烟台地区奶牛口蹄疫免疫与繁殖性能关联性及秋季防疫优化

成　冲

海阳市行村镇畜牧兽医站，山东烟台 265100

摘　要：本研究基于2024年9月烟台地区17 个规模化奶牛场的实地调查数据，系统分析口蹄疫（OA型）强制免疫对奶牛繁殖性能的短期影响及其恢复规律。结果表明，免疫后1 周内奶牛发情率、配种率和受胎率分别下降14.3%、9.8%和8.5%，流产率略有上升；免疫后1 个月各项繁殖指标基本恢复至免疫前水平。免疫应激、操作规范性及疫苗佐剂是影响繁殖性能的主要因素。研究进一步发现，卫生消毒频率与免疫后繁殖指标恢复速度呈正相关。基于此，提出“分群免疫、错峰配种”“强化营养与发情监测”“构建全方位消毒体系”等优化建议，以减轻免疫对繁殖性能的负面影响，提升秋季口蹄疫防疫效果与奶牛繁殖效率。

关键词：口蹄疫免疫；奶牛；繁殖性能；免疫应激；饲养管理；卫生消毒；烟台地区

文章编号：1671–4393（2025）09–0024–07　　DOI:10.12377/1671–4393.25.09.03

0 引言

口蹄疫（Foot–and–Mouth Disease，FMD）是由口蹄疫病毒引发的高度传染性动物疫病，主要感染牛、猪、羊等偶蹄动物，以发热、口腔黏膜及蹄部、乳房皮肤水疱与溃烂为典型症状，传播速度快且危害严重，被世界动物卫生组织（WOAH）列为法定报告动物传染病[1]。在奶牛养殖业中，口蹄疫不仅会造成产奶量骤降、奶牛流产甚至死亡等直接经济损失，还可能对奶牛繁殖性能产生长期不利影响，制约养殖场可持续发展[2]。

烟台作为山东省重要的奶牛养殖核心区，现有规模化奶牛场超百个，存栏奶牛总量突破5 万头，奶牛养殖业已成为当地农业经济的重要支柱产业。为有效防控口蹄疫，烟台地区乡镇兽医站每年春季、秋季均组织开展OA型口蹄疫强制免疫工作。然而，在实际防疫工作中，众多养殖户反映，奶牛接受免疫接种后，繁殖性能常出现波动，如发情周期延迟、配种受胎率下降等问题，给养殖场繁殖管理带来困扰。目前，国内外关于口蹄疫免疫对奶牛繁殖性能影响的系统性研究较为匮乏，尤其是基于田间实际生产数据的实证研究更是稀缺。

鉴于此，本研究以烟台地区规模化奶牛场为研

作者简介：成　冲（1978–），男，山东烟台人，本科，高级兽医师，研究方向为奶牛饲养管理、疫病防控等。

中国乳业线上阅读

究对象，通过调查2024年9月口蹄疫强制免疫实施情况，系统分析免疫接种对奶牛发情率、配种率、受胎率及分娩率等关键繁殖指标的影响规律，结合当地养殖实际提出针对性优化建议，旨在为奶牛场实现疫病有效防控与繁殖性能稳定提升的双重目标提供科学依据与实践指导。

1 材料与方法

1.1 调查对象

本研究严格筛选烟台地区17 个规模化奶牛场作为调查样本，所选牛场均满足存栏奶牛200 头以上、繁殖母牛占比超60%的规模化养殖标准，且全部按照烟台市农业农村局统一部署，于2024年9月完成OA型口蹄疫强制免疫工作，确保研究对象具有代表性与一致性。

1.2 调查内容和方法

1.2.1 调查内容

调查内容全面覆盖免疫接种关键信息、卫生消毒管理、繁殖性能指标3 个部分。其中，疫苗注射情况包括免疫时间、操作人员、是否进行免疫前健康检查、是否进行免疫应激处理；卫生消毒情况重点调查消毒药物类型、消毒频率及消毒效果合格率；繁殖管理指标精准监测发情率、配种率、受胎率、分娩率及流产率等关键数据。

1.2.2 调查方法

采用“实地调研+动态记录”相结合的数据收集模式，分别在免疫接种前（2024年8月）、免疫接种后1 周内及接种后1 个月内3 个关键时间节点，对各项指标进行同步监测与记录。

1.3 数据分析

运用Excel2019进行数据整理与初步统计，采用SPSS 25.0软件开展深入统计分析。计量资料以“均数±标准差”（$\bar{x}\pm s$）表示，组间差异比较采用t检验；计数资料以率（%）表示，组间比较采用χ^2检验。以$P<0.05$作为差异具有统计学意义的判定标准。

2 试验结果

2.1 免疫接种实施情况

所有奶牛场使用的OA型口蹄疫疫苗均为政府集中采购的灭活疫苗，免疫剂量统一为2 mL/头，注射方式均为肌肉注射，免疫操作规范度较高。具体免疫实施细节如表1所示。

表 1 烟台地区 17 家奶牛场 OA 型口蹄疫免疫实施情况（n=17）

项目	调查结果	奶牛场数量（家）	比例（%）
免疫时间	9 月上旬	6	35.3
	9 月中旬	8	47.1
	9 月下旬	3	17.6
免疫操作人员	兽医站专业人员	12	70.6
	养殖场自有兽医	5	29.4
免疫前健康检查	是	15	88.2
	否	2	11.8
免疫应激处理	有准备	14	82.4
	无准备	3	17.6

从免疫实施细节来看，免疫时间分布上，47.1%（8/17）的牛场选择在9月中旬完成免疫，35.3%（6/17）的牛场于9月上旬免疫，仅17.6%（3/17）的牛场推迟至9月下旬；免疫操作人员配置方面，70.6%（12/17）的奶牛场由兽医站专业人员负责免疫注射，29.4%（5/17）的牛场由自有兽医完成操作；免疫前健康筛查环节，88.2%（15/17）的奶牛场对牛群进行全面健康检查，严格排除怀孕后期（临产前2 个月内）、患病及体弱牛只，仅2 个牛场未开展免疫前健康筛查；免疫应激应对准备上，82.4%（14/17）的牛场提前备好肾上腺素、地塞米松等应激处理药物，3 个牛场未做应激应对准备。

2.2 卫生消毒情况

免疫接种期间，17 个奶牛场均进一步强化卫

中国乳业线上阅读

生消毒管理措施，构建全方位消毒体系，具体消毒实施情况如表2所示。调查结果显示，所有样本牛场均在生产区入口规范设置消毒池与消毒室，严格执行人员、车辆入场消毒制度，其中消毒池均采用2%~4%氢氧化钠溶液，每周更换1~2 次，消毒室配备雾化消毒设备，确保入场人员全身消毒到位。

从不同消毒项目实施效果来看，环境消毒方面，70.6%（12/17）的牛场坚持每周2~3 次全场环境消毒，重点覆盖牛舍、挤奶厅、饲料储存区及粪污处理区，消毒合格率达95.2%；23.5%（4/17）的牛场因近期周边地区出现偶蹄动物疫病预警，实施每日环境消毒，进一步提升消毒强度；仅1 个牛场消毒频率不足每周1 次，消毒合格率低于80%。

器械消毒环节，所有牛场均严格遵循“每次使用后消毒”原则，采用聚维酮碘溶液对注射器、针头、体温计等器械进行彻底消毒，消毒合格率达100%，有效避免交叉感染风险。

饮水消毒上，88.5%（15/17）的牛场每日添加次氯酸进行饮水消毒，确保饮水卫生安全，2 个牛场仅在免疫当天进行饮水消毒，消毒频率不足。

人员消毒方面，91.7%（16/17）的牛场要求入场人员每日入场前使用过硫酸氢钾溶液进行手部、足部消毒，并更换专用工作服与鞋具，1 个牛场存在人员消毒流程简化情况。

2.3 免疫对繁殖指标的影响

对比免疫接种前后奶牛繁殖性能关键指标变化，结果显示，免疫后短期内（1 周内）奶牛发情率、配种率及受胎率均出现不同程度下降，流产率略有上升，但免疫后1 个月各项指标基本恢复至免疫前水平，具体数据如表3所示。

具体来看，免疫前奶牛平均发情率为（86.7±5.2）%，免疫后1 周降至（72.4±7.6）%，降幅达14.3 个百分点，差异显著（$P<0.05$）；免疫后1 个月发情率回升至（85.3±5.7）%，与免疫前水平无显著差异（$P>0.05$）。配种率方面，免疫前（80.3±6.1）%，免疫后1 周下降至（70.5±6.9）%，降幅9.8 个百分点（$P<0.05$），免疫后1 个月恢复至（78.6±6.3）%，接近免疫前水平。受胎率变化趋势与发情率、配种率一致，免疫前为（66.8±4.7）%，免疫后1 周降至（58.3±5.4）%（$P<0.05$），免疫后1 个月回升至（65.2±5.1）%，与免疫前无显著差异。分娩率在免疫前为（89.5±3.8）%，免疫后1 个月分娩率为（88.7±4.1）%，与免疫前基本持平。流产率方面，免疫前为（2.1±0.7）%，免疫后1 周升至（3.8±1.2）%（$P<0.05$），免疫后1 个月回落至（2.3±0.9）%，恢复至正常水平。

表 2 烟台地区奶牛场卫生消毒实施情况（n=17）

消毒项目	消毒药物	消毒频率	奶牛场数量（家）	比例（%）	合格率（%）
环境消毒	2%~4% 氢氧化钠	2~3 次 / 周	12	70.6	95.2
		每日	4	23.5	
器械消毒	聚维酮碘	每次使用后	17	100.0	100.0
饮水消毒	次氯酸	每日	15	88.2	88.5
人员消毒	过硫酸氢钾	每日入场前	16	94.1	91.7

表 3 免疫接种前后奶牛繁殖指标变化（n=17，x±s）　　单位：%

时间	发情率	配种率	受胎率	分娩率	流产率
免疫前	86.7±5.2	80.3±6.1	66.8±4.7	89.5±3.8	2.1±0.7
免疫后 1 周	72.4±7.6*	70.5±6.9*	58.3±5.4*	–	3.8±1.2*
免疫后 1 月	85.3±5.7	78.6±6.3	65.2±5.1	88.7±4.1	2.3±0.9

注：*与免疫前比较，$P<0.05$；“–”因免疫后1 个月内未到集中分娩期，未统计免疫后1 周分娩率

中国乳业线上阅读

2.4 免疫应激反应情况

在17 家奶牛场中，共有5 个牛场（29.4%）报告免疫后出现应激反应，涉及牛只23 头，总体应激反应率为1.2%（23/1892），未出现严重过敏反应及死亡案例，所有应激反应牛只经及时治疗后均恢复正常。

从应激反应表现来看，18 头牛（占应激牛只的78.3%）表现为轻度应激反应，主要症状为体温轻度升高（39.5~40.0 ℃）、采食量轻微下降及精神状态略显沉郁，此类牛只无需特殊药物治疗，仅通过加强饲养管理（如提供优质青干草、增加饮水供应），2~3 天内即可恢复正常。

5 头牛（占应激牛只的21.7%）表现为中度应激反应，症状为体温明显升高（40.1~40.5 ℃）、采食量大幅下降、产奶量降低，部分牛只伴随轻微呼吸道症状（如咳嗽、流涕），对这类牛只及时使用非甾体抗炎药控制体温，配合青霉素预防继发感染，同时在饮水中添加电解质即可恢复正常。

3 讨论

3.1 口蹄疫免疫对奶牛繁殖性能的影响机制

本研究结果显示，口蹄疫免疫接种后短期内奶牛繁殖性能指标出现显著下降，免疫后1 周内发情率、配种率及受胎率分别下降14.3%、9.8%和8.5%，分析主要有以下三方面原因。

一是免疫应激引发内分泌紊乱。疫苗接种后，奶牛机体启动免疫应答反应，免疫系统被激活，促使皮质醇等应激激素大量分泌。皮质醇水平升高会抑制下丘脑–垂体–卵巢轴的正常功能，干扰促性腺激素释放激素（GnRH）、促卵泡生成素（FSH）及促黄体生成素（LH）的正常分泌节律，导致卵泡发育延迟或卵泡成熟受阻，进而影响奶牛正常发情周期，降低发情率[3]。本研究中23 头奶牛出现的体温升高、食欲减退等应激症状，正是机体免疫应激反应的直观体现，也间接证实了内分泌紊乱对繁殖性能的影响。

二是免疫操作过程中的机械性应激进一步加剧繁殖指标波动。肌肉注射过程中的疼痛刺激、保定操作带来的紧张与恐惧情绪，会导致奶牛体内儿茶酚胺类物质（如肾上腺素、去甲肾上腺素）释放增加。这类物质不仅会影响生殖激素的合成与分泌，还可能干扰输卵管蠕动功能与子宫内膜容受性，降低卵子受精率与胚胎着床成功率，最终导致受胎率下降。此外，疫苗注射存在注射部位偏差情况，肌肉注射位置不精准，可能增加对局部组织的损伤，增加疼痛刺激引发的应激反应。

三是疫苗中的佐剂成分可能对生殖系统产生轻微影响。口蹄疫灭活疫苗为增强免疫应答效果，通常添加油乳佐剂，这类成分在体内代谢过程中可能短暂影响子宫内环境pH值或前列腺素分泌，尤其对处于发情期或早期妊娠阶段的奶牛，可能干扰胚胎着床或黄体功能，导致流产率短暂升高[3]。本研究中免疫后1 周流产率从2.1%升至3.8%，与佐剂成分的短期影响特征相符；而免疫后1 个月佐剂成分基本代谢完全，流产率恢复正常，也印证了这一影响的暂时性。

3.2 卫生消毒与免疫效果及繁殖性能的关联性

调查结果显示，烟台地区奶牛场普遍重视卫生消毒工作，88.2%的牛场实施了定期环境消毒，所有牛场都设置了入场消毒设施。特别是坚持每日消毒的牛场，其免疫后发情率和受胎率下降幅度明显小于消毒频率低的牛场（$P<0.05$）。这一现象揭示卫生消毒与免疫效果、繁殖性能间存在紧密关联：一方面，良好的卫生环境能减少病原微生物载量，降低免疫期间继发感染风险。免疫接种后奶牛机体免疫系统处于活跃状态，短期内抵抗力相对下降，若环境中存在病原微生物（如大肠杆菌、支原体），易引发继发感染，加重机体应激反应，进一步抑制生殖激素分泌，延缓繁殖指标恢复[4]。另一方面，饮水消毒能改善肠道健康，保障营养吸收效率，为繁殖功能恢复提供物质基础。若饮水被病原微生物污

中国乳业线上阅读

染导致肠道疾病，会降低营养物质吸收率，加剧机体营养失衡，进而影响卵泡发育与卵子质量。

4 秋季口蹄疫免疫优化建议

基于本研究结果，结合烟台地区秋季气候特点（昼夜温差大、湿度高，病原微生物易滋生）与奶牛养殖实际，从免疫操作、饲养管理、消毒体系三方面提出优化建议，旨在降低免疫对繁殖性能的短期影响，实现疫病防控与繁殖效率的协同提升。

4.1 科学规划免疫方案，降低应激风险

一是实行“分群免疫、错峰配种”策略。根据不同胎次奶牛的应激反应差异，优先对初产牛进行免疫，间隔3~5 天后再对经产牛与高产牛免疫；同时避开奶牛集中发情期（通常为秋季9—10月），将免疫时间安排在发情周期的卵泡期（发情结束后5~7 天），减少疫苗佐剂对胚胎着床的影响。本研究中，9月中旬进行免疫的牛场（8 个），因恰逢多数奶牛处于泌乳中期，繁殖指标受影响程度小于9月上旬免疫的牛场（6 个）。

二是强化免疫前健康筛查与应激准备。免疫前24 h内对牛群进行体温检测与临床检查，严格排除体温异常、患病（如乳房炎、子宫内膜炎）及妊娠后期（临产前2 个月内）的牛只，此类牛只可推迟至产后1 个月或疾病康复后补免；同时准备应激处理药物（肾上腺素用于严重过敏、氟尼辛葡甲胺用于解热镇痛）与营养补充剂（电解多维、葡萄糖），免疫后12 h内密切观察牛只状态，发现应激反应及时处理[1]。

三是提升免疫操作规范性。组织奶牛场自有兽医参与兽医站专业培训，重点掌握颈部肌肉注射的精准位置（颈椎第3~5节与肩胛骨前缘形成的三角区，深度2~3 cm）与操作手法，避免注入皮下或脂肪组织；免疫时确保疫苗有效注入肌肉层，减少局部组织损伤。本研究中有70.6%的奶牛场由兽医站专业人员操作，这些牛场的免疫应激反应率显著低于自行免疫的牛场（$P<0.05$）。

4.2 优化饲养管理，促进繁殖性能恢复

一是调整营养供给方案，加强免疫前后的饲养管理。建议在免疫前3 天至免疫后5 天内，在日粮中额外添加维生素C（5~10 g/天·头）、维生素E（500~1 000 IU/天·头）和硒（0.3~0.5 mg/天·头），以减轻氧化应激。同时，应保证日粮营养均衡，特别是充足的能量和蛋白质供应，优先选用优质易消化的饲料（如优质苜蓿干草、青贮饲料），并可添加益生菌或酵母培养物以维持瘤胃健康，缓解免疫应激[5]。此外，需保证充足清洁饮水，可在饮水中添加电解多维，促进新陈代谢和毒素排出[6, 7]。本研究中有5 个牛场实施了上述营养调控措施，其繁殖指标下降幅度明显小于未实施的牛场，表明免疫接种前后重视奶牛的饲养管理与营养调控具有积极效果。

二是强化发情监测与精准配种。免疫后应增加发情监测频率（建议每日早晚各1次，每次至少30 min），并采用“外部观察+尾根涂蜡”等辅助方法提升识别准确率。对确诊发情的牛只，可延迟12~18 h配种，以避开免疫应激所致的排卵延迟，提高受胎率[8, 9]。本研究显示，采取该策略的牛场受胎率达60.3%，较常规配种（55.8%）提升8.1%。同时，建议配套采取以下措施：利用计步器或活动量监测系统等智能设备提高发情检出率；对发情延迟牛只使用Ovsynch等激素方案诱导发情；推荐免疫后15~20 天再进行配种，以避开应激高峰；加强早期妊娠诊断（如配种后27~35 天B超检查，60 天直肠检查），及时检出空怀牛只；对久配不孕个体应尽快进行繁殖障碍排查与处理，缩短空怀期[10, 11]。

4.3 构建全方位消毒体系，保障牛群健康

一是细化消毒流程与频率。秋季免疫期间，将环境消毒频率从每周2~3 次提升至每日1 次（采用2%~4%氢氧化钠溶液），重点消毒牛舍地面、食槽及粪污通道，消毒后通风30 min再让牛只进入；器械消毒采用“清洗-消毒-灭菌”三步法，注射器、针

中国乳业编辑部

头使用后先用清水冲洗残留疫苗，再用5%聚维酮碘浸泡30 min，最后高压灭菌（121 ℃、15 min），避免交叉感染。

二是优化饮水消毒方案。采用次氯酸发生器现场制备消毒水，确保饮水中有效氯浓度维持在0.3~0.5 mg/L，每日检测1 次饮水氯浓度并记录；同时每周清理1 次饮水槽，去除槽内污垢与生物膜，防止病原微生物附着滋生。

三是加强人员与车辆管控。生产区入口设置双重消毒池（第一池为2%氢氧化钠溶液，第二池为0.5%过硫酸氢钾溶液），车辆入场前需在消毒池停留5 min，同时对车身喷洒消毒；人员入场需更换专用工作服与鞋具，经雾化消毒室（使用0.3%过氧乙酸）消毒30 s后，再通过手部消毒（75%酒精）方可进入，最大限度减少外源病原带入[4]。

5 小结

口蹄疫免疫在保障奶牛健康的同时，短期内会对繁殖性能造成一定影响，主要表现为发情率、配种率和受胎率的下降。本研究通过实证分析表明，这些影响具有暂时性，多数指标在免疫后1 个月内可恢复至正常水平。优化免疫方案、加强饲养管理与卫生消毒是缓解免疫应激、促进繁殖性能恢复的关键措施。未来应进一步推广标准化免疫操作流程，结合智能监测技术提升发情识别与配种精准度，实现疫病防控与繁殖管理的高效协同，推动奶牛养殖业的可持续发展。

参考文献

[1] 孙映雪，宋建德，张秀娟，等.2021年全球口蹄疫流行状况及特点[J].中国动物检疫，2022，39（12）：50–53
[2] 胡智辉，谷栗琨，魏玉东，等.常见传染性疾病对奶牛繁殖性能的影响及其研究进展[J].中国乳业，2023（9）：2–11
[3] 孔玉霞,林学仕.永靖县规模奶牛场A型口蹄疫免疫抗体检测及防控措施[J].中国畜牧兽医文摘，2016，32（12）：98–99
[4] 付国兵，张丽明，梁瑶.规模奶牛场消毒措施和注意事项[J].中国乳业，2021（7）：56–58
[5] 李浩，徐文波，郭涛，等.高产奶牛的饲养管理技术[J].中国乳业，2022（5）：38–42
[6] 黄吉峰.高产奶牛饲养管理技术措施探讨[J].中国乳业，2024（1）：37–40
[7] 于元波.加强奶牛饲养管理的几点措施[J].中国动物保健，2023，25（3）：91–92
[8] 孙洁.奶牛常发重要传染病的防控[J].中国乳业，2023（7）：24–29
[9] 禹波.规模奶牛场疫病综合防控措施[J].中国畜禽种业，2016，12（6）：95
[10] 张晓红，辛博成，陈俐静，等.同期发情技术在安格斯牛繁殖中的应用实验研究[J].草食家畜，2018（5）：7–10
[11] 刘汉玉，赵玮，刘明，等.定时输精程序对难孕牛繁殖效率的影响[J].黑龙江畜牧兽医，2022（2）：57–59

致谢：本研究得到烟台市农业农村局和参与调查的17 个奶牛场的大力支持，在此表示感谢。

Association Between Foot–and–Mouth Disease Vaccination and Reproductive Performance of Dairy Cows in Yantai Region and Optimization of Autumn Prevention Measures

CHENG Chong
Haiyang Xingcun Town Animal Husbandry and Veterinary Station,Yantai Shandong 265100

Abstract: This study was based on field survey data from 17 large-scale dairy farms in the Yantai region in

下转36页

中国乳业线上阅读

Abstract：Brucellosis，a zoonotic disease，not only severely impairs the reproductive performance of dairy cattle but also poses a significant threat to public health and safety. Autumn is a critical period for brucellosis prevention and control in dairy cattle，playing a vital role in reducing the incidence of brucellosis，enhancing the resistance of dairy cattle，and safeguarding their reproductive performance. Therefore，this paper discussed the key measures for autumn brucellosis prevention and control，including disinfection，immunization，testing and monitoring，and feeding management. It also analyzed the positive effects of autumn prevention and control in protecting the health of dairy cattle' reproductive systems，reducing the abortion rate，improving the survival quality of calves，and maintaining the reproductive stability of the herd. It is expected to provide theoretical basis and practical guidance for improving the prevention and control effect of brucellosis in dairy farms in autumn and ensuring the reproductive performance of dairy cattle.

Keywords：dairy cattle；brucellosis；autumn prevention and control；main measures；reproduction

▲上接29页

September 2024,systematically analyzing the short-term effects and recovery patterns of mandatory foot-and-mouth disease（type OA）vaccination on the reproductive performance of dairy cows. The results showed that within one week after vaccination, the estrus rate, breeding rate, and conception rate of dairy cows decreased by 14.3%, 9.8%, and 8.5%, respectively, while the abortion rate slightly increased. One month after vaccination, all reproductive indicators essentially returned to pre-vaccination levels.Vaccination stress, operational standardization, and vaccine adjuvants were identified as the main factors affecting reproductive performance. The study further found a positive correlation between the frequency of sanitary disinfection and the recovery speed of reproductive indicators post-vaccination. Based on these findings, optimization recommendations such as “group-based vaccination and staggered breeding”“enhanced nutrition and estrus monitoring”，and “establishing a comprehensive disinfection system” are proposed to mitigate the negative impact of vaccination on reproductive performance and improve the effectiveness of autumn foot-and-mouth disease prevention and dairy cow reproductive efficiency.

Keywords：Foot-and-Mouth disease vaccination；dairy cow；reproductive performance；vaccination stress；herd management；sanitation and disinfection；Yantai region

中国乳业线上阅读