

# 基于出行人群密度的保山中心城区公共厕所空间布局优化

柏小玲 王兴友

**【摘要】**充分考虑开放性社会公厕服务功能和新建公厕用地需求,以城市人群需求为导向,采用出行人群密度模型对保山市中心城区公厕数量与空间布局进行合理性分析与优化。结果表明:2015年研究区公厕数量73座,远低于180-300座的标准要求;空间布局不合理,尚存公厕服务空白区22.10km<sup>2</sup>。公厕空间布局优化后,新增公厕29座,公厕总数量达到221座,公厕服务范围增加24.37%。提出建设移动式公厕、附建式公厕、土地置换新建等方式以解决用地难问题。

**【关键词】**公厕空间布局优化;出行人群密度;合理性;保山中心城区

公厕是城市的重要公共服务设施之一,其建设水平不仅是一项民生工程,同时也是城市形象、文明的“窗口”。随着城市化进程加快,城市人口和面积快速增长,但作为城市公共服务设施的公厕建设却相对滞后,公厕数量不足、空间布局不合理、老城区用地紧张、新建公厕难落地等问题日益凸显。公厕问题已引起世界各国的高度关注,日本、韩国等均将公厕建设纳入行政机构的重要事务,但国内对公厕规划建设的关注程度相对较低。目前公厕研究主要涉及公厕设计、规划、文化、卫生等内容,而针对公厕空间布局的研究相对较少。冯君玲等基于GIS分析了城市公共厕所空间布局合理性,考虑了出行人群对公厕布局的影响,但并未考虑市场化开放公厕与新建公厕用地需求。刘俊起等研究通过鼓励餐饮、银行、企事业单位对外开放公厕使用权,将有效提高服务公厕数量,解决部分地段如厕难问题。老城区未预留环卫设施建设用地,用地紧张,新建公厕用地难以落实,基于理论的公厕空间布局需要进一步调整优化或提出用地保障措施。以出行人群需求为导向,通过地理信息系统(GIS)构建出行人群密度模型对公厕空间布局进行优化,加强了城乡规划理性分析同时更加注重了规划的以人为本。因此,充分考虑市场化开放公厕影响和新建公厕用地需求,基于出行人群密度的公厕空间布局研究在城乡规划定量分析方面具有较强理论与现实意义。

目前保山市中心城区公厕面临数量少、布局不合理、标准低、外观不美观等一系列问题,公厕空间布局优化研究有利于提升保山市中心城区公共设施服务水平,优化人居环境,同时为保山市创建国家卫生城市、园林城市、国家环保模范城市奠定坚实基础。

## 1. 研究区概况

保山市位于云南省西部,距昆明498km,内邻大理、临沧、怒江、德宏四州市,外与缅甸相连。保山市中心城区位于保山市隆阳区,包括老城区组团、北城组团、小栗园组团、云瑞组团、青华湖组团和青阳组团。至2030年,中心城区规划建设用地面积60km<sup>2</sup>,规划人口60万人。保山市中心城区定位为中国面向南亚、东南亚的门户枢纽,滇西城市群核心城市,新型产业基地,生态优美、宜居宜业、休闲宜游的历史文化名城。优化保山市中心城区公厕空间布局,提升公厕服务水平,是实现宜居、宜业、宜游目标的重要举措。

**作者简介:** 柏小玲,重庆浩丰规划设计集团股份有限公司,工程师; 王兴友,重庆市设计院,工程师

## 2 数据来源与研究方法

### 2.1 数据来源

(1) 保山市中心城区规划建设用地面积、人口规模数据和土地利用规划图来源于《保山市城市总体规划修改(2013-2030)》；(2) 现状公厕、拟新建公厕、市场化开放公厕数据来源于隆阳区环境卫生管理站；(3) 规划拟新建公厕来源于《保山市东城区控制

性详细规划》、《保山市北城片区控制性详细规划》、《保山市老城区控制性详细规划》和《保山市青阳片区控制性详细规划》；(4) 商业网点、商业街等空间数据来源于《保山中心城市商品市场布局专项规划》；(5) 旅游景点等数据来源于百度地图。

### 2.2 研究方法

#### 2.2.1 出行人群密度模型构建

公厕规划布局目的在于满足本地居民和外来者在城市出行过程中的如厕需求，因此引入出行人群密度对保山市中心城区公厕进行空间优化。出行人群是指离开其通常或暂时的居住和工作场所 15 分钟及以上的当地居民或外地旅行者；出行人群密度是指单位面积地域内处于出行状态的人口数量。出行人群的空间分布是由当地居住人口密度分布及商业街、大型商业网点、农贸市场、车站、旅游景点等人群出行吸引物空间分布决定。商业街、大型商业网点、农贸市场、车站、旅游景点等设施对人群出行的吸引力呈距离衰减性，即距商业街、大型商业网点、农贸市场、车站、旅游景点等越近的区域出行人口越密集，反之则越稀疏。参考许章华、尧文元等人的研究，构建出行人群密度模型：

$$T = T_a + \text{Max}(T_b, T_c, T_d, T_e, T_f) \quad (\text{公式 1})$$

$$\text{其中, } T_a = \frac{P_l}{A} ; T_b = \frac{A_b}{1+(d_1)^2} ; T_c = \frac{A_c}{1+(d_2)^2} ;$$

$$T_d = \frac{A_d}{1+(d_3)^2} ; T_e = \frac{A_e}{1+(d_4)^2} ; T_f = \frac{A_f}{1+(d_5)^2}$$

式中，T 指区域综合出行人群密度，人/km<sup>2</sup>。Ta 为当地居住人口所产生的出行人群密度，为当地居住人口密度。Tb、Tc、Td、Te和 Tf

分别指由商业街、大型商业网点、农贸市场、车站、旅游景点吸引力所产生的出行人群密度；Ab、Ac、Ad、Ae和 Af分别指由商业街、大型商业网点、农贸市场、车站、旅游景点吸引力所产生的出行人群密度等级。d1、d2、d3、d4、d5分别指距大型商业网点、农贸市场、车站、旅游景点的距离。出行人群密度计算采用 ARCGIS10.2 软件实现。

#### 2.2.2 出行人群密度分区及公厕服务半径的对应关系

按出行人群密度由大到小将研究区分为繁华、较繁华、一般、清静和特别清静区域。不同区域内，公厕规划服务半径应存在差异。出行人群越多，繁华程度越高，行人使用公厕的频率越高，应在越短的时间内到达公厕，因此公厕的服务半径越小，单位面积内公厕数量越多。人均步行速度约为 66m/min 至 75m/min，按照 3min-8min 中能顺利达到公厕原则，结合《城市环境卫生设施规划规范 GB50337-2003》等规范标准，设置各繁华区域公厕服务半径（表 1）。

2.2.3 新增公厕数量优化算法

公厕规划布局应充分考虑现状公厕的服务状况，对于现状公厕服务空白区域，解决如厕难问题的首要任务是新增公厕。参考许章华的研究成果，新增公厕数量的计算公式为：

$$n = \frac{s}{\pi r^2}$$

(公式 2)

式中，n 为新增公厕数量，s 为现状公厕服务空白区域面积，r 为空白区域所在的出行人群密度分区所对应的公厕服务半径（表 1）。

表 1 出行人群密度分区及公共厕所服务半径(m)

| 区域     | 繁华区域   | 较繁华区域     | 一般区域      | 清静区域     | 特别清静区域 |
|--------|--------|-----------|-----------|----------|--------|
| 出行人群密度 | ≥ 5000 | 3000-5000 | 1000-3000 | 500-1000 | <500   |
| 公厕服务半径 | 200    | 300       | 400       | 500      | 600    |

3. 结果分析

3.1 出行人群密度分区

保山市中心城区人群出行的主要影响因素包括居住区人口和 170 个吸引要素，其中商业街因子包括农民特色餐饮街、农民街玛瑙特色街、传统商业街等 12 条；商业网点因子包括一级商业网点 6 个，二级商业网点 26 个；农贸市场因子包括中心农贸市场 14 处，社区农贸市场 26 处；车站因子包括汽车站 2 处和火车站 1 处；旅游景点因子包括文昌宫、太保公园、保山寺等 83 处。结合上述影响因子，运用 GIS 空间分析功能得出保山市中心城区出行人群密度分区（图 1）。



图 1 保山市中心城区出行人群密度分区

保山市中心城区出行人群密度空间分布特征：出行人群密度整体上呈现由市中心向郊区逐渐递减的空间布局。繁华区域主要分布于保山市老城区、北城火车站片区、青华湖西侧和青阳组团北部区域，该区域商业网点、商业街、农贸市场等出行吸引因子分布较为集中，同时周边也具有一定的居住用地。而清净区域主要分布于城市外围区域，该区商业网点、商业街等吸引因子分布较为稀疏，出行人群分布较少。

### 3.2 现状公厕合理性分析

#### 3.2.1 公厕建设现状

截止 2015 年底，保山市中心城区共建成公厕 73 座，其中由环卫站管理公厕共 25 座，主要分布于老城片区，服务半径为 150-200m 之间；非完全对外开放公厕 48 座，占现有公厕 65.70%，但开放程度较低。非完全对外开放公厕主要分布于老城片区周边区域。整体上来看，城市中心区公厕布局疏密不均，布局不合理；城市外围区域公厕数量较少，难以满足如厕需求。

环卫站拟新建公厕 34 座，其中近期拟新建公厕 26 座，主要分布于北城片区和南城片区；因创建国家级卫生城市的需要，拟新建公厕 8 座，主要分布于老城区。

控制性详细规划共要求新建公厕 103 座，其中老城片区 22 座、北城片区 29 座，东城片区 36 座、青阳片区 16 座。但现有控规尚未实现对规划区全域覆盖，其中小栗园组团、南城区、工贸园区和云瑞组团尚无规划控制要求，因此规划区公厕建设需求应大于 103 座。控规中公厕布局采用均衡空间布局模式，公厕服务半径约为 500m 左右。将控规要求新建公厕与已建公厕、拟建公厕进行对比可知：共有 14 座公厕已被环

卫站落实建设；共有 7 座公厕离现状公厕、规划公厕太近，布局不合理；共有 7 座公厕因离社会化公厕距离较近，可鼓励其向社会完全开放解决如厕问题，对应公厕不再新建。因此，控制性详细规划中尚有 75 座公厕尚待落实建设。

此外，目前公厕建设主要存在问题：公厕空间布局不合理，老城区保岫西路和正阳南路等局部区域公厕布局过于密集，而城市外围区公厕数量不足；现状公厕设置标准低，风貌不协调，外观不美观；现有市场化公厕开放程度较低；城市已建成区未预留环境卫生设施用地，新建公厕落地难。

3.2.2 数量合理性分析

现状公厕数量不足。依据《城市环境卫生设施规划规范 GB50337-2003》中规定，城市公厕平均设置密度应满足 3-5 座/km<sup>2</sup> 要求,2030 年保山市中心城区共规划建设用地 60km<sup>2</sup>, 共应规划布局公厕 180-300 座。现状已建成、拟建设、控规要求新建公厕合计 182 座，基本满足建设要求，但现状已建成公厕仅 73 座，远低于公厕建设要求。

3.2.3 空间布局合理性分析

现状已建成及已规划公厕服务范围小，尚存公厕建设空白区。为充分与控制性详细规划等相关规划衔接，将控制性详细规划等规划布局公厕、环卫站拟建公厕均纳入分析。其中控制性详细规划中公厕需剔除已建设、与已建公厕距离太近、规划公厕之间距离太近等不合理公厕。通过开放党政机关、国家企业、事业单位、餐厅、超市、加油站、超市等区域的社会化公厕，将大大增加现有公厕的服务范围，因此鼓励非完全开放社会公厕完全开放，并将待完全开放社会化公厕纳入分析。按规划范围内 3-8min 内能顺利如厕要求，以表 1 中各出行人群密度分区公厕服务半径对控制性详细规划公厕、环卫站拟建公厕和现状已建成公厕的服务范围进行分析（图 2）。



图 2 2015 年公共厕所服务范围

规划共增设公厕 39 座，新增公厕后该区公厕总数量达到 221 座，数量上满足《城市环境卫生设施规划规范 GB50337-2003》、《城市公共厕所设计标准》要求。新增公厕后，公厕服务范围由现状的 37.99km<sup>2</sup> 增加至 52.61km<sup>2</sup>，增加 24.37%。公厕的选址优先布局于环境卫生设施用地、绿地内，并尽量远离现状公厕。以出行人群密度为基础，对保山市中心城区公厕因地制宜的建设，既满足了出行人群的实际需求，也未对土地资源造成不必要的浪费。

### 3.3.2 公共厕所建设用地保障

受用地条件的影响,基于理论的公厕空间布局并非能完全落地建设,尤其是在规划未预留环卫设施用地的老城区,用地极为紧张,规划新建公厕落地极难。因此,本研究对基于理论的公厕空间布局提出建设要求。通过建设移动式公厕、附属式公厕、土地置换新建等方式解决老城区公厕建设用地难问题。将规划布局公厕与 Googleearth 现状影像图进行对比,并到实地核实,可知规划布局公厕中共有 27 座公厕较难落地建设,其主要分布于老城区中玉泉路与龙泉路周边区域。该区域新建公厕可在道路退缩带和道路绿化带内建设移动式公厕,分散解决公厕用地问题。此外,该区由于公厕过于密集,可逐步清退部分陈旧公厕,并采用土地置换的方式新建。同时,建设附建式环卫固定公厕也是一个有效的解决方法。选择与垃圾中转站等其他公用建筑合并建设,或在已建设的公用设施建筑上加建附建式环卫固定公厕。老城区在旧城改造等城市更新中应预留环境卫生设施用地,供公厕建设。在尚未进行建设的城市规划新区,新建公厕按照与城市建设“同步规划、同步设计、同步建设、同步验收”原则进行建设。在规划阶段预留公厕建设用地。

## 4. 讨论与结论

### 4.1 讨论

目前规划方法由规划设计好城市各类功能设施后吸引人流的“以形定流”理念,转变为以城市人群需求为导向,通过研究人流、信息流、交通流等人群空间行为特征,后进行城市空间布局的“以流定形”理念。以出行人群密度为基础对公厕空间布局合理性分析与空间布局优化研究,更加注重城市出行人群如厕的空间实际需求,真正做到以人为本的规划。规划中分析了非完全开放社会公厕的服务范围,充分考虑了社会化公厕所承担的公共服务功能。此外,老城区用地紧张,规划提出了建设移动式公厕、附建式公厕、土地置换新建等建设方式,保障了建成区公厕的建设实施。

研究充分考虑当地居住人口密度、商业街等人群出行吸引因素对出行人群空间布局进行了预测,但并未考虑到城市内部交通、经济条件等因素,所预测的出行人群密度与实际情况存在一定偏差。公厕建设为一项系统工程,公厕的空间布局仅仅是公厕建设的一个方面,对公厕的建设等级、建设规模、建设风貌等需进一步研究探讨。

### 4.2 结论

(1) 整体上出行人群密度呈现由市中心向郊区逐渐递减的空间布局。繁华区域主要分布于老城区,而清静区域主要分布于城市外围区。

(2) 公厕数量过少,保山市中心城区现状公厕数量仅为 73 座,远低于相关标准 180-300 座的要求。空间布局不合理,尚存公厕服务空白区 22.10km<sup>2</sup>。老城区部分区域公厕布局过于密集,而在栗园组团、工贸园区、云端组团、青阳组团和青华湖组团等城市建设新区尚存公厕服务空白区。

(3) 规划在已建成公厕、拟建公厕和落实控制性详细规划公厕的基础上,新增设公厕 29 座,使该区公厕总数量达到 221 座,公厕服务范围增加 24.37%。受用地情况影响,共有 27 座公厕较难落地建设,提出建设移动式公厕、附建式公厕、土地置换新建等方式以解决用地难问题。

## 【参考文献】

- [1]戴洁, 华晨. 城市公厕女性使用空间的设计缺陷及建议[J]. 城乡建设, 2014(1):50-52.
- [2]尧文元, 江斯, 潘志坤, 等. 公厕规划的理论和方法探讨——以广州市公厕规划为例[J]. 环境卫生工程, 2006, 14(1):17-20.
- [3]唐先全. 城市景观设计中的公厕与本土文化研究[J]. 艺术百家, 2007, 7(99):102-105.
- [4]田洪春, 张富南, 郑德福等. 四川省城市和农村公共厕所卫生现状调查[J]. 预防医学情报杂志, 2010, 26(2):111-115.
- [5]谢金宁, 谭勇, 刘怡妃. 城市公共厕所布局合理性分析——以湘潭市雨湖区为例[J]. 环境卫生工程, 2011, 19(6):4-6.
- [6]冯君玲, 刘养洁, 王国梁等. 基于 GIS 的城市公共厕所空间布局的合理性分析[J]. 地理空间信息, 2013, 11(4):10-13.
- [7]许章华, 林倩, 郑炜彬等. 基于 GIS 的马尾马江片区公共厕所布局分析和优化[J]. 测绘工程, 2015, 4(7):24-28.
- [8]刘俊起, 桓赫男, 张晓雨. 天津市内六区公厕现状及发展趋势[J]. 环境卫生工程, 2013, 21(4):34-35, 38.