

# 生猪养殖机械装备发展与建议

高彦玉<sup>1,2,3</sup>, 钟日开<sup>1,2,3</sup>, 王开云<sup>1,2,3</sup>, 周洪<sup>1,2,3</sup>

(1. 广东省现代农业装备研究所, 广东 广州 510630; 2. 农业农村部华南现代农业智能装备重点实验室, 广东 广州 510630; 3. 广东广兴牧业机械设备有限公司, 广东 广州 510520)

**摘要:** 为提高生猪养殖机械化水平, 解决我国养殖装备在配套应用中存在的难题, 本文就我国猪场常用的生猪养殖机械装备的现状和特点进行了分析, 总结了在核心关键技术与部件仍需突破、智能产品应用对养殖人员的专业性要求高、养猪业复合人才缺乏3个方面存在的问题, 提出了我国生猪养殖机械装备的未来发展趋势。同时, 针对现状及问题, 从联合攻克核心技术、装备与养殖工艺融合、人才培养培育等方向提出针对性的建议, 以促进我国生猪养殖机械装备全程全面的发展。

**关键词:** 生猪养殖; 机械装备; 现状分析; 发展建议

**中图分类号:** S82 **文献标识码:** A **文章编号:** 1673-2154(2023)04-0071-05

## 0 引言

近年来, 非洲猪瘟疫情持续影响我国, 随着一系列生猪生产扶持政策的出台与实施和外界资金与技术的投入, 我国养猪业在抵御非洲猪瘟的同时得到了迅速发展, 主要体现在养殖模式、养殖规模、养殖工艺、养殖配套设施装备等方面。据统计, 2022年我国生猪存栏45 256万头, 同比增长0.7%; 生猪出栏69 995万头, 同比增长4.3%; 猪肉产量5 541万t, 同比增长4.6%, 生猪生产形势总体稳中向好, 生猪存栏、出栏量保持稳定<sup>[1-2]</sup>。自2021年以来, 大型养猪上市公司如牧原股份、广东温氏、新希望等企业的生猪出栏量呈增长趋势; 2022年排名前20的养猪企业出栏量合计为16 918万头, 同比增长24%, 排名第1的牧原股份在2022年底建成生猪养殖产能在7 500万头左右, 出栏生猪6 120万头<sup>[3-4]</sup>。而在养殖模式方面, 因养猪占地较多、环境污染问题严重, 同时为了提高猪场的生物安全, 我国生猪养殖业出现了新的养殖模式, 主要有多层楼房养殖、聚落化的新型养殖小区和高床发酵养殖等, 每种模式均围绕“高效”“防疫”的要求开展, 根据

各自独特的养殖工艺配套相应的养殖设施装备<sup>[5-6]</sup>。

## 1 规模猪场养殖装备

虽然我国生猪养殖业得到了快速发展, 养殖设施装备得到大面积的普及应用, 但从整体装备水平来看, 我国生猪养殖机械化率仍较低, 与农业农村部在《关于加快畜牧业机械化发展的意见》中提出的到2025年生猪规模化养殖机械化率达到70%以上还存在较大差距, 因此仍需不断研发适用新型的猪场养殖装备。当前规模猪场主要的养殖装备主要由以下几类组成。

### 1.1 饲料输送系统

猪场饲料输送系统主要是将饲喂猪只的饲料从饲料塔输送至猪舍内猪只前端的采食设备内, 可实现饲料的自动输送, 减少人与饲料的直接接触。常用的饲料输送系统有螺旋绞龙输送、塞盘输送、液态料输送、气动输送等方式, 每种送料方式有各自的特点, 根据不同的猪场养殖模式, 选用适宜的输送系统<sup>[7]</sup>。在现代化大型猪场, 为了精准计量猪场内饲料量和方便猪场管理, 通常还会在饲料塔端配套智能称重传感器和料塔饲料监测仪表。

收稿日期: 2023-03-14

作者简介: 高彦玉(1991—), 女, 硕士, 信息系统项目管理师(高级), 主要从事畜禽智能养殖装备的研发与推广, E-mail: 928051487@qq.com

通讯作者: 周洪(1969—), 男, 工程师, 主要从事生猪养殖装备的推广, E-mail: 13602772550@139.com

螺旋绞龙输送系统主要由螺旋绞龙、输送管道、驱动主机等组成,料塔内的饲料经接料斗进入螺旋绞龙输送管,驱动器驱动螺旋绞龙运转将饲料输送到猪舍内各饲喂装置内。本输送系统为单向闭合输送形式,适合短距离的饲料输送。

塞盘输送系统主要由塞盘和输送管道、转角器、驱动主机等组成,采用闭合循环输送形式完成猪场饲料到猪舍内饲喂装置的输送。本系统在完成上一个送料循环过程进入下一循环送料时,将空转一段时间以清理管道内残留的饲料,防止饲料在管道内堵塞。

液态料输送系统主要包含输送管道、自清洗消毒系统、控制系统等,将猪场首端的饲料混合成液体状态后,通过输送管路送至猪舍内饲喂装置内,实现饲料全过程液体输送。

气动输送系统主要由风机、进料装置、输送管道、气料分离器等组成,利用气流的能量完成饲料的输送<sup>[8-9]</sup>。

## 1.2 猪只饲喂设备

在猪只饲喂方面,除了一般性的铸铁食槽、不锈钢自动食槽、饲料饮水一体食槽外,主要采用智能饲喂设备实现各养殖阶段猪只分时段的自动饲喂,以提高饲料利用率,减少饲养员的劳动强度,提高工作效率。

母猪群养饲喂管理系统由多个饲喂站、控制器、软件管理系统组成,实现在群体饲养下单体猪只的精确自动饲喂,将母猪从限位栏中解放出来,最大限度地满足动物福利<sup>[10]</sup>。采用此种饲喂系统,母猪可以自由采食、自由活动和休息,改变传统的繁殖母猪单体栏限位饲养模式,提高母猪的使用年限和生产性能。

哺乳母猪智能饲喂系统由母猪喂料器、控制器、软件管理系统等组成,可精细化管理哺乳母猪的采食<sup>[11]</sup>,利用“少食多餐”方式提高哺乳母猪的采食量,达到增加断奶仔猪体重、减少母猪哺乳期体重的损失、缩短母猪发情到断奶的间隔时间以及提高母猪潜在生产成绩等。

智能型干湿料喂料器主要应用于饲养自由采食时的保育或育肥阶段的猪只<sup>[12]</sup>,干料和水由喂料器调拌混合成湿料,猪只拱动下料开关后自动落入食

槽,供猪只采食,既可以提高饲料的利用率,又有利于猪只的消化吸收,同时有效减少干料喂养操作过程中的粉尘,大大降低了呼吸道等疾病的发生,可以极大地节省人工成本,同时提高猪只的平均采食量、日增重和饲料的转化率。

自动化液态料饲喂系统主要由搅拌罐、回水罐、输送管和自动控制系统等构成<sup>[13]</sup>,饲料和水在输送系统的首端混合成液态料后,通过管道输送至猪舍食槽来饲喂猪只,可减少猪群呼吸道疾病的发生,直接降低猪场粉尘含量、降低微生物附着的可能,减少挥发性臭气的附着量,进而减少臭气的产生,为猪只提供舒适的生活环境。同时,使用本饲喂系统还可带动食品工业副产品的消化,降低边角料等的处理成本,从根源避免食物残渣污染水源与环境,实现规模养殖的生态循环。

## 1.3 猪舍环境调控系统

猪舍环境对猪只的生长发育、繁殖和生产起至关重要的作用,适宜的生长环境可以有效地提高生猪的健康水平和生产性能。环境调控系统主要包括降温设备和通风设备,部分种猪场因防疫需要,还会在猪舍前端加装空气过滤设备。

空气过滤设备主要是将进入猪舍空气中的大部分粉尘颗粒、细菌和病毒阻隔在过滤器外面,以降低猪只感染外来致病微生物的风险。新建猪场一般根据过滤器的效率及等级选配,主要选配初效过滤和亚高效过滤等,通常在第一层过滤器的前端会加装三防网以隔离鼠虫蚊蝇等。初效过滤器分为板式和袋式2种结构,主要过滤5 μm以上的尘埃粒子,具有阻力小、风量大、使用寿命长等特点。亚高效过滤器为“W”形无隔板结构,主要过滤0.3~1.0 μm的颗粒灰尘及各种悬浮物,具有风量大、阻力小、容尘量大、使用寿命长等特点<sup>[14-15]</sup>。

猪场通风降温主要采用湿帘和风机(或通风窗)系统实现猪舍的降温 and 通风,是现代化猪场比较理想的一种降温通风方式<sup>[16-17]</sup>。在夏季,通过自动控制湿帘和风机(或通风窗)的开启来实现猪舍内温湿度的调节,并将猪舍内高温、有害浓度较高的气体排出,确保猪舍内温湿度和气体浓度符合猪只的生长要求;在冬季,通常湿帘不开启,仅开启风机(或通风窗)实现猪舍的通风。

#### 1.4 废气处理设备

猪场废气处理设备主要是处理猪舍末端排出的气体，以降低气体的臭味浓度。目前猪场应用比较多的是水喷淋处理系统，根据养殖情况可以分为墙式和立式2种水喷淋处理系统<sup>[18-19]</sup>。

墙式水喷淋处理系统是将滤料墙布置在猪舍山墙末端外侧，与墙面平行，滤料墙前方设有喷淋管路、下方设有集水池。猪舍内的气体由风机抽入进入除臭间，由喷淋管路喷出的雾状液滴在滤料墙上形成水膜，气体与水膜接触后经过滤料墙排出。气体中的氨气、硫化氢等易溶于水的成分与水膜融合，以降低猪舍排出气体的臭味浓度；与气体混合后含氨、硫等成分的液滴通过滤料墙向下顺流至集水池，集水池中收集的水可进行循环利用，待其浓度达到一定值后，排出至猪场污水处理区统一处理。

立式水喷淋处理系统是将滤料层布置在猪舍山墙末端外侧，与地面平行，滤料层上方设有喷淋管路、下方设有集水池。猪舍内的气体由风机抽出经过缓冲间后进入处理室，依据气体向上流、喷淋液向下滴的原理，气体在处理室上升的过程中，滴下的喷淋液与气体接触后，可去除部分气体中的粉尘；当气体上升并通过滤料层时，由喷淋管路喷出的雾状液滴在滤料层上形成水膜，气体与水膜接触后经过滤料层排出。

#### 1.5 粪污处理设备

随着规模化养猪的快速发展，猪场粪污带来的环境污染问题变得越来越明显，对猪场粪污进行有效处理和资源化利用是生猪养殖业可持续发展的基本要求。

目前，规模猪场使用的清粪模式主要为水泡粪、干清粪模式。传统的水冲粪法由于产生污水量大、不环保逐渐被淘汰，而水泡粪法相对水冲粪法节约用水，减少粪污量<sup>[20]</sup>；粪污可以通过固液分离设备进行干湿分离，干物质通过统一收集后在仓贮式密封堆肥发酵罐、滚筒发酵机等堆肥发酵设备制作有机肥，污水通过污水处理设备进行工业净化后达标排放。

相对水泡粪模式，干清粪模式产生的粪污量最少，目前规模猪场普遍使用机械刮粪机进行干清粪清理，一些规模以下猪场散户由于粪污量少，仍然是人工清粪、自然堆肥的模式。除以上粪污处理模

式外，近年来也有一些猪场使用发酵床生态养猪模式，此模式下产生的粪污一般采用翻堆机进行作业后通过有机肥生产线实现粪污无害化处理，实现资源化利用<sup>[21]</sup>。

#### 1.6 其他设备

在养猪过程中，除了常规的养殖设备外，通常会依据实际需要配套一些辅助设备，如母猪发情监测设备、猪只健康巡检设备、病死猪处理设备等，以提高猪场管理水平。

母猪发情监测设备主要包括传感器、主控系统、信息推送系统等，用于对空怀母猪的发情行为进行监测，进而判断发情时间，实现母猪的最佳配种<sup>[22-24]</sup>。

猪只健康巡检设备主要为巡检轨道机器人，该机器人通常带有智能测温系统、加速度传感器、声音监测系统等，实时监测猪只的体温、运动情况、咳嗽变化情况等，并利用人工智能算法综合判断猪只的健康状况。

病死猪处理设备主要分为2类：一是将猪舍内的死猪从猪舍运输至集中处理区的捡猪设备<sup>[25]</sup>，在设备的支架上设置倾斜的拖板和带有拖钩的牵引装置，在实际运用中，将拖绳套住死亡猪只的头部，拖钩回挂在拖绳上，利用牵引装置拖动死亡猪只至倾斜的拖板，套在死亡猪只身体上的拖绳由于其重力自动锁紧，搬运方便，且在拖板上设置有上、下倾斜部，上倾斜部与竖直方向的夹角小于下倾斜部与竖直方向的夹角，使得在拖动死亡猪只时，会在下倾斜部形成缓冲，将死亡猪只拖至上倾斜部时，更加省力，衔接自然。该设备能够自动装卸体重大的死亡猪只，在养猪舍内过道上可自由移动，不仅可方便地将死亡猪只运出舍内并送至无害化处理装置处，也极大地降低了工作人员的劳动强度，减少了死亡猪只和工作人员的直接接触，有利于养猪场疫病防疫。二是对猪场的病死猪进行生化处理后转变为有机肥的设备<sup>[26]</sup>，此类设备在运行时，设备内的运行温度保持在80℃以上，将病死猪只尸体经生化处理机撕碎、搅拌、接种，在高温菌的作用下发酵成有机肥原料，在发酵过程中，既杀灭细菌，也不产生污水、臭气等二次污染，是一种快速、环保、安全、低能耗的病死猪只处理方法。

## 2 存在的问题

### 2.1 部分核心技术及部件仍需突破

根据目前养猪装备的应用情况显示,一些关键部件仍会出现不能较好地满足产品设计使用目标,如饲料输送系统的送料管内存在堵料现象、饲喂食槽的边角位置会残留饲料等,而这些问题均是整个行业内存在的共性难题,且短期内不能突破,极大程度地影响了养猪企业的使用意愿。

### 2.2 智能产品应用对养殖人员的专业性要求高

猪场使用的智能饲喂设备、智能巡检机器人、物联网管理系统等智能产品主要采用计算机控制,需配备专业的设备操作人员,而一线人员知识水平不高、流动性大,严重影响设备的使用效率。

### 2.3 复合型人才缺乏

我国现代养猪业发展迅速,从事养猪的工作人员专注于养殖工艺及猪场的管理,但对猪场的机械设备如何使用及维护不愿花较多的时间去关注,更希望猪场使用的设备能一键操作,结构简单;而从事养猪设备开发与生产的人员掌握的养殖知识及养殖工艺却很少,在这样的情况下,开发出的设备在实际场景中不匹配、稳定性低。因此,既懂养殖工艺和猪场管理又懂装备技术的复合型人才较少,制约了养猪装备的应用和发展。

## 3 发展趋势及建议

### 3.1 发展趋势

本文对规模猪场常用的养殖设备进行了探讨,分析了现存问题。未来生猪养殖设施装备的发展将呈以下趋势。

1) 受非洲猪瘟的影响,猪场防疫的要求进一步提高,将促进车辆洗消中心、猪舍清洗消毒设备、空气过滤系统、水线消毒设备等机械化消杀防疫设备在规模猪场的大面积应用。

2) 信息化技术的普及将加快养猪各环节机械装备与射频电子标签、各种信息采集传感器等的融合使用,实现对生猪养殖全过程监控、养殖数据信息数字化管理,有效提高猪场管理水平,降低生产成本。


3) 猪场用工难的问题日渐凸显,猪场人力成本

日益增加,传统人工养殖方式已经不适合大规模生产,采用智能化设备养猪成为必然,尤其在非洲猪瘟后,减少人猪接触以降低通过人将病原微生物传染给猪的机率,像无人巡检机器人、赶猪机器人、清洗消毒机器人等智能化设备的需求将增加。

### 3.2 建议

1) 针对核心关键技术与部件存在的共性难题,希望政府给予资金支持,引导养猪企业、科研院所、高等学校、设备生产企业等联合构建补装备短板团体,共同开展基础理论创新、关键技术突破等内容,进一步推动养猪装备成果的应用和养殖模式集成推广的示范。

2) 强化养猪机械装备与养殖工艺融合。我国各养猪企业养殖的品种、模式、规模各不相同,这对大型养殖装备的全面推广应用提出了更高的要求。建议同步建立产品标准和养殖工艺标准,注重可操作性,并在生产应用中不断更新、完善。

3) 加快新型综合人才的培养培育。复合型、应用型人才的使用是我国生猪养殖机械装备发展的基础支撑和保障之一,建议高校在相关理论知识方面设置专门的课程、科研单位为学生提供科研平台、企业提供实操培训机会,通过高校、科研院所、企业等多方联合,共同培养出掌握现代化养猪机械装备与养殖工艺的复合型人才,以不断提高养猪机械装备的应用水平。

### 参考文献

- [1] 王善高,田旭.不同规模生猪养殖技术效率的比较与分析[J].统计与决策,2022,38(23):90-94.
- [2] 杨桐瑞,王祖力,汤莉,等.2022世界生猪产业发展情况及2023年的趋势[J].猪业科学,2023,40(2):36-40.
- [3] 沈明霞,陈鑫鑫,丁奇安,等.生猪自动化养殖装备与技术研究进展与展望[J].农业机械学报,2022,53(12):1-19.
- [4] 段海霞.我国生猪产业研究综述与展望[J].猪业经济,2020(1):25-30.
- [5] 梁世夫,陶桂任.生猪养殖业集聚发展下不同规模生产效率评价[J].农业现代化研究,2022,43(5):901-910.
- [6] 聂赞彬,乔娟.非洲猪瘟发生对我国生猪产业发展

- 的影响[J]. 中国农业科技导报, 2019, 21(1): 11-17.
- [7] 豆姣, 王开云, 陈俊强, 等. 塞盘送料系统在规模猪场饲料输送环节的应用与发展[J]. 饲料研究, 2022, 45(11): 134-138.
- [8] 李继伟, 袁文胜, 翟欢乐, 等. 气力输送技术在农业机械中的应用[J]. 中国农机化学报, 2023, 44(1): 85-92, 115.
- [9] 张三丰, 熊威, 柯林, 等. 针对饲料气力输送系统设备选型参数的理论与仿真计算[J]. 中国水运(下半月), 2022, 22(8): 72-74.
- [10] 潘泰, 刘星桥. 基于母猪饲喂专家系统的群养母猪智能饲喂物联网系统设计[J]. 黑龙江畜牧兽医, 2021(10): 41-49.
- [11] 甘玲, 黄瑞森, 罗乔军. 母猪精准饲喂器机械结构及控制系统的设计[J]. 中国农机化学报, 2018, 39(4): 41-43, 99.
- [12] 王开云, 高彦玉, 边峰, 等. 一种仔猪智能饲喂器的研制与试验[J]. 现代农业装备, 2022, 43(6): 66-70.
- [13] 林海烂, 黄子晴, 陈红跃, 等. 生猪养殖液态饲喂发展趋势[J]. 猪业科学, 2023, 40(1): 37-39.
- [14] 秦翀, 叶菁. 楼房养猪空气过滤系统设计与应用[J]. 猪业科学, 2020, 37(7): 47-52.
- [15] 姚俊. 猪场空气过滤系统的应用[J]. 中国畜牧业, 2020(4): 56-57.
- [16] 李少宁, 何贝贝, 宋春阳. 国内规模猪场猪舍降温系统的应用现状[J]. 猪业科学, 2016, 33(6): 90-91.
- [17] 李嘉熙. 基于物联网的智能猪舍环境监测与调控系统[D]. 大庆: 黑龙江八一农垦大学, 2021.
- [18] 王昱, 吴鹏, 曾志雄, 等. 规模化猪舍废气复合净化系统设计与试验[J]. 农业机械学报, 2020, 51(4): 344-348.
- [19] 屈亮, 谭斌, 李彪, 等. 集约化猪场除臭措施的应用研究[J]. 饲料研究, 2012(5): 31-33.
- [20] 欧明, 张炳超, 吴塔, 等. 基于新型保育舍的液体猪粪搅拌布料机的设计[J]. 现代农业装备, 2020, 41(6): 52-57.
- [21] 刘烨, 韦建吉, 曾庆东, 等. 畜禽粪污堆肥系统的应用及优化方案[J]. 现代农业装备, 2022, 43(5): 60-65.
- [22] 钟伟朝, 高彦玉, 罗土玉. 智能型诱情公猪车的设计与试验[J]. 现代农业装备, 2020, 41(8): 44-47.
- [23] 王晨阳, 胡冰艳, 李雨晴, 等. 非接触式测温鉴定母猪典型生理状态[J]. 农业工程学报, 2022, 38(20): 149-155.
- [24] 张震. 基于机器视觉的母猪查情方法研究[D]. 哈尔滨: 哈尔滨工程大学, 2023.
- [25] 钟日开, 王开云, 罗土玉, 等. 病死畜运输拖车的研制与应用[J]. 南方农机, 2019, 50(9): 20-21.
- [26] 刘云鹏. 病死猪无害化处理设备的试验与改进[D]. 郑州: 河南农业大学, 2019.

## Development and Suggestion of Pig Breeding Machinery and Equipment

Gao Yanyu<sup>1,2,3</sup>, Zhong Rikai<sup>1,2,3</sup>, Wang Kaiyun<sup>1,2,3</sup>, Zhou Hong<sup>1,2,3</sup>

(1. Guangdong Institute of Modern Agricultural Equipment, Guangzhou 510630, China; 2. Key Laboratory of Modern Agricultural Intelligent Equipment in South China, Ministry of Agriculture and Rural Affairs, P.R. China, Guangzhou 510630, China; 3. Guangdong Guangxing Animal Husbandry Machinery Equipment Co., Ltd., Guangzhou 510520, China)

**Abstract:** In order to improve the mechanization level of pig breeding and solve the problems in the application of matching equipment, this paper analyzed the current situation and characteristics of pig breeding machinery equipment commonly used in Chinese pig farms. It summarized three problems existing in core key technology and components which still need breakthrough, high professional requirements for the application of intelligent products, and lack of complex talents for pig breeding industry. The future development trend of Chinese pig breeding machinery equipment was put forward. At the same time, in view of the current situation and problems, targeted suggestions are put forward from the direction of joint attack on core technology, integration of equipment and breeding technology, talent training and cultivation, so as to promote the full and comprehensive development of Chinese pig breeding machinery and equipment.

**Key words:** pig breeding; machinery and equipment; analysis of current situation; development and suggestion