

TCMCA

中国机械通用零部件工业协会团体标准

T/TCMCA 0022—2023

联轴器 智能工厂建设指南

Coupling—Guidelines for smart factory construction

2023 - 12 - 18 发布

2023 - 12 - 20 实施

中国机械通用零部件工业协会 发布

目次

前言 II

引言 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 总体框架 1

6 智能设计 2

6.1 概述 2

6.2 联轴器数字化设计及仿真分析 2

6.3 工艺数字化设计及仿真分析 2

6.4 技术标准体系 3

7 智能生产 3

7.1 概述 3

7.2 生产排程 3

7.3 生产作业 3

7.4 物料管理 3

7.5 质量管理 4

7.6 设备管理 4

7.7 能源管理 4

8 智能装备 4

8.1 高档数控机床与工业机器人 4

8.2 智能传感与控制装备 5

8.3 智能检测与装配装备 5

8.4 智能物流与仓储装备 5

9 系统集成 5

9.1 数据集成与传输 5

9.2 系统集成与闭环操作 5

9.3 数据可视化与管理优化 5

10 安全管理 5

参考文献 6

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。

本文件由中国机械通用零部件工业协会提出并归口。

本文件起草单位：泰尔重工股份有限公司、上海智能制造功能平台有限公司、山西大新传动技术有限公司、乐清市重鑫机械制造有限公司、大同巴什卡机械制造有限公司。

本文件主要起草人：邵紫鹏、吴世祥、夏清华、习俊通、葛燕飞、卢茜莉、朱昌平、张伟、牟海波、高冠华。

引 言

面对国家高质量发展以及重大装备行业的高端化、智能化、绿色化转型发展的趋势和要求，对产品质量和服务提出新的需求：提升产品质量，准时交付，提高效率、降低成本、完成产品和服务的智能化升级。开展企业智能化转型之路，建设符合联轴器行业的智能化工厂势在必行。

在中国机械通用零部件工业协会指导下，泰尔重工牵头成立了“联轴器智能工厂建设指南”起草工作组，确定工作方案。结合联轴器行业智能制造建设内容，对联轴器智能工厂建设的总体框架、智能设计、智能生产、智能装备、系统集成等模块进行了归纳和总结，经广泛征求意见，研讨完善形成本文件，旨在实现响应时间缩短、资源消耗减少、质量效益提升、运营成本降低、环境生态友好的智能工厂。

联轴器 智能工厂建设指南

1 范围

本文件界定了联轴器智能工厂建设的有关术语和定义、相关缩略语，规定了联轴器智能工厂建设的总体框架、智能设计、智能生产、智能装备、系统集成及安全管理的内容。

本文件适用于 GB/T 12458 规定的联轴器智能工厂建设。

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 12458 联轴器 分类
GB/T 15497 企业标准体系 产品实现
GB/T 38129 智能工厂 安全控制要求
GB/T 41255 智能工厂 通用技术要求

3 术语和定义

GB/T 38129、GB/T 41255 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

AGV：自动导引运输车（Automated Guided Vehicle）
BOM：物料清单（Bill Of Materials）
CAD：计算机辅助设计（Computer Aided Design）
CAM：计算机辅助制造（Computer aided manufacturing）
CRM：客户关系管理（Customer Relationship Management）
ERP：企业资源计划（Enterprise Resource Planning）
MES：制造执行系统（Manufacturing Execution System）
PLC：可编程逻辑控制器（Programmable Logic Controller）
PLM：产品生命周期管理（Product Lifecycle Management）
RFID：射频识别（Radio Frequency Identification）
SOP：标准作业程序（Standard Operating Procedure）
SPC：统计过程控制（Statistical Process Control）
WMS：仓储管理系统（Warehouse Management System）

5 总体框架

联轴器智能工厂的建设可包括智能设计、智能生产、智能装备、系统集成和安全管理等关键技术，总体框架示例如图1所示。

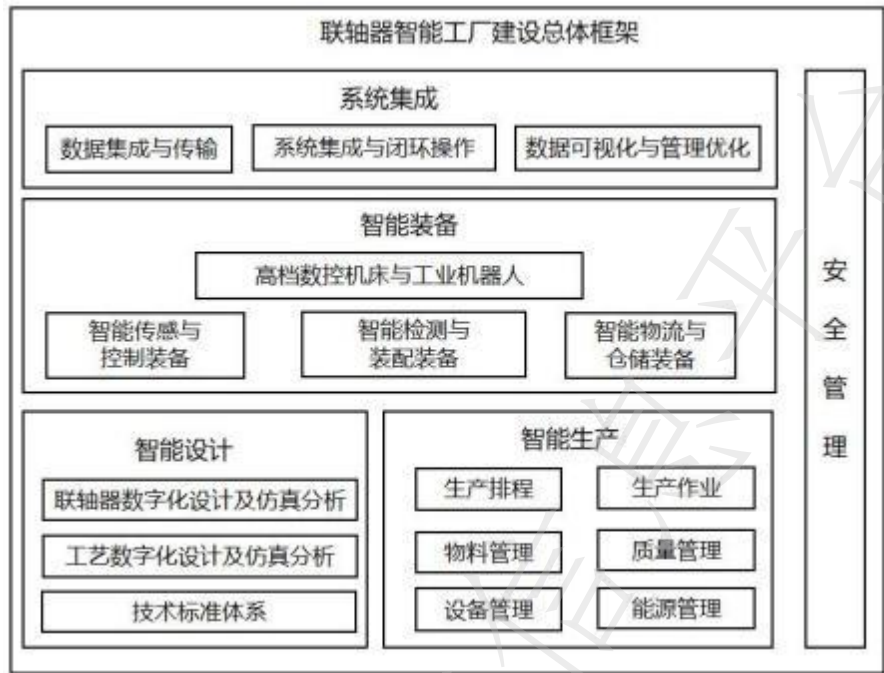


图 1 联轴器智能工厂建设总体框架示例图

6 智能设计

6.1 概述

基于联轴器全生命周期，确定联轴器数字化设计的方法和工具，实现各环节（包括设计、生产、检测、使用、服务、再制造）数据的采集、传输、分析与决策。

6.2 联轴器数字化设计及仿真分析

6.2.1 联轴器数字化设计

以PLM系统为核心，集成CRM、CAD等应用系统，实现产品数字化设计，具有下列功能场景：

- a) 订单数据传递过程包含：
 - 1) 客户需求在线同步；
 - 2) 产品订单自动拆分；
 - 3) 订单任务自动分配；
 - 4) 使用工况信息迭代。
- b) 设计过程包含：
 - 1) 技术参数的快速转换；
 - 2) 可驱动的参数化模型自动生成，含 BOM、模型和技术文件；
 - 3) 质量控制计划自动生成；
 - 4) 成本信息自动生成。
- c) 形成分级共享的产品设计知识库，如使用工况数据库、产品模型库、质量数据库、成本数据库等。

6.2.2 联轴器仿真分析

通过与仿真工具的集成，应对联轴器的关键零部件，如叉头、十字包、中心轴、齿面、花键副、弹性组件及联结件的强度和装配干涉等进行产品仿真分析与优化，主要包括联轴器的线性静态分析、非线性分析、疲劳分析以及运动仿真等多种类型分析。

6.3 工艺数字化设计及仿真分析

6.3.1 工艺数字化

可根据联轴器关键零件的工艺结构特征，以PLM系统为核心，与CAD、CAM等不同应用系统的集成，实现工艺数字化设计，包含：

- a) 设计模型和设计 BOM 直接转化成工艺模型和工艺 BOM；
- b) 生成三维结构化工艺（工序卡片、工艺规程、工时定额等）；
- c) 匹配工艺资源（设备、刀具、工装夹具、检具）；
- d) 自动输出零件工序/工步的检测项（尺寸/形位/粗糙度）；
- e) 形成产品工艺知识库（材料定额库、工时定额库、辅料库、工艺资源库、特征库、工艺模型库等）。

6.3.2 工艺仿真分析

联轴器应根据需求对关键零件，进行生产工艺CAM仿真分析，完成虚拟加工制造、工时自动计算等。

6.4 技术标准体系

联轴器应按照 GB/T 15497 的要求，围绕联轴器产品实现健全产品全生命周期的技术标准体系。

7 智能生产

7.1 概述

联轴器智能生产宜包含生产排程、生产作业、物料管理、质量管理、设备管理、能源管理等主要功能模块，可通过ERP系统、MES系统优化生成制造管理模式，实现生产制造过程的精细化管理。

注：本文件提及的智能生产是指对联轴器关键零部件的生产过程（含热处理、机械加工、焊接、装配、调试、喷涂）通过信息化、自动化和数据分析等技术和手段，建立面向联轴器智能工厂车间执行的生产信息化管理系统。

7.2 生产排程

联轴器生产排程应根据订单和工序要求，构建基于装配需求以及物料配套逻辑关系的拉动计划管理机制，实现柔性化生产计划排程，并通过排程系统进行生产进度的实时监控、过程反馈以及动态调整等，以实现生产的透明化管理¹⁾和生产资源负荷管理。

联轴器生产排程应包含下列几种：

- a) 三级计划²⁾排产；
- b) 模拟排产；
- c) 多能力约束人机协同排产。

7.3 生产作业

根据生产计划将生产工单、详细设计图样、SOP等工艺文件自动下发至各生产单元，实现无纸化作业指导。生产制造过程基于二维码、条形码、RFID等识别技术，实现对生产过程人员、设备、物料等信息的自动收集和数字化报工、转序等操作，生产作业结果同时自动反馈上传至MES系统。

联轴器生产作业包含下列内容：

- a) 基于岗位和技能的任务管控；
- b) 派工与报工的数字化；
- c) 工艺文件的在线查询；
- d) 异常的快速处理；
- e) 生产全过程的可视化。

7.4 物料管理

1) 指通过实时采集生产现场的各种数据，如生产进度、设备状态、材料使用情况等，并以直观的方式展示在看板上。生产管理人员和工人们可以随时了解到生产情况，及时做出调整和决策。

2) 一级计划：项目总体计划和项目协同计划，为后续的计划提供宏观的指导和框架；二级计划：指分项的工作任务、资源分配和时间线划分；三级计划：指具体的工作流程、操作步骤和质量标准，具体的项目负责人制定，确保每一项任务都能得到明确和具体的执行。

利用二维码、条形码、RFID等技术实现对联轴器原材料、半成品、成品的数字化标识,并在物料管理系统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、存储安全等),并与生产调度实时交互物料信息,响应智能生产的物料需求,应用自动化配送设备(如自动导引运输车(AGV)、悬挂链、传输带等)实现物料配送的自动化。

联轴器物料管理包含下列内容:

- a) 实时物料计划拉动;
- b) 配送任务调度与路径优化;
- c) 精准动态仓储管理;
- d) 实时物流跟踪监控。

7.5 质量管理

对联轴器生产全过程(含热处理、机械加工、焊接、装配、调试、喷涂)中的质量进行管控,可通过使用在线质量检测的方式,实时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。宜构建质量管理信息系统,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,并通过采集研发、生产、运维服务中的数据,建立质量模型,形成数据闭环。

联轴器智能生产的质量管理包含下列内容:

- a) 物料条码关联;
- b) 全流程质量管控;
- c) 质量 SPC 分析;
- d) 质量精准可追溯。

7.6 设备管理

通过联轴器生产设备的网络互联与数据传输,建立设备台账、点检、保养、维护业务等的数字化管理,并根据设备运行趋势曲线制定有针对性的预测性维护方案,发现设备运行的潜在异常情况并进行维护管理,实现对设备的智能管理。

联轴器智能工厂具有设备自我管理的功能,可包含以下内容:

- a) 设备状态在线运行监控;
- b) 设备指标统计分析;
- c) 预测分析及可视化;
- d) 设备资产效率管理;
- e) 设备全生命周期管理;
- f) 其他。

7.7 能源管理

建立面向联轴器工厂设备的能源采集系统,实现能源消耗数据的实时自动采集、监控与预警。根据企业实际能源消耗的历史数据及趋势,建立产耗预测模型,实现水、电、气(汽)、油以及物料等消耗实时监控、自动分析,实现能源的优化调度、平衡预测和有效管理。

联轴器智能工厂能源的管理,包含下列内容:

- a) 设备、能耗在线监测;
- b) 多层次指标统计分析;
- c) 能耗预测模型分析;
- d) 能源消耗分析评价管理。

8 智能装备

8.1 高档数控机床与工业机器人

根据联轴器零件的结构特征,加工设备(如车铣复合加工中心、数控磨齿机、数控镗铣床、数控六轴滚齿机等)用于联轴器零部件的参数化精准机械加工;工业机器人(如上下料机器人、焊接机器人、喷涂机器人等)用于物料转运及加工过程的人机交互控制。

8.2 智能传感与控制装备

智能传感与控制装备（如应用传感器及PLC控制的自动喷涂装置、自动加油装置等），可通过集成设备数据采集系统实现联轴器加工过程的自主控制。

8.3 智能检测与装配装备

智能检测与装配装备包括联轴器车间在线监控热处理设备、在线检测加工设备、数字化量器具、三坐标测量机、动平衡试验设备及联轴器特性（转矩、刚度、强度、伸缩量、疲劳寿命、噪声、效率）试验台等，实现工艺过程在线监测与反馈控制，并通过与质量管理系统的互联互通，实现质量数据的可视化分析与管理。

8.4 智能物流与仓储装备

智能物流与仓储装备（如智能物流设备AGV、自动化立体仓储系统等），实现物料取放和转运自动化，并结合WMS系统,实现设备动态调度和仓储精细化管理。

9 系统集成

9.1 数据集成与传输

通过光纤或先进无线传输等技术，实现联轴器车间数控机床、热处理装备、工业机器人、PLC控制设备、智能检测与装配装备、智能物流与仓储装备等设备的网络互联。可实时采集设备运行数据，并传输到设备数据采集与分析系统，实现设备的工业互联、NC代码通讯、设备状态监控。

9.2 系统集成与闭环操作

通过现场设备、数据采集与分析系统、车间制造执行系统（MES）、产品全生命周期管理（PLM）、企业资源计划（ERP）系统等集成应用，实现信息的闭环，实现联轴器研发设计、生产制造、经营管理、运维服务等环节的业务数据实时互通，并将集团层、工厂层形成的各类决策优化信息向下传递并实现操作，智能工厂各个环节的高度柔性 with 高度集成。

9.3 数据可视化与管理优化

对组织、产品线从企业经营、质量、物料、安环等多维度进行业务数据、车间产线的多形式可视化展示与大数据分析，实现企业上下层级业务数据的及时传递，生产管理决策闭环反馈，为各层级管理人员提供直观、有效的决策支持，实现生产全过程透明化管控与优化。

10 安全管理

参照 GB/T 38129 的要求，对联轴器智能工厂人员信息、信息技术、过程、设备及环境等进行安全管理。

参 考 文 献

- [1] GB/T 38129 智能工厂 安全控制要求
-