

# **NB-IoT 网络、平台、终端技术与规划设计及运维培训**

## 【方案设计思路】

### (1) 培训方案架构：

本课程采用模块化教学方法，总体架构主要包括以下八个教学模块：

模块一：产业篇—NB-IoT 的概念与产业发展及应用分析

模块二：技术篇—NB-IoT 端到端网络架构及关键技术

模块三：平台篇—NB-IoT 物联网平台技术、操作及维护

模块四：终端篇—NB-IoT 网络终端技术、操作及维护

模块五：规划设计篇—NB-IoT 网络建设与规划及设计

模块六：应用篇—NB-IoT 网络垂直行业应用解决方案与案例

模块七：运维篇—NB-IoT 网络运维及管理

模块八：工具与实战篇—NB-IoT 网络业务开发与网络运维工具运用与实战

### (2) 设计思路：

物联网技术的特点表现为端到端的整体解决方案，涉及到产业、网络、技术、平台和终端五个关键要素，因此，课程设计需要做到系统性，给培训学员建立一个端到端的整体物联网概念及清晰的系统架构，这对于培训学员能够进行物联网端到端整体建设、端到端整体规划与设计、端到端运维及管理等方面的工作十分重要。基于以上分析，给出课程端到端设计方案。

### (3) 与中国移动的贴合点：

本课程结合中国移动转型发展及大连接发展战略，围绕中国移动物联网业务及行业应用市场拓展发展目标，重点讲授 NB-IoT 网络、平台、终端技术与规划设计及运维等内容，该

技术是 CT 与 IT 融合的主流技术，也是中国移动未来实现网络转型、技术转型的关键技术，应用该技术，拓展行业应用，提升中国移动发展的竞争力，贴合度高。

### 【培训目标】

培训目标：本课程着眼 NB-IOT 技术本身，探讨 NB-IOT 网络架构、关键技术、产业生态、应用部署等内容，为从事物联网应用、运营与维护的人员提供知识储备和技术赋能，通过本课程的培训，学员可掌握 NB-IoT 产业生态、行业应用与发展、NB-IOT 技术原理与关键技术、NB-IoT 终端与模组、NB-IOT 业务平台及 NB-IoT 平台、业务服务与集成等有等。

培训要点简介：课程涵盖了 NB-IoT 产业生态、行业应用与发展、NB-IOT 关键技术与部署、NB-IoT 终端、模组与平台及典型场景的组网与业务应用等。

### 【课程安排】

模块一：产业篇—NB-IoT 的概念与产业发展及应用分析

模块二：技术篇—NB-IoT 端到端网络架构及关键技术

模块三：平台篇—NB-IoT 物联网平台技术、操作及维护

模块四：终端篇—NB-IoT 网络终端技术、操作及维护

模块五：规划设计篇—NB-IoT 网络建设与规划及设计

模块六：应用篇—NB-IoT 网络垂直行业应用解决方案与案例

模块七：运维篇—NB-IoT 网络运维及管理

模块八：工具与实战篇—NB-IoT 网络业务开发与网络运维工具运用与实战

### 【培训对象】

产品经理-物联网方向（集客部）、产品支撑经理-物联网方向（网络部）

### 【课程特色】

本课程属于网络创新技术、CT 与 IT 融合技术。重点讲授 NB-IoT 网络、平台、终端技术与规划设计及运维等内容。包括 NB-IoT 网络架构与系统组成、NB-IoT 网络终端、网络、IoT 平台及应用开发等关键技术及其应用、NB-IoT 网络部署与建设方案、NB-IoT 网络的应

用场景及案例分析、中国移动 NB-IoT 的应用实践、智能路灯项目实战演练等内容，同时，通过大量的案例介绍该技术在智慧城市、远程抄表、智能停车、智能路灯、环境监测、智慧农牧业、物品追踪、智能穿戴等垂直行业中的应用思路与方法、以及行业应用解决方案。

本课程最大特色及亮点：运用华为 NB-IoT 网络 SoftRadio 仿真工具、NB-IoT 网络信令流程分析工具、COAP 网关设备仿真工具、COAP 应用服务器业务开发工具、NB-IoT 模组开发实验板等工具进行实战教学，强调实战性、可操作性强，理论与实践高度结合，所学及所用，全面提升学员的技能。

## 【培训大纲】

### 模块一：产业篇—NB-IoT 的概念与产业发展及应用分析

#### 1. NB-IoT 产业发展及商业模式分析

##### 1.1 国内外物联网市场及产业发展分析

###### 1.1.1 全球物联网市场发展及预测

###### 1.1.2 全球物联网产业发展情况及布局

###### 1.1.3 运营商发展物联网的优势及经验

##### 1.2 物联网中采用的无线通信技术及问题分析

###### 1.2.1 物联网中采用的无线通信技术

###### 1.2.2 现有物联网通信技术存在的问题分析

##### 1.3 LPWA 类物联网业务对网络技术的需求分析

1.3.1 LPWA 类物联网业务对网络技术的需求

1.3.2 LPWA 类物联网业务可选用的网络技术

1.3.3 运营商现有网络难以承担 LPWA 类业务需求

1.3.4 NB-IoT 是适应 LPWA 类业务的最佳解决方案

1.3.5 NB-IOT 技术与其他物联网技术的对比

1.4 NB-IOT 标准及发展

1.5 海外主流运营商 IoT 战略和业务布局

1.6 NB-IoT 物联网的应用场景

1.7 国内外 NB-IoT 的商业模式分析

## **2. NB-IoT 基本概念与技术特点**

2.1 NB-IoT 的基本概念与特点

2.2 NB-IoT 的技术优势分析

2.3 NB-IoT 技术与相关窄带物联网技术的比较

2.3.1 LoRa

2.3.2 Sigfox

2.3.3 EC-GSM 等

2.4 NB-IoT 技术应用需求分析

2.4.1 无线覆盖需求

2.4.2 物联网终端功耗需求

2.4.3 平均模组成本需求

2.4.4 物联网终端连接数需求

2.4.5 通信速率需求（上行峰值速率、下行峰值速率）

2.4.6 移动性需求

2.4.7 语音能力需求

2.4.8 产业支持与成熟度

### **3. 中国移动 NB-IoT 的应用实践**

3.1 中国移动发展 NB-IoT 的思路与策略

3.2 中国移动 NB-IoT 应用总体解决方案

3.3 中国移动 NB-IoT 网络建设与部署方案

3.4 中国移动 NB-IoT 业务平台建设方案

3.5 鹰潭移动 NB-IoT 网络建设方案介绍

3.5.1 鹰潭移动 NB-IoT 网络总体建设介绍

3.5.2 鹰潭移动 NB-IoT 无线网建设方案

3.5.3 鹰潭移动 NB-IoT 核心网建设方案

3.5.4 鹰潭移动 NB-IoT 无线回传网建设方案

3.5.5 鹰潭移动 NB-IoT 承载网建设方案

3.5.6 鹰潭移动 NB-IoT 网络 IoT 平台建设方案

### 3.6 鹰潭移动 NB-IoT 网络应用案例分析

#### 3.6.1 智能抄表应用案例介绍

#### 3.6.2 智能路灯应用案例介绍

#### 3.6.3 智能停车应用案例介绍

## 模块二：技术篇—NB-IoT 端到端网络架构及关键技术

### 4. NB-IoT 端到端网络架构与系统组成

#### 4.1 NB-IoT 网络端到端总体架构描述

#### 4.2 NB-IoT 网络组成及网元设备介绍

##### 4.2.1 NB-IoT 网络组成及主要设备网元

##### 4.2.2 NB-IoT 终端设备及功能

##### 4.2.3 NB-IoT 接入网设备及功能 (eNodeB)

##### 4.2.4 NB-IoT 核心网设备及功能 (EPC、vEPC、C-SGN、SCEF 等)

##### 4.2.5 C-SGN (蜂窝物联网服务网关节点) 网元设备介绍

##### 4.2.6 SCEF (业务能力开放功能) 网元设备介绍

#### 4.3 NB-IoT 网络协议栈架构及信号流程分析

##### 4.3.1 NB-IoT 网络主要接口及功能介绍 ( S1-AP 、 S1-U、S5/S8、S10、S11、T6、S6a、S6t、S-GI、API 等)

##### 4.3.2 NB-IoT 网络主要协议及功能

4.3.3 HTTP 协议介绍

4.3.4 CoAP 协议介绍

4.3.5 MQTT 协议介绍

4.3.6 NB-IoT 端到端通信过程协议描述

4.4 物联网平台（连接管理平台、设备管理平台、业务使能平台）及功能

4.5 NB-IoT 应用开发平台（第三方应用服务器、物联网操作系统、物联网应用软件等）

及功能

4.6 案例分析：鹰潭移动 NB-IoT 网络端到端网络构成详细介绍

## **5. NB-IoT 网络的关键技术及其应用**

5.1 NB-IoT 网络关键技术介绍

5.1.1 NB-IoT 网络广覆盖实现关键技术

5.1.2 NB-IoT 提高增益的技术方案

5.1.3 NB-IoT 网络大连接实现关键技术

5.1.4 NB-IoT 网络低功耗实现关键技术

5.1.5 NB-IoT 的节电工作模式：PSM、eDRX

5.1.6 NB-IoT 网络低成本实现关键技术

5.2 NB-IoT 频谱方案

5.3 NB-IoT 空口技术

5.3.1 NB-IoT 空口控制面协议

5.3.2 NB-IoT 空口用户面协议

5.4 NB-IoT 网络物理层技术

5.4.1 NB-IoT 网络物理层下行链路技术

5.4.2 NB-IoT 网络物理层上行链路技术

5.5 NB-IoT 的终端组成及技术

5.6 NB-IoT 芯片与模组主流厂商

5.7 NB-IoT 无线网组成及技术

5.8 NB-IoT 核心网技术与组网

5.9 NB-IoT 的物联网平台技术

5.10 NB-IoT 的应用平台及开发

5.11 NB-IoT 各系统之间的对接关键技术

5.11.1 NB-IoT 终端与物联网平台之间的对接技术

5.11.2 物联网平台与应用服务器（AS）之间的对接技术

5.11.3 NB-IoT 终端与应用服务器（AS）之间的对接技术

5.12 NB-IoT 网络新技术及发展

**模块三：平台篇—NB-IoT 物联网平台技术、操作及维护**

**6. NB-IoT 物联网平台技术、操作及维护（以中国移动 OneNet 平台为例）**

## 6.1 中国移动 OneNet 平台总体介绍

## 6.2 NB-IoT 物联网平台的体系架构及组成

### 6.2.1 连接管理平台 (SIM, 业务编排, 设备管理, 数据收集等)

### 6.2.2 业务使能平台 (Portal, API 能力开放 (行业、开发者), 应用层协议栈适配, 数据分析, 应用生命周期管理)

### 6.2.3 设备管理平台 (终端设备、终端 SIM OTA、事件订阅管理)

### 6.2.4 北向接口 API

#### 6.2.4.1 数据 API (提供数据管理的能力)

#### 6.2.4.2 设备 API (针对设备管理进行抽象)

#### 6.2.4.3 安全 API (提供安全可靠的联接)

### 6.2.5 南向接口 Agent

#### 6.2.5.1 设备 Profile 文件

#### 6.2.5.2 编解码插件

### 6.2.6 BSS/OSS (自助开户、计费)

### 6.2.7 大数据分析挖掘平台

## 6.3 IoT 连接管理平台

### 6.3.1 平台功能

#### 6.3.1.1 实现连接管理和能力开放

6.3.1.2 完成与运营商管道和平台对接

6.3.1.3 终端接入与安全认证

6.3.1.4 业务编排、数据管理、多协议通信

6.3.2 能力开放

6.3.2.1 开放的终端接入

6.3.2.2 开放的业务应用扩展

6.3.3 业务价值

6.3.3.1 快速响应市场，推出新业务应用

6.3.3.2 技术细节交给平台

6.4 物联网平台的逻辑架构及组成

6.5 物联网平台的主要业务流程

6.5.1 北向注册流程（应用服务器注册）

6.5.2 业务发放流程（设备开户）

6.5.3 南向注册流程（设备注册）

6.5.4 南向信息上报流程（信息上报）

6.5.5 控制信息下发流程（设备管理与控制）

6.6 案例分析：车联网典型业务流程

6.6.1 车机注册流程

6.6.2 设置 AES 加密流程

6.6.3 车机绑定流程-前装车

6.6.4 车机鉴权流程-前装车

6.6.5 数据上报流程-前装车

6.6.6 命令下发流程-前装车

6.6.7 删除车机流程-前装车

6.7 物联网平台的其他相关业务

6.7.1 大数据分析

6.7.2 短信通知

6.7.3 邮件通知

6.7.4 地图服务

6.7.5 视频监控等

**模块四：终端篇—NB-IoT 网络终端技术、操作及维护**

**7. NB-IoT 终端技术、操作及维护**

7.1 NB-IoT 终端与功能

7.1.1 终端：行业物联网终端、物联网智能终端等

7.1.2 数据采集：传感器

7.1.3 控制与管理：微控制器、执行器等

7.2 传感器 (工业传感器、农业传感器等)

7.3 NB-IoT 芯片

7.4 NB-IoT 模组

7.5 NB-IoT 终端与数据库之间的通信方式 (上行：数据采集)

7.6 用户终端与 NB-IoT 终端之间的通信方式 (下行：物联网终端控制与管理)

7.7 NB-IoT 终端操作与维护

**模块五：规划设计篇—NB-IoT 网络建设与规划及设计**

## **8. NB-IoT 网络部署与建设方案**

8.1 NB-IoT 网络的部署方式

8.1.1 独立部署

8.1.2 LTE 保护带部署

8.1.3 LTE 带内部署

8.2 NB-IoT 的建设方案

8.2.1 NB-IoT 接入网部署方案

8.2.2 NB-IoT 核心网部署方案

8.2.3 NB-IoT 业务平台部署方案

8.3 NB-IoT 部署场景

8.4 NB-IoT 网络布署方案

## 9. NB-IoT 网络规划与设计

### 9.1 电信运营商对 NB-IoT 的频段划分

### 9.2 NB-IoT 的信道划分与带宽

### 9.3 NB-IoT 组网规划八个步骤及关键问题

#### 9.3.1 频谱规划

##### 9.3.1.1 频谱选择

##### 9.3.1.2 邻频保护带预留

#### 9.3.2 同频缓冲区规划

##### 9.3.2.1 同频干扰分析

##### 9.3.2.2 同频干扰缓冲区仿真规划

#### 9.3.3 同频干扰分析

#### 9.3.4 同频干扰缓冲区仿真规划

#### 9.3.5 覆盖能力估算

#### 9.3.6 站点规划(1:N/1:1)

#### 9.3.7 覆盖规划仿真

##### 9.3.7.1 覆盖标准

##### 9.3.7.2 网规参数规划

##### 9.3.7.3 站点仿真工具典型参数设置

### 9.3.8 实施部署

#### 9.3.8.1 清频测试

#### 9.3.8.2 站点勘测

#### 9.3.8.3 建站部署

### 9.4 覆盖估算

#### 9.4.1 NB-IoT 与 2G/4G 覆盖能力对比

#### 9.4.2 NB-IoT 与 eMTC 覆盖能力对比

### 9.5 NB-IoT 组网规划需考虑的因素及相互关系

#### 9.5.1 NB-IoT 组网 1:N/1:1 选择及应用场景探讨

#### 9.5.2 建议 NB-IoT 与现网站点 1:1 建设站点

### 9.6 容量估算

#### 9.6.1 用户分布模型

#### 9.6.2 话务模型及用户数

### 9.7 NB-IoT 组网演进策略探讨

#### 9.7.1 方案一：一次规划，分步实施

#### 9.7.2 方案二：迭代规划，逐步优化

### 9.8 NB-IoT 网络布署方案案例分析

#### 9.8.1 案例：NB-IoT 深度覆盖技术验证

9.8.2 华为 NB-IoT 网络布署方案

9.8.3 场景 1：SingleRAN 站点共建方案

9.8.4 场景 2: 独立建站方案

## 模块六：应用篇—NB-IoT 网络垂直行业应用解决方案与案例

### 10. NB-IoT 网络的应用场景及案例分析

#### 10.1 NB-IoT 承载的主要业务类型及特征

10.1.1 自主异常报告业务类型

10.1.2 自主周期报告业务类型

10.1.3 网络指令业务类型

10.1.4 软件更新业务类型

#### 10.2 NB-IoT 的主要应用场景

10.2.1 远程抄表

10.2.2 智能停车

10.2.3 智能路灯

10.2.4 环境监测

10.2.5 智慧农牧业

10.2.6 物品追踪

10.2.7 智能穿戴

## 10.3 NB-IoT 应用案例分析

### 10.3.1 案例一：智能水表应用案例分析

#### 10.3.1.1 需求分析

#### 10.3.1.2 技术方案选型

#### 10.3.1.3 网络组网规划与设计

#### 10.3.1.4 设备器件选型

#### 10.3.1.5 工程建设方案

### 10.3.2 案例二：智能路灯应用案例分析

#### 10.3.2.1 需求分析

#### 10.3.2.2 技术方案选型

#### 10.3.2.3 网络组网规划与设计

#### 10.3.2.4 设备器件选型

#### 10.3.2.5 工程建设方案

### 10.3.3 案例三：智能停车应用案例分析

#### 10.3.3.1 需求分析

#### 10.3.3.2 技术方案选型

#### 10.3.3.3 网络组网规划与设计

#### 10.3.3.4 设备器件选型

### 10.3.3.5 工程建设方案

#### 模块七：运维篇—NB-IoT 网络运维及管理

#### 11. NB-IoT 网络运维及管理

11.1 NB-IoT 无线网络优化及 KPI 性能提升

11.2 NB-IoT 核心网信令流程分析与故障诊断

11.3 NB-IoT 无线回传网（PTN 和 OTN 网络）维护

11.4 NB-IoT 承载网（IP/MPLS）维护

11.5 NB-IoT 网络 IoT 平台维护

11.6 运用华为 NB-IoT 网络 SoftRadio 仿真工具进行 NB-IoT 网络无线网络与核心网

络仿真实验

11.7 运用 NB-IoT 网络信令流程分析工具进行 NB-IoT 网络信令流程分析及故障诊断

#### 模块八：工具与实战篇—NB-IoT 网络业务开发与网络运维工具运用与实战

#### 12. NB-IoT 网络业务开发与网络运维工具运用与实战

12.1 运用华为 NB-IoT 网络 SoftRadio 仿真工具进行 NB-IoT 网络无线网络与核心网

络仿真实验

12.2 运用 NB-IoT 网络信令流程分析工具进行 NB-IoT 网络信令流程分析及故障诊断

12.3 运用 COAP 网关设备仿真工具进行 NB-IoT 网络终端设备配置实践；

12.4 运用 COAP 应用服务器业务开发工具进行 NB-IoT 业务开发实践；

## 12.5 运用上海移远通信 NB-IoT 模组开发实验板进行 NB-IoT 芯片、通信模块开发实践

### 李文耀老师介绍

#### 【背景介绍】

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，中国物联网产业应用联盟专家组成员，中国通信工业协会物联网分会专家组成员、原邮电部武汉邮电科学研究院情报中心高级研究员，武汉邮电科学研究院·烽火科技集团高级培训师，华为杭州研究院运营商业务培训与认证部特聘智慧城市领域专家。《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”。



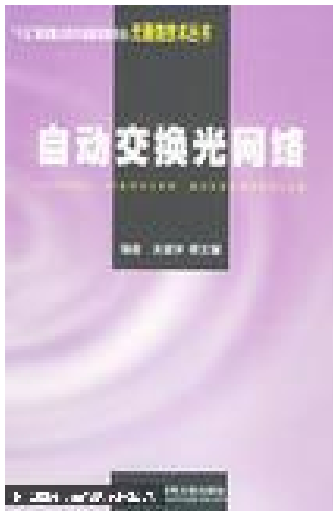
曾主持并参与部级科研课题 5 项，省级科研项目 10 项，与他人合著技术参考书 2 部，在国内外刊物上发表论文 20 多篇，多次获奖。

#### 【主要讲授课程】

- 《5G 技术与应用》
- 《5G 网络建设与规划设计》
- 《5G 物联网技术与应用》
- 《物联网应用现状及发展趋势》
- 《物联网商机洞察》
- 《行业信息化解决方案》
- 《智慧城市规划与设计》
- 《云计算技术与应用》
- 《大数据技术与应用》
- 《人工智能技术与应用》
- 《无线前瞻、应用与管理》
- 《LTE 后续演进技术》
- 《4G 物联网 eMTC 技术与应用》
- 《ICT 业务与系统集成》
- 《政企客户综合解决方案》
- 《SDN 与 NFV 技术与应用》
- 《互联网内容相关技术及运营管理》
- 《网络虚拟化与云计算新技术发展现状及趋势》
- 《移动互联网新趋势与通信的融合发展》等

#### 【出版书籍】

《自动交换光网络》 2003 月 北京邮电大学出版社 ISBN: 9787563508167



书 名: 自动交换光网络  
 编 著: 吴健学 李文耀  
 责任编辑: 李欣一  
 出版发行: 北京邮电大学出版社  
 社 址: 北京市海淀区西土城路 10 号(100876)  
 电话传真: 010-62282185(发行部) 010-62283578  
 E-mail: publish@bupt.edu.cn  
 经 销: 各地新华书店  
 印 刷: 北京源海印刷厂印刷  
 开 本: 787 mm×1 092 mm 1 16  
 印 张: 23 25  
 字 数: 579 千字  
 印 数: 000 1—3 000 册  
 版 次: 2003 年 12 月第 1 版 2003 年 12 月第 1 次印刷

ISBN 7-5635-0816-3 TN·307

定 价: 39.00 元

### 【主要研究领域】

基于对通信行业的长期研究，李老师在现代通信网技术的发展与演进、物联网、智慧城市、大数据、云计算、TD-LTE 都有着深入的理解，并且也一直在一線从事相关项目的咨询服务工作，积累的丰富的实操经验，保证课程的时效性和落地性，课程收到中国移动、中国联通、中国电信、中国通服、以及政府部门的高度好评。

### 【主要工作】

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、区块链、互联网、移动互联网、智慧城市、智慧社区、智能小区、智能家居等领域有一定的造诣和工程建设实践经验。

### 【授课特点】

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。

### 【精品课程】

物联网	智慧的物联网技术及产业发展	物联网技术原理及实现
	物联网技术行业应用及发展趋势	物联网技术原理及实现
	物联网产业最佳实践课程说明	
大数据技术	大数据处理技术架构及通过数据分析用户行为	大数据时代的业务支撑系统
	大数据技术及在电信行业的应用与实践	大数据行业应用现状与未来应用热点
	大数据挖掘算法技术	大数据、新型数据中心技术培训

	大数据挖掘与分析应用	大数据时代信息化演进趋势
传送网	传送网技术及发展趋势	40G/100G WDM/OTN
	PTN 技术、网络建设与运维	POTN 技术与应用
	IP RAN 技术网络建设与运维	ASON 技术及应用
	OTN 技术、网络建设与运维	软件定义光网络
云计算	云计算基础知识和基本原理	大数据、云计算及新型数据中心技术培训
	云计算基础知识和基本原理	云计算技术行业应用及发展趋势
	云计算技术与应用	
接入网	接入网技术及发展趋势	WDM PON 技术与工程建设
	EPON 技术与运维及工程建设	ODN 及智能 ODN 建设方案
	GPON 技术与运维及工程建设	WLAN 技术、工程建设及网络优化
交换网	交换网技术与发展趋势	软交换网络规划与设计
	固网软交换技术与应用	IMS 网络规划与设计
	移动软交换技术与应用	固网与移动融合技术与应用
	IMS 技术与应用	软交换与 IMS 网络关键应用
IP 技术	IP 网络技术及发展趋势	MPLS 技术与应用
	TCP/IP 技术基础	MPLS VPN 技术与应用
	IPv4/IPv6 技术与应用	思科 CCNA 认证考试
	IPv4/IPv6 网络规划与设计	思科 CCNP 认证考试
移动通信网	移动通信网络技术及发展趋势	40G/10 CDMA 网络技术与运维
	TD-LTE/FDD LTE 网络技术与应用	WCDMA/CDMA2000/TD-SCDMA 网络技术
	LTE 网络规划与设计	C-RAN 技术及应用
	LTE 网络优化与运维	Femtocell 技术及应用
	GSM/GPRS 网络技术与运维	3G/LTE 网络业务与运营
移动互联网	移动互联网技术及应用	移动互联产品客户化设计与传播
	移动互联网建设及网络运营	移动互联网业务与商业模式
	移动互联网新技术	移动互联网业务分析方法及营销推广

#### 【近几年参与的科研项目】

- 中国移动集团公司 2012 年大数据挖掘与分析应用研究
- 中国移动集团公司 2013 年 TD-LTE 承载网通用业务流量评估体系研究
- 大数据、新型数据中心技术研究（中国联通研究院课题）
- 适用于无线传感器网络的轻量级 IPv6 协议栈研究（中国联通研究院课题）
- IPv6 无线传感器网络的网络编址及路由协议研究（中国联通研究院课题）
- IPv6 无线传感器网络的应用及相关国际和行业标准研究（中国联通研究院课题）
- 大数据时代信息化演进趋势（中国联通研究院课题）
- 泛在网络控制平台及关键技术研究（中国联通研究院课题）
- 泛在网络中业务提供框架研究（中国联通研究院课题）
- 泛在终端跨域协同机制研究（中国联通研究院课题）

**【李文耀老师对外培训节选】**

2019年5月8日-9日	物联网网络技术与运维（端到端网络架构与信令流程）	中国移动浙江公司
2018年6月10日-12日	NFV SDN 技术与应用解决方案能力提升	中国移动河北省分公司
2018年6月17日-19日	NB-IoT 技术与行业应用项目解决方案	中国移动河北省分公司
2018年6月24日-26日	智慧的物联网技术及产业发展	中国移动河北省分公司
2018年6月8日-12日	物联网专用网络常识及应用场景	中国移动广东公司
2018年6月15日-19日	NB-IoT 节电参数配置及模组技术与应用	中国移动广东公司
2018年6月29日-7月3日	云计算技术行业应用及发展趋势	中国移动河北省分公司
2018年11月19日-20日	物联网技术行业应用及发展趋势	中国移动广东公司广州分公司
2018年12月07日-08日	大数据挖掘培训	中国移动湖北省分公司
2018年11月05日-06日	面向全业务规划专题培训	中国移动广西分公司
2018年10月29日-30日	应急通信管理培训	中国移动广东省分公司
2018年10月26日-28日	NB-IoT 关键技术原理与网络部署策略	中国移动湖北公司
2018年06月23日-24日	大数据处理技术架构及通过数据分析用户行为	中国移动湖北省分公司

2018年10月19日-21日	大数据的挖掘与分析	中国移动广东省分公司
2018年09月16日-18日	UPS配置选型与应用解决方案	中国移动广东省分公司
2018年09月22日-23日	物联网技术行业应用及发展趋势	中国移动吉林省公司吉林市分公司
2018年09月24日-25日	LTE核心网EPC技术培训	中国移动吉林省分公司
2018年08月26日-28日	IDC网络及安全技术培训	中国移动广东省分公司
2018年08月20日-21日	大数据与云计算在电子商务中应用	中国移动陕西分公司
2018年05月04日-05日	云计算基础知识和基本原理	华信规划设计院
2018年4月23日	光传送网新技术应用及演进与发展、OTN原理与关键技术、SPTN原理与技术	中国人民解放军总参谋部 武汉邮电科学研究院·烽火科技集团
2018年11月24-25日	LTE核心网EPC技术培训	中国移动通信集团公司(北京)
2018年10月16日-17日	大数据时代企业应对之策	宁波经信委
2018年12月11日	物联网技术原理及实现	中国移动北京分公司

2018年12月28日-30日	大数据系统平台设计和部署及应用实践	湖南邮电规划设计院有限公司
2018年12月07日-08日	云计算基础知识和基本原理	中国移动湖北省分公司
2018年12月02日-04日	物联网技术行业应用及发展趋势	湖北省电信公司 ICT 增值服务中心
2018年12月21日-23日	大数据的挖掘与分析	中国移动广东省分公司
2018年10月12日-13日	GPON 互通技术与解决方案	中国移动广西分公司
2018年11月8-9日	《GPON 组网项目培训》	中国移动四川公司
2018年11月10日-11日	《VoLTE 发展与典型案例运用》	中国移动湖北公司
2018年11月14日	传输技术	中国移动陕西公司
2018年11月15日-16日	VoLTE 网络部署与分析能力提升	中国移动浙江公司
2018年11月21日-22日	移动通信技术现状与发展，互联网宽带技术	中国移动北京公司
2018年11月23日	大数据产业现状及应用创新	中国移动江苏公司
2018年12月12-13日	ICT 业务与系统集成	中国移动广东公司

**【近期部分授课经历及满意度】**

- 1、河北移动公司：《LTE 后续演进技术》，学员满意度：100%
- 2、广东移动湛江移动分公司：《ICT 业务与系统集成》，学员满意度：96%
- 3、广东移动公司：《无线前瞻、应用与管理》，学员满意度：98%
- 4、广东移动公司：《VoLTE 基本原理及信令流程》，学员满意度：98%

- 5、广东移动公司：《VoLTE 无线网络功能和性能优化》，学员满意度：98%
- 6、广东江门移动公司：《ICT 系统培训》，学员满意度：97%
- 7、深圳移动：《物联网与智能家居技术培训》，学员满意度：96%
- 8、四川移动公司：《SDN 与 NFV 技术与应用》，学员满意度：96%
- 9、四川移动：《VoLTE 网络部署与分析能力提升实践》，学员满意度：98%
- 10、陕西移动：《互联网内容相关技术及运营管理培训》，学员满意度：96%
- 11、陕西电信：《互联网+与 ICT2.0 行业应用解决方案》，学员满意度：98%
- 12、上海联通公司：《物联网应用现状及发展趋势》，学员满意度：98%
- 13、湖北联通：《互联网+教育发展趋势及市场机遇》，学员满意度：96%
- 14、全国公开课（地点：厦门）：《窄带物联网（NB-IoT）技术及应用解决方案》，学员满意度：98%
- 15、全国公开课（地点：北京）：《窄带物联网（NB-IoT）技术及应用解决方案》，学员满意度：98%
- 16、全国公开课（地点：西安）：《窄带物联网（NB-IoT）技术及应用解决方案》，学员满意度：98%