

数字奶牛良种繁育在西藏畜牧业数字化建设中的应用与经验总结

萨那吾拉 仁青卓玛

拉萨市堆龙德庆区农业农村和科技水利局

DOI:10.12238/as.v8i10.3394

[摘要] 目的: 针对西藏畜牧业数字化水平整体不高、数据共享不畅及智能化程度不足等问题,以奶牛良种繁育为应用场景,提出数字畜牧与智慧畜牧建设的思路、总体框架、系统设计及实践方案。方法: 集成大数据、物联网、数字孪生等新一代信息技术,围绕“数据动态采集—数据存储—生产场景—决策管理”主线,构建数字奶牛良种繁育综合管理系统,包括移动端、管理后台及“一张图”三部分。结论与意义: 该系统的建设与实践为提升西藏畜牧业数字化、智能化管理水平提供了可借鉴的参考经验。

[关键词] 智慧畜牧业; 数字化; 奶牛育种; 决策支持; 建设经验

中图分类号: X713 文献标识码: A

The Application and Experience Summary of Digital Dairy Cow Breeding in the Digital Construction of Animal Husbandry in Xizang

Sana Wula Renqing Zhuoma

The Bureau of Agriculture, Rural Affairs, Science and Technology, and Water Conservancy of Drolma Deqen District, Lhasa City

[Abstract] Objective: Aiming at the problems such as the overall low digitalization level, poor data sharing and insufficient intelligence degree of animal husbandry in Xizang, taking the breeding of high-quality dairy cows as the application scenario, this paper proposes the ideas, overall framework, system design and practical plan for the construction of digital animal husbandry and smart animal husbandry. The method integrates new-generation information technologies such as big data, Internet of Things, and digital twins, and builds a comprehensive management system for the breeding of high-quality digital dairy cows around the main line of "dynamic data collection - data storage - production scenarios - decision-making management", which includes three parts: mobile terminal, management backend and "one map". Conclusion and Significance: The construction and practice of this system provide referenceable experience for improving the digital and intelligent management level of animal husbandry in Xizang.

[Key words] Smart Animal Husbandry Digitalization Dairy cow breeding Decision support Construction experience

引言

西藏作为我国五大畜牧业生产基地之一,畜牧业在当地经济体系中占据重要地位。近年来,西藏积极推动畜牧业科技创新,完善经营制度与模式,显著提升了综合生产能力。据统计数据显示,2023年西藏畜牧业生产总值达169.97亿元,较2001年增长612.07%;畜牧存栏量达到1721.39万头,较2001年增长28.47%^[1]。尽管取得一定成效,西藏畜牧业数字化发展水平仍然较低,信息化基础设施相对薄弱,数字化转型存在滞后,面临着多方面挑战。

首先,基础设施建设尚需进一步完善。尽管西藏已初步构建农牧业大数据管理平台及畜牧业信息系统,并投入相关硬件设

施,但整体信息化硬件基础设施建设尚未形成体系,制约数字化应用的深化与推广^[2]。其次,数字化人才储备不足,难以满足数据采集、分析、系统开发及设施维护等多元复合型需求^[3-4]。第三,涉及部门众多,存在显著的数据孤岛和技术壁垒,跨部门数据协同共享机制尚未完善,阻碍了信息资源的有效整合^[5-6]。最后,数字化赋能动力不足,尽管大数据、物联网及人工智能技术日益成熟,但缺乏针对西藏区域特色和产业需求的标准规范、业务模型及全流程解决方案,制约了数字技术的实际应用效果^[7-8]。

基于上述背景,本文以数字奶牛良种繁育为场景,结合西藏地区奶牛繁育实际需求,从数字化建设思路、总体架构设计及系统实现等方面展开深入探索,构建涵盖奶牛全生命周期的监管

体系与精准管理模式。通过系统推广与优化,旨在促进西藏畜牧业实现生产标准化、数字化、智能化与现代化的有机融合,推动传统畜牧业转型升级,提升区域畜牧产业的竞争力与可持续发展能力。

1 建设思路

1.1 构建“数据采集—存储共享—数据挖掘—知识决策”的全流程数据范式

在大数据与人工智能驱动的新时代,数字化及系统建设范式逐步由传统的单一业务需求驱动,转变为数据驱动与业务驱动并重的“双轮模式”。

业务驱动模式: 基于业务逻辑开展需求调研与场景分析,经过需求分析、原型设计、系统分析、系统开发、系统测试、试运行直至正式上线等环节,形成以实现业务功能为核心目标的系统建设路径。

数据驱动模式: 以具体业务场景为起点,配置传感器、视频监控、射频识别(RFID)等硬件设施,采集结构化数据(如生产参数)、半结构化数据(如图像、视频)以及非结构化数据(如文本记录)等多类型数据。在此基础上,制定数据容量核算方案与存储策略,实现数据的分级存储、动态共享及安全交换;通过数据清洗、标注与融合构建高质量数据集,支持模型训练与优化,将分析结果反馈至业务环节,形成数据驱动的业务闭环。

该全流程数据范式依托业务场景与生产需求的双向互动,显著提升了数据应用价值,实现决策过程的智能化和持续优化,推动数字化系统向智能化转型。

1.2 从生产需求—业务梳理—产品开发形成可落地的生产解决方案

畜牧业数字化建设应以生产环节核心痛点及效益提升为导向,融合数据驱动与业务逻辑双路径,开展全链路业务流程梳理。通过细致分析饲养管理、疾病防控、繁育管理、生产计划及物流配送等关键环节,识别信息流与数据流交互节点。

基于此,针对不同生产环节设计模块化数字产品及功能组件,实现从现场数据采集、实时分析、智能预警到科学决策的闭环管理。通过定制化平台或一体化系统部署至生产一线,确保技术成果有效转化为生产力。结合运行反馈持续迭代优化,保证方案具备可复制性、成效可验证性及可持续性落地能力。

1.3 数字化赋能畜牧业: 构建智慧监测体系与实践路径

随着畜牧业步入数字化与智能化发展阶段,物联网(IoT)、云计算、大数据及人工智能技术的深度融合为行业转型提供了坚实支撑。

1.3.1 监测体系构建

依托传感网络及自动化采集设备,实现对饲养环境(温湿度、空气质量、光照强度)、动物个体健康状态(体温、运动量、采食量)及生产过程(产奶量、生长曲线、繁殖周期)等多维度的实时动态监测。

1.3.2 数据平台建设

构建集数据采集、云端存储、可视化分析与智能决策于一

体的综合智慧畜牧管理平台,实现跨场景、跨终端的数据协同与管理优化^[9-10]。

1.3.3 发展路径与重点方向

(1) 推进智能装备与自动化饲养技术研发与推广,提升单体及群体动物管理精细化水平。

(2) 完善环境监测技术体系,建立基于大数据的动态调控机制。

(3) 探索数字孪生技术在生产预测、风险评估及模拟决策中的应用。

(4) 借助区块链等技术提升畜牧产品溯源能力及供应链透明度。

1.4 畜牧业数据安全策略

在畜牧业数字化体系建设过程中,数据安全性是保障生产管理智能化和可持续发展的核心要素。其中,数据完整性与保密性在不同环节均发挥着关键作用。为确保多源异构数据在采集、传输及存储过程中的可靠性,基于校验技术与密码学方法的双重保障机制。一方面,通过引入完整性校验机制,能够有效防止数据在传输链路中发生篡改或丢失,确保环境监测指标(如温湿度、氨气浓度等)等数据,繁育与健康管理等核心业务数据,视频监控影像,系统运行日志及审计数据,以及设备运行参数与配置数据的准确性与可追溯性。

另一方面,针对畜牧业数字化应用中涉及的高敏感信息,如养殖主体身份信息、生产经营交易数据以及核心业务参数,则采用密码学加密技术与密钥管理机制,以增强数据在传输过程中的保密性和抗攻击能力。同时,为兼顾效率与安全性,数据安全保护应遵循分级管理原则:一般性生产运行数据采用轻量化加密与校验方式,以降低系统开销;而涉及动物疫病防控、食品安全追溯及产业链金融等高敏感度数据,则配置高强度的密码学防护与访问控制策略。

基于此,通过在畜牧业数字化场景下建立以校验技术和密码学方法为核心的数据安全保障体系,不仅能够确保多类型数据的完整性与保密性,而且为智能化养殖的可持续运行、风险防控及产业链可信发展提供了技术支撑。

2 系统设计

2.1 总体设计

该系统基于分层架构设计思想及数字孪生技术^[11-14],遵循“四横四纵”建设原则,自下而上构建感知层、数据存储层、支撑层和应用层四大层次。系统架构如图1所示。

2.1.1 感知层

通过电子耳标、视频监控、数字奶牛良种繁育移动端、环境传感器及气象站等多样化数据采集设备,实时获取奶牛生存环境、生物特征等关键数据。同时,结合奶牛谱系、繁殖、健康、转群及产奶等生产管理数据,构建全流程的奶牛良种繁育管控体系,实现行为过程监测与谱系溯源。

2.1.2 数据存储层

采用PostgreSQL、Redis等高性能数据库系统进行数据存储

管理。主要涵盖信息资源规划、数据库设计、数据交换共享及信息安全策略的制定与实施。

2.1.3 支撑层

对采集并存储的多源异构数据，依据业务场景和功能需求构建数据仓库体系，设计包括数据源层、数据仓库层、数据明细层、数据中间层及数据服务层^[15]，以支持多维度数据分析与挖掘。

2.1.4 应用层

以数字化与智能化为导向，针对不同用户群体和业务场景，开发数字奶牛良种繁育综合管理系统，包括移动端、管理后台及奶牛良种繁育“一张图”决策平台。移动端主要面向牧场管理人员，实现对奶牛环境、谱系、体温、运动量、饲养等关键指标的实时查看，并结合繁殖提醒、发情预警及饲料配方等功能，实现对奶牛整个生育周期的精准管理^[16-17]。管理后台作为系统的计算、管理和调度中心，动态归类存储多源数据，基于业务场景与功能模块构建数据仓库，通过数据服务向应用层提供支持。该设计策略细化至具体业务功能，既精准解决生产实际问题，又实现系统解耦合，避免重复建设^[18-20]。奶牛良种繁育“一张图”平台采用数字孪生技术、可视化技术及多指标聚合方法，实现奶牛全指标实时动态监测，为决策层提供科学的数据支持^[21]。

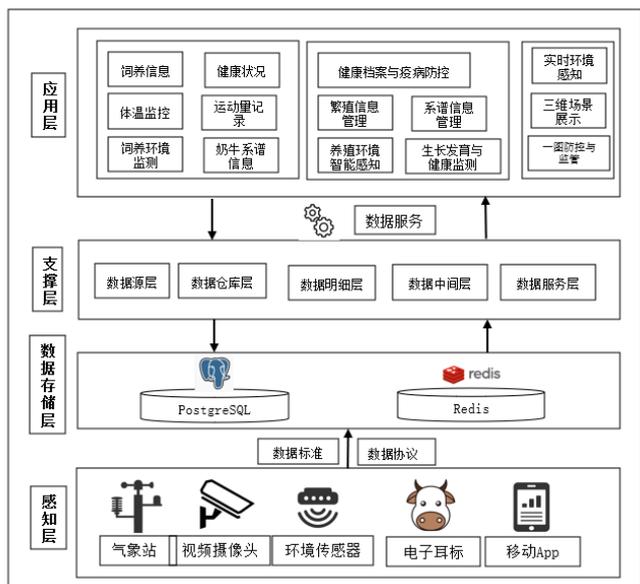


图1 总体框架设计

2.2 功能设计与系统实现

本文所述的数字奶牛良种繁育综合管理系统由移动端、管理端(Web)和决策一张图三大核心板块构成，形成覆盖数据采集、生产管理、智能分析与决策支持的全链条信息化平台。

2.2.1 数字奶牛良种繁育移动端

移动端面向牧场一线工作人员和管理人员，主要实现对奶牛个体基础数据的快速访问与实时更新，包括饲养环境监测、奶牛系谱信息、体温监控、运动量记录、饲养信息等。系统以奶牛个体为核心管理单元，全面记录其发育历程(出生、成长阶段

数据)、繁殖过程(配种、妊娠、产犊等)、转群记录(群体结构调整和迁移)、健康状况(疾病、伤情、康复记录)等信息。通过移动端，工作人员可在牧场任意位置实现快速数据录入与查询，提高工作效率并减少人为记录误差。

2.2.2 数字奶牛良种繁育管理端(Web)

管理端以整个奶牛良种繁育场为管理对象，依托物联网、大数据与数字化管理等现代信息技术，将各类智能化硬件产品与平台深度集成。系统通过环境传感器(温湿度、光照、氨气等)、视频摄像头(行为监测、健康预警)和智能监测装备(如反刍监测器、运动传感器、体温耳标)实现对生产过程的自动化数据采集、分析与处理。该管理端实现了牧场数字化、自动化与精准化的生产管理，降低人工成本并提高生产效率，具体功能与实现见表1所示。

表1 数字奶牛良种繁育管理端(Web)功能描述

序号	功能名称	描述
1	养殖环境智能感知	对舍内外温湿度、空气质量、通风状况等进行实时监测与调控
2	生长发育与健康监测	自动识别奶牛生长异常或健康风险并及时报警
3	繁殖信息管理	精确记录配种时间、妊娠周期及产犊信息
4	系谱信息管理	形成可追溯的血统档案，保障良种繁育质量
5	健康档案与疫病防控	全生命周期健康数据记录与疾病预警，支持疫苗接种和防疫计划管理。

2.2.3 数字奶牛良种繁育决策一张图

该模块以奶牛场基础设施、物联感知系统与生产管理数据为基础，通过数据采集、云端存储及计算分析，整合形成覆盖全牧场的可视化决策平台。其核心是利用三维数字孪生技术将牧场全景数字化，实现从宏观到微观的多层级管理。具体功能描述见表2所示。

表2 数字奶牛良种繁育决策一张图功能描述

序号	功能名称	描述
1	实时环境感知	融合气象、场区环境与牛舍内部传感数据，实现全域环境实时监控
2	三维场景展示	构建奶牛繁育基地的三维可视化模型，直观呈现场区布局、设备状态与生产动态
3	一图管全场	在同一界面上查看牧场各区域的运行状态、牛只分布及设备运转情况
4	一图辅助决策	基于历史数据与实时监测，提供生产预测、繁殖规划与防疫方案建议
5	一图防控与监管	在出现疫情或环境异常时快速锁定问题区域并启动应急措施，同时支持上级监管部门远程巡查

3 结束语

西藏畜牧业数字化正处于关键发展阶段，亟需明确建设思路、积累实践经验并探索科学合理的发展路径。本文基于物联

网、大数据及数字孪生等前沿技术,结合畜牧业具体生产场景与需求,以数字奶牛良种繁育为典型案例,系统阐述了数字化建设的理念框架、总体架构及系统实现路径,初步构建了适合西藏区域特点的畜牧业数字化建设模式与实践经验。通过数字化与智能化技术的融合应用,有望推动传统畜牧业的转型升级,提升管理效率与水平,实现智能赋能,进而促进区域畜牧产业的高质量发展和经济结构的优化升级。

[参考文献]

- [1]德吉央宗.乡村振兴背景下西藏农区畜牧业发展存在的问题与对策[J].新农民,2024,(31):111-113.
- [2]陆拾捌.畜牧业信息化、智能化发展现状与未来趋势[J].畜牧兽医科技信息,2025,(04):21-24.
- [3]刘磊,李凤梅,陆有飞,等.数字化转型下高职畜牧专业产教融合育人模式构建路径[J].养殖与饲料,2025,24(5):140-144.
- [4]王海飞,曹越,吴圣龙,等.智慧农业时代背景下畜牧学本科生人才培养方式的探讨[J].教育教学论坛,2020,(45):267-268.
- [5]张健,何宁秀,刘艳红,等.大数据时代畜牧业信息化建设[J].畜牧兽医科技信息,2024,(05):21-23.
- [6]郭威,吴华瑞,朱华吉,等.农业生产大数据治理:关键技术、应用分析与发展方向[J].智慧农业(中英文),2025,7(03):17-34.
- [7]代东亮,刘志红,赵存,等.人工智能技术在畜牧业中的应用进展[J].畜牧与饲料科学,2021,42(05):112-119.
- [8]姚艳敏,白玉琪.农业大数据标准体系框架研究[J].农业大数据学报,2019,1(04):76-85.
- [9]白山别克·欧玛尔.浅析数字化赋能在畜牧业发展中的作用[J].畜牧业环境,2025,(02):132-133.
- [10]刘乃兵,张志良.智慧畜牧业发展路径的思考[J].智慧

农业导刊,2021,11,11-16.

- [11]李家兴,洪海壮,周经啸.畜牧业大数据系统的设计与实现[J].农业工程技术,2024,44(29):21-23.
- [12]仇振升.基于数字孪生技术的奶牛场养殖监控平台的设计与实现[D].江苏大学,2024.
- [13]胡肆农,仇振升,刘建龙,等.奶牛智慧养殖技术装备及其数字孪生系统构建[J].农业大数据学报,2024,6(01):117-126.
- [14]陈紫昕,孙宝丽,刘德武,等.奶牛智慧养殖关键技术研究与应用[J].中国奶牛,2024,(02):52-58.
- [15]佟妍,李东,李晓峰.异构数据仓库中数据存储与访问的研究与实现[J].计算机与数字工程,2008,(03):57-59,89+165.
- [16]何孟宁.奶牛数字化管理的关键技术研究[D].山东大学,2015.
- [17]范福祥,肖建华,张瑜,等.奶牛繁育监测系统的构建[J].东北农业大学学报,2012,43(03):32-35.
- [18]韩吉雨,孙威,张彩霞,等.奶牛场繁育管理数字化分析系统的应用[J].中国奶牛,2022,(04):40-45.
- [19]熊安然,熊本海,蒋林树.奶牛数字化养殖技术研究进展[J].中国乳业,2020,(11):29-32.
- [20]潘予琮,王慧,熊本海,等.发情监测系统在奶牛养殖数字化管理中的应用[J].动物营养学报,2020,32(06):2500-2506.
- [21]吕乐乐.基于数字孪生的肉牛智能养殖系统设计[D].内蒙古科技大学,2025.

作者简介:

萨那吾拉(1986—),男,藏族,拉萨人,大学本科,研究方向:农业信息化。