

部分习题参考答案

第 1 章

1.1 答：

计算机网络是通过传输介质、通信设施和网络通信协议，把分散在不同地点的计算机设备互联起来，实现资源共享和信息传输的系统。

涉及到的知识点：1、传输介质；2、通信协议；3、不同地点；4、计算机设备；5、资源共享；6、数据传输；7、系统。

1.6 答：

1、数据通信。计算机网络中的计算机设备，终端与计算机、计算机与计算机之间进行通信，数据传输，实现数据和信息的传输、收集和交换。

2、资源共享。用户通过计算机网络可以共享系统内的硬件、软件、数据、文档信息，以及通过信息交流获取更多的知识。

3、给网络用户提供最好的性价比服务，减少重复投资。

4、提供大容量网络存储，不断增加新的多媒体应用。

5、提供分布式处理，使得协同操作成为可能；平衡不同地点计算机系统的负荷，降低软件设计的复杂性，充分利用计算机网络系统内的资源，使得网络计算成为可能，提高计算机网络系统的效率。

6、对地理上分散的计算机系统集中控制，实现对网络资源集中管理和分配。

7、提供高可靠性的系统，借助在不同信息处理位置和数据存储地点的备份，通过传输线路和信息处理设备的冗余实现高可靠性。

1.13 答：

计算机网络中计算机进行通信、数据交换时需要制定双方都要遵守的通信规则和约定就是协议。协议是按层次结构组织的，不同层次协议和网络层次的集合构成了协议体系结构。网络协议层次结构包含两个基本内容：

1、网络实现的功能分解到若干层次，每个功能用对等层协议实现，不同系统中的对等层要遵循对等层协议，通过对等层协议理解和完成该层的功能。

2、相邻层次之间通过接口交互必要的信息，构成下层为上层提供服务的关系，也成为接口关系。网络服务靠服务原语进行描述，网络协议软件根据网络协议结构进行设计和开发。

1.23 答：

所谓透明指的是用户不必关心和知道一个具体的计算机网络系统是怎样组成的，用户只需要遵循计算机网使用的协议，由网络操作系统为用户自动管理、调用网络资源。

1.24 答：

计算机网络的物理构成由两级子网组成，即通信子网和资源子网。通信子网用于数据的传输和通信控制，负责数据的传输和交换，通信子网由通信处理设备构成的节点和通信传输线路组成；资源子网用于数据的处理、发送和接收，向网络用户提供各种网络资源和网络服

务。

第 2 章

2.8 答：

网络通信协议的三个要素分别是：语法、语义、同步。

- 1、语法，即信息格式，协议数据单元的结构或格式，包括哪些字段，字段的作用。
- 2、语义，默写信息位组合的含义，表示通信双方可以理解的确切意义。
- 3、同步，即发、收双方能分辨出通信的开始和结束，那些动作先执行，那些动作后执行。为完成一次通信所需要的不同数据单元之间的有操作顺序规程。

总之，语法定义了怎么做，语义定义了做什么，同步时序关系定义了什么时候做。

2.11 答：

网络服务用服务原语描述，服务原语由三部分组成：原语名；原语类型；预案语参数。

原语类型有四种：

- 1、请求，发送方希望得到某些服务；
- 2、指示，接受方得知某个时间发生；
- 3、响应，接受方对某个事件应答；
- 4) 证实，发送方得知请求的结果。

书写时原语名用大写字母，原语类型用小写字母表示，原语参数用园括号括起。

2.13 答：

对等层次实体通过对等层协议进行通信，直接用虚线连接，之所以用虚线连接，是因为实际通信过程是垂直的，在发送端 PDU 经过上层向下层的封装，通过传输介质，经过通信子网到达对方，再经由底层向上，每一次去掉对等层的协议首部，称为拆包，此时相当于对等层彼此理解对等层协议，即为对等层的通信，完成该层实现的功能。

2.20 答：

TCP/IP 协议结构分为四个层次，从底向上的层次依次是：网络接口层；IP 层（也称互联网层）；TCP 层（也称运输层）；应用层；

其中，IP 层与网络互联有关。

2.35 答：

总共需要传输的应用层数据为 100 字节。

传输过程中以太网帧的数据部分为 $100+20+20=140$ 字节。

因为 140 字节小于 1500 字节的以太网帧的数据部分字长，故用一帧传输即可不用分片。得出数据传输效率：

$$100 / (100 + 20 + 20 + 18) = 63.3\%$$

2.37 答：

PDU 是指协议数据单元，用来描述通信协议。PDU 是一个由二进制数据 0 和 1 组成的数据块，它由控制部分和数据部分组成：控制部分由若干个字段组成，就是通信双方遵循的规则和约定；数据部分一般为上一层次的协议数据单元。

2.38 答：

TCP/IP 没有定义数据链路层和物理层，仅给出网络接口层，目的是实现网络互连，只要低层网络可以把 IP 分组封装到帧中，就可以把各种网络互连起来。

2.39 答：

当代计算机网络体系结构有 5 个层次，自顶向下依次为：应用层；运输层；网络层；数据链路层；物理层。对应的协议数据单元分别是：报文；报文段；分组；帧；位流。

第 3 章

3.2 答：

一个数据通信信息系统由源系统、传输系统、目的系统三部分组成。

发送端由信源和变换器组成。信源的作用是把要传输的各种信息转换成原始电信号，变换器的作用是把原始的电信号转换成合适在信道上传输的信号。

信道是传输信号的通路，信道由传输介质以及有关的传输设备、传输技术构成，如交换机、路由器。在一般讨论时，电信号是通过通信子网传递的，这里的信道表示通信子网，如电话网络、公用分组交换网等。

接收端由反变换器和信宿组成，反变换器把从变换器从信到传来的信号恢复为原始的电信号，再送给接收者。信宿为接收者，信号传输的目的地。信宿将接收电信号，并将其转换成对应的信息。

3.6 答：

按通信双方的交互方式有三种基本方式：

- 1、单向通信，只能有一个方向上的通信，日常生活中的无线电广播和电视广播属于单向通信。
- 2、双向交替通信，通信的双方都可以发信息，但不能同时发送，在某一个时刻仅存在一个方向上的通信。
- 3、双向同时通信，通信的双方可以同时发送和接收信息。

3.11 答：

编码规则：每一位周期中间的跳变不仅用作时钟同步，而且用来标识 0 或 1。可以规定由高到低跳变标识为 1，由低到高跳变标识为 0。（编码波形图省略）

3.16 答：

差错控制方法分为前向纠错和自动重发。

- 1、前向纠错是在接收端不仅能检测出错的位置，而且能够纠正错。
- 2、自动请求重发是在接收端检测出差错，然后把出错信息传给发送方，请发送方再重发一个正确的数据副本。

在计算机网络和数据通信中主要采用自动请求重发。

3.19 答：

- 1、传输时延为 100s，传播时延为 5 ms。
- 2、传输时延为 1 μs，传播时延为 5 ms。

若数据长度大而数据传输率低，则在总的时延中，传输时延往往大于传播时延。但若数据长度短而数据传输率高，则传播时延会是总时延中的主要成分。

3.20 答：

1、电路交换的时延

k 段链路，每段链路的传播时延为 d ，则总的传播时延为： kd ；

当 $t=s$ 时，链路建立；当 $t=s+x/b$ ，发送完最后一 bit；电路交换的时延为：

电路交换的时延 $=s+x/b+kd$ ，

2、分组交换的时延

当 $t=x/b$ ，发送完最后一 bit；为到达目的地，最后一个分组需经过 $k-1$ 个节点的转发，每次转发的时间为 p/b ，所以采用分组交换总的时延为：

分组交换的时延 $=x/b+(k-1)p/b+kd$

3、分组交换的时延小于电路交换，需要满足下面公式：

$x/b+(k-1)p/b+kd < s+x/b+kd$

进一步得出：

$(k-1)p/b < s$

3.29 答：

添加的检验位为 1110（11010110110000 除以 10011 得到的余数）。

3.31 答：

发送（传输）时延： $960b / 48kb/s = 20ms$

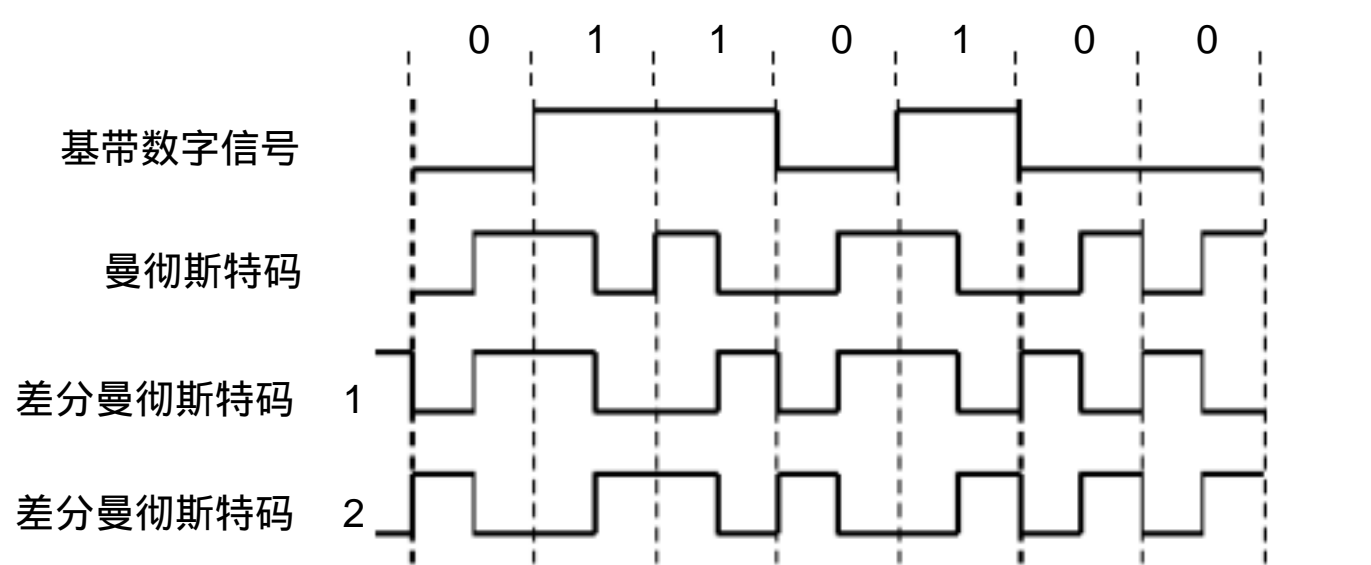
卫星链路传播时延： $250ms \times 2 = 500ms$

广域网传播时延： $(1500km / 150000km) \times 3 = 10ms \times 3 = 30ms$

链路有 5 段链路，则至少经过五个转发节点，所以，该端到端总时延为 = 发送时延 $\times 5$ + 卫星链路传播时延 + 广域网传播时延，得出端到端总时延：

端到端总时延 $= 20 \times 5 + 500 + 30 = 630ms$

3.36 答：



3.37 答：

在每一位周期正中间加时钟信号，出现一次跳变，便于接收端提取位同步信号。

每一位用到两个信号跳变，编码效率为 50%。

第 4 章

4.1 答：

应用层协议是网络应用的一部分。通信双方在应用层交换的协议数据单元是报文，应用层协议定义了运行在不同端系统上的应用程序进程互相传递报文的方式。应用层协议还涉及到：

- 1、 交换的报文类型，如请求报文和响应报文。
- 2、 报文的语法格式，如报文包含的字段及其字段描述。

- 3、报文中字段的语义，字段中二进制位组合的含义。
- 4、各种类型报文发送的先后顺序和规则，如哪个报文先发送，如何对报文响应，即传输或接收报文时采取的动作。

4.9 答：

在 DNS 分布式数据库中存储由域名地址与 IP 地址映射的资源记录，一个记录占一行，一个资源记录有四个字段，格式即：

Name, Value, Type, TTL。

其中：Name 一般为节点主机的域名，或是域的名字；Value 是与 Name 对应得值，如对应的 IP 地址；Type 指出记录的类型，表示这个记录是对应一个主机的 IP 地址或是一个名字服务器；TTL 指出该记录的生存时间，一般为一天，按秒计算为 86400s。

4.21 答：

一个电子邮件系统得构成包括：电子邮件协议、用户代理、电子邮件服务器。

电子邮件协议采用简单邮件传输协议 SMTP 和 POP3 或 IMAP，邮件协议规定如何在两个互相通信的邮件进程之间交换信息。发送方用户代理与邮件服务器之间使用 SMTP，在邮件服务器之间使用 SMTP，在接收方用户代理与接收方邮件服务器之间使用 POP3 或 IMAP。

用户代理 (UA) 是用户与电子邮件系统的接口，是在用户上网中端系统主机上运行的软件，有时也称为电子邮件客户端软件，用户通过 UA 发送和接收邮件。UA 提供 4 项功能：撰写，显示，处理，与本地邮件服务器通信。

电子邮件服务器的功能是发送和接收邮件，使用 SMTP 发送邮件，使用 POP3 或 IAMP 接收邮件，并向邮件发送者报告邮件传送的情况。

4.38 答：

会有这种可能。例如，对域名 www.yahoo.com 进行解析就会出现这样的结果。产生这样的结果是为了使 Yahoo 这个万维网服务器的负载得到平衡（因为每天访问这个站点的次数非常多）。因此这个网站就设有好几个计算机主机，每一个计算机都运行同样的服务器软件，这些计算机的 IP 地址当然都是不一样的，但它们的域名却是相同的。这样，第一个访问该网址的就得到第一个计算机主机的 IP 地址，而第二个访问者就可能会得到第二个计算机主机的 IP 地址。这样可以平衡计算机主机的负荷，实现负载均衡，也加快了对请求的响应。

第 5 章

5.1 答：

运输层协议处在计算机网络中的端系统之间，为应用层提供可靠的端到端的通信和运输连接，运输层为高层用户屏蔽了下面通信子网的细节，如网络采用的拓扑结构、所采用的网络协议等。通过运输协议把尽力交付的不可靠的网络服务演变为可靠的网络服务。

运输层要为进程提供复用和分用，为应用报文提供差错检测，包括传输数据出错、丢失，应答数据丢失、重复、时序、超时等。运输协议要为端系统提供流量控制，并对尽力交付的网络提供拥塞控制，还有运输连接建立与连接释放、连接控制和序号设置等。

5.6 答：

当发送一帧的时间等于信道的传播时延的 2 倍时，信道利用率是 50%，即当发送一帧的时间等于来回路程的传播时延时，即： $20\text{ms} \times 2 = 40\text{ms}$ 。

现在发送（数据传输）速率是 4kb/s，即发送一位需 0.25ms

则帧长： $40 / 0.25 = 160(\text{bit})$

5.17 答：

当传输无差错时，或者选择重传协议的接收窗口为 1 时，选择重传 ARQ 和连续 ARQ（回退 N 协议）在效果上完全一致。

5.34 答：

拥塞控制方法有两大类：开环控制；闭环控制。

1、开环控制：其思想是通过良好的设计，避免拥塞问题的出现，力求网络在工作时间不会发生拥塞，事先将有关拥塞的因素考虑周到。开环控制的方法包括何时接受新的通信、何时丢弃哪些数据包等。其特点是在作出决定时，并不考虑网络当前的状况。

2、闭环控制：其思想是通过反馈控制，在工作过程中动态控制拥塞。其工作包括三个部分：监视系统；报告；决策。

常用的闭环控制方法一是采用闭环反馈回路，把拥塞信息反馈给源节点，调节源节点发送数据的速率。二是在协议包中设计拥塞控制位或字段，把拥塞控制信息放在协议字段中，协议包在传输过程中经过节点是，节点会知道网络中的拥塞情况。三是由网络中的节点周期性的产生一些协议包，询问或通告网络中的拥塞情况。

5.52 答：

1、

发送（传输）时延 $= 1000\text{b} / 50\text{kbps} = 20\text{ms}$ ，传播时延 $= 500\text{ms}$ ，则：

$$t = \text{发送时延} + \text{传播时延} = 520\text{ms}$$

2、

若采用停等协议，线路利用率是：

$$20 / 520 = 3.8\%$$

3、

往返传播时延 $= 500\text{ms}$ ，传输时延 $= 20\text{ms}$ ，若使用选择连续 ARQ，发送方在收到一个帧的应答前最多能发送帧数：

$$500 / 20 + 1 = 26 \text{ 个}$$

5.64 答：

往返时延 RTT 只是对运输层的 TCP 协议才很重要，因为 TCP 要根据平均往返时延 RTT 的值来设置超时计时器的超时时间。

UDP 没有确认和重传机制，因此 RTT 对 UDP 没有什么意义。

因此不要笼统地说“往返时延 RTT 对运输层来说很重要”，因为只有 TCP 才需要计算 RTT，而 UDP 不需要计算 RTT。

5.65 答：

计算机网络中的地址有：域名地址；端口地址；IP 地址；MAC 地址（网卡地址），依次对应于：应用层；运输层；网络层；数据链路层。

域名地址、端口地址、IP 地址是逻辑地址。MAC 地址是物理地址。

第 6 章

6.2 答：

网络层提供的主要功能和服务包括：

1、基于数据链路层的提供的服务，通过网络层向运输层提供面向连接的虚电路服务和无连接的数据报服务；

2、源节点和端节点之间的网络传输（中间经过多个节点）；

3、路由选择（选择合理路径、协议转换、存储转发）；

4、流量控制、拥塞控制；

5、网络寻址；

6、网络互连。

虚电路服务是网络层向运输层提供的一种使所有分组按顺序到达目的端系统可靠的可靠的数据传送方式。进行数据交换的两个端系统之间存在着一为它们服务的虚电路。

上述虚电路的服务是网络层向运输层提供的服务。

而数据报服务是无连接服务，分组携带完整的地址在网络中传输，提供尽力交付的服务，因特网中采用的就是数据报服务。

6.9 答：

每个分组经过 4 段链路，即 5 个分组交换机。

1、虚电路实现方案：

需在 1000 秒内固定分配存储空间： $5 \times 8 = 40\text{B}$

存储器使用时间： $2 \times 52 \times 40 \times 3600 = 1.5 \times 10^7$

每字节每秒的费用： $0.01 / (1.5 \times 10^7) = 6.7 \times 10^{-10}$ 元

总费用（1000 秒 40 字节的费用）： $1000 \times 40 \times 6.7 \times 10^{-10} = 2.7 \times 10^{-5}$ 元

2、数据报实现方案：

比虚电路实现方案多传 $(15-3) \times 200 = 9600\text{B}$

每链路每字节的费用： $0.01 / 10^6 = 10^{-8}$ 元

总费用（9600 字节每链路费用）： $9600 \times 10^{-8} = 9.6 \times 10^{-5}$ 元

两种方案比较： $9.6 \times 10^{-5} - 2.7 \times 10^{-5} = 6.9 \times 10^{-5}$ 元，可以看出，本题中采用虚电路实现方案更为经济，在 1000 秒的时间内便宜 6.9×10^{-5} 元。

6.15 答：

链路状态算法（也称最短路径算法）发送路由信息到互联网上所有的结点，然而对于每个路由器，仅发送它的路由表中描述了其自身链路状态的那一部分。

距离向量算法（也称为 Bellman-Ford 算法）则要求每个路由器发送其路由表全部或部分信息，但仅发送到相邻结点上。

从本质来说，链路状态算法将少量更新信息发送至网络各处，而距离向量算法发送大量更新信息至邻接路由器。由于链路状态算法收敛更快，因此它在一定程度上比距离向量算法更不易产生路由循环。

但另一方面，链路状态算法要求比距离向量算法有更强的 CPU 能力和更多的内存空间，因此链路状态算法将会在实现时显得更昂贵一些。除了这些区别，两种算法在大多数环境下都能很好地运行。

6.18 答：

内部路由协议 IRP（又称内部网关协议，IGP），即在一个自治系统内部使用的路由选择协议，而这与在互连网中的其他自治系统选用什么路由选择协议无关。

若源站和目的站处在不同的自治系统中，当数据报传到一个自治系统的边界时，就需要使用一种协议将路由选择信息传递到另一个自治系统中，这样的协议就是外部路由协议 ERP（又称外部网关协议 EGP）。

6.27 答：

网络互连设备与网络层次对应，有 4 种网络互连设备：中继器对应在物理层实现互连；网桥对应在数据链路层实现互连；路由器对应在网络层实现互连；协议转换器对应在运输层及以上层实现互连。

网络互连设备呈现出包含关系，即在较高层次上实现互连的设备，可以完全实现在较低层次上实现互连设备的功能；例如在网络层实现互连的设备完全可以实现中继器和网桥实现的互连功能。

6.35 答：

IP 协议是为计算机网络相互连接进行通信而设计的协议。在因特网中，它是使连接到因特网上的所有计算机网络实现相互通信的一套规则，规定了计算机在因特网上进行通信时应当遵守的规则。

任何厂家生产的计算机系统，只要遵守 IP 协议就可以与因特网相互连通。各个厂家生产的网络系统和设备，如以太网、分组交换网等，它们相互之间不能互通，不能互通的主要原因是它们所传送数据的基本单元（技术上称之为“帧”）的格式不同。

IP 协议实际上是一套由软件程序组成的协议，它把各种不同“帧”统一转换成“IP 数据报”格式，这种转换是因特网的一个最重要的特点，使所有各种计算机都能在因特网上实现连通，即具有“开放性”的特点。

6.40 答：

下一跳分别为接口：0、R₂、R₄、R₃、R₄。

6.49 答：

路由器 B 更新后的路由表如下：

| | | |
|----|---|--------------------|
| N1 | 7 | A 没有新信息，不改变 |
| N2 | 5 | C 相同的下一跳，更新 |
| N3 | 9 | C 新项目加入路由表 |
| N6 | 5 | C 下一跳不同，选择距离更短的，更新 |
| N8 | 4 | E 下一跳不同，距离一样，不改变 |
| N9 | 4 | F 下一跳不同，距离更大，不改变 |

6.68 答：

因特网中的内部路由协议有 RIP 和 OSPF。RIP 采用距离矢量（向量）路由选择算法，OSPF 采用链路状态路由选择算法。

RIP 的路由度量值由跳数给出，OSPF 的路由度量值由时延（链路状态）给出。

6.69 答：

IP 协议提供无连接、“尽力交付”的数据报服务。

IP 地址用于标识网络中的一个连接（节点、主机）。一般说来，IP 地址包括网络标识和主机标识两个部分，网络标识用于表示该连接是属于哪个网络，主机标识用于表示该连接是

属于网络中的哪个主机。

6.70 答：

路由器中路由表的表项字段主要有：IP 地址；前缀；下一跳地址。（也可以是：IP 地址；子网掩码；下一跳地址）

默认路由是当路由表中的表项都不匹配时，可以选择的路由。

6.71 答：

IP 首部中的源 IP 地址也可能出错，让错误的源地址重传数据报是没有意义的。不使用 CRC 的原因是 CRC 运算较慢，使用校验和可以减少路由器进行校验的时间。

6.72 答：

虚电路的“虚”的含义是每条虚电路都不是专用的，不同虚电路号的分组轮流传送。虚电路的号只是从节点得到的对应下一节点双向都未分配出去的最小逻辑信道号。一个节点所处理的多条虚电路用不同的虚电路号来区分。

第 7 章

7.2 答：

数据链路层最基本的功能是将物理层为传输原始比特流而提供的可能出现差错的链路改造成逻辑上无差错的数据链路。数据链路层的主要功能有：

- 1、链路管理，对数据链路的建立、维持和释放；
- 2、实施和管理帧同步，接收节点如何从物理层收到的比特流中准确地区分出一帧的开始和结束，即确定帧的边界位置；
- 3、差错控制，检错码和自动请求重传；
- 4、流量控制，通过接收方的反馈来控制发送方发送数据的速率；
- 5、透明传输，管链路上传输的是何种形式的比特组合，都不会影响数据传输的正常进行；
- 6、物理寻址，在帧的首部中包含源节点和目的节点的物理地址。

7.10 答：

根据链路的误码率，可得数据帧的误码率为

$$\begin{aligned} p_f &= 1 - (1 - p)^{l_f} = 1 - (1 - 10^{-6})^{2048} \\ &= 1 - (C_{16384}^0 - C_{16384}^1 \times 10^{-6} + C_{16384}^2 \times 10^{-12} + \dots) \\ &= 0.016251 \end{aligned}$$

正确传送一个数据帧所需要的平均时间 t 为：

$$t = t_r \div (1 - p_f) = \{1000 \div (2 \times 10^5)\} \div (1 - 0.016251) = 0.0212 \text{ s}$$

由于有两条链路和 33 个帧，总的平均发送时间为： $0.0212 \times 33 \times 2 = 1.4\text{s}$

直接发送所需要的时间为： $(64 \times 1024 \times 8) / (1.5 \times 10^6) = 0.35\text{s}$

所以比直接发送要多 $(1.4 / 0.35) - 1 = 4 - 1 = 3$ 倍的时间。

7.20 答：

二进制数指数退避算法是按“后进先出”（List In First Out，LIFO）的次序控制的，即未

发生冲突或很少发生冲突的数据帧，具有优先发送的概率；而发生过多冲突的数据帧，发送成功的概率就更少。

“二进制指数退避算法”的规则如下：

对每个帧，当第一次发生冲突时，设置参数 $L = 2$ 。退避重发时间在 $1 \sim L$ 个时隙中随机抽取；当帧再次冲突时， L 加倍，即 $L = 2L$ 。退避重发时间仍在 $1 \sim L$ 个时隙中随机抽取；当冲突 n 次， $L = 2^n$ 。设置一个最大重传次数，超过此值，不再重发，并报告出错。

7.22 答：

地址解析协议（Address Resolution Protocol，ARP）工作在网络层，通过接口与数据链路层和硬件联系，同时对 IP 层提供服务。

ARP 的工作原理如下：

1、首先，每台主机都会在自己的 ARP 缓冲区（ARP Cache）中建立一个 ARP 列表，以表示 IP 地址和 MAC 地址的对应关系。

2、当源主机需要将一个数据包发送到目的主机时，会首先检查自己 ARP 列表中是否存在该 IP 地址对应的 MAC 地址，如果有，就直接将数据包发送到这个 MAC 地址；如果没有，就向本地网段发送一个 ARP 请求的广播包，查询此目的主机对应的 MAC 地址。此 ARP 请求数据包中包括源主机的 IP 地址、硬件地址、以及目的主机的 IP 地址。

3、网络中的所有主机收到这个 ARP 请求后，会检查数据包中的目的 IP 是否和自己的 IP 地址一致。如果不相同就忽略此数据包；如果相同，该主机首先将发送端的 MAC 地址和 IP 地址添加到自己的 ARP 列表中，如果 ARP 表中已经存在该 IP 的信息，则将其覆盖，然后给源主机发送一个 ARP 响应数据包，告诉发送方它需要查找的 MAC 地址；

4、源主机收到这个 ARP 响应数据包后，将得到的目的主机的 IP 地址和 MAC 地址添加到自己的 ARP 列表中，并利用此信息开始数据的传输。如果源主机一直没有收到 ARP 响应数据包，表示 ARP 查询失败。

7.30 答：

$$a = t_p = \frac{1}{C/L} = \frac{1}{5 \mu\text{s/km} \times 4\text{km} \times 5\text{Mbit/s}} \div 1000\text{bit} = 0.1$$

当站点数较大时，信道利用率最大值 S_{\max} 接近 $= 1 / (1 + 4.44a) = 0.6925$

信道上每秒发送的帧的最大值 $= S_{\max} \times C/L = 0.6925 \times 5\text{Mbit/s} / 1000\text{bit} = 3462$

每个站每秒种发送的平均帧数的最大值 $= 3462 / 100 = 34$

7.48 答：

1、相同点：

CSMA/CD 和 CSMA/CA 都是局域网中的媒体接入技术，CSMA/CD 是带有冲突检测的载波侦听多路访问，发送包的同时可以检测到信道上有无冲突；CSMA/CA 是带有冲突避免的载波侦听多路访问，发送包的同时不能检测到信道上有无冲突，只能尽量“避免”；

2、不同点：

1) 两者的传输介质不同，CSMA/CD 用于有线以太网，而 CSMA/CA 则用于无线局域网 802.11b；

2) 检测方式不同，CSMA/CD 通过电缆中电压的变化来检测，当数据发生碰撞时，电缆中的电压就会随着发生变化；而 CSMA/CA 采用能量检测（ED）、载波检测（CS）和能量载波混合检测三种检测信道空闲的方式；

3) 无线局域网中，对某个节点来说，其刚刚发出的信号强度要远高于来自其他节点的

信号强度，也就是说它自己的信号会把其他的信号给覆盖掉。

7.58 答：

数据链路比链路的区别在于数据链路除链路外，还必须有一些必要的规程来控制数据的传输。因此，数据链路比链路多了实现通信规程所需要的硬件和软件。

“电路接通了”表示链路两端的结点交换机已经开机，物理连接已经能够传送比特流了。但是，数据传输并不可靠。在物理连接基础上，再建立数据链路连接，才是“数据链路接通了”。此后由于数据链路连接具有检测、确认和重传等功能，才使不太可靠的物理链路变成可靠的数据链路，进行可靠的数据传输。

当数据链路断开连接时，物理电路连接不一定跟着断开连接。

7.59 答：

当数据链路层出错的概率不大时，采用比较简单的 PPP 协议较为合理，而使用可靠传输的数据链路层协议，例如 HDLC，开销就要增大。

在因特网环境中，PPP 协议的数据字段中的内容是 IP 数据报。当数据帧在路由器的拆封过程中，从数据链路层向上到网络层时，仍然有可能因拥塞而被丢弃，因为 IP 协议仅提供无连接、尽力交付的服务。数据链路层的可靠传输并不能保证网络层的传输也是可靠的，这说明采用能实现可靠传输的复杂数据链路层协议并没有必要。

第 8 章

8.3 答：

物理层的主要特点有：

1、由于在 OSI 之前，许多物理规程或协议已经制定出来了，而且在数据通信领域中，这些物理规程已被许多商品化的设备所采用。加之，物理层协议涉及的范围广泛，所以至今没有按 OSI 的抽象模型制定一套新的物理层协议，而是沿用已存在的物理规程，将物理层确定为描述与传输媒体接口的机械、电气、功能和规程特性。

2、由于物理连接的方式很多，传输媒体的种类也很多，因此，具体的物理协议相当复杂。

8.6 答：

DTE 英文全称 Data Terminal Equipment，数字终端设备，指一般的终端或是计算机。可能是大、中、小型计算机，也可能是一台只接收数据的打印机。

DCE 英文全称 Data Circuit-terminating Equipment，数字端接设备，通常指调制解调器，多路复用器或数字设备。

两者区别：DCE 提供时钟，DTE 不提供时钟，但它依靠 DCE 提供的时钟工作。比如 PC 机和 Modem 之间的连接。PC 机就是一个 DTE，Modem 是一个 DCE。DTE 可以从硬件上区别它的接口为针式（插头），DCE 的接口为孔式（插座）。

8.13 答：

SDH（Synchronous Digital Hierarchy，同步数字体系）是一种将复接、线路传输及交换功能融为一体、并由统一网管系统操作的综合信息传送网络，是美国贝尔通信技术研究所提出来的同步光网络（SONET）。

SDH 的特点有：

1）SDH 对两大数字速率体系 T1 和 E1 标准进行统一，数字信号在传输过程中不再需

要转换标准；

2) SDH 网络与光纤分布式数据接口 FDDI、分布式队列双总线 DQDB、ATM 信元交换网络兼容；

3) SDH 采用同步复用方式，各种级别的码元流有规律的排列在帧结构的负荷内，净荷与网络是同步的，可以利用软件把高次信号一次直接分离出低速复用的支路信号，降低了复用设备的复杂性；

4) SDH 帧结构中的管理字节增强了网络管理功能，通过将网络管理功能分配到网络组成单元，实现了分布式网络管理；

5) 实现了光接口的开放性，实现了光接口设备的互连。

8.15 答：

传输介质并不是物理层。传输介质在物理层的下面。由于物理层是体系结构的第一层，因此有时称传输介质为 0 层。在传输介质中传输的是信号，但传输介质并不知道所传输的信号代表什么意思。也就是说，传输介质不知道所传输的信号什么时候是 1 什么时候是 0。但物理层由于规定了电气特性，因此能够识别所传送的比特流。