

文章编号: 1674—8247(2020)06—0095—05

DOI:10.12098/j.issn.1674-8247.2020.06.018

重载铁路移动闭塞运输组织方案研究

邹 枫

(中国铁路设计集团有限公司, 天津 300142)

摘 要:目前,重载铁路运输因具有运能大、效率高、运输成本低等优势而成为大宗货物最经济有效的运输方式,但现有的自动闭塞信号系统已无法满足相应运量快速增长的需求。针对这一问题,本文研究了移动闭塞制式下的车站作业组织方式及混合运行方案,研究结果表明,重载铁路采用移动闭塞技术,在保证列车安全、可靠运行的基础上,可有效缩短列车追踪与发车间隔,大幅提升重载铁路运输能力。

关键词:重载铁路; 移动闭塞; 运输组织; 车站作业; 混合运行; 运输能力

中图分类号:U284.44

文献标志码:A

Study on Transportation Organization Scheme of Moving Block in Heavy-haul Railway

ZOU Feng

(China Railway Design Corporation, Tianjin 300142, China)

Abstract: At present, heavy-haul railway transportation has become the most economical and effective transportation mode for bulk goods because of its advantages of large capacity, high efficiency and low transportation cost. However, the existing automatic blocking signal system can no longer meet the requirements of rapid growth of corresponding traffic volume. To solve this problem, this paper studies the station operation organization mode and mixed operation scheme under the moving block system. The research results show that the moving block technology can effectively shorten the train tracking and departure interval and greatly improve the transportation capacity of heavy-haul railways on the basis of ensuring the safe and reliable operation of trains.

Key words: heavy-haul railway; moving block; transportation organization; station operation; mixed operation; transportation capacity

重载铁路运输因具有运能大、效率高、运输成本低等优势而受到世界各国的广泛重视,是世界上大宗货物最经济有效的运输方式。目前,重载铁路一般采用四显示自动闭塞。四显示自动闭塞采用分级速度控制模式,用两个闭塞分区长度满足列车从规定速度(最高速度)到0的制动距离。列车的制动距离只能以制动性能最差的车型来计算,对线路通过能力有一定的

制约,从而影响运量。且其系统保障的追踪间隔在10 min左右,无法满足运量快速增长的要求,急需缩短追踪间隔以进一步提升运输能力。

基于无线通信的移动闭塞是保证重载列车运输安全和提高运输效率的技术手段之一。移动闭塞依托大容量、双向冗余的车地无线通信网络和融合卫星导航技术的高精度车载自主定位,能实现基于列车实时位

收稿日期:2020-05-15

作者简介:邹枫(1987-),男,工程师。

基金项目:中国铁路设计集团有限公司科技开发课题(2020KF340827)

引文格式:邹枫.重载铁路移动闭塞运输组织方案研究[J].高速铁路技术,2020,11(6):95-99.

ZOU Feng. Study on Transportation Organization Scheme of Moving Block in Heavy-haul Railway [J]. High Speed Railway Technology, 2020, 11(6):95-99.

置的安全追踪运行,不同编组之间的列车追踪间隔更加灵活,可最大限度地发挥机车车辆的制动特性,提高线路允许通过能力。

1 重载铁路移动闭塞系统方案

重载铁路移动闭塞系统原理如图 1 所示。

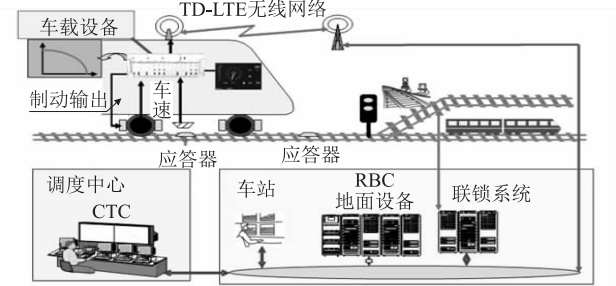


图 1 重载铁路移动闭塞原理图

由图 1 可知,重载铁路列车车载设备通过速度传感器和雷达主动计算列车位置,根据应答器信息对列车位置进行校准,得到列车位置信息后,通过 TD-LTE 无线通信系统发送到地面 RBC 设备,同时接收 RBC 下达的行车许可数据来计算列车制动曲线,将控车命令通过列车接口单元传递给机车制动系统,用以实施常用制动或紧急制动。地面 RBC 设备根据接收到的列车位置,为列车计算行车许可,并通过地面 LTE 无线通信单元将行车许可发送至车载设备。最后,重载列车 CTC 子系统根据时刻表,向联锁子系统下达进路办理命令。

移动闭塞系统在显著缩短行车间隔和提升线路运输能力的同时,可有效改善重载铁路车站接发车的办理方式,通过 CTC、RBC、联锁与车载设备的信息交互,提高多进路发车能力,进而提高运输效率。

2 移动闭塞下重载铁路车站作业组织

车站作业组织工作主要包括接发列车、调车、技术站作业、车站作业计划与调度指挥、统计分析等工作,其中与闭塞制式相关的主要是接发列车工作。移动闭塞下,车站作业组织的改变主要体现在车站列车进路的办理方式上,其它作业均不受影响。

2.1 移动闭塞下车站发车进路办理

移动闭塞模式下,当前车出清两条发车进路冲突的道岔区段后,可为另一条股道上的列车办理发车进路,如图 2 所示。

从图 2 可以看出,先发列车 A 从 IG 发车,当列车 A 出清道岔区段 9DG,且 9DG 被解锁后,可为 3G 上的移动闭塞模式的列车 B 办理发车进路。任意两条

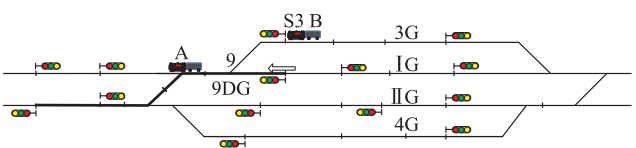


图 2 移动闭塞模式下发车进路办理示意图

发车进路间都可遵循这个规则,具体办理过程如下:

(1)列车 A 办理 IG 发车进路,当列车 A 出清 9DG 后,联锁对 9DG 完成延时解锁,CTC 车站值班员终端上显示 9DG 已被解锁,如图 3 所示。

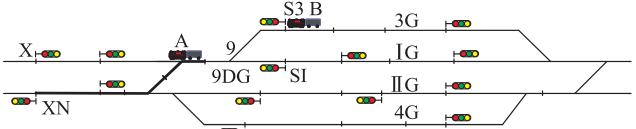


图 3 移动闭塞模式下发车进路解锁示意图

(2)3G 待发列车 B 升级为移动闭塞模式,CTC 车站值班员终端上显示 3G 发车信号机 S3 为灭灯状态。

(3)当过程(1)和(2)同时满足时,车站值班员依次点击 S3 和 XN 对应的进路始、终端按钮,为列车 B 办理发车进路。

(4)联锁将道岔 9 操控到反位后,9DG 再次锁闭,3G 的发车进路锁闭并开放 S3,如图 4 所示。

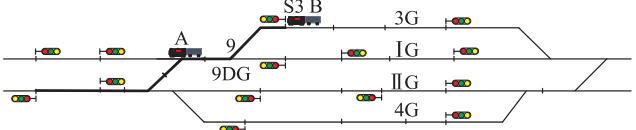


图 4 移动闭塞模式下发车进路办理过程示意图

若后发列车采用非移动闭塞模式时,需按传统方式(即前车出清离去后)为后车办理发车进路。

2.2 移动闭塞下车站发车进路解锁

当一条进路被两辆及以上列车占用时,需根据最后一辆列车占用出清的顺序,解锁进路。前车运行区段占用出清后,仍需持续为后车锁闭。

基于发车进路办理,列车 B 出清 9DG 区段示意如图 5 所示。

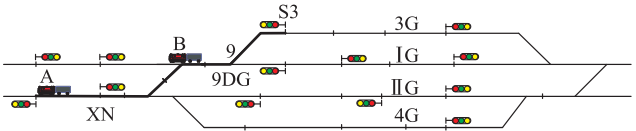


图 5 列车 B 出清 9DG 区段示意图

联锁开始对 9DG 进行延时解锁,解锁后如图 6 所示。

前车 A 运行通过的区段,在列车 B 未通过之前需保持锁闭状态,如图 7 所示。即列车 A 虽然出清了离去区段,但离去区段以及列车 B 前方的区段仍需保持锁闭。

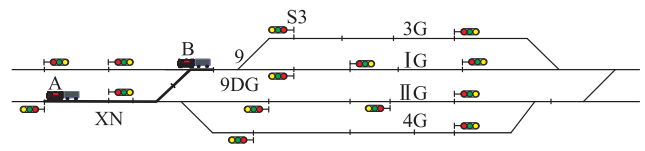


图 6 区段 9DG 延时解锁示意图

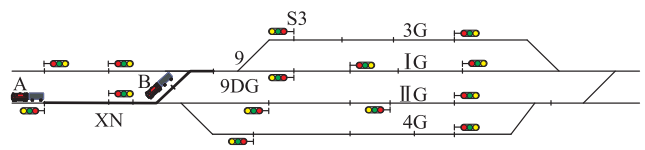


图 7 移动闭塞模式下追踪列车区间段保持锁闭示意图

2.3 移动闭塞下故障场景及处理

3G 上的列车 B 办理了发车进路后,列车 B 故障降级,如图 8 所示。

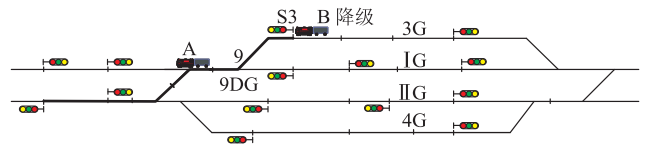


图 8 列车 B 故障降级示意图

系统以及车站值班员处理过程如下:

- (1) 后车降级后,联锁会关闭 S3 信号,CTC 终端上 S3 信号机显示为亮灯状态,同时列车 B 占用的区段显示为非移动闭塞列车占用状态。
- (2) 后车降级对前车 A 无影响,列车 A 正常运行。
- (3) 若在列车 A 出清离去区段前,列车 B 重新升级为移动闭塞级别,则车站值班员可将 S3 信号重开。
- (4) 若直到列车 A 出清离去后,列车 B 仍未升级为移动闭塞级别,则值班员可在联锁上位机上对 3G 发车进路进行总人解操作,以解锁 3G 的发车进路。

2.4 移动闭塞下车站通过进路的办理方式

移动闭塞下,一条列车进路内允许存在多辆列车,无需等到前车完全出清进路且整条进路解锁,即可为后面追踪的移动闭塞模式的列车再次办理通过进路并开放始端信号。移动闭塞模式下通过进路办理示意如图 9 所示。

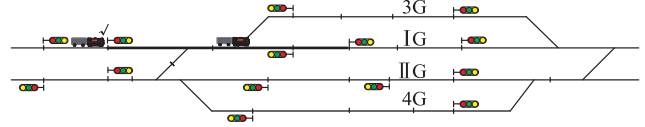


图 9 移动闭塞模式下通过进路办理示意图

对于多列车通过进路的办理、解锁与故障场景的处理,后车与前车路径完全一致时,联锁无需为后车操控制道岔。

若后面追踪的为非移动闭塞模式列车,需按传统方式(即等到前车完全出清进路后),才能为后车再次办理通过进路。

2.5 移动闭塞下车站侧线接车进路的办理

与通过进路不同,对于侧线接车进路,移动闭塞下也不允许追踪办理,即某一侧线上有车时,不允许向该侧线再次办理进路。因为实际运营中不允许侧线追踪。接车进路办理示意如图 10 所示。

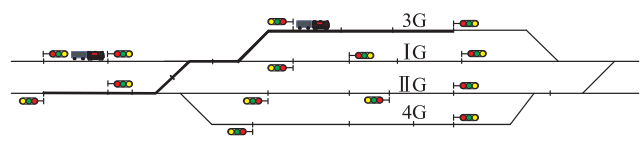


图 10 接车进路办理示意图

从图 10 可以看出,3G 上已经停有一列车,后车即使是移动闭塞模式下的列车,也不能再次向 3G 办理接车进路。

移动闭塞是安全性、完整性等级最高(SIL4 级)的列控系统,以显示的车载速度作为行车凭证,能实现列车紧密追踪和列车超速防护,可有效解决现行机车信号与 LKJ 结合使用在控车安全性方面存在的不足(如恶劣天气条件下,仍以地面信号显示作为行车凭证,LKJ 数据管理复杂,更换不便)。

3 移动闭塞下重载铁路混合运行方案

当移动闭塞模式列车与传统基于自动闭塞的 LKJ 模式列车同时在线路上运行时,需明确不同级别列车间的追踪方式。同时,需考虑移动闭塞模式列车的故障降级场景及故障恢复过程。

移动闭塞下,司机不以地面信号和机车信号作为行车凭证,而是根据车载移动授权信息以及限制速度和推荐速度驾驶列车。

当前后追踪列车均为移动闭塞模式列车时,后车可追踪至前车车尾(车尾加一定安全余量)。

列车的安全距离与列车的速度有关,如若传统意义上的闭塞分区长度大于后车的安全制动距离,前后两移动闭塞列车可追踪到同一闭塞分区内。

3.1 移动闭塞列车追踪 LKJ 列车

当前车为 LKJ 模式列车时,RBC 无法准确确定前车位置,后车无法追踪到前车车尾。后移动闭塞列车只能追踪到前 LKJ 列车所在闭塞分区后一个闭塞分

业组织以及区间列车追踪方式复杂化,这也从另一方面说明了移动闭塞用于重载铁路乃至客运铁路的可行性。

参考文献:

[1] IEEE Std1474.1-2008 IEEE Recommended Practice for Communications-Based Train Control (CBTC) System Design and Functional Allocations[S].

[2] TB 10007-2017 铁路信号设计规范[S].

TB 10007-2017 Code for Design of Railway Signaling [S].

[3] 江明. 移动闭塞与准移动闭塞列车追踪间隔对比分析[J]. 铁路通信信号工程技术, 2017, 14(2): 1-3.

JIANG Ming. Comparison and Analysis of Headway between Trains in Moving Block System and Quasi-moving Block System[J]. Railway Signalling & Communication Engineering, 2017, 14(2): 1-3.

[4] 杨志刚. LKJ 列控技术与应用[M]. 北京: 中国铁道出版社, 2012.

YANG Zhigang. LKJ Train Control Technology and Application[M]. Beijing: China Railway Publishing House, 2012.

[5] TB/T 3530-2018 CTCS-3 级列车运行控制系统系统需求规范[S].

TB/T 3530-2018 System Requirements Specification for CTCS-3 Train Control System[S].

[6] 诸蓉萍, 吴汶麒. 移动闭塞技术及其应用[J]. 城市轨道交通研究, 2004, 7(2): 81-82.

ZHU Rongping, WU Wenqi. Application of Moving Block Technology in UMT[J]. Urban Mass Transit, 2004, 7(2): 81-82.

[7] 金娟, 杨梅, 王长林. 基于移动闭塞原理的地铁列车线路通过能力的研究[J]. 铁路计算机应用, 2008, 17(6): 7-10.

JIN Juan, YANG Mei, WANG Changlin. Research on Carrying Capacity for Subway Track Based on Principle of Movable Block[J]. Railway Computer Application, 2008, 17(6): 7-10.

[8] 唐涛. 列车运行控制系统[M]. 北京: 中国铁道出版社, 2012.

TANG Tao. Train Operation Control System [M]. Beijing: China Railway Publishing House, 2012.

(上接第 73 页)

了划分。在未溜塌区域段,土层的剪切波速度较大,平均剪切波速度为 262.3 m/s;在溜塌区域段,土层的剪切波速度减小,平均剪切波速度为 244.9 m/s,系结构性完整度稍低,弹性模量等物理力学特性较弱。

参考文献:

[1] 李斌. 膨胀土地区[M]. 北京: 人民交通出版社, 1993.

LI Bin. Expansive Soil Regions[M]. Beijing:China Communications Press,1993.

[2] 李建文,唐咸远,肖杰,等. 公路膨胀土地基下伏采空区勘察及处治[J]. 中外公路, 2013, 33(4): 14-17.

LI Jianwen, TANG Xianyuan, XIAO Jie, et al. Investigation and

Treatment of Underlying Goaf in Highway Expansion Land [J]. Journal of China & Foreign Highway, 2013, 33(4): 14-17.

[3] 张继令,董晨. 瑞雷波法在南昆线路基基床膨胀土病害检测中的应用[J]. 勘察科学技术, 2000(2): 56-60.

ZHANG Jiling, DONG Chen. Application of Rayleigh Wave to Detect the Swelling Soil Disease of Railway Foundation Subgrade of Nankun Railway[J]. Site Investigation Science and Technology, 2000(2): 56-60.

[4] 王德咏,陈雷,罗先启,等. 面波法在水工隧洞混凝土质量无损检测中的应用[J]. 混凝土, 2010(11): 131-135.

WANG Deyong, CHEN Lei, LUO Xianqi, et al. Application of Surface Wave Method for Nondestructive Testing of Hydraulic Tunnel Concrete[J]. Concrete, 2010(11): 131-135.