

兽医实验室检测在动物疫病防控工作中的应用

钟群芳

东莞市动物疫病预防控制中心 广东 东莞 523086

摘要：在畜牧业规模化发展与公共卫生安全风险交织的背景下，动物疫病防控成为产业稳健运行的关键。兽医实验室检测依托病原学、血清学、分子生物学等技术体系，在疫病精准诊断、动态监测及防控策略优化中扮演核心角色。本文系统阐释检测技术原理与应用场景，深入分析质量保障体系构建、现存挑战及未来发展方向，通过融合前沿技术与实践需求，为提升动物疫病防控效能、保障畜牧产业可持续发展提供全面理论与实践路径。

关键词：兽医实验室检测；动物疫病防控；检测技术；疫情监测；风险评估

引言

近年来，全球畜牧业生产规模持续扩张，养殖模式向集约化、规模化加速转型。但与此同时，动物疫病传播风险显著攀升，非洲猪瘟、高致病性禽流感等重大疫病频繁暴发，不仅造成巨额经济损失，更通过食物链对公共卫生安全构成潜在威胁。传统依赖经验判断和简单临床诊断的防控模式，已难以应对病毒变异、跨物种传播等复杂挑战。兽医实验室检测凭借专业化、精准化的技术手段，成为疫病早期预警、科学防控的核心支撑，对维护畜牧产业安全与公共卫生稳定具有战略意义。

1 兽医实验室检测的技术体系构成

1.1 病原学检测技术分类与原理

病原学检测作为疫病诊断的基石，致力于直接捕捉和鉴定致病微生物。分离培养技术通过模拟病原体生存环境，在特定培养基上培养细菌、真菌等微生物。例如，分离大肠杆菌时，需选用伊红美蓝培养基抑制杂菌生长，再结合生化试验（如糖发酵试验）确认菌种。对于病毒，则需借助细胞培养技术，如利用 Vero 细胞分离培养口蹄疫病毒。形态学观察依赖显微镜技术，电子显微镜可将病毒放大数万倍，直观呈现其独特的形态结构，如冠状病毒的棘突蛋白特征，为病毒分类提供依据。动物接种试验则通过将疑似病料注入实验动物体内，观察发病症状、病理变化，进一步验证病原体致病性，但该方法需严格遵循伦理规范，且检测周期长、成本高。

1.2 血清学检测技术的应用特点

血清学检测基于抗原-抗体特异性结合原理，通过检测动物血清中的抗体水平判断感染或免疫状态。凝集试验利用颗粒性抗原与抗体结合形成肉眼可见的凝集物，如在布鲁氏菌病检测中，通过虎红平板凝集试验快速筛查抗体阳性样本。免疫荧光技术将荧光素标记抗体，在

荧光显微镜下，抗原-抗体复合物呈现特定荧光信号，常用于猪瘟、狂犬病等病毒的快速检测。酶联免疫吸附试验（ELISA）因高灵敏度和特异性成为应用最广泛的技术，其通过酶标记抗体与底物显色反应定量检测抗体浓度，可同时处理数百份样本，在口蹄疫疫苗免疫效果评估中发挥关键作用。

1.3 分子生物学检测技术的创新发展

分子生物学检测以核酸为靶标，通过分析病原体基因序列实现精准诊断。普通PCR技术通过变性、退火、延伸三步循环，可在数小时内将目标基因片段扩增数百万倍，结合琼脂糖凝胶电泳，能快速检测猪蓝耳病、新城疫等常见疫病。实时荧光定量PCR（qPCR）引入荧光探针，实现对扩增过程的实时监测，不仅能定性判断阳性，还可量化病原体载量，在非洲猪瘟早期诊断中发挥重要作用。基因芯片技术将成千上万个寡核苷酸探针固定于芯片表面，可同时检测多种病原体核酸，大幅提升检测通量。

2 兽医实验室检测在疫病防控中的核心应用场景

2.1 动物疫病的日常监测与预警

兽医实验室检测在动物疫病的日常监测与预警中发挥着至关重要的作用。通过定期采集和检测动物样本，实验室能够及时发现潜在的疫病风险，为早期干预提供科学依据。例如，血清学检测可以监测动物群体中抗体水平的变化，从而推断疫病的流行趋势。此外，实验室还可以通过病原学检测，直接检测病原体的存在，这对于快速识别和控制新发疫病尤为重要。例如，临洮县动物疫病预防控制中心实验室通过引入荧光定量PCR技术，显著提高了检测效率和准确性，为当地动物疫病的日常监测和预警提供了有力支持。日常监测不仅有助于早期发现疫病，还能通过长期数据积累，为疫病的季节性、地域性流行规律研究提供数据支持，从而更精准地制定

防控策略。

2.2 疫病的快速诊断与鉴别诊断

快速准确的诊断是控制动物疫病传播的关键。兽医实验室通过先进的检测技术，如PCR和ELISA，能够在短时间内对疑似病例进行确诊。例如，在非洲猪瘟的防控中，PCR技术被广泛用于快速检测病毒核酸，从而实现早期诊断和及时隔离。此外，实验室还能够进行鉴别诊断，区分不同病原体引起的相似症状，避免误诊和过度反应。例如，通过分子诊断技术，可以准确区分非洲猪瘟病毒的不同毒株，为制定针对性的防控措施提供依据。快速诊断技术的应用不仅提高了诊断效率，还减少了因误诊导致的经济损失和动物不必要的扑杀，对于维护养殖业的稳定发展具有重要意义。

2.3 疫苗效果评估与免疫程序优化

兽医实验室检测在评估疫苗效果和优化免疫程序方面具有重要作用。通过检测动物体内的抗体水平，实验室可以评估疫苗的免疫效果，为调整免疫程序提供科学依据。例如，规模化养殖场通过定期检测动物的抗体水平，能够及时发现免疫效果不佳的情况，并据此调整疫苗接种时间和剂量。此外，实验室还可以通过监测疫苗接种后的反应，评估疫苗的安全性和有效性，为疫苗的研发和改进提供数据支持。疫苗效果评估不仅有助于提高动物群体的免疫覆盖率，还能通过优化免疫程序，降低养殖成本，提高养殖效益，对于提升整个养殖行业的疫病防控水平具有深远影响。

3 兽医实验室检测质量保障体系建设

3.1 实验室标准化建设与管理规范

标准化建设是检测质量的根本保障。兽医实验室需严格遵循生物安全等级（BSL）标准设计，划分为清洁区、半污染区、污染区，配备生物安全柜、高压灭菌器等防护设备。以BSL-3实验室为例，需设置双门互锁、负压通风系统，确保病原体不泄漏。同时，建立全流程管理制度，从样品采集（规范采样部位、保存温度）、运输（冷链转运、防泄漏包装）到检测（仪器校准、试剂质控）均制定标准操作程序（SOP）。定期开展内部审核与管理评审，确保实验室运行符合ISO 17025质量管理体系要求，为疫病防控提供可靠数据支撑。

3.2 检测人员能力培养与资质认证

检测人员的专业水平直接影响检测结果准确性。实验室定期组织技术培训，内容涵盖新型检测技术（如CRISPR诊断）、生物安全法规（如《病原微生物实验室生物安全管理条例》）和实验室信息化管理。邀请行业专家开展实操培训，如手把手指导qPCR引物设计、电

泳图谱分析。建立严格的资质认证制度，检测人员需通过理论考试（涵盖微生物学、分子生物学等知识）和实操考核（如盲样检测、实验室间比对），取得省级以上颁发的检测员证书方可上岗。鼓励技术人员参加学术会议、技能竞赛，某省实验室在全国兽医检测大比武中创新改进检测方法，使检测效率提升30%。

3.3 质量控制与质量保证措施实施

质量控制贯穿检测全过程。内部质量控制通过空白对照（排除试剂污染）、阳性对照（验证检测有效性）、重复检测（评估结果重复性）确保检测准确性。定期开展人员比对（同一项目不同人员检测）、方法比对（不同检测方法结果验证）和实验室间比对（参加能力验证计划）。外部质量保证依赖国家或省级质控中心组织的能力验证，如农业农村部每年开展的非洲猪瘟检测实验室考核，未通过验证的实验室需限期整改。建立质量追溯体系，从样品编号、检测记录到报告签发均实现电子化存档，一旦出现争议，可快速回溯检测全过程，确保数据可溯源、结果可复核。

4 兽医实验室检测面临的问题与挑战

4.1 基层实验室硬件与技术短板

基层兽医实验室在硬件设施和技术水平方面存在明显短板。许多基层实验室缺乏先进的检测设备，如PCR仪和荧光显微镜，这限制了其检测能力。此外，基层实验室的技术人员往往缺乏系统的培训，导致检测操作不规范，影响检测结果的准确性和可靠性。例如，一些基层实验室在样本采集、运输和保存环节存在操作不当的问题，导致样本质量下降，影响检测结果。硬件不足和技术短板不仅影响了基层实验室的检测效率和准确性，还可能导致疫病监测和防控工作的延误，增加疫病传播的风险，制约了基层疫病防控工作的有效开展。

4.2 新型疫病检测技术研发滞后

随着动物疫病的不断演变，新型疫病的检测技术需求日益增加。然而，目前在新型疫病检测技术研发方面仍存在滞后现象。例如，对于一些新出现的病毒变种，现有的检测方法可能无法及时识别和检测。此外，检测技术的研发和应用需要大量的时间和资源投入，基层实验室往往难以承担这些成本，导致新技术的推广和应用受到限制。新型疫病检测技术研发滞后不仅影响了对新发疫病的快速响应能力，还可能导致疫病的早期预警和防控措施滞后，增加疫病防控的难度和成本，对养殖业的健康发展构成威胁。

4.3 检测数据共享与协同机制不足

检测数据的共享和协同机制对于疫病防控至关重要

要,但目前在这方面仍存在不足。许多实验室之间的数据共享平台尚未建立,导致检测数据分散,难以进行综合分析和利用。此外,不同地区和部门之间的协同机制不完善,影响了疫病防控的整体效率。例如,在跨区域的疫病监测中,由于数据共享不及时,可能导致疫病的早期预警和防控措施滞后。数据共享与协同机制不足不仅影响了疫病防控的科学性和及时性,还可能导致资源的重复投入和浪费,降低疫病防控的整体效能,不利于形成全国乃至全球范围内的疫病防控合力。

5 兽医实验室检测的未来发展方向

5.1 与信息化技术融合的智慧检测模式

物联网、大数据、人工智能将重塑兽医实验室检测模式。物联网设备可实时监控检测仪器运行状态,自动上传温度、压力等参数,实现远程故障预警。大数据分析整合全国检测数据,通过机器学习算法预测疫病流行趋势,某研究团队利用该技术成功预测出某区域夏季牛羊布鲁氏菌病高发风险。人工智能辅助诊断系统通过图像识别技术自动分析显微镜下的病原体形态,准确率可达90%以上。智慧检测平台还可实现检测流程自动化,从样品接收、检测到报告生成全链条无人化操作,大幅提升检测效率和数据准确性。

5.2 快速、高通量检测技术的创新突破

微流控芯片技术将成为未来检测的核心方向。该技术将样品处理、核酸提取、扩增检测集成在芯片上,实现“样品进-结果出”的快速检测,目前已有产品可在30分钟内完成非洲猪瘟病毒检测。纳米材料的应用进一步提升检测灵敏度,基于金纳米颗粒的免疫层析试纸条可检测到fg级的抗原浓度。多重PCR技术不断升级,某新型试剂盒可同时检测16种禽病毒核酸,大幅提高检测通量。此外,等温扩增技术(如LAMP)因无需热循环设备,更适用于基层现场检测,未来有望成为疫病初筛的主流技术。

5.3 国际合作与检测标准的统一规范

加强国际合作是提升检测水平的必由之路。通过参与国际动物卫生组织(OIE)的合作项目,引进国外先进的检测技术和管理经验,如欧盟的无疫小区建设经验。推动检测标准国际化统一,在非洲猪瘟检测领域,我国主导制定的实时荧光定量PCR标准已被OIE采纳为国际标准。建立全球检测数据共享平台,实现疫情信息实时互通,在新冠疫情防控中,多国实验室通过共享动物感染数据,加速了病毒溯源研究。未来,国际间将进一步加强检测技术联合研发、人员互访培训,共同提升全球动物疫病防控能力。

6 结论

兽医实验室检测作为动物疫病防控的核心技术支撑,在保障畜牧业安全与公共卫生稳定中发挥不可替代的作用。尽管当前面临基层基础薄弱、技术研发滞后、协同机制缺失等挑战,但随着信息化技术深度融合、检测技术创新突破以及国际合作深化,兽医实验室检测将向智慧化、高效化、标准化方向加速迈进。未来需持续加大基层实验室建设投入,强化新型技术研发,完善数据共享与协同体系,为筑牢动物防疫屏障、推动畜牧业高质量发展提供坚实保障。

参考文献

- [1]李芳,陆刚,陈芳.兽医实验室检测在动物疫病防控中的应用[J].北方牧业,2025,(10):15.
- [2]卢嘉贤.兽医实验室检测在动物疫病防控工作中的应用[J].畜牧兽医科技信息,2024,(11):45-47.
- [3]邓开永.兽医实验室在动物疫病防控中的作用与发展[J].吉林畜牧兽医,2024,45(10):133-135.
- [4]张跃山.县级动物疫病预防控制机构兽医实验室在动物疫病防控中的作用与发展[J].北方牧业,2024,(12):8.
- [5]杨光.兽医实验室检测技术的作用及提升措施[J].中兽医学杂志,2023,(09):73-75.