# EIGRP

## 概述

 EIGRP是思科私有协议，只能运行在思科的设备上。

 EIGRP能够支持的协议有IP、AppleTalk和IPX。

 EIGRP的流量使用IP协议号88。

 EIGRP采用Diffused Update Algorithm (DUAL)算法来计算到目标网络的最短路径，EIGRP还是一个距离矢量路由协议，因为距离矢量路由协议的根本特征就是自己的路由表是完全从其它路由器学来的，并且将收到的路由条目一丝不变地放进自己的路由表，运行距离矢量路由协议的路由器之间交换的是路由表，距离矢量路由协议是没有大脑的，路由表从来不会自己计算，总是把别人的路由表拿来就用；但EIGRP协议并不是完全没有大脑，它在距离矢量路由协议的基础上却有着那么一点点的优化和提高，那就是从邻居那里收到路由表之后，会经过一些计算和比较，然后才放进路由表中使用，因此将EIGRP的身份提高到“增强的距离矢量路由协议”，虽然EIGRP是增强的距离矢量路由协议，但其根本核心还是交换路由表，EIGRP没有任何资格称为链路状态路由协议，因为EIGRP从邻居那里得到的路由表可能原本就是错的，那么自己将会一错再错，并且害人害己，EIGRP对于网络拓朴也许会有完整的认识，但不一定有正确的认识。因为EIGRP是距离矢量路由协议，所以EIGRP同样会受水平分割（Split Horizon）的影响。

 EIGRP使用了Autonomous System（AS）的概念，即使是这样，EIGRP也算不上外部网关路由协议（Exterior Gateway Protocol 即EGP），因为不同AS之间，EIGRP无法传递路由信息，所以EIGRP依然是个内部网关路由协议（Interior Gateway Protocol，即IGP）。AS是基于接口定义的，一台EIGRP路由器可以属于多个AS。

 EIGRP扩展了对大型网络的支持，不再像RIP那样只支持最大跳数15跳，而是扩展到了最大支持255跳，但默认情况下最大跳数为100跳。

 EIGRP支持 Classless Interdomain Routing (CIDR)和Variable-Length Subnet Masks (VLSMs)，但默认也会自动汇总，该功能可以手工关闭， EIGRP还支持手工汇总路由信息，并且手工汇总没有任何条件限制，可以汇总到任意掩码长度。自动汇总和手工汇总与RIP相似，汇总是针对发出的路由有效，也就是对其它路由器生效，是对其它路由器的路由表生效。

EIGRP支持认证，并且只支持MD5认证；支持通过Offset list来增加路由的metric，只可以增加，不可以减少；EIGRP也支持Passive-Interface（被动接口），但EIGRP的被动接口与RIP不同，RIP的被动接口不向外发路由，但可以接收路由，而EIGRP的被动接口不接收也不发送路由。

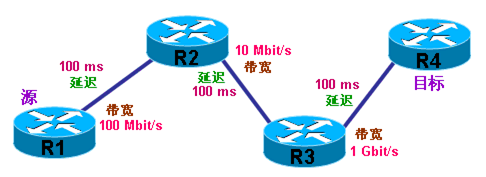
  EIGRP并不会周期性更新路由表，而采用增量更新，即只在路由有变化时，才会发送更新，并且只发送有变化的路由信息；有时EIGRP并不知道邻居的路径是否还依然有效，并且路由没有超时。

 EIGRP自己内部路由的管理距离(Ddministrative Distance)为90，而从外部重分布进EIGRP的管理距离为170。

 EIGRP支持非等价负载均衡，最多支持6条，默认为4条，但非等价负载均衡功能默认为关闭状态。

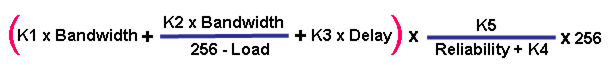
## EIGRP Metric

  EIGRP使用多种参数计算去往目标网络的Metric值，包括带宽(Bandwidth)、延迟(delay)、可靠性(reliability)、负载(loading)、最大传输单元(MTU)，这5个参数分别使用K值来表示，即K1、K2、K3、K4、K5，所以如果两台EIGRP路由器之间的5个K值不同，则代表双方计算Metric值的方法不同；无论是EIGRP还是其它协议，在需要使用带宽计算Metric时，只计算接口出方向的带宽，而接口进方向的是不计算在内的，也就是一条链路上，只有一个出接口的带宽会被计算，而进接口的带宽是被忽略的，如下图中所示，



 从源路由器R1到目标R4所经过的三条链路中，带宽分别是100 Mbit/s、10 Mbit/s、1 Gbit/s、虽然有条链路的带宽可达1 Gbit/s，但我们都知道，从源到目标的带宽最快也始终不超过最低带宽10 Mbit/s，永远不可能达到1 Gbit/s，所以从源到目的的路径中，只有最低带宽最终决定传输时的带宽，而某条链路的高带宽是没有意义的，所以在EIGRP的Metric计算中，只需要计算从源到目标的最低带宽即可，但是经过各个接口的延迟却是要累加的。

 EIGRP在计算Metric时，使用K值来控制整个计算公式，公式如下：



 公式中的带宽为1000 0000除以链路中的最小带宽，带宽单位为Kbit，延迟为链路中的延迟之和除以10，延迟单位为 ms(毫秒)；

 默认情况下，5个K值的取值分别为: K1 = 1, K2 = 0, K3 = 1, K4 =0 K5 =0，由于K5=0，由此一来，造成上面的公式算出来的最终结果为0，所以当K5=0时，必须将其简化，变成如下：



 正因为默认5个K值的取值分别为: K1 = 1, K2 = 0, K3 = 1, K4 = K5 =0，所以默认EIGRP的计算公式为：



**注：**此公式为EIGRP默认计算公式，改变K值，将影响Metric值的计算公式。

## EIGRP邻居

 EIGRP使用了邻居的概念，EIGRP的路由表并不会像RIP那样通过组播或广播向网络中发送，EIGRP只向邻居发送路由表，并且是使用单播向邻居发送路由表，如果要在EIGRP之间交换路由表，必须成为邻居，不同AS不能成为邻居，EIGRP只在直连网络中发现和建立邻居。

 EIGRP路由器之间的邻居关系通过Hello包来发现和维护，EIGRP会将自己全部的路由表发给所有邻居；路由器上启动EIGRP之后，就会使用组播地址224.0.0.10在相应接口上发送Hello包，EIGRP会使用一张单独的表来记录哪些路由器是自己的邻居，称为邻居表，只要收到Hello包，便将对方列为自己的邻居，并且写入邻居表，EIGRP会将邻居的地址写在Hello包中，由此可见，EIGRP路由器双方可能一方认为另外一方是自己的邻居，而另外一方却不认为对方是邻居，例如自己收到了另一方的Hello包，认为对方是邻居，而对方没有收到或过滤了自己的Hello包，所以如果EIGRP要形成双向邻居，只有在双方都发现对方的Hello包中列出自己的地址才行，但思科却没有这样设计。

 在EIGRP断开或进程关闭时，会发送Goodbye Message结束邻居关系。

 EIGRP会定期向网络中发送Hello包，发送的间隔会因为链路带宽的不同而不同，间隔时间分为5秒和60秒：

**Hello间隔60秒**

所有带宽低于或等于1544 Kbit/s的，如T1，Frame Relay multipoint接口，ATM multipoint接口，ISDN BRI接口等等。

**Hello间隔5秒**

所有带宽大于1544 Kbit/s的，如以太网接口，Frame Relay point-to-point子接口，and ATM point-to-point子接口，ISDN PRI接口。

  如果超过一定的时间没有收到邻居的Hello包，便认为邻居无效，称为EIGRP Hold-time，默认为Hello间隔的3倍，也就是分别为15秒和180秒，Hello间隔时间和Hold-time都可以手工调整，但是如果调整了Hello间隔时间，Hold-time并不会自动调整到相应的3倍，而是保持不变。

 EIGRP的Hello间隔时间和Hold-time是无法通过命令直接查看的，只能通过现象来推断，如：

router# show ip eigrp neighbor

IP-EIGRP neighbors for process 1

H   Address        Interface   Hold Uptime   SRTT   RTO  Q  Seq  Type

                                        (sec)         (ms)       Cnt Num

1   10.1.1.2       Et1           11 12:00:56   12   300  0  620

0   10.1.2.2       S0           172 12:00:58   17   200  0  645

 Hold栏的值永远不会超过Hold-time，也永远不会低于Hold-time减Hello间隔，否则就是不正常，或者Hello包有丢失。

 如果Hold栏的值范围是10-15，则证明Hello间隔是5秒，Hold-time是15秒。

 如果Hold栏的值范围是120-180，则证明Hello间隔是60秒，Hold-time是180秒。

**注：**

★Hello间隔和Hold-time可以手工在接口上配置，如果发现不正常，请检查接口上是否手工配置了时间参数。

★EIGRP双方Hello间隔和Hold-time不一致也可以建立邻居关系，接口上的Secondary地址不能建邻居，所有EIGRP的数据包源地址总是接口的Primary地址。

★在Frame-Relay环境下，需要在命令frame-relay map 带broadcast关键字。

**EIGRP双方必须满足以下三个条件，才能建立邻居：**

★1.双方在相同AS

★2.双方Hello包正常，即双方接口Primary地址在同网段。

★3.双方计算Metric值方法相同，即双方K1 K2 K3 K4 K5值相同。

在一个稳定的EIGRP邻居之间，只有Hello包在传递，EIGRP支持的邻居数量，并没有限制，但要视内存大小，CPU能力，路由条目数量，拓朴复杂程度，网络稳定性而定。

## EIGRP数据包

在EIGRP协议中，总共会使用5种类型的数据包，分别为Hello、Update、 Query、Reply、Ack，下面介绍各种数据包的功能与用途：

**Hello**

是用来发现和维护EIGRP邻居关系的，目标地址为224.0.0.10，Hello包在邻居收到后不需要确认。

**Update**

发给邻居的路由表，通过单播发送Update数据包，邻居收到后必须回复确认消息。

**Query**

当路由信息丢失并没有备用路由时，使用Query数据包向邻居查询，邻居必须回复确认。

**Reply**

是对邻居Query数据包的回复，也需要邻居回复确认。

**Ack**

是对收到的数据包的确认，告诉邻居自己已经收到数据包了，收到Ack后，不需要再对Ack做回复，因为这是没有意义的，并且可能造成死循环。

 由以上可以看出，5种数据包中，Update、Query、Reply在对方收到后，都需要回复确认，这些数据包是可靠的，回复是发送Ack；而Hello和Ack，是不需要回复的，因此被认为不可靠。

**EIGRP运行过程：**

 两台路由器A和B启动EIGRP

1.路由器A启动EIGRP后，在相应接口上向外发送Hello包。

2.B收到A发来的Hello包后，将A列入自己的邻居表，然后向A单播发送Update，也就是向A单播发送自己的路由表；EIGRP路由器在收到一个Hello包时，就直接向对方发送路由表了，B后面的Hello包就会写明路由器A已是自己的邻居。

3.A在收到B的Update之后，向B发送Ack通知对方已经收到Update，然后再向B单播发送自己的Update，在A收到B的Hello包后，会发现里面列出了自己的地址，双方都看见对方Hello中列出自己后，双向邻居关系便建立成功。

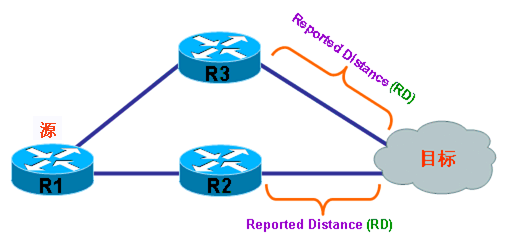
4.B在收到A的Update之后，向A发送Ack确认Update已收到。

5.A和B都将收到的Update放入拓朴数据库中，计算路由表。

## EIGRP拓朴

 虽然EIGRP是距离矢量路由协议，但是当从邻居收到路由后，并不是不经过任何计算就直接放进路由表中使用，EIGRP会将从邻居收到的路由全部放入拓朴数据库（Topology Database）中，经过DUAL的无环算法计算之后，才将最优的路由放入路由表中；因为EIGRP可能有多个邻居，也可能从多个邻居收到相同的路由，所以需要从中选中最优路由放入路由表中使用，而不是最优的路由则放在拓朴数据库中备份，等路由表中的路由失效后，便从拓朴数据库中查找备用路由继续放入路由表中使用。

 当EIGRP将从邻居收到的路由信息放入拓朴数据库之后，要经过DUAL算法选出最优路由，以下图为例介绍计算方法：



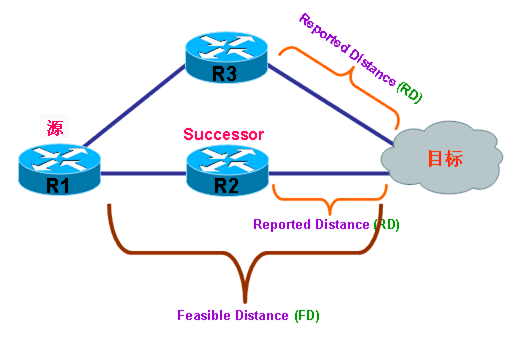
要了解EIGRP选路的具体计算过程，需要先了解以下几个术语：

**Reported Distance（RD）**

因为EIGRP拓朴数据库中的信息就是从邻居收到的路由表，目的地对于邻居来说肯定是可达的，Reported Distance是表示邻居到达目的地的Metric值是多少。在上图中，R1从R2和R3收到去往目标网络的路由后，R2去往目标网络的Metric值对于R1来说就是RD，同样，R3去往目标网络的Metric值对于R1来说也是RD。

**Feasible distance（FD）**

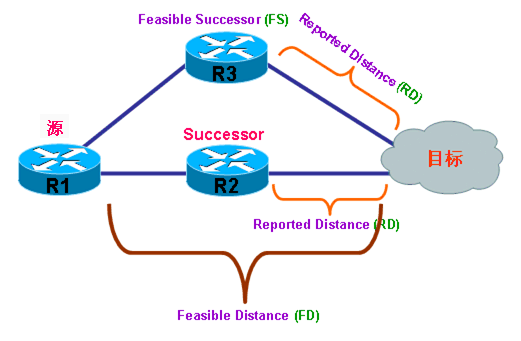
当从邻居收到路由信息后，RD只是邻居去往目的地的Metric，而自己去往目的地还得在RD的基础上，再加自己到邻居的这段距离，所以自己到目的地的真正Metric应该是自己到邻居这段距离的Metric加上RD，但是拓朴数据库中可能存在多条去往目的地的路径，而被放入路由表的最优的那条被称为Feasible distance（FD）。在上图中，如果R1选择从R2去往目的地，那么结果将如下图：



 如果R1选择从R2去往目的地，那么R2到达目的地的metric（RD）加上R1到R2的Metric，就是R1到达目的地的FD，R1将R2的路径放入路由表中，这时，R2也称为Successor；默认情况下，拓朴数据库中有多条路径可到目的地时，被放入路由表的那条就是FD，FD就一定会被放入路由表。

**Feasible Successor（FS）**

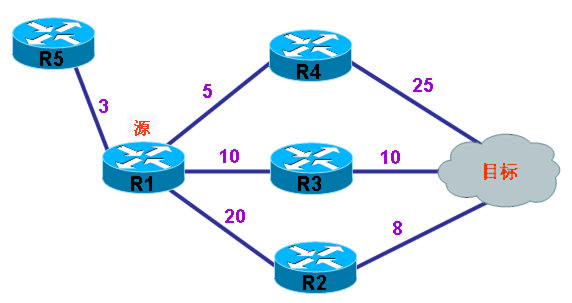
 因为拓朴数据库中可能存在多条路径可以到达目的地，但被选为FD的最优的那条被放入路由表中使用，而留在拓朴数据库中的备用路由称为Feasible Successor（FS），如下图：



R2被选为Successor，当R3继续存放于拓朴数据库时，R3就是FS。

**Feasibility Condition (FC)**

 拓朴数据库中的FS最多可以有6条，如果一个EIGRP有8个邻居可以去往目的地，选出一条FD放入路由表之后，并不是其它7条全部都可以存放于拓朴数据库，拓朴数据库最多只能有6条（其中已经包含FD），也并不是一定会有6条被放入拓朴数据库，因为要存放于拓朴数据库，是必须达到一定条件的，称为Feasibility Condition (FC)，就是邻居通告的RD必须小于FD，这个邻居的路径才能存在于拓朴数据库，计算FC的过程如下：



上图中，R1共有4个邻居，分别为R2、R3、R4、R5，当R1从每个邻居那里收到去往目标网络的路由后，结果如下：

R2 通告的RD为 8，

R3 通告的RD为 10，

R4 通告的RD为 25，

当R1要去目标网络时，必须加上自己到达邻居的Metric，计算结果为：

从R2到达目的地的Metric为  20 + 8 = 28，

从R3到达目的地的Metric为  10 +10 = 20，

从R4到达目的地的Metric为  5 + 25 = 30，

由此可见，R1从R3去往目的地的Metric值最小，因此R3的路径被选为FD并放入路由表，R3这时就是Successor，R1去往目的地的FD为20，其它邻居的路由要成为FS存放在拓朴数据库中，那么它们的RD必须小于FD，也就是必须小于20，等于也不行；下面继续计算FS，因为R2的RD为10，小于FD 20，所以R2就是FS并存放在拓朴数据库中备份，而R4的RD为28，大于FD，所以R4没有资格成为FS，不能放在拓朴数据库中，这是因为EIGRP要防止环路，虽然R4的路径并不是环路，但由于要防患于未然，所以R4被拒绝于拓朴数据库之外，理由如下：

 因为R1也是R5的邻居，所以R1会将自己的路由表全部发给R5，由于R1到达目的地的Metric为20，R5到达R1的Metric值为3，所以最后R5到达目标网络的Metric值为20 + 3 = 23，R5在将自己的路由表通告给R1后，很明显，R5的Metric值23就是R1从R5到达目的地的RD，对于R1来说，因为R5要从自己去往目标网络，所以对方通告的RD才会比自己的FD还要大，以致于让EIGRP认为，所有邻居通告的RD比自己当前的FD大的话，都统一认为它们在自己后面，它们必须经过自己才能去往目的地，那么这就是一个环路，最终邻居通告的RD等于或大于FD的，都没有资格成为FS， 所以最后造成上图中R4通告了RD 为25而没有资格成为FS。

## EIGRP负载均衡

EIGRP可以支持非等价负载均衡，最多支持6条，默认为4条，但非等价负载均衡功能默认为关闭状态。EIGRP只能将拓朴数据库中的备用链路放入路由表执行负载均衡，拓朴数据库中可能有多条备用链路，而且多条链路的Metric值也可能各不相同，当启用非等价负载均衡时，需要定义什么样的Metric范围可以用来负载均衡，这需要通过控制Metric的变量（Variance）值来控制，具体方法如下：

路由表中正在使用的最优路由的Metric值为FD，而拓朴数据库中备用路由的Metric值肯定是大于FD的，Variance值通过控制备用链路的Metric值与FD的倍数关系来控制，就是Variance值取多少，备用链路的Metric在FD的Variance值倍数范围内就有资格执行负载均衡,例如当前FD为20，3条备用链路Metric分别为30，50，55，如果Variance值取2，那么Metric值范围在20×2=40的链路都可以执行负载均衡，所以Metric值为30的链路可以执行负载均衡，而Metric值为50和55的却不可以，因为大于40，只有当Variance值取3时，Metric值范围在20×3=60的链路才可以执行负载均衡，所以Metric值为50和55只有在Variance值取3时才可以执行负载均衡。

**注：** Variance值默认取值为1，也就是不执行非等价负载均衡，但会执行等价负载均衡。

并不是所有在Variance值所定义的Metric值范围内的链路一定会执行负载均衡，这需要根据设置的最大负载均衡条数来决定，最多为6条。

 因为Metric值越大的路由，表示其链路况越低下，而Metric值越小的路由，其链路况越优秀，这是一个成反比的关系，所以在执行负载均衡时，我们更希望流量也能因Metric值的大小，成反比例传输，链路好的传递更多的数据包，而链路差的则传递更少的数据包，

通过配置命令traffic-share balanced即可，该功能默认为开启状态。

## EIGRP Stuck In Active (SIA)

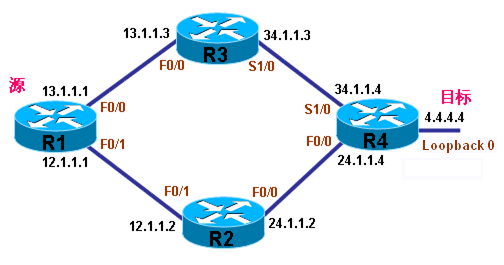
 在EIGRP中，正常的路由称为Passive Route；因为EIGRP可能会从多个邻居处收到相同的路由，默认只有最优的路由会被放入路由表中使用，其它符合FC条件的会放入拓朴数据库中备份，当路由表中最优路由丢失时，EIGRP会从拓朴数据库中查询备用路由，如果当最优路由丢失后，拓朴数据库中又没有备用路由，在这种情况下，EIGRP会向所有邻居发送Query，试图查询邻居是否有到目的地的路由信息，并且发送Query后，该路由被标记为Active route ，该状态称为Stuck In Active (SIA)；向邻居发送的Query是必须回复Ack确认的，当邻居收到Query之后，就会查询自己的路由表，如果有，就向邻居回复Reply，如果最终邻居的路由表和拓朴表中都没有相应路由条目，就会再向自己的所有邻居发出Query，虽然Query是向所有邻居发出的，但它不会发向原本最优路径的下一跳，也就是Query不会发向该路由的Successor，因为正是Successor路丢失了，才问自己要路由的，自己再反过去问对方要路由，是没有理由的。不可思议的事情是，如果发送Query的路由器在3分钟内没有收到邻居的回复，就会清除与该邻居的EIGRP会话，可想而知，EIGRP路由丢失后，必须要求邻居提供路由，如果不提供，它就会六亲不认，3分钟就和你翻脸，反目成仇，和你断绝任何关系，很费解为什么思科会将EIGRP设计成这样子，EIGRP的优势分析来分析去，只有一个非等价负载均衡，和所谓的快速收敛，再无别的，至少本人是这么认为的。

 造成EIGRP路由器无法回复邻居Query的原因有很多，如：CPU繁忙，内存错误，数据包丢失，或者是单向链路故障等等。

 为了杜绝EIGRP在SIA状态时，由于邻居没有提供路由而误将与邻居的会话清除，思科推荐解决方法为调整SIA状态时等待回复的时间，默认为3分钟，其实这种改时间，不是解决总是的根本，这只是在拖延时间而已，会话总是要断开的，不知道这个是否会被高手利用而成为攻击EIGRP的漏洞。另外的解决方法就是将相应路由器配置为EIGRP末节（Stub）路由器，EIGRP在SIA状态是不会向Stub邻居发送Query的，但Stub邻居向外发送路由的功能有所限制，默认只能发送直连和汇总路由，但可以调整，也可以调整为不向外发送任何路由。

## 配置EIGRP实验

## EIGRP基础实验



**1.配置网络基础环境**

**（1）配置R1:**

r1(config)#int f0/0

r1(config-if)#ip address 13.1.1.1 255.255.255.0

r1(config-if)#no sh

r1(config)#int f0/1

r1(config-if)#ip add 12.1.1.1 255.255.255.0

r1(config-if)#no sh

r1(config)#router eigrp 1

r1(config-router)#no auto-summary

r1(config-router)#network 13.1.1.1 0.0.0.0

r1(config-router)#network 12.1.1.1 0.0.0.0

**说明：**在R1上配置12.1.1.0/24，13.1.1.0/24，并放入EIGRP进程中。

**（2）配置R2:**

r2(config)#int f0/0

r2(config-if)#ip address 24.1.1.2 255.255.255.0

r2(config-if)#no sh

r2(config)#int f0/1

r2(config-if)#ip address 12.1.1.2 255.255.255.0

r2(config-if)#no sh

r2(config)#router eigrp 1

r2(config-router)#no auto-summary

r2(config-router)#network 12.1.1.2 0.0.0.0

r2(config-router)#network 24.1.1.2 0.0.0.0

**说明：**在R2上配置12.1.1.0/24，24.1.1.0/24，并放入EIGRP进程中。

**（3）配置R3:**

r3(config)#int f0/0

r3(config-if)#ip address 13.1.1.3 255.255.255.0

r3(config-if)#no sh

r3(config)#int s1/0

r3(config-if)#encapsulation frame-relay

r3(config-if)#no frame-relay inverse-arp

r3(config-if)#no arp frame-relay

r3(config-if)#ip address 34.1.1.3 255.255.255.0

r3(config-if)#no shutdown

r3(config-if)#frame-relay map ip 34.1.1.4 304 broadcast

r3(config)#router eigrp 1

r3(config-router)#no auto-summary

r3(config-router)#network 13.1.1.3 0.0.0.0

r3(config-router)#network 34.1.1.3 0.0.0.0

**说明：**在R3上配置13.1.1.0/24，34.1.1.0/24，并放入EIGRP进程中，其中连接R4的链路为Frame-Relay环境。

**（4）配置R4:**

r4(config)#int f0/0

r4(config-if)#ip add 24.1.1.4 255.255.255.0

r4(config-if)#no sh

r4(config)#int s1/0

r4(config-if)#encapsulation frame-relay

r4(config-if)#no frame-relay inverse-arp

r4(config-if)#no arp frame-relay

r4(config-if)#ip address 34.1.1.4 255.255.255.0

r4(config-if)#no shutdown

r4(config-if)#frame-relay map ip 34.1.1.3 403 broadcast

r4(config)#int loopback 0

r4(config-if)#ip address 4.4.4.4 255.255.255.0

r4(config)#router eigrp 1

r4(config-router)#no auto-summary

r4(config-router)#network 24.1.1.4 0.0.0.0

r4(config-router)#network 34.1.1.4 0.0.0.0

r4(config-router)#network 4.4.4.4 0.0.0.0

**说明：**在R4上配置24.1.1.0/24，34.1.1.0/24，4.4.4.0/24，并放入EIGRP进程中，其中连接R4的链路为Frame-Relay环境。

**2.测试EIGRP邻居**

**（1）查看R1当前的EIGRP邻居:**

r1#show ip eigrp neighbors

IP-EIGRP neighbors for process 1

H   Address                 Interface       Hold Uptime   SRTT   RTO  Q  Seq

                                            (sec)         (ms)       Cnt Num

1   13.1.1.3                Fa0/0             10 00:04:38  213  1278  0  4

0   12.1.1.2                Fa0/1             10 00:06:32  165   990  0  11

r1#

**说明：**R1已经与R2和R3建立邻居，因为Hold栏的值在10-15范围内，所以Hello间隔是5秒，Hold-time是15秒。

**（2）查看R3当前的5个K值：**

r3#sh ip protocols

Routing Protocol is "eigrp 1"

  Outgoing update filter list for all interfaces is not set

  Incoming update filter list for all interfaces is not set

  Default networks flagged in outgoing updates

  Default networks accepted from incoming updates

  EIGRP metric weight K1=1, K2=0, K3=1, K4=0, K5=0

  EIGRP maximum hopcount 100

  EIGRP maximum metric variance 1

  Redistributing: eigrp 1

  EIGRP NSF-aware route hold timer is 240s

  Automatic network summarization is not in effect

  Maximum path: 4

  Routing for Networks:

    13.1.1.3/32

    34.1.1.3/32

  Routing Information Sources:

    Gateway         Distance      Last Update

    13.1.1.1              90      00:01:45

    34.1.1.4              90      00:01:55

  Distance: internal 90 external 170

r3#

**说明：**R3当前的5个K值分别为K1=1, K2=0, K3=1, K4=0, K5=0，与默认值相同。

**（3）修改R3的5个K值：**

r3(config)#router eigrp 1

r3(config-router)#metric weights 0 1 1 1 0 0

**说明：**手工将R3的5个K值修改为K1=1, K2=1, K3=1, K4=0, K5=0 ，命令中第一个值为 TOS ，IOS中必须为0 。

**（4）查看R3修改后的5个K值：**

r3#sh ip protocols

Routing Protocol is "eigrp 1"

  Outgoing update filter list for all interfaces is not set

  Incoming update filter list for all interfaces is not set

  Default networks flagged in outgoing updates

  Default networks accepted from incoming updates

  EIGRP metric weight K1=1, K2=1, K3=1, K4=0, K5=0

  EIGRP maximum hopcount 100

  EIGRP maximum metric variance 1

  Redistributing: eigrp 1

  EIGRP NSF-aware route hold timer is 240s

  Automatic network summarization is not in effect

  Maximum path: 4

  Routing for Networks:

    13.1.1.3/32

    34.1.1.3/32

  Routing Information Sources:

    Gateway         Distance      Last Update

    13.1.1.1              90      00:00:17

    34.1.1.4              90      00:00:17

  Distance: internal 90 external 170

r3#

**说明：**输入表示R3的5个K值已经被修改为K1=1, K2=1, K3=1, K4=0, K5=0。

**（5）再次查看R1的邻居：**

r1#show ip eigrp neighbors

IP-EIGRP neighbors for process 1

H   Address                 Interface       Hold Uptime   SRTT   RTO  Q  Seq

                                            (sec)         (ms)       Cnt Num

0   12.1.1.2                Fa0/1             13 00:11:43  200  1200  0  21

r1#

\*Mar  1 00:18:52.287: %DUAL-5-NBRCHANGE: IP-EIGRP(0) 1: Neighbor 13.1.1.3 (FastEthernet0/0) is down: Interface Goodbye received

r1#

**说明：**R1已经断开与R3的邻居关系，正是因为双方K值不同，因为R1为默认值，而R3为改而的值。

★最后将R3的值恢复默认，并建立正常邻居关系。

**3.测试EIGRP带宽计算**

**（1）查看R2到目标4.4.4.4的出口F0/0的带宽与延迟：**

r2#sh int f0/0

FastEthernet0/0 is up, line protocol is up

  Hardware is Gt96k FE, address is c000.0a34.0000 (bia c000.0a34.0000)

  Internet address is 24.1.1.2/24

  MTU 1500 bytes, BW 100000 Kbit, DLY 100 usec,

**说明：**R2到目标4.4.4.4的出口F0/0的带宽为100000 Kbit，延迟100 usec

**（2）查看R4到目标4.4.4.4的出口loopback 0的带宽与延迟：**

r4#sh interfaces loopback 0

Loopback0 is up, line protocol is up

  Hardware is Loopback

  Internet address is 4.4.4.4/24

  MTU 1514 bytes, BW 8000000 Kbit, DLY 5000 usec,

**说明：**R4到目标4.4.4.4的出口loopback 0的带宽为8000000 Kbit，延迟5000 usec。

**（3）使用公式计算R2到目标4.4.4.4的Metric值：**

公式为：



R2到4.4.4.4链路中的最小带宽为100 000 Kbit，延迟之和为100 usec+5000 usec=5100 usec

应用到公式中为：

（1000 0000/100 000+5100/10）×256

↓

（100+510）×256

↓

610×256=156160

**说明：**所以R2到目标4.4.4.4的Metric值为156160。

**（4）查看R2到目标4.4.4.4的Metric值：**

r2#sh ip route

Codes: C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP

       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area

       N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2

       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2

       i - IS-IS, su - IS-IS summary, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2

       ia - IS-IS inter area, \* - candidate default, U - per-user static route

       o - ODR, P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is not set

     34.0.0.0/24 is subnetted, 1 subnets

D       34.1.1.0 [90/2172416] via 24.1.1.4, 00:10:50, FastEthernet0/0

     4.0.0.0/24 is subnetted, 1 subnets

D       4.4.4.0 [90/156160] via 24.1.1.4, 00:14:27, FastEthernet0/0

     24.0.0.0/24 is subnetted, 1 subnets

C       24.1.1.0 is directly connected, FastEthernet0/0

     12.0.0.0/24 is subnetted, 1 subnets

C       12.1.1.0 is directly connected, FastEthernet0/1

     13.0.0.0/24 is subnetted, 1 subnets

D       13.1.1.0 [90/2174976] via 24.1.1.4, 00:06:14, FastEthernet0/0

r2#

**说明：**R2到4.4.4.4的Metric值确实为156160。

**（5）修改R2到目标4.4.4.4的最小带宽，影响最终Metric：**

r2(config)#int f0/0

r2(config-if)#bandwidth 50000

**说明：**之前R2的出口F0/0的带宽为100000 Kbit，现在改为50000 Kbit，该值将影响最终到目标4.4.4.4的Metric值。

**（6）查看R2修改最小带宽后到目标4.4.4.4的Metric：**

r2#sh ip route

Codes: C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP

       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area

       N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2

       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2

       i - IS-IS, su - IS-IS summary, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2

       ia - IS-IS inter area, \* - candidate default, U - per-user static route

       o - ODR, P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is not set

     34.0.0.0/24 is subnetted, 1 subnets

D       34.1.1.0 [90/2172416] via 24.1.1.4, 00:00:18, FastEthernet0/0

     4.0.0.0/24 is subnetted, 1 subnets

D       4.4.4.0 [90/181760] via 24.1.1.4, 00:00:07, FastEthernet0/0

     24.0.0.0/24 is subnetted, 1 subnets

C       24.1.1.0 is directly connected, FastEthernet0/0

     12.0.0.0/24 is subnetted, 1 subnets

C       12.1.1.0 is directly connected, FastEthernet0/1

     13.0.0.0/24 is subnetted, 1 subnets

D       13.1.1.0 [90/30720] via 12.1.1.1, 00:02:14, FastEthernet0/1

r2#

**说明：**R2修改最小带宽后到目标4.4.4.4的Metric为181760，大于之前的156160，因为带宽越小，性能越差，Metric就越大；修改接口的带宽会影响到EIGRP对接口真实带宽的认知，并自动调整与带宽有关的所有参数，但须注意，Hello包的间隔不会因此改变。

**（7）调整EIGRP在接口上的最大使用率：**

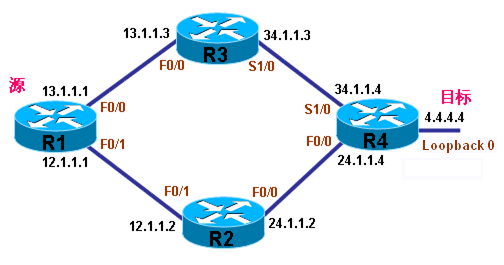
**说明：**默认EIGRP认为自己的流量可占用接口带宽的50%，而修改接口的带宽会影响到EIGRP对接口真实带宽的认知，并自动调整EIGRP可使用该接口的最大带宽，所以在修改接口带宽之后，调整EIGRP流量使用率到相应值，注意，在没有手工修改接口带宽的情况下，也可以随意调整EIGRP在接口上的使用率。

r2(config)#int f0/0

r2(config-if)#ip bandwidth-percent eigrp 1 150

**说明：**调整EIGRP在接口上F0/0上的最大使用率为150%，也就是50Mbit/s×150%=75 Mbit/s。

### 测试EIGRP非等价负载均衡



**（1）查看R1到目标4.4.4.4的RD：**

r1#show ip eigrp topology

IP-EIGRP Topology Table for AS(1)/ID(13.1.1.1)

Codes: P - Passive, A - Active, U - Update, Q - Query, R - Reply,

       r - reply Status, s - sia Status

P 4.4.4.0/24, 1 successors, FD is 158720

        via 12.1.1.2 (158720/156160), FastEthernet0/1

P 12.1.1.0/24, 1 successors, FD is 28160

        via Connected, FastEthernet0/1

P 13.1.1.0/24, 1 successors, FD is 2562560

        via Connected, FastEthernet0/0

        via 12.1.1.2 (2177536/2174976), FastEthernet0/1

P 24.1.1.0/24, 1 successors, FD is 30720

        via 12.1.1.2 (30720/28160), FastEthernet0/1

P 34.1.1.0/24, 1 successors, FD is 2174976

        via 12.1.1.2 (2174976/2172416), FastEthernet0/1

        via 13.1.1.3 (3074560/2169856), FastEthernet0/0

r1#

**说明：**因为R1与R2是EIGRP邻居，R2将路由信息发给R1之后，R2到目标4.4.4.4的Metric值156160就成为了R1到目标4.4.4.4的RD值，而当前R1到目标4.4.4.4的FD为158720，这条信息将被放入路由表中使用；拓朴数据库中显示确实如此；而拓朴数据库中为什么没有R1经过R3到目标4.4.4.4的路径，下面来查看：

**（2）查看R1经过R3到目标4.4.4.4的路径：**

**说明：**R1经过R3到目标4.4.4.4的路径不能存放于拓朴数据库中，应该是不满足FC的条件（R3到目标4.4.4.4的Metric值必须小于R1当前的FD值158720）

所以，我们手工计算R3到目标4.4.4.4的Metric值

查看带宽与延迟：

r4#sh interfaces loopback 0

Loopback0 is up, line protocol is up

  Hardware is Loopback

  Internet address is 4.4.4.4/24

  MTU 1514 bytes, BW 8000000 Kbit, DLY 5000 usec,

r3#sh int s1/0

Serial1/0 is up, line protocol is up

  Hardware is M4T

  Internet address is 34.1.1.3/24

  MTU 1500 bytes, BW 1544 Kbit, DLY 20000 usec

R3到4.4.4.4链路中的最小带宽为1544 Kbit，延迟之和为20000 usec +5000 usec=25000 usec

应用到公式中为：

（1000 0000/1544 +25000/10）×256

↓

（6476.6 + 2500）×256=2297856

**说明：**所以很明显，R3到目标4.4.4.4的Metric值必须小2297856大于R1当前的FD值158720，所以无法存放于拓朴数据库中，所以当前R1只使用经过R2到目标4.4.4.4的路径，如下：

r1#sh ip route

Codes: C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP

       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area

       N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2

       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2

       i - IS-IS, su - IS-IS summary, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2

       ia - IS-IS inter area, \* - candidate default, U - per-user static route

       o - ODR, P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is not set

     34.0.0.0/24 is subnetted, 1 subnets

D       34.1.1.0 [90/2174976] via 12.1.1.2, 00:07:46, FastEthernet0/1

     4.0.0.0/24 is subnetted, 1 subnets

D       4.4.4.0 [90/158720] via 12.1.1.2, 00:15:36, FastEthernet0/1

     24.0.0.0/24 is subnetted, 1 subnets

D       24.1.1.0 [90/30720] via 12.1.1.2, 00:19:50, FastEthernet0/1

     12.0.0.0/24 is subnetted, 1 subnets

C       12.1.1.0 is directly connected, FastEthernet0/1

     13.0.0.0/24 is subnetted, 1 subnets

C       13.1.1.0 is directly connected, FastEthernet0/0

r1#

★查看R3到目标4.4.4.4的路径：

r3#sh ip route

Codes: C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP

       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area

       N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2

       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2

       i - IS-IS, su - IS-IS summary, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2

       ia - IS-IS inter area, \* - candidate default, U - per-user static route

       o - ODR, P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is not set

     34.0.0.0/24 is subnetted, 1 subnets

C       34.1.1.0 is directly connected, Serial1/0

     4.0.0.0/24 is subnetted, 1 subnets

D       4.4.4.0 [90/161280] via 13.1.1.1, 00:13:15, FastEthernet0/0

     24.0.0.0/24 is subnetted, 1 subnets

D       24.1.1.0 [90/33280] via 13.1.1.1, 00:13:15, FastEthernet0/0

     12.0.0.0/24 is subnetted, 1 subnets

D       12.1.1.0 [90/30720] via 13.1.1.1, 00:13:15, FastEthernet0/0

     13.0.0.0/24 is subnetted, 1 subnets

C       13.1.1.0 is directly connected, FastEthernet0/0

r3#

**说明：**由于R3从S1/0到目标4.4.4.4的Metric值太大，所以R3自己都没从S1/0到4.4.4.4，而选择从R1到4.4.4.4。

**（3）计算R3成为R1到目标4.4.4.4的FS的条件：**

因为R1当前的FD为158720，所以R3到目标4.4.4.4的Metric值必须小于158720，才能成为FS，因为R3的出口S1/0为帧中继接口，带宽实在太低，即使没有延迟，也不能成为FS，所以我们事先将接口带宽改为100 000 Kbit/s，从而再修改延迟到相应值，延迟需要改成多少，需要将公式进行反运算：

公式为：



R4  loopback 0的延迟为5000 usec，设置总延迟为X，则：

（1000 0000 / 100 000  + X）× 256 = 158720

↓

（100 + X）=158720 /256

↓

（100 + X）= 620

↓

X=520

所以R3成为R1到目标4.4.4.4的FS的条件的总延迟必须小于520，等于520也不行，

因为延迟除以10得到520，所以原始延迟为5200，而R4  loopback 0的延迟为5000 usec，得R3 S1/0的延迟为200，为了取小一点的值，我们取190，下面配置R3 S1/0的接口延迟为190：

r3(config)#int s1/0

r3(config-if)#delay 19

**说明：**在配置时，会自动乘以10，所以要配置190，就配置19。

**（4）查看R3修改接口延迟后的情况：**

r3#sh int s1/0

Serial1/0 is up, line protocol is up

  Hardware is M4T

  Internet address is 34.1.1.3/24

  MTU 1500 bytes, BW 100000 Kbit, DLY 190 usec,

**说明：**延迟已经改成预计的190了。

**（5）查看R3到目标4.4.4.4的情况：**

r3#sh ip route

Codes: C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP

       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area

       N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2

       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2

       i - IS-IS, su - IS-IS summary, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2

       ia - IS-IS inter area, \* - candidate default, U - per-user static route

       o - ODR, P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is not set

     34.0.0.0/24 is subnetted, 1 subnets

C       34.1.1.0 is directly connected, Serial1/0

     4.0.0.0/24 is subnetted, 1 subnets

D       4.4.4.0 [90/158464] via 34.1.1.4, 00:00:53, Serial1/0

     24.0.0.0/24 is subnetted, 1 subnets

D       24.1.1.0 [90/33024] via 34.1.1.4, 00:00:53, Serial1/0

     12.0.0.0/24 is subnetted, 1 subnets

D       12.1.1.0 [90/30720] via 13.1.1.1, 00:00:53, FastEthernet0/0

     13.0.0.0/24 is subnetted, 1 subnets

C       13.1.1.0 is directly connected, FastEthernet0/0

r3#

**说明：**R3已经选择从S1/0到4.4.4.4，说明改动有效果。

**（6）查看R1拓朴数据库中到目标4.4.4.4的情况：**

r1#sh ip eigrp topology

IP-EIGRP Topology Table for AS(1)/ID(13.1.1.1)

Codes: P - Passive, A - Active, U - Update, Q - Query, R - Reply,

       r - reply Status, s - sia Status

P 4.4.4.0/24, 1 successors, FD is 158720

        via 12.1.1.2 (158720/156160), FastEthernet0/1

        via 13.1.1.3 (161024/158464), FastEthernet0/0

P 12.1.1.0/24, 1 successors, FD is 28160

        via Connected, FastEthernet0/1

P 13.1.1.0/24, 1 successors, FD is 28160

        via Connected, FastEthernet0/0

P 24.1.1.0/24, 1 successors, FD is 30720

        via 12.1.1.2 (30720/28160), FastEthernet0/1

P 34.1.1.0/24, 1 successors, FD is 33024

        via 13.1.1.3 (33024/30464), FastEthernet0/0

r1#

**说明：**R1当前的拓朴数据库中同时存在R2和R3到达目标4.4.4.4，并且显示经过R2的路径为FD，值为158720，而经过R3的Metric为161024，明显比FD大，但很微小。

**（7）通过修改variance值使R1到目标4.4.4.4执行非等价负载均衡**

r1(config)#router eigrp 1

r1(config-router)#variance 2

**说明：**因为当前FD为158720，要包含161024，只需要将FD为158720扩大2倍即可，值为158720×2=317440。

**（8）查看R1负载均衡路由表：**

r1#sh ip route

Codes: C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP

       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area

       N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2

       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2

       i - IS-IS, su - IS-IS summary, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2

       ia - IS-IS inter area, \* - candidate default, U - per-user static route

       o - ODR, P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is not set

     34.0.0.0/24 is subnetted, 1 subnets

D       34.1.1.0 [90/33024] via 13.1.1.3, 00:00:21, FastEthernet0/0

     4.0.0.0/24 is subnetted, 1 subnets

D       4.4.4.0 [90/161024] via 13.1.1.3, 00:00:21, FastEthernet0/0

                [90/158720] via 12.1.1.2, 00:00:21, FastEthernet0/1

     24.0.0.0/24 is subnetted, 1 subnets

D       24.1.1.0 [90/30720] via 12.1.1.2, 00:00:21, FastEthernet0/1

     12.0.0.0/24 is subnetted, 1 subnets

C       12.1.1.0 is directly connected, FastEthernet0/1

     13.0.0.0/24 is subnetted, 1 subnets

C       13.1.1.0 is directly connected, FastEthernet0/0

r1#

**说明：**R1已经执行到4.4.4.4的负载均衡。

**（9）测试负载均衡:**

r1#traceroute 4.4.4.4

Type escape sequence to abort.

Tracing the route to 4.4.4.4

  1 13.1.1.3 92 msec

    12.1.1.2 144 msec

    13.1.1.3 156 msec

  2 24.1.1.4 92 msec

    34.1.1.4 112 msec \*

r1#

**说明：**R1已经执行到4.4.4.4的负载均衡。

**（10）查看邻居发送的路由条目：**

**说明：**当EIGRP用于复杂大型网络时，有时需要查看从邻居收到的路由条目情况。

r1#sh ip eigrp 1 accounting

IP-EIGRP accounting for AS(1)/ID(13.1.1.1)

Total Prefix Count: 5  States: A-Adjacency, P-Pending, D-Down

State Address/Source   Interface        Prefix   Restart  Restart/

                                        Count     Count   Reset(s)

 A    13.1.1.3         Fa0/0                 3        0        0

 A    12.1.1.2         Fa0/1                 2        0        0

r1#

**说明：**R1从13.1.1.3（R3）收到3条，从12.1.1.2（R2）收到2条。

### 测试EIGRP Stub

**（1）查看R2当前的邻居详情：**

r2#sh ip eigrp neighbors detail

IP-EIGRP neighbors for process 1

H   Address                 Interface       Hold Uptime   SRTT   RTO  Q  Seq

                                            (sec)         (ms)       Cnt Num

1   24.1.1.4                Fa0/0             12 00:55:48  185  1110  0  29

   Version 12.4/1.2, Retrans: 3, Retries: 0, Prefixes: 2

0   12.1.1.1                Fa0/1             10 00:59:57  238  2142  0  32

   Version 12.4/1.2, Retrans: 4, Retries: 0, Prefixes: 2

r2#

**说明：**R2当前有两个邻居12.1.1.1（R1），24.1.1.4（R4），并且为正常邻居。

**（2）配置R4为EIGRP Stub:**

r4(config)#router eigrp 1

r4(config-router)#eigrp stub

**说明：**将R4配置为EIGRP Stub，默认只向外发送直连和汇总路由。

**（3）查看配置R4为EIGRP Stub后，R2的邻居详情：**

r2#sh ip eigrp neighbors detail

IP-EIGRP neighbors for process 1

H   Address                 Interface       Hold Uptime   SRTT   RTO  Q  Seq

                                            (sec)         (ms)       Cnt Num

1   24.1.1.4                Fa0/0             12 00:00:06  234  1404  0  32

   Version 12.4/1.2, Retrans: 0, Retries: 0, Prefixes: 2

   Stub Peer Advertising ( CONNECTED SUMMARY ) Routes

   Suppressing queries

0   12.1.1.1                Fa0/1             12 01:00:32  191  1146  0  41

   Version 12.4/1.2, Retrans: 5, Retries: 0, Prefixes: 2

r2#

**说明：**结果中显示24.1.1.4（R4）当前为EIGRP Stub peer，并且是默认的只发送直连和汇总路由。

**（4）修改R4的EIGRP Stub参数:**

r4(config)#router eigrp 1

r4(config-router)#eigrp stub receive-only

**说明：**EIGRP Stub默认只向外发送直连和汇总路由，现在将R4改为只收路由，但不发送任何路由。

**（5）再次查看R2的路由情况:**

r2#sh ip route

Codes: C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP

       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area

       N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2

       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2

       i - IS-IS, su - IS-IS summary, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2

       ia - IS-IS inter area, \* - candidate default, U - per-user static route

       o - ODR, P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is not set

     34.0.0.0/24 is subnetted, 1 subnets

D       34.1.1.0 [90/35584] via 12.1.1.1, 00:00:50, FastEthernet0/1

     24.0.0.0/24 is subnetted, 1 subnets

C       24.1.1.0 is directly connected, FastEthernet0/0

     12.0.0.0/24 is subnetted, 1 subnets

C       12.1.1.0 is directly connected, FastEthernet0/1

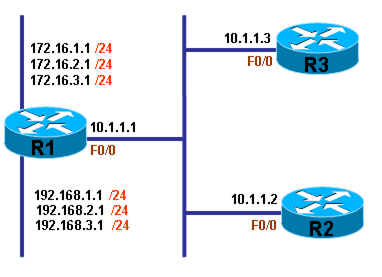
     13.0.0.0/24 is subnetted, 1 subnets

D       13.1.1.0 [90/30720] via 12.1.1.1, 00:14:35, FastEthernet0/1

r2#

**说明：**因为4.4.4.4是R4的直连网络，而R4当前只收路由，却不发任何路由，所以R2没有从R4收到任何路由。即使是4.4.4.4。

以下图为例，配置EIGRP 手工汇总，EIGRP认证，EIGRP默认路由



**1.配置基础网络环境**

**（1）配置R1：**

r1(config)#int f0/0

r1(config-if)#ip add 10.1.1.1 255.255.255.0

r1(config-if)#no sh

r1(config)#int loopback 172

r1(config-if)#ip address 172.16.1.1 255.255.255.0

r1(config-if)#ip address 172.16.2.1 255.255.255.0 secondary

r1(config-if)#ip address 172.16.3.1 255.255.255.0 secondary

r1(config)#int loopback 192

r1(config-if)#ip address 192.168.1.1 255.255.255.0

r1(config-if)#ip address 192.168.2.1 255.255.255.0 secondary

r1(config-if)#ip address 192.168.3.1 255.255.255.0 secondary

r1(config)#router eigrp 1

r1(config-router)#network 10.0.0.0

r1(config-router)#redistribute connected metric 10000 100 255 1 1500

**说明：**在R1上配置了10.1.1.0/24，172.16.1.0/24，172.16.2.0/24，172.16.3.0/24，192.168.1.0/24，192.168.2.0/24，192.168.3.0/24，将启动EIGRP，但默认为关闭自动汇总；将10.1.1.0/24放入EIGRP进程，并将其它直连路由重分布进EIGRP。

**（2）配置R2:**

r2(config)#int f0/0

r2(config-if)#ip address 10.1.1.2 255.255.255.0

r2(config-if)#no sh

r2(config)#router eigrp 1

r2(config-router)#network 10.0.0.0

**说明：**在R2上配置了10.1.1.0/24，并将其放入EIGRP进程。

**（3）配置R3:**

r3(config)#int f0/0

r3(config-if)#ip address 10.1.1.3 255.255.255.0

r3(config-if)#no sh

r3(config)#router eigrp 1

r3(config-router)#network 10.0.0.0

**说明：**在R3上配置了10.1.1.0/24，并将其放入EIGRP进程。

### 测试EIGRP手工汇总

**（1）查看R2当前自动汇总的状态：**

r2#sh ip route

Codes: C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP

       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area

       N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2

       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2

       i - IS-IS, su - IS-IS summary, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2

       ia - IS-IS inter area, \* - candidate default, U - per-user static route

       o - ODR, P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is not set

     172.16.0.0/24 is subnetted, 3 subnets

D EX    172.16.1.0 [170/284160] via 10.1.1.1, 00:01:43, FastEthernet0/0

D EX    172.16.2.0 [170/284160] via 10.1.1.1, 00:01:43, FastEthernet0/0

D EX    172.16.3.0 [170/284160] via 10.1.1.1, 00:01:43, FastEthernet0/0

     10.0.0.0/24 is subnetted, 1 subnets

C       10.1.1.0 is directly connected, FastEthernet0/0

D EX 192.168.1.0/24 [170/284160] via 10.1.1.1, 00:01:43, FastEthernet0/0

D EX 192.168.2.0/24 [170/284160] via 10.1.1.1, 00:01:43, FastEthernet0/0

D EX 192.168.3.0/24 [170/284160] via 10.1.1.1, 00:01:43, FastEthernet0/0

r2#

**说明：**因为EIGRP无法对外部路由进行自动汇总，从R2的路由表中也可以看出，外部路由不受自动汇总影响。

**（2）修改R1直连路由为EIGRP内部路由：**

r1(config)#router eigrp 1

r1(config-router)#no redistribute connected metric 10000 100 255 1 1500

r1(config-router)#network 172.16.0.0 0.0.255.255

r1(config-router)#network 192.168.0.0 0.0.255.255

**说明：**取消重分布直连路由，并直连网段发布为EIGRP内部路由。

**（3）再次查看R2当前自动汇总的状态：**

r2#sh ip route

Codes: C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP

       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area

       N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2

       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2

       i - IS-IS, su - IS-IS summary, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2

       ia - IS-IS inter area, \* - candidate default, U - per-user static route

       o - ODR, P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is not set

D    172.16.0.0/16 [90/156160] via 10.1.1.1, 00:00:20, FastEthernet0/0

     10.0.0.0/24 is subnetted, 1 subnets

C       10.1.1.0 is directly connected, FastEthernet0/0

D    192.168.1.0/24 [90/156160] via 10.1.1.1, 00:00:14, FastEthernet0/0

D    192.168.2.0/24 [90/156160] via 10.1.1.1, 00:00:14, FastEthernet0/0

D    192.168.3.0/24 [90/156160] via 10.1.1.1, 00:00:14, FastEthernet0/0

r2#

**说明：**EIGRP自动汇总对内部路由产生了效果，将172.16.1.0/24，172.16.2.0/24，172.16.3.0/24自动汇总成了B类网段172.16.0.0/16。

**（4）在R1上配置手工汇总：**

r1(config)#int f0/0

r1(config-if)#ip summary-address eigrp 1 172.16.0.0 255.255.252.0

r1(config-if)#ip summary-address eigrp 1 192.168.0.0 255.255.252.0

**说明：**EIGRP手工汇总同RIP，是将路由汇总后发出去，是对出去的路由生效，而不是对进来的路由生效。

**（5）查看R2当前的路由表：**

r2#sh ip route

Codes: C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP

       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area

       N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2

       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2

       i - IS-IS, su - IS-IS summary, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2

       ia - IS-IS inter area, \* - candidate default, U - per-user static route

       o - ODR, P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is not set

     172.16.0.0/16 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks

D       172.16.0.0/22 [90/156160] via 10.1.1.1, 00:00:42, FastEthernet0/0

D       172.16.0.0/16 [90/156160] via 10.1.1.1, 00:02:02, FastEthernet0/0

     10.0.0.0/24 is subnetted, 1 subnets

C       10.1.1.0 is directly connected, FastEthernet0/0

D    192.168.0.0/22 [90/156160] via 10.1.1.1, 00:00:32, FastEthernet0/0

r2#

**说明：**EIGRP手工汇总可以将路由汇总为任意掩码长度，不受主类地址掩码长度影响，例如将C类地址汇总成了低于24位的掩码长度，并且从路由表中可以看出，在自动汇总和手工汇总都开启时，两者同时生效。

**（6）关闭自动汇总：**

r1(config)#router eigrp 1

r1(config-router)#no auto-summary

**说明：**关闭自动汇总。

**（7）查看R2的路由表：**

r2#sh ip route

Codes: C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP

       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area

       N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2

       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2

       i - IS-IS, su - IS-IS summary, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2

       ia - IS-IS inter area, \* - candidate default, U - per-user static route

       o - ODR, P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is not set

     172.16.0.0/22 is subnetted, 1 subnets

D       172.16.0.0 [90/156160] via 10.1.1.1, 00:01:35, FastEthernet0/0

     10.0.0.0/24 is subnetted, 1 subnets

C       10.1.1.0 is directly connected, FastEthernet0/0

D    192.168.0.0/22 [90/156160] via 10.1.1.1, 00:01:25, FastEthernet0/0

r2#

**说明：**因为关闭了自动汇总，所以只有手工汇总生效，路由表中已经没有明细路由了。

### 测试EIGRP认证：

**（1）在R1上配置EIGRP认证：**

r1(config)#key chain ccie

r1(config-keychain)#key 1

r1(config-keychain-key)#key-string cisco

r1(config)#int f0/0

r1(config-if)#ip authentication mode eigrp 1 md5

r1(config-if)#ip authentication key-chain eigrp 1 ccie

**说明：**在R1上开启EIGRP认证，并在接口F0/0上启用，1号密码为cisco。

**（2）查看R2当前EIGRP邻居状态：**

r2#sh ip eig neighbors

IP-EIGRP neighbors for process 1

H   Address                 Interface       Hold Uptime   SRTT   RTO  Q  Seq

                                            (sec)         (ms)       Cnt Num

1   10.1.1.3                Fa0/0             11 00:08:32  154   924  0  29

r2#

**说明：**由于R1启用了EIGRP认证，而R2没有启用认证，所以R2无法与R1保持邻居关系，但与R3的邻居关系正常。

**（3）在R2上开启EIGRP认证：**

r2(config)#key chain ccie

r2(config-keychain)#key 1

r2(config-keychain-key)#key-string abc

r2(config-keychain-key)#exi

r2(config-keychain)#key 2

r2(config-keychain-key)#key-string cisco

r2(config)#int f0/0

r2(config-if)#ip authentication mode eigrp 1 md5

r2(config-if)#ip authentication key-chain eigrp 1 ccie

**说明：**在R2上配置了EIGRP认证，共设置了两个密码，1号密码为abc，2号密码为cisco。

**（4）再次查看R2的EIGRP邻居状态：**

r3#sh ip eigrp neighbors

IP-EIGRP neighbors for process 1

r3#

**说明：**当R2开启认证后，已经没有任何邻居了，即使与开启了认证的R1也不能成为邻居，因为虽然双方有相同有密码，但是密码序号不一样，R1是1号密码为cisco，而R2是2号密码为cisco。

**（5）在R3上开启EIGRP认证：**

r3(config)#key chain ccie

r3(config-keychain)#key 1

r3(config-keychain-key)#key-string cisco

r3(config-keychain-key)#exit

r3(config-keychain)#key 2

r3(config-keychain-key)#key-string abc

r3(config)#int f0/0

r3(config-if)#ip authentication mode eigrp 1 md5

r3(config-if)#ip authentication key-chain eigrp 1 ccie

**说明：**在R3上配置了EIGRP认证，共设置了两个密码，1号密码为abc，2号密码为cisco。

**（6）查看R3的EIGRP邻居状态：**

r3#sh ip eigrp neighbors

IP-EIGRP neighbors for process 1

H   Address                 Interface       Hold Uptime   SRTT   RTO  Q  Seq

                                            (sec)         (ms)       Cnt Num

0   10.1.1.1                Fa0/0             13 00:00:38  215  1290  0  31

r3#

**说明：**因为R1的1号密码为cisco，而R3的1号密码也为cisco，双方相同，所以R3与R1建立了邻居关系，由于R2的1号密码为abc，与大家不同，所以没能建立邻居；结果证明，需要注意，EIGRP认证时，需要双方密码相同，并且号码相同，才能建立邻居，而且必须是双方最上面的一组密码相同才可以。

**注：**有的文档会提示EIGRP不用号码匹配也能建立邻居，所以不排除某些IOS版本可能是那样，但是为了保险起见，请一定保证双方第一组号码和密码相同，否则结果不能保证。

**4.测试EIGRP路由**

**（1）查看R3当前的路由表：**

r3#sh ip route

Codes: C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP

       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area

       N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2

       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2

       i - IS-IS, su - IS-IS summary, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2

       ia - IS-IS inter area, \* - candidate default, U - per-user static route

       o - ODR, P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is not set

     172.16.0.0/22 is subnetted, 1 subnets

D       172.16.0.0 [90/156160] via 10.1.1.1, 00:00:49, FastEthernet0/0

     10.0.0.0/24 is subnetted, 1 subnets

C       10.1.1.0 is directly connected, FastEthernet0/0

D    192.168.0.0/22 [90/156160] via 10.1.1.1, 00:00:49, FastEthernet0/0

r3#

**说明：**当前R3与R1为正常邻居，所以R3收到了R2发来的两条直连路由172.16.0.0/22和192.168.0.0/22。

**（2）在R1上配置静态路由：**

r1(config)#ip route 100.1.1.0 255.255.255.0 loopback 172

r1(config)#ip route 172.16.100.0 255.255.255.0 loopback 172

**说明：**R1上配置了指向100.1.1.0/24和172.16.100.0/24的静态路由，并且出口为直连出口。

**（3）再次查看R3当前的路由表：**

r3#sh ip route

Codes: C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP

       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area

       N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2

       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2

       i - IS-IS, su - IS-IS summary, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2

       ia - IS-IS inter area, \* - candidate default, U - per-user static route

       o - ODR, P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is not set

172.16.0.0/16 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks

D       172.16.0.0/22 [90/156160] via 10.1.1.1, 00:02:41, FastEthernet0/0

D       172.16.100.0/24 [90/156160] via 10.1.1.1, 00:00:41, FastEthernet0/0

     10.0.0.0/24 is subnetted, 1 subnets

C       10.1.1.0 is directly connected, FastEthernet0/0

D    192.168.0.0/22 [90/156160] via 10.1.1.1, 00:02:41, FastEthernet0/0

r3#

**说明：**R1上配置的指向接口的静态路由172.16.100.0/24被通告给了邻居，所以手工配置的静态路由如果是指的直连出口，只要静态路由被network命令包含在内，就会被通告进EIGRP进程，而不管其是真正的直连路由，还是手工指定的静态路上。

**（4）在R1上network静态路由:**

r1(config)#router eigrp 1

r1(config-router)#network 100.0.0.0

**说明：**将静态路由100.1.1.0/24通过命令network放入EIGRP进程。

**（5）查看R3的路由表：**

r3#sh ip route

Codes: C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP

       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area

       N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2

       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2

       i - IS-IS, su - IS-IS summary, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2

       ia - IS-IS inter area, \* - candidate default, U - per-user static route

       o - ODR, P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is not set

     100.0.0.0/24 is subnetted, 1 subnets

D       100.1.1.0 [90/156160] via 10.1.1.1, 00:00:14, FastEthernet0/0

     172.16.0.0/16 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks

D       172.16.0.0/22 [90/156160] via 10.1.1.1, 00:06:18, FastEthernet0/0

D       172.16.100.0/24 [90/156160] via 10.1.1.1, 00:04:17, FastEthernet0/0

     10.0.0.0/24 is subnetted, 1 subnets

C       10.1.1.0 is directly connected, FastEthernet0/0

D    192.168.0.0/22 [90/156160] via 10.1.1.1, 00:06:18, FastEthernet0/0

r3#

**说明：**因为指向接口的静态路由100.1.1.0/24被network命令包含在内，所以被通告进了EIGRP进程。

### 测试EIGRP默认路由

**说明：**EIGRP发布默认路由的方法有三种，一是直接手工配置默认路由指向空接口（null 0），并将其通过命令network发布进EIGRP；二是直接手工配置默认路由指向空接口（null 0），并将其重分布进EIGRP；三是通过命令ip default-network指定默认网关，然后会自动被EIGRP传递。

**（1）配置指向空接口（null 0）的默认路由：**

r1(config)#ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 null 0

**（2）network默认路由进EIGRP：**

r1(config)#router eigrp 1

r1(config-router)#network 0.0.0.0

**说明：**配置指向空接口的默认路由。

**（3）查看R3的路由表：**

r3#sh ip route

Codes: C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP

       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area

       N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2

       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2

       i - IS-IS, su - IS-IS summary, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2

       ia - IS-IS inter area, \* - candidate default, U - per-user static route

       o - ODR, P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is 10.1.1.1 to network 0.0.0.0

     100.0.0.0/24 is subnetted, 1 subnets

D       100.1.1.0 [90/156160] via 10.1.1.1, 00:02:34, FastEthernet0/0

     172.16.0.0/16 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks

D       172.16.0.0/22 [90/156160] via 10.1.1.1, 00:08:38, FastEthernet0/0

D       172.16.100.0/24 [90/156160] via 10.1.1.1, 00:06:37, FastEthernet0/0

     10.0.0.0/24 is subnetted, 1 subnets

C       10.1.1.0 is directly connected, FastEthernet0/0

D\*   0.0.0.0/0 [90/28160] via 10.1.1.1, 00:00:20, FastEthernet0/0

D    192.168.0.0/22 [90/156160] via 10.1.1.1, 00:08:38, FastEthernet0/0

r3#

**说明：**因为指向接口的默认路由被network命令包含在内，所以被自动通告进了EIGRP进程。

**（4）重分布默认路由：**

r1(config)#router eigrp 1

r1(config-router)#no network 0.0.0.0

r1(config-router)#redistribute static metric 10000 100 255 1 1500

**说明：**在R1上将默认路由通过重分布的方法取代network命令，默认路由也是静态路由的一种，所以是重分布静态路由。

**（5）查看R3的路由表：**

r3#sh ip route

Codes: C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP

       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area

       N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2

       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2

       i - IS-IS, su - IS-IS summary, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2

       ia - IS-IS inter area, \* - candidate default, U - per-user static route

       o - ODR, P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is 10.1.1.1 to network 0.0.0.0

     100.0.0.0/24 is subnetted, 1 subnets

D       100.1.1.0 [90/156160] via 10.1.1.1, 00:03:20, FastEthernet0/0

     172.16.0.0/16 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks

D       172.16.0.0/22 [90/156160] via 10.1.1.1, 00:09:24, FastEthernet0/0

D EX    172.16.100.0/24 [170/284160] via 10.1.1.1, 00:00:16, FastEthernet0/0

     10.0.0.0/24 is subnetted, 1 subnets

C       10.1.1.0 is directly connected, FastEthernet0/0

D\*EX 0.0.0.0/0 [170/284160] via 10.1.1.1, 00:00:16, FastEthernet0/0

D    192.168.0.0/22 [90/156160] via 10.1.1.1, 00:09:24, FastEthernet0/0

r3#

**说明：**默认路由被重分布进了EIGRP。

**（6）通过命令ip default-network发布默认路由**

**说明：**通过命令ip default-network发布默认路由的方法请参见前面章节，不再详述。