

数字传感技术在动物医学畜禽疫病早期智能预警中的应用

马晓雪¹ 薛晓晓²

1 西安市临潼区交口畜牧兽医站

2 西安市临潼区徐杨畜牧兽医站

DOI:10.32629/as.v9i7.4163

[摘要] 现代规模化畜禽养殖发展,推动动物医学疫病防控向精准前置方向转型。传统人工巡检、显性症状判别模式存在滞后性与主观性缺陷,难以适配标准化养殖管控需求。数字传感技术可实时采集畜禽体征、行为及养殖环境数据,有效识别疫病前期隐性异常。本文梳理畜禽疫病预警常用数字传感技术类型与原理,剖析其应用机制,总结当前技术应用短板,结合临床防控需求提出优化策略。研究可为完善畜禽数字化疫病预警体系、提升前置防控水平、推动动物医学防控数字化升级提供理论参考。

[关键词] 数字传感技术; 动物医学; 畜禽疫病; 早期预警; 智能监测

中图分类号: S814 文献标识码: A

The Application of Digital Sensing Technology in the Early Intelligent Early Warning of Animal Epidemics in Veterinary Medicine

Xiaoxue Ma¹ Xiaoxiao Xue²

1 Jia Kou Animal Husbandry and Veterinary Station, LinTong District, Xi'an City

2 Xu Yang Animal Husbandry and Veterinary Station, LinTong District, Xi'an City

[Abstract] The development of modern large-scale livestock and poultry farming has driven the transformation of animal medical disease prevention and control towards a more precise and proactive direction. The traditional manual inspection and symptomatic judgment methods have inherent delays and subjectivity, making them unable to meet the requirements of standardized farming management. Digital sensing technology can collect real-time data on livestock and poultry's physical signs, behaviors, and the environment, effectively identifying early-stage latent abnormalities of diseases. This paper reviews the types and principles of commonly used digital sensing technologies for livestock and poultry disease early warning, analyzes their application mechanisms, summarizes the current technical application shortcomings, and proposes optimization strategies based on clinical prevention needs. The research can provide theoretical references for improving the digitalized disease early warning system for livestock and poultry, enhancing the pre-emptive prevention level, and promoting the digitalization upgrade of animal medical prevention and control.

[Key words] Digital sensing technology; Animal medicine; Livestock and poultry diseases; Early warning; Intelligent monitoring

引言

畜禽疫病阻碍畜牧产业稳定发展,相关病害会冲击畜禽产品安全与公共卫生管理,群体性疫病扩散会带来养殖生产损失。动物医学疫病防控侧重尽早发现、及时干预,以此切断病原传播路径,缩减患病畜禽数量。传统监测依靠人工观察、定期抽样检测与发病后溯源,仅能判断显现典型症状的个体,难以捕捉潜伏期生理与行为细微变化,预警存在明显延迟。人工观测还会受从业者专业能力、工作时长、主观判断干扰,监测覆盖范围与判别准确度存在局限。

数字传感技术打通传统人工监测的技术局限,持续采集畜禽体征、行为及圈舍环境多项指标,依靠多维数据研判疫病早期细微变化,完成潜伏期风险提示。该技术现已逐步应用于多种畜禽常见病害监测,本文结合养殖临床防控实际,分析该类传感设备的应用优势与现存短板,为疫病智能预警体系搭建提供理论依据。

1 畜禽疫病预警核心数字传感技术类型及原理

1.1 体征参数传感技术

体征参数传感设备专注畜禽生理指标采集,用于甄别疫病

带来的机体异常,主流设备分为红外测温、体表生理采集、气体监测三类。红外测温设备无接触采集体表温度分布,畜禽出现炎症或感染时病灶区域代谢加快,体表温度产生微弱变化,设备可捕捉肉眼难以分辨的温差,完成疫病早期筛查。穿戴或嵌入式生理传感器持续记录呼吸、心率、代谢水平,畜禽潜伏阶段生理状态失衡,参数波动可作为风险判定标准。气体传感器实时监测圈舍有害气体浓度,超标气体损伤呼吸道、降低机体抵抗力,极易诱发群体病害,为环境相关疫病风险判别提供参考。

1.2 行为状态传感技术

畜禽行为异常是疫病初期典型外在特征,相较于生理指标,行为异常出现时间更早,更便于开展常态化监测。该技术主要涵盖加速度传感、声学传感与机器视觉传感三类设备。加速度传感可动态捕捉畜禽步态、站立时长、采食规律等行为数据,畜禽感染各类疫病后,会呈现活动量降低、采食下降、步态不稳等异常状态。声学传感能够识别咳嗽、呼吸异响等声学信号,精准甄别呼吸道疫病隐性感染个体。机器视觉技术可动态监测畜禽姿态与群体分布状态,通过量化分析离群、蜷缩、精神沉郁等异常表现,完成群体性疫病的批量筛查工作。

1.3 养殖环境传感技术

养殖环境是影响畜禽健康状态、诱导疫病发生与传播的关键外部因素,环境参数的动态失衡是群体性疫病暴发的重要诱因。环境传感技术可实时采集养殖圈舍温湿度、通风速率、光照强度、粉尘浓度、微生物气溶胶浓度等多维环境数据。温湿度大幅波动、通风不畅、粉尘堆积等环境问题,会大幅降低畜禽机体免疫力,诱发呼吸道疾病、皮肤疾病、群体性应激疫病^[1]。环境传感技术通过对各类参数的常态化监测,精准定位环境隐患区域,提前规避环境因素诱发的疫病风险,同时结合畜禽个体监测数据,实现环境与机体状态的联动预警,完善疫病防控的前置性管控体系。

2 数字传感技术在畜禽疫病早期智能预警中的应用机制

2.1 捕捉疫病隐性生理异常,实现前置预警

多数畜禽疫病存在3至7天的潜伏期,潜伏期内畜禽无任何典型临床症状,但机体生理机能已出现病理性紊乱,传统人工监测无法识别该阶段异常。数字传感技术具备超高精度的数据采集能力,可量化监测畜禽体温、呼吸、代谢等生理参数的细微波动,通过构建健康畜禽正常参数阈值模型,精准甄别偏离正常区间的异常数据^[2]。针对细菌性感染、病毒性疫病、隐性炎症等常见病害,可在临床症状显现前完成异常个体识别,为临床干预预留充足时间,从源头降低疫病发病概率与传播风险,契合动物医学疫病前置防控的核心理念。

2.2 量化畜禽行为病理特征,提升预警精度

畜禽发病后的行为变化具备规律性、特异性特征,不同类型疫病对应的行为异常模式存在明显差异。数字传感技术可实现行为数据的量化采集与标准化分析,规避人工判断的主观性偏差。肢蹄病会导致畜禽行走步幅缩小、负重失衡,呼吸道疫病会

造成采食时长缩短、呼吸频率异常,消化道疫病会引发活动量骤降、休憩行为异常。通过各类传感设备采集多维行为数据,结合疫病病理特征构建专属识别模型,可精准区分不同疫病的早期异常表现,实现疫病类型的初步判别,提升预警的精准度与针对性,为临床精准诊疗提供数据支撑。

2.3 联动环境与个体数据,预判群体疫病风险

规模化养殖模式下,畜禽疫病普遍具备群体性暴发特点,单一个体出现感染未得到及时处置,极易在种群间形成交叉传播,引发集中性发病问题。数字传感监测体系可完成畜禽个体健康数据与圈舍环境数据的整合统筹,通过数据统计分析挖掘环境异变与畜禽发病之间的内在关联规律。养殖区域环境指标超出合理区间,同时多只畜禽同步产生生理紊乱或行为异常状态时,系统可精准识别区域内疫病扩散隐患,精准判定群体性发病风险并输出预警提示。此种监测模式突破单一数据维度的分析局限,完成个体异常筛查向群体风险预判的转变,契合规模化养殖场景下畜禽疫病整体防控的工作要求。

3 数字传感技术应用现存问题与技术瓶颈

3.1 多源传感数据融合度不足

现阶段养殖场景部署的各类传感设备多为独立运行状态,体征、行为、环境三类数据缺乏统一的采集标准与融合分析体系。单一传感数据仅能反映畜禽健康或养殖环境的单一维度状态,无法全面诠释疫病发生的综合诱因。部分场景存在数据重复采集、无效数据堆积、核心特征数据缺失等问题,数据利用率偏低,难以通过多维度数据联动挖掘深层疫病风险,导致部分隐性疫病异常无法被精准识别,预警漏判、误判现象时有发生。

3.2 复杂养殖环境适配性有限

畜禽养殖圈舍存在粉尘量大、湿度偏高、粪便污水堆积、畜禽活动干扰频繁等复杂工况,对传感设备的稳定性、精准度造成明显影响。部分高精度传感设备抗干扰能力较弱,长期运行后易出现数据漂移、采集失真、设备故障等问题,难以实现长期稳定的常态化监测。同时,不同畜禽物种、不同养殖模式的场景差异较大,通用型传感设备无法适配差异化监测需求,专用化、场景化传感设备研发滞后,制约技术规模化推广。

3.3 疫病特征识别模型专业性欠缺

现有智能预警模型多依托通用算法构建,算法训练数据多来源于通用养殖数据集,未充分结合动物医学疫病病理机制与临床特征。模型对特异性疫病的早期异常特征识别能力较弱,无法精准区分疫病性异常与生理性应激、环境应激引发的正常参数波动^[3]。部分预警模型仅能实现异常状态提示,无法关联疫病类型、发病程度与传播风险,预警结果的临床指导价值有限,难以满足动物医学精准防控的专业需求。

3.4 设备运维与落地成本偏高

完整的数字传感监测体系包含采集设备、传输终端、分析平台等多个模块,初期设备部署、系统搭建成本较高,中小型养殖场难以承担。同时,传感设备长期运行需要定期校准、除尘、检修、更换,后期运维流程复杂、成本持续投入较大。此外,基

层养殖人员数字化操作能力不足,设备日常运维、数据解读、预警处置能力欠缺,导致部分已部署的传感监测体系无法发挥最优效能,技术落地转化率偏低。

4 数字传感技术在畜禽疫病早期智能预警中应用的优化发展路径

4.1 构建多模态数据融合分析体系

各类数字传感设备的采集标准、传输方式与存储规格存在差异,原始数据结构分散,难以直接用于疫病综合分析。行业需统一各类传感设备的数据采集规范、传输协议与存储标准,搭建一体化数据融合分析平台,完成畜禽体征、行为状态、养殖环境多源信息的同步整合与联动分析。体系建设可采用数据分层融合、特征筛选融合与决策协同融合的技术架构,剔除环境噪声、设备误差产生的无效数据,筛选出与畜禽疫病变化高度相关的核心特征参数。多维数据的交叉核验模式,能够弥补单一维度监测的片面性,有效降低疫病异常识别的误判与漏判概率,提升疫病潜伏期微小异常的识别精度,实现养殖场景疫病风险的全方位、立体化研判,为后续智能模型分析与临床防控决策提供规范、可靠的数据支撑。

4.2 研发场景化高适配传感设备

结合畜禽养殖复杂工况,优化传感设备硬件结构,提升设备防尘、防潮、抗干扰、防碰撞性能,增强设备长期运行的稳定性与数据采集精准度。针对猪、牛、羊、家禽等不同畜禽品类的生理特点与差异化养殖模式,开发品类适配的轻量化专用传感设备。合理改良穿戴式、嵌入式、壁挂式设备的安装结构与布设方式,弱化设备对畜禽日常活动、采食休息及生长发育的影响^[4]。同步简化设备日常运维流程,优化内部硬件构造,降低设备故障发生概率,减少后期维护投入。设备综合性能的优化升级,可充分适配各类规模化、中小型养殖场景的落地应用条件,拓宽数字传感技术在畜禽疫病监测领域的适用范围。

4.3 迭代专业化疫病智能识别模型

疫病智能识别模型的优化升级,需要贴合动物医学基础理论与临床诊疗标准开展系统完善工作。结合不同畜禽疫病的发病机制、临床表现与群体传播特点,搭建内容全面、分类规范的疫病特征数据库,为算法训练提供标准化数据基础。模型训练过程可采用养殖场景采集的真实监测数据作为样本,持续调整与优化机器学习算法结构,提升系统对疫病早期微弱异常信号与特异性病理特征的分辨能力。通过建立监测异常数据与疫病种类、发病轻重程度及传播风险的对应关系,完成数据特征与临床诊疗需求的精准匹配。标准化的关联分析模式,可让系统输出的监测结果直接服务于畜禽临床筛查、个体隔离处理与临床用药调控等实际工作,有效提升数字化预警体系的专业性与现场应

用价值,契合现代畜禽疫病精准防控的发展需求。

4.4 完善技术落地保障体系

行业应持续推进轻量化、低成本传感监测硬件模块的研发与优化,优化设备结构设计与生产工艺,压缩系统搭建与现场布设的资金投入,适配不同规模养殖主体的使用条件,解决中小型养殖场数字化设备应用受限的问题。针对基层养殖人员数字化技术掌握程度不足的行业现状,行业内部可构建长效技术指导与实操培训机制,围绕设备规范操作、监测数据科学解读、疫病预警应急处置等核心内容开展系统化教学,逐步提升一线人员的数字化防控实操能力^[5]。同时制定统一规范的设备运维管理标准,落实设备定期精度校准、常态化故障排查、监测数据实时更新等基础工作,规避设备老化、数据偏差等问题,保障整套传感监测体系长期高效、稳定运转,持续扩大数字化疫病预警技术在畜禽养殖领域的应用覆盖面。

5 结语

数字传感技术与动物医学疫病防控的结合,革新了传统畜禽疫病监测预警模式,推动疫病防控转向主动预判与数字化精准识别。各类传感设备可捕捉畜禽疫病潜伏阶段与发病初期的生理、行为及环境异常特征,有效降低疫病发病与群体传播风险,提升动物医学数字化防控水平。现阶段该技术仍存在数据融合不足、场景适配性弱、识别模型专业化不足及应用成本较高等问题。未来可通过优化数据融合架构、研发专用设备、迭代识别算法、健全应用保障机制,持续提升技术检测精度与实用价值,助力畜牧产业稳定发展与畜禽公共卫生安全防护。

[参考文献]

- [1]杨丰溢.畜禽养殖环境调控与智能养殖装备技术研究进展[J].畜牧业环境,2024,(13):11-12.
- [2]吴同垒,陈丽,杨童奥,等.动物医学专业中现代信息技术的应用[J].特种经济动植物,2024,27(5):199-200.
- [3]吴超阁.生物技术在动物医学领域中应用及发展趋势[J].畜牧兽医科学(电子版),2022,(15):169-171.
- [4]谢能平.数字技术赋能畜牧兽医行业高质量发展[J].农业工程技术,2023,43(11):128-130.
- [5]潘新新.数字技术赋能畜牧兽医行业探究[J].南方农业,2022,16(4):232-234.

作者简介:

马晓雪(1998--),女,汉族,陕西靖边人,本科,助理兽医师,研究方向为动物医学。

薛晓晓(1998--),男,汉族,陕西横山人,本科,助理兽医师,研究方向为动物医学。