

T/XJSAM

团 体 标 准

T/XJSAM XXXX—XXXX

自走式棉花激光打顶机

Self-propelled Cotton laser topping machine

2025 – XX – XX 发布

2025 – XX – XX 实施

新疆维吾尔自治区农业机械学会 发 布

目 录

前 言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 产品型号和参数 2

 4.1 产品型号的规定 2

 4.2 基本参数 2

5 要求 2

 5.1 性能要求 2

 5.2 可靠性 3

 5.3 安全要求 3

 5.4 技术要求 3

6 试验方法 4

 6.1 性能试验 4

 6.2 安全性能试验 6

 6.3 技术性能试验 6

7 检验规则 7

 7.1 检验分类 7

 7.2 出厂检验 7

 7.3 型式检验 7

 7.4 抽样方案 8

 7.5 判定规则 8

8 标志、包装、运输与贮存 8

 8.1 标志 8

 8.2 包装 8

 8.3 储存 8

 8.4 运输 8

附 录 A（规范性） 9

附 录 B（资料性） 10

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。

本文件由新疆维吾尔自治区农业机械学会提出、归口并组织实施。

本文件起草单位：新疆大学、新疆极目机器人科技有限公司、新疆天农农机股份有限公司、新疆水发现代农业发展有限公司、苏州极目机器人科技有限公司、新疆农机协会、新疆维吾尔自治区计量测试研究院。

本文件主要起草人：周建平、翟辉、李冉、彭炫、许燕、刘天辰、蔡新亮、道丽玛、李森、杨梅、刘豪亮、李俊杰、吴宣睿、张航、陈伟燕、张益通。

本文件为首次发布。

本文件实施应用的疑问，请咨询新疆大学和新疆极目机器人科技有限公司。

对本文件的修改意见建议，请反馈至新疆维吾尔自治区农业机械学会（乌鲁木齐市新市医路193号）。

新疆维吾尔自治区农业机械学会 电话：0991-4331134 邮编 830054

新疆大学 电话：0991-8592392 邮编 830049

新疆极目机器人科技有限公司 电话：18146979777 邮编 830063

自走式棉花激光打顶机

1 范围

本文件规定了自走式棉花激光打顶机的产品型号和参数、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和储存。

本文件适用于自走式棉花激光打顶机（后简称激光打顶机），包括以电驱或其它动力方式为前进动力的激光打顶机，其它型式的棉花打顶机可参照执行。

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 4208 外壳防护等级（IP代码）
- GB/T 5667—2008 农用机械 生产试验方法
- GB/T 7247.1 激光产品的安全
- 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—2011 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 40165 固定式电子设备用锂离子电池和电池组 安全技术规范
- JB/T 6287—2008 谷物联合收割机 可靠性评定试验方法
- JB/T 8574—2013 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
- NB/T 10943—2022 农业机械用锂离子电池

3 术语和定义

GB/T 5667—2008界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

自走式棉花激光打顶机 self propelled cotton laser topping machine

具有行走系统、转向系统和制动系统的专用底盘并依靠自身动力驱动、由操作者乘坐驾驶自走式棉花激光打顶机或无人驾驶棉花激光打顶机，以机器视觉技术或其它识别定位技术实现精准检测和定位自然环境下棉花主茎生长点，运用激光灼烧实现棉花精准打顶作业，应用路径规划和导航技术实现在棉田自主作业的机械。

3.2

激光打顶 laser topping

采用高能激光直接照射于棉花顶芽，使顶芽组织细胞被破坏并导致生理失活的技术、方法或过程。

3.3

分禾器 crop divider

安装于棉花引向车轮、履带或其他动力机构前端，引导不同行的棉花沿分禾板分开，避免棉花受压的部件。

3.4

棉花打顶 cotton topping

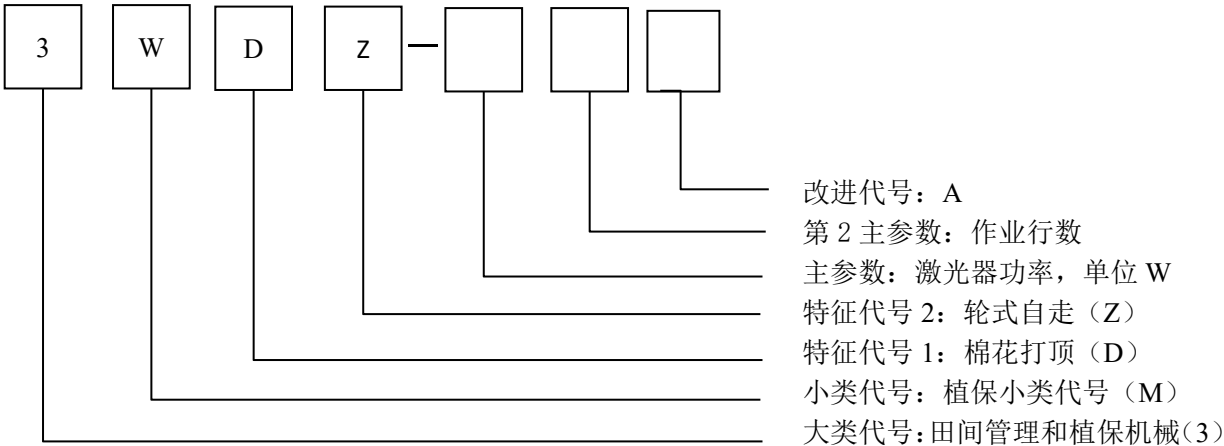
俗称“掐尖”，是棉花栽培过程中一项至关重要的田间管理措施，其核心操作是利用人工、机械方式直接破坏顶芽或使用化学药物调控顶芽生长，从而解除或抑制棉花顶端优势。

- 3.5
- 漏打顶率 the rate of missed topping
- 棉花植株主茎的顶端生长点未被打中的棉花植株数占测区内应打顶棉花总植株数的百分比。
- 3.6
- 伤苗率 seedling injury rate
- 因打顶作业受损的棉花植株占测区内总植株数的百分比。
- 3.7
- 激光打顶合格率 topping qualification rate
- 棉花顶芽被激光打顶执行机构打中且棉花主枝顶芽被灼烧面积2/3以上的植株数占测区内总植株数的百分比。

4 产品型号和参数

4.1 产品型号的规定

产品型号编制符合根据JB/T 8574—2013的规定，依次由分类代号、特征代号和主参数三部分组成。分类代号、特征代号与主参数之间以短横线隔开。
分类代号和特征代号与主参数之间以短横线隔开。



示例：3MDZ-200W-6-A 自走式棉花激光打顶机，激光器功率 200W，作业行数 6 行，第一代机型。
注1：结构型式、配置发生变化均称为改进。改进代号：用大写英文字母标注，顺序为A~Z，不包括“O”和“I”，原型不标注。
注2：主参数单位为激光器功能（W）。

4.2 基本参数

应符合产品图样及其它技术文件的规定。产品规格参数应符合附录A要求。

5 要求

5.1 性能要求

激光打顶机应在符合棉花打顶作业期间，在规定的作业速度下，作业性能指标应符合表1规定（作业条件见本文件6.1.2.1）。

表 1 激光打顶机作业性能要求

序号	项目	单位	参数	备注
1	纯工作小时生产率	hm ² /h	不小于设计，建议>0.33	
2	漏打顶率	/	≤15%	

序号	项目	单位	参数	备注
3	伤苗率	/	≤2%	
4	打顶合格率	/	≥83%	

5.2 可靠性

可靠性有效度大于或等于93%，平均故障间隔时间（Mean Time Between Failures, MTBF）应不小于60h。

5.3 安全要求

- 5.3.1 整机安全作业要求应符合 GB 10395.1—2011 农林机械安全第 1 部分：总则的有关规定。
- 5.3.2 额定行走速度（3 km/h）下，制动距离不大于 1m；制动后设备无滑移现象驻车制动应能可靠地停在 20%（12°）的干硬纵向坡道上。
- 5.3.3 自走式棉花激光打顶机在作业行走过程中，其传感器应能感知前方距离 10 m 的障碍物，并在感知到障碍物后制动停车
- 5.3.4 设备至少设置 2 个急停按钮，激光打顶机应能在作业过程中，通过触发遥控器急停开关或车体急停开关，在 0.5 s 内切断激光输出及行走动力，所有运动部件停止运行。
- 5.3.5 激光打顶机所用动力电池的安全性与性能，应符合 GB 40165—2021 相关规定，电池组的充电操作与管理系统应符合 NB/T 10943 的相关规定。电池防护等级应满足 GB/T 4208—2017 规定的 IP5X 及以上。
- 5.3.6 应有专用灭火装置，灭火装置应易于取卸。
- 5.3.7 使用说明书的编制应符合 GB/T 9480—2001 的规定，使用说明书应明确警示有危险的部位，以及复现激光打顶机上的安全标志、粘贴位置和数量。
- 5.3.8 激光防护：激光打顶装置符合 GB 7247.1—2012 中 ClassIV 激光产品要求，操作人员工作位置激光辐射剂量小于或等于 0.3 mW/cm²（测量距离 1m）；激光启动时同步触发声光警示（声压级大于或等于 85dB，红色频闪灯 1Hz～2Hz）。

5.4 技术要求

5.4.1 总装要求

- 应符合以下要求：
- a) 表面应无裂纹、褪色、锈蚀及永久性污渍，无明显变形、划痕；
 - b) 相机、激光器振镜防护镜不应有明显指纹、划伤、脏污等现象；
 - c) 产品标签、警示性标签、提示性贴纸等应清晰完整，不应有脏污、变形等现象，商标标识应清晰完整；
 - d) 全球卫星定位导航系统、行车灯、警示灯等装置无明显变形、破损；
 - e) 按钮、开关、旋钮等控制机构应灵活可靠，零部件应紧固无松动，功能正常；零件之间配合牢固可靠、方便装配和维修保养；
 - f) 应具备物理按键，用于开关机、急停、断电关机等功能。

5.4.2 主要部件性能要求

应符合表2规定。

表 2 主要零部件性能要求

序号	项目	单位	参数	备注
1	激光器光束类型	/	准直光	
2	激光器输出功率	W	蓝光激光≥200 红光激光≥1000	
3	动力电池组额定容量	Ah	≥100	

序号	项目	单位	参数	备注
4	动力电池组标称电压	V	≥ 48	
5	驱动电机额定功率	kW	≥ 2.5	
6	驱动电机峰值扭矩	N·m	≥ 80	
7	视觉传感器测距精度	mm	± 10	
8	视觉传感器株冠识别准确率	/	$\geq 98\%$	

5.4.3 指示灯

激光打顶机应具备警示灯光，可指示设备状态信息。应符合以下要求：

- a) 电源指示灯：指示设备主电源已接通，电气系统供电正常，激光打顶机电源接通后指示灯常亮；
- b) 行走状态指示灯：指示设备行走系统处于工作状态，激光打顶机行走时常亮，停止时熄灭；
- c) 激光准备指示灯：指示激光系统已通电，处于待启动状态，激光系统通电后指示灯常亮；
- d) 激光工作指示灯：指示激光打顶装置正在输出激光，存在辐射风险，输出激光时指示灯闪烁。

5.4.4 安全标识、标签

应具备明确的产品标签、警示标签、提示贴纸。激光辐射警告为黄色三角形内加激光束图案。

6 试验方法

6.1 性能试验

6.1.1 试验准备

- 6.1.1.1 检测仪器设备的测量范围和准确度要求应符合表 3 的规定。
- 6.1.1.2 按附录 A 对样机的技术参数进行核测，确定样机的一致性。
- 6.1.1.3 样机应调整 and 保养，达到正常作业状态后方可进行测试。
- 6.1.1.4 试验地为适宜棉花打顶期的棉花地，具体试验条件见本文件 6.1.2

表 3 检测仪器设备测量范围和准确度

序号	被测物理量名称	测量范围	准确度
1	长度	0 m~5 m	1 mm
		≥ 30 m	1 mm
3	质量	0 g~1200 g	1 g
		0 kg~60 kg	0.05 kg
4	时间	0 h~24 h	1 s/d
7	风速	0 m/s~5 m/s	0.1 m/s
注：超过上表测量范围的，按常规测量器具精度确定。			

6.1.2 性能测定（试验条件）

- 6.1.2.1 作业土壤含水量应低于 30%。
- 6.1.2.2 测定区长度应不小于 20 m，测区前应有 10 m 的稳定区，测区后应有 10 m 的停车区。
- 6.1.2.3 试验用棉田的种植行距及模式应与激光打顶机的作业行距一致。

6.1.3 性能测定

6.1.3.1 通过测区的速度

在测定区内，作业1个行程，测定激光打顶机通过测定区的时间，按式(1)计算。

$$v = 3.6 \times \frac{x}{t} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

v ——作业速度，单位为千米每小时 (km/h)；

x ——测区长度，单位为米 (m)；

t ——通过测定区的时间，单位为秒 (s)。

注：实际测试中 L 为630 m， t 为1226 s， v 为1.85 km/h。

6.1.3.2 生产率

$$E_z = \frac{\sum Q_{cb}}{\sum T_c} \dots\dots\dots (2)$$

式中：

E_z ——纯工作小时生产率，单位为公顷/小时、吨/小时或吨·千米/小时 (hm^2/h 、t/h 或 $t \cdot km/h$)；

Q_{cb} ——生产查定的班次作业量，单位为公顷、吨或吨·千米 (hm^2 、t 或 $t \cdot km$)；

T_c ——生产查定班次纯工作时间，单位为小时 (h)。

注：实际测试中 Q_{cb} 为0.3 hm^2 、0.6 hm^2 、1 hm^2 ， T_c 为0.8 h，1.58 h，2.63 h， E_z 为0.38 hm^2/h 。

6.1.3.3 漏打顶率

棉花顶芽未被打中的棉花株数占测区内总植株数的百分比。漏打顶率可由式(3)计算。

$$L = \frac{l}{A_a} \times 100\% \dots\dots\dots (3)$$

式中

l ——棉花顶芽未被打中的棉花株数；

A_a ——试验的总植株数；

L ——漏打顶率。

注：实际测试中 l 为41株， A_a 为563株， L 为7.3%。

6.1.3.4 伤苗率

因打顶作业受损的棉花植株占测区内总植株数的百分比。具体判定见本文件附录 B

按式(4)可计算得到伤苗率。

$$P = \frac{N}{A_b} \times 100\% \dots\dots\dots (4)$$

式中：

N ——棉花顶芽未被打中的棉花株数；

A_b ——试验的总植株数；

P ——伤苗率。

注：实际测试中 N 为5株， A_b 为563株， P 为0.89%。

6.1.3.5 打顶合格率具体参考范围值

打顶合格棉枝数占测区内总植株数的百分比。按式(5)可计算得到打顶合格率。

$$H = \frac{Q}{A_c} \times 100\% \dots\dots\dots (5)$$

式中：

Q ——打顶合格的棉花株数；

A_c ——试验的总植株数；

H ——打顶合格率。

注：实际测试株 Q 为491株， A_c 为563株， H 为87.2%。

6.1.4 可靠性

6.1.4.1 按 JB/T 6287—2008 的规定进行可靠性试验，试验时间不少于 120 h。

6.1.4.2 依据试验结果进行可靠性评定。在生产试验中发生致命故障，则可靠性试验结果不合格。

6.1.4.3 可靠性评价的故障统计与判定原则按 GB/T 5667—2008 的规定执行，可靠性指标采用点估值计算法。

6.1.5 续航时间

配置电池应至少确保 4 h 工作时间。其试验方法应与可靠性试验时计算续航时间。

6.2 安全性能试验

6.2.1 安全避障

激光打顶机在田间道路行走时碰到障碍物时应立即停机。

在激光打顶机前方 20 m 处放置直径大于或等于 0.1 m，高度大于或等于 1 m 的泡沫板、旗杆或其他物体作为障碍物，激光打顶机按规定的作业速度在障碍物前方停住并距离障碍物大于或等于 10 m；如果激光打顶机距离障碍物小于 10 m 且没有撞到障碍物，则激光打顶机避障性能不足；如果激光打顶机撞到障碍物则安全避障失败。

在激光打顶机正下方如果检测到非作物类障碍物时，激光打顶机应立刻发出警报并自动启动激光控制器急停按钮。

6.2.2 急停试验

激光打顶机作业过程中，操作人员按下遥控器急停按钮或者激光打顶机机身急停按钮，观察设备是否停止运动，激光器是否断电。

结果判定：如果设备停止运动，激光器断电则急停成功；否则急停失败。

6.2.3 激光防护试验

用激光辐射剂量计在操作人员工作位置（距离激光输出口 1 m）测量辐射剂量；触发激光启动，检查声光警示装置是否正常工作。

6.3 技术性能试验

6.3.1 关键零部件要求

6.3.1.1 配套动力

核对电池或发动机铭牌。检查电池外观良好，无损伤。有合格证与产品标签，防护等级为 IP5X 及以上。

6.3.1.2 激光器

激光器的应符合以下规定：

- a) 激光器整体结构应牢固、机械性能可靠；
- b) 激光器活动窗盖的启、闭应松紧适宜、可靠；
- c) 激光器螺纹连接部应完整无损，连接可靠；起子槽、扳手孔和固定销不应起毛和损伤；
- d) 激光器紧固件与紧固件部分的支承面应紧密接触，不应有松动和错位；密封于固定部件间隙间的密封胶或密封圈应完好无损；
- e) 详细规范规定的其他要求。

6.3.2 整机要求

6.3.2.1 对照 GB 10396—2006 检查整机标志、标识、标牌等信息标签。

6.3.2.2 抽查表面 3 处，目测外观应色泽均匀、平整光滑，无漏底、起泡、起皱及流挂。按 JB/T 9832.2—1999 的规定测定漆膜附着力，检查 3 处。

6.3.2.3 目测检查 5 处紧固连接，重要部位紧固件用扳手检查，不符合不大于 1 处。

- 6.3.2.4 控制显示屏与执行机构布置便于观察和和操纵，操纵符号清晰牢固，指向正确。
- 6.3.2.5 抽查任意位置处的管路、电机 3 处，目测及手感检查法检查是否渗漏。

6.3.2.6 控制系统及信息装置

按键检验，通过按键进行对应功能操作，可正常操作功能且无卡键等不良，则判定为合格。
指示灯，目视检查，根据说明书，当激光打顶机进行对应状态时，亮对应灯。

- 6.3.2.7 作业避障，按本文件 6.2.1 条检验。
- 6.3.2.8 急停，按本文件 6.2.2 条检验。

7 检验规则

7.1 检验分类

激光打顶机的检验分为出厂检验和型式检验。检验项目见表4。

表 4 检验项目

项目分类		检验项目		对应章条号	出厂检验	型式检验
A	1	性能要求	漏打顶率	6.1.3.3	--	√
	2		伤苗率	6.1.3.4	--	√
	3		打顶合格率	6.1.3.5	--	√
B	1	安全要求	防护装置 安全标志和标识 急停功能	5.3.1	√	√
	2			6.3.2.1	√	√
	3			5.3.7、6.2.2	√	√
	4					
			5.3.4、6.2.2	√	√	
C	1	使用说明书		5.4.4	√	√
	2	电池外壳防护等级		5.3.4	--	√
	3	续航时间		6.1.7	--	√
	4	电气系统		5.4.1、5.4.2	√	√
	5	作业幅宽/行数		5.4.4	--	√
	6	可靠性		6.1.4	--	√
	7	电气及管路系统		6.3.2.5	√	√
	8	通信控制系统		6.3.1.3	√	√
	9	标牌		5.4.3	√	√
	10	装配和外观		5.4.1、6.3.2	√	√

7.2 出厂检验

- 7.2.1 出厂检验应经制造企业质量检验部门检查合格，并附有产品质量合格证方准入库和销售。
- 7.2.2 激光打顶机出厂为逐台检验，允许修复不合格项，复验合格后带证出厂，检验项目见表 4。

7.3 型式检验

- 7.3.1 型式检验为抽样检查且为全项目检验。下列情况下需要进行型式检验：
 - a) 新产品投产或者产品转厂生产的试制、定型鉴定时；
 - b) 产品的结构、材料、工艺有较大的改变，可能影响产品性能时；
 - c) 产品停产二年后恢复生产时；
 - d) 产品生产正常，上次型式检验已满三年；
 - e) 出厂检验结果与上次型式检验有较大差异时。

- 7.3.2 型式检验项目按表 4 规定。
- 7.3.3 型式检验采用随机抽样方法，在生产期限为 12 个月内的合格产品中随机抽取样品 2 台，1 台检测（1 台备用），采样样本不应少于 5 台，在销售部门抽样时，样本不受此限制。
- 7.3.4 型式检验 2 项目分类见表 4，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 类为对产品质量影响一般的项目。

7.4 抽样方案

检验采用随机抽样方法，在生产期限为12个月内的合格产品中随机抽取样品2台，1台检测（1台备用），采样样本不应少于5台，在销售部门抽样时，样本不受此限制。

7.5 判定规则

- 7.5.1 采用逐项考核按类判定方法， A_c 为接收数， R_c 为拒收数，均按记点法计算。
- 7.5.2 被检样品 A、B、C 各类不合格小于或等于接收数 A_c 数时，则判该产品为合格，否则判该产品为不合格。抽样判定方案见表 5。

表 5 抽样判定方案

项目类别	A	B	C
项目数	4	13	17
A_c , R_c	0 1	1 2	2 3

8 标志、包装、运输与贮存

8.1 标志

- 8.1.1 激光打顶机应有标牌，标牌应符合 GB/T 13306—2011 的规定。其主要内容包括但不限于以下：
- a) 制造商名称、地址和/或商标；
 - b) 激光打顶机名称和型号；
 - c) 激光打顶机主要参数；
 - d) 执行产品标准编号；
 - e) 产品制造日期和出厂编号。
- 8.1.2 应有安全警示标志。

8.2 包装

激光打顶机一般应包装，包装应牢固可靠，规定的附件、备件、工具等应装入箱内。激光打顶机出厂时，随机应至少附有包括但不限于下列文件：

- a) 使用说明书；
- b) 产品合格证；
- c) 装箱清单。

8.3 储存

机器存放地点应平整，长期存放时，应贮存在干燥、通风场所，有防潮、防蚀措施，通风良好。电池应单独存储在干燥通风条件下。

8.4 运输

- 8.4.1 在运输过程中应避免碰撞、挤压、雨淋和暴晒，严禁与腐蚀性物质混运。
- 8.4.2 在装卸、运输过程中不应有倾倒、磕碰。
- 8.4.3 超过 500 km 运输时，应将激光器拆卸后单独包装后运输。

附 录 A
(规范性)
激光打顶机基本参数

见表A. 1。

表 A. 1 激光打顶机基本参数

序号	项目	单位	参数	备注
1	产品规格型号	/		
2	动力来源	/		
3	传动形式	/		
4	行走方式	/		
5	打顶方式	/	准直激光光束烧蚀棉花顶芽	
6	激光器类型	/		
7	激光器冷却方式	/	风冷/水冷	
8	激光器数量	/		
9	控制方式	/	手动/自动	
10	激光器高度	mm	≥1000	
11	导航定位	/	北斗等卫星、实时动态定位技术	
12	功率	W		
13	作业行数	/		
14	长×宽×高	mm		
15	整机质量	kg		

附 录 B

(资料性)

伤苗率的判定

激光打顶机在作业过程中存在以下几种情况则被认为是伤苗行为：

- a) 激光打顶机激光器烧蚀到棉花叶片，单个叶片被烧蚀区域面积占该叶片面积的 1/5 以上或烧蚀区域长宽各大于 3 cm 以上，则该叶片被破坏。除主茎顶芽外的其它侧枝的顶芯被激光器灼烧到，则该顶芯被破坏。单株棉花被破坏超过一叶一芯，被认为是伤苗；
 - b) 激光打顶机的激光器烧蚀到棉花枝茎，则受伤的枝茎被认为是伤苗；
 - c) 激光打顶机在作业行走过程中，车轮或车轮分禾器压倒棉花株，使得棉花株倾覆到地面，则被认为是伤苗。
-