

十项智慧养殖智能装备技术

一、生猪固态饲料精准饲喂技术.....	1
二、生猪液态饲料精准饲喂技术.....	5
三、母猪养殖巡检机器人技术.....	11
四、蛋鸡养殖巡检机器人技术.....	17
五、规模化养鸡场智能环控装备技术.....	24
六、规模化养鸡场鸡蛋智能分选包装装备技术.....	30
七、奶（肉）牛养殖精准饲喂机械化技术.....	35
八、奶牛圈舍智能管理机械化技术.....	43
九、湖羊养殖舍饲关键环节数字化装备技术.....	49
十、抗风浪超大型仿野生养殖智能网箱技术.....	58

一、生猪固态饲料精准饲喂技术

（一）技术概述

1. 技术基本情况

当前生猪养殖行业进入集约化发展阶段，随着养殖规模和劳动力成本的逐步提升，对智能装备的需求越来越大。生猪固态饲料精准饲喂技术利用养殖技术和动物学理论满足猪只生长发育的天性需求，提高猪只生长性能和健康度，通过电子信息技术、智能算法、大数据分析和物联网等前沿技术来实现智慧养殖，降低生产过程固态饲料损耗，为养殖企业解决了固态饲料浪费多、吸收转化率低、饲喂工作强度大等长期存在的难题，为提高装备智能化水平提供了解决方案。

2. 技术示范推广情况

该技术在广东、内蒙古和四川等省份的种猪场均有应用，如内蒙古马站猪场、广东沙湖猪场和四川明兴猪场等。其中，在种猪场的分娩舍和配种舍应用比例较高。

（二）技术要点

1. 技术内容

不同阶段猪只的采食特点和需求存在较大差异，比如由于分娩母猪哺乳新生仔猪，应尽量提高其采食量（最高可达每天8~9kg）来保证充足奶水哺乳，从而提高新生仔猪的存活率和发育健康度。同时充足的采食量可防止分娩母猪掉膘严重影响下一怀孕周期。生猪固态饲料精准饲喂技术通过智能饲喂器实现少量多餐、干湿混合提高适口性、喂料分段时间科学合理等功能，提高猪只采食量和采食效果。

饲养员通过控制器、移动终端或者云平台多种途径实时了解和管理猪只的采食现状，掌握每头母猪的采食状态和信息反馈，如各个时间段的固态饲料是否被吃完，截止当前时刻的采食总量等。



生猪固态饲料精准饲喂技术

2. 技术路线

输入猪只个体基本生物信息→自动形成猪只个体饲喂需求曲线→智能饲喂设备进行智能识别和精准饲喂→猪只采食数据自动上传平台→自动根据猪只采食数据进行大数据分析，辅助精细化管理。

3. 功能模块

(1) 控制器：用来对各个智能饲喂器进行统一管理，实现参数设置和集中控制。1 台控制器最多可对 120 台智能饲喂器进行统一控制，控制器与智能饲喂器之间通过 485/LoRa 等网络通信技术实现连接。饲养员通过控制器可查看每台智能饲喂器工作状态是否正常，统一设置或修改智能饲喂器参数，满足母猪单体的个性化需求。控制器统一收集各智能饲喂器的数据信息，并通过以太网、4G/5G 等网络通

信技术将数据传输上传至云平台。一般一个猪舍单元只需安装一台控制器。

(2) 智能饲喂器：用来对猪只个体实现智能精准投料。根据输入的猪只个体生物信息和生长情况，如母猪胎龄、怀孕天数、哺乳仔猪数量等来自动生成饲喂曲线，既满足母猪采食量需求又避免固态饲料浪费，同时可保证固态饲料新鲜度，提高适口性。

智能饲喂器对母猪个体实现全周期全天候管理，采用分时段少量多餐的方式来投喂固态饲料，单次投料量 100g~200g，喂料量精度±3%，每天喂料时间段可设置不少于 5 段式，稳步平缓满足母猪采食的需求变化。根据饲喂曲线自动控制每个时间段的投料量和饮水量比例。通过安装在食槽位置的触碰杆来智能识别母猪真实采食需求，自动甄别过滤猪只玩耍的触碰行为。通过安装在食槽位置的余料探测针自动检测是否存在余料，以便智能饲喂器及时调整投喂量和投喂频率。智能饲喂器具备料量校准功能，方便饲养员定期校准保证料量精准度；具备手动调节功能，饲养员可在巡栏过程中根据母猪行为表现小幅度调整采食量。

(3) 云平台：与控制器网络连接，用来收集、分析和存储猪只个体的采食数据。通过进行大数据分析，自动评估猪只生长特点，对猪只单体进行全周期跟踪管理，优化科学养殖方案，为提升养殖管理水平提供参考信息。

(三) 技术应用条件

该技术对于采用固态饲料喂养的猪场均可应用，与养猪场常规饲喂装备（塞链送料/绞龙送料等）兼容配套，对配套硬件设施和使用环境没有特殊要求，旧场改造应用无需额外增加配套。

（四）技术应用典型案例

该技术在温氏食品集团股份有限公司下属多个养猪场得到推广应用。例如马站种猪场，位于内蒙古赤峰市宁城县大明镇，应用了智能精准饲喂装备 1700 多套，使用效果良好。在猪场生产过程中固态饲料成本约占 70%，使用该技术后每天每头猪减少约 3% 固态饲料浪费，按 5 万生产线分娩舍计算，每天可以减少 100kg 的固态饲料浪费，折合费用约 300 元，每年可节省 10.9 万元。

（五）注意事项

在智能精准饲喂装备投入使用之前，应对饲养员进行培训，掌握正确使用方法、注意事项和维护保养措施。猪场应做好防雷措施，防止雷雨天气损坏设备。

（六）技术依托单位

南牧装备科技有限公司

二、生猪液态饲料精准饲喂技术

（一）技术概述

1. 技术基本情况

生猪液态饲料精准饲喂技术通过液态料饲喂管理软件制定配方、饲喂计划、分餐方案，每日自动配置适合各个猪群的液态饲料，根据设定好的采食量输送到猪舍，同时检测和记录所有的配置采食数据及报警信息。该技术采用分餐饲喂的方式投送液态饲料，能够避免自由采食导致的饲料浪费，其中可添加破碎良好的农副产品或酒糟、豆渣等食品工业副产品，也可添加益生菌液、发酵饲料等特殊饲料，能够提升饲料适口性，提高消化吸收率、提高猪只免疫力，改善猪只肠道健康，减少疾病发生，有利于实现无抗饲养。

2. 技术示范推广情况

设备研发制造企业和养殖企业在猪场建设、设备配置、运行方案、饲料配方、饲喂方案、维护计划等多个方面进行了充分的技术沟通交流，形成了完善的生产工艺流程和设备维护方案。一些养殖企业已经完成了多个批次的饲喂情况对比、饲料成本分析，对于液态料饲喂过程中的各个环节的关注点和问题点也有了比较全面的认识。目前集成式大型液态料饲喂系统已经在多个国内知名猪企的试验场进行了安装和实际的使用，饲喂效果良好，成本收益明显。

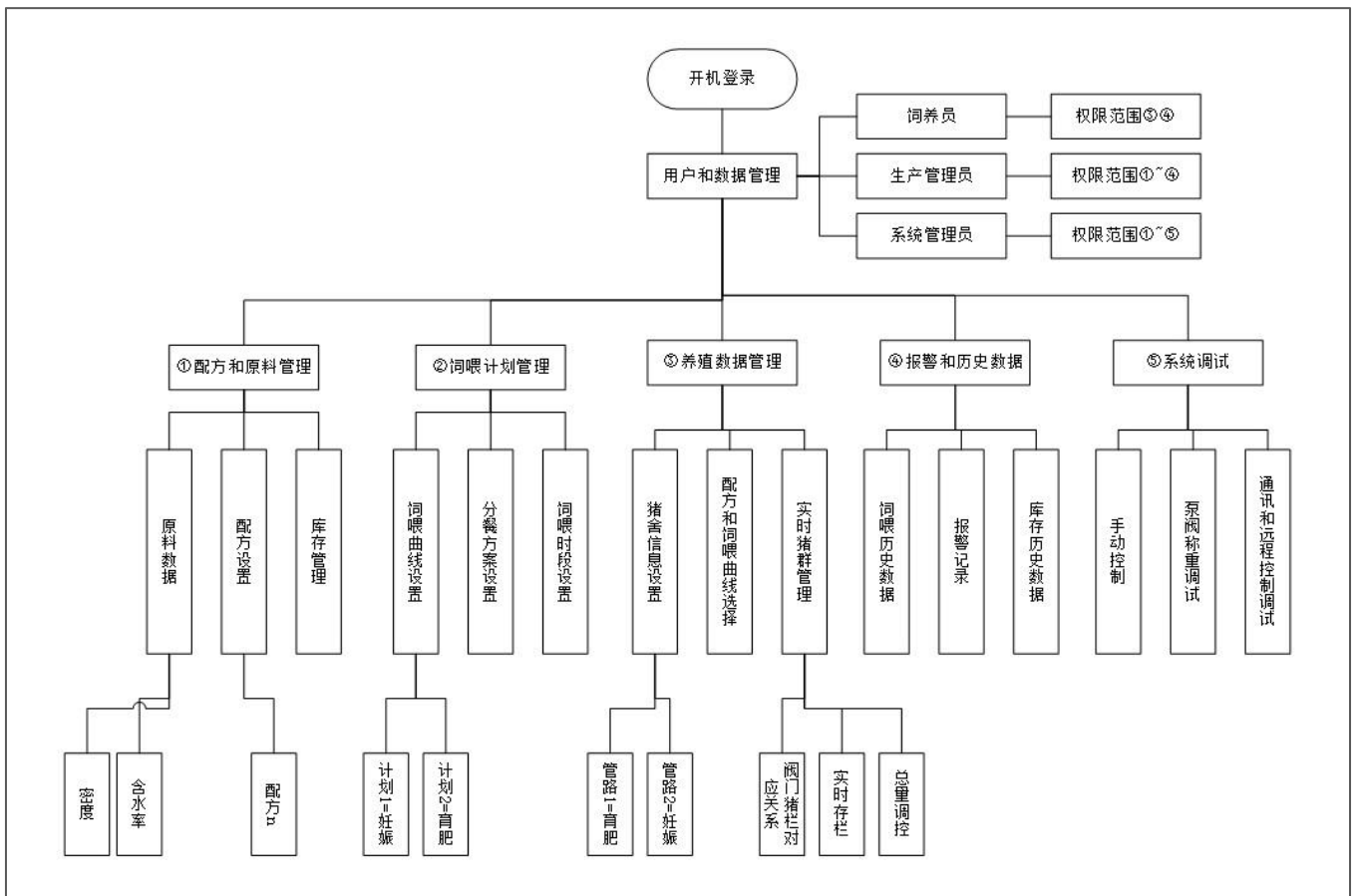
（二）技术要点

该技术通过智能控制系统自动按照配方制备液态饲料并按设定的送餐时间、依据设定顺序将饲料送到各猪舍，再根据饲喂定量曲线，

结合存栏头数，将液态饲料注入每个料槽。为了避免管道内残留的液态料腐败霉变，在每次饲喂结束后用清水充满全部的输送管道，下一次送料时利用液态饲料将这些清水推送回配置间的回水罐中，用于配置下一序列的液态料。并且设备间的各类罐体都安装有自动清洗喷头，每餐饲喂结束后系统会自动启动清洗泵，清洗所有的罐体。

1. 智能控制系统

智能控制系统采用计算机可视化界面进行设置，通过智能PLC进行控制，物联网远程监控，手机APP访问。可实现自动加水、加料、搅拌、输送和饲喂，同时可以添加益生菌、发酵饲料等辅料。



智能控制系统

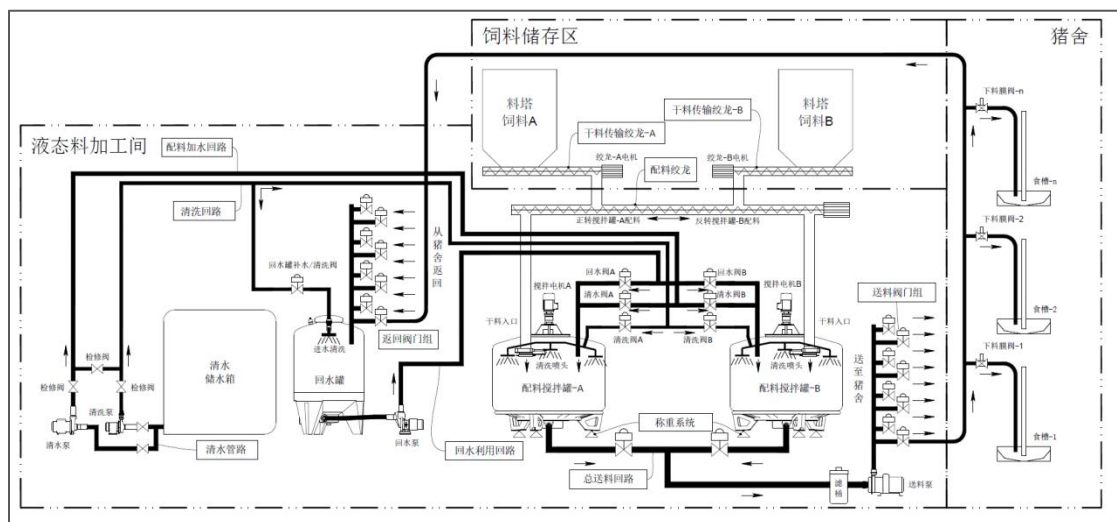
(1) 可以设置多个饲喂配方饲喂种猪、保育猪和育肥猪等不同猪群。通过调整不同阶段饲料的最终投放比例实现多阶段饲喂方案。

(2) 通过设定饲喂曲线进行饲喂计划管理，自动根据育肥猪日龄调整每日每头饲喂量，既确保生长速度，还可避免过度采食造成浪费。种猪则是根据妊娠和哺乳期要求确定每日的饲料量，保持和调整种猪体况的同时，满足妊娠和哺乳的限饲要求。

(3) 实时监测猪栏内的存栏量，调整每个猪栏的饲喂量，同时记录所有的饲喂量历史数据用于统计分析。

2. 设备配置和基本原理

双罐配送系统可以实现多配方、多序列的智能连续配置和输送，还可以在其中一套搅拌系统出现故障时自动切换至单罐模式，从而提高配送效率和设备稳定性。



双罐配送系统

(1) 液态料搅拌罐，罐体采用不锈钢材质，配套智能称重模块、搅拌机构、自动清洗机构以及防溢出设备。

(2) 液态料输送泵，采用智能变频控制不锈钢泵送机构，可以实现液态饲料的高粘度、长距离、大流量的稳定泵送。

(3) 气动管路控制阀门，采用电磁阀控制，全不锈钢阀体，结构坚固，动作灵敏。

(4) 猪舍内的气动送料膜阀，采用低压直流电磁阀控制，动作灵敏，开关方便。

(5) 电气控制系统，包括 PLC 中央控制箱，称重控制系统，送料膜阀分控箱和管路保温控制箱。

(三) 技术应用条件

生猪液态饲料精准饲喂技术可应用在新建猪场，也可应用在旧场改造，实际应用大概分为四个方面。

1. 液态料饲料加工间的建造和设备安装。对于加工间的建造和结构无特殊要求，只需要满足地面承重要求，保证通风良好和用电安全，即可以满足设备的常规使用要求。

2. 前端的饲料运输和储存设备。液态料饲喂所使用的原料可以是目前已有的成品全价饲料，也可以是农场使用浓缩料和玉米、豆粕等配置的成品饲料，甚至可以是使用农副产品经过破碎、发酵获得的发酵饲料。因而前端的饲料加工和运输设备和上述几种原料原有的设备没有太大区别。

3. 液态料输送和饲喂设备。即配置在猪舍内的泵送管道和相关的喂料阀门。在液态料饲喂中，由于泵送压力和实际泵送饲料的黏稠

度相对于常规饮水设备要高一些，因此配套的管道使用压力等级不低于 PN12.5 的 PVC 管道，喂料阀门一般采用低压气动控制。

4. 液态料饲喂使用的料槽。液态料饲喂设备的饲喂方式采用的是分餐饲喂方案，也就是每栋猪舍所有的猪需要在每次饲喂时同时进行采食，因此需要使用长度和宽度符合猪群要求的食槽，对于育肥场，一头猪需要的料槽宽度大约是 33~36cm。料槽可以采用水泥砌筑或不锈钢成品等多种形式，只要保证符合猪群采食所需长度和深度即可。

(四) 技术应用典型案例

安徽安泰种猪集团 2022 年在安徽省合肥市肥东县包公镇新建的 12000 头育肥场采用了干料和液态料饲喂各 6000 头的设备配置方案。经过一个完整批次的饲喂周期后，对养殖数据进行了统计和汇总，对比发现在转入均重低于干料饲喂猪群 0.81kg，转出均重大于干料饲喂猪群 1.41kg 的情况下，采用液态料饲喂的猪群实际生长达到出栏体重的时间缩短了 4 天左右。换算下来的平均日增重提高了 35g，约 5%。具体数据如下表所示：

数据	转入 头数	转入 均重 (kg)	转出 均重 (kg)	全期 增重 (kg)	日增重 (g)	饲养 时间 (天)
干料	6112	11.20	118.36	107.16	701.43	152.78
液态料	6025	10.39	119.77	109.38	736.46	148.53
差值	/	-0.81	+1.41	+2.22	+35.03	-4.25

尽管实验组的转入均重只有不到 12kg，而液态料饲喂猪群的转入均重更是不到 11kg，理论上是低于常规育肥猪的 25kg 左右的转入体重，但是液态料饲喂仍然在饲养周期、日增重和平均增重等方面优于干料饲喂。

(五) 注意事项

液态料饲喂设备，特别是大型集中加工输送的液态料设备，与传统的干料饲喂设备有一个巨大的不同：这种设备实际上是一套功能全面、机构复杂、需要维护的、非常依赖于系统可靠性的设备。因而液态料饲喂系统将是一个猪场的核心设备，需要养殖场的第一责任来直接掌控。这要求养殖场保证相关人员的稳定性，尽量不要频繁更换，如果必须更换一定要做好新员工的能力评价、岗前培训以及完善的工作交接。

为了保证液态料饲喂设备能够持续良好地运行，养殖场需要随时关注设备状况，按时保养，及时检修。设备使用者和管理员应具有检修保养甚至维修机电设备的技术能力，较强的岗位责任心，具有稳定的工作心态和细致认真的工作状态。

(六) 技术依托单位

山东省农业机械技术推广站、青岛得八兄弟机械有限公司、青岛神粥农牧设备有限公司、广东广兴牧业机械设备有限公司

三、母猪养殖巡检机器人技术

（一）技术概述

1. 技术基本情况

通过母猪养殖巡检机器人技术，实时监测养殖环境的温度、湿度、气体（NH₃）浓度等参数，以及动物的行为和健康状况，可以帮助养殖户及时发现问题并采取措施，提高养殖效果。通过监测动物的体温、呼吸频率、运动情况等指标，结合大数据分析和人工智能算法，可以提前预警动物的疾病风险，并及时采取措施进行防治，减少疾病的发生和传播。通过智能巡检联动其他自动化控制设备，实现对养殖环境的精确调控，包括温度、湿度等因素，可以为动物提供舒适的生长环境，提高养殖效益。通过收集和分析养殖数据，了解动物的生长情况、饲料消耗、疾病发生等信息，为养殖户提供科学的决策依据，优化养殖过程。

2. 技术示范推广情况

母猪养殖巡检机器人技术通过自身携带光摄像头、红外热成像仪、毫米波雷达、气体监测传感器，来替代人的巡栏操作，实现对猪群健康情况趋势的提前预知和管理，同时协调其他智能设备（风机等）协同作业。截至目前，母猪养殖智能巡检机器人技术已在多家猪场投入应用。

（二）技术要点

1. 毫米雷达波监测技术

由智能巡检机器人搭载雷达波进行全场的巡检，通过毫米雷达频率波形，根据不同的养殖环境及与畜禽的无线接触方式计算毫米雷达频率波形的波长、收发方式（2发（心率、呼吸发射波）3收（心率加呼吸、心率、呼吸接收）），来实现心率呼吸的精准计算与智能数据比对。形成日常巡检数据报表，根据养殖场的周批次或多周批次化管理智能优化数据模型，利用算法结合母猪的临床心率、呼吸的表现实现对发情、返情的精准计算，通过业务逻辑的建立辅助养殖管理人员。同时，基于业务数据积累与智能大数据分析，利用快速傅立叶变化算法、峰值检测法、变分模态分解算法等来实现一对多的监测方式，进而对猪群整体实现监测、分析、判断异常。

2. 智能巡检机器人技术

智能巡检机器人主要由技术模块、算法与数据模型构成。



母猪养殖巡检机器人

(1) 技术模块

- ① 呼吸心率监测模块：实时采集母猪的心率与呼吸数据；
- ② 体温监测模块：实时采集母猪的体温数据；

③ 数据传输模块：与监测模块对接，负责数据传输；

④ 数据处理模块：与数据传输模块对接，负责数据建模；

⑤ 巡检控制模块：可按指令控制智能巡检机器人按轨道路线进行水平自动巡检，支持操作人员手动控制与定时自动控制，支持多种速度模式；

⑥ 用户管理模块：提供多级用户远程管理功能。

（2）算法、数据模型

基于巡检过程采集的关键生理指标数据，构建分类数据集，通过综合算法建立疫病、发情、返情等不同的数据模型，实现智能分析与精准预警。

（3）创新功能

① 传输单元：机器人内部配置高品质无线传输模块，让视频传输预览不卡顿；

② 充电单元：巡检机器人实时监测电源电压，低于预警值时，自动回到充电位充电；

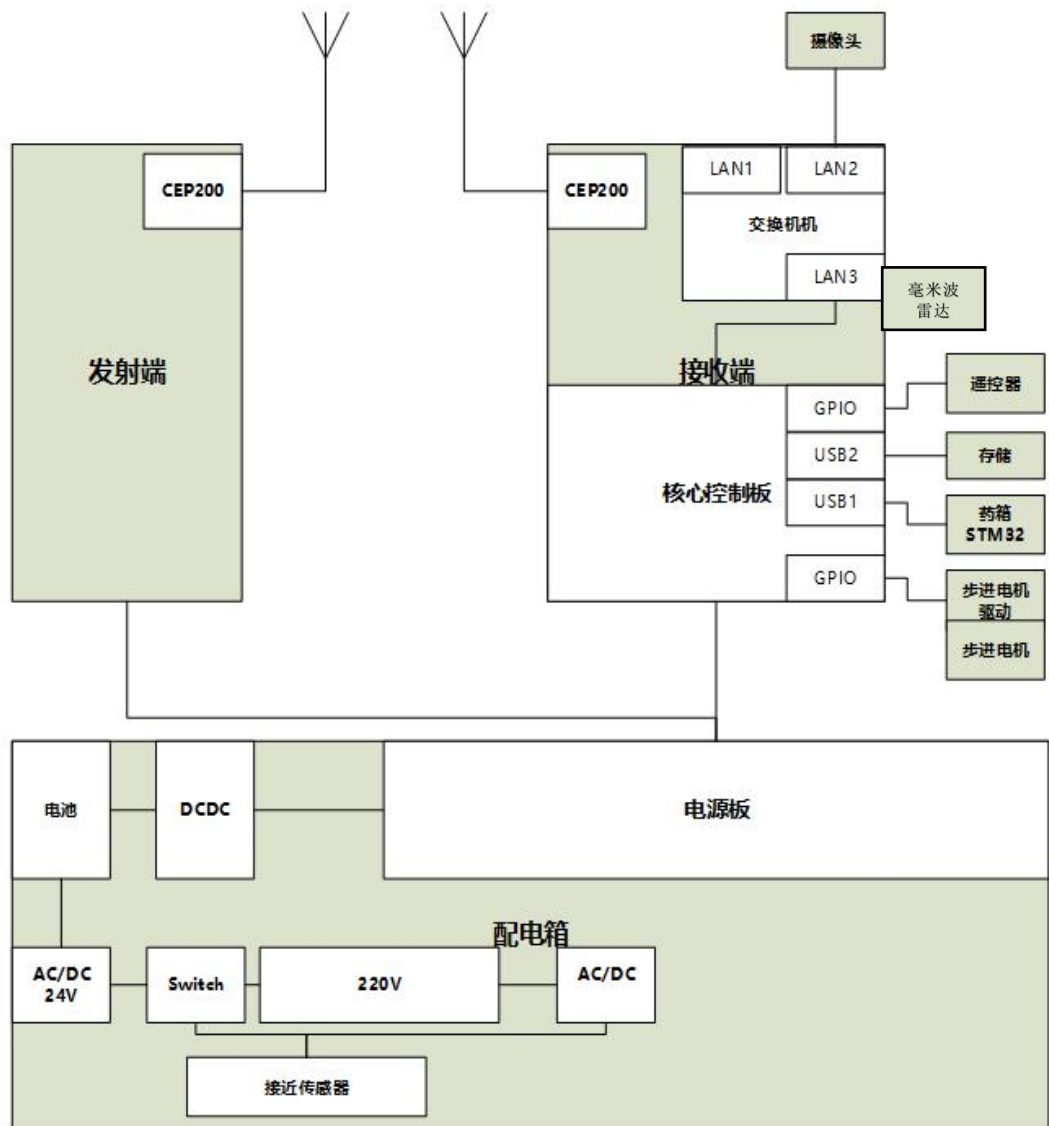
③ 行走单元：使用编码器精准控制机器人行走距离，控制位置误差在毫米级。

④ 处理单元：将母猪监测数据进行建模，结合生产周期判断母猪状态；

⑤ 报警单元：在监测结果超出报警阈值时输出相应报警信息；

⑥ 母猪健康档案单元：记录母猪个体健康情况；

⑦ 历史数据保存单元：记录母猪历史监测、事件等数据。



整机原理

(三) 技术应用条件

1. 母猪健康管理方面：

- (1) 此技术适用畜种为定位栏上的母猪；
- (2) 定位栏上监测轨道部署限制：轨道部署必须离地 1.8m 以上（避免猪只拱到）；
- (3) 如果需要远程操作，养殖猪舍内必须具备上网功能。

2. 仔猪健康及环境改良方面：

- (1) 此技术适用畜种为育肥仔猪；
- (2) 在育肥仔猪单元栏部署轨道：轨道部署必须离地 1.8M 以上；
- (3) 取电和加药分别安装在轨道两端（根据实际取电、取水方便）。

（四）技术应用典型案例

福建兴盛天兆猪业有限公司 2022 年开始应用母猪养殖巡检机器人技术，该公司成立于 2020 年 4 月 8 日，位于福建省福州市闽侯县大湖乡角洋村，养殖场规模：能繁母猪 8000 头，年可出栏种猪、商品猪 15 万头，现有生猪存栏 40000 头。

该公司共部署 64 套巡检机器人，在母猪健康管理方面实现“过程高效管理，疾病提前预警”，及时对返情母猪进行配怀或淘汰，检出率可以达到 5% 以上，降低了母猪的空怀率，母猪淘汰重新补栏提高了整体 PSY 值（每头母猪每年所能提供的断奶仔猪头数，是衡量猪场效益和母猪繁殖成绩的重要指标）。巡栏人员从原来 32 人减少为 16 人，人员开支从原来月 16 万元缩减到 8 万元，一年省了 96 万元。



巡检机器人部署在定位栏模拟图



定位栏上部署巡检机器人

(五) 注意事项

养猪场防疫要求非常高，应该对巡检机器人进行每日维护保养和定期检修，确保稳定运行，特别是核心部件的长久性。因为若零部件失效，进行更换需要经过养猪场物料隔离、人员隔离，代价很大。

(六) 技术依托单位

福州农福腾信息科技有限公司

四、蛋鸡养殖巡检机器人技术

（一）技术概述

1. 技术基本情况

近年来，我国蛋鸡养殖技术不断提升，与之配套的智能巡检与管理设备暂时处于空白状态，专业饲养员从业人员偏少、疫情管理智能化程度低，因此蛋鸡养殖行业急需摆脱依靠人工经验养殖的困境。根据行业现状与需求，国内自主研发蛋鸡状态图像识别及声纹识别技术，结合物联网、互联网等技术研制出蛋鸡巡检机器人。2021年蛋鸡巡检机器人开始使用，成为人工智能技术在家禽养殖行业的典型应用。

蛋鸡养殖巡检机器人技术具有蛋鸡异常识别、环境监测、鸡舍巡检等功能，采用人机“1+3”新型养殖模式，替代养殖人员的日常工作。它可协助规模化蛋鸡养殖场实现更加精细化的管理，让养殖企业减少饲料浪费、提升产蛋率、降低料蛋比，实现“降本增效”。

2. 技术示范推广情况

蛋鸡养殖巡检机器人技术现已在福建光阳蛋业、江苏天成、湖北晨科、四川凤集、大连韩伟等36家蛋鸡规模化养殖企业投入使用。

（二）技术要点

以自主研发的蛋鸡状态图像识别及声纹识别为核心技术，通过机器人的舍内行走和机器人上搭载的各种环境参数传感器，对整体鸡舍内全方位的温湿度、风速和氨气浓度进行监测，同时对每个笼内鸡只的生理状态、产蛋情况、饲料状态、水线状态实现监测，通过深度学习等人工智能算法，实现鸡舍环境的实时监测、预警和报警，定位死

鸡、绝产鸡、低产鸡、弱鸡、病鸡的具体笼位，及时淘汰没有饲养价值的蛋鸡。

1. 技术架构

(1) 硬件层

① 自主导航系统：包含移动机器人 AGV 导航传感器、驱动装置方向传感器、运动传感器、导航磁条和运动驱动装置等。

② 环境、鸡群状态感知系统：多元环境参数传感器（光照、温湿度、风速、有害气体等）、高清广角摄像机、矩阵式麦克风、热感仪等，用于数据采集及智能巡检。

③ 人工智能核心部件：包含 GPU、CPU、网络及通讯组件、人工智能所需云计算/边缘计算服务器。

(2) 基础层

① 用于搭建各类基础操作系统，驱动各基础组件工作。

② AGV 及机械手臂基础操作系统。

③ 环境监控各驱动系统。

④ 人工智能算法操作层，用于驱动人工智能操作底层。

(3) 训练层

用于训练各智能识别算法模型。

① 粪便识别训练，包含粪便异常识别，识别鸡的疾病类别。

② 声音感知训练，包含蛋鸡各类声音体现鸡的身体状态。

③ 体温识别训练，识别蛋鸡的体温，判定鸡的身体状态。

④ 行为追踪训练，识别蛋鸡的行为，判定鸡的运动状态。

(4) 算法层

用于搭建各类智能识别算法模型。

① 定位算法，用于移动机器人的位置控制信息，指导移动机器人的移动轨迹。

② 粪便识别算法，根据异常鸡粪类别识别鸡是否发生疾病。

③ 声音识别算法，识别鸡的不同声音，并判定鸡的身体状态。

④ 体温识别算法，识别鸡的实时体温，并判定鸡的体温状态。

⑤ 行为识别算法，识别鸡的运动状态及行为状态。

(5) 应用层

用于机器人在判定异常后的各类异常预警并处理。

(6) 管理层

搭建企业的生产状态管理，实时预警并处理异常，并能展现生产状况。

2. 功能

(1) 检出绝产鸡和弱鸡

机器人可检出“绝产鸡”“弱鸡”，全程检出率可达3%。

全程检出率定义：指在完整的产蛋周期内，机器人使用识别技术自动识别的绝产鸡及弱鸡占总进栏鸡群的比重。

数据依据：该标准基于对“京粉6号”品种的实验数据，这些数据收集自鸡只的完整生产周期，即至500日龄。不同环境条件及鸡种可能会导致检出率有所变化。



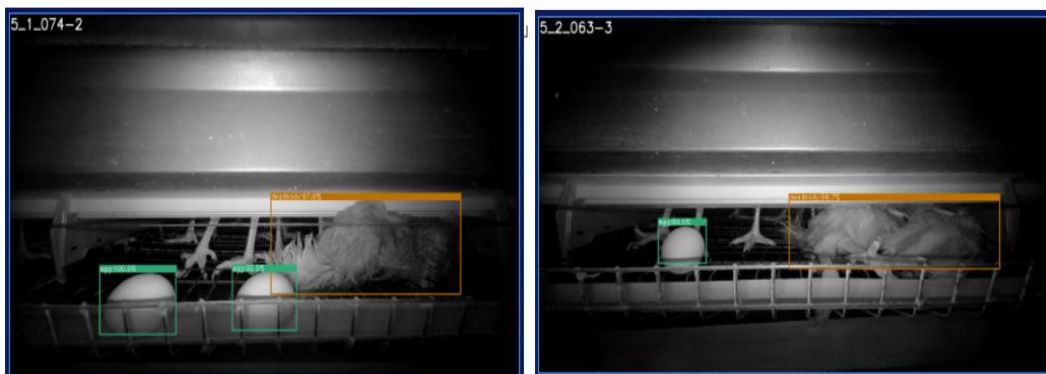
机器人在鸡舍中运行状态



机器人检出的绝产鸡

(2) 检出死鸡

通过机器人每日巡检，智能识别死鸡，检出率达到99%，可代替人工巡检，有效避免人工巡检造成的应激、漏检、攀爬鸡笼造成的工伤，有效降低了因人工漏检造成的死鸡腐烂、疫情传播风险。



机器人检出的死鸡

(3) 可视化巡检、点检，实现远程养殖和预报警

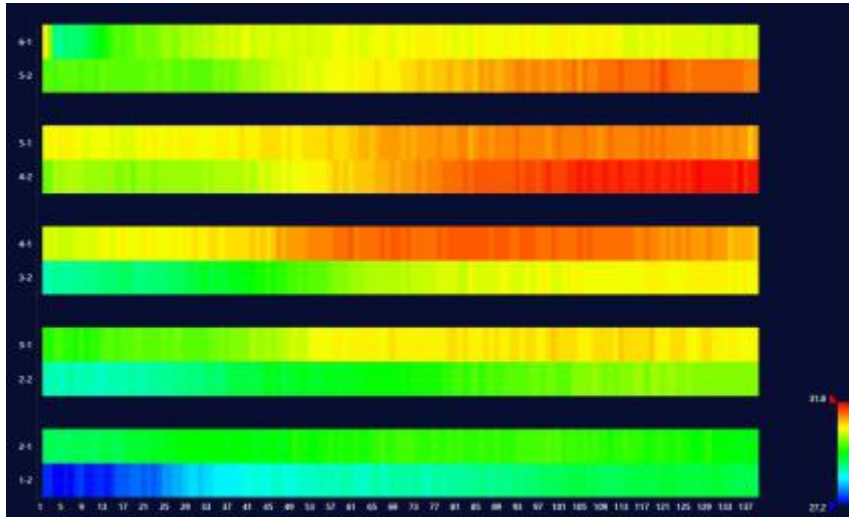
通过机器人自带的摄像头、传感器，可针对养殖设备的水系统、料系统、蛋系统、风系统进行点检，并实现人工远程影像巡检，实现了晚上人员不入舍巡检的目的，提升了鸡舍内的管理水平。



机器人的远程巡检功能

(4) 以笼位为单位开展环境监测

通过机器人自身携带的环境（温度、湿度、 NH_3 、 CO_2 、光照）传感器，实现逐个鸡笼的环境监测，并绘制环境云图，及时报警，督促管理人员改善，有效提升鸡群生活环境的舒适性。



机器人的环境均匀度检测

(三) 技术应用条件

蛋鸡养殖巡检机器人适用于规模化笼架式家禽（包括但不限于蛋鸡、蛋鸭、肉鸡、肉鸭等）养殖场，需全舍覆盖网络（Wi-Fi、5G）、电源等基础条件。

(四) 技术应用典型案例

2021年，蛋鸡养殖巡检机器人在福建光阳蛋业渔溪蛋鸡养殖基地投入使用。光阳蛋业渔溪蛋鸡养殖场建于2012年，占地200亩，设计存栏60万羽。该技术在光阳渔溪鸡舍内实现死鸡、绝产鸡、低产鸡、弱鸡、病鸡等异常鸡只的动态清零，并予以精准淘汰。通过机器人的远程巡检，解放劳动力。机器人的全舍微环境巡检，确保鸡舍的平均环境指标、各鸡笼的环境指标；对舍内养殖设备的状态进行常规巡检，避免人工因巡检的繁琐而忽略。

光阳蛋业渔溪蛋鸡养殖基地在投入使用后，鸡场记录无纸化程度提高70%，节省人力2—3人，产蛋率提升1%—1.5%，料蛋比由2.2降低至2.04，累计死淘率（产蛋鸡）由7.6%降低至4.5%，实现了现

场数据的一致性、实时性、准确性和透明性，降低了生产成本和管理成本。

(五) 注意事项

1. 机器人适用场景为现代笼养家禽模式，平养及散养模式需对机器人进行定制；

2. 机器人软件采用 SAAS 模式部署，传统鸡场需要有网络基础支撑（4G/5G/局域网等）。

(六) 技术依托单位

福州木鸡郎智能科技有限公司

五、规模化养鸡场智能环控装备技术

（一）技术概述

1. 技术基本情况

规模化鸡场是设施养殖的重要组成部分，中国养鸡业在“双循环”战略格局下正面临新的形势，亟待利用数智技术加速转型升级，实现由传统向现代、由粗放到精细、由低效向高效的高质量发展。伴随着人工智能，移动互联、大数据、物联网、可追溯管理等信息通信技术日益成熟，传统养殖业与新一代信息化智能化技术深度融合，不断推动产业的信息化和智能化转型升级。智能化环境调控是保障规模化、高密度养殖鸡舍适宜环境条件的关键，对鸡群健康生长、充分发挥生产性能、最大限度节省人工及降低养殖成本等具有重要意义。

规模化养鸡场智能环控装备技术基于目前较成熟的信息化技术，集成机械化、电气自动化以及智能化和信息化等科学技术，包括鸡群温—湿—风等多元养殖环境参数的自动化监测，鸡群养殖全过程生产行为数据采集、湿帘风机等环控设备实时调控以及养殖数据实时云端上传等功能，基于养殖环境与鸡群生理需求的智能调控算法实现了鸡舍分区精准调控，解决了目前鸡舍环境不均匀、温度波幅大导致的鸡只冷热应激多、生产性能低等问题。

2. 技术示范推广情况

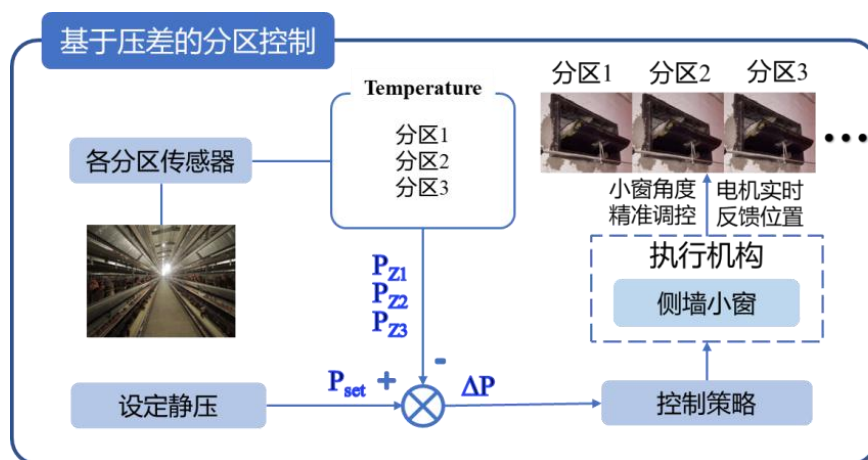
该技术适用于国内外不同气候条件规模化鸡场环境调控，通过实现鸡舍内温—湿—风等环境条件的精准调控，支撑了 1172 个国家

级蛋鸡、肉鸡标准化示范场创建，推广近 1.5 亿蛋（肉）鸡饲养笼位，为促进我国养鸡产业转型升级和技术进步做出了贡献。

（二）技术要点

1. 核心技术

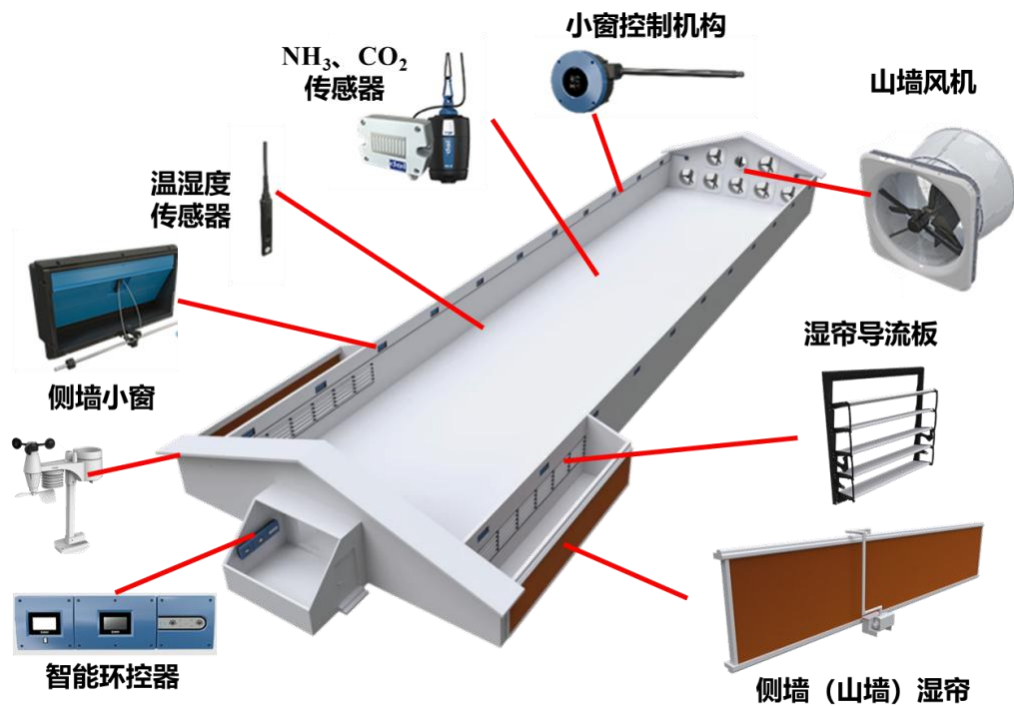
以鸡舍舒适环境参数调控为目的，该技术基于自主研发的鸡舍分区精准调控技术，采用多维度环境气候调控因子与分区调控技术，集成环境因子多物理量传感器采集模块、风机及湿帘降温子系统、加热降温子系统以及其他相关辅助设施设备，实现鸡舍内均匀稳定环境调控，保障鸡只健康生长环境。核心技术为鸡舍分区精准调控技术，依据鸡舍尺寸、温度分布和静压分布进行鸡舍分区，并嵌入侧墙进风窗射流风速、静压、角度与射流距离相关模型，通过实时采集鸡舍纵向静压差数据、温度数据，实现侧墙进风窗分区精准调控，保证不同位置进风窗进风静压适宜，提高鸡舍侧墙进风的均匀性，进而营造均匀舒适的舍内环境。



分区控制技术

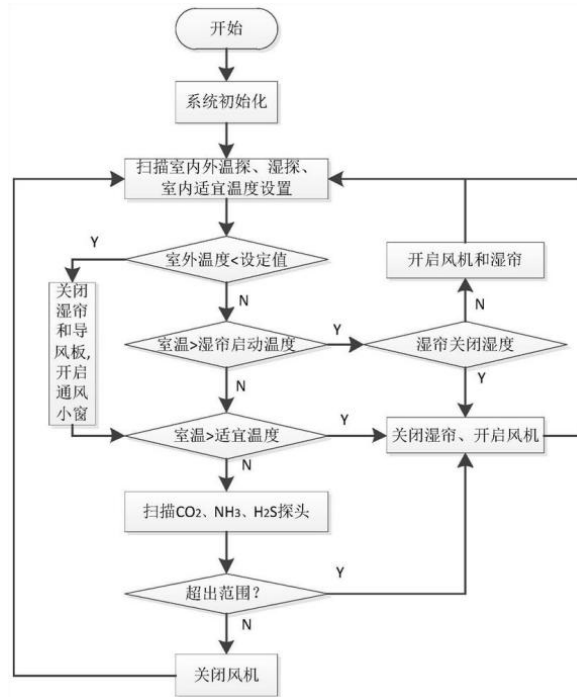
2. 配套技术装备

该技术配套装备主要由控制单元-智能环境控制器、风机、湿帘、侧墙进风窗、湿帘导流板、多元环境参数传感器、加热降温设备及其他辅助功能设备组成。以智能环控器为核心，依据舍内笼具分布、鸡舍长度设置相应温湿度、NH₃、CO₂等传感器，通过传感器数据分析舍内外环境状态，智能环控器决策侧墙进风窗、风机、湿帘等环控设备控制，实现鸡舍内环境智能调控。



规模化养鸡场智能环控装备技术

3. 技术路线



智能环控基本流程

(三) 技术应用条件

该技术同时适用于不同气候区域（严寒地区、夏热冬暖、温和地区等）规模化鸡舍环境调控，既可应用于新建规模化鸡场，也可以作为已建规模化鸡场环控升级配套装备技术，应用时鸡舍需为密闭舍。

(四) 技术应用典型案例

案例 1：清远市广生元畜牧发展有限公司成立 2009 年，是规模化蛋鸡饲养专业场。2013 年开始饲养装备改造升级，将 20 栋单栋饲养量为 1.5 万羽鸡的半开放式阶梯鸡舍改造成 3 栋单栋饲养量为 10 万羽鸡的密闭式层叠鸡舍，每栋配套智能环控成套装备一套。规模化养鸡场智能环控装备技术的应用实现了热带、亚热高温高湿地区单栋饲养量 10 万羽蛋鸡舍的舒适环境调控，并获得良好的经济效益。下图为高温高湿环境下现场智能环控成套装备对饲养舍内环境气候调

节工况，舍外温度为高达 37.5℃时舍内温度为 29.6℃，有效缓解了夏季鸡只热应激，保障了鸡只健康生长环境。



智能环控成套装备现场实用工况

案例 2：北京市平谷区蛋鸡福利化智能养殖试验示范鸡舍于 2023 年施工完成，采用网上栖架立体散养模式，饲养量 2.4 万羽蛋鸡，鸡舍建筑构造采用现场装配式钢结构，围护结构材料选用防火保温性能佳的彩色涂层钢板，鸡舍屋顶为双层屋顶，保温结构采用卡扣拼接处理，保证鸡舍气密性以及保温性。在此基础上应用规模化养鸡场智能环控装备技术，将鸡舍分为前、中、后三个分区，每个分区侧墙进风窗配置独立拉杆电机控制，通过智能环控器分区控制侧墙进风窗开口大小，保证不同位置侧墙进风窗静压均匀，提高提升鸡舍前后端等不同位置的鸡群环境均匀性和稳定性。经过小窗分区调控，侧墙进风均匀性提高，鸡舍纵向静压之差小于 5 Pa，舍内不同位置温差控制在 3℃ 以内。



智能环控成套装备分区控制现场工况

(五) 注意事项

1、使用前应保证鸡舍密闭性与保温性，密闭性和保温性差易导致鸡舍环控效果不理想。

2、舍内传感器的安装位置应具有代表性，能够反映密闭鸡舍内部真实环境，同时传感器需定期进行检修、校准，防止传感器误差影响舍内环控效果。

3、鸡舍风机需定期维护检修，通风时应测试确定不同通风等级风量，合理设置通风等级。

(六) 技术依托单位

广州广兴牧业设备集团有限公司、中国农业大学

六、规模化养鸡场鸡蛋智能分选包装装备技术

(一) 技术概述

1. 技术基本情况

规模化养鸡场鸡蛋智能分选包装装备技术是有效提高家禽饲养劳动效率的关键装备技术之一。该技术将新一代信息化技术融入传统饲养机械，主要涵盖输/上蛋机、禽蛋排列机、禽蛋清洗机、禽蛋干燥机、禽蛋检测机、禽蛋分级包装机及喷油机、标识机等其他辅助设备。该技术采用功能模块设计，禽蛋分级包装机是其核心基本单元，可以单独运行应用，也可以选配其他功能机型组配，适用规模化家禽饲养工程领域不同群体需求。



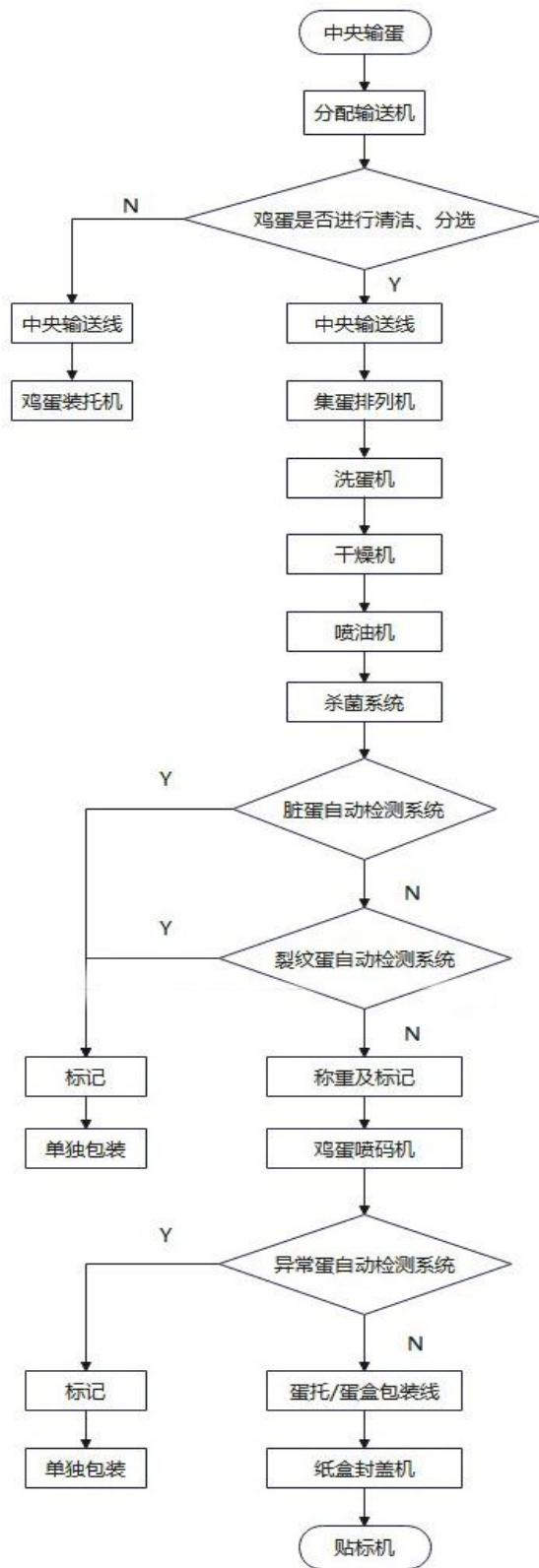
规模化养鸡场鸡蛋智能分选包装装备技术

2. 技术示范推广情况

该技术针对国内外不同区域规模化家禽饲养工程研发，机具处理能力级别可分：3万枚/时、3.8万枚/时，6万枚/时，7.6万枚/时，11.4万枚/时等，目前已在国内外多个家禽饲养工程进行应用，向市场提供超250台套。

(二) 技术要点

1. 技术路线



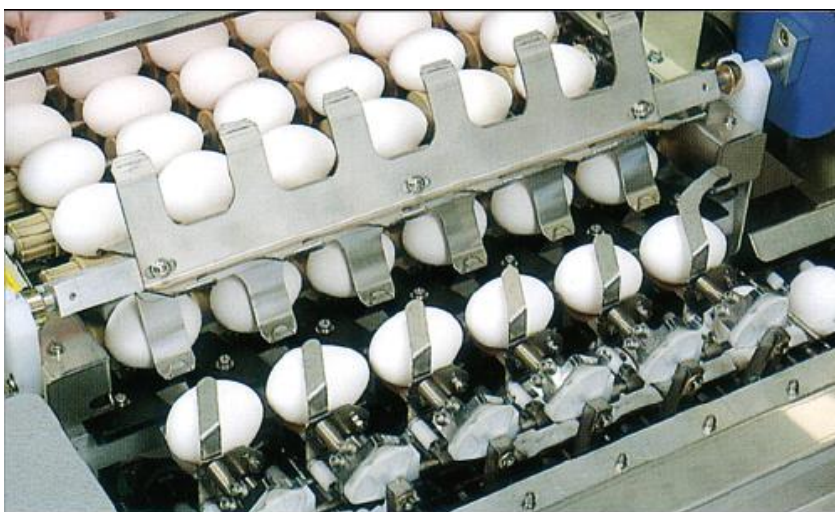
技术路线

2. 核心技术

成组智能称重技术是规模化养鸡场鸡蛋智能分选包装装备技术的核心，采用内置高精度软件滤波与硬件滤波技术相结合，提高称重精度，动态精度可达±1克以内，单通道每小时可称重5000枚禽蛋以上。将以6枚为基本单元的鸡蛋成组称重后，成组标记并转运给鸡蛋分配包装线，为下步包装工序做准备。高通量成组称重技术的应用，不仅提高了机型的处理能力，而且减少了运算时间，确保整机可以高速处理鸡蛋包装活动。

蛋壳裂纹检测技术利用触觉传感器的振动球轻轻弹击蛋壳表面，从弹击球的反弹来判别正常蛋和裂纹蛋。检测到正常蛋时，触觉传感器前端的弹击球会多次反弹；检测到裂纹蛋时，弹击球几乎不反弹。

污壳蛋检测技术利用图像识别技术，在鸡蛋的尖端和钝端安装4台CCD相机捕捉鸡蛋全表面附着的蛋黄，蛋白，鸡粪，羽毛，鸡笼锈迹，黄斑，小孔等各种各样的污迹，利用特殊光源使蛋壳发光来突出蛋壳和污垢的对差，检测出附在蛋壳表面的污垢以及异物。



鸡蛋成组智能称重技术

3. 配套技术装备

规模化养鸡场鸡蛋智能分选包装装备技术主要由禽蛋分级包装机、输/上蛋机、禽蛋排列机、禽蛋清洗机、禽蛋干燥机、禽蛋检测机、禽蛋分级包装机及其他辅助功能设备组成。

(三) 技术应用条件

规模化养鸡场鸡蛋智能分选包装装备技术既可应用于新建规模化鸡场，也可以作为已建规模化鸡场环控升级配套装备技术，要求鸡舍配备自动输蛋线。

(四) 技术应用典型案例

清远市广生元畜牧发展有限公司成立于 2009 年，于 2013 年开始饲养装备改造升级，将 20 栋单栋饲养量为 1.5 万羽鸡的半开放式阶梯鸡舍改造成 3 栋单栋饲养量为 10 万羽鸡的密闭式层叠鸡舍，并配置一套每小时最高处理量为 6 万枚的鸡蛋智能分选包装装备。改造前后效益指标对比如表 1。

表 1 改造前后效益指标

指标	人工舍内捡蛋	蛋库鸡蛋分选机	对比
每栋人数	1.5 人	0 人	减少 1.5 人
整场人数	30 人	10 人	减少 20 人
鸡蛋分选	人工称重	自动称重	/
综合破蛋率	0.8%	0.59%	降低 0.21%
能耗	0	18KW/h	增加 18KW/h
效率	人均处理 1.0 万个	人均处理 3.0 万个	提高 2.0 万个
劳动强度	人手捡蛋	人手搬托	/
人鸡接触机率	1 人/栋	0 人/栋	减少 1 人/栋

(五) 注意事项

1. 使用设备前，应充分阅读设备操作说明书，并有专员负责设备操作；严格按照操作规程对设备进行配置和技术维修保养等。
2. 使用环境温湿度：0℃~50℃，5%~85%RH（无凝露）；
3. 务必采用适当的避雷措施或安装适当的避雷设备；
4. 需根据规模鸡舍实际产蛋量选择合适鸡蛋智能分选包装装备。

(六) 技术依托单位

广州广兴牧业设备集团有限公司

七、奶（肉）牛养殖精准饲喂机械化技术

（一）技术概述

1. 技术基本情况

随着我国奶（肉）牛规模化养殖水平不断提升，大数据算法、物联网、数智化等成为重要的技术要素。奶（肉）牛养殖精准饲喂机械化技术基于奶（肉）牛的生理特征、饲料的营养需求和环境因素，通过精确的饲料配方和饲喂管理，实现对饲料供给的精确控制，提高了饲料利用率，解决了饲料浪费、饲养成本高、环境污染等问题。

2. 技术示范推广情况

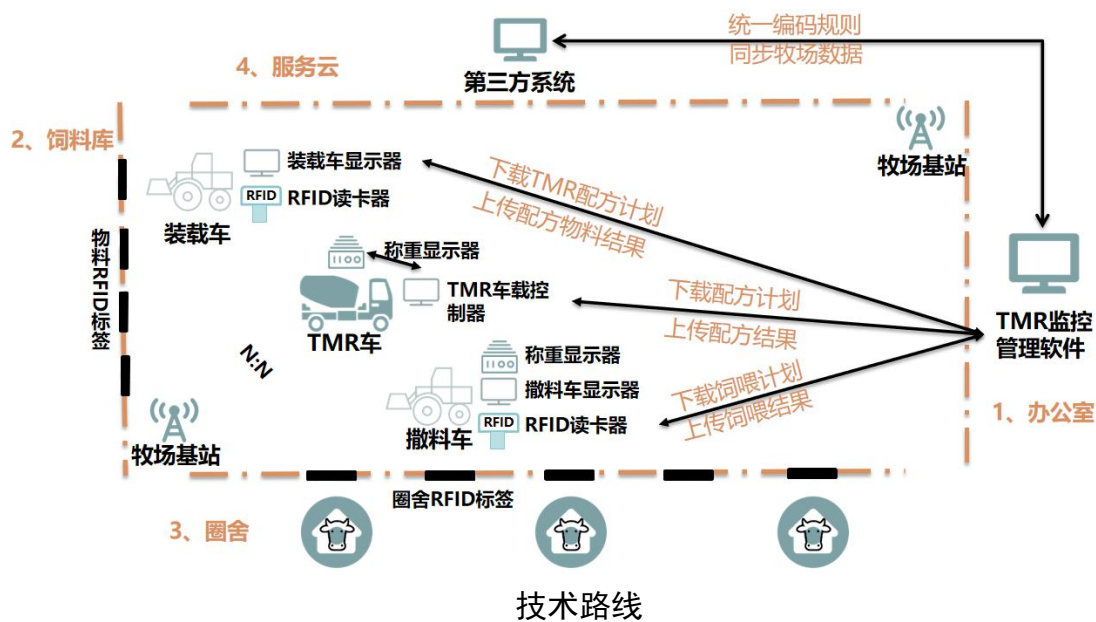
该技术自 2018 年起逐步在山东、河北、广西、青海、天津、新疆、甘肃、吉林、陕西、山西等省市进行示范、推广，已建设服务 30 余个规模化牧场。

（二）技术要点

奶（肉）牛养殖精准饲喂机械化技术是软硬件结合技术，通过物联网精准饲喂软件控制机械化集成设备（智能化 TMR 中央厨房）完成规模化牧场的精准饲喂。



智能化 TMR 中央厨房



1. 物联网精准饲喂软件系统

(1) 饲料配方优化模块：该模块基于奶（肉）牛的生长阶段、品种特性和生产目标，结合饲料的营养成分，制定合理的饲料配方。通过精确计算饲料中的能量、蛋白质、维生素等营养物质含量，满足奶（肉）牛的生长和生产需求。

首页 > 数据录入 > 投料管理 > 配方管理

查询配方信息

配方名称： 配方对象：--请选择--

配方名称	配方对象	目标干物质
33	2016年2月份新生牛	99.
第一锅	2016年2、3月份新生牛	49.
第二锅	2016年2月份新生牛	81.

上一页 1 下一页 合3条记录

配方管理界面

(2) 智能控制模块：该模块通过自动化饲喂设备和传感器的应用，实现对饲料供给的精确控制。根据奶（肉）牛的需求和饲料配方，自动计量和投放合适的饲料量，减少饲料浪费，提高饲料利用率。



TMR 监控管理系统

(3) 数据分析与决策支持模块：该模块通过对奶（肉）牛行为和饲料消耗等数据的分析，提供决策支持。通过对数据的统计和分析，可以评估饲料利用率、动物健康状况等指标，为养殖人员提供科学的决策依据。

首页 > 统计分析 > 饲养分析 > 牛群采食分析

查询牛群采食信息

牛舍: [请选择牛舍] 投料日期: 2016-04-13 至 2016-05-13 查询

牛舍	投料日期	班次	实际下料量	剩料量	剩料率	计划投喂量	实际采食量	采食率	目标干物质	实际采食干物质	干物质采食率
21(成母牛21)	2016-05-13	2			--	3922.83		--	73.3%	--	--
22(成母牛22)	2016-05-13	1			--	4964.08		--	73.3%	--	--
22(成母牛22)	2016-05-13	2			--	4964.08		--	73.3%	--	--
21(成母牛21)	2016-05-13	1			--	3922.83		--	73.3%	--	--
1#-1(1#-1)	2016-05-05	3			--	11.74		--	80.98%	--	--
11(成母牛11)	2016-05-05	1			--	43367.05		--	99%	--	--
12(成母牛12)	2016-05-05	3			--	47962.23		--	99%	--	--
12(成母牛12)	2016-05-05	2			--	63949.64		--	99%	--	--
12(成母牛12)	2016-05-05	1			--	47962.23		--	99%	--	--
21(成母牛21)	2016-05-05	2			--	3922.83		--	73.3%	--	--

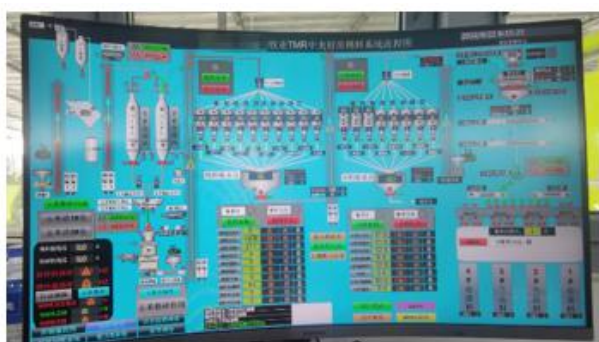
上一页 1 2 3 4 5 下一页 合45条记录

牛群采食分析界面

2. 中央控制技术

中央控制技术核心为 PLC 智能电气系统，能够实现：（1）自动配料；（2）可根据生产工艺自定义上料配料顺序；（3）可分批次配料上料；（4）配料动画模拟及运行状态显示，设备故障报错提示；

(5) 上料偏差设置，变频控制出料搅拌，使配料精度更准确；(6) 与 TMR 制备机联锁控制（混合时间等参数可调整）；(7) 存贮生产各环节执行数据，打印年、月、日、班组生产报表和成品月报表；(8) 可无限制建立、存贮、修改配方；(9) 可添加多个操作员，任意分配操作员权限；(10) 用户登录密码保护；(11) 断电自动保护；重新上电自动寻找断点恢复自动生产；(12) 生产数据浏览；(13) 可集成数据信息化联网共享系统，通过系统间约定的传输协议和接口，该系统下载牧场精准饲喂系统的配方，执行后的数据可上传给牧场精准饲喂系统或牧场原有的管理系统，可远程浏览生产情况。



控制终端



PLC 控制技术应用现场

3. 精料存储及添加技术

由精料存储，精料称重，精料输送，精料暂存四大功能模块集成。将各种精料存储在各个精料仓，按照一定配方比例添加到精料称重仓，最后由精料输送线输送到精料暂存仓进行备用。精料存储添加系统可实现：(1) 精料的预混；(2) 加料的准确性；(3) 精料的快速传输；(4) 精料的暂存。



精料存储及添加技术应用现场

4. 液体饲料存储及添加技术

由糖蜜罐，糖蜜泵，糖蜜流量计，水泵，水流量计，执行机构组成。将液体饲料存储在罐体内，通过泵进行加压、执行机构进行切换开启和关闭，通过流量计准确控制液体饲料的添加量。



液体饲料存储及添加技术应用现场

5. 粗饲料存储及添加技术

根据牧场 50 铲车的卸料高度及宽度设计粗饲料存储仓，采用前窄后宽式创新箱体，满足牧场铲车的卸料高度及宽度，平稳、精准地存储及输送物料，为精准饲喂管理做好基础工作。主刮板线、分料刮板线、进料刮板线根据牧场需求进行配置。



粗饲料输送技术应用现场



粗饲料暂存技术应用现场

6. TMR 搅拌及无人撒料技术

由 TMR 制备机把粗饲料、精饲料、液体饲料进行混合搅拌，TMR 制备机自带称重传感器，进行最后上料准确性的校验。通过卸料皮带输送至无人撒料车，无人撒料车配备智能导航和物联网模块，可双向行走和双向推料，自动将 TMR 投喂到预定畜舍。



搅拌及卸料技术应用现场



无人撒料技术应用现场

（三）技术应用条件

养殖场需要配备智能化饲喂设备、传感器等硬件设施，以实现
对饲料供给的精确控制和动物行为的监测。

（四）技术应用典型案例

1. 嘉立荷（甘肃）牧业有限公司，位于甘肃省武威市，应用精准
饲喂系统 1 套，TMR 中央厨房一套，包含 30 立方粗饲料仓 8 台套，
50 立方粗饲料仓 2 台套，粗饲料输送系统 1 台套，33 立方固定式 TMR
搅拌机 4 台套，33 立方卡车式撒料车 4 台套，液体饲料存贮及输送
系统 1 台套，500 吨原料玉米仓 2 台套，精料仓 10 台套，小料仓 6
台套，精饲料输送系统 1 台套，PLC 电气自动控制系统一台套。

2. 阳信亿利源清真肉类有限公司，位于阳信县商店镇，建设国家
级标准化肉牛养殖场及配套的饲料加工车间、有机肥加工车间、仓库
等设施，购置安装肉牛自动化智能饲喂系统、饲料加工、有机肥加工
及配套的辅助设备 49 台套。

（五）注意事项

1. 技术培训与人员素质提升：在推广应用精准饲喂技术之前，
需要对养殖人员进行充分的技术培训。

2. 设备选型与质量保证：在选择设备时，需要考虑设备的性能、

稳定性和可靠性。

3. 数据采集与分析：该技术依赖于对动物行为和饲料消耗等数据的采集和分析，因此需要确保数据采集设备的正常运行，建立科学的数据分析方法，准确评估饲料利用率和动物健康状况等指标。

4. 环境适应与调整：不同养殖场的环境条件存在差异，要根据实际情况进行调整和优化，确保技术的有效应用。

5. 监测与调整：在技术推广应用过程中，需要进行定期的监测和评估，及时发现问题并进行调整，确保技术的稳定性和可持续性。

6. 合理宣传与推广：进行合理的宣传和推广工作，提高养殖人员对技术的认知和接受度，要注意避免夸大技术效果，客观公正地介绍技术的优势和局限性，以避免误导和不良后果。

（六）技术依托单位

北京国科诚泰农牧设备有限公司

八、奶牛圈舍智能管理机械化技术

（一）技术概述

1. 技术基本情况

奶牛养殖环境状况直接影响到奶牛的健康、产奶量，随着牧场规模化、集约化发展，对管理技术提出了新的要求。奶牛圈舍智能管理机械化技术利用物联网、人工智能、大数据云平台等技术形成圈舍管理综合方案，为牧场降本增效，为其决策提供数据支撑，加速牧场的智慧化升级。

2. 技术示范推广情况

目前该技术已经在各大型乳企牧业推广应用，如中地牧业、嘉立荷牧业、卫岗牧业、优然牧业、现代牧业等正在推进智慧牧场的建设，对牧场各类设备、生产各环节进行大数据监控和分析，对奶牛的全生命周期进行管理。

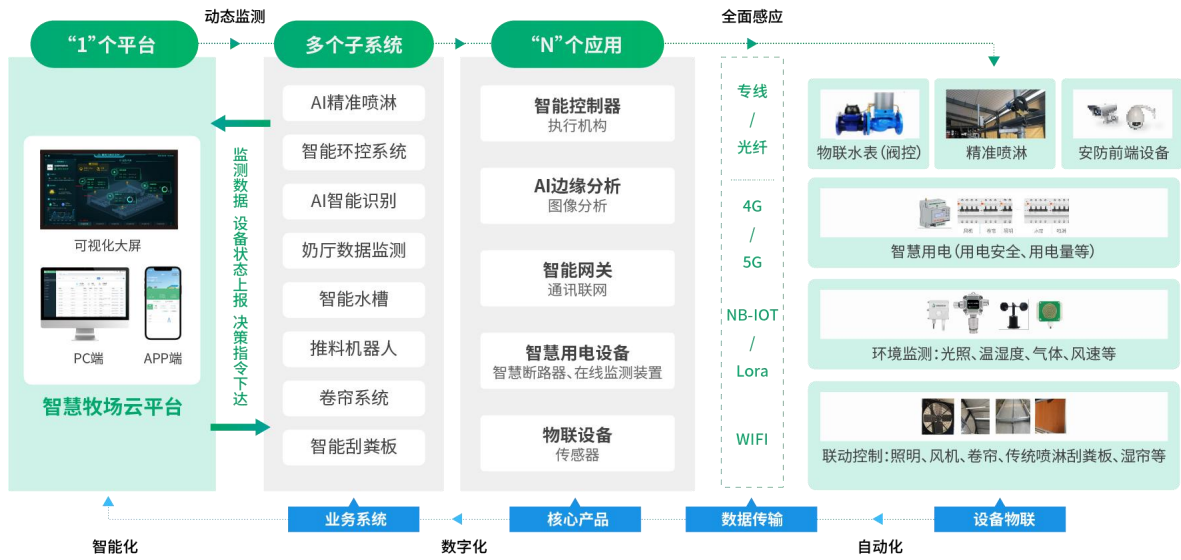
（二）技术要点

奶牛圈舍智能管理机械化技术是通过智能管理系统集成智能环境控制系统、AI 视频分析、智能水槽、推料机器人等装备和技术，以及时、精确、智能的方式全方位管控牛舍，为奶牛提供舒适的生活环境。

1. 智能管理系统

智能管理系统依托云平台架构体系，通过串行数据接口、以太网、MBus、LoRa、4G/5G等网络通信技术，对牛舍内分散的各种设备：喷

淋、风机、水槽、刮粪板、卷帘、监控等，实现“1”个平台的集中联网监控。



系统架构

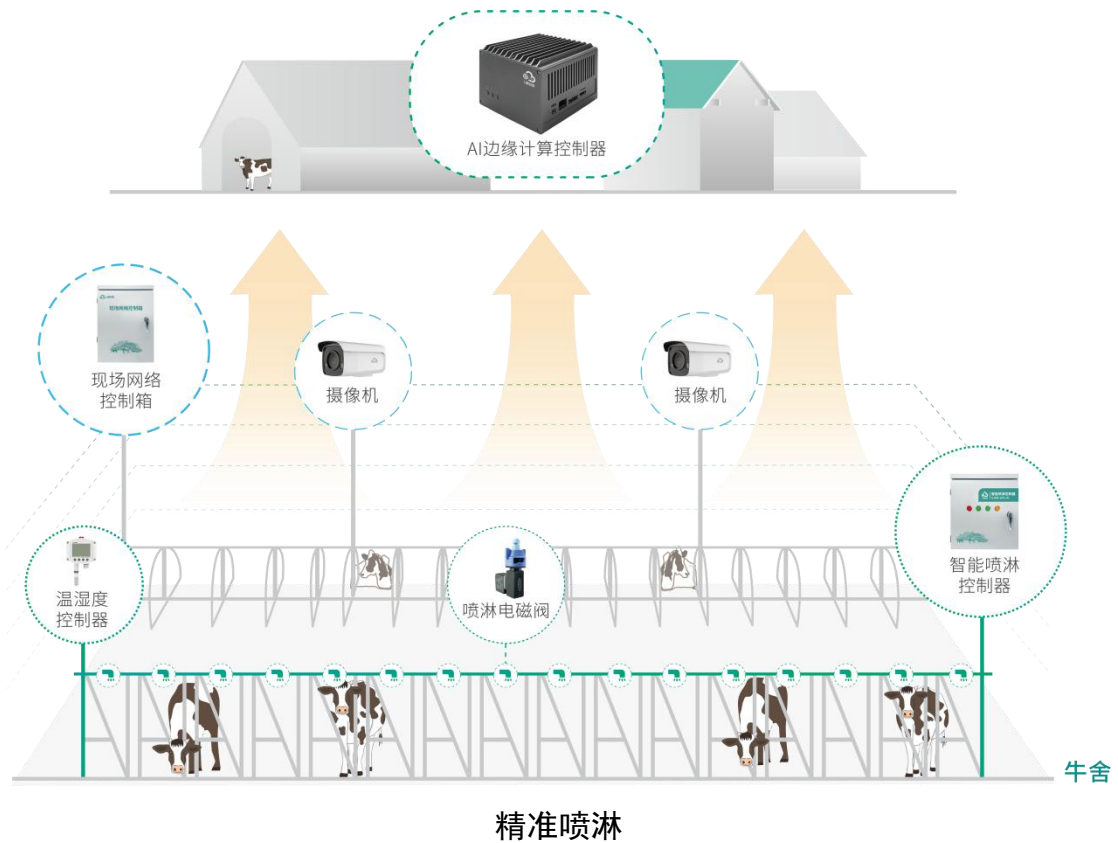
系统架构可以分为云、边、端三层架构，其中“端”指的是物联设备端，即由高清摄像机、各类传感器所组成的前端感知设备；“边”为边缘计算设备和控制器，是集视频图像处理、物联网关、联动控制器为一体的核心设备，其优势在于实时、智能、安全、隐私，边缘计算整合了数据采集、处理、执行三大能力，避免了数据上传下达所产生的时延弊端，提升本地物联网设备的处理能力和响应速度；“云”端为智慧牧场云平台，具有丰富的管理功能、人性化的操作页面、多层级的管理权限。

2. 智能环境控制系统

(1) 精准喷淋技术

精准喷淋技术路线为：利用高清摄像机采集牛舍内的实时视频流，通过AI边缘计算控制器进行智能分析及工作机制决策，下发指令传输

至各个喷淋控制器，控制开启/关闭指定的电磁阀，从而达到视频分析结果联动喷淋启闭效果。



(2) 智能环控技术

智能环控技术通过安装在牛舍内的环境监测设备全方位、全天候监测采集、记录牛舍内环境温湿度、有害气体（氨气、硫化氢、甲烷等气体）浓度、光照强度、风速。通过AI摄像机分析牛舍内“有牛无牛”，奶牛挤奶时间段可自动关闭某圈舍的所有风机。通过环境情况（温湿度、氨气值、照明等）可自动调控牛舍内的风机、照明，实现牛舍内环境的动态平衡。对牛舍内的用电设备进行智慧安全用电监测，实现牛舍用电安全和用电量的监测，降低牛舍用电隐患。

工作人员通过网页/APP随时获知牛舍内环境监测数据，远程控制传统风机、卷帘、照明等设备。



智能环控技术

3. AI 智能识别技术

AI智能识别技术可助力智慧牧场的奶牛管理的各个环节，解决监管不到位、误识别、信息不全面等痛点难点，如牛舍内的奶牛状态分析、草料识别、耳标识别、奶牛行为分析、奶牛个体识别等。

(1) 牛舍内草料识别

对牛舍内的草料剩余状态进行监测和智能分析，将分析结果（是否需要撒料、推料）及时传递给推料机器人、TMR、精准饲喂系统中，从而对各个牛舍草料剩余状态进行实时监测，保障奶牛能够吃到新鲜草料。

(2) 耳标识别

采用高清高速摄像机对奶牛的耳标进行智能探测，识别率应不低于95%。可应用在并列挤奶机上，实现每头牛的奶产量的统计。



AI智能识别技术（耳标识别）

4. 推料机器人

推料机器人采用长效续航技术，支持依次在不同牛舍中来回作业，且不受雨雪等恶劣天气影响。设备动作轻缓、低噪运行，有效减少动物应激反应频率。同时结合系统中的剩料监测情况，及时完成推料工作。设备带有紧急制停按钮，出现异常立即制停，保障设备使用的安全。管理人员通过网页/APP对机器人进行管理监测，异常数据自动上报，便捷维护。正常推料时运行速度应 ≥ 15 米/分钟，并支持0-20米/分钟的速度自由调整。设备应配有减震装置，部分模块配有隔声罩，保证设备运行声音低于60分贝，不影响奶牛生活。

（三）技术应用条件

牧场需在一定规模上实现了机械化、自动化，比如配备风机、喷淋系统、刮粪板、卷帘系统、推料车撒料车等，在此基础上进行智能

化改造，运用物联技术、人工智能算法及云平台，实现牛群、机械化设备、环境的全方位监测和调控。

（四）技术应用典型案例

优然牧业长丰宋岗牧场位于合肥市长丰县造甲乡，泌乳牛舍一千多头，全场存栏牛共计三千多头。于 2023 年应用奶牛圈舍智能管理机械化技术，建设智慧化牧场系统，包括 AI 精准喷淋系统的改造、智能环控、能源管控、推料机器人、智慧牧场管理系统等的应用，实现节水 50%以上，节电 30%左右。

（五）注意事项

作业前应充分考虑各个牛舍的情况，包括牛舍内的基础设备，如风机、卷帘、照明、用水、用电、饲喂情况等。

（六）技术依托单位

江苏斯凯威畜牧科技有限公司

九、湖羊养殖舍饲关键环节数字化装备技术

（一）技术概述

1. 技术基本情况

我国湖羊原主要分布在浙江、江苏一带的太湖流域地区，近几年湖羊“进疆入川”“挺晋跨滇”，纵横南北，贯穿东西输送，成为我国羊产业发展的主力军。目前，随着规模化、工厂化生产扩大，湖羊养殖机械化水平也逐步提高，但是相应的重要环节缺乏先进适用的相关装备技术，主要是混合日粮饲料配制、精准投喂饲喂、自动清粪、环境调控、疾病防控、生物防疫安全等环节。主要制约因素是湖羊传统养殖经营规模普遍较小、宜机化条件不足；牧机研发滞后，先进适用机械少，成本高，牧艺农机融合不紧。湖羊产业的高质量发展迫切需求湖羊养殖关键机械化技术。在通过广泛调研的基础上，通过试点样板建设，相关研究单位和企业研发制造了一批重要环节的相关装备，并进一步应用、熟化、推广。通过“机器换人”，节本增效，提高生产效率，促进了湖羊产业高质量发展。

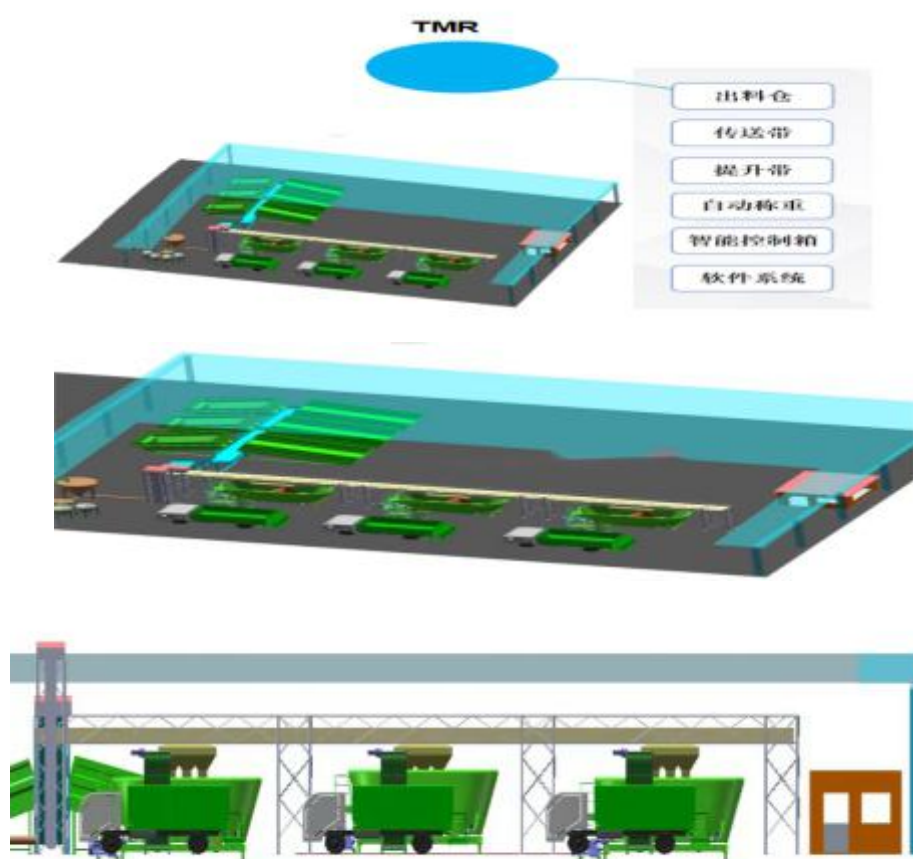
2. 技术示范推广情况

湖羊养殖舍饲关键环节数字化装备技术主要适用规模化（2000只以上）舍饲羊场，目前重点在江浙一带和省外湖羊规模养殖场推广应用。

（二）技术要点

1. 全混合日粮精准配制

全混合日粮配制是规模湖羊场生产的重要环节，饲料营养应符合需要，混合均匀。中央厨房是一种综合运用云计算、物联网、大数据等技术的配给料模式。管理人员可设定羊场饲料配方、配料时间等参数，中央控制系统按照参数自动完成配料、出料、送料等一系列指令，实现按需配置、精准配送，还可进行TMR配方数据管理，大数据汇总到信息平台，完成每次配料精准管理，形成日周报、月季报、年报。



中央厨房示意图



中央厨房数字化应用

2. 全混合日粮精准饲喂

湖羊饲喂方式逐渐从传统的人工饲喂，转变为机械化、自动化饲喂，实现按需精准饲喂。

(1) 轨道式机器人饲喂

该系统由行车轨道、送料车、接驳机、喂料车、清扫机、智能控制部分等组成，由PLC控制，一键启动后按照饲喂计划，精确称量，自动配料，自动精准投喂。



轨道式饲喂机器人

(2) 地跑式机器人饲喂

采用差速驱动地面行走方式，自动运行前进、倒退、手动遥控、直角转弯、原地旋转；采用磁条、物联网技术自动导航识别，PLC 模块控制，调度软件计划管理；在不同羊舍间行走，一机多舍饲喂，实现实时记录饲喂轨迹、任务管理、多机调度、数据统计等功能。



地跑式饲喂机器人

(3) 北斗四轮机器人饲喂

该机器人基于北斗、深度3D视觉系统、惯性姿态纠正、激光引导等综合导航技术，实现饲喂设备跟随运行和自动定量、定栏饲喂。



北斗四轮饲喂机器人

(4) 数字化人工饲喂

数字化人工饲喂采用箱式电动车行走系统，具有自动称重模块、PLC控制模块，饲喂时将搅拌好的饲料传送到箱式电动饲喂机，饲喂

机根据设定的数量精准输送到饲槽内。该技术方式具有舍外爬坡能力大、适合大小羊场、饲喂机成本低等特点。

(5) 推料清扫

采用新能源电池动力驱动的推料清扫车，滚动毛刷往两边推料并清扫，具有速度快、效率高的特点。



推料清扫车

(6) 剩料收集

在每天喂料前，利用剩料收集车专门收集前一天羊只没吃完的少量剩料。剩料收集车采用新能源电池驱动，收集方式为前滚后吸式，带储料箱。



剩料收集车

3. 给水饮水

湖羊的给饮水品质直接影响育肥育种生长情况，饮水量与采食量、饲料成分、饲料含水量密切相关。羊场水源净化成套装备采用活性净

水过滤以及磁化吸附技术，在取水和供水过程中进行有效的防护和消毒处理，减少湖羊腹泻性疾病，保护湖羊健康。投喂时数据信息实时上传到管理平台，形成投喂数据报表，供生产分析调整管理。



羊场水源净化成套装备



给料给水数据分析报表

4. 自动清粪

清粪是目前规模湖羊场机械化比较薄弱的环节。该技术采用高密度传送带机构，通过自动化的清粪控制系统，基于羊舍羊粪量设定清粪轮询时间，羊粪与羊尿一起输送到集粪间后粪尿分离，羊粪直接装袋或堆积发酵处置，羊尿经处理后直接灌溉农田，实现无人化管理，缓解清粪环节中工作环境差、劳动强度大、周边臭味重等难题，有效解决羊粪、羊尿掉落羊床底部的问题。



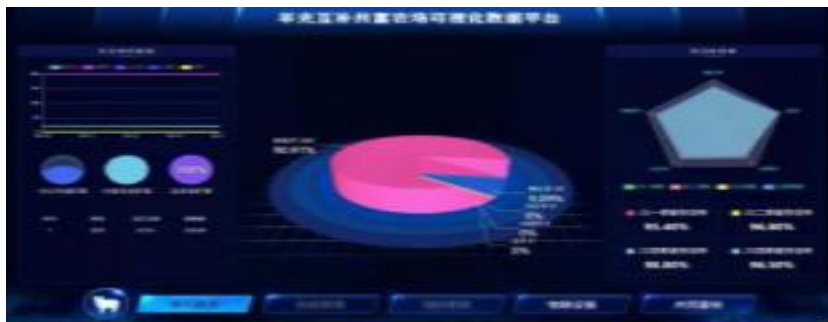
自动清粪装备



自动清粪数字化管理

5. 数字化管理

综合运用物联网、大数据、软件编程、信息工程等技术对舍饲羊场装备设施进行驾驶舱管理，可视化远程控制操作，生产数据信息上传到平台，形成报表分析管理。通过这个系统实现羊场全面物联监测、设备智能控制、生产管理等数字化管理。



驾驶舱管理



智能装备远程控制

（三）技术应用条件

该技术应用条件在于舍饲羊场应具有一定的规模化、标准化，主要针对存栏 2000 头以上规模的舍饲羊场。对于不符合机械化数字化操作的老旧羊场需要宜机化改造，新建羊场按标准化宜机化要求建设。主要宜机化条件如下：

1. 羊场建设栋舍之间布局合理，整体符合建筑规范技术要求；
2. 羊场内道路水泥/沥青浇筑硬化平整，宽度不低于 4 米；
3. 舍内饲喂通道宽度不低于 1.8 米、羊舍屋檐高度不低于 3.5 米；
4. 清粪带舍内通道深度 0.6 米以上，舍外主带通道低于舍内通道 0.5 米以上；
5. 羊场 4G/5G 网络通讯全覆盖。

（四）技术应用典型案例

1. 四川广安智慧羊场案例

湖州—广安东西部协作（乡村振兴）万头湖羊全程机械化数字化智能化养殖基地项目。（应用智能清粪输送成套设备、环境监测及环境调控技术等）。

2. 湖州市现代化智慧羊场案例

湖州南浔善链强村富民阳光互补智慧化羊场。（应用饲喂机器人、智能清粪输送成套设备、环境监测及环境调控技术等）。

3. 嘉兴市智慧羊场示范案例

嘉兴湖羊示范项目（二层楼羊舍）——桐乡石门湾三新科研所湖羊基地。（智能清粪输送成套设备、混合料饲喂机器人、环境监测及环境调控技术等）。

（五）注意事项

舍饲羊场需配备或协助培养机械化数字化操作、日常维护人员，同时，在羊场羊舍羊栏设计前期，需要做好宜机化条件的基础建设规划。

（六）技术依托单位

浙江省畜牧农机发展中心、浙江省畜牧技术推广和畜禽监测总站指导，浙江省农科院畜牧兽医研究所、装备所提供技术支持，杭州金牧人机械科技有限公司等研发制造。

十、抗风浪超大型仿野生养殖智能网箱技术

(一) 技术概述

1. 技术基本情况

发展深水及深远海网箱养殖对扩展我国养殖海域、减轻环境压力、提高养殖品质具有重要意义。高海况环境下，网箱结构安全是海洋养殖成败的关键所在；营造接近自然野生的生长环境，养殖接近野生品质的高端鱼类产品是现代渔业养殖技术的目标所在；研发便于推广、工艺精简、成本可控的智能化大型养殖装备是促进渔业可持续发展的需求所在。抗风浪超大型仿野生养殖智能网箱利用波浪水质点峰谷反向振荡运动的理论，优化网箱结构的主体尺度实现与波长匹配，并通过新型火箭桩无滑移辐散式锚泊技术，解决高海况下的荷载均化传导问题，大幅提升网箱的抗风浪性能；同时，通过针对养殖对象的品质提升问题，采用无底超大型网衣系统，营造接近自然野生的生长环境，提高养殖品质；抗风浪超大型仿野生养殖网箱采用 HDPE 主体框架，制造工艺简单、成本可控，便于推广及应用。

2. 技术示范推广情况

抗风浪超大型仿野生养殖智能网箱抗风浪性能强、养殖品质和效益高、制造工艺简单、制造投资低，且其适用海域广，具有明显的推广应用前景。目前已经在浙江温州鹿西岛海域和舟山六横海域等大黄鱼养殖基地示范推广，全国各地也正在积极推进超大型柔性网箱建设，并在扩大超大型柔性网箱养殖品种方面做进一步推广。



(a) 温州鹿西岛海域应用



(b) 舟山六横海域应用

抗风浪超大型仿野生养殖智能网箱技术应用示范展示

(二) 技术要点

1. 超大型网箱柔性框架技术

网箱框架直径（主尺度）、管材特性、框架柔性是决定其抗风浪性能的关键因素。超大型柔性网箱建立与台风波浪的特征波长相匹配的大直径主体框架（80—120m），增大养殖水体的同时利用波浪水质点峰谷反向振荡运动的荷载消减效应，提高整体柔性。同时，框架主浮管直径增大至 400mm 以上，更加有利于提高网箱框架的抗风浪性能，网箱可达到抗 14 级台风风浪的能力。

2. 火箭桩无滑移辐散式锚泊技术

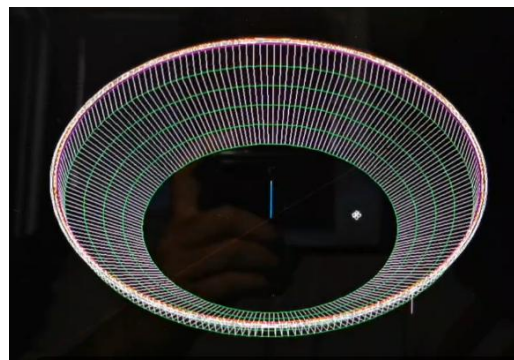
火箭桩外形貌似火箭，采用 H 钢制成，桩长 3—5m（根据海域地质条件确定），桩头为尖锥形，锥长 30—50cm，桩顶设置尾翼，长约 60—80cm，宽 20—40cm。通过海底打桩技术，精准锚定于指定位置，实现无滑移锚系。在网箱框架上，每隔 8—12m 均匀设置专用的系缆支架用于分散缆绳作用于框架浮管上的集中荷载，系缆支架采用 HDPE 材料制成，内径与框架主浮管管径相同。

3. 碗形无底生态网衣系统

网衣上口直径与网箱框架一致，并直接系缚于网箱框架上；网衣下口直径为上口直径的 40%—60%，网衣下口系缚一圈铁链，单位长度重量为 7—10kg/m。网衣系统整体呈碗形，随潮位柔性伸展，网衣下口始终紧贴海底，防止养殖对象逃逸。



(a) 超大柔性框架技术



(b) 碗形无底生态网衣系统



(c) 火箭桩锚设计及制造



(d) 火箭桩锚施工

网箱技术要点

4. 智能装备生产管理系统

智能装备生产管理系统包括智能水质监测、远程监控、智能投喂、鱼群智能监测、智慧保鲜运输技术。智能水质监测系统通过传感器技术、数据处理技术和工业互联网技术对养殖水体中的溶解氧、水温、pH 值、氨氮、盐度等指标进行实时采集，并将数据转化为电信号或数字信号传输给处理单元进行分析及数据传输；智能监控系统包

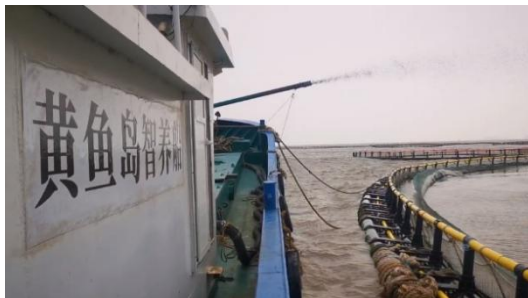
括视频监控、远程控制、故障诊断等功能，通过远程监控技术可实现对养殖装备和养殖环境的全时段、全方位监测与控制；智慧投喂系统通过接收远程客户端指令进行定时、定量、精准、科学投喂。智能鱼群监测设备通过图像识别、声呐技术，监测鱼群数量、分布、生长状态、行为等。保鲜运输技术通过避光、增加溶氧率技术，对养殖产品进行长期保鲜，延长活体保鲜运输时间，提高产品品质及价值。



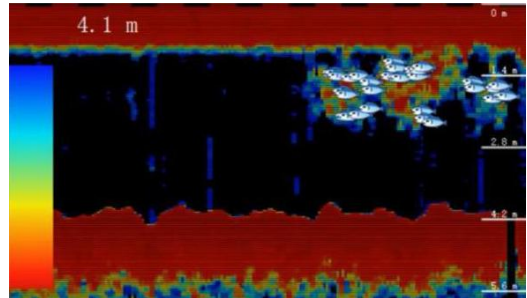
(a) 智能水质监测设备



(b) 智能监控系统



(c) 智能投喂船



(d) 智能鱼群监测

智能装备管理系统

(三) 技术应用条件

1. 适用于多种深水及深远海网箱养殖鱼类，包括大黄鱼、海鲈鱼、真鲷、鲟鱼等海水鱼。

2. 网箱主体框架制造采用双排改良 HDPE 管材，火箭锚采用加翼板钢结构桩，制造流程相对成熟，对制造场地和制造工艺要求简单，可确保网箱制造的可行性及普遍推广性。

3. 网箱主体结构施工采用陆地组装及海上拖曳形式，火箭锚采用标准定位打桩方式。路基组装及海上拖曳技术相对成熟化，锚固定位打桩技术相对标准化，可确保网箱施工的可行性及推广性。

4. 网箱建造过程中应熟练掌握合理的网箱结构设计、火箭锚翼型设计等技术要领。

5. 网箱适合深水及深远海养殖环境，需配备智能监控、监测及智能投喂等配套养殖管理装备。

(四) 技术应用典型案例

1. 温州鹿西岛海域技术应用



(a) 网箱整体图



(b) 网箱细节图



(c) 抵抗台风效果图

鹿西黄鱼岛“最大口径软体网箱养殖牧场”

黄鱼岛“最大口径软体网箱养殖牧场”，位于浙江省温州市洞头区鹿西岛东南侧，距大陆沿岸线 25 公里，面向东海、风高浪急，是大黄鱼栖息地和野化大黄鱼的最佳海域。“最大口径软体网箱养殖牧场”是黄鱼岛海洋渔业有限公司用于大黄鱼有机养殖生产、加工一体化的养殖示范基地。

黄鱼岛大口径软体网箱周长 384m，直径 122m，网箱养殖水深 10m，网箱单体投资 2000 万元，网箱单口包围水体高达 11 万立方米，营造接近自然野生的生长环境，低密度年野化东海大黄鱼近 30 万斤，养

殖接近野生品质的高端大黄鱼产品。此外，黄鱼岛大网箱采用无底网设计，创造大黄鱼与底泥接触条件，进一步增大养殖空间且大大提高大黄鱼的越冬能力。该示范应用基地配备智能投喂装备、水质监测和环境监测及远程控制等智能养殖管理装备。

黄鱼岛大网箱框架采用管径 400—450mm、壁厚 25—30mm 以上的双排改良 HDPE 管材，可大幅度增强材料抗疲劳、抗屈服能力，有效降低深水及深远海养殖投资费用，节约成本。

2. 舟山六横海域技术应用

六横海域抗风浪大型仿野生养殖网箱位于浙江省舟山南部六横悬山岛半边山海域，距离宁波北仑 7.5 公里，东濒东海。网箱周长 256m，直径 82m，网箱养殖水深 7m，单口包围水体 7 万立方米，可养殖岱衢族大黄鱼 20 万尾，低密度养殖野生高品质高端大黄鱼。网箱采用与抗风浪大型仿野生养殖智能网箱相同的柔性框架技术、火箭桩无滑移辐散式锚泊技术、碗形无底生态网衣系统，可抵抗 14 级台风。示范应用基地配备智能鱼群监测、水质监测、环境监测及远程控制等智能养殖管理装备。

（五）注意事项

1. 环境评估

该装备技术适用范围广泛，可在全海域内使用，但投入使用前需对使用海域环境包括水文、生物环境进行调查与评估，以保证装备的正常使用与维护，保证养殖鱼类产品的生态适应性及生态安全性。

2. 底质勘察

新型桩锚施工前，需对养殖海域锚地附近的底质土壤进行勘测，应避免较大坡度和不规则地形，选择底质较为均匀、适合的锚固位置进行新型桩锚施工，以保证桩锚施工安全和锚固系统的长期有效性。

3. 装备安装与施工

由于规模较大，网箱主体结构多采用陆地组装及海上拖曳形式运送至指定养殖海域。拖曳前，需做好拖曳准备工作，充分考虑途经海洋环境，包括水深、水流等因素。拖曳过程中，承拖方应根据拖曳方案和大型网箱适拖状态谨慎拖曳。

(六) 技术依托单位

浙江海洋大学国家海洋设施养殖工程技术研究中心、黄鱼岛海洋渔业集团有限公司、中国水产科学研究院南海水产研究所