

南京轨道交通 S3 线高架鱼腹岛式站台车站的优化设计

李 贵

(中铁第四勘察设计院集团有限公司, 210017, 南京//高级工程师)

摘 要 鱼腹岛式站台车站缩短喇叭口长度、塑造城市景观、优化站位方面有着突出的优点,但存在列车平稳性较差、站台间隙过大等问题。通过总结运营经验和不足,基于南京轨道交通 S3 线工程特点,优化了线路半径、站台宽度及站台间隙等技术参数设计,分析了高架鱼腹岛式站台车站的适应性,为其他类似项目提供借鉴。

关键词 城市轨道交通;高架车站设计;鱼腹岛式站台

中图分类号 U231.4

DOI: 10.16037/j.1007-869x.2020.05.040

Optimum Design of Elevated Fish Belly Platform Station on Nanjing Metro Line S3

LI Gui

Abstract The station with fish belly island has outstanding advantages in shortening the trumpet length, shaping the city landscape and optimizing the station location. But there are some problems, such as the poor train smoothness and large platform clearance. By summarizing the experiences and shortcomings in operation, and combined with Nanjing metro Line S3 project, technical parameters like the appropriate line radius, platform width, platform clearance and others are optimized, the adaptability of elevated fish belly island platform is analyze to provide reference for other similar projects.

Key words urban rail transit; design of elevated station; fish belly island platform

Author's address China Railway Siyuan Survey and Design Group Co., Ltd., 210017, Nanjing, China

1 应用实例与运营问题分析

相较于侧式站台车站,岛式站台车站具有站台利用效率高、设施共用率高、客流调剂灵活、使用方便、管理集中等优点,目前被广泛采用。对于普通高架车站,矩形岛式站台方案有车站两端喇叭口长度较长、区间桥梁工程量大、占用道路资源较多及景观效果较差等问题。鱼腹岛式站台两端窄、中间宽,既具备岛式站台的优点,又缩短了喇叭口长度,

优势明显。南京轨道交通 S3 线(以下简为“S3 线”)部分高架车站计划采用鱼腹岛式站台。

高架鱼腹岛式站台车站(以下简为“鱼腹式车站”)在南京轨道交通线路中已有应用。南京轨道交通 2 号线东延伸段(以下简为“2 号线东延段”)于 2010 年 5 月开通运营,采用 A 型车,6 节编组。该线有 6 座高架车站采用了鱼腹岛式站台,其站台宽度为 6.20~10.50 m,且车站范围内线路的曲线半径为 1 000 m。南京轨道交通 S1 线(以下简为“S1 线”)于 2014 年 7 月开通运营,采用 B 型车,6 节编组。S1 线有 2 座高架站采用鱼腹岛式站台,其站台宽度为 7.60~10.61 m,且车站范围内线路曲线半径为 1 200 m。

运营单位反映,既有运营线路的鱼腹车站主要存在以下问题:

1) 对高峰期客流组织流畅性有影响。随着南京轨道交通开通线路的增多,2 号线东延段的客流增长较快,在客流高峰时段,由于鱼腹式站台两端收窄,其客流流线顺畅性会受到一定影响。目前, S1 线的客流压力较小,暂时没有问题。

2) 站台间隙存在安全隐患。由于站台安全门沿站台边缘曲线采用弧线形布置,故站台与列车间隙较大。运营期间曾出现乘客踏空事件,存在一定安全隐患。

3) 曲线形站台降低了乘客舒适性,增大了轨道维护难度。列车进出站时,会造成车厢摇晃,影响乘客的舒适度。此外,超高顺坡率较大,而夹直线过短,增加了优质线路养护的难度。

2 主要设计参数优化

针对鱼腹式车站存在的问题,本文对站台宽度、线路半径及站台间隙等技术参数进行系统性研究,选取更为合理的参数值,优化鱼腹式站台的设计,既能保留鱼腹式站台的优点,又能解决运营的实际问题。

2.1 曲线半径及站台宽度

鱼腹式车站范围内的每条线路有 3 处曲线,比矩形站台车站少 1 处,而且其曲线更集中于站台范围,与列车的行车速度也更易匹配,在理论上优化了线路条件。但是,如果线路曲线半径 R 过小,则会影响列车运行的平稳性。因此,S3 线的曲线半径 R 应根据规范并结合运营建议作出优化。

S3 线选用 B 型车。根据地铁设计规范要求,在设置站台门时,车站站台有效长度范围的 R 不小于 1 000 m。当站台范围的 R 不同时,喇叭口长度也有所不同。本文选取不同类型的岛式站台进行对比分析,结果如表 1 所示。

表 1 岛式站台参数表

站台类型	站台范围的 R/m	站台宽度/ m	喇叭口曲线参数	喇叭口长度/ m	曲线部分的列车限速/ (km/h)
标准矩形站台		10.00	$R=2\,000\text{ m}$, $L=20\text{ m}$ (1 组 S 弯)	200	70
	1 200	7.70~10.70	$R=1\,500\text{ m}$, $L_1=55\text{ m}$, $L_2=20\text{ m}$	74	65
鱼腹岛式站台	1 000	7.10~10.60	$R=1\,500\text{ m}$, $L_1=55\text{ m}$, $L_2=20\text{ m}$	65	55
	1 200	8.00~10.95	$R=1\,500\text{ m}$, $L_1=55\text{ m}$, $L_2=20\text{ m}$	82	65

注: L 为缓和曲线长度; L_1 为前缓和曲线长度; L_2 为后缓和曲线长度

由表 1 可知:与矩形站台相比,鱼腹岛式站台的喇叭口长度明显减小;而且,鱼腹岛式站台在同等站台宽度下,与站台范围内的 $R=1\,000\text{ m}$ 时相比,站台范围内 $R=1\,200\text{ m}$ 时的喇叭口长度仅多 9 m,且可将列车进出站的限速由 55 km/h 提高至 65 km/h。

2 号线东延段(A 型车)车站的站台范围内的 $R=1\,000\text{ m}$,两端线路喇叭口采用 $R=1\,200\text{ m}$ 曲线,其列车在进出站时出现了晃动情况。S1 线(B 型车)在站台范围线路 $R=1\,200\text{ m}$,两端线路喇叭口采用 $R=1\,500\text{ m}$ 曲线,其列车运行较为平稳。

对于鱼腹式车站来讲,站台的宽度选择也要满足客流使用要求。S1 线的鱼腹式车站端头站台宽度为 7.68 m,自 2014 年 7 月开通以来,在高峰期的客流组织情况一直良好。在 S3 线拟建的鱼腹式车站中,客流量最大的车站为经六路站,其远期高峰小时上下车客流量共有 5 701 人次。依据远期高峰小时客流量的需要,矩形岛式站台的最小宽度为

8.00 m,而鱼腹岛式站台的宽度为 7.70~10.70 m,相应的站台面积为 1 166 m^2 ,比 8 m 宽矩形站台面积增加 206 m^2 ,可满足高峰期客流需求。因此, S3 线推荐采用 7.7~10.7 m 的站台宽度。

2.2 站台间隙

鱼腹岛式站台为曲线内侧站台(即凸形站台),其站台边缘与车门最大间隙处位于车厢端部,间隙值按照式(1)进行计算:

$$J_{\text{BL}}=X_{\text{CX}}-X_{\text{CL}}+J_{\text{安}}+E_{\text{内}}-F-P+\Delta \quad (1)$$

式中:

- J_{BL} ——站台边缘至车辆轮廓线之间的间隙;
- X_{CX} ——车辆限界坐标值;
- X_{CL} ——车辆轮廓坐标值;
- $E_{\text{内}}$ ——曲线内侧加宽值;
- $J_{\text{安}}$ ——规定安全间隙, $J_{\text{安}}=10\text{ mm}$;
- F ——一个车体前后轮轨相嵌点间弦长与圆弧

间内矢距;

P ——外轨超高引起的车体向曲线内侧倾斜偏移量;

Δ ——曲线内侧凸形站台边缘至车厢端部车门处最大间隙较车体中部增大的间隙量。

经过计算,站台边缘至车厢端部车门之间的间隙最大为 139 mm,故线路中心线距离站台边缘设计值为 1 539 mm。

如表 2 所示,S3 线的 J_{BL} 为 139 mm,较 2 号线东延伸段的 J_{BL} 减少了 29 mm,降低了乘客踏空的风险。

表 2 鱼腹站台车站技术参数对比表

线路	站台宽度/ m	线路曲线参数	车型	J_{BL}/mm
2 号线东延段	6.2~10.5	$R=1\,000\text{ m}$, $L=20\text{ m}$ 夹直线长 25.0 m	A 型	168
S1 线	7.6~10.6	$R=1\,200\text{ m}$, $L=20\text{ m}$ 两端 $R=1\,500\text{ m}$ 夹直线长 25 m~30 m	B 型	120
S3 线	7.7~10.7	$R=1\,200\text{ m}$, $L=20\text{ m}$ 两端 $R=1\,500\text{ m}$ 夹直线长 25.4 m	B 型	139

注: R 为曲线半径, L 为缓和曲线长度

3 S3 线鱼腹式车站设计

S3 线的鱼腹式车站设计应充分考虑运营部门意见,选取更为合理的站台宽度、线路半径、站台间隙及轨道设计超高、超高顺坡率等技术参数。

3.1 S3 线概况

S3 线东起高铁南京南站,通过大胜关长江大桥

过江,进入江北桥林地区,终点为高家冲站。线路全长 36.221 km,采用 B 型车,6 辆编组。

S3 线共有 6 座高架车站,均位于江北桥林地区,沿规划的丰子河路路中设置。规划的丰子河路属于南京市浦口区,位于江北新区城市发展轴上,北起西江路,南至桥林大道,为一级公路兼城市主干路功能。道路全长约为 13.254 km,一般道路红线宽为 60 m。为了营造丰子河路良好的景观,S3 线的高架车站既要选择合适的墩高和梁型,又要利用鱼腹式造型塑造出流畅灵动的视觉效果。

3.2 线路设计

基于上述分析,S3 线鱼腹式车站站台范围内 $R=1\,200\text{ m}$,站台两端 $R=1\,500\text{ m}$,曲线之间的夹直线长度为 25 m。可见,S3 线车站线路的曲线半径均比 2 号线东延段车站线路的曲线半径大。此外,站台两端的线路曲线还可采用不等长缓和曲线设计,来适应列车不同位置的运行速度。如图 1 所示:在靠近站台端,缓和曲线长度取 20 m,可满足 70 km/h 的行车速度要求;在远离站台端,缓和曲线长度取 55 m,可满足 100 km/h 的行车速度要求;站台宽度为 7.7~10.7 m。

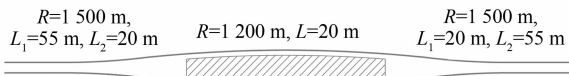


图 1 S3 线鱼腹式站台线路推荐半径及缓和曲线长度

3.3 轨道超高及超高顺坡率

以 S3 线滨江村站为例,鱼腹式车站的轨道参数如表 3 所示。根据行车牵引曲线设置曲线超高:右线进站曲线设置了 28 mm 超高,由于采用了不等长缓和曲线,超高顺坡率分别为 0.5‰和 1.4‰;车站范围的曲线线路超高设计为 6 mm,而超高顺坡率仅为 0.3‰;出站曲线超高顺坡率分别为 1.3‰和 0.5‰。上述设计均满足地铁设计规范“超高顺坡率不宜大于 2‰,困难地段不应大于 2.5‰”的规定。由此可见,与 2 号线东延伸段相比,S3 线的乘客舒适性有所提高。

表 3 滨江村站的线路参数设计

曲线编号	R/m	缓和曲线长度/m	列车平均通过速度/(km/h)	曲线超高 h/mm	顺坡率 $i/\text{‰}$	列车最高理论限速/(km/h)
YJD40	1 500	55、20	58.6	28	0.5、1.4	100、70
YJD41	1 200	20	24.4	6	0.3	65
YJD42	1 500	20、55	56.8	26	1.3、0.5	70、100

3.4 高架区间的结构设计

经研究,推荐 S3 线的鱼腹式车站采用 7.7~10.7 m 的站台宽度,相应的喇叭口长度仅为 74 m,其高架区间在两跨之后的线间距仅为 5.66 m,可采用双线桥梁方案(见图 2)。与矩形站台(见图 3)相比,鱼腹岛式站台的喇叭口长度缩短了 126 m,桥梁面积减少了 1 256 m^2 ,降低了土建工程量。

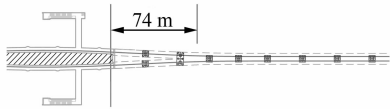


图 2 鱼腹站台的高架区间喇叭口

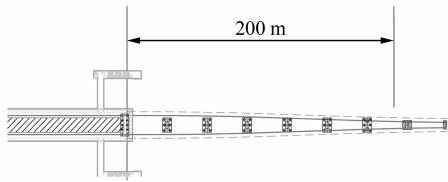


图 3 矩形站台的高架区间喇叭口

3.5 鱼腹式车站设计的其他优化

3.5.1 标准化设计

S3 线共有 6 座高架车站,其中有 4 座无配线一般车站,1 座单渡线车站及 1 座折返线车站。4 座无配线一般车站的车站建筑及桥梁可采用标准化设计,即采用相同的线路半径、站台宽度等技术参数。标准化设计有利于降低施工难度、减少施工成本、缩短工期。经分析,折返线车站应维持原矩形站台,单渡线车站可采用非标准化的鱼腹式车站设计。

3.5.2 设备用房置于站厅层

将站台门设备室、司机换乘室、照明配电室等设备用房全部置于站厅层。除了无障碍电梯外,站台层不再布置设备用房。这可以有效提高站台层通透性,为候车乘客提供良好的视野和舒适性。

3.5.3 钢结构雨棚

站台层采用钢结构雨棚(见图 4),不仅造型轻巧美观,而且其柱结构尺寸较小,能增加站台层通透性,也便于司机瞭望。

3.5.4 楼扶梯处站台宽度宜大于 10 m

S3 线鱼腹式车站的站台层至站厅层楼扶梯采用倒八字布置。这有利于站台层乘客分散分布及事故疏散。此外,建议站台层扶梯处的站台设计宽度为 10.15 m,可满足岛式站台侧站台最小宽度为 2.5 m 的要求。



图4 站台层雨棚实景图

4 鱼腹式车站适应性分析

4.1 客流适应性

南京轨道交通中的鱼腹式车站均位于城市中心城区外围。其中 S3 线鱼腹式车站在江北浦口桥林地区。根据客流预测,在 S3 线鱼腹式车站中,远期高峰小时最大上下车客流量为 5 701 人次,将出现在经六路站的早高峰时段。经验算,该站的站台宽度可满足客流需求。如果按照站台使用面积和远期 30 对/h 的行车能力计算(超高峰系数取 1.3),该站站台可满足 11 171 人的高峰小时上下车客流量。

据此可以初步判断,7.7~10.7 m 宽的鱼腹岛式站台适用于远期高峰小时上下车客流量少于 10 000 人次的车站。

4.2 工程适应性

S3 线以高架方式走行于丰子河路的路中绿化带中。丰子河路为城市干道,对景观要求较高。鱼腹式车站既能较好地满足车站功能需要,又能使道路渠化流线更为顺畅。此外,鱼腹式车站造型能营造更好的景观,并与道路景观融为一体。如果市政道路工程与城市轨道交通工程同期实施,则工程适应性效果更好。

5 结语

本文针对鱼腹岛式站台的特点,总结了相关项目的运营经验。基于 S3 线的线路特点,对 S3 线鱼腹式车站的线路技术参数予以优化,并分析了鱼腹岛式站台的适应性,可为其他鱼腹式车站的设计及优化提供参考。

参考文献

- [1] 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.
- [2] 刘继兵,漆宏,冯磊,等.鱼腹式岛式站台高架车站设计关键技术[J].都市轨道交通,2015,28(1): 36.
- [3] 中铁上海设计院集团有限公司.宁和城际轨道交通一期工程(S3 线)初步设计[R].南京:中铁上海设计院集团有限公司,2013.

(收稿日期:2018-08-21)

中欧班列在疫情“逆境”中大显身手

统计数据显示,今年第一季度中欧班列共开行 1 941 列,发送货物 17.4 万标箱,同比分别增长 15%、18%。随着中国国内疫情逐渐平稳,包括武汉在内开行中欧班列的主要城市已经全部恢复了班列去程运输,3 月中欧班列共开行 809 列,发送 7.3 万标箱,创下单月开行列数和发送箱纪录,同比分别增长 30%、36%。在新冠肺炎疫情仍在全球肆虐的特殊时期,持续开通运行的中欧班列不仅稳定着中欧之间的经贸往来,也为稳定全球供应链注入“强心剂”。3 月 28 日,开往德国杜伊斯堡的中欧(武汉)班列从中铁联集武汉中心站驶出。这是自疫情防控以来,从武汉开出的首趟中欧班列,标志着中欧班列(武汉)恢复常态化运营。当地时间 4 月 14 日,德国杜伊斯堡迎来从武汉始发的中欧班列。从武汉发出的首趟中欧班列顺利抵达目的地,向世界释放出“武汉重启”的积极信号,彰显了中国有序复工复产的积极成效。随着疫情防控形势好转,武汉大多数企业在 4 月 8 日“解封”之前就已开始复工复产,全市 2 936 户规模以上工业企业中已开工 2 853 户,开工率为 97.2%。据悉,本次列车上 86% 的货物都是武汉本地货源,包括支援欧洲各国的疫情防控用品、汽车零配件、电子产品、服装鞋帽等诸多品类。此次中欧班列上搭载的防疫物资等将被分拨至德国、法国、匈牙利、捷克、波兰等国,缓解欧洲多国的燃眉之急。在湖南,通过中欧班列从长沙到白俄罗斯首都明斯克,运输时间从海运所需 45 d 缩短到 15 d 左右,物流费用大大降低。中国国家铁路集团有限公司货运部主任赵峻在 4 月 18 日的国务院联防联控机制新闻发布会上说:“国内开行中欧班列的主要城市已经全部恢复了班列去程运输。”

(摘自 2020 年 4 月 29 日 新华社客户端、《参考消息》,记者 徐扬、丁非白、朱晟、张远报道)