

LOGO



4 互联网协议 IP

主要内容

- ☞ 引言
- ☞ IP数据报格式
- ☞ IP数据报的分片和重组
- ☞ IP数据报首部校验和的计算
- ☞ IP选项
- ☞ IP的一些安全问题
- ☞ IP数据报的选路

基本要求

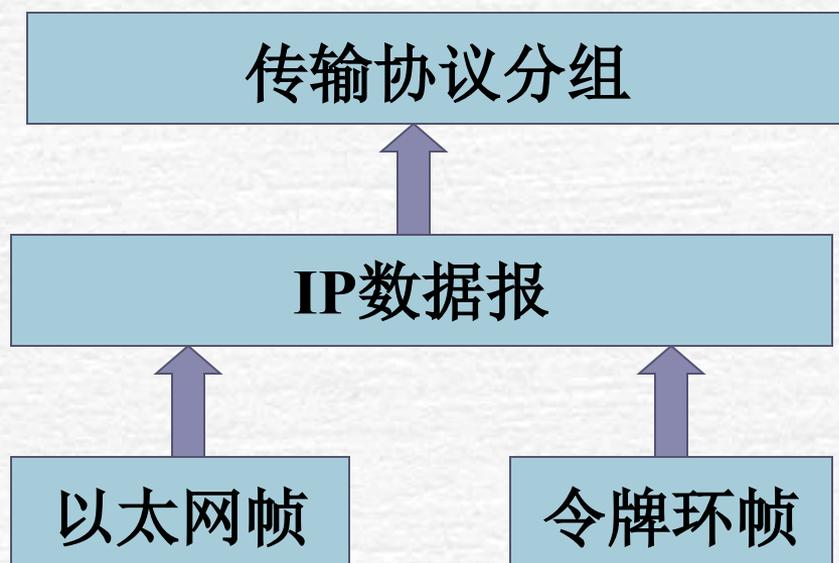
- 1、掌握IP协议的特点
- 2、掌握IP数据报的格式
- 3、掌握IP数据报分片及重组机制
- 4、了解IP选项的使用
- 5、掌握IP数据报选路的原理及算法
- 6、掌握路由表的一般形式及默认路由的概念
- 7、掌握IP软件对IP数据报的处理

学习内容

- 引言
- IP数据报格式
- IP数据报的分片和重组
- IP选项
- IP的一些安全问题
- IP数据报的选路

IP层的地位

- IP层是通信子网的最高层，提供无连接的数据报传输机制。目的是屏蔽底层物理网络细节，向上提供一致性。



IP层的功能与特点

IP层的主要功能：

- 无连接数据报的投递（数据结构，静态特性）
- 数据报寻径（选路，操作特性）
- 差错与报文控制（管理特性）

特点：

- 不可靠：分组可能丢失，乱序等，不做确认；
- 无连接：每个分组都独立对待；
- 尽力投递：不随意放弃分组；
- 点到点。

互联网服务的三个概念层次

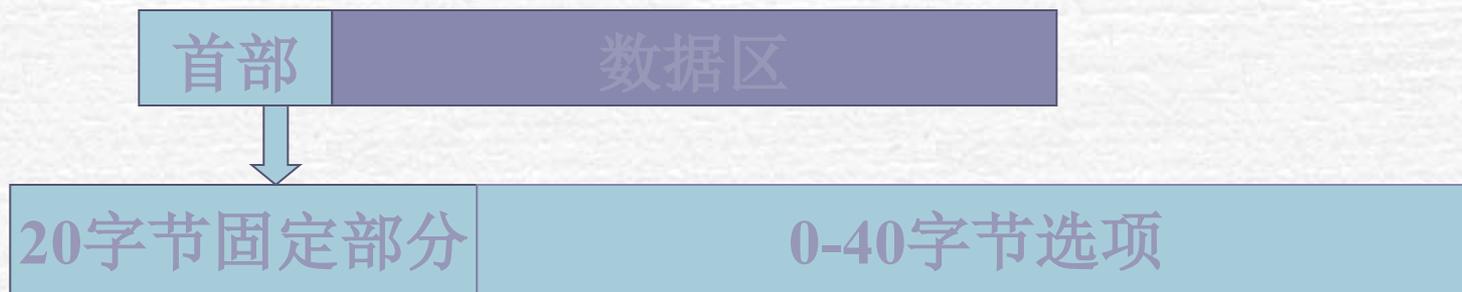
- 点到点无连接交付服务提供了一个其它一切赖以存在的基础。
- 端到端可靠的传输服务提供了应用所依赖的更高层平台。



学习内容

- ☞ 引言
- ☞ **IP数据报格式**
- ☞ IP数据报的分片和重组
- ☞ IP选项
- ☞ IP的一些安全问题
- ☞ IP数据报的选路

IP数据报格式



- 总长度：（首部 + 数据区），16比特，单字节计数，最大长度 $2^{16}-1 = 65535$ 字节；
- 首部长度的：占4比特，4字节计数，最大值为 $2^4-1 = 15$ ，即 $15 * 4 = 60$ 字节。

数据格式（数据结构）

版本	头长	服务类型	总长度	
标识符			标志	分片偏移
TTL	协议		首部校验和	
源IP地址				
目的IP地址				
IP选项（可选）				填充
数据				

服务类型 (TOS)

优先级

D

T

R

M

U

- D(elay), T(hroughout), R(eliable), M(onetary cost), U(nused)
- 优先级：8种，0-普通级别，7-网络控制
- 功能：指定本数据报的处理方式
- 说明：TOS不是必须实现的

区分码点服务

区分码点服务(DSCP) (RFC2474、2475)：对TOS的新的定义方式，使用前6比特，可定义64种服务

设计思想：将码点映射为底层服务，多个码点值可映射为同一服务。

3组服务：

- XXXXX0: IETF分配使用
- XXXX11: 本地使用或用于实验
- XXXX01: 本地使用或用于实验 (将来也可由IETF分配)

说明：XXX000对应原来的8个优先级

寿命字段TTL

- 寿命字段TTL：数据报延迟控制
- 功能：防止数据报在网中循环流动，或延迟过长；
- 处理：每经过一个路由器，TTL减1；TTL=0，丢弃数据报，并向源站发回超时报告（ICMP）。

校验和（首部）

计算步骤：

- (1)16比特分组；
- (2)校验和清‘0’
- (3)求所有16比特之和
- (4)把求得之和模($2^{16}-1$)（即高位取出后移加到和中）
- (5)在(4)的基础上求二进制反码

校验步骤：

- 同计算步骤的前4步，结果为‘0’时正确。

见书45页

校验和例子

注意

- 当数字作加法时，最高位进比特位的进位需要加到结果中

例子：发送方将两个16-bit整数相加

	1	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	
	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	
回卷	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1
和	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	
检查和 (求反)	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	

- 接收方：求和，遇溢出也要回卷。

标识、标志和片偏移

- ☞ 用来对数据报的分片和重组进行控制
- ☞ 为什么要进行分片？
 - 类比：道路通行
- ☞ MTU：最大传输单元

- ☞ 注：一个被分片的数据报还可能再次被分片

问题？

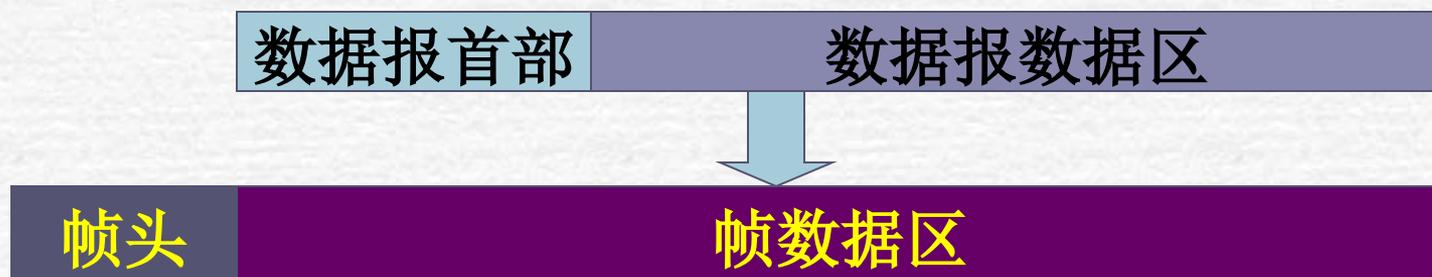
- ❏ IP数据报的分片发生在哪里？
- ❏ 源点主机会对IP分组进行分片吗？

学习内容

- ☞ 引言
- ☞ IP数据报格式
- ☞ **IP数据报的分片和重组**
- ☞ IP选项
- ☞ IP的一些安全问题
- ☞ IP数据报的选路

数据报的分片控制

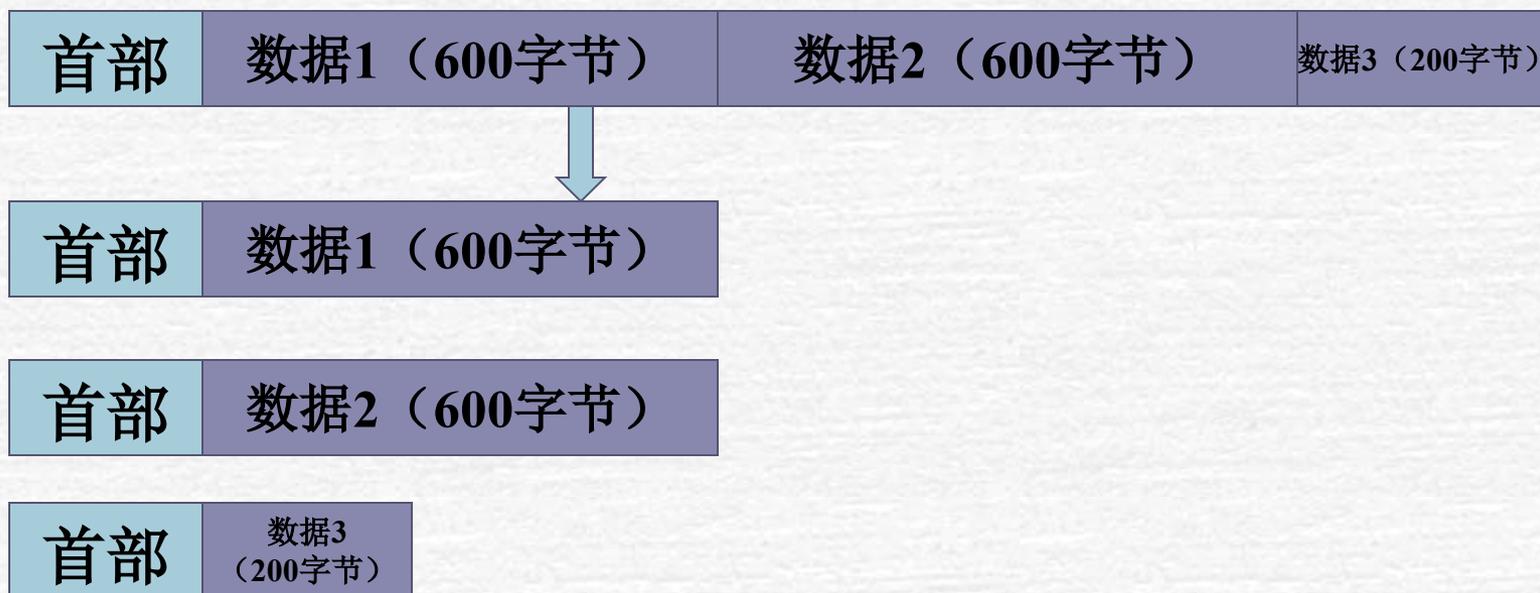
- 数据报的封装 (以太网帧类型0800H)



- 问题：每种网络有固定的MTU，若IP报文长度大于MTU，怎么办？
- 数据分片（如何分片？）

举例

- 例：IP数据报长度1420字节（假如首部无选项），网络MTU620字节，如何分片？



问题？

- ❏ (1)如何标识同一个数据报的各个分片？
- ❏ (2)如何标识同一个数据报分片的顺序？
- ❏ (3)如何标识同一个数据报分片的结束？

标识

DF MF

片偏移量

信源机产生，每个数据报唯一
解决了：标识同一数据报的各个分片

标识分片在原来数据报文中的位置
解决了：分片的顺序

DF (Do not Fragment):

不分片位

DF=1，强制不允许分片

MF (More Fragment): 片未完位

MF=0，是最后一片

MF=1，不是最后一片

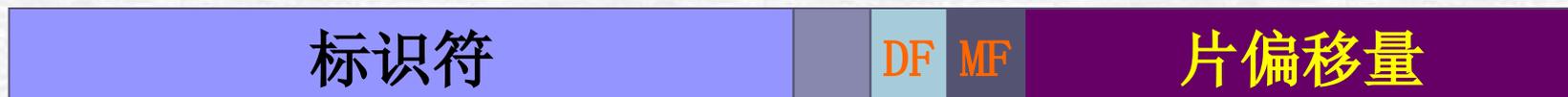
解决了：分片的结束

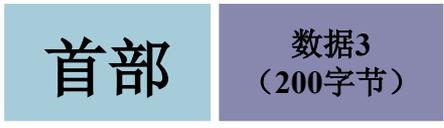
如何组装？

组装时，需要重新设置首部的某些字段

(1) 修改分片标志和片偏移量字段

(2) 首部其它字段复制原来数据报首部的相应字段





问题：分片首部如何设置？

- ❏ 首部长度的设置：若无选项，和原数据报相同，否则重新计算。
- ❏ ID、标志域和片偏移量：如前所述。
- ❏ 总长度：分片首部的长度+分片数据部分的长度。
- ❏ 校验和：必须重新计算。（为什么？）
- ❏ 选项：**EOL**和**NOP**不可复制，**LSR**、**SSR**复制到所有分片中，记录路由和时间戳选项只能复制到第一个分片中。

问题：在何处重组分片？

- 信宿机
- 优点：
 - 不会反复分片/重组
 - 各分片可独立选路
 - 路由软件简化
- 缺点：
 - 可能浪费带宽
 - 丢失可能性增加

IPv6使用路径MTU发现机制，路由器不再分片

IP 数据报分片—举例

例子:

- 4000字节数据报
- MTU = 1500字节

	长度= 4000	ID =x	段标识 =0	偏移 =0	
--	-------------	----------	-----------	----------	--

一个大数据报变为几个较小的数据报

在数据字段1480 字节

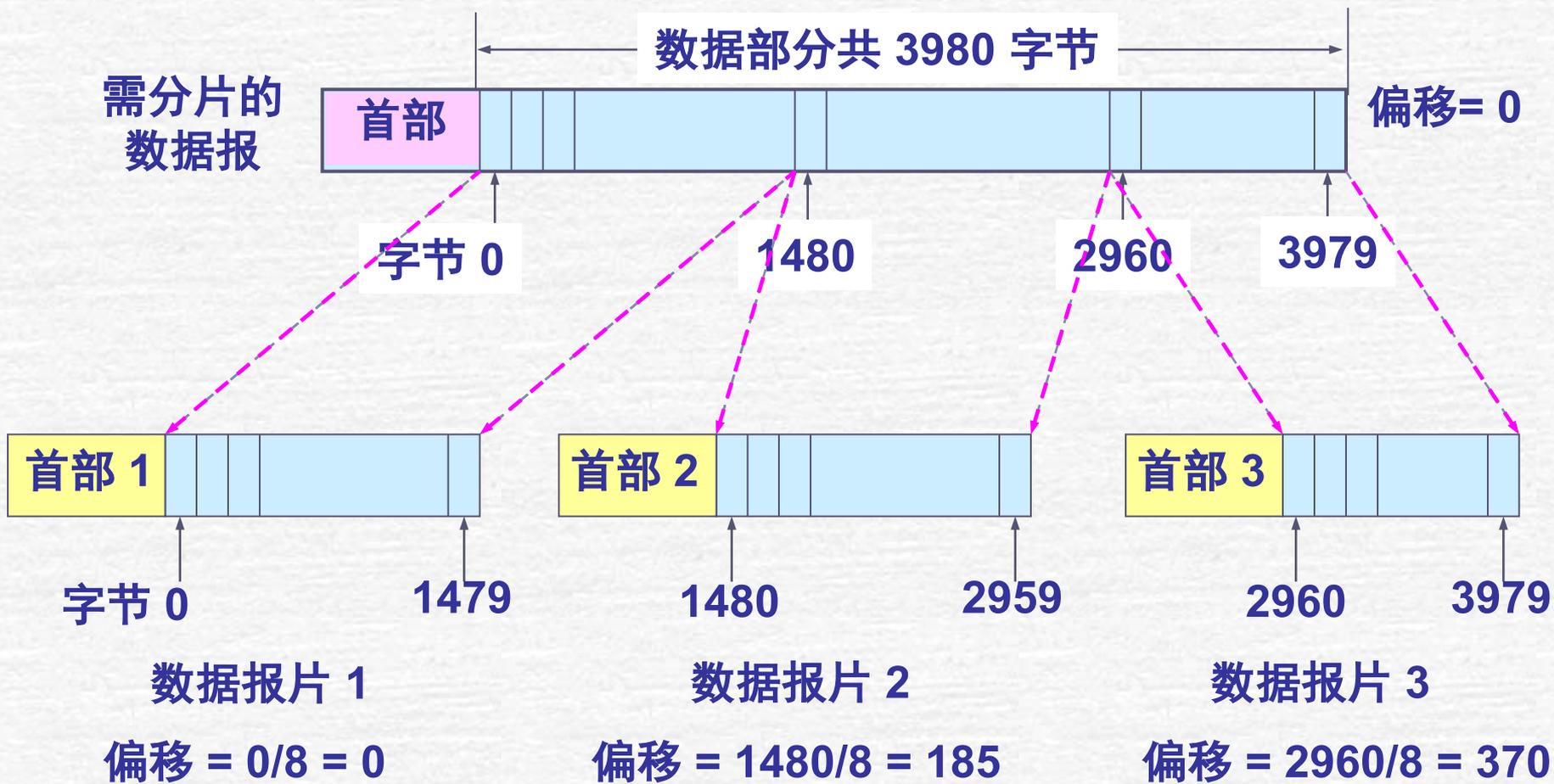
偏移 = $1480/8$

	长度 =1500	ID =x	段标识 =1	偏移 =0	
--	-------------	----------	-----------	----------	--

	长度 =1500	ID =x	段标识 =1	偏移 =185	
--	-------------	----------	-----------	------------	--

	长度 =1040	ID =x	段标识 =0	偏移 =370	
--	-------------	----------	-----------	------------	--

IP 数据报分片—举例



以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/245133023300011124>