



中华人民共和国国家标准

GB/T 43919—2024

民用航空锻件数字化生产车间集成要求

Integrating requirements of digital manufacturing workshop for civil
aviation forgings

2024-04-25发布

2024-11-01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 Ⅲ

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 缩略语 1

5 车间系统架构 2

6 基础数字化要求 2

7 通信网络要求 4

8 数据管理要求 4

9 系统集成接口要求 5

10 制造运营系统主要功能 7

参考文献 9

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。

本文件由全国锻压标准化技术委员会(SAC/TC74)提出并归口。

本文件起草单位：天津市天锻压力机有限公司、机械工业仪器仪表综合技术经济研究所、中国机械总院集团北京机电研究所有限公司、机科发展科技股份有限公司、中国航发北京航空材料研究院、首都航天机械有限公司、北京航空航天大学、天津大学浙江国际创新设计与智造研究院、天津职业技术师范大学、山西金瑞光远重工技术集团有限公司、景德镇明兴航空锻压有限公司、天津百利特精电气股份有限公司、天津吉达尔重型机械科技股份有限公司、天津市汇点机电设备开发有限公司、苏州伍玥航空科技有限公司、北京星航智造科技有限公司、武汉理工大学、武汉华夏精冲技术有限公司、贵州安大航空锻造有限责任公司、贵州航宇科技发展股份有限公司、江西景航航空锻铸有限公司、中铝材料应用研究院有限公司、天津中德应用技术大学。

本文件主要起草人：计鑫、刘国福、赵华、巍巍、孙勇、张胜、郑怡然、李志燕、张文学、郑联语、王凯峰、董晓传、兰鹏光、余亮亮、潘高峰、李尚杰、李海军、施立军、闫辉辉、华林、蒋成东、杨亚平、邹阳江、韩志飞、黄东男、刘春平、王鑫、刘林志、赵婉琳、刘修苹、张晓艳、续建、左鹏、贺大伟、胡志力、涂繁、杨晋、杨良会、舒勇、周保成、孟祥懿、刘玉民、杜丽峰、隋岩、魏文婷。

民用航空锻件数字化生产车间集成要求

1 范围

本文件界定了民用航空锻件数字化生产车间的术语和定义,规定了缩略语、车间系统架构、基础数字化要求、通信网络要求、数据管理要求、系统集成接口要求、制造运营系统主要功能。
本文件适用于民用航空锻件数字化生产车间的规划、建设、验收和运营。

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 8541 锻压术语
- GB/T 22239—2019 信息安全技术 网络安全等级保护基本要求
- GB/T 37393 数字化车间 通用技术要求
- GB/T 38854—2020 智能工厂 生产过程控制数据传输协议

3 术语和定义

GB/T 8541和 GB/T 37393界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

民用航空锻件 civilaviation forgings
应用于民用航空器的钛合金、钢、铝合金、高温合金等锻件。

3.2

数字化生产车间 digitalmanufacturingworkshop
以生产民用航空锻件的工艺和设备为基础,以信息技术、自动化、测控技术等为手段,用数据连接车间不同单元,对生产运行过程进行规划、管理、诊断和优化的实施单元。
[来源:GB/T 37393—2019,3.3,有修改]

3.3

生产设备 production equipment
民用航空锻件(3.1)数字化生产车间(3.2)现场资源层中的设备,通过自身功能以及同其他辅助设备协同来执行车间具体生产工艺的设备。

4 缩略语

- 下列缩略语适用于本文件。
- API:应用程序编程接口(Application Programming Interface)
 - BOM:物料清单(BillofMaterial)
 - ERP:企业资源计划(Enterprise Resource Planning)

- JIT:准时生产(JustIn Time)
- MES:制造执行系统 (Manufacturing Execution System)
- OEE:设备综合效率(OverallEquipmentEffectiveness)
- PDM:产品数据管理(ProductData Management)
- PLM:产品生命周期管理(ProductLifecycle Management)
- RFID:射频识别技术(Radio Frequency Identification)
- SCADA:数据采集与监视控制系统(Supervisory ControlAnd Data Acquisition)
- WCS:仓库控制系统(Warehouse ControlSystem)
- WMS:仓库管理系统(Warehouse ManagementSystem)

5 车间系统架构

民用航空锻件数字化生产车间的系统架构主要包括企业管理层、制造运营层、现场资源层的数字架构,系统数据按照不同层次进行管理,整体架构如图 1所示。

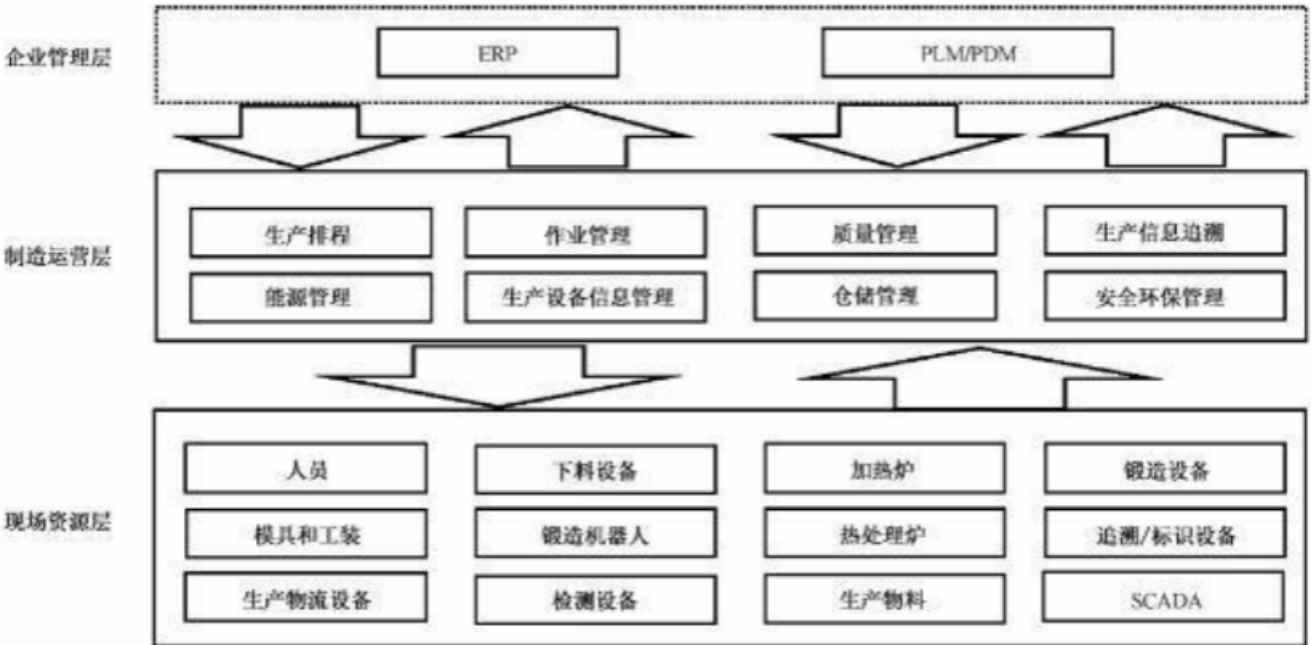


图 1 民用航空锻件数字化生产车间系统架构

不同层次的具体集成内容如下：

- 现场资源层集成人员、生产设备、模具与工装和生产物料等制造资源；
- 制造运营层以制造运营管理系统为核心软件,集成生产排程、生产设备信息管理和质量管理等功能；
- 企业管理层作为民用航空锻件数字化生产车间的上层信息管理系统,下发企业订单计划并接收生产报表信息。

6 基础数字化要求

6.1 人员的数字化

管理者、维保人员、生产人员和工艺人员的数字化要求包括：

- 应采用条形码、RFID或视觉等方式进行身份识别；
- 应能识别用户身份、状态和工作任务等信息。

6.2 生产设备的数字化

生产设备的数字化要求包括：

- 应能实现各类传感器的实时数据采集,能对生产中的工艺过程数据进行完整的记录;
- 应具备可视化能力,能在车间现场显示设备的实时信息;
- 应具备人机交互能力,满足操作的授权和处理相关的人机交互;
- 应能实现耗电量、耗水量和耗气量等能耗数据的采集;
- 应具备通信接口,实现与其他设备、装置以及运营层的信息互通;
- 应能接收运营层下达的活动定义信息,包括工艺参数和操作指令;
- 应向运营层提供制造的活动反馈信息,包括锻件生产过程数据、设备的状态信息及故障信息。

6.3 模具与工装的数字化

模具与工装的数字化要求包括：

- 应记录完善的模具与工装档案信息,包括名称、图号、存放位置、入库日期、对应锻件号、工序号和修模记录;
- 应记录模具的使用信息,包括模具寿命、报废日期和压件数量;
- 应使用条码或电子标签来满足模具与工装的可识别性;
- 宜具有模具和工装的数字化的立体库,能自动入库、存储和出库。

6.4 生产物料的数字化

锻件生产需要的原材料和辅料等生产物料的数字化要求包括：

- 应使用条码及电子标签来满足物料的可识别性,包括物料的编号、参数及使用对象的属性定义;
- 应具有单件物料和批次生产物料的编码;
- 应在各工序及其流转环节保证前后物料编码的一致性;
- 应采用自动或者半自动方式进行读取,并自动上传到相应设备或者制造运营层;
- 识别信息宜具备可扩展性。

6.5 工艺的数字化

工艺的数字化要求包括：

- 生产工艺应实现数字化表述,能被 PLM 和 MES等系统录入和识别,能直接下发至生产设备以便于生产执行;
- 应对工艺改变前后信息进行完整记录;
- 宜结合工艺仿真软件制定工艺参数。

6.6 生产现场的数字化

生产现场的数字化要求包括：

- 应在各工序的显著位置设置信息化显示看板,能显示锻件产量信息、各工序在制品的工艺过程数据、生产人员信息、生产设备状态信息与能耗信息;
- 生产设备的工作区域位置应安装视频监控设备,进行生产过程记录和追溯;
- 宜为生产人员配备终端设备进行启动工单、工序下转、不合格品审理单处理、工装管理操作;
- 生产过程使用的条码或电子标签主要包含图号、批次号、锭节号、材料牌号和材料规格等信息,应能以批次管理(按批追溯)或锭节号管理(按件追溯)查询锻件信息。

6.7 检测的数字化

检测的数字化要求包括：

- 生产过程中使用尺寸测量、测温等仪器仪表所检测的数据应接入运营系统中；
- 检测设备宜具有数显功能,支持检测数据实时传输；
- 检测设备宜具有统计分析功能。

7 通信网络要求

数字化生产车间的通信网络应具备：

- 车间应建有互联互通的网络,实现设备、工序和系统之间的相互连接；
- 车间应具备接入不同通信协议设备的能力,传输协议应符合 GB/T 38854—2020 中实时数据及命令的报文格式的相关规定；
- 通信网络实施方应遵守 GB/T 22239—2019中第二级安全要求的相关规定。

8 数据管理要求

8.1 数据采集与存储

数字化生产车间应在数据字典定义的数据规范表达基础上,结合数据的实时性要求,利用合理的网络通信方式与数据存储方式进行数据的采集与存储,与数据中心实现对接。具体要求如下：

- 应对车间所需数据进行采集、存储和管理,支持异构数据之间的格式转换,实现数据互通；
- 宜采用实时数据库与历史数据库相结合的存储方式；
- 应具备信息安全策略,包括访问与权限管理、入侵防范和数据容灾备份与恢复。

8.2 数据集构成

民用航空锻件数字化生产车间数据集构成,如表 1所示。

表 1 民用航空锻件数字化生产车间数据集构成

| 功能 | 工序 | | | | |
|-----------|--|--|---|---|------------------|
| | 备料 | 加热 | 锻造成形 | 热处理 | 检测 |
| 物料与人员数据 | 物料信息、人员信息 | 物料信息、人员信息 | 物料信息、人员信息 | 物料信息、人员信息 | 物料信息、人员信息 |
| 生产排程与作业管理 | 工单信息、图号、材料牌号、坯料数量、材料规格、批次号、锭节号、上下料时间、锯条型号、砂轮型号、带锯转速、进给量等 | 工单信息、图号、炉批号、坯料数量、材料牌号、材料规格、单炉装炉数量、装炉数量、装炉层数、批次号、锭节号、出炉时间、保温时间、升温速率、最长保温时间等 | 工单信息、图号、模具信息、批次号、锭节号、坯料数量、材料牌号、材料规格、制件号、锻造机号、模具号、生产时间、工件信息、锻造工艺参数、冷却方式等 | 工单信息、图号、坯料件号、材料牌号、材料规格、热处理炉批号、装炉数量、装炉时间、到温时间、保温时间、出炉时间、冷却方式、各加热区实际温度等 | 工单信息、图号、检测信息、制件号 |

表 1 民用航空锻件数字化生产车间数据集构成 (续)

| 功能 | 工序 | | | | |
|-------------|--------------------------------------|--|---|---|--|
| | 备料 | 加热 | 锻造成形 | 热处理 | 检测 |
| 质量管理与生产信息追溯 | 图号、坯料件号、材料牌号、材料规格、备料设备号、坯料重量、坯料规格尺寸等 | 图号、炉批号、坯料件号、材料牌号、材料规格、上料时间、装炉位置、装炉时间、加热工艺参数、操作工、加热温度及公差、炉开关频次等 | 图号、制件号、锻造机号、材料牌号、材料规格、模具号、生产时间、工件信息、关键过程数据(包含转移时间、加压吨位、成形速度或应变速率、成形时间、初锻温度、终锻温度、变形尺寸或外形尺寸、机械手夹持力、夹持位置等) | 图号、制件号、材料牌号、材料规格、热处理设备号、生产时间、工件信息、热处理工艺参数、关键过程数据等 | 图号、制件号、检验结果(温度、尺寸等)、各个工序质量检测结果档案、检测明细信息等 |
| 能源管理 | 备料设备能源信息 | 加热设备能源信息 | 锻造成形设备能源信息 | 热处理设备能源信息 | 检测设备能源信息 |
| 生产设备信息管理 | 金属带锯机、圆盘锯、砂轮切割机、线切割机、称重设备、打标设备等 | 模具加热炉和制件加热炉等 | 热模锻压机、电动螺旋压力机、伺服油压机、辊锻机、辗环机、切边设备、锻造机器人、模具、模架、喷脱模剂设备等 | 热处理炉和冷却设备等 | 尺寸检测设备、测温仪等 |
| 仓储管理 | 原材料库与模具库信息等 | — | 中间库信息 | 中间库信息 | 成品库信息 |
| 安全环保管理 | 报警信息 | 报警信息 | 报警信息 | 报警信息 | 报警信息 |

描述各类数据基本信息,包括数据名称、标识符、数据类型、数据长度、单位和值域等。

9 系统集成接口要求

9.1 系统接口内容

数字化生产车间的管理系统宜包括 PLM/PDM、MES、WMS/WCS、SCADA 等,可实现设备、生产物料、人员的数据采集和信息交互,支撑制造运行管理的功能,协同实现对整个车间的集成管控。各业务系统之间的集成接口如图 2所示。

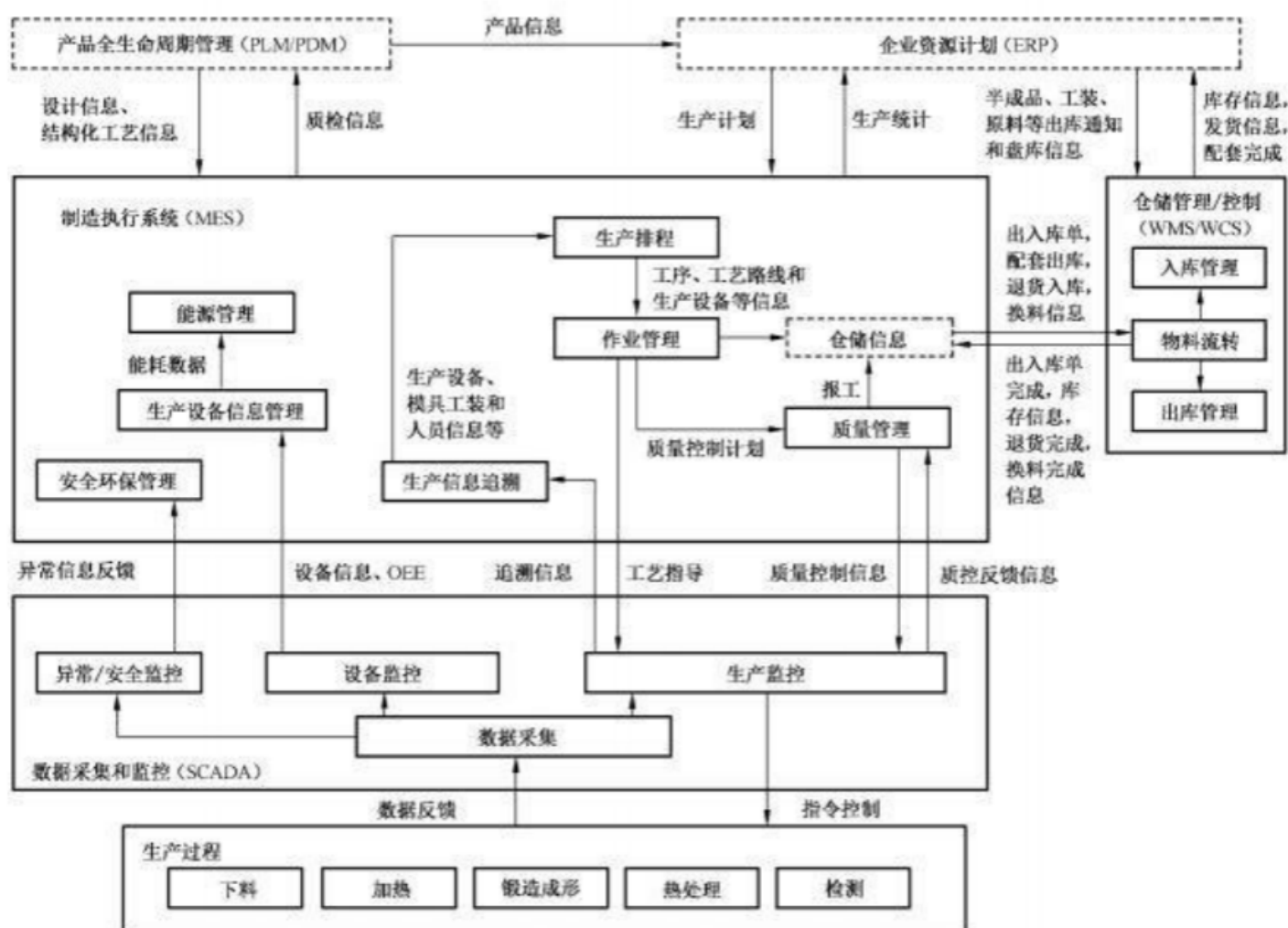


图 2 信息系统集成接口

各系统之间的逻辑关系可参照 GB/T 32854.2—2017 中第 4 章描述的先进控制系统的层次架构。各系统之间接口的具体信息如表 2 所示。

表 2 各信息系统之间的接口信息

| 系统接 口 | 接口内容 | |
|------------------|--------------------|-----------------------------|
| ERP与 PLM/PDM接 口 | PLM/ PDM 向 ERP传递信息 | 产品信息 |
| PLM/PDM 与 MES接 口 | PLM/ PDM 向 MES传递信息 | 设计信息、结构化工艺信息 |
| | MES向 PLM/PDM传递信息 | 质检信息 |
| ERP与 MES接 口 | ERP 向 MES传递信息 | 生产计划 |
| | MES向 ERP传递信息 | 生产统计 |
| MES与 WMS/WCS接 口 | MES向 WMS/ WCS传递信息 | 出入库单、配套出库、退货入库、换料信息 |
| | WMS/ WCS向 MES传递信息 | 出入库单完成、库存信息、退货完成、换料完成信息 |
| ERP与 WMS/WCS接 口 | ERP 向 WMS传递信息 | 半成品、工装、原料等出库通知和盘库信息 |
| | WMS向 ERP传递信息 | 库存信息、发货信息、配套完成 |
| MES与 SCADA接 口 | MES向 SCADA传递信息 | 质量控制信息、工艺指导 |
| | SCADA 向 MES传递信息 | 质控反馈信息、追溯信息、设备信息、OEE、异常信息反馈 |

信息系统的集成应具有开放性,支持开放标准,宜参照 GB/T 26335—2010中 8.1 的规定。

9.2 数据共享

民用航空锻件生产车间包含备料、模具/坯料加热、锻造成形、热处理、检测等工序。信息系统可实现各工序的生产和管理所需的生产过程中的“人机法料环”资源信息的实时采集、传输、数据共享,并将生产制造过程数据报表化和图表化。

10 制造运营系统主要功能

10.1 生产排程

生产排程包括如下内容：

- 应根据产品交期评估进行生产计划；
- 应具备导入现场资源层的基础资料功能,通过 API接口 自动实时同步导入数据；
- 可建立产能约束条件和设备效率约束条件；
- 可自定义排程,同一个产品可设置不同版本 BOM 和设置多种生产工艺路线,不同设备可设置不同的人机效率和工作时间；
- 宜具备客户交期、生产能力利用率和库存的多目标优化生产排程能力,支持紧急订单插单,可支持生产计划的变更影响分析和动态优化；
- 宜具备超过订单到期时间分析预警和超负荷使用生产资源分析预警功能。

10.2 作业管理

作业管理包括如下内容：

- 应对各工序作业进行细化分解,形成作业计划、换模计划、质量控制计划和辅助处理计划,将工艺参数下发到执行端的生产设备,接收生产设备的信息反馈,实现计划的上传下达、作业的控制和协同；
- 应能启动工单、报工及报不合格品。

10.3 质量管理

质量管理包括如下内容：

- 宜对工艺过程数据进行采集、统计并进行分析,及时发现锻件在各工序的趋势异常数据,预防产品出现质量问题；
- 宜对各规格锻件自原材料到成品的检测数据进行统计和质量分析,能通过检测数据趋势预测可能存在问题的工序单元或者设备。

10.4 生产信息追溯

生产信息追溯可根据物料信息输入、产品信息输入等输出产品生产履历信息。追溯信息如表 3 所示。

表 3 追溯信息

| 分类 | 信息 |
|----|---|
| 输入 | 物料标识码/坯料号/供货商、生产时间/生产班次、生产设备、产品标识码、产品属性、客户信息等 |
| 输出 | 原料基本信息、供货商信息、终端用户信息、锻件产品信息、废品信息、工艺标准信息、各工序追溯信息等 |

10.5 能源管理

能源管理包括如下内容：

- 应实现生产设备的能源数据的实时采集、可进行多模式类型的能源数据分析；
- 应能接入各类仪器仪表设备并读取实时数据。

10.6 生产设备信息管理

生产设备信息管理包括如下内容：

- 应具备完善的设备档案信息,包括设备编号、设备类型、设备名称、设备主要参数、设备模型、设备描述和使用年限的数字化描述；
- 应能显示各生产设备在车间的分布位置,并根据不同颜色显示设备的运行、停机、故障、检修和离线的实时状态；
- 应能显示各生产设备的产量信息；
- 应能显示设备报警信息,包括设备名称、报警时间和报警级别,宜能推送到相关维修人员；
- 宜自动生成设备的点检任务和点检标准,推送到相关点检人员；
- 宜记录生产设备的定检与维修信息；
- 宜具备锻造设备等关键设备的可视化功能,构建设备数字化仿真模型,结合采集数据准确模拟设备的实时运行状态,能按照设备结构实现部件级的分解查询；
- 宜对锻造设备等关键设备进行 OEE管理,对设备进行生产和使用过程的改进和跟踪,用于指导生产车间设备的使用及维护。

10.7 仓储管理

仓储管理包括如下内容：

- 应结合工厂内部的物料存储管理需求建立 JIT体系,并包含必要的物料核算,结合工厂的仓库管理系统实现入/出库的协同作业；
- 锻件入库前包装物上应附有识别码,包含生产批次号、材料牌号、产品图号及名称；
- 系统可收集入出库时间、入出库数量、距离交期识别,有关信息能与其他系统集成。

10.8 安全环保管理

安全环保管理包括如下内容：

- 应配置安全控制系统和安全识别系统,保证现场人员和生产设备的安全；
- 应具备模具寿命预警系统,保证模具的正常使用以及人员和设备的安全；
- 车间生产现场的装备工作区域、易发生故障区域和安全通道位置应安装摄像头等现场视频设备；
- 宜监控污水、废气、噪声和粉尘排放；
- 宜支持事故报警推送功能,当有事故发生时将事故信息推送给相关负责人。

参 考 文 献

[1] GB/T 26335—2010 工业企业信息化集成系统规范

[2] GB/T 32854.2—2017 自动化系统与集成 制造系统先进控制与优化软件集成 第2部分:架构和功能

能
