

团 体 标 准

T/SAAMM XXXX—XXXX

石榴采摘机器人

Pomegranate picking robot

(征求意见稿)

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

山东农业机械工业协会 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。

本文件由山东农业机械工业协会提出。

本文件由山东农业标准化技术委员会农业机械标准化分技术委员会归口。

本文件起草单位：山东省农业机械科学研究院。

本文件主要起草人：杨化伟、李宁、王少伟、王树城、丁新兵、卢绪振、张波、吴杰、史孝杰、屈慧星。

本文件为首次发布。

石榴采摘机器人

1 范围

本文件规定了石榴采摘机器人的术语和定义、产品型号、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和贮存。

本文件适用于石榴采摘机器人（以下简称“采摘机器人”）。

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 机械电气安全 机械电气设备 第1部分：通用技术条件

GB/T 5667 农业机械 生产试验方法

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 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 12467.4 金属材料熔焊质量要求 第4部分：基本质量要求

GB/T 13306 标牌

GB/T 14039—2002 液压传动 油液 固体颗粒污染等级代号

GB/T 23821 机械安全 防止上下肢触及危险区的安全距离

JB/T 5673—2015 农林拖拉机及机具涂漆 通用技术条件

JB/T 8574 农机具产品 型号编制规则

JB/T 9832.2—1999 农林拖拉机及机具 漆膜 附着性能测定方法 压切法

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

石榴采摘机器人 Pomegranate Picking Robot

石榴采摘机器人利用机器视觉技术、多传感器融合技术、机器学习技术、机器人技术和智能控制技术，对石榴树进行视觉信息获取、图像处理、石榴成熟度判别，并确定采摘目标的三维空间信息及视觉标定，控制机械臂与末端执行器完成石榴自动采摘。

3.2

单果采摘时间 Single fruit picking time

采收机器人作业时，末端执行器采摘单个石榴，从初始位置进行采摘再返回到初始位置的总时间。

3.3

采净率 net recovery rate

采收机器人作业后，集中到集果箱内的石榴个数在相同采摘区域内的石榴总个数中所占的比例。

3.4

损失率 loss rate

采摘机器人作业后，采摘过程导致掉落的石榴个数在相同采摘区域内的石榴总数中所占的比例。

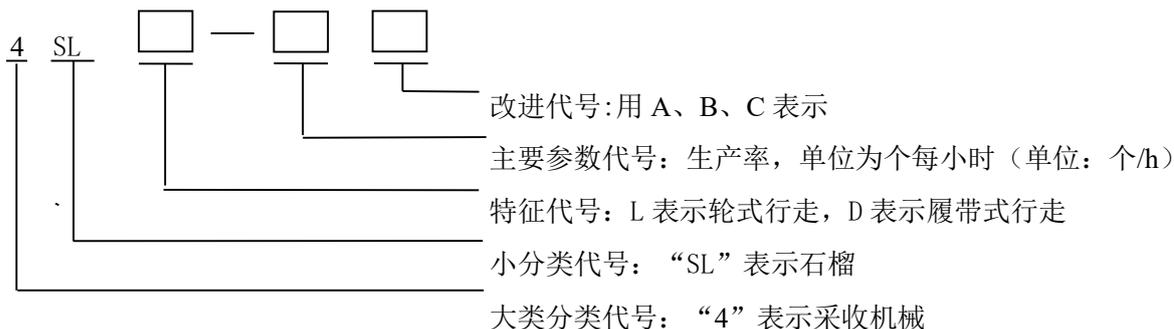
3.5

破损率 injury rate

采摘机器人作业后，采摘的破损石榴个数在采摘石榴总数中所占的比例。

4 产品型号

采摘机器人产品型号按照JB/T 8574的规定编制，表示方法如下：



标记示例: 第一次改进设计, 生产率为120个/h的履带式行走石榴采摘机器人表示为4SLD-120A。

5 技术要求

5.1 安全要求

5.1.1 产品设计和结构应保证操作人员按制造厂规定的使用说明书操作和维护保养时没有危险。

5.1.2 设备应采取 GB 10395.1 规定的适用安全要求和措施, 并应按照 GB 10395.1 规定的设计原则, 通过充分的风险减少措施达到可接受的风险水平。

5.1.3 设备外露传动部件应有安全防护装置, 防护装置应符合 GB10395.1 的规定; 人上下肢触及危险区的安全距离应符合 GB/T 23821 的规定。

5.1.4 对操作者存在或有潜在危险的部位 (如正常操作时必须外露的功能件, 防护装置的开口处和维修保养时有危险的部位) 应固定永久性安全标志, 安全标志应符合 GB 10396 的规定。

5.1.5 设备电气系统的机械电气安全应符合 GB/T 5226.1 的规定。

5.1.6 机械臂和末端剪切装置应设置安全装置, 保证机械臂在路径规划发生故障时不对人身造成危害。

5.2 主要性能要求

在常温常压, 石榴成熟度达到90%的条件下, 按产品使用说明书的规定操作, 采摘机器人正常作业的主要性能指标应符合表1的规定。

表1 石榴采摘机器人性能指标

序号	项目	性能指标
1	生产率/ (kg/h)	达到使用说明书的要求
2	单果采摘时间/s	≤30
3	采净率/%	≥85
4	损失率/%	≤5
5	破损率/%	≤5

5.3 可靠性

5.3.1 设备平均故障间隔时间应不少于 300 h。

5.3.2 设备的使用有效度应不小于 95%。

5.4 一般要求

5.4.1 设备零部件所用的原材料应符合图样和技术文件的规定。允许使用代用材料，其代用材料的机械性能应不低于原设计采用的材料。

5.4.2 设备所有零部件应经质量检验部门检验合格，外购件、外协件应有合格证明文件。

5.4.3 冲压件不应有毛刺、裂纹以及明显残缺和折皱。

5.4.4 焊接件应牢固可靠、焊缝平直均匀，不应有漏焊、假焊、虚焊、脱焊、烧穿、夹渣、气孔缺陷，焊接应符合 GB/T 12467.4 规定。

5.4.5 设备螺栓、螺母等紧固件应连接牢固，无松动现象。

5.4.6 采摘机器人各操纵件及仪表应布置合理，操作和观察方便，操纵符号应设置在操作位置附近，并应符合 GB/T 4269.1 和 GB/T 4269.2 的规定。

5.4.7 输送带应带调紧机构，工作时物料在输送带上的流动方向应正确并均匀分布；在输送带满负荷运行时不应有堵塞和撒料现象。

5.4.8 设备的调节机构应可靠、灵活；运转部件的润滑油不应污染石榴。

5.4.9 液压系统油路油管固定应牢靠，油管表面不应有裂纹、擦伤和明显压扁等缺陷。

5.4.10 油管和接头应在 1.5 倍的使用压力下做耐压试验，保持压力 2 min，管路不应渗、漏油。

5.4.11 液压油固体污染度限值应符合 GB/T 14039-2002 规定的 21/19/16 级。

5.4.12 液压推送装置要运转灵活并且到位，工作中液压缸不应有颤动和爬行现象。

5.4.13 设备外观应平整，色泽均匀，无明显油污、划痕、磕碰等缺陷。

5.4.14 设备使用说明书的编制应符合 GB/T 9480 的规定。

5.4.15 设备漆膜外观和漆膜厚度应符合 JB/T 5673—2015 中 TQ-2-1-DM 的规定；漆膜附着力应不低于 JB/T 9832.2—1999 中规定的 II 级。

5.4.16 装配完整的设备在工作转速范围空运转至少 30 min，各部轴承温升不应超过 25℃；各运转部件应运行平稳，无异常声响和卡滞现象；紧固件不应松动；箱体静结合面和动结合面均不应漏油。

6 试验方法

6.1 试验条件

6.1.1 试验样机应按配套使用说明书中的规定进行调整和操作，试验所用的仪器、设备、量具等的准确度应满足测量的要求，并经校验合格。

6.1.2 试验地应具有代表性，地势平坦、无障碍物，试验区石榴植株数量不少于 20 棵，成熟度符合要求。

6.1.3 试验过程出现下列情况，即终止试验：

- 空运转过程中，各机械机构不灵活，出现卡滞现象，导致不能正常作业；
- 设备通讯过程中，上位机、各传感器等出现故障，导致不能正常作业。
- 田间性能测试过程中，机械臂运动规划具出现故障，导致不能正常作业。

6.2 作业性能试验

6.2.1 试验地选择

石榴处于成熟期。单行植株数量应不少于 20 棵，两端预备区不少于 3 m，行数不小于 3 行。在测区内每行各取有代表性的植株作为测定株，每行作业植株数不少于 15 棵，共测量 3 行。

6.2.2 单果采摘时间、采净率、损失率、破损率的测定

作业前，先将测区内的自然落果检出。作业时，用秒表统计单果采摘作业时间。作业后，在测区内收集所有掉落的石榴并统计个数，统计集果箱内的石榴总数，再从中挑选出破损的石榴并统计数量，最

后将遗留在植株上的石榴全部人工采净并统计个数。按公式(1)~公式(3)分别计算采净率、损失率、破损率。求出3个测区指标的平均值,作为质量指标。

$$P_j = \frac{N_j}{N_j + N_y + N_l} \times 100 \quad \dots\dots\dots (1)$$

$$P_s = \frac{N_l}{N_j + N_y + N_l} \times 100 \quad \dots\dots\dots (2)$$

$$P_p = \frac{N_p}{N_j} \times 100 \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中:

- P_j ——采净率, %;
- N_j ——测区内集果箱中采摘石榴的个数, 单位为个;
- N_y ——测区内遗留在植株上石榴的个数, 单位为个;
- N_l ——测区内掉落石榴的个数, 单位为个;
- P_s ——损失率, %;
- P_p ——破损率, %;
- N_p ——测区内集果箱中破损石榴的个数, 单位为个。

6.2.3 按公式(4)计算纯工作小时生产率:

$$E = \frac{\sum n_i}{t} \quad \dots\dots\dots (4)$$

式中:

- E ——纯工作小时生产率, 单位为个每小时(个/h);
- $\sum n_i$ ——测定的石榴采摘总数, 单位为个;
- t ——采收石榴所耗费的总时间, 单位为小时(h)

6.3 可靠性试验

6.3.1 一般要求

采用定时截尾法,在实际作业状况下考核2台设备,每台设备试验时间不少于80 h。试验时,操作人员应按使用说明书的规定进行操作和维护保养。试验方法、故障判定原则等参照GB/T 5667的规定进行。

6.3.2 计算方法

按公式(5)计算平均故障间隔时间:

$$MTBF = \frac{\sum T_z}{r} \quad \dots\dots\dots (5)$$

式中:

- $MTBF$ ——平均故障间隔时间, 单位为小时(h);
- T_z ——可靠性考核期间的班次作业时间, 单位为小时(h);
- r ——可靠性考核期间设备发生的一般故障和严重故障总数, 轻度故障不计。

按公式(6)计算有效度:

$$K = \frac{\sum T_z}{\sum T_g + \sum T_z} \times 100 \quad \dots\dots\dots (6)$$

式中：

K ——有效度，%；

T_g ——可靠性考核期间的班次故障排除时间，单位为小时（h）。

6.4 安全要求检测

6.4.1 设备的安全要求项目检查分别按 GB/T 5226.1、GB 10395.1、GB 10396 和 GB/T 23821 规定进行。

6.4.2 其他无规定检查方法的安全要求项目，则采用目测、手感、手动操作和/或常规量具测量方式逐项进行检查。

6.5 一般要求检查

6.5.1 零部件材料性能查看测定报告，并核查其材料采购文件；零部件（包括外购件、外协件）核查有无检测报告或合格证明文件。

6.5.2 设备油漆涂层表面质量和漆膜厚度按 JB/T 5673 的规定进行测定；漆膜附着力按 JB/T 9832.2 的规定进行测量。

6.5.3 设备应在工作转速范围空运转至少 30 min，观察运转情况是否平稳、有无异常声响和卡滞现象；空运转前、后，用测温仪测定轴承外表面温度并计算温升；在空运转结束后，查验是否存在紧固件松脱、结合面渗油及漏油现象。

6.5.4 对 5.4 规定的其他项目，采用目测、手感、手动操作和/或常规量具测量方式逐项进行检查。

7 检验规则

7.1 出厂检验

7.1.1 每台采收机应经制造厂质量检验部门检查合格，并附有产品质量合格证方准入成品库和出厂。

7.1.2 每台设备出厂前应进行出厂检验，检验项目见表 2，全部检验项目均应合格。如有不合格项目允许修复、调整，并重新提交复检，复检仍不合格则判定该产品不合格。

7.2 型式检验

7.2.1 有下列情况之一时，需要进行型式检验：

- 新产品定型鉴定和老产品转厂生产；
- 正式生产后，结构、材料、工艺有较大改变，可能影响产品性能；
- 工装、模具的磨损可能影响产品性能；
- 长期停产后，恢复生产；
- 批量生产，周期性检验（一般每 3 年进行一次）；
- 出厂检验结果与上次型式检验有较大差异；
- 国家质量监督机构提出进行型式检验的要求。

7.2.2 型式检验项目按表 2 规定。

7.2.3 采取随机抽样，在工厂抽样时，应在制造厂近一年内生产的合格产品中随机抽取，检查批量应不少于 6 台，在用户和经销部门抽样不受此限，抽取样本为 2 台。样机抽取封存后至检验工作结束期间，除按使用说明书规定进行保养和调整外，不应再进行其他调整、修理和更换。

7.2.4 型式检验项目分类见表 2，按其对产品的影响程度，分为 A、B、C 三类。A 类为对产品质量有重大影响的项目，B 类为对产品质量有较大影响的项目，C 类为对产品质量影响一般的项目。

表2 检验项目分类

项目分类		检验项目	对应条款	出厂检验	型式检验
类	项				
A	1	安全要求	5.1	√	√
	2	单果采摘时间	5.2	—	√
	3	采净率	5.2	—	√
	4	损失率	5.2	—	√
	5	破损率	5.2	—	√
B	1	纯工作小时生产率	5.2	—	√
	2	可靠性	5.3	—	√
	3	运转部件润滑油污染	5.4.8	√	√
C	1	零部件材料	5.4.1	√	√
	2	零部件检验/合格证明	5.4.2	√	√
	3	冲压件	5.4.3	√	√
	4	焊接件	5.4.4	√	√
	5	紧固件	5.4.5	√	√
	6	操纵件、仪表	5.4.6	√	√
	7	输送带及其上物料运行状况	5.4.7	√	√
	8	调节机构	5.4.8	√	√
	9	液压系统管路	5.4.9	√	√
	10	油管、接头耐压	5.4.10	—	√
	11	液压油	5.4.11	√	√
	12	液压推送装置	5.4.12	√	√
	13	外观	5.4.13	√	√
	14	设备说明书	5.4.14	√	√
	15	油漆涂层外观、厚度	5.4.15	√	√
	16	漆膜附着力	5.4.15	—	√
	17	空运转	5.4.16	√	√
	18	标志	8.1、8.2	√	√

注：“√”表示应检验项目，“—”表示不检验项目。

7.2.5 抽样判定方案按表3的规定进行。表中接收质量限 AQL、接收数 Ac、拒收数 Re 均按计点法（即不合格项次数）计算。采用逐项考核，按类别判定的原则，若各类不合格项次小于或等于接收数 Ac 时，判定该产品合格；若不合格项次大于或等于该拒收数 Re 时，判定该产品不合格。

表3 抽样判定方案

检验项目类别	A	B	C
检验项目数	5	3	18
样本量 n	2		
AQL	6.5	25	40
Ac Re	0 1	1 2	2 3

8 标志、包装、运输和贮存

8.1 每台采收机上应安装牢固的产品标牌。标牌应符合 GB/T 13306 的规定，内容至少应包括：

- 制造商名称及地址；
- 产品型号与名称；
- 产品主要技术参数；
- 产品出厂编号或出厂日期；
- 产品执行标准编号。

8.2 每台设备上的明显位置应标注制造厂商标或标志。

8.3 设备出厂装运时，对附件、备件、随机工具及运输中必须拆下的零部件，应进行分类包装、标识，应保证设备（包括备件、附件和随机工具）在正常运输中不致发生损坏和丢失。

8.4 出厂的设备应按照产品技术文件的规定配齐全套备件、附件和随机工具，并随同出厂的每台设备至少应提供下列文件：

- a) 使用说明书；
- b) 合格证和保修单；
- c) 备件、附件和随机工具清单；
- d) 三包文件；
- e) 装箱单。

8.4 设备的运输应符合公路、铁路、水路运输的规定。在运输、装卸过程中应注意放置方向，不应翻倒侧置，应可靠固定，防止碰撞、重压，并采取防雨、防潮措施。

8.5 设备应贮存在干燥、通风和无腐蚀物质的场所。在干燥、通风的贮存条件下，设备及其备件、附件和随机工具的防锈有效期为自出厂之日起 12 个月。设备需露天存放时，应采取防风、防晒、防雨雪和防碰撞等措施，并避免有害物质的侵蚀。