

目 录

1 IP路由基础配置	1-1
1.1 IP路由概述	1-1
1.1.1 路由	1-1
1.1.2 路由表和FIB表	1-1
1.2 路由协议概述	1-3
1.2.1 静态路由与动态路由	1-3
1.2.2 动态路由协议分类	1-3
1.2.3 路由协议及路由优先级	1-4
1.2.4 负载分担与路由备份	1-5
1.2.5 路由迭代	1-5
1.2.6 路由信息共享	1-6
1.3 配置基于带宽的非平衡负载分担	1-6
1.4 配置全局负载分担方式	1-7
1.5 配置全局路由器ID号	1-7
1.6 路由表显示和维护	1-8

1 IP路由基础配置



说明

除配置举例外，本文组网图中涉及的接口类型是为了方便描述而进行的示意，并不代表实际设备具有该类型的接口。

1.1 IP路由概述

1.1.1 路由

在因特网中进行路由选择和报文转发要使用路由器，路由器根据所收到的报文的地址选择一条合适的路径（通过某一网络），并将报文传送到下一个路由器。路径中最后的路由器负责将报文送交目的主机。

路由指的就是上面的路径信息，用来指导报文转发。

1.1.2 路由表和FIB表

路由器决策路由的关键是路由表，转发报文的关键是 FIB（Forwarding Information Base）表。每个路由器中都至少保存着一张路由表和一张 FIB 表。

路由表中保存了各种路由协议发现的路由，根据来源不同，通常分为以下三类：

- 链路层协议发现的路由（也称为接口路由或直连路由）
- 网络管理员手工配置的静态路由
- 动态路由协议发现的路由

FIB 表中每条转发项都指明了要到达某子网或某主机的分组应通过路由器的哪个物理接口发送，就可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。

1. 路由表

每台路由器中都保存着一张本地管理路由表，同时各个路由协议也维护着自己的一张路由表。

- 各个协议维护的路由表

协议路由表中存放着该协议发现的路由。

路由协议可以引入并发布其他协议生成的路由。例如，在路由器上运行 OSPF 协议，需要使用 OSPF 协议通告直连路由、静态路由或者 IS-IS 路由时，要将这些路由引入到 OSPF 协议的路由表中。

- 本地管理路由表

路由器使用本地管理路由表来保存协议路由和决策优选路由，并负责把优选路由下发到 FIB 表中，FIB 指导报文进行转发。这张路由表依据各种路由协议的优先级和度量值来选取路由。



对于支持 MPLS L3VPN 的路由器，每一个 VPN 实例有一张本地管理路由表。

2. 路由表中内容

路由表中包含了下列关键项：

- 目的地址：用来标识 IP 数据报的目的地址或目的网络。
- 网络掩码：与目的地址一起来标识目的主机或路由器所在的网段的地址。将目的地址和网络掩码“逻辑与”后可得到目的主机或路由器所在网段的地址。例如：目的地址为 129.102.8.10、掩码为 255.255.0.0 的主机或路由器所在网段的地址为 129.102.0.0。掩码由若干个连续“1”构成，既可以用点分十进制法表示，也可以用掩码中连续“1”的个数来表示。
- 出接口：指明 IP 报文将从该路由器哪个接口转发。
- 下一跳 IP 地址：更接近目的网络的下一个路由器地址。如果只配置了出接口，下一跳 IP 地址是出接口的地址。
- 本条路由加入 IP 路由表的优先级：对于同一目的地，可能存在若干条不同下一跳的路由，这些不同的路由可能是由不同的路由协议发现的，也可能是手工配置的静态路由。优先级高（数值小）的路由将成为当前的最优路由。

根据路由目的地的不同，可划分为：

- 子网路由：目的地为子网
- 主机路由：目的地为主机

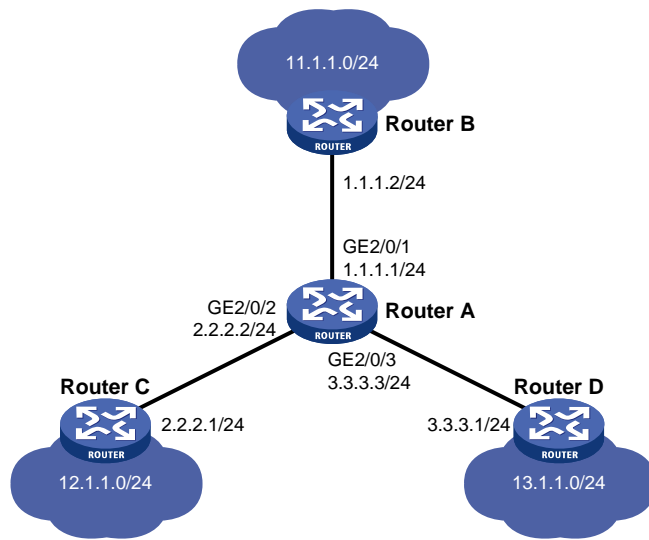
另外，根据目的地与该路由器是否直接相连，又可分为：

- 直接路由：目的地所在网络与路由器直接相连
- 间接路由：目的地所在网络与路由器非直接相连

为了不使路由表过于庞大，可以配置一条缺省路由。如果报文查找路由表失败，则根据缺省路由进行转发。

在 [图 1-1](#) 中，Router A 与三个网络相连，其路由表如图所示。

图1-1 路由表示意图



Destination	Nextthop	Interface
11.1.1.0	1.1.1.2	GE2/0/1
12.1.1.0	2.2.2.1	GE2/0/2
13.1.1.0	3.3.3.1	GE2/0/3

1.2 路由协议概述

1.2.1 静态路由与动态路由

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。

动态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，并将占用一定的网络资源。

1.2.2 动态路由协议分类

对动态路由协议的分类可采用以下不同标准：

1. 根据作用范围

根据作用的范围，路由协议可分为：

- 内部网关协议（Interior Gateway Protocol，简称 IGP）：在一个自治系统内部运行，常见的 IGP 协议包括 RIP、OSPF 和 IS-IS。
- 外部网关协议（Exterior Gateway Protocol，简称 EGP）：运行于不同自治系统之间，BGP 是目前最常用的 EGP。



说明

自治系统（Autonomous System）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。

2. 根据使用算法

根据使用的算法，路由协议可分为：

- 距离矢量协议（Distance-Vector）：包括 RIP 和 BGP。其中，BGP 也被称为路径矢量协议（Path-Vector）。
- 链路状态协议（Link-State）：包括 OSPF 和 IS-IS。

以上两种算法的主要区别在于发现和计算路由的方法不同。

3. 根据目的地址类型

根据目的地址的类型，路由协议可分成：

- 单播路由协议（Unicast Routing Protocol）：包括 RIP、OSPF、BGP 和 IS-IS 等。
- 组播路由协议（Multicast Routing Protocol）：包括 PIM-SM、PIM-DM 等。

本部分手册主要介绍单播路由协议，组播路由协议请参见“IP 组播配置指导”。

4. 根据IP协议版本

根据 IP 协议的版本，路由协议可分成：

- IPv4 路由协议：包括 RIP、OSPF、BGP 和 IS-IS 等。
- IPv6 路由协议：包括 RIPng、OSPFv3、IPv6 BGP 和 IPv6 IS-IS 等。

1.2.3 路由协议及路由优先级

对于相同的目的地，不同的路由协议（包括静态路由）可能会发现不同的路由，但这些路由并不都是最优的。事实上，在某一时刻，到某一目的地的当前路由仅能由唯一的路由协议来决定。为了判断最优路由，各路由协议（包括静态路由）都被赋予了一个优先级，当存在多个路由信息源时，具有较高优先级的路由协议发现的路由将成为当前路由。各种路由协议及其发现路由的缺省优先级如表 1-1 所示。

其中：0 表示直接连接的路由，256 表示任何来自不可信源端的路由。数值越小表明优先级越高。

表1-1 路由协议及缺省时的路由优先级

路由协议或路由种类	相应路由的优先级
DIRECT	0
OSPF	10
IS-IS	15
STATIC	60
RIP	100

路由协议或路由种类	相应路由的优先级
OSPF ASE	150
OSPF NSSA	150
IBGP	255
EBGP	255
UNKNOWN	256

除直连路由（**DIRECT**）外，各种路由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。



说明

IPv4 路由和 IPv6 路由有独立的路由表，两者互不影响。

1.2.4 负载分担与路由备份

1. 负载分担

多路由模式是指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。对于同一目的地，特定的路由协议也可能会发现几条等值的路由，如果该路由协议在所有活跃的路由协议中优先级最高，那么这几条不同的路由都被看作当前有效的路由。这样，在路由协议层面上，保证了 IP 流量的负载分担。



说明

目前实现支持负载分担的路由协议为静态路由、RIP、OSPF、BGP 和 IS-IS。

2. 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。当线路出现故障时，该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。这样，也就实现了从主路由到备份路由的切换。当主路由恢复正常时，路由器也恢复相应的路由，并重新选择路由。由于该路由的优先级最高，路由器选择主路由来发送数据。这就是从备份路由到主路由的切换。

1.2.5 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，从指导转发的角度而言，它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，其下一跳是直接路由计算的时就得到，因此，不需要进行路由迭代。

1.2.6 路由信息共享

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。每种路由协议都有相应的路由引入机制，具体内容请参见“三层技术-IP 路由配置指导”中各路由协议模块有关引入外部路由的描述。

1.3 配置基于带宽的非平衡负载分担

使能基于带宽的负载分担功能情况下，如果转发时查到多个出接口/下一跳，则获取所有的带宽值，并计算出各个接口应该分配的报文比例；然后结合当前接口已经转发的报文数目来决定使用哪个接口将报文转发出去。

关闭基于带宽的负载分担功能情况下，如果转发时查找到多个出接口/下一跳时，将简单的轮循所有接口，对报文进行发送。

表1-2 配置基于带宽的负载分担

操作	命令	说明
进入系统视图	system-view	-
配置基于带宽的负载分担功能	bandwidth-based-sharing	必选 缺省情况下，关闭基于带宽的负载分担功能
进入接口视图	interface <i>interface-type</i> <i>interface-number</i>	-
配置接口的负载带宽值	load-bandwidth <i>bandwidth</i>	可选 缺省情况下，接口负载带宽为接口的物理带宽 当指定参数为 0 时关闭当前接口的路由功能，该接口将不会被选择，但不对物理接口的其它状态产生影响
退回用户视图	return	-
显示基于带宽的负载分担的 FIB 信息	display fib [<i>vpn-instance</i> <i>vpn-instance-name</i>] bandwidth-based-sharing [{ begin exclude include } <i>regular-expression</i>]	可选 display 命令可以在任意视图下执行

1.4 配置全局负载分担方式

设备上存在多条等价路由时，可以根据报文中的信息（比如源 IP 地址、目的 IP 地址等）逐流进行负载分担，还可以基于报文逐包进行负载分担。

表1-3 配置全局负载分担方式

操作	命令	说明
进入系统视图	system-view	-
配置全局负载分担方式（集中式设备）	ip load-sharing mode per-flow [dest-ip src-ip]	可选 缺省情况下，设备采用 per-flow 方式
配置全局负载分担方式（分布式设备）	ip load-sharing mode { all slot slot-number } per-flow [dest-ip src-ip]	可选 缺省情况下，设备采用 per-flow 方式



注意

建议用户在没有流量的情况下更改负载分担方式，否则某些业务可能会受到影响。

1.5 配置全局路由器ID号

一些动态路由协议要求使用 Router ID，如果在启动这些路由协议时没有指定 Router ID，则缺省使用路由管理的 Router ID。选择规则如下：

- 如果通过命令 **router id** 配置 Router ID，则按照配置结果设置。没有配置 Router ID，则按照下面的规则进行选择。
- 如果存在配置 IP 地址的 Loopback 接口，则选择 Loopback 接口地址中最大的作为 Router ID。
- 如果没有配置 IP 地址的 Loopback 接口，则从其他接口的 IP 地址中选择最大的作为 Router ID（不考虑接口的 up/down 状态）。
- 当且仅当被选为 Router ID 的接口 IP 地址被删除/修改，才触发重新选择过程，其他情况（例如：接口 down；已经选取了一个非 Loopback 接口地址后又配置了一个 Loopback 接口地址；配置一个更大的接口地址等）不触发重新选择的过程。

表1-4 配置全局路由器 ID 号

配置任务	说明	详细配置
进入系统视图	system-view	-
配置全局路由器 ID	router id router-id	可选 缺省情况下，未配置全局路由管理的 Router ID



说明

- 各个 VPN 实例分别在属于该 VPN 实例的接口地址中进行选择。
- 存在主备的情况下,系统将备份命令行配置的 Router ID 或从接口地址中选择出来的 Router ID。主备倒换后平滑的时候,系统将检查从地址中选出的 Router ID 的有效性,如果无效将重新进行选择。
- Router ID 改变之后,各协议需要通过手工执行 **reset** 命令才会取新的 Router ID。

1.6 路由表显示和维护

查看路由表的信息是定位路由问题的基本方法。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1-5 路由表显示和维护

操作	命令
查看路由表中当前激活路由的摘要信息	display ip routing-table [multiple-topology <i>multiple-topology-name</i> vpn-instance <i>vpn-instance-name</i>] [verbose] [{ begin exclude include } <i>regular-expression</i>]
查看指定目的地址的路由	display ip routing-table [multiple-topology <i>multiple-topology-name</i> vpn-instance <i>vpn-instance-name</i>] <i>ip-address</i> [<i>mask</i> <i>mask-length</i>] [longer-match] [verbose] [{ begin exclude include } <i>regular-expression</i>]
查看指定目的地址范围内的路由	display ip routing-table [multiple-topology <i>multiple-topology-name</i> vpn-instance <i>vpn-instance-name</i>] <i>ip-address1</i> { <i>mask</i> <i>mask-length</i> } <i>ip-address2</i> { <i>mask</i> <i>mask-length</i> } [verbose] [{ begin exclude include } <i>regular-expression</i>]
查看通过指定基本访问控制列表过滤的路由	display ip routing-table [multiple-topology <i>multiple-topology-name</i> vpn-instance <i>vpn-instance-name</i>] acl <i>acl-number</i> [verbose] [{ begin exclude include } <i>regular-expression</i>]
查看通过指定前缀列表过滤的路由	display ip routing-table [multiple-topology <i>multiple-topology-name</i> vpn-instance <i>vpn-instance-name</i>] ip-prefix <i>ip-prefix-name</i> [verbose] [{ begin exclude include } <i>regular-expression</i>]
查看指定协议发现的路由	display ip routing-table [multiple-topology <i>multiple-topology-name</i> vpn-instance <i>vpn-instance-name</i>] protocol <i>protocol</i> [inactive verbose] [{ begin exclude include } <i>regular-expression</i>]
查看路由表中的综合路由统计信息	display ip routing-table [multiple-topology <i>multiple-topology-name</i> vpn-instance <i>vpn-instance-name</i>] statistics [{ begin exclude include } <i>regular-expression</i>]
查看全局路由管理 ID	display router id [{ begin exclude include } <i>regular-expression</i>]

操作	命令
清除路由表中的综合路由统计信息	reset ip routing-table statistics protocol [multiple-topology <i>multiple-topology-name</i> vpn-instance <i>vpn-instance-name</i>] { <i>protocol</i> all }
查看 IPv6 路由表摘要信息	display ipv6 routing-table [vpn-instance <i>vpn-instance-name</i>] [{ begin exclude include } <i>regular-expression</i>]
查看 IPv6 路由表详细信息	display ipv6 routing-table [vpn-instance <i>vpn-instance-name</i>] verbose [{ begin exclude include } <i>regular-expression</i>]
查看指定 IPv6 路由的信息	display ipv6 routing-table [vpn-instance <i>vpn-instance-name</i>] <i>ipv6-address prefix-length</i> [longer-match] [verbose] [{ begin exclude include } <i>regular-expression</i>]
查看经过指定的基本 IPv6 ACL（访问控制列表）过滤的路由	display ipv6 routing-table [vpn-instance <i>vpn-instance-name</i>] acl <i>acl6-number</i> [verbose] [{ begin exclude include } <i>regular-expression</i>]
查看经过指定 IPv6 前缀列表过滤的路由信息	display ipv6 routing-table [vpn-instance <i>vpn-instance-name</i>] ipv6-prefix <i>ipv6-prefix-name</i> [verbose] [{ begin exclude include } <i>regular-expression</i>]
查看指定协议发现的 IPv6 路由信息	display ipv6 routing-table [vpn-instance <i>vpn-instance-name</i>] protocol <i>protocol</i> [inactive verbose] [{ begin exclude include } <i>regular-expression</i>]
查看 IPv6 路由表中的综合路由统计信息	display ipv6 routing-table [vpn-instance <i>vpn-instance-name</i>] statistics [{ begin exclude include } <i>regular-expression</i>]
查看在指定地址范围内的 IPv6 路由信息	display ipv6 routing-table [vpn-instance <i>vpn-instance-name</i>] <i>ipv6-address1 prefix-length1 ipv6-address2 prefix-length2</i> [verbose] [{ begin exclude include } <i>regular-expression</i>]
清除 IPv6 路由表中的综合路由统计信息	reset ipv6 routing-table [vpn-instance <i>vpn-instance-name</i>] statistics protocol { <i>protocol</i> all }