

规模化奶山羊场布鲁氏菌病的防控与净化策略

胡海燕

(沂南县动物疫病预防控制中心, 山东临沂 276300)

摘要: [目的]针对规模化奶山羊场布鲁氏菌病传入风险集中、场内传播效率高、人员职业暴露严重、经济损失巨大且防控管理复杂的现实困境, 系统构建一套科学、高效、可落地的综合防控与净化策略, 为规模化奶山羊场实现疫病净化和可持续发展提供理论依据与实践指导。[方法]基于国内外布鲁氏菌病防控净化的成功经验, 结合规模化奶山羊场生产特点, 采用流行病学风险分析、文献综述与案例实证相结合的方法, 提出以生物安全为核心、精准监测与分阶段净化、公共卫生与人员防护为路径的综合技术体系。[结果]理论分析与国内外防控实践证明, 严格落实“监测—扑杀—生物安全”三位一体策略, 可有效阻断布鲁氏菌病在规模化奶山羊场的传播链。采用cELISA等鉴别诊断技术可准确识别感染个体; 辅以足额的扑杀补偿机制, 提升养殖者的配合意愿。通过分阶段持续实施净化方案, 可逐步将羊群血清阳性率降至零, 并维持无疫状态, 改善羊群繁殖性能与产奶水平。[结论]规模化奶山羊场布鲁氏菌病的防控与净化是一项系统工程, 必须坚持“监测—扑杀—生物安全”三位一体原则。该策略对推动我国奶山羊产业疫病净化与公共卫生安全保障具有重要指导意义。

关键词: 规模化奶山羊场; 布鲁氏菌病; 防控; 生物安全体系; 监测净化

文章编号: 1671-4393 (2026) 05-0047-08

DOI:10.12377/1671-4393.26.05.08

Prevention Control and Purification Strategy of Brucellosis in Large-scale Dairy Goat Farm

HU Haiyan

(Yinan County Animal Disease Prevention and Control Center, Linyi Shandong 276300)

Abstract: [Objective]In view of the practical difficulties of Brucellosis in large-scale dairy goat farms, such as concentrated introduction risk, high transmission efficiency, serious occupational exposure, huge economic losses and complicated prevention and control management, a set of scientific, efficient and comprehensive prevention and control and purification strategies was systematically constructed, which provided theoretical basis and practical guidance for the purification and sustainable development of Brucellosis in large-scale dairy goat farms.[Method] Based on the successful experience of prevention and control of Brucellosis at home and abroad, combined with the production characteristics of large-scale dairy goat farms, a comprehensive technical system with biosafety as

作者简介: 胡海燕 (1984-), 女, 山东临沂人, 本科, 高级兽医师, 研究方向为动物防疫与疾病防治。

the core, accurate monitoring and phased purification, public health and personnel protection as the path was put forward by combining epidemiological risk analysis, literature review and case study.[Result]Theoretical analysis and prevention and control practice at home and abroad proved that strictly implementing the trinity strategy of "monitoring-culling-biosafety" could effectively block the transmission chain of Brucellosis in large-scale dairy goat farms.Differential diagnosis techniques such as c-ELISA can accurately identify infected individuals.Supplemented by a sufficient compensation mechanism for culling, the farmers' willingness to cooperate will be enhanced. Through the continuous implementation of the purification scheme in stages, the positive rate of serum in sheep can be gradually reduced to zero, and the epidemic-free state can be maintained, and the reproductive performance and milk production level of sheep can be improved.[Conclusion]The prevention and control of Brucellosis in large-scale dairy goat farms is a systematic project, and the trinity principle of "monitoring-culling-biosafety" must be adhered to.This strategy is of great guiding significance to promote the purification of industrial diseases and public health security of dairy goats in China.

Keywords: large-scale dairy goat farm; Brucellosis; prevention and control; biosafety system; monitoring and purification

奶山羊产业规模化、集约化发展已成为重要趋势，然而，布鲁氏菌病（简称布病）（*Brucellosis*）的流行严重制约了该产业的健康发展。该病由羊种布鲁氏菌（*B.melitensis*）引起，不仅导致母羊繁殖障碍和产奶量下降，造成重大经济损失，更是一种危害严重的人畜共患病，对从业人员和公共卫生安全构成持续威胁^[1]，我国将其列为二类动物疫病。与传统散养模式相比，规模化奶山羊场饲养密度高、物流频繁，一旦发生疫情，传播速度更快，危害更为严重。许多规模化奶山羊场存在生物安全体系不健全、防控措施执行不力等问题，缺乏系统化的净化方案，导致疫情风险居高不下^[2]。针对规模化奶山羊场的生产特点，构建一套高效、严格的综合防控与净化策略，实现从被动应对向主动净化的根本转变，对保障奶山羊产业健康可持续发展和公共卫生安全具有重要的意义。

1 规模化奶山羊场布鲁氏菌病的流行特点与风险分析

与散养户相比，规模化奶山羊场因其高度集中

的生产模式，布鲁氏菌病的发生和传播具有独特性，风险点更加集中和突出。深入的风险分析是制定有效防控策略的前提。

1.1 疫病传入风险高度集中，引种是关键突破口

规模化奶山羊场为了扩大种群和更新血缘，必须依靠频繁引种，不断优化遗传资源，维持生产规模。流行病学调查显示，不规范引种是规模化奶山羊场布鲁氏菌病暴发的主要风险因素^[3]。病原体羊种布鲁氏菌潜伏期长（14~180 d），且存在亚临床感染，导致引种时的常规短时观察难以发现问题。

1.2 场内传播效率极高，形成“暴发-持续感染”循环

高密度饲养、共用设施（饮水槽、挤奶厅）显著提高了布鲁氏菌病的传播效率。一次流产事件可释放大量细菌，形成大面积环境污染。

流行病学调查数据显示，规模化奶山羊场在密闭、通风不良的产羔舍，一次流产事件后，同栏舍羊只的血清学阳性转化率在60 d内可提升50%以上，母羊有流产史等因素为奶山羊感染布鲁氏菌的潜在风险因素（ $P<0.05$ ）^[4]。挤奶厅成为机械性传播的

重要场所,含有病菌的乳汁污染挤奶设备,可导致乳头接触传播,使泌乳羊群感染率快速上升。在未采取任何措施的暴发场,布鲁氏菌病的基本再生数(R_0)可 >4 ,意味着1只病羊可传染给4只以上的易感羊,形成链式反应^[5]。

1.3 人员暴露风险集中

规模化奶山羊场中,固定岗位的饲养员、挤奶工、兽医等员工作业时与羊群接触频繁、密切,长期、反复暴露于流产物料、分泌物等高风险传染源,其感染布鲁氏菌病的职业风险远高于传统散养模式。

据吉林省第四生态环境保护督察组2018年8月通报,松原市前郭县查干花种畜场(存栏1 715只羊)发生布鲁氏菌病疫情,场内5名从业人员被确诊患病。调查显示,患者在处理流产胎儿和胎盘时仅佩戴手套而未使用口罩和护目镜,通过吸入含菌气溶胶或结膜接触感染。该事件导致牧场被责令停产整改^[6]。

据国家卫健委诊疗方案及相关监测数据,畜牧兽医、屠宰加工等职业人群是布鲁氏菌病感染的高危群体,其感染风险显著高于普通城市人群。在发生羊布鲁氏菌病疫情的场区,从业人员血清阳性率筛查中,感染率有时高达18.18%^[7]。

1.4 经济损失呈指数级放大,远超散养模式

规模化奶山羊场投资大,一旦发生布鲁氏菌病疫情,不仅导致母羊流产(发生率可达25%~40%)、死胎、空怀期延长、产奶量下降30%~50%^[8],造成直接生产损失,还需承担净化过程中的全群监测、阳性羊扑杀及其补偿、停产消毒、生鲜乳销毁等处置措施的成本,甚至生鲜乳因抗生素残留或检出病原体而遭拒收、品牌声誉受损、销售渠道中断、银行贷款收紧等,可能导致整个场区被迫关闭,带来难以估量的损失。

1.5 防控管理复杂度高,系统韧性面临考验

有效的布鲁氏菌病防控依赖于精细化的管理和绝对的执行力,需要饲料、繁殖、产奶、兽医、后勤等多个环节的紧密协同。任何环节的疏漏,比如

车辆消毒池消毒液不及时更换、隔离舍与主生产区距离不足、员工培训不到位(对流产物危害性认识不足)、多项防疫制度停留在纸上而非严格执行等,都可能导致防控体系失效,这对管理者的意识和员工的执行力提出了较高要求。

2 构建以生物安全为核心的综合防控体系

对于规模化奶山羊场,构建并严格执行一道坚实的生物安全屏障,是防止疫情传入和扩散的基石,其效益远优于事后处置。

2.1 场区规划与布局

科学合理的场区布局是生物安全的第一道防线。

2.1.1 布局及分区管理

严格划分生活区、生产区、粪污处理区和病羊隔离区。各区域之间间隔50 m以上,也可设立防疫沟、围墙、绿篱等物理隔离屏障,并配备专用的消毒设施。

生活区应选址于羊场上风向或地势较高区域,与生产区保持严格分离。粪污处理区与病羊隔离区均需位于生产区下风向外围,距离生产区 ≥ 100 m。病羊隔离区需设置独立通道,便于消毒及污染物及时处理^[9]。

2.1.2 净道与污道

场内道路设置必须遵循“净道”(饲料车、人员通道)与“污道”(粪污运输车、病死羊运输通道)严格分开、互不交叉的原则。

2.1.3 栋舍设计

推荐采用“小单元”式建筑布局,按不同的生长阶段,将羊群划分为羔羊舍、育成羊舍、泌乳羊舍(需邻近挤奶厅)、干奶羊舍、病羊隔离舍等若干相互独立的群体单元,实行分群饲养,一旦某单元发生疫情,便于立即封锁和处置,防止全场扩散。各羊舍间距 ≥ 5 m或设置隔离设施,整体布局需整齐,兼顾防疫与防火需求。

2.2 人员与车辆管理

在布鲁氏菌病流行中,人是最大的风险因素,车是最常见的传播媒介。因此,必须加强人员与车

辆管控。

2.2.1 人员管理

所有人员实施进场审批和登记制度。进入生产区必须经过淋浴（或更换专用防护服）、消毒通道（紫外线或喷雾消毒）、更换场区专用鞋靴。严禁生产区人员相互串舍，饲养员固定岗位。

2.2.2 车辆管理

场门口设立车辆消毒池和喷雾消毒装置。严禁外来车辆进入生产区。饲料车、奶罐车等均须在固定区域彻底清洗消毒后，方可靠近装货区。

2.3 引种与隔离检疫

这是防控疫情传入的“闸门”，必须严格执行。

2.3.1 源头评估

坚持自繁自养，必须从外新引进羊只时，严禁从疫区引进。供种羊场必须具有《动物防疫条件合格证》《种畜禽生产经营许可证》《种畜禽合格证》以及种羊谱系等资料，并留存归档，且持续进行布鲁氏菌病净化^[10]。索取引种羊的免疫记录和最近的检测报告。

2.3.2 隔离检疫

严把调运关，对新引进羊只需在隔离舍进行至少45 d隔离观察，并建立隔离观察记录。进场后第1周，经所在地动物卫生监督部门检疫合格，实验室检测布鲁氏菌病阴性才能引进入场，并单独进行隔离饲养。到第6周，再进行1次全群布鲁氏菌病检测。2次检测结果均为阴性，方可解除隔离，混入大群饲养。

2.4 日常卫生与消毒

建立制度化、程序化的卫生消毒方案。

2.4.1 消毒设施

（1）消毒池。现场和生产区门口分别设置符合规范的消毒池，消毒池宽度与道路等宽，长度为4 m，深度不低于0.3 m。

（2）消毒通道。在办公区和生产区门口设立人员消毒通道，地面铺设消毒垫，房顶及墙壁多处安装紫外线灯。洗手盆方便出入时进行消毒。

（3）其他消毒设施。生产区外增设熏蒸室，用

于进场物品的熏蒸消毒；各栋舍门口设置消毒池或消毒垫；办公区和生产区门口配备消毒机，进出车辆需经过消毒；生产区门口设置淋浴室，并配备良好的冬季供暖设备及足够的更衣柜。进入生产区穿一次性工作服、衣物及鞋靴。

2.4.2 消毒方法

（1）预防性消毒（日常消毒）。办公区、生产区及各栋舍门口消毒池中的2%~3%火碱溶液，每隔7 d更换1次；冬季气温低时，可在消毒池中加入适量食盐以防止冻结。所有物品在进入生产区前须经24 h熏蒸。

场区每隔3~7 d进行1次日常消毒，每隔30 d进行1次全场彻底消毒；分娩室在分娩前、后各进行1次大消毒。

在转群前，羊舍先进行彻底清扫，再用高压水枪自上而下、连同舍内工具一起冲洗，晾干后用福尔马林高锰酸钾（每m³空间使用40%福尔马林28 mL、高锰酸钾14 g）或0.5%~1.0%过氧乙酸熏蒸24 h，开窗通风7 d后，再喷洒1遍消毒剂，方可进入新羊。

每次使用过的疫苗瓶，采用专用消毒工具蒸煮30 min以上，集中收集处理。兽药瓶集中收集处理，注射器、针头、手术器械等用完后清洗干净，在高压锅内消毒30 min以上。

（2）即时消毒（随时消毒）。当发现羊群中出现病羊、阳性羊或疑似阳性羊时，须立即上报疫情，按《布鲁氏菌病防治技术规范》（农医发〔2007〕7号）要求严格处置，同时对所有接触该羊只的工具进行全面消毒处理，并使用过氧乙酸戊二醛复方稀释液（1：256）20 mL/m³进行雾化消毒，1次/d，对污染的羊舍、运动场、挤奶厅、运输设备、用具、物品等，要每天至少2次严格消毒，持续2周以上，直至病羊、阳性羊及疑似羊全部无害化处理完毕为止。

（3）常用消毒剂种类及选择。消毒剂的选择应遵循高效、广谱、对设备和环境腐蚀性小、对人和动物安全的原则。针对布鲁氏菌，以下消毒剂效果良好，应轮换使用以避免耐药性（表1）。

使用消毒药进行常规预防时，可轮换使用季铵盐类、复合型消毒剂进行带畜环境消毒，刺激性小。在疫情处置过程中，对疫点和流产物污染区域，首选含氯消毒剂或过氧化物类等高效力消毒剂，并使用较高浓度。

2.5 免疫策略

在疫情流行地区或高风险场，疫苗接种是降低感染率、减少临床损失的缓冲手段。

2.5.1 布鲁氏菌病活疫苗（S2株）

推荐皮下或肌内注射免疫，但不能用于孕羊，小尾寒羊、湖羊等四季配种产羔的羊种慎用。口服（灌服）免疫应激小，对孕羊相对安全，且免疫后血清学阳性持续时间相对较短，有利于后期监测。不推荐饮水免疫。

每年对健康羔羊实施免疫（S2株疫苗适用于3月龄以上羔羊，M5株仅用于3~8月龄羔羊），以后每年可视免疫效果加强免疫1次。对于调入调出羊只频繁的育肥场（户）、阳性率较高的自繁自养场（户）剔除阳性羊后，可每年春季或秋季对所有存

栏羊只实施整群免疫。

2.5.2 布鲁氏菌基因缺失活疫苗（M5-90Δ26株）^[11]

供3月龄以上的羊免疫时使用，母羊可在配种前的2~3个月期间免疫接种，腿部或颈部皮下注射1头份（2mL）。首免1年后加强免疫1次。但禁用于孕羊。

2.5.3 布鲁氏菌病活疫苗（M5株）

传统致弱株，毒力较强，仅用于3~8月龄的健康羔羊，口服1头份（250亿活菌），免疫期一般为3年。禁用于成年羊和孕羊。

3 监测与净化实施方案

通过建立系统、常态化的监测体系，及时发现并精准判定布鲁氏菌病感染羊只，并采取坚决的淘汰扑杀措施，逐步实现羊群的净化，最终建立并维持无布鲁氏菌病的健康核心群，保障生产安全与公共卫生安全。

3.1 常态化监测方案

3.1.1 监测范围与频率

（1）全群定期普查。种羊群（含核心群），每

表 1 规模化奶山羊场常用消毒剂对比与应用

Table 1 Comparison and Application of Disinfectants Commonly Used in Large-scale Dairy Goat Farms

消毒剂类别	代表产品	推荐使用浓度	作用时间 (min)	优点	缺点	适用场景	注意事项
含氯消毒剂	次氯酸钠、漂白粉	0.1%~0.3%有效氯（常规） 0.5%~1.0%有效氯（疫点）	≥30	高效、广谱、价廉	刺激性大，对金属有腐蚀性，易受有机物影响，不稳定	环境、车辆、工具、非金属器具、疫点消毒	现用现配，避免与酸类混用。高浓度有漂白作用
过氧化物类	过氧乙酸、过氧化氢	0.2%~0.5%	≥30	广谱、高效、可喷雾/熏蒸	刺激性、腐蚀性较强，不稳定，储存有风险	空舍熏蒸、疫点消毒、设备浸泡	有强烈刺激性，熏蒸时人员不得滞留
醛类	戊二醛、复方戊二醛	1%~2%	≥30	高效、广谱、受有机物影响小	有一定毒性，价格较高，有刺激性气味	医疗器械、精密器具的浸泡消毒	对人体黏膜有刺激，避免接触皮肤
季铵盐类	苯扎溴铵、癸甲溴铵	0.1%~0.3%	≥30	低毒、无腐蚀、无刺激性	对无囊膜病毒效果差，易受有机物和硬水影响	洗手消毒、带畜环境消毒、器具浸泡	不宜与肥皂、阴离子洗涤剂同用
复合型消毒剂	过硫酸氢钾复合物	1:100~1:400	≥30	广谱、高效、低毒、刺激性小	价格相对较高	饮水系统消毒、带畜环境消毒、设备浸泡	不同品牌配比不同，需按说明书使用
碘制剂	聚维酮碘	0.5%~1.0%	≥5	中效、作用快速	对光和热敏感，易受有机物影响	皮肤消毒、乳头药浴、伤口消毒	常温避光保存，溶液易黄染

年至少进行2~4次全群监测。生产群，每年对所有≥6月龄的公羊、母羊、后备羊进行2次血清学监测，建议安排在春季配种前1个月和秋季产后1个月集中进行^[12]。引种后，或出现流产等异常情况时，立即进行针对性监测。

(2) 重点目标监控。①流产羊只。对所有流产病例，均应立即隔离母羊，无菌采集胎衣、胎儿胃内容物或阴道拭子用于PCR检测，同时采集血清样本。②执行严格的隔离检疫制度。入场前必须持有原场≤30 d的阴性检测报告。入场后隔离观察至少45 d，并在隔离期结束前再次全部检测，确认阴性后方可混群。③疑似病例。对出现睾丸炎、关节炎、久配不孕等临床症状的羊只，随时检测。

3.1.2 采样与检测方法

(1) 采样。由兽医或经过培训的专业人员执行，每羊无菌采集颈静脉血5 mL，规范编号（与耳号一致），避免交叉污染；详细记录采样日期、羊只耳号、舍栏号等信息；血清样本分离后，尽快送至有资质的第三方检测实验室或官方兽医实验室进行检测。运输过程使用冷藏箱。

(2) 检测方法。①初筛。采用虎红平板凝集试验（RBT）。操作简便、快速、成本低，适用于大规模初筛，敏感性高。②确诊方法。对所有RBT阳性样本，立即用试管凝集试验（SAT）或竞争性酶联免疫吸附试验（cELISA）进行复核确认^[13]。cELISA特异性更高，能更好区分疫苗免疫抗体和自然感染抗体，尤其在既往免疫过M5-90 Δ 26株疫苗的规模化奶山羊场，是推荐的确诊方法^[14]。

(3) 补充方法。对流产病例等，可采集病料样本送专业实验室进行PCR检测，直接检测布鲁氏菌核酸，用于早期快速诊断。

3.2 分阶段净化实施方案

借鉴发达国家成功经验，建议采取“监测-扑杀-移动控制”的核心策略，分阶段实施。

3.2.1 阶段一：摸底调查与基础防控阶段（第1~2个月）

全场开展1次全群（≥6月龄）普检，摸清本场布鲁氏菌病感染的本底情况^[15]。同时，对全场设施进

行评估，准备好专用的隔离舍、无害化处理设施、充足消毒药品及人员防护装备。掌握感染率，识别并一次性淘汰所有首次检出的阳性羊只，完成全场彻底大消毒。对全体员工进行布鲁氏菌病防控知识培训。

3.2.2 阶段二：全面监测与净化阶段（第3~20个月）

启动每半年1次的全群定期监测。将监测中发现的任何阳性羊，立即移至隔离舍，并在24 h内进行扑杀和无害化处理。对阳性羊所在的原圈舍、用具及路径进行彻底清洗和消毒。对该阳性羊的同群羊进行追踪检测。通过连续2~3个监测周期（即持续1年以上），确保再无阳性病例出现^[16]。

3.2.3 阶段三：维持监测与认证阶段（第21个月及以后）

将全群监测频率调整为每年1次，但维持对流产羊、新引进羊的100%检测。持续执行严格的生物安全制度。如连续2次年度全群检测（即再经过1年）均为阴性，可认定本场已达到布鲁氏菌病净化场标准。可向当地畜牧兽医主管部门申请评估认证。

即使通过认证，也需保持对高风险羊只（引进、流产）的监测，并将布鲁氏菌病检测作为常规检疫项目，以维持净化状态。

3.3 净化过程中的关键问题

3.3.1 鉴别诊断

在使用疫苗的场群，必须采用能区分疫苗免疫抗体与野毒感染抗体的cELISA等技术，否则无法准确识别并淘汰感染者。

3.3.2 野生动物贮主

如果存在野生动物（如野羊）作为贮存宿主，须同步开展野生动物流行病学调查，评估其传播风险并采取相应措施，否则净化成果难以巩固。

3.3.3 引种风险

净化场引种是最大的风险点。必须对引入羊只进行“100%检测+45 d隔离+再次检测”的严格流程，确保阴性。

4 公共卫生与人员防护

在规模化奶山羊场，人员防护是安全生产的底

线，必须制度化。

4.1 强制性防护装备

为所有进入生产区的人员配备工作服、鞋靴、口罩、手套。处理接产、流产、病羊的人员必须增戴护目镜和防水围裙。

4.2 职业健康体检

每年至少组织1次全员布鲁氏菌病血清学筛查，做到早发现、早诊断、早治疗。

4.3 教育培训

定期开展布鲁氏菌病危害和防护知识的培训，并将防护措施的执行情况纳入考核。

5 讨论与结论

规模化奶山羊场布鲁氏菌病的防控与净化，是一项超越了单纯技术范畴的复杂系统工程。其成功实施与可持续性，高度依赖政策环境的支持、技术创新的驱动以及多部门协同的治理能力。

5.1 政策与机制创新：构建净化的长效保障

当前，我国布鲁氏菌病净化工作的最大难点在于如何建立一种能够激励养殖者主动报告疫情并积极参与净化的长效机制^[17]。

5.1.1 优化扑杀补偿机制

现行的补偿标准往往低于市场价，导致养殖户因担心经济损失而隐瞒疫情，形成“瞒报-扩散-再暴发”的恶性循环。

(1) 推行市场价值评估补偿 建立第三方评估机制，使补偿标准尽可能接近动物的实际市场价值，确保养殖户的核心利益不受损。

(2) 探索“保险+净化”模式 政府引导设立政策性布鲁氏菌病扑杀保险，农户投保，政府补贴部分保费。发生疫情后，由保险公司按约定保额进行赔付。这既能减轻政府财政压力，又能快速、足额地补偿养殖者，极大提高其报告疫情的意愿。

5.1.2 强化立法与监管

应进一步明确规模化奶山羊场在疫情报告、强制扑杀等方面的法律责任，同时加大对非法调运、销售病畜等行为的执法力度，提高违法成本，营造

公平的竞争环境。

5.1.3 实施差异化扶持政策

对通过国家级或省级“布鲁氏菌病净化场”认证的企业，给予明显的政策倾斜，如优先申报项目资金、生鲜乳优质优价、品牌宣传推介、绿色通道等。这将使“净化”成为一项有市场回报的荣誉和资产，而非单纯的成本投入。

5.1.4 推进区域化管理

布鲁氏菌病的净化最终必须走向区域化。建议以大型规模化场为核心，带动周边中小养殖场（户）成立“无疫小区”，统一实施防控净化措施，统一管理动物流动，最终实现连片净化，消除疫情“洼地”带来的传播风险。

5.2 技术发展趋势：赋能精准与高效净化

技术的进步正不断为布鲁氏菌病净化提供新的解决方案，未来应重点关注以下方向的研发与应用。

(1) 新型诊断技术

①现场快速检测。开发高灵敏度和特异性的荧光免疫层析试纸条、便携式PCR仪等，可在养殖现场30 min内得出可靠结果，极大提升监测效率和疫情处置的及时性。

②多组学应用。利用蛋白质组学筛选新的特异性抗原，用于开发能更好区分自然感染与疫苗免疫的DIVA（Differentiating Infected from Vaccinated Animals，区分感染与免疫动物）下一代ELISA试剂盒；利用转录组学寻找与早期感染相关的生物标志物（Biomarker），实现“超早期诊断”，在羊只排菌前即能识别。

③DIVA疫苗（基于DIVA技术的基因工程标记疫苗）。这是未来的重要发展方向。通过基因敲除技术（如敲除OMP25或BP26基因），研制免疫原性好但缺乏特定抗原的疫苗。配套使用针对缺失抗原的鉴别诊断试剂盒，可有效区分免疫羊与感染羊。这使得在净化过程中可以继续免疫接种，既建立保护屏障，又不干扰监测，实现了免疫与净化的协同推进。

(2) 智慧化与大数据管理

为每只羊加施RFID电子耳标（射频识别，Radio

Frequency Identification)。RFID电子耳标可将免疫、监测、生产及诊疗信息全部录入云端管理系统，实现全程可追溯。

利用大数据和人工智能（AI）算法，分析疫情传播路径、评估个体感染风险、预测疫情暴发概率，实现从“被动应对”到“主动预警”的转变。

建立区块链溯源系统，确保每只羊的流动信息不可篡改，为精准监管和品牌信任背书提供技术支撑。

5.3 “One Health” 一体化健康：跨部门协作的必然性

布鲁氏菌病的人畜共患属性决定了其防控绝不能仅限于畜牧兽医部门。必须牢固树立“一体化健康”（One Health）理念，建立畜牧兽医、卫生健康、市场监管、生态环境等多部门的协同作战机制。

5.3.1 信息共享与联动

畜牧兽医部门动物疫情信息应立即通报卫健部门，使其能对高风险从业人员进行健康监测和早期干预；反之，医院确诊的人感染病例也应作为动物疫情的重要线索反馈给畜牧兽医部门进行溯源调查。

5.3.2 联合宣传与培训

针对养殖户、兽医、屠宰工、医护人员这些高风险人群，联合开展布鲁氏菌病防治知识宣传和教育，提升从业人员的防护意识和能力。

综上所述，规模化奶山羊场布鲁氏菌病的净化具有可行性，但过程面临诸多挑战。必须突破传统思维，创新政策机制，加大技术研发投入，完善治理体系协同。唯有将强有力的政府主导、充分的经济激励、前沿的科技手段和广泛的社会参与融为一体，才能构建起坚不可摧的防线，最终在我国实现控制和消灭布鲁氏菌病的最终目标，保障畜牧业高质量发展和人民群众的健康安全。

参考文献

[1] 朱良全, 秦玉明, 丁家波. 我国布鲁氏菌病防控面临形势及思考[J]. 中国兽医杂志, 2020, 56 (6): 137-140.

[2] 林呈呈. 布鲁氏菌病对养殖业的危害及净化防控研究[J]. 畜牧兽医科技信息, 2024 (3): 103-105.

[3] 陈峰, 刘平, 张栋, 等. 山东省羊场布鲁氏菌病例对照研究[J]. 中国动物检疫, 2023, 40 (4): 23-27.

[4] 杜芬, 吕新慧, 彭伏虎, 等. 湖北省一起羊布鲁氏菌病疫情的流行病学调查[J]. 中国动物检疫, 2025, 42 (4): 12-15.

[5] 杨文欢, 赵光明, 赵仙苗, 等. 陕西省奶山羊重点养殖县区布鲁氏菌感染情况及其影响因素的横断面研究[J]. 中国预防兽医学报, 2024, 46 (3): 245-253.

[6] 吉林省第四生态环境保护督察组. 松原市群众信访举报转办和边督边改公开情况一览表[R/OL]. (2018-08-03). http://qianguo.gov.cn/jlshbdc_14541/ajbl/201808/t20180803_227266.html.

[7] 范锁平, 钱惠兰, 兰晓萍, 等. 陕西省韩城市布鲁氏菌病暴发疫情流行病学调查[J]. 中国人兽共患病学报, 2012, 28 (10): 1055-1057, 1060.

[8] 李科. 牛羊布鲁氏杆菌病的危害及防控策略研究[J]. 中国动物保健, 2025, 27 (1): 47-49.

[9] 任建存, 林志峰. 规模化奶山羊养殖场设计与建设[J]. 中国乳业, 2019 (8): 73-77.

[10] 陆兴明. 山羊布鲁氏菌病净化和防控措施[J]. 畜牧兽医科技信息, 2025 (4): 165-167.

[11] 中华人民共和国农业农村部. 《布鲁氏菌病防治技术规范》[R/OL]. (2019-11-26)[2026-05-13]. http://xmsy.shiyan.gov.cn/xwzx/dwybfk/201911/t20191126_1908079.shtml.

[12] 杜雪玲. 肃南牧区羊种畜场布鲁氏菌病综合防控净化技术工作讨论[J]. 畜牧兽医杂志, 2024, 43 (2): 125-128.

[13] Sun M, Jing Z, Di D, et al. Multiple locus variable-number tandem-repeat and single-nucleotide polymorphism-based Brucella typing reveals multiple lineages in Brucella melitensis currently endemic in China[J]. Frontiers in Veterinary Science, 2017 (4): 215.

[14] 林邱雄, 殷海燕, 尹才, 等. 国内外畜间布鲁氏菌病流行情况及防控[J]. 中国动物检疫, 2023, 40 (10): 67-73.

[15] Ragan V E. The Animal and Plant Health Inspection Service (APHIS) brucellosis eradication program in the United States[J]. Veterinary Microbiology, 2002, 90 (1-4): 11-18.

[16] 景添, 王天星, 陈曦, 等. 羊布鲁氏菌病及其国内外防控净化措施[J]. 动物医学进展, 2022, 43 (2): 116-120.

[17] 田璞玉, 郑晶. 养殖户动物疫病防控激励研究进展[J]. 华南农业大学学报(社会科学版), 2017, 16 (6): 72-83.