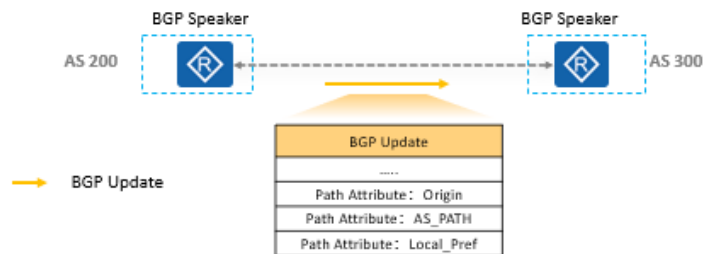


BGP 路径属性与路由反射器

- 任何一条 BGP 路由都拥有多个路径属性 (Path Attributes)，当路由器通告 BGP 路由给它的对等体时，该路由将会携带多个路径属性，这些属性描述了 BGP 路由的各项特征，同时在某些场景下也会影响 BGP 路由优选的决策。
- IBGP 水平分割规则用于防止 AS 内部产生环路，在很大程度上杜绝了 IBGP 路由产生环路的可能性，但是同时也带来了新的问题：BGP 路由在 AS 内部只能传递一跳，如果建立全互联模型又会加重设备的负担。
- 本课程将会介绍 BGP 路径属性以及路由反射器的相关知识。

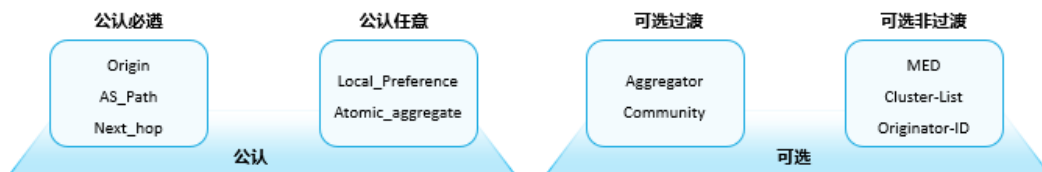


路径属性



- 任何一条BGP路由都拥有多个路径属性。
- 当路由器将BGP路由通告给它的对等体时，一并被通告的还有路由所携带的各个路径属性。
- BGP的路径属性将影响路由优选。

路径属性分类



- 公认属性是所有BGP路由器都必须能够识别的属性
 - 公认属性可以分为两类：
 - 公认必选（Well-known Mandatory）：必须包括在每个Update消息里。
 - 公认任意（Well-known Discretionary）：可能包括在某些Update消息里。
 - 可选属性不需要都被BGP路由器所识别
 - 可选属性可以分为两类：
 - 可选过渡（Optional Transitive）：BGP设备不识别此类属性依然会接受该类属性并通告给其他对等体。
 - 可选非过渡（Optional Non-transitive）：BGP设备不识别此类属性会忽略该属性，且不会通告给其他对等体。
- BGP 属性很多，这里仅列出常用 BGP 属性。

BGP Update报文举例

```
Border Gateway Protocol - UPDATE Message
Marker: ffffffffffffffffffffffffffffffff
Length: 53
Type: UPDATE Message (2)
Withdrawn Routes Length: 0
Total Path Attribute Length: 28
Path attributes
  Path Attribute - ORIGIN: IGP
  Path Attribute - AS_PATH: 65536 1 2 3
  Path Attribute - NEXT_HOP: 172.16.1.1
Network Layer Reachability Information (NLRI)
30.0.0.0/8
  NLRI prefix length: 8
  NLRI prefix: 30.0.0.0
```

BGP Update报文中的路径属性



AS_Path

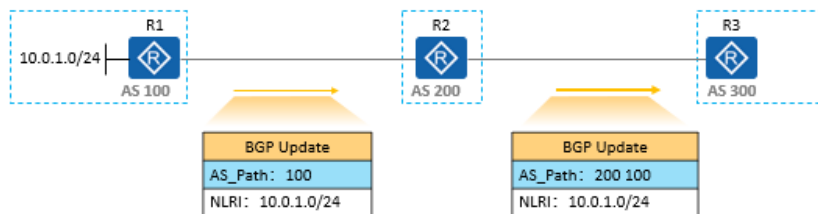
公认必遵

公认任意

可选过滤

可选非过滤

→ BGP Update



- 该属性为公认必遵属性，是前往目标网络的路由经过的AS号列表；
- 作用：确保路由在EBGP对等体之间传递无环；另外也作为路由优选的衡量标准之一；
- 路由在被通告给EBGP对等体时，路由器会在该路由的AS_Path中追加上当地的AS号；路由被通告给IBGP对等体时，AS_Path不会发生改变。

公认必遵

公认任意

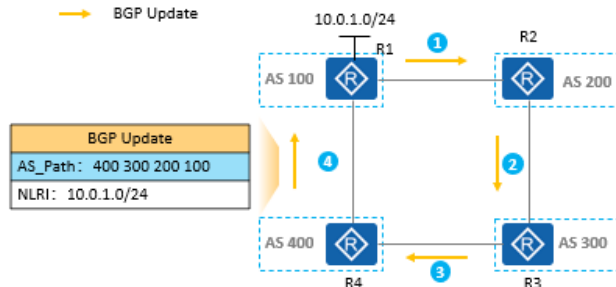
可选过滤

可选非过滤



AS_Path防止环路

→ BGP Update



R1从R4收到的BGP路由更新中AS_Path属性数值为：400 300 200 100，存在自身AS号，不接收该路由，从而防止了路由环路产生。



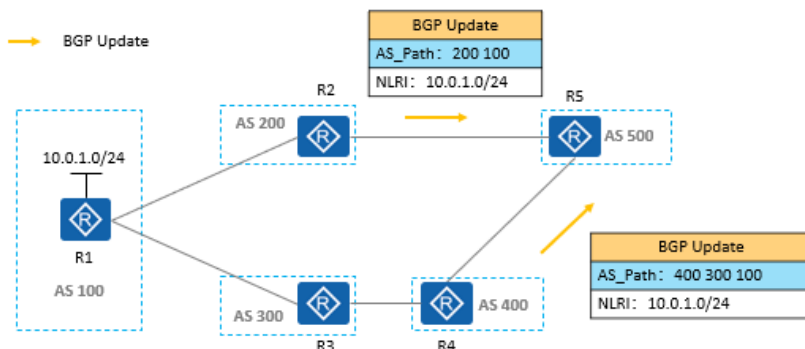
AS_Path影响路由优选

公认必选

公认任意

可选过渡

可选非过渡



AS_Path的重要作用之一便是影响BGP路由的优选，在上图中，R5同时从R2及R4学习到去往10.0.1.0/24网段的BGP路由，在其他条件相同的情况下，R5会优选R2通告的路由，因为该条路由的AS_Path属性值较短，也即AS号的个数更少。



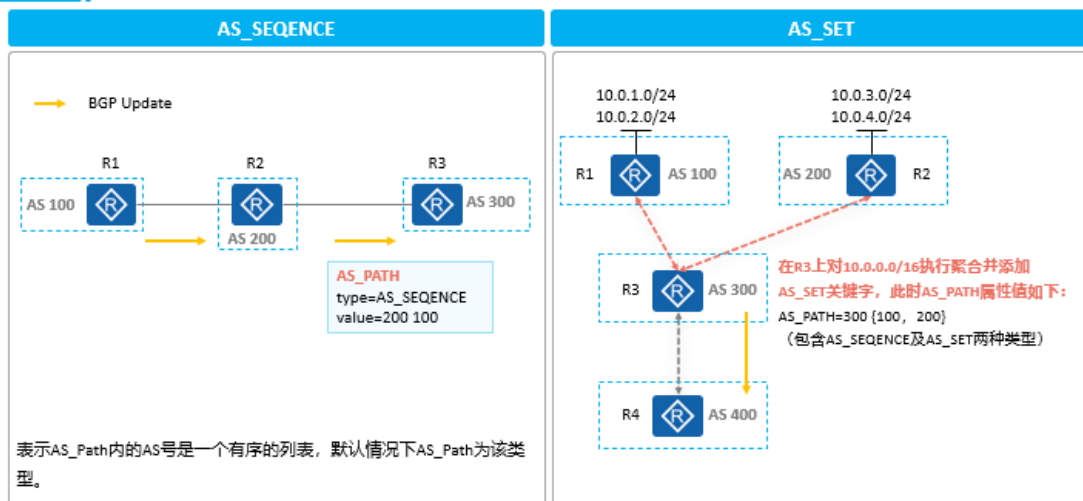
AS_Path类型

公认必选

公认任意

可选过渡

可选非过渡

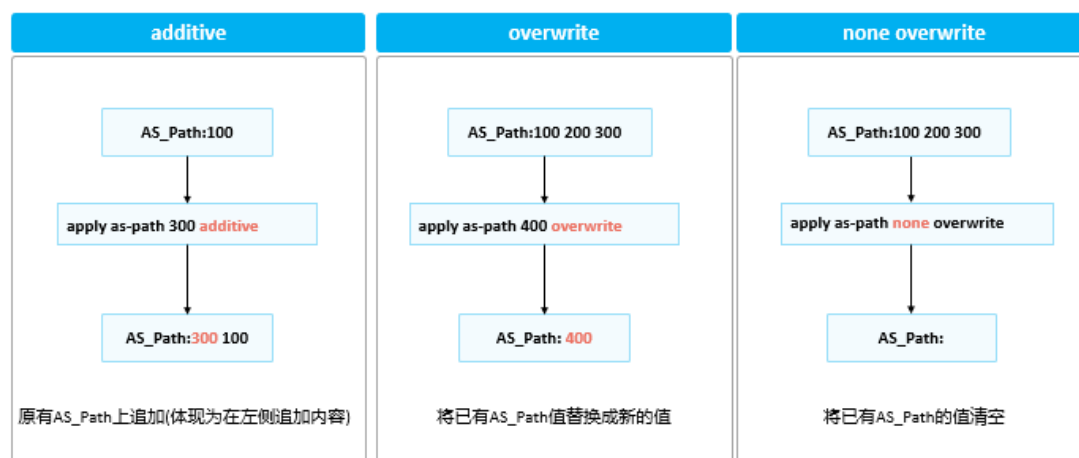


- 路由聚合解决了两类问题，一是减轻了设备的负担，二是隐藏了明细的路由信息，减少了路由震荡的影响。但是路由聚合后，AS_Path属性丢失，存在产生环路的风险，为此可以通过AS_SET类型的AS_Path属性携带聚合前的AS路径信息。
- 当发生路由聚合后，如果需要聚合路由携带所有明细路由中AS_Path属性携带的AS号防止环路，则在配置聚合的命令中增加as-set参数。

- 在 AS_SET 的示例中 AS 300 内发生了路由聚合并配置了 as-set 参数，则聚合路由会将明细路由的 AS_Path 信息用一个 AS-Set 集表示（放在中括号{}里的 AS 号信息，该集合内的 AS 号没有先后顺序），在聚合路由中携带用以防止环路。
- 除了 AS_SET、AS_AS_SEQUENCE 之外，AS_Path 还存在另外两种类型：AS_Confed_Sequence、AS_Confed_Set，这两种类型应用于 BGP 联邦中，本课程不涉及。

修改AS_Path

使用Route-Policy修改BGP路由的AS_Path属性时，可以使用以下三种方式：



Origin

起源名称	标记	描述
IGP	i	如果路由是由始发的BGP路由器使用network命令注入到BGP的，那么该BGP路由的Origin属性为IGP
EGP	e	如果路由是通过EGP学习到的，那么该BGP路由的Origin属性为EGP
Incomplete	?	如果路由是通过其他方式学习到的，则Origin属性为Incomplete（不完整的）。例如通过import-route命令引入到BGP的路由

- 该属性为公认必遵属性，它标识了BGP路由的起源。如上表所示，根据路由被引入BGP的方式不同，存在三种类型的Origin。
- 当去往同一个目的地存在多条不同Origin属性的路由时，在其他条件都相同的情况下，BGP将按如Origin的顺序优选路由：IGP > EGP > Incomplete。



Origin在BGP表中的显示

公认必遵 公认任意 可选过渡 可选非过渡

```
[R2] display bgp routing-table
BGP Local router ID is 10.0.2.2
Status codes: * - valid, > - best, d - damped,
              h - history, i - internal, s - suppressed, S - Stale
Origin : i - IGP, e - EGP, ? - incomplete

Total Number of Routes: 4
```

Network	NextHop	MED	LocPrf	PrefVal	Path/Ogn
*>i 10.0.1.0/24	10.0.12.1	0	200	0	i
* i 10.0.23.3	10.0.23.3	0	100	0	i

Origin



Next_Hop

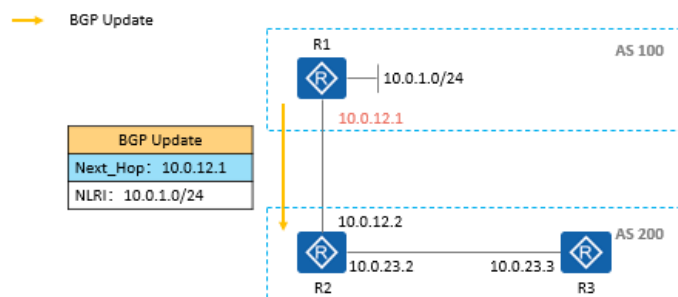
公认必遵 公认任意 可选过渡 可选非过渡

- 该属性是一个公认必遵属性，用于指定到达目标网络的下一跳地址。
- 当路由器学习到BGP路由后，需对BGP路由的Next_Hop属性值进行检查，该属性值（IP地址）必须在本地路由可达，如果不可达，则这条BGP路由不可用。
- 在不同的场景中，设备对BGP路由的缺省Next_Hop属性值的设置规则如下：
 - 路由器将BGP路由通告给自己的EBGP对等体时，将该路由的Next_Hop设置为自己的更新源IP地址。
 - 路由器在收到EBGP对等体所通告的BGP路由后，在将路由传递给自己的IBGP对等体时，会保持路由的Next_Hop属性值不变。
 - 如果路由器收到某条BGP路由，该路由的Next_Hop属性值与EBGP对等体（更新对象）同属一个网段，那么该条路由的Next_Hop地址将保持不变并传递给它的BGP对等体。



Next_Hop的缺省操作 (1)

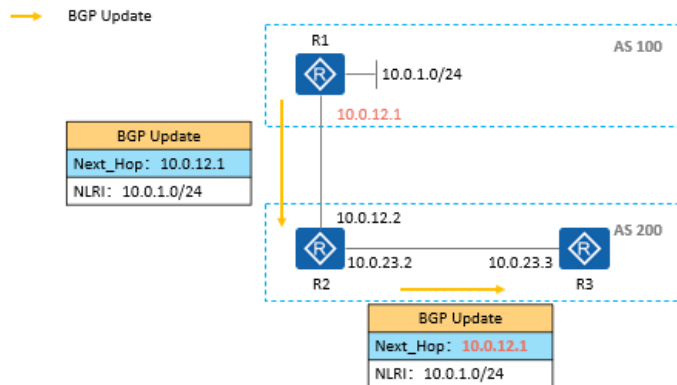
公认必遵 公认任意 可选过渡 可选非过渡



路由器将BGP路由通告给自己的EBGP对等体时，将该路由的Next_Hop设置为自己的TCP连接源地址。



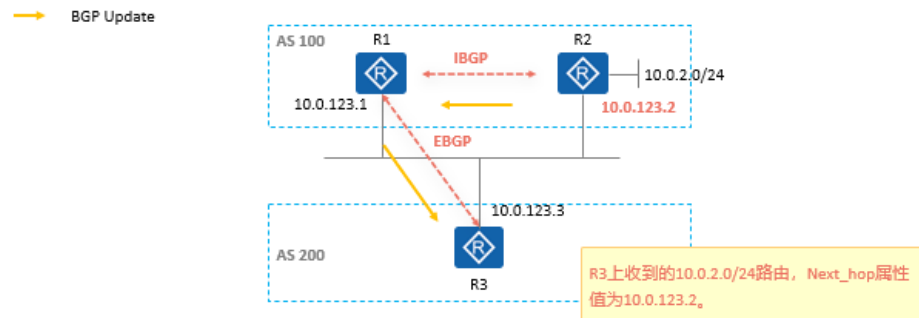
Next_Hop的缺省操作 (2)



路由器在收到EBGP对等体所通告的BGP路由后，在将路由传递给自己的IBGP对等体时，会保持路由的Next_Hop属性值不变。



Next_Hop的缺省操作 (3)

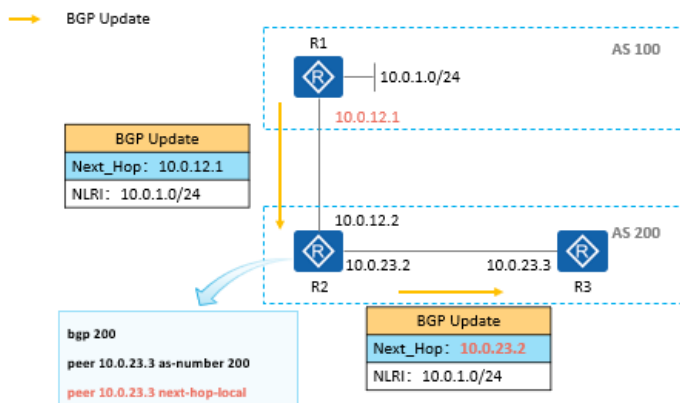


如果路由器收到某条BGP路由，该路由的Next_Hop属性值与EBGP对等体（更新对象）同属一个网段，那么该条路由的Next_Hop地址将保持不变并传递给它的BGP对等体。



修改Next_hop属性

公认必遵 公认任意 可选过滤 可选非过滤



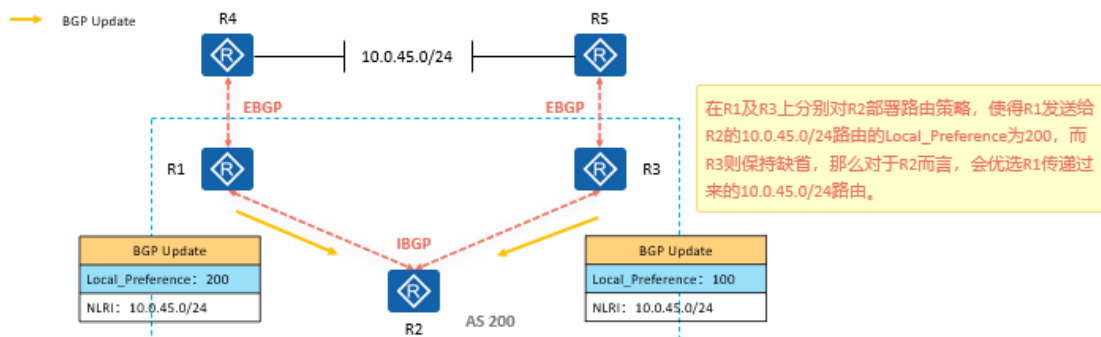
使用peer next-hop-local命令可以在设置向IBGP对等体（组）通告路由时，把下一跳属性设为自身的TCP连接源地址。

- 缺省情况下，R2 通告给 R3 的 BGP 路由 10.0.1.0/24 的 NextHop 属性值为 10.0.12.1，若 R2 未将到达 10.0.12.0/24 的路由发布到 AS200 的 IGP 协议中，那么 R3 将无法获知到达 10.0.12.1 的路由，此时 BGP 路由 10.0.1.0/24 的 NextHop 不可达，该路由将被视为无效。

公认必遵 公认任意 可选过滤 可选非过滤



Local_Preference



- Local_Preference即本地优先级属性，是公认任意属性，可以用于告诉AS中的路由器，哪条路径是离开本AS的首选路径。
- Local_Preference属性值越大则BGP路由越优。缺省的Local_Preference值为100。
- 该属性只能被传递给IBGP对等体，而不能传递给EBGP对等体。



在BGP路由表中查看Local_Preference

公认必选

公认任意

可选过渡

可选非过渡

```
[R2] display bgp routing-table
BGP Local router ID is 10.0.2.2
Status codes: * - valid, > - best, d - damped,
              h - history, i - internal, s - suppressed, S - Stale
Origin : i - IGP, e - EGP, ? - incomplete

Total Number of Routes: 4
```

Network	NextHop	MED	LocPrf	PrefVal	Path/Ogn
*>i 10.0.45.0/24	10.0.12.1	0	200	0	i
* i 10.0.23.3	10.0.23.3	0	100	0	i

Local_Preference为200的BGP路由优于Local_Preference为100的BGP路由，在BGP路由表中来自10.0.12.1的BGP路由为最优。

公认必选

公认任意

可选过渡

可选非过渡



Local_Preference注意事项

- Local_Preference属性只能在IBGP对等体间传递（除非做了策略否则Local_Preference值在IBGP对等体间传递过程中不会丢失），而不能在EBGP对等体间传递，如果在EBGP对等体间收到的路由的路径属性中携带了Local_Preference，则会进行错误处理。
- 但是可以在AS边界路由器上使用Import方向的策略来修改Local_Preference属性值。也就是在收到路由之后，在本地为路由赋予Local_Preference。
- 使用bgp default local-preference命令修改缺省Local_Preference值，该值缺省为100。
- 路由器在向其EBGP对等体发送路由更新时，不能携带Local_Preference属性，但是对方接收路由之后，会在本地为这条路由赋一个缺省Local_Preference值（100），然后再将路由传递给自己的IBGP对等体。
- 本地使用network命令及import-route命令引入的路由，Local_Preference为缺省值100，并能在AS内向其他IBGP对等体传递，传递过程中除非受路由策略影响，否则Local_Preference不变。

公认必选

公认任意

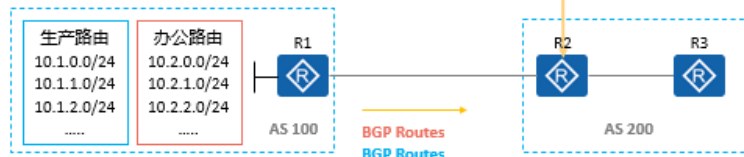
可选过渡

可选非过渡



Community技术背景 (1)

→ BGP Update



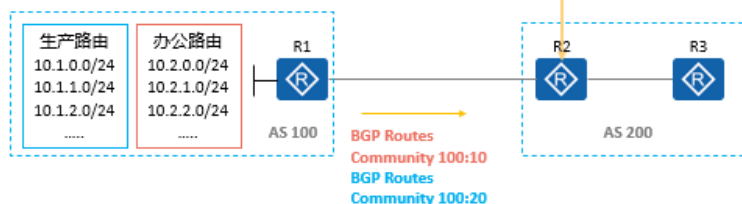


Community技术背景 (2)

公认必遵 > 公认任意 > 可选过渡 > 可选非过渡

→ BGP Update

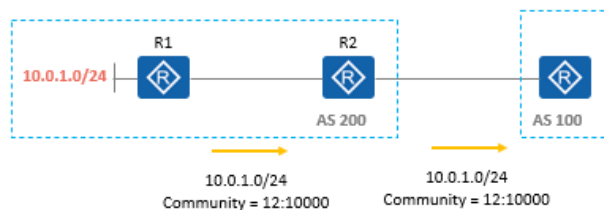
有了Community属性，我们可以为不同种类的路由打上不同的Community属性值，这些属性值会随BGP路由更新给AS200，那么在AS200内的BGP路由器上，只需要根据Community属性值来执行差异化的策略即可，而不用去关心具体的路由前缀。



Community属性

公认必遵 > 公认任意 > 可选过渡 > 可选非过渡

→ BGP Update



- Community (团体) 属性为可选过渡属性，是一种路由标记，用于简化路由策略的执行。
- 可以将某些路由分配一个特定的Community属性值，之后就可以基于Community值而不是网络前缀/掩码信息来匹配路由并执行相应的策略了。



Community属性格式

公认必遵 > 公认任意 > 可选过滤 > 可选非过滤



Community属性值长度为32bit，也就是4Byte。可使用两种形式呈现：

- 十进制整数格式。
- AA：NN格式，其中AA表示AS号，NN是自定义的编号。

- 团体（Community）属性分为自定义团体属性和公认团体属性。



公认Community属性

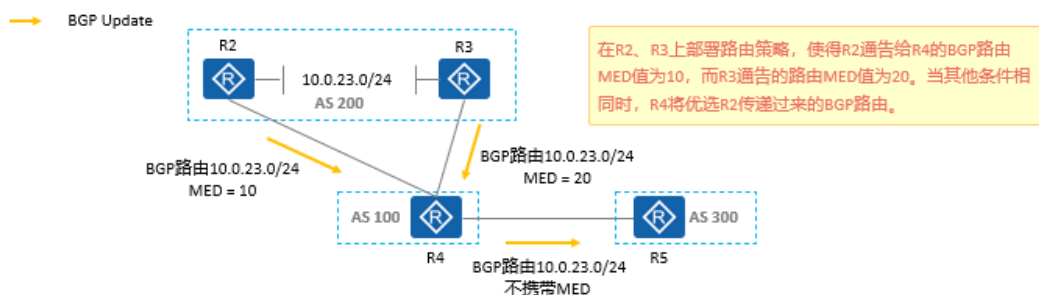
公认必遵 > 公认任意 > 可选过滤 > 可选非过滤

团体属性名称	团体属性号	说明
Internet	0 (0x00000000)	设备在收到具有此属性的路由后，可以向任何BGP对等体发送该路由。缺省情况下，所有的路由都属于Internet团体
No_Advertise	4294967042 (0xFFFFF02)	设备收到具有此属性的路由后，将不向任何BGP对等体发送该路由
No_Export	4294967041 (0xFFFFF01)	设备收到具有此属性的路由后，将不向AS外发送该路由
No_Export_Subconfed	4294967043 (0xFFFFF03)	设备收到具有此属性的路由后，将不向AS外发送该路由，也不向AS内其他子AS发布此路由

RFC1997（BGP Communities Attribute）定义了几个公认的Community属性值，如上表所示。

- No_Export_Subconfed 团体属性涉及到 BGP 联邦的概念，本课程不涉及。

MED

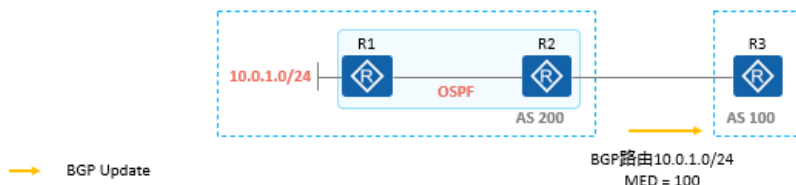


- MED (Multi-Exit Discriminator, 多出口鉴别器) 是可选非过渡属性，是一种度量值，用于向外部对等体指出进入本AS的首选路径，即当进入本AS的入口有多个时，AS可以使用MED动态地影响其他AS选择进入的路径。
- MED属性值越小则BGP路由越优。
- MED主要用于在AS之间影响BGP的选路。MED被传递给EBGP对等体后，对等体在其AS内传递路由时，携带该MED值，但将路由再次传递给其EBGP对等体时，缺省不会携带MED属性。

关于MED的一些注意事项

- 缺省情况下，路由器只比较来自同一相邻AS的BGP路由的MED值，也就是说如果去往同一个目的地的两条路由来自不同的相邻AS，则不进行MED值的比较。
- 一台BGP路由器将路由通告给EBGP对等体时，是否携带MED属性，需要根据以下条件进行判断（不对EBGP对等体使用策略的情况下）：
 - 如果该BGP路由是本地始发（本地通过network或import-route命令引入）的，则缺省携带MED属性发送给EBGP对等体。
 - 如果该BGP路由为从BGP对等体学习到，那么该路由传递给EBGP对等体时缺省不会携带MED属性。
 - 在IBGP对等体之间传递路由时，MED值会被保留并传递，除非部署了策略，否则MED值在传递过程中不发生改变也不会丢失。

MED的默认操作 (1)

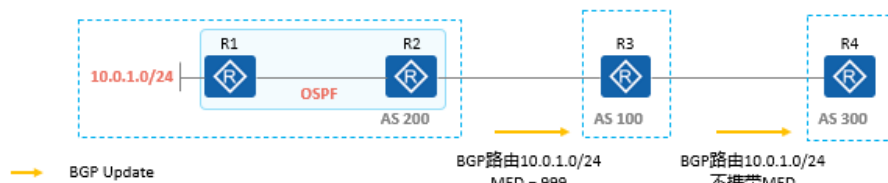


- 如果路由器通过IGP学习到一条路由，并通过network或import-route的方式将路由引入BGP，产生的BGP路由的MED值继承路由在IGP中的metric。例如上图中如果R2通过OSPF学习到了10.0.1.0/24路由，并且该路由在R2的全局路由表中OSPF Cost=100，那么当R2将路由network进BGP后，产生的BGP路由的MED值为100。
- 如果路由器将本地直连、静态路由通过network或import-route的方式引入BGP，那么这条BGP路由的MED为0，因为直连、静态路由cost为0。



MED的默认操作 (2)

公认必遵 公认任意 可选过渡 可选非过渡

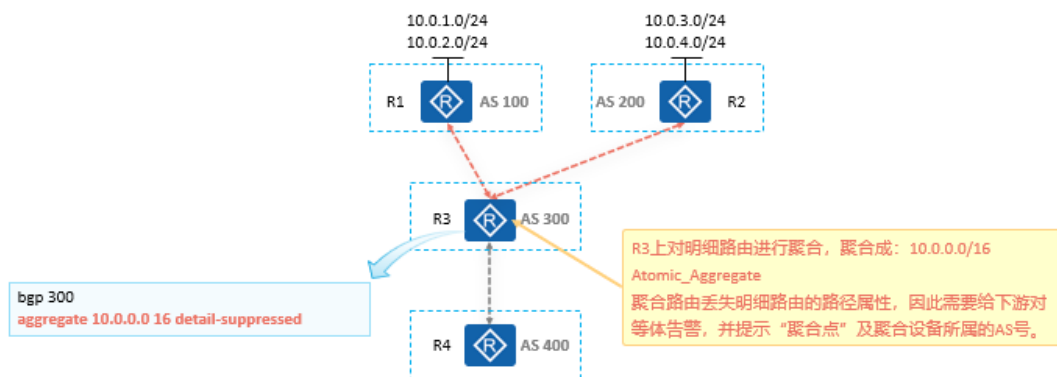


- 如果路由器通过BGP学习到其他对等体传递过来的路由，那么将路由更新给自己的EBGP对等体时，默认是不携带MED的。这就是所谓的：“MED不会跨AS传递”。例如在上图中，如果R3从R2学习到一条携带了MED属性的BGP路由，则它将该路由通告给R4时，缺省是不会携带MED属性的。
- 可以使用default med命令修改缺省的MED值，default med命令只对本设备上用import-route命令引入的路由和BGP的聚合路由生效。例如在R2上配置default med 999，那么R2通过import-route及aggregate命令产生的路由传递给R3时，路由携带的MED为999。

公认必遵 公认任意 可选过渡 可选非过渡



Atomic_Aggregate及Aggregator



Atomic_Aggregate属于公认任意属性，而Aggregator属性属于可选过渡属性。

- R3 上通过 **aggregate** 命令将 BGP 路由 10.0.1.0/24、10.0.2.0/24、10.0.3.0/24、10.0.4.0/24 聚合成了 10.0.0.0/16，并使用 **detail-suppressed** 抑制了明细路由的对外发布，R3 只会将聚合后的 BGP 路由传递给 R4，而不传递聚合前的明细路由。
- Atomic_Aggregate 是一个公认自由决定属性，它只相当于一种预警标记，而并不承载任何信息。当路由器收到一条 BGP 路由更新且发现该条路由携带 Atomic_Aggregate 属性时，它便知道该条路由可能出现了路径属性的丢失，此时该路由器

把这条路由再通告给其他对等体时，需保留路由的 Atomic_Aggregate 属性。另外，收到该路由更新的路由器不能将这条路由再度明细化。

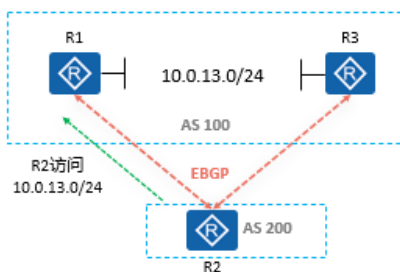
- 另一个重要的属性是 Aggregator，这是一个可选传递属性，当路由聚合被执行时，执行路由聚合操作的路由器可以为该聚合路由添加 Aggregator 属性，并在该属性中记录本地 AS 号及自己的 Router-ID，因此 Aggregator 属性用于标记路由聚合行为发生在哪个 AS 及哪台 BGP 路由器上

查看聚合之后的路由

```
[R4]display bgp routing-table 10.0.0.0 16
BGP local router ID : 10.0.4.4
Local AS number : 400
Paths: 1 available, 1 best, 1 select
BGP routing table entry information of 10.0.0.0/16:
From: 10.0.34.3 (10.0.3.3)
Route Duration: 00h00m21s
Direct Out-interface: GigabitEthernet0/0/0
Original nexthop: 10.0.34.3
Qos information : 0x0
AS-path 300, origin igp, pref-val 0, valid, external, best, select, active, pre 255
Aggregator: AS 300, Aggregator ID 10.0.3.3, Atomic-aggregate
Not advertised to any peer yet
```

在BGP路由详细信息中可看到Aggregator属性记录了聚合设备的AS号、Router ID，同时通过Atomic-Aggregate属性标明该路由为聚合路由。

Preferred-Value介绍



在R2上部署路由策略 (Import策略)，将R1传递过来的10.0.13.0/24路由的Preferred-Value值设定为300，而R3传递过来的路由的Preferred-Value值设置为200。如此一来关于10.0.13.0/24，R2会优选R1传递过来的路由。

- Preferred-Value（协议首选值）是华为设备的特有属性，该属性仅在本地有效。当BGP路由表中存在到相同目的地的路由时，将优先选择Preferred-Value值高的路由。
- 取值范围：0~65535；该值越大，则路由越优先。
- Preferred-Value只能在路由器本地配置，而且只影响本设备的路由优选。该属性不会传递给任何BGP对等体。

在BGP路由表中查看Preferred-Value

```
[R2] display bgp routing-table
BGP Local router ID is 10.0.2.2
Status codes: * - valid, > - best, d - damped,
              h - history, i - internal, s - suppressed, S - Stale
Origin : i - IGP, e - EGP, ? - incomplete

Total Number of Routes: 4
```

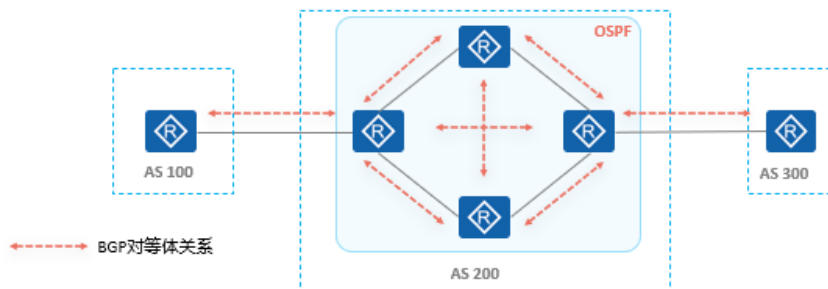
Network	NextHop	MED	LocPrf	PrefVal	Path/Ogn
*> 10.0.13.0/24	10.0.12.1	0		300	100 i
* 10.0.13.0/24	10.0.23.3	0		200	100 i

Preferred-Value

Preferred-Value为100的BGP路由优于Preferred-Value为0的路由，在BGP路由表中来自10.0.12.1的BGP路由为最优。

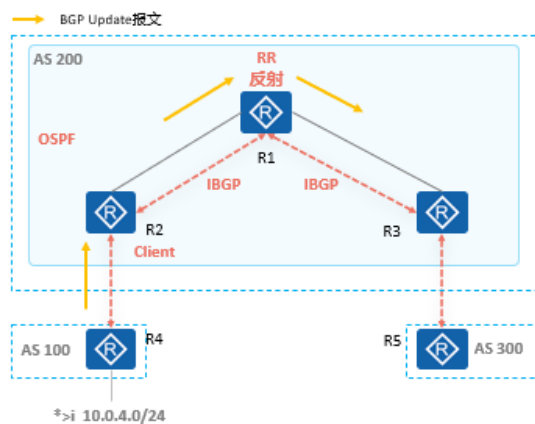
- Preferred-value 在路由表中简写为 PrefVal。

中转AS中的IBGP问题



- 由于水平分割的原因，为了保证中转AS200所有的BGP路由器都能学习到完整的BGP路由，就必须在AS内实现IBGP全互联。然而实现IBGP全互联存在诸多短板：
 - 路由器需维护大量的TCP及BGP连接，尤其在路由器数量较多时；
 - AS内BGP网络的可扩展性较差。
- 为此可以采用路由反射器技术。

路由反射器角色



- 引入路由反射器之后存在两种角色：
 - RR (Route Reflector) : 路由反射器
 - Client: RR客户端
- RR会将学习的路由反射出去, 从而使得IBGP路由在AS内传播无需建立IBGP全互联。
- 将一台BGP路由器指定为RR的同时, 还需要指定其Client。至于Client本身, 无需做任何配置, 它并不知晓网络中存在RR。

路由反射规则

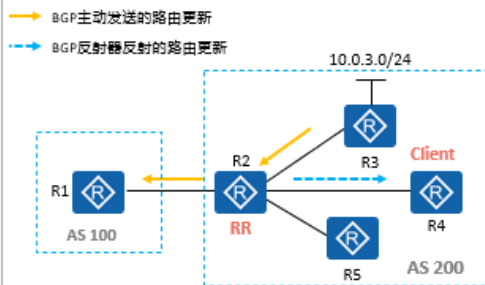
RR在接收BGP路由时:

- 如果路由反射器从自己的非客户对等体学习到一条IBGP路由, 则它会将该路由反射给所有客户
 - 如果路由反射器从自己的客户学习到一条IBGP路由, 则它会将该路由反射给所有非客户, 以及除了该客户之外的其他所有客户
 - 如果路由学习自EBGP对等体, 则发送给所有客户、非客户IBGP对等体。
- 当路由反射器执行路由反射时, 它只将自己使用的、最优的 BGP 路由进行反射



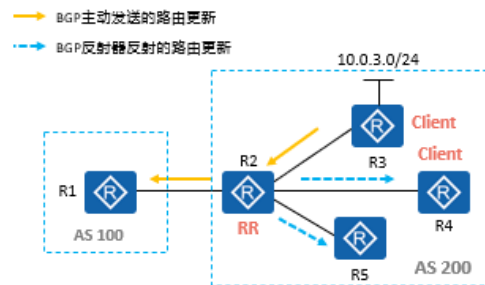
反射规则示例 (1)

规则一



如果路由反射器从自己的非客户对等体学习到一条IBGP路由，则它会将该路由反射给所有客户。

规则二

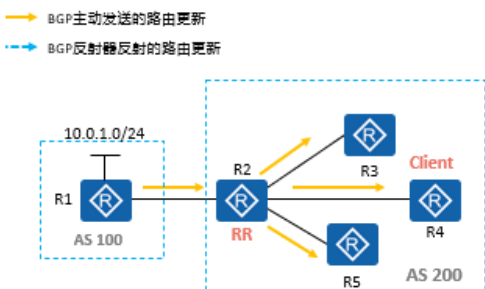


如果路由反射器从自己的客户学习到一条IBGP路由，则它会将该路由反射给所有非客户，以及除了该客户之外的其他所有客户。



反射规则示例 (2)

规则三

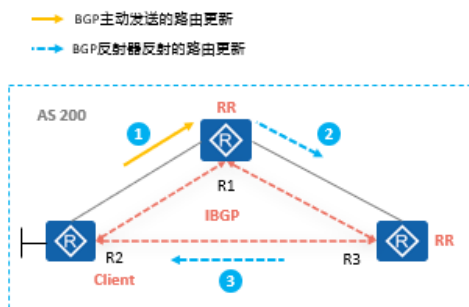


如果路由学习自EBGP对等体，则发送给所有客户、非客户IBGP对等体。

注意此处“反射”和“发送”的区别。“发送”指的是传统情况下（相当于RR不存在的场景下）的BGP路由传递行为，而“反射”指的是遵循路由反射规则的情况下，RR执行的路由传递动作，被反射出去的路由会被RR插入特殊的路径属性。

- RR 将路由反射时不会修改以下的 BGP 路径属性：Next_Hop、AS_Path、Local_Preference、MED，如果反射器修改这几个路径属性的值则有可能产生路由环路。

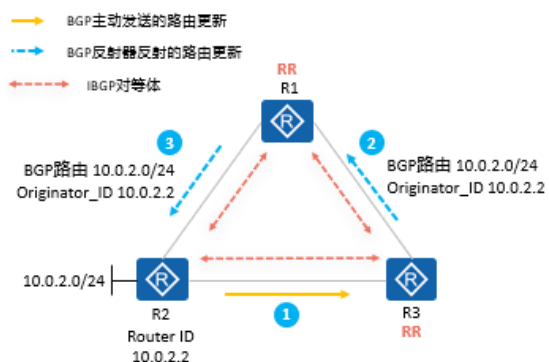
RR场景下的路由防环



BGP路由反射行为引入了路由环路隐患

- RR的设置使得IBGP水平分割原则失效，这就可能导致环路产生，为此RR会为BGP路由添加两个特殊的路径属性来避免出现环路：
 - Originator_ID
 - Cluster_List
- Originator_ID、Cluster_List属性都属于可选过渡类型。

Originator ID



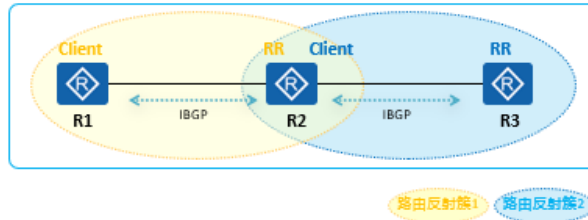
R3收到来自R2的BGP路由10.0.2.0/24，在反射给R1时会添加上Originator_ID: 10.0.2.2，R1收到之后再次反射给其客户端R2时携带Originator_ID属性，R2收到之后查看Originator_ID属性值存在自身的Router ID，忽略该路由更新。

- RR将一条BGP路由进行反射时会在反射出去的路由中增加Originator_ID，其值为本地AS中通告该路由的BGP路由器Router ID。
- 若AS内存在多个RR，则Originator_ID属性由第一个RR创建，并且不被后续的RR（若有）所更改。
- 当BGP路由器收到一条携带Originator_ID属性的IBGP路由，并且Originator_ID属性值与自身的Router ID相同，则它会忽略关于该条路由的更新。



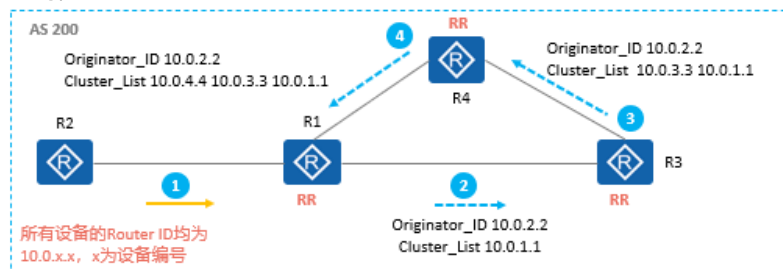
路由反射簇 (Cluster)

- 路由反射簇包括反射器RR及其Client。一个AS内允许存在多个路由反射簇（如下图）。
- 每一个簇都有唯一的簇ID（Cluster_ID，缺省时为RR的BGP Router ID）。
- 当一条路由被反射器反射后，该RR（该簇）的Cluster_ID就会被添加至路由的Cluster_list属性中。
- 当RR收到一条携带Cluster_list属性的BGP路由，且该属性值中包含该簇的Cluster_ID时，RR认为该条路由存在环路，因此将忽略关于该条路由的更新。



Cluster_List

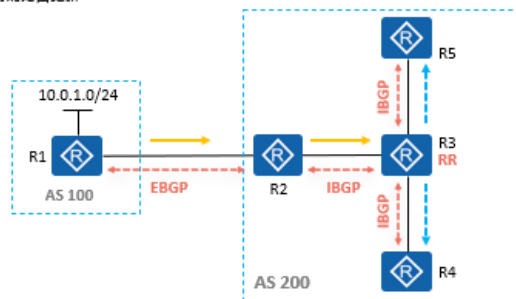
- BGP主动发送的路由更新
- BGP反射器反射的路由更新



- R2发送给R1的路由，经过R1反射给R3时除了添加Originator_ID之外还会添加Cluster_List：10.0.1.1。R3再次反射给R4时，Cluster_List值为：10.0.3.3 10.0.1.1，R4再次反射给R1时Cluster_List值为：10.0.4.4 10.0.3.3 10.0.1.1。
- 当R4将路由反射给R1时，R1发现Cluster_List包含了自身Cluster_ID，判断存在环路，从而忽略该路由更新。

RR应用举例

- BGP主动发送的路由更新
- BGP反射器反射的路由更新



R1向BGP发布了10.0.1.0/24路由，R2会从R1学习到该路由并且将其通告给R3，但是R3从R2学习到的这条IBGP路由由于水平分割规则的存在故而不能被通告给R4及R5，为此可以将R3设置为RR，R4、R5作为其客户端，这样R4、R5即可正常学习到BGP路由10.0.1.0/24。

配置介绍

1. 配置路由反射器及其客户端

```
[Huawei-bgp] peer {group-name | ipv4-address} reflect-client
```

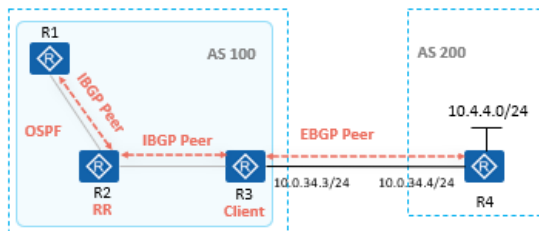
缺省情况下，BGP未配置路由反射器及其客户。

2. 配置路由反射器的集群ID

```
[Huawei-bgp] reflector cluster-id cluster-id
```

缺省情况下，每个路由反射器使用自己的Router ID作为集群ID。

配置案例 (1)



R1的配置如下：

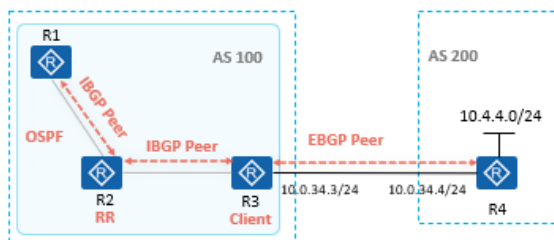
```
[R1] bgp 100
[R1-bgp] router-id 10.0.1.1
[R1-bgp] peer 10.0.2.2 as-number 100
[R1-bgp] peer 10.0.2.2 connect-interface LoopBack0
```

R2的配置如下：

```
[R2] bgp 100
[R2-bgp] router-id 10.0.2.2
[R2-bgp] peer 10.0.1.1 as-number 100
[R2-bgp] peer 10.0.1.1 connect-interface LoopBack0
[R2-bgp] peer 10.0.3.3 as-number 100
[R2-bgp] peer 10.0.3.3 connect-interface LoopBack0
[R2-bgp] peer 10.0.3.3 reflect-client
```

- 所有设备Loopback0地址为10.0.x.x/32，其中x为设备编号，所有设备都使用Loopback0地址作为BGP Router ID。
- R1、R2、R3属于AS100，AS100内运行OSPF，将所有直连接口宣告进OSPF。
- AS100内使用环回口作为发送BGP报文的源接口，R2作为路由反射器，R3为其客户端。
- R4属于AS200，与R3使用互联接口地址建立EBGP对等体，R4将10.4.4.0/24宣告进BGP。

配置案例 (2)



R3的配置如下:

```
[R3] bgp 100
[R3-bgp] router-id 10.0.3.3
[R3-bgp] peer 10.0.2.2 as-number 100
[R3-bgp] peer 10.0.2.2 connect-interface LoopBack0
[R3-bgp] peer 10.0.34.4 as-number 200
```

R4的配置如下:

```
[R4] bgp 200
[R4-bgp] router-id 10.0.4.4
[R4-bgp] peer 10.0.34.3 as-number 100
[R4-bgp] network 10.4.4.0 24
```

- 所有设备Loopback0地址为10.0.x.x/32, 其中x为设备编号, 所有设备都使用Loopback0地址作为BGP Router ID。
- R1、R2、R3属于AS100, AS100内运行OSPF, 将所有直连接口宣告进OSPF。
- AS100内使用环回口作为发送IBGP报文的源接口, R2作为路由反射器, R3为其客户端。
- R4属于AS200, 与R3使用互联接口地址建立EBGP对等体, R4将10.4.4.0/24宣告进BGP。

配置案例 (3)

分别在R3、R1查看BGP路由10.4.4.0/24。

```
[R3-bgp]display bgp routing-table 10.4.4.0 24
BGP local router ID : 10.0.3.3
Local AS number : 100
Paths: 1 available, 1 best, 1 select
BGP routing table entry information of 10.4.4.0/24:
From: 10.0.34.4 (10.0.4.4)
Route Duration: 00h04m36s
Direct Out-interface: GigabitEthernet0/0/1
Original nexthop: 10.0.34.4
Qos information : 0x0
AS-path 200, origin igp, MED 0, pref-val 0, valid, external, best, select,
active, pre 255
Advertised to such 1 peers:
10.0.2.2
```

```
[R1]display bgp routing-table 10.4.4.0 24
.....
BGP routing table entry information of 10.4.4.0/24:
From: 10.0.2.2 (10.0.2.2) #来自R2
Route Duration: 00h00m19s
Relay IP Nexthop: 10.0.12.2
Relay IP Out-Interface: GigabitEthernet0/0/0
Original nexthop: 10.0.34.4 #下一跳地址未改变
Qos information : 0x0
AS-path 200, origin igp, MED 0, localpref 100, pref-val 0, valid, internal,
best, select, active, pre 255, IGP cost 3
Originator: 10.0.3.3 #路由来自10.0.3.3
Cluster list: 10.0.2.2 #Cluster_ID为R2的Router ID
Not advertised to any peer yet
```

思考题：

- (单选题) AS_Path 属性属于哪种类型的 BGP 属性 ? ()
- 可选过渡
- 可选非过渡
- 公认必遵
- 公认任意

- （简答题）MED 值的作用是什么？是否可以跨越 AS 传递该属性值？
- （简单题）为防止环路产生，路由反射器使用了何种路径属性？

答案：

- C
- 在本 AS 存在多个入口时通过 MED 值可影响其他 AS 选择进入本 AS 的路径，MED 作为可选非过渡属性，不可以跨越 AS 传递。
- Originator_ID、Cluster_ID
-