4.4 售后服务方案

一、售后服务人员配置和响应时间

1.1 售后服务人员配置与岗位职责

服务组织架构

我公司为本项目设置项目售后服务组，实行项目经理负责制。售后服务组设置项目服务经理、技术负责人、服务调度与档案岗、远程技术支持组、现场服务组、软件与数字设备组、无人机支持组、机电与农机服务组、水肥灌溉服务组、备件物流组和质量回访岗。项目服务经理对采购人负责，统一调配人员、车辆、工具、备件和厂家技术资源；技术负责人对疑难故障、维修方案和技术风险负责；服务调度岗统一受理、派工、跟踪、升级和关闭工单，避免多头联系、重复派工和信息遗漏。

售后服务组纳入公司质量管理体系，执行统一的服务流程、记录模板、安全规范和考核制度。项目服务经理拥有跨专业资源调用权，遇到影响生产的重大故障时可直接启动应急响应，不必逐级等待审批。技术负责人对不同设备专业组具有技术指挥权，负责组织远程会诊和现场方案确认。服务台、专业组和备件物流组之间共享设备台账、工单状态和库存信息，形成“一个入口受理、一个团队响应、一个标准闭环”的服务模式。

人员配置

本项目拟投入不少于 17 名服务人员，设关键岗位 AB 角。下表为

最低配置，项目执行时可根据设备到货批次、安装进度和故障等级增派人员。中标后 5 个工作日内向采购人提交项目服务人员名单、岗位、联系电话、专业能力和相关证书信息；人员发生变更时提前书面报备，并完成工作交接，不得因人员变动降低服务标准。

岗位或专业组	最低人数	主要职责	资格与能力要求
项目服务经理	1	总体协调、采购人沟通、资源调度、重大故障升级、月报和考核	熟悉项目管理、售后流程和设备构成，具备现场协调和应急处置能力
技术负责人	1	疑难故障判断、维修方案审核、技术培训、质量分析	具备机电、自动化或相关专业技术背景，能够组织跨专业会诊
服务调度与档案	1	7×24 小时受理、工单分派、时限提醒、档案归档、客户回访	熟悉服务台流程、记录规范和信息系统操作
远程技术支持工程师	2	电话和视频诊断、参数核对、软件指导、远程升级协助	熟悉设备配置、网络、控制系统和常见故障树
机械电气现场工程师	3	育苗线、前置处理机、气候箱、水肥设备的安装维修	具备机械、电气、变频器、PLC 基础，涉及电气作业按规持证
软件与 5G 互动工程师	2	触控显示、VR、主机、网络、软件配置、模型库和数据备份	熟悉计算机、音视频、互动软件和网络维护，重视数据安全
无人机工程师	1	植保和多光谱无人机的检查、校准、固件、数据导出和维修协调	熟悉无人机结构、电池安全、RTK、图传和飞行前检查
水肥与灌溉工程师	2	泵、过滤、施肥机、变频柜、阀门、仪表和 PE 管道维护	熟悉水肥系统、压力流量、电气控制、管道施工和试压

岗位或专业组	最低人数	主要职责	资格与能力要求
分析环境设备工程师	1	发芽箱、人工气候箱的温湿度、制冷制热和传感器维护	熟悉温湿度控制、制冷系统、加湿系统和无极调光
农机服务工程师	1	自走式收割机、液压和传动系统、季节性保养和故障协调	熟悉农业机械、发动机、液压、割台和安全操作
备件与物流人员	1	备件计划、出入库、紧急发运、旧件回收和库存盘点	熟悉备件编码、仓储、物流和追溯管理
质量与客户回访	1	服务质量抽查、满意度回访、问题整改跟踪、培训档案	熟悉质量管理、客户沟通和数据分析

以上岗位可根据实际工作负载交叉支援，但项目服务经理、技术负责人、服务调度和备件管理必须明确到人。无人机飞行操作、电气检修、制冷系统维护、蒸汽管路和农机维修等专业作业，由具备相应能力的人员实施或在其指导下实施。需要厂家深度支持的故障，由技术负责人发起厂家会诊，项目服务经理负责时限督促，不能把内部协调时间转嫁给采购人。

项目服务经理职责

项目服务经理负责编制项目服务计划、人员排班、巡检计划、培训计划和备件计划；负责与采购人项目负责人建立固定联络机制，确认设备清单、安装位置、使用时段和服务要求；负责接收重大故障信息，决定是否启动应急响应；负责协调公司内部技术、商务、物流和

厂家资源；负责审核服务记录、故障分析报告和月度报告；负责对超时、重复故障和满意度异常组织整改。

项目服务经理每周至少检查一次工单状态，每周组织一次服务例会，重大活动前至少组织一次专项检查。对超过响应时限风险、超过24小时未修复、同一设备两次以上报修、同一质量问题重复出现或采购人明确投诉的事项，立即升级并由本人跟踪直至关闭。项目服务经理离开项目所在地时，应指定具备同等权限的代理人并告知采购人，确保资源协调不中断。

技术负责人职责

技术负责人负责建立按设备类别划分的故障树和维修作业指引，明确先检查什么、如何安全隔离、需要哪些测量数据和何时必须停机。接到现场工程师的技术请求后，在10分钟内给出初步判断和下一步建议；对涉及温湿度偏差、压力异常、PLC联锁、通信中断、无人机传感器异常和农机液压故障等复杂问题，组织远程会诊，形成书面方案后再实施。维修完成后审核测试数据和试运行结果，确认不是仅消除报警而遗留潜在故障。

技术负责人每月汇总高频故障和重复故障，分析原因属于产品缺陷、安装问题、操作不当、环境条件还是维护缺失。对可以通过参数优化、操作培训或预防性维护降低的故障，提出纠正措施并向采购人说明；对需要更换部件或软件升级的，提出备件和版本计划；对存在安全风险的故障，立即发布禁用操作提示，完成风险隔离后再处置。

服务调度与档案职责

服务调度岗是采购人的统一服务入口，负责接听电话、接收书面或系统报修、记录设备编号、故障现象、发生时间、影响范围、现场联系人、安全风险和期望完成时间。受理后按设备类别和故障等级派单，向采购人发送工单编号和工程师信息；跟踪工程师出发、到达、诊断、维修、测试和离场节点；临近时限时提前提醒，超过时限时启动升级；服务完成后核对记录完整性并进行回访。

档案岗为每台设备建立电子档案，内容包括合同和供货信息、设备序列号、软件版本、安装位置、验收记录、培训签到、巡检记录、故障工单、备件更换、维修前后测试数据、客户确认和回访结果。档案以设备编号为索引，同时保留按时间、故障类型和采购人查询的能力。涉及账号、网络地址和操作数据的资料按照权限管理，不向无关人员提供，不在公共网络传播。

专业组配置与协同

远程技术支持组负责第一时间接入，优先通过电话、视频、照片、日志和远程指导完成故障初判。机械电气现场工程师负责常规机械、电机、减速机、变频器、PLC 外围、传感器和线路问题，应在出发前了解现场供电和安装条件并携带相应工具。软件与 5G 互动工程师负责触控屏、主机、VR、网络、软件授权、模型库和用户数据，坚持“先备份、后操作；先隔离、后修复”的原则。

无人机工程师负责飞行器外观、桨叶、电机、电池、药泵、喷头、雷达、相机、RTK、存储和图传检查。涉及飞行测试时，由使用方确认空域、天气和场地条件，在符合安全管理要求的前提下实施，不得

为了验证设备而冒险飞行。水肥与灌溉工程师负责泵组、过滤、施肥、变频控制、阀门、仪表和管路，现场服务时同步检查水质、压力和电气保护。分析环境设备工程师负责温度、湿度、光照和程序参数，必要时携带便携式温湿度记录仪和校准工具。农机服务工程师负责发动机、液压、传动和安全装置，复杂发动机或总成故障及时联系授权维修资源。

各专业组实行 AB 角制度。A 角为该专业第一责任人，B 角熟悉同一类设备的服务流程和基本故障处理，能够在 A 角出差、休假或同时发生多起故障时接替。备件物流组与各专业组共享库存和领用信息，常用件到达现场前由工程师确认型号、批次和适用性；需要紧急调拨时，优先使用项目专用库存或就近库存，并同步向采购人报告预计到达时间。

人员到岗与培训管理

服务人员进入项目现场前完成项目概况、设备清单、服务时限、安全规范、保密要求、现场纪律和记录填写培训。安装调试前由技术负责人进行设备交底，明确不同型号的关键参数、禁止操作和故障隔离方式。涉及电气、蒸汽、压力容器附件、制冷系统和农机操作的作业，执行相应安全规定，穿戴劳动防护用品，设置警示标识，并由具备能力的人员实施。

项目团队每月开展一次技术复盘，选取典型工单分析响应是否及时、诊断是否准确、备件是否适用、记录是否完整、采购人是否满意。每季度组织一次技能考核，考核内容包括故障树应用、仪表使用、参

数备份、备件更换、现场安全和客户沟通。新进入项目的人员先跟班学习，经技术负责人确认后才能独立承担现场工单。人员能力评价与项目服务绩效挂钩，避免只考核到场速度而忽视修复质量和安全。

值守安排与服务入口

项目验收后开通 7×24 小时服务热线和项目专用联络渠道，服务台值班人员在任何时段均可受理报修。工作日正常时段由调度岗和服务经理值守，夜间、周末和节假日由值班工程师接听，值班表提前一周编排并向采购人备案。值班人员不得以“工程师下班”“需要等厂家回复”等理由拒绝受理，而应先记录、给出临时安全建议并启动下一级响应。

采购人可通过电话、短信、电子邮件、项目服务群或书面报修单提出服务请求。为便于追溯，所有渠道最终统一录入服务工单；紧急情况下可先电话口头受理，事后由服务调度补录。报修时应尽量提供设备名称、编号、位置、故障时间、现象、报警代码、照片或视频、是否影响使用和现场安全情况。信息不完整时，服务台通过回拨和视频指导补齐，不因信息暂时不足延迟派工。

故障分级

故障等级	判定情形	响应要求	处置目标
一级紧急	设备冒烟、异味、漏电、异常高压、蒸汽泄漏、管路爆裂、无人机失控风险、系统完全停机并影响生产或展示	立即受理，5 分钟内回拨，30 分钟内给出隔离措施，2 小时内到场	24 小时内恢复；不能恢复时立即替代或隔离风险
二级重大	主要功能失效、温湿度严重偏差、PLC 或通信中断、泵组或施肥机不能运行、收割机关键功能失效	10 分钟内回拨，30 分钟内完成远程初判，2 小时内到场	当日修复；复杂故障 24 小时内恢复使用
三级一般	单点传感器异常、局部机构卡滞、显示或网络不稳定、非关键附件损坏	30 分钟内电话响应，远程指导或按约定时间到场	24 小时内修复或给出明确计划
四级咨询	参数咨询、操作疑问、培训补充、日常保养、软件使用问题	30 分钟内响应	当日答复，必要时安排远程演示或现场支持

故障等级由服务台初判，技术负责人可根据影响范围调整。涉及人身安全、供电安全、压力安全、飞行安全和数据安全的故障，一律先停机、隔离、警示和报告，不得为了尽快恢复而跳过安全程序。等级变化时更新工单并重新计算相应时限，提前告知采购人。

响应时间承诺

服务环节	承诺时限	计时起点与说明
服务受理	7×24 小时即时受理	电话、网络或书面报修到达服务台即开始记录
电话响应	不超过 30 分钟	以服务台收到有效报修信息为准；紧急故障 5 分钟内回拨
远程初判	一般不超过 30 分钟，复杂故障不超过 1 小时	明确故障范围、安全措施、是否到场及所需备件
现场到达	不超过 2 小时	到达项目现场或采购人指定设备位置
一般故障修复	当日完成	以恢复规定功能和测试合格为准
复杂故障恢复	不超过 24 小时	不能按期修复时提供替代设备、临时方案或同品牌同型号替换
重复故障处理	立即升级	同一质量问题连续两次维修仍不能正常使用时启动整机更换
回访	服务完成后 24 小时内	确认使用状态、服务态度、现场清理和遗留事项

上述时间为最低要求，实际发生交通管制、极端天气、现场停电或网络中断等情况时，服务人员先向采购人说明并采取临时措施，但不得以此为由停止远程支持和内部协调。到达现场后如发现需要增派专业工程师或专用工具，现场人员立即报告服务经理，由服务经理调配第二梯队，原工程师继续现场处置，避免因等待增援造成整体停滞。

远程诊断与到场衔接

远程诊断遵循“先安全、后功能；先外部、后内部；先软件、后

拆机；先证据、后操作”的顺序。工程师通过询问故障发生前后情况、查看报警和日志、核对供电和网络、观察照片视频、比较同类设备参数，形成初步故障范围。涉及修改参数、恢复系统或升级软件时，先备份配置和重要数据，征得采购人同意后由具备权限的人员操作。远程指导不要求使用人员打开带电柜体、拆卸高压部件或进行超出其能力的维修。

工程师出发前确认设备编号、现场位置、联系人、通行手续、停车条件、所需工具和备件，携带必要的设备图纸、参数记录和维修工单。到场后先进行安全确认和故障复核，再按维修方案操作。若现场情况与远程判断不一致，及时联系技术负责人调整方案。修复后必须进行功能测试、参数验证和必要的试运行，清理现场并向采购人演示操作，双方在服务记录上确认后方可关闭工单。

升级机制

工单出现以下情形时自动升级：30 分钟内未完成电话响应；预计不能在 2 小时内到场；一般故障超过 8 小时未修复；复杂故障超过 16 小时仍有再次停机风险；同一设备 30 日内重复报修两次；采购人明确反映影响农业生产、试验或重要展示；发生安全、数据或环境风险。升级后由项目服务经理统一协调，技术负责人参与会诊，备件物流组优先调拨，必要时启用厂家或第三方专业资源。

一级升级由服务经理处理，二级升级由公司售后负责人处理，三级升级由公司分管负责人处理。升级信息包括已采取的措施、当前影响、预计完成时间、所需外部条件和替代方案。采购人不需要重复描

述问题，由服务台负责信息传递。升级不是延长时限的理由，原承诺时限继续执行，管理人员负责补充资源并监督落实。

工单关闭与回访

工单关闭应同时满足故障现象消除、设备功能恢复、参数测试合格、现场安全确认、资料归档和采购人确认。未能彻底修复但已采用替代方案的，工单状态标记为“临时恢复”，继续保留跟踪责任，待永久修复后再关闭。对更换部件的，记录旧件编号、新件批次、安装时间、测试数据和保修期限；对软件问题，记录版本、配置变更、备份位置和恢复结果。

回访由质量回访岗在 24 小时内完成，重点确认设备是否再次异常、使用人员是否理解操作、现场是否清理、工程师是否遵守纪律、后续事项是否明确。采购人提出不满意或新的问题时，重新打开工单并升级处理，不能以首次回访“已联系”作为关闭依据。回访结果纳入人员考核和月度质量分析。

1.2 服务记录、工单闭环与档案管理

一机一档

每台设备建立唯一档案编号，记录设备名称、品牌型号、序列号、供应商、安装位置、采购批次、验收日期、质保期限、操作人员、软件版本、主要参数、随机附件和备件。安装后拍照留存设备全貌、铭牌、接线或管路标识，照片与档案关联。设备迁移、维修、换件、升级和培训均更新档案，确保任何时点能够查到设备的历史状态。

设备档案按照电子为主、纸质为辅管理。电子档案设置访问权限

和定期备份，纸质记录防潮防丢失。采购人需要查询时，服务组可按设备、时间或故障类型提供清单和历史记录。质保期结束前形成设备状态汇总，包括累计运行时间、主要故障、已更换部件、待观察事项和后续维护建议，便于采购人安排下一阶段管理。

工单记录

工单至少包含工单编号、报修时间和渠道、采购人联系信息、设备编号和位置、故障描述和等级、受理人员、派工时间、工程师、出发和到达时间、故障原因、维修步骤、备件使用、测试数据、完成时间、采购人确认、回访结果和附件。工单编号连续可追溯，修改保留记录，不使用无法识别的简称代替设备名称和故障原因。

工单状态包括待受理、已受理、待派工、已派工、在途、现场处理、待备件、待采购人条件、临时恢复、已完成、已关闭和已取消。对于待备件、待外部条件和临时恢复，必须填写预计完成时间和责任人，不能无限期挂起。服务调度每日清理积压工单，超过时限的自动升级并在周报中说明。

数据备份与信息安全

5G 互动系统、无人机数据和其他带有配置或项目数据的设备，在维修、升级和系统恢复前进行备份。备份内容包括配置文件、账号权限、设备参数、模型或影像资料、日志和必要的驱动程序，具体范围由采购人确认。备份介质专用于项目，标明日期和版本，不随意连接公共计算机。恢复前验证备份完整性，恢复后进行功能抽查，防止数据损坏或版本错配。

服务人员仅在授权范围内访问设备和数据，不复制与维修无关的内容，不在个人社交平台发布项目照片，不将账号密码记录在开放位置。远程支持使用受控工具和临时授权，服务结束后关闭通道。发生疑似数据泄露、勒索软件、异常登录或存储损坏时，立即隔离设备、保留日志、通知采购人并按应急程序处理，不以重装系统代替事件调查。

服务报告

日常服务完成后提供工单或服务单；重大故障在修复后提交专项报告；每月提交服务月报；每季度提交趋势分析和改进报告；质保期结束前提交年度总结。月报内容包括设备总数、在用状态、报修次数、紧急故障、响应和到场达标率、修复时间、重复故障、停机和替代、备件消耗、培训、巡检、采购人意见和下一步计划。报告中的数据与工单、台账和备件记录一致，不能人工编造。

报告面向不同管理层提供简洁结论和附件明细。项目负责人可快速看到影响生产的事项、未关闭工单和下周安排，维护人员可查看具体设备和建议。对采购人提出的整改事项，明确完成时间并在下一期报告跟踪，直至关闭。服务报告作为质量考核和后续服务改进的依据。

1.3 响应质量指标与考核改进

服务指标

指标	目标值	计算方法	数据来源
报修受理率	100%	有效报修已建单数量/有效报修总量	服务台记录
30 分钟电话	100%	30 分钟内完成电话响应	工单时间记录

指标	目标值	计算方法	数据来源
响应率		工单/应响应工单	
2 小时现场到达率	不低于 98%	2 小时内到场工单/需现场处理工单	到场记录
24 小时恢复率	不低于 98%	24 小时内恢复功能工单/复杂故障工单	维修测试记录
首次修复率	不低于 90%	首次到场完成永久修复工单/现场工单	工单与回访
重复故障率	不高于 5%	30 日内同设备同因复发工单/总工单	工单分析
设备档案完整率	100%	完整设备档案数/设备总数	设备台账
培训覆盖率	100%	已培训并考核人员/应培训人员	培训签到与考核
服务满意度	不低于 95%	满意及以上回访数量/有效回访数量	回访记录
备件满足率	不低于 95%	库存或及时供应满足的备件需求/备件需求	备件台账

指标统计以自然月为周期，服务初期可按设备到货和验收情况分段统计。遇到极端天气、外部停电、网络中断等不可归责条件，工单中记录影响并提供证据，但不删除原始数据。指标未达标时，先分析原因，再制定补人员和补流程措施，不能通过修改统计口径提高结果。

绩效考核

项目服务经理对服务人员进行月度考核，考核维度包括响应及时性、到场及时性、修复质量、安全合规、记录完整性、客户满意度和

协作贡献。考核结果与培训、岗位调整和奖惩挂钩。对隐瞒故障、虚假记录、未经授权操作、违规带电作业或泄露数据的行为严肃处理；对发现重大隐患、提出有效改进或获得采购人书面表扬的人员给予认可。

对连续两个月响应或修复指标不达标的人员，安排专项培训或调整岗位；对因备件或流程造成的系统性问题，由服务经理组织专项整改并增加资源。考核不只看速度，也看是否彻底修复和是否遵守安全。采购人的评价和回访结果作为重要依据，但任何人都不得以影响评价为由干扰采购人如实反馈。

服务复盘

每季度召开一次项目服务复盘会，采购人可参加。复盘内容包括工单数据、重复故障、超时工单、备件风险、培训效果、关键时段保障、设备运行趋势和下一季度计划。对需要跨部门协调的问题形成行动清单，明确事项、责任人、完成时间和验证方式。复盘结果转化为下季度巡检重点和培训内容，避免报告停留在归档。

重大活动或典型故障后及时开展单次复盘，时间不晚于事件结束后 5 个工作日。复盘关注“为什么没有提前发现”“为什么没有及时到场”“为什么不能一次修好”“如何避免再次发生”，而不是只描述结果。涉及产品设计的反馈给制造或研发，涉及服务流程的更新服务手册，涉及使用操作的补充培训，形成可追踪的改进闭环。

1.4 服务承诺与联系信息

基本服务承诺

我公司承诺为本项目第一标段提供不少于 1 年的质保服务。质保期内因产品质量、安装调试或软件配置原因造成的故障，免费维修、免费更换合格部件，不向采购人收取人工、差旅和常规耗材费用。服务台 7×24 小时受理，电话响应不超过 30 分钟，需要现场处理的故障 2 小时内到达项目现场，24 小时内解决或提供临时恢复方案。同一质量问题连续两次维修仍不能正常使用的，更换同品牌、同型号全新产品。

服务人员使用符合要求的工具和备件，遵守采购人现场管理和安全规定，服务完成后清理现场、说明结果并提交记录。未经采购人同意，不将项目设备、数据、账号和现场信息用于其他用途。对采购人提出的服务投诉，24 小时内响应，3 个工作日内提出处理方案并跟踪落实。对属于我公司责任的服务延误或质量问题，承担合同约定的责任。

设备可用性承诺

在正常使用和维护条件下，我公司通过预防性维护、远程支持和备件保障减少非计划停机。设备发生故障后优先恢复基本使用功能，再完成根因修复。对影响中药材育苗、灌溉、飞防、实验和展示的关键设备，按一级或二级故障处理并启动替代方案。对需要厂家支持的问题，服务经理负责全程跟踪，采购人无需自行协调多个供应商。

对存在安全风险的设备，服务人员有权要求立即停用。采购人坚持使用可能造成人身、设备或数据风险时，我公司书面说明风险，提供隔离和防护建议。任何恢复使用都以安全条件满足和功能测试合格

为前提，不以缩短停机时间牺牲安全。

售后联系信息维护

合同签订后提供项目服务经理、技术负责人、服务台和备件联系人电话，建立采购人、服务经理和调度人员在内的联络机制。电话号码、值班表和负责人发生变化时提前书面通知，并在设备现场操作卡和服务群同步更新。服务电话保持 24 小时可接通，无人接听时自动转接值班人员或语音受理，并在 15 分钟内回拨。

每台设备张贴或放置服务信息卡，写清设备编号、项目名称、服务电话、紧急停机和基础注意事项。对不适宜张贴的设备，将信息卡放入随机资料袋或控制柜资料夹。操作人员发生变动时，服务组配合更新培训和使用信息。

责任追究与改进

对未按规定受理、响应、到场、维修、记录或泄露信息的人员，按照公司制度处理。对因服务人员操作不当造成设备损坏或数据丢失的，立即停止相关人员项目作业，开展调查、修复和追责。对因备件质量、流程缺陷或资源不足导致的问题，由项目服务经理承担管理责任并组织整改。处理结果向采购人书面反馈，涉及合同责任的按合同执行。

责任追究以事实和记录为依据，既追究直接责任，也改进系统原因。不能以个人处罚代替流程修复，也不能隐瞒问题。采购人对服务人员有合理异议时，我公司核实后及时更换，确保项目服务不受影响。

1.5 服务工作量测算与人员弹性配置

售后服务人员配置不能只按岗位名称罗列，而应与本项目设备数量、设备分布、安装调试批次、使用强度和故障影响相匹配。我公司以第一标段采购清单、最终合同设备台账和采购人使用计划为基础，对安装期、试运行期、质保稳定期和农时关键期分别测算工作负荷。测算口径包括设备台套数、预计月报修次数、单次远程处理时长、平均到场时间、平均修复时长、巡检工作量、培训场次、备件补给频次和不可预见工单比例。项目服务经理每月复核一次测算结果，出现设备增加、位置调整、连续多故障、关键活动保障或人员变动时立即调整，不等到人员明显不足后才补充。

人员配置采用“基础团队保运行、项目储备抗波动、区域资源做支援、厂家技术作兜底”的四级配置方式。基础团队负责日常统一受理、远程支持、常见机械电气故障、无人机与软件设备、现场巡检和资料管理；项目储备用于设备集中到货、安装联调、验收和培训阶段；区域技术资源在公司内部跨项目调配；厂家技术资源用于涉及核心控制器、专用传感器、飞行控制系统、制冷系统或软件底层问题的会诊。四级资源由项目服务经理统一调度，采购人只对接固定服务入口，不需要分别联系多个工程师或厂家。

配置基准表如下。表中人数为项目正常运行的保障人数，不是临时到岗名单。实际投标人员姓名、证书编号和联系电话在中标后按要求报采购人备案。人员数量发生变化时，先补充同等或更高能力人员，再办理原人员离场，避免形成岗位空缺。

岗位或资源层级	正常期配置	安装调试及高峰保障	主要使用场景	调配原则
项目服务经理	1 人	1 人，必要时增设 1 名副经理	总体协调、重大工单、月报和采购人沟通	项目唯一对外管理接口，不在关键期离岗
技术负责人	1 人	1 人，厂家工程师按需加入	疑难会诊、维修方案审核、技术培训	对跨专业问题具有技术决定权
服务调度与档案	1 人	2 人，分设白班和晚班	7×24 受理、派单、跟踪、归档和回访提醒	所有渠道统一进入工单系统
远程技术支持	2 人	3 人	电话视频诊断、日志分析、参数核对、软件指导	先远程后现场，减少无效出车
机械电气工程师	3 人	5 至 6 人	育苗线、环境箱、前置处理机、水肥设备	按设备区域和工单紧急度分片
软件与互动设备工程师	2 人	3 人	5G 展示、触摸屏、主机、VR、网络、数据库	关键展示前至少 1 人前置
无人机工程师	1 人	2 人	植保无人机、多光谱无人机、电池与数据	高风险操作必须由授权人员实施
水肥与管道工程师	2 人	3 人	泵组、过滤、施肥机、阀组和 PE 管道	按灌区分组，抢修与巡检分离
农机工程师	1 人	2 人	自走式收割机、液压、传动与季节保养	作业季前置检查，故障时快速到场
备件与物流	1 人	2 人	安全库存、领用、紧急调拨、旧件回收	关键件双人核对，紧急件全程跟踪
质量与回	1 人	2 人	服务抽查、满意度	独立于现场工

岗位或资源层级	正常期配置	安装调试及高峰保障	主要使用场景	调配原则
访			回访、整改验证	程师，直接向服务经理报告

工作负荷按“同时未关闭工单数”和“净作业工时”双指标控制。每名现场工程师同一时间原则上不超过 3 个未关闭一般工单；涉及安全隔离、重大维修或跨区域往返的工单按 1.5 至 2 个标准工单计入负荷。当团队日负荷连续 3 个工作日超过 80%，或在途工单等待时间超过承诺时限的二分之一，服务经理启动增量资源。增加人员优先顺序为远程工程师、同专业 B 角、相邻区域工程师、厂家工程师。任何工单不得因为内部排班已满而被静默排队，调度必须在受理时告知预计到场时间，并在无法满足时立即升级。

7×24 小时值守采用白班、晚班和夜间备勤相结合。正常工作日白班安排调度、远程技术、机械电气、软件和水肥专业人员在线；晚班保留能够完成电话初判、视频诊断和紧急隔离的值班工程师；夜间及节假日由值班人员统一接听，接到一级、二级故障后按照应急通信录通知专业工程师和服务经理。值班表至少提前一周发布，春节、国庆、农忙和采购人重点活动期间提前两周编制专项值班表，设置主班、副班和第二梯队。值班人员变更必须完成工单、电话、钥匙、工具和未结事项交接并由双方签字。

安装调试期的配置不按“设备到齐后统一安排”处理，而按到货批次滚动投入。每批设备到场前确认卸货、开箱、安装、调试、培训和验收的工序节拍，按照机械安装、电气连接、控制系统调试、软件

配置、运行测试和资料整理分别排人。多台设备分散安装时，编成若干作业小组，每组明确负责人、车辆、工具和负责区域；集中大型设备安装时，实行安装工程师与安全监护人员双人作业。每日收工前核对设备编号、安装位置、完成工序、测试结果和次日材料，防止设备装到现场却没有登记或被后续施工损坏。

质保稳定期的人员配置以响应速度和服务质量为中心，不以简单减少人数作为成本控制手段。项目服务经理、技术负责人、服务调度、备件管理和质量回访岗位保持固定；现场工程师实行区域责任和 AB 角制度；软件、无人机和水肥专业至少各设一名主责人员和一名可替代人员。主要岗位连续离岗超过 2 个工作日时，提前通知采购人并明确代理人。人员调整后重新核对系统权限、现场门禁、软件账号和联系信息，收回离岗人员不应保留的资料与账号。

在重大活动、集中教学展示、育苗、灌溉、飞防和收割等关键时段，服务组根据采购人计划建立“一活动一保障单”。保障单列明时间、地点、设备清单、使用人数、保障责任人、到场时间、备品备件、通信方式和撤离条件。关键时段前至少 3 个工作日完成设备体检，前 1 个工作日完成复核；活动期间安排工程师现场或就近待命；活动结束后完成状态确认和问题清单。若多个活动时间重叠，由服务经理按照安全影响、生产影响和不可替代程度排序，提前向采购人说明资源安排，不临时争抢人员。

人员配置的动态调整必须留下记录。服务经理在月度报告中列出基础配置、实际出勤、工单量、人均负荷、峰值并发、增派人数、待

补岗位和下月排班。采购人认为人员不足或服务响应不符合约定时，可以要求专项评估。经核实确属资源不足的，我公司在 24 小时内补充人员或调整班次；涉及需要厂家支持的，由服务经理负责联系并跟踪，不将协调责任转给采购人。所有增派措施以恢复时限、现场安全和修复质量为目标，不以增加人员在报表中“看起来充足”为目标。

1.6 岗位资格、授权、培训与现场准入

售后服务人员的资格管理实行岗位标准、能力评估、书面授权和项目准入四项控制。岗位标准明确学历或专业背景、工作经验、技能项目、安全要求和沟通能力；能力评估通过资料审查、实操、故障模拟和现场问答进行；书面授权明确可独立处理的工作范围、禁止事项和审批人；项目准入确认人员已完成本项目设备交底、保密要求、现场纪律和应急流程培训。只有通过项目准入的人员才能领取项目工牌、进入现场或获得远程支持权限。

岗位	核心能力要求	必须掌握的项目内容	授权边界
项目服务经理	项目组织、客户沟通、资源调度、风险判断	合同范围、设备清单、时限、升级路径、报告制度	可调动项目资源，不得擅自变更合同或设备配置
技术负责人	机械、电气、自动化、系统集成或相关专业能力	各类设备原理、故障树、测试方法、安全边界	可审核维修方案，不得越过厂家要求实施高风险改装
调度人员	服务台、工单系统、信息记录和协调能力	设备编号、联系人、故障分级、升级规则	可派工和催办，不得自行判定质量责任
机械电气工程师	机械装配、电机、变频器、PLC 外围、低压电气基础	联锁、急停、接地、传动、润滑、测试仪表	涉及持证电气作业时由具备资格人员实施
软件与互动工程师	计算机、网络、音视频、数据库或软件维护能力	账号权限、备份恢复、授权、模型库、日志	不得未经批准导出或复制项目数据
无人机工程师	无人机结构、电池、链路、RTK、相机和飞行安全知识	项目机型、检查单、禁飞条件、数据导出和厂家流程	不得在未确认空域、天气和场地的条件下试飞
水肥工程师	泵阀、过滤、施肥、压力流量、变频控制和管道	灌区划分、额定压力、冲洗、防冻和泄压流程	不得带压拆检，不得用不匹配管件替代
农机工程师	发动机、液压、传动、制动和安全装置维护能力	收割机操作边界、割台防护、季节保养	复杂总成故障及时转入授权维修资源
备件管理员	编码、仓储、物流和追溯管理能力	设备型号、批次、储存条件、紧急领用流程	不得发放标识不清或型号不明的备件
质量回访人员	质量审核、访谈、数据分析和整改跟踪能力	服务指标、记录规范、投诉流程	独立反馈问题，不受现场工程师干预

新进入项目的人员完成不少于 16 学时的项目基础培训，其中项

目概况与设备清单 2 学时，服务流程与工单系统 2 学时，现场安全与劳动防护 4 学时，保密与数据安全 2 学时，设备结构与故障树 4 学时，沟通与记录 2 学时。进入高风险作业前增加专项培训，包括低压电气与能量隔离、电池安全、无人机地面检查、带压管路、蒸汽设备、旋转机械和软件备份恢复。培训不以签到作为完成条件，必须通过书面问答和实操考核。能力不足的人员只能跟班学习，不得独立派工或对外作出技术承诺。

培训内容按“会识别、会报告、会隔离、会配合、会验证”五个层次设计。会识别是能够发现异常声音、气味、渗漏、报警、温湿度偏差、电池鼓包、桨叶裂纹、管路压力异常和防护缺失；会报告是能够准确描述时间、现象、影响、报警代码和已采取的措施；会隔离是能够在授权范围内停机、断电、关阀、泄压、疏散和设置警示；会配合是能够向远程工程师提供照片、视频、日志和测试数据；会验证是能够按照测试单确认故障是否真正消除。对于涉及设备和人身安全的操作，培训重点放在禁止事项和升级条件上，不让服务人员凭经验冒险处理。

项目服务团队实行技能矩阵管理。每名人员对应的设备类别、可独立作业、可协助作业、需监督作业和未授权四种状态在矩阵中明确。设备类别包括太阳能杀虫灯、植保无人机、多光谱无人机、5G 互动系统、育苗前处理线、光照种子发芽箱、人工气候箱、中药材前置处理机、自走式收割机、水肥一体化设备和田间管道。服务经理根据技能矩阵派工，不把陌生设备交给距离最近的工程师“顺便处理”。遇

到新型号或新版本软件时，先完成厂家资料学习和测试机演练，再进入项目现场。

电气、无人机、蒸汽、压力、旋转机械和软件管理等作业实行专项授权。专项授权至少包含有效资格或内部考核记录、作业范围、有效期、审批人和撤销条件。作业前核对授权范围，高风险作业安排监护人员。发现人员疲劳、饮酒、身体不适或情绪明显异常时，不安排登高、带电、飞行、带压或机械设备内部作业。未持有效授权的人员不得为了缩短到场时间而临时操作，监护人也不得以“只看一眼”为由代替授权人员作业。

人员安全与职业健康纳入日常管理。现场作业按规定穿戴安全帽、防护眼镜、绝缘鞋、防割手套或听力防护用品；接触电池、清洗剂、肥料、药液或粉尘时使用相应的防护装备；高温、低温和夜间作业设置轮换和补水安排；长途驾驶控制连续驾驶时间。服务人员主动报告职业伤害、交通事故、化学品接触和设备险情，服务经理组织处置并调整后续派工。任何人员都有权拒绝明显违章或超出自身能力的指令，项目奖励不以冒险作业换取响应速度。

服务质量不仅考察技术能力，也考察沟通和记录能力。工程师需要用使用人员能够理解的语言说明故障、风险和注意事项，不能用“系统问题”“换一个就好”等模糊表述结束服务。记录必须写清现象、数据、原因、措施、验证和遗留事项。发生沟通投诉时，先由服务经理听取双方说明，再安排回访或更换工程师。技术能力强但多次违反现场纪律、虚假填写记录或擅自操作的人员，从项目中撤换，不因短

期人手紧张继续使用。

培训与考核记录存入项目服务档案。记录包括人员姓名、岗位、培训日期、学时、讲师、培训内容、考核成绩、授权范围、复审日期和采购人现场准入记录。年度复审至少一次，设备升级、软件版本变更、事故案例复盘或作业范围扩大时进行专项复审。人员离开项目后及时收回授权，删除不再需要的账号和门禁权限。通过技能矩阵和授权记录，使每一次派工都有能力依据，也使人员变动后的交接能够被验证。

1.7 服务受理、故障分级与响应时限管理

售后服务实行统一入口受理。采购人可以通过 7×24 小时服务电话、项目服务群、电子邮件、书面报修单或现场服务人员转报提出需求。所有渠道均生成唯一工单编号，不允许只在聊天记录或个人手机中处理。服务调度接到来电后，先确认报修单位、联系人、联系电话、设备名称、设备编号、安装位置和故障发生时间，再询问故障现象、报警代码、影响范围、能否重启、是否发生冒烟、异味、漏电、漏水、蒸汽泄漏、机械卡阻、电池鼓包或其他危险。

受理过程中使用结构化问询，避免遗漏关键信息。对于一般故障，调度人员依次确认外部供电、水源、网络、气源、耗材、急停状态和操作界面；对于高风险故障，先要求现场停止使用、断开相应能源、远离危险部位并设置警示，再联系专业人员。调度不得指导非专业人员打开带电电柜、拆除旋转部件防护、带压拆管或进行无人机试飞。信息不完整时可以先派工、后补齐，不得因照片或编号暂缺拒绝受理。

所有口头描述经复述确认后录入工单。

故障分级以安全风险、业务影响、影响范围和是否可替代为主要依据。等级由调度初判，技术负责人可以在了解现场情况后上调或下调，但任何降级都必须记录理由并通知采购人。涉及人员安全、供电安全、压力安全、飞行安全或数据安全的情形一律先按高风险控制，待风险排除后再根据功能影响确定修复时限。

等级	典型情形	电话响应	远程初判	现场到达	恢复目标
一级紧急	冒烟、焦臭、漏电、异常高压、蒸汽或压力管路泄漏、机械可能伤人、无人机失控迹象、系统完全停机并影响生产或展示	5 分钟内回拨	15 分钟内给出停机隔离建议	2 小时内到达现场	24 小时内恢复；不能恢复时立即启用替代、隔离或临时保障
二级重大	主功能失效、温湿度严重偏差、PLC 或通信中断、泵组不能运行、施肥机失效、收割机关键功能失效、多项设备同时异常	10 分钟内回拨	30 分钟内完成初判	2 小时内到达现场	当日恢复；复杂故障 24 小时内恢复使用
三级一般	单点传感器异常、局部卡滞、显示不稳定、非关键附件损坏、一般渗漏或噪声	30 分钟内响应	30 分钟内给出处理意见	按约定时间到场，原则上不超过 2 小时	24 小时内修复或给出经确认的计划
四级咨询	参数理解、日常保养、操作、培训补课、数据导出、耗材更换	30 分钟内响应	由工程师或调度直接答复	必要时远程演示或安排现场	当日答复，复杂问题明确反馈时间

响应计时以服务调度收到有效报修信息的时间为起点，不以下班、内部转交、等待厂家或采购人重复催问作为暂停理由。电话响应以双

方接通为准；远程初判以形成故障范围、安全措施和是否到场意见为准；到场以工程师到达项目现场或采购人指定设备位置并完成报到为准；恢复以规定功能测试合格、安全防护复位并经采购人确认使用为准。工单中的每个节点由系统记录时间，手工补录必须说明原因并由服务经理审核。

外部停电、网络中断、交通管制、极端天气或现场不具备安全作业条件时，服务人员仍需完成受理、风险说明、远程支持和内部资源准备。确实导致到场或测试无法进行的，工单必须记录客观证据、已采取措施、预计恢复条件和下一次联系时间。外部条件恢复后，原有时限承诺继续执行，不能重新从零开始计时。对因采购人安排生产而需要延后作业的，在采购人确认后可以暂停相应时段，恢复时间写入工单。

同一天出现多项报修时，调度按“安全优先、生产优先、不可替代优先、承诺时限优先”排序。涉及停电、触电、压力、蒸汽、火情、无人机和机械伤害风险的先处置；影响育苗、灌溉、飞防、实验或展示的其次；一般咨询和外观问题可以远程指导或安排计划。排序变化时通知受影响的采购人联系人，说明预计影响，不把一般工单关闭后伪装成已完成，也不未经沟通改变三级故障的约定到场时间。

服务台建立升级提醒。紧急故障受理后 2 分钟未完成首轮通知，二级故障 10 分钟未派工，一般故障 30 分钟未明确责任工程师，系统自动提示服务经理。预计到场前 15 分钟，工程师联系现场确认位置、通行和接收人员；预计不能在约定时间到达时，提前至少 30 分钟说

明原因和新预计时间。到场后如需延长诊断、等待备件、联系厂家或采购人配合，工程师立即更新工单并告知下一步，不让现场长期无信息。

响应结果实行日清、周核、月评。调度每日清理未响应、未派工、未到场、待备件和临时恢复工单；服务经理每周核查超时和临近超时事项；质量回访人员在服务完成后 24 小时内抽查。统计时区分供应商责任、采购人条件、外部条件和不可抗力，但不删除原始时间。通过真实数据识别排班、路线、备件、技术或沟通瓶颈，确保承诺的 30 分钟电话响应、2 小时到场和 24 小时恢复能够持续达成。

1.8 派工调度、到场组织与超时升级

派工采用“专业匹配、区域就近、能力适配、负载均衡”的顺序判断。调度先按设备类别确定所需专业，再从技能矩阵中选择可独立作业人员；在同一能力人员中优先选择距离较近、工具齐备、熟悉现场的人员；若候选人已有较多在途工单，则比较故障等级和预期时长，避免一人同时承担多个重大工单。无人机、蒸汽压力、带电电气、软件数据恢复和农机总成等作业不得跨授权范围派工。初次派工即明确主责工程师、到场时限、现场联系人、安全要求和预计所需备件。

工程师接到派工后在 5 分钟内确认接单，10 分钟内联系采购人完成二次核实。联系内容包括故障是否仍在发生、现场是否已采取隔离、是否具备检查条件、设备铭牌和编号、是否有报警截图、车辆能否到达安装位置。需要携带专用工具、校准仪表、电脑、软件介质、备用电池或传感部件时，出发前逐项核对。发现现场描述与派工信息

不一致，应立即报告调度调整专业或增派人员，不能到达现场后才发现缺少关键工具。

到场组织包括路线、通行、工具、备件和安全五个要素。项目服务组提前建立设备位置图、联系人清单、厂区通行规则、停车位置和临时作业限制；对分散在田间的太阳能杀虫灯、管道、泵站和水肥设备，按区域打包巡检和维修路线，避免无计划的跨区往返。对进入实验、展示或育苗区域的服务，提前确认清洁、消毒、静电防护和人员限制要求。现场不具备安全条件时，在安全区域等待并同步推进远程指导，不擅自进入危险区域。

到场后的服务顺序固定为报到、复核、隔离、诊断、处置、测试、清理、说明和签认。工程师向现场负责人说明身份、工单编号、作业内容和预计影响；复核设备编号和现场状态；根据风险执行断电、挂牌、泄压、关阀、停机或疏散；使用仪表和日志确定原因；经授权实施维修或更换；按测试单验证功能和安全；清理包装、旧件和工具；向使用人员说明注意事项；最后由采购人或使用负责人确认。需要采购人配合的条件写入记录，不以口头承诺代替。

为解决“工程师已在路上但无法处理”的情况，现场服务设置两级增援。第一级由远程技术负责人在线会诊，协助读取日志、核对参数、查阅资料和准备备件；第二级由服务经理调配同专业 B 角或厂家工程师赶赴现场。增援不要求原工程师撤回，原工程师继续负责现场安全、信息传递和可完成的机械拆装工作，第二梯队负责专项技术或专用工具。通过并行处置缩短整体恢复时间，而不是让现场等待所有

专家到齐后才开始。

超时升级实行明确节点。紧急故障超过 10 分钟未联系现场、预计无法在 2 小时内到达、一般故障超过 8 小时未修复、复杂故障超过 16 小时仍有停机风险、同一设备 30 日内重复报修两次、采购人明确表示影响生产或展示时，工单进入升级状态。第一次升级由项目服务经理处理，第二次升级由公司售后负责人处理，必要时由公司分管负责人协调厂家、备件和跨区域人员。每次升级记录当前影响、已采取措施、尚缺资源、预计完成时间和替代方案。

升级机制不能成为延长承诺的借口。发生超时的，原承诺继续有效，管理层负责补充资源并承担协调责任；现场工程师每 30 分钟更新一次重大工单进展，服务经理每 2 小时向采购人反馈一次，直至恢复或形成双方确认的临时方案。无法按期永久修复时，优先采用同功能替代、旁路、分段运行、备机或厂家远程支持维持使用，同时保留永久修复工单。临时恢复必须标明风险、限制条件和后续期限，不能作为已完成关闭。

多工单并发采用调度看板管理。看板按待受理、已受理、在途、现场处理、待备件、待外部条件、临时恢复和待关闭展示，每项显示承诺时间、剩余时长、责任人和下一节点。服务经理在每日早会确认高风险工单、跨区域路线和人员重叠情况；遇突发集中故障时暂停非紧急巡检，将人员转入故障处置，但不得取消涉及安全、法定检查或采购人已确认的巡检。恢复稳定后再补做暂停的常规维护，并在月报中说明。

升级触发情形	首级责任人	增援资源	对采购人的反馈要求
紧急故障 5 分钟未回拨或 15 分钟未形成隔离建议	值班调度和技术负责人	远程专家、现场工程师	每 15 分钟反馈一次，直至安全风险受控
预计不能在 2 小时内到场	项目服务经理	第二梯队、相邻区域工程师	立即告知新到场时间，30 分钟内提供临时措施
一般故障 8 小时未修复	项目服务经理	同专业 B 角、备件物流	中午和下班前各反馈一次进展
复杂故障 16 小时仍有停机风险	公司售后负责人	厂家、区域技术、替代设备	每 2 小时反馈，重大节点随时反馈
同一设备 30 日内重复报修两次	技术负责人和公司质量负责人	厂家、质量分析人员	24 小时内提交专项分析计划
采购人书面投诉或明确影响关键生产	公司分管负责人	项目全部资源	24 小时内响应投诉，3 个工作日内提交处理方案

1.9 远程诊断、厂家协同与技术支持

远程支持是现场服务的前置环节，目标是尽快识别风险、缩小故障范围、减少无效出车，并为到场工程师准备工具和备件。远程诊断坚持“先安全、后功能，先外部、后内部，先软件、后硬件，先证据、后操作”的顺序。工程师先确认供电、水源、网络、气源、天气和现场安全条件，再查看报警、日志、照片和视频；在不拆机、不带电接触内部部件的范围内指导使用人员完成外观检查、正常重启、界面确认和简单复位。

远程诊断分为七个步骤。第一步建立联系并复述故障；第二步确

认人员和设备安全状态；第三步收集铭牌、报警、界面、日志和故障发生前后操作；第四步判断故障属于外部条件、操作、参数、通信、机械、电气或软件；第五步给出临时隔离或恢复建议；第六步决定继续远程、派工到场或升级厂家；第七步记录结论、数据、风险和后续验证。每一步的结论写入工单，不能只写“电话处理完毕”。

远程操作遵循授权和最小影响原则。涉及修改 PLC 参数、恢复系统、重置账号、升级固件、覆盖数据或删除日志时，先备份并取得采购人明确同意，由具备权限的人员操作。严禁要求采购人将设备账号、密码或涉密影像发到非授权渠道。远程桌面、视频会议和远程控制使用受控工具，服务结束后关闭临时权限。网络不稳定时转为电话指导并保留截图或日志，确保后续可复核。

不同设备的远程排查重点不同。太阳能杀虫灯重点确认太阳能板遮挡、蓄电池电压、控制器指示、光控和雨控状态、电网清洁与保护开关；植保和多光谱无人机重点确认电池状态、桨叶、RTK、图传、存储、固件版本和起降环境，任何涉及试飞的建议必须满足空域、天气和人员条件；5G 互动系统重点确认供电、显示信号、主机启动、网络、软件授权、外设连接、存储空间和备份；环境箱重点确认门封、摆放密度、水位、传感器、风道、制冷加热和程序设定。

育苗前处理线和包装设备的远程排查重点包括急停与防护联锁、变频报警、PLC 输入输出、给料起拱、皮带跑偏、称重和封口参数。水肥系统重点检查电源相序、急停、泵组、过滤器压差、阀门位置、施肥机通信、压力流量和管路分区；自走式收割机重点检查燃油、蓄

电池、液压油位、制动、割台保护、报警和是否存在泄漏，复杂液压或发动机问题不通过电话拆检。通过设备专项故障树，远程人员能够提出有针对性的检查项目，避免泛泛询问。

厂家技术协同设置三级接口。第一级为项目技术负责人的资料和故障树支持；第二级为公司技术服务部门，负责跨专业会诊和版本管理；第三级为设备制造厂家或授权服务机构，负责专用控制程序、特殊部件、设计缺陷和保修判定。服务调度建立厂家联系人和升级时限清单，任何厂家请求由服务经理统一提出，包含设备编号、版本、现象、日志、现场数据和已做测试。采购人不需要重复向不同厂家描述问题。

厂家远程会诊与现场维修并行推进。需要厂家读取后台数据或确认软件问题时，项目工程师先完成供电、网络和现场条件准备；需要厂家寄送部件时，备件物流同步核对型号、批次和预计到达时间；需要厂家工程师到场的，服务经理提前说明现场安全、工具、通行和采购人配合条件，并跟踪行程。厂家未及时反馈时，公司升级接口主动催办；不能把“厂家还没回”作为最终答复，应提供临时使用、替代或隔离方案。

远程支持也承担预防性技术咨询。采购人询问参数设置、耗材更换、设备保养、数据导出、账号权限、季节停机和复机步骤时，服务台可以直接安排专业工程师答复。一般咨询在 30 分钟内回复；需要查阅手册或厂家资料的，先给出受理编号和预计反馈时间。对于可能影响安全的咨询，先说明禁止事项，再安排现场指导。常见问题整理

成操作卡和问答清单，采购人可重复使用，但设备版本和参数变化时及时更新。

技术支持资料实行版本控制。设备手册、接线图、软件安装包、授权文件、参数基线、故障树、检查单和培训资料按设备类别及型号归档，记录版本、来源、适用设备和更新时间。现场工程师不得使用来源不明的破解软件、非授权固件或与设备不匹配的参数。软件升级前确认兼容性、备份配置、准备回退版本，并在小范围验证后再批量实施。升级完成后复核授权、接口、数据和关键功能，更新设备台账。

远程支持完成后，由调度根据情况关闭咨询工单或转入现场工单。若远程建议已解决操作问题，需在 24 小时内回访确认没有再次发生；若属于间歇性故障，设置观察期并记录出现条件；若远程判断必须现场处理，立即携带诊断结论、所需工具和备件派工。通过远程与现场的数据连续传递，避免采购人反复描述，也避免工程师到场后从头开始排查。

1.10 备件供应、物流调拨与追溯管理

备件保障按照设备关键性和故障影响实行分类管理。A 类为直接影响安全、生产、实验或展示且不易现场修复的部件，如关键控制模块、专用传感器、无人机关键部件、泵组密封和重要电气保护件；B 类为常见易损件，如滤芯、皮带、保险、端子、开关、喷嘴、密封件和一般灯具；C 类为通用耗材和低值件。A 类建立项目专用或优先调用库存，B 类保持安全库存，C 类按常规库存补充。具体型号根据最终中标产品配置确认，不凭采购清单名称猜测。

安全库存不是固定数字，而是根据设备数量、历史消耗、采购周期、故障后果和供应稳定性动态确定。项目启动时由技术负责人提出首轮清单，备件管理员核对型号、批次和储存要求；设备运行后按近三个月消耗、缺货次数和厂家交期调整。关键件至少保持一套可替换资源或明确的厂家紧急供应渠道；不常用但停机影响大的部件，与厂家签订优先发运安排。备件库存每月盘点，低于下限即补货，账实不符时暂停出库并查明原因。

项目现场配置便携备件包，服务车辆配置常用周转包，公司或区域仓库提供后续支援。便携包包括与项目设备匹配的保险、端子、扎带、标识、清洁用品、常见密封件、过滤件、检查用耗材和经确认的易损件；服务车根据专业配置万用表、绝缘表、工具、电脑、线缆、继电器、传感器及紧急抢修件。备件包每周清点，使用后当日补录，不把未核对型号的零件装入通用盒。电池、清洗剂、消毒剂和压力件按相应储存和运输规定管理。

调拨层级	适用情形	启动条件	承诺动作
工程师随车件	常见故障、可在现场快速更换	派工时由远程初判或巡检发现	出发前核对型号和数量，30 分钟内确认齐备
项目备件包	重复故障、关键易损件、现场短期替代	库存低于下限或工单预计需要	调度锁定备件，工程师领用时双人核对
区域仓库	项目备件包缺货、同专业多工单并发	服务经理确认无法满足时限	优先安排当日或次日紧急发运，全程反馈物流节点
厂家或授权渠	专用模块、核心总	项目与区域	服务经理统一升级，

调拨层级	适用情形	启动条件	承诺动作
道	成、软件授权和保修判定	均无适用件	提供临时替代或限制使用方案

备件领用实行“工单关联、型号核对、批次记录、旧件回收”四项要求。工程师领件时填写工单编号、设备编号、旧件信息、新件型号和数量；备件管理员核对适用性后出库；安装后记录序列号或批次、安装时间、测试数据和保修期；更换下来的旧件按采购人确认回收、留样或报废。涉及产品质量分析的旧件单独标识，不在现场随意拆解或丢弃。无法确认旧件状态时，暂不判定责任，先保证设备恢复。

紧急调拨时，调度建立物流跟踪单，记录发运时间、承运方式、单号、预计到达、接收人和异常情况。服务经理评估是否需要由工程师随身携带或专人送达；对影响安全或关键生产的部件，优先使用同规格、同等级的正规件，必要时采用经采购人同意的临时替代。替代件不得降低设备安全性、关键参数和系统兼容性，使用范围和恢复期限写入工单。替代期间加密监测，永久件到货后及时更换并重新测试。

电池、光学部件、传感器、精密仪表和制冷部件的储运要求单独管理。电池避免高温、挤压、短路和受潮，运输前检查外观和荷电状态；光学和精密件防尘、防震、防潮；密封件避免暴晒和过期；电子模块使用防静电包装。备件库房设置待检、合格、隔离和报废区域，标识清楚。发现包装破损、受潮、过期、序列号异常或来源不明时，不进入维修使用流程，按不合格品处理。

备件消耗与设备故障关联分析每月开展一次。分析内容包括 A 类件消耗、重复更换、同批次异常、缺货等待、替代使用和旧件质量反

馈。若某类备件消耗异常升高，技术负责人调查是否存在安装问题、操作条件、环境因素或产品批次问题；若因供应周期导致到场超时，调整安全库存和厂家协同方式。采购人可以通过月报了解备件使用和更换情况。所有数据以工单和库存记录为依据，不以口头估算替代。

质保期结束时进行备件与档案交接。服务组列出已更换部件、仍在保修期的部件、建议保留的易损件、厂家供货渠道和后续维护建议。属于项目资产且合同约定移交的备件，按清单核对数量、型号、批次和状态；临时借用的工具或替代件按约定归还或转为正式配置。质保期结束不意味着设备运行信息被删除，采购人需要技术咨询时仍可通过服务入口查询历史记录，具体维修和备件政策按合同执行。

1.11 服务监测、考核与持续改进

售后服务以可测量指标进行监测，不把“随叫随到”“服务周到”作为无法验证的承诺。指标覆盖受理、响应、到场、修复、回访、重复故障、备件、培训、安全和满意度。服务调度负责原始数据，技术负责人负责技术指标审核，质量回访人员负责独立抽查，项目服务经理对最终结果负责。数据由工单、系统日志、现场记录、物流单、培训签到和采购人确认共同支撑，不允许为了完成指标倒填时间或关闭未解决问题。

指标	计算口径	目标值	监测频次	异常处理
报修受理率	形成工单的报修数除以有效报修数	100%	日	未成单立即补录并查明原因
30 分钟电话响应率	30 分钟内接通并完成初询的工单数除以应响应工单数	100%	日	超时通知服务经理
2 小时到场率	2 小时内到达现场的适用工单数除以应到场工单数	100%	日	不能到场立即升级并说明替代措施
24 小时恢复率	24 小时内恢复使用的复杂故障数除以复杂故障数	达到 100%，特殊情况经确认并持续跟踪	日	提供替代或临时方案
一次修复率	首次处理后 30 日内同一原因未复发的工单比例	不低于 95%	月	开展根因分析
重复故障率	30 日内同一设备同一质量问题再次报修的比例	不高于 5%	月	启动更换或专项整改评估
记录完整率	必填字段、测试数据、签字和附件齐全的工单比例	100%	周	退回补正并培训
回访及时率	服务完成后 24 小时内完成回访的比例	100%	日	质量岗补访并通报
培训覆盖率	应培训人员实际完成培训且考核通过的比例	100%	项目节点	安排补训
服务满意度	有效回访中满意和基本满意占比	不低于 95%	月	分析不满意项并整改

指标目标根据招标文件和合同要求执行，本方案中的 95%等管理

目标不低于法定和合同底线。对于因采购人外部条件或不可抗力未达成的工单，统计时单列原因，但不删除工单、不改变原始记录。适用指标只统计符合响应条件的事件，例如不需要现场处理的咨询不统计到场率；安全风险和关键生产工单单独统计。服务经理在月报中同时呈现总体数据和未达标明细，让采购人能够判断真实服务水平。

项目启动后开展首月基线评估。由于设备刚交付、使用人员不熟练、环境条件仍在磨合，首月重点观察安装遗留、操作错误和参数偏差，不简单以故障数量评价产品质量。服务组记录每台设备的调试参数、首次运行状态、培训后的常见问题、易损件消耗和环境影响。第二个月起开展趋势比较，识别某类设备是否存在安装集中问题、某岗位操作困难、某个时段供电或网络不稳定，再调整巡检和培训。

质量回访独立于现场服务。回访人员在服务完成后 24 小时内联系采购人，确认是否按承诺响应和到场、设备是否恢复、故障是否复发、现场是否清理、工程师是否说明风险和使用注意事项、是否仍有影响使用的问题、对服务态度和技术能力的意见。回访不诱导评价，不以小礼品换取满意结果。采购人表示问题时，回访人员重新打开或新建工单，指定责任人和期限，完成后再次确认。对回访无法联系的情形，记录尝试时间，不直接视为满意。

每月召开服务分析会，使用故障数量、故障类别、响应时间、停机影响、备件消耗和满意度等数据，按影响排序。会议输出三类事项：立即措施，解决当前未关闭和重复故障；预防措施，调整巡检、培训、参数或环境条件；改进项目，涉及工具、备件、流程、人员或厂家协

同。每项明确负责人、完成时间、验证方法和采购人需要配合的事项。下月会议首先检查上月措施是否有效，不以提交报告作为完成。

重大故障和重复故障实行个案复盘。复盘内容包括事件时间线、发现方式、安全隔离、响应和到场节点、诊断依据、临时和永久措施、测试数据、采购人影响、沟通情况和防止复发安排。分析区分直接原因、间接原因和系统原因，避免简单归责个人。如果属于安装或服务原因，修订作业指引并开展专项培训；属于产品批次或设计问题，推动厂家分析和更换；属于使用条件问题，提出书面改进建议并补充培训；属于外部供电、网络或施工破坏，协助采购人明确责任和防护措施。

人员考核与项目整体指标相结合。个人考核关注响应及时性、修复质量、安全合规、记录完整性、客户沟通和团队协作；团队考核关注重复故障、超时、备件供应和跨专业协同。对故意隐瞒、虚假记录、违规操作、泄露数据或拒绝合理派工的人员执行纪律处理；对发现隐患、提出有效改进、主动补位和获得采购人书面认可的人员给予激励。人员考核结果用于培训、岗位调整和项目续用，不用于替代质量原因调查。

服务改进遵循计划、执行、检查、处置的循环。计划阶段明确问题和目标；执行阶段落实人员、工具、备件、培训或流程调整；检查阶段通过工单数据、现场抽查和采购人回访验证；处置阶段把有效措施写入服务手册并推广，对无效措施重新分析。改进事项在下一季度复盘时验证，至少观察一个完整使用周期。通过持续改进，把单次维

修经验转化为后续巡检、培训和备件计划的依据。

1.12 服务联系信息、沟通机制与责任承诺

为满足招标文件关于明确售后地址、售后负责人、联系人和联系电话的要求，投标人应在正式投标文件中将下表信息据实填写完整，并与商务部分、法定代表人授权和合同联系人保持一致。下列字段不得使用虚假地址或无法接通的号码；项目执行期间发生变化的，提前书面通知采购人并同步更新设备服务卡、服务群和系统台账。

项目	拟填报内容
投标人名称	禹州市千迅农业有限公司
售后服务地址	禹州市钧台街道钧官窑路 195 号 2-201 室
项目服务经理	丁阳
售后负责人	丁阳
24 小时服务电话	15343748888
备件联系人及地点	15343748888

服务沟通采用固定接口和分级处理。日常报修由服务调度受理，技术问题由技术负责人解释，涉及合同、人员、重大资源和投诉的事项由项目服务经理对外，重大问题升级至公司售后负责人。采购人可以随时联系任一渠道，但所有事项最终进入统一工单，避免不同人员给出不一致的时限。会议和现场沟通形成纪要，明确问题、责任、完成时间和确认方式。口头沟通涉及承诺或范围变化时，24 小时内补齐书面记录。

我公司承诺在合同约定范围内提供不少于 1 年的质保服务。质保

期内，因产品本身、安装调试或配置原因产生的故障，免费维修和更换合格部件；因采购人不当操作、未经授权改装、外部施工损坏或超出合同范围造成的问题，先说明判断依据、修复方案和费用，经采购人确认后实施。对同一质量问题连续两次维修仍不能正常使用的，按招标文件要求更换同品牌、同型号全新产品并安装到指定地点。更换产品完成测试和资料更新后方可办理确认。

服务人员遵守采购人的现场管理、安全、保密和生产安排，不以任何形式向无关人员泄露项目设备、网络、账号、数据、影像和采购人信息。进入项目现场前接受现场交底；涉及停机、断电、关阀、拆管、试飞、软件升级或数据恢复时，取得采购人确认。服务结束后清理现场并提交记录。对采购人提出的投诉，我公司在 24 小时内响应，3 个工作日内提出处理方案并跟踪整改；属于我方责任的延误和质量问题，按合同承担相应责任。

我公司理解售后服务承诺将作为投标文件和合同组成部分，接受采购人监督。服务指标未达到承诺时，不通过修改统计口径、删除工单或要求采购人放弃反馈来规避责任。确因外部条件无法即时完成的，提供客观说明、临时保障和下一节点。通过固定联系人、明确岗位、可核验的响应记录和现场支持资源，使采购人能够在需要时找到人、找到责任、找到处理路径，并能够根据结果对服务进行评价。

二、现场支持能力

2.1 服务范围与总体安排

服务范围

售后服务覆盖第一标段全部设备及配套软件、随机附件、线缆、管路和安装工程。服务内容包括到货接收与开箱检查、安装条件复核、现场安装、单机调试、系统联调、试运行、操作培训、维护培训、验收配合、质保维修、预防性巡检、软件维护、数据备份、备件供应、技术咨询、故障应急处置和质保期满前的全面检查。田间灌溉主管道支管道除材料和安装质量外，还需要关注通水试验、压力保持、接口密封、排气、防冻和后期破损修复；无人机和 5G 互动设备涉及软件、数据及飞行安全，需要在故障处置中同时考虑设备保护、数据完整和操作安全。

服务覆盖采购人指定的项目实施地点及后续合理变更地点。设备在项目范围内因展示、教学、试验或示范需要发生位置调整时，我公司配合完成迁移前的状态确认、迁移后的接线检查、功能复核和安全确认。未经采购人书面确认，不对设备进行改变技术性能、改变保修范围或引入未经许可软件的作业。

设备构成及服务关注点

序号	设备或系统	数量	主要服务关注点
1	太阳能杀虫灯	35 台	太阳能板、蓄电池、控制器、诱集光源、高压电网、雨控光控、灯杆和接地
2	植保无人机	1 台	电池、充电系统、药箱、泵、喷头、雷达、相机、RTK、飞行控制和固件
3	多光谱无人机	1 台	多光谱相机、光强传感器、RTK、图传、存储介质、航线数据和处理软件
4	中药 5G 系统及设备	1 套	55 英寸触控显示、VR 设备、传感控制器、互动软件、模型库、网络和数据安全
5	中药材育苗前处理设备	1 套	给料、输送、混合、包装、PLC、变频器、联锁、电机、减速机和防护罩
6	光照种子发芽箱	1 套	制冷、加热、加湿、LED 光照、温湿度传感器、风道和控制程序
7	人工气候箱	1 套	温湿度控制、新风交换、压缩机制冷、加湿水箱、LED 光照板和程序控制
8	中药材前置处理机	1 套	蒸汽管路、安全阀、滚筒、喷淋计量、PLC、PT100、风机、气动阀和 304 不锈钢部件
9	自走式收割机	1 台	发动机、液压行走、密封驾驶室、割台、剥皮、还田、清选、卸粮和制动系统
10	水肥一体化设备	2 套	离心泵、砂石和叠片过滤、变频柜、施肥机、语音控制、阀门、仪表和通信
11	田间灌溉主	DN110 为	压力、接口、管路破损、排气、

序号	设备或系统	数量	主要服务关注点
	管道支管道	2700 米，DN63 为 3000 米	冲洗、水锤、冻害和不同管径连接

设备服务策略按照“软件与硬件并重、维护与操作并重、单机与系统并重”的原则制定。对无人机、气候箱和中药材前置处理机等具有较高安全风险的设备，严格执行授权操作和专业维护；对 5G 互动系统，先判断外设、网络、主机和软件层级，避免未经备份就重装或恢复；对水肥系统和灌溉管路，先确认水质、压力、供电和阀门状态，再进行拆检。所有设备建立一机一档，记录编号、安装位置、责任人、配置版本、保修起止日期、维修历史和备件更换情况。

服务目标

服务目标包括：报修受理率达到 100%；有效报修后 30 分钟内完成电话响应；需要现场处理的故障 2 小时内到达现场；一般故障当日修复，复杂故障 24 小时内恢复使用；因缺少备件或外部条件不能按期修复时，提供可用替代方案；同一质量问题连续两次维修仍未解决的，按规定更换同品牌、同型号新产品；月度服务记录完整率达到 100%；采购人培训覆盖率达到 100%；重大活动、农时关键期和节假日服务保障不中断；质保期内服务满意度达到 95%以上。

服务目标以可测量数据为基础，不以口头承诺代替结果。每月形成服务月报，内容包括报修数量、故障分类、响应及时率、到场及时率、首次修复率、重复故障率、备件消耗、培训情况和下月计划；每

季度开展一次服务复盘，对高频故障、超时工单、备件缺口和操作风险提出整改措施；质保期结束前进行设备全面状态评估，向采购人提交保修期总结和后续维护建议。

总体服务安排

合同签订后 5 个工作日内完成服务团队任命、服务台开通、项目设备台账建立、售后联系人和联系方式确认、备件初步配置和现场勘察计划；设备到货前完成安装条件清单复核，包括电源容量、接地、网络、场地尺寸、通风、排水、蒸汽源、水源、运输通道和吊装条件；设备交付后按安装调试计划分批实施，做到到货、安装、调试、培训和验收资料同步推进；项目验收后进入 1 年质保服务期，执行日常远程支持、定期巡检、季节性和关键时段保障。

服务资源按照项目实施期和质保期分阶段配置。安装调试期以现场工程师和厂家技术支持为主，重点保障开箱验收、组装接线、单机调试和系统联调；试运行期加强夜间和高峰时段值守，观察温湿度、压力、流量、飞行、网络和软件稳定性；稳定运行期以巡检、培训、远程支持和备件管理为主；农时关键期、重大展示活动和极端天气前启动专项保障，提前完成设备体检和备件预置。通过阶段化管理，使人员和技术资源与设备生命周期相匹配。

服务界面与职责边界

采购人负责提供必要的现场进入条件、设备使用人员、项目现场联系人以及与供电、网络、供水、蒸汽等外部条件相关的协调支持；我公司负责按合同提供合格产品、安装调试、培训、保修、维修和备

件服务。对于因外部供电中断、网络运营商故障、未经授权的拆改、超范围操作或不可抗力造成的停机，我公司在接到通知后仍先提供技术支持和风险控制建议，协助采购人查明原因、恢复条件并尽快修复。涉及设备本体质量的故障，不以外部原因为由拖延处理；涉及第三方系统的，主动配合界定界面并推动解决。

每次现场服务由采购人或使用负责人确认设备状态、服务内容、更换部件、离场时间和遗留事项。对于需要在设备运行状态下观察的故障，服务工程师与使用人员共同确认安全条件后进行测试，不得擅自改变工艺参数。对于可能影响生产安排或展示活动的维修，提前提交作业时间、影响范围和安全措施，尽量采用分段停机和旁路替代方式降低影响。

2.2 现场支持组织与资源配置

现场支持总体模式

现场支持采用“项目服务组常备、专业工程师分片、厂家技术资源兜底、关键时段前置保障”的模式。安装调试和试运行阶段安排固定现场负责人，质保期保持 24 小时可调度状态，根据设备分布、故障等级和活动安排派出工程师。对于同一天出现多起工单的情况，服务经理按影响程度排序，优先保障涉及安全、生产、实验和展示的设备，同时安排第二梯队处理一般工单。现场服务不以单次维修为终点，还包括设备状态评估、隐患处理、操作纠偏和预防性维护建议。

现场工程师携带统一服务包，包括常用工具、测量仪表、安全防护用品、清洁用品、备件、标签、服务单和移动通信设备。出发前与

采购人确认现场条件，避免因缺少登高工具、电源、网络或备件造成二次往返。到场后遵守现场管理制度，办理出入手续，设置必要的警示区域，不吸烟、不随意动用与维修无关的设施，不擅自拍摄无关人员和场景，不向无关人员泄露项目数据。

服务驻点与人员机动

质保期内设置项目服务联络点和机动服务车辆，安排专业人员承担日常巡检和应急出动。服务点配置常用备件、维修工具、检测仪表和服务资料，具体地址、负责人和电话在合同签订后向采购人书面提供。若项目现场距离服务点较远，采用“固定巡检日＋重点时段驻场＋应急直达”的方式，减少到场时间。安装调试期在设备集中交付和联调阶段安排现场值守，确保问题当日发现、当日处理。

对春季育苗、田间灌溉、飞防作业、教学展示和验收检查等关键时段，提前统计计划，安排工程师前置到场或保持现场附近待命。遇到多台设备同时安装或集中培训，实行分组作业：安装组负责机械电气连接，调试组负责参数和功能验证，培训组负责使用和维护讲解，资料组负责记录和签字。各组通过每日碰头会更新进度，防止设备装完未调、调完未训、训完未验收。

工具与检测仪表配置

工具或仪表	用途	配置要求
数字万用表、钳形电流表、绝缘电阻测试仪	供电、线路、电机、加热和绝缘检查	定期校验，测量前确认量程和 CAT 等级
相序表、接地电阻测试仪	三相供电、相序和接地检查	涉及变频柜、泵组和大型设备时使用

工具或仪表	用途	配置要求
PLC 编程电缆、笔记本电脑及授权软件	控制器状态、备份、参数核对和故障日志	专用账号管理，禁止使用未授权软件
温湿度记录仪、红外测温仪	气候箱、发芽箱、环境设备和电气接点检查	校准记录可追溯
压力表、流量计、便携水质检测工具	水肥系统、过滤器和田间管道检查	与现场量程匹配，测试后清洁归位
无人机检测工具和备用桨叶、充电器	无人机日常检查、校准和基础维护	电池按安全要求储存和运输
管路切割、热熔、试压和堵漏工具	PE 管道维修和压力试验	符合管径和压力等级要求
机械拆装工具、扭矩扳手、拉马、水平尺	电机、减速机、输送、混合和农机维护	按设备要求使用，不代替专用工具
安全帽、绝缘手套、护目镜、防滑鞋、警示带	现场人身安全和区域隔离	作业前检查，损坏即更换
标签打印机、移动终端、记录表	设备编号、线路标识、工单和验收记录	记录内容清晰、可追溯

工具和仪表实行领用、归还和校验台账。每次维修前检查量程、电池和完好状态，使用后清洁并放回指定位置。专用工具和仪器由技术负责人指定人员保管，未经培训不得使用。需要厂家专用诊断软件或设备时，由技术负责人提前协调，确保版本匹配和操作授权。

备件配置与供应

常用备件按照“故障频率高、停机影响大、采购周期长、现场不易替代”的原则配置。项目启动时建立专用备件清单，质保期内保持安全库存；每月根据工单消耗和库存预警补充；紧急故障可先领用后

补单，但必须记录设备编号、旧件状态和更换原因。备件入库前核对型号、批次、适配设备和质保期限，禁止使用来源不明或不符合原设备要求的部件。

备件类别	建议储备内容	配置目的
太阳能杀虫灯	光源、控制器、小型蓄电池、保险件、接线端子	快速恢复夜间诱虫和自动控制功能
无人机	桨叶、喷嘴、药泵易损件、充电模块、存储卡、连接件	支持日常作业和常见故障处理
5G 互动系统	视频线、网络线、电源模块、适配器、固态存储介质、输入设备	快速排查外围硬件和恢复展示
育苗线	传感器、继电器、保险、按钮、皮带接头、轴承、气缸附件	缩短机械电气停机时间
气候箱和发芽箱	温湿度传感器、风机、加热件、加湿件、灯板电源、门封	维持实验环境稳定
前置处理机	PT100、阀门密封件、计量泵易损件、继电器、气动件	保障温度测量、喷淋和流程控制
收割机	滤芯、皮带、保险、传感器、液压接头和常用密封件	支持季节性使用和快速检查
水肥设备	压力表、传感器、阀门密封件、过滤芯、接触器和接线件	保障泵组、过滤和施肥控制
PE 管道	DN110 和 DN63 抢修接头、密封件、堵漏件	快速处理接口渗漏和局部破损

备件更换遵循“同规格、同等级、可追溯”原则。涉及安全、计量、压力、电气保护或无人机飞行安全的部件，必须使用符合设备技术要求的正规备件。更换下来的旧件由采购人确认后按约定回收或处

置，不能随意丢弃在现场。质保期内因产品质量原因导致的备件更换不向采购人收取费用；因不当操作、外部损坏或超出保修范围造成的损坏，先书面说明原因、方案和费用，经采购人确认后实施。

到货、安装和调试支持

设备到货前，服务工程师协助复核安装场地和配套条件，检查地面承载、运输通道、电源容量、接地、网络、排水、通风、蒸汽和水源条件。到货后与采购人共同开箱，核对品牌、型号、数量、外观、附件、说明书、合格证明和随机文件，发现包装破损、缺件或外观异常立即拍照记录并按程序处理。未经确认不将设备投入安装，以免后续责任界面不清。

安装时按照设备说明书和项目技术方案执行，做到线缆标识清晰、管路连接可靠、接地和保护装置完整、运动部件防护到位、软件版本和配置记录准确。对育苗线、5G 互动系统和灌溉系统等成套设备，先完成单机检查，再进行联锁、通信和系统联调，避免故障叠加。调试完成后进行空载、负载、连续运行和必要的安全测试，记录关键参数和测试结果。

调试中发现参数与技术文件或现场条件不一致时，先记录、分析并征得采购人同意，不擅自降低设备性能或改变使用功能。需要调整安装位置、增加配套或修改外部条件时，书面说明原因、影响和完成时间。安装调试期间产生的包装物、边角料和旧件集中收集，保持现场整洁，不影响采购人的正常秩序。

试运行与验收支持

设备安装调试后安排试运行。试运行时间根据设备类型确定：电子显示和软件系统进行连续开机、触控、网络和功能切换测试；气候箱和发芽箱进行温度、湿度、光照和程序运行测试；育苗线进行不同物料状态下的给料、输送、混合和包装测试；水肥系统进行压力、流量、过滤、施肥和阀门联动测试；无人机进行地面检查、参数校准和经批准的条件测试；收割机进行安全检查和规定条件下的空载或作业测试。

试运行期间服务人员记录启动、运行、停机和恢复过程中的异常，建立基线数据。采购人验收时，提供设备清单、安装记录、调试记录、培训记录、随机资料、备件清单和试运行报告，配合核对品牌、型号、数量、技术参数和功能。对验收提出的整改事项列出责任人、措施和完成时间，整改后重新测试并书面确认。未经培训和确认操作的设备，不直接交付使用。

预防性维护计划

设备类别	日常检查重点	月度维护	季度维护	年度维护
太阳能杀虫灯	灯杆、太阳能板、亮灯、雨控、电网清洁和安全警示	清洁板面、检查电池和接线、试亮灯	检查控制器、绝缘、接地和高压电网	评估电池容量、紧固全部连接、更换老化件
无人机	桨叶、电池、药路、喷头、雷达、相机和固件	清洁、校准、检查存储和日志	检查电机、泵、线束和电池健康	全面拆检评估、更新保养建议
5G 互动系统	屏幕、触控、VR、网络、软件授权和外设	清理缓存、检查线缆、备份配置	核对模型库、账号、日志和存储	全面功能测试、软件版本评估
育苗线	给料、输送、混合、包装、联锁、急停和防护	润滑、紧固、清理积料、检查皮带	检查减速机、轴承、变频和 PLC	更换易损件、全面校准和试运行
环境箱体	温度、湿度、光照、门封、排水和风机	清洁内胆、检查水位和传感器	检查制冷、加热、加湿和风道	校准温湿度、检查制冷系统密封
前置处理机	蒸汽压力、安全阀、滚筒、喷淋和排湿	清洁、检查计量泵和温度显示	检查阀门、风机、PLC 和联锁	校验传感器、更换密封件和安全检查
收割机	发动机、液压、制动、割台和报警	清洁散热器、检查滤芯和皮带	检查液压管路、传动和安全装置	季节性保养、全面检查和封存建议
水肥设备	泵、压力、流量、过滤、施肥和电气保护	冲洗过滤器、检查接头和电压	检查变频柜、阀门、仪表和通信	校验压力表、保养泵组和全面试压
PE 管道	压力、接口、阀门、排气和外部损伤	巡视明显渗漏和暴露段	检查压力保持和支撑	结合使用周期进行整体评估

预防性维护由服务组按计划实施，具体日期与采购人协商，避开生产和展示高峰。维护前确认停机范围和替代安排，维护后记录测试

数据、更换部件和遗留风险。对无法立即处理的隐患，标注风险等级和计划完成时间，不把巡检做成简单签字。采购人自行完成的日常清洁和基础检查由我公司提供简明清单和培训，服务工程师在巡检时复核执行情况并纠正不当操作。

农时与关键时段现场保障

中药材育苗、播种、田间管理、飞防、采收和展示活动具有明显时间窗口。服务组在关键时段前两周收集设备使用计划，提前检查电源、网络、耗材、电池、水源、管路、软件和数据存储，提前完成易损件更换和备件预置。关键时段安排值班工程师和备用设备，服务经理保持通信畅通，遇到故障优先到场。若采购人需要在非工作时间进行设备演示或培训，提前确认人员和时间，服务组按计划提供支持。

节假日和重大活动前进行“设备体检”，检查设备是否能够在规定参数下连续运行，检查安全保护、报警、急停、门锁、接地、管路和消防条件。活动期间安排现场或就近待命，活动结束后完成状态复核和记录。遇到暴雨、大风、低温、冰雪、高温和雷电等天气，提前发布保护建议，对室外太阳能灯、无人机、PE 管道和田间水肥设施采取加固、排水、防冻和停机措施，天气恢复后逐项复检。

设备专项现场支持

太阳能杀虫灯

现场服务先检查灯杆基础、紧固、接地和周边安全距离，再检查太阳能板朝向、遮挡、表面清洁和线缆防水。夜间或遮光条件下验证光控功能，模拟降雨检查雨控保护和恢复，检查高压电网清洁、绝缘

和过流短路保护。对电池容量下降、亮灯时间不足或控制器异常，先测量充电和放电状态再更换部件。高压部件维护前必须断电并确认残余电荷释放，严禁在带电状态下用金属工具清理电网。

服务人员向使用人员说明清虫、清洁板面和检查电池的安全方法，提醒雷雨、检修和长期停用时按规程操作。更换灯源、电池或控制器后，连续观察亮灯和控制功能，记录电压、电流和恢复时间。对高压电网产生异常电弧、绝缘破损或保护失效的设备立即停用并隔离，待修复和测试合格后再投入使用。

植保无人机

植保无人机现场支持包括机体、桨叶、电机、药箱、泵、喷头、雷达、相机、RTK、电池和充电系统的检查。飞行前核对外观、紧固、电池状态、固件版本、定位信号、避障状态、喷洒流量和遥控链路；发现桨叶裂纹、电机异响、药液渗漏、喷头堵塞或传感器异常时停止使用。涉及飞行测试时，由具备操作能力的人员在符合安全条件的情况下进行，测试区域与人员保持安全距离。

电池按照说明书进行充放电和存放，避免高温、潮湿、鼓包和碰撞；药液系统维护后进行清水冲洗，防止残留腐蚀；喷头、过滤和泵按故障现象逐级排查，不盲目放大流量。作业结束后检查机体、桨叶和药路，记录飞行时间、作业面积、异常提示和电池循环次数，为下次使用提供依据。飞行安全风险管理贯穿故障处理全过程，不因维修任务而忽略天气、空域和人员安全。

多光谱无人机

多光谱无人机的现场支持重点是相机、光强传感器、RTK、图传、存储和数据处理。检查镜头是否清洁、相机波段是否正常、存储空间是否足够、时间同步和定位状态是否稳定；发现异常影像、数据缺失或姿态偏差时，先导出日志和样片，再判断是相机、存储、定位还是软件问题。更换或调整相机部件后，按照设备要求进行校准和试飞，确认多期数据具有可比性。

服务人员指导使用人员正确备份原始影像、元数据和航线文件，避免在传输过程中拔除存储介质。涉及软件升级和数据格式转换时，先在测试环境验证，再在项目设备上实施，并保留回退版本。数据由采购人管理，我公司仅在授权范围内读取必要日志，不擅自复制、传播或用于项目之外用途。

中药 5G 系统及设备

5G 互动系统现场服务按照“供电—显示—主机—网络—软件—内容—外设”的层级排查。先确认屏幕、触控、音视频、VR 设备、传感器和控制器供电正常，再检查主机启动、软件授权、数据库和网络连接；对触摸偏移、画面卡顿、传感器无响应、模型加载慢或互动流程异常，分别检查驱动、线缆、缓存、版本和硬件状态。处理前备份配置、用户数据和原始内容，不在未经确认的情况下重建系统。

软件维护建立版本台账和变更记录，升级前检查兼容性并准备回退方案；更换显示、主机或 VR 设备后，重新进行分辨率、触控、声音、定位和互动流程测试。账号实行分级管理，远程访问需经采购人授权并保留日志，服务结束后关闭临时通道。涉及展示数据和个人信

息的，按照最小必要原则处理，离开现场前清除临时文件。

中药材育苗前处理设备

育苗前处理线的现场支持从给料、输送、混合、包装和电控联锁逐段检查。先确认急停、防护罩、过载和报警正常，再检查皮带张紧、跑偏、轴承、减速机、搅拌轴、出料口、包装机构和气路。对混合不均、给料堵塞、皮带打滑、包装误差或 PLC 报警，先清理物料和确认传感器，再检查机械和参数。任何进入料仓、混合机和输送机构内部的作业都必须断电、挂牌并确认设备完全停止。

联调时确认各单机转速、输送顺序、启停联锁和故障停机逻辑，避免后级设备堵塞时前级继续给料。对包装计量和称重误差，使用标准物料或经确认的方法进行复核，记录调整前后数据。维修后先空载运行，再少量投料，最后按要求进行连续运行测试。安全防护网、护罩和急停装置缺失或失效时不得恢复生产。

光照种子发芽箱和人工气候箱

环境箱体服务先核对设定值、实际值、传感器读数和环境条件，检查门封、排水、水箱、风机和风道。温度偏差先排除开门频繁、摆放过密、风道遮挡和传感器污染，再检查加热、制冷、风循环和控制器；湿度异常先检查供水、加湿器、排水和传感器，避免直接向箱内大量加水。制冷系统维护由具备能力的人员进行，制冷剂相关操作遵守安全和环保要求。

光照异常检查灯板电源、连接、控制程序和光谱组件，确认不同层照度可调且无明显遮挡。维修后使用校准仪表进行多点测量，记录

稳定时间、均匀性、波动和恢复情况。传感器更换后进行比对，确认显示值与实际值偏差在设备要求范围内。箱体内胆清洁使用不腐蚀材料，避免水进入电气部件。

中药材前置处理机

前置处理机涉及蒸汽、压力、旋转滚筒、喷淋计量和排湿，现场服务先确认设备停机、蒸汽隔离、压力释放和警示到位。检查安全阀、压力表、管路、气动阀、蒸汽接头和排水，任何蒸汽泄漏都按高风险处理，不在带压状态下紧固或拆检。滚筒、搅拌轴和物料接触部分检查磨损、堵塞和清洗状态，喷淋系统检查计量泵、过滤、管路和喷头，PLC 故障先导出报警和程序备份。

恢复运行时先进行空载和低温检查，再逐步引入蒸汽和物料，确认温度控制、喷淋计量、风循环、排湿和程序联锁正常。安全阀校验、压力容器附件和蒸汽系统维护按照相关管理要求执行，不擅自调整安全保护值。维修完成后清理物料残留，检查防护装置和急停功能，记录温度、压力、计量泵流量和试运行结果。

自走式收割机

收割机现场服务先检查发动机油液、冷却、燃油、蓄电池、液压油位、轮胎或履带、制动、灯光和报警，再检查割台、输送、剥皮、清选、还田、卸粮和驾驶室控制。液压系统故障检查压力和渗漏时必须防止高压油喷射，拆检前泄压并更换合格密封件；发动机和传动系统出现异响、过热或动力下降时停止重负荷作业，避免故障扩大。

季节性使用前进行保养和空载试运行，使用后清理秸秆、泥土和

灰尘，按要求润滑、防锈、封存电池和防冻。涉及割台、还田刀片和传动部件维护时，设备必须熄火、拔钥匙、断开动力并采取防坠落和防转动措施。复杂总成故障及时联系授权维修资源，现场人员负责安全隔离、信息收集和维修过程监督，维修后进行制动、转向、液压和作业功能测试。

水肥一体化设备

水肥系统现场支持先确认电源、相序、接地、急停和变频柜保护，再检查水源、泵前阀门、过滤器、压力表、流量、施肥机和管网。过滤器压差增大时按程序反冲洗和清洗，不强行运行；泵组振动、异响或压力波动时检查进气、堵塞、叶轮和联轴器；水肥机通信异常时检查 RS485、RS232、网络、电源和软件参数。涉及 380V 电气作业由符合要求的人员实施。

施肥前确认肥料溶解和过滤状态，防止未溶颗粒堵塞喷头和过滤器；施肥后按规定清水冲洗，降低腐蚀和结晶风险。变频柜内部清理前断电并等待直流母线放电，确认无残余电压后操作。系统恢复时先冲洗、排气、试压，再逐级开启阀门和施肥程序，记录压力、流量、EC 或设定参数以及报警状态。冬期或停用期提供排空、防冻和防潮建议。

田间灌溉主管道支管道

PE 管道现场支持先确认水源、泵组、阀门和压力状态，采用分区关阀、压力观察和地面迹象判断漏点。维修前泄压、排水、清理接口，按管径和压力等级选择匹配的管件和热熔参数，不能以临时缠绕

代替永久修复。修复后进行外观、通水、排气和保压检查，观察接口和支撑是否稳定；对埋地或穿越段，记录维修位置和埋深，避免再次施工损伤。

管道冲洗从低处和末端进行，排除泥沙和空气，逐步升压并观察水锤、振动和接口变化。冬季、长时间停用或极端低温前，服务人员指导排空、防冻和阀门管理；使用恢复时先检查冻裂、渗漏和阀件状态。对 DN110 和 DN63 不同管径连接处，核对变径件和密封，避免因混用造成局部失稳。

现场服务安全与质量要求

现场服务实行作业前安全确认制度。工程师到达现场后先确认设备状态、能源隔离点、周边人员、地面和作业空间，再决定维修方式。涉及电、蒸汽、压力、旋转、高处、起重、制冷和飞行等项目时，执行相应作业要求，必要时与采购人共同设置警戒区域。作业前确认急停、断路器和阀门位置，作业中不得擅自离开危险状态，作业后恢复防护、盖板、接地和警示标识。

电气维护前使用合格仪表验电，变频柜断电后等待规定时间并确认残余电压释放；蒸汽系统先隔离、泄压、排水并确认温度下降；液压系统先泄压并防止高压油喷出；旋转设备先停机、断能并防止意外启动；高处作业使用稳固登高工具和安全防护；无人机和农机作业遵守设备安全要求。没有安全条件时，工程师有权停止作业并向采购人说明，不得为了赶时限冒险操作。

现场服务质量实行工程师自检、技术负责人复核和采购人确认三

级控制。自检内容包括故障是否定位、维修是否彻底、参数是否正确、保护是否恢复、线缆和管路是否整齐、现场是否清理、旧件是否登记。技术负责人对重大故障和更换关键部件的工单进行复核，必要时查看照片、日志和测试数据。采购人确认使用功能恢复正常后，工单才能进入关闭流程。

重复故障和重大质量问题处置

同一设备在 30 日内出现相同或高度相似故障时，服务台自动标记重复故障并升级至技术负责人。工程师不仅处理当前报警，还要调取历史工单、运行日志、环境记录和备件更换记录，判断是否为部件批次、安装质量、参数配置、操作方式或环境条件导致。必要时更换整套功能模块、联系厂家会诊或安排加载测试，不能通过反复复位和临时绕线掩盖问题。

同一质量问题连续两次维修仍无法正常使用的，立即启动同品牌、同型号全新产品更换程序。启动后 24 小时内向采购人提交更换计划，明确新设备来源、到货时间、拆除和安装时间、数据备份、临时替代和安全措施；新设备到场后按新产品验收，完成安装、调试、培训和记录；旧设备按采购人要求退回或处置。更换后的设备重新计算相应部件或整机质保期限，具体以合同和法律规定为准。

对涉及多台设备的批次性风险，服务组开展扩大排查。例如同一批次传感器读数漂移、同一型号灯源衰减、同一批管路接头渗漏或同一软件版本出现兼容问题，应立即核对设备台账，通知可能受影响的设备使用人，准备排查清单和替换件。排查结果和处置计划书面报告

采购人，在风险未消除前加强监测，避免只在故障发生后被动维修。

临时替代与业务连续性

对于影响育苗、试验、灌溉、飞防或展示的故障，如现场维修预计超过 24 小时，服务组启动临时替代。替代方式包括启用备用电源或临时泵组、提供同功能显示或控制设备、采用人工操作方案维持基本流程、调配备用无人机或采用经采购人同意的其他可行方式。临时方案只解决使用连续性问题，不替代永久修复；服务组继续跟踪根因和最终恢复。

临时替代前进行风险评估，确认替代设备与原有系统的电气、压力、流量、通信和操作界面兼容。需要改变接线、管路或操作流程时，由工程师提出书面方案并经采购人确认，设置明显标识和限制条件，安排专人监护。替代期间增加巡检频次，故障修复后及时拆除临时设施，恢复原配置并完成测试。

使用人员自助维护支持

售后服务不等于把全部工作推给采购人，也不等于要求使用人员承担专业维修。我公司提供简明、可执行的日常检查清单，帮助使用人员通过观察、听声、闻味、看报警和记录数据及时发现异常。日常检查仅限于外部清洁、外观确认、液位和耗材检查等安全项目，涉及打开电柜、拆机、蒸汽、压力、制冷、飞行参数和软件后台的操作由服务工程师完成。

在设备现场张贴必要的操作提示和紧急停机方法，标明服务电话和设备编号。发生异常时，使用人员只需记录现象、保持现场安全并

联系服务台，不必自行判断复杂原因。服务人员对使用人员提出的操作问题及时答复，发现错误操作时说明风险和正确方法，不简单批评或指责。通过培训和回访逐步提高使用人员的基本识别能力，减少可避免的误操作。

现场服务过程控制

现场服务按接单、出发、到场、隔离、诊断、维修、测试、交付、离场九个节点管理。接单时确认设备信息和故障影响；出发前确认工具、备件和通行条件；到场后核对设备并设置安全措施；隔离时确认能源和物料状态；诊断时先收集证据再拆检；维修时使用合格工具和部件；测试时覆盖主要功能和保护；交付时向使用人员说明结果和注意事项；离场时清理现场、签署记录并更新台账。

每个节点在移动终端或纸质工单上记录时间和结果，出现等待采购人条件、等待外部供电或等待厂家配件时，记录具体原因和临时措施。服务经理每天检查在途工单，服务调度对临近时限的事项提前提醒。现场工程师不得同时承诺多个无法完成的到场时间，遇到资源冲突立即报告调度，由服务经理决定优先级并通知采购人。

2.3 故障处理与现场质量改进

故障信息采集

故障信息包括设备名称、编号、安装位置、启用时间、故障发生时间、操作状态、报警代码、异常声音或气味、供电和网络状态、最近参数变化、最近维修和培训情况。对于软件问题，收集版本、账号、日志、操作步骤和问题出现频率；对于环境和气候设备，收集设定值、

实际值、开门次数、环境温湿度和水位；对于水肥系统，收集压力、流量、阀门、过滤压差和电源状态；对于农机和无人机，收集使用时长、负载、天气、油液、电池和报警记录。

信息采集遵循客观、完整、可复核原则。照片和视频应清楚显示设备编号、故障部位和周边条件，涉及人员、账号或数据的内容先遮挡或征得授权。服务人员不对故障现象作先入为主的判断，尤其不能仅凭报警文字直接更换部件。采集的信息统一进入工单，作为诊断、备件选择、后续统计和责任判断依据。

故障诊断顺序

诊断采用从外到内、从简到繁、从安全到功能的顺序。先确认外部供电、水源、网络、气源、蒸汽、天气和操作条件，再检查保险、开关、急停、接线、传感器和耗材；外部条件正常后检查控制器、执行器、机械部件和软件配置。涉及多个设备同时异常时，优先判断公共电源、网络、水源或控制平台，避免逐台重复拆检。

技术负责人建立各类设备常见故障树。太阳能灯重点检查供电、电池、控制器、光敏雨控和光源；无人机重点检查电池、链路、定位、避障、相机和喷洒系统；5G 系统重点检查显示、主机、网络、授权、数据和互动外设；育苗线重点检查联锁、给料、皮带、混合、包装和变频报警；环境箱重点检查温湿度、门封、风道、传感器和制冷加热；水肥系统重点检查电源、相序、泵、过滤、阀门、施肥机和通信；管道重点检查分区、压力、接口和外部损伤。

每次诊断记录测得的数值和检查结果，而不是只写“已处理”。

需要更换部件时，先说明判断依据和验证方法；更换后进行功能测试，确认原报警消失且相关功能正常。对于间歇性故障，设置观察期和复测条件，指导使用人员记录再次出现的场景；必要时安装数据记录或增加巡视频次，不因一次复位成功就认定故障解决。

质量原因分类

服务工单按原因分类为产品部件故障、安装连接问题、参数配置问题、操作使用问题、耗材或保养问题、外部供电或网络问题、环境条件问题、不可抗力和原因待定。分类由工程师初填，技术负责人复核。涉及产品设计或批次质量的问题，及时反馈厂家并启动质量分析；涉及安装问题的，追溯施工记录和责任人；涉及操作问题的，补充培训而不简单归责；涉及外部条件的，提供条件改善建议和防护措施。

每月对工单进行帕累托分析，找出数量最多、停机影响最大的故障类型。对排名靠前的问题提出至少一项改进措施，例如优化安装位置、增加保护、调整巡检周期、更换易损件、更新操作卡、升级软件或补充备件。改进措施明确责任人和完成时间，下次月度会议验证效果。质量改进以实际故障率、重复率、停机时间和满意度变化为依据，不以会议记录数量代替结果。

纠正与预防措施

纠正措施针对已经发生的问题，预防措施针对可能再次发生的风险。重大故障或重复故障必须形成书面分析，至少包括现象、影响、排查过程、根本原因、临时措施、永久措施、验证结果和防止复发的安排。涉及多台设备的，明确排查范围和时间；涉及软件版本的，明

确受影响的设备、备份、升级和回退路径；涉及人员能力的，安排专项培训或调整作业权限。

质量回访岗对纠正措施执行情况进行抽查，确认不是只更换部件而未解决根因。对需要长期观察的事项，在后续巡检中设置检查点。质保期结束前汇总故障类型、重复故障、超时工单、备件消耗和满意度，形成设备运行评估报告，向采购人提出后续维护和更新建议。对设备运行状态良好、故障较少的产品组合，可作为后续采购和配置优化的参考。

备件质量与追溯

备件从采购、入库、领用、安装到旧件回收全过程记录。入库时核对名称、型号、批次、数量、合格证明和适用设备，发现包装破损、标识不清或型号不符时隔离并处理。库房按设备类别和储存要求分区，电子件防潮防静电，电池和易燃品按规定存放，橡胶件避免高温和阳光直射，精密仪表防震防尘。库存每月盘点，低于安全库存及时补充。

紧急维修领用备件时，由现场工程师填写领用单，服务经理确认，备件管理员更新库存。更换关键部件时记录旧件状态和序列号，必要时保留旧件供厂家分析。备件安装后纳入设备台账，明确保修期限；因备件质量导致再次故障的，立即更换并升级质量分析。未经技术负责人确认，不使用非原厂或替代型号影响设备安全、计量和性能的部件。

2.4 培训与技术支持

培训目标

培训使采购人的操作人员能够独立完成日常开关机、正确使用、基础检查、异常识别和安全停机；使设备管理人员能够查看状态、备份数据、管理账号、安排保养和提交服务请求；使维护人员能够理解设备结构、常见故障、易损件和现场安全要求。培训不以签到和发放资料为完成标准，而以学员能够复述关键步骤、完成实际操作和通过简单问答为验收依据。

培训内容根据设备类别和岗位分层设置，避免所有人员使用同一套内容。无人机培训突出电池、药路、飞行前检查和安全风险；5G系统突出触控、VR、软件、账号和数据备份；育苗线和前置处理机突出机械防护、联锁和清理；环境箱突出温湿度、光照和门封；水肥系统突出电气、压力、过滤和冲洗；收割机突出液压、割台、制动和季节保养。培训语言简明，使用现场设备演示，不使用与实际操作无关的宣传内容。

培训对象与内容

培训对象	培训重点	建议时长	考核方式
设备操作人员	开关机、界面操作、日常检查、耗材、报警识别、安全停机	每类设备不少于2小时	现场操作和口头问答
设备管理人员	设备台账、账号权限、数据备份、巡检计划、报修流程、记录归档	不少于4小时	流程演示和记录填写
维护人员	外部检查、清洁、易损件识别、简单故障判断、维修安全	每类设备不少于4小时	检查表和模拟故障演练
无人机使用人	电池、桨叶、药路、RTK、	不少于6	地面实操和

培训对象	培训重点	建议时长	考核方式
员	图传、存储、飞行前检查和异常处置	小时	检查单填写
水肥和灌溉人员	泵组、过滤、施肥、变频、阀门、压力、冲洗和防冻	不少于 6 小时	分区操作和故障隔离演练
管理人员	服务响应、故障分级、重大活动保障、应急联系和验收配合	不少于 2 小时	桌面演练

培训计划与安装调试同步制定。设备到货前确定培训场地、人员、时间和安全条件；单机调试完成后进行操作演示；系统联调完成后进行联动培训；试运行期间安排答疑和复训。对因工作安排不能参加的人员，安排补训或录制经采购人同意的操作演示。涉及高风险设备时，未经培训和确认的人员不得独立操作。

培训资料

提供设备操作手册、维护检查表、故障速查卡、服务联系方式和安全注意事项。资料以中文为主，尽量使用实际设备照片、流程图和报警示例，避免只有抽象文字。每台设备配置可识别的操作卡，写清开机前检查、正常操作、紧急停机和报修信息。电子资料按设备编号归档，采购人可自行打印使用。培训资料中的参数和操作步骤必须与交付设备版本一致，设备升级后及时更新。

培训签到表记录姓名、岗位、设备类别、培训时间、内容和考核结果。服务人员不以“已讲解”代替考核，对未掌握关键操作的人员

进行再次演示。培训结束后由采购人确认培训范围和效果，服务组根据反馈调整后续巡讲。对设备使用频率较低的人员，在关键时段前进行简短复训，减少因遗忘造成的误操作。

日常技术咨询

除故障报修外，服务台接受设备选配、参数理解、耗材更换、软件使用、数据导出、维护周期和操作规程等咨询。一般咨询 30 分钟内答复；需要查阅资料或技术支持的，先告知预计答复时间并在约定时间内回复。涉及安全、压力、电气、飞行和软件权限的咨询，不提供超出使用人员能力的拆机步骤，而由工程师现场处理或通过视频在安全半径内指导。

对重复出现的咨询问题，整理为常见问题清单并更新培训资料。对采购人提出的功能改进、数据管理和管理报表建议，服务经理记录并反馈技术负责人。属于合同范围内的维护和调试及时实施；超出合同范围的新增功能、设备改造或第三方系统集成，先说明可行性和工作界面，按采购人确认的程序办理。

2.5 应急保障与业务连续性

应急组织与启动条件

项目服务经理担任应急协调人，技术负责人担任技术指挥，服务调度负责信息和记录，专业工程师负责现场处置，备件物流组负责物资保障，质量回访岗负责采购人沟通和服务评价。发生人员伤害风险、设备冒烟起火、漏电、蒸汽泄漏、管路爆裂、无人机失控风险、关键设备大面积停机、重要展示中断、数据损坏、网络攻击或极端天气影

响项目运行时，服务台立即启动应急响应，不受正常派工顺序限制。

应急启动后，服务台在 5 分钟内通知项目服务经理和技术负责人，10 分钟内形成临时处置建议，30 分钟内明确现场负责人和到场安排。需要采购人配合时，用简明语言说明停用设备、隔离能源、疏散人员、保护数据或采取防冻排水等措施。应急期间只发布经确认的信息，避免多头指挥和未经核实的承诺。

极端天气保障

接到暴雨、大风、雷电、高温、寒潮、冰雪等预警后，服务组根据设备类型提出预防措施。太阳能杀虫灯检查灯杆固定、接地、太阳能板和线缆防水；无人机停止不适合作业的飞行，电池转移到安全环境；田间灌溉系统根据降雨和积水情况关闭泵组、调整阀门、防止倒灌；PE 管道排空或保持合理压力，防止冻裂和漂浮；室外线缆和电控设施检查防水、防潮和漏电保护；温室和实验设备检查排水、供电和备用通风。

极端天气结束后，服务人员按清单逐项复检，不直接恢复全部运行。检查灯杆基础、无人机电池和传感器、电控柜进水、管路接口、过滤器和泵组、环境箱电源和排水，确认无短路、无渗漏、无异常压力后再启动。若现场交通受阻，先远程指导安全隔离，待条件允许立即到场。天气原因不能成为完全停止服务的理由。

供电和网络中断保障

发生停电或供电异常时，先确认人员安全和设备状态，关闭不必要负载，保护正在处理的样品、数据和物料。环境箱体根据停电时长、

箱内温度和样品要求提出转移或临时供电建议；5G 系统先保存数据和正常关机，避免反复断电；水肥系统关闭泵和阀门，防止恢复供电时突然启动；育苗线和前置处理机清理物料，防止再次启动堵塞。

供电恢复后，按“先检查、后送电、再逐级启动”的顺序操作，测量电压、相序和接地，检查变频器、控制器和电机状态，确认无异常后启动。网络中断时，先检查采购人网络、交换机、线缆和设备配置，明确是否属于运营商或第三方系统；属于设备接口问题的及时维修，属于外部网络的协助采购人联系服务商并提供技术信息。5G 系统在网络恢复后进行数据同步、授权和互动功能测试。

关键时段和重大活动保障

采购人确定验收、培训、现场会、参观展示、飞防作业或集中育苗等关键时段后，至少提前 3 个工作日通知服务组。服务组安排设备体检、软件备份、备件预置和人员待命，必要时在现场驻守。活动前检查电源、网络、耗材、环境条件、安全通道和备用方案，活动期间保持通信畅通，活动结束后进行状态确认和记录。

活动保障实行“一活动一清单”。清单列明设备、位置、负责人、开始时间、关键功能、备用设备、应急联系人和撤场安排。活动前发现无法消除的风险，提前书面告知采购人，不隐瞒问题。活动期间发生故障，优先采用备用设备或安全旁路恢复展示，再处理根因；涉及人员安全的，立即停止活动并隔离风险。

多故障并发和人员不足

同一天发生多起故障时，服务调度按人员安全、生产影响、实验

样品风险、展示活动和一般咨询的优先顺序组织资源。一级故障由项目服务经理直接指挥，二级故障由专业组负责人处理，三级和四级故障可延后但必须告知预计时间。工程师不足时启用 AB 角和跨专业支援，备件不足时优先保障影响最大设备，必要时联系厂家或经采购人同意的专业服务资源。

跨专业支援前进行任务交接，明确设备状态、已采取措施、安全限制和下一步。支援人员不擅自改变原有维修方案，遇到不确定问题及时联系原专业工程师。人员因出差、休假或身体原因不能到位时，由 B 角接替，服务经理更新值班表并通知采购人。任何情况下不得出现无人接听、无人跟踪或工单无人负责的状态。

备件短缺和物流受阻

备件库存低于安全线时，备件管理员立即发起补充，说明预计到货时间。紧急维修需要专用件时，先用库存、就近调拨或替代方案恢复使用，再安排长期件到位。物流受阻时，服务组评估拆用同型号备用设备、临时替换部件或调整维修顺序的可行性，并向采购人报告风险和计划。不得使用未经确认的拆机件影响其他设备正常运行。

备件到货后核对型号和批次，安排与原故障设备匹配的安装和测试。对长期缺货或停产件，技术负责人提出经采购人确认的替代方案，替代件不得降低设备安全性、关键参数和兼容性。更换后跟踪一个运行周期，确认不再出现同类故障。

安全事件与数据事件

发生触电、火灾、蒸汽泄漏、压力异常、机械伤害、无人机事故

或人员受伤时，立即停止作业、切断能源、疏散人员并按现场应急程序报警和报告，不先拍照传播或擅自移动伤者。服务人员配合采购人和有关部门开展现场保护、原因调查和恢复，任何恢复作业必须在安全条件确认后进行。

发生数据丢失、异常登录、病毒、勒索软件或敏感信息泄露时，立即隔离受影响的 5G 系统、关闭不必要的远程连接、保留日志并通知采购人。不得自行格式化硬盘或覆盖日志。根据采购人的指令进行备份恢复、账号重置和恶意文件清除，恢复后进行完整功能、权限和数据校验。事件处理结束后提交原因、影响、处置和预防措施报告。

应急演练

项目启动阶段组织一次桌面演练，模拟设备完全停机、现场无法及时到场、备件短缺和关键展示故障，验证通信录、升级路径、替代方案和记录流程。每半年组织一次现场或视频演练，选取环境箱温湿度异常、水肥系统报警、5G 系统无法启动或无人机检查异常等场景。演练不追求形式，重点是发现联系不上、职责不清、备件找不到和记录不完整等问题。

演练结束后形成简要记录，列出发现的问题、责任人和改进期限。采购人可派员参加或提出演练场景。对演练中暴露的电话号码变更、值班交接不清、工具缺失或替代设备不适用，立即整改并更新服务资料。通过持续演练，使应急措施在真实故障发生前得到检验。

2.6 服务实施计划与资源保障

项目启动阶段

合同签订后5个工作日内完成服务启动。启动工作包括任命项目服务经理和技术负责人、确定专业组和AB角、开通7×24小时服务台、建立设备台账模板、确认采购人联系人、收集安装位置和使用计划、编制到货和安装配合计划、确定备件初步清单、准备工具和培训资料。启动会议形成会议记录，明确双方接口、现场规则、供电网络水源条件和服务时限。

项目启动阶段同步核对技术偏离表、投标产品清单、随机资料和合同承诺，确保售后服务方案中的设备名称、型号、数量和质保要求与最终合同一致。发现配置变化时及时更新台账和服务资源，不沿用未确认的旧参数。对软件类设备记录版本和授权方式，对需要网络或外部条件的设备提前确认条件。

到货安装阶段

设备到货前一周确认现场条件和到货计划；到货时共同开箱并记录；安装时按专业分组推进；调试时完成单机和系统测试；培训与试运行并行；验收前完成资料汇总和遗留问题清理。每天由现场负责人汇总进度、人员、工具、备件、风险和采购人配合事项，第二天工作开始前确认。连续作业或交叉施工时，设置设备保护区和安全标识，防止其他施工造成损坏。

对多台太阳能杀虫灯分散安装的情况，采用编号、定位、安装、测试、拍照和签字流水作业，确保每台设备都有位置和状态记录。对水肥系统和管道施工，先完成压力和密封检查再接入设备。对5G系统，在供电和网络稳定后安装调试，避免反复重启。对气候箱和前置

处理机，预留稳定运行和参数观察时间。所有设备完成安装后统一核对数量，避免漏装、错装。

质保期阶段

项目验收后进入质保服务期。服务台保持 7×24 小时受理，服务组按巡检计划开展维护，按季度提交运行分析，关键时段加强保障。质保期内每台设备至少完成一次全面巡检，重点设备根据使用频率和风险提高频次。巡检不仅是查看外观，还要进行功能测试、参数核对、清洁、紧固、润滑、易损件检查和操作纠偏。

质保期最后 30 日开展结束前检查，核对设备运行状态、未关闭工单、待观察隐患、备件更换和培训情况，形成设备状态报告。对需要继续跟踪的问题，向采购人提供后续处理建议。质保期结束后，服务电话和档案继续可用于技术咨询，具体维修和备件政策按合同约定执行。

服务资源保障

人员保障通过项目组、AB 角和公司技术资源池实现。关键岗位人员未经采购人同意不得随意更换；确需更换时，新人员能力不低于原人员并完成交接。工具保障通过统一配置、定期校验和领用管理实现。备件保障通过安全库存、月度盘点和紧急调拨实现。交通保障通过服务车辆、路线预案和关键时段驻场实现。技术保障通过设备资料、故障树、厂家支持和远程会诊实现。

服务资源使用建立台账，记录人员出勤、车辆使用、工具借用、备件消耗和外部支持。项目服务经理每月评估资源是否满足工单量和

设备增长，出现持续超负荷时增派人员或调整排班。资源投入以服务结果和风险为依据，不因项目进入稳定期而随意撤走关键岗位，也不重复安排无效人员。

服务接口与沟通机制

采购人指定项目联系人，我公司指定项目服务经理和服务调度作为固定接口。日常报修通过服务台，重大问题和月度沟通由服务经理负责，技术问题由技术负责人解释。双方每月召开一次线上或现场沟通会，确认工单、巡检、培训、备件和改进事项；发生重大故障或活动保障时随时沟通。沟通结论形成书面记录，避免口头承诺无法追踪。

涉及设备安全、数据权限、安装位置变更、停机安排和超范围维修的事项，必须经采购人确认。服务人员不在未经授权的情况下对采购人设备进行改造，不以免费维修为名更换不必要部件。采购人提出的合理建议及时纳入计划，超出合同范围的先说明方案、影响和费用。

服务交接

服务人员轮换、专业组交接或质保期结束时执行书面交接。交接内容包括设备台账、未关闭工单、待观察问题、备件库存、工具、软件账号、培训资料和采购人联系方式。交接双方签字确认，服务经理审核。未完成事项明确新责任人、时限和风险，不因交接出现“没人知道”“资料找不到”的情况。

质保期结束时向采购人移交设备档案摘要、维修记录、巡检记录、备件更换清单、培训记录和后续维护建议。涉及软件账号和数据的，按照采购人要求完成权限收回或转移，拆除临时远程通道。纸质和电

子资料按清单移交，确保采购人后续能够独立管理设备。

2.7 现场服务记录与执行要求

报修工单要素

报修工单记录工单编号、报修日期和时刻、报修渠道、采购人及联系方式、设备编号和名称、安装位置、故障描述、影响范围、安全状态、故障等级、受理人、派工时间、工程师和电话、预计到场时间、实际到场时间、诊断结果、维修措施、备件使用、测试数据、恢复时间、采购人确认、照片附件、回访和关闭时间。工单不得留空关键时限节点。

现场服务记录要素

现场服务记录包括到场确认、设备状态、能源隔离、故障原因、拆检范围、更换部件、维修步骤、安全措施、测试项目和结果、现场清理、使用人员培训、遗留事项和双方签字。重大故障附故障照片、日志、参数截图和更换件标识。记录采用事实描述，不使用“已修好”“正常”等无法复核的单句代替测试结果。

巡检记录要素

巡检记录按设备类别列出检查点、检查方法、实测值、判定结果、发现问题、处理情况、建议和工程师签字。环境设备记录温湿度和光照，水肥系统记录压力和流量，电气设备记录电压和绝缘状态，机械系统记录振动、温度、润滑和紧固，软件系统记录版本、日志和备份。不能测量的项目说明原因，不以主观判断代替数据。

培训记录要素

培训记录包括项目名称、设备名称和编号、培训日期、地点、讲师、参加人员、岗位、培训内容、实操项目、考核结果、资料发放、采购人意见和后续补训安排。未通过关键操作考核的人员不得独立操作高风险设备。培训记录与设备档案关联，便于人员变动时安排补训。

满意度回访要素

回访内容包括是否按承诺时间响应和到场、工程师是否说明故障和处理方式、设备是否正常运行、现场是否清理、使用人员是否理解注意事项、是否仍有影响使用的问题、对服务态度和技术能力的评价。回访结果分为满意、基本满意、不满意，未解决的问题必须转化为新工单或改进事项。

附则

本方案中的时限、人员和资源配置作为项目服务组织的执行依据，具体服务范围以合同、招标文件和双方确认的清单为准。遇到国家法律法规、设备安全要求或现场条件变化时，及时调整服务措施，调整前以不降低采购人权益和安全标准为前提。方案未尽事项通过工单、会议纪要或补充服务计划明确，形成可追踪的记录。

本方案自合同生效并进入项目服务阶段起执行，项目服务经理负责组织实施，技术负责人负责技术质量，服务调度负责过程跟踪，质量回访岗负责闭环验证。项目全体服务人员应按照本方案履行职责，确保第一标段设备安装调试、培训验收和质保期内持续稳定运行。

2.8 设备日常检查清单

太阳能杀虫灯检查清单

检查灯杆基础有无松动、倾斜和积水，紧固件是否齐全；太阳能板表面有无遮挡、破损和积尘，朝向是否稳定；线缆接头和防水结构是否完好；控制箱有无进水、异味和虫体堆积；蓄电池连接有无腐蚀和松动；灯管或光源是否正常点亮；光控和雨控功能是否按设定动作；高压电网是否清洁、绝缘件是否完好；接地线和警示标识是否齐全。检查发现灯杆倾斜、线缆破损、接地异常、控制箱进水或高压保护失效时，立即断电停用并安排维修。检查结果记录设备编号、时间、测试状态和照片，避免只凭目测判断。

无人机检查清单

检查机体和机臂有无裂纹，折叠机构是否锁紧；桨叶有无破损、变形和松动；电机转动是否顺畅、有无异响；电池外观有无鼓包、破损和受潮，电量、温度和循环次数是否正常；充电器、线缆和接口是否完好；药箱、过滤、泵、管路、喷头和阀门有无渗漏或堵塞；RTK、图传、避障、相机和存储是否正常；固件版本和参数是否符合项目记录；飞行前检查是否由具备能力的人员完成。存在桨叶裂纹、电池鼓包、药液渗漏、定位异常、避障失效或强风雷雨条件时不得起飞。

5G 互动系统检查清单

检查供电、插排、保护接地和线缆有无松动；55 英寸显示设备画面是否完整，触控位置是否准确；工控主机启动、硬盘空间、系统时间和软件授权是否正常；VR 设备定位、画面、声音和连接线是否正常；传感器和控制器能否触发互动；模型库和互动流程是否能够完整进入；网络、远程连接和账号权限是否符合管理要求；系统配置、

用户数据和工作日志是否完成备份。维修和升级前先确认备份，禁止在不明原因下反复重装系统和删除数据。

育苗前处理设备检查清单

检查急停、防护罩、防护网和警示标识；给料仓有无积料、破损和异物；输送皮带张紧、跑偏和接头状态；拨料、振动和防堵料机构是否正常；混合机搅拌轴、叶片、减速机和出料口有无异常；包装机称重、封口、输送和计数是否正常；PLC、变频器、传感器、接触器和线路有无报警或异味；安全联锁是否有效。进入设备内部前必须断电、挂牌并确认运动部件停止。试运行按照空载、少量投料、连续运行的顺序进行。

光照种子发芽箱检查清单

检查电源、接地、门封、内胆、搁板和风道；温度设定与实际显示是否一致；加热、制冷和风循环是否正常；湿度供水、加湿器、排水和传感器是否正常；LED 灯板各层是否正常点亮和调光；程序昼夜、温度和光照设置是否保持；水泵、风机和压缩机有无异常声音；箱内有无凝露、积水或样品摆放过密。温度或湿度异常时先排除摆放、开门、供水和传感器条件，再由专业人员检查制冷制热部件。

人工气候箱检查清单

检查箱体、门封、内胆、排水和新风交换；温度、湿度和光照设置与实际值是否一致；压缩机和风机运行是否稳定；水箱、水位、加湿组件和传感器是否清洁；LED 光照板是否存在不亮、闪烁或明显衰减；控制程序、报警和历史记录是否正常；搁物架是否稳固并保持通

风。涉及压缩机和制冷剂的操作由具备能力的人员执行，维修后使用校准仪表复核温湿度。

中药材前置处理机检查清单

检查蒸汽源、压力表、安全阀、管路、气动阀和排水；确认设备停机和压力释放条件；检查滚筒、搅拌轴、出料口、喷淋管路和计量泵；检查 PT100 温度传感器、循环风机、排湿风机和 PLC 报警；检查 304 不锈钢部件有无腐蚀和物料残留；检查防护罩、急停和联锁。带压、带蒸汽或滚筒未停稳时禁止拆检。恢复运行先空载低温检查，再逐步引入蒸汽和物料。

自走式收割机检查清单

检查发动机油液、燃油、冷却液、蓄电池、空气滤芯和散热器；检查轮胎或履带、制动、转向、灯光和报警；检查液压油位、管路、接头和渗漏；检查割台、输送、剥皮、清选、还田、卸粮和籽粒回收机构；检查驾驶室、空调、安全带和灭火器；清理秸秆和泥土。维护割台和传动部件前熄火、拔钥匙、卸压并防止意外转动。使用季前和季后分别进行保养，故障未排除不得投入作业。

水肥一体化设备检查清单

检查电源、相序、接地、急停、接触器和变频柜；检查泵体、联轴器、轴承、密封和电机温度；检查砂石和叠片过滤器、压差、反冲洗和排水；检查水表、压力表、阀门、排气和管网；检查施肥机、肥料桶、搅拌机、计量和通信；检查语音、遥控、本地和远程控制权限；检查水肥混合液的过滤和冲洗。打开电柜前断电并确认残余电压释放，

拆泵前泄压，防止高压液体伤人。

田间管道检查清单

检查主管和支管外观、暴露段、支撑、埋深和标识；检查阀门、变径、法兰和接口渗漏；检查压力、流量、排气和冲洗状态；检查泵组与管网是否匹配；检查冬季防冻和停用排空；检查施工或农机作业可能造成的机械损伤。维修时先分区隔离、泄压和排水，按管径和压力等级使用匹配管件，修复后进行通水、排气和保压测试。

2.9 项目服务分工与协同

服务事项	项目服务经理	技术负责人	服务调度	专业工程师	备件物流	质量回访
项目启动与沟通	负责	支持	参与	参与	支持	参与
安装调试计划	审核	负责技术	跟踪	实施	配合	记录
报修受理	监督	技术支援	负责	响应	待命	不参与
一级紧急故障	指挥	会诊	通知和记录	到场处置	紧急调拨	跟踪回访
备件更换	审核	确认技术	记录	实施	负责	验证
巡检和保养	计划	审核	排期	实施	配合	抽查
培训和资料	组织	主讲或审核	通知	参与	不参与	归档
服务月报	负责	技术支持	汇总	提供记录	提供库存	提供回访
重大质量问题	负责	分析	记录	处置	配合	跟踪

服务事项	项目服务经理	技术负责人	服务调度	专业工程师	备件物流	质量回访
质保期交接	负责	审核	归档	交接	盘点	确认

服务分工表用于明确责任接口，不限制专业人员之间的合理协作。每项工作只能有一个主要负责人，支持人员不得以“已通知他人”为完成。涉及采购人确认的事项，由项目服务经理统一对外，避免不同人员给出不一致的处理时限。工单关闭由服务调度核对记录，质量回访岗确认满意度，技术负责人对重大故障进行技术复核。

2.10 服务风险清单与控制措施

风险事项	可能影响	预防措施	发生后的处置
现场分散、交通时间不确定	到场超时	提前建立设备位置图，关键时段驻场，准备多条路线	先远程隔离和指导，第二梯队同时出发
设备种类多、专业跨度大	一次修复率下降	建立专业组、AB 角和故障树，组织跨专业培训	技术人员远程会诊，厂家或专业资源支援
备件型号不匹配	维修等待	设备台账记录型号和批次，入库核对，库存预警	暂停使用不匹配件，紧急调拨同规格备件
电池、蒸汽、压力、无人机安全风险	人身和设备伤害	作业前隔离能量，使用防护用品，执行高风险审批	立即停机、报警、疏散和现场保护
软件升级不兼容	展示或数据中断	先测试、先备份、准备回退版本	恢复备份，回退版本，保留日志分析
网络或供电中断	远程控制失效	记录外部条件，准备本地操作和应急联络	切换本地模式，协调外部恢复，恢复后测试

风险事项	可能影响	预防措施	发生后的处置
关键时段人员不足	响应延误	关键期提前排班，AB 角待命，跨区域支援	调整优先级，服务经理到场协调
资料缺失或记录不完整	无法追溯	设备档案模板，工单必填项，月度抽查	补齐资料，复盘流程，责任落实到岗位
使用人员误操作	故障重复	分层培训、操作卡、日常检查清单	及时纠正操作，补充培训，评估设备状态
冬季低温和管路冻害	管路破裂、系统停机	提前排空、防冻、保温检查	隔离漏点，修复管道，通水试压

风险清单每季度更新一次，新增风险要明确触发条件、预防责任人和应急措施。项目服务经理在设备到货、安装、季节转换、重大活动和人员变更前对风险进行复核。风险未消除但需要继续使用时，设置限制条件、警示标识和加密巡检，不能仅以“已提醒”作为控制措施。

2.11 交付资料清单

交付资料包括合同和项目设备清单、产品合格证明和随机资料、设备序列号及安装位置表、开箱验收记录、安装调试记录、单机和系统测试记录、培训签到与考核记录、备件清单、服务联系卡、保修期限说明、操作和维护手册、巡检基线数据、遗留问题清单及处理结果。电子资料按照项目名称、设备类别和设备编号分目录保存，纸质资料装订成册并与电子版核对一致。

设备移交前核对资料中的品牌、型号、数量、参数和软件版本，

防止出现采购合同、偏离表和现场设备不一致。需要采购人填写的验收意见、培训确认和问题整改记录，由双方现场确认。资料不完整的设备不直接进入质保关闭流程，待补齐后再完成移交。质保期内新增的维修、换件、升级和培训资料持续归入同一设备档案。

2.12 服务责任确认

本项目售后服务实行项目服务经理负责制。项目服务经理负责总体协调和服务结果，技术负责人负责技术判断和维修质量，服务调度负责受理、派工、时限和档案，专业工程师负责现场实施和安全操作，备件物流人员负责备件供应和追溯，质量回访岗负责满意度、整改和闭环。采购人对服务过程有异议时，可直接向项目服务经理提出，也可通过公司售后负责人升级处理。

全体服务人员遵守采购人的现场管理规定，尊重使用人员的工作安排，不在设备运行区域进行与维修无关的活动。服务结束后由采购人或设备使用负责人对故障恢复、现场清理、培训说明和资料提交进行确认。任何涉及安全、数据、合同范围和费用的重大事项，必须形成书面记录。通过岗位责任、过程记录、指标考核和采购人评价的共同作用，保证售后服务方案能够落地执行并持续改进。

2.13 现场沟通与处置规范

服务台接听报修时先确认采购人单位、联系人、设备名称和位置，再询问故障现象、发生时间、报警信息、是否影响使用、现场是否存在漏电、冒烟、漏水、蒸汽泄漏、机械卡阻或其他危险。对不影响安全的设备，可引导使用人员观察外部状态并拍照；对存在危险的设备，

首先要求停止使用、断开相应能源、疏散无关人员并设置警示，不得要求使用人员打开电柜或拆动机器。服务台复述关键信息，生成工单编号，并告知下一步联系方式和预计响应时间。

工程师联系采购人时说明身份、所属专业和工单编号，先确认故障是否仍在发生、现场条件是否允许检查，再约定到场或远程支持方式。远程沟通中使用清晰、简短的语言，一次只让使用人员执行一个安全动作，并在对方确认后再继续。对无法用语言描述的状态，可请对方拍摄设备铭牌、显示界面、接线外观或故障现场，但不得拍摄涉密资料和无关人员。发现先前描述与实际不一致时，重新核对事实，不急于判断责任。

到场服务时先向现场负责人报到，说明作业内容、预计影响和安全要求；需要停机、断电、关阀、排空或临时占用通道时，取得采购人确认后再实施。维修过程中及时反馈进展，遇到等待备件、需要增援或可能超过承诺时间的情况，尽早说明原因、已采取的措施和新的预计时间。不得做出没有资源依据的保证，也不得把内部沟通不畅转化成采购人的等待。

设备恢复前，工程师向使用人员说明故障原因、已更换部件、参数状态和需要注意的事项，邀请使用人员完成一次实际操作或观察一个运行周期。对软件和控制系统，演示正确开关机、数据保存和异常报告方式；对机械和管路系统，指出异常声音、渗漏、振动或报警的识别方法；对无人机和农机，再次强调未经确认不得冒险使用。服务结束后清理包装、旧件、工具和测试痕迹，恢复安全防护和现场秩序。

采购人提出不同意见时，工程师先完整听取并记录，不在现场争论责任归属。属于服务范围的问题立即处理或提出计划，超出范围的问题说明界面和程序。不能当场决定的事项，提交项目服务经理协调并在约定时间内反馈。质量回访岗在回访中独立询问采购人意见，不诱导评价，不以小礼品等方式影响反馈。对合理投诉建立整改清单，完成后由采购人确认。

2.14 现场服务网络、驻点安排与机动资源

现场支持能力以服务网络和调度机制为基础。我公司按照“项目现场有人对接、项目周边有人待命、公司范围内有人支援、厂家资源可以升级”的思路组织资源。合同签订后，项目服务经理根据最终设备清单和安装位置绘制现场服务地图，标明设备集中区、分散作业点、车辆通行路线、装卸位置、停车点、供电接入点、通信信号、应急集合点和禁止进入区域。地图由采购人确认后用于巡检排班、到场路线和应急演练，现场条件变化时及时更新。

安装调试期设置固定现场负责人和移动服务小组。设备集中到货、吊装、组装、联调和培训阶段，安排工程师按批次驻场或每日到场，提前与采购人确认作业面、电源、吊装、叉车、登高和网络条件，避免多专业争抢同一空间。分散在田间的杀虫灯和管道作业采用区域包干，每个小组负责固定片区，完成编号、安装、测试、拍照、培训和资料签认后转到下一片区。每日收工前由现场负责人汇总完成数量、未完成原因、安全事项、备件缺口和次日计划。

质保期内的日常支持采用“固定巡检日＋重点时段驻场＋紧急机

动到场”方式。固定巡检日用于预防性维护、参数核对、操作纠偏和耗材检查；重点时段驻场用于育苗、灌溉、飞防、实验、教学展示和验收检查；紧急机动到场用于突发故障和不能远程解决的问题。具体巡检频次在项目启动会上根据设备使用率和风险确定。高风险设备、重复故障频发设备、承担关键生产任务的设备适当增加频次，不机械地把所有设备安排成同一天巡检。

服务车辆按照专业配置基本工具、通用备件、安全防护、清洁用品和移动通信设备。车辆出发前由工程师在检查单上确认燃料或电量、轮胎、制动、灯光、灭火器、急救包、工具、仪表、电脑、测试线、备件和资料；长途或恶劣天气出行前检查路线、天气和通信条件。车辆不能到达设备位置时，明确最后的车辆停靠点和步行搬运方案，对沉重工具、电池和备件使用合适搬运工具，防止搬运过程损坏设备或造成人员伤害。

公司级技术资源为项目提供第二梯队。遇到同一专业多工单并发、现场工程师无法排除、厂家需要远程接入、备件短缺或关键活动临时增加时，由项目服务经理提出增援申请。增援人员到场前读取工单、设备台账、历史维修和现场照片，不要求采购人重复介绍情况。增援负责人到场后与原有工程师合并作业，原有工程师继续承担现场熟悉和安全协调工作，避免多头指挥。增援结束后形成简要交接，明确未完成事项和新责任人。

现场服务点设置待命区、备件区、工具区和资料区，保持整洁和标识清楚。待命区用于工程师集结、远程会诊和工单交接；备件区按

设备类别、型号和批次存放，不允许混放；工具区执行借还登记和定期校验；资料区保存设备图纸、说明书、调试参数、空白表单和应急通信录。服务点涉及采购人场所时，遵守其消防、门禁、用电和保密规定，不在现场存放无关物品，不占用消防通道和生产空间。

为应对道路施工、交通拥堵和极端天气，项目服务组为每类关键设备准备主路线和备用路线。接到紧急故障后，调度根据实时交通和天气选择出发路线；预计无法按时到达时，同时启动视频支持和第二梯队。偏远田间设备提前确认通信信号、车辆通行和雨后泥泞情况，必要时由采购人协助提供接驳条件。到场时间受不可抗力影响时，服务人员保持联系并提供隔离、停机或替代措施，不以失联方式让现场自行承担风险。

现场资源不是固定不变的。项目服务经理每月将设备数量、分布距离、报修频次、平均到场时间、人均负荷和采购人使用计划与初始配置比较。出现设备增加、使用强度提高、关键活动叠加、人员调整或平均到场时间接近承诺上限时，调整驻场和机动安排。资源调整以不降低 30 分钟电话响应、2 小时到场、24 小时恢复能力为原则，并将调整情况写入月报。采购人可对资源配置提出意见，我公司在 3 个工作日内答复并落实合理措施。

2.15 现场勘察、安装调试、试运行与验收支持

设备到场前开展现场条件复核。机械服务人员检查运输通道、转弯半径、地面承载、卸货和吊装空间；电气人员检查电源容量、相序、接地、配电保护和线缆路径；软件人员检查网络、接口、服务器或主

机位置、账号权限和供电稳定性；环境设备检查通风、排水、温湿度和热负荷；水肥与管道检查水源、压力、流量、过滤、阀门分区、排气和冬季防冻条件；无人机和农机使用区域检查起降、充电、储存、维修和安全隔离条件。发现不满足条件时，书面说明影响和建议，由采购人协调完善。

到货验收时，双方按照合同、装箱单和技术参数逐项核对设备名称、品牌、型号、数量、外观、附件、随机资料、合格证明和软件授权。开箱过程拍照留存，设备铭牌、序列号、包装状态和缺件情况清晰可辨。发现包装破损、受潮、变形、划伤、缺件或型号不符时，不在原记录上模糊处理，立即暂停安装并形成异常清单。能现场更换的及时更换，需厂家处理的明确责任、预计时间和临时使用条件。未经确认的设备不进入安装工序，以免后续责任界面不清。

安装前进行技术交底和安全交底。技术交底明确设备结构、主要参数、安装顺序、连接关系、测试项目和禁止事项；安全交底明确能源隔离、劳动防护、登高、吊装、临时用电、动火、有限空间和交叉施工要求。作业区域设置围挡或警示，必要时由采购人协助停止周边生产活动。安装人员按照设备说明书和项目技术方案施工，不在无图纸依据的情况下改变支架、基础、电气保护、管路压力和软件配置。确需设计变更时，提交原因、影响和替代方案，经采购人和相关技术负责人确认。

电气和控制系统安装遵循“先确认断电、再接线、后复核”的顺序。电缆和线号标识清晰，动力线与信号线合理分开，接地连续可靠，

保护开关和急停功能有效，柜体封堵和防护完整。变频器、PLC、触摸屏、传感器和通信模块安装后进行点对点检查，确认量程、极性、地址和通信参数。软件配置前记录基线，账号按最小权限设置。禁止使用未经授权的软件、固件或破解工具，禁止为赶进度绕过安全联锁。

机械和管路安装完成后先做静态检查，再做单机试运行。静态检查包括紧固、润滑、防护罩、阀门开度、皮带张紧、联轴器、支吊架、排水和标识；单机试运行按照空载、轻载和连续运行的顺序逐步增加条件，观察振动、温升、噪声、压力、流量、电流和泄漏。出现异常时立即停机检查，查清原因后再继续。不得通过反复复位报警、临时短接保护或拆除防护来维持运行。单机合格后再进行联锁和系统联调，防止多个故障叠加。

系统联调关注设备之间的启停顺序、通信、数据、保护和异常降级。育苗前处理线检查给料、输送、混合、包装和电控之间的联锁；水肥系统检查水源、泵组、过滤、施肥机、阀组、仪表和远程控制之间的联动；5G 互动系统检查显示、主机、触摸、VR、传感器和网络之间的协调；环境设备检查温度、湿度、光照、风道和报警之间的逻辑。每个联调项目有测试条件、判定标准、实测结果和异常处理。联调期间改动参数时记录原值、新值、修改人和确认人。

试运行时间按设备复杂度和使用节奏确定。显示与软件系统进行连续开机、触控定位、模式切换、账号权限、断网保护和数据保存测试；环境箱进行升温、降温、加湿、光照、门封、报警和恢复测试；育苗线使用与项目物料接近的基质和珍珠岩进行连续运行；前置处理

机在安全条件下检查温度、蒸汽、搅拌、排湿和出料；水肥系统进行分区压力、流量、冲洗和施肥测试；无人机和农机按批准的地面或空载条件进行功能检查。试运行数据形成基线，作为后续维护判断依据。

试运行期间安排使用人员跟班观察，讲解正常状态和异常表现。采购人提出操作或布局建议时，区分合同范围内的调整、使用优化和新增需求，先评估对安全、性能、工期和费用的影响。对需要修改的事项形成清单，确认责任和完成时间。试运行不是简单“开起来看看”，而是验证设备在规定条件下的稳定性、可操作性、安全保护和维护可达性。发现无法满足技术参数的问题，不通过降低验收标准结束。

验收支持包括资料、功能、安全、培训和遗留问题五个方面。资料包括合同清单、合格证明、说明书、安装记录、调试记录、软件版本、授权文件、参数基线、培训记录、测试报告和服务联系卡；功能按照技术参数逐项演示；安全确认急停、防护、接地、警示和操作边界；培训确认操作人员能够完成必要操作并知道报修方式；遗留问题明确责任人和完成期限。验收提出整改后，服务组在规定时间内完成，重新测试并由采购人确认，不用口头说明替代整改记录。

设备移交前进行状态清点。清点范围包括主体、附件、工具、备件、钥匙、账号、介质、纸质资料和现场标识。每台设备有唯一编号，照片、铭牌、安装位置和测试记录关联。无法立即解决的遗留事项继续保留在待办清单，不影响安全的可约定观察期，涉及安全或主功能的不得带病移交。移交完成后设备进入质保台账，未关闭工单、巡检计划和培训补课随之转入质保期管理。

2.16 各类设备现场支持规程

太阳能杀虫灯现场支持

现场服务先检查灯杆基础、倾斜、积水、周边通道和警示标识，再确认太阳能板朝向、遮挡、破损和积尘，检查控制箱密封、线缆护套、蓄电池连接和接地。涉及灯杆高处作业时使用合适的登高设备，设专人监护，不在大风、雷电、雨雪和地面松软条件下登高。检查高压电网前必须按规定断电并确认无残余危险，普通使用人员不得自行拆除防护或接触高压部件。发现杆体开裂、基础松动、接地失效、控制箱进水或绝缘异常时，立即停止使用并设置警示。

蓄电池与控制器检查包括电压、荷电状态、端子腐蚀、固定、防潮和充放电是否正常。更换电池时核对电压、容量、尺寸、接口和保护要求，不使用来源不明或规格不符的电池。光控和雨控测试在安全条件下进行，通过遮挡光敏元件和模拟雨控信号确认开延时、关灯和恢复逻辑。电网清洁使用规定的工具和方法，检查绝缘支架、短路保护、电弧迹象和虫体残留造成的异常。维修后依次测试断电保护、控制器工作、灯源、光控、雨控、电网保护和接地，确认所有防护复位。

安装位置调整时应综合作物、道路、居民区和人员活动，避免灯光和高压部件影响无关人员。维修记录的实测项包括蓄电池电压、充电状态、灯源工作、光控动作、雨控动作、保护开关和接地检查。无法现场完成的高压或杆体结构问题，采取断电停用、设置围挡和安排专业处理，不以“暂时还能亮”为由继续使用。

植保无人机现场支持

无人机现场服务以地面检查为主，未获得使用方确认并满足空域、天气、场地和人员安全条件时，不进行试飞。检查顺序为机体、机臂、桨叶、电机、电池、药箱、泵、管路、喷头、阀门、传感器、RTK、图传、相机、存储和遥控设备。机体和桨叶出现裂纹、变形、松动或维修痕迹时立即停用；电池出现鼓包、破损、受潮、接口烧蚀或温度异常时隔离；药液管路渗漏、喷头堵塞和泵异常时先清洗并确认介质安全，防止药液接触皮肤和进入环境。

电池管理按照检查、充电、使用、存放和运输分开控制。充电区域保持通风、干燥、远离可燃物，使用匹配充电器和合格电源；不超温、过充、挤压或短路；运输时使用防护箱并防止端子接触；长期存放按照厂家要求保持适当荷电状态并定期检查。服务人员不擅自拆解电芯或改装电池包。电池健康信息至少记录外观、电压或电量、温度、循环情况和异常历史，达到厂家更换条件时停止使用。

喷洒系统维修前确认药箱排空、管路泄压并按要求清洗，维修人员佩戴适用防护用品。泵、阀、喷头和流量传感器更换后检查密封、流量一致性和断药停喷逻辑；RTK 和避障检查需要环境中的已知参照物，避免误触发。软件和固件更新前备份参数与作业数据，确认版本兼容和回退方式。维修后测试包括自检、传感器状态、电机转向、喷雾雾化、流量稳定、通信链路和返航保护。涉及飞行测试的，由具备条件的使用方组织实施或在其确认下进行，服务人员遵守现场管理规定。

服务记录明确是否完成地面测试、是否进行飞行验证、验证条件

和结论。因天气、空域或场地原因未进行飞行验证的，不把地面正常等同于飞行正常，应在工单中写明限制和下一次确认安排。对涉及飞行安全的问题，坚持先停用后分析，不以经验判断替代厂家检查。

多光谱无人机现场支持

多光谱无人机的现场服务重点检查成像头、光谱通道、光强传感器、RTK、存储、图传、云台、电池和机臂。镜头表面按厂家允许的方法清洁，避免划伤镀膜；不使用未经确认的溶剂。检查各通道影像是否完整、曝光是否一致、时间戳和定位数据是否正常，发现某通道无图像、坏点明显或数据错位时停止数据采集并分析原因。机载光强传感器和相机数据同步异常时，检查连接、固件和状态记录，确保光照补偿所需的数据完整。

执行检查任务前确认天气、太阳高度、云层、风速和起降区域符合设备要求。数据导出使用采购人指定的计算机和介质，导出过程中不中断供电，不覆盖原始数据。导出后核对架次、航线、影像数量、通道、定位文件和数据完整性，必要时计算校验值或生成清单。维修或升级前备份相机参数、校准信息、航线和应用设置；恢复后检查各通道和 RTK 数据的一致性。涉及影像处理软件时，核对授权和工作目录，不擅自修改原始影像。

现场服务记录应写明设备状态、镜头与传感器检查、存储容量、数据导出结果、软件版本和是否具备后续飞行条件。对需要厂家校准的多光谱成像头，先停止采集并提出寄修或现场校准安排，不以普通相机经验进行调整。所有项目影像和坐标数据按采购人要求保管，未

经授权不复制、不上传公共网络。

中药 5G 互动系统现场支持

5G 互动系统现场支持从供电、显示、触控、主机、网络、外设、软件和数据七个层面检查。供电检查插排、保护接地、线缆、发热和临时接电；显示检查开机、亮度、无信号、坏点、闪烁和接口；触控检查边缘定位、连续书写、多点触控和校准；主机检查启动、硬盘空间、内存占用、系统时间、驱动、接口和外设；网络检查有线或无线连接、地址、带宽、延迟、访问权限和断网降级；外设检查 VR 设备、传感器、控制器和音视频；软件检查授权、版本、模型库、互动流程、日志和缓存；数据检查备份、账号权限和存储完整性。

故障处置坚持“先备份、后操作；先隔离、后恢复；先验证、后上线”。查看日志和系统资源时保留证据，不直接重装系统或删除数据。参数和软件配置修改前记录原值，账号权限变更取得采购人确认。杀毒、清除恶意文件、系统恢复和驱动更新前确认备份完整，必要时准备回退版本。网络问题区分内部设备、采购人网络、运营商和第三方系统，服务人员先定位边界，再协调相关方，避免把全部系统问题归为设备故障。

展示或培训前开展专项检查，包括电源和备用方案、内容资源、触控、声音、投影或显示、VR 定位、传感器触发、网络连接、账号登录、数据备份和应急恢复盘。检查完成后由采购人确认内容和流程，服务人员在活动期间保持远程或现场支持。活动中出现故障时，优先保存数据、切换到可用模块或备用内容，不在观众或学员面前进行未

经确认的拆机。活动结束后检查日志和状态，记录问题并整改。

维修记录写明硬件序列号、系统版本、驱动版本、软件授权、备份位置、故障原因、处理步骤、功能测试和使用限制。涉及平台数据、用户信息或教学资料时，按最小权限访问，离开现场前关闭临时远程通道，删除测试账号和临时文件。系统恢复后由使用人员完成一次完整互动流程，服务人员观察一个运行周期后结束工单。

中药材育苗前处理线现场支持

育苗前处理线包含给料、输送、混合、包装和电控等多个单元，现场服务必须从系统和单元两个层面检查。作业前确认设备已经停机、断电、挂牌，旋转部件完全停止，防护罩和急停有效，通道和检修空间畅通。进入料仓或设备内部前执行能源隔离和机械锁定，不允许仅按停止按钮就进行检查。维修人员使用合适的吊装和支撑工具，防止仓门、皮带、搅拌轴和包装机部件意外移动。

给料异常先检查物料含水率、结块、异物、起拱和出料口尺寸，再检查拨料、振动、防堵料电机和输送皮带。皮带跑偏检查滚筒、托辊、张紧和框架，不通过强制顶压长期运行。混合机检查搅拌轴、叶片、减速机、润滑、密封和出料门，发现异常振动、温升或金属摩擦立即停机。包装机检查称重、料斗、封口、输送、计数和防护，计量偏差按校准程序处理。电控系统检查 PLC 输入输出、变频报警、接触器、继电器、传感器和保护回路，禁止短接安全联锁。

调试按照空载、少量投料、稳定连续运行的顺序进行。记录各电机电流、皮带速度、混合时间、称重误差、封口状态和联锁结果。出

现堵料时先停机清理，分析物料和机构原因，不用工具在运动状态下捅料。包装机封口温度或压力异常时，核对参数、材料和加热部件，先做废料试封，合格后再投入正式包装。维修完成后恢复防护、清理工具和残余物料，由操作人员按正常流程完成一轮启停和产品试制。

光照种子发芽箱与人工气候箱现场支持

环境箱现场服务先确认电源、接地、门封、内胆、搁板、风道、水箱、排水和周围散热空间。温度或湿度偏差时，先排除开门频繁、样品摆放过密、搁板位置不当、水位不足、排水堵塞、环境温度过高和传感器污染，再由专业人员检查加热、制冷、加湿、风机和控制器。进行温湿度测试时使用在校准有效期内的记录仪表，测试点分布合理，稳定时间充足，不拿手持表一次读数代替完整验证。

制冷系统、加热器、加湿器、水泵和电气部件维修前断电、断水并确认余温余压。涉及制冷剂的操作由具备相应能力的专业人员实施，服务人员不随意排放制冷剂或改变系统压力。LED 光照板检查各层亮度、均匀性、闪烁、调光和定时逻辑，发现不亮或明显衰减时记录层位和批次，更换后复核光谱和照度。门封泄漏先清洁和调整，必要时更换；箱内凝露和积水检查排水坡度、加湿量和门封，防止长期潮湿导致电气或样品风险。

温度校准选择接近使用范围的多个点，记录设定值、显示值、标准值和偏差；湿度校准同样记录稳定时间和波动。程序测试检查昼夜切换、光照定时、报警、断电恢复和超温保护。维修结束后至少运行一个稳定周期，确认无报警、温湿度回到范围、光照和风道正常。若

短期无法恢复，提供临时箱体、调整实验批次或协助采购人采取其他可行措施，并把样品和环境风险放在优先位置。

中药材前置处理机现场支持

前置处理机涉及蒸汽、压力、温度、滚筒、喷淋、排湿和控制系统，现场服务先核对蒸汽源、压力表、安全阀、疏水、管路支撑和保温，确认设备停机和压力释放。任何带压、带蒸汽或滚筒未停稳的状态均不得拆检。检查料口、滚筒、搅拌轴、出料、喷淋、计量泵、循环风机、排湿风机、PT100 温度传感器和 PLC 报警，关注物料残留、腐蚀、密封、堵塞和异常温升。安全阀和压力表按国家及厂家要求校验，不自行改变整定值。

温度控制异常时，区分蒸汽供应、阀门开度、传感器位置、循环风、排湿、物料量和程序设定。喷淋或计量异常检查过滤、喷嘴、泵、管路和流量，清洗时避免清洗剂残留。滚筒或传动异常检查轴承、链条或联轴器、润滑和紧固，严禁在运行状态下伸手或使用工具清理。涉及蒸汽阀门、压力管路和安全保护的问题，由具备相应能力的人员处理，必要时联系厂家或专业服务机构。

恢复运行按空载、低温、少量物料和正常负荷逐步进行。记录蒸汽压力、设定温度、实测温度、循环风、排湿、滚筒转速、出料状态和报警。维修后确认防护罩、急停、压力表、安全阀和警示标识复位，并说明下一次检查时间。发现安全阀、压力表或管路存在无法现场确认的隐患时，设备保持停用，待检验或更换后才能恢复。

自走式收割机现场支持

收割机现场服务先确认车辆停放平稳、熄火、拔钥匙、制动并采取防溜措施，割台和传动部件完全停止。需要抬升割台或进入底部检查时使用可靠的机械支撑，不能只依靠液压系统。作业季前检查发动机油液、燃油、冷却液、蓄电池、空气滤芯、散热器、轮胎或履带、制动、转向、灯光、报警、液压油位和管路；作业季中重点检查渗漏、堵塞、皮带、链条、割台、输送、清选、还田和卸粮机构；作业季后进行清洁、防锈、润滑、排水和封存。

液压故障检查压力、油位、油质、滤芯、管路、接头和执行机构，维修前泄压并防止高温油液伤害。发动机、变速箱或复杂电控总成问题，不具备授权条件时不拆解，先收集故障码、运行数据和现场状态，联系厂家或授权维修资源。更换皮带、刀片、轴承或传感器时核对型号，刀片和高速旋转件必须满足强度和平衡要求，不允许使用来源不明的替代件。维修后清理秸秆和杂物，检查防护罩、报警和安全标识。

试机按照空载和规定作业条件进行，观察发动机声音、排气、油压、温度、液压动作、割台升降、输送和制动。试机区域设置安全隔离，无关人员不得靠近。服务记录写明运行小时、故障码、油液状态、维修内容和用户操作注意事项。农忙期间缩短检查间隔，重点备好易损件和常用滤芯，但不以赶进度减少安全程序。

水肥一体化设备现场支持

水肥设备现场服务从电源、控制、泵组、过滤、施肥、阀门、仪表和管网逐层检查。打开电柜前断电并确认残余电压释放，检查相序、接地、急停、接触器、变频器和保护装置。泵组检查联轴器、轴承、

密封、振动、温升、流量和压力，发现干转、汽蚀、异常噪声或泄漏时立即停机。过滤器检查压差、滤芯和反冲洗，施肥机检查料桶、搅拌、计量、止回、通信和清洗，压力表、流量计和 EC 或 pH 传感器按使用要求校准和维护。

水肥比例或 EC、pH 偏差时，先核对传感器校准、母液配制、注入比例、混合位置、取样方式和流量稳定，再调整控制参数。调整前记录原参数和配方，变更取得采购人确认。吸肥管路设置止回和防回流，防止肥料污染水源。带压拆检前分区隔离、泄压和排水，使用与压力等级匹配的管件和密封件。远程或语音控制功能测试时保留本地手动控制能力，避免网络中断导致无法停机或关阀。

维修后进行清水冲洗、分区通水、排气、压力和流量测试，再按低浓度和正常浓度验证施肥。检查泵组启停、过滤压差、阀门反馈、计量稳定、通信和报警。冬季或长期停用前排空易冻管路、清洗肥料残留、保护传感器和泵组；恢复使用前检查冻裂、密封和电源。试运行期间记录泵频率或转速、压力、流量、EC、pH、过滤压差和施肥量，作为后续巡检基线。

田间灌溉主管道和支管道现场支持

管道维修先确认灌区、阀门、泵站、压力、流向和可能影响的范围，关闭相关阀门并泄压排水。开挖前与采购人核对地下其他管线和电缆位置，使用合适的探测和人工开挖方式，避免机械破坏。检查管材、管径、压力等级、接头、法兰、变径、支撑、排气阀和伸缩补偿，不使用压力等级不足、来源不明或与管径不匹配的管件。暴露段和穿

路、穿沟位置重点检查外部损伤、悬空、埋深和标识。

抢修可采用经确认的抢修节、法兰或同等级管段，接口清洁、对中、密封和紧固到位。修复后进行分区通水、排气、低压检漏、逐步升压和保压测试，观察接口、支架和阀门。压力异常时先检查空气未排净、阀门误关、过滤器堵塞或泵组设定，不盲目提高压力。管道冲洗直到出水清洁且无明显空气，再恢复灌溉。维修区域回填前拍照记录，设置标识，防止二次施工破坏。

田间服务记录包括泄漏位置、管径、材质、压力等级、损坏原因、使用管件、保压时间和恢复灌区。对农机作业、施工或冻害造成的重复损坏，提出防护沟、标识、套管、限高或作业交底建议。冬季停用执行排空和防冻，春季复机检查阀门、接头、空气阀和泵组。任何临时堵漏都标注使用限制和更换期限，不作为永久修复。

2.17 预防性维护、巡检与季节性保障

预防性维护以设备台账和风险分级为基础，按日、月、季度、年度和使用季节编制计划。日检由经过培训的使用人员按照操作卡完成，主要看外部状态、异常声音和气味、报警、泄漏、防护和耗材；月度维护由服务人员完成清洁、紧固、润滑、参数核对和功能测试；季度维护增加电气、控制、传感器、联锁和备件检查；年度维护进行综合状态评估、易损件更换和下一周期建议。采购人可根据作业时间调整具体日期，但不能无理由取消涉及安全和关键性能的项目。

周期	现场支持重点	输出记录	调整条件
使用前	电源、接地、防护、急停、耗材、介质、天气和场地	开机前检查单	长期停用、迁移或大修后必须执行
每日或每班	异常声音、气味、泄漏、报警、触控和基本运行	班次记录和报修单	高负荷作业时增加巡检
月度	清洁、紧固、润滑、过滤、传感器、日志和备份	月度巡检记录	粉尘、潮湿、高温或连续运行环境缩短周期
季度	联锁、绝缘、压力、流量、温湿度、软件版本和易损件	季度分析报告	重复故障设备专项检查
年度	综合性能、校准、安全保护、结构、备件寿命和季节保养	年度状态评估	质保结束前必须完成

巡检路线按照设备位置和操作时段安排，避免为了赶路只做外观拍照。每到一个点位，核对设备编号和安装状态，按检查表逐项测量或观察，发现问题立即区分可继续使用、限制使用和停止使用。能在现场处理的及时处理，需要停机或备件的安排计划；不能确认安全状态的先隔离。巡检人员不擅自替使用人员填写“正常”，也不以历史状态推断本次结果。

太阳能杀虫灯在安装后首个使用季加密检查灯杆、太阳能板、蓄电池、雨控和高压保护；雨季前后检查防水和接地，冬季检查电池和控制器。无人机在每次作业前后由使用人员完成基础检查，服务组按月或按飞行架次进行电池、桨叶、电机、泵、传感器、日志和固件检查。5G 互动系统在开学、验收、展示和活动前进行全流程测试，平日按月清理、备份、检查授权和网络。环境箱按运行频率校准温湿度、

光照和报警，长期停用后复机必须校验。

育苗前处理线在每次更换基质批次、调整配方或产量变化时检查给料、混合、包装和计量，季节前检查轴承、皮带、减速机和电控。前置处理机在使用前核对蒸汽、压力、阀门和安全保护，使用后清洁物料残留和排湿。收割机执行作业前、作业中、作业后和季后保养，重点在液压、割台、制动和防火。水肥系统按灌溉周期检查过滤、压力、流量、EC 或 pH 和阀门，季节切换时清洗、排空和防冻。管道在每个灌溉季前进行分区试压和排气，暴雨、施工或冻害后增加巡视。

季节转换是维护重点。春季重点检查长期停用后的受潮、锈蚀、鼠害、线缆、管路和电池，完成复机测试；夏季关注高温、雷雨、虫害、防晒、散热和电气防潮；秋季关注农忙负荷、粉尘、秸秆和连续运行，提前备好易损件；冬季关注低温、结冰、电池容量下降、管路冻裂和停用防护。每次季节转换前由技术负责人发布检查提示，服务组按设备类别执行并记录，采购人收到需要配合的停用、排水、清洁和储存要求。

巡检发现的问题按风险闭环。能立即处理的填写处理结果和测试数据；需要备件的明确型号、预计到货和临时限制；需要采购人配合的写明事项和期限；涉及产品批次或设计的提交厂家分析。质量回访人员抽查巡检记录与现场状态是否一致，重点检查“记录正常但存在明显隐患”“照片重复使用”“无实测数据”等情况。巡检结果纳入月度趋势分析，并作为下一次备件和培训计划依据。

2.18 现场维修质量控制与恢复验证

现场维修质量通过故障确认、风险隔离、原因分析、方案确认、作业实施、功能测试、稳定观察和记录签认控制。工程师到场后先复现或确认故障，不能仅依据电话描述直接更换部件。暂时无法复现的间歇性故障，记录发生条件、频率、报警和日志，设置观察方案，不把“本次未出现”作为修复。需要拆检时明确拆检范围和防护措施，拆下的零件、紧固件和线束分类放置，避免异物进入设备。

维修方案根据原因和风险确定。一般故障执行标准作业指引；复杂故障由技术负责人审核；涉及厂家专用程序、制冷剂、压力容器附件、核心电气模块或农机总成时，按授权和专业要求实施。方案中明确所需备件、工具、停机时间、对其他设备的影响和恢复测试。发现原方案不适用时暂停作业，重新评估风险和条件，不擅自扩大拆检范围或降低保护设定。任何临时短接、旁路或替代都必须经技术负责人批准、限定时间和标识。

部件更换遵循同规格、同等级、可追溯原则。安装前核对型号、批次、接口、方向、扭矩、线序和软件兼容性，必要时拍照记录原状态。密封件、紧固件、电气端子和管路件按工艺安装，避免过紧、欠紧、交叉和污染。安装后先做静态检查，再逐步通电、通水、通气或运行。涉及安全保护、计量、压力、温湿度和飞行系统的部件，更换后必须用相应仪表或程序验证，不能以“指示灯亮”代替性能测试。

恢复验证分为基本功能、相关功能、安全功能和稳定运行。基本功能确认故障现象消除；相关功能确认同一控制链上的传感器、执行器、报警和联锁没有新的异常；安全功能确认急停、防护、接地、压

力释放、超温保护和警示有效；稳定运行根据设备类型观察一个运行周期或规定时间。测试数据写入工单，包括电压、电流、压力、流量、温度、湿度、光照、称重、通信状态、日志或运行架次等适用项目。未测试的项目说明原因和限制。

同一质量问题连续两次维修仍不能正常使用时，技术负责人启动更换评估。评估内容包括维修记录、故障现象、部件批次、安装条件、操作条件和是否存在设计问题。符合招标文件和合同更换条件的，安排同品牌、同型号全新产品并安装到指定地点。更换前与被更换设备的使用人员确认数据和附件，更换后完成调试、培训、资料更新和旧设备处理。不得以继续维修拖延更换，也不得在无需更换时用更换掩盖安装或操作原因。

现场环境和现场清理属于维修质量的一部分。维修前铺设必要的防护，防止油液、粉尘、清洗剂和碎屑污染设备或场地；废弃物分类收集；旧件和包装不留在运行区域；紧固件、工具和测试线全部清点。恢复供电、供水或运行前由工程师复述检查结果，设置必要的警示和限制。服务结束后由采购人确认设备状态、现场清理、资料提交和遗留事项，确认不是走后补签。

对维修质量进行回访和抽查。质量回访人员询问设备是否正常、是否出现相同报警、是否有新的异响或泄漏、使用人员是否理解注意事项。技术负责人每月抽查重大工单和重复故障工单的测试数据、照片和备件记录，必要时复测。发现维修未彻底、记录与事实不符或未经授权改变参数时，重新开单整改，并对相关人员培训或调整授权。

质量控制的最终依据是设备稳定运行和采购人可验证的使用结果，而不是工单关闭数量。

2.19 现场安全、环境保护与文明服务

现场作业执行采购人安全管理制度和国家、行业相关要求。服务人员入场前完成安全交底，熟知集合点、报警电话、消防通道、临时用电、动火、登高、吊装、有限空间和化学品管理要求。每次作业前开展简短风险评估，确认能源、机械运动、坠落、触电、灼伤、压力、噪声、粉尘、药液、交通和天气风险，确定隔离、防护、监护和应急措施。风险不可控时不开始作业，并立即报告采购人和服务经理。

能源隔离实行停机、断电或断水断气、挂牌、验证和必要的机械锁定。不得只按停止按钮就进入设备内部，不得仅凭指示灯熄灭就认定无电，不得带压拆管。电气作业由符合要求的人员实施，使用合适等级的工具和仪表，确认残余电压和电容放电；蒸汽和压力系统先泄压降温；液压系统先卸压并防止重物下落；旋转部件完全停止并采取防转动措施。作业完成后按相反顺序解除隔离，确认人员、工具和防护全部撤离后再启动。

劳动防护根据作业风险配置。电气检查使用绝缘防护；机械清理使用防割和防尘用品；药液和肥料作业使用适合的眼镜、手套和防护服；高处作业使用安全带和防坠措施；高噪声环境使用听力防护；高温和低温作业安排轮换。服务经理检查防护用品完好和适用，不使用破损、过期或不符合要求的防护用品。人员出现疲劳、身体不适或情绪异常时停止高风险作业，保证现场每个人有权拒绝违章指令。

无人机相关服务遵守空域、飞行、登记和现场管理规定。地面检查时保持桨叶安全距离，电池充电远离可燃物，药液按要求处置。确需试飞时由具备条件的人员操作，确认空域批准或合法条件、气象、场地、人员和设备状态，设置起降区和观察员，明确失控、低电量、失联和人员进入等中止条件。不得在人员密集区、禁飞区、强风雷雨、能见度不足或设备存在故障的情况下冒险试飞。服务人员不得以维修验证为名进行未经批准的活动。

有限空间、动火、临时用电、吊装和登高作业按采购人审批程序执行。进入料仓、罐体或狭窄空间前确认通风、气体检测、监护、照明和救援条件；动火前清理可燃物并配置消防器材；临时用电使用合格的漏电保护和线缆，不私拉乱接；吊装使用合适吊具和持证人员，设警戒区；登高使用稳固平台和防坠措施，不踩设备护栏、管道或物料堆。任何审批都不能替代现场风险确认，条件变化时重新评估。

环境保护贯穿服务和维修过程。油液、清洗剂、废电池、废滤芯、废密封件、药液和肥料残留不得直接排入雨水沟、土壤或水体。更换油液和电池时使用接油盘和防泄漏容器，泄漏后按材料安全资料和采购人要求处理。维修废料分类收集，能回收的交由合规渠道回收，危险废物按采购人管理制度移交。清洗设备时控制水量和清洁剂，避免进入电气部件和周围环境。服务结束后恢复场地，做到工具清、备件清、旧件清、废料清。

文明服务包括按约定时间到场、衣着整洁、佩戴项目标识、主动报到、用语清楚、尊重采购人工作安排。未经同意不拍摄无关人员、

不进入与维修无关的区域、不操作非项目设备、不在现场吸烟或聚集闲谈。与使用人员沟通时说明风险和下一步，不指责或羞辱操作人员，不在现场争论责任。采购人提出合理意见时先记录并处理，对超出合同的事项说明程序。安全、质量和文明服务纳入人员考核，任何以速度为由破坏安全、环境或现场秩序的行为都不被接受。

2.20 应急保障与业务连续性

应急保障覆盖设备突发故障、多故障并发、极端天气、供电和网络中断、关键活动保障、备件短缺、人员不足、安全事件和数据事件。项目启动阶段建立应急通信录、设备优先级、替代资源、工具备件、交通路线和升级链。应急状态由项目服务经理宣布和解除，技术负责人负责技术处置，服务调度负责信息记录，质量回访人员跟踪采购人反馈。采购人可随时提出应急保障需求，服务经理先确认影响和时限，再组织对应资源。

设备完全停机时，首先保障人员安全和现场隔离，随后判断是否影响育苗、灌溉、飞防、实验或展示等关键业务。有备用设备或旁路条件的，在采购人确认后切换；无替代条件的，优先修复最影响业务的功能。能够临时恢复的，明确限制条件和永久修复时间，不在临时状态下撤走全部资源。不能恢复的，服务经理提供可行的替代建议并协调第二梯队或厂家。所有重大工单按照时限向采购人反馈，不让现场反复催问。

多故障并发时启用分级队列。安全故障和可能造成重大损失的问题优先；影响同一系统多个设备的公共电源、网络、水源、控制平台

优先排查；可以在远程指导下完成的一般问题分流给远程工程师；现场工程师按区域组成小组。服务经理暂停非紧急巡检和非关键培训，把资源转入故障处置，保留必须的安全检查。若超过现有能力，启动公司跨区域支援和厂家资源，向采购人说明新增到位时间。

极端天气前做好准备。雷雨、大风和暴雨前检查户外杀虫灯、太阳能板、杆体、线缆、控制箱和接地，必要时断电停用；检查温室、环境设备和排水；水肥与管道系统检查防雷、排涝、阀门和低洼设备，必要时排空或加固。高温前检查散热、通风和电池储存；低温冰冻前排空易冻管路，检查加热、保温和电池容量。天气期间原则上不安排非必要户外和高处作业，确需抢险时在安全条件下编组并保持通信。

供电或网络中断时，先区分外部故障、采购人配电和项目设备故障。属于外部条件的，提供安全停机、数据保存、设备保护来电和恢复顺序建议；属于内部保护的，检查漏电、过载、短路和电源模块。5G 互动系统断电后按顺序关机或恢复，防止数据损坏；远程功能中断时切换到本地操作；无人机、环境箱和水肥系统恢复供电后逐步自检，不一次启动全部负载。外部条件恢复后检查报警、参数、时间、网络、日志和数据完整性。

关键活动和集中培训前制定专项保障单。保障单明确活动时间、设备清单、责任人、到场时间、测试项目、备品备件、备用设备、通信方式和撤离条件。活动前完成设备体检、内容测试、网络测试、账号确认和应急演练；活动中工程师现场或远程值班，出现问题时先保护展示和人员安全；活动后确认设备状态并记录问题。若多个活动重

叠，服务经理按安全和业务影响排序，经采购人确认后调整资源，不临时失约。

备件短缺时，备件物流先核对项目库存、区域库存、厂家库存和可替代方案；服务经理同步向采购人说明影响、预计到货和临时措施。可以通过同型号周转件、同等级替代件、旁路或分段运行维持业务，但替代不得降低安全和关键性能。需要厂家紧急发运或专人送达的，跟踪到签收和安装完成。旧件保留用于责任分析，不能通过拆用其他在用设备部件解决问题，除非采购人明确同意并记录风险。

人员不足时，按照远程工程师、同专业 B 角、跨区域技术资源、厂家工程师的顺序补充。关键岗位空缺由具备同等权限人员代理，并提前通知采购人。应急支援人员到场前获取工单和设备资料，到场后由原区域人员交接。为防止长期依赖少数个人，项目平时保持技能矩阵、文档化和交叉培训。任何应急调整结束后，服务经理评估是否恢复原排班并补充消耗资源。

发生触电、火灾、蒸汽泄漏、压力异常、机械伤害、车辆事故或无人机事故时，立即停止作业、切断能源、疏散无关人员并按采购人应急程序报警求助。服务人员不擅自移动重伤人员，不传播未经核实的信息，不覆盖事故现场。配合采购人和有关部门保护现场、调查原因和恢复设备。安全事件后暂停同类高风险作业，开展原因分析、人员复核和作业指引修订，经确认后恢复。

发生数据丢失、异常登录、病毒或信息泄露时，隔离受影响系统，保留日志和存储，关闭不必要的远程通道，立即通知采购人。未获授

权不格式化硬盘、不覆盖日志、不连接未知介质。按采购人指令进行备份恢复、账号重置、恶意文件清除和数据校验；恢复后检查权限、日志和关键数据。事件处理完成后提交原因、影响、措施和预防建议，敏感信息按保密要求传递。

每年至少组织一次桌面演练和一次现场或视频演练。场景可以包括紧急设备故障、交通受阻、关键活动前设备失效、供电网络中断、备件缺货和安全事件。演练验证联系人是否有效、责任是否清楚、工具备件是否可用、替代方案是否可行、记录是否完整。演练结束后形成问题清单，明确责任人和改进期限。采购人可指定场景或参加演练，改进结果在下次演练和月度报告中验证。

2.21 培训组织、知识转移与用户自主维护

现场培训以提高采购人自主使用和基础维护能力为目标，与安装调试、试运行和验收同步实施。培训前确认人员岗位、设备类别、使用频率、现有基础和场地条件，分为操作人员、设备管理人员、维护人员和应急联系人员。操作人员重点掌握安全开关机、正常操作、日常检查、报警识别和报修；管理人员掌握台账、账号、数据备份、巡检计划和服务流程；维护人员掌握外部清洁、紧固、润滑、易损件识别和配合维修。高风险操作未经培训和确认不得独立实施。

培训采用集中讲解、现场演示、单人实操、模拟异常和书面问答结合。讲解时间不过长，每个关键步骤都在设备上演示，再让学员自己完成。模拟异常包括急停、电源中断、网络断开、报警、过滤器压差、电池异常、门封不严和管路渗漏等。对涉及电气、压力、蒸汽、

无人机和旋转机械的内容，明确禁止事项、个人防护和停止条件，不让参训人员在不安全状态下动手。培训教师根据学员反馈调整进度，不因完成课件页数牺牲掌握程度。

培训对象	主要内容	现场实操	合格标准
设备操作人员	开关机、界面、日常检查、耗材、报警和安全停机	按操作卡完成一次正常流程和一次安全停机	能独立完成且不遗漏关键安全步骤
设备管理人员	台账、权限、备份、巡检计划、工单和资料归档	建立一台设备档案并提交一次模拟报修	记录完整，信息准确，流程清楚
维护人员	外部清洁、紧固、润滑、易损件识别、隔离配合	完成指定检查表并识别预设异常	能发现异常、正确隔离和报告
无人机使用人员	电池、桨叶、泵、喷头、RTK、图传、存储和天气条件	地面检查和数据导出，不违规试飞	通过检查单和异常识别考核
水肥与管道人员	泵组、过滤、施肥、阀门、压力、冲洗和防冻	完成分区启停、冲洗和泄压操作	能安全操作并理解压力限制
应急联系人员	分级、报告、信息收集、疏散、停机和升级	完成一次故障报告和桌面演练	能准确描述并联系对应责任人

培训资料包括中文操作手册、设备编号对应的操作卡、维护检查表、故障速查表、服务联系方式和应急流程。操作卡内容控制在现场易于阅读的范围，突出开机前检查、正常操作、禁止事项、异常停机和报修信息。故障速查表不给出超出使用人员能力的拆机步骤，只帮助识别现象和采取安全措施。资料中的参数、界面和软件版本与交付设备一致，设备升级后更新，旧版本资料收回或标注失效。

培训记录包括日期、地点、讲师、人员、岗位、设备编号、内容、学时、实操项目、考核结果、资料发放和采购人意见。对未通过关键操作考核的人员安排补训，通过后才能独立操作。因工作安排缺席的人员集中补课或由已培训人员在使用前进行交接，但高风险设备采用现场补训。培训完成不等于知识永久保持，设备升级、人员变动、重复误操作和季节复机前进行简短复训。

知识转移还包括向采购人说明设备档案、故障历史、备件寿命和后续维护建议。服务人员在每次维修和巡检中讲解异常原因和预防方法，不把简单维护神秘化。对采购人能够自行完成的清洁、外观检查、耗材更换和报修信息收集，提供书面步骤；对需要专业工具、拆机、带电、带压、飞行和软件权限的操作，明确联系服务人员。通过“讲解一次、演示一次、对方操作一次、双方确认一次”的方式，减少因使用不当导致的重复故障。

培训效果通过现场问答、操作完成度、后续报修内容和巡检问题验证。若某设备频繁因操作错误停机，技术负责人分析培训是否覆盖、资料是否易读、界面提示是否清楚，调整培训或提出设备改进建议。采购人可以要求增加专题培训或复训，服务组在合理时间内安排。所有培训活动服从采购人的教学、生产和安全管理，避免影响正常工作。

2.22 服务记录、数字化管理、质保期交接与持续服务

售后服务建立设备台账、工单、巡检、备件、培训、回访和报告相互关联的记录体系。设备台账记录名称、品牌、型号、序列号、安装位置、采购批次、验收日期、质保期限、软件版本、主要参数、附

件和责任人；工单记录报修、派工、出发、到场、诊断、维修、备件、测试、签认和回访；巡检记录项目、数据、发现问题和处理结果；备件记录入库、领用、安装、旧件和库存；培训记录人员、内容、实操和考核；回访记录满意度、未结事项和整改。各记录通过设备编号和工单编号关联。

服务管理采用电子台账为主、纸质记录为辅。电子工单可在现场使用移动设备填写，但安装位置信号不佳时先使用离线表单，服务结束后及时录入。关键数据包括时间、设备编号、故障描述、测试值和采购人确认不得为空。记录修改保留修改人、时间和原因，不允许无痕覆盖。纸质记录防潮保存，电子记录定期备份，备份介质不放在同一设备或同一场所。采购人要求查询时，可按设备、时间、位置、故障类别或工单状态导出清单。

服务报告分日报或工单、月报、季度分析、专项报告和质保期总结。月报包括设备状态、工单数量、故障分类、响应和到场达标率、修复时间、重复故障、停机影响、备件消耗、巡检、培训、采购人意见和下月计划；季度分析关注趋势、高频问题、风险和改进效果；重大故障专项报告包括时间线、原因、措施、验证和防止复发；质保期总结包括设备运行、维修、换件、待观察事项和后续维护建议。报告数据来自原始记录，不虚构趋势或隐瞒未达标项。

远程服务、现场服务和采购人自助检查之间保持信息连续。采购人通过服务群提交的照片、视频和日志进入工单附件；远程工程师的结论传递给到场工程师；现场测试结果更新设备和备件记录；回访发

现的问题重新开启工单。各角色按权限查看，不对无关人员开放账号、网络信息和项目数据。服务经理每周检查未关闭工单、待备件、临时恢复和超期事项，防止因人员轮换造成信息丢失。

服务人员变动或专业组交接时执行书面交接。交接内容包括设备台账、未关闭工单、待观察问题、备件库存、借还工具、软件账号、培训资料、采购人联系信息和正在进行的改进事项。新人员阅读最近三个月的工单和巡检记录，确认现场位置和联系人，再独立接单。采购人对新人员有合理异议时，我公司核实后调整。离岗人员交回门禁、工具、资料和账号权限，项目服务经理审核。

质保期结束前 30 日进行终期检查。检查设备外观、安全保护、关键参数、软件版本、备件状态、未关闭工单、培训记录和资料完整性；与采购人共同确认运行状态和待观察事项；对需要继续维护的设备提出周期、备件和风险建议；对临时替代或限制使用的设备明确永久处理方案。终期检查不是为关闭责任，而是向采购人交付清晰的设备状态和后续管理依据。

质保期结束时办理资料和资产交接。移交设备档案摘要、维修记录、巡检记录、备件更换清单、培训记录、软件版本和授权说明、服务联系卡、遗留问题清单和后续维护建议。属于采购人的备件、工具、钥匙、介质和资料按清单核对签字；临时远程通道按采购人要求关闭；服务账号和权限完成移交或收回。纸质和电子资料一致，缺失资料在交接前补齐。

质保期结束后，我公司继续提供技术咨询服务，设备发生故障时

可提供远程判断、现场服务、备件和维修方案，具体范围和费用按合同及双方确认执行。历史档案继续为后续服务提供依据，采购人查询设备信息和维修历史时，按权限提供。服务团队定期回访重点设备的运行情况，提醒季节维护、软件兼容和备件寿命。通过质保期内的规范服务和结束时的完整交接，使采购人能够在售后服务支持下持续、安全、稳定地使用本项目设备。

现场处置的底线是人员安全和设备安全。任何故障都不能以“先运行再说”代替隔离和测试；任何维修都不能以“已经报警消失”代替功能验证；任何部件更换都不能以“型号差不多”代替规格核对；任何软件操作都不能以“重装最快”代替数据备份和原因分析。服务人员坚持按流程作业，并为自己的记录和判断负责，使每一次服务既能解决当前问题，也能减少下一次故障的发生。