

第二部分 项目需求书

第三包技术要求：

序号	品目名称	主要技术参数	单位	数量	备注
1	▲车辆振动试验台	<p>一、控制模块：</p> <p>（一）高性能实时主机 1 台：</p> <p>1. 主机需提供≥ 2个 Ethernet 接口，其中一路用于上位机通讯，需支持 XCP 协议，兼容 INCA 和 CANape。另一路能实现的通讯协议至少应满足 EtherCAT Master, Real-time UDP 和 TCP/IP 通讯协议；</p> <p>2. 主机需提供至少一路串口；</p> <p>◆3. 主机的 CPU 主频$\geq 4.0\text{GHz}$，核心数≥ 6，支持模型自动和手动分核运算；</p> <p>◆4. 主机板卡安装插槽数≥ 11，以备后续扩展；</p> <p>5. 主机内存应$\geq 32\text{GB}$；</p> <p>6. 主机自带固态硬盘应$\geq 1\text{TB}$；</p> <p>7. 主机应支持 220V/50Hz 交流供电；</p> <p>8. 支持显示器连接，可显示实时机运行状态；</p> <p>◆9. 系统无需其他第三方软件，只使用正版 MATLAB/Simulink 软件就可以实现模型搭建、编译、部署、上位机搭建以及在线调参等功能；</p> <p>◆10. 系统无缝支持在 Simulink 环境下的开发与测试，并且实时目标机须采用 Simulink Real-Time 实时操作系统以保证系统的实时性。</p> <p>11. 系统支持 App Designer、Simulink External Mode 作为上位机界面，实现算法运行时在线调参、数据波形观测以及数据记录功能；</p> <p>◆12. 系统提供至少 6 个版本正版 MATLAB 的支持，并提供未来一年内最新 MATLAB 版本的支持，且目前支持正版 MATLAB2024a 版本；</p> <p>◆13. 支持 HDL Coder 的 HDL 代码生成，支持使用 HDL Coder 工具箱的 Simulink 模块搭建模型并下载到实时机的 FPGA 中运行；</p> <p>◆14. 系统无 License 和硬件加密设备限制。</p> <p>（二）振动控制应用模块 1 套：</p> <p>◆1. 差分模拟输入通道数量≥ 16；分辨率：$\geq 16\text{bit}$；</p>	套	1	

	<p>每通道电压范围可在软件中配置，至少支持$\pm 10V$，$\pm 5V$ 电压可配；最大采样率：$\geq 1000\text{ksp/s}$</p> <p>◆2. 单端模拟输出通道数量≥ 32；分辨率：$\geq 16\text{bit}$；通道电压范围可在软件中配置，至少支持$\pm 10.8V$，$\pm 10V$，$\pm 5V$，$0-10.8V$，$0-10V$，$0-5V$ 电压可配；建立时间：最大 $10\mu\text{s}$。</p> <p>3. 热电偶、RTD、热敏电阻和应变计测量通道通道数量≥ 16；分辨率：24bit；支持常见 B, S, R, T, E, N, J 和 K 型热电偶采集；支持 PT100, PT1000, PT500 以及 NI100, NI1000, NI500 等 RTD 电阻采集；支持全桥应变计信号采集。</p> <p>4. IEPE/ICP 传感器信号通道数量≥ 8；通讯频率$\geq 1\text{kHz}$</p> <p>（三）主动降噪应用模块 1 套</p> <p>◆1. 差分模拟输入通道数量≥ 32；分辨率：$\geq 16\text{bit}$；通道电压范围可在软件中配置，至少支持$\pm 10V$，$\pm 5V$，$\pm 2.5V$，$0-5V$，$0-10V$ 电压可配；最大采样率：$\geq 200\text{ksp/s}$；配置音频专用 BNC 连接面板。</p> <p>◆2. 差分模拟输出通道数量≥ 16；分辨率：$\geq 16\text{bit}$；通道电压范围可在软件中配置，至少支持$\pm 10V$，$\pm 5V$，$\pm 2.5V$，$\pm 1.25V$ 电压可配；建立时间：最大 $5\mu\text{s}$；配置音频专用 BNC 连接面板。</p> <p>（四）电机控制应用模块 1 套</p> <p>◆1. 基于 Artix 7 系列及以上算力的芯片，逻辑单元数量$\geq 200K$；</p> <p>2. 高速差分模拟输入通道≥ 16 路，分辨率：$\geq 16\text{bit}$，通道采样率最大$\geq 800\text{kSPS}$；</p> <p>高速模拟输出通道≥ 8 路，分辨率：16bit，通道采样率最大$\geq 1\text{MSPS}$；</p> <p>3. 高速数字接口≥ 72 路，可采用位流文件定义数字接口的功能，实现 PWM 生成和捕获，常用编码器（需支持 Quadrature, SSI, BiSS, EnDat）测量和仿真；</p> <p>◆4. 旋变解析通道 2 路（输入励磁信号频率范围：$2\text{kHz} \sim 20\text{kHz}$）；</p> <p>◆5. 板卡包含定制化位流文件来定义板卡各通道功能，同时其也支持用户基于 Simulink 搭建 FPGA 模型来自定义板卡功能。</p> <p>（五）连接 GPS 和陀螺仪模块 1 套</p>			
--	--	--	--	--

	<p>◆1. 串口通道数量≥ 4，通道间电气隔离；通道模式：可软件选择配置为 RS232/422/485；波特率：软件可配置，RS232 波特率$\geq 920\text{kb/s}$，RS422/485 波特率$\geq 5.5296\text{Mb/s}$；终端电阻可通过软件选择；通道硬件缓存$\geq 64\text{ byte}$。</p> <p>（六）机器人控制应用模块 1 套</p> <p>◆1. CAN 端口通道数量≥ 4；可软件配置为 CAN 或 CANFD 使用；波特率：软件可配置，标准 CAN 最大可达 1Mbps，CANFD 最大可达 5Mbps；支持 J1939 协议，支持 dbc 数据库文件的解析</p> <p>2. 千兆以太网端口通道数量≥ 4</p> <p>支持 EtherCAT Master, real-time UDP, TCP/IP 协议</p> <p>二、激励模块</p> <p>（一）30N 激振器 2 套</p> <p>1、技术参数：</p> <ol style="list-style-type: none">1) 峰值激振力：$\geq 30\text{N}$；2) 频率范围：DC-12000Hz；3) 一阶谐振频率：$\geq 11500\text{Hz}$4) 最大位移：$\geq 12.5\text{mm}$；5) 最大加速度：$\geq 25\text{g}$；6) 活动部件等效质量：$\leq 0.13\text{kg}$7) 外形尺寸：173×90×137mm8) 台体质量：$\leq 4.2\text{kg}$9) 耦合方式：M610) 标配激振杆：11) M6-Φ2-M5 弹性杆 2 套 <p>2. 功放技术参数：</p> <ol style="list-style-type: none">1) 最大输出功率：$\geq 100\text{VA}$；2) 频率范围：DC-20000Hz3) 最大输出电压：$\geq 25\text{V}$4) 输入电压：$\leq 3\text{Vrms}$5) 信噪比：$\geq 90\text{dB}$；6) 失真度：$\leq 0.5\%$(1KHz)7) 供电功率：$\geq 120\text{VA}$8) 供电电压：220V±5% <p>3. 其他：永磁式</p>			
--	---	--	--	--

	<p>4. 特别要求： 需一体式集成功放设计(功放集成于台体内)，便携移动； 一阶固有频率大于 11.5kHz；</p> <p>（二）500N 激振器 2 套</p> <p>1、技术参数：</p> <ul style="list-style-type: none">1) 峰值激振力：≥500N；2) 频率范围：DC-6000Hz；3) 一阶谐振频率：≥4700Hz4) 最大位移：≥20mm；5) 最大加速度：≥100g；6) 活动部件等效质量：≤0.45kg7) 外形尺寸：262×192×247mm8) 台体质量：≤16kg9) 耦合方式：M610) 保护功能：过位移，过压，过流，过温11) 冷却方式：强制风冷12) 冷却风机功率：400W13) 风机尺寸：246×247×256mm14) 风机重量：≤10kg15) 标配激振杆：16) M6- 2-M5 弹性杆 2 套17) M6- 3-M5 弹性杆 2 套 <p>2、功放技术参数：</p> <ul style="list-style-type: none">1) 最大输出功率：≥1100VA；2) 频率范围：DC-20000Hz3) 最大输出电压：≥110V4) 输入电压：≤1.5Vrms5) 信噪比：≥90dB；6) 失真度：≤1%(1KHz)7) 供电功率：≥1200VA8) 供电电压：220V±5%9) 其他：永磁式 <p>（三）1000N 激振器</p> <p>1、技术参数：</p> <ul style="list-style-type: none">1) 峰值激振力：≥1000N；2) 频率范围：DC-4500Hz；			
--	--	--	--	--

	<p>3) 一阶谐振频率：$\geq 3900\text{Hz}$</p> <p>4) 最大位移：$\geq 20\text{mm}$</p> <p>5) 最大加速度：$\geq 100\text{g}$;</p> <p>6) 活动部件等效质量：$\leq 1\text{kg}$</p> <p>7) 保护功能：过位移，过压，过流，过温</p> <p>8) 冷却方式：强制风冷</p> <p>9) 冷却风机功率：750W</p> <p>10) 激振杆：</p> <p>11) M6-$\phi 2$-M5 弹性杆 2 套</p> <p>12) M6-$\phi 3$-M5 弹性杆 2 套</p> <p>13) M6-$\phi 3.5$-M5 弹性杆 2 套</p> <p>2、功放技术参数：</p> <p>1) 最大输出功率：$\geq 10\text{kVA}$;</p> <p>2) 频率范围：DC-20000Hz</p> <p>3) 最大输出电压：$\geq 110\text{V}$</p> <p>4) 输入电压：$\leq 1\text{V}_{\text{rms}}$</p> <p>5) 信噪比：$\geq 90\text{dB}$;</p> <p>6) 失真度：$\leq 1\%$(1KHz)</p> <p>7) 供电功率：$\geq 1600\text{VA}$</p> <p>8) 供电电压：$220\text{V} \pm 5\%$</p> <p>3、其他：力传感器 8 只</p> <p>(四) 500N 和 1000N 激振器特别要求：</p> <p>1、空载加速度 100g;</p> <p>2、穿心孔设计，激振杆可自由调整长度与直径;</p> <p>3、效率高可靠性，功放在满推力输出时，输出接口如直接短路不会损坏系统，具备超快速保护及恢复功能;</p> <p>4、功放重量$\leq 6\text{KG}$，全系统电缆集成式快插结构，快速连接;</p> <p>5、全触摸屏设计，避免电位器多次旋转后失效的风险;</p> <p>6、兼顾静音模式，半推力的情况下可以不使用冷却风机;</p> <p>(五) 振动控制系统 1 台</p> <p>1、技术参数：</p> <p>1) ≥ 16 输入，≥ 6 输出;</p> <p>2) 每通道 24 位 A/D 转换;</p> <p>3) 每通道最大分析带宽：$\geq 92\text{kHz}$，与通道数多少无关;</p>			
--	--	--	--	--

	<div>4) 耦合方式：AC，DC、ICP；</div> <div>5) 电压输出范围：±300mV 到±10V</div> <div>6) 电压输入范围：±316mV 到±10V</div> <div>7) ICP 传感器供电方式：2.7 mA±15%，28VDC，适合各家公司的 ICP 型声学、振动传感器；</div> <div>8) 输入幅值精度：优于 0.2% @ 1kHz；</div> <div>9) 相位匹配：优于 0.2° @10kHz；</div> <div>10) 任意通道间抗串扰：优于-123dB；</div> <div>11) 无杂波本底噪音：-150dB（10V 量程）；</div> <div>12) 总体动态范围：优于 178dB；</div> <div>13) 测量过程中，每通道信号过载检查及 LED 信号灯指示；</div> <div>14) 检查每通道 ICP 传感器和电缆连接是否正常，并用 LED 信号灯指示；</div> <div>15) 每通道均有模拟和数字抗混淆滤波器和信号增益放大，软件控制；</div> <div>16) 接口：BNC 接口；</div> <div>17) 内置电池，电池模式，满负荷工作大于 1.5 小时；</div> <div>18) 支持同设备光纤级联；</div> <div>19) 支持扩展 GPS 及 wifi 模块；</div> <div>20) 上机位：12 代以上 I7 处理器，≥16G 内存，23.5 寸显示器</div> <div><div>三、车辆平台</div><div>（一）仿真动车组车底架 1 套</div><div>1、采用型材、铁板材料 1：2 仿真 CR400AF 动车组车底架制作，可根据场地情况适当调整比例及车体长度，总长度不超过 7 米。底架结构模块包括地板、边梁（左和右）、枕梁（2 根）、牵引梁（2 个）组件。地板采用厚铁板焊接，边梁采用槽钢制作，枕梁采用铁板制作，牵引梁采用铁板焊接成。全钢质结构，具有一定的抗震性能，能满足在滚动试验台上的高速运行。</div><div>◆2、投标人提供实际已供货产品整体及具体相片至少 8 张相片，编制于投标文件中；</div><div>◆3、本项目所模拟的场景均来源于轨道交通现场，要求投标人具备在地铁或铁路现场实际运营单位允许其公司进入生产实际现场进行拍摄和取材的实力证明文</div></div>			
--	--	--	--	--

	<p>件（提供国内地铁实际运营单位或铁路现场单位盖章的证明文件复印件加盖公章）。</p> <p>（二）仿真动车组侧墙 1 套</p> <p>1、采用型材、铁板材料 1：2 仿真 CR400AF 动车组侧墙制作，可根据场地情况适当调整比例及车体长度，总长度不超过 7 米。侧墙采用钢材，既保证车身的坚固，又保证车身轻度。钢材与车体骨架氩氟焊焊接，焊点结实、牢固、平整，钢材必须防锈处理。车体蒙皮采用 1.5mm 厚铁板。全钢质结构，具有一定的抗震性能，能满足在滚动试验台上的高速运行。</p> <p>◆2、本项目计划打造成轨道交通现场职工培训和鉴定基地，项目需配套轨道交通列车司机真实现场低、中、高级工、技师、高级技师的对应铁路现场技能鉴定的不少于 200 道理论题库及 20 道实操题库。（投标人将上述题库截图编制与投标文件中）。</p> <p>◆3、本项目计划打造成铁路现场职工培训和鉴定基地，投标人需提供职业技能鉴定管理细则及职业技能鉴定机构与鉴定流程，编制于投标文件中。</p> <p>（三）仿真动车组车厢车顶 1 套</p> <p>采用型材、铁板材料 1：2 仿真 CR400AF 动车组车厢车顶制作，可根据场地情况适当调整比例及车体长度，总长度不超过 7 米。车顶是由冷轧板材拼焊而成。全钢质结构，具有一定的抗震性能，能满足在滚动试验台上的高速运行。</p> <p>（四）仿真动车组车厢端墙 1 套</p> <p>采用型材、铁板材料 1：2 仿真 CR400AF 动车组车厢端墙制作。端墙主要由四部分组成：门框、角柱、端墙板和端墙附件组成。端墙采用整体式结构，中间层骨架采用冷轧板制作成网状支承，外层用冷轧板在活动靠模上压制成形制作。全钢质结构，具有一定的抗震性能，能满足在滚动试验台上的高速运行。</p> <p>（五）车下裙板 1 套</p> <p>采用型材、铁板材料 1：2 仿真 CR400AF 动车组车厢车下裙板制作。裙板进行集成化设计，除开转向架区域全封闭结构。全钢质结构，具有一定的抗震性能，能满足在滚动试验台上的高速运行。</p> <p>（六）车厢整车油漆及外标识 1 套</p>			
--	---	--	--	--

	<p>1、参照实物，仿真 CR400AF 车型实际颜色喷进口汽车烤漆，颜色仿真、标识清楚。</p> <p>2、车外表各标志形状、位置与实物车一致。</p> <p>（七）动力转向架 1 套</p> <p>1、比例为 1：2，全钢制作，设构架、轮对、轴箱、中央悬挂装置和中央牵引装置、牵引电机、齿轮箱、盘型制动单元等。满足安装速度传感器、轴温传感器、震动位移传感器等条件。额外提供 10 个轴承。</p> <p>2、转向架满足运转要求，设计牵引电机的最高运行转速 1400r/min（1400 转/分钟），与滚动动力结合。</p> <p>◆3、为了保证设备成熟稳定，需将产品设计图纸编制于投标文件中，同时提供真实应用客户（须为国内主流交通大学缩尺/小比例动车组滚动试验台的业绩证明材料）。</p> <p>◆演示项一：为佐证投标人供货及联调联试能力，投标人提前实拍录制视频，视频必须展示电路原理，展示硬件模块，对以下两套控制电路模块功能按要求进行演示，控制电路模块通过 PLC 功能，对电路实现二极管等电路的逻辑随动显示，所演示内容要求能满足下述所要求参数所要求的原理。</p> <p>（1）CR400 复兴号动车组空压机电路控制：含电源，断路器，压力开关，空压机及一些指示灯等仿真硬件组成。（整个电路的动作过程参考电路对应的 LED 流水灯。）</p> <p>①初始开启空压机启动开关运行状态原理；</p> <p>②当压力开关处于≤7 位时运行状态原理；</p> <p>③当压力开关处于≤7.5 位时运行状态原理；</p> <p>④当压力开关处于≥9 位时运行状态原理；</p> <p>（2）CR400 复兴号标准动车组照明电路：含主断路器，电源（电压逆变器），触摸屏，控制器（PLC），主照明灯，中顶板照明灯，观光区灯等仿真硬件组成。</p> <p>①主照明左侧开时或关闭时主照明灯原理展示；</p> <p>②主照明电路出现故障时主照明灯原理展示。</p> <p>（八）非动力转向架 1 套</p> <p>1、比例为 1：2，全钢制作，设构架、轮对、轴箱、中央悬挂装置和中央牵引装置、盘型制动单元等。满足安装速度传感器、轴温传感器、震动位移传感器等条件。</p> <p>◆2、为了保证设备成熟稳定，投标人需提供转向架的</p>			
--	---	--	--	--

	<p>详细生产工艺图纸编制于投标文件中。</p> <p>◆3) 为证明供应商的转向架制造工艺能力, 供应商须提供实际已供货产品整体及具体相片至少 3 张相片, 同时在投标文件中提供在一个复兴号 1:1 全钢转向架上兼容动车转向架及拖车转向架两种形式的至少 5 张实物相片。</p> <p>(九) 带滚轮承载台 2 台</p> <p>1、比例为 1: 2, 转向架滚动试验台, 且转速通过控制柜及计算机可调, 钢质滚轮, 能同时满足动力转向架运动稳定性试验, 滚动台能足够承载动车组转向架在滚动试验台上的高速运行。</p> <p>◆2、投标人投标时需同时提供时速 350 公里标准动车组应急故障处理手册, 写入投标文件中。</p> <p>◆演示项二: 投标人提前实拍录制视频, 视频必须展示电路原理展示硬件模块, 对以下两套控制电路模块功能按要求进行演示, 控制电路模块通过 PLC 功能, 对电路实现二极管等电路的逻辑随动显示, 所演示内容要求能满足下述所要求参数所要求的原理。</p> <p>(1) CR400 复兴号标准动车组升弓检测电路: 含主断路器, 控制器 (PLC), 各控制开关及各故障模拟开关等仿真硬件组成。电路的各部分动作过程参考电路的 LED 流水灯图。</p> <p>①当合上受电弓时, 在控制器的控制下, 电路展示原理;</p> <p>②在合上受电弓后, 再合上或断开 VCB 开关时电路展示原理;</p> <p>③ADD 压力模拟开关运行到超压位时电路展示原理;</p> <p>④过压模拟开关运行到超压位时电路展示原理;</p> <p>⑤过流模拟开关运行到超压位时电路展示原理;</p> <p>(2) CR400 复兴号动车组牵引主电路: 含电源, 司机操作台虚拟控制、列车 HMI 显示屏, 动车牵引主电路的 LED 展示板等仿真硬件。</p> <p>①正常得电列车牵引、制动、惰行工况原理展示;</p> <p>②触发网侧过流故障下引主电路故障原理展示。</p> <p>(十) 滚动台底座 1 套</p> <p>1、全钢定制, 用于固定滚动台, 紧固件采用防松螺母, 设置定位车钩固定车体, 设减震垫, 满足实训需求。</p> <p>(十一) 辅助齿轮传动箱 4 套</p>			
--	---	--	--	--

	<p>1、全钢定制，仿真实物 1:2 制作，实现滚动台的牵引传动</p> <p>（十二）牵引电机 4 套</p> <p>1、AC380V 交流电机，变频控制，能实现滚动台的牵引传动功能，满足实验需求。</p> <p>（十三）气源、气动元件 1 套</p> <p>1、根据定制功能及场地适当调整比例，配备静音空气压缩机，满足车辆制动需求，含空气管路。</p> <p>◆2、投标人须提供 CR400 复兴号动车组原车全套门控系统电路原理图，编入投标文件中。</p> <p>（十四）速度传感器</p> <p>1、电源电压：DC5V-5%/24V+15%；</p> <p>2、消耗电流：80mA 以下；</p> <p>3、输出相：A、B、Z 相；</p> <p>4、允许最高转速：6000r/min；</p> <p>5、最高响应频率：100khz；</p> <p>6、绝缘电阻：20 兆欧以上（DC500V 兆）；</p> <p>（十五）牵引制动控制柜 1 套</p> <p>1、包含变频控制模块，速度调节，二轴速度显示，制动控制模块；电动偏心拉拽机构控制模块等；预留对接计算机软件控制接口，含线缆及辅材；</p> <p>2、变频器采用 5.5KW 重载型变频器，适配转向架电机为 3.7KW。留有充足的安全运行余量。</p> <p>3、控制柜操作面板包含模式选择、转向架启动、转向架停止、故障、主回路上电、平台启动、平台停止、急停等控制模块。</p> <p>4、PLC 控制元件采用稳定高效的集成控制模块完成。易于与外部通讯和组网。</p> <p>◆5、投标人必须提供实际已供货产品整体及具体相片至少 3 张相片；</p> <p>◆演示项三：为佐证投标人牵引制动控制柜联调联试能力，投标人提前实拍录制视频，视频必须展示电路原理展示硬件模块，对以下两套控制电路模块功能按要求进行演示，控制电路模块通过 PLC 功能，对电路实现二极管等电路的逻辑随动显示，所演示内容要求能满足下述所要求参数所要求的原理。</p> <p>（1）CR400 复兴号动车组门系统控制电路：由电源，主</p>			
--	--	--	--	--

	<p>断路器，门电机，门控制开关，门控制器及一些门控制指示灯等仿真硬件组成。</p> <p>①门在关闭状态时原理展示。</p> <p>②门在开启状态时原理展示。</p> <p>③启动安全环路开关原理展示。</p> <p>④开启<5km/h 开关，司机室占用开关，换端保持开关原理展示。</p> <p>（2）CR400 复兴号动车组充电控制电路：由主断路器，蓄电池断路器，逆变器，充电机，蓄电池，车内照明，空调风机，110 控制电路及一些控制开关等仿真硬件组成。</p> <p>①降弓时充电机的输入没有电压，车内的照明，空调风机，及 110V 控制电路原理</p> <p>②升降时充电机得电车内的照明，空调风机，及 110V 控制电路供电原理电路原理</p> <p>（十六）电动偏心拉拽机构 1 套</p> <p>1、电动偏心拉拽机构，配备安装架，用于拉拽动力转向架其中一个轴箱端部，转向架运行时产生蛇形运动，并能控制调节蛇形运动的幅度与频率。</p> <p>◆2、投标人需提供实际已供货电动偏心拉拽机构实训系统至少 2 个不同角度相片；</p> <p>（十七）控制台 1 套</p> <p>1、操作台采用整体的流线型设计，触摸屏高度等都符合方便操作以及查看设备参数。</p> <p>2、采用触摸一体机，配备组态控制软件，实现转向架的牵引控制操作，并显示采集数据信息。</p> <p>◆3、组态控制软件操作界面包括：平台电机控制、转向架电机控制、仿蛇形运行操作、转向架制动操作、报警画面等。与转向架滚动平台互联，实现对应数据采集与控制。为了保证设备成熟稳定，要求提供组态控制软件各模块界面的截图等证明材料。</p>			
2	<p>◆为重要参数，投标人需提供相关的技术证明材料（包括系统操作视频和制造商公开发布的技术文件）。</p>			

注：1、投标人须对上述的技术参数的响应提供相关技术支持证明资料复印件并加盖公章，不提供或提供不全属于不满足技术参数要求，对应扣分。负偏离影响采购人使用的视为无效投标。技术支持证明材料是指检测/检验/试验/测试报告或公开发行的彩

页。

2、标注“▲”的为**核心产品**，核心产品为同一品牌时，按照投标人须知第 35.4 条款执行。