

# 目 录

1 IP地址 .....	1-1
1.1 IP地址简介 .....	1-1
1.1.1 IP地址的分类和表示 .....	1-1
1.1.2 特殊的IP地址 .....	1-2
1.1.3 子网和掩码 .....	1-2
1.2 配置接口的IP地址 .....	1-2
1.3 配置接口借用IP地址 .....	1-3
1.4 IP地址的显示和维护 .....	1-4
1.5 地址配置和地址借用举例 .....	1-4
1.5.1 IP地址配置举例 .....	1-4
1.5.2 接口借用IP地址配置举例 .....	1-6

# 1 IP地址

若非特别指明，本文所指的 IP 地址均为 IPv4 地址。

## 1.1 IP地址简介

### 1.1.1 IP地址的分类和表示

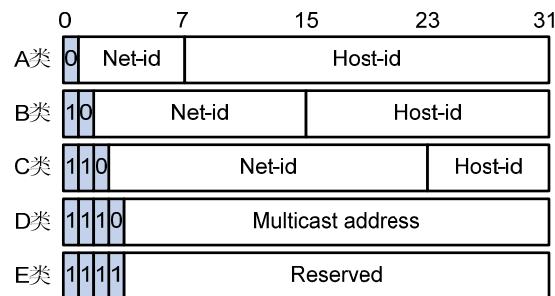
IP 地址就是给每个连接到 IPv4 网络上的设备分配的一个网络唯一的地址。IP 地址长度为 32 比特，通常采用点分十进制方式表示，即每个 IP 地址被表示为以小数点隔开的 4 个十进制整数，每个整数对应一个字节，如 10.1.1.1。

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。

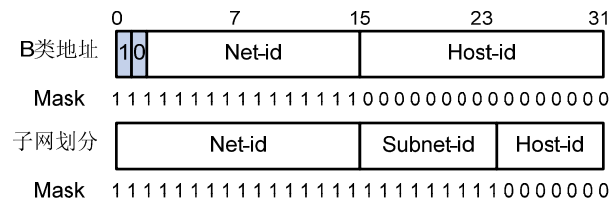
## 1.1.3 子网和掩码

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  $512*126=64512$  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。

## 1.2 配置接口的IP地址

### 1. 功能简介

接口有了 IP 地址后就可以与其它主机进行 IP 通信。接口获取 IP 地址有以下几种方式：

- 通过手动指定 IP 地址
- 通过 BOOTP 分配得到 IP 地址
- 通过 DHCP 分配得到 IP 地址
- 通过 PPP 协商获得 IP 地址

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。

本节只介绍通过手动指定 IP 地址的方式。通过 BOOTP 和 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”,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”。

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。新配置的主 IP 地址将覆盖原有主 IP 地址。
- 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。

## 3. 配置步骤

表1-2 配置接口的 IP 地址

操作	命令	说明
进入系统视图	<b>system-view</b>	-
进入接口视图	<b>interface</b> <i>interface-type</i> <i>interface-number</i>	-
配置接口的IP地址	<b>ip address</b> <i>ip-address</i> { <i>mask</i>   <i>mask-length</i> } [ <b>sub</b> ]	缺省情况下, 没有为接口配置IP地址

# 1.3 配置接口借用IP地址

## 1. 功能简介

所谓“IP 地址借用”,是指一个接口上没有配置 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。

### 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

此处所列的配置过程仅包含配置接口借用 IP 地址的过程。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。完整的配置过程请参考后面的配置举例。

表1-3 配置接口借用 IP 地址

操作	命令	说明
进入系统视图	<b>system-view</b>	-
进入接口视图	<b>interface</b> <i>interface-type</i> <i>interface-number</i>	-
配置本接口借用指定接口的 IP 地址	<b>ip address unnumbered interface</b> <i>interface-type</i> <i>interface-number</i>	缺省情况下，本接口不借用其它接口的 IP 地址

## 1.4 IP地址的显示和维护

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1-4 IP 地址的显示和维护

操作	命令
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> ]
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> ]

## 1.5 地址配置和地址借用举例

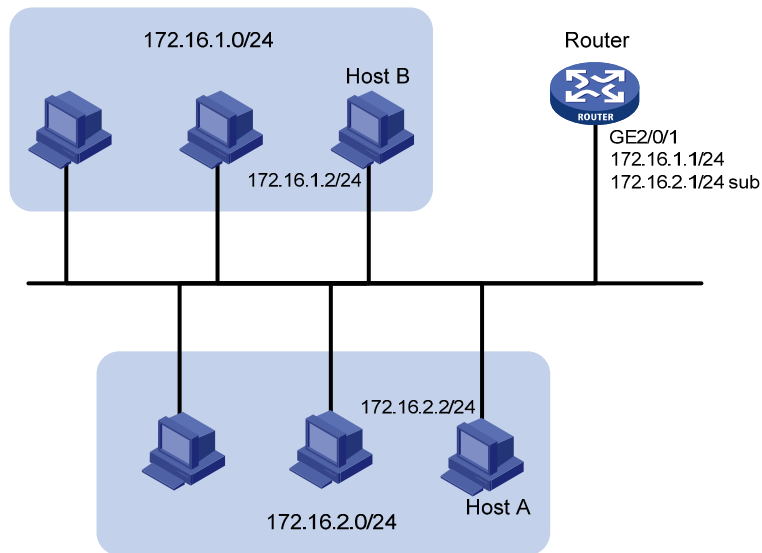
### 1.5.1 IP地址配置举例

#### 1. 组网需求

Router 的以太网接口 GigabitEthernet2/0/1 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 GigabitEthernet2/0/1 的主 IP 地址和从 IP 地址。

```
<Router> system-view
[Router] interface gigabitethernet 2/0/1
[Router-GigabitEthernet2/0/1] ip address 172.16.1.1 255.255.255.0
[Router-GigabitEthernet2/0/1] 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。

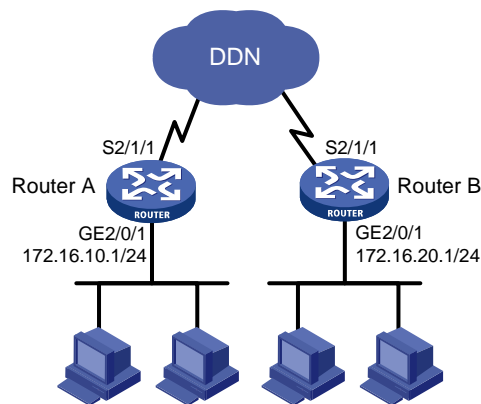
## 1.5.2 接口借用IP地址配置举例

### 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相连，并分别通过以太网接口连接本地的局域网。为了节省 IP 地址，规划串口借用以太网接口的 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

# 配置被借用以太网接口的主 IP 地址。

```
<RouterA> system-view
[RouterA] interface gigabitethernet 2/0/1
[RouterA-GigabitEthernet2/0/1] ip address 172.16.10.1 255.255.255.0
[RouterA-GigabitEthernet2/0/1] quit
```

# 配置串口借用以太网接口的 IP 地址。

```
[RouterA] interface serial 2/1/1
```

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

# 配置被借用以太网接口的主 IP 地址。

```
<RouterB> system-view
```

```
[RouterB] interface gigabitethernet 2/0/1
```

```
[RouterB-GigabitEthernet2/0/1] ip address 172.16.20.1 255.255.255.0
```

```
[RouterB-GigabitEthernet2/0/1] quit
```

# 配置串口借用以太网接口的 IP 地址。

```
[RouterB] interface serial 2/1/1
```

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

```
[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
```