现代牧场繁殖数据深度解析与效率优化策略

付 畅，李 强

宁波三生生物科技股份有限公司，浙江宁波 315000

摘 要：国内某万头规模牧场因忽视关键繁殖指标管理，年均利润损失高达800 万元。这一案例凸显了在规模化奶牛养殖体系中，繁殖效率已成为影响牧场经济效益与可持续发展的决定性因素。本文以规模化牧场繁殖数据为核心，系统解析21 天妊娠率、参配率、受胎率及150 天未孕率等关键指标的计算方法、影响因素与提升策略，结合真实生产数据阐述其实际应用路径，并提出包括管理软件参数校准、发情揭发与孕检时效强化、同期流程优化等在内的综合改进方案。研究结果表明，通过对繁殖数据的深入解读与精准应用，牧场能够全面把握牛群繁殖状况，显著提升扩繁效率、加速遗传进展并优化生产效益。繁殖数据的高效管理是规模化牧场实现精细化运营和经济效益最大化的重要基石。

关键词：奶牛繁殖管理；21 天妊娠率；参配率；受胎率；150 天未孕率；平均泌乳天数

文章编号：1671–4393（2025）08–0002–07 DOI:10.12377/1671–4393.25.08.01

0 引言

大数据技术正驱动农业生产管理模式革新，在奶牛规模化养殖领域，数据化管理已成为提升牧场核心竞争力的关键路径。近年来，国内牧场普遍重视数据化转型，但实践表明，仅少数牧场实现繁殖数据的深度应用——这类牧场的生产效率（如成母牛年单产）与经济效益（如单位存栏利润）显著优于传统管理模式，数据为其精细化运营提供了明确的目标导向与决策依据。

牧场繁殖信息管理是技术管理体系的核心组成部分，涉及参配率、受胎率、妊娠率等多维度指标，数据形式涵盖实时监测数据、周期统计数据、关联分析数据等。通过对繁殖数据的真实采集与系统分析，牧场可及时识别繁育工作漏洞（如发情揭发漏检、孕检滞后）或外部干扰因素（如热应激、疫苗应激），并针对性制定改进措施，最终提升牛群生产性能、扩大经济效益。本文基于规模化牧场实际生产场景，对核心繁殖数据的解读逻辑与应用方法展开深入分析，为行

作者简介：付 畅（1988–），男，黑龙江齐齐哈尔人，本科，研究方向为临床兽医及畜牧兽医技术；
李 强（1972–），男，江苏南通人，专科，研究方向为临床兽医及畜牧兽医技术。

中国乳业线上阅读

业提供可落地的技术参考。

1 核心繁殖效率指标解读

1.1 21 天妊娠率（PR）

21 天妊娠率是评估牛群繁殖效率的核心指标[1]，其计算逻辑与参配率、受胎率直接关联，三者关系为：21 天妊娠率≈参配率×受胎率。其中，参配率=实际配种头数/应配种头数（反映发情鉴定与配种组织效率），受胎率=怀孕头数/实际配种头次（反映配种质量与牛群生理状态），本质上21 天妊娠率体现“周期内怀孕头数与应怀孕头数的比例关系”，直接反映繁殖工作的综合成效。

1.1.1 参配率

参配率指一个发情周期（平均21 天）内，群体中参加配种的牛头数占“应配种头数”（产后达自愿等待天数、无繁殖障碍的牛只）的比例，又称发情鉴定率。参配率是繁殖效率的“前置指标”——牛只仅通过参配才具备怀孕可能，未参配或不符合参配条件的牛只无法贡献繁殖价值。

行业标准明确：泌乳牛参配率需≥70%（理想值75%），青年牛参配率需≥90%。若参配率不达标，即使受胎率较高，整体妊娠率仍会受限，直接延长牛群空怀期。

1.1.2 受胎率

受胎率指一个发情周期内，怀孕牛只占实际配种牛只的比例，其数值易受多环节影响，包括产后子宫复旧状态、配种方式、环境应激（如热应激）、配次与胎次等，在实际生产中常呈现波动趋势。

1.1.3 21 天妊娠率的实践意义

以某牧场2024年1月1日至5月27日的阶段性数据为例（图1），该周期内参配率持续低于 70%，反映出

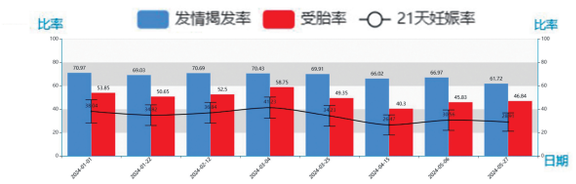


图 1 21 天妊娠率数据

配种及时性存在显著问题——部分符合配种条件的牛只（如产后达自愿等待天数、子宫复旧良好）未能及时纳入配种计划，直接拉低21 天妊娠率。

更关键的是，21 天妊娠率与牛群后续生产性能高度关联：成母牛21 天妊娠率越高，次年平均泌乳天数显著下降[2]，而泌乳早期（产奶高峰期）占比提升，推动平均单产维持在理想水平。这意味着，当前繁殖效率不仅影响牛群空怀成本（空怀牛每日需额外投入饲料与管理成本），更直接决定牧场次年的产奶效益，是连接“繁殖”与“生产”的核心纽带。

1.2 参配率提升策略

21 天妊娠率的精准计算依赖牧场管理软件，需从“数据源头”到“执行落地”全链条优化，具体措施如下。

1.2.1 统一管理软件与实际生产参数

自愿等待天数（Voluntary Waiting Period，VWP）指奶牛产后至开始配种的最短间隔，是“应配种头数”统计的核心依据。若软件设定VWP为60天，而实际生产中因子宫复旧需求执行70 天VWP，会导致“应配种头数”统计偏多，参配率被低估（实际配种头数未变，分母虚高）。因此，需确保软件参数与实际VWP、牛群健康标准等完全一致，避免数据统计偏差。

1.2.2 强化发情揭发效率

发情揭发是提升参配率的关键环节，不同方法的检出效率差异显著。人工观察：仅能识别50%~75%的发情牛只，易漏检“安静发情”个体；尾根涂蜡法：通过牛只爬跨导致的蜡笔脱落判断发情，可辅助提升揭发率；计步器监测系统：通过牛只活动量突变识别发情，检出率可达95%以上[3]，同时能同步发现流产牛与卵巢疾病牛只（如活动量异常降低可能提示疾病），适合规模化牧场应用。

1.2.3 提升未孕牛检出与处理效率

以“周”为单位制定孕检计划（每周1~2 次），通过B超或血检及时识别未孕牛只，并立即纳入同期

中国乳业线上阅读

流程。例如，某牧场通过每周2 次孕检，将未孕牛再参配间隔缩短至7 天内，参配率提升8 个百分点。此外，需定期筛查牛群数据：对产后75 天未配、流产后未配的牛只制定专项参配计划；对无配种价值的牛只（如严重繁殖障碍、老龄低产）及时列入禁配行列，避免其拉低整体参配率。

1.2.4 优化同期流程

选择“高效+省时”的同期方案，可缩短牛群参配等待时间。例如，针对难孕牛（配次≥3 次），采用“0567+阴道栓”流程替代传统G6G方案，在保证受胎率持平的前提下，可使牛群提前10 天参配，显著提升周期内参配率。

1.3 受胎率保障策略

受胎率受“牛群生理状态+流程执行+环境管理”多维度影响，需系统性管控：

1.3.1 夯实产后子宫复旧基础

产后子宫复旧是保障受胎率的核心前提，尤其对首配受胎率影响显著[4]。若产后出现胎衣不下、难产、死胎、双胎、助产损伤等问题，或子宫炎、卵巢疾病（如黄体发育不良）发病率偏高，会直接降低首配受胎率。因此，需优先降低异常分娩发生率（如优化围产期营养、加强助产培训），强化产后子宫保健：例如，对围产期牛只使用长效卡贝缩宫素（商品名：三生贝有力），促进胎衣与恶露排出[5]，减少子宫炎症风险。

1.3.2 规范同期流程设定与操作

同期流程需“因地制宜”：根据牛群子宫复旧状况与平均胎次动态调整排期——子宫复旧差、平均胎次高的牛群可延后流程启动时间（如产后70 天启动），反之则可适当提前（如产后60 天启动）。

操作环节需严格标准化：双同期流程中，所有牛只需统一完成激素注射（如GnRH、PG）后定时输精，单头牛注射剂量偏差（如剂量不足或过量）、部位错误（如皮下注射替代肌肉注射）均会导致激素作用失效，进而影响整体受胎率。

1.3.3 关注多维度影响因素

受胎率存在显著的 “分层差异”，需针对性分析。配次差异：首配受胎率通常最高，随配次增加逐步下降；胎次差异：1~3 胎牛受胎率较高，4 胎以上随年龄增长显著下降；配种方式差异：人工授精受胎率受冻精品质、输精时机影响，需选择优质冻精并确保适时输精；环境差异：热应激会破坏胚胎稳定性（增加早期胚胎死亡率[6]）、升高子宫炎发病率，导致7~9月受胎率显著低于其他季节。

1.4 配种间隔与受胎率的关联分析

配种间隔（发情周期）直接反映发情揭发质量与牛群生理状态，某牧场按配种间隔统计的受胎率数据（图2）及行业参考值（表1）显示：18~24 天（自然返情）是理想配种间隔，目标占比60%，且受胎率最高；36~48 天（双周期返情）目标占比17%，受胎率显著低于自然返情；4~17 天（短周期）目标占比6%，26~35 天（长周期）目标占比12%。

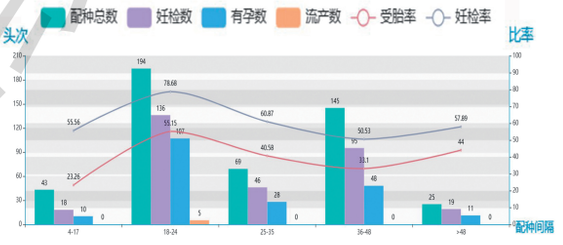


图 2 某牧场按种间隔统计的受胎率

若牧场18~24 天配种占比与36~48 天接近（表1），表明发情揭发存在漏洞——36~48 天配种牛多为孕检发现的空怀牛或漏情后二次发情牛，其受胎率仅为自然返情牛的60%~70%；若4~17 天配种占比超10%，需排查卵泡囊肿（牛只持续发情）或同期流程执行失败（激素注射不规范）；若26~35 天配种占比超16%，则需警惕早期胚胎损失（配种后胚胎未着床）或发情鉴定错误（上次发情时间误判）。

表 1 奶牛配种间隔（发情周期）行业参考值

发情周期 / 配种间隔（天）	4~17	18~24	26~35	36~48
目标占比（%）	6	60	12	17

中国乳业线上阅读

1.5 按配次统计的受胎率特征

正常情况下，受胎率随配次增加呈“逐步递减”趋势（图3）：某牧场首配受胎率约54%（双同期配种），2配受胎率降至39%~41%，3配及以上进一步降至35% 以下。若2配、3配与首配受胎率差距过大，需针对性优化：若自然返情受胎率高于再同期受胎率，可在再同期流程中引入喜达栓并采用“0789方案”，提升激素作用稳定性；若自然返情受胎率低，需优化发情鉴定时机（如结合计步器数据确定输精时间），或配种后注射戈那瑞林（促进排卵与黄体形成）。

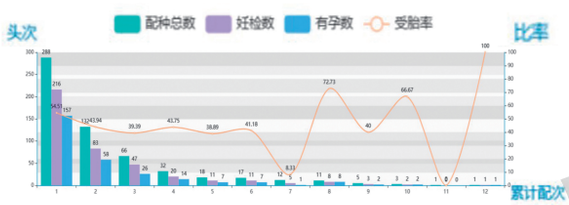


图 3 某牧场按配次统计的受胎率

1.6 按胎次统计的受胎率特征

奶牛受胎率随胎次增长呈“先稳后降”趋势（图4）：1~3胎受胎率较高（46%~67%），4胎后逐步下降，5胎以上降至33%以下。部分牧场存在头胎牛受胎率偏低现象，核心原因包括：青年牛未达参配标准（体重＜380 kg、月龄＜14 月龄）即过早配种，导致产犊时难产率升高，引发产道撕裂、胎衣不下、子宫炎等问题，影响子宫复旧；青年牛围产前期早产比例过高（如营养应激），需强化围产期饲养管理（如控制能量摄入、补充微量元素）。

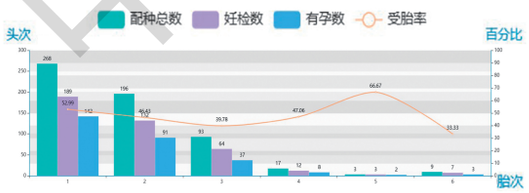


图 4 某牧场按胎次统计的受胎率

1.7 按月度统计的受胎率特征

月度受胎率受环境应激与牛群生理状态双重影响（图5）：某牧场2023年10月至2024年9月数据显示，7~9月受胎率显著低于年均水平（仅36%~38%），核心原因是热应激：热应激破坏胚胎稳定性，增加早期胚胎死亡率[7]；热应激导致牛只采食量下降，免疫力降低，子宫炎发病率上升（较非应激期高2~3 倍）。

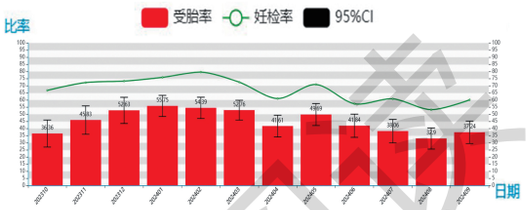


图 5 某牧场按月度的受胎率

需注意的是，10月受胎率未同步回升（仍低于45%），因该月参配首配牛多为热应激期间分娩个体，其胎衣不下、子宫炎发病率较高。因此，夏季需额外强化产后子宫保健：如增加子宫灌注次数、补充益生菌调节肠道健康（间接提升免疫力）。此外，4月与10月受胎率波动较大，还可能与全场疫苗免疫应激（如口蹄疫疫苗[8]）相关，需在免疫期间加强牛群健康监控（如体温监测、饲料适口性调整）。

1.8 按产后天数统计的受胎率特征

产后配种时机需平衡“子宫复旧”与“产奶效益”（图6）：某牧场首配采用预同期方案，配种集中于产后50~75 天，其中50~69 天配种（自然发情+PG诱导发情）受胎率仅38%~40%，显著低于70~89 天配种（47%~54%），原因可能是：50~69 天配种牛只子宫复旧尚未完全（如恶露未排净、子宫内膜炎症未消退）；发情鉴定不精准，未做到“适时输精”（如发情后期才输精，卵子活力下降）。

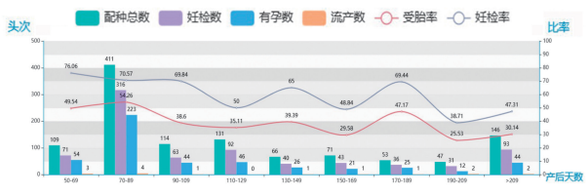


图 6 某牧场按产后天数统计的受胎率

若牧场子宫复旧问题不突出，可改用双同期方案，通过统一流程与定时输精提升受胎率；同时需

中国乳业线上阅读

避免过早配种：过早怀孕会导致干奶期提前，可能使牛只未充分发挥泌乳持续能力（如泌乳高峰期未结束）即进入停奶期，造成产奶效益损失（每提前10 天干奶，单牛少产奶150~200 kg）。

2 配种及时性分析

配种及时性直接影响空怀成本与繁殖效率，某牧场成母牛配次散点图（图7）显示：首配牛群配种时间较为集中（因预同期 / 双同期流程固定），产后50~75 天内完成首配的牛只占比超 85%；2配、3配时间显著分散，部分牛只2配与首配间隔超60 天，3配也存在类似问题。

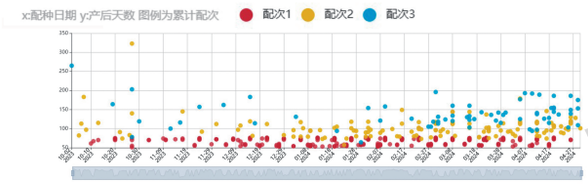


图 7 某牧场成母牛配次散点图

此类现象主要源于两大问题：发情揭发漏检严重：自然返情牛只未被及时识别，错过最佳配种时机；孕检不及时：未孕牛只未能尽早被发现（如孕检间隔超21 天），导致再同期流程启动滞后，延长配种间隔。

配种间隔每延长10 天，单牛空怀成本增加150~200 元（含饲料、管理、机会成本），若牧场有1 000 头成母牛，年均损失可达30 万~50 万元。

3 孕检及时性分析

孕检及时性是缩短未孕牛再参配间隔的关键，某牧场孕检频率数据（图8）显示：初检集中于配种后29~44 天，复检1集中于47~56 天，复检2集中于68~83 天，符合“配种后30 天左右初检、50 天左右复检”的行业标准；90% 以上牛只可在计划周期内完成孕检，及时识别未孕牛只并纳入再同期流程，未孕牛再参配间隔控制在10 天以内。



图 8 某牧场孕检频率数据

但部分牧场存在孕检滞后问题（如初检延迟至配种后50 天以上），导致未孕牛只错过1 个发情周期（21 天），直接拉低参配率与21 天妊娠率。因此，需制定“周度孕检计划”并严格执行，确保每头牛配种后（30±3）天完成初检，（50±3）天完成复检。

4 其他关键繁殖数据解读

4.1 150 天未孕率

4.1.1 定义与计算方法

150 天未孕率指：成母牛群体中，产后150 天及以上仍未怀孕的牛只占“产后150 天及以上成母牛总数”的比例，行业通用计算方法为：150 天未孕率（%）=150 天以上未孕牛头数/150 天以上成母牛头数×100%，其合理范围为≤15%，若超20%，表明前期繁殖工作存在严重漏洞。

4.1.2 管控核心

150 天未孕率具有显著滞后性（反映的是150 天前的繁殖成效），其管控核心在于“工作前置”（图9）：一是强化产后子宫保健：降低胎衣不下、子宫炎发病率（目标分别＜5%、＜8%），减少繁殖障碍牛只；二是优化首配方案：根据牧场实际选择双同期（子宫复旧好、技术水平高）或预同期（子宫复旧差、青年牛占比高）方案；三是提升发情揭发与孕检效率：确保未孕牛只快速再参配（再配间隔≤14 天）；四是针对性处理难孕牛：对配次≥3 次的难孕牛，采用“0567+阴道栓”专项流程，



图 9 150 天未孕相关性因素

中国乳业线上阅读

而非盲目重复再同期；对确诊为永久性繁殖障碍的牛只，及时淘汰。

4.2 牛群结构

牛群结构（尤其是胎次占比）对繁殖效率具有综合影响[9]，某牧场胎次占比数据（图10）显示：头胎牛占比28.8%（行业正常标准≥30%）；3 胎及以上牛只占比达30%，平均胎次3.2（理想值2.8~3.0）。该牧场头胎牛占比不足，反映出前期后备牛培育与繁殖效率不足，导致后备牛补充滞后；而3 胎及以上牛只占比偏高，因受胎率随胎次递增而下降，整体繁殖效率会受到制约（如平均受胎率较理想结构低5~8 个百分点）。

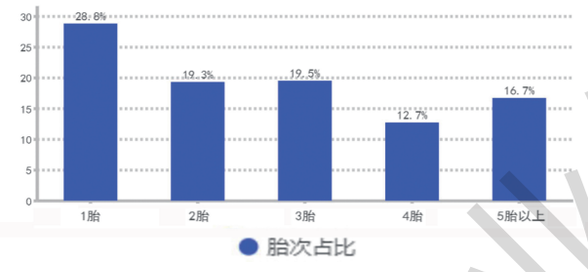


图 10 某牧场牛群各胎次占比

正常牛群结构应满足：头胎牛占比30%~35%，2胎牛占比25%~30%，3胎牛占比20%~25%，4胎及以上占比≤20%，需通过优化后备牛繁殖计划（如青年牛14~16月龄参配）、控制成母牛淘汰率（年淘汰率≤25%）实现。

5 总结

规模化牧场繁殖管理的核心数据焦点为21 天妊娠率，需以此为切入点逐层拆解问题：首先核查围产期产后保健执行情况，评估子宫复旧对首配受胎率的影响；其次分析环境应激（热应激、冷应激）、疫苗免疫应激对受胎率的干扰；最后审视同期流程合理性与操作规范性（含冻精品质、技术人员操作水平、计步器维护、数据真实性等）。

繁殖数据不仅是繁育工作的“成绩单”，更可间接体现牧场综合管理水平——例如，受胎率持续偏低可能反映饲料营养失衡（如维生素E缺乏影响生殖系统健康）、疾病防控不到位（如隐性乳房炎影响牛只免疫力）、环境管理疏漏（如牛舍温湿度超标）。因此，牧场管理者需建立“数据驱动决策” 的思维，通过持续监测、分析、优化繁殖数据，推动牧场实现“高效繁殖–稳定生产–提升效益”的良性循环。

参考文献

[1] 郭刚.21 天妊娠率的应用对奶牛繁殖率的影响[J].北方牧业，2013（10）：54.
[2] 徐娜，姜志涛，马小雪，等。奶牛21 天妊娠率与牛群平均泌乳天数关联性分析[J].石河子科技，2024（5）：3–4.
[3] 任亮，刘彩娟，罗清华.计步器监测系统对规模化牛场繁育工作的影响[J].中国奶牛，2017（7）：24–27.
[4] 钟蓓蕾，吕生辉，曹杰.胎衣不下及子宫炎不同治疗方法对荷斯坦牛繁殖性能的影响[J].中国乳业，2023（9）：28–33.
[5] 李强，付畅.热应激对围产期奶牛子宫复旧的影响及调控措施[J].中国乳业，2024（6）：21–27.
[6] 成宇，魏永，苗苗，等.不同月份、胎次和子宫复旧程度对奶牛首配受胎率的影响[J].中国奶牛，2024（4）：20–23.
[7] 谢红霞.奶牛早期胚胎死亡的原因及防治措施[J].养殖技术顾问，2016（8）：12–13.
[8] 王东星.延庆县奶牛口蹄疫防控现状的调查及免疫对奶牛生产性能影响的研究[D].北京：中国农业科学院，2009.
[9] 蒋寿林.管理对奶牛繁殖性能的影响[J].当代畜牧，2015（15）：45–46.

In–depth Analysis of Reproductive Data and Efficiency Optimization Strategies in Modern Dairy Farms

FU Chang，LI Qiang
Ningbo Sansheng Biological Technology Co.，Ltd.，Ningbo Zhejiang 315000

下转14页

中国乳业线上阅读