|  |  |
| --- | --- |
| ICS | 65.020.01 |
| CCS | |  | | --- | | D:\000000部门项目\09标准化插件开发\程序源代码\StandardEditor_ShanDongKeXieYuan\团标首页面字母T.pngD:\000000部门项目\09标准化插件开发\程序源代码\StandardEditor_ShanDongKeXieYuan\团标首页面字母T后面的反斜杠.png GXAS |   B 16 |

团体标准

T/GXAS XXXX—XXXX

甘蔗螟虫无人机施药防治技术规程

Technical code of practice for unmanned aerial vehicle pesticide application and control of sugarcane borer

XXXX - XX - XX发布

XXXX - XX - XX实施

广西标准化协会  发布

目次

[前言 II](#_Toc194055372)

[1 范围 1](#_Toc194055373)

[2 规范性引用文件 1](#_Toc194055374)

[3 术语和定义 1](#_Toc194055375)

[4 基本条件 1](#_Toc194055376)

[4.1 作业人员 1](#_Toc194055377)

[4.2 施药区域 1](#_Toc194055378)

[4.3 环境条件 1](#_Toc194055379)

[5 施药前准备 1](#_Toc194055380)

[5.1 前期病虫害调查 2](#_Toc194055381)

[5.2 确定施药区域 2](#_Toc194055382)

[5.3 隔离带设置 2](#_Toc194055383)

[5.4 施药测试 2](#_Toc194055384)

[5.5 药剂选择 2](#_Toc194055385)

[5.6 药液配制 2](#_Toc194055386)

[5.7 施药注意事项 2](#_Toc194055387)

[5.8 无人机准备 2](#_Toc194055388)

[6 施药过程操作 3](#_Toc194055389)

[7 施药后处理 4](#_Toc194055390)

[7.1 警示标记 4](#_Toc194055391)

[7.2 设备整理 4](#_Toc194055392)

[7.3 人员防护 4](#_Toc194055393)

[8 施药质量评估 4](#_Toc194055394)

[8.1 检测点设置 4](#_Toc194055395)

[8.2 检测方法 4](#_Toc194055396)

[8.3 结果判定 4](#_Toc194055397)

[9 防治效果及安全性评价 4](#_Toc194055398)

[9.1 飞行轨迹及流量数据 4](#_Toc194055399)

[9.2 防治效果及安全性评价 5](#_Toc194055400)

[9.3 补治 5](#_Toc194055401)

[9.4 效果评估 5](#_Toc194055402)

[9.5 甘蔗产量调查 6](#_Toc194055403)

[9.6 数据统计与分析 6](#_Toc194055404)

[10 档案管理 6](#_Toc194055405)

[附录A（资料性） 甘蔗螟虫无人机防治药剂推荐 7](#_Toc194055406)

[附录B（资料性） 防治效果调查记录表 8](#_Toc194055407)

1. 前言

本文件参照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。

本文件由广西壮族自治区农业科学院提出并宣贯。

本文件由广西标准化协会归口。

本文件起草单位：广西壮族自治区农业科学院、云南省农业科学院甘蔗研究所、广东省科学院南繁种业研究所、广西化工研究院有限公司、德宏傣族景颇族自治州甘蔗科学研究所、崇左市江州区农业生态和耕地保护中心。

本文件主要起草人：覃振强、李德伟、黄慧文、罗亚伟、尹炯、李继虎、赖开平、李永健、杨世常、陆杉、方峰、林明江、苏治友、伍荣冬、陈家福、卢文、罗志明、韦德斌、何志强、陈强、边雪、段明媚、黄振文、李德越、李涛。

甘蔗螟虫无人机施药防治技术规程

* 1. 范围

本文件规定了施药防治的基本要求，确立了甘蔗螟虫无人机施药防治的操作程序，给出了施药前准备、施药作业和施药作业后的要求，描述了施药质量评估、防治效果及安全性评价和无人机施药防治过程信息追溯的方法。

本文件适用于利用无人机防治甘蔗螟虫害的作业，其他甘蔗病虫害可参照执行。

* 1. 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 8321（所有部分） 农药合理使用准则

GB/T 35879 甘蔗螟虫综合防治技术规程

NY/T 1533 农用航空器喷施技术作业规程

NY/T 3213 植保无人飞机 质量评价技术规范

* 1. 术语和定义

本文件没有需要界定的术语和定义。

* 1. 基本条件
     1. 作业人员

主作业人员应有无人机操作证书，熟悉甘蔗螟虫发生规律与防治技术，掌握安全用药技能。

辅助作业人员负责药液配制及地面指挥，应掌握无人机防治甘蔗螟虫施药流程，掌握安全用药技能，具备中毒事故等应急处理能力。

所有作业人员应穿戴好防护服、防护帽、口罩、防护镜、水靴等装备。

* + 1. 施药区域

施药区域边际10m范围内无人居房、护林、高压线塔和电杆等障碍物。

施药区域内无影响飞行安全或阻挡操控人员视线的障碍物。

施药区域周边有适合无人机起落的场地以及可用于配药的洁净水源。

施药区域及周围设施应符合空中管制要求。

施药区需远离桑园、蜂场、鱼塘、养殖场、水库等可能产生药害隐患的场所。

施药前设置安全隔离区，在计划施药地块周围树立警示标志

* + 1. 环境条件

风速≤5m/s，施药温度15℃～35℃，相对湿度60％～90％，能见度＞2km，避开雷雨等恶劣天气，施药后3h～4h内无降水预报。

避开蜜蜂活动高峰期。

1. 不同机型无人机的施药条件、环境和要求不尽相同，可参照无人机产品使用说明书给出的规定。
   1. 施药前准备
      1. 前期病虫害调查

施药前按GB/T 35879的规定进行螟虫害调查。

当甘蔗苗期第一、第二代螟虫卵密度≥750块/hm²且甘蔗苗长势旺盛，采用无人机施药；当甘蔗中后期7月上中旬、8月下旬和9月上旬甘蔗螟虫第三、第四代发生期，根据蔗田螟害情况开展无人机施药。

* + 1. 确定施药区域

根据甘蔗种植情况，利用地面站或人工测绘施药地图，标记出施药蔗田及障碍区域或特殊区域。

根据无人机最大控制距离、飞行高度、飞行速度、施药幅宽、载药量、喷液量等参数进行喷雾航线规划，合理设计施药航线、飞防次数和飞防过程的衔接。施药航线应处于无人机遥控信号稳定接收范围内。

应选择空旷、地势平坦的区域作为无人机起降点。

* + 1. 隔离带设置

应在人居环境、水产养殖基地、畜禽饲养基地、蔬菜种植基地、瓜果种植基地等环境敏感场所设置施药缓冲隔离带，隔离带距离不应小于100m。

* + 1. 施药测试

应按NY/T 1533的规定，提前熟悉施药蔗田区域地形、面积、方向、障碍物等信息，可用清水进行施药测试，结合施药测试情况优化施药参数和施药航线，进一步校正无人机的施药幅宽、载药量、亩喷液量和飞行速度。

* + 1. 药剂选择
       1. 选择原则

使用的药剂应经我国农药管理部门登记允许在甘蔗蔗田上使用，轮换使用不同作用机理药剂，不连续单一用药，符合GB/T 8321的规定所有部分。

* + - 1. 剂型选择及药剂推荐

宜选用超低容量喷雾下内吸性强、均匀分散悬浮，适合无人机的水剂、悬浮剂、水分散粒剂、水乳剂、微乳剂等剂型。药剂推荐见附录A。

* + 1. 药液配制

用少量水将农药制剂稀释成“母液”，加入5.5.2中的助剂，再按药剂说明加入水进一步稀释至所需要的浓度。多种药剂混配时注意药剂间混配的相容性，现配现用，过滤后再进药箱，配制药剂不超过12h。

* + 1. 施药注意事项

确定蔗田施药区是否存在禁飞区等法律法规禁止或敏感区域，施药期间是否发布该区域临时禁飞通告，必要时应向国家相关部门进行申报、申请或者备案。

施药前应检查施药区周边是否存在障碍物、敏感作物以及蜜蜂、鱼、虾、畜牧等养殖场所，设置安全间隔距离。

根据施药区种植作物及气象条件，制定无人机防治的总体方案、人员分工，选择无人机单次防治的飞行高度、速度、安全距离、喷幅宽度、喷雾流量等参数。

施药区应放置施药警示牌，除植保无人机操控人员和辅助作业人员外，其他人员应距离无人机10m以上，任何人员不应进入施药区。

若甘蔗螟虫危害严重，宜增加施药剂量和用水量，或重新施药防治。

应制定应急预案。

* + 1. 无人机准备
       1. 机型选择

根据甘蔗蔗田和甘蔗特性，宜选用表2中的无人机进行施药防治，无人机质量应符合NY/T 3213的规定。

1. 无人机机型参数

| 机型 | 无人机技术参数 | | | | | | | | | | | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 旋翼数量 | 整机重量（kg） | 药箱容量（L） | 电池容量（mAh） | 喷头型式及数量 | 最大作业飞行速度（m/s） | 最大流量（L/min） | 最大喷幅（m） | 雾化粒径（mµ） | 飞行模式 | 避障功能 | 仿地功能 | 最大满载飞行时间（min） | 满载悬停时间（min） |
| 大疆T60 | 4 | 62 | 50 | 40000 | 雾化离心喷头2个 | 10 | 18 | 11 | 50～500 | 全自主 | 自主避障 | 定高1.5m～15m，山地模式最大坡度35° | 4.9 | 7 |
| 大疆T70 | 4 | 52 | 50 | 30000 | 双重雾化离心喷头2个 | 13.8 | 30 | 11 | 50～500 | 全自主 | 自主避障 | 定高1.5m～15m，山地模式最大坡度35° | 4.7 | 5.5 |
| 大疆T30 | 8 | 36.5 | 30 | 29000 | 扇形压力喷头，16个 | 7 | 7.2 | 9 | 130～250 | 全自主 | 自主避障 | 定高1.5m～15m，山地模式最大坡度35° | 9 | 7.8 |
| 极飞P100 Pro 2023款 | 4 | 46 | 50 | 20000 | 离心雾化喷头2个 | 13.8 | 22 | 10 | 60～400 | 全自主 | 自主避障 | 定高1m～30m，山地模式最大坡度45° | 7.5 | 7 |
| 极飞P150 | 4 | 53 | 60 | 20000 | 智能离心喷头2个 | 13.8 | 30 | 10 | 60～400 | 全自主 | 自主避障 | 定高1m～30m，山地模式最大坡度45° | 7.5 | 5.5 |
| 极目J70 | 4 | 50 | 35 | 29000 | 弥雾喷头2个 | 10 | 24 | 10 | 10～300 | 手动及全自主 | 自主避障 | 仿地角度90° | 7 | 6.5 |

* + - 1. 参数设置

操作人员做好各项检查正常后，根据6.1机型选择，宜选择表3中无人机施药作业参数设置，进行施药防治。喷液量，根据甘蔗各个时期生长状况进行调整。

1. 无人机施药作业参数

| 机型 | 喷液量（L/hm2） | 飞行速度（m/s） | 离甘蔗相对作业高度（m） | 行距（m） |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 大疆T60 | 45～150 | 4～5 | 2～3 | 5～6 |
| 大疆T70 | 45～150 | 4～5 | 2～3 | 5～6 |
| 大疆T30 | 45～150 | 3.5 | 4～5（4.4） | 4～5 |
| 极飞P100 Pro 2023款 | 45～150 | 3 | 4～5（4.8） | 5～6 |
| 极飞P150 | 45～150 | 3 | 4～5 | 5～6 |
| 极目J70 | 45～150 | 4～5 | 4～5 | 5～6 |

* 1. 施药过程操作

施药开始前应再次确认蔗田环境气象因素，包括风力、风向、光照和温湿度等是否满足施药条件和要求，检查施药区及周边障碍物等情况，确保没有影响飞行安全的因素。

应按照施药方案和技术要求飞行，防止重喷、漏喷、错喷。

当风速＞5m/s时，应停止无人机设备施药。

施药时应考虑侧风、顺风和逆风对雾滴飘移的影响，保证顺风和逆风施药时的飞行速度应一致，喷洒顺序由下风处向上风处进行喷洒飞行，回旋转弯时禁止喷洒。

施药过程中应实时观察无人机的飞行位置和状态，以及喷幅、飞行高度、速度等并做出相应处理。

在障碍物（高压线架、树木、房屋、电线杆等）较多的小块区域进行施药时，应保证无人机的载重量，并选择合适的起降点。

在通信线路、输电线路（或高压线）、电厂、变电站等周边施药时，应考虑无线电干扰，且保持安全距离。

两架或两架以上无人机在同一区域或地块施药时，保持安全施药距离≥10m。

作业人员及辅助人员应着工作服，戴口罩、防护镜、手套、安全帽和防眩光眼镜等。不应穿容易卷入部件的宽松衣服施药，不应穿拖鞋。

* 1. 施药后处理
     1. 警示标记

施药完成后，应对施药区进行警示标记，标明施药日期及安全期，防止人畜靠近。

* + 1. 设备整理

施药完成后，应做好无人机及相关附件的整理与归类保存。

农药包装物等废弃物的收集处理应按相关标准执行。

清洁无人机的内外部分，应清洗喷头、滤网和药箱，保证无残留物附着。

无人机燃油机应排空剩余燃料，运动部件要涂防锈和润滑油，并检查和紧固螺丝。

无人机充电机电池的充电与使用应按电池的相关标准执行。施药完成后，应按要求分类整理摆放电池，并在电池防爆箱内标注使用或未使用。

* + 1. 人员防护

施药完成后，作业人员应及时更换工作服，清洗外露皮肤部位，并用清水漱口。

* 1. 施药质量评估
     1. 检测点设置

在施药区内设置棋盘式十点取样，每点均匀间隔选取5株。每株在其冠层、冠层三分之二处两层设置测试纸取样点。测试纸模拟叶片状态，根据叶片夹角方向放置，采样面朝上。

* + 1. 检测方法

喷药后收回测试纸，以5倍～10倍手持放大镜观察，或使用雾滴分析仪进行分析，读取每一个纸卡上的雾滴数量，计算平均每平方厘米的雾滴数。可以采用雾滴测试卡、水敏纸、氧化镁熏蒸载玻片等进行监测。

* + 1. 结果判定
       1. 甘蔗叶冠层雾滴覆盖密度

内吸型药剂，应不低于15个/cm2，非内吸型药剂应不低于20个/cm2。

* + - 1. 雾滴粒径

应控制在80μm～120μm。

* 1. 防治效果及安全性评价
     1. 飞行轨迹及流量数据

施药结束后，应及时查看喷洒效果、飞行轨迹及流量数据，对漏喷区域及时补喷；若发现重复喷洒情况，应定期观察。

* + 1. 防治效果及安全性评价

施药结束后，应按时进行蔗田防治效果调查，观测甘蔗生长情况，并在3d～10d内，对防治区域及临近区域内其他作物的安全性进行评价。

* + 1. 补治

经药效调查，如果有飞机漏喷或效果较低的地区，应根据不同情况及时采取补喷或地面人工补治，确保作业效果和质量。

* + 1. 效果评估
       1. 评估内容

调查施药后评估甘蔗苗期螟虫枯心率防治效果、收获期螟害株率防治效果和螟害节率防治效果。

* + - 1. 调查方法

蔗田设3～4个调查区，甘蔗苗期待螟虫为害枯心苗稳定时，每个调查区进行5点取样法调查，每点调查100～200株甘蔗枯心苗数，记录甘蔗苗总数和枯心苗数；

甘蔗收获期，每个调查区随机顺序调查100株甘蔗的螟害株数，15～30株甘蔗的螟害节数和总节数，记录螟害株数、螟害节数及总节数。甘蔗螟虫调查结果按附录B中的表B.1和B.2的规定填写。

甘蔗枯心率按照公式（1）计算:

()

式中：

*a*——枯心率，单位为％；

*b*——枯心苗数，单位为株；

*c*——调查总苗数，单位为株。

枯心率防治效果按照公式（2）计算：

()

式中：

*Ｐa*——防治效果，单位为％；

*Kb* ——对照区药后枯心率（不施药甘蔗田的枯心率），单位为％；

*Ka* ——处理区药后枯心率（施药甘蔗田的枯心率），单位为％。

螟害株率按照公式（3）计算：

()

式中：

*A*——螟害株率，单位为％；

*B*——螟害株数，单位为株；

*C*——调查总株数，单位为株。

螟害株防治效果按照公式（4）计算：

()

式中：

*ＰA*——螟害株防治效果，单位为％；

*KB* ——对照区螟害株率（不施药甘蔗田的螟害株率），单位为％；

*KA* ——处理区螟害株率（施药甘蔗田的螟害株率），单位为％。

螟害节率按照公式（5）计算：

()

式中：

*D*——螟害节率，单位为％；

*E*——螟害节数指螟虫为害甘蔗的茎节数量，单位为节；

*F*——调查总节数，单位为节。

螟害节率防治效果按照公式（6）计算：

()

式中：

*ＰD*——螟害节防治效果，单位为％；

*KE* ——对照区螟害节率（不施药甘蔗田的螟害节率），单位为％；

*KD* ——处理区螟害节率（施药甘蔗田的螟害节率），单位为％。

* + 1. 甘蔗产量调查

蔗田设3～4个调查区，甘蔗收获时每个调查区随机调查15～20株甘蔗的株高、茎径、锤度及面积40m2～66.7m2的甘蔗有效茎数，计算含糖量、理论产量或进行实地测产。甘蔗收获期防治效果农艺性状调查结果按附录B中的表B.3的规定填写。

甘蔗蔗糖分按照公示（7）计算：

*R* ()

式中：

*R* ——蔗糖分，单位为％；

*BX*——田间锤度，单位为％。

1. 1.0852为各地糖厂甘蔗蔗糖分与田间锤度的直线回归系数；
2. 7.703为各糖厂的历史经验系数。

甘蔗理论产量按照公示（8）计算：

()

式中：

*Y*——理论产量，单位为千克每公顷（kg/hm2）；

*d*——甘蔗中部茎径，单位为厘米（cm）；

*h*——甘蔗单株高度，单位为厘米（cm）；

*n*——有效茎数（单位面积内的甘蔗植株数量），单位为茎/hm2；

1. *0.7854*为用于计算圆形茎的横截面积；
2. *30为*基部无效高度。
   * 1. 数据统计与分析

利用Excel表格整理试验数据，利用软件对数据进行统计分析。

依据防治效果评估施药操作是否达到预期目标，若防治效果不理想，分析原因，采取补救措施。

* 1. 档案管理

施药作业完成后，应对时间、地点、天气以及农药名称、用量等施药情况进行记录存档。

2. （资料性）  
   甘蔗螟虫无人机防治药剂推荐

甘蔗螟虫无人机防治药剂推荐见表A.1。

* 1. 甘蔗螟虫无人机防治药剂推荐表

|  |  |
| --- | --- |
| 药剂组合 | 推荐剂量 |
| 30％氯虫·噻虫嗪悬浮剂 | 750 mL/hm²～1125 mL/hm² |
| 30％氯虫·噻虫嗪悬浮剂+5％阿维菌素乳油 | 450 mL/hm²+1500mL/hm² |
| 10％四氯虫酰胺悬浮剂+5％阿维菌素乳油 | 1200mL/hm² +1500mL/hm² |
| 40％福戈水分散粒剂 | 240g/hm² |

1. （资料性）  
   防治效果调查记录表

甘蔗苗期螟虫枯心苗率调查记录见表B.1,甘蔗收获时螟害株和螟害节调查记录见表B.2，甘蔗收获期防治效果农艺性状调查记录见表B.3。

* 1. 甘蔗苗期螟虫枯心苗率调查记录表

调查地点： 调查人员： 调查日期：

| 处理 | 重复 | 甘蔗苗数（株） | | | | | | 甘蔗枯心苗数（株） | | | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 样点1 | 样点2 | 样点3 | 样点4 | 样点5 | 合计 | 样点1 | 样点2 | 样点3 | 样点4 | 样点5 | 合计 |
|  | 1 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 2 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 3 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 4 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 5 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

* 1. 甘蔗收获时螟害株和螟害节调查记录表

调查地点： 调查人员： 调查日期：

| 调查甘蔗株号 |  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | … | 合计 |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Ⅰ | 螟害节数（节） |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 总节数（节） |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Ⅱ | 螟害节数（节） |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 总节数（节） |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Ⅲ |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 螟害株数（株） | | Ⅰ调查株数： 螟害株数： | | | | | | | | Ⅱ调查株数： 螟害株数： | | | | | | | Ⅲ调查株数： 螟害株数： | | | | | | |

* 1. 甘蔗收获期防治效果农艺性状调查记录表

调查地点： 调查人员： 调查日期：

| 调查甘蔗株号 | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | … | 合计 |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Ⅰ | 株高（cm） |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 茎径（茎/hm2） |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 锤度 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Ⅱ | 株高（cm） |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 茎径（茎/hm2） |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 锤度 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Ⅲ | 株高（cm） |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 茎径（茎/hm2） |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 锤度 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 小区实产(kg) | | Ⅰ： | | | | | | | | Ⅱ： | | | | | | | Ⅲ： | | | | | | |
| 小区面积（m2） | | Ⅰ： | | | | | | | | Ⅱ： | | | | | | | Ⅲ： | | | | | | |
| 小区有效茎数（条） | | Ⅰ： | | | | | | | | Ⅱ： | | | | | | | Ⅲ： | | | | | | |

