1. 试简述分组交换的要点。

分组交换最主要的特点就是采用**存储转发**技术。

我们把要发送的整块数据称为一个报文。在发送报文之前，先把较长的报文划分成为一个个更小的等长数据段，例如，每个数据段为1024bit。在每一个数据段前面，**加上一些必要的控制信息组成的首部**后，就构成了一个分组。分组又称为“**包**”，而分组的首部也可称为“**包头**”。分组是在互联网中传送的数据单元。分组中的“首部“是非常重要的，正是由于分组的首部包含了诸如目的地址和源地址等重要控制信息，每一个分组才能在互联网中独立地选择传输连接。

互联网的核心部分是由许多网络和把它们互连起来的路由器组成的，而主机处在互联网的边缘部分。**主机是为用户进行信息处理的，并且可以和其他主机通过网络交换信息**。**路由器则是用来转发分组的，即进行分组交换的**。路由器每收到一个分组，**先临时存储下来（这个存储的时间非常短暂），再检查其首部，查找转发表，按照首部中的目的地址，找到合适的接口转发出去，把这个分组转交给下一个路由器**。这样一步一步地经过若干个或几十个不同的路由器，以存储转发的方式，把分组交付最终的目的主机。**各路由器之间必须经常交换彼此掌握的路由信息，以便创建和维持在路由器中的转发表**，使得转发表能够在整个网络拓扑发生变化时及时更新。

2. 试从多个方面比较电路交换、报文交换和分组交换的主要优缺点。

电路交换的主要特点：

（1）通信之前先要建立连接，通信完毕后要释放连接。也就是说，通信一定要有三个阶段：**建立连接**、**通信**、**释放连接**。

（2）**在整个通信过程中，通信的双方自始至终占用着所使用的物理信道**。

因此，对于计算机通信，由于计算机数据是突发性的，因此，从通信线路的利用率来考虑，电路交换的效率就比较低。此外，当通信双方占用的通信线路由很多个链路（通过若干个交换机把这些链路连通）组成时，只有在每一段链路都能接通（即每一段链路都有空闲的信道资源还没有被其他用户占用，即有可用资源）时，整个的连接建立才能完成（哪怕只有一段链路没有空闲的信道可供使用，连接建立也无法完成）。当通信网的业务量很大时，电路交换无法保证用户的每一个呼叫都能接通。如果第一阶段的连接建立不能完成，那么后续阶段的通信过程当然也就无法进行。

**在电路交换的通信过程中，只要在整个连接中有一个环节（如某条链路或某个交换机）出了故障，那么整个连接就不复存在，接着就是通信的中断**。若要重新进行通信，必须重新建立连接。如果能够绕过刚才的故障链路或故障交换机而建立新的连接，那么就可以开始新的通信。这就是说，电路交换系统不能自动从故障中进行恢复。

但电路交换有一个最主要的优点，就是**只要连接能够建立，那么双方通信所需的传输带宽就已经分配好而不会再改变**。这叫做**静态分配传输带宽**。通信双方愿意占用通信资源多久，就占用多久（对于公用网，只要按规定付费即可），而不受网络中的其他用户的影响。当网络发生拥塞时，网络中的其他用户很可能反复呼叫都无法建立连接，但这些动作都不会影响已经占用了通信资源的用户的通信质量（除非发生了通信网中的故障，影响到正在进行通信的连接）。

目前最常用的分组交换是使用无连接的**IP协议**。这种分组交换以分组作为传输的单位，采用存储转发计数，并且没有连接建立和释放这两个阶段，因此传送数据比较迅速。在传输数据的过程中，是**动态分配传输带宽**，对通信链路是逐段占用的。这就是说，**若某段链路的带宽较高，分组的传输速率就较快；若另一段链路的带宽较低，传输速率就较慢**。不像电路交换那样，从源点到终点都是同样的传输速率。可见分组交换能够比较合理而有效地利用各链路的传输带宽。

分组交换采用分布式的路由选择协议。**当网络中的某个结点或链路出现故障时，分组传送的路由可以自适应地动态改变，使数据的传送能够继续下去**。传送数据的源点和接收数据的终点甚至不会感觉到网络中所发生的故障。因此分组交换网络有很好的生存性。

分组交换也有一些缺点。例如，分组在**各路由器存储转发时需要排队**，这就会造成一定的时延。此外，由于分组交换**无法确保通信时端到端所需的带宽**，当分组交换网的信号量突然增大时，可能会在网络中的某处产生**拥塞**，从而延长数据的传送时间。当网络拥塞非常严重时，整个网络也可能会瘫痪。分组交换的另一个问题是各分组**必须携带控制信息**，这也造成了一定的开销。整个分组交换网还需要专门的管理和控制机构。当然，电路交换网也需要网络管理，但**电路交换网的交换机都具有很强的网络管理功能，能够对网络进行很有效的管理**。**分组交换网中的路由器比较简单，无法对整个网络进行管理**。**必须在网络中由专门的主机来运行专门的网络管理软件，对整个网络进行管理**。

报文交换也采用存储转发技术，不同的是，报文交换不再把报文分割为更小的分组，而是把整个报文在网络的结点中存储下来，然后再转发出去。这样做，省去了划分小的分组的步骤，也省去了在终点把分组重装成报文的过程。但**报文交换在灵活性上就不如分组交换，传送数据的时延较大**。本来报文交换是用来传送**电报**的。现在已经很少有人还打电报，因此，报文交换现在已经很少使用了。

3. 物理层要解决哪些问题？物理层的主要特点是什么？

物理层考虑的是**怎样才能在连接各种计算机的传输媒体上传输数据比特流，而不是具体的传输媒体**。**现有的计算机网络中的硬件设备和传输媒体的种类非常繁多，而通信手段也有许多不同方式。物理层的作用正是要尽可能地屏蔽掉这些差异，使物理层上面的数据链路层感觉不到这些差异，这样就可使数据链路层只需要考虑如何完成本层的协议和服务，而不必考虑网络具体的传输媒体是什么**。

在物理层上所传数据的单位是**比特**。物理层的任务就是透明地传送比特流。也就是说，发送方发送1（或0）时，接收方应当受到1（或0）而不是0（或1）。因此物理层要考虑用多大的电压代表“1”或“0”，以及接收方如何识别出发送方所发送的比特。物理层还要确定连接电缆的插头应当有多少根引脚以及各条引脚应如何连接。当然，哪个比特代表什么意思，则不是物理层所要管的。**传递信息所利用的一些传输媒体，如双绞线、同轴电缆、光缆、无线信道等，并不在物理层协议之内而是在物理层协议的下面。因此也有人把传输媒体当作第0层**。

4. 数据链路（即逻辑链路）与链路（即物理链路）有何区别？“电路接通了”与“数据链路接通了”的区别何在？

所谓**链路**就是**从一个结点到相邻结点的一段物理线路，而中间没有任何其他的交换结点**。在进行数据通信时，两个计算机之间的通信路径往往要经过许多段这样的链路。可见链路只是一条路径的组成部分。

数据链路则是另一个概念。这是因为当需要在一条线路上传送数据时，除了必须有一条物理线路外，还必须有一些必要的通信协议来控制这些数据的传输。若**把实现这些协议的硬件和软件加到链路上，就构成了数据链路**。现在最常用的方法是使用网络适配器（如拨号上网使用拨号适配器，以及通过以太网上网使用局域网适配器）来实现这些协议的硬件和软件。一般的适配器都包括了数据链路层和物理层这两层的功能。

也有人采用另外的术语。这就是把链路分为物理链路和逻辑链路。物理链路就是上面所说的链路，而逻辑链路就是上面的数据链路，是物理链路加上必要的通信协议。

5. 数据链路层的链路控制包括哪些功能？试讨论把数据链路层做成可靠的链路层有哪些优点和缺点。

链路控制的主要功能有三：（1）**封装成帧**；（2）**透明传输**；（3）**差错检测**。

数据链路层做成可靠的链路层，就表示从源主机到目的主机的整个通信路径中的每一段链路的通信都是可靠的。这样做的优点是可以**使网络中的某个结点及早发现传输中出了差错，因而可以通过数据链路层的重传来纠正这个差错**。如果数据链路层不是做成可靠的链路层，那么当网络中的某个结点发现收到的帧有差错时（不管数据链路层是否做成是可靠的，这个检查差错的步骤总是要有的），就仅仅丢弃有差错的帧，而并不通知发送结点重传出现差错的帧。只有当目的主机的高层协议（例如，运输层协议TCP）发现了这个错误时，才通知源主机重传出现差错的数据。但这时已经较迟了，可能要**重传较多的数据**（包括没有出差错的数据），**对网络资源有些浪费**。

但是，有时高层协议使用的是不可靠的传输协议UDP。**UDP并不要求重传有差错的数据。在这种情况下，如果数据链路层做成是可靠的链路层，那么在某些情况下这并不会带来更多的好处**（例如，当高层传送实时音频或视频信号时）。换言之，增加了可靠性，牺牲了实时性，有时反而是不合适的。

6. 网络适配器的作用是什么？网络适配器工作在哪一层？

**适配器**又称为**网络接口卡**或简称为“**网卡**”。在适配器上面装有处理器和存储器（包括RAM和ROM）。**适配器和局域网之间的通信时通过电缆或双绞线以串行传输方式进行的**，而**适配器和计算机之间的通信则是通过计算机主板上的I/O总线以并行传输方式进行的**。因此，适配器的一个重要功能就是要进行**数据串行传输和并行传输的转换**。由于网络上的数据率和计算机总线上的数据率并不相同，因此在适配器中必须装有对数据进行**缓存**的**存储芯片**。若在主板上插入适配器时，还必须把管理该适配器的设备驱动程序安装在计算机的操作系统中。这个驱动程序以后会告诉适配器，应当从存储器的什么位置上把多长的数据块发送到局域网，或者应当在存储器的什么位置上把局域网传送过来的数据块存储下来。适配器还要能够实现以太网协议。

适配器接收和发送各种帧时不使用计算机的CPU。这时CPU可以处理其他任务。当适配器收到有差错的帧时，就把这个帧丢弃而不必通知计算机。当适配器收到正确的帧时，它就使用中断来通知该计算机并交付协议栈中的网络层。当计算机要发送IP数据报时，就由协议栈把IP数据报向下交给适配器，组装成帧后发送到局域网。

7. 数据链路层的三个基本问题（封装成帧、透明传输和差错检测）为什么都必须加以解决？

**封装成帧**就是在一段数据的前后分别添加**首部**和**尾部**（在首部和尾部里面有许多必要的控制信息），这样就构成了一个帧。接收端在收到物理层上交的比特流后，就能**根据首部和尾部的标记，从收到的比特流中识别帧的开始和结束**。

所谓“**透明传输**”就是**上层交下来的数据，不管是什么形式的比特组合，都必须能够正确传送**。由于帧的开始和结束的标记是使用专门指明的控制字符，因此，所传输的数据中的任何比特组合一定不允许和用作帧定界的控制字符的比特编码一样，否则就会出现帧定界的错误。**数据链路层不应当对要传送的数据提出限制，即不应当规定某种形式的比特组合不能够传送**。

如果数据链路层没有**差错检测**，那么当目的主机收到其他主机发送来的数据时，在交给高层后，如果应用程序要求收到的数据必须正确无误，那么目的主机的高层软件可以对收到的数据进行差错检测。如果发现数据中有差错，就可以请求源主机重传这些数据。这样做就可以达到正确接收数据的目的。但这种工作方式有一个很大的缺点，就是一些在传输过程中出现了错误的数据（请注意，这些已经是无用的数据）还会继续在网络中传送，这样就浪费了网络的资源。例如，**源主机到目的主机的路径中共有20个结点。在传送数据时，第一个结点就检测出了差错。如果数据链路层有差错检测的功能，就可以把这个有差错的帧丢弃，以后就不再传送了。否则这个没有用处的帧还要在网络上继续传送，还要陆续通过后面的19个节点，这就造成了网络资源的浪费**。

8. 如果在数据链路层不进行封装成帧，会发生什么问题？

如果在数据链路层不进行封装成帧，那么数据链路层在收到一些数据时，就**无法知道对方传送的数据中哪些是数据，哪些是控制信息**，甚至数据中有没有差错也不清楚（因为**无法进行差错检测**）。数据链路层也**无法知道数据传送结束了没有**，因此**不知道应当在什么时候把收到的数据交给上一层**。

9. 试分别讨论以下各种情况在什么条件下是透明传输，在什么条件下不是透明传输。

（1）普通的电话通信。

由于电话系统的带宽有限，而且还有失真，因此电话机两端的输入声波和输出声波是有差异的。从“传送声波”这个意义上讲，普通的电话通信并不是透明传输。但从“听懂说话的意思”来讲，则基本上是透明传输。但也有时个别语音会听错，如单个数字1和7在电话中区别甚小。如果通话的一方说“1”，而另一方听成是“7”，那么这就不能算是透明传输。

（2）互联网提供的电子邮件服务。

一般来说，电子邮件是透明传输。但有时不是。因为国外有些邮件服务器为了防止垃圾邮件，将来自某些域名（如.cn）的邮件一律阻拦掉。这就不是透明传输。有些邮件的附件在收件人的电脑上打不开。这也不是透明传输。

10. 作为中间设备，转发器、网桥、路由器和网关有何区别？

将网络互相连接起来要使用一些中间设备。根据中间设备所在的层次，可以有以下四种不同的中间设备：

（1）物理层使用的中间设备叫做转发器。

（2）数据链路层使用的中间设备叫做网桥或桥接器。

（3）网络层使用的中间设备叫做路由器。

（4）在网络层以上使用的中间设备叫做网关。用网关连接两个不兼容的系统需要在高层进行协议的转换。