doi: 10.3969/j.issn.1672-6073.2025.04.004

地铁车站客流安全疏散时间影响因素与优化对策

贺腊妮[1]，刘会军[2]
（1. 中国地铁工程咨询有限责任公司，北京 100037；2. 长春市轨道交通集团有限公司，长春 130000）

摘 要： 基于行业规范对地铁车站客流安全疏散的要求，本文结合紧急情况的发生位置总结区间列车火灾、站厅公共区火灾和站台火灾情况下疏散路径和疏散客流量(简称疏散客流)，分析目前规范中疏散时间计算方法存在的问题，提出开展疏散模拟测试辅助设计工作，明确在地铁车站设计方面影响疏散时间的 4 个关键因素，分别是疏散客流、疏散设施能力、站台至站厅等安全区提升高度以及疏散设施的分布。通过对比与疏散方向相反的自动扶梯对车站疏散能力的影响，探讨了其在疏散中使用的合理性。最后结合实际工作，建议车站客流安全疏散模拟测试时机宜提前到初步设计阶段。

关键词： 地铁车站；安全疏散；疏散客流；疏散设施；疏散模拟测试时机
中图分类号： U231　　**文献标志码：** A　　**文章编号：** 1672-6073(2025)04-0031-05

Factors Influencing Evacuation Time and Optimization Strategies in Metro Station

HE Lani[1], LIU Huijun[2]
(1. China Metro Engineering Consulting Corporation, Beijing 100037;
2. Changchun Railway Traffic Group Co., Ltd., Changchun 130000)

Abstract: In response to regulatory requirements for safety evacuation in metro station, based on the location of emergency, this paper summarizes evacuation path and evacuation volume under different conditions. Discussing the method to calculating evacuation time which is in the code for safety evacuation, the view that safety evacuation simulation should be conducted is proposed. And the four key factors affecting the safety evacuation time in design stage are identified in this paper, mainly including evacuation volume, capacity of evacuation facilities, lifting height from the platform to the concourse or other safety zone, and distribution of evacuation facilities on the platform. By comparing the impact of escalator which is in the opposite direction on evacuation capacity, the rationality of using reverse escalator under the emergency evacuation condition are discussed. Considering on practical work experience, it is suggested that the timing of safety evacuation simulation should be advanced to the preliminary design stage.

Keywords: subway station; safety evacuation; evacuation volume; evacuation facility; the timing of safety evacuation simulation

城市轨道交通车站是大客流集聚场所，同时具有封闭性，一旦发生火灾等灾害，损失和影响将是非常巨大的。因此安全始终是轨道交通工程设计和审查的重点，也是运营服务组织和管理的第一原则。刘培龙[1]

收稿日期：2024-09-11　修回日期：2025-03-12
第一作者：贺腊妮，女，硕士，高级工程师，主要从事轨道交通规划设计工作，helani2004@163.com
基金项目：国家重点研发计划(2023YFC3807502)
引用格式：贺腊妮，刘会军. 地铁车站客流安全疏散时间影响因素与优化对策[J]. 都市快轨交通，2025，38(4)：31–35.
HE Lani, LIU Huijun. Factors influencing evacuation time and optimization strategies in metro station[J]. Urban rapid rail transit, 2025, 38(4): 31–35.

分析了地铁、市域(郊)、城际三种制式车站防火设计差异；徐东[2]对比《地铁设计规范》和《地铁安全疏散规范》疏散模式和疏散计算的差异，提出不同工况下要采用不同的规范要求进行疏散计算；张扬[3]结合国内外规范中关于疏散计算的要求，探讨乘客全过程疏散时间计算方法；陈宏等[4]对《地铁设计防火标准》中有关紧急疏散、楼扶梯设置等条文中存在的争议点进行解析。现行规范对地铁车站客流安全疏散时间通常作为强制性条款进行要求，但各个规范之间存在疏散时间计算方法不明确的情况，给实际工作带来了一些困难。本文将结合实际工作中的问题，从地铁车站不同情况下疏散路径、疏散时间要求及计算方法、影响疏散时间的关键因素、反向自动扶梯在疏散中使用的合理性以及客流安全疏散模拟测试时机等方面进行车站客流安全疏散的探讨。

1 不同疏散情况的疏散路径

依据《地铁安全疏散规范》(GB/T 33668—2017)[5]，地铁车站安全疏散有区间列车火灾、站厅公共区火灾和站台火灾等几种疏散情况，车站设备区安全疏散对乘客安全疏散的影响较小，本文不作讨论。

1) 区间列车火灾。当列车在区间发生火灾，列车未丧失动力的情况下，应将列车继续行驶至站台，利用站台的疏散设施将乘客疏散至安全区。当列车在区间发生火灾无法行驶时，应立即组织乘客下车，尽快远离火源，然后利用区间疏散设施，组织乘客沿区间疏散通道疏散至车站或者通过竖向疏散楼扶梯疏散至地面等。

2) 站厅公共区火灾。站厅公共区发生火灾，此时站厅不再是安全区，站厅(包括换乘站共同站厅)乘客以及站台乘客应尽快撤离站厅向其他安全区进行疏散，一定条件下站台上的乘客可采用列车向相邻车站疏散。

3) 站台火灾。站台火灾分为站台公共区火灾和站台列车火灾 2 种情况，其疏散方向都是将乘客疏散至站厅公共区或者其他安全区域。站台公共区火灾情况下，进站列车过站不停车，疏散乘客为站台上候车乘客；站台列车火灾为列车进站后或者进站途中后发生火灾的情况，除了要疏散站台上的候车乘客(换乘站包含换入客流)，还需要将列车上乘客进行清客，由站台向安全区疏散。

表 1 为不同火灾情况下的疏散路径和需要疏散的客流。可以看出，列车在区间发生火灾且未丧失动力和站台列车火灾这 2 种情况下，疏散客流均为超高峰小时 1 列车乘客及站台候车乘客，疏散客流量较大，并且都要在站台进行疏散，对站台至站厅或其他安全区楼扶梯疏散能力要求也是最高的。因此《地铁设计防火标准》(GB 51298—2018)[6]和《地铁设计规范》(GB 50517—2013)[7]中对于车站安全疏散时间的要求主要也是针对这 2 种大客流疏散情况。

表 1 不同火灾情况下疏散路径及疏散客流

Table 1 Evacuation routes and passenger volumes under different fire scenarios

火灾发生地点		疏散路径	疏散客流
列车在区间发生火灾	列车未丧失动力	列车行至站台进行疏散	超高峰小时 1 列车乘客及站台候车乘客(含换入客流)
	列车无法行驶	利用区间疏散设施	超高峰小时 1 列车乘客
站厅公共区火灾		站厅向站外疏散	超高峰小时站厅包括换乘站共同站厅的乘客以及站台乘客
		一定条件下站台上的乘客可采用列车向相邻车站疏散	超高峰小时站厅包括换乘站共同站厅的乘客
站台火灾	站台公共区	站台向站厅或其他安全区域	超高峰小时站台候车乘客(含换入客流)
	站台列车	站台向站厅或其他安全区域	超高峰小时 1 列车乘客及站台候车乘客(含换入客流)

2 疏散时间要求及计算方法

2018 年颁布实施的《地铁设计防火标准》(GB 51298—2018)弥补了城市轨道交通防火专业规范的空白，提出了 2 个强制性疏散时间标准，以 4 min 标准考核楼扶梯设施将客流全部撤离站台，以 6 min 标准考核客流全部疏散至站厅公共区域或者其他安全区域的时间。条文说明中解释用 4 min 疏散要求配置楼扶梯组数和总输送能力，同时以 6 min 疏散要求匹配楼扶梯的设置位置、数量、宽度以及提升高度或长度关系。

《地铁设计防火标准》相对于《地铁设计规范》增加了 4 min 疏散时间要求，并明确要求乘客全部撤离站台的时间应满足下列公式的要求。

$$T=\frac{Q_1+Q_2}{0.9\left[A_1(N-1)+A_2B\right]}\leqslant 4\ \text{min} \tag{1}$$

式中，Q_1 为远期或客流控制期中超高峰小时最大客流量时 1 列进站列车的载客人数，人；Q_2 为远期或客流控制期中超高峰小时站台上的最大候车乘客人数，人；A_1 为 1 台自动扶梯的通过能力，人/(min·台)；A_2 为单位宽度疏散楼梯的通过能力，人/(min·m)；N 为用作疏散的自动扶梯的数量，台；B 为疏散楼扶梯的总宽度，m(每组楼梯的宽度应按 0.55 m 的整数倍计算)。

防火标准实施以后，地铁车站设计基本采用此公式计算验证楼扶梯设施的疏散能力是否满足 4 min 时间标准要求。但标准中缺少客流从站台全部疏散至站厅公共区或其他安全区域疏散时间的计算公式[4]，因此部分设计人员仍会采用《地铁设计规范》中提出的公式(2)计算疏散时间。

$$T=1+\frac{Q_1+Q_2}{0.9\left[A_1(N_1-1)+A_2B\right]}\leqslant 6\ \text{min} \tag{2}$$

式中，N_1 为自动扶梯数量，台。

由此看出，采用公式(2)计算疏散至站厅公共区的时间存在一定的问题。首先公式(2)中没有表述出乘客在楼扶梯上的通行时间；其次计算公式考核的仍然是楼扶梯设施的整体输送能力，并不能反映出楼扶梯设施布局与疏散客流的匹配性；再次上述 2 个公式差别为 1 min 的反应时间，如果计算站台清空时间满足 4 min 的标准，加上反应时间那么一定也会满足 6 min 的标准。通过公式计算并不能完全实现 6 min 时间标准设置的意图。《地铁安全疏散规范》中给出的计算公式考虑较为全面，但因其是将路径上各点的等候时间和通过时间累加计算[2]，未考虑部分行为发生的重合时间，导致计算结果偏大[3]。

作为强制性标准，站台至站厅的疏散时间目前缺乏合理、统一、能体现标准设置意图的计算方法或公式，给目前设计工作带来了不便。为有效应对此问题，建议在设计阶段引入疏散模拟软件构建全路径的疏散模型，通过模拟测试综合校验车站楼扶梯设施疏散通过能力、组数、布局、车站提升高度或长度等是否满足安全疏散时间标准要求。

3 影响疏散时间的关键因素

在实际运营中影响地铁车站疏散时间的因素是多方面的，包括车站本身设计因素、车站应急处置能力、乘客群体构成特征[8]、乘客在紧急情况下的心理和行为特征以及车站对客流的引导[9]等方面。从车站本身设计方面考虑，影响疏散时间的主要因素包括疏散客流、疏散设施规模、站台至站厅或其他公共区的提升高度以及疏散设施布局等 4 个因素。

3.1 疏散客流

疏散客流是影响疏散时间最直接的因素，采用相同形式的车站，疏散客流大则疏散时间长，反之亦然。车站的疏散客流根据规范要求由远期或者控制期超高峰小时 1 列车所载乘客和站台上的候车乘客 2 部分组成。对于一般换乘站，站台上的候车乘客由进站客流和相交线路的换入客流构成。同台换乘的车站，需比较站台两侧线路分别发生紧急情况下的疏散客流，选择较大值作为本站台的疏散客流。对于折返站，站台上的候车乘客还应包括小交路列车清客后在本站换乘大交路列车的乘客。

3.2 疏散设施能力

对于一般形式的地下车站，站台至站厅之间的楼扶梯设施往往是整个疏散路径中的瓶颈设施[9]，因此楼扶梯疏散设施的能力也是影响疏散时间最直接的因素。在疏散客流相同的情况下，配置的疏散楼扶梯设施越多，疏散时间将会越短。

自动扶梯和楼梯的疏散效率不同，梯级宽度为 1 m 的单部自动扶梯外径尺寸在 1.7 m 左右[10]，疏散能力约为 110 人次/min(按照正常情况下 7 300 人次/h 的能力并考虑 0.9 的折减系数计算所得)，而与自动扶梯外径同尺寸的楼梯疏散能力大约为 91 人次/min。自动扶梯相对于楼梯疏散能力大，疏散效率高，因此适当增加自动扶梯的数量可以提高车站的疏散能力。但自动扶梯要依靠电力和机械传动保证其运行，安全性、可靠性及稳定性较楼梯弱，因此相关规范和标准要求在地铁车站设置自动扶梯提高便捷性、舒适性的同时，也要求设置一定数量的楼梯保证车站的疏散能力和疏散可靠性。除了疏散楼扶梯设施的数量，与疏散方向相反的自动扶梯如何参与疏散对疏散时间计算结果影响也很大，这个问题将在第 4 章中进行探讨。

3.3 站台至站厅或其他公共区的提升高度

一般地下车站乘客在楼扶梯上的滞留时间是紧急情况下乘客由站台疏散至站厅公共区或其他安全区时间的重要组成部分。根据《地铁安全疏散规范》，这部分滞留时间计算公式为

$$T_{s,4}=\max\{L_s/V_s\} \tag{3}$$

式中，L_s 为起火楼层内的楼扶梯有效长度，m；V_s 为人员在楼扶梯上绝对运动速度，m/min；$T_{s,4}$ 为起火楼层中所有楼扶梯上的平均滞留时间的最大值。

《地铁设计规范》规定楼梯的角度宜采用 26°34′倾角，扶梯倾角应为 30°，倾角是相对固定的，因此站台至站厅或其他公共区的提升高度直接决定了 L_s 和 $T_{s,4}$，提升高度越高则在楼扶梯上的滞留时间就会越长。因此站台至站厅或其他公共区的提升高度是计算疏散至站厅或其他安全区域疏散时间不可忽略的重要因素。

3.4 疏散设施的分布

疏散设施如疏散楼扶梯设施在站台上的分布也会影响疏散时间。若疏散楼扶梯设施分布不均衡，则会出现疏散设施能力与所承担的疏散客流不匹配的情况，导致部分设施疏散时间长，进而影响站台整体的疏散时间。这种情况一般会出现在 L 型或者 T 型换乘站中，为了保证设置节点楼梯的站台端部候车排队空间，在设计时会适当拉开站台至站厅楼扶梯设施与节点楼梯的距离，这就会使得靠近节点楼梯的疏散楼扶梯设施承担更多的疏散客流，疏散时间相对增大。因此，在车站设计中需统筹分析日常运营情况和紧急情况的不同需求，合理布局楼扶梯设施。

4 反向自动扶梯在疏散中的使用

自动扶梯供电采用一级负荷，而且采用不燃材料制造，在发生火灾时与楼梯一起承担乘客疏散作用。当发生紧急情况时与疏散方向相同的自动扶梯参与紧急疏散这个要求是明确的，但与疏散方向相反的自动扶梯如何参与疏散，各个规范或标准之间尚无统一说法。

4.1 反向自动扶梯使用情况对比

《地铁设计规范》中要求站台至站厅的自动扶梯总数量考虑减 1 后，都可作为疏散使用；《安全疏散规范》中明确了与疏散方向相同的自动扶梯可以用作紧急疏散，同时考虑数量要减 1，与疏散方向相反的自动扶梯则停运作步梯使用参与疏散；《地铁设计防火标准》中则明确在火灾工况时，反向运转的自动扶梯不能计入疏散使用，相比《地铁设计规范》和《安全疏散规范》更为严格。而反向自动扶梯在不同使用工况下，车站的紧急疏散能力存在一定的差异。

以长春某一地下车站为例，采用 6B 编组，提升高度为 3 层 12 m，站台设置 3 组楼扶梯疏散设施，其中上行自动扶梯 3 部、下行自动扶梯 2 部、1.76 m 宽的楼梯 2 部，如图 1～2 所示。

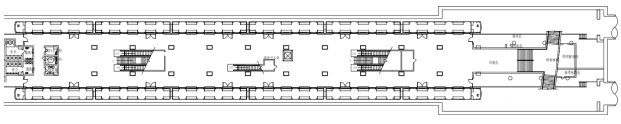


图 1 站台层公共区平面布置

Figure 1 Public area layout in the platform floor plan

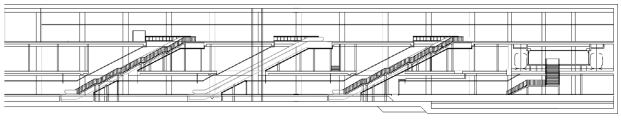


图 2 车站纵剖面

Figure 2 Profile of the station

表 2 计算了反向自动扶梯在 3 种使用情况下站台至站厅楼扶梯设施的疏散能力。情况 1 也就是下行自动扶梯逆转参与疏散，疏散扶梯总数量为 4 部，疏散楼梯为 2 部，疏散能力最大，为 576 人次/min；情况 3 是按照《地铁设计防火标准》的要求，下行自动扶梯不参与疏散的情况下，疏散扶梯总数量为 2 部，疏散楼梯为 2 部，疏散能力最小，为 402 人次/min；情况 2 中，下行自动扶梯停运作为楼梯参与疏散，疏散楼梯的能力较情况 3 要大，虽然疏散扶梯总数量也为 2 部，但整体的疏散能力为 463 人次/min，处于情况 1 和情况 3 之间。对比起来，情况 1 比情况 3 的疏散能力大了 43%。

表 2 扶梯使用工况下疏散能力

Table 2 Evacuation capability under escalator operating conditions

情况	说明	车站疏散能力/(人次/min)		
		扶梯	楼梯	合计
情况 1	下行扶梯逆转参与疏散	(5–1)*7 300*0.9/60=438	0.55*3*2*3 700*0.9/60=183	576
情况 2	下行扶梯停运作为楼梯	(3–1)*7 300*0.9/60=219	183+0.55*2*3 700*0.9/60=244	463
情况 3	下行扶梯不参与疏散	(3–1)*7 300*0.9/60=219	0.55*3*2*3 700*0.9/60=183	402

由此可见，与疏散方向相反的自动扶梯如何参与疏散，对站台的疏散设施能力影响显著。车站配置的反向自动扶梯数量越多，疏散能力差异也会越大。前文所述的规范和标准目前都具效力，对反向自动扶梯要求的不一致无法有效指导地铁车站的设计工作。

4.2 反向自动扶梯参与疏散合理性的考虑

在实际运营过程中逆转自动扶梯的方向较为复杂，涉及轨道交通运营管理单位内部不同部门之间的协调，紧急情况下立刻逆转方向无法保证扶梯使用的安全性，《地铁设计防火标准》也认为逆向运转的自动扶梯无法在 6 min 内转为疏散方向，无法有效参与疏散。因此火灾工况下不考虑自动扶梯逆向运转参与疏散具有一定的合理性[11]。

事实上，为避免乘客在紧急情况下使用运行中的逆向自动扶梯进行疏散，引发次生危险，应在确认反向自动扶梯上无人时，操作停运扶梯。反向自动扶梯停运后，其功能类似于步梯，因此《安全疏散规范》中逆向自动扶梯停运作为步梯参与疏散的要求从操作上看是可行的。

反向自动扶梯停运作为步梯参与疏散，其疏散能

力不能简单等同于楼梯疏散能力。自动扶梯踏步高度为 200 mm，高于楼梯踏步高度，在疏散时乘客的步速会低于楼梯上的步速，会降低其疏散能力。江锦涛等认为还应考虑工作人员现场关停自动扶梯所需时间带来的能力折损[12]。北京市地方标准《城市轨道交通工程设计规范》[13]提出当疏散方向为向上时，停运扶梯的能力按上行楼梯能力的 75%进行折减；当疏散方向为向下时，则按下行楼梯能力的 75%进行折减。

5 客流模拟测试时机

设计阶段通常采用设计规范或标准中公式计算校核疏散楼扶梯设施的能力是否能满足疏散时间标准要求。而在线路初期投入运营之前，国家行业主管部门和相关规范则要求开展疏散模拟测试，大客流车站(含各种交路折返车站和停车功能的车站)站台至站厅或其他安全区域的疏散楼梯、用作疏散的自动扶梯和疏散通道的通过能力模拟测试报告是初期运营前安全评估的重要专题成果。

相对于设计阶段通过公式计算检验疏散设施能力的方式，客流模拟测试为全路径疏散测试，模拟了乘客自接收到紧急疏散信息，从站台疏散至站厅公共区或者出入口的全过程。一方面能将乘客自身的特征因素包括体型规模、走行步速、行李大小等考虑在内，同时也可以分别考核站台不同位置疏散设施故障情况下的具体疏散时间。通过客流模拟测试获得的疏散时间更为准确，也能更真实直观展示疏散过程、疏散瓶颈设施和客流聚集区域，对于车站应急管理预案的制定有指导作用。

但在车站建设完成后、即将开通前开展此项工作，一旦出现疏散设施能力严重不满足疏散时间要求的情况，对新建车站进行改造代价大且影响不好。因此笔者认为宜将开展客流模拟测试的时机提前至初步设计阶段，结合测试结果优化疏散楼扶梯设施配置和布局，才能更有效地提高车站应对紧急情况的能力，更好地发挥客流模拟测试的作用。

6 结论

1) 现行国家地铁设计标准或规范中站台至站厅的疏散时间缺少合理、统一的计算方法或公式，建议相关规范中进一步明确计算方法。

2) 建议开展地铁车站客流紧急疏散模拟测试辅助设计工作，并宜将模拟测试开展时机提前至初步设计阶段，通过疏散模拟校核车站疏散能力，并结合测试结果同步优化疏散设施的配置和布局。

3) 影响疏散时间的主要因素包括疏散客流、疏散设施规模、站台至站厅或其他公共区的高度及疏散设施布局，其中疏散设施的布局是设计中容易被忽视的因素。因此建议在设计工作中统筹分析日常运营和紧急情况的需求，合理布置楼扶梯设施。

4) 自动扶梯的疏散效率和数量对车站疏散能力的影响重大。与疏散方向相反的自动扶梯在发生紧急情况下停运作为楼梯参与疏散具有一定的合理性，但在进行紧急疏散时间计算或模拟测试时，其疏散能力应考虑在同向楼梯能力的基础上进行一定的折减。建议结合车站安全疏散演练，调查明确不同情况下反向扶梯的疏散能力。

参考文献

[1] 刘培龙. 地铁、市域(郊)、城际车站防火设计规范差异与措施研究[J]. 铁道建筑技术, 2023(5): 60-63.
LIU Peilong. Research on differences and measures of fire prevention design codes of subway, suburban and intercity stations[J]. Railway construction technology, 2023(5): 60-63.

[2] 徐东.《地铁安全疏散规范》车站疏散适用性分析[J]. 都市快轨交通, 2019, 32(1): 142-149.
XU Dong. Applicability analysis of code for safety evacuation of metro on metro station evacuation[J]. Urban rapid rail transit, 2019, 32(1): 142-149.

[3] 张扬. 地铁车站安全疏散计算方法探讨[J]. 都市快轨交通, 2020, 33(2): 152-156.
ZHANG Yang. Calculation method of safe evacuation in subway station[J]. Urban rapid rail transit, 2020, 33(2): 152-156.

[4] 陈宏, 胡建国.《地铁设计防火标准》相关问题探讨[J]. 城市轨道交通研究, 2020, 23(3): 122-126.
CHEN Hong, HU Jianguo. Discussion on relevant issues in standard for fire protection design of metro[J]. Urban mass transit, 2020, 23(3): 122-126.

[5] 国家质量监督检验检疫总局, 中国国家标准化管理委员会. 地铁安全疏散规范: GB/T 33668—2017[S]. 北京: 中国标准出版社, 2017.
General Administration of Quality Supervision, Inspection and Quarantine of the People's Republic of China, Standardization Administration of the People's Republic of China. Code for safety evacuation of metro: GB/T 33668—2017[S]. Beijing: Standards Press of China, 2017.

（下转第 42 页）

development at Xi'an rail transit station[J]. Urban rapid rail transit, 2024, 37(6): 8-16.

[7] 刘泉, 史懿亭. 轨道交通 TOD 规划中开发强度的整体管控[J]. 国际城市规划, 2020, 35(4): 131-137.
LIU Quan, SHI Yiting. Integrated intensity regulation in TOD planning along rail transit line[J]. Urban planning international, 2020, 35(4): 131-137.

[8] 陶莎, 张品立, 胡申启. 新形势下公交社区规划策略研究[J]. 交通与运输, 2023, 39(2): 76-80.
TAO Sha, ZHANG Pinli, HU Shenqi. Planning strategies of public transport community under new situation[J]. Traffic & transportation, 2023, 39(2): 76-80.

[9] 刘雨菡, 鲍梓婷, 田文豪. TOD 站城融合发展路径与广州实践: 多层级空间治理与协作式规划设计[J]. 规划师, 2022, 38(2): 5-15.
LIU Yuhan, BAO Ziting, TIAN Wenhao. Station-city integrate development path and practice in Guangzhou TOD: multi-level spatial governance and colaborative planning[J]. Planners, 2022, 38(2): 5-15.

[10] 牛韶斐, 华夏, 胡昂. 新加坡社区型 TOD 实践的模式、特征及启示[J]. 建筑技艺, 2020, 26(9): 36-39.
NIU Shaofei, HUA Xia, HU Ang. Model, characteristics and enlightenment of the community TOD practice in Singapore[J]. Architecture technique, 2020, 26(9): 36-39.

[11] 杜强, 黄又丹, 郝婷婷, 等. 城市轨道交通站点与建成环境协同发展时空特征分析[J]. 都市快轨交通, 2023, 36(5): 132-138.
DU Qiang, HUANG Youdan, HAO Tingting, et al. Spatio-temporal dynamics of coordinated development between urban rail transit stations and the built environment[J]. Urban rapid rail transit, 2023, 36(5): 132-138.

(编辑: 傅依萱)

(上接第 35 页)

[6] 住房和城乡建设部. 地铁设计防火标准: GB 51298—2018[S]. 北京: 中国计划出版社, 2018.
Ministry of Housing and Urban-Rural Development of the People's Republic of China. fire prevention standards for subway design: GB 51298—2018[S]. Beijing: China Planning Press, 2018.

[7] 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, 2014.
Ministry of Housing and Urban-Rural Development of the People's Republic of China. Code for design of metro: GB 50157—2013[S]. Beijing: China Architecture & Building Press, 2014.

[8] 陈泓伯. 城市轨道交通车站大客流疏散方法研究[J]. 智慧轨道交通, 2023, 60(3): 82-90.
CHEN Hongbo. Study on evacuation method of large passenger flow in urban rail transit station[J]. Smart rail transit, 2023, 60(3): 82-90.

[9] 李琳桦. 地铁高架站运营突发事件下客流疏散策略[J]. 交通企业管理, 2022, 37(1): 101-103.
LI Linhua. Study on passenger evacuation strategy of subway elevated station in case of emergency[J]. Transportation enterprise management, 2022, 37(1): 101-103.

[10] 王春源, 胡愚, 张红璐, 等. 地铁车站疏散瓶颈疏散优化共性方案仿真研究[J]. 中国安全生产科学技术, 2023, 19(2): 180-186.
WANG Chunyuan, HU Yu, ZHANG Honglu, et al. Simulation study on common scheme of evacuation bottleneck optimization in subway station[J]. Journal of safety science and technology, 2023, 19(2): 180-186.

[11] 张俊岭. 合理选择地铁车站自动扶梯的开孔宽度[J]. 城市轨道交通研究, 2009, 12(8): 59-62.
ZHANG Junling. On appropriate portiforium width of escalator[J]. Urban mass transit, 2009, 12(8): 59-62.

[12] 江锦涛, 高莉萍. 轨道交通自动扶梯疏散能力及运行模式探讨[J]. 都市快轨交通, 2019, 32(3): 152-156.
JIANG Jintao, GAO Liping. Evacuation capacity and operation mode of elevator in rail transit[J]. Urban rapid rail transit, 2019, 32(3): 152-156.

[13] 北京市质量技术监督局. 城市轨道交通工程设计规范: DB11/995—2013[S]. 北京: 北京市城乡规划标准化办公室, 2013.
Design Code for Urban Rail Transit Engineering: DB11/995—2013[S]. Beijing: Standardization Office of Urban-Rural Planning of Beijing, 2013.

(编辑: 傅依萱)