

团 体 标 准

T/NJ 1550—2025

矮砧密植果园 智能微灌水肥管理系统设计规范

Dwarf rootstock and dense planting orchards—
Design specifications for the intelligent micro-irrigation
and fertilizer management system

(公示稿)

2024-XX-XX 发布

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：新疆农业科学院农业机械化研究所、中国农业大学、新疆慧尔智联技术有限公司、新疆农业科学院土壤肥料与农业节水研究所、新疆农业科学院园艺作物研究所。

本文件主要起草人：杨会民、陈毅飞、严海军、马文新、罗文杰、丁峰、张校立、马文强、闫鹏、王学农、侯晓杰、张颢晖、韩孟杰。

矮砧密植果园 智能微灌水肥管理系统设计规范

1 范围

本文件规定了矮砧密植果园智能微灌及水肥精准管理系统设计规范的术语和定义、系统组成、设计规范、系统关键设备或产品选型要求、系统及设备维护与保养。

本文件适用于矮砧密植标准化果园的微灌及水肥精准管理系统的设计、制造、安装与运行维护。

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 5084 农田灌溉水质标准

GB/T 10002.1 给水用硬聚氯乙烯（PVC-U）管材

GB/T 18690.1 农业灌溉设备 微灌用过滤器 第1部分：术语、定义和分类

GB/T 18690.2 农业灌溉设备 微灌用过滤器 第2部分：网式过滤器和叠片式过滤器

GB/T 18690.3 农业灌溉设备 微灌用过滤器 第3部分：自动冲洗网式过滤器和叠片式过滤器

GB/T 13663.1~13663.3 给水用聚乙烯（PE）管道系统

GB/T 33703 自动气象站观测规范

GB/T 50085 喷灌工程技术规范

GB 50268 给水排水管道工程施工及验收规范

GB/T 50363 节水灌溉工程技术标准

GB/T 50485 微灌工程技术标准

SL 364 土壤墒情监测规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

微灌 micro-irrigation

通过管道系统与安装在末级管道上的灌水器，将水和植物生长所需的养分以较小的流量，均匀、准确地直接输送到植物根部附近土壤的一种灌水方法。

注：包括滴灌、微喷灌、涌泉灌等。

3.2

微喷灌 micro-spray irrigation

利用专门灌溉设备将有压水送到灌溉地块，通过安装在末级管道上的微喷头（流量不大于250 L/h）进行喷洒灌溉的方法。

3.3

滴灌 drip-irrigation

利用专门灌溉设备，灌溉水以水滴状流出而浸润植物根区土壤的灌水方法。

3.4

矮砧密植 **dwarf rootstock and dense planting**

采用矮化自根砧苗木进行密植栽培。

3.5

标准化果园 **standard orchard**

集中连片，内部水、电设施及道路系统配套完整，按照标准规范进行有序生产管理的果园。

3.6

水肥一体化设备 **fertigation equipment**

由水泵、过滤器、施肥（药）装置、控制阀、监测仪表及输水主管网组成，具有动力加压、加肥、过滤、控制等功能，集中安装在果园微灌系统前部。

3.7

泵前过滤器 **pre-pump filter**

泵前无压全自动水力旋喷滚筒网式过滤器，由过滤器浮筒、滤网筒、水力旋喷系统和水力冲洗系统等组成的无压全自动过滤器。

注：泵前过滤器置于沉沙池、水库等开阔水域，工作时漂浮在水面，水泵抽取过滤后的水源并分流，大部分直接作为灌溉水源进入灌溉管网，另一部分通过支管流入水力旋喷管，从水力旋喷管出水管流出的水流进入喷射支管，从支管各喷头喷出，实现对转动网筒的不间断冲洗，整个过滤过程与自清洗过程同步进行，从而防止滤网被漂浮物及浮游生物等杂质堵塞。

3.8

水溶性肥料 **water soluble fertilizer**

能完全溶解于水，可添加中量元素、微量元素，用于滴灌施肥和喷灌施肥的肥料。

注：包含单质肥料、复合（混）和有机肥料。

4 智能微灌水肥管理系统组成

4.1 概述

智能微灌水肥管理系统（以下简称“系统”）由微灌系统、环境感知系统、物联网控制系统、智能水肥管理系统组成。

4.2 微灌系统

4.2.1 基本要求

微灌系统由首部枢纽、输配水管网和灌水器三部分组成。

4.2.2 首部枢纽

集中安装在微灌系统入口处的过滤器、施肥（药）装置及量测、安全和控制设备的总称。

4.2.3 输配水管网

将水肥一体化设备处理过的灌溉水，按照要求输送、分配到每个灌水器的管网系统。管网一般由干管、支管、毛管组成，还包括相应的三通、直通、弯头等部件。

4.2.4 灌水器

根据果树需水特性及生长状态选择相应的末级出流装置，包括微灌滴头、微喷头、涌泉喷头。

4.3 环境感知系统

布置在田间的气象类、土壤类传感器，可实时自动采集土壤含水量、温度、盐分、空气温湿度、风速和风向等参数，并可实现信息的传输、处理、存储、显示、记录和控制等。

4.4 物联网控制系统

4.4.1 物联网控制系统组成

物联网控制系统一般由信息通讯组网系统和远程控制系统组成。

4.4.2 信息通讯组网系统

支持灵活多样的局域网、广域网组网方式。局域网可选用基于推荐标准485（RS485）协议的无线组网方式或基于无线网络（WIFI）协议的无线网格网络（MESH）自组网形式。广域网可以选用低功耗远距离广域网（LoRa）通讯（433 MHz、470 MHz～510 MHz）技术和广域网蜂窝移动通信组成通讯网，通过通讯控制器内射频装置、智能网关等设备实现。

4.4.3 远程控制系统

由终端执行单元、供电单元、通讯控制器组成。主要安装于灌溉首部、田间首部和田间管网主管、支管，负责按指令执行自动化灌溉、施肥。

4.5 智能水肥管理系统

4.5.1 基本要求

智能水肥管理系统一般由智能决策模型和可视化操作系统组成，应具备灌溉策略制定、灌溉施肥方案自动执行、微灌系统运行状况监测等功能。

4.5.2 智能决策模型

根据环境感知系统获取的果园实时生境信息，结合大数据和智能算法，生成基于果树水肥需求的管理策略，对灌水时间和灌水量进行精准调控，将水肥溶液适时适量、准确地输送给果树，满足果树对水分和养分的需求，并支持水肥电导率(EC)值、酸碱度(pH)值调控，实现果园水肥精准管理。

4.5.3 可视化操作系统

利用手机、计算机、触摸屏、液晶拼接屏等客户端，通过无线网络/第五代移动通信技术（WiFi/5G）等通讯方式与云中心或边缘计算中心（数据存储介质）连接，同步显示微灌水肥管理系统信息，包括环境数据监测、数据空间/时间分布、历史数据、预警系统、远程控制、分区管理、精量调控和系统设置等。

5 设计规范

5.1 微灌系统

5.1.1 基本要求

结合微灌系统所在地的气象、地形与土壤、水源水质、种植作物及经营主体对水肥管理的要求，通

过技术参数确定灌水器选型、输配水管网布置、过滤器选型、泵房设计、仪表配置、物联网系统组网、微灌与智能水肥管理系统设计。

5.1.2 水源

水源包括井水、库水、塘水、河水等，灌溉水质应符合GB 5084的规定。

5.1.3 泵房设计

泵房设计应符合GB/T 50363规定。

5.1.4 水泵

根据微灌系统设计流量、设计压力、水源类型进行水泵选型，应保证水泵出口压力不小于0.2 MPa。

5.1.5 过滤器

过滤器应根据水源水质状况和灌水器的要求选择，应过滤大于灌水器流道尺寸1/10~1/7粒径的杂质。

5.1.6 仪表及辅助设备

系统中宜安装阀门、压力调节器、压力表、感应式流量计、安全阀、进排气阀、增压泵、变频柜和配电箱等。

5.1.7 输配水管网

输配水管网设计规则如下：

- a) 按照GB/T 50485、GB/T 50085与GB/T 50363的规定，设计输配水管网。根据矮砧密植果园小区设计，输配水管网中需配备田间阀门组，由控制端发送信号打开或关闭阀门，实现自动控制；
- b) 开挖管道沟槽并回填，工程应符合GB 50268的规定；
- c) 管道和灌水器的安装应符合GB/T 50363的规定；
- d) 干管、支管和毛管应采用符合GB/T 10002.1和GB/T 13663.1~13663.3规定的PVC/PE管，支管管径一般为50 mm~110 mm，毛管管径一般为16 mm~32 mm；
- e) 干管可埋在地下，支管铺在地面，毛管宜安装为单管或双管，铺设在地表面或固定在距地面一定高度的钢丝上。

5.1.8 灌水器

灌水器选择规则如下：

- a) 微喷灌：灌水器宜采用流量不大于100 L/h的微喷头，根据湿润区域的需要，每间隔1.0 m~4.0 m安装一个微喷头，倒挂式微喷头应具备防滴漏功能；
- b) 滴灌：灌水器宜采用管上式滴头或内镶式滴灌管（带），管径为16 mm~20 mm，滴头间距0.2 m~1.0 m，滴头额定流量为1.0 L/h~12.0 L/h。

5.2 环境感知系统

5.2.1 基本要求

根据矮砧密植果园种植结构、地形地势、地块面积和土壤质地等布置相应的土壤温湿度传感器和小气候监测站点。包括液位传感器、压力传感器、浑浊度传感器、pH值传感器、土壤温湿度传感器、土壤

电导率传感器、果园小气候监测站等。通过中央控制，采集监测目标信息，并转换成电信号或其他形式的数据存储后台控制系统中，经分析处理后向各控制单元发送指令，满足信息的传输、处理、存储、显示、记录和控制等要求。

5.2.2 土壤温湿度传感器

土壤温湿度传感器应选择在地面较平坦的位置安装，避免地面沟垄不平。根据灌水器距离、土层厚度、作物生长发育阶段等综合确定土壤含水量、温度值采集点数目及采集点深度。利用传感器自动采集土壤含水量、温度数据，具体测量参数见表1，其他符合SL 364的规定。

表 1 无线土壤温湿度传感器的基本参数值

设备名称	检测参数	性能
土壤温湿度传感器	土壤温度	测量范围：-20℃~70℃；测量误差≤0.3℃；重复性（重复性标准差）≤1%。
	湿度（土壤体积含水量）	测量范围：0~0.50 cm ³ /cm ³ ；与烘干法比较，体积含水量在0.03 cm ³ /cm ³ ~0.10 cm ³ /cm ³ 时，相对误差的绝对值不大于5%；在0.15 cm ³ /cm ³ ~0.35 cm ³ /cm ³ 时，相对误差的绝对值不大于2.5%；在0.35 cm ³ /cm ³ ~0.45 cm ³ /cm ³ 时，相对误差的绝对值不大于5%；重复性（重复性标准差）≤2%。

5.2.3 果园小气候监测站

站点应建立在灌溉、施肥控制区域具有代表性的地块。利用矮砧密植果园小气候监测站自动采集空气温度、空气湿度、光照强度、降雨量等信息，并保存上传数据，具体测量参数见表2，其他符合GB/T 33703的规定。

表 2 果园小气候监测站的基本参数值

设备名称	检测参数	性能
果园小气候气象站	温度	测量范围：-40℃~70℃；分辨率：0.1℃；准确度：±0.3℃
	湿度	测量范围：0%RH~100%RH；分辨率：0.1%RH；准确度：±2%RH
	风速	测量范围：0 m/s~28.4 m/s；分辨率：0.01 m/s；准确度：±1%（≤4.44 m/s），±10% 无线多要素气象站（≥4.44 m/s）
	风向	测量范围：0°~360°；分辨率：0.1°；准确度：±3°
	雨量	测量范围：0 mm/h~200 mm/h；输出分辨率：0.2 mm；测量误差：光学±10%，翻斗±5%
	总辐射	测量范围：0 W/m ² ~2000W/m ² ；输出分辨率：5 W/m ² ；最大允许误差：±5%

5.3 物联网控制系统

5.3.1 通讯组网

矮砧密植果园通讯方式宜选择低功耗广域网技术和蜂窝移动通信技术组网，具体如下：

- a) LoRa、窄带物联网（NB-IoT）、4G/5G等；
- b) 使用智能网关实现多通道LoRa和蜂窝移动数据收发处理、无线LoRa数据与蜂窝移动数据转换，农业物联网终端与云中心数据交互；
- c) 内外网数据转换。

5.3.2 远程控制终端

每个（组）传感器、远程自动化控制设备均应配备物联网终端。

5.4 智能水肥管理系统

以智能决策模型为基础，导入农场地理位置、用户信息、实景图等，形成用户专属、定制的智能水肥管理软件，应具有模块化扩展功能，传输方式兼容有线、无线。

智能微灌水肥一体化系统应具有如下配置和功能：

- 变频控制加压装置；
- 2种及以上多级过滤装置，应具备自动反冲洗功能；
- 智能型施肥（药）装置；
- 压力、流量等参数测控装置；
- 可按照不同的阈值要求（定时或传感器数据阈值）实现自动灌溉施肥，按照不同区域作物生长状况进行差异化灌溉施肥，可区分分时定量进行精准灌溉施肥；
- 系统支持无人值守，产生不同等级的报警信息，实时反馈给管理人员。

6 系统关键设备或产品选型要求

6.1 施肥设备

施肥设备应能调整不同类型肥料配比，具备自动计量混合、自循环搅拌等功能，实现实时、精准灌溉与施肥。

灌溉施肥参数要求如下：

- a) 施肥通道：1~4个通道（通道可关闭，含补肥通道）；
- b) 施肥流量：0 L/h~3600 L/h；
- c) 施肥泵功率：0.37 kW~4.0 kW；使用扬程：0 m~90 m；
- d) 储肥桶容积：500 kg~5000 kg或500 L~5000 L；
- e) 控制触发模式：支持时间逻辑、人机交互触发、内部程序触发等模式。

6.2 过滤器

过滤器选用规则如下：

- a) 泵前过滤：池水、库水及河水作为灌溉水源时，根据漂浮物、泥砂状况选用无压全自动水力旋喷滚筒网式过滤器，过滤器的规格应与灌溉的总流量相匹配；
- b) 泵后过滤：地下水作为灌溉水源时，选用离心过滤器、自动反冲洗叠片过滤器、网式过滤器；池水、库水及河水作为灌溉水源时，根据漂浮物、泥砂状况选用介质过滤器、自动反冲洗叠片过滤器、网式过滤器；过滤器的规格宜与灌溉系统的总流量相匹配，应符合GB/T 18690.1、GB/T 18690.2和GB/T 18690.3的相应规定。

6.3 环境感知系统

6.3.1 无线土壤温湿度传感器

无线土壤温湿度传感器应具有下列特征：

- 可直接测量土壤含水量；
- 可设定参数的修改和置入；
- 具有数字或模拟量的标准接口；
- 具备显示或输出功能；

- 具有良好的互换性（相同型号传感器）；
 - 便于携带。
- 无线土壤温湿度传感器基本参数值见表1。

6.3.2 果园小气候监测站

小气候监测站应具有采集空气温度、湿度、降雨量、风速、风向功能，应符合GB/T 33703自动气象站观测规范。果园小气候监测站基本参数值见表2。

6.4 物联网控制系统

6.4.1 智能网关

智能网关的上行通讯接口应至少能接入有线通信网、无线通信网、卫星通信网等远程通信网络之一，下行通讯接口应能接入低功耗广域网。智能网关应支持用于数据测试、程序调试、控制器等外接设备所需的相关接口。智能网关的基本参数值见表3。

表 3 智能网关的基本参数值

智能网关参数	规格	智能网关参数	规格
上行通讯	通用分组无线业务（GPRS）、WiFi、注册插座45（RJ45）、第四代移动通信技术（4G）、5G	供电方式	直流（DC）12 V或DC 24 V
远传协议	可选超文本传输安全协议（HTTPS）、消息队列遥测传输协议（MQTT）、传输控制协议（TCP）	功耗	≤5W
下行通讯	LoRa/NB-IoT	供电方式	太阳能/市电
节点数	256	外形尺寸	无限制
下行通讯距离	1 km～5 km	安装方式	室内/户外（防水箱）

6.4.2 物联网终端

物联网终端应可与通信网络发生交互。物联网终端基本参数值见表4。

表 4 物联网终端的基本参数值

物联网终端参数	规格	物联网终端参数	规格
通讯协议	LoRa	供电方式	电池（可更换）
ACK响应时间	≤5 s	电池寿命	2年/30000次控制
下行通讯	LoRa	供电方式	太阳能/市电
指令下发	≤10次（50 s内）	工作温度	-20℃～60℃
通讯距离	1 km～5 km	防护等级	IP68

6.5 水肥管理软件

水肥管理软件根据果园规模和管理运行需求，控制灌溉设备和自动化施肥系统，应具备下列功能：

- a) 显示矮砧密植果园小气候、土壤墒情监测值；
- b) 支持程序控制与智能控制；
- c) 支持自定义灌溉分区、施肥分区，可对各分区进行不同组合的精准控制；
- d) 支持流量计、压力计实时监测与记录，应能记录灌溉、施肥次数与每次灌溉、施肥的时长；

- e) 保存必要的传感器数据、操作记录、设备运行情况等历史数据,可对历史数据进行分析、处理、统计和存储,并具有查询历史数据功能。

7 维护与保养

7.1 过滤器维护与保养

7.1.1 离心过滤器维护与保养

离心过滤器维护与保养规程如下:

- a) 定期检查压力表工作情况,确保压力表工作正常,避免异常压力对过滤器结构和使用产生不良影响;
- b) 定期清理储砂罐中的砂土,防止过滤效果下降;
- c) 定期对过滤器外表进行防锈处理,冬季来临前排净过滤器内的存水,以防止锈蚀。

7.1.2 网式过滤器维护与保养

网式过滤器维护与保养规程如下:

- a) 定期清洗过滤器,将滤网取出并用清水冲洗,若堵塞严重可用软毛刷子冲刷网面;
- b) 清洗后的过滤器在工作时,要注意检查系统压力是否符合要求;
- c) 定期检查维护与过滤器相连的管道、阀门等部件,确保其工作正常。

7.1.3 介质过滤器维护与保养

介质过滤器维护与保养规程如下:

- a) 打开过滤器罐顶盖,检查砂石滤料数量,并与罐体上标识比较,若数量不足则及时补足;
- b) 清理砂石滤料中的悬浮物,定时反冲洗2次~3次,将水全部排净,恢复正常工作状态;
- c) 若罐体表面或金属连接管路的镀层有损坏,应清锈后重新喷涂。

7.1.4 叠片过滤器维护与保养

叠片过滤器维护与保养规程如下:

- a) 先开启水泵,再启动过滤器的自动反冲洗程序将滤芯冲洗干净。必要时用醋酸、草酸等冲洗滤芯,酸洗后的滤芯应使用清水冲洗干净后再使用;
- b) 停止水泵,关闭过滤器上下游的控制阀,排净废水;拆下滤芯,检查滤芯是否完好,如有损坏应及时更换。

7.1.5 泵前过滤器维护与保养

关泵停水,清洗过滤网,应定期对过滤器外表进行防锈处理;冬季来临时,应将泵前过滤器移至室内,清除过滤网杂质并进行防锈处理。

7.2 滴灌维护与保养

滴灌维护与保养规程如下:

- a) 主、支管道与首部连接好后对管道进行冲洗,然后连接滴灌管(带);
- b) 主、支管道和滴灌管(带)连接好后应进行试水,应检查有无堵、漏的现象,并修复或更换漏水、不通水的滴灌管(带),滴灌管铺设时滴孔应向上;
- c) 调整减压阀压力,使滴灌管(带)处于正常工作压力范围内。

7.3 微喷头维护与保养

安装微喷头前，应先清理管道内的污（杂）物，保证管道处于正常工作状态；定期检查喷头工作是否正常，如发现问题要及时排除。

7.4 系统维护与保养

系统应进行下列维护与保养工作：

- a) 每个轮灌组灌水施肥时段内，前1/4为清水灌溉时间，中间1/2为施肥时间，后1/4为清水灌溉时间；
 - b) 系统使用前，应检查铺设的滴灌管（带）是否拉直；
 - c) 系统正常运行中，滴灌的末端工作压力应保持在0.08 MPa~0.12 MPa，微喷灌的末端工作压力应保持在0.2 MPa~0.3 MPa；
 - d) 肥料进入系统管网前，应搅拌至完全溶解，必要时应先进行过滤；
 - e) 小型单体过滤器或施肥罐每次灌溉或施肥结束后应及时进行清洗；
 - f) 系统运行超过一个生长季后，或者当过滤器进出口的压差大于0.05 MPa时，应清洗过滤器；
 - g) 系统使用前应检查、维护田间信息采集终端、信息采集控制传输系统。按照系统生产使用说明进行设备检查、维护及保养，检查、维护的情况应记入值班日志中。
-