**ICS** 65.060.99

**CCS B** 91

**T/NJ** 1380—2022**/T/CAAMM** XXX—2022

团体标准

智慧农场建设规则

**Rule of smart farm construction**

**（征求意见稿）**

2022-XX-XX发布

2022-XX-XX实施

**发布**

**中国农业机械学会**

**中国农业机械工业协会**

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和中国农业机械工业协会联合提出。

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：江苏大学、中国农业机械化科学研究院、江苏省现代农业装备科技示范中心。

本文件主要起草人：吴春笃、蔡健荣、张波、杨官学、张晓东、王晓文、杜歆桐、杨学军、董祥、孔华祥。

智慧农场建设规则

1 范围

本文件规定了智慧农场的术语和定义、一般规定、建设主体与内容、管控系统、平台和接口。

本文件适用于智慧农场的规划建设。

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 2099.1 家用和类似用途插头插座 第1部分：通用要求

GB 3100 国际单位制及其应用

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 5226.1 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 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 16714 连续式粮食干燥机

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 29480 接近电气设备的安全导则

GB/T 29890 粮油储藏技术规范

GB/T 30600 高标准农田建设通则

GB/T 35237 地面气象观测规范 自动观测

JB/T 10268 批式循环谷物干燥机

JGJ 64 饮食建筑设计规范

LS/T 3501.1 粮油加工机械通用技术条件 基本技术要求

NY/T 1973 水溶肥料 水不溶物含量和pH值的测定

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

智慧农场 **smart farms**

采用物联网、大数据、人工智能、机器人、4G/5G等技术，通过对农场设施、装备等进行远程控制，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管理任务，实现全天候、全过程、全空间的无人化生产作业模式进行粮食生产的农场。

3.2

基础设施 **infrastructure**

为智慧农场的生产装备、测控装备、管控平台等提供的基本作业资源和条件。包括高标准农田、机耕道路、电力设施、水利设施、生活设施、仓库、机库、粮库、网络和信息系统等。

3.3

作业装备 **operation equipment**

替代人工作业的机械装备，包括耕、种、管、收等作业环节采用的装备。

3.4

测控装备 **measurement and control equipment**

对作业装备的运行轨迹、姿态、工作状态、工作参数进行跟踪、测量、控制的装备。

3.5

管控平台 **control platform**

负责接收农场中环境、农情等多种传感器数据，结合专家系统做出决策，发送给作业装备去完成相应的任务的平台。

4 一般原则

4.1 基本组成

智慧农场一般应由基础设施、作业装备、测控装备、管控平台、感知系统和仓储系统等组成。

4.2 总体要求

智慧农场应具有实用性、安全可靠性、可扩充性、先进性和经济性。

4.3 分层要求

智慧农场应满足下列要求：

——基础方面：应依据基本农田的类型、作业装备、地质情况建设合适的道路、水利设施、电力

设施、网络基站、仓储设施等；

——感知方面：应具有实时采集记录气象、土壤墒情、苗情长势等信息的功能，可具备采集水肥需

求、病虫草害、水质面源污染等信息的功能；

——决策方面：应可出具作物生长关键生育期的经验性农事管理处方图，给出与之匹配的农艺决策

建议；

——执行方面：应建有作业装备电子档案，实现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。可依据决策系统指导装备作业，实现作业装备的智能化调度。在技术条件成熟的情况下，

可增加作业效果自动评估的功能。

5 建设主体与内容

5.1 基础设施

5.1.1 基础设施组成

智慧农场基础设施系统主要由农田、道路、水利设施、电力设施和网络基站组成。应根据农场的规模确定基础设施建设情况，选择与种植对象生长环境相适应的高标准农田资源，为所有智能作业装备、测控装备、管控平台提供工作环境和条件。

5.1.2 基本功能要求

5.1.2.1 田块划分

基于环境、交通、水源、电力便利性要求，田块应是符合GB/T 30600规定的高标准农田。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，地面和耕层内应无影响装备作业的石块及其他障碍物。

5.1.2.2 道路布置

智慧农场应修筑一条衔接干线公路，且通达农场中央或穿越农场的主路；支路与农场主路衔接，贯穿农场每个作业区，确保作业装备和运输机械能够顺利通达；机耕道，应贯通各作业区行间，并与支路相衔接，以便作业装备无障碍通达或换行。

5.1.2.3 水利设施

根据灌溉规模、地形、田间道路、耕作方式，合理布置输配水渠道及渠系建筑物；排水沟布置应与田间渠、道路相协调，可选用灌排兼用或灌排分离的形式。

5.1.2.4 电力设施

配备主要满足大田农场用电需求高低压线路，为大田农作物信息采集和实时监测传感器或探头、大田作业装备、节水灌溉水泵等设备供电。

5.1.2.5 网络基站

建设承担移动信号的接受和发送处理的网络基站。在农场区域内，由多个子基站和收发台互相组成蜂窝网络，可通过控制收发台之间的信号相互传送和接收，完成移动通信信号的传送。

5.1.3 软硬件设施

5.1.3.1 道路宜机化设施

路基高度应高出路基两侧地面积水高度0.5 m；路基应分层压实，压实度应达到90%以上。设置必要的下田坡道、错车点和末端掉头位置。

5.1.3.2 农田宜机化设施

地块短边最短宜在30 m以上，水田地块长边宜为短边的3倍～5倍，旱田地块长边宜为短边的3倍～40倍；单块旱地纵向坡降应不大于10%，横向坡降应不大于3%，单块水田田面高差应控制在3 cm范围内。

5.1.3.3 电力设施

智慧农场电力设施应包括：

——380 V/220 V供电系统，供电电源380 V/220 V，三级负荷；

——柴油发电机（备用）；

——太阳能配电系统，供电电源5 V/12 V/24 V，或逆变220 V；

——蓄电池配电系统，供电电源5 V/12V /24 V，或逆变220 V。

5.1.3.4 水利灌溉设施

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。排水沟断面大小尺寸应根据农田排水标准和排水量进行确定。

5.1.3.5 信息化设施

网络信息传输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、4G/5G。

5.1.3.6 基站设施

基站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两部分。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；无线室内覆盖系统基础设施主要包括信源设备机房、远端设备间、电源系统、接地系统及布线桥架等。

5.2 仓储系统

5.2.1 仓储系统组成

智慧农场仓储系统作为中间环节，能起到缓冲和平衡供需矛盾的作用。主要由粮库、机库和物资库组成。

5.2.2 基本功能要求

5.2.2.1 粮库

粮库应具备防御自然界各种气候条件的影响的功能，为粮食的安全、稳定储存提供最基本的条件。同时还应具有一般建筑物的坚固、耐用、稳定﹑抗震、防水等功能。储粮仓房还应具有便于机械通风和熏蒸杀虫的功效。粮库应设置粮情测控设备，管理人员应能随时了解粮库内的情况，及时通风降温。可采用无线传输设备进行数据采集。

5.2.2.2 机库

机库按功能要求，分为装卸及冲洗区、作业装备整机存放区、农具存放区、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。保障无人作业装备日常通行、清洗、维护、保养、存放和能源供应。

5.2.2.3 物资库

物资库需保证种子、农药、肥料等智慧农场主要物资合理分区、规范存放；同时需具备防火、防盗等功能。

5.2.3 软硬件设施

5.2.3.1 机库

室外场地设置临时停放场（含清洗区）及道路，停放场及道路宜采用混凝土路面。有条件可设棚，其面积可根据作业装备需要量的最大阶段来确定，且停放的作业装备每台周围应留有大于1 m的通道，便于出入。主路以6 m宽、支路以3 m宽为宜。库棚的檐口高度不小于3.3 m，且与停放的作业装备最高点距离不小于0.4 m。作业装备整机的存放宜单独设库，一机一库，停放的作业装备每台周围宜留有大于0.5 m的通道，便于出入，农具及配件宜分类存放，集中设库。

5.2.3.2 粮库

仓型采用平房仓时，占地综合指标宜为1.07 m2/t～1.47 m2/t；散装平房仓仓储区占地指标宜为0.15 m2/t～0.65 m2/t；立筒仓仓储区占地指标宜为0.15 m2/t～0.30 m2/t；浅圆仓仓储区占地指标宜为0.20 m2/t～0.40 m2/t。根据用地情况，粮食平房仓堆高基本上为4.5 m～8 m，其中散装仓装粮高度宜在6 m～8 m，堆粮线高度为7 m；包装平房仓堆包高度宜在4.5 m～6 m。粮食储存参照GB/T 29890，干燥机应符合GB/T 16714或JB/T 10268的规定，配套设备应符合LS/T 3501.1的规定。

5.2.3.3 物资库

配备物资分区、分架存放的坚固货架；每个库房应有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。

5.3 感知系统

5.3.1 感知系统组成

智慧农场信息感知系统应包括气象信息、环境信息、作物信息和视频监测等方面。信息感知系统的功能是对与农业生产相关的农场综合信息进行在线监测，为耕种管收智能作业装备提供农情参数和科学依据。

5.3.1.1 环境气象感知子系统

环境气象感知系统实现对大田农业综合环境气象信息的自动采集、监控和智能化管理。为农作物种植区域的环境气象提供实时的数据信息，以及全面的气象预报、灾害预警服务。环境气象感知系统可以为农作物种植管理、农艺方案制定、农机作业计划、农作物生长调控、病虫情防治、灌溉管理等关键环节，提供所需要的环境气象信息。

5.3.1.2  作物信息感知子系统

作物信息感知系统应可对大田作物的营养、水分、长势、病虫害等信息进行获取，并将作物信息数据进行在线分析和处理。为无人农场的农机作业计划、农作物生长调控、病虫情防治、灌溉管理等关键环节，提供科学依据。

5.3.1.3 土壤墒情感知系统

土壤墒情感知系统（简称“墒情系统”）应可实现对大田农业综合土壤信息的全天候不间断自动感知、远程监控和智能化管理。墒情系统是传统农业“四情”的重要组成部分，可以为农作物种植管理、水肥灌溉管理等农业环节，提供所需要的土壤状态实时信息和最佳供水管控建议，从而实现土壤墒情服务的可视化、精准化、智能化解决方案。

5.3.1.4  视频监控子系统

视频监控子系统应能实现对现场农机作业场景和作业状态的实时监控，应能够动态跟踪活动目标，并将现场画面实时传输至智能终端。

5.3.2 基本功能要求

智能化无人农场可整合空、天、地一体化的多尺度遥感和多传感探测解决方案，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，为农田生产管理决策提供依据。

5.3.3 技术要求/性能要求

5.3.3.1 环境气象感知系统检测内容与精度要求

环境气象感知系统检测内容应包括：空气温度、空气湿度、光照、风向、风速、气压和雨雪等的监测传感器、信号调理放大装置以及信号传输装置。

环境气象感知系统监测设备的各传感器应放置于田间开阔处，具体安装和监测方法参照GB/T 35237。各传感器设备的技术参数如表1所示：

表1 环境气象信息监测单元的各传感器设备参数

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 传感器类型 | | 测量范围 | 测量精度 | |
| 空气温度传感器/℃ | | -30～50 | ±0.5 | |
| 空气湿度传感器/% | | 10～100 | ±5 | |
| 光照传感器 | 光谱范围/nm | 300～700 | ±5% | ±7% |
| 测量范围/klx | 0～200 | ＜10 | 10～200 |
| 风向传感器/（°） | | 0～360或16个方位 | ±5或±1/2方位 | |
| 风速传感器/（m/s） | | 0～28.5 | ±0.5 | |
| 大气压力传感器/hPa | | 10～1100 | ±5 | |
| 雨雪传感器/ | | 有无 | — | |

5.3.3.2 作物信息感知系统检测内容与精度要求

5.3.3.2.1 作物营养信息检测内容与精度要求

作物营养信息检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胁迫信息的快速检测和测量。

对于一般生产性智慧农场建设，在进行作物营养和水分的测量时，由于磷钾的无损探测方法尚不成熟，建议采用光谱或者图像法进行作物氮素或者叶绿素进行在线分析和测量；采用冠层温度测量法进行水分状态的在线分析和测量，对于磷钾的测量建议采用气象色谱和火焰光度计等实验室化学测量方法进行离线测量。

以上光、电等传感进行原位或现场测量方法。测量误差是指检测系统给的实际检测值与作物氮磷钾营养的化学分析值比较的相对误差值。

为了满足农田智慧管控的基本需求，作物营养和水分胁迫信息的快速测量应满足以下精度要求：

——作物氮营养测量的相对误差分别≤10%；

——作物磷营养测量的相对误差分别≤10%；

——作物钾营养测量的相对误差分别≤10%；

——作物水分胁迫测量的相对误差分别≤5%；

5.3.3.2.2 作物长势信息的检测内容与精度要求

作物长势信息检测内容应包括采用非接触检测的方法快速获取作物生长期、出苗率、作物高度、成熟度、倒伏、冠幅面积和叶面积指数等长势的检测和测量：

——作物生长期是指作物苗期、花期、结果期等目前所处的营养生长和生殖生长周期；

——作物出苗率是指测试种子发芽数占测试种子总数的百分比；

——作物高度是从土壤与植株茎秆接触点为起点至植株顶端的地上部测量的单株作物的最高点的长度；

——作物冠幅面积是指个体或群体作物的冠层投影面积；

——叶面积指数叶面积指数，亦称叶面积系数。是指单位土地面积上植物叶片总面积占土地面积的倍数。

对于一般生产性智慧农场建设，在进行作物长势测量时，建议采用图像传感器和TOF结构光深度相机对生长期、出苗率、作物高度、成熟度、倒伏、冠幅面积进行在线分析和测量；建议采用光纤光谱传感器对作物成熟度和叶面积指数进行在线分析和测量；

在有条件的智慧农场可采用激光三维扫描和激光雷达等传感器进行作物高度、倒伏、冠幅面积等长势参数的检测和测量。

为了满足智能农机作业的基本需求，作物长势信息的快速测量宜满足以下精度要求：

——作物株高、冠幅面积、叶面积指数测量的相对误差≤10%；

——作物倒伏面积测量的相对误差≤10%；

——作物出苗率测量的相对误差≤5%；

——作物成熟度测量的相对误差≤5%。

5.3.3.2.3 作物病虫害信息的检测内容与精度要求

a） 作物病虫害信息检测内容应包括作物主要病害和虫害快速检测和测量：

——作物主要病害是指纹枯病、稻瘟病、稻曲病、白叶枯病、胡麻叶斑病、干尖线虫病等常见的最主要病害；

——作物主要虫害是指稻螟虫、线虫、灰飞虱、大螟等常见的最主要虫害。

b） 对于一般生产性智慧农场建设，在进行作物病虫害测量时，建议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。

作物主要病害和虫害的识别精度是指检测系统识别和区分作物病害种类的准确程度，用百分比表示。为了满足农田变量施药和智慧管控作业的基本需求，应实现作物病虫害信息快速测量，且作物主要病虫害的分类识别和病害等级的判别精度≥90%。

5.3.3.3 视频监控系统检测内容与性能要求

视频监控子系统应能实现对现场农机作业场景和作业状态的实时监控，应能够动态跟踪活动目标，并将现场画面实时传输至智能终端，性能应满足下列要求：

——约≤1.5亩安装1个视频摄像头，安装球机或枪机，安装位置应满足用户个体的具体应用要求；

——分辨率：≥130万像素；

——视频成像光谱范围400 nm～700nm；

——视频接口：SDI接口、DVI接口、色差分量接口、AV接口、S端子接口；

——视频无线传输速率：≥144.4 Mbps；

——视频有线传输速率：≥32 kbps；

——采集系统视频CCD摄像头设备应能在高温60℃的环境下正常工作；

——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40℃的环境下正常工作。

5.3.3.4 土壤墒情感知系统检测内容与精度要求

土壤墒情检测内容可包括土壤温度、含水量、盐分（EC）、酸度（PH）等土壤信息进行测量。土壤土壤温度、含水量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。

为了满足农田变量施肥灌溉和智慧管控作业的基本需求，土壤墒情信息的快速测量应满足以下精度要求：

——土壤含水量的测量误差≤±3%；

——土壤温度的测量误差≤±0.3%；

——土壤盐分的测量误差≤±3%；

——土壤PH的测量误差≤±0.1%，土壤pH的测定方法按NY/T 1973的规定执行。

5.3.4 数据存储与传输要求

5.3.4.1[基本参数要求](#_Toc18491_WPSOffice_Level2)

基本参数要求如下：

a） 传感器网络无线通信频率：

——无线传感器网络：≤780MHz ISM/SRD；

——Wi-Fi无线局域网：2.400～2.4835GHz、5735～5835GHz；

——移动互联：可采用GSM 900/1800 MHz、CDMA，TD-LTE 1880～1900MHz、2320～2370MHz、

2575～2635MHz，FDD-LTE与TD-LTE融合2300～2320 MHz、2555～2575 MHz，TD-LTE

和FDD-LTE融合2370～2390 MHz、2635～2655 MHz，NR FR1 450 MHz～6000 MHz、

NR FR2 24250 MHz～52600 MHz，NB-IoT 850/900 MHz；

b） 标量无线传输速率：下行≥76.8 kBaud，上行≥76.8 kBaud；

c） 标量有线传输速率：≥100kbps；

d） 视频无线传输速率：≥144.4 Mbps；

e） 视频有线传输速率：≥32 kbps；

f） 传感器网络的有效组网节点数可达到1000个；

g） 无线传感器网络通信频率≤780 MHz。

5.3.4.2 数据格式要求

智慧农场信息感知基本标量信息参数的数据格式和单位制符合GB 3100的规定，同时数据精度等级符合GB/T 13283的基本要求。

5.3.4.3 系统接口要求

系统接口应符合下列要求：

a） 有线模拟信号输入/输出接口：可采用4 mA～2 0mA、0 V～2.5 V；

b） 有线数字信号输入/输出接口：可采用UART、RS-485、RS-232、USB、I/O、SPI、I2C；

c） 网卡接口：RJ45；

d） 无线接口：根据实际应用需求，与6.1（2）中的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：可采用SC接口、LC接口；

f） 视频接口：可采用HDMI接口、VGA接口、DP接口；

g） 系统各设备单元接口应符合GB 2099.1的规定。

5.3.4[.4 功能要求](#_Toc18491_WPSOffice_Level2)

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；系统应具有根据实际用户应用要求，并满足无线或/和有线网络分布式的数据缓冲与中继功能。

[5.3.4.5 性能要求](#_Toc18491_WPSOffice_Level2)

系统性能要求如下：

a） 分布式数据接收与发送：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） 数据及状态采集与传输最大允许延时时间：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延时时间为标量≤5 ms、视频≤0.2 s；系统数据及状态传输最大允许延时

时间为标量≤0.5 s、视频≤1 s；

c） 数据及状态采集与传输最大允许误码率：传感器及其它有线或/和无线部件或设备数据及状态

采集输出最大允许误码率为标量（BER）≤10E-6、视频（BER）≤10E-8；系统数据及状态传输

最大允许误码率为标量（BER）≤10E-4、视频（BER）≤10E-6；

d） 数据及状态采集与传输最大允许丢包率：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≤0.3‰；系统数据及状态传输最大允许丢包率≤0.5‰；

f） 系统数据及状态传输卡顿最大允许时间：系统数据及状态传输卡顿最大允许时间≤2 s。

5.4 作业装备系统

5.4.1 作业装备系统组成

作业装备系统指可替代人工作业的无人化作业装备所组成的系统，包括耕整装备、播种装备、水肥装备、植保装备、收获装备等。

智慧农场各种装备进行自动化、无人化作业的重要前提是实现无人大田农场的重要保障。

5.4.1.1 耕整装备

以无人拖拉机为主要对象，搭载农机作业载具，完成旱田和水田耕整的生产任务。具体如下：旱田耕整（灭茬、深松、耙整）：无人拖拉机搭载作业载具（灭茬机构、深松机构、圆盘耙耕机构、碎土压整机构、激光平地机构等）。水田耕整（土层翻耕、土壤细碎、优化水田土壤结构）：水田打浆机构、水田平整机构。

5.4.1.2 播种装备

根据作物的类型，所对应的旱地、水田的不同情形，包含旱地播种（变量播种机）和水田种植（无人插秧机）两种作业方式。

5.4.1.3 水肥装备和植保装备

农作物管理环节主要分为以下几个部分：水肥（旱田水肥和水田水肥）、植保、除草、无人驾驶喷雾以及植保无人机等。

5.4.1.4 收获装备

农作物收获包含两个环节：作物收割和大田秸秆处理。

5.4.2 通用性要求

根据主要所种植粮食作物的农艺和规模，配置合适数量和性能的智能作业装备。作业装备的信息化设施要满足管控平台要求。无人农机装备要覆盖粮食作物生产的主要环节。优先选用先进适用、智能绿色农机装备和技术。种植过程中，优选宜机良种、适用装备、配套农艺和生产模式。

本文件所涉及的作业装备系统实现全程无人化控制和监测，搭载高精度卫星导航及惯性传感器组件及其他传感器、控制器、执行器等装置，并融合现代通信与网络技术，实现智能农机与人、其他农机设备、田间、云端等信息交换与共享，具备复杂环境感知、智能决策、协同控制等功能，通过控制转向、动力传动、制动、悬挂等实现智能农机无人驾驶作业的自动控制系统。本文件所涉及的作业装备系统由感知系统、规划系统和控制系统组成。

5.4.2.1 感知系统

感知系统包括环境感知和位置感知，包括激光雷达、相机、毫米波雷达、GNSS定位等。

5.4.2.2 规划系统

规划系统包括路径规划、行为规划和动作规划。

5.4.2.3 控制系统

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、提升及多路阀等的控制。

本文件智能农机的通用性要求由基本功能要求、技术要求/性能要求、数据存储与传输要求、安全性要求以及电磁兼容与防护要求组成。

5.4.3 基本功能要求

本文件所涉及的作业装备系统应具备如下功能：

a） 开机初始化与自检功能；

b） 系统及机组参数配置功能；

c） 自动控制功能、远程驾驶操作功能，紧急启、停功能；

d） 基于全球卫星导航系统（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，能实时捕捉无人农机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。

e） 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；

f） 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；

g） 建立并管理示范点数据库；

h） 系统诊断与升级维护功能；

i） 农机电子围栏。

5.4.4 技术要求/性能要求

技术要求/性能要求如下：

a） 应能在室外温度-10℃～40℃、相对湿度小于或等于90%的环境条件下正常工作；

b） 配备传感器的响应时间应≤0.1 s。各项工况参数的传输间隔，应在正常工作状态应在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） 远程遥控装置性能；远程遥控装置的无线发射功率≤10 mW，响应时间≤100 ms；

d） 环境感知性能；障碍物探测距离前向≥50 m，障碍物探测距离后向≥20 m，水平视角≥150°，垂直视角≥30°；

e） 自动制动性能；无人农机自动制动平均减速度≥2.5 m/s2；

f） 耕整装备：直线路径跟踪误差≤5 cm，自主掉头拼接行误差≤10 cm；

g） 播种装备：无人插秧机直线路径跟踪误差≤5 cm，自主掉头拼接行误差≤10 cm，漏插率≤2%，相对均匀度≥85%；无人播种机直线路径跟踪误差≤5 cm，自主掉头拼接行误差≤10 cm，播种量误差≤3%，播种深度合格率≥80%，播种断条率≤3%；

i） 植保装备：直线路径跟踪误差≤5 cm，自主掉头拼接行误差≤10 cm，药量监测误差≤3%；

j） 收获装备：直线路径跟踪误差≤5 cm，自主掉头拼接行误差≤10 cm，清选损失检测准确率≥90%，破碎检测准确率≥90%，含杂检测准确率≥90%。

5.4.5 数据存储与传输要求

应配备4G/5G和WIFI两种无线通讯模式，同时宜配备Zigbee、LoRa中至少1种无线通讯方式，宜预留卫星通讯接口。

5.4.6 安全性要求

安全性要求如下：

a） 电气设备安全应符合GB 19517的要求；

b） 接近电气设备人员应符合GB/T 29480的规定；

c） 使用的电器元器件、电器导线、电器连线、控制装置安全设计应符合GB 5226.1的规定；

d） 操纵标志应符合GB/T 4269.1和GB/T 4269.2的规定；

e） 安全标志应符合GB 10396的规定。安全标志可固定在设备上，也可暂时显示为电子图像或在

整个操作期间显示；

f） 使用说明书应符合GB/T 9480的规定；

g） 系统显示器的安装位置应便于操作，且不影响操作员进入农机驾驶室；

h） 系统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、手动切换模式等；

i） 系统的作业速度大于20 km/h时，无人农机控制系统应在确保安全的情况下，退出无人驾驶模

式；

j） 当遥控装置、信息中心与无人农机控制系统的通信中断时，无人农机控制系统应在确保安全的

情况下，退出无人驾驶模式，并处于关闭状态；

k） 用目测法检查无人农机控制系统的操纵标志、安全标志；用目测法检查说明书中涉及安全要求

的内容；用目测法检查显示器的安装位置；用目测法检查无人驾驶系统是否配置有供远程操作

员改变系统状态的手段，按产品使用手册的要求检查这些手段的效果；按产品使用手册的规定，

人为中断遥控装置、信息中心与农机无人驾驶系统的通信，观察无人驾驶系统的状态变化。

5.4.7 电磁兼容与防护要求

电磁兼容性应符合GB/T 21398的规定。

5.5 管控系统

5.5.1 管控系统组成

管控系统负责接收农场中环境、农情等多种传感器数据，结合专家系统做出决策，下发给作业装备去完成相应的任务，可实现农机作业、生产信息的可视化、智能化管理和信息化调度。

管控系统由决策中心、控制中心、云平台、用户端组成。

管控系统信息化配置应包括网络、网关、服务器和监控系统。

5.5.2 基本功能要求

基本功能要求应包括：

——决策中心可出具作物生长关键生育期的经验性农事管理处方图，可给出与之匹配的农艺决策

建议。

——控制中心应建有作业装备电子档案，实现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，实现农机作业精准定位和轨迹查询；应建有与农机关联的电子围栏。

可依据决策系统指导农机作业，实现农机的智能化调度。在技术条件成熟的情况下，可增加作

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、可持续的农田大数据存储和计算服务，支持决策算

法实施运行与多农机协同作业；

——用户端基于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

时有共享数据库的决策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，根据农场规模，可选配不同

的大屏显示系统：

1） 规模A：65寸以上单个液晶电视；

2） 规模B：液晶拼接屏或LED点阵拼接屏；

3） 规模C：150寸以上液晶拼接屏。

b） 视频监控，应配置视频监控系统，用于农田现场情况监控，包括网络摄像头、硬盘录像机。

网络摄像头数量根据现场情况确定，硬盘录像机硬盘容量应满足视频存储30天以上，滚

动覆盖存储；

c） 网络系统**，**农场有线网络系统，数据传输速率应达到千兆以上；

d） 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Mqtt消息服务器用于实

时数据转发。

5.5.3 技术要求

传感器数据采集时间间隔应不大于5 min，归档数据时间间隔应不大于1 h；决策中心农时判断误差≤3天；产量预测误差≤10%。

5.5.4 数据存储与传输要求

5.5.4.1 安全性：网络、信息设施设备、机房建设等，应符合相关专业标准及规范并同时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。

5.5.4.2 统一性：数据传输接口、传输方式、控制方式等，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JSON格式，数据一级字段内容应至少包含“code”及“data”两项。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。

5.5.4.4 稳定性，应综合互联网、移动通信网络、无线局域网等数据传输技术，确保农场多源数据传输的完整性、稳定性，具备异常数据处理能力。

6 平台与接口

6.1 一般规定

6.1.1 集成管理平台宜包括基础设施、仓储、感知、作业装备和控制管理等子系统。

6.1.2 集成管理平台应与各子系统应建立统一的数据标准，并预留外部数据接口。

6.2 功能要求

6.2.1 集成管理平台应具备移动端、PC端操作功能。

6.2.2 集成管理平台应具备数据集成、存储、分析、提示、报警和展示的功能。

6.2.3 集成管理平台宜具备协同工作的功能。

6.2.4 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。

6.2.5数据接口建设内容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。

6.3 技术要求

6.3.1 平台与各子系统的数据接口宜采用开放的通用协议。

6.3.2 平台与各子系统的数据传输宜进行加密。

6.3.3 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。

6.3.4 平台数据集成应采用增量模式。

6.3.5 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。