

广西壮族自治区政府采购合同

合同名称：广西交通职业技术学院三维数字孪生工程研究中心项目采购（重）-基于虚实结合的“泵-管网”综合实验实训设备

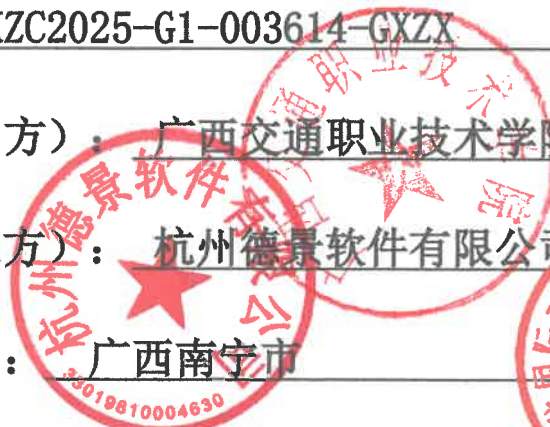
合同编号：GXZC2025-G1-003614-GXZX

采购人（甲方）：广西交通职业技术学院

供应商（乙方）：杭州德景软件有限公司

签订合同地点：广西南宁市

签订合同时间：2025年12月24日



《广西壮族自治区政府采购合同》

合同编号：GXZC2025-G1-003614-GXZX

采购单位（甲方） 广西交通职业技术学院 采购计划号 广西政采[2025]19376号-007、008

供应商（乙方） 杭州德景软件有限公司 项目名称编号 GXZC2025-G1-003614-GXZX

签订地点 广西南宁市 签订时间 2025年12月24日

根据《中华人民共和国政府采购法》《政府采购货物和服务招标投标管理办法》《中华人民共和国民法典》等法律、法规规定，按照招标文件规定条款和乙方投标文件及其承诺，甲乙双方签订本合同。

第一条 合同标的

1. 供货一览表

| 序号 | 标的名称 | 国别 | 生产厂家 | 品牌 | 规格型号 | 数量/单位 | 单价（元） | 金额（元） |
|----|------------------------|----|------------|----|------|----------|-----------|-----------|
| 1 | 基于虚实结合“泵-管网”综合实验实训设备 | 中国 | 杭州德景软件有限公司 | 德景 | 定制 | 1台 | 360000.00 | 360000.00 |
| 2 | 基于虚实结合“泵-管网”综合实验实训仿真软件 | | 杭州德景软件有限公司 | 德景 | V2.0 | 1套(70节点) | 280000.00 | 280000.00 |
| 3 | 管道非开挖修复虚拟仿真软件 | | 杭州德景软件有限公司 | 德景 | V5.0 | 1套(70节点) | 150000.00 | 150000.00 |
| 4 | 市政管网巡查养护虚拟仿真软件 | | 杭州德景软件有限公司 | 德景 | V1.0 | 1套(70节点) | 150000.00 | 150000.00 |
| 5 | 市政管道数字化施工虚拟仿真软件 | | 杭州德景软件有限公司 | 德景 | V2.0 | 1套(70节点) | 150000.00 | 150000.00 |
| 6 | 泵与泵站三维虚拟仿真软件 | | 杭州德景软件有限公司 | 德景 | V5.0 | 1套(70节点) | 100000.00 | 100000.00 |
| 7 | 水污染与水处理虚拟仿真软件 | | 杭州德景软件有限公司 | 德景 | V2.0 | 1套(70节点) | 100000.00 | 100000.00 |



| 序号 | 标的名称 | 国别 | 生产厂家 | 品牌 | 规格型号 | 数量/单位 | 单价(元) | 金额(元) |
|-------------------------------------|----------------|----|----------------|------|------------------|-------|-----------|-----------|
| 8 | 管道全地形检测平台模块 | | 深圳市博铭维技术股份有限公司 | 博铭维 | Discovery 探路者全地形 | 2个 | 215000.00 | 430000.00 |
| 9 | 管道检测(CCTV)模块 | | 深圳市博铭维技术股份有限公司 | 博铭维 | Dolphin-L2 | 2个 | 125000.00 | 250000.00 |
| 10 | 管道无线潜望模块 | | 深圳市博铭维技术股份有限公司 | 博铭维 | Peek 2S-Plus | 2个 | 25000.00 | 50000.00 |
| 11 | 管网经纬度定位(RTK)模块 | | 深圳市博铭维技术股份有限公司 | 博铭维 | GW-RTK | 2个 | 13000.00 | 26000.00 |
| 12 | 探地雷达波模块 | | 武汉波动科技有限公司 | 波动科技 | BD-GPR-S | 1套 | 450000.00 | 450000.00 |
| 总价：(大写)人民币贰佰肆拾玖万陆仟元整 (¥2496000.00元) | | | | | | | | |

2. 合同合计金额包括但不限于：(1) 货物及标准附件、备品备件、专用工具的价格；(2) 人工、运输、装卸、安装、验收、技术支持、技术服务及培训、售后服务、清洁卫生费、垃圾清运费、保险、税金、其他所有成本费用，以及合同明示或暗示的所有责任、义务和一般风险等一切费用。如招标文件对其另有规定的，从其规定。

第二条 质量保证

1. 乙方所提供的货物型号、技术规格、技术参数等质量必须与招标文件和承诺相一致，满足项目实施要求。

2. 乙方所提供的货物必须是全新、未使用过的且符合国家安全质量标准的原装合格产品，且在正常安装、使用和保养条件下，其使用寿命期内各项指标均达到投标（响应）文件承诺的质量标准。

第三条 权利保证

1. 乙方应保证所提供货物在使用时不会侵犯任何第三方的知识产权如专利权、商标权、工业设计权等或其他权利。

2. 乙方应按招标文件规定的时间向甲方提供使用货物的有关技术资料。

3. 没有甲方事先书面同意，乙方不得将由甲方提供的有关合同或任何合同条文、规格、计划、图纸、样品或资料提供给与履行本合同无关的任何其他人。即使向履行本合同有关的人员提供，也应注意保密并限于履行合同的必需范围。

4. 乙方保证所交付的货物的所有权完全属于乙方且无任何抵押、质押、查封等产权瑕疵。

5. 乙方就交付给甲方的货物，负有保证第三人不得向甲方主张任何权利的义务。

6. 如果甲方收到任何第三方有关侵权的主张、索赔或诉讼，乙方在收到甲方通知后，应自行处理与第三方的索赔或诉讼，并赔偿甲方因此发生的费用和遭受的损失；如果乙方拒绝处理或在收到甲方通知后 15 日内未能解决的，甲方有权自行处理，因此发生的费用和受到的损失（包括但不限于侵权赔款、行政罚款、诉讼费、律师费等）全部由乙方承担。

第四条 货物包装、运输及交付

1. 乙方负责货物运输，货物运输合理损耗及计算方法：货物运输保险费已包含在合同总价中，乙方须确保货物安全无损地运抵安装地点。本项目合同不接受损耗。

2. 货物的运输方式：不限。

3. 乙方应在货物发运前对其进行满足运输距离、防潮、防震、防锈和防破损装卸等要求包装，以保证货物安全运达甲方地点南宁市甲方指定地点。

4. 交货时间：合同签订后，接到甲方书面通知进场安装起 30 个日历日内安装调试完毕。

5. 乙方应将所提供货物的装箱清单、质量检验证明书、用户手册、原厂保修卡、随机资料、工具和备品、备件等附于货物内交付给甲方，如有缺失应及时补齐，否则视为逾期交货。

6. 乙方在货物发运手续办理完毕后二十四小时内或货到甲方四十八小时前通知甲方，以准备接货。

7. 货物在交付甲方前发生的风险均由乙方负责。

8. 甲方对乙方提交的货物依据招标文件上的技术规格要求和国家有关质量标准进行现场初步验收。外观、说明书符合招标文件技术要求的，给予签收，初步验收不合格的不予签收。

9. 货物在规定的交付期限内由乙方送达甲方指定的地点，完成安装调试并经最终验收合格。除售后服务验收外，最终验收结论合格的，乙方应自收到验收书后 5 日内向甲方交付使用。

第五条 安装和培训（如有）

1. 甲方应提供必要安装条件（如场地、电源、水源等），乙方负责安装，费用包含在合同价中。

2. 乙方负责甲方有关人员的培训：基于虚实结合的“泵-管网”综合实验实训设备正常运行验收后，乙方指派专业工程师负责在现场为甲方提供不受人数限制的维修和使用操作培训，每年乙方组织培训两次；目的是让甲方熟练掌握设备的维修和软件使用操作，能够开展正常的教学实训工作。

3. 培训时间、地点：甲方指定。课程安排 3 天，每天上午培训，下午甲方使用部门自主练习，在使用过程中可提出问题或疑问，乙方的培训工程师会及时给予解答。



第六条 验收

1. 甲方按照合同规定的技术、服务、安全标准组织对乙方履行合同情况进行验收，并出具验收报告。验收报告应当包括每一项技术及服务，安全标准的履约情况，货物参数指标验收按照投标产品检测报告的参数进行验收，功能验收按招标文件要求验收

2. 对技术复杂的货物，甲方应请国家认可的专业检测机构参与初步验收及最终验收，并由其出具质量检测报告，其验收时间以该项目验收方案确定的验收时间为准，验收结果以该项目验收报告结论为准。在验收过程中发现乙方有违约问题，可暂缓资金结算，待违约问题解决后，方可办理资金结算事宜。

3. 验收时乙方必须到现场，验收完毕后作出验收结果报告。

4. 其他：采购文件中“技术参数与商务需求、投标人响应和承诺的技术参数及性能和国家有关标准”中若另有专项要求，按其规定。

第七条 违约责任

1. 乙方所提供的货物规格、技术标准、材料等质量不合格的，应在 日内更换，更换不及时的按逾期交货承担违约责任；因质量问题甲方不同意接收的或特殊情况甲方同意接收的，乙方应向甲方支付违约货款额 5%违约金并赔偿甲方经济损失。

2. 乙方提供的货物如侵犯了第三方合法权益而引发的任何纠纷或诉讼，均由乙方负责交涉并承担全部责任。

3. 因包装、运输引起的货物损坏，按质量不合格处理，由此导致乙方逾期交货的，乙方应当按照本条第 1 款的规定承担违约责任。

4. 甲方无故延期接收货物、乙方逾期交货的，每天向对方偿付违约货款额 3% 滞纳金，且违约金累计不得超过违约货款额 5%；超过 30 天对方有权解除合同，违约方承担因此给对方造成的经济损失并向对方支付合同总金额 10% 的违约金。甲方延期支付货款的，每天向乙方偿付延期货款额 0.3% 滞纳金，但滞纳金累计不得超过延期货款额 5%。

5. 乙方未按本合同和投标文件中规定的服务承诺提供售后服务的，每发生一次乙方应按照招标文件及投标文件要求向甲方支付违约金。

6. 乙方提供的货物在质量保证期内，因设计、工艺或材料的缺陷和其它质量原因造成的问题，由乙方负责，费用从履约保证金中扣除，不足另补。

7. 本合同中未约定具体违约金额的乙方其它违约行为甲方按合同总金额 5% 收取违约金并赔偿经济损失。

第八条 质量保证及售后服务

1. 乙方应按招标文件规定的货物性能、技术要求、质量标准向甲方提供未经使用过的全新产品。不符合要求者，根据实际情况，经双方协商，可按以下办法处理：

(1) 更换：由乙方承担所发生的全部费用。

(2) 退货处理：乙方应退还甲方支付的合同款，同时应承担该货物的直接费用（运输、保险、检验、货款利息及银行手续费等）。

(3) 质保期：乙方应按照国家有关法律法规和“三包”规定以及招投标文件（采购文件）和本合同所附的《售后服务承诺》，为甲方提供售后服务。质保期自货物验收合格之日起计算，软件及硬件设备质保六年。质保期内提供软件升级服务，升级费用包含在投标总价中，软件在质保期满后不升级不影响正常使用。

2. 售后服务：

2.1 乙方应按照国家有关法律法规和“三包”规定以及招投标文件和本合同所附的《服务承诺》，为甲方提供售后服务。

2.2 响应时间要求：

2.2.1 质保期内：设备（装备）发生故障时接到通知后 30 分钟内响应，24 小时内到达现场处理解决甲方问题，若 48 小时仍无法维修的承诺提供原厂配件替换。保修期内，如果由于非人为原因出现故障，在 1 个工作日内给予修复（运输时间除外），如由于零配件不足，无法在规定时间内修复的，免费提供满足要求的代用设备，直至修好为止。

如乙方在接到甲方提出的技术服务要求或维修通知后 24 小时内没有响应、拒绝或没有派员到达甲方提供技术服务、修理或退换货物，甲方有权委托第三方对本合同货物进行维修或提供技术服务，因此产生的相关费用由乙方承担。

乙方提供终身技术服务，并能通过电话、电子邮件及上门提供技术支持。杭州德景软件有限公司服务中心地址：浙江省杭州市钱塘区白杨街道 21 号大街 388 号 1 幢 5 层 532 室，服务电话：15294965650，售后服务由乙方项目经理邹魁专门负责。

乙方保证所供产品符合法定的质量标准，并对产品质量负责，严格按照招标文件，有关规定及合同认证履行乙方的责任和义务。

2.2.2 质保期满后，按照质保期内售后服务内容及标准继续提供质保服务，直至采购人确认更换维保单位或设备（装备）报废。提供终身维修、保养服务，提供详细的保养计划，不能因质保期满而出现缓修、拒修等情况，维修所产生费用由乙方和甲方另行结算。维保金额每年不得超过合同额的 10%，维保成本超过该数额的一概由乙方自行承担，项目质保维护期满后需签订维护和售后服务合同，具体事项以实际谈判

为准。

2.3 提供终身维修、保养服务，提供详细的保养计划。

2.4 乙方提供的服务承诺和售后服务及质保期责任等其它具体约定事项。

2.5 开放接口供其他系统同步数据，及与其他系统接口个性化开发。

第九条 付款方式和履约保证金

1. 当采购数量与实际使用数量不一致时，乙方应根据实际使用量供货，合同的最终结算金额按实际使用量乘以成交单价进行计算，不得超过中标价。

2. 付款方式：自签订合同之日起 10 个工作日内，甲方向乙方支付合同金额的 30%作为预付款；乙方交货安装调试完毕并经甲方验收合格后，由乙方开具有效合格发票，甲方于 10 个工作日内向乙方支付合同金额的 70%。。

如乙方未按国家要求开具增值税发票或发现乙方提供虚假发票，除须向甲方补开合法发票外，须赔偿甲方发票票面金额 10%的违约金，且甲方有权终止合同，因终止合同而产生的一切损失均由乙方承担，乙方承诺无条件接收并保证不对此提出异议。

3. 履约保证金：

1. 履约保证金金额：人民币肆万玖仟玖佰贰拾元整（¥49920.00），（按中标金额的 5%收取，如乙方为中小企业的，按中标金额的 2%收取）。

2. 履约保证金递交方式：以银行转账、支票、汇票、本票或者金融机构、担保机构出具的保函等非现金方式向采购人提交。

3. 履约保证金缴纳期限：自中标通知书发出后、合同签订前，将履约保证金缴纳至甲方指定账户。

4. 履约保证金退付方式、时间及条件：本项目合同履行期限满，中标人履行完服务义务且无违约情况下无息退付。由中标人向履约甲方提供《广西壮族自治区政府采购项目合同验收书》（详见桂财采（2015）22 号），甲方在收到合格材料后 10 个工作日内办理退还手续（不计利息）。

5. 履约保证金指定账户：

开户名称：广西交通职业技术学院

开户银行：中国建设银行股份有限公司南宁园湖北路支行

银行账号：45050160435309888999

第十条 税费

本合同执行中相关的一切税费均由乙方负担。

第十一条 不可抗力事件处理

1. 在合同有效期内，任何一方因不可抗力事件导致不能履行合同，则合同履行期可延长，其延长期与不可抗力影响期相同。
2. 不可抗力事件发生后，应立即通知对方，并寄送有关权威机构出具的证明。
3. 不可抗力事件延续一百二十天以上，双方应通过友好协商，确定是否继续履行合同。

第十二条 合同争议解决

1. 因货物质量问题发生争议的，应邀请国家认可的质量检测机构对货物质量进行鉴定。货物符合标准的，鉴定费由甲方承担；货物不符合标准的，鉴定费由乙方承担。
2. 因履行本合同引起的或与本合同有关的争议，甲乙双方应首先通过友好协商解决，如果协商不能解决，向甲方所在地人民法院提起诉讼，诉讼费用由违约方承担。
3. 诉讼期间，本合同继续履行。

第十三条 合同生效及其它

1. 本合同经双方法定代表人或授权代表签字并加盖单位公章后生效。
2. 本合同执行中涉及采购资金和采购内容修改或补充的，须签订书面补充协议报财政部门备案后，方可作为主合同不可分割的一部分。
3. 本合同未尽事宜，遵照《民法典》有关条文执行。

第十四条 合同的变更、终止与转让

1. 本合同一经签订，甲乙双方不得擅自变更、中止或终止。
2. 乙方不得擅自转让（无进口资格的供应商委托进口货物除外）其应履行的合同义务。

第十五条 签订本合同依据

1. 招标文件；
2. 乙方提供的采购投标（或应答）文件；
3. 投标声明书；
4. 中标或成交通知书。

第十六条 本合同一式六份，具有同等法律效力。本合同代理机构一份、甲方三份、乙方两份（可根

据需要另增加)。

| | |
|--|---|
| 甲方(章)广西交通职业技术学院 2025年12月24日 | 乙方(章)杭州德景软件有限公司 2025年12月24日 |
| 单位地址: 南宁市兴宁区昆仑大道1258号 | 单位地址: 浙江省杭州市钱塘区白杨街道21号大街388号1幢5层532室 |
| 法定代表人:  | 法定代表人:   |
| 委托代理人: | 委托代理人: 王成 |
| 电话: 0771-5650225 | 电话: 18207710585 |
| 电子邮箱: | 电子邮箱: 3299929499@qq.com |
| 开户银行: | 开户银行: 杭州联合农村商业银行股份有限公司大学城支行 |
| 账号: | 账号: 201000274051941 |
| 邮政编码: | 邮政编码: 310000 |



合同附件：

1. 中标通知书

国信国际工程咨询集团股份有限公司 中标通知书

杭州德景软件有限公司：

很高兴地通知您，由我公司组织招标的广西交通职业技术学院三维数字孪生工程研究中心项目采购（重）（项目编号：GXZC2025-G1-003614-GXXZ）评标工作已经结束，经评标委员会认真评审推荐并经委托单位确认，贵单位为该项目中标人。

中标内容：基于虚实结合的“泵-管网”综合实验实训设备

中标金额：人民币贰佰肆拾玖万陆仟元整（¥2496000.00）

请贵公司接此通知后，按采购文件约定的日期凭本中标通知书与广西交通职业技术学院签订合同，并按采购文件要求和投标文件的承诺履行合同。

特此通知。

采购人：广西交通职业技术学院



2025年12月17日

采购代理机构：国信国际工程咨询集团股份



2025年12月17日



国信国际工程咨询集团股份有限公司

地址：北京市海淀区首体南路22号国兴大厦10层

电话：0086-10-68315588

电子邮件：guoxin@chinabidding.com.cn

传真：0086-10-88356050

邮编：100044

2. 投标函

一. 投标函

致：广西交通职业技术学院

根据贵方广西交通职业技术学院三维数字孪生工程研究中心项目采购（重）（项目编号：GXZC2025-G1-003614-GXZX）的招标文件，签字代表王成（姓名）经正式授权并代表投标人杭州德景软件有限公司（投标人名称）提交投标文件。

据此函，我方宣布同意如下：

1. 我方已详细审查全部“招标文件”，包括修改文件（如有的话）以及全部参考资料和有关附件，已经了解我方对于招标文件、采购过程、采购结果有依法进行询问、质疑、投诉的权利及相关渠道和要求。
2. 我方在投标之前已经完全理解并接受招标文件的各项规定和要求，对招标文件的合理性、合法性不再有异议。
3. 本投标有效期自投标截止之日起90日。
4. 如中标，本投标文件至本项目合同履行完毕止均保持有效，我方将按“招标文件”及政府采购法律、法规的规定履行合同责任和义务。
5. 我方同意按照贵方要求提供与投标有关的一切数据或者资料。
6. 我方向贵方提交的所有投标文件、资料都是准确的和真实的。
7. 以上事项如有虚假或者隐瞒，我方愿意承担一切后果，并不再寻求任何旨在减轻或者免除法律责任的辩解。

8. 根据《中华人民共和国政府采购法实施条例》第五十条要求对政府采购合同进行公告，但政府采购合同中涉及国家秘密、商业秘密的内容除外。我方就对本次投标文件进行注明如下：（两项内容中必须选择一项）

我方本次投标文件内容中未涉及商业秘密；

我方本次投标文件涉及商业秘密的内容有：_____

9. 与本项目有关的一切正式往来信函请寄：

地址：浙江省杭州市钱塘区白杨街道21号大街388号1幢5层532室 邮编：3100

联系人：王成 电话：18207710585 传真：无 电子邮箱：329989199@qq.com

投标人名称：杭州德景软件有限公司

开户银行：杭州联合农村商业银行股份有限公司大学城支行

银行账号：201000274051941

法定代表人或者委托代理人（签字或者电子签名）：_____

投标人名称（电子签章）：杭州德景软件有限公司

2025年12月12日

3. 开标一览表

二. 开标一览表 (货物类)

开标一览表

项目名称: 广西交通职业技术学院三维数字孪生工程研究中心项目采购(重)

项目编号: GXZC2025-G1-003614-GXZX 分标: 无

投标人名称: 杭州德景软件有限公司 单位: 元

| 序号 | 标的的名称 | 厂家、品牌、型号 | 数量及单位① | 单价② | 投标报价③=①×② |
|----|------------------------|--------------------------------------|-------------|-----------|-----------|
| 1 | 基于虚实结合“泵-管网”综合实验实训设备 | 厂家: 杭州德景软件有限公司 品牌: 德景 型号: 定制 | 1 台 | 360000.00 | 360000.00 |
| 2 | 基于虚实结合“泵-管网”综合实验实训仿真软件 | 厂家: 杭州德景软件有限公司 品牌: 德景 型号: V2.0 | 1 套 (70 节点) | 280000.00 | 280000.00 |
| 3 | 管道非开挖修复虚拟仿真软件 | 厂家: 杭州德景软件有限公司 品牌: 德景 型号: V5.0 | 1 套 (70 节点) | 150000.00 | 150000.00 |
| 4 | 市政管网巡查养护虚拟仿真软件 | 厂家: 杭州德景软件有限公司 品牌: 德景 型号: V1.0 | 1 套 (70 节点) | 150000.00 | 150000.00 |

| | | | | | |
|----|-----------------|--|----------|-----------|-----------|
| 5 | 市政管道数字化施工虚拟仿真软件 | 厂家: 杭州德景软件有限公司 品牌: 德景 型号: V2.0 | 1套(70节点) | 150000.00 | 150000.00 |
| 6 | 泵与泵站三维虚拟仿真软件 | 厂家: 杭州德景软件有限公司 品牌: 德景 型号: V5.0 | 1套(70节点) | 100000.00 | 100000.00 |
| 7 | 水污染与水处理虚拟仿真软件 | 厂家: 杭州德景软件有限公司 品牌: 德景 型号: V2.0 | 1套(70节点) | 100000.00 | 100000.00 |
| 8 | 管道全地形检测平台模块 | 厂家: 深圳市博铭维技术股份有限公司 品牌: 博铭维 型号: Discovery 探路全地形 | 2个 | 215000.00 | 430000.00 |
| 9 | 管道检测(CCTV)模块 | 厂家: 深圳市博铭维技术股份有限公司 品牌: 博铭维 型号: Dolphin-L2 | 2个 | 125000.00 | 250000.00 |
| 10 | 管道无线潜望模块 | 厂家: 深圳市博铭维技术股份有限公司 品牌: 博铭维 型号: Peek 2S-Plus | 2个 | 25000.00 | 20000.00 |
| 11 | 管网经纬度定位(RTK)模块 | 厂家: 深圳市博铭维技术股份有限公司 品牌: 博铭维 型号: GW-RTK | 2个 | 13000.00 | 26000.00 |

| | | | | | |
|--|---------|---|----|-----------|-----------|
| 12 | 探地雷达波模块 | 厂家：武汉波动科技有限公司 品牌：波动科技 型号：BD-GPR-S | 1套 | 450000.00 | 450000.00 |
| 合计金额大写：人民币 <u>贰佰肆拾玖万陆仟元整</u> （¥ <u>2496000.00元</u> ） | | | | | |

注：

1. 报价一经涂改，应在涂改处加盖投标人公章或者加盖电子签章或者由法定代表人或者委托代理人签字（或者电子签名），否则其投标作无效标处理。
2. 如为联合体投标，“投标人名称”处必须列明联合体各方名称，并标注联合体牵头人名称，否则其投标作无效标处理。
3. 如为联合体投标，盖章处须加盖联合体牵头人电子签章，否则其投标作无效标处理。
4. 如有多分标，按分标分别提供开标一览表，否则投标无效。

法定代表人或者委托代理人（签字或者电子签名）：

投标人名称（电子签章）：杭州德景软件有限公司

日期： 2025 年 12 月 12 日

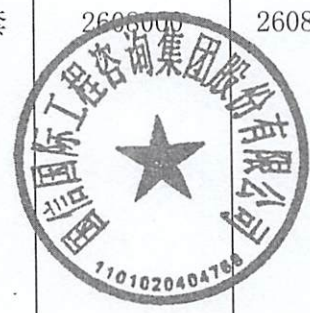



4. 采购需求

一、标项：基于虚实结合的“泵-管网”综合实验实训设备

(一) 技术要求

| 序号 | 标的名称 | 技术参数及性能（配置）要求 | 数量 | 单位 | 预算单价金额（元） | 预算金额合计（元） |
|----|-----------------------|--|----|----|-----------|-----------|
| 1 | 基于虚实结合的“泵-管网”综合实验实训设备 | <p>平台配套设备及软件组成： 虚实结合的给水管网综合实验实训平台包括主体部分和配套设备及软件部分，主要包含：软硬件结合：1. 虚实结合的给水管网综合实训设备 1 台及仿真软件 70 节点；软件部分：2. 管道非开挖修复虚拟仿真软件 1 套 70 节点；3. 市政管网巡查养护虚拟仿真软件 1 套 70 节点；4. 市政管道数字化施工虚拟仿真软件 1 套 70 节点；5. 泵与泵站三维虚拟仿真软件 1 套 70 节点；6. 水污染与水处理虚拟仿真软件 1 套 70 节点；硬件部分：7. 管道全地形检测平台模块 2 个；8. 管道检测（CCTV）模块 2 个、管道无线潜望模块 2 个、管网经纬度定位（RTK）模块 2 个；9. 探地雷达波模块 1 套。</p> <p>具体参数要求： 一、虚实结合的给水管网综合实训设备及仿真软件 （一）综合实训总体要求 通过高度仿真的双环立体管网设备与智能仿真实训软件，全面训练学生对给水系统的理解、设计分析、运行管理及数据分析能力，具备可视化、可调控、可测试、可扩展等特性。</p> <p>1. 系统组成 1.1▲硬件实训设备：由双环 9 段 8 节点管网和数据采集、控制系统组成，管网内压力、流量、水位能实施采集、上传，所有执行结构（阀、泵）具备本地控制、远程控制功能。 1.2▲仿真实训软件：由设备孪生模块和实训模块组成，孪生模块 1:1 还原真实设备几何模型、机理模型，具备虚实结合、半实物仿真功能；实训模块用于教学，包括学科认知、设备操控、知识考核功能。</p> <p>2. ▲数据采集 2.1 采集对象：压力、流量、水位、电压、电流。 2.2 采集点位：≥60，预留≥20%的扩展点位。 2.3 采集频率：≥5Hz。 2.4 实时性：显示刷新周期≤1s。 2.5：准确性与稳定性：精度等级≥0.5 级，采集波动≤1%。</p> | 1 | 套 | 2608000 | 2608000 |



| | | | | | |
|--|--|--|--|---|--|
| | <p>2.6 数据存储：存储时长$\geq 1000\text{h}$。</p> <p>2.7 数据回放：支持仿真软件加载复盘回放；支持 CSV 导出。</p> <p>3. ▲设备控制</p> <p>3.1 控制对象：涵盖执行机构（如阀、泵）与目标参数（如水位、流量、压力）。所有控制参数可借助人机交互界面以可视化方式进行设置，操作简便且直观。此外，系统具备参数记忆功能，能够保存常用工作模式。</p> <p>3.2 控制功能：用户可按需精确设置阀门开度百分比、泵体转速、水箱目标水位、管道介质流量及系统工作压力等关键参数，系统内置智能控制算法，用户完成参数设定后可自动执行指令，无需人工干预就能实现预设工艺流程控制目标，确保系统稳定高效运行。</p> <p>3.3 闭环控制：针对水位、流量以及压力实施闭环控制，控制系统于实时状态下采集相关传感器数据，并自动对阀门开度与泵转速加以调节，控制精度优于 3%。</p> <p>3.4 控制模式：支持手动控制与自动控制模式的切换，以满足不同工况的需求。在手动模式下，可对阀与泵的启停进行独立操作；在自动模式下，则按照预设逻辑执行控制任务。控制响应时间$\leq 100\text{ms}$，以此确保系统的实时性与可靠性。</p> <p>3.5 远程控制：具备远程控制功能，可通过移动平板终端、远程客户端实现全部设备功能，指令响应时间$\leq 200\text{ms}$。</p> <p>3.6 孪生集成：可与仿真实训软件实现深度集成，涵盖控制指令与参数等方面。用户能够在数字孪生环境下完成对所有物理对象的操作，集成度达 100%。</p> <p>4. ▲孪生监控</p> <p>4.1 实时映射：仿真实训软件中的数字孪生模块应能实时映射硬件设备的运行状态，包括管网压力分布、流量变化、水位高度及设备启停状态等关键参数，延迟不超过 500ms。</p> <p>4.2 异常预警：系统需具备智能诊断功能，当监测到设备运行异常或参数偏离设定值时，能够通过声光报警、界面弹窗等方式及时提示，并在数字孪生界面上以醒目方式标注异常位置。</p> <p>4.3 运行记录：自动记录所有设备的操作日志和运行数据，支持按时间、设备类型等条件查询，便于教学分析与故障追溯。</p> <p>5. ▲孪生仿真</p> <p>5.1 虚实联动：实现物理设备与虚拟模型的双向交互，既能将真实设备数据实时反馈至虚拟模型，也能通过虚拟操作控制实体设备，确保仿真度达到 95%以上。</p> | | |  | |
|--|--|--|--|---|--|

5.2 故障模拟：支持设置各类典型故障场景，如管道泄漏、水泵故障、传感器失灵等，可自定义故障发生的时间、位置和严重程度，用于训练学生的应急处置能力。

5.3 工况切换：提供多种预设工况模式，包括正常运行、节能模式、高峰供水等，各模式间的切换时间不超过 2 秒，确保实训过程的连续性。

5.4 半实物仿真：虚拟模型的运行效果可于实物系统中予以验证，系统内置不少于 5 种智能算法如 DMA 漏损分析模型、压差分析模型，能够结合实物系统的状态对虚拟模型的置信度进行验证。

6. ▲实训教学

6.1 教学资源：配套完整的教学资料，包括实验指导书、操作视频、考核题库等，覆盖基础认知到高级应用的各个层次。

6.2 实训项目：设计不少于 15 个典型实训项目，涵盖设备认知、参数调试、故障排查、优化运行等方面，每个项目均配有详细的操作步骤和评估标准。

6.3 考核评估：建立科学的评价体系，通过理论测试、实操考核、数据分析等多种方式综合评估学生能力，支持自动评分和人工评分相结合。

7. 其他要求

7.1 安全与可靠性：设备外壳、控制柜、箱体应无尖锐棱角与毛刺，具备良好的接地与防护结构，以保障操作安全。

7.2 可扩展性：控制系统的输入输出（I/O）预留不少于 20% 的 I/O 点位及通信接口，以支持后期功能拓展与教学升级；软件预留拓展接口，并配备接口文档与功能设计文档，用于二次开发。

7.3 标准化：所有控制系统、执行器、仪表及通信设备均支持工业标准接口和协议，如 Modbus、Profinet、OPC。

7.4 ▲质保售后：在质量保证期内，为应用系统的运行与维护提供 7×24 小时实时技术支持；软件提供 3 年质保服务，质保期内提供软件升级服务，升级费用包含在投标总价中。


7.5 交付物：提供实训设备 1 套、仿真实训软件 1 套、电气原理图、软件开发文档、接口文档。

（二）硬件实训设备参数要求

双环立体管网系统 1 套、低位水箱 1 个、高位水箱 1 个、离心泵 2 台、电动调节阀 13 个、手动阀门 7 个、压力变送器 35 个、压力表 1 个、真空压力表 2 个、电磁流量计 17 个、液位计 2 个、电流表 2 只、电压表 1 只、摄像头（含音频采集）2 只、控制柜 1 个、PLC 控制系统 1 套（含 PLC、电气设备、HMI）、平板电脑 2 台。



| | | | | | |
|--|--|--|--|---|--|
| | <p>1. 双环立体管网</p> <p>1.1 管道长度: DN15\geq30 米, DN20\geq10 米, DN25\geq20 米, DN32\geq10 米, DN40\geq5 米, DN80\geq5 米</p> <p>1.2 材质: 透明亚克力管, 壁厚\geq5mm</p> <p>1.3 结构参数: 双环 9 管段 8 节点, 6 个用户出水管节点</p> <p>2. 低位水箱</p> <p>2.1 有效容积\geq1m³</p> <p>2.2 高度: 1m-1.5m</p> <p>2.3 材质: 304 不锈钢, 壁厚\geq2.0mm</p> <p>3. 高位水箱</p> <p>3.1 有效容积: \geq0.5m³</p> <p>3.2 高度: 0.5m-1m</p> <p>3.3 材质: 304 不锈钢, 壁厚\geq1.5mm</p> <p>3.4 安装高度: 最高水位距地面不低于 3m</p> <p>3.5 安装支架: 支架材质: 铝合金; 壁厚\geq2.0mm;</p> <p>3.6 安全要求: 需要提供整体支撑结构稳定性及强度仿真校核材料;</p> <p>4. 离心泵 (含变频电机及变频器)</p> <p>4.1 性能参数: 流量\geq10m³/h, 扬程\geq25.5m, 功率\geq1.1kW</p> <p>4.2 控制要求: 支持远程、本地全功能控制;</p> <p>4.3 安装位置: 双环立体管网系统下方</p> <p>5. 电动调节阀</p> <p>5.1 外壳: 铝合金, 阀芯: UPVC</p> <p>5.2 技术参数: 24VDC 供电, 4-20mA 控制信号, 阀芯调节开度范围 0-100% , 响应时间\leq5s</p> <p>6. 手动阀门</p> <p>6.1 材质: UPVC</p> <p>6.2 公称直径: DN15 一只, DN20 一只, DN25 四只, DN32 一只。</p> <p>7. 压力变送器</p> <p>7.1 测量范围: 0-0.5MPa</p> <p>7.2 输出信号: 4-20mA</p> <p>7.3 精度等级: \geq0.5 级</p> <p>7.4 电气接头: 赫斯曼接头</p> <p>7.5 供电电压: 24VDC</p> <p>8. 压力表</p> <p>8.1 功能要求: 具备本地显示及信号输出功能</p> <p>8.2 测量范围: 0-0.6MPa</p> <p>8.3 输出信号: 4-20mA</p> <p>8.4 精度等级: \geq0.5 级</p> <p>8.5 供电电压: 24VDC</p> | | |  | |
|--|--|--|--|---|--|

| | | | | | |
|--|--|--|--|---|--|
| | <p>8.6 电气接头：赫斯曼接头</p> <p>9. 真空压力表</p> <p>9.1 功能要求：具备本地显示及信号输出功能</p> <p>9.2 测量范围：-0.1-0MPa</p> <p>9.3 输出信号：4-20mA</p> <p>9.4 精度等级：≥0.5 级</p> <p>9.5 供电电压：24VDC</p> <p>9.6 电气接头：赫斯曼接头</p> <p>10. 电磁流量计</p> <p>10.1 口径：DN15 八台，DN20 三台，DN25 四台，DN32 二台，</p> <p>10.2 测量范围：0-10m/s</p> <p>10.3 精度等级：≥0.5 级</p> <p>10.4 输出信号：4-20mA，脉冲输出，RS485 通讯</p> <p>10.5 供电电压：24VDC</p> <p>10.6 防护等级：≥IP65</p> <p>11. 液位计</p> <p>11.1 测量范围：0-1m 一台、0-2m 一台</p> <p>11.2 精度等级：≥0.5 级</p> <p>11.3 线性度：优于±0.2%</p> <p>11.4 输出信号：4-20mA</p> <p>11.5 供电电压：24VDC</p> <p>12. 电流/电压表</p> <p>12.1 电流表：量程 0-10A，精度≥0.5 级</p> <p>12.2 电压表：量程 0-450V，精度≥0.5 级</p> <p>12.3 输出信号：RS485 通讯</p> <p>13. 摄像头（含音频采集）</p> <p>13.1 像素：≥500 万</p> <p>13.2 视频编码：不低于 H.264</p> <p>13.3 音频采样率：48kHz</p> <p>13.4 传输方式：RJ45 以太网，网速需≥10Mbps</p> <p>14. PLC 系统</p> <p>14.1 CPU：任务最小执行周期不高于 3ms，核心频率≥200MHz，缓存≥128KB，运行内存 RAM≥128MB，存储空间≥512MB，串口数量≥1，CAN 口数量≥1，USB 口数量≥1，网口数量≥1，实时总线接口数量≥1。</p> <p>14.2 数字量 IO：电压等级 24VDC；数字量输入 IO 抗干扰滤波时间 0~25ms；数字量输出 IO 负载电流≥0.3A，切换延时≤300μs，切换延时≤2ms。</p> <p>14.3 模拟量输入：测量范围±10VDC、0~20mA、4~20mA，测量分辨率≥12bit，配置低通滤波器。</p> <p>14.4 模拟量输出：输出范围±10VDC、0~20mA、4~20mA，输出分辨率≥12bit，配置低通滤波器。</p> | | |  | |
|--|--|--|--|---|--|

15. 电气设备

15.1 变频器：额定容量 $\geq 1.5\text{kVA}$ ，支持矢量控制，支持模拟量、总线指令频率输入，数字量输入分辨率 0.01Hz ，模拟量输入分辨率 $1/1000$ ，输出频率精度 $\geq 0.1\%$ ，具备过流、过载、过热保护功能。

15.2 断路器：绝缘电压 $\geq 500\text{V AC}$ 、耐冲击电压 $\geq 6\text{kV}$ 、电气寿命 ≥ 10000 次、机械寿命 ≥ 20000 次。

16. HMI

16.1 尺寸： ≥ 15 寸

16.2 分辨率： $\geq 1920 \times 1080$

16.3 亮度： $\geq 400\text{nits}$

16.4 接口：至少2路COM、1路RJ45、1路USB

17. 控制柜

17.1 尺寸：约 $0.7\text{m} \times 0.5\text{m} \times 1.8\text{m}$ （长 \times 宽 \times 高）

17.2 防护等级： $\geq \text{IP54}$

17.3 材质：冷轧钢板，表面喷塑；厚度： $1.2\text{--}2.0\text{mm}$

18. 平板电脑

18.1 尺寸： ≥ 11 寸

18.2 分辨率： $\geq 2560 \times 1920$

18.3 亮度： $\geq 600\text{nits}$

18.4 刷新率： $\geq 120\text{Hz}$

18.5 CPU 核心： ≥ 6 个

18.6 RAM： $\geq 8\text{GB}$

（三）仿真实训软件功能要求（70节点）

包括孪生监控、孪生仿真、实训教学三大功能模块。

1. 整体要求

1.1 孪生监控实现对硬件设备的数字映射，能实时在孪生模型中可视化所有参数；孪生仿真实现实验的半实物仿真，系统按照实验要求既能进行全数字化的模拟，也能生成控制参数、控制逻辑在硬件设备中运行验证仿真结果；实训教学主要承担教学组织、过程引导与效果评估的功能。

1.2▲建立与硬件设备1:1的数字模型，包括几何模型、机理模型与规则模型，能够虚实结合实现物理世界与数字世界的交互，实现基于数字孪生技术的实训教学内容

1.3 提供双环水管网的固定拓扑模型，管段、节点编号清晰标注；支持对节点属性（标高、压力、需水量）和管段属性（长度、直径、粗糙系数）进行编辑与保存；拓扑图支持缩放、平移及局部放大显示。

1.4▲支持在孪生模型设定硬件设备的所有控制参数及控制指令，响应周期不超过 500ms ；实时采集所有设备的状态、参数信息并更新孪生模型状态，更新周期不超过 1s （投标文件需给出详细的技术方案、案例并盖章）。



| | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|
| | <p>1.5 内置 15 项给排水半实物仿真实训实验内容, 包括实验流程、参数、控制逻辑、教程资料。</p> <p>1.6▲支持二次开发, 通过图形化 GUI 和脚本工具可配置新的实验实训内容, 自动生成硬件设备的控制参数并实现对设备的控制</p> <p>1.7▲具有独立的教师机模块, 教师机内置实训教学流程图图形化配置工具, 能够根据教学内容配置教学信息、实验内容、实验步骤、判定依据等, 支持并行、串行流程设置</p> <p>1.8 提供软件质保服务 3 年, 质保期满后不升级不影响软件正常使用; 在质量保证期内, 需提供提供对应用系统的运行、维护提供 24 小时的实时技术支持。</p> <p>2. 仪表与控制实验</p> <p>2.1 采用三维交互式仿真界面, 真实还原现场设备布局与信号、控制流程。</p> <p>2.2▲能设置阀、泵的控制参数与指令, 并能实时映射至物理实体; 能实时将采集的压力、流量参数映射至数字模型。</p> <p>2.3 支持参数实时调节与波形曲线显示。</p> <p>2.4 支持实时显示测量值、设定值、控制输出等运行参数。</p> <p>3. 连续流方程验证实验</p> <p>3.1 连续流方程验证功能具备对各节点进行连续流方程(质量守恒)验证的功能。</p> <p>3.2 支持实时计算各节点入流、出流及流量平衡情况, 并在界面显示流量守恒差值。</p> <p>3.3 提供自动判定节点流量是否平衡(差值是否在设定允许范围内)的功能。</p> <p>3.4 内置给水管网节点连续流方程验证实验的实验原理介绍、实验步骤指导及注意事项。</p> <p>4. 能量方程验证实验</p> <p>4.1 可基于节点压力数据自动完成水头损失计算与闭合差验证, 根据采集的节点压力值, 结合管段几何参数与流量数据, 计算环路中各管段的水头损失。</p> <p>4.2 应支持单环、双环网络分析, 自动判断每条管段的压降方向(正向或反向), 结果在拓扑图中以箭头或颜色标识, 并可显示压降数值。</p> <p>4.3 能够对环路进行能量方程平衡检验, 计算闭合差, 可设定闭合差合格判据, 系统自动判断实验是否达标。</p> <p>5. 平差理论实验</p> <p>5.1 能够使用采集的硬件设备数据或导入数据, 进行基于最小二乘法的平差计算, 自动识别测量数据中的异常值并提示。</p> | | | | |
|--|--|--|--|--|--|



5.2 以图表和数据表形式展示平差前后的数据对比；显示每个测点的改正数、残差和标准差。

6. 节能调控实验

6.1 支持基于给水管网与泵站运行数据，开展节能运行方案设计与效果评估，实时计算泵站能耗及系统整体能效指标。

6.2 系统应支持多种节能调控策略，如泵站变频调速、阀门调节优化、负荷预测等。

6.3 支持泵站变频调速功能的模拟，包括转速调整与运行状态切换；支持阀门开度自动调节，实现系统压差优化；支持多泵并联运行节能优化控制。

7. 离心泵性能曲线实验

7.1 支持离心泵性能曲线的实验模拟与实测数据分析，能够准确反映泵的流量、扬程、功率和效率等性能参数的关系。

7.2 应与实验硬件系统无缝集成，支持实时数据采集与动态曲线绘制，显示关键性能点，如最佳效率点（BEP）、关闭阀点、最大流量点。

7.3 能够基于采集的硬件设备参数自动绘制流量-扬程、流量-功率、流量-效率曲线。

8. 离心泵变速工况曲线实验

8.1 支持离心泵在不同转速（变频调速）工况下性能曲线的实验模拟与实时数据采集分析。

8.2 需能够展示流量、扬程、功率及效率等参数随转速变化的关系，体现泵性能的变速特性。

8.3 自动绘制各转速对应的流量-扬程、流量-功率、流量-效率曲线；支持转速变化趋势曲线显示，反映泵性能随转速变化的动态响应。

9. 离心泵并联工况曲线实验

9.1 支持对多台离心泵并联工况下性能曲线的实验模拟与数据采集分析，真实反映并联泵组的流量、扬程、功率及效率特性。

9.2 支持单泵、多泵组合运行模式，能够切换泵组运行状态并实时采集相应数据。

9.3 自动绘制并联泵组的流量-扬程、流量-功率及效率曲线；支持单泵性能曲线与泵组性能曲线叠加对比。

10. 离心泵恒压控制实验

10.1 能够实现泵站在设定压力目标下的自动调节和运行模拟；支持实时采集泵流量、扬程、压力、功率等参数，实时反馈并调整泵运行状态。

10.2 支持基于压力反馈的自动调速控制，实现设定压力的稳定维持；支持用户自定义压力设定值及控制参数调整能模拟变频器对泵速的调节响应，保证压力恒定。



| | | | | |
|--|---|--|--|--|
| | <p>10.3 能实时显示压力曲线、泵速曲线及流量变化；计算压力波动范围、响应时间及节能效果指标。</p> <p>11. 离心泵恒流控制实验</p> <p>11.1 能够模拟并验证离心泵在恒定流量目标下的自动调节运行过程；实现对流量的实时监测、反馈和调节，验证恒流控制策略在不同负荷工况下的稳定性和节能效果。</p> <p>11.2 支持在不同管网阻力、泵速条件下的恒流控制实验，反映调节对泵性能的影响。</p> <p>11.3 支持基于流量传感器数据的反馈闭环控制，实现对变频器或调节阀的自动调节，保持流量恒定；支持用户设定目标流量值及控制灵敏度；可模拟不同调节方式（如变频调速控制、阀门调节）对恒流效果的差异。</p> <p>12. 沿程水损与局部水损实验</p> <p>12.1 具备沿程水头损失和局部水头损失的实验功能，能够验证达西-魏斯巴赫公式及局部阻力系数公式，分析不同流速、管径、阀门开度等因素对水头损失的影响。</p> <p>12.2 支持沿程损失分项测量、单独分析和综合验证，能够在不同流量条件下测定单位长度的水头损失，绘制沿程水损曲线；自动计算并显示沿程阻力系数λ，并与理论公式计算值进行对比分析。</p> <p>12.3 支持局部损失分项测量、单独分析和综合验证，能够测定局部构件在不同流量下的水头损失，计算局部阻力系数ζ；支持调节阀门开度，并实时测量对应的局部损失变化。</p> <p>13. 管道 DMA 分区实验</p> <p>13.1▲具备模拟给水系统中管网 DMA(District Metered Area, 分区计量管理区)分区运行的实验功能；通过实验验证 DMA 分区在流量监测、压力控制、漏损分析与节能调度等方面的作用（投标时应提供 DMA 分区的详细方案，并提供 DMA 分区在流量监测、压力控制、漏损分析与节能调度的软件功能截图，方案及截图均需加盖公章）。</p> <p>13.2▲具备 2 个以上可独立控制的供水分区，分区间可通过阀门进行连通或隔断；各分区应具备独立的进水流量计、压力传感器及调节阀；可模拟分区供水、跨区调水、分区隔离等运行工况。</p> <p>13.3 能够实时采集各分区流量、压力等参数；支持监测分区用水量变化，计算漏损率并进行趋势分析；支持 DMA 分区运行的远程监控与本地控制。</p> <p>14. 漏损监测与分析</p> <p>14.1 具备模拟管网中漏损发生、监测与分析的实验功能；通过实验验证不同漏损位置、漏损规模和运行工况</p> | | | |
|--|---|--|--|--|



下，管网流量、压力的变化规律；具备漏损实时监测、数据分析、漏点定位与节能策略验证等功能。

14.2▲能够在管道系统任意位置模拟可控漏损，泄漏流量可调节；漏损发生位置可选固定点或多个可切换点，以模拟多处漏损场景；漏损流量范围可覆盖微小渗漏（<1%流量）到突发性破管（>20%流量）。

14.3▲通过高精度流量计和压力传感器实时采集管网运行数据；系统可对比有无漏损工况下的流量、压力曲线，分析特征变化；能够自动计算漏损率（以DMA分区水量平衡法或最小夜流法为基础）。

14.4 具备利用流量差法、压力梯度法等基本算法进行漏损定位的功能；系统界面可显示管网拓扑和疑似漏点位置。

15. 水力能耗优化调度实验

15.1 综合应用连续流方程、能量方程和平差理论，对管网运行参数进行多目标优化（压力稳定+能耗最低），掌握基于实时监测数据的泵站变频控制策略。

15.2 能在双环9管段8节点的已知拓扑结构下，模拟不同用户用水负荷曲线。

15.3▲能自动调整泵站转速与阀门开度，记录全网流量、压力和功率消耗。

15.4 应用能耗计算公式与平差理论对运行工况进行分析，寻找最优调度方案。

16. 突发工况应急调控实验

16.1 能够基于数字模型模拟管道破裂、阀门故障等突发事件，研究管网的压力波动与流向变化，掌握快速切换供水路径和控制策略的能力。

16.2 软件数字模型预置常见突发工况，如管道破裂、阀门故障。

16.3 支持在数字模型设置设置某节点或管段的突发关闭或泄漏。

16.4▲软件能模拟自动监测压力、流量、泵站功率的瞬态变化，并启用应急调度策略（切换阀门、变速运行、临时加压等），恢复稳定供水。

二、配套管道非开挖修复虚拟仿真软件（70节点）

软件主要涵盖：漫游功能、CCTV模拟功能、知识展示功能、结构性缺陷模拟、功能性缺陷模拟、非开挖管道预处理技术仿真模块、非开挖修复技术数字化教学模块。

1. 漫游功能

1.1 支持第一视角漫游，可借助键盘操控移动，利用鼠标控制方向。

1.2 具备上帝视角（俯视视角），能够快速定位至管道的任意位置。



| | | | | |
|--|---|--|--|--|
| | <p>1.3 实现自动寻路漫游，按照指定的管道节点顺序行进，支持多种漫游模式的自由切换。</p> <p>2. CCTV 模拟功能 对 CCTV 镜头在管道内的漫游过程进行模拟，实时呈现管道内部的模拟情境。</p> <p>3. 知识展示功能 以图文、动画、视频等形式呈现关于缺陷概述、成因、检测流程、表格规范、影像判读及处理方法等方面的知识。</p> <p>4. 结构性缺陷模拟</p> <p>4.1 破裂：对裂痕、裂口、破碎、坍塌等破裂状态进行模拟。</p> <p>4.2 变形：区分变形程度为管径$\leq 5\%$、$5\% - 15\%$、$15\% - 25\%$、$>25\%$ 这四种情形。</p> <p>4.3 腐蚀：模拟轻度、中度、重度三种腐蚀状态。</p> <p>4.4 错口：呈现轻度、中度、重度、严重错口这四种形态。</p> <p>4.5 起伏：区分起伏高与管径之比$\leq 20\%$、$20\% - 35\%$、$35\% - 50\%$、$>50\%$ 这四种等级。</p> <p>4.6 脱节：模拟轻度、中度、重度、严重脱节这四种状态。</p> <p>4.7 接口材料脱落：区分接口材料上下部可见的不同情形。</p> <p>4.8 支管暗接：区分支管接入长度为$\leq 10\%$、$10\% - 20\%$、$>20\%$ 主管直径这三种情况。</p> <p>4.9 异物穿入：区分异物占过水断面比例为$\leq 10\%$、$10\% - 30\%$、$>30\%$ 这三种状态。</p> <p>4.10 渗漏：模拟滴漏、线漏、涌漏、喷漏等现象。</p> <p>5. 功能性缺陷模拟</p> <p>5.1 沉积：区分沉积物厚度为管径的 $20\% - 30\%$、$30\% - 40\%$、$40\% - 50\%$、$>50\%$ 这四种情形。</p> <p>5.2 结垢：模拟因硬质、软质结垢导致的过水断面损失情况。</p> <p>5.3 障碍物：区分过水断面损失为$\leq 15\%$、$15\% - 25\%$、$25\% - 50\%$、$>50\%$ 这四种等级。</p> <p>5.4 残墙、坝根：区分过水断面损失为$\leq 15\%$、$15\% - 25\%$、$25\% - 50\%$、$>50\%$ 这四种情形。</p> <p>5.5 树根：区分过水断面损失为$\leq 15\%$、$15\% - 25\%$、$25\% - 50\%$、$>50\%$ 这四种状态。</p> <p>5.6 浮渣：呈现零星、较多、大量漂浮物这三种状态。</p> <p>6. 非开挖管道预处理技术仿真模块</p> <p>6.1 气囊封堵仿真教学</p> <p>6.1.1 涵盖清淤原理、设备组成、配件连接、施工流程</p> | | | |
|--|---|--|--|--|



及注意事项的模拟。

6.1.2 包含技术要点介绍、施工前准备（如设备组装、气囊检查等）、下井操作（如管径测量、气囊放置）、充气封堵（如气泵启动、阀门控制）等虚拟操作。

6.2 绞车清淤仿真教学

6.2.1 能够模拟工作原理、设备构成、施工过程及注意事项。

6.2.2 可进行技术要点介绍、模拟设备安装、通沟刮泥等虚拟操作。

6.3 高压水射流清洗仿真教学

6.3.1 能够模拟清淤原理、设备组成、施工流程及注意事项。

6.3.2 可进行技术要点介绍、模拟设备安装、射流清洗管道等虚拟操作。

7. 非开挖修复技术数字化教学系统

7.1 原位固化法仿真教学

7.1.1 模拟修复方法概况、施工流程、注意事项及优缺点。

7.1.2 可进行技术要点介绍、模拟设备安装、保护膜铺设、衬管拖拽、紫外灯固化等虚拟操作。

7.2 螺旋管内衬法仿真教学

7.2.1 模拟修复方法概况、施工流程、注意事项及优缺点。

7.2.2 可进行技术要点介绍、模拟设备安装、型材缠绕、特种浆注入等虚拟操作。

7.3 缩径内衬法仿真教学

7.3.1 能够模拟修复方法概况、施工流程、注意事项及优缺点。

7.3.2 可进行技术要点介绍、模拟设备及 HOPE 管安装、HOPE 管缩径穿插与恢复等虚拟操作。

8. 服务及交付要求

8.1 需提供软件质保于三年，质保期满后不升级不影响软件正常使用。

8.2 在质量保证期内，需对应用系统的运行、维护提供 24 小时的实时技术支持。


三、配套市政管网巡查养护虚拟仿真软件（70 节点）

涵盖排水管道巡查技术模块、排水管道日常养护技术模块、排水管道设施设备巡查虚拟仿真模块、雨水管道设施设备巡查虚拟仿真模块、排水管道设施设备维护虚拟仿真模块、雨水管道设施设备维护虚拟仿真模块等模块内容。

1. 排水管道巡查技术模块


1.1 重力管涵巡查



| | | | | |
|--|---|--|--|---|
| | <p>实现对管道畅通性（包括壅水、堵塞情况）、地下水渗入状况、违章排放（如工业废水、建筑泥浆排放）、雨污混接等问题的检查模拟；包含在地形坡度影响下易淤积管段及检查井人工检测场景的仿真。</p> <p>1.2 压力管道巡查</p> <p>开发虚拟仿真功能，模拟透气井浮渣检查、排气阀有效性检测、井盖锈蚀及裂缝查看；体现水锤效应和气体聚集破裂风险的防范场景。</p> <p>1.3 路面巡查</p> <p>开发虚拟仿真功能，模拟井盖完整性（如破损、缺失、松动情况）检查、路面塌陷及污水外溢掏空路基隐患排查；展示每日巡检流程及机动车道井盖承重标准验证。</p> <p>1.4 截流设施巡查</p> <p>开发虚拟仿真功能，模拟雨污分流效能检查、截流堰构筑物完整性检测、闸门工况查看及垃圾清理操作；进行防止晴天污水溢流场景的仿真。</p> <p>2. 排水管道日常养护技术模块</p> <p>2.1 人工清挖</p> <p>开发虚拟仿真功能，模拟检查井浅层淤积场景，实现铁锹、抓斗等工具的清挖操作；体现人工清挖效率低下、安全风险较高的特点。</p> <p>2.2 机械清疏</p> <p>开发虚拟仿真功能，模拟高压清洗车冲刷管壁、联合吸污车抽运淤泥的作业流程。</p> <p>2.3 设施维护</p> <p>开发虚拟仿真功能，模拟井盖防坠网更换与加固（针对腐蚀或松脱网体）操作。</p> <p>3. 排水管道设施设备巡查虚拟仿真模块</p> <p>3.1 检查井内部状况巡查</p> <p>开发虚拟仿真功能，模拟检查井通风、气体检测流程；实现井壁结构（如裂缝、渗漏、剥落情况）、爬梯牢固性、流槽完好性、管口连接状况、沉积物高度及类型检查的模拟。</p> <p>3.2 泵站设备运行巡查</p> <p>模拟泵站控制室与现场巡查场景，实现水泵运行状态（如振动、噪音、温度情况）、格栅除污机工况、液位计准确性、阀门启闭及渗漏、电气控制柜状态、备用设备待机状态检查的模拟。</p> <p>3.3 雨水管道设施设备巡查</p> <p>开发针对雨水管道系统特性的专项巡查仿真功能，体现降雨影响、地表径流承接场景，模拟内涝及设施损坏预防操作。</p> <p>4. 雨水管道设施设备巡查虚拟仿真模块</p> | | |  |
|--|---|--|--|---|

| | | | | | |
|--|---|--|--|--|--|
| | <p>4.1 雨水口/雨水篦子巡查 模拟雨水篦子堵塞、破损、缺失检查，雨水口内部淤积及连接管畅通性检测；体现降雨前、中、后不同时间段的巡查要点。</p> <p>4.2 雨水调蓄设施巡查 模拟雨水调蓄池/塘巡查，实现池体结构安全、水位、进出水设施、淤积程度、水质、排气及防护设施检查的模拟。</p> <p>4.3 排水管道设施设备养护 模拟排水管道设施设备维护保养、小修小补流程，体现延长设备使用寿命、保障运行功能。</p> <p>5. 排水管道设施设备维护虚拟仿真模块</p> <p>5.1 检查井维护 模拟井壁破损修补、流槽修复、爬梯除锈防腐、井室清淤（人工/小型机械）操作。</p> <p>5.2 泵站设备日常保养 模拟水泵轴承润滑、填料函处理、联轴器检查、格栅维护、阀门保养、控制柜除尘、蓄电池维护等标准化作业。</p> <p>5.3 阀门启闭维护 模拟闸阀、截止阀等周期性启闭操作、盘根更换、阀体除锈刷漆及密封性能检查。</p> <p>6. 雨水管道设施设备维护虚拟仿真模块</p> <p>6.1 雨水管道设施设备养护 开发针对雨水管道特有设施维护保养的仿真功能，实现收水、转输、排放功能保障及内涝预防模拟。</p> <p>6.2 雨水口/雨水篦子清掏与更换 模拟专用工具或小型车辆清掏作业，实现破损雨水篦子及边框更换操作的仿真。</p> <p>6.3 雨水调蓄设施清淤与维护 模拟调蓄池/塘清淤（机械清挖、高压冲洗）、设施清理、池壁维护、曝气设备保养操作。</p> <p>7. 服务及交付要求</p> <p>1. 需提供软件质保服务 3 年，质保期满后不升级不影响软件正常使用。</p> <p>2. 在质量保证期内，需提供提供对应用系统的运行、维护提供 24 小时的实时技术支持。</p> <p>四、配套市政管道数字化施工虚拟仿真软件（70 节点）</p> <p>（一）技术参数</p> <p>1. 软件能掌握对工程概况、施工人材机组织、进度计划、施工质量控制要点、施工工艺技术等技能应用考核，完成施工方案编制，基于案例工程完成施工进度计划图、施工操作以及相关施工要点的考核等技能操作理论知识技能。</p> | | | | |
|--|---|--|--|--|--|



| | | | | | |
|--|--|--|--|---|--|
| | <p>2. 软件可满足学生日常实训安排，进行每日实训练习，组卷模拟考核等功能，老师可根据学生学习情况，进行针对性知识点选题考核。题库与软件功能模块的核心知识点章节对应。</p> <p>3. 软件需包含市政管道施工图识读与考核模块、市政管道施工组织设计编制、市政管道数字化施工及验收模拟仿真操作竞赛模块、市政管道非开挖预处理技术模块、市政管道非开挖修复技术模块内容。</p> <p>3.1 市政管道施工图识读与考核模块 需包含给水图纸识读、排水图纸识读等两个功能模块内容：</p> <p>3.1.1 给水图纸识读模块： 需包含一套给水图纸的管位图、平面图、纵断图、大样图等图纸，提供图纸缩放功能，学生点击图上红色标识进行答题，完成一道题的考核后红色标识自动消失，直至每幅图的题答完为止，可得到对应评分，并出现本地实验报告文档，本地文档需汇总考题、选项及答案等评分点明细情况。红色标识点位需不少于 50 个，每个点位均包含至少 1 道选择题。</p> <p>▲3.1.2 排水图纸识读模块：需包含一套给水图纸的管位图、平面图、纵断图等图纸，提供图纸缩放功能，学生点击图上红色标识进行答题，完成一道题的考核后红色标识自动消失，直至每幅图的题答完为止，可得到对应评分，并出现本地实验报告文档，本地文档需汇总考题、选项及答案等评分点明细情况。红色标识点位需不少于 50 个，每个点位均包含至少 1 道选择题。</p> <p>3.1.3 识图题目考核模块： 题库总数量需包含不少于 50 道题目，软件功能进入后随机抽选题库题目作为单次考核题目。 单次考核题目需包含单选题考核点不少于 5 个的，多选题考核点不少于 5 个，判断题不少于 5 个。</p> <p>3.2 市政管道施工组织设计编制模块 需包含对工程概况、施工准备、施工方案、施工质量控制要点、安全管理，成品保护措施，基于案例工程完成施工进度时标网络图绘制等竞赛题库内容，通过选择点击或划线选择正确选项，完成填空题目，并对弹窗理论题目进行作答。</p> <p>3.2.1 工程概况 需包含一份施工图设计说明，学生对施工图设计说明进行阅读，完成施工建设概况表的填写。并添加对应的考核题目，考核题目需不少于 3 道。</p> <p>3.2.2 施工准备</p> | | |  | |
|--|--|--|--|---|--|

| | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|
| | <p>需包含施工现场准备的资料内容，需完成对现场准备平面图填写，并添加对应的考核题目，考核题目需不少于3道。</p> <p>3.2.3 施工方案 需包含给水、排水、燃气、热力等市政管道施工的的步骤填写，并添加对应的考核题目，考核题目需不少于3道。</p> <p>3.2.4 质量控制要点 需包含质量控制要点有关内容，并添加对应的考核题目，考核题目需不少于3道。</p> <p>3.2.5 安全管理 需包含安全管理有关内容，并添加对应的考核题目，考核题目需不少于3道。</p> <p>3.2.6 成品保护措施 需包含成品保护措施有关内容，并添加对应的考核题目，考核题目需不少于3道。</p> <p>3.2.7 施工进度时标网络图绘制 需包含施工横道图绘制及双代号网络图的填写功能，并添加对应的考核题目，考核题目需不少于3道。</p> <p>3.3 市政管道数字化施工及验收仿真模块（给水施工） 需包含运用虚拟仿真技术手段，建立给水施工虚拟仿真施工安装实训场景，以选择施工工具、指定位置等形式进行仿真实训操作；完成仿真实训操作后进行章节测试题目进行辅助考核。</p> <p>3.3.1 沟槽断面选择及土方量计算 需包含沟槽断面计算功能，软件添加给水管道纵断面图，学生阅读断面图后，进行对管断的断面计算填写。填写内容需包含管长、管径、坡度、起点设计路面标高、终点设计路面标高、起点管中心标高、终点管中心标高、起点管道埋深、终点管道埋深。 完成计算后进行章节测试答题，题目内容需包含单选题、多选题、判断题等内容，每类题型需不少2道题目。</p> <p>3.3.2 管道施工测量与放线 需包含测量中心线、井位桩、沟槽边线、井位控制桩等4个施工步骤内容。 仿真操作功能需包含每个步骤点击工具栏，选择正确工具并拖动放置所需物品至指示处，完成虚拟仿真施工实训。虚拟仿真施工实训需不少于8个。 完成施工仿真后进行章节测试答题，题目内容需包含单选题、多选题、判断题等内容，每类题型需不少2道题目。</p> <p>3.3.3 沟槽断面开挖支护与基底处理 需包含包括沟槽断面开挖、人工清底、沟槽验收、砂垫</p> | | | | |
|--|--|--|--|--|--|



层施工、井基础施工等 5 个施工步骤内容。

仿真操作功能需包含每个步骤点击工具栏，选择正确工具并拖动放置所需物品至指示处，完成虚拟仿真施工实训。虚拟仿真施工实训需不少于 8 个。

完成施工仿真后进行章节测试答题，题目内容需包含单选题、多选题、判断题等内容，每类题型需不少 2 道题目。

3.3.4 球墨铸铁管道安装

需包含管道安装施工的排管、下管、稳管、对口、检查等 5 个施工步骤内容

仿真操作功能需包含每个步骤点击工具栏，选择正确工具并拖动放置所需物品至指示处，完成虚拟仿真施工实训。虚拟仿真施工实训需不少于 8 个。

完成施工仿真后进行章节测试答题，题目内容需包含单选题、多选题、判断题等内容，每类题型需不少 2 道题目。

▲3.3.5 给水管道附属构筑物施工

需包含构筑物施工的阀件安装、阀门井、支护模版、踏步预留、混凝土浇筑、井筒安装、排泥井施工、消火栓安装等 8 个施工步骤内容

仿真操作功能需包含每个步骤点击工具栏，选择正确工具并拖动放置所需物品至指示处，完成虚拟仿真施工实训。虚拟仿真施工实训需不少于 10 个。

完成施工仿真后进行章节测试答题，题目内容需包含单选题、多选题、判断题等内容，每类题型需不少 2 道题目。

3.3.6 室外给水管道验收

需包含管道验收的水压试验、给水管道的冲洗和消毒等 3 个施工步骤内容

仿真操作功能需包含每个步骤点击工具栏，选择正确工具并拖动放置所需物品至指示处，完成虚拟仿真施工实训。虚拟仿真施工实训需不少于 5 个。

完成施工仿真后进行章节测试答题，题目内容需包含单选题、多选题、判断题等内容，每类题型需不少 2 道题目。

3.3.7 管道沟槽回填

需包含管道沟槽回填施工的沟槽回填施工工序、沟槽回填要求等 2 个施工步骤内容。

仿真操作功能需包含每个步骤点击工具栏，选择正确工具并拖动放置所需物品至指示处，完成虚拟仿真施工实训。虚拟仿真施工实训需不少于 2 个。

完成施工仿真后进行章节测试答题，题目内容需包含单选题、多选题、判断题等内容，每类题型需不少 2 道题目。



目。
3.4 市政管道数字化施工及验收仿真模块（排水施工）
需包含运用虚拟仿真技术手段，建立排水施工虚拟仿真施工安装实训场景，以选择施工工具、指定位置等形式进行仿真实训操作；完成仿真实训操作后进行章节测试题目进行辅助考核。

3.4.1 沟槽断面选择及土方量计算
需包含沟槽断面计算功能，软件添加给水管道纵断面图，学生阅读断面图后，进行对管断的断面计算填写。填写内容需包含管长、管径、坡度、起点设计路面标高、终点设计路面标高、起点管中心标高、终点管中心标高、起点管道埋深、终点管道埋深。

完成计算后进行章节测试答题，题目内容需包含单选题、多选题、判断题等内容，每类题型需不少 2 道题目。

3.4.2 管道施工测量与放线
需包含测量放线施工的测量中心线、井位桩、沟槽边线、井位控制桩等 4 个施工步骤内容。

仿真操作功能需包含每个步骤点击工具栏，选择正确工具并拖动放置所需物品至指示处，完成虚拟仿真施工实训。虚拟仿真施工实训需不少于 5 个。

完成施工仿真后进行章节测试答题，题目内容需包含单选题、多选题、判断题等内容，每类题型需不少 2 道题目。

3.4.3 沟槽断面开挖支护与基底处理
需包含包括沟槽断面开挖、人工清底、沟槽验收、基底处理施工等 4 个施工步骤内容。

仿真操作功能需包含每个步骤点击工具栏，选择正确工具并拖动放置所需物品至指示处，完成虚拟仿真施工实训。虚拟仿真施工实训需不少于 5 个。

完成施工仿真后进行章节测试答题，题目内容需包含单选题、多选题、判断题等内容，每类题型需不少 2 道题目。

▲3.4.4 混凝土管与钢筋混凝土管的安装
需包含管道安装施工的排管、下管、稳管、对口、检查等 5 个施工步骤内容。

仿真操作功能需包含每个步骤点击工具栏，选择正确工具并拖动放置所需物品至指示处，完成虚拟仿真施工实训。虚拟仿真施工实训需不少于 5 个。

完成施工仿真后进行章节测试答题，题目内容需包含单选题、多选题、判断题等内容，每类题型需不少 2 道题目。

3.4.5 排水管道附属构筑物
需包含构筑物施工的绑扎钢筋、支护模板、踏步预留、



混凝土浇筑、井筒安装等 5 个施工步骤内容。

仿真操作功能需包含每个步骤点击工具栏，选择正确工具并拖动放置所需物品至指示处，完成虚拟仿真施工实训。虚拟仿真施工实训需不少于 5 个。

完成施工仿真后进行章节测试答题，题目内容需包含单选题、多选题、判断题等内容，每类题型需不少 2 道题目。

3.4.6 室外排水管道功能性实验

需包含管道功能性试验施工的室外排水管道功能性实验等 1 个施工步骤内容。

仿真操作功能需包含每个步骤点击工具栏，选择正确工具并拖动放置所需物品至指示处，完成虚拟仿真施工实训。虚拟仿真施工实训需不少于 2 个。

完成施工仿真后进行章节测试答题，题目内容需包含单选题、多选题、判断题等内容，每类题型需不少 2 道题目。

3.4.7 管道沟槽回填

需包含管道沟槽回填施工的沟槽回填施工工序等 1 个施工步骤内容。

仿真操作功能需包含每个步骤点击工具栏，选择正确工具并拖动放置所需物品至指示处，完成虚拟仿真施工实训。虚拟仿真施工实训需不少于 1 个。

完成施工仿真后进行章节测试答题，题目内容需包含单选题、多选题、判断题等内容，每类题型需不少 2 道题目。

二、服务及交付要求

1. 需提供软件质保服务 3 年，质保期满后不升级不影响软件正常使用。
2. 在质量保证期内，需提供提供对应用系统的运行、维护提供 24 小时的实时技术支持。

五、配套泵与泵站三维虚拟仿真软件（70 节点）

（一）技术参数

1. 泵的认知

通过虚拟仿真三维技术对各类泵进行三维仿真模拟，要求包含整体模型及各零部件模型及对应名称，同时需要添加各类泵的初步认知、结构介绍、泵的工作原理等内容的文字介绍，软件需至少包含离心泵、轴流泵、混流泵、射流泵、深井泵、潜水泵等六种模型内容，完成认知后学生需进行答题，题目不少于 5 道。

（1）离心泵

建立三维离心泵模型、介绍离心泵的初步认知、结构介绍等内容。要求模型具有三维爆炸式拆解功能，三维动态展示泵的各类部件及结构名称，虚拟动态展示离心泵



| | | | | | |
|--|---|--|--|--|--|
| | <p>的工作原理，包含水流方向及离心泵动态运行的操作流程。</p> <p>(2) 轴流泵 建立三维轴流泵模型、介绍轴流泵的初步认知、结构介绍等内容。要求模型具有三维爆炸式拆解功能，三维动态展示泵的各类部件及结构名称，虚拟动态展示轴流泵的工作原理，包含水流方向及轴流泵动态运行的操作流程。</p> <p>(3) 射流泵 建立三维射流泵模型、介绍射流泵的初步认知、结构介绍等内容。要求模型具有三维爆炸式拆解功能，三维动态展示泵的各类部件及结构名称，虚拟动态展示射流泵的工作原理，包含水流方向及射流泵动态运行的操作流程。</p> <p>(4) 混流泵 建立三维混流泵模型、介绍混流泵的初步认知、结构介绍等内容。要求模型具有三维爆炸式拆解功能，三维动态展示泵的各类部件及结构名称，虚拟动态展示混流泵的工作原理，包含水流方向及混流泵动态运行的操作流程。</p> <p>(5) 深井泵 建立三维深井泵模型、介绍深井泵的初步认知、结构介绍等内容。要求模型具有三维爆炸式拆解功能，三维动态展示泵的各类部件及结构名称，虚拟动态展示深井泵的工作原理，包含水流方向及深井泵动态运行的操作流程。</p> <p>(6) 潜水泵 建立三维潜水泵模型、介绍潜水泵的初步认知、结构介绍等内容。要求模型具有三维爆炸式拆解功能，三维动态展示泵的各类部件及结构名称，虚拟动态展示潜水泵的工作原理，包含水流方向及潜水泵动态运行的操作流程。</p> <p>2. 泵的拆装</p> <p>(1) 拆解模式 需添加离心泵的拆解流程，学生可操作拆解模式下的各类工具进行泵的拆解，拆解步骤需包含拆卸出水口的法兰螺栓、取下出水口、拆卸支撑架的螺母、拆卸泵体的螺母、拆卸进水口的螺栓、取下进水口、拆卸电机的固定螺母、取下连接盒和电机、拆卸护罩的固定螺、取下护罩、拆卸电机连轴的螺栓、取下电机连轴、拆卸泵体的连接螺栓、取下泵体、取下密封环、拆卸支撑架和轴承盖的连接螺母、取下支撑架和轴承盖、拆卸叶轮的固定螺母、取下叶轮、机封环、卧式离心、用轴承拉马器</p> | | | | |
|--|---|--|--|--|--|



| | | | | | |
|--|---|--|--|--|--|
| | <p>将支架从轴体上取下、用台钳将承箱与轴体分离等</p> <p>(2) 组合模式</p> <p>需添加离心泵零部件，零部件需包含轴承箱、轴承盖、轴体、支撑架、支架、电机轴连、电机轴连、护罩、电机、接线盒、密封圈、机封环、卧式离心、叶轮、泵体、吸入口、吐出口等零件内容，可满足在虚拟仿真环境下进行泵的零件组合操作。</p> <p>3. 泵的性能曲线测定</p> <p>(1) 构建高精度水力机械试验台整体场景、实现交互式的操作功能；</p> <p>(2) 进入仿真实验后的泵装置性能曲线测定试验的操作流程，包含实验介绍、实验装置、实验流程、实验数据处理。</p> <p>(3) 实验流程：1、点击水壶，向漏斗中加水；2、打开阀门，向泵中灌水；3、打开电机开关，启动电机；4、调节流量阀，控制流量。</p> <p>(4) 实现泵装置性能试验数据的实施测试显示（流量、扬程、功率、效率）及数据导出及保存。</p> <p>(5) 实验报告、实验题目的作答。</p> <p>(6) 在线提交实验报告，可实时反馈，对话。</p> <p>4. 泵站认知</p> <p>软件需建立泵站三维场景，虚拟仿真泵站内的各项零部件，用户可进行自由漫游及点击对应零部件的名称进行认知、工作情况、工作原理等内容的介绍，零部件需包括：起重机、通风、变配电、电机、基座、管道、泵等。</p> <p>5. 泵站施工</p> <p>需建立泵站施工虚拟仿真场景，能使用三维交互技术完整模拟泵站施工过程，包含：导截流工程、基坑处理工程、泵室工程、闸室工程、下游连接段工程、上游连接段工程、安装工程等步骤及其步骤下的具体操作流程。</p> <p>(1) 导截流工程：施工测量（用全站仪测出导流渠两岸主要转折点坐标。）、石灰放线（根据“定位图”导流渠两岸转折点连成线形，并用石灰线连接。）、导流挖掘（采用挖掘机在放样范围内进行挖掘，开挖从中间向两边或者从下游往上游开挖。）、建造围堰（把石块倒入河底，进行平抛垫底；用石渣填筑戗堤；用碎石铺筑戗堤顶面；用反铲挖掘机修整边坡的坡度重复之前步骤，直到整个戗堤形成。在戗堤上游处抛投闭气土料，然后用土袋覆盖土料，闭气完成后在上游及时采用钢筋石笼护坡，防止戗堤被淘刷破坏。）、基坑排水（用水泵把基坑内的水和泥浆抽干净，并把杂物和碎石清理掉。)</p> <p>(2) 基坑处理工程：施工测量（使用全站仪进行基坑的主要转折点测量。）、石灰放线（以渠中心线为控制用</p> | | | | |
|--|---|--|--|--|--|



石灰粉连接各个转折角形成开挖线。)、基坑挖掘(利用反铲挖掘机开挖至设计高程以上 30cm 后,采用人工开挖至设计高程(开挖过程应遵循自上而下,逐层开挖。))、基坑围护(用打桩机将挡板打入地下,固定挡板,进行基坑围护。)、打桩钻孔(用螺旋钻机向下打孔,及时清孔,清完孔之后,将钢筋笼垂直吊放到孔内,用导管灌注混凝土。)、开挖(向下开挖出混凝土桩深度。)、压力测试(刚性承压板上分级施加荷载,观测各级荷载作用下地基土随压力和变形,并观察仪表盘是否符合施工规范。)、垫层浇筑(用混凝土浇筑垫层,确保地基平稳并符合荷载需求。)

(3)泵室工程:扎捆钢筋(根据施工设计图纸放置、绑扎钢筋。)、支立模板(支立泵底板模板,支模顺序由下至上,保证接缝严密不漏浆。)、止水铜片(用人工放置止水铜片,保证止水铜片在墙体中线上顺直不得扭曲,开口朝迎水面。)、浇筑底板(使用混凝土泵车运送混凝土,浇筑泵室底板。)、安装模板(按照图纸位置,放置泵模板。)、扎捆钢筋(绑扎泵室胸墙钢筋,主筋与箍筋非转角部分的相交点成梅花交错绑扎。)、安装模板(支立泵室墩墙与胸墙的模板,支模顺序由下至上逐层向上安装,保证构件形状尺寸和相互位置正确,且结构简单,支拆方便,表面平整,接缝严密不漏浆等。)、浇筑闸墩(使用混凝土泵车运输混凝土,浇筑泵室墩墙与胸墙。)、拆除模板(拆除模板,核验砼结构所达到的强度,符合强度后按后支的先拆,先支的后拆,先拆非承重部分,后拆承重部分的顺序拆除。)

(4)闸室工程:安装伸缩缝(放置伸缩缝,防止建筑物构件由于环境条件变化,使结构产生裂缝或破坏。)、扎捆钢筋(根据水闸施工设计图纸放置、捆扎钢筋。)、支立模板(支立闸底板模板,支模顺序由下至上,保证接缝严密不漏浆等。)、止水铜片(用人工放置止水铜片,保证止水铜片在墙体中线上,顺直不得扭曲,开口朝迎水面。)、浇筑底板(使用混凝土泵车运输混凝土,浇筑闸室底板。)、安装模板(支立闸室墩墙与胸墙的模板,支模顺序由下至上,保证接缝严密不漏浆等。)、浇筑闸墩(使用混凝土泵车运输混凝土,浇筑闸墩及胸墙。)、拆除模板(拆除模板,核验砼结构所达到的强度,符合强度后按后支的先拆,先支的后拆,先拆非承重部分,后拆承重部分的顺序拆除。)

(5)下游连接段工程:浇筑翼墙(根据设计施工图纸,支立翼墙模板,放置钢筋,用混凝土浇筑翼墙。)、放置排水管(在要浇筑进水池及护坦区域放置排水管,预留出护坦的排水孔位置,等待浇筑进水池及下游护



坦。)、浇筑进水池(支立模板浇筑出水池,用灌浆车浇筑进水池到设计高程。)、安装伸缩缝(在闸底板与下游护坦之间放置伸缩缝,防止建筑物构件由于环境条件变化,使结构产生裂缝或破坏。)、浇筑护坦(支立模板浇筑护坦,用灌浆车浇筑护坦到设计高程。)

施工测量(使用全站仪测出海漫施工位置,标记出主要转折点。)、石灰放线(使用石灰线连接转折点,布置施工区域。)、放置碎石(将砂砾石倒入河床,分布均匀。)、安装伸缩缝(在下游护坦与海漫之间放置伸缩缝,防止建筑物构件由于环境条件变化,使结构产生裂缝或破坏。)、浇筑海漫(用毛石混凝土进行浇筑海漫。)、施工测量(用全站仪测出下游防冲槽施工位置的主要转折点。)、浇筑防冲槽(用石灰线洒出施工线,安放伸缩缝,抛投石块,并用毛石混凝土浇筑固定。)、放置土工布(清理堤岸两边,保持两岸平整,将土工布顺卷打开牵拉的松紧要合适,不能太紧也不能太松,铺设好土工布以后,要尽快地进行块石砌体。)、砌造护坡(使用砌石建造下游护坡,为保护桥梁和路堤安全,须在凹岸修筑防护建筑物。)

(6)上游连接段工程:浇筑进水池(支立模板,放入捆扎好的钢筋,用灌浆车浇筑上游进水池。)、安装伸缩缝(在闸底板与上游护坦之间放置伸缩缝,防止建筑物构件由于环境条件变化,使结构产生裂缝或破坏。)、浇筑护坦(使用混凝土浇筑上游护坦。)、施工放样(使用全站仪进行测出防冲槽位置的主要转折点。)、石灰放线(使用石灰线连接主要转折点,布置施工区域。)、放置碎石(向河道中倒入碎石。)、浇筑防冲槽(放入伸缩缝,浇筑上游防冲槽。)、放置土工布(清理堤岸两边,保持两岸平整,将土工布顺卷打开牵拉的松紧要合适,不能太紧也不能太松,铺设好土工布以后,要尽快地进行块石砌体。)、放置碎石(使用砌石建造上游护坡为保护桥梁和路堤安全,须在凹岸修筑防护建筑物。)

(7)尾工阶段工程:安放闸门(使用吊车安放闸门,安装启闭机。)、安放水泵(使用吊车安放水泵与拍门。)、安放拦物栅(使用吊车安放拦物栅与爪钩。)、上层建筑(建造上层建筑。)、疏通围堰(使用反铲挖掘机疏通围堰,先下游,后上游。)、填导流渠(将泥土倒入导流河道,将河流引入水闸河道。)

六、配套水污染与水处理虚拟仿真软件(70节点)

(一)技术参数

基于城镇污水的系统性,将污水收集、污水管网、提升泵站、污水厂集成于一体形成完整的城镇污水系统,展



示污水收集、污水管网、提升泵站、污水厂，可通过 PC 端进行互动式教学、实操训练、学习过程考核等。具备第一视角漫游功能，漫游管廊的任意位置；自动寻路漫游则按照指定的管道节点顺序自动漫游。各种漫游模式可以自动切换，满足不同情景的漫游浏览学习。

1. 污水处理工艺认知仿真教学

展现在城镇污水处理工艺过程中常见的知识点学习为主，包括城镇生活污水厂处理效率、污水处理基本方法、典型污水处理工艺流程，让学生对污水处理建立整体的知识架构体系，认知污水处理的核心要素。

1.1 污水处理厂运行设备虚拟仿真

此模块需包含污水处理厂相关的格栅、旋流沉砂池、初沉池、生物池、二沉池、深床滤池、紫外线消毒、鼓风机床、污泥处理间等运行设备的虚拟仿真认知内容。

(1) 格栅

设备认知：需以文字形式进行格栅的基本内容的介绍。
动画原始：需包含不少于 10S 的动画讲解内容，动画内容需包含格栅仿真模型、文字及人工智能语音配音对格栅内容进行讲解，动画格式为 MP4 (H. 264)。
结构展示：需在场景中显示格栅的三维仿真模型，可使用鼠标右键进行任意视角旋转，鼠标滚轮进行指定视角下的拉近拉远，进行整体及局部细节位置的查看。

(2) 旋流沉砂池

设备认知：需以文字形式进行旋流沉砂池的基本内容的介绍。
动画原始：需包含不少于 10S 的动画讲解内容，动画内容需包含旋流沉砂池仿真模型、文字及人工智能语音配音对旋流沉砂池内容进行讲解，动画格式为 MP4 (H. 264)。
结构展示：需在场景中显示旋流沉砂池的三维仿真模型，可使用鼠标右键进行任意视角旋转，鼠标滚轮进行指定视角下的拉近拉远，进行整体及局部细节位置的查看。

(3) 初沉池

设备认知：需以文字形式进行初沉池的基本内容的介绍。
动画原始：需包含不少于 10S 的动画讲解内容，动画内容需包含初沉池仿真模型、文字及人工智能语音配音对初沉池内容进行讲解。
结构展示：需在场景中显示初沉池的三维仿真模型，可使用鼠标右键进行任意视角旋转，鼠标滚轮进行指定视角下的拉近拉远，进行整体及局部细节位置的查看。

(4) 生物池



设备认知：需以文字形式进行生物池的基本内容的介绍。

动画原始：需包含不少于 10S 的动画讲解内容，动画内容需包含生物池仿真模型、文字及人工智能语音配音对生物池内容进行讲解。

结构展示：需在场景中显示生物池的三维仿真模型，可使用鼠标右键进行任意视角旋转，鼠标滚轮进行指定视角下的拉近拉远，进行整体及局部细节位置的查看。

(5) 二沉池

设备认知：需以文字形式进行二沉池的基本内容的介绍。

动画原始：需包含不少于 10S 的动画讲解内容，动画内容需包含二沉池仿真模型、文字及人工智能语音配音对二沉池内容进行讲解。

结构展示：需在场景中显示二沉池的三维仿真模型，可使用鼠标右键进行任意视角旋转，鼠标滚轮进行指定视角下的拉近拉远，进行整体及局部细节位置的查看。

(6) 深床滤

设备认知：需以文字形式进行深床滤池的基本内容的介绍。

动画原始：需包含不少于 10S 的动画讲解内容，动画内容需包含深床滤池仿真模型、文字及人工智能语音配音对深床滤池内容进行讲解。

结构展示：需在场景中显示深床滤池的三维仿真模型，可使用鼠标右键进行任意视角旋转，鼠标滚轮进行指定视角下的拉近拉远，进行整体及局部细节位置的查看。

(7) 紫外线消毒

设备认知：需以文字形式进行紫外线消毒的基本内容的介绍。

动画原始：需包含不少于 10S 的动画讲解内容，动画内容需包含紫外线消毒仿真模型、文字及人工智能语音配音对紫外线消毒内容进行讲解。

结构展示：需在场景中显示紫外线消毒的三维仿真模型，可使用鼠标右键进行任意视角旋转，鼠标滚轮进行指定视角下的拉近拉远，进行整体及局部细节位置的查看。

(8) 鼓风机床

设备认知：需以文字形式进行鼓风机床的基本内容的介绍。

动画原始：需包含不少于 10S 的动画讲解内容，动画内容需包含鼓风机床仿真模型、文字及人工智能语音配音对鼓风机床内容进行讲解。

结构展示：需在场景中显示鼓风机床的三维仿真模型，



可使用鼠标右键进行任意视角旋转，鼠标滚轮进行指定视角下的拉近拉远，进行整体及局部细节位置的查看。

(9) 污泥处理间

设备认知：需以文字形式进行污泥处理间的基本内容的介绍。

动画原始：需包含不少于 10S 的动画讲解内容，动画内容需包含污泥处理间仿真模型、文字及人工智能语音配音对污泥处理间内容进行讲解。

结构展示：需在场景中显示污泥处理间的三维仿真模型，可使用鼠标右键进行任意视角旋转，鼠标滚轮进行指定视角下的拉近拉远，进行整体及局部细节位置的查看。

1.2 城镇生活污水污水厂处理效率

此模块需包含以文字形式进行的城镇污水组成、典型生活污水水质、污水厂处理效率等相关知识点介绍。

1.3 污水处理基本方法

此模块需包含以文字形式进行的污水处理基本方法等相关知识点介绍。

1.4 典型污水处理工艺流程

此模块需包含以文字形式进行的以及处理工艺、二级处理工艺、三集处理工艺、再生水处理工艺等相关知识点介绍。

2. 污水厂仿真教学漫游

污水厂仿真教学漫游，是基于污水厂的污水处理工艺流程，采用高清仿真的三维建模软件生成污水厂的三维模型场景，主要包括格栅、旋流沉砂池、初沉池、生物池、二沉池、深床滤池、紫外线消毒、鼓风机床、污泥处理间等，是城镇污水系统的核心部分，不仅让学生知道污水处理构筑物是什么，还要让学生知道构筑物怎么计算的及其相关的技术要求，从而让学生能够比较全面训练和掌握污水处理全过程。

(1) 格栅模块

此模块需建立污水厂三维虚拟仿真场景及格栅仿真模型，使用者可操作键盘操纵仿真人物进行污水厂漫游，移动到格栅指定场景位置，进行漫游查看学习；

模块可点击格栅位置知识牌进行学习，包括格栅结构、格栅知识点学习和习题考核、计算例题。回答有关格栅知识点习题内容并根据计算例题给定的水厂规模、格栅设计要点和格栅设计公式等内容进行计算格栅尺寸。

旋流沉砂池模块

此模块需建立污水厂三维虚拟仿真场景及旋流沉砂池仿真模型，使用者可操作键盘操纵仿真人物进行污水厂漫游，移动到旋流沉砂池指定场景位置，进行漫游查看



| | | | | | |
|--|---|--|--|--|--|
| | <p>学习；</p> <p>模块可点击旋流沉砂池位置知识牌进行学习，包括旋流沉砂池结构、旋流沉砂池知识点学习和习题考核、计算例题。回答有关知识点习题内容并根据计算例题给定的已知条件进行计算并输入结果。</p> <p>(2) 初沉池模块</p> <p>此模块需建立污水厂三维虚拟仿真场景及初沉池仿真模型，使用者可操作键盘操纵仿真人物进行污水厂漫游，移动到初沉池指定场景位置，进行漫游查看学习；模块可点击初沉池位置知识牌进行学习，包括初沉池结构、初沉池知识点学习和习题考核、计算例题。回答有关知识点习题内容并根据计算例题给定的已知条件进行计算并输入结果。</p> <p>(3) 生物池模块</p> <p>此模块需建立污水厂三维虚拟仿真场景及生物池仿真模型，使用者可操作键盘操纵仿真人物进行污水厂漫游，移动到生物池指定场景位置，进行漫游查看学习；模块可点击生物池位置知识牌进行学习，包括生物池结构、生物池知识点学习和习题考核、计算例题。回答有关知识点习题内容并根据计算例题给定的已知条件进行计算并输入结果。</p> <p>(4) 二沉池模块</p> <p>此模块需建立污水厂三维虚拟仿真场景及二沉池仿真模型，使用者可操作键盘操纵仿真人物进行污水厂漫游，移动到二沉池指定场景位置，进行漫游查看学习；模块可点击二沉池位置知识牌进行学习，包括二沉池结构、二沉池知识点学习和习题考核、计算例题。回答有关知识点习题内容并根据计算例题给定的已知条件进行计算并输入结果。</p> <p>(5) 深床滤池</p> <p>此模块需建立污水厂三维虚拟仿真场景及深床滤池仿真模型，使用者可操作键盘操纵仿真人物进行污水厂漫游，移动到深床滤池指定场景位置，进行漫游查看学习；模块可点击深床滤池位置知识牌进行学习，包括深床滤池结构、深床滤池知识点学习和习题考核、计算例题。回答有关知识点习题内容并根据计算例题给定的已知条件进行计算并输入结果。</p> <p>(6) 紫外线消毒</p> <p>此模块需建立污水厂三维虚拟仿真场景及紫外线消毒仿真模型，使用者可操作键盘操纵仿真人物进行污水厂漫游，移动到紫外线消毒指定场景位置，进行漫游查看学习；</p> <p>模块可点击紫外线消毒位置知识牌进行学习，包括紫外</p> | | | | |
|--|---|--|--|--|--|



线消毒结构、紫外线消毒知识点学习和习题考核、计算例题。回答有关知识点习题内容并根据计算例题给定的已知条件进行计算并输入结果。

(7) 鼓风机房

此模块需建立污水厂三维虚拟仿真场景及鼓风机房仿真模型，使用者可操作键盘操纵仿真人物进行污水厂漫游，移动到鼓风机房指定场景位置，进行漫游查看学习；模块可点击鼓风机房位置知识牌进行学习，包括鼓风机房结构、鼓风机房知识点学习和习题考核、计算例题。回答有关知识点习题内容并根据计算例题给定的已知条件进行计算并输入结果。

(8) 污泥处理间

此模块需建立污水厂三维虚拟仿真场景及污泥处理间仿真模型，使用者可操作键盘操纵仿真人物进行污水厂漫游，移动到污泥处理间指定场景位置，进行漫游查看学习；

模块可点击污泥处理间位置知识牌进行学习，包括污泥处理间结构、污泥处理间知识点学习和习题考核、计算例题。回答有关知识点习题内容并根据计算例题给定的已知条件进行计算并输入结果。

七、管道全地形检测平台模块 2 个

具备螺旋滚筒和轮式两种形态，螺旋滚筒爬行器可搭载球机云台，轮式爬行器可搭载常规云台或球机云台；两种形态可共用线缆车、控制终端及配套检测分析软件。每个模块包括螺旋式滚筒爬行器、轮式爬行器各 1 台，线缆车 1 台，控制终端 1 套，检测分析软件 1 套。

(一) 总体要求

1. 设备形态

1.1 螺旋滚筒爬行器+球机云台，尺寸与重量： $\leq 800 \times 500 \times 350\text{mm}$ （长 x 宽 x 高）、 $\leq 15\text{KG}$ （含电池）；适用工况： $\geq \text{DN}600$ 的高水位、高淤积工况。

1.2 轮式爬行器+球机云台，尺寸与重量： $\leq 500 \times 350 \times 300\text{mm}$ （配 5 寸轮）、 $\leq 25\text{KG}$ （含电池）；适用工况：适合管道、箱涵、明渠等大场景工况

1.3 轮式爬行器+常规云台，尺寸与重量： $\leq 750 \times 350 \times 300\text{mm}$ （配 5 寸轮）、 $\leq 35\text{KG}$ （含电池）；适用工况： $\geq \text{DN}400$ 的市政排水管道

2. 拓展性

2.1 可配备声纳装置，实现对水下淤泥高度的实时测算，并对水下管道缺陷进行判别。同时，能够在控制软件界面同步显示实时视频与实时声纳数据，且具备一键生成声纳检测报告的功能。

2.2 可搭载二维激光雷达与三维激光雷达，用于测绘管



道截面数据并进行 3D 建模。

2.3 可配备四合一气体传感器，用于检测氧气、二氧化碳、一氧化碳、硫化氢、甲烷，可从中任选四种气体进行检测。

2.4 可选择配置长距离扩展底盘，并搭配长距离线缆车，最远可实现 2000 米的长距离检测。

3. 通用性

3.1 螺旋滚筒爬行器与轮式爬行器的供电电池具有通用性，可相互替换，配备电池数量不少于三块，电池容量 $\geq 9.6\text{Ah}$ ，标准电压 22.2V。

3.2 线缆车无需进行调整，即可兼容螺旋滚筒爬行器和轮式爬行器。

3.3 控制终端不仅能够支持螺旋滚筒爬行器，同时也可对轮式爬行器提供支持。

4. 服务及交付要求

4.1 硬件设备质保三年以上，软件质保 3 年，质保期满后不升级不影响软件正常使用。

4.2 在质量保证期内，需提供提供对应用系统的运行、维护提供 24 小时的实时技术支持。

(二) 螺旋式滚筒爬行器底盘要求

1. 驱动形式：螺旋双轮双电机差速驱动

2. 防护等级： $\geq \text{IP68}$

3. 行进速度：静水中最大速度不低于 0.45m/s、逆水中最大速度不低于 0.3m/s

4. 适用管径： $\geq \text{DN600}$

5. 工作时间：电池供电时工作时间 $\geq 2\text{h}$ 。

6. 影像系统：可搭载球机 CCTV。

7. 激光测距：范围 0.1—12m 精度 $\pm 1\%$

8. 其他要求：配备后视镜头和光源，镜头 ≥ 200 万像素，光源采用 LED 灯连续可调亮度

(三) 轮式爬行器底盘要求

1. 驱动形式：多轮双电机差速驱动

2. 防护等级： $\geq \text{IP68}$

3. 爬坡角度： $\geq 35^\circ$

4. 适用管径： $\geq \text{DN400}$

5. 工作时间：电池供电时工作时间 $\geq 2\text{h}$ 。

6. 影像系统：可搭载球机 CCTV 及常规 CCTV。

7. 激光测距：范围 0.1—12m 精度 $\pm 1\%$

8. 其他要求：配备后视镜头和光源，镜头 ≥ 200 万像素，光源采用 LED 灯连续可调亮度。

(四) 球机 CCTV 及常规 CCTV

1. 球机云台：

1.1 ▲前视镜头像素 $\geq 200\text{W}$ ，分辨率 $\geq 1920 \times 1080$ ；光学



变焦 ≥ 4 倍；最低照度彩色 $\leq 0.05\text{Lux}$ ，黑白 $\leq 0.01\text{Lux}$ ；可自动对焦或手动对焦；

1.2 ▲后视镜头像素 $\geq 200\text{W}$ ，分辨率 $\geq 1920 \times 1080$ ；最低照度彩色 $\leq 0.05\text{Lux}$ ，黑白 $\leq 0.01\text{Lux}$ ；可自动对焦或手动对焦。

1.3 轴向旋转 $0 \sim 360^\circ$ ，垂直翻转 $0 \sim 90^\circ$ ，具备一键居中复位功能。

1.4 ▲防护等级 $\geq \text{IP68}$ ，内置姿态传感器。

1.5 配置激光模块，有缺陷长度标定功能。

1.6 前后照明采用LED光源，光源强度连续可调；前照明总功率 $\geq 20\text{W}$ ，近光灯数量 ≥ 4 ，远光灯数量 ≥ 6 ，后照明总功率 $\geq 3\text{W}$ ，数量 ≥ 3 。

2. 常规云台：

2.1 ▲前视镜头像素 $\geq 200\text{W}$ ，分辨率 $\geq 1920 \times 1080$ ；光学变焦 ≥ 10 倍；最低照度彩色 $\leq 0.05\text{Lux}$ ，黑白 $\leq 0.01\text{Lux}$ ；可自动对焦或手动对焦。

2.2 ▲后视镜头像素 $\geq 200\text{W}$ ，分辨率 $\geq 1920 \times 1080$ ；最低照度彩色 $\leq 0.05\text{Lux}$ ，黑白 $\leq 0.01\text{Lux}$ ；可自动对焦或手动对焦。

2.3 配备电动升降机，升降高度 $\geq 200\text{mm}$ ，可快速拆卸，拆卸后爬行者可与镜头直接连接使用。

2.4 轴向旋转 $0 \sim 360^\circ$ ，垂直翻转 $-90^\circ \sim 90^\circ$ 具备一键居中复位功能。

2.5 ▲防护等级 $\geq \text{IP68}$ ，姿态传感器。

2.6 配置激光模块，有缺陷长度标定功能。

2.7 配置加热除雾功能，且能由检测平台控制终端操作。

2.8 前后照明采用LED光源，光源强度连续可调；前照明总功率 $\geq 18\text{W}$ ，近光灯数量 ≥ 4 ，远光灯数量 ≥ 10 ，后照明总功率 $\geq 3\text{W}$ ，数量 ≥ 3 。

(五) 线缆车要求

1. 尺寸重量：体积 $\leq 700\text{mm} \times 450\text{mm} \times 500\text{mm}$ 、重量 $\leq 40\text{kg}$
2. 线缆长度： $\geq 300\text{m}$ 。
3. 线缆参数：2芯浮力线缆，抗拉力 $\geq 250\text{kg}$ ，防水抗磨耐腐蚀。
4. 计数精度： $\pm 0.5\text{m}$ 。
5. 收线盘线：标配自动收线及盘线功能。
6. 供电方式：220V市电、电池；配备电池一块，容量 $\geq 9.6\text{Ah}$ ，标准电压 22.2V ，电池供电时间 $\geq 4\text{h}$ 。

(六) 控制终端要求

1. 人机交互：便携式控制平板，便携式控制平板要求屏幕尺寸 ≥ 10.4 寸、分辨率 $\geq 1920 \times 1080$ 、存储空间 $\geq 128\text{GB}$ ；。



2. **信息显示:** 可实时显示环境视频、日期时间、体状态、速度、行驶距离以及 GPS 定位、车体倾角、气压、行走距离、摄像头方位角、镜头离地高度等信息; 可对视频添加版头与自定义文本; 实时显示缺陷时钟指示、防倾覆报警、气压报警。
3. **控制功能:** 摄像头的俯仰动作、居中还原; 升降架的下降、抬升动作; 相机变倍、变焦, 灯光亮度调节, 录像、抓拍功能; 控制设备: 前进、后退、转向、停止、速度调节; 激光缺陷测量控制; 除雾控制。
4. **网络连接:** 与缆车通过无线连接, 链路速度 $\geq 100\text{Mbps}$ 。

(七) 检测分析软件要求

1. **基本功能:** 支持数据库建立与管理, 资料录入、编辑、检索、打印, 信息归类与评估, 全中文显示和操作界面。
2. **技术标准:** 符合《城镇排水管道检测与评估技术规程》(CJJ181-2012)。
3. **管道状况分析:** 可现场进行缺陷截图, 并注明缺陷级别, 将缺陷显示在视频上, 并可在图片上叠加显示多个缺陷类型, 支持缺陷叠加及再次编辑, 可对当前缺陷位置进行时钟定位并显示单元显示, 自动生成相关的检测结论。

八、配套管道检测 (CCTV) 模块 2 个、管道无线潜望模块 2 个、管网经纬度定位 (RTK) 模块 2 个

(一) 管道检测 (CCTV) 模块参数

1. 总体要求:

- 1.2 适用管径需达到 $\geq \text{DN}200$ 的检测范围; 工作温度: $-20^{\circ}\text{C} \sim 60^{\circ}\text{C}$;
- 1.3 ▲硬件设备质保三年以上, 软件质保 3 年, 质保期内提供软件升级服务, 升级费用包含在投标总价中。
- 1.4 ▲在质量保证期内, 需提供提供对应用系统的运行、维护提供 24 小时的实时技术支持。

2. 常规云台:

- 2.1 ▲前视镜头像素 $\geq 200\text{W}$, 分辨率 $\geq 1920 \times 1080$; 光学变焦 ≥ 10 倍; 最低照度彩色 $\leq 0.05\text{Lux}$, 黑白 $\leq 0.01\text{Lux}$; 可自动对焦或手动对焦。
- 2.2 ▲后视镜头像素 $\geq 200\text{W}$, 分辨率 $\geq 1920 \times 1080$; 最低照度彩色 $\leq 0.05\text{Lux}$, 黑白 $\leq 0.01\text{Lux}$; 可自动对焦或手动对焦。
- 2.3 ▲云台下方需有 ≥ 10 颗环绕式圆形大灯结构;
4. 近光灯 ≥ 4 颗 LED 冷白光源; 远光灯 ≥ 10 颗 LED 冷白光源; 尾灯 ≥ 2 颗高亮 LED 冷白光源;



- 2.4 配备电动升降架，升降高度 $\geq 200\text{mm}$ ，可快速拆卸，拆卸后爬行器可与镜头直接连接使用。
- 2.5 轴向旋转 $0\sim 360^\circ$ ，垂直翻转 $-90^\circ\sim 90^\circ$ 具备一键居中复位功能。
- 2.6▲防护等级 $\geq \text{IP68}$ ，内置姿态传感器。
- 2.7 配置激光模块，有缺陷长度标定功能。
- 2.8 配置加热除雾功能，且能由检测平台控制终端操作。
- 2.9▲控制软件具备测量水深高度功能；
- 2.10 前后照明采用 LED 光源，光源强度连续可调；前照明总功率 $\geq 19\text{W}$ ，近光灯数量 ≥ 4 ，远光灯数量 ≥ 10 ，后照明总功率 $\geq 3\text{W}$ ，数量 ≥ 3 。
- 2.11 爬坡能力 $\geq 35^\circ$ ；

(二) 管道无线潜望模块（硬件及配套管道检测专业分析软件）参数

1. 管道无线潜望镜要求

- 1.1 适用管径应处于 DN150 - 3000 的检测区间，工作温度需符合 -20°C 至 55°C 的范围；防护等级应不低于 IP68。
- 1.2 ▲灯光的最低配置要求如下：远光灯功率应不低于 3W，且不少于 2 颗高亮 LED 灯；中灯功率应不低于 9W，不少于 2 颗高亮 LED 冷光灯；近光灯功率应不低于 1.5W，不少于 2 颗高亮 LED 灯。
- 1.3 潜望镜摄像要求为：像素应不低于 400 万像素，分辨率应不低于 2560×1440 ，光学变焦应不低于 30 倍，数字变焦应不低于 12 倍；同时需具备自动聚焦与手动调焦功能；应配备一键快速去除镜片水雾的装置。
- 1.4▲潜望镜的俯仰角度应不低于 110° ，其中仰视角度应不低于 20° ，俯视角度应不低于 90° ，可实现对井底的垂直观测。
- 1.5 潜望镜的伸缩杆材质需为高强度碳纤维材质，长度最低要求为主杆 5 米加 3 米延长杆（含防撞杆）。
- 1.6▲潜望镜应配备“J”型撑防撞杆，长度应不小于 0.8m，且具备减震缓冲功能。
- 1.7 激光测距的精度为 $\pm 5\text{cm}$ ，测距范围在 1.5 - 100 米。
- 1.8 潜望镜传输方式：
 - ① 可采用 WiFi 无线传输方式（伸缩杆内禁止穿线连接）。
 - ② 应满足信号无线传输要求，无需借助中继器传输信号，控制平板与主机需实现直接无线连接。
- 1.9 潜望镜主机和伸缩杆应分开包装。
- 1.10▲拓展功能：潜望镜可拓展搭载 RTK、4G 实时通讯模块。



| | | | | | |
|--|---|--|--|--|--|
| | <p>1.11 平板控制终端:</p> <p>(1) 应配备不小于 10.4 寸的高清高亮显示屏, 电容式触控屏幕应不低于 10 点触控, 分辨率应不低于 1920×1080。</p> <p>(2) 续航时间应不低于 8h。</p> <p>(3) 内置 SSD 固态硬盘容量应不低于 128G。</p> <p>(4) 平板应具备 Type - c 接口、MicroSD 卡槽, 以及 2.4G、5.8G WiFi、蓝牙、GPS 定位等功能。</p> <p>(5) 可实时显示内部环境、日期时间、俯仰角等信息, 并可通过功能键对这些信息的显示状态进行设置。</p> <p>(6) 应具备控制镜头水平、调焦、变倍、录像、抓拍、暂停等功能, 能够在拍摄的图片或视频上实时进行文字输入与字符叠加。</p> <p>2. 管道检测分析软件要求</p> <p>(1) 软件内置评估标准和报告模板符合《CJJ181-2012 城镇排水管道检测与评估技术规程》的规定。</p> <p>(2) 软件可以在手机上安装 APP 软件后, 手机连接主机, 观看主机拍摄的视频并可以控制主机。</p> <p>(3) 具备版头水印自动读取、字段填充内容预设置、填写字段可自由配置、正反拍摄视频自动关联、数据库备份等功能;</p> <p>(4) 兼容 .mp4、.avi、.wmv 等多种视频格式;</p> <p>13. 服务及交付要求</p> <p>(1) 硬件设备质保三年以上, 软件质保 3 年, 质保期满后不升级不影响软件正常使用。</p> <p>(2) 在质量保证期内, 需提供提供对应用系统的运行、维护提供 24 小时的实时技术支持。</p> <p>(三) 经纬度定位 (RTK) 模块</p> <p>1. 工作温度: $-30^{\circ}\text{C}\sim 70^{\circ}\text{C}$, 防护等级 $\geq \text{IP65}$。</p> <p>2. 卫星系统:</p> <p>①GPS:L1, L2</p> <p>②北斗: B1, B2</p> <p>③GLONASS:G1, G2</p> <p>④Galileo:E1, E5</p> <p>⑤QZSS:L1, L2</p> <p>3. 定位精度:</p> <p>①水平: $\leq 2\text{cm}$;</p> <p>②高程: $\leq 5\text{cm}$;</p> <p>4. 差分延迟: ≤ 3 秒, 自动重连时间 ≤ 46 秒 (内置重连判断功能), 最高回传速率 5HZ。</p> <p>5. ▲可与无线潜望镜搭配使用, 以满足检测需求。</p> <p>6. 服务及交付要求:</p> <p>6.1 硬件设备质保三年以上, 软件质保 3 年, 质保期内</p> | | | | |
|--|---|--|--|--|--|



提供软件升级服务，升级费用包含在投标总价中。

6.2 在质量保证期内，需提供提供对应用系统的运行、维护提供 24 小时的实时技术支持。

九、配套探地雷达波

数量：1 套

1. 可确定地下供水、排水、燃气、电力等管线的位置、埋深
2. 工作模式：脉冲
3. 产品质保期不低于 3 年；
4. 主机参数：
 - (1) 屏幕尺寸 ≥ 12 寸，
 - (2) ▲天线 4 套中心频率 200MHz、400MHz、600MHz、900MHz；可以组合成双频天线雷达。
 - (3) ▲操作界面可中英切换、支持保存数据大于几组、质保期内提供软件升级服务，升级费用包含在投标总价中。
 - (4) 不低于 WiFi5 通信标准，链接距离大于 50 米
 - (5) ▲采样频率：0.2~100GHz 无极可调
 - (6) 时窗范围：10ns~10000ns，连续可调
 - (7) ▲样点数：大于 32000
 - (8) 扫描速率：6-480 扫描/秒
 - (9) 动态范围： ≥ 160 dB
 - (10) 灵敏度： ≥ -130 dBm
 - (11) A/D 转换分辨率： ≥ 18 bit
 - (12) 连续工作时间： ≥ 8 小时
 - (13) ▲叠加功能：硬件叠加 ≥ 65536 次。在采样率 10GSPS，点数 1024 条件下，叠加 ≥ 65536 次，每道波形用时小于 1.0 秒。
 - (14) ▲触发方式：逐点测量、距离触发测量、连续测量三种测量方式
 - (15) 显示方式：同时提供伪彩图、堆积波形或灰度图等显示方式
 - (16) ▲二次开发支持：提供实时数据采集二次开发文档和 SDK
 - (17) ▲伸缩杆：玻纤杆，长度大于 1.2m
 - (18) ▲软件兼容性：雷达配套软件可兼容脉冲雷达、步进雷达、钻孔雷达等多系列雷达产品
 - (19) ▲供货时提供具备省级计量院出具的电磁辐射证书（认证范围需涵盖探地雷达或地质雷达）
 - (20) 雷达锂电池采用刀片式接插供电，供电时长大于 5 小时，
 - (21) 操作系统：中控电脑，Windows 操作系统，可兼容国产鸿蒙系统，笔记本电脑与雷达主机无线连接，无



| | | | | | | |
|--|--|-----|--|--|--|--|
| | | 需线缆 | | | | |
|--|--|-----|--|--|--|--|



(二) 商务要求

| | |
|---------------|---|
| ▲ (一) 合同签订期 | 自中标通知书发出之日起 25 日内。 |
| ▲ (二) 合同履约期限 | 合同签订后, 接到采购人书面通知进场安装起 30 个日历日内安装调试完毕。 |
| ▲ (三) 服务地点 | 南宁市采购人指定地点。 |
| ▲ (四) 付款方式 | 自签订合同之日起 10 个工作日内, 招标人向中标人支付合同金额的 30%作为预付款; 中标人交货安装调试完毕并经招标人验收合格后, 由中标人开具有效合格发票, 招标人于 10 个工作日内向中标人支付合同金额的 70%。 |
| ▲ (五) 履约保证金 | <p>1. 履约保证金金额: 履约保证金按合同金额的 5%缴纳 (如中标供应商为中小企业, 按照合同金额的 2%收取履约保证金), 自中标通知书发出后、签订合同前, 中标供应商应将履约保证金缴纳至采购人指定账户, 逾期未缴纳的, 视为中标供应商放弃中标资格, 应赔偿采购人损失。</p> <p>2. 履约保证金递交方式: 中标人在签订合同前以银行转账、支票、汇票、本票或者金融机构、担保机构出具的保函等非现金方式向采购人提交。</p> <p>3. 履约保证金退付方式、时间及条件: 本项目合同履行期限满, 中标人履行完服务义务且无违约情况下无息退付。由中标人向履约保证金收取单位提供《广西壮族自治区政府采购项目合同验收书》(详见桂财采(2015)22号), 采购人在收到合格材料后 10 个工作日内办理退还手续 (不计利息)。</p> <p>4. 履约保证金缴纳账号信息: 开户名称: 广西交通职业技术学院 开户银行: 中国建设银行股份有限公司南宁园湖北路支行 银行账号: 45050160435309888999</p> |
| ▲ (六) 验收方法及要求 | <p>1. 验收标准、规范: 按照《财政部关于进一步加强政府采购需求和履约验收管理的指导意见》(财库(2016)205号)、《关于印发广西壮族自治区政府采购项目履约验收管理办法的通知》(桂财采(2015)22号)等有关规定执行, 并符合相关国家标准、行业标准、地方标准或其他强制性标准及规范、投标文件承诺及招标文件要求。</p> <p>2. 中标人按要求完成交付后, 应以书面形式正式向采购人递交验收申请书, 采购人收到验收申请书后, 按照采购人单位规定流程组织项目验收, 验收过程中所产生的一切费用均由成交供应商承担, 报价时应考虑相关费用。</p> <p>3. 货物验收时由采购人对照采购文件的《技术参数及性能(配置)要求》进行全面核对检验, 对所有要求出具的文件和材料的原件进行核查, 如不符合采购文件要求或提供虚假承诺的, 虚假检测报告等虚假材料的, 采购人有权拒绝验收并认定中标人违约, 采购人有权单方解除合同, 中标人承担所有责任和费用, 采购人保留进一步追究责任的权利。</p> <p>4. 验收按项目要求及技术需求进行验收, 包括但不限于全部设备、产品、型号、规格、数量、外型、外观、包装及资料、文件 (如装箱单、保修单、随箱介质等) / 各项服务等</p> |



| | |
|-------------------|---|
| | <p>里程碑的交付物，所有产品在验收时应当符合国家法律法规，执行国家相关标准、行业标准，地方标准及招标文件中要求符合的技术标准。当成交供应商未能满足以下全部要求时，属于验收不合格：</p> <p>(1) 按照合同规定提供了全部产品及完整的技术资料。</p> <p>(2) 货物各项参数完全符合《主要技术参数及性能（配置）要求》的要求，性能满足要求，所有系统按要求完成安装调试，正常运行，仿真系统整体运行正常。</p> <p>5. 验收不合格时，采购人有权责令成交供应商限期整改，或有权拒绝验收并解除合同，相关损失与责任由成交供应商承担，采购人保留进一步追究成交供应商违约责任的权利。如存在争议，双方均有权向相关部门申请鉴定，鉴定费由中标人承担。</p> <p>6. 在验收过程中发现中标人有违约问题，暂缓资金结算，待违约问题解决后，方可办理资金结算事宜，在此期间，采购人不承担逾期付款责任。</p> |
| <p>▲（七）售后服务要求</p> | <p>1. 按国家有关产品“三包”规定执行“三包”，质保期自货物验收合格之日起计算，软件及硬件设备质保三年，软件在质保期满后不升级不影响正常使用。（“技术参数要求”中有特殊要求除外，若产品生产厂家质保期超过此年限的，合同履行过程中按厂家规定执行；若成交供应商质保期承诺优于产品生产厂家质保年限的，以成交供应商承诺执行），质保期满后仍需维护的，系统维护费用由供应商承担。</p> <p>2. 成交供应商负责送货上门安装、调试，成交供应商须到采购人指定的现场安装、调试设备，提供完善的现场操作、设备使用、操作及维护培训；</p> <p>3. 质保期内负责定期回访、上门服务、维修、更换损坏的设备和配件及对产品进行维护和保养、货物质量事故和质量缺陷由成交供应商无偿保修，提供终身维修；</p> <p>4. 在成交供应商承诺的质保期内，设备保修包换所需要的配件均是原厂原装，不得使用兼容货物；</p> <p>5. 成交供应商在质保期内应当为采购人提供以下技术支持和服务：提供7×24小时咨询服务，对于设备在使用过程中出现的问题，服务响应时间为20分钟内，故障解决时间不得超过48小时，紧急情况下赶到现场不应超过12小时。若48小时内（紧急情况下赶到现场不应超过12小时内）无法排除故障的，则应提供相应的备用设备以保证采购人的正常使用，上述售后服务费用已包含在合同总价中。</p> <p>6. 质保期外服务要求 软件在质保期满后不升级不影响正常使用，硬件损坏只收取硬件费用。</p> <p>7. 备品备件及易损件 成交供应商售后服务中，维修使用的备品备件及易损件应为原厂配件，未经采购人同意不得使用非原厂配件；</p> <p>8. 质保期内由于设备本身质量原因造成的任何损伤或损坏或因包装、运输不当引起的设备外观或内部的损坏及错发、漏发的情况，成交供应商负责修理或补发、更换，直达到性能要求，不再收取任何费用。如果成交供应商在接到通知后没有更换有缺陷的产品，所造成的损失由成交供应商承担。</p> |



| | |
|-------------------|--|
| <p>▲（八）投标报价要求</p> | <p>1. 投标总报价为完成采购人全部采购内容的报价，即履行合同的最终价格，包括中标人完成本项目所需的一切工作内容而发生的所有费用包括但不限于：</p> <p>（1）货物及标准附件、备品备件、专用工具的价格；</p> <p>（2）人工、运输、装卸、安装、验收、技术支持、技术服务及培训、售后服务、清洁卫生费、垃圾清运费、保险、税金、其他所有成本费用，以及合同明示或暗示的所有责任、义务和一般风险等一切费用。</p> <p>2. 投标总报价不得高于本标项的最高限价。</p> <p>3. 本项目涉及所有资金往来的币种为人民币。</p> <p>4. 投标人应充分考虑由于国家政策变化、自然灾害、战争等不可抗力因素造成本合同中断引起损失风险。</p> |
| <p>▲（九）其他要求</p> | <p>1. 投标人应保证针对本项目的服务（或货物）所涉及知识产权和所提供的相关技术资料是合法取得，并享有完整的知识产权，不会因为采购人的使用而被责令停止使用、追偿或要求赔偿损失，如出现此情况，一切经济和法律的责任均由投标人承担。</p> <p>2. 服务成果经采购人验收通过后，所有权归采购人所有，未经采购人同意中标人不得挪作他用，不得擅自公开相关项目数据或资料文件。</p> <p>3. 保密要求：工作人员应对本项目中接触到的采购人所有的知识产权、商业秘密、技术成果等信息负保密义务。未经采购人书面同意，不得向社会公众或第三方通过任何途径出示、泄露，不得许可使用，不得对上述信息进行复制、传播、销售；保证不向外泄漏任何相关数据，不向外泄漏任何保密的技术资料。如出现工作人员泄密事件，中标人应依法承担法律责任。</p> <p>4. 中标人必须服从招标人现场负责人的指挥，按指定地点进行安装；</p> <p>5. 安装过程中的所有安全保障由中标人自行负责；</p> <p>6. 严格按投标产品的安装规范要求安装，确保安全；</p> <p>7. 如设备为特种设备，按照国家规定安装人员需持证上岗的，安装人员必须持证上岗安装。</p> |
| <p>▲（十）特殊说明</p> | <p>本项目不接受进口产品投标，如投标人采用进口产品投标则作无效处理。</p> |
| <p>▲（十一）核心产品</p> | <p>本标项第 1 项产品“虚实结合的给水管网综合实训设备 1 台及仿真软件 70 节点”为核心产品。</p> <p>多家投标人提供的核心产品品牌相同的，提供相同品牌产品且通过资格审查、符合性审查的不同投标人参加同一合同项下投标的，按一家投标人计算，评审后得分最高的同品牌投标人获得中标人推荐资格；评审得分相同的，由采购人或者采购人委托评标委员会按照招标文件规定的方式确定一个投标人获得中标人推荐资格，招标文件未规定的采取随机抽取方式确定，其他同品牌投标人不作为中标候选人。</p> |



5. 商务条款偏离表

五.商务要求偏离表（注：按项目需求表具体项目修改）

所投分标： 无

| 项号 | 招标文件的商务要求 | 投标文件的承诺 | 偏离说明 |
|------------|---|---|------|
| (一) 合同签订期 | 自中标通知书发出之日起 25 日内 | 杭州德景软件有限公司承诺完全响应本条款的要求： 合同签订期：自中标通知书发出之日起 25 日内 | 无偏离 |
| (二) 合同履约期限 | 合同签订后，接到采购人书面通知进场安装起 30 个日历日内安装调试完毕 | 杭州德景软件有限公司承诺完全响应本条款的要求： 合同履约期限：合同签订后，接到采购人书面通知进场安装起 30 个日历日内安装调试完毕 | 无偏离 |
| (三) 服务地点 | 南宁市采购人指定地点 | 杭州德景软件有限公司承诺完全响应本条款的要求： 服务地点：南宁市采购人指定地点 | 无偏离 |
| (四) 付款方式 | 自签订合同之日起 10 个工作日内，招标人向中标人支付合同金额的 30% 作为预付款；中标人交货安装调试完毕并经招标人验收合格后，由中标人开具有效合格发票，招标人于 10 个工作日内向中标人支付合同金额的 70%。 | 杭州德景软件有限公司承诺完全响应本条款的要求： 付款方式：自签订合同之日起 10 个工作日内，招标人向中标人支付合同金额的 30% 作为预付款；中标人交货安装调试完毕并经招标人验收合格后，由中标人开具有效合格发票，招标人于 10 个工作日内向中标人支付合同金额的 70%。 | 无偏离 |
| (五) 履约保证金 | 履约保证金金额：履约保证金按合同金额的 5% 缴纳（如中标供应商为 | 杭州德景软件有限公司承诺完全响应本条款的要求： 履约保证金：履约保证金 | 无偏离 |

| | | |
|--|--|--|
| | <p>中小企业，按照合同金额的 2%收取履约保证金），自中标通知书发出后、签订合同前，中标供应商应将履约保证金缴纳至采购人指定账户，逾期未缴纳的，视为中标供应商放弃中标资格，应赔偿采购人损失。</p> <p>2. 履约保证金递交方式：中标人在签订合同前以银行转账、支票、汇票、本票或者金融机构、担保机构出具的保函等非现金方式向采购人提交。</p> <p>3. 履约保证金退付方式、时间及条件：本项目合同履约期限满，中标人履行完服务义务且无违约情况下无息退付。由中标人向履约保证金收取单位提供《广西壮族自治区政府采购项目合同验收书》（详见桂财采(2015)22号），采购人在收到合格材料后 10 个工作日内办理</p> | <p>额：履约保证金按合同金额的 5%缴纳（如中标供应商为中小企业，按照合同金额的 2%收取履约保证金），自中标通知书发出后、签订合同前，中标供应商应将履约保证金缴纳至采购人指定账户，逾期未缴纳的，视为中标供应商放弃中标资格，应赔偿采购人损失。</p> <p>2. 履约保证金递交方式：中标人在签订合同前以银行转账、支票、汇票、本票或者金融机构、担保机构出具的保函等非现金方式向采购人提交。</p> <p>3. 履约保证金退付方式、时间及条件：本项目合同履约期限满，中标人履行完服务义务且无违约情况下无息退付。由中标人向履约保证金收取单位提供《广西壮族自治区政府采购项目合同验收书》（详见桂财采(2015)22号），采购人在收到合格材料后 10 个工作日内办理退还手续（不计利息）。</p> <p>4. 履约保证金缴纳账号信息：</p> |
|--|--|--|



| | | | |
|-------------------|--|--|------------|
| | <p>退还手续（不计利息）。</p> <p>4. 履约保证金缴纳账号信息： 开户名称：广西交通职业技术学院 开户银行：中国建设银行股份有限公司南宁园湖北路支行 银行账号：45050160435309888999</p> | <p>开户名称：广西交通职业技术学院 开户银行：中国建设银行股份有限公司南宁园湖北路支行 银行账号：45050160435309888999</p> | |
| <p>（六）验收方法及要求</p> | <p>1. 验收标准、规范：按照《财政部关于进一步加强政府采购需求和履约验收管理的指导意见》（财库〔2016〕205号）、《关于印发广西壮族自治区政府采购项目履约验收管理办法的通知》（桂财采〔2015〕22号）等有关规定执行，并符合相关国家标准、行业标准、地方标准或其他强制性标准及规范、投标文件承诺及招标文件要求。</p> <p>2. 中标人按要求完成交付后，应以书面形式正式向采购人递交验收申请书，采购人收到验收申请书后，按照采购人</p> | <p>杭州德景软件有限公司承诺完全响应本条款的要求： 验收方法及要求：1. 验收标准、规范：按照《财政部关于进一步加强政府采购需求和履约验收管理的指导意见》（财库〔2016〕205号）、《关于印发广西壮族自治区政府采购项目履约验收管理办法的通知》（桂财采〔2015〕22号）等有关规定执行，并符合相关国家标准、行业标准、地方标准或其他强制性标准及规范、投标文件承诺及招标文件要求。</p> <p>2. 中标人按要求完成交付后，应以书面形式正式向采购人递交验收申请书，采购人收到验收申请书后，按照采购人单位规定流程组织项</p> | <p>无偏离</p> |



| | | |
|--|---|--|
| | <p>单位规定流程组织项目验收，验收过程中所产生的一切费用均由成交供应商承担，报价时应考虑相关费用。</p> <p>3. 货物验收时由采购人对照采购文件的《技术参数及性能（配置）要求》进行全面核对检验，对所有要求出具的文件和材料的原件进行核查，如不符合采购文件要求或提供虚假承诺的，虚假检测报告等虚假材料的，采购人有权拒绝验收并认定中标人违约，采购人有权解除合同，中标人承担所有责任和费用，采购人保留进一步追究责任的权利。</p> <p>4. 验收按项目要求及技术需求进行验收，包括但不限于全部设备、产品、型号、规格、数量、外型、外观、包装及资料、文件（如装箱单、保修单、随箱介质等）/各项服务等里程碑的交</p> | <p>目验收，验收过程中所产生的一切费用均由成交供应商承担，报价时应考虑相关费用。</p> <p>3. 货物验收时由采购人对照采购文件的《技术参数及性能（配置）要求》进行全面核对检验，对所有要求出具的文件和材料的原件进行核查，如不符合采购文件要求或提供虚假承诺的，虚假检测报告等虚假材料的，采购人有权拒绝验收并认定中标人违约，采购人有权单方解除合同，中标人承担所有责任和费用，采购人保留进一步追究责任的权利。</p> <p>4. 验收按项目要求及技术需求进行验收，包括但不限于全部设备、产品、型号、规格、数量、外型、外观、包装及资料、文件（如装箱单、保修单、随箱介质等）/各项服务等里程碑的交付物，所有产品在验收时应当符合国家法律法规，执行国家相关标准、行业标准，地方标准及招标文件中要求符合的技术标准。当成交供应商未能</p> |
|--|---|--|



| | |
|--|--|
| <p>交付物，所有产品在验收时应当符合国家法律法规，执行国家相关标准、行业标准，地方标准及招标文件中要求符合的技术标准。当成交供应商未能满足以下全部要求时，属于验收不合格：</p> <p>(1) 按照合同规定提供了全部产品及完整的技术资料。</p> <p>(2) 货物各项参数完全符合《主要技术参数及性能（配置）要求》的要求，性能满足要求，所有系统按要求完成安装调试，正常运行，仿真系统整体运行正常。</p> <p>5. 验收不合格时，采购人有权责令成交供应商限期整改，或有权拒绝验收并解除合同，相关损失与责任由成交供应商承担，采购人保留进一步追究成交供应商违约责任的权利。如存在争议，双方均有权向相关部门申请鉴定，鉴定费由中标人承担。</p> | <p>满足以下全部要求时，属于验收不合格：</p> <p>(1) 按照合同规定提供了全部产品及完整的技术资料。</p> <p>(2) 货物各项参数完全符合《主要技术参数及性能（配置）要求》的要求，性能满足要求，所有系统按要求完成安装调试，正常运行，仿真系统整体运行正常。</p> <p>5. 验收不合格时，采购人有权责令成交供应商限期整改，或有权拒绝验收并解除合同，相关损失与责任由成交供应商承担，采购人保留进一步追究成交供应商违约责任的权利。如存在争议，双方均有权向相关部门申请鉴定，鉴定费由中标人承担。</p> <p>6. 在验收过程中发现中标人有违约问题，暂缓资金结算，待违约问题解决后，方可办理资金结算事宜，在此期间，采购人不承担逾期付款责任。</p> |
|--|--|



| | | | |
|-------------------|--|--|------------|
| | <p>6. 在验收过程中发现中标人有违约问题，暂缓资金结算，待违约问题解决后，方可办理资金结算事宜，在此期间，采购人不承担逾期付款责任。</p> | | |
| <p>(七) 售后服务要求</p> | <p>1. 按国家有关产品“三包”规定执行“三包”，质保期自货物验收合格之日起计算，软件及硬件设备质保不少于三年，软件在质保期满后不升级不影响正常使用。（“技术参数要求”中有特殊要求除外，若产品生产厂家质保期超过此年限的，合同履行过程中按厂家规定执行；若成交供应商质保期承诺优于产品生产厂家质保年限的，以成交供应商承诺执行），质保期满后仍需维护的，系统维护费用由供应商承担。</p> <p>2. 成交供应商负责送货上门安装、调试，成交供应商须到采购人指定的现场安装、调试设备，</p> | <p>杭州德景软件有限公司承诺完全响应本条款的要求：</p> <p>售后服务要求：1. 按国家有关产品“三包”规定执行“三包”，质保期自货物验收合格之日起计算，软件及硬件设备质保六年，软件在质保期满后不升级不影响正常使用。（“技术参数要求”中有特殊要求除外，若产品生产厂家质保期超过此年限的，合同履行过程中按厂家规定执行；若成交供应商质保期承诺优于产品生产厂家质保年限的，以成交供应商承诺执行），质保期满后仍需维护的，系统维护费用由供应商承担。</p> <p>2. 成交供应商负责送货上门安装、调试，成交供应商须到采购人指定的现场安装、调试设备，提供完善的现场操作、设备使用、操作及维</p> | <p>无偏离</p> |



| | | |
|--|---|--|
| <p>提供完善的现场操作、设备使用、操作及维护培训；</p> <p>3. 质保期内负责定期回访、上门服务、维修、更换损坏的设备和配件及对产品进行维护和保养、货物质量事故和质量缺陷由成交供应商无偿保修，提供终身维修；</p> <p>4. 在成交供应商承诺的质保期内，设备保修包换所需要的配件均是原厂原装，不得使用兼容货物；</p> <p>5. 成交供应商在质保期内应当为采购人提供以下技术支持和服务：</p> <p>提供7×24小时实时技术支持服务，对于设备在使用过程中出现的问题，无法排除故障的，则应提供相应的备用设备以保证采购人的正常使用，上述售后服务费用已包含在合同总价中。</p> <p>6. 质保期外服务要求</p> <p>软件在质保期满后不升级不影响正常使用，硬件损坏只收取硬件费用。</p> <p>7. 备品备件及易损件</p> <p>成交供应商售后服务中，维修使用的备品备件及易损件应为原厂配件，未经采购人</p> | <p>护培训；</p> <p>3. 质保期内负责定期回访、上门服务、维修、更换损坏的设备和配件及对产品进行维护和保养、货物质量事故和质量缺陷由成交供应商无偿保修，提供终身维修；</p> <p>4. 在成交供应商承诺的质保期内，设备保修包换所需要的配件均是原厂原装，不得使用兼容货物；</p> <p>5. 成交供应商在质保期内应当为采购人提供以下技术支持和服务：</p> <p>提供7×24小时实时技术支持服务，对于设备在使用过程中出现的问题，无法排除故障的，则应提供相应的备用设备以保证采购人的正常使用，上述售后服务费用已包含在合同总价中。</p> <p>6. 质保期外服务要求</p> <p>软件在质保期满后不升级不影响正常使用，硬件损坏只收取硬件费用。</p> <p>7. 备品备件及易损件</p> <p>成交供应商售后服务中，维修使用的备品备件及易损件应为原厂配件，未经采购人</p> | <p>提供完善的现场操作、设备使用、操作及维护培训；</p> <p>3. 质保期内负责定期回访、上门服务、维修、更换损坏的设备和配件及对产品进行维护和保养、货物质量事故和质量缺陷由成交供应商无偿保修，提供终身维修；</p> <p>4. 在成交供应商承诺的质保期内，设备保修包换所需要的配件均是原厂原装，不得使用兼容货物；</p> <p>5. 成交供应商在质保期内应当为采购人提供以下技术支持和服务：</p> <p>提供7×24小时实时技术支持服务，对于设备在使用过程中出现的问题，无法排除故障的，则应提供相应的备用设备以保证采购人的正常使用，上述售后服务费用已包含在合同总价中。</p> <p>6. 质保期外服务要求</p> <p>软件在质保期满后不升级不影响正常使用，硬件损坏只收取硬件费用。</p> <p>7. 备品备件及易损件</p> <p>成交供应商售后服务中，维修使用的备品备件及易损件应为原厂配件，未经采购人</p> |
|--|---|--|



| | | | |
|-------------------|---|---|--|
| | <p>级不影响正常使用，硬件损坏只收取硬件费用。</p> <p>7. 备品备件及易损件成交供应商售后服务中，维修使用的备品备件及易损件应为原厂配件，未经采购人同意不得使用非原厂配件；</p> <p>8. 质保期内由于设备本身质量原因造成的任何损伤或损坏或因包装、运输不当引起的设备外观或内部的损坏及错发、漏发的情况，成交供应商负责修理或补发、更换，直到达到性能要求，不再收取任何费用。如果成交供应商在接到通知后没有更换有缺陷的产品，所造成的损失由成交供应商承担。</p> | <p>同意不得使用非原厂配件；</p> <p>8. 质保期内由于设备本身质量原因造成的任何损伤或损坏或因包装、运输不当引起的设备外观或内部的损坏及错发、漏发的情况，成交供应商负责修理或补发、更换，直到达到性能要求，不再收取任何费用。如果成交供应商在接到通知后没有更换有缺陷的产品，所造成的损失由成交供应商承担。</p> | |
| <p>(八) 投标报价要求</p> | <p>1. 投标总报价为完成采购人全部采购内容的报价，即履行合同的最终价格，包括中标人完成本项目所需的一切工作内容而发生的所有费用包括但不限于：</p> <p>(1) 货物及标准附件、</p> | <p>杭州德景软件有限公司承诺完全响应本条款的要求：</p> <p>投标报价要求：1. 投标总报价为完成采购人全部采购内容的报价，即履行合同的最终价格，包括中标人完成本项目所需的一切工作内容而发生的所有费用包括但不</p> | |

| | | |
|-----------------|---|---|
| | <p>备品备件、专用工具的价格；</p> <p>(2) 人工、运输、装卸、安装、验收、技术支持、技术服务及培训、售后服务、清洁卫生费、垃圾清运费、保险、税金、其他所有成本费用，以及合同明示或暗示的所有责任、义务和一般风险等一切费用。</p> <p>2. 投标总报价不得高于本标项的最高限价。</p> <p>3. 本项目涉及所有资金往来的币种为人民币。</p> <p>4. 投标人应充分考虑由于国家政策变化、自然灾害、战争等不可抗力因素造成本合同中断引起损失风险。</p> | <p>于：</p> <p>(1) 货物及标准附件、备品备件、专用工具的价格；</p> <p>(2) 人工、运输、装卸、安装、验收、技术支持、技术服务及培训、售后服务、清洁卫生费、垃圾清运费、保险、税金、其他所有成本费用，以及合同明示或暗示的所有责任、义务和一般风险等一切费用。</p> <p>2. 投标总报价不得高于本标项的最高限价。</p> <p>3. 本项目涉及所有资金往来的币种为人民币。</p> <p>4. 投标人应充分考虑由于国家政策变化、自然灾害、战争等不可抗力因素造成本合同中断引起损失风险。</p> |
| <p>(九) 其他要求</p> | <p>1. 投标人应保证针对本项目的服务(或货物)所涉及知识产权和所提供的相关技术资料是合法取得，并享有完整的知识产权，不会因为采购人的使用而被责令停止使用、追偿或要求赔偿损失，如出现此情况，一切经济和法律责</p> | <p>杭州德景软件有限公司承诺完全响应本条款的要求；</p> <p>其他要求：1. 投标人应保证针对本项目的服务(或货物)所涉及知识产权和所提供的相关技术资料是合法取得，并享有完整的知识产权，不会因为采购人的使用而被责令停止使用、追偿或要求赔偿损失，如出现此情况，</p> |



| | | |
|---|--|--|
| <p>任均由投标人承担。</p> <p>2. 服务成果经采购人验收通过后，所有权归采购人所有，未经采购人同意中标人不得挪作他用，不得擅自公开相关项目数据或资料文件。</p> <p>3. 保密要求：工作人员应对本项目中接触到的采购人所有的知识产权、商业秘密、技术成果等信息负保密义务。未经采购人书面同意，不得向社会公众或第三方通过任何途径出示、泄露，不得许可使用；不得对上述信息进行复制、传播、销售；不向外泄露任何相关数据，不向外泄露任何保密的技术资料。如出现工作人员泄密事件，中标人应依法承担法律责任。</p> <p>4. 中标人必须服从招标人现场负责人的指挥，按指定地点进行安装；</p> <p>5. 安装过程中的所有安</p> | <p>一切经济 and 法律责任均由投标人承担。</p> <p>2. 服务成果经采购人验收通过后，所有权归采购人所有，未经采购人同意中标人不得挪作他用，不得擅自公开相关项目数据或资料文件。</p> <p>3. 保密要求：工作人员应对本项目中接触到的采购人所有的知识产权、商业秘密、技术成果等信息负保密义务。未经采购人书面同意，不得向社会公众或第三方通过任何途径出示、泄露，不得许可使用，不得对上述信息进行复制、传播、销售；保证不向外泄漏任何相关数据，不向外泄漏任何保密的技术资料。如出现工作人员泄密事件，中标人应依法承担法律责任。</p> <p>4. 中标人必须服从招标人现场负责人的指挥，按指定地点进行安装；</p> <p>5. 安装过程中的所有安全保障由中标人自行负责；</p> <p>6. 严格按投标产品的安装规范要求安装，确保安全；</p> <p>7. 如设备为特种设备，按照国家规定安装人员需持证上</p> | |
|---|--|--|



| | | | |
|-----------|---|---|-----|
| | <p>全保障由中标人自行负责；</p> <p>6. 严格按投标产品的安装规范要求进行安装，确保安全；</p> <p>7. 如设备为特种设备，按照国家规定安装人员需持证上岗的，安装人员必须持证上岗安装。</p> | <p>岗的，安装人员必须持证上岗安装。</p> | |
| (十) 特殊说明 | <p>本项目不接受进口产品投标，如投标人采用进口产品投标则作无效投标处理。</p> | <p>杭州德景软件有限公司承诺：我公司产品不属于进口产品</p> | 无偏离 |
| (十一) 核心产品 | <p>本标项第 1 项产品“虚实结合的给水管网综合实训设备 1 台及仿真软件 70 节点”为核心产品。</p> <p>多家投标人提供的核心产品品牌相同的，提供相同品牌产品且通过资格审查、符合性审查的不同投标人参加同一合同项下投标的，按一家投标人计算，评审后得分最高的同品牌投标人获得中标人推荐资格；评审得分相同的，由采购人或者采购人委托评标委员会按照招标文件规定的方式确定一个投标人获得中标人推荐资</p> | <p>杭州德景软件有限公司承诺完全响应本条款的要求：核心产品：本标项第 1 项产品“虚实结合的给水管网综合实训设备 1 台及仿真软件 70 节点”为核心产品。</p> <p>多家投标人提供的核心产品品牌相同的，提供相同品牌产品且通过资格审查、符合性审查的不同投标人参加同一合同项下投标的，按一家投标人计算，评审后得分最高的同品牌投标人获得中标人推荐资格；评审得分相同的，由采购人或者采购人委托评标委员会按照招标文件规定的方式确定一个投标人获得中标人推荐资格，招标</p> | 无偏离 |



| | | | |
|--|--|------------------------------------|--|
| | 格，招标文件未规定的采取随机抽取方式确定，其他同品牌投标人不作为中标候选人。 | 文件未规定的采取随机抽取方式确定，其他同品牌投标人不作为中标候选人。 | |
|--|--|------------------------------------|--|

注：

1. 说明：应对照招标文件“第二章 采购需求”中的商务要求逐条作明确的投标响应，并作出偏离说明。
2. 投标人应根据自身的承诺，对照招标文件要求在“偏离说明”中注明“正偏离”、“负偏离”或者“无偏离”。既不属于“正偏离”也“负偏离”即为“无偏离”。

投标人名称（电子签章）：杭州德景软件有限公司

日期：2025年12月12日



6. 技术偏离表

九.技术要求偏离表

所投分标： 无 分标

| 项号 | 标的的名称 | 技术要求 | 投标响应 | 偏离说明 |
|----|-----------------------|--|---|------|
| 1 | 基于虚实结合的“泵-管网”综合实验实训设备 | <p>平台配套设备及软件组成： 虚实结合的给水管网综合实验实训平台包括主体部分和配套设备及软件部分，主要包含： 软硬件结合：1. 虚实结合的给水管网综合实训设备1台及仿真软件70节点；软件部分：2. 管道非开挖修复虚拟仿真软件1套70节点；3. 市政管网巡查养护虚拟仿真软件1套70节点；4. 市政管道数字化施工虚拟仿真软件1套70节点；5. 泵与泵站三维虚拟仿真软件1套70节点；6. 水污染与水处理虚拟仿真软件1套70节点；硬件部分：7. 管道全地形检测平台模块2个；8. 管道检测（CCTV）模块2个、管道无线潜望镜模块2个、管网经纬度定位（RTK）模块2个；9. 探地雷达波模块1套。</p> <p>具体参数要求： 一、虚实结合的给水管网综合实训设备及仿真软件 (一) 综合实训总体要求 通过高度仿真的双环立体管网设备与智能仿真实训软件，全面训练学生对给水系统的理解、设计分析、运行管理及数据分析能力，具备可视化、可调控、可测试、可扩展等特性。 1. 系统组成 1.1▲硬件实训设备：由双环9段8节点管网和数据采集、控制系统组成，管网内压力、流量、水位能实施采集、上传，所有执行结构（阀、泵）具备本地控制、远程控制功能。</p> | <p>杭州德景软件有限公司承诺完全响应本条款的要求： 平台配套设备及软件组成： 虚实结合的给水管网综合实验实训平台包括主体部分和配套设备及软件部分，主要包含：软硬件结合：1. 虚实结合的给水管网综合实训设备1台及仿真软件70节点；软件部分：2. 管道非开挖修复虚拟仿真软件1套70节点；3. 市政管网巡查养护虚拟仿真软件1套70节点；4. 市政管道数字化施工虚拟仿真软件1套70节点；5. 泵与泵站三维虚拟仿真软件1套70节点；6. 水污染与水处理虚拟仿真软件1套70节点；硬件部分：7. 管道全地形检测平台模块2个；8. 管道检测（CCTV）模块2个、管道无线潜望镜模块2个、管网经纬度定位（RTK）模块2个；9. 探地雷达波模块1套。</p> <p>具体参数要求： 一、虚实结合的给水管网综合实训设备及仿真软件 (一) 综合实训总体要求 通过高度仿真的双环立体管网设备与智能仿真实训软件，全面训练学生对给水系统的理解、设计分析、运行管理及数据分析能力，具备可视化、可调控、可测试、可扩展等特性。 1. 系统组成 1.1▲硬件实训设备：由双环9段8节点管网和数据采集、控制系统组成，管网内压力、流</p> | 无偏离 |

| | | |
|--|--|--|
| | <p>1.2▲仿真实训软件：由设备孪生模块和实训模块组成，孪生模块 1:1 还原真实设备几何模型、机理模型，具备虚实结合、半实物仿真功能；实训模块用于教学，包括学科认知、设备操控、知识考核功能。</p> <p>2. ▲数据采集</p> <p>2.1 采集对象：压力、流量、水位、电压、电流。</p> <p>2.2 采集点位：≥60，预留≥20%的扩展点位。</p> <p>2.3 采集频率：≥5Hz。</p> <p>2.4 实时性：显示刷新周期≤1s。</p> <p>2.5：准确性与稳定性：精度等级≥0.5 级，采集波动≤1%。</p> <p>2.6 数据存储：存储时长≥1000h。</p> <p>2.7 数据回放：支持仿真软件加载复盘回放；支持 CSV 导出。</p> <p>3. ▲设备控制</p> <p>3.1 控制对象：涵盖执行机构（如阀、泵）与目标参数（如水位、流量、压力）。所有控制参数可借助人机交互界面以可视化方式进行设置，操作简便且直观。此外，系统具备参数记忆功能，能够保存常用工作模式。</p> <p>3.2 控制功能：用户可按需精确设置阀门开度百分比、泵体转速、水箱目标水位、管道介质流量及系统工作压力等关键参数，系统内置智能控制算法，用户完成参数设定后可自动执行指令，无需人工干预就能实现预设工艺流程控制目标，确保系统稳定高效运行。</p> <p>3.3 闭环控制：针对水位、流量以及压力实施闭环控制，控制系统于实时状态下采集相关传感器数据，并自动对阀门开度与泵转速加以调节，控制精</p> | <p>量、水位能实施采集、上传，所有执行结构（阀、泵）具备本地控制、远程控制功能。</p> <p>1.2▲仿真实训软件：由设备孪生模块和实训模块组成，孪生模块 1:1 还原真实设备几何模型、机理模型，具备虚实结合、半实物仿真功能；实训模块用于教学，包括学科认知、设备操控、知识考核功能。</p> <p>2. ▲数据采集</p> <p>2.1 采集对象：压力、流量、水位、电压、电流。</p> <p>2.2 采集点位：≥60，预留≥20%的扩展点位。</p> <p>2.3 采集频率：≥5Hz。</p> <p>2.4 实时性：显示刷新周期≤1s。</p> <p>2.5：准确性与稳定性：精度等级≥0.5 级，采集波动≤1%。</p> <p>2.6 数据存储：存储时长≥1000h。</p> <p>2.7 数据回放：支持仿真软件加载复盘回放；支持 CSV 导出。</p> <p>▲设备控制</p> <p>3.1 控制对象：涵盖执行机构（如阀、泵）与目标参数（如水位、流量、压力）。所有控制参数可借助人机交互界面以可视化方式进行设置，操作简便且直观。此外，系统具备参数记忆功能，能够保存常用工作模式。</p> <p>3.2 控制功能：用户可按需精确设置阀门开度百分比、泵体转速、水箱目标水位、管道介质流量及系统工作压力等关键参数，系统内置智能控制算法，用户完成参数设定后可自动执行指令，无需人工干预就能实现预设工艺流程控制目标，确保系统稳定高效运行。</p> <p>3.3 闭环控制：针对水位、流量以及压力实施闭环控制，控</p> |
|--|--|--|





| | | |
|--|---|--|
| | <p>度优于 3%。</p> <p>3.4 控制模式：支持手动控制与自动控制模式的切换，以满足不同工况的需求。在手动模式下，可对阀与泵的启停进行独立操作；在自动模式下，则按照预设逻辑执行控制任务。控制响应时间$\leq 100\text{ms}$，以此确保系统的实时性与可靠性。</p> <p>3.5 远程控制：具备远程控制功能，可通过移动平板终端、远程客户端实现全部设备功能，指令响应时间$\leq 200\text{ms}$。</p> <p>3.6 孪生集成：可与仿真实训软件实现深度集成，涵盖控制指令与参数等方面。用户能够在数字孪生环境下完成对所有物理对象的操作，集成度达 100%。</p> <p>4. ▲孪生监控</p> <p>4.1 实时映射：仿真实训软件中的数字孪生模块应能实时映射硬件设备的运行状态，包括管网压力分布、流量变化、水位高度及设备启停状态等关键参数，延迟不超过 500ms。</p> <p>4.2 异常预警：系统需具备智能诊断功能，当监测到设备运行异常或参数偏离设定值时，能够通过声光报警、界面弹窗等方式及时提示，并在数字孪生界面上以醒目方式标注异常位置。</p> <p>4.3 运行记录：自动记录所有设备的操作日志和运行数据，支持按时间、设备类型等条件查询，便于教学分析与故障追溯。</p> <p>5. ▲孪生仿真</p> <p>5.1 虚实联动：实现物理设备与虚拟模型的双向交互，既能将真实设备数据实时反馈至虚拟模型，也能通过虚拟操作控制实体设备，确保仿真度达到</p> | <p>制系统于实时状态下采集相关传感器数据，并自动对阀门开度与泵转速加以调节，控制精度优于 3%。</p> <p>3.4 控制模式：支持手动控制与自动控制模式的切换，以满足不同工况的需求。在手动模式下，可对阀与泵的启停进行独立操作；在自动模式下，则按照预设逻辑执行控制任务。控制响应时间$\leq 100\text{ms}$，以此确保系统的实时性与可靠性。</p> <p>3.5 远程控制：具备远程控制功能，可通过移动平板终端、远程客户端实现全部设备功能，指令响应时间$\leq 200\text{ms}$。</p> <p>3.6 孪生集成：可与仿真实训软件实现深度集成，涵盖控制指令与参数等方面。用户能够在数字孪生环境下完成对所有物理对象的操作，集成度达 100%。</p> <p>4. ▲孪生监控</p> <p>4.1 实时映射：仿真实训软件中的数字孪生模块应能实时映射硬件设备的运行状态，包括管网压力分布、流量变化、水位高度及设备启停状态等关键参数，延迟不超过 500ms。</p> <p>4.2 异常预警：我方产品系统具备智能诊断功能，当监测到设备运行异常或参数偏离设定值时，能够通过声光报警、界面弹窗等方式及时提示，并在数字孪生界面上以醒目方式标注异常位置。</p> <p>4.3 运行记录：自动记录所有设备的操作日志和运行数据，支持按时间、设备类型等条件查询，便于教学分析与故障追溯。</p> <p>5. ▲孪生仿真</p> <p>5.1 虚实联动：实现物理设备与虚拟模型的双向交互，既能</p> |
|--|---|--|



| | | |
|--|---|--|
| | <p>95%以上。</p> <p>5.2 故障模拟：支持设置各类典型故障场景，如管道泄漏、水泵故障、传感器失灵等，可自定义故障发生的时间、位置和严重程度，用于训练学生的应急处置能力。</p> <p>5.3 工况切换：提供多种预设工况模式，包括正常运行、节能模式、高峰供水等，各模式间的切换时间不超过2秒，确保实训过程的连续性。</p> <p>5.4 半实物仿真：虚拟模型的运行效果可于实物系统中予以验证，系统内置不少于5种智能算法如DMA漏损分析模型、压差分析模型，能够结合实物系统的状态对虚拟模型的置信度进行验证。</p> <p>6. ▲实训教学</p> <p>6.1 教学资源：配套完整的教学资料，包括实验指导书、操作视频、考核题库等，覆盖基础认知到高级应用的各个层次。</p> <p>6.2 实训项目：设计不少于15个典型实训项目，涵盖设备认知、参数调试、故障排查、优化运行等方面，每个项目均配有详细的操作步骤和评估标准。</p> <p>6.3 考核评估：建立科学的评价体系，通过理论测试、实操考核、数据分析等多种方式综合评估学生能力，支持自动评分和人工评分相结合。</p> <p>7. 其他要求</p> <p>7.1 安全与可靠性：设备外壳、控制柜、箱体应无尖锐棱角与毛刺，具备良好的接地与防护结构，以保障操作安全。</p> <p>7.2 可扩展性：控制系统的输入输出(I/O)预留不少于20%的I/O点位及通信接口，以支</p> | <p>将真实设备数据实时反馈至虚拟模型，也能通过虚拟操作控制实体设备，确保仿真度达到95%以上。</p> <p>5.2 故障模拟：支持设置各类典型故障场景，如管道泄漏、水泵故障、传感器失灵等，可自定义故障发生的时间、位置和严重程度，用于训练学生的应急处置能力。</p> <p>5.3 工况切换：提供多种预设工况模式，包括正常运行、节能模式、高峰供水等，各模式间的切换时间不超过2秒，确保实训过程的连续性。</p> <p>5.4 半实物仿真：虚拟模型的运行效果可于实物系统中予以验证，系统内置5种智能算法如DMA漏损分析模型、压差分析模型，能够结合实物系统的状态对虚拟模型的置信度进行验证。</p> <p>6. ▲实训教学</p> <p>6.1 教学资源：配套完整的教学资料，包括实验指导书、操作视频、考核题库等，覆盖基础认知到高级应用的各个层次。</p> <p>6.2 实训项目：设计15个典型实训项目，涵盖设备认知、参数调试、故障排查、优化运行等方面，每个项目均配有详细的操作步骤和评估标准。</p> <p>6.3 考核评估：建立科学的评价体系，通过理论测试、实操考核、数据分析等多种方式综合评估学生能力，支持自动评分和人工评分相结合。</p> <p>7. 其他要求</p> <p>7.1 安全与可靠性：设备外壳、控制柜、箱体应无尖锐棱角与毛刺，具备良好的接地与防护结构，以保障操作安全。</p> <p>7.2 可扩展性：控制系统的输</p> |
|--|---|--|



| | | | |
|--|---|--|---|
| | <p>持后期功能拓展与教学升级；软件预留拓展接口，并配备接口文档与功能设计文档，用于二次开发。</p> <p>7.3 标准化：所有控制系统、执行器、仪表及通信设备均支持工业标准接口和协议，如 Modbus、Profinet、OPC。</p> <p>7.4▲质保售后：在质量保证期内，为应用系统的运行与维护提供 7×24 小时实时技术支持；软件提供不少于 3 年质保服务，质保期内提供软件升级服务，升级费用包含在投标总价中。</p> <p>7.5 交付物：提供实训设备 1 套、仿真实训软件 1 套、电气原理图、软件开发文档、接口文档。</p> <p>(二) 硬件实训设备参数要求</p> <p>双环立体管网系统 1 套、低位水箱 1 个、高位水箱 1 个、离心泵 2 台、电动调节阀 13 个、手动阀门 7 个、压力变送器 35 个、压力表 1 个、真空压力表 2 个、电磁流量计 17 个、液位计 2 个、电流表 2 只、电压表 1 只、摄像头（含音频采集）2 只、控制柜 1 个、PLC 控制系统 1 套（含 PLC、电气设备、HMI）、平板电脑 2 台。</p> <p>1. 双环立体管网</p> <p>1.1 管道长度：DN15≥30 米，DN20≥10 米，DN25≥20 米，DN32≥10 米，DN40≥5 米，DN80≥5 米</p> <p>1.2 材质：透明亚克力管，壁厚≥5mm</p> <p>1.3 结构参数：双环 9 管段 8 节点，6 个用户出水管节点</p> <p>2. 低位水箱</p> <p>2.1 有效容积≥1m³</p> <p>2.2 高度：1m-1.5m</p> <p>2.3 材质：304 不锈钢，壁厚≥</p> | <p>入输出（I/O）预留 20%的 I/O 点位及通信接口，以支持后期功能拓展与教学升级；软件预留拓展接口，并配备接口文档与功能设计文档，用于二次开发。</p> <p>7.3 标准化：所有控制系统、执行器、仪表及通信设备均支持工业标准接口和协议，如 Modbus、Profinet、OPC。</p> <p>7.4▲质保售后：在质量保证期内，为应用系统的运行与维护提供 7×24 小时实时技术支持；软件提供 6 年质保服务，质保期内提供软件升级服务，升级费用包含在投标总价中。</p> <p>7.5 交付物：提供实训设备 1 套、仿真实训软件 1 套、电气原理图、软件开发文档、接口文档。</p> <p>(二) 硬件实训设备参数要求</p> <p>双环立体管网系统 1 套、低位水箱 1 个、高位水箱 1 个、离心泵 2 台、电动调节阀 13 个、手动阀门 7 个、压力变送器 35 个、压力表 1 个、真空压力表 2 个、电磁流量计 17 个、液位计 2 个、电流表 2 只、电压表 1 只、摄像头（含音频采集）2 只、控制柜 1 个、PLC 控制系统 1 套（含 PLC、电气设备、HMI）、平板电脑 2 台。</p> <p>1. 双环立体管网</p> <p>1.1 管道长度：DN15≥30 米，DN20≥10 米，DN25≥20 米，DN32≥10 米，DN40≥5 米，DN80≥5 米</p> <p>1.2 材质：透明亚克力管，壁厚≥5mm</p> <p>1.3 结构参数：双环 9 管段 8 节点，6 个用户出水管节点</p> <p>2. 低位水箱</p> <p>2.1 有效容积≥1m³</p> |  |
|--|---|--|---|

| | | | |
|--|---|--|---|
| | <p>2.0mm</p> <p>3.高位水箱</p> <p>3.1 有效容积: $\geq 0.5\text{m}^3$</p> <p>3.2 高度: 0.5m-1m</p> <p>3.3 材质: 304 不锈钢, 壁厚 $\geq 1.5\text{mm}$</p> <p>3.4 安装高度: 最高水位距地面不低于 3m</p> <p>3.5 安装支架: 支架材质: 铝合金; 壁厚 $\geq 2.0\text{mm}$;</p> <p>3.6 安全要求: 需要提供整体支撑结构稳定性及强度仿真校核材料;</p> <p>4. 离心泵 (含变频电机及变频器)</p> <p>4.1 性能参数: 流量 $\geq 10\text{m}^3/\text{h}$, 扬程 $\geq 25.5\text{m}$, 功率 $\geq 1.1\text{kW}$</p> <p>4.2 控制要求: 支持远程、本地全功能控制;</p> <p>4.3 安装位置: 双环立体管网系统下方</p> <p>5. 电动调节阀</p> <p>5.1 外壳: 铝合金, 阀芯: UPVC</p> <p>5.2 技术参数: 24VDC 供电, 4-20mA 控制信号, 阀芯调节开度范围 0-100%, 响应时间 $\leq 5\text{s}$</p> <p>6. 手动阀门</p> <p>6.1 材质: UPVC</p> <p>6.2 公称直径: DN15 一只, DN20 一只, DN25 四只, DN32 一只。</p> <p>7. 压力变送器</p> <p>7.1 测量范围: 0-0.5MPa</p> <p>7.2 输出信号: 4-20mA</p> <p>7.3 精度等级: ≥ 0.5 级</p> <p>7.4 电气接头: 郝斯曼接头</p> <p>7.5 供电电压: 24VDC</p> <p>8. 压力表</p> <p>8.1 功能要求: 具备本地显示及信号输出功能</p> <p>8.2 测量范围: 0-0.6MPa</p> <p>8.3 输出信号: 4-20mA</p> | <p>2.2 高度: 1m-1.5m</p> <p>2.3 材质: 304 不锈钢, 壁厚 $\geq 2.0\text{mm}$</p> <p>3. 高位水箱</p> <p>3.1 有效容积: $\geq 0.5\text{m}^3$</p> <p>3.2 高度: 0.5m-1m</p> <p>3.3 材质: 304 不锈钢, 壁厚 $\geq 1.5\text{mm}$</p> <p>3.4 安装高度: 最高水位距地面不低于 3m</p> <p>3.5 安装支架: 支架材质: 铝合金; 壁厚 $\geq 2.0\text{mm}$;</p> <p>3.6 安全要求: 我方提供整体支撑结构稳定性及强度仿真校核材料;</p> <p>4. 离心泵 (含变频电机及变频器)</p> <p>4.1 性能参数: 流量 $\geq 10\text{m}^3/\text{h}$, 扬程 $\geq 25.5\text{m}$, 功率 $\geq 1.1\text{kW}$</p> <p>4.2 控制要求: 支持远程、本地全功能控制;</p> <p>4.3 安装位置: 双环立体管网系统下方</p> <p>5. 电动调节阀</p> <p>5.1 外壳: 铝合金, 阀芯: UPVC</p> <p>5.2 技术参数: 24VDC 供电, 4-20mA 控制信号, 阀芯调节开度范围 0-100%, 响应时间 $\leq 5\text{s}$</p> <p>6. 手动阀门</p> <p>6.1 材质: UPVC</p> <p>6.2 公称直径: DN15 一只, DN20 一只, DN25 四只, DN32 一只。</p> <p>7. 压力变送器</p> <p>7.1 测量范围: 0-0.5MPa</p> <p>7.2 输出信号: 4-20mA</p> <p>7.3 精度等级: ≥ 0.5 级</p> <p>7.4 电气接头: 郝斯曼接头</p> <p>7.5 供电电压: 24VDC</p> <p>8. 压力表</p> <p>8.1 功能要求: 具备本地显示及信号输出功能</p> |  |
|--|---|--|---|

| | | |
|--|---|---|
| | <p>8.4 精度等级: ≥ 0.5 级</p> <p>8.5 供电电压: 24VDC</p> <p>8.6 电气接头: 郝斯曼接头</p> <p>9. 真空压力表</p> <p>9.1 功能要求: 具备本地显示及信号输出功能</p> <p>9.2 测量范围: $-0.1-0\text{MPa}$</p> <p>9.3 输出信号: 4-20mA</p> <p>9.4 精度等级: ≥ 0.5 级</p> <p>9.5 供电电压: 24VDC</p> <p>9.6 电气接头: 郝斯曼接头</p> <p>10. 电磁流量计</p> <p>10.1 口径: DN15 八台, DN20 三台, DN25 四台, DN32 二台,</p> <p>10.2 测量范围: 0-10m/s</p> <p>10.3 精度等级: ≥ 0.5 级</p> <p>10.4 输出信号: 4-20mA, 脉冲输出, RS485 通讯</p> <p>10.5 供电电压: 24VDC</p> <p>10.6 防护等级: $\geq \text{IP65}$</p> <p>11. 液位计</p> <p>11.1 测量范围: 0-1m 一台、0-2m 一台</p> <p>11.2 精度等级: ≥ 0.5 级</p> <p>11.3 线性度: 优于 $\pm 0.2\%$</p> <p>11.4 输出信号: 4-20mA</p> <p>11.5 供电电压: 24VDC</p> <p>12. 电流/电压表</p> <p>12.1 电流表: 量程 0-10A, 精度 ≥ 0.5 级</p> <p>12.2 电压表: 量程 0-450V, 精度 ≥ 0.5 级</p> <p>12.3 输出信号: RS485 通讯</p> <p>13. 摄像头 (含音频采集)</p> <p>13.1 像素: ≥ 500 万</p> <p>13.2 视频编码: 不低于 H.264</p> <p>13.3 音频采样率: 48kHz</p> <p>13.4 传输方式: RJ45 以太网, 网速需 $\geq 10\text{Mbps}$</p> <p>14. PLC 系统</p> <p>14.1 CPU: 任务最小执行周期不高于 3ms, 核心频率 $\geq 200\text{MHz}$, 缓存 $\geq 128\text{KB}$, 运行内存 RAM $\geq 128\text{MB}$, 存储空间 $\geq 512\text{MB}$, 串</p> | <p>8.2 测量范围: 0-0.6MPa</p> <p>8.3 输出信号: 4-20mA</p> <p>8.4 精度等级: ≥ 0.5 级</p> <p>8.5 供电电压: 24VDC</p> <p>8.6 电气接头: 郝斯曼接头</p> <p>9. 真空压力表</p> <p>9.1 功能要求: 具备本地显示及信号输出功能</p> <p>9.2 测量范围: $-0.1-0\text{MPa}$</p> <p>9.3 输出信号: 4-20mA</p> <p>9.4 精度等级: ≥ 0.5 级</p> <p>9.5 供电电压: 24VDC</p> <p>9.6 电气接头: 郝斯曼接头</p> <p>10. 电磁流量计</p> <p>10.1 口径: DN15 八台, DN20 三台, DN25 四台, DN32 二台,</p> <p>10.2 测量范围: 0-10m/s</p> <p>10.3 精度等级: ≥ 0.5 级</p> <p>10.4 输出信号: 4-20mA, 脉冲输出, RS485 通讯</p> <p>10.5 供电电压: 24VDC</p> <p>10.6 防护等级: $\geq \text{IP65}$</p> <p>11. 液位计</p> <p>11.1 测量范围: 0-1m 一台、0-2m 一台</p> <p>11.2 精度等级: ≥ 0.5 级</p> <p>11.3 线性度: 优于 $\pm 0.2\%$</p> <p>11.4 输出信号: 4-20mA</p> <p>11.5 供电电压: 24VDC</p> <p>12. 电流/电压表</p> <p>12.1 电流表: 量程 0-10A, 精度 ≥ 0.5 级</p> <p>12.2 电压表: 量程 0-450V, 精度 ≥ 0.5 级</p> <p>12.3 输出信号: RS485 通讯</p> <p>13. 摄像头 (含音频采集)</p> <p>13.1 像素: ≥ 500 万</p> <p>13.2 视频编码: 不低于 H.264</p> <p>13.3 音频采样率: 48kHz</p> <p>13.4 传输方式: RJ45 以太网, 网速需 $\geq 10\text{Mbps}$</p> <p>14. PLC 系统</p> <p>14.1 CPU: 任务最小执行周期不高于 3ms, 核心频率 $\geq 200\text{MHz}$</p> |
|--|---|---|

| | | |
|--|--|--|
| | <p>口数量≥1, CAN口数量≥1, USB口数量≥1, 网口数量≥1, 实时总线接口数量≥1。</p> <p>14.2 数字量 I/O: 电压等级 24VDC; 数字量输入 I/O 抗干扰滤波时间 0~25ms; 数字量输出 I/O 负载电流≥0.3A, 切换延时≤300μs, 切换延时≤2ms。</p> <p>14.3 模拟量输入: 测量范围±10VDC、0~20mA、4~20mA, 测量分辨率≥12bit, 配置低通滤波器。</p> <p>14.4 模拟量输出: 输出范围±10VDC、0~20mA、4~20mA, 输出分辨率≥12bit, 配置低通滤波器。</p> <p>15. 电气设备</p> <p>15.1 变频器: 额定容量≥1.5kVA, 支持矢量控制, 支持模拟量、总线指令频率输入, 数字量输入分辨率 0.01Hz, 模拟量输入分辨率 1/1000, 输出频率精度≥0.1%, 具备过流、过流、过热保护功能。</p> <p>15.2 断路器: 绝缘电压≥500V AC、耐冲击电压≥6KV、电气寿命≥10000 次、机械寿命≥20000 次。</p> <p>16. HMI</p> <p>16.1 尺寸: ≥15 寸</p> <p>16.2 分辨率: ≥1920x1080</p> <p>16.3 亮度: ≥400nits</p> <p>16.4 接口: 至少 2 路 COM、1 路 RJ45、1 路 USB</p> <p>17. 控制柜</p> <p>17.1 尺寸: 约 0.7m×0.5m×1.8m (长×宽×高)</p> <p>17.2 防护等级: ≥IP54</p> <p>17.3 材质: 冷轧钢板, 表面喷塑; 厚度: 1.2-2.0mm</p> <p>18. 平板电脑</p> <p>18.1 尺寸: ≥11 寸</p> <p>18.2 分辨率: ≥2560x1920</p> <p>18.3 亮度: ≥600nits</p> | <p>Hz, 缓存≥128KB, 运行内存 RAM≥128MB, 存储空间≥512MB, 串口数量≥1, CAN口数量≥1, USB口数量≥1, 网口数量≥1, 实时总线接口数量≥1。</p> <p>14.2 数字量 I/O: 电压等级 24VDC; 数字量输入 I/O 抗干扰滤波时间 0~25ms; 数字量输出 I/O 负载电流≥0.3A, 切换延时≤300μs, 切换延时≤2ms。</p> <p>14.3 模拟量输入: 测量范围±10VDC、0~20mA、4~20mA, 测量分辨率≥12bit, 配置低通滤波器。</p> <p>14.4 模拟量输出: 输出范围±10VDC、0~20mA、4~20mA, 输出分辨率≥12bit, 配置低通滤波器。</p> <p>15. 电气设备</p> <p>15.1 变频器: 额定容量≥1.5kVA, 支持矢量控制, 支持模拟量、总线指令频率输入, 数字量输入分辨率 0.01Hz, 模拟量输入分辨率 1/1000, 输出频率精度≥0.1%, 具备过流、过流、过热保护功能。</p> <p>15.2 断路器: 绝缘电压≥500V AC、耐冲击电压≥6KV、电气寿命≥10000 次、机械寿命≥20000 次。</p> <p>16. HMI</p> <p>16.1 尺寸: ≥15 寸</p> <p>16.2 分辨率: ≥1920x1080</p> <p>16.3 亮度: ≥400nits</p> <p>16.4 接口: 至少 2 路 COM、1 路 RJ45、1 路 USB</p> <p>17. 控制柜</p> <p>17.1 尺寸: 约 0.7m×0.5m×1.8m (长×宽×高)</p> <p>17.2 防护等级: ≥IP54</p> <p>17.3 材质: 冷轧钢板, 表面喷塑; 厚度: 1.2-2.0mm</p> <p>18. 平板电脑</p> |
|--|--|--|


| | | | |
|--|--|--|--|
| | <p>18.4 刷新率: $\geq 120\text{Hz}$ 18.5 CPU 核心: ≥ 6 个 18.6 RAM: $\geq 8\text{GB}$</p> <p>(三) 仿真实训软件功能要求 (70 节点) 包括孪生监控、孪生仿真、实训教学三大功能模块。</p> <p>1. 整体要求</p> <p>1.1 孪生监控实现对硬件设备的数字映射,能实时在孪生模型中可视化所有参数;孪生仿真实现实验的半实物仿真,系统按照实验要求既能进行全数字化的模拟,也能生成控制参数、控制逻辑在硬件设备中运行验证仿真结果;实训教学主要承担教学组织、过程引导与效果评估的功能。</p> <p>1.2▲建立与硬件设备 1:1 的数字模型,包括几何模型、机理模型与规则模型,能够虚实结合实现物理世界与数字世界的交互,实现基于数字孪生技术的实训教学内容</p> <p>1.3 提供双环给水管网的固定拓扑模型,管段、节点编号清晰标注;支持对节点属性(标高、压力、需水量)和管段属性(长度、直径、粗糙系数)进行编辑与保存;拓扑图支持缩放、平移及局部放大显示。</p> <p>1.4▲支持在孪生模型设定硬件设备的所有控制参数及控制指令,响应周期不超过 500ms;实时采集所有设备的状态、参数信息并更新孪生模型状态,更新周期不超过 1s(投标文件需给出详细的技术方案、案例并盖章)。</p> <p>1.5 内置 15 项给排水半实物仿真实训实验内容,包括实验流程、参数、控制逻辑、教程资料。</p> <p>1.6▲支持二次开发,通过图形</p> | <p>18.1 尺寸: ≥ 11 寸 18.2 分辨率: $\geq 2560 \times 1920$ 18.3 亮度: $\geq 600\text{nits}$ 18.4 刷新率: $\geq 120\text{Hz}$ 18.5 CPU 核心: ≥ 6 个 18.6 RAM: $\geq 8\text{GB}$</p> <p>(三) 仿真实训软件功能要求 (70 节点) 包括孪生监控、孪生仿真、实训教学三大功能模块。</p> <p>1. 整体要求</p> <p>1.1 孪生监控实现对硬件设备的数字映射,能实时在孪生模型中可视化所有参数;孪生仿真实现实验的半实物仿真,系统按照实验要求既能进行全数字化的模拟,也能生成控制参数、控制逻辑在硬件设备中运行验证仿真结果;实训教学主要承担教学组织、过程引导与效果评估的功能。</p> <p>1.2▲建立与硬件设备 1:1 的数字模型,包括几何模型、机理模型与规则模型,能够虚实结合实现物理世界与数字世界的交互,实现基于数字孪生技术的实训教学内容</p> <p>1.3 提供双环给水管网的固定拓扑模型,管段、节点编号清晰标注;支持对节点属性(标高、压力、需水量)和管段属性(长度、直径、粗糙系数)进行编辑与保存;拓扑图支持缩放、平移及局部放大显示。</p> <p>1.4▲支持在孪生模型设定硬件设备的所有控制参数及控制指令,响应周期不超过 500ms;实时采集所有设备的状态、参数信息并更新孪生模型状态,更新周期不超过 1s(投标文件我公司已给出详细的技术方案、案例并盖章)。</p> <p>1.5 内置 15 项给排水半实物仿真实训实验内容,包括实验</p> | |
|--|--|--|--|



| | | |
|--|---|---|
| | <p>化 GUI 和脚本工具可配置新的实验实训内容, 自动生成硬件设备的控制参数并实现对设备的控制</p> <p>1.7▲具有独立的教师机模块, 教师机内置实训教学流程图形化配置工具, 能够根据教学内容配置教学信息、实验内容、实验步骤、判定依据等, 支持并行、串行流程设置</p> <p>1.8 提供软件质保服务不少于3年, 质保期满后不升级不影响软件正常使用; 在质量保证期内, 需提供提供对应用系统的运行、维护提供 24 小时的实时技术支持。</p> <p>2. 仪表与控制实验</p> <p>2.1 采用三维交互式仿真界面, 真实还原现场设备布局与信号、控制流程。</p> <p>2.2▲能设置阀、泵的控制参数与指令, 并能实时映射至物理实体; 能实时将采集的压力、流量参数映射至数字模型。</p> <p>2.3 支持参数实时调节与波形曲线显示。</p> <p>2.4 支持实时显示测量值、设定值、控制输出等运行参数。</p> <p>3. 连续流方程验证实验</p> <p>3.1 连续流方程验证功能具备对各节点进行连续流方程(质量守恒)验证的功能。</p> <p>3.2 支持实时计算各节点入流、出流及流量平衡情况, 并在界面显示流量守恒差值。</p> <p>3.3 提供自动判定节点流量是否平衡(差值是否在设定允许范围内)的功能。</p> <p>3.4 内置给水管网节点连续流方程验证实验的实验原理介绍、实验步骤指导及注意事项。</p> <p>4. 能量方程验证实验</p> <p>4.1 可基于节点压力数据自动完成水头损失计算与闭合差验</p> | <p>流程、参数、控制逻辑、教程资料。</p> <p>1.6▲支持二次开发, 通过图形化 GUI 和脚本工具可配置新的实验实训内容, 自动生成硬件设备的控制参数并实现对设备的控制</p> <p>1.7▲具有独立的教师机模块, 教师机内置实训教学流程图形化配置工具, 能够根据教学内容配置教学信息、实验内容、实验步骤、判定依据等, 支持并行、串行流程设置</p> <p>1.8 提供软件质保服务6年, 质保期满后不升级不影响软件正常使用; 在质量保证期内, 提供对应用系统的运行、维护提供 24 小时的实时技术支持。</p> <p>2. 仪表与控制实验</p> <p>2.1 采用三维交互式仿真界面, 真实还原现场设备布局与信号、控制流程。</p> <p>2.2▲能设置阀、泵的控制参数与指令, 并能实时映射至物理实体; 能实时将采集的压力、流量参数映射至数字模型。</p> <p>2.3 支持参数实时调节与波形曲线显示。</p> <p>2.4 支持实时显示测量值、设定值、控制输出等运行参数。</p> <p>3. 连续流方程验证实验</p> <p>3.1 连续流方程验证功能具备对各节点进行连续流方程(质量守恒)验证的功能。</p> <p>3.2 支持实时计算各节点入流、出流及流量平衡情况, 并在界面显示流量守恒差值。</p> <p>3.3 提供自动判定节点流量是否平衡(差值是否在设定允许范围内)的功能。</p> <p>3.4 内置给水管网节点连续流方程验证实验的实验原理介</p> |
|--|---|---|



| | | |
|--|--|---|
| | <p>证, 根据采集的节点压力值, 结合管段几何参数与流量数据, 计算环路中各管段的水头损失。</p> <p>4.2 应支持单环、双环网络分析, 自动判断每条管段的压降方向 (正向或反向), 结果在拓扑图中以箭头或颜色标识, 并可显示压降数值。</p> <p>4.3 能够对环路进行能量方程平衡检验, 计算闭合差, 可设定闭合差合格判据, 系统自动判断实验是否达标。</p> <p>5. 平差理论实验</p> <p>5.1 能够使用采集的硬件设备数据或导入数据, 进行基于最小二乘法的平差计算, 自动识别测量数据中的异常值并提示。</p> <p>5.2 以图表和数据表形式展示平差前后的数据对比; 显示每个测点的改正数、残差和标准差。</p> <p>6. 节能调控实验</p> <p>6.1 支持基于给水管网与泵站运行数据, 开展节能运行方案设计与效果评估, 实时计算泵站能耗及系统整体能效指标。</p> <p>6.2 系统应支持多种节能调控策略, 如泵站变频调速、阀门调节优化、负荷预测等。</p> <p>6.3 支持泵站变频调速功能的模拟, 包括转速调整与运行状态切换; 支持阀门开度自动调节, 实现系统压差优化; 支持多泵并联运行节能优化控制。</p> <p>7. 离心泵性能曲线实验</p> <p>7.1 支持离心泵性能曲线的实验模拟与实测数据分析, 能够准确反映泵的流量、扬程、功率和效率等性能参数的关系。</p> <p>7.2 应与实验硬件系统无缝集成, 支持实时数据采集与动态曲线绘制, 显示关键性节点,</p> | <p>绍、实验步骤指导及注意事项。</p> <p>4. 能量方程验证实验</p> <p>4.1 可基于节点压力数据自动完成水头损失计算与闭合差验证, 根据采集的节点压力值, 结合管段几何参数与流量数据, 计算环路中各管段的水头损失。</p> <p>4.2 应支持单环、双环网络分析, 自动判断每条管段的压降方向 (正向或反向), 结果在拓扑图中以箭头或颜色标识, 并可显示压降数值。</p> <p>4.3 能够对环路进行能量方程平衡检验, 计算闭合差, 可设定闭合差合格判据, 系统自动判断实验是否达标。</p> <p>5. 平差理论实验</p> <p>5.1 能够使用采集的硬件设备数据或导入数据, 进行基于最小二乘法的平差计算, 自动识别测量数据中的异常值并提示。</p> <p>5.2 以图表和数据表形式展示平差前后的数据对比; 显示每个测点的改正数、残差和标准差。</p> <p>6. 节能调控实验</p> <p>6.1 支持基于给水管网与泵站运行数据, 开展节能运行方案设计与效果评估, 实时计算泵站能耗及系统整体能效指标。</p> <p>6.2 系统应支持多种节能调控策略, 如泵站变频调速、阀门调节优化、负荷预测等。</p> <p>6.3 支持泵站变频调速功能的模拟, 包括转速调整与运行状态切换; 支持阀门开度自动调节, 实现系统压差优化; 支持多泵并联运行节能优化控制。</p> <p>7. 离心泵性能曲线实验</p> <p>7.1 支持离心泵性能曲线的实验模拟与实测数据分析, 能够</p> |
|--|--|---|


| | | | |
|--|--|---|---|
| | <p>如最佳效率点 (BEP)、关闭阀门点、最大流量点。</p> <p>7.3 能够基于采集的硬件设备参数自动绘制流量-扬程、流量-功率、流量-效率曲线。</p> <p>8. 离心泵变速工况曲线实验</p> <p>8.1 支持离心泵在不同转速 (变频调速) 工况下性能曲线的实验模拟与实时数据采集分析。</p> <p>8.2 需能够展示流量、扬程、功率及效率等参数随转速变化的关系, 体现泵性能的变速特性。</p> <p>8.3 自动绘制各转速对应的流量-扬程、流量-功率、流量-效率曲线; 支持转速变化趋势曲线显示, 反映泵性能随转速变化的动态响应。</p> <p>9. 离心泵并联工况曲线实验</p> <p>9.1 支持对多台离心泵并联工况下性能曲线的实验模拟与数据采集分析, 真实反映并联泵组的流量、扬程、功率及效率特性。</p> <p>9.2 支持单泵、多泵组合运行模式, 能够切换泵组运行状态并实时采集相应数据。</p> <p>9.3 自动绘制并联泵组的流量-扬程、流量-功率及效率曲线; 支持单泵性能曲线与泵组性能曲线叠加对比。</p> <p>10. 离心泵恒压控制实验</p> <p>10.1 能够实现泵站在设定压力目标下的自动调节和运行模拟; 支持实时采集泵流量、扬程、压力、功率等参数, 实时反馈并调整泵运行状态。</p> <p>10.2 支持基于压力反馈的自动调速控制, 实现设定压力的稳定维持; 支持用户自定义压力设定值及控制参数调整能模拟变频器对泵速的调节响应, 保证压力恒定。</p> | <p>准确反映泵的流量、扬程、功率和效率等性能参数的关系。</p> <p>7.2 应与实验硬件系统无缝集成, 支持实时数据采集与动态曲线绘制, 显示关键性能点, 如最佳效率点 (BEP)、关闭阀门点、最大流量点。</p> <p>7.3 能够基于采集的硬件设备参数自动绘制流量-扬程、流量-功率、流量-效率曲线。</p> <p>8. 离心泵变速工况曲线实验</p> <p>8.1 支持离心泵在不同转速 (变频调速) 工况下性能曲线的实验模拟与实时数据采集分析。</p> <p>8.2 能够展示流量、扬程、功率及效率等参数随转速变化的关系, 体现泵性能的变速特性。</p> <p>8.3 自动绘制各转速对应的流量-扬程、流量-功率、流量-效率曲线; 支持转速变化趋势曲线显示, 反映泵性能随转速变化的动态响应。</p> <p>9. 离心泵并联工况曲线实验</p> <p>9.1 支持对多台离心泵并联工况下性能曲线的实验模拟与数据采集分析, 真实反映并联泵组的流量、扬程、功率及效率特性。</p> <p>9.2 支持单泵、多泵组合运行模式, 能够切换泵组运行状态并实时采集相应数据。</p> <p>9.3 自动绘制并联泵组的流量-扬程、流量-功率及效率曲线; 支持单泵性能曲线与泵组性能曲线叠加对比。</p> <p>10. 离心泵恒压控制实验</p> <p>10.1 能够实现泵站在设定压力目标下的自动调节和运行模拟; 支持实时采集泵流量、扬程、压力、功率等参数, 实时反馈并调整泵运行状态。</p> <p>10.2 支持基于压力反馈的自</p> |  |
|--|--|---|---|

| | | |
|--|---|--|
| | <p>10.3 能实时显示压力曲线、泵速曲线及流量变化；计算压力波动范围、响应时间及节能效果指标。</p> <p>11. 离心泵恒流控制实验</p> <p>11.1 能够模拟并验证离心泵在恒定流量目标下的自动调节运行过程；实现对流量的实时监测、反馈和调节，验证恒流控制策略在不同负荷工况下的稳定性和节能效果。</p> <p>11.2 支持在不同管网阻力、泵速条件下的恒流控制实验，反映调节对泵性能的影响。</p> <p>11.3 支持基于流量传感器数据的反馈闭环控制，实现对变频器或调节阀的自动调节，保持流量恒定；支持用户设定目标流量值及控制灵敏度；可模拟不同调节方式（如变频调速控制、阀门调节）对恒流效果的差异。</p> <p>12. 沿程水损与局部水损实验</p> <p>12.1 具备沿程水头损失和局部水头损失的实验功能，能够验证达西-魏斯巴赫公式及局部阻力系数公式，分析不同流速、管径、阀门开度等因素对水头损失的影响。</p> <p>12.2 支持沿程损失分项测量、单独分析和综合验证，能够在不同流量条件下测定单位长度的水头损失，绘制沿程水损曲线；自动计算并显示沿程阻力系数λ，并与理论公式计算值进行对比分析。</p> <p>12.3 支持局部损失分项测量、单独分析和综合验证，能够测定局部构件在不同流量下的水头损失，计算局部阻力系数ζ；支持调节阀门开度，并实时测量对应的局部损失变化。</p> <p>13. 管道 DMA 分区实验</p> <p>13.1 ▲具备模拟给水系统中管</p> | <p>动调速控制，实现设定压力的稳定维持；支持用户自定义压力设定值及控制参数调整能模拟变频器对泵速的调节响应，保证压力恒定。</p> <p>10.3 能实时显示压力曲线、泵速曲线及流量变化；计算压力波动范围、响应时间及节能效果指标。</p> <p>11. 离心泵恒流控制实验</p> <p>11.1 能够模拟并验证离心泵在恒定流量目标下的自动调节运行过程；实现对流量的实时监测、反馈和调节，验证恒流控制策略在不同负荷工况下的稳定性和节能效果。</p> <p>11.2 支持在不同管网阻力、泵速条件下的恒流控制实验，反映调节对泵性能的影响。</p> <p>11.3 支持基于流量传感器数据的反馈闭环控制，实现对变频器或调节阀的自动调节，保持流量恒定；支持用户设定目标流量值及控制灵敏度；可模拟不同调节方式（如变频调速控制、阀门调节）对恒流效果的差异。</p> <p>12. 沿程水损与局部水损实验</p> <p>12.1 具备沿程水头损失和局部水头损失的实验功能，能够验证达西-魏斯巴赫公式及局部阻力系数公式，分析不同流速、管径、阀门开度等因素对水头损失的影响。</p> <p>12.2 支持沿程损失分项测量、单独分析和综合验证，能够在不同流量条件下测定单位长度的水头损失，绘制沿程水损曲线；自动计算并显示沿程阻力系数λ，并与理论公式计算值进行对比分析。</p> <p>12.3 支持局部损失分项测量、单独分析和综合验证，能够测定局部构件在不同流量下的</p> |
|--|---|--|




| | | |
|--|---|--|
| | <p>网 DMA (District Metered Area, 分区计量管理区) 分区运行的实验功能; 通过实验验证 DMA 分区在流量监测、压力控制、漏损分析与节能调度等方面的作用 (投标时应提供 DMA 分区的详细方案, 并提供 DMA 分区在流量监测、压力控制、漏损分析与节能调度的软件功能截图, 方案及截图均需加盖公章)。</p> <p>13.2▲具备 2 个以上可独立控制的供水分区, 分区间可通过阀门进行连通或隔离; 各分区应具备独立的进水流量计、压力传感器及调节阀; 可模拟分区供水、跨区调水、分区隔离等运行工况。</p> <p>13.3 能够实时采集各分区流量、压力等参数; 支持监测分区用水量变化, 计算漏损率并进行趋势分析; 支持 DMA 分区运行的远程监控与本地控制。</p> <p>14. 漏损监测与分析</p> <p>14.1 具备模拟管网中漏损发生、监测与分析的实验功能; 通过实验验证不同漏损位置、漏损规模和运行工况下, 管网流量、压力的变化规律; 具备漏损实时监测、数据分析、漏点定位与节能策略验证等功能。</p> <p>14.2▲能够在管道系统任意位置模拟可控漏损, 泄漏流量可调节; 漏损发生位置可选固定点或多个可切换点, 以模拟多处漏损场景; 漏损流量范围可覆盖微小渗漏 (<1%流量) 到突发性破管 (>20%流量)。</p> <p>14.3▲通过高精度流量计和压力传感器实时采集管网运行数据; 系统可对比有无漏损工况下的流量、压力曲线, 分析特征变化; 能够自动计算漏损率</p> | <p>水头损失, 计算局部阻力系数 ζ; 支持调节阀门开度, 并实时测量对应的局部损失变化。</p> <p>13. 管道 DMA 分区实验</p> <p>13.1▲具备模拟给水系统中管网 DMA (District Metered Area, 分区计量管理区) 分区运行的实验功能; 通过实验验证 DMA 分区在流量监测、压力控制、漏损分析与节能调度等方面的作用 (投标时我公司已提供 DMA 分区的详细方案, 并提供 DMA 分区在流量监测、压力控制、漏损分析与节能调度的软件功能截图, 方案及截图均加盖公章)。</p> <p>13.2▲具备 2 个以上可独立控制的供水分区, 分区间可通过阀门进行连通或隔离; 各分区应具备独立的进水流量计、压力传感器及调节阀; 可模拟分区供水、跨区调水、分区隔离等运行工况。</p> <p>13.3 能够实时采集各分区流量、压力等参数; 支持监测分区用水量变化, 计算漏损率并进行趋势分析; 支持 DMA 分区运行的远程监控与本地控制。</p> <p>14. 漏损监测与分析</p> <p>14.1 具备模拟管网中漏损发生、监测与分析的实验功能; 通过实验验证不同漏损位置、漏损规模和运行工况下, 管网流量、压力的变化规律; 具备漏损实时监测、数据分析、漏点定位与节能策略验证等功能。</p> <p>14.2▲能够在管道系统任意位置模拟可控漏损, 泄漏流量可调节; 漏损发生位置可选固定点或多个可切换点, 以模拟多处漏损场景; 漏损流量范围可覆盖微小渗漏 (<1%流量) 到突发性破管 (>20%流量)。</p> |
|--|---|--|




| | | | |
|--|--|--|---|
| | <p>(以 DMA 分区水量平衡法或最小夜流法为基础)。</p> <p>14.4 具备利用流量差法、压力梯度法等基本算法进行漏损定位的功能;系统界面可显示管网拓扑和疑似漏点位置。</p> <p>15. 水力能耗优化调度实验</p> <p>15.1 综合应用连续流方程、能量方程和平差理论,对管网运行参数进行多目标优化(压力稳定+能耗最低),掌握基于实时监测数据的泵站变频控制策略。</p> <p>15.2 能在双环9管段8节点的已知拓扑结构下,模拟不同用户用水负荷曲线。</p> <p>15.3▲能自动调整泵站转速与阀门开度,记录全网流量、压力和功率消耗。</p> <p>15.4 应用能耗计算公式与平差理论对运行工况进行分析,寻找最优调度方案。</p> <p>16. 突发工况应急调控实验</p> <p>16.1 能够基于数字模型模拟管道破裂、阀门故障等突发事件,研究管网的压力波动与流向变化,掌握快速切换供水路径和控制策略的能力。</p> <p>16.2 软件数字模型预置常见突发工况,如管道破裂、阀门故障。</p> <p>16.3 支持在数字模型设置设置某节点或管段的突发关闭或泄漏。</p> <p>16.4▲软件能模拟自动监测压力、流量、泵站功率的瞬态变化,并启用应急调度策略(切换阀门、变速运行、临时加压等),恢复稳定供水。</p> <p>二、配套管道非开挖修复虚拟仿真软件(70节点)</p> <p>软件主要涵盖:漫游功能、CC TV 模拟功能、知识展示功能、结构性缺陷模拟、功能性缺陷</p> | <p>14.3▲通过高精度流量计和压力传感器实时采集管网运行数据;系统可对比有无漏损工况下的流量、压力曲线,分析特征变化;能够自动计算漏损率(以 DMA 分区水量平衡法或最小夜流法为基础)。</p> <p>14.4 具备利用流量差法、压力梯度法等基本算法进行漏损定位的功能;系统界面可显示管网拓扑和疑似漏点位置。</p> <p>15. 水力能耗优化调度实验</p> <p>15.1 综合应用连续流方程、能量方程和平差理论,对管网运行参数进行多目标优化(压力稳定+能耗最低),掌握基于实时监测数据的泵站变频控制策略。</p> <p>15.2 能在双环9管段8节点的已知拓扑结构下,模拟不同用户用水负荷曲线。</p> <p>15.3▲能自动调整泵站转速与阀门开度,记录全网流量、压力和功率消耗。</p> <p>15.4 应用能耗计算公式与平差理论对运行工况进行分析,寻找最优调度方案。</p> <p>16. 突发工况应急调控实验</p> <p>16.1 能够基于数字模型模拟管道破裂、阀门故障等突发事件,研究管网的压力波动与流向变化,掌握快速切换供水路径和控制策略的能力。</p> <p>16.2 软件数字模型预置常见突发工况,如管道破裂、阀门故障。</p> <p>16.3 支持在数字模型设置设置某节点或管段的突发关闭或泄漏。</p> <p>16.4▲软件能模拟自动监测压力、流量、泵站功率的瞬态变化,并启用应急调度策略(切换阀门、变速运行、临时加压等),恢复稳定供水。</p> |  |
|--|--|--|---|

| | | |
|--|---|---|
| | <p>模拟、非开挖管道预处理技术仿真模块、非开挖修复技术数字化教学模块。</p> <p>1. 漫游功能</p> <p>1.1 支持第一视角漫游，可借助键盘操控移动，利用鼠标控制方向。</p> <p>1.2 具备上帝视角（俯视视角），能够快速定位至管道的任意位置。</p> <p>1.3 实现自动寻路漫游，按照指定的管道节点顺序行进，支持多种漫游模式的自由切换。</p> <p>2. CCTV 模拟功能</p> <p>对 CCTV 镜头在管道内的漫游过程进行模拟，实时呈现管道内部的模拟情境。</p> <p>3. 知识展示功能</p> <p>以图文、动画、视频等形式呈现关于缺陷概述、成因、检测流程、表格规范、影像判读及处理方法等方面的知识。</p> <p>4. 结构性缺陷模拟</p> <p>4.1 破裂：对裂痕、裂口、破碎、坍塌等破裂状态进行模拟。</p> <p>4.2 变形：区分变形程度为管径$\leq 5\%$、$5\% - 15\%$、$15\% - 25\%$、$>25\%$这四种情形。</p> <p>4.3 腐蚀：模拟轻度、中度、重度三种腐蚀状态。</p> <p>4.4 错口：呈现轻度、中度、重度、严重错口这四种形态。</p> <p>4.5 起伏：区分起伏高与管径之比$\leq 20\%$、$20\% - 35\%$、$35\% - 50\%$、$>50\%$这四种等级。</p> <p>4.6 脱节：模拟轻度、中度、重度、严重脱节这四种状态。</p> <p>4.7 接口材料脱落：区分接口材料上下部可见的不同情形。</p> <p>4.8 支管暗接：区分支管接入长度为$\leq 10\%$、$10\% - 20\%$、$>20\%$主管直径这三种情况。</p> <p>4.9 导体穿入：区分异物占过水断面比例为$\leq 10\%$、$10\% - 30\%$、$>30\%$这三种情况。</p> | <p>二、配套管道非开挖修复虚拟仿真软件（70 节点）</p> <p>软件主要涵盖：漫游功能、CCTV 模拟功能、知识展示功能、结构性缺陷模拟、功能性缺陷模拟、非开挖管道预处理技术仿真模块、非开挖修复技术数字化教学模块。</p> <p>1. 漫游功能</p> <p>1.1 支持第一视角漫游，可借助键盘操控移动，利用鼠标控制方向。</p> <p>1.2 具备上帝视角（俯视视角），能够快速定位至管道的任意位置。</p> <p>1.3 实现自动寻路漫游，按照指定的管道节点顺序行进，支持多种漫游模式的自由切换。</p> <p>2. CCTV 模拟功能</p> <p>对 CCTV 镜头在管道内的漫游过程进行模拟，实时呈现管道内部的模拟情境。</p> <p>3. 知识展示功能</p> <p>以图文、动画、视频等形式呈现关于缺陷概述、成因、检测流程、表格规范、影像判读及处理方法等方面的知识。</p> <p>4. 结构性缺陷模拟</p> <p>4.1 破裂：对裂痕、裂口、破碎、坍塌等破裂状态进行模拟。</p> <p>4.2 变形：区分变形程度为管径$\leq 5\%$、$5\% - 15\%$、$15\% - 25\%$、$>25\%$这四种情形。</p> <p>4.3 腐蚀：模拟轻度、中度、重度三种腐蚀状态。</p> <p>4.4 错口：呈现轻度、中度、重度、严重错口这四种形态。</p> <p>4.5 起伏：区分起伏高与管径之比$\leq 20\%$、$20\% - 35\%$、$35\% - 50\%$、$>50\%$这四种等级。</p> <p>4.6 脱节：模拟轻度、中度、重度、严重脱节这四种状态。</p> <p>4.7 接口材料脱落：区分接口材料上下部可见的不同情形。</p> |
|--|---|---|




| | | | |
|--|--|---|---|
| | <p>0%、>30% 这三种状态。</p> <p>4.10 渗漏：模拟滴漏、线漏、涌漏、喷漏等现象。</p> <p>5. 功能性缺陷模拟</p> <p>5.1 沉积：区分沉积物厚度为管径的 20% - 30%、30% - 40%、40% - 50%、>50% 这四种情形。</p> <p>5.2 结垢：模拟因硬质、软质结垢导致的过水断面损失情况。</p> <p>5.3 障碍物：区分过水断面损失为≤15%、15% - 25%、25% - 50%、>50% 这四种等级。</p> <p>5.4 残墙、坝根：区分过水断面损失为≤15%、15% - 25%、25% - 50%、>50% 这四种情形。</p> <p>5.5 树根：区分过水断面损失为≤15%、15% - 25%、25% - 50%、>50% 这四种状态。</p> <p>5.6 浮渣：呈现零星、较多、大量漂浮物这三种状态。</p> <p>6. 非开挖管道预处理技术仿真模块</p> <p>6.1 气囊封堵仿真教学</p> <p>6.1.1 涵盖清淤原理、设备组成、配件连接、施工流程及注意事项的模拟。</p> <p>6.1.2 包含技术要点介绍、施工前准备（如设备组装、气囊检查等）、下井操作（如管径测量、气囊放置）、充气封堵（如气泵启动、阀门控制）等虚拟操作。</p> <p>6.2 绞车清淤仿真教学</p> <p>6.2.1 能够模拟工作原理、设备构成、施工过程及注意事项。</p> <p>6.2.2 可进行技术要点介绍、模拟设备安装、通沟刮泥等虚拟操作。</p> <p>6.3 高压水射流清洗仿真教学</p> <p>6.3.1 能够模拟清淤原理、设备组成、施工流程及注意事项。</p> <p>6.3.2 可进行技术要点介绍、</p> | <p>材料上下部可见的不同情形。</p> <p>4.8 支管暗接：区分支管接入长度为≤10%、10% - 20%、>20% 主管直径这三种情况。</p> <p>4.9 导物穿入：区分异物占过水断面比例为≤10%、10% - 30%、>30% 这三种状态。</p> <p>4.10 渗漏：模拟滴漏、线漏、涌漏、喷漏等现象。</p> <p>5. 功能性缺陷模拟</p> <p>5.1 沉积：区分沉积物厚度为管径的 20% - 30%、30% - 40%、40% - 50%、>50% 这四种情形。</p> <p>5.2 结垢：模拟因硬质、软质结垢导致的过水断面损失情况。</p> <p>5.3 障碍物：区分过水断面损失为≤15%、15% - 25%、25% - 50%、>50% 这四种等级。</p> <p>5.4 残墙 坝根：区分过水断面损失为≤15%、15% - 25%、25% - 50%、>50% 这四种情形。</p> <p>5.5 树根：区分过水断面损失为≤15%、15% - 25%、25% - 50%、>50% 这四种状态。</p> <p>5.6 浮渣：呈现零星、较多、大量漂浮物这三种状态。</p> <p>6. 非开挖管道预处理技术仿真模块</p> <p>6.1 气囊封堵仿真教学</p> <p>6.1.1 涵盖清淤原理、设备组成、配件连接、施工流程及注意事项的模拟。</p> <p>6.1.2 包含技术要点介绍、施工前准备（如设备组装、气囊检查等）、下井操作（如管径测量、气囊放置）、充气封堵（如气泵启动、阀门控制）等虚拟操作。</p> <p>6.2 绞车清淤仿真教学</p> <p>6.2.1 能够模拟工作原理、设备构成、施工过程及注意事</p> |  |
|--|--|---|---|

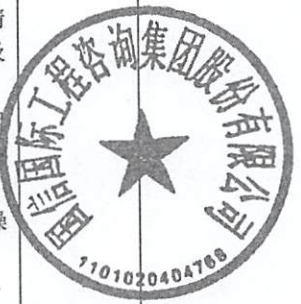
| | | | |
|--|--|---|---|
| | <p>模拟设备安装、射流清洗管道等虚拟操作。</p> <p>7. 非开挖修复技术数字化教学系统</p> <p>7.1 原位固化法仿真教学</p> <p>7.1.1 模拟修复方法概况、施工流程、注意事项及优缺点。</p> <p>7.1.2 可进行技术要点介绍、模拟设备安装、保护膜铺设、衬管拖拽、紫外灯固化等虚拟操作。</p> <p>7.2 螺旋管内衬法仿真教学</p> <p>7.2.1 模拟修复方法概况、施工流程、注意事项及优缺点。</p> <p>7.2.2 可进行技术要点介绍、模拟设备安装、型材缠绕、特种浆注入等虚拟操作。</p> <p>7.3 缩径内衬法仿真教学</p> <p>7.3.1 能够模拟修复方法概况、施工流程、注意事项及优缺点。</p> <p>7.3.2 可进行技术要点介绍、模拟设备及 HOPE 管安装、HOPE 管缩径穿插与恢复等虚拟操作。</p> <p>8. 服务及交付要求</p> <p>8.1 需提供软件质保不少于三年，质保期满后不升级不影响软件正常使用。</p> <p>8.2 在质量保证期内，需对应用系统的运行、维护提供 24 小时的实时技术支持。</p> <p>三、配套市政管网巡查养护虚拟仿真软件（70 节点）</p> <p>涵盖排水管道巡查技术模块、排水管道日常养护技术模块、排水管道设施设备巡查虚拟仿真模块、雨水管道设施设备巡查虚拟仿真模块、排水管道设施设备维护虚拟仿真模块、雨水管道设施设备维护虚拟仿真模块等模块内容。</p> <p>1. 排水管道巡查技术模块</p> <p>1.1 重力管涵巡查</p> | <p>项。</p> <p>6.2.2 可进行技术要点介绍、模拟设备安装、通沟刮泥等虚拟操作。</p> <p>6.3 高压水射流清洗仿真教学</p> <p>6.3.1 能够模拟清淤原理、设备组成、施工流程及注意事项。</p> <p>6.3.2 可进行技术要点介绍、模拟设备安装、射流清洗管道等虚拟操作。</p> <p>7. 非开挖修复技术数字化教学系统</p> <p>7.1 原位固化法仿真教学</p> <p>7.1.1 模拟修复方法概况、施工流程、注意事项及优缺点。</p> <p>7.1.2 可进行技术要点介绍、模拟设备安装、保护膜铺设、衬管拖拽、紫外灯固化等虚拟操作。</p> <p>7.2 螺旋管内衬法仿真教学</p> <p>7.2.1 模拟修复方法概况、施工流程、注意事项及优缺点。</p> <p>7.2.2 可进行技术要点介绍、模拟设备安装、型材缠绕、特种浆注入等虚拟操作。</p> <p>7.3 缩径内衬法仿真教学</p> <p>7.3.1 能够模拟修复方法概况、施工流程、注意事项及优缺点。</p> <p>7.3.2 可进行技术要点介绍、模拟设备及 HOPE 管安装、HOPE 管缩径穿插与恢复等虚拟操作。</p> <p>8. 服务及交付要求</p> <p>8.1 提供软件质保六年，质保期满后不升级不影响软件正常使用。</p> <p>8.2 在质量保证期内，对应用系统的运行、维护提供 24 小时的实时技术支持。</p> <p>三、配套市政管网巡查养护虚拟仿真软件（70 节点）</p> <p>涵盖排水管道巡查技术模块、</p> |  |
|--|--|---|---|

| | | |
|--|---|--|
| | <p>实现对管道畅通性(包括壅水、堵塞情况)、地下水渗入状况、违章排放(如工业废水、建筑泥浆排放)、雨污混接等问题的检查模拟;包含在地形坡度影响下易淤积管段及检查井人工检测场景的仿真。</p> <p>1.2 压力管道巡查 开发虚拟仿真功能,模拟透气井浮渣检查、排气阀有效性检测、井盖锈蚀及裂缝查看;体现水锤效应和气体聚集破裂风险的防范场景。</p> <p>1.3 路面巡查 开发虚拟仿真功能,模拟井盖完整性(如破损、缺失、松动情况)检查、路面塌陷及污水外溢掏空路基隐患排查;展示每日巡检流程及机动车道井盖承重标准验证。</p> <p>1.4 截流设施巡查 开发虚拟仿真功能,模拟雨污分流效能检查、截流堰构筑物完整性检测、闸门工况查看及垃圾清理操作;进行防止晴天污水溢流场景的仿真。</p> <p>2. 排水管道日常养护技术模块</p> <p>2.1 人工清挖 开发虚拟仿真功能,模拟检查井浅层淤积场景,实现铁锹、抓斗等工具的清挖操作;体现人工清挖效率低下、安全风险较高的特点。</p> <p>2.2 机械清疏 开发虚拟仿真功能,模拟高压清洗车冲刷管壁、联合吸污车抽运淤泥的作业流程。</p> <p>2.3 设施维护 开发虚拟仿真功能,模拟井盖防坠网更换与加固(针对腐蚀或松脱网体)操作。</p> <p>3. 排水管道设施设备巡查虚拟仿真模块</p> <p>3.1 检查井内部状况巡查</p> | <p>排水管道日常养护技术模块、排水管道设施设备巡查虚拟仿真模块、雨水管道设施设备巡查虚拟仿真模块、排水管道设施设备维护虚拟仿真模块、雨水管道设施设备维护虚拟仿真模块等模块内容。</p> <p>1. 排水管道巡查技术模块</p> <p>1.1 重力管涵巡查 实现对管道畅通性(包括壅水、堵塞情况)、地下水渗入状况、违章排放(如工业废水、建筑泥浆排放)、雨污混接等问题的检查模拟;包含在地形坡度影响下易淤积管段及检查井人工检测场景的仿真。</p> <p>1.2 压力管道巡查 开发虚拟仿真功能,模拟透气井浮渣检查、排气阀有效性检测、井盖锈蚀及裂缝查看;体现水锤效应和气体聚集破裂风险的防范场景。</p> <p>1.3 路面巡查 开发虚拟仿真功能,模拟井盖完整性(如破损、缺失、松动情况)检查、路面塌陷及污水外溢掏空路基隐患排查;展示每日巡检流程及机动车道井盖承重标准验证。</p> <p>1.4 截流设施巡查 开发虚拟仿真功能,模拟雨污分流效能检查、截流堰构筑物完整性检测、闸门工况查看及垃圾清理操作;进行防止晴天污水溢流场景的仿真。</p> <p>2. 排水管道日常养护技术模块</p> <p>2.1 人工清挖 开发虚拟仿真功能,模拟检查井浅层淤积场景,实现铁锹、抓斗等工具的清挖操作;体现人工清挖效率低下、安全风险较高的特点。</p> <p>2.2 机械清疏</p> |
|--|---|--|



| | | | |
|--|--|---|---|
| | <p>开发虚拟仿真功能，模拟检查井通风、气体检测流程；实现井壁结构（如裂缝、渗漏、剥落情况）、爬梯牢固性、流槽完好性、管口连接状况、沉积物高度及类型检查的模拟。</p> <p>3.2 泵站设备运行巡查 模拟泵站控制室与现场巡查场景，实现水泵运行状态（如振动、噪音、温度情况）、格栅除污机工况、液位计准确性、阀门启闭及渗漏、电气控制柜状态、备用设备待机状态检查的模拟。</p> <p>3.3 雨水管道设施设备巡查 开发针对雨水管道系统特性的专项巡查仿真功能，体现降雨影响、地表径流承接场景，模拟内涝及设施损坏预防操作。</p> <p>4. 雨水管道设施设备巡查虚拟仿真模块</p> <p>4.1 雨水口/雨水篦子巡查 模拟雨水篦子堵塞、破损、缺失检查，雨水口内部淤积及连接管畅通性检测；体现降雨前、中、后不同时间段的巡查要点。</p> <p>4.2 雨水调蓄设施巡查 模拟雨水调蓄池/塘巡查，实现池体结构安全、水位、进出水设施、淤积程度、水质、排气及防护设施检查的模拟。</p> <p>4.3 排水管道设施设备养护 模拟排水管道设施设备维护保养、小修小补流程，体现延长设备使用寿命、保障运行功能。</p> <p>5. 排水管道设施设备维护虚拟仿真模块</p> <p>5.1 检查井维护 模拟井壁破损修补、流槽修复、爬梯除锈防腐、井室清淤（人工/小型机械）操作。</p> <p>5.2 泵站设备日常保养 模拟水泵轴承润滑、填料函处理、联轴器检查、格栅维护、</p> | <p>开发虚拟仿真功能，模拟高压清洗车冲刷管壁、联合吸污车抽运淤泥的作业流程。</p> <p>2.3 设施维护 开发虚拟仿真功能，模拟井盖防坠网更换与加固（针对腐蚀或松脱网体）操作。</p> <p>3. 排水管道设施设备巡查虚拟仿真模块</p> <p>3.1 检查井内部状况巡查 开发虚拟仿真功能，模拟检查井通风、气体检测流程；实现井壁结构（如裂缝、渗漏、剥落情况）、爬梯牢固性、流槽完好性、管口连接状况、沉积物高度及类型检查的模拟。</p> <p>3.2 泵站设备运行巡查 模拟泵站控制室与现场巡查场景，实现水泵运行状态（如振动、噪音、温度情况）、格栅除污机工况、液位计准确性、阀门启闭及渗漏、电气控制柜状态、备用设备待机状态检查的模拟。</p> <p>3.3 雨水管道设施设备巡查 开发针对雨水管道系统特性的专项巡查仿真功能，体现降雨影响、地表径流承接场景，模拟内涝及设施损坏预防操作。</p> <p>4. 雨水管道设施设备巡查虚拟仿真模块</p> <p>4.1 雨水口/雨水篦子巡查 模拟雨水篦子堵塞、破损、缺失检查，雨水口内部淤积及连接管畅通性检测；体现降雨前、中、后不同时间段的巡查要点。</p> <p>4.2 雨水调蓄设施巡查 模拟雨水调蓄池/塘巡查，实现池体结构安全、水位、进出水设施、淤积程度、水质、排气及防护设施检查的模拟。</p> <p>4.3 排水管道设施设备养护</p> |  |
|--|--|---|---|

| | | |
|--|--|---|
| | <p>阀门保养、控制柜除尘、蓄电池维护等标准化作业。</p> <p>5.3 阀门启闭维护 模拟闸阀、截止阀等周期性启闭操作、盘根更换、阀体除锈刷漆及密封性能检查。</p> <p>6. 雨水管道设施设备维护虚拟仿真模块</p> <p>6.1 雨水管道设施设备养护 开发针对雨水管道特有设施维护保养的仿真功能,实现收水、转输、排放功能保障及内涝预防模拟。</p> <p>6.2 雨水口/雨水篦子清掏与更换 模拟专用工具或小型车辆清掏作业,实现破损雨水篦子及边框更换操作的仿真。</p> <p>6.3 雨水调蓄设施清淤与维护 模拟调蓄池/塘清淤(机械清挖、高压冲洗)、设施清理、池壁维护、曝气设备保养操作。</p> <p>7. 服务及交付要求</p> <p>1. 需提供软件质保服务不少于3年,质保期满后不升级不影响软件正常使用。</p> <p>2. 在质量保证期内,需提供提供对应用系统的运行、维护提供24小时的实时技术支持。</p> <p>四、配套市政管道数字化施工虚拟仿真软件(70节点)</p> <p>(一) 技术参数</p> <p>1. 软件能掌握对工程概况、施工人材机组织、进度计划、施工质量控制要点、施工工艺技术等技能应用考核,完成施工方案编制,基于案例工程完成施工进度计划图、施工操作以及相关施工要点的考核等技能操作理论知识技能。</p> <p>2. 软件可满足学生日常实训安排,进行每日实训练习,组卷模拟考核等功能,老师可根据学生学习情况,进行针对性知</p> | <p>模拟排水管道设施设备维护保养、小修小补流程,体现延长设备使用寿命、保障运行功能。</p> <p>5. 排水管道设施设备维护虚拟仿真模块</p> <p>5.1 检查井维护 模拟井壁破损修补、流槽修复、爬梯除锈防腐、井室清淤(人工/小型机械)操作。</p> <p>5.2 泵站设备日常保养 模拟水泵轴承润滑、填料函处理、联轴器检查、格栅维护、阀门保养、控制柜除尘、蓄电池维护等标准化作业。</p> <p>5.3 阀门启闭维护 模拟闸阀、截止阀等周期性启闭操作、盘根更换、阀体除锈刷漆及密封性能检查。</p> <p>6. 雨水管道设施设备维护虚拟仿真模块</p> <p>6.1 雨水管道设施设备养护 开发针对雨水管道特有设施维护保养的仿真功能,实现收水、转输、排放功能保障及内涝预防模拟。</p> <p>6.2 雨水口/雨水篦子清掏与更换 模拟专用工具或小型车辆清掏作业,实现破损雨水篦子及边框更换操作的仿真。</p> <p>6.3 雨水调蓄设施清淤与维护 模拟调蓄池/塘清淤(机械清挖、高压冲洗)、设施清理、池壁维护、曝气设备保养操作。</p> <p>7. 服务及交付要求</p> <p>1. 提供软件质保服务6年,质保期满后不升级不影响软件正常使用。</p> <p>2. 在质量保证期内,提供提供对应用系统的运行、维护提供24小时的实时技术支持。</p> <p>四、配套市政管道数字化施</p> |
|--|--|---|



| | | |
|--|--|---|
| | <p>识点选题考核。题库与软件功能模块的核心知识点章节对应。</p> <p>3. 软件需包含市政管道施工图识读与考核模块、市政管道施工组织设计编制、市政管道数字化施工及验收模拟仿真操作竞赛模块、市政管道非开挖预处理技术模块、市政管道非开挖修复技术模块内容。</p> <p>3.1 市政管道施工图识读与考核模块</p> <p>需包含给水图纸识读、排水图纸识读等两个功能模块内容：</p> <p>3.1.1 给水图纸识读模块： 需包含一套给水图纸的管位图、平面图、纵断面图、大样图等图纸，提供图纸缩放功能，学生点击图上红色标识进行答题，完成一道题的考核后红色标识自动消失，直至每幅图的题答完为止，可得到对应评分，并出现本地实验报告文档，本地文档需汇总考题、选项及答案等评分点明细情况。红色标识点位需不少于 50 个，每个点位均包含至少 1 道选择题。</p> <p>▲3.1.2 排水图纸识读模块： 需包含一套给水图纸的管位图、平面图、纵断面图等图纸，提供图纸缩放功能，学生点击图上红色标识进行答题，完成一道题的考核后红色标识自动消失，直至每幅图的题答完为止，可得到对应评分，并出现本地实验报告文档，本地文档需汇总考题、选项及答案等评分点明细情况。红色标识点位需不少于 50 个，每个点位均包含至少 1 道选择题。</p> <p>3.1.3 识图题目考核模块： 题库总数量需包含不少于 50 道题目，软件功能进入后随机抽选题库题目作为单次考核题</p> | <p>工虚拟仿真软件（70 节点）</p> <p>（一）技术参数</p> <p>1. 软件能掌握对工程概况、施工人材机组织、进度计划、施工质量控制要点、施工工艺技术等技能应用考核，完成施工方案编制，基于案例工程完成施工进度计划图、施工操作以及相关施工要点的考核等技能操作理论知识技能。</p> <p>2. 软件可满足学生日常实训安排，进行每日实训练习，组卷模拟考核等功能，老师可根据学生学习情况，进行针对性知识点选题考核。题库与软件功能模块的核心知识点章节对应。</p> <p>3. 软件包含市政管道施工图识读与考核模块、市政管道施工组织设计编制、市政管道数字化施工及验收模拟仿真操作竞赛模块、市政管道非开挖预处理技术模块、市政管道非开挖修复技术模块内容。</p> <p>3.1 市政管道施工图识读与考核模块</p> <p>包含给水图纸识读、排水图纸识读等两个功能模块内容：</p> <p>3.1.1 给水图纸识读模块： 包含一套给水图纸的管位图、平面图、纵断面图、大样图等图纸，提供图纸缩放功能，学生点击图上红色标识进行答题，完成一道题的考核后红色标识自动消失，直至每幅图的题答完为止，可得到对应评分，并出现本地实验报告文档，本地文档需汇总考题、选项及答案等评分点明细情况。红色标识点位 50 个，每个点位均包含 1 道选择题。</p> <p>▲3.1.2 排水图纸识读模块： 包含一套给水图纸的管位图、平面图、纵断面图等图纸，</p> |
|--|--|---|

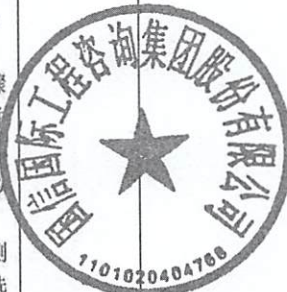


| | | | |
|--|---|--|--|
| | <p>目。</p> <p>单次考核题目需包含单选题考核点不少于5个的，多选题考核点不少于5个，判断题不少于5个。</p> <p>3.2 市政管道施工组织设计编制模块</p> <p>需包含对工程概况、施工准备、施工方案、施工质量控制要点、安全管理，成品保护措施，基于案例工程完成施工进度时标网络图绘制等竞赛题库内容，通过选择点击或划线选择正确选项，完成填空题目，并对弹窗理论题目进行作答。</p> <p>3.2.1 工程概况</p> <p>需包含一份施工图设计说明，学生对施工图设计说明进行阅读，完成施工工程建设概况表的填写。并添加对应的考核题目，考核题目需不少于3道。</p> <p>3.2.2 施工准备</p> <p>需包含施工现场准备的资料内容，需完成对现场准备平面图的填写，并添加对应的考核题目，考核题目需不少于3道。</p> <p>3.2.3 施工方案</p> <p>需包含给水、排水、燃气、热力等市政管道施工的施工步骤填写，并添加对应的考核题目，考核题目需不少于3道。</p> <p>3.2.4 质量控制要点</p> <p>需包含质量控制要点有关内容，并添加对应的考核题目，考核题目需不少于3道。</p> <p>3.2.5 安全管理</p> <p>需包含安全管理有关内容，并添加对应的考核题目，考核题目需不少于3道。</p> <p>3.2.6 成品保护措施</p> <p>需包含成品保护措施有关内容，并添加对应的考核题目，考核题目需不少于3道。</p> <p>3.2.7 施工进度时标网络图绘</p> | <p>提供图纸缩放功能，学生点击图上红色标识进行答题，完成一道题的考核后红色标识自动消失，直至每幅图的题答完为止，可得到对应评分，并出现本地实验报告文档，本地文档汇总考题、选项及答案等评分点明细情况。红色标识点位50个，每个点位均包含1道选择题。</p> <p>3.1.3 识图题目考核模块：</p> <p>题库总数量包含50道题目，软件功能进入后随机抽选题库题目作为单次考核题目。单次考核题目包含单选题考核点5个的，多选题考核点5个，判断题5个。</p> <p>3.2 市政管道施工组织设计编制模块</p> <p>包含对工程概况、施工准备、施工方案、施工质量控制要点、安全管理，成品保护措施，基于案例工程完成施工进度时标网络图绘制等竞赛题库内容，通过选择点击或划线选择正确选项，完成填空题目，并对弹窗理论题目进行作答。</p> <p>3.2.1 工程概况</p> <p>包含一份施工图设计说明，学生对施工图设计说明进行阅读，完成施工工程建设概况表的填写。并添加对应的考核题目，考核题目3道。</p> <p>3.2.2 施工准备</p> <p>包含施工现场准备的资料内容，完成对现场准备平面图的填写，并添加对应的考核题目，考核题目3道。</p> <p>3.2.3 施工方案</p> <p>我方软件包含给水、排水、燃气、热力等市政管道施工的施工步骤填写，并添加对应的考核题目，考核题目3道。</p> <p>3.2.4 质量控制要点</p> | |
|--|---|--|--|

| | | | |
|--|--|--|--|
| | <p>制 需包含施工横道图绘制及双代号网络图的填写功能，并添加对应的考核题目，考核题目需不少于3道。</p> <p>3.3 市政管道数字化施工及验收仿真模块（给水施工） 需包含运用虚拟仿真技术手段，建立给水施工虚拟仿真施工安装实训场景，以选择施工工具、指定位置等形式进行仿真实训操作；完成仿真实训操作后进行章节测试题目进行辅助考核。</p> <p>3.3.1 沟槽断面选择及土方量计算 需包含沟槽断面计算功能，软件添加给水管道纵断面图，学生阅读断面图后，进行对管断的断面计算填写。 填写内容需包含管长、管径、坡度、起点设计路面标高、起点管中心标高、终点管中心标高、起点管道埋深、终点管道埋深。 完成计算后进行章节测试答题，题目内容需包含单选题、多选题、判断题等内容，每类题型需不少2道题目。</p> <p>3.3.2 管道施工测量与放线 需包含测量中心线、井位桩、沟槽边线、井位控制桩等4个施工步骤内容。 仿真操作功能需包含每个步骤点击工具栏，选择正确工具并拖动放置所需物品至指示处，完成虚拟仿真施工实训。虚拟仿真施工实训需不少于8个。 完成施工仿真后进行章节测试答题，题目内容需包含单选题、多选题、判断题等内容，每类题型需不少2道题目。</p> <p>3.3.3 沟槽断面开挖支护与基底处理</p> | <p>我方产品包含质量控制要点有关内容，并添加对应的考核题目，考核题目3道。</p> <p>3.2.5 安全管理 我方产品包含安全管理有关内容，并添加对应的考核题目，考核题目3道。</p> <p>3.2.6 成品保护措施 我方产品包含成品保护措施有关内容，并添加对应的考核题目，考核题目3道。</p> <p>3.2.7 施工进度时标网络图绘制 我方产品包含施工横道图绘制及双代号网络图的填写功能，并添加对应的考核题目，考核题目3道。</p> <p>3.3 市政管道数字化施工及验收仿真模块（给水施工） 我方产品包含运用虚拟仿真技术手段，建立给水施工虚拟仿真施工安装实训场景，以选择施工工具、指定位置等形式进行仿真实训操作；完成仿真实训操作后进行章节测试题目进行辅助考核。</p> <p>3.3.1 沟槽断面选择及土方量计算 我方产品包含沟槽断面计算功能，软件添加给水管道纵断面图，学生阅读断面图后，进行对管断的断面计算填写。 我方产品填写内容包含管长、管径、坡度、起点设计路面标高、终点设计路面标高、起点管中心标高、终点管中心标高、起点管道埋深、终点管道埋深。 完成计算后进行章节测试答题，题目内容包含单选题、多选题、判断题等内容，每类题型2道题目。</p> <p>3.3.2 管道施工测量与放线 我方产品包含测量中心线、井</p> | |
|--|--|--|--|



| | | |
|--|---|---|
| | <p>需包含包括沟槽断面开挖、人工清底、沟槽验收、砂垫层施工、井基础施工等5个施工步骤内容。</p> <p>仿真操作功能需包含每个步骤点击工具栏，选择正确工具并拖动放置所需物品至指示处，完成虚拟仿真施工实训。虚拟仿真施工实训需不少于8个。完成施工仿真后进行章节测试答题，题目内容需包含单选题、多选题、判断题等内容，每类题型需不少2道题目。</p> <p>3.3.4 球墨铸铁管道安装</p> <p>需包含管道安装施工的排管、下管、稳管、对口、检查等5个施工步骤内容</p> <p>仿真操作功能需包含每个步骤点击工具栏，选择正确工具并拖动放置所需物品至指示处，完成虚拟仿真施工实训。虚拟仿真施工实训需不少于8个。完成施工仿真后进行章节测试答题，题目内容需包含单选题、多选题、判断题等内容，每类题型需不少2道题目。</p> <p>▲3.3.5 给水管道附属构筑物施工</p> <p>需包含构筑物施工的阀件安装、阀门井、支护模版、踏步预留、混凝土浇筑、井筒安装、排泥井施工、消火栓安装等8个施工步骤内容</p> <p>仿真操作功能需包含每个步骤点击工具栏，选择正确工具并拖动放置所需物品至指示处，完成虚拟仿真施工实训。虚拟仿真施工实训需不少于10个。完成施工仿真后进行章节测试答题，题目内容需包含单选题、多选题、判断题等内容，每类题型需不少2道题目。</p> <p>3.3.6 室外给水管道验收</p> <p>需包含管道验收的水压试验、</p> | <p>位桩、沟槽边线、井位控制桩等4个施工步骤内容。</p> <p>仿真操作功能包含每个步骤点击工具栏，选择正确工具并拖动放置所需物品至指示处，完成虚拟仿真施工实训。虚拟仿真施工实训8个。</p> <p>完成施工仿真后进行章节测试答题，题目内容包含单选题、多选题、判断题等内容，每类题型2道题目。</p> <p>3.3.3 沟槽断面开挖支护与基底处理</p> <p>我方产品包含包括沟槽断面开挖、人工清底、沟槽验收、砂垫层施工、井基础施工等5个施工步骤内容。</p> <p>仿真操作功能包含每个步骤点击工具栏，选择正确工具并拖动放置所需物品至指示处，完成虚拟仿真施工实训。虚拟仿真施工实训8个。</p> <p>完成施工仿真后进行章节测试答题，题目内容包含单选题、多选题、判断题等内容，每类题型不少2道题目。</p> <p>3.3.4 球墨铸铁管道安装</p> <p>我方产品包含管道安装施工的排管、下管、稳管、对口、检查等5个施工步骤内容</p> <p>仿真操作功能包含每个步骤点击工具栏，选择正确工具并拖动放置所需物品至指示处，完成虚拟仿真施工实训。虚拟仿真施工实训8个。</p> <p>完成施工仿真后进行章节测试答题，题目内容包含单选题、多选题、判断题等内容，每类题型2道题目。</p> <p>▲3.3.5 给水管道附属构筑物施工</p> <p>包含构筑物施工的阀件安装、阀门井、支护模版、踏步预留、混凝土浇筑、井筒安装、排泥</p> |
|--|---|---|



| | | |
|--|---|--|
| | <p>给水管道的冲洗和消毒等 3 个施工步骤内容</p> <p>仿真操作功能需包含每个步骤点击工具栏, 选择正确工具并拖动放置所需物品至指示处, 完成虚拟仿真施工实训。虚拟仿真施工实训需不少于 5 个。完成施工仿真后进行章节测试答题, 题目内容需包含单选题、多选题、判断题等内容, 每类题型需不少 2 道题目。</p> <p>3.3.7 管道沟槽回填</p> <p>需包含管道沟槽回填施工的沟槽回填施工工序、沟槽回填要求等 2 个施工步骤内容。</p> <p>仿真操作功能需包含每个步骤点击工具栏, 选择正确工具并拖动放置所需物品至指示处, 完成虚拟仿真施工实训。虚拟仿真施工实训需不少于 2 个。完成施工仿真后进行章节测试答题, 题目内容需包含单选题、多选题、判断题等内容, 每类题型需不少 2 道题目。</p> <p>3.4 市政管道数字化施工及验收仿真模块(排水施工)</p> <p>需包含运用虚拟仿真技术手段, 建立排水施工虚拟仿真施工安装实训场景, 以选择施工工具、指定位置等形式进行仿真实训操作; 完成仿真实训操作后进行章节测试题目进行辅助考核。</p> <p>3.4.1 沟槽断面选择及土方量计算</p> <p>需包含沟槽断面计算功能, 软件添加给水管道纵断面图, 学生阅读断面图后, 进行对管断的断面计算填写。</p> <p>填写内容需包含管长、管径、坡度、起点设计路面标高、终点设计路面标高、起点管中心标高、终点管中心标高、起点管道埋深、终点管道埋深。</p> | <p>井施工、消火栓安装等 8 个施工步骤内容</p> <p>仿真操作功能包含每个步骤点击工具栏, 选择正确工具并拖动放置所需物品至指示处, 完成虚拟仿真施工实训。虚拟仿真施工实训 10 个。</p> <p>完成施工仿真后进行章节测试答题, 题目内容包含单选题、多选题、判断题等内容, 每类题型不少 2 道题目。</p> <p>3.3.6 室外给水管道验收</p> <p>包含管道验收的水压试验、给水管道的冲洗和消毒等 3 个施工步骤内容</p> <p>仿真操作功能包含每个步骤点击工具栏, 选择正确工具并拖动放置所需物品至指示处, 完成虚拟仿真施工实训。虚拟仿真施工实训 5 个。</p> <p>完成施工仿真后进行章节测试答题, 题目内容包含单选题、多选题、判断题等内容, 每类题型不少 2 道题目。</p> <p>3.3.7 管道沟槽回填</p> <p>我方产品包含管道沟槽回填施工的沟槽回填施工工序、沟槽回填要求等 2 个施工步骤内容。</p> <p>我们软件仿真操作功能包含每个步骤点击工具栏, 选择正确工具并拖动放置所需物品至指示处, 完成虚拟仿真施工实训。虚拟仿真施工实训 2 个。完成施工仿真后进行章节测试答题, 题目内容包含单选题、多选题、判断题等内容, 每类题型不少 2 道题目。</p> <p>3.4 市政管道数字化施工及验收仿真模块(排水施工)</p> <p>包含运用虚拟仿真技术手段, 建立排水施工虚拟仿真施工安装实训场景, 以选择施工工具、指定位置等形式进行仿真</p> |
|--|---|--|





| | | |
|--|---|--|
| | <p>完成计算后进行章节测试答题，题目内容需包含单选题、多选题、判断题等内容，每类题型需不少2道题目。</p> <p>3.4.2 管道施工测量与放线 需包含测量放线施工的测量中心线、井位桩、沟槽边线、井位控制桩等4个施工步骤内容。</p> <p>仿真操作功能需包含每个步骤点击工具栏，选择正确工具并拖动放置所需物品至指示处，完成虚拟仿真施工实训。虚拟仿真施工实训需不少于5个。</p> <p>完成施工仿真后进行章节测试答题，题目内容需包含单选题、多选题、判断题等内容，每类题型需不少2道题目。</p> <p>3.4.3 沟槽断面开挖支护与基底处理 需包含包括沟槽断面开挖、人工清底、沟槽验收、基底处理施工等4个施工步骤内容。</p> <p>仿真操作功能需包含每个步骤点击工具栏，选择正确工具并拖动放置所需物品至指示处，完成虚拟仿真施工实训。虚拟仿真施工实训需不少于5个。</p> <p>完成施工仿真后进行章节测试答题，题目内容需包含单选题、多选题、判断题等内容，每类题型需不少2道题目。</p> <p>▲3.4.4 混凝土管与钢筋混凝土管的安装 需包含管道安装施工的排管、下管、稳管、对口、检查等5个施工步骤内容。</p> <p>仿真操作功能需包含每个步骤点击工具栏，选择正确工具并拖动放置所需物品至指示处，完成虚拟仿真施工实训。虚拟仿真施工实训需不少于5个。</p> <p>完成施工仿真后进行章节测试答题，题目内容需包含单选题、</p> | <p>实训操作；完成仿真实训操作后进行章节测试题目进行辅助考核。</p> <p>3.4.1 沟槽断面选择及土方量计算 包含沟槽断面计算功能，软件添加给水管道纵断面图，学生阅读断面图后，进行对管断的断面计算填写。</p> <p>填写内容包含管长、管径、坡度、起点设计路面标高、终点设计路面标高、起点管中心标高、终点管中心标高、起点管道埋深、终点管道埋深。</p> <p>完成计算后进行章节测试答题，题目内容包含单选题、多选题、判断题等内容，每类题型不少2道题目。</p> <p>3.4.2 管道施工测量与放线 包含测量放线施工的测量中心线、井位桩、沟槽边线、井位控制桩等4个施工步骤内容。</p> <p>仿真操作功能包含每个步骤点击工具栏，选择正确工具并拖动放置所需物品至指示处，完成虚拟仿真施工实训。虚拟仿真施工实训5个。</p> <p>完成施工仿真后进行章节测试答题，题目内容包含单选题、多选题、判断题等内容，每类题型不少2道题目。</p> <p>3.4.3 沟槽断面开挖支护与基底处理 包含包括沟槽断面开挖、人工清底、沟槽验收、基底处理施工等4个施工步骤内容。</p> <p>仿真操作功能包含每个步骤点击工具栏，选择正确工具并拖动放置所需物品至指示处，完成虚拟仿真施工实训。虚拟仿真施工实训5个。</p> <p>完成施工仿真后进行章节测试答题，题目内容包含单选题、多选题、判断题等内容，每类题型不少2道题目。</p> |
|--|---|--|



| | | |
|--|---|--|
| | <p>多选题、判断题等内容，每类题型需不少2道题目。</p> <p>3.4.5 排水管道附属构筑物 需包含构筑物施工的绑扎钢筋、支护模板、踏步预留、混凝土浇筑、井筒安装等5个施工步骤内容。</p> <p>仿真操作功能需包含每个步骤点击工具栏，选择正确工具并拖动放置所需物品至指示处，完成虚拟仿真施工实训。虚拟仿真施工实训需不少于5个。完成施工仿真后进行章节测试答题，题目内容需包含单选题、多选题、判断题等内容，每类题型需不少2道题目。</p> <p>3.4.6 室外排水管道功能性实验 需包含管道功能性试验施工的室外排水管道功能性实验等1个施工步骤内容。</p> <p>仿真操作功能需包含每个步骤点击工具栏，选择正确工具并拖动放置所需物品至指示处，完成虚拟仿真施工实训。虚拟仿真施工实训需不少于2个。完成施工仿真后进行章节测试答题，题目内容需包含单选题、多选题、判断题等内容，每类题型需不少2道题目。</p> <p>3.4.7 管道沟槽回填 需包含管道沟槽回填施工的沟槽回填施工工序等1个施工步骤内容。</p> <p>仿真操作功能需包含每个步骤点击工具栏，选择正确工具并拖动放置所需物品至指示处，完成虚拟仿真施工实训。虚拟仿真施工实训需不少于1个。完成施工仿真后进行章节测试答题，题目内容需包含单选题、多选题、判断题等内容，每类题型需不少2道题目。</p> <p>二、服务及交付要求</p> | <p>题、多选题、判断题等内容，每类题型不少2道题目。</p> <p>▲3.4.4 混凝土管与钢筋混凝土管的安装 包含管道安装施工的排管、下管、稳管、对口、检查等5个施工步骤内容。</p> <p>仿真操作功能包含每个步骤点击工具栏，选择正确工具并拖动放置所需物品至指示处，完成虚拟仿真施工实训。虚拟仿真施工实训5个。</p> <p>完成施工仿真后进行章节测试答题，题目内容包含单选题、多选题、判断题等内容，每类题型2道题目。</p> <p>3.4.5 排水管道附属构筑物 包含构筑物施工的绑扎钢筋、支护模板、踏步预留、混凝土浇筑、井筒安装等5个施工步骤内容。</p> <p>仿真操作功能包含每个步骤点击工具栏，选择正确工具并拖动放置所需物品至指示处，完成虚拟仿真施工实训。虚拟仿真施工实训5个。</p> <p>完成施工仿真后进行章节测试答题，题目内容包含单选题、多选题、判断题等内容，每类题型2道题目。</p> <p>3.4.6 室外排水管道功能性实验 包含管道功能性试验施工的室外排水管道功能性实验等1个施工步骤内容。</p> <p>仿真操作功能包含每个步骤点击工具栏，选择正确工具并拖动放置所需物品至指示处，完成虚拟仿真施工实训。虚拟仿真施工实训2个。</p> <p>完成施工仿真后进行章节测试答题，题目内容包含单选题、多选题、判断题等内容，每类题型不少2道题目。</p> |
|--|---|--|



| | | | |
|--|---|---|---|
| | <p>1. 需提供软件质保服务不少于3年，质保期满后不升级不影响软件正常使用。</p> <p>2. 在质量保证期内，需提供提供对应用系统的运行、维护提供24小时的实时技术支持。</p> <p>五、配套泵与泵站三维虚拟仿真软件（70节点）</p> <p>（一）技术参数</p> <p>1. 泵的认知</p> <p>通过虚拟仿真三维技术对各类泵进行三维仿真模拟，要求包含整体模型及各零部件模型及对应名称，同时需要添加各类泵的初步认知、结构介绍、泵的工作原理等内容的文字介绍，软件需至少包含离心泵、轴流泵、混流泵、射流泵、深井泵、潜水泵等六种模型内容，完成认知后学生需进行答题，题目不少于5道。</p> <p>(1) 离心泵</p> <p>建立三维离心泵模型、介绍离心泵的初步认知、结构介绍等内容。要求模型具有三维爆炸式拆解功能，三维动态展示泵的各类部件及结构名称，虚拟动态展示离心泵的工作原理，包含水流方向及离心泵动态运行的操作流程。</p> <p>(2) 轴流泵</p> <p>建立三维轴流泵模型、介绍轴流泵的初步认知、结构介绍等内容。要求模型具有三维爆炸式拆解功能，三维动态展示泵的各类部件及结构名称，虚拟动态展示轴流泵的工作原理，包含水流方向及轴流泵动态运行的操作流程。</p> <p>(3) 射流泵</p> <p>建立三维射流泵模型、介绍射流泵的初步认知、结构介绍等内容。要求模型具有三维爆炸式拆解功能，三维动态展示泵</p> | <p>3.4.7 管道沟槽回填</p> <p>包含管道沟槽回填施工的沟槽回填施工工序等1个施工步骤内容。</p> <p>仿真操作功能包含每个步骤点击工具栏，选择正确工具并拖动放置所需物品至指示处，完成虚拟仿真施工实训。虚拟仿真施工实训1个。</p> <p>完成施工仿真后进行章节测试答题，题目内容包含单选题、多选题、判断题等内容，每类题型不少2道题目。</p> <p>二、服务及交付要求</p> <p>1. 我方承诺可以提供软件质保服务6年，质保期满后不升级不影响软件正常使用。</p> <p>2. 在质量保证期内，我方可提供对应用系统的运行、维护提供24小时的实时技术支持。</p> <p>五、配套泵与泵站三维虚拟仿真软件（70节点）</p> <p>（一）技术参数</p> <p>1. 泵的认知</p> <p>通过虚拟仿真三维技术对各类泵进行三维仿真模拟，我方承诺包含整体模型及各零部件模型及对应名称，同时添加各类泵的初步认知、结构介绍、泵的工作原理等内容的文字介绍，软件包含离心泵、轴流泵、混流泵、射流泵、深井泵、潜水泵等六种模型内容，完成认知后学生进行答题，题目5道。</p> <p>(1) 离心泵</p> <p>建立三维离心泵模型、介绍离心泵的初步认知、结构介绍等内容。模型具有三维爆炸式拆解功能，三维动态展示泵的各类部件及结构名称，虚拟动态展示离心泵的工作原理，包含水流方向及离心泵动态运行的操作流程。</p> |  |
|--|---|---|---|

| | | | |
|--|---|---|---|
| | <p>的各类部件及结构名称，虚拟动态展示射流泵的工作原理，包含水流方向及射流泵动态运行的操作流程。</p> <p>(4) 混流泵 建立三维混流泵模型、介绍混流泵的初步认知、结构介绍等内容。要求模型具有三维爆炸式拆解功能，三维动态展示泵的各类部件及结构名称，虚拟动态展示混流泵的工作原理，包含水流方向及混流泵动态运行的操作流程。</p> <p>(5) 深井泵 建立三维深井泵模型、介绍深井泵的初步认知、结构介绍等内容。要求模型具有三维爆炸式拆解功能，三维动态展示泵的各类部件及结构名称，虚拟动态展示深井泵的工作原理，包含水流方向及深井泵动态运行的操作流程。</p> <p>(6) 潜水泵 建立三维潜水泵模型、介绍潜水泵的初步认知、结构介绍等内容。要求模型具有三维爆炸式拆解功能，三维动态展示泵的各类部件及结构名称，虚拟动态展示潜水泵的工作原理，包含水流方向及潜水泵动态运行的操作流程。</p> <p>2. 泵的拆装</p> <p>(1) 拆解模式 需添加离心泵的拆解流程，学生可操作拆解模式下的各类工具进行泵的拆解，拆解步骤需包含拆卸出水口的法兰螺栓、取下出水口、拆卸支撑架的螺母、拆卸泵体的螺母、拆卸进水口的螺栓、取下进水口、拆卸电机的固定螺母、取下连接盒和电机、拆卸护罩的固定螺、取下护罩、拆卸电机连轴的螺栓、取下电机连轴、拆卸泵体</p> | <p>(2) 轴流泵 建立三维轴流泵模型、介绍轴流泵的初步认知、结构介绍等内容。模型具有三维爆炸式拆解功能，三维动态展示泵的各类部件及结构名称，虚拟动态展示轴流泵的工作原理，包含水流方向及轴流泵动态运行的操作流程。</p> <p>(3) 射流泵 建立三维射流泵模型、介绍射流泵的初步认知、结构介绍等内容。模型具有三维爆炸式拆解功能，三维动态展示泵的各类部件及结构名称，虚拟动态展示射流泵的工作原理，包含水流方向及射流泵动态运行的操作流程。</p> <p>(4) 混流泵 建立三维混流泵模型、介绍混流泵的初步认知、结构介绍等内容。模型具有三维爆炸式拆解功能，三维动态展示泵的各类部件及结构名称，虚拟动态展示混流泵的工作原理，包含水流方向及混流泵动态运行的操作流程。</p> <p>(5) 深井泵 建立三维深井泵模型、介绍深井泵的初步认知、结构介绍等内容。模型具有三维爆炸式拆解功能，三维动态展示泵的各类部件及结构名称，虚拟动态展示深井泵的工作原理，包含水流方向及深井泵动态运行的操作流程。</p> <p>(6) 潜水泵 建立三维潜水泵模型、介绍潜水泵的初步认知、结构介绍等内容。模型具有三维爆炸式拆解功能，三维动态展示泵的各类部件及结构名称，虚拟动态展示潜水泵的工作原理，包含水流方向及潜水泵动态运行</p> |  |
|--|---|---|---|

| | | | |
|--|---|---|--|
| | <p>的连接螺栓、取下泵体、取下密封环、拆卸支撑架和轴承盖的连接螺母、取下支撑架和轴承盖、拆卸叶轮的固定螺母、取下叶轮、机封环、卧式离心、用轴承拉马器将支架从轴体上取下、用台钳将承箱与轴体分离等</p> <p>(2)组合模式 需添加离心泵零部件，零部件需包含轴承箱、轴承盖、轴体、支撑架、支架、电机轴连、电机轴连、护罩、电机、接线盒、密封圈、机封环、卧式离心、叶轮、泵体、吸入口、吐出口等零件内容，可满足在虚拟仿真环境下进行泵的零件组合操作。</p> <p>3. 泵的性能曲线测定 (1)构建高精度水力机械试验台整体场景、实现交互式的操作功能； (2)进入仿真实验后的泵装置性能曲线测定试验的操作流程，包含实验介绍、实验装置、实验流程、实验数据处理； (3)实验流程：1、点击水壶，向漏斗中加水；2、打开阀门，向泵中灌水；3、打开电机开关，启动电机；4、调节流量阀，控制流量。 (4)实现泵装置性能试验数据的实施测试显示（流量、扬程、功率、效率）及数据导出及保存。 (5)实验报告、实验题目的作答。 (6)在线提交实验报告，可实时反馈，对话。</p> <p>4. 泵站认知 软件需建立泵站三维场景，虚拟仿真泵站内的各项零部件，用户可进行自由漫游及点击对应零部件的名称进行认知、工</p> | <p>的操作流程。</p> <p>2. 泵的拆装 (1)拆解模式 添加离心泵的拆解流程，学生可操作拆解模式下的各类工具进行泵的拆解，拆解步骤包含拆卸出水口的法兰螺栓、取下出水口、拆卸支撑架的螺母、拆卸泵体的螺母、拆卸进水口的螺栓、取下进水口、拆卸电机的固定螺母、取下连接盒和电机、拆卸护罩的固定螺、取下护罩、拆卸电机连轴的螺栓、取下电机连轴、拆卸泵体的连接螺栓、取下泵体、取下密封环、拆卸支撑架和轴承盖的连接螺母、取下支撑架和轴承盖、拆卸叶轮的固定螺母、取下叶轮、机封环、卧式离心、用轴承拉马器将支架从轴体上取下、用台钳将承箱与轴体分离等</p> <p>(2)组合模式 添加离心泵零部件，零部件包含轴承箱、轴承盖、轴体、支撑架、支架、电机轴连、电机轴连、护罩、电机、接线盒、密封圈、机封环、卧式离心、叶轮、泵体、吸入口、吐出口等零件内容，可满足在虚拟仿真环境下进行泵的零件组合操作。</p> <p>3. 泵的性能曲线测定 (1)构建高精度水力机械试验台整体场景、实现交互式的操作功能； (2)进入仿真实验后的泵装置性能曲线测定试验的操作流程，包含实验介绍、实验装置、实验流程、实验数据处理。 (3)实验流程：1、点击水壶，向漏斗中加水；2、打开阀门，向泵中灌水；3、打开电机开关，启动电机；4、调节流量</p> | |
|--|---|---|--|



| | | |
|--|---|---|
| | <p>作情况、工作原理等内容的介绍，零部件需包括：起重机、通风、变配电、电机、基座、管道、泵等。</p> <p>5. 泵站施工</p> <p>需建立泵站施工虚拟仿真场景，能使用三维交互技术完整模拟泵站施工过程，包含：导截流工程、基坑处理工程、泵室工程、闸室工程、下游连接段工程、上游连接段工程、安装工程等步骤及其步骤下的具体操作流程。</p> <p>(1) 导截流工程：施工测量（用全站仪测出导流渠两岸主要转折点坐标。）、石灰放线（根据“定位图”导流渠两岸转折点连成线形，并用石灰线连接。）、导流挖掘（采用挖掘机在放样范围内进行挖掘，开挖从中间向两边或者从下游往上游开挖。）、建造围堰（把石块倒入河底，进行平抛垫底；用石渣填筑戗堤；用碎石铺筑戗堤顶面；用反铲挖掘机修整边坡的坡度重复之前步骤，直到整个戗堤形成。在戗堤上游处抛投闭气土料，然后用土袋覆盖土料，闭气完成后在上游及时采用钢筋石笼护坡，防止戗堤被淘刷破坏。）、基坑排水（用水泵把基坑内的水和泥浆抽干净，并把杂物和碎石清理掉。）、</p> <p>(2) 基坑处理工程：施工测量（使用全站仪进行基坑的主要转折点测量。）、石灰放线（以渠中心线为控制用石灰粉连接各个转折角形成开挖线。）、基坑挖掘（利用反铲挖掘机开挖至设计高程以上 30cm 后，采用人工开挖至设计高程（开挖过程应遵循自上而下，逐层开挖。）、基坑围护（用打桩机将挡板打入地下，固定挡板，</p> | <p>控制流量。</p> <p>(4) 实现泵装置性能试验数据的实施测试显示（流量、扬程、功率、效率）及数据导出及保存。</p> <p>(5) 实验报告、实验题目的作答。</p> <p>(6) 在线提交实验报告，可实时反馈，对话。</p> <p>4. 泵站认知</p> <p>软件建立泵站三维场景，虚拟仿真泵站内的各项零部件，用户可进行自由漫游及点击对应零部件的名称进行认知、工作情况、工作原理等内容的介绍，零部件包括：起重机、通风、变配电、电机、基座、管道、泵等。</p> <p>5. 泵站施工</p> <p>建立泵站施工虚拟仿真场景，能使用三维交互技术完整模拟泵站施工过程，包含：导截流工程、基坑处理工程、泵室工程、闸室工程、下游连接段工程、上游连接段工程、安装工程等步骤及其步骤下的具体操作流程。</p> <p>(1) 导截流工程：施工测量（用全站仪测出导流渠两岸主要转折点坐标。）、石灰放线（根据“定位图”导流渠两岸转折点连成线形，并用石灰线连接。）、导流挖掘（采用挖掘机在放样范围内进行挖掘，开挖从中间向两边或者从下游往上游开挖。）、建造围堰（把石块倒入河底，进行平抛垫底；用石渣填筑戗堤；用碎石铺筑戗堤顶面；用反铲挖掘机修整边坡的坡度重复之前步骤，直到整个戗堤形成。在戗堤上游处抛投闭气土料，然后用土袋覆盖土料，闭气完成后在上游及时采用钢筋石笼护</p> |
|--|---|---|



| | | |
|--|--|---|
| | <p>进行基坑围护。)、打桩钻孔(用螺旋钻机向下打孔,及时清孔,清完孔之后,将钢筋笼垂直吊放到孔内,用导管灌注混凝土。)、开挖(向下开挖出混凝土桩深度。)、压力测试(刚性承压板上分级施加荷载,观测各级荷载作用下地基土随压力和变形,并观察仪表盘是否符合施工规范。)、垫层浇筑(用混凝土浇筑垫层,确保地基平稳并符合荷载需求。)</p> <p>(3)泵室工程:扎捆钢筋(根据施工设计图纸放置、绑扎钢筋。)、支立模板(支立泵底板模板,支模顺序由下至上,保证接缝严密不漏浆。)、止水铜片(用人工放置止水铜片,保证止水铜片在墙体中线上顺直不得扭曲,开口朝迎水面。)、浇筑底板(使用混凝土泵车运送混凝土,浇筑泵室底板。)、安装模板(按照图纸位置,放置泵模板。)、扎捆钢筋(绑扎泵室胸墙钢筋,主筋与箍筋非转角部分的相交点成梅花交错绑扎。)、安装模板(支立泵室墩墙与胸墙的模板,支模顺序由下至上逐层向上安装,保证构件形状尺寸和相互位置正确,且结构简单,支拆方便,表面平整,接缝严密不漏浆等。)、浇筑闸墩(使用混凝土泵车运输混凝土,浇筑泵室墩墙与胸墙。)、拆除模板(拆除模板,核验砼结构所达到的强度,符合强度后按后支的先拆,先支的后拆,先拆非承重部分,后拆承重部分的顺序拆除。)</p> <p>(4)闸室工程:安装伸缩缝(放置伸缩缝,防止建筑物构件由于环境条件变化,使结构产生</p> | <p>坡,防止戗堤被淘刷破坏。)、基坑排水(用水泵把基坑内的水和泥浆抽干净,并把杂物和碎石清理掉。)</p> <p>(2)基坑处理工程:施工测量(使用全站仪进行基坑的主要转折点测量。)、石灰放线(以渠中心线为控制用石灰粉连接各个转折角形成开挖线。)、基坑挖掘(利用反铲挖掘机开挖至设计高程以上30cm后,采用人工开挖至设计高程(开挖过程应遵循自上而下,逐层开挖。))、基坑围护(用打桩机将挡板打入地下,固定挡板,进行基坑围护。)、打桩钻孔(用螺旋钻机向下打孔,及时清孔,清完孔之后,将钢筋笼垂直吊放到孔内,用导管灌注混凝土。)、开挖(向下开挖出混凝土桩深度。)、压力测试(刚性承压板上分级施加荷载,观测各级荷载作用下地基土随压力和变形,并观察仪表盘是否符合施工规范。)、垫层浇筑(用混凝土浇筑垫层,确保地基平稳并符合荷载需求。)</p> <p>(3)泵室工程:扎捆钢筋(根据施工设计图纸放置、绑扎钢筋。)、支立模板(支立泵底板模板,支模顺序由下至上,保证接缝严密不漏浆。)、止水铜片(用人工放置止水铜片,保证止水铜片在墙体中线上顺直不得扭曲,开口朝迎水面。)、浇筑底板(使用混凝土泵车运送混凝土,浇筑泵室底板。)、安装模板(按照图纸位置,放置泵模板。)、扎捆钢筋(绑扎泵室胸墙钢筋,主筋与箍筋非转角部分的相交点成梅花交错绑扎。)、安装模板(支立泵室墩墙与胸墙</p> |
|--|--|---|




| | | | |
|--|---|---|--|
| | <p>裂缝或破坏。)、扎捆钢筋(根据水闸施工设计图纸放置、捆扎钢筋。)、支立模板(支立闸底板模板,支模顺序由下至上,保证接缝严密不漏浆等。)、止水铜片(用人工放置止水铜片,保证止水铜片在墙体中线上,顺直不得扭曲,开口朝迎水面。)、浇筑底板(使用混凝土泵车运输混凝土,浇筑闸室底板。)、安装模板(支立闸室墩墙与胸墙的模板,支模顺序由下至上,保证接缝严密不漏浆等。)、浇筑闸墩(使用混凝土泵车运输混凝土,浇筑闸墩及胸墙。)、拆除模板(拆除模板,核验砼结构所达到的强度,符合强度后按后支的先拆,先支的后拆,先拆非承重部分,后拆承重部分的顺序拆除。)</p> <p>(5)下游连接段工程:浇筑翼墙(根据设计施工图纸,支立翼墙模板,放置钢筋,用混凝土浇筑翼墙。)、放置排水管(在要浇筑进水池及护坦区域放置排水管,预留出护坦的排水孔位置,等待浇筑进水池及下游护坦。)、浇筑进水池(支立模板浇筑进水池,用灌浆车浇筑进水池到设计高程。)、安装伸缩缝(在闸底板与下游护坦之间放置伸缩缝,防止建筑物构件由于环境条件变化,使结构产生裂缝或破坏。)、浇筑护坦(支立模板浇筑护坦,用灌浆车浇筑护坦到设计高程。)</p> <p>施工测量(使用全站仪测出海漫施工位置,标记出主要转折点。)、石灰放线(使用石灰线连接转折点,布置施工区域。)、放置碎石(将砂砾石倒入河床,分布均匀。)、安</p> | <p>的模板,支模顺序由下至上逐层向上安装,保证构件形状尺寸和相互位置正确,且结构简单,支拆方便,表面平整,接缝严密不漏浆等。)、浇筑闸墩(使用混凝土泵车运输混凝土,浇筑泵室墩墙与胸墙。)、拆除模板(拆除模板,核验砼结构所达到的强度,符合强度后按后支的先拆,先支的后拆,先拆非承重部分,后拆承重部分的顺序拆除。)</p> <p>(4)闸室工程:安装伸缩缝(放置伸缩缝,防止建筑物构件由于环境条件变化,使结构产生裂缝或破坏。)、扎捆钢筋(根据水闸施工设计图纸放置、捆扎钢筋。)、支立模板(支立闸底板模板,支模顺序由下至上,保证接缝严密不漏浆等。)、止水铜片(用人工放置止水铜片,保证止水铜片在墙体中线上,顺直不得扭曲,开口朝迎水面。)、浇筑底板(使用混凝土泵车运输混凝土,浇筑闸室底板。)、安装模板(支立闸室墩墙与胸墙的模板,支模顺序由下至上,保证接缝严密不漏浆等。)、浇筑闸墩(使用混凝土泵车运输混凝土,浇筑闸墩及胸墙。)、拆除模板(拆除模板,核验砼结构所达到的强度,符合强度后按后支的先拆,先支的后拆,先拆非承重部分,后拆承重部分的顺序拆除。)</p> <p>(5)下游连接段工程:浇筑翼墙(根据设计施工图纸,支立翼墙模板,放置钢筋,用混凝土浇筑翼墙。)、放置排水管(在要浇筑进水池及护坦区域放置排水管,预留出护坦的排水孔位置,等待浇筑进水池及下游护坦。)、浇筑进水池</p> | |
|--|---|---|--|




| | | |
|--|---|---|
| | <p>装伸缩缝（在下游护坦与海漫之间放置伸缩缝，防止建筑物构件由于环境条件变化，使结构产生裂缝或破坏。）、浇筑海漫（用毛石混凝土进行浇筑海漫。）、施工测量（用全站仪测出下游防冲槽施工位置的主要转折点。）、浇筑防冲槽（用石灰线洒出施工线，安放伸缩缝，抛投石块，并用毛石混凝土浇筑固定。）、放置土工布（清理堤岸两边，保持两岸平整，将土工布顺卷打开牵拉的松紧要合适，不能太紧也不能太松，铺设好土工布以后，要尽快地进行块石砌体。）、砌造护坡（使用砌石建造下游护坡，为保护桥梁和路堤安全，须在凹岸修筑防护建筑物。）、</p> <p>(6)上游连接段工程：浇筑进水池（支立模板，放入捆扎好的钢筋，用灌浆车浇筑上游进水池。）、安装伸缩缝（在闸底板与上游护坦之间放置伸缩缝，防止建筑物构件由于环境条件变化，使结构产生裂缝或破坏。）、浇筑护坦（使用混凝土浇筑上游护坦。）、施工放样（使用全站仪进行测出防冲槽位置的主要转折点。）、石灰放线（使用石灰线连接主要转折点，布置施工区域。）、放置碎石（向河道中倒入碎石。）、浇筑防冲槽（放入伸缩缝，浇筑上游防冲槽。）、放置土工布（清理堤岸两边，保持两岸平整，将土工布顺卷打开牵拉的松紧要合适，不能太紧也不能太松，铺设好土工布以后，要尽快地进行块石砌体。）、放置碎石（使用砌石建造上游护坡为保护桥梁和路堤安全，须在凹岸修筑防护建筑物。）、</p> | <p>（支立模板浇筑出水池，用灌浆车浇筑进水池到设计高程。）、安装伸缩缝（在闸底板与下游护坦之间放置伸缩缝，防止建筑物构件由于环境条件变化，使结构产生裂缝或破坏。）、浇筑护坦（支立模板浇筑护坦，用灌浆车浇筑护坦到设计高程。）、</p> <p>施工测量（使用全站仪测出海漫施工位置，标记出主要转折点。）、石灰放线（使用石灰线连接转折点，布置施工区域。）、放置碎石（将砂砾石倒入河床，分布均匀。）、安装伸缩缝（在下游护坦与海漫之间放置伸缩缝，防止建筑物构件由于环境条件变化，使结构产生裂缝或破坏。）、浇筑海漫（用毛石混凝土进行浇筑海漫。）、</p> <p>施工测量（用全站仪测出下游防冲槽施工位置的主要转折点。）、浇筑防冲槽（用石灰线洒出施工线，安放伸缩缝，抛投石块，并用毛石混凝土浇筑固定。）、放置土工布（清理堤岸两边，保持两岸平整，将土工布顺卷打开牵拉的松紧要合适，不能太紧也不能太松，铺设好土工布以后，要尽快地进行块石砌体。）、砌造护坡（使用砌石建造下游护坡，为保护桥梁和路堤安全，须在凹岸修筑防护建筑物。）、</p> <p>(6)上游连接段工程：浇筑进水池（支立模板，放入捆扎好的钢筋，用灌浆车浇筑上游进水池。）、安装伸缩缝（在闸底板与上游护坦之间放置伸缩缝，防止建筑物构件由于环境条件变化，使结构产生裂缝或破坏。）、浇筑护坦（使用混凝土浇筑上游护坦。）、施</p> |
|--|---|---|




| | | | |
|--|--|---|---|
| | <p>(7)尾工阶段工程：安放闸门（使用吊车安放闸门，安装启闭机。）、安放水泵（使用吊车安放水泵与拍门。）、安放拦物栅（使用吊车安放拦物栅与爪钩。）、上层建筑（建造上层建筑。）、疏通围堰（使用反铲挖掘机疏通围堰，先下游，后上游。）、填导流渠（将泥土倒入导流河道，将河流引入水闸河道。）</p> <p>六、配套水污染与水处理虚拟仿真软件（70节点）</p> <p>（一）技术参数</p> <p>基于城镇污水的系统性，将污水收集、污水管网、提升泵站、污水厂集成于一体形成完整的城镇污水系统，展示污水收集、污水管网、提升泵站、污水厂，可通过PC端进行互动式教学、实操训练、学习过程考核等。具备第一视角漫游功能，漫游管廊的任意位置；自动寻路漫游则按照指定的管道节点顺序自动漫游。各种漫游模式可以自动切换，满足不同情景的漫游浏览学习。</p> <p>1. 污水处理工艺认知仿真教学展现在城镇污水处理工艺过程中常见的知识点学习为主，包括城镇生活污水厂处理效率、污水处理基本方法、典型污水处理工艺流程，让学生对污水处理建立整体的知识架构体系，认知污水处理的核心要素。</p> <p>1.1 污水处理厂运行设备虚拟仿真</p> <p>此模块需包含污水处理厂相关的格栅、旋流沉砂池、初沉池、生物池、二沉池、深床滤池、紫外线消毒、鼓风机床、污泥处理间等运行设备的虚拟仿真认知内容。</p> <p>（1）格栅</p> | <p>工放样（使用全站仪进行测出防冲槽位置的主要转折点。）、石灰放线（使用石灰线连接主要转折点，布置施工区域。）、放置碎石（向河道中倒入碎石。）、浇筑防冲槽（放入伸缩缝，浇筑上游防冲槽。）、放置土工布（清理堤岸两边，保持两岸平整，将土工布顺卷打开牵拉的松紧要合适，不能太紧也不能太松，铺设好土工布以后，要尽快地进行块石砌体。）、放置碎石（使用砌石建造上游护坡为保护桥梁和路堤安全，须在凹岸修筑防护建筑物。)</p> <p>(7)尾工阶段工程：安放闸门（使用吊车安放闸门，安装启闭机。）、安放水泵（使用吊车安放水泵与拍门。）、安放拦物栅（使用吊车安放拦物栅与爪钩。）、上层建筑（建造上层建筑。）、疏通围堰（使用反铲挖掘机疏通围堰，先下游，后上游。）、填导流渠（将泥土倒入导流河道，将河流引入水闸河道。)</p> <p>六、配套水污染与水处理虚拟仿真软件（70节点）</p> <p>（一）技术参数</p> <p>基于城镇污水的系统性，将污水收集、污水管网、提升泵站、污水厂集成于一体形成完整的城镇污水系统，展示污水收集、污水管网、提升泵站、污水厂，可通过PC端进行互动式教学、实操训练、学习过程考核等。具备第一视角漫游功能，漫游管廊的任意位置；自动寻路漫游则按照指定的管道节点顺序自动漫游。各种漫游模式可以自动切换，满足不同情景的漫游浏览学习。</p> <p>1. 污水处理工艺认知仿真教</p> |  |
|--|--|---|---|

| | | | |
|--|--|--|--|
| | <p>设备认知：需以文字形式进行格栅的基本内容的介绍。</p> <p>动画原始：需包含不少于 10S 的动画讲解内容，动画内容需包含格栅仿真模型、文字及人工智能语音配音对格栅内容进行讲解，动画格式为 MP4 (H.264)。</p> <p>结构展示：需在场景中显示格栅的三维仿真模型，可使用鼠标右键进行任意视角旋转，鼠标滚轮进行指定视角下的拉近拉远，进行整体及局部细节位置的查看。</p> <p>(2) 旋流沉砂池</p> <p>设备认知：需以文字形式进行旋流沉砂池的基本内容的介绍。</p> <p>动画原始：需包含不少于 10S 的动画讲解内容，动画内容需包含旋流沉砂池仿真模型、文字及人工智能语音配音对旋流沉砂池内容进行讲解，动画格式为 MP4 (H.264)。</p> <p>结构展示：需在场景中显示旋流沉砂池的三维仿真模型，可使用鼠标右键进行任意视角旋转，鼠标滚轮进行指定视角下的拉近拉远，进行整体及局部细节位置的查看。</p> <p>(3) 初沉池</p> <p>设备认知：需以文字形式进行初沉池的基本内容的介绍。</p> <p>动画原始：需包含不少于 10S 的动画讲解内容，动画内容需包含初沉池仿真模型、文字及人工智能语音配音对初沉池内容进行讲解。</p> <p>结构展示：需在场景中显示初沉池的三维仿真模型，可使用鼠标右键进行任意视角旋转，鼠标滚轮进行指定视角下的拉近拉远，进行整体及局部细节位置的查看。</p> | <p>学</p> <p>展现在城镇污水处理工艺过程中常见的知识点学习为主，包括城镇生活污水厂处理效率、污水处理基本方法、典型污水处理工艺流程，让学生对污水处理建立整体的知识架构体系，认知污水处理的核心要素。</p> <p>1.1 污水处理厂运行设备虚拟仿真</p> <p>此模块包含污水处理厂相关的格栅、旋流沉砂池、初沉池、生物池、二沉池、深床滤池、紫外线消毒、鼓风机床、污泥处理间等运行设备的虚拟仿真认知内容。</p> <p>(1) 格栅</p> <p>设备认知：以文字形式进行格栅的基本内容的介绍。</p> <p>动画原始：包含 10S 的动画讲解内容，动画内容包含格栅仿真模型、文字及人工智能语音配音对格栅内容进行讲解，动画格式为 MP4 (H.264)。</p> <p>结构展示：在场景中显示格栅的三维仿真模型，可使用鼠标右键进行任意视角旋转，鼠标滚轮进行指定视角下的拉近拉远，进行整体及局部细节位置的查看。</p> <p>(2) 旋流沉砂池</p> <p>设备认知：以文字形式进行旋流沉砂池的基本内容的介绍。</p> <p>动画原始：包含 10S 的动画讲解内容，动画内容包含旋流沉砂池仿真模型、文字及人工智能语音配音对旋流沉砂池内容进行讲解，动画格式为 MP4 (H.264)。</p> <p>结构展示：在场景中显示旋流沉砂池的三维仿真模型，可使用鼠标右键进行任意视角旋转，鼠标滚轮进行指定视角下</p> | |
|--|--|--|--|



| | | | |
|--|---|--|---|
| | <p>(4) 生物池 设备认知：需以文字形式进行生物池的基本内容的介绍。 动画原始：需包含不少于 10S 的动画讲解内容，动画内容需包含生物池仿真模型、文字及人工智能语音配音对生物池内容进行讲解。 结构展示：需在场景中显示生物池的三维仿真模型，可使用鼠标右键进行任意视角旋转，鼠标滚轮进行指定视角下的拉近拉远，进行整体及局部细节位置的查看。</p> <p>(5) 二沉池 设备认知：需以文字形式进行二沉池的基本内容的介绍。 动画原始：需包含不少于 10S 的动画讲解内容，动画内容需包含二沉池仿真模型、文字及人工智能语音配音对二沉池内容进行讲解。 结构展示：需在场景中显示二沉池的三维仿真模型，可使用鼠标右键进行任意视角旋转，鼠标滚轮进行指定视角下的拉近拉远，进行整体及局部细节位置的查看。</p> <p>(6) 深床滤 设备认知：需以文字形式进行深床滤池的基本内容的介绍。 动画原始：需包含不少于 10S 的动画讲解内容，动画内容需包含深床滤池仿真模型、文字及人工智能语音配音对深床滤池内容进行讲解。 结构展示：需在场景中显示深床滤池的三维仿真模型，可使用鼠标右键进行任意视角旋转，鼠标滚轮进行指定视角下的拉近拉远，进行整体及局部细节位置的查看。</p> <p>(7) 紫外线消毒 设备认知：需以文字形式进行</p> | <p>的拉近拉远，进行整体及局部细节位置的查看。</p> <p>(3) 初沉池 设备认知：以文字形式进行初沉池的基本内容的介绍。 动画原始：包含 10S 的动画讲解内容，动画内容包含初沉池仿真模型、文字及人工智能语音配音对初沉池内容进行讲解。 结构展示：在场景中显示初沉池的三维仿真模型，可使用鼠标右键进行任意视角旋转，鼠标滚轮进行指定视角下的拉近拉远，进行整体及局部细节位置的查看。</p> <p>(4) 生物池 设备认知：以文字形式进行生物池的基本内容的介绍。 动画原始：包含 10S 的动画讲解内容，动画内容包含生物池仿真模型、文字及人工智能语音配音对生物池内容进行讲解。 结构展示：在场景中显示生物池的三维仿真模型，可使用鼠标右键进行任意视角旋转，鼠标滚轮进行指定视角下的拉近拉远，进行整体及局部细节位置的查看。</p> <p>(5) 二沉池 设备认知：以文字形式进行二沉池的基本内容的介绍。 动画原始：包含 10S 的动画讲解内容，动画内容包含二沉池仿真模型、文字及人工智能语音配音对二沉池内容进行讲解。 结构展示：在场景中显示二沉池的三维仿真模型，可使用鼠标右键进行任意视角旋转，鼠标滚轮进行指定视角下的拉近拉远，进行整体及局部细节位置的查看。</p> |  |
|--|---|--|---|

| | | | |
|--|---|---|---|
| | <p>紫外线消毒的基本内容的介绍。</p> <p>动画原始：需包含不少于 10S 的动画讲解内容，动画内容需包含紫外线消毒仿真模型、文字及人工智能语音配音对紫外线消毒内容进行讲解。</p> <p>结构展示：需在场景中显示紫外线消毒的三维仿真模型，可使用鼠标右键进行任意视角旋转，鼠标滚轮进行指定视角下的拉近拉远，进行整体及局部细节位置的查看。</p> <p>(8) 鼓风机床</p> <p>设备认知：需以文字形式进行鼓风机床的基本内容的介绍。</p> <p>动画原始：需包含不少于 10S 的动画讲解内容，动画内容需包含鼓风机床仿真模型、文字及人工智能语音配音对鼓风机床内容进行讲解。</p> <p>结构展示：需在场景中显示鼓风机床的三维仿真模型，可使用鼠标右键进行任意视角旋转，鼠标滚轮进行指定视角下的拉近拉远，进行整体及局部细节位置的查看。</p> <p>(9) 污泥处理间</p> <p>设备认知：需以文字形式进行污泥处理间的基本内容的介绍。</p> <p>动画原始：需包含不少于 10S 的动画讲解内容，动画内容需包含污泥处理间仿真模型、文字及人工智能语音配音对污泥处理间内容进行讲解。</p> <p>结构展示：需在场景中显示污泥处理间的三维仿真模型，可使用鼠标右键进行任意视角旋转，鼠标滚轮进行指定视角下的拉近拉远，进行整体及局部细节位置的查看。</p> <p>1.2 城镇生活污水污水厂处理效率</p> | <p>(9) 深床滤</p> <p>设备认知：以文字形式进行深床滤池的基本内容的介绍。</p> <p>动画原始：包含 10S 的动画讲解内容，动画内容包含深床滤池仿真模型、文字及人工智能语音配音对深床滤池内容进行讲解。</p> <p>结构展示：在场景中显示深床滤池的三维仿真模型，可使用鼠标右键进行任意视角旋转，鼠标滚轮进行指定视角下的拉近拉远，进行整体及局部细节位置的查看。</p> <p>(7) 紫外线消毒</p> <p>设备认知：以文字形式进行紫外线消毒的基本内容的介绍。</p> <p>动画原始：包含 10S 的动画讲解内容，动画内容包含紫外线消毒仿真模型、文字及人工智能语音配音对紫外线消毒内容进行讲解。</p> <p>结构展示：在场景中显示紫外线消毒的三维仿真模型，可使用鼠标右键进行任意视角旋转，鼠标滚轮进行指定视角下的拉近拉远，进行整体及局部细节位置的查看。</p> <p>(8) 鼓风机床</p> <p>设备认知：以文字形式进行鼓风机床的基本内容的介绍。</p> <p>动画原始：包含 10S 的动画讲解内容，动画内容包含鼓风机床仿真模型、文字及人工智能语音配音对鼓风机床内容进行讲解。</p> <p>结构展示：在场景中显示鼓风机床的三维仿真模型，可使用鼠标右键进行任意视角旋转，鼠标滚轮进行指定视角下的拉近拉远，进行整体及局部细节位置的查看。</p> <p>(9) 污泥处理间</p> <p>设备认知：以文字形式进行污</p> |  |
|--|---|---|---|

| | | |
|--|--|---|
| | <p>此模块需包含以文字形式进行的城镇污水组成、典型生活污水水质、污水厂处理效率等相关知识点介绍。</p> <p>1.3 污水处理基本方法 此模块需包含以文字形式进行的污水处理基本方法等相关知识点介绍。</p> <p>1.4 典型污水处理工艺流程 此模块需包含以文字形式进行的以及处理工艺、二级处理工艺、三集处理工艺、再生水处理工艺等相关知识点介绍。</p> <p>2. 污水厂仿真教学漫游 污水厂仿真教学漫游，是基于污水厂的污水处理工艺流程，采用高清仿真的三维建模软件生成污水厂的三维模型场景，主要包括格栅、旋流沉砂池、初沉池、生物池、二沉池、深床滤池、紫外线消毒、鼓风机床、污泥处理间等，是城镇污水系统的核心部分，不仅让学生知道污水处理构筑物是什么，还要让学生知道构筑物怎么计算的及其相关的技术要求，从而让学生能够比较全面训练和掌握污水处理全过程。</p> <p>(1) 格栅模块 此模块需建立污水厂三维虚拟仿真场景及格栅仿真模型，使用者可操作键盘操纵仿真人物进行污水厂漫游，移动到格栅指定场景位置，进行漫游查看学习； 模块可点击格栅位置知识牌进行学习，包括格栅结构、格栅知识点学习和习题考核、计算例题。回答有关格栅知识点习题内容并根据计算例题给定的水厂规模、格栅设计要点和格栅设计公式等内容进行计算格栅尺寸。</p> <p>旋流沉砂池模块</p> | <p>泥处理间的基本内容的介绍。 动画原始：包含 10S 的动画讲解内容，动画内容包含污泥处理间仿真模型、文字及人工智能语音配音对污泥处理间内容进行讲解。</p> <p>结构展示：在场景中显示污泥处理间的三维仿真模型，可使用鼠标右键进行任意视角旋转，鼠标滚轮进行指定视角下的拉近拉远，进行整体及局部细节位置的查看。</p> <p>1.2 城镇生活污水污水厂处理效率 此模块包含以文字形式进行的城镇污水组成、典型生活污水水质、污水厂处理效率等相关知识点介绍。</p> <p>1.3 污水处理基本方法 此模块包含以文字形式进行的污水处理基本方法等相关知识点介绍。</p> <p>1.4 典型污水处理工艺流程 此模块包含以文字形式进行的以及处理工艺、二级处理工艺、三集处理工艺、再生水处理工艺等相关知识点介绍。</p> <p>2. 污水厂仿真教学漫游 污水厂仿真教学漫游，是基于污水厂的污水处理工艺流程，采用高清仿真的三维建模软件生成污水厂的三维模型场景，主要包括格栅、旋流沉砂池、初沉池、生物池、二沉池、深床滤池、紫外线消毒、鼓风机床、污泥处理间等，是城镇污水系统的核心部分，不仅让学生知道污水处理构筑物是什么，还要让学生知道构筑物怎么计算的及其相关的技术要求，从而让学生能够比较全面训练和掌握污水处理全过程。</p> <p>(1) 格栅模块</p> |
|--|--|---|



| | | |
|--|--|--|
| | <p>此模块需建立污水厂三维虚拟仿真场景及旋流沉砂池仿真模型，使用者可操作键盘操纵仿真人物进行污水厂漫游，移动到旋流沉砂池指定场景位置，进行漫游查看学习；</p> <p>模块可点击旋流沉砂池位置知识牌进行学习，包括旋流沉砂池结构、旋流沉砂池知识点学习和习题考核、计算例题。回答有关知识点习题内容并根据计算例题给定的已知条件进行计算并输入结果。</p> <p>(2) 初沉池模块</p> <p>此模块需建立污水厂三维虚拟仿真场景及初沉池仿真模型，使用者可操作键盘操纵仿真人物进行污水厂漫游，移动到初沉池指定场景位置，进行漫游查看学习；</p> <p>模块可点击初沉池位置知识牌进行学习，包括初沉池结构、初沉池知识点学习和习题考核、计算例题。回答有关知识点习题内容并根据计算例题给定的已知条件进行计算并输入结果。</p> <p>(3) 生物池模块</p> <p>此模块需建立污水厂三维虚拟仿真场景及生物池仿真模型，使用者可操作键盘操纵仿真人物进行污水厂漫游，移动到生物池指定场景位置，进行漫游查看学习；</p> <p>模块可点击生物池位置知识牌进行学习，包括生物池结构、生物池知识点学习和习题考核、计算例题。回答有关知识点习题内容并根据计算例题给定的已知条件进行计算并输入结果。</p> <p>(4) 二沉池模块</p> <p>此模块需建立污水厂三维虚拟仿真场景及二沉池仿真模型，</p> | <p>此模块建立污水厂三维虚拟仿真场景及格栅仿真模型，使用者可操作键盘操纵仿真人物进行污水厂漫游，移动到格栅指定场景位置，进行漫游查看学习；</p> <p>模块可点击格栅位置知识牌进行学习，包括格栅结构、格栅知识点学习和习题考核、计算例题。回答有关格栅知识点习题内容并根据计算例题给定的水厂规模、格栅设计要点和格栅设计公式等内容进行计算格栅尺寸。</p> <p>旋流沉砂池模块</p> <p>此模块建立污水厂三维虚拟仿真场景及旋流沉砂池仿真模型，使用者可操作键盘操纵仿真人物进行污水厂漫游，移动到旋流沉砂池指定场景位置，进行漫游查看学习；</p> <p>模块可点击旋流沉砂池位置知识牌进行学习，包括旋流沉砂池结构、旋流沉砂池知识点学习和习题考核、计算例题。回答有关知识点习题内容并根据计算例题给定的已知条件进行计算并输入结果。</p> <p>(2) 初沉池模块</p> <p>此模块建立污水厂三维虚拟仿真场景及初沉池仿真模型，使用者可操作键盘操纵仿真人物进行污水厂漫游，移动到初沉池指定场景位置，进行漫游查看学习；</p> <p>模块可点击初沉池位置知识牌进行学习，包括初沉池结构、初沉池知识点学习和习题考核、计算例题。回答有关知识点习题内容并根据计算例题给定的已知条件进行计算并输入结果。</p> <p>(3) 生物池模块</p> <p>此模块建立污水厂三维虚拟</p> |
|--|--|--|



| | | |
|--|--|--|
| | <p>使用者可操作键盘操纵仿真人物进行污水厂漫游，移动到二沉池指定场景位置，进行漫游查看学习；</p> <p>模块可点击二沉池位置知识牌进行学习，包括二沉池结构、二沉池知识点学习和习题考核、计算例题。回答有关知识点习题内容并根据计算例题给定的已知条件进行计算并输入结果。</p> <p>(5) 深床滤池</p> <p>此模块需建立污水厂三维虚拟仿真场景及深床滤池仿真模型，使用者可操作键盘操纵仿真人物进行污水厂漫游，移动到深床滤池指定场景位置，进行漫游查看学习；</p> <p>模块可点击深床滤池位置知识牌进行学习，包括深床滤池结构、深床滤池知识点学习和习题考核、计算例题。回答有关知识点习题内容并根据计算例题给定的已知条件进行计算并输入结果。</p> <p>(6) 紫外线消毒</p> <p>此模块需建立污水厂三维虚拟仿真场景及紫外线消毒仿真模型，使用者可操作键盘操纵仿真人物进行污水厂漫游，移动到紫外线消毒指定场景位置，进行漫游查看学习；</p> <p>模块可点击紫外线消毒位置知识牌进行学习，包括紫外线消毒结构、紫外线消毒知识点学习和习题考核、计算例题。回答有关知识点习题内容并根据计算例题给定的已知条件进行计算并输入结果。</p> <p>(7) 鼓风机房</p> <p>此模块需建立污水厂三维虚拟仿真场景及鼓风机房仿真模型，使用者可操作键盘操纵仿真人物进行污水厂漫游，移动</p> | <p>仿真场景及生物池仿真模型，使用者可操作键盘操纵仿真人物进行污水厂漫游，移动到生物池指定场景位置，进行漫游查看学习；</p> <p>模块可点击生物池位置知识牌进行学习，包括生物池结构、生物池知识点学习和习题考核、计算例题。回答有关知识点习题内容并根据计算例题给定的已知条件进行计算并输入结果。</p> <p>(4) 二沉池模块</p> <p>此模块建立污水厂三维虚拟仿真场景及二沉池仿真模型，使用者可操作键盘操纵仿真人物进行污水厂漫游，移动到二沉池指定场景位置，进行漫游查看学习；</p> <p>模块可点击二沉池位置知识牌进行学习，包括二沉池结构、二沉池知识点学习和习题考核、计算例题。回答有关知识点习题内容并根据计算例题给定的已知条件进行计算并输入结果。</p> <p>(5) 深床滤池</p> <p>此模块建立污水厂三维虚拟仿真场景及深床滤池仿真模型，使用者可操作键盘操纵仿真人物进行污水厂漫游，移动到深床滤池指定场景位置，进行漫游查看学习；</p> <p>模块可点击深床滤池位置知识牌进行学习，包括深床滤池结构、深床滤池知识点学习和习题考核、计算例题。回答有关知识点习题内容并根据计算例题给定的已知条件进行计算并输入结果。</p> <p>(6) 紫外线消毒</p> <p>此模块建立污水厂三维虚拟仿真场景及紫外线消毒仿真模型，使用者可操作键盘操纵</p> |
|--|--|--|




| | | |
|--|--|--|
| | <p>到鼓风机房指定场景位置，进行漫游查看学习；</p> <p>模块可点击鼓风机房位置知识牌进行学习，包括鼓风机房结构、鼓风机房知识点学习和习题考核、计算例题。回答有关知识点习题内容并根据计算例题给定的已知条件进行计算并输入结果。</p> <p>(8) 污泥处理间</p> <p>此模块需建立污水厂三维虚拟仿真场景及污泥处理间仿真模型，使用者可操作键盘操纵仿真人物进行污水厂漫游，移动到污泥处理间指定场景位置，进行漫游查看学习；</p> <p>模块可点击污泥处理间位置知识牌进行学习，包括污泥处理间结构、污泥处理间知识点学习和习题考核、计算例题。回答有关知识点习题内容并根据计算例题给定的已知条件进行计算并输入结果。</p> <p>七、管道全地形检测平台模块 2 个</p> <p>具备螺旋滚筒和轮式两种形态，螺旋滚筒爬行者可搭载球机云台，轮式爬行者可搭载常规云台或球机云台；两种形态可共用缆车、控制终端及配套检测分析软件。每个模块包括螺旋式滚筒爬行者、轮式爬行者各 1 台，缆车 1 台，控制终端 1 套，检测分析软件 1 套。</p> <p>(一) 总体要求</p> <p>1. 设备形态</p> <p>1.1 螺旋滚筒爬行者+球机云台，尺寸与重量：$\leq 800 \times 500 \times 350\text{mm}$（长 x 宽 x 高）、$\leq 15\text{KG}$（含电池）；适用工况：$\geq \text{DN}600$ 的高水位、高淤积工况。</p> <p>1.2 轮式爬行者+球机云台，尺寸与重量：$\leq 500 \times 350 \times 300\text{mm}$</p> | <p>仿真人物进行污水厂漫游，移动到紫外线消毒指定场景位置，进行漫游查看学习；</p> <p>模块可点击紫外线消毒位置知识牌进行学习，包括紫外线消毒结构、紫外线消毒知识点学习和习题考核、计算例题。回答有关知识点习题内容并根据计算例题给定的已知条件进行计算并输入结果。</p> <p>(10) 鼓风机房</p> <p>此模块建立污水厂三维虚拟仿真场景及鼓风机房仿真模型，使用者可操作键盘操纵仿真人物进行污水厂漫游，移动到鼓风机房指定场景位置，进行漫游查看学习；</p> <p>模块可点击鼓风机房位置知识牌进行学习，包括鼓风机房结构、鼓风机房知识点学习和习题考核、计算例题。回答有关知识点习题内容并根据计算例题给定的已知条件进行计算并输入结果。</p> <p>七、管道全地形检测平台模块 2 个</p> <p>具备螺旋滚筒和轮式两种形态，螺旋滚筒爬行者可搭载球机云台，轮式爬行者可搭载常规云台或球机云台；两种形态</p> |
|--|--|--|



| | | |
|--|---|--|
| | <p>m (配 5 寸轮)、≤25KG (含电池)；适用工况：适合管道、箱涵、明渠等大场景工况</p> <p>1.3 轮式爬行器+常规云台，尺寸与重量：≤750×350×300m (配 5 寸轮)、≤35KG (含电池)；适用工况：≥DN400 的市政排水管道</p> <p>2. 拓展性</p> <p>2.1 可配备声纳装置，实现对水下淤泥高度的实时测算，并对水下管道缺陷进行判别。同时，能够在控制软件界面同步显示实时视频与实时声纳数据，且具备一键生成声纳检测报告的功能。</p> <p>2.2 可搭载二维激光雷达与三维激光雷达，用于测绘管道截面数据并进行 3D 建模。</p> <p>2.3 可配备四合一气体传感器，用于检测氧气、二氧化碳、一氧化碳、硫化氢、甲烷，可从中任选四种气体进行检测。</p> <p>2.4 可选择配置长距离扩展底座，并搭配长距离线缆车，最远可实现 2000 米的长距离检测。</p> <p>3. 通用性</p> <p>3.1 螺旋滚筒爬行器与轮式爬行器的供电电池具有通用性，可相互替换，配备电池数量不少于三块，电池容量≥9.6Ah，标准电压 22.2V。</p> <p>3.2 线缆车无需进行调整，即可兼容螺旋滚筒爬行器和轮式爬行器。</p> <p>3.3 控制终端不仅能够支持螺旋滚筒爬行器，同时也可对轮式爬行器提供支持。</p> <p>4. 服务及交付要求</p> <p>4.1 硬件设备质保三年以上，软件质保不少于 3 年，质保期满后不升级不影响软件正常使用。</p> | <p>可共用线缆车、控制终端及配套检测分析软件。每个模块包括螺旋式滚筒爬行器、轮式爬行器各 1 台，线缆车 1 台，控制终端 1 套，检测分析软件 1 套。</p> <p>(一) 总体要求</p> <p>1. 设备形态</p> <p>1.1 螺旋滚筒爬行器+球机云台，尺寸与重量：≤800×500×350mm (长×宽×高)、≤15KG (含电池)；适用工况：≥DN600 的高水位、高淤积工况。</p> <p>1.2 轮式爬行器+球机云台，尺寸与重量：≤500×350×300m (配 5 寸轮)、≤25KG (含电池)；适用工况：适合管道、箱涵、明渠等大场景工况</p> <p>1.3 轮式爬行器+常规云台，尺寸与重量：≤750×350×300m (配 5 寸轮)、≤35KG (含电池)；适用工况：≥DN400 的市政排水管道</p> <p>2. 拓展性</p> <p>2.1 可配备声纳装置，实现对水下淤泥高度的实时测算，并对水下管道缺陷进行判别。同时，能够在控制软件界面同步显示实时视频与实时声纳数据，且具备一键生成声纳检测报告的功能。</p> <p>2.2 可搭载二维激光雷达与三维激光雷达，用于测绘管道截面数据并进行 3D 建模。</p> <p>2.3 可配备四合一气体传感器，用于检测氧气、二氧化碳、一氧化碳、硫化氢、甲烷，可从中任选四种气体进行检测。</p> <p>2.4 可选择配置长距离扩展底座，并搭配长距离线缆车，最远可实现 2000 米的长距离检测。</p> <p>3. 通用性</p> |
|--|---|--|



| | | | |
|--|---|--|---|
| | <p>4.2 在质量保证期内, 需提供提供对应用系统的运行、维护提供 24 小时的实时技术支持。</p> <p>(二) 螺旋式滚筒爬行器底盘要求</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 驱动形式: 螺旋双轮双电机差速驱动 2. 防护等级: \geqIP68 3. 行进速度: 静水中最大速度不低于 0.45m/s、逆水中最大速度不低于 0.3 m/s 4. 适用管径: \geqDN600 5. 工作时间: 电池供电时工作时间\geq2h。 6. 影像系统: 可搭载球机 CCTV。 7. 激光测距: 范围 0.1—12m 精度\pm1% 8. 其他要求: 配备后视镜头和光源, 镜头\geq200 万像素, 光源采用 LED 灯连续可调亮度 <p>(三) 轮式爬行器底盘要求</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 驱动形式: 多轮双电机差速驱动 2. 防护等级: \geqIP68 3. 爬坡角度: \geq35° 4. 适用管径: \geqDN400 5. 工作时间: 电池供电时工作时间\geq2h。 <p>6. 影像系统: 可搭载球机 CCTV 及常规 CCTV。</p> <p>7. 激光测距: 范围 0.1—12m 精度\pm1%</p> <p>8. 其他要求: 配备后视镜头和光源, 镜头\geq200 万像素, 光源采用 LED 灯连续可调亮度。</p> <p>(四) 球机 CCTV 及常规 CCTV</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 球机云台: <ol style="list-style-type: none"> 1.1 ▲前视镜头像素\geq200W, 分辨率\geq1920x1080; 光学变焦\geq4 倍; 最低照度彩色\leq0.05Lux, 黑白\leq0.01Lux; 可自动对 | <ol style="list-style-type: none"> 3.1 螺旋滚筒爬行器与轮式爬行器的供电电池具有通用性, 可相互替换, 配备电池数量三块, 电池容量\geq9.6Ah, 标准电压 22.2V。 3.2 线缆车无需进行调整, 即可兼容螺旋滚筒爬行器和轮式爬行器。 3.3 控制终端不仅能够支持螺旋滚筒爬行器, 同时也可对轮式爬行器提供支持。 <p>4. 服务及交付要求</p> <ol style="list-style-type: none"> 4.1 硬件设备质保六年, 软件质保六年, 质保期满后不升级不影响软件正常使用。 4.2 在质量保证期内, 提供对应用系统的运行、维护提供 24 小时的实时技术支持。 <p>(二) 螺旋式滚筒爬行器底盘要求</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 驱动形式: 螺旋双轮双电机差速驱动 2. 防护等级: \geqIP68 3. 行进速度: 静水中最大速度不低于 0.45m/s、逆水中最大速度不低于 0.3 m/s 4. 适用管径: \geqDN600 5. 工作时间: 电池供电时工作时间\geq2h。 6. 影像系统: 可搭载球机 CCTV。 7. 激光测距: 范围 0.1—12m 精度\pm1% 8. 其他要求: 配备后视镜头和光源, 镜头\geq200 万像素, 光源采用 LED 灯连续可调亮度 <p>(三) 轮式爬行器底盘要求</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 驱动形式: 多轮双电机差速驱动 2. 防护等级: \geqIP68 3. 爬坡角度: \geq35° 4. 适用管径: \geqDN400 |  |
|--|---|--|---|


| | | |
|--|---|---|
| | <p>焦或手动对焦；</p> <p>1.2▲后视镜像素$\geq 200W$，分辨率$\geq 1920 \times 1080$；最低照度彩色$\leq 0.05Lux$，黑白$\leq 0.01Lux$；可自动对焦或手动对焦。</p> <p>1.3 轴向旋转$0^{\circ} \sim 360^{\circ}$，垂直翻转$0^{\circ} \sim 90^{\circ}$，具备一键居中复位功能。</p> <p>1.4▲防护等级$\geq IP68$，内置姿态传感器。</p> <p>1.5 配置激光模块，有缺陷长度标定功能。</p> <p>1.6 前后照明采用LED光源，光源强度连续可调；前照明总功率$\geq 20W$，近光灯数量≥ 4，远光灯数量≥ 6，后照明总功率$\geq 3W$，数量≥ 3。</p> <p>2. 常规云台：</p> <p>2.1▲前视镜头像素$\geq 200W$，分辨率$\geq 1920 \times 1080$；光学变焦≥ 10倍；最低照度彩色$\leq 0.05Lux$，黑白$\leq 0.01Lux$；可自动对焦或手动对焦。</p> <p>2.2▲后视镜像素$\geq 200W$，分辨率$\geq 1920 \times 1080$；最低照度彩色$\leq 0.05Lux$，黑白$\leq 0.01Lux$；可自动对焦或手动对焦。</p> <p>2.3 配备电动升降机，升降高度$\geq 200mm$，可快速拆卸，拆卸后爬行者可与镜头直接连接使用。</p> <p>2.4 轴向旋转$0^{\circ} \sim 360^{\circ}$，垂直翻转$-90^{\circ} \sim 90^{\circ}$具备一键居中复位功能。</p> <p>2.5▲防护等级$\geq IP68$，姿态传感器。</p> <p>2.6 配置激光模块，有缺陷长度标定功能。</p> <p>2.7 配置加热除雾功能，且能由检测平台控制终端操作。</p> <p>2.8 前后照明采用LED光源，光源强度连续可调；前照明总功率$\geq 18W$，近光灯数量≥ 4，远光灯数量≥ 10，后照明总功</p> | <p>5. 工作时间：电池供电时 工作时间$\geq 2h$。</p> <p>6. 影像系统：可搭载球机CCTV及常规CCTV。</p> <p>7. 激光测距：范围$0.1 \sim 12m$精度$\pm 1\%$</p> <p>8. 其他要求：配备后视镜头和光源，镜头≥ 200万像素，光源采用LED灯连续可调亮度。</p> <p>(四) 球机CCTV及常规CCTV</p> <p>1. 球机云台：</p> <p>1.1▲前视镜头像素$\geq 200W$，分辨率$\geq 1920 \times 1080$；光学变焦≥ 4倍；最低照度彩色$\leq 0.05Lux$，黑白$\leq 0.01Lux$；可自动对焦或手动对焦；</p> <p>1.2▲后视镜像素$\geq 200W$，分辨率$\geq 1920 \times 1080$；最低照度彩色$\leq 0.05Lux$，黑白$\leq 0.01Lux$；可自动对焦或手动对焦。</p> <p>1.3 轴向旋转$0^{\circ} \sim 360^{\circ}$，垂直翻转$0^{\circ} \sim 90^{\circ}$，具备一键居中复位功能。</p> <p>1.4▲防护等级$\geq IP68$，内置姿态传感器。</p> <p>1.5 配置激光模块，有缺陷长度标定功能。</p> <p>1.6 前后照明采用LED光源，光源强度连续可调；前照明总功率$\geq 20W$，近光灯数量≥ 4，远光灯数量≥ 6，后照明总功率$\geq 3W$，数量≥ 3。</p> <p>2. 常规云台：</p> <p>2.1▲前视镜头像素$\geq 200W$，分辨率$\geq 1920 \times 1080$；光学变焦≥ 10倍；最低照度彩色$\leq 0.05Lux$，黑白$\leq 0.01Lux$；可自动对焦或手动对焦。</p> <p>2.2▲后视镜像素$\geq 200W$，分辨率$\geq 1920 \times 1080$；最低照度彩色$\leq 0.05Lux$，黑白$\leq 0.01Lux$；可自动对焦或手动对焦。</p> |
|--|---|---|



| | | |
|--|--|--|
| | <p>率$\geq 3W$，数量≥ 3。</p> <p>(五) 线缆车要求</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 尺寸重量：体积$\leq 700\text{mm} \times 450\text{mm} \times 500\text{mm}$、重量$\leq 40\text{kg}$ 2. 线缆长度：$\geq 300\text{m}$。 3. 线缆参数：2芯浮力线缆，抗拉力$\geq 250\text{kg}$，防水抗磨耐腐蚀。 4. 计数精度：$\pm 0.5\text{m}$。 5. 收线盘线：标配自动收线及盘线功能。 6. 供电方式：220V市电、电池；配备电池一块，容量$\geq 9.6\text{Ah}$，标准电压22.2V，电池供电时间$\geq 4\text{h}$。 <p>(六) 控制终端要求</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 人机交互：便携式控制平板，便携式控制平板要求屏幕尺寸≥ 10.4寸、分辨率$\geq 1920 \times 1080$、存储空间$\geq 128\text{GB}$；。 2. 信息显示：可实时显示环境视频、日期时间、车体状态、速度、行驶距离以及GPS定位、车体倾角、气压、行走距离、摄像头方位角、镜头离地高度等信息；可对视频添加版头与自定义文本；实时显示缺陷时钟指示、防倾覆报警、气压报警。 3. 控制功能：摄像头的俯仰动作、居中还原；升降架的下降、抬升动作；相机变倍、变焦，灯光亮度调节，录像、抓拍功能；控制设备：前进、后退、转向、停止、速度调节；激光缺陷测量控制；除雾控制。 4. 网络连接：与线缆车通过无线连接，链路速度$\geq 100\text{Mbps}$。 | <ol style="list-style-type: none"> 2.3 配备电动升降机，升降高度$\geq 200\text{mm}$，可快速拆卸，拆卸后爬行器可与镜头直接连接使用。 2.4 轴向旋转$0^\circ \sim 360^\circ$，垂直翻转$-90^\circ \sim 90^\circ$具备一键居中复位功能。 2.5 ▲防护等级$\geq \text{IP68}$，姿态传感器。 2.6 配置激光模块，有缺陷长度标定功能。 2.7 配置加热除雾功能，且能由检测平台控制终端操作。 2.8 前后照明采用LED光源，光源强度连续可调；前照明总功率$\geq 18\text{W}$，近光灯数量≥ 4，远光灯数量≥ 10，后照明总功率$\geq 3\text{W}$，数量≥ 3。 <p>(五) 线缆车要求</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 尺寸重量：体积$\leq 700\text{mm} \times 450\text{mm} \times 500\text{mm}$、重量$\leq 40\text{kg}$ 2. 线缆长度：$\geq 300\text{m}$。 3. 线缆参数：2芯浮力线缆，抗拉力$\geq 250\text{kg}$，防水抗磨耐腐蚀。 4. 计数精度：$\pm 0.5\text{m}$。 5. 收线盘线：标配自动收线及盘线功能。 6. 供电方式：220V市电、电池；配备电池一块，容量$\geq 9.6\text{Ah}$，标准电压22.2V，电池供电时间$\geq 4\text{h}$。 <p>(六) 控制终端要求</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 人机交互：便携式控制平板，便携式控制平板要求屏幕尺寸≥ 10.4寸、分辨率$\geq 1920 \times 1080$、存储空间$\geq 128\text{GB}$；。 2. 信息显示：可实时显示环境视频、日期时间、车体状态、速度、行驶距离以及GPS定位、车体倾角、气压、行走距离、摄 |
|--|--|--|



| | | |
|--|--|--|
| | <p>(七) 检测分析软件要求</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 基本功能: 支持数据库建立与管理, 资料录入、编辑、检索、打印, 信息归类与评估, 全中文显示和操作界面。 2. 技术标准: 符合《城镇排水管道检测与评估技术规程》(CJJ181-2012)。 3. 管道状况分析: 可现场进行缺陷截图, 并注明缺陷级别, 将缺陷显示在视频上, 并可在图片上叠加显示多个缺陷类型, 支持缺陷叠加及再次编辑, 可对当前缺陷位置进行时钟定位并显示单元显示, 自动生成相关的检测结论。 <p>八、配套管道检测 (CCTV) 模块 2 个、管道无线潜望模块 2 个、管网经纬度定位 (RTK) 模块 2 个</p> <p>(一) 管道检测 (CCTV) 模块参数</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 总体要求: <ol style="list-style-type: none"> 1.2 适用管径需达到 $\geq \text{DN}200$ 的检测范围; 工作温度: $-20^{\circ}\text{C} \sim 60^{\circ}\text{C}$; 1.3▲硬件设备质保三年以上, 软件质保不少于 3 年, 质保期内提供软件升级服务, 升级费用包含在投标总价中。 1.4▲在质量保证期内, 需提供提供对应用系统的运行、维护提供 24 小时的实时技术支持。 2. 常规云台: <ol style="list-style-type: none"> 2.1▲前视镜头像素 $\geq 200\text{W}$, 分辨率 $\geq 1920 \times 1080$; 光学变焦 ≥ 10 倍; 最低照度彩色 $\leq 0.05\text{Lux}$, 黑白 $\leq 0.01\text{Lux}$; 可自动对焦或手动对焦。 2.2▲后视镜头像素 $\geq 200\text{W}$, 分辨率 $\geq 1920 \times 1080$; 最低照度彩 | <p>像头方位角、镜头离地高度等信息; 可对视频添加版头与自定义文本; 实时显示缺陷时钟指示、防倾覆报警、气压报警。</p> <ol style="list-style-type: none"> 3. 控制功能: 摄像头的俯仰动作、居中还原; 升降架的下降、抬升动作; 相机变倍、变焦, 灯光亮度调节, 录像、抓拍功能; 控制设备: 前进、后退、转向、停止、速度调节; 激光缺陷测量控制; 除雾控制。 4. 网络连接: 与线缆车通过无线连接, 链路速度 $\geq 100\text{Mbps}$。 <p>(七) 检测分析软件要求</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 基本功能: 支持数据库建立与管理, 资料录入、编辑、检索、打印, 信息归类与评估, 全中文显示和操作界面。 2. 技术标准: 符合《城镇排水管道检测与评估技术规程》(CJJ181-2012)。 3. 管道状况分析: 可现场进行缺陷截图, 并注明缺陷级别, 将缺陷显示在视频上, 并可在图片上叠加显示多个缺陷类型, 支持缺陷叠加及再次编辑, 可对当前缺陷位置进行时钟定位并显示单元显示, 自动生成相关的检测结论。 <p>八、配套管道检测 (CCTV) 模块 2 个、管道无线潜望模块 2 个、管网经纬度定位 (RTK) 模块 2 个</p> <p>(一) 管道检测 (CCTV) 模块参数</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 总体要求: <ol style="list-style-type: none"> 1.2 适用管径达到 $\geq \text{DN}200$ 的 |
|--|--|--|

| | | | |
|--|---|---|---|
| | <p>色$\leq 0.05\text{Lux}$, 黑白$\leq 0.01\text{Lux}$; 可自动对焦或手动对焦。</p> <p>2.3 ▲云台下方需有≥ 10颗环绕式圆形大灯结构;</p> <p>4. 近光灯≥ 4颗 LED 冷白光源; 远光灯≥ 10颗 LED 冷白光源; 尾灯≥ 2颗高亮 LED 冷白光源;</p> <p>2.4 配备电动升降架, 升降高度$\geq 200\text{mm}$, 可快速拆卸, 拆卸后爬行者可与镜头直接连接使用。</p> <p>2.5 轴向旋转$0^{\circ}\sim 360^{\circ}$, 垂直翻转$-90^{\circ}\sim 90^{\circ}$ 具备一键居中复位功能。</p> <p>2.6 ▲防护等级$\geq \text{IP68}$, 内置姿态传感器。</p> <p>2.7 配置激光模块, 有缺陷长度标定功能。</p> <p>2.8 配置加热除雾功能, 且能由检测平台控制终端操作。</p> <p>2.9 ▲控制软件具备测量水深高度功能;</p> <p>2.10 前后照明采用 LED 光源, 光源强度连续可调; 前照明总功率$\geq 19\text{W}$, 近光灯数量≥ 4, 远光灯数量≥ 10, 后照明总功率$\geq 3\text{W}$, 数量≥ 3。</p> <p>2.11 爬坡能力$\geq 35^{\circ}$</p> <p>(二) 管道无线潜望模块 (硬件及配套管道检测专业分析软件) 参数</p> <p>1. 管道无线潜望镜要求</p> <p>1.1 适用管径应处于 DN150 - 3000 的检测区间, 工作温度需符合 -20°C 至 55°C 的范围; 防护等级应不低于 IP68。</p> <p>1.2 ▲灯光的最低配置要求如下: 远光灯功率应不低于 3W, 且不少于 2 颗高亮 LED 灯; 中灯功率应不低于 9W, 不少于 2 颗高亮 LED 冷光灯; 近光灯功率应不低于 1.5W, 不少于 2 颗高亮 LED 灯。</p> <p>1.3 潜望镜摄像要求为: 像素</p> | <p>检测范围; 工作温度: $-20^{\circ}\text{C}\sim 60^{\circ}\text{C}$;</p> <p>1.3 ▲硬件设备质保六年, 软件质保 6 年, 质保期内提供软件升级服务, 升级费用包含在投标总价中。</p> <p>1.4 ▲在质量保证期内, 提供对应用系统的运行、维护提供 24 小时的实时技术支持。</p> <p>2. 常规云台:</p> <p>2.1 ▲前视镜头像素$\geq 200\text{W}$, 分辨率$\geq 1920\times 1080$; 光学变焦≥ 10倍; 最低照度彩色$\leq 0.05\text{Lux}$, 黑白$\leq 0.01\text{Lux}$; 可自动对焦或手动对焦。</p> <p>2.2 ▲后视镜头像素$\geq 200\text{W}$, 分辨率$\geq 1920\times 1080$; 最低照度彩色$\leq 0.05\text{Lux}$, 黑白$\leq 0.01\text{Lux}$; 可自动对焦或手动对焦。</p> <p>2.3 ▲云台下方有≥ 10颗环绕式圆形大灯结构;</p> <p>4. 近光灯≥ 4颗 LED 冷白光源; 远光灯≥ 10颗 LED 冷白光源; 尾灯≥ 2颗高亮 LED 冷白光源;</p> <p>2.4 配备电动升降架, 升降高度$\geq 200\text{mm}$, 可快速拆卸, 拆卸后爬行者可与镜头直接连接使用。</p> <p>2.5 轴向旋转$0^{\circ}\sim 360^{\circ}$, 垂直翻转$-90^{\circ}\sim 90^{\circ}$ 具备一键居中复位功能。</p> <p>2.6 ▲防护等级$\geq \text{IP68}$, 内置姿态传感器。</p> <p>2.7 配置激光模块, 有缺陷长度标定功能。</p> <p>2.8 配置加热除雾功能, 且能由检测平台控制终端操作。</p> <p>2.9 ▲控制软件具备测量水深高度功能;</p> <p>2.10 前后照明采用 LED 光源, 光源强度连续可调; 前照明总功率$\geq 19\text{W}$, 近光灯数量≥ 4,</p> |  |
|--|---|---|---|

| | | |
|--|---|---|
| | <p>应不低于 400 万像素,分辨率应不低于 2560×1440,光学变焦应不低于 30 倍,数字变焦应不低于 12 倍;同时需具备自动聚焦与手动调焦功能;应配备一键快速去除镜片水雾的装置。</p> <p>1.4▲潜望镜的俯仰角度应不低于 110 度,其中仰视角度应不低于 20 度,俯视角度应不低于 90 度,可实现对井底的垂直观测。</p> <p>1.5 潜望镜的伸缩杆材质需为高强度碳纤维材质,长度最低要求为主杆 5 米加 3 米延长杆(含防撞杆)。</p> <p>1.6▲潜望镜应配备“J”型撑防撞杆,长度应不小于 0.8m,且具备减震缓冲功能。</p> <p>1.7 激光测距的精度为±5cm,测距范围在 1.5 - 100 米。</p> <p>1.8 潜望镜传输方式:</p> <p>① 可采用 WiFi 无线传输方式(伸缩杆内禁止穿线连接)。</p> <p>② 应满足信号无线传输要求,无需借助中继器传输信号,控制平板与主机需实现直接无线连接。</p> <p>1.9 潜望镜主机和伸缩杆应分开包装。</p> <p>1.10▲拓展功能:潜望镜可拓展搭载 RTK、4G 实时通讯模块。</p> <p>1.11 平板控制终端:</p> <p>(1)应配备不小于 10.4 寸的高清高亮显示屏,电容式触控屏幕应不低于 10 点触控,分辨率应不低于 1920×1080。</p> <p>(2)续航时间应不低于 8h。</p> <p>(3)内置 SSD 固态硬盘容量应不低于 128G。</p> <p>(4)平板应具备 Type - c 接口、MicroSD 卡槽,以及 2.4G、5.8G WiFi、蓝牙、GPS</p> | <p>远光灯数量≥10,后照明总功率≥3W,数量≥3。</p> <p>2.11 爬坡能力≥35°;</p> <p>(二)管道无线潜望模块(硬件及配套管道检测专业分析软件)参数</p> <p>1.管道无线潜望镜要求</p> <p>1.1 适用管径处于 DN150 - 3000 的检测区间,工作温度符合 -20°C 至 55°C 的范围;防护等级 IP68。</p> <p>1.2 ▲灯光的最低配置要求如下:远光灯功率 3W,且 2 颗高亮 LED 灯;中灯功率 9W,2 颗高亮 LED 冷光灯;近光灯功率应 1.5W,2 颗高亮 LED 灯。</p> <p>1.3 潜望镜摄像要求为:像素 400 万像素,分辨率 2560×1440,光学变焦 30 倍,数字变焦 12 倍;同时具备自动聚焦与手动调焦功能;配备一键快速去除镜片水雾的装置。</p> <p>1.4▲潜望镜的俯仰角度 110 度,其中仰视角度 20 度,俯视角度应 90 度,可实现对井底的垂直观测。</p> <p>1.5 潜望镜的伸缩杆材质为高强度碳纤维材质,长度为 5 米加 3 米延长杆(含防撞杆)。</p> <p>1.6▲潜望镜配备“J”型撑防撞杆,长度 0.8m,且具备减震缓冲功能。</p> <p>1.7 激光测距的精度为±5cm,测距范围在 1.5 - 100 米。</p> <p>1.8 潜望镜传输方式:</p> <p>① 可采用 WiFi 无线传输方式(伸缩杆内禁止穿线连接)。</p> <p>② 满足信号无线传输要求,无需借助中继器传输信号,控制平板与主机实现直接无线连接。</p> |
|--|---|---|



| | | |
|--|---|---|
| | <p>定位等功能。</p> <p>(5) 可实时显示内部环境、日期时间、俯仰角等信息，并可通过功能键对这些信息的显示状态进行设置。</p> <p>(6) 应具备控制镜头水平、调焦、变倍、录像、抓拍、暂停等功能，能够在拍摄的图片或视频上实时进行文字输入与字符叠加。</p> <p>2. 管道检测分析软件要求</p> <p>(1) 软件内置评估标准和报告模板符合《CJJ181-2012 城镇排水管道检测与评估技术规范》的规定。</p> <p>(2) 软件可以在手机上安装 APP 软件后，手机连接主机，观看主机拍摄的视频并可以控制主机。</p> <p>(3) 具备版头水印自动读取、字段填充内容预设置、填写字段可自由配置、正反拍摄视频自动关联、数据库备份等功能。</p> <p>(4) 兼容 .mp4、.avi、.wmv 等多种视频格式。</p> <p>13. 服务及交付要求</p> <p>(1) 硬件设备质保三年以上，软件质保不少于 3 年。质保期满后不升级不影响软件正常使用。</p> <p>(2) 在质量保证期内，需提供提供对应用系统的运行、维护提供 24 小时的实时技术支持。</p> <p>(三) 经纬度定位 (RTK) 模块</p> <p>1. 工作温度: -30℃~70℃, 防护等级≥IP65.</p> <p>2. 卫星系统:</p> <p>①GPS:L1, L2</p> <p>②北斗: B1, B2</p> <p>③GLONASS:G1, G2</p> <p>④Galileo:E1, E5</p> <p>⑤QZSS:L1, L2</p> <p>3. 定位精度:</p> <p>①水平: ≤2cm;</p> | <p>1.9 潜望镜主机和伸缩杆应分开包装。</p> <p>1.10▲拓展功能: 潜望镜可拓展搭载 RTK、4G 实时通讯模块。</p> <p>1.11 平板控制终端:</p> <p>(1) 配备 10.4 寸的高清高亮显示屏, 电容式触控屏幕 10 点触控, 分辨率 1920×1080。</p> <p>(2) 续航时 8h。</p> <p>(3) 内置 SSD 固态硬盘容量应 128G。</p> <p>(4) 平板具备 Type - c 接口、MicroSD 卡槽, 以及 2.4G、5.8G WiFi、蓝牙、GPS 定位等功能。</p> <p>(5) 可实时显示内部环境、日期时间、俯仰角等信息, 并可通过功能键对这些信息的显示状态进行设置。</p> <p>(6) 具备控制镜头水平、调焦、变倍、录像、抓拍、暂停等功能, 能够在拍摄的图片或视频上实时进行文字输入与字符叠加。</p> <p>2. 管道检测分析软件要求</p> <p>(1) 软件内置评估标准和报告模板符合《CJJ181-2012 城镇排水管道检测与评估技术规范》的规定。</p> <p>(2) 软件可以在手机上安装 APP 软件后, 手机连接主机, 观看主机拍摄的视频并可以控制主机。</p> <p>(3) 具备版头水印自动读取、字段填充内容预设置、填写字段可自由配置、正反拍摄视频自动关联、数据库备份等功能。</p> <p>(4) 兼容 .mp4、.avi、.wmv 等多种视频格式;</p> <p>13. 服务及交付要求</p> |
|--|---|---|



| | | |
|--|--|---|
| | <p>②高程: $\leq 5\text{cm}$;</p> <p>4. 差分延迟: ≤ 3 秒, 自动重连时间≤ 46 秒(内置重连判断功能), 最高回传速率 5HZ。</p> <p>5. ▲可与无线潜望镜搭配使用, 以满足检测需求。</p> <p>6. 服务及交付要求:</p> <p>6.1 硬件设备质保三年以上, 软件质保不少于 3 年, 质保期内提供软件升级服务, 升级费用包含在投标总价中。</p> <p>6.2 在质量保证期内, 需提供提供对应用系统的运行、维护提供 24 小时的实时技术支持。</p> <p>九、配套探地雷达波</p> <p>数量: 1 套</p> <p>1. 可确定地下供水、排水、燃气、电力等管线的位置、埋深</p> <p>2. 工作模式: 脉冲</p> <p>3. 产品质保期不低于 3 年</p> <p>4. 主机参数:</p> <p>(1) 屏幕尺寸≥ 12 寸,</p> <p>(2) ▲天线 4 套中心频率 200MHz、400MHz、600MHz、900MHz; 可以组合成双频天线雷达。</p> <p>(3) ▲操作界面可中英切换、支持保存数据大于几组、质保期内提供软件升级服务, 升级费用包含在投标总价中。</p> <p>(4) 不低于 WiFi5 通信标准, 链接距离大于 50 米</p> <p>(5) ▲采样频率: 0.2~100G Hz 无极可调</p> <p>(6) 时窗范围: 10ns~10000 ns, 连续可调</p> <p>(7) ▲样点数: 大于 32000</p> <p>(8) 扫描速率: 6-480 扫描/秒</p> <p>(9) 动态范围: $\geq 160\text{dB}$</p> <p>(10) 灵敏度: $\geq -130\text{dBm}$</p> <p>(11) A/D 转换分辨率: $\geq 18\text{bit}$</p> | <p>(1) 硬件设备质保六年, 软件质保 6 年, 质保期满后不升级不影响软件正常使用。</p> <p>(2) 在质量保证期内, 提供对应用系统的运行、维护提供 24 小时的实时技术支持。</p> <p>(三) 经纬度定位 (RTK) 模块</p> <p>1. 工作温度: $-30^{\circ}\text{C} \sim 70^{\circ}\text{C}$, 防护等级$\geq \text{IP65}$。</p> <p>2. 卫星系统:</p> <p>①GPS: L1, L2</p> <p>②北斗: B1, B2</p> <p>③GLONASS: G1, G2</p> <p>④Galileo: E1, E5</p> <p>⑤QZSS: L1, L2</p> <p>3. 定位精度:</p> <p>①水平: $\leq 2\text{cm}$;</p> <p>②高程: $\leq 5\text{cm}$;</p> <p>4. 差分延迟: ≤ 3 秒, 自动重连时间≤ 46 秒(内置重连判断功能), 最高回传速率 5HZ。</p> <p>5. ▲可与无线潜望镜搭配使用, 以满足检测需求。</p> <p>6. 服务及交付要求:</p> <p>6.1 硬件设备质保六年, 软件质保 6 年, 质保期内提供软件升级服务, 升级费用包含在投标总价中。</p> <p>6.2 在质量保证期内, 需提供提供对应用系统的运行、维护提供 24 小时的实时技术支持。</p> <p>九、配套探地雷达波</p> <p>数量: 1 套</p> <p>1. 可确定地下供水、排水、燃气、电力等管线的位置、埋深</p> <p>2. 工作模式: 脉冲</p> <p>3. 产品质保期 6 年;</p> <p>4. 主机参数:</p> <p>(1) 屏幕尺寸≥ 12 寸,</p> <p>(2) ▲天线 4 套中心频率 200MHz、400MHz、600MHz、900</p> |
|--|--|---|

| | | | |
|--|---|---|--|
| | <p>(12) 连续工作时间: ≥ 8 小时</p> <p>(13) ▲叠加功能: 硬件叠加 ≥ 65536 次。在采样率 10GSPS, 点数 1024 条件下, 叠加 ≥ 65536 次, 每道波形用时小于 1.0 秒。</p> <p>(14) ▲触发方式: 逐点测量、距离触发测量、连续测量三种测量方式</p> <p>(15) 显示方式: 同时提供伪彩图、堆积波形或灰度图等显示方式</p> <p>(16) ▲二次开发支持: 提供实时数据采集二次开发文档和 SDK</p> <p>(17) ▲伸缩杆: 玻纤杆, 长度大于 1.2m</p> <p>(18) ▲软件兼容性: 雷达配套软件可兼容脉冲雷达、步进雷达、钻孔雷达等多系列雷达产品</p> <p>(19) ▲供货时提供具备省级计量院出具的电磁辐射证书 (认证范围需涵盖探地雷达或地质雷达)</p> <p>(20) 雷达锂电池采用刀夹式接插供电, 供电时长大于 5 小时,</p> <p>(21) 操作系统: 中控电脑, Windows 操作系统, 可兼容国产鸿蒙系统, 笔记本电脑与雷达主机无线连接, 无需线缆</p> | <p>MHz; 可以组合成双频天线雷达。</p> <p>(3) ▲操作界面可中英切换、支持保存数据大于几组、质保期内提供软件升级服务, 升级费用包含在投标总价中。</p> <p>(4) WiFi5 通信标准, 链接距离大于 50 米</p> <p>(5) ▲采样频率: 0.2~100G Hz 无极可调</p> <p>(6) 时窗范围: 10ns~10000 ns, 连续可调</p> <p>(7) ▲样点数: 大于 32000</p> <p>(8) 扫描速率: 6~480 扫描/秒</p> <p>(9) 动态范围: ≥ 160 dB</p> <p>(10) 灵敏度: ≥ -130 dBm</p> <p>(11) A/D 转换分辨率: ≥ 18 bit</p> <p>(12) 连续工作时间: ≥ 8 小时</p> <p>(13) ▲叠加功能: 硬件叠加 ≥ 65536 次。在采样率 10GSPS, 点数 1024 条件下, 叠加 ≥ 65536 次, 每道波形用时小于 1.0 秒。</p> <p>(14) ▲触发方式: 逐点测量、距离触发测量、连续测量三种测量方式</p> <p>(15) 显示方式: 同时提供伪彩图、堆积波形或灰度图等显示方式</p> <p>(16) ▲二次开发支持: 提供实时数据采集二次开发文档和 SDK</p> <p>(17) ▲伸缩杆: 玻纤杆, 长度大于 1.2m</p> <p>(18) ▲软件兼容性: 雷达配套软件可兼容脉冲雷达、步进雷达、钻孔雷达等多系列雷达产品</p> <p>(19) ▲供货时提供具备省级计量院出具的电磁辐射证书 (认证范围涵盖探地雷达或</p> | |
|--|---|---|--|



| | | | | |
|--|--|--|--|--|
| | | | 地质雷达) (20) 雷达锂电池采用刀片式接插供电, 供电时长大于 5 小时, (21) 操作系统: 中控电脑, Windows 操作系统, 可兼容国产鸿蒙系统, 笔记本电脑与雷达主机无线连接, 无需线缆 | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

注:

1. 说明: 应对照招标文件“第二章 采购需求”中的“技术要求”逐条做明确的投标响应, 并作出偏离说明。
2. 投标人根据投标货物的性能指标, 对照招标文件技术要求, 在“偏离说明”中注明正偏离“负偏离”或者“无偏离”。既不属于“正偏离”也不属于“负偏离”即为“无偏离”。
3. 如技术要求偏离表中的投标响应与佐证材料不一致的, 以佐证材料为准。

投标人名称 (电子签章): 杭州德景软件有限公司

日期: 2025 年 12 月 12 日



7. 其他与本合同相关的资料（如有）

(1) 履约保证金证明材料

| 转账凭证 | |
|--------|--------------------------------|
| 指令流水号 | S20251219133809144900000052875 |
| 付款账号 | 201000274051941 |
| 付款方户名 | 杭州德景软件有限公司 |
| 付款方开户行 | 杭州联合农村商业银行股份有限公司大学城支行 |
| 汇款时间 | 2025-12-19 13:38:48 |
| 汇款金额 | 49,920.00 |
| 用途 | 履约保证金 |
| 备注 | GXZC2025-G1-003614-GXZX履约保证金 |
| 交易类型 | 行外 |
| 收款账号 | 45050160435309888999 |
| 收款方户名 | 广西交通职业技术学院 |
| 收款方开户行 | 中国建设银行股份有限公司南宁园湖北路支行 |
| 币种 | 人民币 |
| 手续费 | - |
| 提交时间 | 2025-12-19 13:38:09 |

温馨提示：本凭证不作为收款人入账依据，转账结果请至“转账业务”内的“交易指令查询”菜单查看

打印

关闭

