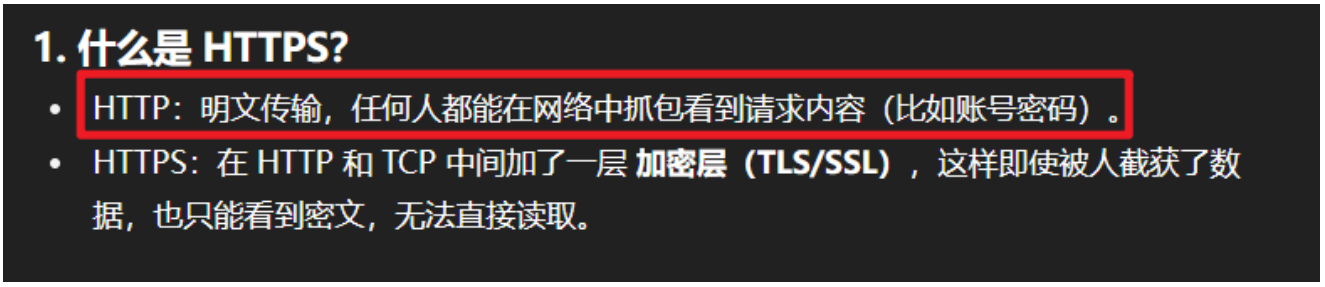
HTTPS &TSL/SSL

什么是HTTPS

HTTPS 并不是一个新的协议，它就是 **HTTP + TLS/SSL**。

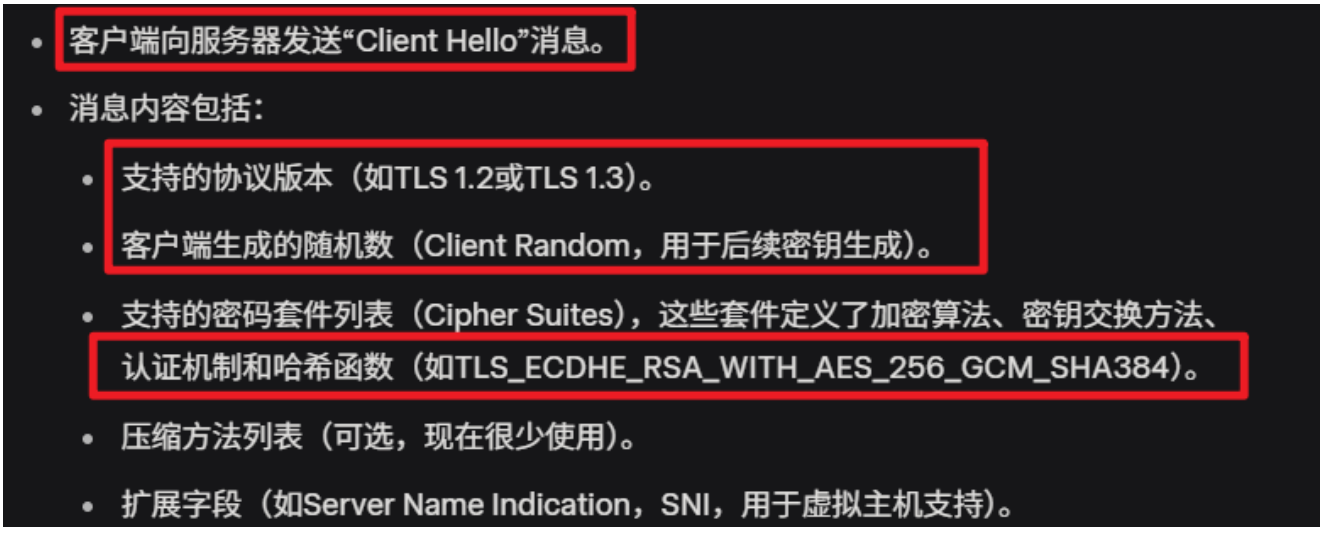


什么是SSL

SSL加密（**Secure Sockets Layer**，安全套接字层）

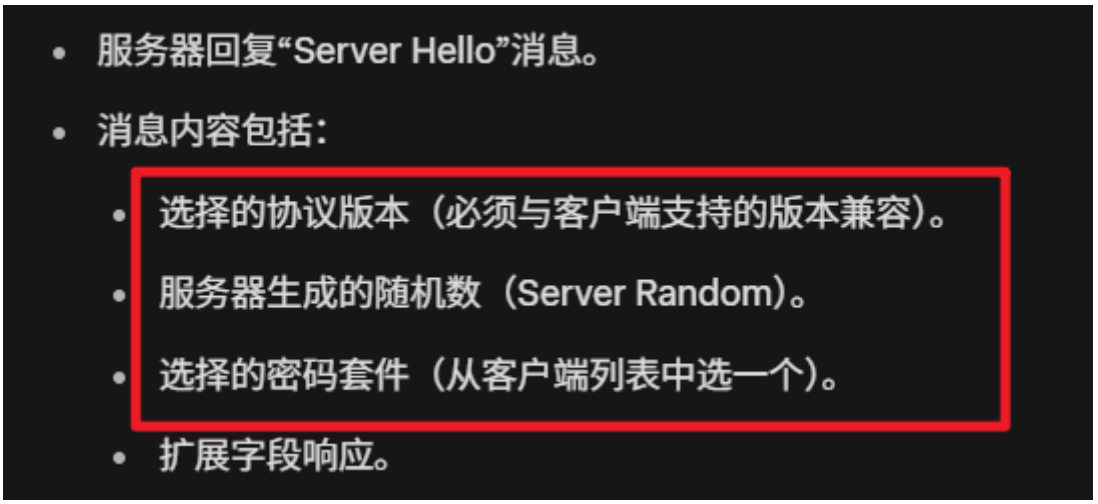
流程

1.客户端发起连接（Client Hello）



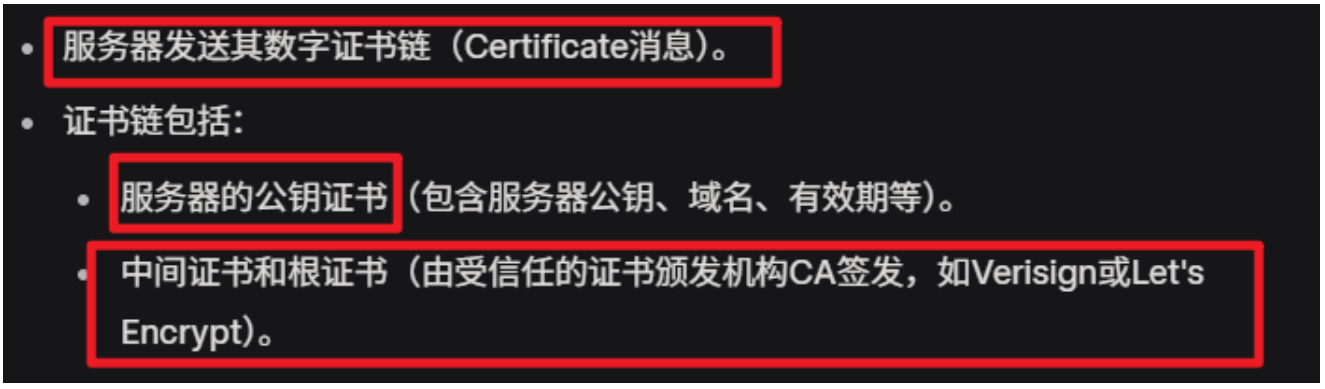
目的：**客户端告知服务器其能力，让服务器选择合适的参数。**

2.服务器响应（Server Hello）

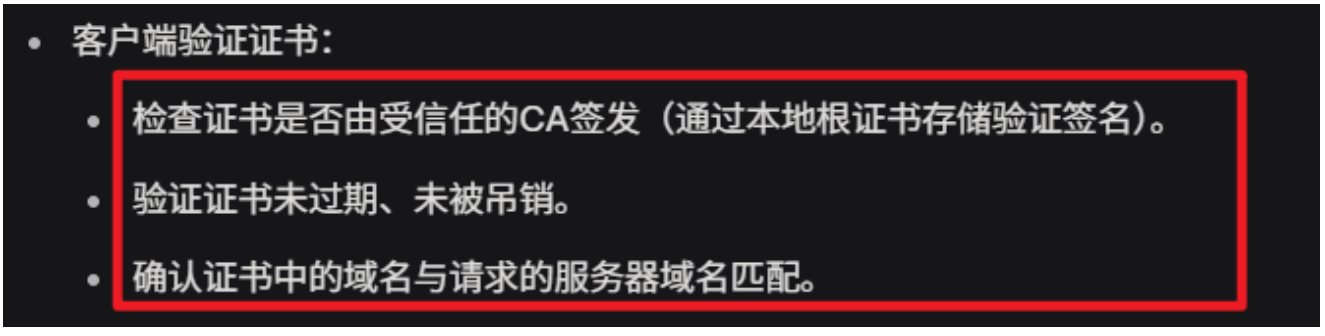


目的：**服务器确认协商参数，建立握手的基础。**

3.服务器发送证书（Certificate）

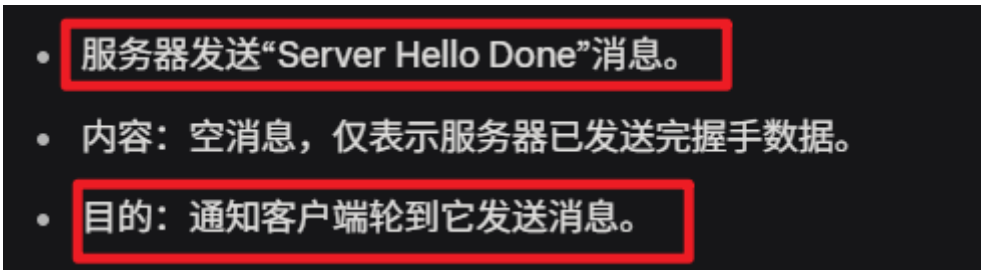


客户端对证书进行确认

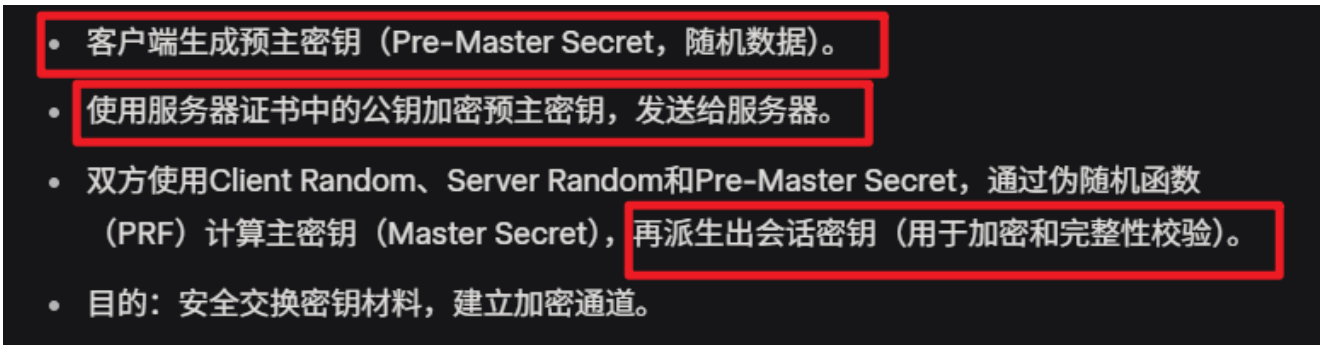


目的：**证明服务器身份，防止中间人攻击。**

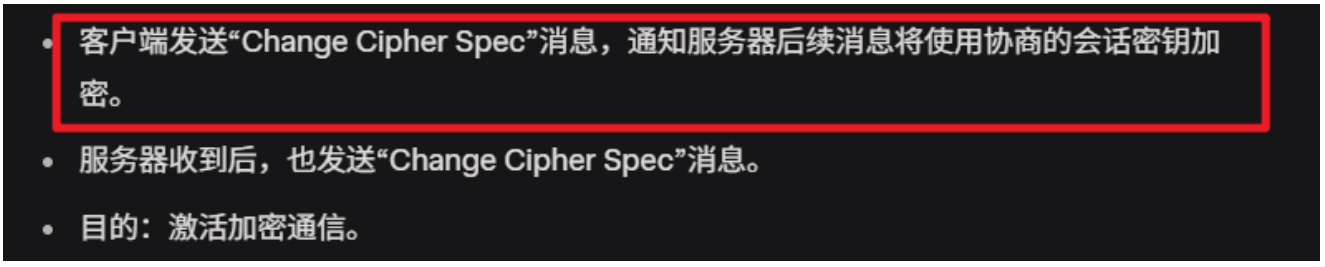
4.Server Hello Done（服务器完成）



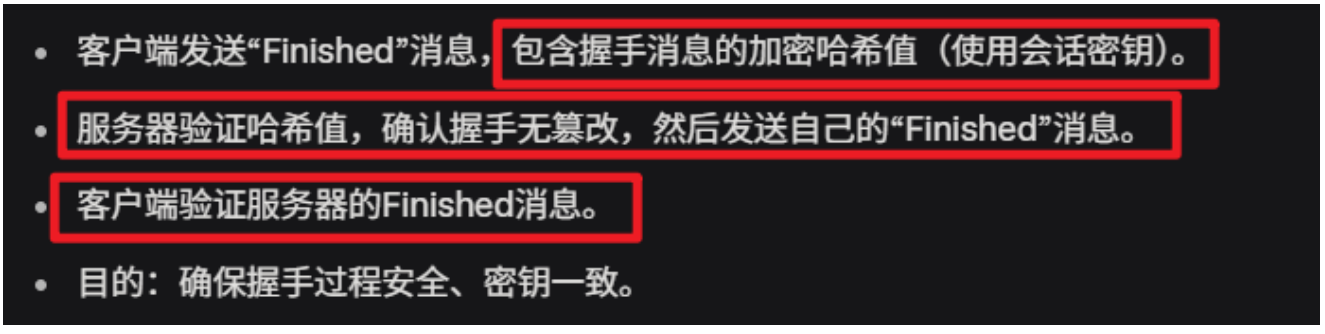
5.Client Key Exchange（客户端密钥交换）

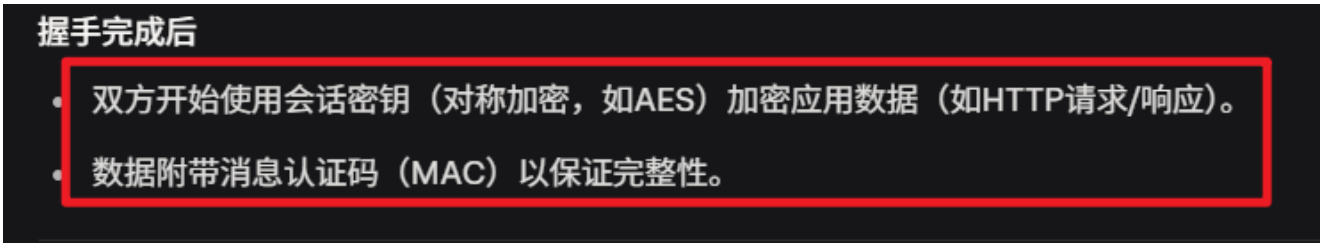


6.Change Cipher Spec（切换加密规范）



7.Finished（握手完成验证）





握手

SSL加密需要握手几次?

回答：5次交互

在上述简化流程（TLS 1.2，RSA密钥交换，单向认证）中，**握手需要5次消息交互**（即客户端和服务器之间的来回通信）。以下是具体计数：

1. **Client Hello**：客户端 → 服务器（第1次）。
2. **Server Hello + Certificate + Server Hello Done**：服务器 → 客户端（第2次，通常这些消息一起发送）。
3. **Client Key Exchange**：客户端 → 服务器（第3次）。
4. **Change Cipher Spec + Finished（客户端）**：客户端 → 服务器（第4次，通常一起发送）。
5. **Change Cipher Spec + Finished（服务器）**：服务器 → 客户端（第5次，通常一起发送）。

- **TLS 1.3优化**：TLS 1.3进一步简化流程，通常只需**3次交互**（1次Client Hello，1次Server Hello+Certificate+Finished，1次Client Finished），因为它合并了步骤并减少了消息数量。
- **实际时间**：握手通常在毫秒级完成，具体取决于网络延迟和计算性能。

加密原理

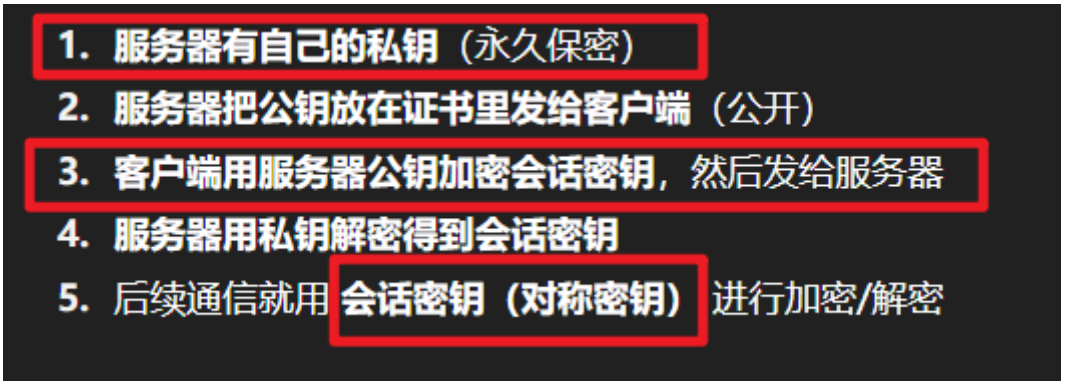
对称加密


对称加密
• 原理：加密和解密用同一把密钥。
• 优点：速度快，适合大量数据传输。
• 缺点：密钥必须安全传输，否则被截获就全完了。
• 例子：
text
密钥：K
明文：HELLO
加密(HELLO, K) -> 密文：X7y3Z
解密(X7y3Z, K) -> HELLO

非对称加密

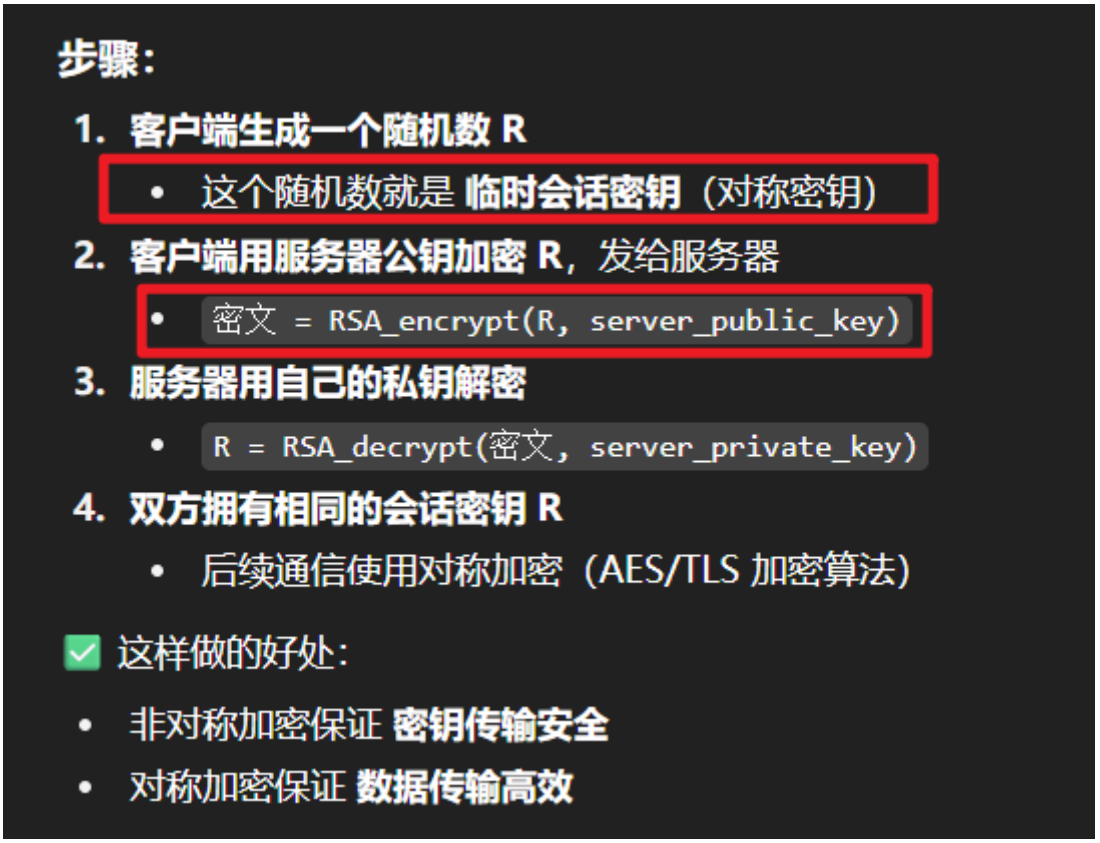

• 原理：一对密钥，公钥和私钥。
• 公钥可以公开，任何人都可以用它加密消息。
• 私钥保密，只有持有者可以解密。
• 优点：安全传输密钥。
• 缺点：速度慢，不适合大文件。
• 例子：
text
公钥(Public Key)：用于加密
私钥(Private Key)：用于解密
明文：HELLO
加密(HELLO, 公钥) -> 密文：X7y3Z
解密(X7y3Z, 私钥) -> HELLO

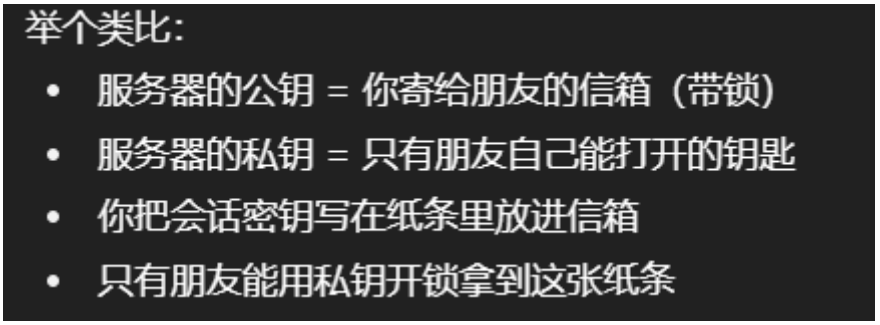
公钥和私钥



会话密钥

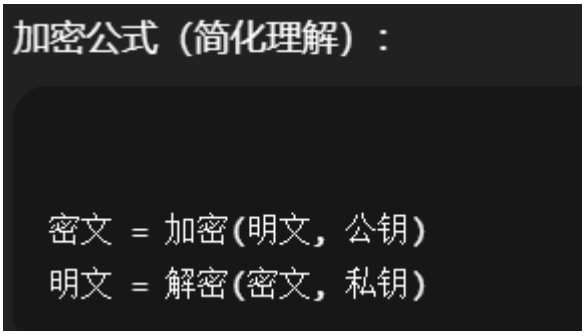
（Session Key）的生成原理





公钥只能加密，不能解密。

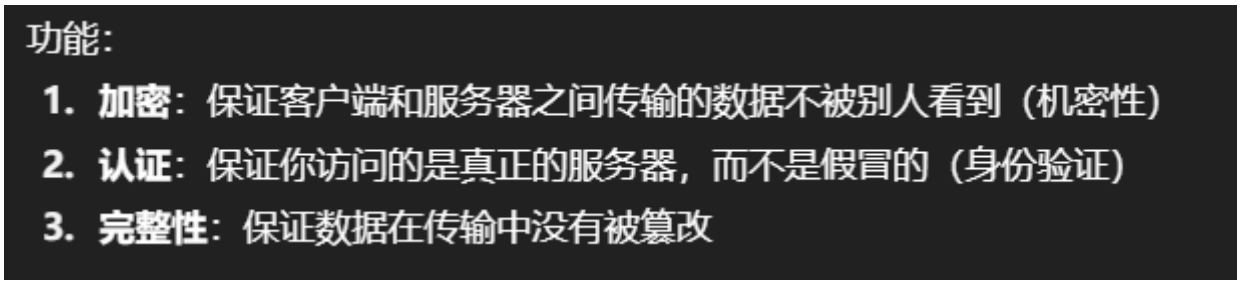
私钥只能解密，不能加密生成原始明文



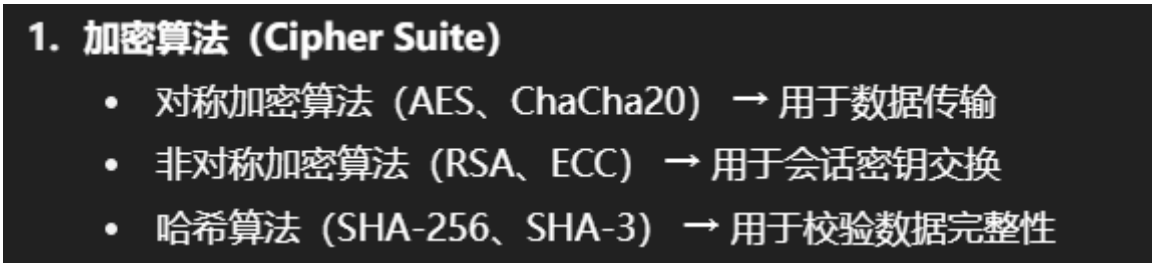
什么是TSL

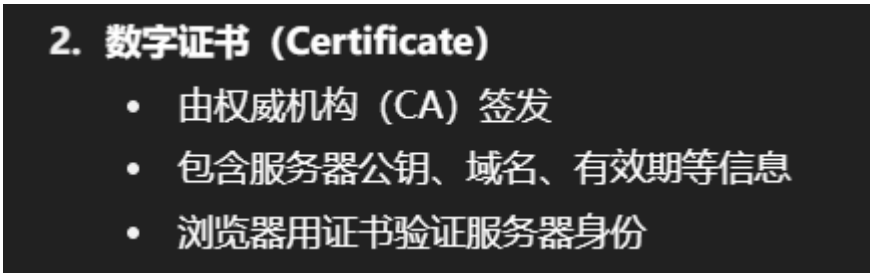
TLS（传输层安全协议）

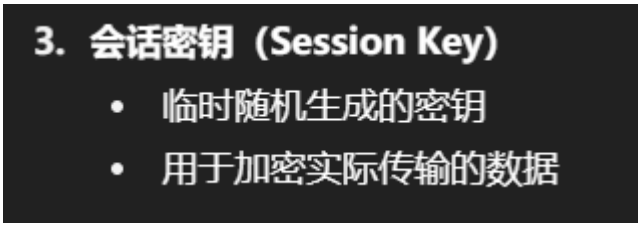
它是 **SSL 的升级版**，现在几乎所有 HTTPS 都用 TLS。



核心组成







TSL流程

Step 1：Client Hello（客户端打招呼）

- 浏览器告诉服务器：
  - 我支持哪些加密算法
  - 我生成的随机数 R1

Step 2：Server Hello（服务器回应）

- 服务器从浏览器提供的算法里选择一种
- 生成自己的随机数 R2
- 发送 **数字证书** 给浏览器（里面有服务器公钥）

Step 3：证书验证

- 浏览器验证证书是否：
  1. 由受信任 CA 签发
  2. 域名匹配
  3. 没有过期
- 验证通过，浏览器确认这是合法服务器

Step 4：生成会话密钥

- 浏览器生成一个临时对称密钥（Session Key）
- 用服务器的公钥加密，发送给服务器

Step 5：服务器解密得到会话密钥

- 服务器用私钥解密，得到和浏览器相同的 Session Key

Step 6：加密通信开始

- 后续所有数据用这个 Session Key（对称加密）加密
- 保证速度快又安全

TLS 的核心就是 **握手阶段用非对称加密安全交换对称密钥，然后用对称加密传输数据**

握手

消息顺序

1. **Client Hello（客户端发起）**
   - 浏览器告诉服务器支持的加密算法、协议版本、生成的随机数 R1
2. **Server Hello（服务器回应）**
   - 服务器选择加密算法
   - 生成随机数 R2
   - 发送 **数字证书**（包含公钥）
   - 如果使用 ECDHE，还会发送临时公钥用于密钥交换
3. **证书验证（浏览器本地完成）**
   - 浏览器验证证书合法性（CA 签名、域名、有效期等）
4. **客户端生成会话密钥**
   - 用服务器公钥加密，或者用 ECDHE 算法协商出共享密钥
   - 发送给服务器
5. **服务器解密得到会话密钥**
   - 用私钥或 ECDHE 私钥计算出相同的 Session Key
6. **双方发送 Finished 消息**
   - 双方互相确认密钥协商成功
   - 后续通信开始用对称加密

TLS 快速握手

TLS 1.3 优化了握手，只需要 **1~2条往返消息**就可以完成密钥协商和身份验证：

1. **Client Hello**（携带密钥信息）
2. **Server Hello + 证书 + Finished**
3. **Client Finished**（确认密钥）

💡 优势：

- 握手次数少 → 延迟降低
- 默认使用 **前向保密（Perfect Forward Secrecy, PFS）**

对比

TLS 1.2 握手流程（全握手）

pgsql

复制 编辑

```
客户端（浏览器）                          服务器
-----------------                        -----------------
Client Hello ---------------------------->
                                          Server Hello + 证书
                                          (可选: Server Key Exchange)
证书验证（浏览器本地完成）
Client Key Exchange (用公钥加密会话密钥) ---------------------->
                                          服务器解密 -> 得到会话密钥
双方 Finished 消息 <----------------------> 双方 Finished 消息
                  后续数据传输使用对称加密会话密钥
```

✅ 总结：大约 **6条消息** 往返，先非对称加密交换密钥，再对称加密传输数据。

TLS 1.3 快速握手

pgsql

复制 编辑

```
客户端（浏览器）                          服务器
-----------------                        -----------------
Client Hello (携带密钥信息) ------------->
                                          Server Hello + 证书 + Finished
客户端 Finished ------------------------->
                  后续数据传输使用对称加密会话密钥
```

✅ 总结：

- 只需要 **1~2条往返**消息
- 默认支持 **前向保密**（即使私钥泄露，过去的会话也安全）
- 延迟更低，速度更快

🔑 对比关键点

特性	TLS 1.2 全握手	TLS 1.3 快速握手
往返次数	2~3 次（6条消息）	1 次或 1.5 次
密钥交换方式	RSA / ECDHE	只用 ECDHE
性能	较慢	快，延迟低
安全性	可以前向保密，但需手动配置	默认前向保密

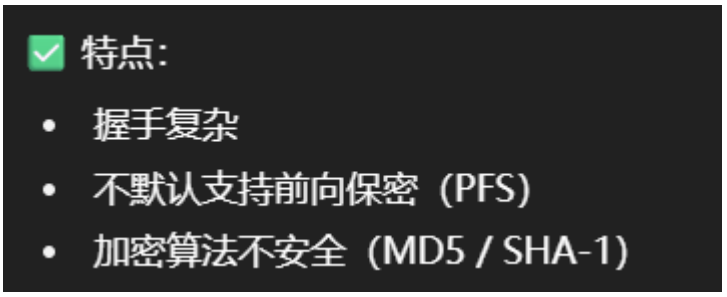
二者区别

名称	全称	作用	现状
SSL	Secure Sockets Layer	早期加密协议，用于 HTTPS 的加密、认证、完整性	已过时，存在安全漏洞（如 POODLE）
TLS	Transport Layer Security	SSL 的升级版，功能更强，安全性更高	当前 HTTPS 标准，主流浏览器和服务器都用 TLS

1. **版本号**
   - SSL 版本：SSL 2.0 / SSL 3.0（都淘汰了）
   - TLS 版本：TLS 1.0 / 1.1 / 1.2 / 1.3（1.2/1.3 最常用）
2. **安全性**
   - SSL：加密算法过时，容易被破解
   - TLS：改进了加密算法、握手流程和哈希算法，更安全
3. **握手流程**
   - SSL：握手比较复杂，不支持前向保密（PFS）
   - TLS 1.2：握手更安全，支持 PFS（如果用 ECDHE）
   - TLS 1.3：握手更快（1~2条消息就完成），默认支持 PFS
4. **加密算法与哈希**
   - SSL：只支持 MD5 / SHA-1（不安全）
   - TLS：支持 SHA-256 / SHA-3 等安全算法
5. **兼容性**
   - TLS 向下兼容 SSL，但现在大多数浏览器和服务器都 **禁用 SSL**，直接用 TLS

SSL 就像是 TLS 的“祖宗”，已经过时；现在 HTTPS 全靠 TLS 保证加密、身份验证和数据完整性。

SSL



TSL 1.2

TSL 1.3

小结

🔑 核心对比总结

特性	SSL	TLS 1.2	TLS 1.3
握手消息数	约6条	约6条	1~2条
密钥交换	RSA	RSA / ECDHE	ECDHE 默认
前向保密 PFS	否	可选	默认
哈希算法	MD5 / SHA-1	SHA-256 / SHA-3	SHA-256 / SHA-3
性能	较慢	中	快
安全性	不安全	安全	更安全