

# 稻麦体系收获季土壤火焰高温灭活技术规程

Technical specification for high-temperature flame inactivation of soil

during the harvest season of rice-wheat system

## 编制说明

南京农业大学

农业农村部南京农业机械化研究所

中国科学院南京土壤研究所

江苏省耕地质量与农业环境保护站



# 目 录

一、目的意义 .....	- 1 -
二、任务来源 .....	- 2 -
三、编制过程 .....	- 2 -
四、标准主要内容技术指标确立 .....	- 4 -
五、标准编制原则 .....	15
六、标准技术指标提出的依据 .....	15
七、重大分歧意见的处理过程和依据 .....	16
八、与相关法律法规和标准的关系 .....	16
九、使用对象和推广实施建议 .....	17
十、起草单位、起草人员信息及分工 .....	17



## 一、目的意义

江苏拥有丰富的秸秆资源，全省每年秸秆总产量约 4000 万吨，秸秆还田能够提高土壤有机碳含量，提升地力，还能够通过直接增加土壤有机碳的输入实现固碳。我省的秸秆还田模式主要集中在直接还田，但由于降解慢，直接还田对土壤碳库固碳增汇效果差，且存在影响下茬作物生长、诱发病虫害等诸多弊端，连续多年秸秆直接还田，使得植株残体上的病菌、害虫、杂草种子进入土壤越冬，病原生物和杂草种子在土壤中日益积累，产生严重病虫草害，防治非常困难。此外，麦季秸秆在稻季还田，易产生还原性物质，不仅影响水稻苗期生长，且存在污染水体环境的风险。因此，亟需形成新的还田方式，并实现大规模应用。

本规程利用火焰高温使生物体内的蛋白质发生不可逆变性，从而杀死细胞和机体，实现收获季主要粮食作物秸秆灭活还田，达到秸秆减量、有害病虫草杀灭，并培肥土壤的目的。旋耕时土壤在下落的过程中，火焰喷枪喷出火焰对土壤进行瞬间加温，在土壤稳定后，结合半封闭保温罩，进一步增加土壤受热时间，从而达到较好的灭活效果。该技术利用自主创新研发的旋耕火焰一体作业装备，通过反旋高速碎土、土壤均匀受热、非稳态热风保持等技术协同，实现火焰高温高效化灭活，减少农机具进地次数和作业成本。该技术可提升该地区作物播栽质量，有助于提升作物产量，同时克服病虫草害等影响作物生长障碍，降低化学除草/杀虫剂使用量，有助于实现稻麦轮作绿色生产，为“双碳”目标早日实现提供技术支撑。

稻麦体系收获季土壤火焰高温灭活技术是我省农业未来发展的趋势之一，且具有相当广阔的应用前景。本标准流程的制定和颁布对规范稻麦体系收获季土壤火焰高温灭活，推动稻麦秸秆还田，化肥减施、绿色有机生产以及生态环境建设提供了坚实的技术支撑，有助于生产绿色、有机农产品，满足市场需求，提升农产品附加值，促进农业产业升级和农民增收。此技术可减少化学农药对环境的污染，符合可持续发展理念。在粮食安全重要性不断凸显的背景下，能高效防控病虫害，保障粮食稳定供应。

稻麦体系收获季土壤火焰高温灭活技术与传统的秸秆还田相比，杂草量降低 65% 以上。以江苏为例，稻麦周年地区单季作业面积近 3600 万亩，按单季土壤火焰高温灭活装备作业 15 天，每天作业 8 小时，作业幅宽 2.4m，作业速度 3km/h，

可估算出稻麦周年地区单季对本技术配套装备约 2.8 万台。按总预测量的 10% 计算，预计市场需求有 2800 台，每台的项目的配套装备价格在 5.2 万左右，装备产业价值近 1.45 亿。本技术配套装备是复式作业装备，相比传统机具相比，每台可以减少用工量 2 人，每年作业天数按照 10 个工作日计算，植保机组人员用工成本平均按照 240 元/人·天计算，则每台机年度节约用工成本 0.48 万元。按技术配套装备 2000 台来算，每年预计全年节约用工成本 960 万元。平均每亩作物增产约 5%，具有明显的经济效益。

## 二、任务来源

根据《省市场监管局关于下达 2024 年度江苏省地方标准项目计划的通知》（苏市监标 [2024] 143 号）文件要求，由江苏省南京农业大学牵头承担《稻麦体系收获季土壤火焰高温灭活技术规程》（立项编号 167）的编制工作。本项目由南京农业大学、农业农村部南京农业机械化研究所、中国科学院南京土壤研究所、江苏省耕地质量和环境保护站联合承担。

## 三、编制过程

### （一）项目启动阶段

2024 年 8 月成立了标准起草组，明确了工作任务、时间节点和具体要求。

### （二）起草编制阶段

#### 1. 收集和分析相关参考文献和文件

标准起草工作组成员根据任务分工，于 2024 年 8-9 月收集国内相关法律法规、标准和文章等，为标准起草提供了参考。查阅了《农业机械化促进法》、《农业机械安全监督管理条例》、《液化石油气安全管理规定》等法律法规相关意见，分析其中与稻麦体系收获季土壤火焰高温灭活技术相关内容。收集与梳理了《秸秆粉碎还田机质量评价技术规范》、《液化石油气》、《旋耕机》、《旋耕机作业质量》等与稻麦体系收获季土壤火焰高温灭活技术有关的标准。

#### 2. 调研

2024 年 10 月-2024 年 12 月：邀请科研院所对标准的技术参数进行验证试验，收集取得验证数据与技术；同时对技术难点再次进行验证和规范；提升标准文本的编写准确性与规范性。

#### 3. 试验验证情况

在本标准的基本内容确定后，即由南京农业大学、农业农村部南京农业机械化研究所、中国科学院南京土壤研究所和江苏省耕作质量与农业环境保护站按照本标准内容进行了夏季土壤火焰高温灭活和秋季土壤火焰高温灭活试验，现已完成相关试验内容。其中中国科学院南京土壤研究所、农业农村部南京农业机械化研究所主要开展江苏苏北地区的稻麦季土壤火焰高温灭活技术；南京农业大学和江苏省耕作质量与农业环境保护站主要开展苏南地区稻麦季土壤火焰高温灭活技术。试验完成后，通过测定土壤线虫数据、田间杂草数量及作物产量，确定本标准实施后的效果。

#### 4. 形成标准征求意见稿

2025 年 1 月-2025 年 3 月：在收集和分析相关参考文献、调研、试验验证工作的基础上，起草组按照 GB/T 1.1-2020 标准化工作导则第一部分，标准化文件的结构和起草规则，形成了稻麦体系收获季土壤火焰高温灭活技术规程文本定向征求意见稿及编制说明，并广泛征求科研、检验单位及大专院校等专家的意见。

#### （三）标准研讨阶段

2025 年 4 月-6 月：标准起草小组组织稻麦体系收获季土壤火焰高温灭活技术相关领域的专家对起草的标准进行了讨论，进一步对标准进行修改和完善。

#### （四）征求意见阶段

2024 年 7 月-9 月，标准起草组采用邮件等方式，广泛征求意见，将稻麦体系收获季土壤火焰高温灭活技术规程（征求意见稿）及编制说明发给全国农技推广中心服务中心、华中农业大学、南京师范大学、江苏省农业科学院、吉林省农业科学院、黑龙江省黑土保护利用研究院、南京市耕地质量保护站、太仓市农业技术推广中心南京市高淳区耕地质量保护站、南京市蔬菜科学研究所、常熟市农业技术推广中心、扬中市农业农村局、太仓市东林农场专业合作社、张家港市耕地质量保护站、南京市高淳区东坝君伟植保专业合作社等 15 家单位，其中有 15 个单位回函，征集到有效意见 64 条。工作小组经过内部讨论，根据意见对标准文本进行修改，并对修改后的标准文本进行通稿阅读，形成标准送审稿。经统计，征集到的 64 条有效意见中，采纳 58 条，部分采纳 0 条，未采纳 6 条。

#### （五）审查报批阶段

2025 年 10 月-11 月：江苏省市场监督管理局标准化管理处组织专家召开了

省地方标准审查会，江苏省农业农村厅相关部门领导及工作人员参加。会议邀请中国农业工程学会、江苏省农业机械技术推广站、江苏省农学会、江苏省农业技术推广总站、江苏省质量和标准化研究院等相关领域的 7 名专家，对本标准进行了逐条审查提出修改意见 14 条，本文件起草单位按照专家意见修改，经专家复核后形成报批稿。专家组一致同意《稻麦体系收获季土壤火焰高温灭活技术规程》通过技术审查。

## 四、标准主要内容技术指标确立

### 1 范围

本文件规定了稻麦体系收获季土壤火焰高温灭活的作业准备、作业要求、作业质量、安全要求。

本文件适用于稻麦收获后采用旋耕火焰一体作业装备，进行土壤火焰高温灭活作业。

### 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 4351 手提式灭火器

GB/T 5668-2017 旋耕机

GB 5842 液化石油气钢瓶

GB 11174 液化石油气

NY/T 499-2013 旋耕机作业质量

NY/T 1004-2020 秸秆粉碎还田机质量评价技术规范

### 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

#### 3.1

**旋耕火焰一体作业装备** rotary tillage and flame integrated operation equipment

用于改善土壤结构和减少病虫害，集旋耕与火焰灭活处理于一体的联合作业机械装备。



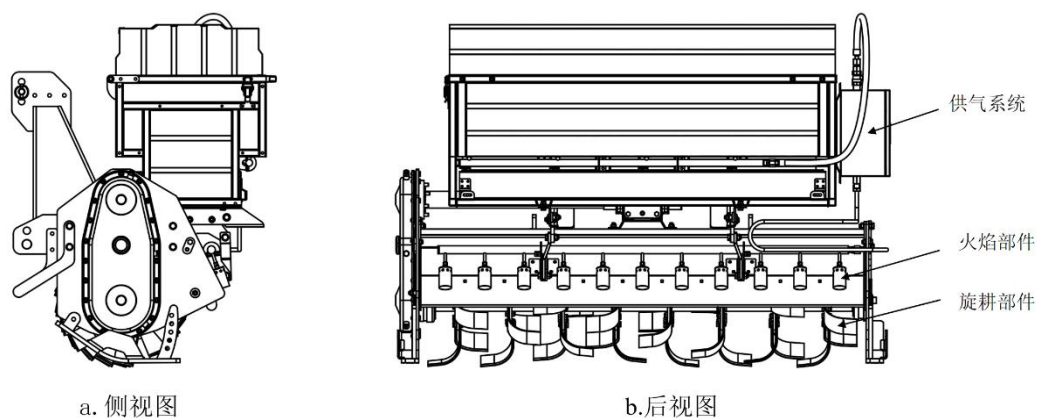


图 1 旋耕火焰一体作业装备整体图

### 3.2

#### 火焰高温灭活 high temperature flame inactivation

利用高温火焰（500℃~800℃），破坏病虫草细胞结构、生物大分子，使其生理功能受损，实现土壤病虫草害消灭活。

### 3.3

#### 灭活率 inactivation rate

较作业前，土壤中病虫害和杂草种子数量或活性下降百分比。

## 4 作业准备

### 4.1 秸秆处理

应符合 NY/T1004 中 4.1 的规定。

该条规定了火焰高温灭活的作业前农田秸秆处理准备。秸秆粉碎的主要作用是防止高温灭活作业中喷火装置被未碎秸秆缠绕或堵塞，保障火焰喷口出气顺畅、热流分布均匀。粉碎后的秸秆层厚度小、分布均匀，有利于火焰热量与土壤表层充分接触，实现对土壤的高温灭活与物理改性，而不会引发秸秆燃烧。该措施既提高了作业安全性与设备可靠性，同事旋耕碎土提供良好条件，确保高温灭活作业过程稳定、高效、可控。

### 4.2 机具调试

对旋耕火焰一体作业装备等机具进行检查、连接、调整、保养和试运行。

重点检查燃气系统、火焰燃烧部件、旋耕部件是否完好，气排与软管、气排与喷头、软管与液化石油气瓶等管路接头应无漏气、松动、破损现象。调整火焰高度、喷射角度。试运行时应空载条件下先进行低速运转，检查火焰喷射稳定性、旋耕部件转动平衡性及控制系统灵敏度，确认无异常后方可进入实地作业。试运行过程中应注意燃气压力、火焰温度及设备振动情况，确保整机运行安全稳定。

### 4.3 机具配套

#### 4.3.1 动力系统

旋耕火焰一体作业装备配套动力宜选用轮式拖拉机。

#### 4.3.2 旋耕系统

旋耕火焰一体作业装备配套卧式旋耕机，作业幅宽不小于拖拉机轮距。

该条规定了与火焰高温灭活配套的旋耕类型及作业幅宽。若作业幅宽小于拖拉机轮距，拖轮会压实未旋耕区域，导致火焰喷射区域受阻、灭活温度不均，影响作业质量与灭活效果；同时还会形成未处理带，影响后续播种整地质量。幅宽匹配可确保火焰喷幅与旋耕范围同步，使热量均匀作用于耕幅内土壤表层，实现稳定的高温灭活效果。机具安装时应调整悬挂高度与横向水平度，保持旋耕刀轴与火焰喷嘴平行，确保灭活层深与旋耕层深一致，从而提升作业连续性与整机作业质量。

#### 4.3.3 火焰系统

旋耕火焰一体作业装备配套供气系统和火焰部件，火焰作业幅宽应与旋耕作业幅宽一致，相邻火焰部件间距宜控制在 10 cm ~ 25 cm，火焰有效长度应控制在 40 cm ~ 60 cm，距地面高度应 $\geq 30$  cm 且不应超过火焰最大有效长度。

该条规定了火焰有效长度应控制在 40 cm ~ 60 cm 范围内，距地面高度应 $\geq 30$  cm，不应超过火焰最大有效长度，火焰部件间距宜控制在 10 cm~25 cm 是基于文献报道及室内火焰高温试验结果，一般情况下喷头距离地面是可调节的，但一般不应过低，同时适用农田高温灭活的火焰长度一般控制在 40 cm~60 cm 之间，过小效率低，过长耗气量大，同时利用率较低。在火焰长度一般控制在 40 cm~ 60 cm 之间时，火焰部件间距宜控制 10 cm~25 cm 是基于当火焰长度

40 cm～ 60 cm 时，火焰有效重叠量适中。进行试验测试，以阀门的开合度来控制液化气流量，分别为 1/4、1/2、3/4、全开。不同液化气流量情况下火焰中轴线温度如图 2 所示。由图 2 可知，不同开合度下火焰中轴线温度随相对火焰出口距离的变化呈现明显规律：1/4 开合度的温度在距离 10 cm 左右达到峰值后快速下降，1/2 开合度温度峰值出现稍晚且下降趋势较缓，3/4 开合度温度峰值更高且持续区间更长，全合度的温度峰值最高且在距离 30 cm 左右才达到峰值，之后缓慢下降。当相对火焰出口的距离处于 40 cm ～ 60 cm 区间时，各开合度下火焰中轴线温度均保持在有效作用阈值（ $\geq 30^{\circ}\text{C}$ ）以上，说明此区间内火焰具备有效作业能力；若距离超过 60 cm，温度骤降，有效作用消失。同时，结合田间作业场景，距地面高度需 $\geq 30\text{ cm}$  以保证作业效果，且不超过火焰最大有效长度（60 cm），从而确保火焰在作业中持续有效。

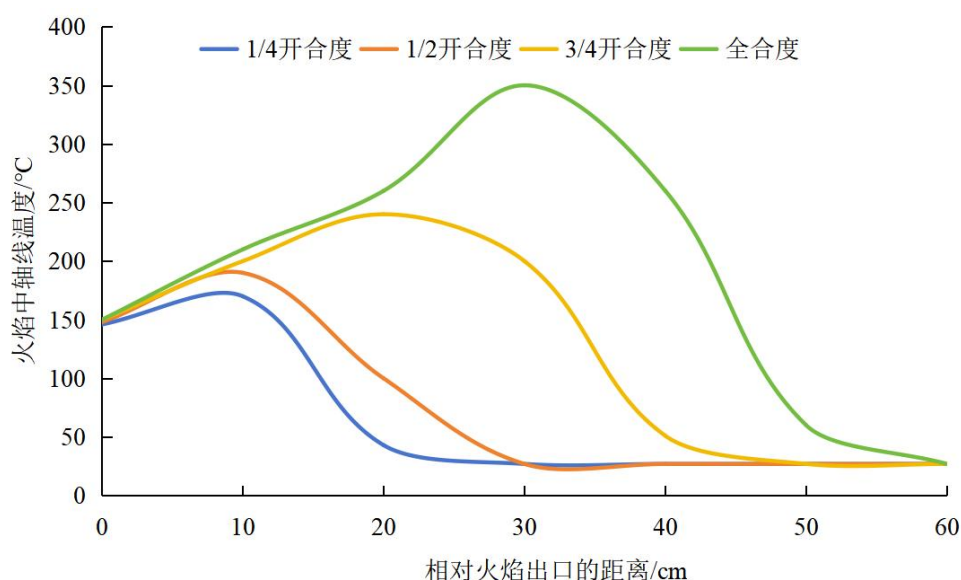


图 2 液化气流量对火焰温度

## 5 作业要求

### 5.1 气候条件

应在无风或微风的晴好天气条件下作业。

### 5.2 路线规划

应根据作业田块的进、出口，规划火焰高温灭活机械作业路线。

### 5.3 作业速度

作业过程中，行驶速度应稳定在为 1 km/h ~ 3 km/h，火焰高温灭活作业过程中，保持稳定的作业速度。

该条规定了旋耕火焰一体作业装备的作业速度，行驶速度为 1 km/h ~ 3 km/h 是基于南京高淳、南京农机所白马基地及溧水三地的田间试验结果（表 1）。由表 1 可知，随着作业速度的提高，灭活率呈逐渐下降趋势，这与实际情况相符。当速度为 0.5 km/h ~ 3.0 km/h 时，三地平均灭活率均在 65%以上，达到技术标准要求；其中 1.0 km/h ~ 3.0 km/h 范围内灭活率稳定在 75%左右，火焰停留时间适宜，兼顾了灭活效果与作业效率，是较为理想的作业速度。0.5 km/h 虽可获得最高灭活率（约 85%），但作业效率较低，仅适用于重点示范或验证试验；当速度超过 3.0 km/h 时，灭活率明显下降，不再满足合格标准。因此，推荐火焰高温灭活技术的田间作业速度控制在 1.0 km/h ~ 3.0 km/h 范围内，以确保稳定可靠的灭活效果和较高的作业效率。

表 1 不同作业速度与地域下杂草种子灭活率

作业速度/km·h <sup>-1</sup>	高淳	白马基地	溧水
	杂草种子灭活率/%	杂草种子灭活率/%	杂草种子灭活率/%
0.5	83.2	86.1	86.3
1	78.6	82.6	76.3
2	73.2	78.4	76.5
3	68.4	70.4	65.2
4	50.0	48.3	40.2
5	30.3	42.2	38.1

注：杂草种子灭活率应大于 65%。

5.4 作业深度

土壤含水率>30%时，作业深度宜控制在 0 cm ~ 5cm；若土壤含水率≤30%，作业深度宜控制在 5 cm ~ 12 cm。作业质量应符合 NY/T 499 中 4.2 节的要求。

该条规定了土壤含水率和作业深度的关系。土壤含水率和作业深度与土壤温度的关系，由室内试验获得。由表 2 可知，当土壤含水率≤30% 时，作业深度宜控制在 5 cm~12 cm，该深度下既能保证线虫灭活率达标，又能实现更深耕层的杂草种子灭活，防控效果更全面；当土壤含水率>30% 时，作业深度宜控制在 0 cm~5 cm，该深度下能确保表层土壤温度达标，线虫与杂草种子灭活效果

最优，且避免深层作业因温度不足导致的防控失效。根据上述室内试验数据，兼顾灭活效果与作业实用性，可用于指导旋耕火焰一体装备的田间作业参数选择。

表 2 不同土壤含水率和作业深度组合下线虫灭活率和杂草种子灭活率

土壤含水率/%	作业深度0 cm ~ 5 cm		作业深度5 cm ~ 12 cm	
	线虫灭活率/%	杂草种子灭活率/%	线虫灭活率/%	杂草种子灭活率/%
14	95.4	78.2	94.6	74.3
18	94.5	76.5	93.9	72.3
22	93.7	72.1	92.4	68.9
26	93.1	72.8	91.1	69.3
30	92.8	65.9	87.0	65.9
34	92.8	68.3	68.1	57.3
38	92.1	67.0	73.7	60.0

### 5.5 用气量

前茬作物病害发生指数<40 或每平方米杂草密度<60 株/m<sup>2</sup>，亩用气量 2 kg/667m<sup>2</sup>~ 3 kg/667m<sup>2</sup>；若前茬作物病害发生指数≥40 或每平方米杂草密度≥60 株/m<sup>2</sup>，亩用气量增加到 4 kg/667m<sup>2</sup>~ 5 kg/667m<sup>2</sup>。

该条规定了病虫草害情况调整亩用气量，用气量和使用标准是基于南京农机所白马基地田间试验结果（表 3）。由表 3 可知，当前茬作物病害指数<40 或每平方米杂草密度<60 株时，1 kg 亩用气量的杂草种子灭活率为 60.3%，低于合格线 65%，2~3 kg 亩用气量的杂草种子灭活率为 72.5%~78.4%，4 kg~ 5 kg 亩用气量的杂草种子灭活率相比于 3 kg 亩用气量的杂草种子灭活率的提升效果幅度不大；当前茬作物病害指数≥40 或每平方米杂草密度≥60 株时，2~3 kg 亩用气量的杂草种子灭活率低于合格线 65%，4 kg~ 5 kg 亩用气量的杂草种子灭活率 72.6%~76.8%，6 kg 亩用气量的灭活效果提升不明显。因此，确定该条规定内容。

表 3 不同草害压力下亩用气量与杂草种子灭活率关系

虫草害压力	亩用气量/kg	杂草种子灭活率/%
前茬作物病害发生指数达到40以下或每平方米杂草密度达到60株以下	1	60.3
	2	72.5
	3	78.4
	4	80.1
	5	81.3
前茬作物病害发生指数达到40以上或每平	2	58.2
	3	64.7

方米杂草密度达到60株以上	4	72.6
	5	76.8
	6	79.3

注：行驶速度为 2 km/h。

## 6 作业质量

### 6.1 旋耕质量

应符合 GB/T 5668-2017 中 6.1.1 和 NY/T 499-2013 中 4.2 的规定。

该条规定了旋耕作业质量，选配的旋耕机应达到 GB/T 5668 中的规定要求。

### 6.2 线虫灭活率

线虫灭活率应 $\geq 92\%$ ，测试方法按附录 A 的规定。

该条规定了评价作业质量的关键指标线虫灭活率，具体的指标范围由高淳田间结果确定，火焰高温灭活技术对小麦田线虫的灭活效果大于 92%。同时结合 JB/T 14083 自走式精旋土壤火焰杀虫机行业标准中的线虫灭活效果大于 95%，这是速度小于 1 km/h 的情况下确定的。而本标准针对大田实际作业，作业速度应与常规速度接近，作业速度不能过低。同时在火焰强度一致情况下，速度越低，线虫效果灭活效果越好，当作业速度行驶 3 km/h 时，高淳田间实测灭活效果为 92%，因此，线虫灭活率确定应大于等于 92%。

表 4 不同作业速度线虫灭活率

作业速度/km·h <sup>-1</sup>	线虫灭活率/%
0.5	95.3
1	93.2
2	94.3
3	92.0
4	89.3
5	80.4


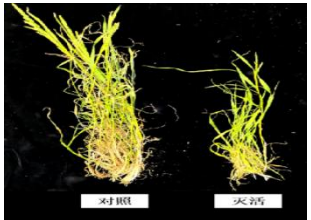

### 6.3 杂草种子灭活率

杂草种子灭活率应 $\geq 65\%$ ，测试方法按附录 B 的规定。

该条规定了评价作业质量的关键指标杂草种子灭活率，具体的指标范围由张家港、高淳、溧水三地田间及盆栽试验结果确定（表 5）。由张家港试验结果可知，经灭活处理过的田块杂草生长情况均优于未灭活田块，这表明灭活技术能在

一定程度上抑制杂草的生长，杂草控制率在 70.2%，在另一方面也减少了杂草对水稻养分的竞争，从而间接促进水稻生长。由高淳试验结果可知，未灭活与灭活后小麦田间杂草生长情况见，发现未灭活田块中存在明显杂草，且由于除草剂的施用，田块中枯黄杂草较多，而灭活处理田块中杂草较少；经取样对比发现，灭活能够有效减少杂草株数 65%以上。由溧水试验土壤带回实验室做的盆栽试验结果可知，对照组，植株长势旺盛、密度高且叶片鲜绿健壮；试验处理组，植株稀疏、叶片数量少且活力明显不足。两组对比发现，灭活能够有效减少杂草株数 70.3%。由上述研究结果可知，三地试验杂草控制率均稳定在 65% 以上。结合不同作物类型、种植季节及田间环境的试验数据，该技术杂草防控效果具备一致性和可靠性，因此确定杂草控制率 $\geq 65\%$  作为本灭活技术的合格指标，满足田间实际应用对杂草防控的基本需求。

表 5 典型稻麦地区杂草种子灭活率数据

试验地点	测定方式	杂草种子灭活率/%	效果图片
张家港	1m <sup>2</sup> 样方实地统计	70.2	
高淳	1m <sup>2</sup> 样方实地统计	65	
溧水	土壤盆栽试验对比	70.3	

7 安全要求

7.1 作业安全

7.1.1 秸秆粉碎还田后，应在作业区域外围整理出 2 m 以上宽度的隔离带。

7.1.2 机械启动时先以小火点火，待火焰正常稳定燃烧后，再启动旋耕火焰一体作业装备。

7.1.3 田间作业时按照预定路线开展田间作业，避免急转弯。作业过程中出现火焰熄火或其他异常状况，应停机检查。停车或终止作业前应先熄火。

## 7.2 燃料安全

液化石油气。旋耕火焰一体作业装备采用液化石油气为燃料，液化石油气应符合 GB11174 的规定，钢瓶应符合 GB5842 的规定。

## 7.3 其他要求

非操作人员严禁进入作业区域。作业机械还应配备干粉灭火器，灭火器应符合 GB4351 的规定。



## 附录 A

### (规范性附录)

#### 线虫灭活率测试方法

##### A.1 取样

于处理区域随机选择 5 个采样点，在旋耕火焰一体机作业装备作业前后，分别于这 5 个点各取 100 g 土壤分别装入取样袋内。

##### A.2 测试步骤

旋耕火焰一体机作业装备作业前后土样中线虫的计数按下列步骤：

- a) 将漏斗通过橡皮管连接烧杯，橡皮管上安装止水夹。
- b) 在漏斗内放置 60 目筛网。
- c) 土样均匀铺在漏斗内的筛网上。
- d) 称取 100 g（或定量体积）混匀的土样，均匀铺在漏斗内的筛网上。
- e) 向漏斗中缓慢注入蒸馏水，使水面没过土样，保持水层深度约 2 cm ~ 3 cm。
- f) 打开止水夹，使漏斗内的水缓慢滴入烧杯，分离时间一般为 24 h。
- g) 关闭止水夹，将烧杯内的液体（含线虫）倒入离心管。
- h) 用少量蒸馏水将筛网上的线虫冲洗到表面皿中，在体视显微镜下观察并计数线虫数量。

##### A.3 线虫灭活率计算

线虫灭活率按公式(A.1)计算。

$$C_n = \frac{C_k - C_t}{C_k} \times 100\% \quad (\text{A.1})$$

式中：

$C_n$ —线虫灭活率；

$C_k$ —作业前线虫数量；

$C_t$ —作业后线虫数量。

## 附录 B

### (规范性附录)

#### 杂草种子灭活率测试方法

##### B.1 取样

于处理区域随机选择 5 个取样点，在旋耕火焰一体作业装备作业前后，分别于这 5 个点各每个取样点采集取 0 cm ~ 10 cm 土层样品。

##### B.2 测试步骤

旋耕火焰一体作业装备作业前后土样中杂草种子萌发的计数按下列步骤：

a) 将土样平铺在铝盒中，自然风干或 40℃ 低温烘干（避免高温损伤种子活力），用玻璃棒碾碎土壤结块，使土样均匀分散。

b) 称取定量土样，均匀铺在盆中土样厚度控制在 3 cm ~ 8 cm。

c) 用喷壶向土样表面喷洒水，使土壤湿度达到田间持水量的 60% ~ 80%。

d) 试验后 7 天记录杂草数量。

##### B.3 杂草种子灭活率计算

杂草种子灭活率按公式(B.1)计算。

$$C_s = \frac{C_K - C_N}{C_K} \times 100\% \quad (\text{B.1})$$

式中：

$C_s$ —杂草种子灭活率；

$C_K$ —火焰高温灭活前土壤种子发芽数；

$C_N$ —火焰高温灭活后土壤种子发芽数。

## 五、标准编制原则

本标准严格按照 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，遵循“科学、适度、可行”的原则，以使标准具有一定的先进性、通用性和可操作性。在标准的征求意见稿和送审稿的编制过程中力求做到技术内容的叙述正确无误，文字表达准确、简明易懂，标准的构成严谨合理，内容编排、层次划分等符合逻辑。总体原则包括：

**政策性：**在编制过程中严格贯彻国家有关方针、政策、法规和规章，严格执行强制性国家标准和行业标准，避免与正在制定或已经制定的其他农业或国家标准发生技术冲突。

**实用性：**制定的标准力求切实可行，通过对稻麦收获后土壤管理的理解分析，多年土壤火焰灭活技术研究成果的系统梳理，以及田间实际作业经验的充分总结作为制定依据，能够全面覆盖稻麦收获季土壤处理场景，形成兼具科学性与操作性的实用技术规程。

**规范性：**本标准征求意见稿和送审稿的编制过程中力求做到技术内容的叙述正确无误；文字表达准确、简明易懂；标准的构成严谨合理；内容编排、层次划分等符合逻辑。

## 六、标准技术指标提出的依据

本标准制定的依据均以相关标准规范与试验结果为基础，研究制定了《稻麦体系收获季土壤火焰高温灭活技术规程》送审稿。下面列出本标准送审稿的主要编写依据及主要参考文献。

### （1）技术指标及内容依据

所引用的相关标准、国家相关要求等尽量采用了最新版本、最新技术成果和权威技术参数，其中基本要求、作业准备、作业流程、安全要求等还结合了起草单位稻麦体系收获季土壤火焰高温灭活技术的科研成果和生产经验。

### （2）主要参考文献

- [1] 关鹏. 中药材火焰除草机关键技术研究实现[D]. 山西农业大学, 2019.
- [2] 郭文磊, 冯莉, 田兴山. 火焰灭草技术在果园中的应用效果[J]. 杂草学报, 2019, 37(02): 35-39.
- [3] 刘新新, 李硕硕, 李刚, 等. 高温烟气热触杀土壤病草害装备设计与试验[J]. 河南农业大学学报, 2024, 58(05): 826-837.
- [4] 彭凯悦, 马向丽, 李永进, 等. 火烧和施肥对亚高山草甸植物多样性及生物量的影响[J]. 云南农业大学学报(自然科学), 2020, 35(01): 94-101.
- [5] 邱威, 刘颖, 刘前锋, 等. 温室精旋火焰土壤消毒起垄一体机设计与试验[J]. 农业工程学报, 2025, 41(05): 1-10.
- [6] 章力干, 石心怡, 王玉宝, 等. 秸秆还田对中国主要粮食作物病害影响的 Meta 分析[J]. 农业工程学报, 2022, 38(21): 93-100.
- [7] 周志艳, 李鑫, 黄俊浩, 杨得帅, 林键沁, 姜锐. 直播稻播前不同土壤火焰温度条件下杂草种子发芽率试验[J]. 农业机械学报, 2023, 55(01): 134-144.
- [8] 周龙. 火焰控草对农田主要杂草群落特征的影响[D]. 西北农林科技大学, 2019.
- [9] 朱焕光, 李刚, 刘超洁, 等. 小麦-玉米轮作根茬燃烧热触杀防控土传病害的试验[J]. 农业工程学报, 2024, 40(08): 90-97.
- [10] 卜机. 火焰除草土壤受热特性及喷火参数优化试验研究[D]. 扬州大学, 2022.

## 七、重大分歧意见的处理过程和依据

暂无。

## 八、与相关法律法规和标准的关系

本标准为您推荐性标准, 符合相关法律法规规定, 尚不存在与其内容相似、相同的标准。

## 九、使用对象和推广实施建议

本文件适用对象为拟稻麦轮作主产区。建议在实施标准过渡期应进一步给予资金支持。此外，在本标准实施后，应及时跟踪标准实施效果，记录标准在实际应用中的具体效果，发现的问题应及时反馈，有利于进一步修订和完善。

## 十、起草单位、起草人员信息及分工

序号	姓名	工作单位	分工
1	李荣	南京农业大学	组织协调、技术顶层设计
2	刘宏俊	农业农村部南京农业机械化研究所	标准形成后的推广
3	李建刚	中国科学院南京土壤研究所	土壤火焰高温灭活技术确立
4	李坤	农业农村部南京农业机械化研究所	土壤火焰高温灭活技术确立
5	刘红军	南京农业大学	标准草案编写、意见征求和报审等工作
6	欧燕楠	南京农业大学	标准草案编写、意见征求和报审等工作
7	沈宗专	南京农业大学	全程质量控制信息化技术研究
8	邓旭辉	南京农业大学	全程质量控制信息化技术研究
9	陶成圆	南京农业大学	全程质量控制信息化技术研究
10	仇美华	江苏省耕作质量与农业环境保护站	全程质量控制信息化技术研究
11	沈其荣	南京农业大学	全程质量控制信息化技术研究

《稻麦体系收获季土壤火焰高温灭活技术规程》编制组

2025 年 11 月 7 日