

# 聚甲醛树脂熔融指数、热稳定性能检测方法优化与质量管控

田明勇

国家能源集团宁夏煤业公司煤制油化工质检计量中心

DOI:10.32629/btr.v8i12.5163

**[摘要]** 熔融指数与热稳定性能是判定聚甲醛树脂加工适配性与高温使用可靠性的核心指标,检测精度直接决定产品质量管控成效。本文针对聚甲醛树脂检测现存的参数匹配失衡、操作标准不一、环境干扰明显等问题,从设备参数适配、操作流程规范、试样预处理、试验环境调控等维度,完成熔融指数与热稳定性能检测方法的精细化优化,同时构建涵盖原料管控、过程规范、设备运维、数据闭环的全链条质量管控体系,可为聚甲醛树脂性能标准化检测提供可靠的技术参考。

**[关键词]** 聚甲醛树脂; 熔融指数; 热稳定性能; 检测方法优化; 质量管控

中图分类号: TQ326.5 文献标识码: A

## Optimization of Testing Methods and Quality Control for the Melt Flow Rate and Thermal Stability of Polyoxymethylene Resin

Mingyong Tian

Quality Inspection and Metrology Center, CHN Energy Ningxia Coal Industry Co., Ltd.

**[Abstract]** Melt flow rate and thermal stability are key indicators for evaluating the processing suitability and high-temperature service reliability of polyoxymethylene resin, and the accuracy of testing directly affects the effectiveness of product quality control. In response to existing problems in polyoxymethylene resin testing, such as mismatched testing parameters, inconsistent operating standards, and significant environmental interference, this paper optimizes the testing methods for melt flow rate and thermal stability from the perspectives of equipment parameter matching, standardized operating procedures, sample pretreatment, and test environment control. Meanwhile, a full-chain quality control system covering raw material management, process standardization, equipment operation and maintenance, and closed-loop data management is established, providing a reliable technical reference for standardized performance testing of polyoxymethylene resin.

**[Key words]** polyoxymethylene resin; melt flow rate; thermal stability; testing method optimization; quality control

### 引言

聚甲醛树脂凭借优异的力学性能与成型加工特性,在工程塑料领域应用广泛。熔融指数与热稳定性能作为核心基础性能指标,贯穿原料验收、工艺调试、成品出厂的全生产流程。现阶段聚甲醛树脂检测工作仍存在诸多短板,设备参数适配性不足、操作流程缺乏统一标准、环境干扰难以彻底消除,导致批次检测数据可比性较差,质量管控工作难以落地见效。结合实际检测工作痛点,优化检测工艺、搭建系统化质量管控体系,能够有效提升检测数据精准度,保障聚甲醛树脂产品质量稳定。

#### 1 聚甲醛树脂关键检测指标及检测体系基础分析

##### 1.1 熔融指数检测核心原理与检测维度

熔融指数检测依托热塑性树脂高温熔融流动特性开展,通过恒定温度与恒定压力环境促使聚甲醛树脂试样呈现熔融状

态。设备活塞对熔融物料施加均匀载荷,推动物料经由标准规格毛细孔持续挤出<sup>[1]</sup>。检测通过采集单位时间内挤出的熔融物料质量,界定树脂熔体流动性能的基础水平。检测维度聚焦树脂熔体高温流变状态,涵盖熔融状态下物料流动均匀程度、高温环境流动稳定性以及物料熔融成型适配能力,能够直观反映聚甲醛树脂加工流动的基础属性。

##### 1.2 热稳定性能检测核心原理与检测维度

热稳定性能检测针对聚甲醛树脂高温环境下的结构耐受特性设计,依托持续恒温加热环境观测树脂基体的结构变化状态。高温条件会逐步诱发树脂分子链产生变化,检测通过捕捉分子结构演变对应的物料状态改变,判定材料耐热耐受水平。检测维度覆盖高温静置状态下物料结构存续能力、高温持续作用下性能衰减变化规律以及热环境对树脂基体结构的影响范围,

精准反映聚甲醛树脂在高温加工与长期高温存放过程中的结构稳定性。

### 1.3 现有聚甲醛树脂检测体系构成

现行聚甲醛树脂性能检测体系以流变性能与热学性能检测为核心主体, 搭配配套的设备校准、试样制备、环境调控等基础模块形成完整架构。流变性能检测模块主要针对熔体流动特性开展专项测试, 热学性能检测模块负责把控材料耐热稳定特性。辅助模块包含检测设备状态校准、试验试样标准化制备、检测环境温湿度调控等基础内容。

### 1.4 常规检测流程与关键操作环节拆解

聚甲醛树脂常规检测流程按照试样预处理、设备调试、试验开展、数据采集的顺序推进。试样预处理环节完成物料烘干与杂质剔除, 规避水分与杂质对检测数据的干扰。设备调试环节校准温控参数、压力参数以及孔径基准, 保障设备运行状态符合试验要求。试验开展阶段严格把控加热时长、载荷施加状态与物料挤出过程。数据采集环节全程记录试验过程中的动态参数, 筛选有效数据样本, 剔除异常数据内容, 保障检测数据具备真实参考价值。

## 2 聚甲醛树脂熔融指数检测方法优化

### 2.1 熔融指数检测设备参数适配优化

熔融指数检测设备运行参数直接影响熔体挤出状态与数据精准度, 参数匹配度不足会造成熔体流变状态出现偏差。针对聚甲醛树脂专属加工特性调整设备温控体系, 细化腔体加热区间的稳定控制标准, 弱化温度波动对熔体流动状态的影响<sup>[2]</sup>。精准调控设备加载压力的输出精度, 稳定熔体挤出阶段的外力作用强度, 保证物料挤出速率保持均匀状态。优化腔体与毛细孔的配套适配精度, 调整设备内部构件的贴合程度, 减少设备结构间隙带来的熔体渗漏问题。

### 2.2 熔融指数检测操作流程标准化优化

常规检测操作流程存在工序衔接松散、操作尺度不统一的问题, 难以实现检测过程的标准化管控。梳理熔融指数完整试验工序, 细化各操作步骤的执行尺度与管控标准。规范设备预热的运行时长, 统一腔体升温后的静置管控标准, 保证设备内部温度分布足够均衡。优化物料装填的操作方式, 控制装填速度与装填密实程度, 规避松散装填引发的受热不均问题。规范熔体挤出后的取样标准, 统一物料截取的操作尺度, 弱化人工操作差异对检测过程的干扰。

### 2.3 检测试样预处理方式优化调整

试样预处理质量决定检测前期物料的基础状态, 不完善的预处理方式会留存杂质与水分隐患。优化聚甲醛树脂试样烘干处理模式, 调整烘干环境的温度标准与处理时长, 彻底去除试样内部吸附的微量水分。细化试样筛选处理标准, 剔除粒径不均、存在杂质污染的物料个体, 保证参与试验的试样物料质地均匀。调整试样存放管控方式, 规避预处理完成后的物料二次吸湿问题, 维持试样干燥洁净的基础状态, 为后续熔融检测提供稳定的物料基础条件。

### 2.4 熔融指数检测干扰因素消除方法优化

熔融指数检测过程会受环境条件、设备状态、物料属性等多重因素干扰, 各类干扰条件会改变熔体流动检测数据。优化检测环境管控模式, 稳定试验空间的温湿度条件, 实验室温度波动控制在 $23\pm 2^{\circ}\text{C}$ 范围内, 相对湿度维持在 $45\%\pm 5\%$ , 规避环境波动影响熔体熔融效果。建立设备前置自检机制, 排查腔体残留物料、构件磨损等潜在问题, 每次试验前需完成不少于3次空载运行排查, 消除设备运行缺陷带来的检测偏差。完善物料状态管控模式, 规避物料受潮、掺杂异物等问题, 减少物料自身属性波动对熔体流变检测的影响, 全方位净化熔融指数检测的试验条件。

## 3 聚甲醛树脂热稳定性能检测方法优化

### 3.1 热稳定检测升温程序与温控模式优化

热稳定检测的升温节奏与温度控制精度, 对聚甲醛树脂热降解过程的捕捉精度存在直接影响。传统升温模式存在速率把控粗放、温度梯度分布不均的问题, 无法精准捕捉树脂热结构变化的细微过程。调整阶梯式升温运行逻辑, 细化不同温度区间的升温速率, 适配聚甲醛树脂热分解的变化规律<sup>[3]</sup>。优化设备温控模块的运行逻辑, 缩短温度偏差的响应时长, 让试验腔体内部温度维持稳定均衡的状态。细化恒温阶段的维持标准, 保障树脂基体在对应温度环境中充分发生结构演变, 提升热稳定性能检测的精细程度。

### 3.2 热稳定检测环境条件调控优化

检测环境中的空气成分、湿度状态会干预聚甲醛树脂高温热变进程, 造成检测数据出现偏移。搭建封闭式试验环境管控体系, 阻隔外界气流交换对高温试验腔体的干扰。调控试验空间内部湿度水平, 杜绝水汽在高温环境中加速树脂基体裂解的现象。统一试验环境的基础气压状态。固定试验区域的洁净程度, 减少悬浮粉尘杂质落入腔体内部参与高温反应, 为热稳定检测营造统一且稳定的外部试验条件。

### 3.3 热降解过程监测方式优化

传统监测模式多依靠阶段性数据记录, 难以完整捕捉聚甲醛树脂持续热降解的动态变化。升级全过程动态监测模式, 持续采集高温环境中树脂基体的质量变化、结构形变等关键信息。细化数据采集的时间间隔, 捕捉热降解初期的细微变化特征, 弥补传统监测手段对微弱热变信号的遗漏问题。调整监测设备的摆放与采集角度, 提升物料状态信号的采集准确度。依托连续化数据记录形式, 完整呈现聚甲醛树脂从稳定状态到热降解发生的全过程变化特征。

### 3.4 热稳定检测操作规范精细化优化

粗放的人工操作工序会带来重复性试验偏差, 降低热稳定检测数据的可靠程度。细化试样摆放的标准化要求, 统一试样平铺厚度与摆放位置, 保障物料受热面积保持一致。规范试验设备启停的操作流程, 统一腔体闭合、程序启动、试验结束的操作尺度。细化试验前期设备自检内容, 排查温控系统、监测系统的运行状态, 剔除设备运行异常带来的检测误差。统一试验后试样取

出与封存的操作标准,规避后期环境干预破坏试样热变结构,稳定整套热稳定检测的操作质量。

#### 4 聚甲醛树脂整体质量管控体系构建与实施

##### 4.1 检测前原料及试样质量前置管控

聚甲醛树脂原料的物理状态与纯净度直接左右各类性能检测的精准程度。原料颗粒均匀度不足、表面附着杂质或内部蓄积水分,都会改变熔体流动状态与高温耐受特性。严格落实原料入库筛选工序,对批量物料的颗粒形态进行分层甄别,剔除粒径不均、外观性状异常的物料个体。仓储环境维持恒定温湿度条件,阻隔空气中水汽与悬浮粉尘侵入物料堆体,守住原料原始理化属性<sup>[4]</sup>。试样制备全程执行统一作业标准,颗粒粉碎、物料筛分、定量分装各工序保持一致操作尺度。烘干处理严格把控环境温度与静置时长,彻底清除物料内部吸附水分,弱化前期物料缺陷对后续熔融指数与热稳定性检测造成的负面干扰。

##### 4.2 检测过程标准化管控机制搭建

检测作业缺乏统一标准会造成试验数据波动,削弱不同批次检测数据的可比性。搭建覆盖全部检测项目的过程管控机制,适配熔融指数检测与热稳定性检测的全新优化工艺。统一各试验环节的作业尺度,规范物料装填紧实度、设备调试参数、试验运行时长与试样取出方式。明确人工操作的规范边界,规避个人操作习惯差异带来的试验偏差。建立全程动态监督模式,实时把控设备运行状态、试验环境波动与物料性能变化情况。固定各类检测项目的完整作业流程,让不同时段、不同批次的试验操作保持高度统一,提升检测作业的规整程度与数据稳定性。

##### 4.3 检测设备日常运维与校准管控

检测设备的运行精度决定性能检测数据的可靠程度。腔体残留物料、传感部件偏移、机械结构磨损都会造成检测误差。制定常态化设备运维方案,每周进行1次腔体与毛细管全面清理,每月开展1次传动结构与传感组件深度检查,彻底清除残留固化物料。定期检查传动结构、温控模块与数据采集元件的运行状态,及时处理结构卡顿、温度偏移、传感失灵等运行隐患。搭建周期性设备校准体系,温控精度每季度校准1次,压力输出每半年校准1次,天平每3个月校准1次,针对温控精度、压力输出、数据采集精度等核心指标开展专项校准作业。完整记录运维与校准全过程信息,持续维持设备运行精度,保障各项检测作业依托稳定硬件条件开展。

##### 4.4 检测数据规范化管控与应用

试验数据的规范化处理可以提升检测工作的实际价值。统一各类性能检测的数据采集规则,固定采集频率与记录规范,完

整留存原始试验信息。建立科学的数据甄别体系,筛选剔除操作失误、设备波动、环境扰动引发的异常数据。搭建分类归档存储模式,对熔融指数数据与热稳定性检测数据进行分区管理,实现试验数据的有序存储与快速调取。依托规整可靠的检测数据,梳理聚甲醛树脂性能波动规律,匹配检测工艺优化方向,为检测方法迭代升级与产品质量把控提供坚实的数据支撑。

##### 4.5 常态化质量管控流程完善

质量管控体系需要闭环运行模式支撑长期检测工作开展。打通原料预处理、试验过程管控、设备运维校准、数据处理存储的全流程链路,形成环环相扣的管控体系。细化各环节管控重点,区分物料品质管控、现场操作管控、设备精度管控、试验数据管控的核心内容。结合优化后的检测工艺更新管控细则,让管控标准完全适配全新的试验操作流程。细化日常作业管控要求,约束各类不规范操作行为,削减内外干扰因素对检测精度的影响。

#### 5 结束语

聚甲醛树脂熔融指数与热稳定性检测精度,依托检测工艺优化与体系化质量管控的双向赋能。通过细化设备参数、规范操作流程、升级监测模式、消除试验干扰等一系列改进举措,有效弥补传统检测方式的不足,大幅提升性能检测数据的准确性与稳定性。原料前置筛查、检测过程管控、设备常态化运维、数据规范化管理形成完整闭环体系,全方位规范聚甲醛树脂检测作业流程,为产品性能评价与质量精准把控筑牢技术根基。

#### [参考文献]

- [1]杨汪洋,杨新华,刘园园,等.表面粗糙化聚甲醛/聚丙烯共混纤维的制备与性能[J].高分子材料科学与工程,2025,41(1):53-60.
- [2]胡恒,刘如,龙玲,等.二乙二醇/纳米二氧化硅增韧三聚氰胺甲醛树脂的性能及其应用[J].林业工程学报,2025,10(3):39-45.
- [3]冯炎,Mashan loAbdurakhman,林芷芊,等.三聚氰胺-甲醛树脂胶粘剂增韧阻燃改性研究[J].中国胶粘剂,2025,34(11):41-48,61.
- [4]王莎莎,杨守禄,邓雪,等.低甲醛释放脲醛树脂胶粘剂研究进展[J].贵州林业科技,2025,53(2):83-88.

#### 作者简介:

田明勇(1989--),男,汉族,河南人,本科,助理工程师,研究方向:煤化工分析检测。