（一）项目建设内容

项目建设内容主要有购置智慧施工所需的建筑工程和道路桥梁工程软件及支撑软件运行的电脑、工作站、以及VR虚拟实验设备，沥青路面结构层组合设计及沥青混合料配合比设计平台附属设备、无人机及控制系统和RTK，并在实验室指定位置进行安装、调试和现场培训，达到实验人员能独立、安全、熟练的操作相应的设备。

（二）项目功能及需求

1.满足智能建造专业的基本教学工作与科研工作。

1.1软件

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 设备名称／支出项目 | 单位 | 单价 | 数量 |  金额  | 产地、厂商 |
| 第一部分 智能建造基本教学软件 |  |  |  |  （万元）  |  |
| 1 | BIM土建计量软件平台 | 节点 |  | 50 |  |  |
| 2 | BIM云计价平台软件 | 节点 |  | 50 |  |  |
| 3 | BIM5D协同管理平台 | 节点 |  | 45 |  |  |
| 4 | BIM施工现场三维布置软件 | 节点 |  | 45 |  |  |
| 5 | 网络计划软件 | 节点 |  | 10 |  |  |
| 6 | BIM模板脚手架工程设计软件 | 节点 |  | 45 |  |  |
| 7 | 建筑施工安全计算软件 | 节点 |  | 10 |  |  |
| 8 | 施工技术标制作软件 | 节点 |  | 10 |  |  |
| 9 | 施工资料管理软件  | 节点 |  | 5 |  |  |
| 10 | 智能建造项目管理云平台软件 | 节点 |  | 5 |  |  |
| 11 | BIM市政算量软件 | 节点 |  | 2 |  |  |
| 12 | 公路工程计价软件 | 节点 |  | 2 |  |  |
|  | 小计 |  |  |  |  |  |
| 第二部分 智能建造提高应用软件 |  |  |  |  |  |
| 13 | bim三维道路桥梁教育版租赁计划（租用3年） | 套 |  | 1 |  |  |
| 14 | 项目管理方案软件 | 节点 |  | 1 |  |  |
| 15 | 建筑信息模型(BIM)软件（租用3年） | 节点 |  | 1 |  |  |
| 16 | 计算机辅助设计绘图软件（租用3年) | 节点 |  | 1 |  |  |
| 17 | 土木基础设施设计和文档编制软件（租用3年) | 节点 |  | 1 |  |  |
| 18 | 钢结构详图设计BIM软件教育版（租用3年) | 套 |  | 1 |  |  |
|  | 小计 |  |  |  |   |  |

1.2 硬件

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 设备名称／支出项目 | 设备型号规格／环改费支出用途 | 单位 | 单价 | 数量 |  金额(万元)  | 产地、厂商 |
| 1 | 工作站 | 高质量、快速三维计算与动画渲染等 | 台 |  | 4 |  |  |
| 2 | 台式电脑 | 常规三维结构设计、计算 | 台 |  | 16 |  |  |
| 3 | 智能VR眼镜，虚拟现实游戏机PC 3D头盔 | 虚拟现实、安全教育、虚拟实验等 | 套 |  | 10 |  |  |
|  | 小计 |  |  |  |  |  |  |

2. 满足道桥专业的基本教学工作与科研工作。

2.1基本教学软件

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 设备名称／支出项目 | 单位 | 单价 | 数量 |  金额  | 产地、厂商 |
| 第一部分 基本教学软件 |  |  |  |  （万元）  |  |
| 1 | 道桥结构设计计算软件购买及软件升级 | 套 |  | 1 |  |  |
| 2 | 桥梁结构设计分析计算软件 | 2节点 |  | 1 |  |  |
|  | 小计 |  |  |  |  |  |

2.2硬件

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 设备名称／支出项目 | 设备型号规格／环改费支出用途 | 单位 | 单价 | 数量 |  金额(万元)  | 产地、厂商 |
| 1 | 沥青路面结构层组合设计及沥青混合料配合比设计设备及控制系统 | 按照新版JTG D50-2017公路沥青路面设计规范的要求进行沥青路面结构层的组合设计，并对设计方案进行性能检验和指标验算。同时，完成沥青混合料的配合比设计，用于施工方案设计，开展相关的专业课程教学工作。 | 套 |  | 1 |  |  |
| 2 | 无人机及控制组成系统 | 满足道路勘测设计野外教学的要求，并可开展相关的专业课程的教学工作和大学生创新创业活动。 | 套 |  | 1 |  |  |
| 3 | 测量工作站 | 满足道路勘测设计野外教学的要求，并满足开展相关的专业课程教学工作。 | 台 |  | 3 |  |  |
| 4 | 混凝土耐磨试验机 | 混凝土耐磨性能的检测 | 台 |  | 1 |  |  |
| 5 | 数显全自动混凝土抗渗仪 | 混凝土抗渗性能的检测 | 台 |  | 1 |  |  |
|  | 小计 |  |  |  |  |  |  |

3 软件功能参数要求如下

3.1 BIM土建计量平台软件

（1）土建、钢筋模型统一，能够同时计算钢筋、土建工程量。

（2）能与BIM进行对接，可导出BIM模型文件。

（3）软件内置国家清单计量规范、当地清单定额规则，内置16G、11G系列平法规则及常用施工做法，能够为构件匹配不同的清单/定额做法。

（4）能够三维实体模型显示，做到全构件显示。

（5）能够导入各种类型的CAD图纸，能够通过CAD构件识别功能，自动从图纸中识别对应构件，建立图元。

（6）能够直接导入计价文件。

（7）能够提供一系列的报表，指标报表，做法汇总分析等。

3.2 BIM云计价平台软件

（1）能够进行定额计价和清单计价两种计价模式，处理计价全过程业务，包括概算、预算、结算、审核。

（2）能够与BIM软件实现完美对接，承接BIM成本信息，实现数据在BIM应用中直接提取应用。

（3）软件具备直接导入“BIM土建计量平台软件软件”提供的计量文件。

（4）生成符合接口标准的招标、招标控制价、投标电子标文件，支持各地区的电子招投标和网络评标系统，可导出PDF格式或Excel文件。

（4）查询各地区计价规则以及政策文件。

3.3 BIM5D协同管理平台

（1）可读取各专业模型，支持导入IFC、SKP、3DS等格式模型文件，可以读取Autodesk Revit、Tekla、Magi CAD等国际主流模型；支持集成多专业实体模型，同时可集成场地、措施、机械等模型。

（2）按项目单体、专业、楼层等不同的维度划分流水段，同时支持导入CAD图纸识别流水段。

（3）导入MS project进度计划，按进度计划工作项和流水段、构件等多种方式实现关。

（4）模拟建造功能，能实现添加场地模型进行工况模拟，能导出模拟建造视频。

（5）导出资金曲线与资源曲线，导出excel表格和图表两种方式分析数据。

（6）分析中标价、预算成本和实际成本的数据对比，导出excel数据分析。

（7）移动端应用，并支持通过手机端进行质量安全问题验收、构件跟踪、生产进度管控、查阅资料规范和模型等应用。PC+移动端+Web端的项目协同应用，能同时在PC端、移动端和Web端进行模型的查看，实现模型数据共享。

（8）多专业装配式预制构件的构件跟踪管理。

（9）构件选择方式灵活多样，快速查找构件。

（10）软件支持设置剖切面，满足模型的剖切查看与管理，导出PDF的剖面图。

（11）查看钢筋三维构件节点，可以实现指定构件或全楼的钢筋查看。

3.4 BIM施工现场三维布置软件

（1)可在二、三维状态下快速绘制施工平面布置图。

（2)具备施工平面布置图所需的各类生活、生产设施图元库，并可按需要尺寸布置。

（3)支持自建建筑建筑结构模型的绘制。

（4)可以直接导入BIM项目管理软件，实现BIM专业模型与场地模型整合，进行工况模拟分析；

（5)能计算临设工程量。

（6)虚拟施工，支持建造和拆除过程动态展示、机械车辆的进出场路线模拟以及多塔施工作业过程模拟，具备动画录制功能。

3.5网络计划专业版软件

（1)编制施工进度计划，实现网络图和横道图同步生成，关键线路自动生成。

（2)可直接导入与导出project文件，实现双代号网络计划的快速编制与调整。

（3)可直接导出PDF文件，可直接打印进度图。

（4)可对比进度计划计划与实际进度的差异；

（5)可以对工作数量进行统计。

(6)工作与资源匹配，形成资源曲线图，可进行资源优化；

3.6 BIM模板及脚手架设计软件

（1）可导入CAD图纸、revit模型以及国内主流算量软件等格式，可以在二维、三维下建模、编辑。

（2）计算依据必须要满足现行模板、脚手架等的安全技术规范要求。

（3）可定义模板、脚手架材料，能够进行模板、脚手架的结构布置、力学计算，并能输出施工图、计算书、施工方案、技术交底、材料统计表、脚手架搭设汇总表、三维成果等。

3.7建筑施工安全计算软件

（1)包含脚手架、模板、塔吊基础、基坑土方、临时工程、施工平台、混凝土、基坑、防护架体、冬季施工等多专业，可按照实际情况进行选取不同的模块。

（2)能进行快速计算，实时提示各项计算是否满足规范要求，并给出优化意见；

（3）输出计算书中的二维图均可以导出成本地CAD图纸进行使用；

（4) 软件中可以包含各类应急预案、急救相关知识、相关学术文章、相关法律法规、管理制度与操作规程等内容；

3.8施工技术标制作软件

（1)具有标书管理功能，进行分类管理。

（2)具有模板库管理功能，包括住宅建筑工程、办公楼及商贸建筑工程、文教体育建筑工程、宾馆及城市设施工程、工业建筑工程、设备安装工程、分部分项工程、装修工程、工业建筑工程、单位工程、道路桥梁工程、房建工程等工程模板，可在已有模板库中选取相似的模板快速生成标书，也可以利用已有的内容迅速搭建标书框架。

（3)具有知识库管理功能，包括标书封面库、建筑防水与装饰技术、预应力混凝土施工技术、钢筋工程、模板脚手架工程、混凝土工程、空间结构、钢结构及吊装技术、工程构筑物施工技术、冬期施工、高速公路施工技术等知识素材库，可以对标书知识库进行分类管理，便于在作标中对所需的素材进行快速查找，可从模板素材库中选取相关内容，任意组合，自动生成规范的标书及标书附件或施工组织设计。

（4）具有导入和导出功能，利用标书系统提供的导入导出功能，用户可以轻松的完成模板和知识库的维护整理，同时为网络协同投标提供基础。

3.9施工资料管理软件

（1）包含全国大多省市自治区资料模板。

（2）包含各地区最新的资料规程。

(3) 项目端可与资料企业版关联，公司级便于查看资料进度，进行质量管控

（4）软件模板新建表格默认配置监理用表及隐蔽工程部位用表

（5）软件可以对所有表格进行资料目录汇总，进行归档，内置技术交底

（6）软件自定义多种表格编辑工具，一键查找、迅速画线、表格编辑等多样化工具

3.10 BIM项目管理电子沙盘软件

（1）通过沙盘、三维模型、三维模拟等对工程项目管理，通过项目启动、项目策划、项目执行、项目监控、项目收尾五大阶段贯穿整个工程项目管理过程，模拟从工程策划到工程收尾的全过程；

（2）具有工程项目案例用于教学讲解，有配套的图纸、教学PPT、教学视频、参考答案、教学指南，且需按照同一套图纸设计而成、互相匹配；

（3）具有配套的考核系统，且具有成绩一键导入、自动评分排名功能，并可以自动排查成果文件和试题的匹配度；

3.11 BIM市政算量软件

（1）能够解决多专业实体模型，解决市政算量涉及到的道路、排水、桥涵、综合管廊、构筑物等。

（2）可通过建立参数图、识别CAD进行计量建模。

3.12 公路工程计价软件

（1）可编制路线、桥梁、隧道等公路工程的设计概算、施工图预算、招投标清单报价。

（2）计价方式为定额计价和清单计价。

3.13 BIM三维道路桥梁教育版

（1）可用于三维CAD设计和建模；

（2）地质技术，三维图像，点云和测绘，实景建模，建筑信息建模，建筑分析和设计，结构，道路，桥梁等方面的BIM教学。

（3）具备优质大体量模型支持能力。

（4）教育包中常用的设计产品需符合文件格式一致性的要求，方便道桥隧道等各专业之间的数据转换。

3.14 项目管理方案软件

（1）能够编制项目进度计划，并能够与国内、外的建筑施工模拟、造价等bim软件有通用接口，能够运行。

（2）能够编制、导出甘特图（横道图）进度计划。

（3）能够编制、导出网络图进度计划，并能与横道图互相转换。

（4）能够编制、导出资源需求计划。

3.15 建筑信息模型(BIM)软件

（1）参数化构件，工作共享 ，明细表 ，互操作性和 IFC ，附加模块，注释 ，Dynamo for Revit ，全局参数 。

### （2）三维建筑设计功能：概念化设计工具，使用 Insight 进行分析，建筑建模 ，点云工具，3D 设计可视化，多层楼梯 ，云渲染。

（3）三维结构工程和制造功能：物理和分析模型 ，钢筋细节设计，结构钢建模，通过分析进行双向链接，面向结构工程的 Dynamo ，与钢结构制造进行链接 。

### （4）三维MEP 工程和制造:HVAC 设计和文档编制,电气设计和文档编制,管道设计和文档编制,MEP 制造细节设计 ,insight 集成 ,制造服务转换 ,制造文档编制。

（5）三维施工：施工建模 ，施工协调 ，Naviswork 互操作性，导入/导出二维图纸，可施工性详细信息（，结构工程制造 。

3.16 计算机辅助设计绘图软件

（1）可绘制二维草图、图形和注释：文本设定,标注,引线，中心线和圆心标记，表格，修订云，视图,布局,字段,数据链接，数据提取,动态块,阵列,参数化约束,Express Tools等。

（2）三维建模和可视化：实体、曲面和网格建模，三维导航，视觉样式，截面平面，渲染及云渲染，点云，模型文档。

（3）协作：PDF文件，DGN 文件，DWG 文件和图像参考，图纸集，参照和导入模型，地理位置和联机地图。

3.17 土木基础设施设计和文档编制软件

 采用三维建模，以进行曲面建模、道路建模、场地设计、雨水和生活污水处理以及创建施工图和文档。

（1）曲面建模：点云，根据点云数据创建曲面，设计曲面创建。

（2）场地和测量：地块设计，放坡，相对高程要素线。

（3）道路建模：道路设计建模，高级环行交叉口设计，提取道路要素线工作流。

### （4）雨水和生活污水：重力管网 ，Storm and Sanitary Analysis 软件，分析重力管网。

（5）创建施工图和文档：平面和纵断面图纸生成，土方量和土方计算 ，施工文档编制。

### （6）互操作性：道路数据快捷方式 ，3ds Max 的互操作性 ，IFC 导入和导出 ，将 AutoCAD 实体导入和导出为 IFC 文件。

3.18 钢结构详图设计BIM软件教育版

主要用于钢结构深化设计软件，拆解钢结构加工详图，适用于生产、安装交互。

创建详细而又准确的可构建3D 模型；创建不受材质、尺寸或复杂性限制的结构；估算、计划和管理项目；提供开放、可读的数据；用于制造和输出到其它解决方案；与不同项目各方协作并与其它解决方案集成；共享模型并允许多个用户参与同一项目；通过 3D 模型生成图纸和报告，图纸和报告可反映模型中的修改，并且始终保持最新；利用模型加强从设计和细化到施工现场的沟通与协调

可做3D 钢结构细部设计、3D钢筋混凝土设计。

3.19 道桥结构设计计算软件主要功能

（1）中文界面，支持多种方式建模，提供菜单命令、sap2000、staad模型导入、GTS模型数据导入、dwg、dxf导入、命令流建模、excel表格，以及建模助手等方式。

（2）分析能力除桥梁外，支持施工临时结构（挂篮、钢围堰、桥墩模板等）、地下结构、工业建筑、飞机场、大坝、港口等均可分析；可实现结构的静力分析、动力分析（特征值分析、反应谱分析、时程分析）；P-delta分析、屈曲分析、移动荷载分析、施工阶段分析、支座沉降分析；

（3）支持导出BIM通用的IFC格式数据、可导出同类软件GTS和FEA识别的文件数据、可导出CAD和杆系模型文件；

（4）支持板单元自动和映射网格划分功能、任意截面特征值计算器、钢束形状生成器、截面管理器、文本编辑器、图形编辑器、地震波生成器等；

（5）含梁格法建模助手，支持自动划分梁截面，自动调整截面特性，快速、准确地建立空间梁格和空间网格模型，对宽梁桥、斜交桥和曲线桥进行更加精确的模拟分析，支持致密划分和稀疏划分方式，支持生成不对称变宽梁格模型；

（6）拥有高端抗震分析设计能力；具备材料非线性、几何非线性分析功能；可考虑梁的翘曲自由度；支持轨道分析；支持施工阶段线形控制。

（7）设计平台可自动定义构件类型、定义验算位置、设置配筋区间；支持智能调筋、3D调束，实现实时验算、输出设计结果、实现钢束信息同步更新；

（8）后处理提供丰富的结果图形显示、动画演示、包络图输出、图形、数据与Excel兼容，支持输出详尽的构件计算书，用户可自定义模板；

（9）提供新公路混凝土桥涵规范、公路和城市桥梁抗震规范、公路和城市桥梁规范、钢混组合桥规范、公路钢桥规范、铁路桥梁规范；

（10）提供试验荷载布载方案，为荷载试验提供桥梁检测自动和手动布载方案、桥梁荷载试验分级加卸载解决方案，自动输出荷载试验方案报告。

**3.20 桥梁结构设计分析计算软件**

（1）能用三维梁模型并支持第7自由度翘曲的计算。

（2）能进行地震，稳定，振动，倾覆，支座脱空的计算功能。

（3）支持桥梁上、下部联合计算真正实现了全桥的完整计算模型。

（4）充分利用BIM技术有效提高了对结构全面掌控的能力。

（5）加强了对规范的支持力度，实现了目前所有的国内规范。

（6）全面改进了计算结果的输出图表，更符合桥梁专业习惯。

（7）全面解决了任意活载类型各种组合的智能任意布载问题。

4 硬件参数要求

4.1固定工作站

处理器Intel至强Xeon W-2255 3.7G 10C 165W芯片组 Intel C422系列及以上芯片组；内存最大256G DDR4 2666MHz内存； 提供≥8个内存插槽，支持ECC高级内存保护技术，本次配置64G内存 硬盘最大支持到6个3.5寸硬盘；支持2个板载M.2 插槽Raid"RAID 0, 1, 5, 10 板载Intel控制器, SATA 6Gb/s.RAID 0, 1, 5, 10 可选 BCM Raid Controller, 12Gb/s SAS and SATA.同时支持对M.2 SSD 做Raid 0、1、5、10" ，本次配置1T SATA 7200RPM机械硬盘+256G SSD NVME M.2固态硬盘；显卡出厂预装Quadro P2200 5GB 4DP专业显卡声卡集成声卡 网卡集成千兆网卡键鼠USB键盘鼠标，可选PS/2鼠标 显示器：27英寸同品牌显示器接口≥10个USB接口，前置4个USB 3.0接口，后置6个USB接口、2个PS/2接口、1个串口，可选IEEE1394接口、eSATA接口，支持可选并口，4个音频接口扩展槽位配置≥2个PCI-E3.0 x16，≥1个PCI-E3.0 x8，≥2个PCI-E3.0 x4，≥1个PCI电源900W 92%白金电源机箱"不大于33L立式机箱，支持免工具拆卸、内嵌式把手设计，易于搬运；后面板挂锁环：防止机器内关键部件被拆除；线锁插槽：防止机器被整机搬迁；防入侵开关。

提供3年全保及同级别3年免费硬件、3年免费人工、3年免费上门。原厂400/800售后电话, 提供原厂售后工程师门到桌安装验机服务，货物由厂家直接发到用户单位，可通过网络、电话、邮件等方式提供软硬件技术支持，原厂原封不得开箱，否则不予验收。

4.2台式电脑

CPU型号Intel 酷睿i7-9700 主频2.9G核心/线程数八核心/十六线程Intel 300系列及以上芯片组主板支持硬盘保护，机器配置网络同传软件、增量同传等功能；8G DDR4 2666MHz 内存独立2G显卡；集成5.1声道声卡，配置前2后3音频接口，256G固态硬盘+1T BG SATA3 7200rpm 硬盘，支持三硬盘接口；集成10/100/1000M以太网卡，支持wifi网卡USB键盘鼠标提供防水抗菌证书不低于10个USB接口（前置6个USB 3.1 Gen 1接口，后置4个USB接口）、VGA+HDMI接口（VGA非转接）、2个PS/2接口，支持1个串口和1个并口；扩展槽不低于1个PCI-E\*16、2个PCI-E\*1、1个PCI槽位，23.8英寸宽屏LED、1000:1，响应时间≤2ms，符合国家一级能效；180W 电源，标准立式机箱不小于15升。

原厂商主机提供五年部件及人工服务并提供设备驻场服务，上门时效7x24小时，全年无休；原厂400/800技术支持，可通过网络、电话、邮件等方式提供软硬件技术支持；货物由厂家直接发到用户单位，原厂原封不得开箱，否则不予验收

4.3 智能VR眼镜：HTC VIVE PRO 2.0智能VR眼镜，虚拟现实游戏机PC 3D头盔2Q29100

头戴式设备参数屏幕∶2个3.5英寸；AMOLED 分辨率∶单眼分辨率1440x1600，双眼分辨率为2880x1600；刷新率∶90HZ ；视场角∶110度；音频输出∶Hi-Res Audio认证头戴式设备，Hi-Res Audio认证耳机（可拆卸式），支持高阻抗耳机；音频输入∶内置麦克风；连接口∶USB-C3.0，DP1.2，蓝牙；传感器∶SteaVR追踪技术，G-sensor校正，gyrOSCpe陀螺仪、proximity距离感测器瞳距感测器；人体工学设计∶可调整镜头距离（适配佩戴眼镜用户），可调整瞳距，可调式耳机，可调试头带。

4.4沥青路面结构层组合设计及沥青混合料配合比设计设备及控制系统技术参数

(1)交通荷载参数设计：计算设计使用年限内设计车道上的当量设计轴载累计作用次数。

(2)环境参数设计：输入环境参数指标，并与设计和验算模块的其他模块自动关联，用于试算时直接套用数据。

(3)结构参数设计与测试：1)沥青混合料层永久变形验算，2)沥青混合料层疲劳开裂验算，3)无机结合料稳定层疲劳开裂验算，4)土基顶面压应变验算，5)路面低温开裂指数验算，6)沥青混合料贯入强度验算。

(4)沥青混合料配合比设计：

按照人行道、轻交通、中交通、重交通、特重和极重交通五个等级输入设计标准。至少包括：空隙率、矿料间隙率、沥青饱和度、粉胶比和沥青膜厚度。并设置性能检验技术要求指标，至少包括：动稳定度、冻融劈裂抗拉强度比、浸水马歇尔残留稳定度、低温弯曲破坏应变、沥青析漏损失、飞散损失、渗水系数和汉堡车辙永久变形量。

可进行原材料检测、配合比设计、施工质量管理。

(5)平台易用性要求：路面结构层组合设计和沥青混合料配合比设计软件通过云平台服务器进行计算，不受用户计算机处理性能的限制，无论在办公室或施工现场均可以使用该系统平台快速完成设计和试算验证。

(6)平台专业性要求：路面结构层组合设计和沥青混合料配合比设计平台，以及路面材料参数测试及性能验证平台均应由技术成熟，有丰富行业经验的供应商提供。投标人应介绍说明供货方的背景、规模、技术实力，产品在市场上的保有量等信息作为证明材料。

4.5无人机及控制组成系统技术参数

(1)飞行器参数如下：

对称电机轴距 ≤900mm；外包装箱尺寸 ≤800mm×600mm×400mm

外形尺寸（折叠，包含桨叶） ≤450mm×450mm×450mm；最大起飞重量 ≤9kg

最大额外负载 ≥2.5kg

GPS定位悬停精度绝对值 垂直≤0.5 m，水平≤1.5 m；视觉定位悬停精度绝对值 垂直≤0.1 m，水平≤0.3 m

GNSS系统 支持GPS、GLONASS、BEIDOU、GALILEO四种导航系统

RTK模式悬停精度 "RTK模式下飞行器悬停精度满足：垂直≤±0.1 m，水平≤±0.2 m"

最大上升速度 ≥6 m/s，最大下降速度 ≥5 m/s，最大倾斜下降速度 ≥7 m/s，最大水平飞行速度 ≥20 m/s

最大飞行时间（空载） ≥55分钟；工作环境温度 -20°C 至 50° C

视觉系统 飞行器的前、后、上、下、左、右均具备双目视觉系统。探测到附近障碍物时，飞行器能通过地面站软件发出警示信息；距离障碍物距离较近时，飞行器能主动刹停。

传感器冗余 飞行器具备双IMU（惯性测量单元）、双气压计、双指南针冗余

FPV摄像头 飞行器配置FPV摄像头，画面分辨率不低于720p

下置双云台 飞行器支持配置并同时使用两个下置云台相机

上置云台 支持通过支架在飞行器顶部挂载云台相机

图传分辨率 支持1080p高清图传

双信号控制传输 支持2.4GHz和5.8GHz双频通信，当其中一个信道阻塞时，飞行器应能切换到另一个信道通信

遥控器

遥控器 支持同时接收FPV镜头和主相机的两路画面；

（2）相机参数如下：

相机机身体积仅 140x140x80 mm，重量轻至 650 g，有效减少飞行重量，提高作业航时和作业效率。

独立 POS 数据

五个镜头独立采集 POS 数据，POS 数据精准至 1 cm，可实现免像控作业，大幅提高数据精度，提高内外业作业效率。

双重畸变检校

相机出厂经过双重（室内/室外）精密测绘标定，检校计算并验证相机畸变参数达到测绘免像控要求，相机在供电、RTK 信号连接、数据传输、图像传输等方面与无人机无缝集成。

4.6 测量工作站技术参数

（1）基本参数：1）信号跟踪：336通道 ； 2）初始化时间：小于10秒；3）工作时间：静态模式大于30小时；动态模式大于15小时

（2）精度参数：1）码差分GNSS定位平面精度： 0.25 m + 1 ppm RMS；2）码差分GNSS定位垂直精度：0.50 m + 1 ppm RMS；3）SBAS差分定位精度：典型<5m 3DRMS；4）静态GNSS测量精度：±2.5 mm + 1mm/km×d（d为被测点间距离，km）；5）实时动态测量精度：±8 mm + 1mm/km×d（d为被测点间距离，km）

（3）环境参数

1）工作温度：–45 °C到+60 °C

2）防水防尘等级：IP67级，完全防止粉尘进入，防1m水下浸泡。

3）防震：抗3米自由跌落。

4.7 混凝土耐磨试验机

适用于按国标GB/T16925-1997混凝土及其制品耐磨性试验方法，对混凝土及其制品、路面砖、地面砖、人造大理石、水磨石等建筑材料进行耐磨试验。

4.8 数显全自动混凝土抗渗仪

主要使用与混凝土抗渗性能试验和抗渗标号的测定，同时也可利用它做建筑材料透气性的测定和质量检查。最大工作压力：4MPa，一次可作试件数6个。