

上海地铁车站用水特征分析及影响因素研究

郑懿¹, 邹学成¹, 宋洁¹, 周莱桐², 张勇²

(1. 上海申通地铁集团有限公司技术中心, 上海 201103; 2. 华东师范大学生态与环境科学学院, 上海 200241)

摘要: 地铁车站用水情况是城市轨道交通水耗管理和节水工作评价的重要依据, 本文分析上海地铁站的用水特征与构成以及不同类型车站的敷设方式、建筑面积、客流量等因素对用水的影响, 探讨空调季与各季度车站用水量变化, 对地铁站用水定额制定分类和单位选择提供科学依据, 对用水变化差异较大的地下站提出多种定额制定分类方法, 为上海市轨道交通定额指标的制定提供参考。

关键词: 上海市; 地铁站; 用水定额

中图分类号: TU991

文献标识码: A

文章编号: 1006—7973 (2022) 01-0155-03

近年来, 随着城市建设步伐的日益加快, 城市轨道交通的建设已如雨后春笋般蓬勃而来。仅 2020 年, 中国新增城市轨道交通线路 39 条, 新增运营里程 1230.3km, 较去年增长了 20.1%^[1]。当前, 中国城市的地铁建设已进入了快车道, 地铁总里程近 10 年间翻了 4 倍, 在开通城市数量、轨道交通运营里程、运营客运量等方面均居世界第一^[2]。同时, 在线路不断增加, 客流日益增长的背景下, 城市轨道交通运营线路网络化的发展趋势也愈发明显, 上海、北京、广州等城市已相继形成城市轨道交通网络, 其他城市也都制定了各自的网络发展规划, 中国城市轨道交通网络化运营时代已经到来。截至 2021 年 1 月, 上海地铁运营里程已达 772 公里, 运营线路 17 条, 共有 459 座车站 (含磁悬浮 2 座), 28 座车辆基地, 列车保有量超 7000 辆, 2019 年日均客运量约 1041 万人次, 总客运量达到 38 亿人次, 2020 年由于受到疫情冲击, 总客运量为 28 亿人次, 日均客运量 767 万人次^[3]。就上海而言, 地铁已成为市民出行的

首选, 其占公共交通出行的比例已超过 66%^[4], 地铁空间正逐渐成为上海市民的第二大生活空间。

据统计, 上海地铁年均用水量约千万吨, 为更好地贯彻落实“节水优先、空间均衡、系统治理、两手发力”治水理念, 进一步推动城市轨道交通行业用水精细化进程, 本文拟根据车站用水结构的摸排和用水数据的收集情况, 对上海地铁车站用水特性和影响因数展开分析, 并结合相关管理要求给出用水定额指标构建的框架建议, 以供参考。

1 地铁车站用水特征分析

1.1 车站用水情况

本文随机选取了 40 座车站 (开通运营时间皆为 5 年及以上) 进行近三年 (2018 年至 2020 年) 的逐月用水量统计, 具体情况见图 1, 其中地下车站和非地下车站 (地面站和高架站) 各 20 座。显然, 地下车站用水量于 5 月开始逐步增加并于 8、9 月达到峰值, 而非地

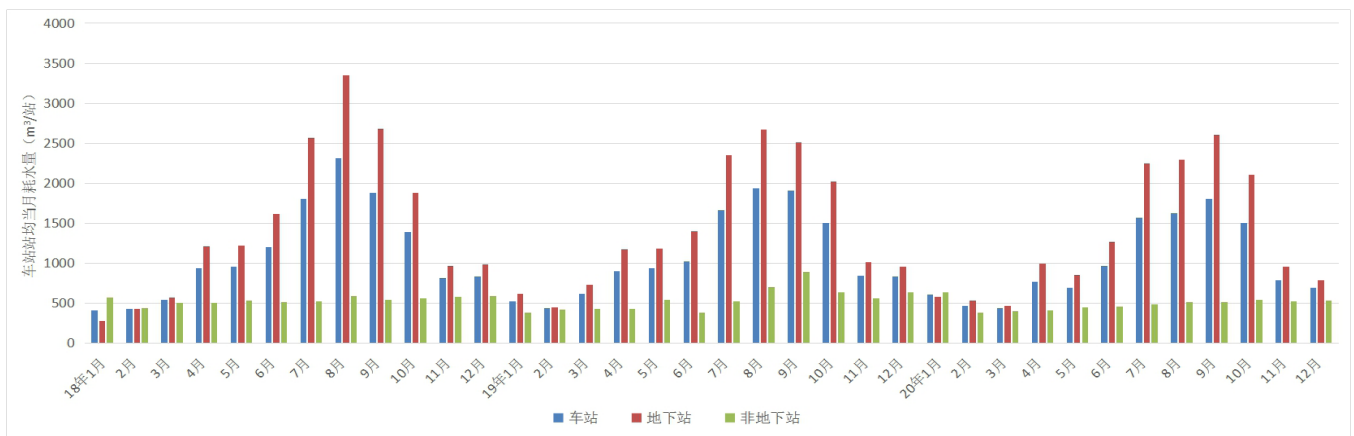


图 1 2018 年 -2020 年上海市地铁站、地下站和非地下站当月站均耗水量

下站的用水趋势则比较平稳，全年波动较小。考虑到地下站和非地下站的用水结构，初步分析是因为空调季时（5月初至10月底），地下车站集中空调系统已运行，此时随着室外温度的增加，车站内空调冷负荷逐步增加，冷却水用水量相应增加，继而补水量也逐步增加[5]。而非地下车站常采用分体空调进行局部供冷或风扇进行降温，相较于非空调季节不涉及额外的用水项目。通过计算单位建筑面积用水能耗可知，地下站、非地下站的空调季用水能耗分别为非空调季（1月初至4月底，11月初至12月底）的2.82和1.05倍，地下站主要是因为车站空调系统的用水增项，即冷却水补水，而非地下站主要是因为夏季清洁和乘客卫生间使用率的增加而导致用水量的增长。

1.2 车站主要用水环节

地铁站主要用水单元为空调季的冷却水补水、通风系统滤网清洁用水、乘客卫生间耗水内清洁、工作人员休息室耗水等环节，其中仅地下站在空调季产生空调冷却水水耗。根据某地下站水平衡测试结果，该车站6月份用水情况见图2，其中冷却塔补水约占总用水量的55%，随着气温的升高，该用水环节用水量会逐渐增高。由于该地下站仅配备一套公共卫生间，乘客、职工使用卫生间和车站清洁均由此取水，故用水量较大，占整体用水的32%。

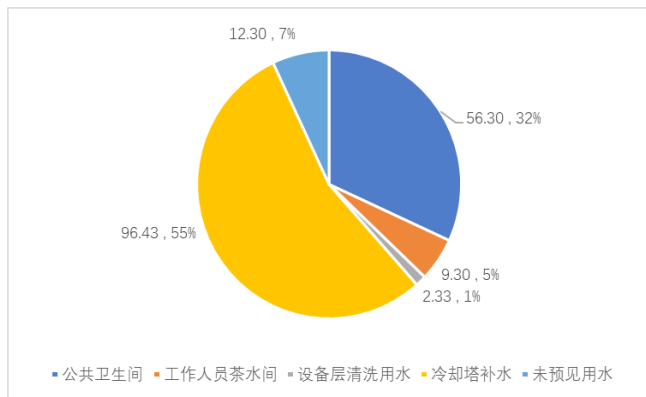


图2 某地下站6月份各环节用水占比和用水量 (m³)

2 地铁站用水影响因素分析

2.1 各省市地铁站用水控制性指标

地铁站的用水控制性指标单位可以反映出影响用水量的主要因素，各省市地铁站用水控制性指标见表1。根据表1可见，多省市认为客流量为主要影响因素，与《用水定额编制技术导则》中推荐单位保持一致^[6]。

表1 各省市地铁站用水控制性指标

省市	发布时间	类别	单位	通用值	先进值	备注
浙江	2019	地铁站	L/(人次)	0.8	0.5	现行
上海	2019	地铁站	L/(人·d)	15	15	现行，参考《浙江省用水定额》(2015)
北京	2021	地铁站	L/(人次)	2.5	1.2	征求意见稿

2.2 车站耗水影响因素分析

地铁站耗水受多方面因素影响，除气候影响外，建筑面积、客流量、地下站冷却塔吨数等都会影响耗水量，通过对上海市地铁站的用水调研及相关技术人员和专家的咨询初步将地铁面积和客流量作为主要影响因素。考虑到地下站和非地下站的用水环节不同，分别将不同类型车站用水量与客流量和建筑面积的关联度进行了Pearson分析。具体结果如表2-表4所示。

表2 影响因素对地铁站水耗的相关分析结果

	耗水量	客流量	建筑面积
耗水量	1		
客流量	0.509**	1	
建筑面积	0.719**	0.657**	1

**在0.1水平(双侧)上显著相关。
*在0.05水平(双侧)上显著相关。

表3 影响因素对非地下站水耗的相关分析结果

	耗水量	客流量	建筑面积
耗水量	1		
客流量	0.528**	1	
建筑面积	0.798**	0.620**	1

**在0.1水平(双侧)上显著相关。
*在0.05水平(双侧)上显著相关。

表4 影响因素对地下站水耗的相关分析结果

	耗水量	客流量	建筑面积	冷却塔吨数
耗水量	1			
客流量	0.784**	1		
建筑面积	0.432*	0.253	1	
冷却塔吨数	0.675**	0.599**	0.516**	1

**在0.1水平(双侧)上显著相关。
*在0.05水平(双侧)上显著相关。

可见，地铁站整体和非地下站的用水量与建筑面积的相关性较强，而地下站的主要影响因素为客流量。为了便于地铁站的水耗指标制定，降低管理难度，建议以影响地铁站整体耗水量的最大影响因素为单位，即L/(m²·d)。

2.3 地下站用水变化趋势

地下站2018-2020年当月耗水量和上海气温变化趋势见图3。

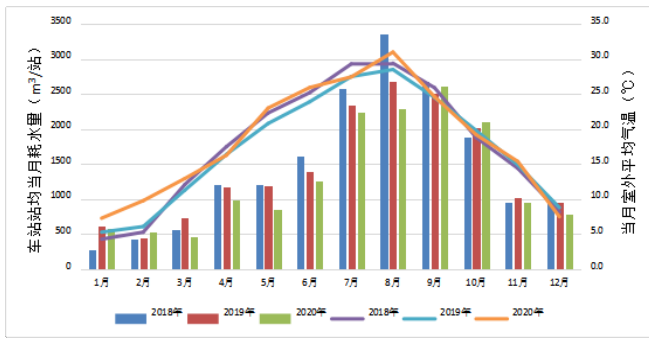


图3 2018-2020年地下站当月站均用水量变化趋势和室外平均气温

可见地下站每月耗水量的变化趋势基本相同，由于主要是空调用水量产生的变化，与室外气温变化趋势，且不同年份同期地下站月均耗水量差异不大，按照空调季与非空调季、季度或对每个月份都制定定额值可以更好地掌握定额变化规律。

3 上海地铁车站用水定额指标制定建议

根据上文研究内容，对上海地铁车站用水定额的指标制定提出以下几点建议：

(1) 不分地下站与非地下站，对地铁站提出单一定额，该方法可供用水管理部门掌握地铁站总体用水情况；

(2) 对地下站和非地下站分别制定定额值，由于非地下站用水变化趋势不大可以整年采用统一定额加以考核，地下站再以空调季和非空调季分别制定定额值，更具有灵活性；

(3) 由于目前上海市非居民用水超定额累进加价制度以季度为考核周期，故可按季度分别制定定额值，以免出现一四季度考核过于宽松，二三季度考核过严的情况；

(4) 考虑到地下站用水量受气温影响大，且用水量同月变化幅度基本一致，可制定逐月的用水定额指标，供企业精细化管理使用。

4 结论及建议

(1) 通过对上海轨道交通地铁站用水特征分析，可见地下站和非地下站的耗水情况有较大差异，非空调季（11月~次年4月）各车站耗水量保持平稳，到空调季（5月~10月）地下站和非地下站耗水量增加，而且地下站由于冷却塔的开启耗水增加明显，非地下站主要是因为夏季清洁和乘客卫生间使用率的增加而导致用

水量的增长。地铁站总体和非地下站主要影响用水量的因素为车站面积，地下站主要影响因素为客流量影响，为统一单位以面积单耗为定额单位。地下站的用水量随温度变化而变化，且每年变化趋势与平均用水量基本保持一致。

(2) 本文对上海市轨道交通车站定额分类提出四点分类方法，适用于地方标准、企业标准等各情景，可为标准制定提供支撑与建议。

(3) 随着城市节水措施的深入，定额也需要进行及时的更新制定，做到用水单位节水管理全覆盖，最终实现全社会的合理用水、节约用水，提升国民节水素质，体现绿色环保的城市文化。

(4) 由于上海市地铁站线路众多，且建设时间不同，各车站的用水情况、水表设置等情况也不同，目前仅对上海少数地铁站进行分析得出用水特征和影响因素，掌握整体变化趋势，但难以制定详细定额值，后续将加大数据收集，对耗水量较大的车站进行水平衡测试分析，摸清车站耗水具体情况，并在考虑多方因素的基础上选用适宜的用水定额指标框架确保能够制定出科学合理的上海市轨道交通车站用水定额标准。

参考文献：

[1] 交通运输部：2020年全国城市轨道交通数据速报之说明[J].城市轨道交通研究,2021.24(01):55.
 [2] 搜狐城市：“数说”2019年中国地铁成就[J].城市轨道交通研究,2020.23(01):190.
 [3] 上海市统计局.2020上海统计年鉴[J].中国统计出版社,2021.
 [4] 中国城市轨道交通年鉴.城市轨道交通2020年度统计和分析报告[Z],2021-04-09.
 [5] 刘爽,王慧文,兴妍,等.基于案例的城市轨道交通车站能耗定额标准研究[J].交通运输系统工程与信息,2020,第20卷(4):231-235.
 [6] GB/T 32716-2016,用水定额编制技术导则[S].