上海市地方标准《无人农场 水稻生产技术规范》（征求意见稿）编制说明

一、任务来源

按照上海市市场监督管理局关于下达 2023 年度第一批上海市地方标准制修订项目计划的通知（沪市监标技〔2023〕385 号）要求，本文件是 2023 年上海市地方标准制定计划项目，由上海市农业农村委员会提出，由上海市农业机械标准化技术委员归口、上海市嘉定区农机技术推广站牵头起草。

二、编制背景

我国是一个农业大国，植保机械化水平低是农业现代化最薄弱的环节之一。相对于传统的农田作业方式，智能化无人农机具有作业效率高、安全性高、精细化程度高、适应性广等特点，可以大幅节约人工成本。近年来，国家出台多项农业相关政策及规划，支持无人农场的技术研发、推广应用，全面提升无人化数字技术在农产品生产的应用水平，不断加快推进农业现代化。2021 年 2 月，中共中央国务院发布《关于全面推进乡村振兴加快农业农村现代化的意见》，提出“建立农业农村大数据体系，推动新一代信息技术与农业生产经营深度融合”。2022 年，国家出台的《中共中央 国务院关于做好 2022 年全面推进乡村振兴重点工作的意见》指出，从容应对百年变局和世纪疫情，推动经济社会平稳健康发展，必须着眼国家重大战略需要，稳住农业基本盘、做好‘三农’工作，接续全面推进乡村振兴，确保农业稳产增产、农民稳步增收、农村稳定安宁。《中华人民共和国国民经济

和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》提出，走中国特色社会主义乡村振兴道路，全面实施乡村振兴战略，强化以工补农、以城带乡，推动形成工农互促、城乡互补、协调发展、共同繁荣的新型工农城乡关系，加快农业农村现代化。这些政策的出台，不仅反映了国家层面之于农业农村问题前所未有的重视，也预示着未来一个阶段农业农村发展的大趋势。

上海市《上海市乡村振兴“十四五”规划》中明确提出，到 2025 年，率先基本实现农业农村现代化。重点举措之一就是提升科技装备水平，建设农业智能化生产基地，夯实数字农业发展基础，提升全产业链数字化管理水平。《推进农业高质量发展行动方案（2021-2025 年）》中明确，上海将实施绿色循环发展、科技装备提升等五大行动，依托上海各区农业资源禀赋和特色产业发展基础，将全力打造 13 个规划定位明晰、资源要素集聚、品牌优势突出、生产方式绿色、技术装备先进、产业融合创新的“绿色田园”先行片区，示范引领都市现代绿色农业高质量发展。

为响应国家和上海城市数字化转型的号召，切实解决当前农业生产“后继乏人”和用工贵的难题，作为上海市十三个先行片区之一，嘉定数字化无人农场产业片区将聚焦科技装备提升行动，建设现代农业智能化生产基地，打造万亩规模的数字化无人农场。2020 年起，嘉定区外冈镇在全市率先启动“数字化无人农场产业片区”建设，建成上海首个水稻生产“无人农场”，并制定出台首个“无人农场”区级标准化指导性技术文件《水稻生产无人农场建设技术规范》。嘉定

区的探索实践，为建设信息化、数字化、无人化的智慧农业夯实了基础，为上海都市现代绿色农业高质量发展起到了示范引领作用。

三、需求分析

调查显示，我国人均耕地面积是 0.09 公顷，农业机械化率是 71%。从 2010 年到 2017 年，机械化率从 52%增长到 66%，平均每年增长 2 个百分点，增长幅度明显下降。从 2017 到 2020，机械化率增至 71%，平均每年增长 1.6 个百分点。农业农村部印发的《“十四五”全国农业机械化发展规划》中明确到 2025 年，全国农机总动力稳定在 11 亿千瓦左右，农作物耕种收综合机械化率达到 75%。

统一的标准是无人农场建设和发展的前提，无人农场的建设涉及到多层次的交叉学科和技术。在无人农场相关标准方面，仅有农业部 2018 年发布的行业标准《植保无人飞机 质量评价技术规范》（NY/T 3213-2018）规定了植保无人飞机的型号、质量和检验的相关要求；2021 年发布的行业标准《植保无人驾驶航空器》（DG/T 247-2021）规定了植保无人驾驶航空器推广鉴定的相关内容。由此可见，当前与无人农场相关的各类技术标准体系还不足以全面支撑无人农场标准化发展。

2022 年 11 月，上海市嘉定区农机技术推广站制定了全国首个“无人农场”区级标准化指导性技术文件《水稻生产无人农场建设技术规范》，该标准规定了水稻生产无人农场建设的总体要求以及场地建设、农机配置、水稻生产、智慧管理平台和工作人员等技术要求，为本文件的起草提供了技术支撑。通过在全市开展无人农场的标准化

建设，借助标准化加强上海市无人农场智能化和规范化管理，提高生产技术水平，形成可复制、可推广的经验，起到示范引领作用，为建立健全无人农场工作常态化、长效化机制提供参考依据。同时强化推广应用，加强对作业质量、水田管理、土肥测量、农情监测等信息的汇总统计，形成大数据决策机制。依托物联网、5G、人工智能等信息技术，通过远程控制农场设施、装备、机械等来完成农场生产、管理的无人化生产作业模式。

四、编制原则

1.合规性原则

制定本文件遵循国家和上海市有关法律、法规的要求、符合国家、市有关农业和标准化方面的政策规定。

2.安全性原则

制定本文件遵循确保质量安全的原则，文件中有关水稻种植的病虫害防治控制符合农药使用相关要求。

3.科学性原则

制定本文件遵循生态、环保、科学的原则，文件的内容要求科学可靠。

4.规范性原则

在结构和编写规则上遵循GB/T 1.1—2020《标准化工作导则　第1部分:标准化文件的结构和起草规则》的相关要求。

5.可操作性原则

本文件所确定的农场生产、农机使用等各项要求符合农田建设和水稻生产的区域性要求，方便无人农场水稻生产过程中的实际操作。

五、标准的研究、起草过程

自 2023 年 8 月立项任务下达后，项目承担单位成立了标准起草组，制定工作计划，落实工作任务与分工，具体过程如下：

（1）调查准备阶段

2024 年 1 月，由上海市嘉定区农机技术推广站牵头成立标准编制组，制定地方标准编制工作计划，明确进度安排，确定标准起草单位和人员分工，在市农业机械鉴定推广站和市农业农村委员会等单位指导下开展标准起草工作。

2024 年 2 月-3 月，起草组开展调查研究，分析全市无人农场生产技术情况，掌握发展动态和发展趋势。就无人农场建设现状开展相关法律法规、国家标准、行业标准、地方标准及有关技术资料搜集和整理工作，并结合工作实际，展开标准对标。

（2）讨论起草阶段

2024 年 3 月，起草组对外冈无人农场农田建设、智慧化管理平台、农机库配置、无人农机改造等情况进行了现场调研，经讨论后进一步明确了标准的总体架构，初步形成了标准草案。

2024 年 5 月-7 月，标准起草工作组根据工作计划，按照标准编写要求，起草了标准初稿，并组织召开线上线下研讨会，反复对标准初稿进行逐条研究讨论并完善，进一步修改形成征求意见稿。

六、关键技术问题说明

1.关于术语和定义

全天候无人化之下，无人农场对农业动植物的生长环境、生长状态、各种作业装备的工作状态进行全天候监测，从而根据监测到的信息开展农场作业与管理。全过程无人化是指农业生产的各个工序和环节都无需人工参与，由机器自主完成。全空间无人化是指在农场的物理空间内，无人车、无人船、无人机在不需要人的介入下自主完成移动作业，并实现固定装备与移动装备的无缝对接。本文件3.1、3.2、分别对“无人农场”、“水稻无人化生产”结合上述要求做出了定义。

2.关于场地建设

无人农场是一个复杂的系统相互协作构成的，主要由四大系统，即基础设施系统、作业装备系统、测控系统、管控云平台构成。

无人农场基础设施系统通常包括厂房、道路、水、电、仓库、车库、通信节点和传感器安装节点等基础条件，是无人农场的基础物理构架，第4章“总体要求”、第5章“场地建设”从硬件配置到运行管理等多个角度进行了规范，对无人农场的规模、建设要求等设置了量化指标，为农场无人化作业提供了基础保障。对于农机库内单个农机的占用面积参照《基层农机服务点设置技术规范》（DB31/T 1286-2021）的要求，结合本文件无人农机的配置类型，规定了轮式拖拉机宜占用面积≥35 m^2/台；水稻插秧机、水稻直播机、喷杆喷雾机、植保无人航空驾驶器宜占用面积≥20 m^2/台；谷物联合收割机宜占用面积≥35 m^2/台。

3.关于北斗信号

北斗精确定位导航是无人驾驶的重要保证，因此在4.3.2中进行了规定。CORS基站要求如下：

无人农场覆盖范围内应满足SHCORS网络覆盖，为了保障CORS网络的稳定性，需在无人农场区域内架设网络基准站，网络基准站覆盖半径需大于40km。

基准站性能要求：

（1）工作频点：基准站应能接收处理BDS（B1I/B2I/B3I，以及北斗三号B1C/B2a）、GPS（L1/L2/L5）、GLONASS（L1/L2）、Galileo（E1/E5a/E5b）四系统多个频点信号。

（2）多路径影响：BDS、GPS、GLONASS、Galileo当多卫星系统同时工作时的24h平均伪距多路径影响≤0.5m。

（3）观测数据可用率：基准站24h观测数据可用率：≥95%（在高度截止角为10°时）。

（4）周跳比：基准站12h观测数据周跳比：≥8000。

（5）时间特性：RTK 初始化时间：在不大于8km的基线上，接收机的RTK初始化时间应不超过10s。

4.关于无人农机

作业装备系统是无人农场生产和管理过程中使用的设备和装置的统称，是无人农场的核心组成部分。根据《上海市粮食生产无人农场考核验收项目评分表》的要求，第6章“无人农机”明确了无人农场宜配备的类型包括动力机械、种植施肥机械、田间管理机械、收获机械。其中：

（1） 功能要求：无人农机除应具备转移作业全自动、智能决策精准作业等功能外，还应具备自动避障异况停车和突发问题智能预警等功能，通过障碍物识别传感器，实现自动避障；同时，作业时如遇异常情况，如机器故障(收获机堵塞等)或信号问题(卫星或RTK信号丢失等)，则自动停车，并向监控中心发出警告信号。

（2） 维修保养：农机生产企业和农机管理部门根据实时获取的机具状态和作业质量信息，对机具的作业状态作出判读。一旦发生故障，即通过互联网远程指导驾驶员进行维修，对于一些驾驶员无法排除的故障，则立即通知农机维修人员前去维修。

5.关于无人农机导航路径规划

自主避障是农业机械智能化作业的基本要求，可保障农机装备在复杂农田环境中安全作业。农业机械通过传感器获取作业环境中障碍物的方位和大小信息，经计算分析后实时动态地规划一条安全无碰撞路径。

针对不同作物、不同生产环节和不同地块的导航作业路径需要优化规划的问题，无人农机通过自动导航和农田全区域覆盖作业路径优化规划方法，实现了农机自动导航系统最优作业方向计算和路径自动生成。针对水田侧滑严重、农机俯仰横滚变化频繁且幅度大的问题，通过在农机导航复合路径跟踪控制器中增加侧滑估计补偿器，显著地提高了农机导航系统的水田抗侧滑干扰能力。针对现有农机导航系统缺乏避障功能，影响农机自动导航作业安全的问题，开发了农机自动避障技术，可以准确识别和绕行农田典型障碍物。针对现代农业生产中需要多机协同作业技术支撑的问题，采用基于无线自组网络的主从装备平行跟踪导航控制技术，使主从装备旋耕和收获作业直线行走段的横向位置误差小于±2.5 cm、田头转弯对行误差小于±5cm。

6.关于生产作业

水稻生产主要针对水稻耕、种、管、收等环节，在拖拉机、水稻插秧机、喷杆喷雾机、联合收割机等农业作业机械上装备无人化驾驶系统。整套无人化系统设计结合了水稻全程作业需求，基于高精度北斗定位定向系统的作业路径规划与自动导航技术，根据农机进出田块

的位置要求、机具的作业幅宽、农机的最小转弯半径、车辙重复和交叉限制等，研究田块完整作业路径的自适应规划与优化技术，实现作业机具完整遍历田块所有区域情况下的作业路径优化，同时还能通过北斗系统实时提供农机实际方位与规划路径之间的横向偏差、航向偏差、及各种行车导航信息，实现耕、种、管、收各环节的自动导航无人驾驶，实现水稻耕、种、管、收各环节的田间无人化自主作业。

第7章“生产作业”除规范耕、种、管、收各环节无人化技术和作业质量要求外，规定了无人农机生产过程的安全与应急要求，通过采取各种措施,建立处置突发农机安全生产事故的机制，最大限度减少财产损失。

7.关于智慧管理

无人农场是机器换人所要展现的最终形态，物联网替换了人类的感知器官；大数据和人工智能组成智慧云大脑，替换了人类的大脑；无人驾驶的农业机械替换了需要人类四肢参与执行的有人驾驶农机。无人农场的关键技术主要包括物联网技术、大数据技术、人工智能技术和无人智能农业装备技术等。无人农场的关键技术按照模块一般可以划分为感知数据融合技术模块、规划决策技术模块和控制执行技术模块等。感知数据融合技术模块主要包括物联网技术，规划决策技术模块主要包括大数据技术和人工智能技术，控制执行技术模块主要包括无人智能农业装备技术。

水稻无人农场具有耕种管收生产环节全覆盖、机库田间转移作业全自动、自动避障异况停车保安全、作物生产过程实时全监控和智能决策精准作业全无人等 5个特点。第8章“智慧管理平台”要求通过数据处理、推理、决策的云端计算，以及有效信息的挖掘和各种作业指令、命令的下达，并建立可视化模型，是无人农场的神经中枢。通

过监控中心实时定位监测农机的位置、行走轨迹、作业时常等各项情况，掌握无人农机的运行状况。同时规定对无人农场物资、生产、地理信息等建立档案，作好记录。

七、重大分歧意见的处理结果及理由

本文件制定过程中秉持协商一致原则，无重大分歧意见。

八、采标情况

本文件无采标。

九、与现行法律、法规和强制性国家标准的关系

本文件符合国家有关法律法规及强制性国家标准，与现行法律、法规和强制性国家标准、行业标准相协调。

十、宣贯及实施建议

1.本文件发布后建议大力宣传推广，加强市、区相关主管部门联动，充分整合资源，贯彻落实标准实施。

2.建议上海市嘉定区农机技术推广站联合上海市市场监督管理局等单位开展标准试点，加强标准的应用实施。

3.建议对水稻种植的无人农场建设和管理进行考核和评估时，引用本文件作为考核评估的依据。

《无人农场 水稻生产技术规范》标准起草组

2024 年 08 月