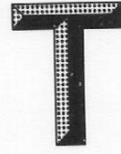


ICS 83.160.01
CCS G 41



团 体 标 准

T/CRIA 11007—2023

轮胎工业智能装备技术指南

Technical guide of intelligent equipment for tyre industry

2023-11-20 发布

2024-03-01 实施



中国橡胶工业协会 发布
中国标准出版社 出版

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。

本文件由中国橡胶工业协会提出并归口。

本文件起草单位：青科驭远(青岛)智能科技有限公司、萨驰智能装备股份有限公司、益阳橡胶塑料机械集团有限公司、中国化学工业桂林工程有限公司、青岛双星轮胎工业有限公司、北京万向新元科技有限公司、中策橡胶集团股份有限公司、青岛星华智能装备有限公司、霍尼韦尔(中国)有限公司、天津赛象科技股份有限公司、山东力创模具股份有限公司、北京马赫天诚科技有限公司、中国橡胶工业协会。

本文件主要起草人：于明进、张国栋、孙辰亮、彭志深、陈忆琳、邹广峰、张辉、宋显斌、张凌志、朱昱倍、刁国亮、王彬、许建刚、赵尊梅、董文敏。

轮胎工业智能装备技术指南

1 范围

本文件提出了轮胎工业智能装备(以下简称“智能装备”)的基本功能、系统组成、系统功能、实施及信息交互网络安全。

本文件适用于新建轮胎工厂智能装备的实施、轮胎企业新智能装备规划和引入,还适用于现有设备智能化升级改造。

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 42021—2022 工业互联网 总体网络架构
- GB/T 38674—2020 信息安全技术 应用软件安全编程指南
- YD/T 3804—2020 工业互联网安全防护总体要求

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

工业互联网 industrial Internet

新一代信息通信技术与工业经济深度融合的新型基础设施、应用模式和工业生态,通过对人、机、物和系统等的全面连接,构建起覆盖全产业链、全价值链的全新制造和服务体系。

[来源:GB/T 42021—2022,3.1]

3.2

智能装备软件平台 intelligent equipment software platform

包括边缘控制系统、视觉控制系统和专家系统等中的几个或全部的一套软件系统。

3.3

轮胎工业互联网云平台 tire industry Internet cloud platform

面向轮胎行业数字化、网络化、智能化需求,构建基于海量数据采集、汇聚、分析的服务体系,支撑制造资源连接、弹性供给、高效配置的工业云平台。

3.4

边缘控制器 edge controller

位于 IT 和 OT 之间的在完成工作站或生产线的控制功能基础上,提升工业设备的接口能力和计算能力,提高工业设备的适用性的一个物理接口。

3.5

边缘控制 edge control

基于数据驱动和“人工智能”的应用落地,通过对完全打通的数据链路,实现对数据进行多元采集、处理、分析和利用。

3.6

轮胎工业智能装备 tire industry intelligent equipment

具有自感知、自分析、自决策、自适应功能的轮胎工业制造装备。

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)

AI:人工智能(Artificial Intelligence)

CBM:预测性维修管理(Condition Based Maintenance)

EMS:单轨自动运输系统(Electrified Monorail Systems)

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

HMI:人机界面(Human Machine Interface)

I/O:输入/输出(Input/Output)

IoT:物联网(Internet of Things)

IT:信息技术(Information Technology)

MES:生产制造过程执行系统(Manufacturing Execution System)

OT:操作技术(Operational Technology)

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

PLM:产品全生命周期管理(Product Lifecycle Management)

RGV:有机制导车辆(Rail-Guided Vehicle)

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

WCS:仓储控制系统(Warehouse Control System)

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

5 基本功能

5.1 自感知

5.1.1 内部感知

通过内部检测系统及系统间的通信和数据流实现。内部检测系统包括但不限于智能装备的顺序控制系统、运动控制系统、人机交互系统、传感系统和视觉分析系统。内部感知数据流包括但不限于顺序控制数据、运动控制数据、人机交互数据、传感器状态数据和 AI 视觉数据。

5.1.2 外部感知

通过外部检测系统及通信和数据流实现。外部检测系统包括但不限于工厂信息化系统、外部辅助系统。外部感知数据流包括但不限于生产环境数据,工厂信息化 MES、ERP 等系统数据,外部辅助 AGV、EMS、WCS 和 WMS 等系统数据,上下环节设备生产数据。

5.2 自分析

智能装备的边缘智控平台和互联的轮胎工业互联网云平台,对智能装备的感知层自动采集的数据进行预处理、分析等操作,形成可以对智能装备产品质量、生产效率、能耗和安全等性能提升的策略,为智能装备实现自决策提供信息支撑。

5.3 自决策

智能装备把边缘智控平台或者云平台上形成的优化策略,导入平台上具有决策功能的模型算法;通过这些模型算法控制优化策略何时自动导入智能装备,自动控制智能装备运行;同时自动对两个平台的模型算法进行监控,对两个平台的运行状态进行监控,对智能装备的运行状态进行监控,并适时决策。

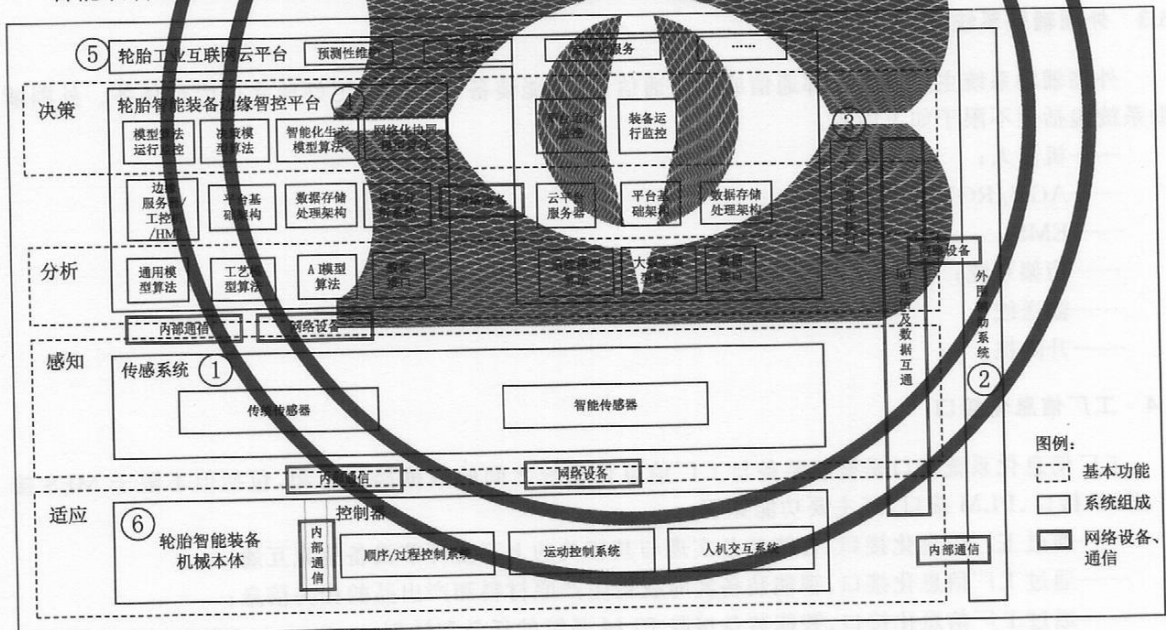
5.4 自适应

优化策略导入智能装备后,根据实际的外部环境、原材料、生产任务和操作人员等外部条件变化和智能装备本身磨损、老化、温升和振动等内部条件的变化,边缘智控平台和云平台实时对数据进行采集和分析,形成新的优化策略和决策,控制智能装备生产。周而复始,智能装备可以自动调整其运行状态,以适应内、外部环境变化,自动调整相关设备参数,实现轮胎装备的全闭环、自适应控制,使装备始终运行在较优状态。

6 系统组成

6.1 系统架构

智能装备主要由六大系统组成,如图1所示。



标引序号说明:

- ① 传感系统;
- ② 外围辅助系统;
- ③ 工厂信息化接口;
- ④ 轮胎智能装备边缘智控平台;
- ⑤ 轮胎工业互联网云平台;
- ⑥ 轮胎智能装备本体。

图 1 智能装备系统架构

6.2 传感系统

6.2.1 概述

传感系统是通过内部通信或者网络通信,把智能装备的传统传感器和智能传感器信息汇总到边缘智控平台,完成智能装备各部分数据采集。

6.2.2 传感器主要类型

传感器分为以下两种类型:

- 传统传感器:光电传感器、接近传感器、磁性传感器、压力传感器、温度传感器、编码器、位移传感器和流量传感器等;
- 智能传感器:视觉检测系统、震动传感器、噪声传感器和行为管控系统等智能传感系统。

6.2.3 传感系统主要信息

传感系统主要包括以下 4 种信息:

- 数字量信息;
- 模拟量信息;
- 图像信息;
- 音频信息。

6.3 外围辅助系统

外围辅助系统主要通过内部通信或网络通信,与智能装备一起协作更好地完成生产任务。外围辅助系统包括但不限于如下内容:

- 机器人;
- AGV/RGV;
- EMS;
- 桁架系统;
- 输送线;
- 升降机。

6.4 工厂信息化接口

工厂信息化系统接口是智能装备与工厂信息化系统之间的数据接口总和,包括但不限于 MES 接口、ERP 接口、PLM 接口,其主要功能如下:

- 通过工厂信息化接口,智能装备实现与其相关的上下游环节设备信息互通;
- 通过工厂信息化接口,智能装备实时获得生产原材料和产出品的相关信息;
- 通过工厂信息化接口,智能装备接收 PLM 系统的任务和计划;
- 通过工厂信息化接口,智能装备接收来自技术部门的生产参数;
- 通过工厂信息化接口,智能装备接收来自安全、人力等职能部门的指令。

对于无工厂信息化系统的工厂,智能装备可以通过边缘智控平台与其他装备进行通信,实现设备间信息互通和相互协作。

6.5 边缘智控平台

6.5.1 功能

边缘智控平台功能包括但不限于如下 5 个方面:

- 完成智能装备的数据采集、存储、处理、分析等操作；
- 判断优化策略导入智能装备的时机；
- 监控平台上模型算法运行的状态,并做绩效评价；
- 智控平台集成了工业生产领域主流 IT、OT 通信协议,实现智能装备各部分之间的信息互通；
- 实现视觉分析等定制化应用。

6.5.2 软件组成

边缘智控平台包括但不限于以下部分软件：

- 平台软件基础架构；
- 平台数据采集接口及存储；
- 平台数据分析类模型算法；
- 平台决策类模型算法；
- 平台模型算法运行监控模块；
- 平台视觉分析系统；
- 平台其他定制化应用模块。

6.5.3 硬件组成

硬件系统包括但不限于工控机、HMI、服务器、网络设备等。

6.5.4 模型算法

模型算法是把轮胎生产过程中智能装备需要解决的问题抽象成数学模型,然后对数学模型进行求解的具有 AI 功能的应用程序。

模型算法可以在边缘智控系统之间相互移植,也可以在边缘智控系统和云平台之间相互移植。

模型算法构建及工作流程如图 2 所示。

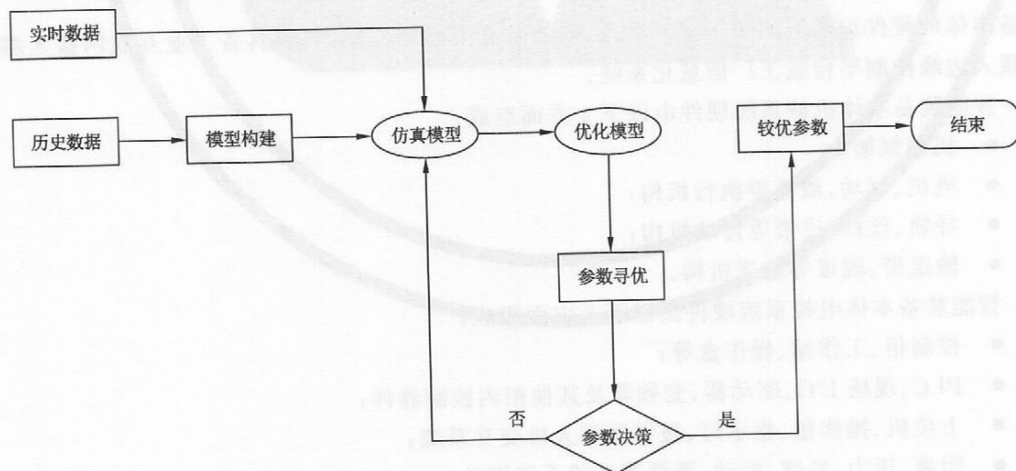


图 2 智能装备边缘智控平台模型算法及工作流程

6.6 轮胎工业互联网云平台

6.6.1 功能

云平台包括但不限于以下 5 个方面的功能：

- 完成智能装备的部分数据传输、存储和分析等操作；
- 通过 IoT 模块直接监控智能装备运行；
- 联通边缘智控平台、MES 系统和终端用户等,实现各部分之间的信息互通和协作；
- 监控云平台和边缘智控平台的运行状态、监控模型算法的状态和做绩效评价；
- 实现远程运维、预测性维护和数字孪生等定制化应用与服务。

6.6.2 软件组成

云平台包括但不限于以下部分:

- 平台软件基础架构；
- 平台数据采集接口及存储；
- 平台数据分析类模型算法；
- 平台模型算法运行监控模块；
- 平台运行状态监控模块；
- 平台定制化应用和服务模块。

6.6.3 硬件组成

硬件系统包括但不限于服务器、网络设备

6.7 轮胎智能装备本体

6.7.1 概述

轮胎智能装备本体是智能装备内部数据采集的重要来源和优化控制的执行机构,是智能装备自适应能力的载体。

6.7.2 硬件组成

装备本体的硬件包括但不限于机械系统、电控系统两部分,同时需要具备工业互联网接入端口,方便后期联入边缘控制平台或工厂信息化系统。

——智能装备本体机械系统硬件由以下 4 方面组成:

- 机械框架；
- 电机、气动、液压等执行机构；
- 导轨、丝杠、皮带等传动机构；
- 输送带、辊道等输送机构。

——智能装备本体电控系统硬件由以下 6 方面组成:

- 控制柜、工作站、操作盒等；
- PLC、现场 I/O、驱动器、变频器及其他柜内控制器件；
- 上位机、操作钮、指示灯、报警器等人机交互系统；
- 距离、压力、温度、振动、视觉等传感系统硬件；
- 网络通信设备；
- 各种规格线缆及其附件。

6.7.3 软件组成

装备本体的软件包括但不限于控制系统逻辑控制编程软件、控制系统配置软件和接口软件。

控制系统逻辑控制编程软件主要实现 PLC、运动控制器等控制器的逻辑控制和运动控制。编程软

件一般由控制系统品牌商提供。

控制系统配置软件是对电控系统的控制器及其他智能器件的参数进行单机设置和调整,使执行机构满足预定运动效果。

6.7.4 人机交互系统

6.7.4.1 概述

人机交互系统主要指上位机,另外,还包括 VR(虚拟现实)、AR(增强现实)、声光指示、行为管控、按钮、脚踏开关、安全拉绳和声控设备等。

6.7.4.2 上位机硬件分类

人机交互系统中上位机的硬件主要分为 3 大类:

- 第一类:内置了供应商组态软件的工控机,软件不支持二次开发,但可通过脚本做一些复杂应用;
- 第二类:内置了 Windows 等通用操作系统的工控机,可以通过计算机软件语言进行上位机设计,功能强大,技术难度高;
- 第三类:内置了 Windows 等通用操作系统的工控机,与第二类的区别是其本身也是一台 PLC,即运行在通用系统上的 PLC,内部运行逻辑主要进行隔离,确保 PLC 和上位机各自稳定运行。

6.7.4.3 软件分类

根据上位机,软件分为 3 大类:

- 组态软件类;
- 软件开发类。

7 系统功能

7.1 系统数据通路

装备系统数据通路包括以下 7 种:

- 本体与传感系统内部通信;
- 本体与边缘智控平台网络通信;
- 本体与云平台 IoT 通信;
- 边缘智控平台与工厂信息化系统网络通信;
- 云平台与工厂信息化系统网络通信;
- 边缘智控平台与云平台网络通信;
- 边缘智控平台与外围辅助系统网络通信。

7.2 系统工作运行

7.2.1 概述

智能装备的工作流程包括:数据采集、数据分析、设备运行状态监控和控制系统迭代,如图 3 所示。

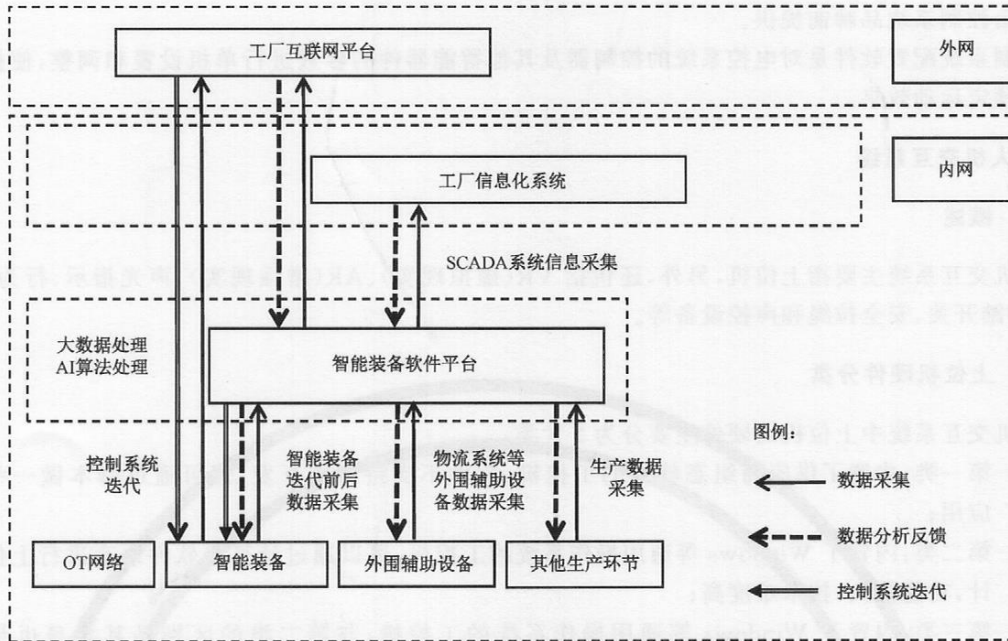


图 3 智能装备工作运行

7.2.2 数据采集

SCADA 系统主要是把现场数据采集到 MES 系统,然后集中做监控及其他高级应用;轮胎智能装备则是将跟设备相关的数据采集到智能装备软件系统或工业互联网平台,然后进行分析、处理。

可根据附录 A 中轮胎智能装备数据采集的参数块开展轮胎工业智能装备的数据采集。

7.2.3 数据分析和设备运行状态监控

将数据采集到智能装备软件平台或轮胎工业互联网云平台,在平台上通过大数据处理和 AI 算法形成可优化生产的策略,同时通过软、硬件对智能装备的运行状态进行监控和报警,如图 4 所示。

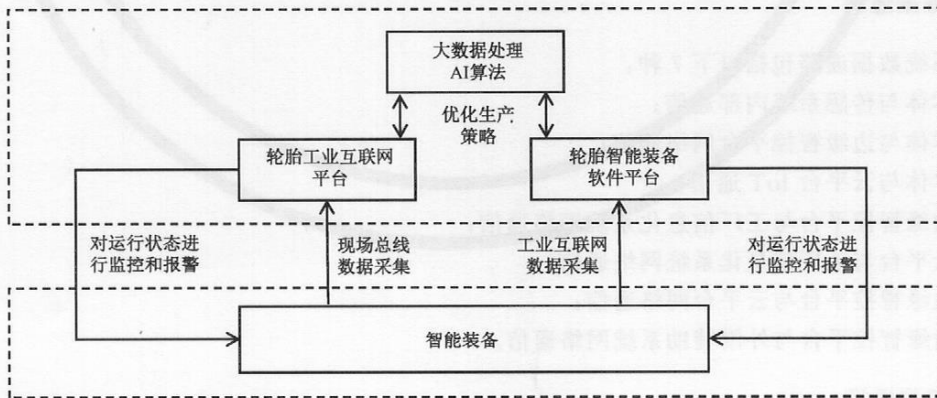


图 4 智能装备数据分析和设备运行状态监控

7.2.4 控制系统迭代

7.2.4.1 控制系统迭代概述

将平台算法模型迭代出的控制策略反向优化设备运行,可实现设备的自决策、自适应,达到设备智

能化的目的,如图 5 所示。

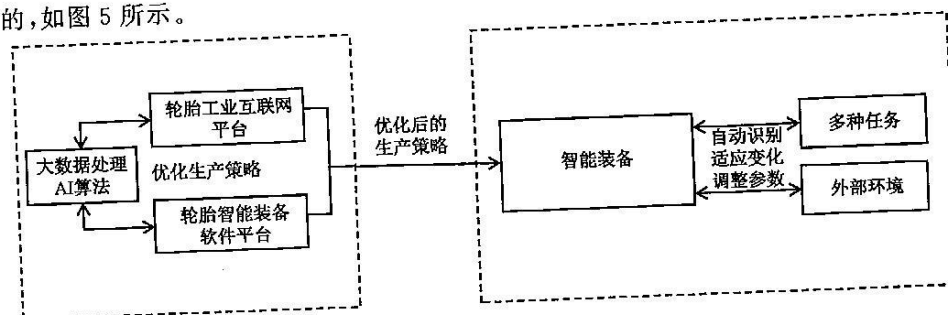


图 5 智能装备控制系统迭代

7.2.4.2 智能装备的控制策略自动导入类型

控制策略自动导入智能装备有两种类型：

- 半自动导入：模型优化出参数后在上位机做出报警提示,技术人员应对策略给出的参数结果逐个确认,修改后下传；
- 全自动导入：当输出策略准确率达到设定数值后方可自动导入智能装备,优化运行参数。另外,技术人员需要定期在线抽查参数。

7.2.4.3 控制策略自动导入智能装备注意事项

控制策略自动导入智能装备应注意以下 3 点：

- 自动导入的参数数值应在参数的上下限制数值区间内；
- 自动导入前算法调取当前相关运行参数,对于异常数据进行处理；
- 算法每次自动导入后会对效果进行评估,准确率低于 95%时自动导入模式下线,设备报警,并通过平台通知相关人员。

8 实施

8.1 新工厂实施

对于新工厂的智能装备实施主要包括工厂总体规划、智能装备整体设计、智能装备实施准备、智能装备平台实施、智能装备平台应用等 5 个步骤,如图 6 所示。

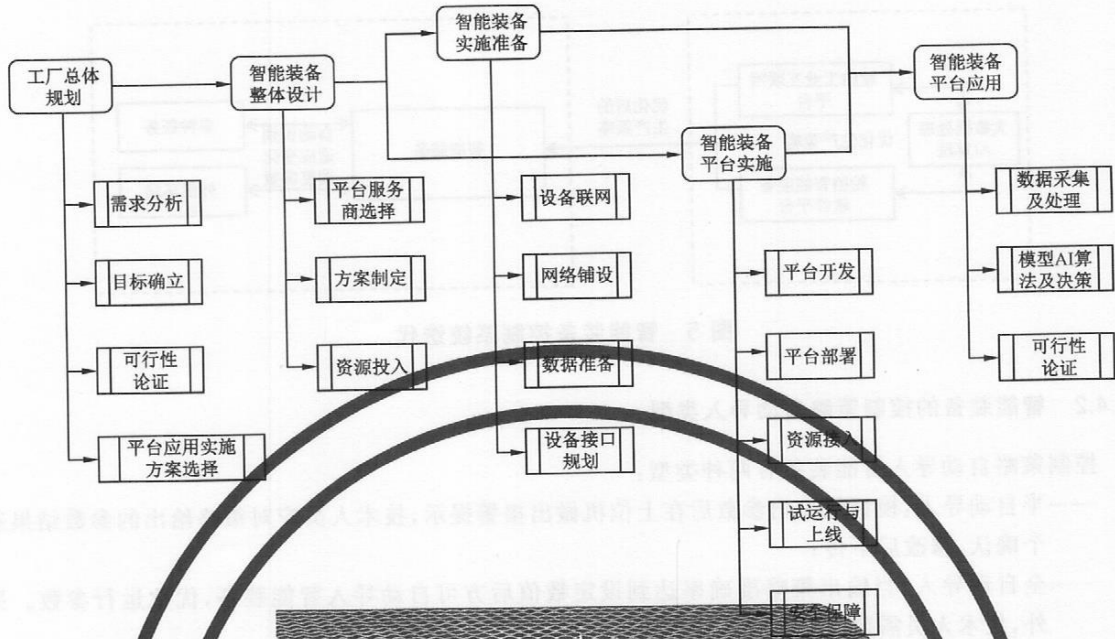


图 6 智能装备新工厂实施

对于新工厂的筹建,首先应以实现底层设备的智能化为重要目标,其次是实现工序智能化、车间智能化;然后结合工厂信息化系统,最终实现整个工厂智能化的生产。同时,各工艺环节设备需要配备预测性维护系统、能源管理新技术和统一的系统通信接口,通过底层智能化设备统一的通信接口,打破系统孤岛效应、实现各系统接口互连互通的工业物联网技术的应用,实现各环节设备实时数据采集、分析和反馈,为设备全生命周期管理提供数据支撑,最大限度提高设备综合效率。

8.2 轮胎厂新智能装备引入

对于工厂引入一台或者数台智能装备的实施过程可按照智能装备整体设计、智能装备实施准备、智能装备平台实施、智能装备平台的步骤。

对于轮胎工厂引入部分或单一智能装备的实施应注意以下两个方面。

- 对于智能装备本身,其边缘智控平台,可以根据需要进行采购。在合同或技术协议签订前,首先需要确认 AI 算法的购买数量和内容;其次要确认算法库的迭代周期和导出策略的准确性。
- 对于智能装备外部,需确认与其他各系统的通信方式、接口类型和数据数量等。

8.3 轮胎厂现有设备升级改造

根据智能化升级的需求及成本要求设计升级改造方案。具体实施可参考附录 B 的对普通轮胎硫化机进行升级改造的示例。

9 信息交互网络安全

9.1 网络设备安全防护

工业互联网网络设备安全防护要求遵照 YD/T 3804—2020 中 6.1.1 和 6.2.1 的规定执行。

9.2 网络安全防护

工业互联网网络安全防护要求遵照 YD/T 3804—2020 中 6.1.3 和 6.2.3 的规定执行。

9.3 软件安全防护

工业互联网软件安全防护要求遵照 GB/T 38674—2020 的规定执行。

附录 A

(资料性)

轮胎智能装备数据采集内容

A.1 设备类数据

轮胎智能装备设备类数据采集内容见表 A.1。

表 A.1 设备类数据采集内容

数据类别		数据采集内容	采集方式
大类	小类		
标识类	设备编号	设备接入智能装备控制系统时采用的设备编号,由企业内部设备编号组成或直接使用出厂时工业互联网标识解析系统给的编号	自动采集/人工录入
	设备名称	设备生产商铭牌信息中的名称	
	设备型号	设备生产商铭牌信息中的型号	
	功能分类	设备接入智能装备控制系统时采用的能力分类,如硫化机、成型机等	
	入网方式	智能装备连入网络的通信方式,如工厂有线网络、工厂无线网络、IoT 模块	
	生产厂商	设备的生产厂商名称	
	出厂编号	设备的生产厂商或工业互联网标识体系为设备赋予的唯一出厂编号	
	所属部门	设备所属的部门名称	
	设备责任人	设备的管理责任人	
运行状态类	自检信息	供电系统是否正常	自动采集
		硬件是否正常	
		配置是否正常	
		通信接口是否正常	
	设备运行状态	运行/待机/关机/故障	
		工步信息	
		报警信息	
	专家系统支援信息		
运行参数类	设备参数	逻辑控制系统运行参数	自动采集/人工录入
		运动控制系统运行参数	
		范围参数	
		精度参数	
		其他硬件参数	

表 A.1 设备类数据采集内容 (续)

数据类别		数据采集内容	采集方式
大类	小类		
运行参数类	工艺参数	规格参数	自动采集/人工录入/ MES
		时间参数	
		压力参数	
		速度参数	
		位置参数	
		范围参数	
	配置参数	模式选择参数	自动采集/人工录入
		安全相关参数	

A.2 生产类数据

轮胎智能装备生产类数据采集内容见表 A.2。

表 A.2 生产类数据采集内容

信息类别		信息采集内容	采集方式
大类	小类		
任务信息	当前任务	任务名称	自动采集/人工录入/ MES
		任务编号	
		任务描述	
		工序名称	
		工序编号	
		操作人员及班组	
	任务状态	任务量	自动采集
		任务完成量	
		任务完成率	
		计划开工时间	
		计划完工时间	
		实际开工时间	
	物料信息	物料编码	自动采集/人工录入/ MES
		物料名称	
物料种类			
物理尺寸			

表 A.2 生产类数据采集内容 (续)

信息类别		信息采集内容	采集方式
大类	小类		
任务信息	产出品信息	产品编码	自动采集/人工录入
		产品名称	
		产品规格	
		物理尺寸及质量	

A.3 质量类数据

轮胎智能装备质量类数据采集内容见表 A.3。

表 A.3 质量类数据采集内容

信息类别	信息采集内容	采集方式
产出品质量数据	合格率 废品率 漏检率 漏装率 漏油率 漏气率 漏料率 漏粉率 漏屑率 漏渣率 漏灰率 漏砂率 漏石率 漏块率 漏片率 漏丝率 漏线率 漏带率 漏膜率 漏布率 漏纸率 漏塑料率 漏橡胶率 漏金属率 漏陶瓷率 漏玻璃率 漏陶瓷率 漏玻璃率 漏陶瓷率 漏玻璃率	MES
设备本身质量数据	设备运行时间 计划维护开始时间 计划维护结束时间 计划维护间隔时间 设备故障时间 设备利用率 关键部件预测性维护剩余时间 预测设备瓶颈工序	自动采集

A.4 能耗类数据

轮胎智能装备能耗类数据采集内容见表 A.4。

表 A.4 能耗类数据采集内容

信息类别	信息采集内容	采集方式
实时功率	设备实时耗电功率	自动采集
用电量	统计时间内的累计用电量	
高压气体使用量	统计时间内的高压气体累计使用量	

A.5 外围辅助设备数据

轮胎智能装备外围辅助设备数据采集内容见表 A.5。

表 A.5 外围辅助设备数据采集内容

信息类别	信息采集内容	采集方式
物流系统数据	输送线数据	自动采集
	升降台数据	
	机器人手臂数据	
	AGV数据	
上下环节设备数据	设备状态数据	
	生产状态数据	
	产出品周转数据	



附录 B

(资料性)

硫化机智能化升级实施方案

硫化机智能化升级实施方案见表 B.1。

表 B.1 硫化机智能化升级实施方案

智能硫化机基本组成	需要功能或器件	以 14 台 5 年 龄旧硫化机为例	改造方式
装备本体及人机交互系统	PLC	有但无多余通信接口	不升级
	运动系统通信功能	有变频器但无通信功能	变频器增加通信功能
	HMI	工控机资源满负荷,不能作为软件平台的硬件载体	—
	以太网通信功能	无	新购、柜内安装
传感系统	位置检测	部分有	新购、安装、接入 PLC 系统
	温度检测	有	不升级
	压力检测	有	
	流量检测	有	
	振动检测	无	新购、安装、接入 PLC 系统
	噪声检测	无	
	电能检测	无	
外围辅助系统	WCS	无	打通软件通信接口
	WMS	有	不升级
工厂信息化接口系统	MES 接口	有	增加通信数据量
	ERP 接口	有	
智能装备软件平台	边缘控制软件系统	无	14 台硫化机共用一台服务器,每台硫化机的数据都采集到此服务器,同时连通 MES 和云平台;边缘控制软件同时处理 14 台硫化机运行的质量、效率、安全、预测性维护等相关算法模型
	视觉软件	不需要	不升级
工业互联网平台	工业互联网软件	无	连入轮胎工业互联网平台
	远程运维功能	无	安装在轮胎工业互联网平台 AI 算法包
	预测性维护功能	无	
	运行状态监控功能	无	

中国橡胶工业协会
团体标准
轮胎工业智能装备技术指南
T/CRIA 11007—2023

*

中国标准出版社出版发行
北京市朝阳区和平里西街甲2号(100029)
北京市西城区三里河北街16号(100045)

网址 www.spc.net.cn

总编室:(010)68533533 发行中心:(010)51780238
读者服务部:(010)68523946

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
各地新华书店经销

*

开本 880×1230 1/16 印张 1.5 字数 31 千字
2024年3月第一版 2024年3月第一次印刷

*

书号: 155066·5-7385 定价 49.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换
版权专有 侵权必究
举报电话:(010)68510107



T/CRIA 11007—2023