

# 城市轨道交通站台宽度计算方法研究

郭福强 叶霞飞

(同济大学道路与交通工程教育部重点实验室, 201804, 上海//第一作者, 硕士研究生)

**摘要** 针对现有城市轨道交通站台宽度计算方法存在的问题, 提出了对站台区域进行合理划分, 候车乘客单排队列密度的城市轨道交通站台宽度计算的新方法。以已运营轨道交通车站为对象进行案例研究, 验证了所提出的城市轨道交通站台宽度计算方法比我国现行《地铁设计规范》的站台宽度计算公式更合理。

**关键词** 城市轨道交通; 站台宽度; 计算方法; 队列密度

**中图分类号** U293.6

DOI:10.16037/j.1007-869x.2019.08.024

## Study on the Calculation Method of Urban Rail Transit Platform Width

GUO Fuqiang, YE Xiafei

**Abstract** In view of the existing problems in calculation methods of urban rail transit platform width, the platform area is rationally divided, and a new calculation method of urban rail transit platform width is put forward on the basis of reasonable single passenger queue density. Then, targeted at the rail transit station in operation. The new calculation method of urban rail transit platform width is verified to be more reasonable than the calculation formula in current "National Metro Design Specification" in China.

**Key words** urban rail transit; platform width; calculation method; queue density

**Author's address** State Key Laboratory of Road and Traffic Engineering, Tongji University, 201804, Shanghai, China

城市轨道交通站台宽度是车站设计的重要参数, 合理的站台宽度既能满足站台乘客的乘降和集散功能, 又能控制车站规模, 降低工程造价。

我国现行 GB 50157—2013《地铁设计规范》<sup>[1]</sup> 的城市轨道交通站台宽度计算公式存在一些问题, 如: 站台上人流密度为面积密度, 取值  $0.33 \sim 0.75 \text{ m}^2/\text{人}$ , 跨度很大; 柱宽与楼扶梯宽度及侧站台宽度直接相加不尽合理; 未留出纵向流动带宽度及下车乘客的下车通道。日本城市轨道交通站台宽度计算公式为经验公式<sup>[2]</sup>, 但经验公式有一定的适用条

件。文献[3-8]地铁站台宽度计算公式的密度值采用的都是传统的站台上乘客所占用的面积密度, 而面积密度有一定局限性。

基于对大量轨道交通车站实地调查, 如: 上海轨道交通陆家嘴站、人民广场站、莘庄站等, 在高峰时段, 站台上大部分车门前的排队队列都为两列, 分布于车门两侧, 少部分车门由于滞留严重, 队列前端未能成功上车的乘客排队较为混乱, 为团状。因为设计阶段不考虑滞留因素的影响, 所以这种情况造成的非正常排队现象暂不考虑。两个相邻车门排队队列之间的区域几乎很少有乘客, 为候车过程的无效区域。因此, 采用候车乘客单排队列密度, 且对站台区域进行合理划分, 提出新的城市轨道交通站台宽度计算方法。

## 1 城市轨道交通站台候车乘客单排队列密度

### 1.1 候车乘客单排队列密度定义

候车乘客单排队列密度(人/m), 不考虑队列横向宽度, 仅考虑单排队列纵向排队密度。乘客在站台候车的过程中, 侧站台的乘客数量由少变多, 队列由短变长, 候车乘客单排队列密度也从小变大, 当其达到候车乘客所能接受的排队候车密度时, 趋于饱和, 即候车乘客单排队列密度达到最大值。

### 1.2 实地调查获取候车乘客单排队列密度值

在高峰时段实地调查了上海轨道交通 11 号线的曹杨路站、江苏路站、隆德路站、交通大学站、徐家汇站以及 2 号线的陆家嘴站、人民广场站, 当列车即将进站时, 候车乘客队列经过将近一个行车间隔的积累, 单排队列密度已达到最大值。每个候车排队队列的密度值为一个样本数据(不是列车进站后的队列, 因为列车进站后, 队列乘客会向前移动, 该排队密度不是需要的密度)。对于队列长度小于 2 m 的样本直接剔除, 最后一共获取 381 组有效样本数据。对密度值进行分组统计, 结果如图 1 所示。

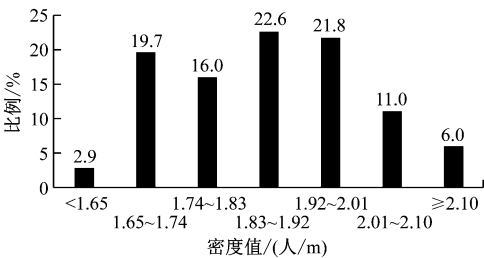


图1 候车乘客单排队列密度值分组比例图

从图1中可以看出,候车乘客单排队列密度1.65~2.10人/m的样本占有效样本总数的比例达到了91.1%,因此,将候车乘客单排队列密度取值为1.65~2.10人/m。该方法计算的侧站台宽度最大值与最小值的比值仅为1.27倍,而《地铁设计规范》用站台人流密度计算的侧站台宽度最大值与最小值的比值为2.27倍,所以该方法有望提高站台宽度计算结果的精度。

2 基于候车乘客单排队列密度的城市轨道交通站台宽度计算方法

在设计阶段,按照同时考虑上、下车客流,使其同时满足正常运营和紧急疏散的要求来设计楼扶梯组宽度;并在站台的各个区域给候车乘客预留足够的候车排队位置,且给上、下车乘客预留足够的流动通道,满足站台乘客的正常乘降及集散功能。设计阶段按照单个车门的排队队列均为两列来进行设计。

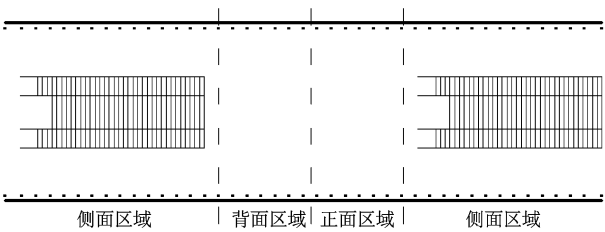
2.1 影响站台宽度计算的因素

2.1.1 站台区域划分

在站台长度范围内,根据站台与楼扶梯及设备管理用房的位置关系,将站台层分成正面区域、侧面区域、背面区域三个区域。正面区域为楼扶梯正面区域,侧面区域包括楼扶梯侧面区域和设备管理用房侧面区域,背面区域包括楼扶梯背面区域和设备管理用房背面区域。

当站台上的两个相邻楼扶梯组的布置形式为“//”时,此时简化处理,将这两个楼扶梯组的中间区域按就近划分的原则等分为正面区域和背面区域两个区域,如图2所示。当图2左侧的楼扶梯为设备管理用房时,区域划分方法与此相同。

当两个相邻楼扶梯组的布置形式为“\ /”时,二者中间区域为正面区域;而布置形式为“/ \”时,二者中间区域为背面区域;当一个楼扶梯组背对设备管理用房时,二者中间区域为背面区域。



注:——站台边缘;·····站台黄色安全线或者站台门立柱内侧;  
- - - 各区域分界线

图2 站台区域划分示意图

2.1.2 站台立柱

站台上立柱包括双排和单排设置,位置包括:楼扶梯组两侧,以及楼扶梯组的楼梯或扶梯之间。

当站台上的立柱设置在楼扶梯组两侧时(如图3a)所示),如果立柱刚好位于候车乘客排队队列的位置,立柱宽一般只有几十厘米,在该单排队列里的乘客可以灵活选择排队位置,或者调整排队队形进行曲线排队来避开立柱。所以可以忽略站台立柱的影响。

当站台上的立柱设置在楼扶梯组的楼梯或扶梯之间时(如图3b)所示),此时立柱对站台候车乘客排队无影响,将该立柱宽度加上楼扶梯组本身的宽度,组成广义的楼扶梯组宽度。

将侧站台宽度定义为站台边缘到对应楼扶梯边缘的宽度。

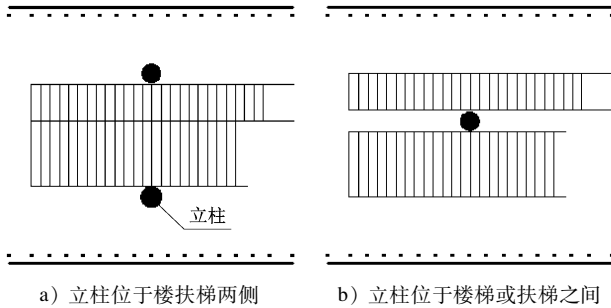


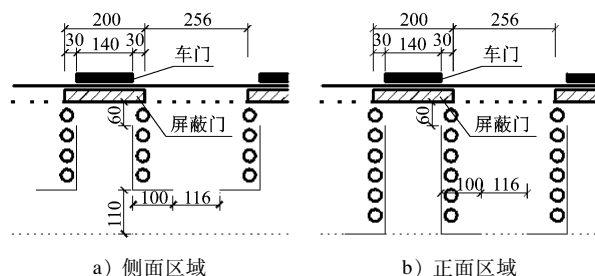
图3 站台立柱两种布置位置示意图

2.1.3 站台设备管理用房

站台上的设备管理用房种类很多,布置在不同位置。以下两种设置较为合理:大型的设备管理用房应集中布置在站台两端;小型或辅助型设备管理用房,宜设置在楼扶梯组下方的三角房内。

公式推导中的设备管理用房区域,主要指设置在站台两端的设备管理用房伸入站台计算长度内的部分。站台两端的设备管理用房宽度,通常都大于或等于楼扶梯组宽度,且小于或等于楼扶梯组宽度加立柱宽度。近似将设置在站台两端的设备管





尺寸单位: cm

注: ○候车乘客; .....侧站台内侧边缘; ——软隔离带

图5 车门前的软隔离带示意图

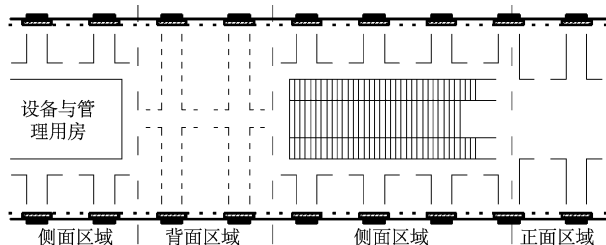


图6 各区域设置软隔离带之后的整体示意图

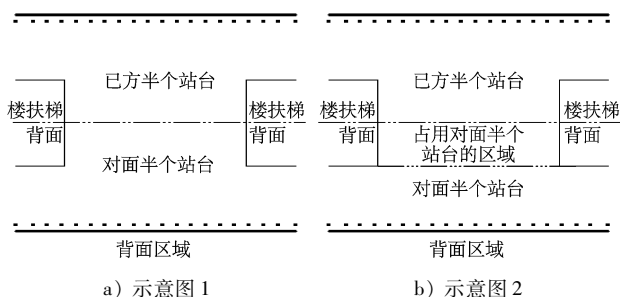


图7 站台分界线示意图

占用对面半个站台面积时,以对面半个站台楼扶梯组的边线“——”为界限,定义该线为“侵入临界线”,表示所能占用对面半个站台区域的最远距离,如图7b)所示。

按上下行上车客流差,再细分为两种情况:

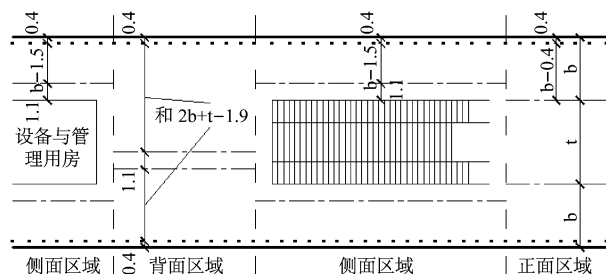
1) 当  $|Q_{ss} - Q_{xs}| \leq 2n\rho(t + 1.1)$  时,如图8所示,此时上车客流量大的一侧,所需要占用对面半个站台的区域的边界线还未超过侵入临界线。例如,市区办公型地铁站的晚高峰,双向的上车客流量差距不是很大。此时:

$$[4m(b - 0.4) + 4k(b - 1.5) + 2n(2b + t - 1.9)] \times \rho = Q_{ss} + Q_{xs}$$

则:

$$b = \left[ \frac{1}{4\rho} (Q_{ss} + Q_{xs}) + 0.4m + 1.5k + 0.95n - 0.5nt \right] / (m + k + n)$$

$$B_d = 2b + t = \left[ \frac{1}{2\rho} (Q_{ss} + Q_{xs}) + 0.8m + 3k + 1.9n + (m + k)t \right] / (m + k + n)$$



尺寸单位: m

图8 边界线还未超过侵入临界线

2) 当  $|Q_{ss} - Q_{xs}| > 2n\rho(t + 1.1)$  时,如图9所示,此时上车客流量大的一侧,如果按照前面1)的解法,所需要占用对面半个站台的区域的边界线超过了侵入临界线,所以此时上车客流量大的一侧的客流为决定侧站台宽度的客流,设计阶段将该侧的候车乘客排队队列的队尾位置控制在侵入临界线处。例如,部分郊区居住型地铁站的早高峰,市区方向和郊区方向各自的上车客流量相差很大。此时:

$$Q_{smax} = \max(Q_{ss}, Q_{xs})$$

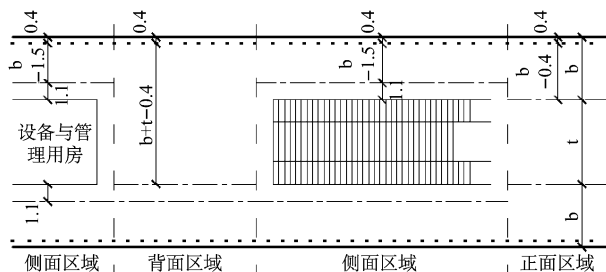
$$[2m(b - 0.4) + 2k(b - 1.5) + 2n(b + t - 0.4)]$$

$$\times \rho = Q_{smax}$$

则:

$$b = \left[ \frac{1}{2\rho} Q_{smax} + 0.4m + 1.5k + 0.4n - nt \right] / (m + k + n)$$

$$B_d = 2b + t = \left[ \frac{1}{\rho} Q_{smax} + 0.8m + 3k + 0.8n - nt + (m + k)t \right] / (m + k + n)$$

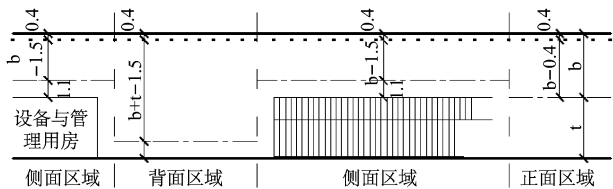


尺寸单位: m

图9 站台边界线控制在侵入临界线

## 2.2.3 侧式站台

侧式站台的候车乘客排队情况如图10所示。



尺寸单位: m

图 10 侧式站台的候车乘客队尾位置示意图

对于上行方向:

$$[2m(b_s - 0.4) + 2k(b_s - 1.5) + 2n(b_s + t - 1.5)] \times \rho = Q_{ss}$$

则：

$$b_s = \left[ \frac{1}{2\rho} Q_{ss} + 0.4m + 1.5k + 1.5n - nt \right] / (m + k + n)$$

对于下行方向,同理可得  $b_x$ 。

按最大侧站台宽度进行对称设计,侧式站台宽度  $B_c$  为:

$$B_c = \max(b_s, b_y) + t$$

### 3 案例研究

选取上海轨道交通 2 号线的中间站陆家嘴站和换乘站人民广场站作为研究对象,站台宽度计算所用客流量采用实际运营客流量。两个车站都为双柱三跨岛式站台,设置四组楼扶梯,双排立柱设置在楼扶梯组两侧,列车为 8A 编组。分别用推导的站台宽度计算公式和《地铁设计规范》的站台宽度计算公式进行计算,将计算得出的站台宽度与实际站台宽度相比较,以验证两种方法的合理性。

### 3.1 案例 1——上海轨道交通 2 号线陆家嘴站

对上海轨道交通 2 号线陆家嘴站早晚高峰的站台录像视频进行分析。由视频里上下行列车部分车门的平均上下车客流量,得出上下行的上下车客流比例,再由四个楼扶梯组的进出站台的客流量,得出上下行的上下车客流量。

晚高峰的超高峰时段,上下行每列车上下车客流量为:上行上车客流量  $Q_{xs} = 554$  人,下行上车客流量  $Q_{xs} = 843$  人,上下下车客流量  $Q_{sx} = 217$  人,下行下车客流量  $Q_{rx} = 140$  人。

柱宽 0.85 m, 楼扶梯组宽度  $t = 5.2$  m, 实际侧站台宽度(含柱宽)  $b_{sj} = 4.15$  m, 实际站台宽度  $B_{sj} = 13.5$  m。

### 3.1.1 基于站台宽度计算方法的计算

参数取值为:  $m = 9, n = 14, k = 17, \rho = 1.9$

 $\lambda/m_\odot$ 

下面分两种情况:

1) 不同方向候车队列占用对面半个站台区域  
通过计算可得:  $|Q_{ss} - Q_{xs}| < 2np(t + 1.1)$

则:

$$b = \left[ \frac{1}{4\rho} (Q_{ss} + Q_{xs}) + 0.4m + 1.5k + 0.95n - 0.5nt \right] / (m + k + n) = 4.75 \text{ m} > b_{sj}$$

站台宽度  $B = 2b + t = 14.70 \text{ m} > B_{\text{si}}$

2) 上下行半个站台的候车乘客队列都只占用己方半个站台

因为  $Q_{xs}$  大于  $Q_{ss}$ , 所以侧站台宽度由  $Q_{xs}$  决定。

$$b = \left[ \frac{1}{2\rho} Q_{\text{xs}} + 0.4m + 1.5k + 0.95n - 0.5nt \right] / (m + k + n) = 5.70 \text{ m} > b_{\text{si}}$$

站台宽度  $B = 2b + t = 16.60 \text{ m} > B_{\text{si}}$

### 3.1.2 基于《地铁设计规范》的站台宽度计算

取站台人流密度  $\rho' = 0.5 \text{ m}^2/\text{人}$ , 站台边缘至站台门立柱内侧距离  $M = 0.25 \text{ m}$ , 站台计算长度  $L = 186 \text{ m}$ 。

所以侧站台宽度(不含柱宽)

$$b = \frac{(Q_{\text{xs}} + Q_{\text{xx}})\rho'}{L} + M = 2.89 \text{ m}$$

侧站台宽度(含柱宽) $b = 3.74 \text{ m} < b_{\text{si}}$ 

站台宽度  $B = 2b + t = 12.68 \text{ m} < B_{si}$

因此,按照《地铁设计规范》计算得出的侧站台宽度和站台宽度分别小于实际值,而按照本文 3.1.1 节计算方法中的两种站台利用情况计算得出的侧站台宽度和站台宽度,都分别大于实际值。而实际情况是该站晚高峰站台拥挤,所以本文推导的计算方法更合理。

### 3.2 案例 2——上海轨道交通 2 号线人民广场站

数据获取方法与本文 3.1 节相同(计算过程略)。早高峰超高峰时段,  $Q_{ss} = 816$  人,  $Q_{xs} = 524$  人,  $Q_{sx} = 349$  人,  $Q_{xx} = 459$  人; 柱宽 0.85 m,  $t = 5.3$  m,  $b_{sj} = 4.35$  m (含柱宽),  $B_{sj} = 14$  m。

### 3.2.1 基于推导的站台宽度计算方法

参数取值为:  $m = 10, n = 15, k = 15$

下面分两种情况:

1) 不同方向候车队列占用对面半个站台区域。  
计算结果为:  $b = 4.43 \text{ m} > b_{\text{si}}, B = 14.16 \text{ m} > B_{\text{si}}$

2) 上下行半个站台的候车乘客队列都只占用己方半个站台。计算结果为:  $b = 5.39 \text{ m} > b_{\text{sj}}, B = 16.08 \text{ m} > B_{\text{sj}}$  (下转第 117 页)

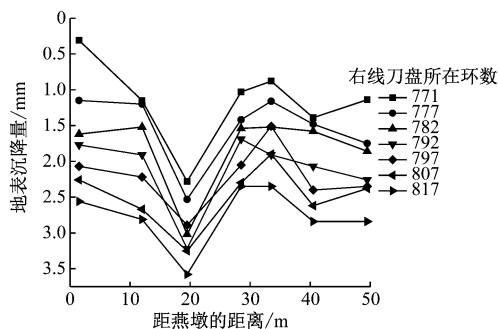


图14 实测第800环监测断面处地表变形历时曲线

#### 4.4 实测燕墩变形分析

图15分别给出了实测得到燕墩各角点的沉降变形图。对比图8和图15可知,随着盾构推进,燕墩整体产生沉降变形,且沉降值小于2.5 mm,在控制范围内,这与数值模拟一致。但在实测结果中,J-

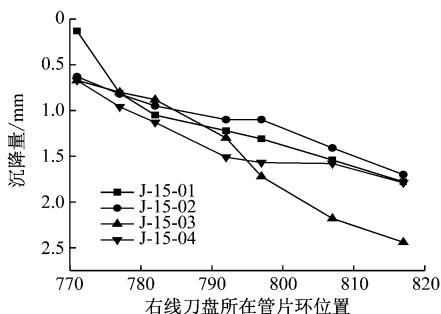


图15 施工监测燕墩各角点沉降变形图

15-04并未产生隆起变形,这是由于盾构采取欠压推进所致。

## 5 结语

结合北京地铁8号线侧穿燕墩的工程实例,通过数值分析软件对盾构施工过程进行动态模拟,结合现场监测数据和盾构掘进参数,得到以下结论:

1)地表竖向变形整体表现为随着盾构推进而逐步发生沉降,盾构远离监测断面后,沉降值趋于稳定。

2)随着盾构推进,燕墩整体产生沉降变形,且沉降值小于2.5 mm,在控制范围内。

3)采取合理的盾构掘进参数和二次深孔注浆工艺能够有效减少盾构开挖对上方建筑的影响。

## 参考文献

- [1] 刘严联.城市轨道交通隧道下穿建筑物施工方法优化研究[D].重庆:重庆交通大学,2016.
- [2] 衡朝阳,滕延京,孙曦源,等.地铁隧道下穿单体多层建筑物评价方法[J].岩土工程学报,2015,37(增刊2):148.
- [3] 丁智.盾构隧道施工与邻近建筑物相互影响研究[D].杭州:浙江大学,2007.
- [4] 董燕,王安立,张刚,等.隧道施工对上覆建筑物基础变形的影响[J].地下空间与工程学报,2014,10(1):144.

(收稿日期:2018-01-30)

(上接第112页)

#### 3.2.2 基于《地铁设计规范》的站台宽度计算

计算结果为:侧站台宽度(不含柱宽) $b=3.38$  m,侧站台宽度(含柱宽) $b=4.23$  m $<b_{sj}$ ,站台宽度 $B=13.76$  m $<B_{sj}$ 。

因此,《地铁设计规范》计算得出的侧站台宽度和站台宽度分别小于实际值,而本文3.2.1节计算方法中的两种站台利用情况计算得出的侧站台宽度和站台宽度都分别大于实际值。而实际情况是该站早高峰站台拥挤,所以本文推导的计算方法比《地铁设计规范》站台宽度计算公式更合理。

## 4 结语

通过大量实地观测,提出了基于候车乘客单排队列密度的城市轨道交通站台宽度计算的新方法。并以两个已运营城市轨道交通车站为对象进行案例研究。结果表明,本文所提出的城市轨道交通站台宽度计算方法比我国现行《地铁设计规范》的站台宽度计算公式更合理。研究结论可为进一步完

善我国城市轨道交通站台宽度计算方法提供理论支撑和参考。

## 参考文献

- [1] 中华人民共和国住房和城乡建设部.地铁设计规范:GB 50157—2013[S].北京:中国建筑工业出版社,2013.
- [2] 停車場線路配線研究會.新停車場線路配線ハンドブック[M].東京:吉井書店,1995.
- [3] 汪晓蓉,于波.控制地铁车站规模的体会[J].现代隧道技术,2008(3):22.
- [4] 崔之鉴.论地铁车站站台规模[J].西南交通大学学报,1993(3):76.
- [5] 沈景炎.乘客动态分布与站台宽度的研究[J].城市轨道交通研究,2001(1):21.
- [6] 沈景炎.车站站台乘降区宽度的简易计算[J].都市轨道交通,2008(5):9.
- [7] 王子甲,陈峰,李小红.地铁车站站台宽度计算方法改进及仿真评价[J].交通运输系统工程与信息,2012,12(5):168.
- [8] 李颖,毛保华.同台换乘站台宽度计算方法研究[J].交通运输系统工程与信息,2016,16(3):148.

(收稿日期:2018-03-23)