

生猪养殖 与非洲猪瘟 生物安全防控技术

© 全国畜牧总站 编



**Pig breeding and
biosafety technology on controlling
African swine fever**

中国农业科学技术出版社

第一章

非洲猪瘟病毒的重要特性与传播途径

非洲猪瘟（African swine fever, ASF）是由非洲猪瘟病毒（ASF virus, ASFV）引起猪的一种急性、热性、高度接触性传染病，所有品种和年龄的猪均可感染，发病率和病死率可达100%。ASF 是世界动物卫生组织（OIE）必须报告的动物疫病之一，我国将其列为一类动物疫病，但需要指出的是，非洲猪瘟不感染人，并非人畜共患病。

第一节 非洲猪瘟的危害

自 1921 年在非洲肯尼亚首次发现至今，非洲猪瘟已有近百年历史，从非洲传播至欧洲、南美洲、亚洲。该病一旦发生，如不能及早扑灭，疫情易迅速扩大，将带来巨大的经济损失，甚至给当地养猪产业造成毁灭性的打击。2007 年以来，ASF 在格鲁吉亚暴发，而后传入欧洲国家，对欧洲养猪业造成严重

生猪养殖与非洲猪瘟生物安全防控技术

威胁。在波兰和俄罗斯等东欧国家，非洲猪瘟疫情和受影响地区的数量每年都在增长。2018年，西欧暴发疫情，在比利时已经发现了几百头受感染的野猪。ASFV生态复杂，可在家猪、野猪和软蜱之间循环，除了在非洲和欧洲流行之外，还曾在美洲的巴西和海地等国暴发流行。

2018年8月3日，非洲猪瘟在中国辽宁省的沈阳市首次暴发，随后周边国家蒙古、朝鲜、韩国、越南、柬埔寨、老挝、缅甸、菲律宾以及印度尼西亚等也相继暴发疫情，引起了全世界对其进一步扩散和蔓延的担忧。一年多来，疫情扩散速度明显加快，OIE通报的数据显示，2019年1月至10月，曾暴发或正在暴发疫情的国家地区有26个，其中欧洲13个、亚洲10个、非洲3个，当前亚洲的疫情尤为严重。

非洲猪瘟一旦暴发将对养猪业造成巨大危害。第一，该病一旦传入猪群，可引起感染猪只高热和急性死亡，呈现高致死性，造成的直接经济损失巨大。感染猪的发病率通常在40%~85%，病死率因感染的毒株不同而有所差异。高致病性毒株感染猪的病死率可高达90%~100%；中等致病性毒株感染成年猪的病死率为20%~40%，感染仔猪的病死率为70%~80%；低致病性毒株感染猪的病死率在10%~30%。第二，可以引起母畜流产等繁殖障碍。第三，疫情处理过程中扑杀发病动物、同群（场）动物以及与其接触的猪群，并进行无害化处置，将耗费大量人力、物力和财力。第四，一旦出现疫情，将严重阻碍生猪产业相关的国际贸易，种猪、公猪精液、猪肉等相关制品的出口将受到严格限制和禁止。第五，

可连锁影响与养猪相关的上下游产业，如饲料和食品加工等行业。

第二节 非洲猪瘟病毒基因组特征与结构

非洲猪瘟病毒是非洲猪瘟病毒科非洲猪瘟病毒属的唯一成员，是一种大型（200nm）复杂的有囊膜的双链 DNA 病毒。通常认为只有一种血清型，但基于红细胞吸附抑制试验（HAI）可以将 ASFV 毒株至少分成 8 个血清群。基于其 p72 基因部分片段的遗传演化分析，可将当前毒株分为 24 个基因型。我国目前流行的毒株属基因 II 型。

已有的研究分析表明，ASFV 基因组片段的插入和缺失对于基因组多样性的贡献远大于点突变，基因组中发生的大量重组事件与基因组插入存在明显的关联，重组可进一步导致病毒基因组的多样性以及病毒表型（如抗原性、致病性等）的变异，由此极大地增加了防控的难度。

国内研究团队利用冷冻电镜技术解析了 ASFV 粒子结构，研究结果显示（图 1-1）：非洲猪瘟病毒粒子是一种正二十面体的巨大病毒颗粒，由基因组、核心壳层、双层内膜、衣壳和外膜组成，病毒颗粒

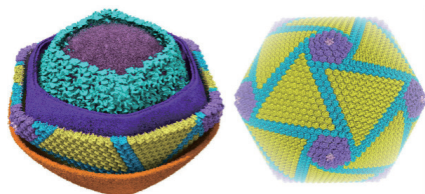


图 1-1 非洲猪瘟病毒整体结构（左：5 层切面图；右：衣壳层整体结构）（图片来源：Science, Vol. 366, Issue 6465, pp. 640-644）

生猪养殖与非洲猪瘟生物安全防控技术

包含 3 万余个蛋白亚基，组装成直径约 260 纳米的球形颗粒；非洲猪瘟病毒的不同层病毒原件的组成方式类似俄罗斯套娃，外层衣壳保护着内层蛋白和核酸结构。同时，提出了非洲猪瘟病毒可能的组装机制，为揭示非洲猪瘟病毒入侵宿主细胞以及逃避和对宿主抗病毒免疫的机制以及研发安全有效的新型非洲猪瘟疫苗提供了重要线索。

由于非洲猪瘟病毒基因类型多，免疫逃逸机制复杂，可逃避宿主免疫细胞的清除，目前国内外尚无安全有效的疫苗，防控非洲猪瘟的唯一有效手段是生物安全措施。

第③节 非洲猪瘟病毒的环境抵抗力

早期的研究业已表明，ASFV 具有较宽的温度稳定性和对腐败及干燥具有极强的抵抗力，并高度抵抗某些化学物质（如胰蛋白酶和 EDTA）和物理处理（如冻结 / 解冻和超声波）。在 56℃ 1h 和 37℃ 1 周后病毒仍能存活。无论是在 0℃ 以下还是在 4℃ 时，ASFV 都表现出对环境条件的高耐受性，在长时间的贮藏过程中仍可保持感染性。ASFV 可以在多次冻融循环中存活，在 4℃ 的环境中保存病毒血液的感染性至少 75 周，而在无 Ca^{2+} 或 Mg^{2+} 的环境中保存病毒感染性至少 61 周。病毒在粪便和尿液中（20℃ 下）可存活 11d，木板上的血渍中可存活 70d，而腐败的血液中可存活 15 周。受污染的肉即使被腌制，其中的 ASFV 也可以在火腿中存活一年以上。

最近的研究再次表明，ASFV 在 4℃、22℃ 和 40℃ 时稳定，

在 EMEM 中培养 24h 后，仅损失不到 10 个 50% 血细胞吸附剂量 (HAD_{50}) /mL。组织中的 ASFV 可以在深度冷冻 (-70°C) 条件下存活多年而没有显著的滴度损失，但在 20°C 时会逐渐失去活性，但仍可存活至少 105 周。在 4°C 时，病毒在培养基中非常稳定，至少在 61 周内保持感染性。在较高温度下，ASFV 失活相对较快，在 37°C 下，ASFV 在细胞培养基中可保持感染性 11~22d，但在 50°C 时，只有少部分病毒保持感染性，而在 60°C 时，仅 15min 后就检测不到感染性病毒粒子。

非洲猪瘟病毒具有较强的酸碱耐受性。研究表明，病毒有较宽的 pH 值适应范围，在 pH 值为 3.9~13.4（在含有血清的培养基中）时可稳定存活 7d 以上。一些强抵抗性毒株甚至在 pH 值为 3.1 时还能存活，直到 pH 值下降到 2.7 时才失去活性。pH 值达到 13.4 时强抵抗性毒株仍可以在无血清培养基中存活 20~22h，在 25% 血清中存活 7d。

第④节 非洲猪瘟病毒感染的临床特征

ASF 潜伏期因感染方式的不同而长短不一，通常在 4~19d，也有报道可至 21d。人工感染试验发现，肌内注射或软蜱叮咬潜伏期短于经口途径感染，且在病毒感染的潜伏期内，猪的口腔液、血液、其他分泌物和排泄物中已经能够检测到病毒，表明感染猪只在潜伏期内已具有传染性。感染猪病毒血症可持续至感染后 40d 左右（因毒株和感染动物的不同存在差异）。

❖ 生猪养殖与非洲猪瘟生物安全防控技术

特急性感染，高热发烧（41~42℃），厌食，呼吸急促，皮肤充血，有的动物没有临床症状突然死亡。急性感染动物表现为，发烧（40~42℃），厌食，嗜睡，久卧不起，呼吸急促；耳朵，腹部，后腿以及臀部皮肤发绀或出血（斑点状或伸展状）；口鼻出血，鼻子/嘴巴流出血液泡沫，眼角分泌物增加；呕吐，便秘或腹泻，也可见便血；各阶段怀孕母猪感染后均可出现流产（图 1-2）。亚急性感染，症状相似但严重程度略轻于急性发病，出现时间略慢于急性感染，除以上症状外，还可出现跛行，关节积液肿胀和纤维性肿胀；也可见呼吸困难和肺炎，以及母猪流产。慢性感染，体温升高但不明显（40~40.5℃），轻度呼



A. 猪看起来明显虚弱、发烧，可能团缩在一起取暖。
B-E. 在颈部、胸部和四肢的皮肤上有血性腹泻和明显的充血（红色）区域。
F. 耳朵尖端呈青色（蓝色）。
G-I. 腹部、颈部和耳朵皮肤上的坏死病变。

图 1-2 非洲猪瘟急性感染动物典型临床病变（图片来源为 FAO 诊断手册）



A-F. 中度至重度关节肿胀，经常伴随皮肤红斑、突出和坏死。
G. 额外的剖检发现伴有淋巴结肿大。
H. 伴有干酪样坏死和矿化的肺炎症。

图 1-3 非洲猪瘟慢性感染动物临床病变 (图片来源为 FAO 诊断手册)

吸困难，常见中度至重度关节肿胀；皮肤局部出现坏死(图 1-3)。

非洲猪瘟感染猪只剖检变化可随毒株的致病性不同，以及感染进程不同而有所差异。特急性感染猪只，由于死亡过快，脏器甚至不表现明显的病变。急性感染动物，剖检大体病变可见皮下出血；全身淋巴结肿大，出血（特别是胃肠道和肾脏周边淋巴结）；脾脏由于大量充血呈现严重的肿大，可达正常大小的 6 倍以上，呈深红色至黑色，质地变脆，易碎，边缘圆润；肾脏、膀胱、胃壁、肠壁、心脏外膜出血；胸腔腹腔积液；肺部可出现水肿、充血和出血（图 1-4）。

若感染耐过，可成为持续性感染病例，动物体内可间歇性



图 1-4 非洲猪瘟感染猪肺脏肿大

出现病毒血症，尤其在动物受到应激时可能重新排毒，这表明感染耐过猪仍然具有传播病毒的风险。一般情况下，感染后的 7~9 d 能检测到 ASFV 特异性抗体，若猪只耐过，感染猪体内较长时期内均可以检测到抗体，但在急性感染病例中，感染动物可能出现尚未产生抗体转阳已死亡的情况。

第五节 非洲猪瘟病毒的传播途径

研究表明，ASFV 在环境中存在至少 3 种不同的循环模式：丛林传播循环、蜱 - 猪循环和家猪（猪 - 猪）循环。目前，我国仍主要关注家猪循环。ASFV 传播途径分为直接和间接接触传播，直接接触传播主要由感染猪通过口、鼻接触而传播；间接接触传播是由被污染病毒的泔水、工具、设备、物资、饲料、环境等传播，还可经由软蜱、蚊、蝇等叮咬感染猪后携带病毒



传播。

一、猪

非洲猪瘟发病猪、感染猪、带毒猪是重要的传染源，感染猪只在潜伏期内以及感染耐过猪只均具有传播病毒的风险。在非洲猪瘟疫情流行期间，猪场引种、购进猪苗、外售猪、淘汰猪及场内猪调运时容易让健康猪群感染病毒，造成疫情扩散的风险最大。欧盟在非洲猪瘟防控过程中提出，病死猪及可疑地区猪群是在非洲猪瘟暴发期间重要风险点，并强调猪场引种引入无健康等级和非洲猪瘟阴性证明的猪只将存在传入非洲猪瘟的风险。

二、车辆

目前有些猪场运输饲料时允许商业化料车进入生产区内，若消毒不全，具有巨大的交叉污染风险，为减少外来料车进入猪场生产区带来的风险，需要在场区边缘地带设置饲料中转站，每栋猪舍饲料由饲料中转站通过本场机械设备输送。外来料车运送饲料至饲料中转站时也应料车消毒。

运猪车，包括猪苗运输车、出栏运输车、拉淘汰猪车和拉猪粪和其他废弃物的车辆，均是传播该病的重大风险点。场区在引种时需通过猪苗运输车引入仔猪，从场外引种距离不宜过远，距离越远，在运输途中感染的风险越大；全封闭运输车能够减少运输途中感染的风险。运输车入场区前需在洗消中心仔细消毒，检测合格后抵达场区，通过转猪台将猪苗转入场区，

生猪养殖与非洲猪瘟生物安全防控技术

换用场区内部运猪车送入生产舍。育肥猪出栏时，指定的场外出栏运输车经洗消中心消毒检测合格后到达场区等候，猪只通过场内车辆经转猪台送至出栏运输车。无论引种还是出栏，场外车辆严格消毒后于场区大门处等候，不得进入场内，猪只通过出猪中转台通道进出，内外车辆严格分开。可在场外建立烘干房，对于必须入场的车辆进行烘干消毒。

三、人员

人员（包括场区工作人员和外来人员）的鞋、靴及衣物等可传播非洲猪瘟病毒。人员入场区前需严格隔离，包括场外和场内生活区隔离。场内工作人员严格按照生物安全制度进行生产，进生产区需淋浴、更换工作服。生产工具专栏专用，减少人为造成的交叉污染。外来人员须按照程序进行隔离、淋浴、更换工作服，并在场内工作人员的陪同下进行操作，防止出现违反生物安全的危险操作。

四、物资

猪场日常所需的生活用品、办公用品、生产用品及人员随身物品等物资都有可能在非洲猪瘟暴发期携带病毒，对猪场流通的物资进行严格管理显得尤为重要。ASFV 对外界抵抗力非常强，根据不同物资属性要采取不同存放时间和消毒方法，包括干燥、熏蒸、臭氧消毒、浸泡消毒、酒精擦拭等。所有入场物品需去除外包装，仅保留内包装，彻底消毒后方可进场，确保物品不是来自其他畜禽养殖场、ASFV 疫区、屠宰场、农贸

市场和病原微生物实验室的敏感区域。

五、食品

ASFV 有较强的环境稳定性以及动物感染后较长的潜伏期，而且潜伏期可以排毒感染其他易感动物的两大特性，明显增大了其传播的风险。由于 ASFV 能够在受污染的各类食物中，尤其肉制品中长期存在，因此，它们可以作为病原体越境甚至跨大陆传播的媒介。这种传播模式是 ASFV 进入无疫地区的最常见途径之一。例如，2007 年格鲁吉亚 ASF 的暴发就是由于在 Poti 码头处理污染食品造成的。历史上曾多次发生过类似的传播事件，导致了 ASFV 引入葡萄牙（1957 年）、古巴（1971 年）、巴西（1978 年）和比利时（1985 年）。

六、饲料

污染的猪肉及其制品经餐厨剩余物（泔水）这条传播链传入是中小规模猪场感染的重要方式之一。从世界范围来看，多年来的非洲猪瘟防控实践表明，餐厨剩余物饲喂生猪是非洲猪瘟传播的重要途径。国外有专家对 2008—2012 年查明的 219 起非洲猪瘟疫情进行分析，发现 45.6% 的疫情系饲喂餐厨剩余物引起。而在我国非洲猪瘟暴发初期，饲喂餐厨剩余物成为非洲猪瘟疫情在中小猪场传播的重要因素，经专家对疫情发生原因调查分析发现，2018 年暴发初期发生的前 21 起非洲猪瘟疫情中，有 62% 的疫情与饲喂餐厨剩余物有关。这些疫情多分布在城乡结合部，往往呈多点集中发生，这在安徽省最初的

生猪养殖与非洲猪瘟生物安全防控技术

几起疫情中表现尤为明显。但在规模化猪场所发生的疫情中，并未发现饲喂餐厨剩余物造成传播的情况。我国在非洲猪瘟疫情发生后，农业农村部迅速明文规定在全国范围内全面禁止用餐厨剩余物饲喂生猪。

除餐厨剩余物外，其他饲料若被 ASFV 污染后也将使采食的猪只感染。拉脱维亚 2014 年开始暴发 ASF，该国及其他国家专家分析暴发的主要原因为生物安全措施较差，无法阻断 ASF 的传播，例如，被病毒污染的饲料喂猪导致感染发生。

猪血粉作为饲料成分存在传播 ASFV 的巨大风险。中国农业科学院哈尔滨兽医研究所国家非洲猪瘟专业实验室发现引起黑龙江佳木斯疫情的 Pig/HLJ/18 株与同时期辽宁猪血粉中污染的 ASFV (DB/SY/18 株) 基因组序列完全一致。在猪血粉生产过程中，若原料中有阳性样品，即便成分在高温下灭活，血粉在制备、包装运输过程中极易受原料血液的污染，成为传播风险点，应予以高度重视。

我国禁止饲喂泔水且在养猪户严格遵守规定的前提下，为防止饲料中添加的血粉如果在某一个环节出现问题而存在 ASFV 传播风险，在猪舍饲喂末端将含有猪血粉添加剂的饲料重新加热，加热温度 70 ~ 100℃ 保持至少 30min，能够减少或者杜绝因添加猪血粉商品饲料而引起 ASF 暴发的风险。不利之处：猪场需要配套加热设备并消耗加热能源。

另外，某些猪场可能会饲喂猪青绿饲料，也要注意保证饲料不被可能携带 ASFV 的动物接触。

七、水源

目前，尚未有猪通过饮水感染 ASF 的确切报道，但尼日利亚的一篇文章指出，如果是开放式水源，其可能被野鸟等携带 ASFV 的动物污染，可能具有传播 ASF 的风险。同时，近期有报道称水蛭可能是 ASFV 的贮藏宿主，具有传播 ASF 的风险。猪场供水方式一般为地下水水井-变频水泵(水塔)-供水管路-饮水器-猪，不易被其他动物污染。但是在曾经发生过疫情且病死猪采取深埋处理方案的疫点，尚无所埋猪携带的 ASFV 能否对地下水造成污染或污染能持续多久研究报告。

非洲猪瘟病毒是一种具有双层囊膜的双链 DNA 病毒，环境稳定性和酸碱耐受性较强。因此，仅靠改变猪场饮水的酸碱性作用不大，还需配合其他净化消毒方式保障饮用水安全。同时，栏舍冲洗的水源也应注意防范 ASFV 污染。

八、精液

公猪感染后，可通过精液传播病毒。已有研究表明，ASFV 可在精液中长期存活，如果精液受到污染，随人工授精传播给母猪，可导致大规模的感染，引起疫情暴发。同时，如果缺少有效的检测和发现，ASFV 可以随冻精的调运和流动，导致长距离的传播，因此对精液的定期检测十分重要。

九、气溶胶

早期研究资料显示非洲猪瘟病毒通过气溶胶传播的距离较短，主要局限在近距离(2~3m)。但在疫情发生猪场，经检

生猪养殖与非洲猪瘟生物安全防控技术

测发现猪舍机械通风的排风口处可检测到 ASFV，推测通过气溶胶传播可能是 ASF 在猪场内传播的一种方式，但是在猪场之间传播的可能性较小。

非洲猪瘟一般不会通过远距离的空气传播。因此，若想仅通过空气过滤来抵御非洲猪瘟，意义不大。我国多数猪场内猪舍粪沟相通、人员串舍时有发生，仅通过空气过滤仍无法杜绝舍与舍之间的传播，但带空气过滤的猪舍对其他可经气溶胶传播的疫病具有较好的阻断作用，有条件的猪场可考虑安装，如公猪站和种猪场等。

十、蚊、蝇、鼠、鸟

2014 年以来，ASF 传播到西欧地区，丹麦兽医专家 Mellor 等人通过 ASFV 阳性血液的蚊蝇饲喂试验证明蚊蝇（又名吸血厩蝇、厩螫蝇）可以机械地携带 ASFV，苍蝇能够在吞食 ASFV 感染血液后 24h 内机械地传播病毒。此外，Olesen 等人最近的一项研究证实，猪的感染也可能发生在口服喂饲 ASFV 感染血液的苍蝇之后，推测蚊蝇具有传播 ASF 的风险。吸血厩蝇可能是短距离传播的一种可能途径（例如，农场的内部传播），而较大的马蝇，如虻科苍蝇，飞行范围较大，存在较长距离传播 ASFV（例如，农场和农场之间的传播）的风险。已有证据表明，从发病猪场捕获的苍蝇、蚊、鼠中可检测出 ASFV。所以除了软蜱之外，也要防止苍蝇、蟑螂、蚊虫、鼠等进入猪舍，需及时清除。