

智能化钢坯运输系统研究与应用

李二勋

河南思维轨道交通技术研究院有限公司

DOI:10.12238/acair.v2i2.7346

[摘要] 为解决钢铁企业厂区工艺铁路钢坯运输过程中存在的行车安全风险、机车乘务员与调车员劳动强度大、信息化程度不高、生产效率低下等问题,研发了一套智能钢坯运输系统。系统由机车安全防护、自动驾驶、推进瞭望与障碍物检测、无线通信等系统组成,实现钢坯运输的行车安全防护、自动驾驶和智能化作业。本文对该系统的组成、功能、技术方案进行介绍,同时列举了自动驾驶在该领域的首次应用实例,指明了更广阔的应用推广方向。

[关键词] 智能运输; 钢坯; 自动驾驶; 安全防护

中图分类号: F530.8 **文献标识码:** A

Research and application of a intelligent steel transport system

Erxun Li

Henan Mind Rail Transit Technology Research Institute Co., Ltd

[Abstract] In order to solve the problems of driving safety risks in the process of rail billet transportation in the steel enterprise factory area, the labor intensity of the driver and the driver and the register, the degree of information is not high, and the production efficiency is low. The system consists of locomotive safety protection, autonomous driving, promoting observation and obstacle detection, wireless communication and other systems to realize driving safety protection, autonomous driving and intelligent operations for billet transportation. This article introduces the composition, function, and technical solutions of the system, and at the same time lists the first application examples of autonomous driving in this field, pointing out the broader application promotion direction.

[Key words] smart transportation; steel blank; autonomous driving; safety protection

引言

很多钢铁企业通过在工厂内部不同工序生产车间之间建设工艺铁路来实现货物运输,如将钢坯车间产出的钢坯通过铁路运输方式运送至棒材加工车间进一步加工成棒材进行销售。钢坯运输过程中依赖于机车乘务员与调车员的人工作业,因此人员配置一般都比较多,人力资源成本较高。同时,在钢坯运输作业过程中机车乘务员要承担操纵机车、瞭望线路、确认地面信号、摘挂车钩与列车管、停车对位;调车员承担摘挂钩与列车管、推送车列领车、瞭望线路、侵入线路的限障碍物识别,以及道口防护等工作,作业时间长,人员劳动强度大。机车乘务员与调车员经常在站场露天环境中作业,长时间处于风霜、雨雪、高温等作业环境中,生产效率受到影响,甚至可能导致误操作,在钢坯生产作业过程中经常发生列车超速运行、闯禁行信号、挤道岔、撞土挡、领车人员从列车跌落等行车安全事故,铁路运输安全管理风险较大。亟需利用列控技术、自动驾驶技术、无线通信技术、精确定位技术、计算机网络技术等提升钢坯运输效

率、提高运输安全,实现钢坯运输智能化。

基于上述情况,笔者所在的智慧站场团队设计开发了一套智能钢坯运输系统,2020年5月在南方某钢铁企业投入运用,系统在使用过程中不但实现了机车运行安全防护与机车自动驾驶,提升了钢坯运输作业安全,提高了运输作业效率,降低了钢坯运输生产成本,还提高了企业钢坯运输的信息化管理水平,为实现企业的智能制造奠定了良好基础。

1 系统组成和工作原理

智能化钢坯运输系统由钢坯运输调度系统、计算机联锁系统、自动驾驶地面调度控制系统、机车列控系统、机车自动驾驶系统、机车与保温车定位系统、车载通信单元、无线通信系统、运输线环境智能感知系统组成。

该系统以当前铁路领域成熟应用的计算机联锁、列车运行控制技术、视频监控为基础,并结合运用机车自动驾驶技术、人工智能技术、精确定位技术、无线通信等新技术。在钢坯线运输生产调度中心设置监控大屏,由生产调度员和值班人员集中

控制和远程监督。首先智能钢坯运输调度系统从生产管理系统获取生产计划,并结合机车、保温车、线路等资源使用情况,自动生成钢坯运输作业计划。再由计算机联锁系统根据钢坯运输作业计划按照最优路径原则自动规划列车运行路线,并扳动道岔、锁闭进路、开放信号。自动驾驶调度控制系统将计算机联锁系统开通的列车进路信号发送至机车自动驾驶系统,并结合列车运行状态、作业计划执行情况向机车自动驾驶系统发送行车许可、控车指令,实现机车的自动起车运行、自动调速、自动停车直至完成任务。其中机车位置与车辆位置、各种设备故障状态实时上传并进行监控,当机车行进前方线路发生有车辆、行人及其他障碍物等侵入安全限界时,机车自动鸣笛减速或停车。

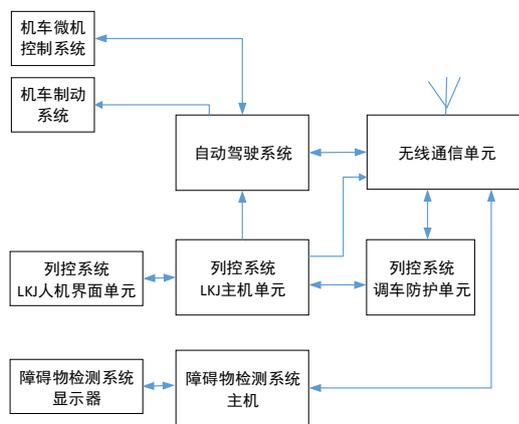


图1 系统硬件组成框图

2 主要子系统及功能

2.1 钢坯运输调度系统

智能调度指挥系统根据铁路钢坯运输线路机车、钢坯保温车状态,钢坯生产计划和轧钢车间生产计划等信息,实现钢坯运输区域机车、钢坯保温车的优化调度;支持用户拖动软件界面机车车辆图标编制作业计划。根据钢坯生产计划、轧钢车间生产计划和钢坯运输特点与优化策略,自动生成钢坯运输作业计划。

钢坯运输调度系统对机车与保温车动态跟踪与管理,对钢坯运输作业计划完成情况记录及监督,绘制实际作业技术图表,自动生成各种钢坯运输统计分析报表,进行钢坯运输作业绩效管理。

2.2 自动驾驶调度系统

自动驾驶调度系统实现机车钢坯运输作业自动调度功能,通过接口工控机与计算机联锁系统通信获取钢坯运输线路的信号联锁数据;与钢坯运输调度系统通信获取钢坯运输作业计划。系统通过无线通信系统与机车车载设备进行实时通信,获取机车位置坐标、限速、速度、距离、调车信号、列车管压力、工况、柴油机转速、水温、油温、障碍物检测报警、报警距离等信息等机车运行信息。同时将采集到的机车运行线路的调车信号、股道占用、作业计划等信息实时上传至车载设备。系统对

机车全程运行状态实时监控,根据机车运行情况,及时向机车下达行车许可与控车指令,控制机车安全平稳运行。自动驾驶调度系统及时掌握运行中存在的安全隐患、机车车载设备的故障情况等安全信息,实现远程自动控车、实时监控、在线报警等功能,实现站场作业自动化,控车智能化。

2.3 计算机联锁系统

计算机联锁系统主要是利用计算机技术来取代以往的继电器技术,在车站内部构建出一种实时控制系统。计算机联锁系统与钢坯运输调度系统通信获取钢坯作业计划,与自动驾驶调度系统通信获取机车实时位置,根据作业计划、机车走行路径、机车位置按照系统联锁路径选择算法计算出最优路径,依次打开和关闭沿线道岔和调车信号灯,并检测和反馈道岔状态。

2.4 机车列控系统

机车列控系统由LKJ监控装置主机单元、LKJ人机界面单元、调车安全防护单元、速度传感器、压力传感器等组成;LKJ监控装置主机单元作为系统的控制核心,通过接收地面调车信号机蓝/白灯信号、点式设备信息、列车编组信息、列车状态等信息,结合车载线路数据,依据列车制动属性,完成速度控制和目标距离模式曲线的计算,监控列车安全运行,同时记录列车运行相关信息,实现列车运行的安全防护功能。

2.5 自动驾驶系统

自动驾驶系统是在列控系统安全防护功能基础上保证机车运行安全的前提下实现对机车的自动驾驶功能。系统根据地面自动驾驶调度系统发出行车许可、控制指令、进路信号,以及机车位置、距离、列车总重、换长和机车特性等,自动计算生成机车优化操作控制曲线,控制机车自动起车、加速、减速、停车运行。

(1) 自检功能:具备核心主机和人机交互显示器自检功能,具备与调车防护装置及机车远程控制装置通信状态的检测功能。(2) 起车:根据地面控制指令和进路信息,自动缓解空气制动,控制机车(列车)自动起车。(3) 换向推进:根据地面控制指令,自动转换机车运行方向,执行推进作业。(4) 按照进路自动控制列车运行:依据进路信号、线路数据、限速、列车编组、风管连接状况、机车特性等信息,实时计算列车优化操纵控制曲线,并自动控制列车按照规定速度运行。(5) 自动停车:在关闭的信号机前或规定的停车点前使用空气制动控制列车停车。(6) 停车防溜:自动停车后控制制动缸减压制动,防止列车溜逸。(7) 收到障碍物检测报警信息时,进行决策判断,自动控制机车鸣笛、减速或停车。

2.6 机车与保温车定位系统

为保证钢坯车间钢坯装车点、轧钢车间钢坯卸车点停车对标,机车与保温车定位系统采用机车车辆轮对速度传感器测速定位、BDS定位、地面点式信息等多源融合定位方法。

在开阔空间环境下,列车定位系统以实时采集的机车车轮速度传感器速度计算机车位置,并利用BDS位置信息校正机车位置,实现机车定位与运行控制。

在有遮挡环境下,列车定位系统以采集的轮对速度传感器测速定位、轨旁埋设的点式应答器、UWB高精度定位实时计算出列车距装/卸作业点的距离,根据列车当前速度、列车总重、辆数、机车特性进行计算列车制动曲线,平稳控制列车准确靠标停车。

2.7 机车障碍物检测系统

机车障碍物检测系统由视频传感器单元、雷达传感器单元、图像识别单元、雷达探测单元、图像雷达融合判断单元、数据交换单元、无线通信单元、电源等单元模块部分组成。

障碍物检测系统主要配合自动驾驶系统进行机车运行前方安全防护区域的实时监测,实现本车自主防撞预警,加强列车自动化运行安全防护水平。系统采用近红外成像技术,对黑光、逆光、雨雾等环境具有强大的适应性,同时搭载高分辨率固态激光雷达,配合相机实现异物入侵识别,并对异物或停留车进行精准测距,障碍物检测系统将检测结果发送到自动驾驶系统,由自动驾驶系统采取相应的控制措施,检测到异物入侵时,将异物检测类型及距离信息发送到自动驾驶系统,由自动驾驶系统控制列车减速甚至停车。

2.8 无线通信系统

无线通信系统主要实现车载设备与站场内设备、室内设备间信息传递,其中与安全控制数据采用数字电台、LTE冗余方式进行传输,视频等大容量数据采用工业WIFI网络进行传输。无线通信系统主要包括LTE、WIFI、数字电台三部分。

2.9 钢坯运输线环境智能感知系统

系统采用地面固定点位部署独立的视频监控相机,实现作业区域的连续覆盖。在机车运输钢坯作业过程中,摄像头智能捕捉场区内列车运行状态,实现车路协同,为机车自动驾驶提供机车、车辆、人员等障碍物信息及停留车位置信息,实现线路障碍物识别、测距、告警等功能;推进作业时通过无线通信系统实时将列车运行前方的视频发送到机车司机室显示器进行显示,实现智能领车。加强列车自动化运行安全防护水平。

场区环境智能感知系统支持多路同步视频取流,支持扩展多种现场作业过程中其他定制化安全隐患预识别功能(非场区工作人员识别、场区内明火预警等)。

3 系统运行安全机制

为保证钢坯运输作业过程实现智能化的同时,列车运行安

全可靠,系统采取的安全机制有:机车列控系统、计算机联锁系统通过安全完整性等级最高SIL4级认证,机车自动驾驶系统通过安全完整性等级SIL2级认证,保证运输安全;钢坯铁路运输线路沿线架设隔离网,防止未经许可人员的进入。

4 应用案例

南方某钢铁企业从钢坯生产车间至棒材生产车间约3.5km钢坯运输线路以前全部采取人工驾驶机车、推进作业人工领车的行车方式,应用本系统方案后,目前已实现机车运行安全防护、机车自动驾驶、障碍物检测、智能领车、站场环境智能感知等功能。从运行效果来看,智能钢坯运输系统不仅提高行车安全,杜绝超速、挤道岔、闯蓝灯、撞土挡等安全事故发生,减轻机车乘务员、调车员劳动强度,还能提高运输效率、实现钢坯运输智能化。目前该系统正在结合现场不同车型和应用场景,积极优化和完善自动驾驶技术控车算法,未来在钢铁行业智能化铁路运输作业中有广泛的应用前景。

5 结束语

智能钢坯运输系统包括钢坯运输作业计划自动生成、列车行车进路自动开放、信号及机车运行状态实时采集、列控技术、机车自动驾驶、障碍物检测、无线通信等新技术,为客户实现了在复杂站场作业环境下钢坯运输的安全、平稳、高效。通过总结系统的应用情况,在煤矿、港口等行业的铁路智能化运输有类似的需求,系统未来具有良好的推广前景。

[参考文献]

- [1] 杨志刚.新一代LKJ系统研究与应用[J].中国铁路,2017(9):42-46.
- [2] 夏绪鹏.智慧铁水运输系统研究与应用[J].冶金自动化,2019(5):6-12.
- [3] 钟竞瑜.计算机联锁系统研究[J].计算机应用,2022(1):119-122.
- [4] 罗万军.推送调车作业智能领车系统应用研究[J].铁道运输与经济,2018(7):49-52.
- [5] 黄胜.基于5G和北斗定位技术的平面调车作业系统[J].中国铁路,2023(6):117-121.

作者简介:

李二勋(1978--),男,汉族,河南省郑州市人,大学,从事智能调车技术研究。