附件六

广州白云国际机场三期扩建工程T3航站楼装修数字化施工技术要求

1. 总体工作要求

（1）承包人须按照发包人要求，以机场智能建造与建筑工业化协同发展战略为目标，突破束缚机场智能建造的各种瓶颈，配合发包人全面提升机场智能建造水平。

（2）承包人须基于施工BIM模型进行数字化施工，引入智能装备和智能化设备、传感器及物联网与机械设备，实现数字化精准施工，提高控制精度和施工效率，全面提升工程质量、安全、效益和品质。

（3）承包人须按发包人要求，借助数字化施工技术开展工程数字化验评，建立施工质量验评工序库、指标库等基础质量管控规则，按照发包人的BIM智能建造协同管理平台进行施工过程质量数据填报，实现报验流程的实时化、数字化，提升报验流程的规范性和施工可追溯性。

### (4)“总承包单位3D扫描和360全景影像技术实施要求”是发包人实现BIM模型与实际施工情况“实模一致”的重要抓手，承包人需仔细阅读相关条款和要求，并在投标报价中充分考量相应技术投入和人员投入需求。

（5）承包人须协同发包人建立智能建造全过程产业链，形成完整的智能建造生产体系。

1. 数字化施工应用要求

承包人在施工过程中须全面落实数字化施工，应用包括但不限于以下内容：

**（1）施工阶段BIM+建筑机器人应用**

**1）应标内容**：建筑机器人设备选用、建筑机器人投用区域、专业、专项应用方案。

**2）交付成果**：应用效果报告。

**3）应用要求**：承包人需在项目实施过程当中选用具有行业先进性的智能建筑机器人辅助施工。建筑机器人应当应用于主体结构、墙面装饰、物料运输、勘测探测、测量测绘、地下管网修复等多场景的机器代人施工与辅助施工。

**承包人须在装修工程选取不少于2个工序、体量不少于20%作为建筑机器人施工范围，建筑机器人实施方案应在承包人中标通知书下达1个月内与发包人沟通，3个月内完成建筑机器人专项实施方案并在智能建造协同平台报批。**

**承包人须在装修工程选取不少于1个场景用于建筑机器人施工与传统施工的竞赛试验课题，且选取场景不少于500平方米，该方案形成的总结须按发包人要求申报科技成果。**

相关机器人选用可参考下表：

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 名称 | 作用 | 优势 |
| 1 | 砂浆喷涂机器人 | 适用于室内高精砌砖墙体薄抹灰工程施工 | 自主导航、自动供料、自动完成砂浆上墙，施工效率未人工两倍。 |
| 2 | 丝杆支架安装机器人 | 地下车库机电安装中风管、电力线槽及较轻水管的丝吊杆安装 | 升降、自动上料、打孔、丝杆安装、钢筋规避、漏尘、安全停障及自动报警等功能 |
| 3 | 打孔机器人 | 通过激光雷达、力传感，实现定位导航和BIM路径规划 | 自动避让、打孔、吸尘、自动打孔等功能 |
| 4 | 墙砖铺贴机器人 | 用于住宅区域、卫生间及公共区域等室内铺贴装修施工； | 多场景、高效率、高质量三大优势 |
| 5 | 地砖铺贴机器人CA80 | 适用于住宅、厂房、公寓、写字楼800x800mm地砖铺贴区域 | 施工效率高、铺贴精度高、高度智能化、安全性能好 |
| 6 | 室内辊涂机器人 | 主要用于住宅室内墙体的乳胶漆或基膜自动辊涂施工；采用BIM软件自动规划路径、激光SLAM室内导航、BJS仿真平台等技术 | 高质量、高效率、一机多能 |
| 7 | 腻子涂敷机器人 | 腻子智能涂敷，主要用于墙面、飘窗、天花板的腻子全自动涂敷作业 | 高质量、高效率、高覆盖、智能供能 |
| 8 | 室内喷涂机器人 | 对室内立面墙、天花板、阴阳角、飘窗、房梁等位置喷涂作业 | 高效率（200m2/h，日喷涂量3170m2/台）、高质量、高覆盖（无污染、无色差） |
| 9 | 外墙喷涂机器人 | 用于建筑外墙的无砂乳胶漆、多彩漆喷涂施工 | 有效保证机器人高空作业安全性，具有较高的喷涂稳定性，施工速度为人的3~5倍 |
| 10 | 混凝土天花打磨机器人 | 用于建筑室内天花拼缝和爆点打磨的自动化作业（3.2m以下） | 无粉尘污染；打磨综合效率约40平米/小时； |
| 11 | 混凝土内墙打磨机器人 | 适用于商品住宅标准层内部卫生间及厨房以外的墙体打磨修整工作 | 切削效率为9m2/h，是人工效率的2~3倍，提高效率，降低成本 |
| 12 | 地面抹平机器人 | 适用于标注层与地库原浆收光等混凝土的提浆、抹平、收面工作 | 实现快速出穿插、加快装修进度、缩短总建造，降低企业成本与工人强度；可达毫米级精度 |
| 13 | 建筑废弃物再利用制砖车 | 建筑废物再利用，整车集运输、破碎、搅拌、码垛等功能于一体 | 采用车载悬挂方式快速在各个工地周转；固废减量化、资源化、 |
| 14 | 地面抹光机器人 | 基于传统人工手扶式抹光机作业工艺，通过远程遥控或路径自动规划 | 解决了施工环境差、劳动强度、噪音污染严重问题 |
| 15 | 测量机器人 | 用于施工质量测量、扫描获取房间相关数据、比较分析，总结质量问题报告 | 移动方便安装方便 |
| 16 | 地面整体机器人 | 用于地面混凝土浇筑后的高精度整平工作， | 无人化整平施工；施工效率为1.5倍 |
| 17 | 墙面铺贴机器人 | 墙纸铺贴机器人话用于室内装修工程中的墙纸自动铺贴作业 | 高效率：传统人工三倍以上  高质量：铺贴墙纸受力均匀  高精度：视觉于激光标定技术保障墙纸铺贴垂直度和搭接距离 |
|  |
|  |
| 18 | 螺杆洞封堵机器人 | 自动完成螺杆洞的封堵作业 | 自动封堵、自动导航、实时监控、自动清洗 |  |
| 19 | 地坪研磨机器人 | 广泛用于地下车库和室内厂房的固化地坪、环氧地坪、金刚砂地坪施工 | 自动研磨作业、自动停障、自动吸尘集尘 |  |
| 20 | 地坪漆涂敷机器人 | 运用于地下车库和室内厂房的环氧地坪施工 | 自动混料、精准布料、自动涂敷等功能；熟练度高 |  |
| 21 | 智能随动式料机 | 用于混凝土浇筑 | 1人完成混凝土浇筑、布料精准高效率 |  |
| 22 | 材料运输机器人 | 用于材料精准运输 | 自动运输材料 |  |

（2）总承包单位3D扫描和360全景影像实施要求

3D扫描技术和360全景影像白云机场三期扩建工程通过“实模一致”验证工程质量与进度的重要技术应用，承包人应在投标过程中充分理解技术应用要求，并在报价和工程实施方案中充分考虑技术应用成本和人员投入成本。主要包括但不限于以下应用场景：

I.验收成果BIM+3D扫描应用

1）应标内容：3D扫描设备软硬件选用、应用方案。

2）交付成果：3D扫描模型和情况报告。

3）应用要求：承包人应采用3D扫描设备进行施工过程的精准测绘与信息记录。承包人需根据发包人要求对各专业分部分项工程的指定验收成果进行3D扫描，并提供3D扫描模型与BIM模型的比对报告供发包人审查。

管线工程扫描：承包人对总承包管理范围内所有直埋管线（含室内与室外）完成管线布设后，隐蔽工程实施前。开展一次全路径扫描，并校核位置信息。

多层管线的管沟，每层管线（或每个专业管线）完成后进行一次扫描，并在隐蔽工程实施前完成全路径合模以及位置校核工作。

注意：所有隐蔽工程管线验收前的3D扫描成果需与该区域检验批资料同时提供监理单位，监理单位审核无误后转交发包人存档（承包人需自行备份）。

4）工作开展频次：日常开展，原则上由甲方在每个分部工程中抽取工程量不少于5%的验收内容，由监理单位监督承包人对抽取的验收内容工程实体进行3D扫描，并由承包人将3D扫描成果与对应的深化设计模型进行叠合对比工作。

3D扫描技术选用应满足下列要求：

承包人应能通过单站式、手持式或背包式三维激光扫描设备进行3D扫描，并提交扫描区域LAS格式的点云数据和带空间坐标的全景影像照片。

3D扫描数据处理软件应选用市场主流软件（如 Recap pro、Context capture或国产同类软件），可同时叠合BIM模型和3D扫描模型。

三维激光扫描设备应具备捕捉效率快，数据质量和精确度高、重量轻、操作简便等特点。

设备具体参数不宜低于如下参数：

|  |  |
| --- | --- |
| 性能规格 | |
| 可视范围 | 614m（最高0.5MPts/sec） |
| 307m（最高1MPts/sec） |
| 153m（最高2MPts/sec） |
| 测距 | 白：0.5～70m |
| 深灰：0.5～70m |
| 黑：0.5～70m |
| 测距噪音 | 白：0.1mm@10m，0.2mm@25m |
| 深灰：0.3mm@10m，0.4mm@25m |
| 黑：0.7mm@10m，1.2mm@25m |
| 最大速度 | 最大2MPts/sec |
| 三维精度 | [2mm@10m，3.5mm@25m](mailto:2mm@10m，3.5mm@25m) |
| 测距误差 | ±1mm |
| 角精度 | 19arcsec |
| LaserHDR | 是 |
| 温度范围 | 工作温度：5～40℃，扩展工作温度：-20～55℃，存贮温度：-10～60℃ |
| 色彩单元 | |
| 彩色分辨率 | 高达266MPx的彩色分辨率 |
| 原始彩色分辨率 | 867MPx |
| HDR相机 | 13MPx-2x、3x、5x曝光 |
| 视差 | 凭借同轴设计降至最小 |
| 偏转装置 | |
| 视场角 | 300°垂直/360°水平 |
| 步长 | 0.009°（360°/40960）垂直/0.009°（360°/40960）水平 |
| 最大扫描速度 | 97Hz（垂直） |
| 激光 | |
| 激光等级 | 1级激光 |
| 波长 | 1553.5nm |
| 光束发散角 | 0.3mrad（l/d） |
| 出射光束直径 | 2.12mm（l/e） |
| 数据处理和控制 | |
| 数据存储 | SATA3.0 SSD 128GB和SDXC™V30 64GB SD卡；SD3.0，UHS-I/SDXC™/SDHC™，最大512GB |
| 扫描仪控制 | 通过触屏显示器和WLAN连接，由FARO Stream应用（iOS＆Android）或移动设备控制使用HTML5 |
| 接口连接 | |
| WLAN | IEEE 802.11 ac/a/b/g/n 2x2 MIMO，作为现有网络中的访问点或客户端（2.4和5GHz） |
| USB | USB 3 端口 |
| 其他功能 | |
| 双轴补偿器 | 对每次扫描进行水平校准，达到19角秒精确性 |
| 高度传感器 | 通过电子气压计，可测得与固定点相对的高度并将其添加至扫描图像 |
| 罗盘 | 电子罗盘可指示扫描的方向 |
| GNSS | 集成GPS和GLONASS |
| 现场补偿 | 创建当前质量报告并自动改善补偿 |
| 附件扩展接口 | 可以将多种配件连接到扫描仪 |
| 倒置安装 | 是 |

### **II.本项目全域分阶段3D扫描应用**

### 1）应标内容：承诺本项目配备3D扫描设备操作能力的工程技术人员数量

### 2）交付成果：整合后的3D扫描模型和模型整合工作报告

### 3）应用要求：**承包人应配备1-2名具备3D扫描设备操作能力和后台软件处理能力的工程技术人员，操作由发包人提供的3D扫描设备，根据发包人和施工总承包要求总体安排进行不少于4次的本项目全域扫描工作，应用相关软件合成本项目3D扫描模型并对比关键、复杂施工区域。**

### 注意：承包人应在操作发包人提供的3D扫描设备过程中承担设备的保养和维护责任，如在使用过程中出现设备损坏需照价赔偿。另外，发包人提供的设备为本项工作（全域分阶段3D扫描应用）的专用设备，承包人未经发包人许可不得另做他用。

### 4）工作开展频次：日常开展，由承包人操作团队依据发包人制定的分阶段扫描方案开展不少于以下四阶段的本项目全域扫描工作：

### 第一次扫描：一个区域在结构工程完成后（支撑拆除），下道工序进行前，由总包单位进行一次3d扫描，承包人须参与校验结构工程质量精度（梁板柱标高和平整度控制）。并把扫描成果交付下一道工序施工单位。

### 第二次扫描：当一个区域具有多层管线，且下层管线（或其余构件）遮挡上层管线时，总包单位需会同管线等施工单位对被遮挡区域管线进行单独一次扫描；下层管线施工完成后再进行一次扫描，以保证管线的完整性。校验已施工管线是否符合“实模一致”要求，是否按照模型碰撞和管线综合方案施工，并预判后续管线的实施净高控制方案。

### 第三次扫描：当所有管线等隐蔽工程施工完毕，进行隐蔽验收时，由总包单位会同装修等施工单位完成第三次 3D 扫描。校验已施工管线是否符合“实模一致”要求，是否按照模型碰撞和管线综合方案施工，并预判该区域的净高控制方案。

### 第四次扫描：一个区域完成全部专业工程后，竣工验收前，完成第四次 3D 扫描。校验工程实施质量并留存竣工验收资料。

### 以上扫描频次需根据现场实际情况进行一次或几次扫描，以保证实际与模型一致。

### **注意：承包人应充分考虑本项目全域扫描工作的时间和人力成本。**

### III.施工阶段360全景影像实景数据获取应用要求

### **发包人应配备1-2人配合施工总承包进行全场360全景影像采集工作，用于进度、质量管理。**

（3）施工阶段乙购供应链管理要求

**1）应标内容**：主要乙购材料重要节点（下单、出厂、运输等）供应链信息采集方案。

**2）交付成果**：信息系统、数据接口或相关支撑节点状态文件。

**3）应用要求**：承包人应结合智能建造要求合理规划乙购材料中非现场加工材料和构件的信息采集方案，同材料和构件生产厂对接,实现该部分乙购材料和构件的重要节点状态供应链可监控。

（4）施工阶段其他智能建造应用

承包人施工过程的其他智能建造应用，须在应标中详细列出。

**承包人应采用Synchro4D 和 Cyclone 3DR等软件工具为装修工程和机电安装工程等交叉施工进行专业计划管理和点云模型和工程实体的比对分析，确保“实模一致”（本项工作须在进场后与发包人沟通，并纳入智能建造实施方案）。**

1. 数据成果的产权要求

（1）承包人方承诺向发包人（建设单位）提供的技术服务不存在侵犯任何第三方知识产权的情况，因承包人原因造成的任何知识产权纠纷与发包人（建设单位）无关。

（2）承包人方承诺在履行承包服务有效期内所形成的技术文件、数据成果等归属发包人（建设单位）所有；承包人方利用发包人（建设单位）提供的技术资料和工作条件完成的新的技术成果归属发包人（建设单位）所有。

1. 保密要求

（1）承包人方在履行承包服务前，承诺就服务过程中接触或获得涉及发包人（建设单位）的商业秘密、技术秘密、内部资料及将在该项目实施过程中形成的资料进行保密，并就保密事项签订保密协议。

（2）承包人方未经发包人（建设单位）同意，不得将本项目取得的技术文件、数据成果等泄露给第三方，因承包人原因造成的数据泄露或侵权，发包人（建设单位）有权追究承包人法律责任。