

团 体 标 准

T/CAMA 121—2025

自由果托式水果内外品质智能分级机

Intelligent grader machine with free tray for fruit

2025 - 05 - 07 发布

2025 - 07 - 01 实施

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化协会提出并归口。

本文件起草单位：浙江大学、浙江开浦科技有限公司、深圳市鼎为科技有限公司。

本文件主要起草人：应义斌、饶秀勤、李麟、徐惠荣、谢宜超、谢丽娟、田昊、高天齐、叶道祥。

本文件为首次制定。

全国团体标准信息平台

自由果托式水果内外品质智能分级机

1 范围

本文件规定了自由果托式水果内外品质智能分级机的型号编制规则、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和贮存。

本文件适用于按质量、尺寸、果形、表面颜色、瑕疵、糖度、酸度等进行水果分级的自由果托式智能分级机。

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 191 包装储运图示标志
- GB 2894 安全标志及其使用导则
- 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 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/T 13306 标牌
- GB 15179 食品机械润滑脂
- GB/T 15706 机械安全 设计通则 风险评估与风险减小
- GB 16798 食品机械安全要求
- GB/T 16855.1 机械安全 控制系统安全相关部件 第1部分：设计通则
- GB/T 19891 机械安全 机械设计的卫生要求
- GB/T 24854 粮油机械 产品包装通用技术条件
- GB/T 25218 粮油机械 产品涂装通用技术条件
- NY/T 2617-2014 水果分级机 质量评价技术规范
- JB 7233 包装机械安全要求

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

水果尺寸 fruit size

用水果横径表示，垂直果柄和果蒂连线最大横切面的最大直径。

3.2

水果纵径 longitudinal diameter of fruit

通过果柄和果蒂连线最大纵切面的最大直径。

3.3

果形 fruit shape

水果纵径与水果横径之比。

3.4

糖度 soluble solid content

100 g糖溶液中所含固体物质的溶解克数。

3.5

酸度 acidity

用可滴定酸表示，指水果汁液中所有酸性成分的总量。

3.6

缺陷果 defective fruit

伤疤、破损、内部冻伤、虫眼的水果。

3.7**自由果托式水果内外品质智能分级机 intelligent grader machine with free tray for fruit**

利用可在输送通道和分级通道间自由运动的果杯输送和分级水果，通过机器视觉技术、可见/近红外光谱检测技术等一种或多种智能技术手段，获取水果质量、尺寸、果形、表面颜色、瑕疵、糖度、酸度等中一项或多项指标，并可按单一指标或多个指标组合进行分级的机器，分级时水果与果杯间无相对运动，可阻止分级时水果与果杯间及水果之间的碰撞，避免损伤。以下简称分级机。

3.8**分级损伤率 grading damage rate**

无损伤的水果分级后，有磕碰、损伤的水果数量与分选的全部水果数量之比。

3.9**质量分级精度 mass grading accuracy**

分级机检测的质量检测值与法定计量仪器测量值之差的绝对值。

3.10**尺寸分级精度 size grading accuracy**

分级机检测的尺寸检测值与法定计量仪器测量值之差的绝对值。

3.11**外观颜色等级 fruit color grad**

按用户指定的水果表面颜色范围确定水果等级。

3.12**糖度分级精度 sugar content grading accuracy**

分级机检测的糖度检测值与法定计量仪器测量值之差的绝对值。

3.13**酸度等级 fruit acidity grad**

按用户指定的水果酸度范围确定水果等级。

3.14**分级合格率 graded qualification rate**

各分级等级中达到分级标准要求的水果数量占该分级出口的水果总数的比率。

3.15**生产率 productivity**

分级机单位时间内分级的水果数量。

4 型号编制规则**4.1 产品型号的组成**

4.1.1 产品型号主要由类别代号、特征代号、主参数和改进代号四个部分组成。

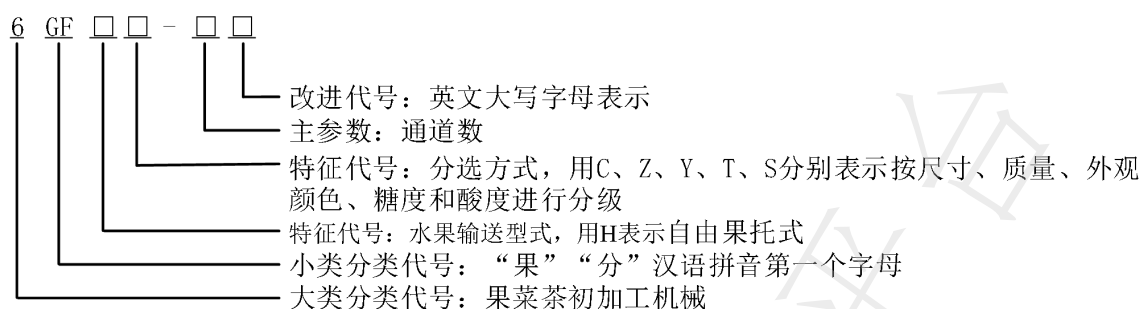
4.1.2 类别代号用于描述分级机的运用范围。

4.1.3 特征代号用于描述分级机类型和分选方式。

4.1.4 主参数用于描述分级通道数。

4.1.5 改进代号用于描述分级机改进代数。

4.2 型号的命名及含义



注：改进产品的型号在原型号后加注字母表示“A、B、C、D、...”，必要时加数字表示区别代码。

示例：6GFHCZYTS-2表示具备尺寸、质量、外观颜色、糖度、酸度等指标检测功能且能按上述单一指标或指标组合进行综合分级的双通道自由果托式水果内外品质智能分级机。

5 技术要求

5.1 一般要求

- 5.1.1 分级机应按设计图纸及相关技术要求制造。
- 5.1.2 输送带、辊筒等运动部件应转动灵活，无卡顿、物料滞留等情况存在。
- 5.1.3 焊接件应符合图纸及设计要求，焊缝不应出现假焊、焊穿、漏焊、裂纹、焊瘤、外观面咬边、气孔等缺陷。经过打磨处理的外表面平面应平整，且无目测凹坑。圆角连接处应打磨成圆角过渡，无锐边、缺角情况存在。
- 5.1.4 钣金件表面应平整，无磕碰伤、裂纹、凹坑、鼓包、锈蚀、敲击痕迹等缺陷。
- 5.1.5 喷涂件的漆膜厚度应不小于 80 μm ，附着力应符合 GB/T 25218 的涂装通用技术条件。目测零件表面不应存在露底、积粉、针孔、流挂、漆层剥落、明显颗粒物、目视色泽偏差等外观问题。
- 5.1.6 机械加工件表面不应存在油污、毛刺翻边、加工残留物等问题，未注明表面处理要求的应进行防锈处理。
- 5.1.7 不锈钢件表面不应有划痕、纹路不一致情况存在。
- 5.1.8 分级机外观应整洁，无磕伤、毛刺、划痕等缺陷。

5.2 整机装配质量要求

- 5.2.1 输送部位应运转平稳，不应有晃动或卡阻现象发生。
- 5.2.2 各紧固件应锁紧牢固，必要时可采用防松螺母或螺纹胶来加固。
- 5.2.3 各结构件的设计应确保保养维护时操作部位有足够的操作空间及各部件保养、维护的便利性。
- 5.2.4 各装置的传感器、电磁阀应安装牢固，动作识别准确，无误触发情况存在。
- 5.2.5 控制面板开关、按键、触摸屏应反应灵敏，目视清晰无盲点。

5.3 电气安全要求

- 5.3.1 电气安全应符合 GB/T 5226.1 规定。控制系统应安全可靠、动作准确。
- 5.3.2 接地电阻：应有可靠的接地装置，并有明显的接地标志。接地端子与接地金属部件之间的连接电阻值不应超过 0.1 Ω 。
- 5.3.3 绝缘电阻：电机、电气控制装置等对地绝缘电阻应不小于 20 M Ω 。
- 5.3.4 耐压强度：最大试验电压 1 000 V 施加在动力电路导线和保护联结电路之间至少 1 s，不应出现击穿、放电现象。电器线路接头应联接牢固并加以编号，导线不应裸露。
- 5.3.5 操作按钮应可靠，并有急停按钮，指示灯显示应正常，特别应防漏电。

5.4 机械安全要求

- 5.4.1 噪声应不大于 85 dB (A)。
- 5.4.2 安全防护应符合 JB 7233 的规定；应设有安全防护装置，确保操作人员人身安全，其安全设计应符合 GB/T 15706 的规定；其安全等级应符合 GB/T 16855.1 的规定。
- 5.4.3 对可能造成人身伤害的运动件，应就近醒目位置张贴安全标志，并符合 GB 2894 相关规定。

5.4.4 应有必要的操作指示，如启动、停止按钮、调节手柄和急停装置等。

5.5 主要性能指标

在满足6.1试验条件的前提下，主要性能要求应符合表1要求。

表1 主要性能指标

指标	要求
质量分级精度	≤3 g
尺寸分级精度	≤1 mm
外观颜色等级数量	≥4
糖度分级精度 ¹	1° Brix
酸度等级数量 ¹	2
分级损伤率	≤1%
分级合格率	≥95%
生产率 ²	1.2 t/h/通道
主轴轴承温升	≤20 °C

注1：糖度分级精度、酸度等级数量检验需事先校定糖度和酸度检测系统。
注2：生产率≥0.6万枚/h/通道，按单果均重200 g计算，负载率按60%计算。

5.6 设备卫生要求

5.6.1 卫生要求应符合 GB 16798 的规定。

5.6.2 材料、零部件及其卫生安全性应符合下列规定：

- 机械设计卫生安全应符合GB/T 19891的规定；
- 与水果接触的材料应符合GB 16798的规定；
- 水果接触区表面的零部件应具有良好的加工工艺性能(如可弯曲性、切削性、焊接性、可研磨和抛光等)，良好的耐腐蚀性等；
- 与水果接触的内壁和输送线及连接部分应光洁、平整、不应有凹陷及死角，焊接处应打磨抛光；
- 存在水果污染风险的润滑部位所用的润滑剂应符合GB 15179的相关规定，且不应流入水果表面；
- 所用的原材料、外购配套零部件应有生产厂的质量合格证明书。

5.6.3 配备的空滤装置应符合 GB 16798 的规定。确保压缩空气干燥、纯净无油。

6 试验方法

6.1 试验条件和要求

设备应在以下条件下进行试验：

- 温度：5 °C~35 °C；
- 相对湿度：≤90 %RH；
- 大气压力：86 kPa~106 kPa；
- 输入电源：AC 380 V(±5%) 50 Hz。
- 水果糖度适应范围：7° Brix~20° Brix
- 酸度适应范围：0.4%~1.08%

6.2 外观检测

在自然光或一个等效人工光源下进行目测，目测距离为55 cm~65 cm。

6.3 空载试验

装配完成后，应进行不少于8 hr连续空载试验，检查机器状态，符合第5章要求。

6.4 噪声检测

测定方法按NY/T 2617-2014中的6.1.1规定进行。

6.5 电气安全试验

6.5.1 用绝缘电阻表按 GB/T 5226.1 的规定测量其绝缘电阻，应符合规定。

6.5.2 用电阻表按 GB/T 5226.1 的规定测量接地电阻，应符合规定。

6.5.3 用耐压测试仪按 GB/T 5226.1 的规定做耐压试验，最大试验电压为 1 000 V，应符合规定。

6.6 主要性能指标检测

6.6.1 分级精度

1) 质量分级精度

将质量为100 g和200 g两种规格的圆球分别放置于分级机果杯上，分级机正常作业时分别通过称重装置10次，取分级机检测值 M_{xji} ，用天平测量圆球的质量3次，取平均值记为某规格圆球质量测量值 M_{bj} ，按式（1）计算质量分级精度。

$$M = |M_{xji} - M_{bj}| \quad (1)$$

式中：

M ——按质量分级的分级精度，g；

M_{xji} ——分级机检测第 j 种规格圆球第 i 次质量检测值，g；

M_{bj} ——天平测量第 j 种规格圆球质量的测量值，g。

取20次质量测量误差中的最大值，作为质量分级精度。

2) 尺寸分级精度

将直径为 $\Phi 30$ mm和 $\Phi 80$ mm两种规格的圆球分别放置于分级机果杯上，分级机正常作业时分别通过尺寸测量装置10次，记录每次分级机检测值 C_{xji} ；用卡尺测量标准球的直径3次，取平均值记为某种规格圆球直径测量值 C_{bj} ，按式（2）计算尺寸分级精度。

$$C = |C_{xji} - C_{bj}| \quad (2)$$

式中：

C ——按尺寸分级的分级精度，mm；

C_{xji} ——分级机检测第 j 种规格圆球第 i 次尺寸检测值，mm；

C_{bj} ——卡尺测量第 j 种规格圆球直径的测量值，mm。

取20次尺寸测量误差中的最大值，作为尺寸分级精度。

3) 糖度分级精度

对100个正常水果按糖度分级，任意取两个糖度等级出口的果子各一个，分别放置于分级机果杯上，分级机正常作业时分别通过内部品质测量装置10次，记录每次分级机糖度检测值 Z_{xji} ；用糖度计测试该果品的糖度3次，取平均值记为某种等级果品的糖度测量值 Z_{bj} ，按式（3）计算内部品质分级精度。

$$Z = |Z_{xji} - Z_{bj}| \quad (3)$$

式中：

Z ——按糖度分级的分级精度，°Brix；

Z_{xji} ——分级机检测第 j 种糖度等级水果第 i 次糖度检测值，°Brix；

Z_{bj} ——糖度计检测的第 j 种糖度等级水果的糖度测量值，°Brix。

取20次糖度测量误差中的最大值，作为糖度分级精度。

4) 外观颜色等级数量试验

取用4种表面颜色不同的色球，每种色球各25个，每个色球表面颜色均匀一致且直径在 $\Phi 60$ mm ~ $\Phi 100$ mm之间。对色球按颜色分为4级，分别记录符合要求的色球数量，按式（4）计算外观颜色分选合格率。

$$Y = \frac{Y_z}{Y_q} \times 100\% \quad (4)$$

式中：

Y ——外观颜色分选合格率，%；

Y_z ——符合分级要求的色球数量，个；

Y_q ——用于外观颜色等级数量试验的色球数量，个。

各级别外观颜色分选合格率均符合5.5中分级合格率要求的，外观颜色等级数量符合5.5中外观颜色等级数量要求。

5) 酸度等级数量试验

对100个正常水果按酸度分为2级，分别测各级别水果酸度，记录符合要求的水果数量，按式（5）计算酸度分选合格率。

$$S = \frac{S_z}{S_q} \times 100\% \quad (5)$$

式中：

S ——酸度分选合格率，%；

S_z ——符合分级要求的水果数量，个；

S_q ——用于酸度等级数量试验的水果数量，个。

各级别水果酸度分选合格率均符合5.5中分级合格率要求的，酸度等级数量符合5.5中酸度等级数量要求。

6.6.2 分级损伤率

分级机以额定工况对100个无损伤水果进行试验，将水果放置8 h，有磕碰、损伤的水果为损伤果，按式（6）计算分级损伤率。

$$H = \frac{h}{100} \times 100\% \quad (6)$$

式中：

H ——分级损伤率，%；

h ——处理后损伤果数量，个。

6.6.3 分级合格率

分级机正常作业完成后，对每个分选等级的水果进行抽样检查，每个等级抽样50个，数量不足50个时，全部抽取。

对按质量（或尺寸）分级的，分别对抽样水果进行称重（或测量尺寸）；

对按果形分级的，分别测量抽样水果尺寸、纵径，并计算果形指数；

对按颜色分级的，用观察法挑选出不应分级在该等级的水果或果实表面画方格的方法计算水果着色率；

对按内部品质分级的，测量抽样水果的内部品质，如糖度等。

对所选等级分选合格范围内的水果数量计数，按式（7）计算该等级的分级合格率。

$$X = \frac{A}{N} \times 100\% \quad (7)$$

式中：

X ——该等级分级合格率，%；

A ——该等级抽样水果中在分选区间范围内的水果数量，个；

N ——该等级抽样水果数量，个。

6.6.4 生产率

以额定生产率进行正常作业，测量不少于1 h处理的水果量，按式（8）计算纯工作小时生产率。

$$P = \frac{n}{t} \times 100\% \dots\dots\dots (8)$$

式中：

P ——纯工作小时生产率，t/h；

n ——处理水果量，吨；

t ——测量时间，h。

6.7 主轴轴承温升试验

作业前和以正常额定生产率作业结束后，分别测量主轴外壳温度，各取3点，分别计算主轴轴承温升，取最大值。

7 检验规则

7.1 检验分类

自由果托式水果内外品质智能分级机的检验分为出厂检验和型式检验。

7.2 出厂检验

7.2.1 每台机器应进行出厂检验，经质量管理部检验符合本标准规定要求后，方可发放产品出厂合格证。

7.2.2 出厂检验项目按照表 2 进行。

表 2 检验项目分类表

项目分类		检验项目	对应条款	出厂检验	型式检验
类别	项				
A	1	电气安全要求	5.3	√	√
	2	机械安全要求	5.4	√	√
	3	设备卫生要求	5.6	-	√
	4	噪声	5.4.1	-	√
	5	铭牌	8.1.2	√	√
	6	说明书	8.1.3	√	√
B	1	尺寸分级精度	5.5	√	√
	2	质量分级精度	5.5	√	√
	3	外观颜色等级数量	5.5	√	√
	4	糖度分级精度 ¹	5.5	-	√
	5	酸度等级数量 ¹	5.5	-	√
	6	分级损伤率	5.5	√	√
	7	分级合格率	5.5	√	√
	8	生产率	5.5	√	√
C	1	轴承温升	5.5	-	√
	2	焊接质量	5.1.3	√	√
	3	钣金质量	5.1.4	√	√
	4	喷涂质量	5.1.5	√	√
	5	外观质量	5.1.8	√	√
	6	整机装配质量	5.2	√	√

注1：糖度分级精度、酸度等级数量检验需事先校准糖度和酸度检测系统。

7.3 型式检验

7.3.1 有下列情况之一时应进行型式检验：

——新产品的试制定型鉴定；

——产品投产后，在材料、制造工艺方面有较大改动，可能影响产品性能时；

- 产品长期停产（两年及其以上）后，恢复生产时；
- 连续正常生产三年，每三年进行一次；
- 出厂检验结果与上次型式检验有较大差异时。

7.3.2 型式检验应包含本标准第5章中技术要求的全部项目内容。

7.3.3 型式试验的样品应在出厂检验合格的设备中随机抽取2台进行试验。

7.3.4 型式试验中，B类或C类检验项目如存在不合格项或干扰因素，允许进行调整后复检或加倍抽样检验，具体要求按7.4.2规定执行。

7.4 判定规则

7.4.1 表2中各检验项目的检验结果符合第5章全部要求为检验合格。

7.4.2 在型式检验中，两台样机的A、B、C类项目全部检验合格则样机型式检验合格。其中A类项目应一次检验合格，B类项目允许一项不合格进行不超过两次的调整后复检，C类项目允许一项不合格进行一次加倍抽样复检，仍不合格的，则判定该项目检验不合格。

8 标志、包装、运输和贮存

8.1 标志

8.1.1 外包装储运图示标志应符合GB/T 191的规定。

8.1.2 应在每台分级机明显位置处固定永久性金属铭牌，铭牌内容应符合GB/T 13306的规定。至少应包含以下内容：

- 产品名称；
- 产品型号；
- 外形尺寸；
- 主要参数（工作电压、总功率等）；
- 出厂编号；
- 出厂日期；
- 执行标准；
- 制造公司的名称、地址、联系电话。

8.1.3 使用说明书的编制应符合GB/T 9480的规定，应包括以下内容：

- 使用安全注意事项和操作说明；
- 安全标志说明；
- 主要技术参数；
- 机器工作原理及示意图；
- 机器的安装与调试；
- 使用方法和操作程序；
- 故障分析和排除；
- 维护和保养；
- 制造公司的名称、地址、联系电话。

8.2 包装

8.2.1 包装应符合GB/T 24854的规定。

8.2.2 分级机出厂包装牢固可靠，应保证在正常装运中不会导致碰伤和受潮（尤其是电机、工控机等电气元器件必须用缠绕膜和气泡袋加固防护，防止受潮和淋水），如购方有特殊要求时，供需双方可协商确定。

8.2.3 包装内应附产品合格证、使用说明书、装箱清单及备件和配套工具。

8.3 运输

8.3.1 裸装产品在运输途中应用雨布遮盖，网袋固定，防止运输过程中磕碰或遗失。

8.3.2 运输过程中的吊装、拆卸应按照外包装的图示标志进行。

8.4 贮存

8.4.1 产品应贮存在干燥通风的仓库，不应露天存放。

8.4.2 产品禁止与有腐蚀性或有毒性的物质混放。

全国团体标准信息平台