

# 深圳市轨道交通周五大客流特征及成因分析

叶倪瑄<sup>1</sup> 杨超<sup>1,2</sup> 闫茜<sup>3</sup>

(1. 同济大学道路与交通工程教育部重点实验室, 201804, 上海; 2. 同济大学城市交通研究院, 200092, 上海;  
3. 深圳北斗应用技术研究院有限公司, 518001, 深圳//第一作者, 本科生)

**摘要** 为了掌握深圳市轨道交通工作日客流日变化特征, 以深圳市轨道交通一周的刷卡数据为基础, 分析了工作日客流的总量及时间特征。针对工作日中周五客流较大的现象, 进一步研究周五新增客流成因。从站点及线路特征、出行特征两个角度分析了周五新增客流的特征。结果表明, 周五客流增加的原因主要是有新的个体出行, 而这些个体的出行特征具有一定规律。研究结果可为深圳市轨道交通工作日高峰客流的运营组织提供支撑。

**关键词** 深圳市轨道交通; 周五客流; 客流特征

**中图分类号** U293.6

**DOI**:10.16037/j.1007-869x.2021.05.032

## Characteristics and Cause Analysis of Shenzhen Rail Transit Large Passenger Flow on Friday

YE Nixuan, YANG Chao, YAN Qian

**Abstract** To grasp the daily variation characteristics of Shenzhen Rail Transit weekday passenger flow, the total amount and temporal characteristics of weekday passenger flow are analyzed based on the weekly card swiping data of Shenzhen Rail Transit. Targeting the phenomenon of larger passenger flow on Friday out of all working days, causes of the increased flow on Friday are studied. The travel characteristics of the increased portion are analyzed from two aspects: station and characteristics of line and travel. Results show that the main factor of passenger flow increase on Friday is new individual travelers, of which the travel characteristics demonstrate certain pattern. The research results can provide support for Shenzhen Rail Transit weekday peak passenger flow operation organization.

**Key words** Shenzhen Rail Transit; passenger flow on Friday; passenger flow characteristics

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

深圳市轨道交通自2004年1号线一期工程正式开通运营始, 至2020年底已形成11条线路、运营

里程412 km的规模, 进入了轨道交通网络化运营阶段。本文以深圳市2020年11月9—15日一周工作日的轨道交通客流刷卡数据为基础, 对深圳市轨道交通工作日客流特征进行分析, 探讨周五客流特征, 并从站点及线路特征、出行特征的角度对周五新增客流的特征进行研究, 以期为城市轨道交通的建设和管理提供有益参考。

## 1 深圳市轨道交通工作日客流特征

深圳市轨道交通工作日客流量分布如图1所示。由图1可见: 工作日客流不均衡, 周一至周四总客流量均低于周五; 工作日平均客流为621.9万人次, 周五客流量达到664.9万人次, 周五客流量比工作日平均客流量高6.93%。

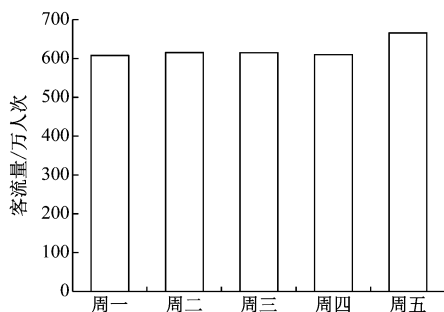


图1 深圳市轨道交通工作日客流量分布

深圳市轨道交通工作日进出站客流时间分布如图2所示。由图2可见: 工作日的客流高峰集中在7:00—9:00和17:00—19:00, 工作日早高峰客流量相似, 周五晚高峰客流量最大; 在13:00以前, 周一至周五的客流量规模相当, 变化趋势相似; 在13:00以后, 周五的进出站客流量均高于其他工作日的; 13:00以后, 周五的客流量比工作日平均客流量高13.02%。

## 2 深圳市轨道交通周五与其它工作日客流对比分析

深圳市轨道交通工作日客流量在周五明显增

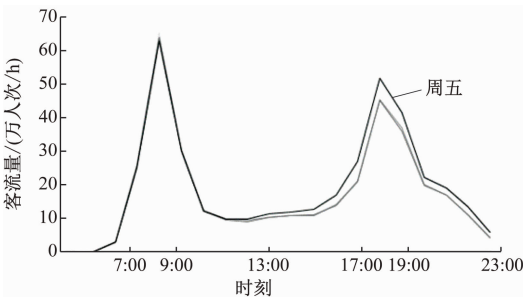
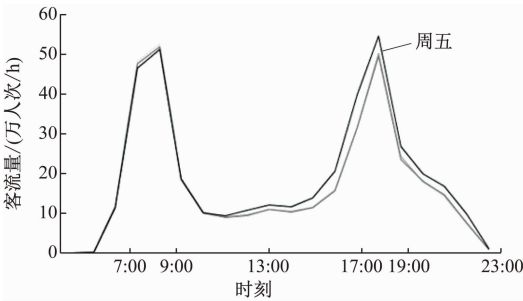


图2 深圳市轨道交通工作日(周一—周五) 进出站客流时间分布

加。为了探究这一现象,以下对周五新增客流成因进行分析。提出以下2种假设:

| 表 2 深圳市轨道交通工作日不同类别个体的出行总次数 |            |            |            |            |           |
|----------------------------|------------|------------|------------|------------|-----------|
| 分类                         | 出行次数/次     |            |            |            |           |
|                            | 周一         | 周二         | 周三         | 周四         | 周五        |
| 总次数                        | 5 013 711  | 5 065 104  | 5 061 620  | 5 018 662  | 5 483 412 |
| 与周五出行次数差                   | 469 701    | 418 308    | 421 792    | 464 750    |           |
| 类别①                        | 3 599 925/ | 3 680 757/ | 3 758 407/ | 3 854 109/ |           |
| (该天/周五)                    | 3 650 994  | 3 709 337  | 3 778 742  | 3 887 308  |           |
| 类别②(该天)                    | 1 414 786  | 1 385 347  | 1 304 213  | 1 165 553  |           |
| 类别③(周五)                    | 1 833 417  | 1 775 075  | 1 705 669  | 1 597 104  |           |

由表1和表2可见3类个体出行变化对周五客流增加的影响如下:

- 1) 对于类别①,周五的出行总次数相比某工作日的确实有所增加,但增加较少,对周五客流增加没有显著影响。
- 2) 类别③的总人数比类别②的总人数显著增加,说明与其他工作日相比,周五有更多新的乘客出行。同时,类别③相比类别②的出行总次数增加较大,且分别占周五增加的出行总次数的89.13%、93.17%、95.18%、92.86%,说明周五新增出行乘客增加的出行次数对周五客流增加影响显著。

综上所述,深圳市轨道交通工作日客流量在周

- 1) 部分个体在周五的出行次数增加。
- 2) 周五有更多新的个体产生出行,即周五出行总人数增加。

根据出行时间的不同,将深圳市轨道交通工作日乘客定义为3类个体:①在周五和某工作日都出行的乘客;②在周五不出行、某工作日出行的乘客;③在某工作日不出行、周五出行的乘客。通过比较第一类个体在某工作日和周五出行总数的差异来研究假设一,通过比较第二类及第三类个体总人数和出行总次数的差异来研究假设二。表1、表2分别为深圳市轨道交通工作日出行的不同种类乘客的总人数和出行总次数。

| 表 1 深圳市轨道交通工作日不同类别个体的出行总人数 |           |           |           |           |           |
|----------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 分类                         | 出行人数/人    |           |           |           |           |
|                            | 周一        | 周二        | 周三        | 周四        | 周五        |
| 总人数                        | 2 743 768 | 2 727 456 | 2 725 958 | 2 711 239 | 3 078 201 |
| 类别①                        | 1 895 360 | 1 916 304 | 1 953 322 | 2 008 168 |           |
| 类别②                        | 849 409   | 812 153   | 773 636   | 704 071   |           |
| 类别③                        | 1 183 842 | 1 162 898 | 1 125 879 | 1 071 033 |           |

五明显增加的原因,主要是周五出行人数增加,而不是部分个体在周五出行次数增加。

### 3 深圳市轨道交通周五新增客流特征分析

从总体来看,在周五出行的新个体共有463 720人,新增出行总次数共有637 635次。

#### 3.1 站点及线路特征

##### 3.1.1 线路客流特征

深圳市轨道交通周五新增客流的线路特征如表3所示。3号线的总长度仅占全网的10.5%,但客流量占全网客流量比例最高,为21.3%,表明周五新增客流对3号线需求高。6号线总长度占全网

12%,客流量占比仅为全网的 4.6%,表明周五新增客流对 6 号线需求较低。

| 表 3 深圳市轨道交通周五新增客流的线路特征 |             |              |             |             |
|------------------------|-------------|--------------|-------------|-------------|
| 线路                     | 线路长度/<br>km | 线路长度<br>占比/% | 客流量/<br>万人次 | 客流量<br>占比/% |
| 1 号线                   | 41.0        | 9.9          | 16.8        | 15.4        |
| 2 号线                   | 40.1        | 9.7          | 10.9        | 9.9         |
| 3 号线                   | 43.1        | 10.5         | 23.4        | 21.3        |
| 4 号线                   | 31.3        | 7.6          | 9.2         | 8.4         |
| 5 号线                   | 47.6        | 11.5         | 17.4        | 15.8        |
| 6 号线                   | 49.4        | 12.0         | 5.1         | 4.6         |
| 7 号线                   | 30.2        | 7.3          | 6.2         | 5.6         |
| 8 号线                   | 12.4        | 3.0          | 2.0         | 1.8         |
| 9 号线                   | 36.2        | 8.8          | 8.3         | 7.5         |
| 10 号线                  | 29.3        | 7.1          | 3.6         | 3.3         |
| 11 号线                  | 51.9        | 12.6         | 7.0         | 6.4         |
| 合计                     | 412.5       | 100          | 109.7       | 100         |

3.1.2 站点客流特征

深圳市轨道交通周五新增进出站客流量排名前 10 的车站如图 3 所示。其中深圳北站、双龙站的客流量均大于 2 万人次,规模显著大于其他站点。前 10 个站点中,只有老街站、翠竹站位于中心城区,其余 8 个站点均位于郊区。深圳北站、布吉站主要连接交通枢纽,其他站点周边分布有大量商业和住宅区,周边土地开发和混合利用强度较高。

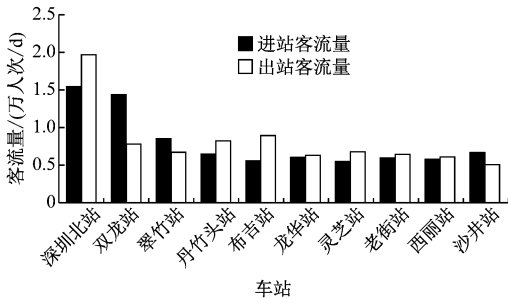


图 3 深圳市轨道交通周五新增进出站客流量排名前 10 车站

3.2 周五新增客流出行特征

3.2.1 周五新增客流时间分布特征

深圳市轨道交通周五新增客流时间分布如图 4 所示。由图 4 可见,新增客流晚高峰出行比重较高,没有明显的出行早高峰,进站客流晚高峰(16:00—18:00)比出站客流的晚高峰(17:00—19:00)提前 1 h,进出站高峰时段客流量占全天客流量的比例分别达到 43.53%、31.76%。

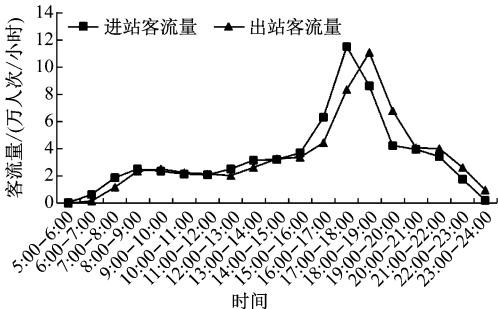


图 4 深圳市轨道交通周五新增客流时间分布特征



图 5 深圳市轨道交通周五新增客流来源热点分布

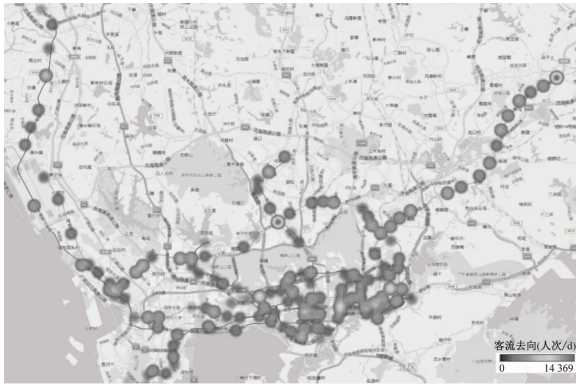


图 6 深圳市轨道交通周五新增客流去向热点分布

3.2.2 周五新增客流空间分布特征

深圳市轨道交通周五新增客流的来源和去向热点分布如图 5 和图 6 所示。客流来源和去向二者在空间分布上基本一致,客流来源多的区域去向也多。但客流来源或去向自身相比较,在空间分布上存在较大差异,在郊区,客流主要在深圳北站、布吉站、双龙站等单个站点集聚;在中心城的罗湖区、福田区,客流则在相近的多个站点集聚。

基于 2020 年深圳市的行政区划及轨道交通站点布局,将城市轨道交通运营区域划分为福田区、罗湖区、南山区、宝安区、龙岗区、龙华区 6 个交通大区。周五新增客流排名前 10 的 OD(起讫点)流向图如图 7 所示。周五新增客流的大区 OD 分布如图

8 所示。由图 7 和图 8 可见:周五新增客流主要在福田区内部及福田区和其他大区之间流动,其中福田区内部的 OD 量达到 18.4 万人次,福田区和其他大区间的交换量都在 8 万人次以上;而位于中心城区的福田区、罗湖区、南山区之间也有较强的交流,其中福田区和南山区之间的交换量最多,达到 10 万人次以上。

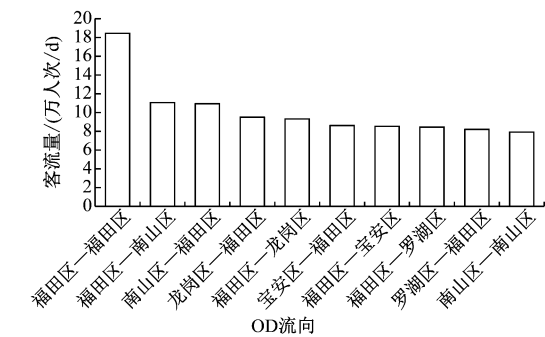


图 7 深圳市轨道交通周五新增客流排名前 10 的 OD 流量

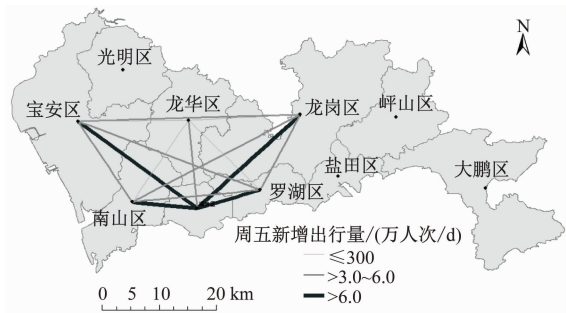


图 8 深圳市轨道交通周五新增客流的大区 OD 分布

3.2.3 周五新增客流的出行时长和距离

深圳市轨道交通周五新增客流的出行时长和距离分布如图 9 所示。从出行时长来看,40 min 以内的出行占 67.10%,表明周五新增出行者以中短时间出行为主。从出行距离来看,5 km 以内的出行量占 40.03%,10 km 以内的出行量所占比例高达 71.89%,表明周五新增出行者以短途出行为主。

3.2.4 周五新增客流的出行者特征

周五新增客流的平均出行次数为 1.37 次。周五新增客流出行次数分布如图 10 所示。由图 10 可见:以一次出行的乘客为主(共有 316 583 人),占 68.27%;其次是两次出行的乘客(共有 116 966 人),占 27.38%,两者合计占比超过 95%。

周五新增一次出行乘客出行时长和排名前 5 的 OD 流量分布如图 11 所示。由图 11 可见:乘客出行的时长较短,1 h 内的出行占比为 83.28%;从乘

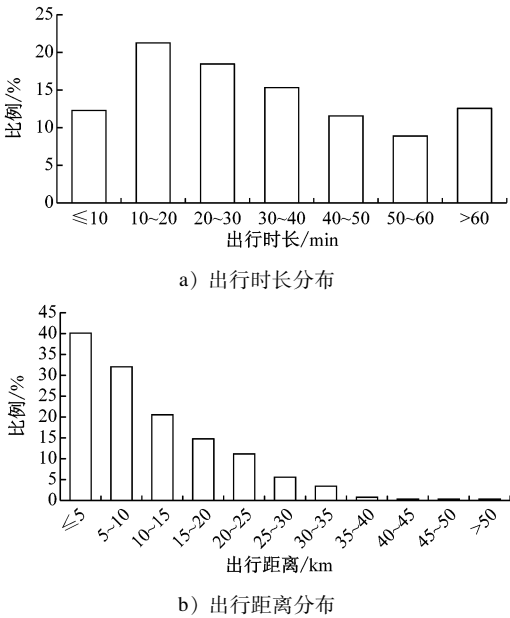


图 9 周五新增客流的出行时长和距离分布

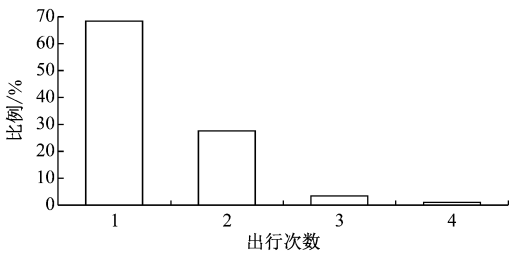


图 10 深圳市轨道交通周五新增客流的出行次数分布

客来源和去向来看,客流主要集中在大区内部流动,其中龙岗区内部的 OD 量超过 4.5 万人次。

周五新增客流的两次出行乘客出行时间间隔和排名前 5 的 OD 流量分布如图 12 所示。从出行时间间隔来看,出行时间间隔主要集中在 4 h 内,占 78.04%。从两次出行的起终点所在站点来看,出行闭环(先从 A 站出发到 B 站,然后从 B 站返回 A 站)的共 64 605 人,占 55.23%;从两次出行的起终点所在行政区来看,出行闭环(先从 A 区出发到 B 区,然后从 B 区返回到 A 区)的共有 237 301 人,占 74.95%。从排名前 5 的 OD 流量来看,全部出行和闭环出行的客流均集中在大区内部流动,其中福田区内部闭环出行量超过 2.0 万人次。

在周五新增客流中,一次出行乘客和两次出行乘客的出行时空模式具有相似的规律,而这些乘客特征与个人层面出行行为有关,反映了不同出行目的乘客使用轨道交通的时空需求。后续研究将针对这些用户的出行特点进行活动目的分析,为可能的客流调控措施提供依据。

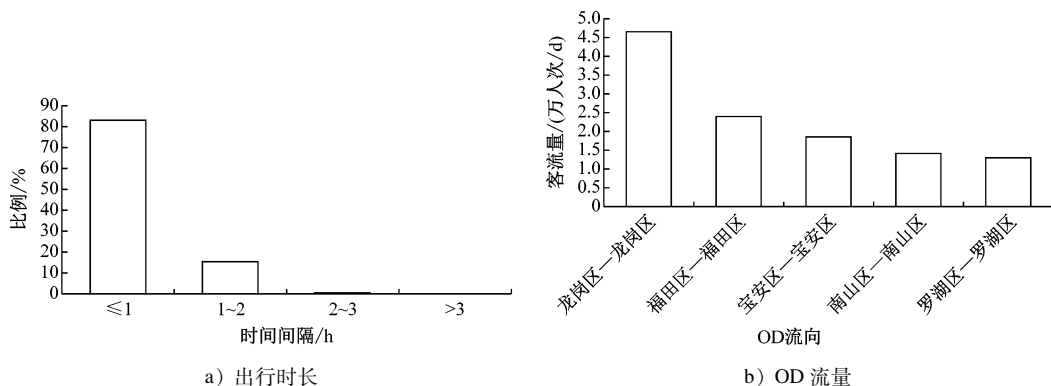


图 11 深圳市轨道交通周五一次出行乘客的出行时长和排名前的 OD 流量分布

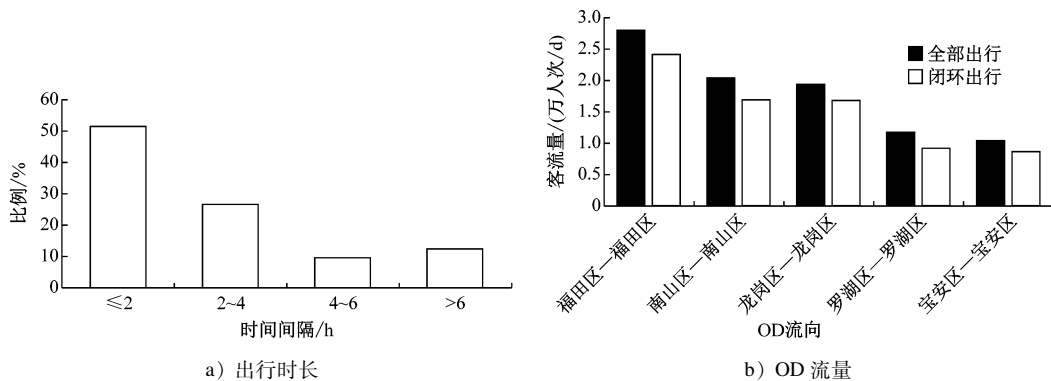


图 12 深圳市轨道交通周五两次出行乘客的出行时间间隔和排名前 5 的 OD 流量分布

## 4 结论与建议

基于深圳市轨道交通刷卡数据处理和分析结果,本文分析得到周五新增客流成因主要在于周五有新的个体产生出行,并对周五新增客流特征概括如下:

1) 3 号线在轨道交通中发挥着重要作用,周五新增客流对 3 号线需求高;受土地开发强度的影响,周五郊区的交通枢纽、大型商圈和居住区等位置的站点承担较大客流压力。

2) 周五新增客流的出行量在时间和空间分布上均存在不均衡性。时间分布上,晚高峰出行比重较高。空间分布上,在郊区,客流主要在单个站点集聚;在中心城区,客流主要在相近的多个站点集聚分布。OD 分布上,以福田区内部及福田区和其他大区之间为主。周五新增客流以 40 min 和 5 km 以内的中短时间和短距离出行为主。

3) 周五新增客流中,一次出行乘客的出行时长集中在 1 h 内,两次出行乘客的出行时间间隔集中在 4 h 内,一次出行乘客和两次出行乘客的 OD 分布均集中在各大区内部。后续研究将针对这些用户的出行特点进行活动目的的分析,为可能的客流

调控措施提供依据。

基于深圳市轨道交通客流特征分析,对轨道交通的规划设计及运营管理提出如下建议:

1) 应根据客流特征调整运营组织方案。针对工作日中周五客流量增大的问题,可根据周五新增客流的时空分布及出行规律调整和优化运营方案,特别是周五 13:00 后主要线路的发车班次。

2) 提升站点服务水平。对需求较高的线路,应提供与之匹配的服务能力。对客流压力较大的站点,应考虑站点周边土地利用和开发强度对客流的影响,做好相应的交通接驳服务。

3) 工作日客流构成和分布具有自身特点。进一步分析工作日客流规律,可为城市轨道交通系统的精细化管理提供决策依据。

## 参考文献

- [1] 郭莉,谢明隆. 深圳市轨道交通网络化运营初期线路客流特征分析[J]. 城市轨道交通研究,2015(8):14.
- [2] 张佳,李翔. 西安首条地铁线路初期运营客流特征分析[J]. 城市轨道交通研究,2015(10):106.
- [3] 张铮,张子栋,宗晶. 成都市轨道交通客流特征分析及启示[J]. 城市交通,2017(4):71.

(下转第 166 页)



径 0.8 m, 高 1.2 m) 的油桶容器进行贮存, 每个油桶可贮存 2 列车的废润滑油, 存放占地面积将近  $0.7 \text{ m}^2$ 。综合考虑车辆基地的停车规模, 建议废润滑油的存放面积按  $15 \sim 20 \text{ m}^2$  考虑。因废润滑油的火灾危险性与润滑油相近, 建议废润滑油存放间与润滑油存放间临近独立设置。少量的含油抹布放置于容器中, 可在废润滑油存放间存放。根据 GB 18597—2001《危险废物贮存污染控制标准》及废润滑油的贮存、转运要求, 废润滑油存放间设置的具体要求如下: ①地面与裙脚采用坚固、防渗的材料建造; ②地面应考虑润滑油的收集措施; ③废润滑油间门的大小应满足油桶搬运车的通行要求; ④废润滑油存放间的防火、防爆措施按润滑油存放间同等标准进行设置。

### 3.3 其他危险废物贮存设施分析

1) 含油污泥。含油污泥产生于大架修车辆段的污水处理站, 且量较小。为减少污泥在车辆基地内的转运, 建议在污水处理厂设置独立的污泥存放间, 面积按  $\leq 10 \text{ m}^2$  考虑, 并考虑一定的污泥晾晒场地。

2) 废油漆桶。废油漆桶产生于大架修车辆段的油漆库, 废油漆桶晒干后仍具有一定的可燃性, 建议在易燃品间设置独立的房间放置废油漆桶, 面积按  $\leq 10 \text{ m}^2$  考虑。

3) 废荧光灯管。废荧光灯管的产量较小, 且不具备挥发性、可燃性和腐蚀性, 建议用容器装好后与废油漆桶等其他危险废物分区存放于同一房间。

## 4 结论

通过上述研究及分析, 综合考虑危险废物的规范化贮存及转运要求、贮存设施占地及工程投资等因素, 提出城市轨道交通车辆基地危险废物贮存设

施的设计建议如下:

1) 大架修车辆段应考虑废蓄电池、废润滑油及含油抹布、含油污泥、废油漆桶、废荧光灯管等危险废物贮存设施, 定修车辆段应考虑废蓄电池、废润滑油及含油抹布、废荧光灯管等危险废物贮存设施, 停车场可不设置专门的危险废物贮存设施。

2) 各类危险废物宜分类集中贮存, 建议废蓄电池存放间与蓄电池检修间紧邻独立设置, 废润滑油存放间与润滑油存放间紧邻独立设置, 含油污泥存放间设置于污水处理厂, 易燃品间宜独立设置存放间用于存放废油漆桶、废荧光灯管等危险废物。

3) 各类危险废物存放间的面积不宜过大, 应重点考虑防火、防爆、防渗等措施, 便于危险废物的转运。

4) 各类危险废物存放间应按 GB 15562.2—1995《环境保护图形标志 固体废物贮存(处置)场》的规定设置警示标志。

5) 各城市轨道交通车辆检修逐步向线网车辆部件集中修方向发展, 车辆基地废物贮存设施设计宜结合工程实际进行考虑。

## 参考文献

- [1] 曹宁泓, 黄明辉. 铁路机务段含油危险废物的规范化管理[C]//“十一五”铁路环保成果及新技术应用研讨会论文集. 北京: 中国铁道学会, 2012: 57.
- [2] 唐志依. 地铁列车常用蓄电池技术经济性分析及选型建议[J]. 现代城市轨道交通, 2014(1): 56.
- [3] 赵婉丽. 废润滑油回收现状及发展[J]. 石油商技, 2020(1): 4.
- [4] 李金惠. 2019 年固体废物处理利用行业发展评述及展望[J]. 中国环保产业, 2020(3): 15.
- [5] 孙涛. 城市轨道交通车辆基地污水处理及水环境影响问题探讨[J]. 城市轨道交通研究, 2020(1): 137.

(收稿日期: 2021-01-16)

(上接第 157 页)

- [4] 王静, 刘剑锋, 孙福亮. 北京市轨道交通线网客流分布及成长规律[J]. 城市交通, 2012(2): 26.
- [5] 高丽燃, 吴海燕, 郭彧鑫, 等. 北京市轨道交通客流特征分析[J]. 道路与安全, 2015(2): 47.
- [6] 谭国威, 宗传苓. 深圳市轨道交通客流特征分析及启示[J]. 城市交通, 2013(6): 43.
- [7] 关菲菲, 张帆, 唐志远. 重庆轨道交通客流量分布特征[J]. 城市轨道交通研究, 2020(5): 97.

- [8] 刘峻峰, 程涛. 基于客流特征分析的西安地铁 2 号线行车组织优化措施[J]. 城市轨道交通研究, 2019(1): 120.
- [9] 张标, 王多龙, 王宇嵌, 等. 天津地铁的客流特征与列车开行方案优化[J]. 城市轨道交通研究, 2020(8): 27.
- [10] 平少华. 深圳地铁 1 号线不同类型车站客流时间分布特征研究[J]. 城市轨道交通研究, 2018(6): 85.
- [11] 赵晓芳, 童晓进. 郑州地铁 1 号线客流时空分布特征分析[J]. 城市轨道交通研究, 2017, 20(8): 75.

(收稿日期: 2020-12-20)