

单元 6 IP 路由基础

主编：钟祥睿等

上海交通大学出版社

目录

项目一

项目描述

项目分析

知识点

项目实施

单元学习目标

知识目标

1. 了解路由技术的作用
2. 了解路由选择的分类
3. 掌握静态路由、默认路由、浮动路由应用
4. 了解动态路由协议

技能目标

1. 路由器接口 IP 地址配置
2. 路由器直连网络、静态路由配置方法
3. 查看路由表的方法，终端设置默认网关的方法

在一个典型的数据通信网络中，往往存在多个不同的 IP 网段，数据在不同的 IP 网段之间交互是需要借助 OSI 第三层设备的，这些设备具备路由能力，能够实现数据的跨网段转发。

在每个网络中，每个终端都有一个 IP 地址，该地址是终端在其网络中地唯一标识；当来自世界各地的网络互相连接起来之后，就形成当今的互联网。为了实现来自不同区域、不同网段的主机之间通信，具备有路由功能的网络设备会进行路由选择，将数据转发到不同链路和设备上，如图 6-1 所示。

项目描述

在不同的网络之间的网络终端互联通信需要通过路由设备通过路由选择合适的链路来实现，那么路由设备的路由选择使用的方法和要点即时本章节的重点。

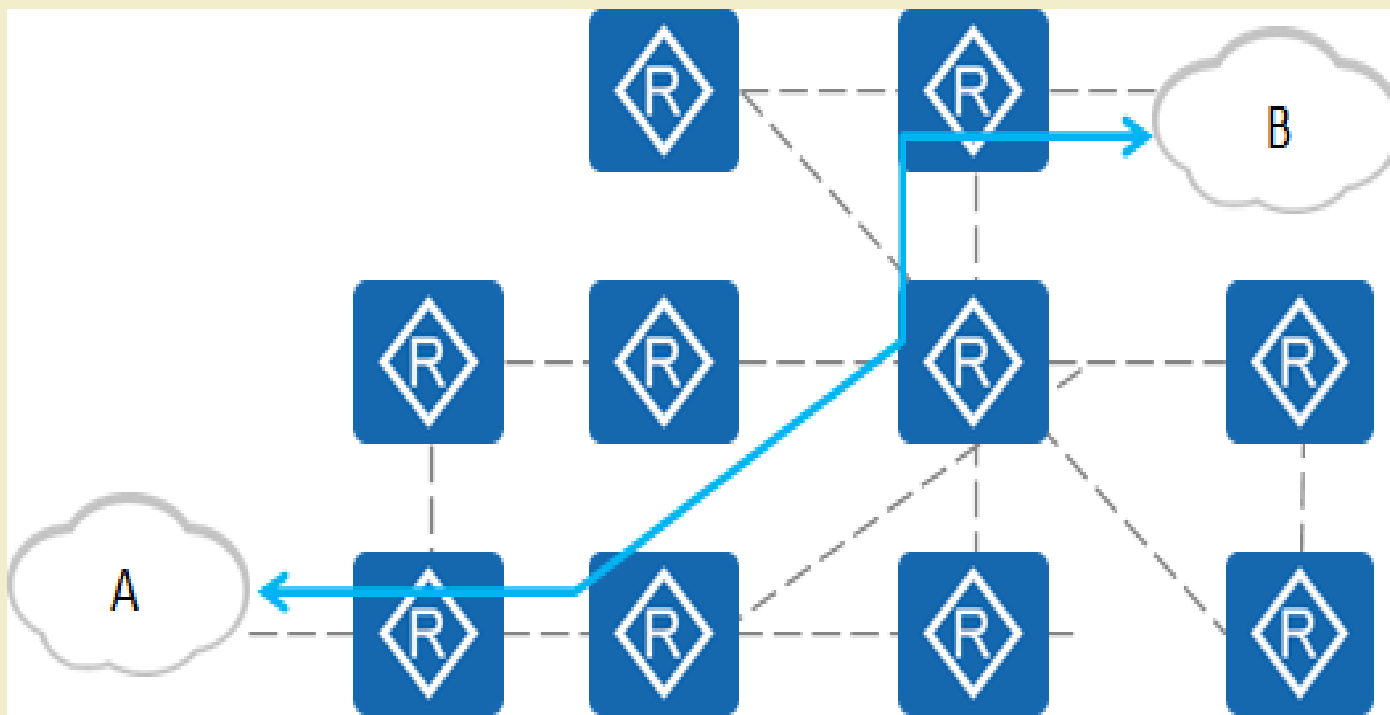


图 6-1 网络路由寻址

在如此多样化的信息应用中，大部分的终端设备通信都是在不同的网络中，而不同网络的终端之间通信就需要路由选择。路由选择过程中路由设备主要完成以下的工作。

1. 路由设备会先检查经过本设备的 IP 数据包目的地址。
2. 当该报文的目的地址处于本设备的直连网段的时候，则将数据包从直连网段所在的接口进行转发，然后向适当的进程发送被封装的数据。
3. 当该报文的目的地址不是直连网络的时候，路由器则需要通过自身的路由表选择一条合适的路径，将数据转发到下一跳设备中；需要注意的是，路由设备不会把从本设备到目的网络的整个路径全部标识，而只是标识了到达下一跳的链路方法。这个有点像我们乘坐列车的时候，并不需要了解去往目的地的整个路径，而只需要了解乘坐的班车的班次号即可。

6.1 路由概述

路由器提供了在不同网络之间，把数据包从一个网络发送到另外一个网络。路由即是指导 IP 数据包发送的具体路径信息。

在网络中进行路由选择需要使用到路由器或者其他具备路由功能的网络设备，路由器根据源数据包的目的地址选择一条合适的路径，将该数据包传输到下一条路由器中，整个传输路径中最后的路由器负责将数据包交送至目的终端或该终端所在二层交换设备。

而传输的具体路径是路由器根据自身路由表的信息进行选择。在理论上，路由器应该会选择一条最优的线路进行数据转发；但是现实情况由于网络管理人员根据不同需求会设置相关的路由策略，通常情况下路径选择不完全是最优的路径。

一、路由的基本术语

1. 路由表（ **routing-table** ）。具有路由功能的网络设备存储的一个类数据库信息表；该表包含特定网络地址的路径地址；通常该表还有下一跳接口、路由协议类型、路由度量值等相关信息。

2. 跳数（ **hops** ）。在 IP 数据包传输过程中将会通过多个路由器，每经过一个路由器，网络术语中称之为一跳。

3. 路由度量值（ **metric** ）。通常代表路由距离或者花费值，用来确定路由选择时候确定最优路径；理论上该值最小即为最优路径。不同的网络协议度量值的方式不同，用到的选项和具体计算的数值也不尽相同。

网络上的主机通过路由表进行路由选择，

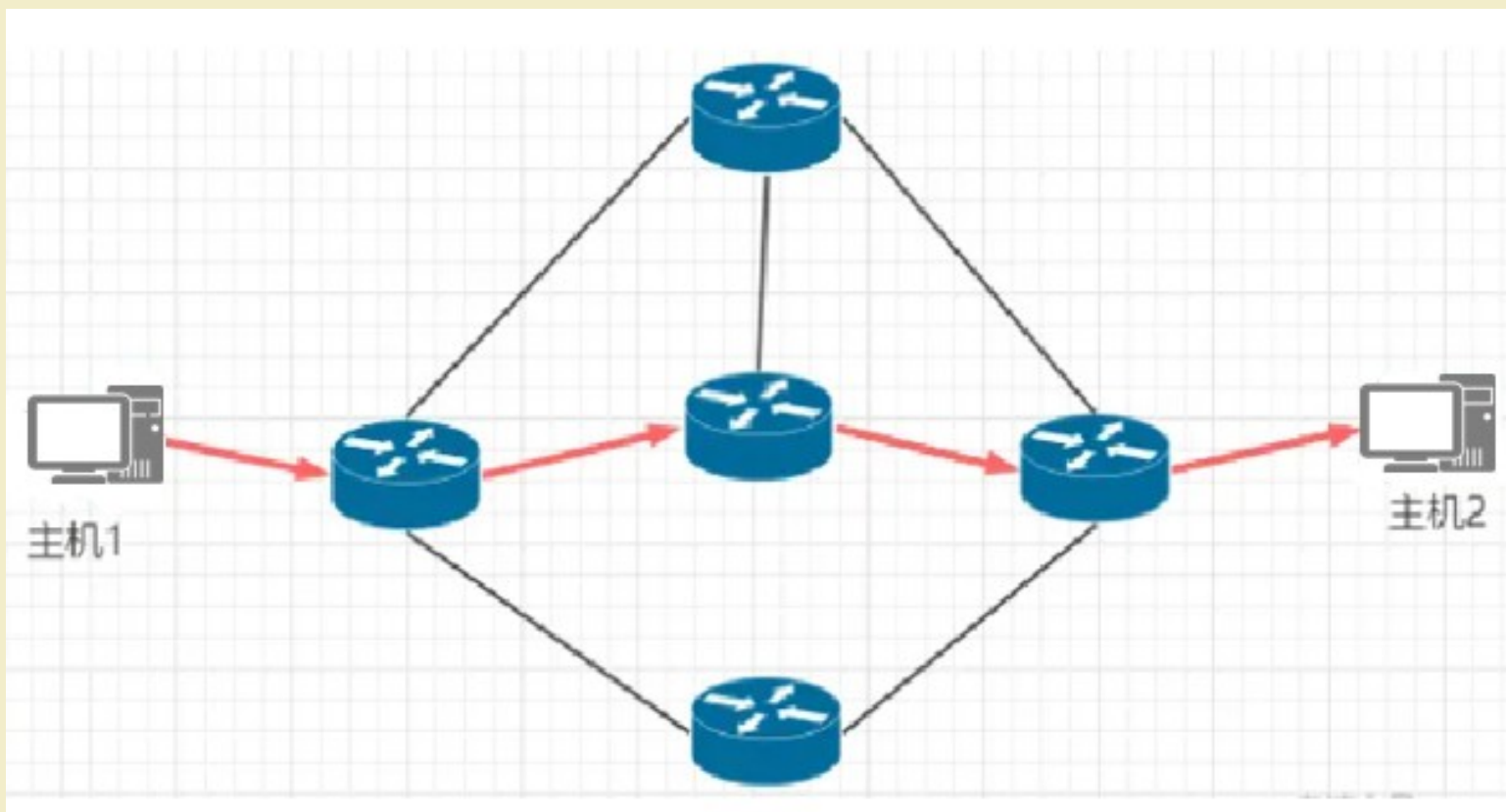


图 6-2 路由选择

6.2 静态路由

使用比较简易的使用手工方式输入相关信息的叫做静态路由。静态路由是指网络管理员通过手工配置每一条路由的路由信息。这是一种最简单的配置路由选择的方法，一般这种方法适合于中小型局域网；若是大型网络中，静态路由就有比较大的局限性。因为在大型网络里面，目的网络地址数量太多，如果全部使用手工配置会导致工作量巨大；网络的拓扑结构比较复杂，网络管理员的手工配置选择的路径容易出现较多的非优解，甚至出现配置错误导致不可达。

不同的网络环境下使用获取路由信息的方式也不同，在非大型网络情况下使用静态路由配置，而不使用动态路由协议自动获取；是因为越是自动化的程序算法，网络管理员对网络的可控性越差。

静态路由相较于动态路由来说，虽然配置的信息更多，工作量相对更大，但是任何路由选择的路径都是网络管理员的精准配置，对于故障判断和网络来说是更为容易的。但是，如果网络拓扑结构出现了变化，就可能需要付出相对大的工作量进行重新配置。配置静态路由表。静态路由配置必要选项有，目的网络地址 (destination network) 及其子网掩码 (netmask)，下一条地址 (next hop)，而删除静态路由表使用 undo 选项。

以图 6-3 的路由器 RTA 为例，配置过程中要按照以下步骤完成：

1. 确定要目的网络地址是 172.16.1.0，目的网络的子网掩码位数是 24；
2. 确定转向该目的网络的下一跳 IP 地址是 192.168.1.253；
3. 根据目的地址、目的地址子网掩码、下一跳 IP 地址最终形成合格的路由记录。

静态路由格式如图 6-3。

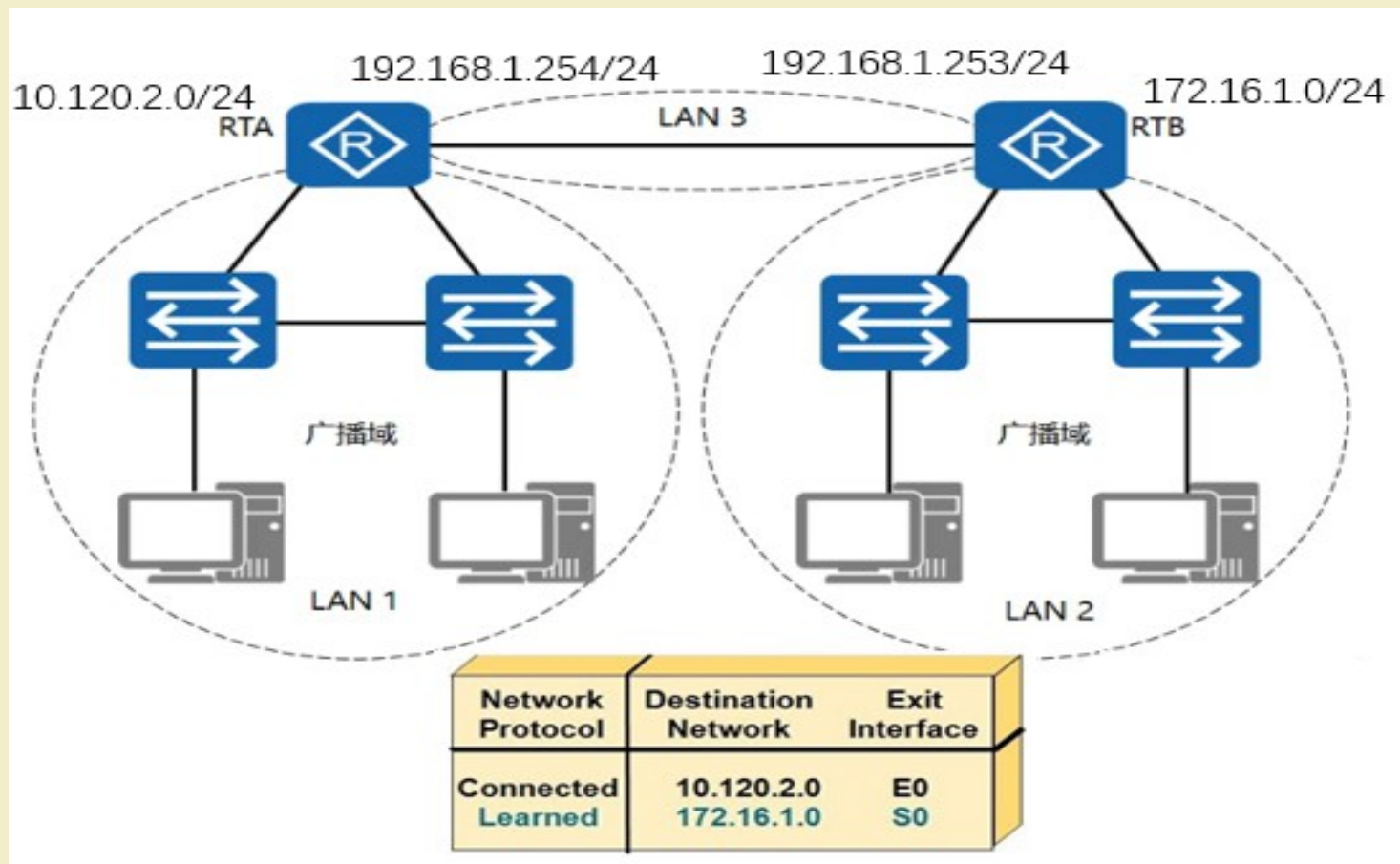


图 6-3 静态路由

配置静态路由的命令语法和参数如下：

```
ip route-static ip-address { mask | mask-length } { nexthop-address | interface-type interface-number [ nexthop-address ] | [ preference preference
```

参数说明如下表所示。

参数	参数说明	取值
<i>ip-address</i>	指定目的 IP 地址。	点分十进制格式。
<i>mask</i>	指定 IP 地址的掩码。	点分十进制格式。
<i>mask-length</i>	指定掩码长度。因为 32 位的掩码要求“1”是连续的，点分十进制格式的掩码可以用掩码长度代替。	整数形式，取值范围是 0 ~ 32。
<i>nexthop-address</i>	指定路由的下一跳的 IP 地址。	点分十进制格式。
<i>interface-type interface-number</i>	指定路由转发报文的接口类型和接口号。	—
preference <i>preference</i>	指定静态路由协议的优先级。数值越小，优先级越高。	整数形式，取值范围是 1 ~ 255。缺省值是 60。

6.2 默认路由

默认路由是特殊的静态路由，其工作原理与静态路由相似；唯一的不同是默认路由未列出具体的目的网络地址，属于在未明确的情况下指定下一跳的方向。如图 6-4 所示，网段 10.1.0.0/24 的设备去任意网络都通过路由器 A 的接口 10.64.0.1/24 进行转发。

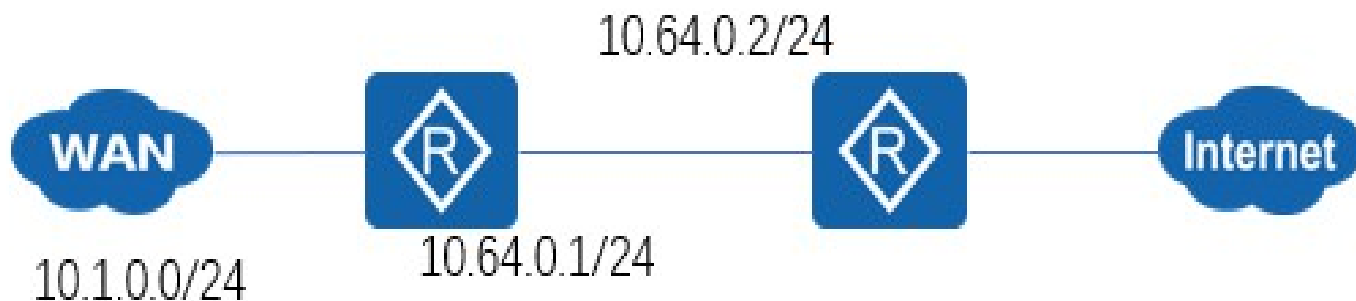


图 6-4 默认路由

一、默认网关

在计算机终端的网络设置的过程中，默认路由也是一个必要选项；通常微软操作系统将其称为默认网关。如果终端的默认网关 (default gateway) 选项是空缺，那么该终端将无法连接互联网。计算机终端以太网默认网关信息如下图 6-5。



以太网 状态

网络连接详细信息

网络连接详细信息(D):

属性	值
连接特定的 DNS 后缀	
描述	Realtek PCIe GbE Family Controller
物理地址	2C-F0-5D-52-9F-C0
已启用 DHCP	否
IPv4 地址	172.16.99.20
IPv4 子网掩码	255.255.255.0
IPv4 默认网关	172.16.99.254
IPv4 DNS 服务器	10.0.180.88 10.0.180.66

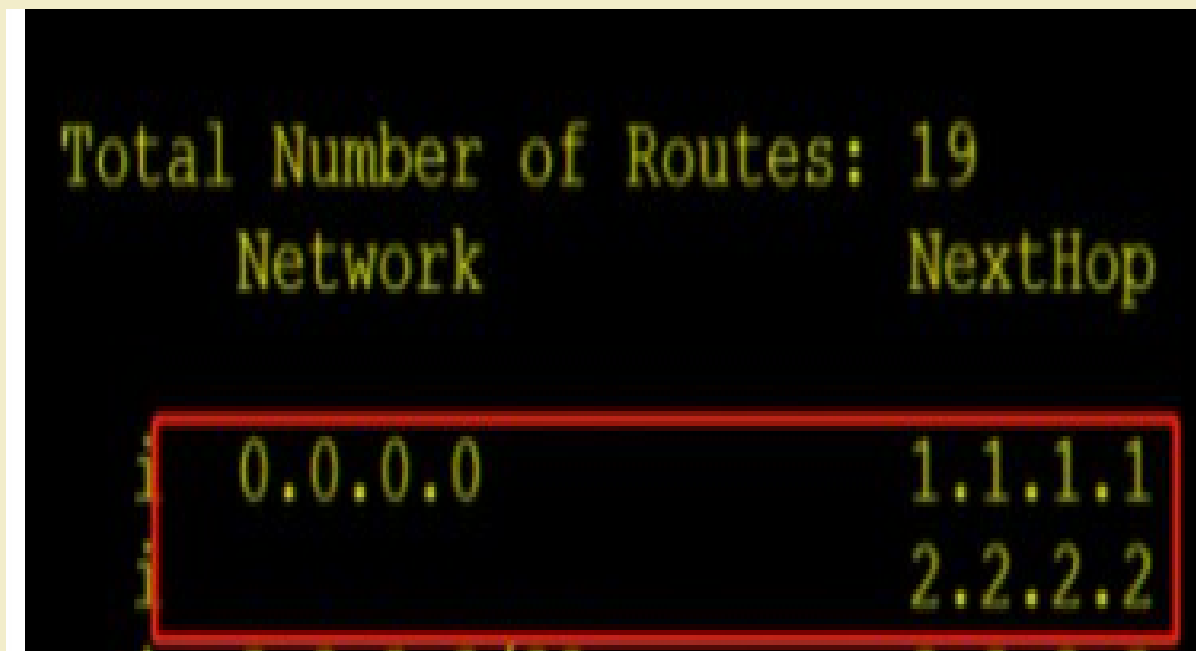
图 6-5 默认网关信息

二、应用范围

默认路由一般使用在末端网络，也就是该设备某个方向只有一个出口的路径；在大部分日常应用中通常是应用到与互联网的连接过程中。在中小型局域网中，一部分二层可管理的网络设备终端，通常也是默认路由来连接网络控制台，网络管理员使用 snmp 协议对管辖范围内的设备进行网络管理，二层设备也需要设置默认路由来连接 snmp 服务控制台。

三、任意网络

默认路由中由于未指明具体目的网络地址，路由设备是如何处理这个目的网络的。路由设备通常会把未明确的目的网络认为是任意网络，通常使用 0.0.0.00.0.0.0 或者 0.0.0.0 来标识，如图 6-6 所示。当路由表出现该标识时候，说明该项目为默认路由信息。



Total Number of Routes: 19	
Network	NextHop
0.0.0.0	1.1.1.1
	2.2.2.2

图 6-6 默认路由表

6.3 浮动路由

浮动路由是指两个路由设备之间有两条或者多条相同的链路，所有也称为备份路由。前面交换设备也有类似的概念，网络称为生成树协议，目的也是为了网络的可靠性。

一、链路优先

当路由设备有相同链路的时候，路由设备是通过路由中的相关选项进行选择具体链路的；该值称为管理距离 (AD)。管理距离

(AD) 的值最小的链路会被当作主链路，其余链路自动成为备用链路。当主链路出现故障的时候，路由设备会自动切换到备用链路。

二、负载均衡

如果路由设备链路数据太多，若出现主备链路的模式，会出现主链路接口工作繁忙，而备份链路的接口几乎不参与工作的状态。为了提高各个设备工作的均衡性，网络管理员可以为浮动路由配置相同的优先值参数，使得管理距离的值相等，达到链路负载均衡的效果。

6.4 动态路由

在中大型网络中，使用网络管理员手动配置静态路由的方式有多方面的缺点；既会造成网络管理员非常大的工作量，每次网络拓扑结构修改又需要推倒重新配置，灵活性很差。

动态路由与静态路由有较大区别，使用动态路由的路由设备只需要将自己的相关信息（链路状态、带宽、接口 ip 地址、自治系统等）公告至网络，整个网络路由设备会自动学习并生成路由表。

一、根据使用范围分类

动态路由协议分成内部网关协议 (IGP) 和外部网关协议

（ EGP ）两大类。其中，内部网关协议是指在自治系统

（ Autonomous System ）内部使用的路由协议，如

RIP 、 OSPF 、 IGRP 等；外部网关协议是自治系统之间使用的路由协议，如 BGP 等。图 6-7 拓扑结构清楚了 EGP 和 IGP 的特点。

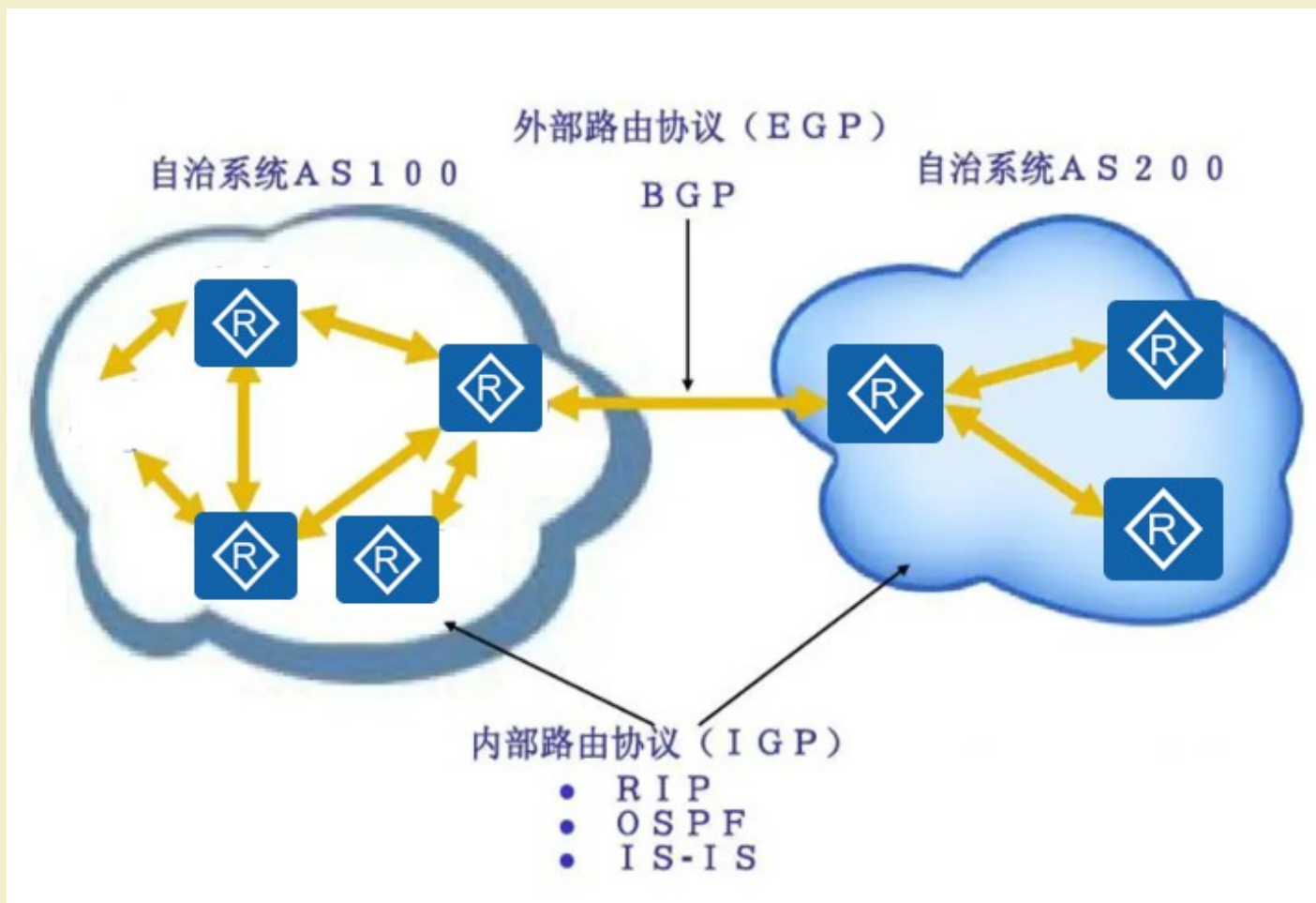


图 6-7EGP 和 IGP 协议

二、根据工作原理分类

在内部网关路由协议按照工作原理分为距离矢量路由协议和链路状态协议。下图 6-8 列举了使用该路由协议相邻路由器叠加模式。

1. 距离矢量路由协议的工作原理是以“跳数”衡量路由表的优劣；路由器在此路由协议下会周期性交换路由信息，根据距离矢量算法，产生新的路由。常见的距离矢量路由协议有 RIP 协议。距离矢量协议会产生路由环路，收敛时间长等问题，可以通过路由协议中的一些例如时间抑制、设置路由器最大跳数等方法抑制该问题。

距离矢量路由协议

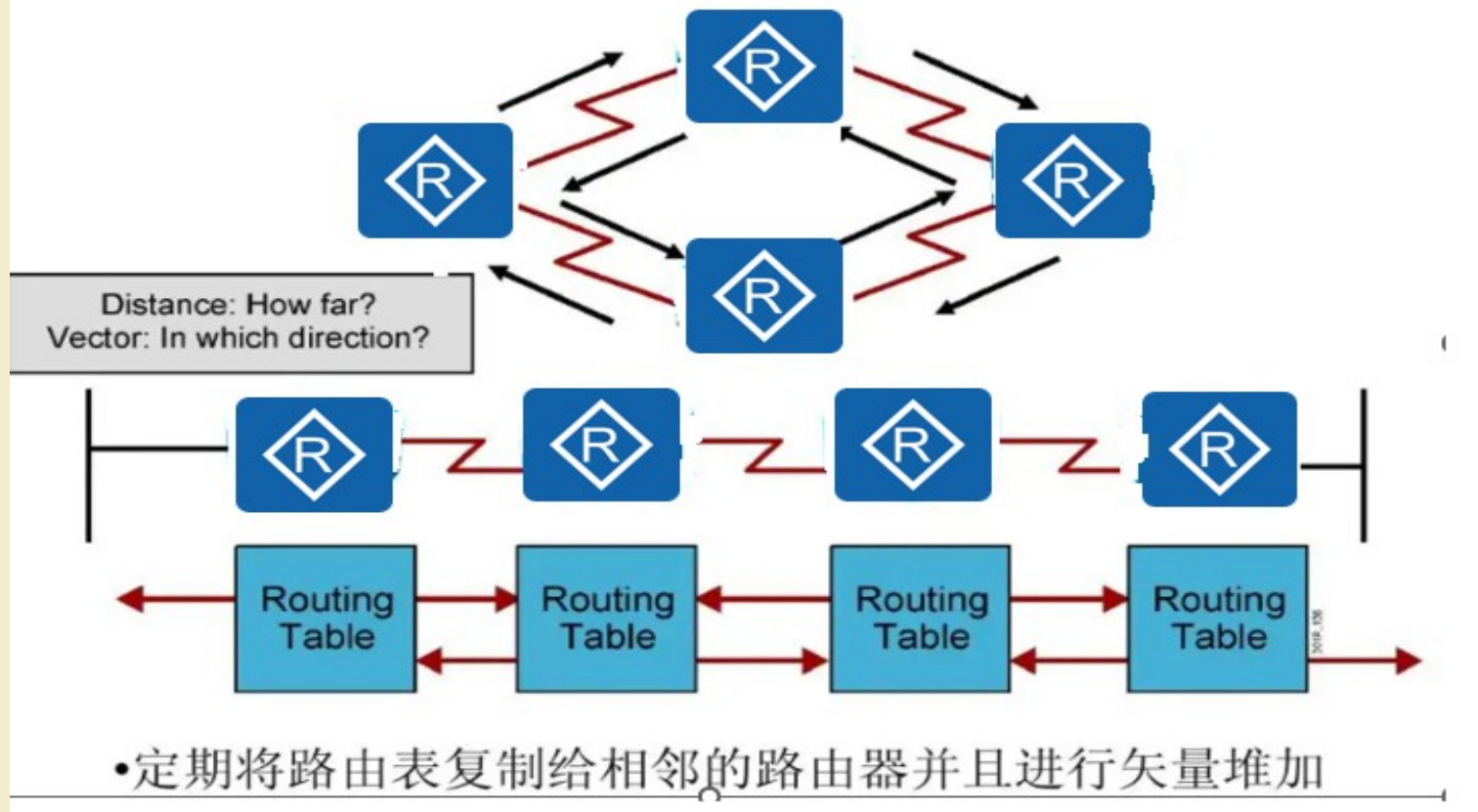
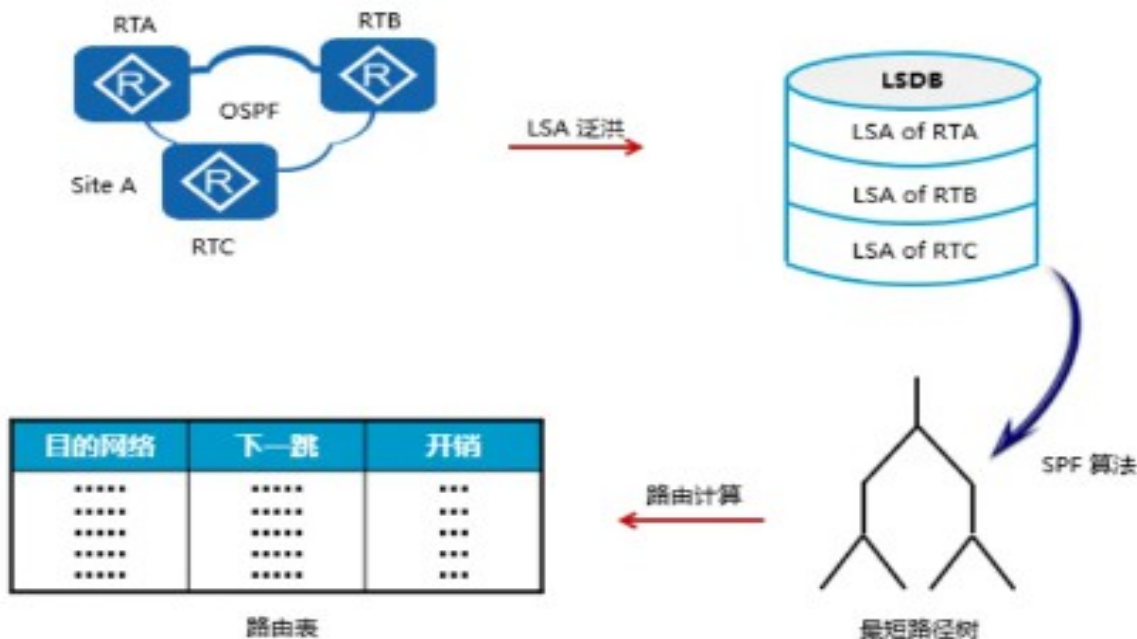


图 6-8 距离矢量路由协议

三

相关知识

2. 链路状态路由协议是以带宽、延时等综合参数来衡量路由优劣的。协议内的路由器会向自治系统内的其他网络路由设备发送直接相连的链路信息和它所拥有的到其他路由设备的链路信息。每个协议内的路由设备维护相同自治系统拓扑结构的数据库。在这个数据库中，构造出最短路径树计算出路由表。图 6-9 展示了链路状态路由协议工作模式。



具体实施过程参考实训报告

【项目总结】

本项目详细介绍了 IP 路由基础的原理及应用，主要学习了以下知识内容。

1. 为了不同网络之间能够通信，可以使用静态路由协议；静态路由协议可以手动指定目的网络地址和跳转地址来确定路由路径。
2. 静态路由协议中如果没有指定目的网络地址，默认会认为到达任意网络都使用相同的路由路径信息；通常连接 Internet 就是使用这种协议。
3. 静态路由协议在相同的路径上可以设置多个链路，不同的链路可以设置不同的优先值；默认优先值是 60，优先值最小的链路会成为主链路。



谢谢！

