

智能化养猪的数字技术与福利问题思考

李保明

中国农业大学水利与土木工程学院 教授
国际动物环境与福利研究中心 主任

2023-01-10（成都）



■ 我国养猪业面临的新形势

- 经历“双重疫情”洗礼后转型与转念
- 规模化、超大规模化的挑战与适应
- 健康高效、绿色低碳与智慧智能抓手
- 降本增效、福利养殖与可持续发展



■ 转型与转念？

- 猪场封闭管理：合适的饲养员和技术人员难找！
- 生物安全需要：设施装备智能化、管理信息化！

■ 挑战与适应？

- 行业对智能化需求与技术发展现状之间的矛盾？
- 智能化是否就能实现健康高效养猪？



■ 如何实现健康高效养猪？

——“新冠疫情”防控有何启示？

- 扛不过去的基本上有基础病根！

■ 猪的基础病多不多？基础病怎么得的？

——除了母体遗传，就是养殖环境造成的！

- 病从口入：空气、水、料（干燥、干净、营养）
- 呼吸道疾病、肠道疾病



內容提要

一、智能化养猪的理念

二、智能化养猪的制约因素

三、智能化养猪的数字技术

四、智能化养猪与福利化技术

1 智能化养猪的理念

■ 智能化与自动化的区别？

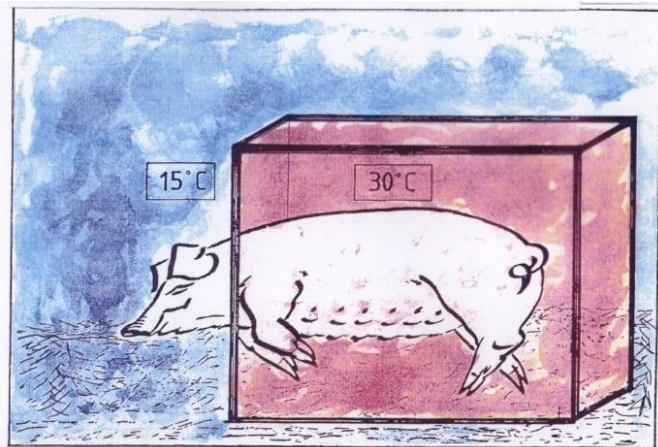
➤ 智能环控？

- 温度控制更精确？

- 精准通风？

➤ 智能饲喂？

- 精准给料？——自动饲喂



猪对环境的需求

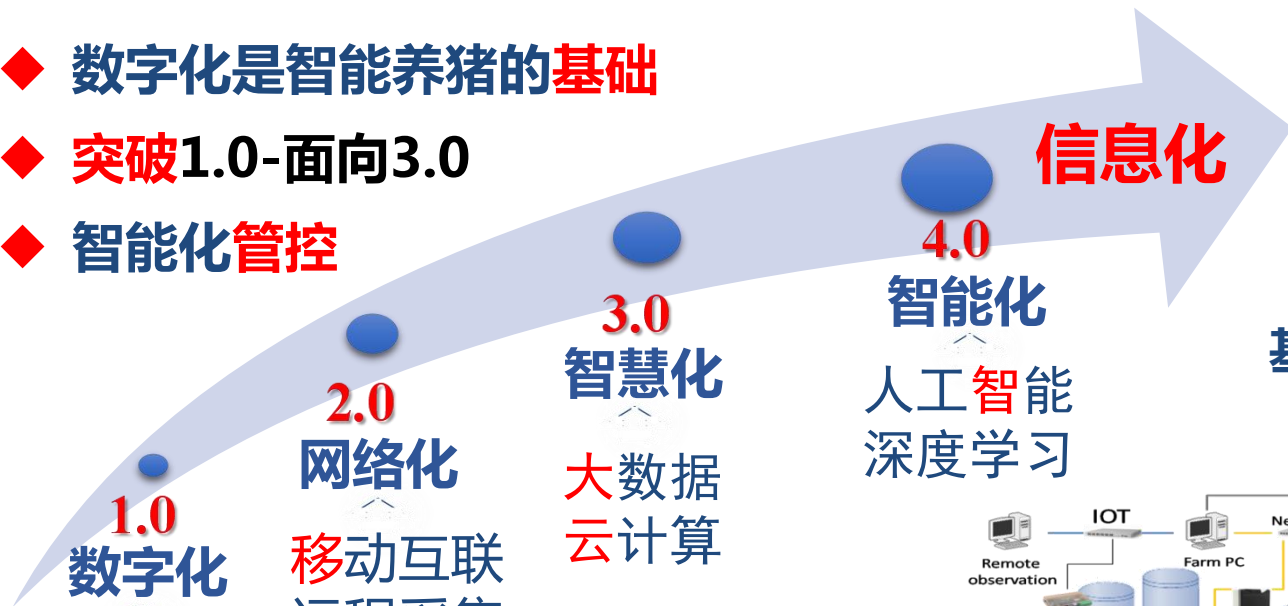


1 智能化养猪的理念

- 给养猪相关设备（饲喂、环控等）配上人工大脑的机器自动化操作管理技术
- 主要特点：
 - 对养猪生产过程相关信息自动感知——数字化技术
 - 对数据能远程实时准确可靠地采集——物联网技术
 - 对猪、环境、投入品、设备等数据融合——大数据——建立数据关系模型，编制机器运行与控制程序
 - 融入机器深度学习、人工智能技术——智能化管理

1 智能化养猪的理念

- ◆ 数字化是智能养猪的**基础**
- ◆ **突破1.0-面向3.0**
- ◆ **智能化管控**

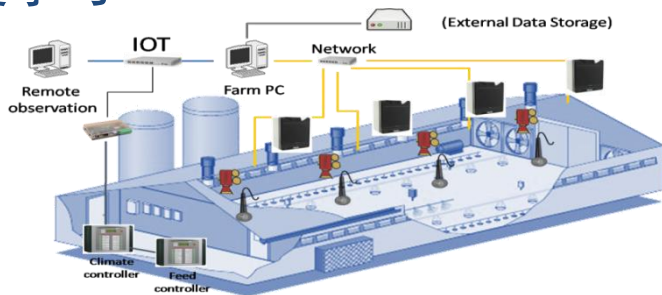


基于营养需要的个体/群体精准饲喂

生产过程
信息感知



基于生物学特性的健康工艺



基于健康需求的智慧管控

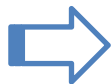


2 智能化养猪的制约因素——数字化

生产过程数
据的自动、
实时远程、
准确可靠采
集、传输和
存贮

信息采集

- 畜禽生理
 - 生长参数
 - 典型行为
 - 畜舍数据
 - 设备工况
 - 环境参数
 - 饲喂数据
 - 饮水数据
 - 投药数据
 - 产品数据
 - 清粪数据
-



- 建立大数据系统，融合环境、生理、生产过程数据
- 解析互作关系&预警模型
- 数据挖掘与智慧牧场管理



2 智能化养猪的制约因素

■ 数据的准确性

- 传感器的失真：精度、稳定性、寿命
- 监测点代表性：空间环境分布非均匀、动物个体差异

■ 数据库的可靠性

- 数据存贮位置：云端？用户可读性？数据安全性？



2 智能化养猪的制约因素

■ 如何破解智能养猪数字化技术的难点？

- 感知技术——微型传感技术有待突破
- 音视频与动物表型的智能识别技术
- 网络技术——养殖场区域的4G、5G网络建设
- 关键是缺复合型人才，融合畜禽生理、行为、环境、电子、信息、工程等交叉学科复合型人才

3 智能化养猪的数字技术



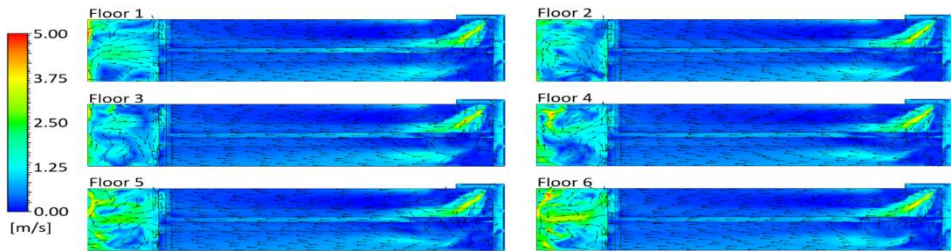
重点内容	数字化关键技术
猪舍建筑热环境	猪舍环境 调控均匀性 ：测点布置（位置、数量）
猪舍环境监测与调控装备	传感技术：猪舍多尘高湿环境条件 有害气体浓度传感器 ，温湿度、光照等 环境控制系统的准确性
猪的饲喂、饮水、投药装备	猪的个体及 小群体饲喂 计量技术，饮水生理差异性监测及其控制技术
猪舍自动清粪装备	清粪次数与数量、自动可靠测定 技术
高效安全养猪过程	猪的生理参数、行为的音视频数据、生产数据的 准确与实时远程获取及传输 等

猪舍建筑热环境调控技术进展

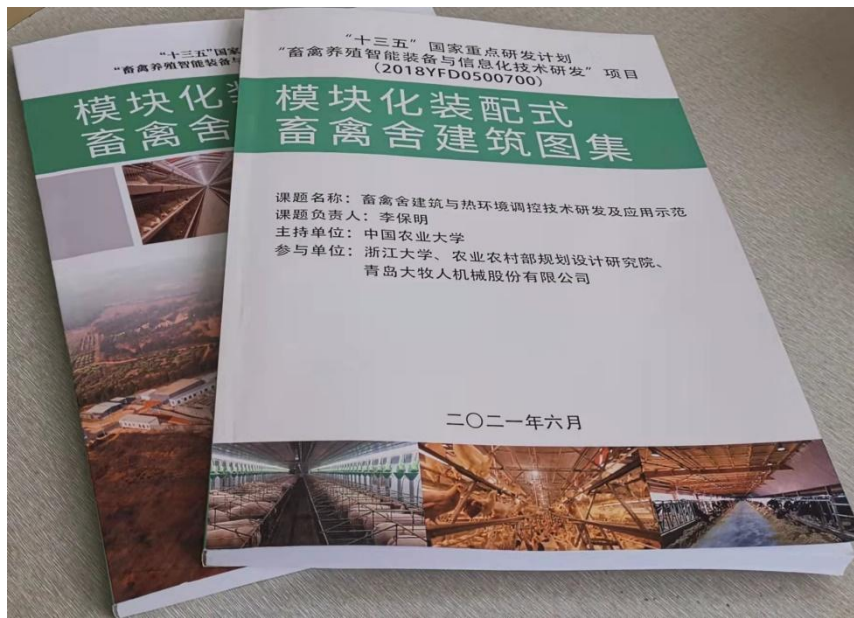


中國農業大學
China Agricultural University

- 建立多层楼房猪舍CFD模型，评估了楼房各层间通风量差异，明确了楼房猪舍楼层数与层间通风量差异关系模型



6层楼房猪舍各层气流云图

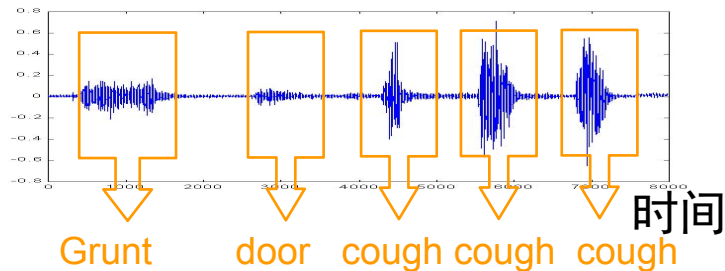


3 智能化养猪的数字技术



■ 猪生长过程基本参数的数字化

- 饲养日龄、体尺、体重与体况
- 日耗饲料、饮水等投入品数据
- 音视频行为参数（发声音频、行为特征）
- 猪生理参数（体表温度、心率、呼吸等）



猪咳嗽的声频特征



3 智能化养猪的数字技术



■ 猪养殖环境基本参数的数字化

● 养殖环境参数

- 空气环境（相对湿度、气流速度、气体浓度）
- 躺卧区环境（干燥度、干净度、温度）——80%时间
- 饮水环境（水质、水温、饮水量）
- 光照环境（时间、照度、光谱）

3 智能化养猪的数字技术



■ 面向养殖企业的大数据系统的建立

- 不同数据模块的实时准确采集
- 数据远程网络传输
- 养殖数据存贮与融合

生猪安全高效养殖
大数据平台



3 智能化养猪的数字技术



■ 大数据分析应用（智慧牧场）

- 不同数据类型的融合、数据挖掘
- 猪的生长发育、健康与环境互作模型
- 精准环控、精准营养、精准免疫

3 智能化养猪的数字技术



■ 智能化养猪的实现

- 基于养殖过程数据的机器深度学习
- 人工智能系统的应用
- 无人化智能养猪的实现

3 智能化养猪的数字技术



■ 依据数字化技术的进展，智慧牧场发展阶段：

- 智慧牧场1.0：从无到有（部分生产过程数据）
- 智慧牧场2.0：从有到全（可实现全程数字化）
- 智慧牧场3.0：从全到好（建立大数据模型化）
- 智慧牧场4.0：从好到优（实现智能化无人化）

4 智能化养猪的福利化技术



■ 不同养殖方式的数字化技术

- 养猪过程数字化的难点是对猪体的生长与健康相关行为信息的实时检测
- 现行定位饲养模式是猪不移动，靠人或机器去巡检每头猪的状况
- 舍饲散养工艺是采食、躺卧、排泄功能分区定位，定点检测猪的采食、排泄、睡觉是否有异常行为

4.1 福利化智能化健康养猪技术



中國農業大學
China Agricultural University

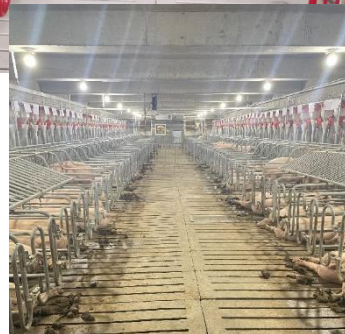
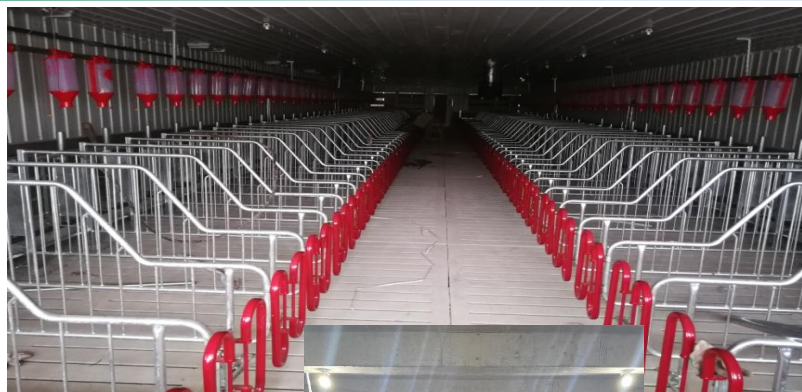
□ 母猪、仔猪和育肥猪群养的精准饲喂装备已经批量生产，
为福利化养猪智能饲喂提供条件



4.1 智能化福利化健康养猪技术



中國農業大學
China Agricultural University



- ❑ 把妊娠母猪从定位栏中解放出来适度放养，解决猪场“高难产”难题！
- ❑ 精确饲喂提升母猪分娩背膘合格率，提高母猪20%-30%生产率。

4.1 智能化福利化健康养猪技术



中國農業大學
China Agricultural University



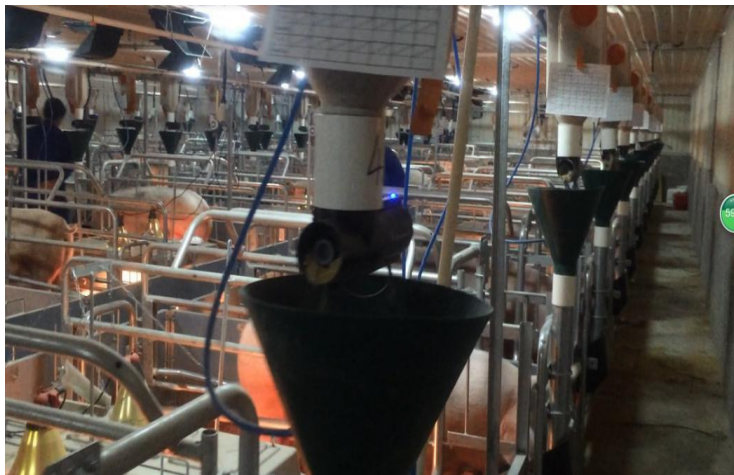
4.1 福利化智能化健康养猪技术



3000头母猪场使用国产“小群养智能饲喂站”对比结果

饲养方法	分娩产程	头胎难产率	平均窝健仔	母猪年病死率	生产用人
传统限位栏饲喂	>4 (小时)	16%	10.533 (头)	10%	32
小群养智能饲喂站	<2.5 (小时)	1.66%	11.147 (头)	2%	9
效果	37.5% ↓	89.6% ↓	5.9% ↑	80.0% ↓	71.9% ↓

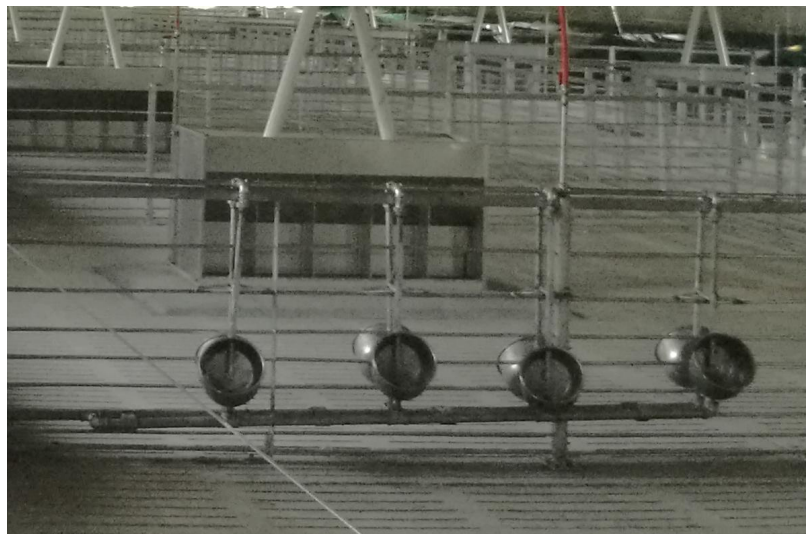
4.1 福利化智能化健康养猪技术



比人工每天两次定时定量饲喂，哺乳母猪智能饲喂器有以下优势：

- ✓ 升食量：可提升每头母猪平均日采食量500g-1000g；
- ✓ 保体质：母猪断奶基本不掉膘；
- ✓ 增仔重：断奶仔猪窝重多6-10kg；
- ✓ 早发情：发情日期提前1d以上。

4.2 猪舍环境福利——保育舍布局（干燥）



猪喝水、玩水时漏水收集利用

4.2 猪舍环境福利——舍内湿度控制（干燥）

- 防漏水猪饮水器：冬季每头猪每天浪费水6.55升，夏季每头猪每天浪费水9.95升



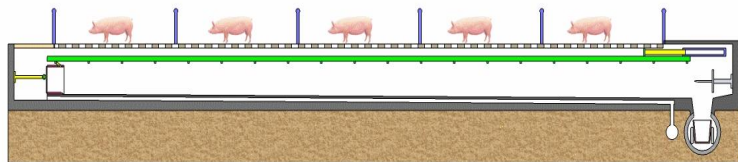
4.3 猪舍环境福利——舍内臭气控制（干净）

■ 优化了刮板清粪系统结构，提高设备效率和稳定性

□ 控制系统：“5点位控制” → “2点位控制”

——线路少，故障点位减少，便于维修维护

——信息多，可获取更多刮粪设备位置信息



□ 驱动系统：液压缸 → 曲柄连杆

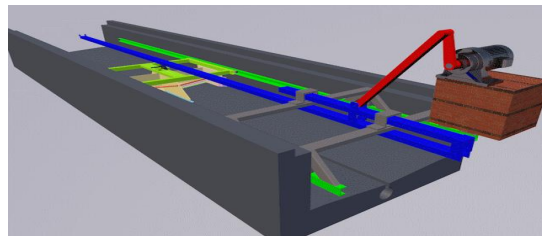
——速度快，刮粪时间大幅降低

——成本低，曲柄连杆机构成本低于液压缸

➤ “曲柄连杆+销接+推杆”模式，单次清粪量可达500kg，运行速度0.03m/s

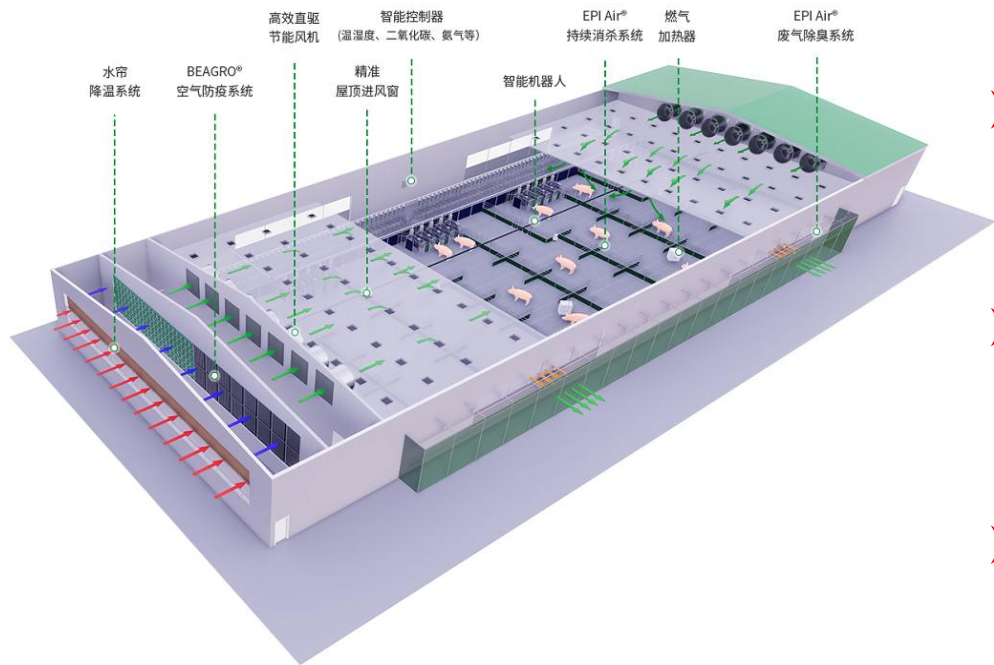
➤ 在空载运行时系统阻力降低20%，清粪运行时间缩短至原来的36.9%，用电量降低至原来的38.7%

液压缸驱动+“5点位控制”



曲柄连杆驱动+“2点位控制”

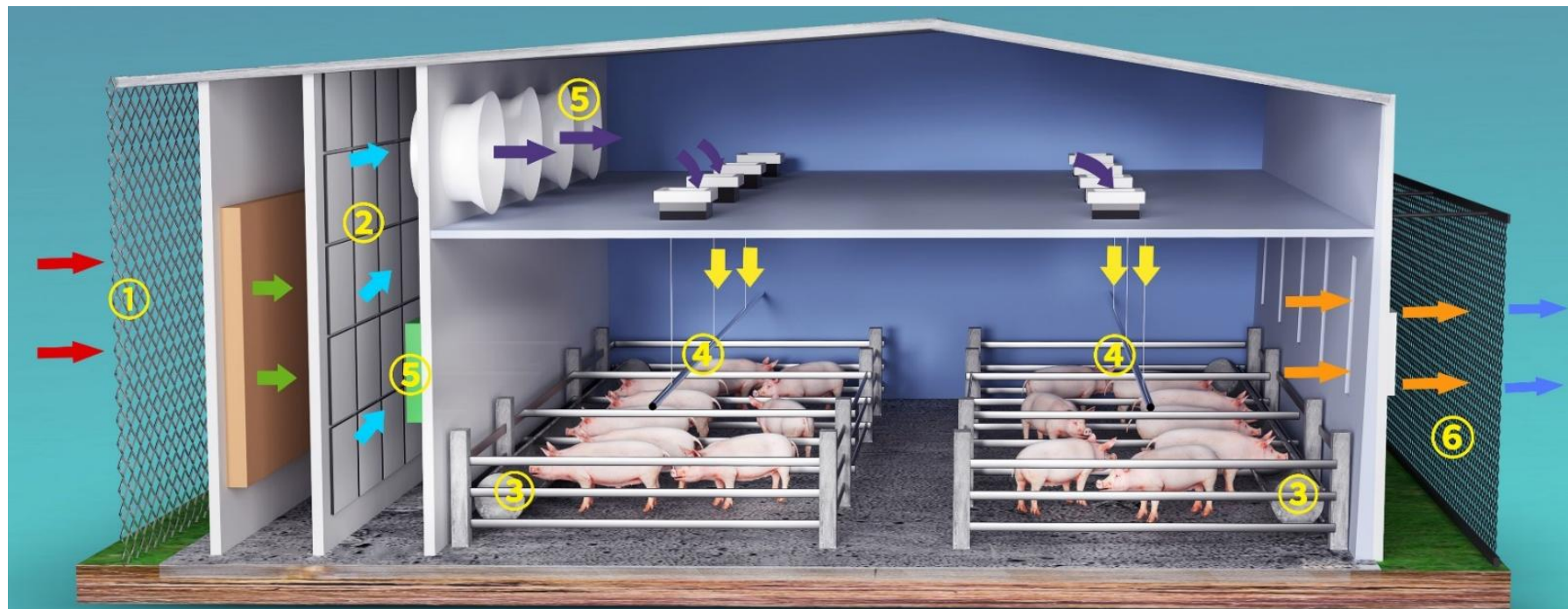
4.4 猪舍环境福利——舍内微生物控制（干净）



◆ 场区净化难，用正压过滤通风

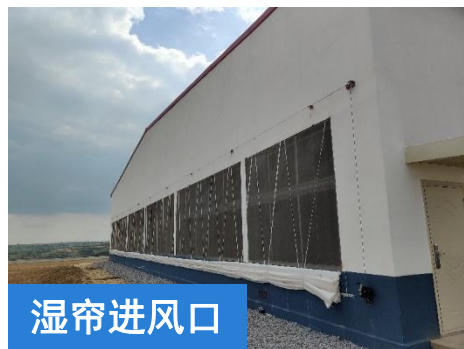
- 新风全部经过过滤，猪舍生物安全等级高；
- 温度、湿度及气压等参数调控环境指标，猪舍环境更舒适；
- 实现精准定点送风，猪舍前后无温差，减少40%新风量。

■正压通风智慧环控系统



①	②	③	④	⑤	⑥
BEAGRO® 防尘防蝇防鼠系统	BEAGRO® 空气过滤防疫系统	BioKleen® 原水净化防疫系统	EPI Air® 舍内消杀净化防疫系统	BEAGRO® 通风及智能环控系统	EPI Fence® 排风净化除臭隔离系统

■正压通风智慧环控系统新风路径



4.5 福利化健康养猪的智能化技术



- 我国相关企业或科研单位相继投资建设智慧牧场，开始生产性实践探索智慧养猪相关技术成果应用
 - 机器人巡检系统
 - 机器人洗消系统
 - 智能管理技术应用
- 福利化养猪工艺与智能养猪装备技术将共同支撑健康高效智能养猪的中国式现代化



中國農業大學

China Agricultural University

谢谢!

李保明

中国农业大学水利与土木工程学院

电话:13501387105