

ICS 65.020.99

B 90

备案号：

NY

中华人民共和国农业行业标准

NY/T ××××—202×

温室水肥一体机性能测试方法

Test method for performance of greenhouse fertigation machine

（征求意见稿）

202×-××-××发布

202×-××-××实施

中华人民共和国农业农村部 发布

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 型号编制规则..... | 2 |
| 5 性能参数..... | 3 |
| 6 测试条件、仪器及要求..... | 3 |
| 7 性能测试方法..... | 4 |
| 附 录 A（规范性附录）主路式水肥一体机性能测试系统原理图..... | 7 |
| 附 录 B（规范性附录）旁路式水肥一体机性能测试系统原理图..... | 8 |
| 附 录 C（资料性附录）检测记录表..... | 9 |

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。

本文件由农业农村部农业机械化管理司提出。

本文件由全国农业机械标准化技术委员会农业机械化分技术委员会(SAC/TC 201/SC2)归口。

本文件起草单位：农业农村部规划设计研究院。

本文件主要起草人：尹义蕾、丁小明、李恺、侯永、张月红、王柳、张凌风、王春辉、王莉、张学军、周长吉。

温室水肥一体机性能测试方法

1 范围

本文件规定了温室水肥一体机（以下简称水肥一体机）术语和定义、分类与型号、主要性能参数、测试条件与要求及测试方法。

本文件适用于具有电导率（EC）/酸碱度（pH）调控功能的水肥一体机性能测试，其他类型施肥装置可参照执行。

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 626 化学试剂 硝酸
- GB/T 646 化学试剂 氯化钾
- GB 5749 生活饮用水卫生标准
- GB /T 1227 精密压力表
- GB /T 11007 电导率仪试验方法
- GB /T 37892 数字集成全变频控制恒压供水设备
- JJF 1547 在线酸碱度（pH）计校准规范
- JB/T 8574 农机具产品 型号编制规则

3 术语和定义

3.1

水肥一体机 fertigation machine

依据程序的设定，把不同配比的水溶性肥液、酸液注入管网系统进行分区灌溉施肥的装置，按照主灌溉管道连接方式的区别，可分为主路式水肥一体机与旁路式水肥一体机。

3.2

主路式水肥一体机 straight-through fertigation machine

主路式水肥一体机指具有提高水肥浓度控制精度的缓冲装置，且与主灌溉管道串联，可直接输出作物所需水肥混合液的灌溉施肥设备。

3.3

旁路式水肥一体机 pass-by fertigation machine

旁路式水肥一体机指与主灌溉管并联，输出的肥液与干管内清水二次混合后才能满足作物所需的水肥混合液的灌溉施肥设备。

3.4

最大工作流量 maximum working flow

最大工作流量是指主路式水肥一体机在输出压力为 0.2MPa 时能提供最大流量。

3.5

最大吸肥流量 maximum fertilizer absorption flow

最大吸肥流量指水肥一体机在额定工况下所有吸肥通道流量全部调至最大值时吸肥量总和。

3.6

电导率 (EC) 调控准确度 accuracy of electrical conductivity (EC) control

经水肥一体机混合后直接用于灌溉的水肥混合液的电导率 (EC) 测量平均值与设定值的偏离程度。

3.7

酸碱度 (pH) 调控准确度 accuracy of acidity-basicity (pH) control

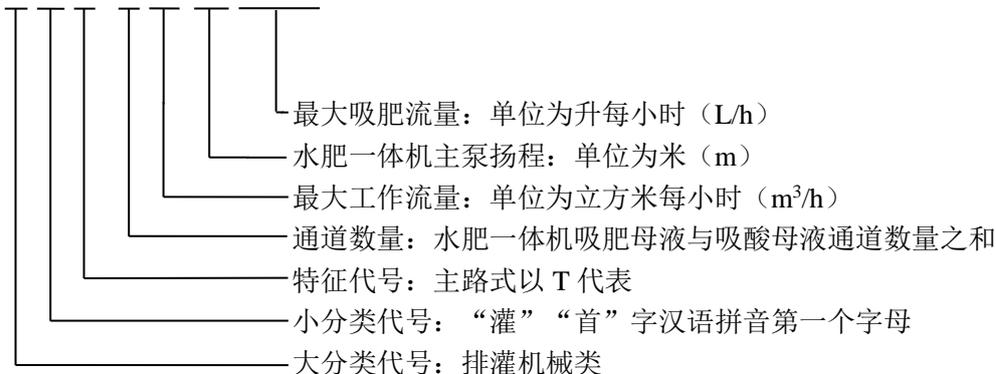
经水肥一体机混合后直接用于灌溉的水肥混合液的酸碱度 (pH) 测量值与设定值的最大误差值。

4 型号编制规则

4.1 型号命名规则按照 JB/T 8574 的规定编制。

4.2 主路式水肥一体机型号详见示例 1。

8 GST—X XX XX XXXX

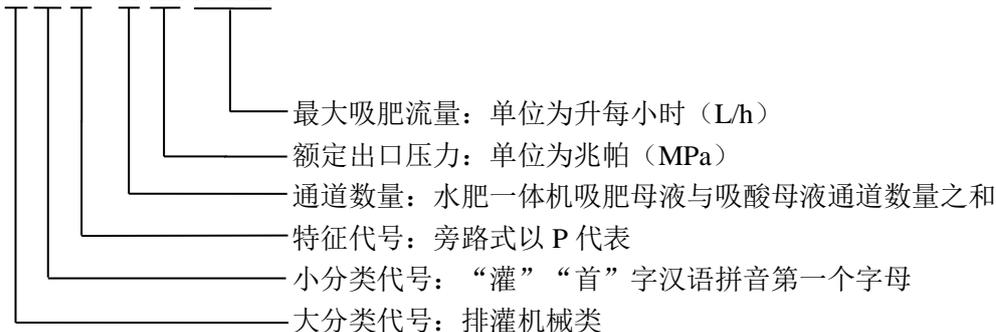


示例 1:

8GST—3-10-33-1500 表示通道数量 3，最大工作流量 10m³/h，水肥一体机主泵扬程 33m，最大吸肥流量 1500 L/h。

4.3 旁路式水肥一体机型号详见示例 2。

8 GS P—X XX XXXX



示例 2:

8GSP—3-03-1500 表示通道数量 3，出口压力 0.3MPa，最大吸肥流量 1500 L/h。

5 性能参数

5.1 主路式水肥一体机主要性能参数及测试方法见表 1。

表1 主路式水肥一体机性能参数及测试方法条款

| 序号 | 参 数 | 对应测试方法条款号 |
|----|--------------|-----------|
| 1 | 最大工作流量 | 7.1.2 |
| 2 | 最大吸肥流量 | 7.3.2 |
| 3 | 电导率（EC）调控均匀度 | 7.4.1 |
| 4 | 电导率（EC）调控准确度 | 7.4.2 |
| 5 | 酸碱度（pH）调控均匀度 | 7.5.1 |
| 6 | 酸碱度（pH）调控偏差 | 7.5.2 |

5.2 旁路式水肥一体机主要性能参数及对应测试方法见表 2。

表2 旁路式水肥一体机性能参数及测试方法条款

| 序号 | 参 数 | 对应测试方法条款号 |
|----|--------------|-----------|
| 1 | 额定出口压力 | 7.2.2 |
| 2 | 最大吸肥流量 | 7.3.2 |
| 3 | 电导率（EC）调控均匀度 | 7.4.1 |
| 4 | 电导率（EC）调控准确度 | 7.4.2 |
| 5 | 酸碱度（pH）调控均匀度 | 7.5.1 |
| 6 | 酸碱度（pH）调控偏差 | 7.5.2 |

6 测试条件、仪器及要求**6.1 测试条件**

6.1.1 电源条件：交流电源电压为 $380(220) \times (1 \pm 7\%)$ V。

6.1.2 测试用水：水温：5℃~30℃；水质：测试用水应符合 GB 5749 的要求。

6.1.3 测试用肥：测试用氯化钾应符合 GB/T 646 的要求。

6.1.4 测试用酸：测试用硝酸应符合 GB/T626 的要求。

6.1.5 测试环境：气温：5℃~30℃；相对湿度：20%~80%。

6.2 测试用仪器

测试用仪器应检定或校准合格并在有效期内，被测参数准确度要求应不低于表 3 的规定。

表3 测试用仪器性能要求

| 序号 | 仪表名称 | 要求 | 符合标准 |
|----|----------|---------------------|-------------|
| 1 | 流量计 | 准确度等级不低于 0.5 级 | JB/T 9246 |
| 2 | 压力表 | 准确度等级不低于 0.4 级 | GB /T 1227 |
| 3 | 电导率（EC）计 | 最大允许误差在±2.0%范围以内 | GB /T 11007 |
| 4 | 酸碱度（pH）计 | 准确度等级不低于 0.02 级 | JJF 1547 |
| 5 | 恒压水源 | 出水压力波动不应超过 0.025MPa | GB /T 37892 |

6.3 测试要求

6.3.1 压力表、流量计等仪表与设备安装要求见附录 A 与附录 B。

6.3.2 肥料母液配置量不低于测试用量的 2 倍，母液电导率（EC）值为 60mS/cm 且偏差应不大于 5%。

6.3.3 酸母液配置量不低于测试用量的 2 倍，母液酸碱度（pH）值为 3.0 且偏差应不大于 0.1。

6.3.4 主路式水肥一体机额定工况指最大工作流量状态下的工作状态。

6.3.5 旁路式水肥一体机额定工况是指额定出口压力状态下的工作状态。

7 性能测试方法

7.1 最大工作流量

7.1.1 最大工作流量是指主路式水肥一体机在输出压力为 0.2MPa 时能提供最大流量。

7.1.2 依次开启恒压水源和水肥一体机，调整进出水阀门的开合度，当阀门从全开到压力表示数变为 0.2MPa 且偏差不大于 5%，稳定 5min 后，每隔 1min 记录 1 次，连续不间断记录 5 次，取 5 次测试结果平均值为最大工作流量。

7.2 额定出口压力

开启恒压水源，调整主管路进出水阀门使主管路输出压力表示数为 0.3MPa 且偏差不大于 5%，调节水肥一体机进水管路和出水管路的阀门，当出水流量计示数达到旁路式水肥一体机主泵制造厂商声明的额定流量且偏差不大于 2%。稳定 5min 后，每隔 1min 同时记录进水管路压力表和出水管路压力表的示数，连续记录 5 次，额定出口压力按公式（1）计算。

$$P_{\text{额}} = \frac{\sum_{j=1}^5 (P_{oj} - P_{ij})}{5} \dots\dots\dots (1)$$

$P_{\text{额}}$ ——水肥一体机的额定出口压力，单位为兆帕（MPa）；

P_{ij} ——第 j 次测试的进水管路压力表示数，单位为兆帕（MPa）；

P_{oj} ——第 j 次测试的出水管路压力表示数，单位为兆帕（MPa）。

7.3 最大吸肥流量

7.3.1 最大吸肥流量指水肥一体机在额定工况下所有吸肥通道流量全部调至最大值时吸肥量总和。

7.3.2 把供肥管路阀门调至最大开度，稳定 5min 后开始记录吸肥流量计读数，每隔 1min 记录 1 次，连续记录 5 次，水肥一体机的最大吸肥流量按公式（2）、公式（3）计算。

$$M_j = \sum_{i=1}^n T_i \dots\dots\dots (2)$$

$$M_{\text{吸}} = \frac{\sum_{j=1}^3 M_j}{3} \dots\dots\dots (3)$$

式中：

T_i ——第 i 个吸肥通道的吸肥量，单位为升每小时（L/h）；

n ——吸肥通道数量；

M_j ——第 j 次测试水肥一体机最大吸肥流量，单位为升每小时（L/h）；

$M_{\text{吸}}$ ——最大吸肥流量，单位为升每小时（L/h）。

7.4 电导率（EC）调控均匀度及准确度

7.4.1 选定 2.0mS/cm 作为温室水肥一体机电导率（EC）调控准确度以及均匀度的测试点。开机，设定机器的电导率（EC）目标测试值为 2.0mS/cm，当水肥一体机达到额定工况 5min 后，在取样阀处接取肥水混合液，每隔 2min 取样 1 次，连续取样 5 次，用电导率（EC）计测量样品电导率（EC）。

7.4.2 电导率（EC）调控均匀度按公式（4）、公式（5）和公式（6）计算

$$\bar{x} = \frac{\sum_{j=1}^5 x_j}{5} \dots\dots\dots (4)$$

$$s_d = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^5 (x_j - \bar{x})^2}{5-1}} \dots\dots\dots (5)$$

$$v = \left(1 - \frac{s_d}{\bar{x}}\right) \times 100\% \dots\dots\dots (6)$$

式中：

x_j ——第 j 次测量电导率（EC），单位为毫西门子每厘米（mS/cm）；

\bar{x} ——电导率（EC）平均值，单位为毫西门子每厘米（mS/cm）；

s_d ——电导率（EC）标准差，单位为毫西门子每厘米（mS/cm）；

v ——电导率（EC）调控均匀度。

7.4.3 电导率（EC）调控准确度按公式（7）计算。

$$P_e = \left(1 - \left| \frac{\bar{x} - x_r}{x_r} \right| \right) \times 100\% \dots\dots\dots (7)$$

式中：

x_r ——电导率（EC）设定值，单位为毫西门子每厘米（mS/cm）；

P_e ——单次设定值下电导率（EC）调控准确度。

7.5 酸碱度（pH）调控均匀度及偏差

7.5.1 选定酸碱度（pH）6.0 作为调控均匀度与调控偏差的测试点。开机，设定机器的酸碱度（pH）为 6.0，当调整水肥一体机达到额定工况 5min 后，在取样阀处接取肥水混合液，每隔 2min 取样 1 次，连续取样 5 次，用酸碱度（pH）计测量样品酸碱度（pH）。

7.5.2 酸碱度（pH）调控均匀度按照公式（8）、公式（9）和公式（10）计算。

$$\bar{z} = \frac{\sum_{j=1}^5 z_j}{5} \dots\dots\dots (8)$$

$$s_z = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^5 (z_j - \bar{z})^2}{5-1}} \dots\dots\dots (9)$$

$$v_z = 1 - \frac{s_z}{z} \times 100\% \dots\dots\dots (10)$$

式中：

z_j —第 j 次测量酸碱度（pH）；

\bar{z} —酸碱度（pH）平均值；

s_z —酸碱度（pH）标准差；

v_z —酸碱度（pH）调控均匀性。

7.5.3 酸碱度（pH）调控偏差按公式（11）计算。

$$P_h = \pm \max |P_j - P_r| \dots\dots\dots (11)$$

式中：

P_j ——第 j 次测量酸碱度（pH）；

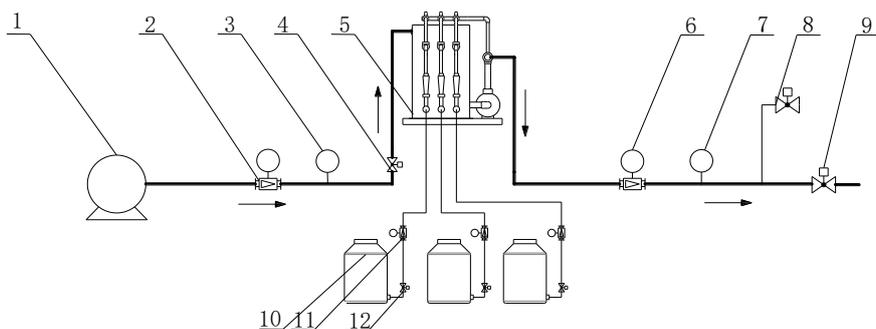
P_r ——酸碱度（pH）设定值；

P_h ——酸碱度（pH）调控偏差。

附录 A (规范性附录)

主路式水肥一体机性能测试系统结构图

主路式水肥一体机性能测试系统结构图见图 A.1。



1—恒压水源；2—水源流量计；3—水源压力表；4—进水管路阀门；5—主路式水肥一体机；6—出水流量计；7—出水压力表；8—取样阀；9—出水阀门；10—肥料桶；11—吸肥流量计；12—供肥管路阀门

注：图中各装置安装应满足以下要求：

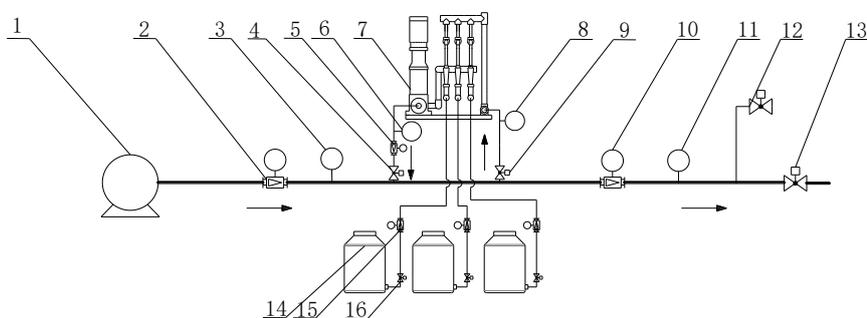
- 流量计安装距离恒压水源应不小于 5 倍管路直径，并按照说明书要求正确安装；
- 测试时，主路式水肥一体机输入与输出管路长度应在 1 m~2 m 之间；
- 取样阀与水肥一体机底座应尽量保持水平，两者直线距离在 2m 以内；
- 肥料桶容积不小于 50L。

图 A.1 主路式水肥一体机性能测试系统结构图

附录 B
(规范性附录)

旁路式水肥一体机性能测试系统原理图

旁路式水肥一体机性能测试系统原理图见图 B.1。



1—恒压水源；2—水源流量计；3—水源压力表；4—出水管路阀门；5—出水管路流量计；6—出水管路压力表；7—旁路式水肥一体机；8—进水管路压力表；9—减压阀；10—主管路输出流量计；11—主管路输出压力表；12—取样阀；13—主管路阀门；14—肥料桶；15—吸肥流量计；16—供肥管路阀门

注：图中各装置安装应满足以下要求：

- a) 恒压水源最大工作流量不低于水肥一体机标称额定流量的 3 倍；
- b) 水肥一体机的进水与出水管路管径应和水肥一体机本身的进、出口管径一致；
- c) 流量计安装距离恒压水源应不小于 5 倍管路直径，并按照说明书要求正确安装；
- d) 旁路式水肥一体机输入与输出管路长度应在 1m~2m 之间；
- e) 取样阀与水肥一体机底座应尽量保持水平，两者直线距离在 2m 以内；
- f) 肥料桶容积不小于 50L。

图 B.1 旁路式水肥一体机性能测试系统原理图

附 录 C
(资料性附录)
检测记录表

检测记录表见表 C.1。

表 C.1 检测记录表

| 类别 | 序号 | 项目 | 标准条款 | 次数 | 检验记录 | 检验结果 |
|------|----|----------|------|----|------|------|
| 性能检测 | 1 | 测试环境 | 6.1 | 水温 | | |
| | | | | 气温 | | |
| | | | | 湿度 | | |
| | 2 | 最大工作流量 | 7.1 | 1 | | |
| | | | | 2 | | |
| | | | | 3 | | |
| | | | | 4 | | |
| | | | | 5 | | |
| | 3 | 额定出口压力 | 7.2 | 1 | | |
| | | | | 2 | | |
| | | | | 3 | | |
| | | | | 4 | | |
| | | | | 5 | | |
| | 4 | 最大吸肥流量 | 7.3 | 1 | | |
| | | | | 2 | | |
| | | | | 3 | | |
| | | | | 4 | | |
| | | | | 5 | | |
| | 5 | 电导率 (EC) | 7.4 | 1 | | |
| | | | | 2 | | |
| | | | | 3 | | |
| | | | | 4 | | |
| | | | | 5 | | |
| | 6 | 酸碱度 (pH) | 7.5 | 1 | | |
| | | | | 2 | | |
| 3 | | | | | | |
| 4 | | | | | | |
| 5 | | | | | | |