

广域网技术

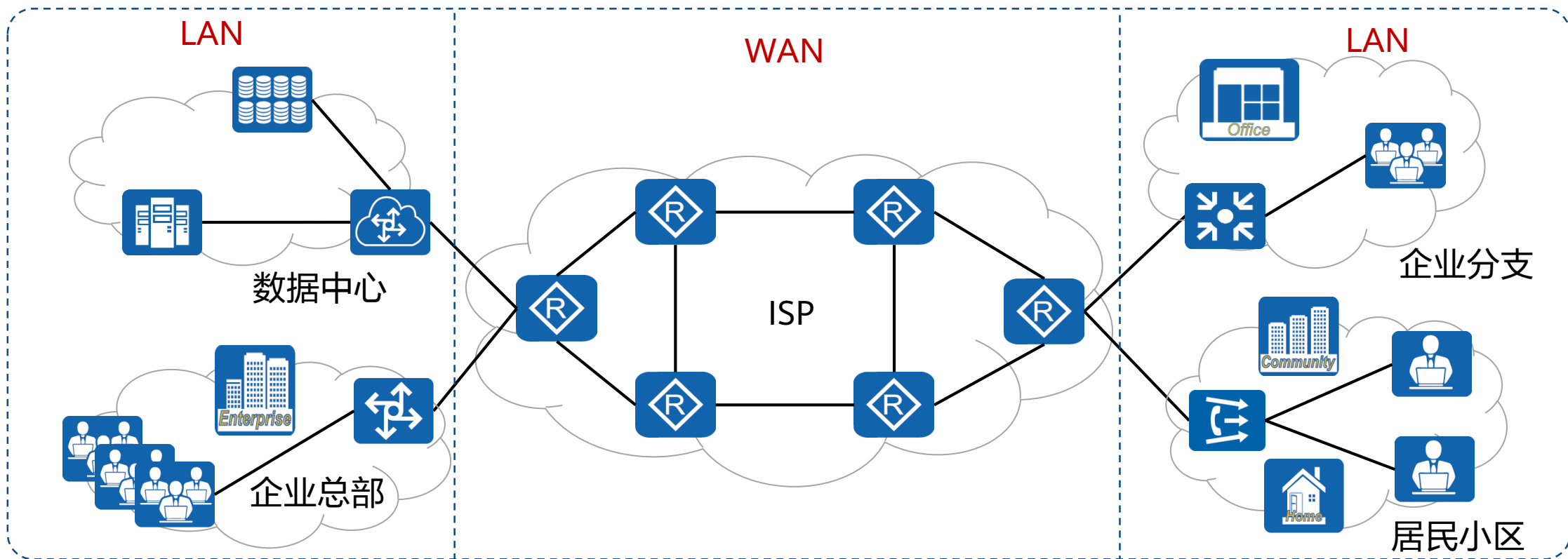
主讲人：鲍婷婷

目录

- 1 早期广域网技术概述
- 2 PPP协议原理与配置
- 3 PPPoE原理与配置
- 4 广域网技术的发展

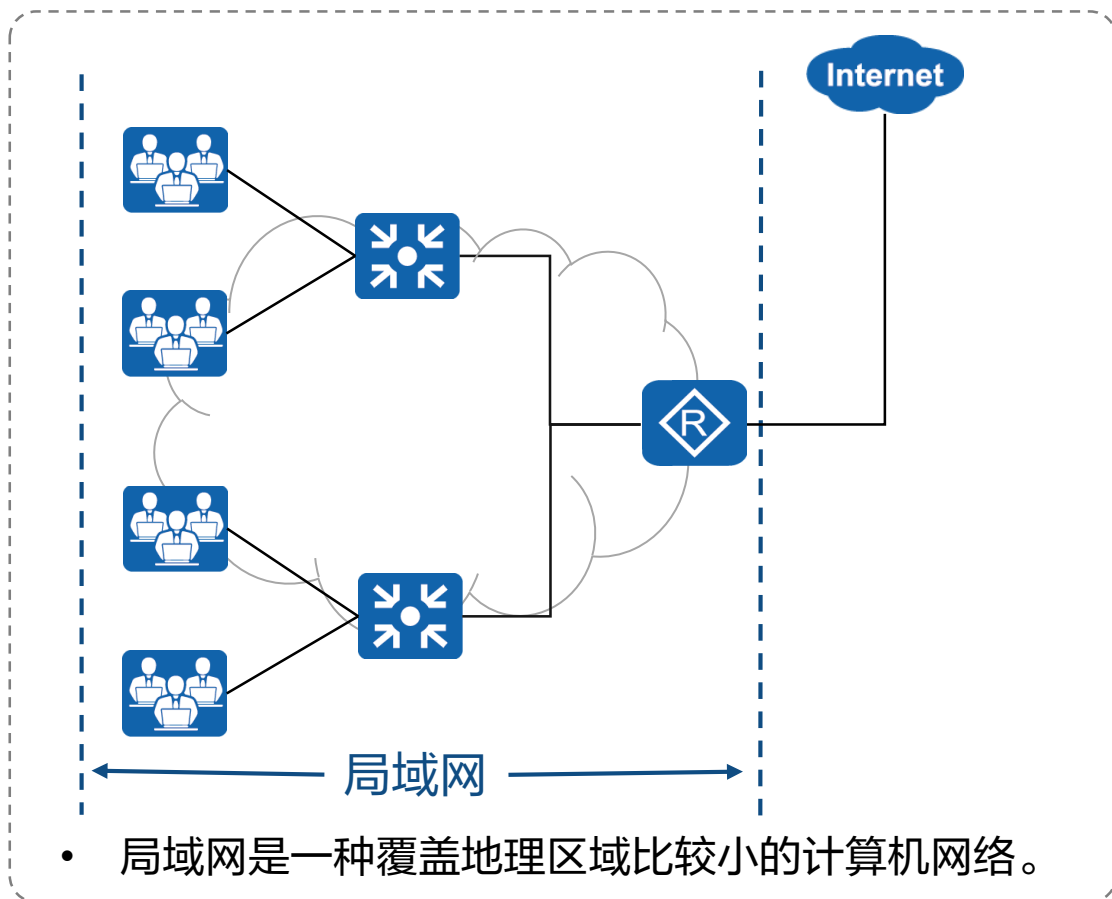
什么是广域网

广域网 是连接不同地区局域网的网络，通常所覆盖的范围从几十公里到几千公里。它能连接多个地区、城市和国家，或横跨几个洲提供远距离通信，形成国际性的远程网络。

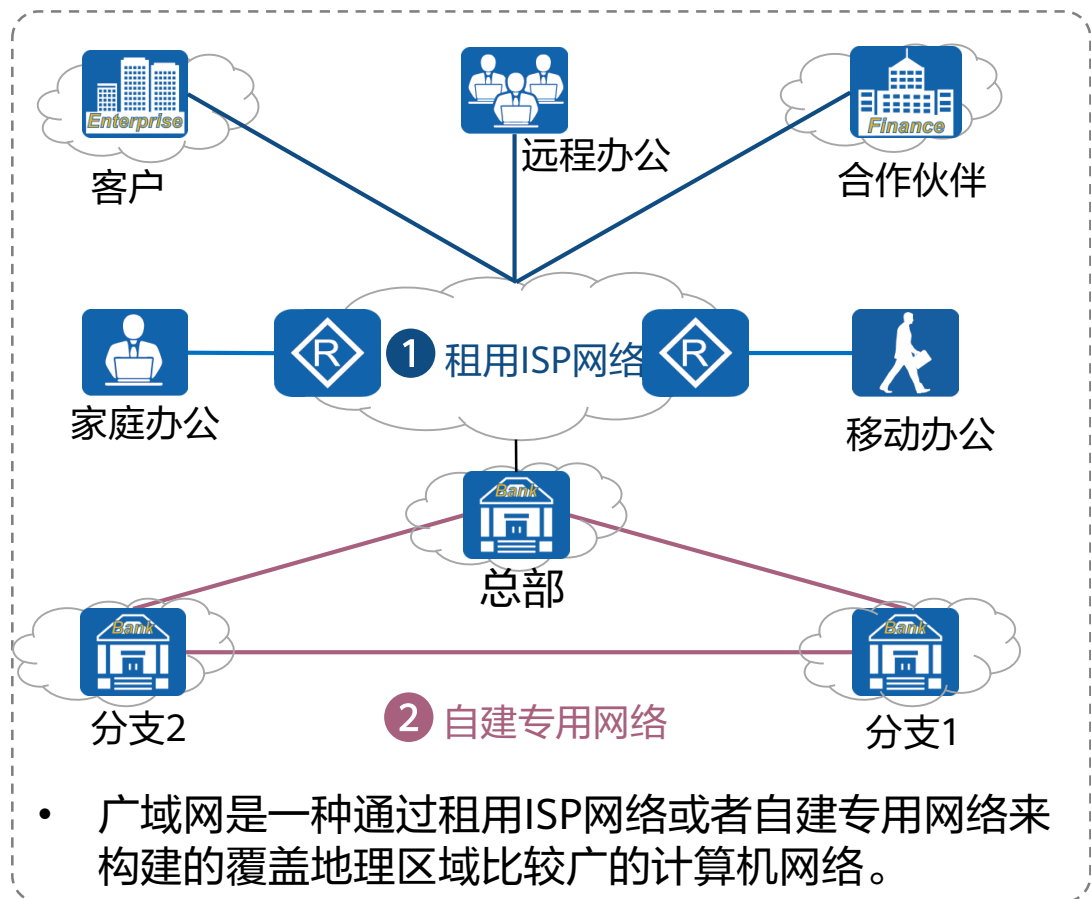


广域网与局域网区别

局域网



广域网



早期广域网技术介绍

早期广域网与局域网的区别在于数据链路层和物理层的差异性，在TCP/IP参考模型中，其他各层无差异。

应用层	HTTP FTP Telnet DNS SNMP			
传输层	TCP UDP			
网络层	IP ICMP ARP			
数据链路层	IEEE 802.3/4/5/11	PPP	HDLC	Frame Relay
物理层		RS-232	V.24	V.35
				G.703

TCP/IP参考模型

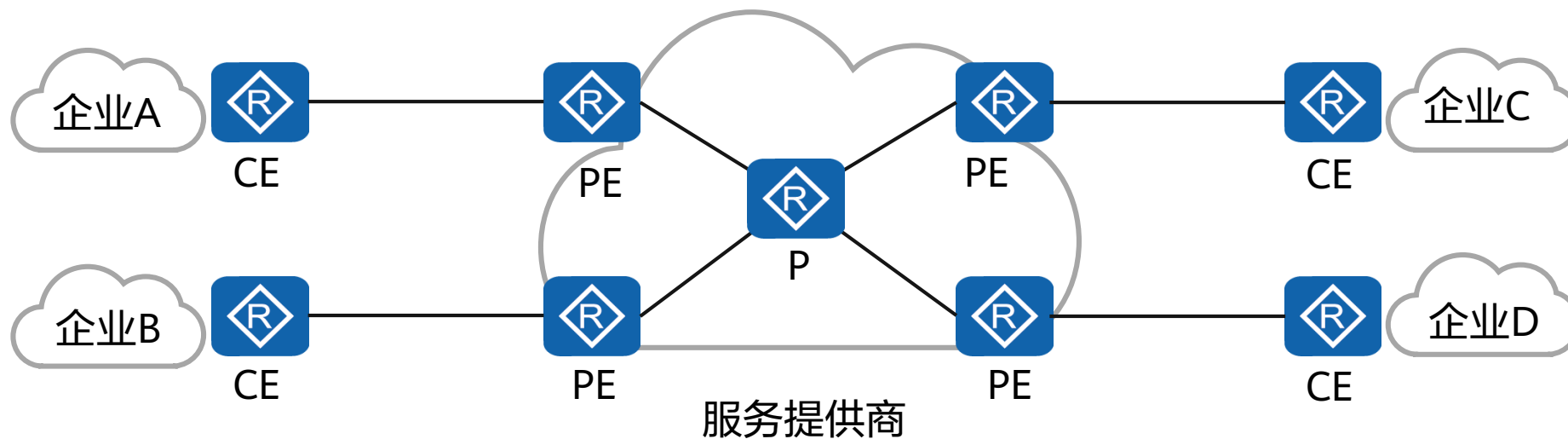
LAN技术

WAN技术

广域网络设备角色介绍

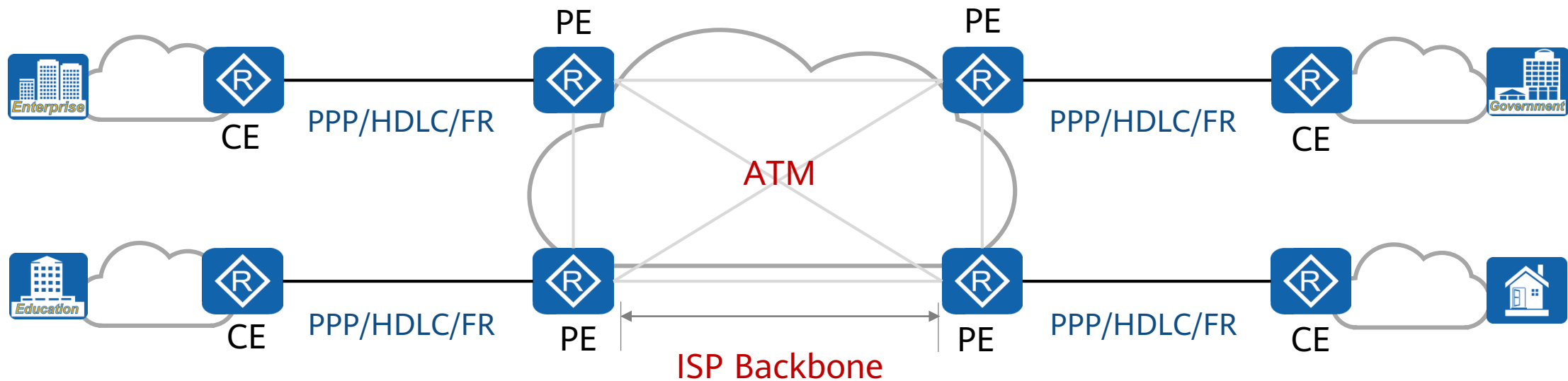
广域网络设备基本角色有三种，CE（Customer Edge，用户边缘设备）、PE（Provider Edge，服务提供商边缘设备）和P（Provider，服务提供商设备）。具体定义是：

- CE：用户端连接服务提供商的边缘设备。CE连接一个或多个PE，实现用户接入。
- PE：服务提供商连接CE的边缘设备。PE同时连接CE和P设备，是重要的网络节点。
- P：服务提供商不连接任何CE的设备。



早期广域网技术的应用

早期的广域网技术主要是针对不同的物理链路类型，在数据链路层进行不同的二层封装。在CE与PE之间常用的广域网封装协议有PPP/HDLC/FR等，用于解决用户接入广域网的长距离传输问题。在ISP内部常用的广域网协议主要是ATM，它用于解决骨干网高速转发的问题。



目录

1

早期广域网技术概述

2

PPP协议原理与配置

- PPP协议原理
- PPP协议配置

3

PPPoE原理与配置

4

广域网技术的发展

PPP 协议概述

PPP（Point-to-Point Protocol，点到点协议）是一种常见的广域网数据链路层协议，主要用于在全双工的链路上进行点到点的数据传输封装。

PPP提供了安全认证协议族PAP（Password Authentication Protocol，密码验证协议）和CHAP（Challenge Handshake Authentication Protocol，挑战握手认证协议）。

PPP协议具有良好的扩展性，例如，当需要在以太网链路上承载PPP协议时，PPP可以扩展为PPPoE。

PPP协议提供LCP（Link Control Protocol，链路控制协议），用于各种链路层参数的协商，例如最大接收单元，认证模式等。

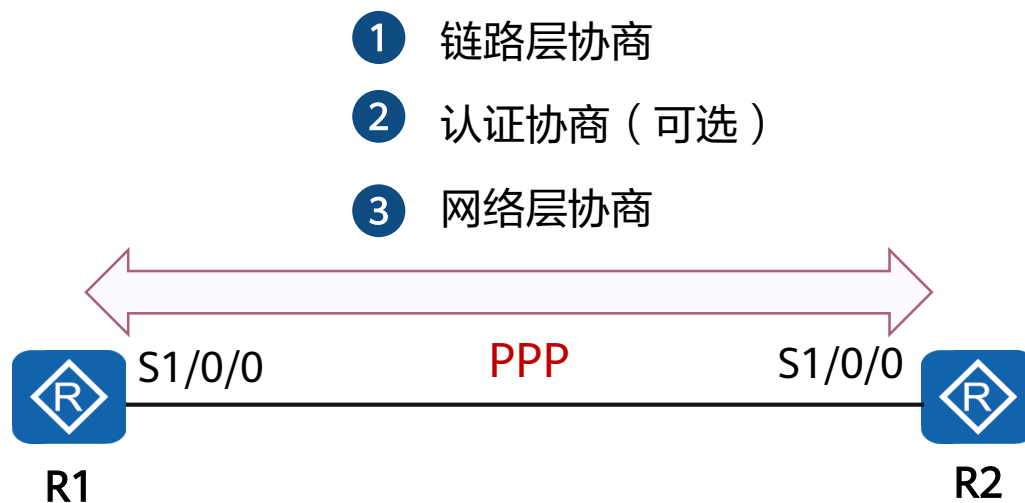
PPP协议提供各种NCP（Network Control Protocol，网络控制协议），如IPCP（IP Control Protocol，IP控制协议），用于各网络层参数的协商，更好地支持了网络层协议。



PPP链路建立流程

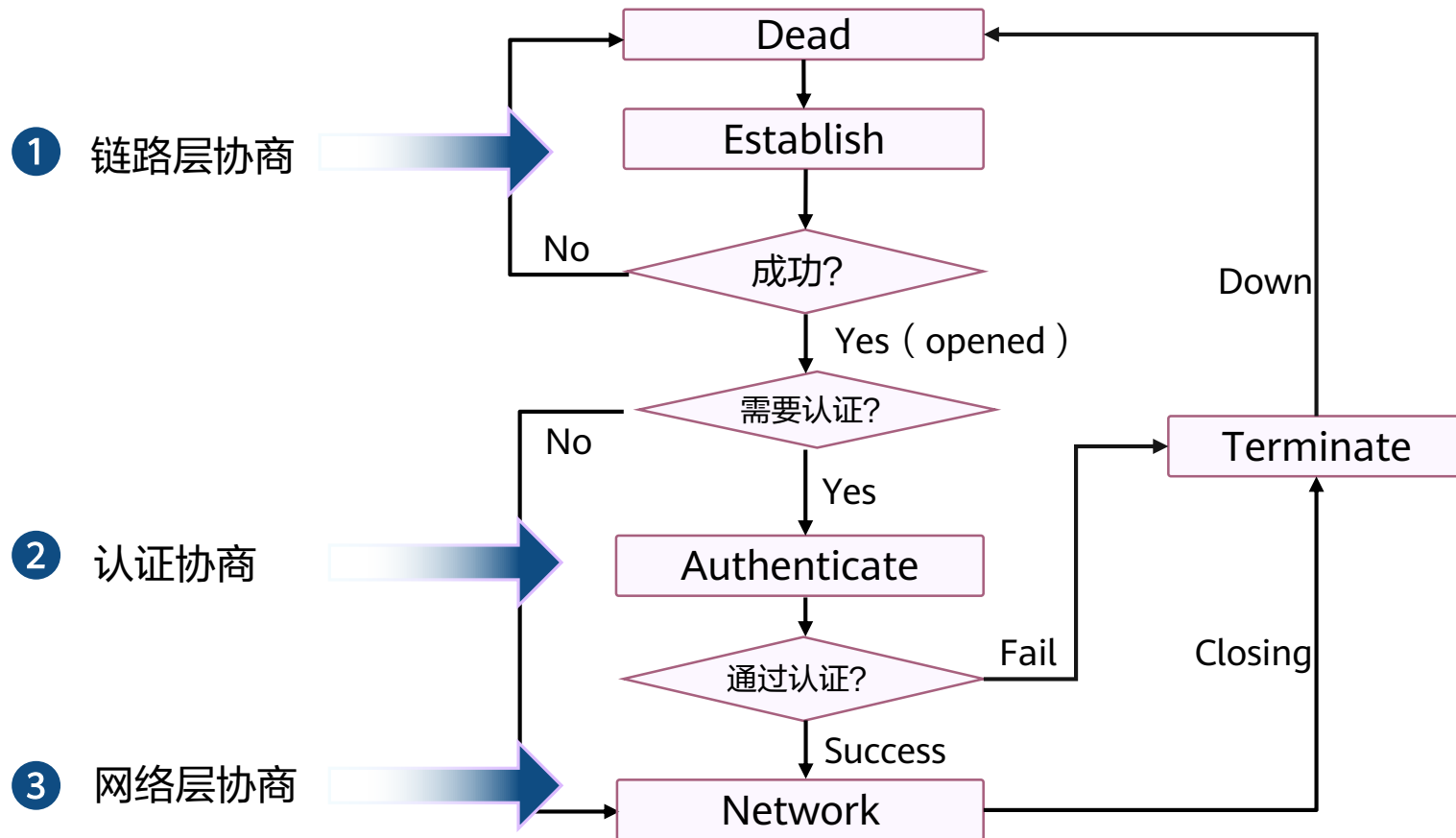
PPP链路的建立有三个阶段的协商过程，链路层协商、认证协商（可选）和网络层协商。

- 链路层协商：通过LCP报文进行链路参数协商，建立链路层连接。
- 认证协商（可选）：通过链路建立阶段协商的认证方式进行链路认证。
- 网络层协商：通过NCP协商来选择和配置一个网络层协议并进行网络层参数协商。



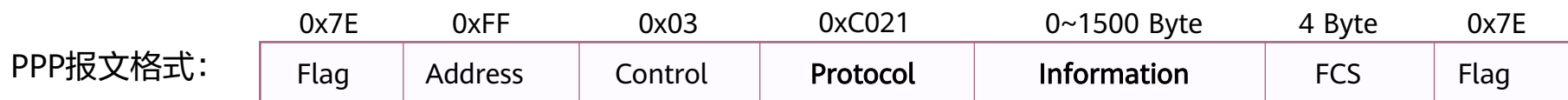
PPP链路接口状态机

PPP协商由链路两端的接口完成。接口的状态表示了协议的协商阶段。



LCP报文格式

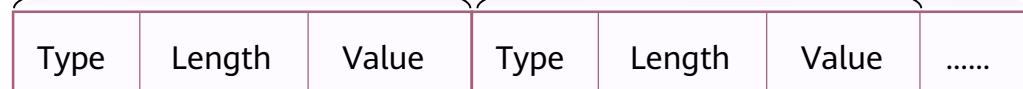
PPP报文可由Protocol字段标识不同类型的PPP报文。例如，当Protocol字段为0xC021时，代表是LCP报文。此时又由Code字段标识不同类型LCP报文，如下表所示。



0x0021:IP报文
0x8021:IPCP报文
0xC021:LCP报文
0xC023:PAP报文
0xC223:CHAP报文



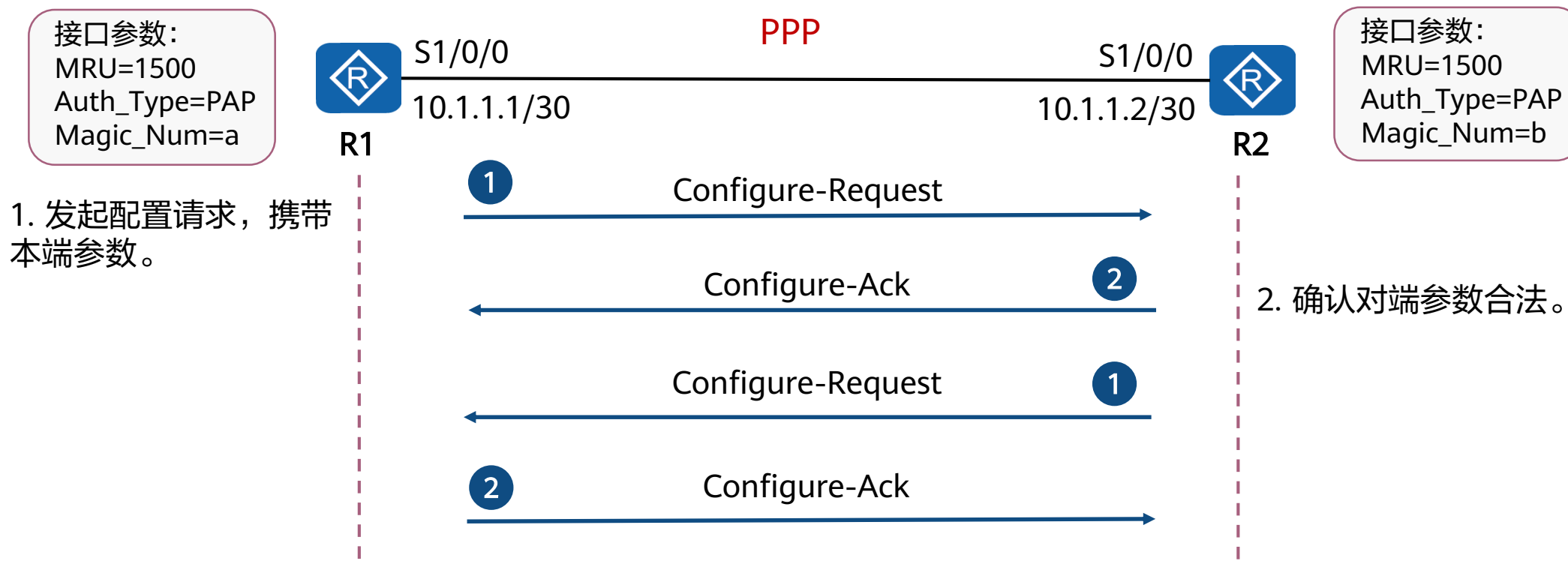
Code	名称	内容
0x01	Configure-Request	配置请求报文
0x02	Configure-Ack	配置成功报文
0x03	Configure-Nak	配置参数需协商
0x04	Configure-Reject	配置参数不识别



TLV结构包含LCP协商过程中常用的参数，例如MRU、认证协议和魔术字等。

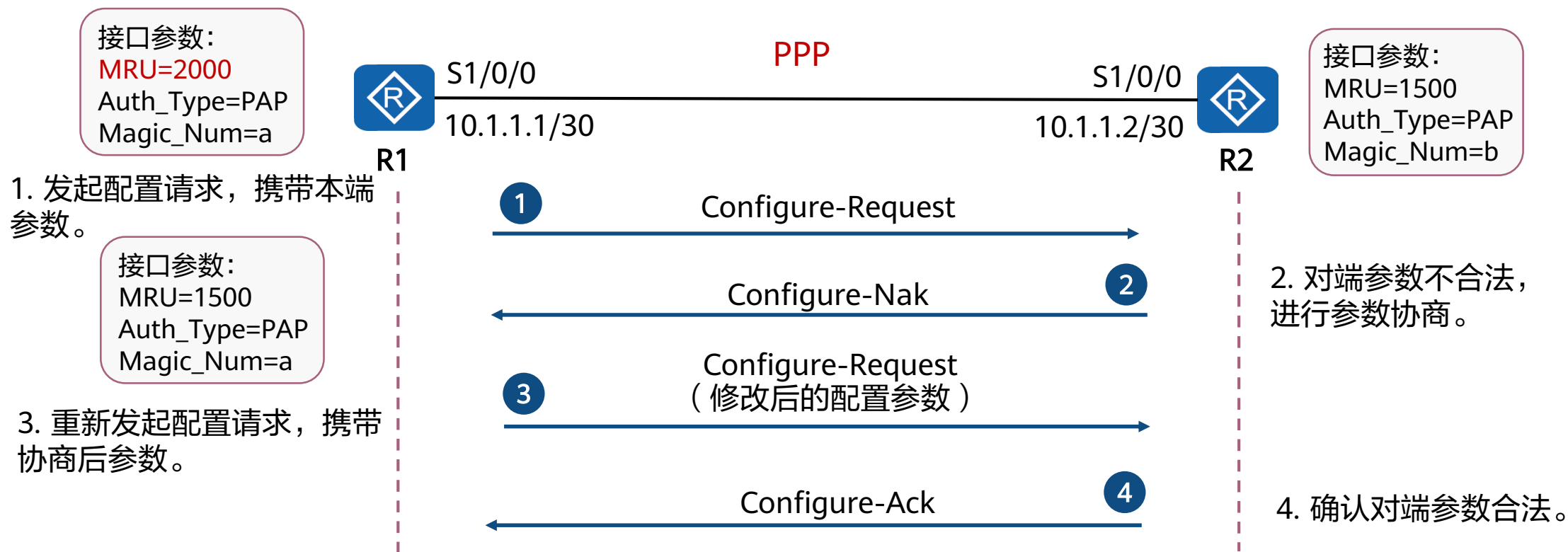
LCP协商过程 - 正常协商

LCP协商由不同的LCP报文交互完成。协商由任意一方发送Configure-Request报文发起。如果对端接收此报文且参数匹配，则通过回复Configure-Ack响应协商成功。



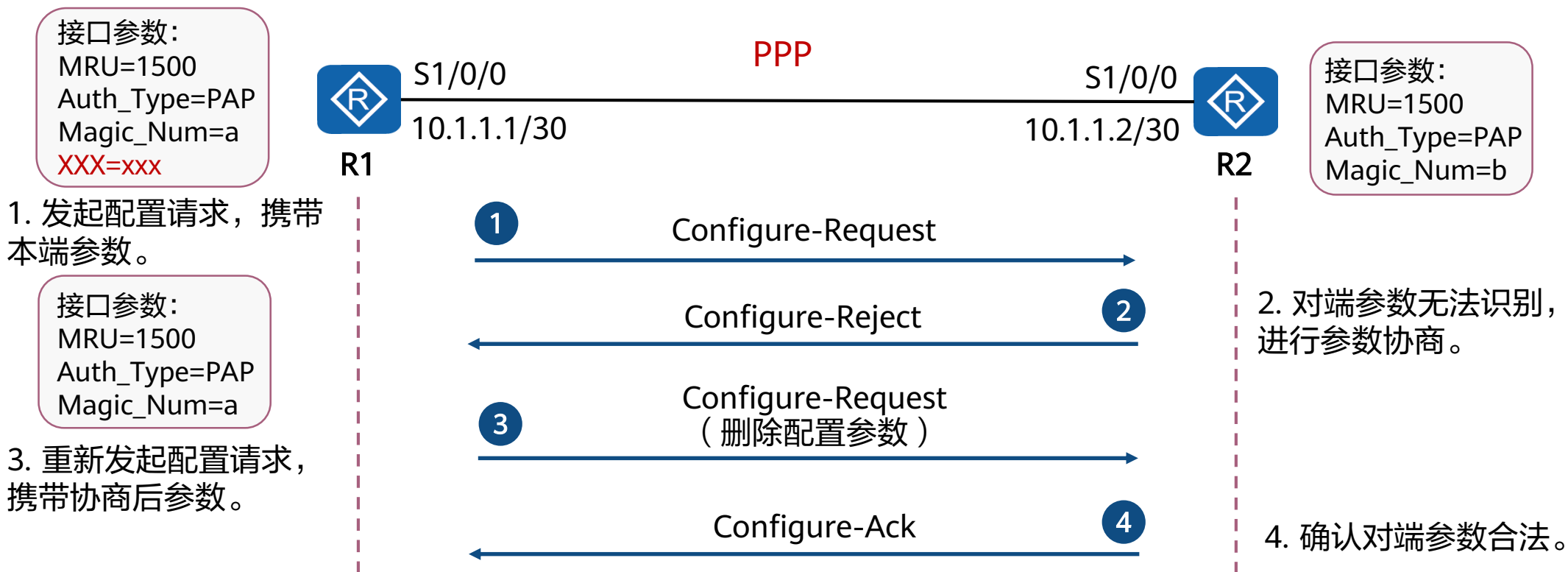
LCP协商过程 - 参数不匹配

在LCP报文交互中出现LCP参数不匹配时，接收方回复Configure-Nak响应告知对端修改参数然后重新协商。



LCP协商过程 - 参数不识别

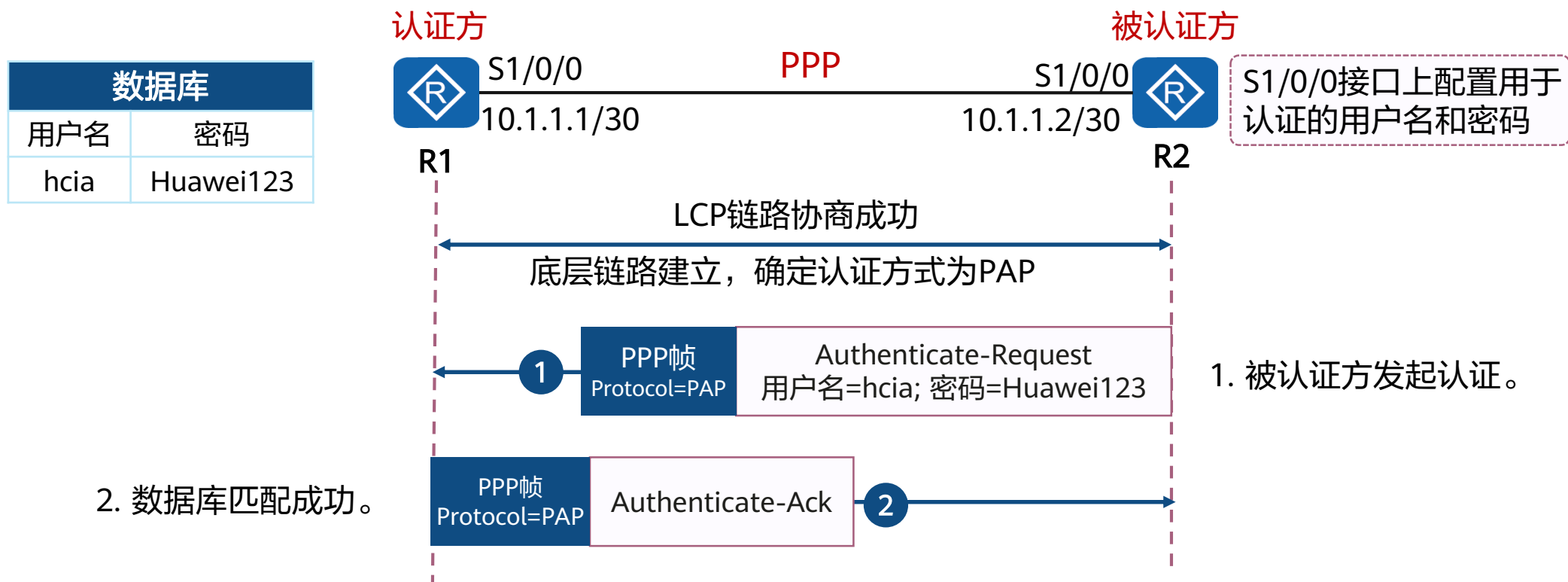
在LCP报文交互中出现LCP参数不识别时，接收方回复Configure-Reject响应告知对端删除不识别的参数然后重新协商。



PPP认证模式 - PAP

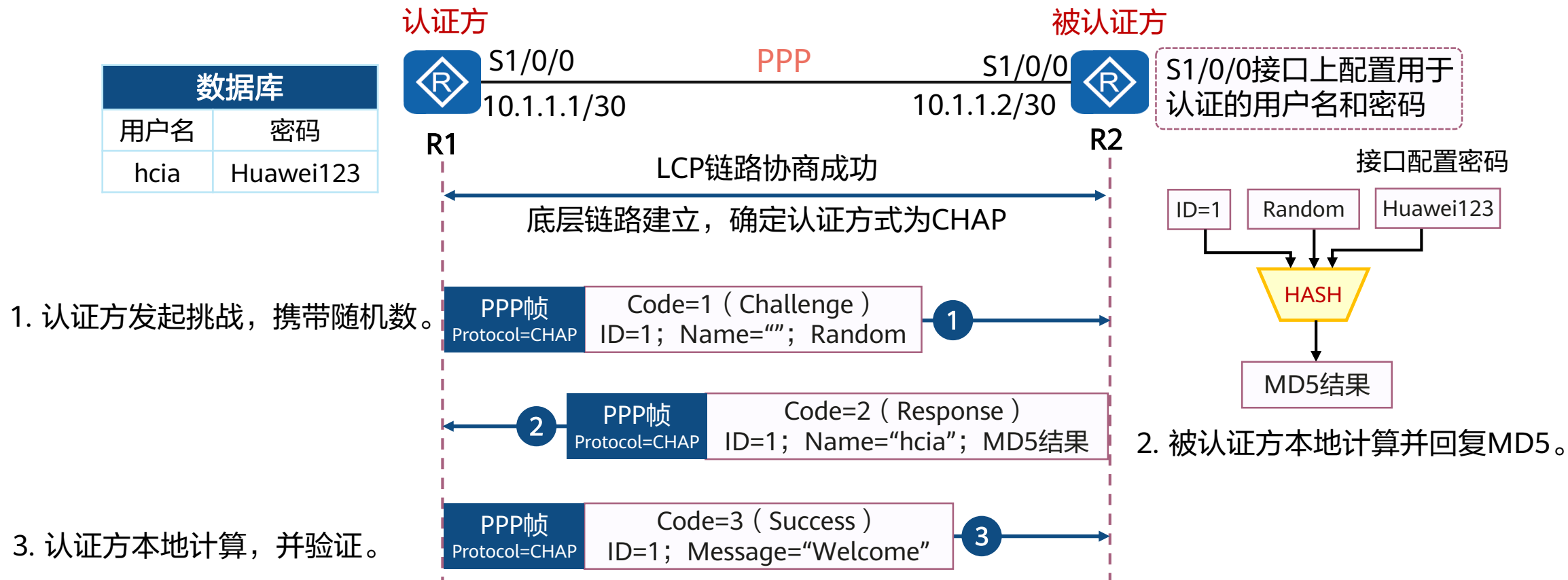
链路协商成功后，进行认证协商（此过程可选）。认证协商有两种模式，PAP和CHAP。

PAP认证双方有两次握手。协商报文以明文的形式在链路上传输。



PPP认证模式 - CHAP

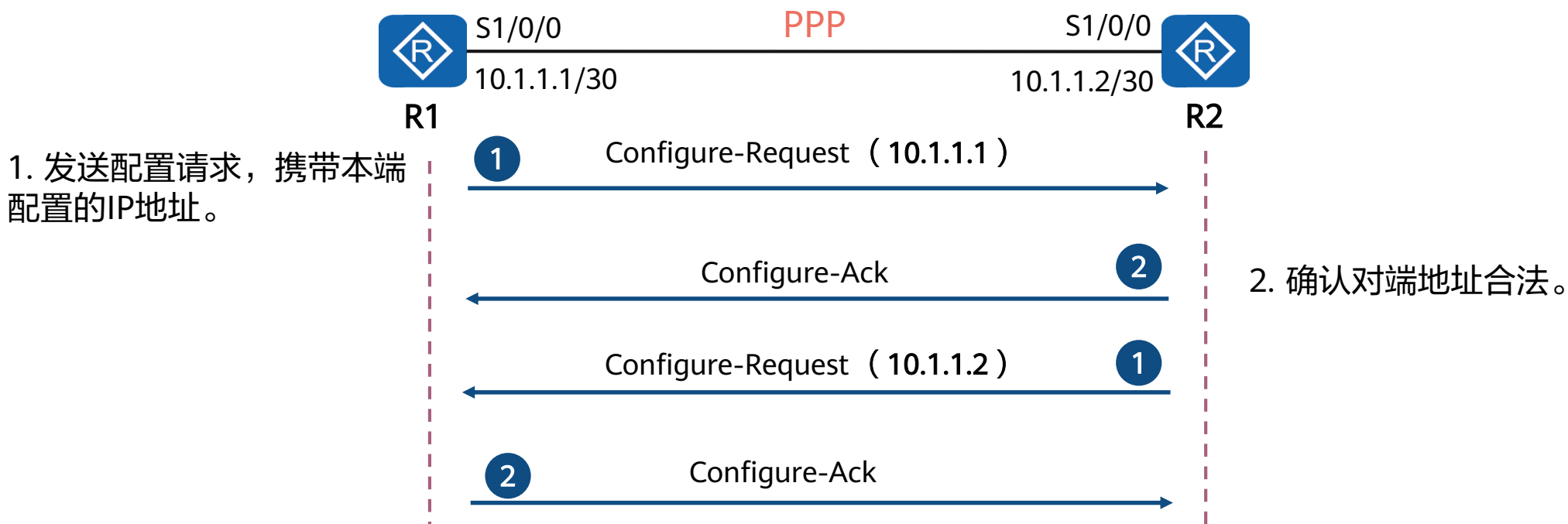
CHAP认证双方有三次握手。协商报文被加密后再在链路上传输。



NCP协商 - 静态IP地址协商

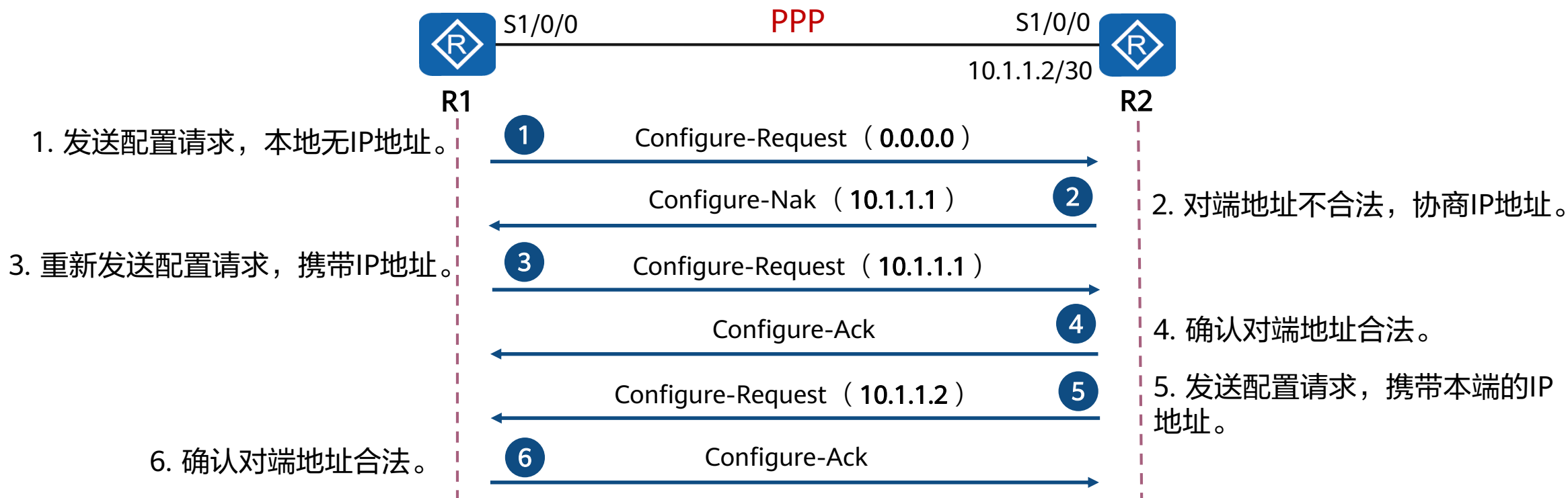
PPP认证协商后，双方进入NCP协商阶段，协商在数据链路上所传输的数据包的格式与类型。以常见的IPCP协议为例，它分为静态IP地址协商和动态IP地址协商。

静态IP地址协商需要手动在链路两端配置IP地址。



NCP协商 - 动态IP地址协商

动态IP地址协商支持PPP链路一端为对端配置IP地址。



目录

1

早期广域网技术概述

2

PPP协议原理与配置

- PPP协议原理
- PPP协议配置

3

PPPoE原理与配置

4

广域网技术的发展

PPP基础配置命令

1. 配置接口封装PPP协议

```
[Huawei-Serial0/0/0] link-protocol ppp
```

在接口视图下，将接口封装协议改为ppp，华为串行接口默认封装协议为ppp。

2. 配置协商超时时间间隔

```
[Huawei-Serial0/0/0] ppp timer negotiate seconds
```

在PPP LCP协商过程中，本端设备会向对端设备发送LCP协商报文，如果在指定协商时间间隔内没有收到对端的应答报文，则重新发送。

PAP 认证配置命令

1. 配置验证方以PAP方式认证对端

```
[Huawei-aaa] local-user user-name password { cipher | irreversible-cipher } password  
[Huawei-aaa] local-user user-name service-type ppp
```

```
[Huawei-Serial0/0/0] ppp authentication-mode pap
```

配置验证方以PAP方式认证对端，首先需要通过AAA将被验证方的用户名和密码加入本地用户列表，然后选择认证模式。

2. 配置被验证方以PAP方式被对端认证

```
[Huawei-Serial0/0/0] ppp pap local-user user-name password { cipher | simple } password
```

配置本地被对端以PAP方式验证时，本地发送PAP用户名和口令。

CHAP认证配置命令

1. 配置验证方以CHAP方式认证对端

```
[Huawei-aaa] local-user user-name password { cipher | irreversible-cipher } password  
[Huawei-aaa] local-user user-name service-type ppp
```

```
[Huawei-Serial0/0/0] ppp authentication-mode chap
```

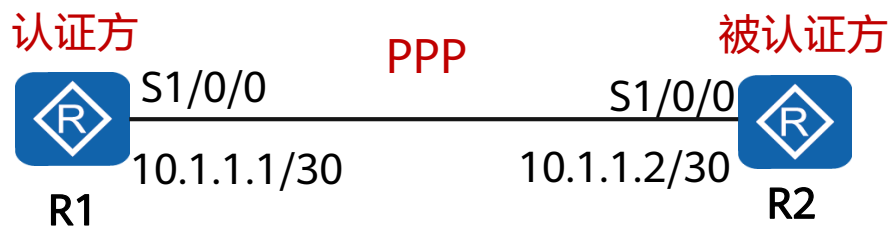
2. 配置被验证方以CHAP方式被对端认证

```
[Huawei-Serial0/0/0] ppp chap user user-name
```

```
[Huawei-Serial0/0/0] ppp chap password { cipher | simple } password
```

配置本地用户名，配置本地被对端以CHAP方式验证时的口令。

配置举例 - PAP认证



实验要求:

1. 在R1与R2之间的PPP链路上启用PAP认证功能;
2. 将R1配置为认证方;
3. 将R2配置为被认证方。

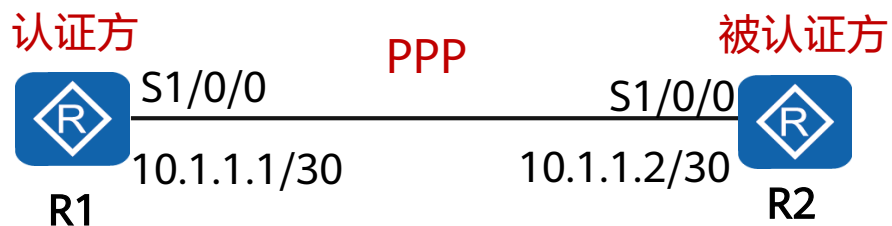
R1的配置如下:

```
[R1]aaa #添加待认证用户信息
[R1-aaa]local-user huawei password cipher huawei123
[R1-aaa]local-user huawei service-type ppp
#指定认证用户业务类型
[R2]interface Serial 1/0/0
[R1-Serial1/0/0]link-protocol ppp
[R1-Serial1/0/0]ppp authentication-mode pap
#指定认证模式为PAP
[R1-Serial1/0/0]ip address 10.1.1.1 30
```

R2的配置如下:

```
[R2]interface Serial 1/0/0
[R2-Serial1/0/0]link-protocol ppp
[R2-Serial1/0/0]ppp pap local-user huawei password cipher
huawei123 #添加PPP认证的用户信息
[R2-Serial1/0/0]ip address 10.1.1.2 30
```


配置举例 - CHAP认证



实验要求:

1. 在R1与R2之间的PPP链路上启用CHAP认证功能;
2. 将R1配置为认证方;
3. 将R2配置为被认证方。

R1的配置如下:

```
[R1]aaa #添加待认证用户信息
[R1-aaa]local-user huawei password cipher huawei123
[R1-aaa]local-user huawei service-type ppp
#指定认证用户业务类型
[R1]interface Serial 1/0/0
[R1-Serial1/0/0]link-protocol ppp
[R1-Serial1/0/0]ppp authentication-mode chap
#指定认证模式为CHAP
```

R2的配置如下:

```
[R2]interface Serial 1/0/0
[R2-Serial1/0/0]link-protocol ppp
[R2-Serial1/0/0]ppp chap user huawei
[R2-Serial1/0/0]ppp chap password cipher huawei123
#添加PPP认证的用户信息
```

目录

1

早期广域网技术概述

2

PPP协议原理与配置

3

PPPoE原理与配置

- PPPoE概述
- PPPoE基础配置

4

广域网技术的发展

什么是PPPoE

PPPoE（PPP over Ethernet，以太网承载PPP协议）是一种把PPP帧封装到以太网帧中的链路层协议。PPPoE可以使以太网网络中的多台主机连接到远端的宽带接入服务器。

PPPoE集中了PPP和Ethernet两个技术的优点。既有以太网的组网灵活优势，又可以利用PPP协议实现认证、计费等功能。

PPP帧结构：



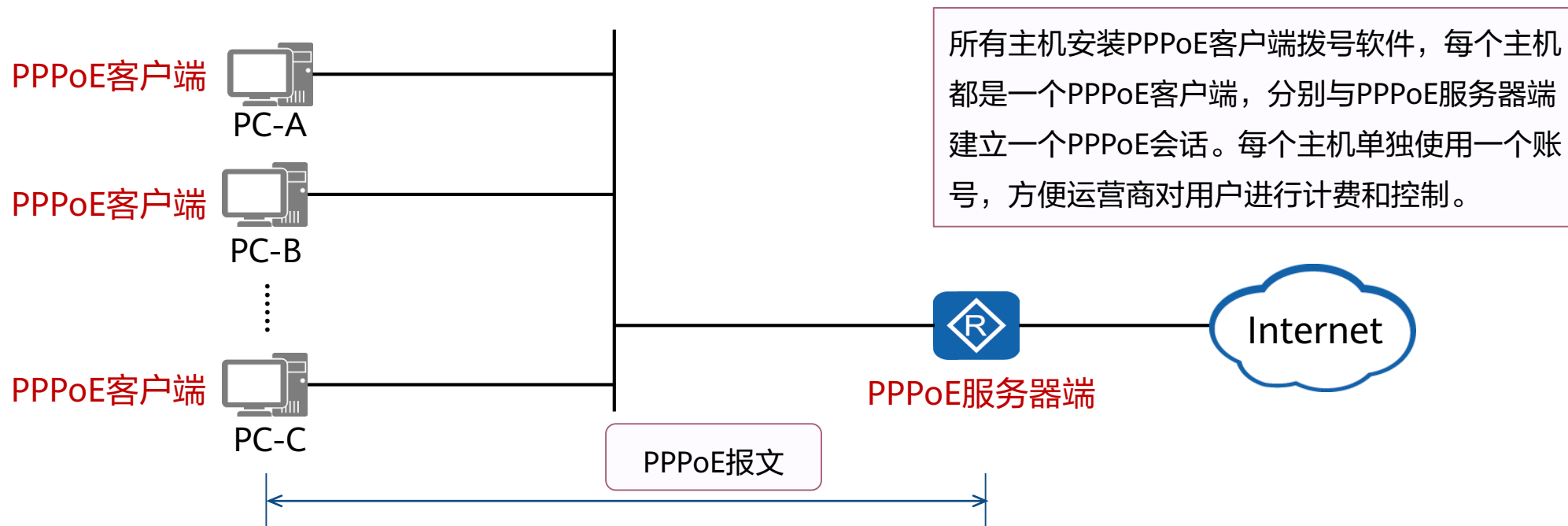
PPPoE帧结构：



PPPoE应用场景

PPPoE实现了在以太网上提供点到点的连接。PPPoE客户端与PPPoE服务器端之间建立PPP会话，封装PPP数据报文，为以太网上的主机提供接入服务，实现用户控制和计费，在企业网络与运营商网络中应用广泛。

PPPoE的常见应用场景有家庭用户拨号上网、企业用户拨号上网等。



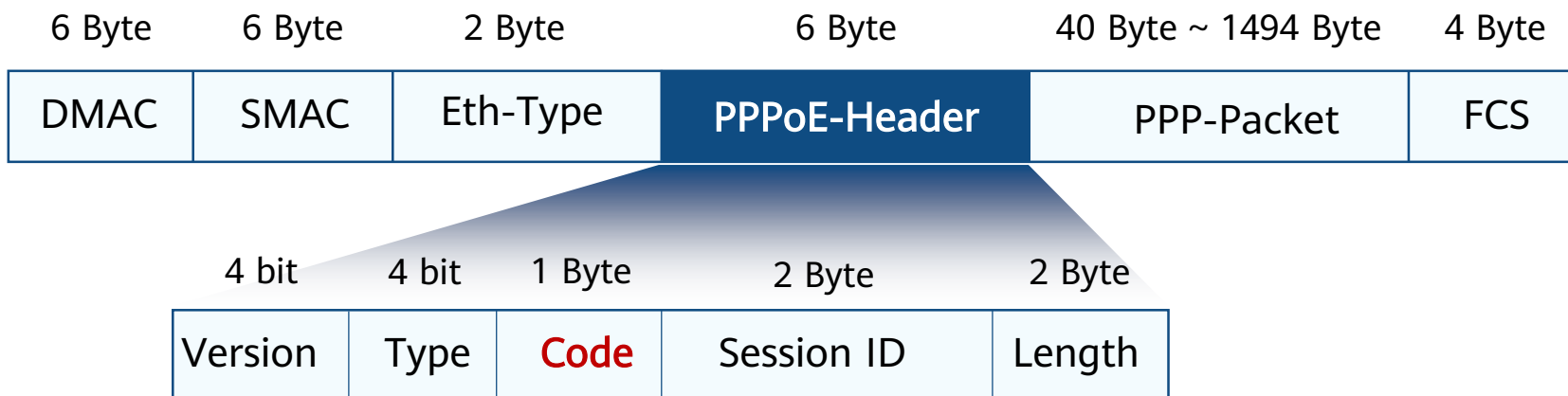
PPPoE会话建立

PPPoE的会话建立有三个阶段，PPPoE发现阶段、PPPoE会话阶段和PPPoE终结阶段。



PPPoE报文

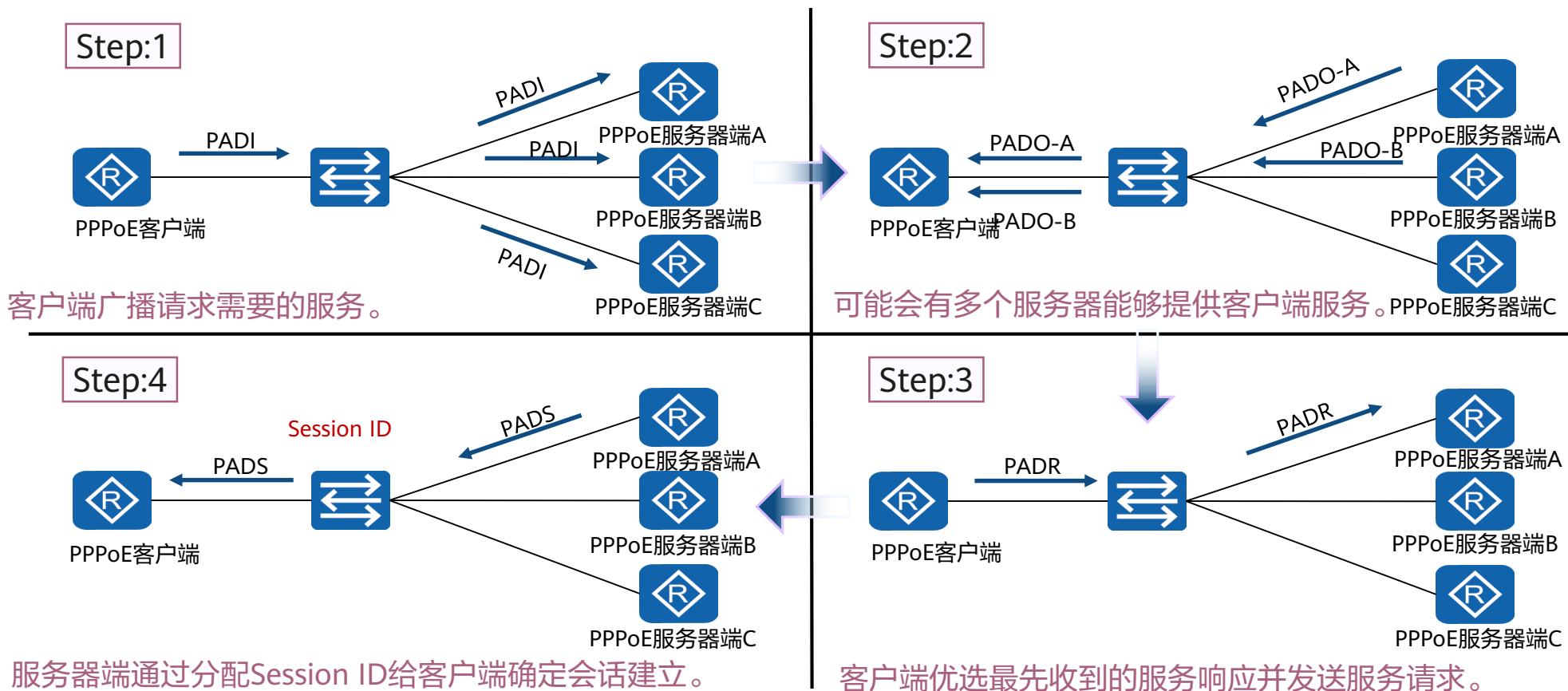
PPPoE会话的建立通过不同的PPPoE报文交互实现。PPPoE报文结构及常见的报文类型如下所示：



Code	名称	内容
0x09	PADI	PPPoE Active Discovery Initiation, PPPoE激活发现起始报文
0x07	PADO	PPPoE Active Discovery Offer, PPPoE激活发现服务报文
0x19	PADR	PPPoE Active Discovery Request, PPPoE激活发现请求报文
0x65	PADS	PPPoE Active Discovery Session-confirmation, PPPoE激活发现会话确认报文
0xa7	PADT	PPPoE Active Discovery Terminate, PPPoE激活发现终止报文

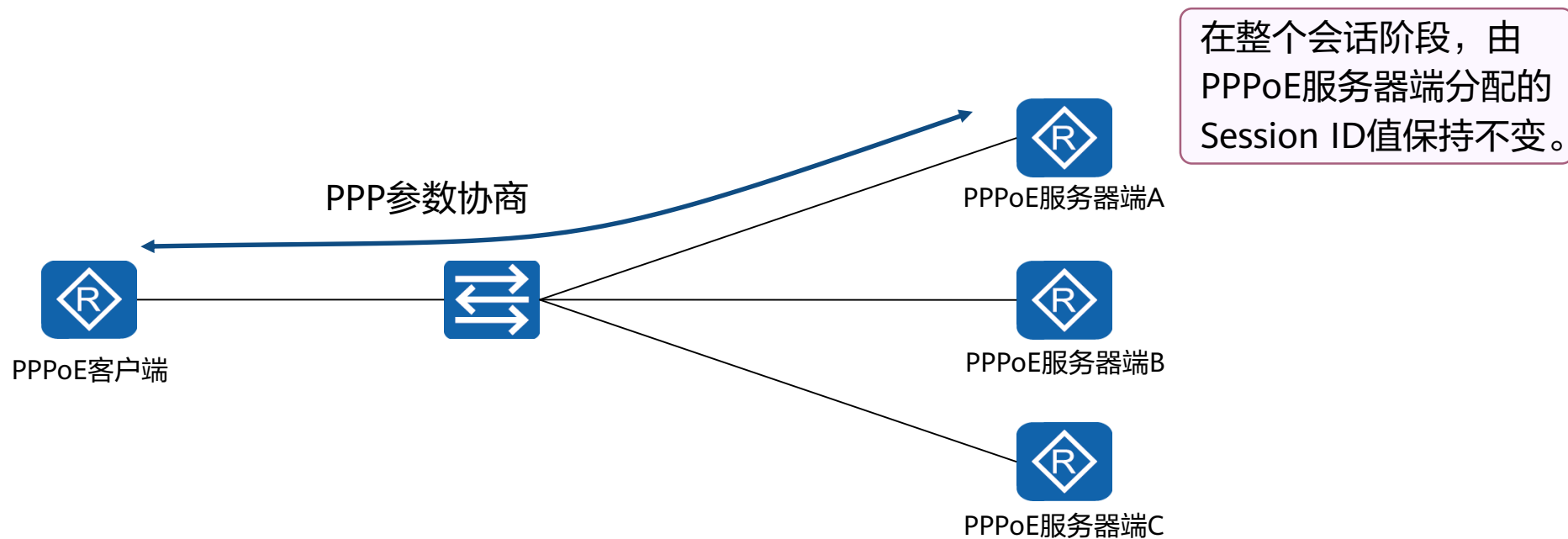
PPPoE发现阶段

PPPoE协议发现有四个步骤：客户端发送请求、服务端响应请求、客户端确认响应和建立会话。



PPPoE会话阶段

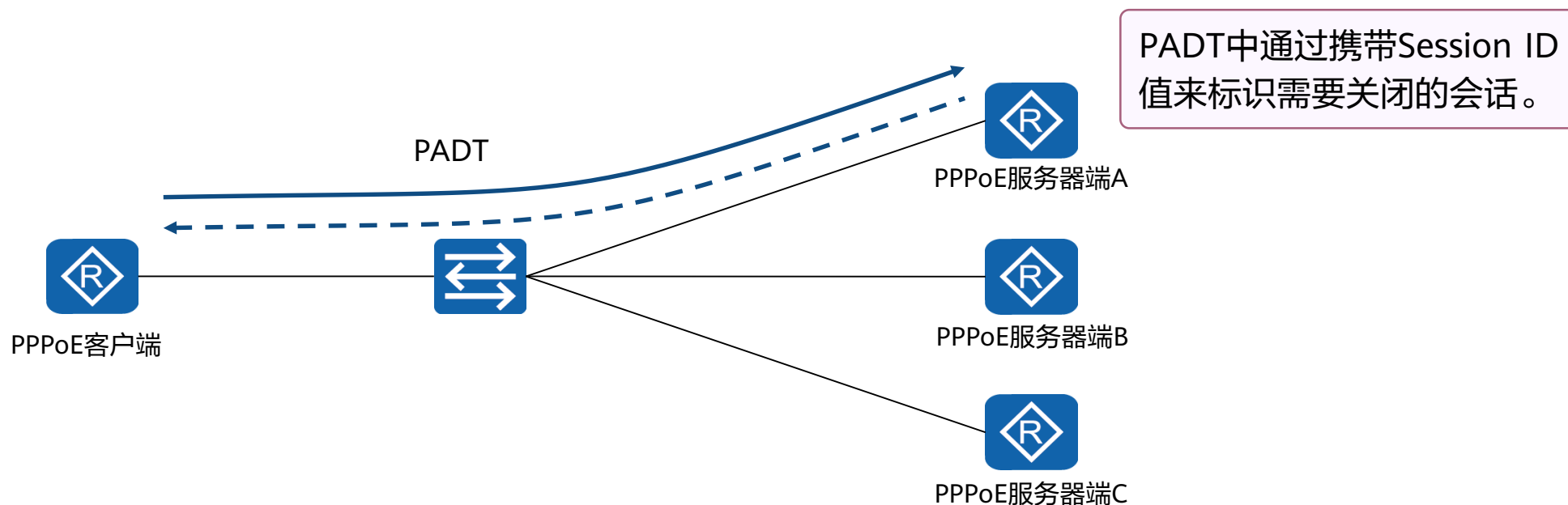
PPPoE会话阶段会进行PPP协商，分为LCP协商、认证协商、NCP协商三个阶段。



PPPoE会话终结阶段

当PPPoE客户端希望关闭连接时，会向PPPoE服务器端发送一个PADT报文，用于关闭连接。

同样，如果PPPoE服务器端希望关闭连接时，也会向PPPoE客户端发送一个PADT报文。



目录

1

早期广域网技术概述

2

PPP协议原理与配置

3

PPPoE原理与配置

- PPPoE概述
- **PPPoE基础配置**

4

广域网技术的发展

PPPoE基础配置

1. 通过拨号规则来配置发起PPPoE会话的条件

```
[Huawei] dialer-rule
```

2. 配置拨号接口用户名，此用户名必须与对端服务器用户名相同

```
[Huawei-Dialer1]dialer user username
```

3. 将接口置于一个拨号访问组

```
[Huawei-Dialer1]dialer-group group-number
```

4. 指定当前拨号接口使用的拨号绑定

```
[Huawei-Dialer1]dialer-bundle number
```

5. 将物理端口与dialer-bundle进行绑定

```
[Huawei-Ethernet0/0/0]pppoe-client dial-bundle-number number
```

配置实例 - PPPoE客户端



实验要求:

1. 将R1设置为PPPoE客户端，R2为PPPoE服务器端；
2. 在R1上配置PPPoE客户端拨号接口；
3. 在R1上配置PPPoE客户端拨号接口的认证功能；
4. R1上的拨号接口获取PPPoE服务器端分配的IP地址；
5. R1通过拨号接口可以访问服务器端。

1.创建拨号接口并配置被认证方用户名和密码:

```
[R1]dialer-rule
[R1-dialer-rule]dialer-rule 1 ip permit
[R1-dialer-rule]quit
[R1]interface dialer 1
[R1-Dialer1] dialer user enterprise
[R1-Dialer1] dialer-group 1
[R1-Dialer1] dialer bundle 1
[R1-Dialer1] ppp chap user huawei1
[R1-Dialer1] ppp chap password cipher huawei123
[R1-Dialer1] ip address ppp-negotiate
```

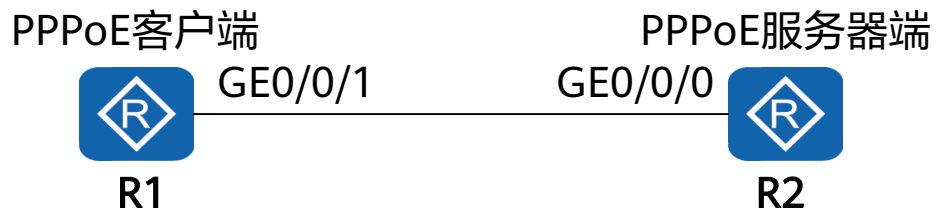
2.将拨号接口绑定出接口:

```
[R1]interface GigabitEthernet 0/0/1
[R1-GigabitEthernet0/0/1]pppoe-client dial-bundle-number 1
[R1-GigabitEthernet0/0/1]quit
```

3.配置本端到达服务器端的缺省路由:

```
[R1]ip route-static 0.0.0.0 0.0.0.0 dialer 1
```

配置实例 - PPPoE服务器端



实验要求:

1. 在PPPoE服务器端上创建为客户端分配IP的地址池;
2. PPPoE服务器端完成PPPoE客户端认证并分配合法的IP地址。

1.创建地址池与虚拟模板:

```
[R2]ip pool pool1      #创建地址池，指定分配的IP地址和网关
[R2-ip-pool-pool1]network 192.168.1.0 mask 255.255.255.0
[R2-ip-pool-pool1]gateway-list 192.168.1.254
[R2]interface Virtual-Template 1      #创建虚拟模板接口
[R2-Virtual-Template1]ppp authentication-mode chap
[R2-Virtual-Template1]ip address 192.168.1.254 255.255.255.0
[R2-Virtual-Template1]remote address pool pool1
```

2.将物理接口与虚拟模板绑定:

```
[R2]interface GigabitEthernet 0/0/0
[R2-GigabitEthernet0/0/0]pppoe-server bind virtual-template 1
[R2-GigabitEthernet0/0/0]quit
```

3.创建访问用户:

```
[R2]aaa      #添加认证用户信息
[R2-aaa]local-user huawei1 password cipher huawei123
[R2-aaa]local-user huawei1 service-type ppp
```

配置验证

1、查看拨号接口详细信息

```
<R1>display interface Dialer 1
Dialer1 current state: UP
Line protocol current state: UP (spoofing)
Description: HUAWEI, AR Series, Dialer1 Interface
Route Port, The Maximum Transmit Unit is 1500, Hold timer
is 10(sec)
Internet Address is negotiated, 192.168.10.254/32
Link layer protocol is PPP
LCP initial
Physical is Dialer
Bound to Dialer1:0:
Dialer1:0 current state : UP
Line protocol current state : UP
Link layer protocol is PPP
LCP opened, IPCP opened
```

2、查看PPPoE-client会话初始状态信息

```
[R1]display pppoe-client session summary
PPPoE Client Session:
```

ID	Bundle	Dialer	Intf	Client-MAC	Server-MAC	State
0	1	1	GE0/0/1	54899876830c	000000000000	IDLE

3、查看PPPoE-client会话建立状态信息

```
[R1]display pppoe-client session summary
PPPoE Client Session:
```

ID	Bundle	Dialer	Intf	Client-MAC	Server-MAC	State
1	1	1	GE0/0/1	00e0fc0308f6	00e0fc036781	UP

目录

1

早期广域网技术概述

2

PPP协议原理与配置

3

PPPoE原理与配置

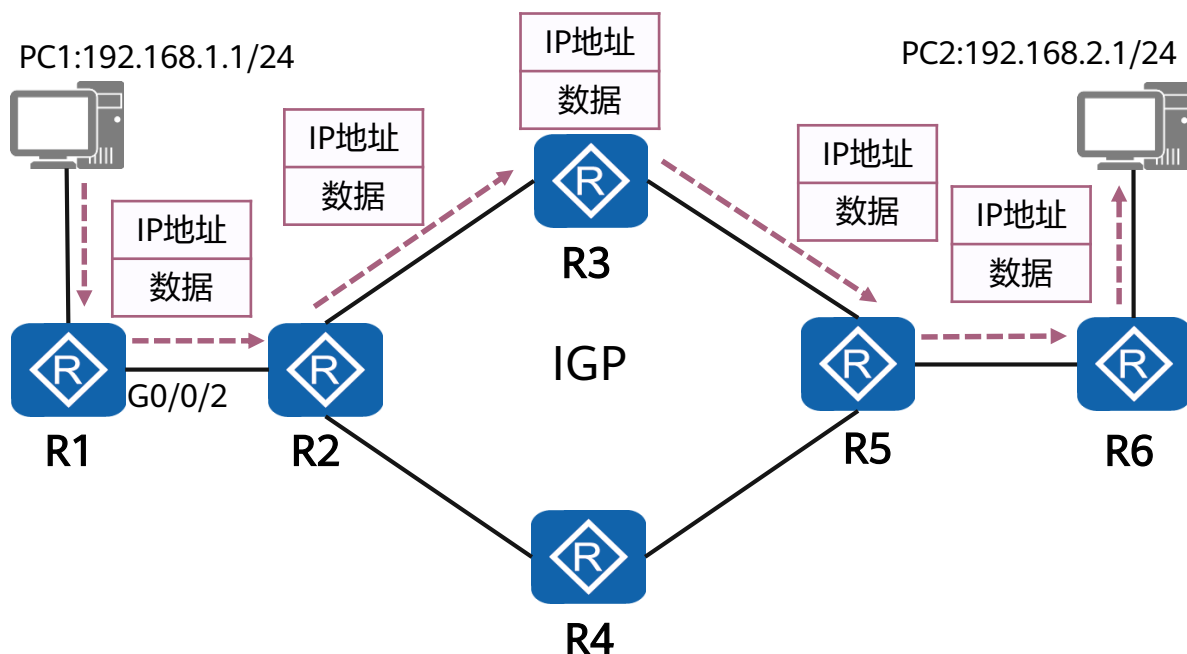
4

广域网技术的发展

- 广域网技术的发展

传统IP路由转发

传统的IP转发采用的是逐跳转发。数据报文经过每一台路由器，都要被解封装查看报文网络层信息，然后根据路由最长匹配原则查找路由表指导报文转发。各路由器重复进行解封装查找路由表和再封装的过程，所以转发性能低。



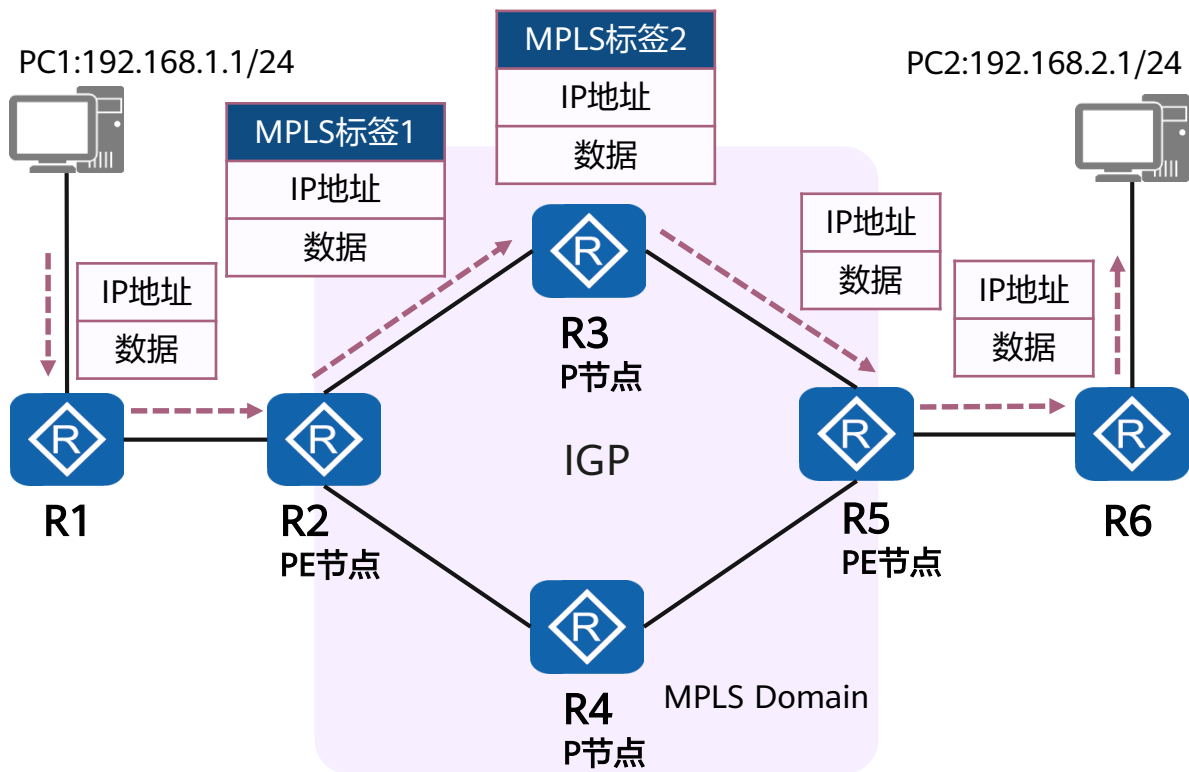
传统IP路由转发的特点:

- 所有路由器需要知道全网的路由。
- 传统IP转发是面向无连接的，无法提供较好的端到端QoS保证。

R1路由表

Destination/Mask	Protocol	Preference	Cost	NextHop	Interface
192.168.1.0/24	Direct	0	0	192.168.1.254	GE0/0/0
192.168.12.0/24	Direct	0	0	192.168.12.1	GE0/0/2
192.168.2.0/24	OSPF	10	3	192.168.12.2	GE0/0/2

MPLS 标签转发

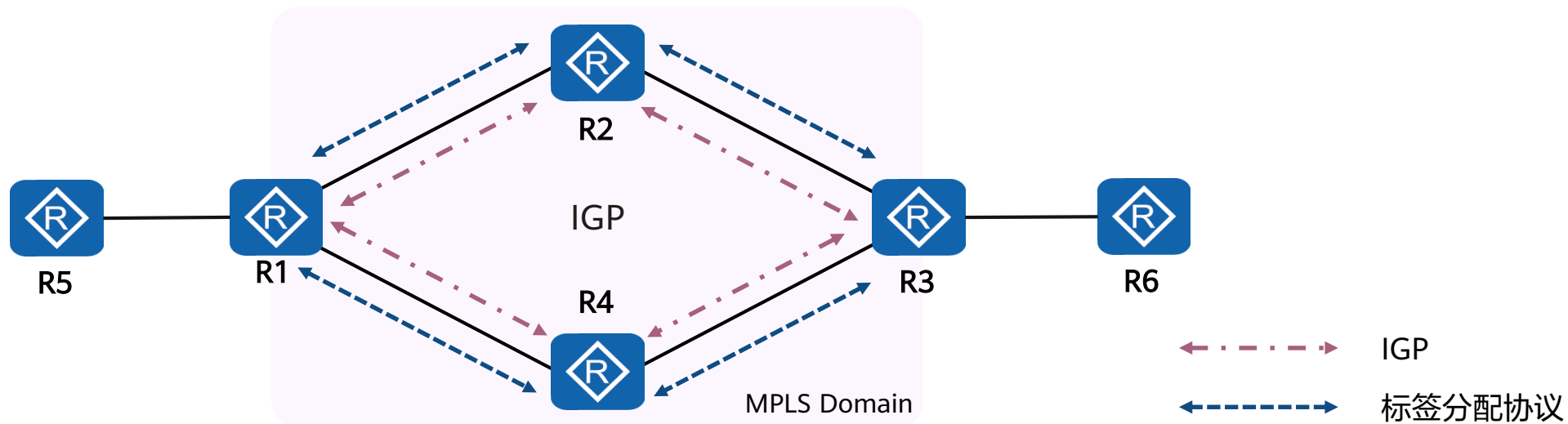


- ◎ MPLS是一种IP骨干网技术。
- ◎ MPLS是一种隧道技术，在IP路由和控制协议的基础上，向网络层提供面向连接的交换。能够提供较好的QoS保证。
- ◎ MPLS标签指导报文转发的过程中，使用本地标签查找替代传统IP转发的路由查找，大大提高转发效率。
- ◎ MPLS转发过程中使用的标签，既可以通过手工静态配置，又可以通过动态标签分发协议分配。

MPLS转发存在的问题

MPLS的标签分发有静态和动态两种方式，均面临着不同的问题：

- 静态标签分发为手工配置。
- 动态标签分发的问题。



Segment Routing简介

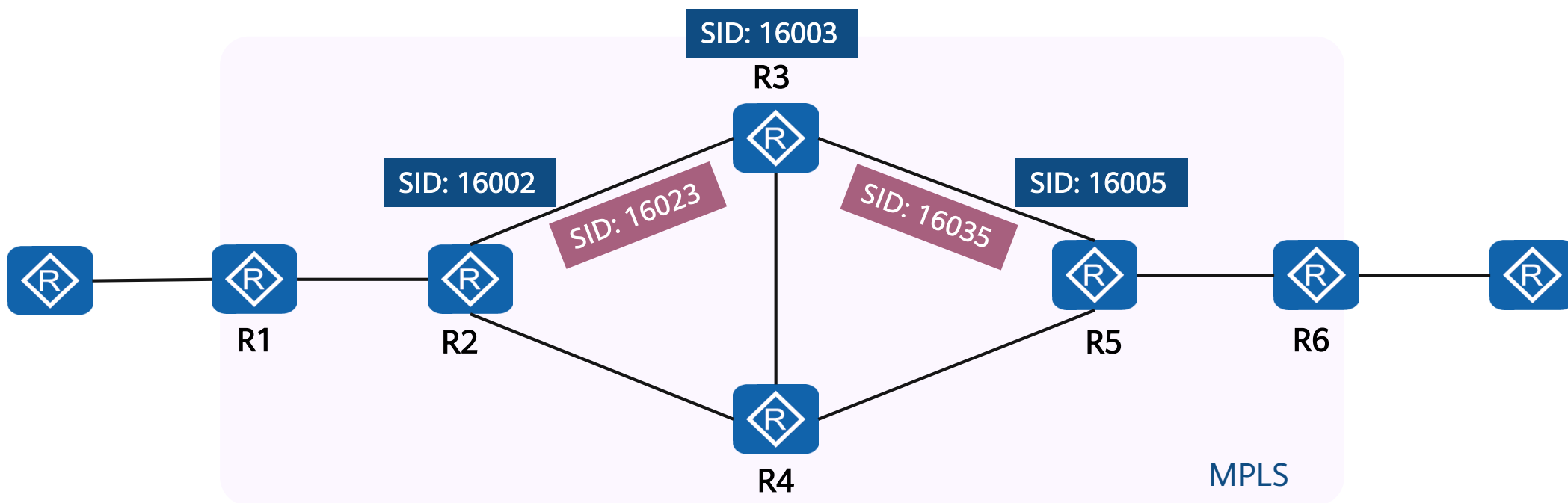
为解决传统IP转发和MPLS转发的问题，业界提出了SR（Segment Routing，分段路由）。SR的转发机制有很大改进，主要体现在以下几个方面：

1. 基于现有协议进行扩展：
 - 扩展后的IGP/BGP具有标签分发能力，因此网络中无需其他任何标签分发协议，实现协议简化。
2. 引入源路由机制：
 - 基于源路由机制，支持通过控制器进行集中算路。
3. 由业务来定义网络：
 - 业务驱动网络，由应用提出需求（时延、带宽、丢包率等），控制器收集网络拓扑、带宽利用率、时延等信息，根据业务需求计算显式路径。

Segment Routing转发原理（1）

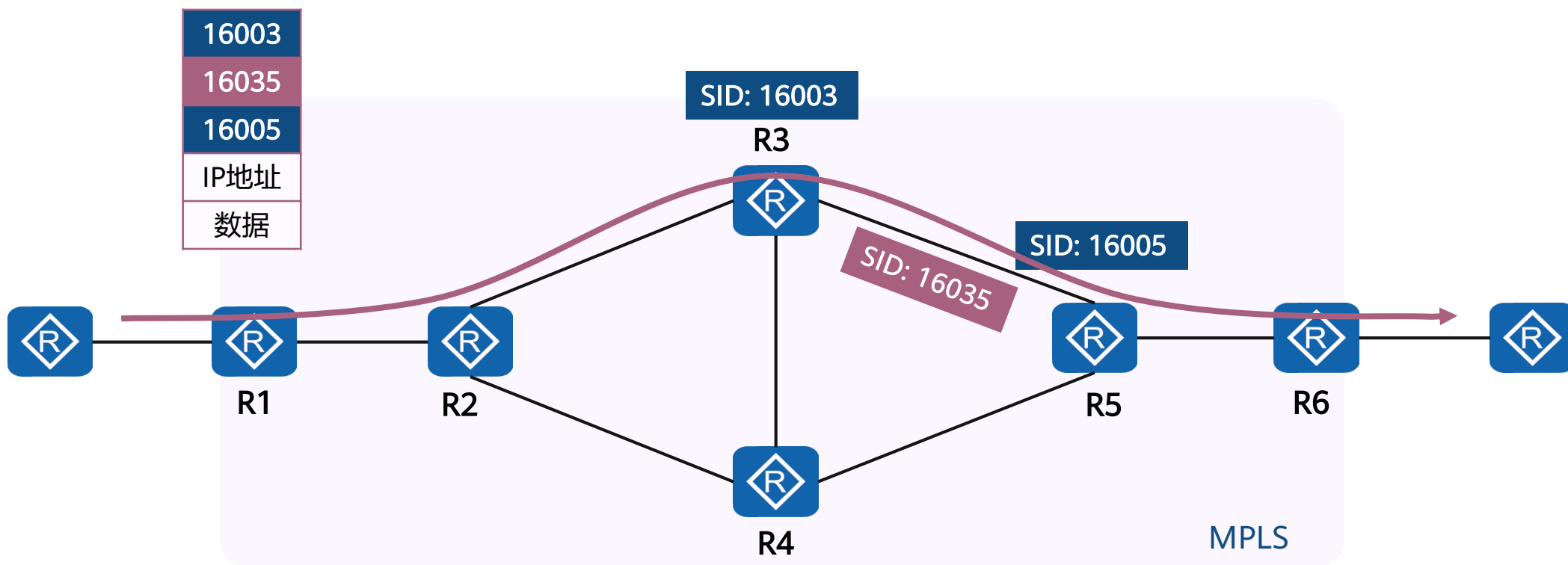
SR将网络路径分成一个个的段（Segment），并且为这些段分配SID（Segment ID）。

SID的分配对象有两种，转发节点或者邻接链路。本例中转发节点SID 1600X，X为路由器编号；邻接链路SID 160XX，XX表示链路两端的节点编号。



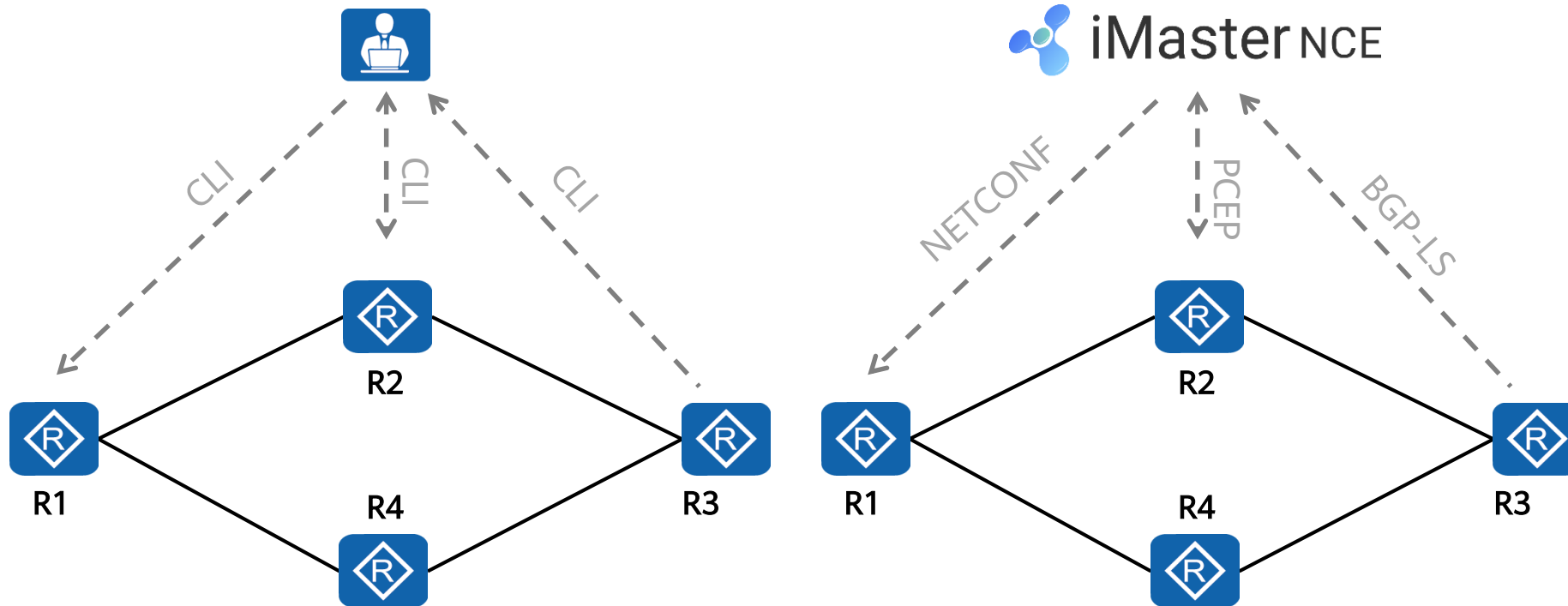
Segment Routing转发原理（2）

邻接链路和网络节点的SID有序排列形成段序列（Segment List），它代表一条转发路径。SR由源节点将段序列编码在数据包头部，随数据包传输。SR的本质是指令，指引报文去哪里和怎么去。



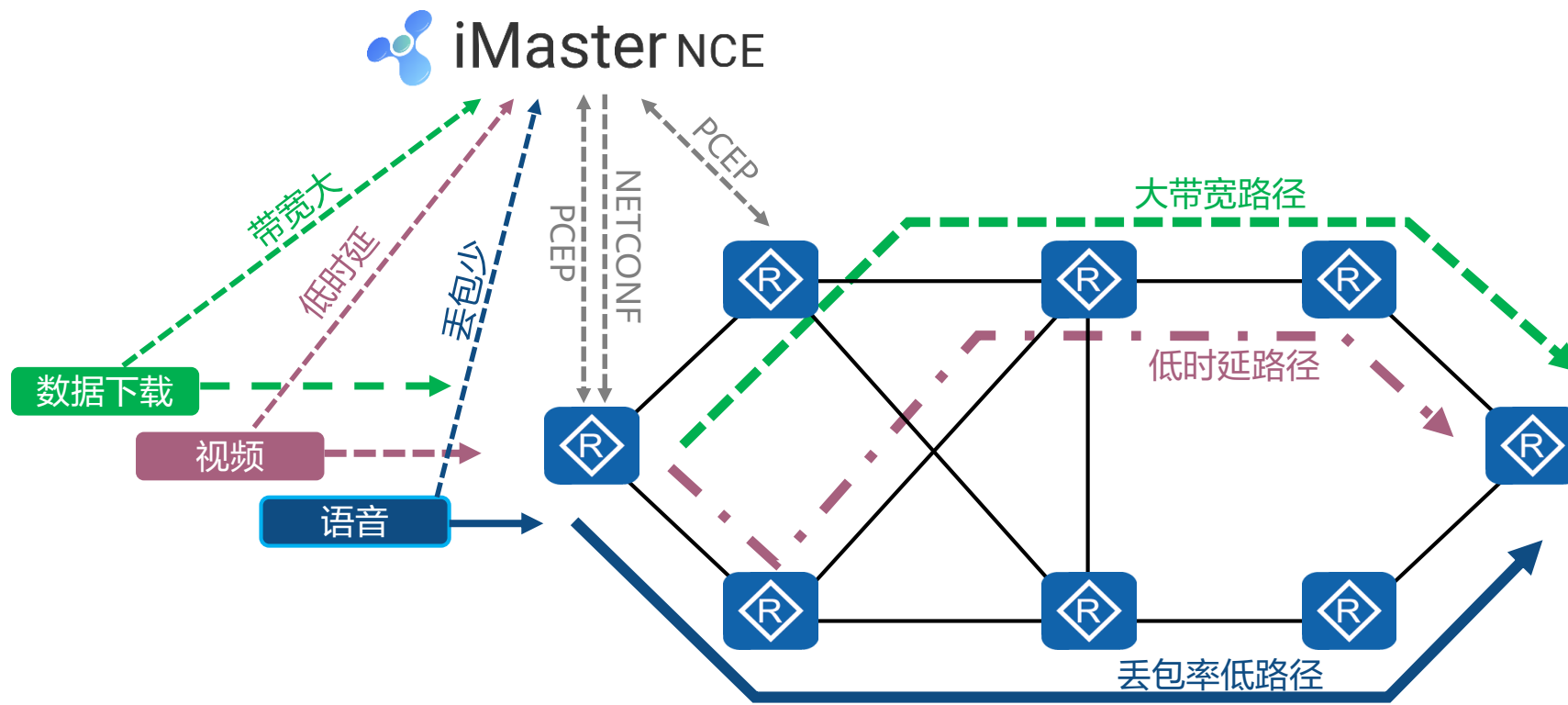
SR的部署方式

SR部署分为有控制器部署和无控制器部署。控制器配合方式由控制器收集信息，预留路径资源和计算路径，最后将结果下发到头结点，是更为推荐的部署方式。



Segment Routing的应用

SR可以简易的指定的报文转发路径，在现网中可以为不同业务定义不同的路径。例如本例定义了数据下载、视频和语音三条显式路径，实现了业务驱动网络。设备由控制器纳管，支持路径实时快速发放。



本章总结

- 广域网发展演进的历程：电路交换网络到后期IP化网络，再到MPLS标签交换网，最后引出SR网络。
- PPP协议的工作原理：包括PPP链路建立参数协商，认证协商以及网络层协商的过程。
- PPP协议在当前最主要的应用是PPPoE。

The background of the slide features a blue-tinted image of several business professionals in a modern office. They are standing on a highly reflective floor, and their silhouettes are clearly visible. The people are engaged in various activities, such as looking at documents or talking to each other. The overall aesthetic is professional and corporate.

谢谢

www.huawei.com