

设施种植电动农机作业基础条件规范

Specifications for Supporting Infrastructure of Electric Agricultural Machinery in
Protected Agriculture

(送审稿)

2026 - XX - XX 发布

2026 - XX - XX 实施

目 次

前 言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 总体要求 错误！未定义书签。

 4.1 基本要求 2

 4.2 安全要求 3

5 园区与种植设施 3

 5.1 园区布局与道路 3

 5.2 种植设施结构与管线 3

6 供配电与充电设施 4

 6.1 电压与容量 4

 6.2 充电设施 4

 6.3 换电设施 5

 6.4 安全防护与应急 5

7 通信网络系统 6

 7.1 一般要求 6

 7.2 网络要求 7

 7.3 信号质量要求 7

 7.4 管控平台要求 7

 7.5 网络与数据安全 7

8 运行维护要求 7

 8.1 日常巡检要求 7

 8.2 视频监控要求 8

 8.3 故障分级与响应管理 8

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。

本文件由江苏省农业农村厅提出并组织实施。

本文件由江苏省农业机械标准化技术委员会归口。

本文件起草单位：农业农村部南京农业机械化研究所、南京农业大学、南京邮电大学、上海联适导航技术有限公司、江苏悦达智能农业装备有限公司、无锡悦田农业机械科技有限公司、江苏省农机具开发应用中心、南通省力机电科技有限责任公司、上海达汇农业机械设备有限公司。

本文件主要起草人：曹光乔、杨雅婷、管春松、陈聪、吴巨爱、郑恩来、崔志超、许斌星、赵维松、於锋、李英、李由、赵山虎、张今旗、吴亦鹏、袁佳怡。

设施种植电动农机作业基础条件规范

1 范围

本文件规定了设施种植电动农机作业配套基础设施的术语的总体要求、园区与种植设施、供配电与充电设施、通信网络及运行维护要求。

本文件适用于农业园区设施种植业电动农机作业条件下的基础设施配套要求，不适用于设施畜牧和设施水产。

本文件所述的电动农机包含纯电动农机和增程式电动，即全部或部分依靠动力电池储能、电动机驱动，不包含电网直连供电农机。

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 12325 电能质量 供电电压偏差
- GB/T 13955 剩余电流动作保护装置安装和运行
- GB/T 14549 电能质量 公用电网谐波
- GB/T 18487.1 电动汽车传导充电系统 第1部分：通用要求
- GB/T 20234.1 电动汽车传导充电用连接装置 第1部分：通用要求
- GB/T 22239 网络安全等级保护基本要求
- GB/T 36346 信息技术 面向设施农业应用的传感器网络技术要求
- GB/T 44985.2 农业物联网通用技术要求 第2部分：设施园艺
- GB 50052 供配电系统设计规范
- GB 55037 建筑防火通用规范
- GB/T 50065 交流电气装置的接地设计规范
- GB 50057 建筑物防雷设计规范
- NY/T 4972 设施结构宜机化建设技术规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

电动农机 electric agricultural machinery

以车载可充电储能装置（动力蓄电池）作为主要工作能量来源，由电动机驱动行走装置或工作部件的农业机械。

3.2

净空高度 clearance height

作业通道范围内，地面至最低顶部障碍物底面的垂直距离。

注：顶部障碍物包括但不限于温室桁架下弦、横梁、横拉杆、拱杆等结构构件，以及悬挂的补光灯、喷淋管、吊蔓绳、保温幕布及其传动杆件等生产设施。

3.3

充换电设施 charging/battery swap infrastructure

为电动农机提供电能的相关设施的总称。

注：充换电设施包括充电设施和换电设施

3.4

充电设施 charging infrastructure

采用整车充电方式为电动农机提供电能的相关设施的总称。

注：充电设施包括充电站和便携式充电设备。

3.4.1

充电站 charging station

固定安装在园区，为电动农机提供充电服务的专用场所。

注：充电站由多台集中布置的充电桩以及相关的供电设施、监控软件和设备、配套设施等组成。

3.4.2

充电桩 Charging pile

固定安装在温室园区指定区域，由桩体、功率变换模块、充电控制器、人机交互界面及充电终端等组成，为设施农业电动农机提供安全、可控电能补给的地面充电设施。

3.4.3

移动式充电设备 mobile charging equipment

非固定安装的为电动农机提供电能的设备。

3.5 **换电设施 battery swap infrastructure**

通过电池更换方式为电动农机提供电能的相关设施的总称。

3.6

电池存储区 battery storage area

用于存放电动农机换电备用电池组、待充电电池组及充电维护设备的专用场地。

3.7

充电管理系统 charging management system

面向设施农业园区电动农机充电场景，对充电设施运行状态与动力电池充电过程进行集中管控，具备充电调度、负荷优化、状态监测、故障告警、用电统计及安全防护功能等的专项管理系统。

3.8

管控平台 management platform

集成电动农机调度、作业状态监测、安全预警与故障报警等功能的综合信息管理系统。

4 **总体要求**

4.1 **基本要求**

4.1.1 基础设施主要包括园区布局、园区道路、种植设施结构、种植设施内道路、种植设施内作业道、供配电与充电设施、通信网络系统。

4.1.2 温室结构、电气设备、通信设施等基础设施的新建、改建和扩建，应符合相关通用标准的规定，本标准仅对电动农机引发的特殊技术要求进行补充规定，不替代既有标准的通用条款。

- 4.1.3 园区供配电系统的电力容量应满足电动农机充电、生产作业、环境调控及生活办公等全部用电负荷的峰值需求，并计入同时使用系数。
- 4.1.4 基础设施配套应保障电动农机安全、高效作业，满足其充电、通行、停放、通信等功能需求。
- 4.1.5 基础设施设计应兼顾当前需求与远期发展，预留扩展条件。
- 4.1.6 基础设施应兼容电动农机的智能化、网联化功能，支持作业数据的采集、传输与调度管理。
- 4.1.7 宜采用节能型设施设备，支持可再生能源与充电系统协同应用，提升能源利用效率。

4.2 安全要求

- 4.2.1 涉及电池充电、存放的区域，其防火要求应满足本文件 6.4 的规定。
- 4.2.2 充电设施的电气安全等级应符合 GB/T 18487.1 的相关要求。
- 4.2.3 当积水深度可能淹没充电桩基础或电缆接口时，应立即切断相关区域供电，并在恢复供电前对所有涉水电气设备进行绝缘检测，应确认安全后方可重新投入运行。室外充电作业在雷暴、暴雨或严重积水期间应暂停。

5 园区与种植设施

5.1 园区布局与道路

- 5.1.1 园区应统筹规划农机停放区、集中充电区、维修保养区、电池存储区，各功能区应集中布置，与电动农机在种植设施间的行走动线衔接顺畅。
- 5.1.2 充电站、电池存储区应与生产区、办公生活区的防火距离应符合 GB 55037 规定，宜布置于常年主导风向的侧风方向。
- 5.1.3 园区主干道和次干道宽度应参照 NY/T 4972 执行，道路转弯半径不应小于 6m 且应满足转弯半径最大的电动农机（含满载运输状态）转向需求。
- 5.1.4 道路路面应平整坚实，承载力应满足最大重量农机通行要求，排水通畅，棚区衔接路面段不应有明显高差台阶。

5.2 种植设施结构与管线

- 5.2.1 日光温室应增加单体面积，跨度不大于 12 m 的日光温室内部应无立柱，北墙内侧应留有宽度不小于 1.5 m 的行走通道，用于机具进出。其他宜机化参数应参照 NY/T 4972 执行。
- 5.2.2 单体钢架大棚肩高不应小于 1.8 m，棚门宽度和高度以及棚内横档高度不应小于 2.0 m。其他宜机化参数应参照 NY/T 4972 执行。
- 5.2.3 连栋温室布局和设计应方便机具进出和棚内高效机械化作业，棚门宽度和高度以及棚内横档高度不应小于 2.0 m。长度超过 60 m 的连栋温室作业出入口不应少于 2 个，应分置两端。连栋温室内部作业通道转弯半径不应小于 4 m。其他宜机化参数应参照 NY/T 4972 执行。
- 5.2.4 棚内净空高度不应小于 2.0 m。对于存量老旧温室改造场景，棚内净空高度可放宽至不小于 1.8 m，但应设置明显的限高警示标识，并配备相应的低矮型电动农机。

5.2.5 设施内作业主通道宽度不应小于 1.8 m，内部辅助通道宽度不应小于 1.0 m。

5.2.6 设施内电气、通信、灌溉、供暖、通风等各类管线应统筹规划，不应占用作业通道净空空间。

6 供配电与充电设施

6.1 电压与容量

6.1.1 园区内配电系统应同时支持 220V 单相电和 380V 三相电。条件受限时，可仅配置 220V 单相交流供电，但应预留 380V 三相交流供电的扩容条件。

6.1.2 总配电容量应根据电动农机总装机功率、充电负荷、生产用电负荷总和进行核算，并预留不少于 30% 的扩容冗余。充电负荷计算应取同时系数 0.6~0.8，具体取值应根据园区电动农机配置密度和作业调度模式确定。总配电容量 S 应按照 $S=K_1 \cdot P_1+K_2 \cdot P_2+K_3 \cdot P_3$ 进行核算，其中 P_1 为电动农机充电总负荷 (kW)， K_1 为充电同时系数 (0.6~0.8)； P_2 为生产用电总负荷 (kW)， K_2 为生产同时系数 (0.7~0.9)； P_3 为其他用电负荷 (kW)， K_3 取 0.5~0.8。具体计算应参照 GB 50052。

6.1.3 充电功率与最小电缆截面积对应关系满足 $P \leq 3 \text{ kW}$ (2.5 mm²)、 $3 \text{ kW} < P \leq 7 \text{ kW}$ (4 mm²)、 $7 \text{ kW} < P \leq 22 \text{ kW}$ (6 mm²)、 $22 \text{ kW} < P \leq 60 \text{ kW}$ (16 mm²)、 $P > 60 \text{ kW}$ (专项设计) 的铜芯电缆最小截面积要求。

6.1.4 充电桩接入点处的供电电压偏差应符合 GB/T 12325 的规定，20 kV 及以下三相交流供电的电压偏差限值为标称电压的 $\pm 7\%$ ，220V 单相交流供电的电压偏差限值为标称电压的 +7%、-10%。

6.1.5 充电桩接入点处应满足以下电能质量指标。

- a) 功率因数不应低于 0.92 (滞后)，若低于该值应配置无功功率补偿装置；
- b) 注入公用电网的谐波电流及公共连接点电压总谐波畸变率应符合 GB/T 14549 的规定，电压总谐波畸变率 $\leq 5\%$ ；
- c) 充电设施宜具备有源滤波或主动谐波抑制功能。

6.2 充电设施

6.2.1 充电站

6.2.1.1 充电桩配置数量应根据园区电动农机类型和数量、单台农机电池容量及充电功率、作业调度周期综合确定。

- a) 根据单茬作业高峰期出勤农机总数量、单台农机日耗电量、集中充电时间窗口，按照不低于 50% 的农机同时处于充电状态进行配置；
- b) 充电桩总功率应满足高峰时段同时充电需求；
- c) 在缺乏详细测算条件时，每 100 亩 (6.67 公顷) 配置充电桩不应少于 2 个，单桩额定输出功率不应小于 7 kW。
- d) 大型园区 (总面积超过 200 亩，即 13.33 公顷) 宜配置直流快速充电桩 (单桩额定输出功率不宜小于 60 kW)，满足大功率电动农机的快速补能需求；充电协议应兼容主流动力电池类型 (含磷酸铁锂电池、三元锂电池及铅酸蓄电池组)。
- e) 大型园区 (总面积超过 200 亩，即 13.33 公顷) 宜配置可移动式充电站 (车载式或拖挂式) 作为补充充电方案，满足分散作业区域的临时充电需求，其单站配电容量不宜小于 30 kW。

6.2.1.2 充电接口的电气参数和机械尺寸应符合 GB/T 20234.1 的规定。对于采用 48 V 及以下额定电压电池系统的电动农机，其专用充电连接器应满足相应低压电气安全标准的要求。充电接口与电动农机电池管理系统（BMS）之间的通信协议应兼容，充电设备应根据 BMS 反馈的电池状态信息（含电池类型、标称电压、允许最大充电电流、荷电状态及电池温度等）自动匹配充电电压和电流，实现智能自适应充电。对于采用可拆卸电池换电模式的电动农机，充电设备应同时满足车载电池的在线充电和离线电池的独立充电功能，离线电池充电时应有专用充电工位和电池状态监控措施。

6.2.1.3 充电设施应距民用建筑不应小于 6 m，充电设施距离易燃物不应小于 10 m。

6.2.1.4 漏电保护装置的选型与安装应符合 GB/T 13955 的规定。作为末端保护，可能在高湿环境内工作的充电设施，应选用额定剩余动作电流不大于 10 mA、无延时的漏电保护装置；一般防护区域的漏电保护装置响应时间应 ≤ 0.1 s。

6.2.1.5 温室内不应设置固定充电区。

6.2.1.6 应配置智能充电管理系统，并具备但不限于充电调度、负荷优化、用电统计、故障报警及充满自停、过热保护、断电记忆、故障报警等功能。

6.2.1.7 宜在充电系统配电房（箱变）预留直流快充模块的安装位置及进出线通道；电缆桥架及管线通道的载流量及空间尺寸应兼顾预计直流快速充电的扩容需求。

6.2.1.8 充电桩宜配置交流电能计量装置，其准确度等级不应低于 2.0 级，具备充电电量计量和费用结算功能，便于园区进行作业成本核算和用电统计分析。

6.2.1.9 电动农机配套的车载充电机作为充电系统的重要组成部分，其电气安全性能（含输入过压保护、欠压保护、过流保护、输出短路保护及接地连续性检测等）应符合 GB/T 18487.1 中相关规定。车载充电机与充电桩之间的通信协议应保持一致。

6.2.2 移动式充电设备

移动式充电设备可随车移动使用，适用于中小型电动农机的临时补电，采用 220 V 单相交流供电，其使用条件应符合 6.2.1.6 的规定。

6.3 换电设施

6.3.1 换电设施场地要求

换电设施的操作场地应满足电池组拆卸、搬运、安装的作业需求，地面应平整坚实，单侧操作通道宽度不宜小于 1.5 m，双侧操作时通道宽度不宜小于 2.5 m。场地宜设置防雨遮阳棚，避免电池组在更换过程中遭受雨淋或阳光直射。

6.3.2 换电设施管控要求

换电柜或换电机器人应具备电池组锁止状态检测、电极连接确认及绝缘检测功能，换电过程中任一检测项异常时应自动中止操作并发出告警。换电设施的运行状态、电池组流转信息及故障告警应实时上传至园区管控平台，实现电池组全生命周期的可追溯管理。

6.4 安全防护与应急

6.4.1 电动农机充电设施的安全防护应满足以下要求：

- a) 充电站应设置独立配电回路，确保电动农机充电网络与设施环境控制系统（如通风、遮阳、水肥一体化等）的电力物理分离；
- b) 充电站应保证温度范围-20℃~50℃，湿度≤85%，配备通风系统防止电池过热；
- c) 当环境温度超过45℃时，应加强充电状态监测，宜采取降功率充电措施或轮换充电策略；当温度超过50℃时，应立即停止充电作业。雷暴天气应暂停室外充电作业。

6.4.2 配电系统、充电设施、温室结构应按 GB 50057、GB 50065 规定设置接地与防雷装置，接地电阻不应大于 4 Ω。温室区域内应设置总等电位联结，将温室金属骨架、电气设备外露可导电部分、充电设施金属基座及进出金属管道等所有外界可导电部分可靠联结，接地干线应选择截面不应小于 6 mm² 铜芯线或相应截面的镀锌扁钢。其他要求应参照 GB/T 50065 执行。

6.4.3 种植面积 200 亩（13.33 公顷）以上的园区宜配置备用电源或应急储能装置，保障突发断电时核心电动农机与安全设备供电。

6.4.4 充换电设施各级配电回路应设置过载保护和短路保护装置，其保护整定值应与充换电设施额定参数匹配，保护装置的选型和安装应符合 GB/T 18487.1 的规定。集中充电站和换电设施宜配置火灾自动报警系统，并设置悬挂式超细干粉自动灭火装置或自动喷淋灭火装置，消防设施的配置应符合 GB 55037 的相关规定。

6.4.5 园区运营单位应制定充电设施安全事故专项应急预案，内容应至少包括：

- a) 动力电池热失控的监测预警与应急处置程序（含电池冒烟、起火时的隔离、疏散与初期火灾扑救流程）；
- b) 电网突发断电条件下的应急供电切换方案及作业农机安全停机措施；
- c) 充电设施火灾事故的报警流程、人员疏散路线及消防联动处置方案。应急预案应每年至少组织一次演练。

6.4.6 换电设施电池存储区的技术管理应满足以下要求：

- a) 存储区应保持通风良好，环境温度应控制在 0℃~+40℃ 范围内，相对湿度不应大于 80%；
- b) 存储区内应设置温湿度实时监测装置，并配备相应量程和精度的消防设施（宜选用磷酸铵盐干粉灭火器或气体灭火系统）；
- c) 不同类型（锂电池、铅酸蓄电池等）及不同荷电状态的电池应分区分类存放，电池与电池之间应留有安全间距，避免短路和热失控传播风险。
- d) 退役或报废的动力电池应按照国家关于废旧动力蓄电池回收利用的相关管理办法执行，交售给具有相应资质的回收利用企业进行处置，不得随意丢弃或混入一般固废。电池存储区应配备电解液泄漏应急处理设施和材料（如专用中和剂、吸附棉、防泄漏托盘等）。

7 通信网络系统

7.1 一般要求

7.1.1 温室园区应建设满足电动农机智能化作业需求的通信网络和管控平台。

7.1.2 管控平台应具备电动农机调度、充电管理、状态监测等功能，并预留与园区管理系统对接的接口。

7.1.3 数据传输及接口要求参照 GB/T 44985.2 执行。

7.2 网络要求

7.2.1 园区应部署光纤/以太网设备，服务器、网关等设备通过光纤或工业级以太网连接，提供高可靠性骨干网络。

7.2.2 温室种植设施作业区域内宜具备 4G/5G 蜂窝网络覆盖，宜部署可靠的宽带无线通信覆盖能力，支持多运营商网络接入保障电动农机与云端平台之间的数据传输。

7.2.3 在 4G/5G 信号覆盖不足或温室金属结构导致信号严重衰减的区域，宜通过部署 Wi-Fi 接入点、无线中继器、信号放大器或自组网设备进行补充覆盖。具体部署条件宜根据现场信号强度测试结果确定。

7.2.4 连栋塑料温室面积超过 30 亩（2 公顷）的温室种植设施园区，宜配置低功耗广域网（LPWAN），用于连接分散布置的低功耗设备，实现设施内环境参数与农机作业数据的远程采集。

7.3 信号质量要求

温室种植设施内电动农机作业区域的 4G/5G 信号参考信号接收功率宜不低于 -90 dBm，网络丢包率 $\leq 5\%$ ，端到端通信延迟 ≤ 300 ms。

7.4 管控平台要求

7.4.1 管控平台应以电脑客户端为核心管理端，宜配套移动端 App、微信小程序或手持遥控器等便捷交互终端。

7.4.2 园区管控平台与农机车载终端之间的数据交互宜包含下列内容：

- a) 农机实时状态数据：位置、速度、航向、电量和故障码等；
- b) 作业指令数据：作业路径、任务分配、电子围栏设定等；

7.4.3 园区管控平台与充电桩之间的数据交互宜包含充电状态、剩余电量百分比、电池健康度、故障告警等信息，应支持充电异常自动告警和远程断电功能。

7.4.4 园区内传感器网络的架构、设备要求及通信协议应符合 GB/T 36346 的规定。

7.5 网络与数据安全

7.5.1 管控平台的信息安全保护等级应符合 GB/T 22239 的相关规定。

7.5.2 农机远程操控指令应进行身份认证和指令完整性校验，防止非法操控。

7.5.3 充电状态数据、农机作业轨迹数据、电池运行数据等关键业务数据在传输过程中应采取加密措施。

7.5.4 管控平台应具备数据备份与恢复能力，本地备份周期不超过 24 小时，异地备份周期不超过 7 天

8 运行维护要求

8.1 日常巡检要求

8.1.1 充电系统每月巡检 1 次，巡检内容应包括：

- a) 充电接口完好性;
- b) 电缆绝缘层和接地线完好性;
- c) 充电桩显示和操作功能正常;
- d) 急停按钮功能正常;
- e) 消防器材有效性和完整性。

8.1.2 电池存储区应每日检查温湿度、通风和消防设施状态。

8.1.3 通信网络和管控平台应定期进行功能测试，测试周期不超过 3 个月。

8.1.4 巡检和维修记录应存档保存，保存期限不少于 2 年。

8.2 视频监控要求

充电设施及电池存储区宜安装视频监控摄像头，实现对上述区域的 7×24 小时远程可视化监视。监控画面应接入园区智慧管控平台或值班室，支持实时查看与录像回放。当烟感、温感等报警装置触发时，对应区域的监控画面应自动弹出并开始录像，辅助远程确认警情。

8.3 故障分级与响应管理

8.3.1 故障分级标准

园区电动农机基础设施故障应根据其对作业安全、生产效率及设备完好性的影响程度，划分为三个等级：

- a) 一级故障（重大故障）
涉及人员触电、电池热失控起火、结构坍塌等已经或极可能导致人身伤亡或重大财产损失的故障。
主要判定特征：消防报警触发、高压主回路短路、充电桩冒烟或明火、温室主体结构或悬挂设备明显变形。
- b) 二级故障（严重故障）
导致主要农机停机、整片充电区无法工作，或伴随有危险的潜在风险，但尚未造成实质事故。
主要判定特征：充电桩整机输出中断、电池组绝缘电阻低于安全阈值、管控平台崩溃、关键供电回路跳闸。
- c) 三级故障（一般故障）
不影响系统总体安全，仅造成局部功能受限或性能下降。
主要判定特征：单枪通信中断、人机界面显示异常、网络信号弱化、非关键传感器失效。

8.3.2 故障上报与应急流程

- a) 一级故障：第一发现人应立即按下急停按钮或切断上级电源，紧急疏散周边人员，拨打火警及急救电话，并同步向园区负责人及当地农业主管部门口头报告。事故发生后 2 小时内须补报书面快报。
- b) 二级故障：操作员应立即停止相关区域作业，通过管控平台、手持遥控器或电话通报运维责任人。运维团队应在接报后 30 分钟内响应到场，初步评估风险并尝试隔离故障点。
- c) 三级故障：由操作员或巡检人员通过管控平台的移动端 App、微信小程序等进行工单登记，运维人员纳入计划性维修排程。

8.3.3 修复与验收要求

8.3.3.1 故障修复完成后，须由运维人员、操作人员双方共同进行现场功能验证，必要时加载模拟负载测试。

8.3.3.2 一、二级故障修复后，须连续观察或带载验证不少于 2 小时，确认无复发现象且关联系统恢复联动后，方可移交使用。所有故障的登记、处理措施、更换零部件信息及验收确认均应在管控平台或书面档案中形成闭环记录，保存期限不少于 3 年。
