

4.4.3 因特网控制报文协议

前面讲过因特网的网络层具有 3 个主要组件：在前面一节中讨论的 IP 协议；在 4.6 节中讨论的因特网路由选择协议（包括 RIP、OSPF 和 BGP）；以及成为本节主题的因特网控制报文协议（ICMP）。

ICMP 由 [RFC 792] 定义，被主机和路由器用来彼此沟通网络层的信息。ICMP 最典型的用途是差错报告。例如，当运行一个 Telnet、FTP 或 HTTP 会话时，你也许会遇到一些诸如“目的网络不可达”之类的错误报文。这种报文就是在 ICMP 中产生的。在某个位置，IP 路由器不能找到一条路径，以通往 Telnet、FTP 或 HTTP 应用所指定的主机。该路由器就会向你的主机创建和发出一个类型 3 的 ICMP 报文以指示该错误。

ICMP 通常被认为是 IP 的一部分，但从体系结构上讲它是位于 IP 之上的，因为 ICMP 报文是承载在 IP 分组中的。这就是说，ICMP 报文是作为 IP 有效载荷承载的，就像 TCP 与 UDP 报文段作为 IP 有效载荷被承载那样。类似地，当一台主机收到一个指明上层协议为 ICMP 的 IP 数据报时，它分解出该数据报的内容给 ICMP，就像分解出一个数据报的内容给 TCP 或 UDP 一样。

ICMP 报文有一个类型字段和一个编码字段，并且包含引起该 ICMP 报文首次生成的 IP 数据报的首部和前 8 字节内容（以便发送方能确定引发该差错的数据报）。在图 4-23 中显示了所选的 ICMP 报文类型。注意到 ICMP 报文并不仅是用于通知差错情况。

ICMP 类型	编码	描述
0	0	回显回答（对 ping 的回答）
3	0	目的网络不可达
3	1	目的主机不可达
3	2	目的协议不可达
3	3	目的端口不可达
3	6	目的网络未知
3	7	目的主机未知
4	0	源抑制（拥塞控制）
8	0	回显请求
9	0	路由器通告
10	0	路由器发现
11	0	TTL 过期
12	0	IP 首部损坏

图 4-23 ICMP 报文类型

众所周知的 ping 程序发送一个 ICMP 类型 8 编码 0 的报文到指定主机。看到该回显（echo）请求，目的主机发回一个类型 0 编码 0 的 ICMP 回显回答。大多数 TCP/IP 实现直接在操作系统中支持 ping 服务器，即该服务器不是一个进程。[Stevens 1990] 的第 11 章提供了有关 ping 客户程序的源码。注意客户程序需要能够指示操作系统产生一个类型 8 编码 0 的 ICMP 报文。

另一个有趣的 ICMP 报文是源抑制报文。这种报文在实践中很少使用。其最初目的是执行拥塞控制，即使得拥塞的路由器向一台主机发送一个 ICMP 源抑制报文，以强制该主