

中华人民共和国国家标准

GB/T 23021—2022

信息化和工业化融合管理体系 生产设备管理能力成熟度评价

Integration of informatization and industrialization management systems—
Maturity assessment for production equipment management capability

2022-03-09 发布

2022-03-09 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	III
引言	IV
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 通则	1
4.1 生产设备的组成形态和生命周期	1
4.2 生产设备管理的基本原则	3
5 生产设备管理能力	3
5.1 管理域	3
5.2 管理能力成熟度等级	4
6 生产设备管理能力成熟度等级要求	5
6.1 总体要求	5
6.2 资源保障	6
6.3 运行环境	8
6.4 基础管理	9
6.5 运行维护管理	10
6.6 绩效改进	11
参考文献	13

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。

本文件由中华人民共和国工业和信息化部提出。

本文件由全国信息化和工业化融合管理标准化技术委员会(SAC/TC 573)归口。

本文件起草单位：国家工业信息安全发展研究中心、清华大学、北京北矿智能科技有限公司、徐工集团工程机械有限公司、国家电网有限公司、江西省工业和信息化厅、北京国信数字化转型技术研究院、浪潮通用软件有限公司、内蒙古能源发电投资集团有限公司电力工程技术研究院、中关村信息技术和实体经济融合发展联盟、格创东智(深圳)科技有限公司、用友网络科技股份有限公司、树根互联股份有限公司、北京国联视讯信息技术股份有限公司、蒲惠智造科技有限公司、舒普智能技术股份有限公司、上海电气集团数字科技有限公司、成都飞机工业(集团)有限责任公司、矿冶科技集团有限公司、北京赛昇科技有限公司、徐州徐工挖掘机械有限公司、建筑材料工业信息中心、福建摩尔软件有限公司、方圆标志认证集团有限公司、江苏金恒信息科技股份有限公司、北京亚控科技发展有限公司、中船重工信息科技有限公司、中船第九设计研究院工程有限公司、中冶赛迪重庆信息技术有限公司、爱动超越人工智能科技(北京)有限责任公司、中机生产力促进中心、机械工业仪器仪表综合技术经济研究所、上海质量管理科学研究院、东方电气集团科学技术研究院有限公司、中车长春轨道客车股份有限公司、青岛双星装备制造有限公司、深圳华龙讯达信息技术股份有限公司、北京寄云鼎城科技有限公司、苏州慧工云信息科技有限公司、贵州航天云网科技有限公司、中电(福建)工业互联网研究院有限公司、云南网泰卓源信息科技有限公司、北京国金衡信认证有限公司、黑龙江省工业信息化发展中心、中国电力企业联合会科技开发服务中心、山东省标准化研究院、三菱电机自动化(中国)有限公司。

本文件主要起草人：李君、窦克勤、周勇、邵明堃、王兵、金枫、付思敏、李清、蒋炜、周剑、刘江涛、王腾江、曲宗福、陈杰、高琨、杨宝刚、韩玉春、钱晓钧、王克飞、郇仓虎、黄猛、白欧、曾国平、张元生、王志林、袁海飞、刘平、郑学东、刘梅生、张硕、吴清财、熊冠楚、黎小华、杨博、高志勇、张利民、柳晓菁、陈炅、王金德、邓钢、陈雪梅、胡丽华、时培昕、文莎、李灿强、李善宣、朱鹰、杨灵运、夏刚、胡雅涵、于世著、李春宇、李金赛、张勋兵、陈曦、郑显生、刘杰、卢剑伟、徐顺怡、高山青、杨泮江。

引 言

本文件是信息化和工业化融合管理体系系列标准化文件之一。

与本文件相关的标准化文件包括：

- GB/T 23000 信息化和工业化融合管理体系 基础和术语；
- GB/T 23001 信息化和工业化融合管理体系 要求；
- GB/T 23002 信息化和工业化融合管理体系 实施指南；
- GB/T 23003 信息化和工业化融合管理体系 评定指南；
- GB/T 23004 信息化和工业化融合生态系统参考架构；
- GB/T 23005 信息化和工业化融合管理体系 咨询服务指南；
- GB/T 23006 信息化和工业化融合管理体系 新型能力分级要求；
- GB/T 23007 信息化和工业化融合管理体系 评定分级指南。

生产设备是制造活动的基本载体，是制造企业最核心的资产。当前，制造业数字化转型进程加速推进，生产设备数字化、网络化、智能化水平持续提升，与所在运行环境和配套设备之间的交互协同愈加紧密，生产设备的本质和内涵不断演进，其组成形态、运行方式、管理模式和管理目标均发生了根本性变化。在此背景下，亟须把握面向数字化转型的生产设备管理的基础共性规律，研制可系统、科学、有效的规范和提升企业生产设备数字化运行管理能力的标准，以适应数字化转型的要求。

本文件可与 GB/T 23001 共同使用，给出了面向数字化转型的生产设备管理能力成熟度评价要求，是制造企业面向数字化转型开展生产设备管理的一个基础性标准。

信息化和工业化融合管理体系 生产设备管理能力成熟度评价

1 范围

本文件给出了信息化和工业化融合(以下简称“两化融合”)环境下生产设备的组成形态和生命周期、以及生产设备管理的基本原则,提出了两化融合环境下生产设备的5个管理域和4个管理能力成熟度等级,规定了生产设备管理能力成熟度等级要求。

本文件适用于制造企业对两化融合环境下的生产设备管理能力成熟度进行评价,并为开展生产设备研发制造和运维服务的技术服务商、科研院所等提供依据和参考。

2 规范性引用文件

本文件没有规范性引用文件。

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

生产设备 production equipment

直接或间接用于企业生产制造活动,具有加工、测量、动力、传送、储存、运输、信息传递、能量传递或转换等功能的机器和装置。

4 通则

4.1 生产设备的组成形态和生命周期

4.1.1 概述

在两化融合环境下,生产设备是由物理实体、嵌入式软件、数据模型和管理系统等四种组成形态构成的有机整体。四种组成形态在生产设备全生命周期的各个阶段均发挥着至关重要的作用。

企业为适应数字化转型要求和生产运营方式转变,需从组成形态和生命周期两个角度,系统、科学的认识生产设备,以有效应用新一代信息技术开展生产设备的资源支持、环境适配、基础管理、运行维护和绩效改进等管理活动。

两化融合环境下,生产设备的组成形态和生命周期见图1。

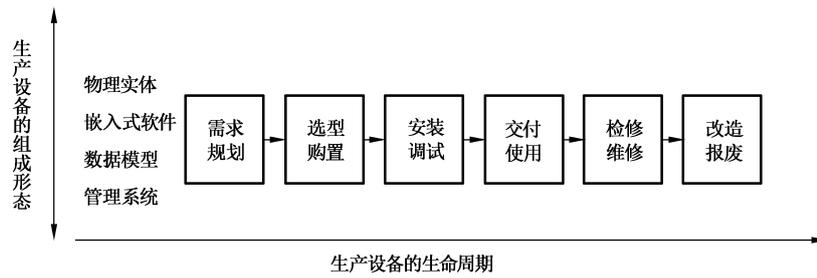


图 1 生产设备的组成形态和生命周期

4.1.2 生产设备的组成形态

从组成形态角度,生产设备的组成形态主要包括物理实体、嵌入式软件、数据模型和管理系统等四种组成形态:

- a) 物理实体:是生产设备的物理承载和能力输出载体,由控制单元、感知单元、交互单元、执行单元、动力单元、防护单元等物理组件构成;
- b) 嵌入式软件:是生产设备进行信息传输、指令执行、数据处理的控制中枢,由嵌入在生产设备物理实体中的软件系统组成,包括但不限于操作系统、应用程序、集成开发环境、可视化工具等;
- c) 数据模型:是生产设备运行管理所产生的数据、信息、知识以及相关的算法、模型等的集合,是生产设备运行管理的数字载体,既包括生产设备运转产生的实时数据,也包括基于数据形成的设备机理模型、虚拟仿真模型、数字化管控模型等;
- d) 管理系统:是生产设备上级管理系统,与相关信息系统互连互通,其功能包括但不限于对生产设备进行数字仿真、运行监测、统计分析、排产调度、工况优化、故障预警、远程运维、能耗管理、产能共享等。

4.1.3 生产设备的使用寿命周期

从生命周期角度,生产设备的使用寿命周期从需求产生到淘汰报废主要包括需求规划、选型购置、安装调试、交付使用、检修维修和改造报废等 6 个阶段:

- a) 需求规划:企业根据经营目标和实际需求,围绕 4.1.2 给出的生产设备四种组成形态,开展生产设备功能与性能需求分析和系统规划设计,制定生产设备需求规划的过程;
- b) 选型购置:企业根据需求规划,对生产设备进行选型评价和择优选购的过程,重点关注其物理实体、嵌入式软件和管理系统的适宜性、可靠性和充分性;
- c) 安装调试:企业对生产设备的物理实体进行组装与调试,对嵌入式软件和管理系统进行功能适配和性能测试,对 4.1.2 给出的生产设备四种组成形态及其所处的运行环境进行联合调试和试运行,从而使其具备正常运转能力的过程;
- d) 交付使用:企业将完成安装调试的生产设备正式投入使用,通过与相关生产设备和信息系统的集成交互有效开展生产活动,并对其运行数据进行采集、分析和应用的过程;
- e) 检修维修:企业对生产设备物理实体进行定期检修、预测性维护和故障诊断处理,并对嵌入式软件、数据模型和管理系统进行运维管理的过程;
- f) 改造报废:企业对生产设备物理实体进行技术改造,对嵌入式软件、数据模型和管理系统进行优化升级,并对报废的生产设备予以退役处置和再利用的过程。

4.2 生产设备管理的基本原则

4.2.1 适配协同

注重生产设备与现场环境、系统环境以及配套设备等的适配协同。现场环境方面主要关注生产设备与厂房空间、温度、湿度、粉尘浓度、电磁、振动、能源动力等环境条件的适配协同；系统环境方面主要关注生产设备与相关的网络通信、数据接口、信息系统、软件平台等环境条件的适配协同；配套设备方面主要关注生产设备与配套设备间电气、机械机构、能力、接口等特性的适配，以及单元级、产线级、工厂级、供应链级等不同层级设备之间的协同。

4.2.2 虚实融合

注重生产设备物理实体和数字孪生体间的集成交互和融合共生，构建生产设备信息空间与物理空间数据共享的闭环通道，将物理空间中生产设备的本体、运行环境、运行过程在信息空间进行全要素映射，基于数字孪生实现生产设备管理活动在物理和信息两个空间的双向映射、实时联动和全面优化。

4.2.3 数据驱动

注重生产设备运行数据的感知、汇聚和集成，以及生产设备知识的模型化、标准化和模块化，加强基于运行数据、专家经验、工业机理的生产设备运行管理模型的开发、积累和应用，以数据分析和智能建模为驱动实现生产设备运行管理活动的自感知、自执行、自学习、自适应、自优化。

4.2.4 效能提升

以持续提升生产设备管理综合绩效为目标，坚持价值导向，利用新一代信息技术手段优化生产设备运行调度、降低生产设备运行管理成本，提升生产设备综合利用效率，以实现生产设备管理价值的最大化。

5 生产设备管理能力

5.1 管理域

两化融合环境下，生产设备管理的管理对象应包含 4.1.2 给出的生产设备四种组成形态，以及生产设备全生命周期的各个阶段；管理活动应重点关注投入与产出的适宜有效、环境与本体的匹配交互、静止态与运行态的价值挖掘，主要包括资源保障、运行环境、基础管理、运行维护管理和绩效改进等 5 个管理域和 21 个管理子域：

- a) 资源保障：对生产设备所需的支持资源投入进行规划、控制和优化的管理活动，包括生产设备相关的需求规划、组织保障、人员配备和资源投入等 4 个管理子域；
- b) 运行环境：对生产设备赖以存在和运行的环境及配套设备等进行适配、监测和改善的管理活动，包括生产设备相关的物理条件、能源介质、网络通信和系统环境等 4 个管理子域；
- c) 基础管理：对处于静止态的生产设备本体作为固定资产进行管控和维护的管理活动，固定资产的范畴应覆盖 4.1.2 给出的生产设备四种组成形态，包括生产设备相关的基本信息管理、固定资产管理、备品备件管理和数据模型管理等 4 个管理子域；
- d) 运行维护管理：对处于运行态的生产设备本体进行调度、控制和维护的管理活动，包括生产设备相关的运行监控、健康管理、调度排产、故障处置和安全防护等 5 个管理子域；

e) 绩效改进:对生产设备相关的产出绩效进行监测评价和改进优化的管理活动,包括生产设备相关的绩效监测、绩效评价、绩效考核和绩效改进优化等 4 个管理子域。

注:生产设备相关的基本信息一般指生产设备的名称、编号、型号、供应商、技术参数、软件版本、操作要求、使用状态、操作记录、维护维修标准与规程、维修记录等。

生产设备管理域和管理子域见表 1。

表 1 生产设备管理域和管理子域

管理域	管理子域
D1(资源保障)	D1.1(需求规划)
	D1.2(组织保障)
	D1.3(人员配备)
	D1.4(资源投入)
D2(运行环境)	D2.1(物理条件)
	D2.2(能源介质)
	D2.3(网络通信)
	D2.4(系统环境)
D3(基础管理)	D3.1(基本信息管理)
	D3.2(固定资产管理)
	D3.3(备品备件管理)
	D3.4(数据模型管理)
D4(运行维护管理)	D4.1(运行监控)
	D4.2(健康管理)
	D4.3(调度排产)
	D4.4(故障处置)
	D4.5(安全防护)
D5(绩效改进)	D5.1(绩效监测)
	D5.2(绩效评价)
	D5.3(绩效考核)
	D5.4(绩效改进优化)

5.2 管理能力成熟度等级

5.2.1 概述

生产设备管理能力成熟度可划分为 L1(初始起步级)、L2(平稳运行级)、L3(感知交互级)、L4(智能优化级)4 个等级。

5.2.2 L1(初始起步级)

处于 L1(初始起步级)的企业尚未形成规范的生产设备管理流程、生产设备运行基本正常,具体特征如下:

- a) 企业的支持资源能够满足必要生产设备建设、运转和维护的基础需求；
- b) 运行环境能够满足必要生产设备建设、运转的基础条件；
- c) 生产设备物理实体被纳入固定资产进行管理；
- d) 主要生产设备的基本功能和性能能够得到应用且运行状态正常；
- e) 生产设备运行能够基本完成企业生产任务。

5.2.3 L2(平稳运行级)

处于 L2(平稳运行级)的企业生产设备管理规范、生产设备运行平稳,具体特征如下:

- a) 企业的支持资源能够满足主要生产设备的建设、运转和维护需求；
- b) 运行环境能够满足主要生产设备的建设、运转条件；
- c) 生产设备物理实体和嵌入式软件均被纳入固定资产进行规范管理；
- d) 主要生产设备的功能和性能能够得到有效应用且运行状态平稳；
- e) 生产设备运行能够按期完成企业生产任务并达到预期投资回报要求。

5.2.4 L3(感知交互级)

处于 L3(感知交互级)的企业生产设备运行可感知、可监控,实现生产设备协同调度和高效运转,具体特征如下:

- a) 企业的支持资源能够充分满足主要生产设备的建设、运转和维护需求；
- b) 运行环境能够满足大部分生产设备的建设、运转条件,并可实现全面感知和动态管理；
- c) 生产设备物理实体、嵌入式软件和管理系统均被纳入固定资产进行管理和维护；
- d) 主要生产设备与配套设备和系统有效集成交互,功能和性能得到全面应用,运行维护过程可实现全面感知和监控；
- e) 生产设备运行能够高效完成企业生产任务并持续创造经济效益。

5.2.5 L4(智能优化级)

处于 L4(智能优化级)的企业生产设备管理和运行实现基于泛在连接和模型驱动的平台化调度、自主执行和动态优化,具体特征如下:

- a) 企业的支持资源充分适宜且能够满足生产设备建设、运转和维护需求；
- b) 运行环境能够全面满足生产设备建设、运转条件,可实现智能感知和动态优化,必要的部分拥有虚拟映射环境且可实现虚实交互和协同适配；
- c) 生产设备物理实体、嵌入式软件、数据模型和管理系统均被纳入固定资产进行管理和协同维护；
- d) 生产设备与配套设备和系统成为有机整体、可实现基于工业互联网平台的高效协同运转,功能和性能得到全面、充分应用,积累形成了生产设备运行维护模型库,运行维护过程可实现基于数据模型和人工智能算法的自执行、自学习、自适应、自优化；
- e) 生产设备运行能够精准高效完成企业生产任务、持续创造经济效益并产生附加价值。

6 生产设备管理能力成熟度等级要求

6.1 总体要求

针对 5.1 给出的生产设备的 5 个管理域和 21 个管理子域,生产设备管理能力的不同成熟度等级要求见表 2。

表 2 生产设备管理能力成熟度等级要求

管理域和管理子域		管理能力成熟度等级要求			
管理域	管理子域	L1 (初始起步级)	L2 (平稳运行级)	L3 (感知交互级)	L4 (智能优化级)
D1(资源保障)	D1.1(需求规划)	6.2.1 a)	6.2.2 a)	6.2.3 a)	6.2.4 a)
	D1.2(组织保障)	6.2.1 b)	6.2.2 b)	6.2.3 b)	6.2.4 b)
	D1.3(人员配备)	6.2.1 c)	6.2.2 c)	6.2.3 c)	6.2.4 c)
	D1.4(资源投入)	6.2.1 d)	6.2.2 d)	6.2.3 d)	6.2.4 d)
D2(运行环境)	D2.1(物理条件)	6.3.1 a)	6.3.2 a)	6.3.3 a)	6.3.4 a)
	D2.2(能源介质)	6.3.1 b)	6.3.2 b)	6.3.3 b)	6.3.4 b)
	D2.3(网络通信)	6.3.1 c)	6.3.2 c)	6.3.3 c)	6.3.4 c)
	D2.4(系统环境)	6.3.1 d)	6.3.2 d)	6.3.3 d)	6.3.4 d)
D3(基础管理)	D3.1(基本信息管理)	6.4.1 a)	6.4.2 a)	6.4.3 a)	6.4.4 a)
	D3.2(固定资产管理)	6.4.1 b)	6.4.2 b)	6.4.3 b)	6.4.4 b)
	D3.3(备品备件管理)	6.4.1 c)	6.4.2 c)	6.4.3 c)	6.4.4 c)
	D3.4(数据模型管理)	6.4.1 d)	6.4.2 d)	6.4.3 d)	6.4.4 d)
D4 (运行维护管理)	D4.1(运行监控)	6.5.1 a)	6.5.2 a)	6.5.3 a)	6.5.4 a)
	D4.2(健康管理)	6.5.1 b)	6.5.2 b)	6.5.3 b)	6.5.4 b)
	D4.3(调度排产)	6.5.1 c)	6.5.2 c)	6.5.3 c)	6.5.4 c)
	D4.4(故障处置)	6.5.1 d)	6.5.2 d)	6.5.3 d)	6.5.4 d)
	D4.5(安全防护)	6.5.1 e)	6.5.2 e)	6.5.3 e)	6.5.4 e)
D5(绩效改进)	D5.1(绩效监测)	6.6.1 a)	6.6.2 a)	6.6.3 a)	6.6.4 a)
	D5.2(绩效评价)	6.6.1 b)	6.6.2 b)	6.6.3 b)	6.6.4 b)
	D5.3(绩效考核)	6.6.1 c)	6.6.2 c)	6.6.3 c)	6.6.4 c)
	D5.4(绩效改进优化)	6.6.1 d)	6.6.2 d)	6.6.3 d)	6.6.4 d)

6.2 资源保障

6.2.1 L1(初始起步级)

处于 L1(初始起步级)的企业,在生产设备相关的需求规划、组织保障、人员配备和资金投入等方面应提供的支持资源如下:

- a) 生产设备的需求规划主要围绕其物理实体的功能性能需求、应用条件和预期经济效益等进行制定;
- b) 拥有能够履行生产设备管理职责的部门或岗位,可对生产设备物理实体进行有效管理;
- c) 生产设备使用人员和支持人员具备基本的生产设备物理实体操作维修技能;
- d) 生产设备相关资金投入基本满足其物理实体的管理及应用需求。

6.2.2 L2(平稳运行级)

处于 L2(平稳运行级)的企业,在生产设备相关的需求规划、组织保障、人员配备和资金投入等方面应提供的支持资源如下:

- a) 生产设备的需求规划主要围绕其物理实体和嵌入式软件的功能性能需求、应用条件和预期经济效益等进行制定;
- b) 拥有生产设备管理的专职部门,能够与生产设备使用方协同开展覆盖生产设备物理实体和嵌入式软件的全生命周期有效管理;
- c) 生产设备管理人员、使用人员和支持人员具备必要的生产设备物理实体操作维修技能和嵌入式软件操控维护能力;
- d) 生产设备相关资金投入满足覆盖其物理实体和嵌入式软件全生命周期的管理及应用需求,且物理实体和嵌入式软件的资金投入相互协调。

6.2.3 L3(感知交互级)

处于 L3(感知交互级)的企业,在生产设备相关的需求规划、组织保障、人员配备和资金投入等方面应提供的支持资源如下:

- a) 生产设备的需求规划制定覆盖其物理实体、嵌入式软件和管理系统的功能性能需求、应用条件和预期经济效益,且包括其与配套设备、软件、系统、网络的数据接口和通信协议兼容需求,以及老旧配套设备数字化改造需求;
- b) 拥有生产设备管理的专职部门,能够与生产设备使用方以及信息化、网络运维等部门协同开展覆盖生产设备物理实体、嵌入式软件和管理系统的全生命周期有效管理;
- c) 生产设备管理人员、使用人员和支持人员具备必要的生产设备物理实体操作维修技能、嵌入式软件操控维护能力和管理系统应用维护能力;
- d) 生产设备相关资金投入满足覆盖其物理实体、嵌入式软件和管理系统全生命周期的管理及应用需求,且物理实体、嵌入式软件和管理系统的资金投入相互协调。

6.2.4 L4(智能优化级)

处于 L4(智能优化级)的企业,在生产设备相关的需求规划、组织保障、人员配备和资金投入等方面应提供的支持资源如下:

- a) 生产设备的需求规划制定覆盖其物理实体、嵌入式软件和管理系统的功能性能需求、应用条件和预期经济效益,与配套设备、软件、系统、网络的数据接口和通信协议兼容需求,老旧配套设备数字化改造需求,以及数据模型的应用和开发需求;
- b) 拥有生产设备协同管理组织,覆盖生产设备使用与管理、信息化、网络运维和数据管理等领域,能够协同开展覆盖生产设备物理实体、嵌入式软件、数据模型和管理系统的全生命周期有效管理;
- c) 生产设备管理人员、使用人员和支持人员具备工业和信息技术领域的多元知识结构,拥有必要的生产设备数字化运行管理和维护技能,以及数据模型应用开发能力;
- d) 生产设备相关资金投入满足覆盖其物理实体、嵌入式软件和管理系统全生命周期的管理及应用需求,以及数据仿真建模和集成应用需求,且物理实体、嵌入式软件、数据模型和管理系统的资金投入相互协调。

6.3 运行环境

6.3.1 L1(初始起步级)

处于 L1(初始起步级)的企业,根据生产设备运行需求应提供的环境条件如下:

- a) 生产设备所处现场的气候环境、机械环境、电磁环境等物理条件基本满足生产设备运转需求;
- b) 生产设备所需的水、电力、气体、润滑油、冷却液等能源介质供应支持生产设备正常运转;
- c) 不具备支持主要生产设备适配接入和信息传输的生产现场网络通信环境;
- d) 不具备生产设备的相关监测和控制环境,生产设备运行信息监控和记录主要由人工完成。

6.3.2 L2(平稳运行级)

处于 L2(平稳运行级)的企业,根据生产设备运行需求应提供的环境条件如下:

- a) 生产设备所处现场的气候环境、机械环境、电磁环境等物理条件满足生产设备连续平稳运转的需求;
- b) 生产设备所需的水、电力、气体、润滑油、冷却液等能源介质供应稳定,支持生产设备连续平稳运转;
- c) 生产现场的工业现场总线、工业以太网、工业无线网等工业通信协议与生产设备的通信协议兼容,网络带宽及传输时延等通信网络条件满足生产设备数据传输的容量、速率、准确性等要求;
- d) 具备生产设备所必需的监测和控制环境,能够实现生产设备与其运行所必需的监测和控制系统的集成。

6.3.3 L3(感知交互级)

处于 L3(感知交互级)的企业,根据生产设备运行需求应提供的环境条件如下:

- a) 能够实现生产设备所处现场的气候环境、机械环境、电磁环境等物理条件的感知和控制,能够持续满足生产设备高效运转需求;
- b) 生产设备所需的水、电力、气体、润滑油、冷却液等能源介质供应稳定,并能够通过数据采集和在线监测实现相关能源介质的动态管控和综合平衡,支持生产设备高效运转;
- c) 工业网络环境支持生产现场各类生产设备的协议解析以及异构数据处理,能够满足单元级、产线级、工厂级的生产设备数据交互需求;
- d) 生产设备在与其运行所必需的监测和控制系统集成的基础上,能够接入制造执行、生产调度等系统环境并根据需求连接至工业互联网平台,能够实现与生产相关系统或工业互联网平台的互联互通操作。

6.3.4 L4(智能优化级)

处于 L4(智能优化级)的企业,根据生产设备运行需求应提供的环境条件如下:

- a) 在实现生产设备所处现场的气候环境、机械环境、电磁环境等物理条件感知和控制的基础上,对必要的现场环境进行仿真建模,实现相关环境条件的自适应、自优化,能够持续满足生产设备智能运转需求;
- b) 生产设备所需的水、电、气体、润滑油、冷却液等能源介质供应稳定,能够在数据采集和在线监测基础上,通过数据建模分析对相关能源介质进行综合平衡、自适应控制和预测优化,支持生产设备智能运转;
- c) 工业网络环境在支持各类生产设备的协议解析以及异构数据处理的基础上,满足单元级、产线

级、工厂级的生产设备低时延、高可靠、大带宽、高并发的数据交互要求,能够支持生产设备基于海量数据的智能运转;

- d) 生产设备能够接入监测和控制、制造执行、生产调度、经营管理等系统环境并根据需求连接至工业互联网平台,能够实现与生产及运营决策等相关系统或工业互联网平台的互联互通,支持模型驱动的生产设备智能运转。

6.4 基础管理

6.4.1 L1(初始起步级)

处于L1(初始起步级)的企业,围绕生产设备的基本信息管理、固定资产管理、备品备件管理和数据模型管理等方面应开展的管理活动如下:

- a) 生产设备物理实体的相关基本信息得到规范记录;
- b) 生产设备物理实体被纳入企业固定资产进行管理;
- c) 开展生产设备备品备件的基础管理;
- d) 对必要的生产设备运行数据进行记录、存储和管理。

6.4.2 L2(平稳运行级)

处于L2(平稳运行级)的企业,围绕生产设备的基本信息管理、固定资产管理、备品备件管理和数据模型管理等方面应开展的管理活动如下:

- a) 生产设备物理实体和嵌入式软件的相关基本信息得到完整记录和及时更新;
- b) 生产设备物理实体和嵌入式软件被纳入企业固定资产并实现全生命周期规范化管理;
- c) 对生产设备的备品备件进行规范化管理,能够满足备品备件的可靠供应;
- d) 对主要生产设备的运行数据进行采集,并以数字化方式对其进行规范化存储和管理。

6.4.3 L3(感知交互级)

处于L3(感知交互级)的企业,围绕生产设备的基本信息管理、固定资产管理、备品备件管理和数据模型管理等方面应开展的管理活动如下:

- a) 依托生产设备管理系统对生产设备物理实体和嵌入式软件的相关基本信息进行全面记录、实时查询和动态更新;
- b) 生产设备物理实体、嵌入式软件和管理系统被纳入企业固定资产,并开展基于生产设备运行数据的固定资产全生命周期剩余价值量化评估;
- c) 及时、全面、准确获取生产设备备品备件需求,并实现生产设备备品备件的按需供应和及时配送;
- d) 按需对生产设备运行数据进行全面采集和规范管理,并能够对其进行挖掘分析和可视化展示。

6.4.4 L4(智能优化级)

处于L4(智能优化级)的企业,围绕生产设备的基本信息管理、固定资产管理、备品备件管理和数据模型管理等方面应开展的管理活动如下:

- a) 依托生产设备管理系统对生产设备物理实体和嵌入式软件的相关基本信息进行全面记录、实时查询和动态更新,并能够在全企业范围内实现生产设备基本信息的一致性管理和协同维护;
- b) 生产设备物理实体、嵌入式软件、数据模型和管理系统被纳入企业固定资产,并构建生产设备固定资产价值分析模型,开展固定资产剩余价值量化评估、预测与精益管理;

- c) 建立生产设备备品备件供应管理模型,实现备品备件需求预测、库存动态优化和精准配送;
- d) 在对生产设备运行数据进行全面采集、规范管理和挖掘分析基础上,构建生产设备调度排产、运行管控、故障诊断、剩余寿命预测等模型,形成生产设备数据模型库和知识图谱。

6.5 运行维护管理

6.5.1 L1(初始起步级)

处于 L1(初始起步级)的企业,围绕生产设备的运行监控、健康管理、调度排产、故障处置和安全防护等方面应开展的管理活动如下:

- a) 正确操控使用生产设备,并记录重点生产设备的启停、告警(根据实际情况采用声、光或声光结合等形式)和报警等关键信息;
- b) 对生产设备的功能、性能等健康状况进行日常检查和基础保养;
- c) 能够制定生产设备任务计划,并按计划完成生产任务;
- d) 基于专家经验定位和处理生产设备故障;
- e) 对关键生产设备的物理安全状况进行日常检查和处置。

6.5.2 L2(平稳运行级)

处于 L2(平稳运行级)的企业,围绕生产设备的运行监控、健康管理、调度排产、故障处置和防护等方面应开展的管理活动如下:

- a) 可对重点生产设备的启停、告警(根据实际情况采用声、光或声光结合等形式)、报警和关键参数等运行状态的必要信息进行监测,可通过相关控制指令的编制、生成、输入和执行实现生产设备的有效控制;
- b) 可对生产设备的功能、性能等健康状况定期进行规范化的检查、评估、诊断和维护;
- c) 可基于订单需求、生产能力、物料约束等合理制定生产设备任务计划,可按需调度人员、机器、物料、方法、环境等按期完成生产任务;
- d) 可基于生产设备的运行机理和专家经验,分析定位生产设备故障种类和原因,并及时处置生产设备故障;
- e) 具备规范的生产设备安全管理制度,可对关键生产设备的物理安全状况定期进行检查和评价,及时发现并处理生产设备安全问题。

6.5.3 L3(感知交互级)

处于 L3(感知交互级)的企业,围绕生产设备的运行监控、健康管理、调度排产、故障处置和防护等方面应开展的管理活动如下:

- a) 基于管理系统对生产设备的运行状态进行动态感知、时分分类上传和可视化监测,并通过管理系统对生产设备控制指令进行编制、生成与下达,能够实现生产设备的安全动态控制;
- b) 基于管理系统对生产设备的功能、性能等健康状况进行在线监测和诊断,结合生产设备的使用情况和使用计划自动生成生产设备维护计划并开展预防性维护;
- c) 基于订单需求、生产能力、物料约束、现场工况等自动生成并合理确定生产设备任务计划,对其执行情况进行实时跟踪,并按需进行动态及时调整,协同调度人员、机器、物料、方法、环境等高效完成生产任务;
- d) 基于生产设备的运行机理、专家经验、历史故障数据及实时运行数据,通过远程在线诊断、数据分析等开展生产设备故障的分析定位和快速处置;

- e) 具备规范的生产设备安全管理制度、事故处置预案和工业防火墙、网闸、数据加密等必要的生产设备信息安全防护技术手段,基于管理系统对关键生产设备的物理安全、信息安全状况进行全面感知、实时监测和应急处理。

6.5.4 L4(智能优化级)

处于L4(智能优化级)的企业,围绕生产设备的运行监控、健康管理、调度排产、故障处置和安全防护等方面应开展的管理活动如下:

- a) 基于管理系统、边缘计算装置和数字孪生系统对生产设备的运行状态进行全面感知、边缘数据处理、实时上传和可视化监测,构建了一批生产设备智能控制模型,并基于模型实现生产设备控制指令的自动生成与无风险下达,能够实现生产设备的自适应优化控制;
- b) 基于管理系统和生产设备健康模型对生产设备的功能、性能等健康状况进行全面感知、实时监测和智能诊断,结合生产设备运行状态自动生成并动态调整生产设备维护计划,能够实现生产设备预测性维护;
- c) 结合市场预测、基于智能排产模型及算法自动生成并快速确认生产设备任务计划,对其进行精准执行、全面监测和实时优化,基于工业互联网平台智能调度企业内外部的人员、机器、物料、方法、环境等精益化完成生产任务,并能够按需开展跨企业产能共享和协同生产;
- d) 具备生产设备故障诊断知识库和维修策略库,基于大数据和人工智能算法开展生产设备故障智能诊断和预测,能够实现生产设备故障的智能维修和高效处置;
- e) 具备规范的生产设备安全管理制度、事故处置预案和工业防火墙、网闸、数据加密等生产设备信息安全防护技术手段,基于管理系统对关键生产设备的物理安全、信息安全状况进行全面感知、实时监测、智能预警和应急处置,能够基于大数据分析和人工智能算法快速定位并排除生产设备安全隐患。

6.6 绩效改进

6.6.1 L1(初始起步级)

处于L1(初始起步级)的企业,围绕生产设备运行绩效的监测、评价、考核和改进优化应开展的管理活动如下:

- a) 对必要生产设备的关键运行绩效指标进行测量和记录;
- b) 尚未开展生产设备运行绩效的量化评价和对标分析;
- c) 生产设备运行绩效监测和评价结果未纳入生产设备管理及使用相关部门和人员考核中;
- d) 尚未形成生产设备运行绩效持续改进优化的闭环管理机制。

6.6.2 L2(平稳运行级)

处于L2(平稳运行级)的企业,围绕生产设备运行绩效的监测、评价、考核和改进优化应开展的管理活动如下:

- a) 给出明确的生产设备运行绩效监测对象和监测指标(包括但不限于产能、能耗、环保、安全等方面指标),监测指标的数据来源清晰、数据采集方式和测算方法明确且可操作,能够按照一定周期对重点生产设备运行绩效进行监视和测量;
- b) 依据生产设备运行情况、投入产出等,对生产设备运行绩效进行评价;
- c) 依据监测和评价结果对生产设备管理及使用相关部门和人员进行考核;
- d) 依据监测、评价和考核结果对生产设备运行绩效进行持续改进优化,生产设备运行绩效能够达

到预期投资回报要求。

6.6.3 L3(感知交互级)

处于 L3(感知交互级)的企业,围绕生产设备运行绩效的监测、评价、考核和改进优化应开展的管理活动如下:

- a) 按需确定生产设备运行绩效监测对象和监测指标,给出明确的监测指标数据来源和测算方法,基于管理系统按照一定周期对相关指标数据进行自动采集和测算,能够对生产设备运行绩效进行在线监测和可视化展示;
- b) 依据生产设备运行情况、投入产出、协同水平等,并结合企业综合效益,对生产设备运行绩效进行量化评价;
- c) 依据监测和评价结果对生产设备管理及使用相关部门和人员进行量化考核;
- d) 依据监测、评价和考核结果对生产设备运行绩效进行持续改进优化,可持续创造经济效益。

6.6.4 L4(智能优化级)

处于 L4(智能优化级)的企业,围绕生产设备运行绩效的监测、评价、考核和改进优化应开展的管理活动如下:

- a) 对生产设备运行绩效进行全面监测,基于管理系统对生产设备运行绩效监测指标进行自动采集、实时监测和可视化展示,能够基于绩效数据分析模型对多生产设备综合运行绩效进行协同监测和挖掘分析;
- b) 依据生产设备运行情况、投入产出、协同水平、价值创造等,并结合企业综合效益,基于绩效数据分析模型对生产设备运行绩效进行准确评价;
- c) 依据监测和评价结果对生产设备管理及使用相关部门和人员进行量化精准考核;
- d) 依据监测、评价和考核结果对生产设备运行绩效进行持续改进优化,能够持续创造经济效益并通过创新应用产生附加价值。

参 考 文 献

- [1] GB/T 14885—2010 固定资产分类与代码
 - [2] GB/T 20720.3—2010 企业控制系统集成 第3部分:制造运行管理的活动模型
 - [3] GB/T 23001—2017 信息化和工业化融合管理体系 要求
 - [4] GB/T 23002—2017 信息化和工业化融合管理体系 实施指南
 - [5] GB/T 29590—2013 企业现场管理准则
 - [6] GB/T 33172—2016 资产管理 综述、原则和术语
 - [7] GB/T 33173—2016 资产管理 管理体系 要求
-