

T/GSAM

广东省农业机械学会团体标准

T/GSAM 001—2024

振动式荔枝采收机

Vibrating Litchi Harvester

(征求意见稿)

(本草案完成时间：2024年8月)

XXXX—XX—XX 发布

XXXX—XX—XX 实施

广东省农业机械学会 发布

振动式荔枝采收机

1 范围

本文件规定了振动式荔枝采收机的术语和定义、产品型号、要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输与贮存。

本文件使用于在标准果园从事荔枝采收作业的振动式采收机（简称：采收机）。

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 2828.1-2012 计数抽样检验程序 第1部分：接受质量限（AQL）检索的逐批检验抽样计划
- GB/T 3871.1-2006 农业拖拉机 试验规程 第1部分：通用要求
- GB/T 3871.2-2006 农业拖拉机 试验规程 第2部分：整机参数测量
- GB/T 3871.6-2006 农业拖拉机 试验规程 第6部分：农林车辆制动性能的确定
- GB/T 4269.1-2000 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 4269.2-2016 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 5226.1-2019 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
- GB 10395.1-2009 农林机械 安全 第1部分：总则
- GB 10396-2006 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 13306-2011 标牌
- GB/T 20721-2022 自动导引车 通用技术条件
- GB/T 21398-2008 农林机械 电磁兼容性 试验方法和验收规则
- GB/T 36321-2018 特种机器人 分类、符号、标志
- GB/T 37164-2018 自走式农业机械导航系统作业性能要求及评价方法
- JB/T 5673-2015 农林拖拉机及机具涂漆 通用技术条件
- JB/T 9832.1-1999 农林拖拉机及机具 漆膜 色差目视评定方法
- 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

振动式荔枝采收机 Vibratory Litchi harvester

由底盘、振动采摘装置、升降装置、控制系统、收集装置、围蔽装置、视觉装置等部件组成，通过遥控操作实现荔枝采摘与收集功能的荔枝采收机。

3.2

采摘效率 Harvesting efficiency

采收机采摘单棵果树果实的总质量与采摘所用时间的比值。

3.3

采净率 Recovery rate

围蔽装置将果树冠层划分为采收区和待采收区，在单位采收区域内，采收机完成采收区域内果实的采摘作业后，所采摘的果实总个数与对应区域内果实总数的比值。

3.4

破损率 Damage rate

采收机完成采摘作业后，破损果实个数与采摘果实总个数的比值。

4 产品型号

采收机产品型号按GB/T 36321编制，由产品类别、产品功能、产品类型、主参数和改进型号（可选）五部分组成。

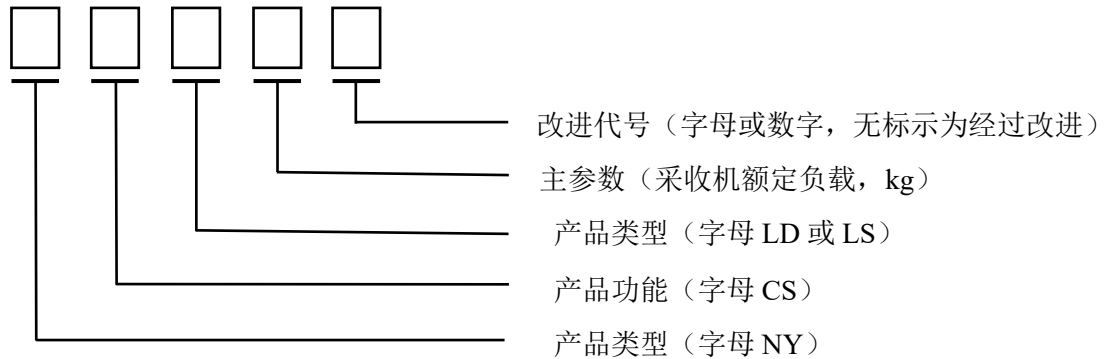


图1 产品型号

示例：NYCSLD-1000表示农业履带式振动式荔枝采收机，额定负载为1000kg。

5 要求

5.1 一般要求

- 5.1.1 采收机的焊接件应牢固可靠、焊缝应平整均匀，不应有虚焊、烧穿、裂纹、夹渣、氧化皮和溅粒等影响使用性能和外观质量的缺陷，外露焊缝应打磨修整光滑。
- 5.1.2 采收机的文字符号及标志应清晰、美观。
- 5.1.3 采收机各个开关应操作方便，灵活可靠。
- 5.1.4 采收机各部件的装配应良好、紧固、无松动和无干涉，调节应方便自如。
- 5.1.5 采收机各运动部件运动时应无卡滞、碰撞及干涉等现象。
- 5.1.6 采收机电气线路的连接应可靠，电气线路的布置应避免摩擦和接触发热及运动部件。

5.2 运动性能要求

5.2.1 额定速度

采收机在荔枝种植园区以额定负载运行的额定速度应不小于0.3m/s。

5.2.2 最大工作速度

采收机在果园水平地面上，为了安全可自主行走的最大速度应不大于1m/s。

5.2.3 侧向平移距离

采收机采摘机构应具有侧向平移的功能，最大移动距离应不大于0.5m。

5.2.4 升降速度

采收机采摘装置的升降速度应不大于0.05m/s。

5.2.5 制动性能

采收机在额定速度和额定负载条件下，制动距离应不大于0.5m。

5.2.6 爬坡能力

采收机在果园正常行驶过程中的爬坡能力应不小于15°。

5.2.7 采摘装置仿形角度

采收机采摘装置的倾斜角度应为0~30°。

5.3 作业性能要求

5.3.1 最大采摘高度

采收机在果园环境下作业时，采摘装置最大采摘高度应不小于3.5m。

5.3.2 采摘效率

采收机完成单棵荔枝果树果实采摘的总质量与采摘所用时间的比值，应不小于30kg/h。

5.3.3 采净率

采收机完成单棵荔枝果树的采摘作业后，采摘果实总个数与原果树可采果实总个数的比值，应不小于80%。

5.3.4 破损率

采收机完成采摘作业后，破损果实与采摘果实总数的比值，应不大于10%。

5.4 安全性能要求

5.4.1 紧急停车功能

采收机应在电控箱与操作面板醒目位置设置急停按钮，并优于采收机其它所有功能，急停按钮未经手动复位前不能自动恢复。

5.4.2 其他安全要求

- a) 采收机的防护装置应符合GB 10395.1的相关规定；
- b) 采收机的操纵标志应符合GB/T 4269.1和GB/T 4269.2的规定；
- c) 采收机的安全标志应符合GB 10396的规定。安全标志可固定在设备上，也可以电子图像或在整个操作期间显示；
- d) 采收机的使用说明书应符合GB/T 9480的规定，明确规定安全操作和维护保养的措施和方法；明确规定采收机作业时配置远程操作员；明确规定采收机禁止在公共道路上行驶；
- e) 符合GB/T 20721中的安全要求。

5.5 稳定性

5.5.1 在额定工作状况下，采收机底盘运动状态良好，速度平稳，转向灵活。

5.5.2 在额定工作状态下，采收装置运动平稳。

5.6 可靠性

5.6.1 在额定工作状况下，采收机能够连续可靠工作。

5.6.2 采收机发生首次故障（轻微故障除外）前平均工作时间应不小于20小时。

5.7 装配与外观质量

5.7.1 采收机装配质量应该满足以下要求：

- a) 运动件应灵活，不得有卡顿、磕碰及部件之间的干涉现象；
- b) 非运动件装配后不得有明显的偏移、歪斜、翘曲等现象；
- c) 紧固件应紧固牢靠，无松动现象。

5.7.2 采收机外观质量应该满足以下要求：

- a) 无明显伤痕、锈渍、油污及可能引起伤害的锐边、毛刺等缺陷；

- b) 零件表面应色泽均匀、光洁，附着牢固；
- c) 漆层厚度应符合JB/T 5673的规定，漆膜附着力应不低于JB/T 9832.2中规定的II级。

6 试验方法

6.1 试验条件

采收机的试验条件应符合以下条件：

- a) 果园试验场地应能满足采收机作业各项性能指标的试验要求环境。
- b) 试验路面应平整、干燥、整洁，试验路段路面坡度的最大允许值应小于5%。
- c) 在试验路面上设置测试区，测试区试验通道长度应不小于10m，宽度应不小于1.5 m，在测试区的两端应有足够长的助行区域和保证安全停车的辅助区域。
- d) 试验环境气温在15℃~40℃之间，相对湿度不低于50%，避免雨天大风等恶劣天气。
- e) 试验前应按使用说明书要求对样机进行调整，并记录采收机的技术特征。
- f) 试验电压与额定工作电压的偏差不超过额定工作电压的±5%。
- g) 试验前应对采收机进行检测，判断各工作部件状态是否正常。

6.2 运动性能试验

6.2.1 额定速度试验

额定速度测试区域长度（沿运动方向的长度）为20m，宽度要保证采收机能够正常行走，测试区域各端要保留足够的空间进行加速、减速及转向。将载有额定负载的采收机放置在初始位置，采收机从初始位置开始加速，以便在起始线前达到额定速度。采收机在同一位置通过速度测试区域的时间为 t_1 ，采收机通过终止线后减速至停止，并按式（1）计算当前工作速度，上述试验重复进行 N （ $N \geq 3$ ）次，取连续 N 次测试额定速度的平均值作为本采收机的额定速度。

$$V_{\text{rated}} = \frac{S_1}{t_1} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

- V_{rated} —采收机的额定速度，m/s；
- S_1 —额定负载下的行驶距离，m；
- t_1 —行驶时间，s；

6.2.2 最大工作速度试验

最大工作速度测试区域长度（沿运动方向的长度）为20m，宽度要保证采收机能够正常行走，测试区域各端要保留足够的空间进行加速、减速及转向。将载有额定负载的采收机放置在初始位置，采收机从初始位置开始加速，以便在起始线前达到最大速度。采收机在同一位置通过速度测试区域的时间为 t_2 ，采收机通过终止线后减速至停止，并按式（2）计算当前工作速度并增加当前行走速度至最大速度。如果采收机未通过测试区域的终止线或者偏离指定行驶方向超过速度测试区域长度的10%，则认为测试失败。当测试失败时，视上次行走速度为额定负载下的最大工作速度。上述试验重复进行 N （ $N \geq 3$ ）次，取 N 次测试最大工作速度的平均值作为本采收机的最大工作速度。

$$V_{\text{max}} = \frac{S_2}{t_2} \dots\dots\dots (2)$$

式中：

- V_{max} —采收机的最大工作速度，m/s；
- S_2 —最大速度下的行驶距离，m；
- t_2 —行驶时间，s；

6.2.3 侧向平移距离试验

振动式荔枝采收机在额定负载下，操纵采摘机构进行侧向平移，测量采摘机构侧向平移的最大距离。上述试验重复进行 N （ $N \geq 3$ ）次，取连续 N 次测量平移距离的平均值作为本采收机的侧向平移距离。

6.2.4 升降速度试验

升降速度测试区域长度（沿运动方向的长度）为20m，宽度要保证采收机能够正常行走，测试区域各端要保留足够的空间进行加速、减速及转向。将载有额定负载的采收机放置在初始位置，采收机采摘机构从初始位置开始上升达到最高位置，记录采摘机构上升运动的垂直距离 S_3 和所用的时间 t_3 ，按式(3)计算上升速度，上述试验重复进行 N ($N \geq 3$)次，取连续 N 次测试速度的平均值作为本采收机的上升速度。

$$V_{up} = \frac{S_3}{t_3} \dots\dots\dots (3)$$

式中：

V_{up} —采收机采摘机构上升速度，m/s；

S_3 —采摘机构上升运动的垂直距离，m；

t_3 —上升时间，s；

采收机采摘机构下降速度的试验测试与上升过程类似。

6.2.5 制动性能试验

采收机在额定速度和额定负载条件下进行制动，测量履带底盘从制动开始到整机完全停止时移动的直线距离，上述试验重复进行 N ($N \geq 3$)次，取连续 N 次测量直线距离的平均值作为本采收机的制动距离。

6.2.6 续航能力试验

采收机电池充满电后满负载持续稳定可靠工作，测量采收机从开始工作到电池电量用完无法工作为止所用的时间，上述试验重复进行 N ($N \geq 3$)次，取连续 N 次测试时间的平均值作为本采收机的续航能力。

6.2.7 爬坡能力试验

坡面行走性能试验台可如图2所示，要求坡面角度可调，最小角度调节误差不大于 $\pm 1^\circ$ ；坡面长度至少为采收机长度的5倍，以能避免因惯性冲上坡；坡面宽度至少为机器人长度的3倍，以能避免采收机测试过程中的掉落及转向测试，宜在坡面两侧加装护栏。

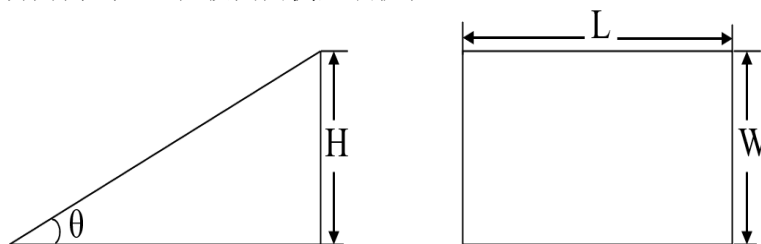


图2 坡面行走性能试验示意图

试验时，将坡度测试台坡度调至角度最小位置，采收机停在坡面行走性能试验台的最下方位置，作为初始位置；采收机依次按表1测试设置条件进行排列组合，完成试验方案设计。

表1 坡面行走性能试验

坡面类型	采收机状态	试验类型
水泥路面	前进	上坡
	后退	下坡
	停止	驻坡

	停止	坡面转向
	前进/后退	纵向行驶
	前进/后退	横向行驶
泥土路面	前进	上坡
	后退	下坡
	停止	驻坡
	停止	坡面转向
	前进/后退	纵向行驶
	前进/后退	横向行驶
砖石地面	前进	上坡
	后退	下坡
	停止	驻坡
	停止	坡面转向
	前进/后退	纵向行驶
	前进/后退	横向行驶

每种试验至少进行 $N(N \geq 3)$ 次，单次试验中如果失败可重复两次，如果仍失败，则判定为采收机不能在当前坡面条件下爬坡行走，若当前角度下试验成功，则增大坡面角度，直至坡面行走失败，记录当前坡面角度为当前路面状况下的最大爬坡角度，其中，驻坡测试单独进行，测试时采收机应在坡道中点处停止至少30秒。当前坡度按式(4)计算。

$$\theta = \arcsin \frac{H}{W} \dots\dots\dots (4)$$

式中：
 θ —坡面角度；
 L —坡面宽度；
 W —坡面长度；
 H —坡面高度。

6.3 水果采摘性能试验

6.3.1 最大采摘高度试验

在试验果园挑选生长良好的果树 $M(M \geq 3)$ 棵，在符合果实实际生长状况条件下清除冠层部分树叶，防止果实遮挡，确保振动式荔枝采收机工况良好。振动式荔枝采收机在果园环境下作业时，将采摘装置上升至最高位置，记录采摘机构上升运动的垂直距离 S_3 ，上述试验重复进行 $N(N \geq 3)$ 次，取连续 N 次测量高度的平均值作为本采收机的最大采摘高度。

6.3.2 采摘效率试验

在试验果园挑选生长良好的果树 $M(M \geq 3)$ 棵，在符合果实实际生长状况条件下清除冠层部分树叶，防止果实遮挡，确保采收机工况良好。使采收机在测试区间内以最大作业速度自主行走至果树旁边，启动升降装置将振动采摘装置移动到对应高度，围蔽装置将冠层划分为采收区与待采收区，采摘装置对采收区内果实进行振动采摘，完成采收区内的果实采摘作业流程，记录采收机完成单棵果树采摘作业后果

实的数量和所用时间，并按照式（5）计算采收机的采收效率 S_{eff} ，取 N （ $N \geq 3$ ）次试验下的平均值，判断试验结果是否符合本文件的规定。

$$S_{\text{effect}} = \frac{m}{t} \times 100\% \dots\dots\dots (5)$$

式中：

S_{eff} —采收机的采摘效率，%；

m —单棵果树采摘果实的总重量，kg；

t —完成单棵果树采摘作业所需时间，h；

6.3.3 采净率试验

在试验果园挑选生长良好的果树 M （ $M \geq 3$ ）棵，在符合果实实际生长状况条件下清除冠层部分树叶，防止果实遮挡，确保采收机工况良好。使采收机在测试区间内以最大作业速度自主行走至果树旁边，启动升降装置将振动采摘装置移动到对应高度，围蔽装置将冠层划分为采收区与待采收区，采摘装置对采收区内果实进行振动采摘，完成采收区内的果实采摘作业流程，记录采收机在采收区内采摘果实的数量，并按照式（6）计算振动式荔枝采收机果实采净率 S_{remove} ，取 N （ $N \geq 3$ ）次试验下的平均值，判断试验结果是否符合本文件的规定。

$$S_{\text{remove}} = \frac{n_{\text{remove}}}{n_{\text{total}}} \times 100\% \dots\dots\dots (6)$$

式中：

S_{remove} —采收机的采净率，%；

n_{remove} —采收机在采收区内采摘果实的数量，个；

n_{total} —采收区内果实的总数量，个。

6.3.4 破损率试验

在试验果园挑选生长良好的果树 M （ $M \geq 3$ ）棵，在符合果实实际生长状况条件下清除冠层部分树叶，防止果实遮挡，确保采收机工况良好。使采收机在测试区间内以最大作业速度自主行走至果树旁边，启动升降装置将振动采摘装置移动到对应高度，围蔽装置将冠层划分为采收区与待采收区，采摘装置对采收区内果实进行振动采摘，完成采收区内的果实采摘作业流程，记录采收机完成采摘作业后破损果实的数量，并按照式（7）计算振动式荔枝采收机果实破损率 S_{break} ，取 N （ $N \geq 3$ ）次试验下的平均值，判断试验结果是否符合本文件的规定。

$$S_{\text{break}} = \frac{n_{\text{break}}}{n_{\text{remove}}} \times 100\% \dots\dots\dots (7)$$

式中：

S_{break} —采收机的果实破损率，%；

n_{break} —采收机采摘果实破损的数量，个；

n_{remove} —采收机在采收区内采摘果实的数量，个；

6.4 安全性能试验

6.4.1 紧急停车功能试验

采收机在额定速度和额定负载条件下进行紧急停车，上述试验重复进行 N （ $N \geq 100$ ）次，并全部实现紧急停车。

6.4.2 其他安全要求试验

采收机其他安全要求试验参照GB/T 4269.1、GB/T 4269.2、GB/T 9480、GB 10395.1、GB 10396、GB/T 20721的相关规定进行。

6.5 稳定性试验

6.5.1 底盘稳定性试验

在额定工作状况下,采收机底盘运动状态良好,速度平稳,转向灵活。测量采收机从底盘稳定工作到出现欠稳定工作现象时所用的时间,上述试验重复进行 $N(N \geq 3)$ 次,取连续 N 次测试时间的平均值作为本采收机的底盘稳定性。

6.5.2 采收装置稳定性试验

在额定工作状态下,采收装置运动平稳。测量采收机从采收装置稳定工作到出现欠稳定工作现象时所用的时间,上述试验重复进行 $N(N \geq 3)$ 次,取连续 N 次测试时间的平均值作为本采收机的采收装置稳定性。

6.6 可靠性试验

6.6.1 可靠性试验

在采收机正常工况下测定采收机发生首次故障时间,截止可靠性试验时长为100h。按照式(8)计算首次故障前平均工作时间MTTF。

$$MTTF = \frac{1}{r} (\sum_{i=1}^r t_i + \sum_{j=1}^{n-r} t_j) \dots\dots\dots (8)$$

式中:

$MTTF$ —首次故障前平均工作时间, h;

n —采收机总台数, 台;

r —工作时间内首次出现故障(轻度故障除外)的台数, 台;

t_i —第 i 台机器首次出现故障的累计工作时间, h;

t_j —在规定的工作时间结束时,为发生首次故障的第 j 台机器累计工作时间, h;

当 $r=0$ 时,规定 $MTTF > nt$, t 为截止试验时间。

6.6.2 故障分类

故障分类见表2所示。

表2 故障分类说明

序号	故障分类	故障分类原因	故障举例
1	致命故障	导致功能完全丧失,危机作业、人身安全或引起重要总成(系统)报废	设备主体严重变形、开裂,例如采摘装置、升降装置、底盘履带等断裂损坏,以及导致人身伤害、造成重大经济损失的故障
2	严重故障	导致功能严重下降,主要零部件损坏、关键部位损坏、控制系统失控	相机、电机高温不工作、采摘装置部件变形、采摘作业控制系统失败等
3	一般故障	导致功能下降,不能正常作业,通过调整或更换在较短时间内可修复作业	易损坏非正常更换或在较短时间内容易排除的故障,如排线掉落、电压不稳等
4	轻度故障	轻微影响产品使用功能,暂时不会导致工作中断,修理费用低廉、调试时间短的故障	紧固件螺丝松动、相机安装位置偏移等

7 检验规则

7.1 出厂检验

7.1.1 采收机应经制造厂质量检验部门检验,并附有产品质量合格证方准出厂。

7.1.2 采收机出厂前应全部进行出厂检验，检验项目见表3，全部检验项目均应合格。

7.2 型式检验

7.2.1 有下列情况下之一时，应进行型式检验：

- a) 新产品定型鉴定或产品转厂生产；
- b) 正式生产后，如结构、工艺、材料有较大的改变，可能影响产品性能；
- c) 工装、模具的磨损可能影响产品性能；
- d) 成批生产的振动式荔枝采收机应定期抽检，至少每年1次，每1次不少于2台；
- e) 出厂检验结果与上次型式试验有较大差异时；
- f) 产品长期停产后，恢复生产时；
- g) 质量监督机构提出进行型式检验要求时。

7.2.2 型式检验的样机应从出厂检验合格的产品中随机抽取，数量不少于2台，抽样基数不少于5台。

7.2.3 型式检验项目按表3规定，按其对产品质量的影响程度，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类为对产品质量有一般影响的项目。

表3 检验项目分类

项目分类		检验项目	要求	试验方法	出厂检验	型式检验
类	项					
A	1	额定速度	5.2.1	6.2.1	√	√
	2	最大工作速度	5.2.2	6.2.2	√	√
	3	升降速度	5.2.4	6.2.4	√	√
	4	制动性能	5.2.5	6.2.5	√	√
	5	爬坡能力	5.2.6	6.2.7	√	√
	6	采摘效率	5.3.2	6.3.2	√	√
	7	采净率	5.3.3	6.3.3	√	√
	8	破损率	5.3.4	6.3.4	√	√
	9	紧急停车功能	5.4.1	6.4.1	√	√
B	1	侧向平移距离	5.2.3	6.2.3	√	√
	2	续航能力	5.2.6	6.2.6	√	√
	3	最大采摘高度	5.3.1	6.3.1	√	√
	4	其他安全要求	5.4.2	6.4.2	√	√
	5	稳定性	5.5	6.5	√	√
	6	可靠性	5.6	6.6	√	√
C	1	装配质量	5.7	检查	√	√
	2	外观质量	5.7	检查	√	√
	3	使用说明书	8.2	检查	√	√

7.2.4 抽样判定方案按表4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接收数Ac时，判定

该产品合格；若不合格项次大于拒收数 Re 时，判定该产品不合格。

表4 抽样判定方案

检验项目类别	A	B	C
检验项目数	7	6	5
样本量	2		
AQL	6.5	40	65
Ac Re	0 1	1 2	2 3

8 标志、使用说明、包装、运输与贮存

8.1 标志

在采收机上应有明显、清晰的耐久性标牌，标牌规格应符CB/T 13306的规定，包括以下内容并与产品合格证相一致：

- a) 制造单位名称、详细地址；
- b) 产品型号与名称；
- c) 主要技术参数；
- d) 产品出厂编号；
- e) 产品制造或出厂日期；
- f) 产品执行标准代号。

8.2 使用说明

采收机的使用说明书应按GB/T 9480的规定编制，至少应有以下内容：

- a) 产品名称、型号、主要技术参数（包括振动式荔枝采收机的外形尺寸、作业速度、采摘效率等）和生产执行标准；
- b) 有关安全使用的要求和安全警示说明；
- c) 操作、检修和维护保养的信息；
- d) 制造厂名称、地址及电话。

8.3 包装

8.3.1 采收机在包装前，必须将升降机构、采摘装置及收集装置等固定牢靠。

8.3.2 采收机履带底盘及其他装置与包装箱底板固定牢靠。

8.3.3 控制装置应单独包装。

8.3.4 随机提供的附件、备件应齐全。每台振动式荔枝采收机应附带下列文件：

- a) 特性数据表和产品检验合格证；
- b) 安装、使用、维修说明书及安装图；
- c) 随机备件、附件及其清单；
- d) 装箱清单及其他有关技术资料。

8.4 运输

8.4.1 订货方和生产厂可根据需要相互协商运输方式。

8.4.2 运输时应固定可靠，以防碰撞、损坏，运输时必须拆下的零部件，允许拆下单独包装，保证其完整无损，运输、装卸时应保持包装箱的竖立位置，并不得堆放。

8.5 贮存

采收机应储存在通风、干燥的场所，整机长期停止使用时，应进行一次保养、维修。贮存环境温度为 $0\sim 40^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度不大于80%，其周围环境应无腐蚀、易燃气体，无强烈机械振动、冲击及强磁场作用。