

《5G 全连接工厂政策解读、关键技术与建设实施方案》课程大纲

一、 培训背景分析：

为推动我国 5G 融合应用纵深发展，今年 8 月 25 日，工信部印发《5G 全连接工厂建设指南》，提出“十四五”时期，主要面向原材料、装备、消费品、电子等制造业各行业以及采矿、港口、电力等重点行业领域，推动万家企业开展 5G 全连接工厂建设，建成 1000 个分类分级、特色鲜明的工厂，打造 100 个标杆工厂。

5G 全连接工厂是充分利用以 5G 为代表的新一代信息通信技术集成，打造新型工业互联网基础设施，新建或改造产线级、车间级、工厂级等生产现场，形成生产单元广泛连接、信息（IT）运营（OT）深度融合、数据要素充分利用、创新应用高效赋能的先进工厂。

5G 全连接工厂“全连接”的关键要素包括人员全连接、设备全连接、物料全连接、生产全连接、环境全连接、质量全连接，即人机料法环测；通过 5G+设备管理、5G+生产管理、5G+物料管理、5G+人员管理、5G+质量管理、5G+环境管理等手段实现工厂 5G 全连接。5G 全连接工厂的建设目标是实现全网络可达、生产要素全面互联，通过全连接平台实现数据接入和工业设备管理等服务。

基于上述政策和技术背景分析，为推动我国 5G 全连接工厂的建设与部署实施，为培养 5G 全连接工厂建设方面的高级管理人才和技术人才，中国移动通信联合会特在全国举办《5G 全连接工厂政策解读、关键技术与建设实施方案》培训班。该培训课程按照概念篇、政策篇、需求篇、架构篇、技术篇、数

采篇、建设篇、案例篇 8 个培训模块，结合大量的、可操作性典型案例、项目实战环节，详细介绍 5G 全连接工厂建设与部署实施方案。

二、 培训主要内容：

本培训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 全连接工厂概念内涵及构成要素

模块二：政策篇-5G 全连接工厂政策解读与建设指南

模块三：需求篇-5G 全连接工厂建设需求与挑战分析

模块四：架构篇-5G 全连接工厂整体架构及解决方案

模块五：技术篇-5G 全连接工厂关键技术及应用分析

模块六：数采篇-5G 全连接工厂数据采集方法与技术

模块七：建设篇-5G 全连接工厂建设与部署实施方案

模块八：案例篇-10 大行业 5G 全连接工厂建设案例

三、 本课程培训特色及亮点：

本课程培训特色及亮点：

(1) 针对 10 大重点行业 5G 全连接工厂建设给出具体设计方案及指导性建议；

(2) 以某电子设备制造行业 5G 全连接工厂建设项目为例，全流程诠释和展示 5G 全连接工厂 5G LAN 局域专网建设与部署实施详细解决方案，包括痛点分析、场景确定、需求分析、5G 全连接关键要素、5G 全连接工厂总体技术方案、关键技术选择、建设效果分析等。

四、 培训内容及时间安排：3 天，6 小时/天

授课时间	授课内容	授课时长	
第 一	上午	模块一：概念篇-5G 全连接工厂概念内涵及构成要素	1 小时
		模块二：政策篇-5G 全连接工厂政策解读与建设指南	1 小时
		模块三：需求篇-5G 全连接工厂建设需求与挑战分析	1 小时

天	下午	模块四：架构篇-5G 全连接工厂整体架构及解决方案	1 小时
		模块五：技术篇-5G 全连接工厂关键技术及应用分析（1）	2 小时
		课程小结、答疑、交流讨论与互动环节	0.5 小时
第二天	上午	模块五：技术篇-5G 全连接工厂关键技术及应用分析（2）	3 小时
	下午	模块六：数采篇-5G 全连接工厂数据采集方法与技术	1 小时
		模块七：建设篇-5G 全连接工厂建设与部署实施方案	2 小时
		课程总结、答疑、交流讨论与互动环节	0.5 小时
	第三天	上午	模块八：案例篇-10 大行业 5G 全连接工厂建设案例（10 大行业）
下午		模块八：案例篇-10 大行业 5G 全连接工厂建设案例（案例：某电子设备制造行业 5G 全连接工厂建设项目全流程诠释和展示）	3 小时
		课程总结、答疑、交流讨论与互动环节	0.5 小时
上述培训内容和时间安排可以根据需求作适当调整。			

五、 培训对象：

5G 全连接工厂产业链各厂家、电信运营商、铁塔公司、各行业客户、企事业单位、网络建设与规划设计单位、信息通信工程公司、系统集成公司、信息通信咨询公司、科研院所与大专院校等单位，从事 5G 全连接工厂相关工作的管理人员、技术人员等。

六、 课程详细大纲：

培训主题	详细内容
------	------

模块一：概念篇-5G 全连接工厂概念内涵及构成要素

1 . 5G 全连接工厂的概念及内涵诠释

2 . 5G 全连接工厂的“全连接”对象有哪些？（如何建立 5G 全连接工厂的概念模型？5G 全连接工厂的连接对象有哪些？现场级的连接对象有哪些？车间级的连接对象有哪些？工厂级的连接对象有哪些？）

3 . 5G 全连接工厂实现“全连接”的关键要素

3.1 5G 全连接工厂“全连接”的关键要素：人机料法环测

3.1.1 人员全连接：人员管理、访客管理、准人权限管理、在岗管理、电子围栏管理、任务管理、人员在岗分析、任务完成分析、人员监控管理、任务计划执行分析等

3.1.2 设备全连接：设备台账管理、设备参数管理、设备告警管理、设备状态管理、设备故障管理、设备保养管理、设备 OEE 分析、设备故障率分析、设备可视化管理等

3.1.3 物料全连接：物料主数据管理、物料托盘管理、物料计划管理、物料盘点管理、仓储管理、物料用料管理、物料配送管理、物料配套分析、物料状态&告警分析、物料流转分析等

3.1.4 生产全连接：生产计划管理、生产进度管理、异常处理管理、生产执行管理、生产报工管理、生产调度

	<p>管理、生产看板&远程监控管理、生产要素信息互联等</p> <p>3.1.5 环境全连接：水量监测管理、电量监测管理、气耗监测管理、温度监控管理、湿度监控管理、气压监控管理、气体（有害）监控管理、能耗分析管理、预警管理等</p> <p>3.1.6 质量全连接：检验计划、收货检验、检验试验、实时检测、质量追溯、不合格品处理</p> <p>4 . 5G 全连接工厂需要解决的关键问题是什么？-如何实现工厂 5G 全连接？</p> <p>4.1 5G+设备管理：设备数据采集、告警管理、设备点检、设备保养、设备能效分析</p> <p>4.2 5G+生产管理：计划管理、工艺管理、生产作业管理、生产调度管理、生产看板</p> <p>4.3 5G+物料管理：仓库管理、物料配送、投料管理、物料追溯、物料运营分析</p> <p>4.4 5G+人员管理：考勤管理、上岗管理、电子围栏管理、访客管理、人员效率分析</p> <p>4.5 5G+质量管理：检验计划管理、试验管理、实时检测管理、质量异常处理、产品质量分析</p> <p>4.6 5G+环境管理：温湿度数据采集、水电气数据采集、能耗管理、告警分析</p>
--	---

	<p>5 . 5G 全连接工厂的“全连接”需要思考那些关键问题？</p> <p>6 . 5G 全连接工厂应用 5G 需要考虑那些关键问题？</p>
<p>模块二：政策篇-5G 全连接工厂政策解读与建设指南</p>	<p>1 . 5G 全连接工厂建设总体要求</p> <p>2 . 5G 全连接工厂建设总体目标</p> <p>3 . 5G 全连接工厂建设原则</p> <p>4 . 5G 全连接工厂建设内容</p> <p>5 . 5G 全连接工厂建设路径：（1）分级分类建设：产线级、车间级、工厂级；（2）重点行业推广</p> <p>6 . 5G 全连接工厂建设重点行业及应用领域：电子设备制造、装备制造、钢铁、采矿、电力、石化化工、建材、港口、纺织、家电等十大行业</p> <p>7 . 5G 全连接工厂建设保障措施</p>
<p>模块三：需求篇-5G 全连接工厂建设需求与挑战分析</p>	<p>1 . 制造企业问题及现状分析</p> <p>1.1 人：人员工作效率有待提高，人员考核无有效真实数据依据</p> <p>1.2 机：设备利用率低，设备产能管理不足，数据采集难</p> <p>1.3 料：库存积压、资金利用率低、物料配送效率低、物料管理不透明</p> <p>1.4 法：订单无法按时交付，生产节拍有待优化，生产进度跟踪不及时</p>

	<p>1.5 环：生产安全管理不足，环境监控力度不足，能耗成本过高</p> <p>1.6 测：质量问题无法实时预警，人工检测效率低；产品质量无法溯源</p> <p>2 . 5G 全连接工厂建设需求分析</p> <p>2.1 单项痛点突破</p> <p>2.1.1 生产订单数字化管理</p> <p>2.1.2 物料追溯管理</p> <p>2.1.3 质量追溯管理</p> <p>2.1.4 设备联网监控管理</p> <p>2.1.5 生产能耗管理</p> <p>2.2 生产要素的连接</p> <p>2.2.1 人、机、料、法、环、测生产要素全连接</p> <p>2.2.2 生产管理纵向集成服务</p> <p>2.2.3 生产运营横向集成服务</p> <p>2.3 5G+工业互联网融合创新</p> <p>2.3.1 云边端一体化运维管理</p> <p>2.3.2 低代码使能快速响应不确定需求</p> <p>2.3.3 全面承载 5G 创新应用：数字孪生、AR/VR、AI 检测等</p>
	<p>1 . 5G 全连接工厂架构基础-5G+工业互联网的系统架</p>

<p>模块四：架构篇-5G 全连接工厂整体架构及解决方案</p>	<p>构及组成</p> <p>1.1 5G+工业互联网的概念及内涵诠释</p> <p>1.2 5G+工业互联网组成的关键要素分析</p> <p>1.3 5G+工业互联网的通信方式及通信过程分析</p> <p>1.4 5G+工业互联网端到端系统架构及组成</p> <p>2 . 5G 全连接工厂的体系架构与组成</p> <p>2.1 5G 全连接工厂典型的组网架构</p> <p>2.2 5G 全连接工厂架构剖析-系统解构（工厂内网 OT/IT 系统分层及组成、工厂内网 OT/IT 系统组成架构、工厂内网 OT 操作环境及组成、工厂内网 IT 应用环境及组成）</p> <p>2.3 5G 全连接工厂端到端的网络架构及组成-水平分割</p> <p>2.4 5G 全连接工厂组网总体方案及优势分析（5G 全连接工厂如何实现融合组网？）</p> <p>2.5 5G 全连接工厂工厂内网络连接架构（工厂内网络组网方案-现场级、车间级、企业级；工厂内网 OT/IT 融合端到端组网架构(水平分割)；工厂内网 OT/IT 融合组网分层架构(垂直分层))</p> <p>2.6 5G 全连接工厂外网架构剖析-外网连接</p> <p>2.7 5G 全连接工厂现网改造（三种方式）</p> <p>3 . 5G 全连接工厂组网解决方案-5G 专网</p>
----------------------------------	---

	<p>3.1 5G 全连接工厂混合专网（5G LAN）组网解决方案</p> <p>3.2 5G 全连接工厂虚拟专网（5G 网络切片）组网解决方案</p>
<p>模块五：技术篇-5G 全连接工厂关键技术及应用分析</p>	<p>1 . 5G 全连接工厂建设关键技术-5G 专网技术</p> <p>1.1 5G 专网的基本概念、内涵诠释、分类及技术特点</p> <p>1.2 5G 专网三种服务模式（虚拟专网、混合专网、独立专网）的内涵诠释及网络特征</p> <p>1.3 5G 专网三种服务模式的差异化分析及应用场景</p> <p>1.4 为什么需要 5G 专网？5G 专网（5G to B）与 5G 公网（5G to C）有何区别与联系？两者的应用模式与业务发展策略有何不同？（B2C、B2B2C）</p> <p>1.5 5G 全连接工厂对 5G 专网建设有哪些需求？其目标是什么？</p> <p>1.6 中国移动 5G 专网三种服务模式（优享、专享、尊享）内涵诠释、技术手段、实施效果及差异化分析</p> <p>1.7 中国电信 5G 定制网三种服务模式（致远、比邻、如翼）内涵诠释、技术手段、实施效果及差异化分析</p> <p>1.8 中国联通 5G 专网三种服务模式（虚拟专网、混合专网、独立专网）内涵诠释、技术手段、实施效果及差异化分析</p> <p>1.9 中国移动、中国电信、中国联通三家电信运营商</p>

	<p>5G 专网三种服务模式的差异化对比分析</p> <p>1.10 5G 虚拟专网架构、组网方案与应用案例</p> <p>1.10.1 QoS+DNN 组网方案，1.10.2 QoS+切片组网方案，1.10.3 案例：格力电器 5G 全连接工厂组网方案</p> <p>1.11 5G 混合专网架构、组网方案与应用案例</p> <p>1.11.1 5G LAN 局域专网架构、技术特点，1.11.2 5G UPF+MEC 组网方案、ULCL 分流原理，1.11.3 UPF/MEC 设备选型、规格、配置及部署，1.11.4 案例：三一重工 5G 全连接工厂 UPF+MEC 组网方案、分流原理、业务流程及设备部署</p> <p>1.12 5G 专网关键技术与原子能力总体介绍</p> <p>1.12.1 网络切片，1.12.2 边缘计算，1.12.3 上行大带宽，1.12.4 双向低时延，1.12.5 QoS+DNN，1.12.6 确定性网络，1.12.7 5G NR 基站定位技术，1.12.8 高可靠性等</p> <p>2 . 5G 全连接工厂赋能关键技术与融合应用</p> <p>2.1 5G 全连接工厂典型应用场景涉及相关技术介绍（设备控制技术、运动控制技术、云化 PLC 技术、远程监控技术、机器视觉、AI、高清视频技术等）</p> <p>2.2 工业互联网参考模型与工业通信协议（Modbus、OPC、OPC-UA、CAN 等）</p>
--	--

	<p>2.3 工业通信网络（工厂内网）（工业以太网、TSN、EtherCAT、WIA-PA等）</p> <p>2.4 工业互联网标识解析体系、组成、标识编码技术与应用</p> <p>2.5 5G网络切片技术及应用方案</p> <p>2.6 5G+边缘计算（MEC）技术及应用部署</p> <p>2.7 5G+人工智能（图像识别、模式识别、知识图谱）技术及融合应用</p> <p>2.8 5G+数字孪生技术与融合应用</p> <p>2.9 5G+机器视觉+模式识别技术与融合应用</p> <p>2.10 5G+AR/VR技术与融合应用</p> <p>2.11 多源融合室内定位技术与应用</p> <p>2.12 时间敏感网络（TSN）与确定性网络（DetNet）技术与应用</p> <p>2.13 软件定义网络（SDN）技术与应用</p> <p>2.14 . 5G工业互联网平台关键技术及应用</p> <p>2.14.1 5G工业互联网平台的体系架构</p> <p>2.14.2 5G工业互联网平台的主要功能及特征</p> <p>2.14.3 5G工业互联网平台南向接口技术（设备集成）</p> <p>2.14.4 5G工业互联网平台北向接口技术（应用集成）</p> <p>2.14.5 5G工业互联网平台数据系统实施架构（大数</p>
--	---

	<p>据、人工智能平台与对接)</p> <p>2.14.6 国内外主流的工业互联网平台介绍 (架构、功能、技术特征与区别、应用场景等)</p> <p>2.14.7 5G 全连接工厂基于工业互联网平台的应用创新场景有哪些? 如何创新?</p> <p>2.15 5G 全连接工厂安全技术与部署</p>
<p>模块六：数采篇-5G 全连接工厂数据采集方法与技术</p>	<p>1 . 5G 全连接工厂数据采集终端、芯片、模组及设备介绍</p> <p>1.1 5G 芯片介绍 (5G 芯片架构与组成、主流 5G 芯片厂家、5G 芯片技术规格、性能比较)</p> <p>1.2 5G 模组介绍 (5G 工业模组的概念、类型、功能、组成及特点、主流 5G 模组厂家、技术参数、性能比较等)</p> <p>1.3 5G 终端介绍 (概念、分类、组成、功能及应用场景描述)</p> <p>1.4 5G 数据终端 CPE 介绍 (概念、分类、组成、功能及应用场景描述)</p> <p>1.5 5G 泛终端产品介绍 (5G 媒体背包、5G+4K 媒体背包、5G 4K 直播背包、无人车、机器人、高清终端、5G 记录仪、5G CPE、工业 CPE、5G 智能网关、5G DTU、5G AR、AR/VR 终端等)</p>

	<p>1.6 5G 全连接工厂终端产品介绍（平台类产品、采集类产品、控制类产品、通信类产品等）</p> <p>1.7 工业传感器介绍（工业设备状态监测常用传感器类型、功能及应用场景分析）</p> <p>2 . 5G 全连接工厂设备数据的采集</p> <p>2.1 振动传感器数据的采集</p> <p>2.2 温湿度传感器数据的采集</p> <p>2.3 PLC 设备数据的采集</p>
<p>模块七：建设篇-5G 全连接工厂建设与部署实施方案</p>	<p>1 . 5G 全连接工厂建设及部署实施方案</p> <p>1.1 基础设施建设及部署方案</p> <p>1.1.1 5G 网络建设及部署方案：5G 虚拟专网、5G 混合专网方式部署 5G 网络</p> <p>1.1.2 工业网络互通方案：5G、时间敏感网络（TSN）、软件定义网络（SDN）等技术综合利用</p> <p>1.1.3 边缘计算部署方案：生产现场按需部署边缘计算节点，与企业级工业互联网平台互联</p> <p>1.1.4 业务系统建设方案：企业自建或租用网络服务与管理系统，本地化网络运维和管理</p> <p>2 . 工厂厂区现场升级方案</p> <p>2.1 现场装备网络化改造：各类“哑设备”、单机系统等网络化改造</p>

	<p>2.2 IT-OT 应用融合化部署：5G+IT-OT 应用统筹部署</p> <p>2.3 生产服务智能化升级：5G+人工智能等技术融合应用</p> <p>3 . 5G 全连接工厂关键环节应用及案例</p> <p>3.1 研发设计应用：5G+数字孪生+增强现实/虚拟现实 (AR/VR) 等技术融合应用及案例</p> <p>3.2 生产运行应用：5G+边缘计算+知识图谱等技术融合应用及案例</p> <p>3.3 检测监测应用：5G+机器视觉+模式化识别等技术融合应用及案例</p> <p>3.4 仓储物流应用：5G+射频识别+图像识别+多源融合室内定位+北斗导航等技术融合应用及案例</p> <p>3.5 运营管理应用：5G+工业互联网标识+工业互联网平台等设施融合应用及案例</p> <p>4 . 5G 全连接工厂网络安全防护部署方案</p> <p>4.1 安全防护能力：5G+人工智能+新型加密算法等技术</p> <p>4.2 安全管理：设备、控制、网络、平台和数据等安全防护能力</p> <p>5 . 5G 全连接工厂分级分类建设与部署实施方案及案例</p> <p>5.1 产线级 5G 全连接工厂建设与部署实施方案及案例</p>
--	--

	<p>5.2 车间级 5G 全连接工厂建设与部署实施方案及案例</p> <p>5.3 工厂级 5G 全连接工厂建设与部署实施方案及案例</p>
<p>模块八：案例篇-10 大行业 5G 全连接工厂建设案例</p>	<p>1 . 10 大行业 5G 全连接工厂建设实施方案及案例分析</p> <p>1.1 电子设备制造行业 5G 全连接工厂建设实施方案及案例分析</p> <p>1.2 装备制行业 5G 全连接工厂建设实施方案及案例分析</p> <p>1.3 钢铁行业 5G 全连接工厂建设实施方案及案例分析</p> <p>1.4 采矿行业 5G 全连接工厂建设实施方案及案例分析</p> <p>1.5 电力行业 5G 全连接工厂建设实施方案及案例分析</p> <p>1.6 石化化工行业 5G 全连接工厂建设实施方案及案例分析</p> <p>1.7 建材行业 5G 全连接工厂建设实施方案及案例分析</p> <p>1.8 港口行业 5G 全连接工厂建设实施方案及案例分析</p> <p>1.9 纺织行业 5G 全连接工厂建设实施方案及案例分析</p> <p>1.10 家电行业 5G 全连接工厂建设实施方案及案例分析</p> <p>2 . 5G 全连接工厂建设项目全流程解决方案设计案例及项目实操演示</p> <p>案例：以某电子设备制造行业 5G 全连接工厂 5G LAN 局域专网（5G 专网+工业互联网+UPF+MEC+切片+AI+ 机器视觉+模式识别+知识图谱+数字孪生</p>

	<p>+AR/VR+高精度室内定位等) + 智能制造真实项目为例，全流程诠释和展示 5G 全连接工厂建设与部署实施详细解决方案，包括痛点分析、场景确定、需求分析、5G 全连接关键要素、5G 全连接工厂总体技术方案、关键技术选择等。)</p> <p>2.1 5G 全连接工厂建设项目需求分析与挖掘 (项目介绍、流程分析、需求分析、制造行业现状及痛点分析)</p> <p>2.2 5G 全连接工厂建设项目需求与 5G 原子能力应对措施 (针对项目需求匹配 5G 专网原子能力)</p> <p>2.2.1 原子能力选择</p> <p>时延、下行带宽、上行带宽、可靠性、AI 算法、连接、定位</p> <p>2.2.2 原子需求确定</p> <p>时延指标、下行带宽指标、上行带宽指标、可靠性指标、AI 算法指标</p> <p>2.3 5G 全连接工厂建设项目的实现目标 (根据确定的 5G 专网原子能力指标要求规划项目实现目标，提出 5G 全连接工厂总体解决方案)</p> <p>2.4 5G 全连接工厂建设项目的细分应用场景-业务场景分析与选择 (根据项目需求确定装配车间 5G 专网细分应用场景，针对细分应用场景，分别进行方案</p>
--	--

	<p>设计)</p> <p>应用场景 1：安防监控-5G+4K 高清视频监控</p> <p>应用场景 2：远程控制机械臂-云化 PLC</p> <p>应用场景 3：远程控制 AGV-云化 AGV</p> <p>应用场景 4：辅助装配与远程指导-5G+AR</p> <p>应用场景 5：机器视觉质检-5G+AI</p> <p>2.5 5G 全连接工厂的业务流程分析（针对细分应用场景，分别进行流程分析）</p> <p>2.6 5G 全连接工厂项目的技术选型（通过技术对比分析，说明项目为什么需要 5G 专网技术？项目具体采用何种 5G 专网技术及服务模式？）</p> <p>2.7 5G 全连接工厂项目总体技术方案（项目总体技术方案）</p> <p>2.8 5G 全连接工厂项目分场景产品方案设计（项目分场景产品方案设计）</p> <p>2.9 5G 全连接工厂专网规划与设计</p> <p>2.9.1 系统组网规划</p> <p>(1) 5G 组网拓扑构建，(2) E2E 网络规划，(3) 5G 无线网规划，(4) 5G 承载网规划，(5) 5G 核心网规划，(6) 5G 无线覆盖规划：单小区容量、5G 无线容量规划、容量小区数、覆盖小</p>
--	--

	<p>区数，（7）系统时延设计：无线网时延、 承载网时延、核心网时延，（8）E2E 切片设计： 无线网切片、 承载网切片、 核心网切片，</p> <p>2.10 5G 全连接工厂专网系统部署</p> <p>2.10.1 网络部署：组网拓扑部署、车间通信设备部署、切片容量设计</p> <p>2.10.2 无线网配置与软件调试：无线 5QI 参数配置、无线切片属性配置、</p> <p>2.10.3 承载网配置与软件调试</p> <p>2.10.4 核心网配置与软件调测：核心网 AMF 配置、 核心网 SMF 配置、核心网 UPF 配置、核心网 UDM 配置</p> <p>2.10.5 AI 在线服务部署：机械臂、 机器视觉、AGV</p> <p>2.11 5G 全连接工厂项目产业链分析（项目生态及产业链分析）</p> <p>2.12 5G 全连接工厂项目的商业模式分析（商业模式及产品报价方案）</p> <p>2.13 5G 全连接工厂项目的应用价值分析（应用效果评估及价值分析）</p> <p>2.14 5G 全连接工厂项目的项目管理与交付（项目管</p>
--	--

理与交付、风险分析等)

七、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。

八、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 5G 全连接工厂建设与部署实施方案、关键技术、项目实战与大量的典型案例结合起来，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。

九、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 5G 物联网与 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，工信部职业技能鉴定中心 5G、物联网、工业互联网、人工智能特约讲师，中国通信工业协会物联网分会 5G 物联网、工业互联网专业特约讲师。《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”。在 5G、物联网、工业互联网、云计算、大数据、人工智能、区块链、元宇宙、边缘计算、算力网络、传输网（100G/400G WDM/OTN）、接入网（10G/50G EPON/GPON）、数据网、交换网、城域网、互联网、移动互联网、5G+AICDEB 赋能垂直行业应用领域、DICT 项目咨询、智慧城市、智慧工厂、智能制造、智慧教育、智慧交通、智能电网、智慧港口、智慧钢铁、智慧矿山、智慧煤矿、智慧物流、智慧医疗、智慧农业、智慧旅游、智慧社区、智能家居等领域有一定的造诣和工程建设实践经验。

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。多次代表工信部职业技能鉴定中心、烽火通信、华为、上海诺基亚贝尔、中国通信工业协会物联网应用分会的对外培训工作。

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。