

《5G+工业互联网关键技术与行业应用项目实战》课程大纲

一、 培训背景分析：

5G 网络主要面向物联网和工业互联网，赋智千行百业，5G 真正的应用场景，80%是在工业互联领域。工业互联网的本质是工业能力与 DICT 能力的集成、融合及创新，工业互联网赋能智能制造既是国家战略，也是行业自身需求，是发展的必然趋势。2023 年，5G 主要应用的价值空间将超万亿，2026 年，5G 60%的新增市场机会将来自于 2B 行业应用。

5G 不止是大带宽，高可靠及低时延连接才是工业刚需，这是 5G 区别于任何移动通信系统的关键特征，是 5G 赋能行业最重要的“金刚钻”。工业控制应用场景对网络提出更高要求，建立在 5G 移动宽带基础上的高可靠与低时延连接，让 5G 具备与工业流程和工业控制深度融合的能力，真正开启 5G 赋能行业的大门。

5G 和工业互联网是产业数字化转型、工业智能化发展的关键综合信息基础设施，两者的融合将成为工业互联领域重要的网络支撑技术。5G+工业互联网中，数字化是基础，网络化是核心，智能化是目标。

基于上述背景分析，为了提升运用 5G+工业互联网在工业互联领域的应用能力、项目实践能力和人才培养，特举办《5G+工业互联网关键技术与行业应用项目实战》培训班。该培训课程按照产业篇、概念篇、架构篇、技术篇、平台篇、设备篇、案例篇、实战篇 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+工业互联网关键技术的行业应用及项目实践。

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：产业篇-5G+工业互联网的产业发展与应用创新
- 模块二：概念篇-5G+工业互联网的基本概念及技术要求
- 模块三：架构篇-5G+工业互联网的体系架构及系统组成
- 模块四：技术篇-5G+工业互联网的关键技术及应用分析
- 模块五：平台篇-5G+工业互联网平台架构、技术及功能
- 模块六：设备篇-5G行业终端、芯片、模组及设备介绍
- 模块七：案例篇-5G+工业互联网落地实施方案案例分析
- 模块八：实战篇-5G+工业互联网行业应用项目实战指导

三、 本课程培训特色及亮点：

本课程培训特色及亮点：搭建 5G+工业互联网行业应用项目实战平台，全流程展示 5G+工业互联网行业应用项目实操环节，包括 5G 局域专网 MEC+UPF 基本配置，5G 无线网络配置，5G 工业网关、高级路由、VLAN 基本配置，5G 专网安全配置，5G 远程控制、云化 AGV、云化 PLC 等项目实战案例展示等。

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
第一天	上午	模块一：产业篇-5G+工业互联网的产业发展与应用创新	1 小时
		模块二：概念篇-5G+工业互联网的基本概念及技术要求	2 小时
	下午	模块三：架构篇-5G+工业互联网的体系架构及系统组成	3 小时
		课程小结、答疑、交流讨论与互动环节	
第二天	上午	模块四：技术篇-5G+工业互联网的关键技术及应用分析	3 小时
	下午	模块五：平台篇-5G+工业互联网平台架构、技术及功能	1.5 小时
		模块六：设备篇-5G 行业终端、芯片、模组及设备介绍	1.5 小时
		课程总结、答疑、交流讨论与互动环节	
第三天	上午	模块七：案例篇-5G 工业互联网落地实施方案案例分析	3 小时
	下午	模块八：实战篇-5G+工业互联网行业应用项目实战指导	3 小时

天	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+工业互联网产业链各厂家、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+工业互联网相关工作的管理人管、技术人员等。

六、 课程详细大纲：

培训主题	详细内容
模块一：产业篇-5G+工业互联网的产业发展与应用创新	<ol style="list-style-type: none"> 1 . 工业互联网需要帮助企业解决那些重点问题？（需求分析） 2 . 我国工业互联网发展政策、试点示范项目主要方向有哪些？（政策解读） 3 . 工业互联网的应用场景有哪些？ 4 . 工业互联网的应用模式与应用创新分析 5 . 5G+工业互联网的产业现状及融合发展分析 6 . 5G+工业互联网发展的关键要素（终端、网络、平台及应用） 7 . 5G+工业互联网的产业链及生态发展（5G+工业互联网产业链的主要环节有哪些？） 8 . 5G+工业互联网的商业模式、生态合作主要领域、主要合作模式

	<p>9 . 5G+工业互联网的能力建设与发展 (终端能力、网络能力、平台能力、应用能力)</p> <p>10 . 5G+工业互联网的服务对象、应用场景、应用目标及应用效果分析</p> <p>11 . 5G+工业互联网应用创新的关键是什么？</p>
<p>模块二：概念篇-5G+工业互联网的基本概念及技术要求</p>	<p>1 . 工业互联网的基本概念及技术特征</p> <p>2 . 工业互联网的内涵诠释 (如何建立工业互联网的概念模型？工厂内网的联接对象有哪些？工厂外网的联接对象有哪些？工业互联网的联接对象有哪些？)</p> <p>3 . 工业互联网的技术体系及标准体系</p> <p>4 . 5G+工业互联网的概念及内涵诠释</p> <p>5 . 5G+工业互联网组成的关键要素分析</p> <p>6 . 5G+工业互联网的通信方式及通信过程分析</p> <p>7 . 5G+工业互联网的关键技术体系</p> <p>8 . 5G+工业互联网的技术要求</p> <p>9 . 5G+工业互联网需要解决的关键问题-如何实现工厂内网改造？</p> <p>10 . 工业互联网的“互联”需要思考那些关键问题？</p> <p>11 . 工业互联网实现互联的关键要素 (两大互联场景、三大企业主体、七类互联单元、九种互联类型)</p> <p>12 . 工业互联网应用 5G 需要考虑那些关键问题？</p>

<p>模块三：架构篇-5G+工业互联网的体系架构及系统组成</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1 . 工业互联网的体系架构与组成 (工厂内网络典型的组网架构、工厂外网络典型的组网架构) 2 . 工业互联网架构剖析-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) 3 . 工业互联网端到端的网络架构及组成-水平分割 4 . 5G+工业互联网组网总体方案及优势分析 (5G+工业互联网如何实现融合组网?) 5 . 5G+工业互联网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)) 6 . 5G+工业互联网工厂外网架构剖析-外网连接 (工业互联网工厂外网络连接架构) 7 . 5G+工业互联网对工厂现网改造 (三种方式) 8 . 5G+工业互联网端到端概念的建立与理解 9 . 5G+工业互联网端到端组成-水平分割:端-管-云 10 . 5G+工业互联网端到端构成及组成要素 11 . 5G+工业互联网垂直分层架构-感知 网络 平台 应用
	<ol style="list-style-type: none"> 1 . 5G 网络关键技术及组网方案 (无线网、承载网、核

<p>模块四：技术篇-5G+工业互联网的关键技术及应用分析</p>	<p>心网)</p> <p>2 . 5G 网络三大应用场景的业务需求与上云部署技术-云网融合、云网协同、网随云动、智选网络</p> <p>3 . 5G+工业互联网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>4 . 工业 互 联 网 参 考 模 型 与 工 业 通 信 协 议 (Modbus、OPC、OPC-UA、CAN 等)</p> <p>5 . 工 业 通 信 网 络 (工 厂 内 网) (工 业 以 太 网、TSN、EtherCAT、WIA-PA 等)</p> <p>6 . 工业 互 联 网 标 识 解 析 体 系、组 成、标 识 编 码 技 术 与 应 用</p> <p>7 . 5G 网络切片技术及应用</p> <p>8 . 5G+MEC 技术及应用</p> <p>9 . 数字孪生技术及应用</p> <p>10 . 机器视觉技术及应用</p> <p>11 . 高精度定位技术及应用</p> <p>12 . 确定型网络技术及应用</p>
<p>模块五：平台篇-5G+工业互联网平台架构、</p>	<p>1 . 5G 工业互联网平台的体系架构</p> <p>2 . 5G 工业互联网平台的主要功能及特征</p> <p>3 . 5G 工业互联网平台南向接口技术 (设备集成)</p>

<p>技术及功能</p>	<p>4 . 5G 工业互联网平台北向接口技术（应用集成）</p> <p>5 . 5G 工业互联网平台数据系统实施架构（大数据、人工智能平台与对接）</p> <p>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>7 . 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>模块六：设备篇-5G 工业行业终端、芯片、模组及设备</p>	<p>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>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>3 . 5G 终端介绍（概念、分类、组成、功能及应用场景描述）</p> <p>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>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、AR/VR 终端等）</p> <p>6 . 工业互联网终端产品介绍（平台类产品、采集类产</p>

	<p>品、控制类产品、通信类产品等)</p> <p>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>模块七：案例篇-5G 工业互联网落地实施方案案例分析</p>	<p>1. 5G+工业互联网融合应用的新型场景分析 (5G+超高清视频；5G+AR、5G+VR；5G+云端机器人；5G+远程控制；5G+云化 AGV；5G+无人机；5G+机器视觉等)</p> <p>2. 5G+工业互联网场景原子能力组合应用需求分析 (案例:5G+智能制造场景 5G 关键原子能力需求分析、5G+智慧交通场景 5G 关键原子能力需求分析)</p> <p>3. 5G+工业互联网业务对网络性能要求分析 (工业控制业务场景对网络特性的要求、工厂业务对工业互联网的网络指标要求、5G 网络应用于工业控制的业务场景及诉求分析、工业控制业务场景对 5G 网络特性的要求)</p> <p>4. 5G+工业互联网项目方案设计思路方法</p> <p>5. 5G+工业互联网行业专网无线覆盖要求及设计</p> <p>6. 5G+工业互联网项目落地实施解决方案及典型案例</p> <p>7. 案例一：“5G+智能制造+AICDE”应用集成创新落地实施完整流程案例分析</p> <p>8. 案例二：“5G+智慧港口+AICDE”应用集成创新落</p>

	<p>地实施完整流程案例分析</p> <p>9 . 案例三：“5G+智慧矿山+AICDE”应用集成创新落地实施完整流程案例分析</p> <p>10 . 案例四：“5G+智慧工业园区+AICDE”应用集成创新落地实施完整流程案例分析</p>
<p>模块八：实战篇-5G+工业互联网行业应用项目实战指导</p>	<p>1 . 5G+工业互联网项目实践平台的搭建</p> <p>2 . 5G+工业互联网项目实战设备、5G+工业互联网平台介绍</p> <p>3 . 5G+工业互联网项目实战全流程介绍</p> <p>4 . 5G 工业网关基本配置、高级路由、VLAN、5G 无线网络配置</p> <p>5 . VPN 配置 :</p> <p>PPTP、L2TP、OPENVPN、IPSEC、GRE</p> <p>6 . 安全、访问限制、NAT、DMZ、QoS 配置</p> <p>7 . 5G 工业网关连接边缘计算 (MEC) 平台的配置</p> <p>8 . 5G 工业网关连接工业互联网平台 (IIoT) 的配置</p> <p>9 . 5G+工业互联网行业专网企业侧对接原理与组网配置方法及实践</p> <p>10 . 5G+工业互联网行业专网端到端带宽配置方法及实践</p> <p>11 . 5G+工业互联网行业专网容量设计、配置方法及实</p>

	<p>践</p> <p>12 . 5G+工业互联网行业专网端到端时延要求、计算方法、配置方法及实践</p> <p>13 . 5G+工业互联网行业专网可靠性设计、配置方法及实践</p> <p>14 . 5G+工业互联网行业专网大连接设计、配置方法及实践</p> <p>15 . 5G+工业互联网行业专网定位实现方案、配置方法及实践</p> <p>16 . 5G+工业互联网项目实战案例：远程控制、云化AGV、云化 PLC 等项目实战案例展示</p>
--	---

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+工业互联网关键技术、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。