**Vx交换机RIP与BFD联动功能软件需求分析说明书**

目录编号：

文件编号：

版本：0.1T

时间：2024-11-20

修订表

本表包含文档修订历史记录。下面的条目仅用于说明目的。

本文档应当在版本控制下存储，每个版本的简述应当输入版本控制系统。该简述在本段重复记录。修订不需要在文档中其它部分描述除非它们解释开发计划本身。

| 版本 | 主要作者 | 联系方式 | 版本描述 | 完成日期 |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  | 试用及征求意见 |  |

|  |  |
| --- | --- |
| 模块ID | RIP |
| 模块名字 | RIP与BFD联动 |
| 文档版本号 |  |
| 选用模板版本 |  |

**目录**

[1. 概述 4](#_Toc20469)

[1.1 模块概述 4](#_Toc25651)

[1.2 文档描述 4](#_Toc19820)

[1.3 术语说明 4](#_Toc27986)

[1.4 应用范围 4](#_Toc21147)

[2. 功能需求 5](#_Toc3268)

[2.1 软件模块基本功能需求 5](#_Toc13677)

[2.1.1 Enable/Disable RIP与BFD联动 5](#_Toc13938)

[2.2 软件模块配置功能需求 6](#_Toc276)

[2.2.1 ip rip bfd-enable 6](#_Toc15374)

[2.2.2 no bfd neighbor A.B.C.D（改动） 7](#_Toc28338)

[2.3 软件模块信息显示功能需求 8](#_Toc20352)

[2.3.1 show running-config 8](#_Toc6295)

[2.4 软件模块Debug显示功能需求 9](#_Toc14777)

[2.4.1 debug ip rip message 9](#_Toc25678)

[2.5 软件模块管理配置功能需求 10](#_Toc28944)

[2.6 对SNMP的支持 10](#_Toc16891)

[3. 接口需求 11](#_Toc21397)

[3.1 模块使用的服务接口 11](#_Toc5094)

[3.1.1 CMD模块 11](#_Toc11524)

[3.2 模块提供的服务接口 11](#_Toc26407)

[3.2.1 RIP模块 11](#_Toc11577)

[3.2.2 BFD模块 12](#_Toc11972)

[4. 其他需求 14](#_Toc23378)

[4.1 性能需求 14](#_Toc31946)

[4.2 设计限制 14](#_Toc13034)

[4.3 软件模块属性 14](#_Toc20775)

[4.3.1 可靠性 14](#_Toc17416)

[4.3.2 可用性 14](#_Toc5196)

[4.3.3 安全 14](#_Toc13246)

[4.3.4 可维护性 14](#_Toc17373)

[4.3.5 可移植性 14](#_Toc10893)

[4.3.6 可扩展性 14](#_Toc18948)

[4.4 特殊需求 15](#_Toc26368)

[5. 附录 16](#_Toc31764)

[5.1 参考文献 16](#_Toc7721)

图形列表

采用Caption段落风格的新图将自动加入下表。更新请按F9。

# 概述

## 模块概述

RIP是一种基于距离矢量的动态路由协议，因其简单易用而被广泛应用于中小型网络。然而，在链路故障情况下，RIP存在诸多局限性。比如，当链路发生中断或者RIP接口发生故障down时，RIP需通过触发更新定时器（3~5秒）来宣告不可达路由，致使故障处理滞后。由于RIP缺乏主动的故障检测机制，无法实时感知链路状态变化，这可能导致在故障期间仍使用无效路由，从而引发数据丢失。

BFD是一种能够快速检测链路可达性和状态变化的协议，能够在毫秒级内感知链路中断或恢复，为路由协议提供实时的链路状态反馈。将RIP与BFD联动，可以显著提升RIP的故障检测能力和路由收敛速度，从而增强网络的可靠性与稳定性。

RIP与BFD联动功能旨在将BFD绑定到RIP运行的接口，通过BFD快速检测邻居链路状态的变化，并及时通知RIP进程。这样可以确保RIP在链路故障发生时迅速调整路由。该功能不仅能缩短网络中断时间，还能有效提高网络的可用性和整体性能。

## 文档描述

1. 概述 对RIP与BFD进行概述性描述。
2. 重要概念 对BFD知识点、单跳检测和RIP处理邻居会话Down行为进行了介绍。

第三章 功能需求 阐明了RIP与BFD联动应该实现的基本功能和特色功能。

第四章 接口需求 描述了外部模块提供的接口和RIP与BFD联动提供给外部的接口。

第五章 其他需求 描述了RIP与BFD联动相关的性能需求和相关的模块属性。

第六章 附录 列出了相关参考文献。

## 术语说明

RIP

Routing Information Protocol的缩写，一种基于距离矢量的动态路由协议。

BFD

Bidirectional Forwarding Detection的缩写，一种链路状态检测协议。

## 应用范围

该功能适用于在中小型网络中运行RIP协议的设备通过BFD实现快速链路状态检测。在链路中断时，BFD能及时感知故障并通知RIP进程，使其快速收敛，从而有效缩短网络中断时间，提升网络可靠性。

在对网络性能和稳定性要求较高的场景（如企业网络或数据中心），该功能能够显著增强链路故障的检测与处理能力。同时，在与OSPF、BGP等协议协同工作时，BFD与RIP的联动可以进一步优化路由性能，提高整个网络的运行效率。

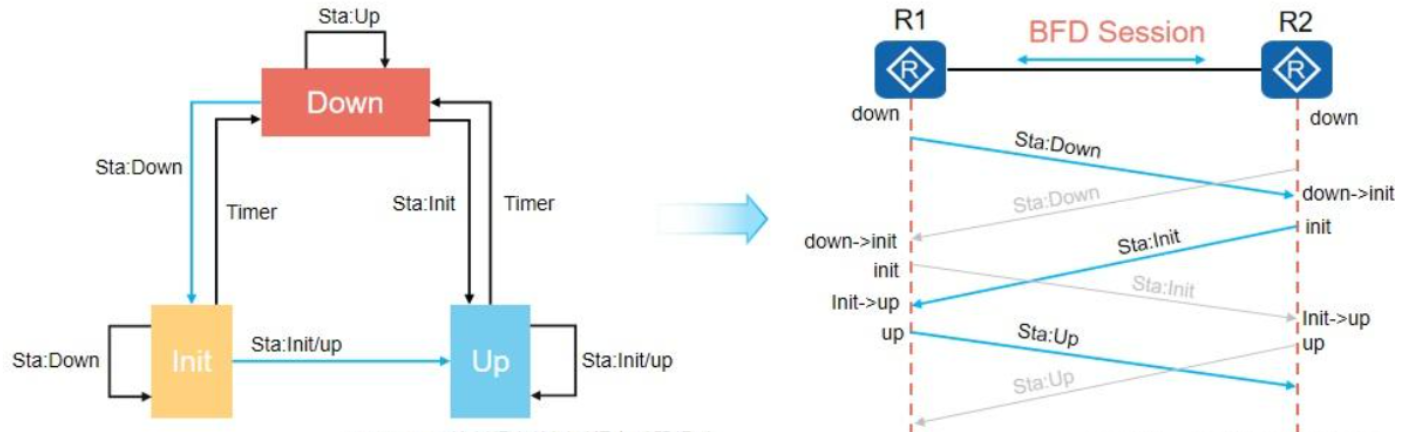
# 重要概念

## BFD相关知识点

BFD是一种与协议无关、介质无关的故障检测机制，用于快速检测、监控网络中链路或者IP路由转发连通状况。

### BFD状态机

BFD状态机的建立和销毁都采用三次握手机制：



BFD会话状态的变化是通过BFD控制报文的State字段传递的，发送时通过报文的State字段来宣告本端的状态，接收时根据收到报文的State来获取远端的状态。

·若处于Down状态时：

1. 接收到Down包，会话状态：Down => Init
2. 接收到Init包，会话状态：Down => Up
3. 接收到Up包，会话状态：Down => Down

·若处于Init状态（会话正在建立）：

1. 接收到Init或Up包，会话状态：Init => Up
2. 接收到Down包，会话状态：Init => Init
3. 若BFD控制报文检测时间定时器超时，会话状态：Init => Down

·若处于Up状态（会话建立成功）：

1. 接收到Init包或Up包，会话状态：Up => Up
2. 接收到Down包或者检测超时，会话状态：Up->Down

### BFD检测模式

#### 异步模式

两台开启BFD的设备之间相互周期性发送BFD控制报文，如果某台设备在指定检测时间内未收到对端发来的控制报文，就宣布会话状态为Down。

#### 查询模式

该模式在成功建立完会话，且链路状况正常情况下使用，用于减少控制报文分发送频率，从而降低网络流量和设备的处理开销，即仅在必要时才会发送控制报文，通过设置Demand位为1，表示设备处于查询模式。

两种模式的本质区别在于检测位置不同，异步模式检测远端位置，检测对端是否周期性发送BFD控制报文；而查询模式检测本端，检测本端发送的BFD控制报文是否得到了响应。

### BFD Echo功能

BFD Echo功能也称为BFD回声功能，是指由本地发送BFD Echo报文，再由远端将此报文进行环回，以判断链路的连通性。该功能适用于在不支持BFD的设备（但支持网络层转发）或者不方便配置BFD的场景。回声模式可用于异步模式和查询模式。

## 单跳限制

BFD最初是为了解决传统路由协议（如 OSPF、BGP）中的链路故障检测问题，旨在通过实时故障检测和快速通知上层协议来提高网络的稳定性和可靠性。在存在多跳路径的情况下，BFD本身能够支持跨越多跳的链路健康检测。它通过在两台设备之间建立会话，并通过中间设备转发BFD心跳包来进行故障检测，从而能够实时检测整个路径的健康状况。

然而，由于RIP是基于距离矢量的，它只能与物理链路直接相连的邻居设备进行通信，并依赖邻居提供的路由信息。RIP协议的路由更新是基于其邻居的状态进行的，而无法直接感知多跳路径上的其他设备的链路状态。因此，RIP不能快速响应多跳链路的状态变化。如果多跳路径中的某个中间节点发生故障，RIP只能依赖其邻居的路由更新来感知变化，而不能通过BFD直接检测到跨多个跳的链路故障来改变路由信息。因此，RIP与BFD的联动模式只能在单跳网络中生效，无法跨越多跳来实时响应链路故障。

## RIP处理邻居会话Down行为

RIP并不像OSPF或BGP等协议那样动态维护邻居的邻接状态，而是依赖于路由条目的下一跳地址来判断路由的来源。当BFD检测到与某一邻居的会话状态为Down时，会及时通知RIP进程，由RIP进程将从该邻居学到的路由进行删除，来实时更新路由表信息，并通过触发更新定时器将这些不可达路由信息及时宣告给其他邻居设备。

# 功能需求

## 软件模块基本功能需求

### Enable/Disable RIP与BFD联动

* ***功能概述***

RIP与BFD联动功能旨在提高RIP协议的路由收敛速度和故障检测能力。在传统的RIP协议中，由于依赖周期性更新和超时机制，链路故障可能导致较长的网络中断时间。通过启用BFD双向转发检测功能，RIP可以实现更快速的链路状态检测，及时感知链路故障，并快速调整路由，从而显著提升网络的可靠性与稳定性。此功能通过在Vx交换机的VLAN配置模式下通过bfd enable命令来开启BFD功能，并通过 ip rip bfd-enable 命令开启RIP与BFD的联动。

* ***激励/响应序列***
* 进入VLAN配置模式，配置bfd enable，开启BFD检测功能。
* 进入VLAN配置模式，配置**ip rip bfd-enable**，开启RIP与BFD联动。
* 进入VLAN配置模式，配置**no** **ip rip bfd-enable**，关闭RIP与BFD联动。

#### **Enable RIP and BFD Interworking on interface**

* ***功能定义***

端口上开启RIP与BFD联动功能。

* + ***输入***

通过在VLAN模式下配置联动，如:

Switch\_config\_v10#ip rip bfd-enable

* + ***处理描述***
* 如果端口已经设置了bfd\_enable\_flag标志，则直接返回。
* 否则，设置该端口bfd\_enable\_flag为1，并将bfd通知RIP进程的回调函数注册入BFD模块中。
  + ***输出***
* 无
  + ***出错处理***
* 无
* ***相关属性***

无

#### **Disable RIP and BFD Interworking on interface**

* ***功能定义***

端口上关闭RIP与BFD联动功能。

* + ***输入***

通过在VLAN模式下取消配置联动，如:

Switch\_config\_v10#no ip rip bfd-enable

* + ***处理描述***
* 如果端口没有设置了bfd\_enable\_flag标志，则直接返回。
* 否则，设置该端口bfd\_enable\_flag为0，并将bfd通知RIP进程的回调函数从BFD模块中注销。
  + ***输出***
* 无
  + ***出错处理***
* 无
* ***相关属性***

无

## 软件模块配置功能需求

### ip rip bfd-enable

***ip rip bfd-enable***

***no ip rip bfd-enable***

* **命令描述**

设置RIP协议下的端口与BFD进行绑定。

no掉***ip rip bfd-enable***，可取消该端口与BFD的绑定。

* **参数说明**

| 名称 | 中英文提示 | 说明 |
| --- | --- | --- |
| ip rip bfd-enable | -- Enable RIP and BFD Interworking  -- 开启RIP与BFD的联动功能 | 配置了这个命令后，当BFD检测到该端口与其直连邻居连接的链路发生中断或恢复时，BFD会立即将链路状态变化通知给RIP进程，从而触发RIP快速进行路由调整 |

* **命令模式**

VLAN配置模式

* **默认值**

无

* **执行结果**

配置运行RIP协议的端口与BFD绑定功能后，链路状态变化（如 link down 或 link up）的触发函数会被注册到BFD模块。当BFD单跳检测到与其邻居的链路状态发生down或up时，会立即通知RIP进程。随后，RIP根据链路状态的变化进行相应的路由调整，以确保路由的快速收敛。

no掉以后，即使链路状态发生改变，也不会触发该函数。

* **注意事项**

无

* **示例**

Switch\_config\_v10#no ip rip bfd-enable

### no bfd neighbor A.B.C.D（改动）

***bfd neighbor A.B.C.D***

***no bfd neighbor A.B.C.D***

* **命令描述**

配置与特定邻居的BFD会话。

no掉***bfd neighbor A.B.C.D***，取消该端口与特定邻居的BFD会话。

* **参数说明**

| 名称 | 中英文提示 | 说明 |
| --- | --- | --- |
| bfd neighbor A.B.C.D | -- BFD neighbor config  -- BFD邻居配置 | 用于配置与特定BFD邻居设备的连接和会话 |

* **命令模式**

VLAN配置模式

* **默认值**

无

* **执行结果**

执行bfd neighbor A.B.C.D命令后，设备与指定的邻居设备会建立了一个快速链路检测会话。

no掉以后，会删除了BFD会话配置，将不再使用BFD进行链路状态的实时检测。如果已经配置了RIP与BFD联动功能，通过no neighbor命令关闭与单跳邻居的BFD会话，则调用RIP注册的回调函数，告知RIP进程此链路状态已down。此外，若是关闭与多跳邻居的BFD会话，则无需任何处理。

* **注意事项**

无

* **示例**

Switch\_config\_v10#no ip neighbor 192.168.10.1

## 软件模块信息显示功能需求

### show running-config

***show running-config***

***show running-config interface vlaN <num>***

* **命令描述**

执行show running-config命令，可显示当前VLAN的相关配置。若开启了RIP与BFD联动，则会显ip rip bfd-enable标识；否则，默认不显示。

* **参数说明**

| 名称 | 中英文提示 | 说明 |
| --- | --- | --- |
| **show *running-config*** | -- Current configuration  -- 当前配置信息 | 查看此交换机全部的配置信息 |
| **show *running-config interface vlaN <num>*** | -- VLAN Interface current configuration  -- VLAN接口的当前配置 | 查看指定VLAN接口的相关配置信息 |

* **执行结果**

Switch\_config#show running-config

Building configuration...

Current configuration:

!

.........

!

interface GigaEthernet0/2

switchport pvid 10

!

!

interface VLAN10

ip address 192.168.10.2 255.255.255.0

no ip directed-broadcast

ip rip 1 enable

bfd enable

bfd neighbor 192.168.10.1

!

!

vlan 1-2,10,20

!

!

router rip 1

version 2

no auto-summary

!

Switch\_config#show running-config interface vlaN 10

Building configuration...

Current configuration:

!

interface VLAN10

ip address 192.168.10.2 255.255.255.0

no ip directed-broadcast

ip rip 1 enable

bfd enable

bfd neighbor 192.168.10.1

* **注意事项**

|  |  |
| --- | --- |
| Field | Description |
|  |  |

## 软件模块Debug显示功能需求

### debug ip rip message

* **命令描述**

执行debug ip rip message命令后，可以实时跟踪RIP进程的Message消息。当向BFD注册或注销回调函数时，系统应提供相应提示，便于管理员了解配置的状态。当BFD检测到邻居链路状态发生变化时，会触发RIP进程注册的回调函数。在该回调函数中，需明确记录具体收到BFD Up或Down消息的接口编号，方便管理员能够快速定位故障点或确认链路恢复状态。

* **参数说明**

| 名称 | 中英文提示 | 说明 |
| --- | --- | --- |
| ***debug ip rip message*** | -- Debug RIP packet information  -- 追踪RIP消息信息 | 用于追踪RIP的Message消息 |

* **执行结果**
* **注意事项**

|  |  |
| --- | --- |
| Field | Description |
|  |  |

## 软件模块管理配置功能需求

无

## 对SNMP的支持

无

# 接口需求

## 模块使用的服务接口

### CMD模块

#### 提供统一的处理命令的函数接口

| 用途 | 接口说明 |
| --- | --- |
| 当argc不为0时，如果argv[0]为”?”则提示结束命令行，否则提示命令参数过多 | int cmdend(int argc, char \*argv[], struct user \*u); |
| 判断命令前是否有no和default关键字 | TypeOfFunc(u) /\* 宏 \*/ |

## 模块提供的服务接口

### RIP模块

#### 提供开启/关闭RIP与BFD联动的函数接口

**需求：**

**当**在VLAN配置模式下，输入ip rip bfd-enable命令，开启RIP与BFD联动功能。

当在VLAN配置模式下，输入no/default ip rip bfd-enable命令，关闭RIP与BFD联动功能。

**函数接口：**

int rip\_cmd\_intf\_bfd\_enable(int argc, char \*\*argv, struct user \*u);

**输入：**

- argc: 命令行参数个数

- argvs：命令行参数

- u：命令用户

**返回**：

执行结果

#### 提供RIP端口绑定/解绑BFD的函数接口

**需求：**

在运行RIP协议的端口上，支持与BFD模块的绑定与解绑操作。通过绑定，可以将链路状态发生变化后触发的回调函数注册到BFD模块，确保在链路状态发生变化时，BFD能够及时通知RIP进程进行路由调整；而通过解绑，则会将该回调函数从BFD模块中注销，停止将链路状态变化的通知传递给RIP进程。

**函数接口：**

int rip\_intf\_configure\_bfd(uint32 device\_index，uint32 enable);

**输入：**

- device\_index: 端口索引

- enable:

1：表示绑定

0：表示解绑

**返回**：

执行结果

#### 提供RIP供BFD触发的函数接口

**需求：**

当BFD检测与邻居直连链路状态发生变化时，调用RIP进程提供的回调函数，以快速做出路由调整。

当检测到邻居直连链路断开或者邻居直连端口down：若此端口的RIP协议状态是ACTIVE的，则需要将此端口的协议状态设置为INACTIVE，并且需提前将本地路由表中的所有路由信息设置为16跳（不可达），发送给对端，以加快路由收敛速度。然后，需禁止该端口接收RIP协议的组播报文、删除此端口的直连路由以及从该端口学习到的路由。如果配置了redistribute connect命令，还需要将重分发直连路由再次添加进路由表。

当检测到邻居直连链路恢复或者邻居直连端口重新启动：若此RIP端口的链路状态是UP且协议状态是INACTIVE的，则需要将此端口的协议状态设置为ACTIVE，并恢复此端口接收RIP协议的组播报文，重新添加此端口的直连路由，并发送请求整个路由表的请求报文。

**函数接口：**

int rip\_intf\_bfd\_callback(uint32 device\_index，uint32 state);

**输入：**

- device\_index: 端口索引

- state:

1：表示邻居直连链路up，或者邻居直连端口up（no shutdown）

0：表示邻居直连链路down，或者邻居直连端down（shutdown）

**返回**：

执行结果

### BFD模块

#### 提供BFD注册/注销RIP回调函数的函数接口

**需求**：

在RIP与BFD联动时，须将RIP的回调函数注册到BFD模块中，或者在不再需要时将其注销。由于BFD与动态路由协议（如RIP）的联动只涉及单跳链路，因此在注册回调函数时，应当确认当前接口是否已和邻居建立了BFD单跳检测的会话。如果未建立该会话，应注册失败，并给出相关错误提示。

此外，还需要检查此接口与邻居的会话状态。如果接口与邻居的会话状态都是down，表示链路故障发生，应立即触发RIP进程提供的回调函数，及时作出路由的调整。

**函数接口：**

int bfd\_rip\_register(uint32 if\_index, uint32 proto, uint32 enable, int (\*callback)(uint32 if\_index, uint32 state));

**输入：**

- if\_index: 端口索引

- proto：协议类型

- enable：

1：表示注册

0：表示注销

- callback：回调函数

**返回**：

执行结果

#### 提供BFD查询指定端口的单跳类型会话状态为down的函数接口

**需求：**

检查与此端口的直连邻居（单跳）会话状态是否为down。如果为down，则返回1，直接调用RIP注册的回调函数，向RIP宣告链路down的情况；否则，返回0。

**函数接口：**

int bfd\_inft\_onehop\_session\_down(uint32 if\_index);

**输入：**

- if\_index: 端口索引

**返回**：

执行结果

# 其他需求

## 性能需求

## 设计限制

## 软件模块属性

### 可靠性

#### 内存申请

采用系统的内存分配策略，正确处理申请内存失败的情况，而不是忽略。

#### 关键数据

对关键数据采用互斥量访问机制。避免冲突。

#### 报文的容错

对于不支持的选项忽略，不采取忽略整个报文的策略。对于协议指定的域出错时，丢弃整个报文。

#### 系统资源

使用任务、消息队列、定时器等系统资源出错时，采取正确的动作，而不是忽略。

### 可用性

#### 内部其他软件模块

CMD、BFD

#### 外部环境

Routing子系统启动。

### 安全

### 可维护性

#### 出错定位方法

#### 动态生效

#### 系统、模块内部结构的独立性

### 可移植性

### 可扩展性

## 特殊需求

无

# 数据结构和算法

## 数据结构

### RIP模块数据结构

/\*RIP端口信息\*/

typedef struct rip\_intf\_

{

uint32 vrf\_id;/\*端口对应的VRF\*/

uint32 process\_id;/\*被使能的进程号\*/

uint32 device\_index; /\* 接口ID\*/

struct rip\_process\_info\_ \*pprocess;

/\* int ref\_num;/\*该端口被RIP网络覆盖的次数\*/

uint32 encap\_type; /\* 接口封装类型\*/

uint8 state;/\*端口链路状态\*/

uint8 addr\_type;/\*端口地址类型\*/

uint32 address;/\* 接口IP地址\*/

uint32 mask; /\* 接口IP地址掩码\*/

uint32 aid; /\* address id ，当在接口配置多个地址时，表示其id\*/

char intf\_name[ INTERFACE\_DEVICE\_MAX\_NAME];/\*端口名字\*/

uint8 split\_flag;/\*标志位SPLIT\_HORIZON\_FLAG\*/

uint8 special\_flag;/\*passive,notreceive,v1demand,v2demand--dangzhw,20091111\*/

uint8 send\_version;/\*enum RIP\_SEND\_VERSION\*/

uint8 recv\_version;/\*enum RIP\_RECV\_VERSION\*/

uint8 auth\_type;/\*端口认证类型\*/

uint8 md5\_type;/\*md5 key的存储类型\*/

char simple\_key[16+1];

char md5\_key[16+1];

uint8 md5\_keyid;

struct rip\_route\_ \*connect\_route;/\*端口对应的直连路由\*/

struct rip\_route\_list\_ nbr\_route\_list;/\*该端口学习到的路由链表\*/

uint rip2IfStatRcvBadPackets;/\*端口接收到的错误报文数\*/

uint rip2IfStatRcvBadRoutes;/\*端口接收到的错误路由数\*/

uint rip2IfStatSentUpdates;/\*端口发送的更新报文数\*/

uint rip2IfStatRecvUpdates;/\*端口收到的更新报文数\*/

int nbr\_route\_num;

uint32 auth\_commit\_timer\_id;

uint32 auth\_commit\_time;

/\* Commented by dangzw in 2009.03.04 19:10:01 \*/

uint8 dynamicflag;

uint32 sequence;/\*序列号\*/

uint32 key\_start\_timer\_id;/\*key开始生效定时器\*/

uint32 key\_lift\_timer\_id;/\*key有效时间长度定时器\*/

struct dynamic\_key\_list\_ key\_list;/\*邻居的key链表\*/

struct dynamic\_key\_list\_ key\_timeout\_list;/\*邻居间超时的key链表\*/

/\* 端口enable bfd \*/

uint8 bfd\_enable\_flag; /\* 0:disable 1:enable \*/

}rip\_intf\_t;

### BFD模块数据结构

# 附录

## 参考文献

1. RIP Version 2.（RFC2453）

[2]Bidirectional Forwarding Detection (BFD).（RFC5880）

[3]Generic Application of Bidirectional Forwarding Detection (BFD).（RFC5882）