计算机网络实验2：配置Web服务器

📌 姓名：陈睿颖

学号：2013544

专业：计算机科学与技术

1. 实验内容

a. 搭建Web服务器（自由选择系统）；

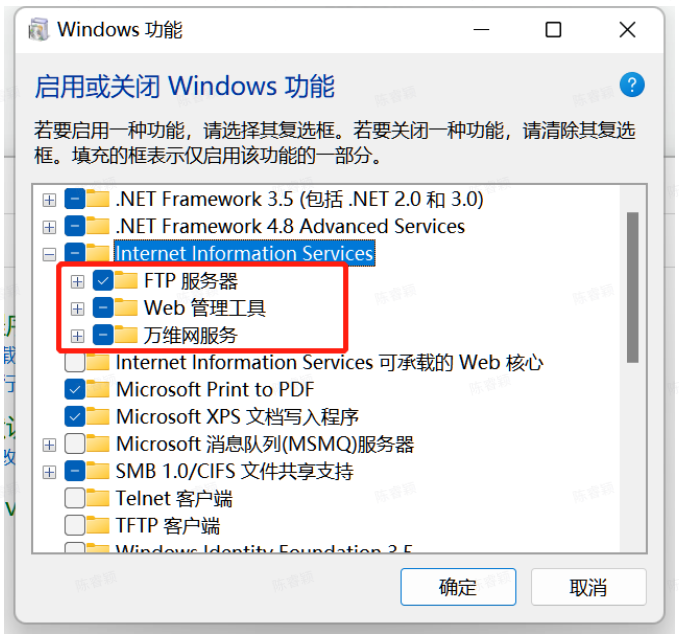
b. 制作简单的Web页面，包含简单文本信息（至少包含专业、学号、姓名）和自己的LOGO；

c. 通过浏览器获取自己编写的Web页面，使用Wireshark捕获浏览器与Web服务器的交互过程，并进行简单的分析说明；

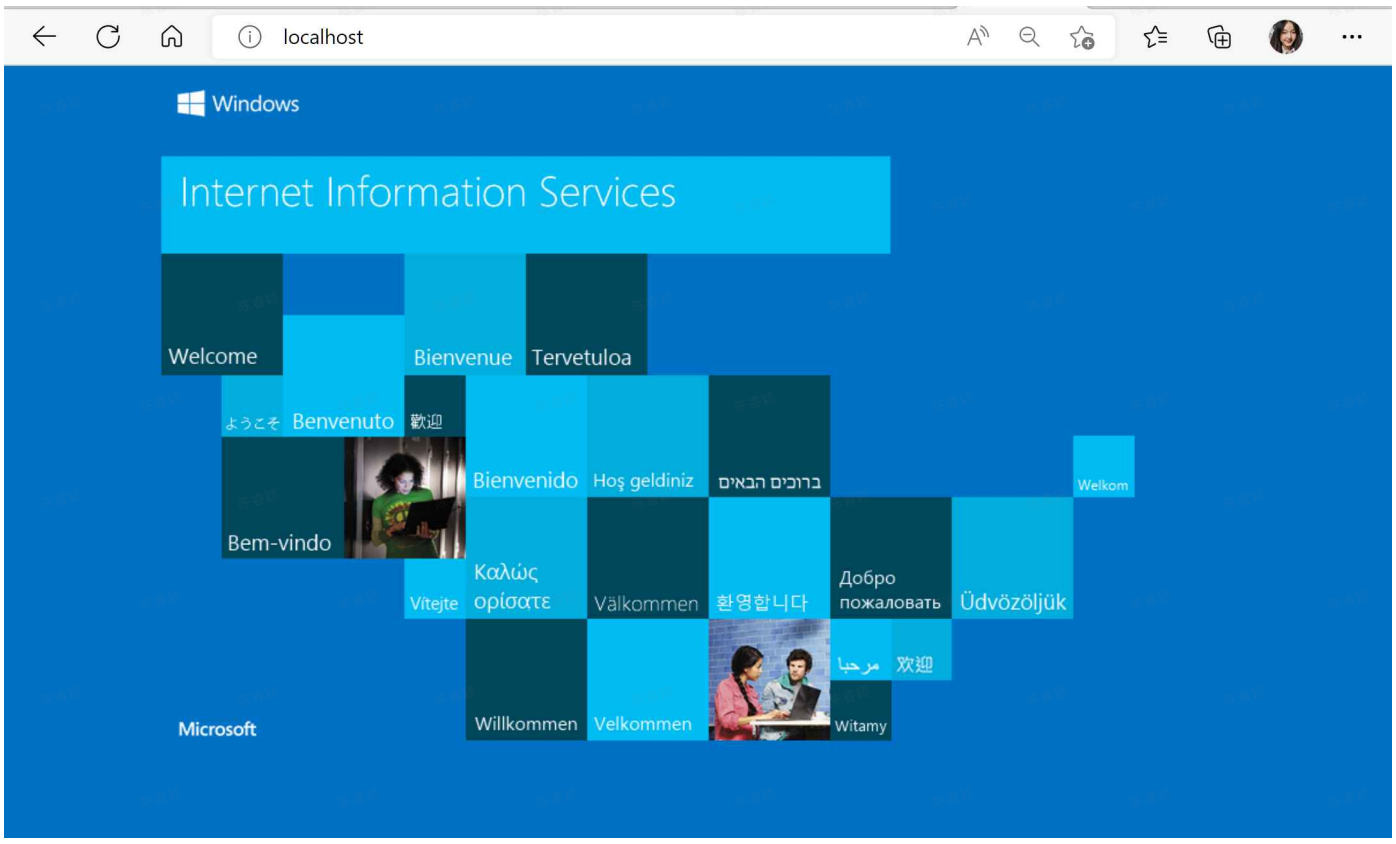
2. 实验步骤

2.1 配置Web服务器

a. 首先打开Internet information services

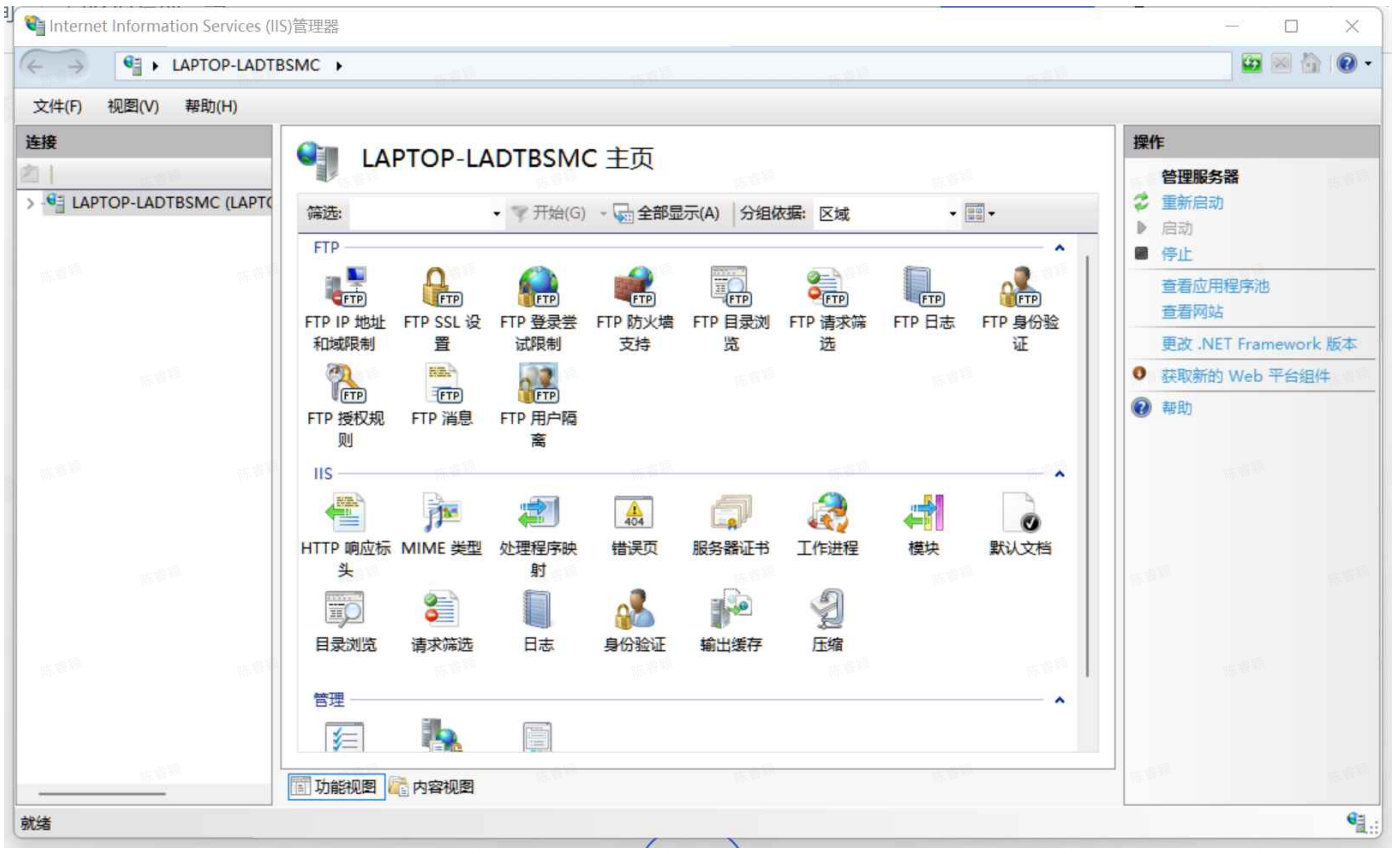


b. 进入浏览器并输入localhost

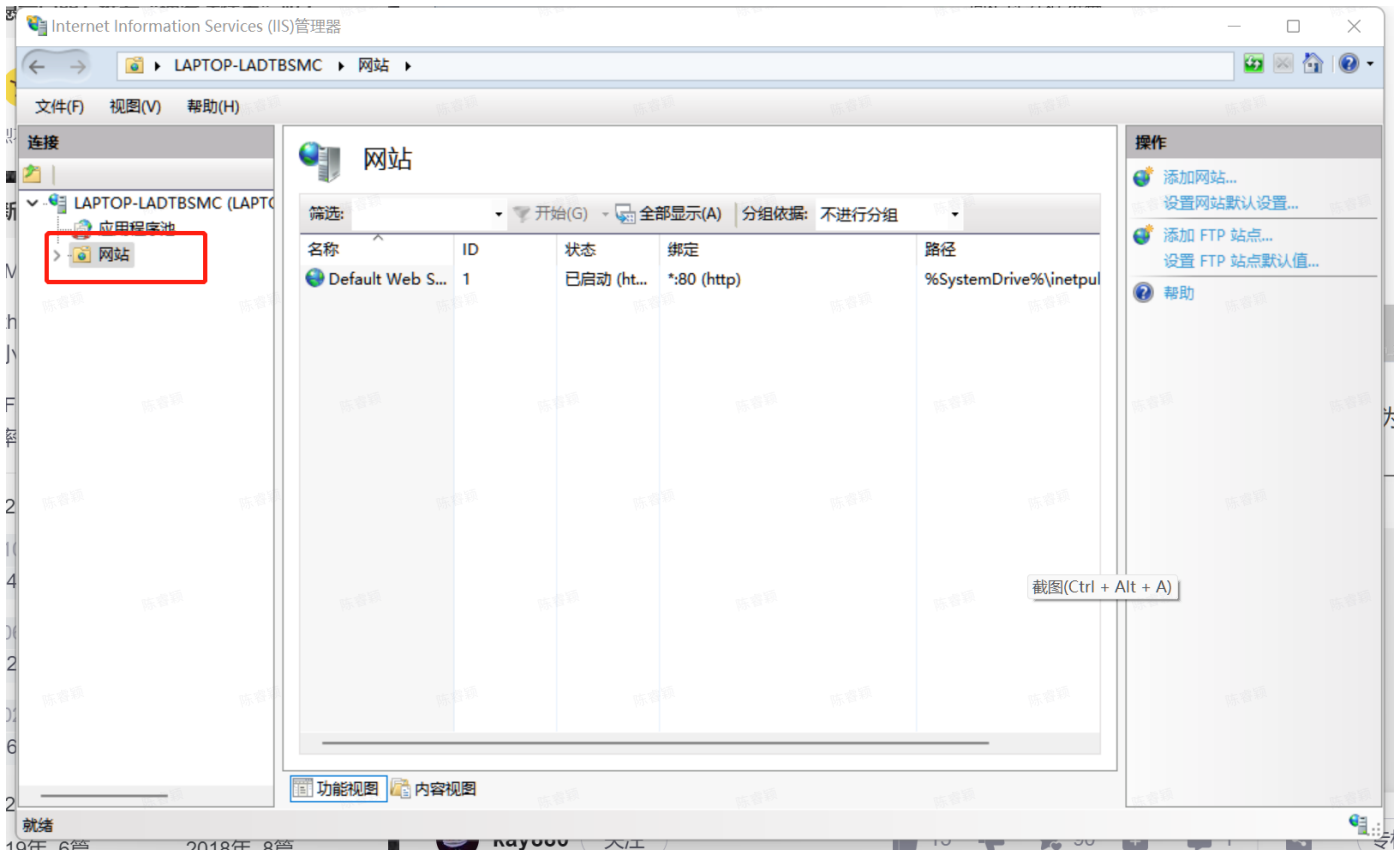


表明开启成功。

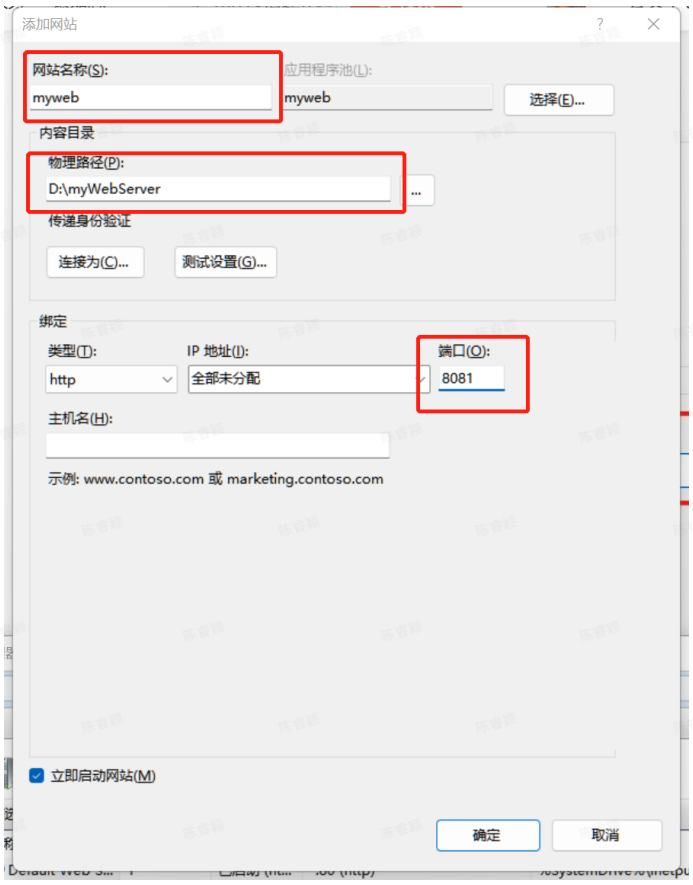
c. 打开iis管理工具，界面如图所示：



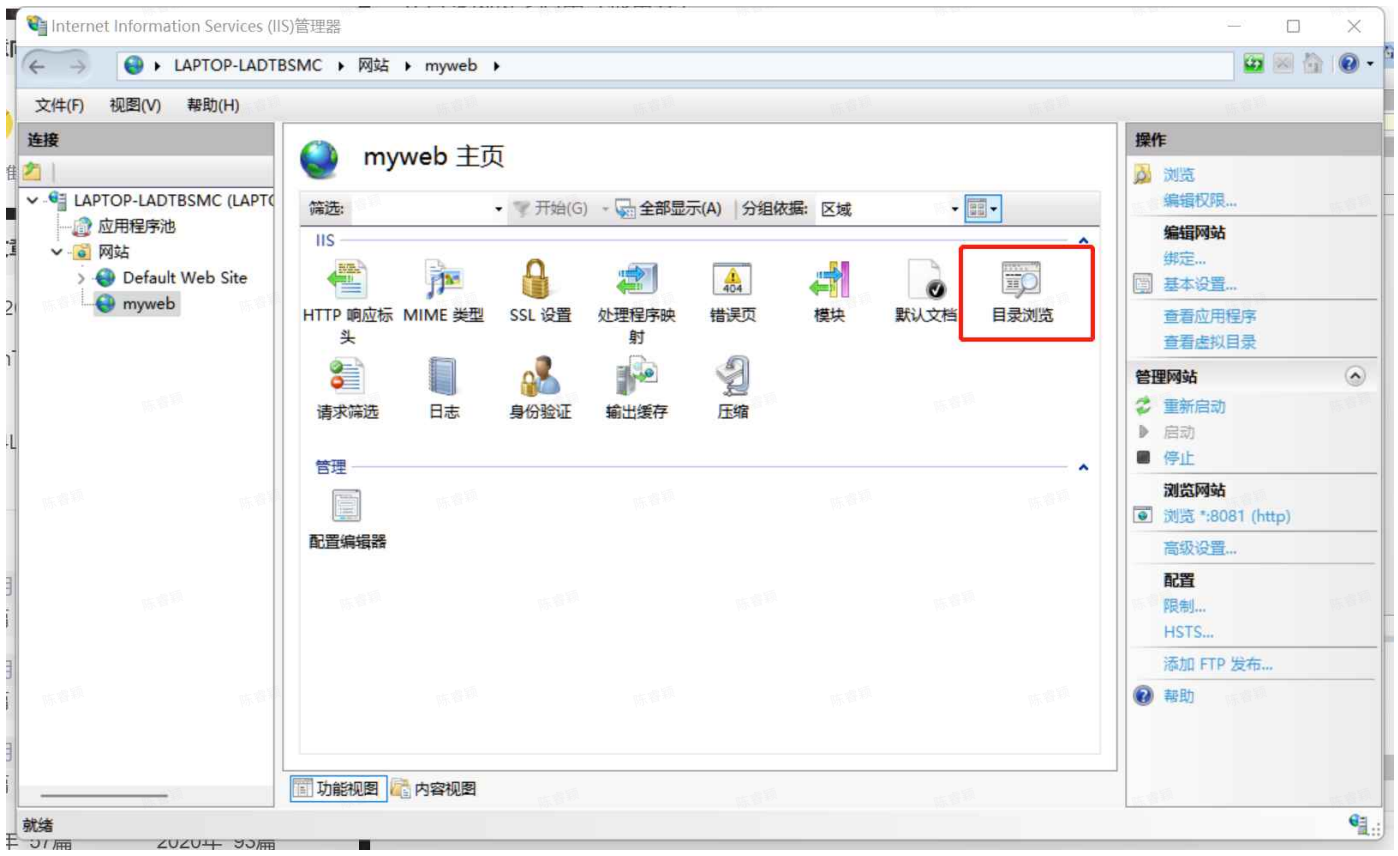
d. 找到网络选项并右击点击添加网络：



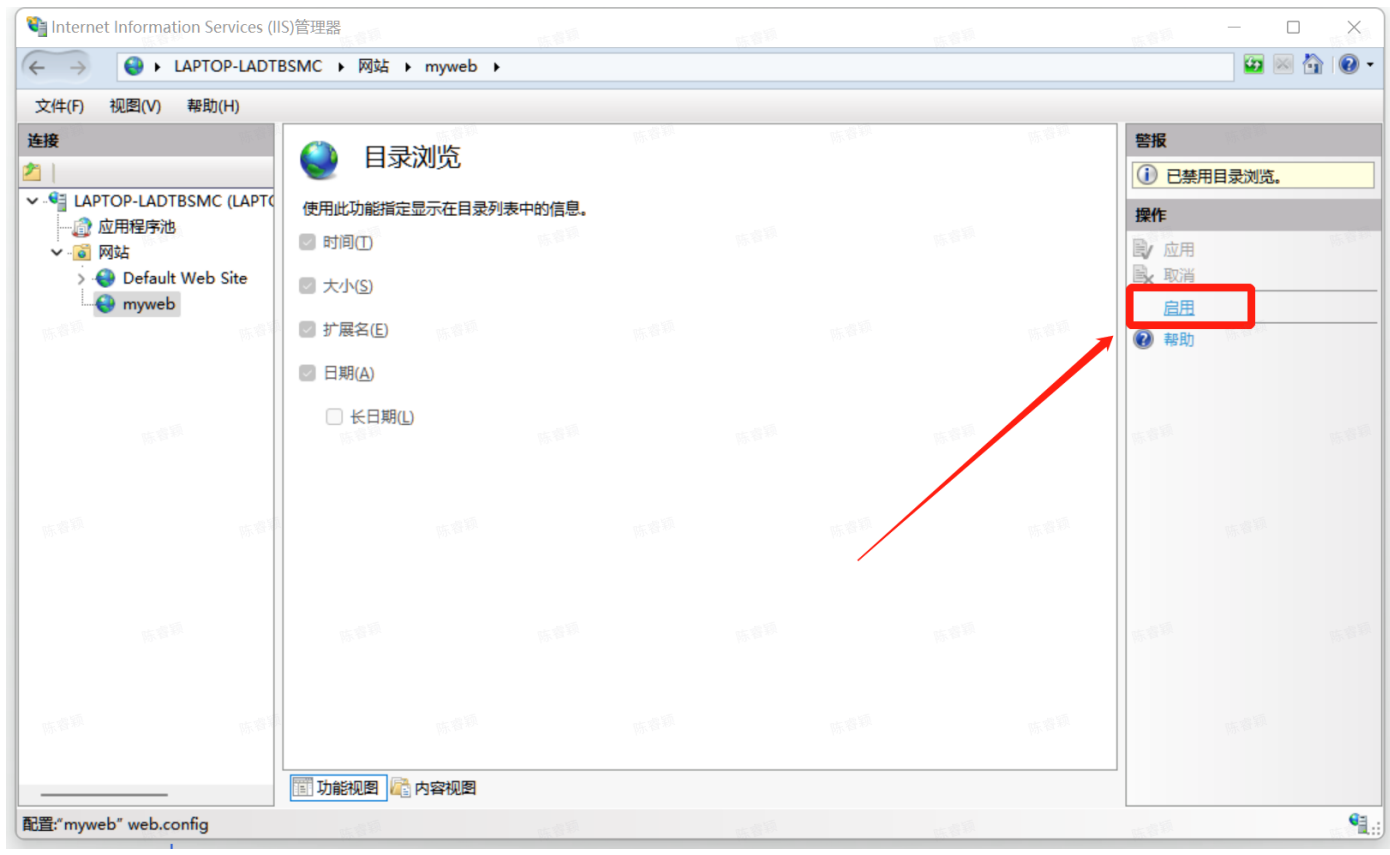
e. 设置网站名称、物理路径及端口，如下图所示：

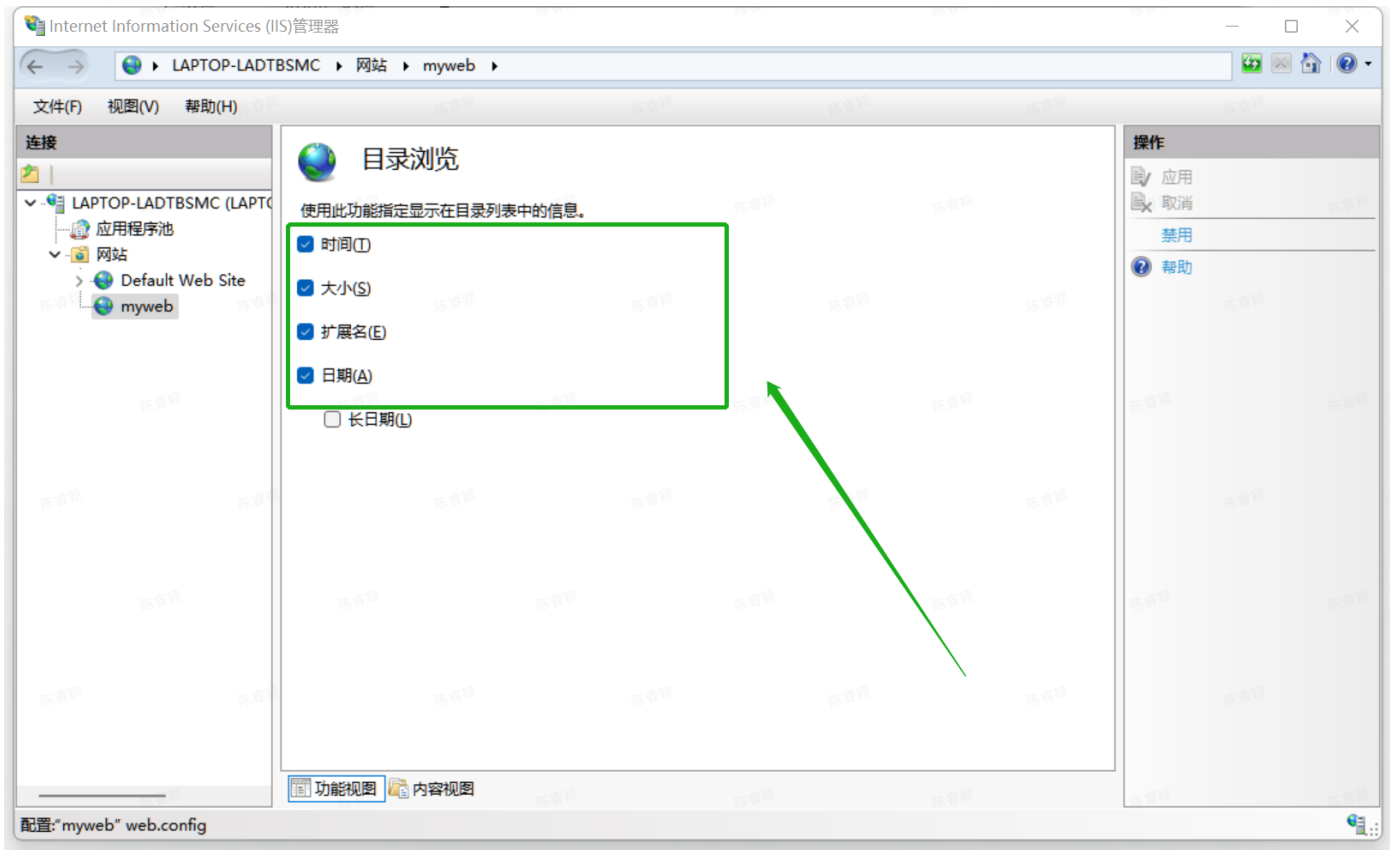


f. 点开myWeb详情页，找到目录浏览并打开：


Internet Information Services (IIS)管理器
LAPTOP-LADTBSMC ▸ 网站 ▸ myweb ▸
文件(F) 视图(V) 帮助(H)
连接
LAPTOP-LADTBSMC (LAPTC
应用程序池
网站
Default Web Site
myweb
myweb 主页
筛选:
开始(G)
全部显示(A)
分组依据: 区域
IIS
HTTP 响应标头
MIME 类型
SSL 设置
处理程序映射
错误页
模块
默认文档
目录浏览
请求筛选
日志
身份验证
输出缓存
压缩
管理
配置编辑器
功能视图
内容视图
操作
浏览
编辑权限...
编辑网站
绑定...
基本设置...
查看应用程序
查看虚拟目录
管理网站
重新启动
启动
停止
浏览网站
浏览 *:8081 (http)
高级设置...
配置
限制...
HSTS...
添加 FTP 发布...
帮助
就绪

g. 点击启用：


Internet Information Services (IIS)管理器
LAPTOP-LADTBSMC ▸ 网站 ▸ myweb ▸
文件(F) 视图(V) 帮助(H)
连接
LAPTOP-LADTBSMC (LAPTC
应用程序池
网站
Default Web Site
myweb
目录浏览
使用此功能指定显示在目录列表中的信息。
时间(T)
大小(S)
扩展名(E)
日期(A)
长日期(L)
功能视图
内容视图
警报
已禁用目录浏览。
操作
应用
取消
启用
帮助
配置:"myweb" web.config



h. 进入浏览器，输入`localhost:8081`，显示下面的内容，表示配置成功：

2.2 编写Web页面

```
<meta http-equiv="Content-Type" content="text/html; charset=utf-8" />
<html>
    <head>
        <title>Welcome to my web</title>
        <h1>2013544 陈睿颖</h1>
    </head>
    <body>
        <img src=./myname.jpg width="273" height="364">
    </body>
</html>
```

界面如下图所示：

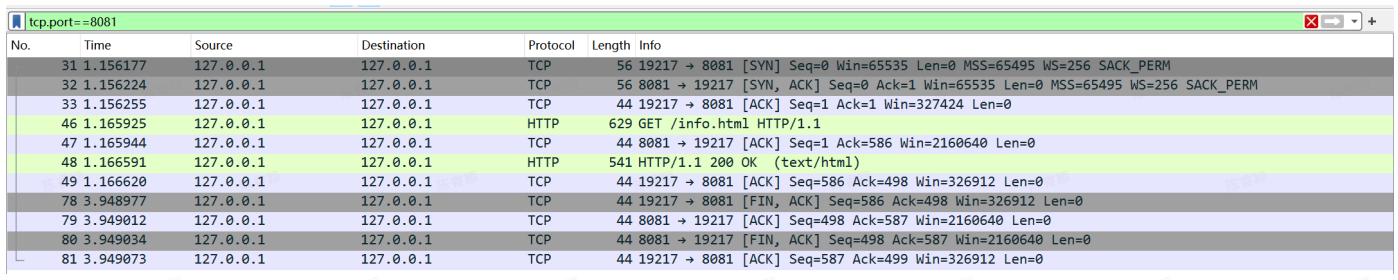
2.3 使用Wireshark捕获浏览器与Web服务器的交互过程：

2.3.1 进行抓包

打开wireshark并开始抓包，再使用浏览器访问编写好的页面

由于配置的web服务器的端口为8081，我们需要分析的数据包即为源端口为8081或目的端口为8081的数据包。在过滤条件中输入：

```
1 tcp.port==8081
```

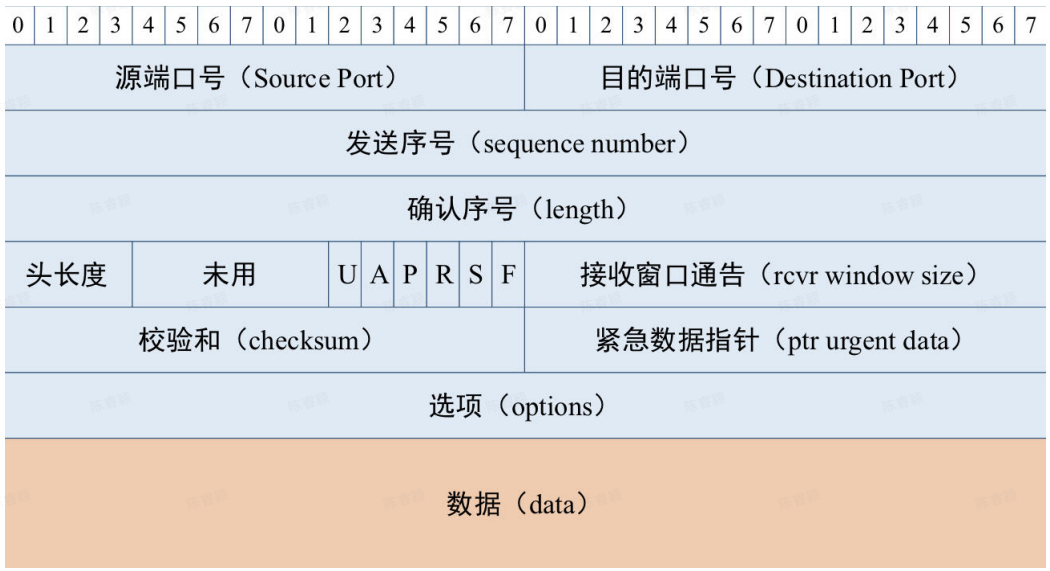


得到如图所示的结果。

2.3.2 实验原理

2.3.2.1 TCP可靠数据传输

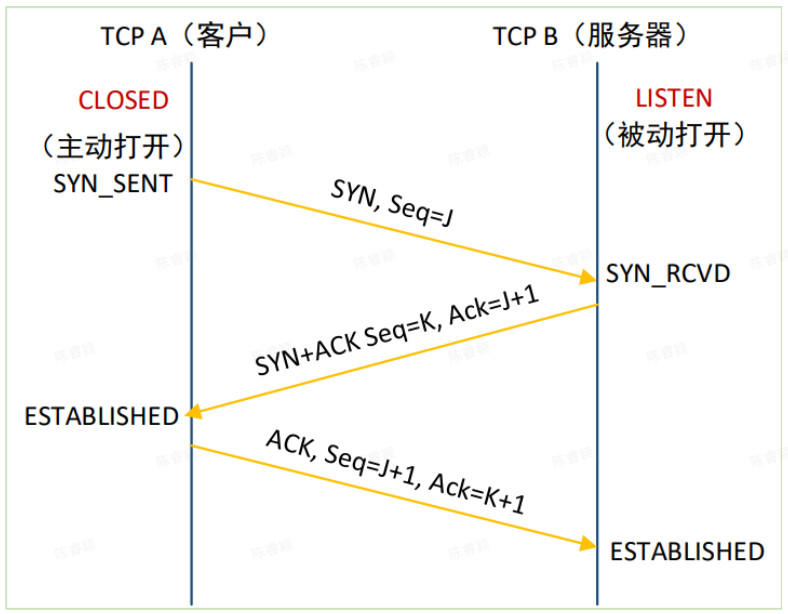
1. 基本机制
    - 发送端：发送数据、等待确认、超时重传
    - 接收端：进行差错检测，采用累积确认机制
2. 数据单元（段）格式



- 头长度：四个字节为计数单位，包含选项部分
- 接收窗口通告：指示接收缓冲区可接收的字节数
- 标志位：URG,ACK,PUSH,RESET,SYN,FIN
- 选项格式：

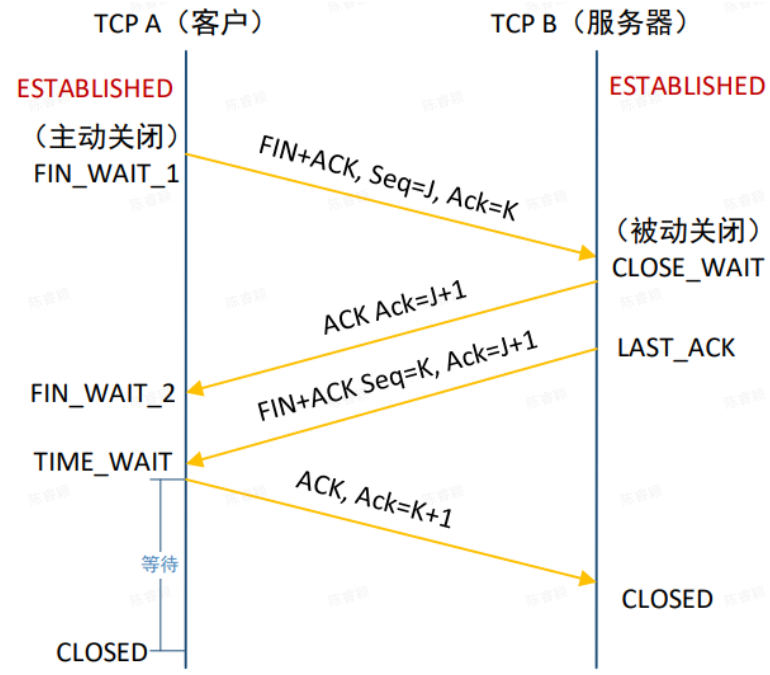
Kind(1字节)	Length(1字节)	Info(1字节)

3. 三次握手
   a. 示意图



- **第一次握手**：客户端发送一个TCP的SYN标志位置1的包指明客户打算连接的服务器的端口，以及初始序号X,保存在包头的序列号(Sequence Number)字段里。
- **第二次握手**：服务器发回确认包(ACK)应答。即SYN标志位和ACK标志位均为1同时，将确认序号(Acknowledgement Number)设置为客户的I S N加1以.即X+1。
- **第三次握手**：客户端再次发送确认包(ACK) SYN标志位为0,ACK标志位为1.并且把服务器发来ACK的序号字段+1,放在确定字段中发送给对方.并且在数据段放写ISN的+1

4. 四次挥手
   a. 示意图



- **第一次挥手**：客户端打算断开连接，向服务器发送FIN报文(FIN标记位被设置为1，1表示为FIN，0表示不是)，FIN报文中会指定一个序列号，之后客户端进入FIN_WAIT_1状态。客户端打算断开连接，向服务器发送FIN报文(FIN标记位被设置为1，1表示为FIN，0表示不是)，FIN报文中会指定一个序列号，之后客户端进入FIN_WAIT_1状态。
- **第二次挥手**：服务器收到连接释放报文段(FIN报文)后，就向客户端发送ACK应答报文，以客户端的FIN报文的序列号 seq+1 作为ACK应答报文段的确认序列号ack = seq+1 = J + 1。接着服务器进入CLOSE_WAIT(等待关闭)状态，此时的TCP处于半关闭状态，客户端到服务器的连接释放。客户端收到来自服务器的ACK应答报文段后，进入FIN_WAIT_2状态。
- **第三次挥手**：服务器也打算断开连接，向客户端发送连接释放(FIN)报文段，之后服务器进入LASK_ACK(最后确认)状态，等待客户端的确认。服务器也打算断开连接，向客户端发送连接释放(FIN)报文段，之后服务器进入LASK_ACK(最后确认)状态，等待客户端的确认。
  - **第四次挥手**：服务器也打算断开连接，向客户端发送连接释放(FIN)报文段，之后服务器进入LASK_ACK(最后确认)状态，等待客户端的确认。之后客户端进入TIME_WAIT(时间等待)状态，服务器收到ACK应答报文段后，服务器就进入CLOSE(关闭)状态，到此服务器的连接已经完成关闭。客户端处于TIME_WAIT状态时，此时的TCP还未释放掉，需要等待2MSL后，客户端才进入CLOSE状态。

2.3.2.2 HTTP协议

1. 工作原理

   HTTP协议定义Web客户端如何从Web服务器请求Web页面，以及服务器如何把Web页面传送给客户端。HTTP协议采用了请求/响应模型。客户端向服务器发送一个请求报文，请求报文包含请求的方法、URL、协议版本、请求头部和请求数据。服务器以一个状态行作为响应，响应的内容包括协议的版本、成功或者错误代码、服务器信息、响应头部和响应数据。

2. 请求/响应步骤

   a. 客户端连接到Web服务器 一个HTTP客户端，通常是浏览器，与Web服务器的HTTP端口（默认为80）建立一个TCP套接字连接。例如，http://www.baidu.com。

   b. 发送HTTP请求 通过TCP套接字，客户端向Web服务器发送一个文本的请求报文，一个请求报文由请求行、请求头部、空行和请求数据4部分组成。

c. 服务器接受请求并返回HTTP响应 Web服务器解析请求，定位请求资源。服务器将资源复本写到TCP套接字，由客户端读取。一个响应由状态行、响应头部、空行和响应数据4部分组成。

d. 释放连接TCP连接 若connection 模式为close，则服务器主动关闭TCP连接，客户端被动关闭连接，释放TCP连接;若connection 模式为keepalive，则该连接会保持一段时间，在该时间内可以继续接收请求;

e. 客户端浏览器解析HTML内容 客户端浏览器首先解析状态行，查看表明请求是否成功的状态代码。然后解析每一个响应头，响应头告知以下为若干字节的HTML文档和文档的字符集。客户端浏览器读取响应数据HTML，根据HTML的语法对其进行格式化，并在浏览器窗口中显示。

3. HTTP请求方法

a. **GET**：向指定的资源发出“显示”请求。使用GET方法应该只用在读取数据，而不应当被用于产生“副作用”的操作中，例如在Web Application中。其中一个原因是GET可能会被网络蜘蛛等随意访问。

b. **HEAD**：与GET方法一样，都是向服务器发出指定资源的请求。只不过服务器将不传回资源的本文部分。它的好处在于，使用这个方法可以在不必传输全部内容的情况下，就可以获取其中“关于该资源的信息”（元信息或称元数据）

c. **POST**：与GET方法一样，都是向服务器发出指定资源的请求。只不过服务器将不传回资源的本文部分。它的好处在于，使用这个方法可以在不必传输全部内容的情况下，就可以获取其中“关于该资源的信息”（元信息或称元数据）

此外，还有PUT,DELETE,TRACE,OPTIONS,CONNECT等方法。

4. 请求格式

5. 响应格式

2.3.3 消息分析

2.3.3.1 TCP消息

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
31	1.156177	127.0.0.1	127.0.0.1	TCP	56	19217 → 8081 [SYN] Seq=0 Win=65535 Len=0 MSS=65495 WS=256 SACK_PERM

消息分为4个部分

```
> Frame 31: 56 bytes on wire (448 bits), 56 bytes captured (448 bits) on interface \Device\NPF_Loopback, id 0
> Null/Loopback
> Internet Protocol Version 4, Src: 127.0.0.1, Dst: 127.0.0.1
> Transmission Control Protocol, Src Port: 19217, Dst Port: 8081, Seq: 0, Len: 0
```

1. Frame：物理层的数据帧概况

```
Frame 31: 56 bytes on wire (448 bits), 56 bytes captured (448 bits) on
  Section number: 1
> Interface id: 0 (\Device\NPF_Loopback)
  Encapsulation type: NULL/Loopback (15)
  Arrival Time: Oct 26, 2022 15:35:27.139950000 中国标准时间
  [Time shift for this packet: 0.000000000 seconds]
  Epoch Time: 1666769727.139950000 seconds
  [Time delta from previous captured frame: 0.000287000 seconds]
  [Time delta from previous displayed frame: 0.000000000 seconds]
  [Time since reference or first frame: 1.156177000 seconds]
  Frame Number: 31
  Frame Length: 56 bytes (448 bits)
  Capture Length: 56 bytes (448 bits)
  [Frame is marked: False]
  [Frame is ignored: False]
  [Protocols in frame: null:ip:tcp]
  [Coloring Rule Name: TCP SYN/FIN]
  [Coloring Rule String: tcp.flags & 0x02 || tcp.flags.fin == 1]
```

```
0000  02 00 00 00 45 00 00 34  7c d1 40 00 80 06 00 00   ····E··4 |·@·····
0010  7f 00 00 01 7f 00 00 01  4b 11 1f 91 95 ce a3 97   ········ K·······
0020  00 00 00 00 80 02 ff ff  d2 e1 00 00 02 04 ff d7   ········ ········
0030  01 03 03 08 01 01 04 02                            ········
```

2. Null/Loopback：环回接口

```
Null/Loopback
    Family: IP (2)
```

协议类型为IPv4

```
0000  02 00 00 00 45 00 00 34  7c d1 40 00 80 06 00 00   ····E··4 |·@·····
0010  7f 00 00 01 7f 00 00 01  4b 11 1f 91 95 ce a3 97   ········ K·······
0020  00 00 00 00 80 02 ff ff  d2 e1 00 00 02 04 ff d7   ········ ········
0030  01 03 03 08 01 01 04 02                            ········
```

3. Internet Protocol Version 4:互联网层IP包头部信息

```
Internet Protocol Version 4, Src: 127.0.0.1, Dst: 127.0.0.1
    0100 .... = Version: 4
    .... 0101 = Header Length: 20 bytes (5)
  > Differentiated Services Field: 0x00 (DSCP: CS0, ECN: Not-ECT)
    Total Length: 52
    Identification: 0x7cd1 (31953)
  > 010. .... = Flags: 0x2, Don't fragment
    ...0 0000 0000 0000 = Fragment Offset: 0
    Time to Live: 128
    Protocol: TCP (6)
    Header Checksum: 0x0000 [validation disabled]
    [Header checksum status: Unverified]
    Source Address: 127.0.0.1
    Destination Address: 127.0.0.1
```

```
0000  02 00 00 00 45 00 00 34  7c d1 40 00 80 06 00 00   ····E··4 |·@·····
0010  7f 00 00 01 7f 00 00 01  4b 11 1f 91 95 ce a3 97   ········ K·······
0020  00 00 00 00 80 02 ff ff  d2 e1 00 00 02 04 ff d7   ········ ········
0030  01 03 03 08 01 01 04 02                            ········
```

对应的数据结构为：

```
typedef struct IPHeader_t {//IP首部
    BYTE Ver_HLen;
    BYTE TOS;
    WORD TotalLen WORD ID;
    WORD Flag_Segment
    BYTE TTL;
    BYTE Protocol;
    WORD Checksum;//校验和
    ULONG SrcIP;//源ip地址
    ULONG DstIP;//目的ip地址
}IPHeader_t;
```

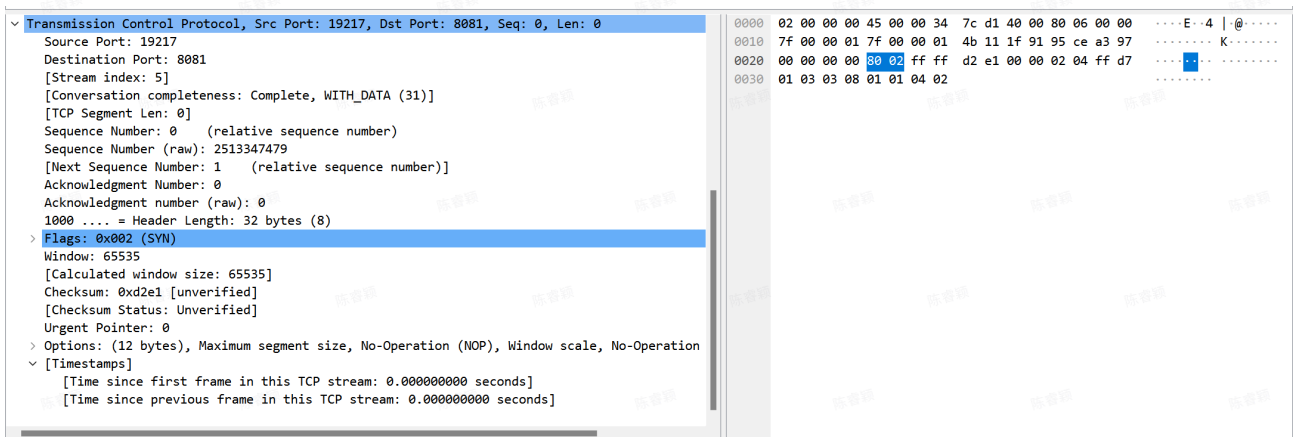
源地址为127.0.0.1，以十六进制显示在消息中为

```
7f 00 00 01
```

```
Source Address: 127.0.0.1
Destination Address: 127.0.0.1
```

```
0000  02 00 00 00 45 00 00 34  7c d1 40 00 80 06 00 00   ····E··4 |·@·····
0010  7f 00 00 01 7f 00 00 01  4b 11 1f 91 95 ce a3 97   ········ K·······
0020  00 00 00 00 80 02 ff ff  d2 e1 00 00 02 04 ff d7   ········ ········
0030  01 03 03 08 01 01 04 02                           ········
```

4. Transmission Control Protocol：传输层的数据段头部信息



可以看到，消息是从主机的19217端口发送至主机的8081端口

```
Transmission Control Protocol, Src Port: 19217, Dst Port: 8081, Seq: 0, Len: 0
    Source Port: 19217
    Destination Port: 8081
```

```
0000  02 00 00 00 45 00 00 34  7c d1 40 00 80 06 00 00   ····E··4 |·@·····
0010  7f 00 00 01 7f 00 00 01  4b 11 1f 91 95 ce a3 97   ········ K·······
0020  00 00 00 00 80 02 ff ff  d2 e1 00 00 02 04 ff d7   ········ ········
0030  01 03 03 08 01 01 04 02                           ········
```

2.3.3.2 TCP的三次握手

在捕获的数据包中

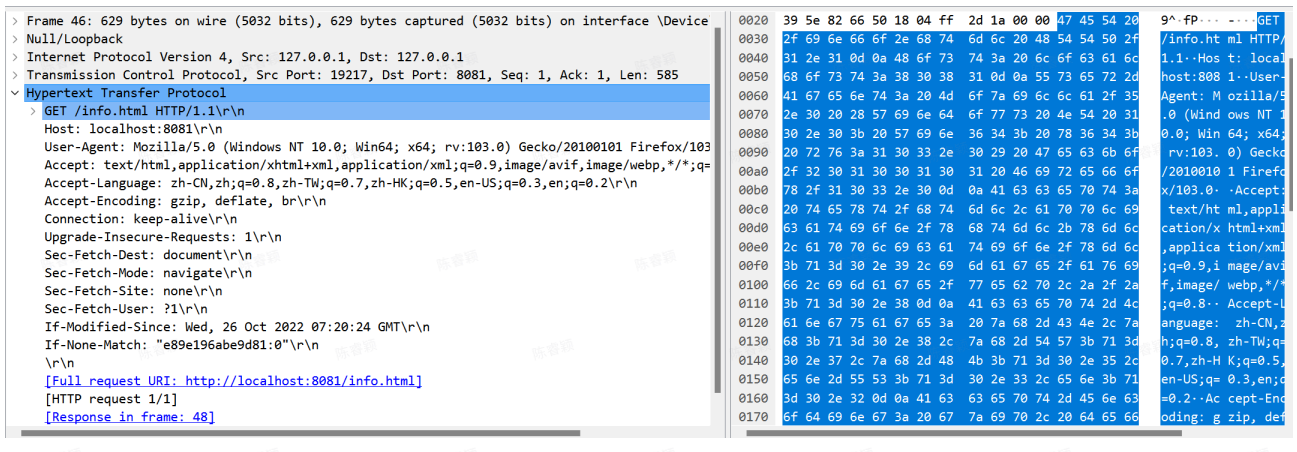
```
31 1.156177   127.0.0.1   127.0.0.1   TCP   56 19217 → 8081 [SYN] Seq=0 Win=65535 Len=0 MSS=65495 WS=256 SACK_PERM
32 1.156224   127.0.0.1   127.0.0.1   TCP   56 8081 → 19217 [SYN, ACK] Seq=0 Ack=1 Win=65535 Len=0 MSS=65495 WS=256 SACK_PERM
33 1.156255   127.0.0.1   127.0.0.1   TCP   44 19217 → 8081 [ACK] Seq=1 Ack=1 Win=327424 Len=0
```

主机向服务器发送连接建立请求SYN，服务器向主机恢复SYN消息并携带确认消息ACK，主机收到服务器的恢复并再次向服务器发送ACK。

2.3.3.3 HTTP消息

```
64 6.478275   ::1   ::1   HTTP   789 GET / HTTP/1.1
```

消息的格式为在原有TCP格式的基础上增加超文本传输协议部分



可以看到对应的十六进制消息与字符。

2.3.3.4 GET请求获取网页

```
Hypertext Transfer Protocol
  GET /info.html HTTP/1.1\r\n
    [Expert Info (Chat/Sequence): GET /info.html HTTP/1.1\r\n]
      [GET /info.html HTTP/1.1\r\n]
      [Severity level: Chat]
      [Group: Sequence]
    Request Method: GET
    Request URI: /info.html
    Request Version: HTTP/1.1
```

请求获取info.html页面，方式为GET

```
0020  39 5e 82 66 50 18 04 ff  2d 1a 00 00 47 45 54 20   9^·fP··· -···GET
0030  2f 69 6e 66 6f 2e 68 74  6d 6c 20 48 54 54 50 2f   /info.ht ml HTTP/
0040  31 2e 31 0d 0a 48 6f 73  74 3a 20 6c 6f 63 61 6c   1.1··Hos t: local
0050  68 6f 73 74 3a 38 30 38  31 0d 0a 55 73 65 72 2d   host:808 1··User-
```

2.3.3.5 获取网页文字和图片信息

```
<html>
    <head>
        <title>Welcome to my web</title>
        <h1>2013544 陈睿颖</h1>
    </head>
    <body>
        <img src=./myname.jpg width="273" height="364">
    </body>
</html>
```

对应数据包中：

```
Line-based text data: text/html (11 lines)
    <meta http-equiv="Content-Type" content="text/html; charset=utf-8" />\r\n
    \r\n
    <html>\r\n
        <head>\r\n
            <title>Welcome to my web</title>\r\n
            <h1>2013544 陈睿颖</h1>\r\n
        </head>\r\n
        <body>\r\n
            <img src=./myname.jpg width="273" height="364">\r\n
        </body>\r\n
    </html>
```

```
0080  4d 54 0d 0a 41 63 63 65  70 74 2d 52 61 6e 67 65   MT··Acce pt-Range
0090  73 3a 20 62 79 74 65 73  0d 0a 45 54 61 67 3a 20   s: bytes ··ETag:
00a0  22 63 32 31 35 39 62 36  31 64 65 39 64 38 31 3a   "c2159b6 1de9d81:
00b0  30 22 0d 0a 53 65 72 76  65 72 3a 20 4d 69 63 72   0"··Serv er: Micr
00c0  6f 73 6f 66 74 2d 49 49  53 2f 31 30 2e 30 0d 0a   osoft-II S/10.0··
00d0  44 61 74 65 3a 20 57 65  64 2c 20 32 36 20 4f 63   Date: We d, 26 Oc
00e0  74 20 32 30 32 32 20 30  37 3a 33 35 3a 32 37 20   t 2022 0 7:35:27
00f0  47 4d 54 0d 0a 43 6f 6e  74 65 6e 74 2d 4c 65 6e   GMT··Con tent-Len
0100  67 74 68 3a 20 32 37 33  0d 0a 0d 0a 3c 6d 65 74   gth: 273 ····<met
0110  61 20 68 74 74 70 2d 65  71 75 69 76 3d 22 43 6f   a http-e quiv="Co
0120  6e 74 65 6e 74 2d 54 79  70 65 22 20 63 6f 6e 74   ntent-Ty pe" cont
0130  65 6e 74 3d 22 74 65 78  74 2f 68 74 6d 6c 3b 20   ent="tex t/html;
0140  63 68 61 72 73 65 74 3d  75 74 66 2d 38 22 20 2f   charset= utf-8" /
0150  3e 0d 0a 0d 0a 3c 68 74  6d 6c 3e 0d 0a 20 20 20   >····<ht ml>··
0160  20 3c 68 65 61 64 3e 0d  0a 20 20 20 20 20 20 20    <head>· ·
0170  20 3c 74 69 74 6c 65 3e  57 65 6c 63 6f 6d 65 20    <title> Welcome
0180  74 6f 20 6d 79 20 77 65  62 3c 2f 74 69 74 6c 65   to my we b</title
0190  3e 0d 0a 20 20 20 20 20  20 20 20 3c 68 31 3e 32   >··         <h1>2
01a0  30 31 33 35 34 34 20 e9  99 88 e7 9d bf e9 a2 96   013544 · ·····
01b0  3c 2f 68 31 3e 0d 0a 20  20 20 20 3c 2f 68 65 61   </h1>··     </hea
01c0  64 3e 0d 0a 20 20 20 20  3c 62 6f 64 79 3e 0d 0a   d>··     <body>··
01d0  20 20 20 20 20 20 20 20  3c 69 6d 67 20 73 72 63           <img src
```

获取成功，返回状态码200代表请求成功

```
Hypertext Transfer Protocol
  HTTP/1.1 200 OK\r\n
    [Expert Info (Chat/Sequence): HTTP/1.1 200 OK\r\n]
      [HTTP/1.1 200 OK\r\n]
      [Severity level: Chat]
      [Group: Sequence]
    Response Version: HTTP/1.1
    Status Code: 200
    [Status Code Description: OK]
    Response Phrase: OK
```

2.3.3.6 TCP的四次挥手

78	3.948977	127.0.0.1	127.0.0.1	TCP	44 19217 → 8081 [FIN, ACK] Seq=586 Ack=498 Win=326912 Len=0
79	3.949012	127.0.0.1	127.0.0.1	TCP	44 8081 → 19217 [ACK] Seq=498 Ack=587 Win=2160640 Len=0
80	3.949034	127.0.0.1	127.0.0.1	TCP	44 8081 → 19217 [FIN, ACK] Seq=498 Ack=587 Win=2160640 Len=0
81	3.949073	127.0.0.1	127.0.0.1	TCP	44 19217 → 8081 [ACK] Seq=587 Ack=499 Win=326912 Len=0

主机向服务器发送FIN，不再发送数据但可以接收数据；服务器接收FIN并回送ACK段；服务器发送FIN并等待主机返回ACK；主机接收FIN后回送ACK，等待两倍的段生存期后关闭连接；服务器接收ACK并关闭连接。

3. 实验总结

经过以上分析，将浏览器和web服务器的交互过程总结如下：

- 浏览器向DNS获取web服务器的IP地址。此处是在本机配置的服务器，所以为`127.0.0.1`；
- 浏览器与IP地址为`127.0.0.1`的服务器进行TCP连接，端口为`8081`，即为myweb设置的端口号；
- 浏览器执行HTTP协议，发送GET `localhost:8081/info.html` 命令,请求读取该文件，如下图所示：
- 服务器返回`localhost:8081/info.html`文件到客户端
- 释放TCP连接；
- 浏览器解释`localhost:8081/info.html`文件内容，并显示该文件表示的页面；