

# 奶牛乳房炎的快检技术及防治体系构建

王立杰

盘山县动物疫病预防控制中心（盘山县动物卫生监督所），辽宁 盘锦 124000

DOI: 10.61369/MAT.2026010011

**摘 要：** 奶牛乳房炎是受多种病原微生物感染而引发的一种好发于泌乳期的常见疾病，虽不具有致死性，但高发病率和难根治的特点已成为制约奶牛养殖业高效发展的重要瓶颈。针对病原菌种类繁多、传统检测周期长等问题，为加快检测速度并提升精准度，为奶牛乳房炎的防控提供科学依据，本文由此提出基于加州乳房炎检测法等多种快检技术并结合构建“检、治、监”一体化流程等综合防治体系，以实现早发现、早治疗、早防控的目标，有效降低发病率和经济损失，提高奶牛生产性能和养殖效益。

**关键词：** 奶牛；乳房炎；快检技术；综合防治；加州乳房炎检测法

## Rapid Detection Technology and Prevention System Construction of Mastitis in Dairy Cows

Wang Lijie

Panshan County Animal Disease Prevention and Control Center (Panshan County Animal Health Supervision Institute), Panjin, Liaoning 124000

**Abstract :** Mastitis in dairy cows, a prevalent disease during lactation caused by various pathogenic microorganisms, is not fatal but poses significant challenges to the efficient development of the dairy industry due to its high incidence and treatment difficulties. To address the issues of diverse pathogens and lengthy traditional testing cycles, this study proposes a comprehensive prevention and control system. By integrating rapid detection technologies such as the California Mastitis Detection Method with an integrated "test-treat-monitor" workflow, the approach aims to achieve early detection, treatment, and prevention. This strategy effectively reduces disease incidence and economic losses while enhancing dairy cow productivity and farming efficiency.

**Keywords :** dairy cow; mastitis; rapid detection technology; comprehensive prevention and control; California mastitis detection method

## 引言

奶牛乳房炎作为全球奶牛养殖业中最为普遍且造成经济损失最严重的一种感染性疾病，我国发病率可达33.41%，且隐性感染阳性检出率为73.91%。细菌、真菌、支原体等多种病原微生物侵入乳腺组织是该病的主要发生因素，且其中以革兰氏阳性菌中的金黄色葡萄球菌和链球菌最为常见，奶牛乳房炎发病后，机体将产生大量炎症细胞，并释放炎症因子，使得乳腺组织发生充血及结构损伤，此时乳腺乳汁成分会发生明显变化，乳糖含量下降，蛋白质和矿物质比例失衡，最终导致乳品质下降甚至无法食用，严重影响养殖效益。传统的细菌分离鉴定方法虽为诊断“金标准”，但平均耗时48-72h，难以满足规模化牧场即时防控需求。为满足对快速、精准检测的需求，需要开发并应用一系列快检技术，便于现场操作，实现对奶牛乳房炎的实时监测与早期预警。基于此，本文旨在梳理并探讨实用的快速检测技术，并在此基础上提出一个立体化的综合防治框架，以期对养殖实践提供技术参考。

## 一、奶牛乳房炎的快检技术

### （一）加州乳房炎检测法（CMT）

CMT是当下应用最为广泛的化学法检测技术，因奶牛出现乳房炎后乳汁中体细胞数量明显处于升高状态，所以为达到快速检测目的，可通过判断乳汁中体细胞的具体数量变化来间接反映

炎症程度。CMT通过在碱性条件下使体细胞破裂释放出DNA，形成黏稠凝胶状物，最后根据凝胶形成程度判读结果，凝胶越明显，表明炎症程度越重。该方法整体操作简便，成本低廉，无需复杂仪器，适合牧场现场快速筛查。取样2ml后向乳样中加入2ml诊断液，充分摇匀后静置15s，观察液体是否形成凝胶及凝胶的强度，结果以“阴性（-）”、“可疑（±）”、“弱阳性（+）”、“阳

作者简介：王立杰（1977.06-），女，满族，辽宁盘锦人，本科，高级兽医师，研究方向：畜牧兽医、检疫防疫。

性(++)”和“强阳性(+++)”五个等级,对应不同级别的反应结果,可初步判定乳腺炎的严重程度<sup>[1]</sup>。其中阴性表示乳汁中体细胞数正常,无明显炎症,可疑表示可能存在轻度炎症,需结合临床表现或其他检测方法进一步确诊。弱阳性至强阳性则提示炎症程度逐渐加重,需立即采取对应干预措施,防止病情蔓延。

## (二)理化性质快速检测

### 1.酒精试验

酒精试验是检测奶牛乳房炎和牛奶品质的常用方法,依靠酒精与异常乳中不稳定的蛋白质发生絮凝反应的原理,判断乳汁是否出现酸败或体细胞升高。健康乳汁在70%–75%酒精作用下不会出现凝块,且试验中呈现稳定状态。而当乳房炎发生后,乳汁会在受病理状态影响下酪蛋白稳定性减弱,在酒精作用下易产生絮凝沉淀,形成明显凝块,此时即可根据凝块大小和数量可初步判断乳汁异常程度,凝块越多越明显,提示炎症越严重。操作时取2ml牛乳放置于洁净且干燥的平皿中,加入等量70%酒精,轻轻旋转混合,10s内观察是否出现凝块。若无凝块形成,表明乳汁正常,若出现细小絮状物或大块沉淀,则提示为异常乳,可能存在隐性或临床型乳房炎。但需注意酒精试验受环境温度影响较大,低温可能导致正常乳出现假阳性反应,因此操作时应确保环境温度>20℃,以避免因温度过低导致蛋白质误凝。

### 2.电导率检测

电导率法集自动化、快速检测于一体,基于乳房炎导致乳汁中离子浓度变化引起电导率升高的原理,通过测定乳汁电导率值判断是否存在炎症。乳腺感染后,钠、氯等离子会从乳腺组织渗出进入乳汁,影响乳汁中电解质平衡,导致电导率明显升高,正常牛乳电导率在25℃时约为0.0040–0.0055s/cm,当电导率超过0.006s/cm时则提示可能存在乳房炎<sup>[2]</sup>。检测时需要先用温水清洗并消毒乳头,去除乳头表面污物及残留乳汁后挤出前3把奶弃去,再采集乳样约5ml置于干燥洁净的容器中并调节至25℃。接入电导率仪进行测定,将电极探头浸入待测乳样中,避免气泡附着以确保读数准确,待数值稳定后记录结果。若测得电导率持续>0.006s/cm,应结合体细胞数、临床症状及其他检测结果综合判断。若单侧乳区电导率显著高于其他乳区,提示该乳区可能正发生炎症反应,需重点监控并及时干预。检测时应确保仪器校准无误,避免因设备误差造成误判。

## (三)酶类与生物标记物检测

### 1.酶活性检测

酶活性检测在奶牛健康监测中是一种通过测量酶促反应中底物消耗或产物生成的变化来反映酶活性的生物化学检测方法,常与特定病理状态相关联的酶类浓度变化相结合,用于评估乳腺组织健康状况。当奶牛出现乳房炎时,N-乙酰-β-D-氨基葡萄糖苷酶和乳酸脱氢酶以及碱性磷酸酶被激活并释放入乳汁中,使得乳汁中上述酶类活性显著升高,可作为早期诊断乳房炎的重要指标。其中,N-乙酰-β-D-氨基葡萄糖苷酶在炎症初期即可展现出较高水平,便于早期识别亚临床型乳房炎,而乳酸脱氢酶则在组织损伤程度加重时活性进一步上升,反映炎症进展。碱性磷酸酶虽升高较晚,但其持续高值提示乳腺上皮细胞修复缓慢或存在慢性感染。检测时需根据检测目的采集牛奶样本,迅速冷却至4℃并避光保存,防止酶活性受温度影响而发生降解或失活,运输过程中应使用冰袋维持低温环境,并在采集后12小时内送至实验室

完成测定。测时需严格按照试剂盒说明书控制反应温度与时间,确保底物充分作用,避免因操作偏差导致结果波动。读取吸光度值后通过标准曲线计算酶活性浓度,结合体细胞计数和临床表现综合评估炎症状态<sup>[3]</sup>。

### 2.急性期蛋白检测

乳房炎发生后的奶牛会因机体免疫应答迅速释放急性期蛋白,常见C反应蛋白(CRP)和血清淀粉样蛋白A(SAA)等,其在血液和乳汁中的浓度可在感染后数小时内明显升高,故在检测乳汁中C反应蛋白和血清淀粉样蛋白A的水平,即可间接反映乳腺炎的活跃程度。正常情况下,乳汁中C反应蛋白和血清淀粉样蛋白A浓度极低,当检测值明显上升后,则提示乳腺存在急性炎症反应,需结合临床症状及其他检测指标进一步确认。检测时采用免疫比浊法或ELISA试剂盒测定,对样本进行适当稀释后加入反应体系,确保待测物浓度处于标准曲线线性范围之内,避免因浓度过高导致信号饱和或过低造成检测灵敏度不足。反应完成后,依据仪器读数结合标准曲线定量分析,确保结果准确可靠。若乳汁中C反应蛋白或血清淀粉样蛋白A显著升高,应立即开展临床检查与隔离观察,防止炎症扩散。

## (四)分子生物学快速方法

分子生物学快速方法依靠核酸扩增技术,实现对病原微生物的高灵敏度检测,尤其适用于早期筛查和优势菌种鉴定。较为常用的技术为PCR,其可在数小时内特异性扩增乳房炎相关病原体的特征基因片段,如金黄色葡萄球菌、链球菌和大肠杆菌的特异性序列,实现精准识别,并可在数小时内检出奶样中微量病原菌,提高检测的时效性与准确性。另外实时荧光定量PCR技术还可通过熔解曲线分析实现扩增产物的特异性验证,避免非特异性条带干扰,利用标准品建立标准曲线后实现病原菌的定量检测,从而判断感染程度。采样时应确保无菌操作,避免外源DNA污染导致假阳性结果,扩增反应中设置阴性与阳性对照,保障检测可靠性<sup>[4]</sup>。该方法虽灵敏度高,但需专业设备与技术人员,适用于重点牧场或疑难病例的精准诊断。

## 二、奶牛乳房炎的防治体系构建

### (一)构建“检、治、监”一体化流程

防治奶牛乳房炎不可仅依赖单一检测或治疗手段,否则极易导致病情延误或治疗失败,最终导致病原菌耐药性增强和养殖成本上升,影响整体防治效率。为确保奶牛健康与乳品质量安全,当地动物疫病预防控制中心需牵头建立以检测为基础,治疗为核心,监测为保障的一体化防治体系。日常需利用挤奶机自动采集奶样结合电导率变化与体细胞数动态监测技术开展高频次筛查,1次/周。对疑似病例立即启动复检程序,采用C反应蛋白与血清淀粉样蛋白A联合检测确认炎症状态,并同步进行细菌培养及药敏试验指导用药。治疗阶段遵循早发现、早隔离、早干预原则,依据上述检查结果精准选用敏感抗生素,结合局部清创与全身抗感染治疗,确保病原菌彻底清除,同时避免抗生素滥用导致耐药性增加。治愈后持续跟踪监测体细胞数及炎症标志物水平,分别在第7、14、28天进行复查,确保无复发迹象<sup>[5]</sup>。同时建立奶牛个体健康档案,实现从检测到治疗全过程的数据可追溯。通过信息化管理平台动态更新每头病牛的感染史、用药记录及免疫状态,结

合群体发病率趋势分析,及时调整防控策略。

## (二) 制定科学免疫计划

结合奶牛乳房炎的发病原因以及盘锦市盘山县的实际情况,需重点关注金黄色葡萄球菌、链球菌和大肠杆菌等主要致病菌的流行特征,制定科学合理的免疫程序,优先选用涵盖主要血清型的多价灭活疫苗,首免于初产前6周进行,间隔3周后加强免疫1次,后续每次干奶期前4周进行免疫,确保泌乳末期与干奶初期形成有效保护。对于经产牛,应于每年固定时段开展加强免疫,维持抗体水平稳定。疫苗接种需结合牧场健康监测数据,动态调整免疫方案,结合牧场流行菌株类型定期评估免疫效果,必要时调整疫苗组分。

## (三) 优化饲养环境

饲养环境不仅影响奶牛乳房炎的发生率,更直接关系到机体免疫力的强弱,良好的饲养环境可降低病原菌的侵袭风险,保护奶牛乳腺组织的健康。亦可减少奶牛应激反应,增强其自然抵抗力,从而有效预防乳房炎的发生。故结合实际需动态调整牛舍温湿度与通风频率,确保温度控制在10-20℃之间,相对湿度50-70%,避免高温高湿环境诱发细菌繁殖。夏季盘山县平均气温可达28℃左右,相对湿度常超过70%,此时需增加纵向通风频率并启用喷雾降温系统,喷雾每间隔30-60min开启3-5min,配合风扇风速2-3m/s,有效降低牛体感温度<sup>[6]</sup>。冬季当温度<5℃时,需关闭侧壁通风口,启用暖风系统维持舍内温度>10℃,垫料厚度保持在15-20cm,每日翻松并及时更换潮湿部分,确保干燥舒适。定期对牛舍地面、卧栏及挤奶设备进行彻底消毒,避免病原菌滋生与交叉感染。牛舍应坚持1次/日清洁,清除粪便、尿液及残留饲料,确保其堆积时间<24h,其余设施可扩宽至1次/周。牛舍消毒应使用含有效氯5%-10%的消毒剂对地面、墙壁及挤奶设备进行喷洒,1次/周,300-500mL/m<sup>2</sup>喷洒量,作用30min后用清水冲洗干净,避免残留腐蚀器械或刺激皮肤。

## (四) 精准营养供给

为减少奶牛发生乳房炎的风险,应从奶牛自身健康出发,强化个体免疫力,因而需加强奶牛营养管理,确保日粮中能量、蛋白质、维生素与矿物质的科学配比,尤其注重维生素A、E及硒、锌等微量元素的补充,以增强乳腺黏膜屏障功能和免疫应答能力。故需确保日粮中精粗比合理,控制在40:60-60:40之间,根据泌乳阶段动态调整,泌乳高峰期可适度提高精料比例,以满足高产奶量的能量需求。蛋白质水平应维持在15%-18%,代谢能维持在2.8-3.0 Mcal/kg,以支持乳腺细胞合成乳蛋白。但对于600kg体重且30kg/d产奶量的泌乳牛,每日需供给约10.5-12.6kg优质蛋白饲料,能量饲料25-30kg。同时还需确保足够的维生素供给,需满足维生素A10000-15000国际单位/kg/d,维

生素E 50-70国际单位/kg/d,硒0.3-0.5mg/kg,锌50-60mg/kg,以维持机体抗氧化能力与淋巴细胞活性。钙含量应控制在0.6-0.8%,磷0.4-0.6%,钙磷比维持在1.5:1-2:1,以促进骨骼健康与乳汁合成。同时应保证每头奶牛食盐摄入量达100-120g/d,以维持电解质平衡并促进唾液分泌,增强瘤胃缓冲能力<sup>[7]</sup>。

## (五) 重视挤奶工作

挤奶的过程也是乳房健康管理的关键环节,健康的挤奶过程可减少乳房损伤与病原微生物侵入风险。反之则易导致乳头管扩张、括约肌损伤及病原菌逆行感染,进而诱发乳房炎。因而必须严格执行规范的挤奶程序,坚持消毒-前药浴-擦拭-挤奶-后药浴的标准化流程。挤奶前需先对乳头进行清洁,使用40-45℃温水清洗,用水量约5-8L/头,时间持续30-60s/次,随后用一次性纸巾自上而下擦拭乳头,避免交叉污染。前药浴可使用含0.5%碘伏或氯己定的药液对乳头进行浸泡,作用时间15-30s,确保有效杀灭表面病原菌。药浴后按摩乳房,刺激泌乳反射,时间控制在3-5min内。待奶牛准备完毕后,设置挤奶机参数与奶牛生理状态相匹配,真空压力维持在38-42kPa,脉动频率设定为60-70次/min,脉冲比控制在50:50-60:40之间,避免过高负压或不匹配脉动导致乳头末端损伤。挤奶过程中应观察乳汁性状,及时发现凝块、絮状物等异常并剔除病牛。单次挤奶时间宜控制在5-7min,挤奶结束后立即进行后药浴,防止病原菌侵入<sup>[8]</sup>。乳头孔在挤奶后开放时间可达15-30min,此期间为病原微生物入侵的高风险窗口期,及时进行后药浴可有效封闭乳头孔,降低感染概率。药液需覆盖整个乳头末端,浸泡时间>30s以确保形成有效保护层。挤奶后需对设备进行彻底清洗消毒,先用清水冲洗管道与奶杯内壁,再用碱性洗涤剂或45-55℃温水循环清洗10-15min,随后用酸性消毒液循环杀菌10min,最后用清水冲洗残留药液,确保无洗涤剂残留。

## 三、结语

综上所述,奶牛乳房炎作为奶牛养殖业可持续发展的重大威胁,不仅严重制约奶牛生产性能的发挥,更对乳品质量安全构成潜在风险。其防控必须依托科学手段实现关口前移,避免被动治疗带来的高成本与高风险。故需依托快检技术的精准支持,通过CMT、电导率测定及快速检测试纸条等手段实现早期筛查,并结合牧场实际建立融合了免疫、营养、环境和操作管理的综合防治体系,形成全方位闭环管理链条,有效阻断传染源,降低发病率。为提升奶牛健康水平和乳品质量安全提供坚实保障,确保产业可持续发展。

## 参考文献

- [1] 吴宜霖,刘怡,臧健. 奶牛乳房炎的早期诊断技术与系统性预防机制[J]. 畜牧业环境, 2025, (17): 129-130.
- [2] 温璐尧,李明航,周琦璐,等. 奶牛乳腺上皮细胞内金黄色葡萄球菌快速检测方法的建立[J]. 中国兽医学报, 2025, 45(09): 1937-1943.
- [3] 田文斌,姚渝,吕昊曦,等. 基于改进YOLO v11n-seg的奶牛乳房炎检测方法[J]. 农业机械学报, 2025, 56(06): 237-246.
- [4] 王雪容,张宇,张海森,等. 奶牛乳房炎5种致病菌多重PCR检测方法的建立与应用[J]. 动物医学进展, 2025, 46(01): 48-55.
- [5] 冯嘉芮. 规模化养殖场奶牛乳房炎综合治疗措施研究[J]. 中国动物保健, 2025, 27(10): 45-47.
- [6] 马军辉. 奶牛乳房炎的防治技术与管理措施[J]. 中国畜牧业, 2025, (20): 109-110.
- [7] 边巴次仁. 散养户奶牛乳房炎的病因分析与防治对策[J]. 今日畜牧兽医, 2025, 41(10): 80-82.
- [8] 杨波,辛冬斌,王振普,等. 奶牛乳房炎的常见病因及防治措施[J]. 畜牧业环境, 2025, (18): 107-108.