# 网络与系统安全

## 第二章 操作系统安全应用基础

黄 玮

# 温故

- 基本术语
  - —安全是什么？CIA的内涵？
  - —资产、威胁、风险、漏洞、影响、攻击
- 安全策略和安全机制
  - —声明和实现
- P2DR模型
  - —安全是持续循环、动态变化过程
- 等级安全保护
  - —安全操作系统分级

# 知新

- 操作系统中的
  - —安全策略：访问控制策略
  - —安全机制：访问控制机制
- Linux系统使用光速入门
  - —BackTrack 5系统的基本使用

# 本章内容提要

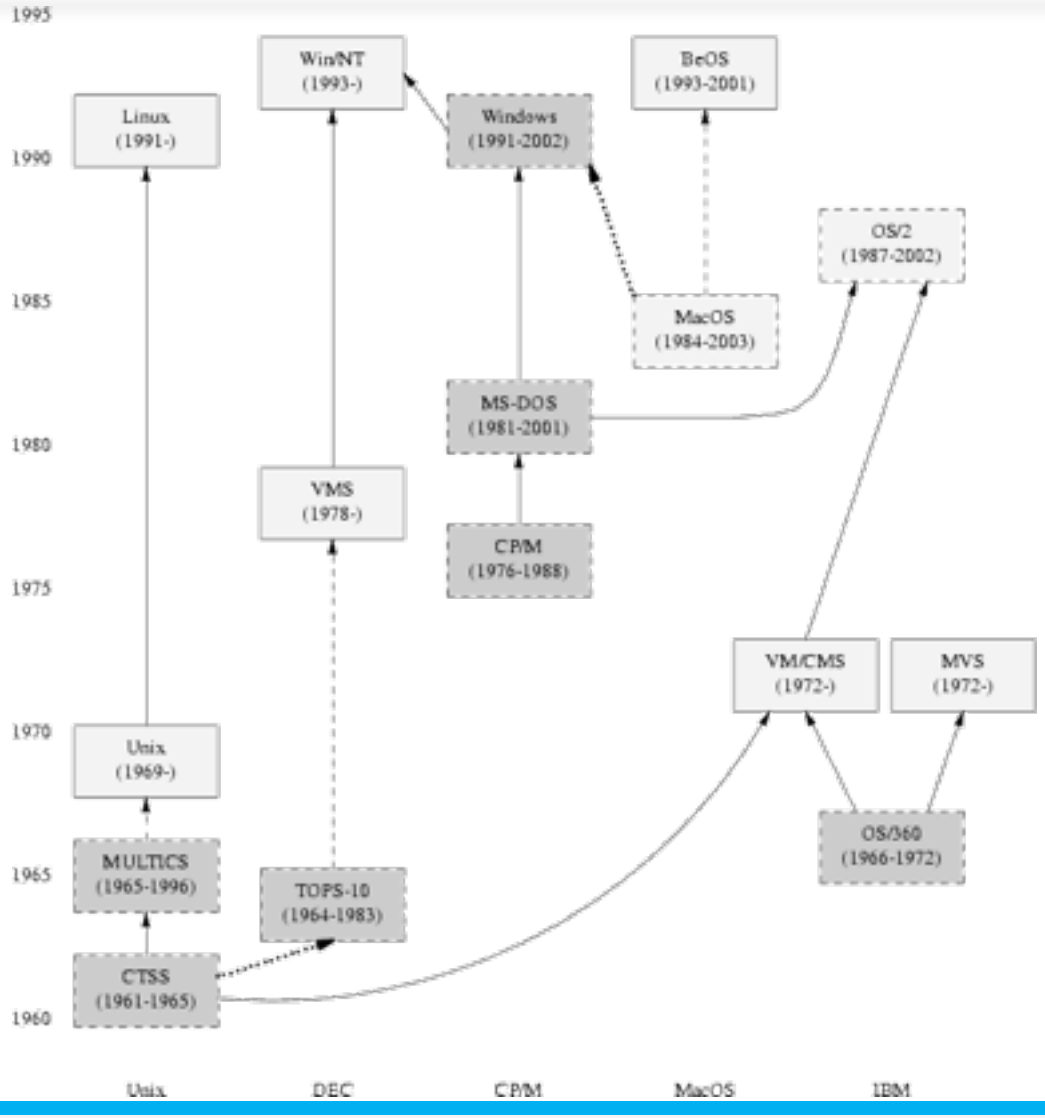
一.操作系统简史

二.数字标识理论

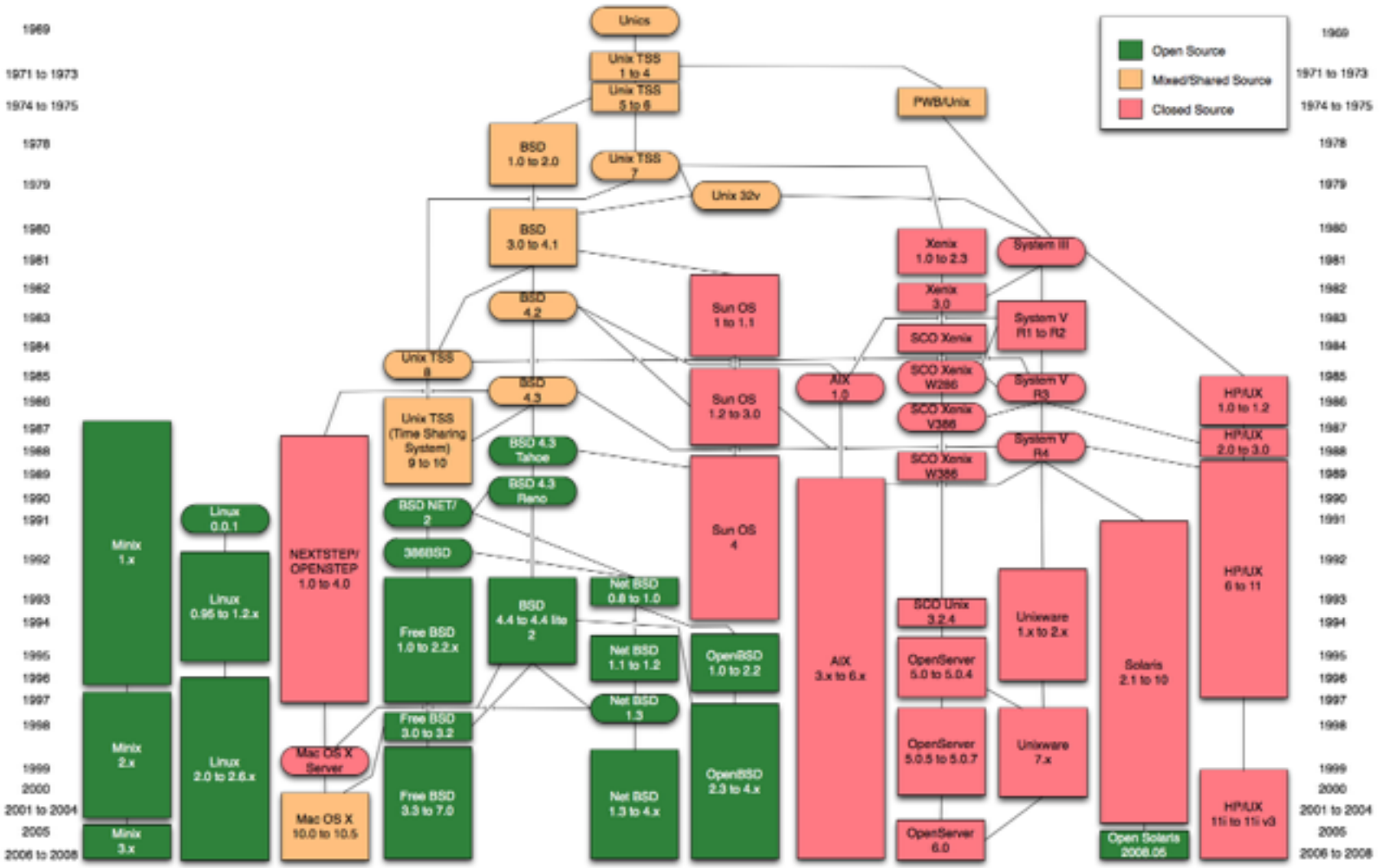
三.访问控制理论

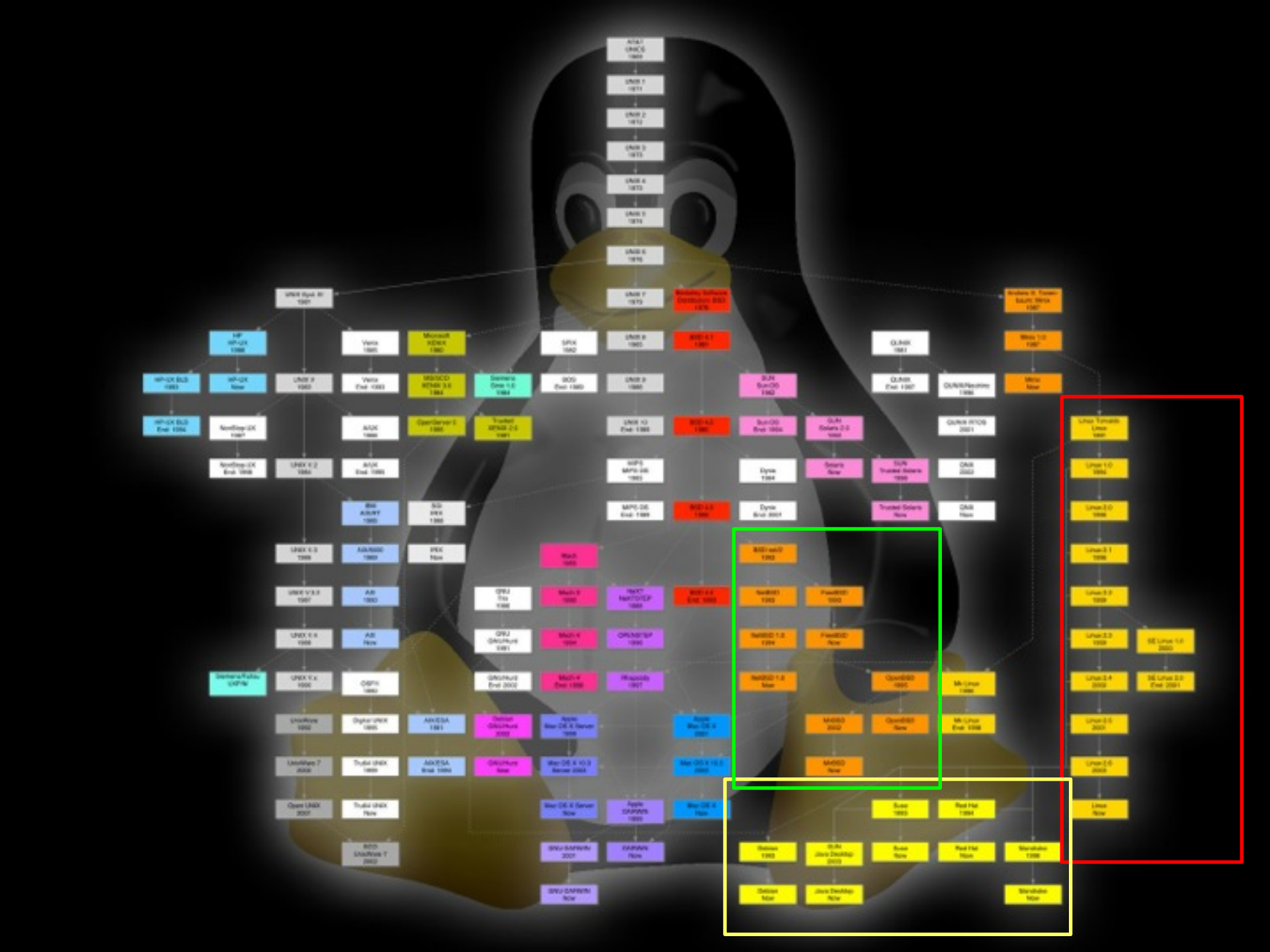
四.访问控制实践

# 近代操作系统简史


1995
1990
1985
1980
1975
1970
1965
1960
Linux
(1991-)
Win/NT
(1993-)
Windows
(1991-2002)
BeOS
(1993-2001)
OS/2
(1987-2002)
MacOS
(1984-2003)
MS-DOS
(1981-2001)
VMS
(1978-)
CP/M
(1976-1988)
VM/CMS
(1972-)
MVS
(1972-)
Unix
(1969-)
OS/360
(1966-1972)
MULTICS
(1965-1996)
TOPS-10
(1964-1983)
CTSS
(1961-1965)
Unix
DEC
CP/M
MacOS
IBM

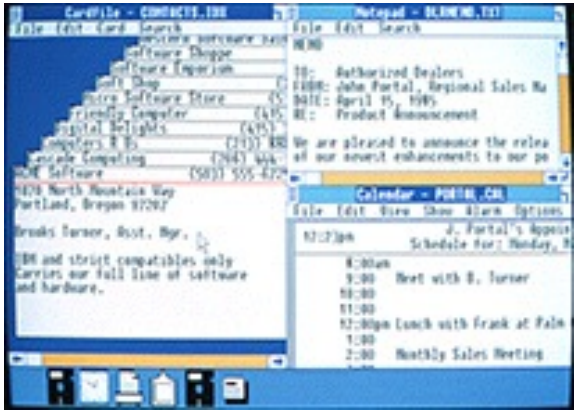
# Unix系统简史——源代码授权协议角度

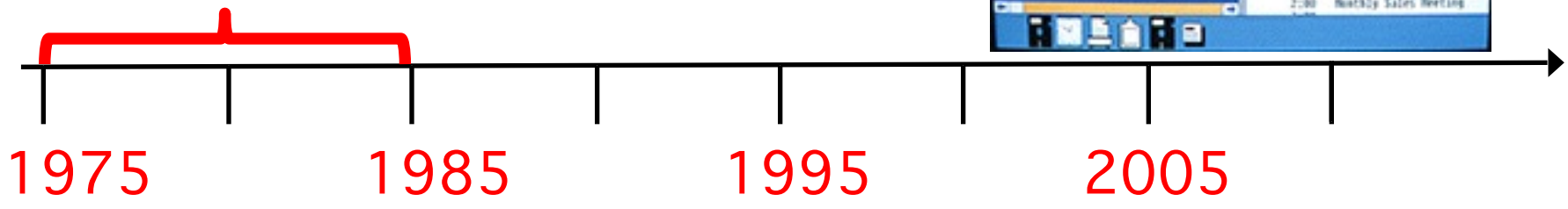




# Windows的历史（1/4）

- Microsoft的起步
  - —创始人：Bill Gates & Paul Allen
  - —1980年6月：Steve Ballmer受雇负责公司运营
  - —1981年推出运行MS-DOS的IBM PC
    - C:\ 开始流行
- Windows 1.0
  - —1982-1985 （研发历史3年）





# Windows的历史（2/4）

- 1987 – 1992：Windows 2.0 – 2.11

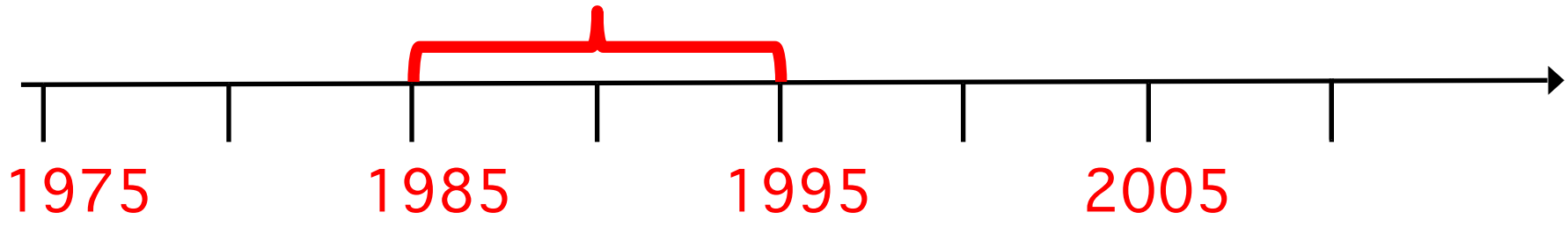
  —窗口更多，速度更快

- 1990 – 1994：Windows 3.0 – Windows NT

  —实现图形效果

- 1995 – 2001: Windows 95

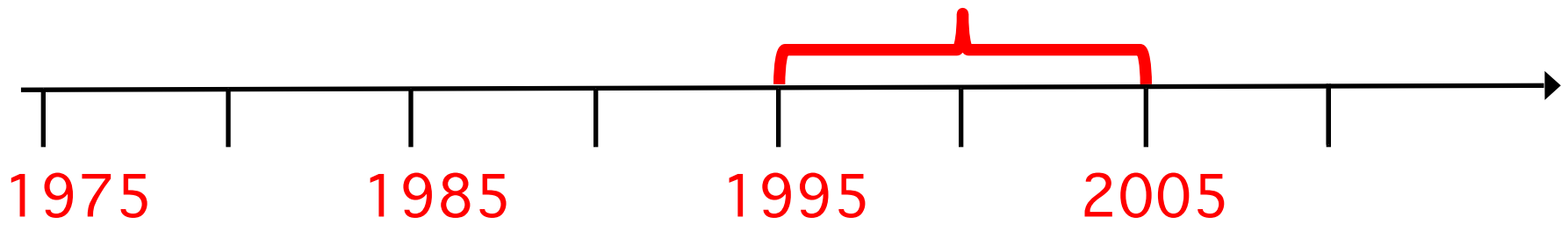
  —个人电脑和 Internet 蓬勃发展



# Windows的历史（3/4）

- 1998 – 2000： Windows 98, Windows 2000, Windows Me
- 2001 – 2005： Windows XP

—稳定、易用且快速



# Windows的历史（4/4）

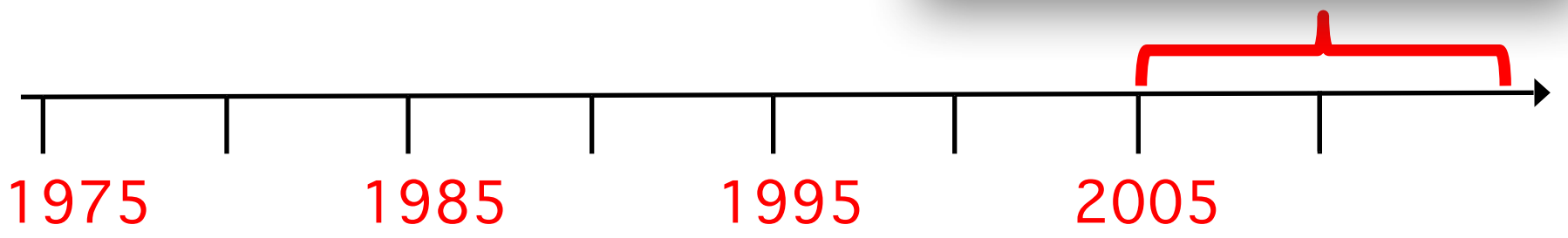
- 2006 – 2008: Windows Vista

  —安全智能

- 2009 – 2012： Windows 7

- 2012.2.29 ： Windows 8

  —移动化

# 本章内容提要

一.操作系统简史

二.数字标识理论

三.访问控制理论

四.访问控制实践

# 定义

- 实体
  - —Entity
  - —业务操作的发起者（主体）或对象（客体）
- 标识
  - —Identity
  - —对实体的数字化指代
  - —又称“数字标识”

# 数字标识的意义

- 对信息安全相关实体建立标识体系是构建信息安全系统的基础工作之一
  - —身份认证
  - —访问控制
  - —安全审计
  - —网络协议

# 常见的数字标识技术

- 系统实体标识
  - —系统资源标识
  - —用户、组和角色标识
  - —与数字证书相关的标识
- 网络实体标识
  - —主机、网络和连接标识
  - —网络资源标识
  - —连接及其状态标识

# 系统实体标识

- 操作系统
  - —文件标识
    - 文件名和存储路径
  - —进程标识
    - 进程号：PID
- 数据库系统
  - —数据表标识
    - 数据库名和表名

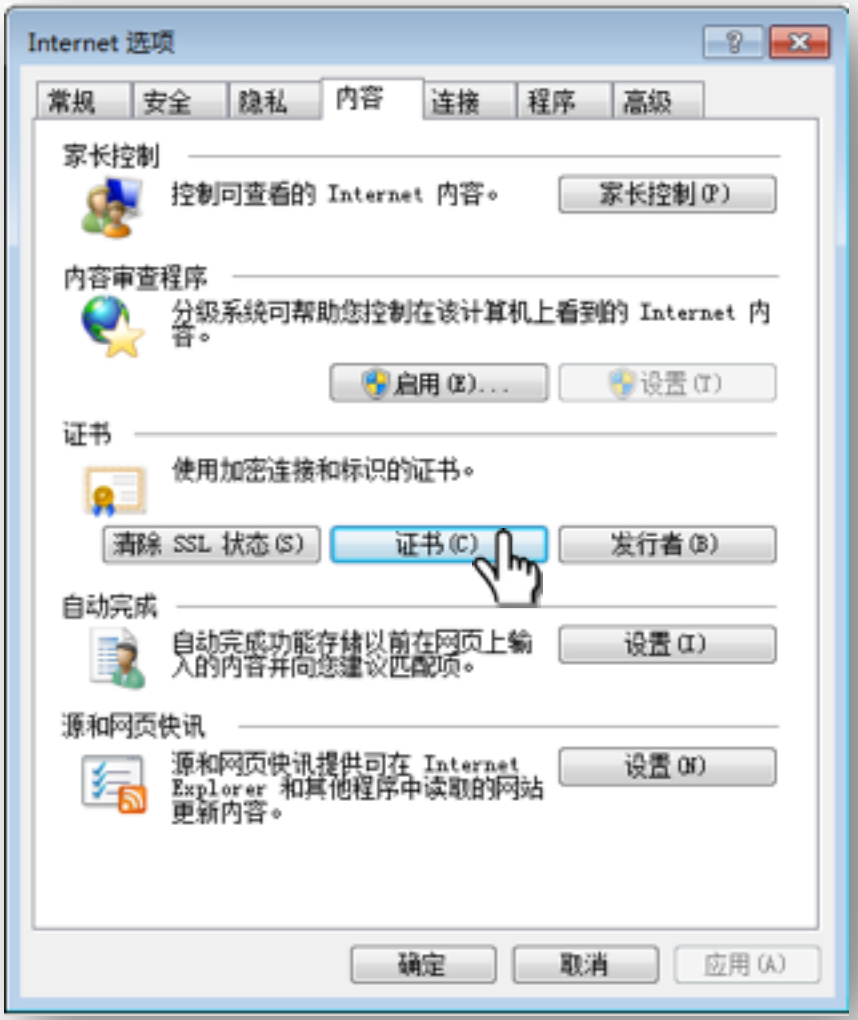
# 用户、组和角色标识

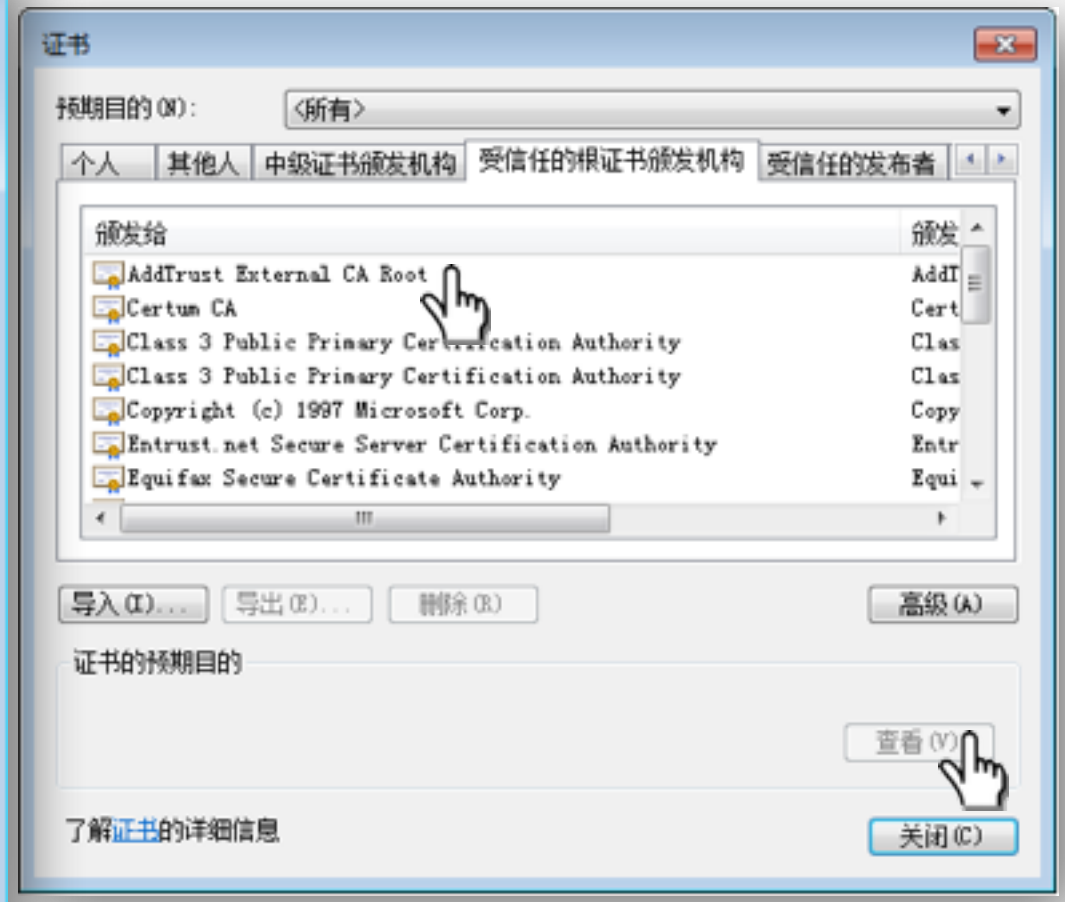
- 用户
  - —用户号：UID
- 用户组
  - —用户组号：GID
- 角色标识
  - —特殊用户分组

# 与数字证书相关的标识

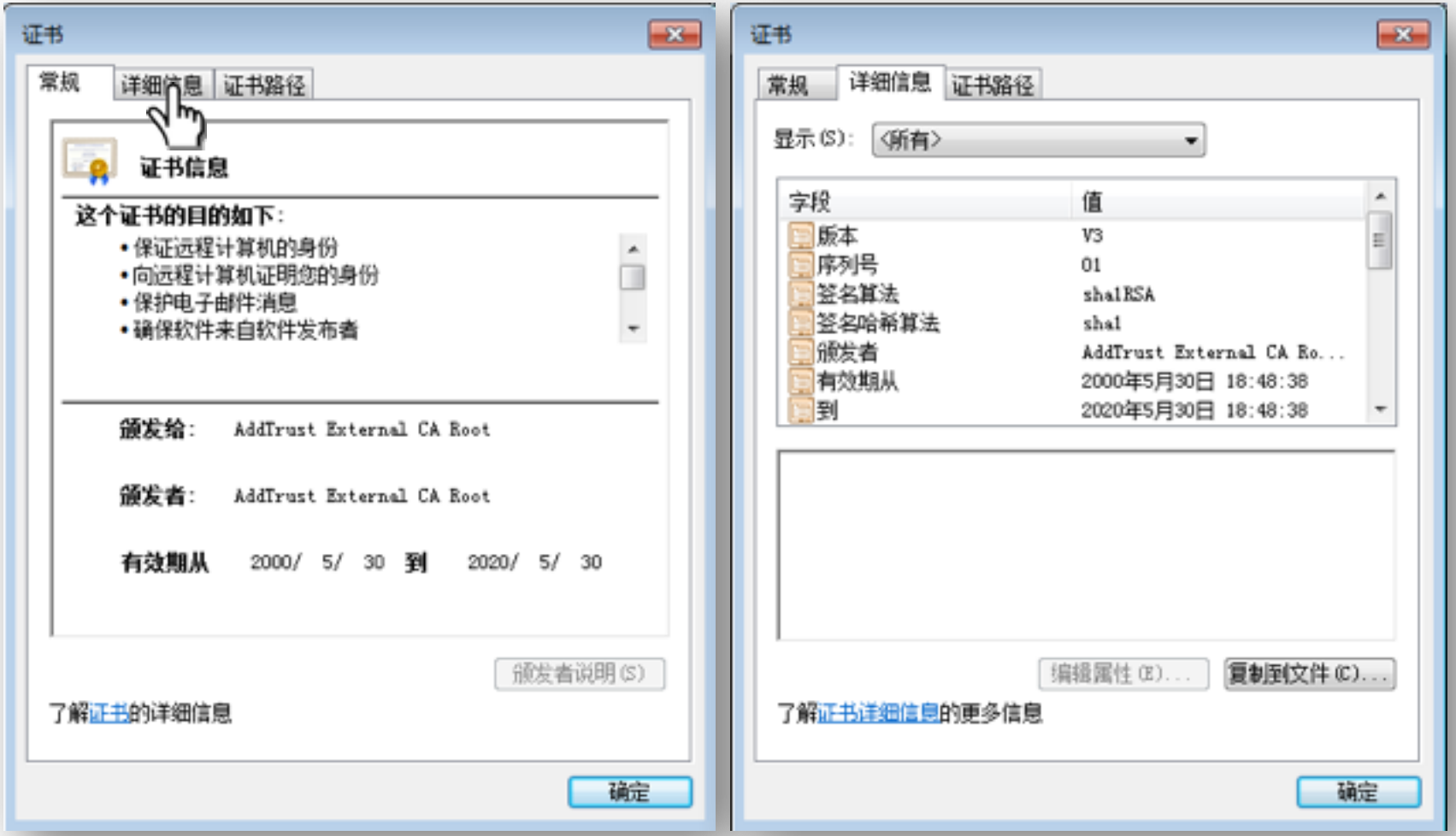
- 数字证书用于绑定证书所有者情况及其公钥
  - —在数字签名和认证中用于向签名验证者或身份认证者提供这些信息
- X.509证书
  - —基本信息
  - —辅助信息
- 数字证书通常由证书签发者对证书签名
  - —基于数字证书的标识具有抗篡改的特性

# 数字证书实例(1/2)


Internet 选项
常规
安全
隐私
内容
连接
程序
高级
家长控制
控制可查看的 Internet 内容。
家长控制(P)
内容审查程序
分级系统可帮助您控制在该计算机上看到的 Internet 内容。
启用(E)...
设置(T)
证书
使用加密连接和标识的证书。
清除 SSL 状态(S)
证书(C)
发行者(B)
自动完成
自动完成功能存储以前在网页上输入的内容并向您建议匹配项。
设置(I)
源和网页快讯
源和网页快讯提供可在 Internet Explorer 和其他程序中读取的网站更新内容。
设置(N)
确定
取消
应用(A)


证书
预期目的(N):
<所有>
个人
其他人
中级证书颁发机构
受信任的根证书颁发机构
受信任的发布者
颁发给
颁发
AddTrust External CA Root
Certum CA
Class 3 Public Primary Certification Authority
Class 3 Public Primary Certification Authority
Copyright (c) 1997 Microsoft Corp.
Entrust.net Secure Server Certification Authority
Equifax Secure Certificate Authority
导入(I)...
导出(E)...
删除(R)
高级(A)
证书的预期目的
查看(V)
了解证书的详细信息
关闭(C)

# 数字证书实例(2/2)


证书
常规
详细信息
证书路径
证书信息
这个证书的目的如下:
• 保证远程计算机的身份
• 向远程计算机证明您的身份
• 保护电子邮件消息
• 确保软件来自软件发布者
颁发给: AddTrust External CA Root
颁发者: AddTrust External CA Root
有效期从 2000/ 5/ 30 到 2020/ 5/ 30
颁发者说明(S)
了解证书的详细信息
确定
证书
常规
详细信息
证书路径
显示(S): <所有>
字段
值
版本 V3
序列号 01
签名算法 sha1RSA
签名哈希算法 sha1
颁发者 AddTrust External CA Ro...
有效期从 2000年5月30日 18:48:38
到 2020年5月30日 18:48:38
编辑属性(E)...
复制到文件(C)...
了解证书详细信息的更多信息
确定

# 主机、网络和连接标识

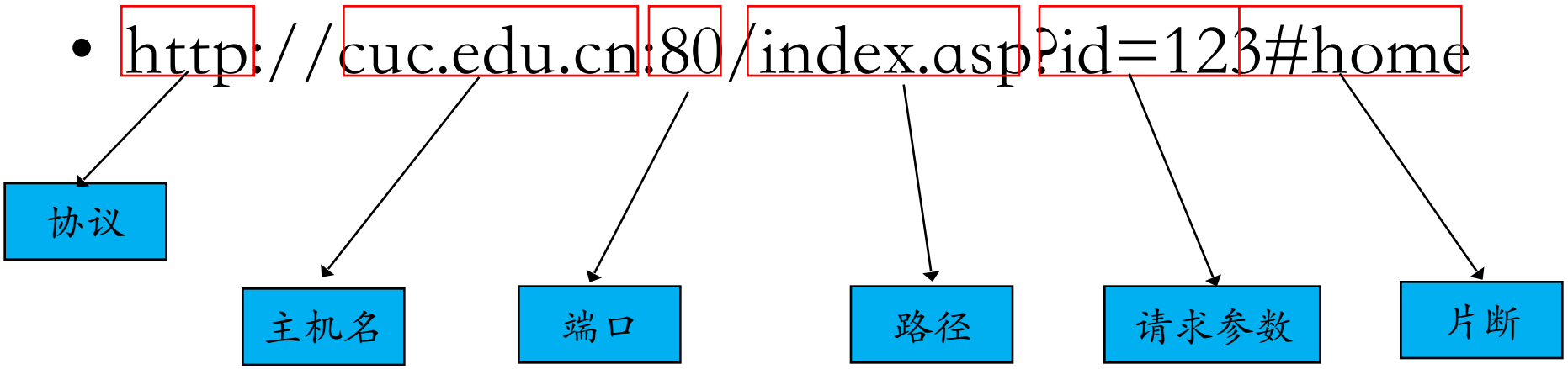
- 主机标识
  - —数据链路层：MAC地址
    - 例如：08-00-27-07-DD-0A
  - —网络层：网络地址
    - 对于TCP/IP网络，即IP地址
  - —应用层：域名地址

# 网络资源标识

- 统一资源定位符

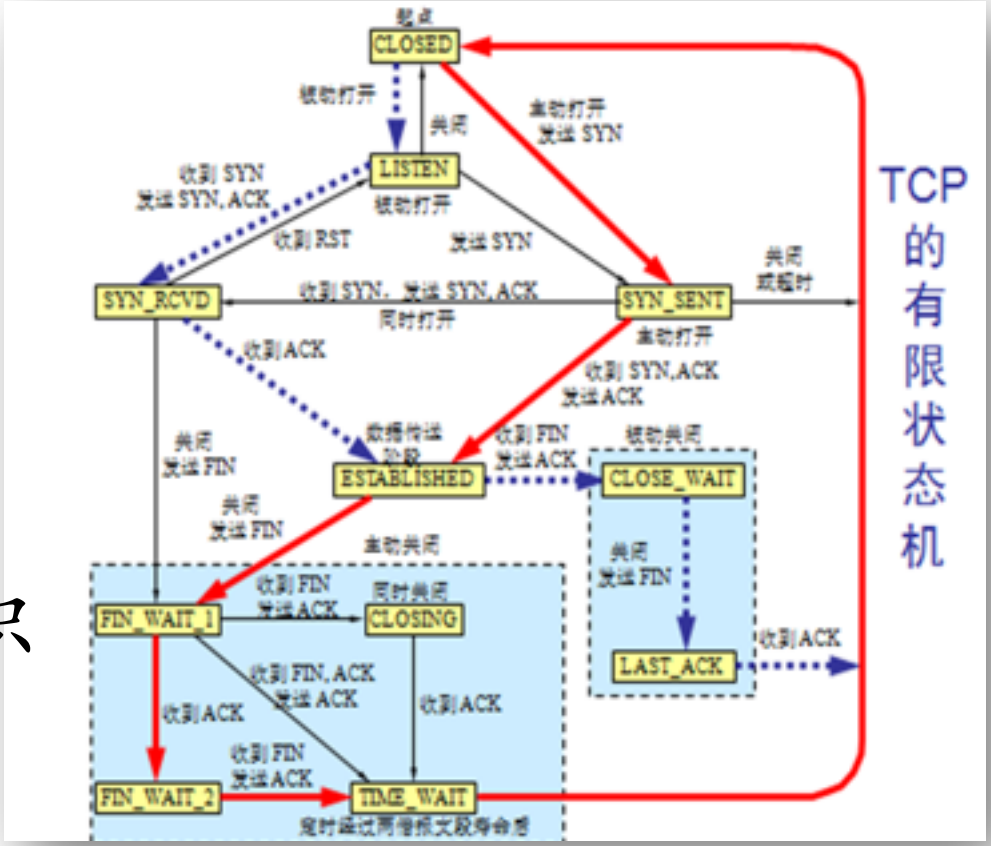
  —URL：Uniform Resources Locator

- http://cuc.edu.cn:80/index.asp?id=123#home



# 连接及其状态标识

- 唯一标识一个网络(会话)连接：IP五元组
  - —源IP地址
  - —目的IP地址
  - —源端口
  - —目的端口
  - —传输层协议类型
- (会话)连接状态标识



# 本章内容提要

一.操作系统简史

二.数字标识理论

三.访问控制理论

四.访问控制实践

# 生活中的访问控制机制


安全专家：“报告老板，通往停车场的道路已经被我们封锁了！绝对安全！”

# 访问控制理论

# 访问控制的基本概念

- 主体

  —主动的实体，是访问的发起者，它造成了信息的流动和系统状态的改变，主体通常包括人、进程和设备等

- 客体

  —包含或接受信息的被动实体，客体在信息流动中的地位是被动的，客体通常包括文件、设备、信号量和网络节点等

- 访问

  —是使信息在主体和客体之间流动的一种交互方式

# 访问控制的基本概念

- 授权访问

  —主体访问客体的允许，授权访问对每一对主体和客体来说是给定的

- 安全访问策略

  —一套规则，可用于确定一个主体是否对客体拥有访问能力

  —主体对客体的操作行为集和约束条件集

- 访问控制的三要素

  —主体、客体、安全访问策略

# 访问控制模型

- 访问控制的三个基本面
  - —认证
    - 身份认证：客体对主体的识别认证
    - 客体和主体的身份可以随着时间、应用场景而改变
  - —(访问控制)策略实现：访问授权
    - 授权主体对客体可以正常访问
    - 非授权主体对客体无法访问
  - —访问审计
    - 记录访问历史，实现不可抵赖性

# 访问控制策略

- 自主访问控制
  —DAC: Discretionary Access Control
- 强制访问控制
  —MAC: Mandatory Access Control
- 基于角色的访问控制
  —RAC: Ro1e-Based Access Control

# 自主访问控制

- 特点
  - —已授权主体可以访问客体
  - —非授权主体无法访问客体
  - —访问授权可以自主分配（授权和取消授权）
    - A可以访问文件α，则A可以授权B也能访问文件α
- 实现方式举例
  - —访问控制列表(ACL：Access Control List)
  - —访问控制矩阵
  - —面向过程的访问控制

# 访问控制矩阵

访问控制矩阵示例

某系统中有2个进程和2个文件

访问权限集合：{读、写、执行、追加、属主}

| | 文件A | 文件B | 进程A | 进程B |
|---|---|---|---|---|
| 进程*A* | 读、写、属主 | 读 | 读、写、执行、属主 | 写 |
| 进程*B* | 追加 | 写、属主 | 读 | 读、写、执行、属主 |

- 属主：绝大多数现代操作系统，属主权限的拥有主体可以对所拥有的权限自行分配

# 强制访问控制

- 特点
  - —(操作)系统对访问主体和受控对象(客体)实行强制访问控制
  - —多级访问控制策略
  - —(操作)系统预先分配好主客体安全级别：安全标签
  - —主体访问客体时先进行安全级别属性比较，再决定访问主体能否访问该受控对象(客体)

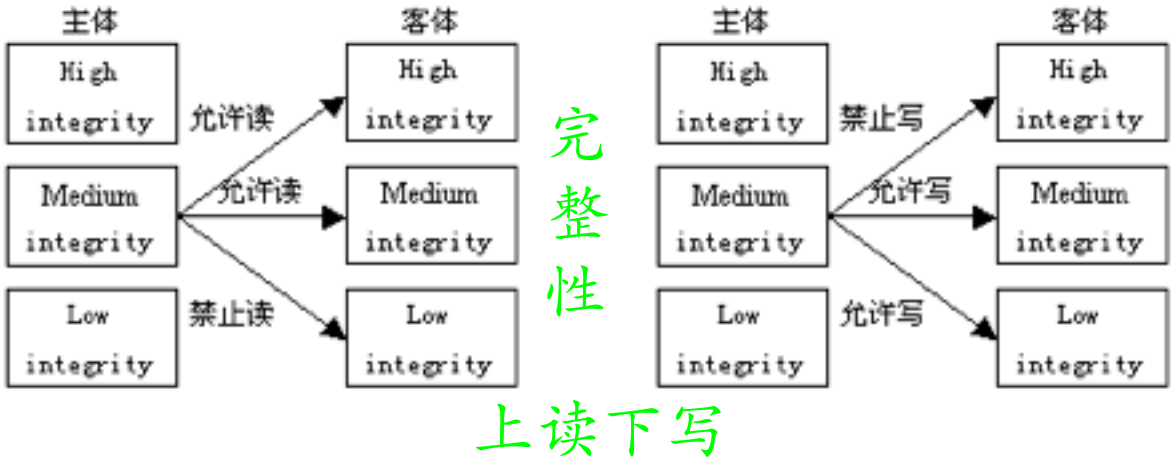
- 实现方式举例

—Lattice模型

—BLP模型

Bell-LaPadula


—Biba模型



# 基于角色的访问控制

- 强制访问控制模型的一种实现形式
- 但不是基于多级访问控制策略的实现
- 用户和访问权限的逻辑分离
  - —访问权限首先是与角色相关联
  - —然后角色再与用户关联
  - —从而完成基于角色的访问授权
- 用户不能任意的将访问权限传递给其他用户
  - —和DAC的最基本区别

# 身份认证

- 将身份标识唯一的绑定到主体
- 外部实体能够向系统证明其身份标识唯一性的因素
  - —知道的（例如：口令或秘密信息）knows
  - —拥有的（例如：令牌或磁卡）has
  - —生物特征（例如：指纹、虹膜）is
  - —实体位置（例如：在特定终端上）where
- 以上因素可以单一使用，也可以多个同时使用

# 访问授权

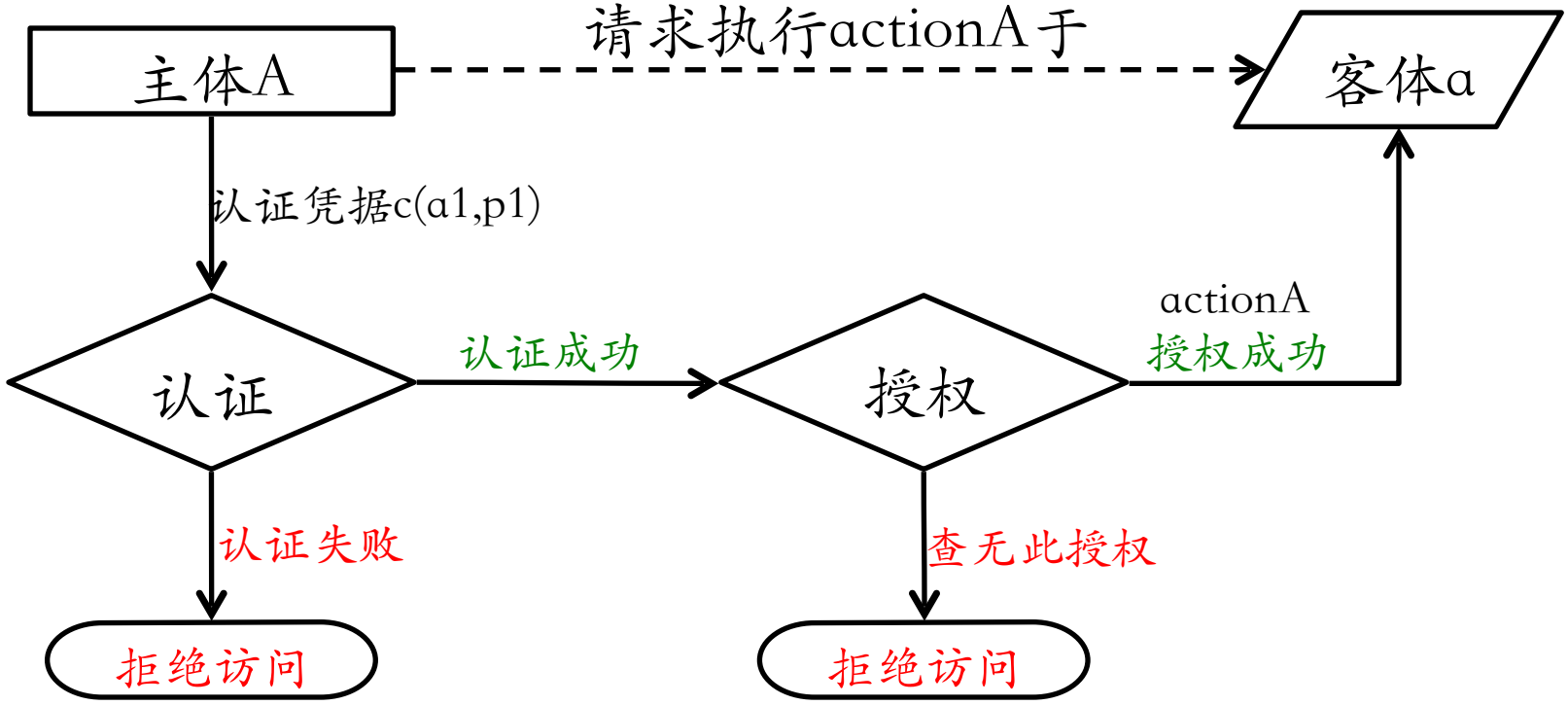
- 授权类型
  - —授予(grant)权限
    - 拥有该权限的主体可以将所拥有的客体访问权限分配给其他主体
  - —属主(own)权限
    - 客体的创建者通常都会拥有属主权限，该权限可以由创建者自己授予他人
- 权限的弱化原则
  - —主体无法将自己不具备的权限授予他人
  - —主体如果具有属主权限则不受上述原则约束

# 撤销访问授权

- 为何需要撤销访问授权?
  - —认证凭据丢失/被盗
  - —人员变动（离职/岗位变动等）
- 如何取消访问授权?
  - —身份认证环节：禁用/取消/删除认证凭据
  - —访问授权环节：禁用/取消/删除/修改访问控制列表中的授权项

# 身份认证和访问授权的关系

- 身份认证是访问授权的基础
- 没有身份认证就无法实现访问授权



# 访问审计

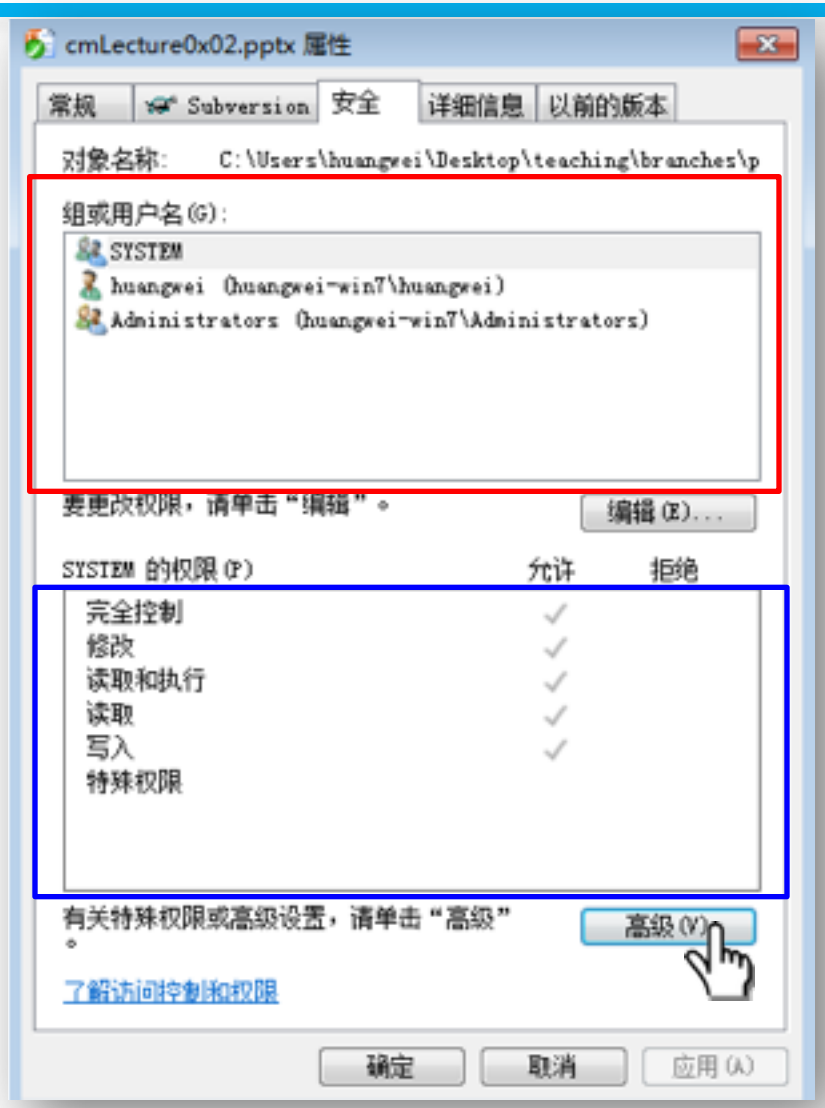
- 内涵
  - —主体对客体的访问行为会被记录，用于安全责任追查和认定
- 意义
  - —检测是否存在违反安全(访问控制)策略的行为
  - —重建安全事件
- 手段
  - —日志

从授权的角度看

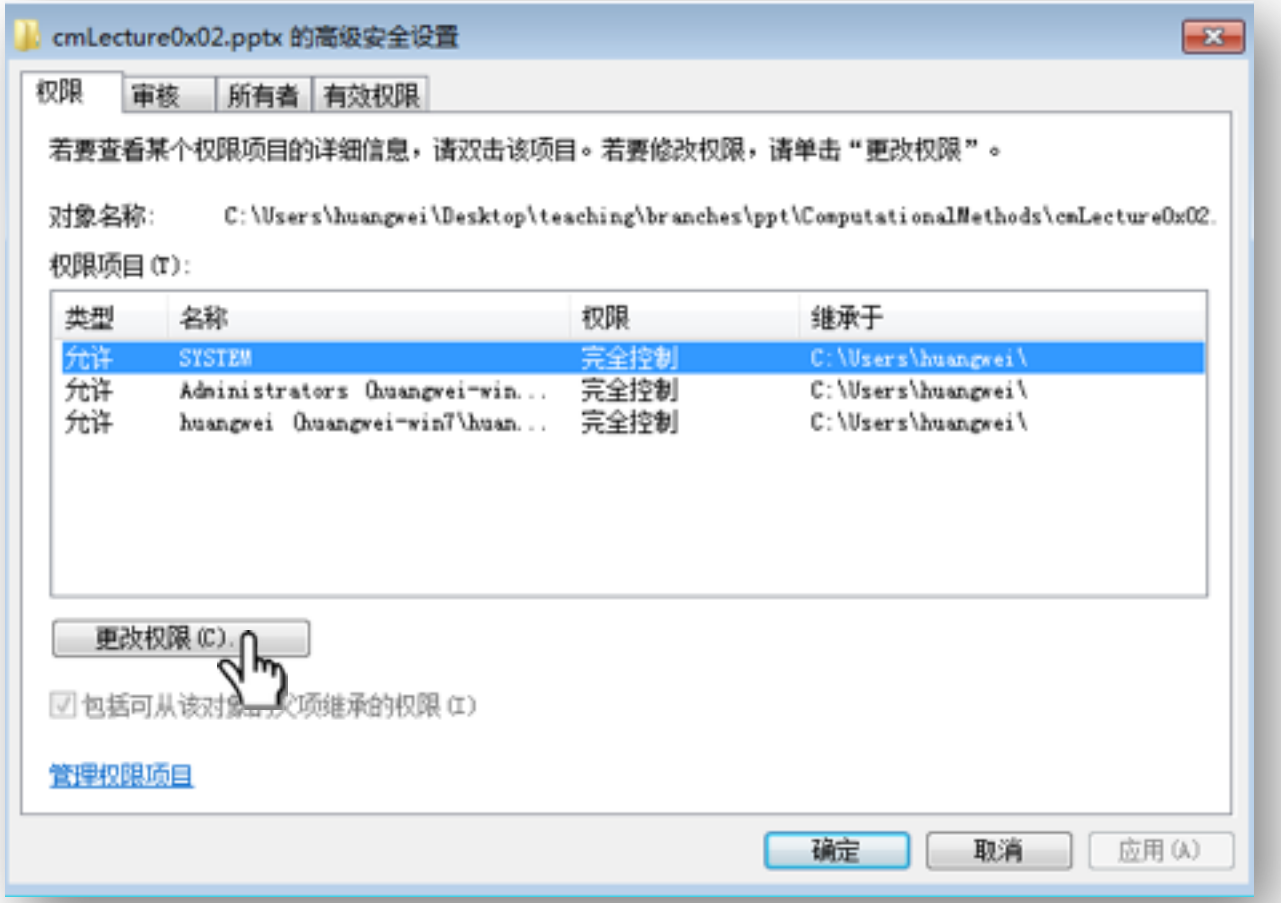
# WINDOWS 7访问控制模型

# 有何特别之处？(1/3)

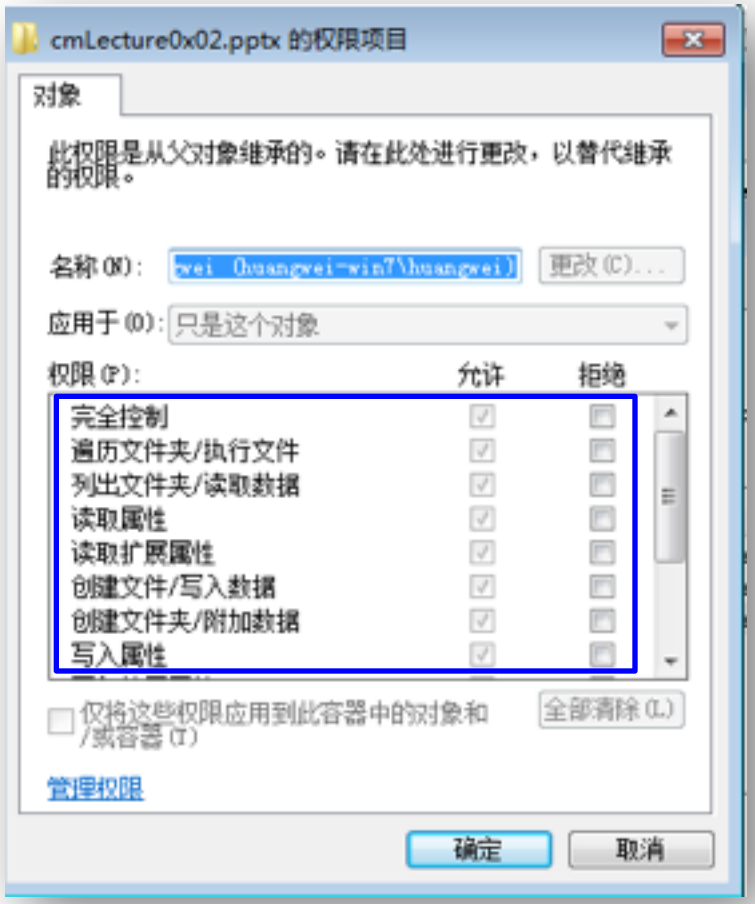
- 访问令牌
  —主体的数字标识
- 安全描述符
  —客体的数字标识

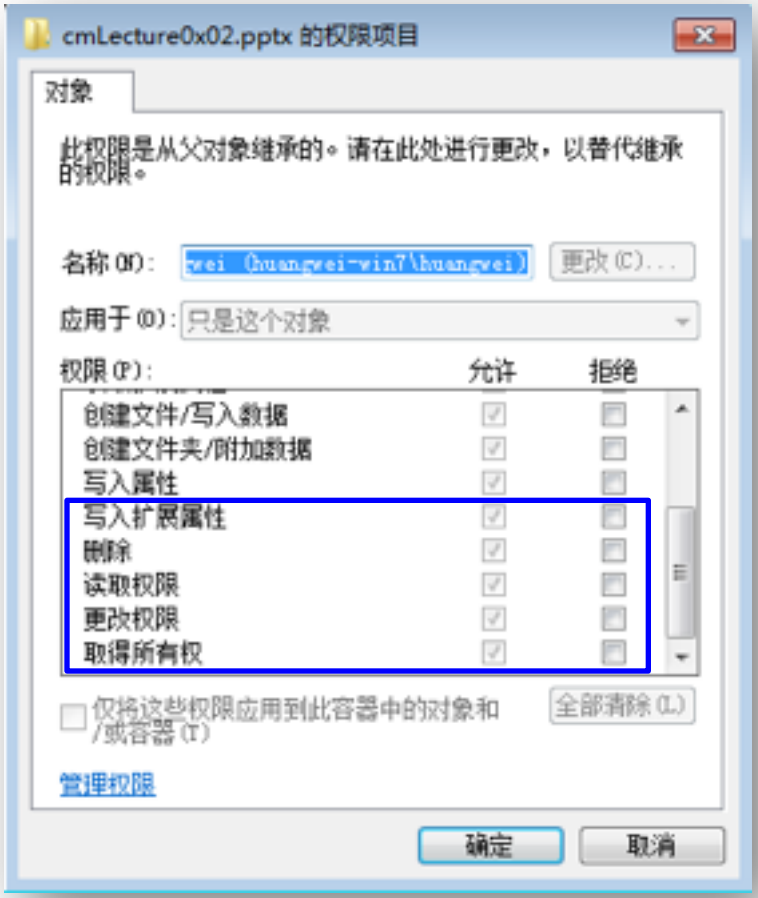


# 有何特别之处？(2/3)


cmLecture0x02.pptx 的高级安全设置
权限
审核
所有者
有效权限
若要查看某个权限项目的详细信息，请双击该项目。若要修改权限，请单击“更改权限”。
对象名称: C:\Users\huangwei\Desktop\teaching\branches\ppt\ComputationalMethods\cmLecture0x02.
权限项目(T):
类型 名称 权限 继承于
允许 SYSTEM 完全控制 C:\Users\huangwei\
允许 Administrators (huangwei-win... 完全控制 C:\Users\huangwei\
允许 huangwei (huangwei-win7\huan... 完全控制 C:\Users\huangwei\
更改权限(C)...
包括可从该对象的父项继承的权限(I)
管理权限项目
确定
取消
应用(A)

# 有何特别之处？(3/3)




权限定义划分更细致！！

# 访问令牌

- 访问令牌是与特定的Windows帐户关联的
- 访问令牌会与特定进程绑定

  —进程中的线程默认会继承该访问令牌
- 当线程访问某个对象时，Windows就会使用这个线程特有的令牌进行访问控制授权检查

# 安全描述符

- 安全描述符是与被访问对象关联的
  - —对象所有者(O:)
    - SID，唯一标识
  - —主要组(G:)，仅用于兼容POSIX程序
    - SID，不用于Windows程序，唯一标识
  - —访问控制列表
    - DACL (D:)： 自主访问控制列表
      包含0或多个ACE（访问控制项）
    - SACL (S:)： 系统访问控制列表
      定义系统审计规则

# 安全标识SID

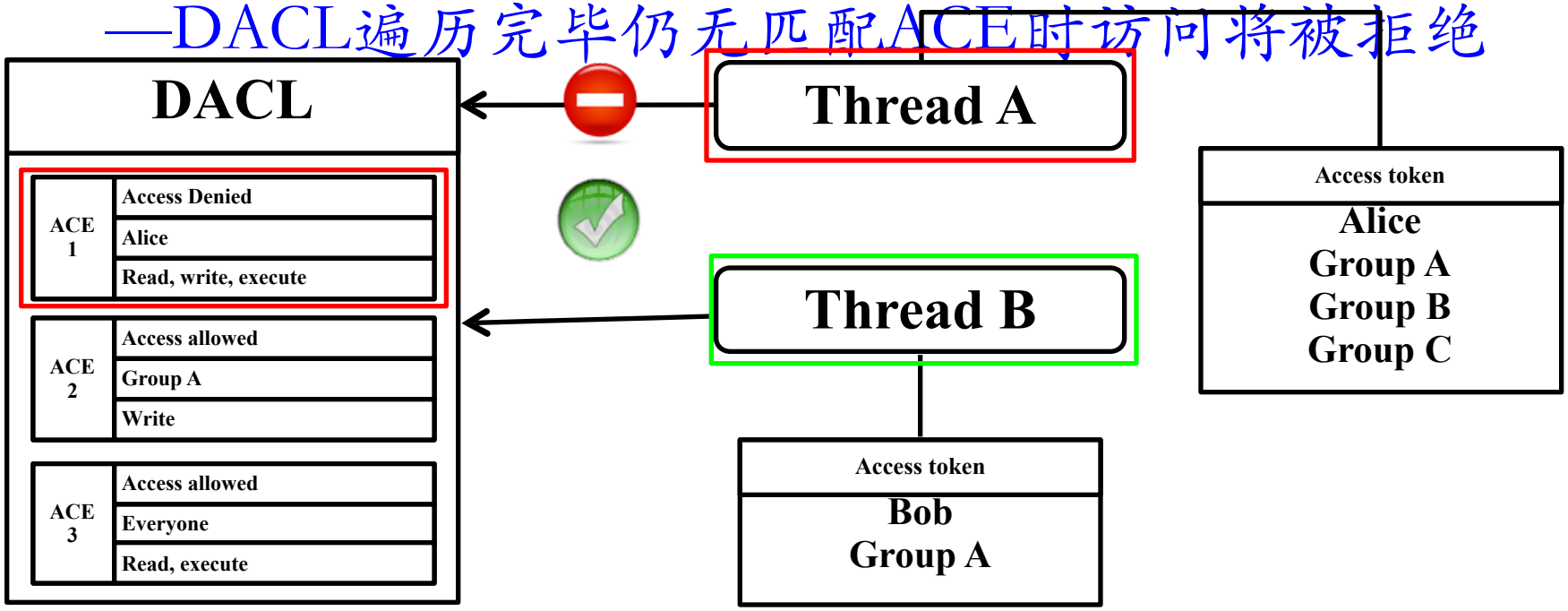
- Security Identity
- 每个SID在同一个系统中都是唯一的

```
C:\Users\huangwei>whoami /user

用户信息
----------------

用户名                 SID
====================== ============================================
huangwei-win7\huangwei S-1-5-21-1959901537-2963729105-2829771546-1000
```

- 线程访问对象时
  - —系统会顺序遍历检查DACL中的ACE
  - —匹配成功ACE即终止遍历并执行ACE标识策略
  - —DACL遍历完毕仍无匹配ACE时访问将被拒绝



# 本章内容提要

一.操作系统简史

二.数字标识理论

三.访问控制理论

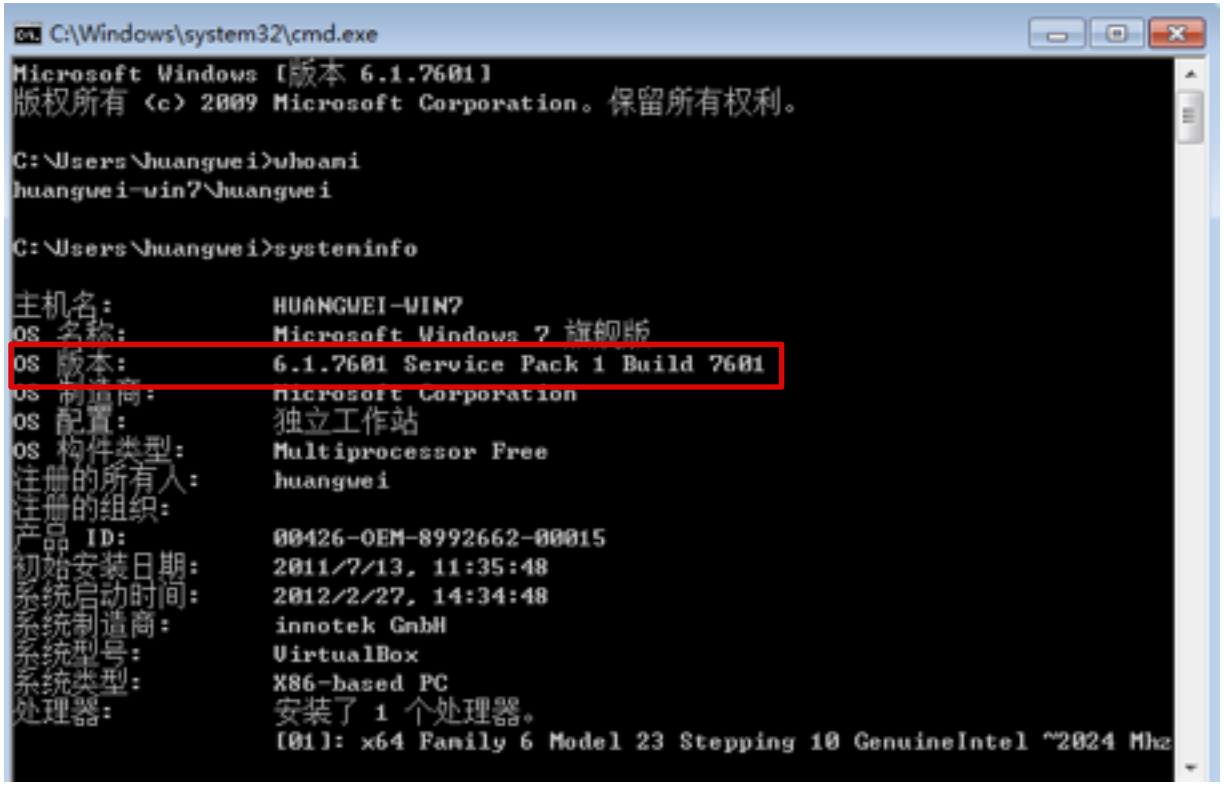
四.访问控制实践

# 访问控制实践（课堂演示）

# WINDOWS（演示）

# Windows系统的访问控制机制

- 查看当前Windows系统版本




# 访问控制机制

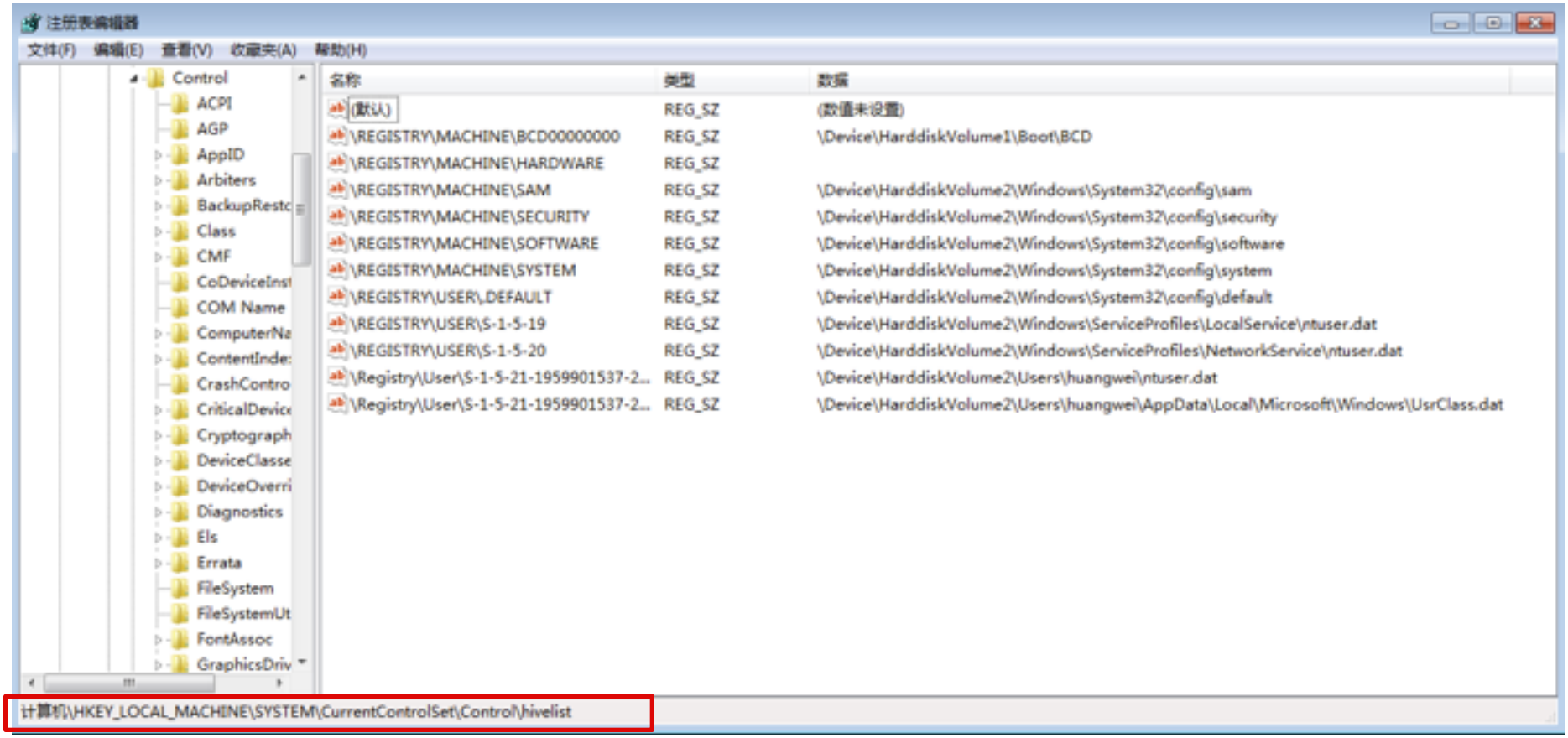
- 主体
  - —帐户/用户组
- 客体
  - —文件/文件夹/注册表
- 访问控制策略
  - —DACL
  - —组策略（编辑器）
    - – gpedit.msc

# “隐秘”的注册表机制

- Windows注册表的作用
  - —Windows配置和控制方面关键角色
  - —系统全局配置的存储仓库
  - —每个用户配置信息的存储仓库
- 注册表管理工具
  - —regedit.exe
- Windows系统攻防必争之地
  - —恶意代码实现随系统启动时加载
  - —恶意代码拦截和篡改系统关键调用/文件关联/系统默认设置等

# “隐秘”的注册表机制

## 注册表的存储




**HKLM\SYSTEM\CurrentControlSet\Control\hivelist**

# 系统启动时加载机制

- 系统启动时加载相关的注册表项（win7）
  - HKLM\System\CurrentControlSet\Control\Terminal Server\Wds\rdpwd\StartupPrograms
  - HKLM\SOFTWARE\Microsoft\Windows NT\CurrentVersion\Winlogon\Userinit
  - HKLM\SOFTWARE\Microsoft\Windows NT\CurrentVersion\Winlogon\VmApplet
  - HKLM\SOFTWARE\Microsoft\Windows NT\CurrentVersion\Winlogon\Shell
  - HKLM\SYSTEM\CurrentControlSet\Control\SafeBoot\AlternateShell
  - HKLM\SOFTWARE\Microsoft\Windows\CurrentVersion\Run
  - HKLM\SOFTWARE\Microsoft\Active Setup\Installed Components
  - HKLM\Software\Microsoft\Windows NT\CurrentVersion\Windows\IconServiceLib
  - HKCU\Software\Microsoft\Windows\CurrentVersion\Run
  - …

- 系统启动时加载的其他方法
  - —计划任务
  - —开始菜单->启动
    - Windows NT 6.1, 6.0：%SystemDrive%\ProgramData\Microsoft\Windows\Start Menu\Programs\Startup\
    - Windows NT 5.2, 5.1, 5,0：%SystemDrive%\Documents And Settings\All Users\Start Menu\Programs\StartUp\

# 恶意代码绕过Windows安全机制实现启动(1/2)

- 开机自动运行
  - —系统启动时加载
- 随其他应用程序启动时后台加载
  - —修改默认的文件关联
    - 文件后缀名注册的默认打开应用程序
    - URI篡改注册

      thunder:// tencent:// telnet://
  - —PE文件执行劫持

    HKLM\Software\Microsoft\Windows NT\CurrentVersion\Image File Execution Options

# 恶意代码绕过Windows安全机制实现启动(2/2)

- 应用程序安装劫持
  - —系统下载目录中放置被篡改的msiexec.exe
- 快捷方式的启动参数篡改
- 应用程序恶意捆绑

# 微软的SysInernals工具集

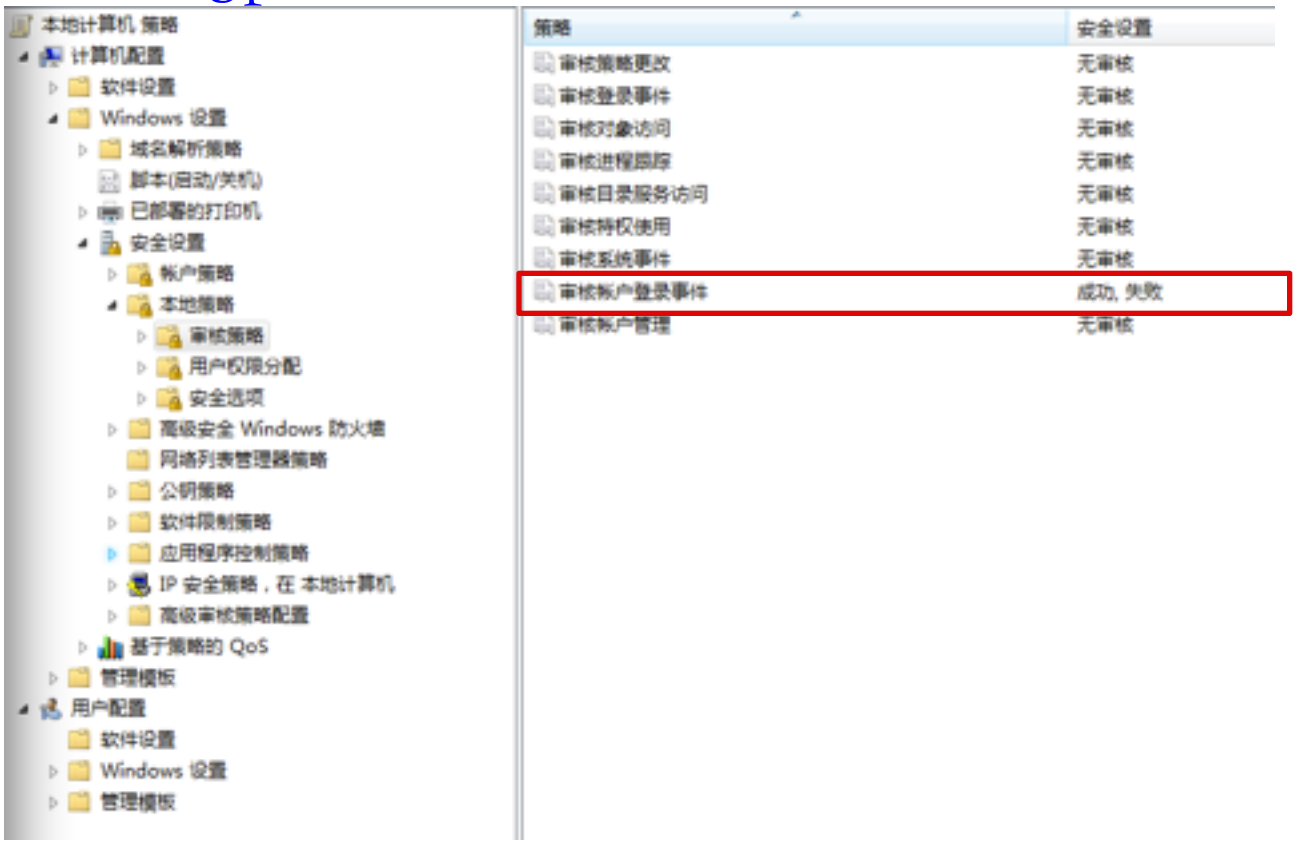
- 文件和磁盘工具
- 网络工具
- 进程安全
- 安全工具
- 系统信息工具
- 杂项工具

下载链接：http://technet.microsoft.com/en-us/sysinternals/

# 内置的安全审计

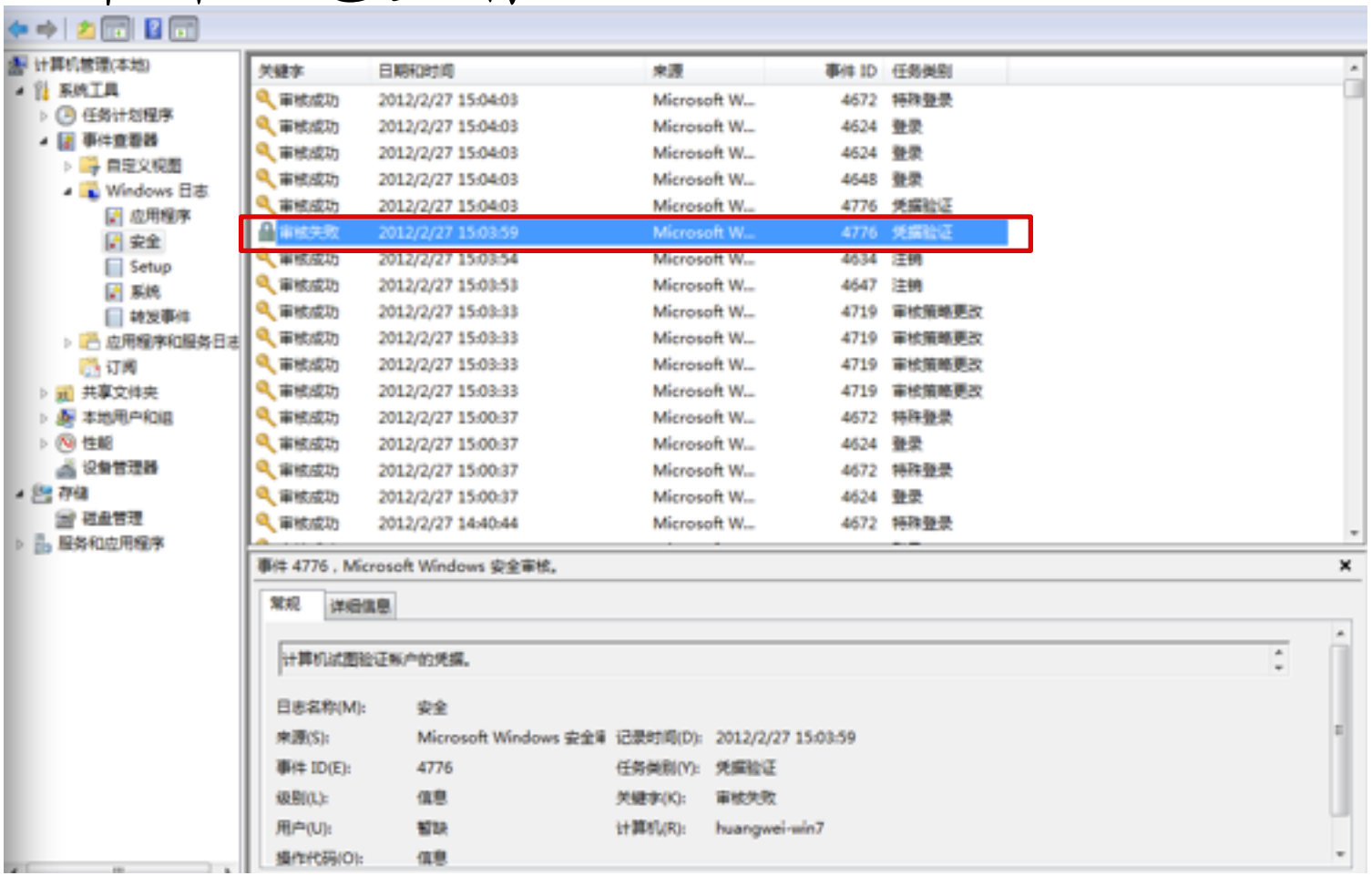
- 审计策略配置

  —gpedit.msc



# 内置的安全审计

- 审计日志查看



# Windows的其他系统安全机制

- Windows安全中心
  - —防火墙
  - —自动更新
  - —防病毒软件
- Internet选项
- DEP：数据执行保护
- ASLR：内存空间随机化

# Windows的其他系统安全机制

- UAC（用户帐户控制）
  - —它要求用户在执行可能会影响计算机运行的操作或执行更改影响其他用户的设置的操作之前，提供权限（确认）或管理员密码
- IPSec
  - —IP加密和验证策略
  - —本地安全配置/IP安全策略
- WFP（Windows文件保护机制）
  - —防止Windows系统文件被恶意替换
  - —驱动程序签名及验证机制

# Windows的其他系统安全机制

- EFS（加密文件系统）
  - —Windows XP
  - —系统级文件/文件夹加密（防止物理硬盘被盗后的数据泄密）
  - —一旦加密密钥丢失则无法恢复和访问数据

# Windows的其他系统安全机制

- VHD
  - —Microsoft Virtual Hard Disk format
  - —微软专有的虚拟磁盘格式
  - —类似虚拟光驱的使用方法
- BitLocker
  - —Windows Vista/7
  - —磁盘数据加密

# EFS VS. BitLocker

| EFS | BitLocker |
| --- | --- |
| 用于对个人文件和文件夹逐个加密，它不对某个驱动器的整个内容进行加密 | 用于对操作系统驱动器、固定数据驱动器和可移动数据驱动器上的所有个人文件和系统文件进行加密 |
| 将根据与其关联的用户帐户来加密文件。如果计算机具有多个用户或组，则每个用户或组都可以单独加密各自的文件 | 并不依赖于与文件相关联的各个用户帐户 |
| 并不需要（或不使用）任何特殊硬件 | 使用受信任的平台模块(TPM)，该模块是许多计算机中一种支持高级安全功能的特殊微芯片，用于加密操作系统驱动器 |
| 不必具有管理员身份 | 必须是管理员才能在安装了 Windows 的驱动器和固定数据驱动器上打开或关闭 BitLocker 加密 |

# 补充演示内容

- 绕过Windows系统的锁屏
  - 方法一：基于Windows PE
  - 方法二：基于第三方应用程序漏洞

# ANDROID（演示）

# 演示内容

- 绕过安卓系统的锁屏
  - 方法一（针对root手机）
  - 方法二（无需root权限）

IOS（演示）

# 演示内容

- 绕过iOS系统锁屏
- 绕过支付宝手机客户端锁屏
- iOS 7系统锁屏状态下可实现的操作及安全性分析

# 各种绕过锁屏演示实验的启示

- 物理安全是信息安全的基础
  - 如果可以物理上直接接触到信息设备，则攻击手段和方法的想象力空间巨大
- 身份认证被绕过，就意味着攻击者可以冒用你的身份
- 回顾上节课内容

—每一层的安全威胁是既相互独立，又相互联系、相互影响的

—每一层的安全威胁必须依靠当前层的安全策略和安全机制解决

—下一层的安全机制是上一层安全机制的基础

—上一层的安全机制等级不会高于下一层的安全机制等级

- 下层不安全，上层安全无法保障
- 下层安全，并不代表上层安全

# LINUX（实验）

# 访问控制实践（实验前讲解）

# 实验环境概述

- 操作系统
  - —Backtrack 5
    - 基于Ubuntu 10.04构建的面向安全研究人员的专业Linux发行版本
- 虚拟机
  - —Virtualbox

# 访问控制实践

- 实验一：身份认证
- 实验二：访问授权
- 实验三：访问审计

# 实验一：身份认证

- 添加Windows系统用户并设置用户口令
- 添加Linux系统用户并设置用户口令
  - useradd（底层命令）/ adduser （高阶命令）
  - passwd

# 实验二：访问授权

- 用户权限管理
- 用户组权限管理
- 文件权限管理
- 目录权限管理

# *nix权限分类

- 读 read
  - —读取文件内容
  - —列目录
- 写 Write
  - —新增/添加/创建
  - —删除/重命名
- 执行 eXecute
  - —文件：可运行
  - —目录：可遍历(cd)

# 访问授权

- RBAC
  - —su机制
    - 切换到其他用户身份的shell环境
  - —sudo机制
    - 切换为其他用户身份执行程序
    - 只在需要时提权
    - 细粒度的访问控制：/etc/sudoers
  - —用户组授权
    - 一个用户可以同时属于多个用户组

# 用权限三角形模型来看访问授权(1/3)

- su机制

  —永久改变主体身份

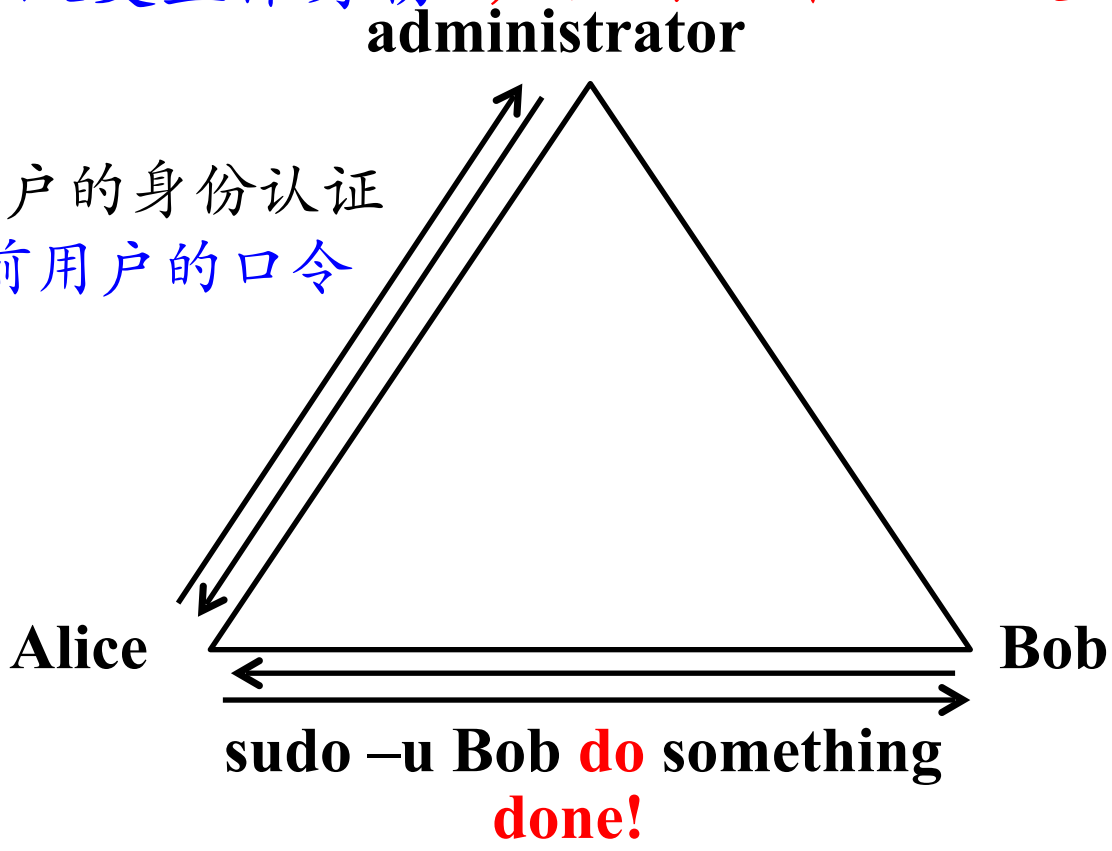

- 通过目标用户的身份认证
  - 输入目标用户的口令

# 用权限三角形模型来看访问授权(2/3)

- sudo机制

  —临时改变主体身份，执行结束后恢复主体身份

- 通过当前用户的身份认证
  - 输入当前用户的口令

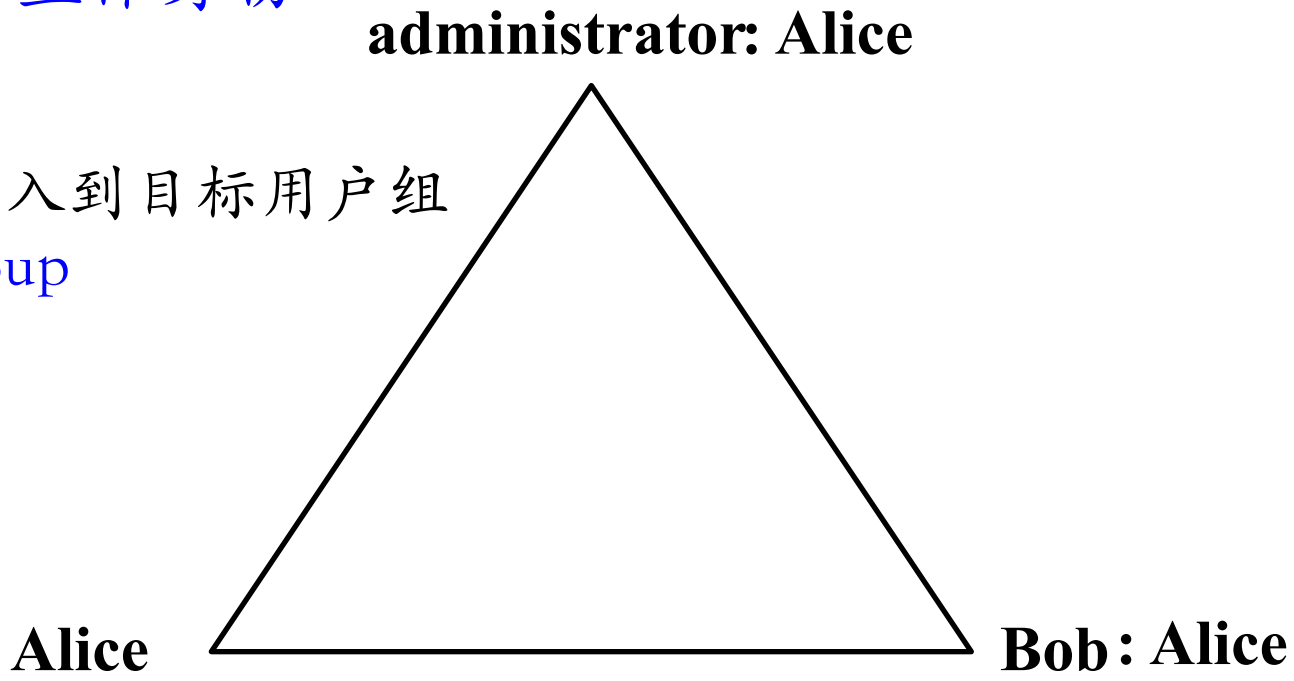


# 用权限三角形模型来看访问授权(3/3)

- RBAC机制

  —新增主体身份

- 当前用户加入到目标用户组
  - /etc/group
  - usermod



# 实验二：访问授权(任务)

- 用户权限管理
  —分别限制读、写、执行
- 用户组权限管理
  —分别限制读、写、执行
- 文件权限管理
  —setacl / getacl
- 目录权限管理
  —禁止cd进目录

# 实验三：访问审计

- 日志系统
  - —/var/log/syslog
  - —/var/log/authlog
  - —/var/log/messages
  - —/var/log/wtmp

# 实验三：访问审计(任务)

- 查找并记录以下违规操作访问行为
  - —用户尝试提权操作
  - —用户尝试切换为其他用户
  - —用户口令输入错误
  - —用户登陆和注销信息
  - —用户连接ssh失败的尝试

# 参考文献


① M. Bishop, Computer Security: Art and Science. Addison-Wesley Professional, 2002.
   ① Chapter 2. Access Control Matrix
   ② Chapter 7. Hybrid Policies
   ③ Chapter 15. Access Control Mechanisms
   ④ Chapter 27. System Security

② 《Unix操作系统发展大事记》http://www.techcn.com.cn/index.php?doc-view-112413

③ 《Solaris 开发者安全性指南》 第3章 编写 PAM 应用程序和服务 http://download.oracle.com/docs/cd/E19253-01/819-7056/ch3pam-01/index.html

④ John R. Michener，理解 Windows 文件和注册表权限 http://msdn.microsoft.com/en-us/magazine/cc982153.aspx

⑤ Access Control Model http://msdn.microsoft.com/en-us/library/aa374862%28v=VS.85%29.aspx

# 参考文献


⑥ PAM configuration guide for Debian http://www.rjsystems.nl/en/2100-pam-debian.php

⑦ Windows的历史 http://windows.microsoft.com/zh-CN/windows/history

# 课后思考题

- 生物特征身份认证方式有哪些？优缺点分析？应用场景举例
- “找回口令功能”和“忘记密码”在访问授权机制中的意义？请尝试设计一种安全的“找回口令功能”，详细描述找回口令的用户具体操作过程
- 绘制用户使用用户名/口令+图片验证码方式登录系统的流程图

  —考虑认证成功和失败两种场景

  —考虑授权成功和失败两种场景

# 课后思考题

- Windows XP / 7中的访问控制策略有哪些？访问控制机制有哪些？
- 用权限三角形模型来理解并描述以下2种威胁模型

  —提权

  —仿冒
- 试通过操作系统的访问控制机制来达到预防一种真实病毒的运行目的

# 课后思考题

- 什么是OAuth?
- 什么是OpenID?
- 试用本章所学理论分析0Auth和OpenID的区别与联系
- 如何使用0Auth和OpenID相关技术实现单点登录（Single Sign On）？