实验名称：为网站添加 HTTPS

实验原理：HTTP 协议传输的数据都是明文的，且不校验通信的双方的身份，所以为了安全起见可以采用 HTTPS 协议进行通信，它是由 SSL+HTTP 协议构建的可进行加密传输、身份认证的网络协议。数字证书是 HTTPS 实现安全传输的基础，它由权威的 CA 机构颁发。HTTPS 通信流程大致如下：

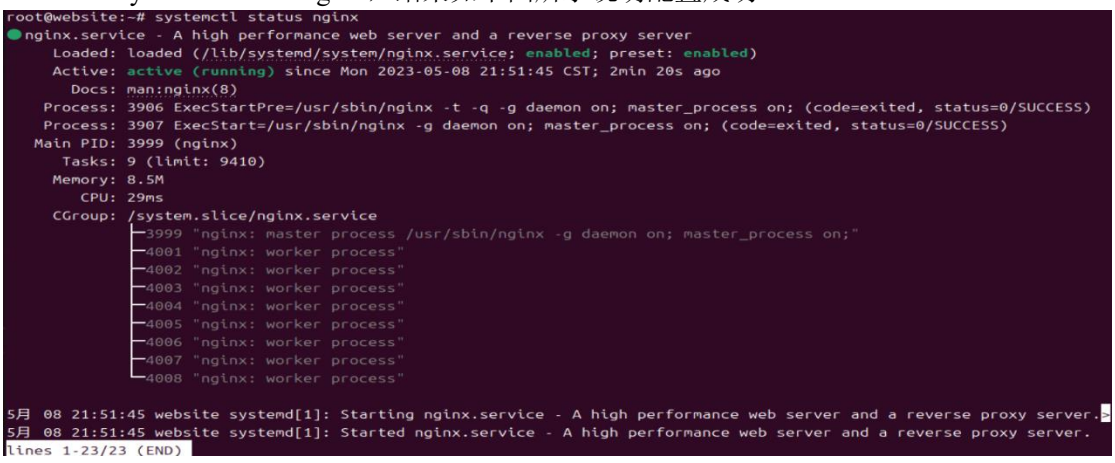
1) 服务器从可信 CA 机构申请证书，本实验可采用自签名生成证书
2) 客户端请求服务器建立连接
3) 服务器发送网站证书（证书中包含公钥）给客户端
4) 客户端验证服务器数字证书，验证通过则协商建立通信

实验环境：一台 Ubuntu23.04 虚拟机、一台 Windows11 本地计算机

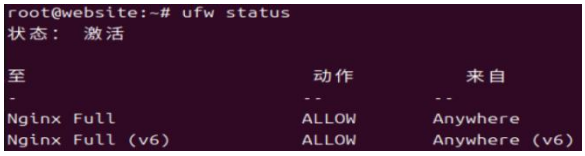
实验步骤：

5. 配置实验环境
    1) 本实验使用一台基于 VMware Workstation Pro 搭载 Ubuntu23.04 的虚拟机 Website 和一台本地搭载 Windows11 的计算机进行演示。系统信息如下图所示。

6. 配置 Website
    1) 虚拟机 Website 在本实验中模拟用来搭建网站的服务器。在终端中输入命令 sudo apt update 和 sudo apt install nginx -y 安装 nginx 服务，安装完成后输入命令 sudo systemctl status nginx，结果如下图所示说明配置成功。



    2) 配置防火墙。在终端中输入命令 sudo ufw enable，开启防火墙，输入命令 sudo ufw allow 'Nginx Full'，开启 Nginx 服务端口，输入命令 sudo ufw status，显示如下图所示说明配置成功。



3) 在终端中输入命令 cd /root/，跳转到 root 目录，输入命令 openssl genrsa des3 -out server.key 2048，创建服务器证书密钥文件 server.key，会弹出提示输入密码和确认密码，随便设置，但是需要记住。

4) 输入命令 openssl req -new -key server.key -out server.csr，创建服务器证书的申请文件 server.csr，会弹出很多提示，具体设置方法如下：

```
Enter pass phrase for root.key: ← 输入前面创建的密码
Country Name (2 letter code) [AU]:CN ← 国家代号，中国输入 CN
State or Province Name (full name) [Some-State]:BeiJing ← 省的全名，拼音
Locality Name (eg, city) []:BeiJing ← 市的全名，拼音
Organization Name (eg, company) [Internet Widgits Pty Ltd]:BIT ← 公司英文名
Organizational Unit Name (eg, section) []: ← 可以不输入
Common Name (eg, YOUR name) []:www.example.com← 输入域名
Email Address []:email@example.com ← 电子邮箱，随意填
Please enter the following ‘extra’ attributes
to be sent with your certificate request
A challenge password []: ← 可以不输入
An optional company name []: ← 可以不输入
```

5) 输入命令 cp server.key server.key.org，备份一份服务器密钥文件。

6) 输入命令 openssl rsa -in server.key.org -out server.key，去除文件密码。

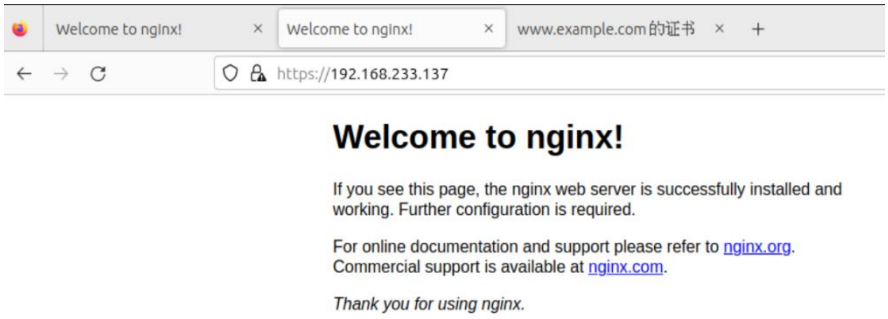
7) 输入命令 openssl x509 -req -days 365 -in server.csr -signkey server.key -out server.crt，生成证书文件 server.crt。

8) 输入命令 sudo nano /etc/nginx/sites-available/default，编辑 nginx 配置，添加如下内容。此时 443 端口为 https，80 端口为 http。

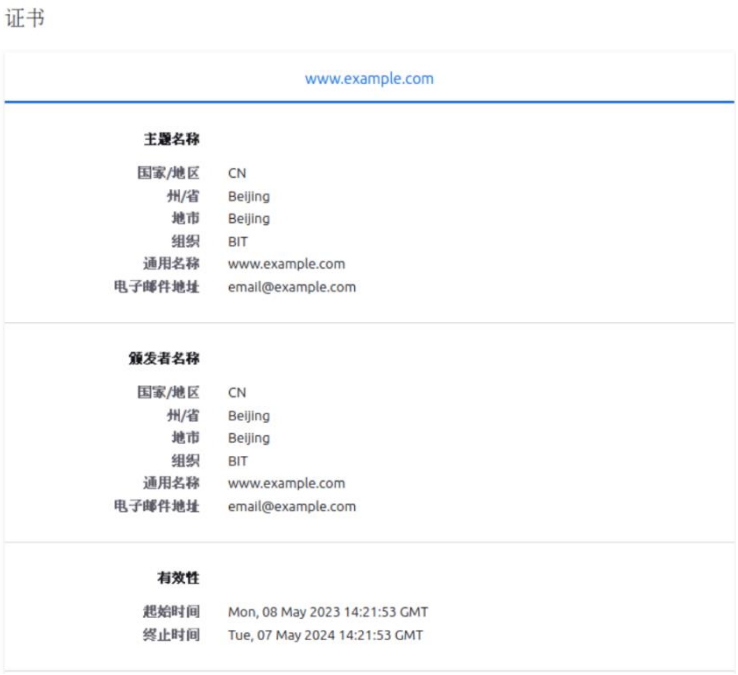
```
server {
    listen       443  ssl;
    listen       80;
    server_name  www.example.com;

    ssl_certificate        /root/server.crt;
    ssl_certificate_key    /root/server.key;

    ssl_session_cache    shared:SSL:1m;
    ssl_session_timeout  5m;

    ssl_ciphers  HIGH:!aNULL:!MD5;
    ssl_prefer_server_ciphers  on;

    large_client_header_buffers 4 16k;
    client_body_buffer_size 128k;
    proxy_connect_timeout 600;
    proxy_read_timeout 600;
    proxy_send_timeout 600;
    proxy_buffer_size 64k;
    proxy_buffers   4 32k;
    proxy_busy_buffers_size 64k;
    proxy_temp_file_write_size 64k;

    proxy_set_header    Host                    $host:$server_port;
    proxy_set_header    X-Real-IP               $remote_addr;
    proxy_set_header    X-Forwarded-For         $proxy_add_x_forwarded_for;
    proxy_set_header    HTTP_X_FORWARDED_FOR    $remote_addr;

    client_max_body_size 10m;
    add_header X-Frame-Options SAMEORIGIN;

    proxy_intercept_errors on;
    recursive_error_pages on;
    server_tokens       off;
}
```

9) 使用浏览器访问 http://192.168.233.137，显示网站没有证书。

10) 使用浏览器访问 https://192.168.233.137，显示网站有证书，但不安全，这是因为我们的证书不是由火狐浏览器的受信任证书颁发机构签名。



点击锁的图标可以看到我们的证书信息。



7. 对比两种协议的通信内容

1) 在本地计算机使用 BurpSuite 软件分别对两次请求进行拦截。可以看出访问 https 协议的网站时增加了 Sec-Ch-*请求头和 Sec-Fetch-*请求头。Sec-Ch-*可以防止泄露浏览器详细信息；Sec-Fetch-*可以精确判断请求的合法性，杜绝非法请求和攻击，提高 web 服务的安全性。

```
GET / HTTP/1.1
Host: 192.168.233.137
Upgrade-Insecure-Requests : 1
User-Agent : Mozilla/5.0 (Windows NT 10.0; Win64; x64) AppleWebKit/537.36 (KHTML, like Gecko) Chrome/110.0.5481.78 Safari/537.36
Accept :
text/html,application/xhtml+xml,application/xml;q=0.9,image/avif,image/webp,image/apng,*/*;q=0.8,application/signed-exchange;v=b3;q=0.7
Accept-Encoding : gzip, deflate
Accept-Language : zh-CN,zh;q=0.9
Connection : close
```

```
GET / HTTP/1.1
Host: 192.168.233.137
Cache-Control : max-age=0
Sec-Ch-Ua : "Not A(Brand";v="24", "Chromium";v="110"
Sec-Ch-Ua-Mobile : ?0
Sec-Ch-Ua-Platform : "Windows"
Upgrade-Insecure-Requests : 1
User-Agent : Mozilla/5.0 (Windows NT 10.0; Win64; x64) AppleWebKit/537.36 (KHTML, like Gecko) Chrome/110.0.5481.78 Safari/537.36
Accept :
text/html,application/xhtml+xml,application/xml;q=0.9,image/avif,image/webp,image/apng,*/*;q=0.8,application/signed-exchange;v=b3;q=0.7
Sec-Fetch-Site : none
Sec-Fetch-Mode : navigate
Sec-Fetch-User : ?1
Sec-Fetch-Dest : document
Accept-Encoding : gzip, deflate
Accept-Language : zh-CN,zh;q=0.9
Connection : close
```