

## 目 录

第 1 章 ARP 配置 .....	1-1
1.1 ARP 简介 .....	1-1
1.1.1 ARP 地址解析的必要性 .....	1-1
1.1.2 ARP 报文结构 .....	1-1
1.1.3 ARP 表 .....	1-2
1.1.4 ARP 地址解析的实现过程 .....	1-3
1.1.5 免费 ARP 简介 .....	1-4
1.2 配置 ARP .....	1-5
1.2.1 手工添加静态 ARP 映射项 .....	1-5
1.2.2 配置动态 ARP 老化定时器的时间 .....	1-6
1.2.3 配置 ARP 表项的检查功能 .....	1-6
1.3 免费 ARP 配置 .....	1-6
1.3.1 免费 ARP 报文发送功能配置 .....	1-6
1.3.2 免费 ARP 报文学习功能配置 .....	1-7
1.4 ARP 的显示和维护 .....	1-7
第 2 章 Resilient ARP 配置 .....	2-1
2.1 Resilient ARP 简介 .....	2-1
2.2 Resilient ARP 配置 .....	2-1
2.3 Resilient ARP 的显示 .....	2-2
2.4 Resilient ARP 配置示例 .....	2-2

# 第1章 ARP 配置

## 1.1 ARP 简介

ARP（Address Resolution Protocol，地址解析协议）用于将网络层的 IP 地址解析为数据链路层的物理地址（MAC 地址）。

### 1.1.1 ARP 地址解析的必要性

网络设备进行网络寻址时只能识别数据链路层的 MAC 地址，不能直接识别来自网络层的 IP 地址。如果要将网络层中传送的数据报交给目的主机，必须知道该主机的 MAC 地址。因此网络设备在发送报文之前必须将目的主机的 IP 地址解析为它可以识别的 MAC 地址。

### 1.1.2 ARP 报文结构

ARP 报文分为 ARP 请求和 ARP 应答报文，ARP 请求和应答报文的格式如图 1-1 所示。

- 当一个 ARP 请求发出时，除了接收端硬件地址（正是请求方想要获取的地址）字段为空外，其他所有的字段都被使用。
- ARP 应答报文使用了所有的字段。

硬件类型(16位)	
协议类型(16位)	
硬件地址长度	协议地址长度
操作码(16位)	
发送端硬件地址	
发送端IP地址	
接收端硬件地址	
接收端IP地址	

图1-1 ARP 请求和应答报文格式

ARP 报文各字段的含义如表 1-1 所示。

表1-1 ARP 报文字段解释

报文字段	字段含义
硬件类型	识别硬件接口的类型，合法取值请参见表 1-2
协议类型	表示要映射的协议地址类型，它的值为 0x0800 即表示 IP 地址

报文字段	字段含义
硬件地址长度	数据报文中硬件地址以字节为单位的长度
协议地址长度	数据报文中所有协议地址以字节为单位的长度
操作码	指明数据报是 ARP 请求报文还是 ARP 应答报文 取值为 1——数据报是 ARP 请求报文 取值为 2——数据报是 ARP 应答报文 取值为 3——数据报是 RARP 请求报文 取值为 4——数据报是 RARP 应答报文
发送方硬件地址	发送方设备的硬件地址
发送方 IP 地址	发送方设备的 IP 地址
接收方硬件地址	接收方设备的硬件地址 ARP 请求报文中——这个字段为空 ARP 应答报文中——这个字段为应答报文返回的接收方硬件地址
接收方 IP 地址	接收方设备的 IP 地址

表1-2 合法硬件接口类型列表

类型	描述
1	以太网
2	实验以太网
3	X.25
4	Proteon ProNET（令牌环）
5	混沌网（chaos）
6	IEEE802.X
7	ARC 网络

### 1.1.3 ARP 表

以太网上的两台主机需要通信时，双方必须知道对方的 MAC 地址。每台主机都要维护 IP 地址到 MAC 地址的转换表，称为 ARP 映射表，ARP 表的形式如图 1-2 所示。ARP 映射表中存放着最近用到的一系列与本主机通信的其他主机的 IP 地址和 MAC 地址的映射关系。需要注意的是，这里仅仅对 ARP 映射表的基本实现进行介绍。不同公司的产品可能会在此基础上提供更多的信息。S3900 系列以太网交换机可以使用 **display arp** 命令查看 ARP 映射项信息。

	IF索引	物理地址	IP地址	类型
表项1				
表项2				
表项3				
表项4				
表项5				
表项n				

图1-2 ARP 表

ARP 表中表项各字段含义如表 1-3所示。

表1-3 ARP 中表项各字段含义

表项字段	描述
IF 索引	记录拥有表项中物理地址和 IP 地址的设备的物理接口或端口
物理地址	设备的物理地址，即 MAC 地址
IP 地址	设备的 IP 地址
类型	该表项的类型，类型有四种可能的值 取值为 1——不是以下任何一种情况 取值为 2——该表项是无效表项 取值为 3——该表项是动态表项 取值为 4——该表项是静态表项

1.1.4 ARP 地址解析的实现过程

在主机启动时，主机上的 ARP 映射表为空；当一条动态 ARP 映射表项在规定时间内没有使用时，主机将其从 ARP 映射表中删除掉，以便节省内存空间和 ARP 映射表的查找时间。具体过程可以参考图 1-3。

- 假设主机 A 和主机 B 在同一个网段，主机 A 的 IP 地址为 IP\_A，B 的 IP 地址为 IP\_B，主机 A 要向主机 B 发送信息。主机 A 首先查看自己的 ARP 映射表，确定其中是否包含有 IP\_B 对应的 ARP 映射表项。如果找到了对应的 MAC 地址，则主机 A 直接利用 ARP 映射表中的 MAC 地址，对 IP 数据包进行帧封装，并将数据发送给主机 B；
- 如果在 ARP 映射表中找不到对应的 MAC 地址，则主机 A 将该数据包放入发送等待队列，然后创建一个 ARP request，并以广播方式在以太网上发送。ARP request 数据包中包含有主机 B 的 IP 地址，以及主机 A 的 IP 地址和 MAC 地址。由于 ARP request 数据包以广播方式发送，该网段上的所有主机都可以接收到该请求，但只有被请求的主机（即主机 B）会对该请求进行处理。

- 主机 B 首先把 ARP request 数据包中的请求发起者（即主机 A）的 IP 地址和 MAC 地址存入自己的 ARP 映射表中。然后主机 B 创建 ARP 响应数据包，在数据包中填入主机 B 的 MAC 地址，发送给主机 A。这个响应不再以广播形式发送，而是以单播形式直接发送给主机 A。
- 主机 A 收到响应数据包后，提取出主机 B 的 IP 地址及其对应的 MAC 地址，加入到自己的 ARP 映射表中，并把放在发送等待队列中的发往主机 B 的所有数据包都发送出去。

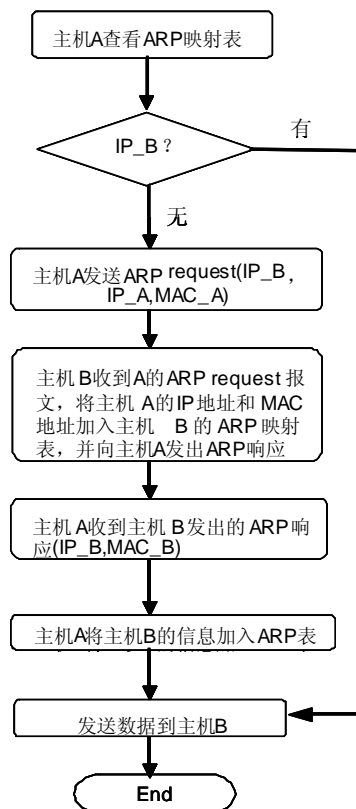


图1-3 ARP 地址解析的实现过程

一般情况下，设备在 IP 寻址的过程中会自动触发 ARP 计算，完成 IP 地址到以太网 MAC 地址的解析。此过程是自动执行的，不需要网络管理员介入。

### 1.1.5 免费 ARP 简介

免费 ARP 报文的特点：

- 报文中携带的源 IP 和目的 IP 地址都是本机地址，报文源 MAC 地址是本机 MAC 地址。

- 当设备收到免费 ARP 报文后，如果发现报文中的 IP 地址和自己的 IP 地址冲突，则给发送免费 ARP 报文的设备返回一个 ARP 应答，告知该设备 IP 地址冲突。

设备通过对外发送免费 ARP 报文来实现以下功能：

- 确定其它设备的 IP 地址是否与本机的 IP 地址冲突。
- 使其它设备及时更新高速缓存中旧的该设备硬件地址。

设备通过学习免费 ARP 报文来实现以下功能：

在使能了免费 ARP 报文学习功能后，一个设备收到免费 ARP 报文后，如果高速缓存中已存在与此报文对应的 ARP 表项，那么此设备就用免费 ARP 报文中携带的发送端硬件地址更新 ARP 表项中相应的内容。设备接收到任何免费 ARP 报文都要完成这个操作。

## 1.2 配置 ARP

S3900 系列以太网交换机的 ARP 表项分为：静态表项和动态表项，如表 1-4 所示。

表1-4 ARP 表项

分类	生成方式	维护方式
静态 ARP 表项	用户手工配置的 IP 地址到 MAC 地址的映射	手工维护
动态 ARP 表项	交换机动态生成的 IP 地址到 MAC 地址的映射	动态生成的 ARP 表项，通过动态 ARP 老化定时器设定的时间进行老化

### 1.2.1 手工添加静态 ARP 映射项

表1-5 手工添加静态 ARP 映射项

操作	命令	说明
进入系统视图	<b>system-view</b>	-
手工添加静态 ARP 映射项	<b>arp static ip-address mac-address</b> [ <i>vlan-id interface-type interface-number</i> ]	必选 缺省情况下，系统 ARP 映射表为空，地址映射由动态 ARP 协议获取



注意：

- 静态 ARP 映射项在以太网交换机正常工作时间一直有效，但如果更改或者删除 VLAN 虚接口，或者执行删除 VLAN 或把端口从 VLAN 中删除等使 ARP 表项不再合法的操作，则 ARP 表项都将被自动删除。
- 参数 *vlan-id* 必须是已经存在的 VLAN ID，且 *vlan-id* 参数后面指定的以太网端口必须属于这个 VLAN。
- 目前，不支持在聚合端口上配置静态 ARP 映射项。

## 1.2.2 配置动态 ARP 老化定时器的时间

交换机学习到一个动态 ARP 表项时，它的老化时间以当前配置的老化时间计算。

表1-6 配置动态 ARP 老化定时器的时间

操作	命令	说明
进入系统视图	<b>system-view</b>	-
配置动态 ARP 老化定时器的时间	<b>arp timer aging <i>aging-time</i></b>	可选 缺省情况下，动态 ARP 老化定时器为 20 分钟

## 1.2.3 配置 ARP 表项的检查功能

当多台主机共用一个组播 MAC 地址时，可以使用命令控制设备是否学习 MAC 地址为组播 MAC 的 ARP 表项。

表1-7 使能 ARP 表项的检查功能

配置项	命令	说明
进入系统视图	<b>system-view</b>	-
使能 ARP 表项的检查功能 (即不学习 MAC 地址为组播 MAC 的 ARP 表项)	<b>arp check enable</b>	可选 缺省情况下，使能 ARP 表项的检查功能，即不学习 MAC 地址为组播 MAC 的 ARP 表项

# 1.3 免费 ARP 配置

## 1.3.1 免费 ARP 报文发送功能配置

S3900 系列交换机的免费 ARP 报文发送功能始终开启，不需命令行进行控制。

### 1.3.2 免费 ARP 报文学习功能配置

免费 ARP 报文学习功能的配置过程如下：

表1-8 免费 ARP 报文学习功能配置过程

操作	命令	说明
进入系统视图	<b>system-view</b>	-
开启免费 ARP 报文学习功能	<b>gratuitous-arp-learning enable</b>	必选 缺省情况下，交换机的免费 ARP 报文学习功能处于开启状态

## 1.4 ARP 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 ARP 的运行情况，通过查看显示信息验证配置的效果。在用户视图下执行 **reset** 命令清除 ARP 映射项。

表1-9 ARP 的显示和维护

配置项	命令	说明
查看 ARP 映射表	<b>display arp [ static   dynamic   ip-address ]</b>	<b>display</b> 命令可以在任意视图执行
查看包含指定内容的 ARP 映射表	<b>display arp [ dynamic   static ] [ { begin   include   exclude } text ]</b>	
查看指定类型的 ARP 映射项的数目	<b>display arp count [ [ dynamic   static ] [ { begin   include   exclude } text ]   ip-address ]</b>	
查看动态 ARP 老化定时器的时间	<b>display arp timer aging</b>	
清除 ARP 映射项	<b>reset arp [ dynamic   static   interface interface-type interface-number ]</b>	<b>reset</b> 命令可以在用户视图下执行



## 第2章 Resilient ARP 配置

### 2.1 Resilient ARP 简介

在 IRF（Intelligent Resilient Framework，智能弹性网络）组网应用中，为了支持弹性组网要求，通常在 fabric 和其它设备之间连接冗余链路。但是如果 fabric 内部连接中断，原 fabric 分裂，这种冗余链路就可能导致同一网络上连接了两台或多台配置完全相同的三层设备，这几台设备都运行相同的路由功能。为了避免这种情况的发生，可以采用 Resilient ARP 机制。Resilient ARP 可以及时发现网络中是否出现了相同的三层设备，如出现则只保留一台作为三层设备，将其它设备都变为二层设备。

Resilient ARP 的状态机有六种状态，分别是 Initialize、LisentForL3Master、L3Master、L3Slave、L2Master 和 L2Slave。其中 L3Master 状态会定时发送 Resilient ARP 报文，以通知其它 fabric 本 fabric 处于三层设备状态。

Resilient ARP 通过定时发送/接收 Resilient ARP 报文来实现系统状态切换，从而决定设备是作为三层设备还是二层设备。

### 2.2 Resilient ARP 配置

Resilient ARP 配置包括：

- 开启/关闭 Resilient ARP 功能

开启 Resilient ARP 功能后，系统可以根据当前的状态进行不同的处理，当 fabric 内部连接中断后，可以通过冗余链路所在的 VLAN 接口定时发送 Resilient ARP 报文，从而决定设备是作为三层设备还是二层设备。

- 配置可发送 Resilient ARP 报文的 VLAN 接口

可以使用下面的命令配置 Resilient ARP 报文从哪个 VLAN 接口发送，当不指定发送 VLAN 接口时，Resilient ARP 报文将通过缺省 VLAN 接口发送。

表2-1 配置 Resilient ARP 功能

操作	命令	说明
进入系统视图	<b>system-view</b>	-
开启 Resilient ARP 功能	<b>resilient-arp enable</b>	必选 缺省情况下，Resilient ARP 处于开启状态

操作	命令	说明
配置可发送 Resilient ARP 报文的 VLAN 接口	<b>resilient-arp interface</b> <b>vlan-interface</b> <i>vlan-id</i>	可选 缺省情况下，从 VLAN 1 接口发送 Resilient ARP 报文

需要注意的是，该配置任务只是指明通过哪个 VLAN 接口发送 Resilient ARP 报文，而所有的 VLAN 接口都能接收 Resilient ARP 报文。

2.3 Resilient ARP 的显示

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 Resilient ARP 的运行情况，通过查看显示信息验证配置的效果。

表2-2 Resilient ARP 的显示

操作	命令	说明
显示 Resilient ARP 状态信息	<b>display resilient-arp</b> [ <b>unit</b> <i>unit-id</i> ]	<b>display</b> 命令可以在任意视图执行

2.4 Resilient ARP 配置示例

1. 组网需求

在 IRF 组网中，有四个 Unit：Unit1～Unit4。Unit1 和 Unit3 通过端口汇聚连接到另一台交换机 Switch。为防止因 Unit1 和 Unit3、Unit2 和 Unit4 之间的链路中断而使网络中存在两台配置完全相同的三层设备，进而导致 Switch 与 fabric 的报文转发出现问题，可以在 fabric 中运行 Resilient ARP。考虑到安全性，需要启动 MD5 认证功能。Unit1 和 Unit3 上连接到 Switch 的端口都属于 VLAN2。

## 2. 组网图

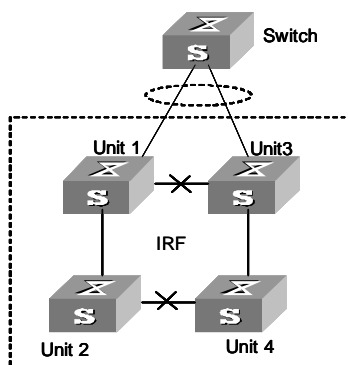


图2-1 Resilient ARP 组网示意图

## 3. 配置步骤

# 开启 Resilient ARP 功能。

```
<Quidway> system-view  
[Quidway] resilient-arp enable
```

# 配置可发送 Resilient ARP 报文的 VLAN 接口为 VLAN 接口 2。

```
[Quidway] resilient-arp interface Vlan-interface 2
```