

2025 15X
4 16.

采购供货合同

甲方：陕西科技大学

乙方：四川四汇力环试验仪器有限公司

根据《中华人民共和国政府采购法》、《中华人民共和国民法典》等法律法规，甲方通过公开招标，选定乙方为中标单位。甲、乙双方在平等基础上协商一致，达成如下合同条款：

1、 合同内容

包号：

单位：元

序号	设备名称	型号	生产厂家	数量	单价	总价	备注
1	多物理场机械零部件服役性能智能测试系统		四川四汇力环试验仪器有限公司	1	1,486,000.00	1,486,000.00	
总计（人民币/元）		¥： 1,486,000.00 壹佰肆拾捌万陆仟元整（大写）					

（参数附件说明）

乙方负责按以上确定的设备规格、型号及配套内容进行供货，及时运到甲方指定交货地点安装调试，确保所有设备达到最佳运行状态，负责对甲方操作、维护人员进行培训，指导操作、使用和维修保养，做好售后服务工作。

二、 合同价格

合同总价：人民币大写： 壹佰肆拾捌万陆仟元整；¥ 1,486,000.00 元。

合同总价包括：设备的供应费及所发生的运输费、杂费（含保险）、商检费、搬运费、安装调试费、培训费等，包括从产品供应地点到交货地点所包含的一切费用。合同总价不可变更，不受市场价变化的影响，不受实际数量变化的影响。

三、 款项支付

- 1. 发票在货到验收合格后由乙方开具给甲方。
- 2. 甲方收到乙方开具的全额增值税专用发票（电子、纸质发票均可，纸质发票须包含发票联、抵扣联）后及时向乙方支付合同总价款的 100%。
- 3. 乙方在签订合同前须向甲方交纳中标金额的 5%做为履约保证金，待验收合格后，无异议，乙方提交申请，使用部门签字确认后一次性无息退还。

四、 交货条件



1、交货地点：陕西省西安市未央区陕西科技大学内指定地点。

2、交货日期：双方签字盖章后合同生效，合同生效后 90 个日历日内完成交货。

五、运输方式

根据产品特性，由乙方在保证产品质量的前提下，自行选择运输及包装方式，发生的一切费用全部由乙方承担。

六、质量保证

1、乙方提供的产品必须满足招标文件及合同的技术参数要求。

2、乙方保证货物应是全新、未曾使用过的、优质工艺及材料制造的产品，并保证所供设备的完整性（包括满足设备完整运行的附件、备件、配套件、技术手册等）。

3、乙方保证所提供的设备质量可靠、进货渠道正规、配置合理、技术性能完全满足招标文件要求。

4、乙方应随产品提供检验报告等相关材料。

5、设备性能未达到招标文件技术参数要求的，甲方有权拒收产品或拒绝验收，乙方可进行限期整改；整改后仍达不到要求的，甲方有权解除合同，保留依法索赔的权利。

七、质保期与承诺

1、设备的质保期为设备验收合格后 1 年。

2、质保期内，若发生产品质量问题，乙方应免费解决；否则，甲方将乙方列入“政府采购联合惩戒黑名单”，并追究法律责任。

八、安装、调试及技术服务

1、技术资料包括：出厂检测报告、产品使用说明书、合格证等其它相关资料。

2、在质保期内（保修起始日为货到验收合格之日起），乙方在接到用户对所购设备进行维修的要求后，24 小时内到用户现场进行维修服务，全部费用由乙方支付，若需将产品送回生产厂，由乙方支付维修设备所需的往返费用。

3、乙方保证设备完全按招标要求提供，若达不到要求，乙方须及时跟甲方沟通协商更换设备，并按照再次验收合格时间相应延长该产品保修期。

4、技术培训

1) 内容：包括设备原理、使用操作、保养维修技术等，使受训人员达到独立使用、熟练操作的程度。

2) 培训准备：每台仪器培训主要操作人员 2-3 人。

3) 地点：仪器安装地点（陕西科技大学）



- 4) 时间：在收到采购方通知后一周内安排。
- 5、服务承诺：按投标文件中的服务承诺执行。
- 6、安装调试过程中出现的安全责任问题由乙方全权负责。

九、违约责任：

- 1、按《中华人民共和国民法典》中的相关条款执行。
- 2、若乙方出现不能供货等违约情况，甲方将不退合同金额 5%的履约保证金。
- 3、未按合同要求提供产品或设备质量不能满足招标的技术要求，甲方有权终止合同，并保留追究乙方违约责任的权利。
- 4、因供货期迟延的，乙方按照每天 1‰向甲方承担违约责任。
- 5、因产品质量问题违约的，除了按照迟延时间计算违约金外，另可以采取退货、换货等方式，由乙方承担一切费用。

十、设备验收

- 1、设备到货后，乙方负责安装调试，达到正常运行条件后书面通知甲方验收。
- 2、安装完成后应提供详细的安装报告，并详细记录各种指示的实测数据。
- 3、提供完整的操作手册和安装、调试、维修手册；提供制造厂家的检验检测报告或设备出厂检测报告。
- 4、甲方根据合同要求对设备进行验收、确认设备的产地、规格、型号和数量。验收依据为本合同文本、招投标文件和国内相应的标准、规范。
- 5、验收合格后，填写设备验收单，并向甲方提交设备所包含的所有资料，以便使用单位日后管理和维护。

十一、合同争议的解决

合同一经签订，不得随意变更、中止或终止。对确需变更、调整或者中止、终止合同的，应按规定履行相应的手续。

合同执行中发生争议的，甲、乙双方应协商解决，协商达不成一致时，可向甲方所在地人民法院提请诉讼。

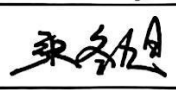
十二、其它事项

- 1、甲、乙双方做为合同执行的主体，有义务及时完全履行合同。招标代理机构陕西正信招标有限公司监督履行。
- 2、甲方使用部门代表学校签署合同，并随时监督合同履行情况。
- 3、合同未尽事宜，由甲、乙双方协商，协商方案作为本合同不可分割的组成部分，与本合同具有同等法律效力。
- 4、招标文件和乙方的投标文件以及合同附件均为合同不可分割的部分。



5、合同一式柒份，甲方持伍份、乙方执壹份，招标代理机构壹份。双方签字盖章后生效，合同执行完毕自动失效。（合同的服务承诺长期有效）。

6、使用单位收货、验货人员：_____ 电话：_____

甲方：陕西科技大学	乙方：四川四汇力环试验仪器有限公司
地址：陕西省西安市未来大学园区	地址：四川省成都市经济技术开发区（龙泉驿区）车城东一路55号哈工大机器人产业园研发展示中心185楼
代理人（签字或盖章）： 	代理人（签字或盖章）： 
技术确认： 	技术确认： 
联系电话：15991382599	联系电话：1808682764
开户行：中国银行西安浐灞区支行	开户行：中国工商银行股份有限公司成都大邑大道支行
账号：1028 8745 5445	账号：4402043009100144464
税号：12610000435630669J	税号：92510129MABN1JWU4D
日期：2025年 12月 8日	日期： 年 月 日



附件:

技术规格书

一、产品选型配置的说明、各系统模块的兼容性

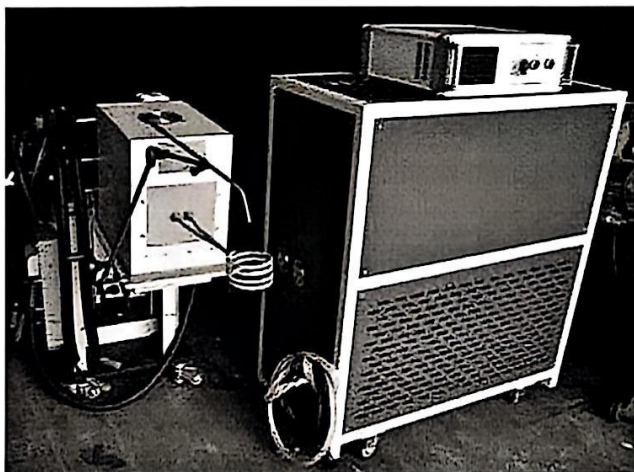
(一) 模块名称: 热-机械疲劳模块

设备主要功能及构成:

本套系统在大气条件下, 对各类导电材料进行最高工作温度可达 1600℃ 的力学性能检测及研究试验, 并应具有完整的加热、调功、测温、控温、等功能。

高温感应加热试验系统

主要包括超高频感应加热源, 感应加热温度控制系统, 冷水机组系统, 感应圈, 支架。



温度范围: 400℃~1600℃, 加热形式: 感应加热; 工作区尺寸: $\Phi 30\text{mm} \times 80\text{mm}$; 加热温度梯度: $\leq 1200^\circ\text{C}$ 时, $\leq 1\%$; 加热升降温速度 $\geq 30^\circ\text{C}/\text{s}$, 与试验主机进行通讯, 可实现热-机械同步加载功能。

超高频感应加热源

超高频感应设备采用串联谐振电路, 谐振后通过高频变压器输出低电压、大电流的超高频电源超高频感应加热源采用西门子 IGBT 功率器件和独特的变频技术, 运行稳定, 提供更高的可靠性和耐用性。

具有恒定电流和恒定功率控制功能, 极大的优化金属的加热过程, 实现高效快速加热, 产品优越性得到极大发挥。



安装简单、方便、接上三相 380V 电源、进水、出水，即可工作，无须专业人员安装。体积小、重量轻，操作简单。具有过压、过流、过热、缺相、欠水等多重保护和显示。

在同等条件下具有比传统电子管高频加热设备省电一倍的效果，具有“小材大用”达到事半功倍之效，同时减少电力负荷和电力增容，为您节省成本。

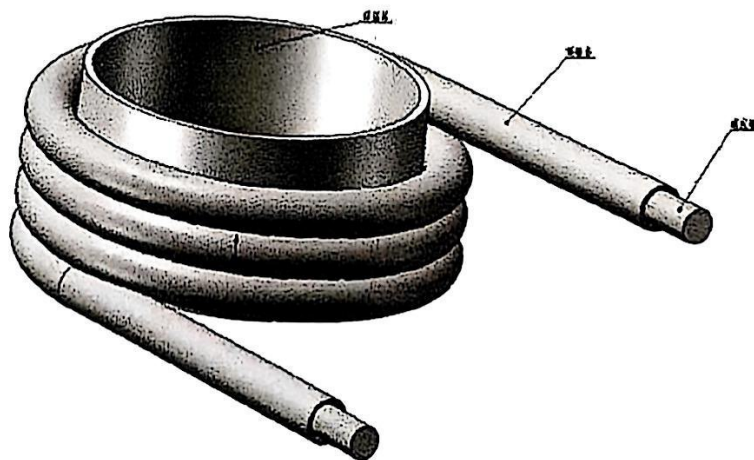
具有 100%的满负载设计，可连续 24 小时不间断工作。具有加热-保温-冷却三段功能设定，有利于提高加热质量和加热循环性，简化人工操作。

分体式的优点及应用：

- 1、在一体式设备中，超高频电源（主机）与超高频变压器（分机）一体，
- 2、应用于环境很差的工作场所，可以将主机封闭在干净的空间，大大减少主机的维修率，增加设备的可靠性。

感应源技术参数：输入电压：三相电，380V ， 200-500KHZ，电源输出控制方式：恒电流方式，电源暂载率 $\leq 90\%$ ，输出振荡频率为 200—500KHZ。

发热体 采用优质紫铜材料，整个发热体结构采用圆形螺旋管状。管径向内侧装有纤维毡隔热件。隔热内挂有感应发热体，感应圈匝数 5-10 匝。其整体固定于感应源上。炉体功率约为 10-15KW 。发热体长度约为 50mm 。发热体整体是易拆卸的，便于维修更换。



相似图形，具体以设计为准

高温感应加热控制试验系统

如图所示

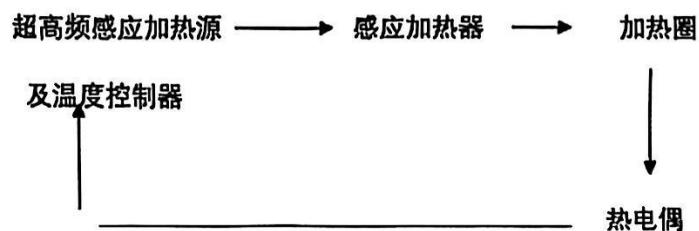


感应温度控制温控系统是通过人机对话触摸屏设定所有参数，通过输出电流控制超高频感应发生器，再通过感应圈的输出磁场强弱来控制被感应件的温度，通过热电偶反馈来达到控温目的。全数字电路等，电气系统设有过流、过压反馈及保护电路，电控屏箱按西门子标准制作，控温精度高，操作方便。控温系统具有 P. I. D 调节、超温声光报警功能，电器元件采用施耐德品牌，具有温度设定，可以程序控温，1600℃ 以下采用热电偶传感器。

温度控制系统参数：温度波动度： $\leq 7^{\circ}\text{C}$ ，控温仪表精度：0.1%FS，温度过冲 $\leq 10^{\circ}\text{C}$ ，分辨率为 0.1，控制系统具备 PID 控制功能，温度控制梯形波能够自动检测温度，温度曲线。热电偶：S 偶：1 只。

供电系统与温度控制系统有较强的抗干扰能力电源系统应避免对供电电网产生污染；控制柜防尘、防水，具有正压保护功能，进出风口设在侧面，且加毡垫过滤；过载能力不低于 5%，最低维持功率满足最低升温速率的要求。

高温炉加热原理简图



压缩机水冷系统

水冷系统 是采用法国进口风冷泰康压缩机配环保制冷剂，冷热交换器等形成一套密封系统，对已过虑的纯净水进行冷却，然后通过水泵将水打入感应加热系统内。本系统具有密闭式，闭环，强制循环冷却功能。同时此水冷系统具有设定水温自动保温水流量控制等功能。还具有断水报警。高压保护等功能，

冷水机组采用国内先进的冷水机，具有控温、调温功能，能够始终保证冷却水温 $\leq 40^{\circ}\text{C}$ ，冷水机流量：6L/Min，水箱容量：0.05m³，具有断水报警，保护功能。

气源及气体控制系统

通过控制管路气压及电磁阀开关来达到控制气体吹到试样的量以此来控制试样降温速度。此通路同时协调感应加热控制系统升温 and 降温信号也可来自于试验机力值模拟输出信号

其他：

保温时间： ≥ 24 小时。

支架炉体支架可手动调整，可横跨主机前后移动，炉体上下调整空间为400mm-900 mm。

该模块配置清单：

- 1、棒材，板材拉伸夹具、压缩夹具、疲劳夹具各 1 套（材料：高温合金），夹具尺寸与原试验机匹配，主机接头：拉伸、疲劳、蠕变试验机各 1 套，保证能够和原试验机主机连接。
- 2、高频感应加热源 1 套；
- 3、感应源设备 1 套；
- 4、冷水机组 1 套；
- 5、支架 1 套；
- 6、力学夹具：棒材，板材拉伸夹具、压缩夹具、疲劳夹具各 1 套；
- 7、加热线圈：5 套，S 偶 1 只。



（二）模块名称：高温-腐蚀-力学模块

设备主要功能及构成：

高温加热炉由发热体，隔热层，炉壳，热电偶，电极及等组成。此高温炉炉为圆筒卧式结构及方形炉对接结构，整个高温炉外壳是由不锈钢制成，隔热层为对开式结构，发热体采用铁铬铝丝，分上中下三段加热。及卧式单段缠绕电极由高温炉侧部引出，隔热层由耐高温硅酸铝绵组成，热电偶由炉体中侧部引出 卧式炉内衬陶瓷管。

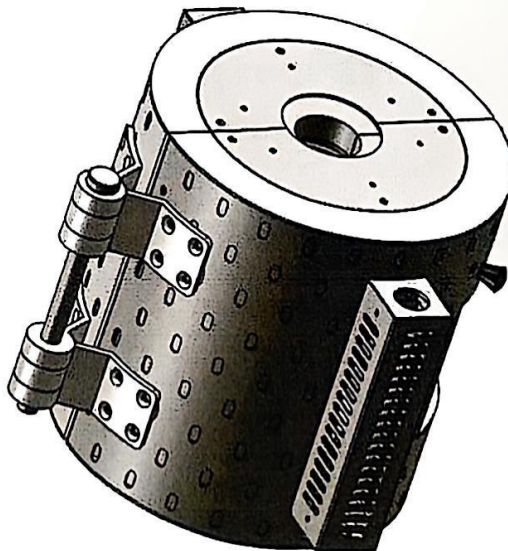
隔热层用于炉体腔体保温材料选用优质高温硅酸铝纤维绵材料。固定于炉体内侧。保温层厚度约 150mm。整个隔热层各层对接交叉已达到更高的保温效果

发热体 采用优质铁铬铝材料，整个发热体结构采用方形分别处于炉体左右前后两侧。每一组发热体由导电块经风冷电极连接从箱体上部引出。发热体整体是易拆卸的。便于维修更换。

高温腐蚀加热炉温度范围 $300^{\circ}\text{C} \sim 1100^{\circ}\text{C}$ ，均热带长：50mm；温度偏差： $300^{\circ}\text{C} \sim 600^{\circ}\text{C}$ 时， $\leq 3^{\circ}\text{C}$ ； $600^{\circ}\text{C} \sim 800^{\circ}\text{C}$ 时， $\leq 4^{\circ}\text{C}$ ； $800^{\circ}\text{C} \sim 1100^{\circ}\text{C}$ 时， $\leq 5^{\circ}\text{C}$ ，加热炉具备高温氛围腐蚀功能，具备多种物质（气体/液体）加热能力。

加热炉加热内腔尺寸： $\Phi 70\text{mm} \times 150\text{mm}$ 。

加热炉外形尺寸： $\Phi 300\text{mm} \times 200\text{mm}$ 。



温度控制系统

温度控制采用了宇电温度控制仪表，该表是智能型温度调节仪。数字显示，测温灵敏度 0.1°C 。精度 0.1% ，触发电路采用多段多回路可控硅移相式过零控制炉温，具有电流冲击小、对电网污染小等特点，可一定程度上延长炉丝使用寿命。

高温炉每一个炉丝，由一路温度控制器控制，试验温度和设定参数均可显示，并且有上、下限保护功能。

高温炉带有 3 支热电偶，用于测量试样标距内温度（直接捆绑在试样中或侧插），并同时进行自动控温。用于测量热电偶应与试样捆绑牢固，并用保温材料加以屏蔽，不受炉丝直接热辐射影响。

多段数显示温度控制系统控温范围： 300°C – 1100°C 。控制系统温度波动度： $\leq 3^{\circ}\text{C}$ ，控温仪表精度： $0.1\%\text{FS}$ ，分辨率为 0.1 ，具备 PID 控制功能，温度控制梯形波能够自动检测温度，温度曲线。热电偶：K 偶：4 只。

高温炉在保温阶段超温时，具有保护机制，能控制加热电炉自动断电；

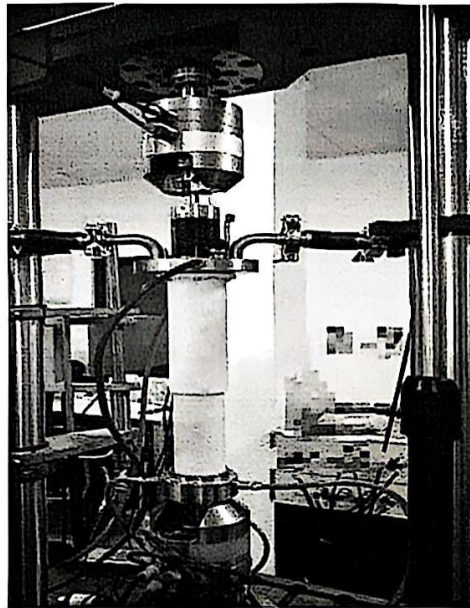
高温密闭氛围系统：可抽真空，可充多种氛围环境：包括多种混合气体/液体，氛围系统腔体采用惰性材料，密封腔体不易被腐蚀（包括酸、碱、燃气等介质），腔体密封圈能够承受 $\geq 800^{\circ}\text{C}$ 高温酸碱腐蚀。

气液输入系统包括空气，燃气/油，盐水三大系统（电磁阀、流量计、管路等），各系统之间能够独立工作，也可通过控制器进行比例混合，能够稳定在高温环境下对试样进行力学热腐蚀。

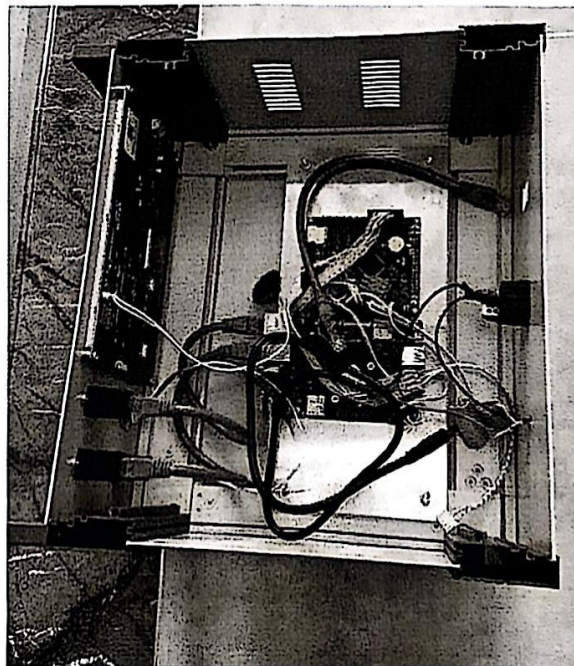
空气、燃气、氮气等气体流量计技术参数：流量范围： $0.5\text{ m}^3/\text{h}$ – $16\text{ m}^3/\text{h}$ ，测量精度： 3% ，工作压力： $\leq 0.3\text{Mpa}$ ，使用温度： -20°C – 60°C ，具备 RS-485 通讯。

盐水流量计以及阀门技术参数：测量精度： 3% ，阀门、管路之间抗盐水腐蚀，具备长时间工作能力。





控制系统：可通过人机对话触摸屏设定所有参数，控制器有 8 通道闭环控制功能，可实现两种操作模式：自动模式、手动模式，控制器具备机器学习功能，可自动调节各通道或管路流量，也可手动调节。控制器具备报警功能，如遇突发情况，自动锁定并且关闭所有气体、液体、温度供应源，控制器及设备具有多重保护。



冷水机：冷却水温 $\leq 40^{\circ}\text{C}$ ，水流量：6L/Min，水箱容量：0.05m³，具有断水报警，保护功能；水路流量控制功能；防止主机力值传感器，其他传感器等过热。

该模块配置清单：

1、棒材，板材拉伸夹具、压缩夹具、疲劳夹具各 1 套（材料：高温合金），夹具尺寸与原试验机匹配，主机接头：拉伸、疲劳、蠕变试验机各 1 套，保证能够和原试验机主机连接。

2、高温腐蚀加热炉 1 套；

3、多段数显示温度控制系统 1 套；

4、高温下密闭氛围系统 2 套；

5、控制系统 1 套；

6、气液输入系统 1 套；

7、空气、燃气、氮气等气体流量计以及阀门 2 套；

8、盐水流量计以及阀门 1 套；

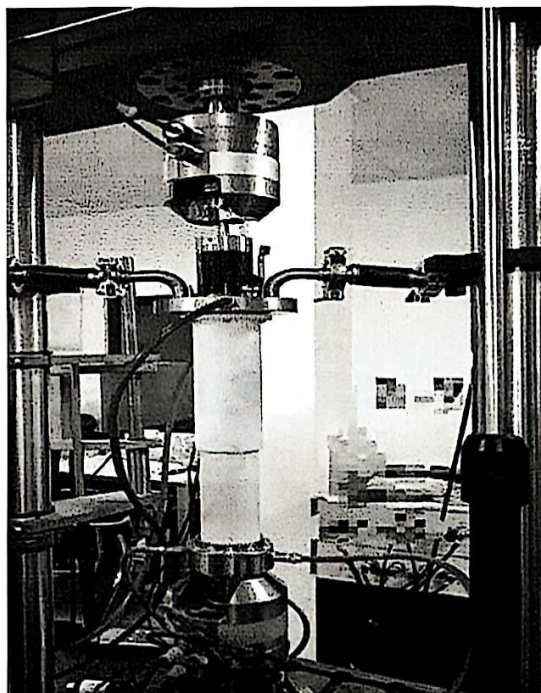
9、连接管路系统 1 套；

10、冷水机组 1 套；

11、力学夹具：棒材、板材拉伸夹具、压缩夹具、疲劳夹具各 1 套；

12、腔体密封圈 50 个。



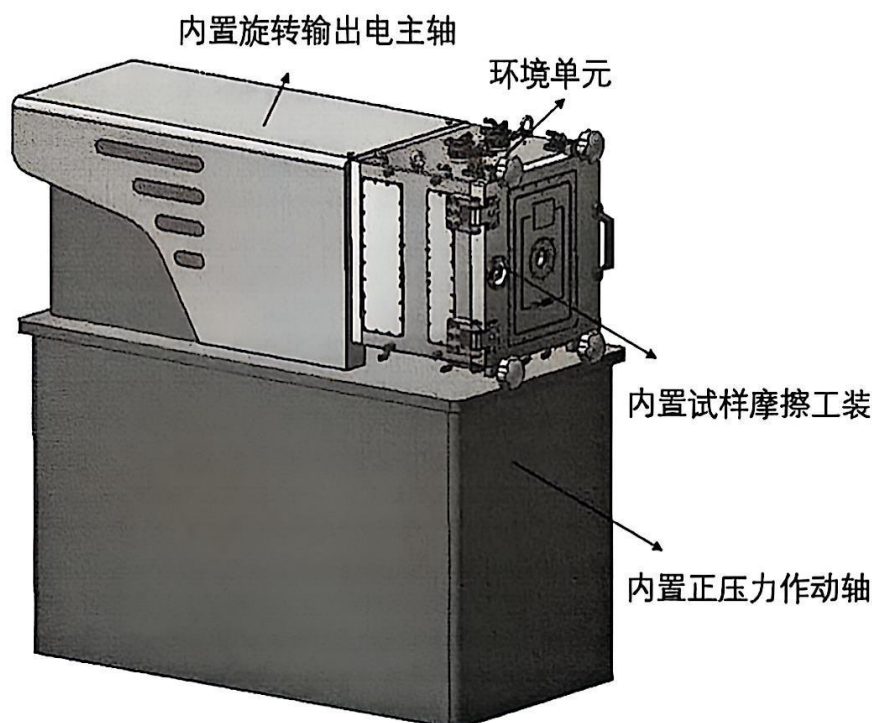


（三）模块名称：高温-腐蚀-力学模块

设备主要功能及构成：

本系统是为实现超高速摩擦磨损对特种涂层寿命影响的专用测试设备，主要以电主轴为动力源，高温模拟环境内电主轴带动高速旋转的摩擦盘作用于试样表面，试验过程中磨损量实时监控，从而模拟出一定载荷下涂层寿命数据。机架采用模块化设计，易于功能扩展升级、维护，安装运输方便。





设备功能及特点：

高速旋转震动方面，首先，为了将动力源头的震动降低到最低，我们采用高速电主轴作为动力源。为了传动链上的零件震动也降到最低，所有零件必须进行动平衡评价后上机使用。

高速旋转对应的线速度太高而需要考虑的安全性方面：摩擦面位置线速度达到 300m/s，如果发生试样高速飞出或者连接螺钉高速飞出都是非常危险的，所以在摩擦面旋转动作所在面，的上、左、右三个方向要进行重点的二次防护，一面发生意外对周围设备尤其是人造成伤害。

正压力施加的精度方面和施加载荷的稳定性方面，我们采用机电伺服方式施加载荷，但是考虑到刚性接触摩擦过程的端跳存在，载荷施加传动链上配置刚度适中的弹簧，用于吸收过程中的震动或跳动引起的载荷剧烈波动，在摩擦磨损试验的进行中，涂层厚度不断减薄，机电伺服会实时闭环调控平均作用力，使得整个摩擦磨损过程为实时力控闭环跟随性。



摩擦力测量精度方面，从传统设备角度考虑，一般采用与摩擦轮同轴安装的扭矩传感器，但是本项目不适用，因为哪怕一点点的轴承摩擦都会引起微小摩擦力的测量误差，所以本系统采用的是专门切向力测力传感器。

涂层厚度实时监控：测试过程中，涂层后堵从 $300\text{ }\mu\text{m}$ 左右一直减薄，本系统配置了分辨率 100nm 的位移传感器，实时监测涂层磨损减薄程度。

阻尼减震单元：避免震动对外界产生负面影响；

高速相机接口：为了便于操作者实时观察摩擦磨损内部试验情况，环境箱前门设置摄像机连接接口。

软件和电气控制方面需要明确的几点：接触探测采用位移闭环到力目标后自动进入力闭环的控制模式，过程控制则为实时跟随。

安全链逻辑方面：硬件端设置外置急停开关，放于客户便于操作地方，软甲软件端“断裂检测”类安全链的植入，如果闭环控制过程中系统发现力突然下掉（操作者可以提前设定好掉落识别阈值）则立刻程序切断电主轴动力，自然停机。

整个试验环节闭环控制：实现不同相位的静态位移保持观测，可以程序设定观测角度；

主机模块：

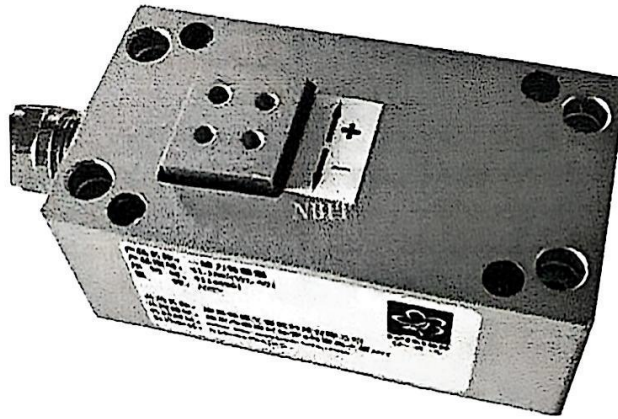
实验台主体结构采用高强度合金钢或优质铸铁材料制造，经过优化设计与精密加工，具备出色的抗变形能力。电主轴与轴承座之间采用高精度角接触球轴承或圆锥滚子轴承，并经过严格的预紧和动平衡调试，保证主轴系统在高速旋转时的高刚性与稳定性。这种高刚性结构有效减少了因振动和变形对涡轮盘模拟实验数据准确性的影响，确保实验结果的可靠性。主机模块主要由主机框架、驱动单元、力传感器等模块组成；

力传感器：可配置为多维力传感器，同时测量轴向和剪切方向力，进而换算摩擦系数等等，具有优越的稳定性和精度，能更好的满足测力系统的精度要求，此传感器特点为：

- ◆ $\leq 0.5\%$ FS 精度，拉压一致性好；
- ◆ 整体密封，性能稳定可靠；
- ◆ 整体结构紧凑；



◆ 输出灵敏度小，刚性好，寿命长



1、摩擦试验机主轴转速：3000~30,000 r/min，无级调速。速度精度：1% FS（满量程），在全速段内实时动态精度偏差不得超过该范围；配备转速反馈传感器，采样频率：1 kHz。

2、摩擦试验机试验盘精度：平面跳动量： ≤ 0.08 mm，采用精密磨削加工工艺，试验盘工作面粗糙度 $Ra \leq 0.8 \mu m$ 。

3、摩擦试验机线速度： ≥ 300 m/s，误差 $\leq 1\%$ ，系统可支持实时显示线速度曲线（采样间隔可设置）。

4、线速度稳定性：在任意设定线速度下，波动幅度 ≤ 1 m/s。

5、摩擦试验机试验力：摩擦力值范围：10~50 N，系统支持力值连续可调，调节分辨率 ≤ 0.1 N。力值精度：0.5% FS，系统在 10N、30N、50N 三个校验点的示值误差均满足该要求（按 JJG 139-2014《拉力、压力和万能试验机检定规程》校准）。

6、摩擦试验机加载方式：采用伺服电机驱动加载，加载响应时间 ≤ 50 ms。

7、摩擦试验机摩擦力测量：测量范围：0.01~100N，摩擦力均覆盖低摩擦（如润滑工况）到高摩擦（如干摩擦）场景。精度误差：0.5% FS，在 0.01~1 N 小力值段误差 ≤ 0.005 N，1~100 N 段误差 ≤ 0.5 N。传感器类型：采用应变式拉力传感器，量程 0~150 N（预留 20%过载余量），采样频率 ≥ 10 kHz。

电主轴单元：



采用高性能变频调速电主轴，其具备宽转速范围调节能力，例如可实现 0 至 30000rpm 的无级调速。电机选用高功率密度的永磁同步电机，具有较高的效率和扭矩输出特性。通过先进的矢量控制变频器精确控制电机转速，可使转速稳定精度达到 $\pm 1\text{rpm}$ ，满足涡轮盘模拟件在不同工况下对转速精准度的要求。电主轴内置高精度的编码器，实时反馈主轴的转速、位置等信息，为闭环控制提供精确的数据支持，确保旋转过程的稳定性和可靠性。采用先进的矢量控制技术或直接转矩控制技术，对电主轴进行精确的转速调控。能够在较宽的转速范围内（如 0 - [X]rpm）实现高精度调速，转速控制精度可达 $\pm [X]\text{rpm}$ 以内，满足不同涡轮盘模拟实验对转速多样化且精准的要求，无论是低速启动还是高速稳定运行，都能确保转速波动极小，为实验提供稳定可靠的旋转速度环境。



夹具模块：

本系统配置夹紧装置为板试样夹具，采用外圆定位，试样与夹具间靠试样外圆承载，防止安装误差影响测试结果。压缩夹具采用模块化设计，可集成到原拉伸夹具上，安装方便、快捷。



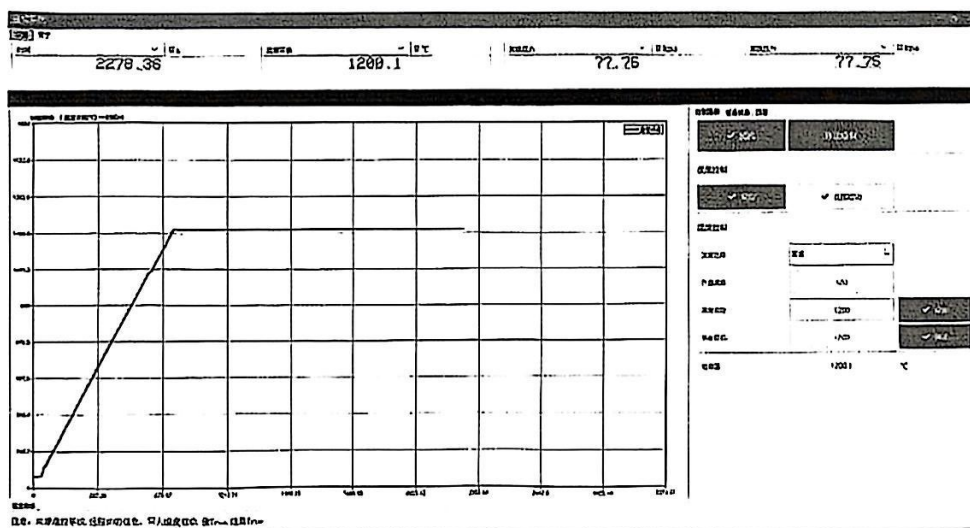
高温环境模块：

采用氛围式加热环境箱冷，实现 360° 环绕式制热，升温速度快，样品受热均匀，可覆盖所有试验类型材料。另外高速旋转对应的线速度太高而需要考虑的安全性方面：摩擦面位置线速度达到 300m/s，如果发生试样高速飞出或者连接螺钉高速飞出都是非常危险的，所以在环境箱摩擦面旋转动作所在面，的上、左、右三个方向要进行重点的二次防护，一面发生意外对周围设备尤其是人造成伤害。

温控软件界面可实时显示温度，并设置温度值，并实时采集温度数据绘制温度曲线。

温控系统：

加热范围：室温~800℃。控温精度： $\leq 2^{\circ}\text{C}$ ，在 300℃、600℃、800℃三个典型温度点的稳态控温偏差 $\leq 2^{\circ}\text{C}$ ，温度波动度 $\leq 2^{\circ}\text{C}/\text{h}$ 。加热方式：采用红外加热或电阻丝加热。



水冷系统:

有热膨胀和热隔绝场景需要水冷，本系统采用 0.3℃精度水冷机，保证系统热平衡之后测量精度不受水温波动等影响。



软件与耐久性:

1、程序化控制：支持通过软件预设转速、试验力、温度、试验时长等参数，形成自动化试验流程，流程编辑支持逻辑判断（如“当磨损量达到阈值时自动停机”）。

连续试验能力：连续稳定运行 ≥ 50 小时，试验数据记录完整率 100%，无软件崩溃或数据丢失。

2、操作界面：提供中文/英文双语界面，支持试验过程实时曲线显示（转速-时间、温度-时间、摩擦力-时间等）。

其他:

1、电源：380 V $\pm$ 10%。

2、数据采集系统监测参数：实时采集并记录摩擦力（采样频率 ≥ 10 kHz）、温度（采样频率 ≥ 10 Hz）、转速（采样频率 ≥ 1 kHz）、试验力（采样频率 ≥ 1 kHz）。



3、安全保护：过载保护：试验力、主轴扭矩超过额定值 110%时，自动停机并记录故障代码。紧急停机：配备物理紧急停机按钮，响应时间 ≤ 0.5 s

4、扩展功能：具备气氛控制系统及高速摄像模块。

5、数据输出，导出格式：支持 CSV/Excel 格式一键导出，文件包含所有监测参数的原始数据及计算结果（如磨损率、摩擦系数）。

报告生成：软件内置试验报告模板，可自动生成包含试验参数、曲线、结果分析的 PDF 报告，支持自定义企业 Logo 及报告格。

模块配置清单：

- 1、主机系统一套
- 2、高温系统一套
- 3、夹具系统一套
- 4、随机文件一套

