

团 体 标 准

T/NJ 1448—202X

农机自动化作业丘陵果园 建设与运行规范

Agricultural machine automation operation hilly orchard
—Construction and operation specification

(公示稿)

2024-XX-XX 实施

中国农业机械学会 发布

前 言

本文件按照 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》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国农业机械学会提出。

本文件由全国农业机械标准化技术委员会（SAC/TC 201）归口。

本文件起草单位：烟台瀑拉谷葡萄种植专业合作社联合社、中国农业大学烟台研究院、烟台市葡萄与葡萄酒协会、烟台市酿酒师协会。

本文件主要起草人：汪建超、龙迅、孔维府、陈泰宇、李文娟、杨兆文。

农机自动化作业丘陵果园 建设与运行规范

1 范围

本文件规定了农机自动化作业丘陵果园建设与运行的术语和定义、丘陵果园建设、管控平台、监测系统、数据传输、作业装备和运行与管理。

本文件适用于农机自动化作业丘陵果园的建设与运行管理。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 4269.1 农林拖拉机和机械、草坪和园艺动力机械 操作者操纵机构和其他显示装置用符号 第1部分：通用符号

GB/T 4269.2 农林拖拉机和机械、草坪和园艺动力机械 操作者操纵机构和其他显示装置用符号 第2部分：农用拖拉机和机械用符号

GB/T 5226.1—2019 机械电气安全 机械电气设备 第1部分：通用技术条件

GB/T 9480 农林拖拉机和机械、草坪和园艺动力机械 使用说明书编写规则

GB 10395.1 农林机械安全 第1部分：总则

GB 10395.6 农林机械安全 第6部分：植物保护机械

GB 10395.9 农林机械 安全 第9部分：播种机械

GB 10396 农林拖拉机和机械、草坪和园艺动力机械 安全标志和危险图形 总则

GB/T 13283 工业过程测量和控制用检测仪表和显示仪表精确度等级

GB/T 19003—2008 软件工程

GB 19517 国家电气设备安全技术规范

GB/T 21398 农林机械 电磁兼容性 试验方法和验收规则

GB/T 23821 机械安全 防止上下肢触及危险区的安全距离

GB/T 25110.1—2010 工业自动化系统与集成 工业应用中的分布式安装 第1部分：传感器和执行器

GB/T 30600 高标准农田建设通则

GB/T 38052.3 智能家用电器系统互操作 第3部分：服务平台间接口规范

GB/T 35237 地面气象观测规范 自动观测

GB/T 41479 信息安全技术 网络数据处理安全要求

GB/T 43071 植保无人飞机

GB/T 43440 物联网 智慧农业数据传输技术应用指南

GB/T 43770 室内LED显示屏规范

GB/T 43908—2024 水肥一体化设备

GB 50288—2018 灌溉与排水工程设计标准

T/NJ 1138 拖拉机 自动辅助驾驶系统通用技术条件

T/NJ 1270—2022 自走式农业机械 自动导航障碍物识别与避让系统 技术要求
T/NJ 1480 农业机械用车载北斗工况终端 通信协议技术规范
T/NJ 1481 农业机械用车载北斗工况终端
T/CAAMM 306 农业机械自主作业数字地图构建 技术规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

农机自动化作业丘陵果园 **agricultural machine automation operation hilly orchard**

采用物联网、大数据、人工智能、机器人和第四代/第五代（4G/5G）移动通信等技术，通过管控平台对作业装备进行远程控制，或通过智能装备与机器人的自主决策、自主作业完成所有生产作业任务，实现全天候、全过程、全空间的无人化及人工辅助化生产作业模式进行农作物生产的果园。

3.2

丘陵果园基础设施 **hilly orchard infrastructure**

为农机自动化作业丘陵果园的运行管控平台、监测系统、农机自动化作业装备等提供基本作业资源和条件。包括机耕道路、电力设施、给排水设施、生活设施、仓库、机库、网络和信息系统等。

3.3

管控平台 **monitor and control platform**

农业生产过程中，通过监测系统获取的生产状态、生产环境和数据对象，进行数据接入、融合处理形成控制、操作信号，改变被控制作业装备状态。

3.4

监测系统 **monitoring system**

通过网络连接和传感器等技术，实时监测自动化果园的环境气象、作物信息、土壤墒情、作物生长以及作业装备位置和作业进度等信息，以便远程控制和管理。

3.5

农机自动化作业装备 **agricultural machinery automation equipment**

替代人工作业的农业机械装备，包括耕、种、管、收和贮存等作业环节所用的农业机械与设备。

4 丘陵果园建设

4.1 果园宜机化建设

4.1.1 丘陵果园应依据其类型、作业装备、地质情况，种植作物进行宜机化建设改造，满足与农机自动化作业生产相适宜的道路、给排水系统、电力设施、运行维护系统和仓储设施等。

4.1.2 改造后的果园应满足机械化作业需求，果园田块宜符合 GB/T 30600 的规定。田块宜以条带状分布为主，相邻田块之间、田块与道路之间衔接顺畅，无作业死角，果园耕作层内应无影响装备作业的石块及其他障碍物，地块短边最短宜在 30 m 以上，果园地块长边不小于短边的 3 倍为宜；单块果园纵向坡降不应大于 15%，横向坡降不应大于 5%。

4.1.3 给排水设施应根据果园规模、地形、田间道路、耕作方式，合理设置给、给排水系统与田块、道路相协调，水源以周边地表水为主，地下水为辅。排水沟布局合理，尺寸适宜。排水沟断面尺寸大小应根据果园排水标准和排水量进行确定并应符合 GB 50288—2018 中 7.2.6 的规定。

4.2 丘陵果园基础设施建设

4.2.1 果园配套的电力设施应满足自动化果园用电需求线路，为果园农作物信息采集和实时监测传感器或探头、果园作业装备、给排水等设备供电，自动化果园电力设施至少应包括：

- a) 380 V/220 V 供电系统，供电电源 380 V/220 V，三级负荷；
- b) 发电机（备用）；
- c) 太阳能配电系统，供电电源 5 V/12 V/24 V，或逆变 220 V；
- d) 蓄电池配电系统，供电电源 5 V/12V/24 V，或逆变 220 V。

4.2.2 果园配套的交通运输设施应具备一条衔接干线公路，且通达果园中央或穿越果园的主路；支路与果园主路连接，贯穿果园每个作业区，机耕道应贯通各作业区行间，道路应优先结合区域内现有道路进行布设，合理规划道路布局，应少占用地块以及割裂地块。道路宜采用素土路面、泥结石路面或砂石路面，路基夯实，压实度不应低于 94%。建设后农机化生产道路通达率 100%。设置路肩的路段，路肩宽不应小于 50 cm，依据地形、地势，选择合适的位点设置错车点和末端转向点。

4.2.3 果园仓储设施主要由农业装备机库和物资库组成，机库按功能要求，分为作业装备整机存放区、机具存放区、零配件存放区、保养维护检修区、油料库区及管理服务区，其中油料库区在场区应相对分开单独建设。保障作业装备日常管理、清洗、维护、保养、存放和能源供应。作业装备整机的存放宜单独设库，机具及配件宜分类存放，集中设库。

4.2.4 物资库应保证农药、肥料等果园主要物资合理分区、规范存放；同时应具备防火、防水和防盗功能，应配备物资分区，分架存放的坚固货架，每个库房应具备便于物资及时调取与存放的电子物资摆放示意图及电子物资清单。

4.2.5 应在适宜的位置设置便于农机自动化植保作业需要的配药站。配药站由水站、配药容器、搅拌、过滤装置和泵送系统等组成。

4.2.6 果园通讯设施应包括移动通信基站基础设施和无线室内覆盖系统基础设施部分：

- a) 移动通信基站基础设施主要包括基站机房、电源系统、防雷接地系统、室外支撑物等；
- b) 无线室内覆盖系统基础设施主要包括信号源设备机房、远端设备间、电源系统、接地系统及布线桥架等。

4.2.7 果园区域内，室外应具备 4G/5G 移动信号网络覆盖，满足自动化作业装备高精度定位和作业需求。

4.2.8 网络信息传输可采用有线传输和无线传输，网络信息传输技术包括但不限于无线光桥、光纤和 4G/5G。

5 管控平台

5.1 技术要求

5.1.1 管控平台由决策中心、控制中心、云平台和用户端组成，管控系统信息化配置应包括网络、网关、服务器和监测系统。控制中心根据接收果园中环境、农情等多种数据，结合专家系统做出决策下发给农机作业装备去完成相应的任务，实现作业装备可控作业、生产信息可视化、智能化管理和信息化调度并应满足下列要求：

- 决策中心应给出作物生长关键生育期的经验性农事管理处方图，并具备给出与之匹配的农艺决策建议的功能；
- 控制中心应建有农机作业装备电子档案，实现农机作业装备的信息添加、维护、分类与管理；应基于物联网和北斗导航等技术，实现作业装备作业精准定位和轨迹查询，应建有与农机装备关联的电子围栏，依据决策系统指导农机装备作业，实现农机装备的智能化调度。在技术条件成熟的情况下，可增加农机装备作业效果自动评估的功能；

- 云平台可基于网络计算技术，提供低成本、可持续的果园大数据存储和计算服务，支持决策算法实施运行与多台作业装备协同作业；
- 用户端基于全球广域网（Web）服务器部署，可供用户进行定时任务响应管理与事件条件触发响应管理，同时可共享数据库的决策应用程序接口（API）数据服务系统协同工作；
- 管控系统信息化配置功能要求如下：
 - a) 显示系统：应配置大屏显示系统，用于信息监控及人机交互，根据果园规模，可选配不同的大屏显示系统；
 - b) 网络系统：果园有线网络系统，数据传输速率应不低于千兆；
 - c) 服务器：应配置 Web 网络服务器用于承载信息平台软件，应配置消息队列遥测传输（MQTT）服务器用于实时数据转发。

5.1.2 管控平台应包括信息传输、监测系统、农机装备管控等系统，平台的设计应符合 GB/T 19003—2008 中 7.3 的规定。

5.1.3 自主作业数字地图构建应符合 T/CAAMM 306 的规定，管控平台应根据机载终端和数字地图提供的农机装备、果园和农时信息，为农机装备分配生产任务。

5.1.4 管控平台应具备农机协同作业的管理功能，及时处理农机装备作业时出现的冲突，并应重新给出最优的任务分配方案。

5.1.5 管控平台显示屏应符合 GB/T 43770 的规定。

5.1.6 管控平台应具有作业进度实时分析功能，能够显示地块总面积、已完成作业面积和剩余作业面积等关键参数。

5.1.7 管控平台应具有作业质量评估功能，能够根据作业数据计算出作业重叠率、作业遗漏率和能源消耗率，对于具体的农机，例如旋耕机，挖沟施肥机还应涉及耕深一致性等作业技术指标。

5.1.8 管控平台与农机装备用车载北斗工况终端和数据之间的通信应符合 T/NJ 1480 的要求。

5.1.9 管控平台应与各子系统建立统一的数据标准，并预留外部数据接口。

5.1.10 管控平台应具备数据集成、存储、分析、提示、报警和展示的功能。

5.1.11 数据的存储与传输应满足集成平台对数据上传的接口要求。

5.1.12 数据接口应包括数据内容及接口、数据类型、数据格式、传输方式和传输频率。

5.1.13 管控平台与各子系统的接口宜采用开放的通用协议。

5.1.14 视频数据传输宜采用通用协议，其他硬件采集的数据传输宜采用通用物联网通讯协议。

5.1.15 管控平台数据集成应采用增量模式。

5.1.16 管控平台宜采用云架构，非云架构下的系统宜向云架构升级过渡。

5.1.17 基于物联网和北斗导航等技术，实现作业装备精准定位和轨迹查询，应建有与作业装备关联的电子围栏，可依据决策系统指挥农机装备执行作业，实现作业装备的智能化调度。

5.2 管控平台安全要求

5.2.1 管控平台的网络数据处理应安全可靠，安全技术要求应符合 GB/T 41479 的规定。

5.2.2 管控平台的人机交互界面应设计合理、方便操作，保证操作人员在操作时不出现误删数据的风险。

5.2.3 管控平台做出的任务分配策略应合理，降低农机之间相遇的概率，防止农机相互碰撞。

5.2.4 作业装备应向远程操作员提供改变系统状态的手段，如遥控装置、信息中心远程控制、紧急转向、紧急制动和手动切换模式等。

5.2.5 作业装备的作业速度大于预设值时，自动化作业装备控制系统应在确保安全的情况下，退出智能驾驶模式。

5.2.6 当遥控装置、信息中心与自动化作业装备控制系统的通信中断时，自动化作业装备控制系统应

在确保安全的情况下，退出自动化驾驶模式并处于关闭状态。

5.2.7 管控平台系统管理应采取信息安全保护措施，运行管控平台与各子系统的数据传输应进行加密。系统对用户的使用权限和基本信息进行管理，用户应输入账号和密码后才能进入管理系统。

5.2.8 管控平台对用户实行严格的权限控制，将用户的权限分为三类：服务访问权限、服务管理权限及模块操作权限。执行的管理操作包括服务启动、停止、暂停、重启、编辑、删除等操作。

5.2.9 管控平台的数据存储与传输应配备相应的信息安全设施设备。对数据中心进行异地容灾备份，应设置专网，与外网间应配置类似具有记录、报警等防火墙功能的信息安全设备。

5.2.9 管控平台使用的电器元器件、电器导线、电器连线、控制装置的电气安全应符合 GB/T 5226.1 的规定。

5.2.10 管控平台电磁兼容性应符合 GB/T 21398 的规定。

6 监测系统

6.1 监测系统组成

监测系统应包括气象信息、环境信息、作物信息和视频监控等方面。监测系统的功能是对与农业生产相关的果园综合信息进行在线监测，为从种到收全程自动化农机作业装备提供农情参数和科学依据。

6.2 监测系统要求

6.2.1 监测系统性能要求如下：

- a) 监测系统应具有分布式数据传输要求的双向/单向接收与发送功能；
- b) 传感器及其它有线或/和无线部件或设备数据及状态宜采集输出最大允许误码率为标量（BER）不大于 $10E-6$ 、视频（BER）不大于 $10E-8$ ；系统数据及状态传输最大允许误码率为标量（BER）不大于 $10E-4$ 、视频（BER）不大于 $10E-6$ ；
- d) 传感器及其它有线或/和无线部件或设备数据及状态采集输出最大允许丢包率不应大于 0.3‰；系统数据及状态传输最大允许丢包率不应大于 0.5‰；
- f) 系统数据及状态传输卡顿最大允许时间不应大于 2 s。

6.2.2 视频监测系统应能实现对现场农机作业装备作业场景和作业状态进行实时监测，应能够动态跟踪活动目标，并将现场画面实时传输至运行管控平台，性能应满足下列要求：

- a) 安装位置和数量应满足果园用户的具体应用要求；
- b) 分辨率：不小于 130 万像素；
- c) 视频成像光谱范围 400 nm～700 nm；
- d) 视频接口：视频图形阵列（VGA）接口、高清多媒体接口（HDMI）、以太网接口、无线网（WiFi）接口；
- e) 视频有线、无线传输速率：不小于 144.4 Mbps；
- f) 采集系统视频摄像头设备应能在高温不超过 85℃的环境下正常工作；
- g) 系统中现场监控终端设备或本地监控终端设备应能在高温不超过 85℃的环境下正常工作。

6.3 环境气象监测系统

6.3.1 环境气象监测系统实现对果园农业综合环境气象信息的自动采集和监测，监测系统可整合空地协同的多维度监测信息，客观、准确、及时、大范围地提供气象环境和作物生长的各种信息，为作物种植区域的环境气象提供实时的数据信息，以及进行全面的气象预报、灾害预警服务，为果园生产管理决策提供依据。

6.3.2 环境气象监测系统应包括空气温度、空气湿度、光照、风向、风速、气压和雨雪等，其硬件设

备包括监测传感器、信号调理放大装置以及信号传输装置，环境气象测控系统监测设备的各传感器应设置于田间开阔处，安装方法应符合 GB/T 35237 的规定，监测设备测量量程、准确度见表 1。

表 1 环境气象信息监测设备量程和准确度

序号	测量内容		量程	准确度
1	温度/	℃	-50~100	±0.5
2	湿度/	%	0~100	±5
3	光照度/	lx	10~150 000	±10%
4	土壤含水率/	%	0~50	3~10, 35~45 ±5
				15~25 ±3
5	营养液浓度 EC（电导率）/	ms/cm	0.1~4	±0.5%
6	pH 值		4~10	±0.5
7	CO ₂ 浓度/	μmol/mol	300~3000	±5%F.S
8	水质氨氮/	mg/L	0~10	±10%
9	氨气/	mg/m ³	0~100	±1%
10	溶解氧/	mg/L	0~20.0	±0.5
11	风向传感器/	(°)	0~360	±3
12	风速传感器/	m/s	0~45	±0.3
13	大气压力传感器/	KPa	0~100	±0.1%
14	雨量传感器/	mm/min	≤4	±1%

6.4 土壤墒情监测系统

- 6.4.1 土壤墒情监测系统应对果园农业综合土壤信息的全天候不间断自动测控、远程监控和信息传输。
- 6.4.2 土壤墒情监测内容包括土壤温度、含水率、盐分（EC）、酸度（pH）等土壤信息。土壤温度、含水率测量可采用土壤温湿度传感器进行在线测量；土壤盐分（EC）测量可采用 EC 传感器进行在线测量；土壤酸度（pH）测量可采用 pH 传感器进行在线测量，土壤墒情监测系统测量范围和准确度应符合表 1 的要求。

6.5 作物信息监测系统

- 6.5.1 作物信息监测系统应能获取对果园作物的营养、水分、病虫害等信息进行，并将作物信息数据进行在线分析和处理，作物病虫害信息的监测内容包括：
- a) 作物病虫害信息监测应包括作物主要病害种类的确认和快速监测虫害数量；
 - b) 在进行作物病虫害监测时，可采用图像传感器对作物病虫害进行在线分析和测量；或采用诱捕灯和孢子测量法等采样设备采用离线的方式获取作物病虫害信息。
- 6.5.2 果园作物营养信息监测内容应包括采用非接触检测的方法快速获取作物个体和群体的氮磷钾营养和水分信息的快速检测和测量，作物营养和水分信息的快速测量准确度应符合以下要求：
- a) 作物氮营养测量误差不应大于 10%；
 - b) 作物磷营养测量误差不应大于 10%；
 - c) 作物钾营养测量误差不应大于 10%；
 - d) 作物水分测量误差不应大于 5%。

7 数据传输

7.1 数据传输应符合 GB/T 43440 的规定，系统应具有分布式数据传输要求的双向/单向接收与发送功能，根据用户要求满足无线或/和有线网络分布式的数据缓冲与中继功能。

7.2 数据传输接口、传输方式、控制方式，应实现数据信息共享，系统协调运行。各功能系统之间应通过 API 通信进行数据交换，数据交换使用用脚本语言对象简谱（JSON）格式，数据一级字段内容至少应包含“code”及“data”。各功能系统 API 服务网址应使用“统一的 API 服务域名+功能系统字段路由”格式。

7.3 应综合互联网、移动通信网络、无线局域网等数据传输技术，确保果园多源数据传输的完整性、稳定性。

7.4 数据传输基本参数应满足下列要求：

- a) 标量无线传输速率不应小于设计要求；
- b) 标量有线传输速率不应小于 100 kbps；
- c) 视频有线、无线传输速率不应小于 144.4 Mbps；
- d) 传感器网络的有效组网节点数应符合设计要求；
- e) 无线传感器网络通信频率不大于 780 MHz。

7.5 数据传输检测仪表和显示仪表精确度等级应符合 GB/T 13283 的要求。

7.6 系统接口应满足下列要求：

- a) 有线模拟信号输入/输出接口：采用 4 mA~20 mA、0 V~5 V、0 V~10 V；
- b) 有线数字信号输入/输出接口：宜采用通用异步收发传输器（UART）接口、推荐标准接口（RS）RS-485、RS-232、通用串行总线（USB）接口、输入输出端口（I/O）、串行外围设备接口（SPI）、集成电路总线（I2C）接口；
- c) 网卡接口：注册插座（RJ）RJ-45；RS：
- d) 无线接口：按实际应用需求，与一种或多种传感器网络无线通信频率要求匹配的各种无线接口；
- e) 光纤接口：采用大方口接口（SC）、小方口接口（LC）；
- f) 视频接口：采用 HDMI 接口、VGA 接口、显示接口（DP）；
- g) 系统各设备单元接口应保持一致并符合 GB/T 38052.3 的规定。

8 作业装备

8.1 作业装备组成

农机自动化作业装备为可全部或部分替代人工操作作业装备所组成的系统，包括耕整装备、栽种装备、水肥一体化设备、植保装备和收获装备。

8.2 基本功能要求

农机自动化作业装备车载北斗工况终端应符合 T/NJ 1481 的要求，控制系统应具备以下功能：

- a) 控制系统用于实现规划的一系列操作动作，包括方向控制、车速控制、档位控制、制动控制、动力输出控制、提升及作业场景的控制；
- b) 开机初始化与自检功能；
- c) 系统及机组参数配置功能；
- d) 自动控制功能、远程驾驶操作功能，紧急启、停功能；
- e) 基于全球导航卫星系统（GNSS）的高精度定位，应能实现环境感知、避障和路径规划等功能。行驶轨迹实时跟踪显示，能实时捕捉智能作业装备实际作业线路与规划线路的偏差，自带摄像头视频传输显示；

- f) 创建新作业任务、载入已保存的作业任务、对作业任务的管理功能，如作业量统计、实时显示等；
- g) 接收信息中心指令、向信息中心发送作业数据的通信功能，应能显示各个环节的作业参数和外部作业环境的相关信息，应具有反馈工况参数的功能，如运行参数、作业质量、检测传感器状态的数据采集、监测与显示等；
- h) 建立并管理示范点数据库；
- i) 系统诊断与升级维护功能；
- j) 作业装备电子围栏。

8.3 控制性能要求

农机自动化作业装备控制性能要求如下：

- a) 在室外温度 $0^{\circ}\text{C} \sim 70^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度不大于 90% 的环境条件下应能正常工作；
- b) 配备传感器的响应时间不应大于 0.1 s，在正常工作状态各项工况参数的传输间隔应在 0.1 s 到 60 s 内可调；待机或闲置状态宜在 1 h 到 6 h 内可调；
- c) 远程作业监控终端响应时间不应大于 100 ms；
- d) 农机自动化作业装备自动制动平均减速度不应小于 2.5 m/s^2 ；
- e) 耕整地装备直线路径跟踪误差不大于 5 cm，自主掉头衔接行误差应不大于 10 cm；
- f) 开沟施肥装备直线路径跟踪误差不大于 5 cm，自主掉头衔接行误差应不大于 10 cm，撒肥断条率不应大于 2%，相对均匀度不大于 45%，开沟深度误差不应大于 3%；
- g) 植保装备直线路径跟踪误差不大于 5 cm，自主掉头衔接行误差应不大于 10 cm，药量监测误差不大于 3%；
- h) 收获装备直线路径跟踪误差不大于 5 cm，自主掉头衔接行误差应不大于 10 cm。

8.4 作业装备通用要求

8.4.1 根据种植主要作物的农艺和规模，配置适宜数量和性能的自动化作业装备，所有农机自动化作业装备(以下简称作业装备)均应有避障功能。作业装备的信息化设施或机载终端应与管理平台相匹配。作业装备应覆盖作物生产的全过程。优先选用先进适用、作业装备和技术。种植过程中，应选用宜机种苗、适用装备、配套农艺和生产模式。

8.4.2 作业装备感知系统由环境感知和位置感知两部分组成，包括激光雷达、相机、毫米波雷达和 GNSS 定位等。

8.4.3 作业装备的规划系统应具备作业装备路径规划、行为规划和动作规划。

8.4.4 作业装备的传感器的选用和安装应符合 GB/T 25110.1—2010 中 5.4 的规定。

8.4.5 作业装备采用的机电产品及电子元器件的质量指标应符合 GB/T 5226.1—2019 中 4.4.2 的规定。

8.4.6 作业装备的机载终端应能自动采集农机的类型、油量、速度和位置等参数。

8.4.7 作业装备的传感器系统应能使农机定位、检测障碍物相对位置(形态/运动状态)。

8.4.8 作业装备的通信模块应能够和管控平台相互交换数据。

8.4.9 作业装备的显示器的安装位置应便于操作，且不影响操作员进入作业装备驾驶室。

8.4.10 拖拉机自动辅助驾驶系统应符合 T/NJ 1138 的规定。

8.4.11 对机械式作业装备宜进行自动化改造，改造后的作业装备应在验收合格并磨合后方可投入使用。

8.4.12 作业装备和拖拉机的操作者操纵机构显示符号应符合 GB/T 4269.1 和 GB/T 4269.2 的规定。

8.4.13 作业装备车载设备北斗信息终端应符合 T/NJ 1481 的规定。

8.5 耕整装备

以智能拖拉机为主要对象，搭载作业装备，完成果园农事生产任务。耕整作业包括挖沟、灭茬、深松、耙整等，智能拖拉机搭载的作业机具应符合相关标准要求（灭茬机、深松机、犁耕耙地联合作业机、碎土压整机和激光平地机等）。

8.6 栽种装备

根据旱地种植的果树品种不同情况，包含果树挖坑、开沟、覆土、施肥和浇水等作业方式。

8.7 水肥装备和植保装备

水肥一体化灌溉成套设备应符合 GB/T 43908—2024 第 5 章的要求，植保无人机应符合 GB/T 43071 的规定，其他自动化农机装备如：除草机、无人割草机、开沟施肥机、果树修剪机、杀虫灯、自动驾驶智能仿形喷雾机和等质量均应符合相关标准规定。

8.8 收获装备

包括果实收获机和多功能采摘平台等。

8.9 作业装备安全运行要求

8.9.1 自动化开沟施肥机、挖坑机、施肥机、割草机和果树修剪机等所有作业装备应采取 GB 10395.1 和 GB 10395.9 规定的适用安全要求和措施，通过充分的安全风险减少措施达到可接受的风险水平。

8.9.2 作业装备外露运动件对操作者易产生伤害的部位应设置安全防护装置，人体上下、肢触及危险区的防护距离应符合 GB/T 23821 的规定。

8.9.3 自动化仿形喷雾机等植保机械的防护应符合 GB 10395.6 的规定。

8.9.4 电气设备应具有过流、过压、短路和偶然性极性反接保护功能，安全应符合 GB 19517 的要求。

8.9.5 自动驾驶系统产生失控时不应阻碍人工操作的使用，如产生意外偏离规划路径，随车控制装置失灵时，应能立即停止其相关动作，使自动驾驶系统重回可控参数范围。

8.9.6 自动驾驶系统终端自动作业功能应通过指定操作终端进行操作，当自动功能关闭时，应自动恢复到人工控制状态或关闭自动状态。

8.9.7 自动驾驶系统应具有避障功能，避障功能应能够识别作业路径上的固定或移动障碍物，及时做出避障动作，自动驾驶障碍物识别与避让系统性能应符合 T/NJ 1270—2022 中 5.3 和 5.4 的要求。

8.9.8 产品使用说明书的编写应符合 GB/T 9480 的规定，产品使用说明书中应规定安全规程和安全注意事项，安全标志在机器上的粘贴位置应在产品使用说明书中重现。

8.9.9 安全标志应符合 GB 10396 的规定。安全标志可固定在设备上，也可显示为电子图像并在整个操作期间显示。

9 运行与管理

9.1 按第 4 章～第 8 章的要求，核查丘陵果园宜机化改造情况，检查果园配套基础设施、管控平台、监测系统、作业装备系统的完整性和符合性，系统运行期间应配置适量的备品、备件，定期检查维护系统及配套设施

9.2 按作业程序打开果园监测系统，对监测系统传输的所有数据逐项进行核实，并保证自动监测系统检测的气象环境、土壤墒情、病虫害和作物生长的各种信息数据准确完整。

9.3 在指定区域内查询该区域农机装备的区域位置，并以小图标的形式在这些农机装备最新的轨迹点

的相对位置在地图上显示出来。在地图上可以直观的查询到该区域内的地理位置，农机装备数量、作业场景，以及农机装备的具体位置。

9.4 通过点击单个自动化农机装备图标，查看该自动化农机的信息，包括机具编号、监测终端编号、机手姓名电话、设备名称、时间、位置、地址、农机类型、作业类型、作业幅宽、农机状态、速度、实时监控、作业调度等信息。

9.5 现场运行时宜采用典型自动化农机作业方式，如利用平台管控系统现场向2台自动割草机、2台自动开沟施肥联合作业机发出作业指令，观察其机具能否按规划路径和作业要求正常作业。

9.6 在作业过程中，可人为设置障碍，观察农机装备的避障功能是否正常，如农机装备发生故障，可通过北斗移动终端监控农机实时状态，结合系统提供的农机装备分布位置，平台能否快速通知维护修理，进行故障维修或配件更换。

9.7 作业过程中人为减少农机装备油箱油料，通过北斗移动终端监控农机的实时状态，结合系统提供的农机装备分布位置，观察农机装备终端能否及时报警，平台能否快速指定加油站或人工配送方式，为其进行加油或充电处理。

9.8 应结合果园自动化农机作业特点，制定系统运作、管理、维护的细则，设立专业部门进行管理。

9.9 自动化作业装备安全运行应符合8.9的规定，并对系统内部资料做好保密管理。

9.10 授权操作人员应对设备运行状态进行定时检查及数据记录，定期对系统设备、系统软件的工作状态、技术指标等参数进行检查，发现异常或故障应及时通知维护人员。

9.11 作业装备系统应定期进行巡检，检查设备的运转情况并进行记录。

9.12 应根据作业装备系统及各配件的说明书及相关规范对系统各设备进行定期检查维护，排除故障，更换存在问题的配件。

9.13 应对整个系统制定一般故障判断和检修的方法及程序，系统故障检修与维护应符合维修手册相关要求。

9.14 自动化农机作业转场前应清除机具上的污泥杂草，加注润滑油，并将机具调整为运输状态，作业装备的运输应符合公路、机耕路的安全运输要求。对附件、备件、工具及运输中应拆下的零部件进行分类包装、标识，保证作业装备（包括备件、附件和随机工具）在正常转场中不致发生损坏和丢失，整机在运输、装卸过程中应可靠固定，防止翻倒、碰撞和重压，并采取防雨措施。

9.15 应完善专业人才培养与专业能力培训，延长设备与系统使用寿命。

9.16 每年进行信息化系统应用综合效益分析与效果评价，并提出果园农机自动化作业建设与运行存在的主要问题，落实相应改进方案。

9.17 效益分析应从用工量、用时量、果实品质的状况及管理成本、提质增效效果、果园农机自动化作业管控系统经费投入等方面进行综合分析；效果评价应从数据情况、管控平台和作业装备系统稳定性、运行状况、专家系统准确性和维护频率等方面进行评价。