

# 城市公共建筑内部空间布局对人流流动线优化的影响

文 / 金右文 安徽省城乡规划设计研究院有限公司

**摘要：**城市公共建筑是现代城市运行的重要载体，它的内部空间布局会直接影响人流组织的效率和安全性。城市化进程的加快将大型交通枢纽等公共建筑的使用频率不断提高，从而让高密度人流的有效组织成了当前建筑设计和城市规划的关键问题。本研究以成都东站为例，分析其现有空间布局与人流流动线特征，并针对高峰期人流密度过高的问题，提出基于仿真模拟的动线优化策略。期望通过合理的空间布局优化、流线调整，可有效减少人流交叉，提高通行效率，为同类型城市公共建筑的人流优化设计提供理论参考。

**关键词：**城市公共建筑；人流流动线优化；空间布局

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.12.043

## 引言

城市公共建筑是城市功能的重要载体，其空间布局直接影响人流组织的效率，城市化进程的加快让大型交通枢纽、商业综合体、体育场馆等公共建筑的使用频率和人流密度大幅上升，如何优化其内部空间布局提高人流通行效率，已逐渐成为建筑设计和城市规划研究的一个重要方向。成都东站作为中国西南地区最重要的铁路枢纽之一，每日人流量巨大，节假日和高峰时段的站内人流密度经常密集性增加，导致通行效率下降，安全隐患加剧。

### 一、城市公共建筑空间布局与人流流动线概述

#### （一）城市公共建筑的空间布局要素

建筑空间布局对人流组织的影响主要体现在通行效率、停留分布和拥堵风险等方面，合理的布局规划可以缩短乘客换乘时间，提高空间利用率，减少人群聚集效应<sup>[1]</sup>。人流组织优化主要涉及通道宽度、节点分布、流线设计等核心因素，根据《建筑设计防火规范》(GB 50016-2014)及《城市轨道交通设计规范》(GB 50157-2013)，公共建筑人流通行能力计算通常采用以下公式：

$$Q = V \times W \times C$$

其中， $Q$ 表示单位时间内的通行能力(人/小时)， $V$ 为行人流速(m/s)， $W$ 为通道宽度(m)， $C$ 为单位宽度行人的通行密度(人/m<sup>2</sup>)。以成都东站为例，作为典型的交通枢纽，其空间布局既要满足高效换乘需求，又要兼顾安全性和舒适性。本文将从城市公共建筑的空间布局要素入手，分析人流流动线优化的目标和评价指标，并结合成都东站的案例进行深入研究，以提出合理的优化策略，提升公共建筑的人流组织效率。空间布局的合理性直接决定了建筑内部的人流通行效率，功能分区是建筑空间布局的基础<sup>[2]</sup>。公共建筑的功能分区应遵循“高效流转、动静分区、功能耦合”的原则，交通枢纽中候车区、检票区、商业区、换乘区等功能区域需要合理布置，以避免人流交叉。成都东站采用了“垂直分层、水平分区”

的设计，候车大厅位于站房主体的二层，而高架候车室下方布置进站大厅和商业设施，这种分层方式有效减少了人流交叉，提高了通行效率。然而高峰时段，由于电梯、楼梯等垂直通行设施承载能力有限，部分区域仍存在人流拥堵现象。流线的优化需要遵循“最短路径、无交叉流、均衡分布”的原则，成都东站内部通行动线主要是进站流线、出站流线、换乘流线三类。其中进站流线主要由广场进入站房，乘客借助自动扶梯或步梯进入候车层，出站流线则以地下一层的出站通道为主，实现快速疏散，当扶梯输送能力达到上限时，步梯的通行能力成为关键瓶颈，在高峰期可引导乘客使用步梯或增加临时通道的方式提升通行能力。入口、出口、楼梯、电梯、安检口等节点的布置直接决定了人流通行的通畅程度。根据《城市轨道交通车站设计规范》(GB 50157-2013)，站厅与站台间的人流输送能力需满足以下公式：

$$T = \frac{N}{C}$$

其中， $T$ 表示人群完全疏散所需时间(秒)， $N$ 为节点承载人数(人)， $C$ 为单位时间通过能力(人/秒)。成都东站的安检口、扶梯和出站通道在人流高峰时易形成瓶颈，可以在客流高峰期实施分流管理，增加人工引导。安全疏散需要保证疏散时间不超过规范要求的4-6分钟。成都东站的疏散通道设计较为完善，实际运行中由于部分区域的通道宽度不足，仍存在局部拥堵的情况。

#### （二）人流流动线的优化目标与评价指标

人流流动线优化的目标在于提升公共建筑内部的通行效率，减少人流冲突，提高空间利用率，同时确保安全性和舒适性，通行效率通常以平均行人流速、单位时间通过能力和路径通行时间等指标衡量。对于高密度人流区域，可采用仿真分析方法进行流线优化，调整路径宽度、流向等参数，以提高人均通行效率<sup>[3]</sup>。公共建筑内部的行人流线需要避免交叉流线以降低人流冲突率，故人流冲突的衡量指标可以有交叉流密度、行人速度变化

率等。例如，成都东站在进站安检区容易出现人流冲突，主要原因是不同方向的乘客交汇才导致通行速率降低。可以通过优化安检通道的分区布局，设立单向流通通道来减少冲突。空间利用率 $U$ 的计算通常采用区域单位面积承载量：

$$U = \frac{N}{A}$$

其中， $U$ 为空间利用率（人/㎡）， $N$ 为区域内人流数量（人）， $A$ 为该区域面积（㎡）。高峰时段成都东站的候车区域单位面积承载量较高，部分区域达到4-5人/㎡，接近舒适度临界值，所以优化候车区域座位布置、增加动态候车区，可以有效提升空间利用效率。人流组织优化不仅要提高效率，还要保证安全性和舒适度，根据Fruin密度等级标准，当区域人流密度超过1.5人/㎡时，行人舒适度下降，故在优化动线时应确保不同区域的合理分流。

## 二、城市公共建筑空间布局特征分析

### （一）建筑总体结构与功能分区

成都东站的建筑设计考虑到人流的高效组织的同时还注重了建筑结构的可持续性在未来扩展需求。其总建筑面积达到21万平方米，站房的设计结合了现代化的建筑理念和传统的交通枢纽功能，确保了高效的利用和旅客流线的合理分配。在高架候车模式的基础上，站内各类功能区分布清晰，既有助于旅客在不同时段进行平稳的流线转换，也为未来扩建提供了灵活的空间结构<sup>[4]</sup>。如图1所示，成都东站建筑主体呈“工”字形，采用高架候车、地面站厅、地下换乘的三层结构，主要功能区域包括进站大厅、候车区、站台区、出站通道及商业设施。

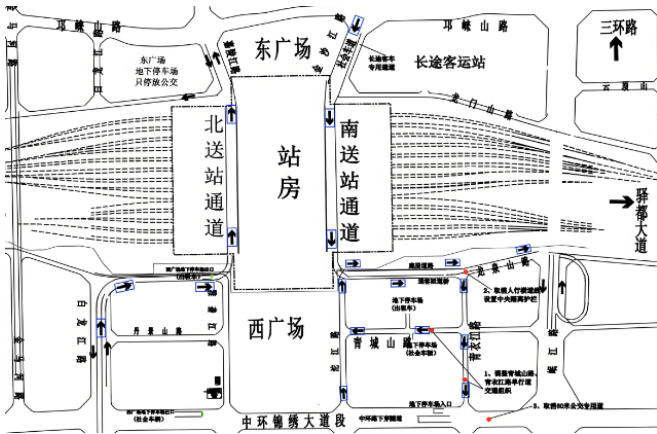


图1：成都东站功能分区平面图

该站的空间布局特点体现在垂直分层组织客流，尽量减少不同流向人流的交叉，由于空间资源有限，部分区域仍面临人流密度过高的问题。站房总建筑面积约21万平方米，其中进站大厅和候车区面积分别为2.5万

平方米和5.5万平方米，设计容纳旅客高峰人流约2.5万人。站房中部为主要候车大厅，南北两侧设有综合服务区，商业配套沿站房周边分布。站台部分共有13个站台26条股道，采用高架式设计以满足动车组与普通列车的换乘需求。换乘方式涵盖铁路、地铁、公交、出租车等多种模式，换乘通道主要分布在站房下层，直接连接地铁和社会交通区。成都东站的功能分区虽具备高效流线组织的基础，但部分区域在高峰时段承载能力不足。例如站厅层的安检区域通道宽度不足，安检设备通行能力约为1800人/小时，而实际高峰期人流量可达2200人/小时，导致短时间内排队拥堵。候车区座位布置密度较高，但站内部分开放空间利用率偏低，旅客长时间滞留影响通行效率，空间分区优化的重点在于提高高峰期的通行能力，同时均衡候车区旅客分布。

### （二）主要人流动线及高峰时段特征

成都东站内人流动线主要是进站流线、出站流线和换乘流线，其中进站和出站流线涉及大量乘客的集中流动，对整体通行效率影响最为明显。进站流线的主要路径包括从广场进入站房，通过自动扶梯、楼梯或垂直电梯进入候车区。根据监测数据，站前广场日均人流量约15万人次，高峰时段人流密度超过2.8人/㎡，接近舒适度临界值（3人/㎡）。由于电梯输送能力有限，部分旅客被迫使用步梯，造成楼梯区域短时拥堵。进站安检区的通行能力与高峰需求不匹配，安检设备峰值处理能力约为每条通道1800-2000人/小时，而春运期间高峰人流可达2500人/小时以上，导致乘客滞留时间延长，形成入口拥堵。而出站流线主要依靠地下通道进行快速疏散，其中地下一层的出站通道连接地铁站和公交换乘区，因为地铁进站口较集中，所以部分地铁安检口高峰期排队时间超过10分钟，影响乘客换乘效率。

### （三）现有空间布局对人流组织的影响

成都东站的布局在设计时已充分考虑人流组织，但在实际运营中仍然面临多方面的问题，通道宽度对人流通行效率的影响较大<sup>[5]</sup>。目前站内部分关键通道的宽度未能完全匹配高峰人流需求，导致局部区域在短时间内形成瓶颈。根据通行能力计算公式，当人流密度超过3人/㎡时，单位宽度的通行能力会下降，故需要增加可变通道、扩宽瓶颈区域以及优化导向系统，以分流人流。成都东站的高架候车模式能够在一定程度上分流人流，但由于进站电梯与步梯数量有限，高峰期站厅层的人流通行受阻，并且部分旅客因不熟悉空间布局，在不同区域滞留，影响了整体人流动线的流畅度。

## 三、城市公共建筑空间人流动线优化策略

### （一）不同流量条件下的动线优化模拟

人流动线优化的核心在于合理组织流线，使不同方

向的旅客尽量避免交叉、减少滞留,并提高整体通行能力,优化过程中需要采用人流仿真软件 Legion 对不同流量条件下的人流组织进行模拟分析来优化空间布局,以成都东站为例,人流模拟示意图如图 2 所示。

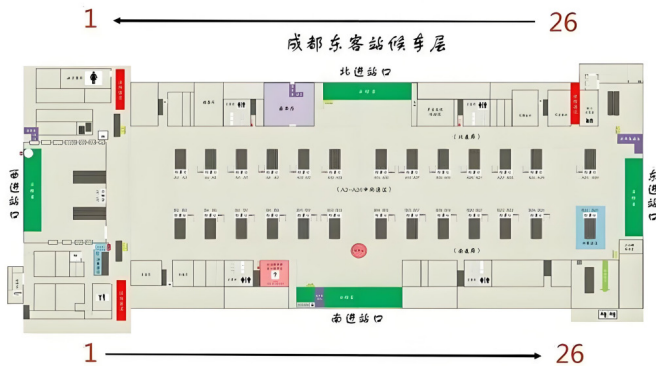


图 2: 人流模拟示意图

对成都东站而言,常规条件下行人流速约为 1.2-1.5 m/s,通道宽度一般在 2-4 m 之间,单位宽度通行密度为 1.5-2.5 人/m<sup>2</sup>,高峰期密度可达 3.5 人/m<sup>2</sup> 以上。模拟结果表明,正常人流条件下(约 8000-10000 人/小时),站内主通道可保持较高的通行效率,旅客平均步行时间控制在 3~5 分钟以内,在春运、黄金周等高峰时段的人流量可达到 25000 人/小时以上,进站安检口、扶梯区域、地铁换乘通道容易出现严重拥堵,旅客步行时间延长至 10 分钟以上,部分区域行人密度突破 4 人/m<sup>2</sup>,接近极限状态(5 人/m<sup>2</sup>),故高密度人流环境下可以:

(1) 增加临时通道或调整现有通道的流向,使旅客通行流线更加均衡,在进站大厅增加单向引导标识,使乘客按照指定路线进入候车区,减少交叉流线。

(2) 优化扶梯和楼梯的配置,优先引导短途旅客使用步梯,减少电梯拥堵。

(3) 高峰时段将部分换乘通道调整为单向流。

(4) 采用限流策略,在进站口、安检口等瓶颈区域实行分时段放行,以减少短时内的流量峰值。

模拟数据显示,经过优化后,旅客平均通行时间可减少约 20%~30%,高峰期站内行人密度下降 0.5-1 人/m<sup>2</sup>,通行效率明显提升。

## (二) 空间导向系统与人流组织效率提升

成都东站的空間导向系統在日常运营中起到了基本的引导作用,但在高峰时段,部分区域导向标识不够清晰,旅客识别路径的时间较长,导致通行效率下降,在复杂交通枢纽中,合理的导向系统可以减少旅客的路径选择时间,提高整体流线的顺畅度。空间导向系统的优化需要考虑旅客的认知习惯、流线分布和通道容量,可以在站内增加动态电子指引屏,使旅客能够实时获取通行信息。

## (三) 结合大数据的智能人流疏导策略

高密度公共建筑中智能人流疏导系统能够有效提升通行效率,减少拥堵风险,成都东站可结合大数据分析,对不同时间段的人流分布进行预测,并采用智能控制系统进行疏导,条件允许的情况下可以利用视频监控技术,实时监测站内各区域的人流密度,并通过大数据分析预测未来 30-60 分钟的人流变化,分析历史数据和当前人流状态可以预测高峰期的具体时间点,并提前部署人员进行疏导。结合智能闸机和动态分流系统,优化进站和出站人流,例如当某一进站口的排队时间超过 5 分钟时,系统可自动调整安检通道的开启数量,或引导部分旅客前往其他进站口,地铁换乘区可根据人流密度调整换乘方向,高峰期将部分自动扶梯调整为单向运行提高通过效率。部分商业区域在人流高峰期也对通道形成了一定程度的阻塞,影响整体流线,借助分析旅客停留时间和购物偏好数据,可以调整商业区的位置来确保主要流线的通畅。

## 结语

本研究围绕成都东站的空間布局特征、人流组织现状以及优化策略展开分析,提出了多层次、多维度的优化方案,成都东站的现有空間布局在日常运营情况下能够基本满足人流组织需求,但在高峰期进站口、安检通道、换乘通道等区域存在明显的通行瓶颈,导致旅客滞留、通行效率降低。基于仿真模拟的优化研究,本研究验证了不同流量条件下的动线优化方案对提高通行效率的有效性,即高密度人流环境下,适当调整进站口和安检通道的流线组织、优化换乘路径以及增加临时通道,可以降低高峰期旅客的步行时间,并减少人流聚集效应,合理的空間导向系统优化方案能够提高旅客的路径识别能力,减少因路线选择失误导致的无效移动,增加动态信息引导屏、优化地面与墙面标识系统并结合智能导航技术能够引导旅客按照最优路径快速进站、候车、换乘。

## 参考文献

- [1] 甘凯. 公共建筑设计中的多功能空間布局与使用策略——以三甲综合医院公共建筑为例 [J]. 工程建设与设计, 2024 (14): 4-6.
- [2] 王星月, 张建涛. 运行能耗视角下的公共建筑功能空間层级划分与布局探讨——以教学楼为例 [J]. 当代建筑, 2024 (04): 127-130.
- [3] 孙澄宇, 林莹珊. 基于人流动线的大型公建导向标识内容自动生成与更新 [J]. 建筑科学, 2021, 37 (12): 137-143.
- [4] 周明坤. 公共建筑的环境和空間布局设计分析 [J]. 城市建筑, 2020, 17 (15): 90-91.
- [5] 杨毅. 商业建筑人流动线设计研究 [J]. 住宅与房地产, 2019 (19): 85.