|  |  |
| --- | --- |
| ICS | 点击此处添加ICS号 |
| CCS | |  | | --- | |  |   点击此处添加CCS号 |

农药行业智能工厂建设指南

Guidelines for smart plant construction for pesticide industry

2023-XX-XX发布

2023-XX-XX实施

中国农药工业协会  发布

团体标准

T/CCPIA XXXX—20XX

1. 前言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本文件由中国农药工业协会提出并归口。

本文件起草单位：河北诚信集团有限公司、浙江中控技术股份有限公司、中国空分工程有限公司、江苏金旺智能科技有限公司、江苏优嘉植物保护有限公司、江苏龙灯化学有限公司、毅植农业科技有限公司、江苏省农用激素工程技术研究中心有限公司、四川利尔作物科学有限公司、深圳市旭永实业有限公司、江苏联化科技有限公司、京博农化科技有限公司、河北兰升生物科技有限公司、河北兴柏农业科技有限公司、广西田园生化股份有限公司、四川省乐山市福华通达农药科技有限公司、山东汇盟生物科技股份有限公司、江苏东宝农化股份有限公司、杭州和利时自动化有限公司、西门子（中国）有限公司。

本文件主要起草人：

1. 引言

近年来工业和信息化部积极贯彻落实党中央国务院关于制造强国建设的重大战略部署，通过智能制造试点示范、标准体系建设等手段，由点及面、多措并举，智能化建设推动农药研发创新，实现自动化和数字化生产。在国家“碳达峰、碳中和”战略引领下，依托智能制造的创新发展加快农药行业走绿色可持续发展之路是必然选择。

《农药行业智能工厂建设指南》（简称《指南》）为农药企业提供一套标准和指导，帮助企业了解智能化工厂建设的关键要素、流程和技术，提供最佳实践和先进技术的指导，实现生产流程的优化和创新，提高产品的附加值和市场占有率，促进农药行业数字化、绿色化、智能化转型。

《指南》在分析国内外智能制造发展政策和相关研究成果的基础上，结合我国农药企业生产工艺流程特点和共性问题，借鉴类似行业的实践经验，提出了农药企业智能工厂建设总体架构、重点建设内容和建设方法。

《指南》的编制为全面推进农药企业开展智能工厂建设奠定基础，通过企业智能工厂建设实践，不断完善指南内容，进一步提升农药行业智能制造发展水平。

农药行业智能工厂建设指南

* 1. 范围

本文件以建设指南的形式，提出农药企业进行智能工厂建设的总体架构、重点建设内容以及建设方法与基础保障，为农药行业企业推进智能工厂建设提供指导。

本文件适用于所有取得农药生产许可证的企业，包括农药原药（母药）生产企业和制剂加工企业。

* 1. 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GBT/22240-2008 信息安全技术 信息系统安全等级保护定级指南

GB/T 23020-2013 工业企业信息化和工业化融合评估规范

GB/T 33009-2016 工业自动化和控制系统网络安全

GB/T 23001-2017 信息化和工业化融合管理体系 要求

GB/T 36324-2018 信息安全技术 工业控制系统信息安全分级规范

GB/T 22239-2019 信息安全技术 网络安全等级保护基本要求

GB/T 38129-2019 智能工厂 安全控制要求

GB/T 37393-2019 数字化车间 通用技术要求

GB/T 20720.1～20720.3-2019 企业控制系统集成

GB/T 39116-2020 智能制造能力成熟度模型

GB/T 39474-2020 基于云制造的智能工厂架构要求

GB/T 38848-2020 智能工厂 过程工业能源管控系统技术要求

GB/T 40648-2021 智能制造 虚拟工厂参考架构

GB/T 41255-2022 智能工厂 通用技术要求

GB/T 20720.3-2022企业控制系统集成 第3部分：制造运行管理的活动模型

* 1. 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

智能工厂 smart factory

在数字化工厂的基础上，利用物联网技术和监控技术加强信息管理和服务，提高生产过程可控性、减少生产线人工干预，以及合理计划排程。同时集智能手段和智能系统等新兴技术于一体，构建高效、节能、绿色、环保、舒适的人性化工厂。

自主运行 Autonomous Operation

通过多种综合技术的应用，面向生产装置过程控制的痛点，着眼于工艺操作过程的优化，降低生产操作频次，实现“少人化”或“无人化”操作，提升生产运行安全水平，增加产品收率及经济效益。

* 1. 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

AAS：高级报警管理系统（Advanced Alarm management System）

AGV：自动导引运输车（Automated Guided Vehicle）

AI：人工智能（Artificial Intelligence）

AMS：智能设备管理系统（Asset management System）

APC：先进控制系统（ Advanced Process Control）

APP：智能终端上的第三方应用程序（全称为Application）

APS：高级计划与排程（Advanced Planning and Scheduling）

BC：批量控制系统（Batch Control）

BI：商业智能（Business Intelligence）

BPM：业务流程管理系统（Business Process Management）

CCTV：闭路电视系统（Closed Circuit Television）

CPM：控制性能管理系统（Control Performance Management）

CRM：客户关系管理系统（Customer Relationship Management）

DCS：分布式控制系统（ Distributed Control System）

EAM：企业资产管理系统（Enterprise Asset Management）

ERP：企业资源计划（Enterprise Resource Planning）

ESD：紧急停车系统（Emergency Shutdown Device）

GDS：可燃/有毒气体检测报警系统（Gas Detection System）

GIS：地理信息系统（Geographic Information System）

HSE：健康安全环境（Health Safety Environmental）

LES：实验室执行系统（Laboratory Execution System）

LIMS：实验室信息管理系统（Laboratory Information Management System）

MES：生产执行系统（Manufacturing Execution System）

Modbus：一种串行通信协议

OA：办公自动化（Office Automation）

OPC：用于过程控制的OLE（OLE for Process Control）（OLE: Object Linking and Embedding，对象连接与嵌入）

OTS：仿真培训系统（Operator Training System）

PDA：个人数字助理（Personal Digital Assistant）

PID：比例微分积分反馈控制回路（Proportion、Integration、Differentiation）

PLC：可编程逻辑控制器（Programmable Logic Controller）

PMS：采购管理系统（Purchase Management System）

PROFIBUS：过程总线网络（Process Field Bus）

QMS：质量管理系统（Quality Management System）

RFID：射频识别（Radio Frequency Identification）

RGV：有轨制导车辆（Rail Guided Vehicle）

SaaS：软件及服务（Software-as-a-Service）

SCADA：数据采集与监视控制系统（Supervisory Control And Data Acquisition）

SCM：供应链管理（Supply Chain Managemen）

SIS：安全仪表系统（ Safety Instrumented System ）

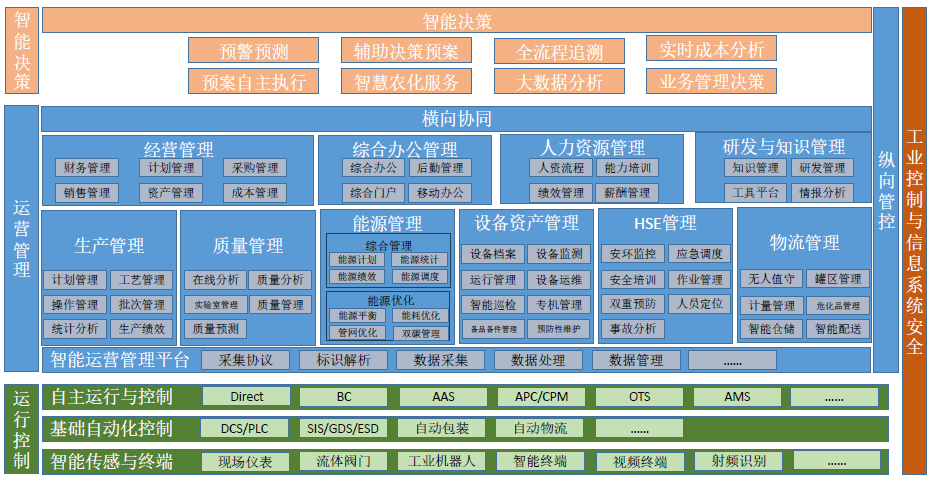
SPC：统计过程控制（Statistical Process Control）

SRM：供应商关系管理系统（Supplier Relationship Managemen）

UWB：无线载波通信技术（Ultra Wide Band）

* 1. 智能工厂总体架构

农药行业智能工厂总体架构由运行控制、运营管理和智能决策构成。智能工厂总体架构见图1。



1. 智能工厂总体架构（总体架构图包含基础共性标准和关键技术标准）
   1. 重点建设内容
      1. 运行控制
         1. 智能传感与终端

智能传感与终端包括现场仪表、流体阀门、工业机器人、智能终端、视频终端和射频识别等。

现场仪表包括温度、压力、流量、在线分析等仪器仪表等，测量与采集现场生产装置的工艺与运行数据，是实现企业生产过程的自动化控制、实时监控、数据实时采集等目标的基础。

流体阀门是在管路或装置上控制介质流动，实现启闭、调节、节流等功能，自动控制阀的应用是实现生产过程自动化的重要基础。

工业机器人应用于农药企业生产、分装、仓储等过程，实现企业提升成品合格率、提高工作效率、增加安全系数、减少人工或降低人工的劳动强度等目标。

智能终端包括智能手机、个人数字助理（PDA）、可穿戴设备等，通过移动智能终端及时了解生产的相关信息以及设备状态信息，协调生产过程。

视频终端包括前端摄像机、传输线缆、视频监控平台。通过视频监控和入侵侦测技术，实现厂区的智能安防监控和异常情况的监控预警。

射频识别应用于生产溯源、人员管理、门禁系统、农药产品溯源等方面，对生产制造、仓储、物流的工作环境数据进行实时采集。

* + - 1. 基础自动化控制

基础自动化控制涉及分布式控制系统（DCS）/可编程逻辑控制器（PLC）、安全仪表系统（SIS）/可燃有毒气体检测报警系统（GDS）/紧急停车系统（ESD）、自动包装和自动物流等。

DCS/PLC等控制系统实现装置运行的自动化控制，推荐使用DCS实现整体工厂、产线装置的自动化控制。

SIS/GDS/ESD等安全仪表类系统实现对生产装置的重大安全问题监测、连锁及控制等，保障产线安全生产。

自动包装、自动物流系统的建设在提升质量和效率的同时，有效减少在包装、物料到位和搬运等过程中的劳动力，通常包括定制自动包装（灌装）产线、自动传输线、机械手、堆垛机、自动导引运输车（AGV）/有轨制导车辆（RGV）等。

* + - 1. 自主运行与控制

自主运行与控制以实现自主运行为目标，涉及操作导航（Direct）、批量控制系统（BC）、高级报警管理系统（AAS）、先进控制系统（APC）、仿真培训系统（OTS）、智能设备管理系统（AMS）等。

操作导航（Direct）以工艺操作和运行管理要求，以导航形式对操作工的动作顺序进行规范，在正常生产、开车、停车、调整负荷、情况处置等场合下进行应用，减少人工干预，降低操作负荷、提升运行和控制效果。

批量控制系统（BC）应用在批次过程控制的工艺要求上，实现配方切换、维护，按批次进行启动和批次过程控制执行管理。

高级报警管理系统（AAS）统计与分析控制系统的报警情况、优化报警策略、实现报警业务的闭环管理，在大量降低报警频次、操作员负荷的情况下提升装置安全运行水平。

先进控制系统（APC）在已有常规控制的基础上，采用多变量预测控制、智能控制、软测量和工艺计算等策略，实现提高复杂工业过程的控制品质，增强系统的抗干扰能力和鲁棒性，降低劳动强度，实现节能增效等效果。

仿真培训系统（OTS）基于严格机理模型的动态仿真技术和先进的虚拟控制器技术，可应用于操作员仿真培训、工艺优化及控制验证、工况预测等。

智能设备管理系统（AMS）实现对现场智能仪表的智能化管理。全面建立智能仪表档案，实时采集仪表诊断与警报，进行在线校验等，提升资产使用回报。

* + 1. 运营管理
       1. 智能运营管理平台

构建企业级数据集成平台实现系统集成、资源整合、信息共享。平台包括采集协议、标识解析、数据处理、数据管理、数据安全等功能模块，其中，采集协议模块可支持多种数据传输协议（OPC/Modbus/PROFIBUS/CANopen等），保证数据采集和传输的完整性、准确性；标识解析模块是利用标识解析技术赋予每一个产品、零部件、机器设备唯一的“身份证”，实现资源的灵活区分和信息管理，农药企业借助标识解析技术可实现产品追溯；数据处理模块包括数据校验、连接、查询、去重、替换、排序等功能，通过数据处理工具实现数据分析和加工；数据管理模块实现数据的收集、整理、组织、存储、维护、检索、传送等功能，建立数据结构，保证数据的独立性、可靠性、安全性和完整性；数据安全模块保证数据的机密性、完整性和可用性，对访问权限进行管理，并及时对数据进行备份。

* + - 1. 生产管理
         1. 计划管理

计划管理是生产管理的核心，包括调度指令、调度监控、工单执行管理、异常处置、调度知识库等内容。该模块是基于企业资源计划（ERP）制定的生产计划，根据设备动态信息、质量动态信息、生产动态信息等，协同各部门各作业单元高效有序生产，实现各部门各作业单元的智能调度，保证生产过程的顺利运行，同时将许多工艺、设备、环保、安全、质量、供应、销售、服务等方面的动态性信息和原始数据，及时、准确地记录，为各级领导、各部门了解生产、指挥生产提供真实可靠依据，并作为有用资料保存。

* + - * 1. 工艺管理

工艺管理包括配方管理、工艺模拟、工艺优化、远程专家诊断等内容，配方管理实现生产工艺配方的配料、用量、比例等核心技术信息管理，工艺模拟实现工艺诊断、预测预警、智能巡检和优化提升等目标，工艺优化实现工艺过程的最优化，远程专家诊断能及时快速解决生产过程中遇到的问题，提高生产运行稳定性。

* + - * 1. 操作管理

操作管理是对生产运行过程中进行的各类操作进行指令下达、反馈与确认，操作动作、操作记录进行综合管理，包括工艺要求、负荷调整等操作，对操作班组运行记录、生产记事、交接班等进行数字化管理，对工厂、车间和班组等维度实现操作绩效统计和考核。

* + - * 1. 批次管理

在批次生产模式下，建立批次生产工单，与过程控制系统及类似批量控制系统、操作导航系统进行集成，按照整体批次生产逻辑进行工单启停，对人工工序作业进行指导与管理。实现批次生产记录、批次工艺分析、批次数据对比、批次追溯等功能。

* + - * 1. 统计分析

统计分析模块是基于生产过程中采集的数据，对订单进度进行跟踪分析，避免出现产品不合格、延期交货等不良现象；通过对物料的跟进分析及时对生产过程进行优化和改进，减少废料产生，降低生产成本，减少库存；通过对不合格率的多维度分析，尽早发现不合格品率高的原因并进行有效改进，降低生产成本；通过生产成本统计分析及时掌控生产过程，有效控制生产成本。

* + - * 1. 生产绩效

生产绩效分为三个层面：车间、装置和班组。车间考核成本效益，包括原辅料、公用工程、其他成本以及产品量价；装置考核完好率、运行平稳率、产能利用率及生产效益；班组考核操作平稳率、合格率、产量质量合格率以及现场作业操作合格率。

* + - 1. 质量管理

质量管理包括在线分析、质量分析、实验室管理、质量管理、质量预测等内容。通过在线仪器仪表实现生产过程中的产品质量在线分析、化验室样品检测数据的自动采集，与生产车间、研发、采购、仓储等系统模块实现数据共享。

* + - * 1. 在线分析

在线分析通过采集现场的各类在线分析仪表、反映生产状态的其他实时参数，实时监控生产线运行情况和质量状况。

* + - * 1. 质量分析

质量分析提供质量数据的历史趋势分析，为供应商、研发等提供质量趋势参考，实现预测预警的功能，发现异常数据查找原因。通过统计过程控制（SPC）系统，对产品的缺陷进行分析，提出改善方案，保证产品质量稳定。

* + - * 1. 实验室管理

实验室信息管理系统（LIMS）应用于实验室内部，立足检验标准和实验室业务，对质量检验业务、实验室资源等进行全面的过程控制与管理。

实验室执行系统（LES）直接处理实验室数据采集、方法设计、任务执行、数据审核和报告，实现实验室执行业务的全面电子化。

* + - * 1. 质量管理

质量管理系统（QMS）与采购、生产、销售等系统衔接，建立指标标准，管理质量数据，反馈检验结果。QMS还对质量保证相关业务、流程进行全面管理。

* + - * 1. 质量预测

质量预测通过大数据分析等技术，预测产品的应用质量数据。

* + - 1. 能源管理
         1. 能源综合管理

综合管理实现能源计划、能源统计、能源绩效和能源调度等业务环节的精细化管理。根据生产计划生成能源需求计划，根据能源需求计划调配能源供应计划、产能计划、节能计划。

* + - * 1. 能源优化

能源优化实现能源平衡、能耗优化、管网优化和双碳管理等，通过对能源数据的统计和分析，形成各类能耗情况报表，对生产装置能耗情况进行实时分析对比，形成能源消耗趋势图，为管理者和决策者提供能源消耗数据。通过智能终端感知能源变化，智能驱动能源生产、输送、消耗的优化运行，实现能效最大化。

* + - 1. 设备资产管理
         1. 设备档案

设备档案建立设备从规划、设计、制造、安装、调试、使用、维修、改造、更新直至报废的全过程中形成的图样、方案说明、凭证、技术资料和各类业务记录等文件电子化资料，包括设备静态档案和动态档案（记录）。

* + - * 1. 设备监测

通过采集与设备运行、状态等相关的现场实时数据、视频，结合设备状态、工艺流程、厂区空间数字化展示等多种数据，建立以设备实时监测为主题的设备状态监测系统。

* + - * 1. 运行管理

管理设备运行状态及运行台时数据，管理开停机业务和流程闭环，进行运行效率分析。

* + - * 1. 设备运维

设备运维包括设备故障管理、腐蚀管理和可靠性管理。设备故障管理统计设备故障率，对设备的故障历史进行跟踪、反馈、统计和分析，通过分析和改进，提高设备的完好率，降低设备维护/维修的成本，利用大数据技术，实现对关键设备故障的准确诊断和预测。设备腐蚀管理包括测厚管理、腐蚀和水质监测、防腐文档管理等功能，实现重点设备的腐蚀监测和预防。设备可靠性通过维修策略的制定、管理、执行、评估和优化形成闭环，促进维修策略和设备可靠性的持续提高。

* + - * 1. 智能巡检

智能巡检通过移动终端、物联网设备和定位技术等手段辅助巡检，实现巡检作业电子化、规范巡检过程。

* + - * 1. 专机管理

对有特殊管理要求的设备、重要核心关键设备，针对不同管理要求进行单独专项的管理，包括特殊档案、台账、记录、报表等。

* + - * 1. 备品备件管理

备品备件管理建立备件台账，编制备件计划，实现备品备件采购入库、出库、盘点的数字化管理，与采购管理系统（PMS）进行集成，实现备件信息共享，降低备件库存。

* + - * 1. 预防性维护

预防性维护包括润滑、维保、防腐、加脂、切换、更换、检测等内容，通过对维护业务内容标准化定义、主动提醒、全面跟踪、综合分析实现PDCA闭环，提高维护业务效率和效果，准确掌握设备基本状况，维持和改善设备工作性能，预防事故的发生，减少停机时间，延长设备的使用寿命，保证正常生产，提高生产效率，降低生产成本，减轻维修人员的劳动强度。

* + - 1. HSE管理
         1. 安环监控

通过采集与安全、环保和职业健康相关的现场实时数据、视频，结合工艺流程、厂区空间数字化展示等多种数据，建立以安环为主题的综合监控系统。

* + - * 1. 应急调度

应急调度以企业事故应急救援体系为基础，对突发事件，按照企业应急预案的要求，快速启动，及时响应和决策，努力将事故损失降到最低，建立应急模拟演练、各类日常教育、培训平台，提升日常演练、培训效果，确保应急状态下，救援人员准确、及时进行事故救援、处置；建立重大危险源、危化品以及各种法律法规、事故案例知识库，实现包括预测预警、接处警、应急响应和预案管理等功能。

* + - * 1. 安全培训

安全培训借助培训计划和业务管理、培训资源和课程管理、线上培训平台等功能，实现企业培训档案规范化、人员资质合规化、培训内容针对化、培训学时标准化、培训效果可量化，提高企业培训效能。

* + - * 1. 作业管理

包含作业审批流程管理、作业现场管理、作业安全风险管理、作业数据管理和分析、作业监控和预警管理以及作业台账管理等多种功能，主要用于八大类作业票制定申请、作业风险辨识、安全措施确认、作业审批、作业执行、作业验收。

* + - * 1. 双重预防

根据安全风险分级管控机制和隐患排查治理机制要求，落实风险管控措施、定期排查、及时跟踪治理情况、隐患排查任务和提醒预警信息接收、现场隐患排查情况实时上报、隐患治理全程跟踪，数据交换符合规范要求，实现政企数据共享。

* + - * 1. 人员定位

通过蓝牙、无线载波通信技术（UWB）、卫星定位、移动基站定位等技术，结合厂区分区和管理要求、综合全厂电子地图（包含相应的多种厂内信息集成），实现对人员和其他设施的定位。

* + - * 1. 事故分析

事故事件上报、审核、调查分析、预防整改、事件关闭等全流程闭环管理，全过程留痕，形成事故事件档案。

* + - 1. 物流管理
         1. 无人值守

通过一卡通、无人值守磅房/远程集中值守、自动装卸等，打通企业供销和内部物流的业务，实现在物流车辆进出、计量、装卸等一个或多个环节无专人值守。

* + - * 1. 罐区管理

罐区管理对包括物料收发、状态监测、罐检尺、罐容计算、切水、清罐等各种罐区日常操作进行管理。

* + - * 1. 计量管理

通过对各装置、产线的进出物料的计量仪表采集、抄录、累积和计算，对各装置和管线、存储区的物料计量盘点，实现对厂区内物料的计量、平衡和结算分摊。

* + - * 1. 危化品管理

以危化品为管理线索，全面管理危化品计划、采购、运输、装卸、储存、使用、处置等环节，在装卸、储存和使用环节等通过电子作业、控制连锁、物料追溯和平衡等方法对危化品业务进行专项管理。

* + - * 1. 智能仓储

建设原辅材料、包材和产品智能化立体仓库或者高架仓库，实现仓库出入库自动化。

建设仓储信息系统，从物料进厂检验开始，追踪其入库、出库、消耗、剩余物料返仓、原料质量问题返回供应商等信息，为物料建立完整的历史信息档案，并提供相应的查询和管理方法，满足企业在统计和物料追溯方面的各项需求，并与ERP及智能化仓库进行业务贯通。

* + - * 1. 智能配送

智能配送是将物料的相关信息，与本企业的物流系统以及外部供应商的物流系统共享，使各个协作部门清楚知道生产安排情况，未来对物料的需求量，配送的具体时间和地点等。

* + - 1. 经营管控
         1. 财务管理

实现与财务相关业务的审批管理功能，包括应收账款、应付账款、出纳、预算、费用、物料和固定资产等各项管理以及合成报表等功能。财务管理模块要与其他业务模块充分集成，业务活动实时反映到财务，财务实时监控业务活动，实现收款到销售、采购到付款等关键环节控制，有效防范财务风险。在生产过程中，为有效核算出各装置、工序或产线的生产单位成本，企业资源计划（ERP）与生产执行层系统进行互联互通，进行相应的成本分析，如：原料成本、能耗成本、人力成本、设备成本等。

* + - * 1. 计划管理

实现经营层面多层次的计划管理业务，包括主生产计划、物料需求计划、能力需求计划、车间控制、制造标准、高级计划与排程（APS）等。

主生产计划是根据生产计划，预测客户订单，根据各周期准备产品种类和数量。物料需求计划是根据物料清单，把产品数量转变为生产所需的基础物料数量，并对照库存量，计算出需加工和采购的数量。能力需求计划是平衡所有工作中心的负荷能力，进而产生详细的工作计划。车间控制是将作业分配到具体车间，再进行作业的排序、管理和监控。

在计划、生产执行的透明化基础上，APS系统进一步提升计划与排产效率，支撑高效、柔性的生产。

* + - * 1. 采购管理

实现从供应商管理、采购询报价、采购业务、库存、采购各类报表统计采购业务管理。对供应商进行维护评估、询价，列出企业的采购计划，下达订单进行采购，对采购物料跟踪管理，检查其是否合格。按照不合格品退货处理，合格品入库管理原则，对各项采购报表进行汇总统计，管理整个采购业务流程。

* + - * 1. 销售管理

实现销售基础数据、销售计划、销售订单、收货发货和售后服务等管理，具备销售统计和分析等功能。

* + - * 1. 资产管理

企业资产管理系统（EAM）包括基础、工单、预防性维护、资产、作业计划、安全、库存、采购、报表、检修和数据采集等多项管理功能模块，以及工作流管理、决策分析等模块。

* + - * 1. 成本管理

成本管理将经营预算、资本预算、薪酬预算、财务预算等融为一体，是企业优化资源配置、提高运行质量、加强风险管控、改善经营效益的有效管理工具和管理机制。

* + - 1. 综合办公管理
         1. 综合办公

建立办公自动化（OA）系统，实现公文流转、审核、签批等行政事务的自动处理，促进管理信息化、规范化，整合组织内部的信息流。

* + - * 1. 后勤管理

建立安全可靠、功能完善、智能化的行政后勤管理平台，该平台具有宿舍、车辆、一卡通、食堂和厂区等多场景管理应用模块。

* + - * 1. 综合门户

建立包含综合信息访问与发布、多系统访问入口和流程处理集成等应用，搭建一站式综合门户。

* + - * 1. 移动办公

建设移动办公系统，应用手机、平板电脑实现随时随地办公。

* + - 1. 人力资源管理

建设人资流程、能力培训、绩效管理、薪酬管理等信息化功能，各企业结合自身需求，根据企业文化、经营目标、员工需求、组织机构、薪酬体系等建立人力资源管理体系。

* + - 1. 研发与知识管理
         1. 知识管理

建设知识管理系统，将企业有价值的方案、科研成果、经验等知识分类存储和管理，包括知识中心、知识地图、专家黄页、我的空间、知识统计、知识检索等功能和系统管理组件，实现企业内的知识整合和知识集成。

* + - * 1. 研发管理

研发管理系统是对研发活动的全生命周期进行管理，包括系统、文档、需求、设计与编码、测试、质量和进度等管理模块。

* + - * 1. 工具平台

研发过程中使用的特定研发软件、效率工具，将相应软件、工具与研发管理平台进行集成应用。

* + - * 1. 情报分析

情报分析系统根据信息采集、全文检索、文本挖掘等技术，收集、存储、处理和分析竞争对手、市场环境、政策及战略等信息，将具有可操作性的情报及时传递给企业决策者。

* + 1. 智能决策
       1. 预测预警

利用生产和经营管理过程中采集的大数据资源，用数学方法对数据进行分析、建立企业运营关键指标和预警模型，实现对生产和经营过程的实时监控和预测预警分析。

建立关键设备的预测预警系统，对设备运行寿命及参数指标进行监控；建立能源运行、使用和平衡预测预警系统，对全厂能耗及能耗构成、装置能耗及能耗构成进行展示，与能耗指标进行对比分析；建立生产运营预测预警系统，对关键生产运营指标进行监控；建立质量预测预警系统，对关键质量控制指标进行监控；建立安全环保预测预警系统，对环保监控参数超标进行监控，对安全事故进行通报，对安环达标及环保分级控制指标进行监控；建立经营管理预测预警系统，对市场信息进行收集、监控和分析。

* + - 1. 辅助决策预案

建立专家系统，由人机交互界面、知识库、推理机、解释器、综合数据库、知识获取等部分组成，其中知识库中存放求解问题所需的知识，推理机负责使用知识库中的知识去解决实际问题。知识工程师和专业领域专家相互合作将领域专家的知识整理出来，并用系统的知识方法存放在知识库中。通过专家系统，建立设备、安全、能源、质量、生产经营和经营管理等决策辅助预案，有效应对生产和经营过程中发生的突然变故、政策环境变化、市场原料和产品价格波动。

* + - 1. 全流程追溯

建立产品质量全流程追溯系统，通过实时收集产品原料、批次生产过程和客户使用的质量信息，对每个批次的产品质量实现全流程在线实时追溯，批次产品可追溯到采购、生产和销售的全过程。

* + - 1. 实时成本分析

建立产品成本模型，对成本发生过程实时跟踪、分析和监控，实现成本管理事前计划，事中监控、反馈，事后评价的科学循环体系，优化生产过程。

* + - 1. 预案自主执行

建立预案自主执行系统，为决策者提供所需的数据、信息和背景资料，明确决策目标和识别问题，修改决策预案模型，提供预选方案，并进行评价和优选，通过分析、比较和判断，为正确的决策提供必要的支持。

* + - 1. 智能农化服务

借助人工智能、云计算、大数据、物联网等技术，建立智能农化服务平台，有效集成生产技术、产品、营销、服务全产业链，实现农化服务全流程数字化运营、智能化管理，提升农化服务效率。平台主要包括网络销售、农技服务、产量及品质服务、专家在线咨询、专业知识库、智能喷洒服务等延伸创新服务。

* + - 1. 大数据分析

利用大数据技术，基于市场、企业经营管理、生产运行管理及现场生产历史状态等方面的详实数据，以场景化的思路找到分析场景，在生产运行优化、工艺和配方改进、设备/质量/安全智能化分析、市场及销售分析等方面进行重点应用。

* + - 1. 业务管理决策

通过对全面业务系统的集成和多维度、多层次业务数据的分析，从决策管理的较多，挖掘与分析数据，展示综合决策。

* + 1. 跨层次、跨系统的协同与优化
       1. 横向协同

建设供应链管理（SCM），包括销售、采购、生产、库存和物流等管理模块。其中，销售管理以客户为中心，打造创造型营销新模式；采购管理实现满足订货需求的主动供应；生产管理包括综合预测、供应链计划、需求计划、制造计划和排程、供应链智能等功能；库存管理实现物料快速流动，减少库存积压，加强物料的批次跟踪和追溯；物流管理保证采购、发货等运输过程的无缝连接。

* + - 1. 纵向管控

将企业资源计划（ERP）生成的主生产计划，通过高级计划与排程（APS）系统生成最优的物料需求计划和生产排程方案，通过生产调度优化将生产计划分解为最优的日作业计划，再通过生产执行系统（MES）（间歇装置需MES + 批量控制系统（BC））将作业计划转化为操作控制并由计算机控制系统自动执行。复杂控制回路由先进控制系统（APC）/控制性能管理系统（CPM）进行在线优化，提高操作过程的自动化率。

* 1. 工业控制与信息系统安全

参照信息系统安全等级保护二级的要求，对于工业控制系统、运营管理/决策管理信息系统从网络层次、安全机制、安全服务等多维建立安全机制和技术防护，尤其要补齐对工业控制系统的网络与系统安全建设，以达到基本要求。

* 1. 数字化交付
     1. 数字化交付内容
        1. 数据交付

交付的数据包含工厂对象的属性值、计量单位、工艺数据报表模板、设备数据表模板、仪表数据表、电缆库、安装图等信息，交付的数据应按类库的要求进行组织，工厂对象的数据内容涵盖设计、采购、施工阶段的基本信息。

* + - 1. 文档交付

采用统一格式的电子文档，电子文档与原版文档一致，能够满足企业对文档质量的要求。同时要包含各类协同工作的规定、手册、修改单等。

* + - 1. 三维模型交付

三维模型信息与交付的数据、文档中的信息一致，能够在交付平台中正确的读取和显示。交付的三维模型应使用统一的原点和坐标系，应包含必要的可视化碰撞空间。

* + 1. 数字化交付的质量控制要求
       1. 一致性

交付模型与交付图纸的一致性，交付模型与竣工的物理工厂及竣工资料完全一致，包括辅助设施和地下工程等。

* + - 1. 准确性

工厂对象属性数据与关联文件关系的准确性。

* + - 1. 合规性

交付内容是否满足建设单位发布的相关规范和标准要求，包含编码、命名、分类、数据格式和模型深度等。

* + - 1. 完整性

已交付内容与项目交付规定内容的对比，基于项目物理工厂对象，检查模型、属性、关联文档资料的完整性。

* + 1. 数字化交付平台的要求
       1. 一体化的平台

可以实现无缝、快捷、低成本的数字化移交，无需通过大量额外的数据接口开发，数据上传校验。同时在数字化移交时能有效保护工程公司的知识产权，具有数据过滤、格式转换等功能。

* + - 1. 高度的开放性

具有集成和开放能力，易于整合国际标准的主流2维、3维设计软件。

* 1. 建设方法
     1. 原药企业
        1. 自动化控制

生产装置需要通过计算机控制系统实现全流程自动控制，推荐采用分布式控制系统（DCS）、可编程逻辑控制器（PLC）等控制系统。

* + - 1. 批次管理

多品种生产或多批次同时运行的生产装置，推荐采用批处理控制程序或软件（如生产执行系统（MES）、批量控制系统（BC）），进行配方管理和批次生产控制，实现全流程自动控制和批次生产流程的可追溯。

* + - 1. 优化控制

针对生产装置中的复杂控制回路，因影响和控制的参数较多，推荐采用先进控制系统（APC）等类似软件进行控制回路的数学建模，实现复杂控制回路的自动控制。比如：反应釜的温度控制、滴加控制、蒸馏控制、分液控制、结晶控制、精馏塔控制等。

* + - 1. 高级报警管理

针对生产装置的报警泛滥、报警频发等情况，推荐采用高级报警管理系统（AAS）等类似软件进行报警的管理，实现报警的抑制、对比、统计分析，并优化报警设置。

* + - 1. 智能设备管理

针对生产装置的智能设备管理，推荐采用智能设备管理系统（AMS）等类似软件进行智能设备的管理，实现智能设备的重要参数管理、调校等。

* + - 1. 扫码核对

针对生产装置的投料（固粉体、微量催化剂/助剂）防呆防错等情况，推荐采用扫描枪或个人数字助理（PDA）的APP软件进行物料的一维条码、二维码扫码或射频识别（RFID）电子标签等方式，防止投错料引发的安全事故，实现投料物料的品名、批次、投料量等核对。

* + - 1. 数据采集

生产装置的生产过程数据、工艺数据、设备数据等采集，包括分布式控制系统（DCS）、可编程逻辑控制器（PLC）、智能仪表、门禁、智能视频语音、自动导引运输车（AGV）、工业机器人/机械臂、人员定位、危险源、可燃有毒气体等。

* + - 1. 实时数据库

生产装置的生产过程数据、工艺数据、设备数据等数据的实时存储，实现生产数据的实时集中监视、实时/历史查询和分析。

* + - 1. 安环平台

生产装置的安全、环保、健康等数据的采集和管理，包括：安全生产风险监测预警、双重预防机制信息化、特殊作业全过程信息化、人员车辆自动定位系统、智能视频监控系统、安全生产全要素管理等，如健康安全环境（HSE）系统。

* + - 1. 生产执行层系统

生产装置的生产管理、质量管理、能源管理、设备资产管理、HSE管理、物流管理等，推荐采用生产执行系统（MES）等类似软件。

* + - 1. 经营管理层系统

生产企业的财务管理、采购管理、资产管理、生产管理、人力资源管理、质量管理等。

企业其他管理业务流程通过办公自动化系统（OA）或者业务流程管理系统（BPM）类似软件实现协同。

根据企业业务情况，可建设客户关系管理系统（CRM）、供应商关系管理系统（SRM）等。

* + - 1. 智能分析

针对批次生产工艺，在批次生产过程数据采集与记录的基础上，可通过大数据分析和人工智能（AI）技术等方法，对全流程的批次数据进行智能分析，或多批次比对寻找黄金批次，实现面向工艺对比、工艺评价、质量预测、在线优化建议、操作优化和配方优化等优化方向进行深入应用。

针对连续生产工艺，在生产过程数据采集与记录的基础上，可通过大数据分析和人工智能（AI）技术等方法，对全流程的能耗数据、质量数据、设备故障数据、操作数据、工艺数据等进行智能分析，实现面向工艺、成本、质量、控制等优化方向进行深入应用。

* + 1. 制剂企业
       1. 生产流程和设备的优化

先进的生产流程和成套设备的应用是智能化的基础，需要改进和优化各种剂型的生产工艺流程，确保生产简单高效、具有一定的连续性；引进先进的自动化设备。

* + - 1. 自动化控制

生产装置需要通过计算机自动化控制系统实现全流程自动控制，推荐采用分布式控制系统（DCS）、可编程逻辑控制器（PLC）等控制系统。实现自动配料、重要生产过程连锁控制、生产参数超标报警等自动化控制。

* + - 1. 配方与批次管理

多批次运行、多配方生产的制剂加工生产线，推荐采用批量控制系统（BC）等类似软件支持多种产品配方储存、修改、管理和批次生产控制，实现全流程自动控制和批次生产流程的可追溯。

* + - 1. 高级报警管理

针对生产装置的报警泛滥、报警频发等情况，推荐采用高级报警管理系统（AAS）等类似软件进行报警的管理，实现报警的抑制、对比和统计分析，优化报警设置。

* + - 1. 智能设备管理

针对生产装置的智能设备管理，推荐采用智能设备管理系统（AMS）等类似软件进行智能设备的管理，实现智能设备的重要参数管理、调校等。

* + - 1. 扫码核对

针对生产装置的投料（固粉体、微量催化剂/助剂）防呆防错等情况，推荐采用扫描枪或个人数字助理（PDA）的APP软件进行物料的一维条码、二维码扫码或射频识别（RFID）电子标签等方式，实现投料物料的品名、批次、投料量等核对。

* + - 1. 数据采集

生产装置的生产过程数据、工艺数据、设备数据等数据采集，包括分布式控制系统（DCS）、可编程逻辑控制器（PLC）、智能仪表、门禁、智能视频、自动导引运输车（AGV）、工业机器人/机械臂、人员定位、危险源、可燃气体等。

* + - 1. 实时数据库

对生产装置的生产过程数据、工艺数据、设备数据等进行实时存储，实现生产数据的实时集中监视、实时/历史查询和分析。

* + - 1. 生产执行层系统

生产装置的计划管理、工艺管理、质量管理、罐区管理、物料管理、智能仓储、物料移动、配方管理、能源管理、绩效管理、包装/灌装管理、制剂成品在线赋码、一物一码质量追溯（瓶码、箱码、托码关联，一键扫码查看生产批记录）等，推荐采用生产执行系统（MES）等类似软件。

* + - 1. 经营管理层系统

包括生产企业的财务管理、采购管理、资产管理、生产计划与排程管理、人力资源管理、质量管理等。

企业其他管理业务流程通过办公自动化系统（OA）或者业务流程管理系统（BPM）类似软件实现协同。

根据企业业务情况，可建设客户关系管理系统（CRM）、供应商关系管理系统（SRM）等。

* 1. 基础保障
     1. 组织领导

根据企业自身需求，做好顶层设计，建立合理组织架构。加强领导组织，设置智能化专职管理、业务及技术运维岗位，鼓励将企业主要负责人设置为智能化专职管理负责人。

* + 1. 人才保障

加大人才引进和复合型人才培养，建立合理职业发展路线、薪酬体系和激励机制，加强职业培训和交流。鼓励企业构建内外结合的智能人才储备机制，依托外部专家团队、智能制造系统解决方案供应商完成尖端技术攻关、科研成果转化；依托内部人才队伍完成项目建设实施、系统运营维护。

* + 1. 资金投入

制定智能工厂资金使用管理制度，明确职责、流程、方法，确保资金使用规范与及时投入。企业应按销售收入比例设立智能工厂资金投入制度，保证专款专用。建立资金投入与产出评价制度，衡量智能工厂投入与效益的匹配度。

* + 1. 信息资源

开展企业内部网络信息资源管理标准化工作，构筑与智能工厂建设规划相匹配的网络信息资源管理标准化体系，规范企业信息资源的管理和使用。

* + 1. 信息安全

遵循国际和国家相关安全标准进行工业控制网络、智能制造类管理系统网络和设施的信息安全顶层设计，梳理信息安全管理流程，坚持技术和管理并重。构建集中、统一的信息安全保障体系，夯实安全基础，及时识别安全隐患，有效控制事前风险。