

ICS 71.120;83.200
CCS G 95



团 体 标 准

T/CRIA 22011—2025

轮胎智能制造 质量智能精益管控模型

Tires intelligent manufacturing—Intelligent lean quality control model

2025-09-23 发布

2025-12-01 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：软控股份有限公司、大连橡胶塑料机械有限公司、益阳橡胶塑料机械集团有限公司、山东豪迈机械科技股份有限公司、沈阳蓝英工业自动化装备股份有限公司、天津赛象科技股份有限公司、浙江德诺智能配件科技股份有限公司、青岛众屹科锐工程技术有限公司、广东维纳智能密炼机械科技有限公司、萨驰智能装备股份有限公司、山东玲珑机电有限公司、巨轮智能装备股份有限公司、山东力创模具股份有限公司、青岛科技大学、中国橡胶工业协会。

本文件主要起草人：杨慧丽、刘云成、高巍、彭志深、曹爱军、张小平、许歆科、钟备、邱庆清、韦富农、刘振文、姚宁、王彬、林广义、韩乐毅、孙荣臻、董其文、王金霞、董文敏。

轮胎智能制造 质量智能精益管控模型

1 范围

本文件提供了轮胎制造过程中质量智能精益管控模型的总则、专用模型和通用模型。

本文件适用于轿车子午线轮胎和载重汽车子午线轮胎各生产工序质量智能精益管控模型的规划、建设和实施。

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 6326 轮胎 术语

GB/T 35295 信息技术 大数据 术语

GB/T 36587 橡胶塑料机械 术语

GB/T 45018 轮胎智能制造 数据字典

3 术语和定义

GB/T 6326、GB/T 35295、GB/T 36587、GB/T 45018 界定的术语和定义适用于本文件。

4 总则

4.1 轮胎智能制造的质量智能精益管控模型包括专用模型和通用模型,其中专用模型包括炼胶工序模型、半成品工序模型、成型工序模型、硫化工序模型、成品检测工序模型;通用模型包括机器视觉、大数据、智能管理、系统整合与互联、安全与合规、培训与支持。模型总体框架见图 1。

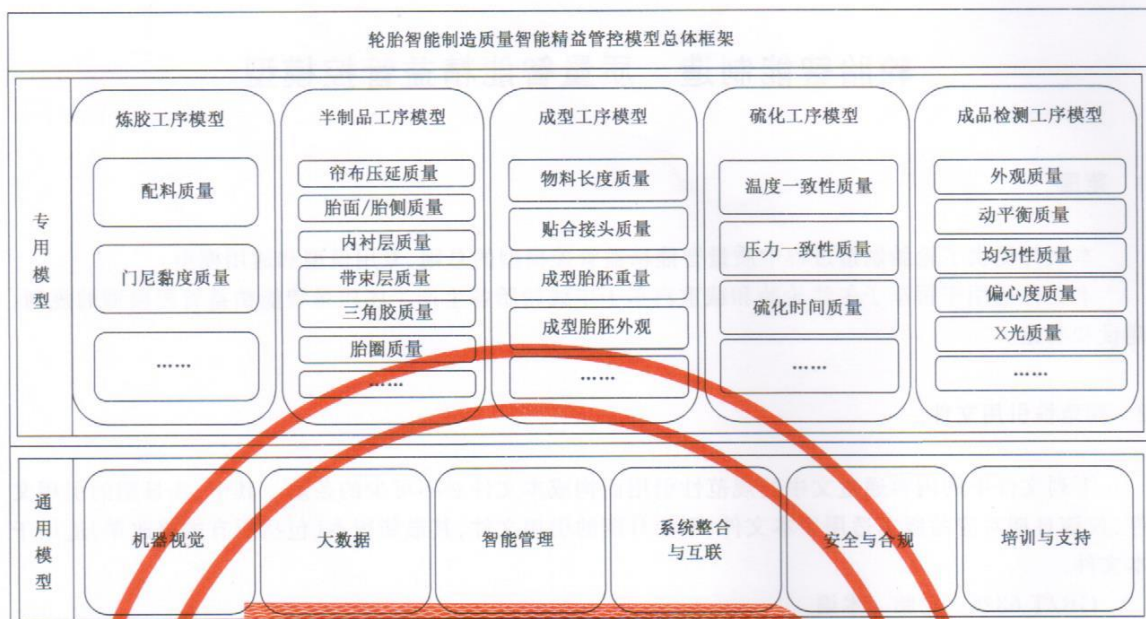


图1 轮胎智能制造质量智能精益管控模型总体框架

4.2 专用模型是基于轮胎制造关键工序生产过程中的在制品质量控制要求,设定关键控制参数、指标范围和预警限值。

4.3 通用模型是为专用模型提供技术支撑和数据保障的模型,使各专用模型对生产过程进行控制,在超出预警范围后提供应对措施和解决方法。

4.4 专用模型应采用射频识别技术(RFID)或二维码技术实现来料自动识别和生产过程的智能化监控,包括前道工序的质量数据传递。

4.5 专用模型应对主要工艺参数、产品质量、报警信息等进行记录。除硫化工序外,其他工序记录数据应至少存储1年,硫化工序应至少存储5年。

5 专用模型

5.1 炼胶工序模型

5.1.1 概述

炼胶工序模型的关键质控点为配料和门尼黏度质量控制,确保炼胶工序生产的胶料符合生产工艺要求,若配料或门尼黏度不符合工艺要求时,应报警或停机处理。

5.1.2 配料

5.1.2.1 应采用自动称重配料系统,按照工艺配方要求称量原材料,确保每一批次的原料重量符合工艺要求。

5.1.2.2 自动称重配料系统的精度应满足工艺要求,称量系统的精度不应低于工艺规定的精度要求。

5.1.3 门尼黏度

5.1.3.1 应采用门尼黏度仪检测混炼胶的门尼黏度指标,根据工艺要求及时调整工艺参数。

5.1.3.2 应建立门尼黏度质量预警机制,当检测数据超出预警范围时,及时预警并进行人工干预和调整。针对门尼黏度实时调整机制,应在检测到门尼黏度偏离目标范围时,系统启动自动调节,通过调整炼胶温度、时间或转速等参数,迅速回到目标状态。

5.1.3.3 应将门尼黏度检测数据与生产数据、原材料检测数据等进行关联分析,找出影响门尼黏度的关键因素,制定优化方案持续改进。

5.2 半制品工序模型

5.2.1 概述

半制品工序模型的关键质控点为帘布压延质量、胎面/胎侧质量、内衬层厚度、内衬层宽度、带束层拼接接头质量、三角胶质量以及胎圈质量,确保半制品工序符合生产工艺要求,若任一质控点不符合工艺要求时,应报警或停机处理。

5.2.2 帘布压延

5.2.2.1 帘布压延的关键质控点包括但不限于厚度、宽度、帘线密度和接头质量。

5.2.2.2 帘布压延厚度应采用精度与工艺匹配的传感器进行实时测量,宜采用高精度激光传感器。

5.2.2.3 帘布压延应对实时测量的厚度闭环控制,调整压延机辊距、轴交叉等参数,实现厚度符合工艺参数要求。

5.2.2.4 帘布压延的宽度应采用精度与工艺匹配的传感器实时测量,宜采用工业相机。

5.2.2.5 应对实时测量的帘布压延宽度进行闭环控制,调整压延机修边刀等参数,实现宽度符合工艺参数要求。

5.2.2.6 帘布压延的帘线密度应采用高精度传感器进行实时测量,宜采用工业相机,并对实时测量的帘线密度进行管控。

5.2.2.7 纤维帘布压延应对实时测量的帘线密度进行闭环控制,调整扩布器、扩边器等参数,实现帘线密度符合工艺参数要求。

5.2.2.8 帘布压延的接头应采用精度与工艺匹配的传感器实时测量,宜采用激光传感器。

5.2.2.9 帘布压延的接头宜通过调整压延机辊筒参数,保证接头在辊距打开的情况下通过辊筒,以保护辊筒。

5.2.3 胎面/胎侧

5.2.3.1 胎面/胎侧的关键质控点包括但不限于米重和断面尺寸。

5.2.3.2 胎面/胎侧米重应采用精度与工艺匹配的米秤实时测量并进行管控。

5.2.3.3 胎面/胎侧米重宜采用闭环控制,与工艺要求进行对比,通过调整挤出机速度、生产线速度等进行调节。

5.2.3.4 胎面/胎侧断面应采用高分辨率机器视觉实时监测胎面、胎侧的轮廓尺寸(含总宽度、胎肩宽度、面积、厚度等),宜采用激光传感器、3D相机。

5.2.3.5 应对检测的胎面/胎侧断面尺寸实时判断,确保符合工艺标准要求。

5.2.4 内衬层

5.2.4.1 内衬层关键质控点包括但不限于内衬层厚度和内衬层宽度。

5.2.4.2 内衬层的厚度应采用精度与工艺匹配的传感器实时测量,宜采用高精度激光传感器。

5.2.4.3 应对实时测量的内衬层厚度闭环控制,调整压延机辊距等参数,使厚度符合工艺参数要求。

5.2.4.4 内衬层的宽度应采用精度与工艺匹配的传感器实时测量,宜采用工业相机。

5.2.4.5 应对实时测量的内衬层宽度闭环控制,调整内衬层修边刀等参数,使宽度符合工艺参数要求。

5.2.5 带束层

5.2.5.1 带束层拼接接头关键质控点包括但不限于带束层的宽度、角度和拼接接头错边偏差控制。

5.2.5.2 应采用精度与工艺匹配的传感器和机器视觉系统检测带束层的宽度、角度以及接头的位置和质量,确保接头位置的一致性。

5.2.5.3 带束层搭接量应满足工艺要求。可通过反馈调整裁刀的设定值,对带束层宽度进行管控,通过反馈调整角度设定值,对带束层角度进行管控。宜对接头质量进行数据分析,及时识别和修正生产中的偏差。

5.2.6 三角胶

5.2.6.1 三角胶关键质控点包括但不限于米重和断面尺寸。

5.2.6.2 三角胶米重应采用精度与工艺匹配的米秤实时测量,并对实时测量的米重进行管控。

5.2.6.3 三角胶米重宜采用闭环控制,对米重检测数据和工艺要求进行对比,通过调整挤出机速度、生产线速度等进行调节。

5.2.6.4 三角胶断面轮廓尺寸(含总宽度、厚度等)应采用高分辨率机器视觉实时检测,宜采用激光传感器、3D相机,并根据工艺标准要求,对检测的断面尺寸实时判断。

5.2.6.5 应对实时测量的三角胶断面轮廓尺寸闭环控制,通过调整挤出机修边刀等参数,使宽度、厚度符合工艺参数要求。

5.2.7 胎圈

5.2.7.1 胎圈的关键质控点包括三角胶贴合接头质量和钢圈内径。

5.2.7.2 三角胶贴合时应三角胶进行宽度扫描检测并预判三角胶高度,宜在三角胶贴合后通过3D相机全面扫描三角胶接头。

5.2.7.3 三角胶接头处应采用专门的机器视觉系统进行检查,确保接头处无错边、搭接、开口缺陷,满足强度要求,对不合格三角胶进行自动分拣、剔除。

5.2.7.4 钢圈内径宜采用专门的测量设备进行检查管控,使其符合工艺要求标准。

5.3 成型工序模型

5.3.1 概述

成型工序模型的关键质控点包括但不限于物料长度、贴合接头、胎胚重量、胎胚外观。

5.3.2 物料长度

5.3.2.1 物料长度应采用精度与工艺匹配的自动测量系统实时测量,宜采用激光或工业相机。

5.3.2.2 应对实时测得的物料长度闭环管控,确保长度控制在设计值范围内。检测到物料长度偏差超出工艺要求范围时,系统应自动报警并提示操作人员进行检查和调整。预警提示对超出规定偏差的物料立即调整或替换,防止不合格物料进入生产线。

5.3.2.3 应基于物料长度数据管理系统的分析结果,定期评估和改进控制过程。改进方向包括优化物料制备工艺、提升自动测量设备精度与效率、调整供应链管理等。

5.3.3 贴合接头

5.3.3.1 贴合接头的关键质控点包括但不限于带束层、胎面、帘布、内衬、胎侧贴合接头质量管控。

- 5.3.3.2 接头应采用精度与工艺匹配的机器视觉系统实时测量,宜采用高分辨率相机。
- 5.3.3.3 应对实时测量的接头对接偏差进行管控,偏差应控制在工艺标准以内,不符合工艺要求的,应报警或停机处理。

5.3.4 胎胚重量

- 5.3.4.1 成型胎胚重量检测应通过高精度称量系统进行。
- 5.3.4.2 应及时识别胎胚重量的变化,重量不合格的胎胚应根据工艺要求报警或停机处理。

5.3.5 胎胚外观

- 5.3.5.1 应对成型胎胚外观质量检查,宜通过高分辨率相机检查。
- 5.3.5.2 应及时识别胎胚表面缺陷,外观不合格的胎胚应根据工艺要求进行报警或停机处理。

5.4 硫化工序模型

5.4.1 概述

硫化工序模型的关键质控点包括但不限于硫化温度、压力和时间。

5.4.2 硫化温度、压力、时间

- 5.4.2.1 硫化前,胎胚的整形压力(压力偏差、一次定型压力和二次定型压力)精度应保持在工艺要求范围内。
- 5.4.2.2 硫化过程的温度和压力应根据工艺要求确定。应对外温和内温进行控制,宜控制低温硫化和高温硫化温度范围、温度控制偏差精度及温度均匀性等。
- 5.4.2.3 硫化时间控制应根据轮胎的尺寸和设计要求设定,具体时间应根据产品规格和试验数据调整。
- 5.4.2.4 硫化过程的温度、压力、时间超限时,立即报警并根据工艺要求停机处理。

5.5 成品检测工序模型

5.5.1 概述

成品检测工序模型关键质控点包括但不限于外观、动平衡、均匀性、偏心度和 X 光质量。

5.5.2 外观

- 5.5.2.1 外观质量管控应同时覆盖外观缺陷和胎侧标识。
- 5.5.2.2 外观质量管控应采用图像识别和人工智能技术,应用相应的识别算法模型,对轮胎的外观缺陷进行自动识别和判级,实现轮胎外观自动检测,符合工艺标准要求。
- 5.5.2.3 外观缺陷尺寸超出最大缺陷尺寸时应进行报警,不应存在任何类型的裂纹、切口或气泡。
- 5.5.2.4 胎侧标识质量管控宜采用工业相机自动拍照或激光扫描方式,自动识别胎侧文字并与施工表一致。
- 5.5.2.5 胎侧标识质量管控首件不通过时,系统应发出不一致报警。

5.5.3 动平衡

- 5.5.3.1 动平衡质量管控包括但不限于上不平衡量及角度、下不平衡量及角度、静不平衡量及角度、偶不平衡量、上下不平衡量之和等,应采用高精度动平衡检测设备进行检测。
- 5.5.3.2 不平衡量分布应避免集中在同一区域,超差时应进行预警报警。

5.5.4 均匀性

5.5.4.1 均匀性质量管控应采用高精度均匀性检测设备,实现对径向力、侧向力、锥度效应力相关指标的质量管控,任一指标超差时,应进行预警报警处理。

5.5.4.2 径向力应检测并管控径向力波动(RFV)、径向力一次谐波(RFV 1H)及角度,宜根据工艺情况增加多次谐波检测管控。

5.5.4.3 侧向力应检测并管控侧向力波动(LFV)、侧向力一次谐波(LFV 1H)及角度,宜根据工艺要求增加多次谐波检测管控。

5.5.4.4 应对锥度效应力进行检测管控。

5.5.5 偏心度

5.5.5.1 偏心度质量管控包括但不限于胎面跳动(RRO)、胎侧跳动(LRO)、凹凸度(BPS)等指标。

5.5.5.2 胎面跳动应检测管控胎面跳动角度、胎面跳动一次谐波。

5.5.5.3 胎侧跳动应检测管控上胎侧跳动、下胎侧跳动、径向偏差。

5.5.5.4 凹凸度应对顶部鼓包、底部鼓包、顶部凹陷、底部凹陷进行检测。

5.5.5.5 胎面跳动、胎侧跳动、凹凸度等指标超差时,均应进行报警处理。

5.5.6 X光质量

5.5.6.1 应利用高精度图形处理测量系统检测轮胎骨架材料,实现X光机对轮胎的自动判级。

5.5.6.2 内部缺陷(如气泡或未充分硫化区域)的最大尺寸不应超过施工标准要求范围,缺陷不能位于轮胎承重部位。

6 通用模型

6.1 概述

轮胎智能制造质量精益管控通用模型为机器视觉、大数据、智能管理、系统集成与互联、安全与合规以及培训与支持等。

6.2 机器视觉

6.2.1 机器视觉系统应具备高精度图像识别能力,能对轮胎成型过程中的关键尺寸和形状参数进行准确监测。其精确性应从精度、误差、准确率3个维度满足工艺要求。系统应能识别并记录轮胎生产过程中的缺陷,如气泡、裂纹等,以便进行及时修复或淘汰。

6.2.2 系统应具备实时监控的能力,确保在生产过程中能及时发现并响应任何异常情况。

6.2.3 系统应能适应不同轮胎类型和生产工艺的变化,具备灵活性以应对生产线上的多样性。

6.2.4 系统应具备数据记录功能,并具备跟信息化系统的接口,实现质量问题的可追溯。

6.2.5 系统应具备基本的统计过程控制(SPC)功能,并可与相应的控制系统配合。

6.3 大数据

6.3.1 应建立基于数据中台的智能决策系统,解决数据“存”“通”“用”的难题,实现数据的分层与水平解耦和沉淀公共的数据能力。

注1:数据中台是企业级数据能力共享平台,通过统一的数据整合、治理、资产化与服务化,将分散的数据资源转化为可复用的数据能力,以应用程序编程接口(API)、标签、模型等标准化服务形式高效支撑前台业务快速创新,同时避免重复建设的中间层架构。

注2: 水平解耦是指把原来跨业务、跨系统横向耦合在一起的公共数据能力从各个业务线里抽离出来,下沉到数据中台这一独立层;业务层只通过标准化接口“按需调用”,彼此之间不再直接依赖同一套数据实现或存储,从而横向即水平方向解除耦合。

- 6.3.2 应建立实时数据采集系统,从各个工序中收集各种关键数据,参照 GB/T 45018 执行。
- 6.3.3 应明确列出各工序采集的数据指标及动平衡、均匀性等相关检测指标,应规定数据采集的频率和精度,具体采集指标可参照 GB/T 45018 执行。
- 6.3.4 应安装温度、压力、重量等传感器进行数据采集,具体采集方法可参照 GB/T 45018 执行。
- 6.3.5 应确保数据采集过程中的数据准确性、完整性和一致性。应在数据采集、传输和存储的每个环节制定质量控制措施,防止数据错误或丢失,确保数据可靠性。
- 6.3.6 应建立高效的数据存储系统,采用合适的数据管理技术,确保历史数据的易于访问和分析,确保实现趋势分析、预测性维护和持续改进。具体存储管理标准可参照 GB/T 45018 执行。
- 6.3.7 应利用数据分析和挖掘技术,从收集的数据中提取相关信息,发现生产过程中的规律和趋势,为生产决策提供科学依据。
- 6.3.8 应基于大数据分析技术,进行预测性分析,及早发现潜在的生产问题,预测设备的维护需求,并采取优化措施,减少设备停机时间,提高生产效率和质量。
- 6.3.9 应采取必要的安全措施,确保生产数据的机密性和完整性,防范潜在的风险。
- 6.3.10 应与其他系统[如制造执行系统(MES)、质量管理体系、数据治理平台、数据中台等]进行集成,实现数据的共享和互操作性。应确保轮胎成型工序的大数据分析能够与整个生产流程无缝连接,实现全面质量管理和优化。具体数据系统集成标准可参照 GB/T 45018 执行。
- 6.3.11 应支持实时监测系统,并能自动调整参数以优化各工序过程,降低人为干预的需求,提高生产效率和一致性。
- 6.4 智能管理**
- 6.4.1 轮胎工厂各个生产工序之间应建立生产储存和搬运系统,运用立体库、自动导引运输车(AGV)、桁架机器人、分拣输送线系统和自动输送线体系等。
- 6.4.2 应采用 MES 系统作为轮胎生产作业的核心管控平台,完善部署在各个生产工厂内,并稳定运行。实现轮胎配方参数和制造任务的自动下发以及制造过程的动态监测。同时建立数据分析模型,优化分析质量信息,实时采集生产信息,实现产品信息全生命周期追溯。
- 6.4.3 应采用质量管控系统,运用各种数字化传感设备,实现智能检测和采集产品质量数据。运用图像识别技术、计算机高速网络通信技术、5G 网络、边缘计算等将数据上传系统平台,对数据进行分析 and 建模,对产品质量信息进行分级预警和报警。
- 6.4.4 应采用安全物联网系统将轮胎生产所有安全装置状态信号接入平台,进行实时监控。将安全状态数字化、图表化,并建立实时预警和报警的动态分析,每个安全装置分级设定安全预警和报警的阈值,一旦超过阈值,系统自动发送报警或/和进行停机。
- 6.4.5 应采用设备在线管控系统,通过部署工业物联网网关实施轮胎生产设备物联网数据采集,并部署实施基于私有云的橡胶机械物联网管理系统软件及服务器,实现设备运行数据的在线管控和在线分析等智能应用。
- 6.4.6 针对大型电机的预防性检测,宜通过部署无线物联网多轴振动传感器进行实时多维度振动监控和温度监控,保证设备故障的提前预警,将计划性和预防性维修作为主要维修手段,保证设备长期有效运行。
- 6.4.7 上位机系统应整合物料信息、过程监测和防错措施,确保数据的准确性和一致性。

6.5 系统整合与互联

各工序应确保数据能够与其他工序和系统进行有效共享,模型系统应与其他系统[如工业软件平

台(MCC)、MES系统、质量管理系统、数据治理平台、数据中台等]进行集成整合,实现数据的共享和互操作性,包括前段工序的质量数据传递,实现全面的质量管理。同时,为适应未来生产规模的变化,系统应具备可扩展性。

6.6 安全与合规

各工序应采取措施保护生产数据的安全性和机密性,防止数据泄露和恶意攻击。建设符合隐私保护和安全标准的系统,确保敏感数据的安全存储和传输,并遵循相关法规和标准。

6.7 培训与支持

应提供针对操作人员和管理人员的培训,使其能够熟练操作和管理智能制造系统。应建立健全技术支持体系,及时解决系统运行中的问题,确保系统的稳定性和可靠性。

参 考 文 献

- [1] GB/T 23001—2017 信息化和工业化融合管理体系 要求
 - [2] GB/T 39116—2020 智能制造能力成熟度模型
 - [3] GB/T 39117—2020 智能制造能力成熟度评估方法
 - [4] GB/T 40659—2021 智能制造 机器视觉在线检测系统 通用要求
 - [5] GB/T 45341—2025 数字化转型管理 参考架构
 - [6] 国家智能制造标准体系建设指南(2024 版)
-

中国橡胶工业协会
团 体 标 准
轮胎智能制造 质量智能精益管控模型
T/CRIA 22011—2025

*

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)
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 字数 17 千字
2025年12月第1版 2025年12月第1次印刷

*

书号:155066·5-18059 定价 38.00 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 22011—2025