

城市轨道交通电话闭塞法行车把关系统设计与开发^{*}

王立松 叶伟勇 邵海平

(南京铁道职业技术学院运输管理学院, 210031, 南京//第一作者, 副教授)

摘 要 城市轨道交通办理电话闭塞法行车完全依赖人的行为, 存在诸多不安全因素。通过分析相关规章制度和作业标准, 利用计算机运算和显示功能, 将办理电话闭塞的作业项目、作业流程和关键事项等通过窗口操作系统操作和显示, 提醒作业人员严格按照规章制度和作业标准办理作业, 以保证安全, 减轻作业人员工作压力。提出了该系统开发的路径, 并就系统运行设置、窗口布局、项目确认流程和色彩显示等提出了具体要求。

关键词 城市轨道交通; 电话闭塞; 行车把关系统; 窗口操作中图分类号 U231.7; U284.41

DOI: 10.16037/j.1007-869x.2021.01.039

Design and Development of Traffic Supervision System with Telephone Block Method in Urban Rail Transit

WANG Lisong, YE Weiyong, SHAO Haiping

Abstract The operation of urban rail transit by telephone block method is completely dependent on operator's behavior, underlying numerous unsafe factors. Through analysis of relevant regulations and operation standards, using computer calculation and display functions, the operation items, operation procedures and key items for operating telephone block method are operated and displayed by the window operation system, supervising operators to operate telephone block method strictly in accordance with regulations and operation standards, so that the system could ensure safety and reduce the work pressure of the operators. A development path of this system is proposed, and specific requirements for system operation settings, window layout, project confirmation process and color display are put forward.

Key words rail transit; telephone block; traffic supervision system; window operation

Author's address Nanjing Institute of Railway Technology, 210031, Nanjing, China

在城市轨道交通正常运营情况下, 司机根据地面信号或有关车载设备的显示操控列车运行, 或由

自动驾驶系统根据信号设备提供的信息操控列车自动运行。但当地面信号设备大面积故障或停电的情况下, 列车将无法获得信号设备提供的信息, 从而无法正常运行。此时, 为了不中断行车, 必须通过人工控制采用电话闭塞法组织列车运行。然而, 电话闭塞法行车完全依赖人的行为, 安全隐患大。因此, 研究一种城市轨道交通电话闭塞法行车把关系统, 对在办理电话闭塞法行车的人员提供决策支持和监督就显得十分必要。

1 电话闭塞法行车的风险因素分析

1.1 作业人员职业素质难以达到要求而产生的风险

电话闭塞法是当基本闭塞设备故障不能使用时由车站行车值班员以站间行车电话记录的方式办理闭塞的行车方法^[1]。其核心是“用人代替设备”来保证安全行车, 对人的心理、技能及企业管理水平要求很高。人的疏失往往很难避免。以我国铁路为例, 80%的行车事故是人为因素造成的^[2]。同时, 由于人的局限性, 若超过职业应力限度去执行某一具体任务时, 差错的概率也会上升^[3]。由于我国城市轨道交通发展迅猛, 近三年我国城市轨道交通企业新员工招聘人数的年增长率达到 35%^[4], 人才培养及管理都难以跟上。这更增加了城市轨道交通在办理电话闭塞法行车时发生事故的风险。在城市轨道交通中, 列车经常在地下运行, 载客多则上千人, 一旦发生事故, 其性质后果往往十分严重。为了保证安全, 部分城市轨道交通企业建立了严格办理电话闭塞法行车时“人盯人”的把关制度。所谓把关制度, 就是行车值班员在办理电话闭塞法行车时, 由车站值班领导在一旁监督^[5]。但这些做法最终都无法摆脱完全依赖人的素质。

1.2 监督把关手段落后产生的风险

目前, 我国铁路在办理非正常接发列车作业时

^{*} 江苏省轨道交通控制工程技术研发中心开放基金项目(KFJ1801)

是通过填划有车站示意图的占线板(部分车站已使用电子占线板)和勾划《非正常接发列车作业程序控制表》来监督提醒作业人员办理各项作业。而城市轨道交通监督提醒作业人员办理电话闭塞法行车的工具和方法仅仅是通过填写电话闭塞《行车日志》(见图1)中作业项目进行的。作业人员要掌握作业项目之间的逻辑关系,通过做一项、在行车日志中填写一项的办法来操作。部分企业配备了占线板,通过移动和摆放卡片的方式来确认列车的位置和作业进程。

车次	到 达			出 发			附注
	电话记录号码及收发时间	领站出发	本站到达	电话记录号码及收发时间	领站出发	本站到达	

图1 某地铁公司电话闭塞法行车日志填写内容

采用以上方法监督提醒作业人员存在以下问题:

1) 由于站间距离和车站配线上的差异,电话闭塞法行车空间间隔有“两站两区间”“一站两区间”和“一站一区间”,与铁路电话闭塞法行车只有一个区间有很大区别。铁路一趟列车电话闭塞作业项目基本上是顺序作业,相邻两趟列车之间的作业项目制约关系简单。双线除首趟列车外,前次列车开通区间即是后续列车同意闭塞。而对于城市轨道交通,在办理“两站两区间”和“一站两区间”电话闭塞时开通区间和同意闭塞之间有本质的区别,导致同方向两相邻列车中的电话闭塞作业项目间存在较为复杂的制约关系。而这种制约关系无法用行车日志这种表格的方式反映出来,只能靠作业人员人工去控制。由于城市轨道交通线路行车密度高,作业人员有时要同时办理四趟列车作业,这无疑增加了安全风险。

2) 行车日志中填写的内容是列车的到发时刻和收发的电话记录号码,不能呈现电话闭塞准备进路、空间间隔确认和开通区间条件等关键作业事项及逻辑关系。目前,在防止电话闭塞错办方面均未提供有效的监督和把关工具。由于没有了控制台监控,行车日志直观性又差,部分企业给操作人员或把关人员提供了人工占线板。但这增加了工作强度,操作起来比较困难,且同一列车作业项目及同方向相邻两趟列车作业项之间的制约关系还是要人工把握,故其对错办预防效果仍然较差^[6]。

3) 作业人员边作业边手工填写行车日志,分散了注意力,在行车密度较高的情况下及易导致作业

忙中出错。故有关人员作业中违章、事后补填行车日志的现象并不少见,在安全管理方面存在明显漏洞。

1.3 管理难度大产生的风险

为了确保办理电话闭塞法行车时的安全,必须建立严格而又完备的电话闭塞法行车的规章制度和作业标准,并组织所有参与作业的员工进行严格的培训和考核,使每位员工能随时按照规章制度和作业标准办理电话闭塞法行车。然而,这种高标准的要求在实际工作中很难做到,主要原因如下:

1) 电话闭塞法行车涉及员工较多,而员工参加工作的时间有长有短,工作经验、责任心、学习能力、心理和身体状况等都会存在明显的个体差异。

2) 办理电话闭塞法行车需要的是操作能力,需要经常不断的操作训练才能掌握并保持该项能力,而不是通过简单背诵规章、回答理论考核试卷就能获得该项能力。

3) 电话闭塞法行车属于设备突发故障下的应急处置范畴,虽然要求有关人员必须严格掌握,但平时却较少用到。故学习训练流于形式和存有侥幸心理人不在少数。从时间和精力上看,对于大范围、不间断的训练工作,管理者和员工都难以持之以恒。

由于以上原因,有研究者提出开发基于计算机网络的电话闭塞法行车辅助系统,辅助并逐步代替作业人员操作^[7-8]。但因这类研究思路脱离了电话闭塞法行车的基本原则,有可能导致作业人员技能缺失,失去最后一道人工保障,反而增加安全风险。加之其投入维护成本高,可靠性难以保证等原因一直未被城市轨道交通企业采用。

2 电话闭塞法行车把关系统设计目标与思路

2.1 设计目标

1) 能够及时提醒操作者严格执行电话闭塞作业标准,注意操作流程,即哪些作业项目可以办理,哪些作业项目不能办理。但在关键作业上系统只提醒把关,不代替人工操作。

2) 能够根据电话闭塞作业项目办理进程,及时判定上下行相邻区间和站台线路的占用情况,减少因控制台故障带来的影响。

3) 要能够实现电子行车日志功能,即能够根据操作者项目的确认自动填写行车日志,并后台保存,以减轻操作者的工作压力。

2.2 设计思路

针对目前填写行车日志或利用占线板进行监督

存在的问题,本项设计提出利用计算机或移动终端,通过窗口图形界面操作来监督、提醒操作人员按标准程序办理电话闭塞法行车。具体做法如下:

1) 将车站的示意图显示在屏幕上。从示意图上可以看到车站的类型、线路道岔的布局、站台的位置等基本情况。

2) 将办理的列车用带有方向的图片放在线路上。列车图片上可以输入车次,图片的边框和填充色可以根据电话闭塞办理的状态显示不同的颜色。列车图片能随着电话闭塞作业项目的办理和确认进程在站内和区间自动移动。

3) 将办理电话闭塞或人工折返的作业项目按作业顺序和列车运行方向的要求置于线路上。列车运行前方出现的每个作业项目都是该列车运行的必要条件,必须操作完毕并点击确认后列车方可运行。

每个作业项目能根据作业顺序和逻辑关系依次出现并显示不同的颜色来提醒操作者注意操作流程。操作者的操作原则是“绿色可以做,红色不可做,做后要确认”。

4) 将作业中每一项目的确认时间和收发的电话记录号码按方向记录在电子行车日志上。电子行车日志按上下行方向分别置于列车运行方向的上方和下方。每一方向的行车日志包含每趟列车的到达、出发或折返的所有作业项目。除车次、电话记录号码和附注外,作业项目中的时间是作业人员确认时由系统自动根据系统时间输入。行车日志数据后台保存,可打印备查。

某中间站办理“两站两区间”电话闭塞法行车窗口界面布局如图2所示。折返站窗口界面布局原理与中间站相同。

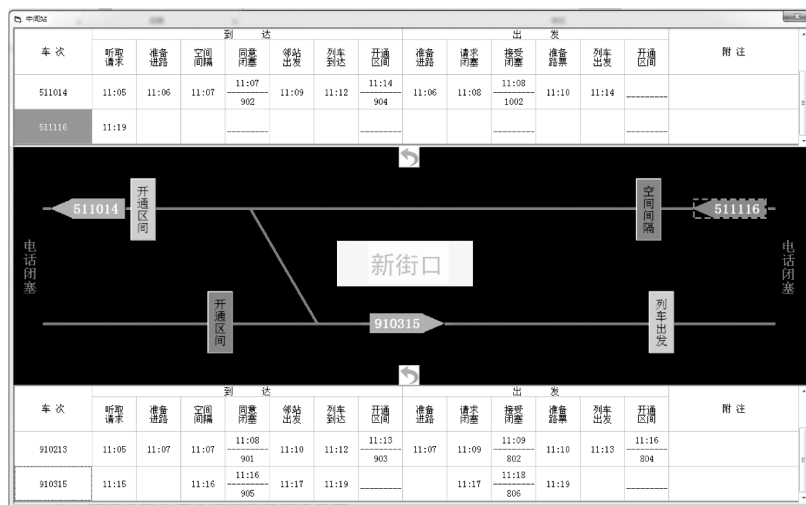


图2 中间站“两站两区间”电话闭塞法行车窗口界面示例

3 电话闭塞法行车把关系统把控流程

3.1 电话闭塞法行车的规章依据

为规范作业人员办理电话闭塞法行车,各轨道交通企业均建立了严格的规章制度。常见的规章制度和作业标准有《行车组织规则》《非正常接发列车作业指导书》和《电话闭塞法接发车作业标准》等。系统梳理涉及办理电话闭塞法行车的规章制度和作业标准对设计的科学性和实用性至关重要。

1) 《行车组织规则》。一般是分线别进行编制的,是运营管理、行车组织的指导性文件。《行车组织规则》不仅规定了电话闭塞法行车的时机、行车凭证、报点要求、车站同意闭塞的条件、进路准备与折返等基本要求,还规定了列车定位、确认区间空闲、

发布命令、同意闭塞、办理路票和交付路票发车的作业程序要求^[9]。

2) 《非正常接发列车作业指导书》。是《行车组织规则》中有关非正常接发列车规定的进一步细化,便于车站作业人员理解并操作。办理电话闭塞法行车时车站有关作业人员必须严格遵守^[10]。

3) 《电话闭塞法接发列车作业标准》。是通过表格的方式将作业的岗位分工、作业流程、作业内容和用语按照有关规章的规定进行进一步细化,直观地呈现给作业人员,更有利于规范作业,保证行车安全。

3.2 车站基本信息设置

1) 车站类型。按办理行车作业内容的不同分为中间站和折返站。中间站和折返站在承认闭塞的条件和办理作业项目上存在明显的差异。

2) 车站线路布置。中间站线路布置主要考虑的是渡线和存车线布置, 因为其关系到电话闭塞时准备进路作业项目。折返站线路布置主要考虑站后折返还是站前折返, 因为这对作业项目流程和布局会产生影响。考虑到电话闭塞法行车系统的通用性, 系统设计了常见车站图形库供操作者选择。特殊站型可根据用户需求临时增加。

3) 行车间隔。是办理电话闭塞法行车时列车与列车之间的最小空间间隔, 是车站承认闭塞的必要前提条件。根据不同线路的特点和运营要求, 目前办理电话闭塞法行车时的行车间隔分为“两站两区间”“一站两区间”和“一站一区间”三种^[11]。但对于特定的线路是由该线路的《行车组织规则》规定, 该线路采用何种行车间隔是相对固定的。

车站的基本信息在较长时间内是不会发生变化的, 故每次更改设置后系统会自动保存。办理电话闭塞法行车系统设置窗口如图3所示。通过窗口操作可以输入站名、选择站型和电话闭塞空间间隔等。

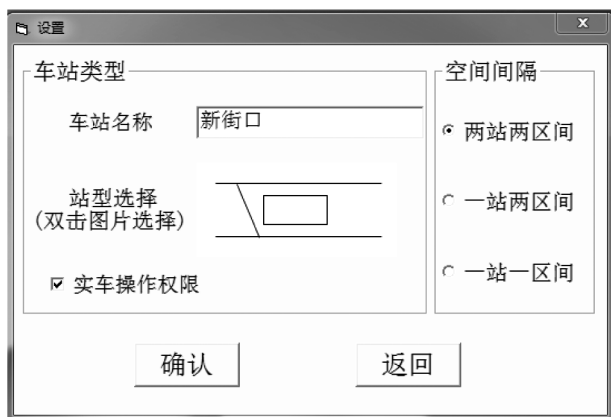


图3 办理电话闭塞法行车系统设置窗口设计

3.3 系统运行前相关条件确认

办理电话闭塞前必须先对列车进行定位, 并确认有关事项: ① 确认区间空闲; ② 确认车站站台有无列车停靠; ③ 确认调度员发布改按电话闭塞法行车的调度命令^[12]。在未确认区间空闲的情况下, 调度员不得发布调度命令改按电话闭塞法组织行车。某中间站改按电话闭塞法行车前需确认的条件及界面如图4所示。

3.4 分析作业项目间逻辑关系

根据办理电话闭塞法行车的规章制度和作业标准, 确定各项目出现和消失的前置条件及项目框显示的颜色。具体必须满足以下要求:

1) 一次接车或发车作业项目必须按规章和标

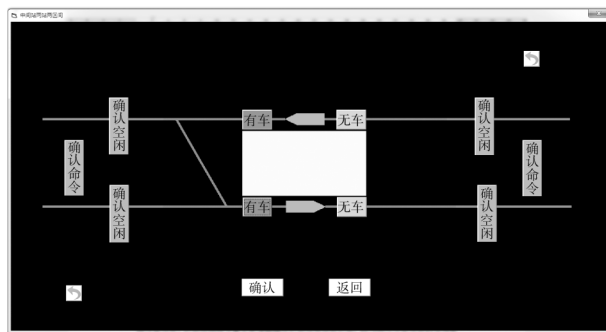


图4 某中间站改按电话闭塞法行车条件确认界面

准规定的前置条件和作业程序的顺序出现。

2) 可以办理作业的项目显示为绿色; 因发车项目未办理导致接车作业项目不能满足办理作业的条件时, 接车作业项目显示为红色, 用来提示操作人员禁止办理此项作业; 条件满足后显示红色的禁止办理作业项目会自动变为绿色。

3) 显示为绿色的作业项目办理完作业并点击确认后自动消失; 显示为红色的作业项目禁止办理并无法点击确认。

某中间站两端均改电话闭塞, 站台无列车占用条件下按“两站两区间”间隔行车时接车作业项目作业程序、确认前置条件及显示要求如图5所示。

4 结语

现有的办理和监督电话闭塞法行车的方法过度依赖人的业务素质, 无明显有效技术监督手段。而城市轨道交通电话闭塞法行车把关系统充分利用了现代计算机的运算和丰富的显示功能, 将电话闭塞的作业项目、作业流程和关键事项通过窗口操作系统显示在电脑或移动终端的屏幕上, 监督并提醒作业人员办理作业, 降低了对人的业务素质的依赖, 减轻了作业人员非正常作业时心理压力, 规范了操作人员的作业流程, 进一步保证了行车安全。同时也为管理者提供了科学而有效的管理工具。

参考文献

- [1] 李宇辉. 电话闭塞在地铁行车组织中的应用[J]. 现代城市轨道交通, 2010(2): 20.
- [2] 董锡明. 轨道交通系统安全工程[M]. 北京: 中国铁道出版社, 2014: 216-217.
- [3] 肖贵平, 朱晓宁. 交通安全工程[M]. 北京: 中国铁道出版社, 2016: 66-71.
- [4] 中国城市轨道交通协会. 2019年上半年城市轨道交通人力资源状况[J]. 城市轨道交通, 2019(11): 18.

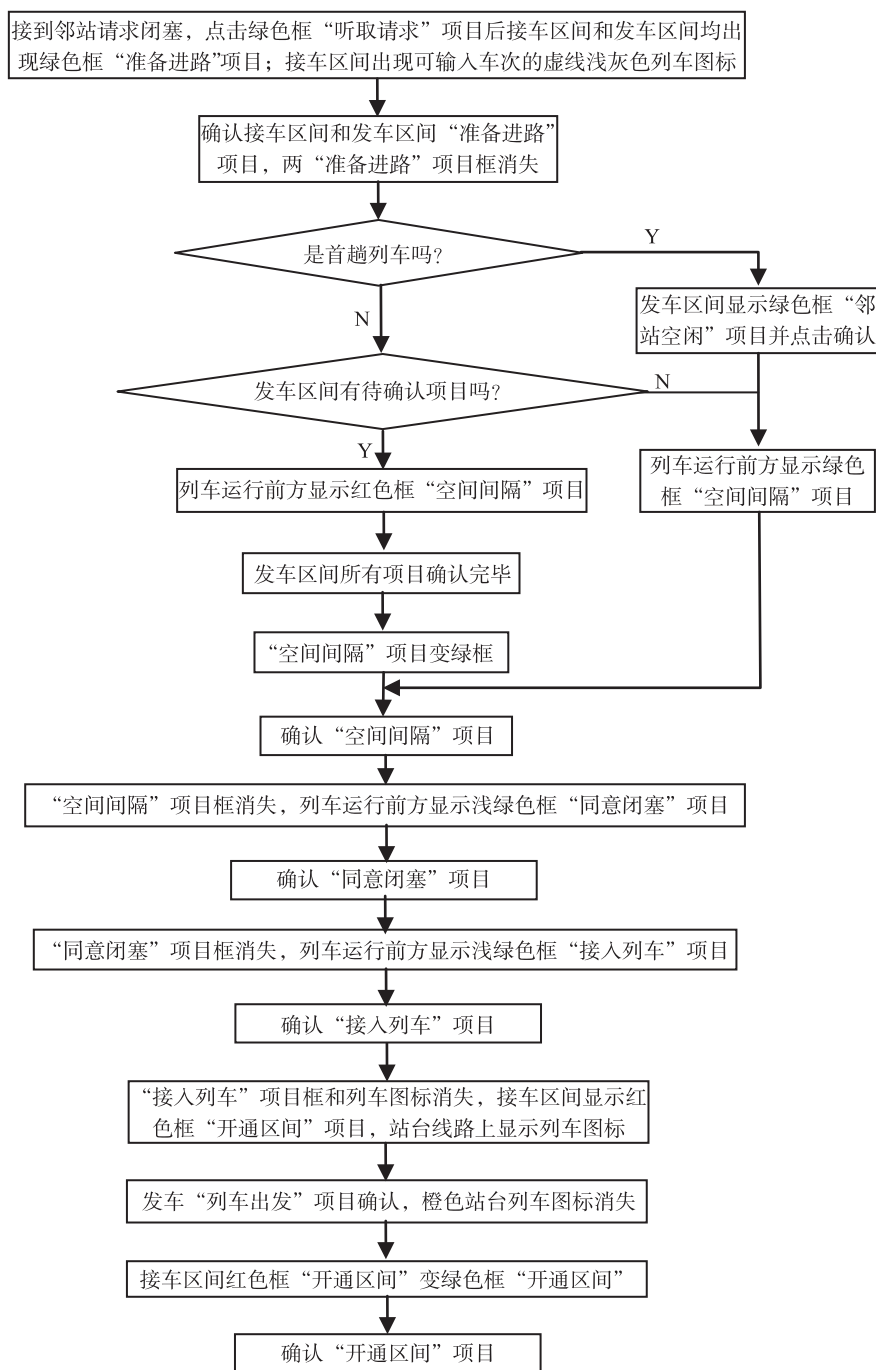


图5 某中间站两端改电话闭塞接车确认流程

- [5] 李宇辉, 娄树蓉. 城市轨道交通降级运营中安全控制的缺失与对策[J]. 城市轨道交通研究, 2012(11): 23.
- [6] 侯竣译, 康馨. 论电话闭塞法在地铁行车组织中的优缺点[J]. 科技风, 2018(36): 264.
- [7] 陈中华. 南京地铁电话闭塞行车辅助系统的设计与开发[D]. 南京: 东南大学, 2016.
- [8] 邱雁卿. 基于不稳定网络环境的电话闭塞辅助行车系统[D]. 广州: 华南理工大学, 2015.
- [9] 南京地铁运营有限责任公司. 行车组织规则: NDYJ 201007—2017[S]. 南京: 南京地铁运营有限责任公司, 2017.
- [10] 南京地铁运营有限责任公司. 非正常接发列车作业指导书: QNDYJ-304-006—2013[S]. 南京: 南京地铁运营有限责任公司, 2013.
- [11] 叶伟勇. 地铁信号故障时三种电话闭塞间隔模式的适用性分析[J]. 城市轨道交通研究, 2012(11): 99.
- [12] 植添强. 城市轨道交通电话闭塞法行车组织优化[J]. 科技经济导刊, 2016(15): 108.

(收稿日期: 2020-09-12)