

ICS
CCS

团体标准

T/CAAMM XXXX—202X/T/NJ XXXX—202X

设施园艺设备 叶菜采收机器人

Protected horticultural equipment — Leaf vegetable harvesting robot

(征求意见稿)

202X-XX-XX 发布

202X-XX-XX 实施

中国农业机械工业协会
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》给出的规则起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的提出和发布单位不承担识别专利的责任。

本文件由中国农业机械工业协会和中国农业机械学会联合提出。

本文件由中国农业机械工业协会归口。

本文件起草单位：河南科技大学、龙门实验室、华南农业大学、中国农业机械化科学研究院集团有限公司、广东弘科农业机械研究开发有限公司、珠海益品农业科技有限公司。

本文件主要起草人：马义东、金鑫、辜松、赵博、周利明、牛康、刘霓虹、刘厚诚、解晓琳、张超、王焕昆、刘国维、欧娟爱、李慧玲、牟英辉、徐灿、胡鹏展、张印、齐翀。

本文件为首次发布。

设施园艺设备 叶菜采收机器人

1 范围

本文件规定了设施园艺设备叶菜采收机器人的术语与定义、产品分类、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和贮存等内容。

本文件适用于采收设施园艺中生菜、菠菜、甘蓝等叶菜的机器人，大田叶菜采收机器人可参照使用。

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，仅该日期的对应版本适用于本文件；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 13306-2011 标牌

GB/T 25110.1-2010 工业自动化系统与集成 工业应用中的分布式安装 第1部分：传感器和执行器

GB/T 38244-2019 机器人安全总则

GB/T 5226.1-2019 机械电气安全 机械电气设备 第1部分：通用技术条件

GB/T 9480-2001 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。

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

叶菜采收机器人 leafy vegetable harvesting robot

一种能够利用机器视觉等传感技术自动感知设施园艺叶菜形状、尺寸等物理特征参数，并控制末端执行装置实现叶菜切割、收集等作业的可编程智能装备。

[来源：GB/T 39405-2020, 3.2, 有修改]

3.2

叶菜传感装置 leafy vegetable sensing device

用于感知叶菜形状、尺寸（株高、叶展）、位置等特征参数的装置。

注：如机器视觉、激光等传感器。

[来源：GB/T 36007-2018, 3.12, 有修改]

3.3

叶菜采收控制系统 control system for leafy vegetable harvesting

一套具有逻辑编程功能，能够实现采收机器人传感装置、控制器和末端执行机构之间通信的控制系统。

[来源：GB/T 12643-2013, 2.7, 有修改]

3.4

采收末端执行装置 harvesting end effector

安装于采收机器人末端通过夹持、聚拢等作业方式，实现叶菜抓取的机械装置。

3.5

叶菜根茎切割装置 root or stem cutting device for leafy vegetable

用于切除叶菜根系或茎部的装置。

3.6

叶菜收集装置 leafy vegetable collection device

用于摆放切割后叶菜的装置。

3.7

叶菜采收机器人作业效率 working performance of leaf vegetable harvesting robot

叶菜采收机器人每小时采收叶菜的数量。

注：单位为株/h。

3.8

叶菜采收成功率 leafy vegetable harvesting success rate

叶菜采收机器人成功完成采收作业的样本数占机器人采收作业总样本数的百分比。

3.9

叶菜识别成功率 identifying success rates of leafy vegetable

正确识别叶菜样本数占叶菜总样本数的百分比。

3.10

叶菜尺寸识别误差 identification error of leafy vegetable size

叶菜传感装置识别计算叶菜尺寸（株高、菜叶展开）误差值与真实值的比值。

3.11

叶菜采收损伤程度 harvesting damage degree of leafy vegetable

叶菜采收机器人完成采收作业后，单株叶菜上损伤的菜叶数占菜叶总数的百分比。

注：损伤指菜叶上出现挤压损伤、撕裂损伤等机械损伤。

4 产品分类

4.1 按叶菜类型可分为：

- a) 散叶叶菜采收机器人；
- b) 结球叶菜采收机器人。

4.2 按机械臂形式可分为：

- a) 直角坐标系叶菜采收机器人；
- b) 多关节叶菜采收机器人。

4.3 按切割部位可分为：

- a) 叶菜切茎采收机器人；
- b) 叶菜切根采收机器人。

4.4 按行走方式可分为：

- a) 自走式叶菜采收机器人；
- b) 非自走式叶菜采收机器人。

5 技术要求

5.1 一般要求

- 5.1.1 叶菜采收机器人应符合本文件的要求，并按照规定程序批准的图样及技术文件制造。
- 5.1.2 叶菜采收机器人传感器的选用和安装应符合GB/T 25110.1-2010的规定。
- 5.1.3 叶菜采收机器人所采用的机电产品及电子元器件的质量指标应符合GB/T 5226.1-2019的相关要求。
- 5.1.4 叶菜根茎切割装置能够切除叶菜根系或茎部。
- 5.1.5 叶菜传感装置应能识别叶菜物理特征参数和位置参数。
- 5.1.6 叶菜采收控制系统可控制采收末端执行装置根据叶菜传感装置信息，执行采收作业。
- 5.1.7 采收末端执行装置应能稳定抓取叶菜，并保证叶菜根茎切割装置作业中叶菜稳定。

5.2 安全要求

- 5.2.1 采收机器人机械及电气设备应安全可靠，其安全技术要求应符合 GB/T 38244-2019 的要求。
- 5.2.2 采收机器人产品结构设计应合理，保证操作人员在按照制造厂商配套使用说明书操作及保养时没有危险。
- 5.2.3 叶菜采收控制系统应有隔热防潮等保护措施，并上贴醒目的防触电安全标志，开关、操作按钮、触摸屏等处应有中文或符号标明用途。
- 5.2.4 产品使用说明书的编写应符合GB/T 9480-2001的规定。产品使用说明书中应规定安全规程、安全注意事项、安全标志机器粘贴位置应在产品使用说明书中再现。

5.3 性能要求

叶菜采收机器人的作业性能指标应符合表 1 的规定。

表1 作业性能指标

序号	项目名称	性能指标	检测方法对应的条款号
1	采收机器人作业效率	≥300株/h	3.7
2	叶菜采收成功率	≥85%	3.8
3	叶菜识别成功率	≥90%	3.9
4	叶菜尺寸识别误差	≤10%	3.10
5	叶菜采收损伤程度	≤10%	3.11

5.4 使用说明书

使用说明书的编制应符合 GB/T 9480-2001 的规定。

6 试验方法

6.1 试验条件

- 6.1.1 操作人员应经过技术培训及专业知识考核，并按照说明书要求正确进行操作。
- 6.1.2 试验开始之前采收机器人应在稳定的环境下开机预热 15 min 以上。
- 6.1.3 试验的环境条件见表 2。

表2 试验环境条件

环境条件	范围
相对湿度	≤90%
环境温度	5℃-45℃
光照强度	10 Klx -60Klx

6.2 试验设备要求

检测用仪器、设备等应经过计量检验或校准，并应在有效期内。除特殊规定外，各种试验设备的测量范围和准确度要求应不低于表 3 的规定。

表3 试验设备要求

序号	测量参数名称	测量范围	准确度要求
1	长度	0m~1m	1mm
2	时间	0h~24h	±1s/（1d）
3	温度	0℃~50℃	±0.3℃
4	相对湿度	0~100% RH	±3% RH
5	光照强度	0Klx ~100 Klx	±8% Klx

6.3 采收机器人作业效率测定

将采收机器人调试为正常工作状态后，启动叶菜采收机器人。每次作业时间10 min，按公式（1）计算采收机器人作业效率，测定3次取平均值作为测定结果。

$$H=\frac{N_c}{T_c}\times 60.....（1）$$

式中：

H ——采收机器人作业效率，单位为株/h；

N_c ——作业时间内采收叶菜数，单位为株；

T_c ——作业时间，单位为分（min）。

6.4 叶菜采收成功率测定

叶菜采收机器人将叶菜放置于叶菜收集装置，视为采收成功，在满足指标要求作业效率下作业 30 min，按式（2）计算采收成功率。测定 3 次取平均值作为测定结果。

$$S=\frac{N_f}{N}\times 100.....（2）$$

式中：

S ——采收成功率，%；

N_f ——作业时间内成功采收叶菜数，单位为株；

N ——作业时间内采收叶菜数，单位为株。

6.5 叶菜识别成功率测定

正确识别叶菜并进行采收作业为视为识别成功，设定叶菜样本，在满足指标要求作业效率下对样本内叶菜进行识别。按式（3）计算识别成功率：

$$S_i = \frac{N_s}{N_y} \times 100 \dots\dots\dots (3)$$

式中:

S_i ——叶菜识别成功率, %;

N_s ——叶菜识别成功样本数, 单位为株;

N_y ——叶菜识别样本数, 单位为株。

6.6 叶菜尺寸识别误差测定

$$A_i = \frac{|d_c - d_a|}{d_a} \times 100 \dots\dots\dots (4)$$

式中:

A_i ——叶菜尺寸识别误差, %;

d_c ——叶菜传感装置计算所得叶菜尺寸, 单位为毫米 (mm);

d_a ——测量所得叶菜尺寸真实值, 单位为毫米 (mm)。

注: 用与尺寸误差相适应的量具进行人工尺寸测量

6.7 叶菜采收损伤程度测定

在满足指标要求作业效率下进行采收作业, 对采收后叶菜收集装置中单株叶菜进行菜叶人工剥除和人工损伤判定, 分别计算采收后单株叶菜总菜叶数与损伤菜叶数。按式 (5) 计算叶菜采收损伤程度。

$$S_c = \frac{C_s}{C_z} \times 100 \dots\dots\dots (5)$$

式中:

S_c ——叶菜采收损伤程度, %;

C_s ——单株叶菜损伤菜叶数, 单位为片;

C_z ——单株叶菜总菜叶数, 单位为片。

7 检验规则

7.1 出厂检验

产品出厂前必须经检验部门按5.1~5.4检验合格, 并附有产品合格证方能出厂。

7.2 型式检验

7.2.1 有下列情况之一时, 应进行型式检验:

- 新产品或老产品转厂生产的试制定型鉴定;
- 正式生产后, 如产品结构、材料、工艺有较大改变, 可能影响产品性能时;
- 国家质量技术监督机构提出进行型式检验要求时。

7.2.2 抽样方法

抽取的样机应是抽样前12个月内生产的合格产品。抽样母体量应不少于5台, 样品不少于1台, 采用随机抽样方法。在销售部门抽样时, 母体量不受此限。

7.2.3 检验项目分类

型式检验项目应覆盖标准中的全部检验要求。

7.3 判定规则

抽样检验的合格判定按表5规定进行，表中AQL为可接收质量限，Ac为接收数，Re为拒收数。被检样品的A、B各类项目不合格数均不超过相应的可接收质量限，方可判定被检样机合格，否则判定为不合格。

表 4 检验项目分类表

分类	项	检验项目	对应本标准条款
A	1	安全要求	5.1
	2	基本要求	5.2
B	1	采收机器人作业效率	5.3
	2	叶菜采收成功率	5.3
	3	叶菜识别成功率	5.3
	4	叶菜尺寸识别误差	5.3
	5	叶菜采收损伤程度	5.3

表 5 抽样判定表

不合格分类	A	B
项目数	12	4
AQL	6.5	25
Ac Re	0 1	1 2
注：购货单位检测产品质量时，抽样方法及可接收质量限AQL值由供需双方协商确定。		

8 标志、包装、运输和贮存

8.1 在产品的明显位置设置标牌，并符合 GB/T 13306-2011 的规定，标牌的内容至少包括以下内容：

- a) 产品的型号、名称及产品标准编号；
- b) 产品主要技术参数；
- c) 制造国、企业名称及详细地址；
- d) 制造日期及出厂编号。

8.2 每台叶菜采收机器人上的明显位置应标注制造厂商标或标志。

8.3 叶菜采收机器人出厂装运时，对附件、备件、工具及运输中必须拆下的零部件，应进行分类包装、标识，应保证叶菜采收机器人（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 出厂的每台叶菜采收机器人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，并随同出厂的每台叶菜采收机器人至少应提供下列文件：

- a) 使用说明书；

- b) 零件目录（零件图册）；
- c) 合格证和保修单；
- d) 备件、附件和随车工具清单；
- e) 三包凭证。

8.5 在干燥、通风的仓储条件下，制造厂应保证叶菜采收机器人及其备件、附件、随机工具的防锈，有效期自出厂之日起不少于12个月。

参考文献

- [1] GB/T 39405-2020 机器人分类
 - [2] GB/T 36007-2018 锄草机器人通用技术条件
 - [3] GB/T 12643-2013 机器人与机器人装备 词汇
-