【题目1】

某科技公司计划为西部某偏远地区部署一个新型通信网络，用于同时支持两种关键服务：

（1）​紧急语音通信​：要求极低的延迟和通话清晰度，保证指令能实时、可靠传达；

（2）​环境监测数据传输​：由大量传感器定期上传温度、湿度等小批量数据，允许一定的延迟，但需要高效利用网络带宽。

已知该地区网络基础设施薄弱，链路带宽资源极其宝贵。

问题：

1. **请简述电路交换和分组交换的核心工作机理。**

电路交换：电话交换机接通电话线的方式称为电路交换，在通信前，必须在通信双方之间建立一条端到端的专用物理或逻辑信道，电路交换的三个步骤：

1、建立连接（分配通信资源）

2、通话（一直占用通信资源）

3、释放连接（归还通信资源）

分组交换：将传输的数据分割成若干“分组”，，也可简称为“包”，相应地，首部也可称为“包头”。首部包含了分组的目的地址，分组从源主机到目的主机，可走不同的路径，通过“存储转发”方式在网络节点间逐跳转发，路由器处理分组的过程是：

1. 把收到的分组先放入缓存（暂时存储）；

2. 查找转发表，找出到某个目的地址应从哪个端口转发；

3. 把分组送到适当的端口转发出去。

接收方根据分组的序号等信息，将所有分组重新组装成原始数据。

1. **从“信道资源共享方式”和“传输可靠性保障”两个角度，对比这两种交换方式的本质区别。**

电路交换：通信期间信道资源**独占**，信道资源都会被该连接持续占用，直到连接释放，效率低。由物理层保障可靠性，可靠性较高

分组交换：资源按分组**动态分配（共享)**，多个用户可同时共享同一链路，利用率更高。需要上层协议如TCP保障传输可靠性，可能出现丢包，失序等问题。

1. **如果仅从技术特性出发，上述两种关键服务分别更适合采用哪种交换方式？请阐述你的理由。**

紧急语音通信：适合**电路交换**，因为需要低延迟、可靠传输，专用电独占信道，能保证实时性和质量。

环境监测数据传输：适合**分组交换**，因为大量传感器，传输小批量数据，且可容忍一定延迟，分组交换通过共享资源，能充分利用带宽资源，降低成本，提高传输效率。

1. **考虑到带宽资源极其宝贵这一硬性约束，请设计一个合理的网络架构方案，并论证为何分组交换技术最终成为现代互联网（包括你设计的这个网络）的绝对主导方案**。

方案：构建一个基于IP的**分组交换网络**，充分利用带宽资源，同时部署支持QoS的IP路由器，为紧急语音通信提供保障

分组交换成为主导方案的原因：核心在于高效的**带宽资源利用率**，互联网流量的特点就是用户多，突发性强，在面对突发性业务时，分组交换能用有限的资源支持更多业务。分组交换还可以承载多种信息，接入多点业务，大大降低了构建成本和维护成本，分组交换通过路由器动态转发，即使某个结点出现故障故障，也不会影响通信，网络具有稳定性。

1. **如果选择分组交换技术，会为“紧急语音通信”服务带来什么潜在问题？**

分组交换的存储转发机制和上层提供的传输保障机制会引入更多的时延，当网络负载高质量差时，时延抖动和丢包现象频发，会导致用户无法接受

1. **针对上述问题，现代网络是如何在分组交换的架构基础上，通过哪些技术或机制来保障语音服务的质量（QoS）的？（请至少阐述两点）**

**服务模型与优先级调度**（DiffServ/IntServ）：

采用 DiffServ（区分服务） 模型，将语音包标记为高优先级，路由器在拥塞时优先转发语音包，保障低延迟。

在特定场景下使用 IntServ（综合服务），对语音流进行单独管理，保证端到端的服务质量。

**资源预留（RSVP**）：在通话建立前，使用 RSVP协议 预留带宽和路径资源，为语音流提供端到端的专用资源，避免资源争抢。

**拥塞控制与流量整形：**部署优先级队列调度，确保语音流在排队时获得优先转发权。利用流量整形限制大流量业务，防止其占用过多带宽，保障语音流稳定传输。

**专用协议支持（RTP/RTCP）**

RTP协议 为语音分组添加时戳和序号，解决抖动与乱序问题。

RTCP协议 负责监测语音质量，并进行实时反馈和调整。

**终端抖动缓冲：**在接收端部署 抖动缓冲区，对乱序和延迟不一致的分组进行缓存与重排序，平滑播放语音，提升通话质量。

【题目2】

某网络链路连接两台主机A和B。已知该链路的带宽为 ​1 Gbps，​单向传播时延为​5 ms。主机A要向主机B发送一个大小为 ​12.5 MB​ 的文件。忽略任何处理时延、排队时延和协议开销。

**（1）请计算：**

①​比特时间​​：计算在该链路上发送1个比特所需要的时间。

**T=1/R=1ns**

​②传输时延​​：计算将整个文件的数据推送到链路上所需要的时间。

**T=12.5MB/1Gbps=0.105s**

③总时延​​：计算从主机A发送该文件的第一个比特开始，到主机B接收到该文件的最后一个比特为止，所经历的总时间。

**0.105+0.005=0.11s**

​④往返时延​​：计算该链路的往返时延。

**RTT=0.005\*2=0.01s**

​⑤时延带宽积​​：计算该链路的时延带宽积，并说明其物理意义。

**时延带宽积=传播时延\*带宽=5\*10^6 bit**

时延带宽积代表了网络链路这条“管道”的容量,也就是能荣啦多少比特

​⑥信道利用率​​：如果我们将“从开始发送第一个比特到接收完最后一个比特的时间”视为该文件传输任务对信道的占用时间，请计算在此次传输过程中，该链路的信道平均利用率。

**信道利用率=T/T+RTT=0.105/0.11=0.9545**

1. **请清晰地解释传输时延和传播时延的根本区别。哪一个取决于“数据块的大小”？哪一个取决于“物理距离”？**

传输时延：发送方将完整数据推送到信道所需的时间，取决于数据大小和带宽。

传播时延：信号在信道中传播所需的时间，取决于物理距离和信号速率。

传输时延取决于“数据块的大小”和带宽。

传播时延取决于“物理距离”和传播介质的速率。

1. **​带宽和吞吐量在概念上有何不同？在本题描述的理想场景下，主机B接收该文件的实际吞吐量是多少？**

带宽：链路理理论最高数据传输速率。

吞吐量：实际数据传输速率

**实际吞吐量=12.5MB/0.11s=953.3Mbps**

1. **如果另一个网络链路的时延带宽积很小，这通常意味着什么？**

链路能同时容纳的数据量小，说明链路较短,时延低或带宽小

**（5）假设文件大小和传播时延不变，仅将链路带宽从1 Gbps提升到10 Gbps​：**

①​传输时延将如何变化？是原来的几分之几？

**变为原来的十分之一，即0.0105s**

②​总时延将如何变化？

**0.0105+0.005=0.0155s**

③本次文件传输的吞吐量将如何变化？

**吞吐量=12.5MB/0.0155s=6.765GMbps**

（6）假设文件大小和带宽不变，但这是一条卫星链路，​传播时延增大到了250 ms​：

①总时延将如何变化？

**总时延=0.25+0.105=0.355s**

②本次文件传输的吞吐量将如何变化？

**吞吐量=12.5MB/0.355s=295.4Mbps**

③时延带宽积将如何变化？这一变化对网络设计有何启示？

**时延带宽积=传播时延\*带宽=2.5\*10^8 bit**

**启示**：时延极大的网络导致时延带宽积较大，传统的 TCP 流控/拥塞控制机制会遇到困难，需要更大的 TCP 窗口才能充分利用带宽。

【题目3】

1. 请简要说明协议分层的核心思想及其两个主要优点。

**核心思想**：将复杂的网络通信过程划分为若干层次，每一层利用下一层提供的服务，并为上一层提供服务。层与层之间通过定义的接口进行通信，而无需关心对方内部的实现细节。

**优点**：灵活性强，只要接口不变，任何一层的实现都可以被修改或替换，而不会影响到其他层。可维护性强，由于复杂问题被分解为简单而可以专注的小问题（层），使得每一层的设计和维护变得简单，技术人员无需关注整个网络的复杂性。

（2）在因特网的实际模型结构中，传输层和网络层的核心任务分别是什么？这种职责划分带来了什么好处？

**网络层**：实现主机到主机的通信，实现路由选择，提供“尽力而为”的数据报传输服务

**传输层**：实现进程到进程的通信，提供可靠或不可靠的数据传输服务，实现差错检测、流量控制、拥塞控制，确保应用进程之间的正确通信。

这种职责划分简化了网络底层实现，提高了灵活性，传输层通过不同协议满足多样化需求，而无需改动底层网络。传输层专注服务质量，路由器只需专注高速转发，无需解析传输层内容,提高了转发效率。

【题目4】

尽管OSI模型理论清晰完整，但最终未被广泛应用，而TCP/IP模型却成为了事实上的国际标准。请从实践性和设计哲学的角度，分析导致这一结果的至少两个原因。

**从实践性上：**TCP/IP源自美国国防部的ARPANET项目，在70年代末就已经开发并投入实际运行，并不断优化发展，成为互联网的基础架构，而OSI模型在80年代初提出，缺乏成熟的实现和广泛的应用支撑，市场已被TCP/IP占据，用户不可能承担更换网络基础设施所需要的的代价。

**从设计哲学上：**TCP/IP具备简洁性和富有远见的“端到端”哲学。OSI 的7层模型虽然理论严谨，但过于复杂。特别是其会话层和表示层的功能在实际应用中往往被应用层合并，显得冗余且不切实际，增加了不必要的实现开销。TCP/IP 采用简化的5层模型，保持路由器简单，只做“尽力而为”的转发；而将可靠性、流量控制等复杂功能赋予网络边缘的终端设备。这种“智能终端、简单网络”的哲学极大地促进了网络的灵活性、可扩展性和创新能力，因为新的应用可以自由演进，而无需改动核心网络。OSI 的设计则试图让网络本身承担过多功能，甚至在多个层次（如传输层和网络层）都考虑了可靠性，造成了功能重叠和效率低下，不适合快速演进和异构的网络环境。