

# 《5G 无线网技术与规划建设方案》课程大纲

## 壹、 课程背景介绍：

5G 网络采用全新的、革命性的、全 IT 技术架构重构未来网络，以用户和业务需求为导向、以云架构为基础设施搭建下一代智能 IT 平台，构建全连接型社会。

5G 网络将实现 100Mbit/s~1Gbit/s 的用户体验速率、数十 Gbit/s 的峰值速率、数十 Tbit/s/km<sup>2</sup> 的流量密度、100 万/km<sup>2</sup> 的大连接、1ms 的低时延、99.999% 近乎百分百的可靠性、支持 500km/h 的高速移动性。

5G 网络的发展目标是做强移动互联网，做大移动物联网，主要面向增强移动宽带（eMBB）、海量机器类型通信（mMTC）与超高可靠低时延（uRLLC）三大应用场景。

5G 网络的全新体系架构及业务连接与流量分布特征将对其网络架构及组网产生重要影响。如何建设 5G 网络？5G 网络采用何种技术体制？标准体系建设及标准制定进展情况如何？设备制造商 5G 网络技术、产品研发现状及进展情况如何？我国三大电信运营商建设 5G 网络分别采用何种技术路线？何种技术体制？试验网建设情况如何？如何进行 5G 网络规划与建设，以适配 5G 网络全新的体系架构及三大应用场景业务发展的需要？这是 5G 网络建设需要探讨的关键问题。

基于上述背景分析，为加快网络转型、技术转型、人才转型，以满足未来 5G 网络建设对于人才的需要，特举办《5G 无线网技术与规划建设方案》培训。

## 贰、 培训内容架构与设计思路

### (1) 培训内容架构：

本课程采用模块化教学方法，总体架构主要包括以下 8 个教学模块：

模块一：概念篇-5G 网络的概念、技术特征与应用

模块二：架构篇-5G 网络标准架构及网元设备组成

模块三：无线网-5G 无线网架构及技术原理与应用

模块四：设备篇-5G 网络基站设备组成及产品介绍

模块五：规划篇-5G 无线网查勘、规划与设计

模块六：建设篇-5G 无线网工程建设方案案例分析

模块七：共建篇-5G 700MHz 无线网共建共享方案

模块八：专网篇-5G to B 专网概念及建设方案案例

(2) 设计思路：

本课程采用模块化教学方法，以 5G 无线网技术及规划建设为主线、涵盖 5G 概念、体系架构、无线网技术、无线网组网、规划与建设、应用案例、设备介绍、5G 700M 网络、共建共享、专网技术等内容，由浅入深、循序渐进、由理论到应用实践进行设计。

**参、 培训对象：**

无线网、核心网、承载网、工程建设等部门技术人员。

**四、 培训时间及安排：3 天/期，6 小时/天**

授课时间	授课内容	授课时长	
第一天	上午	模块一：概念篇-5G 网络的概念、技术特征与应用	1 小时
		模块二：架构篇-5G 网络标准架构及网元设备组成	2 小时
	下午	模块三：无线网-5G 无线网架构及技术原理与应用	2 小时
		模块四：设备篇-5G 网络基站设备组成及产品介绍	1 小时
		课程小结、答疑、交流讨论与互动环节	
第二天	上午	模块五：规划篇-5G 无线网查勘、规划与设计	3 小时
	下午	模块六：建设篇-5G 无线网工程建设方案案例分析	3 小时
		课程小结、答疑、交流讨论与互动环节	
第三天	上午	模块七：共建篇-5G 700MHz 无线网共建共享方案	3 小时
	下午	模块八：专网篇-5G to B 专网概念及建设方案案例	3 小时
	课程总结、答疑、交流讨论与互动环节		

**伍、 课程详细大纲：**

模块一：概念篇-5G 网络的概念、技术特征与应用

**1. 5G 的基本概念与关键技术特征**

1.1 5G 的基本概念与关键要素诠释

1.2 5G 概念的内涵及理解

1.3 5G 技术及应用的关键特征

1.4 5G 网络的关键能力特征

1.5 5G 网络的关键性能指标

1.6 5G 网络与 4G 网络关键性能指标的对比

**2. 5G 网络的应用场景及需求分析**

2.1 5G 网络的三大应用场景

- 2.25G 网络应用场景细分领域需求分析
- 2.35G 业务需求对网络提出的新挑战及要求
- 2.45G 移动互联网新兴业务形态
- 2.55G 物联网的应用场景与需求
- 2.65G 各种应用场景的业务需求
- 2.75G 业务需求对网络提出的新挑战及要求
- 2.85G 的主要应用场景及业务类型
  - 2.8.1 场景一：增强移动宽带（eMBB）及业务类型
  - 2.8.2 场景二：大规模机器类型通信（mMTC）及业务类型
  - 2.8.3 场景三：超高可靠低时延（uRLCC）及业务类型
- 2.95G 网络的关键能力指标及要求
  - 2.9.1 5G 的用户体验速率及要求
  - 2.9.2 5G 的峰值速率（eMBB）及要求
  - 2.9.3 5G 的流量密度及要求
  - 2.9.4 5G 的大规模机器类型通信（mMTC）及要求
  - 2.9.5 5G 的超高可靠低时延（uRLLC）及要求
  - 2.9.6 5G 的高速移动性及要求

## 模块二：架构篇-5G 网络标准架构及网元设备组成

### 3. 5G 网络的体系架构及系统组成

- 3.15G 网络的总体架构及组成要素
  - 3.1.1 5G 网络的标准体系架构及组成
  - 3.1.2 5G NR 标准体系架构介绍
    - 3.1.2.1 5G 接入网—NG-RAN 标准架构
    - 3.1.2.2 5G 基站—gNB：NR Node B（NR 基站）
    - 3.1.2.3 gNB 的内部架构和工作原理
    - 3.1.2.4 CU-DU 分离架构
  - 3.1.3 5G 无线接入网参考接口
    - 3.1.3.1 5G NR 空口-Uu 接口介绍
    - 3.1.3.2 AAU 与 DU 接口-CPRI/eCPRI 接口
    - 3.1.3.3 DU 与 CU 接口-F1 接口
    - 3.1.3.4 CU 与 5G 核心网接口-NG 接口

### **3.1.3.5 gNB 之间接口-Xn 接口**

## **3.1.4 无线协议栈**

### **3.1.4.1 控制面协议栈**

### **3.1.4.2 用户面协议栈**

## **3.1.5 5G 核心网架构与参考接口介绍**

### **3.1.5.1 5G 核心网—5G Core 标准架构**

### **3.1.5.2 5G 核心网主要接口与协议**

### **3.1.5.3 CP-UP 分割和 E1 接口**

## **3.1.6 5G 核心网主要网元设备介绍**

### **3.1.6.1 AMF：接入和移动性管理功能**

### **3.1.6.2 UPF：用户平面功能**

### **3.1.6.3 AUSF：鉴权服务器功能**

### **3.1.6.4 SMF：会话管理功能**

### **3.1.6.5 PCF：策略控制功能**

### **3.1.6.6 UDM：统一数据管理**

## **3.2 5G NSA 与 SA 标准架构介绍**

### **3.2.1 5G NSA 标准架构介绍**

**3.2.2 Option3 (含 3a、3x)：**核心网采用 EPC，信令锚定于 LTE，数据在 LTE (3a 在 EPC，3x 在 5G NR) 分发

**3.2.3 Option4 (含 4a)：**核心网采用 5GC，信令锚定于 5G NR，数据在 5G NR (4a 在 5GC) 分发

**3.2.4 Option7 (含 7a、7x)：**核心网采用 5GC，信令锚定于 eLTE，数据在 eLTE (7a 在 5GC，7x 在 5G NR) 分发

### **3.2.5 5G SA 标准架构介绍**

**3.2.5.1 Option2：**核心网采用 5GC，无线网采用 5G NR

**3.2.5.2 Option5：**核心网采用 5GC，无线网采用 eLTE (LTE 增强)

## **4. 5G 网络设备性能及组网特性**

### **4.1 5G 基站性能指标**

### **4.2 5G 基站组网特性**

### **4.3 5G 核心网硬件设备性能**

### **4.4 5G 核心网组网特性**

### 模块三：无线网-5G 无线网架构及技术原理与应用

## 5. 5G 无线网架构及技术原理与应用

### 5.1 5G 无线网络基础原理概述

#### 5.1.1 5G 物理层介绍

#### 5.1.2 物理层的两大子层介绍

##### 5.1.2.1 PHY\_High

##### 5.1.2.2 PHY\_LOW

#### 5.1.3 物理层的三大插口介绍

##### 5.1.3.1 nFAPI 插口

##### 5.1.3.2 eCPRI 插口

##### 5.1.3.3 CPRI 插口

#### 5.1.4 5G 典型流程

### 5.2 5G 的频率方案

#### 5.2.1 5G 的频谱选择

##### 5.2.1.1 现有的频谱分配

##### 5.2.1.2 3-6GHz 的使用

#### 5.2.2 授权频段和非授权频段

##### 5.2.2.1 6G-30GHz 的实验进展

##### 5.2.2.2 30GHz 以上的毫米波

#### 5.2.3 频谱分配策略与挑战

##### 5.2.3.1 传统静态频谱分配

##### 5.2.3.2 动态频率分配

##### 5.2.3.3 频谱拓展技术

### 5.3 空口资源

#### 5.3.1 传输波形

#### 5.3.2 基本时间单位

#### 5.3.3 NR 帧结构

#### 5.3.4 Numerology

### 5.4 时域结构

#### 5.4.1 自包含时隙/子帧

#### 5.4.2 灵活时隙符号配比

#### 5.4.3 Mini-Slot

### 5.5 频域结构

#### 5.5.1 频率资源单位



## **6.2 诺基亚 5G 网络基站设备介绍**

### **6.2.1 诺基亚 5G 基站产品方案概述**

#### **6.2.1.1 宏基站**

#### **6.2.1.2 微基站**

#### **6.2.1.3 皮基站**

#### **6.2.1.4 一体化基站**

#### **6.2.1.5 家庭基站**

### **6.2.2 5G 基站功能及性能介绍**

### **6.2.3 5G 基站模块介绍（控制板、基站处理单元）**

### **6.2.4 5G 基站云化**

## **模块五：规划篇-5G 无线网查勘、规划与设计方案**

### **7. 5G 无线网查勘、规划与设计方案**

#### **7.1 5G 无线网络规划的总体考虑**

#### **7.2 5G 无线网络规划方法论**

#### **7.3 5G 无线网络规划基本特性**

#### **7.4 影响 5G 网络规划的相关因素分析**

#### **7.5 5G 无线传播模型和不同频段组网规划**

#### **7.6 5G 无线网查勘与站址选择**

#### **7.7 5G 无线网络多层次覆盖规划（城区、郊区和农村，室内与室外等各类场景）**

#### **7.8 5G 无线网络小区参数设计**

#### **7.9 5G 无线网络容量估算**

#### **7.10 5G 承载网需求分析及规划（前传、中传与回传）**

## **模块六：建设篇-5G 无线网工程建设方案案例分析**

### **8. 5G 无线网工程建设方案案例分析**

#### **8.1 5G 网络的部署目标及关键问题分析**

#### **8.2 5G 网络多层次部署方案及频谱部署策略**

#### **8.3 5G 网络频段针对多业务场景的选择建议**

#### **8.4 5G 无线网络部署主要结构**

#### **8.5 5G Cloud RAN 的部署方案**

#### **8.6 5G 无线网络满足多业务场景要求的部署方案**

#### **8.7 5G 深度覆盖解决方案**

#### **8.8 5G 站点部署方案**

#### **8.9 5G 站点传输方案**

#### **8.10 5G 天馈方案**

#### **8.11 5G 时钟部署方案**

#### **8.12 5G 核心网部署方案**

#### **8.13 5G 承载网部署方案**

#### **8.14 5G 语音部署方案**

- 8.15 5G 外场建设特点
- 8.16 5G 工程实施常见问题及解决方案

### 模块七：共建篇-5G 700MHz 无线网共建共享方案

- 9. 5G 700M 网络技术整体介绍
  - 9.1 700M 频谱带宽及帧结构定义
    - 9.1.1 700M 频谱资源
    - 9.1.2 700M 频段 5G 标准定义
    - 9.1.3 700M 频段子载波间隔选择
    - 9.1.4 700M 频率引入后，中国移动整体频谱定位
  - 9.2 700M 基本原理
    - 9.2.1 700M 帧结构定义及峰值性能
    - 9.2.2 700M 帧结构介绍
    - 9.2.3 700M 单载波单 UE/小区上下行峰值
    - 9.2.4 700M 物理资源配置
    - 9.2.5 700M 峰值速率
  - 9.3 700M 网络建设定位
    - 9.3.1 700M 网络能力决定网络定位
    - 9.3.2 700M 作为 5G 打底网，部署一步到位、均衡发展
    - 9.3.3 强化 2.6G：容量与覆盖均具备竞争力
    - 9.3.4 借势 700M：城深+农广快速部署托底网络提升竞争力
  - 9.4 700M 覆盖目标
    - 9.4.1 规划目标：700M 达到 GSM 900M 的语音覆盖水平
    - 9.4.2 700M 的建网目标和网络定标
    - 9.4.3 700M 的覆盖及容量特点决定其定位：与 2.6G 双网双连续，优势互补
  - 9.5 700M 天馈方案
    - 9.5.1 700M 网络的天馈解决方案
    - 9.5.2 700M 天面整合风险及应对策略
    - 9.5.3 700M 天面整合质量保证措施
  - 9.6 700M NR 网络覆盖优化工作流程
  - 9.7 700M 验收标准
    - 9.7.1 700M 网络验收标准关键指标-单站@30M
    - 9.7.2 定点测试指标
    - 9.7.3 覆盖类指标
    - 9.7.4 时延类指标
    - 9.7.5 簇/区域优化速率指标
    - 9.7.6 700M 网络验收标准关键指标-簇优化
- 10. 5G 网络共建共享相关政策法规及总体原则解读
  - 10.1 5G 网络共建共享相关政策解读
  - 10.2 5G 网络共建共享相关法律法规解读
  - 10.3 5G 网络共建共享总体原则解读
- 11. 移动与广电 5G 共建共享策略
  - 11.1 移动与广电 5G 共建共享建设思路
  - 11.2 移动与广电 5G 共建共享技术路线

- 11.3 移动与广电 5G 共建共享发展策略**
- 12.5G 网络共建共享主流方案及分析**
  - 12.1 站点共享**
  - 12.2 漫游架构**
  - 12.3 MORAN 独立载波**
  - 12.4 MOCN 载波共享**
  - 12.5 GWCN 独立载波**
  - 12.6 GWCN 载波共享**
  - 12.7 共建共享主流方案对比分析**
  - 12.8 移动与广电共建共享方案选择**
  - 12.9 共建共享模式下 5G 网络的组网方案**
  - 12.10 5G 700M 基站设备介绍（华为与中兴产品介绍）**

**模块八：专网篇-5G to B 专网概念及建设方案案例**

- 13.5G to B 专网概念及建设方案案例**
  - 13.1 5G to B 行业专网基本概念诠释**
  - 13.2 5G to B 行业专网的分类及应用场景**
    - 13.2.1 5G to B 行业专网按照服务范围分类**
      - 13.2.1.1 公网专用专网-广域专网**
      - 13.2.1.2 定制专网-局域专网**
    - 13.2.2 5G to B 行业专网按照部署模式分类**
      - 13.2.2.1 虚拟专网（V）**
      - 13.2.2.2 混合专网（M）**
      - 13.2.2.3 物理专网（P）**
    - 13.2.3 5G to B 行业专网的应用场景**
  - 13.3 5G to B 行业专网的部署模式**
    - 13.3.1 与公网集成模式**
      - 13.3.1.1 与公网端到端共享**
      - 13.3.1.2 与公网部分共享**
    - 13.3.2 独立部署模式**
  - 13.4 5G to B 行业专网的特征-服务可定制**
    - 13.4.1 授权频谱可定制-专用频率**
    - 13.4.2 服务范围可定制**
    - 13.4.3 网络能力可定制**
    - 13.4.4 隔离度可定制**

## **13.5 行业通信对 5G 专网的需求分析**

### **13.5.1 组网需求**

**13.5.1.1 需求一：业务加速**

**13.5.1.2 需求二：业务隔离**

**13.5.1.3 需求三：本地业务保障**

**13.5.1.4 需求四：业务数据不出场**

**13.5.1.5 需求五：边缘云**

**13.5.1.6 需求六：超级上行-无线上行带宽增强**

**13.5.1.7 需求七：无线专用**

**13.5.1.8 需求八：接入控制**

**13.5.1.9 需求九：能力开放**

### **13.5.2 运营及运维类需求**

**13.5.2.1 业务运营需求**

**13.5.2.2 业务开通需求**

**13.5.2.3 网络运维需求**

**13.5.2.4 网络安全需求**

**13.5.2.5 计费需求**

## **14.5G to B 行业专网规划建设需要考虑的相关问题？**

### **14.1 5G to B 行业专网建设需要解决那些关键问题？**

**14.1.1 用什么建专网？**

**14.1.2 怎么建专网？**

**14.1.3 能提供什么专网服务？**

**14.1.4 专网用什么终端？**

**14.1.5 专网如何运维？**

**14.1.6 如何进一步提升专网价值？**

### **14.2 建设 5G to B 行业专网需要具备哪些能力？**

**14.2.1 协同化频谱**

**14.2.2 定制化组网**

**14.2.3 差异化服务**

**14.2.4 通用化终端**

**14.2.5 智慧化运维**

#### **14.2.6 多样化能力**

### **14.3 5G to B 行业专网建设的主要需求有哪些？**

#### **14.3.1 网络连接高性能**

#### **14.3.2 网络连接可靠性**

#### **14.3.3 网络连接安全性**

#### **14.3.4 无线资源保障**

#### **14.3.5 网络管控性**

#### **14.3.6 设备通用性等**

### **15. 5G to B 行业专网网络规划与建设思路**

#### **15.1 总体思路：网络切片+边缘计算+云网协同+对外服务**

#### **15.2 运行层建设方案：无线网、UPF、ECP**

#### **15.3 使能层建设方案**

##### **15.3.1 业务支撑系统（BOSS）**

##### **15.3.2 网络切片编排（NSMF）**

#### **15.4 运营层建设方案**

##### **15.4.1 切片运营平台**

##### **15.4.2 网边协同运营平台**

##### **15.4.3 2B2C 运营平台**

### **16. 基于 5G to B 行业专网的网络设计流程**

#### **16.1 5G 专网网络能力要求与解决方案定制-端到端切片**

#### **16.2 终端**

##### **16.2.1 N-NSSAI 支持**

##### **16.2.2 URSP 支持**

##### **16.2.3 多切片并发**

#### **16.3 无线网**

##### **16.3.1 切片用户组的资源预留**

##### **16.3.2 切片优先级**

##### **16.3.3 NSMF-NSSMF 端口**

#### **16.4 传输网**

##### **16.4.1 MTN 硬切片**

##### **16.4.2 切片 VPN**



就学员提出的问题进行分析、讨论、模拟演练和点评。

## 六、 讲师介绍

李文耀：副教授，硕士生导师，全国优秀教师。1991年毕业于北京邮电大学，国内通信行业精通各种通信网络与技术的网络专家、技术专家，全国通信行业资深讲师，高级网络架构师、高级咨询师，工业和信息化部通信行业职业技能鉴定中心考评员，中国 NB-IoT 产业联盟专家组成员，武汉邮电科学研究院·烽火科技集团高级培训师，《中国光电》杂志、中国光电网（www.optochina.net）编委会成员，《通信世界》杂志特邀撰稿人，被评为 2011-2012 年度通信产业先锋技术人物，2012 年全国通信行业“金牌培训讲师”。

长期从事电信运营商的通信技术咨询、交流与培训，研究生、本专科生、通信企业员工培训、用户培训和援外培训的教学与科研工作；多次参与工业和信息化部通信行业职业技能鉴定中心有关通信行业职工通信技术技能鉴定工作；多次参与国内外主要设备制造商、中国电信、中国移动与中国联通三大电信运营商、通信网络规划与设计单位、通信网络工程建设与维护单位、广电与电力行业通信部门等的通信新技术交流、咨询与培训工作。在 5G、NB-IoT、物联网、云计算、大数据、人工智能、智慧城市、智慧社区、智能小区、智能家居、互联网、移动互联网等领域有一定的造诣和工程建设实践经验。

诚实做人，学识渊博、知识结构全面、亲和力强、在业界有一定影响。既有雄厚而扎实的理论基础、精湛而熟练的技术、又有丰富的理论及实践教学经验和技巧、做过项目课题、产品研发、还参加过通信网络的规划与设计、通信工程建设、网络运维及新业务开发等工作。

在长期的教学与培训实践中形成了独具特色、自成体系的教学风格和教学方法，最大特点在于以人文的思想与方法进行教学，生动活泼，富于激情与感染力；教学针对性强，知识全面、思路清晰、逻辑严密、结合丰富的案例进行教学，深入浅出、诙谐幽默；通过互动教学，解决学员在实际工作中遇到的各种问题，让学员在短时间内取得较大收获。学员上万人，遍及国内外通信行业，广电与电力行业，学员对教学效果评估，满意率均达 90%以上。

曾主持并参与部级科研课题 5 项，省级科研项目 10 项，与他人合著技术参考书 2 部，在国内外刊物上发表论文 20 多篇，多次获奖。