

中华人民共和国国家标准

GB/T 41255—2022

智能工厂 通用技术要求

Smart factory—General technical requirements

2022-03-09 发布

2022-10-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

目 次

| | |
|------------------|----|
| 前言 | I |
| 1 范围 | 1 |
| 2 规范性引用文件 | 1 |
| 3 术语和定义 | 1 |
| 4 缩略语 | 2 |
| 5 总则 | 2 |
| 5.1 总体框架 | 2 |
| 5.2 基本要素 | 3 |
| 6 智能设计 | 3 |
| 6.1 关键要素 | 3 |
| 6.2 技术要求 | 5 |
| 7 智能生产 | 6 |
| 7.1 关键要素 | 6 |
| 7.2 技术要求 | 7 |
| 8 智能物流 | 8 |
| 8.1 关键要素 | 8 |
| 8.2 技术要求 | 8 |
| 9 智能管理 | 9 |
| 9.1 关键要素 | 9 |
| 9.2 技术要求 | 10 |
| 10 系统集成与优化 | 10 |
| 10.1 系统集成 | 10 |
| 10.2 优化 | 12 |
| 参考文献 | 14 |

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专利的责任。

本文件由中国机械工业联合会提出。

本文件由全国工业过程测量控制和自动化标准化技术委员会(SAC/TC 124)归口。

本文件起草单位：上海工业自动化仪表研究院有限公司、南京优倍电气技术有限公司、东风设计研究院有限公司、电力规划总院有限公司、重庆邮电大学、湖南科技大学、东莞理工学院、机械工业仪器仪表综合技术经济研究所、中国电子技术标准化研究院、上海智能制造功能平台有限公司、上海智能制造系统创新中心有限公司、沈机(上海)智能系统研发设计有限公司、南京大学、用友网络科技股份有限公司、西门子(中国)有限公司、厦门宇电自动化科技有限公司、浙江中拓合控科技有限公司、广州能源检测研究院、新特能源股份有限公司、上海计算机软件技术开发中心、西安陕鼓动力股份有限公司。

本文件主要起草人：王英、王嘉宁、董健、游和平、张晋宾、黄庆卿、吴亮红、张兆云、王春喜、韦莎、梅军、陈廷炯、黄云鹰、陈春林、吕晓锋、许斌、粟晓立、陈海东、刘雅杰、刘雄、汪瑞嵘、张璞、马传荣、张玲艳、邓钦元、王成城、何宏宏、马原野、张艾森、肖红练、董赢。

智能工厂 通用技术要求

1 范围

本文件规定了智能工厂的总则、智能设计、智能生产、智能物流、智能管理以及系统集成优化等内容。

本文件适用于离散制造领域智能工厂的运营以及管理。

2 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。

GB/T 23331—2020 能源管理体系 要求及使用指南

GB/T 24001—2016 环境管理体系 要求及使用指南

GB/T 37393—2019 数字化车间 通用技术要求

GB/T 38129—2019 智能工厂 安全控制要求

GB/T 45001—2020 职业健康安全管理体系 要求及使用指南

ISO 16792:2015 技术产品文档 数字产品定义数据标准(Technical product documentation—Digital product definition data practices)

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

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。

[来源：GB/T 38129—2019, 3.1.1]

3.2

产品全生命周期 product full lifecycle

包括市场需求调研阶段、产品开发阶段、产品设计阶段、产品的制造阶段，销售阶段和售后服务阶段等的全部时间的总称。

[来源：GB/T 18725—2008, 3.206, 有修改]

3.3

设备管理 equipment management

以设备为对象，追求设备综合效率，应用理论、方法，通过技术、经济、组织措施，对设备的物理运动和价值运动进行全过程管理。

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

AR:增强现实(Augmented Reality)

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

ESB:企业服务总线(Enterprise Service Bus)

MES:制造执行系统(Manufacturing Execution System)

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

OPC UA:OPC 统一架构(OPC Unified Architecture)

VR:虚拟现实(Virtual Reality)

WMS:仓储管理系统(Warehouse Management System)

5 总则

5.1 总体框架

智能工厂实现了多个数字化车间的统一管理与协同生产,将车间的各类生产数据进行采集、分析与决策,并整合设计信息与物流信息,再次传送到数字化车间,实现车间的精准、柔性、高效、节能的生产模式。其中数字化车间要求见 GB/T 37393—2019。

本文件主要涵盖了智能设计、智能生产、智能管理、智能物流、集成优化等可实现智能工厂的关键技术,其总体框架如图 1 所示。智能工厂建设、智能服务、安全等与智能工厂密切相关的技术要求不在本文件范围内。

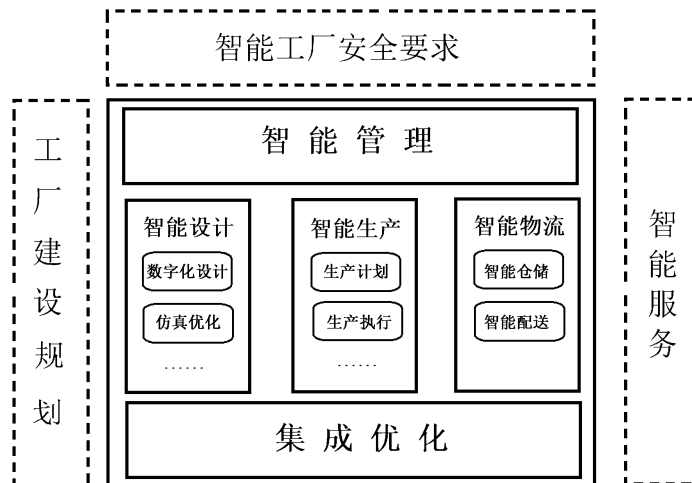


图 1 智能工厂总体框架图

数据在智能工厂的智能设计、生产、管理与物流环节中,承载工厂内各个层次之间、以及同一层次的不同功能模块和系统之间的信息。数据的交互通过连接各个功能模块的通信网络完成,其内容服从于智能工厂系统集成建设和运营的需要。数据的格式和内容定义遵从通信网络和执行层、资源层的各应用功能模块的协议。数据的一致性和连贯性将产品的智能设计、生产管理、物流、等环节组织成有机整体。智能工厂关键技术之间形成的数据流如图 2 所示。

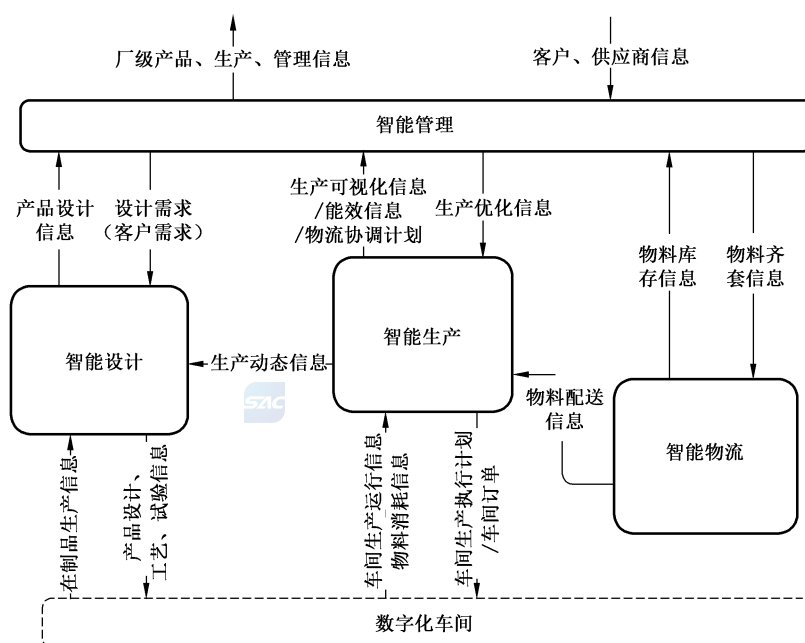


图2 智能工厂关键技术和数据流示意图

5.2 基本要素

智能工厂的基本要素如下。

- 数字化:数字化是智能工厂的基础。对工厂所有资产建立数字化描述和数字化模型,使所有资产都可在整个生命周期中识别、交互、实施、验证和维护,同时能够实现数字化的产品开发和自动测试,以适应工厂内外部的不确定性(部门协调、客户需求、供应链变化等)。
- 网络化:在数字化的基础上,建有相互连接的计算机网络、数控设备网络、生产物联/物流网络和工厂网络,从而实现所有资产数据在整个生命周期上价值流的自由流动,打通物理世界与网络世界的连接,实现基于网络的互联互通。
- 智能化:具有能够感知和存储外部信息的能力,即整个制造系统在各种辅助设备的帮助下可以自动地监控生产流程,并能够及时捕捉到产品在整个生命周期中的各种状态信息,对信息进行分析、计算、比较、判断与联想,实现感知、执行与控制决策的闭环。

6 智能设计

6.1 关键要素

智能设计基于数字技术和智能技术,对产品和工艺进行设计,用数字模型和文档描述和传递设计输出。智能设计包括:

- 产品的设计与仿真:产品的功能/性能定义、造型设计、功能设计、结构设计等;
- 工艺的设计与仿真:制造工艺设计、检验检测工艺设计等;
- 试验设计与仿真:产品试验仿真、试验测试工艺设计等。

智能设计宜考虑与智能制造技术、智能制造装备、智能制造服务的协同,宜做到研发、设计、生产、服务协同一体化。智能设计的关键要素如下。

- 数字设计:应从概念设计阶段开始就采用协同数字设计平台,利用参数化对象建模等工具,进行产品的造型设计、功能设计、结构设计、工艺设计等。应采用标准数据格式,输出基于开放标准的设计品,便于产品生命周期各阶段的数据交互,实现信息的高效利用,满足产品生命周期各阶段对信息的需求。

- 虚拟设计:设计平台集成 VR、AR 等功能/工具,可实现沉浸式、交互式(如三维操作、语言指令、手势等)三维实体建模和装配建模,快速生成产品虚拟样机。进而还可在虚拟环境下进行产品虚拟样机的评审、优化、共享、应用培训,为虚拟制造创造条件。
- 仿真优化:在产品的设计、工艺设计、试验设计等设计各阶段,结合产品生命周期各阶段反馈的信息,基于包含精准造型、结构、功能/性能和数据的计算机虚拟模型,在协同数字设计平台上利用仿真优化工具,针对不同目标开展计算机仿真优化,确保或提升产品对设计需求的符合性,产品的可靠性、可制造性、经济性。确保产品的适应性、可扩充性。
- 面向产品生命周期的设计:在设计阶段,应充分考虑产品制造、使用、服务、维修、退役等后续各阶段需求,实现产品设计的全局最优。在产品生命周期内,应采用同一计算机产品模型,各阶段发生的任何变更均应实时更新到同一计算机产品模型,以确保产品数据在产品全生命周期内的一致性和非冗余性。
- 大数据分析/知识工程:采集产品生命周期各阶段的数据,建立产品大数据,形成并丰富知识工程,在大数据分析和知识工程支撑下,实现对需求(如市场需求、功能需求等)的快速智能分析、对产品的精准设计和仿真优化,提供功能、性能、质量、可靠性与成本方面全局最优产品。

智能设计示意图如图 3 所示。

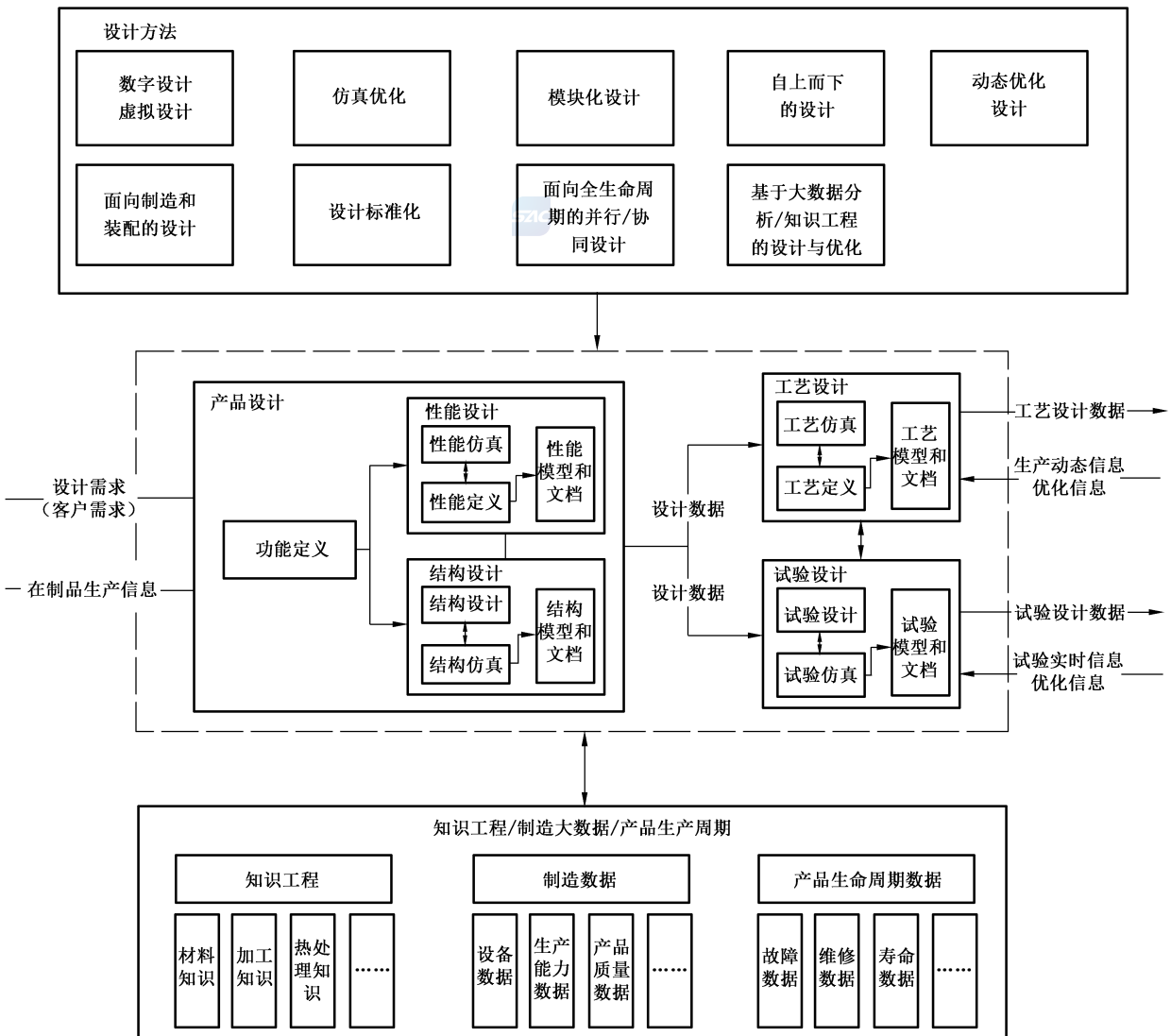


图 3 智能设计示意图

6.2 技术要求

6.2.1 基本设计要求

6.2.1.1 数字设计和虚拟设计

应按 ISO 16792:2015 开展产品数字设计,利用数字模型完整表达产品信息,并将其作为产品制造过程中的依据。数字模型中还宜包括用于生成、沟通和分析模型等的相关过程集,用以满足产品全生命周期管理的要求,实现产品功能设计、造型设计、结构设计、工艺设计、制造、检验检测、试验测试等的高度集成和数据一致。可参照 GB/T 26100—2010 和 GB/T 36457—2018 规定的建模方法及其技术要求,利用 VR 工具,建立产品虚拟样机,进而利用 VR/AR 工具,实现对虚拟样机的导航、浏览、评审和在线交互。

6.2.1.2 仿真优化

产品协同平台应支持在虚拟环境下对产品设计、产品制造/装配、产品应用等的仿真。

在产品设计和制造各个阶段,应提出针对性的优化目标,并确定优化变量、边界条件、优化策略等。产品协同平台应支持设计阶段对产品的工程分析(如产品空间结构、重量特性、运动、人机工效、能效等方面)和优化(如产品造型优化、机构优化、装配优化等),支持制造/装配阶段对产品的制造/装配工艺分析、评估和优化。

6.2.1.3 模块化设计

采用模块化设计,保持模块在功能及结构方面具有一定的独立性和完整性,考虑模块系列未来的扩展和向专用、变型产品的辐射,以满足不同需求和产品的升级。

6.2.1.4 自上而下的设计

性能定义应由总体性能、部件/组件性能到零件性能自上而下逐层分解,应先确定总体性能参数,再分解到部件、组件性能参数,直到分解到零件的性能参数。

结构设计应由总体布局、总体结构、部件结构到部件零件的自上而下、逐步细化,应先确定整体基本参数,然后是整体总布置、部件总布置,最后是零件设计。

工艺设计应由总体装配、部件装配、组件装配到零件制造逐层分解,应确定工艺分界面,逐级传递。

6.2.1.5 面向制造和装配的设计

在产品设计中,宜考虑现有制造和装配能力,保证产品具有良好的可制造性和可装配性。

应以特征技术为手段,建立面向制造和装配的结构模型,在特征模型基础上建立设计流程,实现特征知识及工艺推理的集成,支持设计中的信息表达和智能决策。

6.2.1.6 设计标准化

应标准化、规范化设计流程、方法、产品定义、数据和知识,实现设计标准化和模型/工艺属性信息传递的定义。通过标准化、规范化的设计,实现产品生命周期内信息准确传递,提升设计效率。

6.2.2 高级设计要求

6.2.2.1 面向产品全生命周期的并行/协同设计

在产品阶段宜考虑到产品全生命周期/全寿命历程的所有环节,应将所有相关因素在产品阶段得到综合规划和优化。产品设计应以客户需求或/和技术推动为输入,设计产品的功能、性能、造型和结构,设计应覆盖产品的规划、设计、零件制造、装配、销售、运行、使用、维修保养、直到回收再用处置的全生命周期过程。

应将多学科数据和知识统一管理,实现边设计、边分析,设计、仿真、制造、试验的闭环。

考虑全生命周期的并行设计,宜考虑产品设计约束的同时引入后续相关过程约束,产品设计与其后续相关过程在同一时间框架内并行处理,对产品设计及其后续相关过程进行统一协调和管理。

基于知识的、统一模型的分布式异步、同步协同设计,应有效控制设计界面和接口,缩短产品设计周期,降低产品开发成本,提高个性化产品开发能力。

6.2.2.2 基于大数据分析/知识工程的设计与优化

宜建立产品全生命周期的、全流程的、系列化的大数据和知识工程,包括材料、设计、仿真、制造、装配、检验检测、试验验证、使用维护、退役等数据和知识工程,以支持基于知识的智能设计。

除常规建模方法外(如几何建模),还可以特征技术(如管理特征、技术特征、材料特征、精度特征、形状特征、装配特征等)为手段,建立产品数字模型,在特征模型基础上建立设计流程,实现特征知识及推理的集成,支持设计中的信息表达和智能决策。

利用制造和装配数据和知识、产品全生命周期数据和知识,开展产品仿真优化和再设计,持续提升产品设计、可靠性、安全性、可制造性、可检测性,持续提升工艺设计、检验检测设计的成熟度,提升质量稳定性,降低成本。

6.2.2.3 动态优化设计

根据客户需求的动态变化信息、产线制造、产品全生命周期反馈的实时动态数据,基于知识工程和可利用的技术能力,开展产品仿真优化和再设计,持续优化产品设计、工艺设计、试验设计,提升产品功能、性能、可靠性、制造性,降低成本。

7 智能生产

7.1 关键要素

智能生产是基于信息化、自动化、数据分析等技术和手段,实现柔性化、网络化、智能化、可预测、协同生产模式,对产品质量、成本、能效、交期等进行闭环、持续的优化提升。

智能生产关键要素包括:

- 生产计划:计划仿真、多级计划协同、可视化排产、动态计划优化调度;
- 生产执行:生产准备、作业调度、协同生产;
- 质量管控:质量数据采集、质量档案和追溯、分析与改进;
- 设备管理:设备状态监测、设备运行分析、设备运行维护、设备故障管理。

智能生产示意图如图 4 所示。



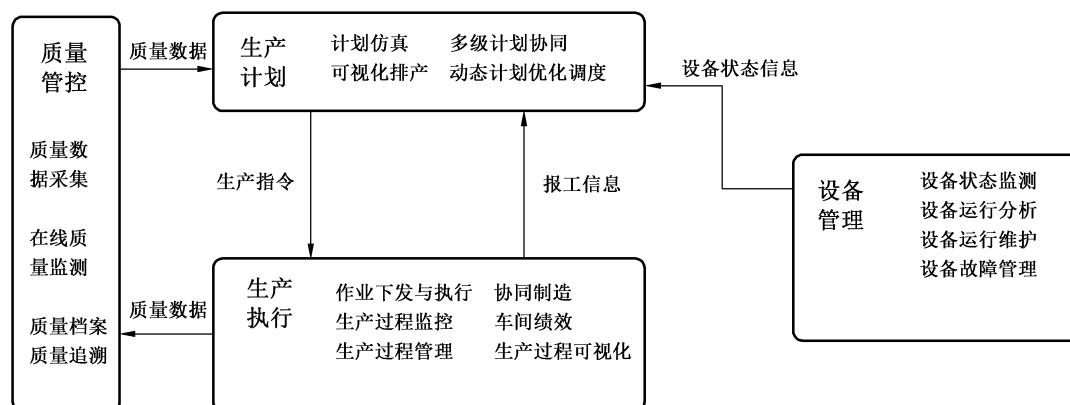


图4 智能生产示意图

7.2 技术要求

7.2.1 生产计划

应根据订单和项目要求制定生产计划,并监控计划完成状态以满足订单和项目的管理要求。

应根据订单和项目要求,形成多级计划并完成多级计划协同,应监控多级计划的过程反馈,形成数据闭环,根据生产反馈信息进行动态调整优化。多级计划示例如下:

示例:

一级计划关联项目合同。

二级计划关联付款节点。

三级计划关联 PBOM(排产)SBOM(采购)并细化到部组件。

应实现生产计划可视化,包括多级计划可视化、监控数据可视化、实时执行数据可视化、计划对比数据可视化,计划完成进度可视化等。

7.2.2 生产执行

7.2.2.1 数字化车间内的生产执行

单一数字化车间内的生产执行要求应符合 GB/T 37393—2019。

7.2.2.2 协同生产

7.2.2.2.1 工厂生产动态反馈

生产车间应通过 ESB,以实时、动态的方式向工厂信息中心提供计划达成率、生产进度、工艺及质量、能耗、物料消耗、设备故障(预)诊断、设备利用率、人力资源等数据,提供给生产过程决策系统进行全工厂生产过程及状态的分析优化。

7.2.2.2.2 车间协同生产

工厂生产工单应根据产品设计平台所提供的原材料、配件、外购零部件等物料数据,零部件、半成品、成品等产品数据,成品目标、工艺特性等技术数据,结合 ERP 提供的客户订单,经过 ERP 的物料需求计划(MRP)运算产生。以实现柔性化的生产流程为目的,向各车间自动分配生产任务及执行计划,并监控、管理、调整各个车间的生产进度,同时对各类生产资源进行实时、动态的调配。从产品设计到工艺分配,从客户订单到生产工单,从生产排产到生产执行,从分析反馈到设计改进,形成一个工厂级的闭环的优化流程。

7.2.3 质量管控

应对生产全过程中的质量进行管控,采集包括原材料检验、样品检验、产品检验、质量统计等质量数据。

应建立数字化的质量档案,实现对产品全生命周期的质量记录,保证各环节的可追溯性。

宜使用在线质量检测的方式,实时采集适量数据。宜构建质量管理信息系统,实现质量信息化和质量管理的信息化,并实现分析数据自动采集、数据信息共享。

应关注智能设计,服务数据对质量的影响,采集研发中的数据、生产中的数据、运维服务中的数据、建立质量模型,形成数据闭环。

7.2.4 设备管理

车间内部设备管理应满足 GB/T 37393—2019 中 10.6 的规定。

应建立设备管理系统,系统应与 ERP, MES 等系统实现信息交互,应能配合其他系统实现排产和生产调度。维修维护策略的形成和资源的优化。

应对关键生产设备、关系到多个车间或整个工厂的设备,如供源设备、安全设备等进行实时状态监测。并对运行状态进行建模分析,给出设备运行趋势预测曲线。

应根据设备类型制定相应的周期性维护计划,并按计划对设备进行维护。应将维护信息以数字化的方式进行归档。

宜根据设备运行趋势曲线制定有针对性的预测性维护方案,及时发现设备运行的潜在异常情况并进行维护管理。

宜建立基于知识库的故障诊断系统,及时准确的发现诊断故障,并给出故障解决方案,宜提供专家远程诊断功能以有效解决偶发的、系统不能正确诊断的复杂故障。

8 智能物流

8.1 关键要素

智能物流是智能工厂中重要组成部分,其关键要素主要包括智能制造环境下厂内物流的智能仓储和智能配送。智能物流的关键要素如下:

——智能仓储:智能物流应部署智能仓储系统,在 WMS 系统的基础上,结合智能生产与智能管理系统,优化仓储布局和策略;

——智能配送:智能物流应充分利用自动化技术和路径优化方法,围绕物料智能分拣系统、配送路径规划、配送状态跟踪等方面提升物料配送效率。

8.2 技术要求

8.2.1 智能仓储

智能工厂中的智能仓储应满足以下技术要求:

——利用射频识别(RFID)、二维码、标签等技术实现对原材料、半成品、成品的数字化标识,并在 WMS 中存储物料基础信息,如物料的编码、名称、规格型号、储存位置、存储安全信息等;

——能与生产调度实时交互物料信息,及时响应智能生产的物料需求,并反馈物料配送信息;

——以物料为核心,采集物料的全生命周期信息,实现全过程信息可追溯;

——通过与智能管理与智能生产等业务的集成,分析与优化现有库存,实现库存低位、高位预警。

8.2.2 智能配送

智能工厂中的智能配送应满足以下技术要求:

- 在智能工厂内,应用自动化配送设备,如自动导引车(AGV)、悬挂链、传输带等实现物料配送自动化;
- 通过与智能管理与智能生产等业务的集成优化,根据生产计划实现智能配送,降低工位库存;
- 能结合生产线布局和物料需求,对物流配送路径和运输模式进行精益化规划,实现物流配送路径与装载优化;
- 能实时监控物料和运输工具,利用传感器获取货物数据,实时定位和追踪原材料、半成品、成品、运输工具的位置与动向。

8.2.3 厂级物流协同

工厂内各个车间之间的工艺流程应具有关联性与交互性的特征,应建立智能化物料调配体系:ERP采购来的原材料,配件,外购零部件等物料在工厂的各级仓库(工厂大库房、车间的原材料库、半成品、成品库等)里登记、检验、退货、入库、备料、发料、完工退库、销账、移库、包装、发货等。并建立智能工厂工作物流协同中心,遵从生产需求拉动的原则,并以精益化、零库存为目标,实现工厂-仓库-车间三者之间智能化的物流调配。车间内的数字化物流装备、生产物流管理、物流设备管理见 GB/T 37393—2019。

9 智能管理

9.1 关键要素

在企业研发、生产、经营的数字化、信息化、网络化的基础上,应用虚拟仿真、人工智能、大数据分析、云计算等技术,对企业的采购、销售、资产、能源、安全、环保和健康,以及产品设计、生产、物流等管理模块进行信息化提升、系统化集成及精益化协同,并形成可迭代、可优化、具有智能特征、面向全局的管理系统,以为企业各管理层的智能决策提供支撑。

智能管理示意图如图 5 所示。

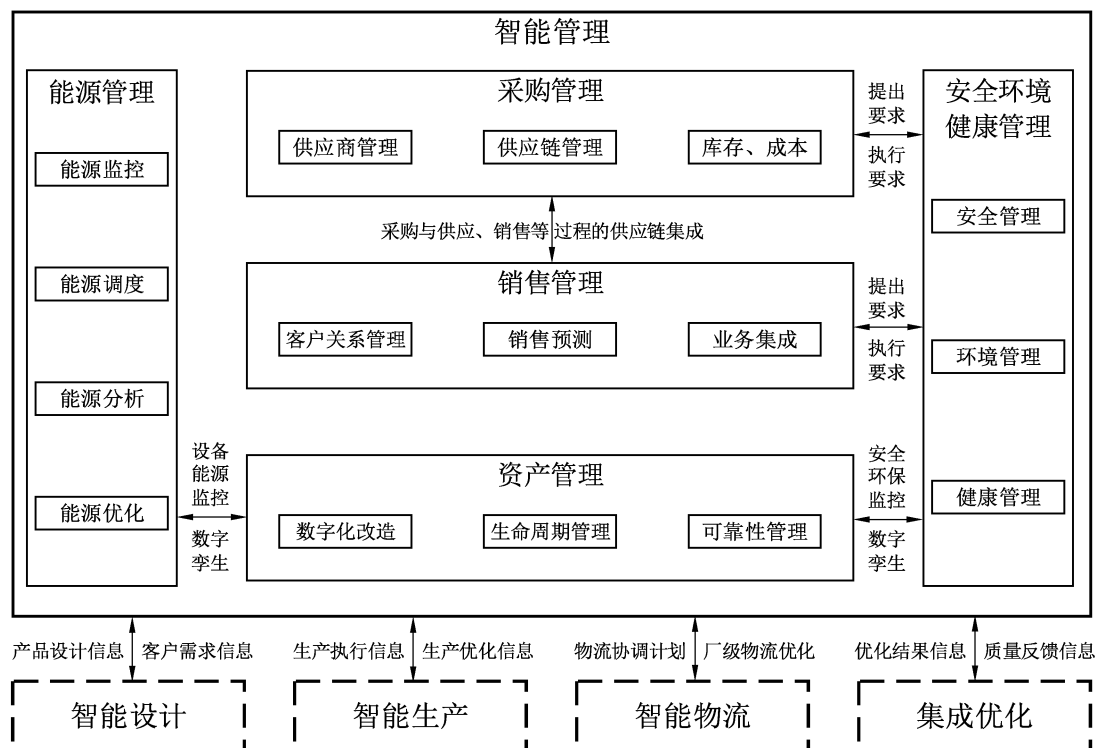


图 5 智能管理示意图

9.2 技术要求

9.2.1 采购管理

应通过对供应链中的供应商、原材料质量、供货期、各类库存、生产及销售计划等流程中动态信息的感知和获取,结合物料预测与分析及高级计划排程等系统而自动形成物料采购计划,同时应对物流进行监控。

应以信息化的方式来辅助采购业务。应实现企业级的供应商管理、比价采购、合同管理等,实现采购内部的数据共享。宜实现采购管理系统与生产、WMS 的集成,实现计划、流水、库存、单据的同步与优化。

9.2.2 销售管理

应建立客户管理系统,并与企业资源管理(如 ERP)实现数据集成,应建立详细的客户数字化档案,以及客户跟踪、关系(及变更)、商业机会、订单、产品维护、销售过程、回款、服务等记录,并做到实时的数据更新。

应通过信息系统对企业内部的销售业务及销售过程进行管理并与财务等信息系统集成,形成对销售业务及过程中的费用、绩效、成本考核等动态的核算与管理。对经销商、销售渠道等应用共享信息系统的管理模式,形成对产品流向、产品串货、市场分配等进行远程管理的信息化系统,而经销商也可利用该系统进行下单、对账、结算等业务。

9.2.3 资产管理

资产管理的对象为制造企业生产经营活动应具备的设备资源。应以数字化描述的方式建设设备的数字档案,并与企业资源管理、生产过程管理等信息化系统实现信息与数据的对接,实现资产的全生命周期管理。

智能资产管理应包括:资产台账、资产状态在线监控(如 OEE)、故障检测、资产使用效率实时统计与分析以及设备点巡检、资产维护维修等。同时还应支持包括但不限于设备资产故障预测、在线故障诊断及原因分析、报废管理等,以及面向大规模个性化生产的资产动态优化调度。

9.2.4 能源管理

智能工厂的能源管理应能够实现工厂内部协同、上下游协同。优化能源和资源的使用,降低能源消耗、提高能源利用效率。

应建立面向内部的能源计量数据采集系统,实现能源的生产、消耗数据实时的自动采集、监控与预警。宜根据企业实际能源消耗的历史数据及趋势,建立对应的机理和统计模型,结合重点能耗设备的运行数据,在能源管理信息系统中形成基于本企业能源管控的专家模型。

能源管理要求还应满足 GB/T 23331—2020 的要求。

9.2.5 安全环境健康管理

安全管理应满足 GB/T 38129—2019,并应实现与企业资源管理、生产管理系统的信息集成。

环境管理应满足 GB/T 24001—2016。

健康管理应满足 GB/T 45001—2020,对其中涉及到的资源要素应建立数字化档案,宜基于实时、动态的数据采集与监测,应用企业知识库、云计算等技术,完成分析、预测、预警及可优化的信息管理系统。

10 系统集成与优化

10.1 系统集成

10.1.1 关键要素

智能工厂的系统集成主要是实现车间与工厂、工厂与企业之间不同层次、不同类型的设备与

系统间、系统与系统之间的网络连接，并且实现数据在不同层级、不同设备、不同系统间的传输，最终和各类产品信息、生产信息、管理信息和系统信息等的互联互通和系统间互操作，支撑智能工厂持续运营的各类业务流程的实现和优化的技术过程。车间层以下的系统集成不在本文件范围内，具体见 GB/T 37393—2019，系统集成部分。

智能工厂系统集成关键要素如下：

- 网络互联：实现连续的、相互连接的计算机网络、数控设备网络、生产物联/物流网络以及工厂网络；
- 数据通信：在系统架构定义和网络互联的基础上，按照数据通信协议要求，定义数据类型和格式，实现从车间层到工厂层、集团层双边的传输、存储等；
- 信息互通：定义系统间消息传输和内容解析，并基于数据通信实现系统间信息交互；
- 集成优化与闭环操作：实现信息空间与物理空间之间基于数据自动流动的信息感知、实时分析、科学决策、优化执行的闭环体系。

10.1.2 技术要求

10.1.2.1 网络架构

车间层到工厂层/集团层的网络架构可采用多种方式，如星形、环形、总线型、网状等多种方式。网络架构示意图如图 6 示。

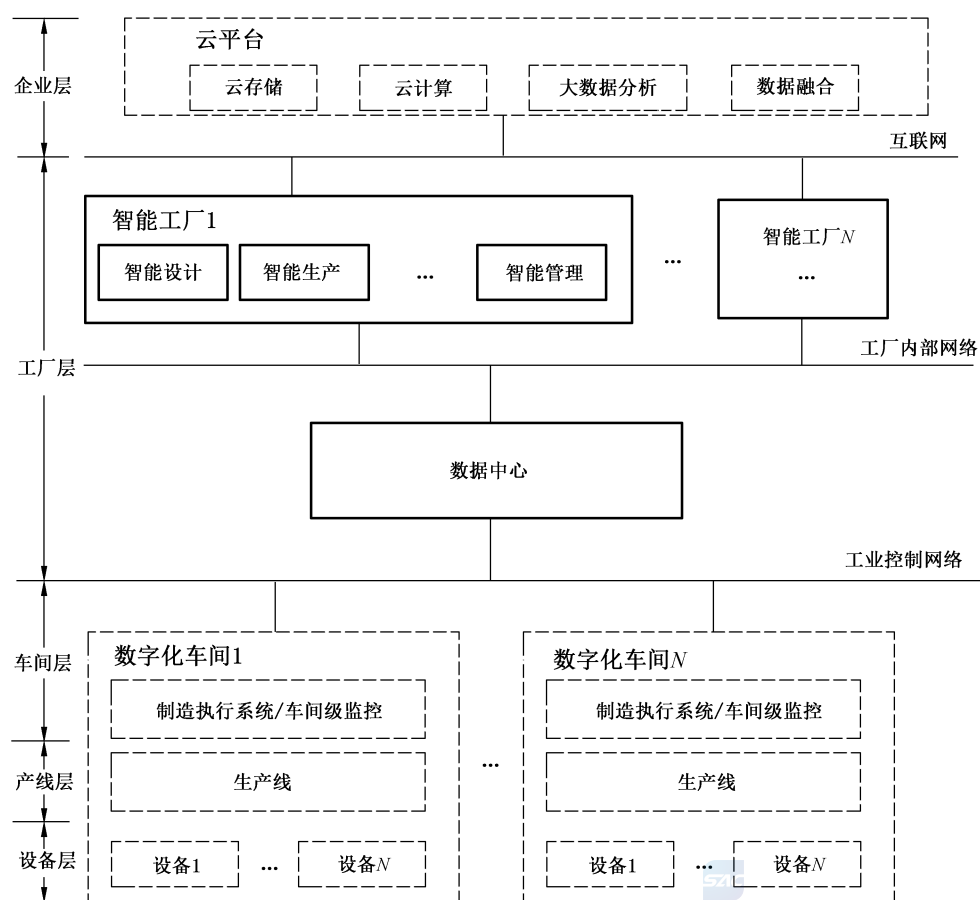


图 6 智能工厂网络架构示意图

10.1.2.2 异构网络连接

不同类型的网络应通过网关进行互联。应根据实际的网络类型设计不同的网关,实现工厂中不同层级之间的协议转换,并提供必要的安全隔离,从而实现整个工厂异构网络的无缝连接。

10.1.3 信息互通

10.1.3.1 数据字典

数据字典应实现对工厂所有数据的定义和描述,从而促进任意工作流中的两台计算机系统之间的数据交换,数据分析并且优化工作流程。

10.1.3.2 数据采集和传输

车间与工厂数据传输的主干网可采用光纤,现场设备的连接宜采用屏蔽双绞线,对于重要的网段宜采用冗余网络技术,以此提高网络的抗干扰能力和可靠性。车间与工厂间的网络互联主要是实现数据的采集和控制功能的执行等。车间与工厂的数据集成也可通过其他技术实现,例如 OPC UA 等技术。

工厂与集团间的数据传输宜通过互联网方式,其主要实现将工厂数据传输到集团云,并进行存储、处理与发布等。

其他数据集成方法可选择使用基于中间数据表、基于可视化配置的中间件方式、基于 ESB 等方法。

10.1.3.3 数据中心

实时与历史数据库是智能工厂的数据中心。

实时数据库应能够实现各车间的、不同系统、层级之间的实时数据的采集、存储和监视,可在线存储每个工艺过程点的多种数据,提供车间当前的生产工况,也可以通过数据分析做出实施决策。

历史数据库应是经过归档的数据,它应存储与流程相关的数据与历史数据。

10.1.3.4 工厂级数据格式与转换

工厂级数据格式企业可自行定义,应对数据进行加密,确保信息安全;也可通过自建企业数据标准体系等方式。同时宜统一数据语义,减少数据交互过程的歧义。

10.1.4 集成优化与闭环操作

智能工厂的集成优化应将集团层、工厂层形成的各类决策优化信息向下传递并实现操作。集成优化应形成信息的闭环,并实现最终产品从研发设计、生产制造、经营管理、运维服务等环节的数字化、网络化、智能化,最终实现智能工厂各个环节的高度柔性 with 高度集成。

10.2 优化

10.2.1 设计、生产优化

宜实现设计、生产、检验、运维服务一体化协同,采集产品在生产、检验、运维阶段的必要数据信息,应用智能算法及机器学习等技术或方法分析数据间的关联关系以及产品优化的主要影响因素,挖掘问题本质,优化产品/工艺设计、生产流程等环节。提升质量管理。

10.2.2 物流系统优化

宜在信息标准化和信息集成的基础上构建物流系统的仿真模型,通过采集工厂内部与物流有关的各要素之间的星位和交互数据,结合厂内资源配置、作业计划调度安排,定期的优化改进物流配送策略,

包括改进工厂、车间布局,优化物流路径,调整配送速度等。

10.2.3 管理优化

宜实现采购与供应、销售等过程的供应链集成,并通过网络化协同与供应商之间实现数据共享,可动态、实时地分析不同时期、不同交期、不同生产状态下影响下单时间、到货周期及价格波动的主要因素,以最低成本实现预测性库存,支撑工厂大批量且兼容个性化的柔性生产目标。通过对销售预测和库存量进行动态感知、智能分析和基于知识库模型的自主决策,最终形成最少库存量、最低采购价的采购计划。宜建立原材料质量进厂检验的信息化系统,并根据质量判断标准及时向采购部门输出信息。采购信息化系统根据以上信息自动做出对本批(次)原材料执行退、换货、赔偿等决策,并对供应商资格或等级进行调整。

宜以销售和满足交期的精准性预测为目标,通过信息系统不断收集市场及客户需求信息,应用企业的经验、知识形成具有数字化、智能化分析、判断能力的销售预模型;形成趋近于市场或特定客户在未来某一时间段内实际需求量的销售计划,并与采购、生产、物流计划进行信息集成及网络化协同;形成以销售预测方式拉动的生产、采购、物流计划,以减低库存和生产浪费、满足客户交期。

宜在已建立的关键设备运行模型基础上,通过设备仿真、AR、VR等数字化孪生的方法,实现设备的边缘计算、在线诊断、可靠性管理、远程预警等网络化管理。最终基于知识库大数据平台、云计算、人工智能的分析算法,实现设备的预知管理。

参 考 文 献

- [1] GB/T 18725—2008 制造业信息化 技术术语
 - [2] GB/T 26100—2010 机械产品数字样机通用要求
 - [3] GB/T 36457—2018 复杂产品虚拟样机建模方法
-

