◆产业赋能与业态融合◆

基于绿色低碳智能转型升级为目标的生产管控体系

李元峰[1,2]，解学仕[1,2]，李雪梅[1,2]，宋　艳[1,2]，吴文涛[1,2]，王婷婷[1,2]，周　丽[1,2]，白　静[1,2]，刘兆辉[3]

（1. 史丹利农业集团股份有限公司，山东 临沭　276700；2. 山东省绿色肥料技术创新中心，山东 临沭　276700；
3. 山东省农业科学院，山东 济南　250131）

［摘　要］史丹利农业集团股份有限公司在绿色肥料生产管控中持续推进“三化”融合——机械化、自动化、信息化，综合运用信息技术、网络技术和智能装备等先进技术手段，以整合企业供应链为核心，形成了数字化车间、智能工厂和生产运营监控&调度指挥中心等22个模块系统，在企业管理、价值管控等方面深入挖掘管理数据，将生产、仓储、物流环节的各种作业中产生的信息进行采集、分析、传递，集成计划调度、生产作业、设备管理、能耗管控、智能计量、仓储配送、质量管控、安全管控系统建设，实现全生命周期的生产智能管控，通过资源优化，信息共享，及时跟踪，实现肥料产业的信息化、精细化、自动化及智能化升级，带动新型肥料产业向着高端化、智能化、绿色化和集群化发展，助力中国式农业现代化。

［关键词］肥料产业；转型升级；智能化；绿色化；生产管控体系
［中图分类号］TQ440.6　　［文献标志码］A　　［文章编号］2097-4566（2025）02-0118-05

A production control system aimed at green, low-carbon and intelligent transformation and upgrading

LI Yuanfeng[1,2], XIE Xueshi[1,2], LI Xuemei[1,2], SONG Yan[1,2], WU Wentao[1,2], WANG Tingting[1,2], ZHOU Li[1,2], BAI Jing[1,2], LIU Zhaohui[3]

(1. *Stanley Agricultural Group Co., Ltd., Linshu* 276700, *China*; 2. *Shandong Green Fertilizer Technology Innovation Center, Linshu* 276700, *China*; 3. *Shandong Academy of Agricultural Sciences, Jinan* 250131, *China*)

Abstract: Stanley Agricultural Group Co., Ltd., has continuously promoted the integration of “three modernizations” (mechanization, automation and informatization) in the production and control of green fertilizers. By comprehensively applying advanced technical means such as information technology, network technology and intelligent equipment, and taking the integration of the enterprise supply chain as the core, it has formed 22 modular systems including digital workshops, intelligent factories, and production operation monitoring & dispatching command centers. In aspects such as enterprise management and value control, it delves into management data, information in production, storage and logistics links is collected, analyzed and transmited, the systems integrates planning and dispatching, production operations, equipment management, energy consumption control, intelligent metering, storage and distribution, quality control, safety control are con structed to achieve full life cycle intelligent production control. Through resource optimization, information sharing and timely tracking, the informatization, refinement, automation and intelligence upgrade of the fertilizer industry is realized, driving the new fertilizer industry towards high-end, intelligent, green, and clustered development, helping modernize Chinese-style agriculture.

Key words: fertilizer industry; transformation and upgrading; intelligentization; greenification; production control system

0　引言

随着我国大数据、人工智能、云技术等信息技术的快速发展，众多领域开始向智能化方向发展[1]。2021年12月，工业和信息化部等八部门联合印发了《“十四五”智能制造发展规划》，要求到2025年，70%的规模以上制造业企业基本实现数字化网络化，建成500个以上引领行业发展的智能制造示范工厂，制造业企业生产效率、产品良品

［收稿日期］2024-12-31
［作者简介］李元峰(1982-)，女，山东临沂人，高级工程师。
［基金项目］山东省绿色肥料与土壤健康产品科技示范工程“智慧型土壤健康产品配置体系与集成示范”(2022SFGC0303)

率、能源资源利用率等显著提升[2]。山东省工业和信息化厅也要求，大力开展智能工厂，构建生产效率提高、质量效益提升、资源消耗减少、运营成本降低、环境生态友好的新型工厂[3]，推动企业从“制造”到“智造”转型升级。智能制造是目前企业发展的必然方向，也是传统产业走出困境的重要途径[4]。在各级政府大力推进智能制造的背景下，如何推进我国化肥行业的智能制造，是化肥行业发展的重要课题，为此，笔者就史丹利农业集团股份有限公司（以下简称史丹利集团）在绿色低碳智能转型方面所做的主要工作做简要总结。

1　生产智能制造行动方案

史丹利集团以“创造美好农业”为使命，信息化建设以“系统好用，数据有用”为理念，在绿色肥料生产管控中围绕“三化”——机械化、自动化、信息化，实现企业提质、降本、增效，带动新型肥料产业向着高端化、智能化、绿色化和集群化发展，助力中国式农业现代化。

1.1　标准化车间行动方案

绿色肥料生产线在投料端采用吨包+散装库模式，提升了效率，改善了现场环境；包装端采用全自动包装模式，降低人员依赖度，规避用工风险；入库端通过托盘仓和AGV叉车实现入库自动化，提高入库效率，同时缓解用工压力，降低用工风险。

标准化车间推进按照试点车间–试点公司–集团推广的步骤逐年推进，目前，已在史丹利集团内复制推广，实现了节约人工成本、降低生产费用、提质增效。

1.2　智能发运行动方案

1.2.1　智能物流实施过程

为了更好地支撑供应链业务运作流程，史丹利集团构建了智能物流管理平台（见图1），实现承运商、司机、客户的信息共享，开发出在线竞价、司机自助办单、自动计量、在途监控、司机评价、客户签收等功能。对供应链资源进行智能整合，改善了采购、生产、销售过程中的物流活动，减少了人工单据办理环节，司机从进厂到出厂，仅需2 h，降低了管理成本，提高了工作效率。通过智能物流共享平台，实现仓储管理标准化作业，搭配终端的PDA设备，一部手机就能解决厂区所有作业问题，实现了物流管理的线上化，仓储管理的移动化。

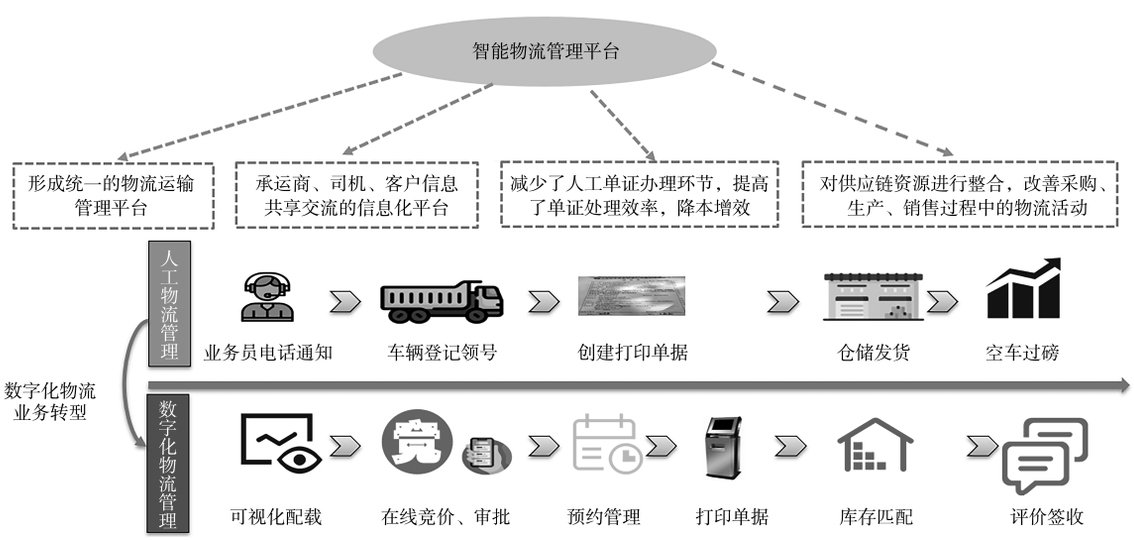

图1　智能物流管理平台

Fig. 1　Intelligent logistics management platform

1.2.2　智能计量实施过程

智能计量系统（见图2）是集自助称重终端、车号自动识别系统、自动语音指挥系统、称重图像即时抓拍系统、红绿灯控制系统、红外防作弊系统、道闸控制系统、远程监管系统于一身的智能称重系统[5]。在称量的整个过程做到计量数据自动可靠采集、自动判别、自动指挥、自动处理、自动控制，实现车辆计量过程全自动管理，更加高效、透明，整个计量业务经过进厂、计量、收货、出厂等环节形成了一个闭环式的管理，实现现场管理无人化，节约人力成本。

智能发运重点聚焦智能计量集中监控、自助办单、无人值守，实现10家分子公司由3人集中监控调度。完成了芯片+7字型托盘集团内推广，提升



图2　智能计量系统

Fig. 2　Intelligent metering system

发货效率，实现库管员和收发货员合并，节人增效。同时从源头实现日清日结、账实相符，做到内控有效。

1.3　质量信息化行动方案

1.3.1　搭建LIMS系统

为落实品质提升战略，将产品检验管理继续做深做透，实现模块降本提效，在集团10个生产分子公司搭建LIMS系统。LIMS系统是实验室信息管理系统的简称，是基于物联网技术，实现化验室人、机、料（样品）、法（标准）、环（通讯）一体化综合管理的全程数字化分析和监控体系[6]，可全面优化实验室的检验管理工作，显著提升工作效率，提高质量控制水平。

1.3.2　产品信息追溯系统

产品信息追溯系统是对每一件产品建立身份二维码，通过产线采集，出库扫码赋加生产信息和客户物流信息，实现产品防伪、防窜和信息可追溯，通过关联组托（箱）实现整托发货，降低仓管员工作量[7]。目前复合肥、特种肥料均已实现了整托发货。近年来，为了进一步降低发货人力成本，通过时间顺序首尾码、AB托等方式发货，目前正在推进托盘+RFID芯片扫码发货，通过叉车安装射频装置实现真正的无人扫码的入库及发货模式，达到解放人力、节人节能的目标。

1.3.3　产品在线检测信息化系统

产品在线检测信息化系统是通过计算机网络和数据库管理系统将实验室业务流程、环境、人员、仪器设备、数据分析等有机组合[8]，实现化验员仅录入样品信息、检测操作的过程数据（如质量、体积等），系统即可自动完成数据运算、结果判定、报告输出，并与智慧工厂系统自动对接，完成数据集成和上传，实现检测过程全部标准化、自动化、无纸化，降低成本、提高效率。结合目前已推出的复合肥快速检测技术，过去化验员检测一个复合肥样品需要4 h，完成原始记录、报告和数据上传需要45 min，目前仅需要2个多小时即可完成，提高了检验效率。

1.4　管理信息化行动方案

为加强信息化管理，从安全生产、设备管控、能源管控、运营监控、调度指挥等方面进行整合集成，做到及时、共享、可视和透明，打造生产系统信息网络化管理平台，实现业务在线、数据在线、异常在线、管理在线（见图3）。



图3　生产运营监控&调度指挥中心

Fig. 3　Production and operation monitoring & dispatch command center

1.4.1　生产管理驾驶舱

聚焦业务，关注经营，其核心是将管理模式，分层分级，如副总裁级、总经理级、模块级、分子公司级，明确不同的关键点，按照例行管理、异常管理的不同关注度，通过日清日结、比较管理的跟进，用确定性的管理应对不确定的过程，实现管得住。这种管理模式，分层分级，层层负责，有异常要及时发现应对，需较高的分析体系和响应速度，因此，史丹利集团建设了管理驾驶舱。对生产管理驾驶舱，按照分层分级，从中心级–分子公司级到模块级–部门车间级，分层分级分解承接。中心级和分子公司级的例行管理、异常管理、日清日结、比较管理数据共享一致，及时透明，由受控到内控，强化生产内控建设。生产五大模块包括企划、品管、设备、生管、安全，通过模块核心关键点的表格化+信息化，实现模块的管控，不随意、不蛮干、不浪费。车间主任级的驾驶舱，就是落地最小单位的体现，从车间到班组生产，车间的异常情况，如余料产出、油粉消耗异常、能耗异常、质检异常、生产成本异常，都能做到指标分析、异常预警推送。

1.4.2　安全生产管理平台

以安全生产标准体系为核心，融合物联网检测

预警与数据分析，对企业的“人、物、环、管”各方面进行全面规范化、智慧化管理（见图4），从而整体提高化工企业安全生产水平。

安全生产信息化主要包含风险分级管控与隐患排查治理、重大危险源管控、人员定位、安全生产九大要素管理四大部分组成。通过信息化管理，从



图4　安全生产管理平台

Fig. 4　Platform of safety production management

风险辨识、评价、管控措施、隐患排查整改、验收，实现隐患整改人接收隐患信息、填报隐患整改信息、自动保存隐患整改记录等功能，实现隐患的闭环管理；实现重大危险源风险等级、温度、压力、液位等监测预警。通过人员定位对企业人员、承包商人员进行信息管理，包括人员姓名、年龄、工种、培训情况等，实时显示生产、储存区域人员的数量，实时在地图上显示人员的位置；可查看人员详细信息，以及分区域、分类别显示统计数量，建立了人员聚集风险监测功能，利用数字化、信息化手段限制重大危险源区域人员数量。采用视频智能识别实现对明火、人员脱岗睡岗、劳保着装不规范、违规闯入受限区域等异常状态的智能识别、报警和记录。针对各类证件有效期和时效性，设置预警日期，系统自动预警提示相关责任部门及责任人进行办理。通过安全信息化实现合规及标杆效应，降低事故发生概率，提升效率，促进员工习惯改变及养成。

1.4.3　视频云监控平台

视频云监控平台是面向史丹利集团云资源的管控平台，提供了实时监控、及时警告、资源分组、站点监控等能力。以往都是提前下发检查通知、不一定看到最真实的一面，通过视频汇聚，可以做到一周3 d、每天抽1 h去看哪些不合规，在线归口检查，提高效率，节约成本。

1.4.4　设备能源管理平台

设备管理数据库作为设备维护的基础库，通过设备台账、巡检管理、维修管理、润滑管理模块，完成静态基础数据和设备履历等动态数据更新，实现便捷、高效的设备日常及专项管理工作。

实现设备管理模式的改进，从原来的事后维护转变为事前预防，提高设备运行效率；从原来“厂级为主设备管理”模式向“集团级集约化设备管理”模式改变，为厂级设备管理执行过程提供便利，也为相关管理员对执行情况进行跟进、督查提供优良的软件流程支撑，为集团级集约化设备相关数据查阅提供便捷渠道。

2　实施效果

2.1　建设生产管控体系，实现智能工厂

史丹利集团秉着从试点车间到试点公司，到全集团复制推广的推进策略，从车间三化、智能发运、质量信息化、管理信息化4个层面，持续以项目制的形式有序推进，推动流程标准化、物流扁平化、仓储管理精细化、成本细致化。2023年12月20日，史丹利集团参与起草的行业标准《复合肥料行业绿色工厂评价要求》（HG/T 6199—2023）正式发布，促进了行业健康、有序、快速发展。2024年8月，“史丹利绿色肥料智能工厂”被山东省工业和信息化厅认定为山东省智能工厂，“史丹利新型肥料智能仓储场景”被山东省工业和信息化厅认定为山东省智能制造场景。

2.2　智能化转型升级，实现企业提质、降本、增效

智能计量上线带来管理上的变革，物流门禁及质量检测实现全程视频监控，每车现场图片抓拍留

痕，智能门禁出入，自动计量，司机无需下车，2 h进出厂监控，由过去30人管理集团10家公司30个磅，到集团3个人管理30个磅的计量业务，助推人力精实。智能物流上线从单件扫码、组托扫码到首尾码扫码，到当前正在试点推行的发货不扫码，发一车30 t的货，扫码次数由600次到15次到2次直到1次，人均装卸吨数从原来每天60～80 t提升到400 t；通过智能化转型升级，订单交货率提高30%以上，年降低费用约1 000万元。

2.3 数智赋能，实现企业绿色低碳高质量发展

史丹利集团借助生产运营监控和调度指挥中心，打通数据壁垒，将安全信息、设备管理、能源管理、运营监控、调度指挥及现场监控等进行无缝整合，实现数据集成、及时、可视、共享，实现绿色制造、低碳环保运行。史丹利集团打造成了“高质量发展、高效率运行、高效益运营”的国家级绿色工厂。2023年11月，史丹利集团入选山东省绿色低碳高质量发展先行区建设试点企业。

3 结语

新发展阶段下我国肥料产业的出路在哪里？毫无疑问就是提升智能制造水平[9]。史丹利集团作为山东省绿色低碳高质量发展先行区建设试点企业，通过“智改数转”，实现全生命周期的生产智能管控，推动了全国复合肥行业信息化发展进程，带动新型肥料产业向着高端化、智能化、绿色化和集群化发展，助力中国式农业现代化。

[参考文献]

[1] 方飞,方永豪,张平利,等.化工生产中智能优化技术的应用分析[J].设备管理与维修,2023(20):157-158.
FANG F, FANG Y H, ZHANG P L, et al. Application Analysis of Intelligent Optimization Technology in Chemical Production [J]. Equipment Management and Maintenance, 2023 (20): 157-158.

[2] 工信部装备工业一司.《“十四五”智能制造发展规划》政策解读[J].世界制造技术与装备市场,2022(1):32-35.
Equipment Industry Department of the Ministry of Industry and Information Technology. Interpretation of the “14th Five-Year Plan” Intelligent Manufacturing Development Plan Policy [J]. World Manufacturing Technology and Equipment Market, 2022 (1):32-35.

[3] 山东省工业和信息化厅.关于组织申报2024年省级智能工厂和智能制造系统解决方案供应商的通知[EB/OL].(2024-05-21). http://gxt. shandong.gov. cn/art / 2024/5/21/art. 15201_10342948. html.

[4] 胡晓珊,熊鹤雯.“智能制造”助力磷复肥产业突围[J].农村·农业·农民,2017(10):42.
HUXS, XIONG H W. “Intelligent Manufacturing” Helps the Breakthrough of Phosphate Compound Fertilizer Industry [J]. Rural, Agriculture, Farmers, 2017(10):42.

[5] 曾艳,叶校瑛,王康,等.一种智能化的无人值守计量系统设计[J].工业技术与职业教育,2024,22(5):1-5.
ZENG Y N, YE X Y, WANG K, et al. Design of an Intelligent Unattended Metering System [J]. Industrial Technology and Vocational Education, 2024, 22(5):1-5.

[6] 庄俊杰.基于LIMS系统的石化企业化验室信息管理系统[J].化工设计通讯,2023,49(2):18-20.
ZHUANG J J. Petrochemical Enterprise Laboratory Information Management System Based on LIMS System [J]. Chemical Design Communication, 2023, 49(2):18-20.

[7] 杨硕.打击假货捍卫品牌中农控股化肥追溯系统正式上线[J].中国农资,2018(28):13.
YANG S. China Agricultural Holdings Fertilizer Traceability System Officially Launched to Combat Counterfeits and Defend Brands[J]. China Agricultural Materials, 2018(28):13.

[8] 黄家怿,谢秋波,孟祥宝,等.农产品质量安全在线监控系统设计与实现[J].南方农业学报,2014,45(9):1708-1712.
HUANG J Y, XIE Q B, MENG X B, et al. Design and Implementation of Online Monitoring System for Agricultural Product Quality and Safety [J]. Southern Agricultural Journal, 2014, 45(9):1708-1712.

[9] 韩永奇.关于“十四五”加快推进我国化肥行业智能制造的思考[J].化肥设计,2022,60(1):13-17.
HAN Y Q. Thoughts on Accelerating the Intelligent Manufacturing of China’s Fertilizer Industry during the “14th Five-Year Plan” Period[J]. Fertilizer Design, 2022, 60(1):13-17.

（上接第112页）

[31] 董俊霞,魏成熙,王晓峰,等.甲壳素有机肥对烤烟根际土壤微生物数量的影响[J].贵州农业科学,2010,38(2):109-111.
DONG J X, WEI C X, WANG X F, et al. Effect of Chitin Organic Fertilizer on Rhizospere Soil Microbe Quantity of Flue-cured Tobacco[J]. Guizhou Agricultural Sciences, 2010, 38(2):109-111.

[32] 彭润润,李举旭,郑好,等.增施不同促根剂对皖南烤烟生长和品质的影响[J].西北农林科技大学学报(自然科学版),2022,50(5):48-57.
PENG R R, LI J X, ZHANG H, et al. Effects of different root-promoting practices on growth and quality of flue-cured tobacco in southern Anhui [J]. Journal of Northwest A & F University(Natural Science Edition), 2022, 50(5):48-57.

[33] 郑丽,樊剑波,何园球,等.不同供磷水平对旱作条件下水稻生长、根系形态和养分吸收的影响[J].土壤,2015,47(4):664-669.
ZHENG L, FAN J B, HE Y Q, et al. Effects of Phosphorus on Growth, Root Morphology, Phosphorus Uptake and Utilization Efficiency of Rice Seedlings[J]. Soils, 2015, 47(4):664-669.