

# 重载铁路列车智能驾驶控制系统研究

于爱峰

国能朔黄铁路发展有限责任公司机辆分公司 062350

**【摘要】**随着国际铁路发展,重载铁路的系统创新受到了广泛关注,加强重载铁路列车智能驾驶控制系统建设的重要性越来越凸显,很多重载铁路列车都在尝试通过技术转型或者升级来提升对铁路发展环境的适应能力,其中列车智能驾驶是大多数铁路集团做出的重大尝试。文章分析了一、重载铁路列车智能驾驶控制系统关键点,剖析了列车智能驾驶控制系统的结构组成,探讨了列车智能驾驶控制系统功能的进一步开发,有效提升重载铁路的运行效率,降低列车行驶期间的成本损耗,以供更好地满足重载铁路列车的节能环保需求。

**【关键词】**重载铁路列车;智能驾驶;控制系统

Research on Intelligent driving control System for Heavy-haul Railway Train

Yu Aifeng

Guoneng Shuohuang Railway Development Co., LTD 062350

**【Abstract】**with the development of international railway, heavy railway system innovation has received wide attention, strengthen the importance of heavy railway train intelligent driving control system construction is more and more prominent, many heavy railway train are trying to through technology transformation or upgrade to improve the adaptability to the railway development environment, the train intelligent driving is most railway group to make a major attempt. Article analyzes the key, overloaded railway train intelligent driving control system, analyzes the structure of train intelligent driving control system, discusses the further development of train intelligent driving control system function, effectively improve the operation efficiency of overloaded railway, reduce the cost during the train loss, to better meet the demand of overloaded railway train energy conservation and environmental protection.

**【Key words】**heavy-duty railway train; intelligent driving; control system

人工智能时代的到来,对重载铁路发展的影响越来越大,而很多重载货运列车的智能驾驶领域仍然处于初步发展阶段,在重载长编组列车驾驶期间经常发生冲动大超速等一系列风险问题。人工驾驶对驾驶员的技能要求越来越高,已无法满足重载铁路列车实现长远发展的需求,推进智能驾驶控制系统建设已成为保障列车平稳运行的重要途径。然而,在重载铁路列车智能驾驶控制系统研究时存在诸多难点。想要进一步调整列车智能驾驶控制系统结构,提升列车控制的效果,针对系统功能的创新与完善进行探讨。

## 一、重载铁路列车智能驾驶控制系统关键

### (一) 多元化系统功能

重载铁路列车智能驾驶控制系统拥有的服务功能变得日益多元化,需要满足列车辅助驾驶的根本需求。

**智能计算功能:**系统能够根据实际列车运营情况以及其他部门提供的列车线路信息,通过及时的信息传递了解车辆的实际运行状态,采取曲线计算方式合理规划驾驶路线。曲线计算功能需要满足列车运行的安全、准点要求,能够实时

对驾驶情况进行刷新,保证刷新前后的曲线数值具有连贯性,突破辅助驾驶的传统限制条件,在驾驶进程中出现信号灯变化或驾驶员列车运行与曲线标准偏离,要求系统能够自动进行曲线调整。

**辅助驾驶功能:**在重载铁路列车智能驾驶期间,系统能够及时发送提示信息,将列车运行期间生成的各项参数以直观形象的方式显现在操作人员面前,智能系统能够自动为驾驶员提供参考数据,辅助驾驶员在恰当的时机完成列车制动,保证重载铁路列车能够准点到达。实时监测机车是否处于限速线以下的运行状态,提高列车行驶的安全性,严格观察工况变化节点,采取语音提示的方式指导驾驶员完成牵引、制动等各项操作行为,辅助列车完成赶点任务,实时切换提速、降速等一系列操作。

**智能显示功能:**重载铁路列车在智能驾驶控制系统开发期间,要求具备优秀的人机显示功能,自动在显示屏上生成与司机驾驶相关的数据信息,辅助驾驶员观测速度曲线、当前位置等信息的变化动态。万吨列车要求实时显示前方与后方2.5km的相关数据,将观测到的列车运行状态参数进行真实记录,同时,系统能够支持离线数据处理,降低数据受到

网络性能的干扰,采用语音提示的方式,指导驾驶员完成相关操作任务,保证重载铁路列车行驶的安全性。<sup>[1]</sup>

### (二) 优质的系统性能

在重载铁路列车智能驾驶控制系统开发期间,要保障优质的系统性能要求。

**系统安全性能:**智能驾驶需要遵循安全合理的基本原则,不能影响到列车的正常行驶,适当的降低牵引、制动操作变化次数,严格控制列车的运行速度,确保列车始终处于线路限速运行的状态下。控制系统在功能实践期间需要了解列车的自身长度,实时监测车头与车尾的行驶速度,避免超速。针对重载铁路的万吨列车,智能驾驶过程中的速度调节需要以动力制动为主,空气制动方法只能作为操作辅助,通常在动力制动无法迅速完成速度调节需求时,才会考虑空气制动。

**系统准点性能:**智能驾驶控制系统需要通过辅助驾驶员列车操作,确保在规定的时间内到达目的地,实时观测列车的行驶状态,有针对性的制定列车行驶计划,在智能系统的监督指导下,保证列车行驶速度控制在稳定范围内。

**系统环保性能:**在进行重载铁路列车智能驾驶控制期间,要求遵循节能环保的基本原则,通过科学的驾驶控制降低能源损耗,在满足列车安全运行准点运行的基础上,制定出最节能的驾驶方式。智能管理系统能够自动生成驾驶方案,从多个方案中挑选节能环保的驾驶规划,降低列车运行期间的能源损耗。

## 二、重载铁路列车智能驾驶控制系统结构

### (一) 车载信号系统

车载信号系统需要设置LKJ单元,LKJ单元在使用期间能够实时观测列车是否出现超速运行的问题,同时,第一时间发出冒进信号,帮助驾驶员自动调节行车设备。LKJ建立数据管理系统,自动化获取在列车行驶期间与线路相关的基础数据信息,显示列车运行过程中生成的实时信息数据,通过对相关数据的有机整合,及时提交已经编辑完成的临时限速数据。LKJ单元的在列车智能驾驶控制系统中的应用,具有信号传输曲线防护、信息整合、列车计长、实时数据反馈等一系列服务功能。除此之外,在驾驶室要设置人机交互装置,通过安装的显示设备,定期向智能驾驶系统内部输入相关数据材料,并下达控制指令,将关键控制信息呈现在显示屏上,对智能驾驶控制系统作出合理规划。<sup>[2]</sup>

### (二) 牵引系统和制动系统

牵引系统与制动系统是重载铁路列车智能驾驶控制系统中,指令下达的相关执行机构,智能驾驶不会直接对牵引或制动系统进行操控,主要是采用网络控制的方式,将智能驾驶控制单元生成的指令数据直接传送到制动系统或牵引系统中。将牵引和制动的实际状态信息,反馈到智能驾驶系

统中的控制单元,牵引系统在运行期间自动执行牵引、电制动等相关指令,向智能驾驶控制中心传递列车的数据信息,包括车辆的实时速度、最大牵引动力、实际牵引动力等数据材料。智能驾驶系统能够根据列车的运行状态,提出空气减压控制指令,了解当前列车的制动状态,涉及到的制动信息包括制动缸压力值、均衡风缸压力值、充风流量数值等等。通常在列车的尾部安装列尾装置,该装置与制动软管进行连接,列车在行驶期间能够实时观测尾部的风压数值,在恰当的时机下达尾部排风制动指令。

## 三、重载铁路列车智能驾驶控制系统功能

### (一) 数据通信功能

列车智能驾驶控制系统的通讯功能,由于辅助驾驶系统从LKJ进行数据接收,但无法向LKJ直接进行指令下达,与列车控制系统始终保持通信,实时获取列车的实际运行状态,向列车控制系统发送牵引制动指令,对整个列车的行驶过程进行动态化监管;主动与制动控制单元保持通信,根据制动手柄所处的位置来下达空气制动指令;始终与列尾装置保持通信,直观的显示出风压信息、电压信息,在恰当的时机下达列尾排风指令。严格按照通信协议中的各项规定,对信息材料进行有效解析,实现对机车控制系统、列尾系统、辅助驾驶系统、制动系统等多个系统的动态化管理,实时进行数据发送,精准按照字节完成数据计算,保证数据传输的安全性与即时性。通信设计期间智能驾驶的主控单元需要与列尾装置和LKJ装置保持通信,根据反馈的列车运行数据下达科学的控制指令,在获取数据参数后判断数据格式和数据类型,将解析完成后的数据材料储存到系统日志,为后续的程序漏洞审查提供有效参考。数据通信功能的应用,能够帮助控制系统确定列车制动速度、列车所处的坡度条件等相关数据,将列车当作单独质点,分析列车牵引、制动等各项工作开展进程中形成的运行阻力,制定出科学的智能驾驶控制方案。<sup>[3]</sup>

### (二) 逻辑控制功能

列车智能驾驶控制系统的逻辑控制功能,有助于实现系统工作状态的有机转换,制定科学的系统操作方案,将重载铁路列车的智能驾驶状态分为处于初始情况下的预备状态,预备状态下的智能驾驶系统无法完成列车行车指挥工作;列车乘务人员对列车运行情况的管控作为引导状态以及最为核心的辅助驾驶状态,辅助驾驶状态下能够实现列车运行功能的全面管控。

以下对三种状态进行详细论述:

**预备状态:**系统通电完成初始化重置,在系统启动后自动提取LKJ基础数值,相关数值作为工作状态分析的重要参考依据,但这一工作状态并非常态化的工作状态,要观察

列车的重量、长度等基本信息。在预备状态下 LKJ 发挥着重要作用,需要观察道路情况车辆情况,合理规划基础行进路线,自动提取路线数据材料,对列车的整个运行过程进行规划与设计。

引导状态:在完成列车运行规划设计后,自动进入到引导状态,同时,在智能驾驶过程中一旦出现实际运行情况不符合智能驾驶条件时,将迅速转接到引导状态。列车处于引导状态的时间较短,引导状态只是作为预备状态到智能驾驶状态之间的过渡阶段,操作流程较为简单,在此不做赘述。

智能驾驶状态:列车进入到智能驾驶状态,要求机车的手柄位于“0”位,LKJ单元处于稳定的运行状态,在整个运行过程中要时刻与LKJ保持通信,同时,严格参考显示屏中显示出的数据材料,按照LKJ输出的牵引指令自动进行列车操作。在经过机车乘务员仔细核实后,系统转入到智能驾驶状态,迅速获得列车的控制权,根据列车信号达成限速要求,智能驾驶的逻辑控制包括起车控制、限速控制、行车控制、停车控制等多个环节。要求自动驾驶期间需要显示出列车当前的运行状态,包括列车所处于平直道、上坡道或下坡道,采用不同的控制方案,智能驾驶控制系统能够自动化获取线路信息,制定出有效的临时限速方案,合理规划临时限速的位置与时间。在接收到列车停车控制指令后,智能驾驶系统需要监测电制动是否满足列车的降速条件,优先启用电制动控制形式,保证列车平稳降速。<sup>[4]</sup>

### (三) 故障识别功能

列车智能驾驶控制系统的故障识别功能,是保证列车安全稳定运行的重要手段,实时观测系统线路数值以及时刻表中的各项数据,当发生数据异常时,智能驾驶系统处于不可用状态,立刻停止自动控车。当系统识别到LKJ通信故障时,立刻发出故障警告,要求驾驶员立刻转人工驾驶,在10秒内未得到人工接管控制权时,智能驾驶系统将自动采用空气制动。故障识别功能的优势是在发生故障问题的第一时间立即发出报警,智能驾驶期间经常发现的故障问题是系统出现通信中断现象,故障识别功能能够自动监测裂尾接口、牵引电机等各项设备的工作状态,当任一设备出现故障都会立刻发出指令。提醒驾驶人员注意特定区域的故障异常,并迅速转到人工驾驶状态,当智能驾驶出现故障问题时,

驾驶人员要自主识别当前智能驾驶的实际工作状态。工作状态主要分为牵引工作状态、制动工作状态或空气制动工作状态三种类型,并操作自动制动手柄立即退出智能驾驶状态。

### (四) 自动验证功能

列车智能驾驶控制系统的自动验证功能,需要完成基础数据解析,在完成系统启动后自动进入到主页面,读取数据库中储存的数据材料,数据信息包括线路坡度数值、信号机信息数值以及分项表数值等各项数据。通过数据的有效解析,根据列车当前所处的具体位置,对前后的线路信息进行动态化展示,为系统状态转换提供助力,能够科学的进行列车运行规划,智能驾驶的控制页面将显现出目标速度曲线以及贯通实验的具体区间。自动验证功能需要仿真计算车钩力,根据列车的初速度,分析在不同运行状态下需要采用的制动方式,例如:下坡道采用全制动方式。列车的最大压钩力集中在列车的中部偏后区间,受到自动波延时性传播的影响,一些列车已经开始制动操作,但后半部分的车辆因制动波接收较慢,无法完成制动,导致列车的中后期间面临较大冲击、车钩力估算能够真实反映出列车在制动期间车钩力的变化过程,贯通试验主要集中在列车发车后,系统将自动计算贯通试验的开展位置,当列车行驶到具体期间后,向列车的中央管控单元下达牵引指令。通过对仿真运行环境的全面部署,有效检测智能驾驶系统各模块的逻辑功能,结合最终的测试分析结果,适当调整系统方案架构。<sup>[5]</sup>

### 总结:

综上所述,重载铁路列车智能驾驶控制系统在提高列车运行效率、节约列车运行成本和满足节能环保需求等方面起到了举足轻重的作用。重载铁路列车,实现智能化管控,首先需要对列车行驶过程进行安全防护,发挥出车载信号系统牵引系统和制动系统的应用优势。展望未来,重载铁路列车智能驾驶控制系统建设还需在功能创新和辅助指导等多方面持续加大投入力度,配合完善的系统关键技术指标,保证各部门数据通信的及时性,以进一步增强重载铁路的线路运输能力,严格规范列车操作流程。

### 参考文献

- [1]邵跃虎.重载铁路列车智能驾驶控制系统研究[J].自动化应用,2022(5):146-149.
  - [2]王飞宽,蒋杰,张征方,等.重载智能驾驶列车空气制动力强弱评估方法研究[J].机车电传动,2022(5):109-115.
  - [3]张格明,王立乾,郜洪民,等.浩吉铁路智能关键技术试验[J].中国铁路,2022(11):23-32.
  - [4]任宇杰,林晖,吴仁恩,等.重载列车辅助驾驶试验与分析[J].铁道机车车辆,2022,42(5):47-51.
  - [5]魏常庆,王蒙,张俊林,等.重载铁路货车车载智能监测系统的应用分析[J].智慧轨道交通,2021,58(6):1-4.
- 作者简介:于爱峰(1982.9-)男,陕西宝鸡人,本科,助理工程师,研究方向:铁路机务专业。