或通过动态地址学习方法来配置对端PIP MAC。

通过上述一些过程，PIP端口用B-MAC和I-TAG封装客户帧，然后通过CBP端口发送至B-VPLS。PIP发出的帧不包含B-TAG。

对于离开B-VPLS从CBP端口里发往PIP端口的帧，PIP端口的处理分为两种情况。对于I-VPLS由多个I-Comp组成的情况，PIP收到CBP端口发来的帧后，首先生成指示远端PIP MAC（即帧的B-SA）的内部连接标识，再从I-TAG导出C-DA、S-DA和I-SID，删除B-MAC和I-TAG封装头，最后附加上C-DA和C-SA，根据I-SID把客户帧发往相应的I-Comp实例，同时还要发送相应的内部连接标识。对于I-VPLS由一对I-Comp组成的点到点连接情况，PIP还需记录远端PIP MAC地址，将所有去往B-VPLS的客户帧都采用这个远端PIP MAC作为B-DA来封装。

客户帧从PIP端口进入CBP端口后，CBP根据预设的I-SID至B-VLAN映射表在客户帧插入B-TAG，PDP和DEI字段的值可根据优先级和策略导出。在只配置了一个B-VPLS的情况下，所有B-VLAN将全部映射到这个B-VPLS里。如果B-VPLS里的PW类型采用以太原始模式（PW类型0x0005），在B-VPLS的

PW中，B-TAG将被删除；如果B-VPLS里的PW 类型采用以太标签模式（PW类型0x0004），B-TAG将保留。在B-VPLS里B-VLAN不影响帧转发行为。如需要考虑控制帧转发行为，需要生成不同的B-VPLS实例。

将要离开B-VPLS去往I-VPLS的帧从B-Comp发送至CBP端口后，CBP首先删除B-TAG，然后发送到对应的PIP端口。由PIP端口处理后发送到相应的I-Comp。

进入B-VPLS的封装帧的业务传送过程与普通VPLS完全相同。

## 7 PBB-VPLS 控制平面

PBB-VPLS的控制协议包含了所有的普通VPLS应具备的控制协议，包括伪线建立、PE自动发现、失效MAC地址撤销、多重MAC地址注册协议等。在某些场景下，PBB-VPLS的控制协议还应包括快速生成树协议和多重生成树协议。PBB-VPLS在控制平面上完全引用上述现有的机制。对上述协议的进一步说明不在本标准的范围以内。

除上述的常规VPLS控制协议以外，PBB-VPPS还需要一些特有的控制协议，以便更精确地控制网络的转发效率。例如，在某些场景下，由于接入网拓扑的变化，所有有关的PBB-VPLS U-PE里全部或部分I-VPLS实例中指向失效的远端PIP MAC地址的C-MAC表项都失效了。可以简单地通过完全刷新C-MAC转发表来重新学习所有的C-MAC地址。更精确地，也可以只删除那些受影响的C-MAC表项来重新学习这部分的C-MAC地址。通过扩展LDP协议，定义新的PBB MAC地址撤销消息可实现此目的。本标准对此目的的LDP协议扩展的细节暂不作规定。

## 8 PBB-VPLS 网络管理

BB-VPLS网络管理包括IP/MPLS网络管理、PW网络管理、VPLS网络管理、IEEE 802.1ag所规定的以太网络管理协议、ITU-T Y.1731所规定的以太网络管理协议。

PBB-VPLS在网络管理上完全引用上述现有的机制，不引入新协议。对上述协议的进一步说明不在本标准的范围内。

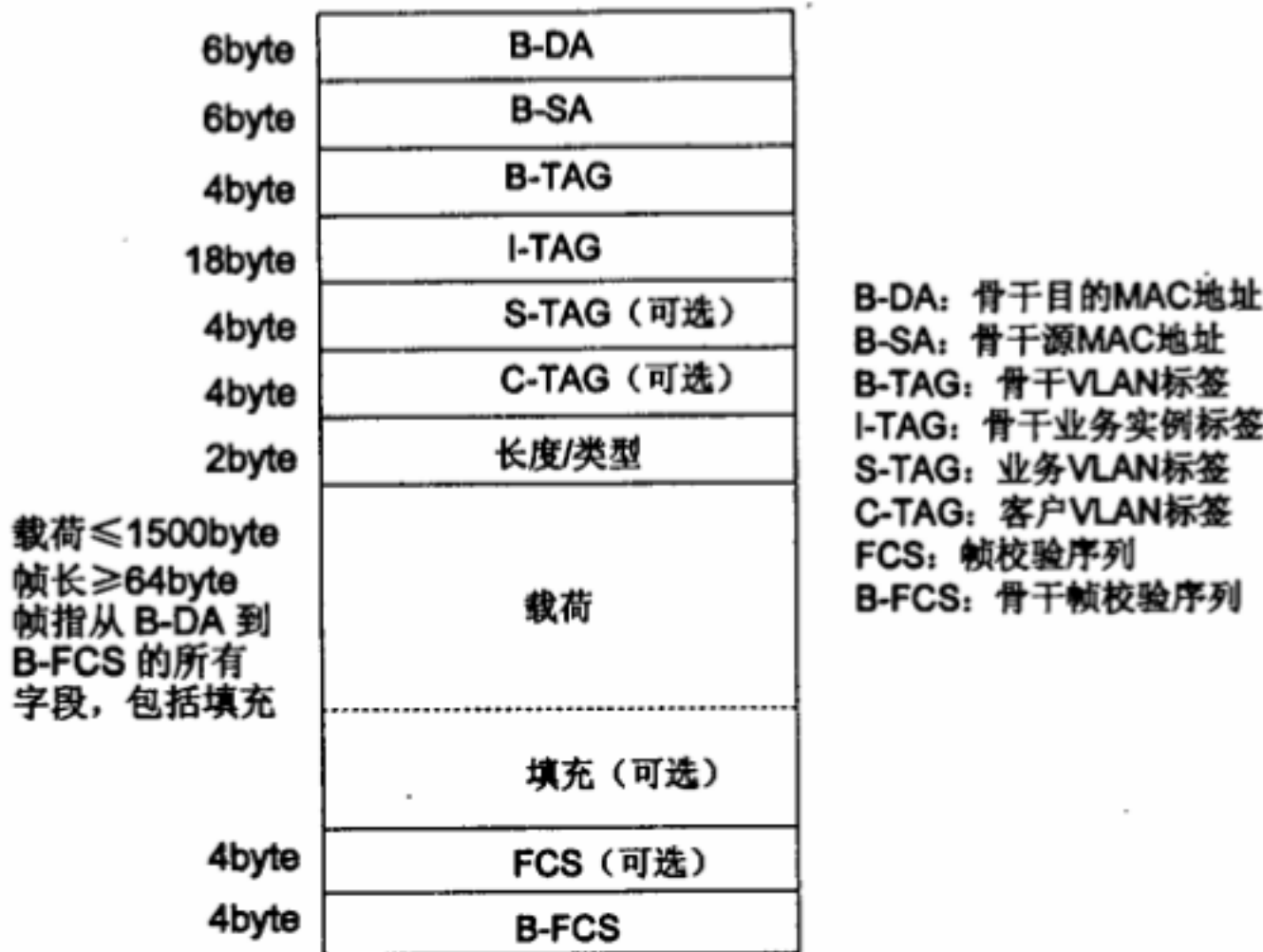
## 9 PBB-VPLS 安全机制

PBB-VPLS安全机制完全与普通VPLS一致，不引入新的安全问题。对普通VPLS安全机制的进一步说明不在本标准的范围内。



附录 A  
(规范性附录)  
IEEE 802.1ah 帧结构

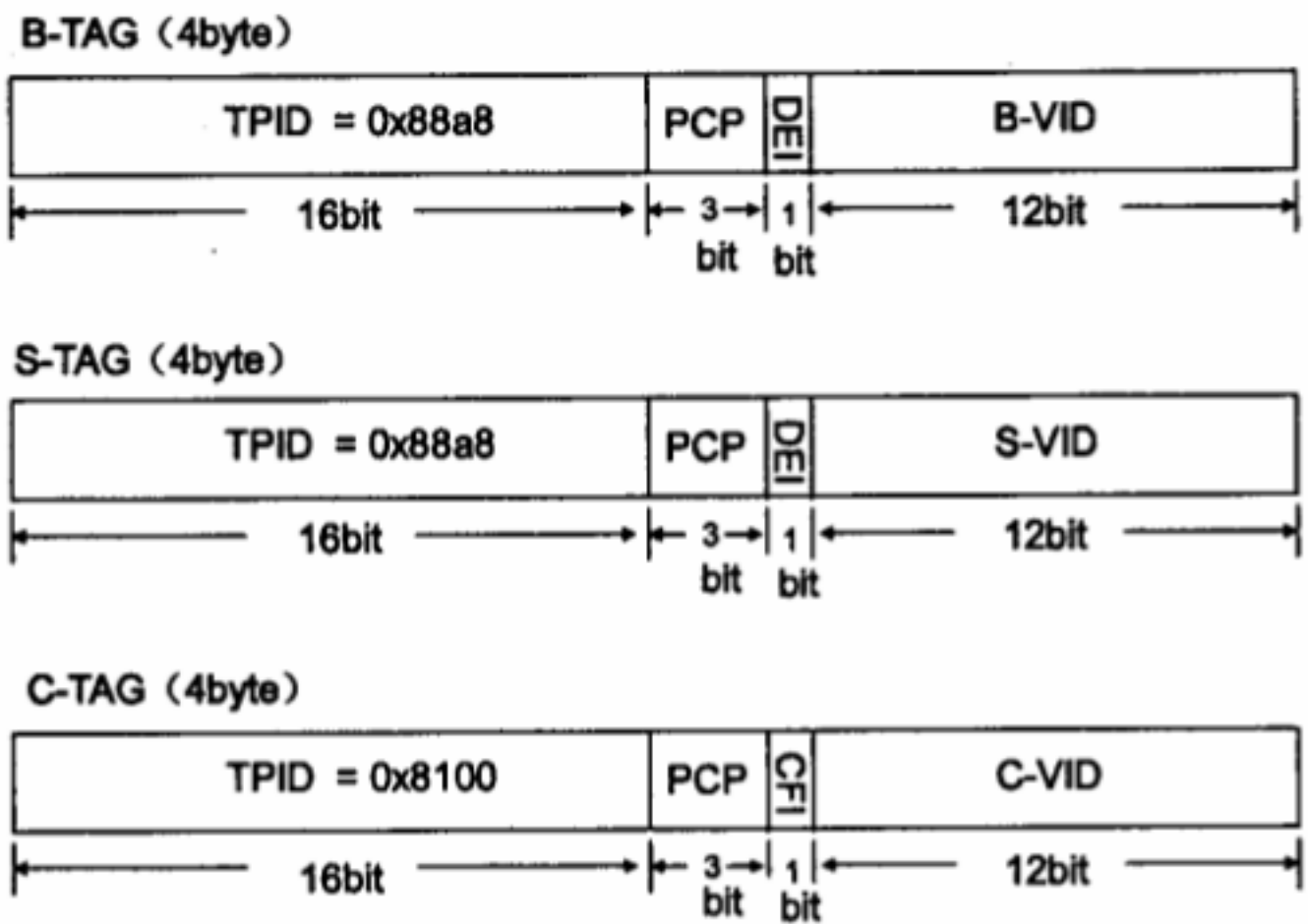
IEEE 802.1ah 帧封装格式见图 A.1。



图A.1 IEEE 802.1ah 帧封装格式

在IEEE 802.1ah帧里, 客户帧的FCS字段是可选的, 一般为空。S-TAG和C-TAG字段都是可选的, 与客户业务是否有标签以及客户业务向骨干业务实例的映射方式有关。

B-TAG、S-TAG和C-TAG的格式见图A.2, I-TAG的格式见图A.3。



说明:

TPID: Tag Protocol Identifier, 标签协议标识;      PCP: Priority Code Point, 优先级代码点;

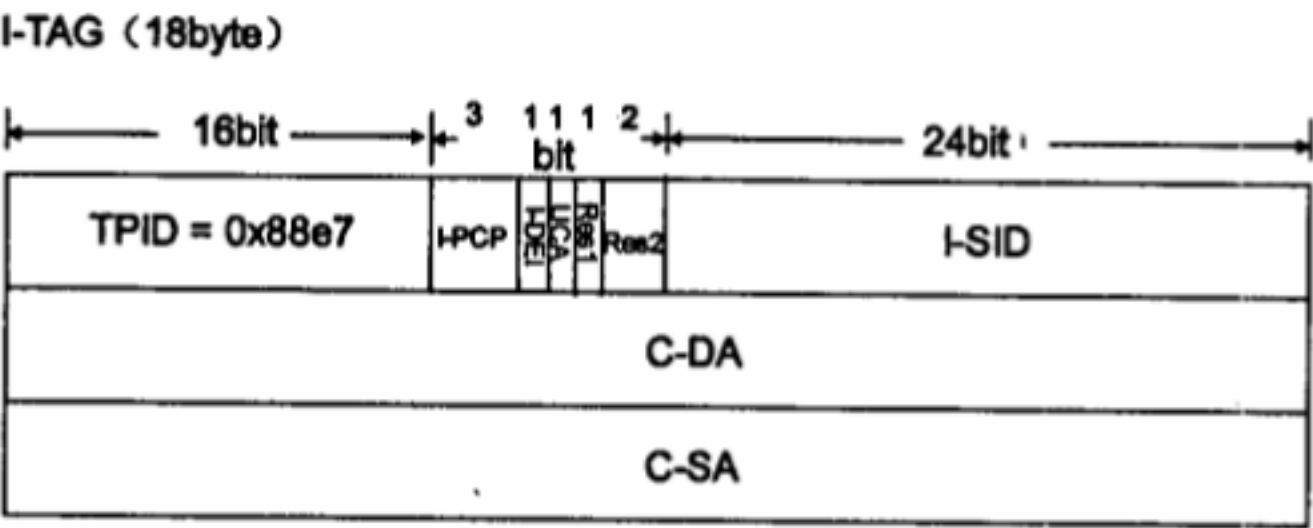
DEI: Drop Eligible Indicator, 可丢弃标志;      CFI: Canonical Format Indicator, 正规格式标志;

B-VID: Backbone VLAN Identifier, 骨干VLAN标识; S-VID: Service VLAN Identifier, 业务VLAN标识;

C-VID: Customer VLAN Identifier, 客户VLAN标识。

图A.2 B-TAG、S-TAG 和 C-TAG 的格式





说明：

I-PCP: Priority Code Point, 优先级标志; I-DEI: Drop Eligible Indicator, 可丢弃标志;

UCA: Use Customer Addresses, 使用客户地址标志; Res1: Reserved 1, 保留字段1;

Res2, Reserved 2, 保留字段2; I-SID: Backbone Service Instance Identifier, 骨干业务实例标识;

C-DA: Encapsulated Customer Destination MAC Address, 被封装的客户目的MAC地址;

C-SA: Encapsulated Customer Source MAC Address, 被封装的客户源MAC地址。

图A.3 I-TAG 格式

中 华 人 民 共 和 国  
通 信 行 业 标 准  
支持运营商骨干网桥的虚拟专用局域网业务的技术要求  
YD/T 2303-2011

\*

人民邮电出版社出版发行  
北京市崇文区夕照寺街14号A座  
邮政编码：100061  
宝隆元（北京）印刷技术有限公司印刷  
版权所有 不得翻印

\*

开本：880×1230 1/16 2012年1月第1版  
印张：1.75 2012年1月北京第1次印刷  
字数：43千字

ISBN 978-7-115-2343/11-294

定价：20元

本书如有印装质量问题，请与本社联系 电话：(010)67114922