

# 附件 智能制造创新研究中心科研平台主要技术参数

## 目录

(1) 移动抓取机器人	1
(2) 动作捕捉系统	3
(3) 机器人仿真平台	6
(4) 深度学习科研创新平台	7
(5) 双臂一体化复合机器人	9
(6) 协作机械臂	10
(7) 无损探伤机	11
(8) 球杆仪	12
(9) 激光干涉仪	13
(10) 科研制冷型热像仪	14
(11) 高性能计算平台	16
(12) 功率分析仪	17
(13) 机器视觉检测平台	18
(14) 大功率可编程直流电源	19
(15) 模块化直流电子负载	20
(16) 大功率可编程交流电源	21
(17) 四通道 500M 带宽专业分析型示波器	23
(18) 变频电机	24
(19) 变频直流母线回馈控制系统	25
(20) 升速齿轮箱	26
(21) 陪试齿轮箱	27
(22) 转速传感器	28
(23) AE 传感器	29
(24) 加速度传感器	30
(25) 噪声测量仪	31
(26) 高速模拟输入卡	32
(27) 高速摄像机	33
(28) 测控系统	34
(29) 数据分析系统	35
(30) 无人农场物联网数字化云平台	36
(31) 无人驾驶拖拉机	38
(32) 材料微痕表面成像系统	41
(33) 磨损轮廓微纳测量系统	42
(34) 动态接触角测量仪	43
(35) X 射线衍射仪	44
(36) 高参数干气密封试验台及辅助系统	46
(37) 土壤刀具搅拌摩擦磨损试验机	47
(38) 多功能旋转往复服役可靠性实验台	48
(39) 微机控制电子万能试验机	50
(40) 表面纳米颗粒改性系统及辅助设备	51

(41) 摩擦副耐磨表面改性样品试制系统 .....	55
(42) 车辆动力学软件 .....	59
(43) 硬件在环实时系统 .....	63
(44) 6 自由度驾驶模拟器 .....	66
(45) 视频注入板卡 .....	68
(46) 控制原型 .....	69
(47) V2X 系统开发工具 .....	70
(48) V2X 测试系统 .....	71
(49) 感知决策系统 .....	72
(50) 智能网联大件运输车路协同系统路侧单元 .....	73
(51) 智能网联大件运输车路协同系统车载单元 .....	74
(52) 智能网联大件运输道路行驶环境路侧监测系统路面传感器单元 .....	75
(53) 智能网联大件运输道路行驶环境路侧监测系统能见度传感器单元 .....	76
(54) 智能网联大件运输道路行驶环境路侧监测系统大气六要素传感器单元 ..	77
(55) 便携式事件相关电位系统 .....	78
(56) 便携式眼动追踪 100hz .....	80
(57) 行为分析、能力提升模块 .....	82
(58) 氢燃料电池发动机进气模拟系统 .....	84
(59) 大功率电池模拟器 .....	85
(60) 200kW 燃料电池系统测试平台升级改造 .....	87
(61) 燃料电池空压机测试台 .....	88
(62) 燃料电池商用车 ECU 开发平台 .....	89
(63) 动力电池电芯纹波测试系统 .....	90
(64) 动力电池模组测试系统 .....	92
(65) 燃料电池商用车结构安全仿真系统 .....	94
(66) 燃料电池氢气循环泵测试台 .....	96
(67) 燃料电池系统热力学仿真系统 .....	97
(68) 新能源汽车热管理系统综合焓差试验平台 .....	98
(69) 荧光检测系统 .....	99

## (1) 移动抓取机器人

### 1) 移动平台技术参数

车身材质：铝合金

外形尺寸：长 865\*宽 650\*高 785mm

自重：99kg

额定负载：105kg

离地间隙：100mm

轮胎：12.1 寸（308mm）实心胎

驱动方式：四驱差速驱动

转向方式：原地旋转 360°

电机：无刷伺服电机 400Wx4

电机编码器：4096 磁编

制动方式：伺服刹车，断电抱闸

防护等级：车身 IP67，导航套件无防护

碰撞检测：前后电子式碰撞杆检测

额定速度：1.6m/s

爬坡角度：满载爬坡 15°，负载 50kg 爬坡 30°

越障高度：满载垂直越障 6cm，负载 55kg 垂直越障 10cm

通讯接口：RS232

电源输出：12V（10A）、24V（10A）、电池（10A），总输出功率 500W

电池规格：48V30Ah

典型运行时间：4~6 小时

充电时间：≤3 小时

充电器：输入 220VAC 600W/输出 54.75VDC 10A

遥控器：2.4GHz ISM，遥控距离≤200m

工控电脑：CPU-Intel i7/16G/256GB SSD，预装 Ubuntu，ROS-Melodic

工控电脑接口：RS232×4, USB3.0×4, LAN×2, DVI-D×1, HDMI×1

激光雷达：速腾 RS-16

GNSS 接收机定位模块：北斗星通 UM482

RTK 定位精度：平面 1cm±1ppm，高程 1.5cm±1ppm

惯性传感器 IMU：加速度 3 维，角速度 3 维，角度 3 维

显示屏：13.3 寸/分辨率 1920x1080

4G 路由器：2 个 100M 网口 / 运营商 联通 2G/3G/4G，移动 2G/4G，电信 4G / WIFI 2.4G 150Mbps

交换机：5 个 1000M 网口

深度相机：Intel D435i

## 2) 机械臂部分技术参数

机械臂本体有效负载：5kg

自由度：6

工作范围：700mm

定位精度：±0.01mm

末端速度：1m/s

控制器重量：3.5kg

控制器尺寸：260mm\*180mm\*100mm

机械臂重量(不含控制器)：12.2kg

控制器、通信线缆、供电线缆、网线

夹爪：Robotiq 2-Finger 85 两指夹持器

## 3) 集成服务

结构上要额外加机械手臂的固定座，电池固定座等；电气上需要加机械手臂供电的稳压电源，夹持器的电源供电等；软件上需要在同一个工控机下调通车，臂和夹持器的程序，并且能够保证同时运行。

## (2) 动作捕捉系统

光学三维动作捕捉系统通过排布在空间中的动作捕捉镜头对室内空间的捕捉区域进行覆盖，并对捕捉目标上放置的反光标志点（Marker）进行三维空间位置的精确捕捉，通过先进算法进行处理和运算后，系统可得到不同时间计量单位上各个反光标志点的三维空间坐标(X, Y, Z)；也可对目标物进行刚体设置，通过专业分析软件对数据进一步处理和运算，可得到目标物体精确位置及姿态等三维数据，包括：

- 各反光标志点的实时高精度三维空间坐标
- 刚体的六自由度的位置信息
- 速度、加速度等基础运动信息
- 目标物体的运动轨迹
- SDK 等可支持与其他软件的配套使用开发(包括 C++, Linux, Matlab, simulink, Python 等)

<b>一、硬件技术要求：</b>
<b>1 光学动作捕捉镜头（21 个）：</b>
1.1 ★最大分辨率：不小于 220 万像素（2048×1088）；
1.2 ★最大分辨率下的最大采集频率：不小于 380Hz；
1.3 采集频率是否可调节：是
1.4 光圈是否可调：是
1.5 对焦是否可调：是
1.6 镜头固定装置套件：镜头固定装置套件，包含三向云台
1.7 最大镜头组合数量：不限
1.8 供电方式：POE
1.9 连线数量（每镜头）：不多于 1 根
1.10 镜头接口类型：GigE/POE
1.11 曝光方式：全局曝光
1.12 镜头标准规格：8mm
1.13 观测距离：不低于 18 米
1.14 散热方式：无需风扇的被动式散热结构，不易积灰积热，无噪音
1.15 功率（瓦特）：14
1.16 产品通过 ISO9001:2015 认证，并提供加盖制造商公章的认证证书复印件；
1.17 ▲重复性精度表现良好，偏差须≤0.02mm；投标人应在投标文件中提供由国家市场监督管理总局计量授权的省级及以上法定计量检定机构出具的针对本次投标品牌产品的检测报告或测试报告复印件，检测标准须依据 GB/T6379.1-2004 或等效国家标准，检测报告/测试报告原件备查。且该检测报告/测试报告须明确体现重复性偏差测量结果（以 mm 为单位），投标人须同时在投标文件中提供该检测报告/测试报告出具机构的由国家质量监督检验检疫总局或国家市场监督管理总局颁发的《法定计量检定机构计量授权证书》。
1.18 ▲在温度 45 摄氏度和湿度 96%RH 的环境下可连续正常工作至少 48 小时（须在投标文件中提供由具有 CMA 及 CNAS 资质的检测机构出具的检测报告，检测标准须依据 GB/T

2423.3-2016 或等效国家标准，且该检测报告须明确体现送检样品所检项目符合 GB/T 2423.3-2016 或等效国家标准的要求，检测报告须有 CMA 及 CNAS 标志。投标人须同时在投标文件中提供该检测报告出具机构的 CMA 资质认定证书及 CNAS 实验室认可证书、含认可的检测能力范围附件)

1.19 ▲在-20 摄氏度环境温度下可连续正常工作至少 16 小时；在-30 摄氏度环境温度下可连续低温贮存至少 16 小时；在 65 摄氏度环境温度下可连续正常工作至少 16 小时；在 85 摄氏度环境温度下可连续高温贮存至少 16 小时。（须在投标文件中提供由具有 CMA 及 CNAS 资质的检测机构出具的检测报告，检测标准须依据 GB/T 2423.1-2008 或等效国家标准，且该检测报告须明确体现送检样品所检项目符合 GB/T 2423.1-2008 或等效国家标准的要求，检测报告须有 CMA 及 CNAS 标志。投标人须同时在投标文件中提供该检测报告出具机构的 CMA 资质认定证书及 CNAS 实验室认可证书、含认可的检测能力范围附件)

1.20 ▲动作捕捉镜头在标准包装条件下，可耐受频率范围为 1Hz-200Hz、加速度范围为 0.0001g<sup>2</sup>/Hz-0.01g<sup>2</sup>/Hz 的三向（沿 X、Y、Z 轴）随机振动至少 0.5 小时而不影响其外观、结构和功能正常。（须在投标文件中提供检测报告，检测标准须依据 GB/T 4857.23-2003 或等效国家标准，且该检测报告须明确体现送检样品所检项目符合 GB/T 4857.23-2003 或等效国家标准的要求)

1.21 ▲动作捕捉镜头裸机（不带包装）可耐受不低于频率 55Hz、加速度 3.3g 的三向（沿 X、Y、Z 轴）定频振动至少 0.5 小时而不影响其外观、结构和功能正常（须在投标文件中提供由具有 CMA 及 CNAS 资质的检测机构出具的检测报告，检测标准须依据 GB/T 2423.10-2019 或等效国家标准，且该检测报告须明确体现送检样品所检项目符合 GB/T 2423.10-2019 或等效国家标准的要求，检测报告须有 CMA 及 CNAS 标志。投标人须同时在投标文件中提供该检测报告出具机构的 CMA 资质认定证书及 CNAS 实验室认可证书、含认可的检测能力范围附件)

## **2 连接器（1 套）：**

- 2.1 支持镜头扩展并联方式连接；
- 2.2 连接类型：Ethernet 数据线连接类型：RJ45 标准网线

## **3 光学标定系统（1 套）：**

- 3.1 含 T 型标定校正器、L 型标定校正器各一套
- 3.2 反光标识点 50 个：小巧轻便且无线无源，不发光，不发热，无辐射且不易损坏
- 3.3 柔性标定套件一套，须提供柔性标定套件规格说明和供货实物照片

## **二、软件技术要求：**

### **1 操作及分析处理软件（1 套）**

- 1.1 提供全部的操作处理和观察界面，支持操作完成系统标定及数据采集工作界面友好设计：支持多窗口显示，方便操作；
- 1.2 捕捉区域、反光标识点及其运动轨迹、虚拟标识点及其运动轨迹均支持选择显示或隐藏，提高操作效率自动化侦测：自动进行反光标识点的侦测，记录及识别全面监测；
- 1.3 支持显示每个镜头覆盖区域及图像支持动态及静态标定，标定过程支持全方位显示支持三维动态显示，并可进行 360 度旋转调整角度，可自由缩放
- 1.4 支持显示/回放捕捉数据，回放速度可调整
- 1.5 支持的显示类型/方式：2D 显示、XYZ 坐标显示、棍图显示支持调整反光标识点大小提供虚拟反光标识点定位技术；
- 1.6 ★支持导出数据类型：trc, trb, .ts, .anc, .kin, .forces, .c3d 等；
- 1.7 ▲2D、3D 图像显示软件及数据采集软件应具有自主知识产权，投标人须在投标文件

<p>中提供上述软件的由国家版权局颁布的计算机软件著作权登记证书</p> <p>1.8 ▲操作及分析处理软件能与 MAYA2018 软件进行动捕数据的交互通信，并提供软件开发工具包，该软件应具有自主知识产权，投标人须在投标文件中提供上述软件的由国家版权局颁布的计算机软件著作权登记证书</p> <p>1.9 ▲操作及分析处理软件能与 Matlab 软件进行动捕数据的交互通信，并提供软件开发工具包，该软件应具有自主知识产权，投标人须在投标文件中提供上述软件的由国家版权局颁布的计算机软件著作权登记证书</p> <p>1.10 ▲操作及分析处理软件能与 Simulink 软件进行动捕数据的交互通信，并提供软件开发工具包，该软件应具有自主知识产权，投标人须在投标文件中提供上述软件的由国家版权局颁布的计算机软件著作权登记证书。</p>
<p><b>2 数据优化及后处理模块（1 个）</b></p>
<p>2.1 支持过滤非定义杂质数据平滑功能；</p> <p>2.2 有强大的数据编辑功能：支持对反光标识点轨迹数据进行剪断、连接、复制、粘贴、剪切等编辑</p> <p>2.3 开放的自动/自定义功能：支持自定义反光标识点名称/颜色、link 名称/颜色</p> <p>2.4 人机界面：设计支持坐标系平移/转动变换，数据处理过程更简单、更高效数据计算和输出；</p> <p>2.5 支持计算/输出位置、速度、加速度、角度、距离功能；</p> <p>2.6 ▲数据分析处理软件及图像处理软件应具有自主知识产权，投标人须在投标文件中提供上述软件的由国家版权局颁布的计算机软件著作权登记证书复印件。</p>
<p><b>3 骨骼建模模块（1 个）</b></p>
<p>3.1 建立反光标识点之间的骨架结构，将散点数据建模为多刚体的骨架结构编辑计算迅速便捷；</p> <p>3.2 操作快捷，可直接生成，无需花费等待时间可在操作及分析处理软件中做任意的编辑设置且支持即时观察编辑结果</p> <p>3.3 ▲建模软件应具有自主知识产权，投标人须在投标文件中提供上述软件的由国家版权局颁布的计算机软件著作权登记证书复印件。</p>
<p><b>4 实时数据流 SDK 工具包（1 个）</b></p>
<p>4.1 完全实时的捕捉引擎及 SDK 引擎，可以分别运行于独立计算机上；</p> <p>4.2 SDK 工具包可支持用户通过自有软件实时读取捕捉数据，并提供实例，及实例源代码；</p> <p>4.3 提供开放实时 SDK 数据端口，并提供接口函数及应用文档，包含实时 SDK 实例并提供源代码；提供 SDK 的示例代码（须含清晰的注释）截图，须包括但不限于 LabView、MatLab、Linux 开发环境；</p> <p>4.4 ★动捕软件系统支持 VRPN 协议，并且能通过 VRPN 协议传输标记点和刚体的速度和加速度信息。</p>
<p><b>5 专用电脑</b></p> <p>配置：CPU i5 10 代以上。内存≥8G。硬盘≥500G。显卡显存大于等于 2G。</p>

### (3) 机器人仿真平台

#### 1) 主要技术参数:

4U 机架式 Sitonholy 高性能 GPU 服务器

支持 2 颗 Intel Ice Lake 第三代 LGA 4189 系列处理器, 配置 CPU 的型号为 Intel XEON Gold 5320/主频 2.2Ghz/睿频 3.4Ghz/26 核/52 线程/;

集成 32 个内存插槽, 支持 3200/2933/2666/2400/2133MHz DDR4 LRDIMM, 最高可达 8T DDR4 超大内存, 实际配置 8 条 64G DDR4 2933MHz, 共 512G;

可扩展 8\*PCI-E 4.0X16 (双宽)插槽; 4\*PCI-E 4.0X8(单宽)插槽;

可支持 12\*2.5 寸 or 12\*3.5 寸 SATA or SAS 存储硬盘;

2000W (2+2) 铂金级 80 PLUS 高效电源模块;

支持 2\*USB 3.0, 1\*VGA 接口;

双口/千兆/板载/电口网络接口;

1.92TB SATA SSD 2.5 " 企业级固态硬盘 1 块;

8T/7200RPM/128M/SATA/3.5 " 企业级数据盘 2 块;

英伟达 TESLA/A100/40GB 显存/PCIE 板 6 块;

Linux 操作系统 (Ubuntu 版本) +深度学习软件套装。

#### 2) 保修:

3 年产品质保, 7×24 小时 400-012-9522 电话支持。



## **(4) 深度学习科研创新平台**

### **1) 机械模块技术参数:**

- (1) 高强度铝合金机体，透明茶色亚克力观察窗
- (2) 单向流水线，皮带宽度 75mm，周长 2570mm
- (3) 驱动部件：步进 57 电机
- (4) 外形尺寸：350×550×677(mm)
- (5) 重量 15Kg，200~230V 50/60Hz
- (6) 外形尺寸 1200×480×1000mm（设备箱体）

### **2) 控制模块技术参数:**

- (1) 台达 PLC：NPN 型输出、8DI/8DO、RS232/RS485、Y0/Y1 高速脉冲输出 10Khz
- (2) MCGS HMI:7 英寸、Cortex-A8、分辨率 800\*480
- (3) 雷赛 76 步进电机：2.3N.m,步距角 1.8 度
- (4) 光纤传感器：NPN、红色 4 元素 LED620nm
- (5) 工业相机：分辨率 1280\*960，帧率 40fps,芯片 1/3 寸 CCD,帧曝光
- (6) 工业镜头：像素 5MP，焦距 12mm,接口 C
- (7) 光源：白色，功率 11.9W

### **3) 软件处理模块:**

- (1) 开放推理工具
- (2) 提供模型架构以及源码（IR 模型）
- (3) 具备通讯功能，可与 PLC 进行通讯
- (4) COCO API 数据集
- (5) TensorFlow Object Detection API 软件框架
- (6) 数据集
- (7) LabelImg 标注图片
- (8) Demo\_benchmark\_app、Demo\_security\_barrier\_camera 等演示程序
- (9) 可实现物品的 AI 分类

### **4) 工业计算机技术参数:**

- (1) 处理器：Intel 奔腾 G4560
- (2) 内存：8G
- (3) 硬盘：1T
- (4) 机箱：工业级全铝机箱
- (5) 网口：Intel 千兆网接口
- (6) 输出接口：VGA 或 HDMI

- (7) USB 接口：包括 USB2.0, USB3.0
- (8) 串口：支持 RS232/485 通信
- (9) 输入设备：无线鼠标, 无线键盘
- (10) 输出设备：21 英寸液晶显示器
- (11) 重量：4Kg
- (12) 供电方式：DC 24V±10%

## (5) 双臂一体化复合机器人

### 主要技术参数：

总重量：（无底座）74kg

嵌入式视觉：顶部、腕部摄像头

总重量：（带底座）137.7kg

多模态嵌入式传感器：每个关节配置力传感器；头部安装 360°环绕式声呐；腕部配置红外测距仪

自由度：14（单臂 7 自由度）

固有安全设计：功率和力度受限的柔性机械臂，带有串联弹性驱动器和内置传感器

单臂展：1210mm

防护级别：IP50

载荷：2.2kg

操作系统：基于 Linux 的开源 SDK

## (6) 协作机械臂

### 1) 机械臂主要技术参数:

负载: 5kg

工作范围: 850mm

自由度: 6 个旋转关节

功耗: 最低 90W, 额定 150W, 最高 325W

可重复性:  $\pm 0.03\text{mm}$

工具端最大速度: 3 米/秒

温度范围: 0-50°C

防护等级: IP54

工作湿度: 0-90%

机器人安装: 任意角度

### 2) 末端夹爪主要技术参数:

夹爪数量: 2 指

行程: 85mm

抓取力: 20-235N

最大负载: 5kg

重量: 900g

重复精度: 0.05mm

位置分辨率 : 0.4mm

通讯接口: 通讯接口

## (7)无损探伤机

阵列涡流无损探伤机是一款具有多链路、阵列多频涡流检测仪，能实时有效地检测金属材料缺陷、区分合金种类、热处理状态以及厚度变化等。多种检测方法结合所得的检测结果可以方便检测人员进行数据综合分析，相互验证，从而得出更客观、真实的评价。特别适用于航空、航天、电力、核工、电力、冶金、船舶、石油化工、汽车等领域的役前及在役的无损检测。

### 1) 主要功能信息

- ①64 通道阵列涡流检测；
- ②无方向性焊缝检测；
- ③带提离晃动补偿功能；
- ④独特的裂纹测深功能；
- ⑤非等幅相位/幅度报警功能；
- ⑥支持管材壁厚减薄测量、表面缺陷检测及深度测量、金属材料表面涂层及镀层厚度测量、各类金属材质、硬度分选；
- ⑦具有 16 个综合处理（混频）单元：可同时分离或抑制多组干扰信号；
- ⑧支持视频涡流检测功能：同步获取被检对象表面的涡流检测信号和视频图像信号；
- ⑨集成视频检测模块，可方便地显示肉眼难于观测到的复杂工件表面缺陷；

### 2) 主要性能指标和性能描述：

- ①通道数：64 通道
- ②频率范围：10Hz~12MHz
- ③自动混频单元：16 个
- ④高通滤波：0~500Hz
- ⑤低通滤波：10Hz~10KHz
- ⑥前置增益：10~35dB
- ⑦驱动：8 级
- ⑧幅度和相位测量：自动/手动
- ⑨相位：0~359 度
- ⑩微处理器：32 位（双核）

## (8) 球杆仪

球杆仪用于机床精度校准量仪中的一种新仪器，既可单独使用，又可以与激光干涉仪互补使用。球杆仪是评价机床动态轮廓精度的精密仪器。球杆仪具有操作简单、携带方便的特点，其工作原理是将球杆仪的两端分别安装在机床的主轴与工作台上，测量两轴插补运动形成的圆形轨迹，并将这一轨迹与标准圆形轨迹进行比较，从而评价机床产生误差的种类和幅值。

球杆仪采集的数据可根据 GB 17421-4、ISO 230-4、ASME B5.54 标准自动生成图文格式的分析报告，并计算出位置精度的总体测量值（圆度、圆度偏差），实现了对机床真正意义上的空间分析，适用于测量数控机床中存在的几何误差和由其控制系统和伺服系统带来的不准确因素。

### 1) 主要功能信息

①测量软件流程化操作：可自动生成机床运行程序，一次简单设定即可完成在三个正交平面上的圆轨迹测试，一次性能检测只需要 1015 分钟。

②强大的诊断功能，能提供机器性能的全面和专业的评估。以 XY 平面 360 度测量为例可评估：反向间隙 X、反向间隙 Y、反向跃冲 X、反向跃冲 Y、横向间隙 X、横向间隙 Y、周期误差 X、周期误差 Y、伺服不匹配、垂直度、直线度 X、直线度 Y、比例不匹配、刻度误差 X、刻度误差 Y、螺距 X、螺距 Y、进给率、中心偏置 X、中心偏置 Y、位置公差、最佳拟合半径、圆度。

③无线操作：数据传输通过无线蓝牙连接到笔记本，减少拖拽更加便捷。

### 2) 主要性能指标和性能描述

①通信方式：蓝牙传输（典型值 10m）

②供电方式：锂电池

③分辨率：0.1 $\mu$ m

④测量精度： $\pm(0.7+0.3\%L)\mu$ m

⑤测量范围： $\pm 1.0$ mm

⑥传感器行程  $\pm 2.0$ mm

⑦采样速率：1000 Hz

⑧工作温度：(0-40) C

## (9) 激光干涉仪

激光干涉仪以光波为载体，是迄今公认的高精度、高灵敏度的测量仪器，可实现高精度、抗干扰能力强、长期稳定性好的激光频率输出。激光干涉仪具有测量精度高、测量范围大、测量速度快、最高测速下分辨率高等优点，结合不同的光学镜组，可实现线性测长、角度、直线度、垂直度、平行度、平面度等几何参量的高精度测量。在动态测量软件配合下，可实现线性位移、角度和直线度的动态测量与性能检测，以及进行位移、速度、加速度、振幅与频率的动态分析，如振动分析、丝杆导轨的动态特性分析、驱动系统的响应特性分析等。

### 1) 主要功能信息

①可实现线性、角度、直线度、垂直度、平行度、平面度、回转轴等几何参量的高精密测量；

②可检测数控机床、三坐标测量机等精密运动设备其导轨的线性定位精度、重复定位精度等，以及导轨的俯仰角、扭摆角、直线度、垂直度等；

③可实现龙门机床双轴同步测量；

④可实现对机床回转轴的测量与校准；

⑤可根据用户设定的补偿方式自动生成误差补偿表，为设备误差修正提供依据；

⑥具有动态测量与分析功能，包括位移分析、速度分析、加速度分析、振幅和频率分析等，可进行振动分析、丝杆导轨的动态特性分析、驱动系统的响应特性分析等；

⑦支持手动或自动进行环境补偿。

### 2) 主要性能指标和性能描述

系统性能：

①测量方式：单频

②稳频精度：0.05ppm

③动态采集频率：50 kHz

④预热时间：5-10 分钟

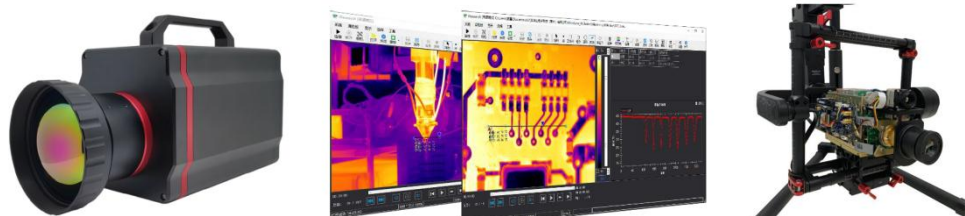
⑤工作温度范围：0~40℃

⑥环境温度范围：0~40℃

⑦存储温度范围：-20℃~70℃

## (10) 科研制冷型热像仪

IRMC-615 系列科研型中波和长波红外热像仪为红谱科技（IRSV）自主研发设计的新产品，搭载自主研发的图像处理板、数据采集板、独立网口板以及内置存储器等部件打造的测温型红外热像仪。红外探测器分辨率支持：320x256 像素、640x512 像素和 1280x1024 像素。可满足不同科研用户的测试任务需求。IRMC-615 系列红外热像仪均配置自主 IRSV 设计开发的 IR-SVision 2.0 系列软件。简洁清爽的用户操作界面，让繁琐的热图处理分析工作拥有更轻松地完成方式。诸多繁琐的操作步骤，通过软件工程师的迭代更新与优化后，可通过简单的单键操作即可实现。IR-SVision 2.0 系列软件兼容千兆以太网或 CamLink 数据接口，可实现更高像素、更高帧频的红外热图数据采集提供了完美的保障。



### 主要性能和参数指标:

- 1) 探测器: SCORPIO 中波制冷型焦平面红外探测器
- 2) 波长范围: 3-5 $\mu$ m
- 3) 探测器规格: 640 $\times$ 512 像素
- 4) NETD  $\leq$ 20mK
- 5) 帧频: >100Hz
- 6) NUC 校正模式: 两点校正
- 7) 测温范围: -10 $^{\circ}$ C~1200 $^{\circ}$ C
- 8) 测温精度:  $\pm$ 2 $^{\circ}$ C或 $\pm$ 2%
- 9) 模拟视频接口: BNC
- 10) 外同步:LVTTL
- 11) 串口控制:RS422
- 12) 数字接口: Cameralink 和 GigE
- 13) 机身内存: 不小于 500GB
- 14) 数据格式要求: 包含温度信息 JPG 文件和无加密 raw 文件。
- 15) 25mm 标准镜头
- 16) 30um 微距镜头
- 17) 5um 显微镜头 (含配套显微支架, 支持 X, Y, Z 三轴可调)
- 18) 软件功能:



①可获取全屏任意点的温度值/数字值以及线和区域的最大值、最小值、平均值和标准方差。

②蒙版功能:支持在线和离线两种模式,统计灰度不为 0 的像元数量。

③报警功能:支持自定义区域报警功能,并自动创建报警数据库,生成报警曲线。

## (11) 高性能计算平台

该高性能计算平台为非标定制，其主要配置、性能和参数指标：

### 1) 4 台仿真分析计算服务器：DELL PowerEdge R740

CPU：2\*intel® Xeon® Gold 6248R @ 3.00 GHz,Max Turbo @ 4.00 GHz，  
24C48T,35.75 MB Cache 205W

内存：512GB（8\*64GB）DDR4-2933 RDIMM,2933MT/s，双列

硬盘：3\*480GB SATA SSD 2.5 寸

陈列卡：PERC H730P 2GB 缓冲 RAID 控制器

电源：1+1 电源，冗余配置，750W

远程管理：Broadcom 5720 QP 1GB 网络接口卡

附加网卡：Intel X710 双端口 SFP 万兆光口网卡，含光模块

### 2) 1 台软件工具及文件服务器：DELL PowerEdge R740XD

CPU:2\*Intel®Xeon®Gold 5218 @ 2.30GHz,MaxTurbo@3.90GHz,16C32T,22  
MB Cache 125W

内存：128GB(4\*32GB)DDRR -2933 RDIMM,2933MT/s，双列

硬盘：4\*960GB SAS SSD 2.5 寸，8\*\*2.4TB SAS 10K 2.5 寸

陈列卡：PERC H730P 8GB 缓存 RAID 控制器

电源：1+1 电源，冗余配置，750W

远程管理：IDRAC9,企业版

网卡：Broadcom 5720 QP 1GB 网络接口卡

附加网卡：Intel X710 双端口 SFP 万兆光口网卡，含光模块

### 3) 交换机：

华为（HUAWEI）24 口万兆光高性能核心企业级交换机 S6730-S24X6Q-A

### 4) 防火墙：

华为 HUAWEI 企业级防火墙千兆 8GE,2\*GE SFP+VPN .型号 USG6311E-AC

### 5) 交换机：

华为(HUAWEI)企业级 48 口千兆以太网 4 口万兆光交换机网管型分线器  
S5735-L48T4XA

万兆光模块：QMXD3000 SFP+ 含光纤线

### 7) UPS 电池柜：

山特 C12-65 免维护铅酸蓄电池 16 只，电池柜 1 个，包安装

### 8) 机柜：

图腾 G3 6042 (600\*1000\*2055mm) 8 位 PDU 一个固定隔板 3 块风扇部件 2  
组

## (12) 功率分析仪

随着碳化硅（SiC）与氮化镓（GaN）等第三代半导体材料的发展，电源、变频器等行业迎来了全新的技术突破，高频、高效率、高密度逐渐成为行业主流。致远电子 PA5000H 功率分析仪凭借其 5MHz 高带宽可以更轻松准确的测试信号中的高频成分，搭配 FFT 运算、矢量分析、电机测试等功能，可在电机变频器、新能源汽车、电源等行业中提供优秀的测量与分析能力。



### 主要性能和参数指标:

- 1) 基本功率精度: 0.05%读数+0.05%量程
- 2) 带宽: 0.1Hz~5MHz
- 3) 采样率 2MS/s
- 4) 输入单元数 7 通道, 其中任意选配电机板卡
- 5) 电压量程: 1.5V、3V、6V、15V、30V、60V、100V、150V、300V、600V、1000V、1500V (峰值因数 1.33)
- 6) 配电压测试导线, 测试连接头, 电源箱, 电流互感器等
- 7) 谐波测量 500 次
- 8) 接口: GPIB, 1000MbitLAN,RS232,USB

## (13) 机器视觉检测平台

机器视觉检测平台主要是由相机、镜头、光源和实验支架组成。平台通过成像元器件和控制处理器来模拟人的眼睛和大脑从外界的客观事物中提取出所需的有用信息，通过一系列加工处理最终应用于实际测量、检测和控制。

### 主要技术指标：

#### 1) 相机

为不同尺寸、不同需求样品配备 4 款相机：

1) 面阵相机：分辨率 4096\*3000，全局快门，帧率 23.5fps，USB3.0 接口，传感器 1.1"，Global Shutter Sony IMX304 CMOS，像元尺寸 3.45 $\mu$ m\*3.45 $\mu$ m，光谱黑白/彩色，曝光时间 28 $\mu$ s~1s。

2) 面阵相机：分辨率 2448\*2048，全局快门，帧率 23.5fps，GigE 接口，传感器 2/3"，Sony IMX264 Global shutter CMOS，像元尺寸 3.45 $\mu$ m\*3.45 $\mu$ m，光谱黑白/彩色，曝光时间 20 $\mu$ s~1s。

3) 面阵相机：分辨率 5496\*3672，行曝光，帧率 19.6fps，USB3.0 接口，传感器 1"，Sony IMX183 Rolling shutter CMOS，像元尺寸 2.4 $\mu$ m\*2.4 $\mu$ m，光谱黑白/彩色，曝光时间 12 $\mu$ s~1s。

4) 线阵相机：分辨率 2048 像素，千兆网接口，像元 7.04UM，支持 TurboDrive。

#### 2) 镜头

针对 4 款相机，配备相应镜头：

1) 靶面尺寸 1.1"，2400w 像素，焦距 12mm，光圈范围 F1.8-F16，畸变 0.26%。

2) 靶面尺寸 1"，200W 像素，焦距 12mm，光圈范围 F2.6-F16。

3) 靶面尺寸 2/3"，500W 像素，焦距 50mm，光圈范围 F2.4-F16，畸变 0.01%。

4) 靶面尺寸 2"，5000w 分辨率，焦距 18mm，光圈范围 F2.6-F16，畸变 1.25%。

#### 3) 光源

为不同尺寸、不同需求样品配备 4 类光源：

1) 方形光源：发光面积 300mm\*300mm（宽度\*长度），颜色白色，开孔/不开孔。

2) 条形光源：发光面积 400mm\*50mm（宽度\*长度），颜色白色；发光面积 800mm\*30mm（宽度\*长度），颜色白色。

3) 环形光源：发光外径 180mm，内径 132mm，角度 30°，颜色白色；发光外径 200mm，内径 75mm，厚度 20mm，角度 90°，颜色白色；发光外径 166mm，内径 116mm，厚度 26mm，无影光源，颜色白色。

4) 碗状光源：外形直径 232mm，开孔孔径 50mm，发光面尺寸 160mm，颜色白色；外形直径 424mm，开孔孔径 50mm，发光面尺寸 360mm，颜色白色。

5) 光源控制器：8 个输出通道，功率 100w。

#### 4) 实验支架

带水平仪，夹头上下可调节，底板 600mm\*400mm，总杆总长 600mm。

## (14) 大功率可编程直流电源

吉事励 DS2120 开关式可编程直流电源是采用 PWM 技术的高频开关式直流电源，可根据实际需求选择恒压、恒流、恒功率等输出模式，直流电源输出精度高、纹波小、电压电流动态响应速度快，且输出效率高达 93%，可作为进口中功率直流电源的替代产品；相比传统可控硅电源，该电源具有体积小，重量轻，纹波小，功率因数高、稳定性好等优点，特别是高电压输出稳定性尤其明显；可广泛应用于机电老化试验、直流电机测试、自动测试系统整合、电池充电及模拟、混合动力汽车与光伏逆变器测试等场景，有效满足师生在开展科研试验时对高精度大功率直流电源的需求，避免只能通过相关软件进行大功率仿真的窘境。

### DS2120 主要参数：

- 1) 功率：120KW。
- 2) 输入参数：  
相数：1 $\phi$ 2W+PE 单相两线+地线/3 $\phi$ 4W+PE 三相四线+地线。  
电压：20V $\pm$ 15%/380V $\pm$ 15%。  
频率：50HZ $\pm$ 10%。
- 3) 输出参数：  
电压：0-100% 满量程连续可调。  
电流：0-100% 满量程连续可调。
- 4) 纹波：  
电压纹波：0.2%FS（满量程）。  
电流纹波：0.3%FS（满量程）。
- 5) 电源调整率： $\leq$  $\pm$ 0.1%FS（满量程）。
- 6) 负载调整率： $\leq$  $\pm$ 0.5%FS（满量程）。
- 7) 效率： $\geq$ 93%。
- 8) 设定精确度：  
电压： $\pm$ 0.1%FS；电流： $\pm$ 0.1%FS；功率： $\pm$ 0.1%FS。
- 9) 测量精确度：  
电压：0.1%FS+2dgt；电流：0.1%FS+2dgt；功率：0.1%FS+5dgt。
- 10) 存储组数：共 9 组，每组可记忆电压、电流值，运行时间，可快速方便调用。
- 11) 保护：过压，过流，过温。
- 12) 通讯接口：RS232C/RS485/GPIB。
- 13) 冷却方式：风扇强制冷却。
- 14) 运行环境：0-40 $^{\circ}$ C。

## (15) 模块化直流电子负载

吉事励 BPDC1050D 系列电子负载采用三相 PFC 设计，通过 DC/DC 双向变换双级电路，实现电气完全隔离。采用纯数字化 PWM 整流技术，功率因数高，输出精度高，动态响应速度快。可配置恒压、恒流、恒功率、恒阻等多种工作模式，满足不用测试需求，广泛应用于各类型电力电子产品的前期研发、后期型式试验、可靠性测试，是搭建大功率电力电子测试平台的关键设备之一。

### BPDC1050D 主要参数：

- 1) 容量：50KW。
- 2) 交流特性：  
相数：3 $\phi$ 4W+PE 三相四线+地线。  
电压：380V $\pm$ 15%。  
频率：47Hz–63Hz。  
功率因数： $\geq$ 0.99（额定功率）。  
电流谐波： $<$ 3%（额定功率）；高效节能。
- 3) 定电压模式：量程：0-额定电压，分辨率：0.1V，设定/回读精度： $\leq$ 0.1%FS。
- 4) 定电流模式：量程：0-额定电流，分辨率：0.1A，设定/回读精度： $\leq$ 0.1%FS。
- 5) 定功率模式：量程：0-额定功率，分辨率：0.1KW，设定/回读精度： $\leq$ 0.5%FS。
- 6) 定电阻模式：量程：1 $\Omega$ -1K $\Omega$ ，分辨率：0.01 $\Omega$ ，设定/回读精度： $\leq$ 0.1%FS。
- 7) 电压纹波 rms：0.2%FS（满量程）。
- 8) 电流纹波 rms：0.3%FS（满量程）。
- 9) 电源调整率： $\pm$ 0.1%FS。
- 10) 负载调整率： $\pm\leq$ 0.1%。
- 11) 时间精度：Setting 0.1sec+0.1%。
- 12) 电压解析度：VO $<$ 1000V:0.1V，VO $\geq$ 1000V:1V。
- 13) 电流解析度：  
输出 Io $<$ 10A：分辨率 0.001A；  
输出 100 $>$ Io $\geq$ 10A：分辨率 0.01A；  
输出 1000A $>$ Io $\geq$ 100A：分辨率 0.1A；  
输出 Io $\geq$ 1000A：分辨率 1A。
- 14) 通讯接口：RS 232 C 【IEEE 488.2（GPIB）可选】。
- 15) 限流设定：0-最大电流（超过电流设定值电源保护，停止输出）。
- 16) 限压设定：0-最大电压（超过电压设定值电源保护，停止输出）。
- 17) 保护：过压，过流，过温，过载，短路。
- 18) 冷却方式：风扇强制冷却
- 19) 运行环境：0–40 $^{\circ}$ C。

## (16) 大功率可编程交流电源

AS8005 单/三相多功能可编程交直流电源采用高速 DSP+FPGA 控制技术，其输出可配置成纯交流电、纯直流电、交直流混合电，同时可精密量测电气参数；该电源采用主动 PFC 设计，输入功率因数高，输出波形品质高，动态响应速度快，可模拟电网的电压扰动、频率扰动、三相不平衡等工况，满足待测设备对不用类型输入测试的要求。尤其适合模拟汽车发电机输出三相电压频率随发动机转速变化的工况，可在一定程度上起到替代发电机测试台架的作用。

### AS8005 主要参数：

1) 容量：5KVA。

2) 输入：

相数：1 $\phi$ 2W+PE 单相两线+地线。

电压：220V $\pm$ 15%。

频率：47Hz-63Hz。

功率因数： $\geq$ 0.98 主动 PFC。

3) 交流输出

相数：3 $\phi$ 4W+PE 三相四线+地线。

相电压：低档 0-150.0VAC；高档 0-300.0VAC。

频率：10-500Hz，0.1Step。

最大相电流：低档为 42A；高档为 21A。

4) 直流输出

电压：0-424V。

稳压精度： $\pm$ 0.2%FS（满量程电阻负载）。

稳流精度： $\pm$ 0.2%FS（满量程电阻负载）。

5) LCD 显示：电压、电流、频率、功率、功率因数、无功功率。

6) 电源稳压率：0.1%。

7) 负载稳压率：1%。

8) 频率稳定度：0.01%。

9) 电压解析度：0.1V。

10) 频率解析度：0.001Hz。

11) 波形失真度：0.5%（纯阻性负载）。

12) 电流解析度：0.001A 0.01A。

13) 测量精确度：

电压：0.2%FS+5dgt。

电流：0.3%FS+5dgt。

功率：0.3%FS+5dgt。

频率：0.01%FS+5dgt。

14) 设定精确度：

电压：0.1%。

频率：0.01%。

15) 可编程组数：

步阶：共 100 组，每组可运行电压、运行频率、步阶时间；最小时间设定 10ms；循环次数 999999。

渐变：共 100 组，每组可运行起始电压、终止电压，线性变化时间；最小时间设定 10ms；循环次数 999999。

16) 存储组数：共 9 组，每组可记忆电压、频率值，可方便调用。

17) 谐波编辑：可编辑任意谐波 2-49 次。

18) 通讯接口：RS232C 【IEEE488.2 (GPIB) 可选】。

19) 限流设定：0-最大电流（超过电流设定值电源保护，停止输出）。

20) 限压设定：0-最大电压（超过电压设定值电源保护，停止输出）。

21) 保护：过流、过温、过载、短路。

22) 冷却方式：风扇强制冷却。

23) 运行环境：-10~45°C。



## (17) 四通道 500M 带宽专业分析型示波器

致远电子 ZDS5054Pro 示波器是国产专业分析型示波器，拥有强大波形捕获、数据挖掘能力，搭载电源分析、环路分析、时序分析等全面的智能分析功能，有助于师生加快测试调试进度。该示波器可满足供电系统、控制系统、执行系统中的多种复杂信号的测试，甚至满足汽车电子等专业领域对产品可靠性测试的要求。

示波器作为极其常用的电学测试仪器，熟练使用示波器是机电工程专业学生从事本专业的必然要求；通过引入这一专业示波器，学生的工程实践能力可得到有效提升。



### ZDS5054Pro 主要参数：

#### 1) 基本参数：

- 模拟通道数量：4。
- 模拟带宽：500MHz。
- 最高实时采样率：4GSa/s。
- 波形刷新率：1Mwfms/s。
- 存储深度：512Mpts。
- 具备信号发生功能。

#### 2) 基本分析功能

- 基本触发：13 种基本触发+模板触发。
- 自动测量：54 种参数。
- FFT 样本点：4Mpts。
- 其他功能如：波形搜索、智能标注、数学运算、分段存储、FIR 滤波、双 ZOOM 缩放、模板测试等功能。

#### 3) 行业分析功能

- 协议解码：45 种。
- 电源分析、环路分析、时序分析、通用串行协议、传感器&RFID 等分析功能。

## (18) 变频电机

YVFE2 系列高效低压变频三相异步电动机是西玛电机公司一款高效的低压变频电机。西玛电机在国内处于领先水平，拥有产品 31 大系列、1800 多个品种、19500 多个规格，功率范围 0.35 千瓦至 19000 千瓦，注册商标“西玛”牌，符合国际、国家、行业和企业标准，广泛应用于电力、煤炭、石油、采矿、冶金、铁路、交通、化工、农业、水利、航空、航海及高科技等领域，是铁道部定点的电机配套厂家。

### 产品特性：

1) 具有效率高，过载能力强，堵转转矩高、防护等级高、噪音低、振动小等特点

2) 配置高精度编码器，可进行高精度闭环控制

3) 实时监测绕组、轴承温度，异常情况自动报警并程序停机保护

### 主要技术参数：

额定转速：3000rpm

轴功率：300 kW

额定扭矩：850Nm

转动惯量：Ca.5.4kg m<sup>2</sup>

过载能力：1.2（1 分钟/10 分钟）

防护等级：IP 23

结构型式：IM B3

环境温度：-5°C ~ +40°C

颜色：RAL7035

冷却方式：风冷

## (19) 变频直流母线回馈控制系统

MD880 系列高性能工程型变频器是汇川高端变频调速产品技术平台，分为单机传动和多机传动两种拓扑形态，是一款定位于高端传动应用、高性能、高可靠性的驱动产品。电压等级涵盖 400 V 和 690 V 电压的需求，功率范围覆盖 3.7 kW ~ 5600 kW，无论是模块结构、功率密度、响应和精度，均领先于国产变频器。MD880 系列变频器可广泛应用于冶金、造纸等连续性生产线以及船舶、钻机、盾构机、港口岸桥等大型设备。

### 产品特性：

- 1) 高度灵活的模块化设计：支持软硬件模块自由搭建，可根据客户需求自由搭建。
- 2) 性能稳定可靠：十年硬件器件配置长效稳定，多项故障处理机制确保现场平均 30 min 快速恢复生产。
- 3) 兼容并蓄的适应能力：无需更改 PLC 原程序，即可针对性的实现对各类上位机的兼容。

### 主要技术参数：

名称		参数
基本整流	输入电压	525~690VAC; -10%~+10%
	输入频率范围	47-63Hz
	输出电压	740~975VDC
	额定功率	600 kW
	过载能力	110% (1 分钟/5 分钟);
	工作效率	≥ 97%
逆变	输出频率	0~1000Hz
	工作效率	≥ 98.5%
	速度控制精度	电机滑差的 10%，开环； 电机额定转速的 0.01%，闭环
	额定功率	400 kW
	过载能力	110% (1 分钟/5 分钟);
综合	通讯/总线	PROFINET

## (20) 升速齿轮箱

升速齿轮箱为定制化产品，根据科研平台建设对转速功率的需求，采用立式单输入单输出、圆柱人字齿二级增速结构，输入端连接驱动电机，输出端连接试验件的输入端，箱体上下分箱，整个齿轮箱卧式水平安装在随行夹具支撑平台上，所有轴承带温度传感器测量。

### 产品特性：

- 1) 齿轮轴系采用滑动轴承支撑设计，使用寿命高相比较滚动轴承大幅提升。
- 2) 滑动轴承采用模块化设计及独立润滑冷却，实时监测温度及振动，便于维护。
- 3) 采用人字齿设计，齿轮强度大幅提升，耐久性高。

### 主要技术参数：

名称	一级传动	
	大齿轮（输入）	小齿轮（输出）
传递功率（kw）	300	
转速（r/min）	3000	21000
法向模数（mm）	3.5	
螺旋角（°）	25	
压力角（°）	20	
齿宽（mm）	90	
齿轮精度	4级（GB10095-2001）	
齿轮材料	17CrNiMo6	
热处理方式	齿面渗碳淬火 齿面硬度HRC58-62	

## (21) 陪试齿轮箱

减速齿轮箱为定制化产品，根据科研平台建设对转速功率的需求，采用立式单输入单输出、圆柱人字齿二级减速结构，输入端连接试验件输出端，输出端连接加载电机，箱体上下分箱，整个齿轮箱卧式水平安装在随行夹具支撑平台上，所有轴承带温度传感器测量。

### 产品特性：

1. 齿轮轴系采用滑动轴承支撑设计，使用寿命高相比较滚动轴承大幅提升。
2. 滑动轴承采用模块化设计及独立润滑冷却，实时监测温度及振动，便于维护。
3. 采用人字齿设计，齿轮强度大幅提升，耐久性高。

### 主要技术参数：

名称	一级传动	
	小齿轮（输入）	大齿轮（输出）
传递功率（kw）	300	
转速（r/min）	21000	3000
法向模数（mm）	3.5	
螺旋角（°）	25	
压力角（°）	20	
齿宽（mm）	90	
齿轮精度	4级（GB10095-2001）	
齿轮材料	17CrNiMo6	
热处理方式	齿面渗碳淬火 齿面硬度HRC58-62	

## (22) 转速传感器

TQ-663 型法兰式扭矩传感器采用机器紧凑的法兰-法兰连接设计，其转子一端安装于传动端，另一端直接和负载端联接，能够便捷地安装到传动系统中。除此之外，传感器中内置了转速测量单元。法兰式扭矩传感器可直接安装于传动设备上。定子环固定于旋转的转子外圈，由定子基座支撑。

TQ-663 型应变式法兰扭矩传感器，内置了数字测量信号调理单元，通过无接触式传输，直接将数据以标准模拟或数字信号方式输出。转子在定子环内转动，不使用任何机械轴承，因而无磨损。

### 主要技术参数：

量程	300kN·m±10 N·m
过载能力	120%
输出信号	5-15KHZ;0-10V;4-20mA
精度等级	0.5%、0.25%、0.1%
供电	24VDC
工作转速	0-15000 转/分
响应频率	100μs
绝缘电阻	>200MΩ
零点漂移	<0.5%
重复性	<0.1%
线性	<0.1%
滞后	<0.1%
环境温度	-40-60°C
相对湿度	<90%RH
运行温度范围	-10-70°C
存储温度范围	-25-80°C
传感器幅值	10V
传感器功耗	≈4W
传感器电流消耗	100MA
应变计动态应变波的响应时间	$3.2 \times 10^{-6}$ s
传感器壳体	强阳极化铝

## (23) AE 传感器

PXDAQ24260B 是鹏翔科技最新研发的基于快速以太网总线的高精度单通道声发射采集器，采用了美国亚德诺半导体公司（ADI）采样精度高达 24bit 的 AD7760 模数转换芯片（芯片资料），可将输入范围的电压细分为 2 的 24 次方，是目前市面上 16bit 声发射信号采集精度的 256 倍。而且 AD7760 在 2.5MHz 输出数据速率时，动态范围和信噪比(SNR)均高达 100dB，因而整个采集系统具有极低的噪声。

### 产品特性

可实时提取 15 个声发射特征参数：到达时间、门槛、上升时间、幅度、下降时间、能量、振铃计数、峰值时间、平均频率、峰值频率、信号主频、RMS、ASL、持续时间、阻尼。

可实时/同步提取声发射波形，还可采集原始的波形流，并且特征参数、声发射波形、原始波形流可以三者对应，实现了声发射信号的溯源。

内部集成了低噪声的前置放大器，只需在输入端接入声发射传感器即可。

采集器内置了 linux 系统，采用标准的网络接口，支持标准的网络协议，可修改每个采集器的 IP 地址，并支持交换机组网，实现分布式的声发射信号采集。将采集器通过网线连接到无线路由器即可实现声发射信号的 WiFi 采集与传输，将采集器通过网线连接到 4G 路由器，即可实现广域网的云端采集与传输。

### 主要技术参数：

声发射采样精度	24 位 A/D 精度
声发射采样速率	2.5Msps
声发射频率带宽	1kHz~400kHz
声发射通道数	1
外参数采样精度	24 位 A/D 精度
外参数采样速率	156ksps
外参数通道数	1
声发射信号表征方式	特征参数、声发射波形、原始波形流
前置放大器	内置
总线接口	快速以太网
本地存储	SD 卡，最大容量 128G
供电电压	12V DC
消耗电流	900mA

## (24) 加速度传感器

LK-G5000 系列有多种感测头可供选择，稳定测量不同目标物。激光位移传感器必须同时具备速度、精度和卓越性能，以便胜任各种应用。LK-G5000 采用了国际先进技术，力争在各个方面都有亮眼表现。

### 产品特性

**实现超高精确度的技术:**光学系统已经过重新设计，不仅增加了光点的宽度，同时还保持接收光元件的小巧。理想的光点形状加上重新设计的 CMOS，实现了超高的精确度。全新开发的 HDE 物镜能显著减少接收光元件上的光点变形所造成的影响。

**可胜任各种情况的高级测量功能:**对于半透明物体，当激光穿透半透明物体后，会从物体表面之下产生漫反射，引起接收光波形缓慢扩大，RPD 算法可以消除扩大的波形带来的影响，并检测到实际峰值。对于透明物体，通过感测和调整透明物体各层的反射光使激光强度实现理想水平。由于不受各层光反射的影响，所以测量能够实现高精度。

LK-G5000 具有直接测量目标物的速度(m/s) 和加速度 ( $m/s^2$ ) 的功能。适用于测量难以使用接触头传感器测量的体积极小部品、容易变形和高温的目标物。

### 主要技术参数:

- 1) 速度: 392kHz
- 2) 精度:  $\pm 0.02\%$
- 3) 重复性:  $0.005\mu m$
- 4) ABLE II 控制



## (25) 噪声测量仪

CRY2304 噪声振动分析仪，是 CRY SOUND 全新推出的用于噪声和振动分析的测试仪器。主机采用 USB2.0 传输协议与上位机通讯，支持最高 4 通道的噪声信号、振动信号同步输入，分析频率范围为 10Hz~80kHz，本底噪声低至 -110dBV，足以满足绝大多数情况下噪声与振动的高精度采集与高质量分析。

### 产品特性

- 1) 提供 BNC 接口的带 ICP 供电的模拟信号采集通道，可同时支持噪声测量和振动测量；
- 2) RS-485 通讯支持 Modbus RTU 通讯协议，可用于触发仪器测试、获取测试结果、获取自定义数据等；
- 3) 丰富的数字 IO 接口，包括：6 路 5V 数字 IO 输出、6 路 5V 数字 IO 输入、6 路 12V 数字 IO 输出（每路可提供 200mA 电流输出用于驱动负载）；
- 4) CRY2300 软件基于 Windows7、Windows10 操作系统设计，界面简洁美观、操作简单直观；
- 5) 提供噪声分析、振动分析、噪声振动混合分析的多种测试模板；
- 6) 提供时域信号分析、倍频程分析、FFT 频谱分析等功能；
- 7) 提供灵活的曲线合格框线设置和数值合格阈值设置；
- 8) 输入端口为 BNC 接口带 ICP 供电，兼容噪声测量和振动测量；
- 9) 自带 RS-485 端口，可用于自动化流程控制、测试结果数据交互等。

### 主要技术参数：

采集通道数量	4 通道输入
ADC 采样位数	24 位
ADC 采样频率	44.1kHz~192kHz
测试频率范围	10Hz~80kHz
ICP/IEPE 供电	4mA (24VDC)
输入阻抗	10k $\Omega$
频率响应	< $\pm$ 0.1dB (20Hz~20kHz)
增益	-20dB~30dB
本底噪声	-110dBV (带宽 20kHz, A 加权)
总谐波失真	0.001% (1V, 1000Hz)
设备供电电源	50Hz, 220V $\pm$ 10%
工作环境条件	温度 0~40 $^{\circ}$ C, 室内使用, 湿度<80%, 无凝露
运行环境	Windows7/Windows10 x64/x86

## (26) 高速模拟输入卡

模拟量输入卡是数据采集系统必备的数据采集、信号调理一体化单元。本模拟输入卡用于高性能传动与智能诊断科研平台的大振幅、大位移极端工况下传动系统数据采集。

主要技术参数：

- 1) BNC 连接
- 2) 最高 20 MS/s/ch 的高速采样速率
- 3) 4 通道同步工作
- 4) 连续采样能力 5 MS/s/ch
- 5) 14-bit 分辨率
- 6) 模拟参考触发
- 7) 128 Mbits 在板内存

## (27) 高速摄像机

在大振幅、大位移极端工况下工作的传动系统，其动态性能的测试面临的困难是传感器无法粘贴或随着测试的进行传感器脱落。因此造成测试无法开展或测试数据不完整。高性能传动与智能诊断科研平台拟采购的高速摄像机通过连续视频信号采集数据，可以在常规接触式测量无法应用的场合进行高精度测量。

### 主要技术参数：

1) 满幅分辨率(横向纵向)均 $\geq 1280 \times 1024$ ，满幅帧率 $\geq 13600\text{fps}$ ；最高帧率 $\geq 1000000$ 帧；(需提供实际设备运行指标截图证明)；

2) 支持全局电子快门，最短曝光时间 $\leq 100\text{ns}$ ；支持 PIV 功能，最小跨帧间隔 $\leq 400\text{ns}$ ；

3) 像元尺寸 $\leq 14.6\mu\text{m}$ ；

4) 一体机相机，机身内置大容量存储 $\geq 64\text{G}$ 且可支持升级最大 256G，需实现连续不间断采集功能，且大内存有断电保护功能；

5) 图像直接记录到相机自带的高速内存，拍摄完毕后，通过千兆网接口传输到笔记本电脑或台式计算机

6) 支持多种影像输出格式，包括 RHVD、AVI、JPG、BMP；(需提供设备实际软件四种影像格式操作截图证明)

7) 机身自带 E 口镜头接口，兼容 F 口、EF 口镜头，可选配 C 口；

8) 支持软件触发、外部电平信号触发(上升沿、下降沿、开关信号)；支持图像触发(基于极小区域内的图像亮度变化)功能；支持自动曝光；支持 EDR；支持快门线控制触发，并可延长快门线实现远距离控制触发；支持 Gamma 校正，在弱光成像时，有效提升动态范围，增强图像信号；

9) 配有运动轨迹分析软件，可对目标对象进行直线测量、角度测量和运动测量分析；计算速度、角度、加速度、数据能够导出文档形式；支持基于 RTK 无人机快速标定；对目标进行标定跟踪，自动绘制出对象的运动轨迹；可调整图像的增益，图像亮度，对比度，白平衡，GAMMA 值等；

10) 支持智能定位触发关键帧，支持快速定位关键帧；

11) 免费保修 3 年，国内维修，保修期内承诺 1 周快修，超过 1 周无法修复故障的，提供代用机；

12) 整套系统配置光学变焦镜头一只，微距镜头一只，高亮度 LED 光源一套，可调整三脚架一套，曼富图云台一套，数据线传输线若干，航空箱一只，可提供相机 SDK 完整版。

## (28) 测控系统

EGC-TCS 高性能传动与智能诊断试验平台测控系统是重庆市倚斯轮科技有限公司针对高速传动系统综合性能测试开发的一款集控制、信号采集与分析、远程监测、数据存储等功能的综合测控系统。按照国标要求试验项目，对测试软件界面和流程进行归类，具备实时曲线绘制、瞬态值捕获、趋势曲线绘制与分析、多参量组合显示报表导出等功能。测控系统包含：电气控制柜、测控操作台、测控软件、试验区视频系统、手机端 APP。

### 产品特性：

- 1) 测试程序采用基于多体模型的系统误差补偿系统有效提高测试精度；
- 2) 视频远程监测，可以开展全天候不间断测试；
- 3) 扩展接口丰富，可集成 AE、振动、温度、应力/应变、转矩转速多类传感器信号采集。

### 主要技术参数：

硬件部分采用标准的机柜形式，主机采用 PCI 工业控制计算机，各类接口板卡采用 PCI 总线的接口板卡。主要硬件部分的指标如下：

- 1) 标准 19" 4U 高桌面机箱；支持 PCI 板卡，10 个插槽；采用直流风机及一字型风道特别设计的通风槽；
- 2) 芯片组：Intel GM45 + ICH9M 内存：16GB DDR III 1066MHz，用户可自行扩充。硬盘：500GB 用户可拆卸更换；
- 3) ARINC429 模块，支持通道配置：发送及接收通道各 2 个；支持 100K/50K/48K/12.5KBPS 及用户自定义波特率；支持 FIFO 和 Schedule 两种发送模式；支持 SDI 和 Label 两种接收过滤模式；支持 Time Stamping；支持中断、外触发；
- 4) 完全遵守 MIL-STD-1553B 协议；双通道及有 BC、RT、BM 多功能；支持 1M/2M/4Mbps 及用户自定义波特率；每通道为双冗余的 A、B 通道；帧间隔和消息间隔时间可软件设置；支持时间戳，分辨率 1 $\mu$ s；支持自测试、错误注入；支持中断、支持外触发；
- 5) 异步 RS232/422/485 可软件设置；通道数：RS232/422/485 各 8 路；
- 6) 兼容 CAN2.0A 和 CAN2.0B 协议，支持标准帧和扩展帧；通道数：4；
- 7) AD 模块：64 路单端/32 路差分输入；单通道采样率最高 1MSPS；输入范围可选 $\pm 100V/\pm 40V/\pm 10V$ ；ADC 分辨率：16bit；32KByte/通道 FIFO；外触发功能；
- 8) DA 模块：64 通道输出；DAC 分辨率：16bit；输出电压： $\pm 10V$ ；输出精度：0.2%FSR；输出阻抗：10 $\Omega$ ；最大驱动电流：10mA/通道。

## (29) 数据分析系统

本数据分析系统用于高性能传动与智能诊断科研平台高参数、极端工况下传动系统的数据处理与分析。主要涉及数据存储、数据分析、基于神经网络与人工智能的可靠性与疲劳计算、创新机构的大规模搜索与寻优等。

### 主要技术参数：

- 1) CPU：配置 2 颗英特尔至强 6348 处理器，每颗 28 核，主频 2.6GHz；
- 2) 内存：配置 32\*16GB DDR4 3200MHz 内存，
- 3) 硬盘：配置 2\*480G SATA SSD； 2\*3.84T SSD， 2\*14T HDD，配置独立 Raid 卡；
- 4) GPU 卡：配置 4 张 A100 40G GPU 卡；
- 5) 网卡：配置 1 张双口万兆网卡；
- 6) 电源：配置冗余热插拔电源，风扇；
- 7) 5 年原厂维保服务。
- 8) 双精度浮点计算能力 43.4592 Tflops，单精度浮点计算能力 87.3184 Tflops；

## (30) 无人农场物联网数字化云平台

### 产品特性

无人农场物联网数字化云平台具有拖拉机无人驾驶控制系统、调度指挥系统、物联网数字化管理系统、农业计划管理系统、种植管理系统、农作物管理系统、农产品追溯系统、实时检测等功能模块，支持使用.NET、HTML、CSS、Javascript、C#、SQL等计算机语言对其进行二次开发及系统拓展，能够满足对农场进行实时监控、作业管理、历史查询，对无人农机实施作业部署、作业监控、远程调参、远程控制、远程诊断等，可实现将“车、地、人”关联在一起的“无人化”农场管理，对长期开展智慧农业、数字化农业相关研究与教学提供较好的支撑作用。

### 技术参数

无人 拖 拉 机 智 能 控 制 系 统	<p>一、功能要求</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) 能实现车辆远程点火、熄火控制。</li> <li>2) 车辆前进、倒退、停车匹配速度控制。</li> <li>3) 车辆传动输出 PTO 自动控制。</li> <li>4) 车辆农具自动抬升、下降控制。</li> <li>5) 车辆按路径规划行驶控制，转弯控制。</li> <li>6) 车载摄像头实时回传作业视频到平台</li> <li>7) 车辆远程云端控制。提供功能截图进行佐证。</li> <li>8) 毫米波避障雷达，精准识别障碍物自动停车，保障作业安全。</li> <li>9) 多种路径自动规划根据地形终端自动生成套圈路径、回字形路径、鱼尾路径，支持可扩展多种作业路径使用，支持作业路径定制功能。提供用户使用报告及软件功能截图进行佐证。</li> <li>10) 支持手动、自动一键切换，方便车辆的运输、转场等。</li> <li>11) 支持作业速度预设，可根据实际情况预设车辆的作业速度及调头转弯速度。</li> <li>12) 支持断点续航功能，时间≥600S。</li> <li>13) 支持实时显示作业面积以及历史作业面积，支持平台与微信小程序共同查看。</li> <li>14) 可实时查看作业位置信息，实时作业轨迹。</li> <li>15) 支持手持打点器设定作业 AB 线，并支持云端存储，设备云端共享。</li> <li>16) 支持电台、CORS、千寻服务、中国移动服务等不低于四种基站模式切换。</li> </ol> <p>二、智能显控终端参数要求</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) 功耗：≤12.0W 。</li> <li>2) 供电电压：DC 9~36V，带正负极性反接保护，支持断电检测。</li> <li>3) 工作温度：≥-40℃~+70℃ 。</li> <li>4) 存储温度：≥-45℃~+80℃。</li> <li>5) 分辨率：≥1024×600P 。</li> <li>6) 屏幕尺寸：≥10 寸电容式触摸屏，支持 10 指触摸。</li> <li>7) 屏幕素质：分辨率≥1024×600P，亮度≥750nits 。</li> <li>8) 防护等级：≥IP67 。</li> <li>9) 撞击和振动：MIL-STD-810G 。</li> <li>10) 数据接口：支持≥2 路 RS232、≥1 路 RS485、≥1 路 CAN、≥1 路 USB2.0、≥1</li> </ol>
---	--

	<p>路 DCIN、≥1 路音频输出、≥2 路 DI、≥2 路 DO、≥1 路 12VDCOUT、≥2 路模拟摄像头输入、≥1 路 RJ45。</p> <p>11) 通讯接口：支持 CANBus、Serial、LTE 等。</p> <p>12) 网络模式：内置双卡，≥4G 全网通模块。</p>
调度指挥中心	<p>1) 信息感知：打通各部门各系统系统的数据进行集中化展示，呈现种植地气象、农作物的长势、病虫害的识别等信息。</p> <p>2) 联动指挥：打通业务流，实现跨部门统一指挥，提升调度中心应急处置能力。</p> <p>3) 成果可视：一屏展示种植基地的创新成果，打造形象生动的可视化、集中化管理窗口。</p>
物联网数字化管理	<p>基于一网一平台策略，通过设备协议定制化开发，打造全基地多种 OT 设备及系统数据实时接入。高效的统一化平台集中处理全基地设备数据，建立高效、可识别的设备接入模型，整合基地物理设备的数字化模型，沉淀数字资产，最终实现多、杂、乱设备数据接入，短、平、快数据输出。将采集到的数据进行分析处理、为农作物整个生命周期的成长保驾护航。</p>
数据可视化驾驶舱	<p>实时显示土壤信息、农机作业效率、日作业面积、历史作业面积统计、气象信息、农机作业地理信息位置、机手信息、农机保养信息；综合系统所有的数据，集合采集、加工、关键指标（KPI）计算、数据挖掘及多样化数据展示等左右功能，体现生产、经营及管理环节中的关键指标展示、风险预警提醒、趋势分析与预测，为业务决策和实施监控提供有力支撑。</p>
农产品溯源	<p>1) 采集即服务、追溯即服务，通过全方位接入追溯管理系统。实现农产品生命周期的全方位数据建模与可视化管理；</p> <p>2) 通过私有云部署或集中公有云部署的形式，对生命周期数据进行脱敏平台化集中处理。经由物联网平台进行解析汇聚，中转进入数据湖，再有顶层大数据分析系统进行科学计算处理；</p> <p>3) 借助 RFID、条码追溯等数据载体，最终可实现一物一码一追溯，做到千物千面，实现农产品的生长日记。追溯目标农产品的产地、药残、卖场等相关信息。</p>
基础数据管理	<p>1) 种子化肥农药管理：建立基地常用生产材料的全生命周期管控系统。通过采购、入库、领用、签收、入账等多节点、全方位的管控，实现基地全部生产辅料的生命周期管理。</p> <p>2) 地块管理：地块作为平台依赖的基本单元所有的功能都依赖地块进行展开。</p> <p>3) 农作物管理：农作物的生长周期、适宜播种季节、科学种植方法、专家经验、生长特性、规范农事记录等数据信息。</p> <p>4) 农业计划管理：智能选择农作物、制定农业计划、执行农业计划、生成采收列表。</p>

## 售后服务

1) 技术服务提供 10 年以上信息维护服务，包含现场培训、软件兼容性调试及系统二次开发；

2) 产生云服务费、卫星定位信号使用费等乙方支付。

## (31) 无人驾驶拖拉机

### 产品特性

AH-1002 系列拖拉机基于高精度北斗定位定向系统的作业路径规划与自动导航技术，根据农机进出田块的位置要求、机具的作业幅宽、农机的最小转弯半径、车辙重复和交叉限制等，研究田块完整作业路径的自适应规划与优化技术，实现作业机具完整遍历田块所有区域情况下的作业路径优化；通过北斗系统实时提供农机实际方位与规划路径之间的横向偏差、航向偏差、及各种行车导航信息，实现拖拉机的自动导航无人驾驶自主作业；履带拖拉机上进行无人化改装，在无人驾驶控制下时，能够自动控制车辆沿规定的作业路线行驶功能。

### 规格参数

项目		单位	设计值		
整机	型号	/	AH-1002		
	型式	/	履带式拖拉机		
	用途	/	一般用途农田作业		
	外廓尺寸(长×宽×高)	mm	3630×1850×2800		
	轴距或履带接地长	mm	1615		
	轮距(前轮/后轮)或轨距	mm	1250 或 1375		
	最小离地间隙	mm	635		
	最小使用质量	kg	2060		
	最大配重(前/后)	kg	100		
	履带接地比压	kPa	14.1		
	变速箱	/	HST 无级变速+柱塞马达（全静液压双驱）		
	各档理论速度	km/h	前进挡	0-8km/h	
			倒档	0-8km/h	
	起动方式	/	电启动		
	动力输出轴功率	kW	63.33		
	最大动力输出功率	kW	74.5		
	最大牵引力	KN	20		
容积	L	100			
转向系	转向系型式	/	电控式		
制动系	制动器形式		电控液压制动		
	履带式	履带型式	/	橡胶履带	
		履带板型号	mm	450*90*50	
	悬挂装置型式	/	三点后悬挂（外置双油缸）		
	悬挂装置类别	/	II类		
	PTO 转速	转	735		



## 技术参数

<p>拖拉机无人驾驶转向控制模块</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) 采用驱动一体设计，转向控制单元包括电机及控制器，驱动器内置于电机，减少线缆连接降低故障率，无外置控制器，直流大扭矩伺服电机。</li> <li>2) 额定转速：<math>\geq 100\text{rpm}</math>。</li> <li>3) 最大扭矩：<math>\geq 20\text{n.m}</math>。</li> <li>4) 电机电压供电范围：DC6-30V。</li> <li>5) 额定电流：<math>\geq 10\text{A}</math>。</li> <li>6) 堵转电流：<math>\geq 25\text{A}</math>。</li> <li>7) 通讯协议：<math>\geq \text{ModBUS}</math>。</li> <li>8) 通讯接口：<math>\geq \text{RS232}</math>。</li> </ol>
<p>拖拉机无人驾驶角度测量模块</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) 包含陀螺仪芯片；严格遵照工业规则产品进行设计，符合 IP65 技术规范，适应农业恶劣的作业环境。</li> <li>2) 支持宽电压输入，9-36VDC，车辆点火不重启，具有过流过压保护等等。</li> <li>3) 功耗：<math>\leq 5\text{W}</math>。</li> <li>4) 供电电压：DC 9-36V，带正负极极反接保护。</li> <li>5) 工作温度：<math>-40^{\circ}\text{C}\sim 70^{\circ}\text{C}</math>。</li> <li>6) 防护等级：IP67。</li> <li>7) 撞击和振动：MIL-STD-810G。</li> <li>8) 角速度：范围：横滚、俯仰、偏航（度/秒）<math>\pm 200</math>。</li> <li>9) 偏离不稳定性（度/秒）<math>&lt; 10</math>。</li> <li>10) 偏离稳定性（度/秒）<math>&lt; 0.5</math>。</li> <li>11) 精度结果（度/秒）<math>&lt; 0.02</math>。</li> <li>12) 标准精度因子（%）<math>&lt; 0.1</math>。</li> <li>13) 非线性（%FS）<math>&lt; 0.1</math>。</li> <li>14) 角速度随机游走<math>&lt; 0.75</math>。</li> <li>15) 传输频率范围（Hz）5-50；</li> <li>16) 加速度：范围：X、Y、Z(g)<math>\pm 4</math>。</li> <li>17) 零偏不稳定性：<math>&lt; 0.02\text{ mg}</math>。</li> <li>18) 偏离稳定性：<math>&lt; 5\text{ mg}</math>。</li> <li>19) 精度结果：<math>&lt; 0.5\text{ mg}</math>。</li> <li>20) 标准精度因子：<math>&lt; 0.1\%</math>。</li> </ol>
<p>拖拉机无人驾驶行走作业控制模块</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) 通过模拟原车控制信号，在兼容人工操作的情况下实现整的前进、后退、空挡、加减速度的控制。</li> <li>2) DC-DC 电源：5.7VDC-32VDC 宽范围供电，可够兼容 12V 和 24V 柴油发电机系统。能够提供稳定的 12VDC，5VDC，3.3V 输出电压，电源免疫高压，可应对系统短暂故障避免控制器损坏，电源输出由红色 LED 指示用于指示电源状态，常亮表明输出电源建立。</li> <li>3) 微控制器：为满足系统稳定性，时钟使用外部晶振，使用外部看门狗，将未用 I/O 接口连接到对外连接器上以便后续扩展应用。</li> <li>4) 通用模拟量输入：0-5V 模拟电压输入；4-20mA 模拟电流输入。5V/3.3 脉冲输入；12V/5V 电压开关量输入，需要至少 0.4%的相对精度。</li> <li>5) 模拟量输入：0-5V。</li> <li>6) 数字量输入：提供 10 通道数字量输入通道。</li> <li>7) 通讯接口：提供丰富的通讯接口包括 CAN，RS485，RS232，可以方便的连</li> </ol>

	<p>接车载 ECU 或者其他设备。</p> <p>8) 电机控制: 提供高达 5 路独立双极性电机驱动, 含有电流反馈故障检测保护功能。</p> <p>9) 无线接口: 2.4G 射频传输。</p>
<p>拖拉机无人驾驶农具控制模块</p>	<p>1) 通过模拟原车控制信号, 在兼容人工操作的情况下根据作业耕深要求, 控制农具的抬起、下降, 保持, PTO+提升、液压输出+提升、PTO+液压输出+提升、提升四种工作模式, 实现车辆无人作业时, 机具的智能控制。</p> <p>2) DC-DC 电源: 5.7VDC-32VDC 宽范围供电, 可够兼容 12V 和 24V 柴油发电机系统。能够提供稳定的 12VDC, 5VDC, 3.3V 输出电压, 电源免疫高压, 可应对系统短暂故障避免控制器损坏, 电源输出由红色 LED 指示用于指示电源状态, 常亮表明输出电源建立。</p> <p>3) 微控制器: 为满足系统稳定性, 时钟使用外部晶振, 使用外部看门狗, 将未用 I/O 接口连接到对外连接器上以便后续扩展应用。</p> <p>4) 通用模拟量输入: 0-5V 模拟电压输入; 4-20mA 模拟电流输入; 5V/3.3 脉冲输入; 12V/5V 电压开关量输入, 需要至少 0.4%的相对精度。</p> <p>5) 模拟量输入: 0-5V。</p> <p>6) 数字量输入: 提供 10 通道数字量输入通道。</p> <p>7) 通讯接口: 提供丰富的通讯接口包括 CAN, RS485, RS232, 可以方便的连接车载 ECU 或者其他设备。</p> <p>8) 电机控制: 提供高达 5 路独立双极性电机驱动, 含有电流反馈故障检测保护功能。</p> <p>9) 无线接口: 2.4G 射频传输。</p>

## (32) 材料微痕表面成像系统

通过光学与电子不同原理对材料表面形貌进行微米纳米介观尺度观察, 并做进一步定性分析:

1) 光学部分摄像头: 彩色 CMOS 摄像头 1/1.8 英寸, 像素 600 万; 帧速率可到 40f/s。光学显微观察与电子观察均带有导航功能。

2) 照明光源: LED 光源, 色温 5700K; 寿命 $\geq 40000$  小时。

3) 带有三维景深合成; 二维, 三维测量功能; 图像接功能。测量后可以生成报告并导出至 Word/Excel 文档。

4) 带有 XYZ 三轴全电动平台: 对焦 Z 轴模块电动移动范围 $\geq 60\text{mm}$ , 移动分辨率 $\leq 1.0\mu\text{m}$ 。带透射照明的电机动二维移动平台; 平台电动移动行程 $\geq 100\times 75\text{mm}$ ; 平台移动速度 10mm/s。

5) 镜头倍率: 2X 物镜, 10X 物镜, 20X 物镜; 光学放大 1.5 倍~45 倍, 显示器上整体放大倍率: 110 倍-3400 倍; 工作距离 $\geq 28.0\text{mm}$ 。

6) 电子放大 8x~300000 x (底片放大倍数, 1~16x 光学放大) 1.7 真空系统: 1 台涡轮分子泵,  $\geq 240\text{ L/S}$ ; 1 台机械泵, 200 L/min(50 Hz)。

7) 电子枪: 预对中型叉式钨灯丝电子枪; 高真空分辨率: 3 nm @ 30 kV (SE); 8 nm @ 3 kV (SE); 4 nm @ 30 kV (BSE); 加速电压范围: 0.2 kV~30 kV 可调整。

8) 样品台: 五轴样品台行程: XYZ 三轴电动可调; X = 70 mm; Y = 50 mm; Z = 45 mm。另外, R: 360°连续(手动可调)可调; T: -5~ +90°(手动可调)  
最大载入样品尺寸: 直径 175 mm, 高 35 mm

9) 带有二次电子探测器; 背散射电子探测器; 多功能控制板; 控制旋钮板;

10) 高精度喷金仪; 溅射电流: 3-30mA 连续可调, 最小步长为 1mA; 溅射靶材: 标配为高纯金靶(纯度 4N9), 规格为 $\phi 57\times 0.12\text{mm}$ ;

### **(33) 磨损轮廓微纳测量系统**

本套系统采用色散光谱共聚焦的原理，配合高精密电动平台，主要用于对材料表面摩擦磨损实验后轮廓形态进行定量分析。可以对被测材料表面进行 2D 和 3D 表面轮廓，高差，磨损量，表面粗糙度等几何参数测量分析；设备扫描范围大，扫描速度快，Z 轴扫描分辨率高。

#### **1) 宽范围共焦 Z 轴方向数据测量；**

①测量计 Z 轴量程：±1700.0μm；

②测量分辨率：0.04μm；

③测量精度：±0.02%F.S.；

#### **2) 高精度共焦 Z 轴方向数据测量；**

①测量计 Z 轴量程：±190.0μm；

②测量分辨率：0.01μm；

③测量精度：±0.02%F.S.；

#### **3) 高精密电动平台，驱动部分采用直线磁轴电机；**

①电机行程≥100\*100mm；平台大小 200\*200mm；

②最大速度：70mm/s；

③电机分辨率达到 0.05um；

### (34) 动态接触角测量仪

主要用于做疏水材料表面液滴实验检测。

#### 技术参数：

- 1) 接触角测量范围：0-180°，接触角测量分辨率：±0.001°
- 2) 电动倾斜样品台精度：0.001°
- 3) 高精度注射系统精度：0.01ul、精密微量注射泵、软件数字控制滴液
- 4) 表界面张力测量范围：0-2000mN/m;测量精度：0.01mN/m、测试方法气  
泡捕获法、悬滴法、实时谱图。
- 5) 接触角测量分析方式:座滴法、悬滴法、薄膜法、携泡法、包覆纤维法、  
纤维座滴法、
- 6) 工作台移动：上下 50mm,左右 50mm,前后 30mm;最大样品台尺寸：10 寸。  
进样器移动：上下 100mm,左右 100mm
- 7) 显微镜移动：前后 180mm
- 8) 光源：LED 可调蓝色基调工业级冷光源，使用寿命可高达 5 万小时、波  
长：470nm、光点 96 粒密集式，
- 9) 接触角多元化分析方式：全自动拟合法，半自动拟合法，手动水平测量，  
手动倾斜面测量，宽高测量法，人工切线法等。

## (35) X 射线衍射仪

### 1) X 射线发生器

- ①最大输出功率：5kW；
- ②X 光管电压：10~60kV，1kV/step；
- ③X 光管电流：2~80mA，1mA/step；
- ④输出稳定性： $\leq 0.005\%$ ；
- ⑤有 KV 过高、kv 过低、mA 过高、mA 过低、无水、X 光管超温、X 光管功率保护等；
- ⑥X 光管：陶瓷管、Cu 靶、焦点尺寸  $1 \times 10\text{mm}$ 、最大输出功率 2.4kW。

### 2) 测角仪

- ①测角仪结构：样品水平，立式测角仪 $\theta_s-\theta_d$ 结构；
- ②扫描半径：标准 225mm（150mm~325mm 连续可调并提供图片佐证）；加五分；
- ③扫描方式：步进、连续、Omg 扫描方式；
- ④角度定位速度：1500°/min；
- ⑤扫描范围：-110—161°(可透射扫描并提供官网截图或图片佐证)；
- ⑥扫描速度：0.0012—120°/min；
- ⑦最小步进角度：0.0001°；
- ⑧2 $\theta$ 角重复精度：0.0001°；
- ⑨全谱衍射角度线性度： $\leq \pm 0.01^\circ$ （提供测试谱图的截图佐证）。

### 3) 记录控制单元

- ①控制方式：整机采用日本三菱电机及德国西门子 plc 控制（不接受单片机控制）；提供图片佐证）；加 5 分
- ②显示方式：十英寸触摸屏，实时在线监测，显示仪器状态；（提供图片佐证）；加 5 分
- ③PLC 自动控制微分、积分方式转换，PLC 自动进行 PHA，死时间校正；
- ④能谱分辨率：（闪烁计数器 $\leq 50\%$ ）；
- ⑤最大线性计数率： $1 \times 10^7\text{CPS}$ ，噪音 $\leq 0.2\text{CPS}$ 。

### 4) 自动控温冷却水装置

- ①冷却水流量：16~40L/min；
- ②控温精度：0.5°C；

### 5) 工作站部分：

双核、内存 $\geq 4\text{G}$ 、硬盘 $\geq 500\text{G}$ 、显示器 $\geq 22$ 寸 LED；A4 幅面数据输出设备。

### 6) 安全指标及 X 射线泄漏：

采用电子防护系统，铅门连锁装置，取得辐射安全许可证。X 射线泄漏量  $\leq 0.12\mu\text{Sv/h}$ 。（提供图片佐证）；加 5 分

**7) 衍射仪控制软件：**

支持 Windows7 操作系统的控制及应用软件，控制测角仪连续或步进扫描，同时进行衍射数据采集；

**8) 数据处理软件：**

（提供生产厂家的自主知识产权证明文件）加五分

①必须提供衍射仪通用的正版 **sgxpro** 数据处理软件，可对晶体键长、键角、构型、构象、成键电子云密度、倒易点阵、取向点阵等进行分析。

②提供 2021 年正版 **THCLXRPD** 数据处理软件，软件用两种数据库约 50 万张卡片。有 4 种定量分析方法，分别采用全谱峰分离，全谱拟合等方法。全部采用积分强度，而不是峰高强度。对衍射数据进行常规物相定性、定量分析。

**9) 综合稳定度： $\leq 0.3\%$ 。**

### (36) 高参数干气密封试验台及辅助系统

- 1) 试验转速范围:500- 12000rpm;
- 2) 介质压力: 不高于 20Mpa
- 3) 温度在-30~120°C,
- 4) 介质类型为氮气的回转式密封台架试验及回转式摩擦副的摩擦试验。
- 5) 其介质过滤精度不大于 2 $\mu$ m, 过滤效率: 99.9%。
- 6) 可实现过程流量及压力监控及报警, 压力监测点不少于 3 个。



### (37) 土壤刀具搅拌摩擦磨损试验机

在一定的接触压力下，以滑动摩擦形式来评定刀具材料和土壤等颗粒材料的摩擦磨损性能。土壤松紧度可通过调整压盖高度，实施保持土壤松紧度。

本试验机的组成部分包括：主轴驱动系统、计算机测控系统、各种摩擦副专用夹具、摩擦力矩测定系统、摩擦副下副盘升降系统、弹簧式微机控制加载系统、试验力测量系统等组成。机座的右上方是计算机测控系统，左上方是主轴驱动系统和油盒、摩擦副及各参数传感器，机座的左下部是弹簧式微机控制加载系统，右下部是工具箱，试验机座的前后及左侧有门，打开时能清楚看到内部机构，以便进行调试检修。

- 1) 试验力：500N
- 2) 试验力示值相对误差：±1%
- 3) 试验力长时保持相对误差(30min) ±1%FS
- 4) 摩擦力矩测定范围 0~5000N·mm
- 5) 摩擦力矩相对误差±1%
- 6) 主轴电机类型进口伺服电机
- 7) 电机输出最大扭矩 5N·m
- 8) 主轴转速范围 (无级)1~2000r/min
- 9) 主轴转速误差±1r/min;
- 10) 试样体积 20L
- 11) 转数(周期)显示与控制范围 1~9999999
- 12) 时间控制范围 1s~9999s/min/h
- 13) 试验介质空气、油、水、泥浆、磨料等
- 14) 主轴锥度 1: 7
- 15) 压盖 0-50mm 上下高度可调
- 16) 停机控制方式手动/自动 (时间、转数、摩擦力矩等)
- 17) 计算机软件功能：计算机对试验进行全程测控，实时显示温度- 时间曲线、摩擦力-时间曲线、摩擦系数-时间等曲线。配备 MRS 测量装置，可实现四球摩擦副磨斑的计算机屏幕显示、测量和记录。

## (38) 多功能旋转往复服役可靠性实验台

在一定的接触压力下，以滑动、滚动和复合运动的摩擦形式来评定润滑剂和各种材料的摩擦磨损性能。根据客户需求可配有销盘(具有大盘与小盘，单针与三针)、四球、止推圈、球盘、球-三片、销-三柱、模拟凸轮，齿轮等多种摩擦副，做多种形式的摩擦磨损试验。砂纸摩擦试验可用销盘摩擦副实现，盘夹具安装砂纸，销夹具安装试样，可在极低速或高速条件下，用来评定润滑剂、金属、塑料、砂纸、涂层、橡胶、陶瓷等材料的摩擦磨损性能。广泛适用于摩擦学相关专业领域，能满足石油化工、机械、能源、冶金、航天等摩擦学研究的各行业用户开发、检测各种中高档系列油、油脂产品以及新兴材料开发、新工艺研究等摩擦磨损测试的要求。

该设备有往复运动形式，试验模块更换简易，可满足更多的试验要求。

往复模块：

设备配有往复模式运动，主要可用于材料及表面涂层的摩擦磨损性能测试。采用工业控制计算机控制，对试验全过程进行实时监控与控制，试验力自动恒定加载，动态交变加载(正弦波、三角波、方波、梯形波)，加载稳定、可靠。可模拟点、线、面三种接触摩擦形式进行往复运动，实现不同载荷、不同往复频率、不同润滑条件和不同温度下的摩擦力、磨损量等各种参数测量。

- 1) 试验力 10-1000N
- 2) 试验力示值相对误差  $\pm 1\%$
- 3) 试验力长时保持相对误差(30min)  $\pm 1\%FS$
- 4) 摩擦力矩测定范围 0~2500N·mm
- 5) 摩擦力矩相对误差 $\pm 1\%$
- 6) 摩擦力臂长度 50mm
- 7) 主轴电机类型进口伺服电机
- 8) 电机输出最大扭矩 5N·m
- 9) 主轴转速范围(无级)1~2000r/min  
使用减速装置时:0.05~100r/min
- 11) 主轴转速误差 $\pm 1r/min$ ;
- 12) 加温范围室温~260°C
- 13) 转数(周期)显示 9999999
- 14) 时间控制范围 1s~9999s/min/h
- 15) 试验介质空气、油、水、泥浆磨料
- 16) 主轴锥度 1: 7
- 17) 试验机主轴与下副盘的距离 $\geq 75mm$

- 18) 停机控制方式手动/自动 (时间、转数、摩擦力矩等)
- 19) 计算机软件功能: 计算机对试验进行全程测控, 实时显示温度-时间曲线、摩擦力-时间曲线、摩擦系数-时间等曲线。配备 MRS 测量装置, 可实现四球摩擦副磨斑的
- 20) 计算机屏幕显示、测量和记录。
- 21) 往复模块最大加载载荷 200N, 精度:  $\pm 1\%$
- 22) 往复模块摩擦力测量范围 200N, 测量精度 $\pm 1\%$  300N, 测量精度 $\pm 1\%$
- 23) 往复频率范围 0.1~25Hz 无级可调
- 24) 往复冲程范围 0-40mm; 精度: 0.1mm
- 25) 往复摩擦形式球-盘, 销-盘, 柱-瓦
- 26) 往复模块温度加热范围可提升至 500°C 精度 $\pm 1^\circ\text{C}$
- 27) 往复模块曲面摩擦组件、缸套活塞环组件、高温试样组件。

## (39) 微机控制电子万能试验机

技术指标:

### 1) 主机参数:

- ①主机架: 下空间、最大负载 $\geq 30\text{KN}$ ;
- ②精度等级: 0.5 级
- ③载荷传感器: 满足 IEEE 1451.4 工业标准的 TEDS (传感器电子数据表) 自识别、自校准功能。
- ④试验速度: 0.001-508mm/min
- ⑤原厂原装品牌多功能手持控制器: 除常规开始、停止、返车、上行下行、暂停按键外, 还必须带可编程功能, 能定义测试功能、如开始、停止、暂停、和横梁位置保持, 手持控制器可显示测试状态、系统运行信息、和测试结果。带微调滚轮
- ⑥横梁行程 $\geq 1150\text{mm}$ ;
- ⑦试验宽度 $\geq 400\text{mm}$ ;

### 2) 控制器及软件:

- ①需采用原装进口高分辨率、数字闭环控制器控制系统, 采样频率 $\geq 2500\text{HZ}$ ;
- ②采用以太网连接;
- ③采用图形拖拉来设计试验流程;
- ④可设定定时, 峰值/谷值, 水平交叉, 循环/对数形; 可设置试验机控制器数据采集频率, 同时可以实现按照某个通道值, 按照指定间隔采样 (提供本条所述所有软件功能界面截图证明);
- ⑤用户自己可以创建测试模板; 绘制基本结果的图形; 可扩展试验方法标准库 ASTM, ISO, DIN, EN, BS 等, 拥有拉伸, 压缩, 弯曲和剥离测试模板, 测试中或测试后就能生成报告;
- ⑥方波, 斜波, 正弦波形, 真实方波, 真实斜波, 真实正弦形动作
- ⑦软件系统需自带中文、英语、日语等至少 3 种国家语言同一界面内任意切换。

### 3) 引伸计

1 套, 标距: 50mm, 变形测量范围: 25mm

### 4) 工装:

拉伸夹具一套 (Flat sample jaws、V jaws); 压缩夹具一套;

### 5) 计算机一台;

### 6) 保障性要求如下:

为确保设备系统精度能力条件及设备稳定性, 设备主要部件: 主机、控制系统、软件须为同一品牌产品, 且具有自主知识产权。

## (40) 表面纳米颗粒改性系统及辅助设备

### 1 行星式球磨组件

- 1) 型号: YXQM-2L
- 2) 产量: 500ml\*4=2L
- 3) 结构形式: 行星式
- 4) 研磨方式: 干法/湿法/高能合金化研磨/真空磨/低温磨/真空磨(可选)
- 5) 装卸料方式: 间歇式
- 6) 传动方式: 齿轮传动
- 7) 调速方式: 变频调速
- 8) 控制系统: 变频控制系统、触摸屏控制系统可选
- 9) 转速比(r/min): 2:01
- 10) 公转速度(r/min): 5-400
- 11) 自转速度(r/min): 10-800
- 12) 工位(P): 4 工位
- 13) 额定电压(V): 220
- 14) 额定功率(W): 750
- 15) 频率(Hz): 50
- 16) 连续运行时长(h): 100
- 17) 运行定时时间(h): 1-9999
- 18) 多段速程序设定: 7 段
- 19) 进料粒度(mm): 小于 15mm, 坚硬物《3mm
- 20) 出料粒度( $\mu\text{m}$ ): 根据物料而定
- 21) 球磨罐材质: 氧化锆
- 22) 配球大小(mm): 0.5、1、2、3、5、7、10、15、20
- 23) 磨球配比: 不同进出料粒度的配比方案
- 24) 球料比: (2~10): 1

### 2 管式炉组件

可编程节能型管式电阻炉

- 1) 温度范围: 500 ~ 1600°C
- 2) 炉膛尺寸:  $\phi 40 \times 400\text{MM}$
- 3) 发热区域: 300MM
- 4) 配套炉管:  $\phi 40 \times 1000\text{MM}$  刚玉管
- 5) 波动度:  $\pm 1^\circ\text{C}$
- 6) 显示精度:  $1^\circ\text{C}$
- 7) 升温速度:  $\leq 50^\circ\text{C}/\text{min}$ ; (可调节)

8) 整机功率: 6KW

9) 电 源: 220V, 50Hz

石英炉管, 结净度高, 不锈钢法兰, 密封性能好可抽真空, 也可通多种混合惰性气体, 做气氛保护器精确度高, 显示精度 1 度, 在恒温状态下, 精确度高达正负 1 度 控制系统采用 LTDE 技术, 具有 30 波段可编程功能, 二级超温保护。

### 3、拉开法附着力测量

主要技术参数:

1) 锭子尺寸: 20mm (标配); 10mm、14mm、50mm (选配)

2) 分辨率: 0.01MPa(1psi)

3) 精度:  $\pm 1\%$ 满量程

4) 拉脱强度: 10mm 锭子 $\rightarrow$ 4.0-80MPa; 14mm 锭子 $\rightarrow$ 2.0-40MPa; 20mm 锭子 $\rightarrow$ 1.0-20MPa; 50mm 锭子 $\rightarrow$ 0.2-3.2MPa;

5) 拉脱速率设定范围: 10mm 锭子 $\rightarrow$ 0.4-6 MPa/s; 14mm 锭子 $\rightarrow$ 0.2-3 MPa/s; 20mm 锭子 $\rightarrow$ 0.1-1.5 MPa/s; 50mm 锭子 $\rightarrow$ 0.02-0.24MPa/s;

6) 电源: 内置可充电锂电池, 并标配充电适配电源

7) 主机尺寸 (长 x 宽 x 高): 240mm $\times$ 138mm $\times$ 81mm

8) 主机重量: 4KG

9) 包装信息: 全自动拉开法附着力测试仪主机一台, 20mm 铝制测试锭子 (20 个), 套筒切割器一个, 胶水一瓶, Micro-USB 数据线一条, 操作说明书一份, 轻便坚固携带箱一个

### 4、高温干燥箱

1) 型号: 8401-2AX

2) 温度范围: 100 $^{\circ}$ C $\sim$ 400 $^{\circ}$ C

3) 工作室尺寸: 450\*550\*550MM

4) 外形近似尺寸: 690\*870\*1090MM

5) 均匀度:  $\pm 5\%$

6) 波动度:  $\pm 2^{\circ}$ C

7) 显示精度: 1 $^{\circ}$ C

8) 升温速度:  $\leq 8^{\circ}$ C/min; (可调节)

9) 整机功率: 3.5KW

10) 电 源: 220V, 50Hz

### 5、真空干燥箱

1) 电源电压 AC220V 50Hz

2) 输入功率 1400w

3) 控温范围

4) 室温+10 $\sim$ 250 $^{\circ}$ c

5) 内胆尺寸 320×320×300

6) 外观尺寸 630×510×490

7) 配 2 升真空泵

## 6、自动金相磨抛机

1) 机器电源：单相 AC220V 50Hz；

2) 输入功率：1.5KW；

3) 磨抛盘直径：φ203mm；

4) 磨抛盘转速：0-1400r/min（旋钮无级变速）；

5) 磨抛盘转向：顺时针或逆时针可调；

6) 定速设置：150 r/min、300 r/min、600 r/min、1000 r/min（四级定速）（提供生产厂家技术证明文件和彩页资料并加盖公司章）

## 7、超纯水机

1) 工作条件及进水要求

2) 主机电源：AC220V/50HZ，功率：75W。

3) 适用标准：可直接将城市自来水纯化为符合国标 GB6682-2008 的实验室级纯水和超纯水。适用于原子吸收（AAS）/原子发射(AES)、离子色谱(IC)、等离子发射光谱（ICP）、高效液相色谱分析（HPLC）等。

4) 进水要求：城市自来水或地下水（TDS<200ppm），水压 0.1~0.4MPa，水温 5~45℃。

5) 尺寸(mm)：≥515×320×480，主机重量：35Kg。

6) 系统自动冲洗 RO 膜。

7) RO 纯水电导率/UP 超纯水电阻率在线监测。

8) 系统标配 0.1um 终端微滤器，滤除管道中残留的微生物和树脂碎屑。

9) 制水量：≥10 升/小时（水温 25℃时），取水流量：1.5~1.8（L/min）（水箱储水时）。

10) ▲RO 纯水水质标准：电导率≤进水电导率×2%（在线监测），标配两通道注塑型预处理系统，具“超纯水生产用的预处理检测装置”证明文件，保证出水水质稳定。

11) 超纯水水质标准：电阻率：18.2MΩ.cm @25℃（在线监测），标配两通道注塑型超纯化系统，具有“实验室纯水器一体化超纯化柱”证明文件，保证水质中微颗粒物≤1 个/ml，微生物≤1cfu/ml。

储存系统：标配 15L 压力纯水箱，水箱配置液位传感器，具有相关证明文件，保证储存系统的稳定。

## 8.冷冻冻干组件

配置要求：

1) 真空冷冻干燥机 1 台

- 2) 双级直联旋片油泵 1 台 (BIOVAC)
- 3) 油雾过滤器 1 套
- 4) 冻干仓 1 套
- 5) 冻干盘 4 个
- 6) 进口压缩机 1 台 (SECOP)

配置参数要求

- 1) 冷阱工作温度:  $-50^{\circ}\text{C}$
- 2) 最大捕水量 (冷阱有效体积): 不小于 2L
- 3) 冻干面积  $0.12\text{ m}^2$
- 4) 冻干效率: 不小于 2L/24 小时
- 5) 压缩机功率: 7/8Hp
- 6) 除霜功能: 热气体除霜方式, 短时间内除霜, 节约时间
- 7) 回填功能: 可接入干燥洁净氮气等惰性气体
- 8) 真空泵保护功能: 通过判断冷阱温度, 保护真空泵
- 9) 真空泵排气量: 2L/S
- 10) 1 只样品温度传感器
- 11) 7 寸触摸屏操作
- 12) U 盘数据存储功能
- 13) 可查看冻干曲线



## (41) 摩擦副耐磨表面改性样品试制系统

### 1. 2000W 光纤激光器

2000W 采用光纤耦合光纤激光器能通过传输光纤和激光头将激光传导到工件上，将激光器远离工件和工作区域，有效的保护了激光器，其激光元器件质保3年；体积小，结构紧凑，操作简单；是金属熔覆加工的理想选择。

- 1) 2000W 光纤激光器技术参数额定输出功率：2000W;工作模式：
- 2) 连续/调制功率调节范围：10-100%光纤：芯径 200 $\mu$ m
- 3) 光纤长度：10M
- 4) 调制频率 (Hz)：50-5K
- 5) 输出功率不稳定性： $\leq 3\%$
- 6) 波长范围：900nm-1070nm
- 7) 光纤输出头类型：QBH
- 8) 发散角： $\leq 0.22$ rad
- 9) 工作电压：220V/50Hz
- 10) 最大功耗：6.5KW
- 11) 冷却方式：水冷
- 12) 工作环境温度：10-40 度

### 2、冷水机组

冷水机组为激光器专用冷水机组。冷水机组用于冷却激光器和外光路系统。冷水机组具有制冷量充足、换热效能高、制冷性能稳定、易于维护等特点，满足激光器和外光路的冷却指标要求。冷水机组可与激光器联运并全自动控制运行。有良好的安全保护功能，具有超温、缺相、压力、断水、欠压、过载等保护功能。

- 1) 冷却介质： 纯净水；
- 2) 最大制冷量 10.5KW；
- 3) 功率： 2KW
- 4) 循环水流量： 2 m<sup>3</sup>/h
- 5) 水泵供水压力： 3bar
- 6) 水温工作范围： 10—40 $^{\circ}$ C

### 3.控制系统

设备的控制系统选用激光熔敷机专用数控系统，输入激光的相应参数和零件CAD加工图纸，能根据图纸形状尺寸，自动生成二维工作台运动轨迹。并能进行各种信息处理，实现设备的各项功能控制。控制系统包括：数控系统、机床电控系统、气路控制系统。

- 1) 系统特性

用户可以拥有基于 CNC 窗口式人机界面，同时使得利用硬盘作为 NC 内存成为可能；从简单的串行口到复杂的网络等不同的通信结构都得到应用。驱动接口：可以与数字量或模拟量借口相连接。真正的开放式 CNC。

## 2) 数控系统功能及特点：

Windows 中文操作，人机界面友好；四轴四联动控制软件。具有断点续接和加工、恢复功能；具有实时监控功能，在加工过程中可以对实际位置、驱动速度状态进行监控；系统可直接显示错误，具有一定的故障自诊断功能，采用国际标准的 G 代码编程，导入 CAD 图形焊接轨迹，可以自定义焊接轨迹，具有焊接轨迹显示功能；系统具有手动、自动切换功能，和急停保护功能数控系统可自动控制辅助保护气体的开关；

## 4、激光加工头

JM-RF-3 型激光熔敷头是由武汉金密激光公司自主研发生产的 3 通道同轴送粉激光熔敷头，可适用于圆形光斑熔覆、热处理。金密激光自主研发生产的激光加工头具有功率密度一致性的优点，耐用可靠，可保障焊接、熔覆、热处理工艺的一致性和稳定性。

该熔敷头特点：

- 1) 熔敷头内部结构完全密封，可以避免光学部分受到灰尘污染。
- 2) 采用内置保护镜片保护气体结构设计，有效保护镜片。
- 3) 保护镜片采用抽屉式结构，更换方便。
- 4) 可配各种带 QBH 接头的光纤激光器。
- 5) 配置水冷装置，提高产品质量。
- 6) 丰富的聚焦配置，可定制化，满足不同的加工需求。
- 7) 最大承载功率：3000W
- 8) 准直焦距：100mm
- 9) 聚焦焦距：250mm/300mm/
- 10) 有效通光孔径：Ø46mm
- 11) 重量：3.5KG

## 5、数控工作台

数控工作台采用精密导轨和滚珠丝杆传动，驱动采用进口交流伺服电机驱动。升降工作台驱动电机采用带锁伺服电机，放置激光焊接断电时下滑。

- 1) 在工作台面上布置有 M6 矩阵螺孔，方便固定焊接工装，最大承重 200Kg。
- 2) X-Y 工作台行程：300mm\*300mm，定位精度：0.03mm，重复定位精度：±0.015mm。
- 3) Z 轴行程：300mm，定位精度：0.03mm，重复定位精度：±0.015mm。
- 4) W 轴：旋转工作台:0-5 转/分钟,转速可调.工作台角度:0-90 度., 360°旋转最大装夹工作件尺寸≤φ80mm。旋转中心径向跳动精度 0.02mm。

## 6、气动系统

辅助配气系统由气源、辅助调压阀、电控换向阀、配气管路组成。配气系统采用集中控制，并可手动调节压力的大小。

## 7、超细送粉系统

激光熔覆系统由激光涂敷送粉器、自动控制器、分粉器、送粉器支架组成。

质保期：自使用方最终验收合格之日算起，整机质保期为 3 年，设备设计寿命为 15 年。在质保期内正常操作（非人员因素）情况下，如有零部件损坏，制造方无偿给予更换。

## 8、织构加工系统

- 1) 激光波长 1064nm 平均输出功率：30W/15W 2
- 2) 自带光隔离器
- 3) 调制频率范围 20kHz~80kHz
- 4) 振镜参数最大速度 2000mm/s
- 5) 分辨率  $\pm 0.001\text{mm}$
- 6) 重复定位精度  $\pm 0.003\text{mm}$
- 7) 光学输出特性单次打标范围 110mmx110mm
- 8) 最小线宽 0.012mm
- 9) 最小字符高度 0.15mm
- 10) 系统属性：激光器供电 0.5KW/AC220V/50Hz
- 11) 整机供电：AC220V/50Hz/0.6kW
- 12) 环境要求 -10~50°C，湿度 $\leq 90\%$ ，少粉尘,油雾
- 13) 机柜背壳加装四组静音温控调速风扇（可自由设置启动及停止温度，风扇故障自动报警），保障设备可在户外及高温环境中连续工作。
- 14) 配备双红光对焦系统，打标不同高度工件，仅需调节丝杠至双红光重合即可打标，双红光采用 5V 台达变压器，独立集成式插座供电。
- 15) 激光器、打标卡（打标驱动板卡）开关电源为施耐德及欧姆龙开关电源（原电源品牌为明纬）。
- 16) 空开选用伊顿 2P-6A，电压高波动情况下利于保护整机安全。
- 17) 红色指示光源指示灯采用 ABB\*2 只。
- 18) 开关电源全部加装电源电压实时监控指示灯表\*3 只，可实时显示监控各电源电压情况。
- 19) 整机布线条理清晰，线路采用快速接头对插，长期使用接头处不会产生松动老化或漏电状况。
- 20) 兼容台式电脑，最新八代 G5905 处理器，DDR4-8G 内存，H510 主板，120G 固态硬盘，可流畅运行打标软件，电脑及显示器独立集成式插座供电，21.5 寸液晶品牌显示器。

21) 板卡和软件采用 win10 64 位系统, 并可兼容所有 windows 系统 (XP、WIN7 32/64、WIN8 32/64), 软件无加密狗, 可安装运行多个版本软件。

22) 激光器选用 30W 锐科光纤激光器, 性能稳定, 光束质量好。

23) 机器打标处安装 220V LED 灯, 独立集成式插座供电旋钮开关采用日本富士 (原装进口) \*2 只, 可稳定保障长期频繁使用。

## **9 设备售后**

在设备使用寿命期内制造方保证对使用方设备终身维修, 并保证设备零配件、易损件的供给。制造方负责长期向使用方以优惠的价格提供相关备件、器件 (有偿) 及技术咨询服务 (无偿), 质保期后制造方对设备实行终身维修服务。制造方在接到使用方报修电话后, 4 小时内给予答复。如果在电话中无法解决的制造方将派人在 24 小时内到达设备现场进行维修。制造方为使用方培训现场操作人员和设备维护人员直至其熟练操作和维护。

## (42) 车辆动力学软件

可以联合 VTD 场景软件进行 Mil、Sil、Hil、Dil 等联合仿真。

### 技术参数：

#### 1.1 总体要求

#1.车辆模型应为全参数化、非线性、具有可扩展能力的模型。模型具有开放性，并且车辆模型应留有大量接口。

#2.界面友好，易于使用，通过图形化的操作方式能使用户在最短的时间内掌握。

★3.动力学软件能够不依托 MATLAB 环境独立运行。

#4.车辆动力学软件进行仿真运算时，运算快速，且对计算机性能要求不高。

5.仿真实验结果与实车实验数据保持一致。

#6.具有广泛的用户群体，国内至少具有 20 个以上的商业用户。

#7.车辆模型应有如下部分组成：车身、空气动力学、悬架系统、转向系统、制动系统、动力传动系统、轮胎。

#### 1.2 车辆建模

##### 1.车辆参数与空气动力学

△1) 能对车辆的簧上和簧下质量进行设置。

#2) 能够设置整车/簧上/簧下质量的转动惯量和惯性积。

#3) 能够设置发动机悬置和车架柔性。

△4) 能够设置轮距和轴距。

5)能够设置车辆的长宽高尺寸。

★6)允许客户导入 OBJ、OSG、STL 等格式的车辆 3D 模型文件。

#7)能够考虑 6 个方向的风阻系数。

★8)可以考虑俯仰和轮跳对空气动力学的影响。

##### 2.传动系统

★1)能够设置发动机的外特性曲线图和燃油消耗 MAP 图。

#2)能够设置各个档位的速比和转动惯性以及正反转效率。

△3)能够设置离合器和液力变矩器。

#4)能够设置差速器的速比和主减速器的传动比。

#5)能够设置前驱，后驱，四驱的传动模式。

△6)能够设置燃油车，混动和纯电动车辆。

#7)能够设置换挡策略。

#8)能够设置电机和电池的性能参数。

### 3.转向系统

#1)能够设置转向管柱的阻尼，摩擦和迟滞。

#2)能够设置转向管柱，小齿轮端，齿条位置的助力方式。

#3)能够设置不同速度下的助力曲线。

#4)能够设置齿轮齿条方式和循环球式的转向方式。

#5)能够设置转向器的阻尼，摩擦和迟滞。

#6)能够设置转向器和转向传动机构的传动比。

7)能够设置转向系统的柔性。

★8)支持虚拟主销悬架设置，可考虑不同方向盘转角下 KC 数据的输入，也可考虑转向轴万向节的影响。

### 4.制动系统

★1)可以考虑热衰退。

△2)可以设置助力器曲线。

△3)可以设置考虑轮胎垂直载荷对主缸和轮缸压力分配的影响。

△4)可以设置轮缸压力和体积的关系。

△5)可以设置轮缸压力和力矩的关系。

△6)可以考虑制动系统的延迟。

### 5.悬架系统

#1)可以设置独立悬架，非独立悬架和扭转梁类型的悬架。

#2)可以设置线性和非线性的悬架 C 特性。

#3)支持将悬架 K&C 实验台或者台架试验所得的悬架 K&C 实验数据导入到仿真车辆的悬架。

#4)可以设置悬架弹簧、减震器、限位块以及横拉杆的线性或非线性的刚度的曲线。

#5)能够考虑转向对悬架的 K 特性的影响。

★6)能够添加悬架纵向的自由度。

★7)支持扭力梁半独立悬架，可以考虑一侧轮跳对另一侧的影响。

### 6.轮胎

★1)能够设置双轮胎。

#2)能直接导入轮胎滑移、侧偏特性数据插值，较方便的设置 MF 5.2 (Pacejka 96)、TNO Delft-Tyre (MF-Tyre only) (MF 6.2) 和 TNO Delft-Tyre (including

MF-Swift) (MF 6.2), 米其林等轮胎模型。

△3) 可以通过第三方付费方式使用如 TNO Delft-Tyre STI (including MF-Swift)、FTire、米其林等第三方轮胎模型。

### 1.3 仿真工况

#1.具有先进的事件处理技术,能够实现复杂工况的仿真。

#2.能进行车辆的动力性、燃油经济性、操纵稳定性、制动性和平顺性等仿真工况。

#1) 车辆的动力性: 如百米加速时间、最大爬坡度等。

#2) 燃油经济性: 可得到车辆的燃油消耗量和燃油消耗率, 如计算 ECE 循环工况的燃油消耗量。

#3) 操纵稳定性: 车辆的操纵稳定性分析, 可对标准的操稳工况进行仿真分析。

#4) 制动性: 可精确仿真车辆的制动距离。

#5) 平顺性: 可将公路粗糙度输入, 得到驾驶员位置的速度、加速度。

#3.支持多种仿真工况的批运行功能。

### 1.4 道路建模

#1.支持多达 200 条道路和路径的设定。

#2.能够较方便的对路面进行铺路。

△3.根据需求重新创建各种新的道路。

△4.创建道路可以设计道路摩擦系数, 形状以及倾斜度和坡度。

△5.所有数据均可通过表格形式输入。

#6.道路形状可通过选取内部已经定义好的各种曲线片段来拼接完成。

△7.能设置道路环境: 如行人、交通标志、树、房子等。

#8.支持 OpenDrive 数据导入, 支持拖拽式道路建模, 支持 GPS 数据导入。

★9.支持 FBX 格式和 OBJ 格式场景的导入, 并可以自动转换成道路模型数据文件。

### 1.5 实时系统与智能驾驶相关

★1.原生支持在主流的实时系统上运行, 如 dSPACE、NI、ETAS、Concurrent、A&D、AVL RT.Lab 等, 并提供证明文件。

★2.能够支持后续的智能驾驶云仿真/HPC 的拓展, 如支持在百度云、腾讯云、亚马逊云、私有云等云平台运行 (提供案例证明), 支持 Docker 上运行, 并提供证明文件。

#3.支持与主流智能驾驶场景仿真软件的联合仿真, 如 PreScan、VTD、Scaner。

★4.具有免费的 Unreal 及 Carla 的接口, 可以实现联合仿真。

## 1.6 测试结果与报告

#1.可以以图形曲线、三维动画、图形曲线与三维动画结合的方式观察仿真的结果。

#2.具有丰富的输入和输出 I/O 接口。

#3.可实现用户自定义变量的仿真结果的输出。

#4.支持通过脚本定义输入和输出变量。

#5.可以通过软件如 MATLAB、Excel 等对结果文件进行绘图和分析。结果文件可以导出 MATLAB、mat 格式或者 Excel、CSV 格式的文件，供用户进行后处理。

#6.输出的数据可以导出并添加到报告、Excel 工作表格及 PowerPoint 演示中。仿真的结果也可以很方便地导入到各种演示软件中。

## 1.7 可扩展性

#1.参数化数据可以从文本、Excel 表格直接导入，亦可从数据库中直接获取，也可以自动生成。

#2.具有良好的可扩展性，支持调用外部 DLL 库。

#3.具有 Simulink/Labview 接口，并具有方便的可视化较强的参数化接口，能够实现和 Simulink 自定义模型的替换和集成，满足不同集成方式的需求。

★4.具有 API 接口，使用 Python、C、VB、Matlab 可以直接调用软件运行以及数据的交互，且软件内部可调用 Python 函数，支持嵌入式 Python 开发，支持在内部使用脚本编写微分方程，支持 function 方式的功能函数。

#5.支持在内部使用脚本编写微分方程，支持调用 Function 方式的功能函数。

#6.具有 COM 接口，可以脚本实现自动化测试用例开发，也能链接 ECU-TEST 等自动化测试软件进行自动化测试。

★7.支持后续通过添加并行许可证，扩展出在实时系统上运行 20 个车辆模型的功能。

支持后续通过添加多车动力学许可证，扩展出离线仿真添加 4 个主车模型的功能。



## (43) 硬件在环实时系统

### 1、上位机监控软件

用于配置实时测试应用的软件环境。该软件提供了各种现成即用的功能，可帮助您构建多核实时引擎来执行实时激励生成、高速和调理测量数据采集，以及计算通道和自定义通道扩展等任务。还能够从 LabVIEW 软件和第三方环境中导入控制算法、仿真模型和其他任务。您可使用运行时可编辑的用户界面监测这些任务并与其交互，该界面包含许多用于强制赋值、警报监控、I/O 校准、激励配置文件编辑等工具。尽管使用 VeriStand 不需要任何编程知识，但您可以使用 LabVIEW、ANSI C/C++、ASAM XIL 以及其他建模和编程软件环境对其进行自定义和扩展。

上位机管理软件特性如下：

可执行模拟、数字、FPGA 等 I/O 操作及通讯功能；

可编写激励配置文件创建激励操作；

可以从 labview 或 Simulink 导入控制模型；

CAN 通讯接口配置定制，可载入 DBC CAN 通道配置文件，CAN 总线协议配置功能；

可实现集中管理配置以上超声波仿真模块，视频注入模块，故障注入等模块的调度和使用；

### 2、实时系统硬件

技术参数：

#### 2.1 控制器

2.3 GHz 八核嵌入式控制器，可以将其用于处理器密集型射频、模块化仪器仪表和数据采集应用，包括两个 10/100/1000BASE-TX（千兆）以太网口、两个 USB 3.0 端口、四个 USB 2.0 端口，以及一个集成硬盘和其他外设 I/O；

#### 2.2 机箱

9 插槽（8 混合插槽），高达 8 GB/s 的机箱具有全混合背板，可满足各种高性能测试和测量应用需求，每个外设插槽中的混合连接器类型在仪器模块放置方面具有最大的灵活性；

#### 2.3 CAN/CANFD 通讯接口

支持 ISO 11898-2 高速 CANFD 标准；

波特率可配置，最大可达 5Mbps；

支持数据库文件.dbc 的直接导入；

每个通道自带 120ohm 的终端电阻，可通过上位机软件配置是否使能；

#### 2.4 模拟量输入通道

差分输入；

输入电压范围可以配置为 $\pm 10$ 、 $\pm 5V$ ；

## 2.5 模拟量输出通道

输出电压范围为 $-10V\sim+10V$ ；

最大持续电流 $\pm 30mA$ ；

## 3、主控计算机

系统配备 2 台控制计算机，一台安装有上位机监控软件、车辆动力学软件，另外一台运行场景仿真软件；

技术参数：

处理器：intel i9 12900K；

内存：64G；

硬盘：1T SSD+2T HDD；

显卡：GeForce RTX 3090 Ti 24G 独显；

显示器：27 寸高清显示器（配备键盘、鼠标）；

## 4、控制机柜

技术参数：

标准宽体 19 英寸机柜，高度为 42u；

机柜面板布置规矩，横平竖直；

机柜底配置滚轮并可锁止；

滑轨抽箱自带锁止功能，防止自动滑出；

单相 16A；

220V 输入；

兼容 50 Hz 或 60 Hz AC 电流；

具有先进的插座控制功能，可紧急断电以及远程将直流插座断电；

包括插座组之间的强制硬件延迟功能，用于所连接设备的序列电源；

该模块还可以轻松集成到标准测试机架中；

通过多个电源输出口将电源分配到测试机架的各个组件，比如 PXI 机箱、人机界面或 RAID 数据存储设备。

当出现停电或者是外部源异常时，UPS 电源能够继续维持整个系统的工作，不出现掉电重启现象；在外部电源断开情况下，UPS 电源连续工作时间不小于 10 分钟；

## 5、BOB 面板

管理控制器所有针脚的手动开关切换，断线测试盒接口应与 HIL 设备连接器进行匹配，可串联于 HIL 设备与控制器之间用于信号观测、手动控制、示波器监控等操作，要求连接回路阻抗尽可能小，不影响回路电气特性。

## 6、可编程电源

技术参数：

输出电压：0-30v；

输出电流：0-10A；

输出功率：1.5kW。

## (44) 6 自由度驾驶模拟器

### 1 六自由度运动平台

运动平台可以提供六个自由度的运动信号,使模拟操控人员的体感和真实情况相一致,适时提供操作指示,再现真实环境下的人体感受和物理效应,为自动驾驶仿真提供高水平逼真度和安全性保障。

#### 1.1 六自由度电动运动平台可以模拟车辆行驶中的以下运动:

- 加减速、失速、滑行运动;
- 缓慢、紧急制动,刹车顿挫;
- 向、侧倾、左右车身摆动;
- 上下坡的俯仰;
- 非铺装路面的颠簸抖动;
- 正常怠速下接近真实频率的车身抖动等。

#### 1.2 控制部分组成:

主要由:控制柜、嵌入式 PC、24V 直流电源、接地系统、数字量输入输出模块、通讯模块、交流接触器、继电器、通信和控制电缆、信号灯、连锁开关等,控制系统主要的性能指标:

- CPU:1Ghz 的 Intel Celeron M CPU;
- 主内存: 256MB DDR RAM;
- 内部总线: 16 位 PC/104 总线;
- 操作系统: Microsoft Window CE;
- 电源: 24V DC 电源;
- 防护等级: IP20;

#### 1.3 运动平台技术参数

自由度 幅度 速度 加速度 重复定位精度

- 俯仰 Pitch  $\pm 16^\circ$   $20^\circ /s$   $150^\circ /s^2$   $\leq 0.01^\circ$  ;
- 侧倾 Roll  $\pm 15^\circ$   $20^\circ /s$   $150^\circ /s^2$   $\leq 0.01^\circ$  ;
- 偏航 Yaw  $\pm 18^\circ$   $20^\circ /s$   $150^\circ /s^2$   $\leq 0.01^\circ$  ;
- 左右 Sway  $\pm 200mm$   $320mm/s$   $5 m/s^2$   $\leq 0.01mm$ ;
- 前后 Surge  $\pm 200mm$   $320mm/s$   $5 m/s^2$   $\leq 0.01mm$ ;
- 升降 Heave  $\pm 150mm$   $320mm/s$   $5 m/s^2$   $\leq 0.01mm$ ;

### 2 驾驶座舱

驾驶模拟舱是通过实时仿真的电子计算机控制和计算,分析和重现车辆与驾驶员和车辆与外部环境在实际车辆驾驶过程中的相互关系和作用的设备,它的主要特点在于实时模拟车辆内部的驾驶室架构和特征,重现驾驶员的真实驾驶操纵和反应。

驾驶舱通常会配备：力反馈方向盘、油门踏板、刹车踏板、换挡装置、中控、座椅及其配套安全设施；

### 2.1 驾驶座舱

驾驶座舱采用实车进行改造、前排双座位；

座舱外部使用玻璃钢整体开模造型；

采用实车中控、座椅、扶手箱、仪表盘、（替换为类似尺寸的显示器用于显示车速、发动机转速等信息）、中控（替换成尺寸相似的屏幕，用户可根据需求显示需要的信息）等；

★加装力反馈电机，可以和用户的自动驾驶算法进行对接，进行 ADAS 算法演示、驾驶模拟式自动切换（无人驾驶一人为接管），例如：自动驾驶时方向盘自动跟随、以及当自动驾驶状态时驾驶员接管方向盘后无需任何物理按键可实现驾驶模式自动切换；

### 2.2 视景系统

采用三联屏拼装设计并安装与座舱的前方，使用 3 台尺寸不小于 42 寸的高清显示器。

## 3、系统集成

系统方案设计

硬件系统集成

车辆模型开发和参数化

图像注入板卡调试

系统软件、硬件、模型的集成

基于典型场景完成控制器闭环调

文档、验收报告等。

## (45) 视频注入板卡

视频注入卡仿真电路核心芯片采用 FPGA 来实现, 视频流的接收和图像处理算法由 FPGA 处理器完成, 视频注入只负责将视频输出注入到控制器中。

技术参数:

- 1) 至少可同时仿真 2 路摄像头信号, 单路摄像头最高分辨率可达 4k;
- 2) 支持调节摄像头信号颜色空间 (RGB,YUV,RAW 等);
- 3) 仿真的摄像头信号最高帧率不低于 60fps;
- 4) 视频源采集接口为标准视频传输接口, 支持 DP 或 HDMI 视频接口;
- 5) 支持定制 LVDS/GMSL/MIPI 摄像头输出接口中的一种, 或根据招标方实际需求替换成其他接口类型 (数字并行视频接口, 复合模拟视频接口);
- 6) 摄像头仿真模块输入输出视频信号颜色空间一致时, 像素值无偏差, 发送颜色空间转换时, 输入输出像素值应符合颜色空间转换关系。

## (46) 控制原型

定制核心板和开发套件

技术参数：

★芯片算力要求达到 275TOPs;

★GPU: 搭载 2048 个 NVIDIA 核心和 64 个 Tensor core 的 NVIDIA AMPERE 架构;

★CPU: 12 核 Arm Cortex-A78AE v8.2 64 位 CPU 3MB L2+6MB L3;

★显存: 32GB 256 位 LPDDR5 204.8GB/s;

★存储: 64GB eMMC 5.1;

视频编码: 2\*4K60/4\*4K30/8\*1080p60/16\*1080p30(H.265);

视频解码: 1\*8K30/3\*4K60/7\*4K/30/11\*1080p60/22\*1080p30(H.265);

摄像头: 16 通道 MIPI CSI-2 连接器;

★接口: 支持 RJ45 (10GbE)、USB Type-C、USB Type-A、USB Micro-B、M.2 Key M/E 等接口;

40 针接头, 12 针自动化接头、10 针音频面板接头、10 针 JTAG 接头、4 针风扇接头、2 针 RTC 电池备份连接器、直流电源插座电源、强制恢复和重置按钮。

## (47) V2X 系统开发工具

1) 标准: V2X 协议栈软件应符合国际标准及中国标准的要求, 包括 T/CSAE TC53-2017 《合作式智能运输系统 车用通信系统应用层及应用数据交互标准》。

2) 满足多台客户终端并发访问实验系统, 进行 V2X 设备之间通信测试、代码调试、算法测试等操作。

3) 核心服务: 需包含协议栈、预警算法、SDK、LPH(Local Position Handler) 模块、VDH(Vehicle Data Handler)模块、Framework 基础工程库、Logging 日志库、Basic Service(V2X 基础服务)、Config Mgt(配置管理模块)、Utility(提供各种工具的便利工具集、包括定时器、消息管理器等)。

4) 实验环境: 测试 PC 终端可实时连接 V2X 系统中的各个设备, 实时对设备状态进行观察、调试等操作。

5) 编程方式: 支持使用 C/C++进行编程, 以及在 V2X 设备中使用 shell 语言进行脚本编写。

6) 在 Linux 系统中采用终端操作的方式, 所有的实验都能在 Linux 系统中完成, 不需要再安装任何软件。

7) 支持多种 GPS 信号的连接和接入: 包括真实的 GPS 数据、模拟 GPS 数据。

8) 预留扩展接口: 需预留扩展接口。

9) SDK 网络层协议: 符合 CCSA 《基于 LTE 的车联网无线通信技术 网络层技术要求》、支持直接通信和基于网络的通信, 支持华为、高通、Autotalks 等主流 V2X 芯片。

10) SDK 算法层协议: 内置不小于 16 种国际标准, 符合 CSAE/T 53-2017 《合作式智能运输系统 车用通信系统应用层及应用数据交互标准》。

11) SDK 消息层协议: 对车路协同预警算法的二次开发和调试平台, 报文投送率、预警准确度, 符合 CCSA 《基于 LTE 的车联网无线通信技术 消息层技术要求》。



## (48) V2X 测试系统

1) 车载终端: 不少于 3 个; 支持 PC5 Mode4 直连通信频段: 5905~5925MHz; 高性能 SOC, 支持 GNSS, 支持 2 路 CAN 接口, 支持 RJ45 1000Mbps; 支持高性能安全芯片, 内置陀螺仪加速度计。

2) 路侧设备: 不少于 3 个; 支持高算力, 支持芯片级安全加密; 发布消息遵循《基于 LTE 的车联网无线通信技术消息层技术要求》; 支持 PC5 通信的覆盖范围半径不小于 250m; 支持 Uu+PC5 并发; C-V2X 工作带宽: 10MHz/20MHz, C-V2X 频率范围: 5905~5925MHz; 内置集成 C-V2X、WiFi、支持 4G LTE; 支持 5G 平滑扩展; 内置 GPS/北斗/GLONASS/Galileo 多模 GNSS 模块, 支持 RTK; 支持 PC5 口和 LTE UU 口的空口安全和传输安全, 对通信数据加密传输, 确保 RSU 设备安全和通信安全; 支持有线以太网口接入; 工作环境温度: -30°C~70°C; 防护等级: IP65。

3) 测试平板: 不少于 3 块; 用于展示过程数据和实验结果。。

4) 测试 PC 终端: 不少于 3 台; 具有 802.11 无线网卡功能, 可安装开发编译工具。

5) HMTI 应用 APP: 可部署于测试平板; 接收测试信息并显示实验结果。

6) 信号放大器: 双模 GNSS 信号放大器, 用于在场地内增强 GPS 定位系统的卫星信号。

7) 联网配套设施及耗材: 提供与车载终端、路侧设备等设备提供通信、供电、连接、操作和应用的各种配套设施和耗材一批。

8) 路侧设备支撑杆: 用于支撑场地的路侧设备。

9) 基础安装: 安装安装车载终端、路侧设备等设备设施, 不含建筑及土方施工。

10) 开发测试服务: V2X 协同协议栈开发环境部署, 提供实车配型的接口开发、预警算法开发及测试服务。

## (49) 感知决策系统

- 1) 导航定位及姿态传感器：不少于 2 套；航向精度  $0.1^\circ$ ；姿态精度  $0.1^\circ$ ；定位精度  $2\text{cm}+1\text{ppm}$ 。
- 2) 激光雷达：不少于 2 台；不低于 32 线；测量精度  $\pm 2\text{cm}$ ；测量距离 0.2m 至 150m；水平  $360^\circ$ ；垂直  $+15\sim 55^\circ$ 。
- 3) 毫米波雷达：不少于 8 个；检测距离 0.2~250m 远距/0.2~100m 近距；距离精度  $\pm 0.4$  远距/ $\pm 0.1$  近距；方位角： $-9^\circ\sim 9^\circ$ 远距/ $-60^\circ\sim 60^\circ$ 近距、俯仰角： $14^\circ$ 远距/ $20^\circ$ 近距。
- 4) 图像处理单元：不少于 2 个；核心频率：854MHz；512 核 Volta；CUDA:7.2；FP32: 1410GFLOPS/s。
- 5) 车载计算单元：不少于 2 台；控制器 CPU 不低于 Intel® Corei7-6700；内存不少于 32GB。
- 6) 网联大数据分析服务器：CPU 不低于 2 颗 6230R(26 核 52 线程 2.1G)；双电；内存不少于 256G；硬盘不低于 3\*12TH750。
- 7) 边缘计算服务器：处理器 INTEL XEON 可扩展系列，不低于 48 核 96 线程；内存不少于 64G；硬盘不低于 1.2TB 10K\*4。

## (50) 智能网联大件运输车路协同系统路侧单元

由安装部署于路侧、分布于不同地理空间位置的智能协同感知设备组网而成。智能协同感知设备是一种融合了感知、计算、通信服务的专用系统，由多光谱摄像头、C-V2X 路侧通信设备、高性能边缘计算服务器、卫星导航定位接收单元、防雷设施、专用电源以及软件等组成。

### 技术参数：

CPU 名称：i.MX8 主频 1GHz

RAM 容量：1GB

ROM 容量：8GB

CV2X 带宽：10/20M

定位天线：外置天线

定位精度：米级/厘米级

冷启动时间：≤15S

定位模式：GPS/北斗/RTK

通信天线形态：外置天线

标准指标：符合 IATF 16949 标准，基于 3GPP Release 14 协议，支持 C-V2X

### PC5 Mode 4 直连

储存温度：-40°C-125°C

工作温度：-30°C-80°C

工作电流：≤1000mA@12V

工作电压：DC-9V~36V

防护等级：IP65

## (51) 智能网联大件运输车路协同系统车载单元

是基于 ARM/Linux 架构的嵌入式终端设备，符合车规级产品设计，设备具有较强的本地计算能力，具有 CAN、以太网、串口等多种接口，内置 WIFI 模块、4G 通信模块、SSD 存储等，有较强的可扩展性。同时通过 WIFI 模块和 MQTT 协议栈，将数据进行传输，极大的满足了场景展示的数据需求，场景的展示更加的真实。

### 技术参数

CPU 名称: i.MX6Q 主频 1GHz

RAM 容量: 1GB

ROM 容量: 8GB

定位天线: 外置天线

定位精度: 米级/厘米级

冷启动时间: ≤15S

定位模式: GPS/北斗/RTK

通信天线形态: 外置天线

技术指标: 符合 IATF 16949 标准 C-V2X PC5 Mode 4 直连

工作电流: ≤600mA@12V

工作电压: DC-9V~36V

工作温度: -30°C-80°C

储存温度: -40°C-125°C

## (52) 智能网联大件运输道路行驶环境路侧监测系统路面传感器单元

采用低成本激光红外检测技术，识别路面冰雪状态，可识别状态有：干、湿（积水）、雪覆盖（冰覆盖），检测冰雪厚度。

路面状态测量原理（光学/光谱）：水吸收某一波长有着不同程度的波段。当路面有积水，光谱性质便会改变。

### 技术参数：

采样频率：100Hz

通信：RS485

环境温度：-40°C ... 70°C

相对湿度：<95%RH 无冷凝

工作电压：10VDC...28VDC

功耗：无加热 3W,加热 50W

防护等级：IP66

### (53) 智能网联大件运输道路行驶环境路侧监测系统能见度传感器单元

能见度传感器单元采用激光前散射检测技术，将调制后的激光射在空气中的悬浮颗粒物上，如细小水汽、灰尘等，以及各种降水大颗粒物质，通过这些物质反射的激光强度来判断能见度的强度。

#### 技术参数：

测量原理：光学技术，前散射原理

工作温度范围：-40...60℃

工作湿度范围：0...100%

测量范围：10...2000 米

测量精度：±10%

## (54) 智能网联大件运输道路行驶环境路侧监测系统大气六要素传感器单元

大气六要素传感器检测的数据包括大气温度、湿度、风速、风向、大气压、降水，具体检测参数如下：

### 1) 大气温度

原理：NTC 负温度系数热敏电阻

测量范围：-40...85°C

精度：±0.3°C

### 2) 相对湿度

原理：电容式

测量范围：0...100 % RH

精度：±3 % RH

### 3) 大气压

原理：MEMS 电容式

测量范围：10...11200 hPa

精度：±0.5 hPa (0 ... +40°C)

### 4) 风向

原理：超声波

测量范围：0 – 360°

精度：均方根误差 < 3° (>1.0 m/s)

### 5) 风速

原理：超声波

测量范围：0...60 m/s

单位：m/s

精度：测量值±0.3 m/s 或最大值的 3% (0...35 m/s) 5% (>35m/s)

### 6) 降水

原理：雨鼓雷达

测量范围：0...500mm

精度：±4 %

分辨率：0.01

## (55) 便携式事件相关电位系统

### 一、放大器技术参数

- 1、放大器是 38 通道一体机，支持采集 32 通道 EEG 和 6 通道生理信号。
- 2、\*全移动、无需外部电源，高度便携。
- 3、\*内置可充电锂电池，所有通道同时采集可持续记录 5 小时以上。
- 4、\*单个放大器包含电池重量仅重 500g。
- 5、全频段 DC 采样。
- 6、采样率 $\geq 16\text{K Hz}$ 。
- 7、A/D 转换：24bit。
- 8、8bit TTL 信号输入，可以和 E-Prime、Presentation、Psychtoolbox、PsychoPy 等多种刺激呈现软件兼容。
- 9、\*分辨率： $\leq 18\text{nV}$ 。
- 10、输入阻抗： $> 1\text{Gohm}$ 。
- 11、输入噪声： $< 1.0\mu\text{VRMS}$ 。
- 12、共模抑制比 CMRR： $> 100\text{dB}$ 。
- 13、\*主动屏蔽技术。
- 14、\*可与肌电（EMG）、近红外（NIRS）、眼动、视频、功能核磁共振成像（fMRI）、脑磁图（MEG）、经颅磁刺激（TMS）等设备同步整合记录。
- 15、\*支持调用 SDK 获取实时数据流用于二次开发，且 SDK 免费开放使用。

### 二、电极帽技术参数

- 1、\*主动屏蔽技术，增加抗噪能力。
- 2、\*Coolmax 材质，佩戴舒适、清洗迅速、快速晾干。
- 3、包含适合儿童到成人等多种尺寸的电极帽。
- 4、可定制 TMS、MEG、fMRI、fNIRS 兼容款电极帽。
- 5、\*吸盘式电极，防止导电膏串流，确保数据质量。
- 6、可根据客户要求定制特殊款电极帽。

### 三、采集软件技术参数

- 1、\*设计直观，操作简易、灵活。
- 2、\*支持自由设置信号采集模板。
- 3、支持在线电阻检测、可详细显示每个通道阻抗的具体数值。
- 4、\*支持基于 LSL 的无线触发（Network Event）方式。
- 5、\*支持基于 web 端服务器的远程控制，可控制多个站点的 eego 数据采集。
- 6、\*支持基于 web 端服务器的远程手动打标记，可对单个或多个站点的 eego



记录远程打标记。

- 7、\*支持将多个站点的 eego 数据库归档到同一服务器，统一备份和管理。
- 8、\*支持导出多种数据格式，如：EEProbe, Neuroscan, BrainVision, EDF 等。
- 9、兼容多种 mark 输入形式，标准 25 针并口、USB 串口、手动、外部按钮装置、声音等。
- 10、支持干电极采集，内置干电极算法。
- 11、支持同步视频记录

#### 四、分析软件技术参数

- 1、支持 EEG/ERP/MEG 数据预处理：电极定位，重参考，滤波，眼电校正，伪迹探测，提取分段，基线校正等。
- 2、支持 ERP 叠加平均，被试间总平均，时域特征提取（波幅，潜伏期，峰值），可绘制 2D 波形图，3D 地形图。
- 3、支持时频分析：FFT 和 Wavelet, Coherence, ERD/ERS。
- 4、\*支持溯源分析：多维度时空偶极子模型（Dipole Fit）；多维信号分类（MUSIC）；低分辨率断层扫描（LORETA）、sLORETA 和 swLORETA。
- 5、\*支持导入个体 MRI 数据，进行自动头脑分割，3D 头模重建。
- 6、\*支持导入 fMRI, CT, SPECT 等功能成像数据，并可映射个体结构像用于导航。

## (56) 便携式眼动追踪 100hz

### 一、硬件技术参数

- \*1、轻量化眼镜式设计，眼动核心部件集成于镜片中，
- 2、头戴部分重量(含线缆)≤77g
- 3、采样率：≥50Hz/100Hz
- 4、采集方式：双眼采集，暗瞳技术，全视域追踪
- 5、定标程序：系统引导式,一点定标
- 6、平行视差矫正：自动
- 7、漂移补偿：3D 眼球模型+微传感器自动补偿
- \*8、场景摄像机分辨率：1920X1080@25fps 高清
- 9、(对角线)：106 度，16: 9
- 10、场景摄像机视野范围（水平/垂直）：95 度/63 度
- \*11、眼动传感器配置：4 枚，每只眼睛 2 枚，镜片嵌入式
- \*12、参照光源配置：16 枚，每只眼睛 8 枚，镜片嵌入式
- 13、实时数据传输：是
- 14、数据同步：内置 3.5MMTTL 同步接口，可实现 TTL，TCP/IP 和 NTP 方式的数据同步
- 15、Wi-Fi 无线：支持无线数据传输，实时观察
- \*16、内置陀螺仪、加速传感器与磁力计（采样率 100Hz），用于漂移补偿与眼动行为的过滤
- 17、声音记录/麦克风：内置麦克风，16 位单声道

### 二、软件技术参数：

#### （一）数据采集软件：

- 1、支持实时查看视线位置和事件标记
- \*2、支持校准、开始/停止/保存记录、连接设置
- 3、支持被试信息管理，可添加字数不限的描述和注释信息
- 4、记录结束后可立即将叠加了视线位置的数据导出为视频文件

#### （二）数据分析软件：

- 1、提供热点图、注视轨迹图、注视轨迹回放视频等可视化结果呈现与导出
- \*2、支持 Snapshot AOI 和 Dynamic AOI 的创建与编辑，并支持使用 AOI Tag 分组，得到基于 AOI 或 AOI 组的统计指标
- \*3、同时支持本地 RWM 自动叠加与手动 Coding 功能，提供 RWM 置信区间可视化结果呈现，可同时进行数量不限的多任务数据叠加

\*4、提供 TOI 事件序列分析功能，可自定义 Metrics、可视化结果的 Interval onset 和 offset，可导出基于事件的序列长度，TTF，访问次数，行为计数，TOI 占比等数据并以 excel 格式文件导出

5、支持陀螺仪、加速传感器、磁力计与瞳孔数据导出

\*6、预置 Attention（显性与隐性注意）与 Fixation（注视行为）两种可视化数据筛选标准，支持创建自定义数据过滤标准，包括降噪水平，数据插值，注视点时间差，注视点视角差等基准

\*7、支持 I-VT 数据过滤器，支持眼动角速度可视化结果呈现，包括眼球偏转幅度在所有时间区间的分布形态及角速度基准的参照点对应关系信息

8、提供程序开发工具包（API），支持 HTTP REST API 和 WebSocket，获得完整的视线数据流

### 三、配套眼动同步装置系统

1、轻松实现不同同步接口设备的硬件同步，极大地降低了同步信号的延迟。

\*2、能够实现同步信号的分流，E-prime 等刺激呈现软件可同时向不同系统（脑电、多导仪、近红外等）发送同步信号，实现系统同步，笔记本无需拓展坞，即可向外部设备（脑电、多导仪、近红外等）发送 8 bit TTL 同步信号，提高系统便携性。

\*3、独特的内置抗负载电路设计，确保同步信号的输出与系统识别，支持定制开发，可以根据客户需要定制同步接口（BNC、3.5mm 音频口等）。

4、同步时间精度： $\leq 16\text{ms}$ 。

5、接口类型：Micro USB、25 针并口、DB 9 COM 口。

6、尺寸： $\leq 83.8\text{mm} * 61.8\text{mm} * 30\text{mm}$ （长\*宽\*高）。

## (57) 行为分析、能力提升模块

- 1) 允许实时编码。
- 2) 允许标准多媒体文件输入 (avi, mov, mpeg, wmv, MP4)。
- 3) 兼容视频设备。
- 4) 编码过程的时间精度可精确到每一帧。
- 5) 可无限制创建综合编码系统和等级编码系统。
- 6) 可设定专有的行为定义, 不限制行为编码的输入长度。
- 7) 可更改记录行为编码或实际批注的方式。
- 8) 支持事件样本或时间样本。
- 9) 可以通过设定开始时间与结束时间定时记录事件。
- 10) 支持设定一个时间点来进行瞬时记录 (开始时间=结束时间)。
- 11) 可以同时记录不同事件。
- 12) 支持输入包括文本, 数字或预置的编码在内的行为编码。
- 13) 任何观测数据都可以与其他用户交换传送。
- 14) 可以修改原有的编码方案。
- 15) 查找时间码, 行为码或文本注解时, 可直接跳转到相关的视频部分。
- 16) 随时编辑事件记录的时间值、事件记录行为编码、事件记录注释。
- 17) 支持同时记录分析多个视频文件。
- 18) 可进行基本统计分析, 可视化时间轴。
- 19) \*支持基于 Cohen's Kappa 的信度计算。
- 20) 时间帧与事件分组统计计算。
- 21) 以自定义格式输出所有编码文件。
- 22) 以“交互脚本格式”输出注释。
- 23) 可将行为数据输入到电子表格, 文本或统计程序中。
- 24) 带有 3D 表格工具的可视化表格。
- 25) 内置序列分析功能。
- 26) 依据编码自动生成重点视频。
- 27) 支持将不同媒体视频合并为一个单独视频文件。
- 28) 支持以单独视频文件片段输出, 以供 PowerPoint 展示用。
- 29) 每个事件的演示都具有过渡效果。
- 30) \*可以同时与多组 (至少 5 组) 包含至少 20 个不同变量的数据文件同时工作, 而且这些都可以按不同的时间尺度和基于不同采样率的记录来实现的。
- 31) \*可以将生理数据导入到行为数据库中, 结合分析处理。
- 32) \*具有 P.a.t.t.e.r.n 潜在模型分析工具, 可在多个事件中找到无法在通常

的行为数据中出现的隐藏关系模式。

33) \*具有可用性分析模块，能够记录屏幕信息、用户的音视频信息、键盘输入和鼠标操作等用户在使用软件或者网站过程的数据，为软件和网站的优化和开发提供帮助。

34) \*软件语言支持中文和英文显示，方便使用。

35) \*含配套注意集中试验仪（内嵌 4.3 寸触控屏，触摸智能一体机，数据可无线传输，符合 GB21746-2008 教学仪器设备安全要求），可进行反应时与其它行为之间的研究。

## (58) 氢燃料电池发动机进气模拟系统

### 总体要求:

满足氢燃料电池氧气进气环境模拟需求。应对空气进气量、进气湿度、温度进行高精度自动调节，具有参数保持能力，满足测试过程中空气进气的恒温、恒湿、变温、变湿、调压要求。

1) 全新风处理。

2) 转轮除湿机，除湿轮采用进口复合式（高密度、高性能汰硅）除湿轮。需可多次清洗，保证较长使用寿命。需配备冷水机，满足冷负荷及热再生负荷要求。

3) 总风量：不低于  $1000\text{m}^3/\text{h}$ 。

4) 温度  $20\text{--}25^\circ\text{C}$ ，相对湿度 $\leq 0.75\%$ ，露点： $\leq -40^\circ\text{C}$ ，绝对含湿量  $0.1077\text{g}/\text{kg}$  干空气。

5) 配有低露点新风调温功能， $-40^\circ\text{C}\sim 80^\circ\text{C}$ 可控调节。

6) 总功率 $\leq 40\text{kW}$ 。

7) 电脑控制系统，可编程，带自诊断功能，人机界面友好。

## (59) 大功率电池模拟器

### 总体要求:

输出功率可达 500kW 以上, 能量双向流动、100%能量回馈、精度高、瞬态特性迅速、转换效率高、对电网污染低、通讯接口丰富、保护功能应强大。

双向双路电池模拟, 具有两路独立的 DC 输出, 可以分别设置两路输出的电压、电流等参数, 一路调压时不会对另一路输出造成影响, 可适应两路不同电压等级的载荷要求。

双向双路电池模拟器的两路输出均可实现 24V 至最高输出电压的连续调压。

### 主要技术指标:

#### 1) 双向双路电池模拟器运行功能

全功率范围内能量双向流动。具有恒压、恒流、恒功率三种运行模式, 可以设置输出电压、电流、功率的运行参数。

#### 2) 双路输出功能

具有双路输出功能, 可分别设置两路 DC 输出的电压、电流等参数, 适用于两种电机电压不同的测试系统。

每路单独使用可达满功率输出(两路同时使用功率和不大于电源额定功率)。

#### 3) 电池模拟功能

##### ① 电池类型工作模式:

用户可选择电池的类型(磷酸铁锂、三元锂、锰酸锂、钴酸锂、铅酸电池等), 设定单体串联数、并联数、初始 SOC。支持 IV 曲线预览, 然后启动运行曲线。

##### ② 电池自定义工作模式:

用户可通过输入电池特性, 自行设置 IV 曲线, 支持 IV 曲线预览, 并可存储 5 条自定义的 IV 曲线数据, 需要时直接调用运行曲线输出。

电池模拟曲线运行中, 可实时绘制根据 SOC 变化生成的 IV 曲线, 并实时显示系统当前的 SOC 和充放电状态、实时显示系统的输出电压、输出电流和输出功率等。

#### 4) 直流编程功能

直流编程包含步阶和渐变两种工作模式, 每种编程模式可以编辑多种编程数据, 每种编程数据又可包含多组数据。

#### 5) 紧急停止功能

具备急停控制及外部急停控制功能, 在出现类似电机失控(载荷异常变化)等紧急状况时, 可通过按下操作面板上的急停开关或外部急停开关紧急停止电源输出, 避免对设备造成损坏。

#### **6) 自动线电压补偿功能**

具有自动线电压补偿功能，可通过检测自动补偿线损，提高负载端的电能质量，提升电源的输出带载能力。

#### **7) 自放电功能**

具有输出端自放电功能，在产品停止输出后，可快速将输出端的电压降至安全电压以下。



## (60) 200kW 燃料电池系统测试平台升级改造

### 总体要求：

充分利用现有设备基础，包括供氢、供氧、散热、输送电、安装固定等，对供氢能、供氧、散热能力进行提升，满足功率不小于 200kW 的氢燃料电池系统测试需求。

### 主要技术指标：

#### 1) 散热温控系统

散热功率： $\geq 300\text{KW}$ 。

温度控制范围：40-90°C；温度控制精度： $\pm 0.5^\circ\text{C}$ ；温度测量精度： $\pm 0.2^\circ\text{C}$ ；  
冷却液流量精度： $\pm 1\%\text{FS}$ 。

电导率测量范围：0-20us；电导率测量精度： $\leq \pm 1\%\text{FS}$ 。

冷却介质：兼容去离子水和乙二醇溶液。

采用内外二级水循环结构，在板式换热器中进行内外侧热交换。

#### 2) 供氢系统

氢气供给流量： $\geq 3000\text{NLPM}$ ；流量范围：0-3000NLPM；流量测试精度： $\leq \pm 1\%\text{FS}$ ；  
压力调节范围：0-1.5MPa；压力调节精度： $\leq \pm 0.5\%\text{FS}$ 。

氮气流量范围：0-2500m<sup>3</sup>/h；流量测试精度： $\leq 2\%\text{FS}$ ；压力调节范围：0-1.5MPa；  
压力调节精度： $\leq \pm 0.5\%\text{FS}$ 。

#### 3) 供氧系统

空气流量范围： $\geq 10000\text{NLPM}$ ；空气流量测试精度： $\leq 3\%\text{FS}$

具备吹扫功能，包括氢气路，空气路、冷却水路的吹扫

具备排空管路及相应的安全措施，以便检修

适配现有上位机远程控制供气供给、吹扫等控制功能。

#### 4) 电气系统

匹配 200kw 燃料电池及电池模拟器电力输出及输入；

具备高压直流母线在线绝缘监测功能；

直流接触器控制燃料电池系统直流输出，在紧急情况下可自动切断直流回路，  
匹配现有测试台控制软件；

直流接触器额定电流 $\geq 600\text{A}$ ；额定电压 $\geq 1000\text{V}$ ；机械寿命 $> 10^6$ 次。

#### 5) 控制软件

上位机软件需要升级匹配新改造部分与未改造部分。

## (61) 燃料电池空压机测试台

### 总体要求：

充分利用现有设备基础，包括供氢、供氧、散热、输送电、安装固定等，满足功率不小于 200kW 的氢燃料电池系统空压机匹配测试需求。

### 主要技术指标：

#### 1) 供气系统

空气流量范围： $\geq 10000\text{NLPM}$ ，测试精度： $\leq 3\%\text{FS}$ ；

压力传感器范围：0-5Bar，传感器精度： $\pm 0.5\%\text{FS}$ ；

温度传感器范围： $-50-150^{\circ}\text{C}$ ，传感器精度： $\pm 0.5\%\text{FS}$ 。

#### 2) 温控系统

温度控制范围： $30-90^{\circ}\text{C}$ 。

温度传感器范围： $-50-150^{\circ}\text{C}$ ，精度：0.5 级。

冷却介质为厂区用水。

#### 3) 电气系统

专用控制器，实现对系统内各设备的控制及信号采集；实时监测空压机喘振状态；可实时控制空压机压差比；具备 CAN/LAN 两种以上远程通信接口，能够与测试台架通讯；具备高压直流母线在线绝缘监测功能；预留有备用接线端子和线缆，方便扩展，其中包括电源、通信接口、IO 接口等；电气控制柜面板上安装有操作按钮、指示灯、急停按钮，故障时能够快速切断电源；柜体采取良好的散热措施。

#### 4) 上位机系统

上位机软件及相关配套硬件匹配现有基础；控制和读取现有供电电源运行参数和状态，实现对空压机的功率、电压、电流等参数的设置及监测；读取、分析和储存传感器的数据，控制各执行元器件的动作；运行工况编辑和管理，多工况连续运行管理；历史数据测试查询和管理。

## (62) 燃料电池商用车 ECU 开发平台

### 总体要求:

燃料电池商用车 ECU 开发平台实时仿真机满足燃料电池商用车电控系统开发与测试的功能要求和参数要求。

### 主要技术指标:

1) 高性能实时处理器, 能够满足车规级燃料电池动力系统、燃料电池整车控制实时计算需求;

2) 支持多路模拟量输入、多路数字量输入、多路模拟输出(DC)、多路模拟输出、多路电阻通道、多路数字输出通道等 I/O 口, 满足燃料电池动力系统、燃料电池整车控制数字、模拟信号输入输出处理需求;

3) 支持多路 CAN、CAN FD 通道, 支持 RS232、RS422、RS485 和 K-LINE 等多路串口通信, 满足燃料电池动力系统、燃料电池整车控制多种控制信息交互需求;

4) 具有车辆电子系统、电动传动装置和逆变器以及起动机电池和高压电池、燃料电池系统等电力仿真模型库, 可支持 ECU 开发过程的模型在环、软件在环仿真、硬件在环, 代码在环仿真需求;

5) 具有智能的试验管理软件, 可用于基于 Simulink 的快速控制原型、HIL 仿真、离线仿真、ECU 标定和诊断等; 支持方便的总线管理工具。

## (63) 动力电池电芯纹波测试系统

### 总体要求:

具备功率级纹波发生功能,对电芯进行规定范围的纹波加载测试。具备外部通信能力,可与上位机、下位机进行规定的实验测试数据通信。具备电芯测试控制软件,能满足国标、行标、特殊企业标准测试试验用例控制需求。具备控制硬件平台,能高性能运行测试系统各类软件,满足长期测试控制、数据存储要求。

### 主要技术指标:

#### 1) 纹波测试性能要求

功率范围:4通道,每个通道独立控制,具备四通道并联功能,单通道3kW,总功率为4\*3kW

充放电电压范围:-8V~8V(可以当负压电芯设备使用)

电流范围:±600A(单通道),±2400A(4个通道并联);

电流测量和控制精度:±(0.03%RD+0.02%FS)(当前档位)电流分档:600A、100A;

电流响应时间(10% to 90%FS):≤1ms,带负载的工作状态,无超调;

充放电切换时间(-90%FS to 90%FS):≤2ms,带负载的工作状态,无超调;

数据采集记录最小时间:1ms

支持能量回馈,放电电量可回馈企业电网且各通道之间也可回馈利用,减少企业电网负荷;

纹波测试功能要求:频率:20Hz~1000Hz,纹波最大峰峰值:1000App,最大直流叠加:200A(叠加后纹波单峰值不超过600A),纹波精度:±1%FS;频率精度:0.1%FS;直流偏置:±1A

#### 2) 电池测试控制:

充放电模式切换,可进行内阻高精度测试,逻辑判断测试功能,变量及函数运算能力,矩阵充放电测试功能,温度电流边界条件寻找,SOC电流跟踪及超温处理,路谱工况单压限功率,支持最小20ms路谱工况;模拟动力电池在整车中的实际工况和环境;动力电池的输出状态和外界因素联动响应;被测系统内部组件耦合联动响应

#### 3) 测试通信:

上位机+中位机+下位机(中位机应集成在充放电柜机中);能与电池包BMS建立通讯的CAN硬件接口模块,带驱动程序及跟测试软件对接;兼容CAN、Ethernet、RS485;具备温度信号直连通道

#### 4) 测控软件:

测试软件须为实时控制;波形实时显示;电压跳变保护;工况模拟测试;断

点恢复；软件崩溃恢复功能；错误停机恢复功能；循环次数、循环嵌套、工步数独立设置

**5) 测控硬件平台：**

不低于主流 CPU、固态硬盘、机械硬盘、内存、显示配置

## (64) 动力电池模组测试系统

### 总体要求:

对电芯进行规定范围的加载测试。具备外部通信能力，可与上位机、下位机进行规定的实验测试数据通信。具备电芯测试控制软件，能满足国标、行标、特殊企业标准测试试验用例控制需求。具备控制硬件平台，能高性能运行测试系统各类软件，满足长期测试控制、数据存储要求。

### 主要技术指标:

#### 1) 模组测试性能要求

通道功率：双通道总功率 150kW，2 通道，每个通道最大使用功率可达到 150kW，每个通道独立控制，峰值功率 1.2 倍（60s）；

电压：至少涵盖 7V~300V，精度优于 $\pm 0.02\%FS$ ；

电流： $\pm 1000A$ （单通道）， $\pm 2000A$ （2 个通道并联），电流分档 1000A、100A，精度优于 $\pm 0.02\%FS$ ，峰值电流 1.2 倍（60s）；

电流响应时间（10% to 90%FS）： $\leq 3ms$ （带负载工作状态），无超调；

充放电切换时间（-90%FS to 90%FS）： $\leq 5ms$ （带负载工作状态），无超调；

IGBT 技术：回馈效率（满负荷）85%，THDi $\leq 5\%$ ；

支持能量回馈，放电电量可回馈企业电网且各通道之间也可回馈利用；

#### 2) 电池测试控制:

充放电模式：恒流模式，恒流恒压模式，恒功率模式，斜坡电流模式，斜坡功率模式，脉冲模式，倍率模式，功率跟踪，单压恒流恒压

放电模式：恒流模式，恒流恒压模式，恒功率模式，斜坡电流模式，斜坡功率模式，脉冲模式，倍率模式，功率跟踪，单压恒流恒压

逻辑判断测试：if, or if, and if,else, endif,endwhile, while 截止, call,return,jmp, 变量赋值，变量输出，变量比较，循环开始，循环结束，循环截止，事件起始，事件结束，事件开关；

变量及函数运算： $x+z$ 、 $x-z$ 、 $x*z$ 、 $x/z$ 、 $ax+b$ 、 $A\sin(\omega x+\varphi)+b$ 、max, min,sum,avg；

矩阵充放电测试

寻找电池边界条件功能：温度电流边界条件、SOC 电流跟踪及超温处理、路谱工况单压限功率、支持 20ms 路谱工况

应具备上位机离线测试能力；测试软件须为实时控制；波形实时显示；电压跳变保护；工况模拟测试；断点恢复；软件崩溃恢复功能；错误停机恢复功能；循环次数、循环嵌套、工步数独立设置

安全保护：测试系统具有报警、保护和急停功能；整机保护功能；电池保护功能；电压跳变保护

### 3) 测试通信:

上位机+中位机+下位机(中位机应集成在充放电柜机中);能与电池包 BMS 建立通讯的 CAN 硬件接口模块,带驱动程序及跟测试软件对接;兼容 CAN、Ethernet、RS485;具备温度信号直连通道;具备 DI 光耦隔离输入,DO 继电器干节点输出。

### 4) 测控硬件平台:

不低于主流 CPU、固态硬盘、机械硬盘、内存、显示配置

## (65) 燃料电池商用车结构安全仿真系统

1) 前处理软件可对任何模型进行 1D/2D/3D 网格划分, 经过十年以上业界工程验证, 在国内外工程行业中有广泛的应用, 用户认可程度高。具有与 Windows、Linux 等操作系统兼容的统一的图形化界面, 人机接口操作方便、直观;

2) 前处理软件具有全面的 CAD 软件的接口, 包括 Catia, UG, Pro/E, Parasolid, IGES, STEP, STL, PDGS, VDAFS, DXF, ACIS, JT, SolidWorks, Tribon 等。具有全面的 CAE 接口, 包括 Nastran, OptiStruct, Abaqus, Ansys, LS-DYNA, HyperXtrude, HyperForm, Radioss, MotionSolve, Madymo, Permas, Samcef, Actran, PamCrash 等, 模型在求解器之间可相互转换;

3) 前处理软件具有全面的 CFD 接口, 可以为各种主流 CFD 软件进行前处理, 包括 Fluent, CFD++, SC/Tetra, StarCD, AcuSolve 等, 支持 CGNS 和 OpenFOAM 系统;

4) 后处理软件支持各种主流有限元求解器和多体动力学求解器的结果后处理, 支持模型、动画、视频、文本等的多窗口显示; 灵活指定各个部件的显示状态。能够处理应力应变云图、等值图、向量图、爆炸图、切面图、CFD 流线图、模型标注、模型测量等; 支持试验视频与仿真动画的重叠比较; 支持轴对称或循环对称模型结果的全模型映射云图显示; 支持创建多截面显示结果, 可以画出结果沿截面变化曲线;

5) 结构分析软件支持刚度分析、强度分析、惯性释放分析、屈曲分析、模态分析、线性预应力模态分析、非线性接触和螺栓预紧力下的预应力模态分析、疲劳寿命分析和热分析;

6) 可进行拓扑优化、形貌优化、尺寸优化、形状优化、点阵优化, 且可添加对称、拔模等工艺控制;

7) 具有冲压模拟功能。仅通过一个按键就能对已有钣金件进行冲压模拟, 找出工艺缺陷(如: 起皱、变薄、破裂), 并得到钣金展平形状;

8) 具有铸造模拟功能。仅通过一个按键就能对已有实体模型进行铸造模拟, 得到包括温度、固相率、缩孔和凝固时间的结果。结合优化, 可以避免结构上因为工艺需求产生过多的冒口;

9) 多学科优化平台软件支持不同有限元模型参数化, 具有以下求解器的直接接口 OptiStruct, RADIOSS, AcuSolve, MotionSolve, MADYMO, SimLab, FEKO, NASTRAN, ABAQUS, DYNA, ANSYS, Flux, FluxMotor, ANSA 等; 可以将模型中的物理量如材料参数, 荷载、结构形状等定义为设计变量; 具有机器学习和大数据分析软件 Knowledge Works 接口, 从而可以在多学科研究中使用自己训练的机器学习算法用于预测;



10) 多学科优化平台软件支持 DOE 实验设计功能, 以及单目标优化, 多目标优化和基于可靠性的优化, 有多种优化算法可供选择。包括自适应响应面法 (ARSM), 全局响应面法 (GRSM), 序列规划法 (SQP), 可行方向法 (MFD), 遗传算法 (GA), 多目标遗传算法 (MOGA)。系统可靠性算法 (SRO), 序列优化与可靠性评估算法 (SORA), 基于 ARSM 的 SORA 算法。具有自定义优化算法接口。

## (66) 燃料电池氢气循环泵测试台

### 总体要求:

充分利用现有设备基础, 包括供氢、供氧、散热、输送电、安装固定等, 满足功率不小于 200kW 的氢燃料电池系统氢气循环泵匹配测试需求。

### 主要技术指标:

#### 1) 供气系统:

湿度传感器范围 0-100%RH, 精度 $\pm 3\%$ RH (20-80%RH, 25 $^{\circ}$ C);

压力传感器范围 0-5Bar, 精度 $\pm 0.5\%$ FS;

温度传感器范围-50-150 $^{\circ}$ C, 精度 $\pm 0.5\%$ FS;

气体流量计传感器范围 0-1500NLPM, 精度 $\leq \pm 1\%$ FS;

比例阀控制精度 $\pm 5\%$ FS $\pm 1$ digit。

#### 2) 温控系统

温度控制范围 30-90 $^{\circ}$ C, 温度传感器范围-50-150 $^{\circ}$ C, 精度 0.5 级。

冷却介质: 厂区用水。

#### 3) 电气系统

高压供电输出功率 0-5KW, 电压 0-750v, 电流精度 $\leq 0.5\%$ FS, 电压精度 $\leq 0.5\%$ FS; 低压供电额定功率 $\geq 1$ KW, 额定电压 $\geq 24$ V;

需采用专用控制器, 实现对系统内各设备的控制及信号采集;

应具备 CAN/LAN 两种以上远程通信接口, 能够与测试台架通讯;

预留有备用接线端子和线缆, 方便扩展, 其中包括电源、通信接口、IO 接口等;

电气控制柜面板上安装有操作按钮、指示灯、急停按钮, 故障时能够快速切断电源。

#### 4) 上位机系统

应具备上位机软件及相关配套硬件;

控制和读取现有供电电源运行参数和状态, 实现对氢气循环泵的功率、电压、电流等参数的设置及监测;

读取、分析和储存传感器的数据, 控制各执行元器件的动作;

运行工况编辑和管理, 多工况连续运行管理;

历史数据测试查询和管理。

## (67) 燃料电池系统热力学仿真系统

### 总体要求：

燃料电池系统热力学仿真系统是研究燃料电池汽车用燃料电池电、热、气性能仿真以及燃料电池电控系统开发的重要平台，应具备整合各种常用软件工具平台模型能力，应能高效准确完成相应的仿真计算分析。

### 主要技术指标：

- 1) 提供基于 MATLAB/Simulink 的燃料电池仿真所必须的热力学基础计算模型库；
- 2) 具备热力学及燃料电池所用的核心部件库；
- 3) 具备气相及液相物质的热力学物性数据库等；
- 4) 模型库支持客户基于 Simulink 进行模型的二次开发及修改，基于库客户可自行建立不同部件模型；
- 5) 系统所提供的所有模型应可实现实时的硬件在环仿真支持；
- 6) 通过系统调试建立的燃料电池系统模型应能完成自动代码生成，所生成的代码应能在相应的微控制器平台运行，满足燃料电池系统、燃料电池汽车动力系统控制需求。

## (68) 新能源汽车热管理系统综合焓差试验平台

### 总体要求:

应满足新能源汽车热管理系统、关键零部件等性能测试开发需求。

### 主要技术指标:

#### 1) 方法要求

制冷剂 R134a、R1234yf;

冷却液: 水、防冻液 (乙二醇水溶液);

换热器能力测定方法: 焓差法;

准确性精度:  $\pm 4\%$  以内;

重复性精度:  $\pm 2.0\%$ 。

#### 2) 测量参数

空气相对湿度测量: 传感器 1 套; 湿度范围 0~100% , 精度 $\pm 3\%$ ;

风洞喷嘴入口空气的干球温度测量: 1 套(小风量箱) 温度范围 0~120°C; 精度 $\pm 0.1^\circ\text{C}$ ;

出口空气干球温度测量: 2 套 温度范围 0~120°C; 精度 $\pm 0.1^\circ\text{C}$  ;

大气压测量: 1 套, 压力变送器 0.25 级, 量程 80~120KPa;

暖风芯体出口水温: 1 套, 温度范围 0~120°C, 精度 $\pm 0.1^\circ\text{C}$  ;

油冷器出口水温: 1 套, 温度范围 0~150°C, 精度 $\pm 0.1^\circ\text{C}$  ;

散热器流阻: 1 套, 流阻范围 0~100kPa ;

蒸发器出口压力: 测量精度 0.25%(FS);

chiller 出口温度: 1 套, 温度范围 -40~60°C, 精度 $\pm 0.1^\circ\text{C}$ ;

制冷剂流量: 1 套, 质量流量计 0~380kg/h, 0.1 级

## (69) 荧光检测系统