

# 城市轨道交通快慢车运营模式下故障列车 停车线设计

宋嘉雯 史海欧

(广州地铁设计研究院股份有限公司, 510010, 广州//第一作者, 工程师)

**摘 要** 快慢车运营模式下的城市轨道交通线路的中间站既需设置避让线, 还需设置故障列车停车线, 故存在辅助配线规模大、维护复杂的情况。通过对相关案例进行研究, 提出避让线兼作故障列车停车线的原则。该原则可提高救援作业速度、减少配线规模与救援时间, 从而满足救援目标。该原则已在广州地铁 14 号线得以运用, 并取得良好运营效果, 目前已推广至广州地铁 18 号线、21 号线、22 号线等线路。

**关键词** 城市轨道交通; 快慢车运营模式; 避让线; 故障列车停车线

**中图分类号** U231.2

**DOI:** 10.16037/j.1007-869x.2020.10.037

## Design of Fault Train Stop Line under the Operation Mode of Urban Rail Transit Express and Local Trains

SONG Jiawen, SHI Hai'ou

**Abstract** Since both the switch-off siding and fault train stop line should be set at the intermediate station of rail transit line under the operation mode of express and local trains, the engineering scale of sidings and the maintenance cost are inevitably increased. By studying relevant cases, the principle of switch-off siding serving as fault train stop line is proposed, which could increase the rescue speed, reduce the siding scale and rescue time, thus meet the operation requirements. The principle is applied on Guangzhou Line 14 and has achieved good operation results. The research results are adopted by Line 18, Line 21 and Line 22 in Guangzhou City at present.

**Key words** urban rail transit; operation mode of express and local trains; switch-off siding; fault train stop line

**Author's address** Guangzhou Metro Design & Research Institute Co., Ltd., 510010, Guangzhou, China

广州地铁 14 号线是首条研究辅助配线运用原则及故障工况功能设计的线路。在设计及试运行、开通运营的工作过程中, 形成可靠、稳定的辅助配线运用原则与救援方案。本文将从相关案例分析、配线设计过程与救援方案优化进行阐述。

## 1 日本筑波快线配线设计

国内外市域快线均有避让线兼作停车线的配线设计原则。线路站间距大, 避让站设置密度高, 在运行间隔 16~24 对/h 的情况下, 避让站应用灵活且有富余, 可兼作故障列车停车线。避让线兼作停车线使配线密度保持在 10~15 km, 是国际通用惯例。

筑波快线<sup>[7]</sup>连接日本东京千代田区秋叶原站与茨城县筑波市筑波站。线路长 58.3 km, 车站 20 座, 列车最高速度为 130 km/h (设计按照 160 km/h 预留)。

目前筑波快线开行 4 种类型的列车, 在早高峰时段 (07:00—09:00) 开行通勤快车 (2 对/h)、区间快车 (5 对/h) 和站站停列车 (13 对/h), 合计 20 对/h。筑波快线全线配线见图 1。

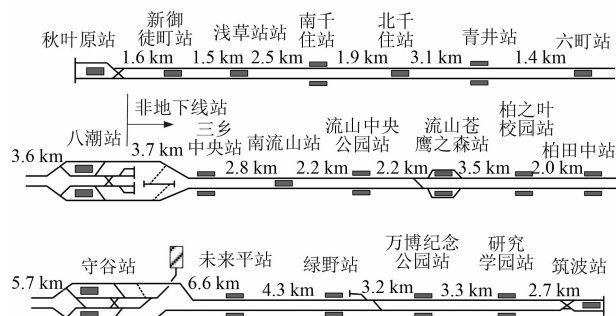


图 1 日本筑波快线全线配线图

通过分析筑波快线全线配线图可知, 在进行停车线的设置时, 可考虑避让线兼作停车线方案和单独设置停车线方案。对于避让线兼作停车线方案,

目前, 我国对快慢车运营模式的研究, 主要集中在整体运行效率、评价系统以及辅助配线形式上<sup>[5-6]</sup>, 但忽略了辅助配线的功能设计及运用原则。

列车故障救援时使用避让线进行故障列车的停放,需临时取消越行功能;若采用单独设置停车线方案,可在避让站额外设置停车线,或在非避让站单独设置停车线。具体如图 2 所示。

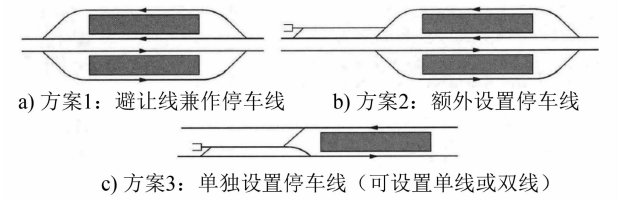


图 2 停车线布置方案

2 广州地铁 14 号线一期工程配线设计

广州地铁 14 号线一期工程(以下简为“14 号线一期工程”)包括主线嘉禾望岗站—东风站及知识城支线。其中,主线全长 54.1 km,共设 13 座车站,平均站间距 4.43 km<sup>[8]</sup>。

根据 14 号线一期工程快车停靠站方案及列车运行需要,设置嘉禾望岗站、新和站、从化客运站站与东风站为快车停靠站,设置白云东平站、太和站、钟落潭站、太平站与赤草站为避让站,见图 3。

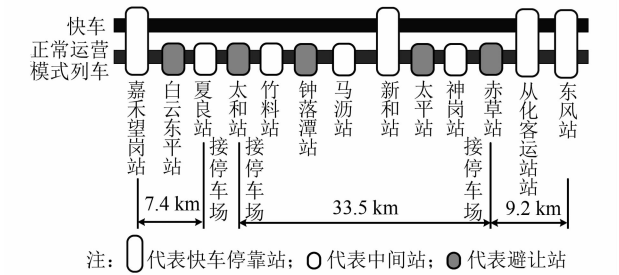


图 3 14 号线一期工程车站性质及车辆基地接轨站分布

14 号线一期工程嘉禾望岗站—夏良站长 7.4 km,共 2 个区间,以及赤草站—东风站长 9.2 km,共 2 个区间,均满足建标 104—2008《城市轨道交通工程项目建设标准》<sup>[9]</sup>与 GB 50157—2013《地铁设计规范》<sup>[10]</sup>等对辅助配线的要求。太和站—赤草站长 33.5 km,共 7 个区间,至少需要 2 座车站设置停车

线。若考虑避让线不兼作停车线,根据辅助配线分布均衡原则,需在钟落潭站、马沥站及太平站设置停车线。

钟落潭站与太平站从车站位置及配线均衡角度分析既需设置避让线,也需设置故障列车停车线,故按照避让线不兼作停车线与避让线兼作停车线两个方案进行比选。

选择避让线不兼作停车线方案时,既可停放故障列车,还可保持快慢车运营模式正常运作;其次,故障列车清客后可尽快推送至停车线,减少对正线占用时间。选择避让线兼作停车线方案时,故障列车被推送至避让线后,只能取消该站同方向的慢车避让功能,快慢车通过在此站停车来调整运行秩序,或将该方向运营模式降级至普通运营模式,且救援时间较长。

为减少救援时间,满足城市轨道交通救援目标,其中主要措施是提高故障列车推送速度,以下对上述两个方案进行优化研究。

3 故障列车救援方案优化

当出现故障列车在区间停车的情况时,取消该方向快慢车运营模式,采用“后车推”的方式进行救援。针对故障列车的推送速度,GB 50157—2013《地铁设计规范》只适用于最高运行速度不超过 100 km/h 的列车,无法适用广州地铁最高运行速度 120 km/h 的列车。

《广州地铁市域快线的行车组织规则》规定,运行速度为 120 km/h 列车的推进救援速度为 45 km/h,预留 60 km/h 的 RM(限制人工)模式。该方案在广州地铁 3 号线及其北延段成功使用。参考 TG/CL 302—2016《CRH 系列动车组相互救援暂行作业办法》的第 6 条与第 7 条,故障列车可按 45 km/h 或 60 km/h 的速度推送至停车线、车辆基地或避让线。

按照不同的停车线设置方案,根据不同的推送原则、不同的推送速度计算最长推送距离区段的救援时间,如表 1 所示。

表 1 不同推送速度下两种方案救援列车救援时间对比表

故障列车 推送速度/ (km/h)	方案 1				方案 2			
	最长推送 距离的区段	距离/ km	故障列车清客 完毕时间/min	救援列车返回车站 救援时间/min	最长推送 距离的区段	距离/ km	故障列车清客 完毕时间/min	救援列车返回车站 救援时间/min
45	太和站—钟落潭站	10.4	22.0	31.4	太和站—马沥站	16.1	22.0	39.0
60	太和站—钟落潭站	10.4	20.0	27.9	太和站—马沥站	16.1	20.0	33.6

注: 方案 1 为避让线兼作停车线,推送至最近停车位置;方案 2 为避让线不兼作停车线,推送至停车线或车辆基地

由表 1 可知,以 45 km/h 推送故障列车回马沥站停车线的救援时间达 39 min;以 60 km/h 推送故障列车回马沥站停车线的救援时间不超过 35 min。考虑推送速度更接近旅行速度,且快车最小运行间隔在初期为 15 min,远期为 75 min<sup>[7]</sup>,故可利用快车运行间隙推送回场。

综上所述,推荐避让线兼作停车线、以 60 km/h 推送故障列车的方案,既能满足广州地铁运营救援的目标,也能尽量减少对远期快车运行的影响。

### 4 评价分析

避让线兼作停车线时,可根据快车与普通列车的运行密度及秩序,灵活选择将故障列车推送至避

让线、停车线或车辆基地的救援方案。  
初期清客后故障列车最长推送时间为 14.5 min,基本不影响快车运行;远期快车运行间隔减至 7.5 min 后,可考虑在临近避让站停车,清客推送最长时间约 5.2 min,能减少对快车的运行影响。目前,14 号线已具备 60 km/h 推送故障列车的能力,因此满足救援目标。  
通过对比分析,若钟落潭站或太平站同时设置避让线与停车线,系统功能重叠,考虑到车站体量及规模大,增加了实施难度,降低了景观效果,故采用避让线兼作停车线的原则。经综合优化后的 14 号线一期工程辅助配线如图 4 所示。

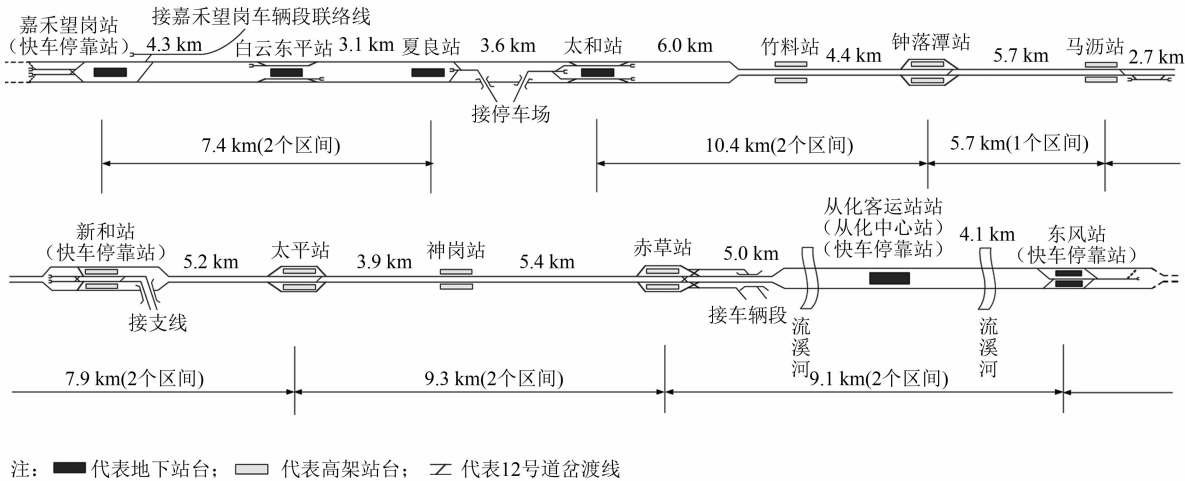


图 4 14 号线一期工程辅助配线

T/CCES 2—2017《市域快速轨道交通设计规范》<sup>[11]</sup>规定:“故障列车停车线……设置间距应满足列车故障救援要求,且宜为 15 km。”表 2 为国内外部分市域快线辅助配线指标对比统计表。由表 2

可知,在避让线兼顾停车线的原则下,上海轨道交通 16 号线和广州地铁 14 号线相应指标满足上述规范要求,且优于日本筑波快线。

表 2 国内外各市域快线辅助配线指标对比统计表

项目	线路长度/km	平均站间距/km	停车线数量/条	避让线数量/条	避让线兼作停车线时最大停车线间距/km
日本筑波快线	58.30	3.07	2	2	15.60
上海轨道交通 16 号线	58.96	4.91	2	4	约 12.0
广州地铁 14 号线	54.00	4.45	1	5	10.6

### 5 结语

在广州地铁 14 号线及后继的 21 号线、18 号线等市域快线辅助配线研究与设计中,逐步确立避让线兼作故障列车停车线的原则。该原则可有效整合全线辅助配线功能、提高配线运用效率、减少工程规模;通过优化救援措施,使以上配线使用原则

更具可操作性。通过 14 号线与 21 号线的实际应用,证明避让线兼作故障列车停车线实用可靠。目前避让线兼作停车线已是成熟做法,且广州地铁相关标准对此原则的要求更高,今后可供其他市域快线或城际铁路参考。

(下转第 161 页)

过网络进行流转,开票用时约 3.5 min,票体流转及审批用时约 1.5 min,总计用时约 5 min。仅两票开票这一环节,每年就可节省约 3 337 h。

### 5.2 减少投资和运维成本

北京地铁供电运行安全生产智能管理系统的应用可极大地减少投资和运维成本。如:安全生产管理平台集成多种标准化应用子系统,并实现资源共享和深度融合;智能手持终端兼容多种运维管理系统手持终端,减少了设备和系统数量,避免了重复投资,与采用各种独立系统相比,投资成本至少节省 30%;减少工作人员需要学习掌握的产品和系统数量,以及作业携带设备数量,降低劳动强度和后期运维成本。

### 5.3 提高供电安全保障水平

通过一系列安全管控设备及其应用,实现了多部门、多地点、多层次安全生产、协同工作及设备交叉运维作业的综合安全管控功能,保障了整体流程的逻辑控制和安全防护,避免了误操作,减少了安全事故引起的损失,大大提高了供电系统运维作业的整体安全保障水平。

### 5.4 推动城市供电运维技术的信息化和智能化发展

系统通过多种在线监测、网络通信技术和移动终端设备,使决策、管理人员能实时监控相关生产作业信息,参与作业过程,有效提高了供电信息化

和智能化管理水平,有力地促进了国内城市轨道交通供电运维技术发展。

## 6 结语

城市轨道交通供电运行安全生产智能管理系统解决了北京地铁供电运维存在的安全风险高和作业效率低的问题,实现了运维信息化和智能化应用,对进一步提升供电安全生产水平、提高工作效率、降低运维成本,实现北京地铁保安全、高效率、低成本的运营目标起到重要作用。该系统的成功研究和应用,可为城市轨道交通供电系统生产安全和信息化管理提供借鉴和参考。

## 参考文献

- [1] 高翔. 轨道交通供电运行安全生产管理系统研究[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2015(11): 724.
- [2] 何霖, 庞开阳. 城市轨道交通供电运行安全生产管理系统[J]. 都市快轨交通, 2014(4): 101.
- [3] 唐科海. 轨道交通供电安全生产管理体系探讨[J]. 数字通信世界, 2019(3): 267.
- [4] 熊奇, 闵和鑫. 轨道交通供电运行的安全管控研究[J]. 交通世界, 2017(26): 46.
- [5] 兰慧峰, 芮学宝. 轨道交通供电安全生产管理体系探讨[J]. 电气化铁道, 2016(2): 28.
- [6] 谢昶. 电网检修计划优化编制方法研究及应用[D]. 北京: 华北电力大学, 2013.

(收稿日期: 2019-05-14)

(上接第 156 页)

## 参考文献

- [1] 刘丽波, 叶霞飞, 顾保南. 东京私铁快慢车组合运营模式对上海市域轨道交通线的启示[J]. 城市轨道交通研究, 2006(11): 38.
- [2] 江永, 叶霞飞. 国外典型大城市轨道交通配线方法和经验[J]. 城市轨道交通研究, 2007(12): 35.
- [3] 杜鹏, 张勇, 毛保华. 城际轨道交通列车故障救援模式的探讨[J]. 城市轨道交通研究, 2011(3): 75.
- [4] 孙元广, 史海欧. 市域线快慢车组合运营模式研究与实践[J]. 都市快轨交通, 2013(2): 14.
- [5] 缪道平. 地铁快慢车模式车站辅助配线方案研究[J]. 铁道工程学报, 2015(6): 98.
- [6] 孙元广, 冉昕晨, 杨帆航, 等. 城市轨道交通快慢车开行方案设计与评价研究[J]. 铁道科学与工程学报, 2018(1): 234.
- [7] 广州地铁设计研究院股份有限公司. 市域快速轨道交通快慢车设计关键技术研究[R]. 广州: 广州地铁设计研究院股份有限公司, 2018.
- [8] 广州地铁集团有限公司. 广州市轨道交通十四号线一期及知识城支线初步设计总说明书[R]. 广州: 广州地铁集团有限公司, 2014.
- [9] 中华人民共和国建设部, 中华人民共和国国家发展和改革委员会. 城市轨道交通工程项目建设标准: 建标 104—2008[S]. 北京: 中国计划出版社, 2008.
- [10] 中华人民共和国住房和城乡建设部, 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局. 地铁设计规范: GB 50157—2013[S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2013.
- [11] 中国土木工程学会. 市域快速轨道交通设计规范: T/CCES 2—2017[S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2017.

(收稿日期: 2019-01-14)