

《无人驾驶高速插秧机 作业质量》(送审稿)

农业行业标准编制说明

一、工作简况

(一) 任务来源

根据农业农村部农产品质量安全监管司《关于下达 2023 年农业行业标准制修订计划的通知》(农质标函〔2023〕51 号),浙江省农业科学院农业装备研究所承担《无人驾驶高速插秧机 作业质量》标准制定工作。项目计划编号: NYB-23360; 项目承担单位: 浙江省农业科学院农业装备研究所; 计划完成时间: 2024 年。

(二) 制定背景

我国作为一个农业大国,在农业生产中使用机械的现象已十分普遍,在农业劳动力大量转移的情况下,全国农作物耕种收综合机械化率由 2015 年的 63.82%提高到 2022 年的 72%,农机装备的持续发展是我国农业现代化建设的关键点之一。随着农业机械化发展和数字经济时代的到来,智慧农业已成为现代农业发展的必然趋势,无人农场是智慧农业的重要载体,而无人驾驶则是农场无人化、精准化自主作业的关键性技术基础。

近两年,我国无人化农机创新产品相继面市。“东方红”“欧豹”无人驾驶拖拉机、“谷神”无人驾驶联合收割机已开展试验和作业示范,还实现了收割机与运粮车的主从导航无人驾驶;“丰疆”高速无人驾驶插秧机实现了水田原地掉头对行、秧盘自动提升等功能,已在多地投入水稻插秧生产实践。尽管当前我国无人化农业发展已经具备了一定基础,

但大部分还处于探索阶段，技术成熟度和经济性仍有许多欠缺，距离实现完全的无人化农业还需要经历一个长期演进过程。

2018 年，国务院发表的《国务院关于加快推进农业机械化和农机装备产业转型升级的指导意见》，在各地实践中要求要对无人化农业技术与装备研发应用予以高度关注，在政策、科技、项目、标准等方面积极谋划，深入推进机械化、信息化融合，促进农业机械化高质量发展，努力为农业现代化提供新动能。2021 年 3 月发布的《2021-2023 年农机购置补贴实施指导意见》中，提出在补贴资质方面着力突出农机科技自主创新。推广使用智能终端和应用智能作业模式，深化北斗系统在农业生产中的推广应用，确保农业生产数据安全。2022 年 1 月发布的《“十四五”全国农业农村科技发展规划》要求“加强农机装备薄弱环节研发，加强中大型、智能化、复合型农业机械研发应用”。

国家高度重视自动/无人驾驶农机领域标准化工作。2014 年国家标准委批复成立全国农业机械标准化技术委员会农业电子分技术委员会，专门负责精准农业装备、自动化、智能化领域国家标准制修订工作。2016 年，国务院审议通过《装备制造业标准化和质量提升规划》，将“重点研制采用智能决策、精准控制、信息收集等先进技术的农业机械装备标准”列为农机装备领域标准化工作任务，同年国家标准委开展《自走式农业机械导航系统作业性能要求及评价方法》国家标准研制。由此，农业农村部高度重视推进农业机械自动驾驶导航系统标准化工作，支持鼓励行业协会制修订相关团体标准，进一步完善农机自动驾驶导航系统标准体系，加大自走式农机自动驾驶导航急需的技术等级、测试规范、接口协议等基础标准研制投入，积极推进自动/无人驾驶农机发展标准化工作。

目前，国内专家团队开展了无人驾驶关键技术的研究，取得了一定

突破性成果，但无人驾驶农机所需的功能参数、作业质量、管理应用等标准化建设目前在国内外尚属空白，为更好的推进无人驾驶农业机械发展应用，选取技术较为成熟的无人驾驶高速插秧机，对其作业质量制定标准，使无人驾驶农业机械的发展应用、效果评估等方面更加规范化、标准化、科学化，制定相应标准也可指导企业或相关技术部门进一步完善农机自动驾驶导航系统，推进技术发展。

（三）主要工作过程

按照计划任务书的要求，起草单位立即组织技术骨干成立标准起草工作组，研究和制定了标准编制工作方案，参加行业标准制修订培训，并按照行业标准制定程序展开标准制定工作。

1. 起草（草案、调研）阶段

（1）成立标准起草工作组。标准计划下达后，2023年5月，标准牵头单位积极邀请浙江星莱和农业装备有限公司、浙江省农业机械工业协会、浙江省农业机械试验鉴定推广总站、上海联适导航技术股份有限公司、苏州久富农业机械有限公司等开展无人驾驶高速插秧机生产制造机构、关键导航控制部件生产机构、有关管理部门的相关专家参与标准起草，组成标准起草工作组。工作组成员具有较丰富的专业知识和实践经验，了解标准化工作的相关规定并具有较强的文字表达能力。

（2）调查研究，收集资料。标准起草工作组成立后，工作组人员主要通过网络、电话和资料调研的方式，广泛收集各省无人驾驶高速插秧机及关键控制部件生产机构相关培训技术资料，并于生产者、管理部门和技术专家等座谈、访谈等，同时实地走访了浙江星莱和农业装备有限公司、上海联适导航技术股份有限公司、苏州久富农业机械有限公司，广泛听取意见，了解无人驾驶高速插秧机现状和存在的问题。

（3）确定工作思路，启动标准制定。根据调研掌握情况，工作组

制定了工作计划，明确了内部分工及进度要求，责任落实到人。本标准制定过程中主要参考以下管理规定、标准等：

GB/T 6243-2017 《水稻插秧机 试验方法》

GB/T 20864-2021 《水稻插秧机 技术规范》

GB/T 37164-2018 《自走式农业机械导航系统作业性能要求及评价方法》

GB/T 39521-2020 《农业拖拉机和机械 拖拉机和自走式机械的自动导航系统 安全要求》

NY/T 989-2020 《水稻栽植机械 作业质量》

NY/T 1353-2007 《农业机械作业质量标准编写规则》

NY/T 3334-2018 《农业机械自动导航辅助驾驶系统 质量评价技术规范

BD 420010-2015 《全球卫星导航系统（GNSS）导航设备通用规范》

BD 420011-2015 《全球卫星导航系统（GNSS）定位设备通用规范》

农业机械学会团体标准 T/NJ 1274-2022 《智能控制高速插秧机》

Q/310118LSDH 006-2022 《北斗高速插秧机无人驾驶系》

Q/BDHNJ 0014-2022 《无人驾驶插秧机 作业质量》

在参考以上管理规定、标准基础上，工作组成员统一工作思路，起草了标准初稿，并反复进行修改。

（4）召开标准修改工作研讨会。2023年4月12日，工作组形成了标准初稿，并将初稿交工作组各自所在单位进行广泛研讨（第1稿）。2023年4月23日，在苏州久富农业机械有限公司召开标准起草工作组会议，讨论标准草案。参会人员分别是来自于浙江省农科院装备所、星光农机股份有限公司、苏州久富农业机械有限公司、浙江省农业机械工业协会、林海集团、浙江星莱和农业装备有限公司、上海联适导航

技术股份有限公司的 11 位专家，工作组进行了意见汇总和讨论，在此基础上形成了标准征求意见稿（第 2 稿）。2023 年 8 月 7 日，我机构同浙江省农业机械试验鉴定推广总站技术人员至浙江省金华市浙江星莱和农业装备有限公司开展无人驾驶高速插秧机田间试验验证工作，根据实际的验证效果对部分标准的有关内容进行修改，形成标准征求意见稿（第 3 稿），2023 年 9 月 1 日，工作组至上海联适导航技术股份有限公司开展关键作业性能参数的调研工作，就无人驾驶控制模板数据验证展开讨论，根据实际反馈结果对标准进行修改，形成标准征求意见稿（第 4 稿）。2023 年 11 月 16 日，标准工作组邀请浙江省农技推广中心、浙江理工大学等有关专家在浙江省农业科学院农业装备研究所召开标准研讨会，对专家意见汇总并形成标准征求意见稿（终稿）。

2. 征求意见阶段

3. 送审阶段

4. 报批阶段

二、标准编制原则和确定地方标准主要内容的依据

（一）编制原则

1. 与有关法律法规一致，并与现行有效标准相协调。
2. 编写格式符合 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》的要求。

（二）确定标准主要内容的论据

1. 标准内容框架

文件内容包括：术语和定义、作业质量要求、检验方法和检验规则。

2. 范围的确定

本文件规定了无人驾驶高速插秧机的作业质量要求、检测方法、检验规则。本文件适用于整机出厂的无人驾驶高速插秧机（以下简称“无

人插秧机”)的作业质量评定,加装农机导航系统的高速插秧机可参照执行。

3. 规范性引用文件

本章列出了本标准引用的相关国家标准和行业标准。

4. 作业质量要求的确定

(1) 作业条件的确定

根据 GB/T 6243 《水稻插秧机 试验方法》、GB/T 20864 《水稻插秧机 技术规范》、NY/T 3334 《农业机械 自动驾驶辅助驾驶系统 质量评价技术规范》等标准的要求,确定了试验地、插秧田块、试验用秧苗的要求。其中:

试验地处于网络通信技术(CORS)基站以及移动互联网信号覆盖范围内,电磁环境良好,无遮挡,远离高压输电线和微波雷达等强信号发射通道,测试场周围 50m 内不应有金属和其他反射表面,以免产生多路径干扰。

插秧田块应泥碎田平、平整方正,泥脚深度不大于 300mm,水深 10mm~30mm,田面高差不大于 30mm;秧苗要求采用规格化育秧方法育出的秧苗,秧苗密度应均匀一致,苗高、叶龄符合机具的适用范围。

操作人员应能够熟练驾驶无人插秧机及操作农机导航(智能)系统。

(2) 作业质量指标的确定

作业质量指标主要根据 GB/T 20864-2021《水稻插秧机 技术规范》、NY/T 3334-2018《农业机械 自动驾驶辅助驾驶系统 质量评价技术规范》两项标准要求,并结合当下技术水平来确定,规定在上述的作业条件下,无人驾驶高速插秧机的作业质量应从相对均匀度、插秧深度合格率、伤秧率、漏秧率、漂秧率、翻倒率、直线度精度、衔接行间距精度八个指标进行检测描述。

表 1 作业质量要求确定依据

序号	检测项目	质量要求	确定依据
1	相对均匀度合格率/%	≥85	GB/T 20864-2021《水稻插秧机 技术规范》
2	伤秧率/%	≤4.0	
3	漏插率/%	≤5.0	
4	漂秧率/%	≤3.0	
5	翻倒率/%	≤3.0	
6	插秧深度合格率 ^a /%	≥90	
7	直线度精度/cm	≤5.0	NY/T 3334-2018《农业机械 自动导航辅助驾驶系统 质量评价技术规范》中导航系统的直线度精度、衔接行间接精度均≤2.5cm，在选择星莱和、上海联适导航技术股份有限公司有关无人驾驶插秧机试验验证基础上，确定无人驾驶插秧机的直线度精度、衔接行间接精度均≤5.0cm
8	衔接行间距精度/cm	≤5.0	

5. 检测方法的确定

(1) 检测前准备

试验过程中，需要尽可能排除干扰因素，因此试验用样机技术状态应良好，并按使用说明书的规定进行调整和保养。其次操作人员应按当地水稻插秧农艺要求和说明书规定调整和使用无人插秧机。作业条件中要求插前床土绝对含水率为 35%~55%，关于床土绝对含水率的测量，应从试验的秧盘中各取床土不少于 20g，按 GB/T 5262-2008 中 7.2.1 规定的方法测定，最终使无人插秧机在指定作业区域内完成路径规划，在速度为 0.5m/s ± 0.2 m/s 的满载条件下进行插秧作业，试验田长度应不小于 100m，两端稳定区不少于 20m，宽度不小于 20m。

(2) 检测方法的确定

规定了无人驾驶高速插秧机的作业质量指标，即相对均匀度、插秧深度、插秧深度合格率、伤秧率、漏秧率、漂秧率、翻倒率、直线度精度、衔接行间距精度等 9 个指标的检测方法，其中：

——相对均匀度、插秧深度、插秧深度合格率、伤秧率、漏秧率、漂秧率、翻倒率等依据 GB/T 6243-2017《水稻插秧机试验方法》初步确定检测方法。

——直线度精度、衔接行间距精度依据 NY/T 3334-2018 《农业机械 自动驾驶辅助驾驶系统 质量评价技术规范》初步确定检测方法，在征求多方意见和试验验证基础上，结合无人插秧机实际情况，最终确定作业质量指标的检测方法。

①以 A-B 线为基准线，按照不小于 300m 长的直线导线路径进行作业。

修改为：以 A-B 线为基准线，按照不小于 6m 长的直线导线路径进行作业。

修改依据

国土资源部《高标准基本农田建设规范（试行）》：水田区耕作田块内部宜布置格田。格田长度以 30m~120m 为宜，宽度以 20m~40m 为宜；格田之间以田埂为界，埂高 20cm~40cm，埂顶宽 15cm~30cm 为宜；水田区格田内田面高差应小于±3cm；旱地区畦田内田面高差应小于±5 cm。

广东省土地整治垦造水田建设标准(试行)：田块(格田)长度以 60~120m 为宜，宽度以 20~40m 为宜，平原低地区、沿海台地区条田宽度取决于机械作业宽度的倍数，田面宽度便于大、中型机械作业和田间管理。

安徽省高标准农田建设规划（2021—2030 年）：平原区以修筑条田（方田）为主，北方平原区条田长度宜为 200~1000m，南方平原区长度宜为 100~500m，田块宽度取机械作业宽度的倍数，宜为 50~300m。丘陵区以修筑梯田为主，梯田田面长度宜为 100~200m，宽度宜为 20~50m；水田区格田长度宜为 60~120m，宽度宜为 20~40m。

湖南省地方标准 DB 43/T 650-2011《高标准农田 稻田建设技术规范》：稻田面积控制在 2000~2667m²，以长 80-100m，宽 25-30m 进行控制，宜选用 100×20m 或 80×30m 规格。

四川省地方标准 DB 51/T 3062-2023《四川省高标准农田建设技术规范》：

小型平原水田面积一般控制在 0.67 公顷以内，旱地和山地水稻田面积一般控制在 0.1 公顷以内。平原水田地格田长度宜为 60~120m，宽度宜为 20~40m。

综上所述：无人插秧机作业环境应与国家高标准农田建设政策紧密贴合，丘陵山地区域因作业环境较困难，不考虑无人插秧机作业，故一般选择水稻田块长度 30m~120m，宽度 20m~40m 为无人插秧机作业条件测试。在直线导航路径的选择上以不小于 60m 作为试验条件较佳。

②在速度（0.5m/s±0.2m/s）和速度（2.5m/s±0.2m/s）下按设定衔接行间距作业，各行驶 1 次。

修改为：在速度（0.5m/s±0.2m/s）下按设定衔接行间距作业，行驶 1 次。

修改依据

列举国内外现有高速乘坐式插秧机规格信息如下所示：

品牌	久保田	江苏沃得	久富	洋马	星莱和
型号	2ZGQ6/8 型	2ZGF6/8 型	2ZG-6/8 型	2ZG-6 型	2ZG-6/8 型
作业速度	0~1.65m/s	0~1.65m/s	0~1.63m/s	0~1.33m/s	0~1.65m/s

综上所述：目前市面上高速乘坐式插秧机作业速度基本在 0-1.5m/s 区间范围内，与 NY/T 3334-2018 《农业机械 自动驾驶辅助驾驶系统 质量评价技术规范》标准中（2.5m/s±0.2m/s）的作业条件有较大出入，同时，无人插秧机作业环境要求较高且低速档位作业最佳，建议沿用标准中（0.5m/s±0.2m/s）作业速度，取消（2.5m/s±0.2m/s）作业速度。

③每次等间隔取 50 个检测点，测量自动驾驶系统实际距离 A-B 线的距离。

修改为：等间隔取 20 个检测点，测量自动驾驶系统实际距离 A-B 线的距离。

修改理由：原有标准为两次不同速度下按 300m 取 50 个测量点，同比例换算，在 60m 的条件下，应测量 17 个点，建议取整为 20 个点。

6.检验规则的确定

规定了单项判定规则和综合判定规则的内容及要求，参照相关标准、文献确定作业质量考核项目以及检测项目分类。

三、主要验证情况

在确定好检测方法后，对标准的关键参数技术指标进行验证，针对传统高速插秧机漂秧、伤秧、插秧深度合格率等传统参数，均按照 GB/T 6243-2017《水稻插秧机 试验方法》规定的方法进行验证，均无差异。重点验证无人驾驶性能指标，直线度精度、衔接行间距精度技术参数于 2023 年 8 月 7 日在浙江省金华市浙江星莱和农业装备有限公司开展无人驾驶高速插秧机（配套上海华测无人驾驶系统）田间试验验证工作，按照规定的检验方法，分别进行 5~10 次的现场试验，数据结果如下表所示（展示 2 次试验的具体数据，其它展示结果）。

表 2：直线度精度第一次数据

直线度精度 第一次 数据	取样点	A-B 线距离 基线距离（cm）	取样点距离 基线距离（cm）	距离差（cm）	直线度精度 （标准差）
	1	0.04345	0.05	0.00655	3.1934926
	2	0.04345	0.033	-0.01045	
	3	0.04345	0.02	-0.02345	
	4	0.04345	0.016	-0.02745	
	5	0.04345	0.014	-0.02945	
	6	0.04345	0.009	-0.03445	
	7	0.04345	0	-0.04345	
	8	0.04345	0	-0.04345	
	9	0.04345	0.019	-0.02445	
	10	0.04345	0.026	-0.01745	
	11	0.04345	0.034	-0.00945	
	12	0.04345	0.049	0.00555	
	13	0.04345	0.055	0.01155	
	14	0.04345	0.057	0.01355	
	15	0.04345	0.055	0.01155	

	16	0.04345	0.066	0.02255	
	17	0.04345	0.07	0.02655	
	18	0.04345	0.086	0.04255	
	19	0.04345	0.102	0.05855	
	20	0.04345	0.108	0.06455	

表 3：直线度精度第二次数据

直线度 精度 第二次 数据	取样点	A-B 线距离 基线距离 (cm)	取样点距离 基线距离 (cm)	距离差 (cm)	直线度精度 (标准差)
	1	0.03685	0.048	0.01115	2.6034946
	2	0.03685	0.035	-0.00185	
	3	0.03685	0.025	-0.01185	
	4	0.03685	0.022	-0.01485	
	5	0.03685	0.013	-0.02385	
	6	0.03685	0.002	-0.03485	
	7	0.03685	0	-0.03685	
	8	0.03685	0	-0.03685	
	9	0.03685	0.01	-0.02685	
	10	0.03685	0.027	-0.00985	
	11	0.03685	0.04	0.00315	
	12	0.03685	0.052	0.01515	
	13	0.03685	0.039	0.00215	
	14	0.03685	0.052	0.01515	
	15	0.03685	0.032	-0.00485	
	16	0.03685	0.04	0.00315	
	17	0.03685	0.053	0.01615	
	18	0.03685	0.075	0.03815	
	19	0.03685	0.083	0.04615	
	20	0.03685	0.089	0.05215	

表 4：直线度精度数据

第 i 次测量	1	2	3	4	5	6	7	8
直线度精度 (cm)	3.19	2.60	4.33	0.52	1.18	0.43	3.44	1.85

表 5：衔接行间距精度第一次数据

直线度 精度 第一次 数据	取样点 A _i 距离 (cm)	取样点 B _i 距离 (cm)	距离差 (cm)	衔接行间距精度 (标准差)
	0.008	2.821	2.829	1.5556688
	0.002	2.815	2.813	
	0.007	2.812	2.805	
	0.002	2.816	2.814	
	0.003	2.814	2.817	
	0.006	2.810	2.816	

	0.006	2.816	2.822	
	0.014	2.822	2.836	
	0.003	2.819	2.822	
	0.004	2.809	2.813	
	0.004	2.804	2.808	
	0.004	2.799	2.795	
	0.001	2.818	2.817	
	0.007	2.812	2.819	
	0.017	2.838	2.855	
	0.015	2.838	2.853	
	0.018	2.831	2.849	
	0.012	2.816	2.828	
	0.003	2.816	2.819	
	0.007	2.817	2.824	

表 6：衔接行间距精度第二次数据

	取样点 A _i 距离 (cm)	取样点 B _i 距离 (cm)	距离差 (cm)	衔接行间距精度 (标准差)
直线度 精度 第一次 数据	0.012	2.815	2.827	1.5847547
	0.002	2.81	2.812	
	0.005	2.808	2.803	
	0	2.812	2.812	
	0.004	2.811	2.815	
	0.006	2.808	2.814	
	0.006	2.816	2.822	
	0.013	2.822	2.835	
	0.001	2.820	2.821	
	0.002	2.811	2.813	
	0	2.807	2.807	
	0.008	2.802	2.794	
	0.006	2.822	2.816	
	0.001	2.817	2.818	
	0.01	2.843	2.853	
	0.008	2.845	2.853	
	0.011	2.839	2.85	
	0.003	2.825	2.828	
	0.007	2.825	2.818	
	0.003	2.827	2.824	

表 7：衔接行间距精度数据

第 i 次测量	1	2	3	4	5	6	7	8
衔接行间距精度(cm)	1.56	2.89	1.57	1.57	2.21	3.43	1.54	3.85

标准工作组确认数据后于 2023 年 9 月 1 日上海联适导航技术股份有限公司开展关键作业性能参数的调研工作，与联适导航有关插秧机无人驾驶数据进行比对分析，数据基本一致，在直线度精度上其数据范围基本在 3-5cm 之间，基本符合要求。同时标准也得到了起草单位中久富、林海集团等有关插秧机生产制造企业的验证，标准具有较好的适应性。

四、与国际、国外对比情况

标准在制定过程中，检索了 CNKI《国外标准数据库》，该数据库收录了国际标准（ISO）、国际电工标准（IEC）、欧洲标准（EN）、德国标准（DIN）、英国标准（BS）、法国标准（NF）、日本工业标准（JIS）、美国标准（ANSI）、美国部分学会标准（如 ASTM，IEEE，UL，ASME）等题录信息，未查询到相关标准。

五、与有关的现行法律、法规和强制性标准的关系

标准中涉及作业质量指标按照 GB/T 20864-2021《水稻插秧机 技术规范》、NY/T 3334-2018《农业机械 自动驾驶辅助驾驶系统 质量评价技术规范》标准执行；检测方法按照 GB/T 6243-2017《水稻插秧机试验方法》和 NY/T 3334-2018《农业机械 自动驾驶辅助驾驶系统 质量评价技术规范》标准执行；本标准与现行法律、法规不存在冲突和抵触。

六、重大分歧意见的处理经过和依据

无

七、标准性质的建议说明

建议本标准为推荐性农业行业标准。

八、贯彻标准的要求和措施建议

标准的出台使无人驾驶农业机械的发展应用、效果评估等方面更加规范化、标准化、科学化，制定相应标准也可指导企业或相关技术部门进一步完善农机自动驾驶导航系统，推进技术发展。其次建议各相关部

门按照规划和计划要求，贯彻和执行标准，将标准引入管理工作程序和流程，成为工作准则。形成标准化管理和标准化作业的基础，乃至建立全面标准化管理工作体系。随着标准化管理工作进程，不断分析、总结标准化管理工作中的问题和需求，适当选择和适时提升执行标准的水平，逐步具备自行制定标准的能力，补充制定适合管理工作现实需要的自定标准，完善标准管理系统，实现全面标准化管理。建议各级农田建设部门、农机主管部门应加强本标准的宣传和培训工作，并将标准应用于高标准农田建设及农田宜机化改造实践，通过召开示范现场会展示农业机械、人员培训等推动标准的贯彻实施。

九、废止现行有关标准的建议

无

十、其他应予说明的事项

无

《无人驾驶高速插秧机 作业质量》标准起草工作组

2023 年 11 月