

附件 1：《技术要求及配置清单》：

序号	设备名称	详细规格与要求
1.	田间作物高光谱表型检测系统	<p>一、功能用途：</p> <p>1. 平台可实现对地面待测物光谱数据信息、GPS 数据及可见光数据的同步触发、采集控制与存储；利用 NDVI、LAI 等植被因子,量化描述不同空间尺度下植被冠层状态的一致性，辅助不同健康状态下植被的特征光谱，定量评估植被的长势,为灌溉、施肥、植保、产量评估提供数据支持。</p> <p>2. 基于植被的指纹谱构建植被指数,完成指定区域内目标植被的空间分布和面积统计，为农业、林草、生态等领域的科研和生产提供定量化的植被郁闭度数据。</p> <p>3. 系统涵盖了水稻植株三维形态表型，色素含量、氮含量、光合及逆境胁迫生理表型，以及水分利用率和光能利用率等生理功能表型。其中，可见光 3D 成像技术获取植株三维形态结构，不仅能够反映生物量、生长发育、逆境胁迫等多方面的表型，而且株型是影响水稻产量的主要因素之一，株型影响植物对光能的吸收利用效率；高光谱成像技术能够用于检测水稻叶片色素含量、氮含量、逆境胁迫以及光合等生理指标生理表型参数；可控光冠层气体交换测量技术获取包括冠层蒸腾及水分利用率、光合及呼吸速率、光能利用率等。</p> <p>4. 获取参数包含：植物精确三维点云，获取水稻株型结构的三维表型参数，建立三维冠层模型，冠层光线分布模拟计算，结合叶片光合参数可计算冠层光合速率等。植物光合荧光参数：荧光参数：Fo, Fm, Fv/Fm, Fm', Ft, Y(II), NPQ, Y(NPQ), Y(NO), Fo', qP, qL, qN，获取植物的光合参数信息。植物冠层光谱反射率，可见光及近红外波段的全部光谱反射指数包括 NDVI 等，由光谱反射数据可用于反演叶绿素含量，叶片氮含量，次生代谢物含量，以及光合速率参数，生物及非生物胁迫表型，包括冠层光合速率、冠层蒸腾速率、(暗下)冠层呼吸速率、单次测量过程中的平均 PAR、温度、湿度、气压等。</p> <p>二、植物 3D 成像与冠层模型分析单元</p> <p>1. 成像单元箱体尺寸(长*宽*高)： 3.0m*1.2m*2.7m</p> <p>2. 适合植物尺寸：高度1.3m，冠幅宽度0.6m 之内</p> <p>3. 相机数量： 18 个</p> <p>4. 系统原理：多视角立体视觉 3D 成像</p> <p>5. 单株植物照片采集时间：不超过 60s (单个模型全方位照片)</p> <p>6. 成像器件： 2400 万像素级成像单元</p> <p>7. 传感器： APS-C 画幅(22.3*14.9mm)</p> <p>8. 对焦方式： 自动/手动</p> <p>9. 快门速度： 1/4000-30 秒， B 门，闪光同步速度 1/200 秒</p> <p>10. 连拍功能： 支持(最高约 5 张/秒)</p> <p>11. 测光方式： 评价测光，局部测光，中央重点测光，点测光</p> <p>12. 续拍能力：外部连续供电，可持续续拍(支持连续工作时间>10 小时，连续工作拍摄张数>3000 张)</p> <p>13. 白平衡： 自动(氛围优先)， 自动(白色优先)，预设(日光，阴影，阴天，钨丝灯，白色荧光灯，闪光灯)，用户自定义 具备白平衡校正和白平衡包围曝光</p> <p>14. 感光度： ISO 100-25600，可扩展 51200</p> <p>15. 图像数据格式： JPG</p>

	<p>16. 拍摄范围： 30cm×30cm×65cm - 60cm×60cm×130cm，可调节</p> <p>17. 拍摄方式： 转台自动控制，自动拍摄</p> <p>18. 同步触发： 相机硬件同步触发；闪光灯同步触发</p> <p>19. 同步触发时间： 低于 1ms</p> <p>20. 照明方式： 影室闪光灯×4 台</p> <p>21. 电控转台： 1 个</p> <p>22. 结构框架材质： 铝合金，配备可编程转台</p> <p>23. 控制软件： 一键自动拍摄软件</p> <p>24. 三维重建软件： 自动三维重建，获取植物精确三维点云， 可提供快速、中精度、高精度多种建模选项 (投标时需提提供软件功能截图证明)</p> <p>25. 植物三维表型分析与冠层模型软件： 建立三维冠层模型，模拟计算冠层光线分布，结合叶片光合参数计算冠层光合速率等。根据三维点云可以提取垂直株高、最大株高、冠幅、冠层三维尺度、叶片数、冠层占空比 COV、单株叶面积、叶面积分布、冠层生长速率等三维表型参数。</p> <p>26. 系统配置：</p> <p>① 可见光相机： 18 个</p> <p>② 转台及驱动单元： 1 套</p> <p>③ 光源： 2 台</p> <p>④ 结构框架： 1 套</p> <p>⑤ 数据分析工作站， 1 套</p> <p>⑥ 三维重建软件： 1 套</p> <p>⑦ 三维冠层模型构建和分析软件： 1 套</p> <p>三、高光谱-光合荧光成像单元</p> <p>1. 成像单元箱体尺寸(长*宽*高)： 3.0m*1.2m*2.7m</p> <p>2. 适合植物尺寸最大值： 高度1.2m，冠幅宽度0.5m</p> <p>3. 高光谱成像光谱范围： 400-1000nm</p> <p>4. 荧光图像原始分辨率： 1388 x 1038</p> <p>5. 高光谱光谱分辨率： 优于 2.8nm</p> <p>6. 光合荧光传感器类型： CCD 逐行扫描</p> <p>7. 高光谱成像自动对焦： 具备相机全自动对焦功能</p> <p>8. 探测器： CMOS</p> <p>9. 探测器接口： GigE</p> <p>10. 探测器供电： 外部供电(12-24 VDC)， 3W</p> <p>11. 探测器靶面尺寸： 1/1.2”， 11.3mm x 7.1mm</p> <p>12. 探测器原始分辨率： 1920 x 1200</p> <p>13. 探测器原始像元尺寸： 5.86 μm x 5.86 μm</p> <p>14. 有效像素位深： 12bits</p> <p>15. 狭缝宽度： 25μm</p> <p>16. 推荐像元合并方式： 4x4</p> <p>17. 空间维有效像元数： 480</p> <p>18. 高光谱波段数： 300</p> <p>19. 成像方式： 相机内置推扫和外置推扫双模式，可切换</p> <p>20. 视场角(FOV)： 15.6° @f=35mm</p> <p>21. 瞬时视场角(IFOV)： 0.71mrad@f=35mm</p> <p>22. 帧频： 50fps</p>
--	--

	<p>23. 光源尺寸： 30 cm x 30 cm x 6 cm (L x W x H)</p> <p>24. 光强均匀度变异： < 10% (目标范围内)</p> <p>25. 光合荧光激发光源： 蓝光 450nm</p> <p>26. 叶片吸光度测量光源： 红光 660nm, 远红光 780nm</p> <p>27. 荧光激发光标准光强： 0.5 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$</p> <p>28. 饱和脉冲 SP 光强： 3000 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$</p> <p>29. 光化光 AL 强度调节范围： 0-1800 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$</p> <p>30. 叶片吸光度检测： 具备吸光度检测功能</p> <p>31. 输出荧光参数： $F_o, F_m, F_v/F_m, F_m', F_t, Y(II), NPQ, Y(NPQ), Y(NO), F_o', qP, qL, qN$.等</p> <p>32. 可测量植物表型： 植物冠层光谱反射率， 可见光及近红外波段的全部光谱反射指数包括 NDVI 等， 由光谱反射数据可用于反演叶绿素含量， 叶片氮含量， 次生代谢物含量， 以及光合速率参数， 生物及非生物胁迫表型。</p> <p>33. 高光谱图像分析软件： 高光谱数据查看， 光谱反射率计算， 数据滤波处理， 分析计算全部常用光谱指数， 软件支持插件开发功能， 反演计算叶绿素含量， 叶片氮含量， 次生代谢物含量， 以及光合速率参数， 生物及非生物胁迫表型。</p> <p>34. 系统配置：</p> <ul style="list-style-type: none"> ① 高光谱相机： 1 台 ② 光合荧光成像相机： 1 台 ③ 光源阵列： 1 组 ④ 结构框架： 1 套 ⑤ 数据分析工作站： 1 套 ⑥ 高光谱数据分析软件： 1 套 ⑦ 光合荧光数据分析软件： 1 套 <p>四、可控光植物冠层光合气体交换测量单元</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 测量箱尺寸(长*宽*高): 1m*1m*1.5m 2. 测量箱结构： 铝合金模块化组装式结构 3. 测量箱数目： 2 个 4. 测量箱开启方式： 电动驱动顶盖对开， 最大 90° 5. 顶盖材质： 钢化玻璃 6. 顶盖透明度： >90% (投标时需提供第三方检测机构出具的检测报告证明) 7. 测量箱气密性： $2 \times 10^{-4} \text{ s}^{-1}$ (投标时需提供第三方检测机构出具的检测报告证明) 8. 箱体透光板材质： 聚碳酸酯， 表面镀膜 9. 箱体透光板厚度： 1.2 mm 10. 箱体透明度: >85% 11. 测量箱驱动方式： 电动 12. 工作方式： 全自动模式， 驱动测量箱并自动记录测量数据 13. 测量箱单次测量时间： 2-3 min (可设置) 14. 测量箱打开时长： 可设置 15. 测量箱气体混合管道： 4 风扇立体循环 16. LED 光照强度调节范围： 0-1000 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ 17. CO₂ 量程及精度： 0-2000 ppm, 1.5%波动范围 18. H₂O 量程及精度： 0-60 mmol mol⁻¹, 1.5%波动范围
--	--

	<p>19. 气压测量范围:15-115 kPa</p> <p>20. 光量子传感器灵敏度: 0.2 mV/ $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$,</p> <p>21. 测量光波长范围: 410nm-655nm</p> <p>22. 湿度传感器测量范围: 0-100%</p> <p>23. 温度传感器测量范围: 5-50°C</p> <p>24. 控制器通道数: 2 通道</p> <p>25. 传感器校准操作方式: 触摸屏设置传感器校准</p> <p>26. 测量参数: CO₂ 摩尔浓度、 H₂O 摩尔浓度、光合有效辐射 PAR、温度、相对湿度、气压等参数</p> <p>27. 数据处理软件: 测量数据批量分析软件 (投标时需提供软件功能截图证明)</p> <p>28. 软件分析测量时间信息: 包括年、月、日、DOY、时间、秒为单位的时间以及测量箱编号等, 测量时间为单次测量过程的平均时间</p> <p>29. 软件功能: 数据批量导入, 数据质量控制与筛选阈值设定, 测量箱参数设置, 默认环境参数设置, 文件输出</p> <p>30. 软件计算参数: 包括冠层光合速率、冠层蒸腾速率、(暗下) 冠层呼吸速率、单次测量过程中的平均 PAR、温度、湿度、气压等</p> <p>31. 测量数据质量筛选功能: 通过软件可以对光量子通量密度变异系数、CO₂ 拟合优度进行筛选</p> <p>32. 系统配置:</p> <p>① 主机 1 台, 触屏控制, 内置红外二氧化碳分析器及气体管路, 并包含吸收瓶 1 个, 数据存储卡 2 个, 读卡器 1 个</p> <p>② 传感器 1 套: 包括光量子传感器、温度传感器、湿度传感器、压强传感器</p> <p>③ 自动测量箱 2 套, 包含自动测量顶盖、箱体及底座, 自动顶盖收纳系统, 气体混匀系统, 采样管及线缆</p> <p>④ LED 阵列光源, 1 套</p> <p>⑤ 数据处理软件, 1 套</p> <p>⑥ 主机专用支架, 1 个</p> <p>⑦ 安装工具, 1 套</p> <p>五、田间无人机测量单元</p> <p>1. 无人机对称电机轴距: 890 mm</p> <p>2. 无人机最大起飞重量: 9 kg</p> <p>3. 无人机最大载重: 2.7 kg</p> <p>4. 无人机悬停精度(P-GPS): 垂直: $\pm 0.5\text{ m}$, 水平: $\pm 1.5\text{ m}$</p> <p>5. RTK 位置精度: 1 cm+1 ppm (水平), 1.5 cm+1 ppm (垂直)</p> <p>6. 最大旋转角速度: 俯仰轴: 300°/s, 航向轴: 100°/s</p> <p>7. 最大俯仰角度: 30°</p> <p>8. 最大可承受风速: 15 m/s</p> <p>9. 最大水平飞行速度: 23 m/s</p> <p>10. 最大前飞时间: 45 分钟</p> <p>11. 可见光传感器尺寸: 35.7*23.8mm</p> <p>12. 可见光有效像素: 6000 万</p> <p>13. 图像分辨率: 9504*6336</p>
--	---

	<p>14. 存储容量： 256G</p> <p>15. 镜头卡扣： E 卡扣</p> <p>16. 镜头焦距： 40/56mm 定焦</p> <p>17. 多光谱组配方式： 6 个多光谱通道</p> <p>18. 多光谱传感器类型： CMOS</p> <p>19. 多光谱有效像素： 1.2Mpx</p> <p>20. 快门类型： 全局</p> <p>21. 光 谱 通 道 ： 450nm@35nm, 555nm@27nm,660nm@22nm, 720nm@10nm, 750nm@10nm, 840nm@30nm</p> <p>22. 通道间配准误差： 1.2 像素</p> <p>23. 多光谱图片格式： 16bit 原始 TIFF & 8bit 反射率 JPEG，包含 GPS、环境光信息</p> <p>24. 环境光信息： 16bit, 10Hz，与光谱通道波长匹配</p> <p>25. 拍摄触发： 重叠率触发、定时触发</p> <p>26. 调光方式： 可根据指令手动或场景自动调整增益和积分时间</p> <p>27. 最高拍摄频率： 1Hz</p> <p>28. 利用 NDVI、LAI 等植被因子,量化描述不同空间尺度下植被冠层状态的一致性,辅助不同健康状态下植被的特征光谱，定量评估植被的长势,为灌溉、施肥、植保、产量评估提供数据支持。</p> <p>29. 基于植被的指纹谱构建植被指数,完成指定区域内目标植被的空间分布和面积统计,为农业、林草、生态等领域的科研和生产提供定量化的植被郁闭度数据。</p> <p>30. 图像处理软件功能：具备多通道配准、无缝拼接、图像综合处理、植被指数一键计算等功能，同时具备安全、灵活的加密、授权机制。</p> <p>31. 软件支持用户注册、登陆、密码重置、注销等账号基本管理。</p> <p>32. 软件支持多光谱数据及机载可见光数据的读取和展示。</p> <p>33. 软件支持多光谱数据预处理,包括波段间配准、影像拼接、辐射定标及波段间四则运算。</p> <p>34. 软件支持机载可见光数据的拼接预处理，支持包括点云编辑、影像边缘裁剪、DEM 编辑、航线删减等在内的数据编辑，支持三维点云的查看及数据的放大缩小等细节查看，支持数据分步处理及一键化全流程自动处理。</p> <p>35. 系统配置：</p> <ul style="list-style-type: none"> ① 四旋翼无人机， 1 套 ② 高清可见光航测相机， 1 套 ③ 多光谱相机， 1 套 ④ 图像处理软件， 1 套 <p>六、全画幅相机</p> <p>1. 搭配 24-105mm 焦距镜头，恒定光圈，支持机身防抖，有效像素 2000 万以上。</p> <p>2. 搭配单反反折可变独脚架碳纤维三角架云台套装</p>
--	--