

## 铁路工程

## 关于重载铁路列车机车乘务员操作优化策略探讨

徐晓周

朔黄铁路车辆分公司机务电力运用管理中心 062350

**【摘要】**随着全球经济快速发展,资源大规模运输需求不断增长。重载铁路因大运量、低成本、高效率等优势,成为能源、矿石等大宗物资运输的核心方式。但重载铁路列车运行复杂,车辆重、编组长、阻力大,这对机车乘务员的操作与应变能力要求极高。乘务员作为列车操控者,其指令关乎列车运行安全、能耗与效率。不当操作会导致列车运行不稳、设备损耗,甚至引发安全隐患,造成巨大损失。因此,本文将深入探索并制定可行的操作优化策略,旨在为保障铁路运输安全、提升效能和推动行业可持续发展贡献一己之力。

**【关键词】**重载铁路列车; 机车乘务员; 操作

Discussion on the operation optimization strategy of heavy-haul railway train locomotive crew

Xu Xiaozhou

Shuohuang Railway Machinery Branch Locomotive power Operation Management Center 062350

**【Abstract】** With the rapid development of the global economy, the demand for large-scale transportation of resources is growing continuously. Due to the advantages of large capacity, low cost and high efficiency, heavy-load railway has become the core way of energy, ore and other bulk materials transportation. However, the operation of heavy-duty railway trains is complicated, and the operation of heavy vehicles, long marshalling length and high resistance, which requires high operation and strain capacity of the locomotive crew. As a train operator, the instructions are related to the safety, energy consumption and efficiency of the train operation. Improper operation will lead to unstable train operation, equipment loss, and even cause safety risks, resulting in huge losses. Therefore, this paper will further explore and develop feasible operational optimization strategies, aiming to contribute to ensure the safety of railway transportation, improve efficiency and promote the sustainable development of the industry.

**【Key words】** heavy-duty railway train; locomotive crew; operation

## 引言:

在全球贸易与工业蓬勃发展下,大宗商品长距离、大规模运输需求激增。重载铁路凭借大运量、低成本优势,在全球物流格局中至关重要。然而,重载铁路列车运行条件复杂,致使其启动、加速、制动及运行时的动力学特性与普通列车差异显著。这让机车乘务员每次操作都责任重大,既要精准把控运行节奏,又要在突发状况下迅速反应。机车乘务员直接操控列车,其操作水平关乎列车运行的安全、稳定与经济性。不当操作易引发列车运行不稳、能耗剧增,甚至严重安全事故,对生命财产和经济发展造成巨大损失。因此,深入探究重载铁路列车机车乘务员操作优化策略,成为铁路运输领域亟待解决的课题。通过优化操作流程、提升技能,能降低风险、提高效率,助力重载铁路可持续发展。

## 一、重载铁路列车运行特性

## (一) 列车重量大

重载铁路列车一般是由众多节车厢编组起来的,其总重量能够达到上万吨甚至更重。因其重量庞大,所以列车在启动、加速以及制动等运行过程当中需要耗费更多的能量,而且惯性非常大,这就使得列车的操控难度明显提高<sup>[1]</sup>。比如在启动阶段,就需要机车输出足够大的牵引力,以此来克服列车的静摩擦力。而在制动阶段,因为列车的惯性较大,所以制动距离也会随之变长。

## (二) 编组长度长

重载列车通常包含大量车厢,其编组长度常常是普通列车的数倍。这一特性致使列车在运行时,纵向冲动现象更为突出,各车厢间的受力状况变得错综复杂。每当机车执行加速或减速操作时,车厢之间的连接部位便会承受较大的拉伸力与压缩力。一旦操作出现偏差,就极有可能致使车厢连接部件遭受损坏,情况严重时,甚至会引发列车分离这类极为严重的事故。

## (三) 运行阻力大

重载列车在运行时,所受阻力并非仅源于自身重量,还受到空气阻力、轨道摩擦力等诸多因素的共同作用。特别是

当列车高速行驶时,空气阻力会呈现出急剧上升的态势<sup>[2]</sup>。这一变化不仅使得列车运行过程中的能耗显著增加,还会在一定程度上影响列车运行的稳定性。除此之外,由于重载列车频繁穿梭于山区等地形复杂的铁路线路,坡度阻力也成为左右列车运行状态的关键因素。

## 二、机车乘务员操作对重载列车安全运行的作用

### (一) 列车启动阶段的作用

首先,牵引力控制。在列车启动阶段,机车乘务员必须精准把控机车的牵引力。倘若牵引力过小,列车就无法顺利启动或者启动速度极为缓慢,这无疑会对运输效率产生不良影响;而要是牵引力过大,很可能会致使车轮出现空转现象,进而对车轮和轨道造成损伤,与此同时,还会使列车产生较为强烈的纵向冲动,对车厢连接部件构成损害。所以,乘务员应当依据列车的载重、编组情形以及轨道状况等多方面因素,合理地调整牵引力,以保障列车能够平稳启动。另外,缓解制动时机<sup>[3]</sup>。准确把握缓解制动的时机是极其关键的。如果过早地缓解制动,列车有可能在尚未获得充足牵引力时就开始移动,从而导致启动艰难,甚至出现溜车的情况;而如果缓解制动过晚,就会增加列车启动时的阻力,造成能源的浪费。机车乘务员需要借助对列车状态的观察以及仪表显示的信息,精准地判断缓解制动的时机,并且与施加牵引力的操作紧密协同,以此实现列车的顺利启动。

### (二) 列车运行阶段的作用

首先,速度控制。列车运行期间,机车乘务员需依据线路实际状况、信号给出的指示以及列车当下的运行状态,实时对列车速度进行调节。鉴于重载列车惯性较大,加速和减速都相对不易,所以在途经弯道、桥梁、隧道这类特殊地段时,必须严格把控速度,以此来保障列车能够安全运行。举例来讲,列车行驶至弯道处,若速度过快,便可能因所受离心力过大而导致脱轨;行驶在桥梁上时,倘若速度过高,则可能对桥梁结构造成损坏。另外,应对突发情况。在列车运行进程中,各类突发状况都有可能出现,诸如信号故障、线路上存在异物等。在这种时候,机车乘务员的应急处置能力就显得极为关键,要迅速做出准确判断,进而采取恰当的措施,像是实施紧急制动、进行避让等,以此防止事故发生。比如,一旦发现前方线路存在异物,乘务员应当即刻采取制动举措,与此同时,借助列车无线调度通信设备,及时向车站以及调度部门报告相关情况。

### (三) 列车停车阶段的作用

首先,制动距离控制。重载列车因自身重量巨大、惯性强,相较于普通列车,其制动所需的距离大幅增长。机车乘务员必须提前精准判断停车位置,合理运用制动操作,保证列车能够稳稳停靠在预定地点。若制动操作延迟,或制动力度不够,列车极有可能越过停车标识,甚至撞击前方障碍物,

引发严重事故;相反,若制动过早,或制动力度过大,列车会突然停车,这不仅会影响货物的稳固与乘客的舒适,还会加速制动系统的损耗。另外,防止溜车。列车停稳后,机车乘务员的首要任务是防止列车溜车。这就要求乘务员正确放置铁鞋、止轮器等防溜器具,并仔细检查,确保它们安装牢固、可靠。此外,在停车的整个过程中,乘务员要时刻留意列车状态,警惕因风力、地面坡度变化等外界因素,致使列车出现意外移动。

## 三、重载铁路列车机车乘务员操作优化策略

### (一) 精准制动技术优化

引入前沿的制动技术手段,例如电空联合制动系统,以此提升制动过程中的响应速度,使机车乘务员实现对制动力更为精准地把控。电空联合制动系统能够把电气制动与空气制动有机融合在一起,依据列车实时的运行状态,自动对制动力的分配进行调节,从而达成精准制动的效果。与此同时,针对制动缸、制动阀这类制动系统中的关键部件,展开优化设计工作,以增强其可靠性与耐久性。在此基础上,规划科学且合理的制动策略,结合列车的载重情况、行驶速度以及线路坡度等多方面因素,精确测算出制动距离以及所需的制动力,以此来提高机车乘务员制动精准性<sup>[4]</sup>。例如,当列车行驶在长下坡道时,机车乘务员可以采用连续小幅度制动的方式,以此避免一次性施加过大的制动力,进而防止出现车轮抱死或者制动系统因过热而失效的情况。此外,充分借助列车运行监控装置(LKJ)等设备,对制动过程实施实时监测与管控,切实保障制动操作既准确无误又安全可靠。

### (二) 高效牵引技术改进

重载列车往往依靠多个机车联合实施牵引。借助分布式智能控制系统,可依据各机车的所在位置、线路实际状况,以及列车当下的运行状态,对牵引功率展开实时且智能的分配,使机车乘务员能够基于传感器技术提高操作水平。举例来说,在列车启动阶段,前端机车率先输出较大的启动牵引力,后端机车则依据列车启动时的加速度,及时对自身功率进行调整。这种方式能够有效规避各机车之间牵引力分配失衡的问题,减轻列车纵向冲动,让列车启动过程更加平稳,同时便于机车乘务员操作。另外,运用矢量控制技术,能够实现牵引电机的精准调控。通过精确调节电机的电流矢量,达成对电机转速与转矩的快速、精准响应。在列车加速阶段,该技术可促使电机迅速输出列车所需的转矩,显著提升加速性能;而在列车匀速运行期间,又能让电机维持高效运转状态,有效降低能耗。

### (三) 基于传感器技术的操作辅助

在轮对部位精准安装高精度的振动传感器与温度传感器。其中,振动传感器能够实时跟踪轮对的振动状态,借助对振动频谱的深入分析,能够提前察觉轮对的不平衡、擦伤

等潜在故障隐患,便于机车乘务员准确掌握轮对运行情况<sup>[5]</sup>。温度传感器则着重监测轮对轴承的温度,一旦温度出现异常升高的情况,便会及时发出预警信号,并提醒机车乘务员采取有效措施处理,从而有效防止轴承因过热而受损,全力保障列车运行安全。另外,在机车前端配备激光雷达与图像传感器。激光雷达能够实时对前方线路的几何形状进行扫描,提前探测出轨道的高低不平、轨距变化等异常状况。图像传感器主要用于识别线路上的障碍物、信号灯状态等关键信息。这些传感器所采集到的数据,经过处理后,会以直观的形式呈现给乘务员,为其提前做出正确的操作决策提供有力支持。

#### (四) 智能驾驶辅助系统集成

在当今高度发达的铁路运输系统中,首先要进行大量数据的收集工作。这包括了各种各样的列车运行数据,涵盖了列车在不同路段、不同气候条件、不同载重情况下的运行速度、加速度、制动距离、各部分设备的工作状态等信息,以及与之相匹配的乘务员操作数据,如乘务员在操作列车时的每一个指令的下达时间、操作力度、操作频率等。通过运用先进的大数据分析技术和强大的机器学习算法,能够将这些海量的数据进行深度挖掘和整合,从中提取出有价值的信息,进而构建一个复杂而精确的操作风险评估模型。该模型以极高的频率对列车的运行状态和乘务员操作行为展开实时分析,并持续关注列车的各项运行参数,比如列车的实时速度是否在安全范围之内,列车的加速和减速是否符合正常的操作规范,列车的各个关键部件是否处于正常工作状态等。同时,会仔细审视乘务员的操作行为,判断其是否严格遵守了操作流程,是否有任何可能存在的违规操作倾向。一旦这个模型通过精密的计算和分析,察觉到一些潜在的操作风险,会立即启动预警机制,迅速发出明确的预警信息,这个预警信息可以是声音警报,也可以是在操作界面上显示的醒目的提示,甚至可以通过乘务员佩戴的智能设备向其传达信息,让乘务员在第一时间知晓潜在的风险,从而提醒乘务员及时对操作进行纠正,避免潜在的危险演变成实际事故。另外,在自动驾驶辅助功能开启的过程中,乘务员需要始终保持对列车的密切监控。乘务员要时刻留意列车的各项运行指标,通过各种显示设备和监控装置观察列车的速度、

位置、设备状态等信息,同时还要留意自动驾驶系统本身的工作状态,确保其正常运行。一旦出现任何异常情况,例如自动驾驶系统出现故障,或者列车遭遇意外情况,如轨道上突然出现异物、信号系统出现异常等,乘务员必须随时做好接管控制权的准备。并在短时间内恢复手动操作,运用自己的专业知识和技能,保证列车的运行稳定性和准确性,确保列车上的人员和货物的安全,以及整个铁路运输系统的正常运行。

#### (五) 雨雪天气对操纵方面的优化

在雨雪天气下,轨道表面湿滑,容易导致车轮打滑。因此,为重载列车配备先进的防滑控制系统至关重要。防滑控制系统可以通过监测车轮的转速和列车的运行速度,实时判断车轮是否存在打滑现象。当检测到车轮打滑时,系统会自动调整制动压力或降低牵引电机的输出转矩,防止车轮进一步打滑,确保列车的行车安全。另外,为机车乘务员提供更好的视线辅助设备,如高性能的雨刮器、加热后视镜等,确保在雨雪天气下乘务员能够清晰地观察到前方线路和信号。同时,可安装前视摄像头和红外热成像仪等设备,辅助乘务员在恶劣天气条件下及时发现前方的障碍物和异常情况,提前采取应对措施。

#### 结束语:

综上所述,对重载铁路列车机车乘务员操作进行优化,对于确保运输安全以及提升运输效率而言,具有极其重大的意义。通过对制动、牵引、风险预警等多个维度的策略予以优化,并积极应用先进的技术与设备,能够切实有效地提高乘务员的操作水平。但必须明确,这一优化进程并非一蹴而就,而是一个持续推进的动态过程。鉴于铁路技术始终处于不断发展的态势,运输需求也在持续变化,因而对乘务员操作的优化探索和改进工作永无止境。展望未来,重载铁路部门应当始终高度关注这一领域的发展动态,持续深化相关研究,为推动重载铁路行业稳定、健康地发展贡献力量,进而促使我国铁路运输事业迈向更高的台阶,实现更为辉煌的成就。

#### 参考文献

- [1]杨百锋.重载铁路货物列车机车乘务员操作优化研究[J].户外装备, 2020(12): 70.
- [2]崔帅文.重载铁路货物列车乘务员操作规范问题研究[J].电脑校园, 2021(11): 7550-7551.
- [3]宋涛涛.重载列车机车乘务员技能培训与考核体系构建[J].电脑爱好者(普及版)(电子刊), 2022(6): 3676-3677.
- [4]肖致明,王大龙,王青元,等.考虑制动性能差异的重载列车模式化操纵方法[J].机车电传动, 2023(1): 24-32.
- [5]靳新元.朔黄铁路2万t重载列车区间停车原因分析及对策[J].中国铁路, 2018(3): 59-64.

作者简介:徐晓周(1984.9-)男,陕西西安人,本科,助理工程师,研究方向:铁路机务专业。