

河南省细分行业数字化转型指南

河南省工业和信息化厅

2021 年 11 月

前 言

当前，新一轮科技革命和产业变革席卷全球，5G、工业互联网、云计算、大数据、人工智能等新一代信息技术正在引领制造业全产业链系统性变革，数字化、网络化、智能化已成为制造业发展的主要方向。制造业涵盖范围广、产业链条长、产品种类多，不同行业间受行业特点、发展水平、开放程度、竞争环境等因素影响，实施数字化转型的需求和重点具有较大差异，必须分类指导、因企制宜。

2021 年以来，河南省委工作会议、省第十一次党代会强调，要实施数字化转型战略，准确把握产业数字化、数字产业化的内涵和外延，分行业制定制造业数字化转型路线图，全方位打造数字强省。为贯彻落实省委省政府决策部署，在河南省工业和信息化厅组织指导下，河南省智能制造推进联盟牵头，联合省内外制造业龙头企业、智能制造系统解决方案供应商和行业组织，聚焦高耗能行业能效管理领域和水泥、钢铁等 13 个细分行业制定了数字化转型建设指南。

希望指南能够为广大工业企业实施数字化转型提供参考和借鉴，助力企业打造信息化环境下竞争新优势，加快推进制造业质量变革、效率变革、动力变革，为建设先进制造业强省、数字强省贡献智慧和力量。

组织单位

河南省工业和信息化厅

编写单位（排名不分先后）

河南省智能制造推进联盟

国机工业互联网研究院（河南）有限公司

机械工业第六设计研究院有限公司

华为云计算技术有限公司

杭州和利时自动化有限公司

浙江中控技术股份有限公司

上海优也信息科技有限公司

河南省建筑材料工业协会

河南省有色金属行业协会

河南省钢铁工业协会

河南省石油和化学工业协会

河南省装备制造业协会

河南省纺织行业协会

河南省服装行业协会

河南省食品工业协会

河南省医药行业协会

安阳钢铁集团有限责任公司

天瑞集团水泥有限公司

格力电器（郑州）有限公司

中钢集团洛阳耐火材料研究院

中色科技股份有限公司

河南心连心化学工业集团有限公司

南阳纺织集团有限公司

洛阳 LYC 轴承有限公司

河南开祥精细化工有限公司

河南天方药业股份有限公司

好想你健康食品股份有限公司

郑州太古可口可乐饮料有限公司

河南阿尔本制衣有限公司

目 录

河南省高耗能行业能效管理数字化建设指南	1
河南省钢铁行业数字化转型建设指南	9
河南省水泥行业数字化转型建设指南	21
河南省耐火材料行业数字化转型建设指南	31
河南省煤/盐化工行业数字化转型建设指南	39
河南省精细化工行业数字化转型建设指南	51
河南省铝制品加工行业数字化转型建设指南	61
河南省棉纺行业数字化转型建设指南	72
河南省服装行业数字化转型建设指南	80
河南省机械零部件行业数字化转型建设指南	90
河南省食品行业数字化转型建设指南	99
河南省饮料行业数字化转型建设指南	109
河南省电子电器行业数字化转型建设指南	119
河南省生物医药行业数字化转型建设指南	131

河南省高耗能行业能效管理数字化建设指南

一、行业发展现状

河南省是全国碳排放大省，重化工业占比较高，且高度依赖煤炭的能源消费模式导致碳排放量居高不下，要实现碳达峰碳中和目标，能源结构优化压力较大。河南省高耗能行业主要包括煤炭、化工、钢铁、有色、建材、电力等，这类高耗能企业在能效管理上存在的痛点为：（1）生产管理仍然存在“生产计划靠人脑、物料追溯靠翻找、生产实况靠询问、生产报表靠手控、生产决策靠经验”的传统方式。（2）部分企业信息化架构采用传统的垂直架构设计，各系统之间、产线上下游之间、跨领域各类生产设备与能介设备信息系统之间，还存在很多信息孤岛，导致制造资源数据难以实现集成和共享，影响了进一步的协同应用。（3）各能源介质从产生、运输、储存到使用端均可能存在漏损现象，而企业内部各种能源介质的管路复杂、生产和用户繁多、传输距离遥远，缺少数字化、网络化和智能化技术的支撑，无法实现各工序的实时协同以及资源的最优组合。

二、行业建设方案

工业互联网作为新一代信息技术与工业深度融合的产物，是推动高耗能企业转型发展的重要支撑，尤其在智慧能源管理方面意义重大。运用工业互联网、大数据、数字孪生、

人工智能等技术，打造工业互联网平台及能效智能应用，全面实现智慧化节能减碳。

（一）总体方案

以降碳提效为目标，采用云计算、大数据、工业互联网等信息技术，从基础层、资源层、平台层、应用层提出高耗能行业能效管理的参考架构。

接入层：考虑能效资源智能优化的需求，结合实际增设智能仪表和传感器，加强数据采集和计量管理系统建设，采集能源计量数据以及相关生产设备的 DCS 数据，实现能源计量集中管理，构建能源管理数字化转型的数据基础。

基础层：搭建私有云或混合云，实现网络、计算、存储资源的池化管理，为平台用户提供弹性、经济、安全、可靠、高效的基础设施服务。

平台层：建设各种类型数据库，通过生产和能源数据结构化管理，实现能介发生、能介存储、能介使用、能介管网、用能设备、调度策略等全生命周期的模型搭建和数字孪生，构建工业数据操作系统。

应用层：采用精益能效管理理念，建设能效管理的各类应用系统，包括基础的能效可视化、报表管理和能效分析，更精细化的能效网格管理、能效基准管理，以及智能化的能效管理优化和智能调度，实现能效管理的数字化、网络化、智能化升级。

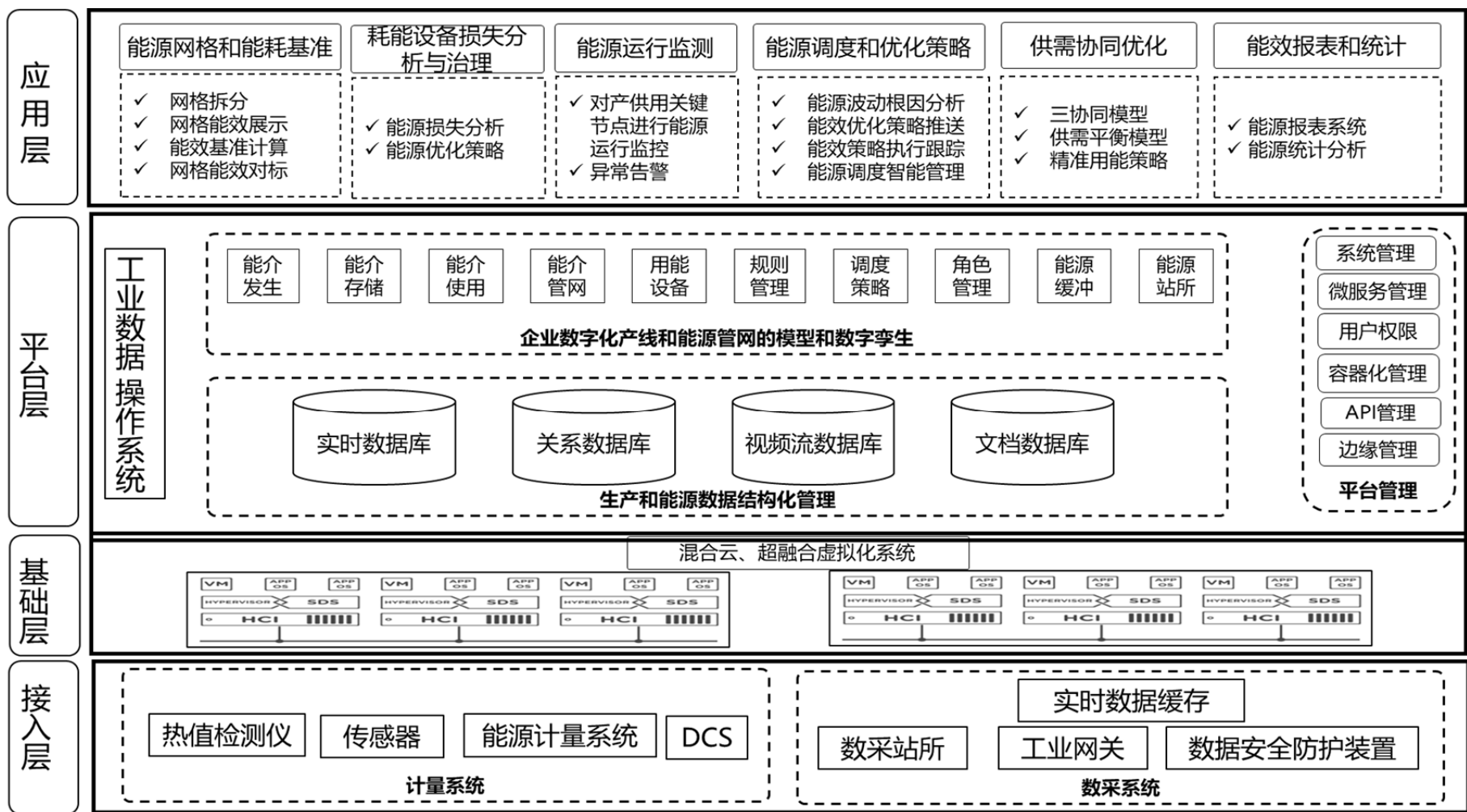


图1 高耗能行业能效管理参考架构

(二) 建设内容

1、接入层设施的数字化建设与改造

(1) 能源计量体系建设

梳理已有能源计量数据情况，增设一系列智能仪表、智能阀门，实现各主要能源介质的压力、流量等参数计量，对关键用能工序增加三级计量。加快部署传感器，建设网关、工业网闸等数采网络以及数据传输网络。对现有工序 PLC 和 DCS 数据进行梳理，采集相关数据存入实时数据库，实现能源数据的完备性。

(2) 数据采集体系建设

建设覆盖生产设备、能源设备的数据采集系统，采集传感、测量、检测、控制等信息，与现有生产计划系统、生产执行系统及其他信息系统集成对接，实现能源流、物质流、信息流等多维度数据的整合匹配，为能源大数据中心提供支撑。

2、基础层和平台层建设

(1) 基础层云资源池建设

构建支持工业企业的资源泛在连接、弹性供给、高效配置的云平台基础设施，实现行业生产线主体设备、主要信息系统的数据采集、解析和边缘数据处理功能，为平台提供数据来源。搭建混合云，实现网络、计算、存储资源的池化管理，为平台用户提供弹性、经济、安全、可靠、高效的基础

设施服务。

（2）平台层搭建

构建可扩展的开放式工业数据操作系统，提供应用开发、运行和维护环境。

1) 提供统一模型平台

提供大数据、机器学习与人工智能等规范化的算法模型 SDK，支持机理模型与大数据模型建模，对规律明确的现象建立机理模型，对过程复杂缺乏有效解释的现象应用平台 SDK 算法建立大数据模型，提高建模效率和质量。

2) 灵活配置数字孪生体

创建统一的数字空间，灵活定义、配置和组合数字孪生体，快速构建工序、产线、车间、工厂等复杂系统。

3) 多云适配和流式计算

多云适配和可边可云的灵活部署能力，保障系统和数据的安全性和可控性，确保低时延高流量的计算需求。运用流式计算对数据即来即算，实时动态响应物理实体。

3、能效管理应用系统建设

（1）能源网格管理和能效基准管理

按照服务区域、服务对象产能对能耗指标进行分解，如轧钢工序的单位电耗、单位煤气消耗、单位蒸汽消耗等。按网格查看能源基准数据以及与实际生产状态的对比情况，包括影响能源消耗的相关实时数据，能源基准模型的运行过程

等，并对能效进行实时评价。

（2）主要耗能设备损失分析与治理

建议对主要耗能设备运用大数据、机理模型，构建能源损失分析与优化模型。通过该模型，对能源损失开展实时分析与优化，对于不需要人工干预的直接进行优化，对于需要人工干预的及时推送优化策略，确保耗能设备的能源利用效率保持在高水平状态。

（3）能源运行监控

对能效运行进行集中监视和实时管理，建设统一监控的能源实绩看板、能源成本看板和能源对标看板，实现基于工厂、工序、班组等多维度的查询和实时展示。同时，对能源介质的发生-存储-使用（工艺用气/加工转换）-余能回收等环节的运行参数进行全面实时监控和信息展示，构建异常判定模型，预测可能出现的供需平衡异常。

（4）能源智能调度和优化策略

构建能源预测模型，预测一定周期内的能源消耗情况，对耗能和产能调度提供优化策略和优化方案，提前调整生产状况。构建工况预测模型并开展未来趋势分析，在调度机制和运行规则模型化的基础上，通过基于角色的调度指令，统筹、协调、组织产/存/用相关用户，实现能源供需平衡的调节，跟踪调度指令执行情况。

（5）供需协同优化

构建能源供应模型，确定能源供应品质。构建能源输送损失评估模型，核算能源输送损失量以及可改善量。构建能耗设备全工艺数据分析模型，确定合理的能源使用品质与用量。通过供应、输送、使用“三模型协同”，实现能源的供需协同优化下的精准用能。

（6）能效报表和统计分析

定制化生成能源日报表、能源调度报表等多种能源运行报表，并提供关键能源指标的统计和分析功能。

三、行业发展展望

（一）全面建设能效智能管理系统。通过动态监测主要耗能设备相关运行数据、产供用各环节工况参数，进行数据深度挖掘以及运营最佳实践经验构建机理模型、大数据模型，实现能源全流程精准管理，有效提升企业能源管控水平。

（二）增强生产工艺与控制技术创新能力。利用 APC 先进过程控制系统进行生产过程控制优化。利用工业大数据分析技术，开展约束条件下的数据驱动建模，优化工艺参数，提高企业智能化控制水平，实现技术节能降耗。

（三）提升能源循环的合理分级利用能力。构建多能源介质一体化能量系统，对不同品质的能量进行梯级利用，全面提升企业能源利用效率。

（四）提升高耗能企业的产品质量。充分利用工业物联

网、智能建模等技术实现基于工业大数据的产品质量分析、追溯和预测，全面提升产品质量，有效降低单位产品能耗。

河南省钢铁行业数字化转型建设指南

一、行业发展现状

钢铁行业是国民经济的重要基础产业，是地区经济水平和综合实力的重要标志。钢铁发展直接影响着与其相关的工业及建筑、机械、汽车、家电等行业。在“双循环”发展格局下，高质量发展内涵更加丰富、导向更加鲜明，利用信息技术推动数字化转型，是提升钢铁行业竞争力的重要方向。

钢铁行业普遍存在的痛点为：（1）设备管理低效，炼铁高炉等设备数字化水平普遍较低，主要采取事后维护或定期维护，容易造成产线停滞和生产安全等重大问题。（2）环保管理粗放，企业采集、监测的炼铁产线设备能耗和排污情况，难以精准确定重点问题环节，在国家大力治理环境污染背景下，面临环保成本急剧上升的压力。（3）工艺知识高度隐性，钢铁行业生产环节众多，工艺复杂，冶炼工艺、冶炼配方等决策只能依靠隐性生产经验，容易造成工人操作水平参差不齐和产品质量波动，对生产效率具有重要影响。（4）设备互联水平低，钢铁企业内部、上下游企业之间设备信息孤岛问题严重，互联互通水平较差，造成上下游企业间的信息盲区，钢铁企业很难作出科学高效的采销决策。

二、行业解决方案

（一）总体方案

钢铁行业数字化转型参考架构，如图 1 所示。参考架构围绕基础自动化、工厂数据库、产销一体化系统、能源管控系统、设备信息化系统、采购供应链系统、智能决策等系统，全面覆盖企业各层业务，结合数据标准化平台、5G 与光纤融合应用企业高速网络，全面推进钢铁企业数字化转型。

智能设备：聚焦炼铁、炼钢等关键生产环节，通过对基础自动化系统、产线二级模型系统（高炉智能控制、轧机自动控制、LF 炉控制等）进行智能化改造，结合大型在线检测仪表，推广应用加保护渣、焊牌、喷号等工业机器人，提高生产装备的智能化水平。

数字化生产：以“集中一贯管理”作为管理理念，构建产销一体系统，确保从市场、客户到计划、技术、生产、采购、质量、销售各业务环节信息畅通。结合炼铁 MES、炼钢 MES、轧钢 MES 等系统，实现从销售订单接收、销产转换、生产、交货到结案的销产一贯管理，对生产合同的整个生命周期进行实时动态跟踪，实现全局一体化管理、敏捷制造、产品质量控制。建设设备状态在线监测系统，实现运行状态监测和故障诊断；应用能源管控系统，动态监控能源流，进行智能优化，最终减少能源消耗。

运营管理：依托信息系统的互联互通，集中应用，横向

打通钢铁企业间应用联合，纵向联通上下游供应销售链条用户，提高信息的响应速度及契合度，实现信息的互融共享和业务协同，形成高效产业供应链；塑造数字营销网络，探索用户需求的实时感知、分析和预测，实现从订单到交付全流程的按需、精准服务，提升产品全生命周期响应能力，探索平台化、集成化、场景化增值服务，建设敏捷响应的用户服务体系，形成高效产品营销链。

智能决策：应用云计算、大数据技术，借助商业智能平台，为客户分析、市场研究、销售支持、财务分析和战略规划等企业管理决策活动提供支撑。应用 5G、人工智能、云计算、数字孪生技术，构建基于大数据的生产管控、能源管控、环保管控、全流程质量管控等分析系统，构建企业决策平台，为企业生产、运营提供科学的数据决策支持。

（二）建设内容

1、基础设施的数字化建设与改造

结合钢铁企业炼铁、炼钢、轧钢生产特点，通过测量仪表、智能执行机构、单体设备自动化系统、生产过程控制系统等对现有生产设备进行数字化改造，应用在线测宽、测厚、表面检测等大型检验设备，完善专网专用工业网络，结合 5G 网络，优势互补、有效融合，深化工业控制系统信息安全建设，通过生产设备（装置）的改造提升和互联互通推动生产线整体数字化升级，实现产品的高效稳定生产和安全环保管理。



图 1 钢铁行业数字化转型参考架构

（1）标准体系

依据国家相关标准体系建设指南，围绕互联互通和多维度协同等，开展基础共性标准、关键技术标准、行业应用标准研究与制定，建立统一的机构代码、规范规则、接口标准、代码体系等标准体系。

（2）基础自动化

聚焦炼铁、炼钢等关键生产环节，通过对基础自动化系统进行智能化改造，统一数据接口及采集标准，满足企业级数据采集需求，完善产线二级模型系统，应用诸如高炉专家系统，烧结、焦化智能配料系统，铁前一体化配料系统，智能炼钢系统等，提高生产装备的智能化水平。

（3）网络与安全

加强网络基础设施建设规划与布局，加快企业光纤网、移动通信网和无线局域网的部署和建设，实现信息网络宽带升级，提高宽带接入能力，提升工业网络，布设双回路环形网络，实现专网专用；结合 5G 技术，建设符合需求的 5G 专网，复用或租用运营商公网 5G 设备资源，降低 5G 使用成本，满足特殊区域生产岗位和生产设备网络需求。

建设工控网络安全和准入体系，在各个层级之间增加硬件防火墙，统一部署杀毒软件，构建工业数据和工控系统安全责任体系。加强态势感知、测试评估、预警处置等工业大数据安全能力建设，实现闭环管理，全面保障数据安全。

专栏 1：5G 应用场景

生产监控：利用 5G 进行煤气报警仪等无线网络数据采集；无人值守配电室远程在线测温；基于 5G 网络的对讲系统；基于 5G 网络的移动终端点检。

运维辅助：5G+AR 远程指导、5G+数字化运维项目，充分利用公司生产工艺、运行维护专家资源，远程诊断生产运行情况。

2、信息系统综合集成

针对信息化系统数据分散、“信息孤岛”，企业订单、生产、销售、运输、服务各环节无法形成信息闭环现状，聚焦感知、控制、决策、执行等核心关键环节，覆盖“计划、质量、能源、设备、物流、成本”等核心业务流程，通过数据标准化系统、产销一体化系统、质量全过程管控系统、数据平台等实现信息互联互通，推动系统全面集成，实现业务全面数字化。

(1) 数据标准化系统

数据标准化系统贯穿于数字化整个过程，为数字化工作提供统一且标准的基础数据，实现信息数据“资源共享”模式，发布基础数据的数据标准、与各应用的接口标准，形成组织机构及人员，质量，工艺，物料，生产，控制层面等代码的基础信息的标准数据库。为企业各系统提供标准数据，实现各业务子系统集成时用到的技术的规范、接口规范、数据的统一。

（2）数据平台

利用工业互联网等先进技术，构建覆盖工业数据集成、存储、治理、建模等功能的数据平台，实现数据的预处理、数据空间建设、数据安全建设、数据存储、集中管理等；通过标准化的工业应用微服务接口，作为统一平台实现与第三方系统的数据交互与集成，为企业全流程质量、设备、能源、环保等应用系统提供数据支撑，保证系统业务流程的一贯制。

（3）产销一体化系统

以市场为导向、满足客户需求为目标，贯彻集中一贯管理理念，实现合同、计划、质量、物料的一贯管理，确保从市场、客户到计划、技术、生产、采购、质量、销售各业务环节信息畅通，实现从客户需求到产品制造全流程的智能管理，全供应链产销协同和信息透明。

（4）质量全过程管控系统

将产品分散于各制造单元不同系统中的信息统一集中到数据平台中，实现上下游工序信息贯通，以产品质量为中心，收集、整合系统的各类数据，实现信息共享。通过数据挖掘算法和数理分析，获取海量数据中蕴含的知识模型和工艺规律。将知识以及规律运用可视化手段展示，帮助企业管理者和流程操作人员实时获取当前状态数据，以及同历史数据比较的全维度差异性，及时获得改进方向和预测性决策依据。

专栏 2：生产工艺优化

生产工艺优化：基于高炉状态、物料、产出等经验数据优化炼铁工艺模型，依托炼铁高炉实时数据，动态优化原料配比、装料制度等生产决策，优化生产工艺方案。

生产过程管控：采集炼铁过程中的物料检化验数据、操作工艺数据、运行状态等数据，结合过程管控模型，实时优化生产过程，自主决策并控制高炉运行参数。

产品质量管控：利用机器视觉等技术，结合质量检测、质量管理等模型，对采集到的产品全过程质量数据进行深入分析，实现全流程产品质量跟踪及自动控制。

3、智能场景应用

针对关键工序数字化、智能化改造需求，推广应用数字化技术、系统集成技术、智能制造装备，提高制造、工艺、管理水平，开展智能制造技术应用。

（1）5G 应用

运用 5G 网络支撑生产设备、信息采集设备、生产管理系统等生产要素广泛互联。在数据采集、远程测温、智慧巡检、废钢判定等方面深化应用，加快 5G 应用探索和项目落地。

（2）工业机器人

结合机器人等智能装备的软件可定义能力、智能自学习、协同工作等特长，将工业机器人嵌入到钢铁制造流程中，采用工业机器人代替人，衔接上下游岗位功能，实现生产过程

的精准稳定以及智能化，提高劳动生产率。

专栏 3：工业机器人重点应用场景

生产相关：投料机器人、砌炉拆炉机器人、焊接机器人、图像自动识别机器人、连铸加渣机器人、捞渣机器人、自动喷号贴标签机器人、中间罐作业机器人，拆辊机器人、拆捆机器人、自动泥炮机等专用机器人。

实验室：全自动分析中心机器人，配合风动送样系统、自动分析仪器，实现样盒自动拿取、开盖，样品传送、制备、表面识别、分析、归档。

巡检维护：电气控制室、电缆沟、皮带廊等使自动巡检机器人。

(3) 设备状态监测系统

根据现场振动频谱与故障库相结合，对设备参数实时在线监测，对重要设备、关键设备的运行状态连续、实时监控，对数据异常进行报警，并系统分析；与工艺相结合，准确预判设备故障点，为设备检修提供依据。将关键设备的精度检测、重要设备探伤、设备的防腐蚀、水质油样监测纳入管理范围。根据综合点检结果和设备运行状态，采取相应的维修策略，做好设备预防维修，实现预防性维修闭环管理。

专栏 4：高炉故障诊断应用场景

设备状态监测：实时采集高炉设备工作温度、应力分布和工作环境等状态数据，并做可视化处理，增强设备状态监测的实时性和可靠性。

设备故障预警：综合利用采集的高炉设备状态数据，结合炼铁高炉故障诊断模型，对设备故障进行分析和预警，避免发生高炉烧穿、高炉爆炸等生产事故。

炼铁设备维护仿真：精准确定设备故障位置和重要性，在赛博空间中仿真模拟维护方案，提高设备维护效率。

4、集中管控智能决策

（1）集中管控中心

建造集于生产集中监控中心、能源调度中心、安全环保监控中心为一体的管控中心。对整个企业的生产、安全、环保、能源进行集中监视、调度、集中决策，同时布置一个展示大厅用以企业全流程生产标识、展示生产工艺。

建设分厂集控中心，诸如配电系统、循环水系统、压空系统等，把分布各区域设备的 PLC，DCS 等系统控制融合集中，通过网络设计、系统升级，重新组态等技术，把操作画面整合，实现集中管控、集中操作，实现“机-机”跨系统平台的闭环控制，优化了供需匹配，从而大幅度提高企业对资源的管控效率。

（2）智能能源管控

实时监测能耗和排污情况，提高环保管理的精准性和科学性，实现清洁低碳的绿色化生产。采集高炉等炼铁产线设备能源消耗类型、速度、时间等数据，基于高炉能效优化模型，精准优化设备能源供给，降低能耗成本。动态采集炼铁

高炉排放的废水、废气的总量、成分、时间等数据，结合各环节化学反应模型，深入分析问题环节，综合确定工艺优化和设备升级方案，减少对生态环境的污染和破坏。

（3）智能决策

有效整合相关系统数据，在高质量数据和先进管理思想的基础上，构建统一的统计、分析、预测平台，帮助各级管理人员进行业务分析和决策，主要包括对生产运行、经营活动等方面的分析；提供准确的市场分析及预测，制定合理的营销及销售计划；提供准确的成本和效益分析，支持管理决策；建立企业绩效指标体系，实现管理驾驶舱及商务智能等。

专栏 5：产线协同管控应用场景

产业链物料流通协同：采集炼铁高炉原材料消耗和铁水产出数据，结合智能排产模型自动生成生产计划，实现企业物料动态平衡。

社会范围生产能力协同：基于炼铁高炉上云推动全产业链高炉运行数据集成共享，结合产订单共享、产能平衡等机理模型，动态匹配产品性能要求和钢厂的生产工艺水平，提高炼铁高炉设备利用率。

三、行业发展展望

（一）建设全流程工艺仿真平台。通过生产装备的数字孪生设计，配合数字研发技术，将研发设计和工艺设计模型进行集成，基于整体、分解模型对材料的成分、组织结构、性能进行设计，优化炼钢各工序的生产衔接匹配，实现产品

研发及工艺仿真的数字化。

（二）建设全流程管理监督系统。以企业大宗物资的收、发、存为主线，以物流、仓储为业务核心环节，对所有进出厂物资的合同、物流、质检、计量、验收、物资领用、消耗、设备上线、产品出厂等全过程进行业务流程监控、追溯。对关键环节和重要信息进行全面稽核，做到全流程管理监督，堵塞管理漏洞，利用大数据平台，实现数据汇总、展示，推进管理优化，提高企业运营效率。

（三）建设“数据中台”“业务中台”。加快形成企业级数字技术赋能平台，开展数据分析应用，为业务数字化创新提供高效数据及一体化服务支撑，支撑企业经营决策。

河南省水泥行业数字化转型建设指南

一、行业发展现状

水泥行业是经济建设中最为基础材料产业，在国民经济中具有举足轻重的地位。近年来，我省水泥行业通过技术改造和淘汰落后产能等方式节能减排，少数企业能耗已达到国际先进水平，但是总体而言，仍然存在能耗高、污染大的问题。

水泥行业普遍存在的痛点为：（1）过去二十年高速发展过程中，受到产能快速扩张、资金流转、市场环境、企业生存等因素限制，部分企业大幅缩减自动化、信息化投入，依靠人力及经验解决生产问题，管理较为粗放。（2）水泥企业与数字化服务商，在产品价值、投资价值等认识上长期存在差异，在水泥行业整体低潮期部分数字化服务商退出市场，导致供需双方无法建立长期稳定的合作关系。（3）水泥行业工艺及装备仍然处于学习改进阶段，工艺机理模型与生产自动化未能有效结合，行业装备服务商智能化水平不高，为水泥行业数字化转型带来巨大挑战。

二、行业建设方案

（一）总体方案

以安全生产、低碳环保、降本增效、提升质量为目标，围绕智能设备、智能控制、智能生产、智能经营、智能决策五个建设层次，提出水泥行业数字化转型参考架构，见图 1。

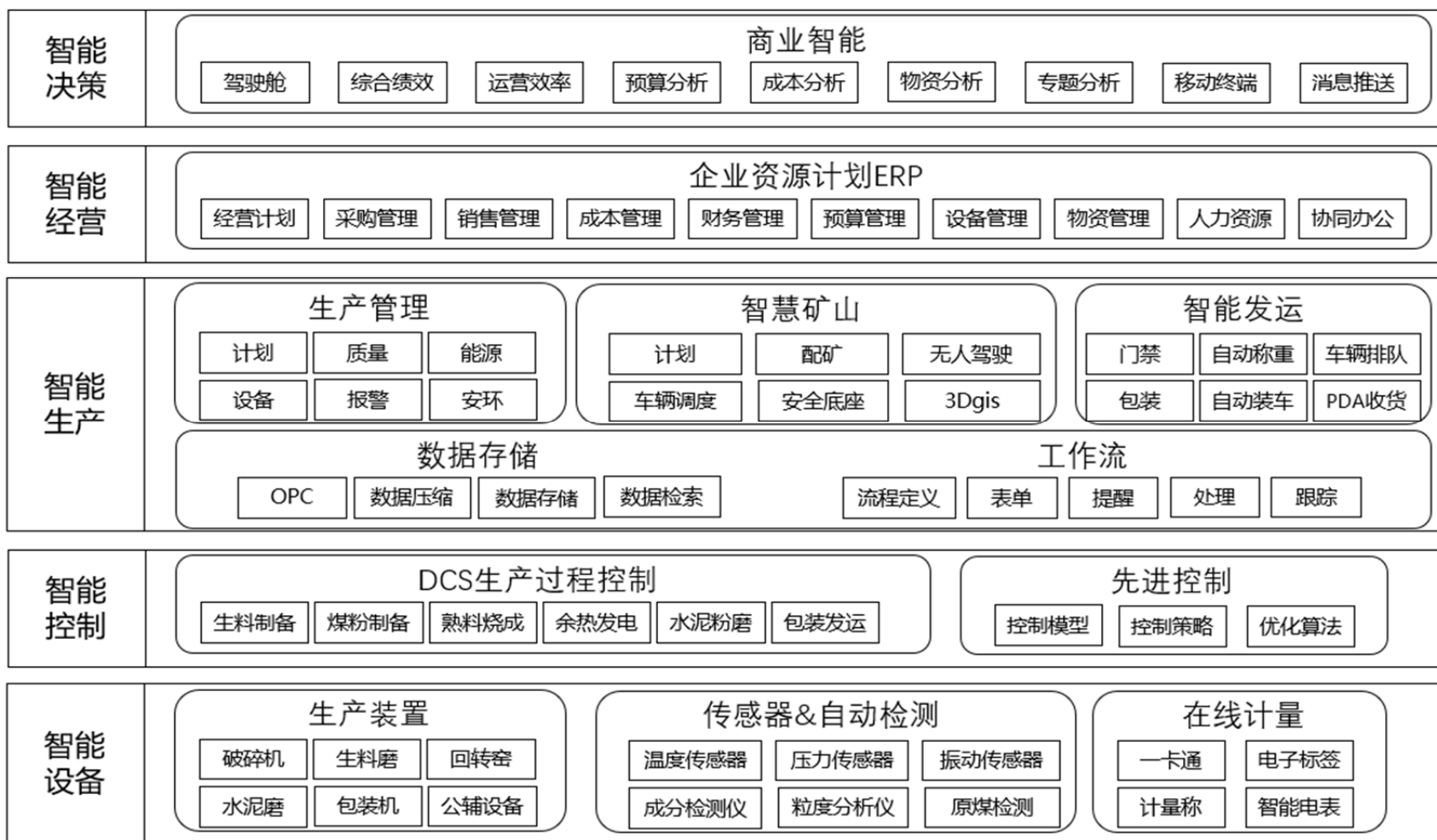


图 1 水泥行业数字化转型参考架构

智能决策层：通过大数据技术为企业生产、运营提供科学的数据决策支持。同时为采购、销售、财务、运筹和战略规划等企业管理决策活动提供支持。

智能经营层：实现企业的经营计划、销售管理、采购管理、成本管理、物资管理、财务管理、预算管理、设备管理、人力资源等业务数据与智能工厂平台相关业务的数据统一、标准一致、互联互通，打通彼此之间的业务流程。

智能生产层：支撑企业生产运营和管理的核心应用，是企业信息化建设中承上启下的关键业务系统，实现生产全过程的一体化管理。

智能控制层：通过先进控制系统的建设，针对不同的装置提供先进的控制模型和算法，减轻操作员的劳动强度，保证系统长期“安全、稳定、连续、自动、优化”运行，实现“节能降耗、稳产增效”的目标。

智能设备层：考虑智能化的需求，建议企业安装具备数据采集功能的智能仪表和传感器，同时增加设备健康状态监测软硬件，推进水泥企业转型升级，提升企业生产效率和技术水平，降低能耗，实现制造过程的智能化和绿色化。

(二) 建设内容

1、基础设施的数字化建设与改造

(1) 智能感知

对已有配备单机控制系统的生产设备进行通讯扩展，结

合企业数据采集需求增设一系列智能仪表、智能阀门等设备，部署传感器、智能摄像头、网关等感知设备和传输网络，建成覆盖设备、工艺、质量、物流、能源、安全、环境等方面的智能感知系统。加快在线过程工艺分析仪器、在线质量分析仪器、AR 视觉辅助巡检与运维系统、在线设备振动分析、在线油质检测与自动润滑系统、高温热成像与测温机器视觉、机器视觉图像分析系统、3D 扫描与测绘系统、人员与物资定位系统等应用。

（2）网络与安全

统筹企业网络与信息安全建设，采用工业以太网、无线局域网、5G 等组网技术实现生产实时数据、多媒体信息和管理信息等传输交互，优先保障控制网安全隔离与通信畅通，网络冗余安全，实现办公区、重点作业区域网络全覆盖。

统一进行企业信息安全系统规划设计，规划科学的网络拓扑与层级架构，构建多重安全防护保障体系，涵盖物理环境安全、应用系统安全、硬件设备安全、网络安全、数据安全、应用安全、主机安全、网络通讯安全、人员安全行为规范及备份与恢复等。

2、面向协同运作的智能生产系统建设

（1）生产过程智能控制

先进过程控制（APC）。建设先进过程控制系统，结合机理建模等实现生产过程自动控制优化，包括两磨一烧、脱

硝系统、余热发电系统、衍生燃料（RDF）、富氧燃烧、碳捕集与封存（CCUS）等。

自动装车系统。通过自动插袋机、自动装车机有效结合，替代人工袋装装车，提高产品发运准确性。通过激光雷达或机器视觉辨识等定位技术结合应用，对接发运装置、发运系统、计量系统，实现散料发运无人值守全自动。

（2）制造运营管理

向下与设备及智能控制系统进行互联互通，向上对接ERP 等系统，实现生产活动贯穿于业财一体化，打造从运营决策到生产调度再到设备自动化执行三个层级的管理闭环，实现工厂生产智能化，降低运营成本，提高生产效率。

生产计划。企业基于工艺流程、生产能力、装置收率等情况，结合区域市场、运力约束、订单交期、工艺规范等信息，建立综合成本管控模型，根据市场订单动态信息，自动规划安排适应企业自身状况及资源利用效率最优的排产计划，平衡设备和工人生产负荷，提高资源利用率。

生产调度。基于生产过程的实时工艺信息和设备运行状态信息，应用计划执行、资源利用、产量与质量统计分析、平稳工况的优化调度、异常工况的动态调度、辅助生产调度决策等功能，实现“实时监控、平衡协调、动态调度、资源优化”，全面提升企业生产组织和调度水平。

设备管理。综合考虑设备设计、制造、采购、安装、运

行、维护、升级改造全过程信息，建设完备的设备状态数据库。结合各类设备在线监测传感器、智能 AR 巡检、自动执行设备、工业大数据、人工智能等技术以及行业设备专家平台，对关键核心设备实现设备故障征兆预警、远程运维、设备维护策略推优，提高设备运转率，减少故障和非正常停机时间，提高工艺设备资产利用率。

质量管理。建立全过程质量管理体系，覆盖化验的取样、化验过程及化验结果的全过程管理，实现检测项目管理、检测结果输入（原材料、中间品、产成品）、自动获取质量分析数据。同时结合生产、发运、财务、3D 智慧堆场完成业务协同，实现质量结算、质量批次、质量追溯等信息化流程，减少人工干预，提高产品质量控制可靠性。建设全自动化验室，减少人工工作量，并结合高频次检验数据，为先进过程控制（APC）系统提供有效数据支撑。

能源管理。建立能源管理系统，对能源数据进行集中监视和统一管控，并与生产数据实现互联互通，提供多方位、可视化的数据信息查询和决策支持服务。建立能源预测模型，预测周期内的能源消耗情况，对耗能和产能调度提供优化策略和优化方案，提前调整生产状况，实现经济化生产。利用智能化技术进行工艺能耗建模，例如最重要的热工烧成热耗、篦冷机热效率，通过能耗模型反馈生产工艺变动造成的影响，提供数据分析能力，实现对生产工艺过程的透明化感知，指

导生产指标制定，降低工艺能耗。

智能发运物流无人值守。建设原料采购、产成品销售及厂内物流、发运装备、智慧堆场上下游一体的智能化发运物流无人值守系统，包括手机 APP 下单、自助终端、智能门禁、磅房无人值守计量、智能排队、手持质检加密、放散发运、袋装发运、堆场智能化、集中调度、实时盘存、企业日物料平衡等功能。运用智能软硬件、物联网、大数据、3D 测绘、机器人、机器视觉、工业互联网等技术，实现发运物流系统与 ERP、计划与调度优化等系统深度协同。

安全环保管理。针对环保排放监测、风险源辨识与隐患管理、应急预案演练、人员定位、安全资质与培训、消防安全、职业健康等问题，建设综合管理平台规范厂区和生产现场的安全、健康、环境保护工作。将安全环保管理活动嵌入到管理流程及员工日常行为中，预防安全环保事故的发生。

人员管理。鼓励企业利用 WiFi、5G 等技术和智能穿戴设备、机器视觉与 AR 技术，对进入生产现场的人员进行全程跟踪管理。建立具有能够自动感知获取人员基础信息、人员位置、安全状态、周围环境、作业过程等信息，统计分析作业过程数据，实时掌握人员位置轨迹、人员岗位状态的人员管理系统。当人员越界、重点设备异常、重大危险源异常等情况发生时，自动弹出报警信息和相应的监控画面，同时将有关提醒信息推送到相关的岗位或者人员，实现在线监控、

智能分析、联动告警。将人员管理系统与先进过程控制系统等结合，实现无人值守状态下设备安全自动启停。

闭环事件管理。基于事件管理引擎、调度引擎、工作流引擎，实现多层次联动的闭环事件管理，分级推送手机端，提升管理效率，支持系统异常事件的快速响应。

3、智能管理系统建设

（1）企业资源计划

建立集生产、设备、物资、销售、质量、财务、成本、人资等为一体的企业资源计划系统，并与制造运营管理、智能发运、智慧矿山等系统集成，实现全流程、全业务、端到端的企业数字化管理，提升管理效率。

（2）供应链协同

建设供应链协同平台，整合供应链“寻源、产品、合同、采购、仓储物流、结算对账、发票支付”端到端的全方位流程，满足供应链各方业务需求，通过操作流程和信息系统紧密配合，实现各环节无缝链接，形成物流、信息流、单据流、商流和资金流五流合一。

（3）销售链协同

建设销售协同平台，包括产品销售、价格策略、营销促销、即时库存、物流收发、支付、信用等端到端的全方位流程，实现订单全流程闭环，支持经销商和销售终端日常运营。水泥企业与分支机构和经销商、销售终端之间实现业务单据

实时提交、掌控产品供应和库存状况，实现端到端的供销链管理及不同业务模块间的无缝集成。

（4）仓储协同

建设仓储协同平台，将企业的仓储运营数据统一上传至商业智能平台，对数据进行筛选、汇总、抽取、挖掘、分析形成物流与仓储大数据，提供透明化、实时化、可视化的仓库管理，实现企业和上下游全过程的协调、管理、协同、决策。对物资资产进行编码，建设智慧仓储，规范管理进出库及企业备配件计划，降低库存资金占用，重要的资产设备应采用定位技术进行安全管理。

（5）企业经营决策

建立企业经营管理驾驶舱，提供分厂级、产线级生产信息综合展示查询界面，帮助企业决策管理层实时了解企业生产、经营状况，进行相应的生产管理、经营决策。

三、行业发展展望

（一）构建水泥生产智能化控制系统。普及矿山石灰石自动配料提高尾矿资产利用率，普及生料自动配料为煅烧工艺稳定提供基础。伴随工艺机理模型明确，推进窑炉煅烧过程动态特性智能识别、关键产品质量参数智能预测、质量及能耗协同优化控制、生产计划智能决策综合成本优化、衍生燃料 RDF 智能控制、富氧燃烧智能控制、碳捕集及封存智能控制等技术，实现水泥生产全流程的高度自动化、智能化。

（二）推进物联网与大数据技术在水泥生产中的应用。建设设备远程诊断运维系统，通过对水泥企业的关键设备加装振动、温度、加速度传感器，实时采集、存储、分析、上传数据，实现实时监测和设备故障诊断预测，提升设备维护效率和工作效率，降低设备维修、维护成本，减少非计划停机给企业造成的重大损失。

（三）积极转变行业发展模式。采用融合工艺机理的信息化技术，推动生产、管理和营销模式从局部、粗放向全流程、精细化和绿色低碳发展方向变革，解决资源、能源与环境的约束问题，提高生产制造水平和效能。

河南省耐火材料行业数字化转型建设指南

一、行业发展现状

耐火材料是高温工业和所有高温装置赖以运行的重要基础材料、关键耗材，广泛应用于冶金、建材、有色金属、轻工等高温行业，技术进步对高温工业发展具有不可替代的关键作用。河南省耐火材料企业 1400 多家、超过 60% 的企业集中在郑州，产量全国领先，发展优势明显，但也面临着中小企业数量多、工艺装备落后、利润空间小等问题，加快耐火材料行业数字化转型迫在眉睫。

耐火材料行业普遍存在痛点为：（1）行业整体存在高能耗、高排放问题，企业成本和环保压力大。（2）设备互联互通程度低，未实现集中监控，企业无法及时应对工况异常变化，生产质量波动大，产品质量追溯难。（3）企业信息化建设滞后，不同信息系统间缺乏统一数据标准，无法实现数据、业务、应用集成，导致数据不共享，业务流程不畅通，“信息孤岛”现象严重。

二、行业解决方案

（一）总体方案

耐火材料行业数字化转型总体构架如图 1 所示。

接入层。通过智能传感装置实现设备的物联接入，负责采集和处理耐火材料工业中的人、机器设备和业务系统的实时数据，是耐火材料企业数字化转型的基础。

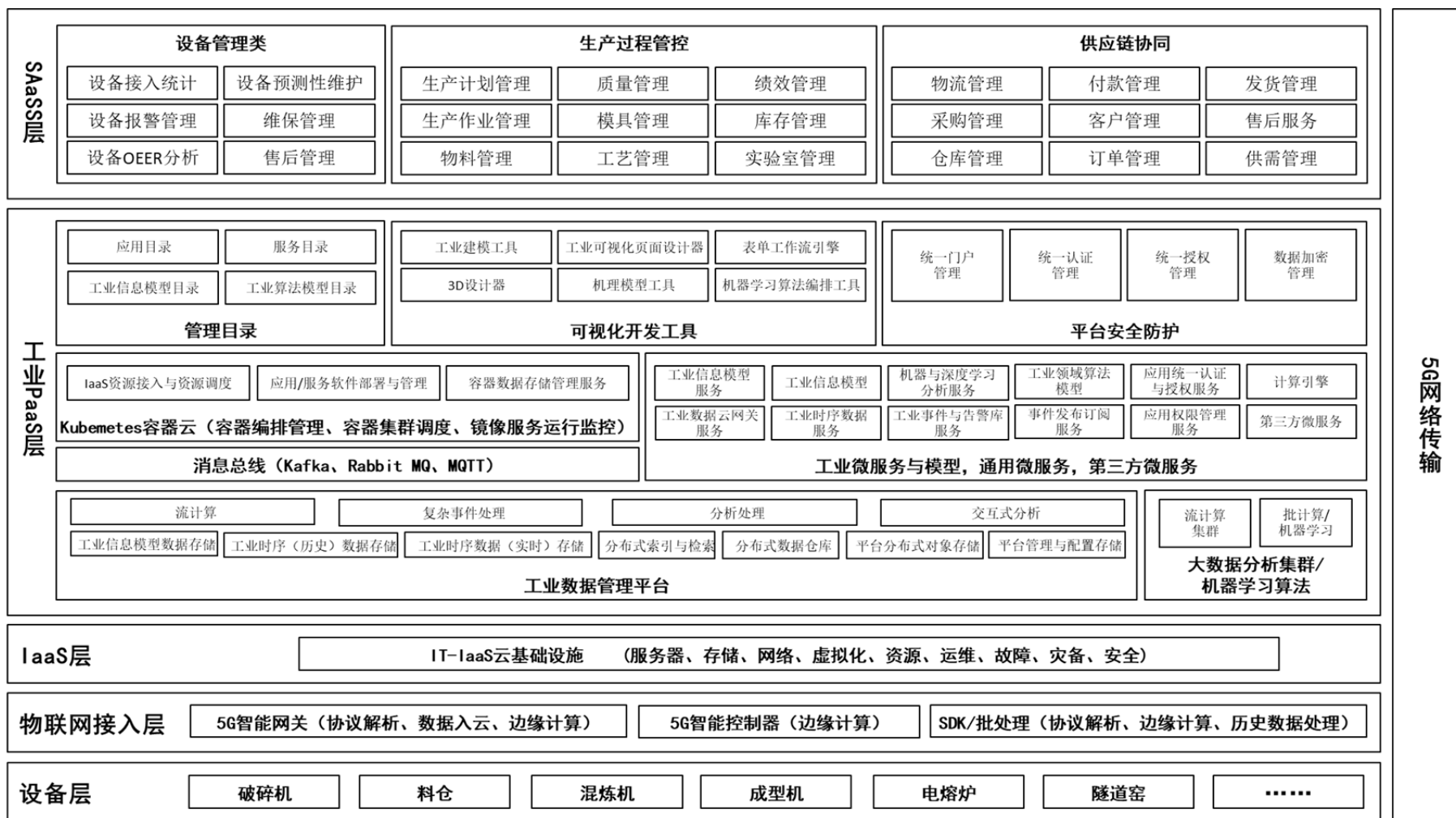


图1 耐火材料行业数字化转型参考架构

基础层。建设数据中心、基础架构硬件和软件资源，支持“弹性云”使用模式，主要包括服务器、操作系统、磁盘存储、数据库和信息资源等。

平台层。采用“模块化、微服务化、工具化”方式提供工业数据存储、处理的工具，以及工业 APP 创建、测试和部署的环境，支撑工业基础原理、关键基础材料、先进基础工艺、产业技术基础等行业知识的沉淀、传播、复用与价值创造。

应用层。提供设备管理、生产管理、供应链管理等领域工业 APP，企业按照特定场景、特定角色订阅使用，降低企业成本压力。支持生态开发者通过调用平台层的开发工具、机理模型、微服务组件，构建特定场景、角色的工业 APP 应用。

（二）建设内容

1、基础设施的数字化建设与改造

（1）物联与传感

面向破碎机、料仓、混炼机、螺杆成型机、液压成型机、隧道窑、梭式窑等各类专用生产设备，加装智能传感器等方式实现设备联网，综合应用工业以太网、工业总线等工业通信协议，以太网、光纤等通用协议，4G/5G、NB-IOT 等无线协议将工业现场设备接入到平台边缘层。协议转换方面，运用协议解析、中间件等技术兼容 ModBus、OPC、CAN、

Profibus 等各类工业通信协议和软件通信接口，实现数据格式转换和统一；HTTP、MQTT 等方式从边缘侧将采集到的数据传输到云端，实现数据的远程接入。

（2）智能装备

在耐火材料生产线上，广泛应用自动配料、自动混料、自动称重布料、自动成型、自动出砖、自动检测、自动取砖、自动码垛等智能装备，实现全过程无人化操作，提升产品质量和生产效率，降低企业生产成本。

1) 智能化配料、混料装备

针对流动性好的粉、粒料，根据物料特性分别配备螺旋输送机、电磁振动给料器、皮带给料机、旋转供料阀、溜管等，满足配料精度要求严格的耐火材料工艺流程。

2) 智能化成型系统

应用全自动压力机，自动完成压制过程中的布料、压制、脱模、夹砖以及喷油等工作，满足各种原料特性、外形结构尺寸的产品生产需求，解决传统压砖机制造砖坯时的缺棱、掉角、飞边、麻面、层裂和扭曲等产品缺陷，同时配置远程通讯装置，方便进行参数调整。

3) 智能化码垛装备

应用装卸和码垛自动化系统，根据产品特点采用机械夹砖装置、真空夹砖装置或旋转夹砖装置，将压制成型的产品从压机中一次性夹送出来并进行自动码垛，避免人工操作可

能的危险和损失。同时，配置可编程模块，用户能够根据产品型号对系统进行快速配置。

4) 智能化检测装备

应用电子眼，自动检测耐火砖有无裂纹、缺角、缺棱、层裂；应用光学仪器，检测耐火砖有无细小缺陷；应用超声扫描、激光电子仪器和重量传感器装置，测定每块耐火砖的密度、尺寸、扭曲、楔形度、耐压强度，以及变形模数等，自动剔除不合格的产品，有效保证产品质量。

(3) 数据采集与控制

部署数据采集及分析装置，满足不同现场设备的数据采集需求，实现生产过程、设备、资源监控的可操作和可视化。通过智能设备、机器人和生产线、用户全流程互联互通，实现人机、机机互联下的高品质、高效、柔性自动化生产。

(4) 网络通讯

针对耐火材料生产现场高温、易腐蚀、潮湿的恶劣环境，传统有线网络介质使用存在困难，发挥 5G 高带宽、高可靠、低时延、移动性的优势，通过网络切片、边缘计算等方式为企业提供灵活、安全的网络通讯保障，为企业数字化转型提供基础网络支撑。

2、智能化应用系统建设

(1) 计划调度与排产

生产计划管理：通过集成从 ERP 手动或自动获取生产计

划。生产计划调度：实现计划的整合、拆分、计划调整。计划排产与工单建立：对生产计划按照规则进行人工排产，生成能够进行现场执行的工单，并进行工单的下发操作。在排产过程，系统显示对应资源的使用情况。

（2）生产运行与管理

按照排产优先级显示班次生产日计划；支持在线查看工艺文件；支持手动、自动采集已完成成品、半成品的数量；支持原材料消耗记录。根据实际完成数量，生成生产进度日报表、半成品入窑日报表、装窑记录表、出窑入库日报表、生产计划及进程表等。

（3）质量管理与追溯

支持原料理化检验申请、产品理化检验申请、原料与产品理化检验标准配置、原料与产品理化检验与记录等，利用物料数据、设备数据、检测数据进行定型/不定型产品质量追溯与相关性分析。质量追溯结合条码自动识别、序列号管理、条码设备，收集产品在生产和物流作业环节的相关信息数据，跟踪产品生命周期过程，实现生产现场管理、质量管理、产品质量追溯等目标。

（4）资产设备管理

实现设备台账管理、设备基础信息管理、设备点检管理、点检项与方案维护、设备维修管理、设备履历管理，帮助管理员及时诊断故障分析原因，及时改善；记录设备故障、维

修过程，建立设备维修知识库，辅助设备预防性周期维护保养计划的制定与执行。

（5）远程诊断运维

对于成型机、隧道窑等重要设备，基于 5G 技术将设备基础运行数据实时采集到云平台上，专家据此对设备状态进行远程诊断，提高诊断效率。同时，结合 5G+AR 技术，提供设备可视化维护维修指导，根据故障诊断结论匹配情况，提供故障排故影像、现场视频接入等功能，为设备远程维修提供丰富、直观的排故、维修交互支持手段。

（6）库存管理

产品入库管理：通过扫码方式绑定生产订单号、储位号，进行快速入库。

产品出库管理：通过电子发货清单，获得发货名称、代码、储位、数量等信息，扫码过程系统与发货清单进行校验，防止错发、混发、落发等现象。

库存查询：通过产品名称、编码、库存数量、储位等信息查询产品库存情况。

（7）能源管理

采用智能测控终端、智能采集仪表，自动采集分散在企业各处的能源消耗点所消耗的电、水、气（汽）、热（冷）等各种能源的实时数据，通过工业通讯网络将数据传输至工业数据管理平台，实现用能在线监测与抄报。

能耗统计：按车间从班、日、月、季、年，以介质（水、电、压缩空气、燃气）管网管理的视角对能源数据进行统计显示，包括图形化的展示和报表展示。

能耗分析：利用数据分析技术对历史数据进行分析，并根据企业生产与设备运行安排，进行能源供需、能源实绩与计划的比较分析，提高企业能源管理效率。

三、行业发展展望

（一）新一代信息技术深度融合应用。推动企业资源计划、制造执行、产品生命周期管理等信息系统，以及智能装备的集成协同，消除信息孤岛现象。运用 5G、工业互联网、工业大数据等技术，针对不同的冶炼环境，实现耐火材料产品的个性化定制、智能化生产。

（二）产品全生命周期智能化追溯管理。在产品智能追溯方面取得突破，比如对于需要烧成、浸渍处理的产品，通过智能技术或装备实现对每块产品的追溯管理，能够快速追查详细生产记录，形成全生命周期追溯管理模式。

（三）智能环保技术和装备应用。对高能耗、高排放工段设备进行改造，结合工况分时分段将优化的工艺参数输出到设备，保障设备合理运转，减少电能和燃气浪费。对废气排放余温进行回收二次利用，实现耐火材料的低污染或零污染生产。

河南省煤/盐化工行业数字化转型建设指南

一、行业发展现状

煤化工、盐化工行业在国民经济中占有重要地位，是国家重要支柱产业，具有产业链条长、产品覆盖面广、设备资产密集等特点。近年来，围绕设备管理数字化、生产执行精益化、操作控制集中化、经营管理精细化及供应链协同化等方面，化工企业开展了广泛的数字化应用，试点示范带动作用明显，智慧园区建设进入加速期，转型发展取得阶段性成效。

煤化工、盐化工行业发展面临以下痛点：（1）在安全和环境方面，政府和社会对于安全生产、节能减排的关注度不断增加，对行业提出了更严格的要求；（2）在工艺技术方面，与国外仍有较大差距，主要依赖已知经验，知识的积累和传承缺乏相应工具。未来煤化工、盐化工行业的发展趋势是自动化、集成化、智能化、绿色化、安全化。

二、行业解决方案

（一）总体方案

煤化工、盐化工行业数字化转型参考架构，如图 1 所示。

智能感知层：加强具备数采功能的智能仪表应用，以及具有自我诊断功能的智能设备升级改造，同时为新增诊断设备及其配套设备预留位置，满足设备健康状态监测需求。

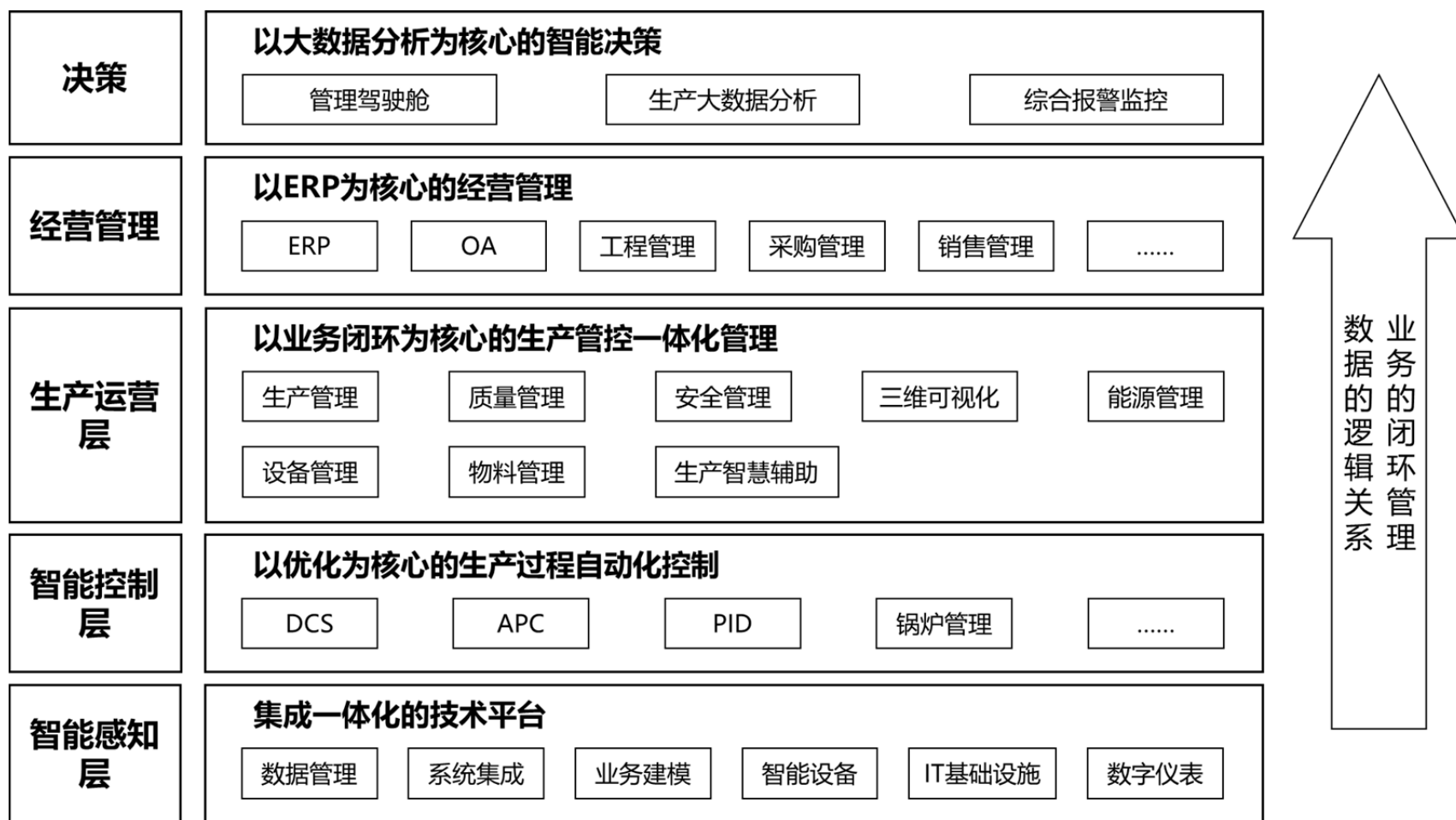


图 1 煤化工、盐化工行业数字化转型参考架构

智能控制层：加强 PID、DCS 等自动控制系统和先进过程控制系统建设应用，实现生产过程优化控制，保证系统长期安全、稳定、连续、自动、优化运行，实现节能降耗、稳产增效。

生产运营层：构建生产管理、质量管理、安全管理、能源管理、设备管理、物料管理以及三维可视化等企业生产运营和管理核心应用，强化生产管理与过程控制有效协同，实现企业生产、经营数据汇聚和以业务闭环为核心的生产管控一体化。

经营管理层：实现企业销售管理、采购管理、库存管理、财务管理、人力资源管理、档案管理、项目管理等业务综合集成，并实现与智能制造平台相关业务的数据统一、标准一致、互联互通。

智慧决策层：整合内外部信息资源，基于生产经营、市场和供应链大数据，研究建立绩效核算与分析模型，采用智能数据挖掘技术，形成经营分析预测和决策预案体系，支撑科学决策。

（二）建设内容

1、基础设施的数字化建设与改造

结合生产过程中的空分、气化、变换、净化、合成等生产工艺条件、工况特点，应用自动控制、智能感知等技术对现有反应器、气化炉、换热器、焦化设备、破碎磨粉设备、

空分与真空设备等生产设备及其他装置进行数字化改造或配置智能设备，通过数据互联互通推动产线的整体升级，实现高效、稳定、安全、环保、节能生产。

（1）智能感知

结合企业实际数据需求，增设和部署智能仪器仪表、智能传感器、智能摄像头、射频识别等感知终端，通过集成传感、远程识别、智能检测、5G 传输等信息技术，建设覆盖装备、工艺、质量、物流、能源、安全、环保等业务的智能感知系统，实现生产过程、产品质量、安全环境等全面实时感知。

专栏 1：智能感知应用场景

设备及工艺参数检测：对生产设备或辅助设施通过自动化改造、增设智能在线感知仪器仪表、智能阀门，对生产过程及设备工艺参数等进行在线检测和控制。

环境检测：应用智能传感器对生产车间、工厂、库房周边以及生产过程中的废水、VOCs、COD 排放等进行检测和控制，提升企业环境监测与保护水平。

安全检测：应用智能摄像头、人员定位等技术实现人员作业安全、设备运行安全等检测与管理，提升企业安全生产管理水平。

（2）智能装备

将现有仪器仪表、设备升级替换为智能仪表、智能设备，预留增加诊断设备及其配套设备的位置。生产现场重点建设内容包括智能仪表、智能巡检、智能机器人、智能仓储物流、

智能视频、质检自动化等，实现产线控制自动化、生产数据数字化、生产过程可视化、业务系统集成化，最终实现安全、智能、可控、绿色生产。

（3）网络建设

统筹规划企业内外网络建设，充分利用 5G 网络新特性，部署企业控制网、生产网、办公网、视频网等网络，采用工业以太网、无线通信等技术实现生产实时数据、多媒体信息和管理数据等的传输交互，优先保障控制网的通信畅通与数据安全，实现主要办公区、重点作业区域网络全覆盖。

专栏 2：5G 应用场景

移动设备互联互通：依托 5G 网络低时延、大带宽等特点，实现物联网仪表、工业 PDA（个人数字助手）、AGV、巡检机器人等设备的互联互通，支撑企业实现设备（装置）管理、工厂巡检等活动的协同运作。

感知网络建设：基于 5G、NB-IoT 等新一代网络技术，应用支持多协议的工业边缘智能网关，安全接入智能仪表/传感器以及自动化和专业业务系统，打造人、机、物、系统全面互联的新型工业网络。

培训与应急演练：基于 5G 网络大带宽的优势，利用 AR/VR 技术对生产操作人员进行培训和应急演练。

（4）信息安全

按照《网络安全法》《加强工业互联网安全工作的指导意见》等相关法规和文件要求，统一进行规划设计，构建多

重安全防护保障体系，包括物理环境安全、应用系统安全、网络安全、数据安全、应用安全、主机安全、网络通信安全及备份与恢复等。

专栏 3：信息安全应用场景

网络隔离：办公网和生产网之间通过物理网闸实现隔离；增加网闸或工业防火墙等网络隔离设备，确保工控网生产数据安全。

入侵检测：增加入侵检测及防护等安全设备；剥离生活网和安防监控网，形成独立办公网络。

容灾与备份：加强工业控制系统和管理信息系统容灾与备份建设，在遭遇灾害时能保证信息系统正常运行，实现业务连续性。

2、智能过程控制

应用 APC、SIS、CCS、RTO、OTS 等系统，以工艺过程分析和数学模型计算为核心，以工厂控制网络和管理网络为信息载体，充分发挥 DCS 和常规控制系统的潜力，结合先进过程控制系统应用，通过多变量协调和约束控制，优化生产装置运转状态，降低装置能耗。

专栏 4：先进过程控制应用场景

先进过程控制：在 DCS 系统基础上，通过对基础回路的 PID 参数优化、APC 控制优化等，提升生产装置自动化和先进过程控制水平。

OTS（操作员培训系统）：应用 OTS 实现操作人员技能培训、事故演练、控制方案验证与优化等，提高操作人员的专业技能水平、事故应变能力。

生产过程预警：应用高级报警管理系统（AAS）实现生产过程预警，使生产平稳、操作安全、生产成本下降。

工厂虚拟仿真：基于工厂虚拟仿真系统对工艺操作员进行操作培训；利用仿真机进行不同参数工况下的运行试验，实现装置操作及控制系统改进优化。

3、智能生产运行

（1）设备智能运维

以提高设备可靠性为目标，推动集设计、建造、安装、使用、检维修、改造升级和报废为一体的设备数字化全生命周期管理体系。利用先进传感技术，开展设备状态实时在线监控和评估诊断，实现设备预知性管理。构建设备运行平台和故障知识库，开展设备远程运维。

（2）生产协同管理

智能生产管理。建立生产调度业务平台，围绕生产计划、生产调度、生产过程监控、工艺管理、操作管理等生产业务，全面掌握生产状态，实现生产操作优化、计划调度协同、生产管控闭环管理，确保生产经营方案自上而下得到有效执行和反馈。

生产集中监视。集成生产过程控制系统数据，实现全厂装置总图、工艺流程总图、能源总貌、重要设备监控等重要生产参数的实时在线监视和报警主动推送，及时了解整个企业不同控制系统和生产现场的实际情况。

生产运行优化。开展计划排产、生产调度、生产操作全流程协同优化应用，结合各重点环节的生产管理特点，采用满足生产运行需求的集成优化技术；建设基于智能制造模式的生产执行系统（MES）。

仓储物流管理。建立包含原料采购入厂、过磅计量、验收入库、罐区监控、销售出库、无人值守装/卸车等业务的智能仓储物流管理系统，实现厂内外物流、生产等信息全面贯通。鼓励企业引入车辆定位、车牌识别等技术，结合智能装/卸车装置，实现物料追溯和优化调度，提高仓储利用率和物料流转率。

质量管理。建立产品配方、原材料、半成品、成品及售后等全过程的质量控制和产品追溯体系，应用边缘采集端在线检/化验分析技术，提高检/化验设备数字化水平和联网率，推动检/化验质量控制环节与产供销全流程有效协同，形成质量趋势分析预警，提高产品合格率。

能源管理。对企业生产、辅助系统用能数据进行在线采集、处理以及统计分析，建立各类能源介质平衡模型，实施管网运行优化和重点用能设备节能优化，实现能源管理可视化。

安全健康环保管理。围绕全过程应急指挥调度、安全生产规范管理、移动监管等业务主线进行建设，利用 5G、边缘计算、智能分析等技术和工业机器人、无人机等辅助手段，

开展重大危险源、污染源的监控与分析预警，推动智能巡检、人员定位、生产作业和施工作业安全管控等智能化应用。加强智能化应急指挥、应急监测预警、过程安全监督管理、环保在线监测、HSE 移动监管、过程监控等规划设计，提升企业应急指挥和 HSE 管控能力。

专栏 5：安全生产管理应用场景

安全风险监视：结合 GIS 等可视化技术，实现风险分布四色图、两单三卡等重要风险事项的告知和查询。

过程安全管理：针对人、物、环境等生产过程不安全因素，通过智能感知设备、无线通信技术等进行动态监视数据获取和报警信息主动推送；基于 GIS 平台建立直观的生产安全态势专题图，包含风险等级分布专题图、重大危险源在线监测专题图等。

应急联动指挥：建立生产调度应急管理平台，实现风险预警联动指挥，从被动反应、事后处置向主动应对、事前预警转变，变“结果导向”为“过程监管”。

智能巡检管理。对危险度较高的巡检环境，推广部署在线检测仪表系统，将设备压力、温度、异常声音、振动以及设备“跑冒滴漏”异常情况和其它仪表数值量等状态信息准确记录。针对无法升级替换的设备，部署在线视频监控系统，并利用视频 AI 分析技术，对设备的状态进行在线检测和诊断，减少高危区域的人员暴露时间和频次，保护巡检人员安全。针对非高危区域，应用手持移动点巡检仪对设备状态进行巡检，建成在线数据和巡检数据相结合的智能巡检管理体

系。

人员管理。搭建基于 HSE 管理体系的人员安全管理系统，涵盖企业员工、承包商队伍、访客等需要进出生产厂区的全部人员，从人员的信息登记、安全培训告知、现场作业管控、作业结束后的信息归档等全流程覆盖。利用人脸识别、人员定位、视频 AI 分析等技术，实现生产区域人员的有效管控，精确显示生产区域内在线人员动态，提高应急救援效率，全面提升企业风险管控能力和精细化安全管理水平。

移动生产管理。建设满足企业生产和管理要求的移动应用，让管理人员随时随地了解全厂生产情况，通过生产指令在线编辑审核、生产记事在线通报等功能提高办公效率。

4、智能经营管理

（1）企业资源计划管理

建设集计划、采购、销售、财务、合同、库存、人力资源、物流、质量、资产等为一体的企业资源计划，实现业务数据和财务数据的全面集成和成本的精细化管控，提升管理效率。

（2）客户关系管理

建立客户关系管理系统，采用信息化、大数据等手段对客户进行管理，搭建企业营销服务和高效协同平台，统计分析客户分布、行业、类型、来源、资质、风险等，支撑建立更加紧密的合作关系。

（3）供应商管理

建立供应商管理系统，打通企业与供应商之间信息流、资金流与物资流，实现企业内部采购与外部供应商之间的端到端连接与协同，帮助传统采购业务向互联网转型，提升企业采购快速响应能力与整体协同效率。

5、智能决策支持

建设包括经营驾驶舱、生产大数据分析、远程报警监控等内容的智能决策支持系统。结合企业管理关键绩效指标体系，建设相关主题综合分析应用，帮助管理人员实时、直观地了解企业运行状况，及时发现生产经营异常，快速做出决策。

建设支持 3D 可视化数字化工厂，根据现场业务数据、ERP 数据、客户与供应商等各类数据，通过大数据平台进行数据建模，达成基于业务地图的大数据分析模型，支持实时准确的业务管理与分析。

三、行业发展展望

（一）提高安全管理水平，确保安全生产。建设一体化安全管理平台，实时了解企业安全管理的运行状态，提高安全预警水平，缩短应急响应时间。通过平台实现设备设施、作业区域等风险管控对象的结构化、可视化、标准化管理，将检查问题、识别风险、发生事故进行关联，助推安全管理由被动反应到主动预防的转变。

（二）推动知识软件化，降低经验依赖。推进工业互联网平台应用，利用平台组态式的工业模型和 APP 开发环境，降低 IT 开发门槛，将有经验老师傅的知识和经验进行沉淀，形成工业机理模型和 APP 应用，推动知识的传承和价值的持续创造，提高新员工培养效率。

（三）开展设备预测性维护，确保连续稳定生产。建设设备运维管理平台，开展设备故障诊断和关键设备预测性维护。保存重要设备状态历史数据，建立数据清洗规则和故障诊断规则库，定时或实时对设备进行故障诊断，及时发现潜在故障，并提出诊断结论、处理建议等。结合实时监控设备运行状态和设备历史运行数据，通过大数据、人工智能等技术开展预测性维护，降低事故发生率，避免设备过度维护。

河南省精细化工行业数字化转型建设指南

一、行业发展现状

精细化工行业作为国民经济重要组成部分，行业产品种类多、附加值高、产业关联度大，是现代化学工业重要组成部分，也是发展高新技术的重要基础。随着国家危化品监管措施不断落地，对企业安全管理水平要求不断提升，精细化工行业实施数字化转型的重要性和紧迫性更为突出。目前，精细化工行业多数企业已应用过程控制系统、生产制造执行（MES）、企业资源计划管理系统（ERP），重点企业智能化改造不断深化，在减少安全环保事故、降低综合能耗、提升经济效益等方面成效显著。

精细化工行业普遍存在的痛点为：（1）企业生产流程复杂，且多数为间歇或半连续的小批量生产，给高效生产管控带来较大挑战。（2）主要大宗原料和产品属于危险化学品，生产过程涉及高温、高压、强放热反应，对设备和管理要求高，安全生产和环保压力大。（3）制造总体效能与国际先进水平存在差距，资源和能源利用率亟待提升，加之近年来大宗原料、能源等费用不断上涨，运用信息技术实现节能减排、降本增效日趋迫切。

二、行业解决方案

（一）总体方案

以安全环保、成本降低、效率提升、质量提高、能耗排放降低、产业协同优化为目标，提出精细化工行业企业数字化转型参考架构。如图 1 所示。

围绕智能决策管理、生产管理、设备管理、能源管理、安环管理、质量管理、供应链物流管理、生产过程控制等 8 个核心业务，在工业互联网平台上构建工业 APP，全面支持企业数字化转型发展需要和生产管理需要。

过程控制：实施原料检测与计量入库、仪表和阀门智能化升级与应用、生产设备智能化升级和成套智能设备应用、DCS/PLC/Batch 控制系统应用以及定量装车等技术应用，实现从原料进厂、生产过程到产品出厂的全过程智能感知和精准控制。

生产管理：实施生产数据感知与分析、先进计划与调度，提升生产、设备、能源、质量、物流、安全环保等管理水平。

运营管理：推动采购、销售、财务、成本、客户等业务数据全面集成和系统分析，协助企业运营管理优化。

决策支持：应用云计算、大数据技术，建设生产运营指挥中心，为科学决策提供数据支持。借助商业智能平台，为客户分析、市场研究、销售支持、财务分析和战略计划等企业管理决策活动提供支撑。

（二）建设内容

1、基础设施的数字化建设与改造

结合精细化工生产过程中醇、有机酸、醛等精细化工单体，农药、染料等精细化工中间体，日化、树脂材料、涂料等功能性精细化学品的原料预处理和反应物后处理的生产工艺条件、工况特点，通过仪表、阀门智能化升级或智能仪表、自控阀门配置应用，以及应用自动送料系统、DCS/PLC、粉料自动输送系统、智能巡检等技术对现有生产设备及其他装置进行数字化改造或配置成套智能设备。完善工业网络及信息安全建设，通过生产设备（装置）的改造提升和互联互通推动生产线整体升级，实现产品的高效稳定生产和安全环保管理。

（1）智能感知

对已有配备单机控制系统的生产设备进行通讯扩展，结合企业数据需求增设一系列智能仪表、智能阀门、覆盖全厂的无线 AP。建设覆盖设备、工艺、质量、物流、能源、安全、环境的基于数据采集和实时监控的智能感知系统。加快部署传感器、智能摄像头、网关等感知设备和传输网络，集成传感、测量、检测、控制等信息，实现生产设备（装置）、物料、生产过程、产品质量、生产环境和安全的实时感知。

（2）网络与安全

统筹企业网络与信息安全建设，采用工业以太网、无线

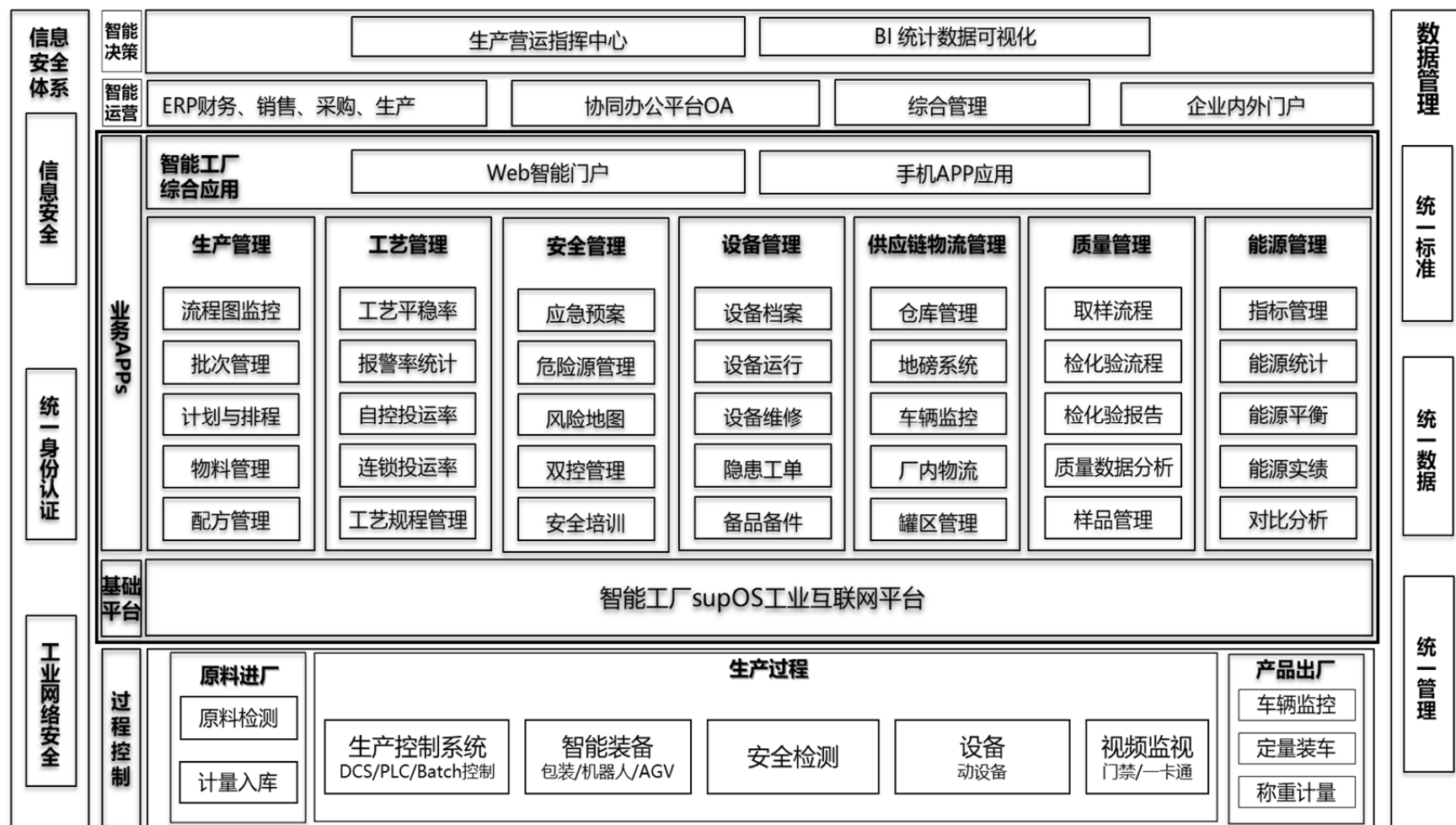


图 1 精细化工行业数字化转型参考架构

通信等技术实现生产实时数据、多媒体信息和管理等数据的传输交互，优先保障控制网通信畅通与冗余安全，实现主要办公区、重点作业区域网络全覆盖。

按照《网络安全法》《加强工业互联网安全工作的指导意见》《信息安全技术网络安全等级保护基本要求》等法规和文件要求，统一进行企业信息安全系统规划设计，构建以安全管理中心为核心，涵盖物理环境安全、应用系统安全、网络安全、数据安全、应用安全、主机安全、网络通讯安全、备份与恢复的多重安全防护体系。

2、智能过程控制

对于生产环境恶劣、劳动作业强度大的岗位，鼓励企业应用具备无人车间等功能的智能控制系统。建立数据采集与监控系统，实现全流程生产数据的集中监视、设备的远程集中控制以及异常报警提醒等功能，减少现场操作人员和巡检人员数量，降低劳动强度，提高生产效率。鼓励企业在生产自动化控制系统的基础上，采用先进控制 APC 技术，结合机理建模等实现生产过程自动控制优化。

专栏 1：智能控制重点应用领域

农药制剂行业：采用 DCS+APC+MES 解决方案，将专家经验通过建模方式转化为先进控制系统 APC 程序，对工艺过程中每阶段生产过程和工艺参数进行控制优化。

涂料行业：针对“多样化、小规模、周期可控”特点，导入

DCS+Batch+MES+ERP 解决方案,DCS 系统和 Batch 系统(批量控制系统)作为控制层系统,实现与 MES 系统、ERP 系统对接,支撑管控一体化。

医药行业:针对物料品种多、配方复杂、物料跟踪追溯难度大等特点,应用电子批记录 EBR、质量管理+LIMS 实验室管理、GMP 文档管理等,提升管控水平。

3、智能生产管理

采用业务驱动和数据驱动相结合的管理理念,围绕设备、能源、质量、物流、安全、环保等核心业务主线,建设集成、智能、协同的生产管理与执行系统。

订单数字化管理。建立订单数字化管理系统,推动订单信息、交货期承诺、生产计划、质量检验、下线入库、销售发运、质量异议等信息全面贯通,实现订单全生命周期管理。

智能排产。综合考虑企业生产能力、设备状态、物料资源、生产组织模式等情况,结合客户特殊要求、区域市场、运力约束、订单交期、工艺规范等信息,根据订单动态信息自动安排排产计划,平衡设备和工人生产负荷,减少订单等待时间,提高资源利用率。

生产组织与调度。以客户订单和生产计划为依据,基于生产过程的实时工艺信息和设备运行状态信息,建设包括计划执行、资源利用、产量与质量统计分析、平稳工况的优化调度、异常工况的动态调度、辅助生产调度决策等功能,全

面提升企业生产组织和生产调度水平。

质量管理。全面梳理企业原料检验规范、生产工艺规范和质量检验规范等，建立全过程质量管理体系，实现原料、中间品、成品的及时检验、统计分析和质量追溯。利用数据挖掘、深度学习等方法，建立基于过程机理和数据驱动融合的质量动态预测模型，对产品质量进行在线诊断和实时分析优化，提高质量稳定性。

专栏 2：全面质量管理应用场景

制造过程质量管理：全面采集生产设备、检测设备相关质量数据，提升制造过程现场首检、过程检验、成品检验及处置等管理水平。

检验管理：从检验委托、样品标识、检验接收、样品检测、报告发布全过程实施跟踪管理，实现对原材料进厂、生产过程、产成品等所有项目的检验管理。

质量统计分析：对质量管理考核指标进行统计分析，自动生成关键绩效指标完成情况及趋势图等报表和图表。利用统计过程控制（SPC）、六西格玛等统计分析技术和方法对过程质量进行监控、预警、分析和改进。

物流管理。建立智能物流追溯和管理系统，对物料进行识别采集、实时跟踪和动态调度。引入无线终端、蓝牙、视频监控等技术，原料检测、车辆监控及定量装车等装置，对入库、出库、盘点、配料、运输等作业环节数据进行自动采集，实现物料跟踪追溯、自动控制和优化调度，提高仓储利

用率和物料流转效率。

设备管理。建立标准化信息采集与控制系统、自动诊断系统、基于专家系统的故障预测模型和故障索引知识库，实现设备远程无人操控、工作环境预警、运行状态监测、故障诊断与自修复。

能源管理。建立集能源消耗数据监控采集、动态分析、统计报表、供需预测、预警报警及平衡、调度等功能于一体的能源管理系统，对生产设备、电力系统、空调系统、蒸汽系统的能源数据进行集中监视和统一管控，并与生产数据实现互联互通，提供多方位、可视化的数据信息查询和决策支持服务。基于采集和存储能源数据信息，建立能源优化模型，对耗能和产能调度提供优化策略和优化方案。

安全环保管理。针对消防安全、职业健康等问题，规范厂区和生产现场的安全、健康、环境保护工作，建设 HSE 管理知识库，实现“事前计划、事中跟踪控制和预防、事后追溯分析”的闭环安健环管理。扩展应用移动终端，建立安防应急一体化集中管控中心，实现对潜在突发环境事件和重大危险源的快速感知、实时监测、超前预警、智能决策、联动处置和系统评估。

人员管理。利用 WiFi、5G 等技术和智能穿戴设备，对进入生产现场的人员进行全程跟踪管理。建立人员管理系统，自动感知获取人员基础信息、人员位置、安全状态、周围环

境作业过程信息、统计分析作业过程数据，实时掌握人员位置轨迹、人员岗位状态。

4、智能运行与决策管理

（1）企业资源计划

建立集采购、销售、财务、成本、库存、人资、审计等为一体的企业资源计划，实现业务数据与财务数据的全面集成和成本的精细化管控，提升管理效率。

（2）客户关系管理

采用信息化、大数据等手段对客户进行管理，管理现有客户，发展潜在客户，统计分析客户的分布、行业、类型、来源、资质、风险等信息，为决策提供依据，关注客户需求，提升客户满意度。建立客户关系管理系统，为客户开放关联业务信息、供需信息，建立更加紧密合作关系。

（3）企业经营决策

建立企业经营管理驾驶舱，协助企业决策管理层实时了解企业经营状况和精准经营决策。

三、行业发展展望

（一）先进过程控制和工艺优化。利用 APC 先进过程控制系统进行生产过程控制优化。利用工业大数据分析技术，开展约束条件下的数据驱动建模，分析工艺参数和产品质量等数据，实现生产工艺优化。

（二）辅助管控决策。针对行业小批量、多品种生产，

以及生产计划和协同调度难度大等特点，结合大数据技术将决策问题建模、量化，并定义决策中的规则，实现智能排产和决策优化。

（三）安全环保发展。综合应用智能传感器、智能摄像头、先进控制系统以及安全环保处理系统或装置，实现原料、设备、能源、安全、环境等各项数据实时监测、自动紧急处理，实现企业安全、绿色发展。

（四）精细化能源管控。加强整体规划设计，借助信息化手段对各类能耗进行精细化管理，结合能源数据处理与建模，通过与生产系统集成优化，降低能耗成本。

河南省铝制品加工行业数字化转型建设指南

一、行业发展现状

河南作为铝工业大省，产业发展基础良好，具有产业体系完整、集中度高、企业成长性好、加工带动力强、市场需求大等特点。随着行业智能制造发展速度加快，铝制品行业在研发创新、信息化系统、智能化设备方面加大投入，通过生产过程中工艺工位全自动化连接、信息化系统集成、底层设备单元互联互通，稳步推进生产数字化管控和智能化加工。

铝制品加工行业存在的痛点为：（1）行业存在高耗能、高排放问题，给企业带来较大的成本和环保压力。（2）生产作业环境恶劣、“黑箱”设备原理复杂，制造过程的实时监控和数据系统集成难度大，企业无法及时应对工况异常变化，管理经验和操作知识难以沉淀。（3）下游产业个性化、多元化需求提升，流程型大批量生产的铝制品加工业难以满足下游产业定制化产品的生产要求。

二、行业解决方案

（一）总体方案

铝制品加工行业数字化转型参考构架如图 1 所示：

智能装备：聚焦铝制品加工工厂生产装备层面，通过对物流、加工、质检、包装等工艺环节的单机设备进行智能化改造和成套智能装备的应用，结合机器视觉、智能仪表等，提高生产装备的智能化水平。

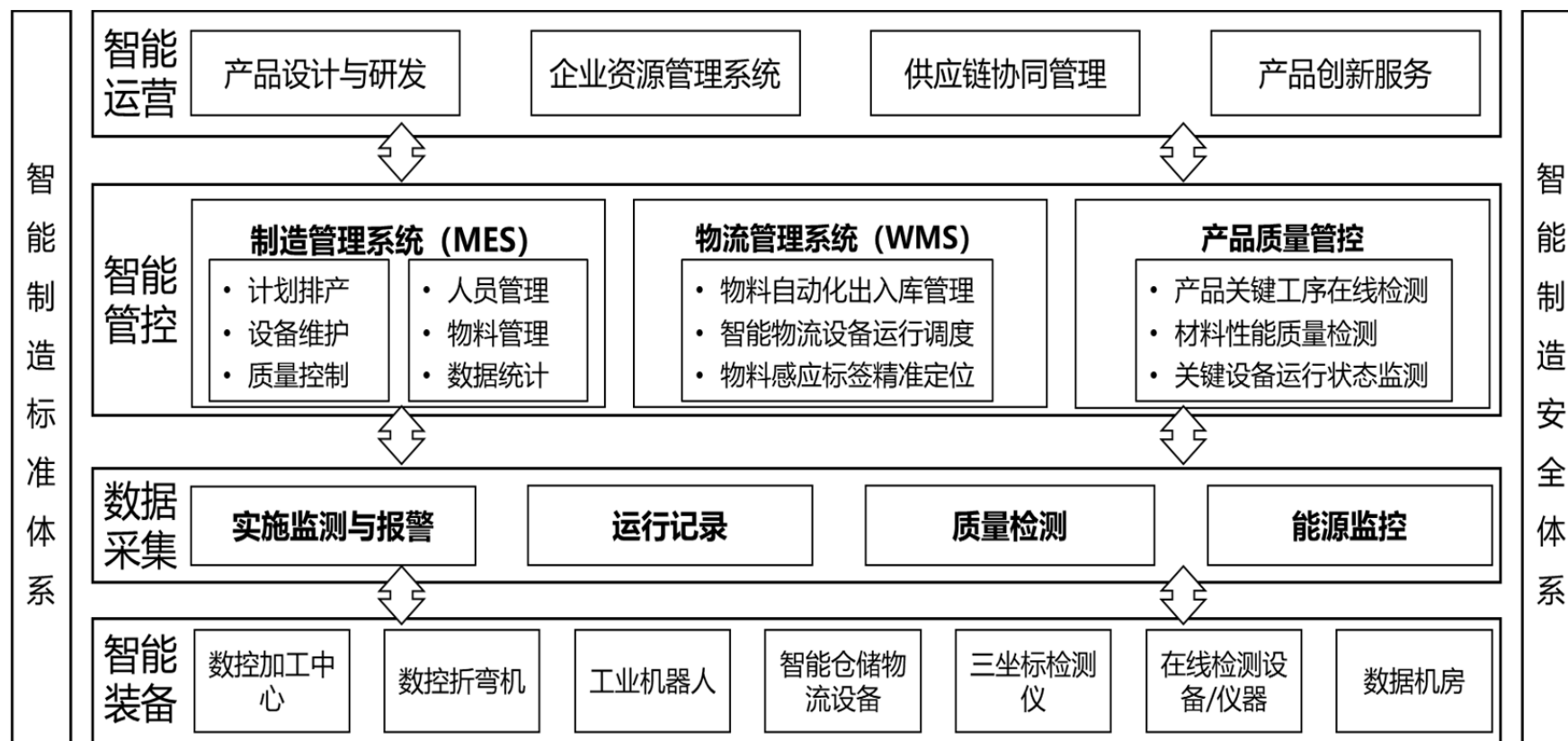


图 1 铝制品加工行业数字化转型参考架构

数据采集：根据铝制品加工工厂生产工艺特点，利用企业原有或新建数据采集系统，汇聚生产数据资源，实现生产过程数据实时采集与监控。

智能管控：聚焦铝制品加工车间生产制造管理层面，通过对车间生产调度、计划排产、物流配送、质量检测等环节的智能化管控，提升企业运行效率和协同管理水平。

智能运营：通过对产品设计、供应链采购、客户管理等业务数据的全面集成和系统分析，不断形成创新应用，协助企业智能研发、供应链协同和资源优化配置。

（二）建设内容

1、基础设施的数字化建设与改造

结合铝制品加工过程中的轧制、挤压、拉拔等生产工艺条件、工况特点，应用自动控制、智能感知等技术对现有的加工设备、折弯设备、挤压机等生产设备及其他装置进行数字化改造或配置智能设备，完善工业网络及信息安全建设，通过生产装备的改造提升和互联互通，推动产线的整体升级，实现高效稳定生产。

（1）智能感知

对企业已有的配备单机控制系统的生产设备进行通讯扩展，并结合企业数据需求增设传感器。针对传统的加工设备、折弯设备、挤压设备等增加数据采集终端，实现设备的数据采集与监控。

企业部署智能摄像机、射频识别、网关等数字化工具和设备，通过集成传感、测量、检测、控制等信息，实现设备、物料、生产过程、产品质量、安全环境的实时感知。

专栏 1：智能感知重点应用领域

对铝制品加工设备或辅助设施通过自动化改造、增设智能在线感知传感器；对原材料、半成品、产成品进行检测；对生产工艺参数、运行过程操作、物料流转、人员活动等实时状态进行跟踪；对工厂周边、生产车间、库房以及生产过程中粉尘、噪声、温度、湿度等环境参数进行实时监视。

（2）智能装备

在铝制品加工生产中作业环境恶劣、人工低水平重复作业、劳动作业强度大的岗位，如零件上下料工序，建议企业应用工业机器人、数控加工中心等自动化、智能化装备，实现数控操作，降低人员劳动强度，提高生产效率和质量稳定性。鼓励有条件的企业通过智能装备的互联互通，建设全流程智能化产线。

专栏 2：智能装备及先进控制技术

智能物流装备：AGV（自动导引运输车）、智能天车、自动运输辊道、自动装卸料装置、智能化立体仓库和平面仓库等。

工业机器人：自动上下料装置、自动上卸套筒装置、自动套筒循环装置、自动料框循环装置、自动焊接装置等。

智能检测装备：光学视觉检测系统、涡流探伤仪、粒子检测仪、测厚仪、凸度仪、板形辊、产品轮廓检测装置等。

智能生产装备：数控加工机床、自动化成套生产线、智能专用装备等。

（3）网络建设

铝制品加工作为传统机械工厂，需要统筹工业互联网内外网络建设，整体规划部署企业控制网、生产网、办公网、视频网等网络。采用工业以太网、无线通信等技术实现生产实时数据、多媒体信息和管理数据等的传输交互，优先保障控制网的通信畅通与冗余安全，实现办公区、重点作业区域网络全覆盖。

对工业互联网内网进行改造，鼓励有条件的企业开展IPv6、5G、NB-IoT（窄带物联网）等新型技术的规模化试验和应用部署，实现对移动设备、物流、监测画面和图像进行远程传输，为设备的远程运维和生产的集中远程管控提供支撑。鼓励企业配备高系统容量、高传输速率、多容错机制、低延时的高性能网络设备，采用分布式工业控制网络，建设基于软件定义的敏捷网络，实现网络资源优化配置。

专栏 3：5G 应用场景

移动装备互联互通：依托 5G 网络低时延、大带宽等特点，实现 AGV、工业 PDA（个人数字助手）、巡检机器人等移动装备的互联互通，支撑企业实现物流配送、仓库管理、工厂巡检等活动的协同运作。

生产培训：基于 5G 网络大带宽优势，利用 AR（增强现实）技术对生产过程进行虚拟仿真，对生产操作人员进行培训。

（4）信息安全

为保障铝制品加工生产数据的安全可靠，建议企业统一

进行规划设计，构建安全防护保障体系，涵盖物理环境安全、应用系统安全、网络安全、数据安全、应用安全、主机安全、网络通讯安全及备份与恢复等。

重点关注工控网安全防护建设；建立健全信息安全管理体制，通过信息安全体系实现统一管控，形成主动防御、综合防护的技术保障体系，提高信息安全的态势感知、监测预警、应急处置、追踪溯源能力。

2、信息化系统的建设与升级

(1) 生产过程控制与数据采集

先进工业控制。通过对铝制品加工工艺流程分析，采用智能化管理手段对全过程进行控制优化调整，实现生产过程稳定可靠、产品质量优化、资源最优配置。鼓励企业以生产自动化控制系统为基础，对加工生产过程中机械加工、折弯轧制、挤压拉拔、表面处理等关键工序或流程，采用机理建模、数字仿真及人工智能等多种手段，建设轧制过程控制系统、板形控制系统等智能优化控制系统，实现先进控制层的参数协同优化。

专栏 4：先进工业控制应用场景

折弯成型过程控制系统：基于铝材料变形机理，建立涵盖压下量、变形率、折弯角度、张力、润滑条件等参数的控制模型，依据生产实际状态数据，实时优化闭环控制。
--

数据采集与集中监视。对铝制品机械加工、折弯、挤压、轧制、拉拔等重点工序的相关数据进行全面集成，建立数据

采集与监视控制系统，实现全流程生产数据的集中监视、设备的远程集中控制以及异常报警提醒等功能，减少现场操作人员 and 巡检人员数量，降低劳动强度，提高生产效率。

（2）车间生产智能管控

主要用于铝制品加工车间生产层面的智能化管理，采用业务驱动和数据驱动相结合的管理理念，围绕设备、能源、质量、物流、安全、环保等企业核心业务主线，建设集成、智能、协同的生产管理与执行系统。

订单数字化管理。建立订单的数字化管理系统，实现订单信息、交货期承诺、生产计划、质量检验、下线入库、销售发运、质量异议等信息的全面贯通。

智能排产。综合考虑生产能力、设备状态、物料资源、生产组织模式等情况，结合客户特殊要求、运力约束、订单交期、工艺规范等信息，根据订单动态信息自动安排生产任务执行顺序和排产计划，平衡设备和工人的生产负荷，实现减少订单等待时间，提高资源利用率。

生产组织与调度。以客户订单和生产计划为依据，基于生产过程的实时工艺信息和设备运行状态信息，实现计划执行、资源利用、产量与质量统计分析、平稳工况的优化调度、异常工况的动态调度、辅助生产调度决策等功能，全面提升企业的生产组织管理水平。

质量管理。建立全过程质量管理体系，对检验委托、试

样标识、检验接收、试样测量、试样实验、报告发布等业务流程进行规范管理，实现原料、中间品、成品的及时检验、统计分析和质量追溯。鼓励企业对铝制品机加、折弯成型等工序质量进行在线诊断和实时分析优化，提高质量稳定性。

专栏 5：全面质量管理应用场景

制造过程管理：对数控加工机床、折弯设备过程控制系统相关质量数据进行全面采集，实现对制造过程现场首检、过程检验、成品检验及处置管理。

质量统计分析：对铝制品加工过程质量管理考核指标进行统计分析，自动生成关键绩效指标完成情况及趋势图。鼓励企业利用统计过程控制（SPC）对过程质量进行监控、预警、分析和改进。

物流管理。围绕铝原材料、中间品、成品及辅助工具的自动流转、信息管理、智能存储等，建立智能物流管理系统，实现对物料信息进行识别采集、实时跟踪和动态调度。鼓励企业在仓储管理中引入无线终端、蓝牙、RFID（射频识别）等技术以及 AGV、智能天车等装置，对入库、出库、移动、盘点、配料、运输等作业环节的数据进行自动采集，实现物料的跟踪追溯、自动控制和优化调度，提高仓储利用率和物料流转效率。

设备管理。建设完备的设备状态数据库，结合大数据分析、人工智能等技术，对关键核心设备建立机理模型，实现设备故障预警、报警和预诊断。

能源管理。针对铝制品加工部分工序能源消耗较高，建立建设能源消耗数据监控采集、动态分析、统计报表、供需预测、预警报警及平衡、调度等功能于一体的能源管理系统。对电力系统、燃气系统、水力系统、蒸汽系统的能源数据进行集中监视和统一管控，并与生产数据实现互联互通，提供多方位、可视化的数据信息查询和决策支持服务。

安全环保管理。规范厂区和生产现场的安全、健康、环境保护工作，建设 HSE 管理知识库，实现“事前计划、事中跟踪控制和预防、事后追溯分析”的闭环管理。鼓励企业扩展应用移动终端，建立安防应急一体化集中管控中心，实现对潜在突发环境事件和重大危险源的及时分析、有效预警和溯源调控。

专栏 6：安环监管应用场景

人员动态及安全管理：采用智能摄像头感知技术，对进入生产现场的人员进行全程跟踪管理，实时掌握人员位置轨迹、人员岗位状态。

环境风险监控：对生产过程中金属粉尘、废水废气以及产生的固体废物进行实时监控并预警。

（3）企业智能运营

企业资源计划。针对企业运营特点，建立集采购、销售、财务、成本、库存、人资、审计等为一体的企业资源计划，实现业务数据与财务数据的全面集成和成本的精细化管控，提升管理效率。

供应链管理协同。采用信息化、大数据等手段对供应商、供应链进行管理，改变企业传统的供应商管理模式，建立标准作业程序，对上下游企业需求、供应能力进行柔性协同。打通需求供应协同、订单协同、库存协同、物流协同等跨企业业务环节，并解决不同类型企业之间的数据交换需求，提供全价值链业务协作及可视化监控的能力。鼓励有条件的企业牵头组建行业供应链合作联盟，搭建行业供应链协作平台。

产品创新服务。基于互联网、大数据、云计算等技术，对产品全生命周期各个环节所产生的企业运营管理数据、制造过程数据以及企业外部数据等各类数据进行规范治理，整合社会资源，进行智能服务应用和新生态的创新。

3、基于数字孪生的决策与优化

结合过程机理，利用高性能计算、人工智能等先进技术建立关键设备、生产工序、生产车间和加工工厂的虚拟仿真模型，通过与物理系统进行数据实时交互，构建数字孪生体。鼓励企业通过铝制品加工工厂虚拟仿真系统，分析生产的瓶颈环节，优化生产工艺流程及设备匹配关系，实现生产辅助决策与动态优化。

专栏 8：生产系统仿真应用场景

铝制品生产过程仿真：以数控设备或铝制品全生命周期相关数据为基础，对机械加工、折弯成型、冲压挤压、热处理等生产过程、设备运行进行计算机虚拟仿真，分析优化生产工艺及设备匹配关系。

三、行业发展展望

（一）能源管理优化。建设能源管理系统，通过动态监测主要耗能设备相关运行数据、产供用各环节工况参数，进行数据深度挖掘，建立能耗模型，提前预测能耗并进行调节，实现能源动态调度。将工人的操作经验和管理规则转化为机理模型和工业 APP，固化运营调度规则。

（二）生产工艺优化。铝制品加工的主要生产设备具有巨大、高温、高压、连续生产等特性，生产过程存在复杂的物理化学反应，生产操作和工况分析依赖人工经验和主观判断。建立主要设备的数字孪生，并固化工人的操作经验，帮助操作人员更加合理、及时的操作生产设备，优化生产工艺。

（三）供应链协同制造。建设供应链协同平台，实现下游客户订单自动接收与管理、供应链库存管理、物流方案管理等，实现用户需求拉动企业生产的模式。

河南省棉纺行业数字化转型建设指南

一、行业发展现状

纺织工业是国民经济支柱产业和重要民生产业，棉纺行业是纺织工业中最大的基础性行业。近年来，棉纺行业加快运用新一代信息技术，以智能制造为主攻方向，普及应用自动化、智能化纺纱设备，探索开展定制化生产模式，解决用工多、生产效率低、产品质量不稳定等问题，推动行业由规模型向质量效益型转变。

目前棉纺行业普遍存在的痛点为：（1）行业新产品、高附加值产品占比低，同质化竞争严重，行业整体利润率走低，不利于长期健康发展。（2）伴随高速、高性能生产设备应用日益广泛，棉纺工厂自动化程度明显提高，但物流、检测等工序仍以人工为主，成为整体效率进一步提升的瓶颈。

（3）传统大批量、订单式生产模式面对多品种、小批量、快翻新的趋势，给供应链备货、工期节奏安排带来较大挑战，控制生产成本压力增大。

二、行业解决方案

（一）总体方案

棉纺行业数字化转型参考架构，如图 1 所示。

设备：通过对生产设备进行智能化改造和成套智能装备的应用，实现全面感知和精准控制。

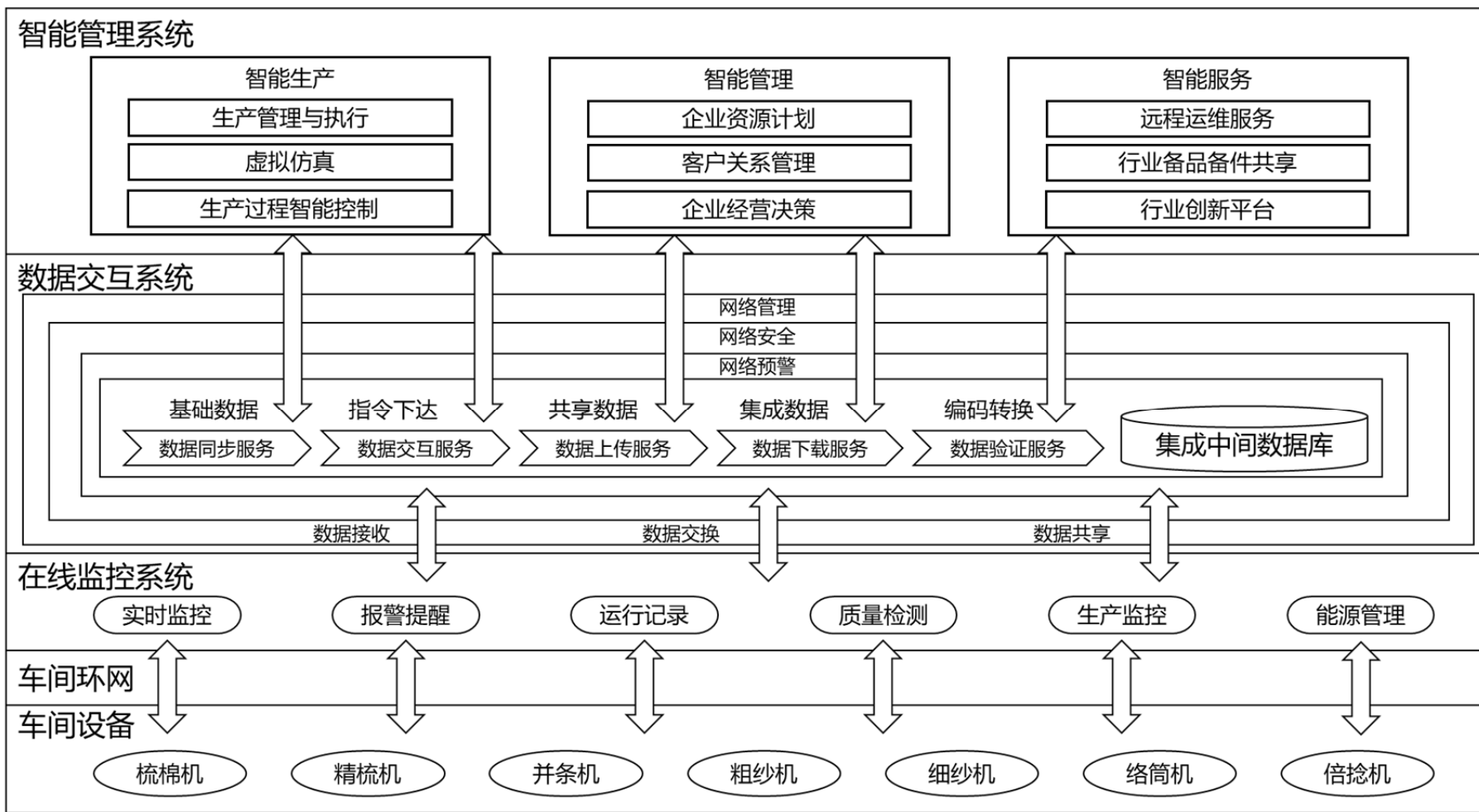


图 1 棉纺行业数字化转型参考架构

数据采集与监控：充分利用企业原有及新建控制系统数据，汇聚区域数据资源，实现边缘侧的数据分析与实时决策。

智能生产：全面感知生产实时数据，对产品、设备、质量、能源、物流等数据进行分析，提升企业运行效率和协同管理水平。

智能管理：开展采购、销售、成本、客户等业务数据的全面集成和系统分析，协助企业快速、精准决策。

智能服务：聚焦供应链和产业层面，结合用户个性化需求、生产过程大数据分析，不断形成创新应用，实现供应链协同和资源优化配置。

（二）建设内容

1、基础设施的数字化建设与改造

结合棉纺生产过程中并条、粗纱、细纱、络筒等生产工艺条件、工况特点，应用自动控制、智能感知等技术对现有并条机、粗纱机、细纱机、络筒机等生产设备及其他装置进行数字化改造或配置智能设备。完善工业网络、信息安全建设，通过生产装备互联互通推动生产线整体升级，实现产品的高效稳定生产。

（1）智能感知

对企业已有配备单机控制系统的生产设备进行通讯扩展，结合企业数据需求增设一系列智能传感器，部署传感器、射频识别、网关等感知设备和传输网络，建设覆盖装备、工

艺、质量、物流、能源、安全、环境的智能感知系统，集成传感、测量、检测、控制等信息。

(2) 智能装备

在棉纺生产中作业环境恶劣、劳动作业强度大的岗位，使用具备自我检测、自我诊断、自我调节等功能的智能装备。以生产自动化控制系统为基础，对生产过程中开棉、清棉、梳棉并条、粗纱、细纱、络筒、包装等关键工序或流程，采用机理建模、人工智能等手段，实现先进控制层的参数协同优化。

专栏 1：智能装备及先进控制技术

智能生产装备：抓棉机、清棉机、梳棉机、并条机、粗纱机、细纱机、络筒机等。
智能物流装备：AGV（自动导引运输车）、自动运输辊道、自动上下料装置、智能化立体仓库等。
工业机器人：自动码垛机、自动筒纱套袋装置等。
智能检测装备：光学视觉检测系统、自动断头监测系统等。
先进控制技术：温湿度控制系统、设备状态智能检测及故障诊断系统等。

(3) 数据采集与集中监控

建立数据采集与监控系统，集成并条、粗纱、细纱、络筒、包装等重点工序数据，实现全流程生产数据的集中监视、设备的远程集中控制以及异常报警提醒等功能，减少现场操作和巡检人员数量，降低劳动强度，提高生产效率。

（4）网络与安全

统筹企业网络与信息安全建设，采用工业以太网、无线网等技术实现生产实时数据、多媒体信息、管理信息等数据的传输交互，保障控制网通信畅通与冗余安全，实现办公区、重点作业区域网络全覆盖。

2、信息化系统建设与升级

（1）智能生产

订单数字化管理。建立订单数字化管理系统，集成订单信息、交货期承诺、生产计划、质量检验、下线入库、销售发运、质量异议等信息，实现订单全生命周期管理。

智能排产。综合考虑企业生产能力、设备状态、物料资源等情况，以及客户特殊要求、订单交期、工艺规范等因素，根据订单动态信息自动安排排产计划，平衡设备和工人生产负荷，减少订单等待时间，提高资源利用率。

生产组织与调度。以客户订单和生产计划为基础，依托生产过程的实时工艺信息和设备运行状态信息，实现计划执行、资源利用、产量与质量统计分析、平稳工况的优化调度、异常工况的动态调度、辅助生产调度决策等功能，全面提升企业生产组织管理水平。

质量管理。建立全过程质量管理体系，实现原料、成品及时检验、统计分析和质量追溯。运用数据挖掘、深度学习等技术，建立基于过程机理和数据驱动融合的质量动态预测

模型，对产品质量进行实时分析优化，提高质量稳定性。

物流管理。围绕条桶、管纱、筒纱的自动流转、信息管理、智能存储等，建立智能物流管理系统，实现对物料信息进行识别采集、实时跟踪和动态调度。在仓储管理引入无线终端、蓝牙、RFID（射频识别）等技术以及 AGV 等装置，对入库、出库、移动、盘点、运输等作业环节的数据进行自动采集，实现物料跟踪追溯、自动控制和优化调度，提高仓储利用率和物料流转效率。

设备管理。建立设备管理系统，依托 WiFi、5G 等网络，车间各岗位员工使用移动终端对设备进行查看和维护。

能源管理。建立能源管理系统，对生产设备、空调系统、蒸汽系统等能源数据进行集中监视和统一管控。

环境管理。应用车间空调自动调节系统，根据车间室外天气变化、室内温湿度现状，自动调节风量、用水量，实现车间内部的恒温恒湿。

安全环保管理。针对消防安全、职业健康等管理，推广使用移动终端，规范厂区和生产现场的安全、健康、环境等管理工作。

（2）智能管理

企业资源计划。建立集采购、销售、财务、成本、库存、人资、审计等为一体的企业资源计划，实现业务数据和财务数据的全面集成和成本的精细化管控，提升管理效率。

客户关系管理。采用信息化、大数据等手段对客户进行管理，管理现有客户，发展潜在客户，统计分析客户的分布、类型、来源、风险等信息，为决策提供依据；关注客户需求，提升客户满意度。企业建立客户关系管理系统，为客户开放关联业务信息、供需信息，建立更加紧密合作关系。

企业经营决策。建立企业经营管理驾驶舱，协助企业决策管理层实时了解企业经营状况和辅助精准经营决策。

（3）智能服务

基于互联网、大数据、云计算等技术，对产品全生命周期产生的企业运营管理数据、制造过程数据以及企业外部数据等进行规范治理，整合社会资源，推动智能服务应用和行业服务生态创新。

专栏 2：智能服务模式应用场景

远程技术服务：联合外部资源，搭建行业设备远程监控及技术服务工业互联网平台，运用物联网、互联网、大数据、AR/VR（增强现实/虚拟现实）等技术，通过数据分析、专家系统为企业提供设备运维、生产优化、质量改进、安全环境优化等全方位远程辅助与技术支持。

行业备品备件共享服务：联合外部资源，搭建集行业设备备件云库存中心、技术支持中心等于一体的行业备品备件共享服务云平台。

三、行业发展展望

（一）重视新产品研发。加大新产品研发力度，寻求高

盈利产品，改善产品同质化竞争的现状。比如在成纱环节，应用乌斯特条干仪对成纱的条干、粗节、细节、棉结进行自动检测，为新产品研发提供基础数据。

（二）打造“无人工厂”。推广应用清梳联、并条、精梳、粗细联、细络联、包装物料等智能成套设备，打通设备间数据连接，实现设备与 WMS、MES、ERP、远程运维系统等综合集成，逐步实现无人值守。

（三）推进精细化能源管控。能源管理系统与生产管理系统集成，提供多方位、可视化的数据信息查询和决策支持服务。双向评估设备运行和能耗情况，实现设备管理与企业用能的闭环。建立能源优化模型，对耗能和产能调度提供优化策略和优化方案。

河南省服装行业数字化转型建设指南

一、行业发展现状

服装行业是国民经济的传统支柱型产业，在宏观产业布局中具有重要地位。近年来，受制造成本高企、订单转移等因素影响，服装行业效益指标增长趋缓，企业日益重视应用智能设备，从产品设计智能化、关键工序智能化、供应链优化管控等方面，推进智能生产线、智能工厂（车间）建设，并积极探索大规模个性化定制、云制造等新模式，以提高生产效率，降低生产成本。

服装行业属于典型的中小企业主导、劳动密集型行业。近年来随着竞争格局的变化以及市场需求的升级，服装行业正面临着前所未有的转型压力，服装行业普遍存在的痛点为：

（1）用户个性化需求逐渐增多，订单朝向小批量、多品种方向发展，传统按库存生产模式无法满足市场多元化需求。

（2）受原材料、人工等资源要素价格上升的影响，服装行业利润空间遭受持续挤压，需要整合供应链上下游资源，通过动态协作，降低总体成本。（3）为适应行业快速反应发展趋势，企业研发、生产、管理、物流全流程协同面临新的挑战。

二、行业解决方案

（一）总体方案

以质量稳定、协同高效、响应快捷、成本可控为目标。提出服装行业数字化转型参考架构，如图 1 所示。

信息基础设施：建设工厂信息基础设施，为工厂设备、信息化系统的互联互通及智能应用提供基础保障。

智能装备：聚焦企业智能装备及智能制造单元，对生产制造设备进行数字化、网络化、智能化改造，推广应用成套智能装备，建立高柔性生产系统，实现生产均衡化。

车间物联网：聚焦数据采集、数据管理、数据服务、边缘计算等层面，构建联通工厂设备、业务应用的数据集成和交换平台，实现数据上下贯通。

智能营销：以产品品牌价值为依托，搭建基于工业互联网的客户体验平台，深度洞察客户需求。推动消费者数据与设计数据、生产数据的有效转化，实现智能化设计与柔性化生产，发展规模化的按需定制。

智能研发：应用数字化三维设计工具、仿真工具，提升产品设计效率。推动产品全过程数字化管理，实现产品研发设计、打样及规模化生产等环节数据综合集成。

智能生产：全面感知缝前、缝中、缝后等工段生产实时数据，实现生产进度、现场操作、质量检验、设备状态等生产现场数据自动上传分析，提升企业精益管理、协同管理和

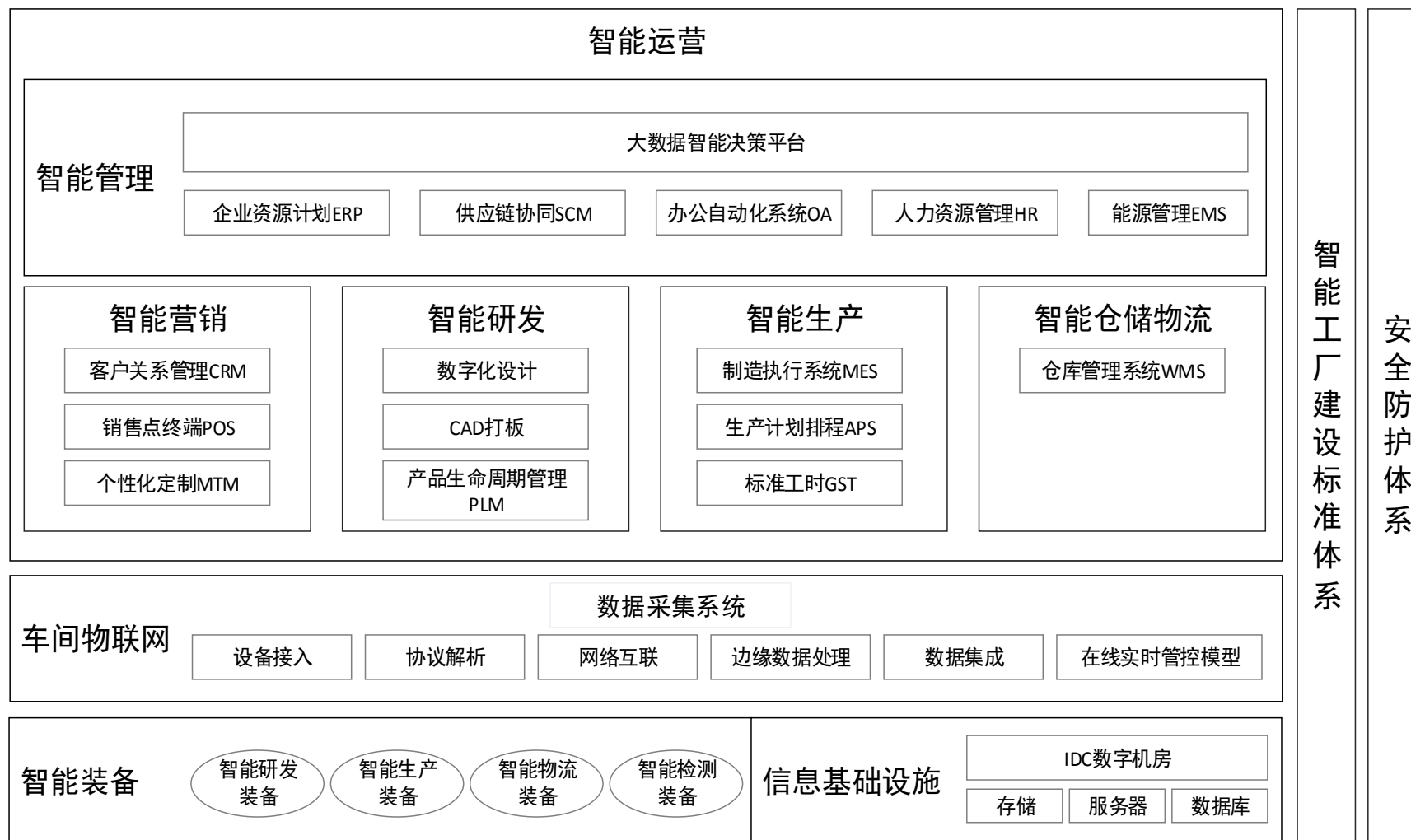


图 1 服装行业数字化转型参考架构

可视化管理水平。

智能仓储物流：对面辅料信息进行自动采集和分析，实现各工段间准时配送。在智能仓储实现在制品（成品）自动分拣与自动传递。

智能管理：对办公、采购、生产、销售、仓储、供应、客户、研发等业务数据进行全面集成和系统分析，协助企业快速、精准决策。

智能工厂建设标准体系：全面贯彻国家智能制造标准和服装行业相关标准，优化并固定业务流程，建立企业标准，逐步实施智能工厂建设。

安全防护体系：依据《中华人民共和国网络安全法》，落实网络安全等级保护 2.0 制度，在基础设施、网络、数据、管理等方面构建企业级安全防护体系，保障企业数据安全、信息安全，促进数据共享和综合利用。

（二）建设内容

1. 信息基础设施建设

构建完善的通信网络基础设施。融合建设有线网、无线网，实现工厂网络全覆盖，根据网络用途划分办公网、生产网、工控网、设备网等，探索建设 5G 全连接工厂。

建设匹配的算力基础设施。根据现有业务情况和未来扩展需求，灵活采用自建数据中心、租赁公有云等方式，实现数据上云、应用上云。

推进新技术基础设施建设。联合外部资源，推进人工智能、大数据、区块链等新技术应用，构建小单快反的柔性供应链，提高质量检验效率和生产效率。

专栏 1：信息基础设施

通信网络基础设施：有线网、无线网、5G、工业控制网。

算力基础设施：数据中心机房、智能计算中心。

新技术基础设施：人工智能框架、大数据平台、区块链系统、云计算平台。

2. 智能装备应用

引进自动化、数字化生产设备，提升服装剪裁、缝制、输送、仓储分拣等工序智能化水平，推进智能工厂建设。

专栏 2：智能装备

智能研发设备：智能人模、3D 智能量体、3D 试衣系统

智能生产装备：智能裁床、自动拉布机、智能缝制单元/设备、电脑横机、自动模板机、自动熨烫机、自动充绒机、特种缝制设备等。

智能物流装备：AGV(自动导引运输车)、RGV(有轨穿梭车)、智能吊挂系统、智能分拣系统、智能化立体仓库、布料库等。

智能检测装备：机器视觉验布机、验针机、色牢度检测机等。

工业机器人：自动打包机、码垛机器人等。

3. 车间物联网系统建设

制定企业数据管理标准。规范设备的接口、协议、数据

类型、集成配合事项，在工厂建设或设备采购时实施；明确数据的存储、管理、应用要求，实现数据多源采集、统一接口服务、安全共享利用。

推进已有设备联网。根据设备具体情况，采用通信网关、电控改造、加装传感器等方式，实现不同接口、协议、类型的设备联网。

开展车间物联网应用。根据企业实际需求，持续上线自动报工、车间看板、质量检测、制造协同、设备维护等应用。

专栏 3：车间物联网系统

车间物联网系统：在信息基础设施的基础上，应用边缘网关、智能传感、协议转换驱动、工业实时数据库套件、数据服务接口等软硬件产品模块，以数据驱动为核心，构建设备互联互通的数据交换、集成、应用、管理平台。

4. 智能运营系统建设

（1）智能营销

根据企业情况，搭建智能营销管理平台，打通客户关系管理、销售点终端、个性化定制等环节数据连接，实现消费者人体数据、订单数据、个人标签数据等数字化管理。依托人工智能、大数据、云计算、物联网等技术，将消费者数据与设计数据、生产数据有效转化，实现个性化定制。

专栏 4：智能营销管理系统

客户关系管理 CRM: 以客户为中心, 收集分析目标客户数据与销售数据, 准确感知客户需求与变化, 做出快速反应。采用客户标签、智能识别系统、智能展示平台、智能试衣间与 O2O 配套设施等为客户提供多元化、个性化服务, 实现客户的持续性培育孵化。

零售终端 POS: 通过 RFID 读写设备、智能平板收银机等智能化设备, 实现快速收银、无人收银功能。对接电子试衣系统、进店人数统计系统等, 满足行业新模式所需。

个性化定制 MTM: 搭建基于互联网的个性化定制服务平台, 通过 3D 量体、定制参数、上门量衣等方式与客户深度交互。运用三维数字建模、虚拟现实/增强现实等技术, 快速生成产品定制方案, 建立个性化产品数据库, 实现与研发设计、计划排产、柔性制造、供应链管理等系统集成与协同。

(2) 智能研发

应用服装三维设计与生产虚拟仿真技术, 进行服装款式设计、工艺设计、生产工艺仿真, 推动产品设计、研发、生产、工艺等生命周期数据集成管理, 提升智能研发设计水平。

专栏 5：智能研发系统

数字化设计: 采用计算机辅助设计 (CAD) 技术, 实现服装三维数字化设计, 包括服装款式设计、服装三维结构设计、二维纸样的 CAD 技术、二维纸样到三维试衣技术等, 实现服装款式、面料及三维试穿的三维效果展示。应用虚拟现实技术, 在虚拟环境下设计数字样衣, 对衣服结构、款式、功能进行模拟仿真, 优化设计, 虚拟体验验证。

CAD 打板: 通过智能 CAD 打板系统构建智能版型模型库, 实现标准化、部件化自动装配及模型参数智能改版, 并与智能排产系统集成。

产品生命周期管理 PLM: 建立产品生命周期管理系统 (PLM), 整合设计研发、工艺设计、产品数据管理、生产制造以及售后服务等环节数据资源, 并与 CRM、SCM、ERP 系统集成。

（3）智能生产

应用条码、RFID 无线射频及传感器等物联网技术，实现生产调度、物料跟踪、产品追溯、人员绩效等信息的实时跟踪和反馈，解决生产过程中“物料透明化、科学排产、标准工艺指导、质量进度预警”等难题，提升工人及机台的效能和产能、提高生产效率。

专栏 6：智能生产系统

制造执行系统 MES：实现生产计划管理、生产过程控制、产品质量管理、车间库存管理、项目看板管理等智能化，提高企业制造执行能力。

生产计划排程 APS：通过集中排程、可视化调度，及时准确掌握原料、设备、人员等生产信息，应用多种算法提高生产排程效率，实现柔性生产，适应多品种、小批量订单需求。

标准工时 GST：建立企业量度标准体系，制定先进合理的劳动定额，通过标准工时系统，形成版型工艺库、部件工艺库、工序工艺库、工艺流程、标准工时、质量标准、作业标准、人机需求等标准模型。推动标准模型与工艺 SOP 有效联动，实现生产工艺标准化，提高生产效率，减少在制品堆积，缩短出货周期。

（4）智能仓储物流

围绕生产现场面辅料、在制品、成品信息的自动流转、信息管理、智能存储，建立智能物流管理系统，实现对物料信息的识别采集、实时跟踪和动态调度。

专栏 7：智能仓储物流系统

仓库管理系统 WMS：在仓储管理引入无线终端、蓝牙、RFID（射频识别）等技术，以及 AGV、吊挂系统、自动包装流水线、自动码垛机器人、立体仓库等装置，对入库、出库、移动、盘点、配料、运输等作业环节数据进行自动采集，实现物料跟踪追溯、自动控制和优化调度，提高仓储利用率和物料流转效率。

（5）智能管理系统

以供应链协同为核心，建立企业资源计划、供应链协同、大数据智能决策分析平台等智能管理系统，实现企业科学配置资源，优化运行模式，改善业务流程，提高决策效率。

专栏 8：智能管理系统

企业资源计划 ERP：建立集采购、销售、财务、成本、库存、人资等于一体的企业资源计划，实现业务数据与财务数据的全面集成和成本的精细化管控，提升管理效率。

供应链协同 SCM：采用信息化手段对供应商、供应链进行管理，打通需求供应、订单、库存、物流等跨企业业务环节，解决不同类型企业之间的数据交换需求，提供全价值链业务协作及可视化监控能力。

能源管理 EMS：对生产设备、空调系统、蒸汽系统等能源数据进行集中监视和统一管控，并与生产数据实现互联互通，提供多方位、可视化的数据信息查询和决策支持服务。

大数据智能决策平台：建立数据仓库或数据中台基础系统，应用微服务组件架构，建立算法和模型。通过数据治理及数据集成，协助企业决策管理层实时了解企业经营状况，辅助精准经营决策。

5. 智能工厂建设标准体系建设

遵循服装行业及智能制造领域已发布的相关标准规范，结合企业特点，制定企业或行业智能制造系列标准，推进企业智能工厂建设进程，促进企业高质量发展。

6. 安全防护体系建设

按照《网络安全法》、《加强工业互联网安全工作的指导意见》等相关法规文件要求，落实网络安全等级保护 2.0 制度，统一进行规划设计，构建多重安全防护保障体系，提高信息安全的态势感知、监测预警、应急处置、追踪溯源等能力。

三、行业发展展望

（一）培养产品个性化定制能力。建立产品个性化设计平台，集成需求端、制造端、资源端、销售端等数据，快速设计、准确响应，实现产品个性化定制服务。

（二）培养网络协同制造能力。面向产业集聚区域，培养供应链上下游企业网络协同制造能力，加强企业间制造协同、供应链协同，优化生产成本，提高生产效率和质量。

（三）提升快速反应水平。提高企业内部管理信息化水平，推动生产过程的信息化跟踪，支撑产品质量控制、数据追溯、工序优化等应用，提高快速反应能力。

河南省机械零部件行业数字化转型建设指南

一、行业发展现状

机械零部件行业承担着为各主机行业提供各类配套件的重任。近年来，随着汽车、家电、机器人和工程机械等主机行业快速发展，为机械零部件行业而提供了广阔市场空间。目前，机械零部件行业以智能化改造为手段，建设柔性智能制造单元、生产线，实现多品种零件制造自动化；应用生产过程信息综合集成管控平台，实现智能工厂进行数字化运营管控，行业整体数字化转型步伐不断加快。

机械零部件行业普遍存在的痛点为：（1）产品生产工艺复杂且工序繁多，传统人工质检方式导致产品质量难保障。（2）订单以小批量、多批次为主，客户要求交货周期不断缩短，生产组织难度大。（3）设备管理维护水平较低，非计划停机时有发生，设备综合利用率有待提升。（4）企业网络化程度低，不同信息系统数据互联互通存在困难，生产管理人员无法实时全面掌握生产情况，难以及时做出优化决策。

二、行业解决方案

（一）总体方案

机械零部件加工企业数字化转型参考架构，如图 1 所示。

设备：加快现有生产设备、检测设备、物流与仓储设备等智能化改造，推广应用成套智能装备，实现全面感知和精准控制。

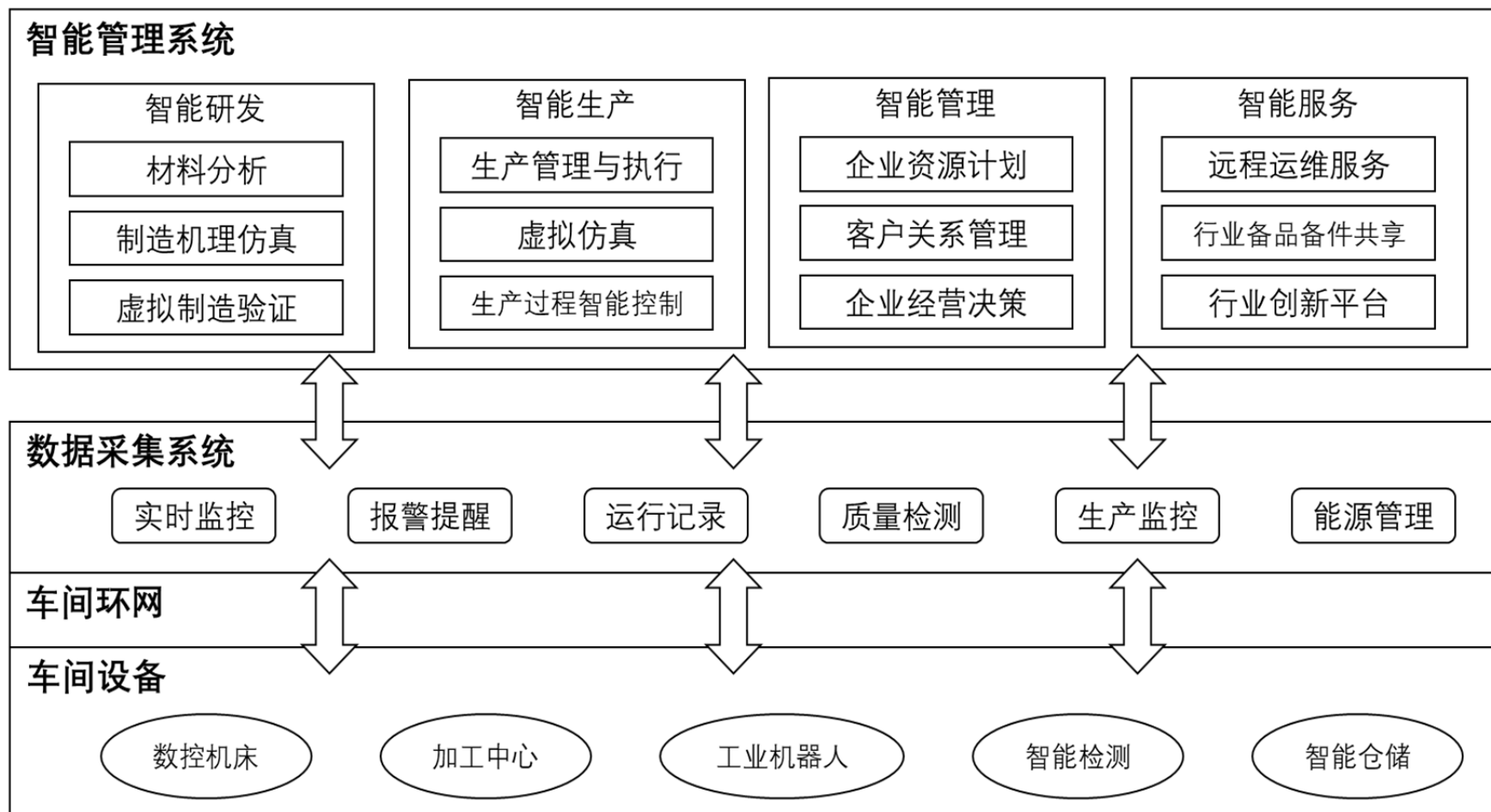


图 1 机械零部件加工行业数字化转型参考架构

数据采集与集中监控：利用企业原有及新建采集系统、控制系统、检测系统，汇聚数据资源，实现数据分析与辅助决策。

智能研发：聚焦企业工艺研发，通过原材料物性分析、制造机理分析、工艺过程仿真和虚拟制造验证，提高工艺研发的效率和质量。

智能生产：全面感知生产过程实时数据，对产品、设备、质量、能源、物流等数据进行分析，开展生产组织调度，提升企业运行效率和协同管理水平。

智能管理：推动采购、销售、物流、仓储、成本、客户等业务数据全面集成和系统分析，协助企业快速、精准决策。

智能服务：聚焦供应链和产业协同层面，结合用户个性化需求、加工工艺迭代优化、生产过程大数据分析等，不断形成创新应用，实现供应链协同和资源优化配置。

（二）建设内容

1、基础设施的数字化建设与改造

结合下料、加工、检测、包装等环节特点，应用智能感知、自动控制等技术对现有生产设备及装置进行数字化改造或配置智能装备，完善工业网络及信息安全基础建设，通过生产装备的数字化改造和网络化连接，推动生产线整体升级，实现生产数据的全面感知、采集与分析，支撑产品的高效、稳定生产。

（1）智能感知

对企业已有配备单机控制系统的生产设备进行通讯扩展，结合企业数据需求增设智能传感器，建设覆盖装备、工艺、质量、物流、仓储、能源、安全、环境等智能感知系统。实时采集跟踪生产工艺参数、能源消耗、运行过程操作、物料流转、人员活动等状态。实时监视工厂周边、生产车间、库房、机房以及生产过程中粉尘、噪声、温度、湿度等环境参数。

（2）智能装备

在生产中环境恶劣、劳动作业强度大的岗位，推广具备自检测、自诊断、自调节等功能的智能装备。针对生产过程中下料、加工、检测、包装等关键工序，采用机理建模、人工智能等手段，实现工艺参数优化。

专栏 1：智能装备及先进控制技术

智能生产装备：高档数控机床、自动化成套生产线、智能专用装备等。

智能物流装备：AGV（自动导引运输车）、悬挂输送系统、自动运输辊道、自动上下料装置、智能化立体仓库等。

工业机器人：焊接、切割、搬运、包装、码垛等机器人。

智能检测装备：光学视觉检测系统、智能专用检测装备等。

先进控制技术：温湿度控制系统、设备状态智能检测及故障诊断系统等。

（3）数据采集与集中监控

建设数据采集与集中监控系统，集成下料、加工、检测、包装等重点工序相关数据，实现生产过程集中监视、设备远程集中控制以及异常报警提醒，减少现场操作和巡检人员数量，降低劳动强度，提高生产效率。

（4）网络与安全

统筹网络与信息安全建设，采用工业以太网、无线网等技术实现生产实时数据、多媒体信息、业务管理等数据传输交互，保障控制网通信畅通与冗余安全，实现主要办公区、重点作业区域网络全覆盖。统一进行企业信息安全系统规划设计，构建多重安全防护保障体系。

2、信息化系统的建设与升级

（1）智能研发

产品工艺设计。应用计算机辅助工艺设计工具，结合原材料物性、制造装备、工艺知识库，应用工艺仿真、知识工程等技术，实现产品工艺的设计与优化。

制造工艺设计。应用生产系统规划设计工具，结合订单规模、制造资源、制造过程控制等，应用虚拟试生产、人工智能等技术，实现制造工艺的设计与优化。

（2）智能生产

采用数据驱动的管理理念，围绕设备、能源、质量、物流、仓储、安全、环保等企业核心业务，建设集成、智能、

协同的生产管理与执行系统。

订单数字化管理。建立订单数字化管理系统，整合订单信息、交货期承诺、生产计划、生产调度、质量检验、下线入库、销售发运、质量异议等信息，实现订单全生命周期管理。

智能排产。综合考虑生产能力、设备状态、物料资源等情况，以及客户特殊要求、运力约束、订单交期、工艺规范等信息，根据订单动态信息自动安排排产计划，平衡设备和工人生产负荷，减少订单等待时间，提高资源利用率。

生产组织与调度。以客户订单和生产计划为依据，基于生产过程的实时工艺参数和设备运行状态，提供计划执行、资源消耗、产量与质量统计分析、辅助生产调度决策、动态调度等服务，提升企业生产组织管理水平。

生产作业。应用电子看板、安灯、防差错系统等精益工具，对人员、设备、物料等资源进行精准管控。应用机器人、数控机床等智能装备，以及机器视觉、VR/AR 等信息技术，实现人机协同高效作业。

质量管理。梳理企业原料检验、生产工艺和质量检验等规范，建立全过程质量管理体系，实现原料、半成品、成品检验、统计分析和质量追溯。利用数据挖掘、深度学习等方法，建立基于过程机理和数据驱动融合的质量动态预测模型，对产品质量进行实时分析优化，提高质量稳定性。

物流管理。围绕原材料、半成品、成品的自动流转、信息采集、信息管理等，建立智能物流管理系统，实现物料识别采集、实时跟踪和动态调度。在仓储管理引入无线终端、蓝牙、RFID（射频识别）等技术，以及 AGV、悬挂系统等装置，对入库、出库、移动、盘点、配料、运输等作业环节的数据进行自动采集，实现物料的跟踪追溯、自动控制和优化调度。

设备管理。建立标准化信息采集与控制系统、自动诊断系统、基于专家系统的故障预测模型和故障索引知识库，实现装备远程无人操控、工作环境预警、运行状态监测、故障诊断与自修复。

能源管理。建立能源管理系统，对生产设备、空调系统、蒸汽系统等能源数据进行集中监视和统一管控，并与生产数据实现互联互通。

（3）智能管理

企业资源计划。建立集采购、销售、财务、成本、库存、人资、审计、项目等为一体的企业资源计划系统，实现业务数据与财务数据集成和成本精细化管理。

客户关系管理。采用信息化手段对客户进行管理，统计分析客户的分布、行业、类型、来源、资质、风险等信息，为决策提供依据。鼓励有条件的企业建立客户关系管理系统，为客户开放关联业务信息、供需信息，紧密合作关系。

企业经营决策。建立企业经营管理驾驶舱，协助企业决策管理层实时了解企业经营状况和辅助精准经营决策。

（4）智能服务

对产品全生命周期产生的企业内部运营管理数据、制造过程数据以及企业外部数据等进行规范治理，整合社会资源，开展智能服务应用和行业服务生态创新。

专栏 2：智能服务模式应用场景

行业公共服务：联合外部资源建设行业公共服务平台，建设和完善行业基础数据库，提供行业专用设计工具租用、产品检测等服务。

行业备品备件共享服务：联合外部资源，搭建集行业设备备件云库存中心、技术支持中心等于一体的行业备品备件共享服务云平台。

三、行业发展展望

（一）优化制造工艺。利用工业大数据分析技术，对生产工艺进行研究，实现约束条件下的数据驱动建模。在生产过程中不断迭代，分析工艺缺陷和产品质量等方面的数据并修正模型，实现工艺设计和工艺参数的优化。

（二）提升产品质量。利用工业物联网、智能建模等技术，实现基于工业大数据的原料和零部件质量分析、追溯、预测，为最终产品质量提供保障。

（三）改善装备运维。利用智能感知、设备日常运行可

视化监控、设备日常运行情况分析等手段，实现设备工况的智能分析，实现预测设备故障、管理备品备件库存等目标。

（四）辅助管控决策。针对小批量多批次订单成为主流，生产插单越来越普遍的情况，积累大量数据、掌握规律，将决策问题建模、量化，并定义决策中的规则，实现排产和决策优化，为顺利完成生产计划和协同调度提供支撑。

河南省食品行业数字化转型建设指南

一、行业发展现状

食品行业是国民经济和社会发展的基础性、民生性、支柱性产业。近年来，随着食品行业持续快速发展，以及新一代信息化技术融合应用，企业针对食品加工流程特点，普遍引入自动化、智能化设备和生产线，提升生产效率、增强质量管控，部分企业加工技术和设备接近或达到国际领先水平，加快数字化转型已具备基础和条件。

目前，食品行业普遍存在的痛点为：（1）面对消费者多元化需求，产品类别多、品种多、变化大，运用信息化进行经营决策和生产排产较为迫切。（2）产品保质期较短，且对质量管控严格，运用信息化支撑库存管理、物流运输、销售网络的要求较高。（3）行业对市场变化敏感，传统线下零售、集中销售方式缺乏对市场需求的精准把握，需要拓展新的销售渠道。

二、行业解决方案

（一）总体方案

以质量稳定、协同高效、响应快捷为目标。提出食品行业数字化转型参考架构，如图 1 所示。

决策支持：通过商业智能平台、大数据平台，为客户分析、市场研究、销售支持、财务分析和战略规划等企业管理决策活动提供支持。

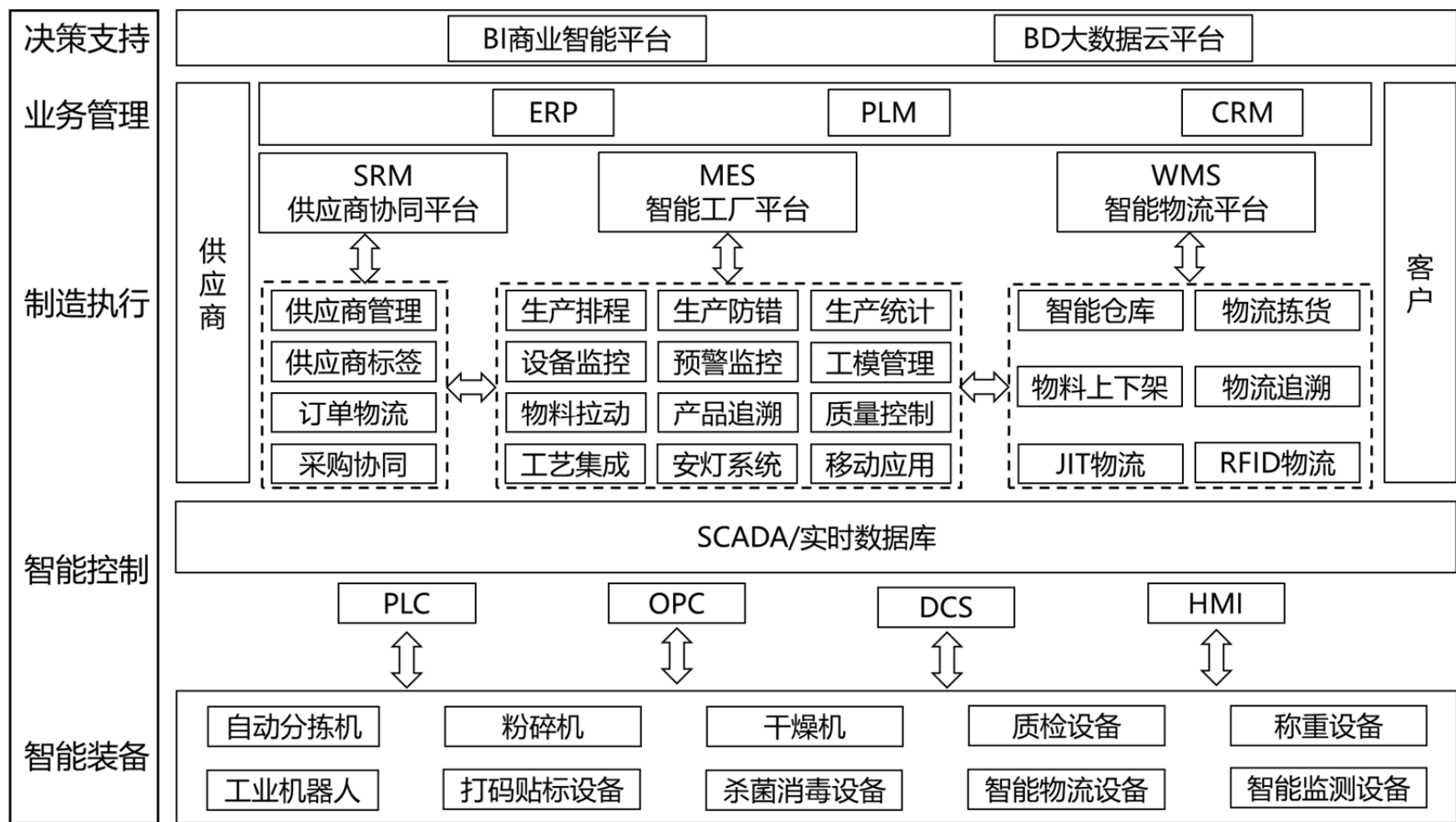


图 1 食品行业数字化转型参考架构

业务管理：通过企业级管理系统的建设与集成，对工厂运行过程中的生产、服务、人力资源和财务等各项业务按照经营目的进行规范、控制和调整。

制造执行：通过数字化生产过程控制，借助自动化和智能化技术手段，实现生产过程透明化和生产信息集成化。

智能控制：通过建设感知、通信、控制一体化的工业网络系统，推动全局统筹调度、系统反馈控制和过程运行优化等，实现智能工厂从控制域到管理域的垂直集成。

智能装备：通过自研或联合研制推进食品智能装备应用，加快食品企业转型升级，提升生产效率、技术水平和产品质量，降低能源消耗，实现制造过程的智能化和绿色化。

（二）建设内容

1、基础设施的数字化建设与改造

（1）智能控制

对企业配备单机控制系统的生产设备和辅助设备进行沟通扩展，结合企业数据需求增设智能传感器，建设覆盖装备、工艺、质量、物流、能源、安全、环境等的智能感知系统，实现传感、测量、检测、控制等信息的实时感知、自动采集。

专栏 1：智能控制重点应用领域

对生产设备和辅助设备进行自动化改造、增设智能在线传感器；对原材料、半成品、产成品进行检测；对生产工艺参数、运
--

行过程操作、物料流转、人员活动等实时状态进行跟踪；对工厂周边、生产车间、库房以及生产过程中洁净度、温度、湿度等环境参数进行实时监视。

焙烤食品企业：覆盖从原料进料、压面、成型、烘烤、喷油到冷却全流程，实现自动恒温、自动烘烤、自动输送、自动喷油、自动冷却等功能。

方便食品企业：覆盖车间各区域（如菜处理区、面处理区、成型区、包装区等）、立体冷库，实现环境温湿度和制冷设备运行状态的实时监控。

（2）智能装备

使用具备自我检测、自我诊断、自我调节等功能的智能装备/成套装置，减少人工干预，满足食品生产过程中对于环境卫生的高要求。以生产自动化控制系统为基础，对生产过程中分拣、调配、杀菌、干燥、净化、封装、称重、质检等关键工序或流程，采用机理建模、人工智能等多种手段，建设智能优化控制系统，实现工艺参数协同优化。

专栏 2：智能装备及先进控制技术

焙烤食品智能生产线：成型机、隧道式热风循环电烤炉、喷油机、转弯机、冷却线、饼干整理机、饼干夹心机、包装机等自动化设备。

方便食品智能生产线：全自动粉仓控制系统、自动连续真空和面系统、连续压面设备、自动菜清洗设备、自动切菜设备、连续脱水设备、自动成型设备、自动速冻设备、自动

包装设备等。

智能物流装备：AGV（自动导引运输车）、自动输送设备、自动提升机、自动上下料装置、智能化立体仓库等。

智能检测装备：成品检测系统、金属异物探测系统、智能称重系统、机器视觉检测、机器嗅觉检测、机器味觉检测、机器触觉检测等。

先进控制技术：温湿度控制系统、设备状态智能检测及故障诊断系统等。

（3）网络与安全

统筹企业网络与信息安全建设，采用工业以太网、无线网等技术实现生产实时数据、多媒体信息、管理信息等数据的传输交互，保障控制网通信畅通与冗余安全，实现主要办公区、重点作业区域的网络全覆盖。

统一进行企业信息安全系统规划设计，构建多重安全防护保障体系，涵盖物理环境安全、应用系统安全、网络安全、数据安全、应用安全、主机安全、网络通讯安全及备份与恢复等。

专栏 3：5G 应用场景

移动装备互联互通：依托 5G 网络低时延、大带宽等特点，实现 AGV、工业 PDA（个人数字助手）等移动装备的互联互通，实现物流配送、仓库管理、自动分拣等活动的协同运作。

生产培训：基于 5G 网络大带宽优势，利用 AR（增强现实）技术对生产过程进行虚拟仿真，对生产操作人员进行培训。

2、面向协同运作的信息化系统与升级

(1) 生产过程智能控制

数据采集与系统集成。采集分拣、调配、杀菌、干燥、净化、封装、称重、质检等重点工序数据，并自动传递给 MES 系统。建立生产一体化管控平台，实现生产设备运行状态的实时监控、及时分析与预测，并对生产设备输出进行及时调控，减少人员干预，提高生产效率和产品品质。

生产组织与调度。以 ERP 系统分配的客户订单和生产计划为依据，基于生产工艺和设备运行状态，进行组合排产，并精确计算原材料，批处理设备配置参数，实现在线质量管理、在线设备管理、异常工况动态调整，提升企业生产组织管理水平。

(2) 生产管理与执行

订单全生命周期管理。建立订单数字化管理系统，通过订单信息、生产计划、质量检验、下线入库、销售发运、质量异议等信息的全面贯通，实现对订单的全生命周期管理。

智能排产。综合考虑原料库存、企业生产能力、设备状态、生产组织模式等情况，结合客户需求、市场情况、运力约束、订单交期、工艺规范、安全库存等信息，通过智能排产，制定年度计划、月度计划和周期计划，实现排产详细的物料需求计划，缩短生产周期，确保安全库存；实现多个工厂协调生产，满足客户需求；实现管理透明化，提升工厂管

理水平。

质量管理。全面梳理企业原料检验规范、配方 BOM 管理规范、生产工艺规范、质量检验规范、环境规范等，建立全过程质量管理体系，实现原料、中间品、成品的及时检验、检测结果及时反馈现场，提高质量控制水平。

专栏 4：全面质量管理应用场景

制造过程质量管理：对生产设备、检测设备、物料转运设备相关数据进行全面采集，实现制造过程的现场过程作业控制、成品检验及处置管理。

检验管理：对物料检验委托、样品标识、检验接收、样品检测、报告发布全过程进行跟踪管理，实现对原材料进厂、生产过程、产成品出厂在内的所有项目的检验管理。

物流管理。围绕原料、包装品、成品的自动流转、信息管理、智能存储等，建立智能物流管理系统，实现对物料信息进行识别采集、实时跟踪和动态调度。在仓储管理中引入 WIFI、条码、RFID（射频识别）等技术以及 AGV、辊道输送机、分拣机器人等装置，对入库、库内、出库、移动、盘点、配料、运输等作业环节的数据进行自动采集，实现物料的跟踪追溯、自动控制和优化调度，提高仓库利用率和物料流转效率。

设备管理。建设设备管理系统，对设备台账、设备运行状态、设备运维情况、零备件进行管理，实现设备故障预警、报警、预诊断。

能源管理。建立能源管理系统，对生产设备、空调系统等能源数据进行集中监视和管控。定制能源管理 KPI 体系，从时间、区域和人员等不同维度评估企业的用能效率。基于历史能源数据，建立能源优化模型，对耗能和产能调度提供优化策略和方案。能源管理系统与生产管理系统实现互联互通，提供多方位、可视化的数据信息查询。

安全环保管理。规范厂区和生产车间的安全、健康、环境保护工作，实现“事前计划、事中跟踪控制和预防、事后追溯分析”的闭环管理。建立安防应急一体化集中管控中心，实现对潜在突发环境事件和重大危险源的及时分析、有效预警和溯源调控。

（3）智能管理系统建设

企业资源计划。建立集采购、销售、生产、质检、仓储、财务等为一体的企业资源计划，实现业务数据与财务数据的全面集成和成本的精细化管理，提升管理效率。

客户关系管理。采用信息化、大数据等手段对客户资料、计划订单、电子签收、经销商对账进行管理，统计分析客户的分布、行业、类型、来源、风险等信息，为决策提供依据。鼓励企业建立客户关系管理系统，为客户开放关联业务信息、供需信息，建立更加紧密的合作关系。

企业经营决策。建立企业商业智能平台，在 ERP 系统、MES 系统、PLM 系统基础上开发数据分析平台，从公司经营、

财务管理、生产管理、设备管理、成本管理等方面多维度动态分析数据，辅助生产运营管理决策。

食品全生命周期管理。集成生产过程参数、质量控制数据、设备运行数据、原物料数据、配方执行数据等生产过程数据，打通生产执行系统、ERP 系统、仓储管理系统、采购供应系统、物流管理系统之间的数据连接，形成产品信息的全过程追溯链，实现覆盖原料、生产、仓储、销售、消费者等环节“一物一码”的追溯。

（4）智能服务应用建设

基于互联网、大数据、云计算、5G、人工智能等技术，对产品全生命周期产生的企业运营管理数据、制造过程数据以及产品销售数据等进行规范治理，整合社会资源，进行智能服务应用和行业服务生态创新。

专栏 5：智能服务模式应用场景

食品质量安全追溯服务：实现生产企业信息系统、企业数据交换系统、公共标识服务系统、行业应用公共系统、客户终端查询系统、信息安全认证系统等系统的集成，为生产企业及消费者提供查询入口统一、数据存储安全、查询高效的食品质量安全追溯服务。 智能化分析平台：利用大数据、人工智能等技术进行数据分析，根据用户画像从配方、口味、包装等方面进行改善，并利用APP、定制化推送等手段将产品快速交付到消费者手中，实现产品的快速迭代和优化。
--

三、行业发展展望

（一）研发个性化产品，培育新增长点。针对消费者对产品品质、健康时尚、外观精美等需求，加大新产品设计与开发力度，运用信息技术、智能制造技术推动生产线柔性化改造，为消费者定制个性化产品，培育新增长点。

（二）鼓励网上营销，拓展食品销售新渠道。通过自建企业电商营销渠道、对接国内主流电商平台相结合的方式，拓展产品市场空间。推动电商营销渠道与企业生产系统紧密结合，及时反馈市场变化和消费者需求，推动生产快速调整。紧跟移动互联网直播电商新业态，通过电商直播引流为企业拓展销售渠道。

（三）建设“母工厂”，提升复制能力。推进智能制造，树立智能制造标杆“母工厂”，将“母工厂”作为其他工厂的技术依托，对外输出设备、技术、工艺、员工培训以及适应当地的技术开发等，提升新工厂建设速度。

河南省饮料行业数字化转型建设指南

一、行业发展现状

饮料是消费品市场的主要产品之一，在国民经济占有重要地位。随着人民群众生活水平提高，饮料行业发展步伐加快，并对包装、印刷等周边产业形成较强拉动作用。近年来，饮料行业加快实施数字化转型，引进自动化设备建设智能生产线，应用数据采集、生产控制、环境监控等系统，在提高生产线产能、保障产品质量安全等方面取得较好成效。

目前，饮料行业数字化转型面临的“痛点”是：（1）面对消费者追求健康、高颜值新产品的趋势，购买标准饮料产品意愿的降低，传统大批量生产模式无法满足发展需要。

（2）传统线下零售、集中销售方式难以精准把握、及时响应市场变化，需要拓展新的销售渠道。（3）企业信息化建设重硬件、轻软件问题突出，在投入大量资金购买自动化生产线的同时，信息系统建设相对滞后，无法实现企业资源整合利用。

二、行业解决方案

（一）总体方案

饮料行业数字化转型参考架构，如图 1 所示。

1、决策支持：通过云计算、大数据技术为企业生产、运营的科学决策提供数据支持。借助商业智能平台，为销售

支持、客户分析、市场研究、财务分析、运筹和战略规划等企业管理决策活动提供支持。

2、业务管理：通过企业级管理系统的建设与集成，对工厂运行过程中的生产、服务、人力资源等各项业务按照经营目的进行有效的规范、控制和调整。

3、制造执行：通过数字化生产过程控制，实现车间制造控制智能化、生产过程透明化、制造装备数控化和生产信息集成化。

4、智能控制：建设感知、通信、控制一体化的工业网络系统，推动全局统筹调度、系统反馈控制和过程运行优化等，实现智能工厂从控制域到管理域的垂直集成，提高产品质量，降低生产能耗。

5、智能装备：通过智能装备/成套装置应用，推进饮料企业转型升级，提升企业生产效率、技术水平和产品质量，降低能源资源消耗，实现制造过程的智能化和绿色化。

（二）建设内容

1、基础设施的数字化建设与改造

结合饮料生产过程中水过滤、软化、杀菌消毒、称重、调配、过滤、均质、冲瓶、灌装、封口、灯检、包装等生产工艺条件、工况特点，应用自动控制、智能感知等技术对现有水处理设备、杀菌消毒设备、称重设备、调配罐、过滤设备、均质机、三合一灌装设备、灯检设备、包装机等生产设

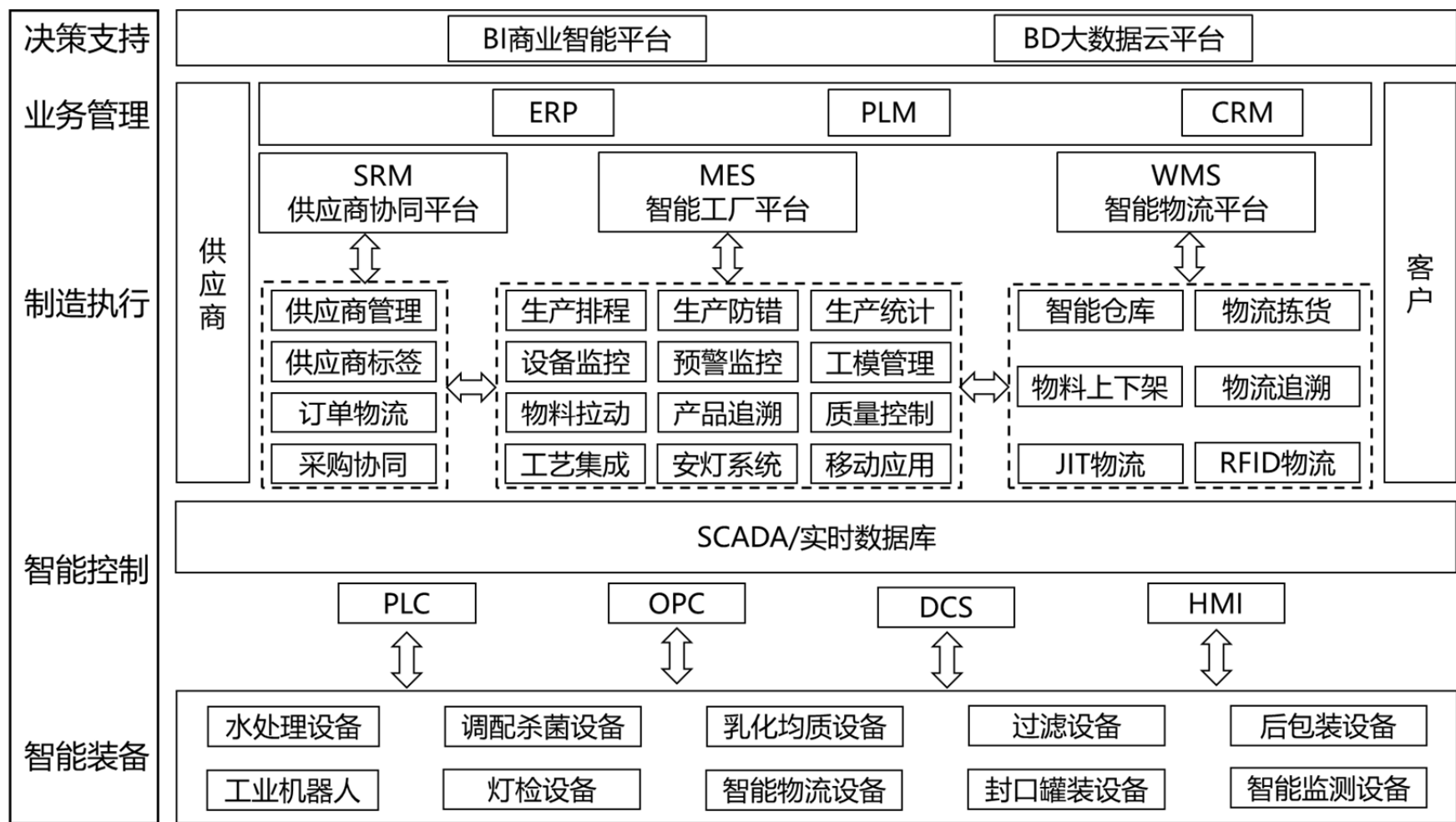


图 1 饮料行业数字化转型参考架构

备及其他装置进行数字化改造或配置智能设备，推动工业网络及信息安全建设。通过生产装备的改造提升和互联互通推动生产线整体升级，实现产品的高效、稳定生产。

(1) 智能感知

对企业已有配备单机控制系统的生产设备进行通讯扩展，结合需求增设一系列智能传感器，建设覆盖装备、工艺、质量、物流、能源、安全、环境等的智能感知系统。部署传感器、射频识别、网关等感知设备和传输网络，通过集成传感、测量、检测、控制等信息，实现设备、生产过程、产品质量、生产环境的实时感知。

(2) 智能装备

使用具备自我检测、自我诊断、自我调节等功能的智能装备/成套装置，减少人工干预，满足生产过程对环境卫生的高要求。以生产自动化控制系统为基础，对生产过程中杀菌消毒、调配、过滤、均质、灌装、封口、灯检、包装等关键工序或流程，采用机理建模、人工智能等多种手段，建设智能优化控制系统，实现工艺参数的协同优化。

专栏 1：智能装备及先进控制技术

智能生产装备：水处理设备、杀菌消毒设备、调配罐、过滤设备、均质机、三合一灌装设备、灯检设备、包装机。

智能物流装备：AGV（自动导引运输车）、离心泵、自动提升机、自动上下料装置、智能化立体仓库等。

工业机器人：自动码垛机、自动包装装置等。

智能检测装备：金属异物探测系统、液体罐装定位系统、智能称重系统等。

先进控制技术：温湿度控制系统、设备状态智能检测及故障诊断系统等。

(3) 网络与安全

统筹企业网络与信息安全建设，采用工业以太网、无线网等技术实现生产实时数据、多媒体信息、管理信息等数据传输交互，保障控制网通信畅通与冗余安全，实现主要办公区、重点作业区域的网络全覆盖。

统一进行企业信息安全系统规划设计，构建多重安全防护保障体系，涵盖物理环境安全、应用系统安全、网络安全、数据安全、应用安全、主机安全、网络通讯安全及备份与恢复等。

专栏 2：5G 应用场景

移动装备互联互通：依托 5G 网络低时延、大带宽等特点，实现 AGV、工业 PDA（个人数字助手）、巡检机器人等移动装备的互联互通，支撑企业实现物流配送、仓库管理、工厂巡检等活动的协同运作。

2、面向协同运作的智能生产系统建设

(1) 生产过程智能控制

数据采集与集中监控。建立数据采集与监控系统，全面

集成杀菌消毒、调配、过滤、均质、灌装、封口、灯检、包装等重点工序数据，实现全流程生产数据的集中监视、设备的远程集中控制以及异常报警提醒等功能，减少现场操作、巡检人员数量。

（2）生产管理与执行

采用业务驱动和数据驱动相结合理念，围绕设备、能源、质量、物流、安全、环保等企业核心业务主线，建设集成、智能、协同的生产管理与执行系统。

智能排产。综合考虑生产能力、设备状态、物料资源、生产组织模式等情况，以及区域市场、运力约束、工艺规范等信息，自动安排生产计划，平衡设备和工人生产负荷，提高资源利用率。

生产组织与调度。以生产计划为依据，基于生产过程的实时工艺信息和设备运行状态信息，具备计划执行、资源利用、产量与质量统计分析、平稳工况的优化调度、辅助生产调度决策等功能，全面提升企业生产组织管理水平。

质量管理。建立全过程质量管理体系，实现原料、中间品、成品的及时检验、统计分析和质量追溯。运用数据挖掘、深度学习等方法，建立基于过程机理和数据驱动融合的质量动态预测模型，对产品质量进行实时分析优化，提高质量稳定性。

专栏 3：全面质量管理应用场景

制造过程质量管理：对生产设备、检测设备相关质量数据进行全面采集，实现制造过程的现场过程检验、成品检验及处置管理。

检验管理：从检验委托、样品标识、检验接收、样品检测、报告发布全过程实现跟踪管理，实现对原料进厂、生产过程、产成品在内的所有项目的检验管理。

物流管理。围绕原料、包装瓶、成品的自动流转、信息管理、智能存储等，建立智能物流管理系统，实现对物料信息的识别采集、实时跟踪和动态调度。在仓储管理中引入 WIFI、蓝牙、RFID（射频识别）等技术以及 AGV、输送泵等装置，对入库、出库、移动、盘点、配料、运输等作业环节的数据进行自动采集，实现物料的跟踪追溯、自动控制和优化调度，提高仓库利用率和物料流转效率。

设备管理。联合外部资源，建立标准化信息采集与控制系统、自动诊断系统、基于专家系统的故障预测模型和故障索引知识库，实现装备远程无人操控、工作环境预警、运行状态监测、故障诊断与自修复。

能源管理。建立集能源消耗数据监控采集、动态分析、统计报表、供需预测、预警报警及平衡、调度等功能于一体的能源管理系统，对生产设备、空调系统、蒸汽系统等能源数据进行集中监视和统一管控，并与生产数据实现互联互通，提供多方位、可视化的数据信息查询和决策支持服务。基于

历史能源数据，建立能源优化模型，对耗能和产能调度提供优化策略和优化方案。

安全环保管理。规范厂区和生产现场的安全、健康、环境保护工作，建设 HSE 管理知识库，实现“事前计划、事中跟踪控制和预防、事后追溯分析”的闭环安健环管理。

3、智能管理系统建设

（1）企业资源计划

建立集采购、销售、财务、成本、库存、人资、审计等为一体的企业资源计划，实现业务数据与财务数据全面集成、成本精细化管控，提升管理效率。

（2）客户关系管理

采用信息化、大数据等手段对客户/渠道进行管理，统计分析客户/渠道的分布、行业、类型、来源、风险等信息，为决策提供依据。建立客户关系管理系统，为客户开放关联业务信息、供需信息，建立更加紧密的合作关系。

（3）电商协同服务

加入主流电商平台，实现线上产品展示、客户下单、零单配送等功能。建设电商协同服务平台，通过与主流电商系统对接，读取订单信息，生成销售订单，完成快速配货，提高终端订单满意率。

（4）企业经营决策

建立企业经营管理驾驶舱，协助企业决策管理层实时了

解企业经营状况，精准进行经营决策。

(5) 饮料全生命周期管理

实现覆盖原料、生产、仓储、销售、消费者等环节“一物一码”的深度追溯。集成生产过程参数、质量控制数据、设备运行数据、原物料数据、配方执行数据等生产过程数据，打通生产执行系统、ERP 系统、仓储管理系统、采购供应系统、物流管理系统之间的数据连接，通过数据实时同步，实现原料和产品全生命周期管理。

4、智能服务应用建设

基于互联网、大数据、云计算等技术，对产品全生命周期产生的企业运营管理数据、制造过程数据以及企业外部数据等进行规范治理，整合社会资源，进行智能服务应用和行业服务生态创新。

专栏 4：智能服务模式应用场景

饮料质量安全追溯服务：推动生产企业信息系统、企业数据交换系统、公共标识服务系统、行业应用公共系统、客户终端查询系统、信息安全认证系统等集成，为生产企业及消费者提供查询入口统一、数据存储安全、查询高效的质量安全追溯服务。

三、行业发展展望

(一) 创造个性化产品，培育新增长点。针对消费者对产品品质、健康时尚、外观精美等多样化、多层次的产品需求，进一步加大新产品设计与开发力度，通过信息技术与制

造技术融合提高生产线柔性化水平，为消费者定制个性化产品提供支撑，不断培育新的增长点。

（二）鼓励电商营销，拓展产品销售新渠道。通过自建企业电商营销渠道、对接国内主流电商平台相结合的方式，拓展产品市场空间。推动电商营销渠道与企业生产系统紧密结合，及时反馈市场变化和消费者需求，推动生产快速调整。紧跟移动互联网直播电商新业态，通过电商直播引流为企业拓展销售渠道。

（三）加强信息系统建设，提升管理水平。加强生产工艺各环节的数据采集、处理、存储、利用和管理，完善生产过程信息化监控与分析、质量管控、设备管理与维护、异常预警等功能，实现工厂的智能化管理、科学化决策和标准化流程。

河南省电子电器行业数字化转型建设指南

一、行业发展现状

电子电器行业具有技术含金量高、附加值高的特点，产业链条较长，涵盖电子元器件产品、IC、配件、电子中间产品、终端产品等领域，主要采用多品种、小批量/单件的生产组织方式，离散制造特征明显。近年来，伴随产品升级换代加快，客户需求变化多样，电子电器企业仅靠价格竞争和局部管理改善已无法获得持久竞争优势，必须加强新产品研发创新，提升企业内部和上下游企业间快速响应能力，实现全面精细化管理。

目前，电子电器行业普遍存在的痛点为：（1）客户需求不容易掌握，交期短，插单频繁，面向库存和订单两种生产模式并存，缺乏有效的计划体系。（2）产品种类繁多、构成高度复杂、工艺跨度较大，导致生产过程控制、产品质量管控困难。（3）产品生产周期短，生产过程不透明，导致供应链管理难度较大，难以保障订单准时稳定交付。（4）信息系统横向集成水平较低，无法建立全流程追溯体系，企业经营决策缺乏全面的信息支持。

二、行业解决方案

（一）总体方案

电子电器行业企业数字化转型参考架构，如图 1 所示。

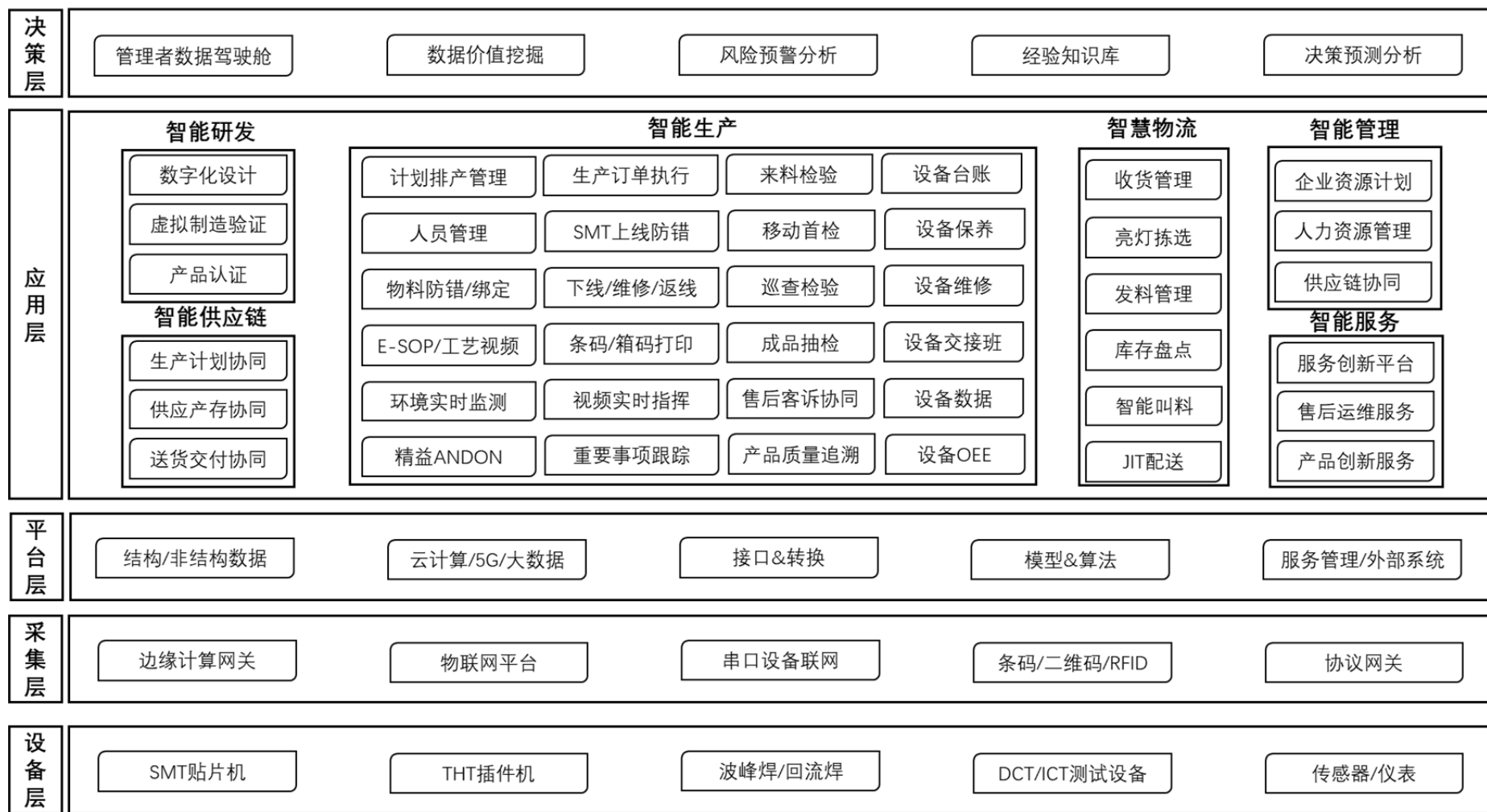


图 1 电子电器行业数字化转型参考架构

设备层：运用可编程逻辑控制器（PLC）、分散控制系统（DCS）、人机接口（HMI）、工控机和传感器/仪表，对表面贴装技术(SMT)印刷机、贴片机、在线自动光学检测(AOI)检测、通孔技术（THT）插件机、回流焊、波峰焊、自动化装配生产线和自动化包装线等进行数字化、网络化、智能化改造，推广应用成套智能装备，实现生产柔性化、均衡化，保障敏捷快速交付。

采集层：运用边缘计算网关、智能远程输入/输出(I/O)、串口设备联网、条码/二维码/射频识别技术（RFID）和协议网关等，实现生产过程的数据采集与控制。

平台层：基于平台的结构和非结构数据，提供设备接入和通讯服务，对数据进行解析、处理、存储，通过协议适配、安全策略、建立算法模型和接入外部系统数据，打通信息孤岛，为上层应用服务提供支撑。

应用层：对智能研发、智能供应链、智能生产、智能仓储物流、智能运行与决策管理、智能服务等进行管理，提升企业运营效率和协同管理水平，实现透明化、精益化、数字化、智能化生产，以及生产全流程可追溯、可跟踪、可控制。

决策层：应用人工智能、大数据、云计算等新一代信息技术，建立数据集控中心，实现数据价值挖掘、风险预警分析和经验知识库等，体现生产结果、反馈实际问题、提供分析依据、验证改进成效，辅助管理层进行科学决策和预测，

提高企业的综合竞争力、市场占有率、品牌知名度。

（二）建设内容

1、基础设施的数字化建设与改造

结合产品生产过程中印刷电路板（PCB）表面贴装技术（SMT）、通孔技术（THT）、焊接和装配包装等生产工艺条件、工况特点，应用自动控制、智能感知等技术对现有印刷机、贴片机、自动插件、波峰焊、回流焊等生产设备及其他装置进行数字化改造或配置智能设备，实现数据互联互通，推动产线智能化升级，实现敏捷制造、柔性制造，满足客户个性化需求和订单快速交付。

（1）智能感知

应用自动数据采集系统、机器视觉、图像或目标智能识别系统。对企业已有配备单机控制系统的生产设备进行通讯扩展，结合需求增设智能传感器，建设覆盖装备、工艺、质量、物流、仓储、能源、安全、环境等的智能感知系统。部署传感器、射频识别、网关等感知设备和传输网络，集成传感、测量、检测、控制等信息，实现设备、物料、生产过程、产品质量、生产环境的实时感知、自动采集。

专栏 1：智能物联网平台

自动数据采集系统：运用各类通信手段，接入表面贴装技术（SMT）、通孔技术（THT）、波峰焊、回流焊、在线自动光学检测（AOI）检测、传感器、仪器仪表、自动导引运输车（AGV）、

机械手臂等设备、系统和产品，将采集的多源异构数据通过协议转换技术实现归一化处理，并利用边缘计算设备实现数据由底层向云端平台集成。

机器视觉、图像或目标智能识别：通过计算机及相关设备模拟生物视觉，包括：目标定位及筛选、缺陷识别及筛查、智能监测及预警等。自动识别目标物体或图像中的对象、位置和动作，实现图像识别、标记，辅助生产任务执行，包括：在图像中搜索并引导机器人、生产自动检测、生产辅助系统等。

（2）智能装备

应用智能生产装备，结合产品生产工艺流程，对关键设备进行数字化改造或重建，赋予数据采集和远程控制能力。

专栏 2：智能装备及先进控制技术

智能生产装备：锡膏印刷机、锡膏厚度检测仪、贴片机、回流焊、在线自动光学检测(AOI)、电路测试(ICT)、功能测试(FCT)、印刷电路板（PCB）装配检测、自动插件设备、选择性波峰焊、自动螺丝机、自动点胶机、老化线和自动化装配生产线等。

智能物流装备：自动导引运输车（AGV）、自动运输辊道智能化立体仓库等。

（3）网络与安全

应用 5G 等新一代信息技术，统筹企业网络与信息安全建设，采用工业以太网、无线网等技术实现生产实时数据、多媒体信息、管理信息等数据传输交互，保障控制网通信畅通与冗余安全，实现主要办公区、重点作业区域网络全覆盖。

统一进行企业信息安全系统规划设计，构建多重安全防护保障体系，涵盖物理环境安全、应用系统安全、网络安全、数据安全、应用安全、主机安全、网络通讯安全及备份与恢复等。

专栏 3：5G 应用场景

5G+多接入边缘计算（MEC）：将多接入边缘计算（MEC）边缘云下沉到企业，提升端到端数据传输和边缘处理效率，满足工业数据采集、工业人工智能(AI)视觉检测、自动导引运输车(AGV)自动导航、产线速率远程调节、机械臂协同控制等应用的低时延、大流量、数据不出厂和信息安全要求。

5G+增强现实(AR)/虚拟现实（VR）全景：利用 5G 低时延特性，通过 5G 结合 AR/VR 全景技术远程与车间现场连接，进行 360 度交互，实现管理的移动化。对装配流程进行建模，结合 AR/VR 设备用于员工培训。

5G+自动导引运输车（AGV）：结合 5G 无线+低时延特性，搭建 5G 智能物流体系，构建智能仓储环境，结合生产工艺进一步优化物流路线，提高物流配送效率。

5G+机器视觉检测：利用 5G 的大带宽、低时延特性，将现场工业相机图片信息传输到企业边缘计算平台，完成人工智能(AI)数据分析，将分析指令回传到生产现场。

2、信息化系统的建设与升级

（1）智能研发

应用计算机辅助设计（CAD）、计算机辅助工程（CAE）、三

维设计绘图软件(SolidWorks)等软件,实现企业智能研发设计。应用计算机辅助工艺设计工具、虚拟仿真技术,进行电子电器产品结构设计、工艺设计、数据管理、生产工艺仿真、制造工艺优化,推动产品设计、研发、生产、工艺等环节数据整合,实现产品全生命周期集成管理系统(PLM)与制造执行系统(MES)、企业资源计划(ERP)、仓库管理系统(WMS)综合集成。

(2) 智能供应链

应用供应链协同管理平台。以客户市场订单为导向,建设供应链协同管理平台,实现企业内部和供应链上下游企业间资源优化配置,提升全价值链业务协作及可视化监控能力,实现“共享产能、共享库存、共享目标”,满足客户需求。

(3) 智能生产

应用防静电监控系统。在印刷电路板(PCB)等领域,防止静电造成元器件失效,影响下游产品性能。

专栏 4 : 防静电

基础建设:铺设防静电地面,安装风淋室,实现车间常年恒温恒湿。车间外建造有接地桩,将车间内的静电通过接地桩导向大地。

人员管理:进入车间必须穿着防静电帽、衣、鞋,佩戴防静电手环、手套;操作岗位上安装离子风扇,操作台及工装车铺设防静电皮,设备及上电工具必须二次接地。

应用客户订单进度查询系统。客户、业务人员快速查询订单进度各重要节点,如:客户下单时间、产品投产时间、

产品入库时间、发货时间和物流状态等信息，并在重要节点出现进度延误时智能提醒，提升客户满意度。

应用生产计划排产（APS）系统。根据生产能力、物料约束、订单交期等约束条件对生产计划进行顺序排布，减少订单的等待时间，提高资源的利用率。排布后确认生产计划的工艺流程、绑定的关键物料、客户个性化需求带来的生产指示、生产订单的车间和工作中心等信息，保证生产计划执行准确性。

应用制造执行系统（MES）。利用条码、射频识别（RFID）、传感器等，实现生产过程中人员排岗/上岗管理、设备管理、关键物料防错、工艺电子作业指导书和作业流程、环境实时监测、测量系统分析等信息的采集和综合管控，实现生产过程透明可视、可管、可控。

专栏 5：制造执行系统

制造执行系统（MES）：针对电子电器行业订单多品种、小批量及产品物料清单（BOM）多版本等特点，建立制造执行系统（MES），实现以“生产订单”为主线的工艺路线制定、工艺图文传送、生产计划排产、生产计划确认、生产任务下发、生产过程执行、生产班组排岗、产品质量和专用设备管理等管理智能化。

应用精益安灯系统。建立穿工厂各板块、各业务、各角色、各类异常处置的安灯系统。对制造业工厂生产异常升级机制多维度建模，生产过程发现问题，操作员通过触摸屏按

钮一键上报，异常信息通过钉钉、短信、微信、看板实时通知响应人员，响应人员到现场后进行处理关警，保证订单按期交付。

应用质量全流程管理系统。实现来料检验（IQC）、移动首检、过程巡查检验（IPQC）、成品抽检（FQC）、售后客诉协同和产品质量追溯。运用质量管理、检测及监控系统，实现全流程产品质量控制，保证产品一致性、稳定性和可靠性。

应用追溯管理系统。建立覆盖原材料、产成品、生产操作过程和生产质量的追溯体系，实现过程的可控制、可追溯、可查询，满足生产过程管控、人员绩效考核、质量管控等需求。应用追溯管理系统，快速还原生产场景、追溯操作人员、设备、物料、工艺、检验报告等，查询问题物料供应商及批次，定位客户波及范围，及时止损。

应用设备管理系统。对设备台账、设备保养、设备维修、设备交接班、设备工艺参数、运行数据和设备综合效率（OEE）等数据进行整合，实现基于平台的设备管理，提高设备使用寿命，降低设备运维成本。

应用职业健康和环保安全综合管理系统。对生产工序中焊接、涂敷等工艺产生的废气，通过点对点烟雾净化设备、安装抽风设备、大型环保设备进行处理，保证车间和大气环境安全。定期开展车间环境检测、员工职业健康体检和特殊

工位定期换岗等措施。依托系统对重大危险源信息实现动态管理、汇总分析，对事故隐患及时、科学提出预防方案和整改措施，提升企业安全管理水平。

（4）智能仓储物流

应用仓库管理系统（WMS）。对原材料、半成品和成品出入库信息进行全面跟踪，运用室内定位、条码管理和自动识别技术，对仓储各环节实施全过程控制管理，实现物料库存管理、库位管理、进出管理、亮灯拣选、智能叫料、齐套排查和准时制（JIT）配送等功能。基于信息看板等方式，实时掌握仓库物资数量、品类、出入库、物资存放位置、进出、数量等信息，进行实时跟踪和动态调度。推动由“人找料”向“料找人”转变，提高仓储利用率和物料流转效率。

（5）智能运行与决策管理

企业资源计划。建立集采购、销售、生产、质检、仓储、财务等为一体的企业资源计划，实现业务数据与财务数据的全面集成和成本的精细化管理，提升管理效率。

企业经营决策。企业通过分散在设计、生产、采购、销售、经营及财务等部门的业务系统对生产全过程、产品全生命周期、供应链各环节的数据进行采集、存储、分析、挖掘，确保企业内的所有部门以相同的数据协同工作，通过数据驱动，实现生产、业务、管理和决策等过程的优化，对客户需求做出快速反应，实时决策和预测，提升企业的生产运营效

率和智能制造水平。

（6）智能服务

应用基于物联网的云平台。基于 5G、大数据、云计算、工业互联网、人工智能等技术，对产品全生命周期产生的企业运营管理数据、制造过程数据以及产品销售数据等进行规范治理，整合社会资源，进行智能服务应用和行业服务生态创新。

专栏 6：智能服务模式应用场景

基于物联网的云平台：依托云平台监控电子电器产品设备状态、运行情况、周边环境和备件寿命等，进行安全风险分级管控、隐患排查治理、风险监测预警和精准智能推送，提升服务的数字化、网格化和智能化水平。提供智能产品远程运维、故障诊断、远程维修、趋势预测等长期、高效协同等产品生命周期服务，改变传统单一的产品销售模式，开展面向用户的创新服务。

三、行业发展展望

（一）以数据流动解决生产制造运营系统的不确定，重组数据驱动型的企业内部价值链。优化价值链的结构和运行机制，将某一区域过多的生产任务分配给其他区域闲置的设备，盘活库存，大幅度提升企业活力，保证资源的充分利用。以数据驱动运营，为决策、预测提供支撑，实现提质、降本、增效。

（二）整合生产要素、优化资源配置、合力提升企业效

率和效益。通过数据流动的自动化，将数据要素融入劳动、资本和技术等单一要素，以信息流带动技术流、资金流、人才流、物资流等，对企业人员、物料、设备等资源进行优化配置，提升产业链运营效率，打造价值共创空间。

（三）从产品实现流到价值导向流转变。推广产业链“价值导向”的生产模式，实现生产均衡机动、过程敏捷柔性，推动由“以产定销”到“以销定产”转变。搭建全产业的服务创新综合管理平台，打造全营销服务网络，支撑产业链高质量发展。

（四）建设电子电器产业生态。形成具有生态主导力的产业链“链主”企业，通过样板先行带动产业链数字化转型。建立互为依存、互为助力、共赢市场的电子电器“智造”生态圈，带动电子电器产业整体跃升。

河南省生物医药行业数字化转型建设指南

一、行业发展现状

生物医药行业是关系国计民生的重要行业，是重点培育的战略性新兴产业。近年来，随着医药改革持续深入，以及在 NMPA 要求全面通过 GMP 认证和新《环保法》的双重压力下，生物医药行业发展进入转型升级关键期，信息化与生物医药行业深度融合发展，是企业创新布局和转型升级的重要途径。广大企业积极探索数字化转型新模式，在保障药品质量稳定、促进药品可追溯性、降低人力成本以及实现绿色化生产方面取得显著成效。

目前，生物医药行业普遍存在的“痛点”为：（1）创新药研发是药企主要的盈利模式，但高投入和高失败率容易使药企陷入盈利困境。（2）企业积累了生产、质量、效率、成本、安全等环节基础数据，但信息孤岛现象严重，无法进行数据挖掘、发挥数据价值，影响了效率提升与效益改进。（3）生产过程涉及多种类型的易燃易爆、剧毒等危险化学品，危险化学品管控直接影响制药企业的生产效率、生产安全和环保排放。

二、行业解决方案

（一）总体方案

生物医药行业数字化转型建设内容总结为“135”，即一个中心、三个平台、五大核心应用系统，见图 1 所示。

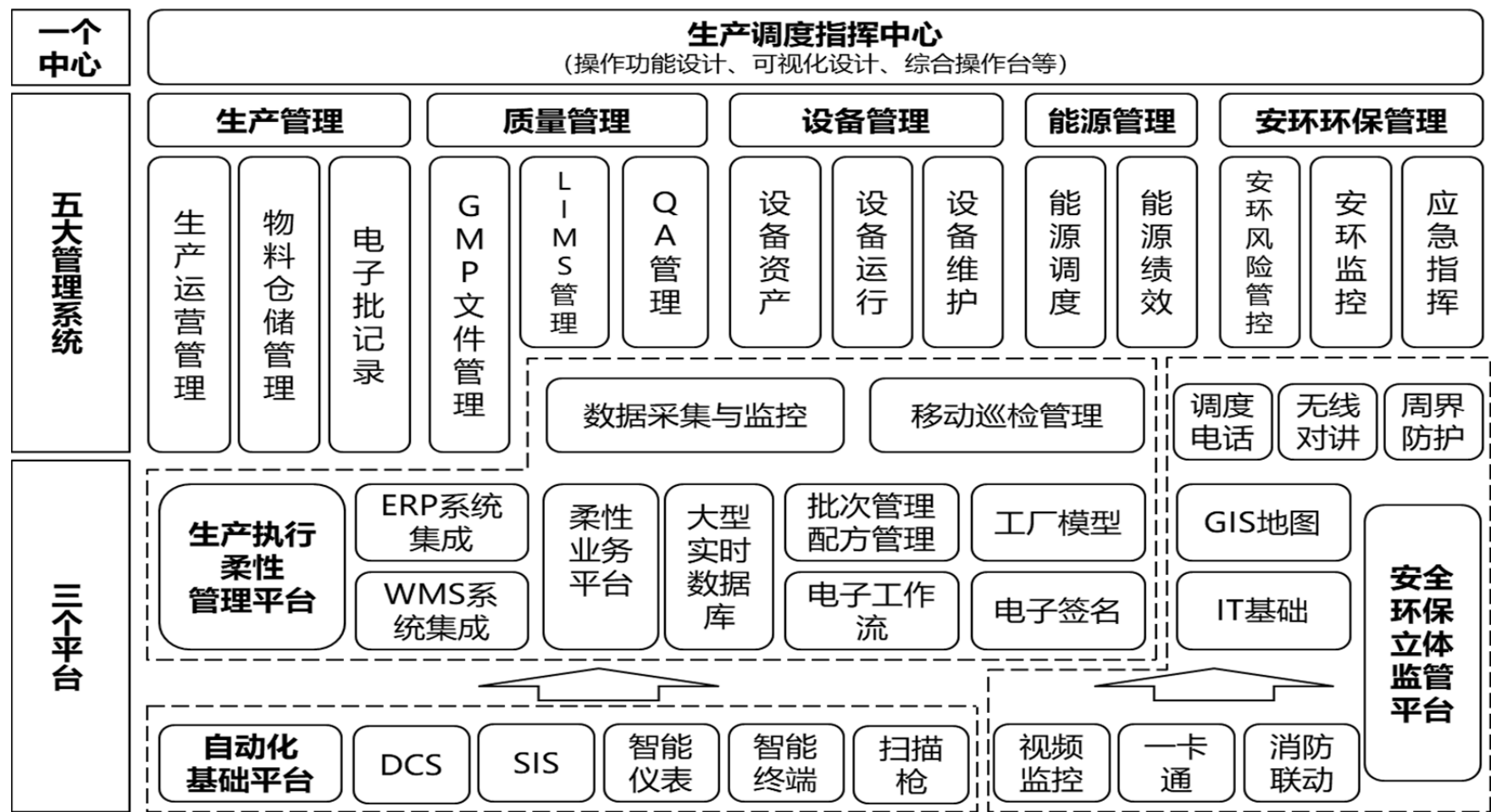


图 1 生物医药行业数字化转型参考架构

一个中心：生产指挥中心，实现厂区的综合监管。

三个平台：自动化基础平台、安全环保立体化指挥平台、生产执行柔性管理平台，实现各类信息系统集成，消除“信息孤岛”“应用孤岛”。

五大核心应用系统：生产管理系统、质量管理系统、设备管理系统、能源管理系统、安全环保管理系统，实现企业规范管理。

（二）建设内容

1、自动化基础平台建设

结合生产过程、工艺条件、工况特点等，改造现场仪表、阀门，升级为智能仪表、自控阀门。应用 DCS/PLC、智能巡检等技术对现有生产车间进行改造，完善工业网络及信息安全体系建设，推动生产线整体升级和数据互联互通，实现产品的高效稳定生产。

（1）智能感知

对企业已有配备单机控制系统的生产设备进行通讯扩展，结合需求增设一系列智能仪表、智能阀门。通过覆盖全厂的无线 AP,建设整合装备、工艺、质量、物流、能源、安全、环境等数据的智能感知系统。联合外部资源，改进智能化生产装备，提升行业生产装备智能化水平。

（2）智能控制

针对物料品种多、配方复杂等情况，应用智能控制系统，

以生产自动化控制系统为基础，结合 APC 技术，实现生物医药制造的智能管控，解决物料跟踪追溯难度大、过程质量控制难度大等问题。

（3）信息安全

统筹企业网络与信息安全建设，采用工业以太网、无线网等技术实现生产实时数据、多媒体信息、管理信息等数据的传输交互，保障控制网通信畅通与冗余安全，实现办公区、作业区域网络全覆盖。

统一进行企业信息安全系统规划设计，构建多重安全防护保障体系，涵盖物理环境安全、应用系统安全、网络安全、数据安全、应用安全、主机安全、网络通讯安全及备份与恢复等。

2、安全环保立体化指挥平台建设

针对生产过程危险化学品、重大危险源的安全监管要求，实施基于实时数据库、DCS、安全仪表（SIS）等系统的立体安全监管系统。采用气体检测、物联网、多媒体、安全联锁保护等技术，集成生产指挥中心的实时数据库、电子巡查、视频监控系統、安防门禁等各类安全系统信息，形成立体的安全环保指挥平台。平台与消防设施、报警系统实现联动，将生产安全事故消灭在萌芽状态。

3、生产执行柔性管理平台建设

针对厂区内能源、设备、仓库、原料与中间体大量共用、

混用的特点，建设生产执行柔性管理平台，以需求快速响应、最优经济运行、生产平顺性、三废最小排放、综合经济效益最大化等效果为目标，利用实时数据库、物流数据库、经营数据库中的相关数据。

对重点生产工序的数据进行全面集成，建立数据采集与监控系统，实现全流程生产数据的集中监视、设备的远程集中控制以及异常报警提醒等功能，减少现场操作、巡检人员数量，降低劳动强度，提高生产效率。

4、智能管理系统建设

(1) 生产管理系统

生产运营管理。对制药车间现场操作层、工厂执行层、企业计划层的业务实施集成，打通信息流，实现物料、设备、人员、流程指令、设施设备等全部工厂资源的集中管控，优化从订单到产品完成的生产活动，确保连续均衡生产。

物料仓储管理。建立智能物料仓储管理系统，实现物料信息的识别采集、实时跟踪和动态调度。在仓储管理引入无线终端、蓝牙、RFID（射频识别）等技术以及 AGV 等装置，自动采集入库、出库、移动、盘点、配料、运输等作业环节数据，实现物料的跟踪追溯、自动控制和优化调度，提高仓储利用率和物料流转效率。

电子批记录。在现有生产网络部署电子批记录系统，符合 GMP 法规的 ES/ER(电子记录和电子签名)要求,指导和监控

药品生产过程，实现药品生产的全流程质量监控，满足企业的生产合规性和数据完整性要求。

（2）质量管理体系

GMP 文件管理。建立完备的文件管理系统，明确质量管理体系的保障作用，提供各种标准规定，对缺陷产品实现有效追踪，使管理程序化、规范化，切实保证产品质量，实现“查有据，行有迹，追有踪”。

LIMS 管理。全面梳理企业原料检验规范、生产工艺规范和质量检验规范等，建立实验室管理系统，实现原料、中间品、成品的及时检验、统计分析和质量追溯。运用数据挖掘、深度学习等方法，建立基于过程机理和数据驱动融合的质量动态预测模型，对药品质量进行诊断、优化，提高质量稳定性。

QA 管理。在 GMP 管理基础上，对所有与药品生产相关的人员、空间、仪器、生产流程等因素进行严格管理控制，确保药品生产各环节的安全性，保证最终产品质量。通过有效的 QA 管理制度，降低总体生产成本。

专栏 2：全面质量管理应用场景

制造过程质量管理：对生产设备、检测设备等环节质量数据进行全面采集，实现制造过程原材料检验、过程检验、成品检验及处置管理。

检验管理：从检验委托、样品标识、检验接收、样品检测、报告发布全过程实现跟踪管理，实现对原材料进厂、生产过程、产成品在内所有项目的检验管理。

（3）设备管理系统

设备资产管理。建立设备管理台账，对设备累计运行时间、超限运行时间、日常维护、运行情况、点巡检、润滑、维修等信息进行管理。

设备运行管理。建立健全设备运行管理体系，规范设备技术工作标准和工作流程。集成生产现场实时信息，全方位掌握设备运行状态，并对各项指标实现在线分析，提升设备运行效率。

设备维护管理。根据运行、停机、缺陷、故障、事故、点检、检验、检测记录，运用多种故障分析方法，对设备停机和故障进行统计分析，实现传统被动检修向预防性维修转变。跟踪记录企业维修维护历史记录，将维修人员的个人知识转化为企业知识。

（4）能源管理系统

能源调度管理。建立能源管理系统，对生产设备、空调系统、蒸汽系统等能源数据进行集中监视和统一管控。基于采集和存储的能源数据信息，建立能源优化模型，对耗能和产能调度提供优化策略和优化方案。推动能源管理系统与生产管理系统互联互通，提供多方位、可视化的数据信息查询和决策支持服务。

能源绩效管理。在能源监控基础上，从多维度（时间、空间、产品生产等）对能源数据进行统计分析，形成能源统

计分析报表。建立能效对标模型，实现能效数据的企业内部对标分析、行业对标分析和竞争性对标分析。

（5）安全环保管理系统

安环风险管控。针对消防安全、职业健康等问题，规范厂区和生产现场的安全、健康、环境保护等工作，建设 HSE 管理知识库，实现“事前计划、事中跟踪控制和预防、事后追溯分析”的闭环管理。

安环监控。集成 DCS、SIS、CCTV、FAS、GDS、电子巡检等系统，实现厂区与生产车间的在线监控、智能分析、联动告警。运用 WiFi、5G 等技术和智能穿戴设备，对进入生产现场的人员进行全程跟踪管理，自动感知获取人员位置、安全状态、周围环境、作业过程信息等。

应急指挥。建立安防应急一体化管控中心，实现潜在突发环境事件和重大危险源的及时分析、有效预警和问题溯源。依托管控中心，运用移动应用系统及时向事件现场调配资源、发送信息和指令、实施现场指挥。

5、生产指挥中心平台建设

采用工业网络技术，集成已建装置的工业控制系统，形成统一、实时数据库。依托生产管理系统，对实时数据进行分析、统计、预测，通过可视化展示，为业务管理部门决策提供支持。在数据积累的基础上，建设工业大数据分析平台，挖掘数据潜在价值，实现订单排产优化、生产工艺优化、设

备故障智能诊断、经营决策优化等创新应用。

三、行业发展展望

（一）加大新药研发力度。将大数据技术、人工智能技术与新药研发相结合，加强新药设计、理化性质预测、药剂分析、疾病诊断靶标、药物组合使用等研究，加速新药研发进程，提升研发效率。

（二）加强产业链数字化协同。针对产业业态复杂、细分领域多的特点，构建生物医药产业创新资源协同平台，运用信息技术打破企业间壁垒，加速信息及资源的流通和交易，提升产业链协同水平。

（三）推进信息系统综合集成。联合外部资源，加强 MES 系统等建设，推动 MES 系统与 PCS 系统、ERP 系统纵向联通，为订单下达到产品完工交付的生产过程优化管理提供支撑，降低安全、环保、质量风险。