

无人自动折返模式下城市轨道交通车站 站后折返能力分析

罗诗芸

(厦门轨道建设发展集团有限公司, 361001, 厦门//助理工程师)

摘要 目的:为压缩城市轨道交通高峰期行车间隔,提升运输服务水平,需要对ATB(无人自动折返)模式下城市轨道交通车站站后折返能力进行研究。方法:以采用ATB模式折返为切入点,以厦门地铁2号线五缘湾站为例,基于到发列车行车间隔均衡的理想情况,利用时序模型,将折返作业拆分为单项作业,根据作业的前后顺序及限制条件将其绘制在时序图上,计算分析相邻两列车的到达间隔、进出折返线间隔及发车间隔等,对比该折返方式下的最小折返间隔及其折返能力,并结合实际折返作业过程中受到信号系统排列进路时机的影响,分析限制折返能力的因素,得到终到站到发列车间隔对应的车站站后折返方式。结果及结论:在采用站后ATB模式折返时,站后单线折返的最小折返间隔为114 s,站后双线折返的最小折返间隔为112 s;受到信号排列进路时机的影响,到达列车行车间隔为158~213 s时,采用站后单渡线折返;到达列车行车间隔为114~158 s或大于213 s时,可以采用两种折返方式折返。

关键词 城市轨道交通;车站;站后折返能力;无人自动折返模式

中图分类号 U292.5⁺1

DOI:10.16037/j.1007-869x.2023.10.009

Analysis of Urban Rail Transit Station Post-station Turn-back Capacity under Unmanned Automatic Turn-back Mode

LUO Shiyun

Abstract Objective: To compress peak-hour train interval time and enhance transportation service level in urban rail transit, it is essential to study the post-station turn-back capacity of urban rail transit station under ATB (unmanned automatic turn-back) mode. Method: Taking the adoption of ATB mode for turn-back as a starting point in the case of Xiamen Metro Line 2 Wuyuanwan Station, and according to the ideal scenario based on balanced train interval time for arriving and departing trains, a temporal-sequence model is utilized to break down the turn-back process into individual operations, which are then depicted on a timeline diagram based on their sequence and con-

straints. Calculations are conducted to analyze intervals between adjacent arriving trains, turn-back track entry/exit interval, and departure interval. By comparing the minimum turn-back interval and its turn-back capacity under this mode, and considering the impact of signaling system arrangement entry timing during actual turn-back operation process, factors limiting the turn-back capacity are analyzed and the post-station turn-back mode corresponding to train arrival intervals at the terminal station is identified. Result & Conclusion: When using post-station ATB mode, the minimum post-station turn-back interval time for single-track is 114 s, while for double-track, it is 112 s. Considering the impact of signaling arrangement entry timing, when the train arrival interval is between 158 to 213 seconds, the post-station single-crossover turn-back is recommended. When the train arrival interval is between 114 to 158 seconds or exceeds 213 seconds, either of the two turn-back modes can be adopted for turn-back operations.

Key words urban rail transit; station; post-station turn-back capacity; unmanned automatic turn-back mode

Author's address Xiamen Rail Construction Development Group Co., Ltd., 361001, Xiamen, China

城市轨道交通折返站的折返能力制约着列车运行交路上终到站折返方式的选择,以及高峰期行车间隔的进一步压缩,而折返能力主要取决于车站配线设置、信号闭塞方式、列车停站时间及接发列车间隔等。在车站配线等基础设施无法变动的情况下,为压缩高峰期行车间隔,提升运输服务水平,有必要研究列车运行交路上终到站的折返能力。

目前,国内对城市轨道交通折返站折返能力的研究主要有:文献[1]对比分析了站前单渡线、交叉渡线,站后单渡线、交叉渡线共4种折返站型的折返作业流程和作业时间,提出站前、站后均可用于折返的最优折返站渡线布设方案;文献[2]分析了岛式车站列车折返过程和折返时间,得出城市轨道交通

通列车折返的一般特点以及折返能力的计算方法;文献[3]绘制了站后单线及双线折返作业的技术作业程序图,计算了相应折返间隔和折返能力,得出不同行车间隔条件下使用不同折返方式的结论;文献[4]通过计算机仿真对比分析了不同折返路径对应的折返间隔,得出折返方式的一般规律。目前,国内已有较多城市轨道交通采用 ATB(无人自动折返)模式,但对其折返能力研究较少,因此,亟待开展 ATB 模式下折返能力的研究。本文在现有的研究基础上,以采用 ATB 模式折返为切入点,基于时序模型对城市轨道交通站后折返作业过程进行分析,并结合实际折返作业过程中受到的影响,提出采用不同站后折返方式的折返间隔与折返方式的

选择。

1 基本概况

城市轨道交通列车折返方式根据车站配线设置分为站前折返和站后折返,根据配线数量分为单线折返和双线折返。站后折返站是城市轨道交通折返站最常见的类型,即折返线设置在终到站的后方,列车到站后完成下客作业并使用站后渡线完成折返作业。

本文以厦门地铁 2 号线五缘湾站(以下简称“2 号线”)为例,对其站后折返能力进行研究。2 号线五缘湾站的线路信息示意如图 1 所示。

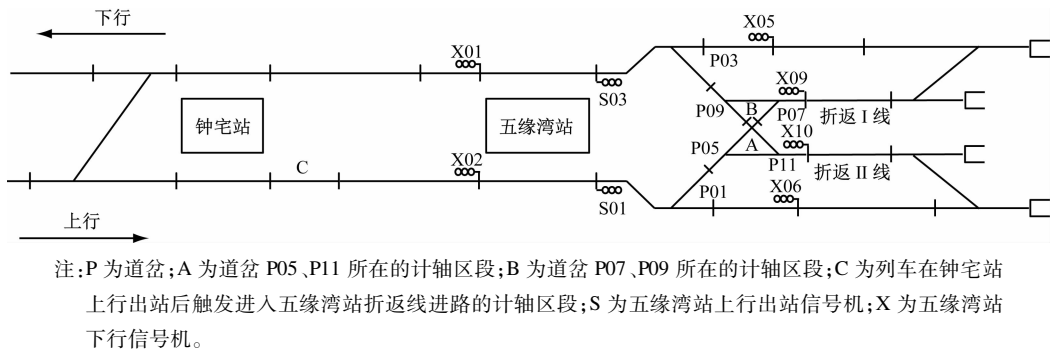


图 1 五缘湾站线路信息示意图
Fig. 1 Diagram of Wuyuanwan Station track information

五缘湾站为 2 号线上行交路的终到站,钟宅站为终到站前 1 个车站。2 号线采用移动闭塞法行车,采用 ATB 模式折返。该折返模式下,列车可在 FAO(全自动运行)模式下从到达站台进入和折出折返线,最后进入发车股道。司机利用折返时间换端,不影响折返作业,列车可实现折返线内即停即走,较传统折返模式节省了司机换端作业时间。

2 五缘湾站站后折返能力分析

基于 ATB 模式,利用时序模型,将折返作业拆分为单项作业。根据作业的前后顺序及限制条件将其绘制在时序图上,通过该时序模型计算分析相邻两列车的到达间隔、进出折返线间隔及发车间隔等,对比得出该折返方式下的最小折返间隔及其折返能力。

- 列车折返的单项作业如下:
- 1) 到达站台接车:列车越过 X02 信号机至到达站台停稳。
 - 2) 列车到达停站:列车在到达站台停留,在此

- 期间完成下客、开关门及建立 ATB 模式等作业,直至信号开放、列车动车前。
- 3) 信号系统排列进路:信号系统排列所需进路,进路准备完毕至信号开放。
 - 4) 列车从到达站台运行至出清 A 区段:列车从到达站台动车,至列车尾部出清道岔所在的 A 区段。
 - 5) 列车从出清 A/B 区段运行至折返线:列车从出清道岔所在的 A/B 区段运行至折返线停稳的过程。
 - 6) 列车从到达站台进入折返线:列车从到达站台动车,出清道岔所在的 A/B 区段,列车完全进入折返线所在计轴区段。
 - 7) 列车在折返线停留:列车在折返线内停留,包含信号系统排列进路、换端等待的过程。
 - 8) 列车换端等待:采用站后双线交替折返时优先完成接车作业,列车在折返线停留等待。
 - 9) 列车从折返线运行至出清 B 区段:列车从折返线动车,完全离开折返线所在计轴区段,至出清

道岔所在的 B 区段。

10) 列车从出清 B 区段运行至发车站:列车出清道岔所在的 B 区段后,至列车越过 S03 信号机至发车站台停稳的过程。

11) 列车出折返线到达发车站台:列车从折返线动车,越过 S03 信号机至发车站台停稳的过程。

12) 列车发车停站:列车在发车站台停留,在此期间完成上客、开关门,以及完成 CBTC-AM(基于通信的列车控制-自动模式)等作业,直至信号开放、

列车动车前。

13) 发车站台发车:列车越过 X01 信号机至出清发车站台计轴区段的过程。

2.1 站后单渡线折返

以五缘湾站站后折返Ⅱ线折返为例,对站后单渡线折返进行分析。五缘湾站站后折返Ⅱ线折返作业示意如图 2 所示。

五缘湾站站后折返Ⅱ线折返作业时序如图 3 所示。

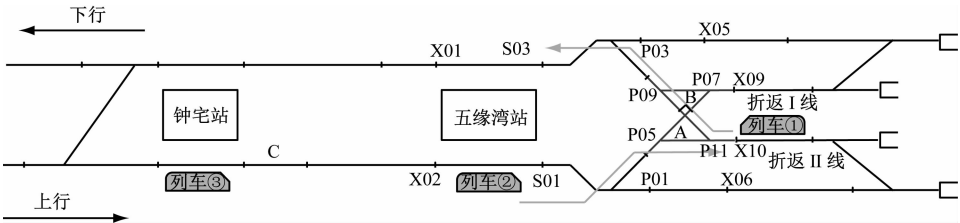


图 2 五缘湾站站后折返Ⅱ线折返作业示意图

Fig. 2 Diagram of turn-back operations on Wuyuanwan Station post-station turn-back track II

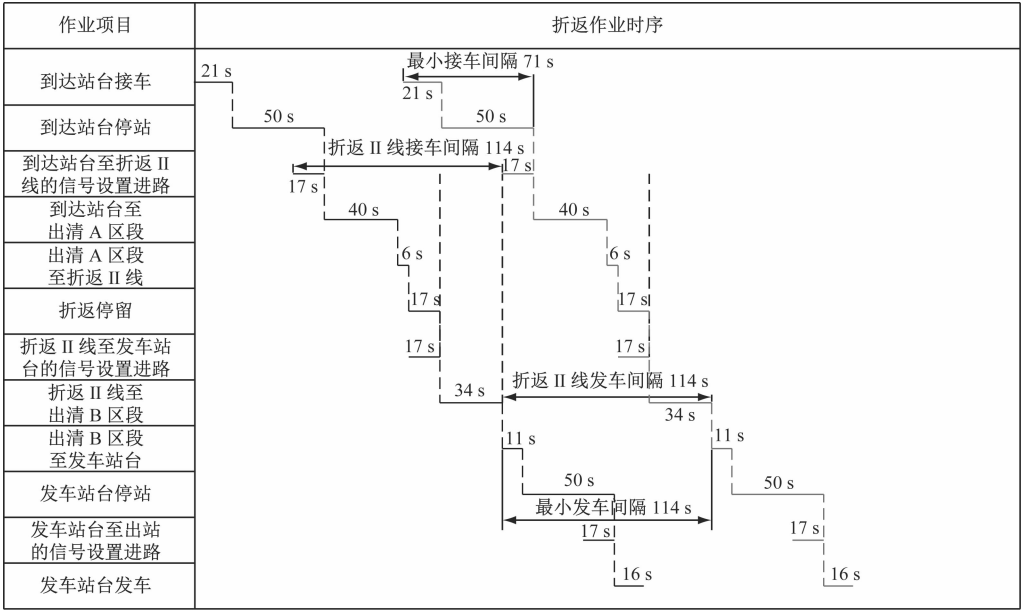


图 3 五缘湾站站后折返Ⅱ线折返作业时序图

Fig. 3 Time sequence diagram of turn-back operations on Wuyuanwan Station post-station turn-back track II

2.1.1 进出折返线作业

对列车②进行分析:列车①在折返Ⅱ线上运行至出清 B 区段后,在上行到达站台排列进折返Ⅱ线进路,列车②进折返Ⅱ线换端,列车①在下行站台出站,列车②具备出折返Ⅱ线条件并在折返Ⅱ线排列至下行发车站台进路。

$$t_{\text{进出}} = t_{\text{II B}} + t_{\text{进 II 信}} + t_{\text{上 II}} + t_{\text{出 II 信}} \quad (1)$$

式中:

$t_{\text{进出}}$ ——列车进出折返线作业时间;

$t_{\text{II B}}$ ——列车从折返Ⅱ线运行至出清 B 区段的时间;

$t_{\text{进 II 信}}$ ——列车从上行到达站台运行至折返Ⅱ线的信号系统排列进路时间;

$t_{\text{上 II}}$ ——列车从上行到达站台运行至折返Ⅱ线的时间;

$t_{\text{出 II 信}}$ ——列车从折返Ⅱ线运行至下行发车站

台的信号系统排列进路时间。

2.1.2 接车作业

对列车③进行分析:折返Ⅱ线上列车①运行至出清 B 区段,列车②在上行到达站台动车后,列车③可以进站。

$$t_{\text{接车}} = t_{\text{接车,上}} + t_{\text{停站}} \quad (2)$$

式中:

$t_{\text{接车}}$ ——接车作业时间;

$t_{\text{接车,上}}$ ——上行到达站台接车时间;

$t_{\text{停站}}$ ——站台停站时间。

2.1.3 发车作业

列车①在下行发车站台停站时,不考虑信号系统立即在折返Ⅱ线排列至下行线路的情况:列车②紧随列车①时,若列车②停车等待,列车①出站后列车②即可动车进站;若列车②未停车时列车①动车出站,列车②减速追踪列车①进站;可能存在列车②停车后无法立即动车,需行车调度员介入的情况。

到发方向为均匀发车,只考虑列车①动车后列车②排列至下行发车站台进路的情况。

$$t_{\text{发车}} = t_{\text{Ⅱ下}} + t_{\text{停站}} \quad (3)$$

式中:

$t_{\text{发车}}$ ——发车作业时间;

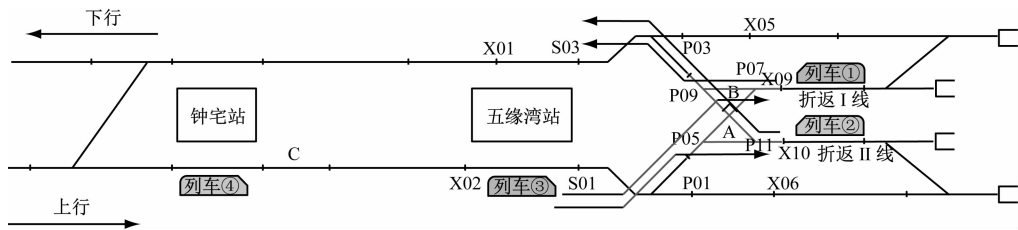


图4 五缘湾站站后双线交替折返作业示意图

Fig. 4 Diagram of Wuyuanwan Station post-station double-track alternate turn-back operations

五缘湾站站后双线交替折返作业时序如图5所示。

折返Ⅰ线上的列车①运行至出清 B 区段后,在上行站台排列进折返Ⅰ线进路,列车③从上行站台进折返Ⅰ线。

折返Ⅱ线上的列车②运行至出清 B 区段后,在上行站台排列进折返Ⅱ线进路,列车④从上行站台进折返Ⅱ线。

站后双线交替折返的限制情况为出折返Ⅱ线与进折返Ⅰ线存在敌对进路。根据优先接车原则,进折返Ⅰ线进路优先排列,出折返Ⅱ线列车需在折

$t_{\text{Ⅱ下}}$ ——折返Ⅱ线至下行发车站台时间。

2.1.4 总结

制约站后单渡线折返能力的最大间隔 $t_{\text{单折}} = t_{\text{进出}} = 114 \text{ s}$ 。

列车最小折返时间 $t_{\text{折返}}$ 为:

$$t_{\text{折返}} = t_{\text{停站}} + t_{\text{上Ⅱ}} + t_{\text{信号}} + t_{\text{Ⅱ下}} + t_{\text{停站}} \quad (4)$$

式中:

$t_{\text{信号}}$ ——信号系统排列进路时间。

当终到站到达列车行车间隔小于接车间隔 71 s 时,列车无法进站;当到达列车行车间隔大于接车间隔 71 s 且小于进/出折返线作业间隔 114 s 时,车站折返能力限制列车折返作业;大于进/出折返线作业间隔 114 s 时,车站折返能力满足需求。

采用站后折返Ⅱ线的小时折返能力 $N_{\text{折}}$ 为:

$$N_{\text{折}} = 3600/t_{\text{单折}} \quad (5)$$

经计算得到,站后折返Ⅱ线的小时折返能力为 32 列/h,最小折返间隔为 114 s。同理可得,站后折返Ⅰ线的小时折返能力和最小折返间隔。

2.2 站后双线交替折返

以五缘湾站站后折返Ⅰ、Ⅱ线为例进行站后双线交替折返分析。五缘湾站站后双线交替折返作业示意如图4所示。

返线换端并等待进折返Ⅰ线列车出清 B 区段后的信号开放。ATB 模式下,道岔位置正确时,折返线内列车可实现立即排列进路。

2.2.1 换端等待作业

对列车②、③进行分析:列车③运行至折返Ⅰ线,待折返Ⅱ线上列车②出清 B 计轴区段后排列进路;列车②待列车③运行至折返Ⅰ线且列车①发车后排列进路运行至下行站台。

折返Ⅱ线上列车②换端的等待作业时间 $t_{\text{Ⅱ换等}}$ 为:

$$t_{\text{Ⅱ换等}} = t_{\text{进Ⅰ信}} + t_{\text{上Ⅰ}} + t_{\text{出Ⅱ信}} \quad (6)$$

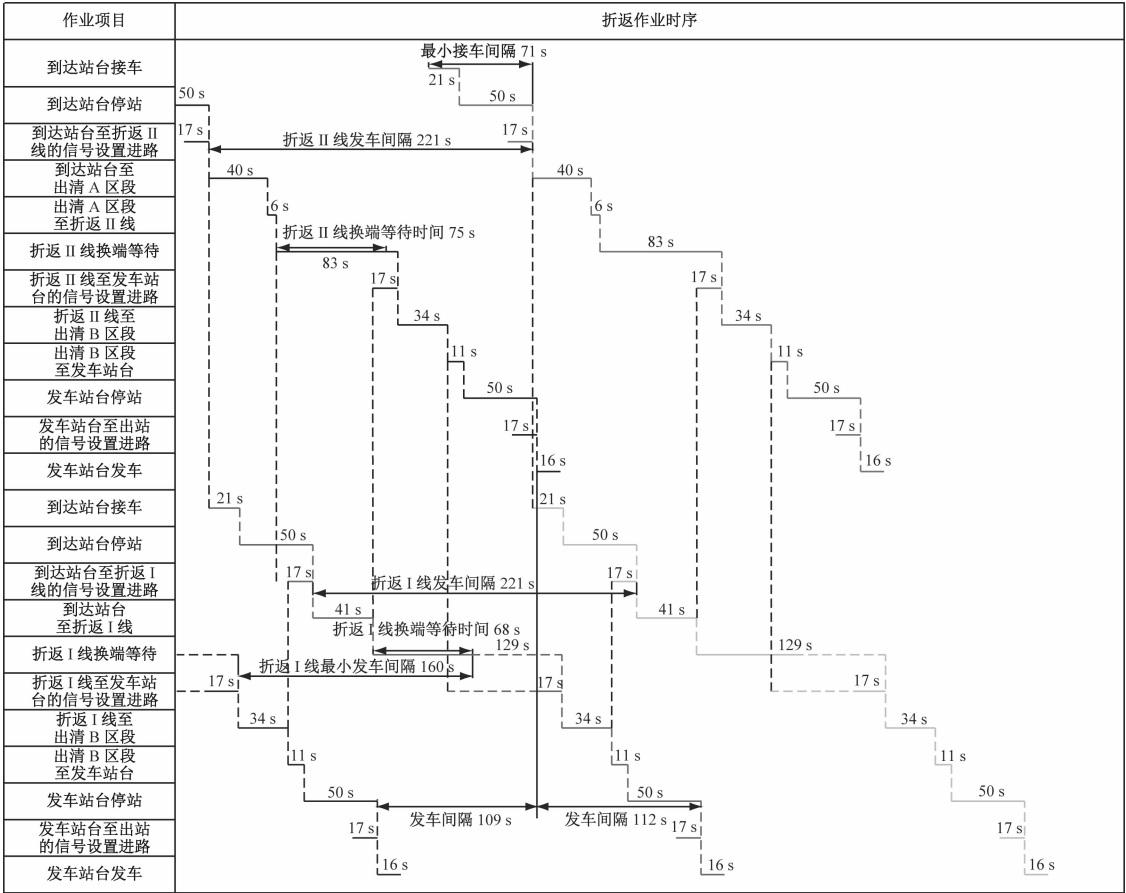


图 5 五缘湾站站后双线交替折返作业时序图

Fig. 5 Time sequence diagram of Wuyuanwan Station post-station double-track alternate turn-back operations

式中：

$t_{\text{进 I 信}}$ ——列车从上行到达站台运行至折返 I 线的信号系统排列进路时间；

$t_{\text{上 I}}$ ——列车从上行到达站台运行至折返 I 线时间。

采用限制条件倒推：

1) 位于折返 II 线的列车②出清 B 区段后,位于折返 I 线的列车③具备出该折返线的信号系统排列进路条件；

2) 位于折返 I 线的列车③出清 B 区段后,位于折返 II 线的列车②具备出该折返线的信号系统排列进路条件；

3) 位于折返 I 线的列车①出清 B 区段后,位于到达站台的列车③具备进入折返线的信号系统排列进路条件；

4) 位于到达站台的列车②动车后,后续列车具备进站条件。

由时序模型得到列车在折返 II 线换端等待时间 $t_{\text{II 换等},0} = 83 \text{ s}$ 。

位于折返 I 线的列车③换端等待作业时间

$t_{\text{I 换等}}$ 为：

$$t_{\text{I 换等}} = t_{\text{进 I 信}} + t_{\text{出 II 信}} + t_{\text{II B}} \quad (7)$$

同理,由时序模型得到列车在折返 I 线换端等待时间 $t_{\text{I 换等},0} = 129 \text{ s}$ 。

2.2.2 进/出折返线作业

1) 进/出折返 I 线作业。列车①在折返 I 线运行至出清 B 区段后,在上行站台排列进折返 I 线进路;列车③在上行站台进折返 I 线,列车③在折返 I 线换端并等待出折返线信号开放。

$$t_{\text{进出 I}} = t_{\text{IB}} + t_{\text{进 I 信}} + t_{\text{上 I}} + t_{\text{I 换等},0} \quad (8)$$

式中：

$t_{\text{进出 I}}$ ——列车进出折返 I 线作业时间；

t_{IB} ——列车在折返 I 线运行至出清 B 区段时间。

2) 进/出折返 II 线作业。折返 II 线上列车②运行至出清 B 区段后,在上行站台排列进折返 II 线进路,列车④从上行站台进折返 II 线,列车④在折返 II 线上换端并等待出折返线信号开放。

$$t_{\text{进出II}} = t_{\text{II B}} + t_{\text{进II信}} + t_{\text{上II}} + t_{\text{II换等},0} \quad (9)$$

式中:

$t_{\text{进出II}}$ ——列车进出折返 II 线作业时间。

3) 折返 I / II 线发车作业间隔 $t_{\text{I-II}}$ 为:

$$t_{\text{I-II}} = t_{\text{上I}} + t_{\text{上II}} + t_{\text{进II信}} \quad (10)$$

由时序模型得到折返 I 线发车至折返 II 线发车的作业间隔 $t_{\text{I-II},0} = 109 \text{ s}$ 。

4) 折返 II / I 线发车作业间隔 $t_{\text{II-I}}$ 为:

$$t_{\text{II-I}} = t_{\text{上II}} + t_{\text{上I}} + t_{\text{进I信}} \quad (11)$$

由时序模型得到折返 II 线发车至折返 I 线发车的作业间隔 $t_{\text{II-I},0} = 112 \text{ s}$ 。

2.2.3 接车作业

对列车④进行分析:列车①在折返 I 线上运行至出清 B 区段上行站台,列车③动车后,列车④可以进站。

2.2.4 发车作业

1) 列车①在下行发车站台发车后,列车②在折返 II 线运行至下行发车站台发车。由时序模型得到折返 I 线折返列车发车至折返 II 线折返列车发车的作业间隔 $t_{\text{I-II发}} = 109 \text{ s}$ 。

2) 列车②在下行发车站台发车后,列车③在折返 I 线运行至下行发车站台发车。由时序模型得到折返 II 线折返列车发车至折返 I 线折返列车发车的作业间隔 $t_{\text{II-I发}} = 112 \text{ s}$ 。

2.2.5 总结

制约站后双线交替折返能力的作业为最大间隔作业。在到达、发车方向行车间隔相同时,即双线交替折返作业间隔 $t_{\text{双折}} = t_{\text{发车}} = t_{\text{II-I发}} = 112 \text{ s}$, $t_{\text{折返}} = 352 \text{ s}$ 。

当终到站到达列车行车间隔小于接车间隔 71 s 时,列车无法进站;当到达列车行车间隔大于接车间隔 71 s 且小于发车作业间隔 112 s 时,车站折返能力限制列车折返作业;当到达列车行车间隔大于发车作业间隔 112 s 时,车站折返能力满足需求。经计算得到采用站后双线交替折返的小时折返能力为 32 列/h,最小折返间隔为 112 s。

3 信号排列进路时机对五缘湾站站后折返能力的影响

实际上,折返作业还受到信号排列进路时机的影响。以 2 号线为例,列车从钟宅站至五缘湾站上行区间的运行时间为 87 s,列车从钟宅站上行出站至触发进五缘湾折返线进路的时间为 14 s,列车完

全出清 C 区段时间为 25 s。

根据优先接车原则,在采用站后双线交替折返时存在列车运行至 C 区段排列进折返 I 线进路,影响五缘湾站折返 II 线至五缘湾站下行发车站台进路排列的情况。实际作业中,列车在折返线内可通过提前排列出折返线进路消除部分影响。

1) 不影响前车工况:前车进入折返线出清 A 区段时,后车出清 C 区段。

$$t_{\text{不影响,I}} = t_{\text{运行}} - t_{\text{出清}} + t_{\text{停站}} + t_{\text{上II}} \quad (12)$$

式中:

$t_{\text{不影响,I}}$ ——不影响前车的间隔;

$t_{\text{运行}}$ ——列车在钟宅站至五缘湾站上行区间的运行时间;

$t_{\text{出清}}$ ——列车出清 C 区段时间。

2) 影响前车工况:前车进入折返线出清 A 区段时,后车从钟宅站上行出站进入 C 区段。

$$t_{\text{影响}} = t_{\text{运行}} + t_{\text{停站}} + t_{\text{上II}} \quad (13)$$

式中:

$t_{\text{影响}}$ ——影响前车的间隔。

3) 不影响前车工况 2:前车进入折返线出清 A 区段时,后车位于钟宅站且并未出站。

经计算得到,终到站到达列车间隔为 158 ~ 213 s 时,采用站后单渡线折返;终到站到达列车间隔为 114 ~ 158 s 或大于 213 s 时,可以采用两种折返方式折返。

4 结语

在城市轨道交通车站配线等基础设施无法变动的情况下,ATB 模式可较大节省司机换端作业时间。为进一步提升站后折返能力,还可采用缩短终到站停站时间、调整排列进折返线进路的计轴区段位置等方式缩短折返作业的最大作业间隔。

本文选取到发列车行车间隔均衡的理想情况分析,采用时序模型得到 ATB 模式下站后单线折返的最小折返间隔为 114 s,站后双线折返的最小折返间隔为 112 s。受到信号排列进路时机的影响,到达列车行车间隔为 158 ~ 213 s 时,采用站后单渡线折返。到达列车行车间隔为 114 ~ 158 s 或大于 213 s 时,可以采用两种折返方式折返。然而在列车实际运行过程中,存在到发列车的行车间隔不均衡、进折返线的信号系统排列进路时机不同等情况,故不同站后折返情况下的最小折返间隔和折返能力还需细化分析,以选择最合适的站后折返方式。

(下转第 60 页)

- straight spoke instrumented wheelset[D]. Chengdu: Southwest Jiaotong University, 2020.
- [3] 官雪, 任尊松, 范童柏, 等. 轮轨力连续测试方法及 1:5 试验台验证[J]. 机械工程学报, 2020, 56(2): 184.
- GONG Xue, REN Zunsong, FAN Tongbai, et al. Research on continuous measurement method for wheel-rail forces and validation with 1:5 scale roller rig test[J]. Journal of Mechanical Engineering, 2020, 56(2): 184.
- [4] 苏建秋. 测力滚轮解耦方法研究[D]. 成都: 西南交通大学, 2018.
- SU Jianqiu. Research on the force calculation method of instrumented roller-rig [D]. Chengdu: Southwest Jiaotong University, 2018.
- [5] 朱明隆. 直辐板测力轮对方法研究[D]. 成都: 西南交通大学, 2015.
- ZHU Minglong. Research on straight plate instrument wheelset method[D]. Chengdu: Southwest Jiaotong University, 2015.
- [6] 常崇义, 王成国, 李兰, 等. 连续测力轮对的数字试验研究[J]. 铁道机车车辆, 2007, 27(5): 3.
- CHANG Chongyi, WANG Chengguo, LI Lan, et al. Study on numerical test of instrumented wheelset for continuous measurement [J]. Railway Locomotive & Car, 2007, 27(5): 3.
- [7] 李兴怡, 岳洋. 梯度下降算法研究综述[J]. 软件工程, 2020, 23(2): 1.
- LI Xingyi, YUE Yang. Survey of gradient descent algorithm[J]. Software Engineering, 2020, 23(2): 1.
- [8] 陈建政. 轮轨作用力和接触点位置在线测量理论研究[D]. 成都: 西南交通大学, 2008.
- CHEN Jianzheng. Study on theory of onboard measurement of wheel and rail forces[D]. Chengdu: Southwest Jiaotong University, 2008.
- [9] 王常龙. 高速直辐板测力轮对标定方法研究[D]. 北京: 北京交通大学, 2016.
- WANG Changlong. Study on calibration method of high speed straight spoke instrumented wheel-set[D]. Beijing: Beijing Jiaotong University, 2016.
- [10] 李洁. 测力轮对标定试验台研制及标定技术研究[D]. 北京: 北京交通大学, 2015.
- LI Jie. Development of instrumented wheelset calibration table and research on calibration technology [D]. Beijing: Beijing Jiaotong University, 2015.
- [11] 李谷, 祖宏林, 张志超. 城市轨道交通列车轮轨力检测系统[J]. 现代城市轨道交通, 2019(8): 46.
- LI Gu, ZU Honglin, ZHANG Zhichao. Testing system of wheel and rail forces for urban rail transit[J]. Modern Urban Transit, 2019(8): 46.

(收稿日期:2023-03-08)

(上接第 54 页)

参考文献

- [1] 曹娜. 地铁折返站折返能力分析[J]. 中国新技术新产品, 2011(8): 94.
- CAO Na. Analysis of turn-back capacity of metro turn-back station [J]. China New Technologies and Products, 2011(8): 94.
- [2] 苗沁, 周天星. 城市轨道交通折返站折返能力分析[J]. 城市轨道交通研究, 2010, 13(11): 57.
- MIAO Qin, ZHOU Tianxing. Analysis of turning-back capacity at urban rail transit station [J]. Urban Mass Transit, 2010, 13(11): 57.
- [3] 翟恭娟. 城市轨道交通折返站折返能力分析[J]. 交通运输工程与信息学报, 2015, 13(3): 59.
- ZHAI Gongjuan. Analysis of turn back capacity at urban rail transit station[J]. Journal of Transportation Engineering and Information, 2015, 13(3): 59.
- [4] 徐意. 城市轨道交通线路折返能力分析及优化措施[J]. 铁路运输与经济, 2017, 39(3): 96.
- XU Yi. Analysis on turnaround capacity of urban rail transit line and its optimization measures[J]. Railway Transport and Economy, 2017, 39(3): 96.
- [5] 缪道平, 陈阳, 吴思遐. 城市轨道交通车站配线能力计算系统[J]. 现代城市轨道交通, 2023(7): 1.
- MIAO Daoping, CHEN Yang, WU Sixia. Tracks capacity calculation system of urban rail transit stations[J]. Modern Urban Transit, 2023(7): 1.
- [6] 张文正. 地铁双层车辆基地出入线接轨方案和配线形式研究[J]. 现代城市轨道交通, 2020(7): 6.
- ZHANG Wenzheng. Research on track connection scheme and wiring form on entrance and exit lines at double deck metro vehicle centers[J]. Modern Urban Transit, 2020(7): 6.

(收稿日期:2023-02-27)

欢迎订阅《城市轨道交通研究》
服务热线 021—56830728 转 821