

ICS 点击此处添加 ICS 号

CCS 点击此处添加 CCS 号

T/

团 体 标 准

T/XXX XXXX—XXXX

面粉加工研磨设备调控系统

Flour Processing and Milling Equipment Control System

XXXX – XX – XX 发布

XXXX – XX – XX 实施

全国商报联合会 发 布

目 次

前言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 技术要求 1

5 试验方法 3

6 检验规则 3

7 标志、包装、运输及贮存 4

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××××提出。

本文件由××××归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

面粉加工研磨设备调控系统

1 范围

本文件规定了面粉加工研磨设备调控系统的术语和定义、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输、贮存。

本文件适用于小麦制粉生产线中研磨设备的自动调控系统。

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 191 包装储运图形符号标志
- GB 12268 危险货物品名表
- GB/T 5226.1 机械电气安全 机械电气设备 第1部分:通用技术条件
- GB/T 3768 声学 声压法测定噪声源声功率级和声能量级 采用反射面上方包络测量面的简易法
- GB/T 1355 小麦粉
- GB/T 5009.4 食品安全国家标准 食品中灰分的测定

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

研磨设备调控系统 grinding equipment control system

集成传感器网络、执行机构、工业控制器及人机界面，对磨粉机轧距、喂料量、磨辊温度等工艺参数进行实时监测与自动调节的机电一体化系统。

3.2

轧距 roll gap

两磨辊工作表面之间的最小距离，单位为 mm，是决定研磨效果的核心参数。

3.3

轧距自动补偿 automatic roll gap compensation

根据磨辊磨损量、温度变形及物料流量波动，实时调整轧距设定值，保持研磨区几何形态稳定的功能。

4 技术要求

4.1 硬件

4.1.1 轧距调节机构采用伺服电机+精密滚珠丝杠或直线电机驱动，重复定位精度 $\leq 0.005\text{ mm}$ ，响应时间 $\leq 50\text{ ms}$ ，行程 $0\sim 15\text{ mm}$ 。

4.1.2 喂料控制采用变频调速+定量绞龙或气动伺服闸板，流量调节范围 $30\%\sim 100\%$ ，稳态误差 $\leq 2\%$ ，动态响应时间 $\leq 200\text{ ms}$ 。

4.1.3 磨辊温度监测采用红外热像仪或埋入式 Pt100 铂电阻，测温范围 $0\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 150\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，精度 $\pm 0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，采样频率 $\geq 1\text{ Hz}$ 。

4.1.4 负荷传感器采用应变式或压电式，量程 $0\sim 200\text{ kN}$ ，精度 0.5 级，过载能力 150%，用于实时监测研磨区阻力变化。

4.1.5 控制器采用工业级 PLC 或 IPC，主频 ≥ 1 GHz，内存 ≥ 4 GB，支持多轴同步控制，扫描周期 ≤ 1 ms。

4.1.6 人机界面采用 10 英寸以上彩色触摸屏，分辨率 $\geq 1024 \times 768$ ，支持手势操作与语音报警，界面语言可切换中英文。

4.2 软件

4.2.1 控制算法应包含轧距前馈补偿（基于物料流量预测）、磨辊热变形反馈补偿（基于温度梯度模型）、负荷平衡控制（多机并联时自动分配负荷）等核心模块。

4.2.2 系统应内置多种工艺配方数据库，包括特一粉、特二粉、标准粉、全麦粉、面包专用粉等 ≥ 10 种，支持用户自定义与加密保护。

4.2.3 自学习功能：系统应能记录历史最优参数组合，在新批次原料特性变化时自动推荐初始设定值，缩短调试时间 $\geq 50\%$ 。

4.2.4 故障诊断：应能识别轧距超程、喂料堵塞、磨辊过热、传感器失效等 ≥ 20 种故障模式，定位至模块级，并提供图文处置建议。

4.2.5 数字孪生接口：应支持将实时数据（轧距、温度、负荷、电流等）以 ≥ 10 Hz 频率推送至数字孪生平台，实现虚拟调试与工艺仿真。

4.3 性能

4.3.1 轧距控制精度：稳态误差 $\leq \pm 0.01$ mm，动态跟踪误差 $\leq \pm 0.02$ mm（物料流量阶跃变化 20% 时）。

4.3.2 喂料均匀性：辊长方向流量变异系数 $CV \leq 5\%$ ，通过在线近红外检测验证。

4.3.3 磨辊温度控制：采用闭环水冷或风冷，磨辊表面温度波动 $\leq \pm 2$ °C，热变形补偿后实际轧距漂移 ≤ 0.005 mm。

4.3.4 出粉率提升：与手动调控相比，系统投用后前路心磨出粉率提升 ≥ 2 个百分点，总出粉率提升 ≥ 1.5 个百分点。

4.3.5 电耗降低：吨粉电耗降低 $\geq 8\%$ ，以 GB/T 1355 特一粉为基准工况。

4.3.6 灰分稳定性：同批次面粉灰分变异系数 $CV \leq 3\%$ ，按 GB/T 5009.4 检测。

4.3.7 可靠性：平均无故障工作时间 MTBF $\geq 8\,000$ h，平均修复时间 MTTR ≤ 2 h。

4.4 通信与数据

4.4.1 现场总线支持 PROFINET、EtherCAT、Modbus TCP 等主流协议，通信周期 ≤ 4 ms。

4.4.2 上行接口支持 OPC UA、MQTT、HTTP RESTful，可对接 MES、ERP、云平台，数据加密符合国密 SM2/SM3 标准。

4.4.3 本地数据存储 ≥ 1 年，采样间隔 1 s，支持 CSV、JSON 格式导出；关键工艺参数（轧距、温度、负荷）实时云端备份。

4.5 安全与环保

4.5.1 机械安全：轧距调节机构设机械限位与电气软限位双重保护，极限位置触发紧急制动，制动距离 ≤ 0.1 mm。

4.5.2 电气安全：绝缘电阻 ≥ 50 M Ω ，耐压 1 500 V/1 min 无击穿，漏电流 ≤ 3.5 mA。

4.5.3 粉尘防爆：电气元件外壳防护 IP6X，表面温度 $\leq T_{85}$ °C。

4.5.4 噪声：距设备 1 m、高 1.5 m 处，噪声 ≤ 75 dB(A)。

5 试验方法

5.1 外观与结构

目测检查外壳完整性、标识清晰度、电缆防护；游标卡尺测量安装接口尺寸。

5.2 轧距精度

采用 0.001 mm 分辨率光栅尺或激光位移传感器，在轧距全行程内取 5 点（0、25%、50%、75%、100%），每点往复 3 次，计算重复定位精度与反向间隙。

5.3 喂料均匀性

在磨辊全长方向等距布置 5 个接料盒，稳定运行 5 min 后称重，计算流量变异系数 CV。

5.4 温度控制性能

将磨辊加热至 80 °C，投入冷水循环，记录温度降至 50 °C 的过渡过程，计算超调量、稳态误差及调节时间。

5.5 热变形补偿

在磨辊两端及中间布置 3 支位移传感器，模拟运行温升 30 °C，测量热变形量；启用补偿功能后，验证实际轧距漂移 ≤ 0.005 mm。

5.6 出粉率与灰分

与手动调控对比试验，连续生产 ≥ 8 h，按 GB/T 1355 取样检测出粉率、灰分及灰分变异系数。

5.7 电耗

三相电能表计量主机及调控系统总电耗，计算吨粉电耗并与基准值对比。

5.8 可靠性

加速寿命试验：在 1.2 倍额定负荷、45 °C 环境温度下连续运行 1 000 h，统计故障次数，推算 MTBF。

5.9 通信功能

使用协议分析仪检测现场总线通信周期、丢包率；验证 OPC UA、MQTT 上行接口数据完整性与加密正确性。

5.10 安全性能

绝缘电阻、耐压、漏电流按 GB/T 5226.1 执行；噪声按 GB/T 3768 执行。

6 检验规则

6.1 检验分类

检验分为出厂检验和型式检验。

6.2 出厂检验

6.2.1 产品出厂需工厂检验部门逐批检验合格，附产品合格证后方可出厂。

6.2.2 出厂检验项目包括技术要求的全部内容。

6.3 型式检验

一般情况下每一年进行一次型式检验，有下列情况之一时，也应进行型式检验：

- a) 首次生产或试制的产品定型时；
- b) 定型产品的结构、制造工艺、材料有较大改变，可能影响到产品性能时；

- c) 成批生产产品每年检验一次；
- d) 停产两年时；
- e) 国家市场监督管理总局提出型式检验要求时。

6.4 判定规则

所检项目全部合格判定合格，若二项以内出现不合格时，需加倍抽样复检，复检合格则判定为该批产品合格。如仍有不合格项目，则判定该批产品为不合格。

7 标志、包装、运输及贮存

7.1 标志

7.1.1 每台调控系统应在显著位置设置耐久性铭牌，铭牌内容应包括：产品名称、型号规格、额定电压、额定功率、出厂编号、制造日期、制造商名称及地址、执行标准号。铭牌材质宜采用不锈钢或阳极氧化铝，字高不小于 3 mm，刻印深度不小于 0.2 mm，确保在面粉厂高粉尘环境下长期清晰可辨。

7.1.2 系统应在伺服电机、PLC 控制器、触摸屏等关键部件粘贴二维码标签，扫码可获取该部件的唯一标识、生产日期、维护记录及更换指南，实现全生命周期追溯。

7.1.3 包装储运图示标志应符合 GB/T 191 规定，外包装箱应标注“向上”“防潮”“小心轻放”“怕雨”等必要符号，电气控制柜应加贴“高压危险”“禁止淋水”警示标识。对于含锂电池的备件包装，应按 GB 12268 标注“第九类危险品”标识。

7.2 包装

7.2.1 调控系统主机（含伺服驱动器、PLC、触摸屏）应采用三层包装：内层为防静电铝箔袋，中层为 EPE 珍珠棉缓冲垫（厚度不小于 20 mm），外层为五层瓦楞纸箱或胶合板木箱。包装应能承受 1 m 高度自由跌落至水泥地面而不损坏。

7.2.2 精密传感器（位移传感器、温度传感器、负荷传感器）应单独包装，采用真空吸塑盒固定，内置干燥剂，相对湿度控制在 30% 以下。光学传感器窗口应贴保护膜，防止运输中划伤。

7.2.3 滚珠丝杠、直线导轨等运动部件应涂防锈油，用 VCI 气相防锈袋密封，两端加防撞帽。伺服电机轴伸应套橡胶护套，防止磕碰。

7.2.4 每套系统应随箱附带：产品合格证、使用说明书（含电气原理图、接线图、软件操作手册）、保修卡、备件清单、出厂检验报告、数字孪生接口文档。文件应装入防水塑料袋，置于包装箱内醒目位置。

7.2.5 包装箱外壁应喷印或贴附发货清单，注明：收货单位、到站名称、箱号、毛重、净重、外形尺寸（长×宽×高）、共几箱第几箱。批量发货时，同批次系统应连续编号，便于现场清点。

7.3 运输

7.3.1 装车时应确保包装箱“向上”标识朝上，堆放高度不超过 2 m，重箱在下、轻箱在上。箱与箱之间应加木托盘或纸板隔离，防止滑动碰撞。长途运输应采用尼龙收紧带或钢丝绳紧固，转弯及颠簸路段减速慢行。

7.3.2 运输过程中应严防雨淋、水浸、雪埋，遇雨雪天气应加盖防水篷布。严禁与酸、碱、盐等腐蚀性物质，以及易燃、易爆物品混装混运。装卸时应使用叉车或吊车，严禁抛掷、翻滚、踩踏包装箱。

7.3.3 含锂电池的备件运输应符合 UN 38.3 测试要求及 IATA DGR 航空运输规定，陆运时避免长时间暴晒，车厢内应配备干粉灭火器。

7.4 贮存

7.4.1 调控系统应贮存在干燥、通风、阴凉的库房内，远离热源、火源及强电磁干扰源，相对湿度不大于 70%，海拔高度不超过 1 000 m。地面应平整、硬化，垫高不小于 100 毫米，防止积水浸泡。

7.4.2 包装箱应离地存放，宜采用货架或托盘堆放，堆放高度不超过 2 层，防止底层包装箱受压变形。贮存期间应每月巡检一次，检查包装完整性，发现包装破损、受潮、变形应立即更换包装或开箱检查。

7.4.3 伺服电机、滚珠丝杠等精密部件贮存超过 6 个月，应重新涂防锈油并转动轴 180°，防止长期静置导致润滑脂沉降。PLC、触摸屏等电子部件贮存超过 12 个月，通电前应在干燥箱中除湿 48 h。

7.4.4 贮存期一般不大于 24 个月，超过 24 个月应开箱全面检查、重新标定传感器并通电老化试验 48 h，确认性能合格后方可出厂。对于已安装锂电池的备件，贮存期不大于 12 个月，超过期限应检测电池容量，低于标称容量 80%应更换。

7.4.5 库房应防鼠、防虫，禁止存放汽油、酒精、丙酮等挥发性溶剂，防止电气绝缘材料溶胀老化。建议建立库存管理系统，记录每套系统的入库日期、检验状态、出库流向，实现先进先出管理。
