

T/CTMAS

中国纺织机械协会团体标准

T/CTMAS XXXX—XXXX

棉纺质量管控平台 通用要求

General Requirements for Cotton Spinning Quality Control Platform

征求意见稿

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX—XX—XX 发布

XXXX—XX—XX 实施

中国纺织机械协会 发布

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。

本文件由中国纺织机械协会提出。

本文件由中国纺织机械协会归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

棉纺质量管控平台 通用要求

1 范围

本文件规定了棉纺质量管控平台(以下简称“平台”)的系统架构、要求、接口、数据安全。
本文件适用于棉纺生产企业纺纱全流程质量管控平台的设计、开发、部署与应用。

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 3916 纺织品 卷装纱 单根纱线断裂强力和断裂伸长率的测定(CRE法)
GB/T 3292.1 纺织品 纱线条干不匀试验方法 第1部分:电容法
GB/Z 19091.1 纺织工艺监控用数据元素的定义和属性 第1部分:纺、纺前准备及相关工艺
GB/T 39400 工业数据质量通用技术规范
GB/T 43018.2—2025 纺织装备互联互通与互操作 第2部分:纺纱
GB/T 43697 数据安全技术 数据分类分级规则
FZ/T 01050 纺织品 纱线疵点的分级与检验方法 电容式
FZ/T 01086 纺织品 纱线毛羽测定方法 投影计数法

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

棉纺质量管控平台 cotton spinning quality control platform

以原料、工艺过程以及成品质量等棉纺全流程数据为基础,依托数据获取、建模、应用等关键技术,构建的数据驱动型软件平台,实现棉纺过程的质量分析、预测、工艺优化与闭环管控。

3.2

棉纺纱线质量 cotton spinning yarn quality

以棉花为主要原料纺制的纱线所具备满足后续加工和最终产品使用要求的特性总和,主要包含强力、条干均匀度、毛羽、棉结、粗节、细节等指标。

3.3

纱线质量预测 yarn quality prediction

基于原料性能、工艺过程参数等多源数据,采用统计模型、机器学习、深度学习等方法,对纱线质量指标进行预先测算与评估。

3.4

数据治理 data governance

对原料、工艺过程、成品质量等多源数据开展数据清洗、数据标准化转换、分类存储等处理流程,构建高质量的数据管理机制。

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

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

MES: 制造执行系统(Manufacturing Execution System)

PPM: 百万分率(Parts per Million)

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

WMS：仓库管理系统（Warehouse Management System）

5 系统架构

平台采用“数据获取、数据建模、数据应用”三层架构，其系统架构如图1所示。

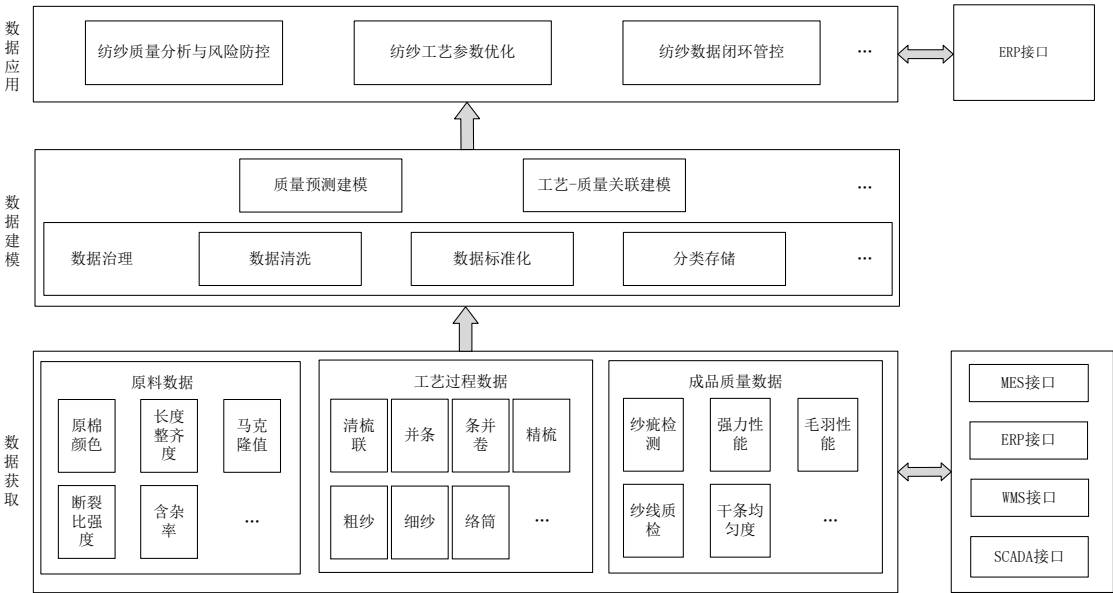


图1 棉纺质量管控平台系统架构

数据获取层：涵盖原料数据、工艺过程数据、成品质量数据三类纺纱全流程数据，接入原棉属性、工序参数、过程检测及成纱质量等多源信息，为数据建模与应用提供基础数据源；

数据建模层：通过数据清洗、标准化与分类存储完成数据加工，构建质量预测建模、“工艺-质量”关联建模能力，为质量分析与工艺优化提供模型支撑；

数据应用层：落地纺纱质量分析与风险防控、纺纱工艺参数优化、纺纱数据闭环管控等业务场景，实现全流程智能化的质量管控；

外部系统接口：为数据应用层提供与ERP系统的业务协同，为数据获取层提供与MES、WMS、SCADA等系统的数据互通。

6 要求

6.1 数据获取

6.1.1 原料数据

应统一原料质量指标的检测标准、数据编码与接入口径，其中数据的类型、单位、精度等应符合GB/Z 19091.1的规定。获取的原料数据宜包括：

- a) 原料基础属性：编码、名称、规格、批次、供应商等；
- b) 原料检验指标：原棉颜色、上半部平均长度、长度整齐度、马克隆值、断裂比强度、含杂率、回潮率、短绒率等理化及感官检验指标；
- c) 棉花公网数据：接入行业公开的棉花品质基准、产地行情、质量分级等数据；
- d) 数据判定规则：合格/不合格判定标准、数据修约规则、异常数据标识规则等。

6.1.2 工艺过程数据

应统一各关键工序的工艺参数、设备运行参数与过程质量等数据的采集频次、计量单位与统计维度，其中数据应符合GB/T 43018.2的规定。获取的工艺过程数据宜包括：

- a) 清梳联：设计产量、设计输出速度等工艺参数；

- b) 并条：输出条筒直径、设计输出速度等工艺参数；
- c) 条并卷：成卷速度、牵伸倍数、牵伸头数等工艺运行参数；
- d) 精梳：设计速度、牵伸倍数等工艺参数；
- e) 粗纱：锭数、锭距、锭速等工艺参数；
- f) 细纱：锭数、锭距、锭速等工艺参数及断头等运行数据；
- g) 络筒：卷绕速度、张力等工艺参数。

6.1.3 成品质量数据

应采集成纱全维度质量检验与检测数据，构建系统化成品质量指标体系。其中，纱疵、强力、毛羽和条干均匀度等数据获取时应符合FZ/T 01050、GB/T 3916、FZ/T 01086和GB/T 3292.1的规定。获取的成品质量数据宜包括：

- a) 纱疵：各类纱疵的类型、数量、等级分布数据；
- b) 强力：成纱断裂强力、断裂强度、断裂伸长率等力学性能数据；
- c) 毛羽：不同长度毛羽数量、毛羽指数等数据；
- d) 纱线：成纱综合质量检验汇总数据；
- e) 条干均匀度：纱线条干 CV 值、重量不匀率等。

6.2 数据建模

6.2.1 数据治理

应符合GB/T 39400的规定构建覆盖数据全生命周期的质量数据治理机制。数据质量模块应具备以下能力：

- a) 数据清洗：去重降噪、缺失值补全、异常值识别剔除；
- b) 数据标准化：量纲统一、归一化处理与特征维度转换，消除不同设备、工序、指标间的数据差异；
- c) 分类存储：对治理后数据实施分类管理与持久化存储，保障数据完整、安全与全程可追溯。

6.2.2 质量预测建模

6.2.2.1 预测流程

预测流程应遵循“数据准备—模型构建—预测应用—模型迭代”闭环模式，如图2所示。

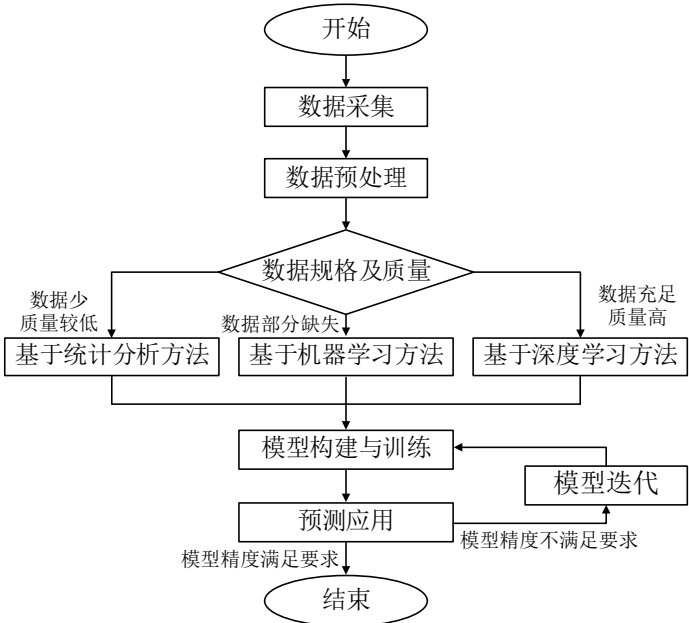


图2 纱线质量预测流程

各预测环节功能应包括：

- a) 数据准备：归集原料、工艺、设备、环境及质量等历史数据并完成治理，为模型构建提供标准化数据集；
- b) 模型构建：依据数据条件选择适宜的预测方法并完成模型训练，为预测应用提供质量预测模型；
- c) 预测应用：将实时生产数据导入模型，输出质量指标预测结果，为质量分析与风险预判提供依据；
- d) 模型迭代：以实际质检数据校验预测精度，未达标则回流至模型构建环节，保障预测模型持续有效。

6.2.2.2 预测模型

应根据数据量、数据完整性与复杂度选择适合的预测方法，可采用如下预测分析算法：

- a) 统计分析：适用于数据稀缺或影响因素明确、关联简单的情况，常用线性回归、灰色预测模型等；
- b) 机器学习：适用于核心数据完整但影响因素复杂、关联不明确的情况，常用随机森林、梯度提升决策树、支持向量回归等；
- c) 深度学习：适用于数据充足且质量高、需高精度预测的情况，常用多层感知机、卷积神经网络、长短期记忆网络等。

6.2.2.3 预测指标

预测指标应根据纱线使用要求确定，所选指标的检测应符合本文件中6.1.3的规定。

6.2.2.4 模型验证与迭代

应以拟合精度和应用有效性评估模型性能，定期依据累积的实际检测数据再训练与迭代优化，保持预测精度。评估指标宜包括：

- a) 决定系数（ R^2 ）：衡量回归模型拟合优度，按式（1）计算；

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2} \dots\dots\dots (1)$$

式中：
 R^2 ——决定系数；
 n ——样本数量；
 y_i ——第*i*个样本的质量指标实测值；
 $\hat{y}_i$ ——第*i*个样本的质量指标预测值；
 $\bar{y}$ ——全部样本质量指标实测值的平均值。

注：决定系数的取值范围通常为[0,1]，越接近1拟合优度越高，理论上可小于0。

- b) 准确率：表示预测正确的样本数占总测试样本数的比例，按式（2）计算。

$$A = \frac{N_c}{N_t} \times 100\% \dots\dots\dots (2)$$

式中：
 A ——准确率；
 N_c ——预测正确的样本数；
 N_t ——总测试样本数。

6.2.3 工艺—质量关联建模

基于纱线质量预测模型，应构建聚焦工艺参数的工艺—质量关联模型。关联模型可与纱线质量预测模型共用基础模型，也可独立构建。宜具备以下能力：

- a) 工艺—质量关联建模：采用相关性分析、机器学习等算法构建工艺—质量关联模型，建立可解释的对应关系；
- b) 工艺影响权重分析：量化各工序关键工艺参数对质量指标的影响权重，识别核心工艺因子；
- c) 工艺方案仿真推演：输入自定义工艺参数组合，仿真推演纱线质量预期结果，降低现场试错成本。

6.3 数据应用

6.3.1 纺纱质量分析与风险防控

应整合纺纱全流程多源数据，开展多维度质量分析，依托数据溯源与根因分析算法，定位质量波动与异常的成因，为工艺优化与质量管控提供依据。应具备以下能力：

- a) 全维度质量统计分析：覆盖原料、过程、成品全维度。原料维度分析供应商质量排名、批次合格率、指标波动及不合格原料；过程维度分析关键工序一次合格率、不良率趋势；成品维度分析合格率、PPM 缺陷数、不合格品分布及质量成本；
- b) 质量预测与风险预判：运用纱线质量预测模型，对纱线强力、条干、棉结、纱疵等核心指标定量预测与等级研判，提前预警质量超标风险；
- c) 实时异常监测与分级报警：对设备、工艺、质量、环境开展实时监测，支持按品种、工序、机台自定义预警阈值与规则，自动识别异常工况并触发预警，留存处置过程，形成“告警—处置—复盘”闭环；
- d) 专项溯源与改进分析：针对重大质量异常、客户投诉、批量不合格开展专项分析，采用鱼骨图、等方法定位根因，制定并跟踪改进措施，形成问题闭环。

6.3.2 纺纱工艺参数优化

依托工艺—质量关联模型，应建立覆盖全流程关键工序的工艺参数优化体系。应包括：

- a) 工艺数字化管理：实现工艺文件全生命周期标准化管理，覆盖工艺规程、作业指导书、工艺参数标准、检验标准等，明确编制、审核、发布、修订、作废流程；记录版本变更历史并关联产品批次；构建工艺特征库与标准库，支持按品种查询与配置工艺参数；
- b) 工艺参数优化：支持对清梳联、精梳、并条、粗纱、细纱等关键工序参数开展优化与动态调整，使工艺配置精准匹配质量目标。

6.3.3 纺纱数据闭环管控

应打通数据采集、建模分析、应用决策全链路，形成“数据采集—特征分析—工艺优化—效果验证”的持续改进机制。闭环管控应确保：

- a) 质量问题追溯：纱线质量异常可追溯至原料批次、工艺参数等；
- b) 改进措施落地：分析结论与预警信息直接触发工艺优化、配棉优化或环境调控等改进任务；配棉优化与环境调控方案由企业依据平台数据结合生产实际实施；
- c) 优化效果评价：对比改进前后质量指标，验证改进有效性并反馈至模型与规则，实现迭代优化。

6.4 接口

应配置外部系统对接接口，支持与ERP、MES、WMS、SCADA等系统集成，实现跨系统数据互通与业务协同。设备接口的互联互通与互操作技术要求应符合GB/T 43018.2—2025中6.1.1的规定；企业个性化接口规范可由企业自行制定。

6.5 数据安全

平台应构建覆盖数据采集、传输、存储、应用与共享全环节的数据安全防护体系。平台应对采集、处理的数据实施分类分级保护，并应符合GB/T 43697的规定。平台与外部系统、纺织装备互联互通涉及的信息安全防护应符合GB/T 43018.2—2025中6.4的规定。