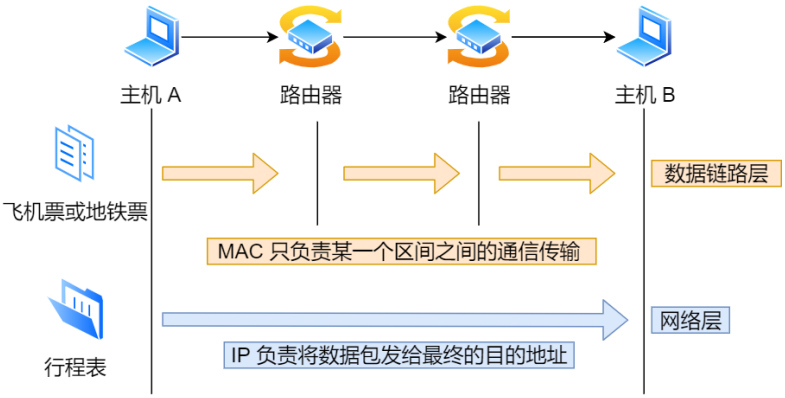
IP相关知识

- **IP的基础**
  - **IP的作用**
    - IP的位置：
      - IP，就是TCP/IP参考模型中的第三层——**网络层**

        网络层的主要作用：主机和主机之间的通信，点对点的通信
    - IP的作用：
      - 是在复杂网络的环境中，能够将数据包发送给最终目的的主机
    - PS：TCP/IP模型：5层模型
      - 物理层 -> 数据链路层 ->网络层 -> 传输层 -> 网络层
      - 对比OSI的7层模型
        - 物理层 -> 数据链路层 -> 网络层 -> 传输层 -> 会话层 -> 表示层 -> 应用层
  - **IP（网络层）与MAC（数据链路层）的关系**



    - IP的作用是：主机之间的通信用的，是负责在【没有直连】的两个网络之间通信
    - MAC的作用是：实现【直连】的两个设备之间的通信
    - eg：类比旅行：
      - 小A制定了一个旅行行程表，需要去杭州 - 云南苍山——一个是源IP，另一个是目的IP，整个行程表就是网络层
      - 小A根据行程表买了车票：地铁票，坐地铁到机场，飞机票，坐飞机到云南，公交车票，坐公交车到苍山。而在区间内移动就是数据链路层，该区间内出发点就是源MAC地址，目标地点就是目的MAC地址
      - 但是，两者必须同时都有，需要有行程表知道流程，也需要车票才能到达下一个点
      - **——计网中需要MAC层和IP层，才能实现向最终目标地址的通信**
    - 注意的是：

- 源IP地址和目的IP地址，在传输过程中不会发生变化——行程表的起点和终点
- 而源MAC地址和目的MAC地址不断发生变化——车票的起点和终点

IP地址

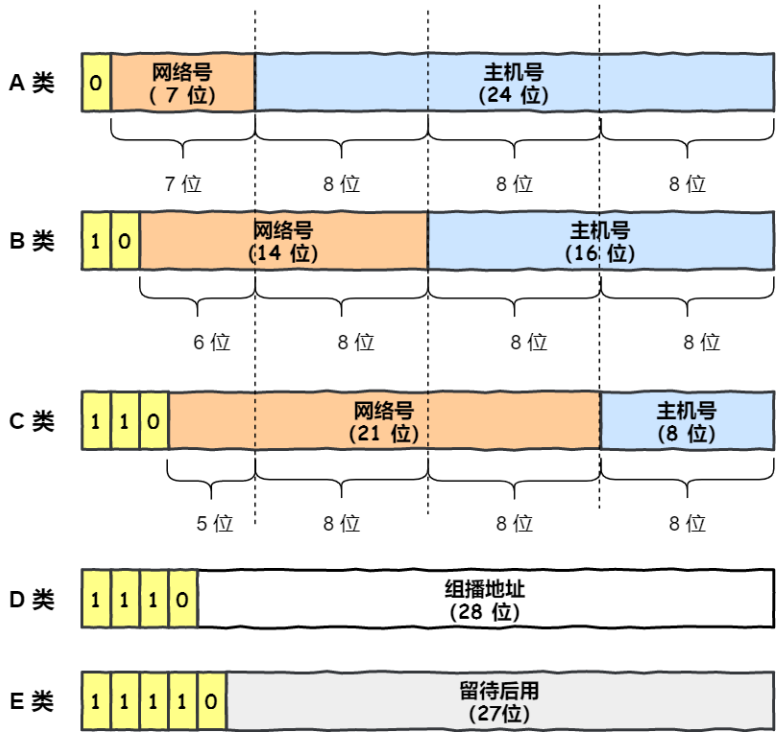
IP地址的定义

- 为了实现网络通信，每个设备都需要配置有一个IP地址
- IP地址（IPv4），由32位的正整数表示，**采用点分十进制表示，**而32位最大能表示的范围为43亿，那么能够允许43亿台计算机连接到网络
- IP地址的分配，是根据**网卡。**eg：服务器、路由器都是有2个以上的网卡，那么就有2个以上的IP地址
- 实际上，全球的电子设备是远大于43亿，所以不可能用32位表示所有入网的电子设备，那么**利用更换IP地址的技术——NAT**，使得实现这个功能

IP地址的分类

针对32位的IP地址，设计了分类地址

- 分为5种类型：A、B、C、D、E



- A类：由 **网络号 + 主机号** 组成

  eg：64.0.0.2/8

  - 网络号：[0, 127]，即0000 0000 ~ 0111 1111，主机号就是后面的24位，即可存放16777214个网卡 + 2个特殊的IP地址
- B类：由 **网络号 + 主机号** 组成

  eg：172.20.0.1/16（前16位表示网络号）

  - 网络号：[128.0, 191.255]，即1000 0000, 0000 0000 ~ 1011 1111, 1111 1111，主机号就是后面的16位，即可存放65534个网卡 +2 个特殊的IP地址

- C类：由 **网络号 + 主机号** 组成

  eg：192.0.0.1/24

  - 网络号：[192.0.0, 223.255.255.255]，即1100 0000, 0000 0000, 0000 0000 ~ 1101 1111, 1111 1111, 1111 1111，主机号就是后面的8位，即可存放254个网卡 + 2个特殊的IP地址
- D类、E类
  - D类：是不包含主机号的，不可用于主机IP，常被用于多播（又称组播，穿透路由）
    - 表示范围：224.0.0.0 ~ 239.255.255.255
    - 多播：是用来**将包发送给特定组内的所有主机**，因为广播无法穿透路由，如果想给其他网段发送同样的包，那么可以用穿透路由的多播
    - 32位中，前4位1110表示多播操作，而后28位是多播的组编号：
      224.0.0.0 ~ 224.0.0.255为预留组播地址；
      224.0.1.0~238.255.255.255为用户可用的组播地址；
      239.0.0.0~239.255.255.255为本地管理组播地址，可在内部网中使用
  - E类：是预留分类，暂时未使用
    - 表示范围：240.0.0.0 ~ 255.255.255.255
- PS：特殊的IP地址
  - 主机号全为1的地址，可以指定该网络下的所有主机，可以用来**广播。**
    - 广播：在同一个链路种相互连接的主机之间发送数据包
    - 分为本地广播和直接广播
      - 本地广播：限制在本网络内的广播

        eg：在网络地址为192.168.0.0/24下，广播地址为192.168.0.255，这个就是本地广播，而该IP包会被路由器屏蔽，所以不会到达192.168.0.0/24范围外的网络中
      - 直接广播：在不同网络之间的广播

        eg：在网络地址为192.168.0.0/24的主机向192.168.1.255/24的目标地址发送IP包，那么路由器收到该IP包，将数据转发给192.168.1.0/24后，使得所有的主机192.168.1.1~192.168.1.254都能够收到该包——但是，直接广播存在安全问题，一般路由器会判定为不转发
  - 主机号全为0的地址，指定为该网络（就是网络号）
- IP分类的优点

  分类地址的优点就是简单明了、选路简单
  - 可以不断判断前几位的值，从而得到是属于哪个类的
    - 第一位为0，那么为A类
    - 第一位为1，第二位为0，那么为B类
    - 第一位为1，第二位为1，第三位为0，那么为C类

        - 第一位为1，第二位为1，第三位为1，第四位为0，那么为D类
        - 第一位为1，第二位为1，第三位为1，第四位为1，那么为E类
    - IP分类的缺点
        - 同一个网络下没有地址层次

            eg：对于一个企业，使用B类网络，在该网络下没有层级，所有主机都是相同等级，不符合公司的多层分级
        - A、B、C类无法与实际网络匹配：C类普通的不够用，而B类企业的太多
- **无分类的IP地址：CIDR**

    主要是针对，传统的IP分类地址存在的缺点：同一个网络下没有地址层次，与实际不匹配等，提出了CIDR
    - 定义：CIDR，是无分类的地址，IP地址被划分为**前面为网络号**，**后面为主机号**
    - 表示形式：**a.b.c.d/x**，x表示**前x位为网络号**，x的范围为[0, 32]——增加灵活性

        eg：10.100.122.2/24，那么前24位为网络号，后8位为主机号，该网络下最多可以有254个主机
    - 子网掩码：用来划分网络号和主机号

        就是掩盖掉主机号，剩下的就是网络号
        eg: 10.100.122.2/24的子网掩码就是255.255.255.0
        IP地址和子网掩码按位与，那么就能得到该IP地址的网络号
    - why需要分离网络号和主机号？（用IP地址和子网掩码做相与）
        - 两个计算机进行通信，先需要判断是否在同一个广播域内，即网络号是否相同，如果相同可直接发送给目标主机；如果不同，需要通过路由转发
        - 路由器寻址，也是通过计算得到网络号，然后将数据包发送到对应的网络中
    - 子网划分的方法

        未做子网划分的 ip 地址：

        做子网划分后的 ip 地址 ：

        - 子网掩码还能**划分子网：将主机地址划分为：子网网络地址 + 子网主机地址**

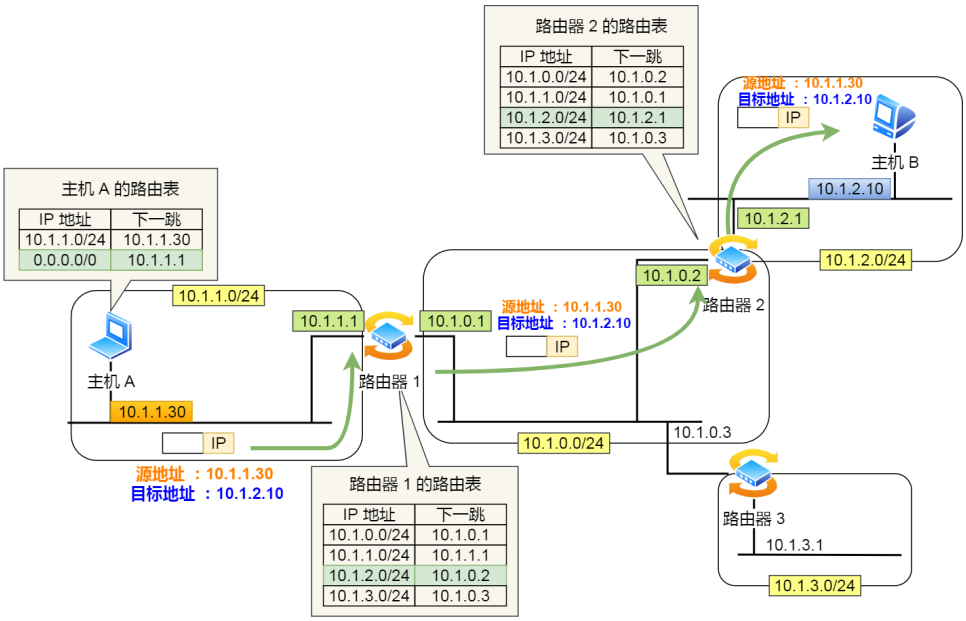
            eg：C类的网络地址：192.168.1.0，而子网掩码为255.255.192.0，那么根据网络地址得到前24位为网络号，后8位为主机号；而子网掩码又限定了后8位主机的前2位位子网网络地址——那么子网就有4个（00， 01， 10，11），那么第一个子网可以表示的范围为[192.168.1.1, 192.168.1.62]，第二个是[192.168.1.65, 192.168.1.126]，第三个是[192.168.1.129, 192.168.1.190]，第四个是[192.168.1.193, 192.168.1.254]
- **公有和私有的IP地址**

类别	IP 地址范围	最大主机数	私有 IP 地址范围
A	0.0.0.0 ~ 127.255.255.255	16777214	10.0.0.0 ~ 10.255.255.255
B	128.0.0.0 ~ 191.255.255.255	65534	172.16.0.0 ~ 172.31.255.255
C	192.0.0.0 ~ 223.255.255.255	254	192.168.0.0 ~ 192.168.255.255

在A、B、C类的地址中，实际上会被分为：公有的IP地址 和 私有的IP地址
规定哪些IP地址是公有的，哪些IP地址是私有的

- 运行机制：
  - 办公室、学校、家里用的都是**私有IP**，这些地址允许组织内部的人员进行IP分配和管理，在该组织内私有IP不可重复，但是可以和其他组织内的IP重复
  - 但是，一旦访问组织外面的网络，就需要带上**公网IP**地址，这个地址是唯一的，不可重复
- **公网IP**：是有一个组织统一分配的，需要申请付费购买，那么全世界的人都可以访问到，它能够保证，该公网IP在**整个互联网范围内保持一致**
  - 管理部门：（私有IP地址，是内部的IT人员管理），**公网IP需要ICANN组织管理**（互联网名称与数字地址分配机构），IANA就是负责分配互联网IP地址的，按州的方式层层分配，在中国大陆是CNNIC的机构进行管理

- **IP地址与路由控制**
  - **IP地址的网络地址这部分，来进行路由控制**
  - 路由控制表（主机和路由器都有各自的一张表）
    - 各个网络地址的集合，和每个网络地址下一跳一个发送到的路由器的地址——就是查表，找到该数据包下一个要到的位置
  - 路由控制表的作用
    - 发送IP包时，先确定IP包首部中的目标地址，通过路由控制表查找到与**该地址相同的网络地址的记录**，根据该记录将IP包转发给下一个路由器（表明通过该路径能正确传递到目标地址），如果路由控制表中存在多条相同网络地址的记录，那么选择相同位数最多的网络地址——最长匹配，而如果在路由表上没有找到匹配的，就转发到**默认路由**上
  - 举例：



- 源地址为10.1.1.30，目标地址为10.1.2.10，
- 1. 从主机A开始发送，而在主机A的路由控制表中，未找到和目标地址匹配的，所以包被转发到**默认路由**
- 2. 路由器1收到后，需要转到出去查表得到，10.1.2.0/24最适合，到该网络地址需要发送到10.1.0.2的机器上（可能是路由器，也可能是主机），于是将包转发到路由器2
- 3. 路由2收到之后，查本地的路由控制表，发现10.1.2.0/24最适合，于是将包传送到下一跳的机器上10.1.2.1，而10.1.2.1就是路由器本身的一个接口的IP地址，与之直接相连的就是目标地址10.1.2.10

- 环回地址：**不会流向网络**
  - **127.0.0.1**：环回地址，一般也称为localhost
  - 作用：在同一台计算上的**程序之间进行网络通信**时用到的一个默认地址，在浏览器中输入该地址，数据包不会流向网络

- **IP分片与重组**
  - 背景：在传送数据时，肯定存在一个大小上限。且，每种数据链路的最大传输单元（MTU）是不同的——是因为，每个不同类型的数据链路使用目的不同，所以可以承载的MTU是不同的。最常见的**以太网的MTU是1500字节**，当数据包大小超过1500B，**IP数据包就会被分片**
  - 分片规则：重组是由目标主机进行的，路由器不会进行重组
  - 代价：在分片传输过程中，如果某个分片丢失，那么整个IP数据报就作废了，所以TCP引入MSS，使得TCP层（应用层）进行分片而不由IP层（网络层）分片（而UDP没有一个上限控制，所以就给IP层来分片，导致如果分片发生丢失，就需要重传整个数据包）
- **IPv6的基本认识**
  - 背景：IPv4是32位，大概有42亿个地址，已经耗尽，所以需要更大范围的IP地址
  - IPv6的优势：128位，数量很大，并且IPv6有更好的**安全性和扩展性**

- 1.可配置的地址变多
- 2. 可自动配置IPv6：即插即用
- 3. **包首部长度固定**，为**40字节**，省去了包头的校验和，简化首部结构，减轻了路由器负荷，提高**传输性能**
- 4. IPv6能够防止线路窃听，也能够防止伪造IP的网络安全隐患，提升了**安全性能**

- IPv6地址的标识方法：每16位为一组，每组用 **【:】**隔开，如果中间的某些16位全为0，那么可以忽略，并且用【::】替换，但一个IP地址只允许出现一次双冒号

IPv6 用二进制数表示

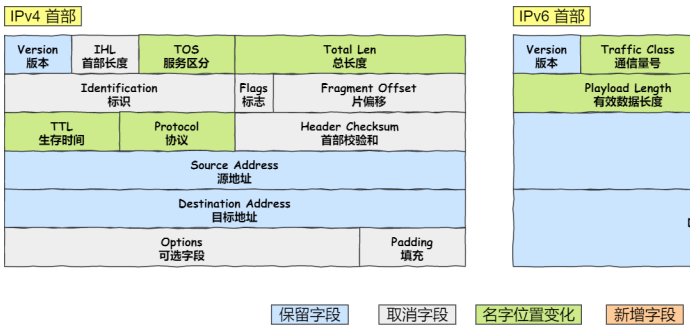
```
1111111011011100 : 1011101010011000 : 0111011001010100 : 0000000000000000 : 0000000000000000 : 0000000000000000 : 0000000000000000 : 0011001000010000
```

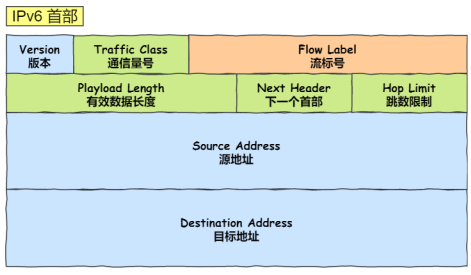
IPv6 十六进制数表示

```
FEDC:BA98:7654::3210
```

- IPv6地址的分类——也是通过IP地址的前几位来标识IP地址的种类
  - 单播地址：一对一，下面还划分了3类
    - 链路本地单播地址：在同一链路中进行单播通信，不经过路由器（IPv6特有的）
    - 唯一本地地址：当在内网里单播通信，等同于IPv4的私有IP
    - 全局单播地址：互联网中通信时，等同于IPv4的公有IP
  - 组播地址：一对多
  - 任播地址，用于通信最近的节点，最近的节点是由路由协议决定的
  - 没有广播地址
- 普及：IPv4和IPv6不能互相兼容，所以设备需要支持，还需要运营商升级设备，所以IPv6普及率较慢

- **IPv4首部和IPv6的区别**





保留字段　取消字段　名字位置变化　新增字段

- IPv6 和IPv4的首部改进
  - 取消首部校验和字段：

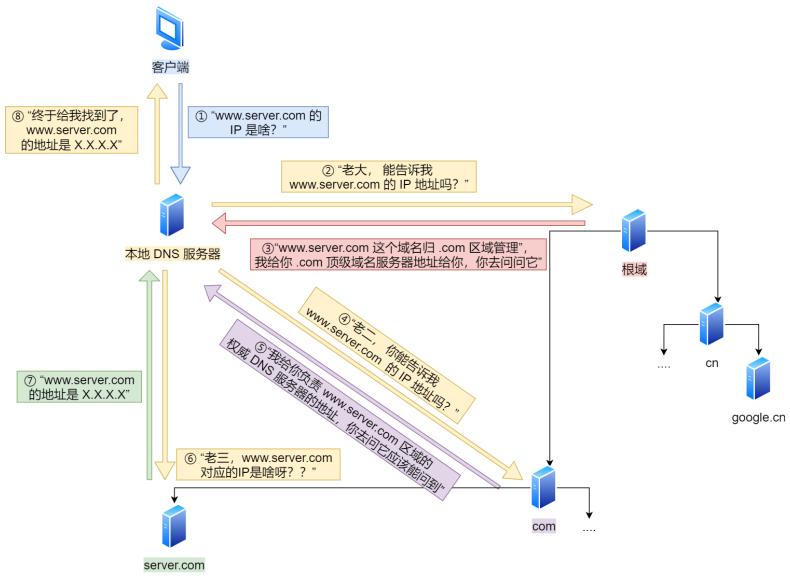
    因为IPv6会在数据链路层和传输层进行校验，所以没有必要进行IP校验
  - 取消分片/重新组装相关字段：

    IPv6不允许在中间路由器中进行分片和重组，分片和重组只能在源与目标主机上，可以提高路由器转发的速度
  - 取消可选字段

    而替换到了，IPv6的下一个首部的位置中，那么**IPv6的首部大小是固定的，为40字节**

IP协议的相关技术

- **DNS的域名解析**
  - 我们上网时，常见使用方式是**域名**，而不是IP地址，主要是域名方便人记忆，例如 baidu.com
  - 域名网址自动转换为IP地址：使用的就是DNS域名解析
  - 举例：www.baidu.com 域名通过句点进行分隔，通过两个句点，分隔了不同层次，越靠右的位置层次越高
  - 域名的层级关系
    - eg：www.baidu.com
    - 域名用点进行分隔，句点代表了不同层次之间的界限。域名越右的位置，层级越高——更外国人的习惯思维一致
    - **根域**是最顶层，下一层就是**顶级域，**即com，....
    - 层级关系是一个树状结构：
      - 根域DNS服务器：该信息是保存在互联网中**所有的DNS服务器**中，那么所有的DNS服务器都可以找到并且访问根域DNS服务器，所以根据树状结构来看，客户端可以通过任何一台DNS服务器，那么一定能找到根域DNS服务器，然后通过树状结构一定能找到目标DNS服务器
      - 顶级域DNS服务器，常见的就是com,cn等
      - 权威DNS服务器，eg：baidu.com
    - ————客户端只要能找到任何一台DNS服务器，那么就能找到根域服务器，那么能顺藤摸瓜找到任何一个目标服务器
  - 域名解析的工作流程



浏览器首先看一下浏览器的缓存中是否存在域名对应的IP，如果没有找OS的cache中要，还没有就去检查**本机域名解析文件 hosts**，如果没有就会找DNS服务器进行查询

  - 1. 客户端首先发出一个DNS请求，请求查询指定域名的IP地址，eg：www.baidu.com，发给本地DNS服务器——客户端的TCP/IP设置中填写的DNS服务器地址（这个就是普通的IP通信）
  - 2. 本地DNS服务器收到客户端的请求后，先看自己的缓存中是否存在该网址对应的IP，如果找到了那么直接返回IP地址；如果没有，那么本地DNS服务

器会去访问根DNS服务器，请求获得该网址对应的IP

- 3. 根DNS服务器**不直接用于域名解析，只是用来告知查询哪个顶级域DNS服务器。**根DNS服务器根据网址，查到哪个顶级域DNS服务器，即.com是所属哪个域名管理器，然后将该信息返回给本地DNS服务器
- 4. 本地DNS服务器收到该信息后，向该顶级域DNS服务器询问该网址对应的IP
- 5. 顶级域DNS查询自己下属的权威DNS服务器，然后将权威DNS服务器的信息告知本地DNS服务器
- 6. 本地DNS服务器收到该信息后，向权威DNS服务器查询网址
- 7. 权威DNS服务器，就是域名解析结果的原出处，然后将网址的IP地址返回给本地DNS服务器
- 2. 本地域名服务器收到客户端请求后，如果该服务器的缓存中可以找到该域名的IP地址，eg：www.baidu.com，那么就表示找到了，就直接返回IP地址；如果没有，那么本地域名服务器会去向根域名服务器查询该域名的IP地址
- 3. **根域名服务器，不直接进行域名解析，但是会告知对应的顶级域名服务器的地址**，eg：www.baidu.com，的顶级域名服务器为com，那么根域名服务器就会返回com服务器的地址
- 4. 本地域名服务器收到顶级域名服务器地址后，向该地址发起相同请求
- 5. 同样，顶级域名服务器会告知对应的权威域名服务器的地址
- 6. 同样，本地域名服务器会向权威域名服务器询问，而它会告知本地服务器该域名对应的IP地址
- 8. 本地DNS收到IP地址后，返回客户端，客户端就拿着IP地址向目标地址传递数据包
- ——整个过程中，都是本地DNS在不断DFS的查询内容，但是三级DNS服务器，都是只**查询自己知道的，并不帮助向下查**

- ——域名解析，就是只指路不带路

- **ARP与RARP协议**
  - ARP协议
    - 背景：传输一个IP数据报时，知道源IP地址和目的IP地址，在传递过程中会通过当前机器的路由表确定传输的【下一跳】，但是路由表得到的是下一跳的IP地址，而到数据链路层中，需要将下一跳的IP地址转换为MAC地址，才能在数据链路层上进行传输
    - 作用：通过ARP协议，**将IP转化为对应的MAC地址**
    - ARP将IP地址转换为MAC地址的过程：
      - 协议概括：ARP是借助**ARP请求**与**ARP响应**两种类型的包确定MAC地址
      - 1. 主机会通过**广播发送ARP请求**，而包中包含了等待转换的IP地址
      - 2. 同一个链路中的所有设备都能收到ARP请求，然后会去解析该包的内容，如果包中需要转换的IP地址和自己的IP地址符合，那么会将自己的

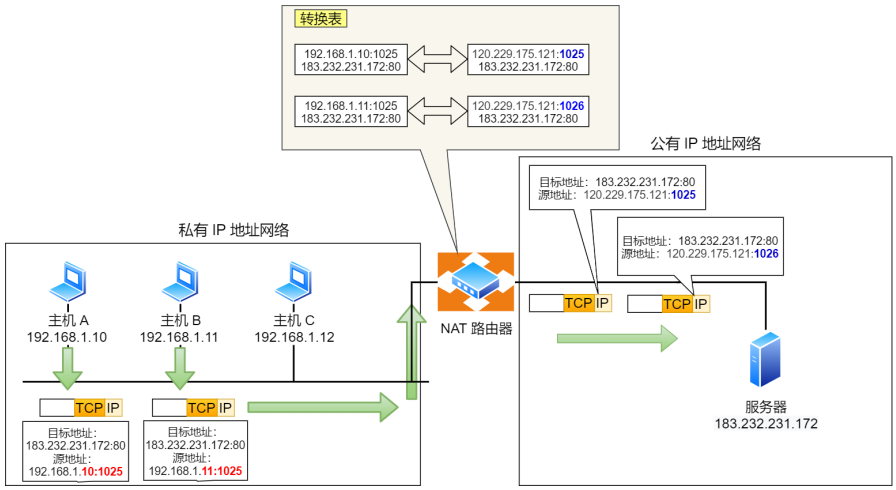
MAC地址塞入ARP的响应包返回给主机

- 3. 如果是第一次通过ARP得到IP地址转换的MAC地址，那么OS会将对应的IP-MAC地址进行缓存，方便下次可以直接调用——但是，该缓存是有一定期限的，超过期限会被清除

- RARP协议
  - 作用：是根据MAC地址得到对应的IP地址
  - 使用场景：将打印机服务器等嵌入式设备接入到网络时会用到
  - 使用流程：
    - 需要配置一台 RARP 服务器，能够在该服务器上注册设备的MAC地址和IP地址，然后该设备就能接入网络：
      - 1. 该设备会发送一条请求信息到 RARP 服务器，格式如：我的MAC地址是....，请求得到IP地址
      - 2. RARP服务器收到该请求后，会给该设备分配一个IP地址，并且向该设备发送响应包，告知IP地址

- **DHCP动态获取IP地址**
  - 常见，电脑通过DHCP动态获取IP地址，能够省去配置IP信息的过程
  - 4步获得IP

    - ps：DHCP**客户端**进程监听的是**68端口号**，**服务端**进程监听的是**67端口号**
    - 1. 客户端先发起**DHCP发现报文的IP数据报**，由于客户端没有IP地址，也不知道DHCP服务器的地址，那么使用的UDP**广播通信**，使用的**目的地址是255.255.255.255（端口67），而使用0.0.0.0（端口68）作为源地址**，客户端将IP数据报传递给链路层，然后链路层将帧广播到所有的网络设备中
    - 2. DHCP服务器收到DHCP发现报文，服务器响应**DHCP提供报文**，该报文仍然是广播，目的地址是255.255.255.255。该报文信息携带了可租约的IP地址、子网掩码、默认网关、DNS服务器和IP地址的租用期
    - 3. 客户端会收到1个或多个服务器的DHCP提供报文，从中选择一个服务器，并向选择的服务器发送**DHCP请求报文**作为响应，回显配置参数
    - 4. 服务端用**DHCP ACK报文**对收到的请求报文做出响应，应答要求的参数
- ——客户端收到DHCP ACK报文后，交互便完成了，客户端能在限定的时间内使用分配的IP地址
- 快到期的操作：（而不是到期之后才发送）
    - 客户端会向该服务器发送**DHCP请求报文**，服务器收到报文后：
        - 服务器如果同意继续租用，那么会用DHCP ACK报文响应，客户端可以延长租期
        - 如果不同意，那么用DHCP NACK报文响应，客户端就要停止使用该IP
- DHCP交互中，**全程使用UDP广播通信：**
    - 存在的问题：路由器不会转发广播包，那如果DHCP服务器和DHCP客户端不在同一个局域网中，那么该如何通信，是否需要在每个网络中配置一个DHCP服务器
    - 解决方法：采用**DHCP中继代理**，那么不同网段的IP地址分配都可以使用一个DHCP服务器进行统一管理
        - 客户端会向DHCP中继代理发送DHCP请求包，而DHCP中继代理收到该请求包后，以**单播**形式发送给DHCP服务器
        - 服务器收到包后向DHCP中继代理发送响应，然后中继代理广播该响应
- **NAT网络地址转换**
    - 目的：主要是为了缓解IPv4地址耗尽的问题，主要就是在一个局域网内的主机对外通信时，将私有IP地址转换为公有的IP地址
    - 普通的NAT：一个私有IP，就要对应一个公有IP，没有解决问题
    - 使用的技术：**NAPT（网络地址与端口转换）**，使用IP地址 + 端口号一起进行转换



  - 如上图，多个私有IP地址可以转换成同一个共有地址，但是它们用**不同的端口号作为区分**
  - 至此会生成一个**NAPT路由器转换表**，可以将地址和端口组合转换，那么多个客户端可以通过同一个IP地址与其他网络的主机进行连接通信
  - ps：转换表是自动生成的

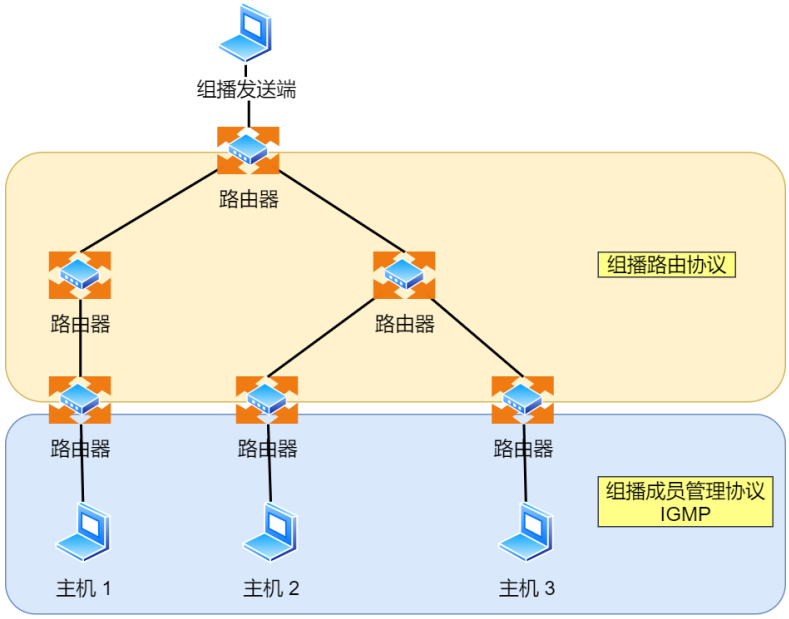
    > 在TCP的情况下，TCP连接首次握手时，SYN包发出后，就会在表中生成对应条目。然后在关闭连接时，发出FIN包会从表中删除
- 缺点：主要原因是，转换时需要查询转换表
  - 1. 外部无法主动与NAT内部服务器建立连接，因为NAPT转换表没有转换记录。即，只能从内部向外部发出连接
  - 2. 转换表的生成和转换操作都会影响性能
  - 3. NAT路由器重启，那么所有TCP连接都会被重置
- 解决方法：
  - 1. 使用IPv6，那么每个设备都能分配到一个公有IP，不需要再进行地址转换了
  - 2. NAT穿透技术，主要是让客户端会主动获取NAT设备的公有IP，然后为自己建立端口映射条目——就是让应用程序自动完成，而不是让NAT设备建立映射

- **ICMP互联网控制报文协议**
  - 功能：——主要是**控制**
    - 确认IP包是否成功送达目标地址
    - 报告发送过程中IP包被废弃的原因
    - 改善网络设置
    - ....
    - ——在IP通信时，如果某个IP包因为某种原因无法正确到达时，ICMP会负责发现该原因并通知
  - 故障通知方式：通知会使用IP进行发送
  - ICMP类型：

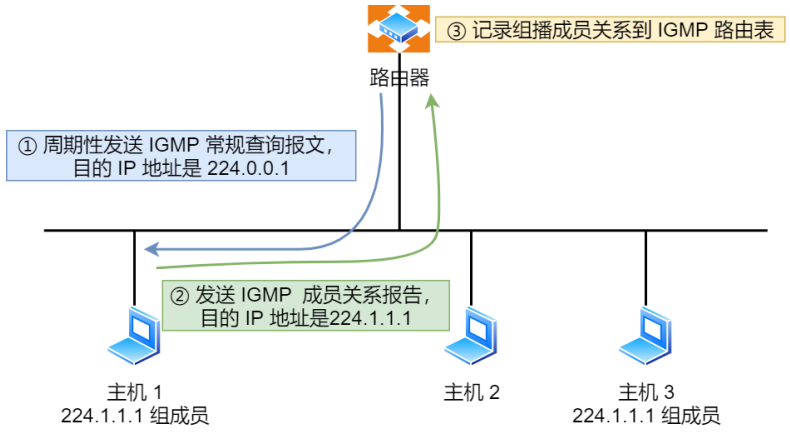
ICMP 类型		
	内容	种类
0	回送应答（Echo Reply）	查询报文类型
3	目标不可达（Destination Unreachable）	差错报文类型
4	原点抑制（Source Quench）	差错报文类型
5	重定向或改变路由（Redirect）	差错报文类型
8	回送请求（Echo Request）	查询报文类型
11	超时（Time Exceeded）	差错报文类型

    - 用来诊断的查询消息，**查询报文类型**
    - 用来通知出错原因的错误消息，**差错报文类型**

- **IGMP因特网组管理协议**
    - 与ICMP毫无关系
    - 背景：组播地址（D类地址），即只能有一组的主机能够收到数据包，而不在同一组的主机收不到——那么需要IGMP才能管理组
    - 工作范围：在组播成员（主机）和最后一跳路由之间

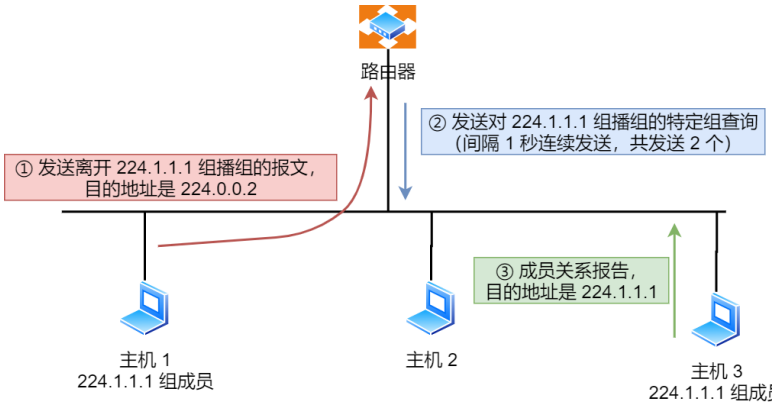


        - IGMP报文向路由器申请加入和退出组播组
        - IGMP报文会采用IP封装，IP首部的协议号为2，TTL字段值通常为1——IGMP是工作在主机和直连的路由器之间
    - IGMP的版本：IGMPv1， IGMPv2，IGMPv3
    - IGMP工作机制：以IGMPv2作为例子
        - 常规查询机制 和 响应工作机制：

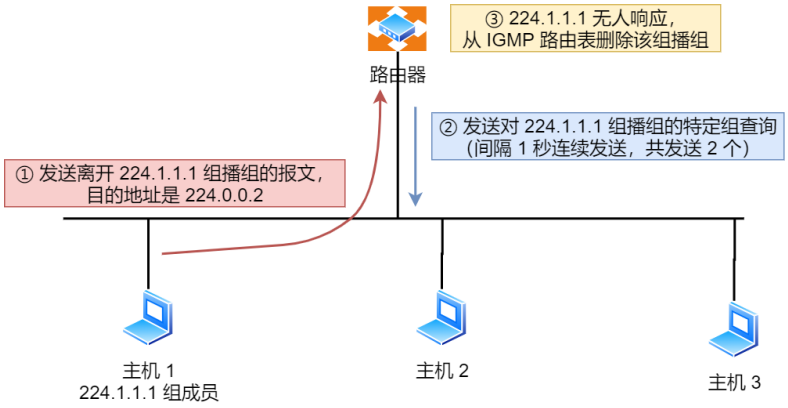


- 1. 路由器会**周期性**发送**IGMP常规查询报文**到目的地址为**224.0.0.1**（表示为，**同一个网段内所有主机和路由器**）
- 2. 而组成员收到该查询后，eg：主机1，主机3，会启动报告延迟计时器，倒计时时间是随机的（0~10s），超时后，主机会发送**IGMP成员关系报告报文**，目的地址为组播地址。如果在倒计时内，收到同一个组内的其他主机发送的相同类型报文，那么自己不在发送——即，倒计时最短的最先发送报文，组内只发送一次。可以减少，网络中多余的IGMP报文数量
- 3. 路由器收到该成员关系报告报文后，会在IGMP路由表中加入该组播组，那么网络中报文的目的地址是该组播地址，路由器收到后会将数据包转发出去

- 离开组播组工作机制：
  - 如果删除之后，网段中仍然存在该组播组：



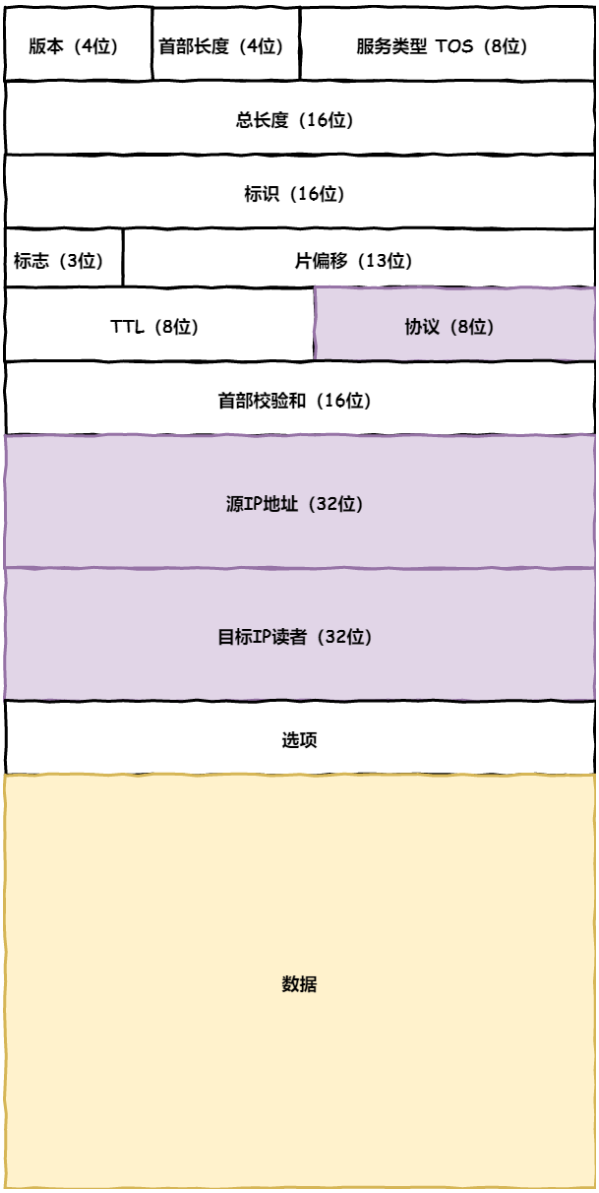
    - 1. 主机1需要从该组中离开，会发送**IGMPv2离组报文**，报文的目的地址是：224.0.0.2——表示发向网段内的所有路由器
    - 2. 路由器收到该报文后，1s为间隔连续发送**IGMP特定组查询报文**（共会发送2个），用来确认该网络中是否还有该组的其他成员
    - 2. 主机3还在组内，会立即响应该特定组的查询。那么路由器知道该组内还存在其他组播成员，那么还会向该组内发送对应的组播包
  - 如果删除之后，网段中不存在该组播组：



- 1. 同上面步骤
- 2. 路由器也会间隔1s发送2个特定组查询报文。但是组内没有其他组成员，所以没有得到响应
- 3. 超时等待后，路由器会认为224.1.1.1已经不存在成员了，不会向该网段转发该组播地址的数据包

IP数据报

IP的包头格式

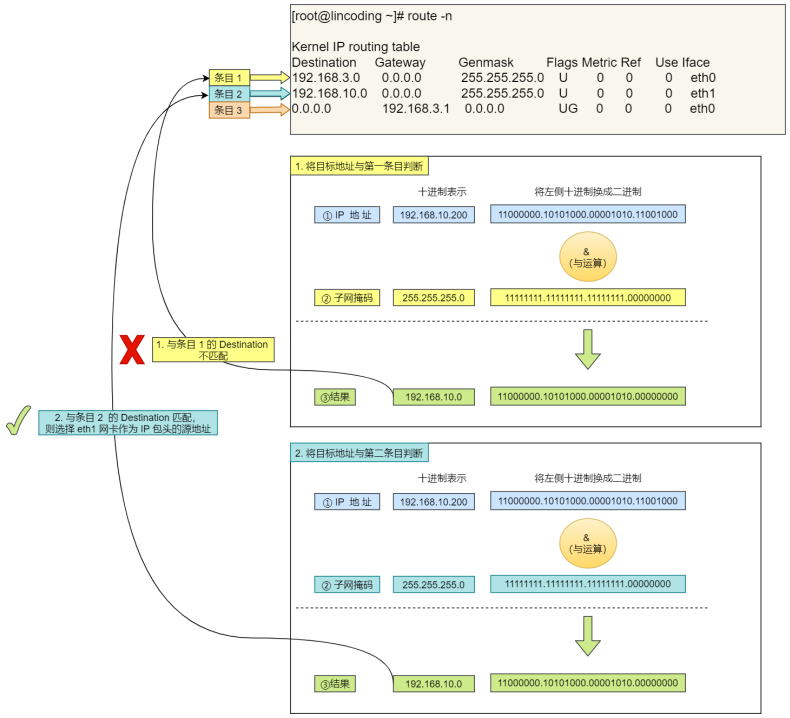


- 选择合适网卡
  - 背景：**客户端有多个网卡，那么就对应多个IP地址**，那么需要从中选择一个作为源地址——即选择一个合适的网卡
  - 方式：通过路由表，选择合适的网卡（OS会自动选择，但是我们需要知道选择的方法）
  - eg：
    - 1. 首先查看Linux下的路由表

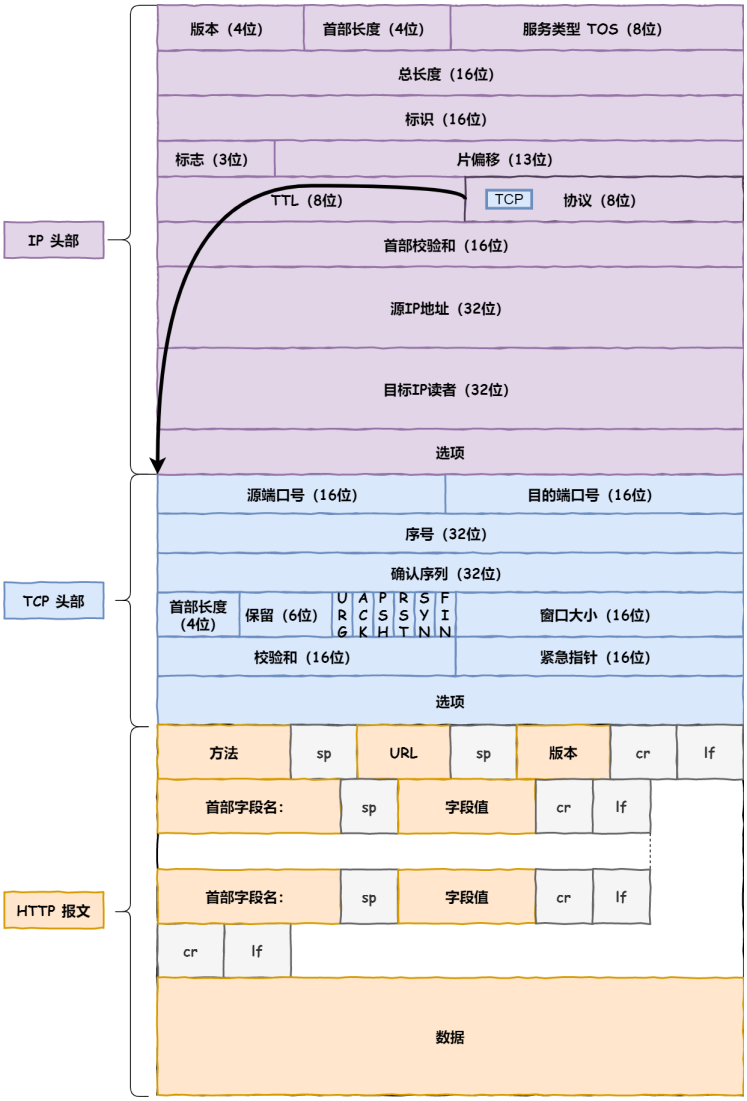
```
[root@lincoding ~]# route -n

Kernel IP routing table
Destination     Gateway         Genmask         Flags Metric Ref    Use Iface
192.168.3.0     0.0.0.0         255.255.255.0   U     0      0        0 eth0
192.168.10.0    0.0.0.0         255.255.255.0   U     0      0        0 eth1
0.0.0.0         192.168.3.1     0.0.0.0         UG    0      0        0 eth0
```

      - 方式：route -n，可以看到路由表：即对之前发送出去的IP数据报目的IP的一个缓存，然后进行匹配，选择合适的，如果没有合适的就选择默认网关
    - 2. 如果目的IP是：192.168.10.200



      - 方式：目的IP & 子网掩码，destination & 子网掩码，如果两个结果相等，那么匹配成功，就通过该网卡发送；如果结果不等，就换一个；如果所有都不相等，那么选择默认网关。**gateway就是直接相连的路由器的IP地址**
      - ps：默认网关：destination和子网掩码都是0.0.0.0，和任意IP做&，都是一样的结果0.0.0.0，当所有结果都不匹配的时候，就选择该网关
- IP报文的生成



- = IP头部 + IP数据，IP数据 = TCP头部 + TCP 数据， TCP数据 = HTTP 头部 + HTTP数据，因为TCP有MSS，那么能够保证IP数据报不需要再分片了，所以IP数据中一定都有TCP的头部，而TCP的数据中不一定都有HTTP头部——因为TCP会对数据超过MSS的数据进行分片，即对HTTP数据报进行分片