开放科学（资源服务）
标识码（OSID）
扫一扫，了解文章更多内容

奶牛早期胚胎损失与预防措施

谷粟琨[1]，王振成[2]，李志佳[1]，赵善江[3]，朱化彬[3]，赵慧秋[1*]

1 河北省畜牧总站，河北石家庄 050035
2 利津县现代畜牧业发展服务中心，山东东营 257400
3 中国农业科学院北京畜牧兽医研究所，北京 100193

摘　要：奶牛早期胚胎损失是影响繁殖效率的关键因素，主要发生在受精后42 d内，损失率高达40%~60%。本文系统阐述了早期胚胎损失的定义、发生规律及影响因素，包括胚胎自身质量、母体生理状态和环境管理等。胚胎损失与遗传缺陷、配子质量、内分泌失调、疾病和热应激等密切相关。针对这些因素，本文提出了综合预防措施，如优化种源选择、强化营养管理、疾病防控和繁殖技术干预等。通过科学管理，可有效降低早期胚胎损失率，提升奶牛养殖的经济效益。

关键词：奶牛；早期胚胎损失；繁殖效率；影响因素；预防措施

文章编号：1671–4393（2025）07–0012–06　　DOI:10.12377/1671–4393.25.07.03

中国乳业线上阅读

0 引言

在现代奶牛养殖中，繁殖效率是衡量养殖场生产水平的核心指标之一。奶牛的繁殖性能不仅直接决定了群体规模的扩大，更是维持泌乳性能、保障产奶量的前提。然而，在实际生产中，奶牛人工授精配种后早期胚胎损失的问题普遍存在，常常导致配种成功率下降、空怀期延长，给养殖场带来显著的经济损失，而配种后42 d内的胚胎损失占主要比例。本文基于奶牛早期胚胎发育规律深入研究，系统综述了胚胎损失的基本概念、影响因素及关键预防措施，以期为提升奶牛繁殖性能提供实践指导。

1 早期胚胎损失的基本概念与发生规律

要科学应对胚胎损失，首先需明确早期胚胎损

基金项目：河北省现代农业产业技术体系建设专项资金（HBCT2024230203）

作者简介：谷粟琨（1980–），女，河北宁晋人，本科，正高级兽医师，研究方向为奶牛疾病与牧场智慧化建设；
王振成（1983–），男，山东利津人，本科，畜牧师，研究方向畜牧兽医；
李志佳（1984–），男，河北深泽人，硕士，高级兽医师，研究方向为奶牛繁育与智慧化建设；
赵善江（1991–），男，山东临沂人，博士，副研究员，研究方向为动物遗传育种与繁殖；
朱化彬（1965–），男，安徽蚌埠人，博士，研究员，研究方向为动物遗传育种与繁殖。
*通信作者：赵慧秋（1974–），女，河北武安人，硕士，研究员，研究方向为奶牛繁育与饲养管理。

失和妊娠损失等定义及在不同阶段的表现特征。从繁殖生理角度看，奶牛妊娠是一个连续的胚胎（胎儿）–母体建立联系的复杂过程，是胎儿和胎盘（包括胎儿胎盘和母体胎盘）不断发育的过程，因而妊娠后不同时间阶段胚胎（胎儿）的损失比例及机制存在显著差异。

1.1 概念

胚胎损失（Embryonic Loss），广义的概念是指奶牛受精后42 d内（或50 d内），胚胎在发育过程中终止发育的现象。这一时期胚胎（胎儿）处于器官分化的关键阶段，与母体建立了稳固联系，胎盘开始发育并逐渐完全形成，胎儿内脏器官开始发育并形成，对外界环境及母体状态变化极为敏感。其中受精后24 d内胚胎死亡，妊娠终止的现象，称为早期胚胎损失（Early Embryonic Losses）。24~42 d（50 d）称为晚期胚胎损失（Late Embryonic Losses），50 d以后称为胎儿损失（Fetal Losses）。

妊娠损失（Pregnancy Loss）：涵盖配种后至正常分娩前所有阶段的妊娠终止，包括早期胚胎损失、中期胎儿死亡和流产等。例如生产中，妊娠检查（如32~35 d首次妊检）中常见的妊娠母牛“已孕后空怀”现象，就是母牛的妊娠损失。

流产（Abortion）与早产：流产指配种后42~260 d之间的妊娠损失，此时胎儿器官已发育完成，胎盘功能趋于完善。260 d至正常分娩（约280 d）前的胎儿娩出称为早产，多与母体健康或环境应激相关。

胚胎损失与流产的区别主要在于：胚胎损失（尤其是28 d前）往往无明显临床症状，难以直接观察，而流产多伴随生殖道分泌物异常、胎儿排出等可见外在表现。

1.2 配种后不同时间阶段的损失比例

奶牛早期胚胎损失具有显著的时间特点，即不同配种后阶段的胚胎损失的比例存在差。一般情况下，发情母牛卵母细胞排出率几乎100%。排卵后不同时间妊娠/胚胎（卵子）损失的比例具体如下（图1）。

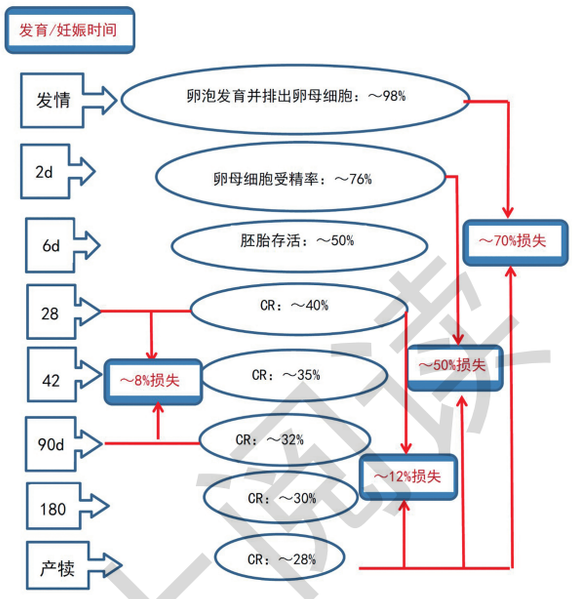


图 1 随时间变化牛妊娠损失情况示意图

0~7 d：卵母细胞未受精或受精早期发育中终止。这一阶段胚胎（受精卵）处于输卵管内，主要依赖自身储备营养和输卵管液提供营养支持胚胎发育。因此，若配子质量差（如精子活力不足、卵母细胞老化）或输卵管环境异常（如炎症），极易导致卵母细胞不受精或受精卵发育停滞。此阶段损失40%~50%。

8~14 d：胚胎从输卵管进入子宫，胚胎经历从透明带孵化出、开始变长和与子宫内膜接触的过程，营养物质来源于子宫液。因此，此时期若母体内分泌紊乱（如孕酮水平不足）、子宫内环境紊乱（如pH值、炎症因子和免疫因子异常），子宫内膜上皮组织和功能异常等，都会阻碍胚胎孵化、发育和着床。此阶段的损失10%~15%。

15~24 d：胚胎变长，与子宫内膜粘附、浸润等附植过程，若母体未接收到妊娠信号（如分泌干扰素–τ），若母体未接收到妊娠信号，会启动黄体溶解机制，导致胚胎因缺乏孕酮支持而死亡。此阶段的损失5%~10%。

因此，母牛配种受精后24 d内的总胚胎（卵母细胞）的损失率可达40%~60%（图1），这也是为何奶牛配种后首次妊娠检查母牛的妊娠率通常为

中国乳业线上阅读

40%~60%的主要原因。

虽然可能存在配后返情延迟的现象，但是实际生产中，奶牛母牛配种后24 d内胚胎损失常常并无明显外在表现，因而一般很难检测。

25~42 d：胎儿与母体之间建立了稳固的联系，胎儿胎盘与母体胎盘形成，正常附植过程完成，胎儿器官分化完成，胎儿发育需要的营养物质依靠母体供给。生产中，一般在配种28~32 d开始首次妊娠检查。此阶段的损失为5%~20%。

43~60 d：胎儿正常发育，实际生产中，一般在配种45~60 d开始第二次妊娠检查。此时妊娠损失率（复检空怀头数占首次妊检头数的百分比）应低于10%。

生产中，正常情况下配种60 d妊娠以后的母牛，妊娠损失较少。但是母牛怀双胎时，妊娠损失率（约21%）显著高于单胎，这与双胎胚胎对营养的竞争加剧、胎盘发育压力增大密切相关。

1.3 胚胎发育关键时间节点的生理意义

从胚胎与母体的相互作用来看，以下时间节点可能对胚胎损失损失至关重要。

8~9 d：胚胎从透明带中孵化，开始直接接触子宫内膜，此时需要子宫液提供充足的氨基酸、生长因子等营养物质（图2）。

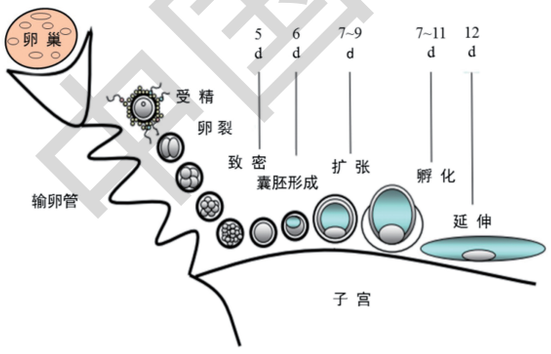


图 2 不同时间胚胎发育模式图

12~13 d：胚胎开始延伸并分泌妊娠信号（干扰素-τ），这一信号是阻止黄体溶解的关键——正常发情周期中，母体子宫会分泌前列腺素溶解黄体，而干扰素-τ可抑制前列腺素合成，维持黄体功能。

28~42 d：胎盘形成的关键阶段，胚胎与母体的物质交换从“接触”转向“紧密连接”。若此时母体孕酮水平不足或子宫炎症等因素会导致胎盘发育受阻，最终引发妊娠损失。

2 胚胎损失的主要影响因素

多种因素可造成奶牛胚胎损失，包括胚胎质量、母体生理健康状态及外界环境等。深入理解这些影响因素及其作用机制，是制定预防措施的基础。

2.1 胚胎自身因素

胚胎的发育潜力是决定其能否存活的内在基础，主要受以下因素影响。

遗传缺陷：10%~15%的早期胚胎损失由遗传异常导致。包括染色体数目异常（如三体、单体）、遗传性疾病（如脊椎佝偻病CVM）等，这些缺陷会导致胚胎（胎儿）在发育过程中出现发育停滞和死亡。此类损失多与种公牛或母牛的遗传背景相关，例如某些种公牛携带隐性致死基因，会显著提高后代胚胎的损失率。

配子质量：卵母细胞和精子的质量直接影响受精及早期胚胎发育。母牛在热应激、营养缺乏（如维生素A、叶酸不足）状态下，卵母细胞质量下降，受精后易出现分裂异常；而精子受损会导致受精率降低或胚胎发育异常等。

发育环境异常：胚胎在输卵管或子宫内发育时，若所处微环境紊乱（如输卵管液pH值异常、子宫内毒素积累、炎症、生殖道内膜上皮结构和功能异常等），会直接影响胚胎（胎儿）发育。例如，子宫炎奶牛的子宫分泌物中含有大量病原菌及其毒素（如内毒素），可破坏胚胎细胞结构，从而导致胚胎死亡。

2.2 母体因素

母体的生理状态是胚胎存活的“土壤”，其内

中国乳业线上阅读

分泌、健康状况及营养水平对胚胎发育至关重要。

内分泌失调：孕酮是维持妊娠的核心激素，其水平不足是导致早期胚胎损失的最主要原因。母牛配种后，若黄体发育不良（促黄体素分泌不足），会导致孕酮分泌减少，无法为胚胎着床提供稳定的内分泌环境。研究表明，配种后14~28 d，血液孕酮浓度低于3 ng/mL 的奶牛，胚胎损失率可达60%以上，而浓度高于5ng/mL 的奶牛损失率可控制在20%以内。

疾病影响：母体疾病通过直接或间接途径影响胚胎发育。一是生殖道疾病如子宫炎、输卵管炎等会改变生殖道内环境和生殖道内膜上皮的组织结构和功能，以及分泌炎症因子（如TNF-α、IL-6）等从而直接抑制胚胎着床；二是代谢性疾病如酮病、产后瘫痪等导致机体代谢紊乱，影响营养物质向胚胎的转运；三是全身性疾病如乳房炎引发的全身性炎症反应，会通过血液循环抑制黄体功能，间接导致胚胎损失。

营养失衡：奶牛的营养状态与胚胎存活密切相关。一是能量负平衡，如围产期奶牛能量摄入不足，导致体脂分解过度，产生的酮体可通过血液进入胚胎（胎儿）发育环境，影响胚胎细胞正常代谢；二是矿物质缺乏如硒、锌等微量元素缺乏会降低胚胎抗氧化能力，增加自由基对细胞的损伤；三是毒素摄入，如饲料中的黄曲霉毒素、玉米赤霉烯酮等会干扰内分泌系统（玉米赤霉烯酮可模拟雌激素作用），导致黄体结构和功能异常。

2.3 环境与管理因素

外界环境及养殖管理措施通过影响母体状态间接作用于胚胎（胎儿）的发育。

热应激对胚胎（胎儿）发育的影响。高温高湿环境（气温≥28℃）下，奶牛热应激引发一系列生理变化，例如“下丘脑-垂体-卵巢轴”功能紊乱，导致促黄体素分泌减少，黄体发育受阻；同时，热应激会降低卵母细胞质量，使受精后胚胎的损失率提高20%~30%，这可能是南方地区夏季奶牛配种成功率低主要的主要原因。

管理应激对胚胎（胎儿）发育的影响。频繁转群、运输、惊吓等应激会导致奶牛体内皮质醇水平升高，抑制孕酮分泌。例如，配种后1 周内奶牛转群，胚胎损失率可增加15%左右。此外，人工授精操作不当（如输精管插入过深损伤子宫黏膜）也会引发局部炎症，增加胚胎损失风险。

传染性疾病因素对胚胎（胎儿）发育的影响。某些传染病可通过胎盘感染胚胎，导致早期损失。例如，牛病毒性腹泻病毒（BVDV）可通过胎盘进入胚胎，破坏细胞分裂机制；衣原体、弓形虫等病原体则会引发胚胎绒毛膜炎症，阻碍营养吸收。此类损失多呈群体性发生，若未及时防控，可导致养殖场配种成功率下降30%以上。

3 早期胚胎损失的预防措施

预防早期胚胎损失需从“种子”（胚胎）、“土壤”（母体）及“环境”三个层面入手，结合繁殖生理规律制定综合措施。

3.1 遗传疾病的筛选，保证配子（胚胎）遗传质量

科学选择种源。种公牛应经过严格遗传检测，排除隐性致死基因及遗传疾病，优先选择繁殖力指数高的个体；对母牛群体进行繁殖性能评估，淘汰连续3 次以上早期胚胎损失的个体，减少遗传因素影响。

改善卵母细胞质量。例如母牛围产期补充过瘤胃胆碱、维生素E等，热应激期间，在日粮中添加有机铬（0.5 mg/kg），缓解应激对内分泌的影响。从而提高卵泡与卵母细胞质量。

3.2 强化母体健康与营养管理

精准营养调控。配种前3 周至配种后42 d，确保日粮能量水平达标（产奶净能≥6.8 MJ/kg），避免能量负平衡。

中国乳业线上阅读

补充关键营养素。维生素A（5 000 IU/头·d）促进胚胎器官发育，硒（0.3 mg/kg日粮）增强抗氧化能力，叶酸（10 mg/头·d）降低胚胎遗传缺陷风险。

严格饲料检测。禁止使用黄曲霉毒素超标（≥20 μg/kg）的饲料，必要时添加霉菌毒素吸附剂（如蒙脱石）。

疾病综合防控。及时进行生殖道健康检查，科学防治子宫炎等疾病。

合理免疫。配种前1 个月接种牛传染性鼻气管炎（IBR）、牛病毒性腹泻（BVD）疫苗，降低垂直传播风险；及时治疗乳房炎奶牛，治疗期间暂缓配种。

改善饲养环境。夏季通过风扇+喷淋系统控制牛舍温度，降低热应激；保持牛舍安静，减少转群、运输等操作，配种后14 d内禁止剧烈应激；定期清理牛粪，保持卧床清洁，降低生殖道感染风险。

3.3 繁殖技术干预

提升黄体功能。配种后5~7 d注射GnRH[1支/头（100 mg）]，促进黄体发育，提高孕酮分泌量，可使胚胎存活率提升8%~10%；对反复胚胎损失的奶牛，配种后10 d注射HCG（1 000 IU/头），增强黄体功能。

精准配种管理。采用发情监测系统（如计步器）准确判断发情时间，在发情后12~18 h进行人工授精，提高受精率；输精操作严格无菌，避免损伤子宫黏膜，输精后缓慢退出输精管，减少应激；配种后28 d、45 d进行两次妊娠检查（B超检测），及时发现早期胚胎损失，缩短空怀期。

早期诊断与干预。利用多普勒超声检测黄体血流量，配种后20 d若黄体血流量低于正常水平（<0.5 cm^2），提示胚胎损失风险高，需及时采取孕酮补充措施；对群发胚胎损失（损失率>30%）的牛群，立即排查饲料（如霉菌毒素检测）、环境（如温湿度记录）及疾病（如 BVDV 抗原检测），针对性调整管理方案。

3.4 损失后的处理策略

及时复配。早期胚胎损失（28 d前）的奶牛若生殖道无感染，可在下次发情时直接配种，无需特殊护理；42 d以上损失的奶牛需检查子宫状态，确认无炎症后再配种，避免二次损失。

淘汰低繁殖力个体。对连续3 次以上早期胚胎损失、经治疗无改善的奶牛，及时淘汰，减少养殖成本浪费。

群体分析与调整。若某批次奶牛胚胎损失率突增（>25%），需从饲料配方、管理操作、疾病防控等方面追溯原因，例如：检查近期是否更换饲料原料、是否出现天气突变、是否有新引入牛只等，针对性优化管理措施。

4 总结

奶牛早期胚胎损失是制约奶牛繁殖效率和性能关键问题，其发生与配子（胚胎）质量、母体状态、环境和管理等密切相关。通过科学选择种源、优化营养供给、强化疾病防控、合理运用繁殖技术等综合措施，可降低胚胎损失率，提升养殖场经济效益。实践中需注意，胚胎损失的预防需贯穿“配种前–配种中–配种后”全流程，结合个体差异制定个性化方案，同时注重群体监测与管理优化，才能从根本上提升奶牛繁殖性能，为奶牛养殖可持续发展提供有力支撑。

参考文献

[1] Albaaj A，Durocher J，LeBlanc S J，et al. Meta–analysis of the incidence of pregnancy losses in dairy cows at different stages to 90 days of gestation[J]. JDS Communications，2023，4：144–148.

[2] Ask–Gullstrand P，Strandberg E，Båge R，et al. The effect of genetic defects on pregnancy loss in Swedish dairy cattle[J]. Journal of Dairy Science，2023，TBC.

[3] Bech–Sabat G，Garcia–Ispierto I，Yaniz J，et al. Therapeutic approaches to pregnancy loss of non–infectious cause during the

中国乳业线上阅读

late embryonic/early foetal period in dairy cattle：A review[J]. Reproduction in Domestic Animals，2010，45：e469–e475.

[4] Ealy A D，Seekford Z K. Symposium review：Predicting pregnancy loss in dairy cattle[J]. Journal of Dairy Science，2019，102：11798–11804.

[5] L ó pez–Gatius F，Santolaria P，Y á niz J L，et al. Timing of early foetal loss for single and twin pregnancies in dairy cattle[J]. Reproduction in Domestic Animals，2004，39：429–433.

[6] L ó pez–Gatius F. Response to therapeutic abortion in lactating dairy cows carrying dead twins during the late embryo/early fetal period[J]. Animals，2021，11：2508.

[7] L ó pez–Gatius F，Santolaria P，Yaniz J，et al. Factors affecting pregnancy loss from gestation Day 38 to 90 in lactating dairy cows from a single herd[J]. Theriogenology，2002，57：1251–1261.

[8] Dahl M O，Maunsell F P，De Vries A，et al. Evidence that mastitis can cause pregnancy loss in dairy cows：A systematic review of observational studies[J]. Journal of Dairy Science，2017，100：8322–8329.

[9] Santos J E P，Thatcher W W，Chebel R C，et al. The effect of embryonic death rates in cattle on the efficacy of estrus synchronization programs[J]. Animal Reproduction Science，2004，82–83：513–535.

[10] Wiltbank M C，Baez G M，Garcia–Guerra A，et al. Pivotal periods for pregnancy loss during the first trimester of gestation in lactating dairy cows[J]. Theriogenology，2016，86：239–253.

Early Embryonic Loss in Dairy Cows and Preventive Measures

GU Sukun[1]，WANG Zhencheng[2]，LI Zhijia[1]，ZHAO Shanjiang[3]，ZHU Huabin[3]，ZHAO Huiqiu[1*]

[1]Hebei Provincial Animal Husbandry Station，Shijiazhuang Hebei 050035

[2]Modern Animal Husbandry Development Service Center of Lijin County，Dongying Shandong 257400

[3]Institute of Animal Sciences，Chinese Academy of Agricultural Sciences，Beijing 100193

Abstract：Early embryonic loss in dairy cows is a key factor affecting reproductive efficiency，primarily occurring within 42 days after fertilization，with a loss rate as high as 40%~60%. This paper systematically elaborated on the definition，occurrence patterns，and influencing factors of early embryonic loss，including embryo quality，maternal physiological status，and environmental management. Embryonic loss is closely associated with genetic defects，gamete quality，endocrine disorders，diseases，and heat stress. In response to these factors，this paper proposed comprehensive preventive measures，such as optimizing genetic selection，strengthening nutritional management，disease prevention and control，and reproductive technology interventions. Through scientific management，the rate of early embryonic loss can be effectively reduced，thereby improving the economic efficiency of dairy farming.

Keywords：dairy cows；early embryonic loss；reproductive efficiency；influencing factors；preventive measures

中国乳业线上阅读