

ICS 27.100
CCS F 24

T/JXEA

江西省工程师联合会团体标准

T/JXEA 035—2025

聚丙烯快速检测技术智能验证实施指南

Implementation Guide for Intelligent Verification of Rapid Detection Technology for Polypropylene

(征求意见稿)

2025 - 11 - 05 发布

2025 - XX - XX 实施

江西省工程师联合会 发布

目录

| | |
|--------------------|----|
| 前 言 | I |
| 引 言 | II |
| 1 范围 | 1 |
| 2 规范性引用文件 | 1 |
| 3 术语和定义 | 1 |
| 4 总体原则 | 2 |
| 5 智能验证体系构建 | 2 |
| 6 验证数据准备与管理 | 3 |
| 7 智能算法训练与优化 | 4 |
| 8 验证流程实施 | 5 |
| 9 结果评估与报告 | 5 |
| 10 系统维护与持续改进 | 6 |

前 言

本文件按照GB/T1.1—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XX协会提出并归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

引言

聚丙烯作为一种重要的通用塑料，广泛应用于包装、汽车、医疗器械、家电及建筑等领域。其性能质量直接影响下游产品的安全性与可靠性。随着生产过程提速与质量控制要求的提升，传统检测方法在时效性、准确性与一致性方面面临挑战。

快速检测技术结合智能验证体系，可实现聚丙烯材料性能的实时、无损、高精度评估，有助于提升生产过程控制能力、降低质量风险、优化资源配置。然而，目前聚丙烯快速检测技术的智能验证尚未形成统一的技术规范，存在验证方法不一、数据标准缺失、算法可解释性不足、系统集成度低等问题，制约了该技术在行业中的规模化应用。

为推动聚丙烯快速检测技术的标准化、智能化与可验证化，提升检测结果的可靠性、可比性与可追溯性，制定本文件。本文件明确了聚丙烯快速检测技术智能验证的全过程技术要求，涵盖验证体系构建、数据准备、算法训练、流程实施、结果评估与系统维护等环节，适用于聚丙烯生产企业、检测机构、科研单位及相关技术服务方的技术开发、系统部署与质量管理。

聚丙烯快速检测技术智能验证实施指南

1范围

本文件规定了聚丙烯快速检测技术智能验证的总体原则、智能验证体系构建、验证数据准备与管理、智能算法训练与优化、验证流程实施、结果评估与报告、系统维护与持续改进等要求。

本文件适用于基于光谱、图像、声学、热学等快速检测技术，结合机器学习、深度学习等智能方法，对聚丙烯材料的物理性能、化学组成、形态结构等进行快速识别与质量评估的验证活动。适用于生产过程质量控制、来料检验、产品分级、研发评价等场景。

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/T19001—2016质量管理体系要求

GB/T27025—2019检测和校准实验室能力的通用要求

GB/T33682—2017智能制造机器视觉在线检测系统通用要求

GB/T38129—2019人工智能机器学习模型可解释性指南

JJF1059.1—2012测量不确定度评定与表示

HG/T4135—2019塑料聚丙烯(PP)树脂

ISO57251:1994测量方法与结果的准确度（正确度与精密度）第1部分：一般原理与定义

3术语和定义

GB/T38129—2019、GB/T33682—2017界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1聚丙烯快速检测技术

基于光学、声学、热学等物理或化学原理，实现对聚丙烯材料性能指标进行快速、无损或微损检测的技术手段，如近红外光谱、拉曼光谱、高光谱成像、超声波检测等。

3.2智能验证

利用机器学习、深度学习等人工智能方法，对快速检测技术输出的数据进行自动分析、判别与评估，并与标准方法或参考结果进行比对，以确认其准确性与可靠性的系统化过程。

3.3验证数据集

用于训练、测试与评估智能验证模型的标准化数据集合，包括样本特征数据、参考真值数据及样本属性信息。

3.4特征提取

从原始检测数据中提取具有代表性、区分度与稳定性的数值或向量，作为智能模型输入的过程。

3.5模型可解释性

智能模型对其预测结果提供合理解释的能力，包括特征重要性分析、决策路径可视化等。

3.6验证不确定度

智能验证结果与参考方法结果之间的一致程度所对应的测量不确定度，反映验证系统的整体可靠性。

4总体原则

聚丙烯快速检测技术智能验证应遵循以下基本原则：

科学性：验证方法应基于统计学、机器学习与材料科学理论，确保验证过程的合理性与结论的可靠性。

规范性：验证流程、数据格式、评估指标等应符合国家、行业及相关技术标准的要求。

完整性：验证过程应涵盖数据采集、预处理、特征工程、模型训练、性能评估、结果解释等全环节。

一致性：不同批次、不同设备、不同操作者执行的验证应具有可重复性与可比性。

可追溯性：验证过程中使用的数据、算法、参数及操作记录应完整保存，实现全过程可追溯。

可解释性：智能验证模型应具备一定的可解释性，确保预测结果可信、可理解、可接受。

5智能验证体系构建

5.1验证目标与范围界定

验证目标应明确、具体、可衡量，至少包括：

验证的快速检测技术类型（如近红外光谱法检测熔体流动速率）；

待验证的性能指标（如熔融指数、等规度、灰分含量、黄色指数等）；

验证的适用范围（如聚丙烯均聚物、共聚物、特定牌号或添加剂体系）；

预期达到的验证性能指标（如准确率、精密度、检测限等）。

5.2验证系统组成

智能验证系统应由以下模块构成：

数据采集模块：负责从快速检测设备获取原始数据；

数据预处理模块：包括数据清洗、归一化、降噪、对齐等；

特征提取与选择模块；

智能模型模块：包括训练好的分类、回归或聚类模型；

结果输出与解释模块；

性能评估与监控模块；

数据库与管理平台。

5.3验证流程设计

验证流程应系统化、标准化，包括以下阶段：

（1）验证准备：明确目标、准备样本、确定参考方法；

（2）数据采集与构建；

- (3) 模型开发与训练;
- (4) 验证执行与结果收集;
- (5) 性能评估与报告;
- (6) 系统部署与持续监控。

5.4 参考方法选择

参考方法应优先选用国家标准、行业标准或国际标准中规定的检测方法，如：

熔体流动速率：GB/T3682.1—2018；

等规度：核磁共振法或红外光谱法；

灰分：GB/T9345.1—2008；

黄色指数：GB/T3979—2008。

参考方法的测量不确定度应显著低于快速检测方法的预期不确定度。

6 验证数据准备与管理

6.1 样本选择与制备

样本应具有代表性，覆盖验证范围内所有预期变化的因素，如：

不同生产批次；

不同工艺条件；

不同添加剂类型与含量；

不同老化程度；

不同形态（颗粒、片材、制品）。

样本数量应满足统计学要求，训练集、验证集与测试集的划分应合理，避免数据泄漏。

6.2 数据采集

采集过程应标准化：

检测设备应经过校准，并在稳定环境下运行；

采样位置、光照条件、温湿度等应统一控制；

每个样本应重复检测不少于3次，记录所有原始数据；

同步记录样本编号、检测时间、环境参数、操作者等信息。

6.3 参考真值获取

参考真值应采用标准方法在认可的实验室内测定，确保其准确性。参考值与快速检测数据应一一对应，并记录参考方法的不确定度。

6.4 数据预处理

预处理步骤应包括：

异常值识别与处理；

数据归一化或标准化；

噪声滤波（如小波变换、SavitzkyGolay平滑）；

光谱或图像对齐（如必要）；

缺失值处理。

6.5 数据集划分与管理

数据集应划分为：

训练集：用于模型训练；

验证集：用于超参数调优与模型选择；

测试集：用于最终性能评估，不得参与训练过程。

所有数据应进行版本管理，存储于结构化数据库中，并附元数据说明。

7 智能算法训练与优化

7.1 特征工程

特征提取方法应根据数据类型选择：

光谱数据：可提取峰值、谷值、面积、导数光谱、主成分等；

图像数据：可提取纹理特征、形态特征、颜色直方图等；

时序数据：可提取统计特征、频域特征等。

特征选择应基于相关性分析、递归特征消除等方法，避免维度灾难。

7.2 模型选择

模型类型应根据任务性质选择：

分类任务：支持向量机、随机森林、梯度提升树、神经网络等；

回归任务：偏最小二乘回归、支持向量回归、神经网络回归等；

聚类任务：K均值、DBSCAN、层次聚类等。

应优先选择具有较好可解释性与稳定性的模型。

7.3 模型训练

训练过程应记录：

使用的算法与库版本；

超参数设置；

训练曲线（如损失函数、准确率变化）；

训练时间与硬件资源消耗。

应采用交叉验证等方法防止过拟合。

7.4 模型优化

优化方法包括：

超参数调优（网格搜索、随机搜索、贝叶斯优化）；

集成学习（如模型堆叠、投票机制）；
特征再选择与组合；
模型剪枝与压缩（如部署于边缘设备时）。

7.5 可解释性增强

应提供模型可解释性输出，如：

特征重要性排序；
局部可解释性（LIME、SHAP值）；
决策边界可视化；
混淆矩阵与错误分析。

8 验证流程实施

8.1 验证环境准备

验证环境应满足：
硬件：计算设备、快速检测设备、网络设备；
软件：操作系统、数据库、算法平台、验证系统软件；
环境：温湿度控制、电磁屏蔽（如必要）、电力稳定。

8.2 验证执行

按照验证流程逐步执行：

- (1) 加载测试集数据；
- (2) 运行预处理与特征提取；
- (3) 调用训练好的模型进行预测；
- (4) 输出预测结果及相关置信度指标；
- (5) 记录运行日志与中间数据。

8.3 异常处理

验证过程中如遇以下情况应中止并记录：
数据输入异常；
模型预测置信度过低；
系统运行错误；
硬件或网络故障。

应有相应的异常处理机制与重启流程。

9 结果评估与报告

9.1 评估指标

应根据任务类型选择合适的评估指标：
分类任务：

准确率、精确率、召回率、F1分数；

Kappa系数；

ROC曲线与AUC值。

回归任务：

均方根误差（RMSE）；

平均绝对误差（MAE）；

决定系数（R²）；

预测偏差与精密度。

聚类任务：

轮廓系数；

戴维森堡丁指数；

聚类纯度。

9.2 不确定度评定

应参照JJF1059.1—2012对验证结果进行不确定度评定，来源包括：

参考方法不确定度；

样本不均匀性；

快速检测设备重复性；

模型预测波动性；

环境因素影响。

9.3 与参考方法比对

采用BlandAltman图、相关系数分析、t检验等方法，评估快速检测结果与参考方法结果的一致性。

9.4 验证报告

验证报告应结构完整、数据详实，内容包括：

验证目标与范围；

使用设备、软件与样本信息；

数据预处理与特征提取方法；

模型构建与训练过程；

验证结果与性能指标；

不确定度分析；

模型可解释性输出；

存在问题与改进建议；

结论与适用范围声明。

10 系统维护与持续改进

10.1模型更新机制

应建立模型定期更新机制，当出现以下情况时应触发模型更新：

生产工艺变化；

原材料来源变更；

检测设备升级；

模型性能持续下降。

10.2数据积累与再训练

系统应具备数据自动归档功能，积累新的样本数据，用于后续模型再训练与优化。

10.3系统监控

应监控系统的运行状态，包括：

预测结果分布变化；

模型置信度趋势；

硬件资源使用情况；

用户操作日志。

10.4文档与版本管理

所有验证相关的文档、代码、数据、模型均应进行版本管理，确保可追溯性与可复现性。