

# 目 录

1 IP地址 .....	1-1
1.1 IP地址简介 .....	1-1
1.1.1 IP地址的表示和分类 .....	1-1
1.1.2 特殊的IP地址 .....	1-2
1.1.3 子网和掩码 .....	1-2
1.1.4 IP地址的获取方式 .....	1-2
1.2 手工指定接口的IP地址 .....	1-3
1.3 配置接口借用IP地址 .....	1-3
1.4 IP地址显示和维护 .....	1-4
1.5 地址典型配置举例 .....	1-5
1.5.1 手工指定IP地址配置举例 .....	1-5
1.5.2 接口借用IP地址配置举例 .....	1-6

# 1 IP地址

## 1.1 IP地址简介

若非特别指明，本文所指的 IP 地址均为 IPv4 地址。

### 1.1.1 IP地址的表示和分类

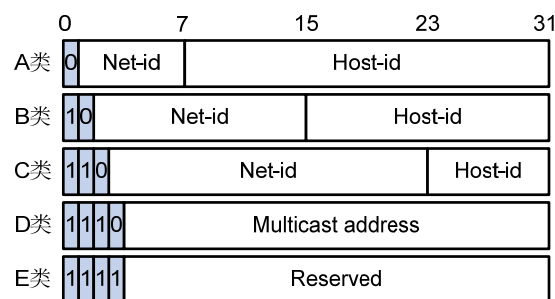
连接到 IPv4 网络上的设备通过 IP 地址标识。IP 地址长度为 32 比特，通常采用点分十进制方式表示，即每个 IP 地址被表示为以小数点隔开的 4 个十进制整数，每个整数对应一个字节，如 10.1.1.1。

IP 地址由两部分组成：

- 网络号码字段（Net-id）：用于区分不同的网络。网络号码字段的前几位称为类别字段（又称为类别比特），用来区分 IP 地址的类型。
- 主机号码字段（Host-id）：用于区分一个网络内的不同主机。

为了方便管理及组网，IP地址分成五类，如 [图 1-1](#)所示，其中蓝色部分为类别字段。

图1-1 五类 IP 地址



上述五类IP地址的地址范围如 [表 1-1](#)所示。目前大量使用的IP地址属于A、B、C三类。

表1-1 IP 地址分类及范围

地址类型	地址范围	说明
A	0.0.0.0~127.255.255.255	IP地址0.0.0.0仅用于主机在系统启动时进行临时通信，并且永远不是有效目的地址 127.0.0.0网段的地址都保留作环回测试，发送到这个地址的分组不会输出到链路上，它们被当作输入分组在内部进行处理
B	128.0.0.0~191.255.255.255	-
C	192.0.0.0~223.255.255.255	-
D	224.0.0.0~239.255.255.255	组播地址
E	240.0.0.0~255.255.255.255	255.255.255.255用于广播地址，其它地址保留今后使用

## 1.1.2 特殊的IP地址

下列 IP 地址具有特殊的用途，不能作为主机的 IP 地址。

- Net-id 为全 0 的地址：表示本网络内的主机。例如，0.0.0.16 表示本网络内 Host-id 为 16 的主机。
- Host-id 为全 0 的地址：网络地址，用于标识一个网络。
- Host-id 为全 1 的地址：网络广播地址。例如，目的地址为 192.168.1.255 的报文，将转发给 192.168.1.0 网络内所有的主机。

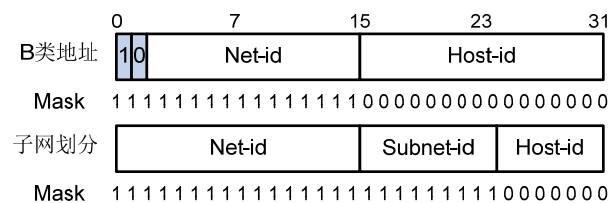
## 1.1.3 子网和掩码

随着 Internet 的快速发展，IP 地址已近枯竭。为了充分利用已有的 IP 地址，可以使用子网掩码将网络划分为更小的部分（即子网）。通过从主机号码字段部分划出一些比特位作为子网号码字段，能够将一个网络划分为多个子网。子网号码字段的长度由子网掩码确定。

子网掩码是一个长度为 32 比特的数字，由一串连续的“1”和一串连续的“0”组成。“1”对应于网络号码字段和子网号码字段，而“0”对应于主机号码字段。

图 1-2 所示是一个 B 类地址划分子网的情况。

图1-2 IP 地址子网划分



多划分出一个子网号码字段会浪费一些 IP 地址。例如，一个 B 类地址可以容纳 65534 ( $2^{16}-2$ ，去掉主机号码字段全 1 的广播地址和主机号码字段全 0 的网段地址) 个主机号码。但划分出 9 比特长的子网字段后，最多可有 512 ( $2^9$ ) 个子网，每个子网有 7 比特的主机号码，即每个子网最多可有 126 ( $2^7-2$ ，去掉主机号码字段全 1 的广播地址和主机号码字段全 0 的网段地址) 个主机号码。因此主机号码的总数是  $512 \times 126 = 64512$  个，比不划分子网时要少 1022 个。

若不进行子网划分，则子网掩码为默认值，此时子网掩码中“1”的长度就是网络号码的长度，即 A、B、C 类 IP 地址对应的子网掩码默认值分别为 255.0.0.0、255.255.0.0 和 255.255.255.0。

## 1.1.4 IP地址的获取方式

接口获取 IP 地址有以下几种方式：

- 通过手动指定 IP 地址，本手册只介绍通过手动指定 IP 地址的方式。
- 通过 BOOTP 分配得到 IP 地址，通过 BOOTP 分配得到 IP 地址方式的介绍请参见“三层技术-IP 业务配置指导”中的“BOOTP 客户端”。
- 通过 DHCP 分配得到 IP 地址，通过 DHCP 分配得到 IP 地址方式的介绍请参见“三层技术-IP 业务配置指导”中的“DHCP 客户端”。
- 通过 PPP 协商获得 IP 地址，通过 PPP 协商获得 IP 地址方式的介绍请参见“二层技术-广域网接入配置指导”中的“PPP”。

这几种方式是互斥的,通过新的配置方式获取的 IP 地址会覆盖通过原有方式获取的 IP 地址。例如,首先通过手动指定了 IP 地址,然后使用 DHCP 协议申请 IP 地址,那么手动指定的 IP 地址会被删除,接口的 IP 地址是通过 DHCP 协议分配的。

## 1.2 手工指定接口的IP地址

### 1. 功能简介

设备的每个接口可以配置多个 IP 地址,其中一个为主 IP 地址,其余为从 IP 地址。

一般情况下,一个接口只需配置一个主 IP 地址,但在有些特殊情况下需要配置从 IP 地址。比如,一台设备通过一个接口连接了一个局域网,但该局域网中的计算机分别属于 2 个不同的子网,为了使设备与局域网中的所有计算机通信,就需要在该接口上配置一个主 IP 地址和一个从 IP 地址。

### 2. 配置限制和指导

- 一个接口只能有一个主 IP 地址,在同一个接口上多次执行本命令,最后一次执行的命令生效。
- 当接口被配置为通过 BOOTP、DHCP、PPP 方式获取 IP 地址或借用其它接口的 IP 地址后,则不能再给该接口配置从 IP 地址。
- 同一接口的主、从 IP 地址可以在同一网段,但不同接口之间、主接口及其子接口之间、同一主接口下不同子接口之间的 IP 地址不可以在同一网段。
- 设备支持在不同接口上配置掩码不同但最短掩码对应网络位相同的地址,比如地址 1.1.1.1/16 和 1.1.2.1/24,这两个地址的最短掩码 16 对应的网络位都是 1.1.0.0。缺省连接这两个接口上的用户不能互通,如需互通,需要配置普通代理 ARP 功能,关于普通代理 ARP 的描述,请参见“三层技术-IP 业务配置指导”中的“ARP”。

### 3. 配置步骤

(1) 进入系统视图。

```
system-view
```

(2) 进入接口视图。

```
interface interface-type interface-number
```

(3) 配置接口的 IP 地址。

```
ip address ip-address { mask-length | mask } [ sub ]
```

缺省情况下,未配置接口 IP 地址。

## 1.3 配置接口借用IP地址

### 1. 功能简介

IP 地址借用是指一个接口上未配置 IP 地址,但为了使该接口能正常使用,就向同一设备上其它有 IP 地址的接口借用一个 IP 地址。IP 地址借用的使用场景如下:

- 在 IP 地址资源比较匮乏的环境下,为了节约 IP 地址资源,可以配置某个接口借用其它接口的 IP 地址。
- 如果某个接口只是偶尔使用,可以配置该接口借用其它接口的 IP 地址,而不必让其一直占用一个单独的 IP 地址。

## 2. 配置限制和指导

- Loopback 接口的 IP 地址可被其它接口借用，但本身不能借用其它接口的地址。
- 被借用接口的地址本身不能为借用地址。
- 一个接口的地址可以借给多个接口。
- 如果被借用接口有多个手动配置的 IP 地址，则只有手动配置的主 IP 地址能被借用。
- 由于借用方接口本身没有 IP 地址，无法在此接口上启用动态路由协议。所以必须手动配置一条到对端网段的静态路由，才能实现设备间的连通。
- 三层以太网子接口或三层聚合子接口通过地址借用功能借用到 IP 地址后，无法学习到与借用地址对应的 ARP 表项，故不建议在以太网子接口或三层聚合子接口配置地址借用功能。

## 3. 配置准备

被借用接口的 IP 地址已经配置，配置方法可以为手动指定、通过 BOOTP 或 DHCP 动态获取或通过 PPP 协商分配。

## 4. 配置步骤

- (1) 进入系统视图。

```
system-view
```

- (2) 进入接口视图。

```
interface interface-type interface-number
```

- (3) 配置本接口借用指定接口的 IP 地址。

```
ip address unnumbered interface interface-type interface-number
```

缺省情况下，本接口未借用其它接口的 IP 地址。

## 1.4 IP地址显示和维护

在完成上述配置后，在任意视图下执行 **display** 命令可以显示配置后 IP 地址的运行情况，通过查看显示信息验证配置的效果。

表1-2 IP 地址的显示和维护

操作	命令
显示三层接口与IP相关的简要信息	<b>display ip interface</b> [ <i>interface-type</i> [ <i>interface-number</i> ] ] <b>brief</b> [ <b>description</b> ]
显示三层接口与IP相关的配置和统计信息	<b>display ip interface</b> [ <i>interface-type</i> <i>interface-number</i> ]

## 1.5 地址典型配置举例

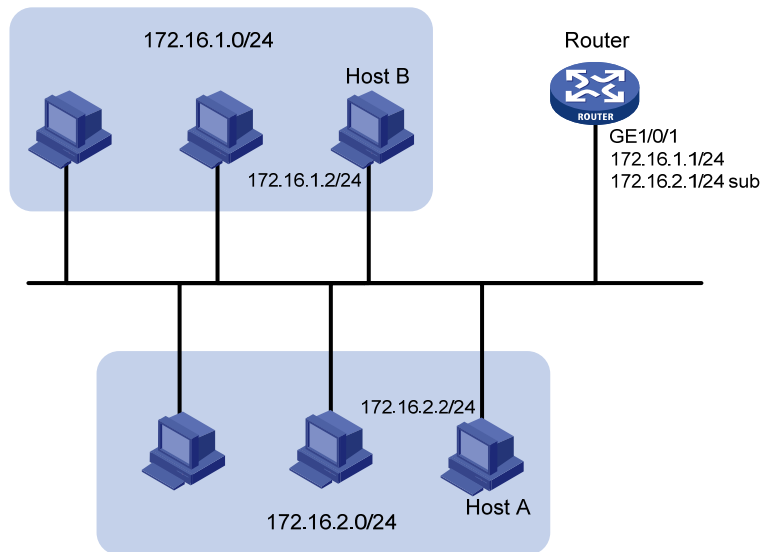
### 1.5.1 手工指定IP地址配置举例

#### 1. 组网需求

Router 的以太网接口 GigabitEthernet1/0/1 连接一个局域网，该局域网中的计算机分别属于 2 个网段：172.16.1.0/24 和 172.16.2.0/24。要求这两个网段的主机都可以通过 Router 与外部网络通信，且这两个网段中的主机能够互通。

#### 2. 组网图

图1-3 IP 地址配置组网图



#### 3. 配置步骤

针对上述的需求，如果在 Router 的接口上只配置一个 IP 地址，则只有一部分主机能够通过 Router 与外部网络通信。为了使局域网内的所有主机都能够通过 Router 访问外部网络，需要配置接口的从 IP 地址。为了使两个网段中的主机能够互通，两个网段中的主机都需要将 Router 设置为网关。

# 配置接口 GigabitEthernet1/0/1 的主 IP 地址和从 IP 地址。

```
<Router> system-view
[Router] interface gigabitethernet 1/0/1
[Router-GigabitEthernet1/0/1] ip address 172.16.1.1 255.255.255.0
[Router-GigabitEthernet1/0/1] ip address 172.16.2.1 255.255.255.0 sub
```

# 在 172.16.1.0/24 网段中的主机上配置网关为 172.16.1.1；在 172.16.2.0/24 网段中的主机上配置网关为 172.16.2.1。

#### 4. 验证配置

# 使用 ping 命令检测 Router 与网络 172.16.1.0/24 内主机的连通性。

```
<Router> ping 172.16.1.2
Ping 172.16.1.2 (172.16.1.2): 56 data bytes, press CTRL_C to break
56 bytes from 172.16.1.2: icmp_seq=0 ttl=128 time=7.000 ms
```

```
56 bytes from 172.16.1.2: icmp_seq=1 ttl=128 time=2.000 ms
56 bytes from 172.16.1.2: icmp_seq=2 ttl=128 time=1.000 ms
56 bytes from 172.16.1.2: icmp_seq=3 ttl=128 time=1.000 ms
56 bytes from 172.16.1.2: icmp_seq=4 ttl=128 time=2.000 ms

--- Ping statistics for 172.16.1.2 ---
5 packet(s) transmitted, 5 packet(s) received, 0.0% packet loss
round-trip min/avg/max/std-dev = 1.000/2.600/7.000/2.245 ms
```

显示信息表示 Router 与网络 172.16.1.0/24 内的主机可以互通。

# 使用 ping 命令检测 Router 与网络 172.16.2.0/24 内主机的连通性。

```
<Router> ping 172.16.2.2
Ping 172.16.2.2 (172.16.2.2): 56 data bytes, press CTRL_C to break
56 bytes from 172.16.2.2: icmp_seq=0 ttl=128 time=2.000 ms
56 bytes from 172.16.2.2: icmp_seq=1 ttl=128 time=7.000 ms
56 bytes from 172.16.2.2: icmp_seq=2 ttl=128 time=1.000 ms
56 bytes from 172.16.2.2: icmp_seq=3 ttl=128 time=2.000 ms
56 bytes from 172.16.2.2: icmp_seq=4 ttl=128 time=1.000 ms
```

```
--- Ping statistics for 172.16.2.2 ---
5 packet(s) transmitted, 5 packet(s) received, 0.0% packet loss
round-trip min/avg/max/std-dev = 1.000/2.600/7.000/2.245 ms
```

显示信息表示 Router 与网络 172.16.2.0/24 内的主机可以互通。

# 使用 ping 命令检测网络 172.16.1.0/24 和网络 172.16.2.0/24 内主机的连通性。在 Host A 上可以 ping 通 Host B。

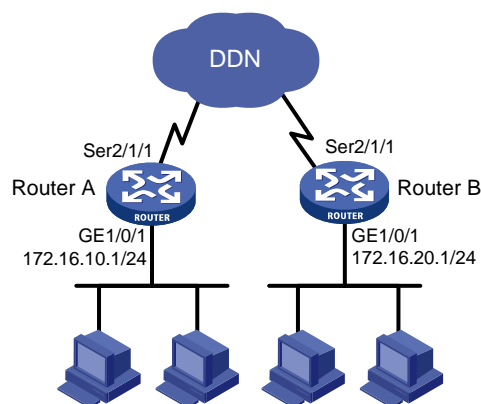
## 1.5.2 接口借用IP地址配置举例

### 1. 组网需求

某企业通过 DDN 组建内部网，节点路由器之间通过同步串口 Ser2/1/1 相连，并分别通过接口 GigabitEthernet1/0/1 连接本地的局域网。为了节省 IP 地址，规划串口 Ser2/1/1 借用接口 GigabitEthernet1/0/1 的 IP 地址。

### 2. 组网图

图1-4 借用 IP 地址示例的组网图



### 3. 配置步骤

#### (1) 配置 Router A

# 配置被借用接口 GigabitEthernet1/0/1 的主 IP 地址。

```
<RouterA> system-view
[RouterA] interface gigabitethernet 1/0/1
[RouterA-GigabitEthernet1/0/1] ip address 172.16.10.1 255.255.255.0
[RouterA-GigabitEthernet1/0/1] quit
```

# 配置串口 Serial2/1/1 借用接口 GigabitEthernet1/0/1 的 IP 地址。

```
[RouterA] interface serial 2/1/1
[RouterA-Serial2/1/1] ip address unnumbered interface gigabitethernet 1/0/1
[RouterA-Serial2/1/1] quit
```

# 配置到 Router B 所连的局域网的路由，指定出接口为串口 Serial2/1/1。

```
[RouterA] ip route-static 172.16.20.0 255.255.255.0 serial 2/1/1
```

#### (2) 配置 Router B

# 配置被借用接口 GigabitEthernet1/0/1 的主 IP 地址。

```
<RouterB> system-view
[RouterB] interface gigabitethernet 1/0/1
[RouterB-GigabitEthernet1/0/1] ip address 172.16.20.1 255.255.255.0
[RouterB-GigabitEthernet1/0/1] quit
```

# 配置串口 Serial2/1/1 借用接口 GigabitEthernet1/0/1 的 IP 地址。

```
[RouterB] interface serial 2/1/1
[RouterB-Serial2/1/1] ip address unnumbered interface gigabitethernet 1/0/1
[RouterB-Serial2/1/1] quit
```

# 配置到 Router A 所连的局域网的路由，指定出接口为串口 Serial2/1/1。

```
[RouterB] ip route-static 172.16.10.0 255.255.255.0 serial 2/1/1
```

### 4. 验证配置

在 Router A 上可以 Ping 通与 Router B 相连的局域网中主机。

```
[RouterA] ping 172.16.20.2
Ping 172.16.20.2 (172.16.20.2): 56 data bytes, press CTRL_C to break
56 bytes from 172.16.20.2: icmp_seq=0 ttl=128 time=7.000 ms
56 bytes from 172.16.20.2: icmp_seq=1 ttl=128 time=2.000 ms
56 bytes from 172.16.20.2: icmp_seq=2 ttl=128 time=1.000 ms
56 bytes from 172.16.20.2: icmp_seq=3 ttl=128 time=1.000 ms
56 bytes from 172.16.20.2: icmp_seq=4 ttl=128 time=2.000 ms

--- Ping statistics for 172.16.20.2 ---
5 packet(s) transmitted, 5 packet(s) received, 0.0% packet loss
round-trip min/avg/max/std-dev = 1.000/2.600/7.000/2.245 ms
```