西安理工大学重大设备更新项目设备采购合同

合同名称：

气相色谱质谱联用仪及电脉冲辅助定向凝固炉及高精度真空自耗电极电弧炉

合同编号：采购计划编号2026105531HW0146

电脉冲辅助定向凝固炉合同

根据《中华人民共和国民法典》《中华人民共和国政府采购法》等相关法规，西安理工大学(甲方)与 沈阳好智多新材料制备技术有限公司 (乙方)就甲方购置 电脉冲辅助定向凝固炉 的采购项目，经双方协商达成如下合同条款：

一、标的物及技术要求

1. 设备购置清单（投标文件分项报价表）：

序号	设备名称	品牌/规格/型号	生产厂家	数 量 （台、套）	单 价 （元）	小 计 （元）
1	电脉冲辅助 定向凝固炉	沈阳好智多/ 非标定制	沈阳好智多新材料 制备技术有限公司	1 套	894,000.00	894,000.00
合计总价（人民币大写 ）：捌拾玖万肆仟元整　　（小写） ：894,000.00 元						
注：以上价款为包含货物费(含备品备件费)、包装费、运杂费(含搬运、装卸、保险费等)、工程费、材料费、全部税 费、安装调试费等完成本合同内容甲方应支付的全部相关费用。						

2. 其他内容：

3. 技术要求、商务要求：详见附件。

二、交付与运输

1. 交付时间：乙方应于签订合同后 150 个日历日完成供货。

2. 交付地点：西安理工大学指定位置 西安理工大学科技园

3. 运输与保险责任：乙方负责本合同项下设备的包装、全程运输、装卸、保险事宜并承担相应费用。定制产品设备毁损、灭失的风险，自设备在交付地点完成安装调试并经甲方最终验收合格后转移至甲方；非定制产品设备毁损、灭失的风险，自设备在交付地点经甲方授权代表签收后转移至甲方。

4. 乙方交付设备时需同时移交技术文件及商业单证，包括但不限于保险单、装箱单、产品合格证、质量保证书、使用说明书、保修卡、原产地证明书（进口设备）、报关单（进口设备）、电路图、维护手册、安装图纸等，否则甲方有权拒收且不视为乙方完成交付。

三、支付方式：按以下第 3 种方式进行支付。

1. 乙方按照合同规定期限内供货、调试完成，经甲方最终验收合格并签署《验收合格报告》

后 7 个工作日内，向乙方支付全部合同款项。乙方应在甲方付款前，向甲方开具全额合法有效的增值税专用发票。

2. 合同签订后 5 个工作日内，甲方向乙方预付合同总价的 40%；设备运抵甲方指定地点并经甲方初步查验无误后 7 个工作日内，甲方向乙方支付合同总价的 30%；设备安装调试完成，经甲方最终验收合格并签署《验收合格报告》后，乙方开具全额合法有效的增值税专用发票，甲方在 7 个工作日内向乙方支付合同总价的 30%。

3. 合同签订后 5 个工作日内，甲方向乙方支付合同总价的 40%；设备运抵甲方指定地点并经甲方初步查验无误后，乙方按照剩余合同金额向甲方开具不可撤销、见索即付的银行保函，甲方收到银行保函正本后 5 个工作日内向乙方支付等额款项；设备安装调试完成，经甲方最终验收合格并签署《验收合格报告》后，乙方开具增值税专用发票，甲方在 5 个工作日内向乙方退还不可撤销、见索即付的银行保函正本。

4. 其他付款方式：_____。

四、履约保证金：合同签订后 5 个工作日内，乙方向甲方支付 44700 元（大写：肆万肆仟柒佰元整）作为履约保证金。合同标的物经甲方最终验收合格后 5 个工作日内，甲方将上述保证金无息全额退还乙方。若乙方存在违约、给甲方造成损失或应承担违约金/赔偿金，甲方有权直接从履约保证金中抵扣对应金额，且乙方应在甲方通知后 5 个工作日内补足履约保证金；履约保证金不足以覆盖的部分，乙方仍应在甲方通知后 5 个工作日内补足差额。

五、安装与调试

1. 安装调试服务：如设备需要安装调试，乙方应在设备运抵交付至甲方指定地点后 5 日内，派遣合格技术人员免费完成安装、调试及基础校准等工作，确保设备达到合同约定的技术状态并通知甲方进行初步验收。若设备无需安装调试，乙方应在本合同签订后 5 日内向甲方出具书面说明。

2. 安装环境配合：甲方负责提供设备安装所需的电力、场地等基础条件。乙方应提前 30 日书面告知甲方具体的安装环境要求（如承重、温湿度、洁净度、电源规格等），因乙方未及时、准确告知而导致安装延误或产生额外费用、给甲方造成损失的，由乙方承担责任。

六、验收

1. 乙方按合同约定完成全部设备交付、安装调试并自检合格后，应向甲方提交书面验收申请及完整验收资料。甲方收到合格验收资料后，组织验收，验收质量按招标文件的采购参数内容、本合同及附件约定的采购参数、技术要求验收。

2. 若设备验收不合格，乙方应在收到甲方书面通知后 5 日内免费进行整改，并申请甲方复验。若乙方未在规定期限内完成整改或拒绝整改，视为乙方根本违约，甲方有权直接解除合同、要求退货并追究乙方违约责任；若复验仍不合格，甲方有权选择单方解除合同、要求退货，并要求乙方赔偿因此给甲方造成的全部损失。甲方也有权选择要求乙方更换合格设备，由此产生的所有费用由乙方承担，且更换后的设备增值服务自新设备验收合格之日起重新计算。

3. 验收标准：以本合同约定的采购参数、技术要求、招标文件、投标文件及国家相关质量标准为依据。

4. 本合同采取以下第 （2） 种方式进行验收。

（1）一次性验收

设备无需安装调试的或者虽然需要安装调试但无需试运行的，在设备运抵甲方交付地点或在安装调试完毕并自检合格后采取一次性验收方式，该一次性验收即为最终验收（甲方收到乙方验收通知之日起_____个工作日内完成）。

（2）初步验收+最终验收

初步验收：设备运抵甲方指定地点、安装调试完毕并自检合格后，乙方向甲方提交书面验收申请及完整验收资料通知甲方进行初步验收，双方对设备数量、型号、外观及基本运行情况进行确认。初步验收应在甲方收到乙方验收通知之日起 5 个工作日内完成。

最终验收：初步验收合格后，进入为期 30 日的试运行期。试运行期满后，设备性能稳定且符合合同全部要求的，由甲方组织最终验收。大型或复杂项目，甲方有权邀请国家认可的第三方机构参加验收。

最终验收应在试运行期结束后 5 个工作日内完成。

3. 验收（含初验、终验）合格以甲乙双方共同签署的《验收报告》为准。

初步验收或者一次性验收中，如乙方交付的设备品种、规格、数量、质量等不符合合同约定的，甲方有权拒收，并要求乙方在 7 日内无条件更换、重做。若乙方未按期更换、重做或更换、重做后仍不符合约定，视为乙方不能交货，甲方有权解除合同，要求退款并追究乙方违约责任。因乙方更换、重做延误的期限由乙方承担延迟交货违约责任。

终检验收不合格的，甲方有权要求乙方限期整改，并申请甲方复验，甲方也有权选择要求限期更换合格设备。若乙方未在规定期限内完成整改、更换或拒绝整改、更换，或按期完成整改、更换但复验仍不合格，构成乙方根本违约，甲方有权直接解除合同，要求退货退款并追究乙方违约责任。因验收不合格而产生的整改、更换、退货等一切费用及损失由乙方承担，因整

改、更换造成的延误由乙方按照本合同第九条第2款约定承担逾期完成验收责任。

七、质量保证及售后服务

1.合同标的物必须为全新未使用过的、来源合法，符合国家或有关行业质量标准，且完全符合招标文件、本合同及附件约定的技术参数、规格型号要求。

2.合同标的物自最终验收合格之日起增值服务为 2 年。在增值服务内出现的质量问题，乙方负责免费维修、维护或更换，确保设备恢复正常运行。更换部件的增值服务自更换完成之日起重新计算。若乙方未按时响应或维修后仍无法正常使用，甲方有权委托第三方维修，产生的费用从履约保证金或相关应付款项中抵扣，不足部分由乙方承担。

3. 乙方承诺提供 终身 的免费软件升级、技术咨询等技术支持服务。增值服务外，乙方应以优惠价格□/免费□提供终身维修服务与优惠价☑/成本价□的备品备件供应。

4.乙方须在接到甲方故障通知后 1 小时内响应， 48 小时内派技术人员到达现场解决问题。如遇紧急故障，应提供不间断支持直至故障排除。

八、产权与保密

1.**设备知识产权声明**：乙方保证所供设备（包括硬件及随附软件）所含的全部知识产权归乙方或其合法许可方所有，所供设备为其合法所有或有权处分，不存在任何权利瑕疵。甲方在设备交付并经甲方验收合格后，取得该硬件设备的完整所有权；甲方在支付全部合同价款后，获得该设备及所附软件的非独占、可在甲方及其内部关联主体间转让或共享的使用权（含甲方委托第三方在该项目后续开发的使用权）

2.**保密义务**：双方应对因履行本合同而获知的对方的技术资料、技术参数、采购价格、商业计划、内部流程等未公开信息承担保密义务。

九、违约责任：

1.合同违约情况按《中华人民共和国民法典》中的相关条款执行，甲乙双方必须遵守本合同并执行合同中的各项规定，保证本合同的正常履行。甲乙双方均应遵循诚信原则，根据合同的性质、目的全面履行合同约定义务，任何一方违反本合同约定，均应承担相应的违约责任。

2.乙方未按本合同约定时间交付设备、完成安装调试、完成验收的，每逾期一日，应向甲方支付合同总金额1‰的违约金；延迟超过15日的，甲方有权单方解除合同，要求退货，乙方除返还甲方已支付款项外，还应向甲方支付合同总金额20%的违约金，如该违约金不足以弥补甲方损失的，乙方还应予以赔偿。

3.乙方原因导致设备侵犯第三方知识产权或存在其他权利纠纷，致使甲方（含甲方内部关

联主体及甲方委托的第三方）无法正常使用或卷入诉讼的，乙方应负责解决并承担全部费用。同时，甲方有权选择解除合同，乙方应支付合同总价款20%的违约金并赔偿损失。

4. 在乙方依约履行本合同的前提下，甲方因自身原因逾期向乙方支付合同款项的，应按全国银行间同业拆借中心公布的同期贷款市场报价利率（LPR）和逾期天数向乙方支付逾期付款部分的利息。

5. 乙方未经甲方书面同意擅自将定制设备项目分包或转让的，甲方有权立即解除合同，乙方除返还甲方已支付款项外，还应向甲方支付合同总金额20%的违约金，如该违约金不足以弥补甲方损失的，乙方还应予以赔偿。

6. 任何一方违反本合同约定，给对方造成损失的，应赔偿对方全部直接和间接损失，包括但不限于诉讼费、律师费、鉴定费、保全费、差旅费等。

7. 本合同项下约定的所有甲方应付款项，若因乙方违约（包括但不限于质量、交付、安装调试、验收等问题）导致甲方付款条件未成就或付款时间延后的，不视为甲方违约，乙方仍应承担相应的违约责任。

8. 乙方应对其工作人员人身安全负责，如因乙方工作人员在履行职务过程中的疏忽、失职、过错等故意或者过失原因给甲方造成损失或侵害，包括但不限于甲方本身的财产损失（直接损失、间接损失、甲方为避免损失扩大或维权而支出的律师费、诉讼费、保全费、鉴定费、差旅费等所有合理费用等）、由此而导致的甲方对任何第三方的法律责任等，乙方对此均应承担全部的赔偿责任；

9. 未按合同要求提供设备或提供的设备质量或规格不能满足技术要求，甲方有权终止合同并对乙方违约行为进行追究，同时按政府采购法的有关规定进行相应的处罚；

10. 招标文件、投标文件规定的其他违约情形；

11. 其他：无

十一、违约解除合同：出现下列情形之一的，视为乙方违约。甲方可向乙方发出书面通知，部分或全部终止合同，同时保留向乙方索赔的权利。

1. 乙方根本违约，包括但不限于无法交付设备、设备存在严重质量问题无法修复（具体指经甲方书面通知后，乙方在合同约定的期限内或甲方另行给予的合理期限内进行整改或更换后，设备仍无法通过甲方验收的）、提供的资质文件造假等；

2. 乙方未能履行合同规定的其他主要义务，经甲方书面催告后在合理期限内仍未履行，或该等违约行为导致甲方合同目的无法实现的；

3. 乙方在本合同履行过程中有欺诈行为的；

4. 其他：无

本合同项下约定的所有甲方应付款项，若因乙方违约（包括但不限于质量、交付、安装调试等问题）导致甲方付款条件未成就或付款时间延后的，不视为甲方违约，乙方仍应承担相应的违约责任。

十二、争议解决：合同履行过程中出现争议时，由双方友好协商解决。协商不成，向甲方所在地有管辖权的人民法院提起诉讼。

十三、其他约定事项：

1. 合同经双方签字盖章后生效。合同一式四份，甲方执三份，乙方执一份；

2. 招投标文件及乙方澄清文件、承诺等均为本合同的附件，与本合同具有同等法律效力（本条款适用于招投标项目）。

3. 乙方应根据法律法规的要求建立并维系自身良好的健康、安全、环保体系。乙方因履行合同造成乙方和或第三方的人员损失和（或）财产损失以及环境污染损失由乙方承担全部责任。

4. 本合同履行过程中，对于往来通知应以书面形式（包括但不限于电子邮件、短信、传真等形式）送达对方。甲乙双方以下列地址作为接收双方往来通知的送达地址，当通知到达下列任一地址时，即视为已经送达。如一方变更下列地址的，应当在变更当日以书面形式通知对方，否则对方按本合同约定地址发出的通知视为有效送达。甲乙双方发生争议引发诉讼或仲裁的，以下地址同时作为法院或仲裁机构司法文书的送达地址。

甲方送达地址：陕西省西安市高新区瞪羚路 26 号西安理工大学科技园

联系人：张喆

联系电话：15891769371

电子邮箱：zzhang@xaut.edu.cn

乙方送达地址：沈阳市大东区联合路 252 号

联系人：卢雨苏

联系电话：13478198928

电子邮箱：13478198928@163.com

5. 本合同履行及后续审计中，乙方须无条件配合甲方及审计、财政等监督管理部门的工作，提供所需全部资料。

甲方（盖章）：西安理工大学	乙方（盖章）：沈阳好智多新材料制备技术有限公司
信用代码：12610000435230 42XN	信用代码：91210104667163537U
地址：西安市金花南路 5 号	地址：沈阳市大东区联合路 252 号
开户银行：中国银行西安金花南路支行 银行账号：102891574567	开户银行：建行沈阳汽车城支行 银行账号：2100 1414 2010 5250 3957
法人/委托代理人签字：	法人/委托代理人签字：
电话：15891769371	电话：024-88096571
签订日期：2026 年 8 月 20 日	签订日期：2026 年 7 月 31 日

附：电脉冲辅助定向凝固炉 技术协议

一、设备用途

该设备是集高温合金熔炼、浇注、模壳单区保温、定向凝固晶体生长功能为一体的定向凝固设备。在凝固过程中获得高的温度梯度，稳定的晶体生长条件。

主要用于高温合金及其它金属材料的熔炼以及轴类/叶片类零件的定向凝固，能分别实现真空条件或一定气氛条件下，通过控制温度梯度，实现材料的定向凝固，使材料沿特定方向生长，行程有序的晶体结构。通过电脉冲磁场的辅助，可以细化凝固组织，改善材料性能；控制晶体生长取向；净化熔体与改善元素偏析；调控凝固过程与界面形态；实现熔体过热处理；低过冷度下实现细晶化。

二、主要技术指标

2.1 配置机械泵、罗茨泵和分子泵组成的三级抽真空系统，以及优质的密封设计和腔体材料。极限真空度:≤$1x10^{-4}$Pa；压升率≤0.67Pa/h；

2.2 压升率：≤0.67Pa/h；

2.3 ★感应熔炼最高加热温度：1800℃；模壳样品保温最高加热温度：1800℃；

2.4 真空测量系统：数显复合真空计，配备电阻规及电离规各一台；

2.5 感应熔炼坩埚容量：≥10kg（以纯铜计算）；

2.6 感应熔炼电源：≥45kw，频率：1-20kHz；

2.7 感应熔炼测温方式：红外测温仪测温；

2.8 感应熔炼浇铸方式：电动；

2.9 模壳加热方式：石墨电阻加热；

2.10 加热电源功率：≥30kw；

2.11 电阻加热测温方式：钨铼热电偶测温（固定式）；

2.12 铸锭坩埚直径Φ100mm~Φ120mm，铸锭质量（按照纯铜来算）≥10kg；

2.13 对加热保温的样品施加脉冲电流，电压范围为0-3000V，脉宽2-3ms，波形为方波或电容放电波形，要求前沿陡峭，能量集中。脉冲频率可调范围0.1-1000 Hz。支持与拉拔运动的同步触发，确保脉冲精确作用于凝固过程的关键阶段；

2.14 拉伸轴采用伺服电机+精密减速机+滚珠丝杠，拉拔速度：1μm/s~2000μm/s；抽拉速率PLC可编程控制；

2.15 冷却介质：采用水冷铜台和不锈钢水冷环进行冷却；

2.16 真空室材质：304 不锈钢；

2.17 真空室结构：U 型前开门，双层水冷；

2.18 控制系统：触摸屏+PLC 控制系统；具有定向设备使用全流程的实验参数记录功能；

2.19 水冷系统：水箱+水泵+水管+板换式冷水机对设备进行冷却。

三、设备组成

设备由“高真空熔炼室”，“高真空获得及测量系统”，“坩埚感应熔炼浇铸系统”，“模壳保温系统”，“定向凝固系统”，“脉冲电源系统”，“电控系统”及“水冷系统及台架系统”组成。

3.1 高真空熔炼室

真空室材料全部采用 304 不锈钢。

▲真空室立式 U 型前开门结构，双层水冷壁全不锈钢制造，炉门及炉体为双层水冷结构；炉门上设有观察窗。

立式 U 形炉体安装熔炼装置及保温炉进电装置等机构，炉体通过不同规格的真空连接管及法兰与真空系统、传动系统及充放气阀等连接。感应线圈侧下部为铸锭保温的空间。浇铸的样品通过浇杯浇入模壳内部，通过保温炉进行样品的保温。炉盖及侧壁均有热偶测温机构，炉体上端的热电偶为移动式电动升降，浸入式钨铼热电偶，可直接测量金属液温度。侧壁热电偶为固定式钨铼热电偶，用于保温炉温区的测控温。

立式 U 型炉体为平底结构，水冷拉伸轴与底部采用动密封的结构形式。

3.2 高真空获得及测量系统

3.2.1▲抽气机组：真空机组采用三级泵抽系统。由（四海祥云）FF-200/1400 分子泵+（南光）ZJP-150 罗茨泵+（飞越）VRD-48 机械泵和相应阀门组件及抽气管路组成；极限真空度：1.0×10^{-4}Pa；压升率≤0.67Pa/h；

3.2.2▲压升率：≤0.67Pa/h；

3.2.3（成都睿宝）ZDF-5227 数显复合真空计及电离规管和电阻规管各一套；电阻规显示低真空示数，电离规显示高真空示数，显示量程范围：1.0×10^{-5}Pa~1.0×10^{5}Pa；

3.2.4 选用真空泵抽气速率如下：

（1）FF-200/1400 分子泵抽气速率：1400L/s

（2）ZJP-150 罗茨泵抽气速率：150L/s

（3）VRD-48 机械泵抽气速率：13.3L/s；

3.2.5 抽气速率：炉体从大气抽至 9×10^{-3}Pa 时间≤40 分钟；

3.2.6 不锈钢真空抽气管道全套；管路由不锈钢硬管和不锈钢波纹管组合方式连接；

3.2.7 真空阀门及组件全套，选用主要阀门如下：

（1）气动高真空挡板阀 Dn200 一台（东易达）

（2）电磁挡板阀 Dn40 二台（上海西马特）

（3）电磁压差充气阀 Dn40 一台（上海西马特）

（4）高真空电磁挡板阀 Dn16 二台（上海西马特）

3.2.8 压力真空表一只（红旗仪表）；

3.2.9 空气压缩机一台（台州奥突斯）。

3.2.10 真空系统的控制在触摸屏上进行，显示屏可以具体反应真空泵、阀门切断及运行状态，真空计示数同样可显示在触摸屏上。

3.3 陶瓷坩埚感应熔炼浇铸系统

3.3.1 不锈钢翻转轴及动密封箱组件一套；坩埚翻转主轴与同轴电极组装在一起，设计安装在真空室侧壁。该结构通过动密封机构与主体接管装配，保证轴的密封性，又能灵活翻转。

3.3.2 紫铜水冷同轴进电电极一套；采用水冷紫铜圆管制造，同轴进行形式；

3.3.3 电极防护组件一套，避免电极直接裸露；

3.3.4 紫铜水冷电缆一套；

3.3.5▲感应熔炼坩埚浇铸方式为电动；电动翻转浇铸装置一套由翻转机构采用伺服电机+减速器组成，实现浇铸过程中对速度的控制与调节。电动伺服缸驱动传动机构实现坩埚翻转倾铸，可通过编程自动控制。通过 PLC 及触摸屏可以设定翻转速度工艺曲线，保证浇注速度连续可调。该系统由以下部分组成：

（1）不锈钢翻转轴及动密封机构

（2）伺服电动缸、电动伺服系统

3.3.6 感应熔炼石墨坩埚（坩埚容量 10KG，按照纯铜来算）及熔炼感应线圈各一套；

感应线圈为紫铜材质，线圈可以有效的防止真空放电。感应线圈和进出电极间的连接拆卸方便，既能保证良好的导电，又能保证可靠的真空密封。

3.3.7▲中频感应熔炼电源（SPZ-45KW）一套；频率：1-20KHZ；供电铜排一套；

中频电源采用国内一流四川英杰电气股份有限公司中频感应电源。感应熔炼最高温度：1800℃，电源参数如下：

（1）最大输入功率：45KW；

（2）振荡频率：1~20KHZ；

（3）输出电流：30~200A；

（4）输出电压：70~550V；

（5）输入电压：三相 380V 50HZ/60HZ；

3.3.8 感应熔炼测温方式：武汉迪凯 WRIRT-426 红外测温（测温范围 400℃~2600℃）。

3.4 模壳保温系统

模壳加热方式：石墨电阻加热，加热器采用三高石墨环板结构，保温层为硬质碳毡，外层为不锈钢框架，进电装置为专门设计的水冷铜电极。保温炉上部中心开浇铸口，上方设隔热挡板，防止熔炼过程中金属液飞溅进型壳。

3.4.1 加热区尺寸：≥Φ180（内径）×300mm；

3.4.2★铸锭坩埚 1 个，材质为高纯石墨，坩埚直径Φ100mm-Φ120mm，铸锭质量（按照纯铜来算）大于等于 10kg；

3.4.3 模壳样品保温加热最高温度：1800℃；

3.4.4 石墨电阻加热系统：

1）保温层采用新型石墨材料；

2）对开石墨发热体组件 1 套+陶瓷绝缘套全套；

3）▲加热电源 1 台，低压大电流直流：功率≥30kw；

3.4.5 温控仪表（FP93）一套；温控可在触摸屏上进行设定，可满足多段升温参数的输入；

3.4.6 水冷铜电极二套；

3.4.7 软铜线电极连接组件二套；

3.4.8 电阻加热测温方式：固定式热偶（钨铼）测温组件一套，用于保温炉温区的测控温；

3.4.9 保温屏固定机构一套；

3.4.10 漏钢保护盘一套。

3.5 定向凝固系统：

3.5.1 水冷抽拉杆一套，拉伸轴直径 120mm（按最终设计，与模壳外径尺寸一致）；

3.5.2★抽拉系统采用伺服电机+精密减速机+滚珠丝杠或步进电机，拉拔速度:1um/s-2000um/s，冷却速率：200K/s；下拉速率 PLC+触摸屏可编程控，可以按要求的曲线进行速率变化的设置，也可以进行速率的调控（模拟信号）。抽拉系统可进行多段抽拉速率参数的输入。

3.5.3▲冷却介质：水冷。在保温炉下部的安装不锈钢水冷环，以形成一个辅助冷却区域，通过控制冷却水的温度能有效地为定向凝固过程提供辅助冷却。拉伸轴上端设有铜材质的过渡凸

头，用于与材料接触，水冷铜作为冷却介质，对铸锭样品进行冷却。拉伸轴密封组件一套；电动升降；

3.5.5 交流伺服电机及驱动机构全套；抽拉杆速率高速、低速分别由伺服系统+驱动完成；

3.5.6 滚珠丝杠及直线滑动导轨一套；

3.5.7 光栅尺一套。触摸屏通过光栅尺反馈数据显示位移行程。

3.6 脉冲电源系统

★对模壳中铸锭的样品施加脉冲电流。正极为石墨棒，插入模壳底端位置。负极为拉伸轴，接触铸锭样品的底部，通过电极连接脉冲电源。

施加脉冲电流，电压范围为 0-3000V，脉宽 2-3ms，波形为方波或电容放电波形，要求前沿陡峭，能量集中。脉冲频率可调范围 0.1-1000 Hz。支持与拉拔运动的同步触发，确保脉冲精确作用于凝固过程的关键阶段。

3.7 电控系统

控制系统由触摸屏+PLC 控制系统，整机采用计算机 PLC 控制。控制系统具备炉前操作箱手动控制和工控机自动控制功能，能够实现工艺过程全流程的实验参数自动检测和记录。

3.6.1 总控电源一台：控制真空泵、电极及相关动作单元，水流继电保护；

3.6.2 控温电源一台：电阻炉控温、感应炉温度显示；

3.6.3 触摸屏+PLC 控制电源一套：控制介质升降，感应线圈翻转，拉伸轴运动等；具有定向凝固设备使用全流程的实验参数记录功能。

3.6.4 安全保护系统：欠压，短路及断水安全性自动保护；

3.8 冷却水循环系统及台架附件系统

3.7.1 工作台架一套：碳钢操作平台组成，平台周围设有围栏进行防护；

3.7.2 分水器及汇流器一套：材质不锈钢，水流继电器一套；

3.7.3 板换式冷水机（5P）+水箱、水管及水泵一套。为主机、线圈、电源等提供循环冷却水。

四、设备主要配置清单

序号	部件名称	规格型号	数量	制造商
1、真空获得（测量）及充气系统				
1.1	分子泵	FF-200/1400	1	四海祥云
1.2	罗茨泵	ZJP-150	1	四川南光
1.3	机械泵	VRD-48	1	浙江飞越

1.4	高真空气动挡板阀	Dn200	1	东易达
1.5	高真空电磁挡板阀	Dn40	2	上海西马特
1.6	高真空电磁压差阀	Dn40	1	上海西马特
1.7	高真空电磁挡板阀	Dn16	2	上海西玛特
1.8	复合真空计	ZDF-5227	1	成都睿宝
1.9	压力表	-0.1~0.15MPa	1	沈阳红旗
1.10	真空抽气管路	非标	1	自制
1.11	空压机	8L	1	台州奥突斯
2、主机系统				
2.1	真空室熔炼室	不锈钢、双层水冷	1 套	自制
2.2	真空室转动门	双层水冷	1 套	自制
2.3	观察窗	Dg50	2 套	自制
2.4	防护窗组件两套	Dg50	2 套	自制
2.5	陶封法兰照明装置	四芯引线	1 套	自制
3、感应熔炼浇铸系统				
3.1	水冷同轴电极	T2	1 套	自制
3.2	翻转轴及密封组件	不锈钢	1 套	自制
3.3	电动翻转组件	电机+减速器	1 套	自制
3.4	感应熔炼电源	45kw	1 套	四川英杰
3.5	坩埚及线圈	石墨坩埚 10kg、T2 线圈	1 套	自制
3.6	红外测温仪	WRIRT-426	1 套	武汉迪凯
4、定向凝固及保温系统				
4.1	石墨发热体及保温系统	Φ180×300mm	1 套	外购
4.2	电极组件二套	非标	全套	自制
4.3	热偶测温机构	钨铼	1 套	外购
4.4	抽拉杆	水冷 Dn120mm	1 套	自制
4.5	水冷环	不锈钢	1 套	自制
4.6	交流伺服电机及驱动器	非标	1 套	松下
4.7	滑台组件	非标	1 套	上银

4.8	滑动导轨安装支架组件	非标	1 套	沈阳好智多
4.9	加热电源	30kw	1 套	一特电工
5、脉冲电源				
5.1	脉冲电源	电压范围为 0-3000V，脉宽 2-3ms，60kw	1 套	山东航能
5.2	石墨电极	非标	1 套	自制
6、电控系统				
6.1	总控电源	非标	1 套	自制
6.2	温控电源	FP93	1 套	日本岛电
6.3	触摸屏+PLC 运动控制电源	7 寸	1 套	昆仑通态+西门子
6.4	电控柜	非标	1 套	自制
7、工作台架及水路附件系统				
7.1	工作台架	碳钢	1 套	自制
7.2	分水器及汇流器	非标	1 套	自制
7.3	塑料水管及不锈钢阀门	非标	1 套	自制
7.4	冷水机+水箱+水泵+水管	5P 冷水机+1.5m^3 水箱	1 套	外购+自制