网络应用技术

第10讲　防火墙实现通信控制

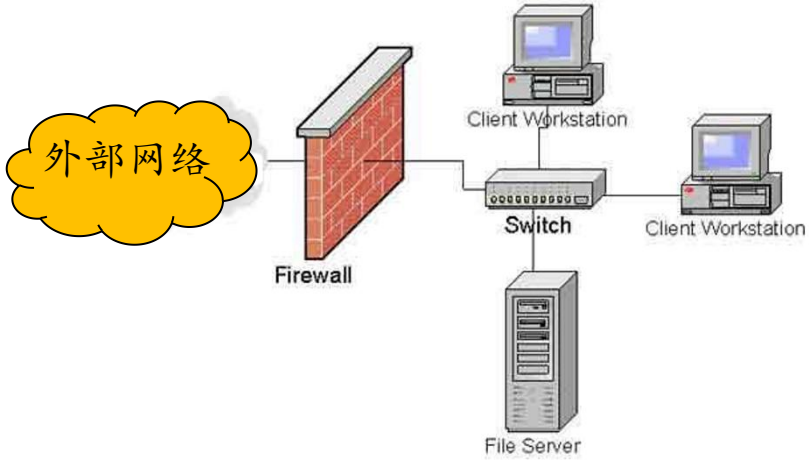
河南中医药大学信息技术学院

网络技术课程教学组

本章教学目标

- 了解防火墙的基本功能
- 了解防火墙的关键技术
- 了解防火墙的分类
- 理解防火墙安全区域的应用
- 理解防火墙安全策略的应用
- 掌握包过滤防火墙的部署与配置

一、认识防火墙


外部网络
Firewall
Client Workstation
Switch
Client Workstation
File Server

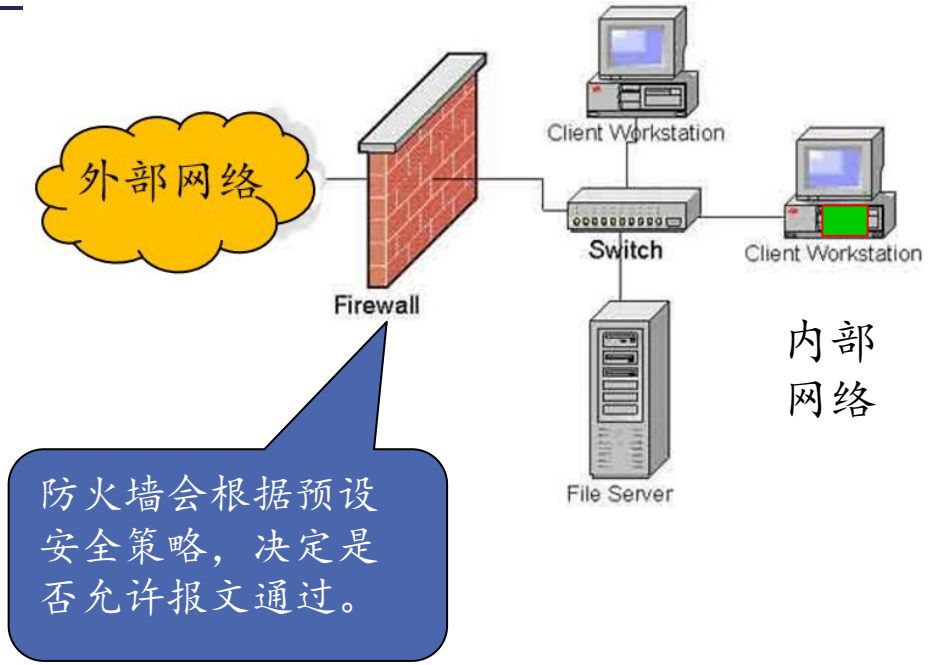
认识防火墙

防火墙是什么？

- 防火墙（Firewall）是一种网络安全系统，旨在保护计算机网络免受未经授权的访问和恶意攻击。【基本作用】
- 防火墙可以是软件（防火墙），也可以是融合软、硬件的安全设备，通常部署在不同网络（如可信任的企业内部网络和不可信的公共网络）或网络安全域之间，从而实现对通信的控制。【表现形态、部署位置】
- 在逻辑上，防火墙是一个分离器、一个分析器，也是一个限制器，能够通过预设安全策略，对流经防火墙的数据流进行监控（表现为允许通过或禁止通过），从而保证内部网络和隔离区的安全。【功能特点】

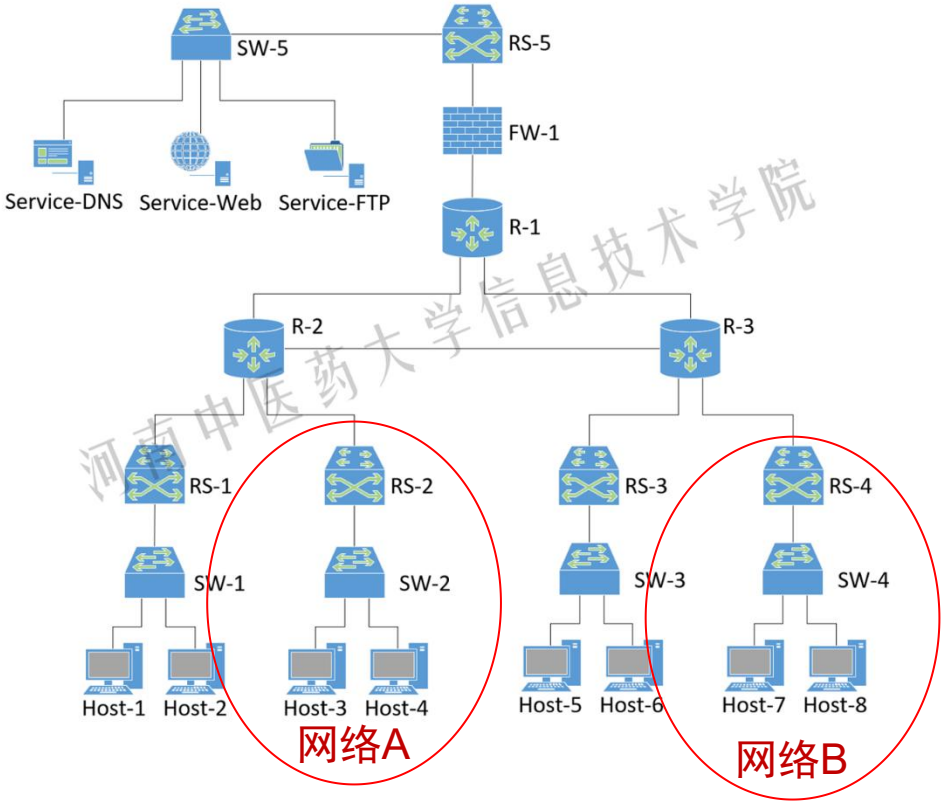
认识防火墙

- 防火墙是什么？
  - 对FW的初步归纳
    - 本质：安全系统
    - 体现：软件+硬件
    - 部署特点：不同网络之间、网络内不同安全域之间
    - 功能特点：分析、限制，根据预设安全策略，决定是否允许报文通过



➢ 防火墙应用举例

- 通过部署防火墙，可实现
  1. 不允许网络A内的主机访问FTP服务，其他网络允许；
  2. 网络B中主机只能在上班时间访问Web服务
  3. ……



认识防火墙

防火墙能做什么？

1. **访问控制**：防火墙可以制定和实施安全策略，控制哪些用户可以访问哪些网络资源，以及哪些服务可以被外部用户访问。通过定义规则集，防火墙可以允许或拒绝特定的网络流量，从而保护内部网络免受未授权访问。
2. **数据包过滤**：防火墙能够检查经过它的所有数据包，并根据预设的规则决定是允许数据包通过还是将其丢弃。这些规则通常基于源IP地址、目标IP地址、源端口、目标端口、协议类型（如TCP、UDP）等信息。
3. **状态检测**：除了简单的包过滤外，现代防火墙还具备状态检测功能。状态检测防火墙能够跟踪网络连接的状态（如新建、已建立、已关闭），并根据连接的状态动态地允许或拒绝数据包。这种方法提高了安全性，因为它可以阻止某些类型的网络攻击，如SYN Flood攻击。

认识防火墙

- 防火墙能做什么？

4. **网络地址转换（NAT）：**防火墙经常用于实现网络地址转换（NAT），将内部网络的私有IP地址转换为公网可用的IP地址。这不仅可以隐藏内部网络的真实结构，还可以减少可用的攻击面，因为外部攻击者只能看到转换后的公网IP地址。
5. **日志记录和报警：**防火墙能够记录所有通过它的网络活动，包括被允许和被拒绝的数据包。这些日志对于后续的安全审计、故障排查以及检测潜在的安全威胁至关重要。此外，防火墙还可以配置为在检测到特定类型的网络活动时发出警报。

认识防火墙

- 防火墙能做什么？

6. **应用层过滤：**一些高级防火墙还能够对应用层协议（如HTTP、FTP、SMTP等）进行深度包检测（DPI），从而基于应用层内容来允许或拒绝数据包。这有助于防止基于应用层的攻击，如SQL注入、跨站脚本（XSS）等。
7. **VPN支持：**许多防火墙还支持虚拟专用网络（VPN）技术，允许远程用户**通过加密通道安全地访问内部网络资源。**
8. **认证接入：**防火墙可以要求指定的接入用户在通过防火墙访问网络时，输入一个用户名和密码，即进行认证。认证成功的用户，以后发出的报文才可以通过防火墙（当然，还要符合安全策略）。如果主机不能和防火墙之间认证成功，这个报文会被丢弃。

认识防火墙

防火墙的分类

- 按防火墙采用的主要技术划分：
  - 包过滤防火墙
    - 工作在ISO 7层模型的传输层下，根据数据包头部一些字段进行过滤。
    - 主要包括静态包过滤防火墙、动态包过滤防火墙和状态检测防火墙。
  - 代理防火墙
    - 工作在ISO 7层模型的应用层。它完全阻断了网络访问的数据流，而是为每一种服务都建立了一个代理，内联网络与外联网络之间没有直接的服务相连，都必须通过相应的代理审核后再转发。

认识防火墙

防火墙的分类

按防火墙的表现形式划分：

- 软件防火墙
  - 软件防火墙的产品形式是软件代码，它不依靠具体的硬件设备，而纯粹依靠软件来监控网络信息。
- 独立硬件防火墙
  - 独立硬件防火墙基于特定用途集成电路开发，性能优越，但可扩展性、灵活性较差。
- 模块化防火墙
  - 防火墙大多基于网络处理器开发，许多路由器都已经集成了防火墙的功能，这种防火墙往往作为路由器的一个可选配的模块存在。

认识防火墙

防火墙的分类

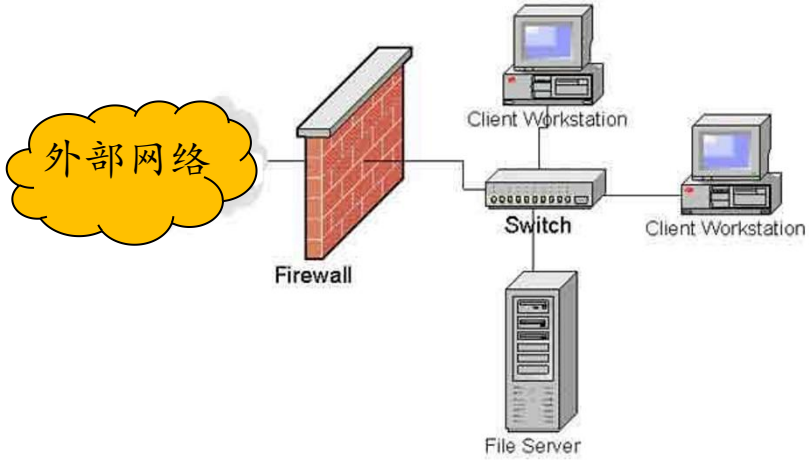
- 按防火墙的保护对象划分：
  - 单机防火墙
    - 单机防火墙的设计目的是为了保护单台主机网络访问操作的安全，一般是以装载到受保护主机硬盘里的软件程序的形式存在的。
  - 网络防火墙
    - 网络防火墙的设计目的是为了保护相应网络的安全，一般采用软件与硬件相结合的形式，也有纯软件的网络防火墙存在。

防火墙的分类

防火墙的分类

- 按防火墙的使用者划分：
  - 企业级防火墙
    - 企业级防火墙设计目的是为企业联网提供安全访问控制服务，同时根据企业的安全要求，企业级防火墙还会提供更多的安全功能。
  - 个人防火墙
    - 个人防火墙主要用于个人使用计算机的安全防护，实际上与单机防火墙是一样的概念，只是看待问题的出发点不同而已。

二、防火墙的主要技术


外部网络
Firewall
Client Workstation
Switch
Client Workstation
File Server

防火墙的主要技术

- 防火墙技术是一种综合技术，主要包括包过滤技术、状态检测技术、NAT技术、代理技术等等，这些技术互相配合，从而形成一套防御系统。

二、防火墙的主要技术

2.1 包过滤技术

防火墙的主要技术——包过滤

包过滤技术简介

- 包过滤技术是最基本的防火墙技术之一，又称报文过滤技术。它根据一系列预定义（由管理员制定）规则过滤进出网络的数据包。
- 过滤，就是根据防火墙上事先制定的规则集，对通过防火墙的数据包进行匹配检查。若数据包满足某条规则，在依据该规则做出相应的处理，即允许（permit）通过或者拒绝（deny）通过。若数据包不满足管理员制定的所有规则，则按照防火墙默认规则（通常是禁止）执行。
- 此处的过滤规则也称“安全策略”，通常围绕报文首部中的5个字段（也称“五元组”）信息来制定。
- 五元组：源IP地址、目的IP地址、源端口、目的端口、协议类型。
- 举例

➢ 举例：包过滤防火墙中的安全规则

- 在防火墙上制定一条名为abc（名称自定）的安全规则
  - 该策略允许（permit）来源IP地址是192.168.64.0/24网段的主机，以Web（http协议）方式，访问目的网络是172.16.64.0/24网段的主机，即允许符合该策略的报文通过防火墙。
  - 命令配置如下

```
[FW1-policy-security]rule name abc
[FW1-policy-security-rule-abc]source-address 192.168.64.0 24
[FW1-policy-security-rule-abc]destination-address 172.16.64.0 24
[FW1-policy-security-rule-abc]service http
[FW1-policy-security-rule-abc]action permit
```

提示：首先建立abc规则，接下来在abc规则视图中配置具体规则。

防火墙的主要技术——包过滤

- 过滤IP数据报首部字段

防火墙的主要技术——包过滤

- 过滤TCP报文段首部字段

防火墙的主要技术——包过滤

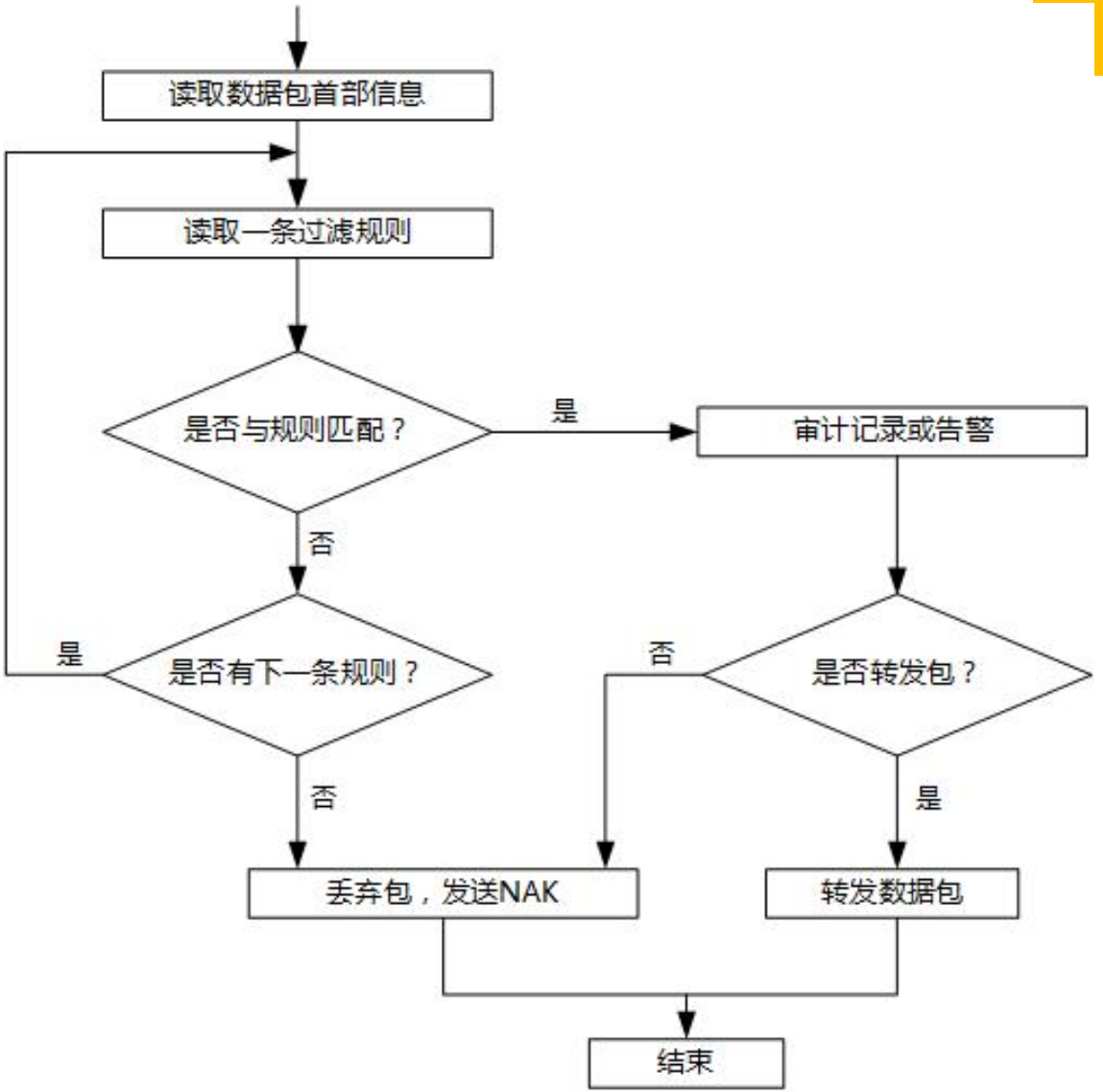
表1 一个过滤规则样表

序号	源 IP	目的 IP	协议	源端口	目的端口	标志位	操作
1	内部网络地址	外部网络地址	TCP	任意	80	任意	允许
2	外部网络地址	内部网络地址	TCP	80	>1023	ACK	允许
3	所有	所有	所有	所有	所有	所有	拒绝

含义：（注意规则的顺序）

1. 允许内部网络访问外部网络中的Web服务（目的端口80）
2. 允许从外部网络中Web服务器的返回报文（源端口80，ACK）
3. 其他任何访问都禁止

- 包过滤的实现过程


读取数据包首部信息
读取一条过滤规则
是否与规则匹配？
是
审计记录或告警
否
是否有下一条规则？
是
否
是否转发包？
否
是
丢弃包，发送NAK
转发数据包
结束

防火墙的主要技术——包过滤

包过滤技术的优缺点

- 优点：
  - 包过滤技术实现简单、快速。
  - 对于用户和应用来说，包过滤通常是透明的，不需要修改应用或用户行为。
  - 包过滤仅查看数据包的头部信息，不需要深入到数据包内容，从而减少了处理时间，在高速网络环境中尤为重要。
- 缺点：
  - 包过滤技术过滤思想简单，对信息的处理能力有限。
  - 包过滤技术控制层次较低，不能实现用户级控制。

二、防火墙的主要技术

2.2状态检测

防火墙的主要技术——状态检测

状态检测技术的概念

- 为了解决静态包过滤技术安全检查措施简单、管理较困难等问题，提出了状态检测技术（Stateful Inspection）的概念。
- 早期的状态检测技术被称为动态包过滤（Dynamic Packet Filter）技术，是静态包过滤技术在传输层的扩展应用。
- 状态检测不仅仅只是对状态进行检测，还进行包过滤检测，从而提高了防火墙的功能。

防火墙的主要技术——状态检测

- 状态检测的核心
  - 是对象的各种状态，并且根据状态来判断数据包是否合法。
    - TCP及状态
    - UDP及状态
    - ICMP及状态

防火墙的主要技术——状态检测

TCP及状态

- TCP是一个面向连接的协议，对于通信过程各个阶段的状态都有很明确的定义，并可以通过TCP的标志位进行跟踪。
- TCP共有11种状态，这些状态标识由RFC793定义。

TCP 状态详情表

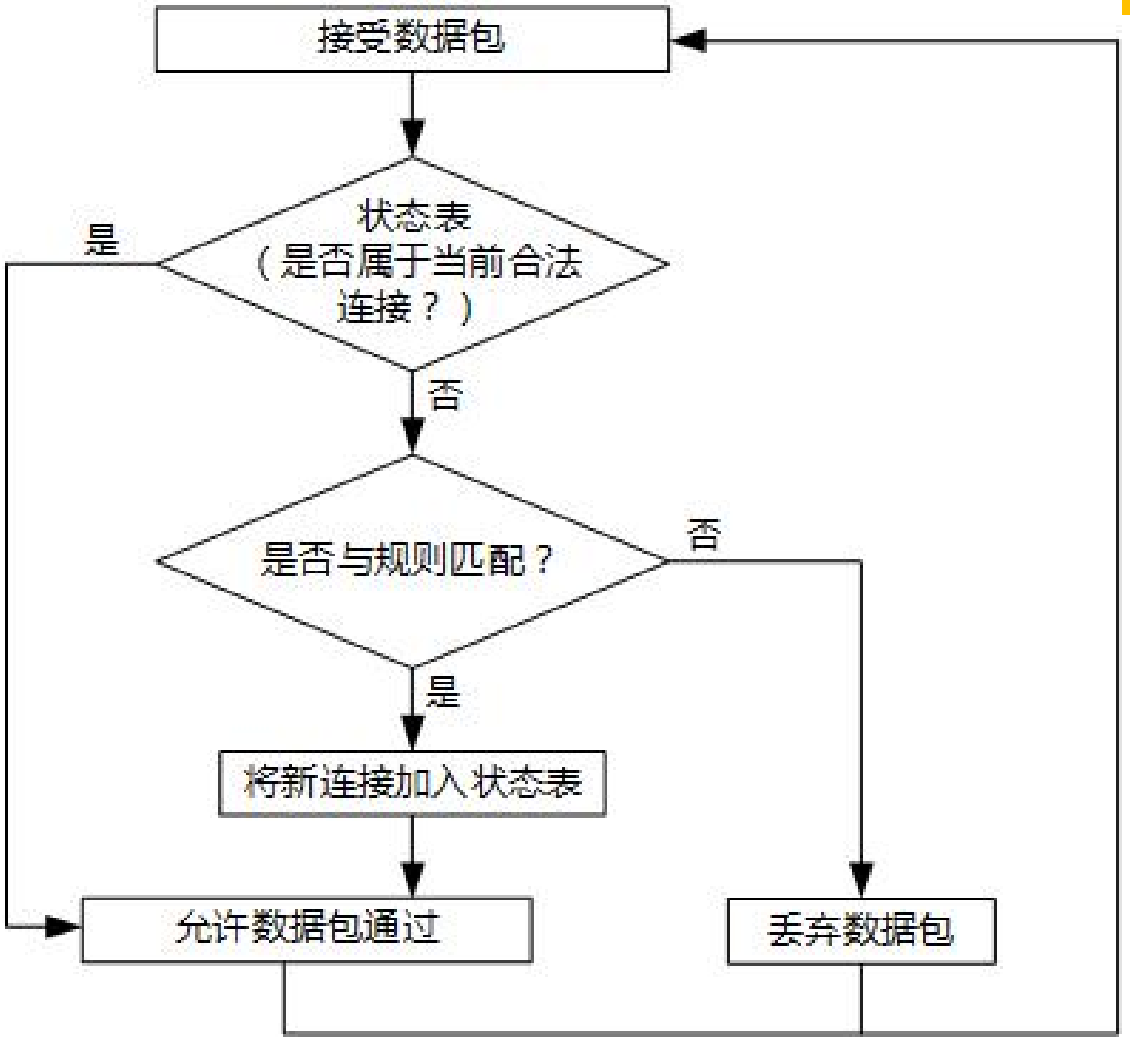
状态	状态解释
CLOSED	在连接之前的状态
LISTEN	等待连接请求的状态
SYN-SENT	发出 SYN 报文后等待返回响应时间的状态
SYN-RECEIVED	收到 SYN 报文并返回 SYN-ACK 相应后的状态
ESTABLISHED	建立连接后的状态，即发送方收到 SYN-ACK 后的状态，接收方在收到 3 次握手最后的 ACK 报文后的状态
FIN-WAIT-1	关闭连接，发起者发送初始 FIN 报文后的状态
CLOSE-WAIT	关闭连接，接受者收到初始 FIN 并返回 ACK 响应后的状态
FIN-WAIT-2	关闭连接，发起者收到初始 FIN 报文的 ACK 响应后的状态
LAST-ACK	关闭连接，接受者将最后的 FIN 报文发送给关闭连接发起者后的状态
TIME-WAIT	关闭连接，发起者收到最后的 FIN 报文并返回 ACK 响应后的状态
CLOSING	采用非标准同步关闭连接时，在收到初始 FIN 报文并返回 ACK 响应之后，通信双方进入 CLOSING 状态。在收到对方返回的 FIN 报文的 ACK 响应后，通信双方进入 TIME-WAIT 状态

防火墙的主要技术——状态检测

状态检测工作原理

- 状态检测技术根据连接的“状态”进行检查，当一个连接的初始数据报文到达执行状态检测的防火墙时，需要经过3个步骤：
  - 步骤1：当一个连接被建立时，防火墙会创建一个状态表来跟踪该连接的所有请求和响应信息。
  - 步骤2：当接收到数据包后，首先查看状态表，判断该包是否属于当前合法连接，若是，则接收该包让其通过，否则进入步骤3。
  - 步骤3：在过滤规则表中遍历，如不允许该数据包通过，则直接丢弃该包，跳回步骤2处理后续数据包；若允许该数据包通过，则进入步骤4。
  - 步骤4：在状态表中加入该新连接条目，并允许数据包通过。跳回步骤2处理后续数据包。

- 状态检测处理流程


接受数据包
状态表（是否属于当前合法连接？）
是
否
是否与规则匹配？
否
是
将新连接加入状态表
允许数据包通过
丢弃数据包

二、防火墙的主要技术

2.3 代理服务技术

防火墙的主要技术——代理技术

代理技术简介

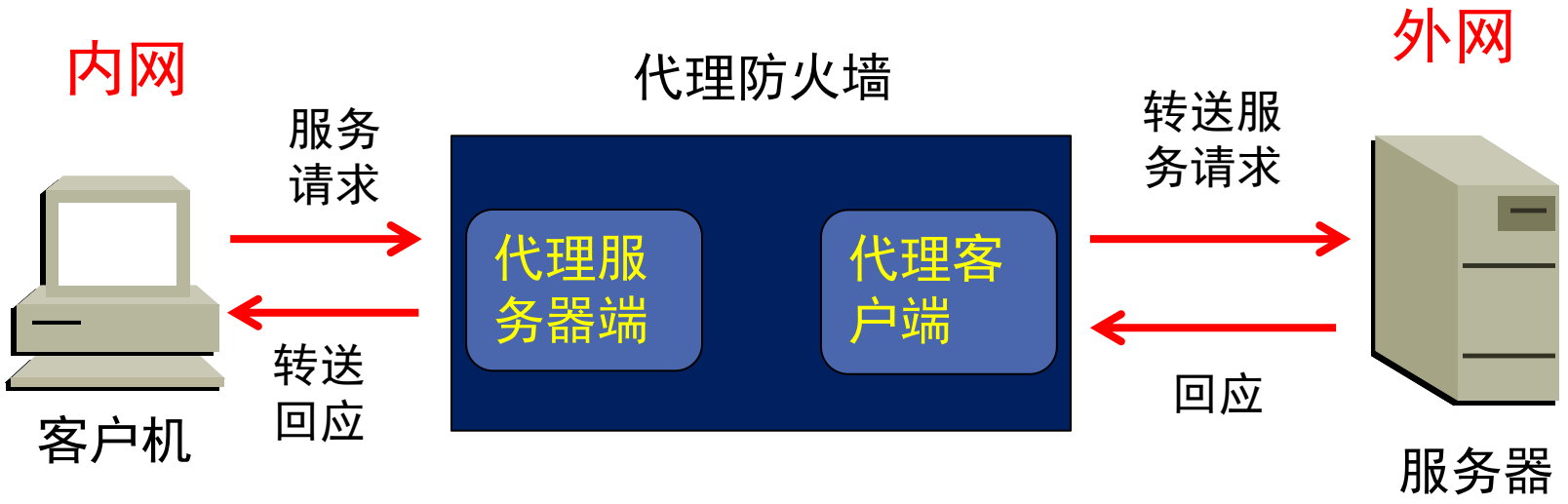
- 代理（Proxy）服务技术，也称为应用层代理或应用网关技术，与包过滤技术完全不同，是基于另一种思想的安全控制技术。
- 代理服务，就是将所有进入的请求都转发到代理服务器，代理服务器将检查单个请求，确保其符合安全策略，然后将其传递给目标服务器。
- 采用代理技术的代理服务器运行在内部网络和外部网络之间，在应用层实现安全控制功能，起到内部网络与外部网络之间应用服务的转接作用。

防火墙的主要技术——代理技术

代理技术的工作原理

- 代理防火墙具有传统的代理服务器和防火墙的双重功能。它位于客户机与服务器之间，完全阻挡了二者间的直接数据交流。
- 当外部主机尝试与内部主机通信时，代理防火墙会先接受来自外部主机的请求，然后以自己的身份（即代理服务器的身份）与内部主机建立连接，获取所需资源后再返回给外部主机。
- 通过这种方式，代理防火墙实现了对通信内容的全面监控和过滤。

防火墙的主要技术——代理技术



基于代理技术实现防火墙的应用层控制

防火墙的主要技术——代理技术

代理技术的主要功能

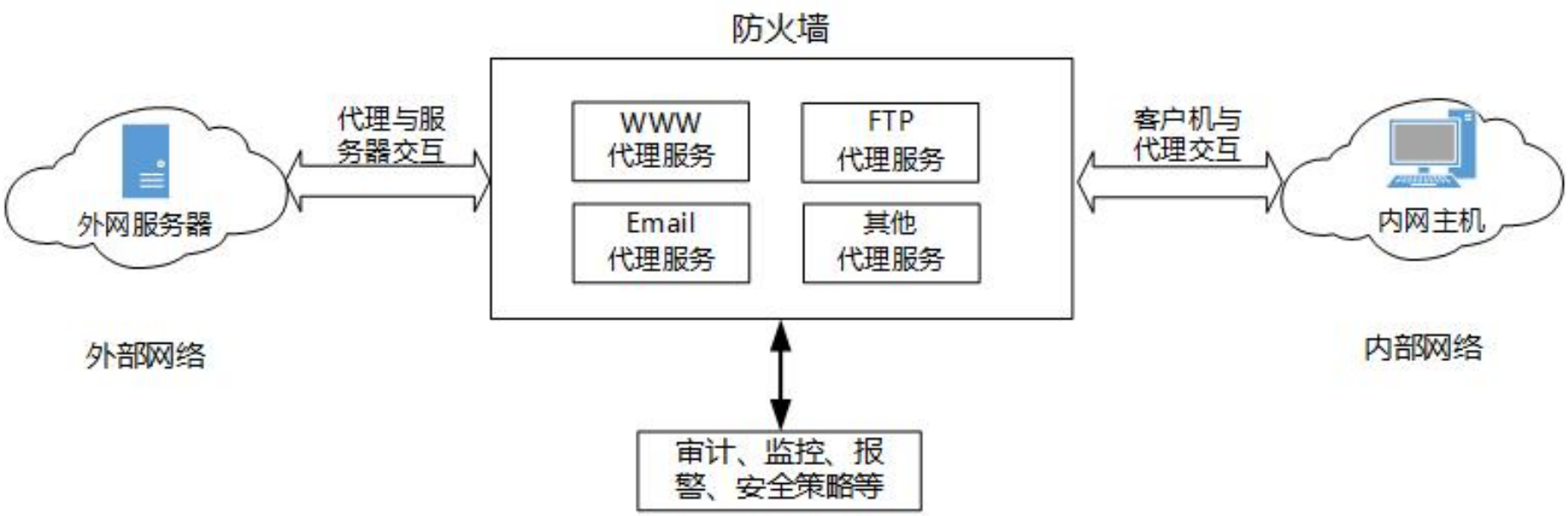
- 隐藏内部主机：外部主机无法直接连接到内部主机，只能访问到代理服务器，从而保证内部网络中主机免受攻击。
- **深度解析与检查：**应用层代理能够深入解析和检查应用层协议数据，如HTTP、FTP、SMTP等，提供更精细化的安全防护。它不仅可以阻止不合规的数据包通过，还可以对通过它的应用层内容进行深度检查和处理。
- **数据内容进行过滤和审查：**通过检测和阻止恶意应用层协议的传输，防范网络攻击和数据泄露。同时，应用层代理还可以对数据内容进行过滤和审查，防止传输敏感信息或携带恶意代码的数据包进入内部网络。

防火墙的主要技术——代理技术

代理技术的主要功能

- **合规性监控：**监控应用层通信内容，确保网络通信符合法律法规和企业政策。管理员可以根据需要定义允许或拒绝特定应用层协议的通信。
- **资源管理：**控制网络带宽的使用，优化网络资源的分配和利用。部分应用层代理还具有缓存功能，可以暂存经常访问的网络资源，提高网络访问速度和性能。

防火墙的主要技术——代理技术



基于代理技术实现防火墙的应用层控制

二、防火墙的主要技术

2.4 网络地址转换（NAT）

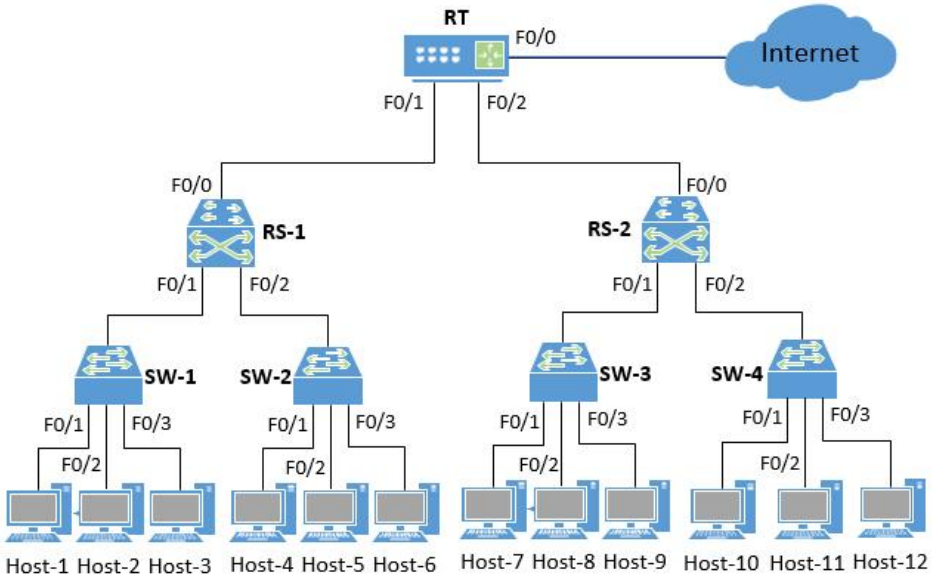
防火墙的关键技术——NAT技术

NAT技术简介

- 网络地址转换（Network Address Translation，NAT），是一种将私有IP地址转换为公有IP地址的技术。
- NAT的基本思想是在内部网络（使用私有IP地址）和外部网络（使用全球唯一的公有IP地址）之间建立一个IP地址映射关系，从而使得内部网络中的设备能够共享一个或少数几个公有IP地址来访问外部网络，以缓解IP地址短缺的问题。
- 防火墙应用：通过隐藏内部网络的真实IP地址，使内部网络免受黑客的直接攻击。
- 优点：增强了内部网络的安全性，并允许多个内部设备共享一个公共IP地址访问互联网。

防火墙的关键技术—— NAT技术

- NAT举例：
  - 当一个企业分配到的IP地址少于内部主机数量时，如何实现内部局域网（多台计算机）接入互联网？
- 做法：
  - 内部网使用私有IP地址，通过网络地址转换（NAT），接入互联网。（具有私有IP地址的主机无法直接访问互联网）



防火墙的关键技术—— NAT技术

回忆：私有IP地址

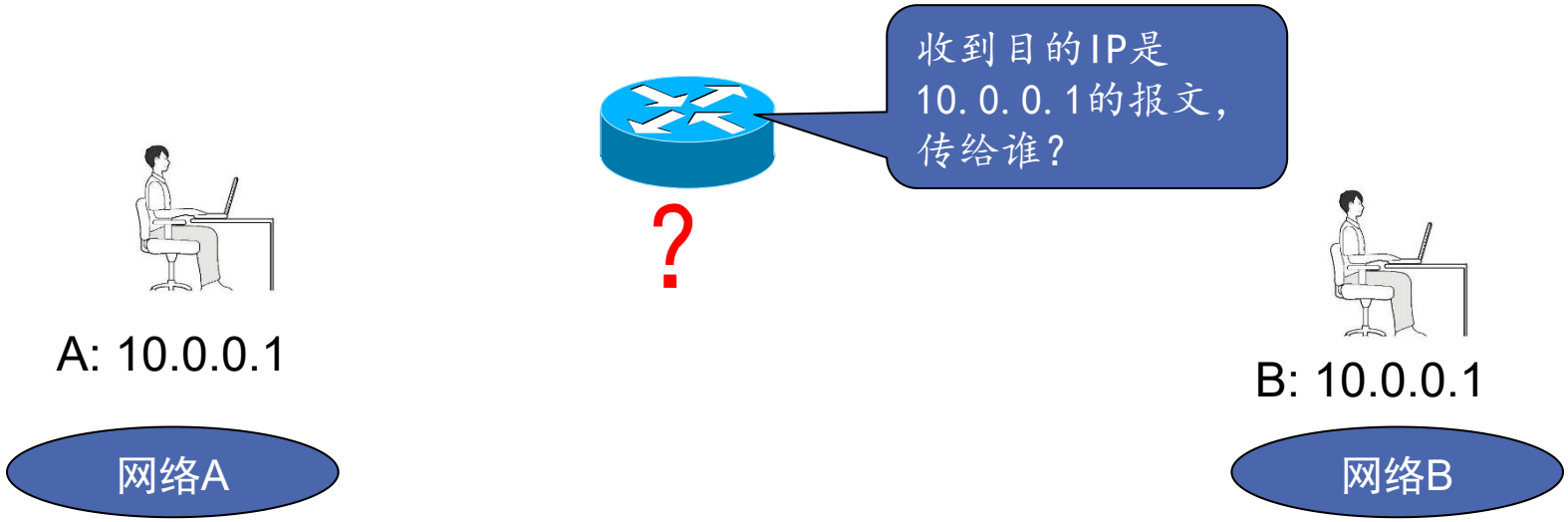
- 根据TCP/IP的规定，有一部分IP地址专门保留给使用TCP/IP协议的内部网络使用的，又称为“私有IP地址”。
  - 内部网络由于不接入互联网，因而网络管理者可以使用任意的IP地址，只要内部主机相互之间IP不重复即可。之所以保留专门的私有IP地址供其使用，其目的是为了避免内部网络以后接入互联网时引起地址混乱。

地址类型	私有地址范围	网络个数
A类	10.0.0.0 ~10.255.255.255	1个A
B类	172.16.0.0 ~ 172.31.255.255	16个B
C类	192.168.0.0 ~ 192.168.255.255	256个C

防火墙的关键技术—— NAT技术

内部网络接入互联网时面临的问题

- 根据规定，所有以私有地址为目标地址的数据包，都不能被互联网上的路由器所转发，以防止在Internet上出现IP地址冲突。



防火墙的关键技术—— NAT技术

NAT的基本工作原理

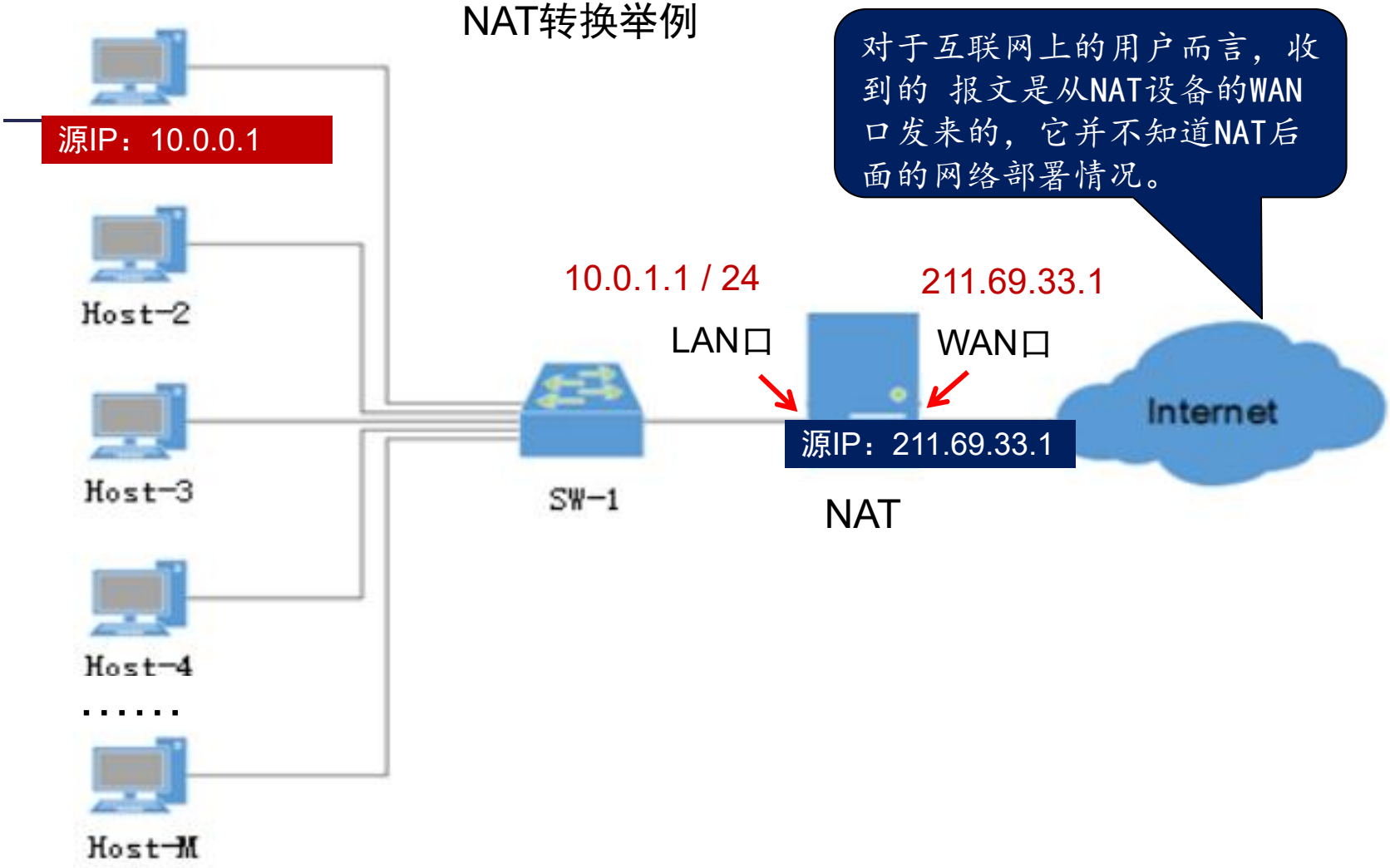
1. **检查源IP地址：**当内部网络中的主机（配置私有IP地址）访问外部网络（如互联网）时，NAT设备（通常是部署在内部网边界处的路由器或防火墙，）收到内部主机发送的数据包后，会检查数据包的源IP地址（即私有IP地址）。
2. 地址转换：根据NAT设备配置的地址转换规则，NAT设备将数据包的源IP地址转换为公有IP地址。这个转换过程可能是一对一的映射（静态NAT），也可能是动态分配（动态NAT）或端口多路复用（NAPT/PAT）。
3. 会话建立：转换后的数据包通过NAT设备发送到外部网络。此时，NAT设备会记录这个转换的映射关系，以便在外部网络响应时，能够正确地将数据包返回给内部网络的设备。

防火墙的关键技术—— NAT技术

NAT的基本工作原理

4. **外部网络响应：**外部网络的主机或服务器接收到数据包后，会向数据包的源IP地址（即NAT设备转换后的公有IP地址）发送响应。
5. NAT设备转换响应报文：响应数据包到达NAT设备后，NAT设备根据之前记录的映射关系，将目的IP地址（和端口号）从公有IP地址（和端口号）转换回内部网络的私有IP地址（和端口号）。
6. NAT设备转发响应报文：NAT设备将转换后的响应数据包发送到内部网络的设备。。

NAT转换举例


对于互联网上的用户而言，收到的 报文是从NAT设备的WAN口发来的，它并不知道NAT后面的网络部署情况。
源IP：10.0.0.1
Host-2
Host-3
Host-4
.....
Host-M
10.0.1.1 / 24
LAN口
SW-1
211.69.33.1
WAN口
源IP：211.69.33.1
NAT
Internet

防火墙的关键技术—— NAT技术

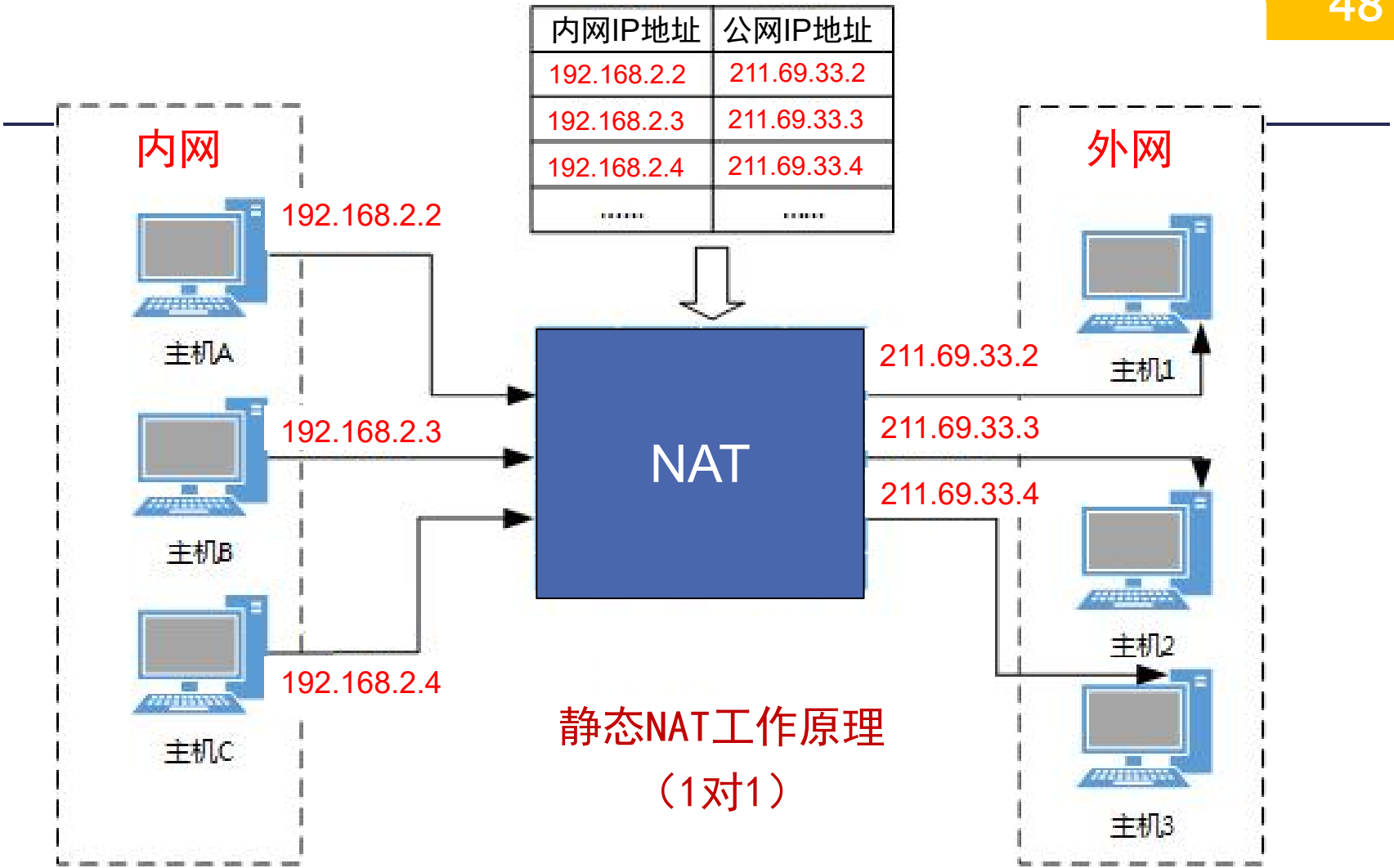
- NAT主要有三种类型

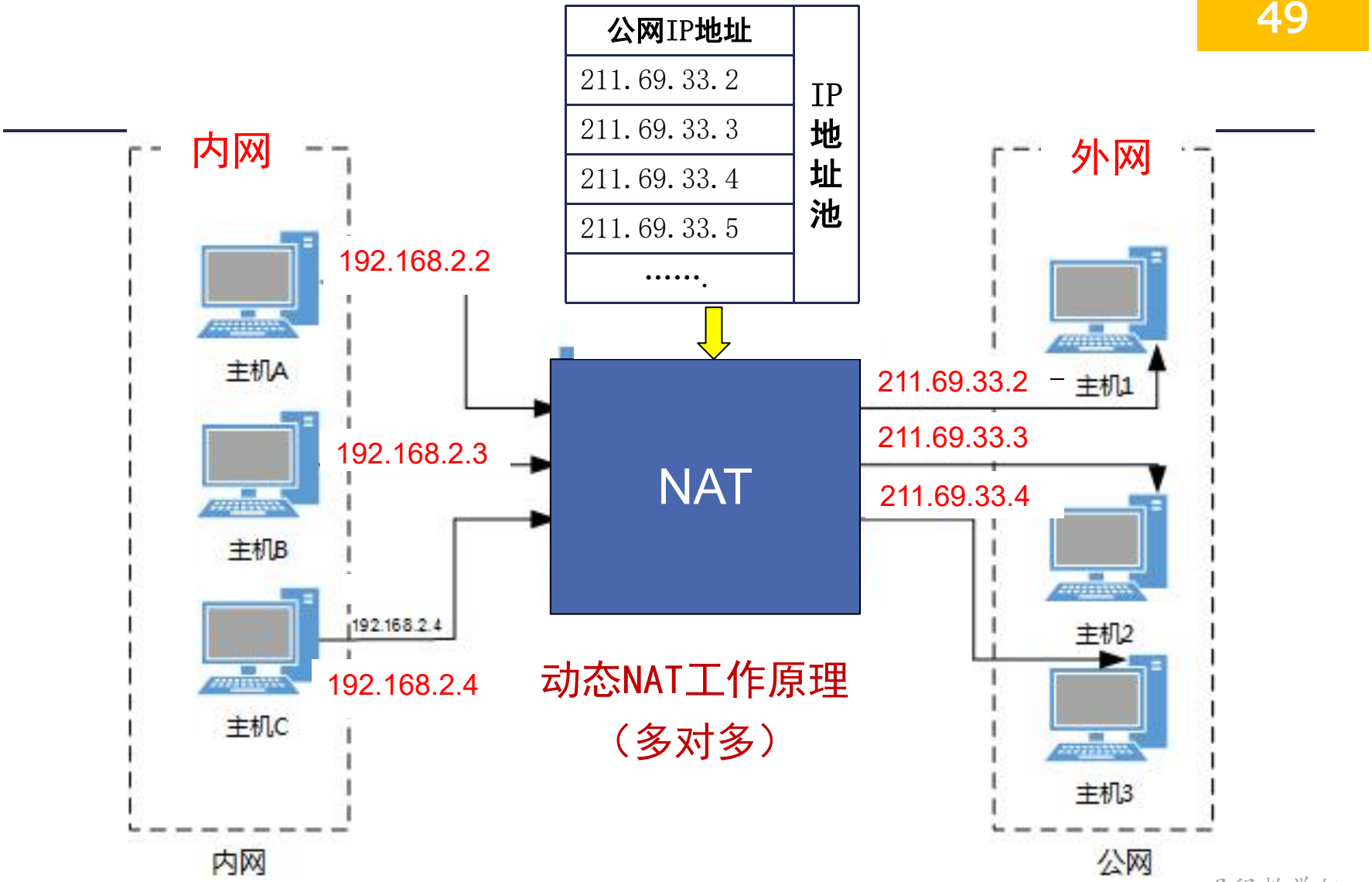
1. 静态NAT（Static NAT）：一对一映射，将内部网络中的一个私有IP地址永久性地映射到外部网络上的一个公共IP地址。这种映射关系在配置后不会改变，除非管理员手动更改。
2. 动态NAT（Dynamic NAT）：多对多映射，将内部网络中的多个私有IP地址映射到外部网络上的一个地址池中的公共IP地址。当一个内部设备需要访问外部网络时，NAT设备会从地址池中分配一个公共IP地址给它，当会话结束时，这个公共IP地址会被释放回地址池，供其他内部设备使用。

防火墙的关键技术—— NAT技术

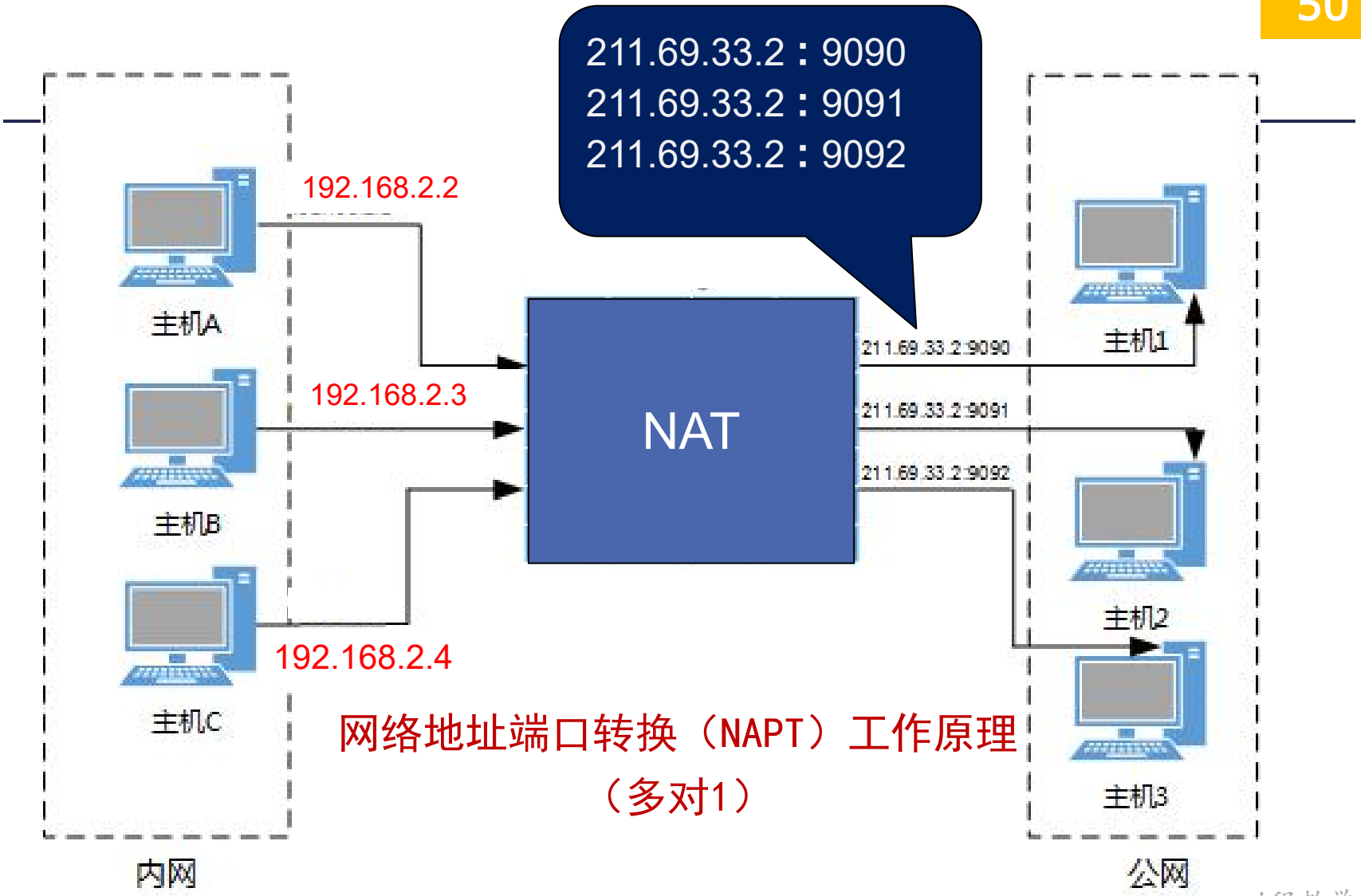
- NAT主要有三种类型

3. PAT（Port Address Translation，端口地址转换）：也称为NAPT（Network Address Port Translation，网络地址端口转换），是动态NAT的一种扩展，允许多个内部设备共享同一个公共IP地址（多对一）。它通过修改TCP/UDP端口号来实现这一点，每个内部会话都会分配一个唯一的端口号，这样即使它们共享同一个公共IP地址，也可以同时与外部设备进行通信。


内网IP地址 公网IP地址
192.168.2.2 211.69.33.2
192.168.2.3 211.69.33.3
192.168.2.4 211.69.33.4
....
内网
外网
192.168.2.2
192.168.2.3
192.168.2.4
主机A
主机B
主机C
NAT
211.69.33.2
211.69.33.3
211.69.33.4
主机1
主机2
主机3
静态NAT工作原理
（1对1）



动态NAT工作原理
（多对多）



网络地址端口转换（NAPT）工作原理
（多对1）

防火墙的关键技术—— NAT技术

防火墙中的NAT技术

- 通过NAT，既可以实现内部网络接入互联网，同时，外部用户只能知道NAT设备的地址（WAN接口地址），无法知道内部网络的具体情况，更不能直接访问内部网络，因此提高了内部网络的安全性。
- 正是NAT技术的这种特性，使NAT技术成为了防火墙实现中经常采用的技术之一。

二、防火墙的主要技术

2.5 其他防火墙技术

防火墙的主要技术——其他技术

- 复合式防火墙(Hybrid Firewall)
  - 复合式防火墙结合了包过滤技术和代理服务技术，它能够根据数据包的内容和会话信息进行过滤和转发。
  - 复合式防火墙通常包括两个主要组件:一个是包过滤引警，另一个是代理服务引擎。这种防火墙可以提供更高级别的安全性和灵活性，但配置和管理相对复杂。

防火墙的主要技术——其他技术

分布式防火墙

- 分布式防火墙将防火墙功能分布到网络中的多个位置，如网络边界、服务器和桌面系统等这样可以提供更全面的保护，并减轻单一设备的负载。分布式防火墙的优点是可以更好地应对复杂的网络攻击和威胁。但它的配置和管理可能比集中式防火墙更为复杂。

防火墙的主要技术——其他技术

智能型防火墙

- 智能型防火墙是一种先进的防火墙技术，它结合了传统的包过滤、应用级网关、代理服务等技术，并加入了人工智能和机器学习算法。智能型防火墙可以自动识别和分类数据流量，并根据历史数据预测潜在的威助和攻击。这样可以更好地保护网络安全和数据隐私。

防火墙的主要技术——其他技术

- 入侵检测和防御（IDS/IPS）
  - 定义：现代防火墙往往集成了入侵检测和防御功能。
  - 原理：通过分析网络流量，识别潜在的恶意行为，并自动采取措施（如阻断连接）来防止攻击。
  - 优点：提供了实时的安全监测和响应能力，能够及时发现并阻止网络攻击。

三、防火墙应用——安全区域

防火墙的安全区域

- 设置防火墙安全区域的目的
  - 在网络安全的应用中，如果网络安全设备对所有报文都进行逐包检测，会导致设备资源的大量消耗和性能的急剧下降。而这种对所有报文都进行检查的机制也是没有必要的。所以在网络安全领域出现了基于安全区域的报文检测机制。

防火墙的安全区域

- 什么是安全区域？
  - 安全区域（Security Zone），或者简称为区域（Zone），是防火墙所引入的一个安全概念，大部分的安全策略都基于安全区域实施。
  - 引入安全区域的概念之后，网络管理员可以将具有相同优先级的网络设备划入同一个安全区域。由于同一安全区域内的网络设备是“同样安全”的，FW认为在同一安全区域内部发生的数据流动是不存在安全风险的，不需要实施任何安全策略。
  - 只有当不同安全区域之间发生数据流动时，才会触发设备的安全检查，并实施相应的安全策略。

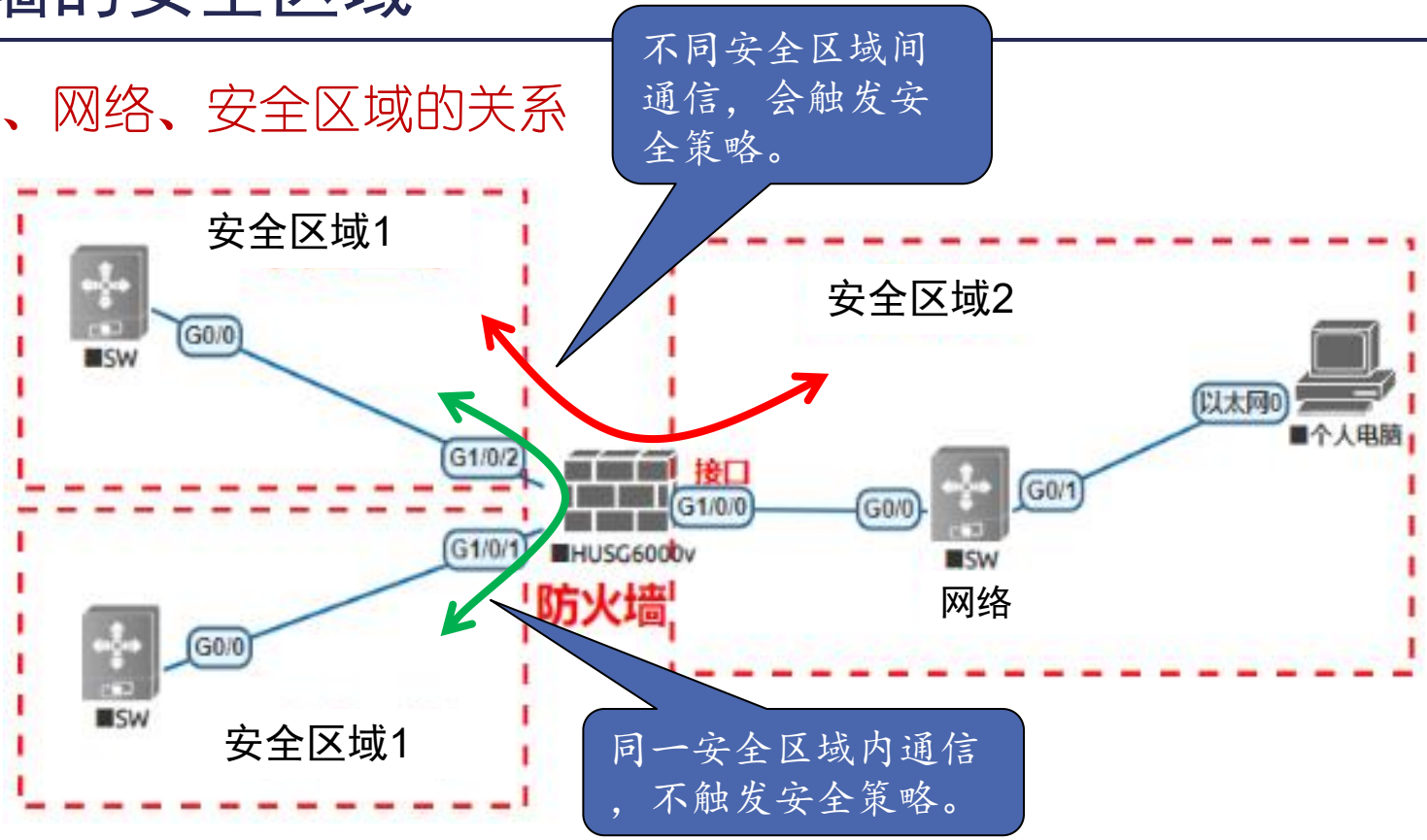
防火墙的安全区域

防火墙接口、网络、安全区域的关系

- 防火墙通过安全区域来划分网络、标识报文流动的路线。例如，报文从安全区域A发往安全区域B。
- 默认情况下，华为防火墙报文在不同的安全区域之间流动时受到控制，在同一安全区域内流动不受控制。同时也支持同一安全区域内流动的报文控制。
- 防火墙通过接口来连接网络，在华为防火墙上，一个接口只能加入到一个安全区域中。将接口划分到安全区域后，通过接口就能把安全区域和网络关联起来。可以理解为：一个安全区域是若干接口所连网络的集合，这些网络中的用户具有相同的安全属性。

防火墙的安全区域

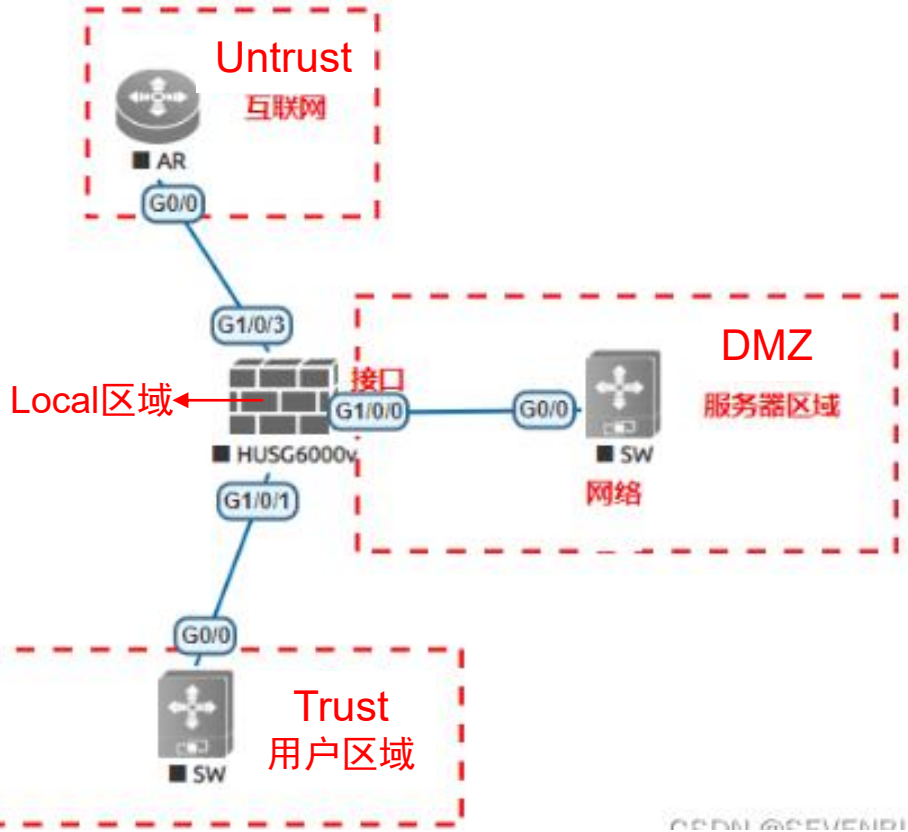
- 接口、网络、安全区域的关系



防火墙的安全区域

防火墙默认的安全区域

- Trust区域：受信任程度高，通常用来定义内部用户所在的网络。
- Untrust区域：不受信任的网络。通常用来定义Internet等不安全的网络。
- DMZ区域：网络的受信任程度中等，通常用来定义内部服务器所在的网络（既能被内部访问，也能被外部访问）。



防火墙的安全区域

- 默认的安全区域——防火墙的Local区域
  - 除了在不同网络之间流动的报文之外，还存在从某个网络到达防火墙本身的报文，例如登录防火墙进行配置，以及防火墙本身发出的报文。如何标识这类报文的路线？
  - 华为防火墙提供Local区域，代表防火墙本身。凡是由防火墙主动发出的报文均可认为是从Local区域发出。凡是需要防火墙进行响应并处理（而不是转发）的报文均可认为是Local区域接收。
  - 关于Local区域，该区域不能添加任何接口，但防火墙所有接口本身都隐含属于Local区域，也就是说，报文通过防火墙某接口去往某个网络时，目的安全区域是该接口所在的安全区域；报文通过接口到达防火墙本身时，目的区域是Local区域。

防火墙的安全区域

报文在安全区域之间流动方向

- 问题：用安全区域来表示网络后，怎么判断一个安全区域的受信程度？
  - 在华为防火墙上，每个安全区域都有1个表示安全级别的ID，用1-100数字表示，数字越大，越可信。
  - 默认安全区域的安全级别ID是：Local(100)，Trust(85)，DMZ(50)，Untrust(5)
- 华为防火墙规定：
  - 报文从低级别的安全区域向高级别的安全区域流动时为入方向（Inbound）
  - 报文从高级别区域向低级别区域流动时为出方向（Outbound）

防火墙的安全区域

- 防火墙如何判断报文在哪两个安全区域之间流动？
  - 确定源安全区域很容易，防火墙从哪个接口接收报文，该接口所属的安全区域就是源安全区域。
  - 路由模式下，防火墙通过查找路由表确定报文从哪个接口转发出去，该接口所属区域就是目的安全区域。
  - 交换模式下，防火墙通过查找MAC地址表转发确定报文从哪个接口发出，该接口所属区域就是目的安全区域。
  - VPN场景中，防火墙收到封装报文，解封装后得到原始报文，通过查找路由表确定报文从哪个接口转发，该接口所属区域就是目的安全区域

防火墙的安全区域

安全区域配置

- 案例1：创建自定义安全区域（包括3步操作）：
  - 创建自定义安全区域
  - 设置新创建安全区域的安全级别
  - 将指定接口G1/0/0加入该安全区域
- 举例1，创建安全区域SecA，包含GE1/0/0接口，安全级别是10

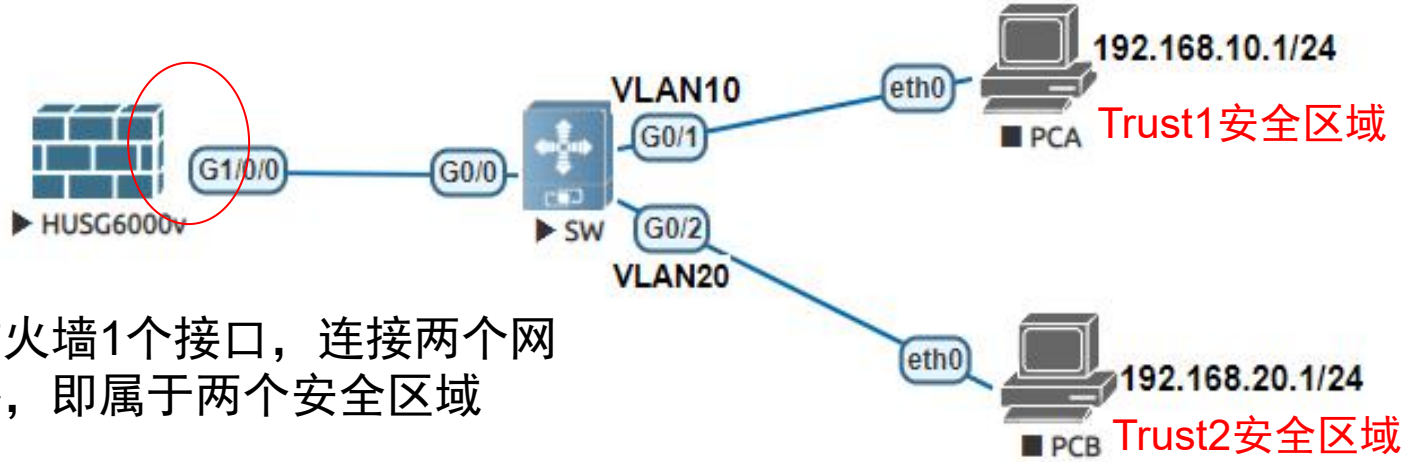
```
[FW1]firewall zone name SecA                          // 创建安全区域SecA
[FW1-zone-SecA]set priority 10                        //  将安全级别设置为10
[FW1-zone-SecA]add interface GigabitEthernet 1/0/0    // 将接口G1/0/0加入安全区域
```

防火墙的安全区域

安全区域配置

案例2：将逻辑接口接入安全区域

- 华为防火墙支持物理接口接入安全区域，还支持逻辑接口，例如子接口、VLANIF接口



防火墙1个接口，连接两个网络，即属于两个安全区域

防火墙的安全区域

安全区域配置

举例2：子接口接入安全区域

- 在接口G1/0/0创建两个子接口G1/0/0.1和G1/0/0.2，分别对应VLAN10和VLAN20，然后将两个子接口划分到不同安全区域。
- 完成上述配置，PC_A被划分到trust1区域，PC_B划分到trust2区域。

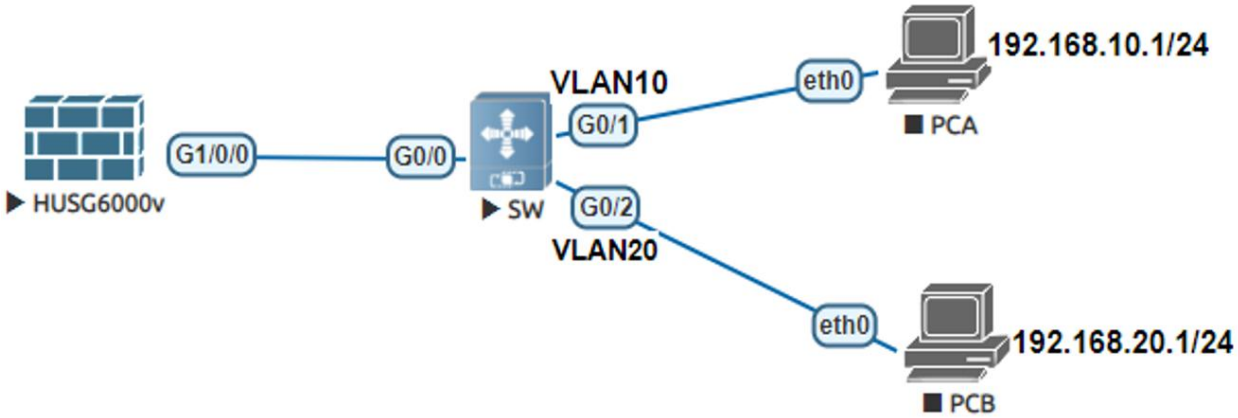
```
[FW1]interface GigabitEthernet 1/0/0.1
[FW1-GigabitEthernet1/0/0.1]vlan-type dot1q 10
[FW1-GigabitEthernet1/0/0.1]ip address 192.168.10.254 24

[FW1]interface GigabitEthernet 1/0/0.2
[FW1-GigabitEthernet1/0/0.2]vlan-type dot1q 20
[FW1-GigabitEthernet1/0/0.2]ip address 192.168.20.254 24

[FW1]firewall zone name trust1
[FW1-zone-trust1]set priority 10
[FW1-zone-trust1]add interface GigabitEthernet 0/0/0.1

[FW1]firewall zone name trust2
[FW1-zone-trust1]set priority 20
[FW1-zone-trust1]add interface GigabitEthernet 0/0/0.2
```

防火墙的安全区域

安全区域配置

举例3：VLANIF接入安全区域

- 假设防火墙采用透明接入，即G1/0/0接口没有配置IP地址。



防火墙的安全区域

安全区域配置

举例3：VLANIF接入安全区域

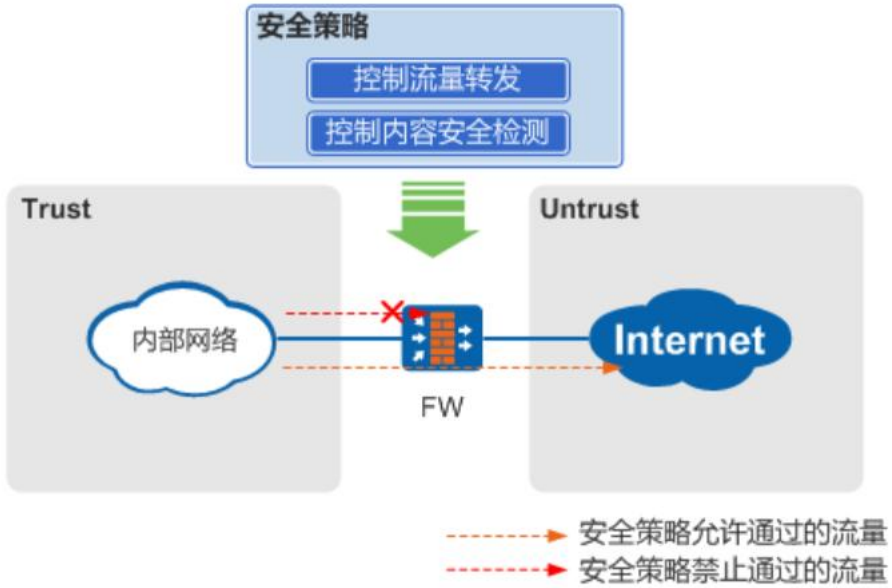
- 防火墙创建两个VLAN，配置VLANIF接口IP
- 配置G1/0/0接口工作在交换模式下（透明模式），并允许10和20VLAN报文通过。
- 将VLAN10和VLAN20划分到不同的安全区域。

```
[FW1]vlan batch 2 3
[FW1]interface vlan 2
[FW1-Vlanif2]ip add 1.1.1.1 24
[FW1]interface vlan 3
[FW1-Vlanif3]ip add 2.2.2.1 24

[FW1]interface g1/0/0
[FW1-GigabitEthernet1/0/0]portswitch    //变为二层接口
[FW1-GigabitEthernet1/0/0]port link-type trunk
[FW1-GigabitEthernet1/0/0]port trunk allow-pass vlan 2 3

[FW1]firewall zone trust
[FW1-zone-trust]add interface vlanif 2

[FW1]firewall zone untrust
[FW1-zone-untrust]add interface vlanif 3
```

四、防火墙应用 —— 安全策略

防火墙 —— 安全策略

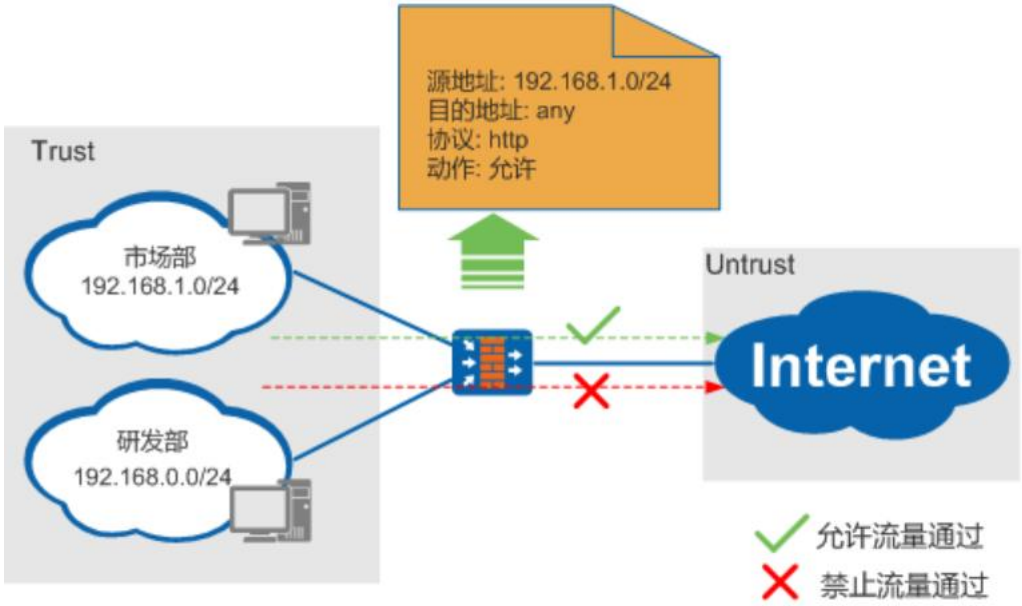
- 安全策略：是控制防火墙对流量转发的策略
  - 设备能够识别出流量的属性，并将流量的属性与安全策略的条件进行匹配。如果此流量成功匹配安全策略。FW将会执行安全策略的动作。
  - 动作为“允许”:放行
  - 动作为“禁止”:禁止流量通过。



防火墙 —— 安全策略

举例1：传统防火墙的包过滤策略

- 传统防火墙根据五元组（源地址、目的地址、源端口、目的端口、协议类型）来控制流量在安全区域间的转发。



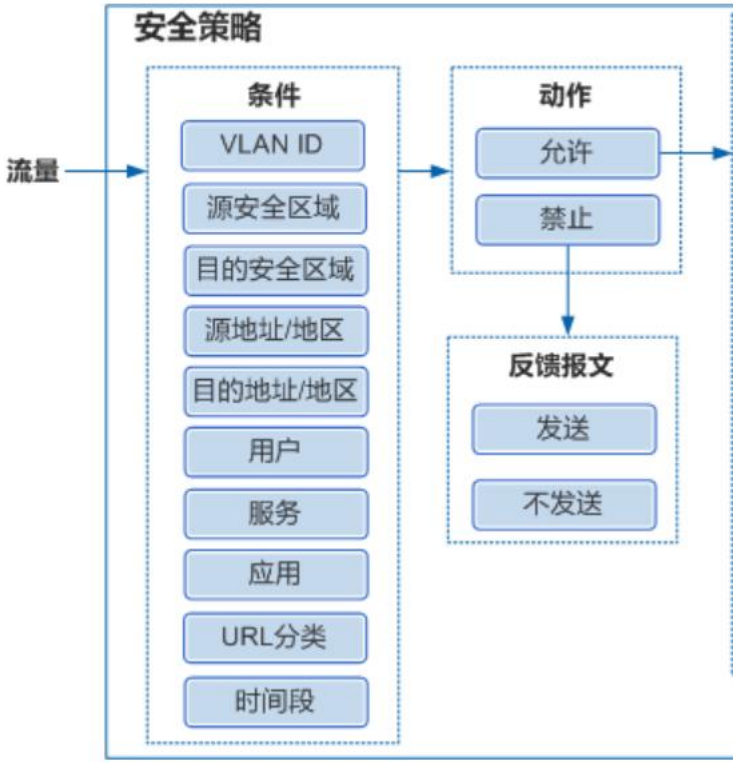
防火墙 —— 安全策略

举例2：新型防火墙的安全策略

- 新型防火墙的安全策略不仅可以完全替代传统包过滤的功能，还进一步实现了基于用户、应用和内容的转发控制，实现更精确的管控。
  - 能够通过“用户”来区分不同部门的员工，使网络管理更加灵活。
  - 能够有效区分协议（例如HTTP）承载的不同应用（例如网页游戏等），使网络的管理更加精细。
  - 能够通过安全策略实现内容安全检测，阻断病毒、黑客等的入侵，更好的保护内部网络。

防火墙 —— 安全策略

- 防火墙的安全策略处理流程



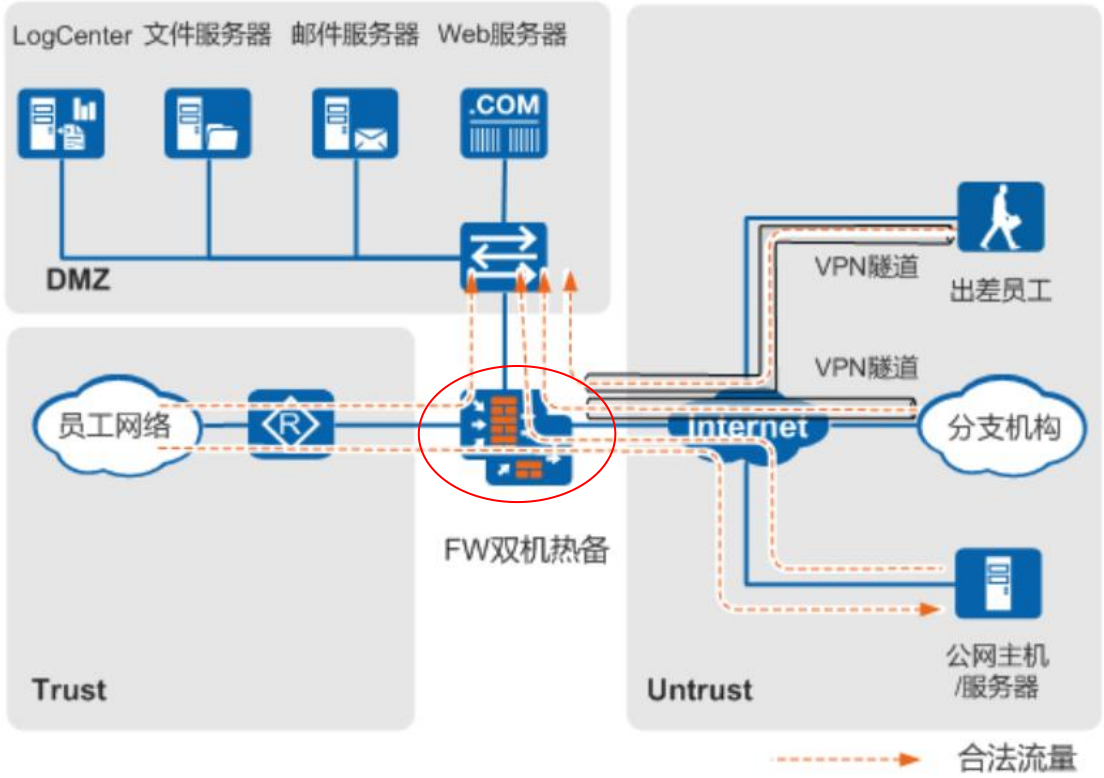
防火墙 —— 安全策略

安全策略的应用场景

- 防火墙部署的场景不同，使用安全策略的侧重点也有所不同。
- FW主要部署场景包括：
  - 大中型企业边界防护
  - 内网管控与安全隔离
  - 数据中心边界防护。

➢ 应用场景1 ——大中型企业边界防护

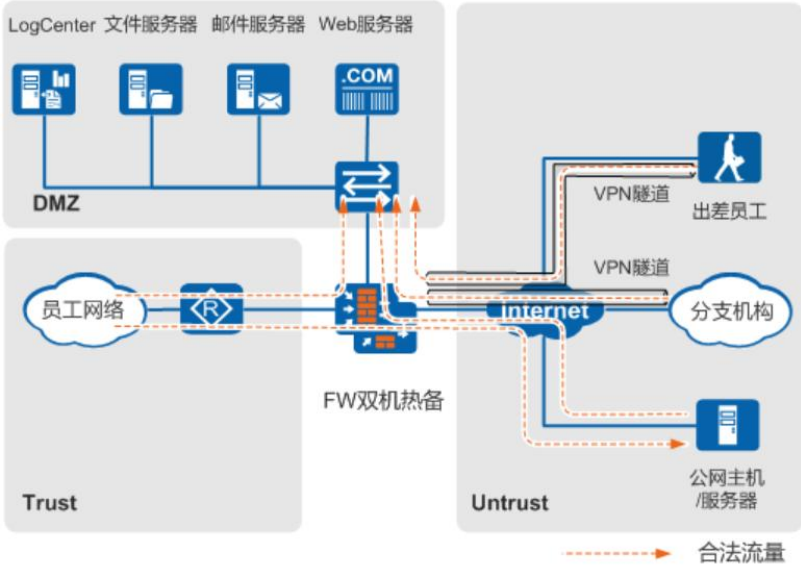
1. 公司将员工网络、服务器网络、外部网络划分到不同安全区域，通过安全策略对安全区域间的流量进行检测，保护公司内部网络。



➢ 应用场景1 ——大中型企业边界防护

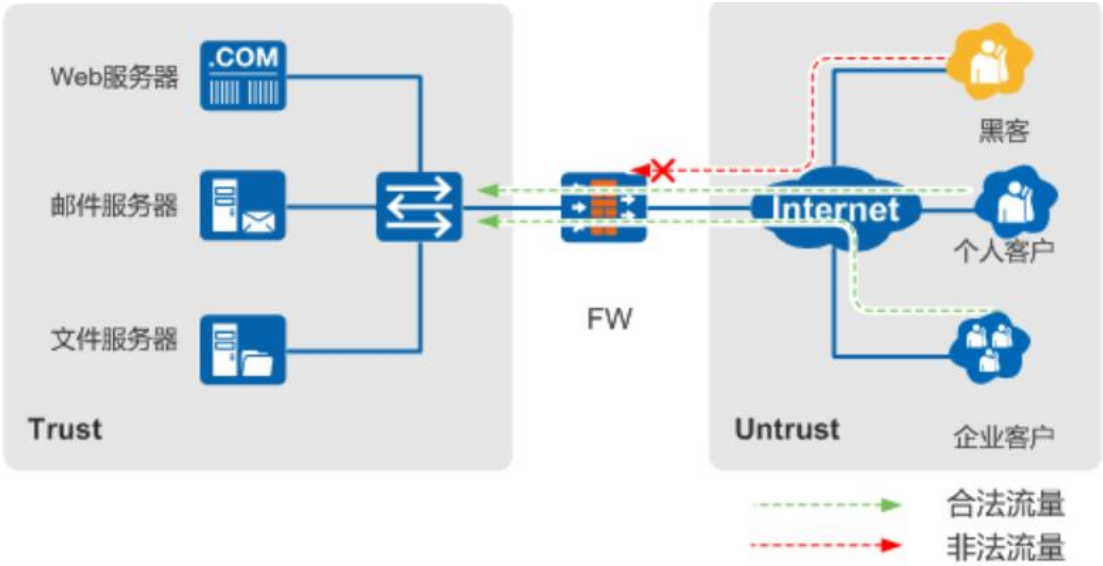
2. 根据公司对外提供的网络服务的类型配置安全策略功能。例如，针对图中的文件服务器开启文件过滤和内容过滤，并且针对所有服务器开启反病毒和入侵防御。

3. 针对内网员工访问外部网络的行为，配置URL过滤、DNS过滤、文件过滤、内容过滤等安全功能，既保护内网主机不受外网的威胁，又可以防止企业机密信息的泄露，提高企业网络的安全性。



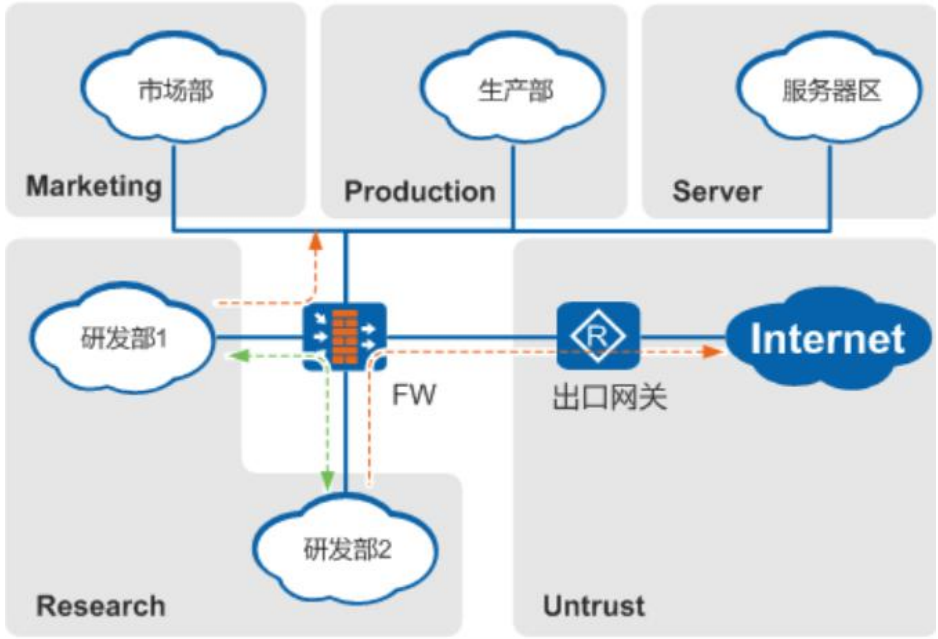
➢ 应用场景2 ——数据中心边界防护

控制Internet用户访问数据中心服务器的权限，包括：只允许访问特定的服务器，只开放服务器的特定端口，只允许用户使用特定应用程序访问服务器，根据用户级别不同允许访问的内容不同等



➢ 应用场景3 ——内网管控与安全隔离

- 不同安全等级的网络划分到不同的安全区域，相互之间的通信可根据业务需求配置不同的安全策略。例如仅允许部分研发部的主机访问指定的市场部主机。
- 在内网各个区域与外网之间配置安全策略，包括能访问外网的部门、DNS过滤、内容过滤、URL过滤、应用行为控制等功能。



此处的Marketing、Production、Server、Research是自定义安全区域

防火墙 —— 安全策略

安全策略的匹配规则

1. 一个匹配条件中可以配置多个值，多个值之间是“或”的关系，报文的属性只要匹配任意一个值，就认为报文的属性匹配了这个条件。（例如，报文来源地址source-address是A网段、B网段、C网段）
2. 每条策略中都包含了多个匹配条件，如安全区域、用户、应用等。各个匹配条件之间是“与”的关系，报文的属性与各个条件必须全部匹配，才认为该报文匹配这条规则。缺省情况下所有的条件均为any，即所有流量均可以命中该策略。（例如，报文来源地址source-address是A网段、目的地址destination-address 是B网段）
3. 如果配置了多条安全策略，会从上到下依次进行匹配。如果流量匹配了某个安全策略，将不再进行下一个策略的匹配。所以安全策略的配置顺序很重要，需要先配置条件精确的策略，再配置宽泛的策略。

防火墙 —— 安全策略

安全策略的匹配规则

1. 一个匹配条件中可以配置多个值，多个值之间是“或”的关系，报文的属性只要匹配任意一个值，就认为报文的属性匹配了这个条件。（例如，报文来源地址source-address是A网段、B网段、C网段）
2. 每条策略中都包含了多个匹配条件，如安全区域、用户、应用等。各个匹配条件之间是“与”的关系，报文的属性与各个条件必须全部匹配，才认为该报文匹配这条规则。缺省情况下所有的条件均为any，即所有流量均可以命中该策略。（例如，报文来源地址source-address是A网段、目的地址destination-address 是B网段）

防火墙 —— 安全策略

安全策略的匹配规则

3. 系统默认存在一条缺省安全策略，如果不同安全区域间的流量没有匹配到管理员定义的安全策略，就会命中缺省安全策略（条件均为any，动作默认为禁止）。
4. 同一安全区域内传输的流量一般不受缺省安全策略控制，缺省转发动作为允许。
5. 如果配置了多条安全策略，会从上到下依次进行匹配。如果流量匹配了某个安全策略，将不再进行下一个策略的匹配。所以安全策略的配置顺序很重要，需要先配置条件精确的策略，再配置宽泛的策略。

➢ 举例：防火墙安全策略配置

```
//进入安全策略配置视图
[FW-1]security-policy

//创建一条名为abc的安全策略，使得源地址是192.168.64.0/21，目的地址是172.16.1.11/32的DNS服务都被允许通过（permit）。即允许192.168.64.0/21网段的主机能够访问172.16.1.11（DNS服务器）提供的DNS服务。
[FW-1-policy-security]rule name abc
[FW-1-policy-security-rule-abc]source-address 192.168.64.0 mask 21
[FW-1-policy-security-rule-abc]destination-address 172.16.100.11 32
[FW-1-policy-security-rule-abc]service dns
[FW-1-policy-security-rule-abc]action permit
[FW-1-policy-security-rule-abc]quit
```

五、防火墙应用 —— 部署方式

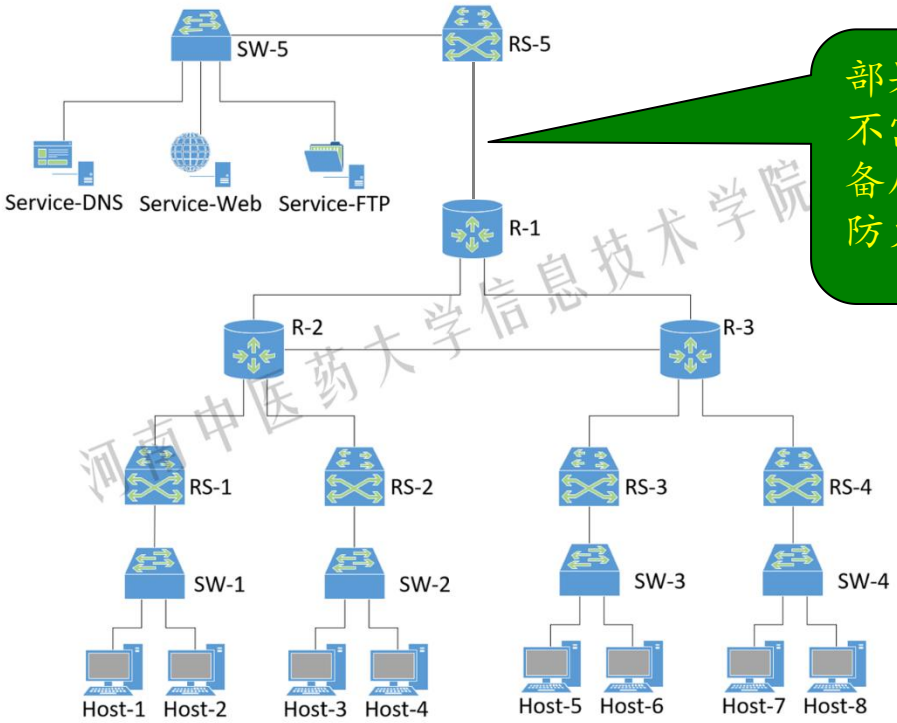
防火墙部署

- 透明方式
- 路由方式
- 旁挂方式

防火墙部署 —— 透明方式

防火墙部署 —— 透明方式

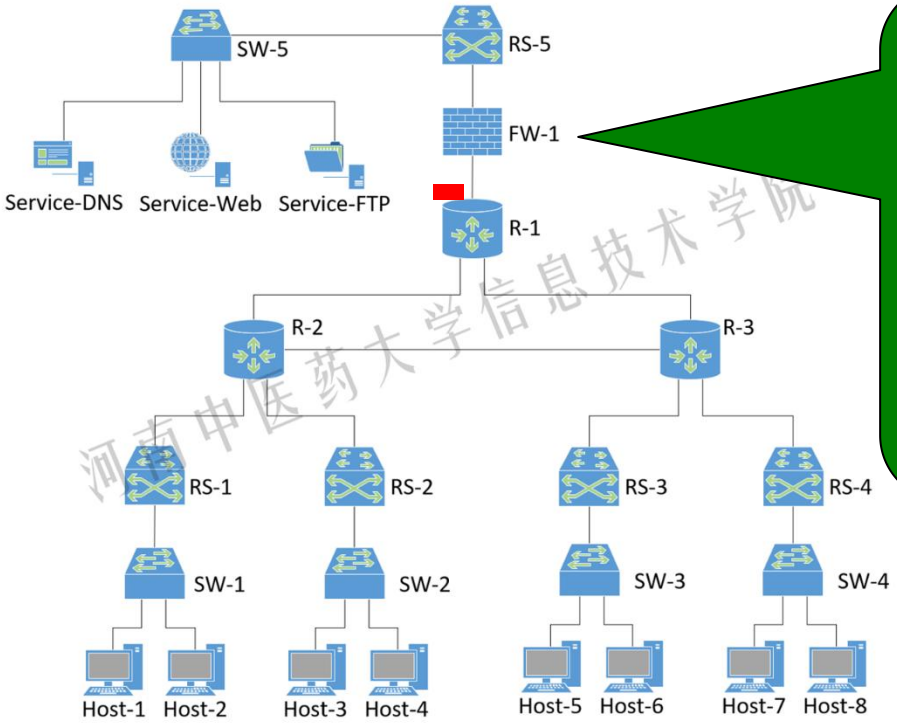
- 透明方式



部署防火墙前后，不需要改变网络设备原有配置，仿佛防火墙是透明的。

防火墙部署 —— 透明方式

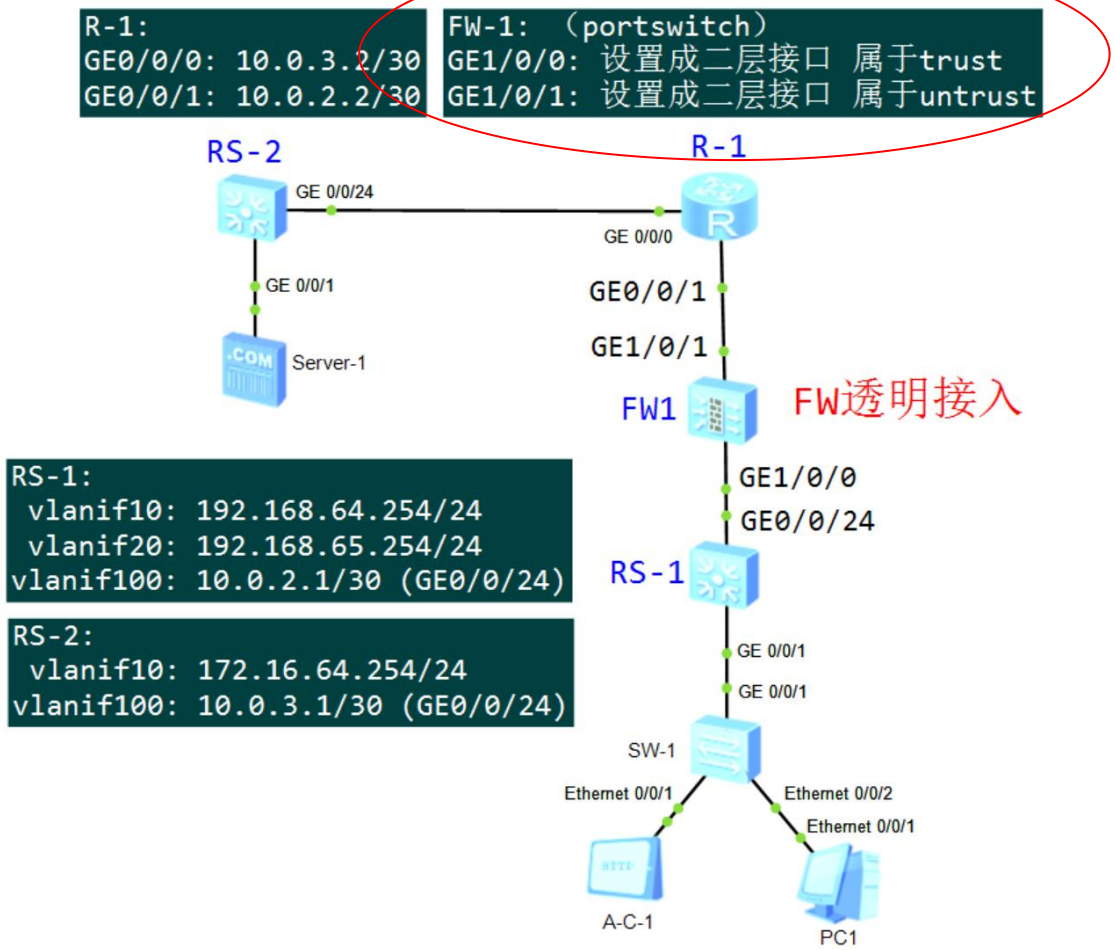
- 透明方式



添加防火墙，但是RS-5和R-1的配置不变，防火墙仿佛是一座直通的“桥”，但它能通过安全策略控制访问，即过滤通过它的数据包。

防火墙部署 —— 透明接入

- 透明接入
  - FW接口配置分析
  - 上下行设备接口分析
  - 路由配置

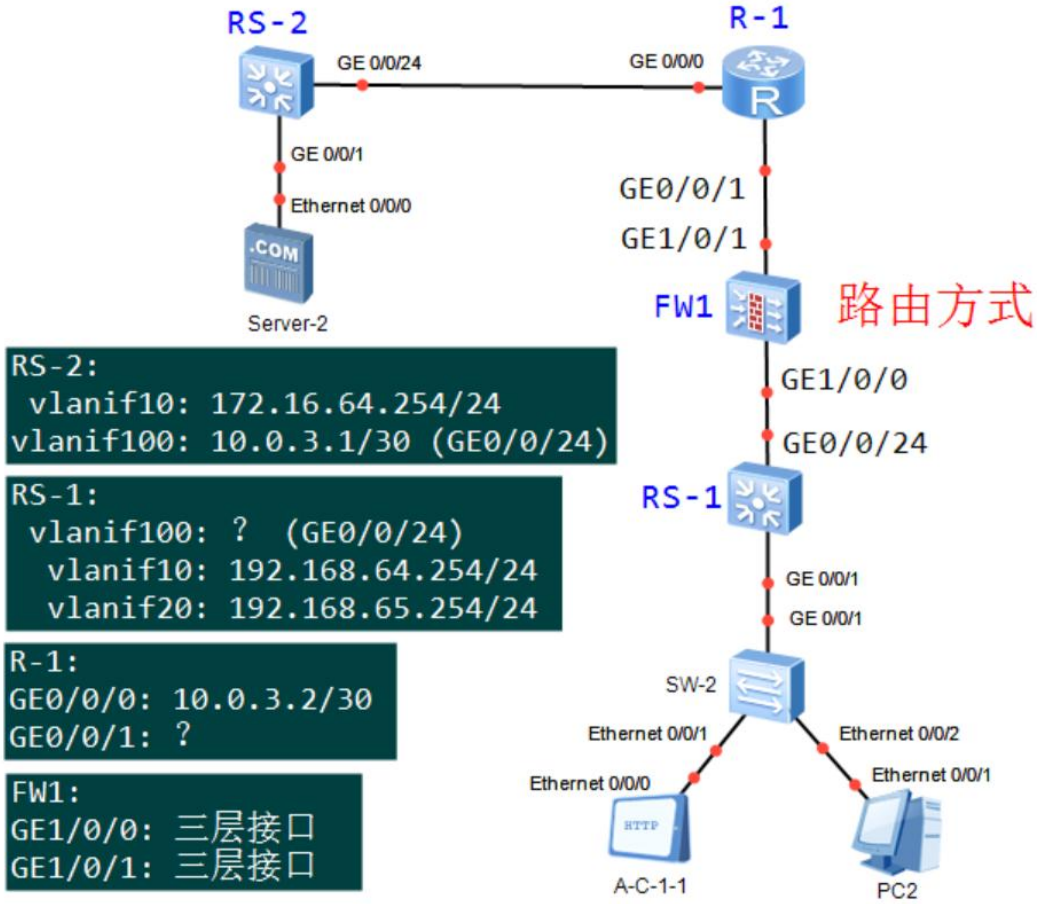


防火墙部署 —— 路由方式

防火墙部署 ——路由方式

- 路由方式
  - FW接口配置分析
  - 上下行设备接口分析
  - 路由配置（OSPF区域）

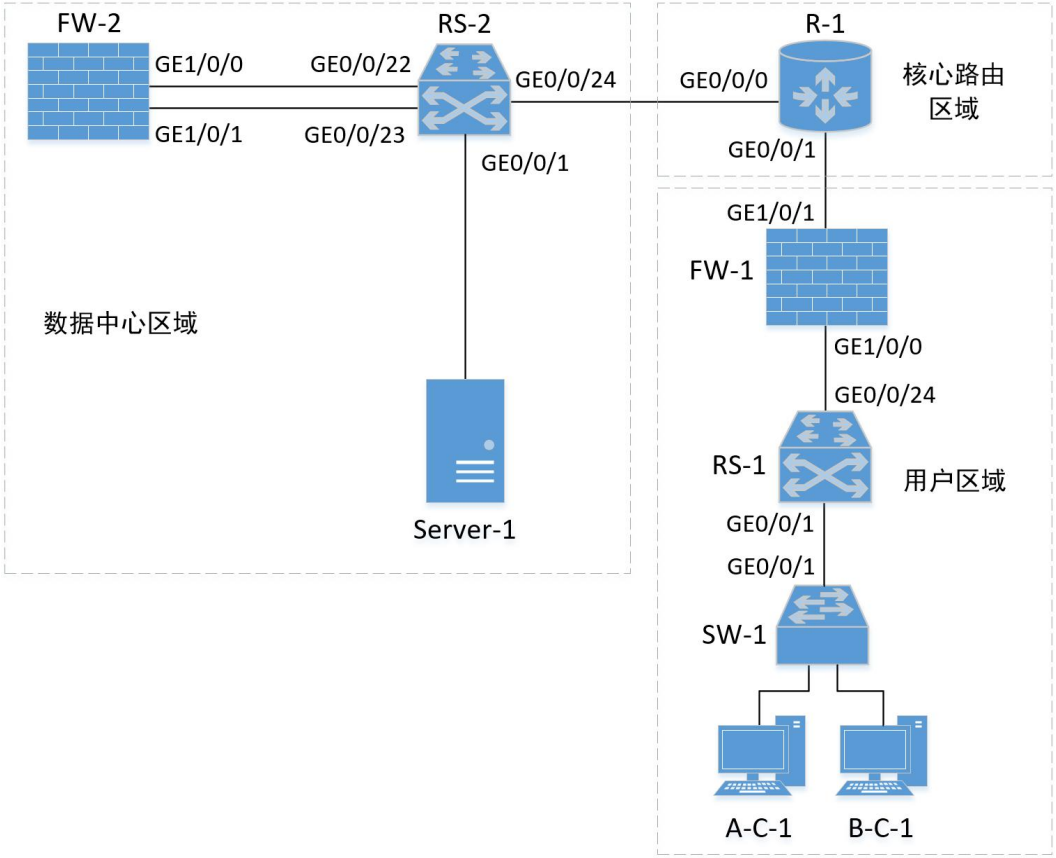
FW的上下接口需要配置IP地址，RS-1的下一跳变成FW1的GE1/0/0接口，R-1的下一跳变为FW1的GE1/0/1接口。FW1上也需要配置ospf



防火墙部署 —— 旁挂方式

防火墙部署 —— 旁挂方式

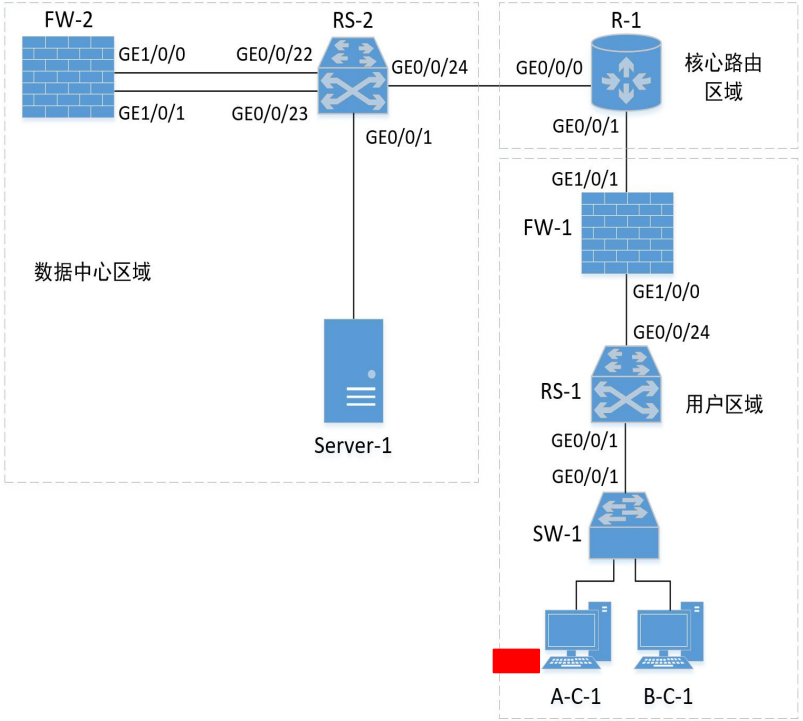
- 防火墙旁挂



防火墙部署 —— 旁挂方式

防火墙旁挂方式

- 不改变原有网络的拓扑结构；
- 通过RS-2的流量会被首先引流到旁挂的防火墙上进行安全策略检测，而不是直接转发至R-1或者Server-1。
- 只有安全策略允许通过的流量才会被防火墙发送回RS-2，然后进一步转发至目的地。
- 不允许通过防火墙的流量则在防火墙处被阻断。



第10讲　使用防火墙加强网络通信控制

(完)