

doi: 10.3969/j.issn.1672-6073.2019.02.013

地铁站前交叉渡线折返能力探讨

李 琼

(中铁二院华东勘察设计有限责任公司, 杭州 310004)

摘要: 站前折返虽不是目前地铁终点站常用的折返站型,但在场地受限等情况下,亦是解决列车折返问题的有效途径。通过对单股道的侧进直出、直进侧出折返作业以及双股道折返作业的技术过程分析,总结上述作业的折返能力计算公式,认为折返能力大小均与进路办理时间和进出站时间有关,单股道折返能力还与列车的停站时间有关,同时对上述影响因素的取值、计算等问题进行分析;在此基础上,对该种折返站采用不同道岔号码的折返能力进行计算比较,对如何提升折返能力提出建议。

关键词: 地铁; 站前折返; 作业过程; 影响因素

中图分类号: U292; U231

文献标志码: A

文章编号: 1672-6073(2019)02-0075-04

Analysis of the Turn-back Capacity of the Double Crossover in Front of the Subway Station

LI Qiong

(CREEC East China Survey and Design Co., Ltd, Hangzhou 310004)

Abstract: The turn-back before station is not a common type of turn-back station at present; however, when the site is limited, turn-back before stations can be effective in addressing the issues of the turn-back stations. In this paper, by analyzing the technical process of the side into the straight reentry operation and straight into the side turn-back operation of the single track and the double track turn-back operation, the equation for the turn-back ability of the above operation can be developed. It is believed that the turn-back capacity is related to the handling time of the route and the time of in and out of the station. The capability of the single track is also related to the stopping time of the train. The value recording and calculation method of the aforementioned factors are analyzed. On this basis, the turn-back capacity of the turn-back station with different turnout numbers is calculated and compared. Finally, some suggestions on approaches for improving the turn-back ability are proposed. This investigation may serve as a reference for the calculation of turn-back capacity and may provide insight into the improvement of this capability.

Keywords: subway; turn-back before station; operation process; influence factor

目前地铁折返站一般采用站后折返方式,先下客再折返,保证了乘客乘车的舒适性,最大限度地减少了运营难度;但在某些情况下需采用站前折返。该种折返方式行车组织虽复杂,但它可解决实际设计时遇到的如站后无设置折返线条件、减少与线网中其他线路的换乘距离等问题。

1 站前交叉渡线折返技术作业过程分析

采用站前交叉渡线折返的车站如北京 13 号线西直门站、6 号线五路居站、亦庄线宋家庄站。车站信号设备布置如图 1 所示。

站前交叉渡线折返站根据行车密度的不同,可采用单股道折返和双股道折返,其中单股道折返又分为侧进直出及直进侧出两种方式。

1.1 单股道折返技术作业过程

1.1.1 侧进直出

第 1 列车直向出清 D 点后,为第 2 列车办理进站

收稿日期: 2018-03-20 修回日期: 2018-04-04

作者简介: 李琼,女,硕士,高级工程师,从事城市轨道交通行车组织研究,723682158@qq.com

进路(道岔 SW1/SW3 转至反位, 进站信号开放); 第 2 列车进站停靠折返站台 2, 上下客完毕后(同时道岔 SW1/SW3 转至定位并开放出站信号), 第 2 列车出站并出清 D 点, 为第 3 列车办理进站进路(道岔 SW1/SW3 转至反位, 进站信号开放); 第 3 列车停靠折返站台 2, 如此循环往复。作业过程见图 2。

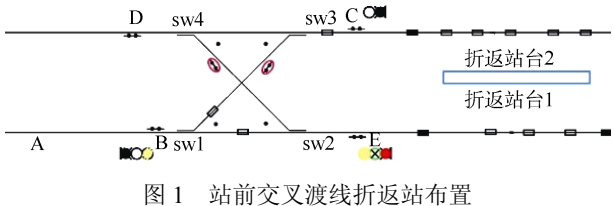


图 1 站前交叉渡线折返站布置
Fig. 1 Layout plan of the turn-back station of scissors crossover in front of station

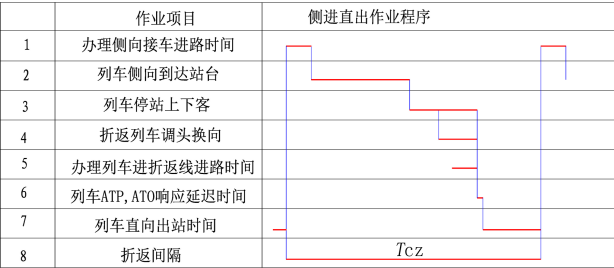


图 2 单股道侧进直出折返作业过程

Fig. 2 Operation process of side into the straight turn-back operation of the single track

1.1.2 直进侧出

第 1 列车侧向出清 D 点后, 为第 2 列车办理进站进路(道岔 SW2/SW4 转至定位, 进站信号开放); 第 2

列车进站停靠折返站台 1, 上下客完毕后(同时道岔 SW2/SW4 转至反位并开放出站信号), 第 2 列车出站并出清 D 点, 为第 3 列车办理进站进路(道岔 SW2/SW4 转至定位, 进站信号开放); 第 3 列车停靠折返站台 1, 如此循环往复。作业过程见图 3。

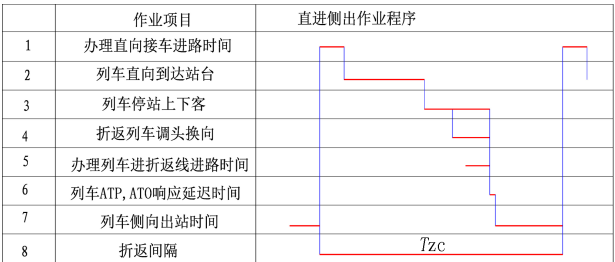


图 3 单股道直进侧出折返作业过程

Fig. 3 Operation process of straight into the side turn-back operation of the single track

1.2 双股道折返技术作业过程

第 1 列车停站结束, 从折返站台 2 发出运行至列车尾部出清 D 点, 道岔 SW1/SW3 转至反位; 第 3 列车进站信号开放至列车尾部出清 C 点, 道岔 SW2/SW4 转至反位, 同时带动道岔 SW1/SW3 转至定位, 出站信号开放; 第 2 列车从折返站台 1 出发直至列尾出清 D 点, 道岔 SW2/SW4 转至定位, 为第 4 列车开放进站信号, 列车出清 E 点, 为第 3 列车办理出折返站台 2 的进路; 第 3 列车出清 D 点, 道岔 SW1/SW3 转至反位, 为第 5 列车开放进站信号至列车出清 C 点, 如此循环往复。作业时间见图 4。

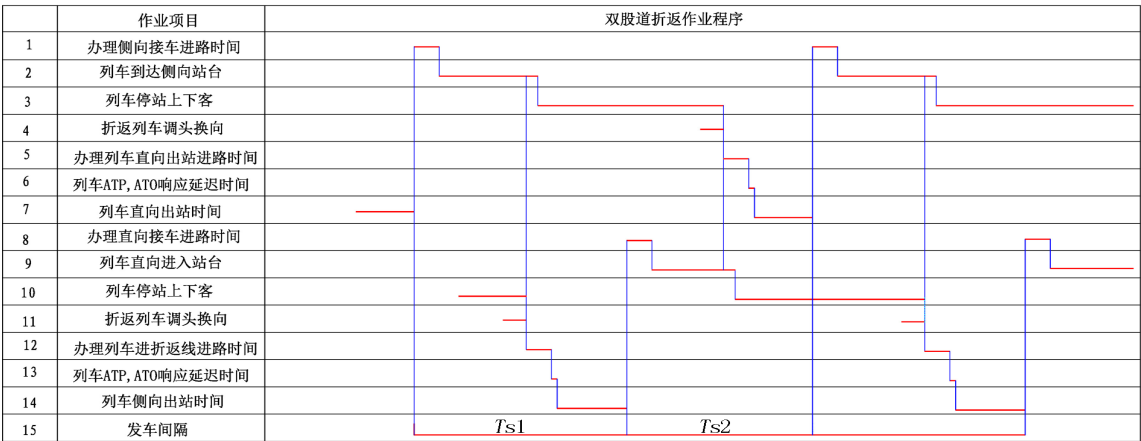


图 4 双股道折返作业过程

Fig. 4 Operation process of the double track turn-back operation

2 折返能力影响因素分析

2.1 折返能力影响因素组成

由以上折返技术作业过程分析可知, 站前交叉渡

线折返能力计算如下:

$$\left. \begin{aligned} T_{cz} &= T_j + T_{cj} + T_{\text{停站}} + T_{zc} \\ T_{zc} &= T_j + T_{zj} + T_{\text{停站}} + T_{cc} \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

$$\left. \begin{aligned} T_{s1} &= 2T_j + T_{cj} + T_{cc} \\ T_{s2} &= 2T_j + T_{zj} + T_{zc} \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

式(1)表示单股道折返能力组成要素；式(2)表示双股道折返能力组成要素。式中： T_{cz} 、 T_{zc} 分别为单股道折返时侧进直出、直进侧出折返能力(单位：s，下同)； T_{s1} 、 T_{s2} 为双股道折返时折返能力； T_j 为进路办理时间； T_{cj} 、 T_{zj} 分别为列车侧向进站及直向进站作业时间； T_{zc} 、 T_{cc} 分别为列车直向出站及侧向出站作业时间； $T_{\text{停站}}$ 为列车停站作业时间。

从上式可以看出，单股道折返能力为进路办理、进出站、停站等时间之和；双股道折返能力为两倍进路办理和进出站时间之和。

可见，不论是采用单股道还是双股道进行折返，折返能力大小均与进路办理时间和进出站时间有关，单股道折返能力还与列车的停站时间有关。

2.2 影响因素分析

2.2.1 进路办理时间

列车在进行折返作业时，需做好进路办理、道岔动作、驾驶室转换等作业，这些作业时间都直接影响折返能力的大小。通常进路办理时间按 13"计(按压或自动触发进路按钮时间 3"，选路及锁闭进路时间 9"，信号机开放时间 1")，驾驶室转换时间按 12"计。由于行车组织设计一般在初步设计阶段已完成折返能力的设计与检算，此时设备尚未招标采购，故计算时采用的相关作业时间一般取现有设备平均水平偏上值。

2.2.2 进站时间

进站时间的确定实际上就是确定追踪列车距进站处道岔防护信号机的最小距离，以避免列车在进站处道岔防护信号机前停车或非正常制动。目前地铁均推荐采用基于通信的移动闭塞 ATC 系统。在该系统的控制下，距进站处道岔防护信号机距离 $L_{\text{进}}$ 与紧急制动距离 $L_{\text{紧制}}$ 、信号安全防护距离 $L_{\text{安}}$ 有关。即

$$L_{\text{进}} = L_{\text{紧制}} + L_{\text{安}}$$

其中： $L_{\text{紧制}} = t_{\text{空}} V_{\text{max}} + 0.5 a_{\text{紧制}} t^2$ ， $a_{\text{紧制}}$ 为列车紧急制动率， t 为列车紧急制动时间， $t_{\text{空}}$ 为列车空走时间， V_{max} 为列车的最大运行速度； $L_{\text{安}}$ 为信号安全防护距离，根据移动闭塞制式信号设备厂家指标，综合考虑取值 60~80 m；“ $L_{\text{进}}$ +列车站内走行距离”即为列车进站走行距离，在该距离内，列车按常用制动计算出来的走行时间即为列车的进站时间。

2.2.3 出站时间

利用站前交叉渡线折返，列车出站分为直向出站和侧向过岔出站。其中直向出站为列车由静止启动牵

引至区间运行速度，列车运动状态见图 5；侧向出站时间受道岔限速影响，列车首先启动加速至道岔限速，再以限速通过道岔区域，最后加速至区间速度，列车运动状态见图 6。

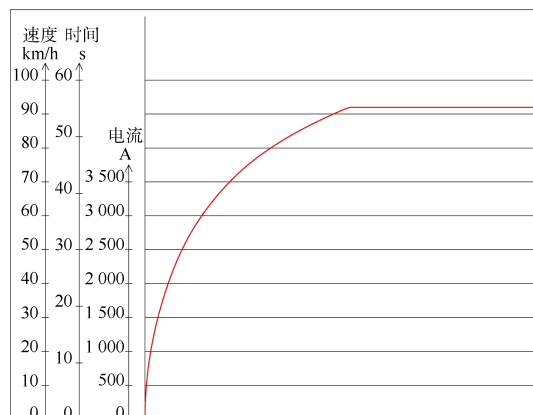


图 5 列车直向出站运行状态

Fig. 5 Running state of straight out of station

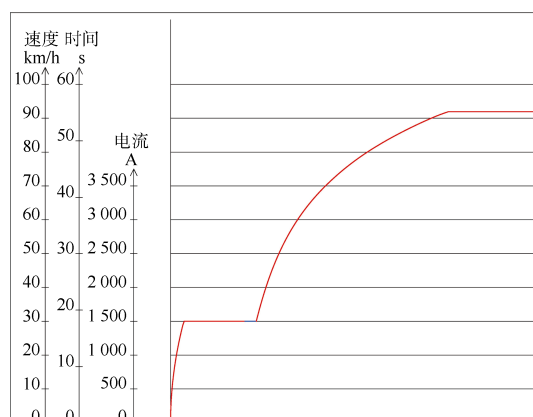


图 6 列车侧向出站运行状态

Fig. 6 Running state of lateral out of station

2.2.4 停站时间

停站时间是控制轨道交通系统和车站通过能力的重要因素，列车停站时间越短，系统通过能力越高。列车在车站的停站时间由开关门时间、站台门延滞时间、乘客上下车时间 3 部分组成。其中开关门及站台门延滞时间远期按 17"计，上下客时间按实际客流大小计算。

3 折返能力计算实例

下面以曲尖轨 9 号及 12 号道岔为例，计算采用站前交叉渡线的折返能力。

3.1 计算参数取值

- 1) 列车最高运行速度 80 km/h，信号推荐 ATO 速度 75 km/h。
- 2) 停站时间按 40"计。

3) 9号、12号曲尖轨道岔侧向最高运行速度分别为 35 km/h、45 km/h, 计算时均进行一定折减。

4) 道岔解锁及办理进路时间为 13", 设备确认时间为 3"。

5) 站台长度为 120 m, 站台宽度按 12 m 计算。

6) 列车在折返站进行折返作业时采用有司机监控下的 ATO 自动驾驶方式。

根据以上参数取值, 选用 9 号、12 号道岔的侧进停稳时间分别为 $T_{cj停, 9}=61$ s, $T_{cj停, 12}=55$ s, 出清 C 点时间 $T_{cj9c}=56$ s, $T_{cj停, 12c}=50$ s; 直进时间 $T_{zj9}=40$ s, $T_{zj12}=43$ s; 侧出时间 $T_{cc9}=40$ s, $T_{cc12}=36$ s; 直出时间 $T_{zc9}=28$ s, $T_{zc12}=30$ s。

3.2 站前交叉渡线折返能力

采用 9 号道岔: 侧进直出折返时间 $T_{cz9}=145$ ", 直进侧出折返时间 $T_{zc9}=136$ ", 双股道折返时间 $T_{s9}=126$ "。

采用 12 号道岔: 侧进直出折返时间 $T_{cz12}=141$ ", 直进侧出折返时间 $T_{zc12}=135$ ", 双股道折返时间 $T_{s12}=115$ "。

由以上计算可知: 采用单股道折返时, 9 号及 12 号道岔能力约为 24 对/h; 双股道折返时, 9 号道岔的折返能力约为 27 对/h, 12 号道岔折返能力基本可达 30 对/h。可以看出, 不论是采用何种号码道岔, 站前双股道折返能力均较单股道折返能力大。

4 提高站前折返能力的措施

根据理论计算, 采用 12 号道岔双股道折返可实现系统 2 min 间隔的能力, 但该种作业难度大, 其实现是要基于信号、道岔、运营管理等各个环节的协调配合。为了给系统运营提供管理上的便利, 折返能力需要尽量提高, 这需要结合车站设计、行车管理、信号设计及车辆等多个方面来实现。

由影响因素可知, 提高折返能力主要与缩短进路办理时间、列车侧进侧出时间有关, 单股道折返还与列车停站时间有关。为提高折返能力, 可采取以下措施:

1) 缩短进路办理时间, 可通过采用先进的信号设备和电气设备来实现^[1];

2) 列车侧进侧出时间主要与车辆性能、列车侧向过岔速度、进站走行距离有关, 可通过提高车辆加减速性能、采用大号码道岔、减小站台宽度及采用先进的信号系统等措施来实现;

3) 停站时间主要与开关门时间、站台门延滞时间及乘客上下车时间有关。为缩短停站时间, 可通过优化作业程序及乘客组织手段来实现, 必要时可在设计阶段考虑增设站台以实现列车双侧开门。

5 结语

采用站前折返的车站可根据行车密度的大小选用单股道或双股道折返, 当行车密度较高时, 可采用大号码道岔来提升双股道的折返能力。为给运营留有足够的管理空间, 设计时应尽可能通过提升车辆加减速性能及侧向过岔速度、缩短列车进站走行距离、采用先进的电气及信号设备等措施来提高折返作业时间。

参考文献

- [1] 王京峰, 惠伦. 地铁站前折返能力分析[J]. 石家庄铁道学院学报, 2008, 21(1): 26-30.
WANG Jingfeng, HUI Lun. Analysis on station-front turning-back capacity[J]. Journal of Shijiazhuang railway institute, 2008, 21(1): 26-30.
- [2] 程雯. 北京地铁 6 号线五路居站道岔型号及折返能力分析[J]. 铁道标准设计, 2013, 21(1): 13-16.
CHENG Wen. Analysis on turnout model and turn-back ability of Wuluju station of Beijing Metro line 6[J]. Railway standard design, 2013, 21(1): 13-16.
- [3] 梁九彪. 城市轨道交通站前折返能力分析与计算[J]. 都市轨道交通, 2008, 21(5): 27-30.
LIANG Jiubiao. Analysis on station-front turning-back capacity for urban rail transit[J]. Urban rapid rail transit, 2008, 21(5): 27-30.
- [4] 董淑芹. 北京地铁亦庄线宋家庄站方案优化设计[J]. 城市轨道交通研究, 2009, 12(6): 62-66.
DONG Shuqin. Optimized design for metro station on Beijing Yizhuang line[J]. Urban mass transit, 2009, 12(6): 62-66.
- [5] 王俊锋, 孙旺, 郝洪民. 城市轨道交通车站站前折返间隔分析[J]. 城市轨道交通研究, 2013, 16(4): 69-73.
WANG Junfeng, SUN Wang, GAO Hongmin. Analysis of pre-station turn-back head-way in urban rail transit[J]. Urban mass transit, 2013, 16(4): 69-73.
- [6] 徐意, 高元生, 吴亮. 城市轨道交通站前交替折返间隔分析及计算方法[J]. 铁道通信信号, 2012, 48(11): 44-46.
- [7] 王京峰. 宋家庄站折返道岔号码选择[J]. 市政技术, 2010, 28(s2): 46-48.
- [8] 唐玉川, 龙永芳, 肖春光. 提高地铁终点站折返能力的站型研究[J]. 铁道工程学报, 2013(2): 90-93.
TANG Yuchuan, LONG Yongfang, XIAO Chunguang. Yard type research on the enhancing back-returning capacity of metro terminal station[J]. Journal of railway engineering society, 2013(2): 90-93.
- [9] 刘润招. 城市轨道交通双渡线折返站折返能力优化研究[D]. 北京: 北京交通大学, 2010.
LIU Runzhao. Optimization research on turn-back ability of double-crossover returned station of urban rail transit[D]. Beijing: Beijing Jiaotong University, 2010.

(编辑: 郝京红)