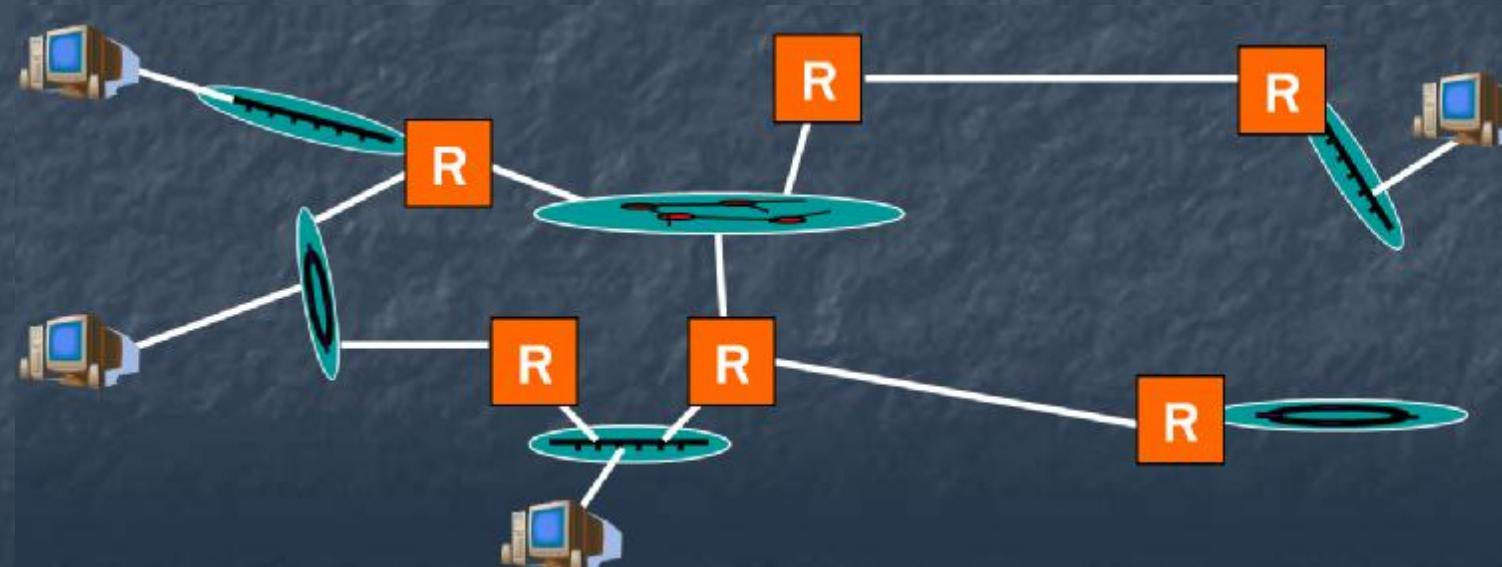


Chapter 6 ICMP

- n ICMP协议的作用与原理
- n 报文类型
- n 报文格式
- n 差错报告
- n 查询
- n 校验和
- n ICMP 软件包

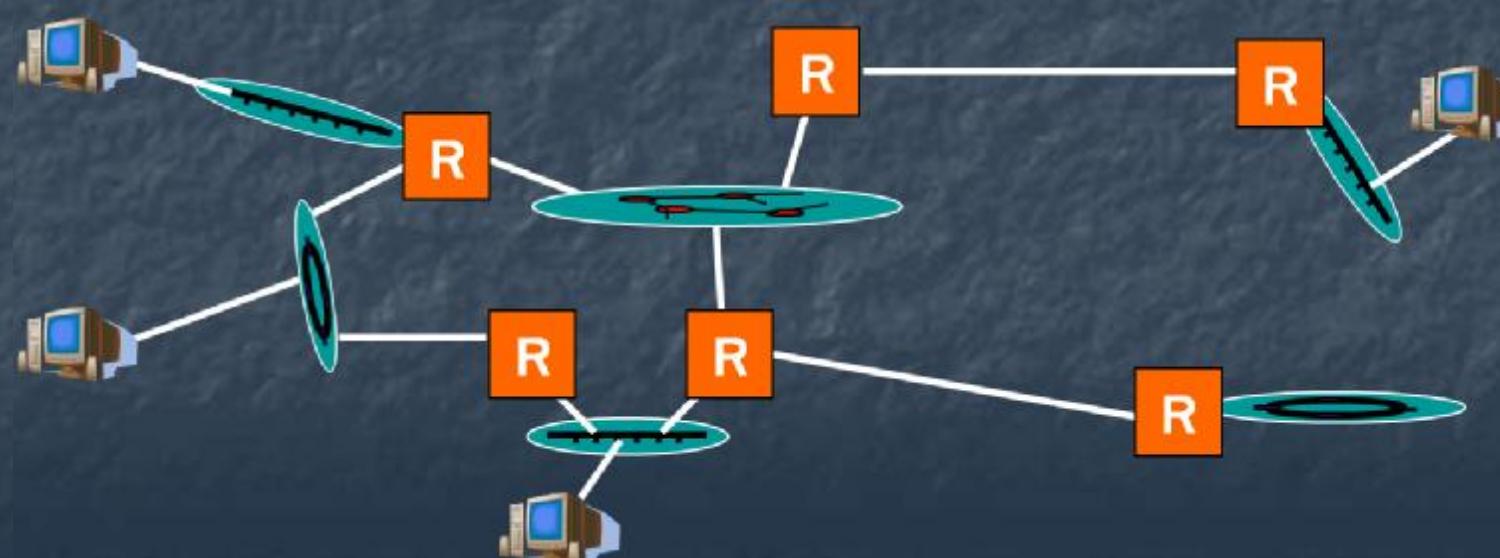
6.1 ICMP协议的作用与原理

- IP（无连接、不可靠、尽最大努力）
- 缺少差错控制
 - 发送方发出的IP数据包可能无法到达目的主机
 - 目的主机接收到IP数据包，但却可能无法接受
- 缺少辅助机制
 - 发送方无法知道目的主机是否活跃、是否可达



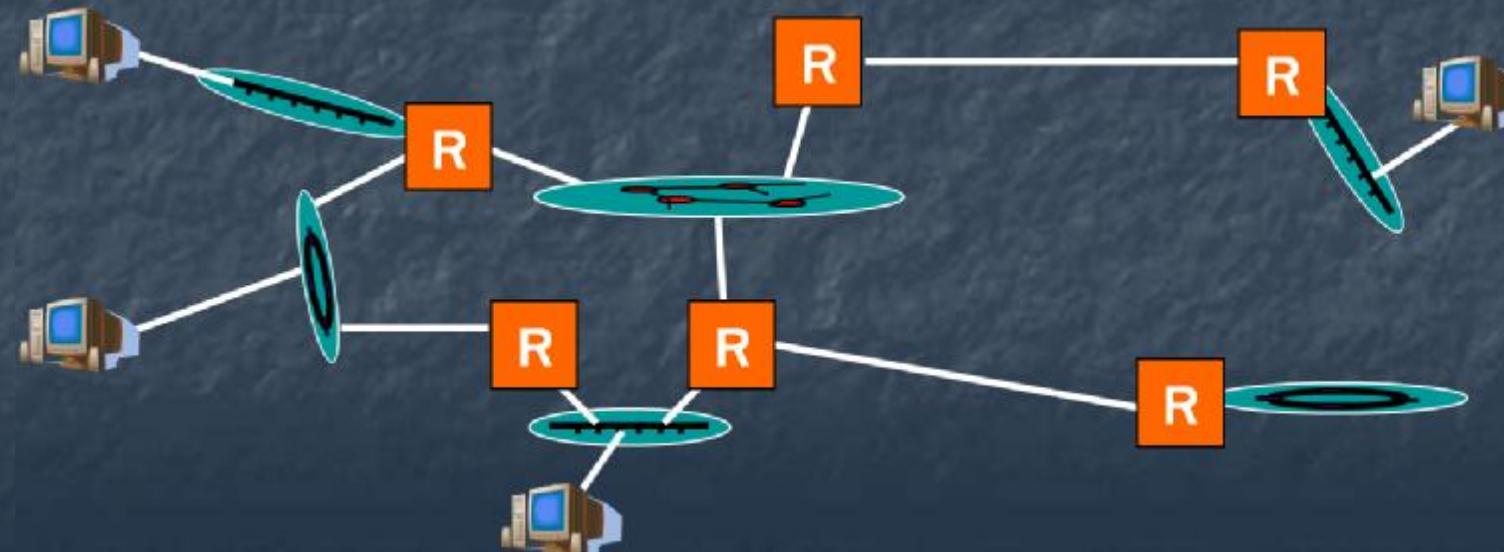
6.1 ICMP协议的作用与原理

- ICMP (Internet Control Message Protocol)
 - IP的伴随协议，或辅助协议
 - 提供差错报告功能
 - ICMP协议让发现错误的路由器或目的主机向数据包的源站发送一个出错消息，报告出错原因。
 - 提供网络诊断和查询功能
 - 探测目的主机是否活跃、网络响应速度、地址掩码查询等。



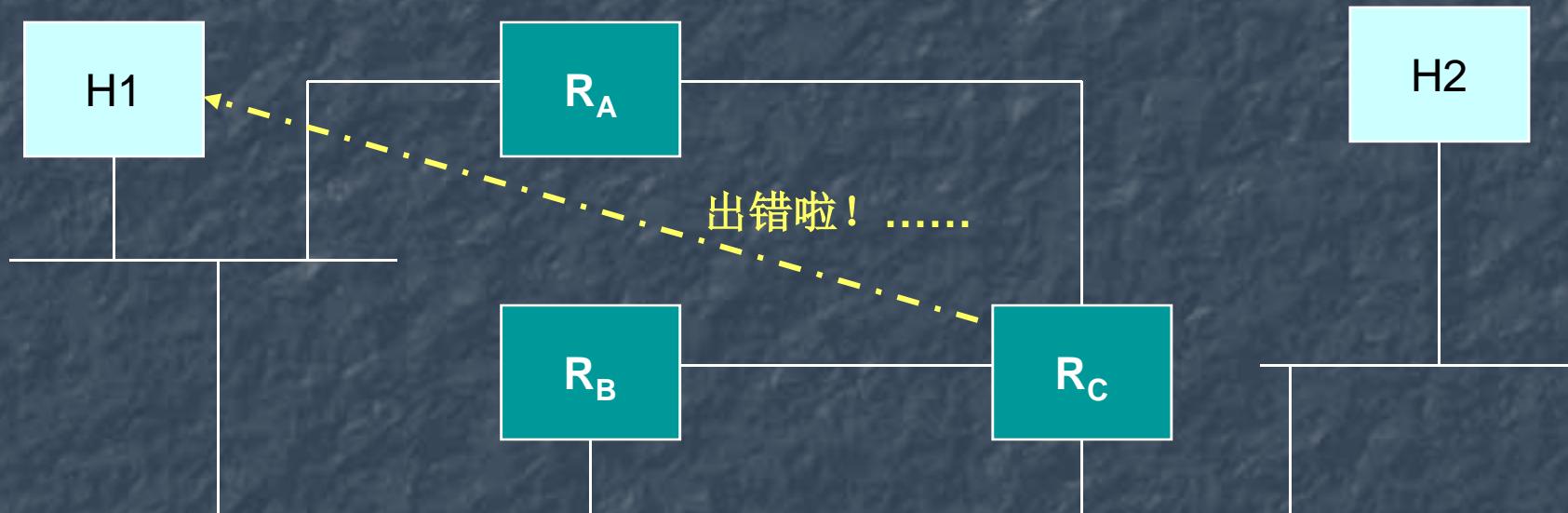
6.1 ICMP协议的作用与原理

- n IP数据报传输出现差错时，会产生相应的ICMP报文，通过ICMP报文提供**差错报告**
- n ICMP协议只提供了**差错处理建议**
 - n 不规定对差错采取何种措施
 - n 出错点可能不是当前的路由器（或目标主机）



6.1 ICMP协议的作用与原理

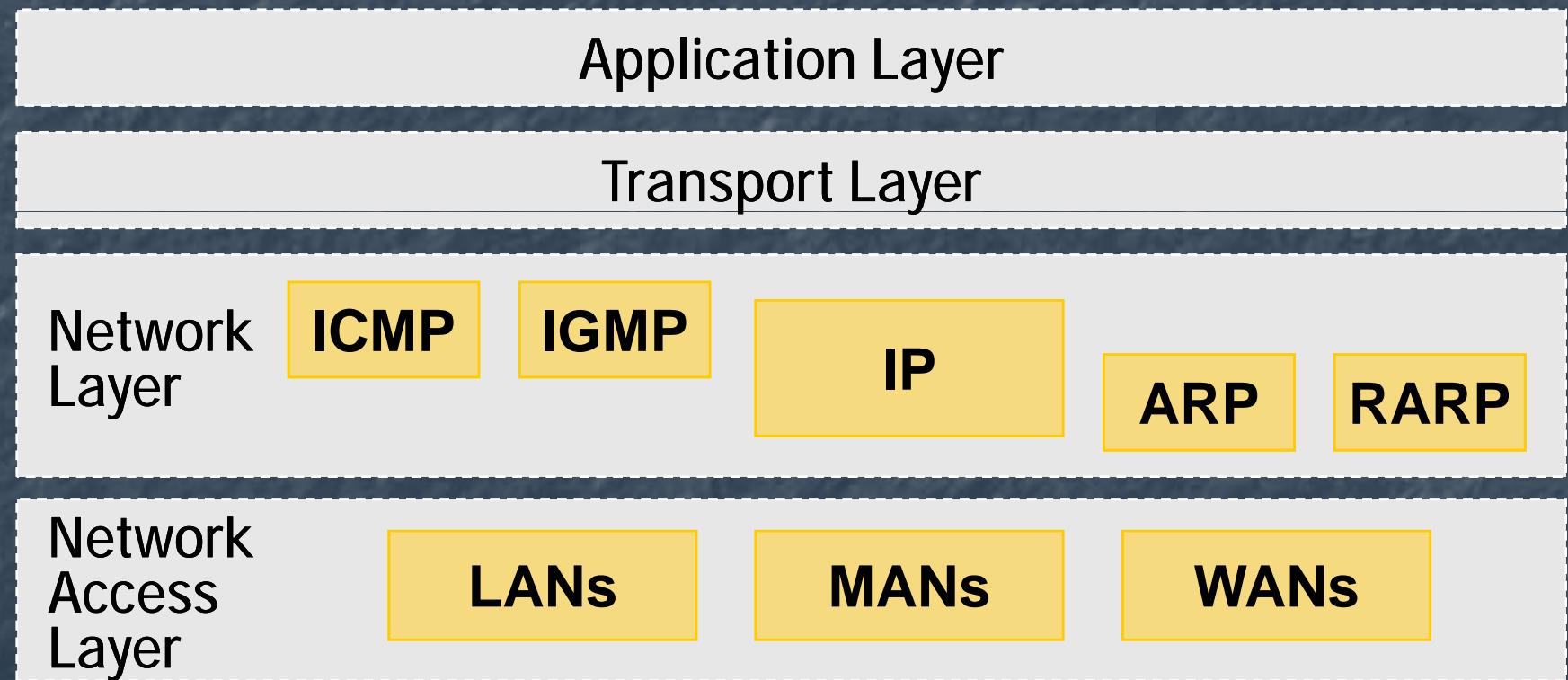
n ICMP的错误报告只能通知给IP数据包的源主机。



u H1向H2发送一个IP数据包，路由器R_C发现无法将该数据包转发给H2。R_C从数据包中可以知道源地址和目标地址，但无法知道该数据包到达它之前经过了哪些路由器，因此只能将出错消息发送给数据包的源地址H1。

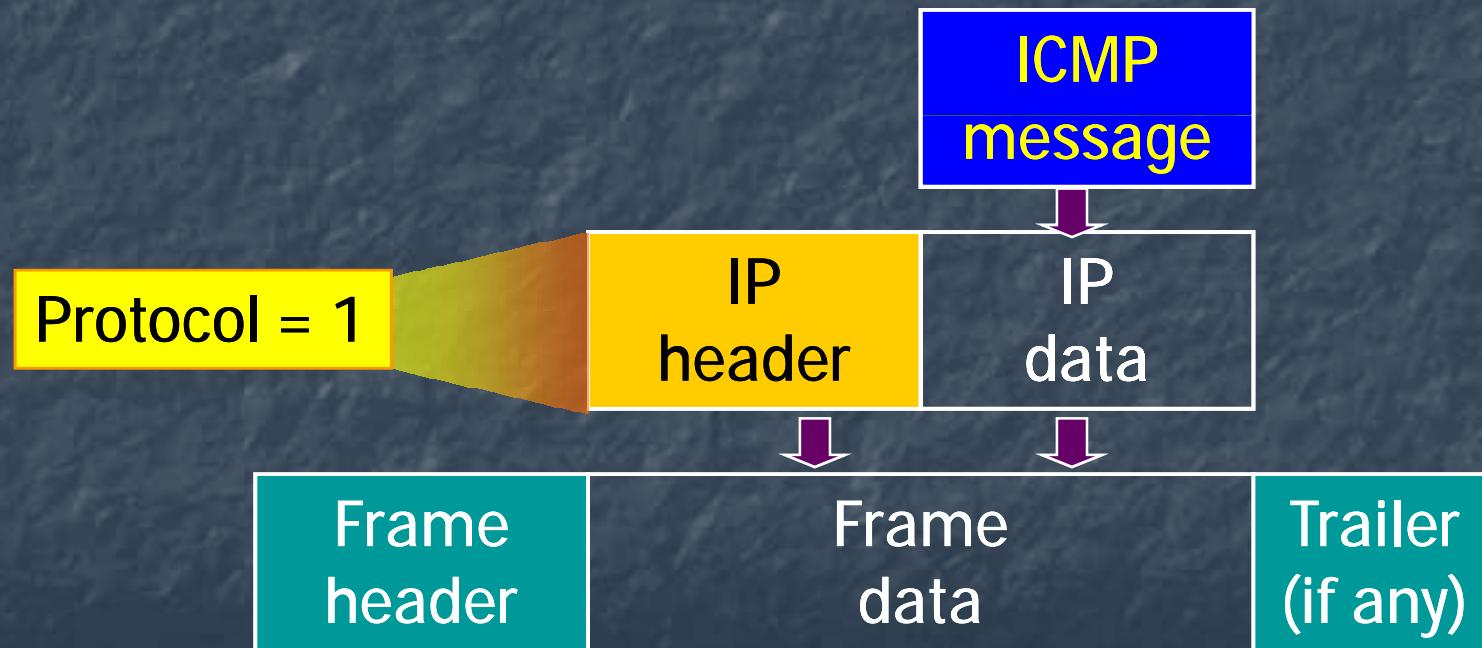
Internet Control Message Protocol

- RFC792 : Internet Control Message Protocol , 1981
- RFC1256 : ICMP Router Discovery Messages , 1991



报文封装

- ICMP协议在逻辑上与 IP 同在网络层
 - Connectionless communication
- 但ICMP协议在IP基础之上实现的，其数据包封装在IP 数据包内



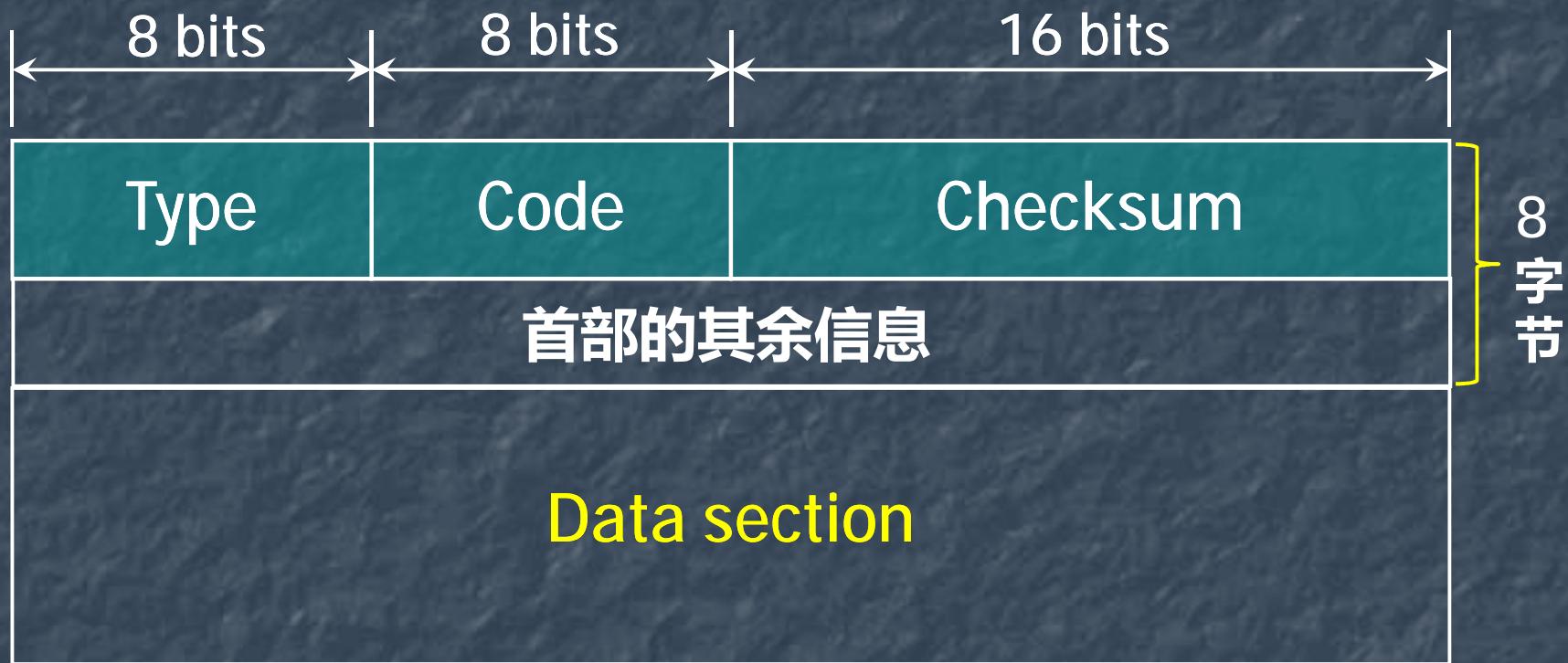
6.2 报文类型



Types

Category	Type	Message	Reason
Error-reporting messages	3	Destination unreachable	Unreachable
	4	Source quench	Congestion
	11	Time exceeded	Too long route
	12	Parameter problem	Format error
	5	Redirection	Route changed
Query messages	8 or 0	Echo request or reply	Reachability
	13 or 14	Timestamp request or reply	Synchronization
	17 or 18	Address mask request or reply	Mask maintenance
	10 or 9	Router solicitation or advertisement	Coincidence between routers

6.3 报文格式

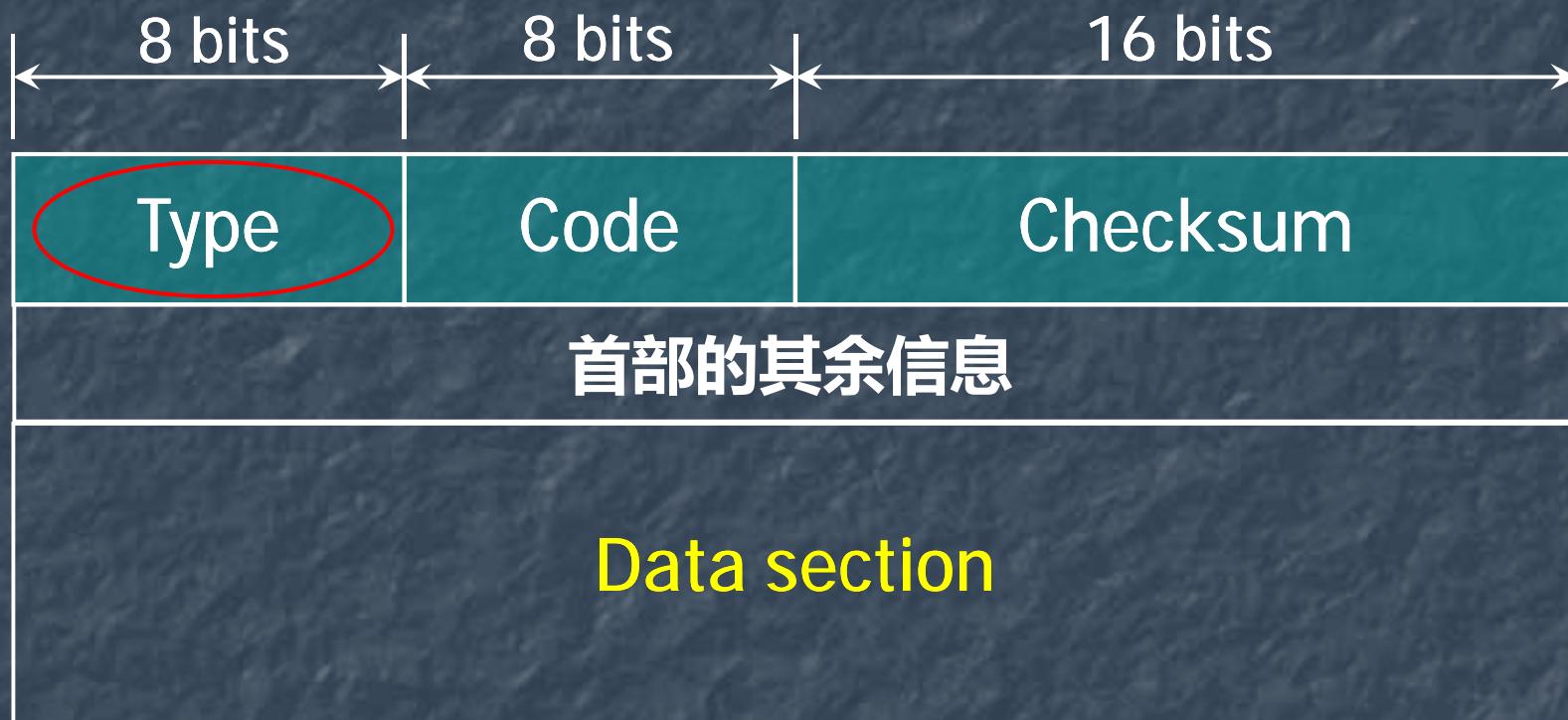


ICMP首部：

§ 长度：8字节

§ 前 4 字节的格式对所有类型都相同，后 4 字节为类型所特有

6.3 报文格式

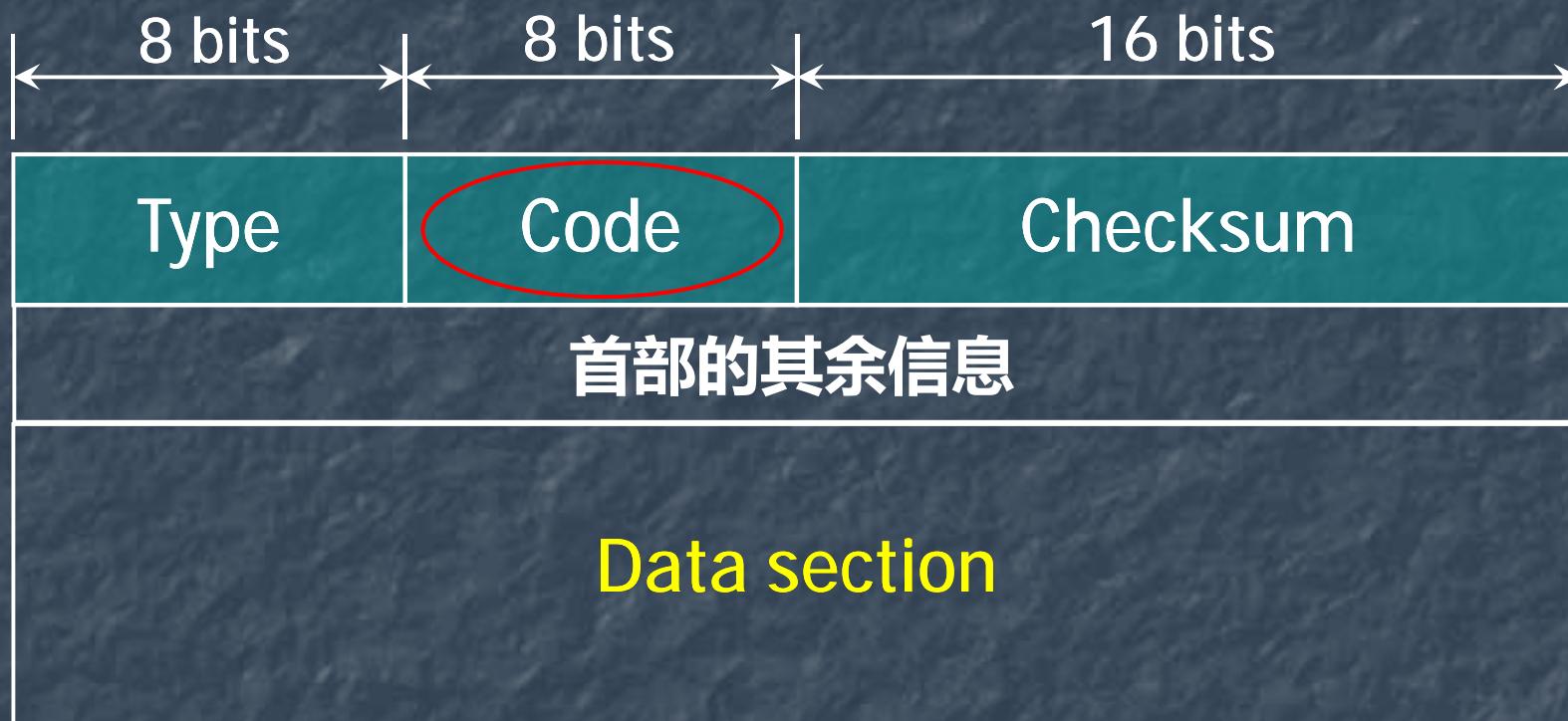


类型：

§ 长度：1字节

§ 指出 ICMP 数据包的类型

6.3 报文格式

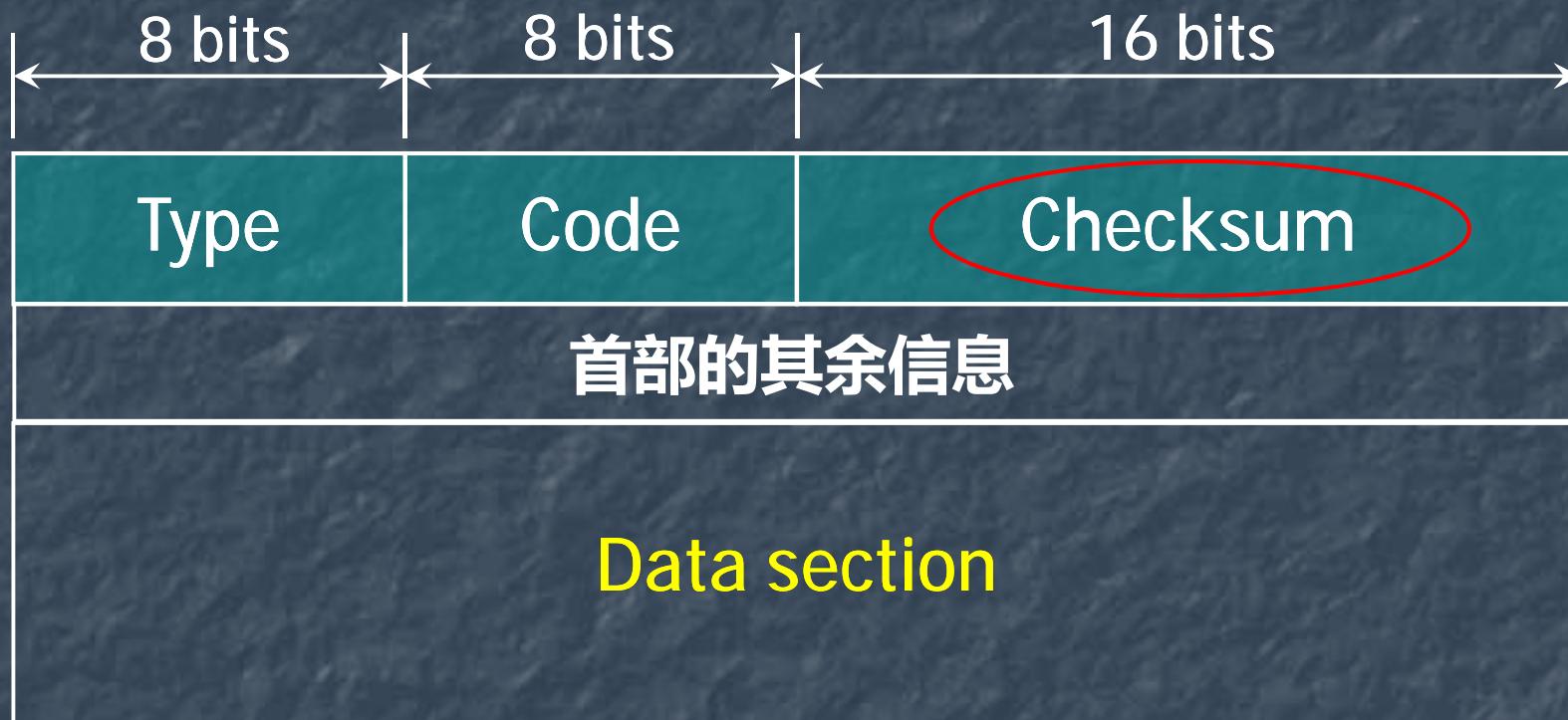


代码：

§ 长度：1字节

§ 指出 ICMP 数据包的类型中具体的细分

6.3 报文格式

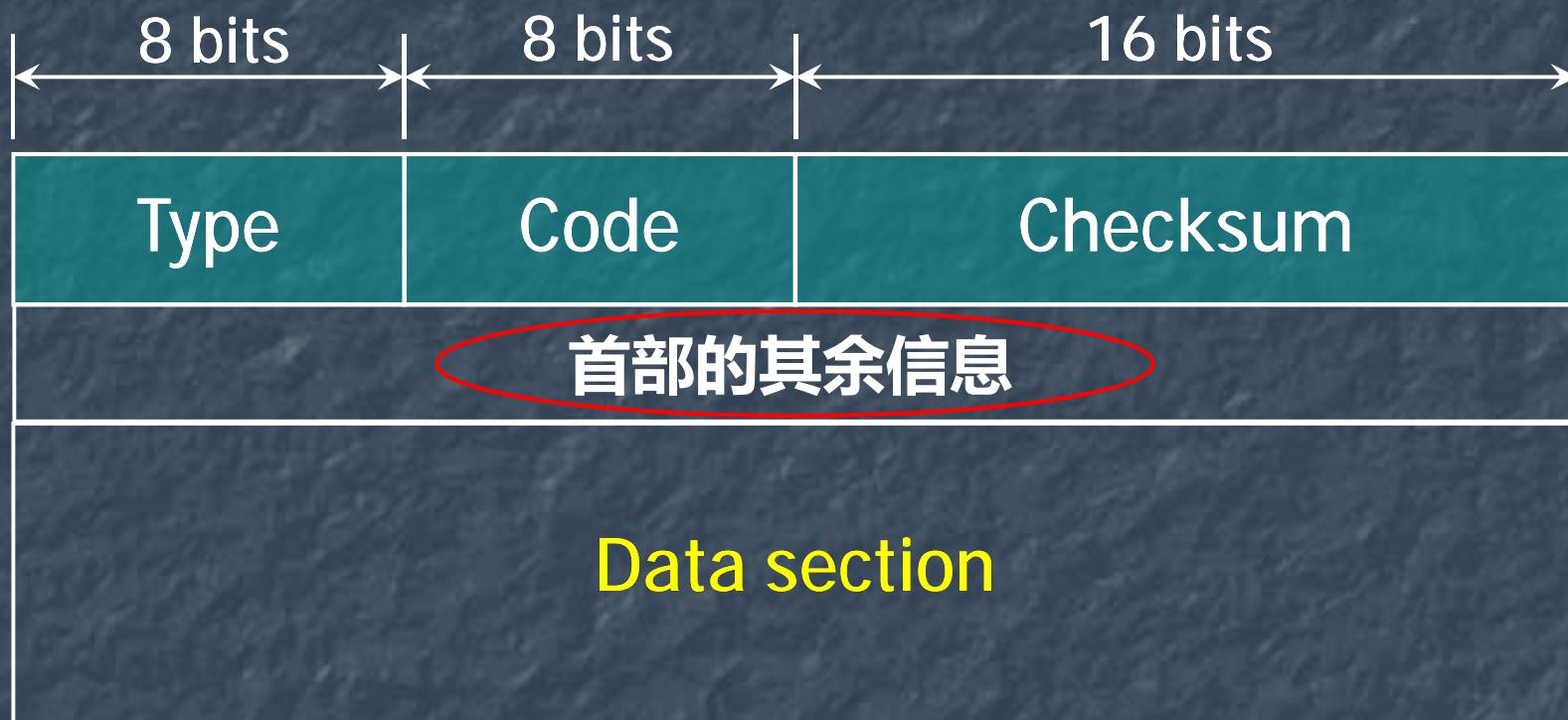


校验和：

§ 长度：2字节

§ 对整个ICMP报文进行校验，计算方法与 IP首部校验和相同

6.3 报文格式

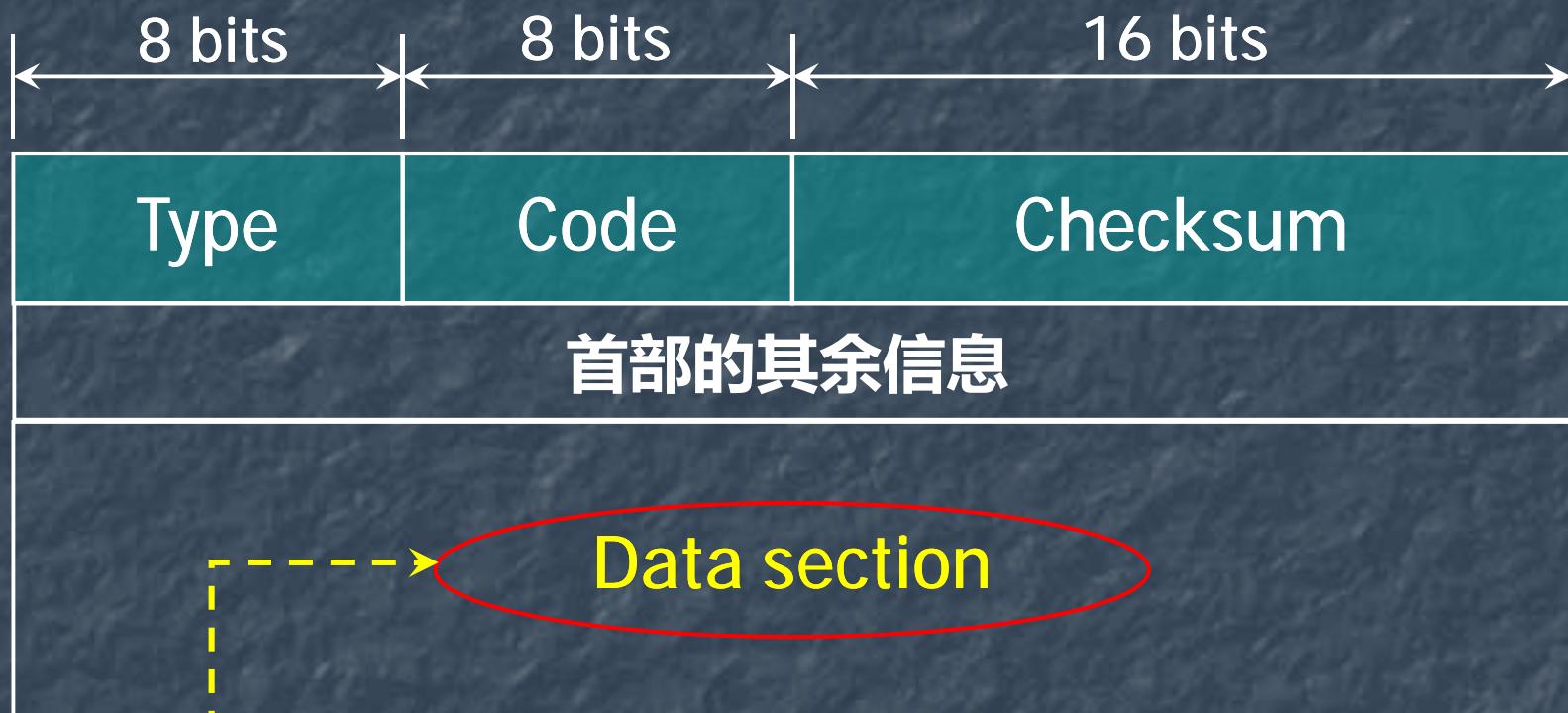


首部的其余信息：

§ 长度：4字节

§ 对于不同的 ICMP 报文类型，其内容及格式不同

6.3 报文格式

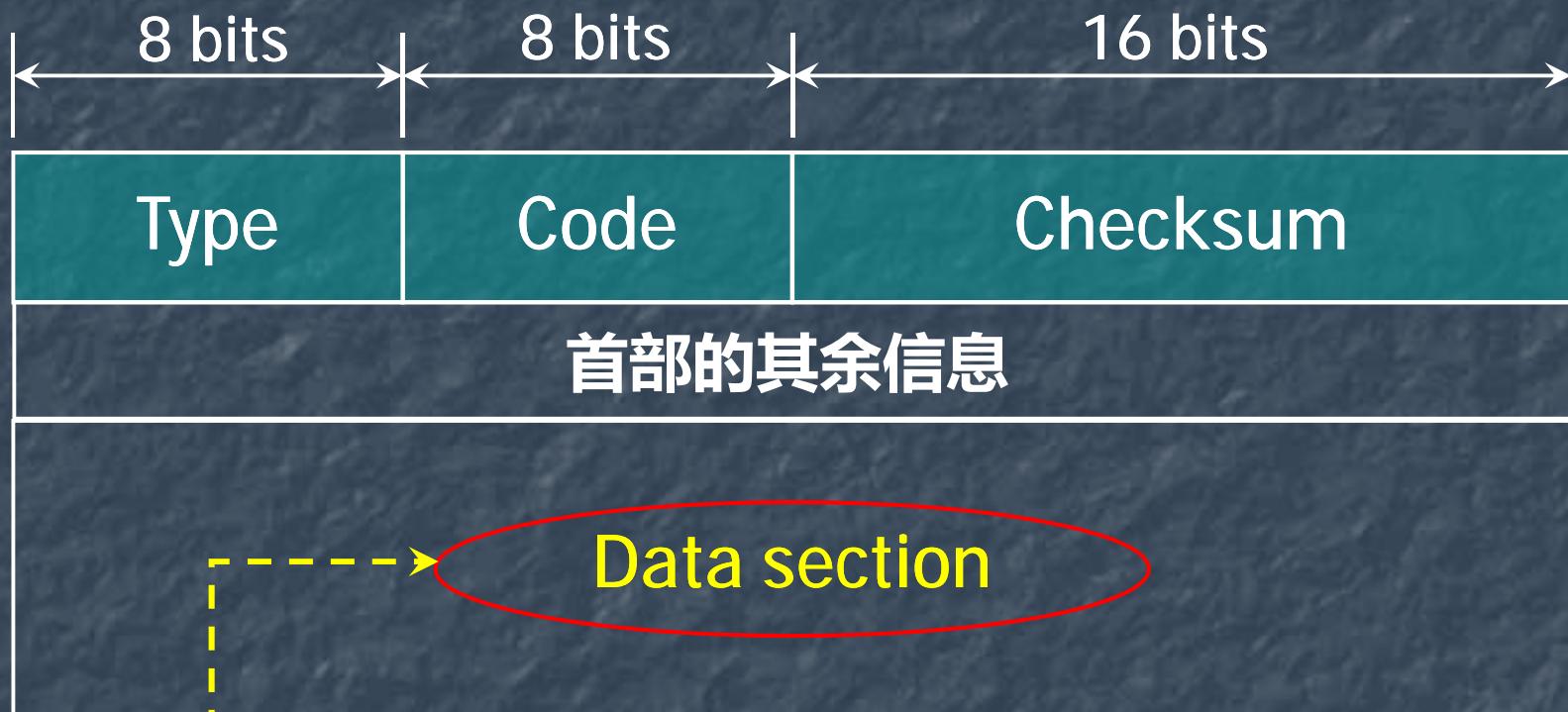


Ø 差错报文：引起差错的原始IP分组的一部分
Ø 查询报文：基于查询类型的额外信息

6.4 差错报告

- ICMP 仅仅只是**报告**发生的差错，不纠错
- ICMP**差错报告**只发送给**源主机**
- 四种情况将**不产生** ICMP 差错报文：
 - 对于携带 ICMP 差错报文的 IP数据报，**不再产生** ICMP 差错报文。
 - 对于分片的数据报，如果不是第一个分片，则**不产生** ICMP 差错报文。
 - 对于具有多播地址的数据报，**不产生** ICMP 差错报文。
 - 对于具有特殊地址（如127.0.0.0或0.0.0.0）的数据报，**不产生** ICMP 差错报文。

差错报告ICMP报文格式

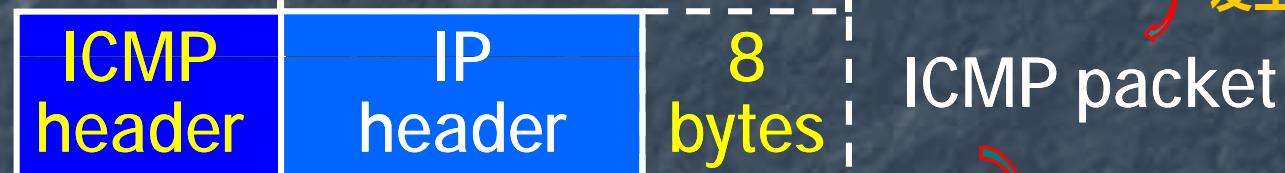


引起差错的原始IP分组的首部 + IP数据部分
的前8个字节

差错报告的数据字段内容

Type	Code	Checksum
首部的其余信息		
Data section		

Received IP datagram



Provide information
about TCP and UDP

发生差错

封装并传输

6.4 差错报告(续)



- n 1. 终点不可达
- n 2. 源点抑制
- n 3. 超时
- n 4. 参数问题
- n 5. 重定向

6.4.1 Destination Unreachable 终点不可达

- 当路由器不能为一个IP数据报找到路由，或目的主机不能（向上层）交付该数据报等情况时
 - IP数据报被丢弃
 - 路由器或目的主机向源主机发送终点不可达ICMP报文

终点不可达

不可达的原因

Type = 3	Code = 0~12	Checksum
0x00000000 (Unused)		
IP header + 8 bytes IP data		

供源站分析错误

Destination Unreachable Codes

Code	Description	Code	Description
0	网络不可达	7	目的主机未知
1	主机不可达	8	源主机被隔离
2	协议不可达	9	与目的网络的通信被禁止
3	端口不可达	10	与目的主机的通信被禁止
4	需要分片，但DF=1	11	对指定TOS，网络不可达
5	源路由失败	12	对指定TOS，主机不可达
6	目的网络未知		

只能由目的主机产生

表示IP数据报达到了目的主机，但目的主机没法处理

6.4.2 Source Quench 源点抑制

- n IP协议没有流量控制 → 拥塞
 - n 源主机发送数据包的速率可能比网络转发的快
 - n 目的主机的接收速率可能比处理速率快
 - n 不适当的路由使流量过分集中，超过信道容量
- n 路由器或主机因拥塞丢弃IP分组时，向源站发送ICMP源抑制报文，通知源站放慢分组的发送。

Type = 4	Code = 0	Checksum
	0x00000000	
	IP header + 8 bytes IP data	

拥塞解决办法

- 丢弃报文，产生源抑制ICMP报文给源站
 - 源站减缓发送速率
 - 源站在一段时间间隔内没有收到源抑制报文后，认为拥塞已解除，逐步提高发送速率
- 源抑制报文的拥塞控制能力
 - 只能解决因源主机发送数据包速率过快问题造成的拥塞
 - 对因路由或路由器问题造成的拥塞不起作用

6.4.3 Time Exceeded 超时

- 路由器或主机因IP分组超时而将之丢弃时，向源站发送ICMP超时报文

Code = 0 — 路由器检测到分组的TTL值为0

Code = 1 — 终点在规定时间内没有收到所有分片

Type = 11	Code = 0,1	Checksum
	0x00000000	
IP header + 8 bytes IP data		

6.4.4 Parameter Problem 参数问题

- 路由器或主机因首部字段格式或取值错误而丢弃报文时，向源站发送ICMP参数问题报文

Code = 0 — 首部字段错误。指针字段指向错误字节

Code = 1 — 缺少所需的选项部分(此时指针字段无效)

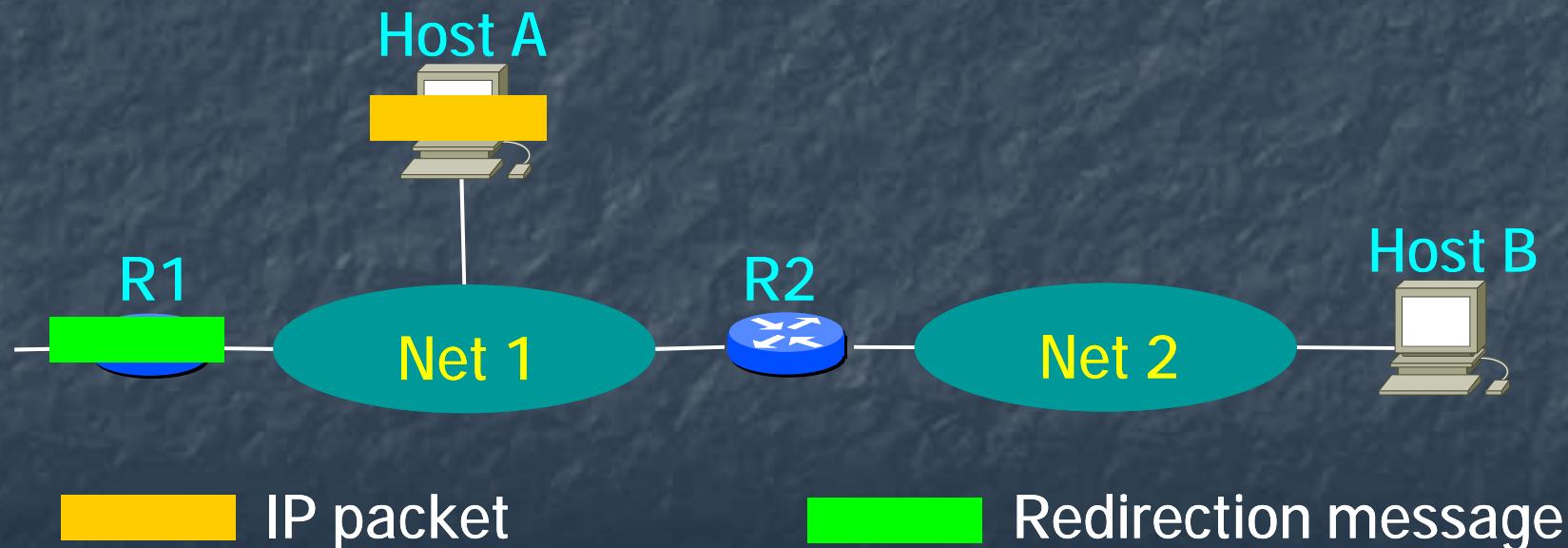
Type = 12	Code = 0,1	Checksum
Pointer	0x00000000	
	<u>IP header</u> + 8 bytes IP data	

6.4.5 Redirection

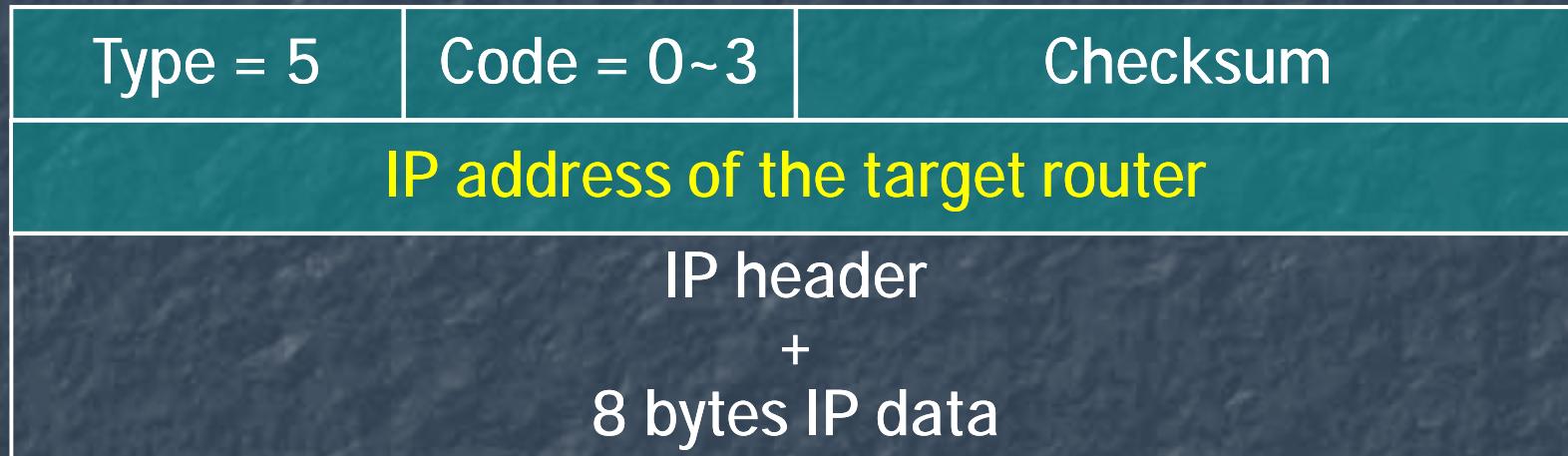
n 重定向（主机路由表更新）

Net 1	直接交付
Net 2	直接交付
0.0.0.0/0	R1

“A” want to send datagrams to “B”, but it doesn't know R2 is the better choice. What will it do?

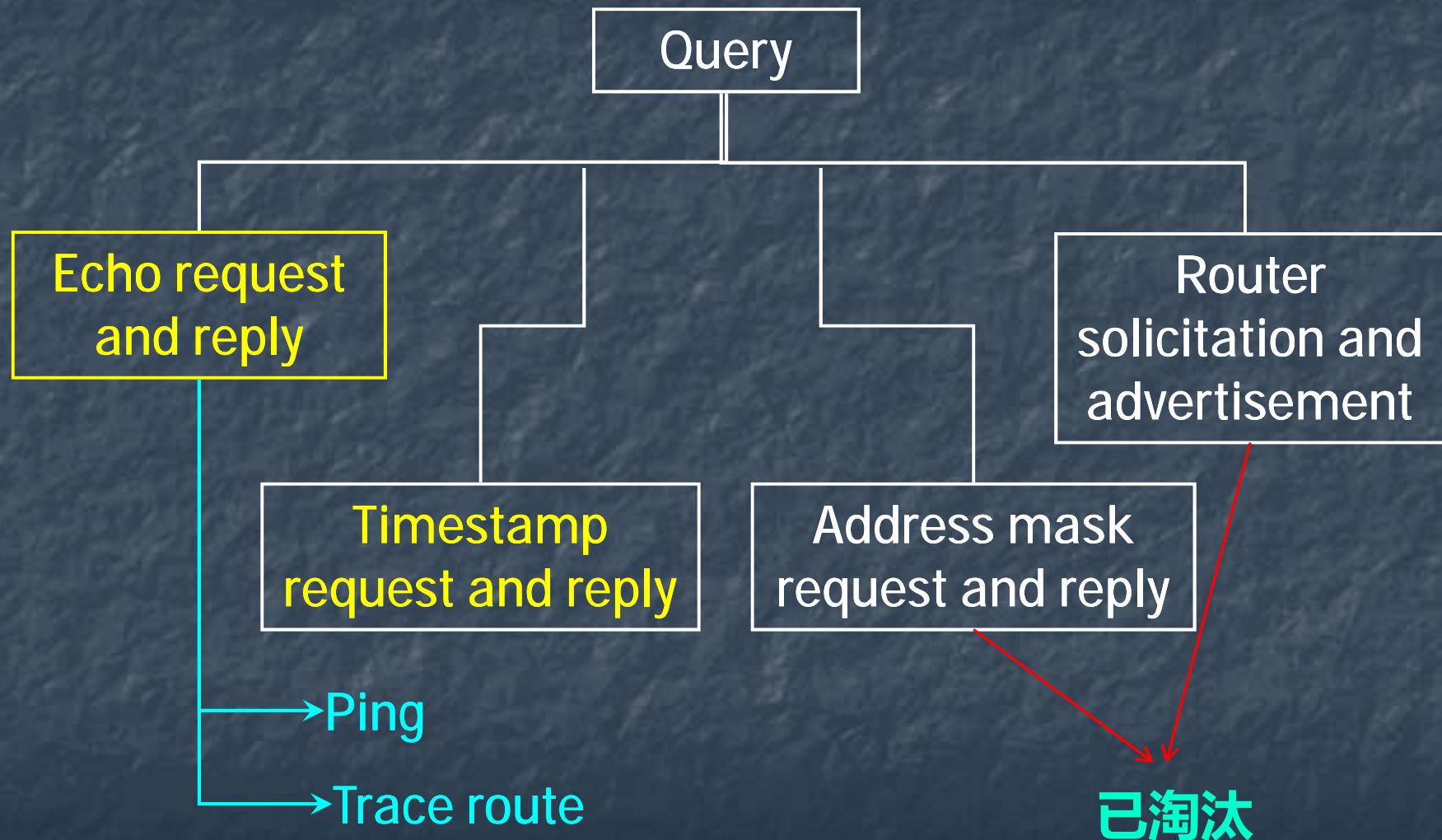


重定向报文格式



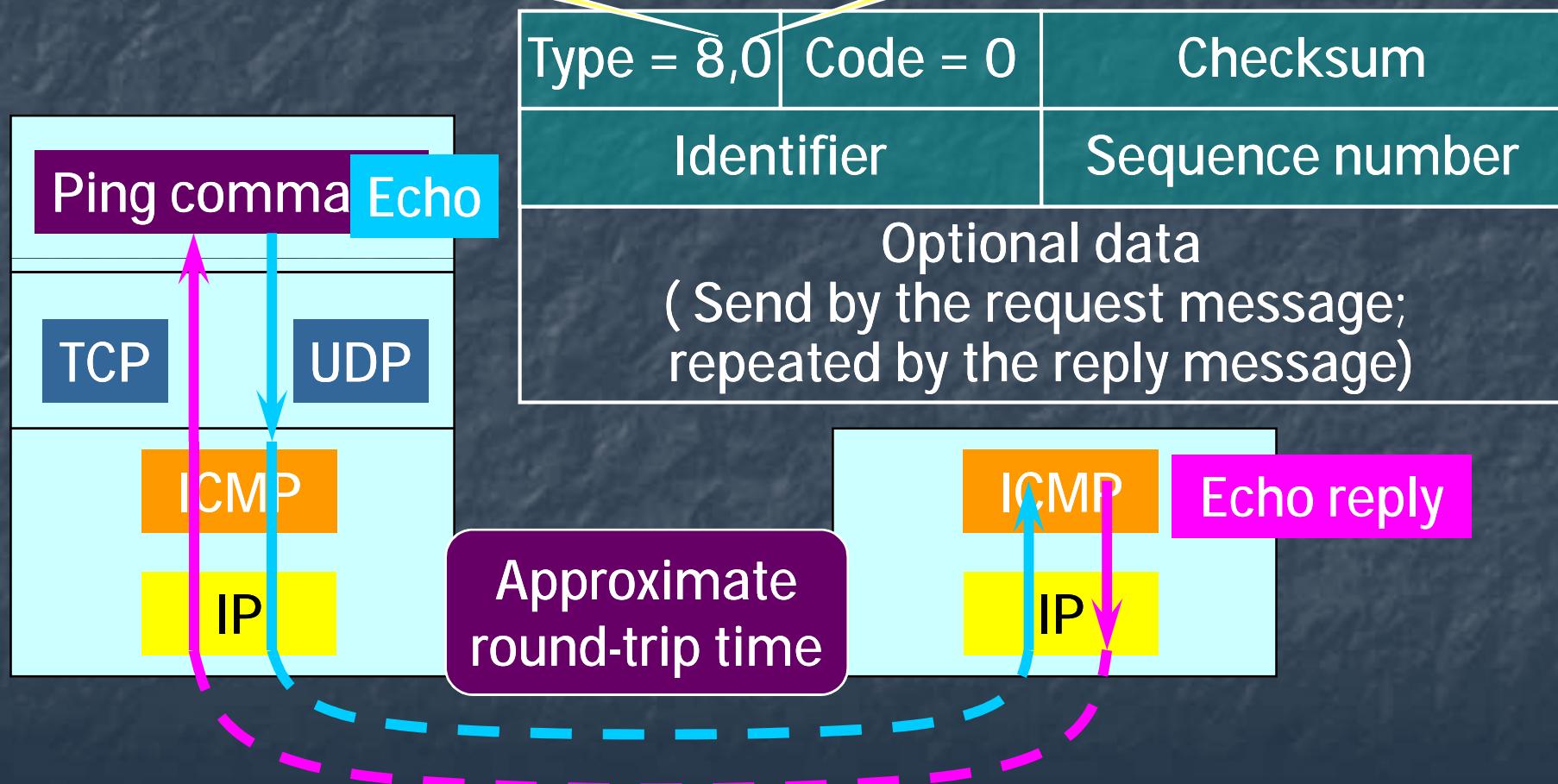
Code	Description
0	Network specific
1	Host specific
2	Network specific (specified service)
3	Host specific (specified service)

6.5 查询



6.5.1 Echo Request and Reply 回送请求和回送回答

n **请求回答** **the reachability of a host** **回送回答**



6.5.2 Timestamp Request and Reply

Type = 13, 14	Code = 0	Checksum
Identifier	Sequence number	
原始时间戳(filled by source)		
接收时间戳(filled by destination)		
发送时间戳(filled by destination)		

用途：

- n 计算往返时间 RTT (Round Trip Time)
- n 两机器间时间同步

Timestamp Request

Type = 13	Code = 0	Checksum
Identifier	Sequence number	
发送方原始时间戳		
全0		
全0		

Timestamp Reply

Type = 14	Code = 0	Checksum
Identifier		Sequence number
发送方原始时间戳		
接收方接收时间戳		
接收方发送时间戳		

6.5.2 Timestamp Request and Reply

Type = 13, 14	Code = 0	Checksum
Identifier	Sequence number	
原始时间戳(filled by source)		
接收时间戳(filled by destination)		
发送时间戳(filled by destination)		

- 计算往返时间 RTT (Round Trip Time)
 - 发时间= 收时戳 - 原始时戳 , 收时间= 返回时间 - 发时戳
 - 往返时间 = 发时间 + 收时间
- 两机器间时间同步
 - 时间差 = 收时戳 - 原始时戳 - 往还时间/2

示例

- n 原始时间戳值 : 46 (发送方填写)
- n 接收时间戳值 : 59 (接收方填写)
- n 发送时间戳值 : 60 (接收方填写)
- n 返回时间 : 67 (发送方检测)

计算 :

$$\text{发送历经时间} = 59 - 46 = 13 \text{ ms}$$

$$\text{接收历经时间} = 67 - 60 = 7 \text{ ms}$$

$$\text{往返时间} = 13 + 7 = 20 \text{ ms}$$

$$\text{时间差} = 59 - 46 - 20 \div 2 = 3 \text{ ms}$$

本机时间应该
调快3ms

6.5.3 Mask Request and Reply 掩码请求和回答

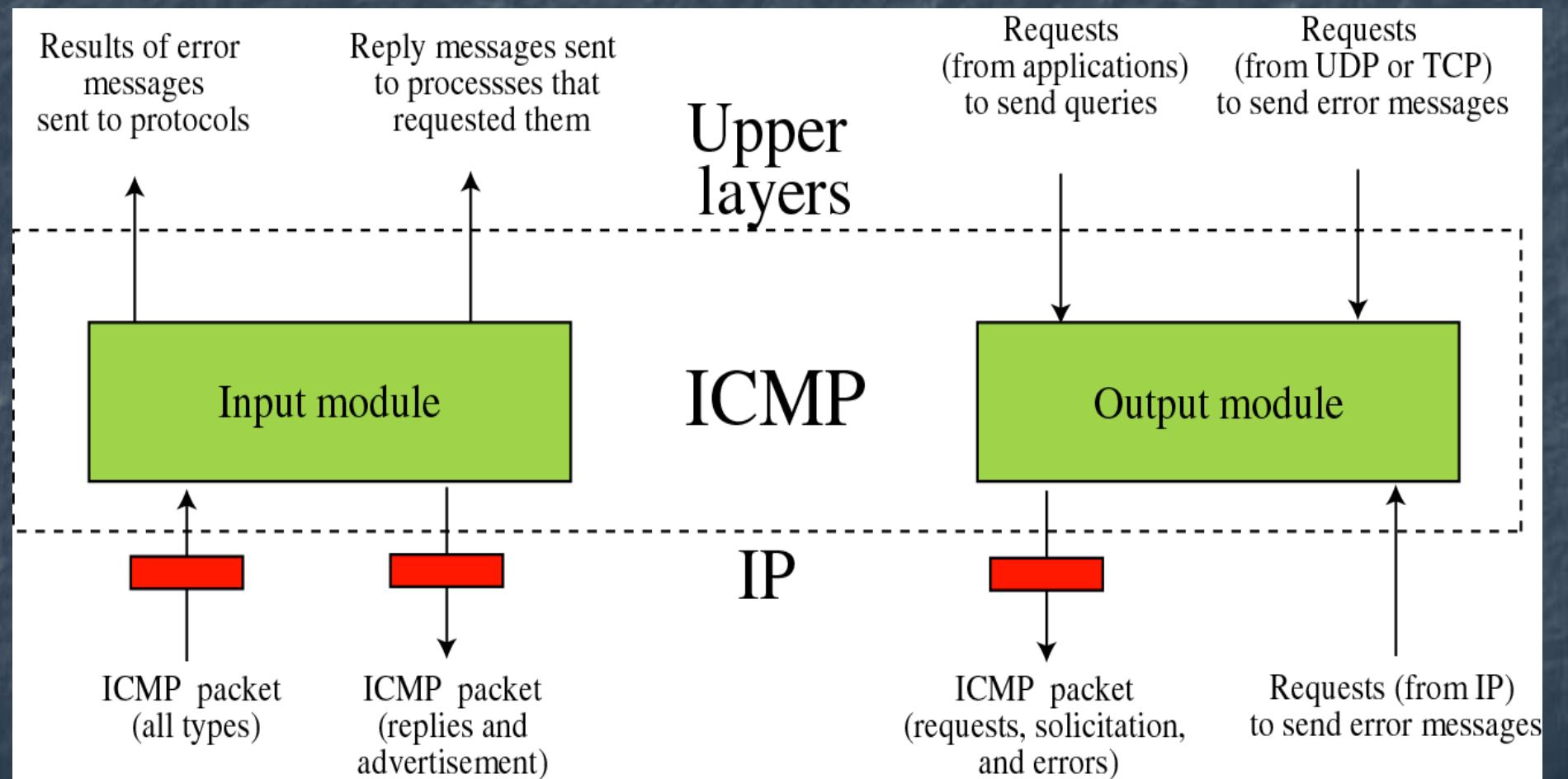
Type = 17, 18	Code = 0	Checksum
Identifier		Sequence number
Mask		

- 应用
 - 主机可能知道自己的IP地址，但可能不知道掩码，需向局域网路由器询问
 - 主机知道路由器地址时，可以向路由器发送请求
 - 不知道路由器时，可广播发送，路由器作应答
 - 无盘工作站
- 已由DHCP（动态主机配置协议）取代

6.6 Checksum 校验和

- n Compare with IP
 - n the same : algorithm
 - n the difference : range
 - n 在ICMP中，检验和的计算覆盖了整个报文（首部和数据）

6.7 ICMP Package



6.8 Summary

- n ICMP
 - n 作用、通信方式
- n ICMP报文
 - n 封装：直接封装在IP分组中
 - n 类型：差错报告（传输特点）、测试查询
 - n 作用、特点

謝謝！