

# 修订记录

本页不打印

课程编码	适用产品	产品版本	课程版本

作者/工号	时间	审核人/工号	新开发/优化
常晨晨/cwx594171	2019.12.03		
吴越/wwx291773	2020.6.29		





# PIM原理与配置



# 前言

- 组播网络由组播源，组播组成员与组播路由器组成。
  - 组播源的主要作用是发送组播数据。
  - 组播组成员的主要作用是接收组播数据，因此需要通过IGMP让组播网络感知组成员位置与加组信息。
  - 组播路由器的主要作用是**将数据从组播源发送到组播组成员**。组播数据转发需要**依赖组播分发树**，因此组播路由器需要通过协议来**构建组播分发树**。
- PIM（Protocol Independent Multicast，协议无关组播）协议的主要作用就是**构建组播分发树**。
- 本章主要讲解PIM协议的基本概念，PIM-DM模式的工作原理与PIM-SM模式的工作原理。



# 目标

- 学完本课程后，您将能够：
  - 描述PIM的基本概念
  - 描述PIM-DM的基本工作原理
  - 实现PIM-DM的基本配置
  - 描述PIM-SM的基本工作原理
  - 实现PIM-SM的基本配置



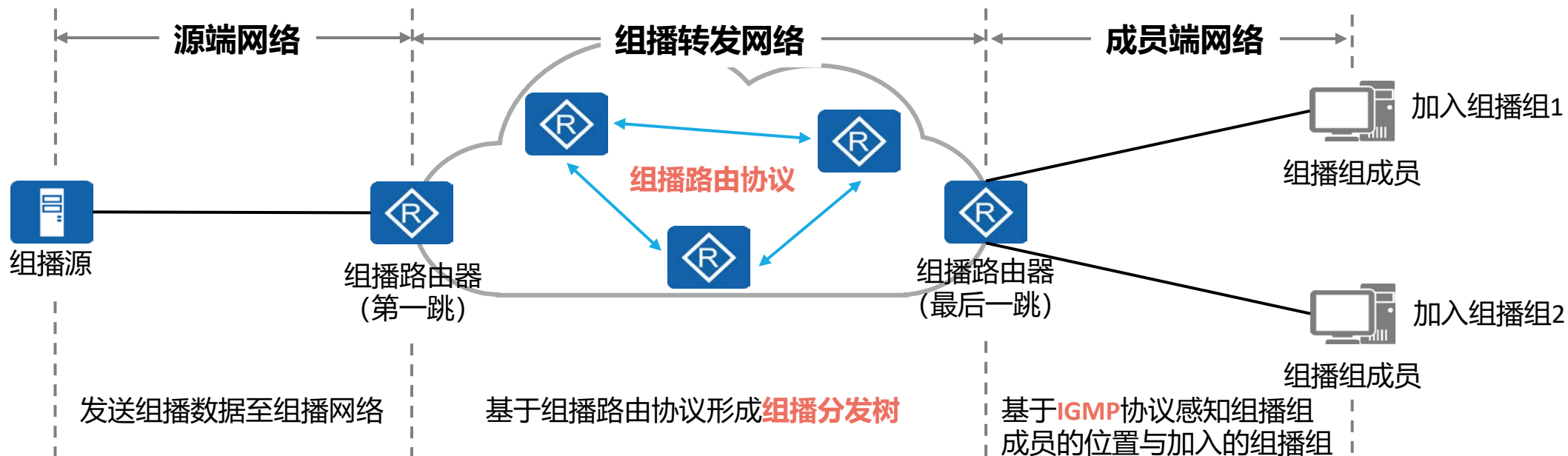
# 目录

1. PIM基础介绍
2. PIM-DM介绍
3. PM-SM介绍



# 组播网络基本架构回顾

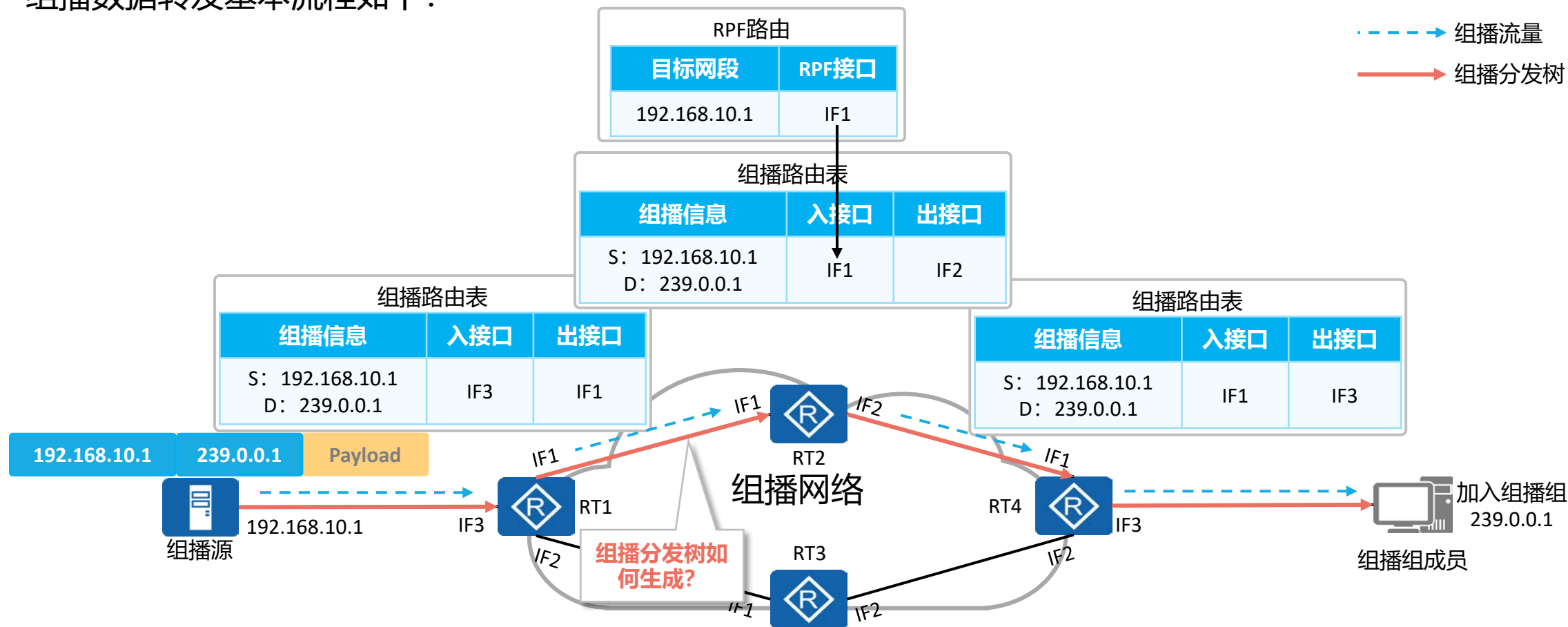
- 组播网络大体可以分为三个部分：
  - 源端网络：将组播源产生的组播数据发送至组播网络。
  - 组播转发网络：**形成无环的组播转发路径**，该转发路径也被称为**组播分发树（Multicast Distribution Tree）**。
  - 成员端网络：通过**IGMP**协议，让组播网络**感知组播组成员**位置与加入的组播组。





# 组播数据转发流程回顾

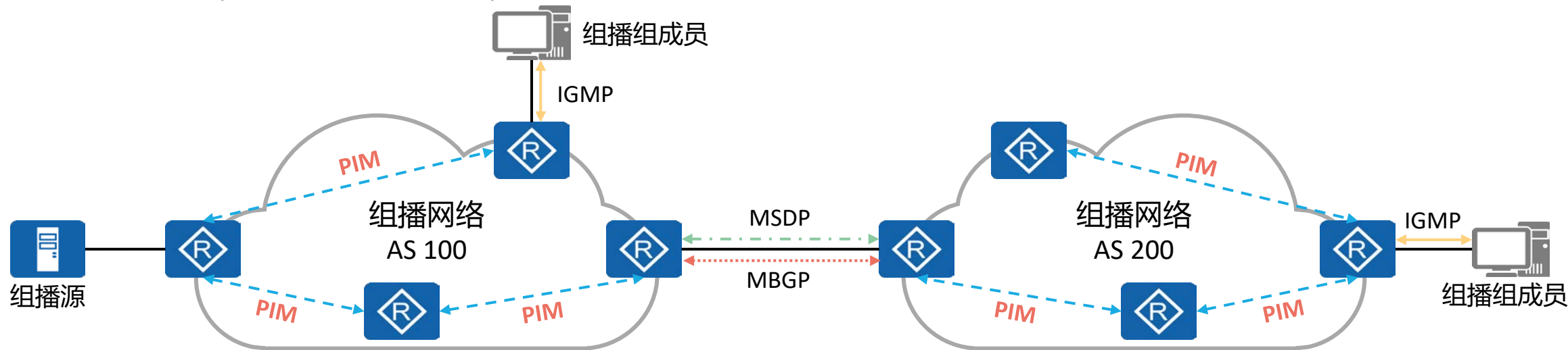
- 组播数据转发基本流程如下：





# 组播协议介绍回顾

- 组播网络需要基于多种组播协议才能建立转发路径：
  - 工作在成员端网络的主要是IGMP（Internet Group Management Protocol，因特网组管理协议）协议，用于告知组播网络，组成员的位置与所加组播组。
  - 工作在组播转发网络的协议主要是PIM，MSDP，MBGP。
    - **PIM**（Protocol Independent Multicast，协议无关组播）协议主要作用是**生成AS域内的组播分发树**。
    - MSDP（Multicast Source Discovery Protocol，组播源发现协议）主要作用是帮助生成AS域间的组播分发树。
    - MBGP（Multicast BGP，组播BGP）主要作用是帮助跨域组播流进行RPF校验。







# PIM协议介绍

- PIM称为协议无关组播。协议无关指的是与单播路由协议无关，即PIM不需要维护专门的单播路由信息。作为组播路由解决方案，它直接利用单播路由表的路由信息，对组播报文执行RPF检查，检查通过后创建组播路由表项，从而转发组播报文。
- 目前在实际网络中，PIM主要有两种模式：
  - **PIM-DM (PIM-Dense Mode, PIM密集模式)** 。
  - **PIM-SM (PIM-Sparse Mode, PIM稀疏模式)** ， PIM-SM模式根据组播服务模型又可以分为：
    - **PIM-SM (ASM)** ：为任意源组播建立组播分发树。
    - **PIM-SM (SSM)** ：为指定源组播建立组播分发树。



# PIM-DM与PIM-SM使用场景

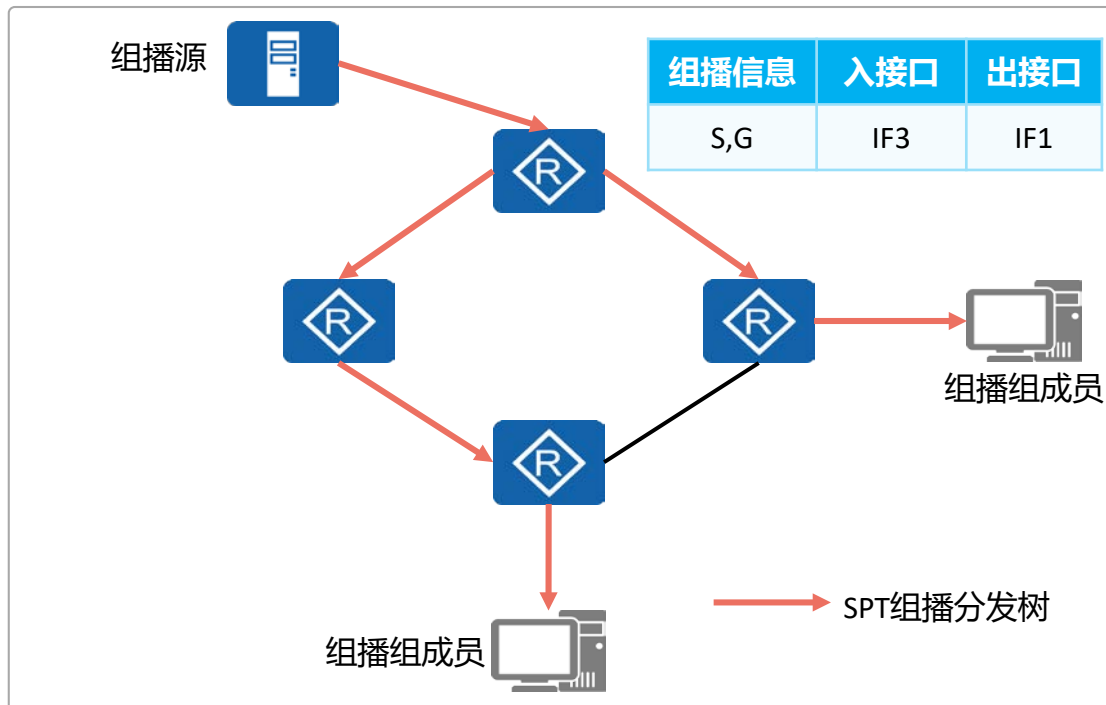
- PIM形成组播分发树主要有两种模式，即PIM-DM模式与PIM-SM模式，这两种模式分别用在不同的场景下：
  - **PIM-DM模式**主要用在**组成员较少且相对密集的组播网络中**，该模式建立组播分发树的基本思路是“扩散-剪枝”，即将组播流量全网扩散，然后剪枝没有组成员的路径，最终形成组播分发树。
  - **PIM-SM模式**主要用在**组成员较多且相对稀疏的组播网络中**，该模式建立组播分发树的基本思路是先收集组成员信息，然后再形成组播分发树。使用PIM-SM模式不需要全网泛洪组播，对现网的影响较小，因此**现网多使用PIM-SM模式**。



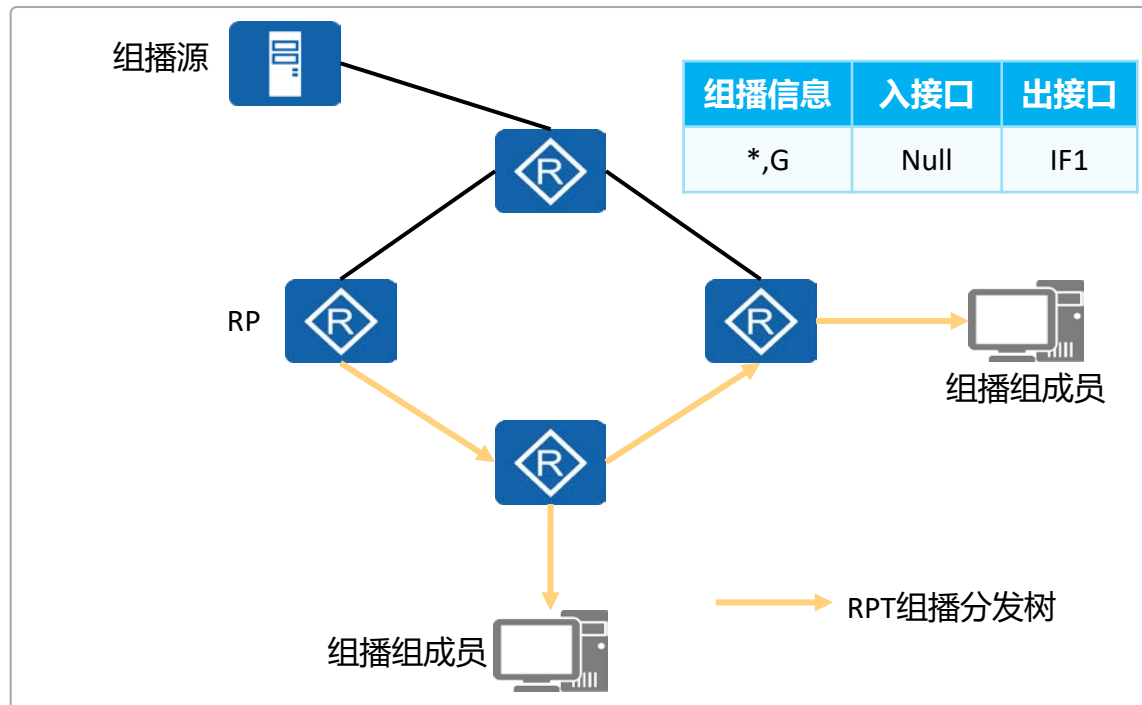
# 组播分发树的分类

- 通过PIM形成的组播分发树主要分为以下两种：
  - 以组播源为根，组播组成员为叶子的组播分发树称为**SPT**（Shortest Path Tree），在**PIM-DM**与**PIM-SM**中均有使用。
  - 以RP（Rendezvous Point）为根，组播组成员为叶子的组播分发树称为**RPT**（RP Tree），在**PIM-SM**中使用。

SPT



RPT





# PIM路由表项

- PIM路由表项即通过PIM协议建立的组播协议路由表项。
- PIM网络中存在两种路由表项：
  - (S, G) 路由表项主要用于在PIM网络中**建立SPT**。对于PIM-DM网络和PIM-SM网络适用。
  - (\*, G) 路由表项主要用于在PIM网络中**建立RPT**。对于PIM-SM网络适用。

## PIM (\*, G) 表项

(\*, 239.0.0.1)

Protocol: pim-sm, Flag: WC //Flag值的意义见备注

UpTime: 02:07:35

Upstream interface: NULL

Upstream neighbor: NULL

RPF prime neighbor: NULL

Downstream interface(s) information:

Total number of downstreams: 1

1: GigabitEthernet0/0/0

Protocol: pim-sm, UpTime: 02:07:35, Expires: -

流量触  
发创建

## PIM (S, G) 表项

(1.1.1.1, 239.0.0.1)

Protocol: pim-sm, Flag: ACT

UpTime: 02:10:27

Upstream interface: GigabitEthernet0/0/2

Upstream neighbor: 10.0.12.2

RPF prime neighbor: 10.0.12.2

Downstream interface(s) information:

Total number of downstreams: 1

1: GigabitEthernet0/0/0

Protocol: pim-sm, UpTime: 02:10:27, Expires: -



# PIM路由表项与组播路由表项

- 在不同的组播路由器上，组播路由表项会基于不同的表项汇总形成。
  - 最后一跳路由器的组播路由表项主要基于PIM路由表项，IGMP组表项和IGMP路由表项汇总形成。
  - 其余组播路由器的组播路由表项主要**基于PIM路由表项形成**。

## 基于PIM路由表生成组播路由表

### PIM (S, G) 表项

(1.1.1.1, 239.0.0.1)

Protocol: pim-dm, Flag: ACT

UpTime: 00:00:27

Upstream interface: GigabitEthernet1/0/1

Upstream neighbor: 10.0.12.2

RPF prime neighbor: 10.0.12.2

Downstream interface(s) information:

Total number of downstreams: 1

1: GigabitEthernet0/0/0

Protocol: pim-dm, UpTime: 00:00:27, Expires: -

### 组播路由表项

(1.1.1.1, 239.0.0.1)

Upstream Interface: GigabitEthernet1/0/1

Downstream interfaces

1: GigabitEthernet0/0/0

- 组播路由表项只能基于PIM (S, G) 路由表项形成。PIM (\*, G) 路由表项缺少入接口信息无法形成组播路由表。



# 目录

## 1. PIM基础介绍

## 2. PIM-DM介绍

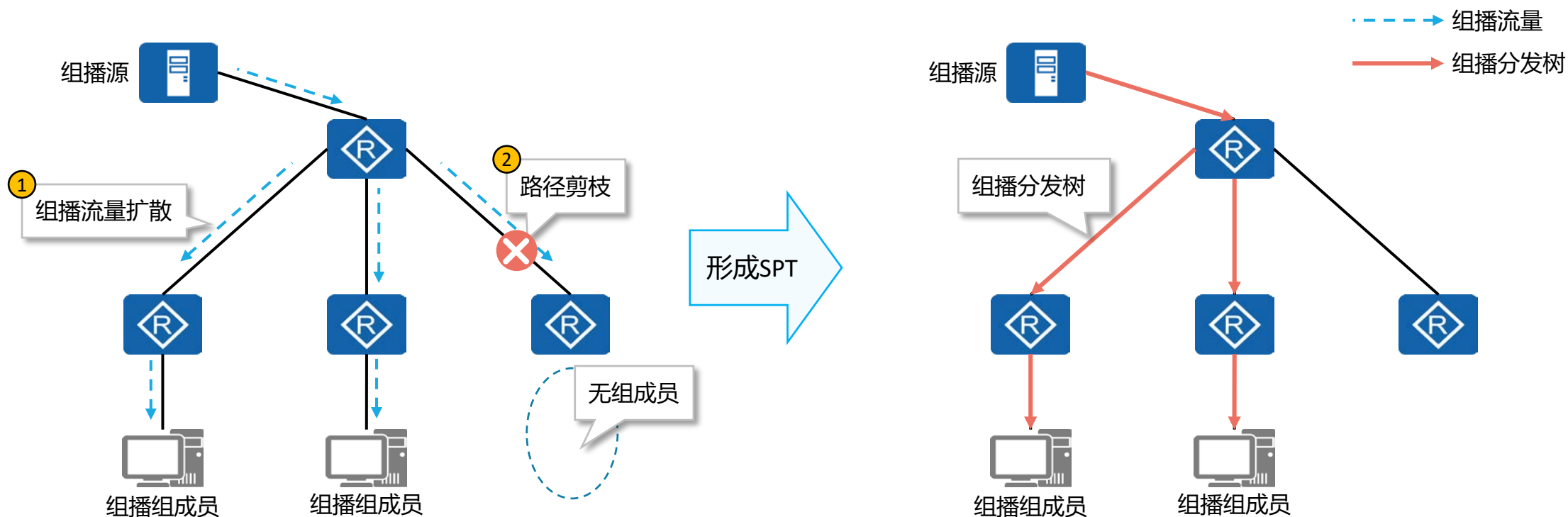
- PIM-DM工作原理
- PIM-DM基本配置

## 3. PM-SM介绍



# PIM-DM基本概念

- PIM-DM主要用在组成员较少且相对密集的网络中，通过“**扩散-剪枝**”的方式形成组播转发树（SPT）。
- PIM-DM在形成SPT的过程中，除了扩散（Flooding），剪枝（Prune）机制外，还会涉及邻居发现（Neighbor Discovery），嫁接（Graft），断言（Assert）和状态刷新（State Refresh）机制。





# PIM-DM协议报文

- PIM协议报文直接采用IP封装，**目的地址224.0.0.13**，**IP协议号103**。
- PIM-DM与PIM-SM使用的协议报文类型有所不同。
- PIM-DM使用报文主要是以下几类：

报文类型	报文功能
Hello	用于PIM邻居发现，协议参数协商，PIM邻居关系维护等
Join/Prune（加入/剪枝）	加入报文用于加入组播分发树，剪枝报文则用于修剪组播分发树。加入及剪枝报文在PIM中使用相同的报文格式，只不过报文载荷中的字段内容有所不同
Graft（嫁接）	用于将设备所在的分支嫁接到组播分发树
Graft-ACK（嫁接确认）	用于对邻居发送的Graft报文进行确认
Assert（断言）	用于断言机制

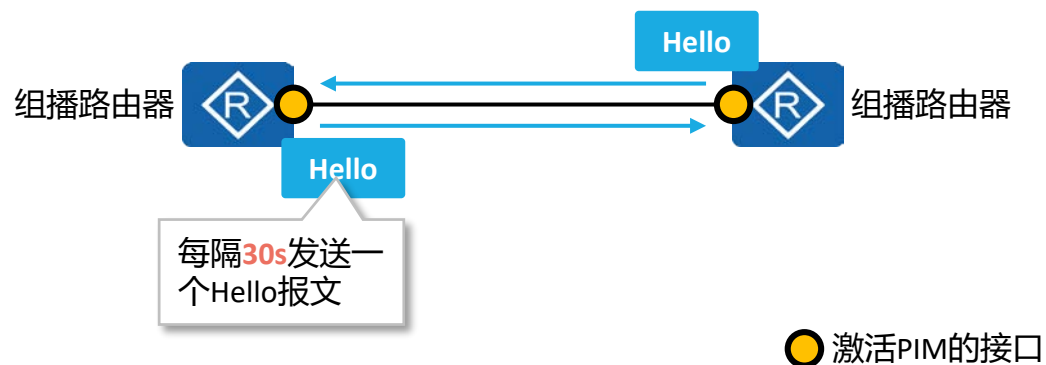




# 邻居发现

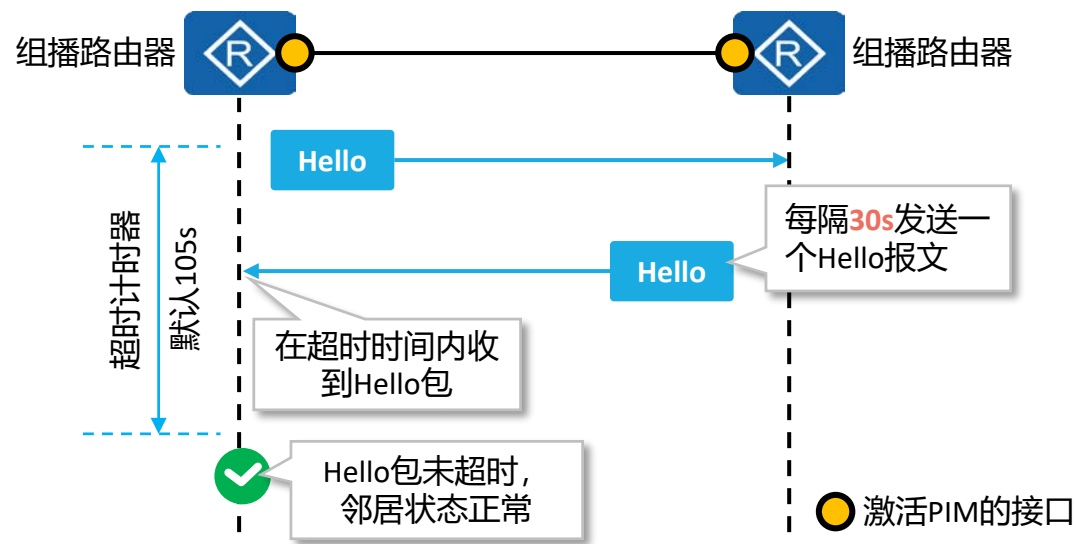
- 组播转发路径只能在PIM邻居之间建立，因此邻居发现是形成组播分发树的先决条件。
- 邻居发现主要通过PIM Hello包完成。

## 邻居发现与维持



- 当路由器的接口激活PIM后，接口便周期性发送PIM Hello数据包，目的地址224.0.0.13。交互Hello报文后，组播路由器之间就能知道邻居信息，建立PIM邻居关系。

## 维持邻居关系

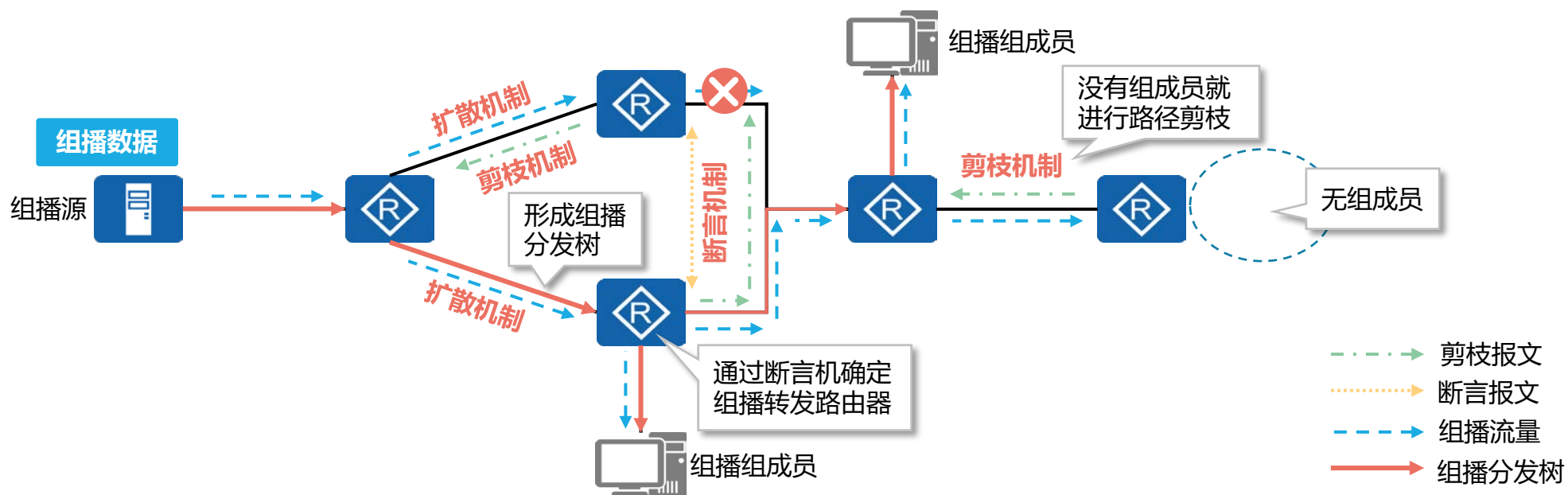


- PIM邻居关系依靠Hello包维持，邻居超时时间默认105s，如果超时时间内收不到邻居发来的Hello包，则删除邻居关系。



# 首次形成组播分发树

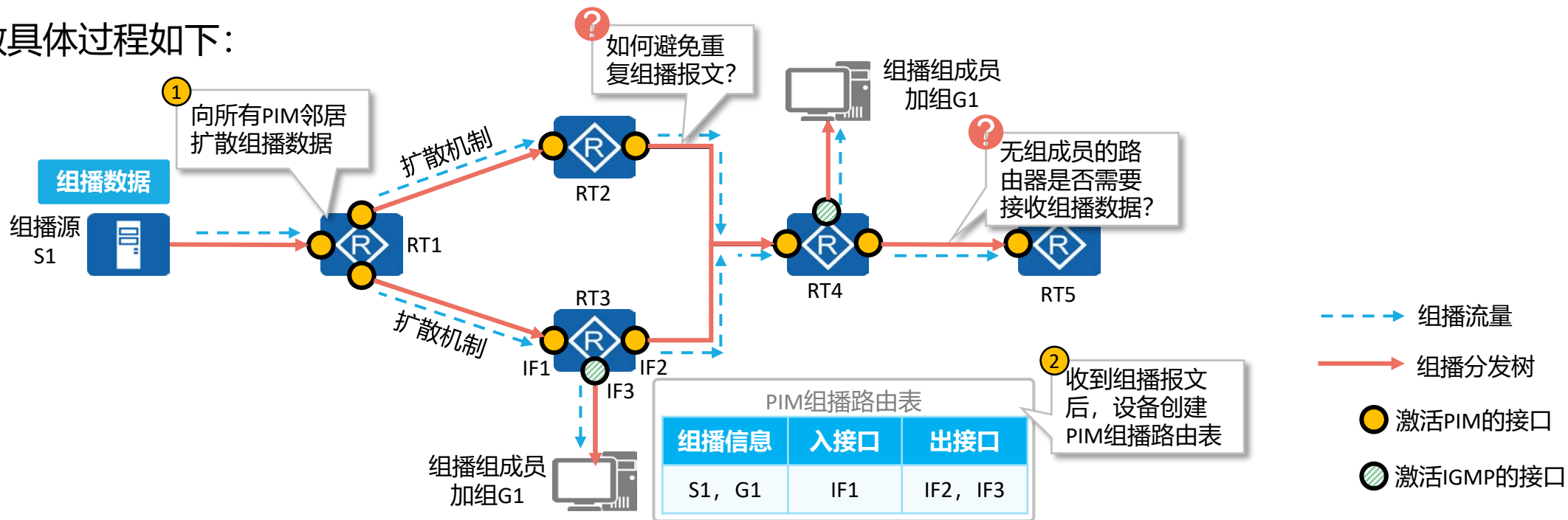
- PIM-DM模式首次形成组播分发树主要依赖扩散机制、剪枝机制、断言机制与DR选举机制。
  - 扩散机制：组播数据包向所有的PIM邻居泛洪，同时组播路由器产生组播路由表项。
  - 断言机制：当组播转发过程中存在多路访问网络，则需要选举出一个组播转发路由器，避免重复组播报文。
  - 剪枝机制：如果组播路由器下没有组成员，则将源到该组播路由器的组播转发路径剪枝。





# 扩散机制

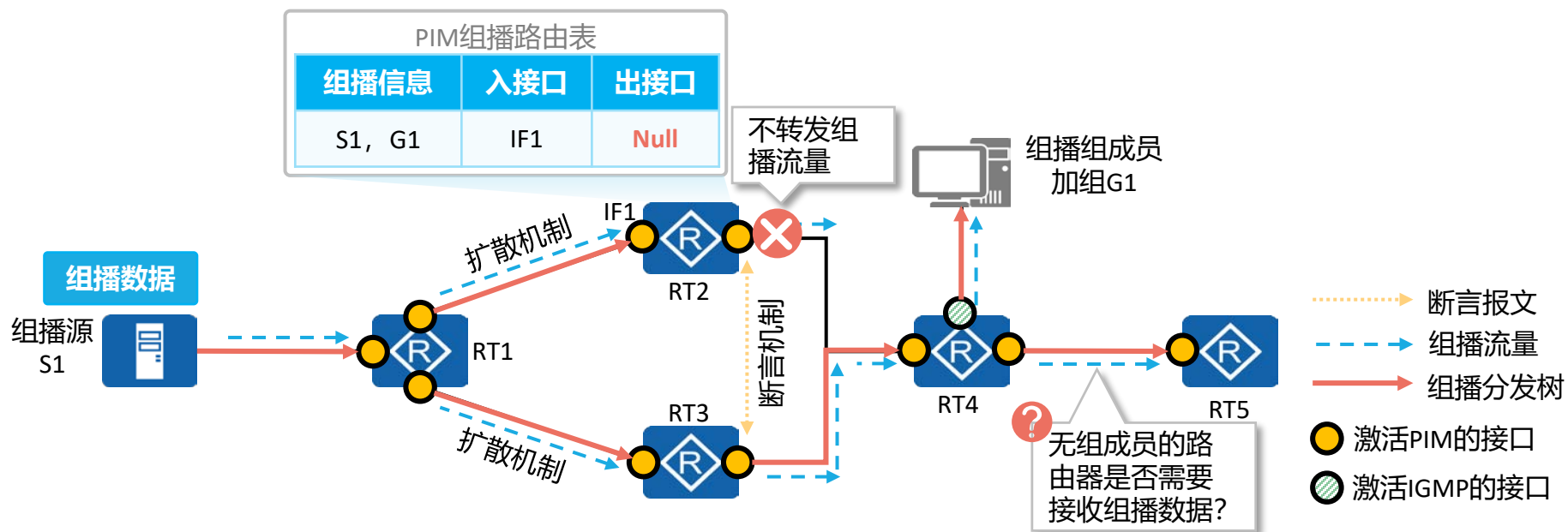
- 组播源发送的组播报文会在全网内扩散。当PIM路由器接收到组播报文，先进行**RPF检查**，通过后会在该路由器上**创建 (S, G) 表项**，之后会向所有PIM邻居发送。
- PIM-DM形成的 (S, G) 表项有老化时间（默认210s），如果老化时间超时前没有收到新的组播报文，则删除 (S, G) 表项。
- 扩散具体过程如下：





# 断言机制

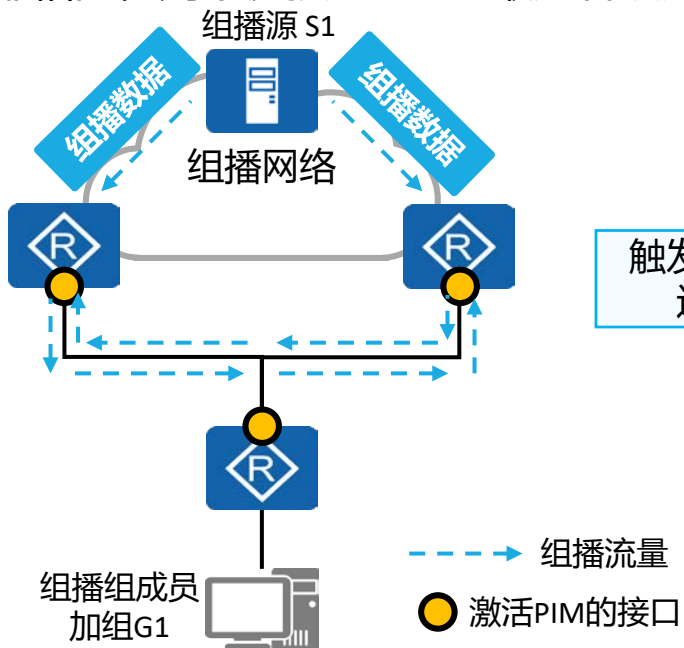
- 当一个网段内有多个相连的PIM路由器向该网段转发组播报文时，需要通过断言机制（Assert）来保证**只有一个PIM路由器向该网段转发组播报文**。
- 通过断言机制的选举规则将决定组播路由器的转发行为：
  - 获胜一方的下游接口称为**Assert Winner**，将负责后续对该网段组播报文的**转发**。
  - 落败一方的下游接口称为**Assert Loser**，后续**不会**对该网段**转发**组播报文，PIM路由器也会将其从（S，G）表项**下游接口列表中删除**。



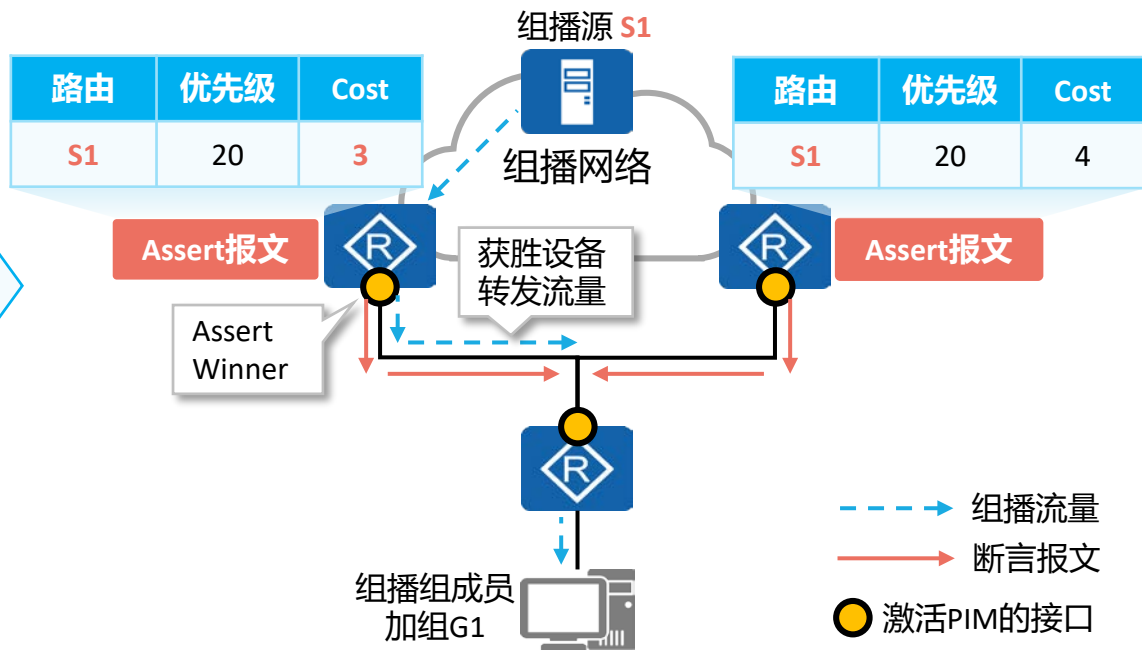


# 断言机制选举规则

- PIM路由器在**接收到**邻居路由器发送的**相同组播报文**后，会向该网段**发送断言（Assert）报文**，进行Assert选举。Assert报文内会携带到组播源的单播路由前缀，路由优先级与开销。选举规则如下：
  - 单播路由协议优先级较高者获胜。
  - 如果优先级相同，则到组播源的开销较小者获胜。
  - 如果以上都相同，则下游接口IP地址最大者获胜。



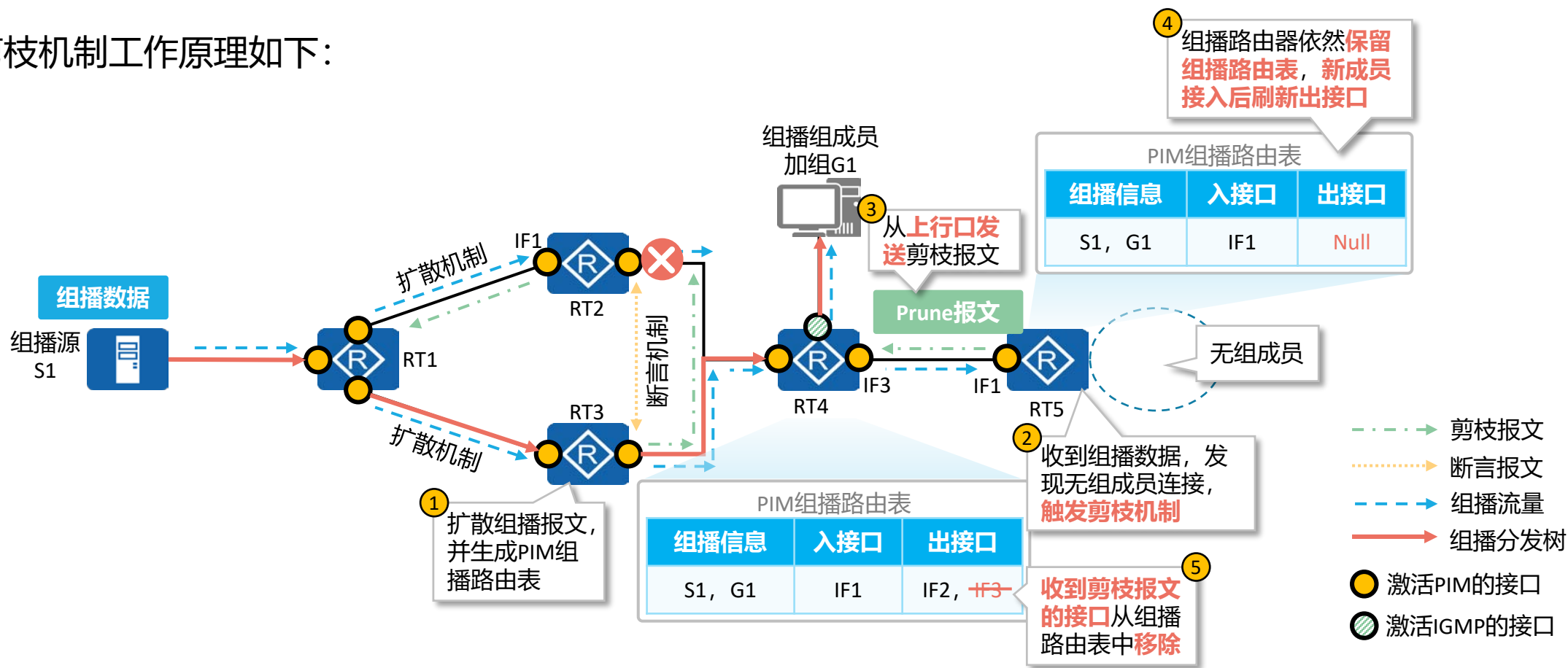
触发Assert选举





# 剪枝机制

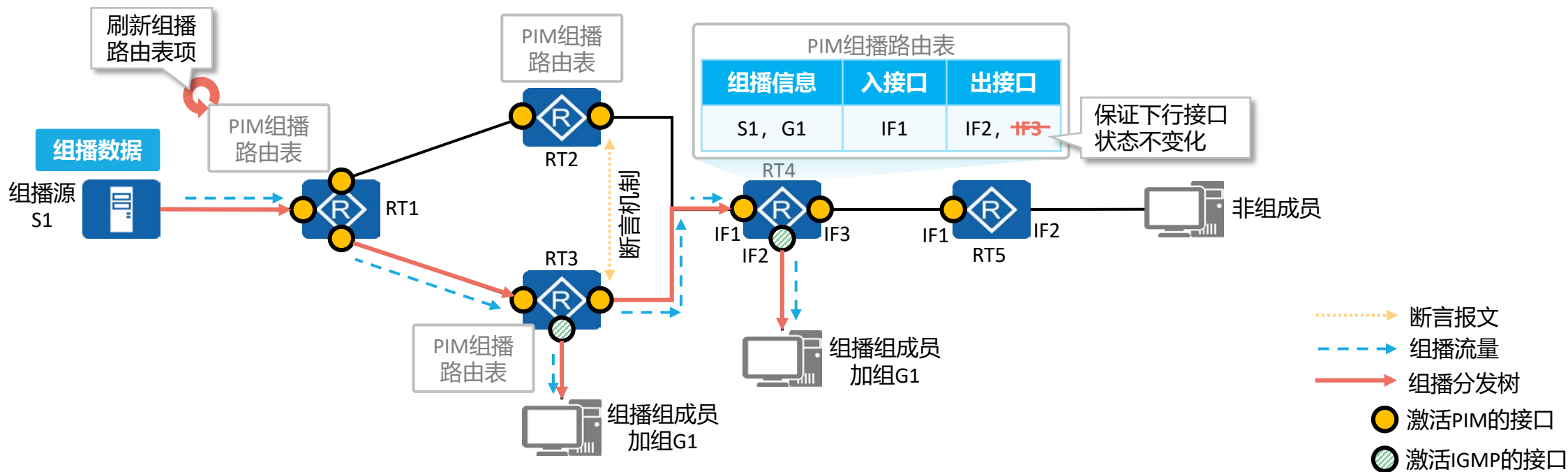
- 对于没有组成员连接的组播路由器，组播网络无需再将组播流量继续发往该设备。通过剪枝机制，组播网络可以将此类路径剪枝。
- 剪枝机制工作原理如下：





# 维护组播分发树

- 组播分发树形成后不会一直存在，也不会一直不变。
- 在PIM邻居关系稳定，组成员没有变化的情况下，维护组播分发树一般有两种方式：
  - 持续发送组播报文，保证组播路由表项能一直存在。
  - 发送状态刷新报文，保证组播路由表项的下行接口状态不发生变化。

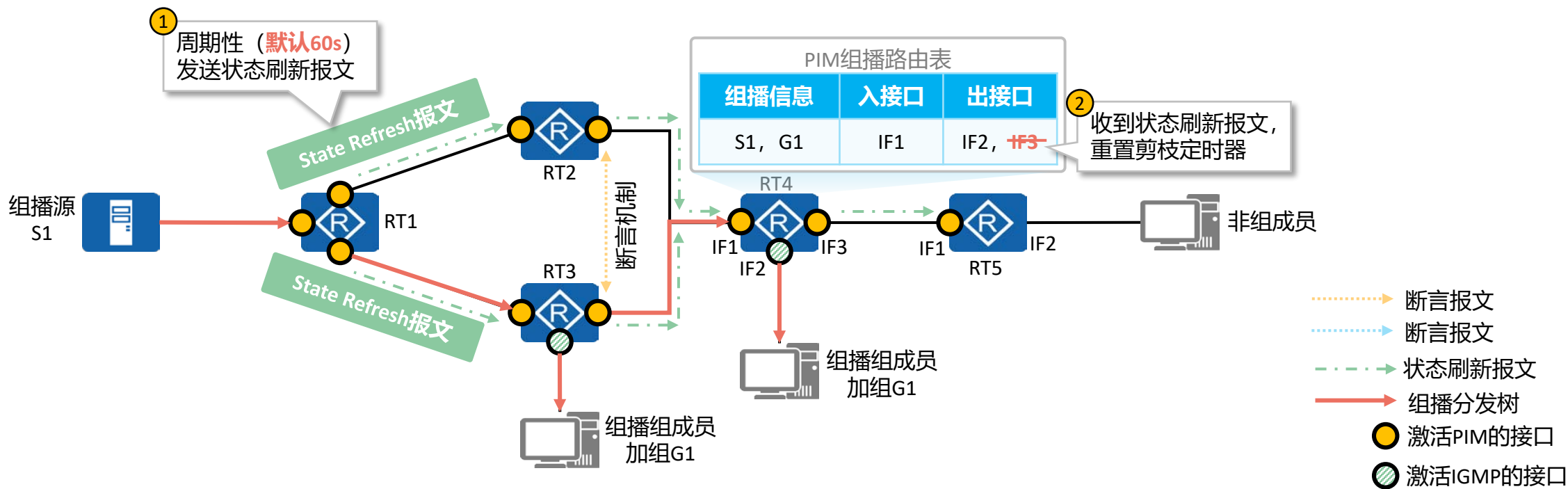






# 状态刷新机制

- 在PIM-DM网络中，为了避免被裁剪的接口因为“剪枝定时器”超时而恢复转发，离组播源最近的第一跳路由器会周期性地触发State Refresh报文在全网内扩散。
- 收到State Refresh报文的PIM路由器会刷新剪枝定时器的状态。被裁剪接口的下游叶子路由器如果一直没有组成员加入，该接口将一直处于抑制转发状态。







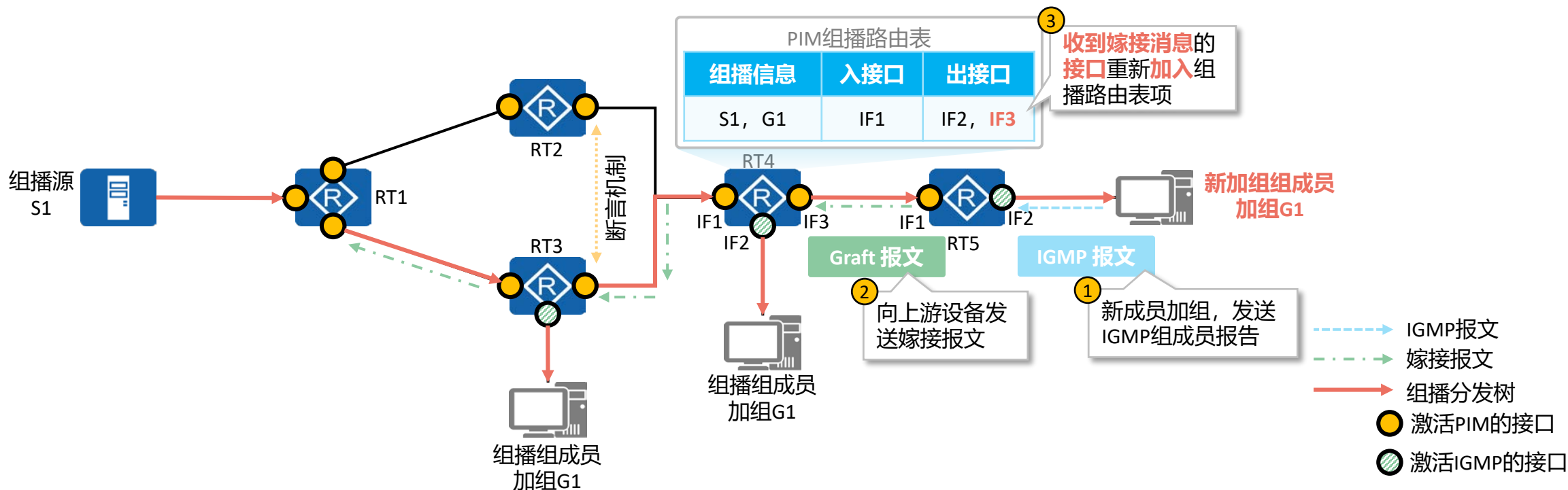
## 新成员加组

- 当有新成员加入组播组后，组播网络需要**更新组播分发树**，才能将组播数据发往组成员。PIM-DM模式在使用“扩散-剪枝”的方式建立组播分发树后，通过**状态刷新机制**，使**下行接口一旦被抑制就无法自动恢复**。
- 因此需要一些机制来更新组播分发树，一般PIM-DM模式更新组播分发树的方法有两种：
  - 等待组播路由表超时后，全网重新泛洪。该方法不可控，在现网中无法实现
  - 使用嫁接（Graft）机制，当新成员加组后，**主动反向建立组播分发路径**。现网中一般使用嫁接机制来实现新成员加组。



# 嫁接机制

- PIM-DM通过嫁接机制，使有新组成员加入的网段快速得到组播报文。
- 叶子路由器通过IGMP了解到与其相连的用户网段上，组播组G有新的组成员加入。随后叶子路由器会**基于本地的组播路由表**向上游发送Graft报文，请求上游路由器**恢复相应出接口**转发，将其添加在（S，G）表项下游接口列表中。





# 目录

## 1. PIM基础介绍

## 2. PIM-DM介绍

- PIM-DM工作原理

- PIM-DM基本配置

## 3. PM-SM介绍



# PIM-DM的基本配置

1. 使能路由器的组播路由功能

```
[Huawei] multicast routing-enable
```

2. 在接口上使能PIM-DM

```
[Huawei - GigabitEthernet1/0/0] pim dm
```

3. 查看PIM邻居参数

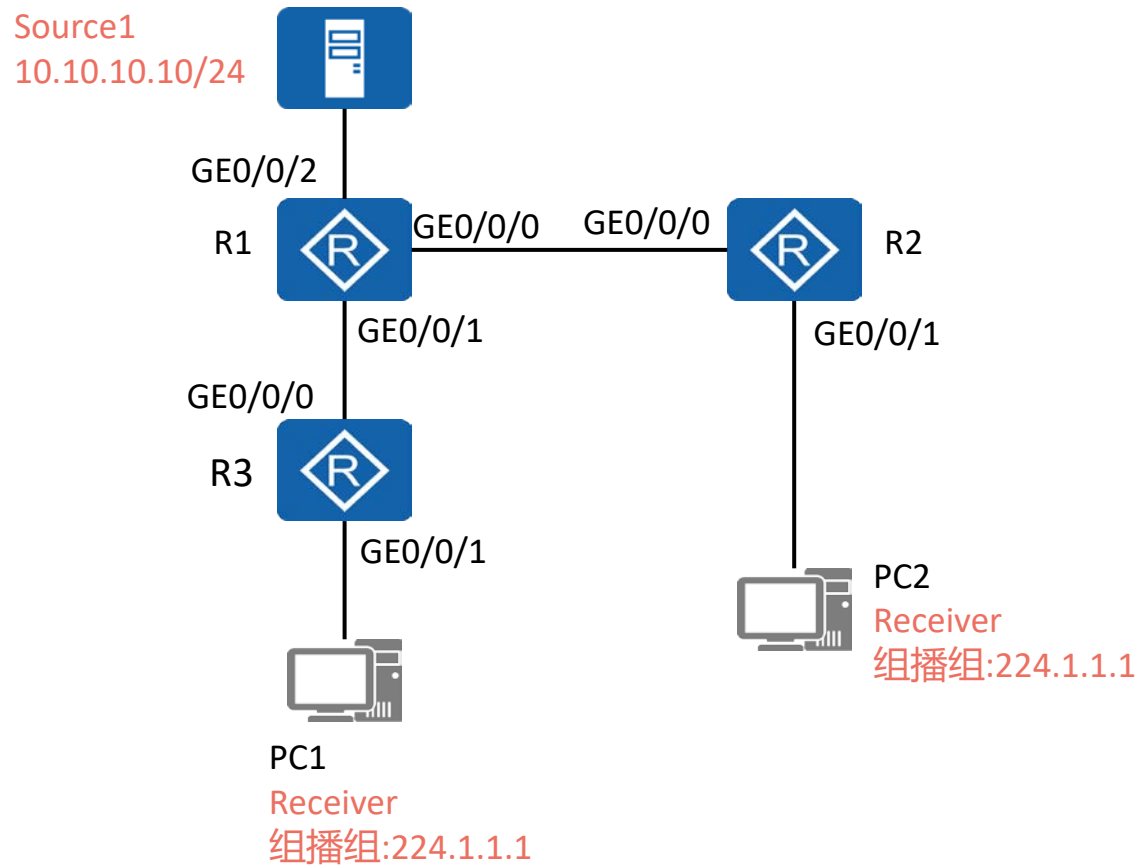
```
<Huawei>display pim neighbor
```

4. 查看PIM路由表参数

```
<Huawei>display pim routing-table
```



# PIM-DM基础实验



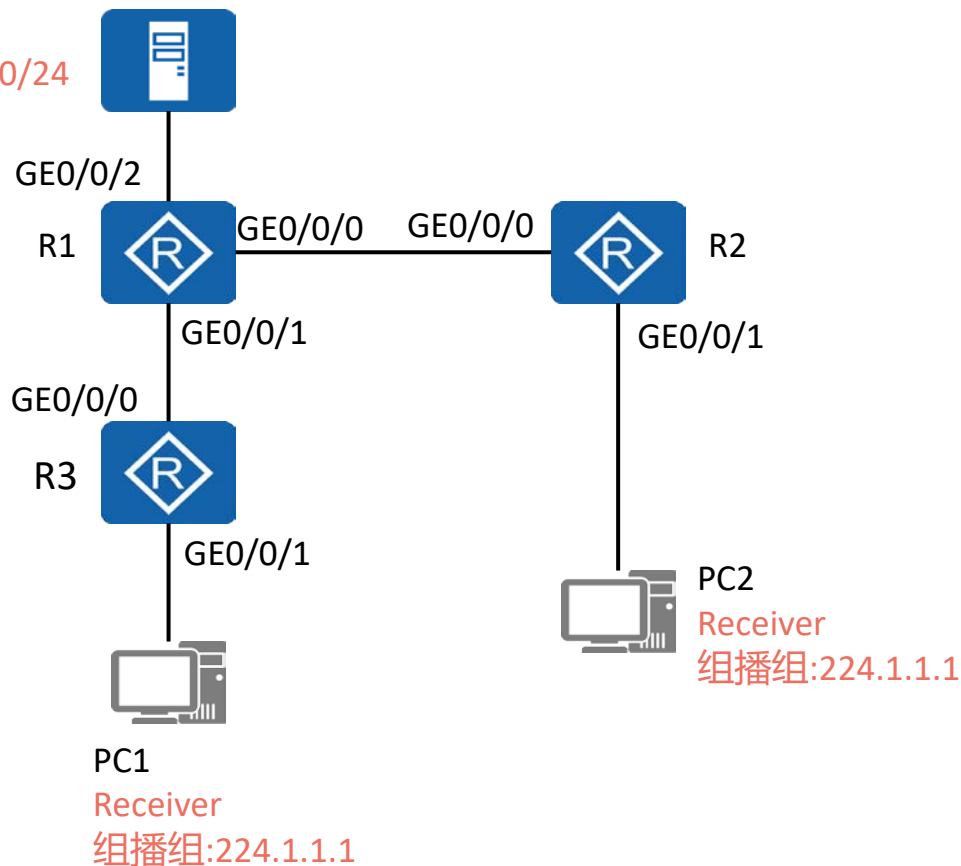
- 实验要求:

- 通过PIM-DM协议让PC1、PC2可以接收到组播源的数据包。



# PIM-DM的配置 (1)

Source1  
10.10.10.10/24



(省略接口IP、OSPF的配置)

R1的配置如下:

```
[R1]multicast routing-enable
[R1]interface g0/0/2
[R1-GigabitEthernet0/0/2]pim dm
[R1-GigabitEthernet0/0/2]interface g0/0/0
[R1-GigabitEthernet0/0/0]pim dm
[R1-GigabitEthernet0/0/0]interface g0/0/1
[R1-GigabitEthernet0/0/1]pim dm
```

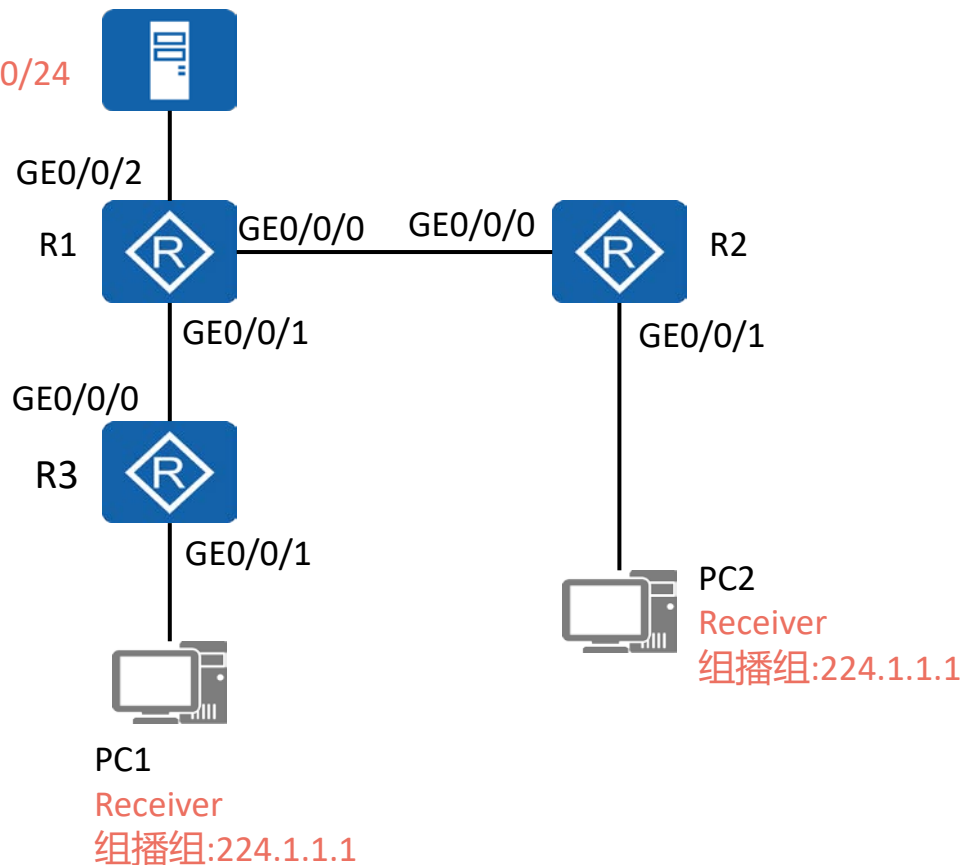
R2的配置如下:

```
[R2]multicast routing-enable
[R2]interface g0/0/0
[R2-GigabitEthernet0/0/0]pim dm
[R2-GigabitEthernet0/0/0]interface g0/0/1
[R2-GigabitEthernet0/0/1]igmp enable
```



## PIM-DM的配置 (2)

Source1  
10.10.10.10/24



**R3的配置如下:**

```
[R3]multicast routing-enable
[R3]interface g0/0/0
[R3-GigabitEthernet0/0/0]pim dm
[R3-GigabitEthernet0/0/0]interface g0/0/1
[R3-GigabitEthernet0/0/1]igmp enable
```

(省略接口IP、OSPF的配置)



# 查看参数

<R1>display pim routing-table

VPN-Instance: public net

Total 0 (\*, G) entry; 1 (S, G) entry

(10.10.10.10, 224.1.1.1)

Protocol: pim-dm, Flag: LOC ACT

UpTime: 00:00:34

Upstream interface: GigabitEthernet0/0/2

Upstream neighbor: NULL

RPF prime neighbor: NULL

Downstream interface(s) information:

Total number of downstreams: 2

1: GigabitEthernet0/0/0

Protocol: pim-dm, UpTime: 00:00:34, Expires: never

2: GigabitEthernet0/0/1

Protocol: pim-dm, UpTime: 00:00:34, Expires: never





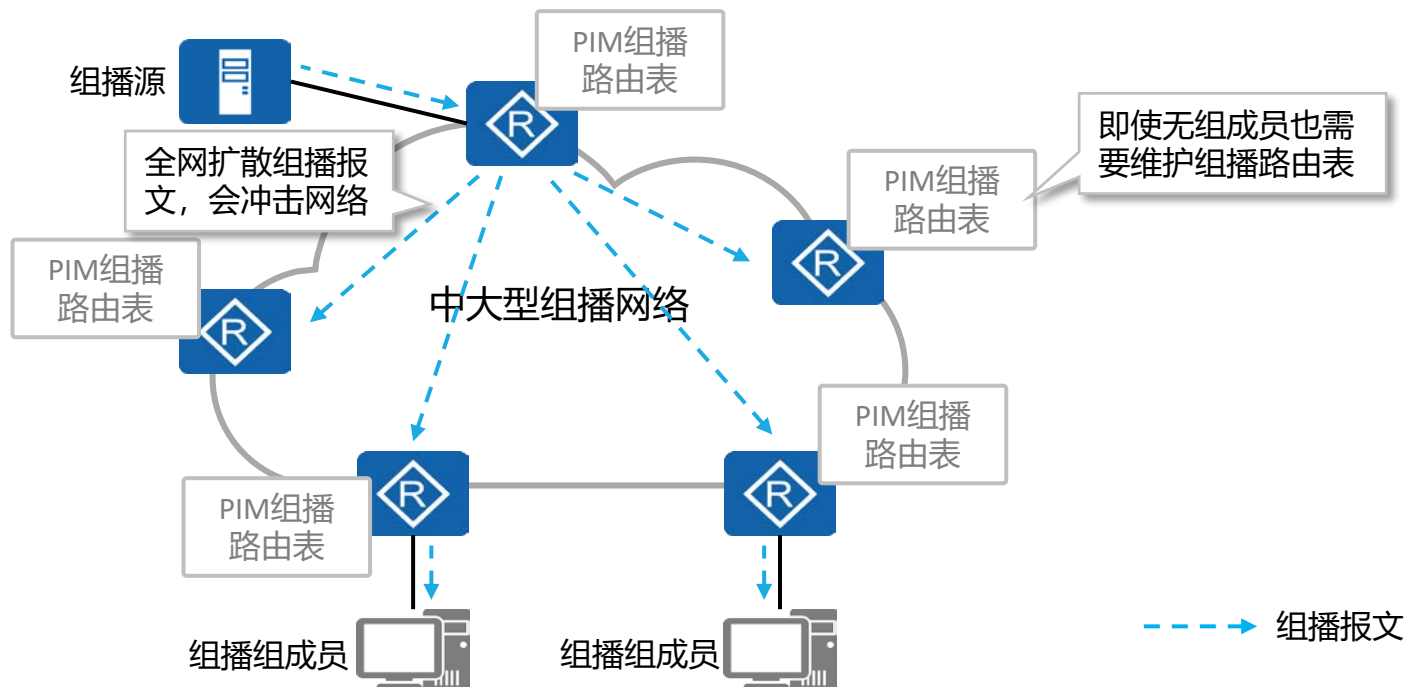
# 目录

1. PIM基础介绍
2. PIM-DM介绍
- 3. PM-SM介绍**
  - PIM-SM(ASM)工作原理
  - PIM-SM(SSM)工作原理
  - PIM-SM基本配置



# PIM-DM的局限性

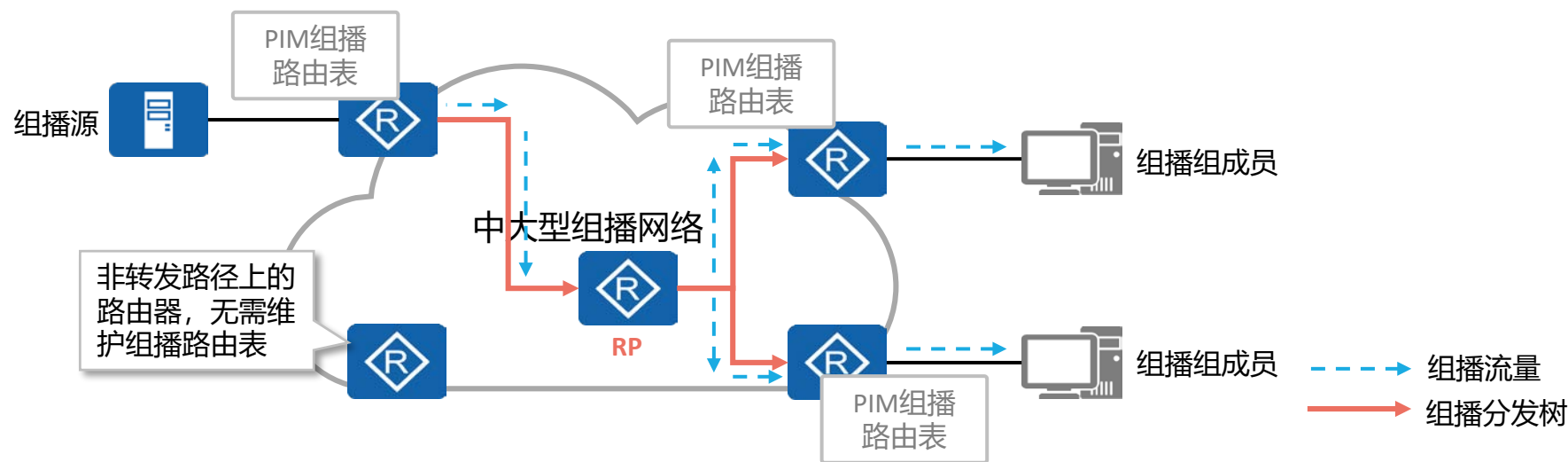
- 中大型组播网络中由于网络较大，如果依然使用PIM-DM会遇到诸多问题：
  - 使用“扩散-剪枝”方式需要全网扩散组播报文，对于**网络有一定冲击**。
  - 所有组播路由器**均需要维护组播路由表**，即使该组播路由器无需转发组播数据。
  - 对于组成员较为稀疏的组播网络，使用“扩散-剪枝”形成组播分发树的**效率不高**。





# PIM-SM(ASM)介绍

- PIM-DM模型使用“扩散-剪枝”形成组播分发树的原因是：组播网络中大部分组播路由器无法得知组成员的位置。
- PIM-SM（ASM）模型形成组播分发树的方法是：
  - 将组成员的位置事先告知某台组播路由器（Rendezvous Point，RP），形成**RPT（RP Tree）**。
  - 组播源在发送组播数据时，组播网络先将组播数据**发送至RP**，然后由RP再将组播数据转发给组成员。
  - 对于部分次优的组播转发路径，PIM-SM（ASM）能**自动优化为最优路径（SPT）**。





# PIM-SM(ASM)协议报文

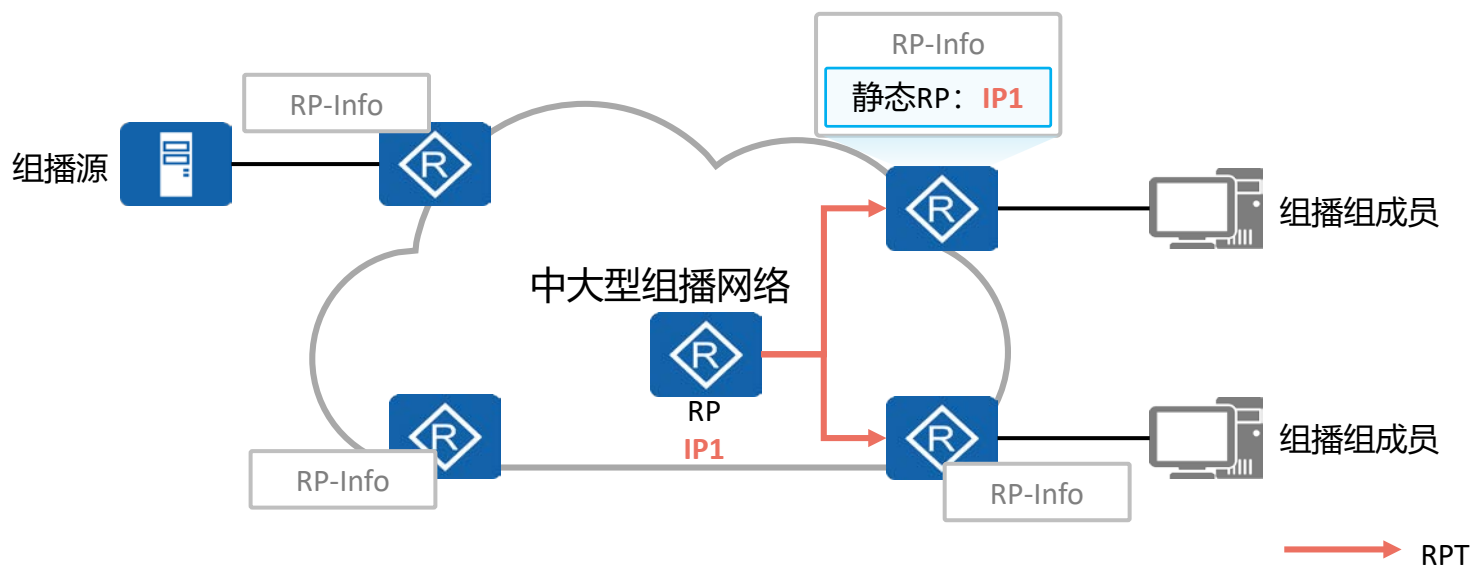
- PIM协议报文直接采用IP封装，目的地址224.0.0.13，IP协议号103。
- PIM-SM使用报文主要是以下几类：

报文类型	报文功能
Hello	用于PIM邻居发现，协议参数协商，PIM邻居关系维护等
Register（注册）	用于事先源的注册过程。这是一种单播报文，在源的注册过程中，组播数据被第一跳路由器封装在单播注册报文中发往RP
Register-Stop（注册停止）	RP使用该报文通知第一跳路由器停止通过注册报文发送组播流量
Join/Prune（加入/剪枝）	加入报文用于加入组播分发树，剪枝则用于修剪组播分发树
Assert（断言）	用于断言机制
Bootstrap（自举）	用于BSR选举。另外BSR也使用该报文向网络中扩散C-RP（Candidate-RP，候选RP）的汇总信息
Candidate-RP-Advertisement（候选RP通告）	C-RP使用该报文向BSR发送通告，报文中包含该C-RP的IP地址及优先级等信息



# RP介绍

- 汇聚点RP (Rendezvous Point) 为网络中一台重要的PIM路由器，用于处理源端DR注册信息及组成员加入请求，网络中的**所有PIM路由器都必须知道RP的地址**，类似于一个供求信息的汇聚中心。
- 目前可以通过以下方式配置RP：
  - **静态RP**：在网络中的所有PIM路由器上配置相同的RP地址，静态指定RP的位置。
  - **动态RP**：通过选举机制在多个C-RP (Candidate-RP, 候选RP) 之间选举出RP。

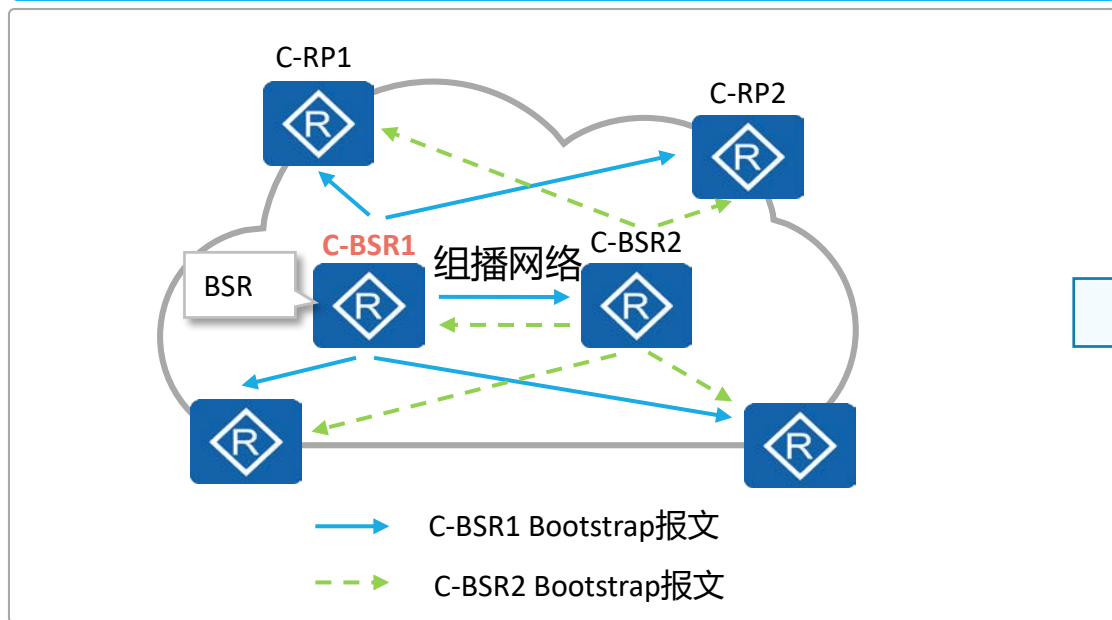




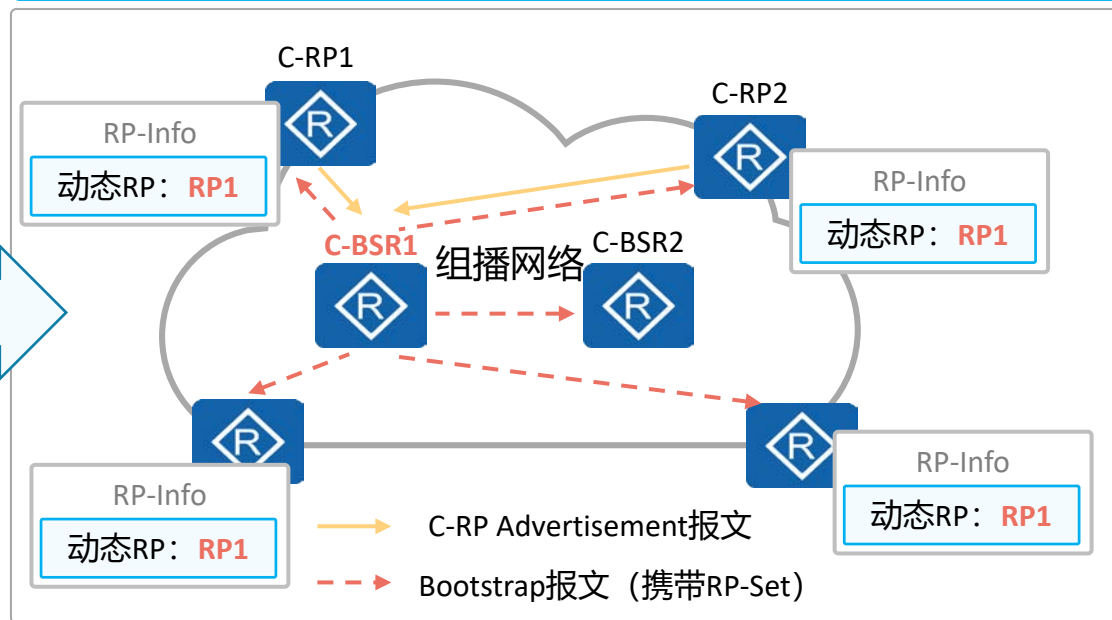
# 动态选举RP

- 动态选举RP会涉及两类角色C-BSR（Candidate-Bootstrap Router）与C-RP（Candidate-RP）：
  - C-BSR通过竞选能选举出一个唯一的BSR。
  - BSR的作用是收集C-RP的信息并形成RP-Set信息，BSR通过PIM报文将RP-Set信息扩散给所有PIM路由器。
  - PIM路由器收到RP-Set消息后，根据RP选举规则选举出合适的RP。

## BSR选举



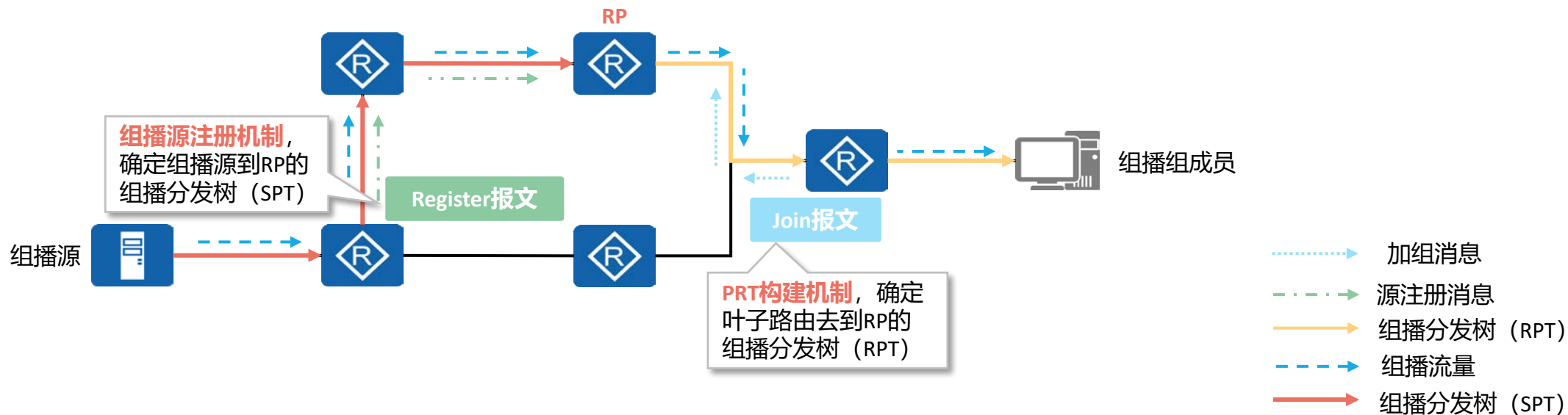
## RP选举





# 首次形成组播分发树

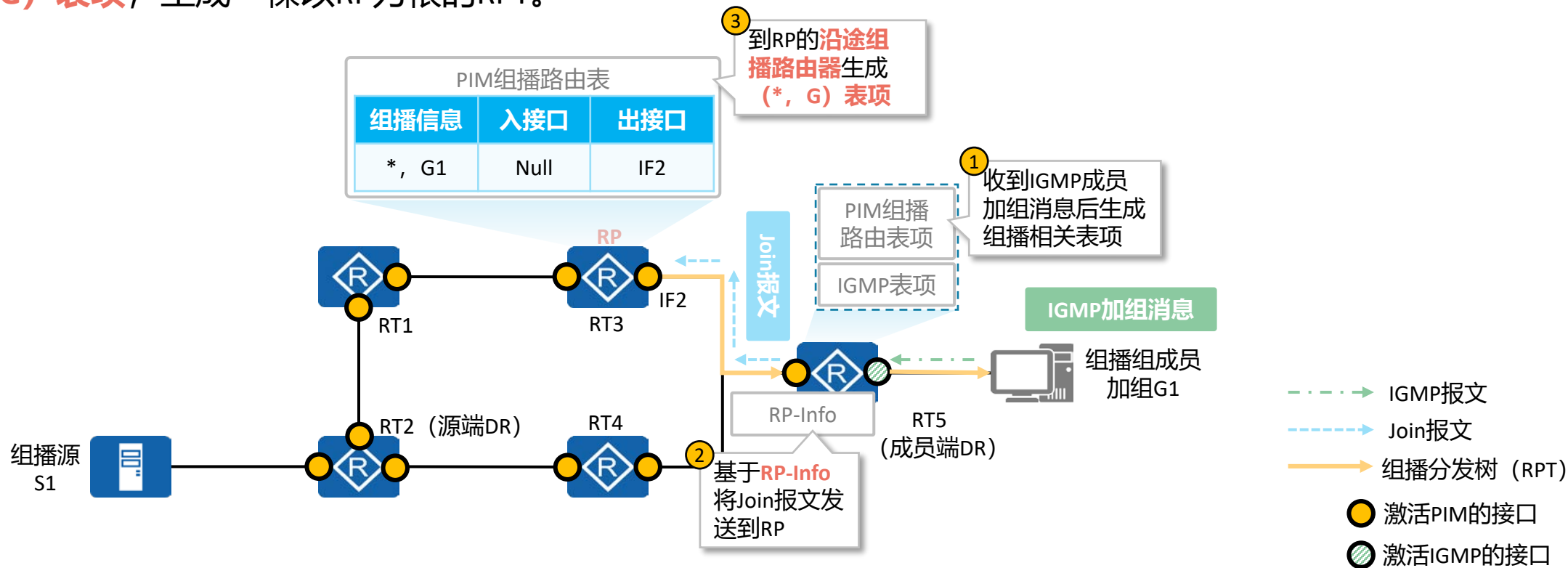
- PIM-SM（ASM）模式首次形成组播分发树主要依赖RPT构建机制，组播源注册机制与DR选举机制。
  - RPT构建机制：组播叶子路由器主动建立到RP的组播分发树（RPT）
  - 组播源注册机制：通过该机制形成组播源到RP的组播分发树（SPT）
  - DR选举机制：DR负责源端或组成员端组播报文的收发，避免重复组播报文，同时成员端DR还负责发送Join加组消息。





# RPT构建

- RPT (RP Tree) 是一棵**以RP为根**，以存在组成员关系的**PIM路由器为叶子**的组播分发树。
- 当网络中出现组成员（形成IGMP表项）时，组成员端DR向RP发送Join报文，在通向RP的路径上逐跳创建 **(\*, G)** 表项，生成一棵以RP为根的RPT。

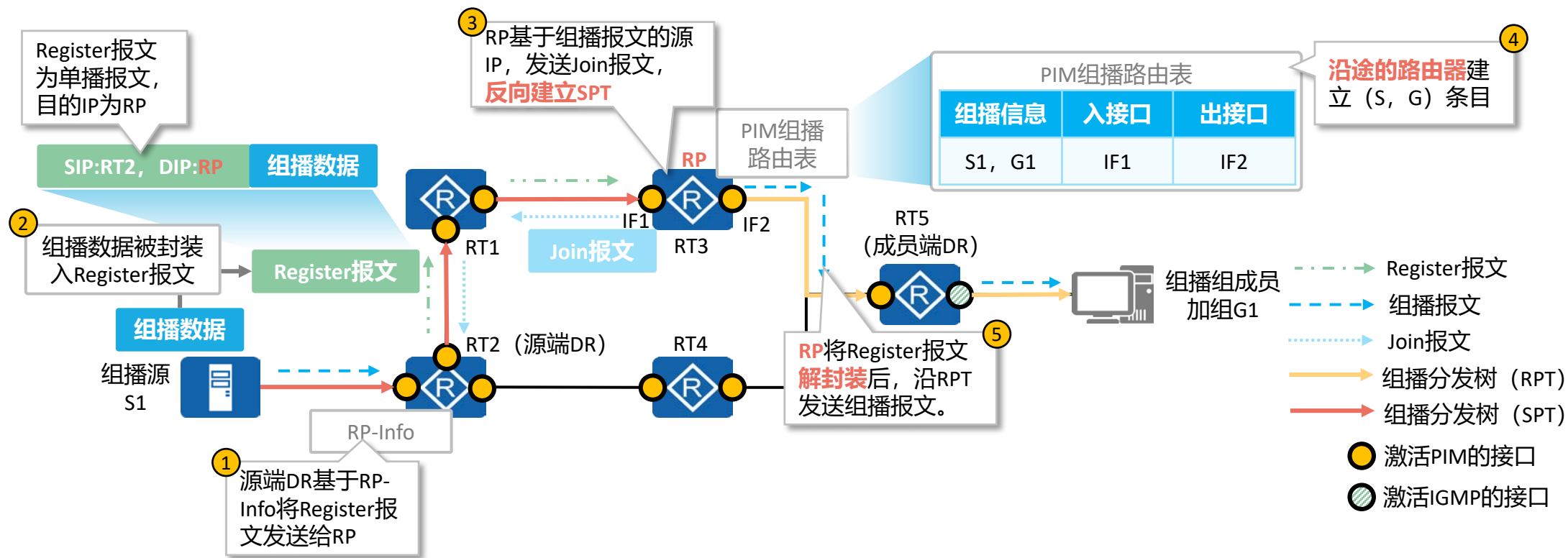






# 组播源注册机制 – 形成SPT

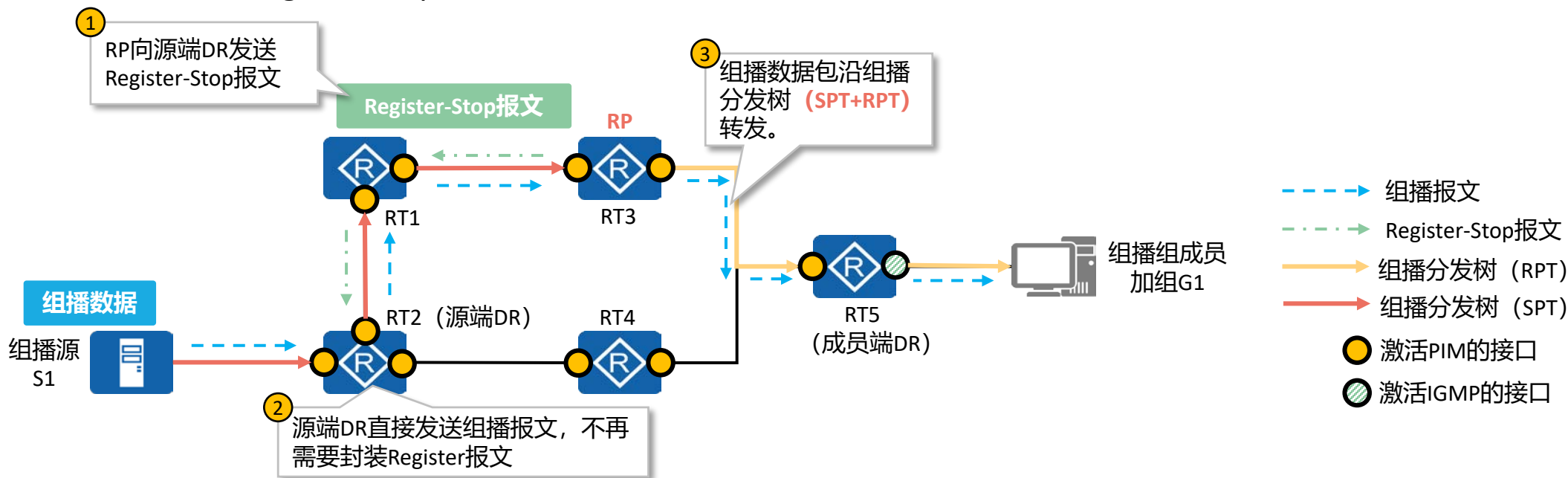
- PIM-SM (ASM) 模型中，源端DR到RP的组播分发树无法使用Join报文创建，因此需要**组播源注册机制**帮助形成源端DR到RP的组播分发树 (SPT)。
- 形成SPT需要基于Register报文与Join报文，具体过程如下：





# 组播源注册机制 – 转发组播数据

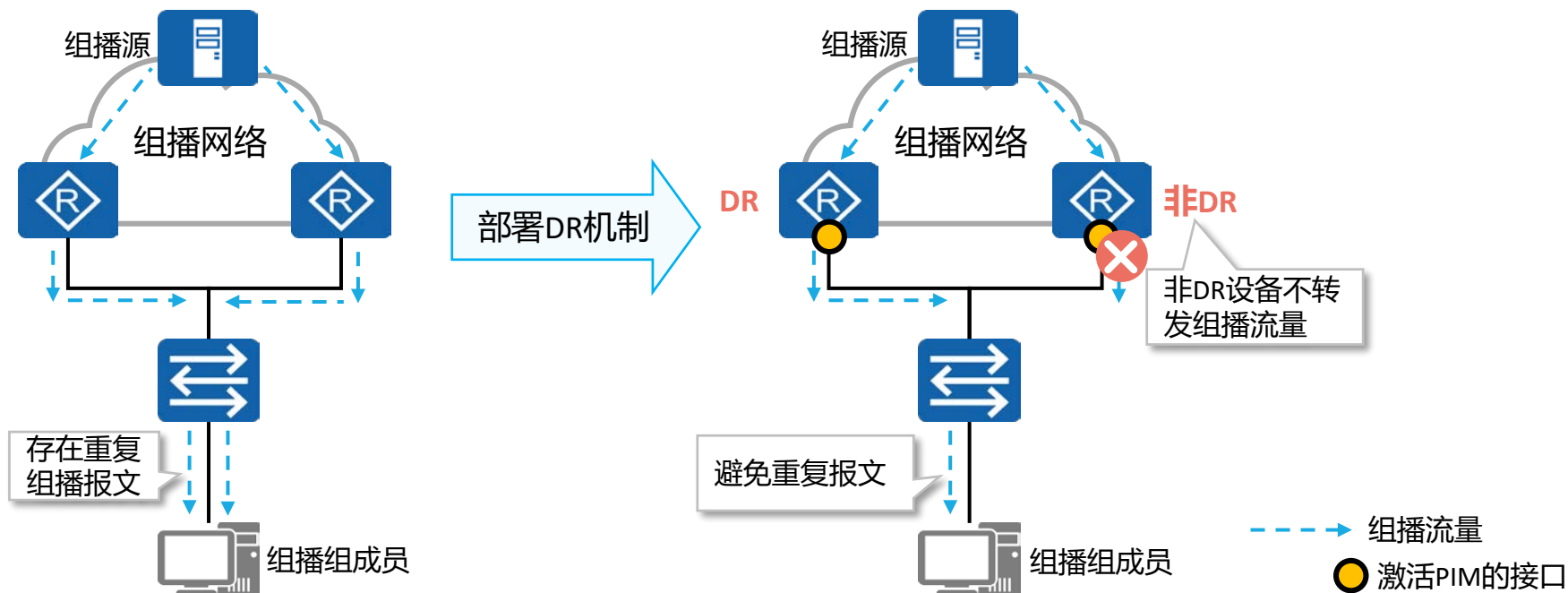
- 组播源信息注册到RP后，就形成了组播源到RP的SPT，但源端DR此时仍然会将组播数据包封装入Register报文，该方式会造成一些问题：
  - 源端DR最初发送的是单播Register报文，但是该方式会**加重源端DR与RP的工作量**。
  - 源端DR形成到RP的SPT后，**会同时发送单播Register报文和组播报文**，造成重复组播包的问题。
- SPT建立后，RP使用Register-Stop报文通知源端DR后续报文可以以组播报文形式发送。





# 源/末端网络中的重复组播报文

- 在**源端网络或者成员端网络**中，有可能有多台组播路由器转发组播流量，从而造成**重复组播报文**的问题。
- PIM DR (Designated Router) 是源端网络或者成员端网络的**唯一组播转发者**，由于不存在别的组播转发路由器就避免了重复组播报文的问题。

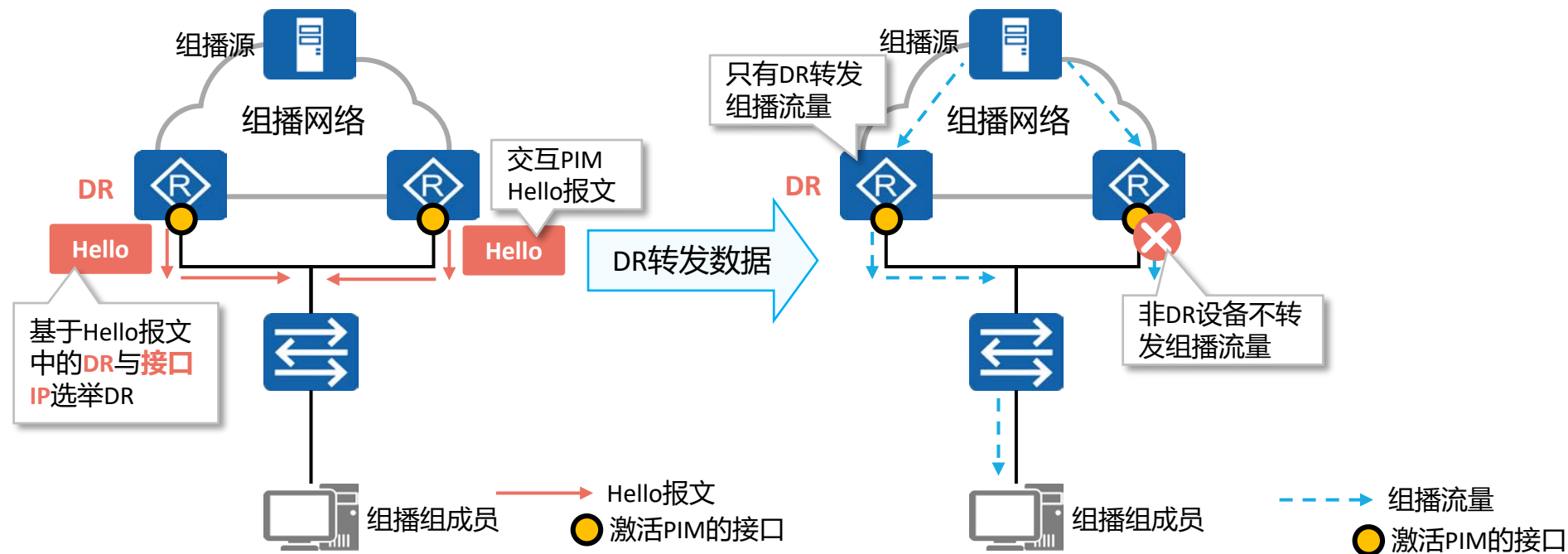




# PIM DR选举

- PIM DR的选举：

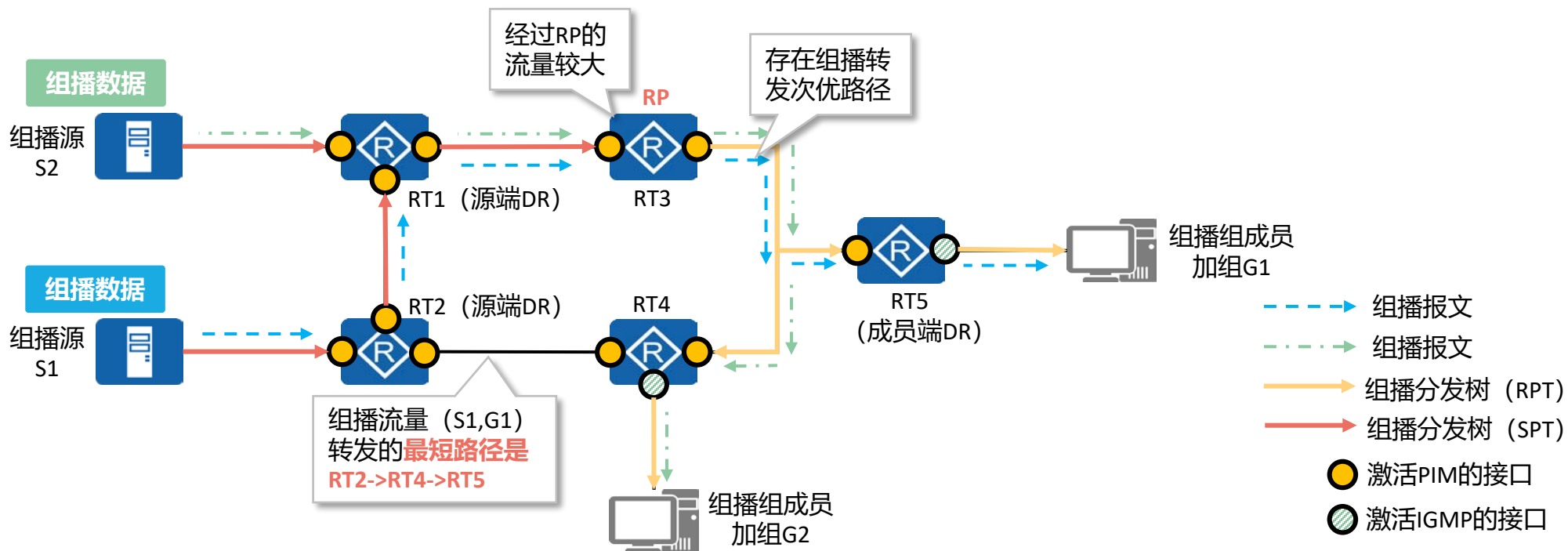
- 在PIM-SM（ASM）中各路由器通过比较Hello消息上携带的**优先级**和**IP地址**，为多路访问网络选举指定路由器DR。
- 接口DR优先级高**的路由器将成为该MA网络的DR，在优先级相同的情况下，**接口IP地址大**的路由器将成为DR。
- 当DR出现故障后，邻居路由器之间会重新选举DR。





# RPT次优路径问题

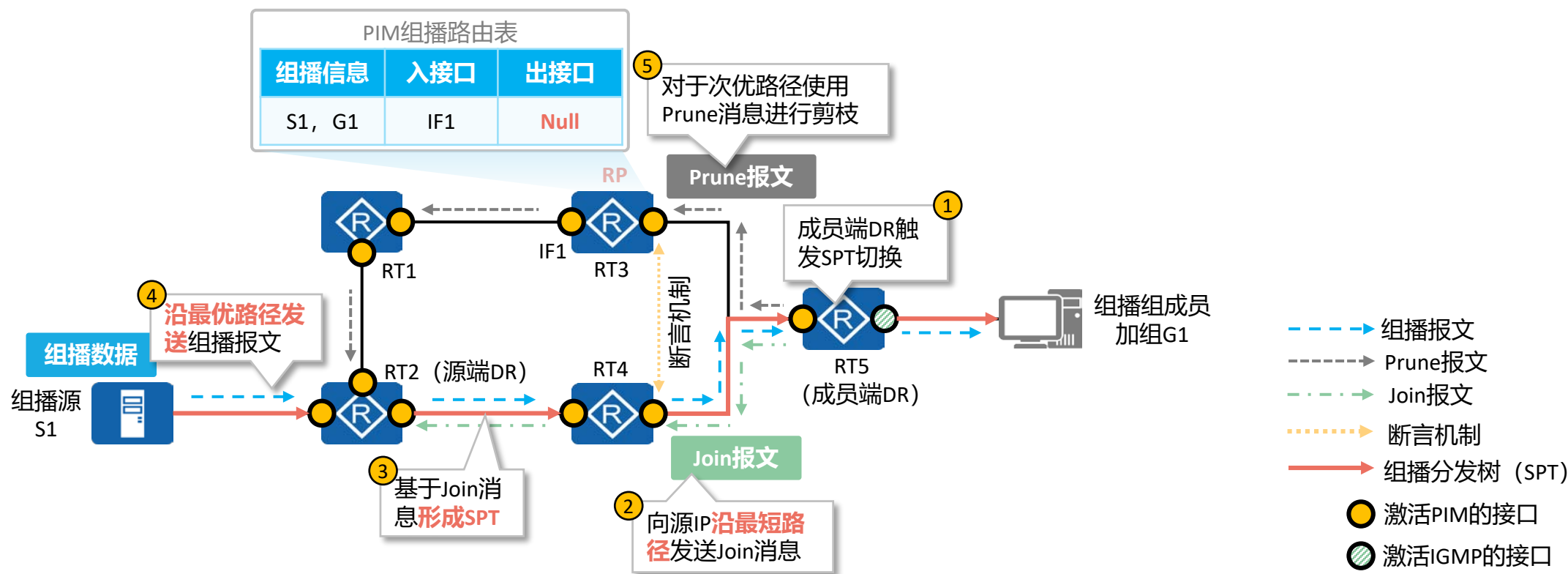
- 在PIM-SM网络中，一个组播组只对应一个RP。因此组播数据最初都会发往RP，由RP进行转发，这会导致两个问题：
  - 过大的组播流量会对RP形成巨大的负担。
  - 组播转发路径有可能是次优路径。





# SPT切换机制

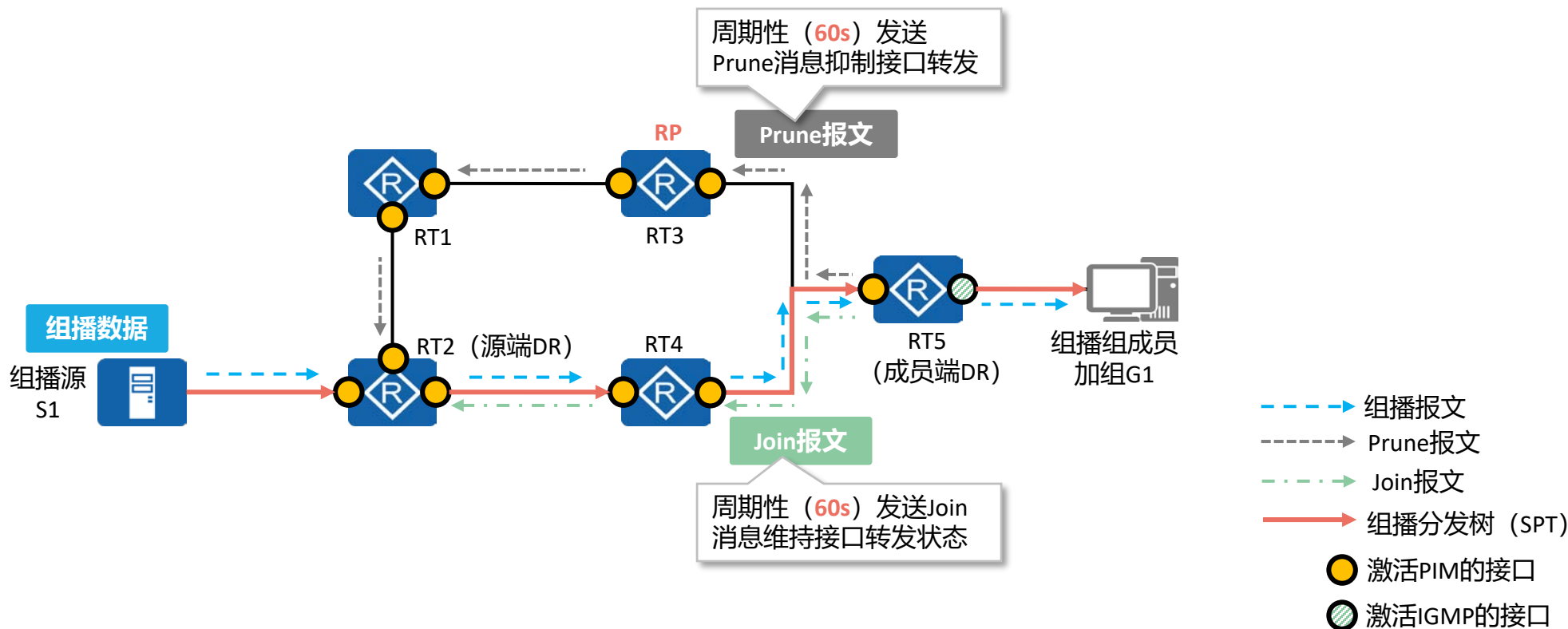
- 当数据发送至RP后，RP会沿RPT将数据发送给成员端DR。为了解决RPT潜在的次优路径问题，**成员端DR**会基于组播数据包中的源IP，反向建立从成员端DR到源的SPT。
- 具体过程如下：





# 维护组播分发树

- 当组播分发树（**SPT或RPT**）稳定后，成员端DR会周期性发送Join/Prune报文，用于维护组播分发树。
- 如果组播在一段时间后（默认210s）没有流量则SPT树会消失，成员端DR恢复到RP的RPT树。





# 目录

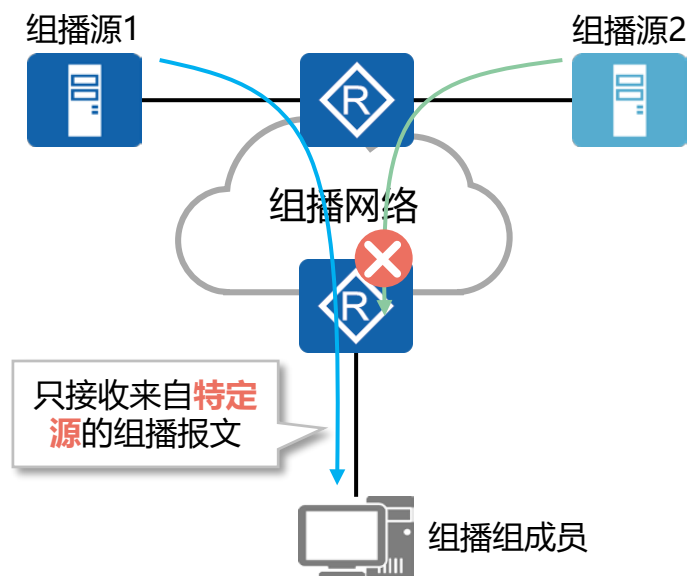
1. PIM基础介绍
2. PIM-DM介绍
- 3. PM-SM介绍**
  - PIM-SM(ASM)工作原理
  - PIM-SM(SSM)工作原理
  - PIM-SM基本配置





## SSM概念回顾

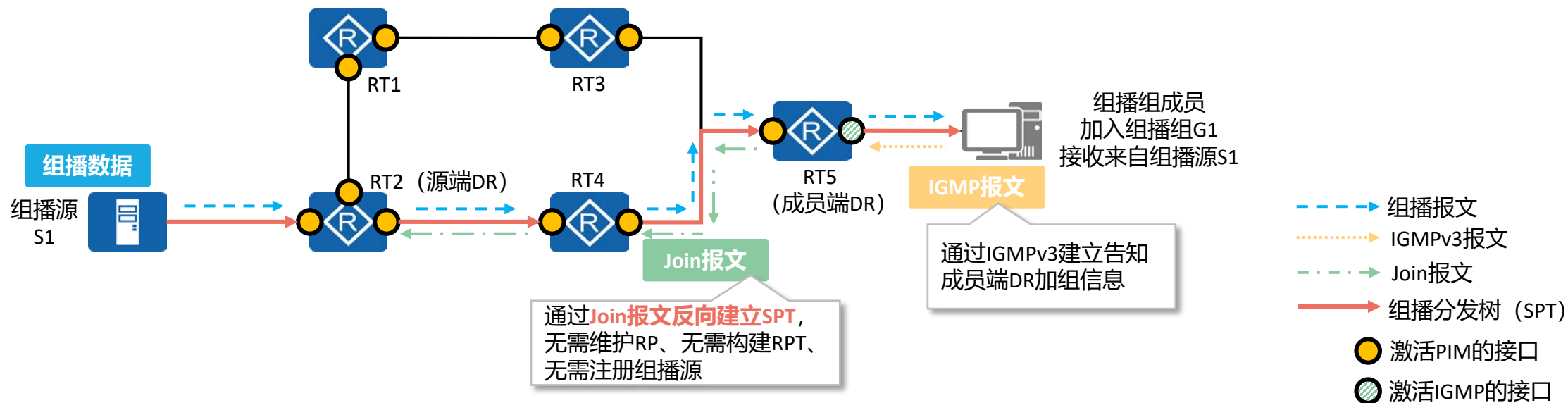
- SSM模型针对特定源和组的绑定数据流提供服务，接收者主机在加入组播组时，可以**指定只接收**哪些源的数据或**指定拒绝接收**来自哪些源的数据。加入组播组以后，主机**只会收到指定源**发送到该组的数据。
- SSM模型对组地址不再要求全网唯一，只需要每个组播源保持唯一。**这里的“唯一”指的是同一个源上不同的组播应用必须使用不同的SSM地址来区分。不同的源之间可以使用相同的组地址，因为SSM模型中针对每一个（源，组）信息都会生成表项。这样一方面节省了组播组地址，另一方面也不会造成网络拥塞。





# PIM-SM(SSM)基本概述

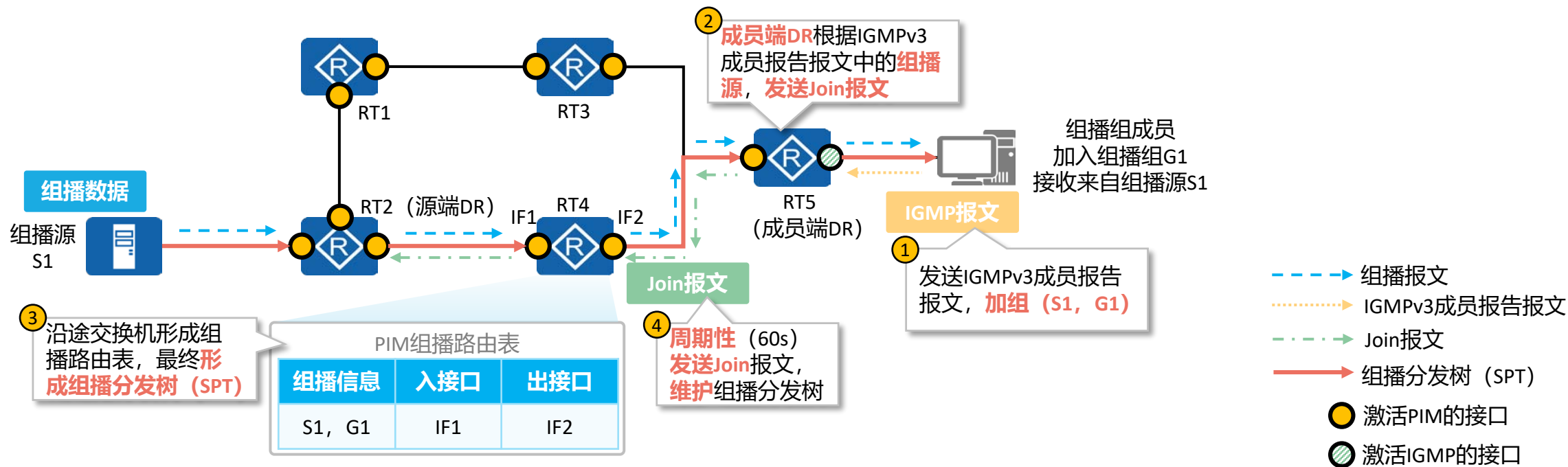
- 由于SSM提前定义了组播的源地址，所以PIM-SM（SSM）可以在成员端DR上基于组播源地址直接反向建立SPT。
- PIM-SM（SSM）**无需维护RP、无需构建RPT、无需注册组播源**，可以直接在组播源与组成员之间建立SPT。
- 在PIM-SM（SSM）模型中，关键机制包括邻居发现、DR竞选、构建SPT。





# 组播分发树形成与维护

- PIM-SM (SSM) 模型构建组播分发树的形成主要依赖IGMPv3报文与Join报文。
- PIM-SM (SSM) 模型形成的**组播分发树会一直存在**，不会因为组播流量而消失。





# PIM模型比较

协议	模型分类	适用场景	工作机制
PIM-DM	ASM模型	适合规模较小、组播组成员相对比较密集的局域网	通过周期性“扩散-剪枝”维护一棵连接组播源和组成员的单向无环SPT
PIM-SM	ASM模型	适合网络中的组成员相对比较稀疏，分布广泛的大型网络	采用接收者主动加入的方式建立组播分发树，需要维护RP、构建RPT、注册组播源
	SSM模型	适合网络中的用户预先知道组播源的位置，直接向指定的组播源请求组播数据的场景	直接在组播源与组成员之间建立SPT，无需维护RP、构建RPT、注册组播源



# 目录

1. PIM基础介绍
2. PIM-DM介绍
- 3. PM-SM介绍**
  - PIM-SM(ASM)工作原理
  - PIM-SM(SSM)工作原理
  - PIM-SM基本配置



# PIM-SM的基本配置

1. 使能路由器的组播路由功能

```
[Huawei] multicast routing-enable
```

2. 在接口上使能PIM-SM

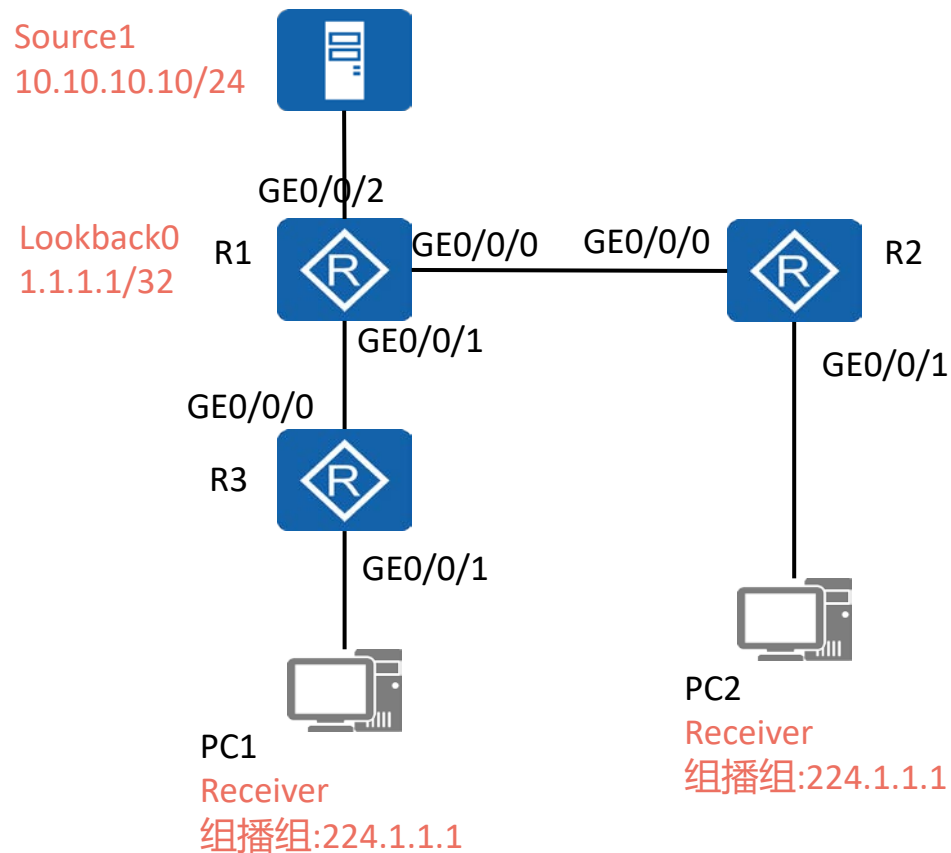
```
[Huawei - GigabitEthernet1/0/0] pim sm
```

3. 配置静态RP

```
[Huawei -pim] static-rp rp-address
```



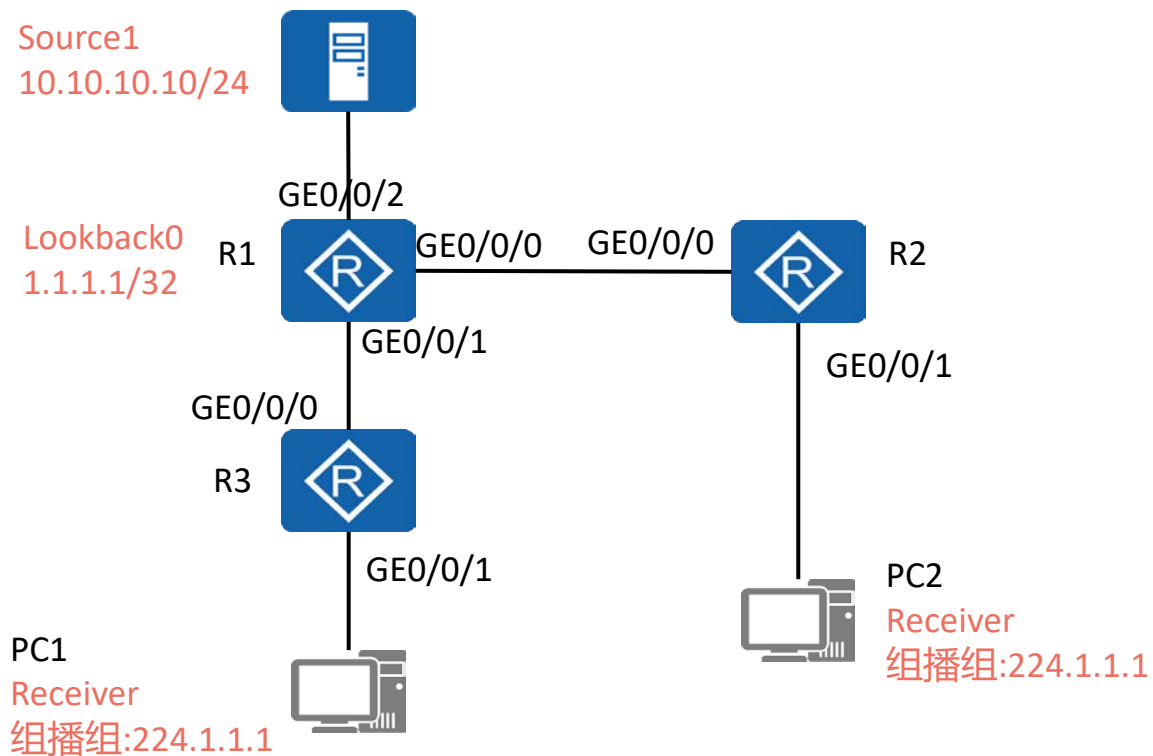
# PIM-SM基础实验



- 实验要求:
- 通过PIM-SM协议让PC1、PC2可以接收到组播源的数据包。



# PIM-SM的配置 (1)



R1的配置如下:

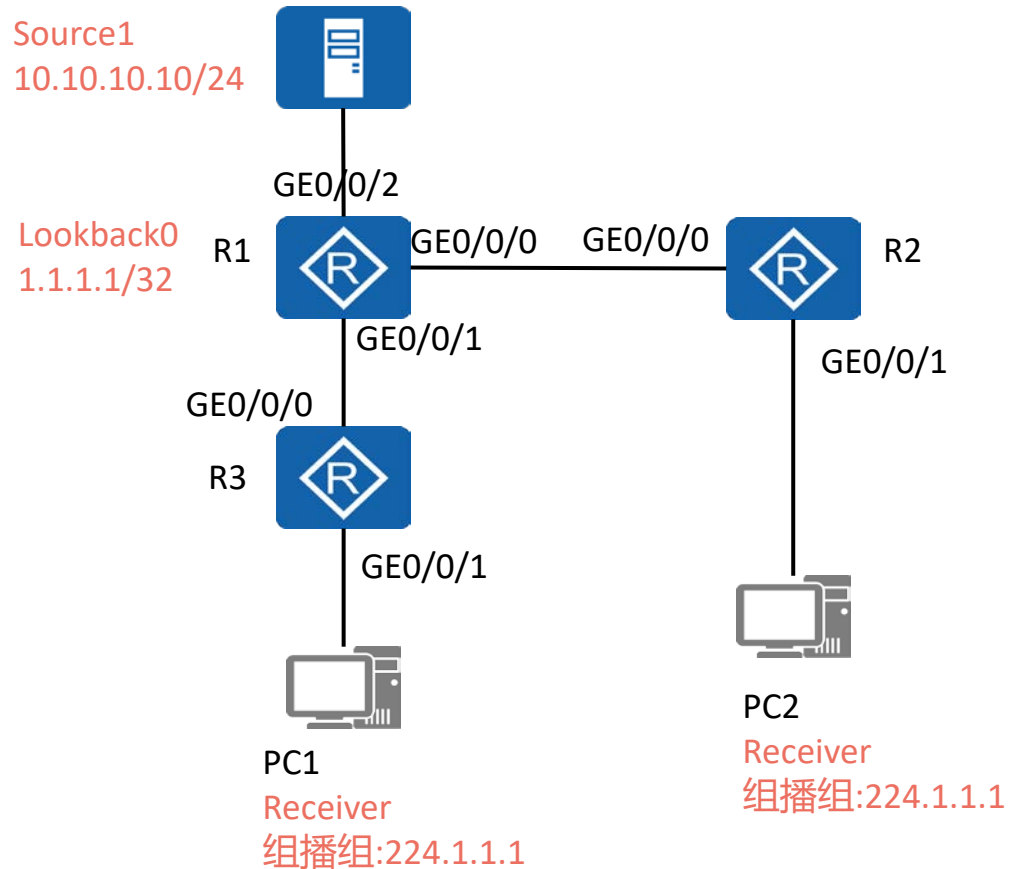
```
[R1]multicast routing-enable
[R1]interface g0/0/2
[R1-GigabitEthernet0/0/2]pim sm
[R1-GigabitEthernet0/0/2]interface g0/0/0
[R1-GigabitEthernet0/0/0]pim sm
[R1-GigabitEthernet0/0/0]interface g0/0/1
[R1-GigabitEthernet0/0/1]pim sm
[R1] pim
[R1-pim] static-rp 1.1.1.1
```

(省略接口IP、OSPF的配置)





## PIM-SM的配置 (2)



(省略接口IP、OSPF的配置)

### R2的配置如下:

```
[R2]multicast routing-enable
[R2]interface g0/0/0
[R2-GigabitEthernet0/0/0]pim sm
[R2-GigabitEthernet0/0/0]interface g0/0/1
[R2-GigabitEthernet0/0/1]igmp enable
[R2] pim
[R2-pim] static-rp 1.1.1.1
```

### R3的配置如下:

```
[R3]multicast routing-enable
[R3]interface g0/0/0
[R3-GigabitEthernet0/0/0]pim sm
[R3-GigabitEthernet0/0/0]interface g0/0/1
[R3-GigabitEthernet0/0/1]igmp enable
[R3] pim
[R3-pim] static-rp 1.1.1.1
```



## 思考题

1. (单选题) PIM组播报文的目的IP地址是?
  - A. 224.0.0.2
  - B. 224.0.0.1
  - C. 224.0.0.5
  - D. 224.0.0.13
2. (多选题) 组播防止重复报文的机制有?
  - A. RPF机制
  - B. Assert选举机制
  - C. DR选举机制
  - D. IGMP查询者选举机制



## 本章总结

- PIM模型有两种：
  - PIM-DM主要使用在网络规模较小，用户集中的组播网络中。
  - PIM-SM主要使用在网络规模较大，用户较为分散的组播网络中。PIM-SM基于组播模型又可以分为PIM-SM（ASM）与PIM-SM（SSM）模型，PIM-SM（SSM）模型主要为SSM组播服务。
- PIM-DM使用“扩散-剪枝”的方式形成组播分发树，在形成分发树时使用Assert选举与DR选举机制防止环路产生，在组播转发时使用PRF机制防止环路产生。
- PIM-SM（ASM）将组成员加组信息发送给RP，形成RPT，组播源再发送组播报文时先将组播报文发送至RP，然后由RP再将组播数据发送至组成员，形成SPT+RPT的组播分发树。为了防止RPT次优路径的问题，PIM-SM（ASM）会发起SPT切换的机制，优化组播分发树。
- PIM-SM（SSM）主要为SSM组播模型服务，由于SSM组播模型预先知道组播源的地址，因此可以直接反向建立组播分发树。

The image features a blue-tinted background with silhouettes of several groups of business professionals. On the left, a group of four people is gathered around a table, looking at documents. In the center, a group of five people stands in a line, facing right. On the right, a group of five people is engaged in a discussion, with one person holding a folder. The background shows a modern office interior with large windows and glass partitions. The overall tone is professional and corporate.

谢谢

[www.huawei.com](http://www.huawei.com)