

# 《SDN/NFV 技术与应用》课程大纲

## 壹、 课程简介：

本课程属于网络创新技术、CT 与 IT 融合技术。按照综述篇、概念篇、架构篇、技术篇、应用篇、案例篇的设计思路，重点讲授 NFV/SDN 技术的应用现状与发展、NFV/SDN 技术的概念与核心要点、NFV/SDN 技术架构及基本原理、NFV/SDN 的关键技术及应用、NFV/SDN 技术应用场景及解决方案、SDN/NFV 在通信网络中应用解决方案及案例分析等内容。

## 贰、 培训对象：

## 参、 培训时间：0.5 天/期，3 小时

## 四、 课程大纲：

### (1) 课程框架

本课程内容按照模块化方式进行课程架构，便于根据学员需要，灵活进行教学。本课程主要包括以下六个教学模块：

模块一：综述篇—NFV/SDN 技术的应用现状与发展

模块二：概念篇—NFV/SDN 技术的概念与核心要点诠释

模块三：架构篇—NFV/SDN 技术架构及基本原理

模块四：技术篇—NFV/SDN 的关键技术及应用

模块五：应用篇—NFV/SDN 技术应用场景及解决方案

模块六：案例篇—SDN/NFV 在通信网络中应用解决方案及案例分析

### (2) 课程大纲（结构与要点）

**模块一：综述篇—NFV/SDN 技术的应用现状与发展**

## 1. NFV/SDN 技术的应用现状与发展

### 1.1NFV/SDN 技术提出背景及愿景

### 1.2通信网络为什么要引入 NFV/SDN？

#### 1.2.1 传统网络引入 NFV/SDN 的必要性分析

#### 1.2.2 互联网应用新需求

#### 1.2.3 网络资源灵活调度

#### 1.2.4 网络管理集中控制

### 1.3面向互联网应用的网络架构重构

#### 1.3.1 网络架构重构带来的变化

#### 1.3.2 NFV/SDN 改变现有网络架构

#### 1.3.3 以 NFV/SDN 为核心特征的目标网络架构

### 1.4IP 网络架构演进新需求

#### 1.4.1 案例一：AT&T 的 IP 网络架构演进

#### 1.4.2 案例二：Telefonica 的 IP 网络架构演进

### 1.5虚拟化技术的发展与应用展望

#### 1.5.1 虚拟化发展历程

#### 1.5.2 虚拟化技术的应用

#### 1.5.3 虚拟化技术的发展趋势与展望

### 1.6SDN 技术的现状及发展

#### 1.6.1 SDN 技术发展的现状

- 1.6.2** SDN 技术发展的驱动力
- 1.6.3** SDN 技术的发展历程
- 1.6.4** SDN 技术应用的发展
- 1.6.5** SDN 发展应用面临的挑战
- 1.6.6** SDN 的发展前景
- 1.6.7** SDN 在移动的应用
- 1.6.8** 未来网络发展演进方向
- 1.7**SDN 的标准现状和开源项目
  - 1.7.1** ONF 相关标准
  - 1.7.2** ETSI NFV 相关标准
  - 1.7.3** IETF 相关标准
  - 1.7.4** ITU-T 相关标准
  - 1.7.5** CCSA 相关标准
  - 1.7.6** 相关开源项目 (OpenDaylight、POF、OCP)
- 1.8**SDN 产业现状
  - 1.8.1** SDN 的产业链
  - 1.8.2** SDN 的产业生态
  - 1.8.3** SDN 对产业链各方的影响
  - 1.8.4** SDN 影响传统通信行业产业链格局
  - 1.8.5** SDN 芯片提供商
  - 1.8.6** SDN 设备和解决方案提供商
  - 1.8.7** 电信运营商
  - 1.8.8** 互联网企业
- 1.9**SDN 技术的应用现状
  - 1.9.1** 数据中心应用
  - 1.9.2** 城域网应用
  - 1.9.3** 分组域应用
  - 1.9.4** 光传送网应用
  - 1.9.5** 固定移动融合应用
  - 1.9.6** 企业网应用
- 1.10** SDN 的发展对现有传输与 IP 网络的影响

- 1.10.1** SDN 的发展对现有传输网络的影响
- 1.10.2** SDN 的发展对现有 IP 网络的影响
- 1.11** SDN 应用挑战与发展
  - 1.11.1** SDN 的 4 大关键技术
  - 1.11.2** 影响 SDN 技术部署的 3 大难题
  - 1.11.3** SDN 技术路线的三纵三横之争-三纵
  - 1.11.4** SDN 技术路线的三纵三横之争-三横
  - 1.11.5** SDN 的产业生态
  - 1.11.6** SDN 控制器的发展
  - 1.11.7** SDN 控制器典型供应商
  - 1.11.8** SDN 发展的总体趋势判断
- 1.12** 愿景：以 SDN/NFV 为基础实现网络架构重建
- 1.13** SDN/NFV 是运营商网络发展的趋势分析
- 1.14** SDN/NFV 的应用现状及业界发展情况

## **模块二：概念篇—NFV/SDN 技术的概念与核心要点诠释**

### **2. 虚拟化技术基础知识**

- 2.1** 虚拟化的概念
  - 2.1.1** 虚拟化的含义
  - 2.1.2** x86 和非 x86 体系结构基础
  - 2.1.3** 操作系统与虚拟化
  - 2.1.4** 虚拟化的优势和存在的问题
- 2.2** 虚拟化分类
  - 2.2.1** 从实现层次分类
  - 2.2.2** 按应用领域分类
  - 2.2.3** 按照可虚拟化的资源不同分类
  - 2.2.4** 按系统虚拟机采用的技术不同分类
  - 2.2.5** 按抽象对象的不同进行分类
- 2.3** VMM 技术架构分类
  - 2.3.1** Hypervisor 模型
  - 2.3.2** 宿主 (Hosted) 模型
  - 2.3.3** 混合模型

- 2.4 虚拟化的技术原理**
  - 2.4.1 服务器虚拟化**
  - 2.4.2 存储虚拟化**
  - 2.4.3 网络虚拟化**
- 3. 网络功能虚拟化 (NFV) 的概念及技术特征**
  - 3.1 NFV 的驱动力及发展趋势**
  - 3.2 NFV 的概念及特点**
  - 3.3 NFV 概念的核心思想及关键点是什么？**
    - 3.3.1 软件与硬件解耦**
    - 3.3.2 硬件平台通用化**
    - 3.3.3 网络功能虚拟化**
  - 3.4 NFV 技术的本质特征**
  - 3.5 NFV 技术标准化进展**
    - 3.5.1 ETSI NFV 工作组：NFV 要求与架构规范**
    - 3.5.2 OPNFV：NFV 开源组织**
    - 3.5.3 IETF：聚集业务链(SFC)的实现**
  - 3.6 SDN 与 NFV 的关系**
  - 3.7 NFV 与 SDN 的结合**
  - 3.8 NFV 主要应用场景**
  - 3.9 NFV 应用必要条件**
  - 3.10 影响 NFV 商用部署的关键因素**
  - 3.11 运营商 NFV 主要进展**
  - 3.12 NFV 部署运维模式分析**
- 4. SDN 技术的概念及技术特征**
  - 4.1 SDN 的概念及特征**
    - 4.1.1 SDN 的定义**
    - 4.1.2 SDN 技术的核心特点**
    - 4.1.3 SDN 技术的优势**
  - 4.2 SDN 概念的核心思想及关键点是什么？**
    - 4.2.1 网络编程**
    - 4.2.2 转控分离**
    - 4.2.3 集中控制**
  - 4.3 SDN 与其他技术的关系**
    - 4.3.1 SDN 与软交换**
    - 4.3.2 SDN 与 IMS**
    - 4.3.3 SDN 与 MPLS**
    - 4.3.4 SDN 与 ASON**

#### 4.3.5 SDN 与网络功能虚拟化 (NFV) 的关系

#### 4.3.6 SDN 与网络虚拟化的关系

### 模块三：架构篇—NFV/SDN 技术架构及基本原理

## 5. NFV 解决方案基础设施

### 5.1 传统的网络虚拟化技术

### 5.2 主机网络虚拟化技术

### 5.3 NFV 技术的前提条件：服务器虚拟化

### 5.4 服务器虚拟化技术实现原理

#### 5.4.1 服务器虚拟化及基本原理

#### 5.4.2 服务器虚拟化概述

#### 5.4.3 CPU 虚拟化

#### 5.4.4 内存虚拟化

#### 5.4.5 I/O 虚拟化

#### 5.4.6 网卡虚拟化

### 5.5 存储虚拟化及基本原理

#### 5.5.1 存储系统概述

#### 5.5.2 存储设备层的存储虚拟化

#### 5.5.3 块聚合层的存储虚拟化

#### 5.5.4 文件/记录层的存储虚拟化

## 6. NFV 技术架构及基本原理

### 6.1 ESTI NFV 框架

### 6.2 基于 NFV 的转发架构

### 6.3 网络设备虚拟化的实现

### 6.4 运营服务中的网络虚拟化关键技术

#### 6.4.1 NFV 性能提升方法

##### 6.4.1.1 SR-IOV 技术 (Single Root I/O Virtualization)

##### 6.4.1.2 DPDK 技术 (Data Plane Development Kit)

#### 6.4.2 业务链技术

##### 6.4.2.1 业务链概述 (Service Chaining)

##### 6.4.2.2 业务链实现关键点

##### 6.4.2.3 基于城域边缘的业务链

#### 6.4.3 vBRAS 技术

##### 6.4.3.1 vBRAS 设备形态及发展趋势

##### 6.4.3.2 H3C vBRAS

##### 6.4.3.3 ZTE SDN MSE

#### 6.4.4 城域 NFV 引入

### 6.5 虚拟交换机技术

### 6.6 大二层技术

### 6.7 OTV 技术

#### 6.7.1 网络虚拟化与云计算的结合

#### 6.7.2 网络虚拟化的组网方案

## **7. SDN 的体系架构及实现方案**

### **7.1 SDN 网络基本架构及组成**

#### **7.1.1 SDN 网络的分层架构**

#### **7.1.2 数据转发层及组成**

#### **7.1.3 控制层及组成**

#### **7.1.4 应用层及组成**

#### **7.1.5 SDN 架构的特征分析**

### **7.2 相关标准组织定义的 SDN 架构**

#### **7.2.1 ONF 定义的 SDN 架构**

#### **7.2.2 IETF 定义的 SDN 架构**

#### **7.2.3 ETSI 定义的 SDN 架构**

### **7.3 基于 SDN/NFV 的运营商网络整体架构**

### **7.4 SDN 的网络操作系统 (NOS)**

#### **7.4.1 NOX 架构**

#### **7.4.2 Floodlight 架构**

#### **7.4.3 Onix 架构**

### **7.5 SDN 的实现方案**

#### **7.5.1 基于专用接口的方案**

#### **7.5.2 基于叠加网络的方案**

#### **7.5.3 基于开放协议的方案**

#### **7.5.4 SDN 实现方案分析**

## **模块四：技术篇—NFV/SDN 的关键技术及应用**

## **8. OpenFlow 技术及应用**

### **8.1 SDN 关键技术概述**

#### **8.1.1 OpenFlow 技术概述**

#### **8.1.2 什么 Openflow?**

#### **8.1.3 Openflow 工作原理**

#### **8.1.4 SDN 数据层面关键技术**

#### **8.1.5 SDN 控制层面关键技术**

#### **8.1.6 SDN 应用层面关键技术**

#### **8.1.7 网络虚拟化技术**

## **8.2 SDN 交换机及南向接口技术**

### **8.2.1 交换机的工作原理**

### **8.2.2 交换机的技术实现**

### **8.2.3 OpenFlow 交换机**

### **8.2.4 OVS 交换机工作原理**

## **8.3 SDN 控制器及北向接口技术**

### **8.3.1 控制器关键技术概述**

### **8.3.2 南向网络控制技术**

### **8.3.3 北向业务支撑技术**

### **8.3.4 东西向控制器扩展技术**

## **8.4 SDN 应用编排和资源管理技术**

### **8.4.1 SDN 应用类型和实现技术**

### **8.4.2 OpenStack 平台的 Quantum 组件分析**

## **模块五：应用篇—NFV/SDN 技术应用场景及解决方案**

## **9. NFV/SDN 产品基础知识**

### **9.1 NFV/SDN 产品概况**

### **9.2 vCPE**

### **9.3 vCPE/vRR**

### **9.4 vCPE/vRR**

### **9.5 vEME**

## **10. SDN/NFV 应用场景及案例分析**

### **10.1 基于虚拟业务边缘提升自动化水平的应用**

#### **10.1.1 vCPE**

#### **10.1.2 vSTB**

### **10.2 强调计算能力提升业务控制灵活性的应用**

#### **10.2.1 vEPC**

#### **10.2.2 vIMS**

### **10.3 利用硬件通用性提升资源共享与智能控制能力的场景**

#### **10.3.1 vBRAS**

### **10.4 互联网企业案例**

### **10.5 骨干网流量调度方案分析**

### **10.6 基于 SDN 的 vDC 组网方案试点案例**

#### **10.6.1 场景 1：同城跨机房组网场景（北京、上海）**

**10.6.2** 场景 2：城际跨机房组网场景（江苏、广东）

**10.6.3** 场景 3：异地服务保障（北京）

**10.6.4** 场景 4：混合云组网（上海）

**10.6.5** 场景 5：VDC 与 DCI 专网对接（江苏）

**10.6.6** 基于 SDN 的 VDC 厂家实现方案对比

**10.7** Telefonica DC 应用案例

**10.7.1** Telefonica DC 面临的挑战

**10.7.2** 业务价值：资源整合，提高利用率

**10.7.3** “SDN+VxLAN”解决方案

**10.7.4** “SDN+Service Chain”解决方案

**模块六：案例篇—SDN\NFV 在通信网络中应用解决方案及案例分析**

**11.SDN/NFV 在通信网络中应用解决方案及案例分析**

**11.1** SDN/NFV 在 NB-IoT 网络中的应用解决方案及案例分析

**11.2** SDN/NFV 在 5G 网络中的应用解决方案及案例分析

**11.3** SDN/NFV 在 SPTN 网络中的应用解决方案及案例分析

**11.4** SDN/NFV 在 OTN 网络（SDON）中的应用解决方案及案例分析

**11.5** SDN/NFV 在 IP RAN 网络中的应用解决方案及案例分析

**11.6** SDN/NFV 在 100G PON 网络中的应用解决方案及案例分析

**11.7** SDN/NFV 在 IP 承载网中的应用解决方案及案例分析

**11.8** SDN/NFV 在 IMS 网络中的应用解决方案及案例分析

**12.课程总结：**

(1) 重点知识回顾与总结；

(2) 互动与讨论：问与答。

就学员提出的问题进行分析、讨论、模拟演练和点评。

**1. 培训方式/工具及方法**

培训方式及方法：

本课程采用模块化教学方法，通过理论讲授，案例分析，方法传授、动画演示、互动讨论，讲师点评、实战演练、项目展示等多种教学手段与方法，将 NFV/SDN 技术与大量的实战工具与应用案例结合起来，达到学以致用、解决实际问题的目的。

培训工具：PPT 讲义、项目案例演示、投影仪、白板、白纸、彩笔、音响设备、话筒等。

评估方法：（1）学员学习成果（项目解决方案）评估；（2）学员打分评估。

**2. 培训方案应用情况及效果**

1. 客户名称：四川移公司

- 课程名称：《SDN\NFV 技术与应用》  
讲师：李文耀  
时长：2 天（2016.10.31-11.01）  
效果简介：学员满意度：98%
2. 客户名称：2017.07.08-09 全国巡回公开课（地点：青岛）  
参训学员来自全国移动、电信、联通的规划设计院、工程建设单位相关企业等。  
课程名称：《SDN\NFV 技术与应用解决方案》  
讲师：李文耀  
时长：2 天  
效果简介：学员满意度：96%
3. 客户名称：上海电信公司  
课程名称：《SDN\NFV 技术与应用》  
讲师：李文耀  
时长：1 天（2017.07.04）  
效果简介：学员满意度：95%
4. 客户名称：上海联通公司  
课程名称：在《物联网应用现状及发展趋势》课程中结合物联网技术的演进与发展，介绍了 NFV/SDN 技术及应用。  
讲师：李文耀  
时长：1 小时（2016.07.08）  
效果简介：学员满意度：98%
5. 客户名称：河北移动公司  
课程名称：在《LTE 后续演进技术》课程中结合 LTE 技术的后续演进与发展，介绍了 NFV/SDN 技术及应用。  
讲师：李文耀  
时长：1 小时（2016.09.30）  
效果简介：学员满意度：100%
6. 客户名称：广东移动公司  
课程名称：在《无线前瞻、应用与管理》课程中结合 LTE 技术的后续演进与发展，介绍了 NFV/SDN 技术及应用。  
讲师：李文耀  
时长：1 小时（2016.10.26）  
效果简介：学员满意度：98%
7. 客户名称：2016.12.29-30 全国巡回公开课（地点：厦门）  
参训学员来自全国移动、电信、联通的规划设计院、工程建设单位、物联网厂家（芯片与模组厂家、平台厂家）、垂直行业相关企业等  
课程名称：《窄带物联网（NB-IoT）技术及应用解决方案》  
讲师：李文耀  
时长：0.5 小时（NFV/SDN）  
效果简介：学员满意度：97%
8. 客户名称：2017.01.14-15 全国巡回公开课（地点：北京）  
参训学员来自全国移动、电信、联通的规划设计院、工程建设单位、物联网厂家（芯片与模组厂家、平台厂家）、垂直行业相关企业等。  
课程名称：《窄带物联网（NB-IoT）技术及应用解决方案》  
讲师：李文耀  
时长：0.5 小时（NFV/SDN）  
效果简介：学员满意度：98%
9. 客户名称：2017.02.08-09 全国巡回公开课（地点：西安）  
参训学员来自全国移动、电信、联通的规划设计院、工程建设单位、物联网厂家（芯片与模组厂家、平台厂家）、垂直行业相关企业等。  
课程名称：《窄带物联网（NB-IoT）技术及应用解决方案》

- 讲师：李文耀  
时长：0.5 小时 (NFV/SDN)  
效果简介：学员满意度：100%
10. 客户名称：2017.02.24-25 广西邮电规划设计有限公司（地点：南宁）  
课程名称：《窄带物联网（NB-IoT）技术及应用解决方案》  
讲师：李文耀  
时长：0.5 小时 (NFV/SDN)  
效果简介：学员满意度：100%
11. 客户名称：2017.03.11-12 全国巡回公开课（地点：济南）  
参训学员来自全国移动、电信、联通的规划设计院、工程建设单位、物联网厂家（芯片与模组厂家、平台厂家）、垂直行业相关企业等。  
课程名称：《窄带物联网（NB-IoT）技术及应用解决方案》  
讲师：李文耀  
时长：0.5 小时 (NFV/SDN)  
效果简介：学员满意度：96%
12. 客户名称：2017.03.25-26 全国巡回公开课（地点：郑州）  
参训学员来自全国移动、电信、联通的规划设计院、工程建设单位、物联网厂家（芯片与模组厂家、平台厂家）、垂直行业相关企业等。  
课程名称：《窄带物联网（NB-IoT）技术及应用解决方案》  
讲师：李文耀  
时长：0.5 小时 (NFV/SDN)  
效果简介：学员满意度：96%
13. 客户名称：2017.04.17-18 湖南省邮电规划设计有限公司（地点：长沙）  
课程名称：《窄带物联网（NB-IoT）技术行业应用解决方案与项目咨询》  
讲师：李文耀  
时长：0.5 小时 (NFV/SDN)  
效果简介：学员满意度：98%
14. 客户名称：2017.04.22-23 全国巡回公开课（地点：杭州）  
参训学员来自全国移动、电信、联通的规划设计院、工程建设单位、物联网厂家（芯片与模组厂家、平台厂家）、垂直行业相关企业等。  
课程名称：《窄带物联网（NB-IoT）技术及应用解决方案》  
讲师：李文耀  
时长：0.5 小时 (NFV/SDN)  
效果简介：学员满意度：96%
15. 客户名称：2017.06.15-16 广州中睿通信规划设计有限公司（地点：广州）  
课程名称：《窄带物联网（NB-IoT）技术及应用解决方案》  
讲师：李文耀  
时长：0.5 小时 (NFV/SDN)  
效果简介：学员满意度：96%
16. 客户名称：2017.06.15-16 广州中睿通信规划设计有限公司（地点：广州）  
课程名称：《窄带物联网（NB-IoT）技术行业应用解决方案与项目咨询》  
讲师：李文耀  
时长：0.5 小时 (NFV/SDN)  
效果简介：学员满意度：96%
17. 客户名称：2017.07.22 湖南省邮电规划设计有限公司（地点：长沙）  
课程名称：《窄带物联网（NB-IoT）技术实践与技能提升》  
讲师：李文耀  
时长：0.5 小时 (NFV/SDN)  
效果简介：学员满意度：98%
18. 客户名称：2017.07-29-30 全国巡回公开课（地点：常州）  
参训学员来自全国移动、电信、联通的规划设计院、工程建设单位、物联网厂家（芯

片与模组厂家、平台厂家)、垂直行业相关企业等。

课程名称：《窄带物联网 (NB-IoT) 技术行业应用解决方案与项目咨询》

讲师：李文耀

时长：0.5 小时 (NFV/SDN)

效果简介：学员满意度：96%

19. 客户名称：2017.08-26-27 全国巡回公开课 (地点：银川)

参训学员来自全国移动、电信、联通的规划设计院、工程建设单位、物联网厂家 (芯片与模组厂家、平台厂家)、垂直行业相关企业等。

课程名称：《窄带物联网 (NB-IoT) 技术应用实践暨项目咨询》

讲师：李文耀

时长：0.5 小时 (NFV/SDN)

效果简介：学员满意度：98%

20. 客户名称：2017.08.30 四川移动通信工程公司 (地点：成都)

课程名称：《窄带物联网 (NB-IoT) 技术实践与技能提升》

讲师：李文耀

时长：0.5 小时 (NFV/SDN)

效果简介：学员满意度：96%

## 一、 讲师资源介绍

### 1. 师资背景

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。在智慧城市、智慧社区、智能小区、智能家居、互联网、移动互联网、物联网、云计算、大数据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。

### 2. 师资经验

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%