乳及乳制品智慧实验室设备数据采集研究

杨 戬，李 慧*，仪虹伯，王丹慧，朱 磊，刘伯扬，王 慧，王晓敏，孙宏娜

内蒙古蒙牛乳业（集团）股份有限公司，内蒙古呼和浩特 011517

摘 要：随着科技的飞速发展，智慧实验室在乳及乳制品行业中的应用日益广泛。设备数据采集作为智慧实验室的核心环节，对提高乳及乳制品质量、保障食品安全、推动行业发展有重要意义。本文深入探讨乳及乳制品智慧实验室设备数据采集的现状与发展，详细阐述数据采集系统的构建过程，包括传感器选型、数据传输网络搭建等。同时，研究数据采集后的管理与分析，以及如何将数据应用于实际生产和质量控制。通过对相关技术和案例的分析，旨在为乳及乳制品行业的智慧实验室建设提供参考，促进整个行业的数字化转型与升级。

关键词：乳及乳制品；智慧实验室；设备数据采集；数据管理与应用

文章编号：1671–4393（2025）10–0109–08 DOI:10.12377/1671–4393.25.10.17

中国乳业线上阅读

0 引言

乳及乳制品作为民生消费的重要品类，其质量安全直接关系到公众健康与行业可持续发展。近年来，在全球乳业格局深度调整，消费升级驱动下，消费者对乳制品的新鲜度、营养成分、功能特性等提出更高要求，同时，国家《“十四五”奶业竞争力提升行动方案》等政策文件明确提出，要加快奶业数字化转型，构建从牧场到餐桌的全链条质量追溯体系，这一背景为乳及乳制品行业的技术革新指明了方向[1]。

实验室作为乳及乳制品质量控制的核心环节，

作者简介：杨 戬（1992–），男，内蒙古呼和浩特人，本科，中级工程师，研究方向为乳品快速检测方法开发及应用；
仪虹伯（1988–），女，内蒙古赤峰人，本科，中级工程师，研究方向为乳品检验技术；
王丹慧（1979–），女，内蒙古呼和浩特人，本科，高级工程师，研究方向为智慧实验室建设及质量全面追溯；
朱 磊（1984–），男，甘肃省银川人，本科，中级工程师，研究方向为食品质量安全检测；
刘伯扬（1978–），男，河北定州人，硕士，正高级工程师，研究方向为智慧实验室信息智能化及红外光谱检测开发应用；
王 慧（1982–），女，内蒙古呼和浩特人，本科，高级工程师，研究方向为食品质量安全检测；
王晓敏（1985–），男，内蒙古乌海人，本科，中级工程师，研究方向为食品质量安全检测；
孙宏娜（1984–），女，内蒙古呼和浩特人，本科，高级工程师，研究方向为食品质量安全检测。
*通信作者：李 慧（1981–），女，内蒙古呼和浩特人，本科，高级工程师，研究方向为食品质量安全检测。

传统模式下存在诸多痛点：其一，设备数据采集依赖人工记录，不仅效率低下，还易因人为操作误差导致数据失真，如原料乳的微生物指标检测数据延迟记录，可能错过质量问题干预的最佳时机；其二，不同实验设备的数据格式不兼容，形成“数据孤岛”，无法实现跨设备、跨环节的数据联动分析，例如发酵罐的温度数据与成品的口感检测数据难以关联，难以精准定位影响产品品质的关键因素[2]；其三，数据管理缺乏系统性，存储分散且安全防护不足，既无法为长期的工艺优化提供数据支撑，也存在商业信息泄露风险[3]。

随着物联网、大数据、人工智能等新一代信息技术与制造业的深度融合，“智慧实验室”概念应运而生，为解决上述痛点提供了技术路径。设备数据采集作为智慧实验室的“神经末梢”，是实现实验室数字化、智能化升级的基础——通过实时采集设备运行参数、样品检测数据、环境监控数据，可构建覆盖“原料验收、实验检测、生产反馈、成品追溯”的全流程数据闭环[4]。例如，在原料乳验收环节，通过传感器实时采集脂肪、蛋白质含量等数据，可快速筛选合格原料；在实验检测环节，通过RFID技术追踪样品流转，可实现检测过程的全程可追溯；在生产反馈环节，将实验数据与生产线数据联动，可动态优化生产工艺参数[5]。

在此背景下，本文以乳及乳制品行业智慧实验室建设需求为导向，系统梳理设备数据采集的技术现状与应用瓶颈，构建科学的 data 采集系统架构，探索数据管理与应用的有效路径。研究成果不仅可为乳品企业的智慧实验室建设提供实操方案，助力企业降本增效、提升质量竞争力，也可为行业标准制定提供参考，推动我国乳制品行业向数字化、智能化高质量发展转型[1]。

1 设备数据采集的技术基础与研究框架

1.1 研究背景

在全球乳业市场持续增长的背景下，消费者对乳制品的质量和安全要求日益提高。乳制品行业面临提升产品品质、优化生产流程、保障食品安全等多重挑战。智慧实验室作为一种融合物联网、大数据、人工智能等先进技术的新型实验室模式，为解决这些问题提供了有效途径。通过设备数据采集，智慧实验室能够实时获取实验设备的运行状态、样品检测数据等关键信息，为精准决策和高效管理提供支持。例如，在乳制品生产过程中，实时监测原料乳的成分、微生物指标等数据，有助于及时发现质量问题，采取相应措施，避免出现不合格产品[6]。同时，随着国家加大食品安全监管力度，乳品企业需要更严格地把控产品质量，智慧实验室设备数据采集能够满足这一需求，实现从原料到成品的全过程质量追溯[1]。

1.2 研究目的与意义

本研究旨在深入剖析乳及乳制品智慧实验室设备数据采集[7]的技术体系、应用现状及发展趋势，构建一套完整的数据采集与管理应用框架，为乳品企业的智慧实验室建设提供理论支持和实践指导[8]。具体而言，通过对设备数据采集技术的研究，提高数据采集的准确性、及时性和完整性，为后续的数据分析和决策提供可靠依据。在实践中，帮助企业优化实验流程，提高生产效率，降低生产成本，增强产品质量竞争力[5]。从行业发展角度来看，推动乳制品行业的数字化转型，促进整个产业链的协同发展，提升我国乳业在国际市场上的地位[9]。例如，通过数据共享和分析，企业可更好了解市场需求，调整产品结构，开发更符合消费者需求的乳制品。同时，政府监管部门可利用智慧实验室数据，加强对乳制品行业监管，保障公众饮食安全[3]。

2 乳及乳制品智慧实验室设备数据采集的现状与发展

2.1 现有设备数据采集技术概述

2.1.1 传感器技术

中国乳业线上阅读

传感器在乳及乳制品智慧实验室设备数据采集中起关键作用。温度传感器能实时监测实验环境及样品温度，确保实验在适宜的温度条件下进行[6]。在乳制品发酵过程中，温度的精确控制对产品质量至关重要，温度传感器可将温度数据实时传输给控制系统，以便及时调整加热或制冷设备[10]。pH传感器用于检测乳制品的酸碱度，不同类型的乳制品有特定的pH值范围，通过pH传感器的数据反馈，可保证产品符合质量标准[11]。例如，酸奶的发酵过程需严格控制pH值，达到理想口感和质地。此外，压力传感器可用于监测实验设备内部压力，保障设备安全运行。高压灭菌设备中，压力传感器实时监测压力，防止压力过高引发安全事故[4]。

2.1.2 射频识别（RFID）技术

RFID技术通过无线射频信号识别目标对象并获取相关数据[7]。在乳及乳制品实验室中，可在实验样品、试剂瓶以及设备上安装RFID标签。当带有标签的物品进入读写器的识别范围时，读写器能快速准确读取标签信息，包括样品来源、批次、生产日期、保质期等详细数据[9]。这一技术实现了对实验物品的快速追踪和管理，大大提高工作效率。在样品管理方面，实验人员可通过RFID读写器快速查找所需样品，避免因人工查找导致时间浪费和错误[2]。同时，对于试剂库存管理，RFID技术可实时监测试剂库存数量，当库存不足时及时提醒采购，确保实验顺利进行[3]。

2.1.3 条形码与二维码技术

条形码和二维码作为常见数据载体，在乳及乳制品智慧实验室中被广泛应用[1]。通过扫描实验设备、样品容器上的条形码或二维码，可快速获取设备型号、规格、使用说明以及样品相关信息（包括名称、编号、采集时间、采集地点等）[5]。在样品流转过程中，每经过一个环节，工作人员通过扫描二维码记录样品状态和操作信息，实现了样品从采集到检测的全过程可追溯[8]。例如，在牛奶样品的检测流程中，从牧场采集的牛奶样品贴上带有二维码的标签，在运输过程中，物流人员通过扫描二维码记录运输时间、温度等信息，进入实验室后，检测人员再次扫描二维码，记录检测时间、检测结果等信息，整个过程清晰可查，便于质量控制和问题追溯[10]。

2.2 行业应用现状分析

2.2.1 大型乳品企业的实践案例

以内蒙古蒙牛乳业（集团）股份有限公司（简称“蒙牛乳业”）为例，其在智慧实验室建设方面投入大量资源，构建完善的设备数据采集系统[2]。通过在生产线上部署各类传感器，实时采集原料乳的质量数据、生产设备的运行参数等[4]。在原料乳验收环节，利用传感器检测牛奶的脂肪、蛋白质、乳糖等成分含量，以及微生物指标（如菌落总数、大肠杆菌数等）[1]。这些数据通过数据传输网络实时上传至企业的数据中心，经过数据分析和处理后，为生产决策提供依据[7]。如果检测到原料乳的某项指标不符合标准，系统会自动发出警报，通知相关人员进行处理，避免不合格原料进入生产环节[8]。同时，蒙牛乳业利用RFID技术对产品进行全程追溯，从奶源到生产、包装、销售，消费者通过扫描产品上的二维码，即可获取产品的详细生产信息（包括奶源地、生产批次、生产日期、检测报告等），增强对产品质量的信任[3]。

2.2.2 中小乳品企业面临的挑战

中小乳品企业在智慧实验室设备数据采集方面面临诸多困难，资金短缺是首要问题。购买先进的传感器、数据采集设备以及搭建数据传输网络需要大量资金投入，这对于资金相对薄弱的中小乳品企业是沉重负担[10]。技术人才匮乏也是制约因素之一，设备数据采集系统的安装、调试、维护以及数据分析需要专业技术人员，而中小乳品企业往往难以吸引和留住人才[5]。此外，信息化基础薄弱，许多中小乳品企业尚未建立完善的企业信息化管理系统，与智慧实验室设备数据采集系统的集成存在困难，导致数据无法有效共享和利用[8]。例如，一些中小乳品企业仍采用手工记录实验数据的方式，数据的准确性和及时性难以保证，且无法与生产系统进

中国乳业杂志网络版

行对接并实现生产过程的实时监控和优化[11]。

2.3 技术发展趋势

2.3.1 智能化采集设备的发展

随着人工智能技术的不断进步，智能化采集设备在乳及乳制品智慧实验室中的应用将越来越广泛[7]。智能化传感器不仅能采集数据，还具备自我诊断、自我校准以及数据预处理能力[2]。一些新型智能温度传感器能根据环境变化自动调整测量精度，在温度波动较大的环境中准确测量[6]。同时，智能设备通过机器学习算法分析采集数据，预测设备故障发生时间，提前维护，避免因设备故障导致的生产停滞[4]。例如，通过对生产设备运行数据长期监测和分析，智能系统可预测设备关键部件的磨损情况，在部件即将损坏前发出预警，提醒维修人员及时更换部件，保障连续生产[9]。

2.3.2 数据融合与集成技术的进步

未来，乳及乳制品智慧实验室将更加注重数据融合与集成技术[1]。不同类型的设备数据（如传感器采集的物理参数数据、RFID获取的物品信息数据、实验室检测仪器生成的分析数据等），将通过先进的数据融合技术进行整合[3]。同时，智慧实验室的数据采集系统将与企业的生产管理系统、质量管理系统、供应链管理系统等深度集成，实现数据无缝流通和共享[10]。例如，通过数据融合，将原料乳的质量数据与生产设备的运行数据相结合，更全面地分析产品质量问题的根源[5]。在供应链管理方面，将智慧实验室的检测数据与物流系统的数据集成，可实现对产品运输过程中的质量监控，确保产品在整个供应链环节的质量安全[8]。

3 乳及乳制品智慧实验室设备数据采集系统的构建

3.1 数据采集系统架构设计

3.1.1 分层架构模型

乳及乳制品智慧实验室数据采集系统采用分层架构模型，主要包括感知层、传输层、数据处理层和应用层[2]。感知层由各类传感器、RFID读写器、条形码和二维码扫描设备等组成，负责采集实验设备、样品以及实验环境的各种数据[4]。传输层利用有线网络（如以太网）和无线网络（如Wi-Fi、蓝牙、4G/5G）将感知层采集到的数据传输到数据处理层[6]。数据处理层对传输过来的数据进行清洗、转换、存储等操作，去除噪声数据，将数据转换为统一格式，并存储在数据库中[7]。应用层为实验室管理人员、科研人员、生产人员等提供数据查询、分析、可视化展示等服务，用户通过浏览器或移动应用程序访问应用层，获取所需数据和信息[1]。

3.1.2 各层功能详解

感知层的传感器根据不同的检测需求进行选型，如检测乳制品成分的近红外光谱传感器、检测微生物的免疫传感器等[11]。RFID读写器用于识别实验物品的标签信息，确保物品的准确追踪[9]。传输层的有线网络适用于固定设备的数据传输，具有稳定性高、传输速率快的特点；无线网络则便于移动设备的数据传输，如实验人员使用的手持数据采集终端[3]。数据处理层通过数据清洗算法去除异常值和重复数据，利用数据转换工具将不同格式的数据转换为统一格式，便于后续分析[5]。数据库采用关系型数据库（如MySQL）和非关系型数据库（如MongoDB）相结合的方式，关系型数据库用于存储结构化数据（如实验设备的基本信息、检测结果的统计数据等）；非关系型数据库用于存储非结构化数据（如实验图像、视频等）[8]。应用层通过开发数据可视化界面，将数据以图表、报表等形式直观展示给用户，方便用户快速了解实验情况和产品质量状况[10]。

3.2 设备选型与配置

3.2.1 传感器的选型原则

在选择传感器时，首先需考虑测量精度，根据实验要求确定传感器的精度等级，如检测乳制品成分需高精度的传感器以确保检测结果的准确性[4]。响

中国乳业杂志社版权

应时间也是重要因素，对于快速变化的参数（如生产线上牛奶的流速），需要传感器快速响应并及时输出数据[6]。稳定性方面，需选择在不同环境条件下能够稳定工作的传感器，避免因环境温度、湿度等变化影响检测结果[7]。此外，需考虑传感器的可靠性、使用寿命以及成本等因素[1]。例如，在实验室环境中，可选择精度高、稳定性好的进口传感器；在生产线上，由于需要大量部署传感器，在满足性能要求的前提下，可选择性价比高的国产传感器[2]。

3.2.2 数据采集终端的配置

数据采集终端根据实际应用场景进行配置[9]。采集实验室内部的固定位置数据，可选用台式数据采集终端，配置高性能的处理器、大容量内存和硬盘，以满足对大量数据的快速处理和存储需求[3]。对于需要移动采集数据的场景，如在牧场采集原料乳数据或在生产车间巡查设备运行情况，可选用手持数据采集终端[5]。手持终端应具备便携性、低功耗、防水防尘等特点，同时配备高分辨率的显示屏和便捷的操作按键，方便工作人员在不同环境下使用[8]。数据采集终端还需安装相应的数据采集软件，该软件应具备数据采集、存储、传输以及简单的数据处理功能（如数据滤波、数据格式转换等）[11]。

3.3 数据传输网络搭建

3.3.1 有线网络与无线网络的选择

在乳及乳制品智慧实验室中，有线网络和无线网络各有优势，需根据实际需求进行选择[10]。对于数据传输量大、对稳定性要求极高的设备（如大型实验检测仪器），优先采用有线网络连接[2]。以太网是常用的有线网络技术，其传输速率可达100 Mbps甚至1 000 Mbps，能满足高速数据传输需求[4]。同时，有线网络安全性较高，不易受外界干扰[7]。无线网络适用于一些移动设备或难以布线区域[1]。Wi-Fi网络在实验室内部应用广泛，工作人员可使用笔记本电脑、平板电脑等设备通过Wi-Fi连接到数据采集系统，方便数据查询和操作[9]。对于一些远程监测的设备（如牧场奶源监测设备），可采用4G/5G网络进行数据传输，实现数据的实时回传[3]。

3.3.2 数据传输协议的应用

常用的数据传输协议有Modbus、TCP/IP、MQTT等[5]。Modbus协议主要应用于工业自动化领域，在乳及乳制品生产设备的数据采集与控制中广泛使用[8]。它具有简单、可靠、易于实现的特点，支持多种传输介质（如RS-485、以太网等）[11]。TCP/IP协议是互联网的基础协议，在智慧实验室数据传输中占据重要地位[6]。它能提供可靠的数据传输服务，适用于大量数据的长距离传输[2]。MQTT协议是一种轻量级的消息传输协议，适用于低带宽、不稳定网络环境下的数据传输[7]。在乳及乳制品智慧实验室中，对于一些传感器节点数据的传输，MQTT协议能有效降低网络流量和功耗，确保数据稳定传输[4]。例如，在牧场中分布着大量的传感器节点，通过MQTT协议将采集到的数据传输到云端服务器，实现对奶源地的实时监测[1]。

4 乳及乳制品智慧实验室设备数据采集的管理和应用推广

4.1 数据管理策略

4.1.1 数据存储与备份

乳及乳制品智慧实验室产生的数据量庞大，需建立有效的数据存储与备份策略[3]；采用分布式存储技术，将数据分散存储在多个存储节点上，提高数据存储的可靠性和扩展性[9]。例如，使用Ceph分布式存储系统，能自动管理数据的存储和复制，当某个存储节点出现故障时，数据能自动从其他节点恢复，保障数据的完整性[5]。定期进行数据备份，备份频率根据数据的重要性和更新频率确定[8]。对于关键的实验数据和生产数据，每天进行1 次全量备份；对于一些辅助性数据，可每周进行1 次全量备份，每天进行增量备份[11]。备份的数据存储在异地，以防止本地数据中心发生灾难时数据丢失[10]。同时，建立数据恢复机制，定期进行数据恢复测试，确保需要时能快速恢复数据[2]。

中国乳业线上阅读

4.1.2 数据安全与隐私保护

数据安全在乳及乳制品智慧实验室中至关重要[7]。采用数据加密技术，对传输和存储的数据进行加密处理[4]。在数据传输过程中，使用SSL/TLS加密协议，确保数据在网络传输过程中的安全性，防止数据被窃取或篡改[6]。在数据存储方面，对敏感数据（如原料乳供应商、产品配方等）进行加密存储。访问控制也是保障数据安全的重要手段，通过设置不同的用户角色和权限，限制用户对数据的访问[9]。例如，实验室管理人员拥有最高权限，可对所有数据进行查看、修改和删除操作；科研人员只能查看与自己实验相关的数据，且无修改和删除权限；生产人员只能查看生产过程中的实时数据[3]。同时，建立数据审计机制，记录和审计用户的操作行为，及时发现潜在的数据安全风险[5]。

4.2 数据分析与应用

4.2.1 基于数据的质量控制

通过对设备数据采集系统获取的大量数据进行分析，可精准控制乳及乳制品质量[2]。利用统计过程控制（SPC）技术，对生产过程中的关键质量指标进行监控[4]。在乳制品生产线上，实时监测产品重量、体积、成分含量等指标，当数据超出预设控制界限时，系统自动发出警报，提示生产人员进行调整[1]。通过数据分析还可挖掘产品质量问题的根源[7]。利用数据挖掘算法，对原料乳质量数据、生产设备运行数据、生产环境数据等进行关联分析，找出影响产品质量的关键因素[6]。如果发现某批次产品微生物超标，通过数据分析可能发现是由于生产设备某个部件清洗不彻底导致，从而针对性地采取改进措施，提高产品质量[9]。

4.2.2 生产优化与决策支持

基于设备数据采集的分析结果，可对乳及乳制品生产过程进行优化[10]。通过分析生产设备的运行数据，找出设备运行效率低下的环节，进行设备升级或工艺改进[5]。如果发现某台灌装设备的灌装速度较慢，影响整体生产效率，通过数据分析可能发现是设备的控制系统存在问题，可对控制系统进行升级，提高灌装速度[8]。在企业决策方面，数据发挥着重要作用[11]。通过对市场销售数据、产品质量数据、生产成本数据等进行综合分析，为企业的产品研发、市场拓展、成本控制等决策提供依据[3]。例如，如果数据分析发现某类低脂乳制品的市场需求增长迅速，企业可加大该类产品的研发和生产投入，抢占市场份额[2]。

4.3 应用推广策略

4.3.1 政策支持与引导

建议政府相关部门出台政策，支持乳品企业建设智慧实验室，推动设备数据采集技术的应用[7]。设立专项补贴资金，对采用先进数据采集设备和技术的企业给予资金补贴，降低企业的技术改造成本[4]。制定行业标准和规范，引导企业按照统一的标准建设智慧实验室，确保数据的兼容性和共享性[1]。例如，制定乳及乳制品智慧实验室数据采集的接口标准，使不同企业、不同设备采集的数据能够在统一平台上进行整合和分析[9]。加强对智慧实验室建设的监管，保障企业的数据安全和生产安全[3]。通过政策的支持与引导，营造良好的行业发展环境，促进设备数据采集技术在乳及乳制品行业的广泛应用[2]。

4.3.2 企业培训与技术服务

为提高乳品企业对设备数据采集技术的应用能力，需要加强企业培训与技术服务[10]。专业的技术服务机构应针对企业的需求，开展定制化的培训课程，包括设备操作培训、数据采集系统使用培训、数据分析方法培训等[5]。

5 结论

本研究围绕乳及乳制品智慧实验室设备数据采集展开系统分析，从技术、系统、管理3 个核心维度形成关键结论：其一，在技术层面，传感器、RFID、条形码与二维码技术已成为数据采集的核心

中国乳业线上阅读

支撑，但行业应用存在显著不均衡性——大型乳品企业如蒙牛乳业通过规模化部署实现了数据自动化采集与全流程追溯[2, 3]，而中小乳品企业受资金、人才、信息化基础限制，仍面临技术落地难题[8, 10]，未来智能化采集设备（如具备自诊断功能的传感器）与数据融合集成技术将成为突破方向[4, 7]；其二，在系统构建层面，“感知层-传输层-数据处理层-应用层”的分层架构模型具备实践可行性，通过科学选型传感器（如实验室高精度传感器、生产线高性价比传感器）[1, 2]、搭配有线与无线网络（以太网适配高稳定性需求，4G/5G适配远程监测）[4, 6]、采用混合数据库存储（MySQL存结构化数据，MongoDB存非结构化数据）[8]，可实现数据 “采得准、传得稳、存得安、用得好”；其三，在管理与应用层面，分布式存储与异地备份保障数据可用性[5]，加密技术与权限管控防范数据安全风险[7, 9]，而基于数据的质量控制（SPC技术监控关键指标）[4]、生产优化（设备运行数据驱动工艺改进）[10]与决策支持（市场数据指导产品研发）[2]，则是释放数据价值的核心路径。

研究证实，设备数据采集是乳及乳制品智慧实验室建设的基石，也是行业数字化转型的关键抓手。未来需通过政策补贴降低中小乳品企业技术投入门槛[1]、加强技术培训培育专业人才[5]、制定统一标准实现数据互联互通[3]，进一步推动技术普惠与行业协同，助力我国乳制品行业迈向高质量发展新阶段。

参考文献

[1] 李雪晶，马利军，刘萍萍，等.乳及乳制品智慧实验室标准体系研究[J].中国乳业，2023（11）：81-90.

[2] 仲照鹏.基于大数据云计算的智慧实验室底层逻辑架构[J].广东石油化工学院学报，2024，34（6）：58-62.

[3] 吕小强.智慧实验室安全管理平台体系的构建[J].实验室检测，2024（6）：83-85.

[4] 王晶.基于互联网的智慧实验室管理平台设计[J].物联网技术，2024，14（10：97-99.

[5] 林波.自主可控平台数采系统的可信中控设计与实现[D].绵阳：西南科技大学，2024.

[6] 王沁竹.温湿度数据实时采集与传输系统设计[J].无线互联科技，2025，22（2）：26-29.

[7] 张伟杰.基于Python技术重大设备感知数采软件设计与实现[J].软件，2024，45（7）：119-121.

[8] 刘涵宇.信息系统模式在智能制造中的创新应用与挑战分析[J].中国战略新兴产业，2024（33）：57-59.

[9] 王子亮，王继荣，李杰.“智慧化”在实验室管理中应用的初探[J].中国检验检测，2024，32（3：60-62.

[10] 吴芬.数据自动采集与处理的电子信息装置智能感知方法分析[J].信息记录材料，2025，26（2）：165-167.

[11] 王寿震.数据采集接口的分析与应用[J].仪器仪表用户，2022，29（12）：100-103.

Research on Data Collection of Smart Laboratory Equipment for Milk and Dairy Products

YANG Jian，LI Hui*，YI Hongbo，WANG Danhui，ZHU Lei，LIU Boyang，WANG Hui，WANG Xiaomin，SUN Hongna

Inner Mongolia Mengniu Dairy Industrial Co.，Ltd.，Hohhot Inner Mongolia 011517

Abstract：With the rapid development of technology，the application of smart laboratories in the milk and dairy products industry is becoming increasingly widespread.Equipment data collection，as a core link of a smart laboratory，is of great significance for improving the quality of milk and dairy products，ensuring food safety，and promoting the development of the industry. This paper deeply explored the current situation and development

下转130页

中国乳业杂志阅读

epithelial cells and naturally present in milk.Due to their special structure formed in synthetic secretion and low immunogenicity and high biocompatibility，milk exosomes have shown great potential and prospects in physiological regulation，diagnosis and treatment，and as drug delivery carriers as transporters of various molecules（such as proteins，lipids，mRNA and RNA）.This paper introduced the formation mechanism，separation method，modification and application value of exosomes in biological regulation，and introduced the application in cancer treatment and physiological regulation，in order to provide new ideas for the functional development and product development of exosomes.

Keywords：milk；exosome；separation；modification；application

▲上接115页

of equipment data collection in smart laboratories for milk and dairy products，and elaborated in detail on the construction process of the data collection system，including the selection of sensors，the establishment of a data transmission network. At the same time，this study focused on the management and analysis of data collection，as well as how to apply the data to actual production and quality control. Through the analysis of relevant technologies and cases，this paper aimed to provide a reference for the construction of smart laboratories in the milk and dairy products industry，and to promote the digital transformation and upgrading of the entire industry.

Keywords：milk and dairy products；smart laboratory；equipment data collection；data management and application

▲上接122页

based young children formula showed distinct typical flavors of goat/sheep milk.[Conclusion]During the accelerated test period，the nutrientional components in different milk-based young children formula powders were stable. However，the differences in fatty acid content in different have certain impacts on the flavor and solubility of the products. To ensure the good sensory experience of young children formula during its shelf life，measures should be taken to reduce and control fatty acid oxidation and optimize the surface composition of young children formula，thereby enhancing the stability of the particles.

Keywords：cow's milk；goat's milk；sheep's milk；young children formula；stability；dispersibility；flavor

中国乳业线上阅读