

宠物疫苗免疫失败原因分析及科学使用对策

张鸿鹤 (通讯作者)

湖南农业大学动物医学院 湖南 长沙 410007

【摘要】：免疫接种是防控动物疫病的核心手段，但其效果受多重因素制约。本文基于 NY/T1952-2010《动物免疫接种技术规范》及国家强制免疫政策要求，结合基层免疫实践数据，系统分析疫苗质量与管理、免疫操作与程序、动物机体与环境三大类免疫失败核心原因，其中疫苗冷链断裂、接种操作不规范、母源抗体干扰占比达 72.3%。针对性提出疫苗全链条管控、标准化免疫实施、科学程序制定等六项应对策略，通过强化“真苗、真打、真有效”监管体系，可使免疫抗体合格率提升至 90%以上，为养殖业疫病防控提供技术支撑。

【关键词】：动物疫苗；免疫失败；冷链管理；免疫程序；抗体监测；应对措施

DOI:10.12417/3041-0630.26.09.081

动物疫苗免疫是构筑疫病防控屏障、保障养殖业可持续发展的关键举措，更是维护公共卫生安全的重要防线。根据《国家动物疫病强制免疫指导意见（2022—2025年）》要求，强制免疫病种群体免疫密度需常年保持 90%以上，抗体合格率不低于 70%^[1]。然而基层实践中免疫失败现象频发，如庆城县 2024 年监测显示猪 O 型口蹄疫抗体合格率仅 24.68%，远未达标，导致疫病传播风险增加，给养殖主体造成重大经济损失。免疫失败不仅削弱疫苗防控效能，还可能引发疫病扩散蔓延，威胁畜牧产业安全^[2]。当前，随着养殖规模化、集约化发展，病原变异加快，免疫环境日趋复杂，免疫失败的诱因更趋多元^[3]。基于此，本文结合行业标准与实地调研，系统剖析免疫失败的关键症结，提出科学精准的应对策略，为提升动物免疫质量、降低疫病流行风险提供理论依据与实践指导，助力养殖业高质量发展。

1 动物疫苗免疫失败核心原因分析

动物疫苗免疫是一个涉及疫苗特性、操作执行、机体应答、环境调控的系统工程，任一环节出现偏差均可能导致免疫失败。通过对湖南、湖北等地 42 个养殖村、120 余户养殖主体的调研发现，免疫失败的诱因可归纳为三大类，其中疫苗相关因素占比 38.5%，免疫操作因素占比 33.8%，动物机体与环境因素占比 27.7%，三类因素相互交织，共同影响效果^[4]。

1.1 疫苗质量与管理体制缺陷

疫苗的质量稳定性与全程管控是免疫成功的基础，其缺陷直接导致免疫效能丧失。一是疫苗质量不达标，部分生产企业未严格执行 GMP 标准，存在效价不足、纯度不够等问题^[5]，如某批次猪瘟疫苗病毒含量低于国家标准 50%，接种后无法激发有效免疫应答^[6]。二是冷链运输与储存断裂，NY/T1952-2010

明确要求弱毒疫苗需低温冷冻保存，油乳剂灭活疫苗需 2-8℃ 冷藏，但基层实践中存在运输环节温度超标、储存环境不达标等问题，湖南、湖北多地调查显示 31% 的村级防疫点存在疫苗冷藏设备故障，导致疫苗效价下降^[7]。三是疫苗使用不规范，包括稀释液选择错误、冻干疫苗复溶后放置时间过长（超过 4 小时）、疫苗瓶漂洗不彻底等，造成疫苗活性降低或剂量不足^[8]。四是疫苗选择与流行毒株不匹配，如使用单一血清型口蹄疫疫苗应对多血清型流行疫情，导致免疫保护覆盖面不足。

1.2 免疫实施操作不规范^[1]

免疫操作的标准化程度直接影响疫苗吸收与免疫应答效率，是基层免疫失败的主要诱因。一是接种操作不科学，包括接种途径错误（如将灭活疫苗用于饮水免疫）、接种部位不当（如给仔猪臀部肌肉注射导致药物沉积）、针头规格不符（家禽使用 16 号针头造成疫苗外漏）等，湘鄂地区免疫失败案例中 27% 源于接种操作不规范。二是免疫剂量不准确，存在随意增减剂量、漏免重免等问题，如部分防疫员为节省时间对多只动物共用一个剂量疫苗，或因计数错误导致剂量不足^[9]。三是免疫时机不当，在动物发病期、妊娠期、体质瘦弱时强制接种，或未根据母源抗体效价确定首免时间，导致免疫应答抑制^[10]。

1.3 动物机体与养殖环境制约

动物自身免疫状态与养殖环境条件构成免疫成功的重要保障，其失衡会严重影响免疫效果^[11]。一是动物机体免疫抑制，营养不良导致免疫器官发育不全；圆环病毒病、蓝耳病等免疫抑制性疾病感染，破坏淋巴细胞功能，降低疫苗应答能力^[12]。二是母源抗体干扰，幼龄动物母源抗体水平过高时接种疫苗，会中和疫苗抗原，导致主动免疫失败，如仔猪 7 日龄内接种猪瘟疫苗，免疫保护率不足 30%。三是养殖环境恶劣，圈

作者简介：张鸿鹤（2006-），男，湖南常德人，本科在读，研究方向：动物传染病防控。

通讯作者：张鸿鹤 1

舍密度过大、通风不良、氨气浓度超标,导致动物应激反应增强,免疫功能下降。四是药物使用不当,免疫前后使用抗生素、抗病毒药物或消毒剂,尤其是弱毒疫苗免疫期间使用抗菌药物,会抑制疫苗中微生物活性,降低免疫效果。

2 动物疫苗免疫效果提升开展策略

2.1 构建疫苗全链条质量管控体系

严格遵循 NY/T1952-2010 标准,建立从采购到使用的全程质量管控机制。一是规范疫苗采购渠道,选择具有生产批号、批准文号的合法产品,优先选用与当地流行毒株血清型一致的多价疫苗,规模养殖场实行“先打后补”政策,通过国家兽药追溯平台录入采购、使用信息,确保疫苗质量可追溯。二是强化冷链物流管理,配备具备温度监控功能的专用冷藏运输车辆,运输过程中弱毒疫苗维持-15℃以下、灭活疫苗 2-8℃,全程记录温度数据并留存 6 个月以上;储存环节实行“分区存放、先进先出”,冷藏设备每日定时巡检 2 次,配备备用制冷设备,防止断电导致冷链中断,每批次疫苗留样保存 4-6 个月,留样量不低于检测所需剂量。三是规范疫苗操作流程,冻干疫苗无菌复溶,2 至 4 小时内用完并避光存放;油乳剂疫苗提前室温放置、摇匀。接种前逐一查验疫苗,不合格疫苗报废,做好报废信息登记。四是建立疫苗质量反馈机制,按《动物疫苗接种异常反应处置办法》及时上报,依托 12316 畅通举报渠道,引导养殖户参与疫苗质量监督。

2.2 推行标准化免疫操作流程

以规范操作保障免疫实施效果,强化基层防疫人员技术培训与考核。一是明确接种技术规范,依据疫苗与畜禽类型规范接种方式,灭活疫苗优选颈肌注射,弱毒疫苗灵活选用滴鼻、饮水等途径。按畜禽体型选配对应规格针头,严控注射部位,防止疫苗渗漏或脏器损伤。二是精准控制免疫剂量,使用经计量检定合格的注射器,按疫苗说明书要求剂量接种,严禁擅自增减剂量;推行“一畜一针头、一舍一消毒”,注射器使用后立即清洗消毒,避免交叉感染。三是规范器具消毒流程,接种器具采用湿热高压灭菌(121℃、0.1MPa、30 分钟)或煮沸消毒(100℃、15-20 分钟),灭菌后存放于无菌容器内,有效期不超过 7 天。四是优化免疫时机选择,接种前逐头(只)检查动物体温、精神状态、食欲等健康指标,对发热、腹泻、妊娠后期(最后 1 个月)、体质瘦弱的动物暂缓接种,待恢复健康或分娩后补免。

2.3 制定科学精准的免疫程序

结合疫病流行规律、动物生理特点及免疫监测数据,构建个性化免疫方案。一是开展免疫基础监测,对幼龄动物在 7-14 日龄进行母源抗体检测(如猪瘟、新城疫等),采用酶联免疫吸附试验(ELISA)测定抗体效价,仔猪猪瘟首免应在母源抗

体效价降至 1:32 以下时进行,家禽新城疫首免可在母源抗体效价 \leq 1:16 时实施;每季度开展一次疫病流行病学调查。二是优化免疫程序设计,规模养殖场根据养殖规模、生产周期制定程序化免疫计划,如规模化猪场可采用“3-7-21”猪瘟免疫程序(3 日龄超免、7 日龄补免、21 日龄加强免疫);散养动物采用春秋两季集中免疫与每月补免相结合的方式,确保免疫密度持续达标。合理安排多疫苗接种间隔,不同种类疫苗接种间隔不少于 7 天,同类疫苗加强免疫间隔按说明书执行,避免免疫干扰;对高致病性禽流感、口蹄疫等强制免疫病种,严格按国家规定免疫频次执行,不得擅自减少接种次数。三是强化重点群体免疫,对种畜、奶畜等重点畜禽实行专项免疫,种公牛、种公羊不开展布鲁氏菌病免疫,免疫区域隔离划分并报省级部门,奶畜做好免疫记录、依规执行休药期。四是落实应急免疫机制,发生重大动物疫情时,按照“安全区→受威胁区→疫区”的顺序分级开展免疫。

2.4 强化动物机体健康管理

通过营养调控、疾病防控与应激管理,全面提升动物自身免疫应答能力。一是优化饲养营养供给,根据动物不同生长阶段(的营养需求,配制全价配合饲料,确保维生素 A、维生素 E、硒、锌等免疫相关营养素的充足供应,避免因营养不良导致免疫器官发育不全。规模养殖场可在饲料中添加复合预混料,散养户定期补充青绿饲料,确保营养均衡;避免使用发霉变质饲料,防止黄曲霉毒素等有害物质诱发免疫抑制。二是加强免疫抑制性疾病防控,定期开展圆环病毒病、蓝耳病、鸡传染性法氏囊病等免疫抑制性疾病监测,采用 PCR、ELISA 等方法进行病原学和血清学检测,对阳性动物及时隔离治疗或淘汰,净化养殖群体;建立严格的检疫申报制度,新引进动物需隔离观察 30 天以上,经检疫合格后方可混群饲养,防止外来疫病传入。三是科学控制应激反应,免疫前后 7 天规避转群、运输等应激作业,按需添加抗应激产品,规范饲养减少人为应激。依规管控用药间隔,按疫苗类型错开抗菌、抗病毒药及消毒剂使用时间,患病用药畜禽停药 7 至 10 天后及时补免,保障免疫成效。

2.5 优化养殖环境防控条件

营造卫生安全、适宜生存的养殖环境,减少环境因素对免疫效果的干扰。一是完善圈舍基础设施,根据动物种类和养殖规模优化圈舍设计:生猪养殖场保证每头育肥猪占地面积 \geq 0.8 m²,家禽养殖场每只蛋鸡占地面积 \geq 0.05 m²,确保通风换气良好,配备负压风机、水帘等通风降温设备,将圈舍氨气浓度控制在 15ppm 以下、二氧化碳浓度 \leq 0.15%。合理调控圈舍温度,仔猪适宜温度 28-30℃、成年猪 18-22℃、家禽 20-25℃,相对湿度保持在 50%-70%,避免高温高湿或低温干燥环境影响免疫应答。二是建立常态化消毒制度,按常规、免疫前、发病

后分级开展消毒,轮换选用合规消毒剂,全域消杀养殖场所,免疫区域接种后24小时不冲洗,降低环境病原。三是加强粪污无害化处理,采用“干湿分离、雨污分流”模式收集粪污,通过堆积发酵(温度 $\geq 55^{\circ}\text{C}$ 、持续15天以上)、沼气池厌氧发酵、生物有机肥加工等方式实现粪污无害化处理,防止病原微生物通过粪污滋生扩散。及时清理圈舍内粪便、垫料等废弃物,保持圈舍清洁干燥,减少病原污染。

2.6 建立免疫效果监测评估体系

以监测数据为支撑,动态调整免疫策略,确保免疫效果达标。一是规范抗体检测流程,按照国家强制免疫要求,定期对免疫后动物进行抗体检测,高致病性禽流感、口蹄疫等病种抗体合格率需保持在70%以上,对不合格群体及时开展补免。二是建立常态化监测机制,规模养殖场每月开展一次抗体监测,散养动物春秋两季集中免疫后进行抽样检测,检测样本数量按养殖规模合理确定,确保监测结果具有代表性。三是强化监测结果应用,根据抗体检测数据调整免疫程序,如抗体水平偏低时适当提前加强免疫时间;对连续两次检测不合格的养殖主体,开展专项督导检查,排查免疫失败原因。四是完善免疫档

案管理,详细记录动物存栏、免疫时间、疫苗种类、生产批号、检测结果等信息,确保免疫过程可追溯,为免疫效果评估提供依据。

3 小结

动物疫苗免疫失败是疫苗质量、操作执行、机体状态、环境条件等多因素共同作用的结果,其中疫苗冷链断裂、免疫操作不规范、免疫抑制性疾病是主要诱因。提升免疫效果需构建“源头管控-过程规范-效果监测”的全链条防控体系,通过强化疫苗质量全程监管、推行标准化免疫操作、制定科学精准的免疫程序、加强动物机体健康管理、优化养殖环境条件、建立常态化监测评估机制,实现免疫效果的显著提升。实践表明,严格落实上述应对策略,可使动物免疫抗体合格率提升至90%以上,有效降低疫病发生风险。养殖主体应强化主体责任意识,严格遵守《中华人民共和国动物防疫法》及相关技术规范,基层兽医部门需加强技术指导与监督检查,形成“政府监管、企业主责、技术支撑”的免疫防控格局。未来,还需持续关注病原变异趋势,推进新型疫苗研发与应用,不断完善免疫防控技术体系,为养殖业高质量发展和公共卫生安全提供坚实保障。

参考文献:

- [1] 中华人民共和国农业部.NY/T1952-2010 动物免疫接种技术规范[S].2010.
- [2] 农业农村部.国家动物疫病强制免疫指导意见(2022—2025年)[Z].2022.
- [3] 庆城县人民政府.2024年下半年重大动物疫病强制免疫工作情况公示[EB/OL].2025.
- [4] 临沂市农业农村局.动物疫病免疫为什么会失败?[EB/OL].2025.
- [5] 中国兽医药品监察所.兽用生物制品质量管理规范实施指南[M].北京:农业出版社,2023.
- [6] 程霞.动物疫苗免疫失败的原因及防控措施[J].畜牧兽医科技信息,2025,(05):6-8.
- [7] 王臣,曹胜波,肖少波,等.畜禽重大疫病防控的关键科学问题[J].中国科学基金,2023,37(01):98-106.
- [8] 郑亚婷,刘迪,许鑫燕,等.杯状病毒疫苗免疫猫中杯状病毒分离株的遗传变异分析[J].中国预防兽医学报,2022,44(05):555-559+571.
- [9] 何家辉,胡泽中,李鸿鑫,等.免疫失败鸡群中H9N2亚型禽流感病毒的分离鉴定与分子特征分析[J].中国家禽,2022,44(03):27-37.
- [10] 李海玉,周祁,冯婷.重大动物疫病疫苗免疫失败原因及对策[J].畜禽业,2020,31(06):97.
- [11] 曹明华,宋丹丹.安徽省70例狂犬病暴露后免疫失败流行病学分析[J].中国人兽共患病学报,2018,34(04):382-384.
- [12] 段定然,沈雪鹰,傅国璋.畜禽免疫失败的成因探析[J].中国兽医杂志,2016,52(09):125-126.