

# 剑麻种植生产专用机械的研制与应用推广

杨荣<sup>1</sup>, 黄标<sup>1</sup>, 梁明<sup>2</sup>, 陆家荣<sup>1</sup>, 陈超平<sup>3</sup>, 肖桂泉<sup>2</sup>, 陈植基<sup>1</sup>, 戚强<sup>1</sup>

(1. 湛江农垦东方红农场, 广东雷州 524251; 2. 广东省湛江农垦科学研究所, 广东湛江 524086; 3. 广东省湛江农垦局, 广东湛江 524022)

**摘要** 介绍了近年研制的几种典型的剑麻种植生产专用机械的结构、特点和技术参数。重点对7种机械的工作效率和经济效益进行了分析, 对10多年推广经验进行了总结。经验证明, 剑麻种植生产使用专用机械可提高生产效率, 解放生产力, 减轻工人劳动强度, 促进规模化、标准化生产, 降低生产成本, 极大促进企业增效、职工增收。有利推进剑麻产业率先迈向农业现代化。

**关键词** 剑麻; 专用机械; 研制与应用推广

**中图分类号** S233 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2015)34-06-04

剑麻全身是宝, 可开发高附加值产品潜力大, 是我国热带地区特色及优势产业, 但其投入成本大, 回报慢, 劳力较缺乏, 这些已成为剑麻产业发展的突出问题。雷州半岛南部徐海地区地理气候非常适宜发展剑麻, 且土地较平坦、土层深厚, 甚为适宜机械化耕作。为寻求降低成本, 提高生产效率, 规模化、精准标准化生产, 解放生产力, 缓解劳力缺乏的压力, 尤其是减轻工人劳动强度, 探讨全程推进剑麻种植生产机械化, 发挥机械化耕作的优势, 促进耕作制度和工艺的改革, 以提高生产力, 提高市场竞争力, 已成为雷州剑麻种植业发展的出路。

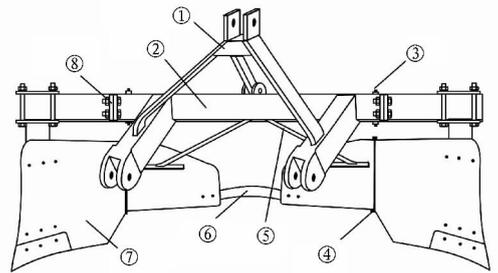
在过去几十年里湛江垦区剑麻生产在耕地、开沟、运输等环节实现了机械作业, 使剑麻生产得到较大发展, 劳动人均经营规模由1.33 hm<sup>2</sup>扩大到2.67 hm<sup>2</sup>, 规模翻一番, 且产量不断提高。但垦区机械耕作水平还比较落后, 剑麻生产效率仍较低, 劳动强度大, 经营规模小, 且成本高, 职工收入低, 劳动力缺乏。20世纪90年代, 广东省东方剑麻集团有限公司农业研究所(即现在的湛江农垦东方红农场农科所)针对生产的需要, 先后与湛江农垦研究所合作研制成功并推广应用: “剑麻园机械化学除草机”、“CF-160-2型旋耕打草培肥土壤的机械”等均取得较好效果。但上述机械, 尚远未能满足剑麻生产快速发展的需要。1997年来, 科技工作者根据麻园的土质及生产工艺等特点, 从降低剑麻生产的种植起畦、育苗(全作)起畦、田管施肥覆土等工种的劳动强度和成本考虑, 并提高工效等方面着手, 开展了一系列的配套机械的研究(研制)<sup>[1-3]</sup>与应用推广工作。现就几种有代表性的机械研制与应用推广情况汇报如下。

## 1 配套机及研究(研制)的机械关键机构的结构、特点和技术参数

### 1.1 剑麻种植起畦机械 结构 悬挂架; 犁架; 犁体(每边犁

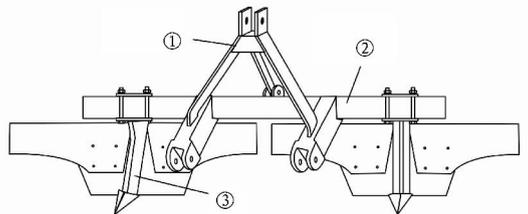
壁由两块组成, 销轴连接); 拉杆; 刮土板(见图1)。技术参数外形尺寸(长×宽×高): 4 000 mm×2 980 mm×1 650 mm; 配套动力: 东方红—802履带式拖拉机, 功率58.82 kW; 作业时速: II档, 5.21 km/h; 纯工作效率: 0.83 hm<sup>2</sup>/h; 油耗: 15.43 L/hm<sup>2</sup>; 工作幅宽: 4 000 mm; 起畦标准: 畦幅宽2 400 mm, 畦高300~400 mm, 可调节, 畦面呈龟背形。

### 1.2 剑麻育苗(全作)起畦机械 结构 悬挂架; 犁架; 犁体构成(见图2)。技术参数外形尺寸(长×宽×高): 3 400 mm×880 mm×1 550 mm; 配套动力: 东方红—802履带式拖拉机, 功率58.82 kW; 作业时速: II~III档, 5.21 km/h; 纯工作效率: 0.92 hm<sup>2</sup>/h; 油耗: 9.18 L/hm<sup>2</sup>; 工作幅宽: 3 400 mm; 起畦标准: 畦幅宽1 000 mm或1 400 mm, 畦高300~350 mm, 可调节, 畦面呈龟背形。



注: 1-悬挂架; 2-犁架; 3-销轴; 4-销轴; 5-拉杆; 6-刮土板; 7-犁体; 8-固定螺栓。

图1 剑麻种植起畦机械



注: 1-悬挂架; 2-犁架; 3-犁体。

图2 剑麻育苗(全作)起畦机械

### 1.3 新种剑麻行间套种麻苗(或全作)起畦机械 结构 悬挂架; 犁架; 犁体(图3)。技术参数外形尺寸(长×宽×高): 1 930 mm×1 410 mm×1 570 mm; 配套动力: 东方红—802履带式拖拉机, 功率58.82 kW; 作业时速: II档, 5.21~6.46 km/h(全

**基金项目** 农业部财政项目(No.)。

**作者简介** 杨荣(1963-), 男, 广东信宜人, 助理农艺师, 从事剑麻科研、生产及农机工作。\* 通讯作者, 高级工程师, 从事剑麻植物保护和栽培研究。

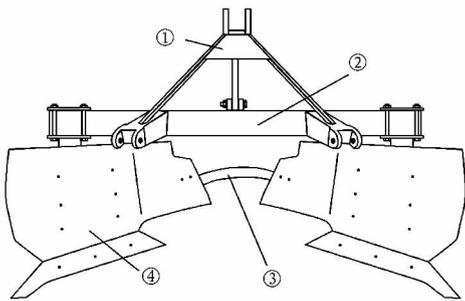
**鸣谢** 此课题得到广东农垦总局、湛江农垦局、东方剑麻集团等单位有关领导及专家的大力支持与指导, 此外, 黄辉、张曼其、赵艳龙、李朝荣、符清华、黎志文、康敏忠、郑立权也做了大量工作, 谨此致谢。

**收稿日期** 2015-11-11

作业时:Ⅱ档,5.21 km/h);纯工作效率:0.83 hm<sup>2</sup>/h(全作业时:0.67 hm<sup>2</sup>/h);油耗:9.37 L/hm<sup>2</sup>;工作幅宽:1 930 mm;起畦标准:畦幅宽1 000或1 400 mm,畦高300~400 mm(全作300~350 mm),可调节,畦面呈龟背形。

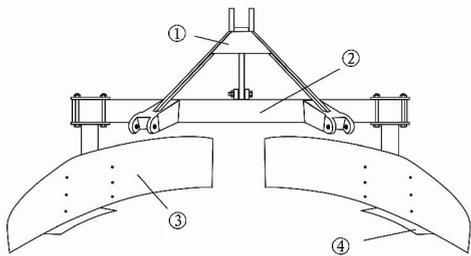
**1.4 剑麻田管施肥沟覆土机械** 结构 悬挂架;机架;覆土板;刮刀(见图4)。技术参数 外形尺寸(长×宽×高):1 900 mm×1 150 mm×1 540 mm;配套动力:东方红—802履带式拖拉机,功率58.82 kW;作业时速:Ⅲ档~Ⅳ档,6.46~8.47 km/h;纯工作效率:1.67 hm<sup>2</sup>/h;油耗4.63 L/hm<sup>2</sup>;工作幅宽:1 900 mm;覆土标准:将大行(行间)表土及杂草一并覆入施肥大沟(宽×深:1 400 mm×300 mm),以覆盖施放的化肥及有机肥等。

以上机械也可用轮式拖拉机带,但种麻起畦机械要用(120匹马力)的轮式拖拉机才能带动作业,而其他的可用(80匹马力)轮式拖拉机便可。



注:1—悬挂架;2—犁架;3—刮土板;4—犁体。

图3 新种剑麻行间套种麻苗起畦机械



注:1—悬挂架;2—机架;3—覆土板;4—刮刀。

图4 剑麻田管施肥沟覆土机械

**1.5 2H-1.8T型石灰撒施机械** 1997年,针对麻田高低不平,行走困难,而采用挂接形式的牵引式机,配套机为上海504型轮式拖拉机;根据剑麻需撒施石灰量1 500 kg/hm<sup>2</sup>左右(撒施大行,宽4 000 mm),该机于麻田作业行走速度为低3全速,每班(含装石灰及转移麻田时间)撒施8.67~10.67 hm<sup>2</sup>,石灰箱载石灰量1 800~2 300 kg;拖拉机动力输出轴转速为600~700 r/min,石灰推进器(搅龙)转速比动力输出轴转速降低10倍,撒石灰筛盘转速比推进器转速提高1倍。

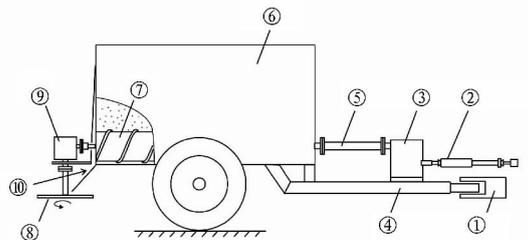
构造与原理:撒石灰机原理由配套机(上海504型轮式拖拉机)带动,配套机输出动力到牵引式机驱动轴(传动轴),传动到变(减)速箱减速,通过联轴器将动力传动推动器(搅龙)输送石灰落到转盘上,搅龙同时将动力传动到圆锥齿轮箱(增速),带动转盘转动撒石灰,使石灰撒施宽广薄,不易结板结块,作物易吸收钙和中和土壤酸性效果最佳。撒石灰机

由拖车(机架)、石灰箱、变(减)速箱、圆锥齿轮箱(增速)、搅龙、传动轴、联轴器、牵引接头、转盘等部件构成(图5)。

经2个月测试撒石灰机作业灰尘较大,故进行了改进。调转盘转速每分钟降低至20转。

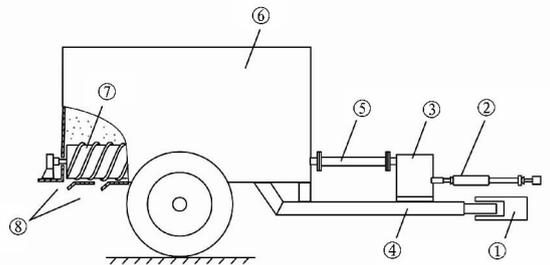
**1.6 施肥机械** 借鉴石灰撒施机械进行技改为剑麻园施有机肥(干滤泥)机械。其搅龙输送肥料原理与石灰撒施机械相同,仅是搅龙的槽高由石灰机械的10 mm提高到30 mm,槽距加密为65 mm,此外,在机车的尾部和尾部入600 mm分别开一个出肥口(长230 mm×宽200 mm),肥料由搅龙输送到出肥口而自然下落到施肥大沟,每公顷施有机肥(干滤泥)22 500 kg,肥箱载肥量1 800~2 300 kg。该机采用挂接形式的牵引式机,配套机为上海504型轮式拖拉机带动,配套机输出轴转速为600~700 r/min,肥料推进器(搅龙)转速比动力输出轴转速降低10倍,用低3全速行走,每班作业1.67~2.00 hm<sup>2</sup>。

构造与原理:施有机肥机械原理由配套机为上海504型轮式拖拉机带动,配套机输出动力到牵引式机驱动轴(传动轴)、传送到变(减)速箱减速,通过联轴器将动力传到推动器(搅龙),由搅龙输送肥料到出肥口,肥料自然下落到麻田施肥大沟。该机还可作育苗、大田种植施放基肥。施有机肥机由拖车(机架)、肥箱、变(减)速箱、搅龙、传动轴、牵引接头等部件构成(图6)。



注:1—牵引接头;2—传动轴;3—减速箱;4—机架;5—联轴器;6—石灰箱;7—输送搅龙;8—撒灰转盘;9—圆锥齿轮箱;10—出灰口。

图5 施石灰机结构原理



注:1—牵引接头;2—传动轴;3—减速箱;4—机架;5—联轴器;6—肥箱;7—输送搅龙;8—出肥口。

图6 施有机肥机结构原理

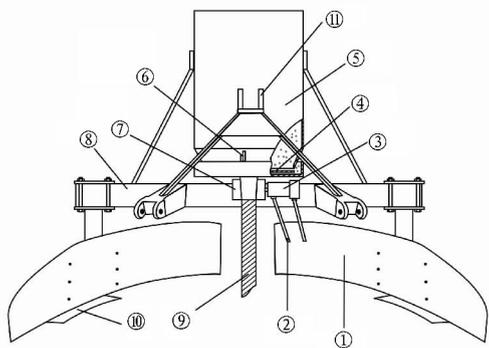
**1.7 生物专用肥机械** 借鉴甘蔗园施肥机械进行技改为剑麻园施化肥或生物专用配方肥机械。1999年东方红农场4队借鉴甘蔗施肥机械的原理及构造进行技改。根据麻园的实际情况,由甘蔗施肥机械的3个肥箱及配套的3个转盘、刮肥板、出肥管、深松犁技改为双个肥箱双深松犁等配套装

置,在老麻田实施双沟(深松)施化肥及自然覆土的多功能施肥机械,该机紧在4队应用推广,而因其他原因未能在东方红农场大面积推广。2015年上半年进一步技改,成功研制出单个大肥桶(装载肥量200~250 kg)单沟施肥兼覆土的简便(轻便)施肥机械。该机械适宜麻田单沟施化肥(包括专用生物配方颗粒肥)。

单沟施化肥或专用生物配方肥覆土机械的构造与原理:该机械由配套机(66.194 9 kW的轮式拖拉机)带动,通过液压马达输出动力传动到变(减)速箱,带动转盘转动,由刮肥板将肥均匀拨出(按设计施肥量标准)到出肥管,再由出肥管道输送到施肥沟,然后通过覆土器(刮土刀、覆土板)培土覆盖肥料。

该机由悬挂架、机架、肥箱、转盘、刮肥板、出肥管、刮刀、覆土板、液压管、液压马达、变(减)速箱等部件构成(图7)。

技术参数:外形尺寸(长×宽×高):2 270 mm×1 430 mm×2 100 mm,其中肥箱高1 000 mm、 $\Phi 550$  mm;配套动力:功率66.194 9 kW(90匹以上马力)的轮式拖拉机,功率76 kW;作业时速:中速Ⅱ档,8.4~8.9 km/h;纯工作效率:0.58  $\text{hm}^2/\text{h}$ ;油耗:10 L/ $\text{hm}^2$ ;工作幅宽:2 110 mm;覆土标准:将大行(行间)表土及杂草一并覆入施肥大沟(宽×深为1 400 mm×300 mm),以覆盖施放的肥料。



注:1-覆土板;2-液压管;3-液压马达;4-转盘;5-肥箱;6-刮肥板;7-减速箱;8-机架;9-出肥管;10-刮刀;11-悬挂架。

图7 施化肥、配方肥机结构原理

## 2 机械性能与工作特点

### 2.1 起畦及覆土机械性能及工作特点

**2.1.1 配套动力。**均可选用东方红-802履带式拖拉机,功率58.82 kW,转弯半径小,对地面压力小,悬挂性能好,工作平稳。也可用88.259 9 kW(120匹马力)的轮式拖拉机带种麻起畦机械;其他可用58.839 9 kW(80匹马力)以上的轮式拖拉机作配套机械。

**2.1.2 性能。**该机械挂接方式均为后悬挂式连接,行走及使用方便;结果简单,可靠性好,故障少,易维修;工效高(每班作业5.33~14.67  $\text{hm}^2$ ),作业成本低,质量好,易应用推广。

#### 2.1.3 工作特点。

(1)该机械均具有可调性,使用者可根据所需要作业幅宽大小或起畦高度等进行调节。

(2)剑麻种植起畦机械为折叠式机械,为方便行走,走路时松开固定螺栓和拆除拉杆、刮土板,犁体可向后折叠,再用铁链锁住,折叠后该机械宽度缩为2 000 mm;到达工地后进行简单组装,便可快捷回复原状;该机械作业幅宽大,作业时犁架应保持平衡;熟地起畦,每畦作业1~2次;凡需起高畦的应先调高犁体尾部进行第1次作业,然后调低进行2次作业,便可达到预期效果。

(3)新种剑麻行间套种麻苗起畦机械也适用于苗圃全作地起畦。

## 2.2 2H-1.8T型石灰撒施机械结构及工作特点

**2.2.1 配套动力。**配套机为上海504型轮式拖拉机带动,即小型及功率小,石灰箱载重量大(1 800~2 300 kg)。

**2.2.2 性能。**该机具有科学性、创新性、使用简便、耐用、故障少、工效高(每班作业10~12  $\text{hm}^2$ ,最高达13.33  $\text{hm}^2$ ,超过预期效果)、维修方便、造价低、易推广、石灰撒施质量好,易吸收钙和中和土壤酸性效果最佳等优点、创新性为撒灰机采用搅龙输送石灰,而国外采用链带式输送石灰,其故障多、维修困难、造价高等缺点。

**2.2.3 工作特点。**该机适用范围广,如剑麻、甘蔗、果园等作物应用,因此,应用范围广,具有良好的前景。

## 2.3 施肥机械结构及工作特点

### 2.3.1 施有机肥机械的结构及工作特点。

(1)麻园大行应实行常规中耕、开施肥大沟或两铧犁左右翻耕一次,将土翻向两侧,中间便成了一条现成的施肥大沟,而不需再开沟,深度30~35 cm,深施肥性好。

(2)该机械配套动力为上海504型轮式拖拉机带动。机型细小,于麻园行走方便,其轮式拖拉机带动有利跨区域作业。

(3)该机械挂接方式为牵引式连接,结构简单,可靠性好,故障少,易维修;每班作业1.667~2.000  $\text{hm}^2$ (25~30亩),作业成本较低,质量保证(施放均匀),易应用推广。

(4)该机械施肥量具有可调性,使用者可根据所需施肥量多少进行调整。

### 2.3.2 单沟施化肥或生物专用配方肥覆土机械的工作特点。

(1)麻园大行应实行常规中耕、开施肥大沟或两铧犁左右翻耕一次,将土翻向两侧,中间便成了一条现成的施肥大沟,而不需再开沟,深度30~35 cm,深施肥性好。

(2)该机械配套动力为功率66.194 9 kW(90匹马力)以上的轮式拖拉机带动。

(3)该机械挂接方式为后悬挂式连接,行走及使用方便、灵活;结构简单,可靠性好,故障少,易维修;工效高(每班作业4~5.33  $\text{hm}^2$ ),作业成本低,质量保证,尤其适宜生物配方肥施用,做到边施肥边覆土,生物不受阳光直晒,生物活性不受影响,且易应用推广。

(4)该机械具有可调性,使用者可根据所需要作业幅宽大小和施肥量多少进行调整。

## 3 应用评价

### 3.1 效果及经济效益分析

1997年来,上述配套机械经过

试验应用、部分机械经过 10 多年的试验应用,各项指标及性能均达到设计要求和达到预期效果。

表 1 湛江农垦东方红农场机械耕作效益

机械名称 序号	人工作业		机械作业工效 hm <sup>2</sup> /班	机械作业成本//元/hm <sup>2</sup>			机械作业效益				
	工效 hm <sup>2</sup> /d	成本 元/hm <sup>2</sup>		总额	机械作 业费	人工辅 助费	提高工效 倍数	节支 元/hm <sup>2</sup>	应用推广 起始年份	应用推广 面积//hm <sup>2</sup>	累计节支 万元
1	0.06	1 575	6.64(5.33~8.00)	525.00	525	—	109.7	1 050	2 002	2 533	265.97
2	0.04	2 175	7.36(6.67~8.00)	300.00	300	—	183	1 875	2 002	80	15.00
3	0.04	2 175	6.64(5.67~7.67)	525.00	525	—	165	1 650	2 002	2 080	343.20
4	0.13	675	13.36(12.00~14.67)	225.00	225	—	101.8	450	2 002	20 800	936.00
5	0.18	675	11.00(10.00~12.00)	311.25	300	11.25	60.1	363.75	1 997	10 000	363.75
6	0.04	2 025	1.83(1.67~2.00)	772.50	525	247.50	44.8	1252.50	2 015	40	5.01
7	0.16	547.5	4.67(4.00~5.33)	351.75	300	51.75	28.2	195.75	2 015	20	0.39
合计										35 553	1 929.32

注:1 代表剑麻种植起畦机械;2 代表剑麻育苗(全作)起畦机械;3 代表新种剑麻行间套种麻苗起畦机械;4 代表剑麻田管施肥沟覆土机械;5 代表撒施石灰机械;6 代表施有机肥机械;7 代表单沟施肥覆土机械。因标准起畦挽回斑马纹病死亡损失未计;因机械施石灰质量好,有利提高作物吸收钙营养和中和土壤酸性效果最佳的效应未计。机械作业费包含机手工资、油料、折旧、维修、人工辅助费等。

(1)“剑麻种植起畦机械”每班作业工效 6.64 hm<sup>2</sup>,每公顷成本 525 元,比人工作业提高工效 110 倍,每公顷节支 1 050 元,应用推广 2 533 hm<sup>2</sup>,累计节支 265.97 万元,此外,还辐射到其他农场及周边农村。因起高畦(标准起畦)年减少斑马纹病死亡 55.68 hm<sup>2</sup>,即每年挽回直接损失为 55.68 hm<sup>2</sup> × 2 a 投入 1.65 万元(当年种植及 2 年麻管费用) = 91.9 万元。该机械耕作工艺改传统开沟施有机肥(基肥)的做法为不开沟便施放有机肥,具体为均匀撒施小行 800 ~ 1 000 mm 宽的位置,然后机械起畦覆盖肥料,畦高 300 ~ 400 mm,呈龟背形,避免传统施肥沟凹下变成人为积水沟,而达到减轻斑马纹病危害。

(2)“剑麻育苗(全作)起畦机械”每班作业工效 7.36 hm<sup>2</sup>,每公顷成本 300 元,比人工作业提高工效 183 倍,每公顷节支 1 875 元,应用推广 80 hm<sup>2</sup>,累计节支 15 万元。该机械可在全作母株或疏植苗圃应用,不适宜麻园套种麻苗起畦用,且耕地质量好方可起畦质量好。

(3)“新种剑麻行间套种麻苗起畦机械”每班作业工效 6.64 hm<sup>2</sup>,每公顷成本 525 元,比人工作业提高工效 165 倍,每公顷节支 1 650 元,应用推广 2 080 hm<sup>2</sup>,累计节支 343.2 万元。该机械适用所有育苗基地起畦。并辐射到其它农场及周边农村。

(4)“剑麻田管施肥沟覆土机械”每班作业工效 13.36 hm<sup>2</sup>,每公顷成本 225 元,比传统人工作业提高工效 100 倍,每公顷节支 450 元,应用推广 20 800 hm<sup>2</sup>,累计节支 936 万元。并辐射到其他农场及周边农村。

(5)“撒施石灰机械”每班作业工效 11 hm<sup>2</sup>,每公顷成本 311.25 元,比传统人工作业提高工效 60 倍,每公顷节支 363.75 元,应用推广 10 000 hm<sup>2</sup>,累计节支 363.75 万元。并辐射到其他农场及周边农村。因施石灰质量好促进作物对钙营养的吸收和中和土壤酸性效果最佳,从而提高抗剑麻茎腐病能力及促进增产。

(6)“施有机肥机械”每班作业工效 1.83 hm<sup>2</sup>,每公顷成本 772.5 元,比传统人工作业提高工效 45 倍,每公顷节支 1 252.5 元,现该机械正在调试及示范中,各项指标均达到预期效果,明年始将全面大面积应用推广。

(7)“单沟施肥覆土机械”每班作业工效 4.67 hm<sup>2</sup>,每公顷成本 351.75 元,比传统人工作业提高工效 28 倍,每公顷节支 195.75 元,现该机械正在调试及示范中,各项指标均达到预期效果,明年始将全面大面积应用推广。

综合上述,以上 7 套机械提高工效 28 ~ 183 倍,每公顷降低成本 195.75 ~ 1 875 元,已在湛江农垦东方红农场应用推广 35 553 hm<sup>2</sup>,累计节支 1 929.32 万元。此外,还在其他农场及周边农村应用推广。

**3.2 推广前景与社会效益分析** 上述系列机械的应用确保了高产高效措施的落实,解放了生产力,提高了工效,降低了成本,减轻了劳动强度,解决了劳动力缺乏问题,提高了适度经营规模,对促进剑麻产业的持续发展具有重要的作用。东方红农场就是一个典型的例子,过去每个职工管理麻田岗位面积仅 2.67 hm<sup>2</sup>,通过应用推广上述机械后,规模扩大到 5.33 hm<sup>2</sup>,提高 1.5 倍。促进企业增效,职工增收,队伍稳定,有利建设和谐社会。另外,该配套机械先进、科学,结构简单、使用方便、耐用,造价较低。故可获得极显著的社会效益,具有良好的推广前景。

#### 4 结论及讨论与建议

应用推广该机械可促进剑麻生产效率和经营规模的显著提高,成本大幅度降低,解放生产力,减轻工人劳动强度,解决劳动力缺乏问题。有利于促进企业增效,职工增收,队伍稳定。

可确保高产高效措施的落实,达到标准化、规范化生产,促进抗性、质量、产量大幅度提高,对推进剑麻产业持续发展具有重要意义。

该机械具有先进性、科学性,结构简单、使用方便、耐用。故建议在土地平坦或较平坦及土层深厚的麻区应用推广。

#### 参考文献

- [1] 黄标,黄辉,傅清华,等.剑麻生产专用机械的研制与应用[C]//热带作物产业建设规划研讨会——其他热带经济作物产业发展论文集.中国热带作物学会,2006.
- [2] 陆绍德.3GDS-3 型甘蔗多功能施肥机研制与推广应用[J].现代农业装备,2005(9):101-104.
- [3] 黄朝伟.甘蔗机械中耕、培土(破垄)、施肥技术研究[J].农业机械,2015(3):125-126.