**一、导论与基本概念**

移动互联网和物联网是未来移动通信发展的**两大主要驱动力**

**“址”的概念**：Access

**“G”的概念**：generation

**5G的三大空口**：eMBB、mMTC、uRLLC

接入网：Access Network最后一英里：Last Mile

核心网：Core Network更多的用来描述移动通信系统的核心部分

**无线通信网络分类**

无线广域网Wireless Wide Area Network (WWAN)

无线城域网Wireless Metropolitan Area Network (WMAN)

无线局域网Wireless Local Area Network (WLAN)

无线个域网Wireless Personal Area Network (WPAN)

无线体域网Wireless Body Area Network (WBAN)

系统的频谱利用率：单位频谱在该系统中所能承载的业务量

信道的频谱效率：单位频谱在该信道中所能获得的最大信息传送速率

**ISM频段**：工业、科学与医疗（Industrial Scientific Medical, ISM）频段

**信号在信道中的损失**：路径损耗、阴影衰落、多径衰落

**各种多址方式**

频分多址（Frequency Division Multiple Access, FDMA）

时分多址（Time Division Multiple Access, TDMA）

码分多址（Code Division Multiple Access, CDMA）

非正交多址（Non-Orthogonal Multiple Access, NOMA）

正交频分多址（Orthogonal Frequency Division Multiple Access, OFDMA）

**CSMA**：非时隙CSMA、时隙CSMA

**七层协议**：物理层，数据链路层，网络层，运输层，会话层，表示层，应用层

MAC地址：又称为物理地址、硬件地址，是出厂前由生产厂家“烧制”在网卡中的

IP地址：网络设备独一无二的网络层地址

**二、WPAN与ZigBee**

IEEE 802.15工作组：IEEE 802.15.1 蓝牙 IEEE 802.15.2 WLAN和WPAN共存

IEEE 802.15.3 高速无线个域网 IEEE 802.15.4 低速无线个域网 IEEE 802.15.5 Mesh网

IEEE 802.15.6 无线体域网

ZigBee与ZigBee联盟:ZigBee是一种**短距离、低功耗、低数据速率、低成本**的双向无线网络技术，其媒体接入控制层（ Media Access Control, MAC ）与物理层（Physical Layer, PHY）是IEEE 802.15.4标准规范，其网络层面主要由ZigBee联盟主导制定。

**个域网信息库**（PAN Information Base，PIB）：用于存储MAC层管理实体的相关信息

MAC层在ZigBee的协调器与终端设备之间提供一个可靠的通信链路

超帧格式由协调器决定，一般包含信标、活跃期（竞争接入期，非竞争接入期）、非活跃期

信标（Beacon）用来同步与管理整个个域网，由协调器生成并发出,活跃期又分为CAP 与CFP 两个部分

**IEEE 802.15.4通用帧结构**: 帧头、MAC净核、帧尾 最小的帧: 确认帧 5个字节

关联请求 用于未关联该个域网的设备向协调器请求关联能力信息字段含义（1发送该请求的设备是否有能力成为一个协调器2是否是一个全功能设备3是否是一个交流电供电设备4空闲时是否保持接收机开启5是否能解析加密的MAC帧6是否需要协调器为其分配一个16比特的短地址）

**服务原语** 服务原语表征了协议栈上下层之间的一组操作，所谓服务指的是一层协议为其上下层提供的一种处理能力，包括Request、Indication、Response、Confirm

**关联原语用于设备与协调器之间的关联操作**，包含请求、指示、响应、确认

**用于GTS的申请分配与撤销**，包含请求、指示、确认

**三、LTE入门**

用户平面实现了E-RAB服务，即用户数据在接入层上的传输

控制平面用于控制E-RAB的建立与释放、UE与网络的连接，包括请求服务、管理传输资源、切换等

**用户平面协议**：PDCP RLC MAC L1 RRC

无线承载是一条数据或信令传输的通道，是一系列协议实体及配置的总称，包括PDCP协议实体、RLC协议实体以及MAC和PHY分配的一系列资源等

RB分为 DRB是用户数据传输的通道SRB：是信令传输的通道

**E-UTRAN基本原理**：

扁平化，没有中心控制节点，只有eNodeB

网络扁平化的好处1减小了网络延迟2避免单个节点的故障导致大面积瘫痪

需要MME来完成移动性管理

**E--UTRAN基本功能**：

用户数据转发：用户数据经过Uu接口和S1接口的转发功能

无线信道加密与解密

头压缩：对网络层、运输层、应用层等上层协议的头部进行压缩，包括TCP/IP、RTP/UDP/IP

移动性控制功能：1切换：2双重连通性

蜂窝间干扰协调：结合多个蜂窝的业务信息与资源使用情况进行多个蜂窝同时的RRM

流量均衡、无线接入网络共享

**EPC主要功能实体（移动通信系统架构）**：

Serving请求：在EPC与E-UTRAN之间转发数据包，连接其他无线接入网络的网关；为局部移动提供锚点的功能并支撑UE在eNodeB间的局部切换。还负责收集计费信息，合法监听与拦截等

PDN网关：在EPC与外部的分组数据网之间转发数据包；是连接任何外部IP网络和IP多媒体子系统的网关；负责UE的IP地址分配与QoS保证，能够把下行数据包分配给不同的QoS承载进行传输

PCRF：支持业务数据流检测、策略执行、基于流的计费

HSS：存储了用户的基本信息，具有鉴权与安全密钥等功能

E-SMLC：支持定位业务

GMLC：基于接收到的估计值计算UE的最终位置

**LTE随机接入过程**:（有竞争）发前导序列-分配临时ID-发资源请求-接收上行消息并返回冲突解决消息

（无竞争）指派专用随机接入前导-发送随机接入前-下行发送随机接入响

**HARQ基本原理：**混合自动重传请求

ARQ的三种方式：停等式，后退N 步式，选择重发式

**随机接入过程**：

目的： 获得上行同步，获取上行发送资源 分类：竞争，非竞争

**RLC模式：**透明模式，无确认模式，确认模式

**逻辑信道与传输信道之间的关系：**下行时，DLSCH承载除PCCH、MCCH和MTCH之外所有逻辑信道中的信息；上行时，ULSCH承载所有逻辑信道中的信息

**五、异构网**

**异构网络的概念**

异构无线网络结构是指两个或以上的无线通信系统采用了不同的接入技术

指低功率节点被放置在宏基站覆盖区域内形成同覆盖的不同节点类型的异构系统

**蜂窝类型 发射功率（dBm） 覆盖范围（米）**

宏蜂窝 46 一千至数千

微微蜂窝 23-30 数十至数百

飞蜂窝 <23 10-50

中继 30 数百

宏蜂窝部署是符合一定规则的，其最理想的状态是正六边形的蜂窝形状。实际中，宏蜂窝基站的部署难以达到理想状态，总存在一定的位置偏移

飞蜂窝英文名字是Femtocell，又称家庭基站（Home Base Station）

**飞蜂窝的优点**

成本低，安装方便，带宽大，功率低，传输路径短，频谱利用率高，与移动通信系统标准统一，改善室内覆盖

**飞蜂窝的接入方式**

封闭式用户群模式（Closed Subscriber Group，CSG）

开放式接入模式（Open Access）

混合接入模式（Hybrid Access）

**异构蜂窝架构的优势**

不同层级蜂窝分担业务量，实现了对各种业务的最佳支持

通过部署小蜂窝，增加了泛在接入网络蜂窝边缘用户与信号空洞处用户的性能

通过部署小蜂窝，改善了室内覆盖效果

大小蜂窝交错、重叠覆盖、优化部署，提升系统的整体性能

小蜂窝不需要前期规划与租赁成本，因而大大降低了整个网络的Operating Expenditure（OPEX）和Capital Expenditure（CAPEX）

**飞蜂窝带来的关键问题**

飞蜂窝的部署是不规则的，大致可以用某种“点过程（Point Process）”来建模

在宏蜂窝架构中增加飞蜂窝，一个重要的议题是这两种蜂窝占用的频段应该如何划分。

飞蜂窝部署的密度将来是非常大的，这会从根本上改变传统蜂窝网的拓扑结构，从而引发一系列干扰问题

异构蜂窝的特征不同，因此蜂窝选择不能够像传统同构蜂窝网络中那样简单的以接收信号强度（Received Signal Strength，RSS）来衡量

在异构蜂窝网络中，某终端完全可以上下行选择不同类型的蜂窝进行接入，对应着小蜂窝的蜂窝范围扩展技术，形成不对称接入效果

终端在小蜂窝之间过于频繁的切换

从商业模式看，飞蜂窝需要用户与运营商两方面的接纳

**异构无线网络选择问题**

异构无线网络有许多新的问题，其中被研究最多的一个是网络选择，该概念包括Always Best Connected（ABC）、垂直切换判决、Multihoming、流量均衡等

**多属性决策**Multiple Attribute Decision Making（MADM）

简单加权法、乘数指数法、序数偏好法、层次分析法