

# 新型侧开巢箱与导轨系统集成对“2+1+N”模式下蜂群管理效率的提升研究

孙甜<sup>1</sup> 闭正辉<sup>1</sup> 唐朋<sup>1</sup> 陆启皇<sup>1</sup> 廖健焯<sup>1</sup> 秦苑璐<sup>1</sup> 诸葛祝<sup>2</sup> 廖权茂<sup>2\*</sup> 陈娴静<sup>2</sup> 李凤姣<sup>2</sup> 文明<sup>3</sup> 诸葛玉权<sup>3</sup> 李晓玉<sup>3</sup> 朱志强<sup>4</sup>  
朱桥记<sup>5</sup> 秦汉荣<sup>1\*</sup>

(1 广西壮族自治区养蜂指导站, 南宁 530022; 2 阳朔县水产畜牧技术推广站, 阳朔 541900; 3 阳朔县动物疫病预防控制中心, 阳朔 541900; 4 阳朔县羿春蜂业有限公司, 阳朔 541900; 5 阳朔县朱桥记蜂业专业合作社, 阳朔 541900)

**摘要:** 针对“2个郎氏巢箱+1个郎氏继箱+N个浅继箱”(“2+1+N”)强群多箱体成熟蜂蜜生产中, 郎氏巢箱因需搬离上方箱体导致巢箱蜂群检查效率低下的问题, 本研究研发“侧开壁板+可推拉导轨系统”的新型巢箱。以10群群势一致(8框蜂)的西方蜜蜂为试验蜂群, 随机分为5组(每组2群): 试验组1组采用“2个新型巢箱+1个郎氏继箱+3个浅继箱”组群, 对照组4组采用郎氏巢箱, 分别按“2+1+0”“2+1+1”“2+1+2”“2+1+3”模式组群。在各模式下对巢箱蜂群进行全面检查, 经5次重复计时试验, 结果表明: 试验组两个巢箱检查总时长 $t_{\text{总}}$ 为 $623.20 \pm 7.56\text{s}$ (约10.39min), 且该时长不受继箱和浅继箱数量(N)影响; 对照组两个巢箱检查总时长 $T_{\text{总}}$ 随浅继箱数量(N)增加呈线性增长: N=0时为 $622.80 \pm 4.55\text{s}$ (约10.38min), N=1时为 $657.20 \pm 6.69\text{s}$ (约10.95min), N=2时为 $705.60 \pm 5.73\text{s}$ (约11.76min), N=3时为 $764.40 \pm 8.65\text{s}$ (约12.74min)。当N=3时, 新型巢箱较郎氏巢箱检查总时长缩短141.2s(约2.35min), 效率提升18.5%, 主要节省了开箱与恢复操作时间。此外, 单个新型巢箱检查总时长 $t_{\text{单}}$ 为 $311.60 \pm 3.78\text{s}$ , 低于郎氏巢箱2+1+3模式下的 $T_{\text{单}}$ ( $524.40 \pm 8.65\text{s}$ ), 单巢箱蜂群检查效率提升40.6%。本研究证明, 新型巢箱通过“侧开壁板+可推拉导轨系统”设计(无需搬离上方箱体即可检查巢脾), 突破了“搬箱瓶颈”, 大幅提升了“2+1+N”模式下巢箱蜂群检查的效率, 为该模式的规模化应用提供了有效的装备支持, 尤其在 $N \geq 1$ 的多箱体场景下优势显著。

**关键词:** 新型侧开巢箱; “2+1+N”模式; 导轨系统; 蜂群管理效率

## 1 引言

成熟蜂蜜相较于未成熟蜂蜜, 酿造更为充分, 具有保质期长、营养成分更为稳定的特点, 其生产是养蜂业高质量发展的重要方向。2018年, 我国在全国实施蜂业质量提升行动, 明确要求“提升蜜蜂养殖设施装备水平, 引导生产成熟蜜等纯天然优质蜂产品, 推动实现养蜂生产方式的变革”<sup>[1]</sup>, 在此背景下, 构建高效的成熟蜂蜜生产技术体系, 对突破我国蜂蜜质量瓶颈、增强产业竞争力具有重要意义。

近年来, 广西探索出“2个郎氏巢箱+1个郎氏继

箱+N个浅继箱”(简称“2+1+N”模式)强群多箱体成熟蜂蜜生产技术<sup>[2]</sup>: 通过划分繁殖区(巢箱)、过渡区(继箱)和产蜜区(浅继箱), 实现蜂群繁殖与成熟蜂蜜生产协同。2024年, “2+1+N”模式在广西11个市28个县共221家蜂场推广应用, 实践表明, 采用该模式的蜂场每框蜂增收超110元, 成熟蜂蜜含水量稳定 $\leq 19\%$ , 技术优势已初步显现。但在实际操作中, 郎氏巢箱的“顶部开箱”设计与多箱体叠加给蜂群检查带来困难。搬箱操作不仅耗费体力、增加劳动强度, 更因延长开箱时间, 加剧了对蜂群正常繁殖、

作者简介: 孙甜(1985—), 男, 畜牧师, 主要从事养蜂技术研究和推广, E-mail:13558108335@163.com

\* 通讯作者: 廖权茂(1971—), 男, 高级畜牧师, 主要从事水产畜牧技术研究和推广, E-mail:474336994@qq.com

秦汉荣(1966—), 男, 正高级畜牧师, 主要从事养蜂资源开发利用与保护, E-mail:1172555818@qq.com;

蜜蜂出勤与酿蜜秩序的干扰。

针对传统巢箱顶部开箱在多箱体叠加模式下的操作瓶颈，现有研究已尝试设计侧开式蜂箱。如实用新型专利《侧开门式蜜蜂蜂箱》（专利号：201520500034.7），采用托架式推拉结构（包括支撑架与限位架），放置巢脾时，打开侧门沿支撑架上的U形导槽和相对应的限位架下面的凹槽推入（或抽出）巢脾。该箱体存在无法同时进行多张巢脾推入或抽出操作，抽出巢脾时只能靠抓住巢框的一个框耳或巢框侧条往外拉，推入巢脾过程易伤及蜜蜂，在西方蜜蜂蜂巢中由于蜂胶黏连作用，巢脾的抽出和推入困难等局限。因此蜂群检查效率低，难以满足蜂群高效管理需求。鉴于传统巢箱及现有侧开式蜂箱的不足，结合“2+1+N”模式下多箱体叠加形成的“搬离上方箱体”管理瓶颈，本研究创新研发“侧开壁板+可推拉导轨系统”新型巢箱。通过集成侧面搭扣解锁、壁板水平抽卸及巢框支架推拉功能，实现无需搬离上方箱体即可完成巢脾检查，旨在突破效率瓶颈，为强群多箱体成熟蜂蜜生产的高效管理提供装备支撑。

为验证新型巢箱的实际效果，本研究通过对比试验分析其与郎氏巢箱在蜂群检查操作效率上的差异，为优化“2+1+N”模式配套装备提供数据支撑。

## 2 材料与方法

### 2.1 新型巢箱设计

#### 2.1.1 设计目标

基于郎氏巢箱结构，在保留巢箱原有顶部开箱检查蜂群功能的基础上，新增单侧壁板（左壁板或右壁板，择一实现）的侧向开启功能。主要目标是：在无需搬离巢箱上方箱体的情况下，能够从巢箱侧面进行巢脾检查操作，从而降低多箱体模式下的巢箱蜂群检查操作难度，提升蜂群日常管理效率。

#### 2.1.2 部件结构设计

（1）侧开壁板连接方式：新型巢箱采用左（或右）侧壁板横向水平抽卸设计（另一侧壁板固定）。侧开壁板前端、后端设凹凸嵌合结构，与巢箱前壁板、后壁板的对应嵌合槽匹配衔接；上端、下端为平直结构，合上后上沿与箱体上沿齐平，下端与巢箱底板搭接。锁定结构：侧开壁板前端、后端各对称安装2组搭扣座，与前壁板、后壁板的弹簧搭扣锁合固定，形成“前后嵌合+搭扣锁合”的复合连接结构（见图1）。

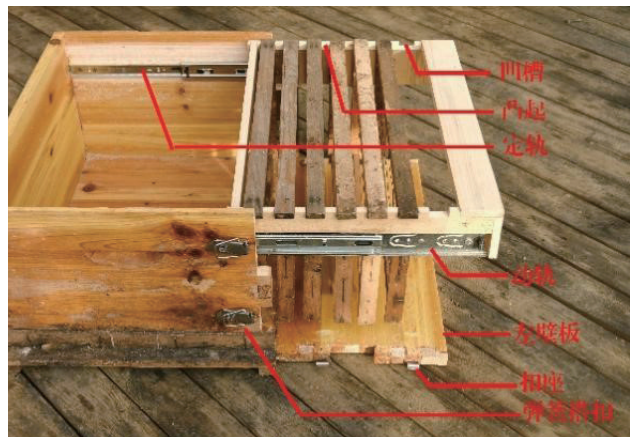


图1 新型巢箱侧开壁板与箱体的连接结构

（2）侧开功能实现逻辑：基于弹簧搭扣的“解锁-锁合”特性及前后端嵌合结构，侧壁板可快速拆装。

打开流程：打开巢箱的大盖和副盖→依次解开侧开壁板前端和后端各2组弹簧搭扣→沿水平向外方向抽拉取下壁板→使巢箱侧面的巢脾暴露可见。

闭合流程：将侧壁板沿水平向内方向对准前后端嵌合槽推入→依次锁合侧壁板前后端各2组弹簧搭扣（搭扣锁合后，恢复箱体密封性与保温性）→盖上巢箱的副盖和大盖。

（3）可推拉导轨系统：该系统由定轨、活动轨及巢框支架组成。具体连接与功能：定轨水平固装于巢箱前壁板和后壁板内侧；活动轨先通过不锈钢连接板与巢框支架固连，再整体嵌套于定轨内，使巢框支架可在定轨限定的方向上水平滑动；巢框支架左右侧板上端设凹凸结构，其中凹槽（长28mm×宽10mm×深10mm）用于放置巢框，起到定位作用，防止推拉过程中巢框移位；凸起（长10mm×宽10mm×高10mm）用于限定相邻巢框的框间蜂路（见图2）。

当侧开壁板打开时，通过活动轨与定轨的滑动配

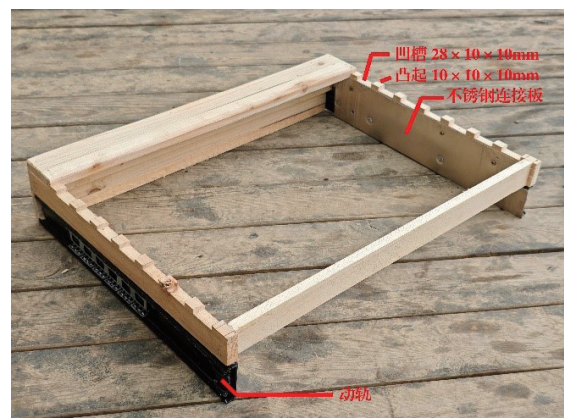


图2 新型巢箱可推拉导轨系统结构（部分）



图3 新型巢箱“2+1+3”模式示意图

合，巢框支架可沿水平方向在巢箱侧壁板打开一侧向外拉出或向内推进。该设计使得养蜂员无需搬动巢箱上方的平面隔王板、继箱或浅继箱，即可在巢箱侧面直接进行提脾检查操作（见图3）。

## 2.2 巢箱蜂群检查时长试验设计

### 2.2.1 试验时间与地点

试验于2025年7月在阳朔县羿春族蜂业有限公司位于阳朔县白沙镇腊树底养蜂基地开展。

### 2.2.2 试验蜂群

选取健康且群势一致（均为8框蜂）的西方蜜蜂蜂群10群，随机分为5组（每组2群）：试验组1组采用新型巢箱，对照组4组采用郎氏巢箱。

多箱体叠加方案参照历年龙须藤花期“2+1+N”模式设计以下方案：

（1）试验组：“2个新型巢箱+1个郎氏继箱+3个浅继箱”（因新型巢箱设计特点，仅需测试N=3一种情况）。

（2）对照组：使用郎氏巢箱，分别测试以下四种模式：①“2+1+0”（即无浅继箱）；②“2+1+1”；③“2+1+2”；④“2+1+3”。

为统一操作基础和简化试验，参照阳朔县龙须藤花期生产实际，设定：每个巢箱放置4张巢脾（繁殖区），郎氏继箱放置6张巢脾（过渡区），每个浅继箱放置10张已封盖的蜜脾（产蜜区）。

### 2.2.3 蜂群检查时长试验

#### （1）新型巢箱蜂群检查时长测定

计时从打开巢箱大盖开始，盖齐巢箱大盖结束。

具体步骤：打开巢箱大盖→取下覆布和副盖→依次解开巢箱侧壁板前后端各2组弹簧搭扣→沿水平方向向外抽拉取下壁板→将巢框支架整体向侧面拉出→对巢箱蜂群进行全面检查→将巢框支架推入复位→合上侧开壁板（对准嵌合槽后水平推入）→依次锁合前后端各2组弹簧搭扣→盖上巢箱副盖、覆布和大盖。

操作顺序：先完成左巢箱检查，再检查右巢箱。各重复5次操作。

#### （2）郎氏巢箱蜂群检查时长测定

计时从打开最上层箱体（继箱或浅继箱）的大盖开始，盖上最上层箱体的大盖结束。

具体步骤：打开最上层箱体的大盖→取下覆布和副盖→打开左右巢箱大盖→从上到下逐个搬离巢箱上方所有箱体（放置于一旁约50~100cm处）→取下平面隔王板→在右巢箱覆盖覆布（箱口全覆盖，防止蜂王串群）后打开左巢箱副盖→对左巢箱进行全面检查→盖上左巢箱副盖及覆布（箱口全覆盖，防止蜂王串群）→取下右巢箱覆布和副盖→对右巢箱进行全面检查→盖上右巢箱副盖及覆布（覆布只盖副盖）→折叠左巢箱覆布仅盖于巢箱副盖上方→在左右巢箱间复位平面隔王板→从下到上依次复位搬离的箱体→盖上左右巢箱大盖→在最上层箱体依次盖上副盖、覆布和大盖。每种叠加方案（2+1+0、2+1+1、2+1+2、2+1+3）各重复5次操作。

统一巢箱蜂群全面检查时长标准：巢箱内4张巢脾的全面检查由同一位经验丰富的养蜂师傅操作，按常规要求和速度执行，重复5次取平均值记为，试验组和对照组均采用该值统计检查时长。

巢箱检查总时长按以下公式计算：

试验组：

$$\text{单个巢箱检查总时长：} t_{\text{单}} = t_0 + t_1$$

$$\text{两个巢箱检查总时长：} t_{\text{双}} = (t_0 + t_1) \times 2$$

（ $t_1$ 为单巢箱蜂群全面检查外，侧开壁板开合与导轨推拉等必要操作时长）

对照组：

$$\text{单个巢箱检查总时长：} T_{\text{单}} = t_0 + T_1$$

$$\text{两个巢箱检查总时长：} T_{\text{双}} = t_0 \times 2 + T_1$$

（ $T_1$ 为单巢箱蜂群全面检查外，搬离与复位上方箱体等必要操作时长）

## 3 蜂群检查时长结果与分析

### 3.1 不同巢箱类型的巢箱检查总时长差异

2025年7月9日，对试验组和对照组的巢箱进行检

查时长测定，每种模式重复5次操作，结果取平均值（表1、表2）。

表1 试验组蜂群检查时长记录表（单位：s）

模式	$t_0$	$t_1$	$t_{\text{单}}$	$t_{\text{双}}$
2+1+3	240	71.60 ± 3.78	311.60 ± 3.78	623.20 ± 7.56

注：1. $t_0$ 为单巢箱蜂群全面检查时长；2. $t_1$ 为 $t_0$ 外，侧开壁板开合与导轨推拉等必要操作时长；3. $t_{\text{单}}$ 为单巢箱检查总时长；4. $t_{\text{双}}$ 为双巢箱检查总时长

表2 对照组蜂群检查时长记录表（单位：s）

模式	$t_0$	$t_1$	$t_{\text{单}}$	$t_{\text{双}}$
2+1+0	240	142.80 ± 4.55	382.80 ± 4.55	622.80 ± 4.55
2+1+1	240	176.20 ± 6.69	416.20 ± 6.69	657.20 ± 6.69
2+1+2	240	225.60 ± 5.73	465.60 ± 5.73	705.60 ± 5.73
2+1+3	240	284.40 ± 8.65	524.40 ± 8.65	764.40 ± 8.65

注：1. $t_0$ 为单巢箱蜂群全面检查时长；2. $t_1$ 为 $t_0$ 外，搬离与复位上方箱体等必要操作时长；3. $t_{\text{单}}$ 为单巢箱检查总时长；4. $t_{\text{双}}$ 为双巢箱检查总时长

### 3.1.1 试验组巢箱检查总时长的稳定性特征

试验组采用“2+1+3”模式，巢箱检查总时长由单巢箱蜂群全面检查时间（ $t_0=240\text{s}$ ）和“侧开壁板开合与导轨推拉等必要操作时长”（ $t_1$ ）组成。如表1所示：

单个巢箱检查总时长： $t_{\text{单}}=311.60 \pm 3.78\text{s}$ ；

两个巢箱检查总时长： $t_{\text{双}}=623.20 \pm 7.56\text{s}$ （约10.39min）。

由于新型巢箱通过“侧开壁板+可推拉导轨系统”设计，完全避免了搬离上方箱体的操作，不受继箱、浅继箱数量（N）影响，因此 $t_{\text{单}}$ 和 $t_{\text{双}}$ 在不同N值下均保持稳定。

### 3.1.2 对照组巢箱检查总时长的变化规律

对照组设置“2+1+0”“2+1+1”“2+1+2”“2+1+3”四种多箱体模式，巢箱检查总时长由单巢箱蜂群全面检查时长（ $t_0=240\text{s}$ ，与试验组一致）和“搬离与复位上方箱体等必要操作时长”（ $T_1$ ）组成。从表2可知：

（1）N=0时： $T_1=142.80 \pm 4.55\text{s}$ ， $T_{\text{单}}=382.80 \pm 4.55\text{s}$ ， $T_{\text{双}}=622.80 \pm 4.55\text{s}$ （约10.38min）；

（2）N=1时： $T_1=176.20 \pm 6.69\text{s}$ ， $T_{\text{单}}=416.20 \pm 6.69\text{s}$ ， $T_{\text{双}}=657.20 \pm 6.69\text{s}$ （约10.95min）；

（3）N=2时： $T_1=225.60 \pm 5.73\text{s}$ ， $T_{\text{单}}=465.60 \pm 5.73\text{s}$ ， $T_{\text{双}}=705.60 \pm 5.73\text{s}$ （约11.76min）；

（4）N=3时： $T_1=284.40 \pm 8.65\text{s}$ ， $T_{\text{单}}=524.40 \pm 8.65\text{s}$ ， $T_{\text{双}}=764.40 \pm 8.65\text{s}$ （约12.74min）。

可见，对照组随浅继箱数量（N）增加呈线性增长趋势，导致巢箱检查总时长随N增大持续延长。

### 3.1.3 试验组与对照组的组间时长差异

（1）基础多箱体场景（巢箱上方仅含郎氏继箱，N=0）：试验组 $t_{\text{双}}$ （约10.39min）与对照组N=0（2+1+0，即“2个巢箱+1个郎氏继箱+0个浅继箱”）时的 $T_{\text{双}}$ （约10.38min）基本相当。表明在仅叠加1个郎氏继箱（无浅继箱）的基础多箱体场景下，新型巢箱与郎氏巢箱的操作效率相近。

（2）多箱体场景（郎氏继箱+浅继箱，N≥1）：当叠加浅继箱（N≥1）后，随着浅继箱数量（N）增加，对照组 $T_{\text{双}}$ 呈线性增长趋势，而试验组 $t_{\text{双}}$ 始终保持稳定。例如，N=3时，试验组 $t_{\text{双}}$ （623.20 ± 7.56s）较对照组 $T_{\text{双}}$ （764.40 ± 8.65s）缩短约141.20s（约2.35min）。节省的时间主要源于新型巢箱避免了搬移巢箱上方箱体的操作。

### 3.2 单巢箱检查总时长的构成与效率差异

单巢箱检查总时长的构成占比：

（1）试验组：单巢箱检查总时长 $t_{\text{单}}=311.60 \pm 3.78\text{s}$ ，其中单巢箱蜂群全面检查时长 $t_0$ （240s）占比约77.1%，“侧开壁板开合与导轨推拉等必要操作时长” $t_1$ （71.60 ± 3.78s）占比约22.9%。

（2）对照组：N=3时（2+1+3模式），单巢箱检查总时长 $T_{\text{单}}=524.40 \pm 8.65\text{s}$ ，其中巢箱蜂群全面检查时长 $t_0$ （240s）占比约45.8%，“搬离与复位上方箱体等必要操作时长” $T_1$ （284.40 ± 8.65s）占比约54.2%。

可见，对照组单巢箱检查总时长中“搬离与复位上方箱体等必要的操作时长”（ $T_1$ ）占比显著高于试验组的“侧开壁板开合与导轨推拉等必要的操作时长”（ $t_1$ ），导致单巢箱检查效率出现差异。

### 3.3 单巢箱检查效率的提升效果及原因

在N=3的多箱体模式下，试验组单巢箱检查总时长 $t_{\text{单}}=311.60 \pm 3.78\text{s}$ 较对照组 $T_{\text{单}}=524.40 \pm 8.65\text{s}$ 缩短约212.80s（约3.55min），效率提升40.6%。这一差异源于新型巢箱的“侧开壁板+可推拉导轨系统”设计：该设计完全省去巢箱上方箱体的搬动操作，直接规避了郎氏巢箱中“搬箱依赖型”耗时（ $T_1$ ）随N增加而延长的的问题，转而将其转化为固定且较短的“结构优化型”耗时（ $t_1$ ），从而在多箱体模式下提升了单巢

箱检查效率。

## 4 讨论

### 4.1 新型巢箱提升“2+1+N”模式下蜂群检查效率的机制

本研究中,新型巢箱通过“侧开壁板+可推拉导轨系统”的协同设计,打破了郎氏巢箱的“搬箱瓶颈”。从结构设计看,侧开壁板采用“前后嵌合+搭扣锁合”的复合连接结构(2.1.2),配合弹簧搭扣的快速解锁/锁合特性,使壁板拆装无需工具且耗时稳定;可推拉导轨系统(2.1.2)通过定轨与活动轨的嵌套设计,实现巢脾水平推拉,完全规避了传统模式中“逐层搬离巢箱上方箱体”的体力消耗。

这种设计直接改变了原来耗时的操作,新型巢箱的“侧开壁板开合与导轨推拉等必要操作和时长”(  $t_1=71.60 \pm 3.78s$  ) 仅与侧开壁板、导轨的机械动作相关,不受上方箱体数量影响(3.1.1);而郎氏巢箱的对应操作(  $T_1$  ) 需逐层搬离/复位继箱、浅继箱及平面隔板(2.2.3),随N增加呈线性增长(N=0时142.80s→N=3时284.40s,3.1.2)。当N=3时,新型巢箱双巢箱检查总时长(  $T_{双}=623.20 \pm 7.56s$  ) 较对照组(  $T_{双}=764.40 \pm 8.65s$  ) 缩短约141.2s,正是源于对“搬箱耗时”的节省,验证了设计目标中“降低多箱体操作难度”的有效性(2.1.1)。

### 4.2 单巢箱效率提升的实践价值

单巢箱检查效率的提升(40.6%)对实际生产更具意义。从操作流程看,新型巢箱单箱检查仅需完成侧开壁板抽卸、导轨推拉等固定步骤(2.2.3),单箱操作耗时(  $T_{单}=311.60 \pm 3.78s$  ) 中,巢箱蜂群全面检查时长(  $t_0=240s$  ) 占比约77.1%,机械操作耗时(  $t_1$  ) 占比仅22.9%;而郎氏巢箱在2+1+3模式下,单箱检查耗时(  $T_{单}=524.40 \pm 8.65s$  ) 中,搬箱与复位等相关操作(  $T_1=284.40 \pm 8.65s$  ) 占比高达54.2%(3.2),这意味着传统模式的非蜂群检查性劳动多消耗一倍的时间。

对蜂群管理而言,操作时长的缩短直接减少了蜂群暴露时间。新型巢箱单箱检查仅需约311.60±3.78s(约5.19min),而郎氏巢箱在N=3时需8.74min,大幅降低了巢温波动与蜂群秩序干扰风险,更符合成熟蜂蜜生产中“少干扰、稳酿蜜”的需求。以广西龙须藤花期100群蜂的蜂场为例,采用“2+1+3”模

式时,新型巢箱单次全场检查可节省117.5min(100群×2.35min/2群,每2群为1组),按花期5次检查计算,累计节省工时超9小时,为规模化养殖的高效管理提供了有力支撑。

### 4.3 研究局限性与未来研究方向

本研究仅聚焦巢箱检查效率,未涉及新型巢箱对蜂群繁殖(如子脾面积)、蜂蜜产量的影响。后续研究需跟踪评估长期使用时,侧开壁板的密封性、导轨系统的耐用性对蜂群生产性能的潜在影响,以全面验证其应用价值。

## 5 结语

本研究针对“2+1+N”强群多箱体成熟蜂蜜生产中,郎氏巢箱因需搬离上方箱体导致巢箱蜂群检查效率低下的问题,研发了“侧开壁板+可推拉导轨系统”的新型巢箱。试验结果显示:在“2+1+N”模式下,新型巢箱双巢箱检查总时长(  $t_{双}=623.20 \pm 7.56s$  ) 始终稳定,不受N值影响;而郎氏巢箱双巢箱检查总时长(  $T_{双}$  ) 随N增加线性增长,当N=3时,新型巢箱较郎氏巢箱缩短141.2s(约2.35min),效率提升18.5%。

从单巢箱操作看,新型巢箱检查总时长(  $t_{单}=311.60 \pm 3.78s$  ) 低于郎氏巢箱“2+1+3”模式下的单箱时长(  $T_{单}=524.40 \pm 8.65s$  ),效率提升40.6%。这一成果证实,新型巢箱通过“侧开壁板+可推拉导轨系统”设计,彻底突破了郎氏巢箱的“搬箱瓶颈”,既保留了“2+1+N”模式中繁殖与产蜜协同的技术优势,又通过装备优化解决了规模化应用中因箱体搬离导致的劳动强度大、蜂群干扰多等管理痛点,为该模式的实用化推广提供了有效装备支撑。

未来将结合不同蜜粉源花期的蜂群特性,进一步优化侧开壁板的密封性与导轨系统的耐用性,持续跟踪其对蜂群繁殖、蜂蜜产量与质量的长期影响,为养蜂业高质量发展探索更完善的解决方案。

### 参考文献

- [1] 农业农村部办公厅,财政部办公厅.农业农村部办公厅 财政部办公厅关于实施蜂业质量提升行动的通知[Z/OL].2018-09-04[2025-07-11].[http://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2018-12/31/content\\_5442619.htm](http://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2018-12/31/content_5442619.htm).
- [2] 秦汉荣,闭正辉,胡军军等.广西地区成熟蜂蜜生产的探索[J].中国蜂业,2024,75(2):60-64. 