

第 5 章 运输层

本章先概括介绍运输层协议的特点、进程之间的通信和端口等重要概念，然后讲述比较简单的 UDP 协议。其余的篇幅都是讨论较为复杂但非常重要的 TCP 协议^①和可靠传输的工作原理，包括停止等待协议和 ARQ 协议。在详细讲述 TCP 报文段的首部格式之后，讨论 TCP 的三个重要问题：滑动窗口、流量控制和拥塞控制机制。最后，介绍 TCP 的连接管理。

运输层是整个网络体系结构中的关键层次之一。一定要弄清以下一些重要概念：

- (1) 运输层为相互通信的应用进程提供逻辑通信。
- (2) 端口和套接字的意义。
- (3) 无连接的 UDP 的特点。
- (4) 面向连接的 TCP 的特点。
- (5) 在不可靠的网络上实现可靠传输的工作原理，停止等待协议和 ARQ 协议。
- (6) TCP 的滑动窗口、流量控制、拥塞控制和连接管理。

5.1 运输层协议概述

5.1.1 进程之间的通信

从通信和信息处理的角度看，运输层向它上面的应用层提供通信服务，它属于面向通信部分的最高层，同时也是用户功能中的最低层。当网络边缘部分的两台主机使用网络核心部分的功能进行端到端的通信时，都要使用协议栈中的运输层，而网络核心部分中的路由器在转发分组时只用到下三层的功能。

下面通过图 5-1 的示意图来说明运输层的作用。设局域网 LAN₁ 上的主机 A 和局域网 LAN₂ 上的主机 B 通过互连的广域网 WAN 进行通信。我们知道，IP 协议能够把源主机 A 发送出的分组，按照首部中的目的地址，送到目的主机 B，那么，为什么还需要运输层呢？

从 IP 层来说，通信的两端是两台主机。IP 数据报的首部明确地标志了这两台主机的 IP 地址。但“两台主机之间的通信”这种说法还不够明确。真正进行通信的实体是在主机中的哪个构件呢？是主机中的应用进程，是一台主机中的应用进程和另一台主机中的应用进程在交换数据（即通信）。因此严格地讲，两台主机进行通信就是两台主机中的应用进程互相通信。IP 协议虽然能把分组送到目的主机，但是这个分组还停留在主机的网络层而没有交付主机中的应用进程。通信的两端应当是两个主机中的应用进程。也就是说，端到端的通信是应用进程之间的通信。在一台主机中经常有多个应用进程同时分别和另一台主机中的多个应用进程通信。例如，某用户在使用浏览器查找某网站的信息时，其主机的应用层运行浏览器客户进程。如果在浏览网页的同时，还要用电子邮件给网站发送反馈意见，那么主机的应用

^① 注：运输层最近又增加了第三种协议，即流控制传输协议 SCTP (Stream Control Transmission Protocol) [RFC 4960, 建议标准]，它具有 TCP 和 UDP 协议的共同优点，可支持一些新的应用，如 IP 电话。限于篇幅，这里不再介绍。