



要求：

1. 使用腾讯课堂上课，如遇到技术故障将改用腾讯会议；
2. 为方便考勤，请同学们将昵称改成“学号-真实姓名”；
3. 上课不定时发起签到，请同学们不要迟到早退。





哈爾濱工業大學(深圳)
HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY, SHENZHEN

计算机网络实验

CONTENTS

目录

「01」

实验任务

「02」

实验原理

「03」

实验步骤

「04」

作业提交



➤ Lab5 协议栈之IP协议实现

在完成ARP的基础上，编写**IP报文的发送、接收、IP分片以及计算校验和函数**，使其能够发送和接收IP数据报文，并且能通过实验评测系统的测试。

➤ Lab6 协议栈之ICMP协议实现

在完成IP协议的基础上，编写ICMP报文的**接收、响应报文和差错报文**，使其能够发送和接收ICMP数据报文，并且能通过实验评测系统的测试。

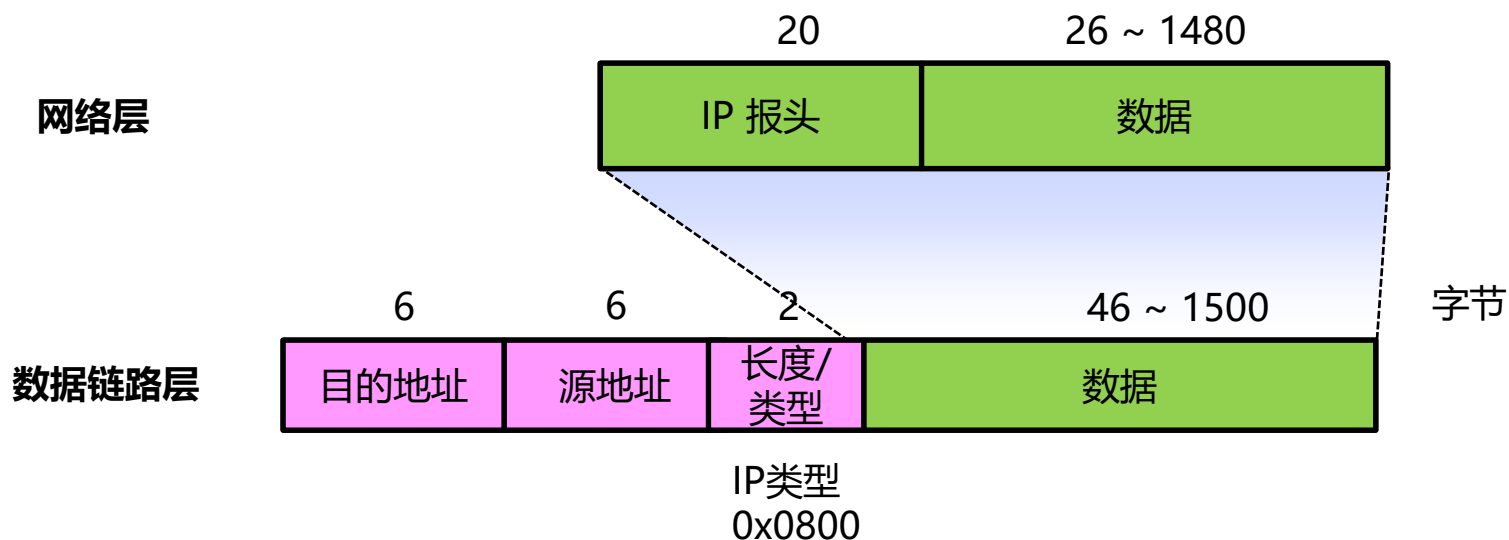
➤ Lab7 协议栈之UDP协议实现

在完成ICMP协议的基础上，编写UDP报文的**发送、接收和UDP校验和函数**，使其能够发送和接收UDP数据报文，并且**能与UDP测试工具进行自收自发**。





- IP提供了一种**尽力而为**、**无连接**的数据交付服务
 - **尽力而为**：不保证IP数据报能成功到达目的地
 - **无连接**：不维护任何链接状态，数据报互相独立，可不按顺序交付



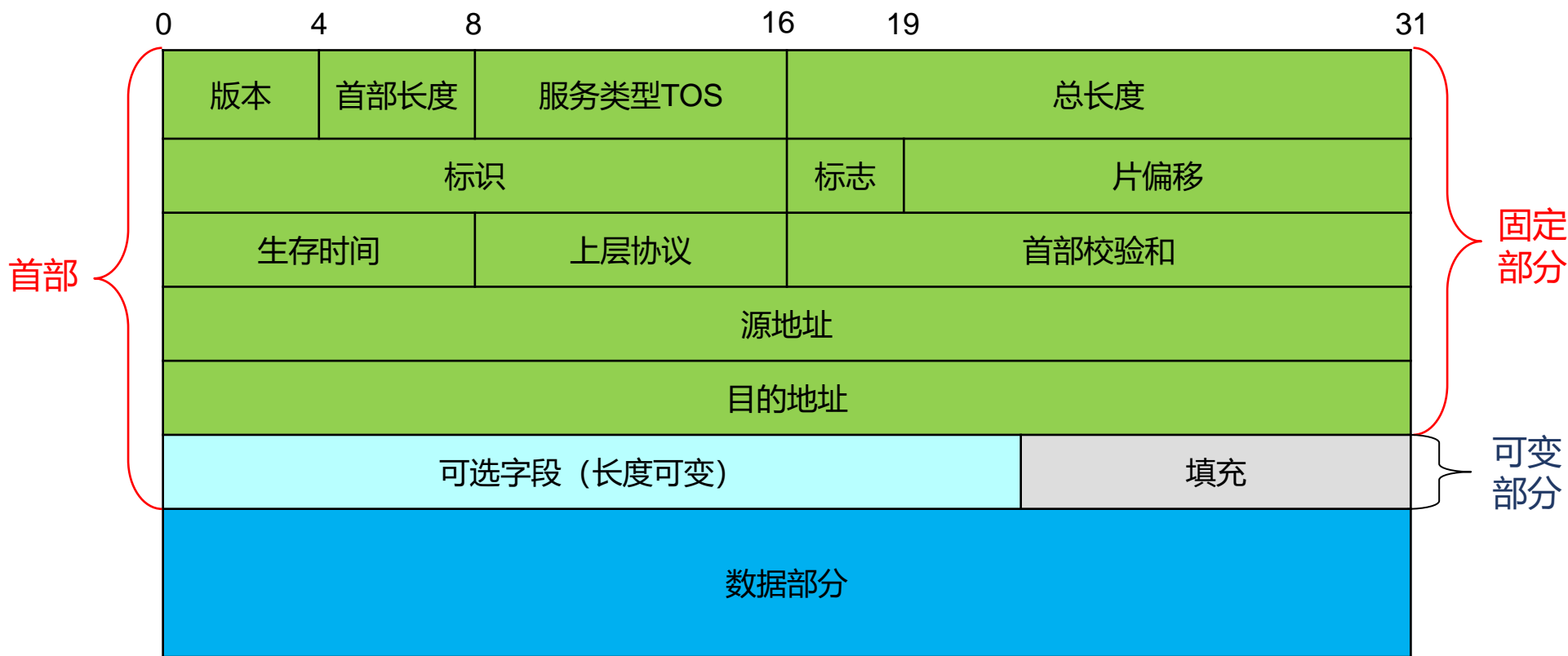


➤ IPv4头部格式:

➤ 只考虑固定20字节的IP首部

请思考

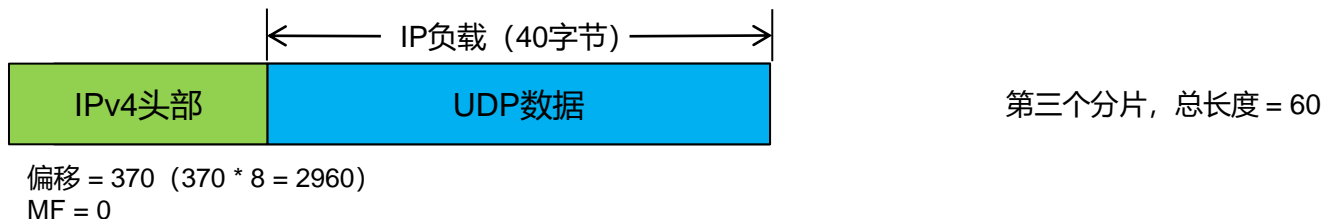
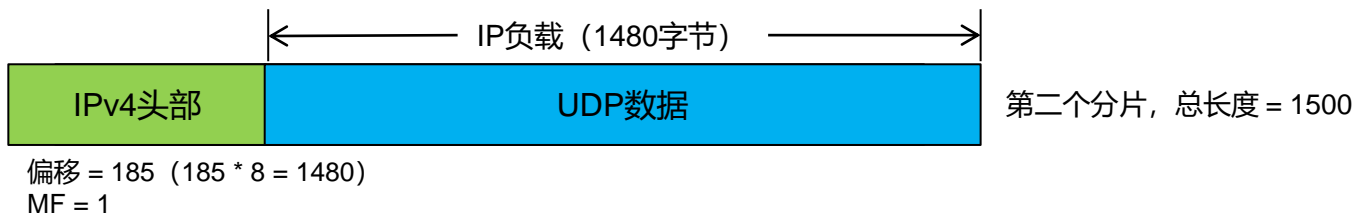
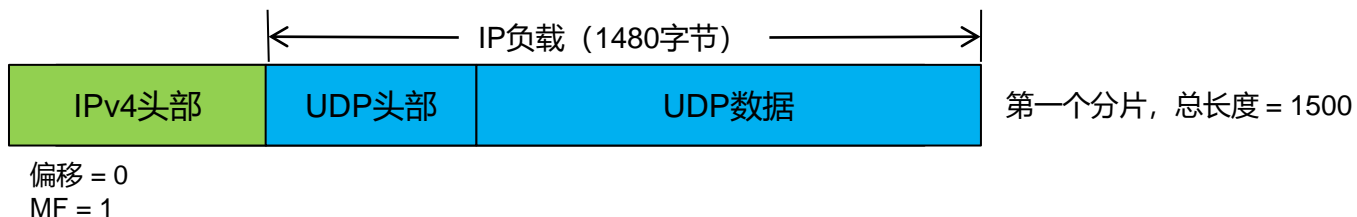
总长度为16bit (65535字节) ,
能发这么大的数据包吗?



只有敲代码才能
感受到温暖



➤ IP分片：通过标识、标志、位偏移完成数据报的分片与重组操作



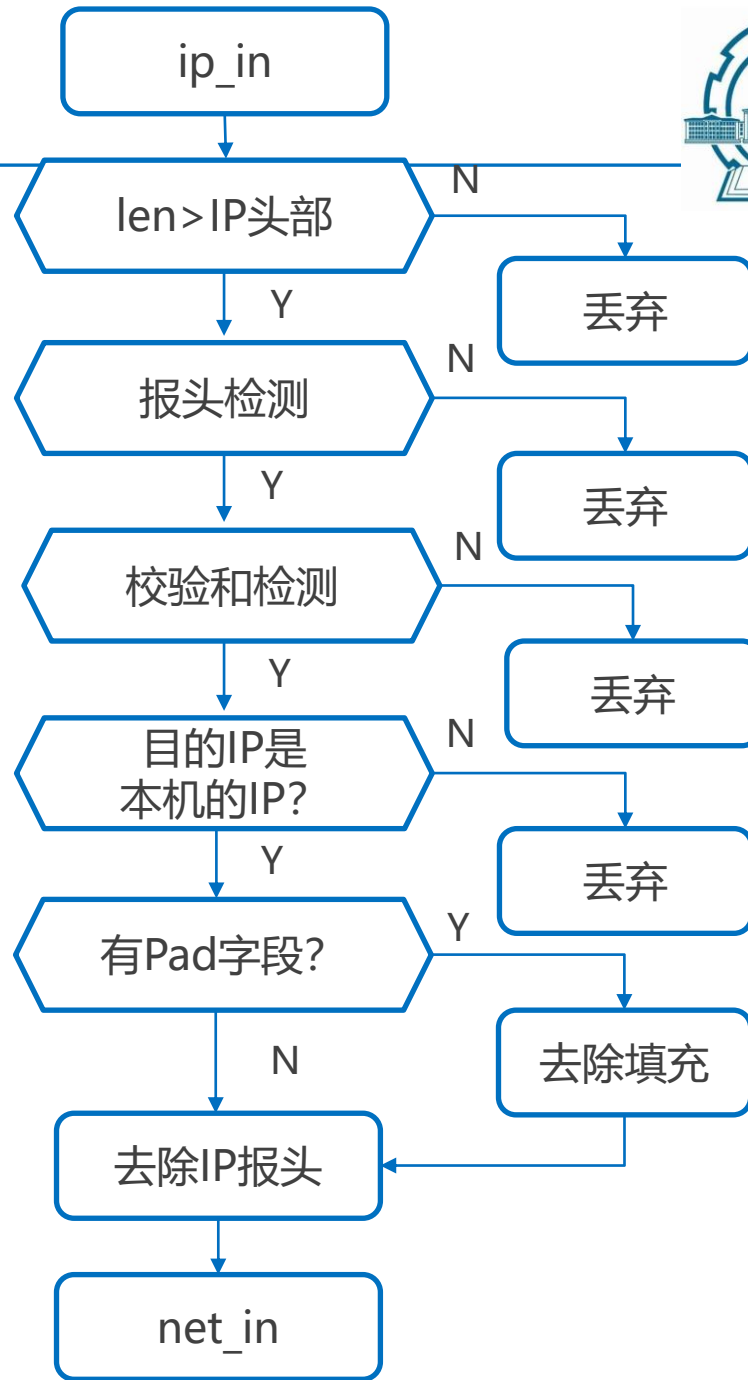
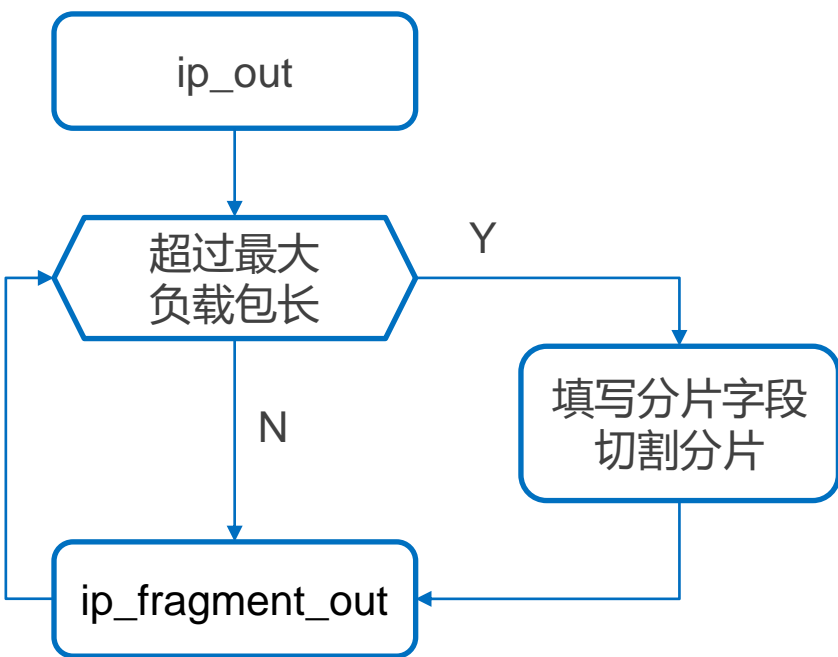


实验步骤

1 IP协议



✓ IP报文的发送、接收函数



只有敲代码才能
感受到温暖



请思考

校验和16bit要做大小端转换吗？

➤ IP头部校验和 — 反码求和

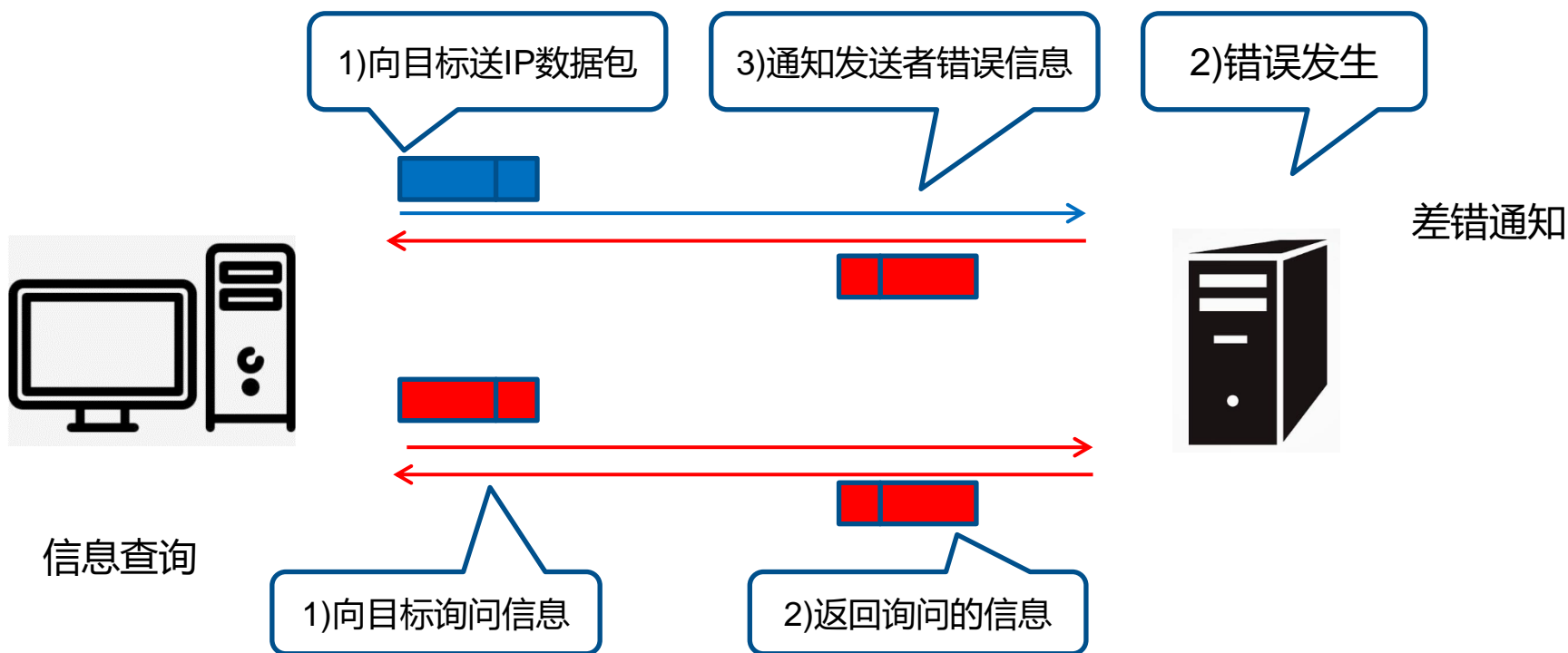
- 把数据看成由一串16bit的半字组成；
- 对两个二进制数直接进行加法运算；
- 如果最后还剩8个bit值，也要相加这个8bit值；
- 判断相加后32bit结果值的高16位是否为0，如果不为0，则将高16位和低16位相加，依次循环，直至高16位为0为止；
- 将上述的和（低16位）取反，即得到校验和。





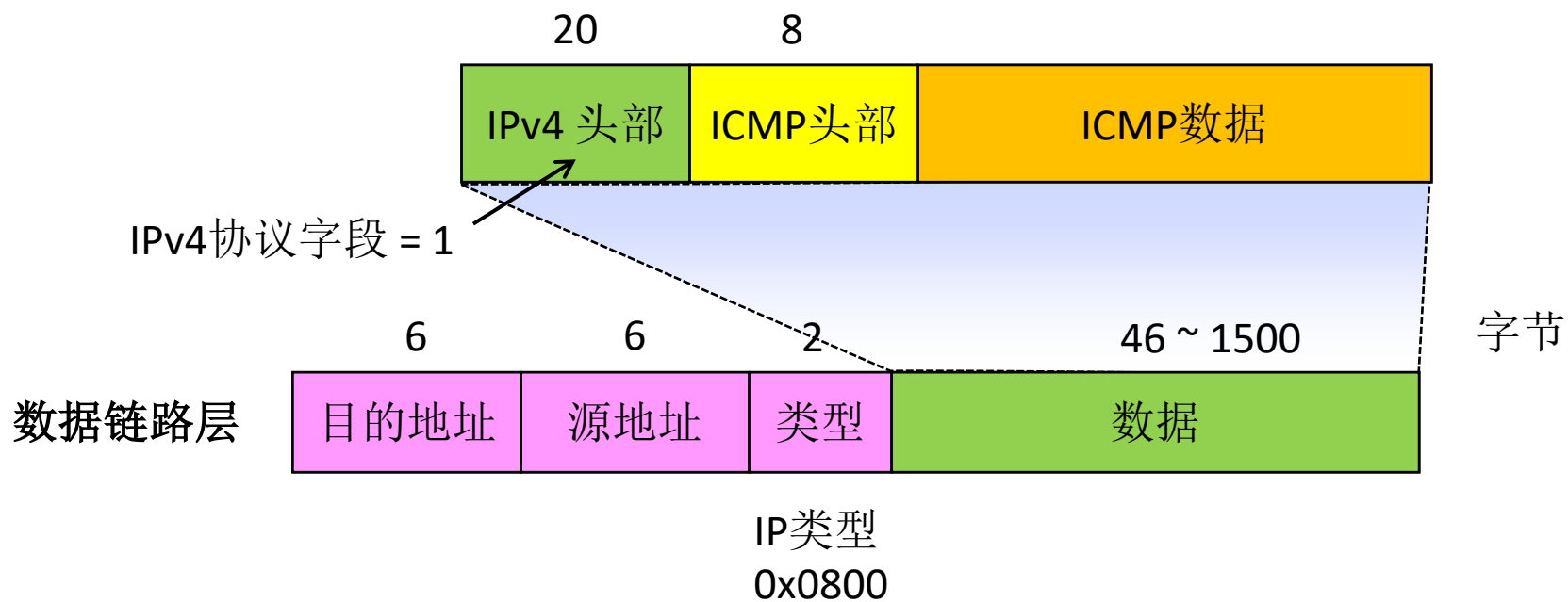
➤ ICMP: Internet Control Message Protocol, 网际报文控制协议

- **差错报文**: 通知出错原因的错误消息
- **查询报文**: 用于诊断的查询消息





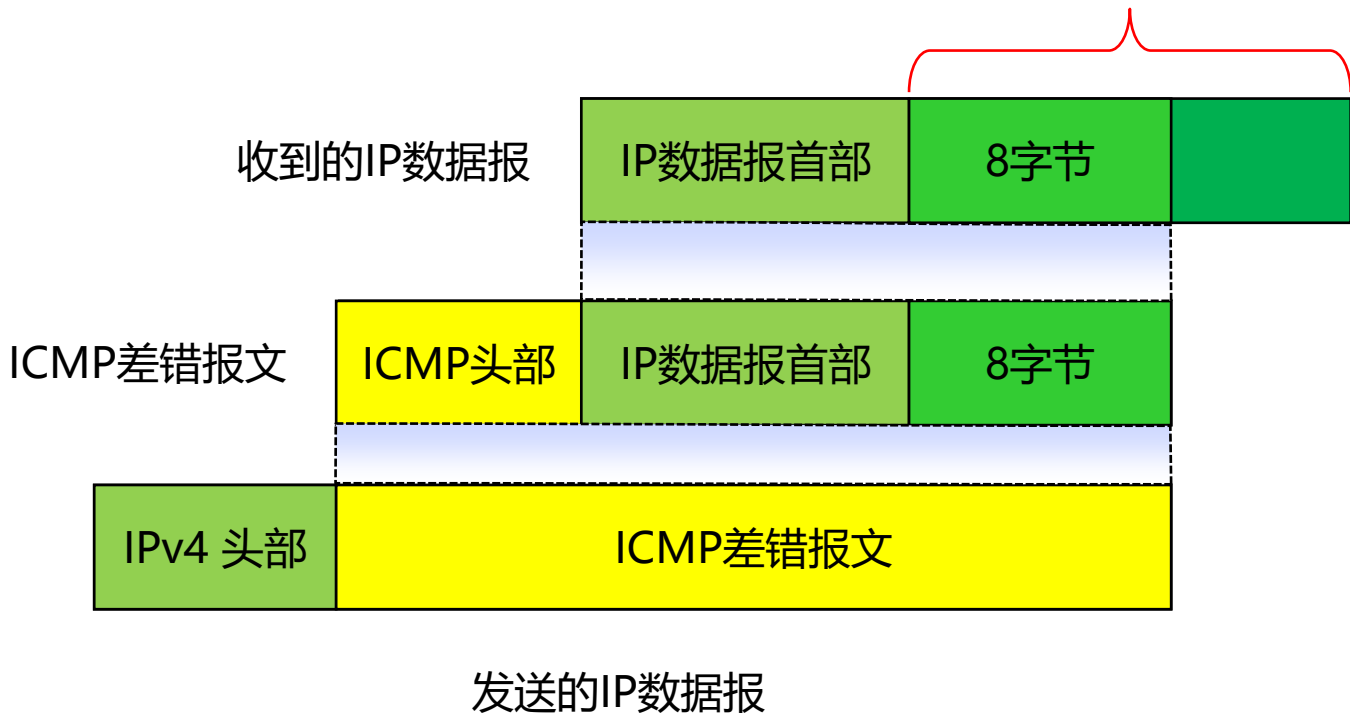
➤ ICMP报文格式





➤ ICMP差错报文结构

IP数据报的数据字段



请思考

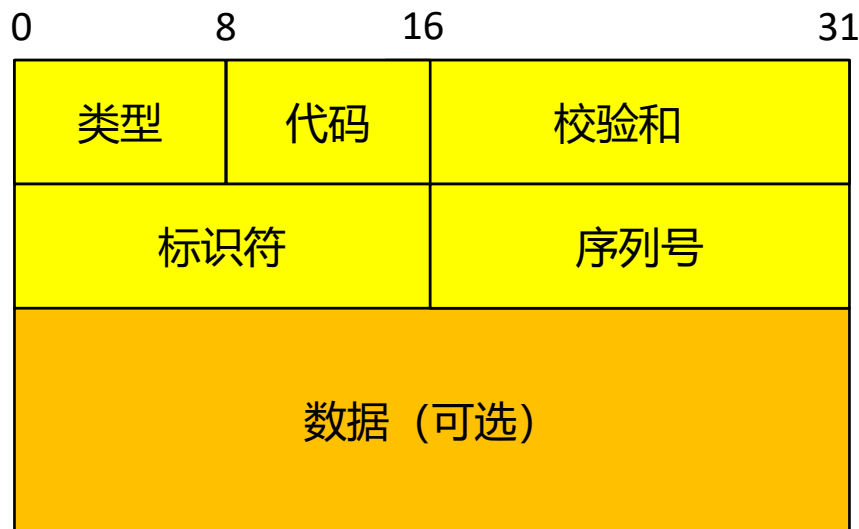
为何要返回IP数据包中的前8个字节？

0	8	16	31
类型	代码	校验和	
未用（必须为0）			
IP首部 + 原始IP数据报中数据的前8字节			





➤ ICMP报查询报文结构

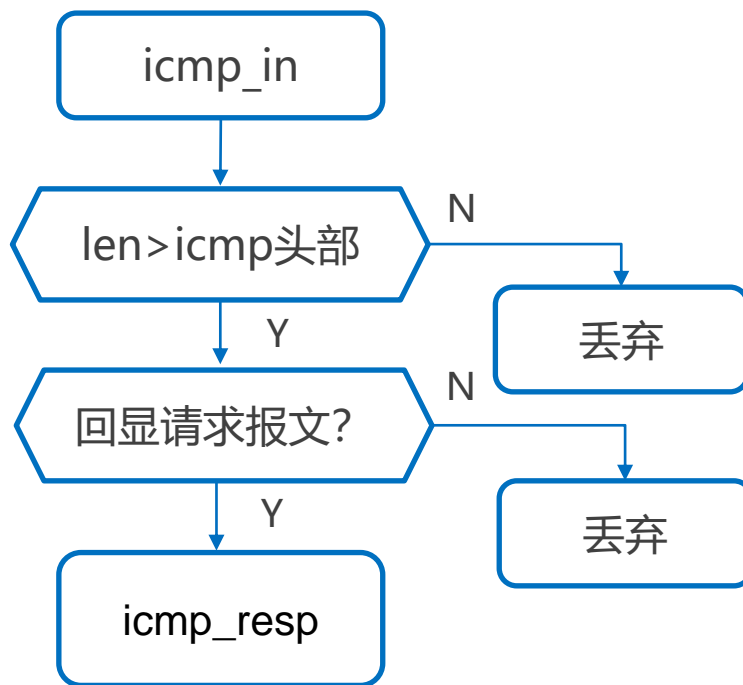
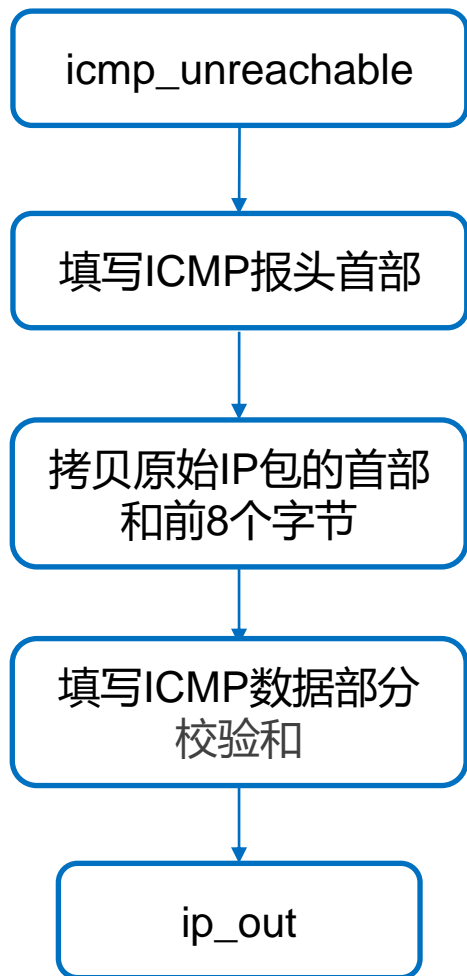


TYPE	CODE	Description
0	0	查询报文: Echo Reply--回显应答 (Ping应答)
3	0	差错报文: Network Unreachable--网络不可达
3	1	差错报文: Host Unreachable--主机不可达
3	2	差错报文: Protocol Unreachable--协议不可达
3	3	差错报文: Port Unreachable--端口不可达
8	0	查询报文: Echo request--回显请求 (Ping请求)
11	0	差错报文: TTL equals 0 during transit--传输期间生存时间为0
12	0	差错报文: IP header bad (catchall error)--坏的IP首部 (包括各种差错)





✓ ICMP报文的差错报文和接收响应报文

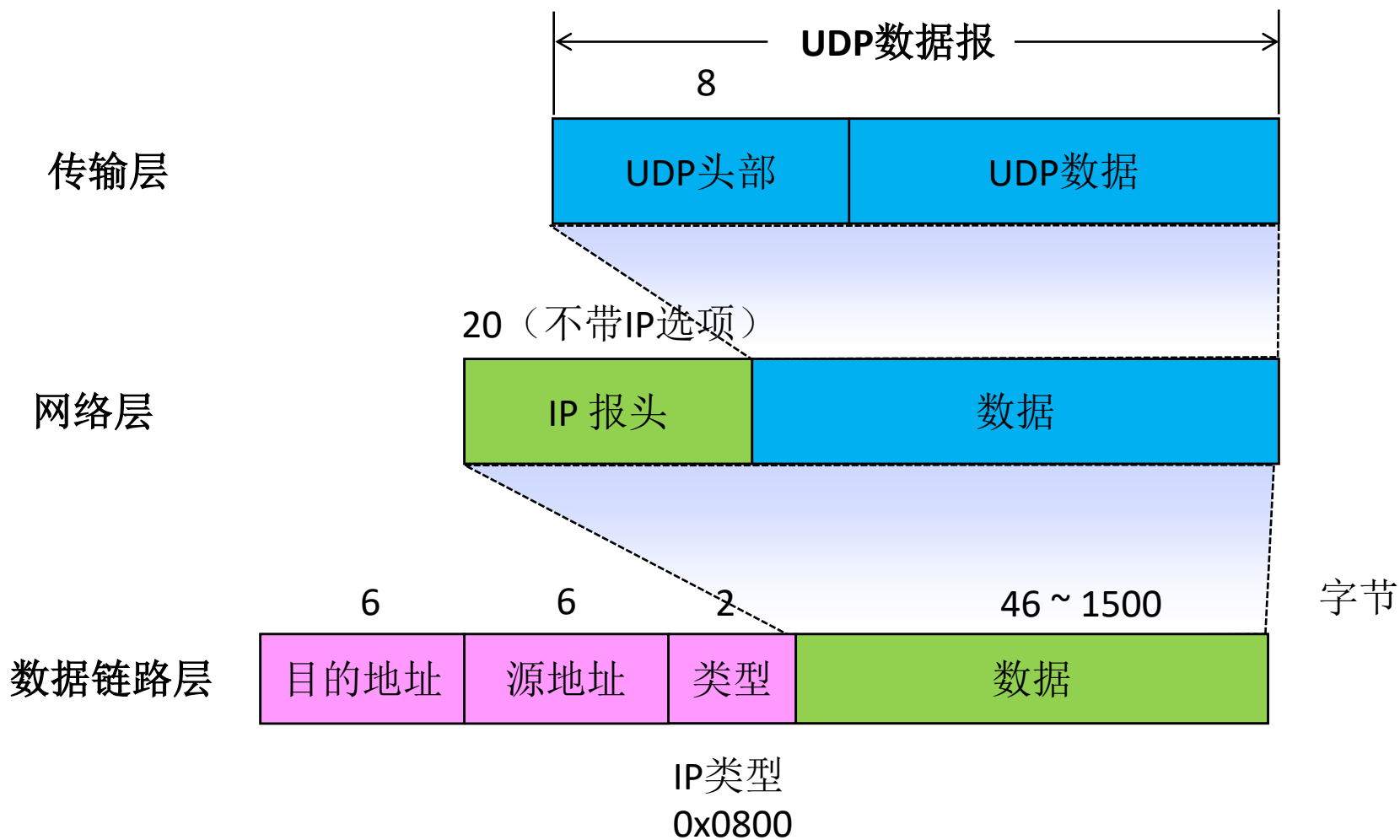


```
typedef enum icmp_code
{
    ICMP_CODE_PROTOCOL_UNREACH = 2, // 协议不可达
    ICMP_CODE_PORT_UNREACH = 3      // 端口不可达
} icmp_code_t;
```





➤ **UDP**: 用户数据报协议，是一种无连接的、不可靠的传输协议。

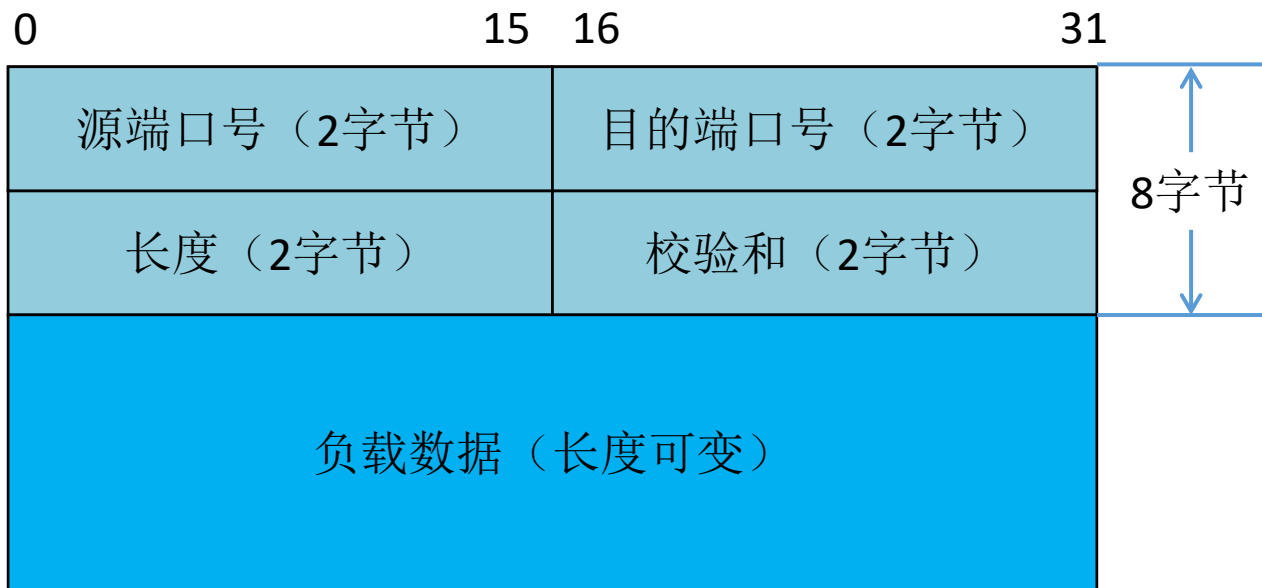




➤ UDP报文格式

注意

UDP最大能传输65507字节 (65535 - 8 - 20)

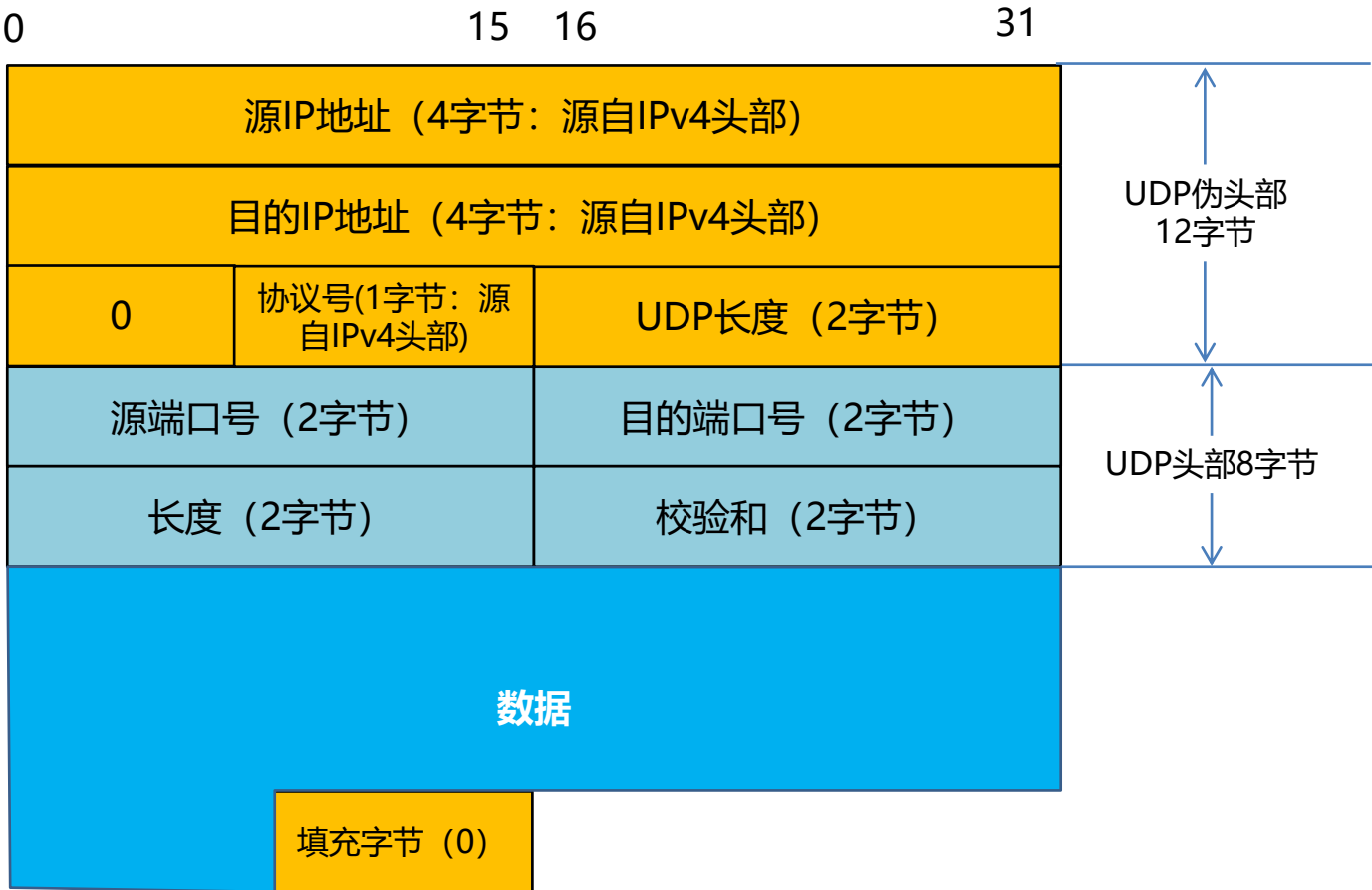




➤ UDP校验和：UDP头部、UDP数据和UDP伪头部

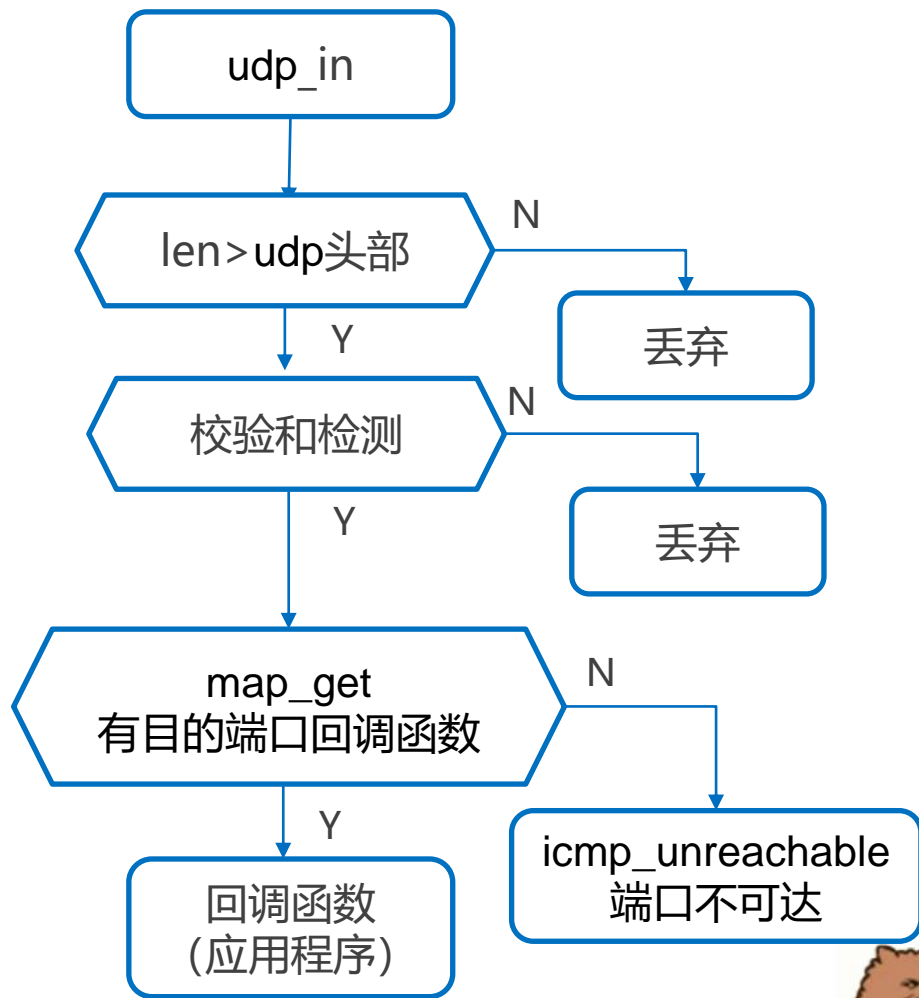
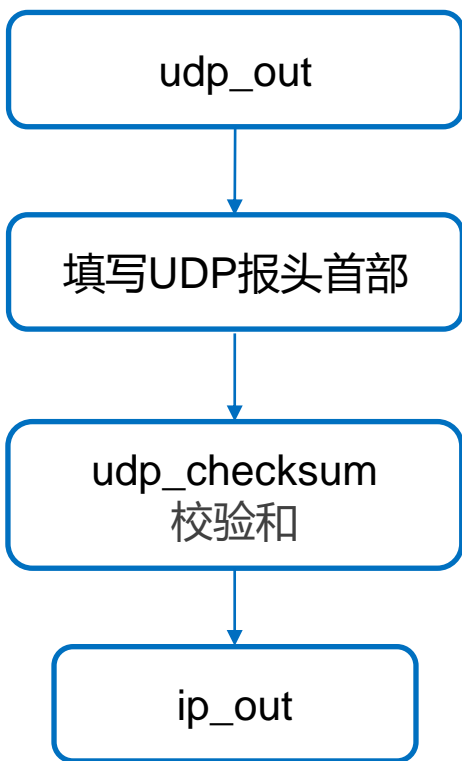
通信五元组

源IP地址
目标IP地址
协议号
源端口号
目标端口号协议



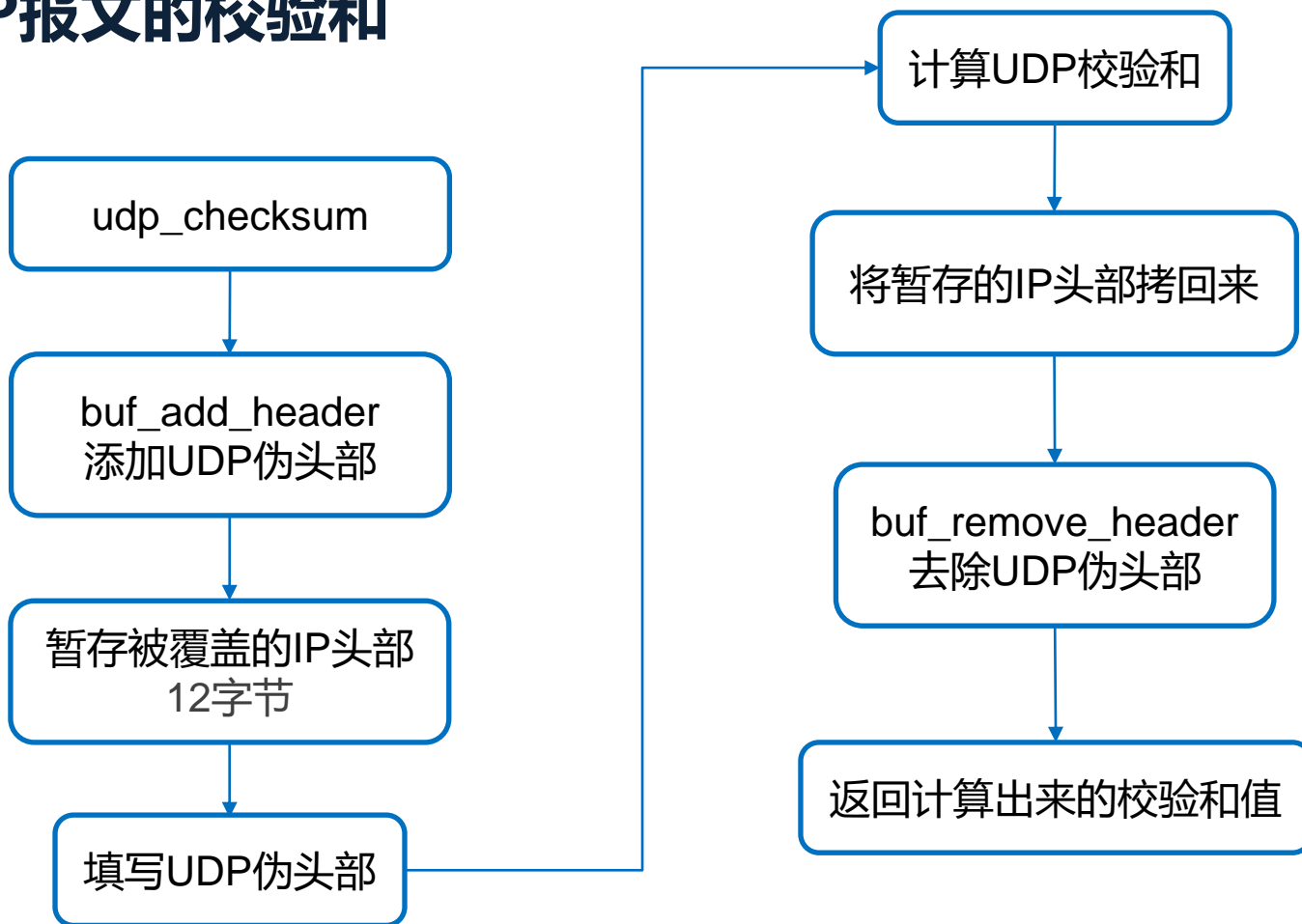


✓ UDP报文的接收和响应



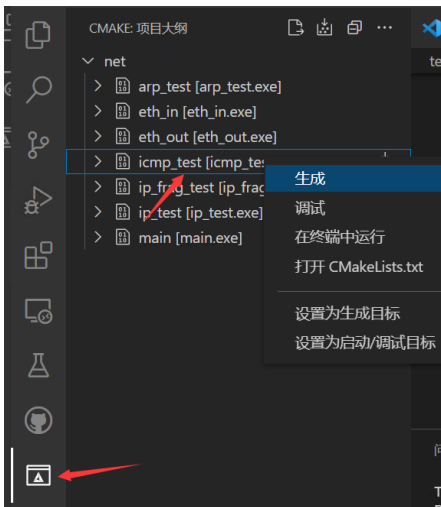
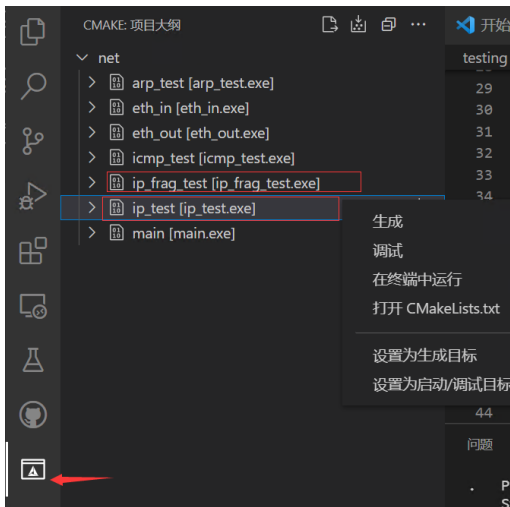


✓ UDP报文的校验和





✓ IP/ICMP实验自测



测试通过

```
PS F:\lab\net_lab-master\net_lab-master\build> ctest -R ip_test
Test project F:/lab/net_lab-master/net_lab-master/build
  Start 4: ip_test
1/1 Test #4: ip_test ..... Passed    0.04 sec

100% tests passed, 0 tests failed out of 1

Total Test time (real) =  0.05 sec
PS F:\lab\net_lab-master\net_lab-master\build> ctest -R ip_frag_test
Test project F:/lab/net_lab-master/net_lab-master/build
  Start 5: ip_frag_test
1/1 Test #5: ip_frag_test ..... Passed    0.02 sec

100% tests passed, 0 tests failed out of 1

Total Test time (real) =  0.03 sec
PS F:\lab\net_lab-master\net_lab-master\build>
```

```
PS F:\lab\net_lab-master\net_lab-master\build> ctest -R icmp_test
Test project F:/lab/net_lab-master/net_lab-master/build
  Start 6: icmp_test
1/1 Test #6: icmp_test ..... Passed    0.04 sec

100% tests passed, 0 tests failed out of 1

Total Test time (real) =  0.05 sec
PS F:\lab\net_lab-master\net_lab-master\build>
```



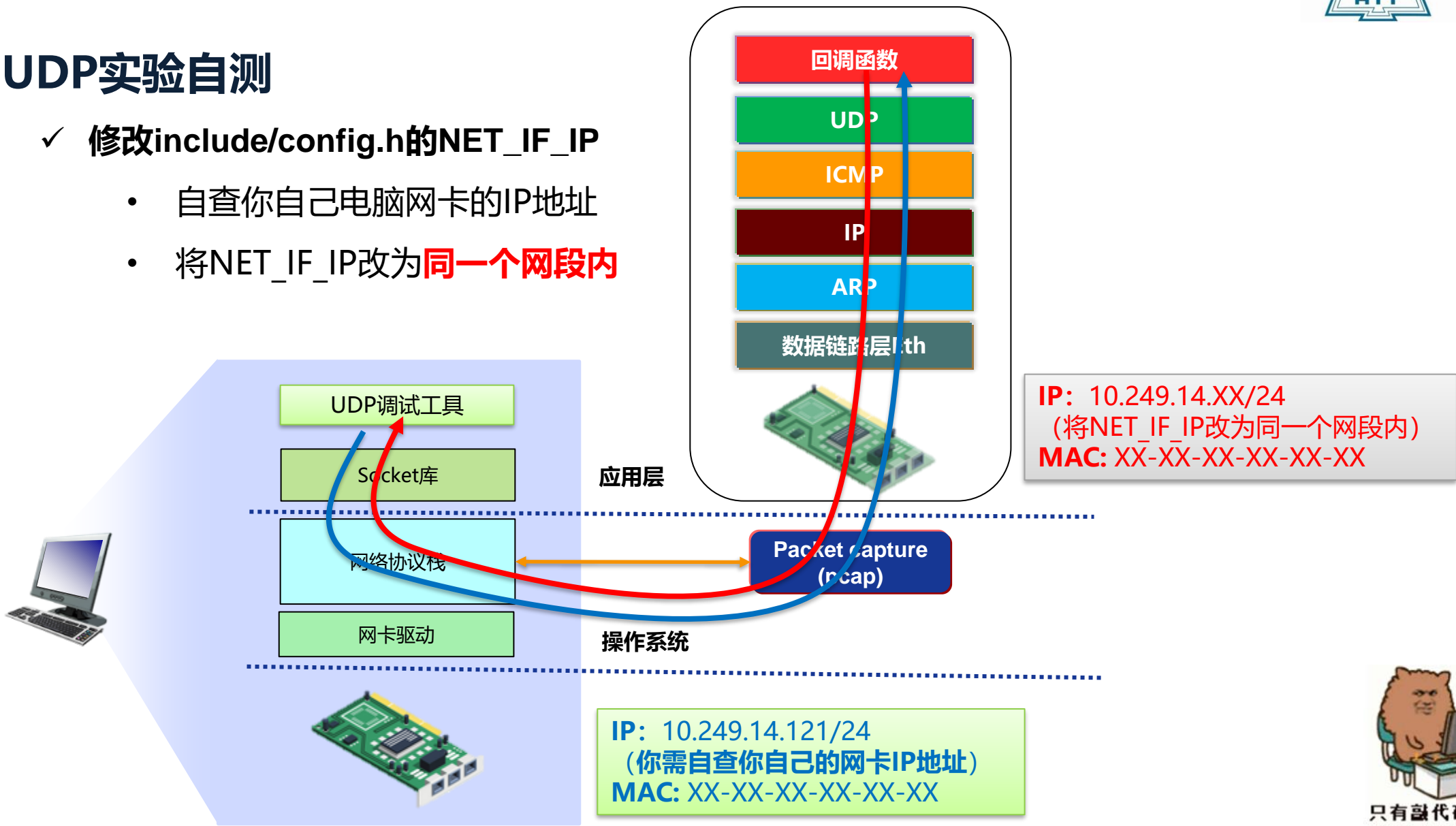


实验自测



✓ UDP实验自测

- ✓ 修改include/config.h的NET_IF_IP
 - 自查你自己电脑网卡的IP地址
 - 将NET_IF_IP改为**同一个网段内**



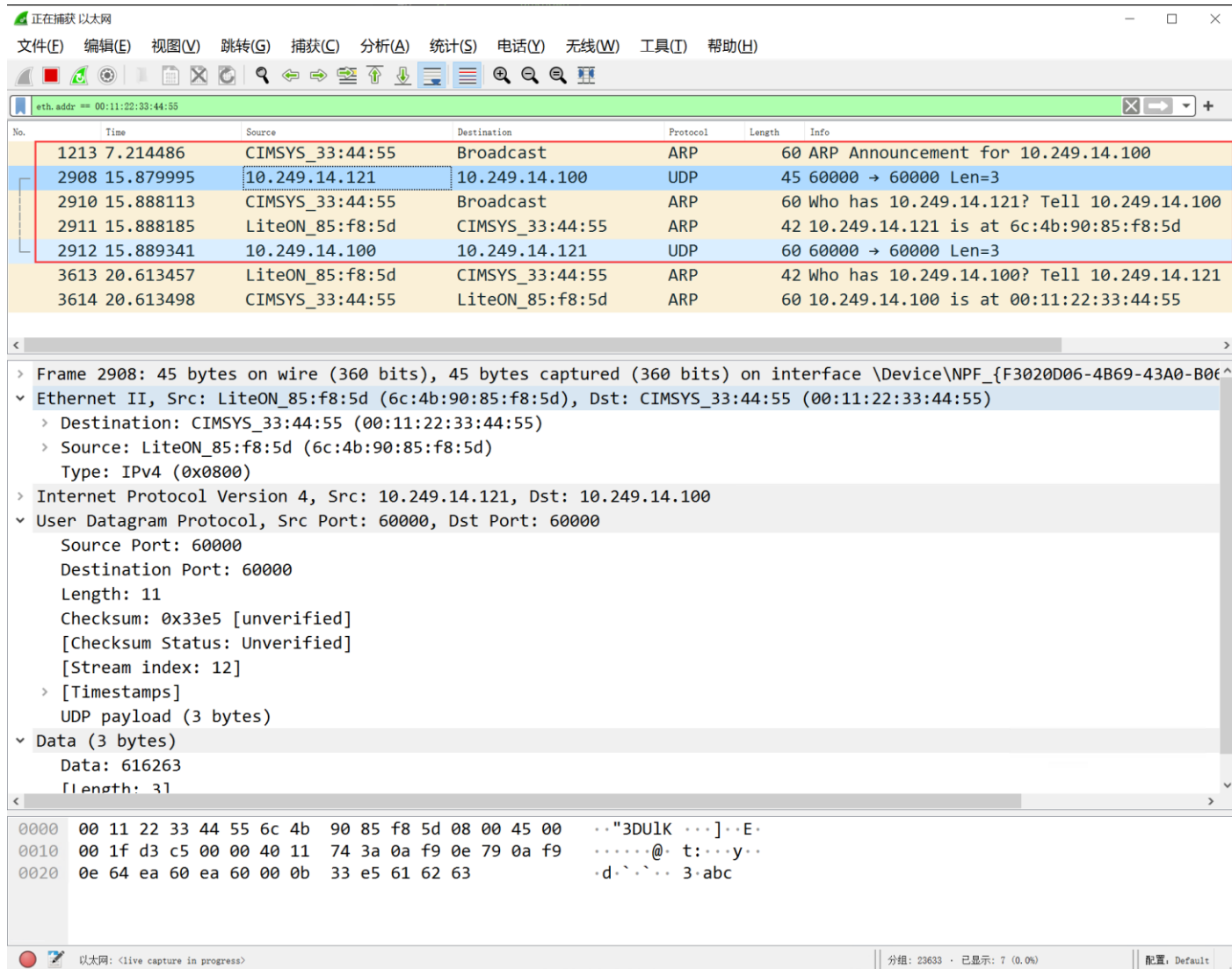
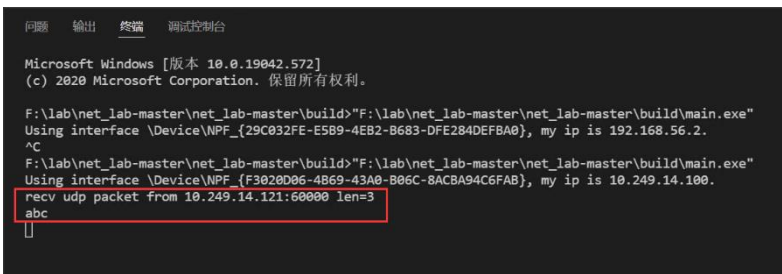
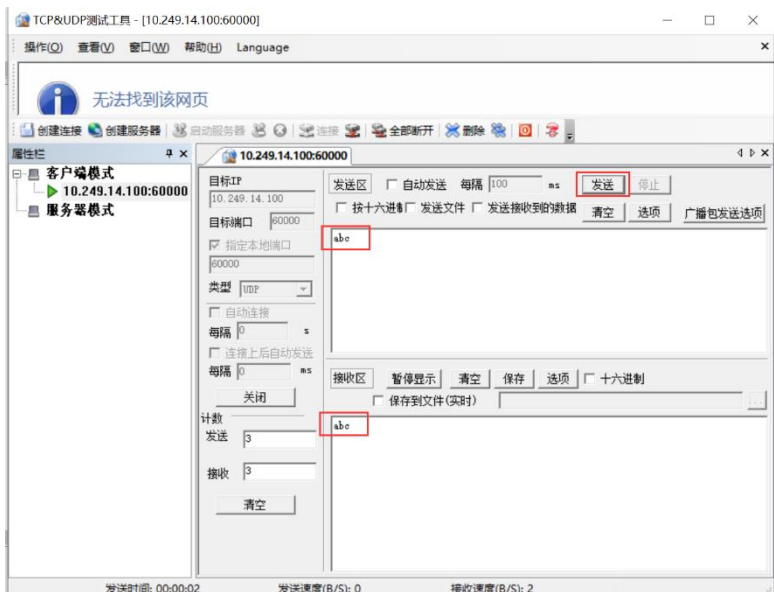
只有敲代码才能
感受到温暖



实验自测



✓ UDP自测结果





提交内容： 你所修改过的代码 + 实验报告（有模板）

截止时间：

实验课后两周内提交至HITsz Grader 作业提交平台，具体截止日期参考平台发布。

- 登录网址：：<http://grader.tery.top:8000/#/login>
- 推荐浏览器： Chrome
- 初始用户名、密码均为学号，登录后请修改

注意

上传后可自行下载以确认是否正确提交



只有敲代码才能
感受到温暖



**同学们
请开始实验吧！**