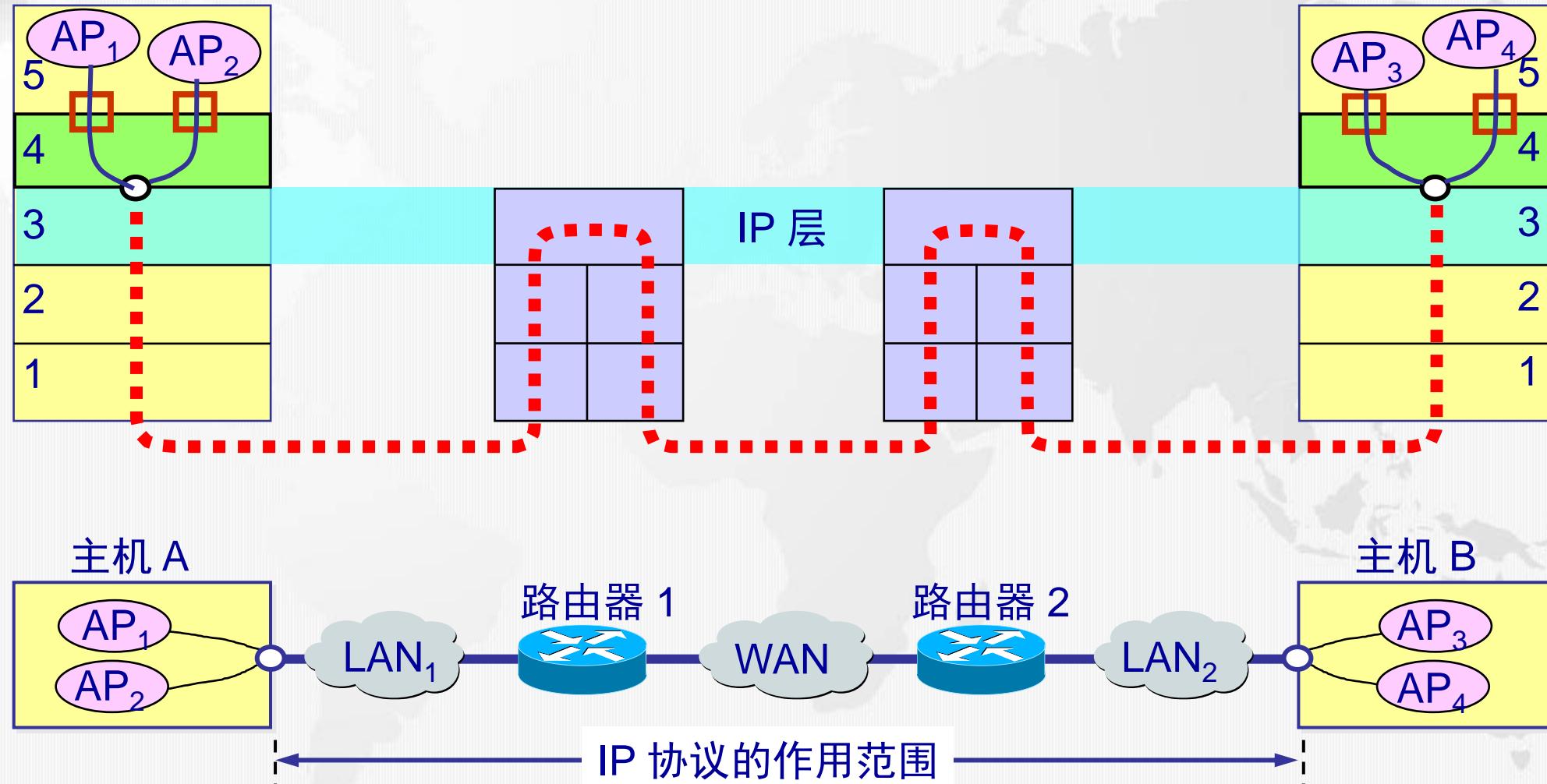


# 计算机网络

网络层、IP数据报

苏铅坤

# 网络层



# IP地址



# 如何将不同的网络互联



# 目录

## CONTENTS



1

网络层

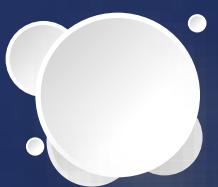
2

IP数据报

3

4

5



# 如何将异构的网络互相连接起来？

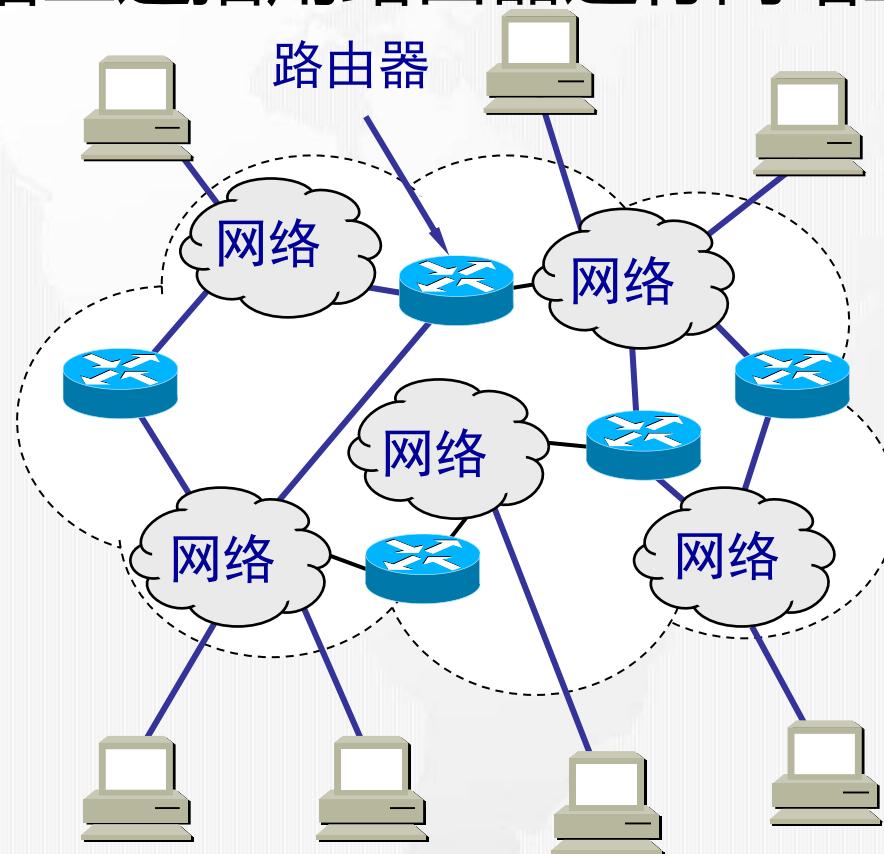
⑤ 将网络互连并能够互相通信，

会遇到许多问题，如：

- 不同的寻址方案
- 不同的最大分组长度
- 不同的网络接入机制
- 不同的超时控制
- 不同的差错恢复方法
- 不同的状态报告方法
- 不同的路由选择技术
- 不同的用户接入控制
- 不同的服务（面向连接服务和无连接服务）
- 不同的管理与控制方式等

# 使用路由器进行网络互连

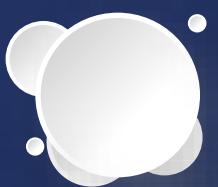
⑤ 网络互连指用路由器进行网络互连和路由选择



(a) 互连网络



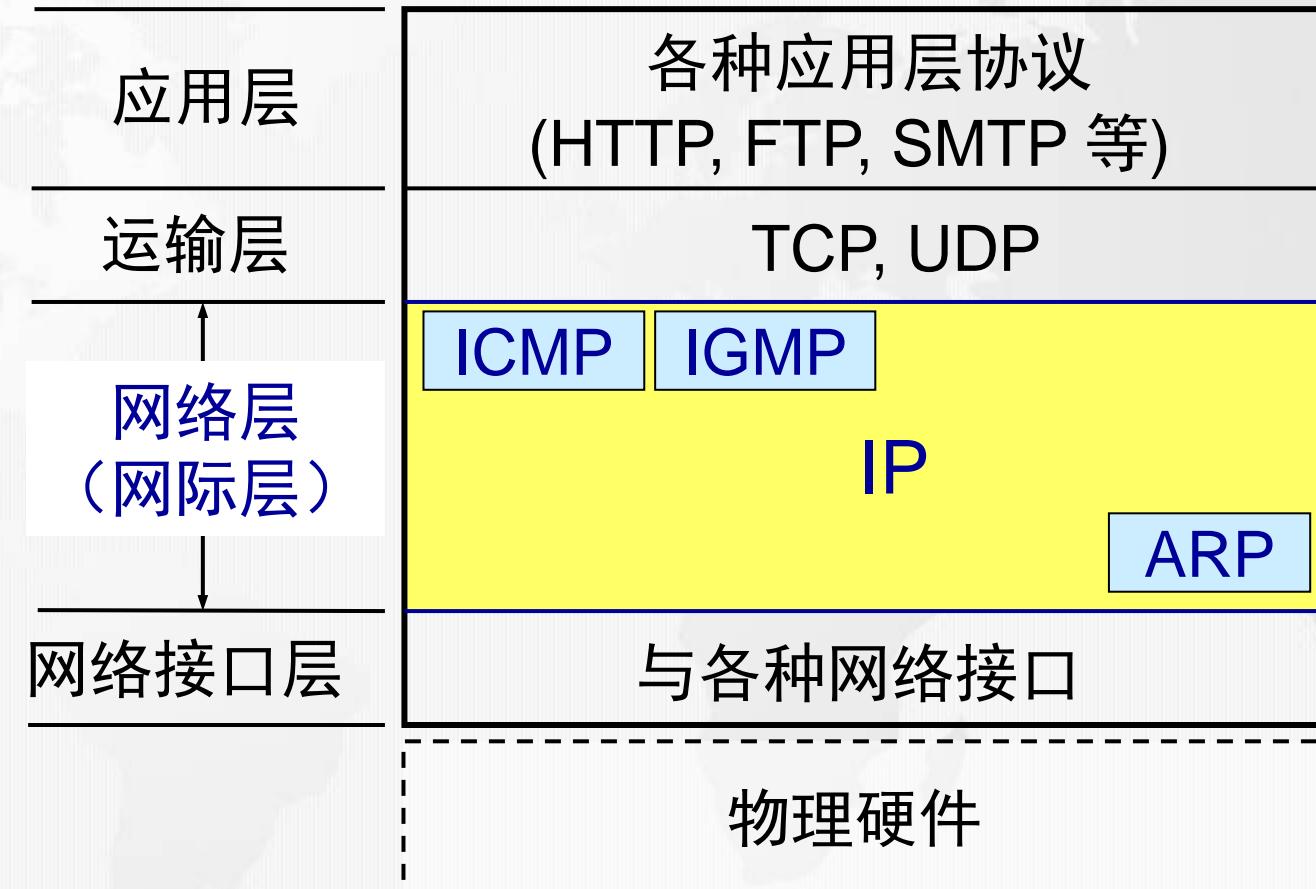
(b) 虚拟互连网络



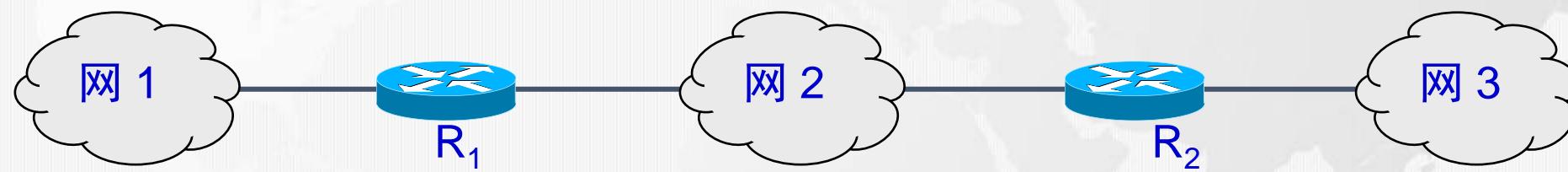
# 网际协议IP

- ⑥ 网际协议IP和TCP是TCP/IP体系中两个最主要的协议
- ⑥ IP协议配套使用的还有三个协议：
  - 地址解析协议 ARP (Address Resolution Protocol)
  - 网际控制报文协议 ICMP (Internet Control Message Protocol)
  - 网际组管理协议 IGMP (Internet Group Management Protocol)

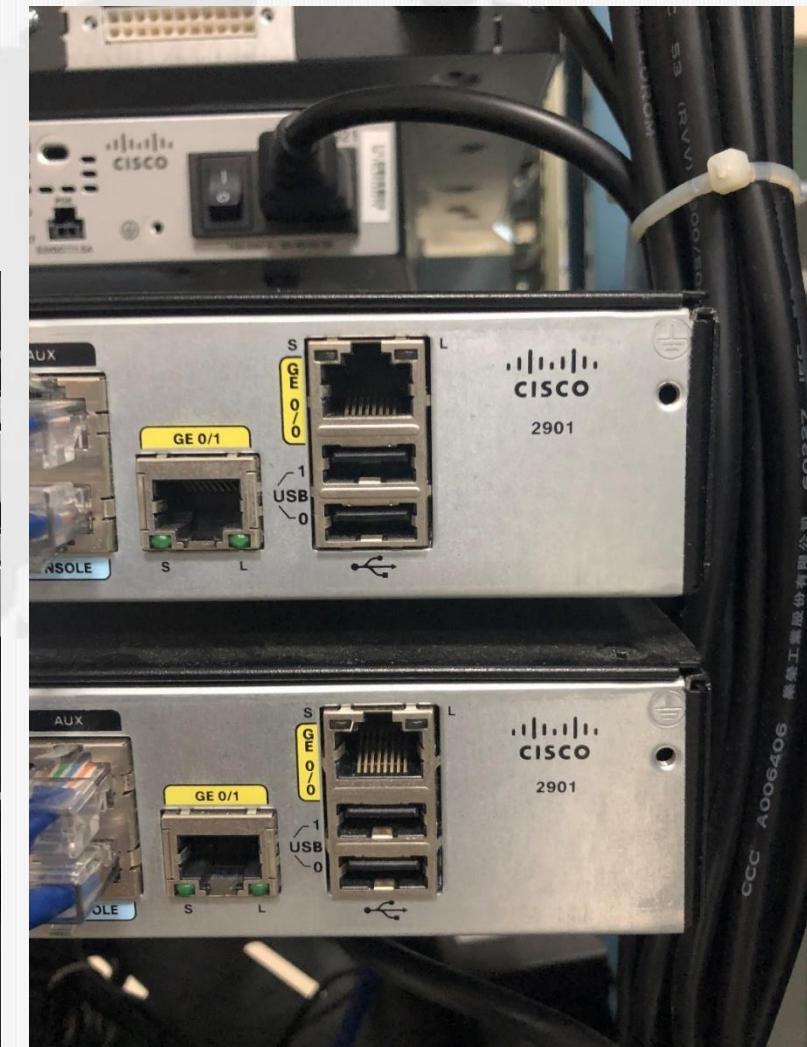
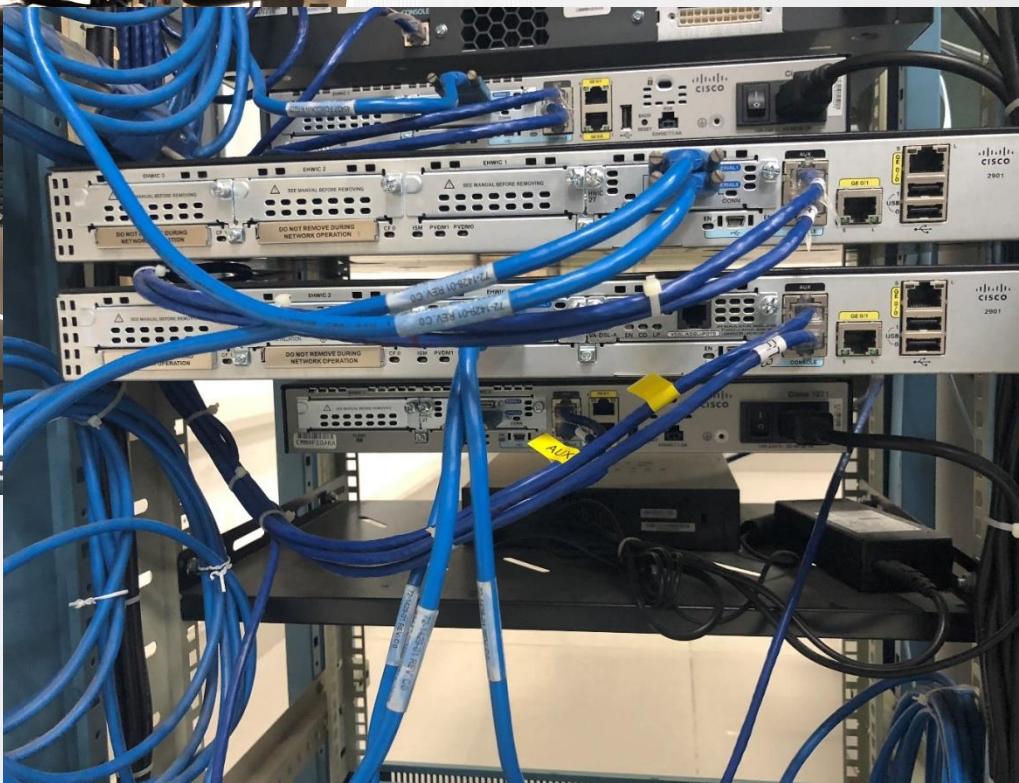
# 网际层的IP协议及配套协议



# 路由器



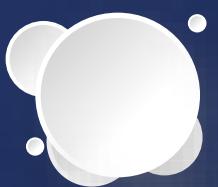
# 路由器



# 目录

## CONTENTS

- 
- 1 网络层
  - 2 IP数据报
  - 3
  - 4
  - 5

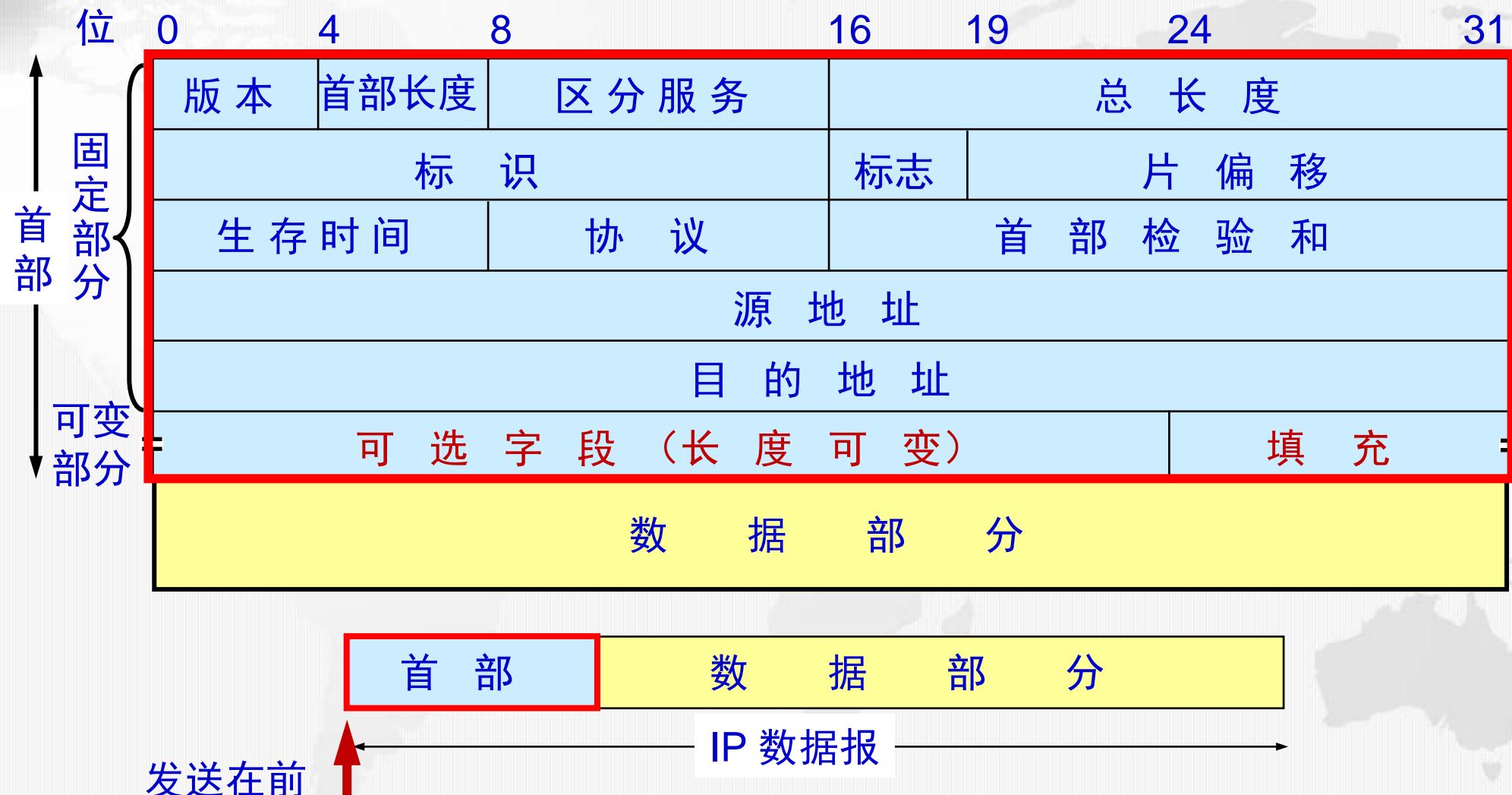


# IP数据报

⑥ 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
- 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



1.1

## IP数据报字段

(1)

# 源地址、目的地址

## ⑤ 源地址、目的地址



(2)

## 首部长度, 总长度

- 首部长度, 4位, 1111,  $15*4$ 字节 = 60字节
- 总长度, 16位, 首部+数据, 65535字节, 总长度不超过数据链路层最大传送单元MTU

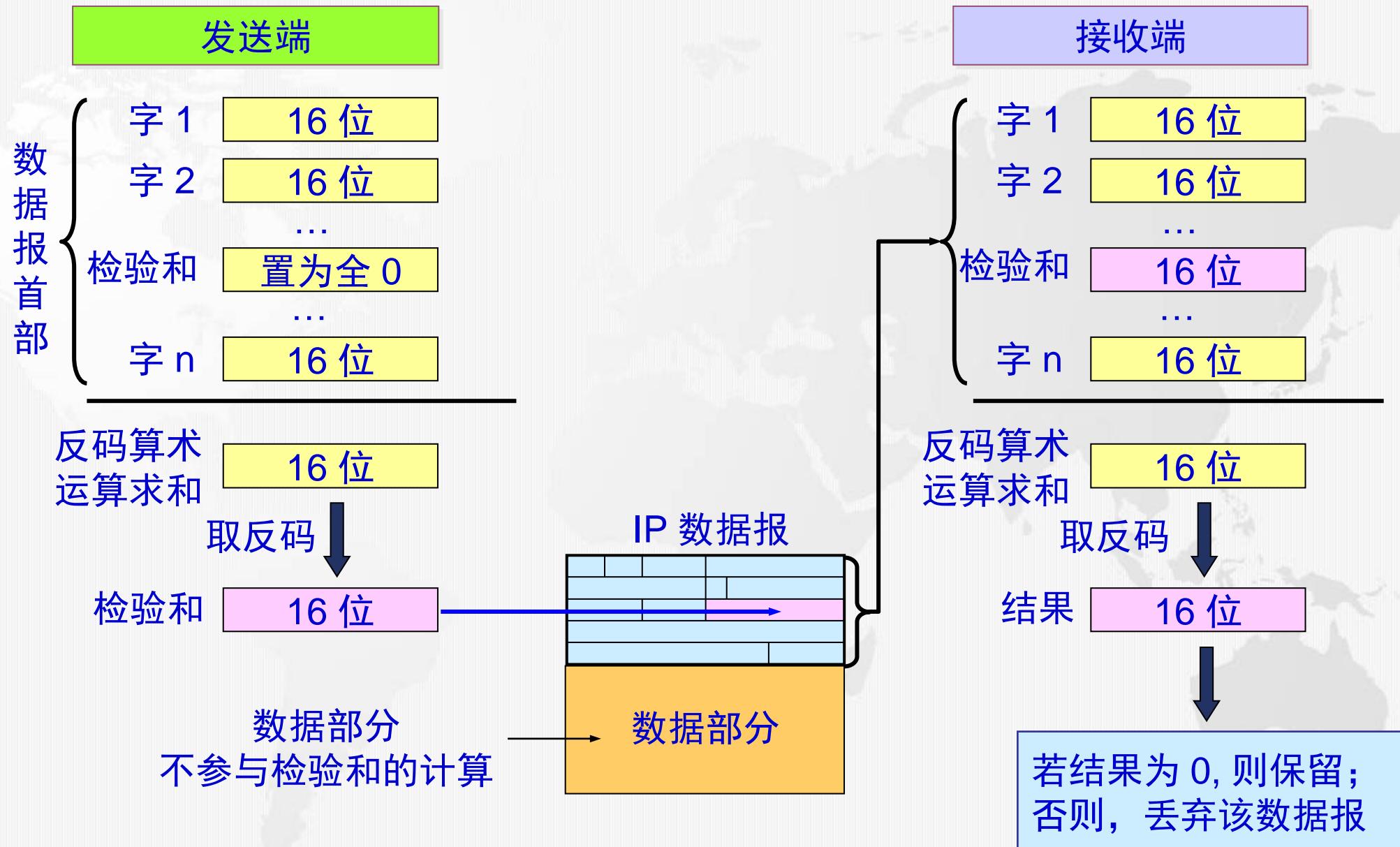


(3)

# 首部检验和

- 首部检验和，16位，只检验数据报的首部，减少计算的工作量
  - 首部检验和的计算采用16位二进制反码求和算法（而不是CRC检验码）





⑤ IP协议的版本，占4位，目前的IP协议版本号为4 (即 IPv4)



(5)

# 协议

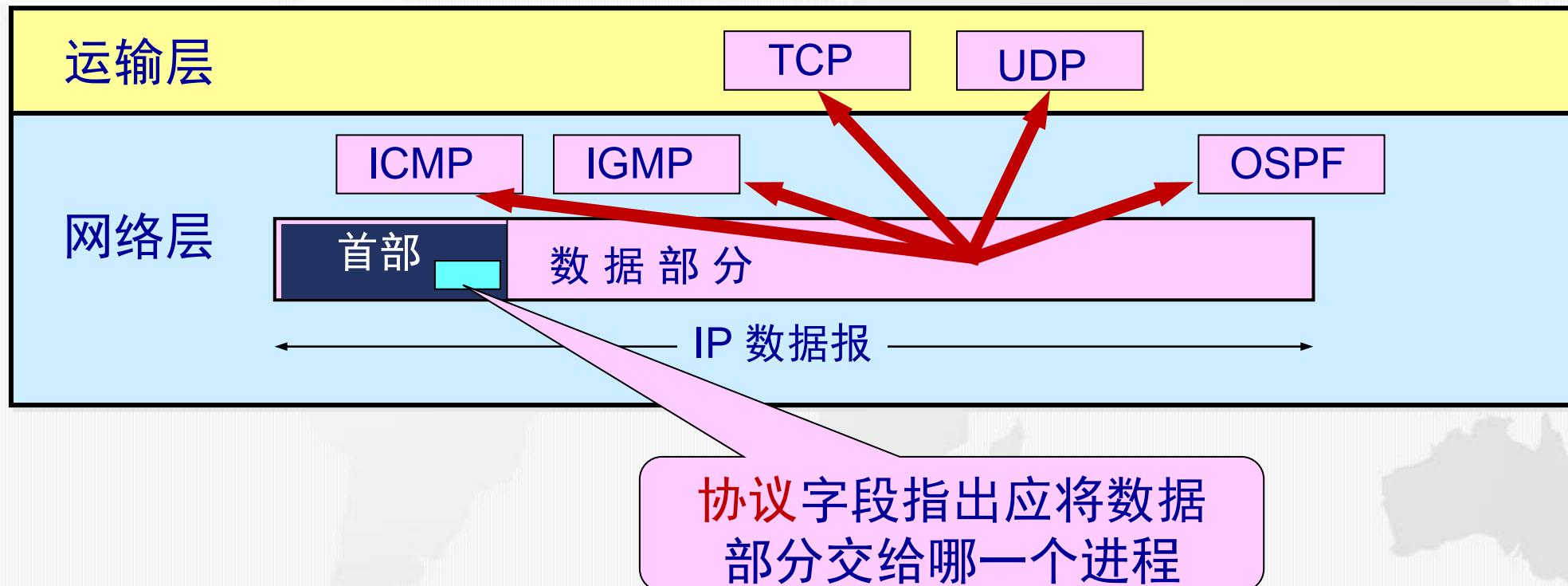
- 协议, 8位, 指出此数据报携带的数据使用何种协议

- 以便目的主机的IP层将数据部分上交给对应的进程。比如: TCP 6



# IP协议支持多种协议

- IP数据报可以封装多种协议PDU (Protocol data unit)



(6)

# 生存时间 (Time To Live, TTL)

- 生存时间，占8位，在网络中的寿命

- TTL减去在路由器所消耗掉的时间，或数据报在网络中可通过的路由器数的最大值
- TTL减少到0，数据报被路由器丢弃

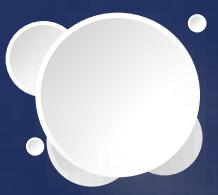


(7)

# 区分服务 (Differentiated services)

- 区分服务，占8位，在一般的情况下都不使用这个字段？





# 区分服务 (Differentiated services)

- ☺ Classify and manage network traffic, and provide quality of service (QoS)
  - low-latency to critical network traffic, like voice or streaming media
  - best-effort service to non-critical services, like web traffic or file transfers

# for packet classification purposes

- DiffServ uses a 6-bit differentiated services code point (DSCP) for packet classification purposes

IETF <a href="#">RFC 4594</a> recommendations						
Service class	DSCP	Conditioning at DS edge		PHB	Queuing	AQM
Network control	CS6	See section 3.1		<a href="#">RFC 2474</a>	Rate	Yes
Telephony	EF	Police using sr+bs		<a href="#">RFC 3246</a>	Priority	No
Signaling	CS5	Police using sr+bs		<a href="#">RFC 2474</a>	Rate	No
Multimedia conferencing	AF41, AF42, AF43	Using two-rate, three-color marker (such as <a href="#">RFC 2698</a> )		<a href="#">RFC 2597</a>	Rate	Yes per DSCP
Real-time interactive	CS4	Police using sr+bs		<a href="#">RFC 2474</a>	Rate	No
Multimedia streaming	AF31, AF32, AF33	Using two-rate, three-color marker (such as <a href="#">RFC 2698</a> )		<a href="#">RFC 2597</a>	Rate	Yes per DSCP
Broadcast video	CS3	Police using sr+bs		<a href="#">RFC 2474</a>	Rate	No
Low-latency data	AF21, AF22, AF23	Using two-rate, three-color marker (such as <a href="#">RFC 2698</a> )		<a href="#">RFC 2597</a>	Rate	Yes per DSCP
OAM	CS2	Police using sr+bs		<a href="#">RFC 2474</a>	Rate	Yes
High-throughput data	AF11, AF12, AF13	Using two-rate, three-color marker (such as <a href="#">RFC 2698</a> )		<a href="#">RFC 2597</a>	Rate	Yes per DSCP
Standard	DF	Not applicable		<a href="#">RFC 2474</a>	Rate	Yes
Low-priority data	CS1	Not applicable		<a href="#">RFC 3662</a>	Rate	Yes

## 可变部分

- 选项字段的长度可变，1个字节到40个字节，取决于所选择的项目
  - 用来支持排错、测量以及安全等措施，内容丰富



## 可变部分

- 选项字段的长度可变，1个字节到40个字节，取决于所选择的项目
  - 用来支持排错、测量以及安全等措施，内容丰富



(9)

# 分片



1.2

分片



# 为什么需要分片？

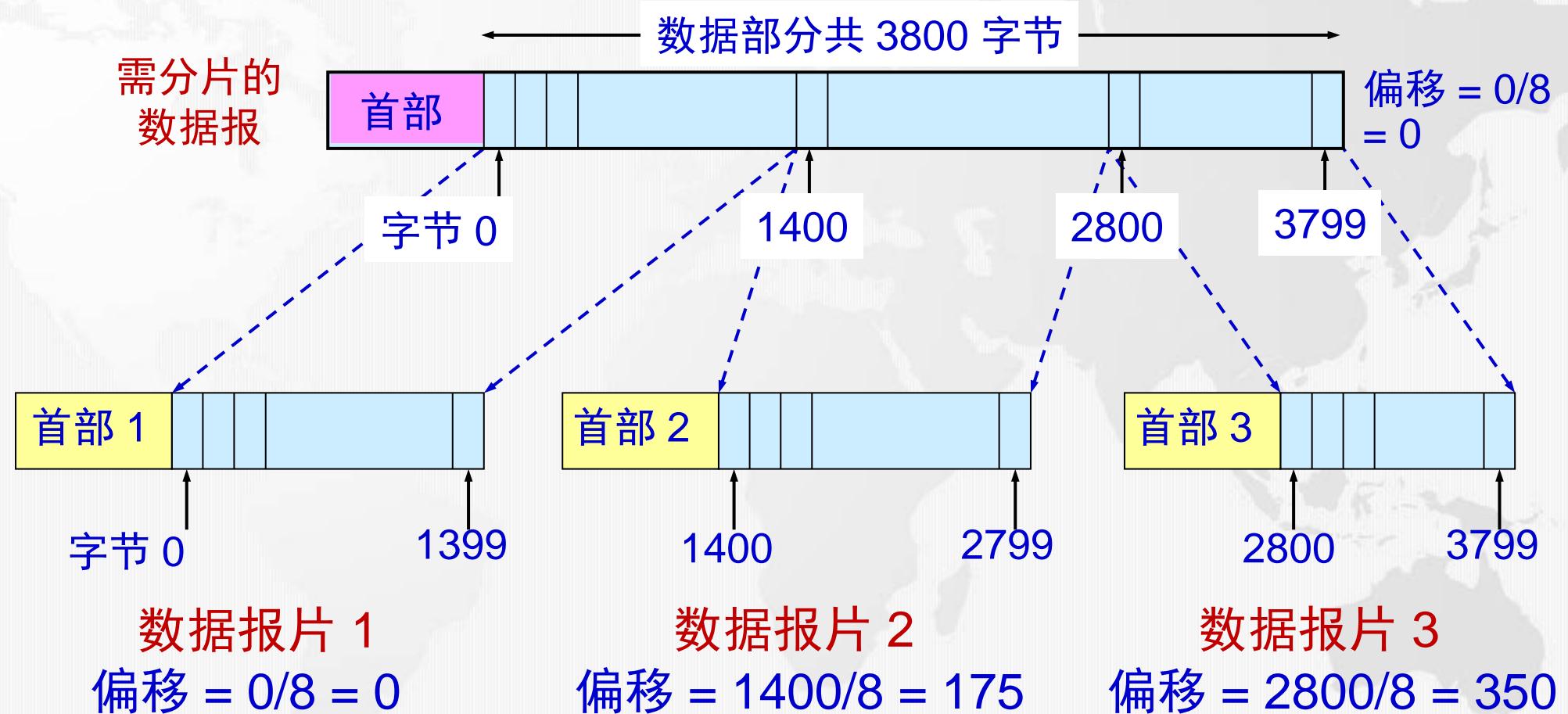
- ☺ 总长度必须不超过数据链路层最大传送单元 MTU (最大传输单元, Maximum Transfer Unit)
- ☺ UDP是不进行分组的

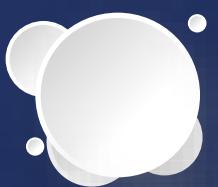


# 例子：IP数据报分片

- ⑥ 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
  - 固定首部长度为20字节，故每个数据报片的数据部分长度不能超过1400字节
  - 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，并修改相关字段的值

# 分片，修改偏移





# 分片，修改标志位

⑤ 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：后面还有分片
  - MF=0：最后一个分片

- 标志字段中间的一位是 DF (Don't Fragment)

- DF=0，允许分片

# 接上例，标志位

⑤ IP 数据报首部中与分片有关的字段中的数值

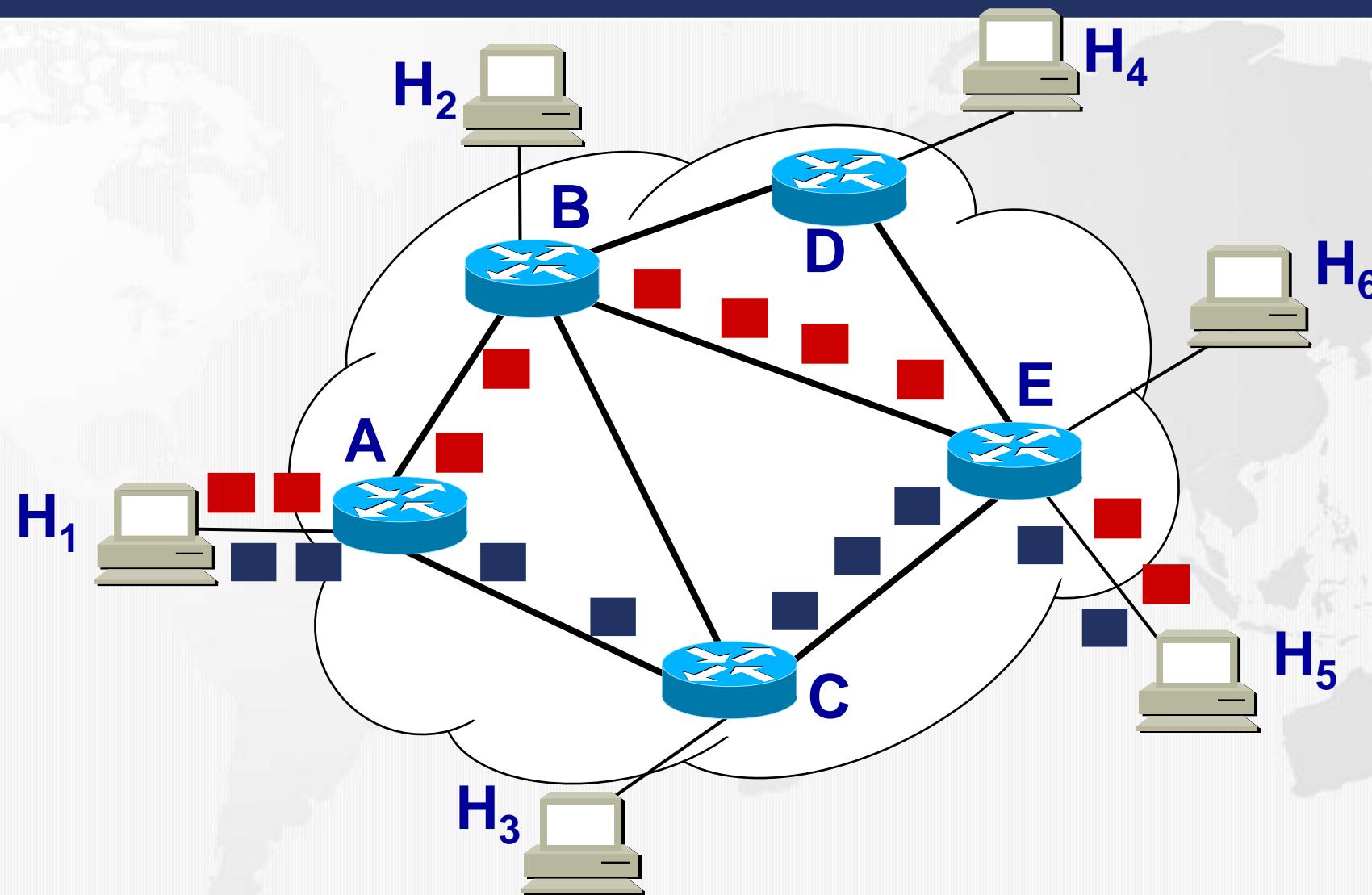
	总长度	标识	MF	DF	片偏移
原始数据报	3820	12345	0	0	0
数据报片1	1420	12345	1	0	0
数据报片2	1420	12345	1	0	175
数据报片3	1020	12345	0	0	350

# 标识符

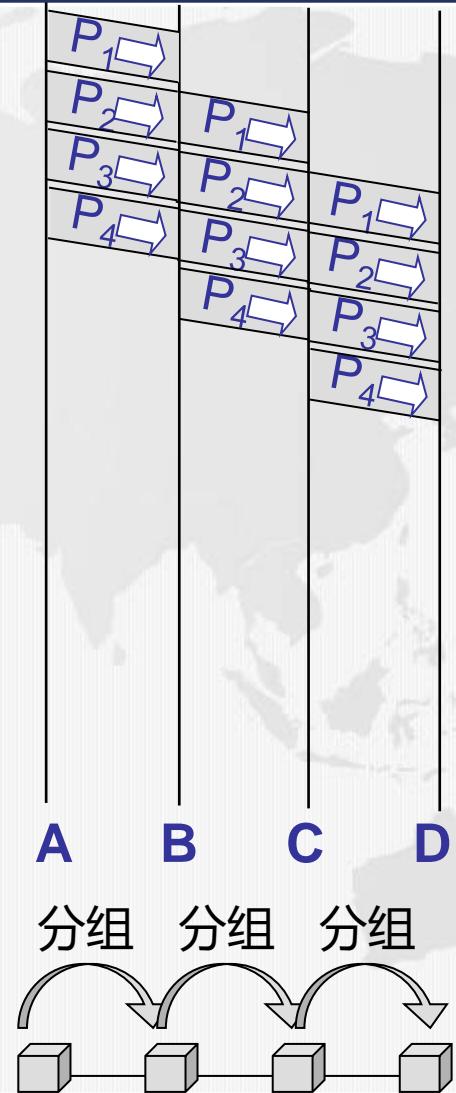
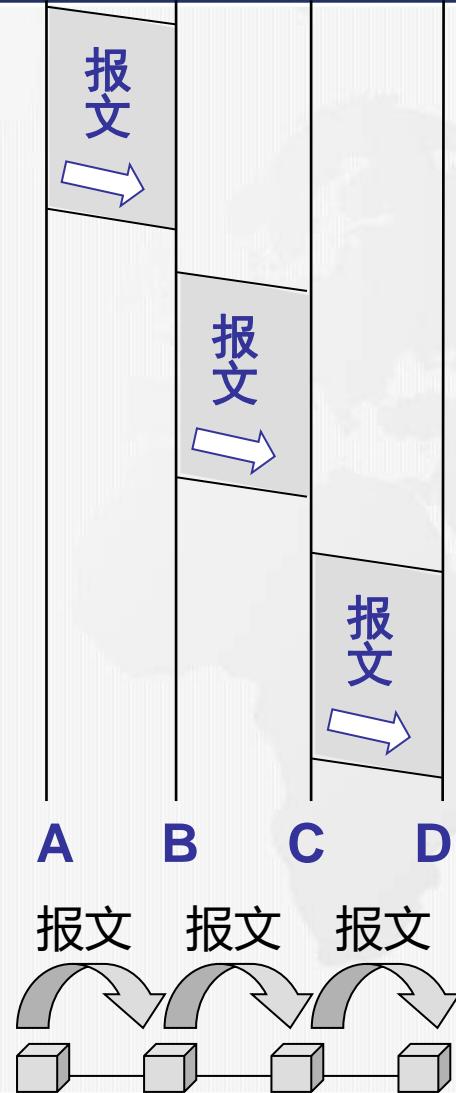
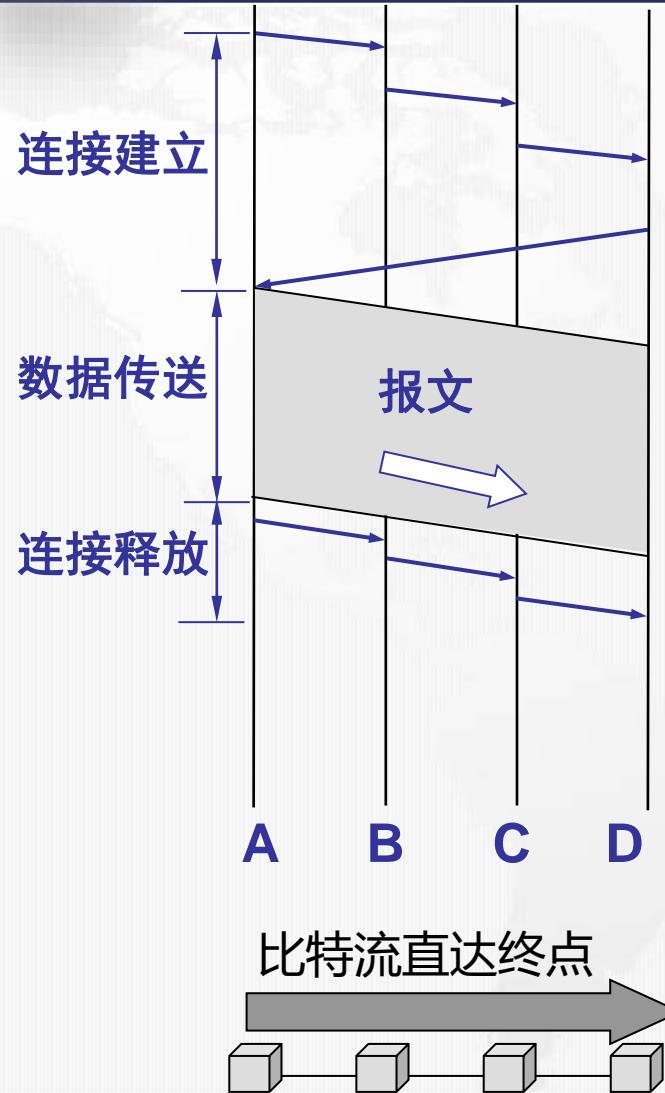
⑤ 标识(identification), 16位, 是一个计数器, 产生IP数据报的标识



# 分组交换优点



# 电路交换 vs 报文交换 vs 分组交换



# Q & A

[qiankun.su@jmu.edu.cn](mailto:qiankun.su@jmu.edu.cn)

苏铅坤