

废钢智能验质系统的设计与实施

王秀瑞¹, 徐文武¹, 倪秀英¹, 罗海炯²

(1. 内蒙古包钢钢联股份有限公司仓储中心, 内蒙古 包头 014010;

2. 内蒙古包钢钢联股份有限公司制造部, 内蒙古 包头 014010)

摘要: 文章主要论述废钢智能验质系统的设计及实施过程。系统采用人工智能技术(AI)、大数据分析技术、视频采集技术等先进智能科技对入库废钢铁进行自动分析判级, 解决了人工验质带来的识别不准、客观性无法保证等问题。该系统可以与计量系统、结算系统、仓储系统互相联系, 自动生成结算报表, 能够显著提高工作效率, 促进废钢检验工作安全、精准、高效运行。

关键词: 废钢; 智能; 判级

中图分类号: TF341.8

文献标识码: B

文章编号: 1009-5438(2022)01-0089-05

Design and Implementation of Intelligent Quality Inspection System for Scrap Steel

Wang Xiu - ru¹, Xu Wen - wu¹, Ni Xiu - ying¹, Luo Hai - jiong²

(1. Storage Center of Inner Mongolia Baotou Steel Union Co., Ltd., Baotou 014010,

Inner Mongolia Autonomous Region, China;

2. Manufacturing Dept. of Inner Mongolia Baotou Steel Union Co., Ltd., Baotou 014010,

Inner Mongolia Autonomous Region, China)

Abstract: In this paper, the design and implementation processes of intelligent quality inspection system for scrap steel are mainly discussed. The system adopts such advanced intelligent technologies as artificial intelligence (AI), big data analysis and video capture to automatically analyze and grade the iron and steel scrap in storage so that such problems as inaccurate identification and unwarrantable objectivity caused by artificial quality inspection are solved. The system can be interconnected with the measurement system, settlement system and warehouse system to automatically generate settlement reports so that work efficiency can be greatly improved as well as safe, accurate and high - efficiency operation of scrap steel inspection is promoted.

Key words: scrap steel; intelligent; grading

冶金行业废钢种类繁多、料型复杂, 其判定检验工作在国内外均属难题, 完全依靠人工依据判定标准、借助简易测量工具以及检验人员经验对废钢进行肉眼验质, 现场验质环境、天气变化、检验人员判

定水平等因素, 都会给废钢验质结果带来偏差和影响, 极易引发争议。由于条件受限, 验质过程无法做到对每块废钢进行质量追溯, 因此造成质量异议无据可查, 存在风险漏洞, 防控难度增加。废钢作业现

场环境复杂,出入库车辆多,设备交叉作业,检验人员检验过程存在一定的安全隐患,人工判定效率低。

废钢智能验质系统遵循“简单、高效、低成本”原则,满足“公平公正、精准稳定”的设计要求,使本系统成为把好废钢质量检验关口并广泛得到废钢供应商认可的示范性系统。

1 设计原则

设计中采用先进、集成、安全、可靠的技术,同时考虑功能需求的变化和应用技术的快速发展,结合客户需求,以此确保系统成为技术先进、实用可靠、经济合理的智能化废钢验质系统。系统设计主要考虑先进性、安全性、可靠性、实用性、扩展性、标准化等。

1.1 先进性原则

在保证开放性和实用性的基础上,采用先进的视频、图像存储技术、适当的网络组合,使系统能够发挥最佳的集成效果,以保证在相当长一段时间内系统整体处于高效运行状态。

1.2 安全性原则

系统设计时考虑多级安全防范措施,包括身份认证、用户分级、权限控制等多种方法进行防护,根据不同的场景需要进行不同的安全等级设计,最大程度地保护废钢智能验质系统的安全。

(1)网络安全。系统配备 4 台高性能服务器,数据服务器和应用服务器各自具有虚拟内网 IP。主机设在客户主机机房内,应用服务器通过光纤与骨干网相连接,作为与其他系统通讯的接口,并对数据进行加密传输,同时采用业界最先进成熟的防火墙进行保护,保障用户网络和主机的安全。

(2)操作系统安全。操作系统采用 Windows 网络操作系统,具有庞大的社区力量,用户可以方便地从社区升级站点保持数据联系,确保操作系统修补漏洞。利用 NTFS 分区技术严格控制用户对服务器数据访问权限。操作系统上建立了严格的安全策略和日志访问记录,保障了用户安全、密码安全、以及网络对系统的访问控制安全,并且记录了网络对系统的一切访问及动作。

(3)数据安全。数据库平台是应用系统的基础,直接关系到整个应用系统的性能表现及数据的准确性和可靠性,以及数据的处理效率等多个方面。本系统采用 SQLServer 2014 作为数据库设计开发平台,具有高度的可靠性,支持分布式数据处理。通过

数据自动备份保障数据安全,数据服务器和应用服务器有各自硬盘,数据服务器周期性地把主要数据备份到另一个服务器作为同步数据。

(3)应用安全。系统服务器设备符合各项技术接口指标和终端交易的技术标准。系统全流程自动运行,在应用数据方面,系统配备语音报警和 LED 显示屏报警,确保数据采集的真实、有效。在数据操作上,通过用户登录、权限设置控制系统的访问权限及操作权限,并完整记录操作的信息,确保数据不被篡改。

2 系统整体设计

2.1 流程设计

废钢智能检验主要针对废钢品种中的散装物料进行智能验质,仓储中心根据散料进料比例、存料区域输入及输出装配情况,结合现场工艺需求、ERP 入储流程,进行智能验质系统的流程设计,如图 1 所示。

2.2 关键技术

废钢智能验质系统采用机器视觉技术、卷积神经网络算法(CNN)^[1]、大数据模糊学习技术、图像识别技术、图像语义分割技术、远程控制技术,模仿、量化并超越“肉眼-经验验质”。

2.3 主要功能

通过前端作业数据采集、算法和模型建立、模型训练,实现散料废钢判级和扣杂、造假和危险品报警、判级管理和质量追溯。保证验质系统智能地识别出何时何处以及用何种缩放比例进行拍照,并采集、判断废钢图像。

2.3.1 数据采集

机器视觉技术代替肉眼观察。采用机器视觉、图像识别、图像降噪^[2]、图像增强技术智能抓取特征点。利用 CNN 卷积神经网络,设计每次抓取采集一定数量的照片,每张照片用约 1 亿个参数、经过 807 层卷积计算,最终得到每车累计的验质结果。摄像机为每辆车、每次抓取逐层自动拍照,不耽误卸车时间,不需要人工控制、接触、数据传输。

2.3.2 算法和模型

算法主要包括车辆定位算法、吸盘定位算法以及相机追踪算法。车辆定位算法是通过网络模型调用模块、图片读取模块、车厢区域分析系统,在视频中实时判定废钢车辆位置并反馈结果;吸盘定位算法是通过视频逐帧导入模块、吸盘及钢爪实时追踪

定位模块、掩码及定位框生成系统,确定吸盘或者钢爪的位置并且判定何时进行拍照;相机追踪算法是通过视频流接入模块、云台控制模块、抓图控制模块,根据前两种算法所得出的智能结果进行抓拍并储存。

2.3.3 模型训练

采用大数据、模糊学习技术,将收集到的大量不

同级别、不同类型的废钢图片,通过专业的标注团队,识别图像中废钢的料型、形貌特征参数以及厚度等信息后进行标注。标注好的图片将被运用于多个复杂的网络模型结构当中进行训练,通过参数调整实现模型的最优化回归。最后优化好的模型参数结构可直接用于系统中,快速识别系统新采集到的废钢图像中的料型及厚度。

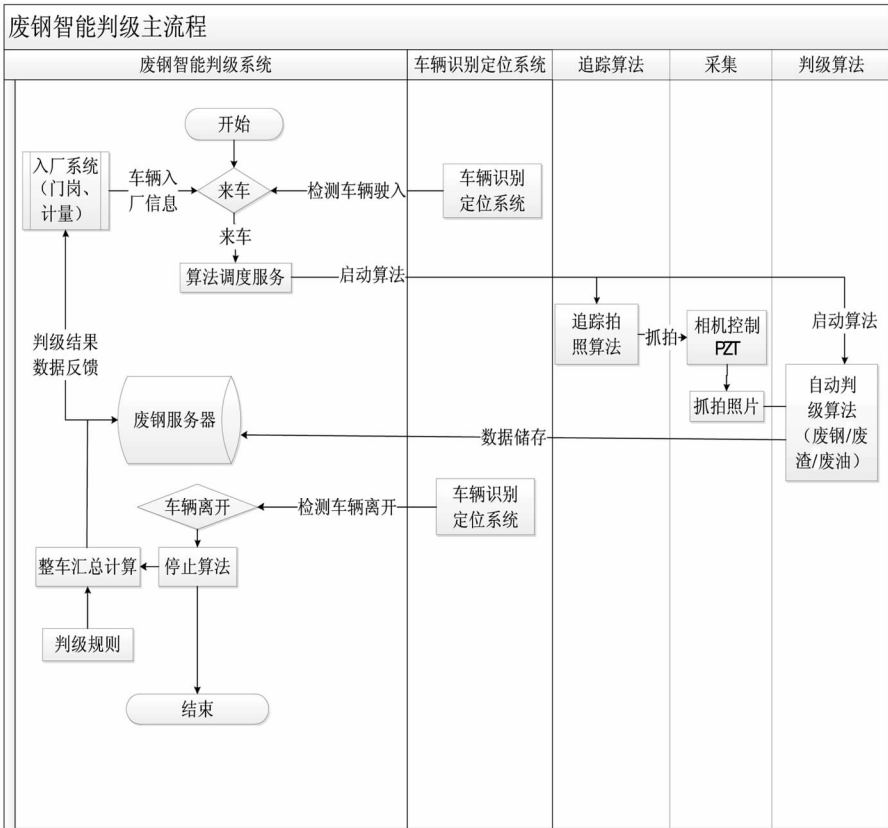


图 1 系统设计流程

3 系统实施

仓储中心根据散料进料比例、存料区域、输入输出装配情况部署了 11 个智能验质点位和 1 个远程监控大厅^[3]。每个点位进行图像的采集和废钢的判级,每个智能验质点位配置一台自助终端机,司机在自助终端机输入车号申请检验,触发废钢智能检验系统开始验质,整个过程均与远程监控大厅连接。

3.1 图像采集系统

每个点位图像采集系统通过枪球一体机,采用拍摄路径、角度、焦距进行整合联动的方式,对车辆内废钢进行图像采集。图像采集系统能够自动识别

车辆位置,自动识别车辆是否装卸料,识别出抓斗和吸盘位置,定位精确度高;能够自动拍摄车厢内照片,拍照路径及角度合理,照片清晰度高。

图像采集是通过自动拍照系统,在无人工干预的情况下逐层拍摄。为了保证采集数据的多样性,每张图片都将采用新的角度及焦距进行拍摄,同时实时识别当前的数据帧中干扰因素,如电磁吸盘。拍照完成后将本轮所有图片上传至智能验质系统中进行废钢等级判定。当车辆卸到最底部,本车自动拍照结束。

所有采集的图像均与废钢大厅远程监控系统连接,满足远程监控、异常处理、报表查询、数据分析

等。远程监控人员通过视频监控现场各点位废钢卸料进程,监控现场废钢车内料型符合度,处理半车、整车退货等异常情况。

远程监控人员可以通过监控屏幕实时监控各个卸料点卸车验质情况,同时可以通过网络键盘控制现场人工操作摄像机的云台,对车上废钢进行查看,可以实现多方向无死角的观察,通过键盘摇杆控制推远和拉近镜头查看车上废钢整体情况和局部特写。实时显示各个卸料点最新的智能判定等级及扣杂数量,对各个卸料点进行实时视频存储,方便日后追溯查询。在验质界面上可进行系统配置、报表查询、数据导出、判定报告导出、数据分析及退货处理。

3.2 判级系统

该部分为系统中最为核心的部分,通过图像采集、图像处理、标定、训练,以及识别 4 个步骤对智能抓拍出的单张图片进行分析,最终确定该图片上各种类厚度废钢的数量或所占比例,如重废、中废、轻

薄料、钢渣、杂质及油污等,其中扣渣模块包含渣土、油污、碎屑料、注水等检测。

针对超大尺寸废钢进行扣罚,系统通过像素层面分析废钢块大小,计算其面积。如面积超过某设定阈值,则需要进行相应的扣罚。系统对所有较大废钢进行自动预警,并将其大小计算值标注在每块废钢的左上角。

危险物的识别也是废钢识别领域的重中之重,系统对危险物也有较强的识别能力。系统会在评级中实时对车内废钢进行评级,并判断可疑物件,同时在系统上提醒人工介入,进行二次检查。

智能验质结束后,在系统后台自动生成判定报告。判定报告主要包含以下内容:车辆信息、供应商名称、验质时间、车辆预报料型、废钢判定等级、扣杂量、判定理由、卸料时间等。同时将废钢智能判定结果通过数据接口的方式上抛至 ERP 系统,为财务结算提供数据。废钢铁验质报告见图 2。

包钢股份废钢铁检验报告

报告编号	20220318104933777	入场时间		生成时间	
车牌号	蒙 B79674	毛重	—	入库品名	中型废钢
		供应商名称	包头市腾亿工贸有限责任公司	卸料地点	—
检验结果	重Ⅱ %	48.70	综合评价	废钢判级等级	中型废钢
	中型 %	33.00		碎料判级等级	少量碎料
	统混Ⅰ %	13.00		废渣判级等级	少量土渣
	统混Ⅱ %	2.00		判级扣渣明细	—
	轻型 %	2.00		预报料型	中型废钢
	扣渣 %	0.33		是否退货	否
	封闭容器等危险品(件)	—		是否带料返厂	—

图 2 废钢铁验质报告

3.3 系统实施效果

3.3.1 识别率人机比对

仓储中心指派 12 名废钢质检人员,分别对 10 月 1—13 日入库的重型二类废钢进行人工验质与智能验质系统的比对,检测智能验质系统验质识别率。

10 月 1—13 日共计入库重型二类废钢 210 车,人工验质与智能系统验质相符合的车数为 195 车,不符合 15 车,测算出废钢智能验质识别率为 92.86%,符合不低于 90% 的验收标准,见表 1。

表1 人机判罚结果

时间	验收总 车数	人工验质结果/车		智能验质系统验质结果/车		人机验质 符合数/车	识别率 /%
		中型	重型	中型	重型		
10月1日	18	18		17	1	17	94.40
10月2日	20	20		20		20	100.00
10月3日	25	25		23	2	23	92.00
10月4日	25	25		22	3	22	88.00
10月5日	11	11		8	3	8	72.70
10月6日	10	10		10		10	100.00
10月7日	16	16		16		16	100.00
10月8日	17	17		17		17	100.00
10月9日	13	10	3	12	1车未判	9	69.20
10月10日	7	7		6	1	6	85.70
10月11日	9	9		9		9	100.00
10月12日	20	19	1	20		19	95.00
10月13日	19	19		19		19	100.00
合计	210					195	

3.3.2 报表及历史数据

在废钢大厅内,有权限的人员可以通过操作站进行历史数据查询与报表导出。系统提供丰富的数据报表分析功能,操作人员可以自定义时间进行查询与分析,为废钢管理提供有力的数据支撑。

4 结论

(1)该系统上线后运行平稳,废钢验质识别率达到 92.86%,单车最高识别率 100%,形成了以智能判级系统为主,人员辅助监管的新模式,使车辆在卸料过程中,全程图像抓拍,方便日后质量追溯,真实还原当时卸料、验质全过程。

(2)实现了除打包压块以外的所有散料废钢的

识别、等级判定、扣杂及违禁品报警等功能,并与计量系统、ERP 系统相互稳定交换数据,自动生成验质报告、质量分析等。

参 考 文 献

- [1] 董小虎. 基于卷积神经网络的图像目标检测技术研究[D]. 长沙:国防科技大学,2018.
- [2] 关煜. 基于深度学习的图像降噪研究[D]. 兰州:西北师范大学,2021.
- [3] 薛海燕. 基于计算机网络技术的远程监控系统应用研究[J]. 电子测试, 2020, (6): 84-85.

(上接第 60 页)

加。因此,为减少裂纹,保证铸坯质量,尽量消除 FeS 共晶体的影响,通常规定钢中 Mn/S 比应在 35%~40%之间。

参 考 文 献

- [1] 朱敏. 热轧带钢边部翘皮缺陷的成因调查研究[J]. 中国科技博览,2017,(25):38-39.
- [2] 武彩虹,韩静涛,刘靖,等. 热轧带钢边部“翘皮”分析[J]. 轧钢,2005,12(6):3-5.
- [3] 王国栋,朱鲁玲,张作贵,等. 热轧钢板表面翘

皮缺陷分析[J]. 物理测试,2009,27(1):46-47.

- [4] 白瑞国,张俊粉,田海平,等. 热轧卷板表面“翘皮”的研究[J]. 中国冶金,2013,23(3):9-11.
- [5] 徐海卫,于洋,李飞,等. IF 钢热轧薄板边部翘皮缺陷的产生原因及机制[J]. 钢铁,2012,47(9):53-56.
- [6] 吴进,徐在新. 热轧带钢边部起皮缺陷影响因素分析[J]. 钢铁研究,2012,40(20):56-58.