第9章 网络安全和网络管理

宁 天 桥

15820291950 / 661950

qq号：930611

ntq@gcu.edu.cn

办公室： 行政楼 812

机器人工程学院

网络与通信技术

本章学习要求：

- 了解：网络安全与网络空间安全
- 掌握：OSI安全体系结构的内容
- 掌握：加密与认证的基本概念
- 掌握：网络安全协议的内容
- 掌握：防火墙的基本概念
- 了解：入侵检测的基本概念
- 了解：恶意代码发展及防护技术
- 掌握：网络管理的基本概念

9.1 网络安全与网络空间安全

9.1.1 网络空间安全的概念

- 人们的社会与经济生活已须臾不能离开网络，网络安全已成为影响社会稳定、国家安全的重要因素之一。
- 2011年，美国政府在《网络空间国际战略》报告中，将网络空间（Cyber Space）看作与国家领土、领海、领空、太空等四大空间同等重要的“第五空间”。
- 近年来，网络安全问题已上升到世界各国安全战略的层面，各国纷纷研究和制定网络空间安全政策。

9.1.2 我国网络空间安全战略

- 我国网络空间安全政策建立在“没有网络安全就没有国家安全”的理念上。
- 2016年12月27日，我国国家互联网信息办公室发布《国家网络空间安全战略》。
- 为了更好理解网络空间安全的概念，需要分析安全战略的目标、原则与任务。

网络安全形势

- 网络渗透危害政治安全。
- 网络攻击威胁经济安全。
- 网络有害信息侵蚀文化安全。
- 网络恐怖和违法犯罪破坏社会安全。
- 网络空间的国际竞争方兴未艾。

网络安全目标

我国网络空间安全战略的总体目标:以国家安全观为指导,贯彻落实创新、协调、绿色、开放、共享的发展理念,增强风险意识和危机意识,统筹国内和国际两个大局,统筹发展和安全两件大事,积极防御、有效应对,推进网络空间和平、安全、开放、合作、有序,维护国家主权、安全、发展利益,实现建设网络强国的战略目标。

网络安全原则

一个安全稳定繁荣的网络空间,对各国乃至全世界都具有重大意义。中国愿意与各国加强沟通、扩大共识、深化合作,积极推进全球互联网治理体系变革,共同维护网络空间的和平安全。

1、尊重维护网络空间主权

2、和平利用网络空间

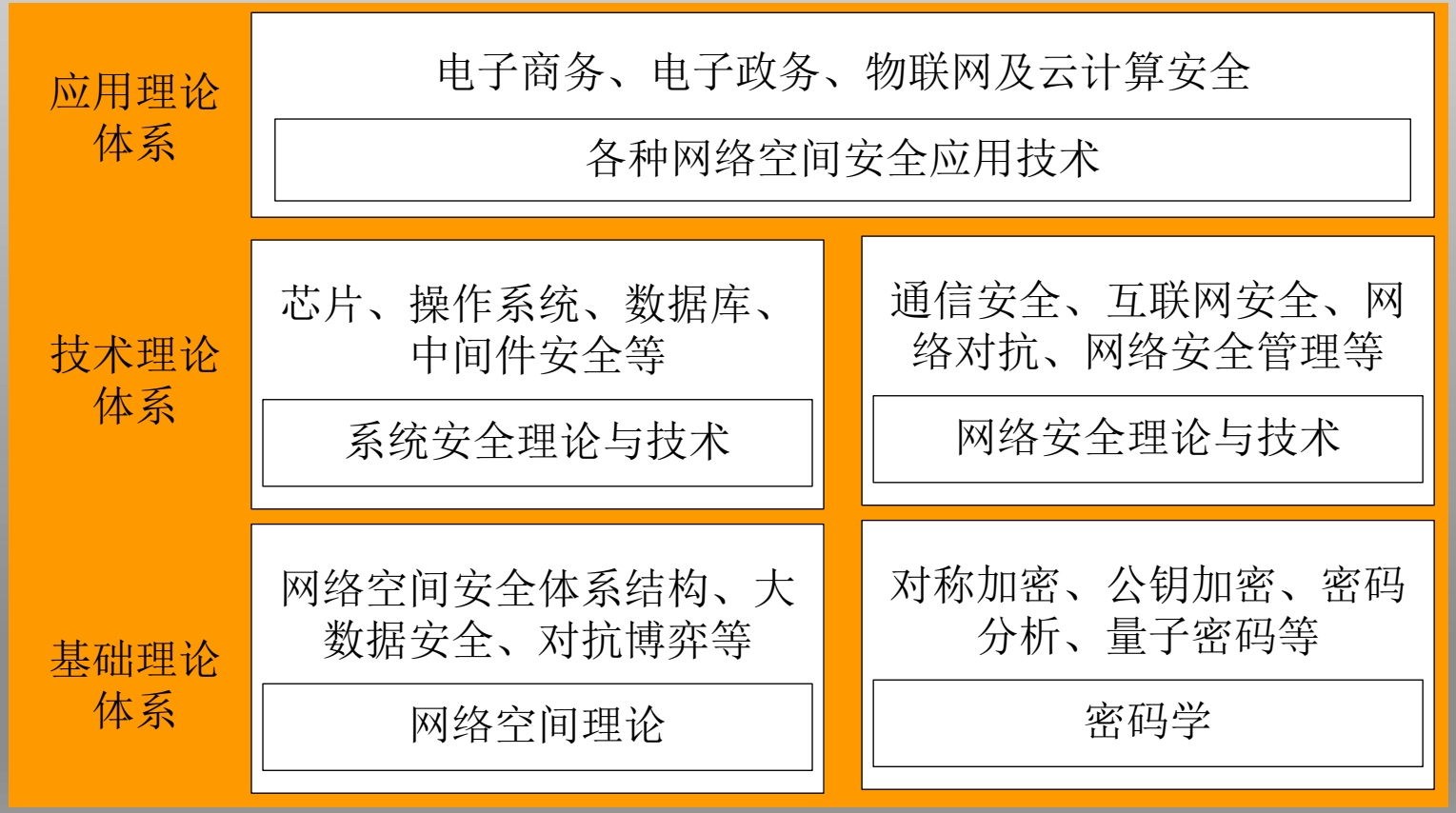
3、依法治理网络空间

战略任务

我国的网民数量和网络规模世界第一,维护好网络安全不仅是自身需要,对于维护全球网络安全乃至世界和平都有重大意义。网络空间是国家主权的新疆域。建设与我国国际地位相称、与网络强国相适应的网络空间防护力量,大力发展网络安全防御手段,及时发现和抵御网络入侵,铸造维护国家网络安全的坚强后盾。

为了以立法方式捍卫我国网络空间安全, 2016年11月7日全国人民代表大会常务委员会通过《中华人民共和国网络安全法》 (以下简称《网络安全法》),并于2017年6月1日起实施。

9.1.3 网络空间安全理论体系



网络空间安全研究

主要包括：

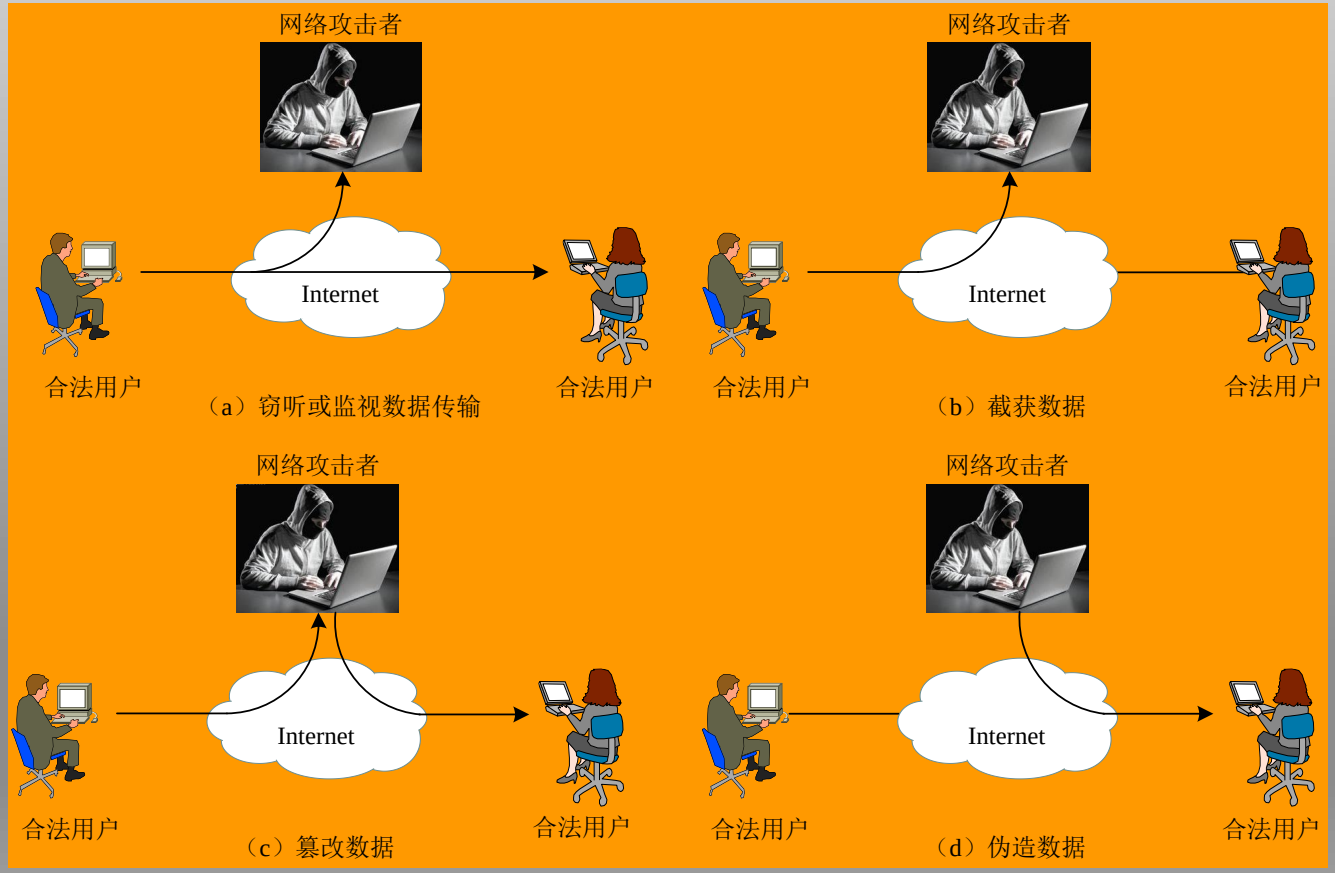
- 应用安全
- 系统安全
- 网络安全
- 网络空间安全基础
- 密码学及应用

9.2 OSI安全体系结构

9.2.1 安全体系结构的概念

- 安全攻击（Security Attack）
- 安全服务（Security Service）
- 安全机制（Security Mechanism）

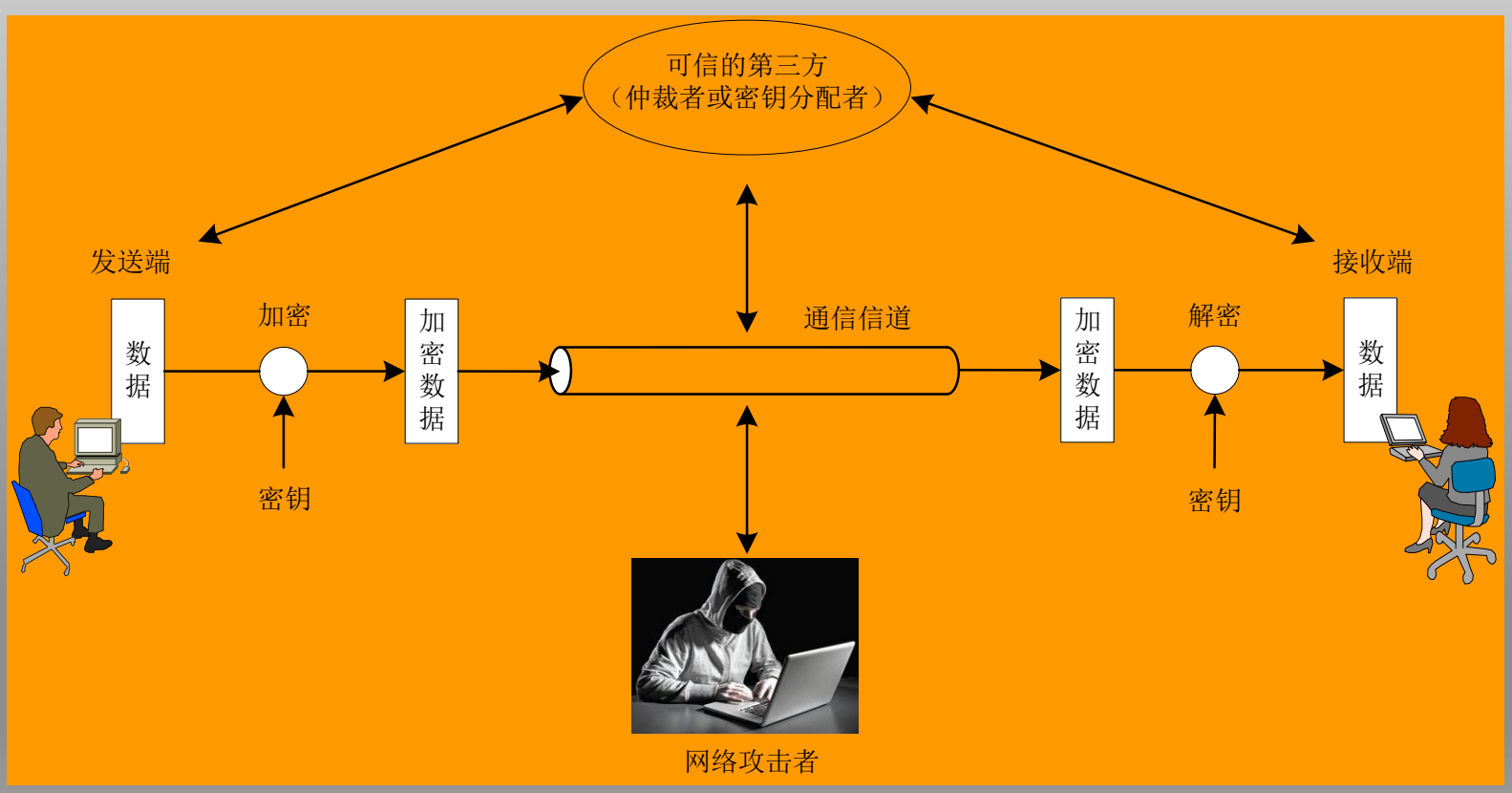
主动攻击与被动攻击


网络攻击者
Internet
合法用户
合法用户
（a）窃听或监视数据传输
网络攻击者
Internet
合法用户
合法用户
（b）截获数据
网络攻击者
Internet
合法用户
合法用户
（c）篡改数据
网络攻击者
Internet
合法用户
合法用户
（d）伪造数据

网络安全服务类型

- 认证（Authentication）：提供对通信实体和数据来源的认证与身份鉴别。
- 访问控制（Access Control）：通过对用户身份的认证和权限的确认，防止未授权用户非法使用资源。
- 数据机密性（Data Confidentiality）：防止数据在传输过程中被窃听或泄漏。
- 数据完整性（Data Integrity）：确保接收数据与发送数据的一致性，防止数据被修改、删除或重放。
- 防抵赖（Non-reputation）：防止发送方否认发送数据，或接收方否认接收数据。

9.2.2 网络安全模型


可信的第三方
（仲裁者或密钥分配者）
发送端
接收端
数据
加密
加密数据
通信信道
加密数据
解密
数据
密钥
密钥
网络攻击者

9.2.3 用户对网络安全的需求

- 可用性：在可能发生突发事件的情况下，计算机网络仍处于正常运转状态，用户可使用各种网络服务。
- 机密性：保证网络中的数据不被非法截获或被非授权访问，保护敏感数据和涉及个人隐私信息的安全。
- 完整性：保证在网络中传输、存储的数据完整，防止数据被修改、插入或删除。
- 不可否认性：确认通信双方的身份真实性，防止对已发送或接收的数据出现否认现象。
- 可控性：控制与限制网络用户对主机系统、网络资源与网络服务的访问和使用。

9.3 加密与认证技术

9.3.1 密码学中的概念

- 密码技术是保证网络与信息安全的核心技术之一。
- 密码学（Cryptology）包括：密码编码学与密码分析学。
- 密码体制设计是密码学研究的主要内容。
- 密码编码学是指利用加密算法和密钥对信息编码进行隐蔽，而密码分析学试图破译算法和密钥。

加密算法与解密算法

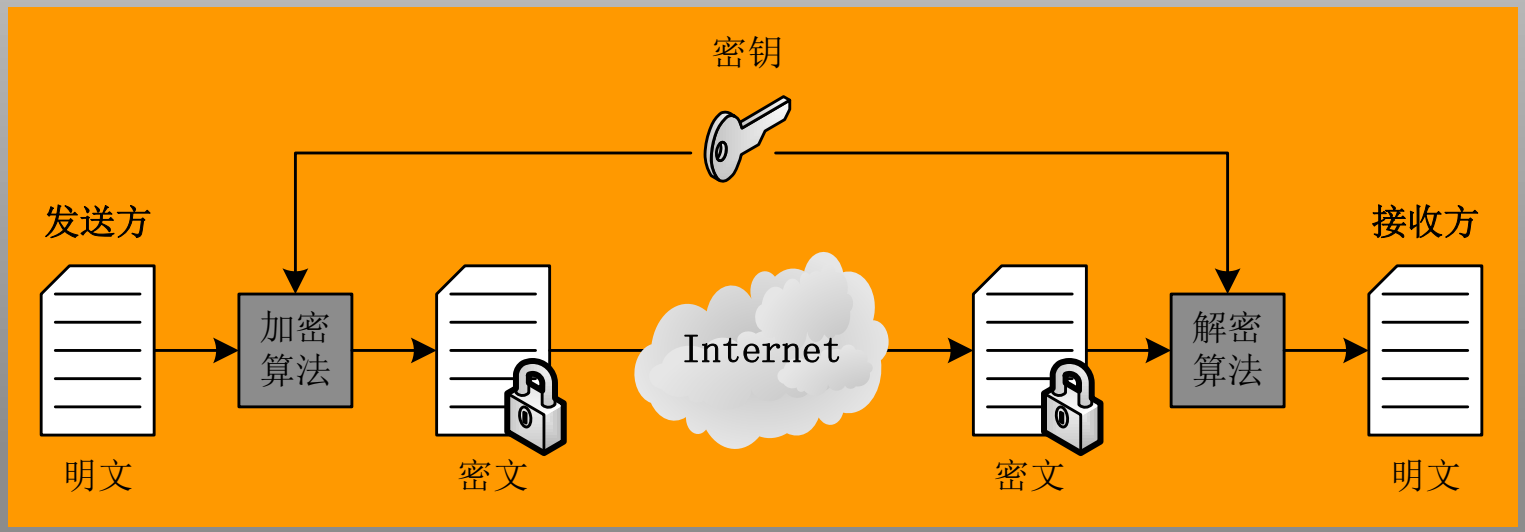
- 加密的基本思想是伪装明文以隐藏其真实内容。
- 伪装明文的操作称为加密，加密时使用的变换规则称为加密算法。
- 由密文恢复出原明文的过程称为解密，解密时采用的信息变换规则称为解密算法。

密码体制的概念

- 密码体制是指密码系统的工作方式。
- 如果加密和解密使用相同密钥，则该密码体制称为对称密码（Symmetric Cryptography）。
- 如果加密和解密使用不同密钥，则该密码体制称为非对称密码（Asymmetric Cryptography）。
- 加密、解密算法可视为常量，而密钥则是一个变量。密钥需要严格保密，用户应及时更换密钥。

9.3.2 对称密码体制

- 对称加密技术对数据加密与解密都使用同一密钥。



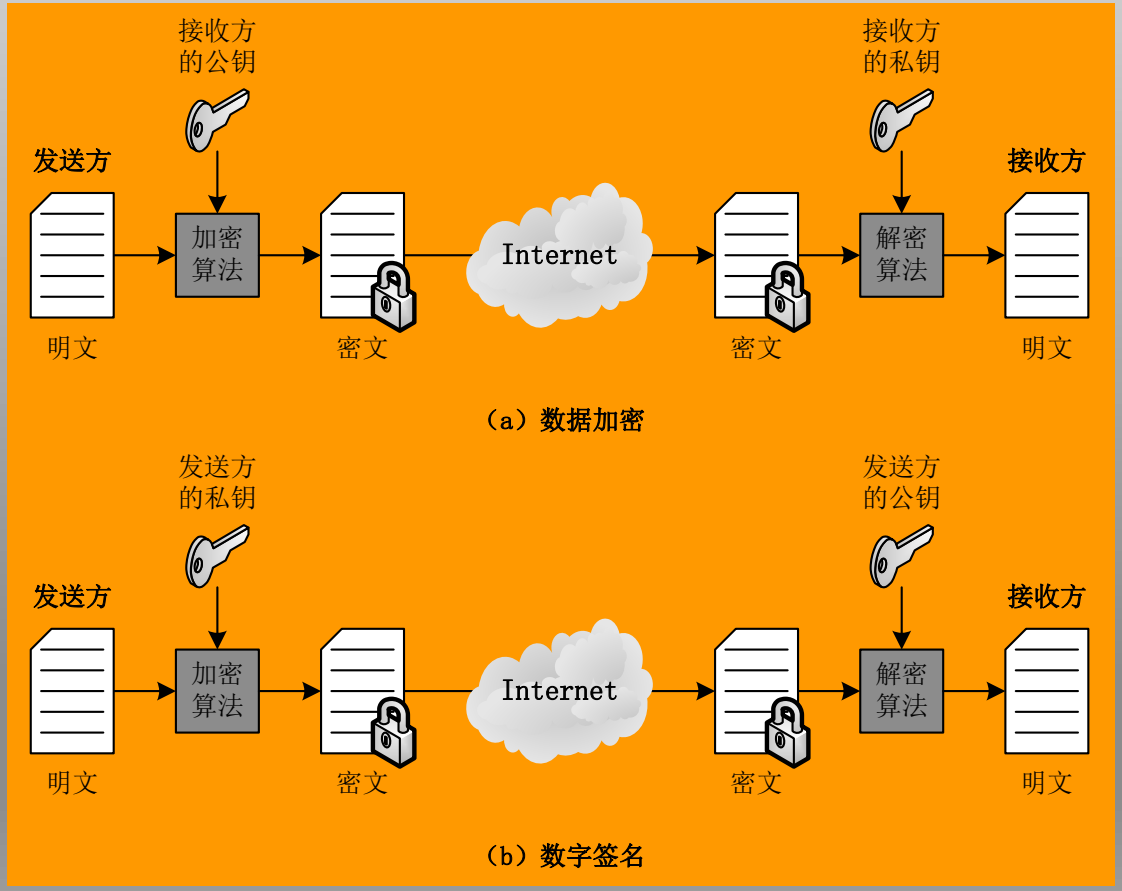
典型的对称加密算法

- 数据加密标准（DES，Data Encryption Standard）是由IBM公司提出、ISO认定的国际标准。
- 三重DES（3DES，Triple DES）是针对DES安全性的改进方案。
- 高级加密标准（AES，Advanced Encryption Standard）是后出现的一种对称加密算法。
- 其他对称加密算法主要包括：IDEA、Blowfish、RC2、RC4、RC5、CAST等。

9.3.3 非对称密码体制

- 对称密码在应用中遇到的最大问题是密钥分配。
- 公钥密码的特征是加密与解密密钥不同，并且两个密钥之间无法互相推导。
- 公钥密码体制提供2个密钥：公钥与私钥。其中，公钥是可公开的密钥；私钥是需严格保密的密钥。
- 公钥密码对保密性、密钥分发与认证都有深远影响。

公钥密码的工作模式


接收方
的公钥
接收方
的私钥
发送方
接收方
加密
算法
Internet
解密
算法
明文
密文
密文
明文
（a）数据加密
发送方
的私钥
发送方
的公钥
发送方
接收方
加密
算法
Internet
解密
算法
明文
密文
密文
明文
（b）数字签名

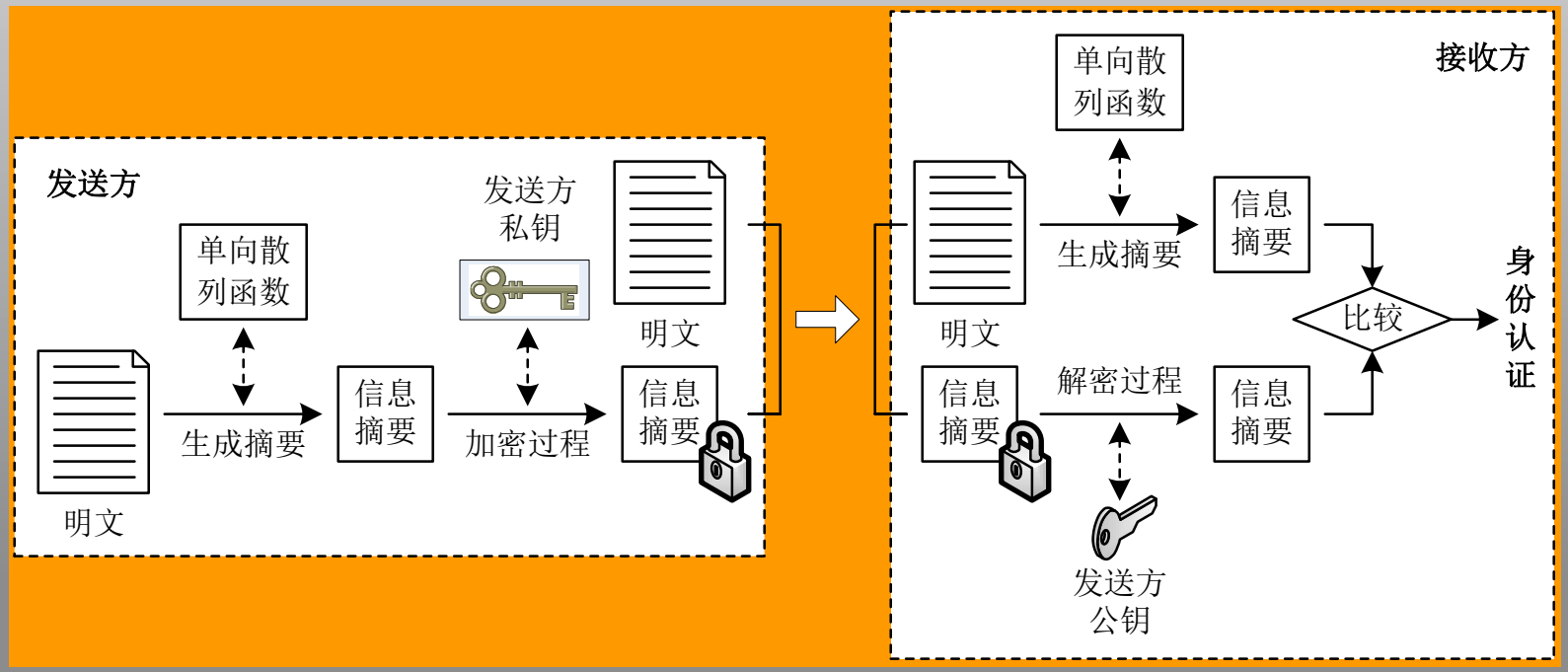
典型的非对称加密算法

- RSA（Rivest Shamir Adleman）加密算法，其安全性建立在分解两个大素数的积在计算上不可行。
- 椭圆曲线密码（ECC，Elliptic Curve Cryptography），其安全性建立在求解椭圆曲线离散对数的困难性。
- 其他非对称加密算法主要包括：DSS、ElGamal与Diffie-Hellman等。

9.3.4 数字签名技术

- 在网络环境中，通常使用数字签名来模拟日常生活中的亲笔签名。
- 数字签名将发送方身份与信息相结合，保证信息在传输过程中的完整性，并提供信息发送方的身份认证，防止发送方的抵赖行为。
- 采用非对称加密（例如RSA算法）作数字签名是最常用的方法。

数字签名的工作过程


发送方
单向散列函数
生成摘要
明文
信息摘要
发送方私钥
加密过程
明文
信息摘要
接收方
单向散列函数
生成摘要
明文
信息摘要
比较
身份认证
信息摘要
解密过程
信息摘要
发送方公钥

9.4 网络安全协议

9.4.1 网络层安全与IPSec

- IPSec是IETF为网络层通信安全制订的一个协议集，目前已被广泛应用于VPN系统中。
- IPSec适用于各版本的IP协议（IPv4与IPv6），IPv4将IPSec作为一种可选的扩展协议，IPv6将IPSec作为组成部分来使用。
- IPSec设计目标是为IP分组传输提供安全服务，例如数据源身份认证、数据完整性认证与数据加密等。

IPSec组成部分

- 认证头（AH，Authentication Header）：提供数据源身份认证、数据完整性认证，以及可选的抗重放数据包功能。
- 封装安全负载（ESP，Encapsulating Security Payload）：提供AH协议的所有功能，以及数据加密服务。
- 密钥管理协议：通信双方之间协商安全参数，例如工作模式、认证或加密算法、密钥与生存期等。

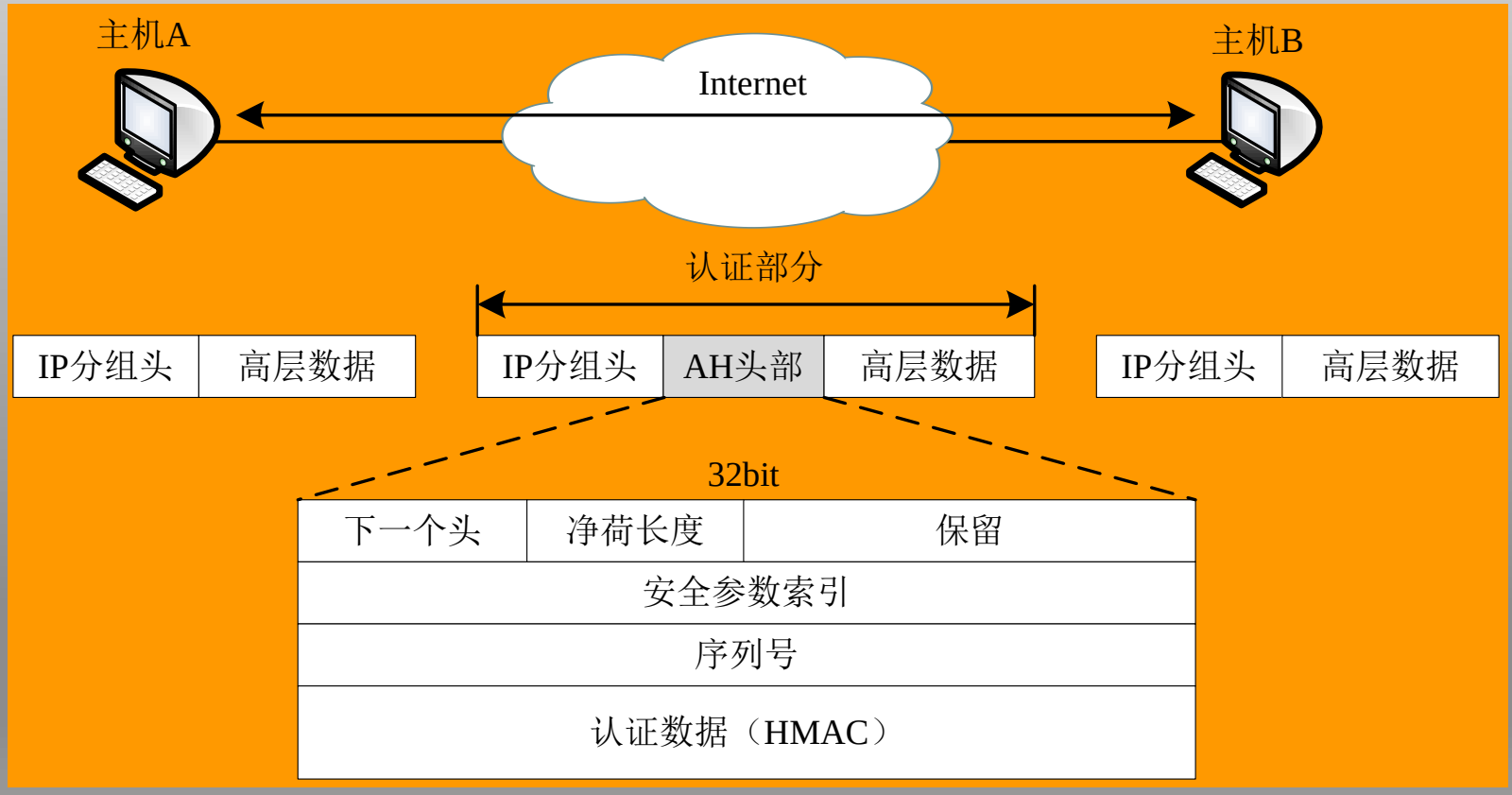
IPSec工作模式

- 传输模式（Transport Mode）：隧道两端分别位于两台IPSec主机，提供主机到主机的安全服务。
- 隧道模式（Channel Mode）：隧道两端分别位于两台IPSec网关，提供子网到子网的安全服务。
- 隧道模式会隐藏IP分组的路由信息，可提供比传输模式更高的安全性。

密钥管理协议

- 互联网安全关联与密钥管理协议（ISAKMP，Internet Security Association and Key Management protocol)
- 互联网密钥交换（IKE，Internet Key Exchange）
- Oakley协议

传输模式AH的工作原理



9.4.2 传输层安全与SSL

- Netscape公司提出用于Web应用的安全套接层（SSL，Secure Sockets Layer）协议。
- Microsoft公司开发类似的PCT（Private Communication Technology）协议。
- IETF发布传输层协议（TLS，Transport Layer Security），希望推动传输层安全协议的标准化。

SSL协议的特点

- SSL可用于HTTP、FTP、Telnet等，但目前主要应用于HTTP协议，为基于Web服务的各种网络应用提供身份认证与安全传输服务。
- SSL处于端系统的应用层与传输层之间，在TCP上建立一个加密的安全通道，为TCP协议的数据传输提供安全保障。
- SSL握手协议实现通信双方的加密算法协商与密钥传递；SSL记录协议定义SSL数据传输格式，实现对数据的加密与解密操作。

9.4.3 应用层安全与PGP、SET

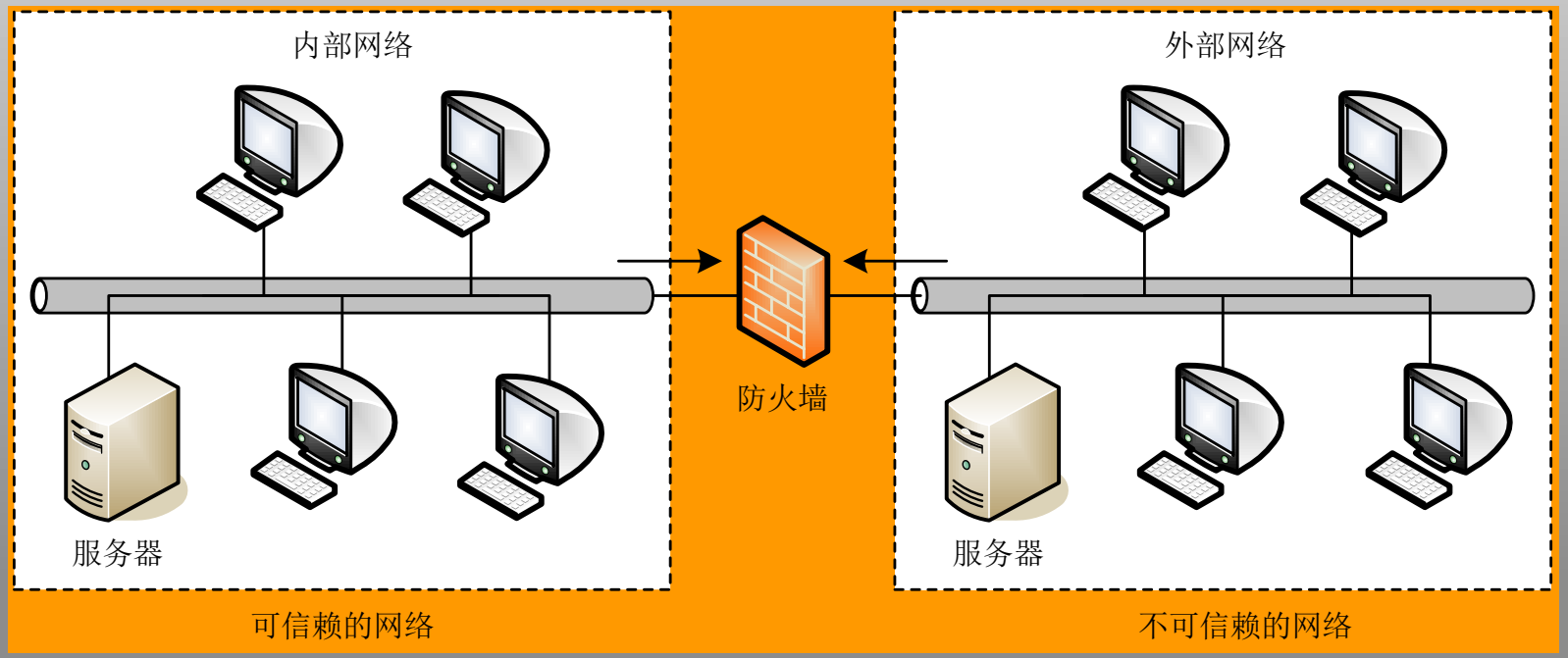
- PGP（Pretty Good Privacy）协议用于解决电子邮件安全问题，提供电子邮件的加密、身份认证、数字签名等功能。
- SET协议是目前公认、成熟的电子支付安全协议，使用对称加密与公钥加密体制，以及数字信封、信息摘要与双重签名技术。

9.5 防火墙技术

9.5.1 防火墙的基本概念

- 防火墙（Firewall）是在网络之间执行控制策略的系统，它包括硬件和软件。
- 防火墙保护的内部网络是可信任网络，而外部网络是不可信任网络。
- 防火墙用于保护内部网络的资源不被外部非授权用户使用，防止内部受到外部非法用户的攻击。

防火墙的基本结构



防火墙的基本功能

- 检查所有从外部进入内部网络的数据包。
- 检查所有从内部网络流出外部的数据包。
- 执行安全策略，限制所有不符合安全策略的数据包通过。
- 具有防攻击能力，保证自身的安全性的能力。

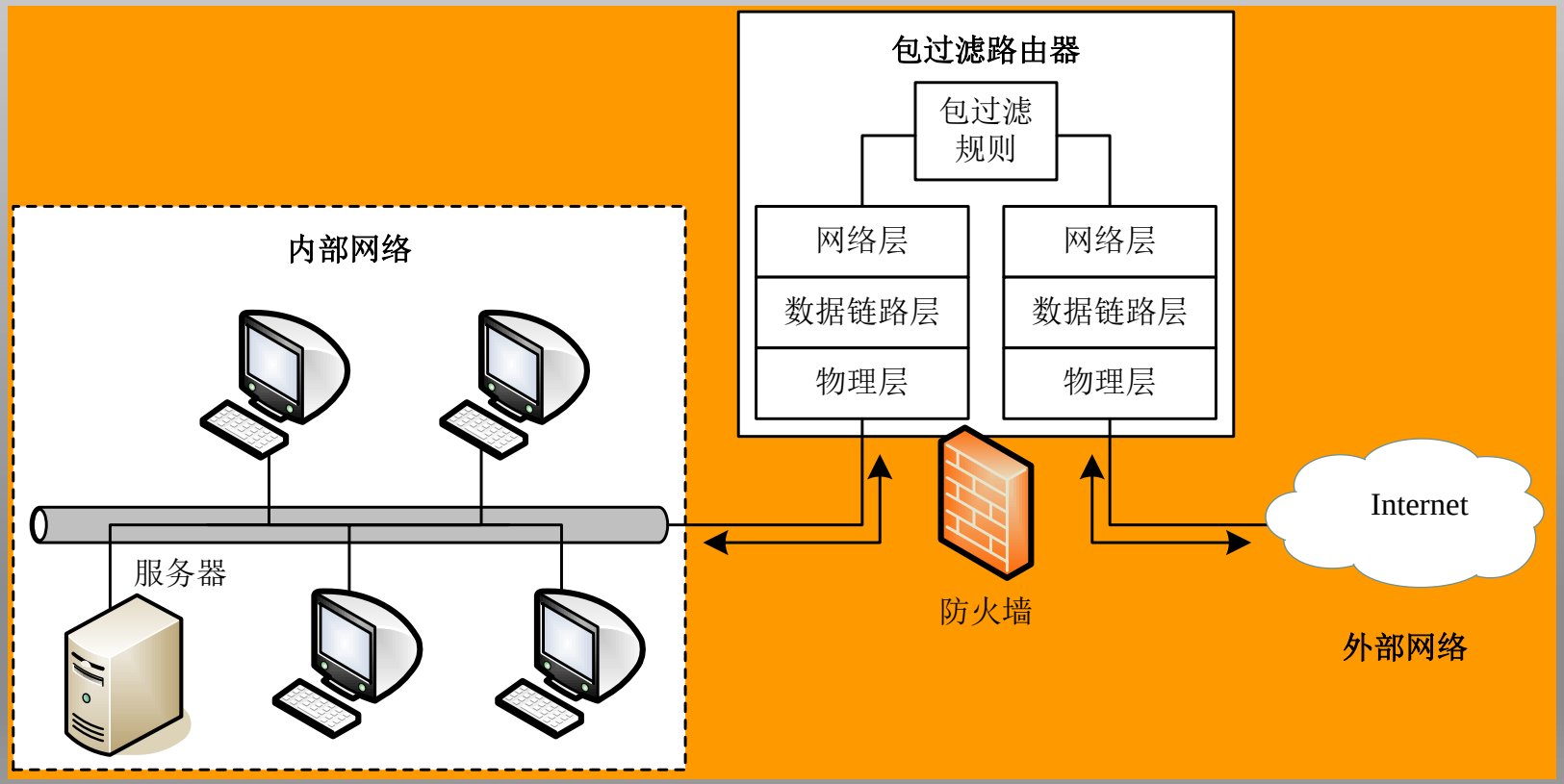
9.5.2 防火墙的分类

- 防火墙系统的两个基本部件是：包过滤路由器（Packet Filtering Router）和应用级网关（Application Gateway）。
- 简单的防火墙由一个包过滤路由器组成，复杂的防火墙系统由包过滤路由器和应用级网关的组合。

包过滤路由器的概念

- 包过滤路由器按系统内部设置的包过滤规则（即访问控制表），检查每个分组的源IP地址、目的IP地址，决定该分组是否应该转发。
- 包过滤规则通常基于部分或全部报头内容。例如，TCP报头信息包括：源IP地址、目的IP地址、协议类型 、IP选项内容 、源TCP端口号 、目的TCP端口号 、TCP ACK标识等。

包过滤路由器的工作原理



应用级网关

- 多归属主机又称为多宿主主机，它具有两个或两个以上的网络接口，每个网络接口与一个网络连接，具有在不同网络之间交换数据的能力。
- 通过应用程序访问控制规则，多归属主机可作为应用级网关，在应用层过滤进出内部网络特定服务的用户请求与响应。
- 应用代理是应用级网关的另一种形式，以存储转发方式检查和确定发送网络服务请求的用户身份，决定是否转发该服务请求。

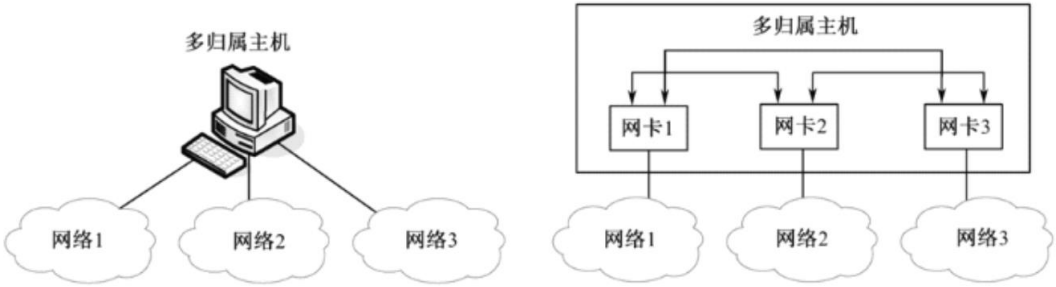
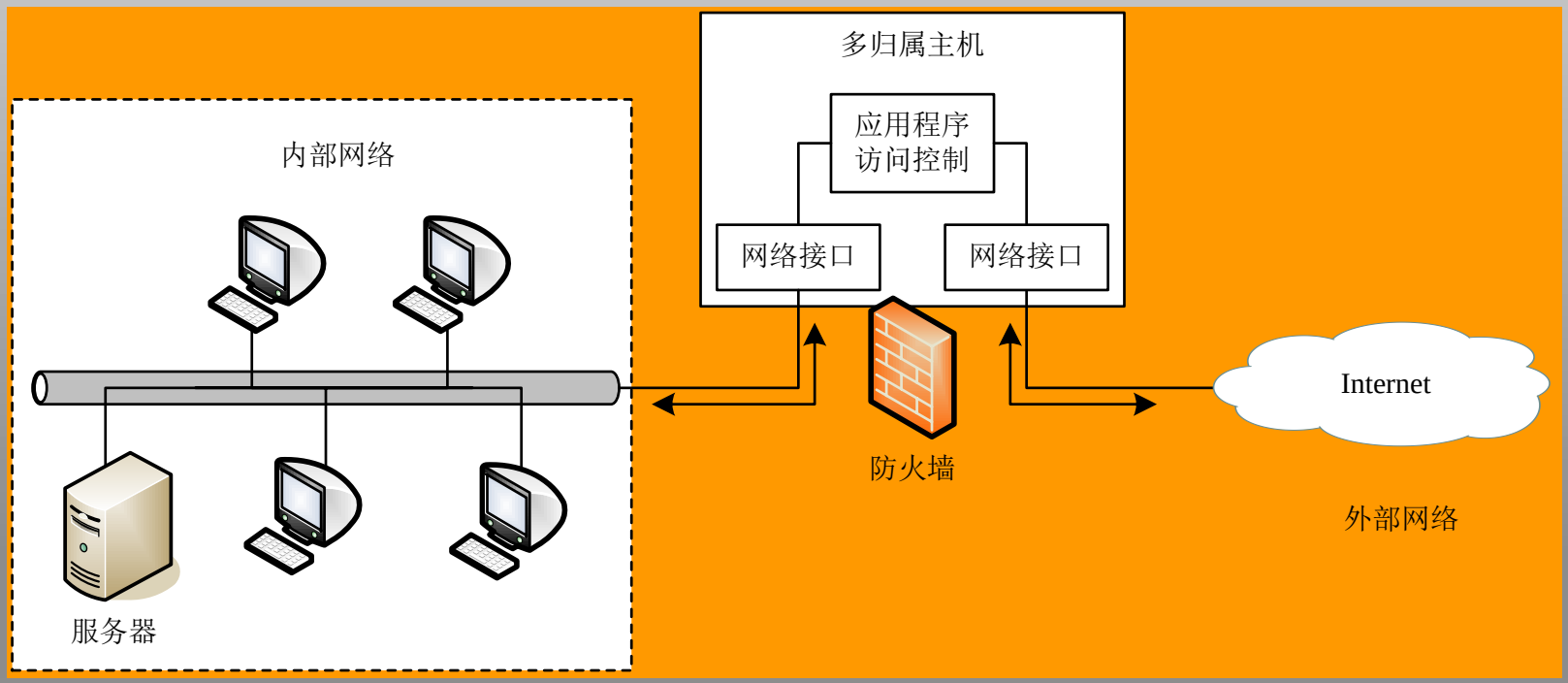


图 9-16　多归属主机的结构

应用级网关的工作原理



9.5.3 防火墙系统结构

- 应用级网关结构的防火墙

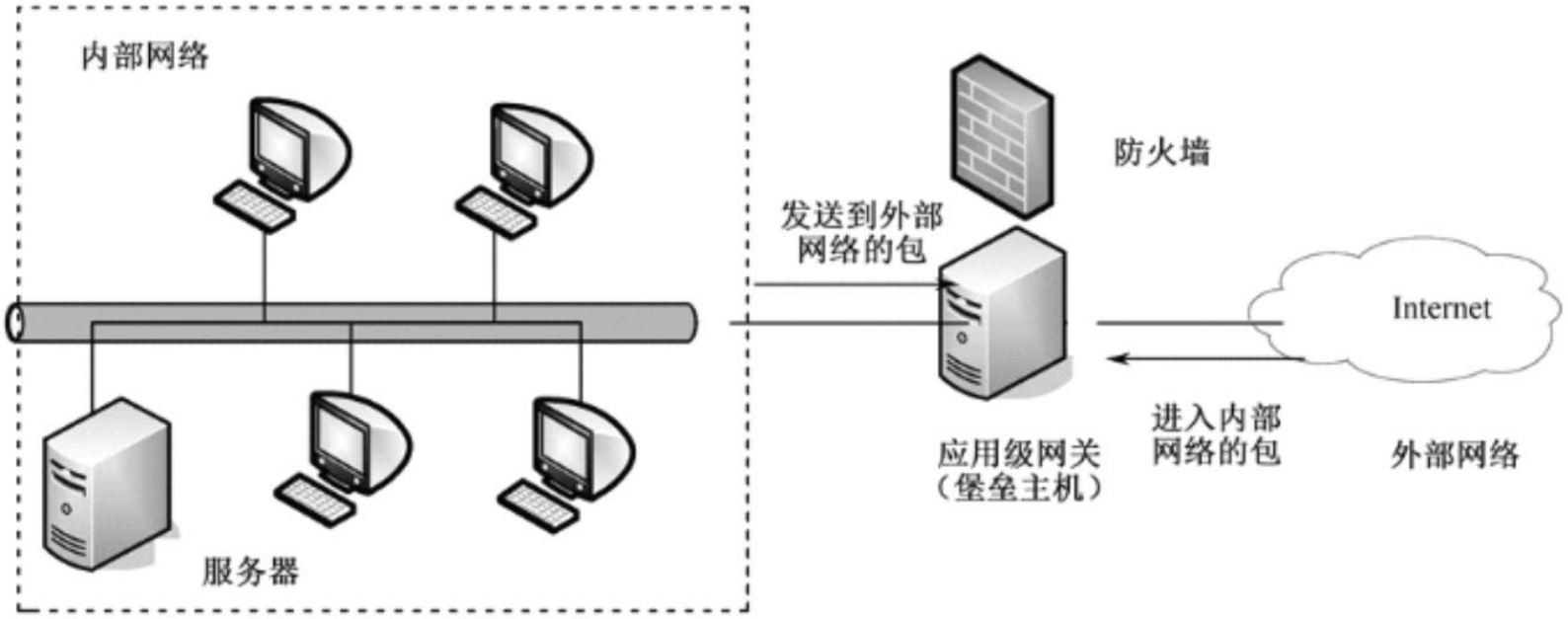
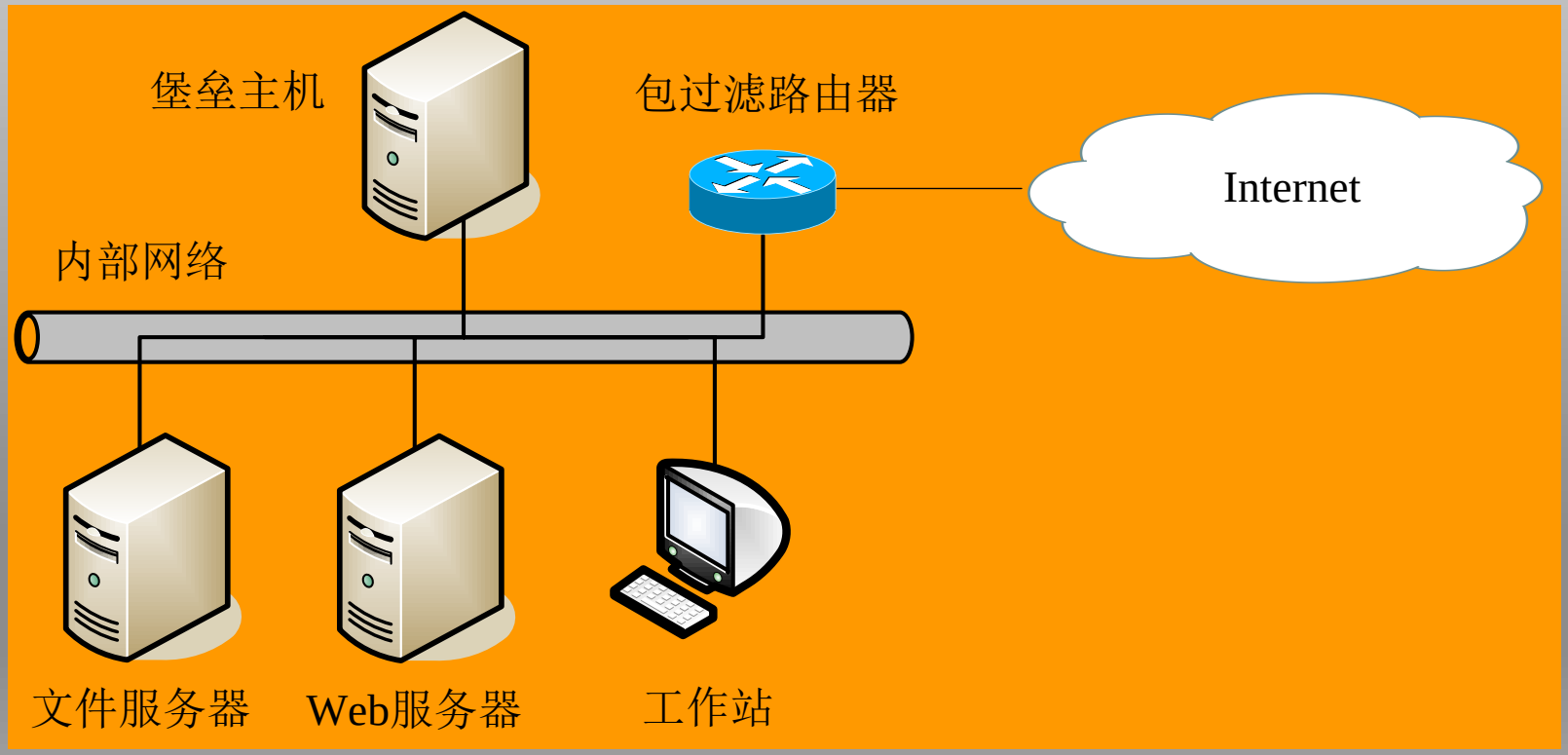


图 9-19 应用级网关结构的防火墙

9.5.3 防火墙系统结构

- S-B1防火墙系统



9.5.3 防火墙系统结构

- 多级结构防火墙系统

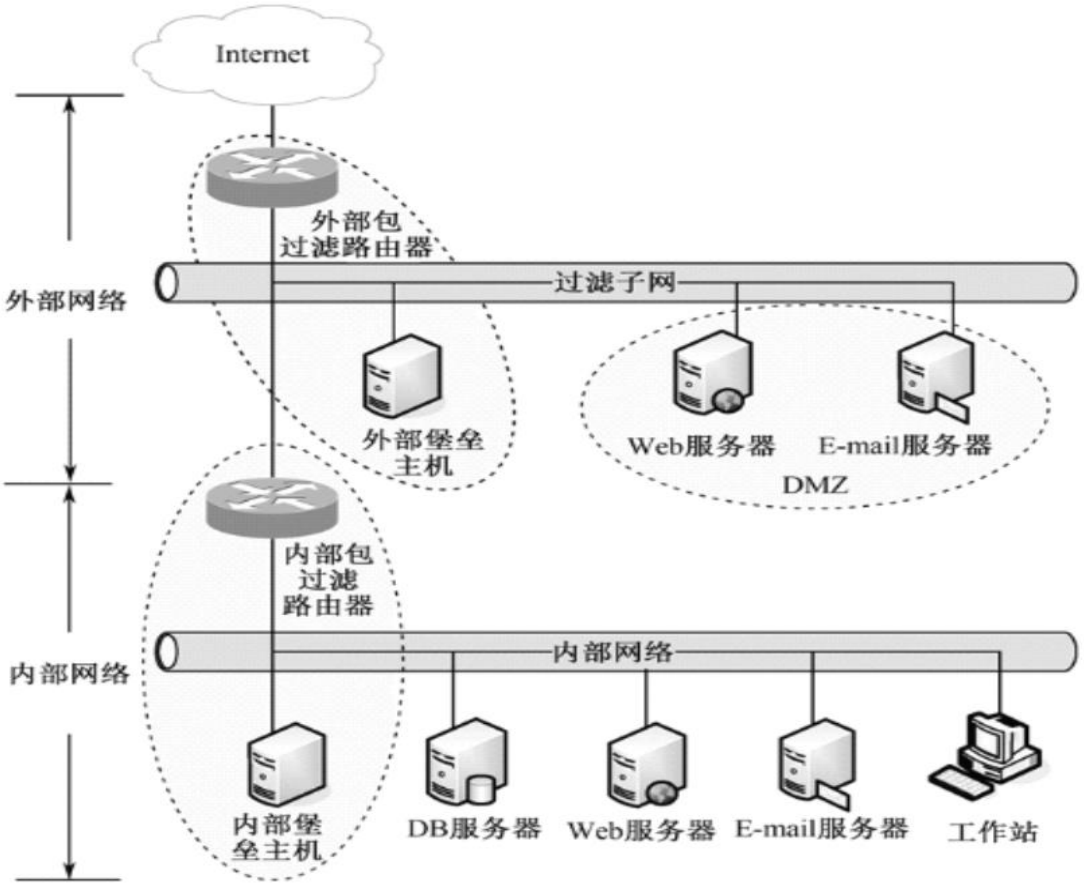


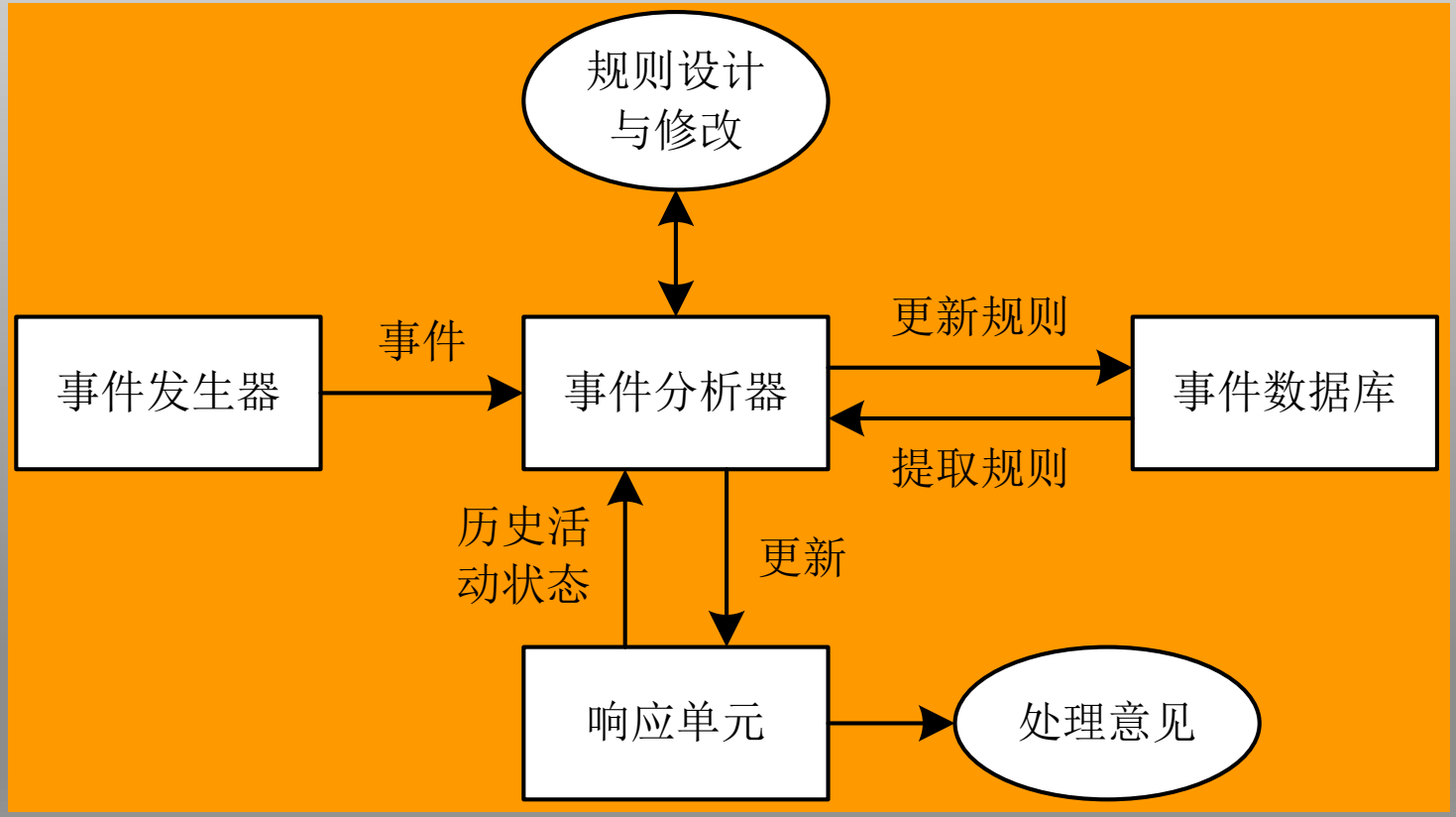
图 9-21 S-B1-S-B1 防火墙系统结构

9.6 入侵检测技术

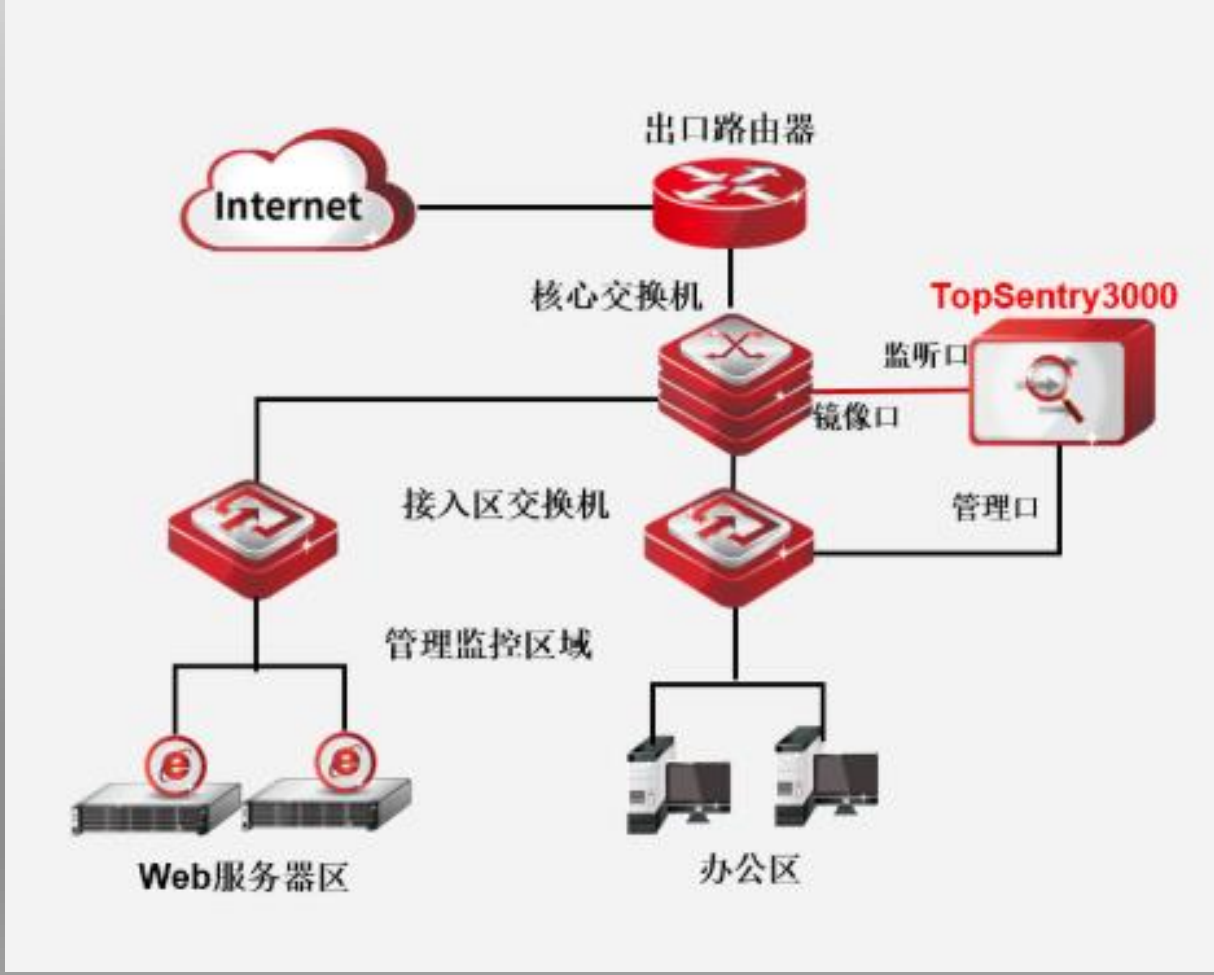
9.6.1 入侵检测的概念

- 入侵检测系统（IDS，Intrusion Detection System）是识别对计算机和网络资源的恶意使用行为的系统。
- 入侵检测监测和发现可能存在的攻击行为，包括来自系统外部的入侵行为，以及来自内部用户的非授权行为，并采取相应的防护手段。

入侵检测系统的框架结构



入侵检测系统在网络中部署



9.6.2 入侵检测的分类

- 按照采用的检测方法，入侵检测系统可分为：异常检测、误用检测，以及两种方法结合。
- 按照检测对象和基本方法，入侵检测系统可分为：基于主机的入侵检测系统、基于网络的入侵检测系统与分布式入侵检测系统。

9.6.3 蜜罐的概念

- 蜜罐（Honey-pot）是一个包含漏洞的诱骗系统，通过模拟主机、服务器或其他网络设备，为攻击者提供一个容易攻击的目标，诱骗攻击者对它发起攻击。
- 从应用目标的角度，蜜罐系统分为两类：研究型蜜罐与实用型蜜罐。从系统功能的角度，蜜罐系统分为三类：端口监控器、欺骗系统与多欺骗系统等。

9.7 恶意代码及防护技术

9.7.1 恶意代码的演变

- 恶意代码（Malicious Code）是在计算机之间或网络之间传播的程序，目的是在用户和网络管理员不知情的情况下故意修改系统。
- 恶意代码具有三个共同特征：恶意的目的，本身是程序，通过执行产生作用。
- 恶意代码早期的主要形式是计算机病毒。目前，恶意代码主要包括：计算机病毒、网络蠕虫、特洛伊木马、脚本攻击代码、垃圾邮件、流氓软件等。

9.7.2 计算机病毒的概念

- 计算机病毒（Computer Virus）是指侵入计算机或网络系统，具有感染性、潜伏性与破坏性等特征的程序。
- 从计算机病毒产生至今，其主要传播途径有2种：移动存储介质与计算机网络。
- 计算机病毒生命周期通常分为4个阶段：休眠、传播、触发与执行阶段。

9.7.3 网络蠕虫的概念

- 网络蠕虫（Network Worm）在设计上与计算机病毒类似，有时被认为是计算机病毒的一个子类。
- 网络蠕虫的权威定义：一种无须用户干预、依靠自身复制能力、自动通过网络传播的恶意代码。
- 网络蠕虫的最大优势表现在：自我复制与大规模传播能力。

9.7.4 木马程序的概念

- 特洛伊木马（Trojan Horse）通常简称 “木马”，后来被引用为后门程序的代名词，特指为攻击者打开计算机后门的程序。
- 木马的权威定义：伪装成合法程序或隐藏在合法程序中的恶意代码，这些代码本身可能执行恶意行为，或者为非授权访问系统的提供后门。
- 木马程序通常不感染其他文件，它只是伪装成一种正常程序，并随着其他程序安装在计算机中，但是用户不知道该程序的真实功能。

9.7.5 网络防病毒技术

- 网络防病毒需要从两方面入手：工作站与服务器。
- 为了防止病毒从工作站侵入，可以采取以下措施：使用无盘工作站、带防病毒芯片的网卡、单机防病毒卡或网络防病毒软件。
- 网络防病毒系统通常包括以下几个部分：客户端防毒软件、服务器端防毒软件、针对邮件的防毒软件、针对黑客的防毒软件。

9.8 网络管理技术

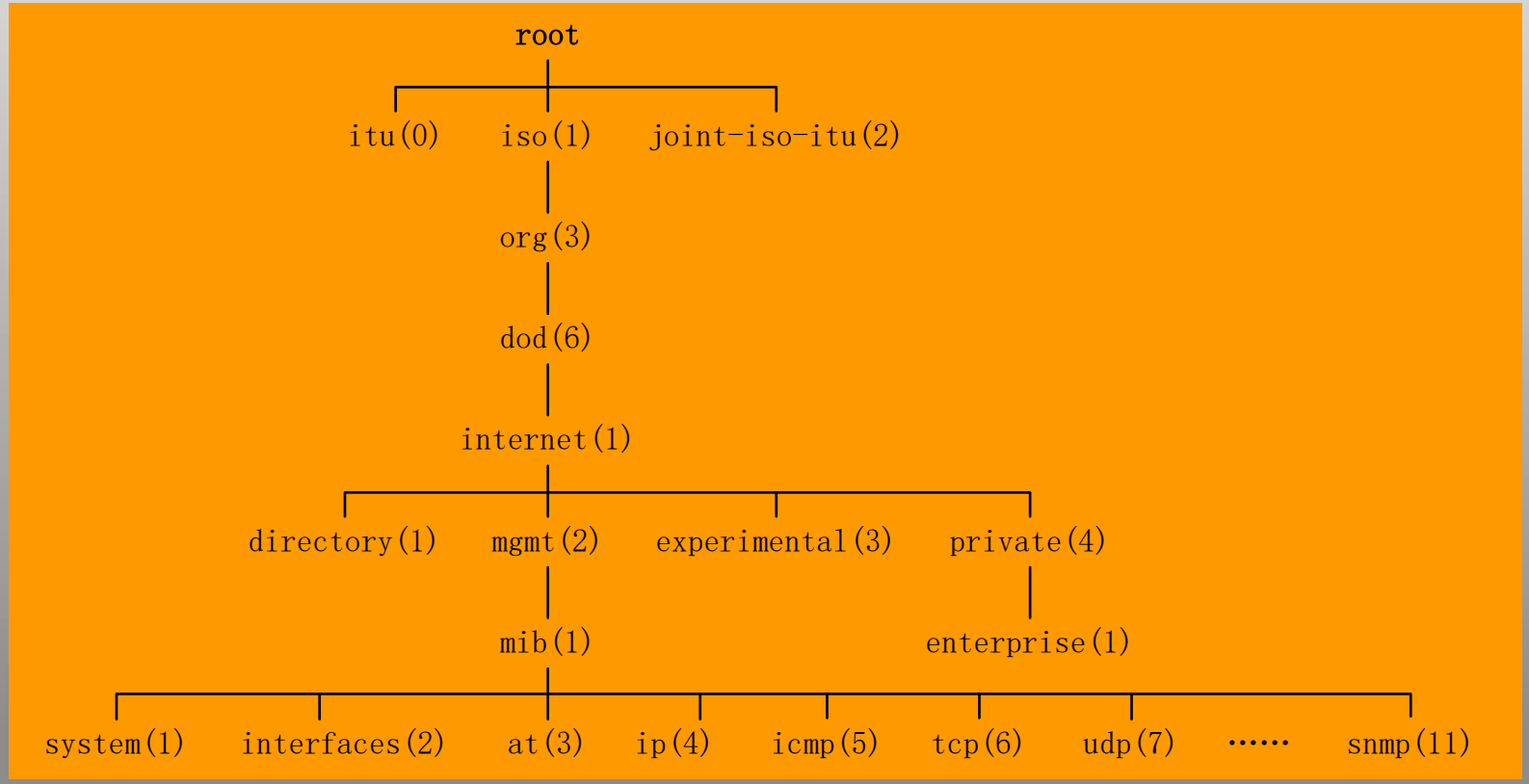
9.8.1 网络管理的概念

- 网络管理是指用于运营、管理与维护一个网络，以及提供网络服务所需的各种活动的总称。
- 网络提供：通过提供新服务类型增加网络服务，或通过增加新设备提高网络性能。
- 网络维护：通过性能监控、故障诊断与恢复等，保证网络可靠与连续运行。
- 网络处理：通过分析网络通信量、设备利用率等，优化网络资源使用效率。

ISO定义的网管模型

- 组织模型：描述网管系统的组成与结构。
- 信息模型：描述网管系统的对象命名。
- 通信模型：描述网管系统使用的管理协议。
- 功能模型：描述网管系统的主要功能。

(MIT) 管理信息树



1.3.6.1 表示 Internet，1.3.6.1.2.1表示MIB，
1.3.6.1.2.1.11表示 SNMP

9.8.2 网络管理功能域

- 配置管理 (Configuration Management)
- 故障管理 (Fault Management)
- 性能管理 (Performance Management)
- 安全管理 (Security Management)
- 记账管理 (Accounting Management)

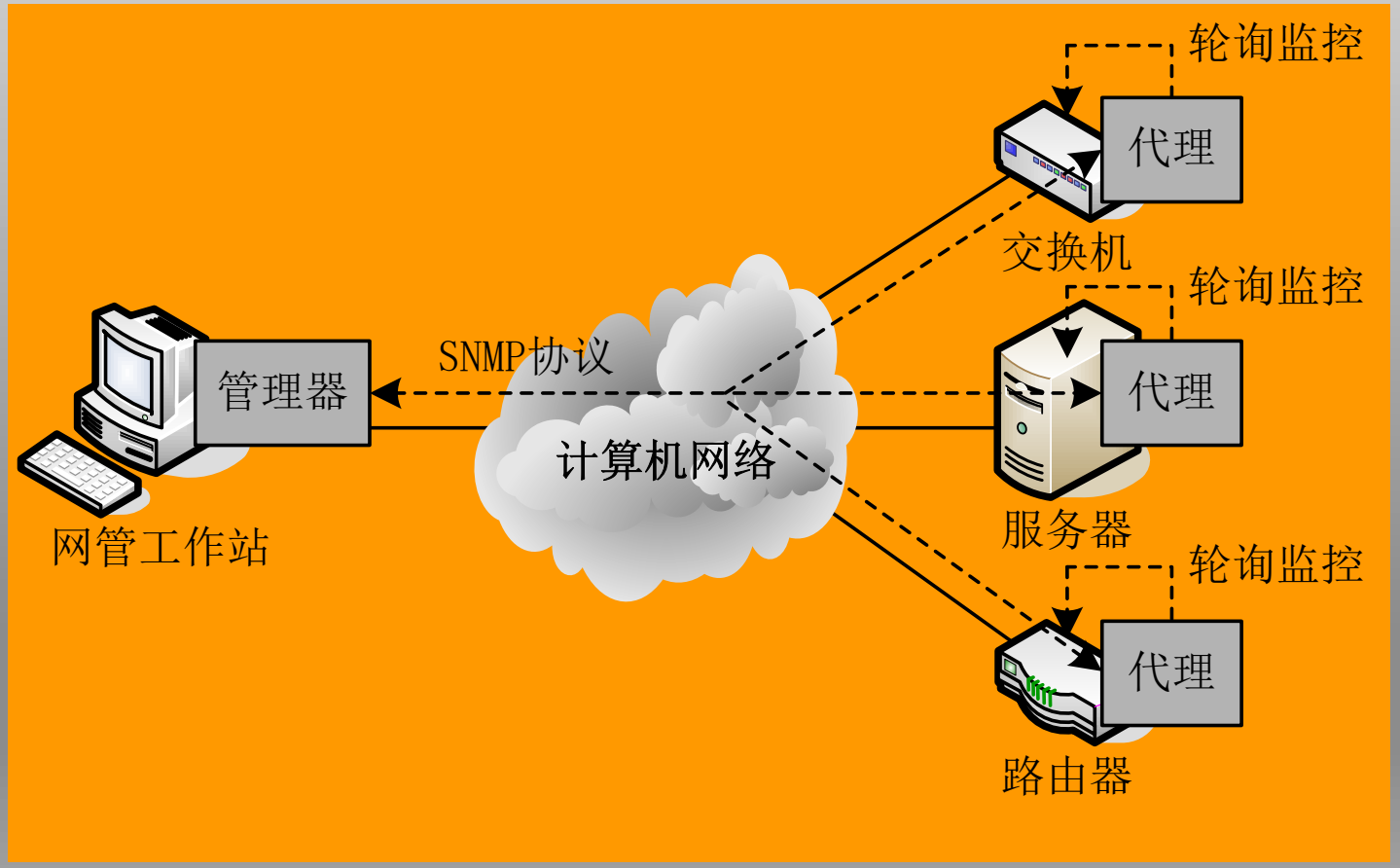
9.8.3 网络管理系统的概念

- 管理对象（Managed Object）是经过抽象的网络元素，对应网络中具体可操作的数据。
- 管理进程（Manager Process）是对网络设备进行管理与监控的软件，它安装在网络中的网管工作站与各种网络设备中。
- 管理协议（Management Protocol）负责在网管工作站与网络设备的管理进程之间通信

9.8.4 简单网络管理协议

- SNMP是一种面向Internet的网管协议，针对的管理对象主要是网络设备，例如交换机、路由器等。
- 1989年，IETF制定SNMPv1，它是一种设计简单、易于实现的协议。
- 1993年，IETF制定SNMPv2，增加操作类型与支持多种传输层协议。
- 1998年，IETF制定SNMPv3，提供安全性与改进的框架结构。

SNMP系统的基本结构



THANKS