开放科学（资源服务）
标识码（OSID）
扫一扫，了解文章更多内容

SANSHENG
BIOLOGICAL TECHNOLOGY

热应激对围产期奶牛子宫复旧的影响及调控措施

李 强，付 畅

宁波三生生物科技股份有限公司，浙江宁波 315000

摘 要：热应激是制约畜牧业经济效益的重要因素，尤其在南方高温高湿环境下，其对奶牛生产性能、产奶量、繁殖效率及免疫功能的负面影响尤为突出。值得注意的是，每年7—9月热应激高峰期恰逢分娩牛群数量激增，这与上一年度热应激结束后（10—12月）集中配种及热应激期间受胎率下降导致的积压牛群有关。在此背景下，产后子宫保健对牧场生产管理至关重要：其一，促进子宫复旧，恢复生殖功能，保障奶牛繁殖潜力；其二，降低胎衣不下、子宫炎等疾病发生率，减少繁殖障碍与生产损失；其三，优化繁殖效率，确保发情–配种–受孕周期正常运行。热应激与分娩应激的双重作用进一步加剧了子宫健康风险，因此需针对性加强子宫复旧管理。从经济效益看，科学的子宫保健不仅能降低治疗成本，还可通过提升繁殖性能显著提高牧场收益。

关键词：热应激；围产期；胎衣不下；子宫炎；子宫复旧；健康调控

文章编号：1671–4393（2025）06–0021–07　　DOI:10.12377/1671–4393.25.06.04

中国乳业线上阅读

0 引言

热应激是指奶牛在高温环境下因机体产热与散热失衡而产生的一系列生理反应。作为典型耐寒畏热的品种，荷斯坦牛因其汗腺不发达、体型较大等生理特点，当环境温度超过25 ℃时极易出现热应激反应。这种应激状态对围产期奶牛的影响尤为显著，会直接导致机体免疫功能下降，增加产后疾病风险。

在牧场的生产实践中，产后子宫感染是常见的繁殖障碍问题。目前针对该问题的治疗方案主要包括子宫灌注、抗生素注射和产道冲洗等，但各种治疗手段的实际效果参差不齐，均难以使子宫功能完全恢复到正常繁殖水平。因此，建立完善的预防体系显得尤为重要，需要从以下三个关键环节着手：1）产前管理：重点做好围产期营养调控和体况管理；2）产中管理：确保母牛顺利分娩；3）产后管

作者简介：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推广；
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推广。

理：促进胎衣和恶露及时排出。其中，产后管理对子宫复旧尤为关键。研究表明，子宫收缩频率和体积缩小速度是评估子宫复旧的重要指标[1]。值得注意的是，热应激环境下奶牛胎衣不下发生率较冬季显著提高26.4%[2]，同时伴随子宫炎发病率上升和复旧时间延长，最终导致首配受胎率明显下降。

1 产后胎衣不下及子宫炎症的临床意义

在正常生理状态下，奶牛子宫在产后2~3 周内可完成80%以上的复旧过程。然而，在热应激等不良环境条件下，子宫复旧进程明显延缓，并伴随多种产科疾病的发生发展。其中，胎衣不下作为最早出现的临床症状，其发生与子宫收缩功能障碍密切相关[3]。研究表明，超过80%的胎衣不下病例会继发子宫炎症[4]，这一病理过程同时受到奶牛自身生理状态和外界环境因素的双重影响（图1）。



图 1 产后胎衣不下及子宫炎

胎衣不下及子宫炎症对繁殖效率影响显著：一是子宫复旧时间延长。异常产后状况会导致子宫复旧周期显著延长。除自身炎症反应外，子宫防御功能下降更易使环境中的病原微生物（如垫料、粉尘携带的细菌）侵入子宫腔，引发继发性感染并加重炎症程度。二是首次配种时间推迟。临床数据显示，正常产后奶牛的最佳首配时间为产后70 天左右，而存在胎衣不下等产后异常的母牛，其子宫功能恢复需要更长时间，导致群体平均首次配种时间显著延后。三是首配受胎率降低[5]。大量研究证实，胎衣不下及子宫炎会直接损害母牛繁殖机能[6]。患病牛只的首配受胎率明显低于健康牛群，严重影响整体繁殖效率。四是空怀期延长。繁殖障碍导致的受胎率下降会直接延长牛群平均空怀天数。这不仅影响牛群周转效率，更会显著增加牧场的空怀饲养成本[7]。

根据相关研究数据（图2），胎衣不下及子宫炎对牧场经济效益的影响主要体现在以下方面：一是产奶性能下降，患病牛只产奶量显著降低；二是繁殖效率受损，延长空怀期，降低受胎率；三是治疗成本增加，包括人力投入和药品支出；四是淘汰率上升：导致额外的牛群更新成本。综合国内牧场实际生产数据测算，每例胎衣不下或子宫炎病例将导致牧场平均增加约2 800 元的生产成本支出[8]。



图 2 奶牛患子宫炎对牧场生产成本的影响 [8]

2 胎衣不下及子宫炎症关键的发病机理

奶牛胎衣不下及产后子宫炎的致病因素具有多元性特征，主要涉及以下方面：1）营养因素：围产期营养失衡；2）季节因素：夏季高温高湿环境；3）生理因素：年龄及胎次差异；4）应激因素：包括热应激和分娩应激；5）内分泌因素：产后激素水平波动；6）产程因素：分娩过程异常等。目前该病的具体发病机制尚未完全阐明，现有研究普遍支持的核心病理机制为：1）胎膜绒毛与母体子宫肉阜分离障碍；2）子宫肌张力不足；3）子宫收缩功能减弱[9]。

奶牛胎衣排出过程如图3所示。在子宫节律性收缩作用下，子宫阜呈现周期性充血与缺血的交替变化，同时腺窝内张力发生相应改变，绒毛表面积

也随之产生适应性调整。随着犊牛娩出，母体与胎儿间的物质交换终止，胎盘绒毛因血液供应中断而发生萎缩性改变，导致其与母体胎盘间的连接张力显著减弱。在子宫平滑肌的持续收缩作用下，胎儿胎盘绒毛逐渐从母体子宫肉阜腺窝中脱离，最终完成胎盘分离和胎衣排出过程。这一系列生理变化充分表明，子宫节律性收缩在胎衣排出过程中发挥着决定性作用。值得注意的是，当奶牛产后出现子宫收缩乏力时，不仅会导致恶露排出障碍，还会显著增加子宫炎的发生风险。特别是在夏季热应激条件下，这种子宫平滑肌收缩无力的现象更为常见。

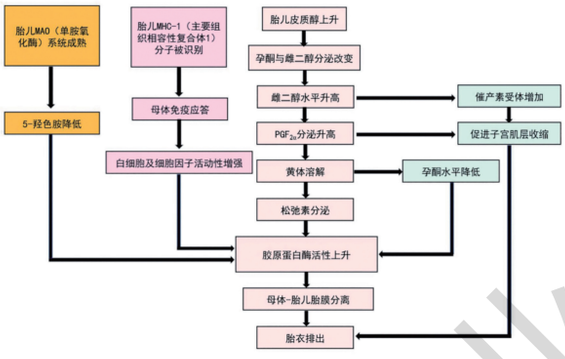


图 3 胎衣排出的过程 [10]

3 产后子宫保健的方法及策略

3.1 子宫保健的目标

奶牛产后子宫保健的核心目标是促进子宫内残留胎衣、恶露及炎性分泌物的完全排出，使子宫快速恢复至孕前状态。现代高产奶牛在热应激条件下，加之助产操作不规范、体质虚弱、代谢性疾病（如低血钙、酮病、胎衣不下）高发及产后护理不足等因素，其子宫自我净化功能明显减弱，复旧速度延缓，导致产道和子宫感染率显著上升，因此需要及时进行干预治疗。

3.2 恶露排出速度与子宫复旧的关系

从解剖学角度看，产后母牛在恶露排尽前，子宫颈处于开放状态，环境中的病原微生物易通过开放的子宫颈侵入子宫，或在助产过程中因器械消毒不严造成感染。虽然分娩及产后子宫颈未闭合期间子宫内难免存在病原微生物定植，但其种类和数量存在差异。临床实践证明，子宫内容物排出速度与子宫复旧进程呈正相关，排出越快则感染风险越低[11]。因此，建议产后及时使用子宫收缩药物促进恶露排出，同时针对子宫炎引起的发热症状选择适宜药物进行宫内投药，这些措施均有助于子宫复旧和感染防控。

3.3 子宫炎早接发早干预

从病理发展过程来看，子宫炎初期病变仅局限于子宫内膜表层，此时药物治疗效果显著。若未及时干预，炎症将逐渐累及黏膜下层和肌层，导致子宫壁增厚，治疗难度加大，治愈率降低。当炎症进展至浆膜层并引发脏器粘连时，则需淘汰处理。鉴于产后子宫普遍存在微生物感染风险，早期药物干预效果最佳。牧场生产数据表明，繁殖成绩优异的牛场普遍重视产后子宫炎的早期防控[12]。近年来，国内外制药企业提倡产后20 天内避免子宫干预，其理论基础是通过强效抗生素治疗已感染子宫。但该方案需要技术人员投入大量精力筛查病牛，并连续数日使用高价抗生素进行治疗，不仅增加工作量和药品成本，还可能产生抗生素残留奶，经济效益与投入不成正比，且实际应用效果存在牧场间差异。

3.4 子宫炎预防从高危牛开始

建议牧场将工作重点转向产科疾病预防。产后牛群可分为正常牛和高危牛两类：正常牛指分娩及产后恢复良好的个体，在规范管理下子宫炎发病率较低；高危牛主要包括产道损伤、流产、早产、难产、死胎、双胎及胎衣不下等异常分娩个体（图4）。这类牛只若不及时处理，易发展为急性败血症或其他并发症，增加死淘风险。值得注意的是，80%~90%的高危牛最终会发展为子宫炎伴发热症状。针对高危牛群，建议立即采取激素、抗生素及非甾体抗炎药联合治疗方案，无需等待临床症状出现[13]。

中国乳业线上阅读

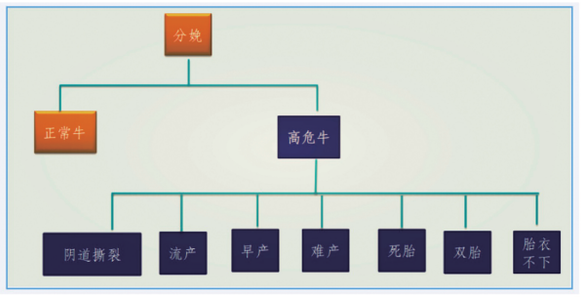


图 4 分娩后牛只状态分类

针对顺产牛只的产后生殖保健，建议采取以下系统化防控措施。

（1）产后第一时间注射缩宫素，热应激期间建议在产后6 h再次注射缩宫素，另外可选择长效卡贝缩宫素，增加子宫收缩频率和增加子宫张力，以达到子宫净化的作用。

（2）产后7天内观察恶露情况，结合体温监测情况，重点关注发烧牛只及高危牛只，并每天清洗消毒阴道、阴门、后驱、尾部、乳房后部等被恶露污染的区域。

（3）产后第7天逐一牛只进行直肠检查，刺激子宫排恶露，进一步判定子宫恢复情况，及时揭发子宫分泌物异常牛只并及时治疗，此类牛只可再次注射卡贝长效缩宫，促进子宫收缩助力排出子宫内炎性分泌物。

（4）产后15~21 天肌注前列腺素，兴奋子宫平滑肌，促进子宫净化。

（5）产后21 天左右检查子宫复旧和卵巢机能情况，孕角的恢复，子宫质感，卵巢疾病等，异常母牛比例控制在20%以内。

表 1 产后天数及相应的恶露状态

产后天数	恶露类型	颜色	排出量（mL/ 天）
0~3	黏稠带血	清洁透明和红	≥ 1000
4~10	稀、黏带颗粒或绸带凝块	褐红色	500
11~12	稀、黏、血	洁明、红或暗红	100
13~15	黏稠、呈线状	洁明、橙色	50
16~20	稠	清洁透明	10

表1为“观察恶露变化判断子宫自净程度”，可以根据排出恶露的量及状态及时揭发子宫炎牛只。

4 卡贝缩宫素在促进奶牛产后子宫复旧中的应用

如上论述总结，达到子宫复旧的最佳效果为产后及时排出子宫内容物，所以在整个过程在子宫收缩频率与力度起着至关重要的作用。

缩宫素（OTX），别名催产素，最早主要通过牛、猪、羊等动物垂体后叶提取，成本昂贵临床上主要用于产妇引产、产前子宫收缩无力、产后出血和子宫复旧不全后来人工合成缩宫素的问世使缩宫素成本大大降低小剂量的缩宫素能增强妊娠末期子宫的节律性收缩及子宫平滑肌的松弛，有利于胎儿娩出。

卡贝缩宫素（Carbetocin）是长效缩宫素九肽类似物，作为人工制剂可以达到普通缩宫素的治疗效果，又能够克服其半衰期短的问题，应用范围大幅度提升[14]。卡贝缩宫素与子宫平滑肌的催产素受体结合，引起子宫的节律性收缩，在原有的收缩基础上，增加其频率和增加子宫张力，以达到子宫净化的作用；主要应用于治疗母牛产后子宫收缩乏力，防治母牛胎衣不下、恶露不禁及子宫炎症，并促进排乳。

4.1 卡贝缩宫素与传统缩宫素的药效学比较

在药物作用持续时间方面，卡贝缩宫素较传统缩宫素具有显著优势[15]。1）半衰期：传统缩宫素：1~6 min；卡贝缩宫素：40~50 min（提升8~50 倍）；2）有效作用时间：传统缩宫素：15~20 min；卡贝缩宫素：2~6 h（延长6~24倍），见图5。

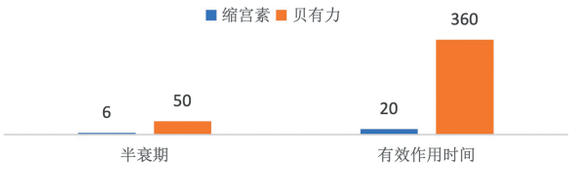


图 5 卡贝缩宫素与常规缩宫素药动参数对比（单位：min）

中国乳业线上阅读

4.2 子宫收缩模式差异

卡贝缩宫素因其分子结构与天然缩宫素更为接近，具有以下特点：1）受体结合能力更强：与机体催产素受体亲和力更高；2）促进钙离子内流：显著增加血钙内流（注：研究证实血钙浓度直接影响奶牛子宫平滑肌收缩功能[16]）；3）增强节律性收缩：有效促进产后子宫平滑肌的规律性收缩。相比之下，普通缩宫素存在以下局限性：1）收缩模式异常：易引起子宫强直性收缩；2）间歇期张力异常：宫缩间期子宫仍保持紧张状态；3）应激反应明显：对母牛机体造成较大应激；4）作用时间短暂：药效持续时间较短。基于上述差异，目前越来越多的牧场选择在产后停用普通缩宫素。

4.3 奶牛产后子宫保健方案

牧场在正常实施奶牛产后护理流程的条件下，可依托卡贝缩宫素药效特性制定助力奶牛产后子宫复旧新方案（“复旧有力”方案），具体流程如下：产后第一时间注射贝有力（卡贝缩宫素）10 mL/350 μg，主要为促进胎衣排出及排出残余恶露。7 天后再次注射贝有力（卡贝缩宫素）10 mL/350μg，促进子宫收缩，排出子宫内炎性分泌物。

按照牧场正常生产，牧场技术人员会在产后18 天后做子宫复旧检查（通常为产后21~27 天），对子宫恢复大小、质感及分泌物评分，关注子宫复旧情况，正常情况下子宫复旧良好的比例应在80%以上，并在参加首次配种后关注首配受胎率的表现（图6）。

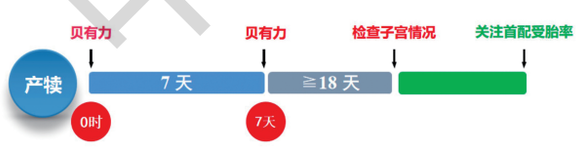


图 6 “复旧有力”方案流程

4.4 牧场临床使用效果评估

4.4.1 试验设计与方法

选取了多家正常运营的规模化牧场进行对照试验，这些牧场的基础产科疾病（主要为胎衣不下和子宫炎症）发病率相对较高。试验采用严格的随机对照设计，将试验牛只按产犊时间的单双号分为试验组（卡贝缩宫素组）和对照组（普通缩宫素组或不注射组），确保两组在平均胎次等基础条件上具有可比性。对于异常分娩牛只（包括早产、难产、产道撕裂等病例）进行单独数据统计和分析，以最大限度保证试验条件的均衡性。

4.4.2 数据收集与分析

试验的牧场均为具有代表性的规模化牧场，包括集团化牧场和区域重点牧场。每次试验中，试验组和对照组的样本量各保持在100 头左右，确保数据的可靠性。研究收集了三项关键指标数据：一是统计正常分娩后胎衣不下的发生率；二是记录产后15 天内需要治疗的子宫炎病例数并计算发病率；三是根据牧场常规的产后21 天左右子宫复旧检查结果，评估子宫复旧良好的比例。这些数据为评估卡贝缩宫素的临床应用效果提供了客观依据。

4.4.3 试验结果和结论

临床对照试验结果显示，卡贝缩宫素在改善奶牛产后子宫健康方面效果显著。试验组（n=824，平均胎次2.6）与对照组（n=833，平均胎次2.56）相比，各项指标均呈现明显优势：1）胎衣不下发生率显著降低，试验组为8.13%（67/824），较对照组的14.65%（122/833）下降6.52 个百分点；2）子宫炎发病率由对照组的13.83%（115/833）降至试验组的8.99%（74/824），降幅达4.84个百分点；3）子宫复旧良好率从对照组的75.39%（628/833）提升至试验组的86.41%（712/824），提高11.02 个百分点。以上数据表明，采用卡贝缩宫素可有效改善奶牛产后子宫健康状况，降低产科疾病发生率，促进子宫复旧（表2）。

5 小结

在当前奶业规模化集约化发展的背景下，牧场经营管理面临严峻挑战，成本控制与疾病预防已成

中国乳业编辑部

表 2 试验数据汇总

项目	牛头数（头）	平均胎次	胎衣不下		子宫炎发病		子宫复旧良好比例	
			数量（头）	比例（%）	数量（头）	比例（%）	数量（头）	比例（%）
对照组	833	2.56	122	14.65	115	13.83	628	75.39
试验组	824	2.6	67	8.13	74	8.99	712	86.41

为提升经济效益的关键。特别是热应激环境下，奶牛产后繁殖疾病发生率显著上升[17]，表现为子宫复旧延迟、繁殖效率降低等问题，加之防暑降温带来的额外成本投入，这些因素共同制约着牧场的整体盈利能力。因此，加强产后护理工作、提升管理水平显得尤为重要，这直接关系到繁殖效率、空怀成本、牛群周转率等核心经济指标。面对当前行业形势，牧场亟需转变生产策略，通过优化产后护理方案等措施，为可持续发展奠定坚实基础。

参考文献

[1] Bajcsy Á C. Physiological and clinical aspects of uterine contractility during the postpartum period in cows[D]. Utrecht：Utrecht University，2005.

[2] 李建国，桑润滋，张正姗，等. 热应激对母牛内分泌及繁殖机能的影响[J].中国奶牛，1998（3）：2.

[3] Gajewski Z，Pawlinski B，Domino M，et al. Uterine contraction disorders and retained fetal membranes in the cow[J]. Bulletin of the Veterinary Institute in Pulawy，2011，55（2）：211–216.

[4] Giuliodori M J，Magnasco R P，Becu-Villalobos D，et al. Metritis in dairy cows：Risk factors and reproductive performance[J]. Journal of Dairy Science，2013，96（6）：3621–3631.

[5] 田允波. 胎衣不下对奶牛产后繁殖力的影响研究[J].西南民族学院学报（自然科学版），1993（3）：12–15.

[6] 马径军，陆世财，农朝天. 奶牛胎衣不下对其繁殖性能影响的初步研究[J]. 中国奶牛，2010（2）：25–27.

[7] Tucho T T，Ahmed W M. Economic and Reproductive Impacts of Retained Placenta in Dairy Cows[J]. Journal of Reproduction and Infertility，2017，8（1）：8–27.

[8] Overton M，Fetrow J. Economics of postpartum uterine health[C]//Proceedings of the Dairy Cattle Reproduction Council Convention. Omaha：DCRC，2008：39–43.

[9] 阿米娜，桑玉胜，成文栋.奶牛胎衣不下的预防与治疗[J].新疆畜牧业，2011（S1）：65.

[10] Tagesu T，Ahmed W. Economic and Reproductive Impacts of Retained Placenta in Dairy Cows[J]. International Digital Organization for Scientific Information，2017，8：8–27.

[11] 毛治国. 奶牛子宫复旧延迟防治措施[J]. 今日畜牧兽医（奶牛），2018（11）：45–46.

[12] 孙永涛. 奶牛产后子宫炎发病特点及防治方法[J]. 农牧与食品机械，2018（10）：104–105.

[13] 付畅. 奶牛产后常见繁殖疾病防控[J]. 中国乳业，2023（9）：41–46.

[14] 国家二类新兽药——卡贝缩宫素[J]. 兽药市场指南，2020（5）：12.

[15] Barrett A J，Murray R D，Christley R M，et al. Effects of the administration of oxytocin or carbetocin to dairy cows at parturition on their subsequent fertility[J]. Veterinary Record，2009，165（21）：623–627.

[16] 张丽，罗春海，付世新，等. 奶牛血浆钙离子浓度及胎儿胎盘eNOS表达的研究[J].甘肃畜牧兽医，2010（3）：15–19.

[17] 薛家成. 热应激对哺乳母牛免疫和繁殖机能的影响[J]. 中国乳业，2023（9）：60–64.

Impacts of Heat Stress on Uterine Involution in Peripartum Dairy Cows and Regulatory Measures

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

Abstract：Heat stress is a critical factor constraining economic efficiency in animal husbandry，particularly in the high-temperature and high-humidity environments of southern regions，where its adverse effects on dairy cow

中国乳业线上阅读

performance，milk yield，reproductive efficiency，and immune function are especially pronounced.Notably，the peak period of heat stress from July to September coincides with a surge in calving numbers，attributable to concentrated breeding activities following the previous year's heat stress period（October–December）and accumulated pregnancies due to reduced conception rates during heat stress. In this context，postpartum uterine care is essential for farm management：（1）it promotes uterine involution，restoring reproductive function and safeguarding fertility potential.（2）it reduces the incidence of retained fetal membranes，metritis，and other disorders，minimizing reproductive failures and production losses.（3）it optimizes reproductive efficiency，ensuring normal estrus-breeding-conception cycles. The dual stressors of heat and parturition further exacerbate uterine health risks，necessitating targeted involution management. From an economic perspective，scientific uterine care not only lowers treatment costs but also significantly enhances farm profitability by improving reproductive performance.

Keywords：heat stress；peripartum period；retained fetal membranes；metritis；uterine involution；health regulation

中国乳业线上阅读

宁波三生生物科技股份有限公司介绍

宁波三生生物科技股份有限公司，国内动物生殖激素领域的领跑者，是一家集研发、生产、销售及技术服务于一体的创新驱动的动保企业。公司业务覆盖猪、反刍、水产和宠物四大板块，产品体系涵盖化药、生药、非药创新产品等。

家畜繁殖领域，公司在国内率先推出“母猪精准批次化管理技术”与“奶牛定时输精技术”，成功开发“220之翼（后备母猪220日龄早期入群方案）”“保宫计划（母猪同期分娩方案）”及“一诺千金（奶牛提高受胎率方案）”等创新繁殖方案，广泛应用于国内规模化牧场。

水产动保领域，公司致力于为种鱼繁育场提供高品质繁殖激素产品和专业繁育服务。在研多款涵盖主流病害的鱼类疫苗产品，配套绿色保健品及环境改良产品，专注解决行业关键疾病难题。公司还将推出精准疾病现场检测仪器及配套试剂盒，实现现场检测与防控产品科学结合，为客户提供激素、检测、疫苗、保健四位一体的综合方案。

宠物健康领域，公司成立旗下宠物专业品牌中生贝安，在宠物动保领域首推“宠物生命科学工程（ALP）”业务计划，从宠物免疫健康管理（AIP）和大龄宠物健康管理（ASP）两大重点领域切入，提供体系化宠物医药及保健产品和服务，构建完整宠物医药产业链，为宠物全生命周期健康提供系统解决方案。

公司总投资超10亿元的智能制造基地，设计年产值可达60 亿元。目前，产品已拓展至巴西、法国、伊拉克、阿联酋、约旦等10 多个国家和地区。公司依托80 余人研发团队，与复旦大学、中国农业大学等20 余所顶尖院校开展产学研合作，累计获得国家技术发明二等奖等荣誉100 余项。

公司以“成为创新驱动的动保行业领导者”为愿景，秉承“致力于动物健康，促进人与自然的和谐发展”的使命，根植“成就客户，价值为本”核心价值观，通过智能化生产体系与全球化合作网络，打造具有国际竞争力的科技创新型现代动保企业。