|  |  |
| --- | --- |
| 采购需求概况 | 采购5G/LTE移动通信综合实训平台一套，主要包含：1. 5G-R基站BBU模块（2套），2. 5G基站AAU模块(1套)，3. 5G-R RRU+ANT模块(1套)，4. 天线及抱杆(3套)（包含工具箱），5. 5G rHUB模块(2套)，6. 5G pRRU模块(2套)，7. 驻波比测试仪(2台)，8. 无线场强测试仪(4套)，9. SPN设备（3台含网管系统），10. OSN设备（2台），11. 计算机综合实训平台（1套）。 |
| 项目建设功能目标 | 铁路通信实训室升级改造项目功能主要实现：无线网设备能够开展5G-R移动通信设备安装与工程实践、无线设备部署配置调试等教学实训任务；支持不同业务场景应用提供不同的服务质量（QoS）带宽和延迟；支持小区聚合和波束赋形等配置，满足对应移动通信真实场景的实训需求。无线测试设备能够进行馈线测试、无线场强测试等真实场景实训任务。传输网设备支持各种传输技术，如IP、SDH、OTN（光传输网络）等，具备自动故障检测和恢复功能，能够在故障发生时自动切换；能够适应不同的网络环境应用下设计部署实训；能够进行FlexE（灵活以太网）实验、以太网业务流实验、切片与QoS实验、环保护与可靠性实验、IP over OTN实验等功能。 |

1.采购清单及产品主要规格参数、数量：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 设备名称 | | 主要技术参数 |
| **5G/LTE移动通信综合实训平台一套** | **（一）5G-R基站BBU模块2套**  **（核心产品）** | 一、功能要求：  交换控制和传输单元板功能要求：  （1）支持基站系统与北斗/GPS 之间的同步功能；  （2）支持卫星信号丢失情况下 24 小时的同步保持功能；  （3）支持与核心网之间的接口及接口协议处理功能；  （4）支持与 BBU 内部各板卡之间的业务、信令交换处理功能；  （5）支持内部板卡在位及存活检测功能；  （6）支持内部板卡上/下电控制功能；  （7）支持 BBU 内部板卡的时钟分发功能；  （8）教学使用时支持无核心网启动功能;（需提供功能图片证明）  （9）配套标准42U机柜  二、基带处理板功能要求：  （1）支持物理层处理功能；  （2）支持链路层处理功能；  （3）支持系统同步功能；  （4）支持电源受控延时开启功能；  （5）支持 I²C SLAVE 管理功能；  三、电源板及风扇板功能要求：  （1）支持实现对-48V 到 12V 的电源转换，完成 BBU 平台所有板卡的电源提供；  （2）支持输入电压：DC40-55V；  （3）风扇板功能要求支持为 BBU 系统提供散热功能；  （4）包含风扇单元的温度测量（温度传感功能）、风扇转速测定、风扇转速控制；  四、配套教学系统软件要求：  （1）软件应支持虚拟仿真实验和二次开发设计。  （2）软件应支持与NI USRP、Hackrf以及ADI的PLUTO等通用平台进行对接，并搭建实时的通信系统。  （3）为方便实验测试分析，软件应提供各类虚拟仪器仪表，如示波器、误码测试仪、频谱分析仪、系统延时分析仪。（需提供仿真软件操作现场演示证明虚拟仪器仪表包含有示波器、误码测试仪、频谱分析仪、系统延时分析仪且打开仪器界面测量传输信号。）  （4）仿真及控制软件内的虚拟示波器应以真实示波器为原型，操作行为及显示效果应与真实示波器动态显示保持一致，不接受只有直接绘制波形图片展示的方案。  （5）应支持信号的实时处理，需要虚拟仪表等显示波形变化，支持动态显示波形等数据，不能只以静态图片展示。  ▲（6）软件应至少包含：信源编译码、信道编译码、基带传输编译码、模拟调制解调、二进制调制解调、多进制调制解调、同步技术、复用解复用、信道模拟等9个大类算发颗粒，算法颗粒数量不少于60个。（需提供图片证明有9个大类以及不少于60个的算法颗粒。）  （7）软件应支持学生自由进行算法/实验模块的拖放、连线及调测，并且算法模块应能自由组合并配合硬件进行各类通信系统设计、搭建、测试与验证。  （8）应允许用户自主开发的算法颗粒集成到软件内进行图形化显示与调用，并支持与原有算法互联进行验证。  ▲（9）应支持直接将每个实验过程的设置、连线、结果进行本地保存，后续可直接调用无需重新搭建。（需提供仿真软件操作图片证明，应有实验模块的连线前后状态、测试结果并保存和直接打开保存文件状态）  ▲（10）应提供虚拟二次开发功能模块，直接拖放二次开发功能模块，支持基于VS的C/C++算法开发，支持基于Matlab的m函数开发，支持基于Python语言开发。（需提供仿真软件操作图片证明提供的虚拟二次开发功能模块支持参数中的三种算法语言的开发。）  （11）应包含不少于以下仿真算法功能模块： 示波器模块、误码测试工具模块、频谱分析工具模块、文本数据源模块、视频源模块、音频采集模块、数据信号源模块、模拟信号源模块、文本接收显示模块、视频终端模块、音频终端模块、滤波器模块、抽取与插值、ADS-B信号解调解码器模块，各种信源编译码、信道编译码、调制解调等模块，数据类型转换模块以及二次开发模块。  （12）平台至少提供5个并发数，保障5个用户同时使用。  五、技术参数：  （1）具备交换控制和传输单元板、基带处理板、电源板、风扇板等板卡；支持 CU/DU 分离；  （2）单机框支持 18\*100MHz 64TR 载波处理能力；  （3）单板支持 3\*100MHz 带宽处理能力；  （4）NG/Xn 接口支持 2\*25Gbps 光接口；  支持 4/5G 共框；  （5）基站自身单独具备不同的射频输出特性；  （6）根据 3gpp 协议，EVM 100MHz 256QAM 情况下≤3.5%；  （7）机框规格参数：2U;  （8）提供安装方式的材料：19 英寸机柜安装、机架安装、挂墙机框安装；  （9）输入电源 DC：-48V；防护等级（不低于）：IP20；  六、配套5G 模块单元：  （1）5G 模块单元：  ▲6.1频段支持：  5G NR : n1/n28\*/n41/n77/n78/n79  LTE-FDD : B1/B2/B3/B5/B7/B8/B20/B28  LTE-TDD : B34/B38/B39/B40/B41  WCDMA : B1/B2/B5/B8（提供证明并加盖公章）  ▲6.2语音功能：支持 5G SA 模式下的 VoNR 及 VoLTE，提供高品质通话能力（提供证明并加盖公章）  ▲6.3速率性能：  5G SA：下行速率 2 Gbps，上行速率 1 Gbps  5G NSA：下行速率 2.2 Gbps，上行速率 575 Mbps 4G：下行 Cat 12（600 Mbps），上行 Cat 13（150 Mbps）（提供证明并加盖公章）  6.4天线接口：4 天线接口  6.5语音接口：具备完整 PCM 转语音接口  （2）中央处理单元  6.6处理器性能：主频不低于 1.5 GHz。  支持多线程处理，确保高并发任务的高效执行。 图形处理：支持 OpenGL ES 3.1 和 Vulkan 1.0，可实现高效图形渲染。  视频处理：  6.7解码：支持 H.265 (HEVC) 4Kp60 解码，H.264 (AVC) 1080p60 解码。  编码：支持 H.264 1080p30 编码。  内存：不低于 4GB LPDDR4-3200 SDRAM  eMMC 闪存:不低于 32Gb  6.8网络接口：设置一个千兆网口，提供高速稳定 的网络连接，便于进行大数据量的网络通信和远程控制，适用于需要网络支持的各类应用场景。  6.9显示接口：配置一个 HDMI 接口，可连接显示器、投影仪等显示设备，实现视觉信息的输出，适用于需要图形化界面展示的开发与应用。  6.10电源及调试接口：具备系统调试开关及micro usb接口，方便进行设备的调试操作以及供电，确保设备的稳定运行和故障排查。  6.11通信接口预留：预留 485 接口及 232 接口，能够与各类工业设备、传感器等进行通信，拓展设备的应用范围，适应复杂的工业控制和数据采集场景。  6.12 GPIO 接口：I2C 接口：配置 4 路 SDA 和 SCL 接口，可连接如传感器、显示屏等I2C总线设备，实现多设备的数据交互与协同工作。  6.13电源输出接口：设置 4 路 3.3V 和地接口、4 路 5V 和地接口，为外接设备提供稳定的电源支持，确保整个系统的正常运行。  6.14通用输入输出接口：配备4路IO接口，可灵活配置为输入或输出模式，用于实现简单的数字信号控制和数据采集功能，如连接按键、LED 灯等基本电子元件，满足基础的交互需求。  （3）传感器通信模块  6.15配备温湿度传感器、红外测温传感器、大气压强传感器、三轴磁场传感器、火焰传感器、超声波测距传感器、电机及二轴舵机模块。  6.16整体集成：所有传感器及模块须集成在同一块电路板上，非单独零件简单拼接，确保模块的集成化应用。  （4）实训案例  ▲6.17 至少具备5G智慧交通管理平台实训案例：  案例应包含5G模组调试接口：提供5G模组的连接与调试功能，支持网络状态监测、信号强度显示、网络参数配置等功能。（提供证明并加盖公章）  摄像头音视频接口：支持高清摄像头的接入，实现音视频数据的实时采集与传输，支持远程控制摄像头上下和左右。  ▲6.18 传感器开启及控制接口：集成多种传感器，支持传感器的远程开启、关闭和数据采集及处理。（提供证明并加盖公章）  ▲6.19支持显示交通流量、路况信息、摄像头监控画面等。（提供证明并加盖公章）  6.20 5G音视频通信实验：支持5G环境下的音视频通信实验。 |
| **（二）5G基站AAU模块1套** | 一、功能要求**至少**满足：  （1）支持32通道链路数字预失真处理，需提供ACPR＜-45dBc，256QAM EVM≤3.5%；  （2）支持波束赋型可完成水平面±60°垂直面±13°内任意方位高增益波束赋形；  （3）支持2/4/8/16流发送；  （4）该设备须支持5G基站生成的基带I/Q数据导入生效功能；  （5）该设备需配套链路电路设计仿真项目和中频链路算法仿真项目，链路电路设计仿真项目输出性能需与真实设备单通道指标一致；  （6）该设备应由模块化构成，并且整个单元可开盖提供给用户，标书中需提供相应的开盖图片和电路框图构成；  （7）滤波器单元需支持硬件接口开放，可通过射频线引出信号进行信号分析；  二、主要技术指标**至少**满足：  工作带宽：≥100M；  工作频段：至少N78；  辐射功率：≥200w；  通道数：至少64TR；  天线阵子数：至少192；  输入电源：-48V；  功耗：≤980W；  需支持模式：支持TDD+FDD双工方式；  光口：至少支持2\*25Gbps；  级联级数：40级级联；  安装方式：需支持抱杆、挂墙等安装方式，提供配套安装材料；  环境温度：-40℃~ +55℃；  防护等级：IP65。 |
| **（三）5G-R RRU+ANT模块1套** | 5G-R系统的核心主设备，完成5G-R信号的数字中频处理，可用于5G-R室外拉远覆盖或室内分布式天线覆盖场景组网；  一、功能要求：  **至少**可同时支持5G/4G业务收发；  二、主要技术指标**至少**满足：  主要技术指标：  光口：至少支持2\*25Gbps；  单通道接收机灵敏度：≤﹣97 dBm；  射频端口：N型（5级级联）；  安装方式：支持抱杆、挂墙等安装方式，提供配套安装材料；  环境温度：-40℃~ +55℃；  防护等级：IP65。 |
| **（四）天线及抱杆3套** | 需含安装实训配套工具箱等  （1）能够承载5G AAU模块;  （2）能够承载5G PRRU模块；  （3）易于安装和固定，含全套安装配件；  （4）含接地线缆和传输线缆；  （5）较远距离传输配套部署走线架。 |
| **（五）5GrHUB 模块2套** | 功能要求**至少**满足：  （1）可同时支持 5G/4G 业务收发；  （2）可同时支持 FDD 与TDD 两种制式；  （3）需支持内置天线；  （4）支持传输以及 POE 接口、也支持单传输接口；  （5）支持 25G 光口；  （6）需支持指示灯功能：包括但不限于运行、告警、电源灯，便于日常运维、教学认知或调测验证指示；  （7）支持 5G 频段范围 100MHz 及以上；  （8）5GNR 灵敏度指标要求≤-94dBm；  （9）支持吸顶、挂墙、柱状杆体、吊杆安装；（提供配套安装材料）；  主要技术指标：  工作频段：至少支持5G NR：2515-2675；  上行 FDD&GSM：至少支持1710-1735，下行 FDD&GSM：至少支持1805-1830；TDD：至少支持2320~2370；  工作带宽：5G NR160MHz /FDD 25MHz / TDD 50MHz 光电复合缆拉远距离：不少于90m；  接收机灵敏度：<-94dBm；<-100dBm（TDD &FDD）；  最大输出功率(mW)：2.6G NR:4\*400mW；2.3G TDD:2\*250mW；1.8G FDD:2\*250mW；  环境温度：-40℃~ +55℃ 相对湿度：5%~95%。 |
| **（六）5GpRRU模块2套** | 功能要求**至少**满足：  （1）支持 8 个及以上 pRRU；  （2）支持 2 级级联；  （3）支持 2/4 流发送；  （4）需支持接口：IR 口 25G 或其他行业标准光口、PRRU 供电接口、运维接口、环境测试接口；  （5）需具备指示灯功能：包括但不限于电源、运行灯、告警灯、光口指示灯等；  （6）需支持级联、上下联接口；  （7）支持 19 英寸标准机柜、挂墙安装、机框安装；（含各种安装配件） 主要技术指标：上联接口：4\*25G 光口+2\*10G 光口下联接口：8\*25G 光口，支持 2 级级联功耗：80W-560W，电压范围：140VAC～300VAC；  （8）环境温度：-40℃~ +55℃ 相对湿度：5%~95%；  （9）外壳防护等级：IP31。 |
| **（七）驻波比测试仪2台** | 性能**至少**满足：  （1）频率范围：2MHz到 4400MHz；  （2）频率分辨率：0.5kHz；  （3）频率准确度：±2 ppm；  （4）输出电平：>0dBm；  （5）扫描速度:1ms/点(回波损耗),1.2ms/点(故障定位)；  （6）数据点数:130,259,517.1033,2065；  （7）干扰抑制:+10 dBm(偏±10 kHz以内),+25 dBm(偏>1.0 MHz)；  （8）方向性:≤-42dB(机械校准后)<-38dB(电子校准后)；  （9）回波损耗:范围0.00-60.00dB,分辨率0.01dB；  （10）驻波比:范围1-65,分辨率0.01；  （11）电缆衰耗:范围0.00-30.00dB,分辨率0.01dB。 |
| **(八）无线场强测试仪4套** | 性能**至少**满足：  （1）使用频段：5KHz~4.5GHz；  （2）频率精度：±0.01ppm；  （3）电平精度：±1.5dB；  （4）电平分辨率：0.ldB；  （5）最大输入安全功率：25.7dBm；  （6）三阶互调截获点：典型值>+12dBm；  （7）二次谐波抑制：<-75dBC；  （8）三阶互调：+12dBm(典型值)；  （9）剩余响应：<-90dBm；  （10）参考电平范围：-130dBm~+30dBm；  （11）驻波比:驻波比<2.0；  （12）频谱扫速:9kHz~6.3GHz:18GHz/s@25KHz9kHz~9G/20G:137GHz/s@25KHz；  （13）实时频谱分析带宽:最大100MHz；  （14）解调分析支持模式：SG-NR,LTE、NB-IOT、WCDMA、GSM、矢量信号；  （15）每个设备配套一个实训操作台配置要求至少满足：实训操作台长1.6米\*宽1.2米\*高0.75米，台面采用防静电处理，不少于50工位。 |
| **（九）SPN主设备及网管3套** | 性能至少满足：  设备高度及业务槽位数：  整机设备高度不大于5U，业务槽位15 个；  （1）关键部件：  设备的关键单元要求1+1冗余配置:其中所有设备子框的电源盘1+1配置，3台SPN设备共计配置不少于6块主控交叉盘；  （2）交叉容量：  分组交换容量≥640G；  SE-XC交叉容量≥400G；  业务槽位数≥15个；  （3）业务类型：  支持E-Line、E-Tree、E-LAN业务，以及静态L3VPN业务；  （4）接入能力：  每台SPN设备支持50GE灵活以太光2个接口(支持FlexE)；  支持25GE光接口数量不少于20个；  （5）接口配置：  每台SPN设备至少配置50GE灵活以太光接口数2(支持FlexE)，GE/FE端口数16 ，3台SPN设备总共配置GE光模块50个，50GE光模块12个；  （6）承载技术：  支持静态双向MPLS Tunnel、静态单向MPLS Tunnel、SR-TP Tunnel、SR-BE Tunnel、SPN Channel；  （7）保护能力：  支持MPLS Tunnel LSP1:1保护，PW冗余保护，板内LAG组保护、板间LAG组保护、SPN Channel 单向/双向1:1路径保护，SR-TP 1:1路径保护，TI-FLA FRR保护，VPN FRR+LSP1:1保护；  （8）接口能力：  支持FE/GE/10GE/25GE/50G FlexE/100G FlexE；25GE光接口板可支持25GE/10GE自适应；  （9）时钟/时间同步能力：时钟同步：支持同步以太、外部时钟输入输出；时间同步：支持1588V2、外部时间输入输出，高精度；  （10）QoS能力：  需要支持基本QoS能力、流分类、流标记、带宽控制、连接允许控制、拥塞控制、队列调度；  （11）OAM能力：  需支持切片传送层、切片通道层、切片分组层网络传达子层、客户业务层OAM；  （12） 切片能力  支持5G颗粒度、10M颗粒度的切片；  （13）DCN能力：  需支持网元内部DCN、OMC与网关网元间的外部DCN。  （14）网管服务器支撑：SPN 及 OTN的网管操作点位， 需满足不低于50台电脑点位；  （15）配套标准42U机柜；（说明：每台SPN安装在一个机柜，相关设备采用上走线架互联）  （16）配套环境控制系统：设备运行时，室内温度不高于24℃，湿度不高于60%。 |
| **（十）OSN设备2台** | 性能至少满足：  （1）交换容量不低于：OTN：280G；分组：200G ，业务槽位数≥10个；  （2）最大波数不低于：60个，线路侧端口数量不小于 4 个 10G，支路侧端口数量不小于 4 个 10G 及以下速率接口；  （3）业务类型：支持 OTN、FE、GE、SDH、SAN；  （4）同步：支持同步以太网、1588v2；  （5）设备级保护：支持中央交叉主控盘 1+1 保护、时钟单元冗余1+1备份、电源盘 1+1 保护、输入电源 1+1 保护；  （6）网管统一管理：支持资源统计、业务发放、带宽调整、时延管理； |
| **（十一）计算机综合实训平台1套** | 功能模块至少满足：  ▲（1）平台支持多方案参数合并：能将多个作业模式、考试模式下的成绩按照一定比例输出，从而形成一个综合成绩；考试端加密上传详细操作日志功能，记录学生作答机器IP及计算机名、学生选择作答试题时间、切换试题时间、交卷时间等；作业模式可设置作答“次数”的范围可以设置指定次数，学生可以每次作答前预约场次，每场次可设定预约人数限制；支持基础office数据防作弊处理，支持以下级别：Ⅰ级：有效检测客户端登录IP、机器名、MAC等信息，做到换机及登录识别，直接切断学生私自更换电脑替考等情况；Ⅱ级：客户端考试文件有效检测，能快速识别学生文件及文件夹是否为复制粘贴的拷贝文件，进行作弊标记处理；人脸识别拍照功能要求功能，在考试系统的界面上，对学生的动态“摄像”结果，学生全程可见，拍照留档；支持历史方案归档功能，归档后的方案不能用于考试；设置归档方案操作时，增加选项，完成的方案，数据存放于其它库，物理文件设置在不同硬盘，可以与现有数据完全区分开；系统本地服务器部署无需额外购买节点数，系统支持至少1000客户端同时在线考试，并且不限制并发数量，无加密狗；（提供证明并加盖公章）  （2）支持信息技术win10+office2016所有组件的内容考核，能平滑接入校内原考试平台，能直接嵌入平台下原有计算机基础课程中且稳定同步运行，数据可交互使用，新资源包题型支持：单选、多选、填空、判断、阅读理解、附加题、文件操作、个性化、网络、系统设置、时间和语言、word、excel、PPT操作等多种题型，且以上题型完全实现自动判分，office支持2013、2016、2019多个办公环境；提供office2016办公操作题至少100套试题（word2016操作题、Excel2016操作题、PPT2016操作题各200道以上），客观题1000道以上，合同期内如需升级更高版本office可免费升级；提供人工智能相关理论知识客观题，包含：单选、多选、填空、判断等题型，上述题型完全自动判分，题目数量至少300道以上；  （3）提供5G物联网自定义资源包接口，满足教师自由创建考试资源，自定义资源包能完全实现自主建立，物联网自定义课程资源包满足题型：单选、多选、填空、判断、简答、填空计算题、综合题、分析题、完形填空题、词汇语法题、阅读理解题、选词填空题、快速阅读，客观题完全实现自动判分；对于主观题提供手动判分，机考成绩与手动阅卷成绩自动汇总；试题中可以插入数学公式、物理公式、化学公式，完全支持OFFICE上的公式编辑器，支持图文混排，同时支持增加视频、听力等多媒体格式试题，课程资源包本地服务器部署无需额外购买节点数，无加密狗；  （4）Python程序资源包题型支持：单选、多选、填空、判断、程序设计、程序填空、程序改错、结果导向编程等题型，上述题型完全自动判分，客户机答题Python调用环境支IDLE(python3.x)IDLE(python2.x)等版本；Python程序设计题，支持关键代码、运行通过、结果检测三个模块按照设定比例匹配判分；Python结果导向编程题录入支持设置标准答案和多组输入；每组输入支持设置分数、输入类型可选单行、多行字符串和文件；实现程序功能的完整性校验；Python结果导向编程题，实现多组输入、输出验证，学生可自由编写程序作答，不受任何条件限制；提供python客观题1000道以上，编程题500道以上. 课程资源包本地服务器部署无需额外购买节点数，无加密狗；  （5）WPS办公应用资源包能够通过原考试平台提供接口对接，保证正常组织考试。满足国家等级考试一级考试模块的所有题型自动判分功能，所有考察点均为一级难度；考核模块的题型支持：单选、多选、填空、判断、WPS文字、WPS表格、WPS演示、附加题等多种题型，所有题型完全实现自动判分，wps调用环境支持国内通用的专业版本，提供配套操作题库100套；课程、题型、难度、要求等完全自定义，可随时调整；wps作业模式下能将多个作业成绩按照一定比例输出，从而形成一个综合成绩，课程资源包本地服务器部署无需额外购买节点数，无加密狗；  （6）配套工作站性能**不低于**：CPU十二代i5处理器，内存：16G，硬盘：256SSD+1T sata企业级，显卡：支持2口HDMI输出，显示器尺寸：不小于22英寸，含多媒体音频播放单元，配套操作台尺寸不小于长1.6米×宽1.2米×高0.75米；  （7）移动式交互触控操作台性能配置不低于：≥86 英寸， 分辨率≥3840 × 2160， 显示比例： 16:9， 触摸点数:≥20 点； 触摸精度（ 或书写精度）：±2mm；有蓝牙、WiFi； 前置接口: USB≥2个； 组合方式:带支架， 可移动； |

2.需执行的国家相关标准、行业标准、地方标准或者其他标准、规范：

数据中心设计规范GB50174。

3.货物包装运输、供货时间、供货地点、技术保障等要求:

货物采用常规防尘包装运输、供货时间：合同签订后60个日历日、供货地点：陕西铁路工程职业技术学院指定地点。

4.采购标的的专用工具、备品备件、安装调试及配套工程、质量保证、售后服务等要求；

需配备交付培训及三年质保三年免费升级，质保期外应当以最优惠的价格提供续保或维护服务。

5.采购标的的验收标准：

设备完整、参数满足正常运行、提供培训。