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-液-固多相流动耦合实验分析平台

合同编号：2026105300HW0480

气-液-固多相流动耦合实验分析平台设备采购合同

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)与西安碧水环境新技术有限公司(乙方)就甲方购置的采购项目，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	气-液-固多相流动耦合实验分析平台	碧水/定制	西安碧水环境新技术有限公司	1	2668000.00	2668000.00
合计总价（人民币大写）：贰佰陆拾陆万捌仟元整　　（小写）：￥2668000.00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：无

3.技术要求、商务要求：乙方提供的货物必须符合国家安全环保标准、国家及行业产品质量认证标准。详细的配置、技术参数、指标、商务要求等，见合同附件。

二、交付与运输

1.交货时间：乙方应于本合同签订后接采购人通知后90个日历日内，将本合同项下全部设备运抵指定地点，并完成安装、调试，达到交付使用条件。

2.交付地点：西安理工大学指定位置

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货。

三、支付方式：按以下第4种方式进行支付。

1.乙方按照合同规定期限供货、调试完成，经甲方最终验收合格（一次性终验

或者试运行期满后终验）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一次性验收合格（即一次性终验）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 60%。

3. 合同签订后 5 个工作日内，甲方向乙方预付合同总价的 40%；设备送达甲方指定地点并经甲方初步验收合格后 7 个工作日内，甲方向乙方支付合同总价的 30%；设备试运行期满，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%。

4. 合同签订后 5 个工作日内，甲方向乙方支付合同总价的 40%；合同签订一个月内，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；设备安装调试完成或者试运行期满，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 ¥133400.00 元（大写：人民币壹拾叁万叁仟肆佰元整）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，乙方应在设备运抵至甲方指定地点后 3 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一次性终验或者初步验收。若设备无需安装调试，乙方应在本合同签订后 15 日内向甲方出具书面说明，并在到货后日内提交书面验收申请及完整验收资料内，配合甲方完成相应验收。

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 15 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.验收标准：以本合同及附件约定的采购参数技术要求，招标文件、投标文件、国家行业相关质量标准为依据。

2.验收流程：

初步查验：设备运抵交付地点后，甲方对设备的外包装、数量、型号、规格等进行初步查验。

正式验收：本合同采取以下第（1）种方式进行正式验收。

（1）一次性验收

设备无需安装调试或者虽然需要安装调试但无需设置试运行期限的，可采取一次性验收方式，该一次性验收即为最终验收。（甲方收到乙方提交的书面验收申请及完整验收资料之日起10个工作日内完成）

（2）初步验收+最终验收

设备安装调试完毕后需设置试运行期限的，则在安装调试完毕并自检合格后，乙方通知甲方进行初步验收，双方对设备基本运行情况进行确认。初步验收应在甲方收到乙方书面验收申请及完整验收资料验收之日起10个工作日内完成。

初步验收合格后，进入为期3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满结束后5个工作日内完成。

最终验收合格以甲乙双方共同签署的《验收合格报告》为准。

3.验收不合格的处理

初步查验或者正式验收（含一次性终验、初验、试运行期满后终验）不合格，乙方应在收到甲方书面通知后30日内进行整改（含更换、重做），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，或按期完成整改但复验仍不合格的，则视为乙方根本违约，甲方有权解除合同、要求退款、退货并追究乙方违约责任。因验收不合格而产生的整改、退货等一切费用及损失由乙方承担，因整改造成的延误由乙方按照本合同第九条第2款约定承担逾期履行责任。乙方更换合格设备的，更换后的设备质保期自新设备最终验收合格之日起重新计算。

七、质量保证及售后服务

1.乙方在此陈述并保证，其向甲方提供的所有信息、资料、文件、陈述均为真

实、准确、不存在任何虚假记载、误导性陈述或重大遗漏。乙方进一步保证，其所供设备为全新未使用过的、来源合法，符合国家和有关行业安全环保标准、质量标准，且完全符合本合同及附件、招标文件、投标文件约定的技术参数、规格型号等各项要求。

2. 合同标的物自最终验收合格之日起质保期为 2 年。在质保期内出现的质量问题，乙方负责免费维修、维护或更换，确保设备恢复正常运行。更换部件的质保期自更换完成之日起重新计算。

3. 乙方承诺提供 2 年的免费软件升级、技术咨询等技术支持服务。质保期外，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 24 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。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。

八、产权与保密

1. **设备权利声明**：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，取得该所供硬件设备的完整所有权，并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. 乙方逾期履行义务的，包括但不限于未按本合同约定时间完成交货、完成安装调试、配合完成验收的，每逾期一日，应向甲方支付合同总金额 1‰的违约金；逾期超过 15 日或者根据本合同第六条第 3 款约定视为乙方根本违约的，甲方有权单方

解除合同。

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。

4.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。

5.乙方存在其他根本违约情形，包括但不限于技术参数虚假、提供的资质文件造假、隐瞒设备已知的缺陷、瑕疵、潜在风险等重大问题足以影响甲方缔约决策或合同目的实现的、设备存在严重质量问题无法修复、拒绝交付设备、交付设备义务以外的其他主要义务未履行经甲方书面催告合理期限仍未履行等，甲方有权根据情况选择要求乙方退货、更换、减少价款或解除合同。

6.因乙方违约甲方解除合同的，甲方有权要求退货，乙方除应返还甲方已支付款项外，还应支付合同总价款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。

7.甲方未按合同约定向乙方支付费用，乙方向甲方提供货物的时间顺延。

8.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。

9.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。

10.对于招标文件、投标文件规定的其他违约情形及相应违约责任，双方予以认可并遵守执行。

11 其他：/。

十、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、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：西安市碑林区金花南路 5 号

联系人：王添

联系电话：18182438966

电子邮箱：t.wang@xaut.edu.cn

乙方送达地址：西安市未央区凤城二路海璟国际

联系人：张蕾

联系电话：13571966965

电子邮箱：414856385@qq.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：西安理工大学 （盖章）	乙方：西安碧水环境新技术有限公司 （盖章）
信用代码：12610000435230 42XN	信用代码：91610103791674000B
地址：西安市金花南路 5 号	地址：西安市未央区凤城二路海璟国际
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：西安银行咸宁中路支行 银行账号：4120 1155 00000 88097
法人/委托代理人签字 王添	法人/委托代理人签字：张鼎鼎
电话：18182438966	电话：13571966965
签订日期：2026 年 11 月 23 日	签订日期：2026 年 11 月 23 日

附件1：技术要求

一、流域-城市-河流模块

▲1.规格尺寸：透明有机玻璃或聚碳酸酯材料，长度≥8m，宽度≥3m；支架高度≥0.8m，模型体框架高度≥0.5m；其中流域面积≥9m^2，城市面积≥12m^2。

▲2.流域：地形等高距模型≥5mm，地形制作精度±0.3mm；流域物理模型河道包括1条干流，2条支流；干流河道长度≥3m，河道宽度≥30cm，河道平均比降≥3‰；2条支流河道长度≥1m，河道宽度≥10cm，河道平均比降≥5‰；流域物理模型的干流上游设置水库模型，包括挡水建筑物、泄水建筑物、输水建筑物和消能防冲建筑物，可实现下泄过程的湍流流场分布观测；流域坡面可观测到土砂液化流动过程。

▲3.城市：模型平面尺寸长度≥4m，宽度≥3m；城市物理模型位于流域物理模型下游且通过河道连接，城市河道长度≥4m，河道顶宽度≥30cm，河道深度≥10cm，河道平均比降≥1‰，可以实现泥沙悬浮和沉淀过程；城市物理模型设置有硬化路面、透水铺装、绿地，包括但不限于居民区，公园绿地，广场，道路等（各下垫面面积依据不同综合径流系统调整设计），不同下垫面的竖向高程比例符合实际情况，且需体现入渗差异性，综合径流系数为≤0.65。

▲4.河流：河流物理模型与城市河道下游末端连接，可实现自由出流和淹没出流过程，河流长度≥2m，城市段干流河道顶宽度≥40cm，河道深度≥20cm，河道平均比降≥1‰，设置尾门。

5.各段连接处：软连接防水。

6.模型基础平台水平度误差：±2mm/m；地形高程制作误差：±1mm；河道断面尺寸误差：±2mm；建筑物安装位置误差：±5mm；模型整体防渗性能：24小时蓄水试验无渗漏。

二、排水模块

1.规格尺寸：透明有机玻璃或聚碳酸酯材料，壁厚≥10mm。

2.将城市区域划分为2个排水分区。

3.管道埋深为模型中管顶距底板表面≥10mm。

▲4.管道系统采用枝状管网，分为连接管、支管和干管三级，材质为透明有机玻璃管，连接管直径≥4mm、坡度约0.02；支管直径≥10mm、坡度约0.015；干管直径≥20mm、坡度0.008～0.01，连接管长度0.2-0.3m，每个雨水口对应1根连接管；

支管共4条，长度1.0～1.5m，收集2～3个雨水口的来水；干管2条，沿模型主干道布置，全长约10.0m，收集所有支管来水，排水过程包括有压流和无压流。

5.雨水口：平篦式，100目不锈钢网，按汇水分区均匀布置，雨水口数量≥12个；单雨水口汇水面积约1m²；雨水口长约25mm，宽约15mm；篦子开孔率30-70%，可更换；沿道路布置间距为0.8-1.0m；布置位置在道路两侧、交叉口低洼处。

6.检查井：直径≥14mm，深度≥25mm，井内底坡与连接管道一致，井盖可拆卸。

7.出水口：矩形出水口宽12-20mm、高8-15mm；出口处设置约50mm长的消能段。

8.水位传感器9个：（干管起点、中点和终点各安装1套；6个低洼点各安装1套），精度±1mm，采样频率≥1Hz。

9.流量传感器2套：出水口处各设置1个，测量范围0-10mL/s，精度±2%。

10.密封处理：所有管道接口采用有机玻璃专用胶密封，检查井与底板连接处做防水处理。

三、供回水模块

1.循环水箱≥2000L（或等效）带溢流，集成泡沫/网式过滤件，管路与阀门下游配电动调节阀、手动调节阀、排空与泄水接口。

▲2.离心泵1套：流量：1～50L/s，水头：≥3m，流量范围最大误差±5%。

3.最大流速≥1m/s。

4.电动阀1套：4～20ma调节型。

5.流量计：最大允许误差±0.5%。

6.闭环控制：系统的硬件设备由软件同步控制，可根据反馈信号调节。

7.智能调控：能够根据实际情况对多个流量过程进行动态优化分配，满足管道湍振和水锤的实验需要。

四、水力调控设施模块

1.节制闸：城市河道入口上游约0.5m处设置单孔节制闸，闸宽≥30cm、闸高≥10cm，配电动升降机构，可0～100%无级调节开度。

2.溢流堰：城市河道中段、节制闸下游约1.5m处设置溢流堰，堰顶宽≥30cm、堰高约6cm，高差约2cm；宽顶堰和实用堰可更换。

3.桥梁：溢流堰下游约1.0m处，跨城市河道，跨径≥30cm、宽约15cm；桥墩模型可沿程移位并锁定位置。

4.橡胶坝：城市河道下游段设置橡胶坝，坝长约30cm、坝顶宽约15cm、堰高约

8cm，塌坝后底板高程与河床齐平，配套自动充排水系统。

5. 城市河道：设置 2 处微型生态岛（单个面积约 0.05 ㎡），模拟水生植物生长区。

6. 排涝泵站 10 台，单台扬程≥1.2m、流量≥0.03L/s，进水口设约 2mm 滤网，电动控制。

7. 控制闸：城市河道末端设置单孔控制闸，闸宽约 50cm、闸高约 25cm，双向止水。

8. 湍流发生器：可更换式扰动网格、主动湍流栅格或射流扰动装置，支持不同湍流强度与尺度调控。

▲9. 闸门均采用不锈钢螺杆+PVC 闸板，调节精度±1mm；泵站采用直流微型水泵，可通过调压模块调节流量。配置桥墩、丁坝、堰体模型各两套，用于研究绕流结构与局部冲刷。

五、水力要素监测模块

1. 水位计 10 套：测量范围 0～1m；测量精度±1mm。

2. 流速仪 10 套：测量范围 0～0.5m/s；测量精度±0.01m/s。

3. 浊度/浓度传感器 5 套：信号响应频率≥60Hz，测试含沙量范围≥100kg/m^3，浊度测量精度高于±0.01g/m^3。

4. 流量计 5 套：量程≥10L/s，精度≥0.5 级，具 RS485/以太网等通讯方式或数据导出。

5. 提供 1～5mm 级配砂样≥15kg，并提供清洗/预处理方法与量具。

6. 高频压力传感器 5 套：量程范围 0～0.5MPa；响应时间≤2ms；输出信号 4-20mA；供电电压为 12～36VDC；精确度：±0.2%F.S；长期稳定性：±0.2%F.S/年；监测脉动压强频率≥200Hz，脉动压强监测频率精度±1Hz。

7. 闸坝开度传感器 4 套（对应 4 座闸门）：精度±0.5mm，采样频率≥1Hz。

8. 泵站运行状态传感器 10 套（对应水力调控设施模块的 10 台排涝泵站）：监测启停状态、电流、转速，采样频率≥1Hz。

9. 阀门开度传感器 8 套（供回水+降雨系统电动阀）：精度±1%，采样频率≥1Hz。

六、人工模拟降雨模块

▲1. 采用下喷式喷头阵列+分区独立控制架构，实现 15～120mm/h 阶梯式雨强调节，降雨均匀度≥85%。

▲2.模块由供水稳压、下喷式喷头、智能控制、径流收集排水四大核心模块组成，整体安装高度：距模型基底≥1.5m，不遮挡模型观测与操作空间。

▲3.雨谱与天然降雨基本一致；雨强 15～120mm/h 阶梯式可调，控制精度±15mm/h，响应时间≤5s；

4.流域、城市二区独立控制雨强，可模拟空间分布不均的降雨场景。

5.变频离心泵 1 套：流量范围 0～60L/min，扬程≥10m，转速 200～500r/min。

6.不锈钢稳压水箱容积≥100L，承压≥0.4MPa。

7.压力传感器 1 套：量程 0～0.4MPa。

8.精密过滤器 1 套：过滤精度≤50μm。

9.供水管路布局：主管道，采用 Φ25mm 不锈钢管，沿模型长度方向布置在顶部，分支管道采用 Φ25mm 不锈钢管）；需设置挡雨板。

▲10.智能控制：实现雨强调节，可自定义降雨历时、雨强变化过程；内置≥4种标准降雨模式，预设场景一键启动；实时显示供水压力、总流量、各分区雨强，压力异常、过滤器堵塞时自动报警并停机；自动记录实验过程中的雨强、流量、时间等数据并导出。

七、数字孪生模块

1.可实现洪涝-水沙灾害全过程模拟、闸坝群联合智能调度与虚实同步验证。可开展不同降雨条件下的产汇流、城市内涝、河流水动力、河湖调蓄等实验。

2.数据传输与预处理，支持断点续传与数据加密；实现本地数据滤波、异常值剔除与初步计算；数据延迟：端到端传输延迟≤100ms。

▲3.构建数字孪生模型，模型几何误差≤5mm，一般地形和构筑物控制点平面及高程误差≤5 mm，河道断面分辨率≤2mm；完整覆盖物理模型区域，包含地貌、河道、建筑、管网、闸坝、泵站等结构；实时渲染帧率≥45fps。

4.多物理过程耦合水文水动力、管网水力学模型模拟模型实验下的水文水动力过程。

5.虚实同步机制，基于统一坐标系，物理模型与数字模型坐标偏差≤5mm，同步精度≤100ms；所有监测数据实时映射到数字模型对应位置，更新频率与传感器采样频率一致。

6.智能决策层，基于数字孪生模型与 AI 算法，实现灾害预测和智能调度核心功能。洪涝灾害预测：实现对水库泄流、河道洪水演进、城市内涝过程进行快速预测。

闸坝群联合智能调度：对节制闸、溢流堰、橡胶坝、控制闸、泄洪闸和水力调控设施模块的10台排涝泵站进行联合调度；实现最小化内涝积水面积、最小化河道洪峰流量的目标。从接收预警到生成最优调度方案≤1min。

7.闭环控制层，实现数字孪生平台对物理系统的反向控制，形成“感知-映射-决策-控制-反馈”的完整闭环。控制对象包括人工降雨系统、水力调控系统、排涝泵站和供回水系统；设置水位、流量、压力等安全阈值，超过阈值自动停机并报警；任何情况下手动控制优先于自动控制；实时监测设备运行状态，自动诊断故障。

8.功能模块包括三维场景实时展示，支持任意角度旋转和缩放；叠加水位、流量、积水深度等热力图；实验数据自动记录与存储、实验报告自动生成；历史数据查询、多维度数据分析、数据可视化图表生成、数据导出为Excel/CSV格式；内置典型实验案例（包括但不限于城市内涝形成过程、闸坝调度原理等）；支持分步演示与互动操作。

▲9.连续运行72小时无故障，数据丢失率≤0.01%；支持≥10个用户同时在线访问与操作，数据传输带宽≥5M/s；可实现复杂流场和脉动频率千万级数据量水力要素监测信息的快速传输，实现实体和孪生体的水力要素信息和水动力过程实时同步展示。预留接口，支持后续增加水质、生态等监测与模拟功能。

▲10.图形工作站1台：处理器：≥2颗国产化C86 7390处理器（单处理器≥32核，频率≥2.7GHz）；内存：≥256GB DDR4内存;硬盘：≥2*960GB SATA SSD；GPU：≥2块K100-AI GPU卡，单卡提供≥196TFLOPS@FP16算力，单卡显存≥64GB；RAID：独立8通道2GB缓存高性能SAS RAID卡，支持RAID0/1/5/6/10/50等；网络：1个双端口10Gbps以太网卡（含模块），1个独立管理千兆网口；电源：满配铂金冗余电源。

附件 2：商务要求

本合同商务要求与本项目招标文件相关商务要求一致。