

# 目 录

1 IP 路由基础 .....	1-1
1.1 IP 路由简介 .....	1-1
1.1.1 路由表 .....	1-1
1.1.2 路由分类 .....	1-1
1.1.3 路由协议分类 .....	1-1
1.1.4 路由优先级 .....	1-2
1.1.5 负载分担 .....	1-3
1.1.6 路由备份 .....	1-3
1.1.7 路由迭代 .....	1-3
1.1.8 路由共享 .....	1-3
1.1.9 路由扩展 .....	1-3
1.2 配置路由和标签在 RIB 中的最大存活时间 .....	1-4
1.3 配置路由在 FIB 中的最大存活时间 .....	1-4
1.4 配置路由的 NSR 功能 .....	1-5
1.5 配置路由不同协议间快速重路由功能 .....	1-6
1.6 路由表显示和维护 .....	1-7

# 1 IP 路由基础

本手册仅介绍单播路由协议，组播路由协议请参见“IP 组播配置指导”。

## 1.1 IP路由简介

在网络中路由器根据所收到的报文的地址选择一条合适的路径，并将报文转发到下一个路由器。路径中最后一个路由器负责将报文转发给目的主机。路由就是报文在转发过程中的路径信息，用来指导报文转发。

### 1.1.1 路由表

RIB（Routing Information Base，路由信息库），是一个集中管理路由信息的数据库，包含路由表信息以及路由周边信息（路由迭代信息、路由共享信息以及路由扩展信息）等。

路由器通过对路由表进行优选，把优选路由下发到 FIB（Forwarding Information Base，转发信息库）表中，通过 FIB 表指导报文转发。FIB 表中每条转发项都指明了要到达某子网或某主机的报文应通过路由器的哪个物理接口发送，就可以到达该路径的下一个路由器，或者不需再经过别的路由器便可传送到直接相连的网络中的目的主机。FIB 表的具体内容，请参见“三层技术-IP 业务配置指导”中的“IP 转发基础”。

### 1.1.2 路由分类

表1-1 路由分类

分类标准	具体分类
根据来源不同	<ul style="list-style-type: none"><li>直连路由：链路层协议发现的路由，也称为接口路由</li><li>静态路由：网络管理员手工配置的路由。静态路由配置方便，对系统要求低，适用于拓扑结构简单并且稳定的小型网络。其缺点是每当网络拓扑结构发生变化，都需要手工重新配置，不能自动适应</li><li>动态路由：路由协议发现的路由</li></ul>
根据路由目的地的不同	<ul style="list-style-type: none"><li>网段路由：目的地为网段，子网掩码长度小于 32 位</li><li>主机路由：目的地为主机，子网掩码长度为 32 位</li></ul>
根据目的地与该路由器是否直接相连	<ul style="list-style-type: none"><li>直接路由：目的地所在网络与路由器直接相连</li><li>间接路由：目的地所在网络与路由器非直接相连</li></ul>

### 1.1.3 路由协议分类

路由协议有自己的路由算法，能够自动适应网络拓扑的变化，适用于具有一定规模的网络拓扑。其缺点是配置比较复杂，对系统的要求高于静态路由，并占用一定的网络资源。

对路由协议的分类可采用以下不同标准。

表1-2 路由协议分类

分类标准	具体分类
根据作用范围	<ul style="list-style-type: none"> <li>IGP (Interior Gateway Protocol, 内部网关协议): 在一个自治系统内部运行, 常见的 IGP 协议包括 RIP、OSPF 和 IS-IS</li> <li>EGP (Exterior Gateway Protocol, 外部网关协议): 运行于不同自治系统之间, BGP 是目前最常用的 EGP</li> </ul>
根据使用算法	<ul style="list-style-type: none"> <li>距离矢量 (Distance-Vector) 协议: 包括 RIP 和 BGP。其中, BGP 也被称为路径矢量协议 (Path-Vector)</li> <li>链路状态 (Link-State) 协议: 包括 OSPF 和 IS-IS</li> </ul>
根据目的地址类型	<ul style="list-style-type: none"> <li>单播路由协议: 包括 RIP、OSPF、BGP 和 IS-IS 等</li> <li>组播路由协议: 包括 PIM-SM、PIM-DM 等</li> </ul>
根据IP协议版本	<ul style="list-style-type: none"> <li>IPv4 路由协议: 包括 RIP、OSPF、BGP 和 IS-IS 等</li> <li>IPv6 路由协议: 包括 RIPng、OSPFv3、IPv6 BGP 和 IPv6 IS-IS 等</li> </ul>

AS (Autonomous System, 自治系统) 是拥有同一选路策略, 并在同一技术管理部门下运行的一组路由器。

### 1.1.4 路由优先级

对于相同的目的地, 不同的路由协议、直连路由和静态路由可能会发现不同的路由, 但这些路由并不都是最优的。为了判断最优路由, 各路由协议、直连路由和静态路由都被赋予了一个优先级, 具有较高优先级的路由协议发现的路由将成为最优路由。

除直连路由外, 各路由协议的优先级都可由用户手工进行配置。另外, 每条静态路由的优先级都可以不相同。缺省的路由优先级如表 1-3 所示, 数值越小表明优先级越高。

表1-3 缺省的路由优先级

路由协议或路由种类	缺省的路由优先级
DIRECT (直连路由)	0
组播静态路由	1
OSPF	10
IS-IS	15
单播静态路由	60
RIP	100
OSPF ASE	150
OSPF NSSA	150
IBGP	255
EBGP	255
UNKNOWN (来自不可信源端的路由)	256

### 1.1.5 负载分担

对同一路由协议来说，允许配置多条目的地相同且开销也相同的路由。当到同一目的地的路由中，没有更高优先级的路由时，这几条路由都被采纳，在转发去往该目的地的报文时，依次通过各条路径发送，从而实现网络的负载分担。

目前支持负载分担有静态路由/IPv6 静态路由、RIP/RIPng、OSPF/OSPFv3、BGP/IPv6 BGP 和 IS-IS/IPv6 IS-IS。

### 1.1.6 路由备份

使用路由备份可以提高网络的可靠性。用户可根据实际情况，配置到同一目的地的多条路由，其中优先级最高的一条路由作为主路由，其余优先级较低的路由作为备份路由。

正常情况下，路由器采用主路由转发数据。当链路出现故障时，主路由变为非激活状态，路由器选择备份路由中优先级最高的转发数据，实现从主路由到备份路由的切换；当链路恢复正常时，路由器重新选择路由，由于主路由的优先级最高，路由器选择主路由来发送数据，实现从备份路由到主路由的切换。

### 1.1.7 路由迭代

对于 BGP 路由（直连 EBGP 路由除外）和静态路由（配置了下一跳）以及多跳 RIP 路由而言，其所携带的下一跳信息可能并不是直接可达，需要找到到达下一跳的直连出接口。路由迭代的过程就是通过路由的下一跳信息来找到直连出接口的过程。

而对于 OSPF 和 IS-IS 等链路状态路由协议而言，其下一跳是直接由路由计算时得到的，不需要进行路由迭代。

路由迭代信息记录并保存路由迭代的结果，包括依赖路由的概要信息、迭代路径、迭代深度等。

### 1.1.8 路由共享

由于各路由协议采用的路由算法不同，不同的路由协议可能会发现不同的路由。如果网络规模较大，当使用多种路由协议时，往往需要在不同的路由协议间能够共享各自发现的路由。

各路由协议都可以引入其它路由协议的路由、直连路由和静态路由，具体内容请参见本手册中各路由协议模块有关引入外部路由的描述。

路由共享信息记录了路由协议之间的引入关系。

### 1.1.9 路由扩展

路由扩展属性主要是指 BGP 路由的扩展团体属性以及 OSPF 路由的区域 ID、路由类型和 Router ID 等。同路由共享一样，路由协议可以引入其它路由协议的路由扩展属性。

路由扩展信息记录了各路由协议的路由扩展属性以及路由协议扩展属性之间的引入关系。

## 1.2 配置路由和标签在RIB中的最大存活时间

### 1. 功能简介

当协议路由表项较多或协议 GR 时间较长时，由于协议收敛速度较慢，可能会出现协议路由表项提前老化的问题。通过调节路由和标签在 RIB 中的最大存活时间，可以解决上面的问题。

### 2. 配置限制和指导

该配置在下一协议进程倒换或者 RIB 进程倒换时才生效。

### 3. 配置步骤（IPv4）

- (1) 进入系统视图。

```
system-view
```

- (2) 进入 RIB 视图。

```
rib
```

- (3) 创建 RIB IPv4 地址族，并进入 RIB IPv4 地址族视图。

```
address-family ipv4
```

- (4) 配置 IPv4 路由和标签在 RIB 中的最大存活时间。

```
protocol protocol [ instance instance-name ] lifetime seconds
```

缺省情况下，IPv4 路由和标签在 RIB 中的最大存活时间为 480 秒。

### 4. 配置步骤（IPv6）

- (1) 进入系统视图。

```
system-view
```

- (2) 进入 RIB 视图。

```
rib
```

- (3) 创建 RIB IPv6 地址族，并进入 RIB IPv6 地址族视图。

```
address-family ipv6
```

- (4) 配置 IPv6 路由和标签在 RIB 中的最大存活时间。

```
protocol protocol [ instance instance-name ] lifetime seconds
```

缺省情况下，IPv6 路由和标签在 RIB 中的最大存活时间为 480 秒。

## 1.3 配置路由在FIB中的最大存活时间

### 1. 功能简介

当协议进程倒换或 RIB 进程倒换后，如果协议进程没有配置 GR 或 NSR，需要多保留一段时间 FIB 表项；如果协议进程配置了 GR 或 NSR，需要立刻删除 FIB 表项，避免 FIB 表项长时间存在导致问题。通过调节路由在 FIB 中的最大存活时间，可以解决上面的问题。

### 2. 配置步骤（IPv4）

- (1) 进入系统视图。

```
system-view
```

- (2) 进入 RIB 视图。

**rib**

- (3) 创建 RIB IPv4 地址族，并进入 RIB IPv4 地址族视图。

**address-family ipv4**

- (4) 配置 IPv4 路由在 FIB 中的最大存活时间。

**fib lifetime seconds**

缺省情况下，IPv4 路由在 FIB 中的最大存活时间为 600 秒。

### 3. 配置步骤（IPv6）

- (1) 进入系统视图。

**system-view**

- (2) 进入 RIB 视图。

**rib**

- (3) 创建 RIB IPv6 地址族，并进入 RIB IPv6 地址族视图。

**address-family ipv6**

- (4) 配置 IPv6 路由在 FIB 中的最大存活时间。

**fib lifetime seconds**

缺省情况下，IPv6 路由在 FIB 中的最大存活时间为 600 秒。

## 1.4 配置路由的NSR功能

### 1. 功能简介

NSR（Nonstop Routing，不间断路由）将路由信息从主进程备份到备进程，在设备发生主备倒换时保证路由信息不丢失，解决了主备倒换期间引发的路由震荡问题，保证转发业务不中断。

路由 NSR 相对于路由协议 NSR 功能，主备倒换时路由收敛速度更快。

### 2. 配置限制和指导

配置本功能的同时，请配置协议的 GR 或 NSR 功能，否则可能导致路由老化和流量中断。

### 3. 配置步骤（IPv4）

- (1) 进入系统视图。

**system-view**

- (2) 进入 RIB 视图。

**rib**

- (3) 创建 RIB IPv4 地址族，并进入 RIB IPv4 地址族视图。

**address-family ipv4**

- (4) 配置 IPv4 路由的 NSR 功能。

**non-stop-routing**

缺省情况下，IPv4 路由的 NSR 功能处于关闭状态。

### 4. 配置步骤（IPv6）

- (1) 进入系统视图。

**system-view**

- (2) 进入 RIB 视图。

```
rib
```

- (3) 创建 RIB IPv6 地址族，并进入 RIB IPv6 地址族视图。

```
address-family ipv6
```

- (4) 配置 IPv6 路由的 NSR 功能。

```
non-stop-routing
```

缺省情况下，IPv6 路由的 NSR 功能处于关闭状态。

## 1.5 配置路由不同协议间快速重路由功能

### 1. 功能简介

当 RIB 表中存在去往同一目的地的多条路由时，路由器会将优先级较高的路由下发到 FIB 表，当该路由的下一跳不可达时，数据流量将会被中断，路由器会重新进行路由优选，优选完毕后，使用新的最优路由来指导报文转发。例如，去往同一个目的地存在一条静态路由和一条 OSPF 路由，缺省情况 OSPF 路由会作为最优路由下发到 FIB 表。当 OSPF 路由的下一跳不可达时，数据流量将会被中断。

通过配置不同协议间快速重路由功能，可以将静态路由的下一跳作为备份下一跳。当路由器检测到网络故障时，将使用备份下一跳替换失效下一跳，通过备份下一跳来指导报文的转发，从而大大缩短了流量中断的时间。

### 2. 配置限制和指导

使用不同协议间的快速重路由功能生成备份下一跳时可能会造成环路。

### 3. 配置步骤（IPv4）

- (1) 进入系统视图。

```
system-view
```

- (2) 进入 RIB 视图。

```
rib
```

- (3) 创建 RIB IPv4 地址族，并进入 RIB IPv4 地址族视图。

```
address-family ipv4
```

- (4) 配置 IPv4 路由不同协议间快速重路由功能。

```
inter-protocol fast-reroute [ vpn-instance vpn-instance-name ]
```

缺省情况下，不同协议间快速重路由处于关闭状态。

不指定 VPN 时，开启公网的不同协议间快速重路由功能。

### 4. 配置步骤（IPv6）

- (1) 进入系统视图。

```
system-view
```

- (2) 进入 RIB 视图。

```
rib
```

- (3) 创建 RIB IPv6 地址族，并进入 RIB IPv6 地址族视图。

```
address-family ipv6
```

(4) 配置 IPv6 路由不同协议间快速重路由功能。

```
inter-protocol fast-reroute [ vpn-instance vpn-instance-name ]
```

缺省情况下，不同协议间快速重路由处于关闭状态。

不指定 VPN 时，开启公网的不同协议间快速重路由功能。

## 1.6 路由表显示和维护

在任意视图下执行 **display** 命令可以显示路由表信息。在用户视图下执行 **reset** 命令可以清除路由表的统计信息。

表1-4 路由表显示和维护

操作	命令
显示路由表的信息	<b>display ip routing-table</b> [ vpn-instance vpn-instance-name ] [ verbose ]
显示通过指定基本访问控制列表过滤的路由信息	<b>display ip routing-table</b> [ vpn-instance vpn-instance-name ] <b>acl</b> ipv4-acl-number [ verbose ]
显示指定目的地址的路由	<b>display ip routing-table</b> [ vpn-instance vpn-instance-name ] ip-address [ mask-length   mask ] [ longer-match ] [ verbose ]
显示指定目的地址范围内的路由	<b>display ip routing-table</b> [ vpn-instance vpn-instance-name ] ip-address1 to ip-address2 [ verbose ]
显示通过指定前缀列表过滤的路由信息	<b>display ip routing-table</b> [ vpn-instance vpn-instance-name ] <b>prefix-list</b> prefix-list-name [ verbose ]
显示指定协议生成或发现的路由信息	<b>display ip routing-table</b> [ vpn-instance vpn-instance-name ] <b>protocol</b> protocol [ inactive   verbose ]
显示路由表中的综合路由统计信息	<b>display ip routing-table</b> [ vpn-instance vpn-instance-name ] <b>statistics</b>
显示路由表的概要信息	<b>display ip routing-table</b> [ vpn-instance vpn-instance-name ] <b>summary</b>
显示IPv6 RIB的路由属性信息	<b>display ipv6 rib attribute</b> [ attribute-id ]
显示IPv6 RIB的GR状态信息	<b>display ipv6 rib graceful-restart</b>
显示IPv6 RIB的下一跳信息	<b>display ipv6 rib nib</b> [ self-originated ] [ nib-id ] [ verbose ] <b>display ipv6 rib nib protocol</b> protocol [ verbose ]
显示IPv6直连路由下一跳信息	<b>display ipv6 route-direct nib</b> [ nib-id ] [ verbose ]
显示IPv6路由表的信息	<b>display ipv6 routing-table</b> [ vpn-instance vpn-instance-name ] [ verbose ]
显示通过指定基本IPv6 ACL过滤的IPv6路由信息	<b>display ipv6 routing-table</b> [ vpn-instance vpn-instance-name ] <b>acl</b> ipv6-acl-number [ verbose ]
显示指定目的地址的IPv6路由信息	<b>display ipv6 routing-table</b> [ vpn-instance vpn-instance-name ] ipv6-address [ prefix-length ] [ longer-match ] [ verbose ]
显示指定目的地址范围内的IPv6路由信息	<b>display ipv6 routing-table</b> [ vpn-instance vpn-instance-name ] ipv6-address1 to ipv6-address2 [ verbose ]



操作	命令
显示通过指定前缀列表过滤的IPv6路由信息	<b>display ipv6 routing-table</b> [ vpn-instance <i>vpn-instance-name</i> ] <b>prefix-list</b> <i>prefix-list-name</i> [ <b>verbose</b> ]
显示指定协议生成或发现的IPv6路由信息	<b>display ipv6 routing-table</b> [ vpn-instance <i>vpn-instance-name</i> ] <b>protocol</b> <i>protocol</i> [ <b>inactive</b>   <b>verbose</b> ]
显示IPv6路由表中的综合路由统计信息	<b>display ipv6 routing-table</b> [ vpn-instance <i>vpn-instance-name</i> ] <b>statistics</b>
显示IPv6路由表的概要信息	<b>display ipv6 routing-table</b> [ vpn-instance <i>vpn-instance-name</i> ] <b>summary</b>
显示RIB的路由属性信息	<b>display rib attribute</b> [ <i>attribute-id</i> ]
显示RIB的GR状态信息	<b>display rib graceful-restart</b>
显示RIB的下一跳信息	<b>display rib nib</b> [ <b>self-originated</b> ] [ <i>nib-id</i> ] [ <b>verbose</b> ] <b>display rib nib protocol</b> <i>protocol</i> [ <b>verbose</b> ]
显示直连路由下一跳信息	<b>display route-direct nib</b> [ <i>nib-id</i> ] [ <b>verbose</b> ]
清除路由表中的综合路由统计信息	<b>reset ip routing-table statistics protocol</b> [ vpn-instance <i>vpn-instance-name</i> ] { <i>protocol</i>   <b>all</b> }
清除IPv6路由表中的综合路由统计信息	<b>reset ipv6 routing-table statistics protocol</b> [ vpn-instance <i>vpn-instance-name</i> ] { <i>protocol</i>   <b>all</b> }