



# 计算机网络与通信技术

## 第四章 网络层

北京交通大学 刘彪



# 计算机网络与通信技术

知识点：IP数据报格式

北京交通大学 刘彪



# IP数据报格式

## 4.5 IP数据报格式

## 4.6 IP地址和MAC地址

## 4.7 划分子网

## 4.8 无分类编址

- 一个 IP 数据报由首部和数据两部分组成。
- 首部的前一部分是固定长度，共 20 字节，是所有 IP 数据报必须具有的。
- 在首部的固定部分的后面是一些可选字段，其长度是可变的。



# IP数据报格式

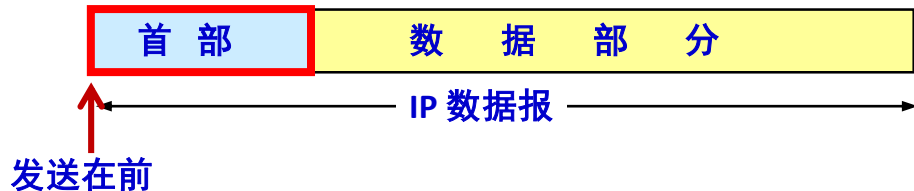
## 4.5 IP数据报格式

## 4.6 IP地址和MAC地址

## 4.7 划分子网

## 4.8 无分类编址

IP 数据报由首部和数据两部分组成





# IP数据报格式

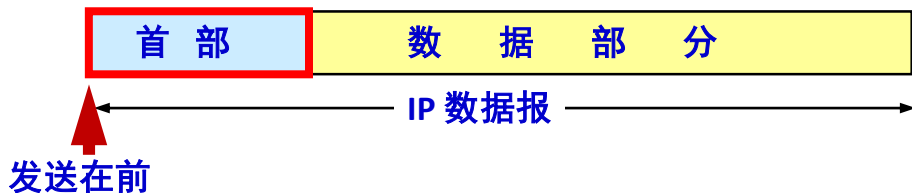
## 4.5 IP数据报格式

## 4.6 IP地址和MAC地址

## 4.7 划分子网

## 4.8 无分类编址

首部的前一部分是固定长度，共 20 字节，是所有 IP 数据报必须具有的。





# IP数据报格式

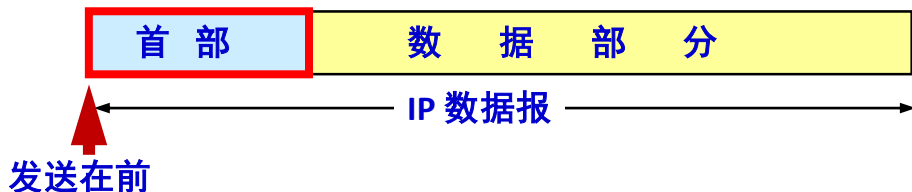
## 4.5 IP数据报格式

## 4.6 IP地址和MAC地址

## 4.7 划分子网

## 4.8 无分类编址

可选字段，其长度是可变的





# 固定首部

## 4.5 IP数据报格式

## 4.6 IP地址和MAC地址

## 4.7 划分子网

## 4.8 无分类编址



版本——占4位，指IP协议的版本。  
目前的IP协议版本号为4 (即IPv4)。



# 固定首部

## 4.5 IP数据报格式

## 4.6 IP地址和MAC地址

## 4.7 划分子网

## 4.8 无分类编址



首部长度——占 4 位，可表示的最大数值是 15 个单位(一个单位为 4 字节)，因此 IP 的首部长度的最大值是 60 字节。





# 固定首部

## 4.5 IP数据报格式

## 4.6 IP地址和MAC地址

## 4.7 划分子网

## 4.8 无分类编址



区分服务——占8位，用来获得更好的服务。

在旧标准中叫做服务类型，但实际上一直未被使用过。

1998年这个字段改名为区分服务。

只有在使用区分服务（DiffServ）时，这个字段才起作用。

在一般的情况下都不使用这个字段



# 固定首部

## 4.5 IP数据报格式

## 4.6 IP地址和MAC地址

## 4.7 划分子网

## 4.8 无分类编址



总长度——占 16 位，指首部和数据之和的长度，单位为字节，因此数据报的最大长度为 65535 字节。  
总长度必须不超过最大传送单元 MTU。



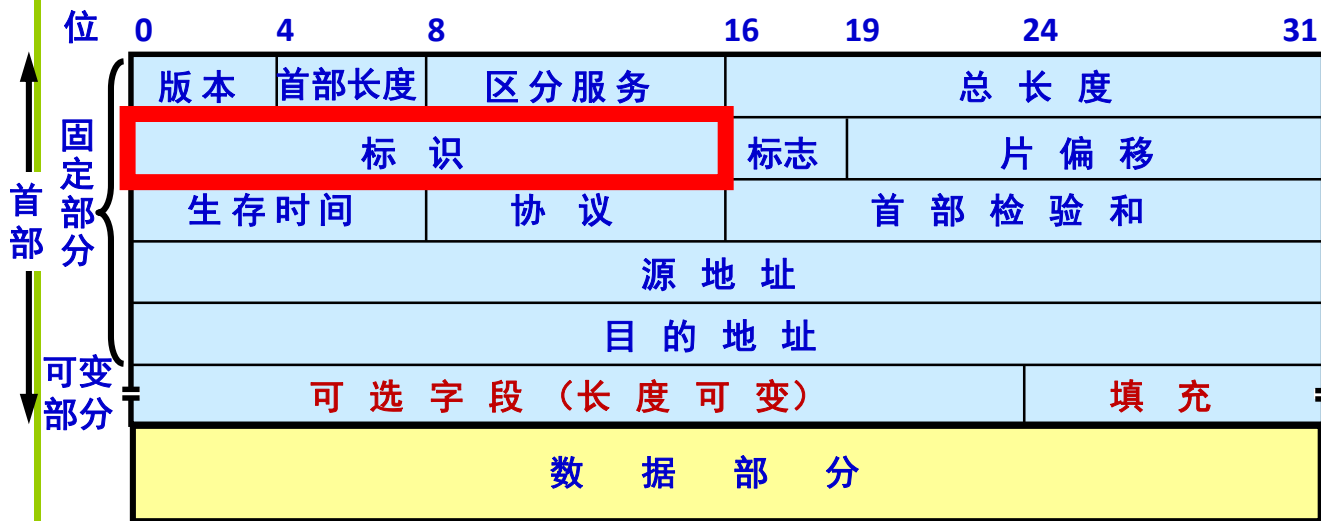
# 固定首部

## 4.5 IP数据报格式

## 4.6 IP地址和MAC地址

## 4.7 划分子网

## 4.8 无分类编址



标识(identification) —— 占 16 位，  
它是一个计数器，用来产生 IP 数据报的标识。



# 固定首部

## 4.5 IP数据报格式

## 4.6 IP地址和MAC地址

## 4.7 划分子网

## 4.8 无分类编址



标志(flag)——占3位，目前只有前两位有意义。

标志字段的最低位是 MF (More Fragment)。

MF = 1 表示后面“还有分片”。MF = 0 表示最后一个分片。

标志字段中间的一位是 DF (Don't Fragment)。

只有当 DF = 0 时才允许分片。



# 固定首部

## 4.5 IP数据报格式

## 4.6 IP地址和MAC地址

## 4.7 划分子网

## 4.8 无分类编址



片偏移——占13位，指出：较长的分组在分片后某片在原分组中的相对位置。

片偏移以8个字节为偏移单位。



# IP数据报分片举例

## 4.5 IP数据报格式

## 4.6 IP地址和MAC地址

## 4.7 划分子网

## 4.8 无分类编址

- 一数据报的总长度为 3820 字节，其数据部分的长度为 3800 字节（使用固定首部），需要分片为长度不超过 1420 字节的数据报片。
  - 因固定首部长度的 20 字节，因此每个数据报片的数据部分长度不能超过 1400 字节。
  - 于是分为 3 个数据报片，其数据部分的长度分别为 1400、1400 和 1000 字节。
  - 原始数据报首部被复制为各数据报片的首部，但必须修改有关字段的值。



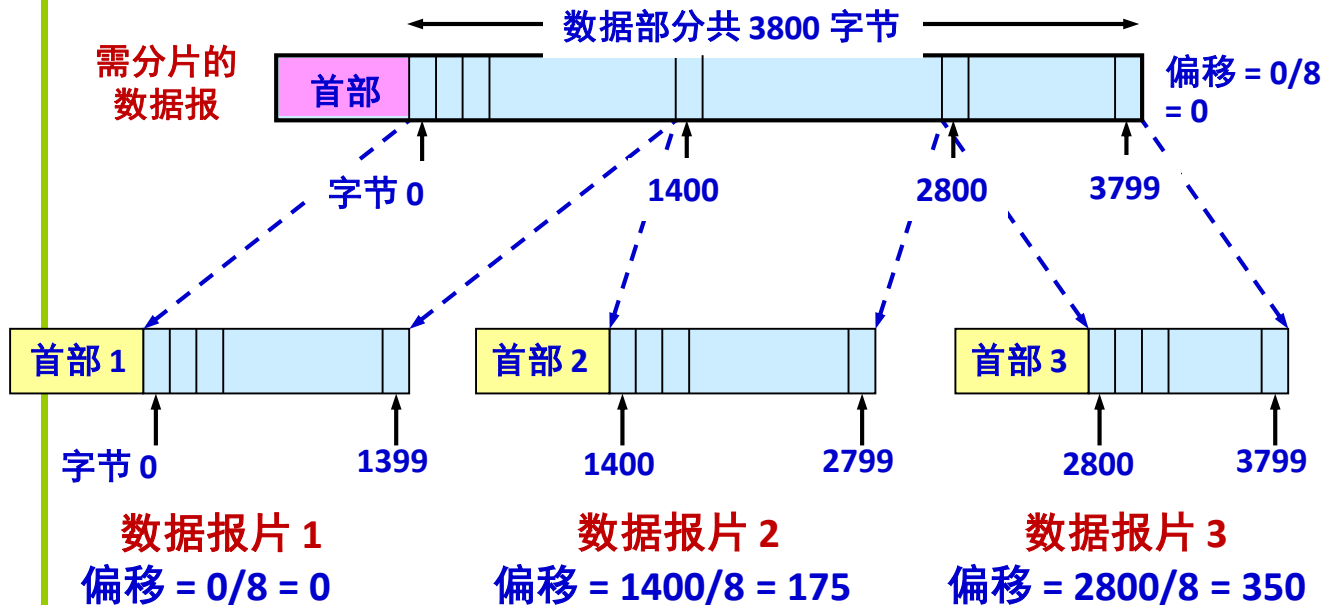
# IP数据报分片举例

## 4.5 IP数据报格式

## 4.6 IP地址和MAC地址

## 4.7 划分子网

## 4.8 无分类编址





# IP数据报分片举例

4.5 IP数据报格式

4.6 IP地址和MAC地址

4.7 划分子网

4.8 无分类编址

IP 数据报首部中与分片有关的字段中的数值

	总长度	标识	MF	DF	片偏移
原始数据报	3820	12345	0	0	0
数据报片1	1420	12345	1	0	0
数据报片2	1420	12345	1	0	175
数据报片3	1020	12345	0	0	350





# 固定首部

## 4.5 IP数据报格式

## 4.6 IP地址和MAC地址

## 4.7 划分子网

## 4.8 无分类编址



生存时间——占8位，记为TTL (Time To Live)，指示数据报在网络中可通过的路由器数的最大值。



# 固定首部

## 4.5 IP数据报格式

## 4.6 IP地址和MAC地址

## 4.7 划分子网

## 4.8 无分类编址



协议——占8位，指出此数据报携带的数据使用何种协议，以便目的主机的IP层将数据部分上交给那个处理过程



# 固定首部

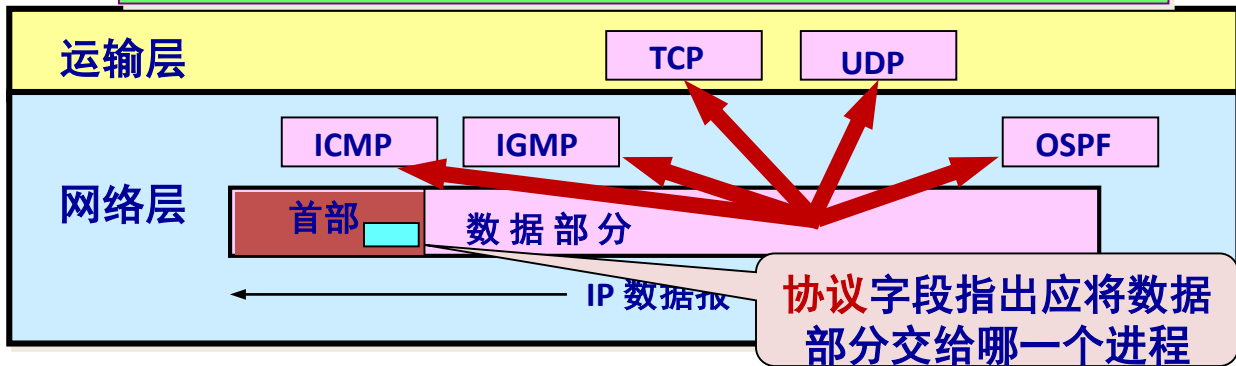
## 4.5 IP数据报格式

## 4.6 IP地址和MAC地址

## 4.7 划分子网

## 4.8 无分类编址

IP 协议支持多种协议，  
IP 数据报可以封装多种协议 PDU。



协议名	ICMP	IGMP	TCP	EGP	IGP	UDP	IPv6	OSPF
字段值	1	2	6	8	9	17	41	89



# 固定首部

## 4.5 IP数据报格式

## 4.6 IP地址和MAC地址

## 4.7 划分子网

## 4.8 无分类编址



首部检验和——占16位，只检验数据报的首部，不检验数据部分。这里不采用CRC检验码而采用简单的计算方法——16位二进制反码求和算法。



# 固定首部

4.5 IP数据报格式

4.6 IP地址和MAC地址

4.7 划分子网

4.8 无分类编址



源地址和目的地址都各占4字节



# 首部中的可变部分

## 4.5 IP数据报格式

## 4.6 IP地址和MAC地址

## 4.7 划分子网

## 4.8 无分类编址

- IP 首部的可变部分就是一个选项字段，用来支持排错、测量以及安全等措施，内容很丰富。
- 选项字段的长度可变，从 1 个字节到 40 个字节不等，取决于所选择的项目。
- 要保证IP首部是4字节对齐的。
- 增加首部的可变部分是为了增加 IP 数据报的功能，但这同时也使得 IP 数据报的首部长度成为可变的。这就增加了每一个路由器处理数据报的开销。
- 实际上这些选项很少被使用。