

# 猪病数字化诊断应用进展

乔松林 博士

河南省农业科学院

# 目录

1

**传统猪病诊断技术**

2

**数字化诊断技术发展背景**

3

**猪病数字化诊断技术进展**

4

**在猪病流行病学中应用**

# 一、传统的猪病诊断技术

# 猪病诊断技术

## 猪病 临床诊断

- 临床剖检：临床症状、剖检病理变化等
- 实验室诊断：病原分离、血清学检测等
- 新发疫病诊断：柯赫氏法则

## 疫苗临床免疫 评价

- 疫苗的有效性？
- 免疫效果评价？
- 何时再次免疫？

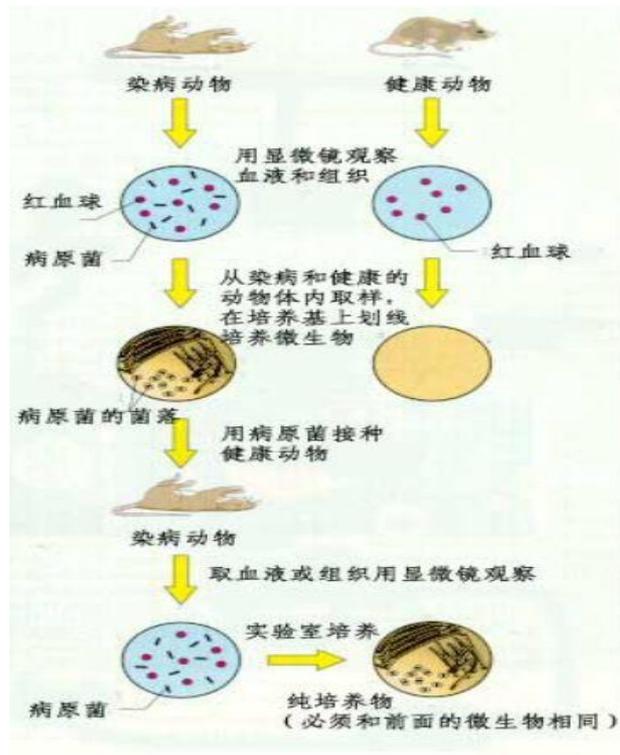
# 新发疫病诊断—柯赫氏法则

在每一病例中出现相同微生物，且在健康体内不存在；

要从病例中分离出这样的微生物并得到纯培养；

用这种微生物的纯培养接种健康而敏感的寄主，同样的疾病会重复发生；

从试验发病的寄主中能再度分离培养出这种微生物来。



# 试验室诊断技术

## 病原学诊断技术

- PCR
- 病毒分离鉴定
- 病毒中和试验
- 本动物回归试验
- 实验动物感染试验

## 血清学诊断技术

- ELISA
- 凝集试验
- 沉淀试验
- 免疫荧光试验
- 血清中和试验

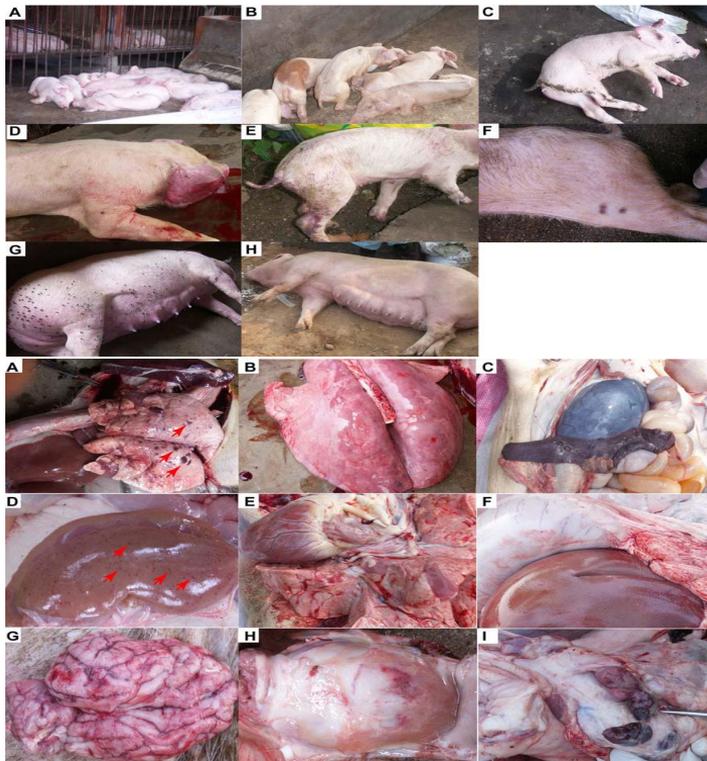
优势：结果准确

缺点：操作复杂

# 现场诊断—初步诊断

- 临床症状
- 病理变化

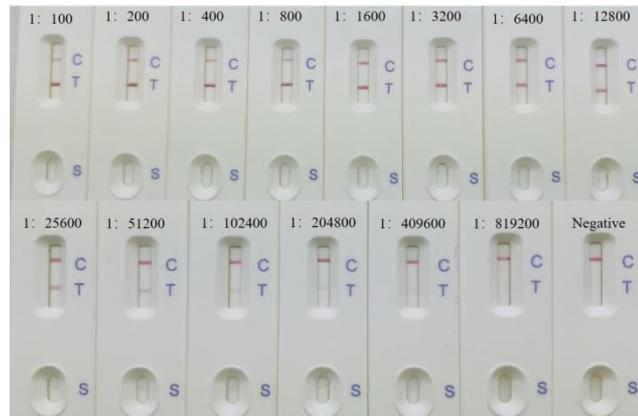
优势：快捷  
缺点：仅能初诊



# 即时诊断 (POCT) — 免疫层析试纸快速检测技术

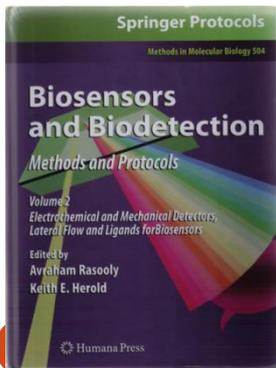
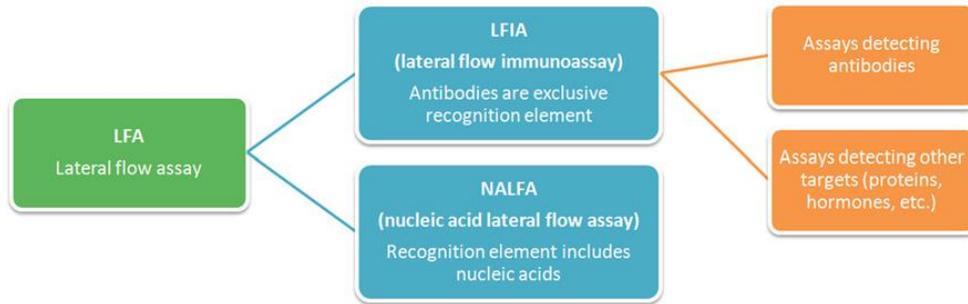
pH试纸  $\Longrightarrow$  快速检测试纸

——从梦想到现实



# 国内最早开展胶体金检测技术实验室

- 抗原快速检测技术
- 抗体快速检测技术
- 半抗原快速检测技术



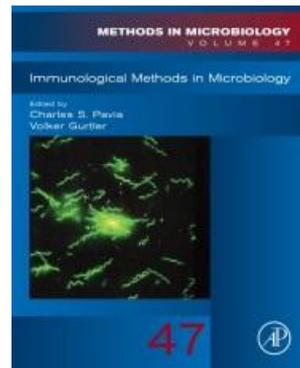
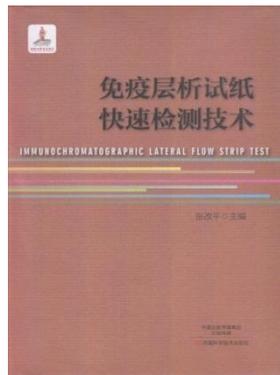
- 抗原检测技术体系
  - 抗体检测技术体系
  - 半抗原检测技术体系
- Chapter 12  
Immunochromatographic Lateral Flow Strip Tests  
Guojing Zhang, Jianping Guo, and Xiaomian Wang

**Summary**  
Immunochromatographic lateral flow strip tests are a simple and reliable immunoassay method of various analytes in the point-of-care. They have developed from simple colorimetric immunoassays to sophisticated immunoassays with the help of various technologies such as fluorescence, electrochromism, and colorimetry.

**Key words:** Immunochromatographic lateral flow strip tests; Antibody-antigen interaction; Immunoassay; Chromatography.

**1. Introduction**  
The nucleic acid immunochromatographic lateral flow strip test (LFIAT) system is a well-established and appropriate technology for a variety of applications and field use applications. It is suitable for rapid diagnosis of infectious diseases and pregnancy [1]. As an indicator technology for use in the point-of-care, LFIAT has become a popular platform for the development of rapid tests since their introduction in the late 1980s. This technology is widely used for the detection of various infectious agents, antibodies, toxins, and other substances in clinical samples. In the past few years, LFIAT has been widely used in the point-of-care for the detection of various infectious agents, including influenza, dengue fever, hepatitis, and HIV. In addition, LFIAT has been used for the detection of various toxins, including aflatoxin, ricin, and botulinum toxin. LFIAT is a simple and reliable technology that can be used in a variety of settings, including clinical laboratories, community health centers, and home care settings.

© 2012 Humana Press. This article is published with open access at <http://www.springerlink.com>.  
100



CHAPTER 10  
Detection of microorganisms using recombinase polymerase amplification with lateral flow dipsticks

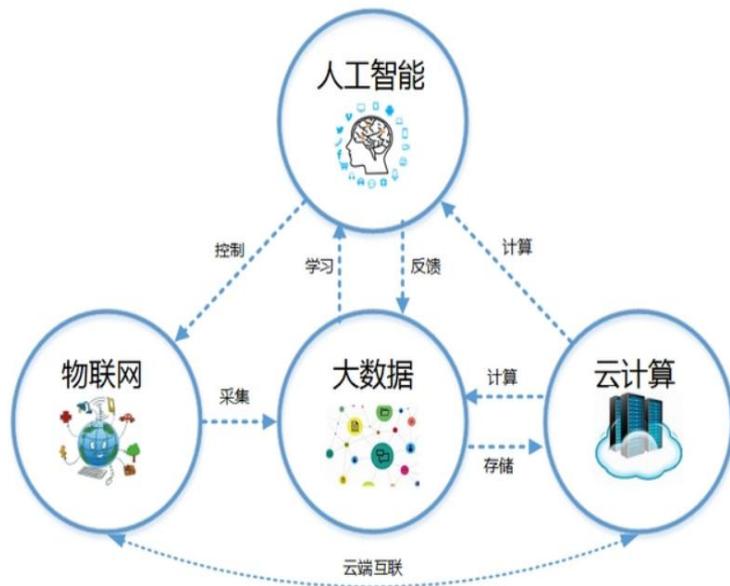
Yuhong Zhou, Jianping Guo, and Guojing Zhang  
© 2012 Humana Press. This article is published with open access at <http://www.springerlink.com>.

**1. Introduction**  
The detection of microorganisms is a critical step in the diagnosis of infectious diseases. Traditional methods such as culture and PCR are often time-consuming and require specialized equipment. Recombinase polymerase amplification (RPA) is a novel isothermal amplification method that can be used for the rapid detection of microorganisms. RPA is a simple and reliable technology that can be used in a variety of settings, including clinical laboratories, community health centers, and home care settings. RPA has been widely used for the detection of various infectious agents, including influenza, dengue fever, hepatitis, and HIV. In addition, RPA has been used for the detection of various toxins, including aflatoxin, ricin, and botulinum toxin. RPA is a simple and reliable technology that can be used in a variety of settings, including clinical laboratories, community health centers, and home care settings.

## 二、猪病数字化诊断技术发展背景

# 猪病数字化诊断技术背景

- 人工智能、大数据、物联网、云计算
- 赋能猪病诊断技术
  - 临床诊断
  - 实验室诊断
  - 新发病原诊断
  - 即时检测
  - 远程诊断



# 三、猪病数字化诊断技术进展

# 1、临床诊断数字化技术

- **数字兽医**：通过采集动物的生理参数和行为数据，对动物的健康状况进行实时监测和诊断，为动物疫病快速预警和疾病远程诊疗提供数据支撑，实现动物健康管理的精准化和可靠性，及个性化的兽医服务。
- **智能养殖**：通过电子监控系统，利用互联网、传感器和GPS等技术对畜禽等的生产环节进行实时监测、数据收集和分析处理，实现畜牧等养殖的智能化管理和精准化服务，进一步提高生产效益。
- **精准识别**：通过动物标识和追溯系统，实现对动物的个体识别，实时采集、传输和分析动物信息，以便兽医对其进行追踪、管理和保护，提高兽医管理的实时性和准确性等。
- 利用先进的实验室数字化检测技术：现代大数据，物联网，云计算等生物app实施疫病预警和检测。
- 建立强大的**大数据平台，专家咨询平台高标准搭建智慧兽医诊断体系，组建共享实验室及共享专家体系。**

# 利用数字化技术对猪群监测预警

## 猪群疫病监测预警

各类传感器，通过可见光摄像头、3D摄像头、红外热像仪、拾音器、气体检测仪，来替代人的眼睛、鼻子和耳朵，实现猪群的健康预警。

- 红外热像仪监测发热猪只
- 拾音器监测猪只声音异常
- 采食量、饮水、群体盘点估重及个体健康状况等17项指标检查监测功能于一。



# 咳嗽管家SoundTalks

- ▶ 全天候监测和检测猪呼吸道疾病的设备“SoundTalks®（咳嗽管家）”。是一种基于人工智能大数据算法的声音分析的技术，可持续识别和量化猪的呼吸道疾病问题，并给出相应的呼吸道健康评分（ReHS）。
- ▶ 根据不同的ReHS，咳嗽管家会生成不同级别的警报（绿色表示健康的状态，黄色和红色表示出现呼吸道问题，红色是严重的咳嗽问题）。
- ▶ 这些警报对比单独依靠现场人员诊断，能更早地发现呼吸道疾病问题，引起饲养员的重视，并化繁为简确定状态、量化评估确定标准、准确记录确定效果可，转“难以”为“确定”。

## 颜色预警



# AI病理诊断技术

## ➤ AI技术优化猪群健康监测

AI人工智能图像识别技术：对病变进行初诊。远程诊断系统，实现远程监测和诊断。



## ➤ 使用方法

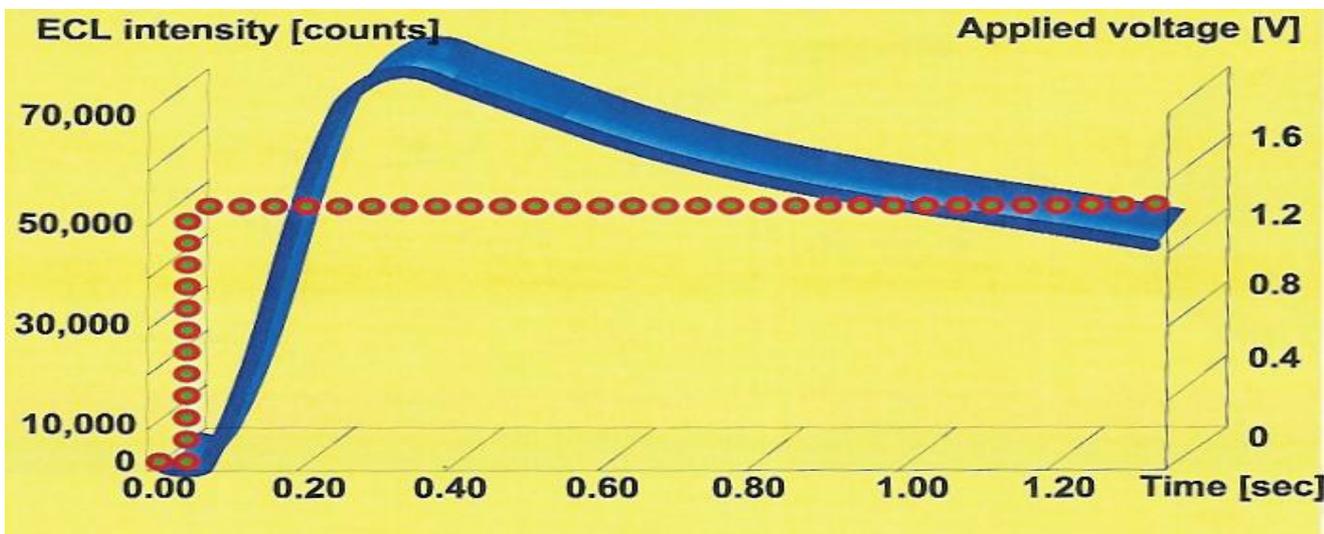
- 小程序AI猪病识图
- 创建病例
- 拍照、上传病例图片并填写辅助问卷
- 提交即刻就能获得初诊结果和建议方案。
- **优点：**解决兽医无法及时现场诊断。

## 2、实验室诊断数字化技术

### ➤ 化学发光（ECL）免疫诊断将逐步取代酶联免疫法（ELISA）

优点：灵敏度高、试剂稳定、检测快速

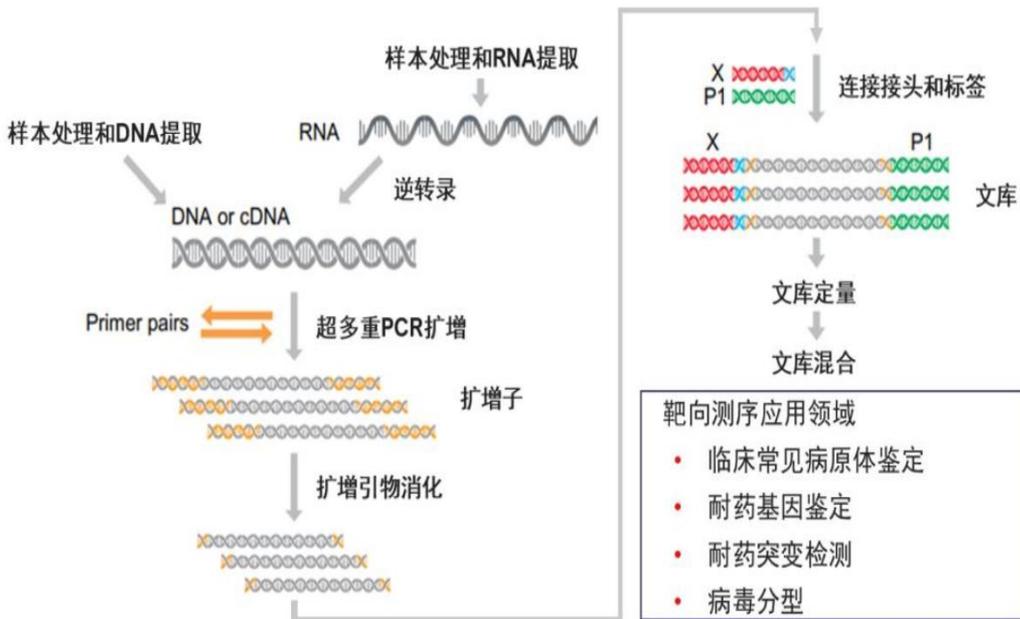
缺点：试剂和仪器一体化封闭系统，技术壁垒和研发难度较高



### 3、新发病原诊断数字化技术

#### 宏基因组二代测序

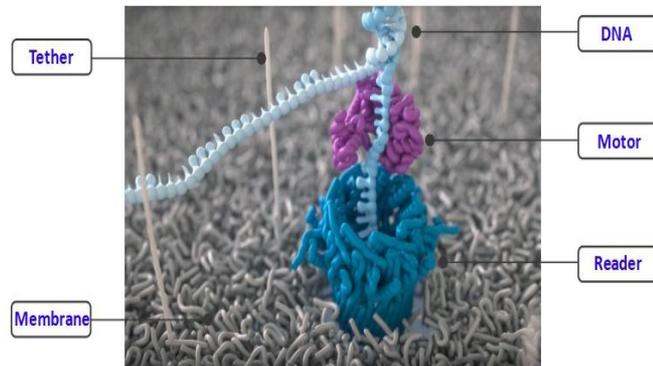
- 它直接对检测样本中的遗传物质即核酸，进行高通量测序
- 然后把得到的核酸序列，与库里的各个物种（病毒、细菌、真菌、寄生虫）的基因组序列进行对比，就能知道检测样本中微生物的种类和比例。



## 3、新发病原诊断数字化技术

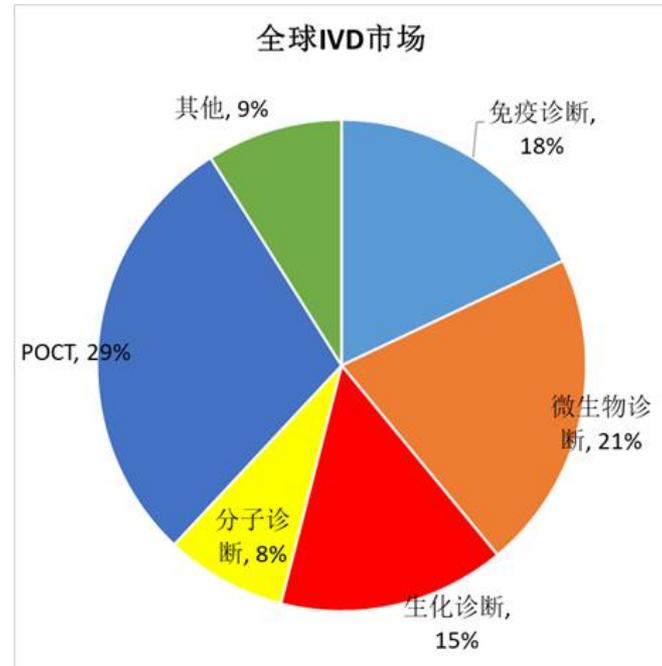
### 三代纳米孔测序技术

- 第三代测序技术是指单分子实时测序技术，也叫从头测序技术。
- 与前两代测序技术相比，其最大的特点就是单分子测序，测序过程无需进行PCR扩增，实现了对每一条DNA分子的单独测序。
- 第三代测序技术近年来发展的如火如荼，且已应用于基因组测序、在传染病防控、流行病学调查、临床快速诊断，病原体基因组学研究等领域，得到广泛应用。



## 4、即时诊断（POCT）数字化技术

- POCT是现场即时检测，是指不需要专用的场所，在最贴近患病动物的采样现场，应用便携式分析仪器及配套试剂进行的一种操作简便、可快速得到结果的检测方式。
- 具有即时、便携、简化、快速的特点
- 世界卫生组织（WHO）对POCT的定位为：**经济、灵敏、特异、装置简单、简便易用、快速。**



# POCT数字化技术

- 新型标记材料（电化学检测、上转换荧光技术、量子点标记技术）
- 定量检测
- 自动化分析
- 试纸阅读仪
  - 台式阅读仪
  - 便携式阅读仪
  - 智能手机阅读仪



TSR3000 (Bio-Dot)



ESEOQuant (OIAGEN)



Vertu lateral flow reader



Defender TSR (Alexeter)



RDS-1000 (Detekt)



Samsung Galaxy S II  
(Lab Chip, 2012)



iPhone  
(Biosens Bioelectron, 2012)

非洲猪  
瘟



现场快  
速诊断



## ➤ ASFV抗体快速检测试纸

- 胶体金标记：P72（三聚体）
- 检测线：SPA

## ➤ 技术指标

- 特异性：2018年血清阴性
- 灵敏度：标准血清1:10万

## ➤ 临床比对

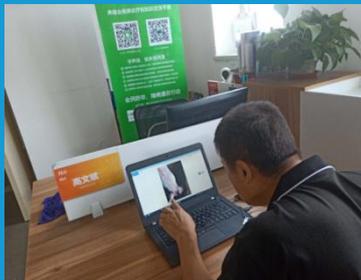
- 试验感染：感染后9天
- 临床病例：发病后5天
- 与进口ELISA相比：检出率更高



# 5、猪病远程诊断系统



远程诊断



<https://www.dwbyzd.com/#/index>

自主诊断

远程诊断预约

在线预约实验室送检

专家查询

在线咨询

疫病知识查询

疫情动态查询等



## 四、在猪病流行病学研究中的应用

# 1、疾病监测、预警

- AI分析大量的历史数据和实时数据，包括气候数据、地理信息系统（GIS）数据和社会经济数据等，以早期识别和预测疫情发展趋势。
- 美国农业部开发了多个监测系统，利用实时数据、历史疫情记录和地理信息系统预测流感的潜在爆发和传播路径。
- 欧盟建立了动物疾病信息系统，收集和分析成员国报告的疫情信息，能够快速响应，并采取适当的控制措施以遏制疾病传播。



## Is the Omicron variant of SARS-CoV-2 coming to an end?

Yingjie Zhao,<sup>1</sup> Jianping Huang,<sup>1,\*</sup> Li Zhang,<sup>1,2</sup> Xinbo Lian,<sup>1,2</sup> and Danfeng Wang<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Collaborative Innovation Centre for West Ecological Safety (CIWES), Lanzhou University, Lanzhou 730000, China

<sup>2</sup>College of Atmospheric Sciences, Lanzhou University, Lanzhou 730000, China

## 2、AI在猪病流行病学中的应用案例

### 预测PRRSV爆发

- 北卡罗来纳州立大学的Gustavo Machado团队开发了一个基于机器学习的模型，利用农场的生物安全措施数据、地理位置和历史疫情信息来预测PRRSV的爆发。模型**预测疫情的发生，评估各种生物安全措施的有效性。**
- 加利福尼亚大学研究团队使用时空特征和多尺度建模来预测PRRSV爆发。该研究利用大数据分析，结合地理信息系统和机器学习技术，分析病毒的传播和爆发模式，为猪场的疫情监控和管理提供了科学依据。



Preprints are preliminary reports that have not undergone peer review.  
They should not be considered conclusive, used to inform clinical practice,  
or referenced by the media as validated information.

### Machine Learning Framework for Porcine Reproductive and Respiratory Syndrome Outbreak Forecasting

EVENT ABSTRACT

« Back to Event

A novel way to predict PRRS outbreaks in the swine industry using multiple spatio-temporal features and machine learning approaches

M Shamsabardeh<sup>1\*</sup>, Shabaz Rezaei<sup>2</sup>, Jose Pablo Gomez<sup>3</sup>, Beatriz Martínez-López<sup>3\*</sup> and Xin Liu<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup> Department of Electrical and Computer Engineering, University of California, Davis, United States

<sup>2</sup> Department of Computer Science, University of California, Davis, United States

## ➤ 团队研究方向

### 动物疫病诊断检测、防控技术研究

### 技术集成、推广、应用及产业服务

#### • 关键核心技术攻关（实验室研究）

- 抗原蛋白表达、纯化、鉴定及单克隆抗体
- 建立抗原、抗体检测技术方法



#### • 诊断及监测试剂盒开发

- 试剂盒中试及临床试验；建立产品质量检验标准及规程
- 申报新兽药证书（产品批准文号），产业化及推广应用。

#### • 诊断试剂

- 分子类：ASFV、PRV、CSFV等病原Q-PCR、CRISPR/Cas13a、RPA等
- 免疫类：ASFV、PRV gE、CSFV、PRRSV、TOX（弓形虫病）

#### • 免疫评价试剂

- ASFV（针对新疫苗）
- CSFV、PEDV、PRRSV、支原体肺炎

### 项目支持

- ◆ 国家生猪体系、省生猪体系、重点研发、省重大科技专项、院重大成果培育专项、院县共建项目等

### 四大平台

- ◆ 疫病诊断检测平台 ◆ 技术服务平台 ◆ 诊断研发平台 ◆ 成果转化平台

## ➤ 团队研究方向

### 猪重要病毒分子机制研究

针对重要的猪病病原  
PRRSV、PEDV、PRV  
等，开展前瞻性研究，  
解析其致病机制，突破  
技术背后的核心科学问  
题，为病毒防控提供理  
论基础。



### 近5年成果（不完全统计）：

- **成果奖：**河南省自然科学奖1等奖；中国猪蓝耳病研究进步奖2项；
- **项目：**国自然重大1项、重点项目1项、国自然面上3项、国自然青年3项、国家重点研发计划（973）、中原青年拔尖人才1项、省优青1项、省自然3项、院杰青2项、院优青5项等；
- **文章发表：**团队核心成员以第一作者和/或通讯作者（含共同）共发表论文50余篇，其中包括  
mBio（微生物学I区Top期刊）1篇、  
The Journal of Immunology（Top期刊）1篇、  
Journal of Virology（Top期刊）7篇、  
Microbiology spectrum 1篇、  
Frontiers in Microbiology 3篇、  
Veterinary Microbiology（兽医学I区）4篇。

***Thank you!***