

口岸枢纽总体设计创新与实践

胡 鹏

[上海市市政工程设计研究总院(集团)有限公司,上海市 200092]

摘 要: 在全球经济一体化加速背景下,口岸枢纽作为跨境要素流通的核心载体,其规划设计亟需破解通关效率低下、交通组织失序与土地资源约束等多重矛盾。聚焦高密度城市群语境下口岸枢纽的集约化设计范式,旨在构建系统性的空间组织策略以提升国际门户枢纽的综合效能。基于交通工程学与空间组织理论,研究提出三维流线分层管控、通关流程时序优化、多式联运协同配置的集成设计策略。通过港珠澳大桥澳门口岸枢纽的立体化流线组织方案,以及横琴口岸“合作查验、一次放行”的智能通关模式创新,验证设计策略的可实施性。实践表明该设计策略显著提升了通关效率与交通疏解能力,为粤港澳大湾区跨境枢纽建设提供了技术范式,其创新经验可推广至“一带一路”口岸枢纽工程实践。

关键词: 口岸枢纽;立体分层;通关模式;多模式协同;时空置换

中图分类号: U412.38

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2025)09-0155-04

Innovation and Practice in Overall Design of Port Hubs

HU Peng

[Shanghai Municipal Engineering Design Institute (Group) Co., Ltd., Shanghai 200092, China]

Abstract: Under the accelerating background of global economic integration, as the core carrier of cross-border factor circulation, the planning and design of port hubs urgently need to solve the multiple contradictions such as low customs clearance efficiency, disorderly traffic organization and land resource constraints. The focus is on the intensive design paradigm of port hubs in the context of high-density urban agglomerations, which aims to establish the systematic spatial organization strategies to enhance the comprehensive efficiency of international gateway hubs. Based on the transportation engineering and spatial organization theory, an integrated design strategy featuring hierarchical control of three-dimensional flow lines, sequential optimization of customs clearance processes, and coordinated configuration of multi-modal transport is studied and proposed. The feasibility of design strategies is validated through the three-dimensional flow line organization scheme of the Macao Port Hub and the innovation of the intelligent customs clearance mode of "cooperative inspection and one-time release" at Hengqin Port of the Hong Kong - Zhuhai - Macao Bridge. The practice shows that the design strategy has significantly enhanced the efficiency of customs clearance and the capacity for traffic diversion, which provides the technical framework for cross-border hub development in the Guangdong-Hong Kong-Macao Greater Bay Area. Its innovative experience can be extended to the practice of the "Belt and Road" port hub projects.

Keywords: port hub; three-dimensional layering; customs clearance mode; multi-modal coordination; space-time substitution

0 引 言

随着全球化进程加快,口岸枢纽作为国家对外开放的门户,其设计需适应国际客货流的高效转换需求。粤港澳大湾区因其前沿性制度创新与高度国际化特质,其口岸枢纽设计具有典型性与示范性。然而,用地紧张、功能复合、多主体协同等问题对设

计提出了严峻挑战。本文分析了口岸通关模式的创新,设计的特点,以港珠澳大桥澳门口岸、横琴口岸为例,探讨用地限制下的总体设计策略与技术措施,以为同类项目提供借鉴。

1 口岸枢纽概述

口岸是由国家指定对外往来的门户,是国际客货转换的枢纽(见图1)。口岸枢纽是一个国家或地区的交通末端,也是相邻国家或地区的交通转换的场所。

收稿日期: 2025-02-22

作者简介: 胡鹏(1983—),男,硕士,高级工程师,从事综合交通枢纽和道路总体设计与研究工作。

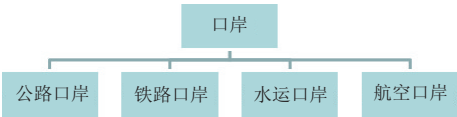


图1 口岸分类

粤港澳口岸枢纽分布主要是深港、珠澳、港珠澳口岸。其中深圳共配置16处一类口岸枢纽:公路口岸包含罗湖、文锦渡等7个;铁路口岸涵盖广深港高铁西九龙站及深圳铁路枢纽;水运口岸由盐田港、蛇口港等6大港口构成;航空口岸依托宝安国际机场实现跨境联通。珠海市设有10处国家一类开放口岸,其中拱北、横琴等5个公路口岸,配合青茂、港珠大桥等新型通关设施,形成复合型跨境通道网络。水运口岸5个,分别是九洲港、湾仔港轮渡客运、珠海港、斗门港、万山港口岸。

2 口岸通关模式

目前,我国口岸主要有三类通关查验模式:

第一类是内地绝大多数口岸采用的传统“两地两检”模式(见图2);

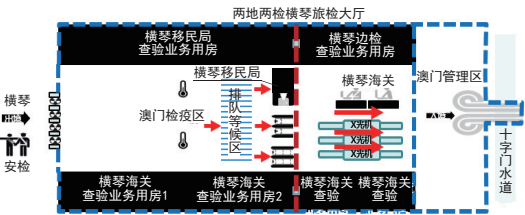


图2 两地两检横琴旅检大厅

第二类是以深圳湾和广深港高铁西九龙站为代表的“一地两检”模式;

“一地两检”方式在一个国家或地区边境的某指定区域,按规定的通关查验标准,执法双方于一地对出入境人员、车辆和货物进行查验。采用该方式通关,出入境人员、车辆和货物需要同一个区域的不同检查区先后接受两次检查。

广深港高铁西九龙站按照“一地两检”的通关模式,乘客乘坐高铁抵达香港西九龙站后,仅需在站厅B4下车,到B2提交内地出境手续,就可以离开内地口岸区,进入到在同一楼层的香港口岸区直接提交入境手续。

第三类是以港珠澳大桥珠澳通道和横琴口岸(新)为代表的“合作查验、一次放行”模式。

“合作查验、一次放行”方式在一个国家或地区边境的某指定区域,按规定的通关查验标准,执法双方于一地对出入境人员、车辆和货物进行合作执法、合作查验(见图3)。采用该方式通关,出入境人员、

车辆和货物需要同一个区域接受一次合作查验,双方查验无误后直接放行,入境方保持抽查权利。

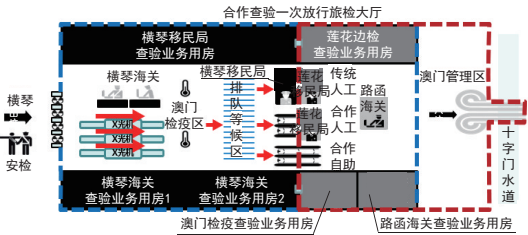


图3 合作查验一次放行旅检大厅

“合作查验、一次放行”模式是口岸创新型通关查验模式,一次排队、一次查验、一次放行,对于通关效率有了很大的提高(见表1、图4)。

表1 不同通关模式效率对比

桥梁	“一地两检”通关模式	“合作查验、一次放行”通关模式
口岸建设原则	双边于一地建设口岸,分设通关查验区域	双边于一地建设口岸,采用通关查验合作机制
查验区设置原则	设置两个检查区	双方卡口背靠背,查验场紧连,内地查验作为主体
检查次数	出入境行人、大小车辆和货物都要进行两次检查	出入境行人、大小车辆和货物进行一次检查
通关时间	较长	较短
通关作业效率	通关作业重复,效率低,需采取应对措施	通关作业简化,作业效率高

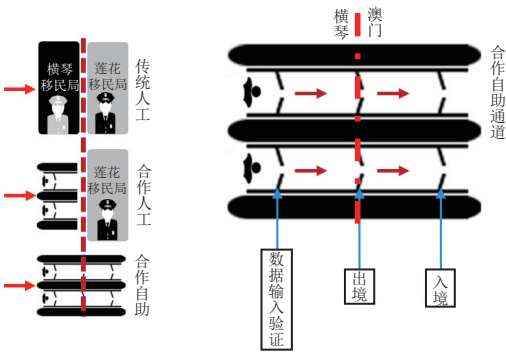


图4 合作查验一次放行概念图—三道门通关

3 口岸枢纽设计特点与挑战

3.1 功能复合性

口岸枢纽集通关查验、交通换乘、商业服务等功能于一体,需协调海关、边检、交通等多部门需求。具有如下几个特点:组织机构多、专业种类多、建设周期长;综合性强,子系统众多且相互制约性明显;参建方众多,对总体设计服务要求高。

3.2 用地限制与空间集约化

口岸用地一般较为局促,新建口岸一般需预留综合开发空间,进一步压缩了枢纽核心区用地,在功能需求上,要求立体化设计需求,地下空间开发需

求。设计上一般要求上下层次分离,实现人车分流与空间高效利用;地下空间用于停车与设备用房,地上空间优先保障通关与交通功能。

3.3 多模式交通协同挑战

枢纽内需整合不同国家或地区的交通,特别是行驶习惯的不同,行驶左右侧的不同;需整合不同地区内外的公路、轨交、穿梭巴士等十余种交通方式,不同的交通目的如停车过关、驾车过关、过关送客返回需求。例如在港珠澳大桥澳门口岸需解决的不同交通流线设计主要包括:三地标准差异:澳门、珠海与香港的交通规范与驾驶习惯需协调统一;不同交通目的流线货车、客车及内部穿梭巴士、VIP 流线、消防巡检等内部流线交叉。

4 总体设计策略与措施

4.1 通关模式创新

4.1.1 “合作查验、一次放行”模式

背靠背查验区,如内地与澳门查验窗口相邻设置,旅客仅需一次排队即可完成两地手续。

4.1.2 “一地双口岸”设计模式

如珠海与澳门口岸并置:在人工岛南北分设两地管辖区域,实现“一地三通关”;

差异化功能布局:如珠海侧以货车查验为主,澳门侧侧重旅客通关,分流不同类型交通流。

4.2 立体化分层分区策略

4.2.1 功能分区集成

口岸枢纽的旅检核心区宜居中布局,运筹优化与各个功能分区的通达性,通过查验场实现人车联动;境内外车库分置,对侧布局境内外车辆停车场,避免流线交叉;市政设施功能分散隐蔽化:优化泵房、管线等设施与主体结构的位置,并尽量整合至地下,地面空间用于景观绿化分区与人车通行分区。

4.2.2 空间垂直分层

口岸枢纽基于用地限制与复杂交通组织一般采用立体分区分层策略。上层宜设计为出境区,旅客通过高架直达旅检大厅二层,优化快速出境效率;下层宜设计为入境区,入境旅客通过垂直电梯直达地面换乘区,衔接巴士、出租车等交通工具。

4.3 交通组织优化策略

4.3.1 逐级分流策略

一级分流(客货分离):货车通过外围专用通道进入查验区,客车通过高架直达旅检区;

二级分流(高架与地面分离):高架系统服务快速通关车辆,地面道路服务本地接驳交通;

三级分流(车辆性质分离):出租车、巴士、私家车分设专用车道与落客区。

4.3.2 公交优先设计

专用巴士走廊:设置封闭式巴士通道,衔接口岸穿梭巴士与市内公交;轨交预留接口:在地下空间预留未来轻轨线路接入条件,支撑远期客流增长。

4.3.3 智能交通管理

结合口岸枢纽高峰特征,进行动态信号控制,调整红绿灯周期,高峰时段通行效率提升。智能卡口系统:采用人脸识别与车牌自动比对技术,通关时间大幅缩短。

5 港珠澳大桥澳门口岸工程实例

5.1 总体布局

在澳门口岸枢纽的规划设计中,面对空间集约化开发与多功能集成需求之间的矛盾,总体布局采取“一核、一线、双分置、大循环”的总体布局(见图5)。通过核心服务区主轴线串联、出入境流线分置疏导及立体循环系统的有机整合,实现了高密度场域下的人本化空间组织模式。

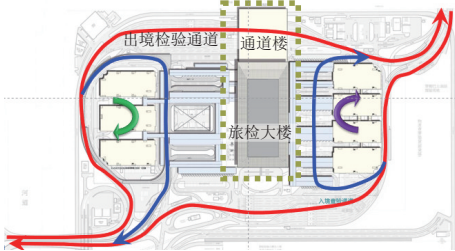


图5 澳门口岸枢纽总体布局

5.2 功能分区

澳门口岸枢纽在人工岛规划中遵循轴线布局原则,与珠海口岸形成南北轴向联动体系:北侧配置离境车辆查验场站,中央核心区设置多功能联检枢纽并通过通关廊道实现双向联通,南端布置入境车辆安检区(见图6)。联检综合体西翼统筹境内旅客集散枢纽及配套驻车设施,东翼则规划跨境旅客接驳枢纽与专属停泊区,形成双向分流的人车组织系统。

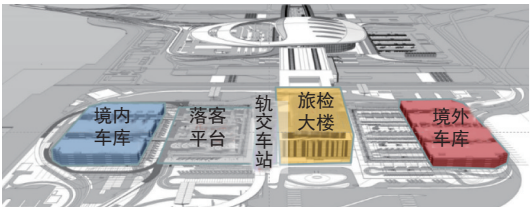


图6 澳门口岸枢纽功能分区

通过实施立体叠层空间叠合策略,构建了出入境流线垂直分流系统、立体化交通换乘枢纽及多层

级道路疏导网络。在实现土地效能最大化开发的同时,通过优化旅客动线系统与出入境流线组织架构,显著提升空间利用效率。这种集约化空间布局策略为人工岛预留出战略性产业拓展空间,奠定口岸经济综合体建设的空间载体基础。

5.3 交通系统策略

港珠澳大桥澳门口岸采用“逐级分流、送客优先、公交优化”的策略。实现了客货分流和客车流线的多次分流,避免交通紊乱;为了保证高架系统的通畅,不同性质的车辆采取“逐级分流”的措施:先是客货分离、后是高架地面分离,每一次分离均遵循“两两分离”原则,避免行车司机的多重判断。

从旅客高峰时段聚集行为分析,口岸的主要交通压力集中在出境关前。“过境优先”策略使瞬时大量的出境人员实现便捷换乘通关。此外,整个交通系统设计秉承“公交轨交优先,双轨预留”的设计理念,满足旅客未来持续上升的过关交通需求。

交通系统设计遵循了功能转移,人车分流,直线指引,上下贯通。立体枢纽是“上层出境、下层入境”的叠层布局模式,换乘空间与此对应:高架将搭乘各类交通方式的旅客送至二层出境楼前广场,减少交叉。入境旅客通过不同区域的垂直电扶梯下到地面层不同车辆的换乘车道边,缩短距离,并增加自行车道,加快速度。

5.4 交通流线设计

口岸核心区的交通集疏运系统非常复杂,包括:社会车辆、城市公交、专线公交、长途公交、旅游巴士、出租车、通关小客车、通关巴士、通关货车、大桥穿梭巴士、快速有轨电车及地铁预留等等。十多种交通工具各有其自身的交通特点以及与旅客的换乘方式,当它们挤身于有限的口岸枢纽用地之内时,如何合理组织使其各司其职、并避免单一的对外衔接通道触发交通瓶颈显得极为重要。设计从交通类型、交通目的、交通行为三层次进行分类优化梳理。对于外部交通部分,通过简化复杂的外部交通,进行逐级分流,分型渠化、多级循环、主次分明;对于出入口部分,一条主干道多出入口多交织段的处理采用大小分置,各行其道,同型合并、异型剥离,停蓄结合、高效利用。口岸枢纽交通流线设计见图7。

6 结 语

本文提出了口岸枢纽总体设计策略,通过通关

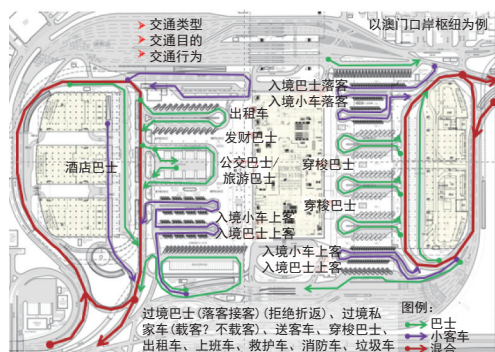


图7 口岸枢纽交通流线设计

模式创新、交通分区分层优化及智能交通协同,有效解决了用地紧张与功能复杂的矛盾,从港珠澳大桥澳门口岸等枢纽的实践表明,“合作查验”模式显著提升通关效率,是跨境口岸枢纽的核心关键;立体集约化设计是土地受限区域的基础;智能技术应用是未来口岸升级的关键方向。未来,随着粤车南下等制度的落地及智慧口岸技术的发展,口岸枢纽的设计策略需进一步探索跨区域标准统一,减少管理壁垒;进一步探索智慧交通与物联网集成,实现人车流量实时预测、轨迹监控与应急响应。

参考文献:

- [1] 王炜,陈学武,陆建.城市轨道交通[M].北京:人民交通出版社,2017.
- [2] 何斌,史凯旋,刘菁粤.粤港澳大湾区陆路口岸旅客通关模式优化研究[J].港澳研究,2024(2):82-92.
- [3] 肖胜.粤港澳大湾区背景下的深港跨境交通发展策略[J].交通与港航,2021,8(5):37-42.
- [4] 康琤.轨道交通及口岸枢纽建筑一体化设计研究[J].城市建设理论,2023(5):114-116.
- [5] 郭建祥.一岛双口岸一地三通关华建集团华东建筑设计研究总院[J].中国勘察设计,2019(4):46-51.
- [6] 李利荣.港澳大桥澳门口岸国内与澳门两地设计规范对比[J].建筑工程技术与设计,2016(8):881-881.
- [7] 焦永泉.国际铁路通关模式研究[J].高速铁路技术,2019(3):37-40.
- [8] 孙颖杰,吴芳,刘亚丽.地铁-货车联运的地铁转运站选址算法比较[J].物流科技,2025(2):28-32.
- [9] 袁博晖.城市轨道交通车站设施客流集散分析[J].都市快轨交通,2025(1):90-98.
- [10] 汪雨洋,万钧.交通枢纽TOD开发的策划与实践——以横琴口岸枢纽的TOD开发为例[J].交通与港航,2024(2):80-85.
- [11] 汤兆年,顾保南.相邻城市综合交通系统建模中轨道交通接驳公交线路网的快速构建方法[J].交通与运输,2024(1):65-70.
- [12] 周溪溪.重庆地面公交与轨道交通接驳便捷性提升实践[J].城市公共交通,2024(4):43-46.
- [13] 李鸿志.基于道路服务水平的综合交通枢纽接驳方案评价研究——以横琴综合交通枢纽为例[J].现代城市轨道交通,2024(12):20-28.
- [14] 李和勇,邢家勇,毛维.雄安新区地下综合交通枢纽轨道交通预留工程设计要点[J].城市轨道交通研究,2025(1):86-91.