PKI公钥基础架构

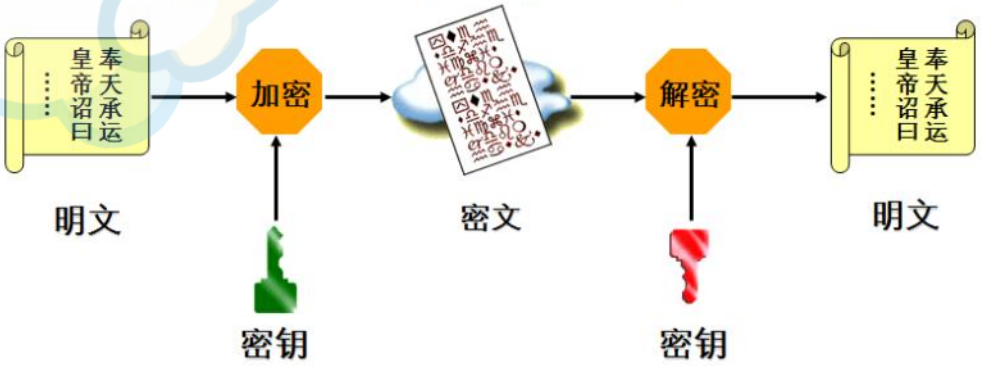
什么是PKI

- Public Key Infrastructure，公钥基础结构
- 通过公钥技术与数字证书确保信息安全的体系
  - 由公钥加密技术、数字证书、CA、RA等共同组成
- PKI体系能够实现的功能有：
  - 机密性
  - 完整性
  - 身份验证
  - 不可否认性

机密性技术：

加密技术简介

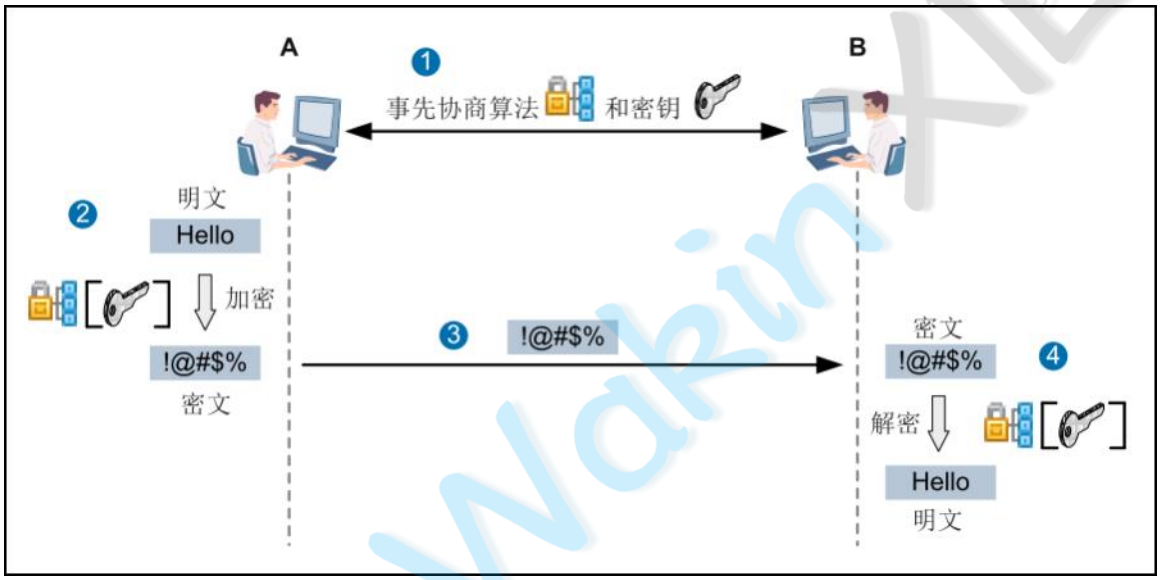
- 明文：需要被隐蔽的消息
- 密文：明文经变换形成的隐蔽形式
- 加密：把明文转化为密文的过程
- 解密：把密文还原成明文的过程
- 密钥：在加密或解密的算法中输入的参数
- 加密算法分为两类：对称加密算法和非对称加密算法



加密技术分类：根据密钥的使用方法

对称加密：加密、解密使用相同的密钥

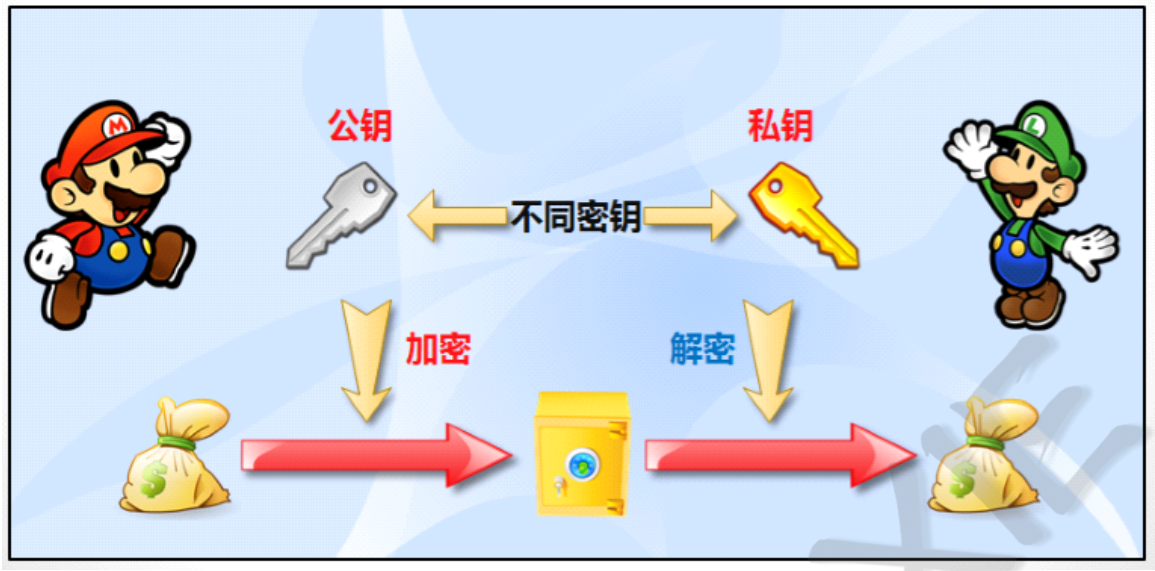
- 特点：速度快、密文紧凑、密钥管理复杂、用于大量数据的传送

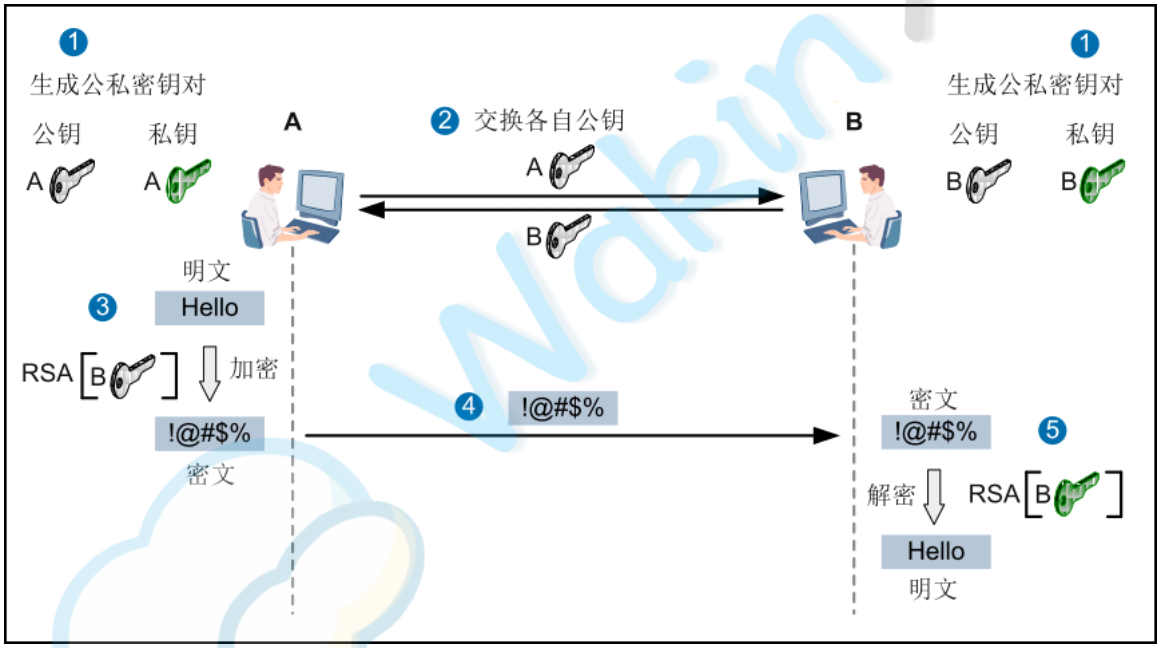


算法	密钥	开发者	备注
数据加密标准 DES	56位	IBM为美国政府 (NBS/NIST)开发	很多政府强制性使用
3DES	3*56位	IBM为美国政府 (NBS/NIST)开发	应用3次DES
CAST	40-256位可变	北方通信	比DES稍快
Rivest算法 (RC2)	可变	Ron Rivest (RSA数据安全)	专利细节未公开
RC5		Ron Rivest (RSA数据安全)	
AES		Joan Daemen/Vincent Rijmen	

非对称加密：加密、解密使用不同的密钥（公钥、私钥）

- 公加私解、私加公解
- 特点：速度慢、密文不紧凑、密钥管理简单、通常只用于数字签名





公钥加密法，又称非对称加密法。其工作原理如下。

1. 客户端 A 要向服务器 B 发送信息， B 要产生一对用于加密和解密的公钥和私钥。
2. B 的私钥自己保密，B 的公钥告诉 A。
3. A 要给 B 发送信息时，用 B 的公钥加密信息，因为 A 知道 B 的公钥。
4. B 收到这个信息后，自己的私钥解密。其他所有收到这个报文的人都无法解密，因只有 B 才有自己的私钥。
5. B 要给 A 发送消息时，亦同理加密。

算法	设计者	用途	安全性
RSA	RSA数据安全	加密 数字签名 密钥交换	大数分解
DSA	NSA	数字签名	离散对数
DH	Diffie&Hellman	密钥交换	完全向前保密

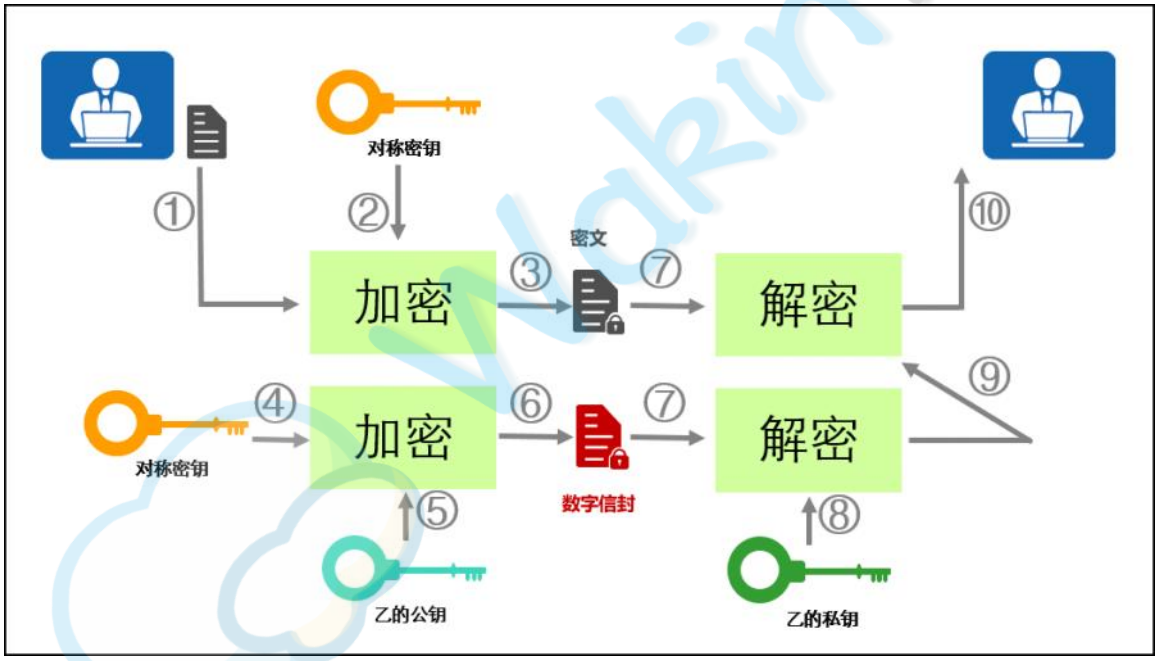
Diffie-Hellman Key Exchange (Cont.)

1. Generate large integer p Send p to peer B Receive q Generate g	1. Generate large integer q Send q to peer A Receive p Generate g
2. Generate private key X_A	2. Generate private key X_B
3. Generate public key $Y_A = g \text{ ^ } X_A \bmod p$	3. Generate public key $Y_B = g \text{ ^ } X_B \bmod p$
4. Send public key Y_A ⟷	⟷ 4. Send public key Y_B
5. Generate shared secret number $ZZ = Y_B \text{ ^ } X_A \bmod p$	5. Generate shared secret number $ZZ = Y_A \text{ ^ } X_B \bmod p$
6. Generate shared secret key from ZZ (DES, 3DES, or AES)	6. Generate shared secret key from ZZ (DES, 3DES, or AES)

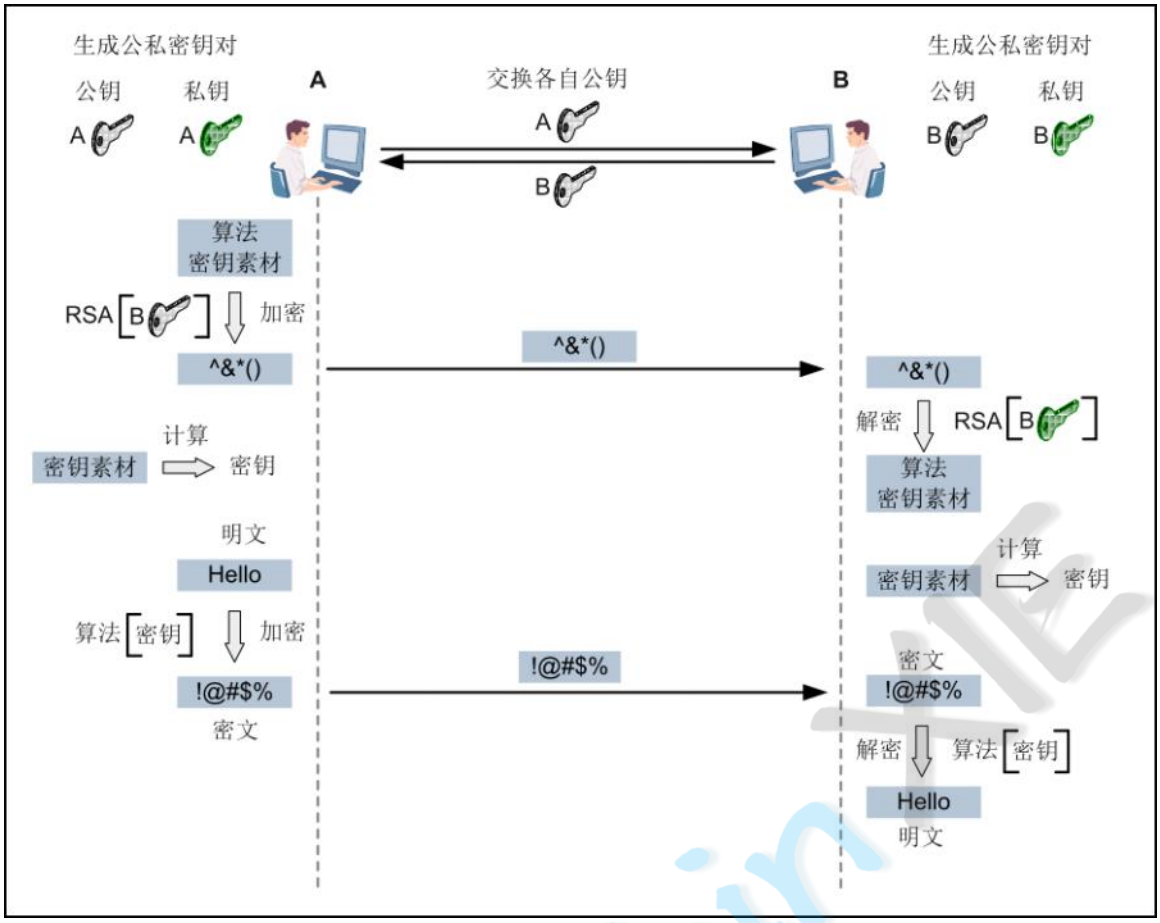
公钥加密技术

- 非对称加密也叫公钥加密，是PKI的基础
- 公钥（Public Key）和私钥（Private Key）
  - 公钥和私钥是成对生成，互不相同，可以互相加密和解密
  - 根据一个密钥无法推算出另外一个密钥
  - 公钥公开，私钥保密（只有持有人才知道）
  - 私钥应该由密钥的持有人妥善保管
- 根据实现的功能不同，可以分为数据加密和数字签名

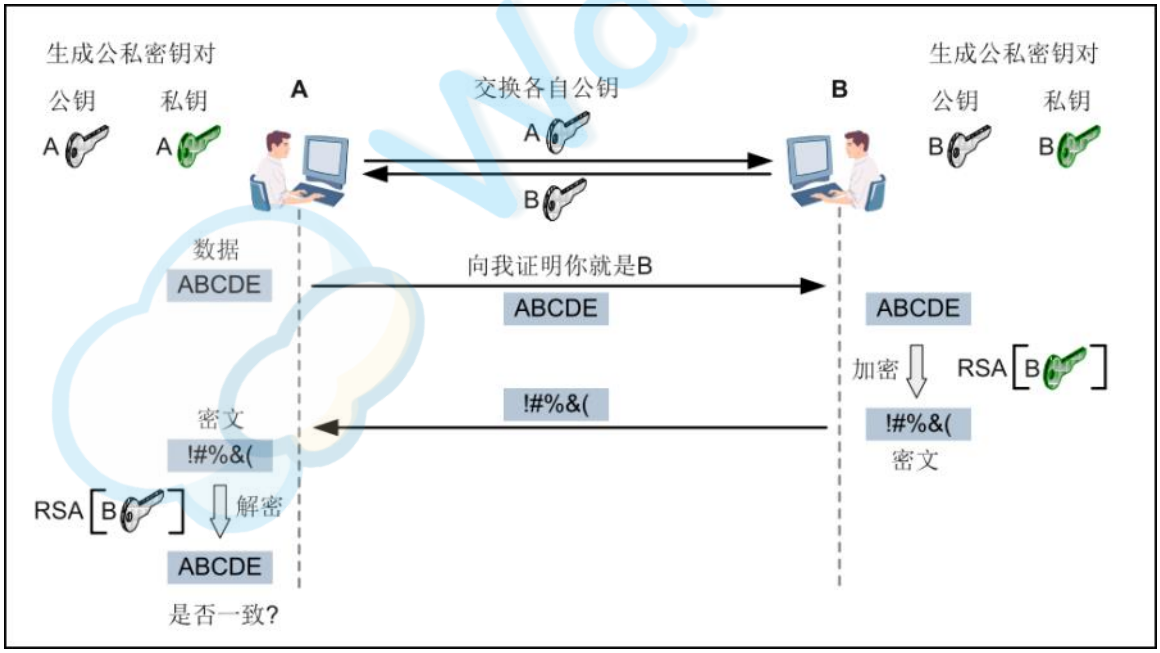
数据加密 - 数字信封：发送方采用接收方的公钥来加密对称密钥。采用数字信封时，接收方需要使用自己的私钥才能打开数字信封得到对称密钥。



两种加密算法的结合：在实际使用中，通信双方通常会使用公钥密码学来交换密钥素材，双方最终计算出密钥，而用对称密码学来加密实际的数据，两者配合使用，保证了加密速度和安全性。



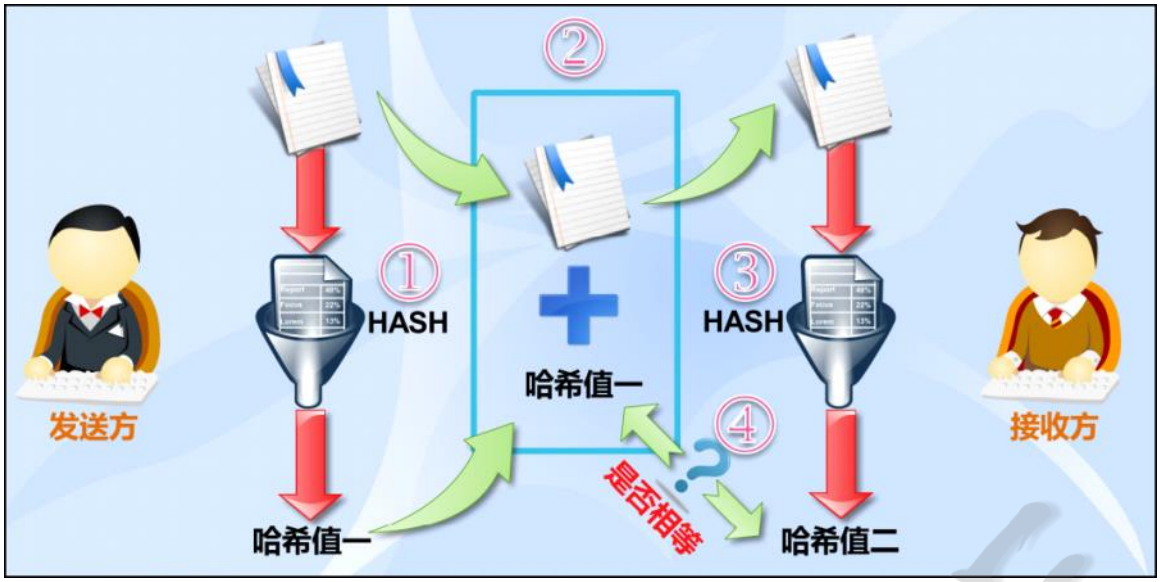
真实性验证：私钥加密，公钥解密



完整性技术：

信息摘要：单向散列函数，哈希（Hash）

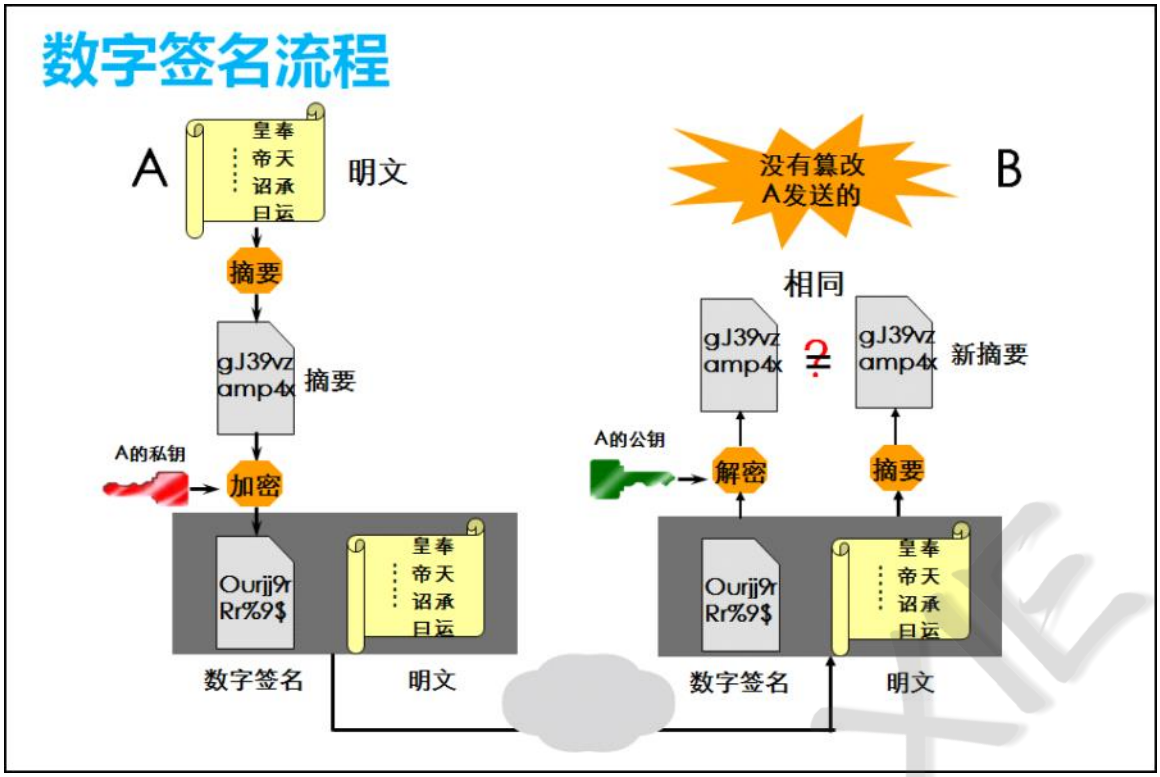
- 将任意长的字符串通过哈希计算出固定长度字符串，类似指纹、DNA；
- 特点：不可逆、雪崩效应。

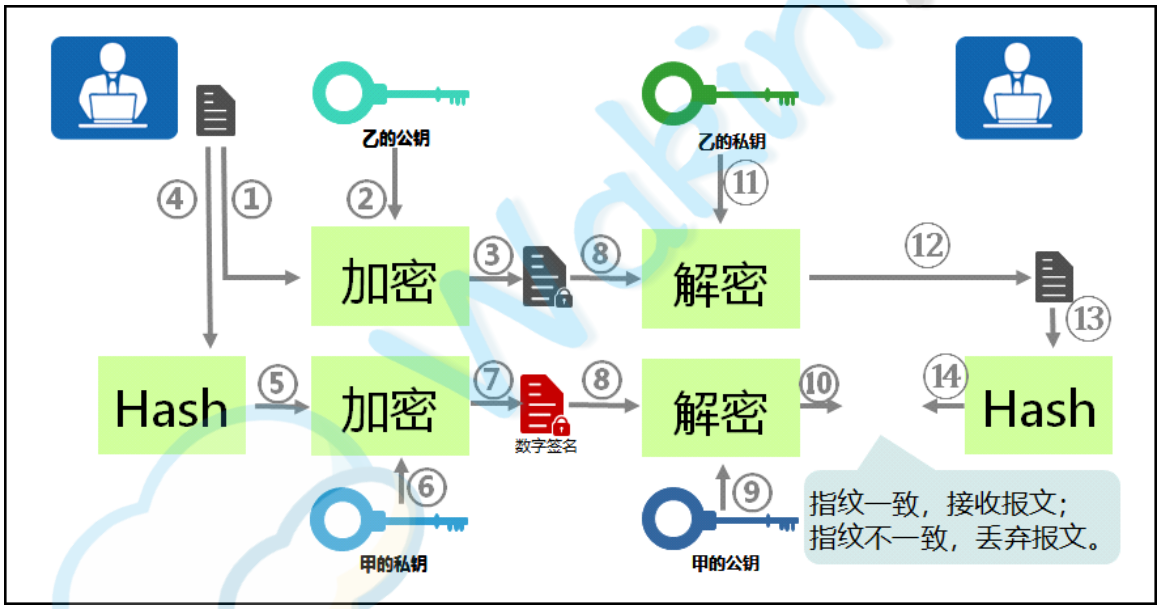


项目	MD5	SHA1	SHA2
全称	Message Digest 5	Secure Hash Algorithm 1	Secure Hash Algorithm 2
签名长度	128位	160位	SHA2-256：256位 SHA2-384：384位 SHA2-512：512位
安全级别	低	中	高

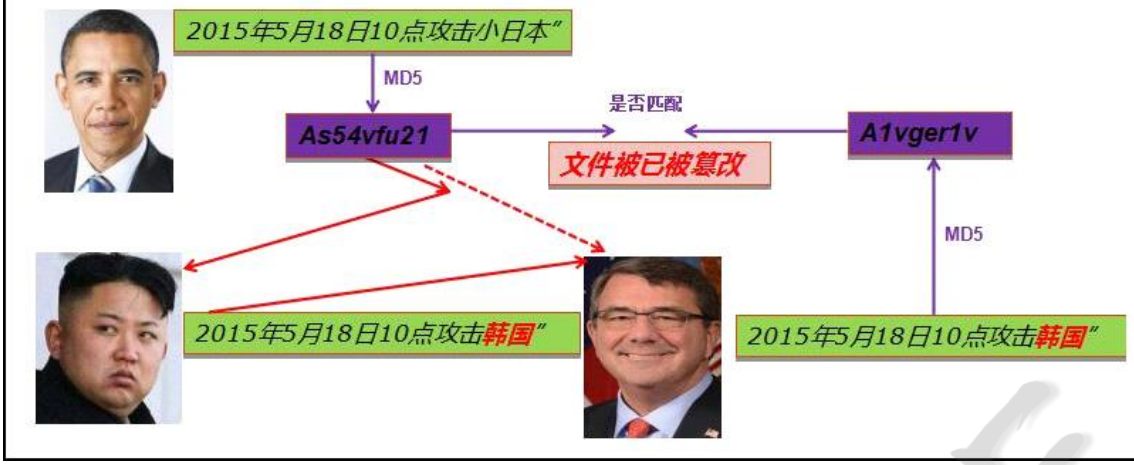
数字签名

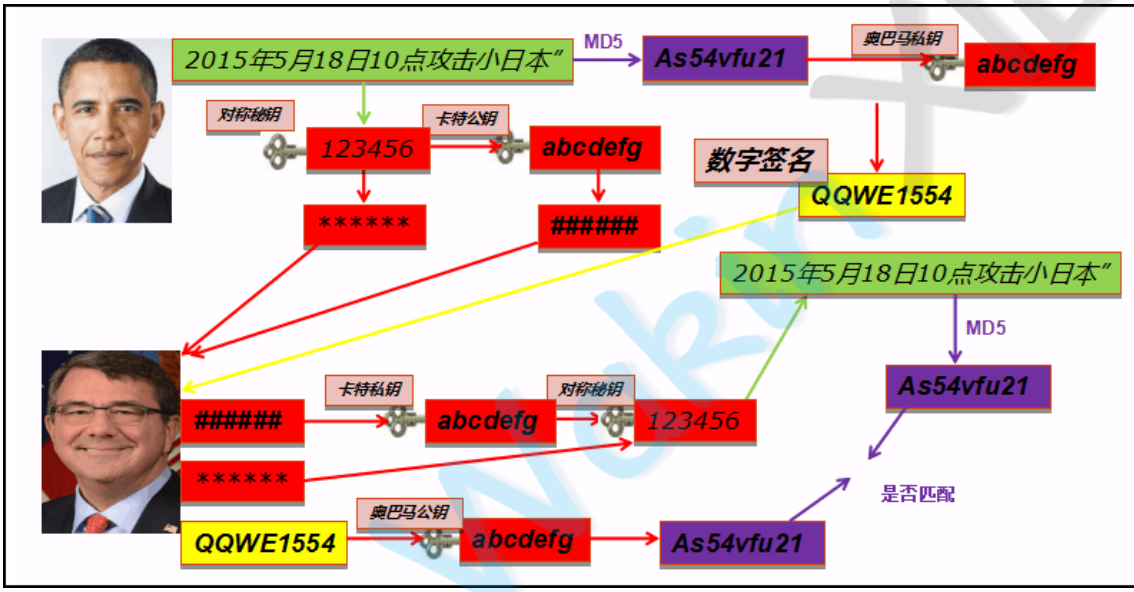
- Digital Signature
  - 发送方使用私钥对信息摘要进行加密的一个过程
  - 过程中所得到的密文即称为签名信息
- 发送方将签名信息与原始数据发送给接收方
- 接收方对原始数据进行摘要计算，得出的值和签名信息进行比对
- 保证数据的完整性、身份验证和不可否认





HASH-常见算法MD5、SHA





公钥技术的规模应用难题

- 如何解决公钥的传播问题
  - 如何把自己的公钥告诉别人
  - 得到一个公钥后如何验证其真实性
- 公钥如何管理
- 如何实现不可否认服务

载体： 证书

证书

- 证书用于保证密钥的合法性
- 证书的主体可以是用户、计算机、服务等
- 证书格式遵循X.509标准
- 数字证书包含信息
  - 使用者的公钥值
  - 使用者标识信息（如名称和电子邮件地址）
  - 有效期（证书的有效时间）
  - 颁发者标识信息
  - 颁发者的数字签名
- 数字证书由权威公正的第三方机构即CA签发

数字证书

Name:	Xiaobao Wei
Serial number:	484865
Issued by:	ABC corp CA
Issue date:	2013 01 01
Expiration date:	2013 12 31
Public key:	38ighwejb
Digital Signature:	hwefdsaf

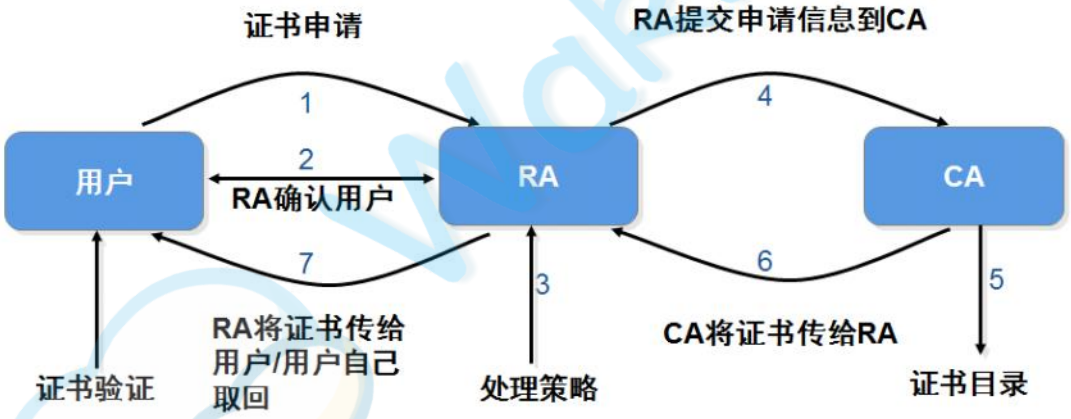
- 网络世界的电子身份证
  - 与现实世界的身份证类似
  - 能够证明个人、团体或设备的身份
- 包含相关信息：
  - 包含姓名、地址、公司、电话号码、Email地址、...
  - 包含所有者的公钥
- 证书的序列号

- 证书的有效期限
- 由可信的颁发机构颁发
  - → 比如身份证由公安局颁发一样
- 颁发机构对证书进行签名
  - → 与身份证上公安局的盖章类似
  - → 可以由颁发机构证明证书是否有效
  - → 可防止擅改证书上的任何资料

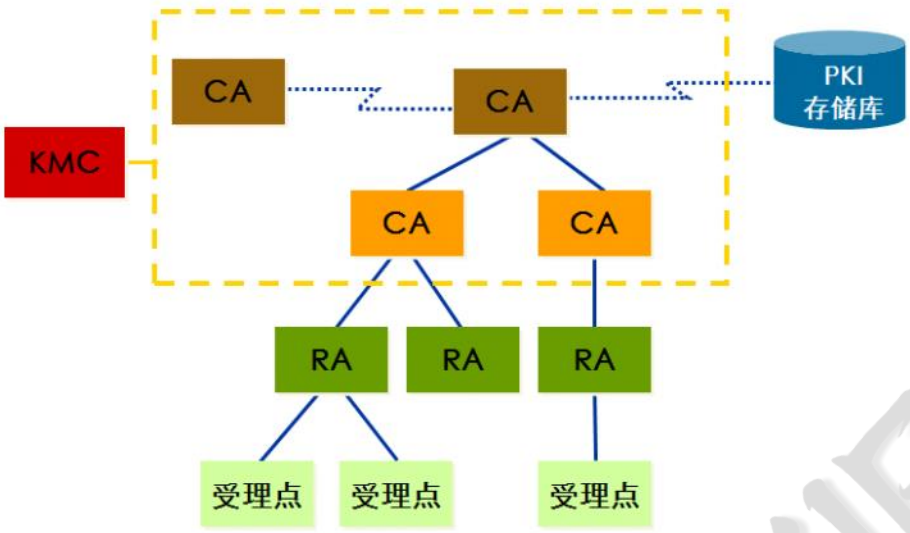
CA的作用

- Certificate Authority，证书颁发机构
- CA的核心功能是颁发和管理数字证书
- CA的作用
  - 处理证书申请
  - 发放证书
  - 更新证书
  - 接受最终用户数字证书的查询、撤销
  - 产生和发布证书吊销列表（CRL）
  - 数字证书归档
- 如果把证书比作身份证，CA就是公安局

证书的颁发过程



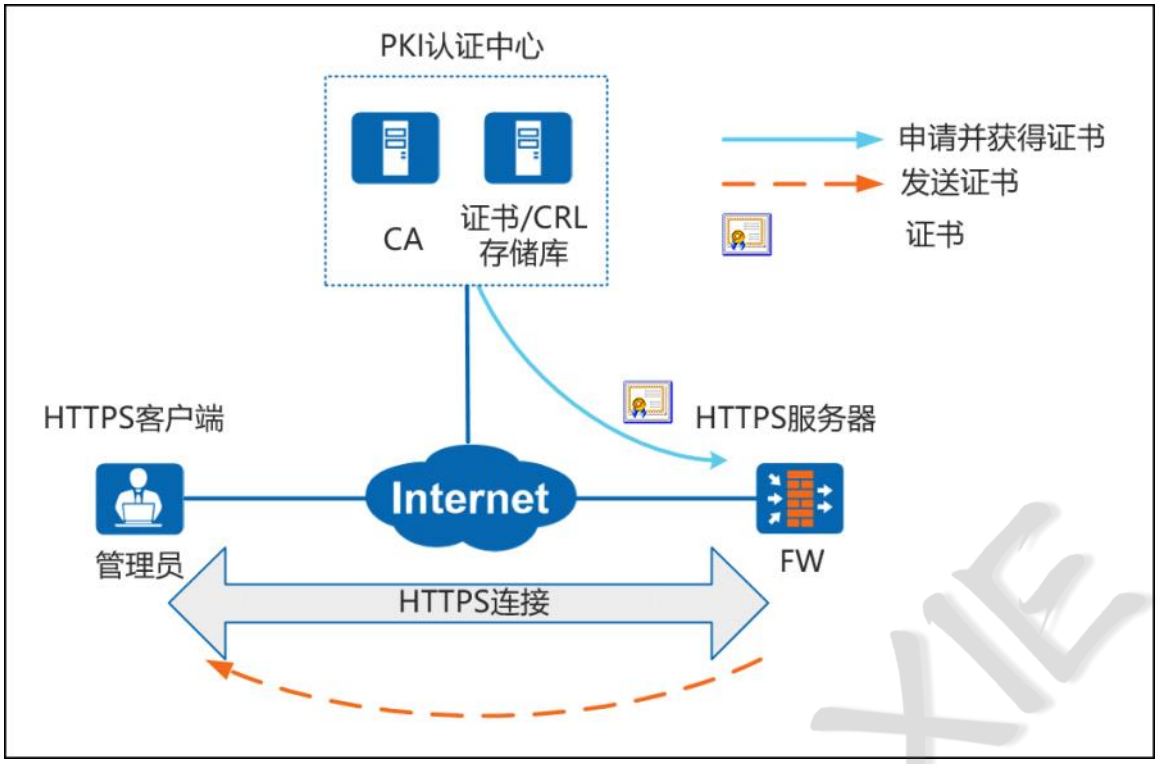
PKI体系结构

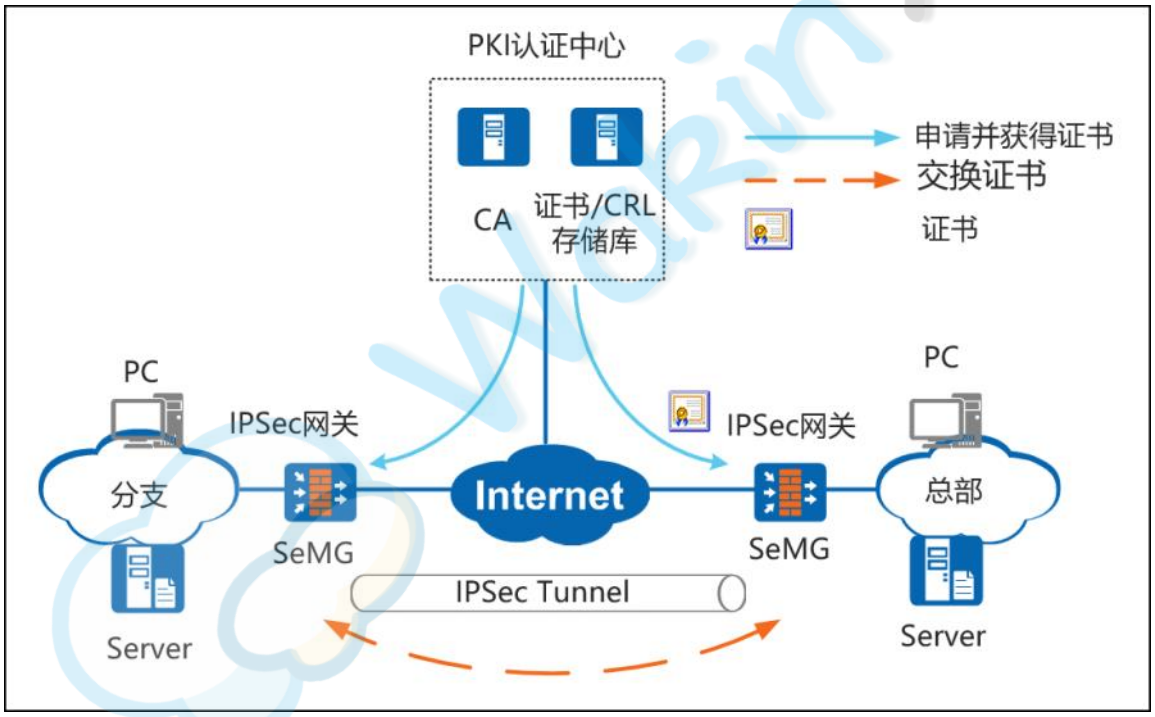


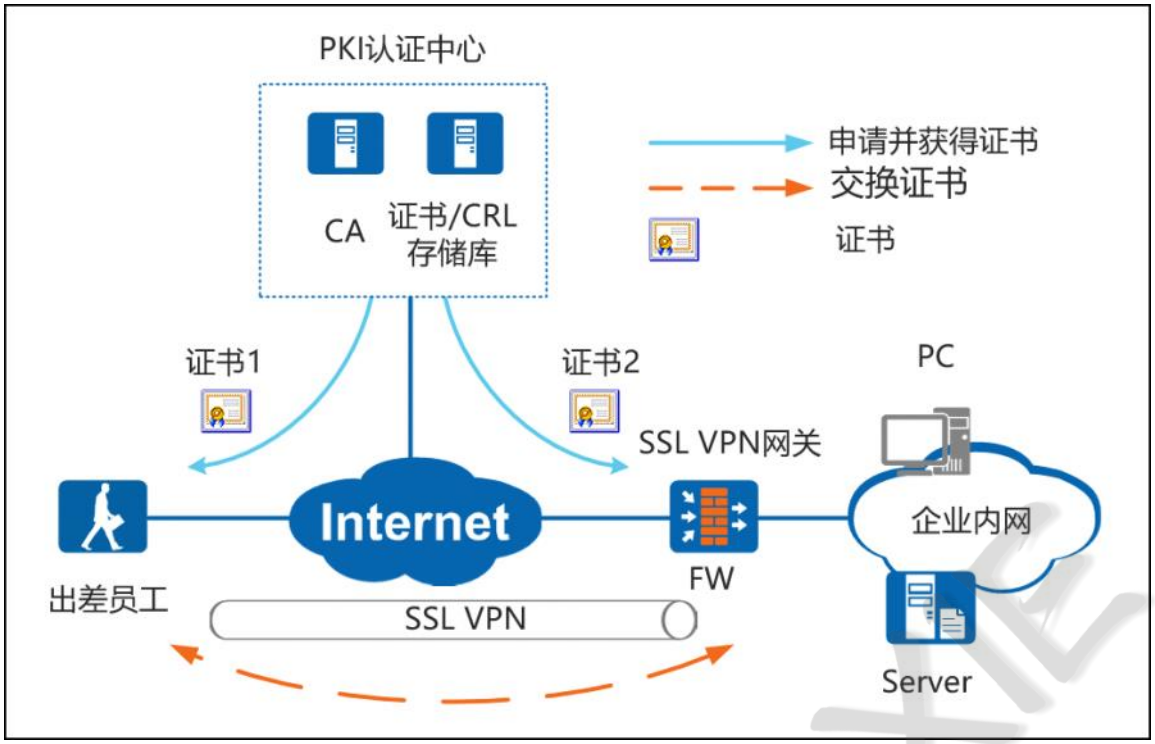
- CA接受用户的证书请求，签发用户证书，是PKI的核心
- 接受、验证用户的申请，将验证通过的申请提交给CA，由CA签发证书

PKI协议

- SSL（Secure Sockets Layer，安全套接层）
  - 认证用户和服务器，确保数据发送到正确的客户机和服务器
  - 加密数据以防止数据中途被窃取
  - 维护数据的完整性，确保数据在传输过程中不被改变
- HTTPS（Hypertext Transfer Protocol Secure）
  - 使用SSL来实现安全的通信
- IPSec（Internet Protocol Security）
  - 目前主流的的VPN解决方案







总结：

术语	备注
数字信封	结合对称和非对称加密，保证数据传输的机密性。
数字签名	采用散列算法，保证数据传输的完整性。
数字证书	通过第三方机构（CA）对公钥进行公证，保证数据传输的不可否认性。