

表面质量自动检查仪在镀锌生产中的应用

李 凡

(内蒙古包钢钢联股份有限公司稀土钢冷轧板材厂, 内蒙古 包头 014010)

摘 要: 表面质量自动检查仪是用于带钢表面质量在线自动检查的系统, 以高精度相机和计算机图像算法代替人工进行表面缺陷自动检查, 在高端板材的生产线上起到高效率、高灵敏度、无法替代的作用。使用中, 系统故障会中断产品表面质量检查, 进而影响到镀锌机组的生产节奏及产品质量数据的后期追溯。文章介绍了相关有效措施并展开分析, 解决了系统稳定性的问题, 总结了一套简便快捷的故障点判断方法, 在智能检测仪表的应用方面具有一定参考价值。

关键词: 组态错误; 故障分析; 净化电源

中图分类号: TQ153.1

文献标识码: B

文章编号: 1009-5438(2026)03-0076-03

Applications of Automatic Surface Quality Tester in Galvanizing Productions

Li Fan

(Cold Rolled Rare Earth Steel Plate Plant of Inner Mongolia Baotou Steel Union
Co., Ltd., Baotou 014010, Inner Mongolia Autonomous Region, China)

Abstract: Automatic surface quality tester is the system for online automatic inspection of surface quality of strip steel, the manual inspection is replaced with high-precision camera and computer image algorithm to conduct automatic inspection of surface defects so that it plays an irreplaceable role with high efficiency and sensitivity in production line of high-end plates. During operations, the surface quality inspection of products could be interrupted by system faults and then rhythm of production with galvanizing unit and trace of product quality data in later period could be affected. In the paper, the related effective measures are introduced and analyzed so that the problem of system stability is solved. Furthermore, a set of simple, convenient and rapid judgment method for fault points are summarized, which could be as references for applications of intelligent measuring instrument.

Key words: configuration error; fault analysis; purified power

表面质量自动检查仪(以下简称表检仪)是集图像采集、数据归一化处理、优化的筛分算法、数据存储和传输于一体的系统, 通过安装于出口张力辊处的相机采集图像, 计算缺陷特征值, 比对筛选缺陷数据库数据, 形成实时的缺陷地图, 为工艺操作和检查质量同时提供带钢正反两个板面的完整的缺陷

信息。

1 概述

1.1 硬件和网络

相机以线扫描方式采集图像; LED 光源提供与缺陷相匹配的照明度; CLIF (Camera Link Interface)

板卡为相机供电并通过光纤传输图像数据;Sensor Processing Unit (SPU) 和 Image Capture Board(ICB) 完成图像采集、信号处理和录像存储;IO 板卡与机组通讯,实现外部信号的接收和发送;速度编码器测得机组速度,Support Board (IOSB) 为其提供电源,

并产生同步纵向位置;系统服务器经交换机与多个 SPU 单元组成相机网络,通过组态软件“Configuration Manager”形成内部映射关系,为检查软件 Console(检查控制器)提供支持;数据归档服务器和工厂网络为外部调取数据提供支持,见图 1。

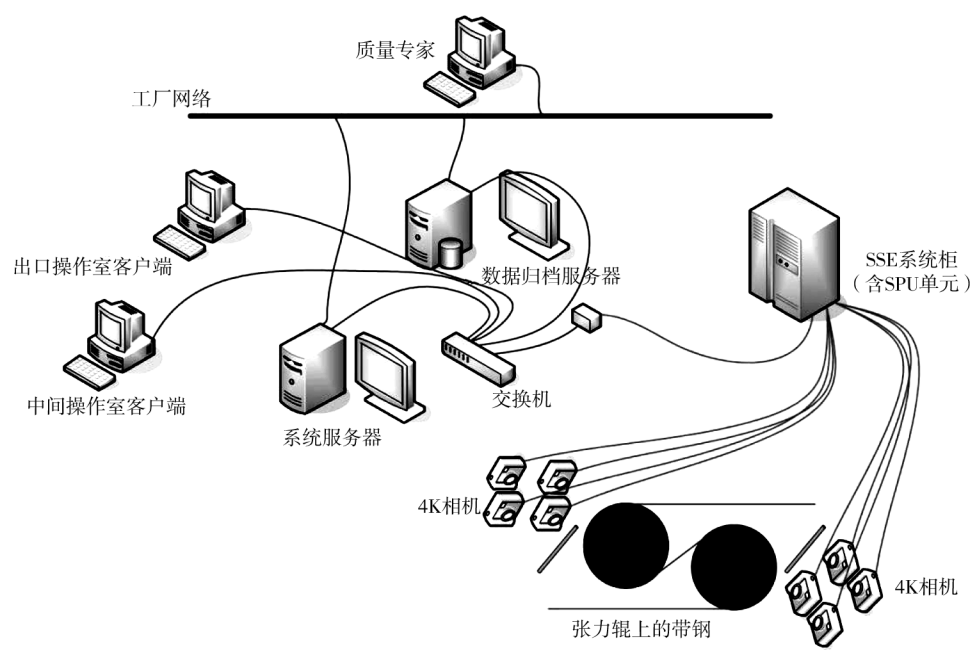


图 1 表检仪网络拓扑图

1.2 软件

表检仪的软件及功能见表 1。

表 1 软件及功能

软件名称	功能
组态管理器 (Configuration Manager)	定义系统组态与全局默认参数
分类器管理器 (Classifier Manager)	设定缺陷识别参数
检查控制台 (Console)	控制并监控检测过程
控制顾问 (Control Advisor)	监控检测情况,并判定缺陷的处理等级
缺陷库管理器 (Defect Library Manager)	管理缺陷样本库
生产质量顾问 PQA (Production Quality Advisor)	审阅存储在数据库中的检测数据
配方管理器 (Recipe Manager)	定义产品检测参数
报表管理器 (Report Manager)	根据检测数据生成报表与数据导出文件
查询 (Review)	通过远程网络查看检测

1.3 检查任务和机组运行

检查任务前的准备工作。使用组态管理器对相机、编码器、IO 等设备进行组态或在已有组态下进行“reboot”操作,全部“准备好”查看相机信号,打开检查控制台看到“检查就绪”。使用分类器管理、缺陷库管理、配方管理等软件完成基础缺陷数据库的准备工作。

表检仪在完成系统组态与全局默认参数后,相机等设备处于准备好状态,检查任务处于等待状态。机组带钢开始运转,机组 PLC 会发送换卷和下一卷卷号、钢种等信息给表检仪。表检仪接收到信息启动新的检查任务,按照信号灰度运算,生成缺陷影像、缺陷数据、缺陷地图。缺陷的纵向位置取决于速度信号,横向位置取决于传感器内像素点。当下一个换卷信号到来,上一卷的数据文件产生并保存,而当前卷开始新的检查。当机组停线时,机组 PLC 发送停机信号,表检仪停止检查。

1.4 应用

在连续镀锌机组,中间操作室操作员根据表检

仪屏幕上显示缺陷的种类、尺寸、位置信息,及时分析产生的原因并采取措施,防止出现批量表面缺陷;出口操作室质量检查员查看实时板面录像,发现板面异常,并及时应对,回看产品缺陷种类和缺陷尺寸,进行产品判级;质量工程师调取查看历史数据,对过往产品质量进行质量追溯,对分类器、缺陷库、配方进行管理;仪表点检负责保障系统的可用性,为机组生产提供更多的平均无故障时间,电气倒班负责设备故障后的紧急恢复,以缩短平均故障修复时间,为全面生产提供支持。

表 2 故障统计表

现象	原因及排除	恢复时间/min	间隔时间/天	占比/%
系统服务器死机	缺陷数量过多,操作命令冲突;重启服务器;	15 ~ 30	3	73
	组态错误,排除硬件故障,更换备用系统盘	25 ~ 40	15	15
系统服务器死机后重启无效,提示“组态错误”	组态错误,排除硬件故障,恢复近期备份或者重装系统	30 ~ 60	180	1
部分板面图像缺失	个别相机或 SPU 掉线;重新引导硬件组态	15 ~ 30	30	7
其他	其他,或硬件故障	15 ~ 30	60	4

2.2 原因分析

重启服务器不能完全解决长期稳定性问题,系统服务器频繁死机的原因是多方面的,因此缺陷数量过多,操作命令冲突的结论过于片面。

故障统计表中现象“系统服务器死机的比例”最大,它的出现是无规律的,夜班发生多于白天,难以分析原因。

具体采取的有效措施包括:(1)加装了服务器机柜的 UPS 电源并且重新做了机柜接地,系统服务器死机情况开始大幅减少;(2)更改了 SSE 机柜内部元件的布局,使冷却气流的运转更通畅,散热效果更有效;(3)通过磁盘软件对拆下的磁盘进行判断分析,发现了磁盘柱面的坏道读写速度超标,发现了故障磁盘的使用时间均超出 3 年,更换新的硬盘,有效;(4)通过对相机涡流管冷却气源的调整,实现冷端管路最短路径,使 8 台相机即使在最炎热的夏季也能工作在 55℃ 以下的温度条件下。

通过有效措施反向还原故障原因,由于服务器机柜电源电压的波动,系统服务器运算负荷发生波动,导致死机;服务器机柜电源异常断电,冲击磁盘柱面产生坏道,坏道的数据读写速度降低,传输缺陷数据实时文件受阻,发生数据传输拥堵,导致死机;受机械硬盘寿命影响,其读写速度性能下降,发生数

2 故障分析

2.1 典型多发的故障

一般情况下,其性能可以满足现场使用,到 2023 年 1[#]表检仪开始出现频繁的死机情况,在生产高表面质量要求的产品时,这种故障给机组操作人员带来了诸多负面影响,如产品表面质量不能实时掌握(需要停机)、质量检查员产品判级缺少依据、产品质量数据不完整等。2024 年故障统计见表 2。

据传输拥堵,导致死机;个别相机和 SPU 由于冷却不均匀,发生元件过热现象,系统出于自我保护,自动退出工作。这些都是导致死机,重启又出现“组态错误”提示信息的根源。

系统服务器死机的间隔时间已经达到了 15 天以上,“组态错误”导致更换备用系统盘的间隔时间已经延长到 60 天以上,个别相机或 SPU 掉线导致的重新引导组态几乎未发生。

2.3 稳定性

根据相关资料,计算机电源是计算机稳定工作的关键因素之一,不良的电源会导致计算机错算、停机、重启等问题,造成相关联机设备稳定性达不到相应要求^[1]。电源净化决定服务器计算的稳定性、可靠性、性能与寿命,尤其对 AI、数据库等负载影响巨大。净化不足或者无净化电源,将带来计算性能波动,频繁崩溃与数据错误;对硬件的冲击,造成机械硬盘寿命和性能过早老化和失效。计算机接地应严格按照标准“系统接地电阻≤1Ω(A 级机房/精密系统)”^[2]执行,可抑制附近高频设备投切时产生的高频干扰。

通过一系列措施和验证得出:

- (1)原服务器机柜电源只有本身的一级净化电
- (下转第 83 页)

平台备案,形成相关方单位库与人员信息库。作业前,必须在系统内进行作业活动报备,关联作业人员信息,并可通过“黑名单”功能对不合格单位进行拦截。作业中,相关方人员的签到、签退情况、作业活动检查情况、作业票的执行情况、现场违章行为等均被系统记录,并与所属单位挂钩,作为其安全管理、费用结算乃至后续准入的依据。此模块实现了对相关方安全管理的统一标准、统一要求与统一考核,将相关方安全纳入企业一体化管理体系。

2.7 应急管理 with 事故管理

系统集成了应急管理的核心要素。建立应急预案库、应急物资台账、应急队伍档案,并可实现三者间的关联查询。支持在线制定应急演练计划、记录演练过程、进行效果评估与总结改进。

在事故管理方面,提供标准化的事故报告流程模板,支持事故信息的快速录入、上报与统计。系统可对历史事故数据进行数据分析展示,辅助管理者识别事故规律、查找管理薄弱环节。

3 结束语

本文基于某大型钢铁企业的真实建设实践,提出并验证了一套适用于流程型工业企业的智慧安全管理系统整体解决方案。该系统通过构建统一的信息化平台,利用微服务、移动互联、数据可视化等关键技术,成功实现了传统安全管理模式的数字化重构与智能化升级。它不仅将分散的管理流程集成为

高效的线上闭环,更通过数据贯通与深度应用,为企业构建并有效运行风险分级管控和隐患排查治理双重预防机制提供了强有力的技术支撑与管理工具。

随着物联网 (IoT)、人工智能 (AI)、数字孪生 (Digital Twin) 等新一代信息技术的不断成熟,智慧安全管理系统将迎来更深层次的进化。通过接入更多智能传感器和视频 AI 分析,实现对人员不安全行为、设备异常状态的自动识别与实时预警;通过构建重点区域或设备的数字孪生体,实现安全风险的仿真模拟与预测性维护。系统的持续迭代升级,必将为钢铁乃至整个流程工业的安全、绿色、高质量发展注入更强大的智慧动能。

参 考 文 献

[1] 王梦瑶,李静,张伟. 冶金企业安全风险耦合特征与防控策略[J]. 中国安全科学学报, 2022,32(5):167-173.

[2] 中华人民共和国应急管理部. 2020—2024 年全国冶金行业事故统计年报[R]. 北京:应急管理出版社,2025.

[3] 全国人民代表大会常务委员会. 中华人民共和国安全生产法(2021 年修订)[M]. 北京:中国法制出版社,2021.

[4] 蒋永强. 大型钢铁企业信息化安全管理体系探索与实践[J]. 劳动保护,2026(4):103-105.

(上接第 78 页)

源,净化程度远远不足,电压波动导致系统服务器死机;异常断电损伤机械硬盘,带来服务器死机的潜在隐患;改为 UPS 不间断电源,可解决绝大多数系统服务器死机情况。

(2) 不良的散热和降温措施,导致相机和 SPU 温度超标,触发保护,降温后重新引导,可排除“组态错误”。

(3) 机械硬盘的坏道检测和通电时间(超出 3 年)对运行的稳定性有负面影响,可作为更换的依据。

3 故障诊断和紧急恢复

通过组态管理器诊断工具查看相机信号曲线,如果相机信号曲线异常,提示“组态错误”,则问题在相机和 SPU 方向,可通过重新引导相机、重启 SPU、参看供电等措施排除;如果相机信号曲线正

常,而提示“组态错误”,则问题发生在系统服务器系统硬盘上,可更换备份盘排除。

4 结束语

智能化是检测仪表的发展方向,与表检仪类似的智能检测仪表在工业领域的应用,都应在设计阶段充分考虑电源净化、冷却散热和数据存储方面的能力,以提升智能检测仪表抗干扰能力及稳定性。

参 考 文 献

[1] 张卫苓,孟云霞. 基于高次谐波干扰的计算机电源净化技术[J]. 电源技术,2013,37(1):138-140.

[2] GB 50174—2017[S]. 北京:中国设计出版社,2017.